

**Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften**

HV-Forschungsvorhaben 617.0 – FF223

**Seilunterstütztes Retten und Bergen
in Höhen und Tiefen**

Band 2

**Belastungen und Beanspruchungen
der Retter und Berger**

Verfasser: Hans Jürgen Ottersbach
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA
Alte Heerstraße 111
53754 Sankt Augustin

Dr. med. Thuisko Gerdes-Götz
Arbeitsmedizinischer Dienst (AMD) der
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft
Wilhelm-Bode-Straße 33
38106 Braunschweig

Katrin Boege
Berufsgenossenschaftliches Institut Arbeit und Gesundheit –
BGAG
Königsbrücker Landstraße 2
01109 Dresden

Weitere Mitarbeiter: Oliver Lohmaier, Wolfgang Feldges, Stefan Werner,
Ingo Herrmanns, Dr. Ulrike Hoehne-Hückstädt
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA
Alte Heerstraße 111
53754 Sankt Augustin

Anne Gehrke, Ronald Worch (Diplomand)
Berufsgenossenschaftliches Institut Arbeit und Gesundheit –
BGAG
Königsbrücker Landstraße 2
01109 Dresden

Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG)
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA
Alte Heerstrasse 111
D-53754 Sankt Augustin
Telefon: +49 / 02241 / 231 – 01
Telefax: +49 / 02241 / 231 – 1333
Internet: www.hvbg.de
November 2006

Danksagung

Den Unternehmen, die die Durchführung von Rettungsübungen mit großem Einsatz ermöglicht und unterstützt haben, und den Technischen Aufsichtspersonen, die als forschungsbegleitender Expertenkreis zur Vermittlung, Auswahl und Organisation der durchzuführenden Rettungstätigkeiten wesentlich mitgewirkt haben, sei an dieser Stelle ein herzlicher Dank ausgesprochen. Im Einzelnen waren beteiligt:

Bergbau-Berufsgenossenschaft (BBBG) Grubenrettungswesen: Hauptstelle für das Grubenrettungswesen Leipzig Friederikenstrasse 62, 04279 Leipzig	Herr Jens Schulz (TAP)
Unternehmen: K + S Kali GmbH, Werk Werra, Standort Unterbreizbach, Philippsthal Vattenfall Europe Mining AG, Betriebsdirektion Technik, Schwarze Pumpe	Herr Auth Herr Dr. Pysall
Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik (BGFE) Präventionsabteilung: Gustav-Heinemann-Ufer 130, 50968 Köln	Herr Dr. Lux (TAP)
Unternehmen: E-Plus Mobilfunk GmbH & Co. KG, Geschäftsstelle West, Ratingen SAG Bergheim, Umspannanlage Rommerskirchen, Rheidt	Herr Harald Schupp Herr Müller
Berufsgenossenschaft Metall Süd (SMBG) Präventionsabteilung: Arnulfstraße 283, 80639 München (Die SMBG ist nach einer Neuordnung in die Berufsgenossenschaft Metall Süd BGMS aufgegangen; in diesem Bericht wird sie jedoch noch mit altem Namen und altem Kürzel SMBG geführt)	Herr Marco Einhaus (TAP)
Unternehmen: Josef Gartner GmbH, Gundelfingen Göttler GmbH, Stahlbau-Behälterbau, Saal a. d. Donau Prebeck GmbH, Bogen	Herr Dr. Gartner sen. Herr Altmann Herr Christian Hoffmann Herr Utz-Peter Herzig
Berufsgenossenschaft der Straßen-, U-Bahnen und Eisenbahnen (BGBA) Präventionsabteilung: Lucas-Cranach-Platz 2, 99097 Erfurt	Herr Frank Wagner (TAP)
Unternehmen: Arber-Bergbahn (Kabinen- und Sesselbahn), Großer Arber Hornbahn Hindelang GmbH & Co. KG, Bad Hindelang Bergbahn Hindelang/Oberjoch GmbH & Co. KG, Bad Hindelang Bayerische Zugspitzbahn Bergbahn AG, Garmisch-Partenkirchen	Herr Thomas Liebl Herr Theo Käufler Herr Theo Käufler Herr Peter Huber Herr Georg Malik Herr Xaver Herterich
Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie (BGCH) Bezirksverwaltung Halle: Merseburgerstraße 52, 06110 Halle	Herr Marco Schubert (TAP)
Unternehmen: DOW Olefinverbund, Werk Schkopau, Böhlen DOW Olefinverbund, Werk Böhlen, Böhlen	Herr Keck Herr Starkloff

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Zielsetzung und Aufgabenstellung.....	10
3	Das Kollektiv der Rettungs- und Bergeversuche	12
4	Definitionen und Erläuterungen zu wichtigen Begriffen.....	15
5	Untersuchungsmethodik der Belastungen-/Beanspruchungen.....	18
5.1	Ergonomische Untersuchungsmethodik.....	18
5.1.1	Messung der Körperhaltung	18
5.1.2	Statische Maximalkräfte	22
5.1.3	Anthropometrische Daten der Retter und Berger.....	23
5.1.4	Filme und Fotos	25
5.1.5	Lastgewichte.....	25
5.2	Arbeitsmedizinische Untersuchungsmethodik	26
5.2.1	Arbeitsmedizinische Daten der Retter und Berger	26
5.2.2	Messung der Herzschlagfrequenz	26
5.3	Psychologische Untersuchungsmethodik	27
5.3.1	Zielsetzung der psychologischen Untersuchung	27
5.3.2	Psychische Belastung und Beanspruchung.....	28
5.3.3	Psychische Belastungsfaktoren und individuelle Leistungsvoraussetzungen	30
5.3.4	Spezifische Beanspruchungen und Belastungen bei Rettern und Bergern ..	30
5.3.5	Spezifische Ressourcen bei Rettern und Bergern	31
5.3.6	Stressverarbeitungsstrategien (Coping)	32
5.3.7	Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen	33
5.3.8	Fachliche Kompetenzen.....	34
5.3.9	Instrumente	34
5.4	Datenbearbeitung	39
5.4.1	Datenverarbeitung im ergonomischen und arbeitsmedizinischen Untersuchungsbereich.....	39
5.4.2	Psychologische Datenverarbeitung	41
6	Durchführung der Rettungssimulationen	42

7	Ergebnisse	45
7.1	Struktur und spezifische Substrukturen des Kollektivs der Rettungs- und Bergeversuche	45
7.2	Das Kollektiv der eingesetzten Retter und Berger	50
7.2.1	Anthropometrische Daten	50
7.2.2	Arbeitsmedizinische Daten	58
7.2.3	Statische Maximalkraftwerte	63
7.2.4	Psychologische Daten	65
7.3	Zeitdauern der Rettungs- und Bergeversuche	69
7.4	Ergebnisse der ergonomischen Belastungs- und Beanspruchungsanalyse	72
7.4.1	Auswertungen zu den Lastgewichten	72
7.4.2	Auswertungen der Messungen der Körperhaltung	80
7.4.2.1	Körperhaltungsmesssignale des Rettungsversuches RV02	81
7.4.2.2	Verteilungen der gemessenen Körperwinkel	83
7.4.2.3	Statische Körperhaltungen des Rumpfes	90
7.4.3	Kritische Körperhaltungen nach einer Körperhaltungsmatrix	93
7.4.3.1	Oberkörperhaltungen	94
7.4.3.2	Beinhaltungen.....	109
7.4.3.3	Ganzkörperhaltungen	119
7.4.4	Kritische Körperhaltungen nach einem Bewertungsschema für Körperwinkel	121
7.4.4.1	Bewertungsschema für Körperwinkel	122
7.4.4.2	Anteile der bewerteten Winkelklassen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel.....	125
7.4.4.3	Körperhaltungen in kritischen Bewertungsbereichen	128
7.4.4.4	Bewertungen innerhalb der Substrukturen des Kollektivs der Berge- oder Rettungstätigkeiten	131
7.4.5.1	OWAS-Risikoklassenbewertung	134
7.4.5.2	Identifizierte Anteile kritischer Körperhaltungen der OWAS-Risikoklassen 3 und 4	134
7.4.5.3	Kritische Körperhaltungen in den identifizierten Zeitintervallen.....	137
7.4.5.4	Identifizierte Körperhaltungsanteile nach den Substrukturen des Kollektivs der Berge- und Rettungsversuche	139
7.4.6	Lokalisierung von kritischen Körperhaltungen	141
7.4.6.1	Ranking-Verfahren zur Ermittlung kritischer Körperhaltungen und ihrer Lokalisierung in der Messung	141

7.4.6.2	Rankingtabelle der mit ROT bewerteten Zeitintervalle kritischer Körperhaltungen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel.....	146
7.4.6.3	Rankingtabelle der Zeitintervalle kritischer Körperhaltungen nach Identifikation mit den OWAS-Risikoklassen 3 und 4	151
7.4.7	Tätigkeitsaspekte mit kritischen Körperhaltungen	156
7.5	Ergebnisse der arbeitsmedizinischen Belastungs-/Beanspruchungsanalyse	161
7.5.1	Ruhepulse	161
7.5.1.1	Bewertungsverfahren der Ruhepulse	162
7.5.1.2	Tabellarische und grafische Darstellung der bewerteten Ruhepulsmessungen	163
7.5.2	Belastungspulse	165
7.5.2.1	Bearbeitungs- und Bewertungsverfahren der Belastungspulskurven ..	166
7.5.2.2	Tabellarische und grafische Darstellung der bewerteten Belastungspulsmessungen	168
7.5.3	Gesamtbewertung der Belastungspulse der Retter und Berger nach den Untergruppen des Kollektivs der Rettungs- und Bergeversuche	172
7.5.4	Korrelationen zwischen beurteilten Belastungspulsen und arbeitsmedizinischen Kennwerten	177
7.5.4.1	Physische (körperliche) Belastung und Belastungspulsverhalten.....	177
7.5.4.2	Physischer Leistungsindex	179
7.6	Ergebnisse der psychologischen Belastungs- und Beanspruchungsanalyse	184
7.6.1	Psychische Belastungsfaktoren	184
7.6.2	Psychische Beanspruchung der Retter bei der Rettungssimulation.....	184
7.6.2.1	Gesamte Stichprobe	184
7.6.2.2	BG-spezifische Ergebnisse	186
7.6.3	Ergebnisse Stressverarbeitungsstrategien	190
7.6.3.1	Leitfadeninterview	190
7.6.3.2	Stressverarbeitungsfragebogen	191
7.6.3.3	Stressverarbeitungsstrategien nach Berufsgenossenschaften	192
7.6.4	Ergebnisse Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen	193
7.6.4.1	Gesamte Stichprobe	193
7.6.4.2	Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen nach Berufsgenossenschaften	194
7.6.5	Ergebnisse fachliche Kompetenzen/Ausbildung	195
7.6.5.1	Gesamte Stichprobe	195
7.6.5.2	Fachliche Kompetenz nach Berufsgenossenschaft	199

7.6.6	Ressourcenindex	199
7.6.7	Ergebnisse Gerettete	203
8	Zusammenfassung der Ergebnisse der Belastungs- und Beanspruchungsanalysen	205
8.1	Zusammenfassung der Ergebnisse und Bewertungen der ergonomischen Belastungs- und Beanspruchungsanalyse	205
8.2	Zusammenfassung der arbeitsmedizinischen Belastungs- und Beanspruchungsanalysen	215
8.3	Zusammenfassung der psychischen Belastungs- und Beanspruchungsanalysen	219
9	Zusammenfassende Bewertung der Belastungen und Beanspruchungen von Rettungs- und Bergpersonal	221
9.1	Zusammenfassende zeitvariante Darstellung von Belastungen, Beanspruchungen und Bewertungen	221
9.2	Tabellarische Zusammenfassung der Einzelbewertungen und Gesamtbewertung	224
9.3	Gesamtbewertung des Kollektivs der Retter und Berger nach Berufsgenossenschaften mit Hinweisen zur Präventionsarbeit	227
10	Zusammenfassung zur Präventionsarbeit und notwendige Maßnahmen	245
11	Ausblick	251
12	Literaturliste	252
13	Verzeichnis der Abbildungen	258
14	Verzeichnis der Tabellen	259
15	Verzeichnis der Diagramme	268
16	Anlagen zur ergonomischen Belastungs-/Beanspruchungsanalyse	270
17	Anlagen zur arbeitsmedizinischen Belastungs- und Beanspruchungsanalyse	312

1 Einleitung

Auf Anregung der BG-BAHNEN – Berufsgenossenschaft der Straßen-, U-Bahnen und Eisenbahnen – wurde im Jahr 2002 eine Pilotstudie zu Arbeitssicherheitsaspekten bei seilunterstützten Bergetätigkeiten an Seilbahnen durchgeführt. Diese Studie hatte zum Ziel, neben den sicherheitstechnischen Gefährdungen, denen Bergpersonal im Falle von Notevakuierungen ausgesetzt sind, weitere Gefährdungen, Belastungen und Beanspruchungen auch besonders aus ergonomischer Sicht im Rahmen der angewandten Bergetechnologien zu ermitteln. Diese Pilotstudie wurde an der Brauneck-Seilbahn in Lenggries durchgeführt.

Bei dieser Studie (OTTERSBAACH et al., 2003) stellte sich heraus, dass neben den technisch/technologischen Aspekten, die für den Sicherheitsstatus von Bergpersonal relevant sind, ergonomische und psychologische Belastungen und Beanspruchungen sowie der Gesundheitszustand des Bergpersonals aus arbeitsmedizinischer Sicht im Sinne von zukünftigen Verbesserungen und Optimierungen bei der Gestaltung seilunterstützter Berge- und Rettungstätigkeiten mit berücksichtigt werden müssen. Als Konsequenz dieser Studie konnten im Bereich der Seilbahnen schon zahlreiche Hinweise und Anregungen zur Verbesserung der Bergetätigkeiten gegeben werden.



Abbildung 1-1:
Rettungstätigkeit
an einer Steig-
schutzeinrich-
tung eines
Antennen-
tragwerkes

Seilunterstützte Rettungstätigkeiten kommen jedoch nicht nur im Bereich der Seilbahnen vor, sondern müssen in vielen Gewerbebereichen angewandt werden. Betroffen sind beispielsweise Arbeitsfelder in Bergbauschächten unter Tage, auf hohen Schornsteinen oder Industriegebäuden, auf Fernleitungsmasten und Antennenanlagen, oder in Silos. Die zu rettenden Personen sind häufig abgestürzt und wurden mit einem Auffangsystem nach DIN EN 363 aufgefangen und gehalten und müssen möglichst schnell gerettet oder geborgen werden. Außerdem betreffen solche Rettungstätigkeiten auch alle anderen Personen an hoch- oder tief gelegenen Arbeitsplätzen, die der Hilfe anderer bedürfen und nur noch seilunterstützt gerettet und geborgen werden können. In Abbildung 1-1 sind beispielhaft drei Momentaufnahmen aus einer seilunterstützten Rettungstätigkeit an einer Steigschutzeinrichtung eines Antennentragwerkes dargestellt.

Aufgrund des vielfältigen Vorkommens seilunterstützter Rettungs- und Bergetätigkeiten quer durch alle Gewerbebereiche entstand ein BG-übergreifendes Interesse an einer breit angelegten arbeitswissenschaftlichen Untersuchung zu diesem Thema, deren Ergebnisse zukünftig zur präventiven Gestaltung seilunterstützter Berge- oder Rettungstätigkeiten dienen sollen. In diese Untersuchung sollten neben den technisch/technologischen Fragestellungen und den individuellen Belastungen und Beanspruchungen des Bergepersonals auch arbeitsorganisatorische Fragestellungen und der Bereich Qualifizierung des Bergepersonals einbezogen werden. Bei der angestrebten Querschnittsuntersuchung stand auch der Vergleich der Rettungstätigkeiten nach berufsgenossenschaftlicher Zugehörigkeit im Vordergrund.

Um einen sinnvollen Beitrag für eine zukünftig möglichst ganzheitlich anzustrebende Gestaltung von Rettungs- und Bergetätigkeiten zu erzielen, war es notwendig, die individuellen Belastungen und Beanspruchungen, denen Bergepersonal ausgesetzt ist, bei der Durchführung seilunterstützter Berge- und Rettungsübungen zu untersuchen, zu analysieren, zu strukturieren und den hierzu verfügbaren Bewertungskriterien zu unterziehen. Für die praktische Anwendung vor Ort waren daraus Kriterien, Vorschläge, Anregungen und Empfehlungen für die Gesundheitsprävention von Rettungs- und Bergepersonal abzuleiten.

Diese arbeitswissenschaftliche Untersuchung wurde im Verbund von vier Forschungsstellen durchgeführt. Beteiligt waren drei bgliche Forschungsinstitutionen: das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitsschutz – BGIA in Sankt Augustin, das Berufsgenossenschaftliche Institut Arbeit und Gesundheit – BGAG in Dresden und der Arbeitsmedizinische Dienst – AMD, Zentrum Braunschweig, der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft. Außerdem war die Technische Universität Chemnitz mit der Fakultät für Maschinenbau als externe Forschungsstelle beteiligt.

Dieser Band 2 zum Gesamtbericht enthält die Ergebnisse zu den ergonomischen, arbeitsmedizinischen und psychologischen Untersuchungsanteilen und wurde von den bglichen Forschungsstellen BGIA, BGAG und AMD erstellt.

2 Zielsetzung und Aufgabenstellung

Der Band 2 des gesamten Forschungsberichtes beinhaltet die theoretischen Grundlagen, die Untersuchungsmethoden und die Ergebnisse zu den untersuchten Belastungen und Beanspruchungen des eingesetzten Rettungs- oder Bergepersonals. Im Gegensatz zu den objektiven Bedingungen der angewandten Rettungs- oder Bergetechnologien oder den zu Grunde liegenden betrieblichen Arbeitsorganisationsstrukturen der beteiligten Betriebe stellen die Retter und Berger mit ihren psychophysischen Ausprägungen individuell unterschiedlich belast- und beanspruchbare Größen der Rettungstätigkeiten dar, die zum Gelingen einer Rettung oder Bergung entscheidend sein können.

Da für Arbeitsplätze mit Absturzgefährdung grundsätzlich Gefährdungsanalysen durchzuführen sind, kann man in der Regel vermuten, dass bei der Arbeitsgestaltung schon ein bestimmtes, aber mehr geschätztes Verhalten aufgrund der erfahrenen Beanspruchung, das von Seiten des Retters oder Bergers zu erwarten ist, mit eingeflossen ist. In dieser Untersuchung sollen die Belastungen und Beanspruchungen

jedoch viel präziser und nach unterschiedlichsten Gesichtspunkten differenziert untersucht werden.

Als Beispiel für die vielseitige Beanspruchungssituation eines Bergers im Seilbahnbereich sind in Abbildung 2-1 zwei Szenen einer nachgestellten Bergeübung an einer Kabine der Kreuzeckbergbahn in Garmisch-Partenkirchen dargestellt, die sowohl die körperliche als auch die psychische Belastung, die durch die sozialen Funktionen des Bergers im Umgang mit den Fahrgästen – es gibt Kabinen mit bis zu 100 Fahrgästen Volumen – verursacht werden kann, verdeutlichen können.



Abbildung 2-1:
Beanspruchungssituation
eines Bergers bei einer
Rettungssimulation an
einer Großkabinenbahn

Von daher sollte in dieser Untersuchung die Frage beantwortet werden, welchen Belastungen das Rettungs- oder Bergepersonal insgesamt bei der Durchführung der Rettungs- und Bergetätigkeiten und gegebenenfalls auch vor und nach der Rettungs- oder Bergetätigkeit ausgesetzt war und welche reaktiven Beanspruchungen aufgetreten waren. Hier musste der arbeitsmedizinische Status der Retter und Berger erfasst und ihre physische Leistungsfähigkeit beurteilt werden.

Für die Belastungs- und Beanspruchungsuntersuchungen wurde eine fachbezogene Dreiteilung vorgenommen:

- ❑ Im Zentrum der ergonomischen Belastungs- und Beanspruchungsanalyse standen hauptsächlich die Untersuchung des Körperverhaltens und der aufzuwendenden Kräfte bei den Lastenhandhabungen oder weiteren Kraftbetätigungen der Retter und Berger. Die Körperhaltungen waren in ausreichender Genauigkeit zu messen, so dass eine Analyse und Bewertung von Art und Dauer der eingenommenen Körperstellungen durchgeführt werden konnte. Dies beinhaltete auch die Untersuchung der Zeitdauern der Rettungs- und Bergetätigkeiten. Weiterhin waren die Lastgewichte grob zu erfassen. Zur Einordnung der körperlichen Leistungsfähigkeit waren statische Maximalkraftmessungen mit den Rettern und Bergern durchzuführen sowie anthropometrische Daten der Retter und Berger zu erheben.
- ❑ Im Bereich Arbeitsmedizin wurden die arbeitsmedizinisch relevanten Größen und die physische Leistung beim Einsatz betrachtet. Hier sollten daher Daten zum arbeitsmedizinischen Status der einzelnen Retter und Berger erhoben werden. Weiterhin waren Kriterien, die zusätzlich Aufschluss über die Leistungsfähigkeit

und das Gesundheitsbefinden der Retter und Berger geben können, zu erheben und einzubeziehen. Bei den Rettungs- und Bergetätigkeiten sollte dann analog zu den Körperhaltungsmessungen die Herzfrequenz des jeweiligen Retters oder Bergers als Leistungsindikator für die physische Beanspruchung gemessen werden. Ausgehend von den erfassten Größen waren die arbeitsmedizinischen Vorbedingungen und die physische Leistungsfähigkeit zu bewerten.

- Die psychischen Belastungen und Beanspruchungen stellten den dritten Untersuchungsbereich dar. Hier waren die Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen, die Stressverarbeitungsmechanismen und die psychischen Beanspruchungen der Retter und Berger während des Rettungsversuchs zu untersuchen. Als wichtige zusätzliche Information waren die fachlichen Kompetenzen, besonders im Hinblick auf psychische Ressourcen, die durch Ausbildung verstärkt oder erworben werden können, zu erheben und zu bewerten.

In allen Bereichen waren die erhobenen Daten und Messwerte zu systematisieren, strukturieren, analysieren und mit vorhandenen oder neu zu entwickelnden Verfahren zu bewerten. Es sollten die markanten und typischen psychophysischen Belastungs- und Beanspruchungsmerkmale für die Arbeitstätigkeit „Seilunterstütztes Retten und Bergen in Höhen und Tiefen“ ermittelt und bewertet werden. Insgesamt sollten für alle Bereiche das Niveau und die Verteilungen der Belastungen und Beanspruchungen für die Gesamtgruppe und entsprechend sinnvolle Untergruppen je nach Untersuchungsbereich im Hinblick auf eine ganzheitliche Gesundheitsgefährdung des Rettungs- und Bergepersonals ermittelt werden.

Alle Daten und Ergebnisse waren im Hinblick auf eine praktische Verwendung zu dokumentieren. Die Rettungs- und Bergetätigkeiten waren film- und fototechnisch zu erfassen. Die Filme sollten quantitativ und qualitativ in die Analysen mit einzubezogen werden.

Entsprechend der Zielsetzung sollten auf der Grundlage der Forschungsergebnisse Kriterien, Vorschläge und Anregungen zur Eignung oder Qualifikation von Rettern und Bergern, zum erforderlichen psychophysischen Beanspruchungsniveau, zu den arbeitsmedizinischen Rahmenbedingungen und zur Reduzierung der individuellen Beanspruchungen während der seilunterstützten Rettungs- oder Bergetätigkeiten in geeigneter Form zusammengestellt werden.

3 Das Kollektiv der Rettungs- und Bergeversuche

Für die Studie konnten Mitgliedsbetriebe von fünf besonders betroffenen und interessierten Berufsgenossenschaften gewonnen werden. Es wurden betriebstypische Rettungs- und Bergetätigkeiten praxisnah vor Ort durchgeführt und untersucht. Hierbei waren den Berufsgenossenschaften ihre speziellen Gewerbebereiche wichtig. Die fünf Berufsgenossenschaften waren:

- Süddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft (SMBG)
(Die SMBG ist nach einer Neuordnung in die Berufsgenossenschaft Metall Süd BGMS aufgegangen; in diesem Bericht wird sie jedoch noch mit altem Namen und altem Kürzel SMBG geführt),
Gewerbebereiche: Stahlbau und Stahlhochbau
- Bergbau-Berufsgenossenschaft (BBBG),
Gewerbebereiche: Bergbau unter Tage und industrielle Großanlagen
- Berufsgenossenschaft der Chemie (BGCH),
Gewerbebereiche: Große Behälter, Schornsteine, Türme und Silos
- Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik (BGFE),
Gewerbebereiche: Freileitungsbau, Sende- und Antennentragwerke
- Berufsgenossenschaft der Straßen-, U-Bahnen und Eisenbahnen (BGBA)
Gewerbebereiche: Seilbahnen (Kabinen und Sesselbahnen)

Jede Berufsgenossenschaft konnte zwei oder mehr Mitgliedsbetriebe gewinnen, im Rahmen der Untersuchung und unter Einbeziehung der konzipierten Erhebungsaspekte eine Durchführung möglichst unterschiedlicher Rettungs- oder Bergetätigkeiten zu organisieren. Je nach Aufwand und Möglichkeiten wurden unterschiedlich viele Rettungs- und Bergeversuche nach Berufsgenossenschaft und Unternehmen geplant und durchgeführt.

Insgesamt gab es vierzehn beteiligte Unternehmen. Die betroffenen und oben genannten Gewerbebereiche decken ein großes Spektrum nationaler Industriefelder ab. Die Gesamtzahl und Struktur der ausgewählten Rettungs- und Bergetätigkeiten wurden dem Anspruch einer Querschnittsstudie gerecht und waren so zu bewerten, dass sich die daraus zu gewinnenden Ergebnisse auch auf andere, hier nicht direkt einbezogene Gewerbebereiche anwenden lassen.

In der Tabelle 3-1 ist eine Übersicht über die durchgeführten Rettungs- und Bergeversuche aufgeführt. In den drei linken Spalten werden die Berufsgenossenschaften mit den dazugehörenden Mitgliedsbetrieben und eine chronologisch orientierte Nummerierung der durchgeführten Rettungs- und Bergeversuche genannt. Dann folgt eine Spalte, die das spezielle Rettungs- und Bergethema kurz beschreibt. Für die umfangreichen Messungen und Datenerhebungen wurde ein Versuchs-Code verwendet, der im gesamten Dokumentations- und Auswertevorgang beibehalten wurde. Dieser Code ist in der rechten Spalte aufgeführt und enthält alle wichtigen Angaben zur Identifikation des jeweiligen Rettungs- oder Bergeversuchs:

- Kürzel der Berufsgenossenschaft
- Firmen-Code
- Kennzeichnung des Rettungs- oder Bergeversuches
- Kennzeichnung des Hauptretters oder -bergers

Die Süddeutsche Metall BG konnte mit 3 Mitgliedsunternehmen (Göttler - 2 Rettungsversuche, Prebeck - 3 Rettungsversuche und Gartner – 4 Rettungsversuche) insgesamt 9 Rettungsversuche in die Untersuchung einbringen. Bei der Bergbau-Berufsgenossenschaft stellten 2 Mitgliedsunternehmen (K+S Kali – 4 Rettungsversuche, Vattenfall – 3 Rettungsversuche) insgesamt 7 Rettungsversuche zur Untersuchung zur Verfügung.

Tabelle 3-1: Das Kollektiv der Rettungs- und Bergeversuche

BG	RV	Unternehmen	Rettungs- oder Bergethema	Versuchskodierung
SMBG Stahlbau Stahlhochbau	1	Göttler	Verletzter hängt seitlich unter Ebene/Stahlkonstruktion, Rettung nach unten	SMBG-F01-RV01-P01
	2	Göttler	Verletzter hängt seitlich unter Ebene/Stahlkonstruktion, Rettung nach unten	SMBG-F01-RV02-P01
	3	Prebeck	Verletzter hängt seitlich tief unter Ebene/Stahlkonstruktion, Rettung nach unten	SMBG-F02-RV03-P02
	4	Prebeck	Verletzter hängt seitlich tief unter Ebene/Stahlkonstruktion, Rettung nach unten	SMBG-F02-RV04-P02
	5	Prebeck	Verletzter hängt seitlich tief unter Ebene/Stahlkonstruktion, Rettung nach oben mit Baustellenkran	SMBG-F02-RV05-P03
BBBG Kali-Bergbau unter Tage	6	K+S Kali	Verletzter hängt tief in der Schachtwand, Rettung nach oben	BBBG-F03-RV06-P04
	7	K+S Kali	Verletzter hängt tief in der Schachtwand, Rettung nach unten	BBBG-F03-RV07-P05
	8	K+S Kali	Verletzter hängt tief und frei im Schacht unter Stahlträgerkonstruktion, Rettung nach oben	BBBG-F03-RV08-P06
	9	K+S Kali	---	BBBG-F03-RV09-P07
BGCH Behälter und Silos	10	DOW Schkopau	Verletzter hängt dicht über Siloboden (umgekehrter Spitzkegel), Rettung nach oben	BGCH-F04-RV10-P08
	11	DOW Schkopau	3 Verletzte hängen (nacheinander) dicht über dem Siloboden (umgekehrter Spitzkegel) , Rettung nacheinander nach oben	BGCH-F04-RV11-P09
SMBG Fassadenbau	12	Joseph Gartner	Verletzter hängt vor der Fassade kurz unterhalb der Rettungsebene, Rettung nach oben	SMBG-F05-RV12-P10
	13	Joseph Gartner	Verletzter hängt vor der Fassade tief unterhalb der Rettungsebene, Rettung nach oben	SMBG-F05-RV13-P10
	14	Joseph Gartner	Verletzter hängt vor der Fassade kurz unterhalb der Rettungsebene, Rettung nach oben	SMBG-F05-RV14-P11
	15	Joseph Gartner	Verletzter hängt vor der Fassade tief unterhalb der Rettungsebene, Rettung nach oben	SMBG-F05-RV15-P11
BGFE Freileitungs- bau	16	SAG	Verletzter hängt tief unter der Masttraverse, Rettung nach unten	BGFE-F06-RV16-P12
	17	SAG	Verletzter liegt im Fahrleitungswagen, Rettung nach unten	BGFE-F06-RV17-P13
	18	SAG	Verletzter hängt in Erdseilspitze, Rettung nach unten	BGFE-F06-RV18-P14
	19	SAG	Verletzter hängt tief unter Montagebereich Isolator/Seil, Rettung nach unten	BGFE-F06-RV19-P15
BGFE Sende- und Antennen- tragwerke	20	E-Plus	Verletzter hängt tief unter der Turmbühnenkante, Rettung nach unten	BGFE-F07-RV20-P16
	21	E-Plus	Verletzter hängt im Steigschutz, Rettung nach unten	BGFE-F07-RV21-P17
	22	E-Plus	Verletzter hängt kurz unter Flachdachkante, Rettung nach unten	BGFE-F07-RV22-P18
	23	E-Plus	Verletzter hängt kurz unter Flachdachkante, Rettung (Schrägseil) nach unten	BGFE-F07-RV23-P19
BGCH Schornsteine und Türme	24	DOW Böhlen	Verletzter in Trage auf Arbeitsbühne, Rettung nach unten	BGCH-F08-RV24-P20
	25	DOW Böhlen	Verletzter hängt tief unter Vorsprung/Zwischenpodest, Rettung nach unten	BGCH-F08-RV25-P21
	26	DOW Böhlen	Verletzter hängt im Steigschutz am Schornstein, Rettung nach unten	BGCH-F08-RV26-P22
BBBG industrielle Großanlagen	27	Vattenfall	Verletzter hängt tief unter hoher Gebäudeebene, Rettung nach unten	BBBG-F09-RV27-P23
	28	Vattenfall	Verunfallter in Trage auf hoher Gebäudeebene, Rettung nach unten	BBBG-F09-RV28-P24
	29	Vattenfall	Verletzter hängt seitlich an hoher Gebäudeebene, Rettung nach unten	BBBG-F09-RV29-P25
BG-BAHNEN Seilbahnen (Kabinen und Sesselbahnen)	30	Arber-Bergbahn	Komplettbergung eines Seilfeldes, Strickleiter, Kabine	BGBA-F10-RV30-P26
	31	Arber-Bergbahn	Komplettbergung eines Seilfeldes, Strickleiter, Sessel	BGBA-F10-RV31-P29
	32	Hornbahn	Komplettbergung eines Seilfeldes, Seilfahrgerät, Kabine	BGBA-F11-RV32-P32
	33	Iseler-Bergbahn	Komplettbergung eines Seilfeldes, Seilfahrgerät, Sessel	BGBA-F12-RV33-P35
	34	Bayerische Zugspitzbahn, Kreuzeckbahn	Bergung der Fahrgäste von 2 Kabinen, ohne Wagenführer	BGBA-F13-RV34-P38
	35	Bayerische Zugspitzbahn, Hausbergbahn	Komplettbergung Großkabine, mit Wagenführer	BGBA-F14-RV35-P41

Die Berufsgenossenschaft der Chemie stellte in einem Großunternehmen (DOW-Schkopau und DOW-Böhlen) insgesamt 5 Rettungsversuche zur Verfügung. Bei der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik konnten 2 Mitgliedsunternehmen (E-PLUS – 4 Rettungsversuche, SAG – 4 Rettungsversuche) mit insgesamt 8 zur Verfügung gestellten Rettungsversuchen zur Teilnahme gewonnen werden. Als fünfte Berufsgenossenschaft beteiligte sich die BG-BAHNEN mit insgesamt 6 Bergeversuchen an verschiedenen Sessel- und Kabinenbahnen.

Insgesamt waren 35 Rettungs- und Bergeversuche geplant. Im Unternehmen K+S Kali im Untertagebergbau musste aus organisatorischen Gründen auf einen Versuch verzichtet werden, so dass es insgesamt zu 34 Versuchsdurchführungen kam.

In diesem Untersuchungsbericht werden die oben genannten Abkürzungen für die Berufsgenossenschaften im Text, in den Tabellen, Diagrammen und Abbildungen verwendet.

4 Definitionen und Erläuterungen zu wichtigen Begriffen

In diesem Abschnitt werden ganz allgemeine und im speziellen für die einzelnen fachlichen Untersuchungsbereiche Definitionen und/oder Erläuterungen aufgeführt, die durchgängig in den einzelnen Abschnitten oder Kapiteln des Berichtstextes verwendet werden. Durch die Definitionen sollen die beschriebenen Sachverhalte, Ergebnisse, Bewertungen und andere Ausführungen des Berichts besser geklärt, abgegrenzt und präzise verständlich gemacht werden.

Allgemeine Definitionen

Begriff	Definition und Erläuterung
Retter	Ein Retter ist jemand, der Personen, die einen Unfall erlitten haben oder sich in einer Notsituation befinden, <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> aus dem Gefahrenbereich bringt, <input type="checkbox"/> lebensrettende Sofortmaßnahmen einleitet und <input type="checkbox"/> die Transportfähigkeit herstellt. <p>In dieser Studie geht es ausschließlich um Retter aus dem gewerblichen Bereich. Abzugrenzen sind diese von den öffentlich institutionalisierten Rettern wie Notärzten oder Retter der Feuerwehr, des Deutschen Rotes Kreuz, des Katastrophenschutzes, des Technischen Hilfswerks etc. Diese Unterscheidung sagt nichts über den Grad der Professionalisierung aus.</p>
Berger	In dieser Untersuchung wird der Begriff „Berger“ gleichbedeutend mit dem Begriff „Retter“ verwendet. Der Begriff „Berger“ kommt im Wesentlichen im Bereich der Seilbahnen vor. Der Begriff „Retter“ wird in allen anderen gewerblichen Bereichen verwendet. Um eine begriffliche Ausgewogenheit zu erzielen, werden in dieser Untersuchung beide Begriffe genannt.
Seilunterstütztes Retten oder Bergen	Seilunterstütztes Retten oder Bergen liegt vor, wenn bei der Ausführung einer Rettungs- oder Bergetätigkeit Seiltechnik eingesetzt wird. Dabei wird die Seiltechnik zur Sicherung der Retter oder Berger und zum Transport des Verletzten oder der Fahrgäste in Seilbahnen verwendet.
Rettungstechnologie	Eine Rettungstechnologie ist das eingesetzte Verfahren, das von einem Rettungsteam zur Rettung oder Bergung eines oder mehrerer Verletzter oder von Fahrgästen in Seilbahnen eingesetzt wird.
Rettungstechnik	Eine Rettungstechnik ist die Gesamtheit der Gerätschaften, die vom Rettungsteam bei der Ausführung einer Rettungstechnologie verwendet werden.
Hauptretter oder Hauptberger	Der Hauptretter oder Hauptberger führt den wichtigsten Teil der Rettungs- oder Bergetätigkeit aus. Er bewegt sich zum zu Rettenden oder Bergenden hin und führt die wesentlichen Schritte im Rahmen der angewandten Rettungs- oder Bergetechnologie aus.

Nebenretter oder Nebenberger	Nebenretter oder Nebenberger sind alle Retter oder Berger innerhalb eines zusammenhängenden Rettungsteams, die nicht Hauptretter oder Hauptberger sind.
------------------------------	---

Definitionen zum ergonomischen Bereich

Begriff	Definition und Erläuterung
Ergonomische Belastungs- und Beanspruchungsanalyse	Die ergonomische Belastungs- und Beanspruchungsanalyse ermittelt und bewertet alle Belastungen und Beanspruchungen durch Kräfte oder Körperhaltungen nach bestimmten Analyse- und Bewertungsverfahren für die einzelnen Rettungs- oder Bergeversuche sowie für bestimmte Untergruppen und das gesamte Versuchskollektiv der Rettungs- und Bergetätigkeiten.
Lastgewichte	Lastgewichte sind die vom Retter oder Berger durch Handkräfte bewegten Massen in kg.
Betätigungskräfte	Betätigungskräfte sind Handkräfte, die bei der Betätigung von unterschiedlichsten Gerätschaften ausgeübt werden. Beispiele sind Handkräfte zur Hebelbewegung von Flaschenzügen oder Handzugkräfte an Seilen.
Handkräfte	Handkräfte sind alle mit den Händen ausgeübten Kräfte zur Lastgewichtshandhabung oder anderen Betätigungskräften.
Körperhaltungen	Unter Körperhaltung wird die Gesamtheit aller erhobenen und abgeleiteten Körperwinkelsensoren als Gliederpuppe zu einem Messzeitpunkt einer Tätigkeitsausführung verstanden. Die gesamte Körperhaltung wird mit einer Erfassungshäufigkeit von 50 Körperhaltungen pro Sekunde erfasst. Daraus lassen sich dann beispielsweise statische und dynamische Körperhaltungseigenschaften, Häufigkeiten bestimmter definierter Winkelklassen der Sensoren oder Verteilungen bestimmter Körperhaltungsschemata ermitteln. In die Körperhaltungserfassung waren bestimmte Rumpfsensoren und die unteren Extremitäten einbezogen.
Kritische Körperhaltungen	Kritische Körperhaltungen sind Körperhaltungen mit einem erhöhten Verletzungsrisiko verschiedener Stufen oder mit einem Risiko zur Ermüdung. Lastgewichtshandhabungen oder andere Betätigungskräfte in kritischen Körperhaltungen erhöhen die gesundheitlichen Risiken.
Beweglichkeit	Beweglichkeit ist das Vermögen des Retters oder Bergers, einfache oder komplexe Körperhaltungen bis in die Winkelendbereiche relevanter Körperteile schnell und ohne erhöhtes Verletzungsrisiko einnehmen zu können.

Definitionen zum arbeitsmedizinischen Bereich

Begriff	Definition und Erläuterung
Arbeitsmedizin	Ist eine vorbeugende Medizin – Präventivmedizin. Sie beschäftigt sich mit der möglichen Einwirkung der Arbeit auf den arbeitenden Menschen. Sie soll Schäden für den Menschen durch die Arbeit vorbeugen.
Arbeitsmedizinische Grundsätze	Vom HVBG herausgegebene Untersuchungsgrundsätze bei speziellen Einwirkungen bei der Arbeit.
Arbeitspuls	Der Arbeitspuls wird heute als Netto-Herzschlagfrequenz bezeichnet. In dieser Studie wird überwiegend der in der Praxis gebräuchliche Ausdruck „Arbeitspuls“ benutzt. Differenz zwischen dem Mittelwert des Belastungspulses und dem Ruhepuls. Ein Arbeitspuls um 40 Pulse/Minute bedeutet, dass die durchgeführte Arbeit eine Belastung darstellt, die über eine Arbeitsschicht ohne Ermüdung durchgeführt werden kann.
Belastungspuls	Synonyme sind Arbeitsherzschlagfrequenz und Herzschlagfrequenz bei der Arbeit. Herzschlagfrequenz, gemessen während des Arbeitsprozesses als kontinuierliche Belastungspulskurve, die Minimal-, Maximal- und Mittelwertbestimmungen zulässt.
Body Mass Index oder BMI	Maß zur Beurteilung des Ernährungszustandes eines Menschen. Der BMI errechnet sich aus der Formel: Körpergewicht (kg) dividiert durch das Quadrat der Körperlänge (m).
Ermüdungspuls	Bei gleich bleibender oder sich wiederholender körperlicher Belastung steigt die Herzschlagfrequenz rasch auf eine individuelle Höhe an und verbleibt auf diesem Niveau. Überfordert die Tätigkeit den Retter oder Berger, zeigt die Belastungspulskurve einen permanenten Pulsfrequenzanstieg und somit einen Ermüdungspuls
Maximale Pulsfrequenz	Altersbezogene maximale Herzschlagfrequenz, die bei Belastung ohne Gefahr für Leib oder Leben bei Gesunden erreicht werden kann. Sie errechnet sich nach der Formel: 220 Pulse/min. – Lebensalter.

Physischer Leistungsindex	Ist eine Bewertungsgröße dieses Forschungsvorhabens zur Beurteilung persönlich zu beeinflussender Körper- und Verhaltensmerkmale. Bewertet werden Sportaktivitäten, Rauchverhalten und Body Mass Index
Ruhepuls	Herzschlagfrequenz in Ruhe - im Liegen oder Sitzen, selten in der Arbeitsmedizin auch im Stehen – gemessen. Messung durch manuelle Pulsnahme an der Unterarmschlagader oder mit selbstregistrierenden Geräten.
Submaximale Pulsfrequenz	Für Belastungsuntersuchungen hat sich die submaximale Pulsfrequenz als maximale Zielgröße durchgesetzt. Die submaximale Pulsfrequenz liegt bei 85 % der maximalen Pulsfrequenz und errechnet sich nach der Formel: 190 Pulse/min. – Lebensalter.

Definitionen zum psychologischen Bereich

Begriff	Definition und Erläuterung
Psychische Belastung	Psychische Belastung ist die Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch auf ihn einwirken. (DIN EN ISO 10075-1). Der Begriff „Psychische Belastung“ ist in seiner Bedeutung neutral. Abhängig von den von außen einwirkenden Einflüssen und den individuellen Voraussetzungen der betroffenen Person führt psychische Belastung zu erwünschter Beanspruchung, wie z. B. Aktivierung oder aber zu Fehlbeanspruchung.
Psychische Beanspruchung	Psychische Beanspruchung ist die unmittelbare Auswirkung der psychischen Belastung im Individuum in Abhängigkeit von seinen jeweiligen überdauernden und augenblicklichen Voraussetzungen einschließlich der individuellen Bewältigungsstrategien.
Psychische Fehlbeanspruchung	Psychische Belastung kann zu psychischer Fehlbeanspruchung führen, wenn sich eine Person z. B. durch die Arbeitsaufgabe über- oder unterfordert fühlt. Eine kurzfristige psychische Fehlbeanspruchung kann sich in Form von psychischer Ermüdung, psychischer Sättigung oder herabgesetzter Wachsamkeit äußern. Kurzfristige psychische Fehlbeanspruchungen können langfristig z. B. zu psychosomatischen Erkrankungen oder Burnout führen.

5 Untersuchungsmethodik der Belastungen-/Beanspruchungen

5.1 Ergonomische Untersuchungsmethodik

Bei der ergonomischen Belastungs- und Beanspruchungsanalyse standen die Retter und Berger im Vordergrund, die den eigentlichen Rettungs- oder Bergevorgang am Verletzten oder den Fahrgästen durchgeführt haben.

Die beiden Schwerpunkte der ergonomischen Untersuchungsmethodik waren eine detaillierte Erfassung und Bewertung der Körperhaltungen sowie eine möglichst vollständige Erfassung der vom Retter oder Berger bewegten Lastgewichte und aufgebrauchten Betätigungskräfte im Verlaufe der Rettungstätigkeiten. Außerdem wurden die erforderlichen Zeitdauern der Rettungstätigkeiten erfasst.

Um die muskuläre Leistungsfähigkeit der Retter und Berger vergleichen und eine Bewertung der ermittelten Kraftanstregungen durchführen zu können, wurden mit den Rettern oder Bergern vor der jeweiligen Rettungstätigkeit zwei typische Maximalkraftmessungen durchgeführt, die eine Einordnung der individuellen Maximalkraft des Hand-Arm-Systems und auch der unteren Extremitäten erlaubten.

Weiterhin wurden anthropometrische Daten der Retter und Berger im Zusammenhang mit den arbeitsmedizinischen Daten erhoben. Alle Rettungs- und Bergetätigkeiten wurden foto- und filmtechnisch dokumentiert. Die angesprochenen Elemente der Untersuchungsmethodik werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

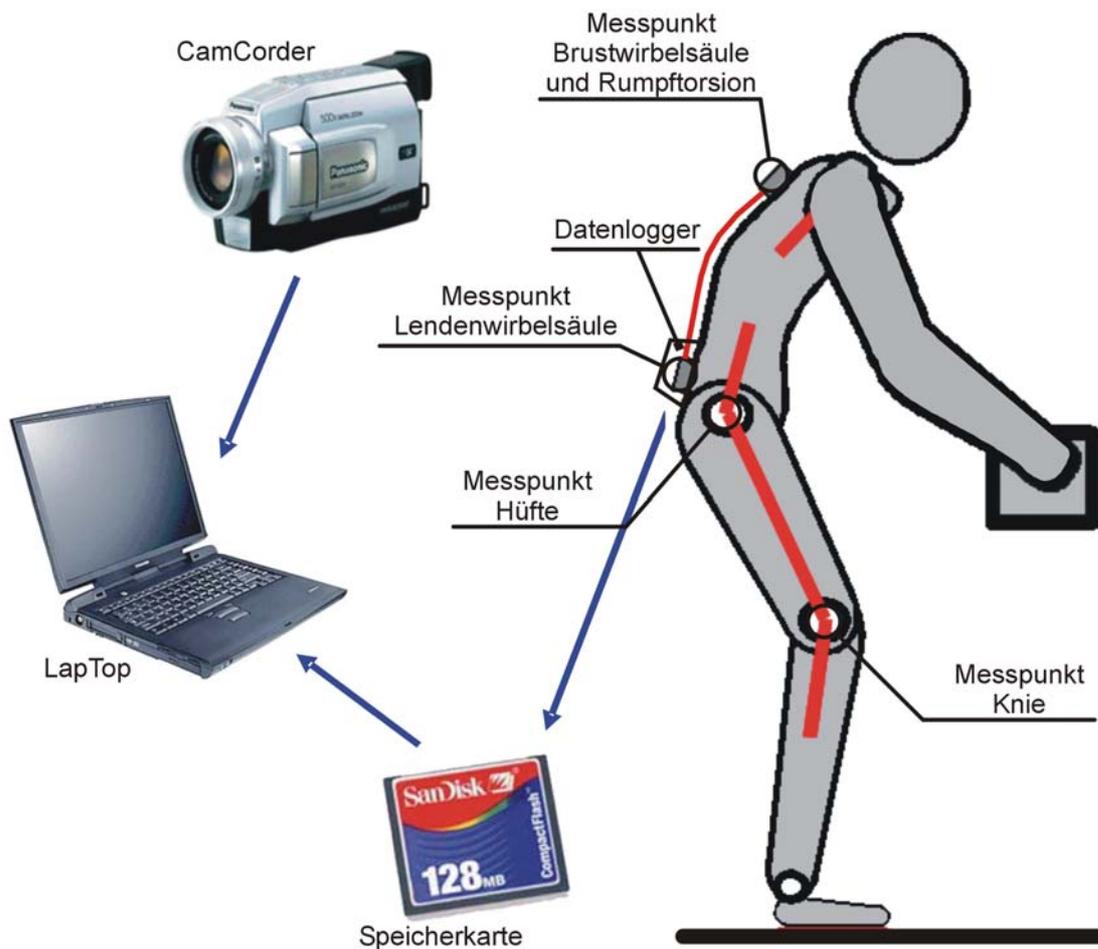
5.1.1 Messung der Körperhaltung

Zur Ermittlung der Körperhaltungen des Hauptretters oder -bergers während der Rettungsversuche wurde das im BGIA entwickelte CUELA-Messsystem – Computer unterstützte Erfassung und Langzeitanalyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems (ELLEGAST, 1998) - eingesetzt. Hierbei liefern elektronische Neigungs- und Winkelsensoren, die an den Gelenken bzw. auf den Körpergliedern angebracht sind, die erforderlichen Winkelinformationen, um die Bewegungen der Person kinematisch zu rekonstruieren. Das System ist modular konzipiert, so dass es für unterschiedliche Anforderungen leicht angepasst werden kann.

In der vorliegenden Untersuchung wurde eine Konfiguration eingesetzt, die eine Haltungserfassung der Beine, der Hüften und des Rückens/Rumpfes ermöglichte. Dies entspricht dem BASIS-CUELA-Messsystem. Messungen der Arm- oder Kopfhaltungen waren aufgrund der komplexen und schwierigen Körperdynamik sowie der vorher nicht kalkulierbaren Arbeitsumgebung nicht möglich. Auch auf den Einsatz von Fußdruckmesssohlen zur Lastgewichtserkennung über Bodenreaktionskräfte wurde im Rahmen dieser Untersuchungen verzichtet, da aufgrund der besonderen Voraussetzungen der analysierten Tätigkeiten (z. B. Entlastung der Fußdruckmesssohlen durch Seilunterstützung) von einer geringen Aussagekraft der Messwerte auszugehen war.

In der Abbildung 5-1 sind der schematische Aufbau und die Funktionsweise des hier eingesetzten Messsystems dargestellt. Für die Untersuchung von Körperhaltungen bei seilunterstützten Rettungs- oder Bergetätigkeiten waren die erfassten Haltungen der unteren Extremitäten und des Rumpfes als ausreichend zu betrachten.

Abbildung 5-1: Schematischer Aufbau und Funktionsweise des CUELA-Messsystems



An sechs Positionen wurden Körperwinkel mittels Potentiometer, Inclinometer und Gyroskope gemessen. An den vier Knie- und Hüftwinkelpositionen wurde in der Gliedaußenebene gemessen. An den Positionen der Lendenwirbelsäule und an der Brustwirbelsäule wurde sagittal und lateral gemessen. Weiterhin wurde die Rückentorsion gemessen. Aus den gemessenen Körperwinkeln des Rückens wurden daraus vier weitere Rückenwinkelgrößen berechnet: Rückenkrümmung und Rumpfneigung sowohl in sagittaler wie auch lateraler Richtung, so dass die Körperhaltungen der Hauptretter oder -berger zusammenfassend gesehen mit insgesamt 13 Körperwinkelsensoren erfasst wurden. In Tabelle 5-1 sind alle gemessenen und abgeleiteten Winkelsensoren mit Freiheitsgraden und erfassten Körperbereichen aufgeführt.

Die Rückenkrümmung ist als Differenz zwischen dem Brustwirbelsäulenwinkel und dem Lendenwirbelsäulenwinkel definiert. Dies gilt in sagittaler als auch in lateraler Richtung. Die Rumpfneigung ist als Mittelwert aus dem Brustwirbelsäulenwinkel und dem Lendenwirbelsäulenwinkel definiert. Dies gilt ebenfalls in sagittaler und lateraler Richtung.

Tabelle 5-1: Übersicht über die mit dem CUELA-Körperhaltungsmesssystem erfassten Körperglieder, Freiheitsgrade und eingesetzte Sensorik

Gelenk/Körperregion	Freiheitsgrad	Erfassender Sensor
Brustwirbelsäule (BWS)	Neigung, Flexion/Extension, Seitneigung	Inklinometer, Gyroskop
Lendenwirbelsäule (LWS)	Neigung, Flexion/Extension, Seitneigung	Inklinometer, Gyroskop
Rumpfneigung und Rumpfseitneigung, Rückenkrümmung	Flexion/Extension, Seitneigung	Berechnung aus Neigung bzw. Seitneigung der BWS und LWS
Hüftgelenk	Flexion/Extension	Potentiometer
Kniegelenk	Flexion/Extension	Potentiometer

Die angegebenen Winkelwerte leiten sich von der Neutral-Null-Methode ab. Bei dieser Methode werden alle Gelenkbewegungen von einer einheitlich definierten Null-Stellung aus gemessen. Diese Neutral-Null-Stellung entspricht der Gelenkstellung, die ein gesunder Mensch im aufrechten Stand mit hängenden Armen, nach vorn gehaltenen Daumen und parallelen Füßen sowie gerade nach vorne gewendetem Blick einnehmen kann. Von der Neutral-Null-Stellung aus sind üblicherweise in einer Ebene Bewegungen in beide Richtungen möglich.

Das CUELA-Körperhaltungsmesssystem beinhaltet eine Speichereinheit mit einer genügend großen Speicherkarte und eigener Batterieversorgung, die der Hauptretter oder -berger am Körper trug. Abbildung 5-2 zeigt einen Retter mit angelegtem CUELA-Körperhaltungsmesssystem.

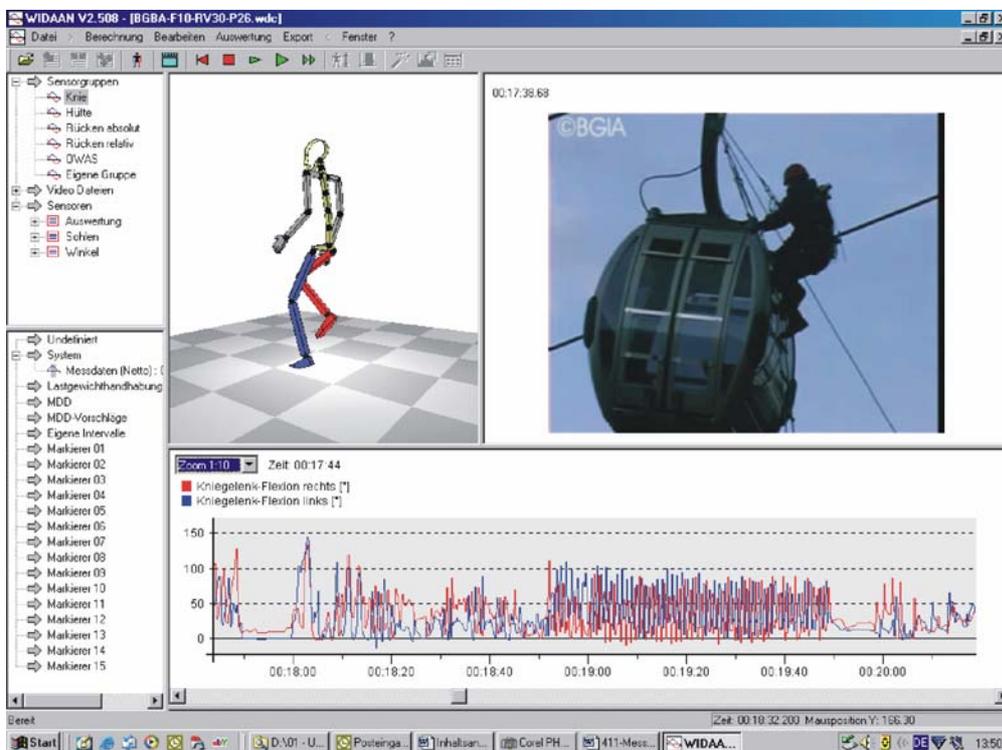
Das Körperhaltungsmesssystem war bei den ausgeführten Tätigkeiten autark und zeichnete alle Sensorsignale mit einer Messfrequenz von 50 Hz auf. Nach erfolgter Messung wurde die Speicherkarte mit einem Computer ausgelesen. Zum CUELA-Körperhaltungsmesssystem gehört weiterhin die Auswertesoftware WIDAAN, die zum einen die Daten in drei Bildschirmfenstern visualisiert und zum anderen zahlreiche Analysemöglichkeiten der aufgezeichneten Tätigkeiten zur Verfügung stellt. Die Abbildung 5-3 zeigt eine typische Bildschirmansicht mit den zeitabhängigen Winkelgraphen in frei wählbarer Kombination oder einzeln (unten), im linken oberen Fenster die kinematische Rekonstruktion aus den Winkelwerten anhand der CUELA-Puppe und rechts oben das synchronisierte Video der Bergetätigkeit an einer Kabinenbahn. Statistische Analysen können in vielfältigen Diagrammen dargestellt werden und mit einem Bewertungssystem hinterlegt werden (vgl. Kapitel 7.4.4.1).

Die gewählten Analyseergebnisse werden zusammenhängend in einer Zeilen-Spalten-spezifizierten Textdatei abgelegt und können beliebig weiter verwendet werden.

Abbildung 5-2: Probanden mit angelegtem CUELA-Körperhaltungsmesssystem



Abbildung 5-3: Bildschirmansicht einer Auswertung mit der Auswertesoftware WIDAAN



5.1.2 Statische Maximalkräfte

Zur Abschätzung der körperlichen Leistungsfähigkeit des untersuchten Probandenkollektivs aus 31 Hauptrettern und –bergern wurden zwei typisierte statische Maximalkraftmessarten mit jedem Probanden durchgeführt. Der erste diente zur Abschätzung der Maximalkräfte der oberen Extremitäten und der zweite zur Abschätzung der Maximalkräfte der unteren Extremitäten. In Abbildung 5-4 sind die beiden Maximalkrafttestarten dargestellt.

Abbildung 5-4: Maximalkrafttestarten zur Abschätzung der körperlichen Leistungsfähigkeit



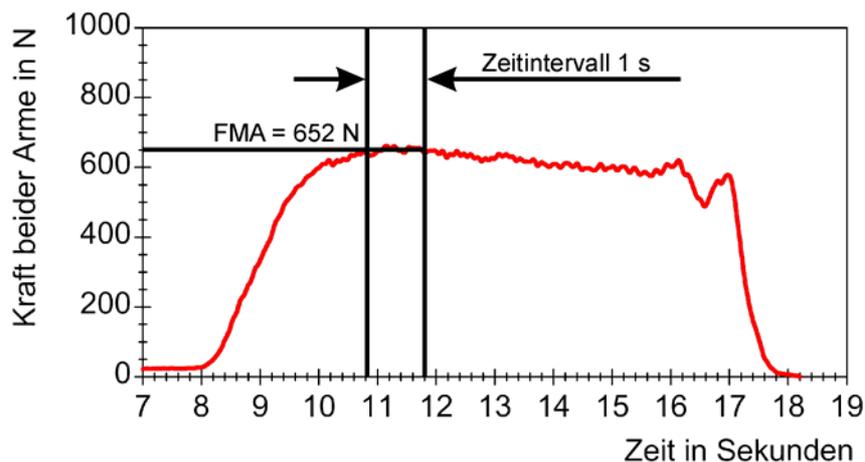
Da für die Tätigkeit „Seilunterstütztes Retten und Bergen in Höhen und Tiefen“ belastende Hebevorgänge von Gerätschaften, Personen oder anderweitigen Lasten vermutet werden müssen, wurde für die Abschätzung der Armkräfte ein Armbeugertest in sitzender Position mit geradem Rücken durchgeführt, bei dem Unter- und Oberarm etwa in 90°-Stellung fixiert wurden. Der Hauptretter und –berger brachte die Maximalkraft in vertikaler Richtung in etwa rechtwinkliger Haltung nach oben hin auf. Die Maximalkräfte wurden separat an beiden Armen gemessen. Die Kraftmesszellen erfassen die Kräfte durch Ankoppelung an die Handgelenke mit weichen, etwa 30 mm breiten Gurtbändern.

Bei den Beinen können für die Arbeitstätigkeit vertikale Streckbewegungen beispielsweise auf einer Steigleiter oder auf einer Stahlträgerkonstruktion aus leicht oder stark gebeugter oder hockender Haltung angenommen werden. Um eine Einschätzung der Maximalkräfte der unteren Extremitäten zu bekommen, wurde ein Bein Streckertest in sitzender Position mit rückseitig flach angelegtem Rücken-Becken-Übergang und beidseitiger Fußauflage in gleicher horizontaler Ebene durchgeführt. Die Streckkraft wurde bei einer um 20 % verkürzten Länge der vollständig ausgestreckten Beine, die vorher zwischen der flachen Rücken-Becken-Ebene und den parallel dazu liegenden Fußsohlen ermittelt wurde, daher leicht nach oben gebeugten Beinen ausgeführt. Die Testart ist in Abbildung 5-4 im rechten Bildausschnitt dargestellt. Die Maximalkraft wurde für beide Beine zusammen gemessen.

Die Maximalkraftmessungen dauerten etwa 10 – 15 Sekunden. Es wurde darauf geachtet, dass bei der Ausführung vom Hauptretter und –berger keine heftigen dynamischen Stoßbewegungen in Belastungsrichtung erfolgten. Die Maximalkraft wurde vom Hauptretter oder –berger daher nach einem angemessenen langsamen Anstieg auf sein Maximalkraftniveau etwa 5 – 8 Sekunden aufrechterhalten. Danach konnte er sich entspannen. Zwischen den beiden Testarten wurde trotz der unterschiedlich betroffenen Körperbereiche eine angemessen lange Ruhepause eingehalten, die zur Einrichtung der jeweils anderen Testart genutzt wurde.

In der Abbildung 5-5 ist ein typisches Maximalkraftmesssignal eines Probanden dargestellt. Das Signal stellt die Summe beider Armkräfte des Retters P17 dar. Im Diagramm ist der langsame Anstieg, das Erreichen des Maximalkraftniveaus und das dann mit fortschreitender Zeit natürlicherweise eintretende langsame Absinken der Kraft zu sehen.

Abbildung 5-5: Messverfahren zur Bestimmung der statischen Maximalkraft



Aus den Signalen der Maximalkraftmessungen wurden für die einzelnen Hauptretter und –berger entsprechende Maximalkraftkennwerte entnommen. Als statische Maximalkraft wird der größte Wert eines über das vollständige Messsignal gleitenden Mittelwertes mit einer Zeitintervallbreite von 1 Sekunde definiert. Im vorliegenden Signal beträgt der größte Mittelwert 652 N und wird als charakteristischer, zum Retter P17 gehörender Maximalkraftwert für beide Arme dokumentiert. In gleicher Weise wurden die Maximalkraftkennwerte aus den einzelnen Armkraftsignalen und den zusammen gemessenen Bein kraftsignalen ermittelt.

5.1.3 Anthropometrische Daten der Retter und Berger

An dieser arbeitswissenschaftlichen Untersuchung haben insgesamt 31 Retter und Berger teilgenommen, die ausgehend von den ergonomischen Fragestellungen als Hauptretter und -berger zu bezeichnen sind. 4 Retter und Berger haben von den insgesamt 34 durchgeführten Rettungsversuchen jeweils 2 Rettungs- oder Berge-tätigkeiten durchgeführt.

Von den Hauptrettern und –bergern wurden zu Beginn der Rettungsversuche, etwa 2 Stunden vorher, alle erforderlichen anthropometrischen Daten erfasst. Die Daten wurden erfragt oder mit einem Metermaß gemessen. Da die Hauptretter und –berger mit kompletter Arbeitskleidung ausgestattet waren, kann für die Messungen nur von einer begrenzten Datengenauigkeit ausgegangen werden. In Abbildung 5-6 ist beispielhaft die Datenerhebung der anthropometrischen Daten, hier im Einzelnen die Messung der Schulterhöhe, dargestellt.



Abbildung 5-6: Erhebung der anthropometrischen Daten, hier: Schulterhöhe

Die Erfassung der anthropometrischen Daten wurde zum vorgesehenen Zeitpunkt im Rahmen des gesamten strukturierten Rettungsablaufs, wie er in Abschnitt 6 beschrieben ist, durchgeführt. Im Einzelnen wurden folgende anthropometrische Kenngrößen erhoben:

Tabelle 5-2: Variablennamen und Erläuterungen zu den erhobenen anthropometrischen Kenngrößen der ergonomischen Belastungs- und Beanspruchungsanalyse

Name der Kenngröße	Bedeutung des Namens
ALTER	Alter des Probanden
KMMK	Körpermasse des Probanden einschließlich Kleidung
KGSM	Körpergröße mit Arbeitsschuhen
GW	Greifweite des Probanden
SH	Schulterhöhe des Probanden
SB	Schulterbreite des Probanden
HB	Hüftbreite des Probanden
RL	Rückenlänge des Probanden
LKH	Kopflänge (Kopf / Scheitel bis Übergang BWS / HWS)

Name der Kenngröße	Bedeutung des Namens
LR	Rumpflänge des Probanden
LOA	Länge des Oberarms des Probanden
LUA	Länge des Unterarms des Probanden
LH	Länge der Hand des Probanden
LOS	Länge des Oberschenkels des Probanden
LUS	Länge des Unterschenkels des Probanden
LFMS	Länge des Fußes mit Schuhen
HFMS	Höhe des Fußes mit Schuhen

5.1.4 Filme und Fotos

Alle Rettungsübungen wurden mit 2 Videokameras gefilmt. Die Aufzeichnungen lagen auf DV-Kassette vor und wurden in Digitalfilme vom Typ „mpg1“ konvertiert. Bei allen Rettungstätigkeiten wurde versucht, zwei möglichst unterschiedliche und optimale Kamerapositionen auszuwählen, um möglichst viel Information über die Körperbewegung und die ausgeführte Tätigkeit zu gewinnen. Im Mittelpunkt des Interesses standen hierbei der Hauptretter oder -berger. Bei vielen Rettungstätigkeiten agierte der Hauptretter oder -berger jedoch in einem Rettungs- oder Bergeteam. Die Tätigkeiten der anderen Retter oder Berger wurden nur gelegentlich erfasst, da die wesentlichen Untersuchungsaspekte aus ergonomischer Sicht auf der Erfassung der Körperhaltungen und der Rettungsausführungen des Hauptretters oder -bergers lagen. Die Digitalfilme wurden zur Auswertung der Körperhaltungen mit der WIDAAN-Software herangezogen, siehe Abschnitt 5.1.1.

Parallel zu den Filmaufnahmen wurden viele Einzelheiten fotografiert. Dies betrifft auch die Vor- und Nachbereitungsarbeiten mit den Rettern oder Bergen vor der eigentlichen Rettungs- oder Bergetätigkeit.

5.1.5 Lastgewichte

Vor der Durchführung eines Rettungsversuchs wurden möglichst viele der verwendeten Rettungsgerätschaften gewogen und deren Gewichte im Versuchsprotokoll aufgezeichnet. Dies geschah auch für die beteiligten Retter oder Berger. Damit sollten die vom Retter oder Berger durchzuführenden Lastgewichtshandhabungen ermittelt werden. Ein bestimmter Teil der Lastgewichtshandhabungen konnte jedoch messtechnisch nicht erfasst werden. Das war beispielsweise bei Montagearbeiten oder auch bei bestimmten Tätigkeiten mit der zu rettenden oder bergenden Person der Fall. In diesen Fällen waren aus den Filmen und den Kenntnissen über Lastgewichte im Bereich von Persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz und von Rettungsgerätschaften die fehlenden Lastgewichtshandhabungen oder anderer Betätigungskräfte nach Höhe der Last und Dauer der Betätigungen zu schätzen. Aus gemessenen und geschätzten Lastgewichten wurde ein zusätzlicher Lastgewichtssensor generiert, der analog zur Körperhaltung ausgewertet werden konnte und über die kompletten Zeitdauern der Körperhaltungsmessungen aller Rettungsversuche und damit deren Summe vorlag.

5.2 Arbeitsmedizinische Untersuchungsmethodik

5.2.1 Arbeitsmedizinische Daten der Retter und Berger

Um einen Überblick aus arbeitsmedizinischer Sicht über den Gesundheitszustand des gesamten Kollektivs der Retter und Berger zu erhalten, wurden anhand eines vor der Studie festgelegten Fragebogens (standardisierte Abfrage) alle Hauptretter und -berger nach dem aktuellen Alter sowie nach gesundheitlichen Beschwerden, Medikamenteneinnahme, Rauchgewohnheiten und sportlicher Betätigung gefragt. Während der Studie wurden diese Fragen um das Thema arbeitsmedizinische Betreuung und gegebenenfalls die durchgeführten Grundsatzuntersuchungen nach den „Berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen“ (HVBG, 2004) ergänzt. Bei durchgeführten Untersuchungen mit einer Ergometrie, wie beispielsweise „G 26.3 Atemschutzgeräte Gruppe 3“ oder „G 30 Hitzearbeit“, wurde nach vorheriger Einverständniserklärung des Betroffenen vom zuständigen Werks- oder Betriebsarzt die bei der Ergometrie erreichte Leistung erfragt.

Wenn die Frage nach gesundheitlichen Beschwerden bejaht wurde, wurde weiter nach den Bereichen „Magen und Darm“, „Stütz- und Bewegungsapparat“, „Herz und Kreislauf“ und „Sonstiges“ differenziert. Bei positiver Medikamentenanamnese wurden die Arzneimittelgruppen „Herz-Kreislaufmittel“, „Rheuma- und Schmerzmittel“, „Psychopharmaka“, „Antidiabetika“ und „Sonstige“ erhoben. Die Rauchgewohnheiten wurden nach den Kategorien „noch nie geraucht“, „gelegentliches Rauchen“, „nicht mehr Raucher“ und „Raucher“ erhoben und dann die tägliche Rauchmenge nach „bis 10 Zigaretten“, „10 bis 20 Zigaretten“ und „über 20 Zigaretten“ klassifiziert.

Um Hinweise auf den Trainingszustand der Retter zu bekommen, wurde gefragt, ob überhaupt Sport getrieben wird und wenn, welcher Sport. Ergänzt wurden diese Angaben dann durch das Häufigkeitsraster: „weniger als einmal wöchentlich“, „einmal“, „zweimal“ und „mehr als zweimal wöchentlich“. Körpergröße und Gewicht wurden am Versuchstag gemessen. Sowohl die Körpergröße als auch das Gewicht mussten, wegen der Untersuchungssituation am Arbeitsplatz, mit Arbeitskleidung und Schuhen bestimmt werden.

5.2.2 Messung der Herzschlagfrequenz

Die Herzschlagfrequenz ist unter mehreren möglichen Messgrößen ein besonders gut geeigneter Parameter für die Beurteilung der physischen Beanspruchung eines Individuums. Bei dynamischer Arbeit großer Muskelgruppen steht sie in einem engen Zusammenhang mit dem Arbeitsenergieumsatz. Es ist aber auch zu berücksichtigen, dass sich in ihr u. a. alle Einflüsse der Arbeitsausführung und der Arbeitsumgebung (Klima, Lärm), der körperliche Trainingszustand, der Gesundheitszustand, das Lebensalter, der psychische Stress, die Körperhaltung und zirkadiane Rhythmen spiegeln (DGAUM, 2005).

Abweichungen vom Ruhepuls, die Arbeitspulsfrequenz oder Nettoherzschlagfrequenz, lassen Rückschlüsse auf die Höhe der Belastung zu. Die Analyse des Verlaufs der Herzschlagfrequenz über den gesamten Untersuchungszeitraum ist sehr wichtig. Überschreiten die maximal erreichten Herzschlagfrequenzen bei einer körperlichen

Tätigkeit auch nur kurzzeitig die altersbezogene maximale Herzschlagfrequenz, kann das eine gesundheitliche Gefährdung darstellen. Ein kontinuierlich ansteigender Trend der Herzschlagfrequenz bei einer Tätigkeit, also des Belastungspulses, signalisiert ein Überschreiten der Dauerleistungsgrenze und wird als Ermüdungsanstieg bezeichnet (ROHMERT, 1983; SCHREINIKKE, 2005).

Die Herzschlagfrequenz wurde kontinuierlich mit dem Herzfrequenz-Messgerät POLAR Alpin 5 plus ciclosport gemessen. Über einen Brustgurt, mit zwei Elektroden beidseits des Brustbeins, wird über die R-Wellen Erkennung die Herzfrequenz gemessen und alle 5 Sekunden über eine Funkstrecke auf die Speicher- und Anzeigeneinheit, die teilweise am Handgelenk oder am Sicherheitsgurt getragen wurde, gegeben. Die dort gespeicherten Daten wurden dann nach Ende des Rettungsversuches in die zentrale Recheneinheit eingelesen und mit den übrigen Messdaten aus den Körperstellungen synchronisiert.

Die Herzschlagfrequenzmessung wurde mit der Bestimmung des Ruhepulses begonnen. Dazu wurden die Retter, in der Regel nach der Erhebung der Fragebogenanamnese, in einem Raum untergebracht, in dem möglichst wenig von der allgemeinen Hektik des Betriebes zu merken war. Der Ruhepuls wurde dann meist in sitzender, teilweise in halbliegender Stellung über etwa 10 Minuten registriert. Nach dieser Ruhephase wurden die Messdaten in die zentrale Recheneinheit eingelesen.

Die Herzschlagfrequenzregistrierung wurde dann unmittelbar vor Beginn des Rettungsversuches wieder aufgenommen und erst nach Abschluss des gesamten Bergvorganges beendet und in die zentrale Recheneinheit übernommen.

5.3 Psychologische Untersuchungsmethodik

5.3.1 Zielsetzung der psychologischen Untersuchung

Neben einer starken körperlichen Belastung sind Retter in Notfallsituationen auch einer erhöhten psychischen Belastung ausgesetzt. Ziel der psychologischen Teiluntersuchung war es deshalb zunächst, die psychische Beanspruchung der Retter während der Rettungsversuche zu erheben. Ein weiteres Ziel der Studie war es, die persönlichen Voraussetzungen der Retter zu untersuchen, die in Stresssituationen wie Notfallrettungen hilfreich sein können, um negative gesundheitliche Folgen für die Retter zu vermeiden. Aus diesem Grund wurden Persönlichkeitsmerkmale erhoben, wie z. B. funktionale Stressverarbeitungsstrategien und das Vertrauen in die eigene Fähigkeit, bei Notfällen als Retter wirksam auf die Situation Einfluss nehmen zu können.

Da sich Kompetenzen im Umgang mit Notfallstress in Schulungen und Rettungssimulationen trainieren lassen, wurde auch der Ausbildungs- und Trainingsstand der Retter oder Berger erfasst. Routine im Umgang mit der Seil- oder Rettungstechnik mindert beispielsweise Stress in Notfallsituationen, bei denen seilunterstützt gerettet oder geborgen werden muss, da die Retter oder Berger den Umgang mit der Technik bereits gewohnt sind.

Übergreifendes Ziel der psychologischen Teiluntersuchung war, anhand der Forschungsergebnisse Empfehlungen für die Ausbildung und das Training von gewerblichen Rettern speziell im Bereich Psychologie abzuleiten.

5.3.2 Psychische Belastung und Beanspruchung

Im Folgenden soll das Belastungs-Beanspruchungsmodell kurz vorgestellt werden, da es den theoretischen Rahmen der psychologischen Untersuchung bildet und für das Verständnis der Ergebnisse wichtig ist.

Die Europäische Norm EN ISO 10075-1 „Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung“ definiert psychische Belastung und Beanspruchung wie folgt: Psychische Belastung ist die „Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch auf ihn einwirken.“

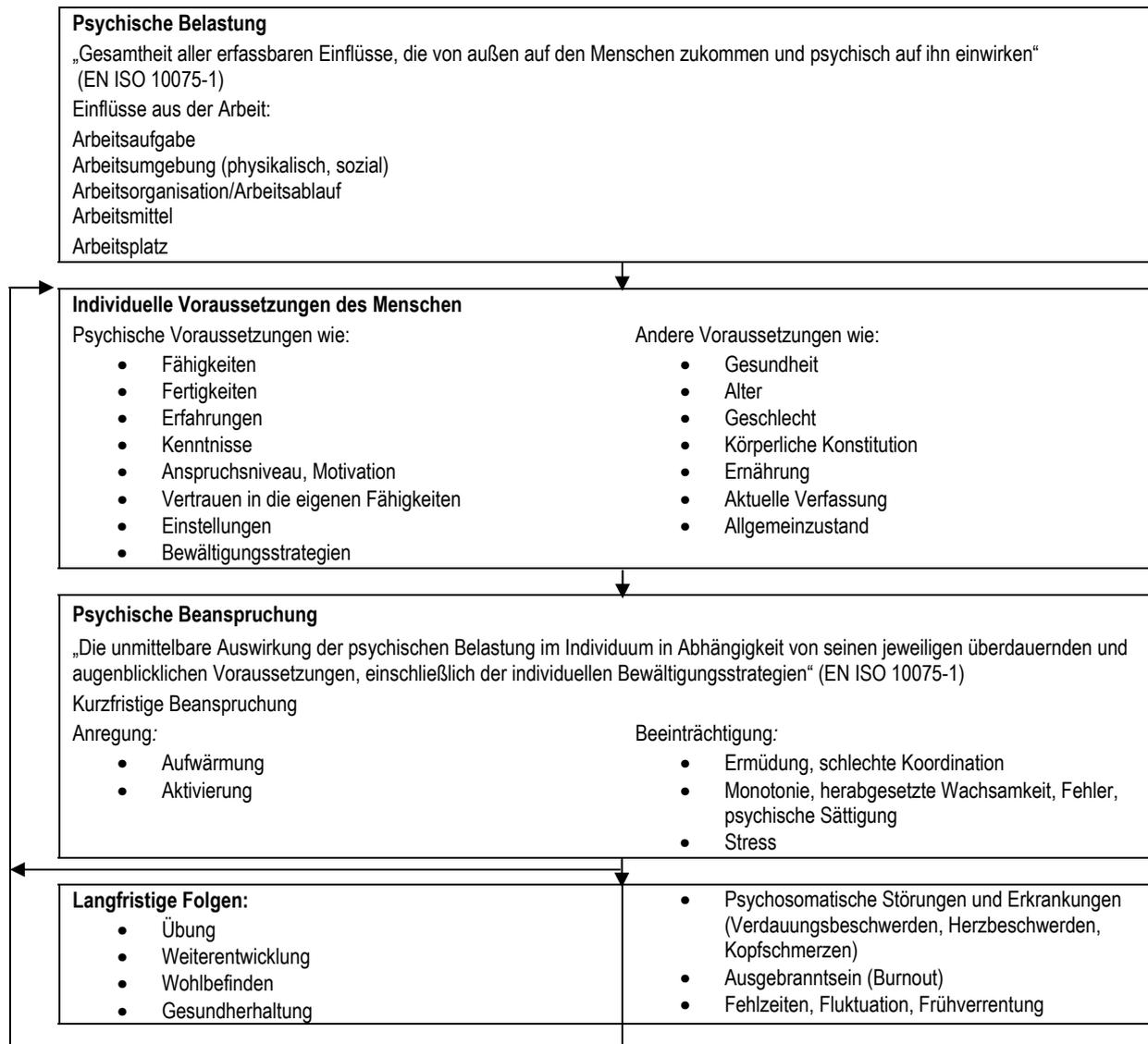
Psychische Beanspruchung ist „die unmittelbare Auswirkung der psychischen Belastung im Individuum in Abhängigkeit von seinen jeweiligen überdauernden und augenblicklichen Voraussetzungen, einschließlich der individuellen Bewältigungsstrategien“. In der Weiterentwicklung des klassischen Belastungs-Beanspruchungsmodells schlagen Richter und Hacker (RICHTER, HACKER, 1998) unter handlungsregulatorischen Gesichtspunkten vor, den Begriff „Psychische Belastung“ bezüglich der Komponenten des Arbeitsauftrags und der Ausführungsbedingungen zu differenzieren (Auftrags-Auseinandersetzungskonzeption, AAK).

Laut dieser Konzeption ergeben sich der Schwierigkeitsgrad einer Tätigkeit und die Beanspruchung aus dem Zusammenspiel von Anforderungen und Leistungsvoraussetzungen. Mit dem Ausführen der Tätigkeit finden neben Veränderungen am Arbeitsgegenstand auch Veränderungen am Arbeitenden selbst statt. Beanspruchungsfolgen resultieren dabei aus den Beziehungen zwischen Anforderungen und Leistungsvoraussetzungen. Die psychischen Regulationsprozesse sind also nicht allein abhängig von den objektiven Bedingungen, sondern auch von emotional-kognitiven Bewertungen und Ressourcen der Person.

Im Fall der Rettungssimulationen wird ein körperlich gut trainierter Retter bei einer Rettung, die hohe Anforderungen an die physische Leistungsfähigkeit stellt (z. B. Rettung von Passagieren aus mehreren Gondeln hintereinander) körperlich stark beansprucht. Die körperliche Beanspruchung zeigt sich beispielsweise in einer erhöhten kardiovaskulären Aktivität. Als positive Beanspruchungsfolgen sind hier Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit und gegebenenfalls ein Zuwachs an Selbstvertrauen nach einer gelungenen Rettung denkbar. Die persönlichen Leistungsvoraussetzungen und die Anforderungen der Aufgabe führen in diesem Fall zu positiven Beanspruchungsfolgen.

Bei einem Retter, der körperlich nicht gut trainiert ist, kann die gleiche Rettung zu negativen Beanspruchungsfolgen führen. Auch bei ihm zeigt sich zunächst eine erhöhte kardiovaskuläre Aktivität, jedoch überfordert ihn der Rettungsversuch, da er der Aufgabe körperlich nicht gewachsen ist. Dies kann zu Anspannung und Nervosität führen und dadurch bedingt beispielsweise zu Fehlern im Umgang mit der Rettungstechnik. Die objektiven Anforderungen der Tätigkeit sind gleich, aber die Leistungsvoraussetzungen des Retters sind schlechter, so dass es hier zu physischen und psychischen Fehlbeanspruchungen wie Anspannung, Fehlern und Übermüdung der Muskeln kommen kann.

Abbildung 5-7: Belastungs-Beanspruchungsmodell – Erklärungsmodell für die Zusammenhänge zwischen psychischer Belastung und Beanspruchung (BAuA, 2005)



Wie aus dem Modell ersichtlich, kann zwischen kurz- und langfristigen Beanspruchungsfolgen unterschieden werden. Kurzfristige Beanspruchungsfolgen können einen großen Einfluss auf eine Rettung haben, wenn es beispielsweise aufgrund von Überforderung zu Handlungsfehlern oder frühzeitiger Ermüdung kommt. Langfristige Beanspruchungsfolgen, wie z. B. Burnout, die sich aus der Kumulation von Notfallstress ergeben, sind bei gewerblichen Rettern und Bergern unwahrscheinlich, da sie im Gegensatz zu professionellen Rettern von Feuerwehr und Rettungswesen eher selten an Rettungseinsätzen beteiligt sind. Dies bedeutet jedoch nicht, dass Retter dieser Untersuchung nicht auch von langfristigen Folgen psychischer Fehlbeanspruchungen betroffen sein können. Speziell in Verbindung mit alltäglichen arbeitsbezogenen Belastungen können sich vielfältige negative Beanspruchungsfolgen ergeben (RITTER, 2004).

5.3.3 Psychische Belastungsfaktoren und individuelle Leistungsvoraussetzungen

Nach dem Belastungs-Beanspruchungsmodell gibt es also nicht den „psychischen Belastungsfaktor“ oder den „Stressor an sich“, ein Stressor kann immer nur im Zusammenhang mit den individuellen Voraussetzungen der betroffenen Person gesehen werden. Wesentlich sind in diesem Zusammenhang die individuellen Leistungsvoraussetzungen des Retters (Ressourcen), da diese mit darüber entscheiden, ob etwas als Stressor oder als Herausforderung bewertet wird, zu dessen Bewältigung die eigenen Fähigkeiten ausreichen (LAZARUS, 1983).

Im Folgenden soll nun zunächst auf die spezifischen Anforderungen und psychischen Belastungsfaktoren, die bei Rettungssituationen auftreten können, eingegangen werden. Anschließend werden drei Arten von Ressourcen näher betrachtet, bei denen davon ausgegangen wird, dass sie bei der Bewältigung der bei seilunterstützten Rettungssituationen auftretenden psychischen Beanspruchungsfaktoren hilfreich sein können. Es handelt sich hierbei um die Stressbewältigungsstrategien, die Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen sowie die fachlichen Kompetenzen der Retter und Berger.

5.3.4 Spezifische Beanspruchungen und Belastungen bei Rettern und Bergern

Laut Teegen (TEEGEN, 2003) gibt es Berufsgruppen, bei denen das Stress- und Traumatisierungsrisiko höher ist als in anderen Berufsgruppen. Die Retter dieser Untersuchung sind, ebenso wie professionelles Rettungsdienstpersonal, Feuerwehr, Pflegepersonal, Ärzte, Sozialarbeiter, Polizisten, Soldaten und Journalisten den von Teegen beschriebenen gefährdeten Berufsgruppen zuzuordnen. Bei allen treten neben psychosozialen Anforderungen, Zeitdruck und zum Teil intensiver Arbeitsbelastung auch Situationen auf, die mit Verletzungen, Tod, Gewalt oder extremen menschlichen Emotionen einhergehen (TEEGEN, 2001). Folgende spezifische psychische Belastungsfaktoren in Rettungssituationen werden von Hausmann (HAUSMANN, 2003) beschrieben.

Tabelle 5-3: Belastungsfaktoren bei gefährdeten Berufsgruppen

Belastungsfaktor	Ist gekennzeichnet durch
Chaos	Zeitdruck; fehlende und/oder widersprüchliche Informationen
Gefahr	Persönliche Gefährdung von Gesundheit oder sogar Leben
Mangel	Unzureichende Information, Ausrüstung, Unterstützung, keine klaren Zuständigkeiten, keine entsprechende Ausbildung für die geforderte Tätigkeit
Gefühlsdruck	Aufwühlende Erlebnisse und Berichte; Konfrontation mit verletzten, toten, trauernden oder hilflosen Menschen, hohe Verantwortung
Ungewissheit	Bezüglich der Dauer des Einsatzes, der Art der weiteren Belastung, dem Ausgang der Interventionen

Quantitative und qualitative Überforderungen stellen für professionelle Retter eine Belastungsquelle dar (BENGEL, 2004). Bei der untersuchten Stichprobe ist eher von einer quantitativen Unterforderung und qualitativen Überforderung auszugehen. Hier besteht die Gefahr, dass notwendige Handlungsroutinen nur unzureichend trainiert werden und dass diese fehlende Übung die Qualität der Notfallrettung beeinträchtigt.

Zeitdruck ist ebenfalls ein starker Belastungsfaktor, da auftretende Verzögerungen für den zu Rettenden lebensbedrohlich sein können (orthostatischer Schock).

5.3.5 Spezifische Ressourcen bei Rettern und Bergern

Welche individuellen Voraussetzungen sind hilfreich, um mit den beschriebenen Belastungsfaktoren umzugehen? Im Folgenden soll speziell auf die Ressourcen eingegangen werden, die sich für Retter in Notfallsituationen als bedeutsam erwiesen haben (vgl. BENGEL, 2004).

- Körperliche Kondition und Fitness**
Körperliche Kondition und Fitness sind wesentliche Voraussetzungen, um in konkreten Belastungssituationen handlungsfähig zu bleiben. Zur Fitness gehört auch eine ausgewogene Ernährung und weitgehender Verzicht auf bzw. moderater Konsum von Alkohol und Nikotin. Körperliche Kondition und Fitness wurden im arbeitsmedizinischen Teil der Studie erfasst.
- Vorherige geistige Auseinandersetzung mit der Situation**
Eine mentale Vorbereitung auf die zu erwartenden Belastungen kann stressmindernd wirken, da sie dem Retter ermöglicht, sich im Vorfeld geistig auf den Ernstfall einzustellen. Bei einem Notfall treffen die Ereignisse den Retter dann nicht völlig unvorbereitet. Eine vorherige geistige Auseinandersetzung kann z. B. in Form von Schulungen oder Übungen und durch regelmäßiges Training erfolgen.
- Fachspezifisches Wissen und Handlungskompetenz**
Bei einem Notfall ist es äußerst wichtig zu wissen, welche konkreten Schritte in welcher Reihenfolge durchzuführen sind. Theoretisches Wissen allein genügt erwiesenermaßen nicht, wichtig ist eine starke Vernetzung von Fachwissen und Handlungskompetenz.
- Realistische Einschätzung der eigenen Kompetenzen**
Bei der realistischen Einschätzung der eigenen Kompetenzen ist eine ausgewogene Balance zwischen Selbstvertrauen und dem Bewusstsein der eigenen Grenzen wichtig. Nur wer seine Grenzen kennt, kann diese einschätzen und sich im Ernstfall um Verstärkung bemühen. Selbstüberschätzung geht oft mit psychischer Fehlbeanspruchung einher und kann neben Eigengefährdung auch zur Gefährdung anderer führen. Ein ausgeprägtes Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten ist andererseits ein wesentlicher Schutzfaktor. Dieses Vertrauen wird in dem weiter unten beschriebenen Fragebogen zur Kompetenz- und Kontrollverarbeitung erfasst.
- Verhaltenskontrolle während eines Einsatzes**
Verhaltenskontrolle während des Einsatzes bedeutet für den Retter, möglichst kontrolliert zu handeln, obwohl er sich in einer gefährlichen Situation befindet. Die Verhaltenskontrolle gehört zu den effektiven Stressverarbeitungsstrategien, die auch im weiter unten beschriebenen Stressverarbeitungsfragebogen (SVF120) erfasst werden. Zur Verhaltenskontrolle können neben Erfahrung und Übung auch Stressmanagement- und Konzentrationstechniken beitragen, die in Schulungen trainiert werden können.

- ❑ **Emotionskontrolle**
Als Emotionskontrolle wird die Fähigkeit bezeichnet, die eigene physische und psychische Erregung zu dämpfen und so auch in Stresssituationen innerlich ruhig zu bleiben. Dies kann beispielsweise durch das Erlernen bestimmter Atmungs- und Entspannungstechniken und durch positive Selbstinstruktion erreicht werden (BOEGE, GEHRKE, 2005b). Emotionskontrolle wird ebenfalls in dem weiter unten beschriebenen Fragebogen SVF120 erfasst.
- ❑ **Soziale Unterstützung**
Bei der Verarbeitung von traumatisierenden Ereignissen kann soziale Unterstützung hilfreich sein. Laut Hausmann (HAUSMANN, 2003) ist dabei die Qualität der sozialen Unterstützung wichtiger als die Größe des Netzwerkes.
- ❑ **Vergleich mit Menschen in ähnlicher Lage**
Als hilfreich hat es sich erwiesen, wenn Retter Menschen kennen oder Vorbilder haben, die ähnliche Belastungssituationen, wie beispielsweise eine schwierige Rettung mit Verletzten, gut bewältigt haben.

Nachdem auf die spezifischen psychischen Belastungsfaktoren, die bei Rettungssituationen auftreten können, sowie auf die Ressourcen, die bei einem Rettungseinsatz hilfreich sind, eingegangen worden ist, sollen nun drei dieser Ressourcen näher betrachtet werden. Bei diesen drei Ressourcen wird davon ausgegangen, dass sie zur Bewältigung der bei seilunterstützten Rettungssituationen auftretenden psychischen Beanspruchungsfaktoren besonders hilfreich sind: Dies sind die Stressbewältigungsstrategien der Retter (inklusive der Verhaltens- und der Emotionskontrolle), ihre Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen (inklusive der realistischen Einschätzung der eigenen Kompetenzen) sowie ihre fachlichen Kompetenzen (inklusive fachspezifisches Wissen und Handlungskompetenz).

5.3.6 Stressverarbeitungsstrategien (Coping)

Die Stressverarbeitungs- oder auch Copingforschung beschäftigt sich mit der Frage, wie Menschen mit Belastungen umgehen und wie erfolgreich sie dabei sind. Denn nicht jedes Bewältigungsverhalten ist wirksam. Alkoholkonsum verschafft nach einer belastenden Situation kurzfristig Erleichterung, langfristig ist dies jedoch keine funktionale Stressverarbeitungsstrategie, da die negativen Folgen überwiegen. Laut Lazarus (LAZARUS, 1981) hängt effektives Coping stark von der jeweiligen Situation ab. Er geht davon aus, dass Bewältigungsverhalten am gesundheitsförderlichsten ist, wenn es flexibel und der Situation angepasst ist. Für Janke (JANKE, 1985) sind Stressverarbeitungsstrategien Persönlichkeitsmerkmale, die sich im Laufe eines Lebens relativ wenig verändern und unabhängig von der Art der Belastungssituation sind. Das heißt, alle belastenden Ereignisse werden von der Person ähnlich verarbeitet. Gleiches gilt für Janke für die Art der Belastungsreaktion, bei der eine „Reaktionskonstanz“ postuliert wird. Das heißt, auf unterschiedliche Ereignisse wird in der gleichen, persönlichen Art reagiert.

Der Stressverarbeitungsfragebogen SVF 120 (JANKE, ERDMANN, 1997) dient der Erfassung der individuellen Tendenz, bei Belastung bestimmte Stressverarbeitungsstrategien zu zeigen. Dabei werden 20 verschiedene Strategien unterschieden (z. B.

Ablenkung, Flucht, Vermeidung, Schuldabwehr, Situationskontrolle), die in Positiv- und Negativstrategien unterteilt sind. Positiv-Strategien sind Strategien, die auf eine Stressreduktion abzielen. Negativstrategien wirken stressvermehrend. Auch wenn es sich um Tendenzen handelt, so ist nach Ansicht von Janke et al. eine Bewertung der Stressverarbeitungsstrategien unabhängig von der Situation möglich. Obwohl dies vom Coping-Konzept von Lazarus abweicht, wird dieses Konzept hier verwendet. Die Gründe dafür sind der großen Situationsvariabilität der Rettungsversuche und dem Anliegen geschuldet, funktionale Stressverarbeitungsstrategien auf interindividueller Ebene zu identifizieren.

5.3.7 Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen

Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen sind neben den Stressverarbeitungsstrategien wichtige Ressourcen der Retter. Für erfolgreiches Handeln, z. B. bei einer Notfallrettung, bedarf es der Fähigkeit zur Auswahl einer geeigneten Handlung. Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen beeinflussen die Auswahl von Handlungen einer Person. Sie lassen Aussagen darüber zu, ob und mit welchen Erwartungen bezüglich des Erfolgs des eigenen Handelns eine Person eine Handlung durchführt.

Unter Kompetenzerwartung (Situations-Handlungs-Erwartung) wird die subjektive Erwartung verstanden, dass in einer gegebenen Situation Handlungsalternativen zur Verfügung stehen. Hohe Ausprägungen weisen darauf hin, dass sich die Person in vielen, auch subjektiv neuartigen, schwierigen und mehrdeutigen Situationen als handlungsfähig erlebt. Da es sich bei Notfallrettungen oft um schwierige oder mehrdeutige Situationen handelt, wird davon ausgegangen, dass eine eher hohe Kompetenzerwartung bei Notfallrettern von Vorteil ist.

Kontrollüberzeugungen (Handlungs-Ergebnis-Erwartungen) beruhen auf der subjektiven Erwartung darüber, dass auf eine Handlung bestimmte Ergebnisse folgen. Der Begriff wurde von Rotter (ROTTER, 1966) geprägt, der Kontrollüberzeugungen als Erwartung darüber beschreibt, ob Ereignisse im Leben beeinflusst werden können (internal) oder nicht (external). Internalität weist darauf hin, dass die Person nicht nur Handlungen als verfügbar erlebt, sondern dass sie auch erwartet, durch die Handlungen Ereignisse in der jeweiligen Situation beeinflussen zu können. Externale Kontrollüberzeugung weist hingegen auf eine Sichtweise hin, nach der eine Person die in ihrem Leben auftretenden Ereignisse als zufalls- (fatalistische Externalität) oder personenabhängig (soziale Externalität) ansieht. Auch hier wird davon ausgegangen, dass eine eher internale Kontrollüberzeugung bei Rettern vorteilhaft ist.

Diese Annahme wird durch Forschungsergebnisse gestützt: So konnte Krampen (KRAMPEN, 1982) beispielsweise zeigen, dass Personen mit internalen Kontrollüberzeugungen eher emotional stabil und eher weniger ängstlich sind und geringeres Stresserleben zeigen. Sie widerstehen Stressoren länger und zeichnen sich durch funktionale Stressverarbeitungsmechanismen aus. Häufig wird Internalität positiv, Externalität eher negativ bewertet. Dies ist in dieser allgemeinen Form nicht sinnvoll, da Extremausprägungen in beide Richtungen mit unrealistischen Erwartungen korrelieren. Das kann sich bei Externalität in Hilflosigkeits- und Machtlosigkeitsgefühlen, bei Internalität in Selbstüberschätzung und Allmachtsgefühlen zeigen (KRAMPEN, 1987).

5.3.8 Fachliche Kompetenzen

Fachliche Kompetenzen werden ebenfalls den Ressourcen der Retter zugeordnet, da davon ausgegangen werden kann, dass fachlich kompetente Retter in Notfällen nicht durch fehlendes Fachwissen oder fehlende Kompetenzen im Umgang mit der Rettungstechnik zusätzlich beansprucht werden. Die Aufgabe der Retter dieser Untersuchung war das seilunterstützte Retten von verunfallten Personen aus Höhen und Tiefen. Neben fachspezifischem Wissen und Handlungskompetenz in den Bereichen der medizinischen und psychologischen Erstversorgung ist vor allem der Umgang mit Seilen, Seiltechnik, Sicherungs- und Rettungstechnik sowie Sicherungs- und Rettungsprozeduren relevant. Aspekte, die Einfluss auf die fachliche Kompetenz haben, sind z. B. Berufserfahrung, Anzahl der Rettungseinsätze, Art und Anzahl der Rettungsübungen sowie die Aus- und Weiterbildungen, an denen der Retter schon teilgenommen hat.

Neben dem korrekten Umgang mit Seil- und Rettungstechnik sind auch notfallpsychologische Kompetenzen wesentlich. Diese umfassen zum einen den psychologischen Umgang mit den zu Rettenden (z. B. Art der Ansprache, Strategien zur Panikprävention), aber auch den psychologischen Selbstschutz (Psychohygiene) der Retter selbst. Innerhalb des professionellen Rettungsbereichs ist es mittlerweile akzeptiert, dass Schulungen in psychologischen Themen wichtig sind. Dies spiegelt sich jedoch noch nicht generell in der Ausbildungspraxis wider. Lasogga und Gasch (LASOGGA, GASCH, 2004) beispielsweise belegen mit ihren Studien, dass die Ausbildung und Kompetenz von Rettern in diesen Bereichen noch sehr defizitär sind. Die professionellen Retter teilen diese Ansicht. Nach Sefrin (SEFRIN, 1995) halten etwa die Hälfte aller Beschäftigten im Rettungsdienst die psychologische Ausbildung für ungenügend und die Ausbilder in diesem Bereich für nicht ausreichend qualifiziert. Selbst wenn psychologische Themen behandelt werden, so beschränkt sich dies häufig auf die Vermittlung von theoretischem Wissen (LASOGGA, GASCH, 2004). Gerade praktische Übungen sind jedoch nötig, um notfallpsychologische Kompetenzen so einzuüben, dass sie im Ernstfall sicher angewandt werden können.

5.3.9 Instrumente

Leitfadeninterview

Da bisher kaum Forschungsergebnisse zum seilunterstützten Retten vorliegen, wurde von der Forschungsgruppe ein Leitfadeninterview entwickelt. In Teil 3 des Leitfadeninterviews (Psychologische Aspekte) wurde mit offenen Fragen nach den Belastungsfaktoren bei Notfallrettungen, nach den persönlichen Vorbereitungs- und Stressverarbeitungsstrategien sowie nach Art und Inhalten von Aus- und Weiterbildungen zum Retten gefragt.

Über das Leitfadeninterview hinaus wurden folgende psychologische Fragebögen eingesetzt:

- Ausgewählte Skalen des Stressverarbeitungsfragebogen SVF 120 (JANKE, ERDMANN, 1997)
- Fragebogen zu Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen FKK (KRAMPEN, 1991)

- ❑ Kurzfragebogen zur aktuellen Beanspruchung KAB (MÜLLER, BASLER, 1993)
- ❑ NASA-Task Load Index TLX (HART, STAVELAND, 1988)

Beanspruchung: Nasa Task Load Index

Die Beanspruchung wurde mit dem Kurzfragebogen zur aktuellen Beanspruchung KAB (MÜLLER, BASLER, 1993) erfasst. Da der KAB aufgrund der großen Variabilität der Untersuchungssituationen nicht sinnvoll ausgewertet werden konnte, soll hier auf eine weitergehende Beschreibung verzichtet werden. Vertieft eingegangen werden soll hier auf den NASA-Task Load Index TLX (HART, STAVELAND, 1988), der die subjektiv erlebte Beanspruchung erfasst. Der Test besteht aus sechs Faktoren, die für die Bewertung der Arbeitsbeanspruchung wichtig sind.

Tabelle 5-4: Subskalen des NASA-Task Load Index

Skalen	Beschreibung
Geistige Anforderungen (niedrig – hoch)	Wie hoch waren die geistigen Anforderungen der Aufgabe? Wie viel mentale und wahrnehmende Aktivität war nötig (z. B. Denken, Entscheiden, Kalkulieren oder Erinnern war nötig, um die Aufgabe zu bewältigen)?
Körperliche Anforderungen (niedrig – hoch)	Wie hoch waren die körperlichen Anforderungen der Aufgabe?
Zeitliche Anforderungen (niedrig – hoch)	Wie hoch war das Tempo, mit dem die einzelnen Arbeitsschritte der Aufgabe aufeinander folgten?
Leistung (gut – schlecht)	Wie erfolgreich haben Sie die geforderte Aufgabe Ihrer Ansicht nach durchgeführt?
Anstrengung (niedrig – hoch)	Wie sehr mussten Sie sich anstrengen, um Ihre Leistung zu erreichen?
Frustrationsniveau (niedrig – hoch)	Wie verunsichert, entmutigt, gereizt oder ärgerlich waren Sie?

Die individuelle Bewertung der Beanspruchung wird auf einer Skala von 0 bis 100 gemessen, wobei ein höherer Wert höhere Beanspruchung bedeutet. Der TLX lässt außer der individuellen Bewertung auch die Bildung eines Gesamtwertes aus den sechs Einzelwerten der Beanspruchung zu. Rubio, Díaz, Martín und Puente (RUBIO et al., 2004) verglichen den NASA-TLX mit der Subjective Workload Assessment Technique (SWAT) und dem Workload Profile (WP) und belegen die hohe Sensibilität des Verfahrens. Der TLX Gesamtwert weist eine hohe negative Korrelation zur Arbeitsleistung auf. Rubio et al. empfehlen den Einsatz des TLX dann, wenn das Ziel einer Untersuchung die Vorhersage der Leistung einer Person bei einer Arbeitsaufgabe ist.

Stressverarbeitung: SVF 120

Die Stressverarbeitungsstrategien der Retter wurden mit dem Stressverarbeitungsfragebogen SVF 120 von Janke und Erdmann (JANKE, ERDMANN, 1997) erfasst. Der SVF 120 sagt etwas über die Art der Stressverarbeitungsstrategien aus, die eine Person in Belastungssituationen einsetzt. Wie weiter oben beschrieben, wird davon ausgegangen, dass Stressverarbeitungsstrategien zeitlich konstant und von der Art der Belastungssituation unabhängig sind. Stressverarbeitungsstrategien werden von Janke definiert als „...diejenigen psychischen Vorgänge..., die planmäßig und/oder unplanmäßig, bewusst und/oder unbewusst beim Auftreten von Stress in Gang gesetzt werden, um diesen Zustand zu vermindern und/oder zu beenden.“

Der SVF 120 besteht aus 20 Unter- oder Subtests. Jeder Subtest wird durch sechs Items (Fragen) gebildet, wobei jedes Item auf einer Skala zu beantworten ist, die von „0 = gar nicht“ bis „4 = sehr wahrscheinlich“ reicht. Die Subskalen lassen sich zusammenfassen in „Positiv-Strategien“, die stressreduzierend sind sowie in „Negativ-Strategien“, die stressvermehrend sind. Für diese Untersuchung wurden die Skalen „Schuldabwehr“, „Entspannung“, „Situationskontrolle“, „Reaktionskontrolle“, „Positive Selbstinstruktionen“ und „Gedankliche Weiterbeschäftigung“ ausgewählt, da besonders diese Stressbewältigungs-, d. h. Copingstrategien der Retter und Berger von Interesse waren. „Situationskontrolle“, „Reaktionskontrolle“ und „Positive Selbstinstruktionen“ lassen sich zum Unterbereich „Maßnahmen zur Kontrolle“ (des Stressors, der ausgelösten Reaktion und der dafür nötigen Selbstzuschreibung von Kompetenz) innerhalb der „Positiv-Strategien“ zusammenfassen. Um die beiden anderen Unterbereiche der „Positiv-Strategien“ abzudecken, wurde aus dem Bereich „Abwertung/Abwehr“ die Skala „Schuldabwehr“ sowie aus dem Bereich „Ablenkung“ die Skala „Entspannung“ erhoben. Bei den negativen Stressverarbeitungsstrategien wurde nur die Skala „Gedankliche Weiterbeschäftigung“ erhoben, da aus der Forschung (vgl. EHLERS, 1999) bekannt ist, dass Nachgrübeln über Belastungssituationen für die Verarbeitung sehr hinderlich ist.

Tabelle 5-5: Stressverarbeitungsstrategien, Kennzeichnungen und Beispielitems

Strategien	Kennzeichnung	Zwei Beispiel Items Wenn ich durch irgendetwas oder irgendjemanden beeinträchtigt, innerlich erregt oder aus dem Gleichgewicht gebracht worden bin....
Positivstrategien		
Situationskontrolle	Die Situation analysieren, Handlungen zur Kontrolle/ Problem- lösung planen und ausführen	... überlege ich mein weiteres Vorgehen ganz genau. ... ergreife ich Maßnahmen zur Beseitigung der Ursache.
Reaktionskontrolle	Eigene Reaktionen unter Kontrolle bringen oder halten	... sage ich mir, lass dich nicht gehen. ... versuche ich, mein Verhalten unter Kontrolle zu halten.
Positive Selbstinstruktion	Sich selbst Kompetenz und Kontrollvermögen zusprechen	... denke ich, „nur nicht unterkriegen lassen“. ... sage ich mir, du darfst auf keinen Fall aufgeben.
Entspannung	Sich insgesamt oder einzelne Körperteile entspannen können	... versuche ich, meine Muskeln zu entspannen. ... versuche ich, systematisch zu entspannen.
Schuldabwehr	Fehlende Eigenverantwortlichkeit betonen	... sage ich mir, ich kann nichts dafür. ... denke ich, mich trifft keine Schuld.
Negativstrategie		
Gedankliche Weiterbeschäftigung	Sich gedanklich nicht lösen können, grübeln	... werde ich die Gedanken an die Situation einfach nicht mehr los. ... denke ich hinterher immer wieder darüber nach.

Der SVF 120 erlaubt die Berechnung eines T-Wertes für die „Positiv-Strategien“, indem für alle 10 dazugehörigen Subskalen der Mittelwert berechnet und transformiert wird. In Anlehnung an diese Prozedur wurde ein gemittelter T-Wert der fünf Subskalen berechnet, um damit einen T-Wert für die Positivstrategien zu bekommen.

Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen: FKK

Die Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen der Retter wurden anhand des Fragebogens zu Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen (FKK, KRAMPEN, 1991) erhoben. Dieser erfasst generalisierte Erwartungen über verschiedene Handlungs- und Lebenssituationen. Dies sind sowohl Kontrollüberzeugungen als auch Kompetenzüberzeu-

gungen, die oft auch als „Selbstkonzept eigener Fähigkeiten“ beschrieben werden. Erhebungen von generalisierten - im Gegensatz zu spezifischen - Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen sind dann sinnvoll, wenn eine Person sich in einer schlecht strukturierbaren, neuartigen oder mehrdeutigen Situation befindet.

Der FKK besteht aus 32 Items (Fragen), die jeweils sechs Antwortmöglichkeiten - von „sehr falsch“ bis „sehr richtig“ - zulassen. Faktorenanalytisch differenziert der FKK vier Primärskalen: „Selbstkonzept eigener Fähigkeiten“, „Internalität“, „Soziale Externalität“ sowie „Fatalistische Externalität“. Weiterhin bietet der FKK auch die Möglichkeit zur Bildung von Sekundärskalen. Dabei fasst die erste Sekundärskala die Items der Skalen „Selbstkonzept eigener Fähigkeiten (FKK-SK)“ und „Internalität (FKK-I)“ zusammen und

Tabelle 5-6: Skalen des FKK (nach KRAMPEN, 1991)

FKK Skala	Beispiel Item	Hoher Wert auf der Skala
Selbstkonzept eigener Fähigkeiten (FKK-SK)	„Auch in schwierigen Situationen fallen mir immer viele Handlungsmöglichkeiten ein“	Selbstsicher, aktiv, ideenreich, sieht viele Handlungsmöglichkeiten, hohes Selbstvertrauen
Internalität (FKK-I)	„Ob ich einen Unfall habe oder nicht, hängt hauptsächlich von mir und meinem Verhalten ab“	Erreicht häufig das Gewünschte oder Geplante, sieht Erfolg als abhängig von der eigener Anstrengung, erlebt eigene Handlung als wirksam und effektiv
Soziale Externalität (FKK-P)	„Andere Menschen verhindern oft die Verwirklichung meiner Pläne“	Sieht sich und das Leben als stark abhängig von anderen Menschen, sieht Ereignisse im Leben als fremdverursacht, Gefühle der Hilflosigkeit
Fatalistische Externalität (FKK-C)	„Es ist reiner Zufall, wenn sich andere Menschen einmal nach meinen Wünschen richten“	Schicksalsgläubig, denkt, dass Erfolg von Glück abhängt, Ereignisse sind zufallsabhängig
Selbstwirksamkeit (FKK-SKI)		Sicher in Handlungsplanung und -realisation, aktiv und handlungsfähig, ideenreich in neuen und mehrdeutigen Situationen
Externalität (FKK-PC)		Starkes Gefühl der Abhängigkeit von äußeren Einflüssen, hohe Abhängigkeit von mächtigen anderen, eher sozial abhängig
Internalität vs. Externalität (FKK-SKI - PC)		Hohe Autonomie, handlungsorientiert, internale Kontrollüberzeugungen, geringe Fremdbestimmung

wird als „Selbstwirksamkeitsüberzeugung“ (FKK-SKI)“ bezeichnet. Die zweite Sekundärskala wird aus den Skalen „Soziale Externalität (FKK-P)“ und „Fatalistische Externalität (FKK-C)“ gebildet und als „Externalität (FKK-PC)“ bezeichnet. Als Tertiärskala lässt sich aus den beiden Sekundärskalen die generalisierte Internalität vs. Externalität bilden, die alle 32 Items des Fragebogens umfasst.

Fachliche Kompetenzen

Im Leitfadeninterview wurden unterschiedliche Aspekte zur Ausbildung, zum Trainingsstand und zur Erfahrung im seilunterstützten Arbeiten und Retten erfasst. Worch (WORCH, 2005) entwickelte ein Verfahren, um die fachlichen Kompetenzen der Retter aus diesen Angaben abzuleiten. Nach theoretischer Vorarbeit an Hand von Literaturstudien und informellen Expertenkontakten wurden die als wichtig erachteten Aspekte ausgewählt und aus ihnen Kategorien gebildet. Einen Überblick über die Kategorien gibt Tabelle 5-7.

Tabelle 5-7: Kategoriensystem zur Beurteilung der fachlichen Kompetenzen nach Worch (WORCH, 2005)

Oberkategorien	Kategorien	Unterkategorien	
1. Berufserfahrung	1.1 Art der Tätigkeit der Retter		
	1.2 Berufserfahrung Arbeit am Seil		
	1.3 Anzahl Rettungseinsätze		
2. Handlungswissen	2.1 Vertrautheit mit Rettungstechnik		
	2.2 Wissen um Rettungsorganisation		
3. Auswahl der Retter	3.1 Selbst- vs. Fremdauswahl		
	3.2 Auswahlverfahren		
4. Ausbildung	4.1 Umfang		
	4.2 Ausbildungsqualität		4.2.1 Gefährdungsbeurteilung
			4.2.2 Rettungspläne
		4.2.3 Psychologische Themen	
		4.2.4 Medizinische Themen	
		4.2.5 Ausbildungsprogramm	
		4.2.6 Abschlussprüfung	
		4.2.7 Verteilung Theorie/Praxis	
		4.2.8 Abstimmung auf Firma	
5. Weiterbildung/Training	5.1 Art der WB/Rettungsübung		
	5.2 Häufigkeit		
	5.3 Umfang		

In einem zweiten Schritt beurteilten Experten den Einfluss dieser Kategorien auf die fachliche Kompetenz der Retter. Das Ziel dieses Vorgehens bestand darin, mit den Urteilen eine genaue Auswahl und Gewichtung dieser Kategorien vorzunehmen. Als Experten füllten sieben Psychologen, zwei Erziehungs- und ein Sozialwissenschaftler des BGAG einen entsprechenden Fragebogen aus.

Der Fragebogen enthält eine Auflistung der Kategorien und Unterkategorien. Für jede dieser Kategorien war auf einer 5-stufigen Ratingskala anzukreuzen, ob diese Kategorie „keine“ bis „sehr hohe“ Relevanz bezüglich der fachlichen Kompetenz aufweist. Zum Beispiel: „Wie relevant ist die Anzahl der Rettungseinsätze bezüglich der fachlichen Kompetenz?“ Die Rücklaufquote der Expertenfragebögen betrug 100 Prozent.

Anschließend wurde zunächst die allgemeine Güte der Urteilerübereinstimmung bestimmt. In einem zweiten Schritt erfolgte die Auswahl der Kategorien und Unterkategorien. In einem dritten Schritt wurden die als relevant ausgewählten Kategorien skaliert, um damit eine exakte Einordnung der Retter bezüglich der fachlichen Kompetenzen vornehmen zu können.

Zusammenfassung

Zusammenfassend lassen sich die Instrumente und ihre Erhebungsgegenstände in folgender Tabelle darstellen:

Tabelle 5-8: Konstrukte und Instrumente

Konstrukt	Instrument
Psychische Beanspruchung	<ul style="list-style-type: none">▪ Leitfadeninterview▪ NASA TASK LOAD INDEX
Stressverarbeitungsstrategien	<ul style="list-style-type: none">▪ Leitfadeninterview▪ Stressverarbeitungsfragebogen 120
Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen	<ul style="list-style-type: none">▪ Fragebogen zur Kompetenz- und Kontrollüberzeugung
Fachliche Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none">▪ Leitfadeninterview▪ Expertenfragebogen und -ratings

5.4 Datenbearbeitung

5.4.1 Datenverarbeitung im ergonomischen und arbeitsmedizinischen Untersuchungsbereich

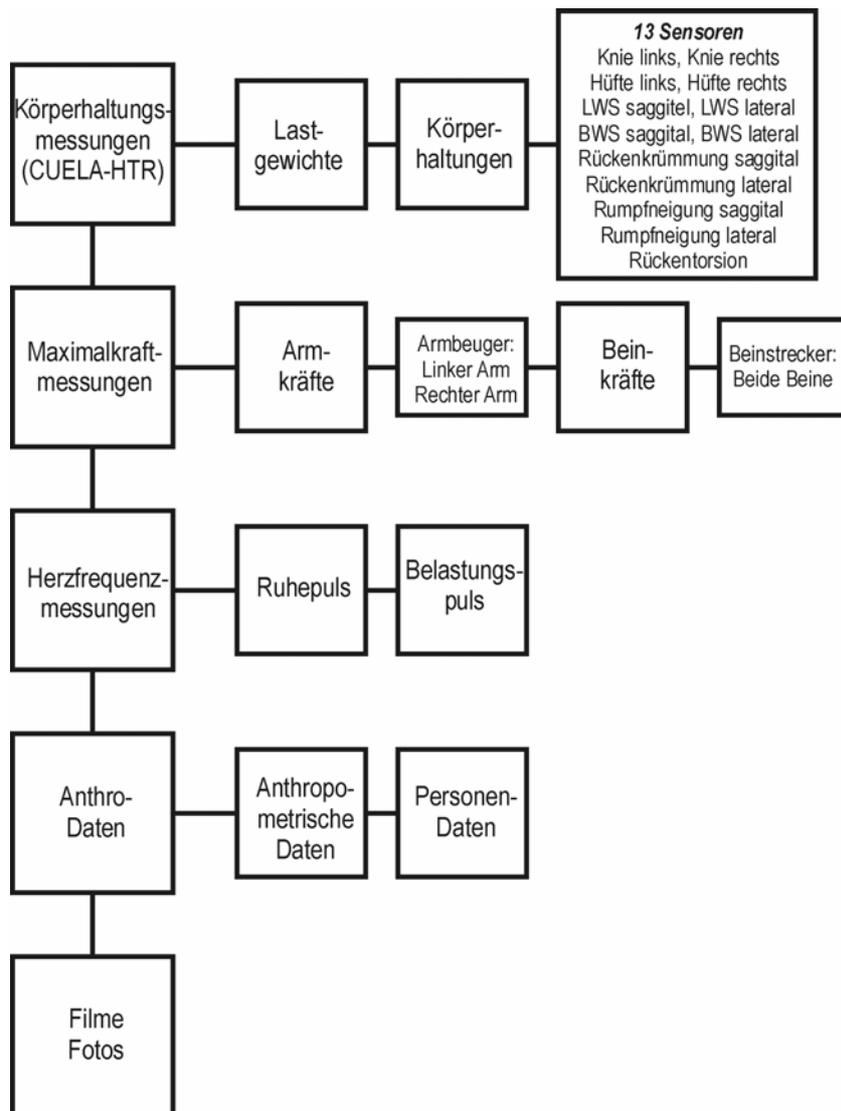
Abbildung 5-8 stellt die Struktur der erhobenen Daten im ergonomischen und arbeitsmedizinischen Untersuchungsbereich dar. In der linken Spalte des Blockschaltbildes sind die Quellen der konkret erhobenen Messdaten aufgeführt. Während der Rettungs- oder Bergetätigkeiten wurden Körperhaltungsmessungen und Herzfrequenzmessungen durchgeführt. Im Vorfeld wurden statische Maximalkraftmessungen und alle ergonomischen und arbeitsmedizinischen Daten erhoben.

Zusätzlich wurden technische Daten zur Ausrüstung erhoben. Weiterhin sind die Filme und Fotos als qualitative Beobachtungsquellen zu den Rettungs- oder Bergetätigkeiten zu nennen.

Zu den Körperhaltungsmessungen – Blöcke der Zeile 1 in Abbildung 5-8 – wurde nachträglich auf der Grundlage der durchgeführten Gewichtsmessungen mit Gerätschaften und der qualitativen Beobachtungen aus den Filmen und Fotos heraus ein zu den Winkelsensoren zeitsynchroner Lastgewichtssensor generiert. Die Körperhaltungsmessungen bestehen aus 9 direkten Messsignalen und 4 abgeleiteten Körperwinkelsensoren. Insgesamt standen mit dem Lastgewichtssensor 14 Sensoren der Körperhaltung und der Lastgewichte/Betätigungskräfte zur Analyse und Auswertung zur Verfügung.

Die statischen Maximalkraftmessungen – Blöcke der Zeile 2 in Abbildung 5-8 – beinhalten zwei typisierte separate maximale Armkräfte und eine summarische maximale Beinkraft. Die Herzfrequenzmessungen – Blöcke der Zeile 3 in Abbildung 5-8 – bestehen aus den Messungen der Ruhepulse vor und der Belastungspulse während der Rettungs- oder Bergetätigkeiten. Dazu kommen die anthropometrischen und arbeitsmedizinischen Daten, die Filme und die Fotos sowie weitere spezielle Werte über dazugehörige Ausrüstungsdetails oder Lasten.

Abbildung 5-8: Schema der ergonomischen und arbeitsmedizinischen Datenerhebung



In der Abbildung 5-8 wird die gesamte Datenverarbeitung im ergonomischen und arbeitsmedizinischen Untersuchungsbereich dargestellt. Alle Messdaten und dateimäßig erfassten niedergeschriebenen Versuchsbeobachtungen wurden mit der Auswertesoftware WIDAAN, mit im Verlaufe der Untersuchung speziell erstellten Programmen in Visual Basic und der statistischen Analysesoftware SPSS weiter verarbeitet und ausgewertet.

In der linken Spalte sind die Quelldaten gruppiert dargestellt. Die Quelldaten wurden zunächst mit der WIDAAN-Software und den Visual-Basic-Programmen verarbeitet. Daten oder Analyseergebnisse wurden auf dieser Analysestufe umkonvertiert, zusammengefasst und zur Weiterverarbeitung in geeigneten EXCEL- oder Textdateien abgelegt.

Bezogen auf die 34 durchgeführten Rettungsversuche wurden dann die zwischengespeicherten Einzelergebnisse der Körperhaltungsmessungen und der Lastgewichte zusammen mit den Einzelergebnissen der Herzfrequenzanalyse, der Maximalkräfte

und allen weiteren wichtigen erhobenen Einzeldaten in einem SPSS-Datenfile abgelegt, der die Grundlage für die weiteren vergleichenden Analysen und Auswertungen bildete. Der SPSS-Datenfile beinhaltete etwa 1500 spezifizierte Variablen aller erhobenen und berechneten Größen. Bei den weiteren Analysen und Auswertungen vergrößerte sich der Variablenbestand dynamisch je nach Analyse bis zu 1800 Variablen.

Die gesamte Datenverarbeitung wurde modular und klar strukturiert so aufgebaut, dass alle Berechnungen, Analysen und Auswertungen automatisch ablaufen konnten. Es wurden Zwischenebenen eingerichtet, die Plausibilitätsprüfungen aller einzelnen Datenarten gestatteten. Hierdurch waren Datenkorrekturen und Modifikationen möglich, die zu Beginn der Datenverarbeitung und Auswertungen durchgeführt werden mussten, bis Plausibilitätsprüfungen eine ausreichende Akzeptanz für die gesamten Grunddaten und der Ergebnisdaten aller Analysen und Auswertungen anzeigten.

Die gesamte Datenmenge war so hoch, dass nur automatisierte Prozessabläufe bei der Datenverarbeitung zur Erreichung der gesamten angestrebten Auswertungen und Analysen möglich waren. Durch die Automatisierung der Datenverarbeitung und den Einsatz der genannten Software konnten die umfangreichen Analysen und Auswertungen in der verfügbaren Zeit durchgeführt werden.

5.4.2 Psychologische Datenverarbeitung

Die Daten des Leitfadeninterviews und der standardisierten Tests wurden codiert und mit SPSS („Statistical Package for the Social Sciences“, Version 11.0) ausgewertet. Alle statistischen Berechnungen der psychologischen Teiluntersuchung wurden mit dem Programm durchgeführt.

Abbildung 5-9: Schema der psychologischen Datenerhebung, dargestellt am Belastungs-Beanspruchungsmodell

		Einflüsse während der Rettungssituation	
Psychische Belastung	Arbeitsaufgabe	<input type="checkbox"/>	Film
	Arbeitsorganisation	<input type="checkbox"/>	Film, Leitfadeninterview
	Arbeitsmittel	<input type="checkbox"/>	Analyse des Bergegeräts (TUC)
Individuelle Voraussetzungen der Person	Fähigkeiten u. Kenntnisse	<input type="checkbox"/>	Leitfadeninterview (offene Fragen zur Aus- und Weiterbildung)
	Erfahrungen	<input type="checkbox"/>	Leitfadeninterview (offene Fragen zur Erfahrung mit der Arbeit am Seil, Erfahrung bei Rettungseinsätzen etc.)
	Vertrauen in eigene Fähigkeiten	<input type="checkbox"/>	Fragebogen zur Kontrollüberzeugung
	Bewältigungsstrategien	<input type="checkbox"/>	Stressverarbeitungsfragebogen
	Einstellungen	<input type="checkbox"/>	Leitfadeninterview (offene Fragen zur Copingstrategien während und nach der Rettung, zum Umgang mit Gefahrensituationen etc.)
Psychische Beanspruchung			Auswirkung der psychischen Belastung auf das Individuum
	Psychische Beanspruchung	<input type="checkbox"/>	NASA Task Load Index
		<input type="checkbox"/>	offene Fragen zur psychischen Beanspruchung (z. B. Beeinträchtigung durch Filmen, Forschungssituation, Umgang mit dem Geretteten)

6 Durchführung der Rettungssimulationen

Die Durchführung der Untersuchung fand bundesweit in den entsprechenden Firmen in dem Zeitraum von April bis November des Jahres 2004 statt. Für die Rettungsübungen wurden Durchführungszeiten zwischen etwa 3½ Stunden und 5 Stunden benötigt. Die eigentlichen Ausführungen der 34 Rettungstätigkeiten dauerten zwischen etwa 10 Minuten und 2 Stunden. Für die messtechnischen Applikationen, Messungen und Befragungen im Vorfeld wurden etwa 2½ Stunden benötigt. Nach Durchführung der Rettungs- oder Bergetätigkeiten wurden abschließend zur Datensicherung, letzten Befragungen nach Versuch und messtechnischem Abbau noch etwa 45 Minuten benötigt. In der Abbildung 6-1 ist ein generelles zeitliches Ablaufschema mit den einzelnen Aktionen, die vom Untersuchungsteam mit den Rettern und Bergern durchzuführen waren, dargestellt.

Die Rettungs- oder Bergetätigkeiten wurden insgesamt in 13 Unternehmen durchgeführt. Die Versuche waren in ihren objektiven Bedingungen in Abhängigkeit von den verschiedenen Firmen und Branchen sehr unterschiedlich. Für jede der beteiligten Berufsgenossenschaften, die die Mitgliedsunternehmen ausgesucht haben, wurden maximal 4 Tage für Rettungstätigkeiten vorgesehen. Durch den hohen Aufwand und die erforderliche Sorgfalt sowohl bei den anstehenden Vor- und Nachbereitungsarbeiten als auch bei den Versuchen selber, musste die Anzahl der möglichen Rettungs- oder Bergetätigkeiten auf 2 Rettungs- oder Bergeversuche pro Tag im Schnitt begrenzt werden.

Die gesamte Untersuchungszeit eines Rettungs- oder Bergeversuchs kann wie in Abbildung 6-1 dargestellt in 4 Phasen gegliedert werden. Die Phasen werden in der Abbildung 6-1 mit den Titeln „Vor der Rettung“, „Während der Rettung“, „Direkt nach Rettung“ und „Etwa 10 Minuten nach Rettung“ bezeichnet.

In der Phase 1 „Vor der Rettung“, die in der Regel etwa 2½ Stunden dauerte, wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

1. Durchführung eines Leitfadeninterviews. Das Interview enthielt Fragen zu ergonomischen und arbeitsmedizinischen Themen, zur Rettungstechnologie, zur eingesetzten Technik sowie zur Organisation von Rettungstätigkeiten im Unternehmen und zur Ausbildung der Retter und Berger.
2. Beantwortung des psychologischen Fragebogens „FKK“ zu den Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen der Retter und Berger.
3. Fotos und Dokumentation von Details des gesamten Umfeldes.
4. Messung des Ruhepulses des Hauptretters oder -bergers.
5. Messung der statischen Maximalkräfte des Hauptretters oder -bergers.
6. Erfassung aller anthropometrischen Maße und Daten des Hauptretters oder -bergers.
7. Instrumentierung des Hauptretters oder -bergers mit dem CUELA-Körperhaltungsmesssystem.
8. Instrumentierung des Messsystems zur Aufzeichnung des Belastungspulses.

Dieser erste Block der Untersuchungstätigkeiten richtete sich an den Hauptretter oder -berger. Danach wurde die Rettungsübung am vorbereiteten Ort ausgeführt. Die Kamerapositionen wurden vor Ort ausgesucht und die Filmaufzeichnungen gestartet. Die Rettungsausführung wird in Abbildung 6-1 als Phase 2 „Während der Rettung“ bezeichnet.

Die Phase 2 beinhaltete folgende Einzelheiten:

1. Durchführung der Rettungstätigkeit durch den Hauptretter oder -berger, je nach Art mit weiteren Rettern und Bergern.
2. Messung der Körperhaltungen des Hauptretters oder -bergers.
3. Messung der Herzschlagfrequenz des Hauptretters oder -bergers.
4. Filmtechnische Erfassung der Rettungstätigkeit mit 2 Kameras aus verschiedenen Blickrichtungen.
5. Umfangreiches Fotografieren von möglichst vielen Einzelaspekten der Rettungstätigkeiten.

Der Hauptretter oder -berger stand im Fokus der Beobachtung. Während der Rettungsübung wurden keine beeinflussenden Aktionen von außen zugelassen oder weitere Hilfen gegeben. Nach der Durchführung der Rettungstätigkeit kehrten der Hauptretter oder -berger und der oder die Geretteten zum Untersuchungsteam zurück. Dort wurden dann die Messsysteme und die Kameras abgeschaltet. Das Untersuchungsteam kehrte mit dem Hauptretter oder -berger sowie einem oder mehreren Geretteten zum Ort der vorbereitenden Arbeiten zurück. Dann begann die Phase 3 „Direkt nach der Rettung“.

Es wurden folgende Tätigkeiten ausgeführt:

1. Datensicherungen und Plausibilitätsprüfungen der aufgezeichneten Messsignale der Körperhaltung.
2. Datensicherungen und Plausibilitätsprüfungen des aufgezeichneten Belastungspulses des Herz-Kreislauf-Systems.
3. Beantwortung des psychologischen Fragebogens „NASA Task Load Index“ zur Einschätzung der erlebten Beanspruchung durch den Hauptretter oder -berger.
4. Beantwortung des psychologischen Fragebogens „KAB“ (Kurzfragebogen zur aktuellen Beanspruchung) zur Einschätzung der psychischen Beanspruchung des Geretteten in typischen Phasen des Rettungsvorganges.

10 bis 15 Minuten nach Ende der Rettungstätigkeit wurden zwei psychologische Fragebögen durch den Hauptretter oder -berger sowie den Geretteten ausgefüllt. Dieser Zeitabschnitt wird als Phase 4 „Etwa 10 Minuten nach Rettung“ bezeichnet.

Abbildung 6-1: Ablaufschema eines Rettungsversuches

Vortrag					
Vor der Rettung					
Während der Rettung					
Direkt nach Rettung					
Etwa 10 min nach Rettung					
Fragebögen zur Arbeitsorganisation					
	Retter				
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Leitfadeninterview: Ergonomie, Arbeitsmedizin, Stresserleben, Anthrodaten, Rettungstechnik, Organisation, Ausbildung 2. Fragebogen FKK: Kompetenz/Kontrollüberzeugungen 3. Messungen der Ruheherzfrequenz 4. Messung der Maximalkräfte 5. CUELA-Instrumentierung 6. HF-Instrumentierung 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fotos 2. Filme (2 Camcorder) 3. Dokumentation des Arbeitsablaufes 4. KH-Messungen 5. HF-Messungen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Datensicherungen der CUELA-Daten 2. Datensicherung der HF-Daten 3. Fragebogen Nasa Task Load Index: Einschätzung der psychischen Beanspruchung durch den Retter 4. Fragebogen KAB: psychische Beanspruchung in typischen Rettungsphasen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fragebogen SVF120: Stressverarbeitungsfragebogen 	
	Geretteter				
					<ol style="list-style-type: none"> 1. Interview mit Gerettetem: Sicherheitsgefühl
					 Zeitachse

Diese waren:

1. Beantwortung des psychologischen Fragebogens „SVF120“ (Stressverarbeitungsfragebogen) durch den Hauptretter oder -berger. Dieser Fragebogen erfasste die typischen Stressverarbeitungsweisen des Retters oder Bergers.
2. Beantwortung eines psychologischen Fragebogens durch den Geretteten zur Erfassung des „Sicherheitsgefühls“ bei der Rettung.

Zum Schluss wurden die Messsysteme vom Hauptretter oder -berger entfernt und alle Dokumente abgelegt und gesichert. Insgesamt lagen in der Regel 10 Fragebögen pro Rettungs- oder Bergeversuch vor. Hinzu kommt ein Fragebogen zu arbeitsorganisatorischen Fragestellungen des Unternehmens, dessen Fragestellungen am Vortag von einem betroffenen Verantwortlichen des Unternehmens beantwortet wurden.

7 Ergebnisse

7.1 Struktur und spezifische Substrukturen des Kollektivs der Rettungs- und Bergeversuche

Insgesamt wurden 34 Rettungs- und Bergeversuche durchgeführt. Für die ergonomische und arbeitsmedizinische Belastungs- und Beanspruchungsanalyse war es sinnvoll, zum einen die einzelnen Rettungstätigkeiten als solche in ihren Bedingungen und Besonderheiten, zum zweiten die Gesamtheit aller Rettungs- und Bergetätigkeiten, ausgedrückt als zeitliche Summe der erfassten Messgrößen, und zum dritten sinnvolle Substrukturen des gesamten Kollektivs der Rettungs- und Bergeversuche zu analysieren und zu bewerten.

Als sinnvolle Substrukturen wurden 5 Merkmale der Rettungs- und Bergetätigkeiten definiert. Diese Merkmale sind in der Tabelle 7-1 aufgeführt. In der linken Spalte sind die Gruppennamen der Merkmale mit ihren rechentechnischen Namen, in der mittleren Spalte die definierten spezifischen Ausprägungen innerhalb der Gruppen und in der rechten Spalte die Häufigkeiten der jeweils zugeordneten Rettungs- und Bergeversuche aufgeführt.

Da sich fünf Berufsgenossenschaften mit Rettungs- und Bergeversuchen beteiligt haben, wurde als erste Substruktur die Gruppe der „Berufsgenossenschaften - BG“ definiert. Hierdurch kann als Unterscheidungsmerkmal die Gewerbezugehörigkeit im Groben deutlich werden. Als zweite Substruktur wurde das Merkmal „Rettungsvariante - RVAR“ definiert, die die Rettungstätigkeiten aus den unterschiedlichen Lagen, Positionen und Orten des Verletzten/Fahrgastes systematisiert.

Bei der dritten Substruktur „Rettungsausführung - RAF“ steht der Hauptretter oder -berger mit der von ihm angewandten Rettungs- oder Bergetechnologie im Mittelpunkt. Hier wurden ebenfalls charakteristische Ausprägungen formuliert, die evtl. vorkommende ergonomisch/arbeitsmedizinische Belastungs- und Beanspruchungsunterschiede deutlich machen können.

Als vierte Substruktur wurde das Merkmal „Bewegung des Verletzten - BV“ definiert. Innerhalb dieser Gruppe wurden nur drei Ausprägungen der Bewegung mit dem Verletzten/Fahrgast definiert, die sich deutlich voneinander unterscheiden. Als fünfte Substruktur wurde das Merkmal „Ausbildungsstatus des Retters/Bergers - RTYP“ definiert. Auch hier wurde nur ein grobes dreifaches Ausprägungsschema definiert, das deutliche Unterschiede in der Ausbildung des Retters oder Bergers anzeigt.

Im Diagramm 7-1 sind die Merkmale der Substrukturen mit den Häufigkeiten ihrer Ausprägungen in Balkendiagrammen dargestellt. Die Tabelle 7-1 und die Balkendiagramme in Diagramm 7-1 zeigen, dass die Häufigkeiten der Einzelausprägungen doch recht unterschiedlich waren. Bei der Zusammenstellung des Kollektivs der Rettungs- und Bergeversuche musste von den gegebenen Möglichkeiten ausgegangen werden, die sich dann letztlich in dieser Struktur niedergeschlagen haben. Eine Zusammenstellung von Rettungs- und Bergetätigkeiten nach gleicher oder annähernd gleicher Ausprägung spezieller Merkmale war im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich.

Tabelle 7-1: Substrukturen und Merkmalsausprägungen des Kollektivs der Rettungs- und Bergetätigkeiten

Substrukturen	Ausprägungen	Anzahl
Berufsgenossenschaften (BG)	BBBG	6
	BGBA	6
	BGCH	5
	BGFE	8
	SMBG	9
Rettungsvariante (RVAR)	1 V / in Seitenwand hängend / nah an RE	3
	1 V / in Seitenwand hängend / fern von RE	13
	1 V / frei hängend / fern von RE	5
	1 V / in Steigschutz / Erdseilspitze hängend / fern von RE	3
	1 V / auf hoch liegender Ebene / fern von RE	3
	F / Kabine / Sessel / Fahrleitungswagen	6
	F / große Kabine / mit Wagenführer	1
Rettungsausführung (RAF)	BR bleibt auf Ebene/Bühne	9
	BR bleibt auf Ebene/Bühne / zus. Klettern	3
	BR seilt sich zV ab / ankoppeln / im Tandembetrieb n. u.	6
	BR seilt sich zV ab / RT aV / V auf/ab BR auf/ab	3
	BR steigt zV (Maste) auf/ab / RT aV / V ab BR zurück	4
	BR steigt zV (Steigschutz) auf/ab / RT aV / V ab BR ab	2
	BR mit Strickleiter zur Kabine/zum Sessel	2
	BR mit Seilfahrgerät zur Kabine/zum Sessel	2
	BR in Großkabine / F ab / BR ab	2
	BR mit Kran zV / BR u. V mit Kran auf/ab	1
Bewegung des Verletzten (BV)	1 V vertikal nach unten	24
	1 V vertikal nach oben	8
	1 V schräg nach unten	2
Ausbildungsstatus des Bergers/Retters (RTYP)	BR nicht o. sehr wenig ausgebildet u. geübt	9
	BR bedingt ausgebildet und geübt	14
	BR gut ausgebildet u. geübt	11

Vereinzelt traten daher deutliche Häufigkeitsschwerpunkte auf. Bezogen auf die Substruktur „Berufsgenossenschaften – BG“ lag eine relativ ausgeglichene Verteilung vor. Bei der SMBG lag die größte Versuchshäufigkeit mit 9 Rettungsversuchen vor, es wurden dabei aber nur 5 Retter eingesetzt, so dass dadurch die Gewichtigkeit dieser Ausprägung zu den anderen hin relativiert wurde. Bei der Substruktur „Bewegung des Verletzten/Fahrgast - BV“ wurden die Verletzten/Fahrgäste 24 mal vertikal nach unten hin abgeseilt, während der Verletzte nur 8 mal nach oben und 2 mal schräg nach unten abgeseilt wurde.

Diagramm 7-1: Balkendiagramme der Häufigkeiten der Merkmalsausprägungen nach Substrukturen des Kollektivs der Rettungs- und Bergetätigkeiten

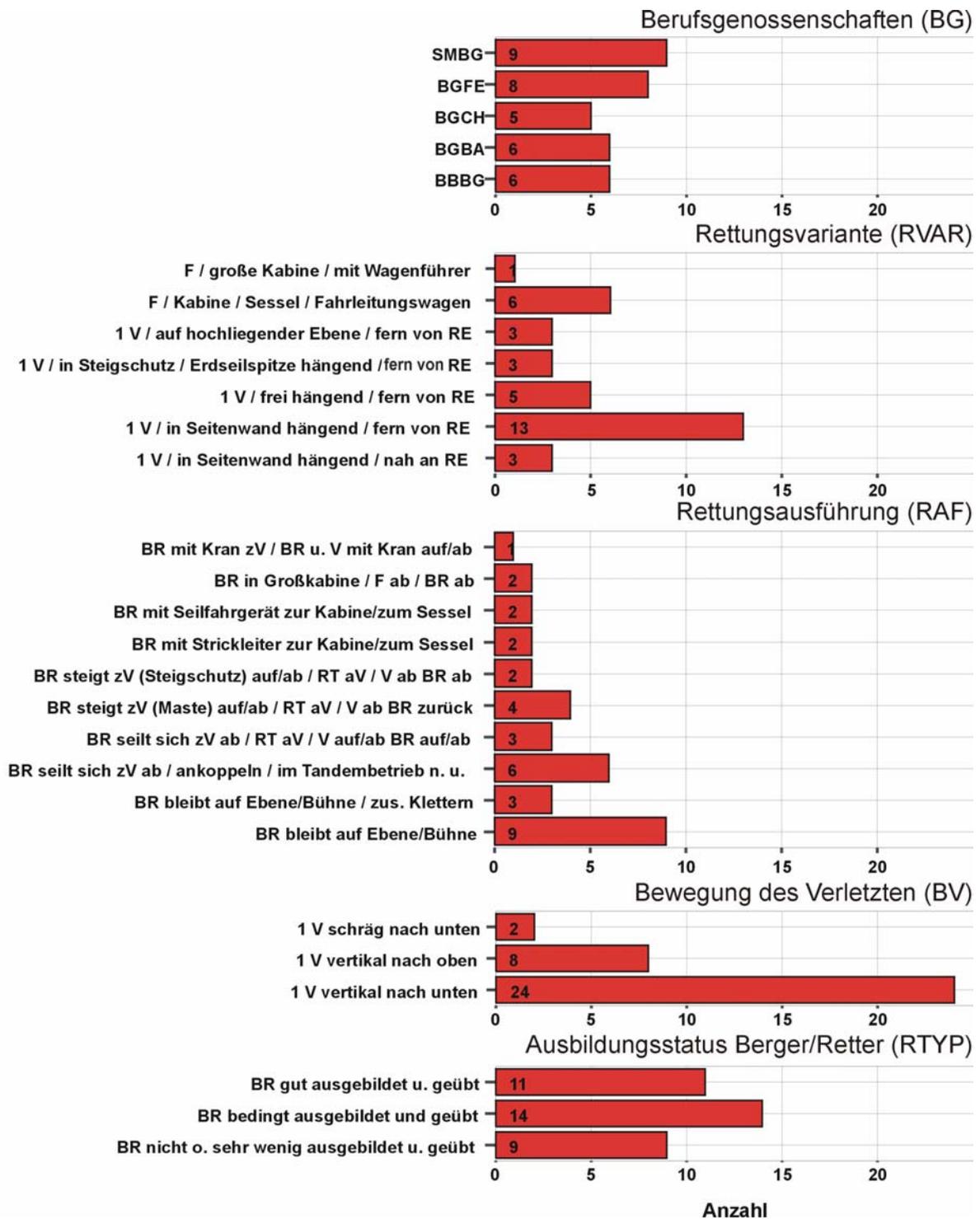


Tabelle 7-2: BG-Zugehörigkeit und Häufigkeit der Merkmalsausprägungen nach den Substrukturen des Kollektivs der Rettungs- und Bergeversuche

Substrukturen	Ausprägungen	BBBG	BGBA	BGCH	BGFE	SMBG	Gesamt
RVAR	1 V / in Seitenwand hängend / nah an RE					3	3
	1 V / in Seitenwand hängend / fern von RE	3		2	2	6	13
	1 V / frei hängend / fern von RE	1		1	3		5
	1 V / in Steigschutz / Erdseilspitze hängend/fern von RE			1	2		3
	1 V / auf hoch liegender Ebene / fern von RE	2		1			3
	F / Kabine / Sessel / Fahrleitungswagen		5		1		6
	F / große Kabine / mit Wagenführer		1				1
Gesamte Anzahlen der Ausprägungen		6	6	5	8	9	34
RAF	BR bleibt auf Ebene/Bühne	1			2	6	9
	BR bleibt auf Ebene/Bühne / zus. Klettern				1	2	3
	BR seilt sich zV ab / ankoppeln / im Tandembetrieb n. u.	4		2			6
	BR seilt sich zV ab / RT aV / V auf/ab BR auf/ab	1		2			3
	BR steigt zV (Maste) auf/ab / RT aV / V ab BR zurück				4		4
	BR steigt zV (Steigschutz) auf/ab / RT aV / V ab BR ab			1	1		2
	BR mit Strickleiter zur Kabine/zum Sessel		2				2
	BR mit Seilfahrgerät zur Kabine/zum Sessel		2				2
	BR in Großkabine / F ab / BR ab		2				2
	BR mit Kran zV / BR u. V mit Kran auf/ab					1	1
Gesamte Anzahlen der Ausprägungen		6	6	5	8	9	34
BV	1 V vertikal nach unten	4	6	3	7	4	24
	1 V vertikal nach oben	1		2		5	8
	1 V schräg nach unten	1			1		2
Gesamte Anzahlen der Ausprägungen		6	6	5	8	9	34
BRTYP	BR nicht o. sehr wenig ausgebildet u. geübt					9	9
	BR bedingt ausgebildet und geübt		6		8		14
	BR gut ausgebildet u. geübt	6		5			11
Gesamte Anzahlen der Ausprägungen		6	6	5	8	9	34

Bei den Ausprägungen der „Rettungsvariante – RVAR“ tritt die größte Häufigkeit – 13 Rettungsversuche - beim Merkmal „1 Verletzter (V) / in Seitenwand hängend / fern von Rettungsebene (RE)“ auf. Bei den „Rettungsausführungen – RAF“ ist die Ausprägung „Retter/Berger (BR) bleibt auf Ebene/Bühne“ mit 9 Rettungsversuchen auffällig. Die Häufigkeiten der drei Ausbildungsausprägungen können zusammen als relativ homogen betrachtet werden.

In der Tabelle 7-2 werden für die Substrukturen RVAR, RAF, BV und RTYP und ihre Ausprägungen die Häufigkeiten nach Zugehörigkeit zur Substruktur „Berufsgenossenschaft – BG“ angegeben. Damit kann gezeigt und rückverfolgt werden, aus welchen Rettungsversuchen die spezifischen Häufigkeiten der Einzelausprägungen gebildet wurden.

7.2 Das Kollektiv der eingesetzten Retter und Berger

7.2.1 Anthropometrische Daten

An den insgesamt 34 Rettungs- und Bergeversuchen waren 31 Hauptretter und -berger beteiligt, auf die sich die ergonomische und arbeitsmedizinische Belastungs- und Beanspruchungsanalyse bezieht. In der Tabelle 7-7 sind die erhobenen anthropometrischen Kenngrößen des Kollektivs der Hauptretter und -berger aufgeführt.

Alle metrischen Größen wurden in Zentimeter erfasst. Die Körpermasse mit Arbeitskleidung wurde mit einer Genauigkeit von 100 Gramm erfasst. Das Alter der Hauptretter und -berger wird in der Tabelle in Jahren angegeben. Die Hauptretter und -berger wurden nach dem entsprechenden Code sortiert den beteiligten Berufsgenossenschaften zugeordnet.

Bei der ergonomischen Belastungs- und Beanspruchungsanalyse wurden ausschließlich die Hauptretter und -berger einbezogen. Bei der BBBG standen 7, bei der BGBA 6, bei der BGCH 5, bei der BGFE 8 und bei der SMBG 5 Hauptretter und -berger zur Durchführung von Rettungs- oder Bergetätigkeiten zur Verfügung.

Alter der Probanden

In der Tabelle 7-3 sind statistische Kenngrößen der Altersverteilungen nach den Berufsgenossenschaften und für die Gesamtgruppe dargestellt. Häufigkeitsverteilungen des Alters der Hauptretter und -berger werden im Diagramm 7-2 dargestellt. Für das erste Häufigkeitsdiagramm wurde eine Klassengröße von 2 Jahren, für das zweite eine Klassengröße von 5 Jahren gewählt.

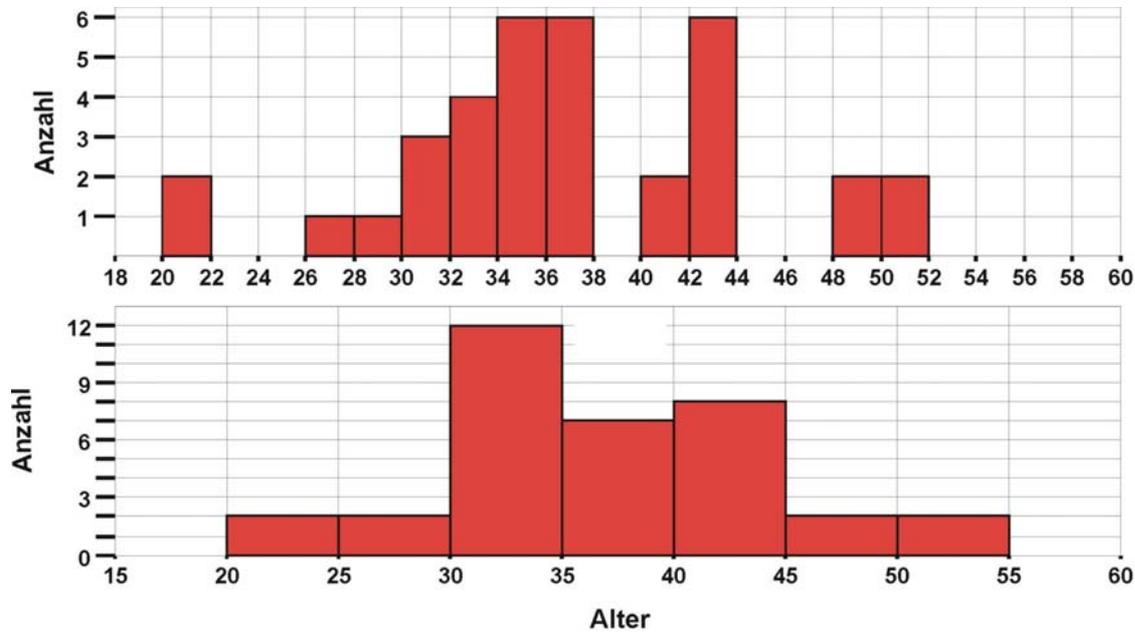
Tabelle 7-3: Statistische Kenngrößen des Alters der Hauptretter und -berger

Berufsgenossenschaft	Alter in Jahren					
	N	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Spannweite
BBBG	7	39	38	35	49	14
BGBA	6	39	38	33	44	11
BGCH	5	39	35	32	51	19
BGFE	8	38	37	28	52	24
SMBG	5	34	34	22	44	22
Gesamt	31	38	37	22	52	30

Das mittlere Alter (Median) betrug 37 Jahre. Die Altersspanne verlief von 22 bis 52 Jahren. Die Spannweite betrug 30 Jahre. In den Häufigkeitsdiagrammen sind keine bemerkenswerten Schief lagen der Altersverteilungen zu erkennen. Nach statistischem Test liegt beim Alter eine Normalverteilung der Werte vor. Das mittlere Alter (MEDIAN) verläuft zwischen den Berufsgenossenschaften von 34 bis 38 Jahren. Die arithmetischen Mittelwerte (MEAN) für die einzelnen Berufsgenossenschaften liegen in einem Bereich zwischen 33.8 und 39.3 Jahren. Ein Mittelwertvergleich zwischen den 5 Einzelwerten ergibt einen signifikanten Unterschied zwischen dem mittleren Alter der Hauptretter und -berger, die zur SMBG gehörten, und den Hauptrettern und -bergern der anderen vier Berufsgenossenschaften. Zwischen diesen konnte kein Unterschied

nachgewiesen werden. Das gesamte Kollektiv der Hauptretter und -berger bestand aus Männern.

Diagramm 7-2: Häufigkeitsverteilungen des Alters der Hauptretter und -berger



Körpermasse mit Kleidung

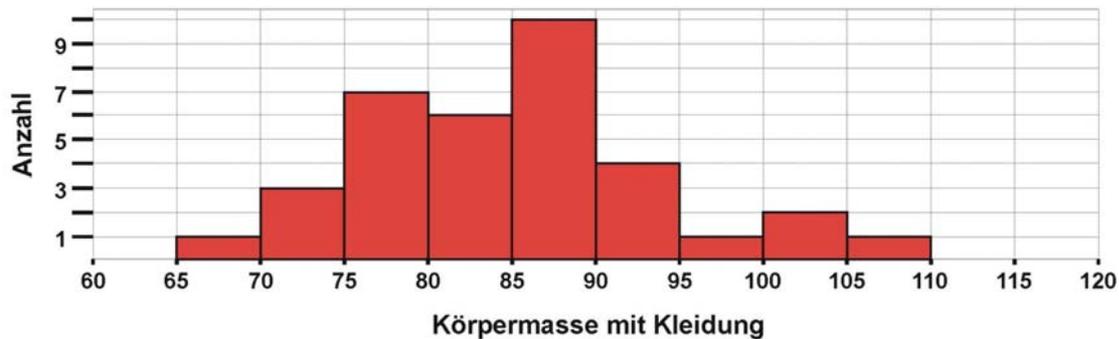
In der Tabelle 7-4 sind statistische Kenngrößen der „Körpermasse mit Kleidung“ für die Berufsgenossenschaften und die Gesamtgruppe aufgeführt. Die Häufigkeitsverteilung der „Körpermasse mit Kleidung“ wird im Diagramm 7-3 dargestellt.

Die Körpermasse wurde vor der Durchführung der Rettungstätigkeit ermittelt. Der Hauptretter oder -berger war mit der Arbeitskleidung bekleidet, in der die Tätigkeit durchgeführt wurde. Erst danach legte der Hauptretter oder -berger die erforderlichen Schutzausrüstungen an. Die mittlere Körpermasse mit Arbeitskleidung betrug 84.9 kg (MEAN). Es wurden Körpermassen zwischen 65.2 kg und 106.7 kg ermittelt. Die Spannweite betrug 41.5 kg.

Tabelle 7-4: Statistische Kenngrößen der Körpermasse mit Kleidung der Hauptretter und -berger

Berufsgenossenschaft	Körpermasse mit Kleidung					
	N	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Spannweite
BBBG	7	88.5	89.4	76.7	95.5	18.8
BGBA	6	76.9	75.2	65.2	92.3	27.1
BGCH	5	82.4	82.1	73.7	92.6	18.9
BGFE	8	87.3	87.5	78.1	106.7	28.6
SMBG	5	88.1	87.2	79.7	103.9	24.2
Gesamt	31	84.9	85.8	65.2	106.7	41.5

Diagramm 7-3: Häufigkeitsverteilungen der Körpermasse mit Kleidung der Hauptretter und -berger



Bei den mittleren Körpermassen liegen die BBBG, BGCH, BGFE und die SMBG mit Werten zwischen 82.4 kg und 88.5 kg in etwa auf dem gleichen Niveau. Die mittlere Körpermasse der Hauptretter der BGBA liegt mit 76.9 kg etwa 10 kg unter dem Mittelwert der anderen 4 Berufsgenossenschaften. Dies spiegelt sich in etwa auch in den Minimal- und Maximalwerten wieder. In der Häufigkeitsverteilung der „Körpermasse mit Kleidung“ ist keine auffällige Schiefelage zu beobachten. Nach statistischem Test liegt eine Normalverteilung der Werte der Körpermasse mit Kleidung vor.

Körpergröße mit Schuhen

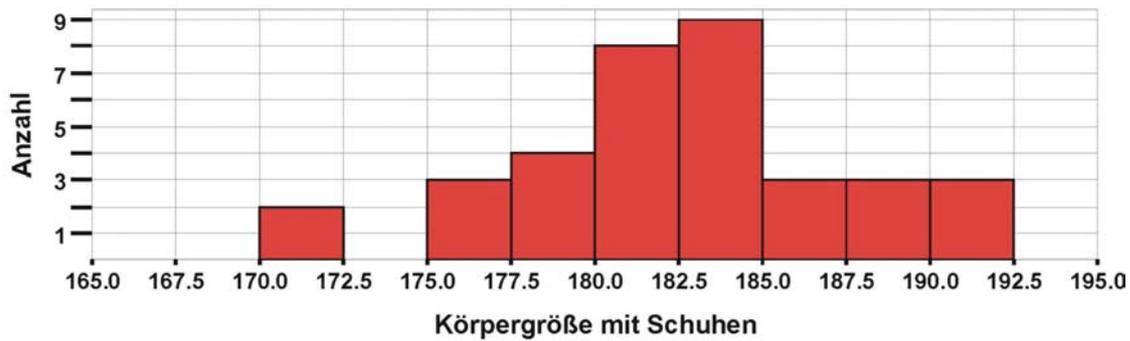
In der Tabelle 7-5 sind statistische Kenngrößen der Körpergröße mit Schuhen für die Berufsgenossenschaften und die Gesamtgruppe aufgeführt. Die Häufigkeitsverteilung der Körpergröße mit Schuhen der Hauptretter oder -berger wird im Diagramm 7-4 dargestellt.

Die Körpergröße mit Schuhen wurde ebenfalls vor der Durchführung der Rettungstätigkeit ermittelt. Die mittlere Körpergröße mit Arbeitsschuhen betrug 182 cm (MEAN). Es wurden Körpergrößen zwischen 171 cm und 191 cm ermittelt. Die Spannweite betrug 20 cm.

Tabelle 7-5: Statistische Kenngrößen der Körpergröße mit Schuhen der Hauptretter und -berger

Berufsgenossenschaft	Körpergröße mit Schuhen (Scheitelmaß)					
	N	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Spannweite
BBBG	7	183	182	178	191	13
BGBA	6	180	180	171	189	18
BGCH	5	181	184	176	186	10
BGFE	8	182	181	171	189	18
SMBG	5	185	183	183	191	8
Gesamt	31	182	182	171	191	20

Diagramm 7-4: Häufigkeitsverteilung der Körpergröße mit Schuhen der Hauptretter und -berger



Es sind keine auffälligen Unterschiede zwischen den Werten der Berufsgenossenschaften zu beobachten. In der Häufigkeitsverteilung der Körpergröße mit Schuhen ist keine auffällige Schiefe in der Verteilung zu beobachten. Nach statistischem Test liegt eine Normalverteilung der Werte der Körpergröße mit Schuhen vor.

Weitere anthropometrische Kenngrößen

In der Tabelle 7-6 sind statistische Maßzahlen der weiteren anthropometrischen Kenngrößen aufgeführt. Die Häufigkeitsverteilungen der Kenngrößen sind in den Diagramm 7-5 bis Diagramm 7-7 dargestellt. Die Einzelwerte sind in der Tabelle 7-7 aufgeführt.

Tabelle 7-6: Statistische Kenngrößen der weiteren anthropometrischen Parameter der Hauptretter und -berger

Berufsgenossenschaft	Anthropometrische Kenngrößen in cm					
	N	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum	Spannweite
Kopflänge	31	28	28	25	33	8
Schulterhöhe	31	149	148	139	157	18
Schulterbreite	31	42	42	37	45	8
Hüftbreite	31	36	36	32	39	7
Rückenlänge	31	37	36	32	45	13
Rumpflänge	31	53	54	44	63	19
Oberarmlänge	31	32	32	28	36	8
Unterarmlänge	31	29	28	26	36	10
Greifweite	31	63	63	56	68	12
Handlänge	31	19	19	17	22	5
Oberschenkellänge	31	43	42	38	49	11
Unterschenkellänge	31	44	44	38	49	11
Fußlänge mit Schuh	31	30	30	27	32	5
Fußhöhe mit Schuh	31	10	10	8	11	3

Tabelle 7-7: Anthropometrische Daten des Kollektivs der Hauptretter und –berger (Maße in cm; Alter in Jahren; Massen in kg)

BG und Proband		Alter	Körpermasse mit Kleidung	Körpergröße mit Schuhen	Greifweite	Schulterhöhe	Schulterbreite	Hüftbreite	Rückenlänge	Kopflänge	Rumpflänge	Oberarmlänge	Unterarmlänge	Handlänge	Oberschenkellänge	Unterschenkellänge	Fußlänge mit Schuh	Fußhöhe mit Schuh
BBBG	P04	38	89.4	181	62	148	39	36	35	33	57	33	28	19	42	42	32	10
	P05	37	93.3	191	62	155	44	36	37	27	58	32	27	19	46	41	31	10
	P06	36	76.7	178	61	146	41	36	33	28	55	32	27	19	41	42	32	9
	P07	35	95.0	185	64	150	42	37	38	26	60	33	29	20	40	43	31	9
	P23	49	95.5	178	56	148	41	37	42	26	49	29	34	19	42	41	30	11
	P24	38	83.5	182	66	154	43	37	36	27	49	36	36	19	44	46	32	11
	P25	42	85.8	184	61	153	44	37	40	29	52	34	32	19	42	45	31	11
BGBA	P26	37	82.6	176	56	145	41	33	39	27	54	28	30	18	38	42	29	10
	P29	33	65.2	181	62	149	39	33	38	27	54	32	30	19	38	46	30	11
	P32	38	78.9	178	61	145	41	35	36	27	52	30	26	19	42	42	29	11
	P35	43	71.2	171	59	140	39	34	36	26	50	29	27	19	40	40	28	11
	P38	37	71.4	189	66	154	44	37	44	30	53	32	30	18	43	44	29	11
	P41	44	92.3	182	61	148	45	38	36	26	53	30	28	20	39	43	31	10
BGCH	P08	51	92.6	186	66	157	37	35	36	28	57	36	28	19	46	45	29	10
	P09	43	82.1	176	60	143	40	37	33	29	55	30	26	18	42	38	29	11
	P20	32	77.7	184	63	150	43	35	36	29	54	31	29	18	42	48	30	10
	P21	35	73.7	176	61	142	42	35	34	28	51	33	27	18	41	43	29	9
	P22	35	85.9	184	63	152	40	37	40	28	52	30	28	19	40	46	31	10
BGFE	P12	41	106.7	189	66	154	42	39	34	29	54	32	31	20	47	47	29	10
	P13	52	89.3	180	61	144	43	37	32	26	52	32	27	19	40	38	31	11
	P14	29	80.4	181	65	146	43	34	33	32	50	35	26	18	45	42	30	10
	P15	49	89.9	181	62	144	44	36	33	29	49	30	27	19	44	42	30	11
	P16	44	87.1	181	65	144	43	37	39	30	49	34	30	19	41	40	29	9
	P17	32	87.9	188	67	153	41	37	36	31	55	34	28	19	47	46	32	9
	P18	28	78.1	171	58	139	43	33	33	25	44	29	28	17	46	44	27	8
	P19	31	79.2	181	66	148	39	34	34	27	51	33	30	18	47	47	30	11
SMBG	P01	44	103.9	183	67	149	43	32	45	30	55	34	26	19	44	46	30	9
	P02	34	80.4	183	68	147	43	35	42	29	63	36	29	20	46	46	31	11
	P03	34	89.2	183	65	152	44	32	41	26	55	34	29	20	47	45	32	11
	P10	22	79.7	191	65	155	42	36	32	26	59	36	29	21	43	49	32	9
	P11	35	87.2	186	67	153	42	38	35	26	57	34	31	22	49	48	31	9

Diagramm 7-5: Häufigkeitsverteilungen der Schulterhöhe und -breite, der Hüftbreite, der Kopflänge und der Rückenlänge des Kollektivs der Hauptretter und -berger

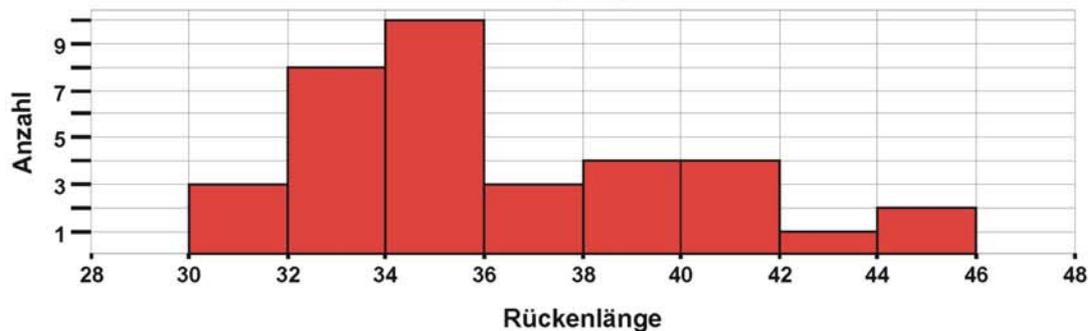
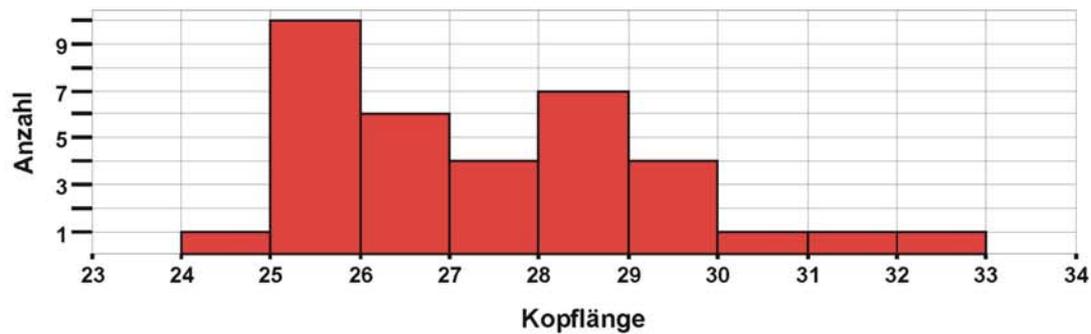
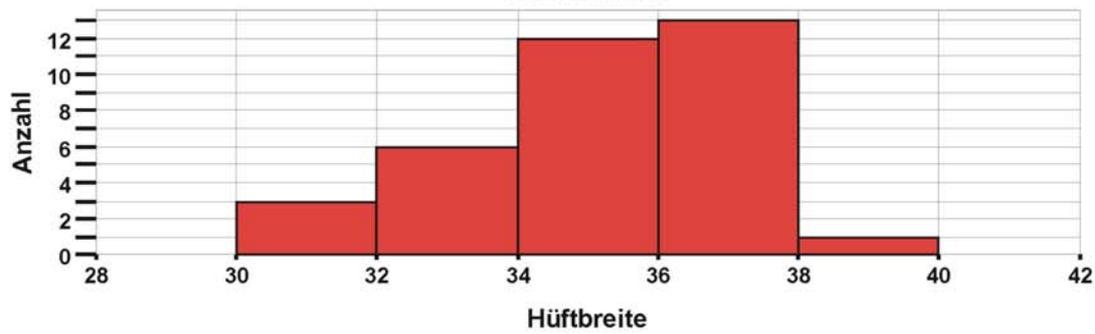
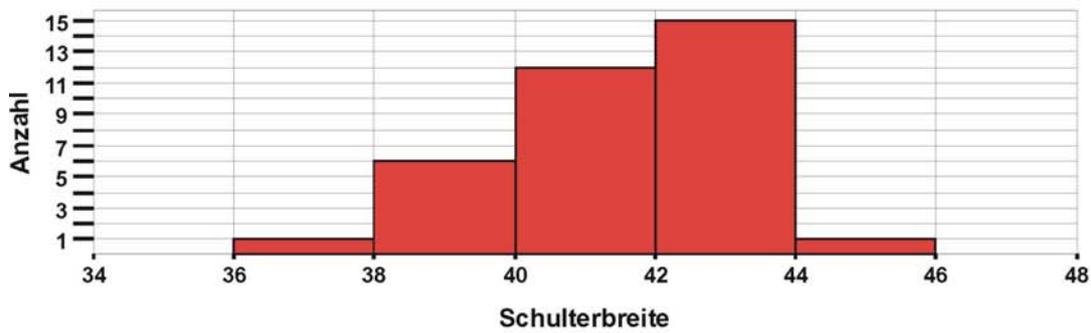
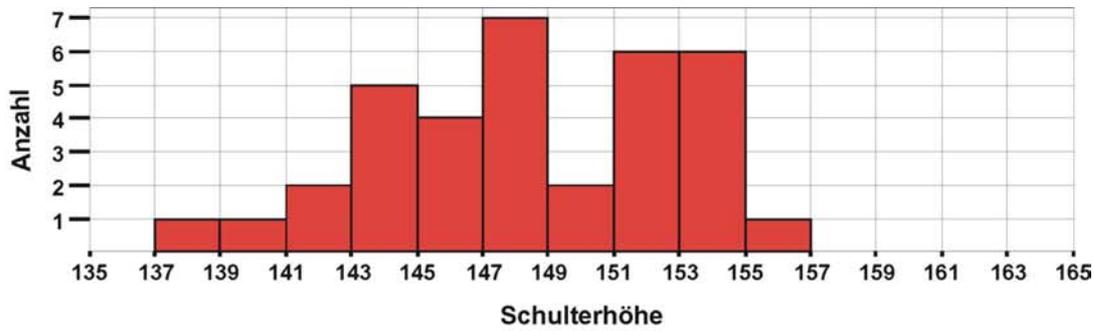


Diagramm 7-6: Häufigkeitsverteilungen der Oberarm-, Unterarm- und Handlänge, sowie der Oberschenkel- und Unterschenkelänge des Kollektivs der Hauptretter und -berger

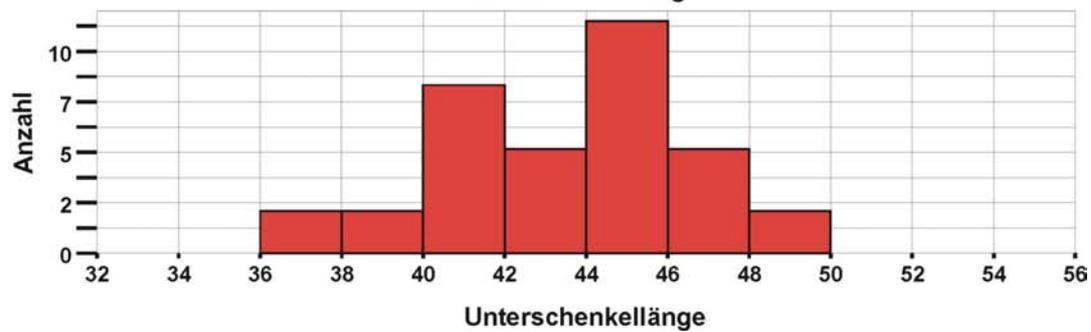
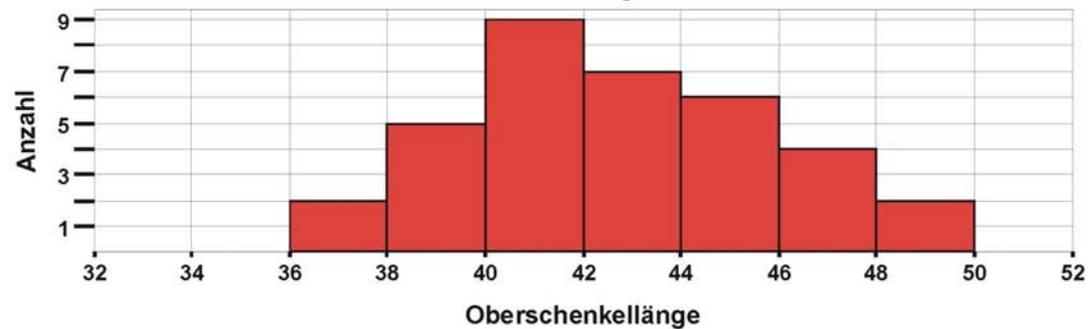
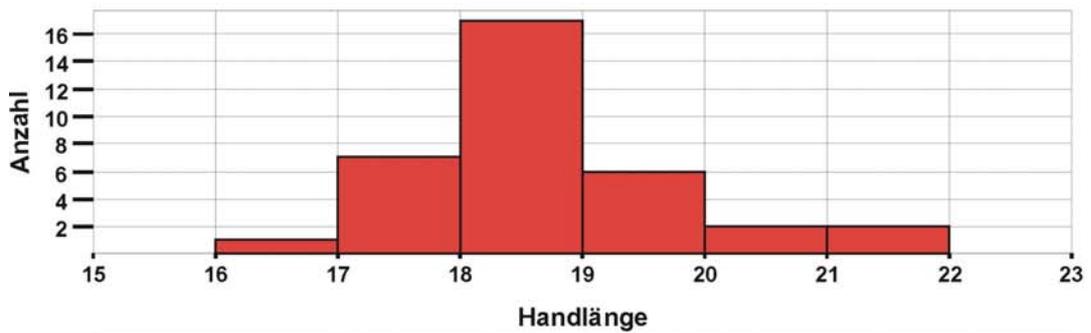
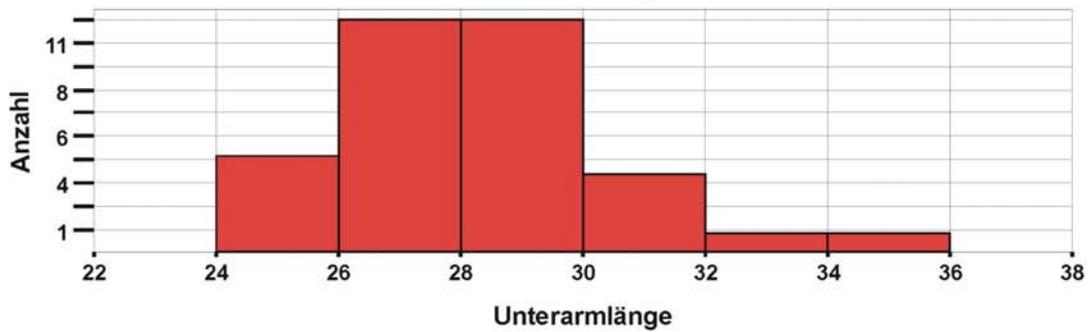
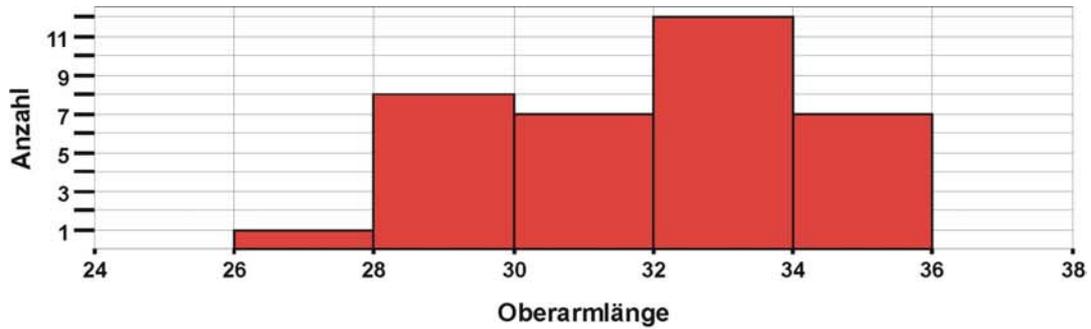
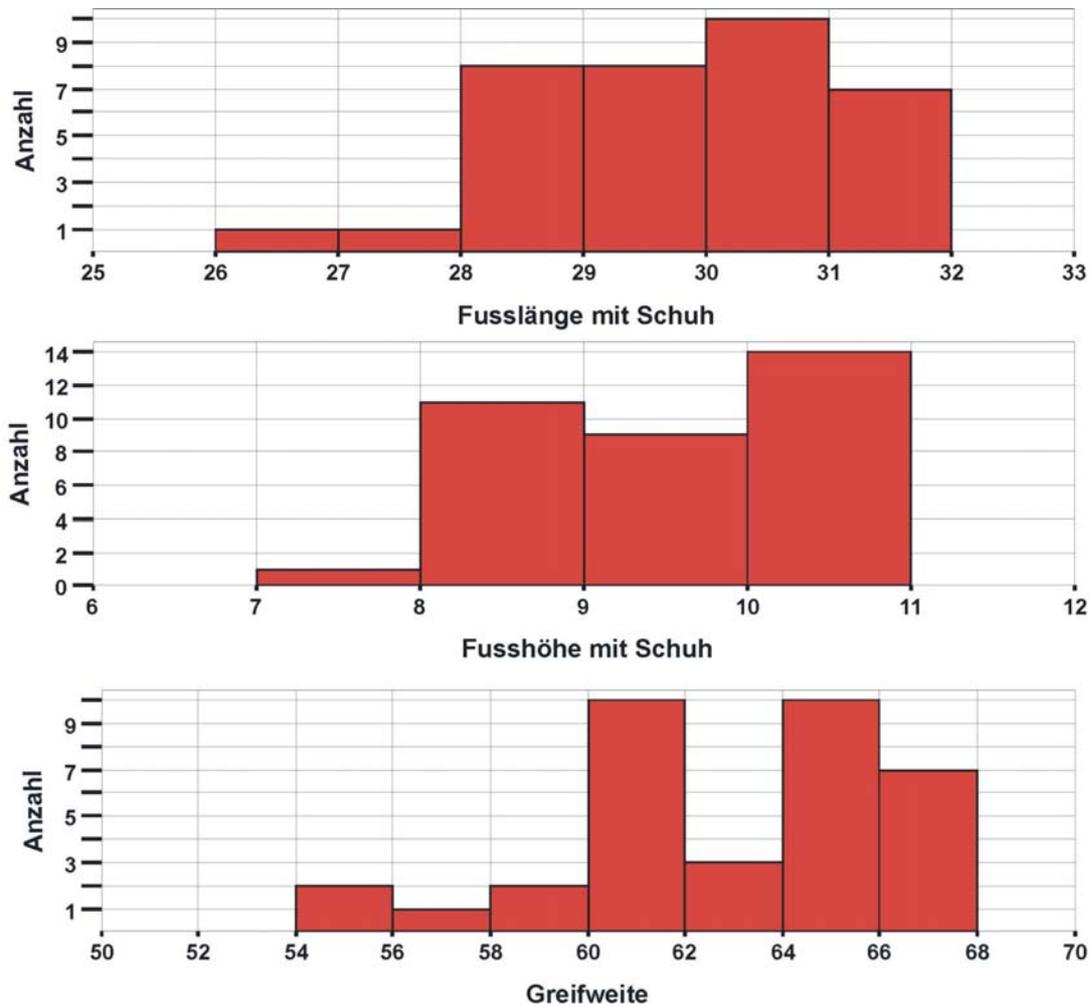


Diagramm 7-7: Häufigkeitsverteilungen der Fußlänge und Fußhöhe mit Schuhen sowie der Greifweite des Hand-Arm-Systems des Kollektivs der Hauptretter und -berger



Für die Kopflänge wurden ein Mittelwert (MEAN) von 28 cm und eine Spannweite von 8 cm ermittelt. Für die Schulterhöhe wurden ein Mittelwert (MEAN) von 149 cm und eine Spannweite von 18 cm ermittelt. Die Spannweite der Schulterhöhe entspricht erwartungsgemäß etwa der oben aufgeführten Spannweite der Körpergröße. Für die Schulterbreite wurden ein Mittelwert (MEAN) von 42 cm und eine Spannweite von 8 cm ermittelt. Für die Hüftbreite wurden ein Mittelwert (MEAN) von 36 cm und eine Spannweite von 7 cm ermittelt.

Die Rückenlänge war das Maß vom Übergang Schulterbereich/Hals bis zum Kreuzbein. Hierfür wurde ein Mittelwert (MEAN) von 37 cm mit einer Spannweite von 13 cm ermittelt. Die Rumpflänge war das Maß vom Oberschenkelgelenk im Becken bis zum Schultergelenk. Hierfür wurden ein Mittelwert (MEAN) von 53 cm und eine Spannweite von 19 cm ermittelt.

Für die Oberarmlänge wurden ein Mittelwert (MEAN) von 32 cm und eine Spannweite von 8 cm ermittelt. Für die Unterarmlänge wurden ein Mittelwert (MEAN) von 29 cm und eine Spannweite von 10 cm ermittelt. Die Greifweite war die Strecke vom Schultergelenk bis zum Handgelenk bei horizontal voll ausgestreckten Armen. Hierfür wurden ein Mittelwert (MEAN) von 63 cm und eine Spannweite von 12 cm ermittelt. Für die

Handlänge wurden ein Mittelwert (MEAN) von 19 cm und eine Spannweite von 5 cm ermittelt.

Für die Oberschenkellänge wurde ein Mittelwert (MEAN) von 43 cm, für die Unterschenkellänge ein Mittelwert (MEAN) von 44 cm ermittelt. Für beide Größen wurde eine Spannweite von 11 cm ermittelt. Für die Fußlänge mit Arbeitsschuh wurden ein Mittelwert (MEAN) von 30 cm und eine Spannweite von 5 cm, für die Fußhöhe mit Arbeitsschuh wurden ein Mittelwert von 10 cm und eine Spannweite von 3 cm ermittelt.

7.2.2 Arbeitsmedizinische Daten

Um einen Überblick über den Gesundheitszustand des gesamten Kollektivs der Retter und Berger zu erhalten, wurden mit einer standardisierten Abfrage alle Hauptretter und –berger nach dem aktuellen Alter sowie nach gesundheitlichen Beschwerden, Medikamenteneinnahme, Rauchgewohnheiten und sportlicher Betätigung gefragt. Während der Studie wurden diese Fragen um das Thema „arbeitsmedizinische Betreuung“ und gegebenenfalls um die durchgeführten Grundsatzuntersuchungen nach den „Berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen“ (HVBG, 2004) ergänzt. Bei durchgeführten Grundsatzuntersuchungen mit einer Ergometrie, wie beispielsweise „G 26.3 Atemschutzgeräte, Gruppe 3“ oder „G 30 Hitzearbeit“ wurde, nach vorheriger Einverständniserklärung des Betroffenen, vom zuständigen Werks- oder Betriebsarzt die bei der Ergometrie erreichte Leistung erfragt. Im Folgenden werden die Ergebnisse dargestellt.

Die vor den Rettungs- und Bergeversuchen bestimmten Körpergrößen und die Körpergewichte werden im Kapitel 7.2.1 „Anthropometrische Daten“, der daraus berechnete Body Mass Index (BMI) wird in diesem Kapitel behandelt.

Gesundheitliche Beschwerden

Die Frage nach gesundheitlichen Beschwerden wurde von 12 Probanden bejaht. Keinerlei Beschwerden hatte die Mehrzahl der 31 Retter und Berger. Beschwerden des Stütz- und Bewegungsapparates wurden dabei am häufigsten angegeben. Die Verteilung zeigt die Tabelle 7-8.

Tabelle 7-8: Häufigkeit und Lokalisation der angegebenen körperlichen Beschwerden

Beschwerden	Zahl der Angaben	Prozent der Angaben
keine	19	61.3
Herz / Kreislauf	3	9.7
Stütz- / Bewegungsapparat	5	16.1
Magen / Darm	1	3.2
sonstige Beschwerden	3	9.7
Gesamt	31	100.0

Medikamenteneinnahme

Regelmäßig nahmen 2 der 31 Hauptretter und -berger Medikamente ein. Ein Retter, der über Herz-/Kreislaufbeschwerden klagte, benötigte ein blutdrucksenkendes Präparat, ein weiterer „sonstige Medikamente“, im speziellen Fall ein Schilddrüsenpräparat. Keiner der Retter und Berger benötigte Antidiabetika oder Psychopharmaka.

Rauchgewohnheiten

Gelegentlich bis mehr als 20 Zigaretten am Tag rauchten 17 Personen. Nie geraucht haben 7, zum Erhebungszeitpunkt rauchten 7 Probanden nicht mehr, waren also ehemalige Raucher. Die detaillierte Verteilung stellt die Tabelle 7-9 dar:

Tabelle 7-9: Rauchgewohnheiten

Rauchgewohnheiten	Häufigkeit	Prozent
nie geraucht	7	22.6
gelegentliches Rauchen	5	16.1
bis 10 Zigaretten täglich	2	6.4
10 bis 20 Zigaretten täglich	7	22.6
über 20 Zigaretten täglich	3	9.7
raucht nicht mehr	7	22.6
Gesamt	31	100.0

Die Verteilung der Rauchgewohnheiten in den fünf Berufsgenossenschaften zeigt die Tabelle 17-1 im Anhang.

Sport

Von den 31 Hauptrettern und -bergern übten 13 keinerlei Sport aus, um einen guten körperlichen Trainingszustand für die Ausübung der Rettungstätigkeiten zu gewinnen. Die von den anderen Hauptrettern und -bergern angegebenen Sportarten wurden in zwei Gruppen eingeteilt: in „Sport mit fraglichem Trainingseffekt“ und „Sport mit Trainingseffekt“ für das Herz-Kreislauf-System, siehe Tabelle 7-10.

Tabelle 7-10: Ausgeübter Sport

Sport	Häufigkeit	Prozent
kein Sport	13	41.9
Sport mit fraglich. Trainingseffekt f. Herz-Kreislauf	7	22.6
Sport mit Trainingseffekt für Herz- Kreislauf	11	35.5
Gesamt	31	100.0

Unter „Sport mit fraglichem Trainingseffekt“ für das Herz-Kreislauf-System wurden Fußball, Tauchen, Radfahren, Karate und Klettern eingeordnet, unter „Sport mit Trainingseffekt“ für das Herz-Kreislauf-System Mountainbiking, Rennradfahren, Ergometertraining, Ausdauertraining, Langstreckenschwimmen, Fitness, Laufen und Tennis.

Tabelle 7-11: Häufigkeit des ausgeübten Sports

Häufigkeit des ausgeübten Sports	Häufigkeit	Prozent
kein Sport	13	41.9
weniger als 1 mal / Woche	3	9.7
1 mal / Woche	2	6.5
2 mal / Woche	4	12.9
mehr als 2 mal / Woche	9	29.0
Gesamt	31	100.0

Entscheidend für einen positiven Effekt für das Herz-Kreislauf-System ist auch wie intensiv ein Sport ausgeübt wird. Als Maßstab wurde hierfür die wöchentliche Trainingshäufigkeit ausgewählt. Die 11 Hauptretter und -berger, die einem „Sport mit Trainingseffekt“ zugeordnet wurden, trainierten entweder wöchentlich zweimal (4 Personen) oder mehr als zweimal (7 Personen). Zwei Personen, die nach der Auswahl der Sportarten einen „Sport mit fraglichem Trainingseffekt“ für das Herz-Kreislauf-System (Fußball, Radfahren) ausübten, trainierten häufiger als zweimal wöchentlich und wurden deswegen der Gruppe „Sport mit Trainingseffekt“ zugeordnet, so dass diese Gruppe auf 13 Personen (41.9 %) wächst.

Die anderen Hauptretter und -berger aus der Gruppe „Sport mit fraglichem Trainingseffekt“ übten diesen einmal oder weniger als einmal wöchentlich aus, so dass kein effektiver Trainingseffekt für die Tätigkeit des Rettens und Bergens erwartet werden konnte. Sie waren aus diesem Grund praktisch mit den Rettern und Bergern der Gruppe gleichzustellen, die keinen Sport ausübten (insgesamt 18 Personen oder 58.1 %).

Die Verteilung der Sporttreibenden mit Trainingseffekt, beurteilt nach Sportart sowie der Häufigkeit des Trainings, in den fünf Berufsgenossenschaften zeigt die Tabelle 7-12.

Tabelle 7-12: Retter und Berger, bewertet nach Häufigkeit und Sport mit gutem Trainingseffekt, nach Berufsgenossenschaften

Sport/Trainingseffekt	BBBG	BGBA	BGCH	BGFE	SMBG	SUMME
Durchschnittlich	3	5	2	6	2	18
Gut	4	1	3	2	3	13
Gesamt	7	6	5	8	5	31

Arbeitsmedizinische Betreuung

Die Betriebe, die in dieser Untersuchung Rettungs- oder Bergeversuche durchführten, werden entweder durch eigene Betriebs- oder Werksärzte oder durch überregionale arbeitsmedizinische Zentren betreut. Einzige Ausnahme sind die Bergbahnbetriebe, bei denen weder eine arbeitsmedizinische Betreuung besteht, noch Untersuchungen nach den „Berufsgenossenschaftlichen Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen“ erfolgen.

Bei den arbeitsmedizinisch betreuten Rettern und Bergern wurden Untersuchungen nach folgenden drei Grundsätzen für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen durchgeführt:

- G 26 - Arbeiten mit Atemschutzgeräten, Gerätegruppe 3
- G 30 - Hitzearbeiten
- G 41 - Arbeiten mit Absturzgefahr

Die Untersuchungen der Retter der Grubenwehr nach der Gesundheitsschutz-Bergverordnung wurden unter den Grundsätzen G 26 und G 30 subsumiert. Diese drei Untersuchungsgrundsätze wurden in unterschiedlichen Kombinationen durchgeführt. Einzelheiten sind in der Tabelle 7-13 dargestellt.

Tabelle 7-13: Kombinationen und Anzahl der durchgeführten arbeitsmedizinischen Grundsatzuntersuchungen

BG	Betriebs- oder Gewerbebereich	Betriebe Anzahl	Grundsatzuntersuchungen	Probandenzahl
BBBG	Grubenwehr mit Untersuchung	1	26 + 30	4
	Grubenwehr ohne Untersuchung			
	Werkfeuerwehr mit Untersuchung	1	26	2
	Werkfeuerwehr ohne Untersuchung			1
BGCH	Werkfeuerwehr mit Untersuchung	2	26	5
	Werkfeuerwehr ohne Untersuchung			
BGFE	Leitungsbau mit Untersuchung	1	41	4
	Antennenbau mit Untersuchung	1	41	4
	Leitungs-/Antennenbau ohne Untersuchung			
SMBG	Stahlhochbau mit Untersuchung	3	41	3
	Stahlhochbau ohne Untersuchung			2
BGBA	Bergbahnen mit Untersuchung			
	Bergbahnen ohne Untersuchung	3		6
Gesamt		12		31

Auffällig bei den unterschiedlichen Kombinationen der durchgeführten arbeitsmedizinischen Untersuchungen ist, dass sowohl die Werkfeuerwehren, die Höhenrettung, als auch die Grubenwehren, die seilunterstützte Rettung in Schächten durchführen, nicht nach dem Grundsatz „G 41 - Arbeiten mit Absturzgefahr“ beurteilt werden.

Bei den Rettern und Bergern ohne Untersuchung sowohl der Werkfeuerwehr als auch der Stahlhochbaubetriebe lag zum Erhebungstermin keine aktuelle Untersuchung vor, da sie entweder abgelaufen war oder der Beschäftigte erst kurzfristig zu diesem Betrieb gehörte.

Der arbeitsmedizinische Untersuchungsgrundsatz „G 26 – Arbeiten mit Atemschutzgeräten der Gerätegruppe 3“ schreibt zwingend eine Ergometrie zur Leistungsbeurteilung des Herz-Kreislauf-Systems vor. Insgesamt wurden 11 Hauptretter und -berger nach diesem Grundsatz untersucht, von 8 erhielten wir den ermittelten Leistungswert W 150. Dieser Wert beschreibt diejenige Leistung, gemessen in Watt/kg Körpergewicht, die bei einer Herzschlagfrequenz von 150 Pulse/min bei einer stufenweise ansteigenden Belastung am Fahrradergometer erbracht wird. Der zu erbringende Mindestsollwert für die Leistung W 150 bei Männern beträgt 2.1 W/kg Körpergewicht (HVBG, 2004). Die von den 8 Probanden erbrachte Ergometerleistung lag zwischen 2.1 und 2.8 W/kg Körpergewicht und somit im Normbereich oder darüber.

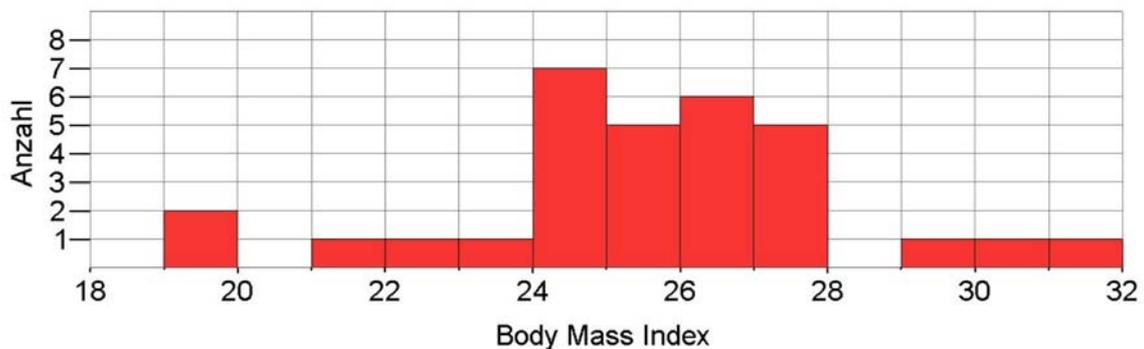
Body Mass Index (BMI)

Zur Beurteilung des Körpergewichts hat sich die Bestimmung des Body Mass Index (BMI) in der klinischen Praxis durchgesetzt. Dieser Wert wird nach der Formel: Körpermassenindex (Body Mass Index oder BMI) ist gleich Körpergewicht (kg) dividiert durch das Quadrat der Körpergröße (m), berechnet.

Die Körpergröße sowie das Gewicht mussten wegen der Untersuchungen am Arbeitsplatz mit normaler Arbeitskleidung und Arbeitsschuhen bestimmt werden. Die Körpergröße aller Berger und Retter lag zwischen 1.71 m und 1.91 m, das Körpergewicht zwischen 65.2 kg und 106.7 kg. Um eine Beurteilung der Gewichtsklassifikation entsprechend der WHO-Kriterien zu ermöglichen, wurde aus diesen beiden Größen ein dem BMI entsprechender Wert errechnet und im Folgenden auch BMI genannt. Da dieses Verfahren bei allen Hauptrettern und –bergern in gleicher Weise durchgeführt wurde, sind diese Werte in diesem Kollektiv vergleichbar.

Der so bestimmte BMI schwankt zwischen 19.9 und 31.0. Die Verteilung des BMI aller Hauptretter und –berger zeigt das Diagramm 7-8.

Diagramm 7-8: Verteilung des BMI in der Gruppe der Hauptretter und -berger



Nach der Gewichtsklassifikation der WHO zeigen nur 12 der 31 Hauptretter und -berger ein Normalgewicht, 19 haben Übergewicht und 2 von ihnen eine Fettsucht Grad I. Beim Vergleich mit den Werten des Bundes-Gesundheits-Survey 1998, erhoben an 7124 Personen, zeigen die Normalgewichtigen aber auch die Übergewichtigen höhere, die Fettsüchtigen mit 6.5 % gegenüber 19.1 % deutlich geringere Häufigkeiten. Anzumerken ist, dass der BMI weder die Fettverteilung noch die Muskelmasse ausreichend berücksichtigt. Ein mäßig erhöhter BMI beschreibt nicht immer eine pathologisch erhöhte Fettmasse. Dagegen weisen alle Menschen mit einer Fettsucht (BMI > 30.0 kg/m²) auch einen erhöhten Fettanteil auf (SLAWIK, 2006).

Tabelle 7-14: Zuordnung der Retter und Berger zu der WHO-Gewichtsklassifikation und Vergleich mit den Werten des Bundes-Gesundheits-Survey 1998

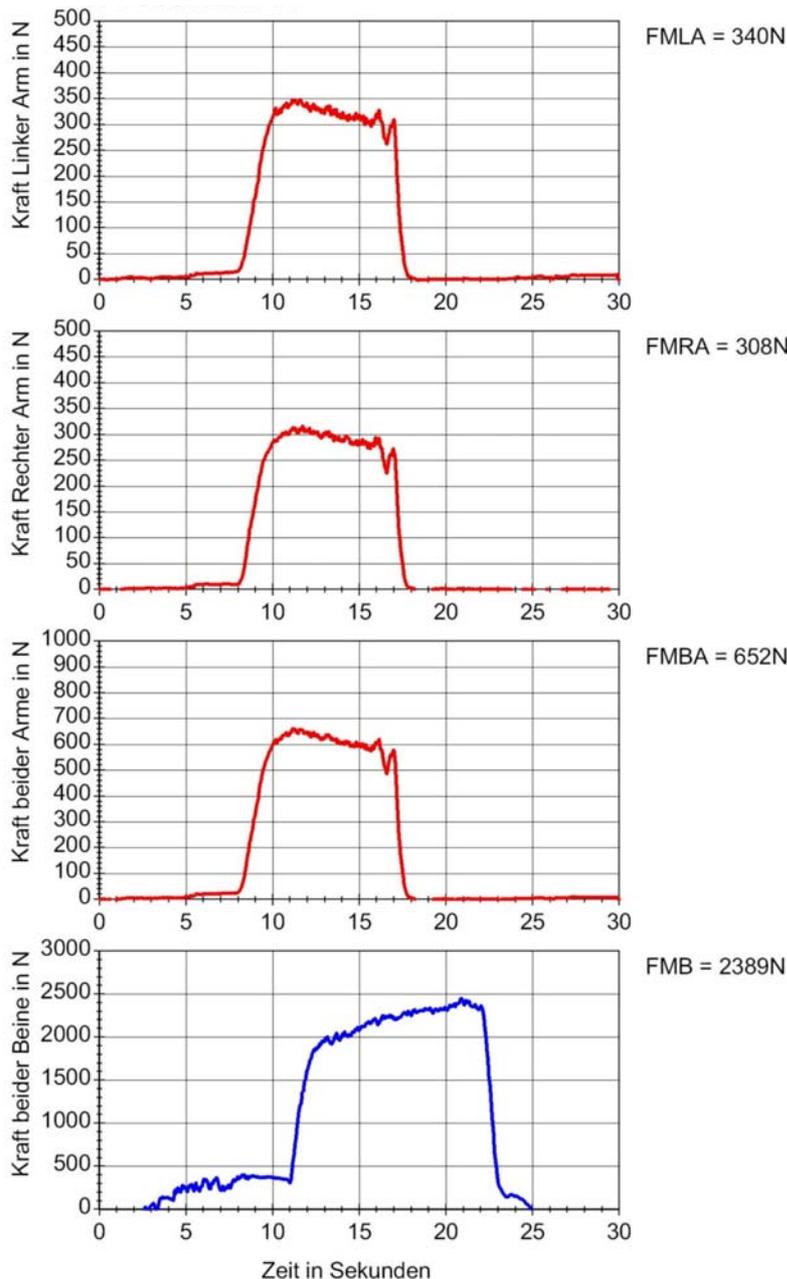
Gewichtsklassifikation (WHO)	BMI (kg/m ²)	Retter (N)	Retter (%)	Survey (%)
Normalgewicht	18.5 – 24.9	12	38.7	32.1
Übergewicht	25.0 – 29.9	17	54.8	48.8
Fettsucht Grad I	30.0 – 34.9	2	6.5	19.1
Gesamt		31	100.0	100.0

Die statistische Prüfung des BMI bestätigte die Normalverteilung der Einzelwerte. Die Tabelle 17-2 im Anhang zeigt die Verteilungen des BMI in den einzelnen Berufsgenossenschaften.

7.2.3 Statische Maximalkraftwerte

Das Diagramm 7-9 zeigt die Messsignale der statischen Maximalkraftmessungen mit dem Hauptretter P17. Die beiden oberen Messsignale stellen die Kraftverläufe des linken und rechten Hand-Arm-Systems beim Armbeugertest dar. Der dritte Signalverlauf stellt die Addition der beiden oberen Kraftsignale dar und das untere Messsignal des Diagramms stellt den zeitlichen Kraftverlauf der beiden unteren Extremitäten beim Beinstreckertest dar.

Diagramm 7-9: Messsignale der statischen Maximalkraftmessungen mit dem Probanden P17 und Angabe der berechneten Maximalkraftwerte



Aus den Kraftsignalen wurden nach dem in Abschnitt 5.1.2 beschriebenen Verfahren die statischen Maximalkräfte der einzelnen Hand-Arm-Systeme, beider Hand-Arm-

Systeme und der unteren Extremitäten berechnet. Die statischen Maximalkräfte sind in der Tabelle 7-15 für jeden Hauptretter oder -berger aufgeführt. In der zweiten Spalte von links werden die Rettungsversuche angegeben, die der Hauptretter oder -berger ausgeführt hat.

Tabelle 7-15: Statische Maximalkraftwerte der Hauptretter und -berger

Proband	Rettungs- und Bergeversuch	Statische Maximalkräfte in N			
		linker Arm	rechter Arm	beide Arme	beide Beine
P01	RV01/RV02	321	314	639	2251
P02	RV03/RV04	315	329	649	2512
P03	RV05	364	335	704	2859
P04	RV06	328	297	629	2013
P05	RV07	287	296	587	1804
P06	RV08	281	268	552	1446
P09	RV09	419	372	793	1907
P08	RV10	356	373	732	1868
P09	RV11	300	287	591	1656
P10	RV12/RV13	280	318	602	1390
P11	RV14/RV15	270	289	558	1703
P12	RV16	419	441	866	1870
P13	RV17	356	334	692	2384
P14	RV18	313	345	661	1443
P15	RV19	321	298	622	2217
P16	RV20	290	304	598	1842
P17	RV21	340	308	652	2389
P18	RV22	388	406	799	2613
P19	RV23	198	240	440	1598
P20	RV24	368	303	675	2945
P21	RV25	287	252	543	1725
P22	RV26	322	308	634	2598
P23	RV27	312	336	652	2308
P24	RV28	294	306	604	1794
P25	RV29	405	344	729	2974
P26	RV30	285	264	552	2004
P29	RV31	225	231	458	1492
P32	RV32	319	290	612	1641
P35	RV33	346	362	713	2255
P38	RV34	368	372	742	1821
P41	RV35	354	345	698	2674

In der Tabelle 7-16 sind Maßzahlen der statistischen Analyse der Maximalkräfte aufgeführt. Das Kollektiv der Hauptretter und -berger bestand bezogen auf die ergonomisch/arbeitsmedizinische Belastungs- und Beanspruchungsanalyse aus 31 Personen. Der Mittelwert der Maximalkräfte lag für das linke Hand-Arm-System bei 324 N, für das rechte Hand-Arm-System bei 318 N, für beide Hand-Arm-Systeme zusammen bei 644 N. Die einzelnen Maximalkräfte streuten beim linken Hand-Arm-System von 198 – 419 N, die Spannweite betrug 221 N, d. h. die Streuung der Kräfte um den Mittelwert betrug etwa ± 30 %. Beim rechten Hand-Arm-System streuten die

Maximalkräfte von 231 – 441 N, die Spannweite betrug 210 N, d. h. auch hier betrug die Streuung der Kräfte um den Mittelwert etwa $\pm 30 \%$.

Für beide Hand-Arm-Systeme ergab sich eine Streuung der Einzelkräfte von 440 - 866 N, die Spannweite betrug 426 N. Damit entspricht die Streuung der Maximalkräfte entsprechend den linken und rechten Hand-Arm-Systemen etwa $\pm 30 \%$.

Tabelle 7-16: Statistische Maßzahlen der statischen Maximalkraftwerte des Kollektivs der Retter und Berger

Statistische Maßzahlen	Statistische Maßzahlen der statischen Maximalkräfte von 31 Probanden in N			
	linker Arm	rechter Arm	beide Arme	beide Beine
Mittelwert (MEAN)	324	318	644	2064
Standardabweichung (STD)	51	47	93	464
95%-Vertrauensintervall des Mittelwertes (95%KI-MEAN)	305 - 342	301 – 335	610 – 678	1894 - 2235
Minimum (MIN)	198	231	440	1390
Maximum (MAX)	419	441	866	2974
Spannweite (SW)	221	210	426	1584
Perzentile der Verteilungen				
05. Perzentil	214	236	451	1422
10. Perzentil	272	254	545	1455
25. Perzentil	287	290	591	1703
75. Perzentil	356	345	704	2389
90. Perzentil	402	373	783	2822
95. Perzentil	419	420	826	2957

Für die beiden Beine ergab sich eine mittlere statische Maximalkraft von 2064 N. Die Streuung der einzelnen Kraftwerte betrug 1390 – 2974 N, die Spannweite betrug 1584 N. Die Verteilung der Einzelwerte um den Mittelwert verläuft von -33% bis $+44 \%$ des Mittelwertes.

Zusätzlich sind zu den Arm- und Beinkräften weitere Perzentilwerte angegeben. Zu den Mittelwerten sind auch die 95%-Vertrauensbereiche angegeben. Für das linke und rechte Hand-Arm-System beträgt das Vertrauensintervall etwa 35 N, für beide Armsysteme dann etwa 70 N. Für die Beine betrug das 95%-Vertrauensintervall etwa 350 N.

7.2.4 Psychologische Daten

Im Folgenden soll die Stichprobe der Retter und Berger näher beschrieben werden. Dabei wird auf die Altersverteilung, die Berufsausbildung und die Erfahrung bei Rettungseinsätzen und Rettungsübungen besonders eingegangen.

An der Untersuchung nahmen 41 Retter teil. Sie waren durchschnittlich 37,73 Jahre alt (SD: 7,18, Minimum: 22, Maximum: 52).

Hauptretter und Nebenretter

Die zehn Retter, die zusätzlich zu den 31 Rettern des ergonomischen und arbeitsmedizinischen Teils der Studie untersucht worden sind, sind so genannte „Nebenretter“, die in die psychologische Untersuchung mit aufgenommen worden sind, um die Stichprobe zu vergrößern. Die Nebenretter haben bei der Rettung mitgewirkt, indem sie z. B. Sicherungsaufgaben wahrgenommen haben. Die Nebenretter sind ausschließlich bei den BG-Bahnen erfasst worden. Sie haben alle psychologischen Fragebögen (FKK, SVF 120, NASA Task Load Index) beantwortet. Das Leitfadenterview wurde aus zeitökonomischen Gründen mit diesen Rettern nicht durchgeführt. Alle Retter waren männlich und gehörten unterschiedlichsten Berufsgruppen an.

BG-Zugehörigkeit und Berufsgruppe

Die Tabelle 7-17 zeigt die Anzahl der Retter und Berger für die Berufsgenossenschaften und Berufsgruppen.

Tabelle 7-17: Anzahl der Retter und Berger nach BG und Berufsgruppe

Berufsgenossenschaft	Berufsgruppe	Anzahl	Anzahl pro BG
Süddeutsche Metall-BG	Stahlhochbau	3	5
	Fassadenbau	2	
Bergbau-BG	Kalibergbau	4	7
	Untertagebergbau, Industrielle Großanlagen	3	
BG-Chemie	Chemische Industrie	5	5
BG-Feinmechanik und Elektrotechnik	Freileitungsbau	4	8
	Sende-/Antennentechnik	4	
BG-Bahnen	Bergbahnen	16	16

Erlerner Beruf

Beim erlernten Beruf überwiegt der handwerkliche Beruf. Die meisten Retter und Berger haben einen handwerklich-technischen Beruf erlernt, wie Maschinenschlosser, Konstruktionsmechaniker oder Instandhaltungsmechaniker. Zwei Retter waren ungelernt, einer hatte studiert.

Tabelle 7-18: Erlerner Beruf

Erlerner Beruf	Anzahl der Retter und Berger N = 41	Prozent
Handwerklicher Beruf	38	92.69
Ungelernt	2	4.88
Studium	1	2.43

Erfahrung bei einem Rettungs- und Bergeinsatz

Nur 29.3 % der Retter haben schon mal an Notfallrettungen und -bergungen teilgenommen. 70.7 % der Retter und Berger waren noch nicht an Rettungs- und Bergeinsätzen beteiligt, wie die folgende Tabelle zeigt.

Tabelle 7-19: Erfahrung bei Rettungs- und Bergeinsätzen

Erfahrung bei einem Rettungs-/Bergeinsatz	Anzahl der Retter/Berger N = 41	Prozent
Noch an keinem Rettungs-/Bergeinsatz teilgenommen	29	70.7
Schon mal an einem Rettungs-/Bergeinsatz teilgenommen	12	29.3

Von den 12 Rettern und Bergern, die schon an Rettungs- und Bergeinsätzen beteiligt waren, waren die meisten an zwischen einem und fünf Rettungs- und Bergeinsätzen beteiligt. Das heißt, der Großteil der Retter und Berger mit Einsatzerfahrung hat bisher nur an wenigen Rettungen und Bergungen teilgenommen. Ein einziger Retter der Stichprobe kann mit über 50 Rettungseinsätzen definitiv als erfahren gelten.

Tabelle 7-20: Anzahl der Rettungs- und Bergeinsätze

Anzahl der Retter und Berger	Anzahl der Rettungs-/Bergeinsätze
29	0
6	1
1	2
3	3
1	5
1	50 +

Von den Rettern, die schon bei einem Rettungseinsatz beteiligt waren, kamen zehn als Hauptretter zum Einsatz, zwei haben ausschließlich Sicherungsarbeiten übernommen.

Tabelle 7-21: Tätigkeit beim Rettungs- und Bergeinsatz

Erfahrung bei einem Rettungs-/Bergeinsatz	Anzahl der Retter und Berger N = 41	Prozent
Schon mal an einem Rettungs-/Bergeinsatz teilgenommen	12	29.27
• Retter/Berger und Sicherungsmann	5	12.19
• Nur Retter und Berger	5	12.19
• Nur Sicherungsmann	2	4.89

Erfahrungen bei Rettungs- und Bergeübungen

An Rettungs und Bergeübungen haben bisher 32 Retter und Berger der Stichprobe teilgenommen, das entspricht 78.04%. Neun Retter und Berger der Stichprobe haben noch an keiner Rettungs-/Bergeübung teilgenommen, wie die folgende Tabelle zeigt:

Tabelle 7-22: Teilnahme an Rettungs- und Bergeübungen

Teilnahme Rettungsübung	Anzahl der Retter N = 41	Prozent
Schon mal an Rettungsübungen teilgenommen	32	78.04
Noch an keiner Rettungsübung teilgenommen	9	21.96

Interessanterweise haben nicht alle Retter, die schon an Notfallrettungen beteiligt waren, auch schon an Rettungsübungen teilgenommen. Insgesamt gibt es drei Retter, die im Notfall schon gerettet haben, jedoch noch nie vorher eine Rettung geübt hatten. Die folgende Tabelle zeigt die Anzahl der Retter und Berger, die schon an Rettungs- und Bergeinsätzen und Rettungs-/Bergeübungen teilgenommen haben, aufgliedert nach ihrer Zugehörigkeit zu den Berufsgenossenschaften.

Tabelle 7-23: Teilnahme an Rettungs- und Bergeinsätzen und -übungen

BG	Anzahl der untersuchten Retter	Anzahl der Retter, die schon an Rettungsübungen teilgenommen haben	Anzahl der Retter, die schon an einer Notfallrettung beteiligt waren
SMBG	5	0	1
BGFE	8	4 *	2 (nicht identisch mit *)
BGCH	5	5	2
BBBG	7	7	3
BGBA	16	16	4
Insgesamt	41	32	12

Bei zwei Berufsgenossenschaften haben Retter zwar schon Notfallrettungen durchgeführt, jedoch noch nicht an Rettungsübungen teilgenommen.

Auswahl der Retter zur Rettungssimulation

Im Leitfadenterview wurden die Retter dazu befragt, wie und weshalb gerade sie für den Rettungsversuch ausgewählt worden sind. Dabei ergab sich folgendes Bild:

Tabelle 7-24: Auswahl der Retter zur Teilnahme am Rettungsversuch

Auswahl	Anzahl
Dienst	15
Viel Erfahrung	18
Vom Chef ausgesucht	2
Sonstiges	6

Dabei heißt „Dienst“, dass keine spezielle Auswahl erfolgt ist, sondern dass diejenigen am Rettungsversuch teilgenommen haben, die normalerweise auch vor Ort oder in dieser Schicht arbeiten. Bei „Viel Erfahrung“ und „Vom Chef ausgesucht“ ist zu vermuten, dass es sich um eine Positivauswahl von erfahrenen oder besonders kompetenten Mitarbeitern handelt.

Tabelle 7-25: Weshalb sind Sie heute für diese Rettungsübung ausgewählt worden?

Berufsgenossenschaft	Auswahl	Anzahl
SMBG	Dienst	2
	Vom Chef ausgesucht	1
	Ich wollte gerne teilnehmen	2
BGFE	Dienst	5
	Viel Erfahrung	2
	Ich wollte gerne teilnehmen	1
BGCH	Dienst	2
	Viel Erfahrung	2
	Vom Chef ausgesucht	1
BBBG	Dienst	2
	Viel Erfahrung	3
	Weiß nicht	2
BGBA	Dienst	4
	Viel Erfahrung	11
	Ich wollte gerne teilnehmen	1

Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass es in Betrieben mit eigenen Gruben- oder Feuerwehren viele erfahrene Retter gibt, so dass nicht unbedingt von einer beabsichtigten Positivauswahl auszugehen ist. Dass so eine Positivauswahl jedoch nicht ganz auszuschließen ist, belegen die Aussagen von zwei Rettern: Einer berichtete, dass er ausgewählt worden sei, weil die anderen körperliche Beschwerden hätten und er noch mit am fittesten sei (P32), ein anderer berichtet, er sei ausgewählt worden, weil er „so ein Schlägertyp“ sei und der Chef ihm das zutraue (P03).

Die Tabelle 7-25 zeigt die Art der Auswahl aufgeteilt nach den Berufsgenossenschaften.

7.3 Zeitdauern der Rettungs- und Bergeversuche

Die ermittelten Zeitdauern der Rettungs- und Bergeversuche wurden den Körperhaltungsmessungen und den Belastungspulsmessungen entnommen. In der Tabelle 7-26 sind alle ermittelten Zeitdauern aufgeführt. Die Rettungs- und Bergeversuche sind nach Substruktur „Berufsgenossenschaften – BG“ aufgelistet. Für jede Berufsgenossenschaft ist eine weitere Zeile mit den Summenzeiten eingefügt. Die Tabelle enthält drei Spalten mit Zeitdauern. In der 3. Spalte sind die Zeitdauern aus den Körperhaltungsmessungen (KH), in der 4. Spalte die Zeitdauern der Messungen des Belastungspulses (HF) während der Rettungstätigkeiten und in der 5. Spalte die Zeitdauern der Ruhepulsmessungen (RP) vor Versuch aufgeführt.

Der Rettungsversuch RV09 konnte aus organisatorischen Gründen nicht durchgeführt werden. Mit dem dafür benannten Hauptretter wurde im Vorfeld jedoch eine Ruhepulsmessung durchgeführt, so dass diese in der Tabelle mit aufgeführt ist. Je nach organisatorischen Gegebenheiten und den Bedingungen vor Ort gestaltete sich die Durchführung der Ruhepulsmessung etwas unterschiedlich. Es wurden Ruhepulsmessungen mit Zeitdauern von etwa 7 - 17 Minuten eingerichtet. Die mittlere Ruhepulsmessdauer lag etwa bei 12 Minuten.

Bei den Körperhaltungsmessungen gab es bei den Rettungsversuchen RV11 und RV32 Fehlmessungen, die durch die Ausführung der Tätigkeit bedingt waren. Wenn es bei dem am Körper getragenen Messsystem je nach Gebrauch zu Stößen der Batterieeinheit und/oder des Loggers kommt, ist die Aufzeichnung der Körperhaltungsdaten gefährdet. Aufgrund der teilweise schwierigen örtlichen Gegebenheiten für den Retter oder Berger war dies durchaus wahrscheinlich und in diesen beiden Fällen dann auch der Fall.

Beim Rettungsversuch RV34 kam es etwa nach einer halben Stunde aus den gleichen Gründen zu einem Aussetzen der Aufzeichnung. Die Sensorsignale dieser ersten 30 Minuten konnten jedoch zur Auswertung herangezogen werden. Da es sich hierbei um Bergetätigkeiten an einer Seilbahn handelte und in diesem ersten Zeitraum alle Bergvorgänge für die Fahrgäste der ersten Kabine enthalten waren, wurden praktisch alle relevanten Körperhaltungen aufgezeichnet, da im folgenden nur Wiederholungsarbeiten an den beiden nächsten Kabinen stattfanden. Insgesamt betrug die gesamte Aufzeichnungszeit der Körperhaltungssensoren aller Rettungstätigkeiten etwa 15½ Stunden, genau 15:24:47. Für die durchzuführende Körperhaltungsanalyse stand mit dieser insgesamt hohen Gesamtaufzeichnungsdauer ausreichendes Analysematerial zur Verfügung.

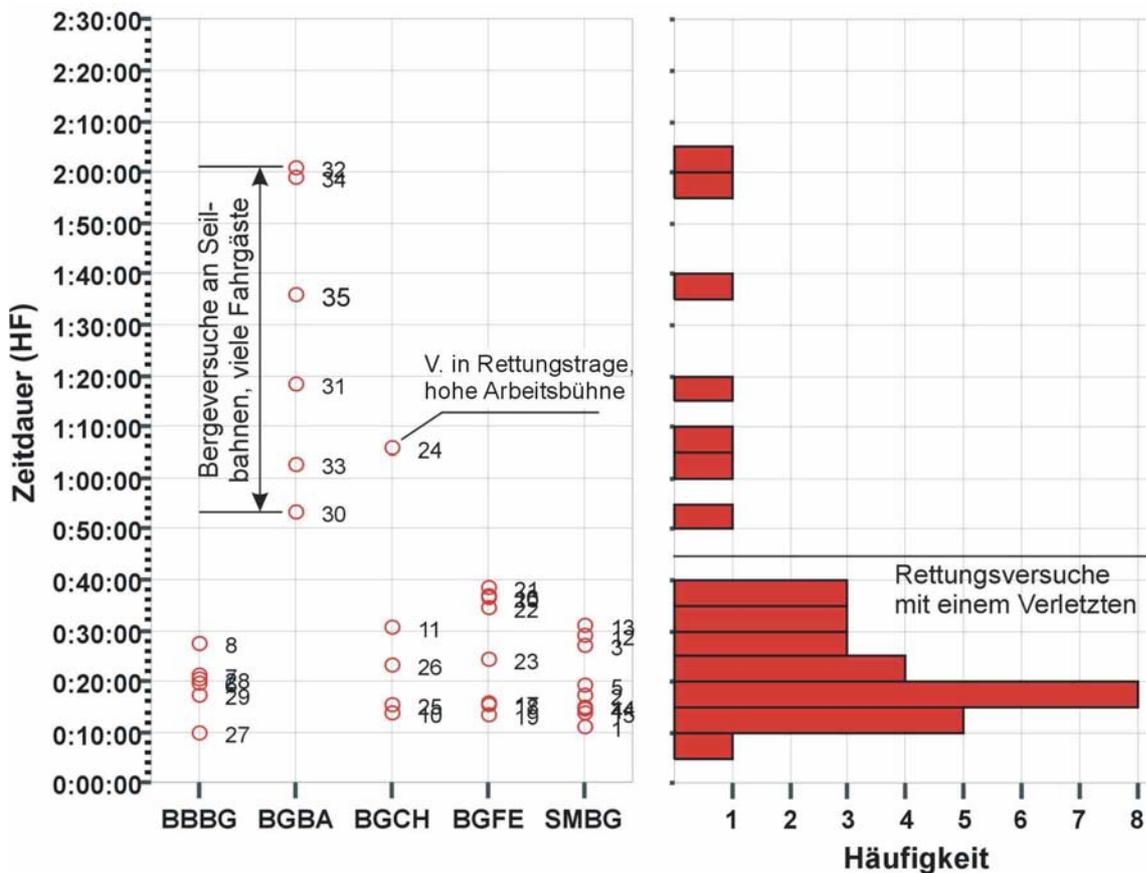
Tabelle 7-26: Zeitdauern der Rettungs- und Bergeversuche

BG	Rettungs- und Bergeversuch	Zeitdauern in hh:mm:ss		
		Körperhaltung (KH)	Belastungspuls (HF)	Ruhepuls (RP)
BBBG	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	0:11:39	0:19:40	0:07:42
	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	0:20:54	0:21:25	0:13:45
	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	0:38:39	0:27:25	0:10:53
	RV09-BBBG-04-Kali-04-P07			0:10:42
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	0:09:08	0:09:45	0:11:06
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	0:19:55	0:20:30	0:10:21
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	0:16:49	0:17:20	0:12:22
	Summe der Zeitdauern	1:57:04	1:56:05	1:16:51
BGBA	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	0:52:37	0:53:05	0:13:15
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	1:17:42	1:18:15	0:11:50
	RV32-BGBA-03-Hornbahn-01-P32		2:00:51	0:10:51
	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	1:01:32	1:02:30	0:11:48
	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	0:28:45	1:58:45	0:12:17
	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	1:35:12	1:36:00	0:11:35
	Summe der Zeitdauern	5:15:48	8:49:26	1:11:36
BGCH	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	0:29:44	0:14:00	0:09:03
	RV11-BGCH-02-DOW-02-P09		0:30:34	0:11:22
	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1:01:53	1:05:50	0:14:28
	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	0:14:27	0:15:15	0:16:18
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	0:22:15	0:23:05	0:14:21
	Summe der Zeitdauern	2:08:19	2:28:44	1:05:32
BGFE	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	0:12:11	0:36:50	0:12:56
	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	0:15:04	0:15:45	0:13:16
	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	0:14:49	0:15:30	0:13:41
	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	0:12:50	0:13:35	0:15:31
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	0:40:42	0:36:30	0:09:20
	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	0:37:23	0:38:20	0:06:50
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	0:33:22	0:34:20	0:11:48
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	0:23:47	0:24:30	0:11:41
Summe der Zeitdauern	3:10:08	3:35:20	1:35:03	
SMBG	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	0:10:18	0:11:15	0:10:43
	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	0:16:50	0:17:25	0:10:43
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	0:26:02	0:27:05	0:12:24
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	0:14:14	0:14:40	0:12:24
	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	0:18:26	0:19:10	0:09:55
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	0:28:09	0:29:10	0:12:00
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	0:31:22	0:30:55	0:12:00
	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	0:14:35	0:15:05	0:15:06
	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	0:13:32	0:13:56	0:15:06
Summe der Zeitdauern	2:53:28	2:58:41	1:50:21	
Alle	Gesamtsumme der Zeitdauern	15:24:47	19:48:16	6:59:23

Mit dem unter der Kleidung befindlichen Messsystem zur Erfassung der Pulsfrequenzen des Herz-Kreislauf-Systems wurden alle Rettungstätigkeiten zeitmäßig komplett erfasst. Daher stellte die Summe dieser Messzeiten die Gesamtzeitdauer aller Rettungstätigkeiten vollständig dar. Insgesamt betrug die Summation aller Einzelzeiten etwa $19\frac{3}{4}$ Stunden, genau 19:48:16. Da die beiden Messsysteme in etwa immer zum gleichen Zeitpunkt gestartet und gestoppt wurden, sind die jeweiligen Zeitdauern im Sekundenbereich ähnlich.

Für die Analyse der Zeitdauern wurden daher die vollständigeren Werte der Pulsmessungen herangezogen. Im Diagramm 7-10 sind diese Zeitdauern der Rettungsversuche in einem Scatter-Plot nach Zugehörigkeit zu der jeweiligen Berufsgenossenschaft (BG) und daneben in einem Histogramm mit einer Gruppengröße von 10 Minuten dargestellt. Die konkreten Einzelwerte sind in der Tabelle 7-26 aufgeführt.

Diagramm 7-10: Scatter-Plot und Häufigkeitsverteilung der Zeitdauern der Rettungs- und Bergeversuche



Im Scatter-Plot sind die Einzelpunkte mit der Nummer des Rettungsversuchs gekennzeichnet. Die Zeitdauern der Rettungs- und Bergeversuche an Seilbahnen zeigten aufgrund der teilweise großen Anzahlen von zu bergenden Fahrgästen wesentlich größere Werte gegenüber den Rettungsversuchen mit einem Verletzten. Die verfügbaren 6 Zeitdauern lagen etwa zwischen 55 Minuten und 2 Stunden. Der Scatter-Plot zeigt, dass die Zeitdauern der anderen Rettungsversuche mit einer Ausnahme – RV24 – in etwa in einem Zeitraum bis zu 40 Minuten liegen. Bei dem Rettungsversuch RV24 handelte es sich um die Rettung eines Verletzten von einer hochgelegenen Arbeitsbühne mit einer durch besondere organisatorische Umstände bedingten hohen

Rettungszeit von 1 Stunde und 5 Minuten, so dass dieser Versuch auch von den weiteren Rettungstätigkeiten mit einem zu rettenden Verletzten zu unterscheiden ist. Für die Rettungsversuche mit einem Verletzten ergaben sich bezogen auf die Berufsgenossenschaften folgende Zeitdauern. Bei der BBBG lagen die Zeitdauern etwa zwischen 9¾ und 27½ Minuten. Bei der BGCH wurden unter Ausschluss von RV24 Zeitdauern zwischen 14 und 30½ Minuten ermittelt. Bei den Rettungsversuchen im Bereich der BGFE wurden Zeitdauern zwischen 13½ und 38½ Minuten gemessen und bei der SMBG lagen die Zeitdauern zwischen 11¼ und 31 Minuten. Die Eckwerte und der Mittelwert der Zeitdauern für die Rettungs- und Bergeversuche nach Berufsgenossenschaften sind in der Tabelle 7-27 dargestellt.

Tabelle 7-27: Statistische Daten der Zeitdauern, strukturiert nach der Substruktur „Berufsgenossenschaft – BG“

Substrukturen mit Ausprägungen		Zeitdauer (HF) in hh:mm:ss			
		Mittelwert	Minimum	Maximum	Anzahl
BG	BBBG	0:19:20	0:09:45	0:27:25	7
	BGBA	1:28:14	0:53:05	2:00:51	6
	BGCH	0:29:44	0:14:00	1:05:50	5
	BGFE	0:26:55	0:13:35	0:38:20	8
	SMBG	0:19:51	0:11:15	0:30:55	9

7.4 Ergebnisse der ergonomischen Belastungs- und Beanspruchungsanalyse

7.4.1 Auswertungen zu den Lastgewichten

Für die Auswertung der Lastgewichte wurde zunächst eine Berechnung der Anteile bestimmter Lastgewichtsstufen in Prozent und Zeit von der Dauer des Rettungs- oder Bergeversuches durchgeführt. Hierzu wurde ein Stufenschema „LG1, LG2, LG3,, LG10“ der Lastgewichte in 10 kg – Schritten von 0 kg bis 100 kg eingesetzt. Die Lastgewichtsstufe LG1 bedeutet ein betätigtes Lastgewicht von 0 - 10 kg, die Lastgewichtsstufe 6 ein betätigtes Lastgewicht von 50 - 60 kg. Die prozentualen Anteile sind in der Tabelle 7-28 und die Zeitanteile in der Tabelle 7-29 aufgeführt. In der Tabelle mit den prozentualen Anteilen sind zusätzlich die statischen Maximalkräfte des zum Rettungsversuch zugehörigen Retters oder Bergers aufgeführt. Die unterste Zeile beider Tabellen zeigt die Anteile der einzelnen Lastgewichtsstufen an der Gesamtzeitdauer aller aufsummierten Rettungszeiten. In den Kopfzeilen beider Tabellen sind alle Lastgewichtsstufen mit dem zugehörigen Lastgewichtsbereich ausgewiesen. Zusätzlich werden die Zeitdauern der Versuche angegeben.

Die Werte der Tabellen zeigen, dass die bewegten Lastgewichte Anteile in allen Lastgewichtsstufen ausweisen. Die unteren Lastgewichtsstufen kommen mit sinkendem Lastgewicht bei immer mehr Rettungsversuchen vor. Die erste Lastgewichtsstufe zwischen 0 und 10 kg wurde bei 14 Rettungsversuchen, die zweite zwischen 10 und 20 kg wurde bei 7 Rettungsversuchen und die dritte Lastgewichtsstufe zwischen 20 und 30 kg wurde bei 4 Rettungsversuchen ermittelt. Zwischen der vierten und der achten Lastgewichtsstufe bei Lastgewichten zwischen 30 und 80 kg kommen Anzahlen betroffener Rettungsversuche zwischen 1 und 3 vor.

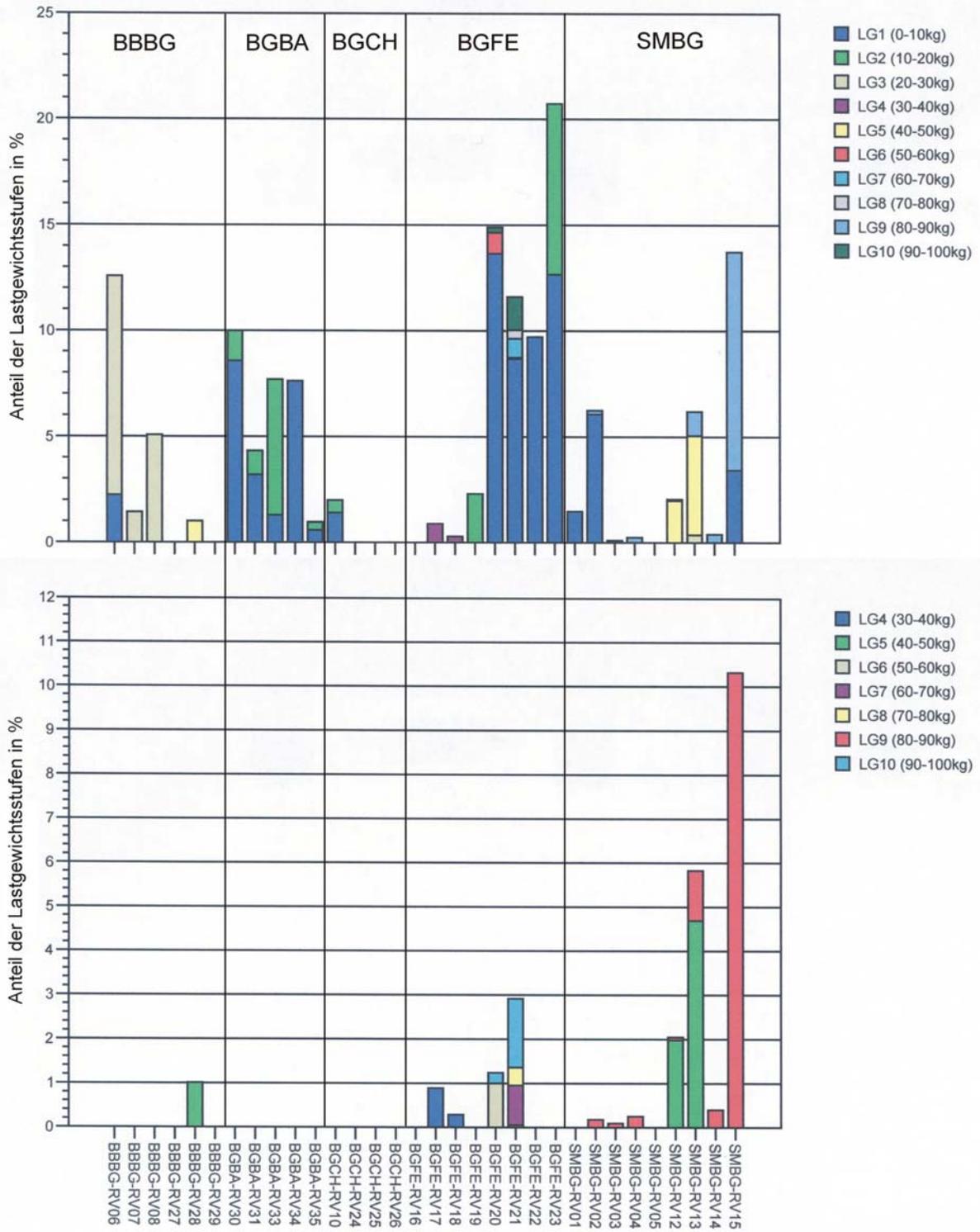
Tabelle 7-28: Prozentuale Anteile der Lastgewichtsstufen LG1 bis LG10 nach Rettungsversuchen und statische Maximalkräfte der Hauptretter und -berger

Rettungsversuch	Messzeit in hh:mm:ss	LG1 (0-10kg) in %	LG2 (10-20kg) in %	LG3 (20-30kg) in %	LG4 (30-40kg) in %	LG5 (40-50kg) in %	LG6 (50-60kg) in %	LG7 (60-70kg) in %	LG8 (70-80kg) in %	LG9 (80-90kg) in %	LG10 (90-100kg) in %	Maximalkraft linker Arm in N	Maximalkraft rechter Arm in N	Maximalkraft beider Arme in N	Maximalkraft beider Beine in N
RV01	0:10:18	1.47										321	314	639	2251
RV02	0:16:50	6.06								0.18		321	314	639	2251
RV03	0:26:02									0.10		315	329	649	2512
RV04	0:14:14									0.25		315	329	649	2512
RV05	0:18:26											364	335	704	2859
RV06	0:11:39	2.24		10.34								328	297	629	2013
RV07	0:20:54			1.44								287	296	587	1804
RV08	0:38:39			5.07								281	268	552	1446
RV10	0:29:44	1.40	0.60									356	373	732	1868
RV12	0:28:09					1.98				0.07		280	318	602	1390
RV13	0:31:22			0.36		4.69				1.14		280	318	602	1390
RV14	0:14:35									0.40		270	289	558	1703
RV15	0:13:32	3.42								10.32		270	289	558	1703
RV16	0:12:11											419	441	866	1870
RV17	0:15:04				0.89							356	334	692	2384
RV18	0:14:49				0.29							313	345	661	1443
RV19	0:12:50		2.31									321	298	622	2217
RV20	0:40:42	13.65					1.00				0.24	290	304	598	1842
RV21	0:37:23	8.68					0.05	0.90	0.41		1.56	340	308	652	2389
RV22	0:33:22	9.71										388	406	799	2613
RV23	0:23:47	12.67	8.06									198	240	440	1598
RV24	1:01:53											368	303	675	2945
RV25	0:14:27											287	252	543	1725
RV26	0:22:15											322	308	634	2598
RV27	0:09:08											312	336	652	2308
RV28	0:19:55					1.01						294	306	604	1794
RV29	0:16:49											405	344	729	2974
RV30	0:52:37	8.57	1.42									285	264	552	2004
RV31	1:17:42	3.20	1.13									225	231	458	1492
RV33	1:01:32	1.30	6.39									346	362	713	2255
RV34	0:28:45	7.61										368	372	742	1821
RV35	1:35:12	0.58	0.39									354	345	698	2674
RV36	15:25:04	3.02	0.90	0.39	0.02	0.24	0.05	0.04	0.02	0.21	0.07				

Tabelle 7-29: Zeitanteile der Lastgewichtsstufen LG1 bis LG10 an den einzelnen Rettungsversuchen und Summation für die gesamte Dauer aller Rettungstätigkeiten

Rettungsversuch	Messzeit in hh:mm:ss	LG1 (0-10kg) in hh:mm:ss	LG2 (10-20kg) in hh:mm:ss	LG3 (20-30kg) in hh:mm:ss	LG4 (30-40kg) in hh:mm:ss	LG5 (40-50kg) in hh:mm:ss	LG6 (50-60kg) in hh:mm:ss	LG7 (60-70kg) in hh:mm:ss	LG8 (70-80kg) in hh:mm:ss	LG9 (80-90kg) in hh:mm:ss	LG10 (90-100kg) in hh:mm:ss
RV01	0:10:18	0:00:09									
RV02	0:16:50	0:01:01								0:00:02	
RV03	0:26:02									0:00:02	
RV04	0:14:14									0:00:02	
RV05	0:18:26										
RV06	0:11:39	0:00:16		0:01:12							
RV07	0:20:54			0:00:18							
RV08	0:38:39			0:01:58							
RV10	0:29:44	0:00:25	0:00:11								
RV12	0:28:09					0:00:33				0:00:01	
RV13	0:31:22			0:00:07		0:01:28				0:00:21	
RV14	0:14:35									0:00:04	
RV15	0:13:32	0:00:28								0:01:24	
RV16	0:12:11										
RV17	0:15:04				0:00:08						
RV18	0:14:49				0:00:03						
RV19	0:12:50		0:00:18								
RV20	0:40:42	0:05:33					0:00:24				0:00:06
RV21	0:37:23	0:03:15					0:00:01	0:00:20	0:00:09		0:00:35
RV22	0:33:22	0:03:14									
RV23	0:23:47	0:03:01	0:01:55								
RV24	1:01:53										
RV25	0:14:27										
RV26	0:22:15										
RV27	0:09:08										
RV28	0:19:55					0:00:12					
RV29	0:16:49										
RV30	0:52:37	0:04:31	0:00:45								
RV31	1:17:42	0:02:29	0:00:53								
RV33	1:01:32	0:00:48	0:03:56								
RV34	0:28:45	0:02:11									
RV35	1:35:12	0:00:33	0:00:22								
RV36	15:25:04	0:27:56	0:08:20	0:03:36	0:00:11	0:02:13	0:00:28	0:00:22	0:00:11	0:01:57	0:00:39

Diagramm 7-11: Additives Balkendiagramm der prozentualen Anteile der Lastgewichtsstufen nach Rettungsversuchen und Berufsgenossenschaften



Bei der neunten Lastgewichtsstufe zwischen 80 bis 90 kg gibt es wieder eine Häufung bis 7 Rettungsversuche und das Vorkommen der zehnten Lastgewichtsstufe zwischen 90 und 100 kg wurde immer noch bei 2 Rettungsversuchen ermittelt.

Insgesamt gesehen kamen Lastgewichte bis etwa 30 kg und im oberen Bereich zwischen 80 und 100 kg relativ häufig vor. Bei den hohen Lastgewichten handelte es sich um Tätigkeitsaspekte mit der zu rettenden oder bergenden Person. Die konkreten Zeitanteile in der Tabelle 7-29 werden in der letzten Zeile summiert über alle Rettungsversuche angegeben. Hier ist zu sehen, dass die Anteile der ersten Lastgewichtsstufe insgesamt etwa eine halbe Stunde – von etwa 15½ Stunden Gesamtmesszeit – betragen. Der Gesamtanteil der zweiten Lastgewichtsstufe betrug etwa 8½ Minuten und der der dritten Lastgewichtsstufe etwa 3½ Minuten. Die Zeitanteile der restlichen Lastgewichtsstufen lagen etwa im Zeitbereich bis 2 Minuten. Verglichen mit den Zeitdauern der Rettungsversuche sind die einzelnen ermittelten Lastgewichtshandhabungen besonders mit steigendem Lastgewicht nur von kurzer Dauer, jedoch kamen alle Lastgewichtsstufen bis 100 kg vor.

Im Balkendiagramm 7-11 sind die einzelnen Zeitanteile aus Tabelle 7-29 additiv für jeden Rettungsversuch dargestellt. Im oberen Balkendiagramm wird die Summation aller Lastgewichtsstufen, im unteren nur die Summation ab der vierten Lastgewichtsstufe, d. h. von 30 bis 100 kg dargestellt. Die Balken sind nach zugehöriger Berufsgenossenschaft sortiert. Das untere Balkendiagramm zeigt, dass die SMBG und die BGFE bei den hohen Lastgewichtsstufen am stärksten betroffen sind. Ein Extremwert mit über 10 % bei der neunten Lastgewichtsstufe lag beim Rettungsversuch RV15 vor. Bei den anderen Berufsgenossenschaften kamen nur noch bei der BBBG Lastgewichtshandhabungen im Bereich 40 bis 50 kg vor.

Auch beim Rettungsversuch RV13 gab es einen Anteil von etwa 5 % mit einer Lastgewichtsstufe zwischen 40 und 50 kg, und etwa 1 % mit einer Lastgewichtsstufe zwischen 80 bis 90 kg.

In den Tabellen 7-28 und 7-29 wurden die Summationen der Anteile jeder Lastgewichtsstufe für jeden Rettungs- oder Bergeversuch aufgeführt. Tatsächlich waren es aber in der Regel immer mehrere oder sogar viele einzelne Lastgewichtshandhabungen, die die einzelnen Summenwerte ergaben. Die Häufigkeiten der einzelnen Lastgewichtshandhabungen sind in der Tabelle 7-30 mit den Angaben von Anzahl, minimaler und maximaler Dauer und Lastgewichtshöhe dargestellt.

In der ersten Lastgewichtsstufe gab es insgesamt 68 Lastgewichtshandhabungen, die im unteren Teil zwischen 2 und 7 kg ausdifferenziert wurden. Bei der zweiten Lastgewichtsstufe wurden 34 einzelne Lastgewichtshandhabungen ermittelt, bei denen Lastgewichte von etwa 10 bis 15 kg bewegt wurden. Bei der dritten Lastgewichtsstufe wurden noch 19 Einzelbetätigungen mit 20 kg ausgezählt. Auffällig ist die Ermittlung bei der neunten und zehnten Lastgewichtsstufe mit insgesamt 13 Einzelbetätigungen von Lastgewichten zwischen 80 und 100 kg. Hierbei handelt es sich immer um eine Betätigung mit der zu rettenden oder bergenden Person.

Um die Dauer einzelner Lastgewichtshandhabungen besser analysieren zu können, wurde weiterhin eine Auswertung der Lastgewichtshandhabungen nach definierten Zeitdauern durchgeführt. Hierbei wurden Zeitdauern unterhalb von 4 Sekunden als dynamische Lastgewichtshandhabungen klassiert und oberhalb von 4 Sekunden vier weitere Zeitintervalle mit statischen Lastgewichtshandhabungen spezifiziert, zu denen dann die Häufigkeiten der vorkommenden Lastgewichtsstufen ermittelt wurde.

Tabelle 7-30: Häufigkeiten einzelner Lastgewichtsstufen mit den Eckwerten vorkommender Dauern, im unteren Teil mit Ausdifferenzierung der konkret geschätzten/gemessenen Lastgewichte

Lastgewichtsstufe		Anzahl der Lastgewichtsintervalle	Minimum der Zeitintervalle in hh:mm:ss	Maximum der Zeitintervalle in hh:mm:ss
LG1 (0-10kg)		68	0:00:01	0:03:17
LG2 (10-20kg)		34	0:00:00	0:01:21
LG3 (20-30kg)		19	0:00:00	0:02:14
LG4 (30-40kg)		3	0:00:02	0:00:18
LG5 (40-50kg)		2	0:00:06	0:00:28
LG6 (50-60kg)		3	0:00:04	0:00:24
LG7 (60-70kg)		1	0:00:27	0:00:27
LG8 (70-80kg)		1	0:00:48	0:00:48
LG9 (80-90kg)		10	0:00:01	0:03:24
LG10 (90-100kg)		3	0:00:03	0:00:28
Lastgewichtsklasse und Einzellast in kg		Anzahl der Lastgewichtsintervalle	Minimum der Zeitintervalle in hh:mm:ss	Maximum der Zeitintervalle in hh:mm:ss
LG1 (0-10kg)	2	3	0:00:06	0:00:50
	3	7	0:00:03	0:00:12
	4	29	0:00:01	0:03:17
	5	12	0:00:05	0:00:52
	6	16	0:00:01	0:01:34
	7	1	0:02:27	0:02:27
LG2 (10-20kg)	10	10	0:00:00	0:01:11
	11	7	0:00:02	0:01:21
	15	17	0:00:02	0:00:18
LG3 (20-30kg)	20	19	0:00:00	0:02:14
LG4 (30-40kg)	30	3	0:00:02	0:00:18
LG5 (40-50kg)	40	2	0:00:06	0:00:28
LG6 (50-60kg)	50	3	0:00:04	0:00:24
LG7 (60-70kg)	60	1	0:00:27	0:00:27
LG8 (70-80kg)	70	1	0:00:48	0:00:48
LG9 (80-90kg)	80	10	0:00:01	0:03:24
LG10 (90-100kg)	90	3	0:00:03	0:00:28

In der Tabelle 7-31 sind die Häufigkeiten vorkommender Lastgewichtshandhabungen in den einzelnen Zeitintervallen je nach Vorkommen in den Rettungs- oder Bergeversuchen dargestellt. Das Vorkommen der Lastgewichtsstufen sinkt demzufolge mit steigender Zeitintervallgröße, jedoch kommen auch noch Zeitintervalle bis zu einer Minute und darüber hinaus vor. Den Extremfall bildete eine Lastgewichtshandhabung in der Lastgewichtsstufe 9 zwischen 80 – 90 kg und einer Zeitdauer von etwa 3½ Minuten.

Tabelle 7-31: Häufigkeiten von Zeitintervallen bei ausgewiesenen Lastgewichtsstufen nach Rettungsversuchen

Rettungsversuch	Messzeit in hh:mm:ss	T0 (4-10s)					T0 (10-30s)					T0 (30-60s)		T0 (>60s)				
		LG1 (0-10kg)	LG2 (10-20kg)	LG5 (40-50kg)	LG8 (70-80kg)	LG9 (80-90kg)	LG1 (0-10kg)	LG2 (10-20kg)	LG5 (40-50kg)	LG6 (50-60kg)	LG7 (60-70kg)	LG9 (80-90kg)	LG10 (90-100kg)	LG1 (0-10kg)	LG2 (10-20kg)	LG1 (0-10kg)	LG2 (10-20kg)	LG9 (80-90kg)
RV02-SMBG-Göttler-P01	0:16:50	2					1											
RV06-BBBG-Kali-P04	0:11:39	2																
RV10-BGCH-DOW-P08	0:29:44	4						1										
RV12-SMBG-Gardner-P10	0:28:09			1					1									
RV13-SMBG-Gardner-P10	0:31:22			4		2			2		1							
RV15-SMBG-Gardner-P11	0:13:32	1				1	1				1							1
RV19-BGFE-SAG-P15	0:12:50							1										
RV20-BGFE-EPlus-P16	0:40:42						1			1			1		1			
RV21-BGFE-EPlus-P17	0:37:23				1					1		2			1			
RV22-BGFE-EPlus-P18	0:33:22	11					2								1			
RV23-BGFE-EPlus-P19	0:23:47	4						5					1			1		
RV28-BBBG-Vattenfall-P24	0:19:55									1								
RV30-BGBA-Arber-P26	0:52:37	3	6				2						1		2			
RV31-BGBA-Arber-P29	1:17:42	5	1				6	3										
RV33-BGBA-Iselerbahn-P35	1:01:32						3	4						2		1		
RV34-BGBA-Hausbergbahn-P38	0:28:45														1			
RV35-BGBA-Kreuzeckbahn-P41	1:35:12	4	1					1										
RV36 (alle Rettungsversuche)	15:25:04	36	8	5	1	3	21	10	4	1	1	2	2	3	2	6	2	1

Um einen beispielhaften Einblick in die für die untersuchte Arbeitstätigkeit des seilunterstützten Rettens und Bergens charakteristischen Lastgewichtshandhabungen zu bekommen, werden in der Abbildung 7-1 sechs Szenen mit verschiedenen Lastgewichtshandhabungen dargestellt.

In der Szene 1 trägt der Retter einen Sack mit Bergegerätschaften von einer ebenerdigen Position zu einer weiteren. In der Szene 2 trägt der Retter ein Dreibein auf der Schulter. Dieses Dreibein wurde auf dem Deckel eines Silos von etwa 30 m Höhe zur Befestigung von zwei Rettungsgeräten eingesetzt. In Szene 3 trägt der Berger eine aufgerollte Seilleiter zu einer Bodenposition unterhalb der Kabine einer Seilbahn. In Szene 4 hängt der Berger ein Seilfahrgerät am Tragseil der Kabinenbahn aus und auf der anderen Seite wieder ein, um damit zur nächsten Kabine weiter fahren zu können. In der Szene 5 versucht der Retter, den unterhalb der Absturzkante hängenden Verletzten mit beiden Händen mit einem Verbindungsmittel hoch zu ziehen. In der Szene 6 wird eine Momentaufnahme aus einer Steigschutzrettung dargestellt. Nach Übersteigen des Verletzten – rote Kleidung – muss der Retter den Verletzten mit dem rechten Schulter-Rückenbereich hochdrücken, um ihn aus seinem Auffanggerät auszuhängen

und in das Abseilgerät einzuhängen. In Tabelle 17-2 befinden sich Bilder zu allen Lastgewichtsstufen, in denen typische Lastgewichtshandhabungen zu sehen sind.



Abbildung 7-1:
Szenen mit
beispielhaften
Lastgewichtshand-
habungen der
Retter oder Berger

In der Tabelle 7-32 werden alle erfassten Tätigkeitsaspekte mit Lastgewichten mit den erfassten Häufigkeiten grob schematisiert aufgeführt.

Fasst man die einzelnen Lastgewichtsaspekte sinnvoll zusammen, so ergeben sich folgende Tätigkeitsgruppen:

- Lastgewichtshandhabungen mit Abseilgeräten
- Lastgewichtshandhabungen mit Seilfahrgeräten
- Lastgewichtshandhabungen mit Kettenzügen, Flaschenzügen
- Lastgewichtshandhabungen mit zu rettenden oder bergenden Personen
- Lastgewichtshandhabungen mit gepackten Rettungsmitteln (Rettungssack)
- Lastgewichtshandhabungen mit Einhängeleitern, Strickleitern
- Lastgewichtshandhabungen bei der Bewegung von Fahrleitungswagen und Zugangsbrücken zu Kabinen
- Lastgewichtshandhabungen als Montagetätigkeiten (Hebelbetätigungen, Stäbe, Seilkisten, Säcke, Seilwinden, Rettungs-Dreibein, Fanghaken, Kragarme auf Kabinendächer)

Tabelle 7-32: Liste von Tätigkeitsaspekten mit Lastgewichten und der Häufigkeit ihres Vorkommens

Tätigkeitsaspekt	Anzahl	Tätigkeitsaspekt	Anzahl
BR betätigt einen Hebel	4	BR hebt mit einem zweiten Berger eine Rettungstrage mit dem V an und trägt ihn weg	1
BR betätigt einen Kettenzug	8	BR hebt Seilfahrgeschäft aus Fahrseil und hängt es wieder ein	10
BR hängt ein Abseilgerät am Fahrseil ein	1	BR hebt Seilkiste hoch	3
BR hängt ein Abseilgerät aus Fahrseil aus	1	BR hebt Seilwinde hoch und montiert sie	2
BR hängt ein Abseilgerät in Fahrseil ein	2	BR hebt und montiert ein Abseilgerät	2
BR hängt ein Anseilgerät am Fahrseil ein	1	BR hebt und montiert einen Kragarm auf Kabinendach	1
BR hängt ein Seilfahrgeschäft aus Fahrseil aus	1	BR hebt und trägt schweres Dreibein-Rettungseinrichtung	1
BR hängt ein Seilfahrgeschäft aus Fahrseil aus und lässt es ab	1	BR hebt und versetzt Dreibein-Rettungseinrichtung	1
BR hebt Abseilgerät vom Boden auf und hängt es über die Schulter	2	BR hebt und versetzt schweres Dreibein-Rettungseinrichtung	1
BR hebt den V an	7	BR hebt V hoch, greift am AG an	3
BR hebt den V an und stabilisiert ihn seitlich und vertikal	1	BR hebt V hoch, greift am Seil an	6
BR hebt ein Abseilgerät auf	5	BR kurbelt am Abseilgerät	4
BR hebt ein Abseilgerät aus Fahrseil	1	BR schlägt einen Fanghaken an	1
BR hebt ein Abseilgerät hoch	6	BR stabilisiert den V seitlich und vertikal	1
BR hebt ein Abseilgerät hoch und legt es ab	1	BR trägt einen Sack mit Rettungsmitteln	2
BR hebt einen Sack mit Rettungsmitteln	1	BR zerrt das Seilfahrgeschäft mit Abseilgerät mit schrägem Seil am Fahrseil weiter	3
BR hebt eine Strickleiter auf	15	BR zieht an dem Seil eines Abseilgerätes	1
BR hebt einen Kettenzug hoch	1	BR zieht an einem Flaschenzug	19
BR hebt einen Kettenzug hoch und hängt ihn auf	1	BR zieht den Fahrleitungswagen mit einem Seil	2
BR hebt einen Sack mit Rettungsmitteln auf	1	BR zieht den V zu sich hin	1
BR hebt einen Sack mit Rettungsmitteln auf	1	BR zieht ein Seil aus einem Abseilgerät heraus	7
BR hebt einen Sack mit Rettungsmitteln hoch	2	BR zieht ein Seilfahrgeschäft hoch	1
BR hebt einen Sack mit Rettungsmitteln hoch, trägt ihn weg und legt ihn ab	2	BR zieht eine Zugangsbrücke zur Kabine heran	1
BR hebt einen Sack und hängt ihn über die Schulter	2	BR zieht Einhängeleiter hoch	1
BR hebt einen Stab hoch	1		

7.4.2 Auswertungen der Messungen der Körperhaltung

In den Abschnitten 7.4.2 bis 7.4.7 werden die Ergebnisse der Auswertungen und Analysen der Körperhaltungsmessungen dargestellt. Beispielhaft wird im Abschnitt 7.4.2.1 die gesamte Körperhaltungsmessung für den Rettungsversuch RV02 in einem Diagramm dargestellt und erläutert.

Tabellen zu den Winkelverteilungen der Körpersensoren werden im Abschnitt 7.4.2.2, dargestellt, wobei beispielhaft alle Winkelverteilungen des Rettungsversuches RV07 und im Weiteren dann ausschließlich die Winkelverteilungen der Rumpfsensoren für alle Rettungsversuche angegeben werden. Häufigkeitsverteilungen von statischen Körperhaltungen werden im Abschnitt 7.4.2.3 tabellarisch dargestellt, wobei auch hier nur die wichtigen Rumpfsensoren einbezogen wurden.

Im Abschnitt 7.4.3 werden alle kritischen Körperhaltungen nach einer Körperhaltungsmatrix mit ihren prozentualen Anteilen und Zeitanteilen aufgeführt. Hierbei wird eine Struktur von Bein- und Oberkörperhaltungen genutzt, deren Kombinationen als Ganzkörperhaltungen die Elemente der Körperhaltungsmatrix bilden.

Im Abschnitt 7.4.4 folgt die Bewertung von Körperhaltungen nach einem Bewertungsschema für Körperwinkel. Es werden Zeitintervalle mit durchgängig kritisch bewerteten Körperhaltungen und ihre Häufigkeiten sowie die Verteilungen dieser Körperhaltungen nach den Substrukturen des Kollektivs der Rettungsversuche angegeben. Die so ermittelten kritisch bewerteten Körperhaltungen mit ihrem zeitlichen Vorkommen werden im Abschnitt 7.4.5 mit den Ergebnissen einer Identifizierung kritischer Körperhaltungen mit der OWAS-Risikoklassenbewertung verglichen.

Im Abschnitt 7.4.6 werden die Ergebnisse zu den zeitlichen Lokalisierungen dieser Intervalle mit kritisch bewerteten Körperhaltungen in den Messungen der Rettungsversuche dargestellt. Im Abschnitt 7.4.7 werden davon ausgehend Tätigkeitsaspekte der Rettungsversuche, bei denen kritisch bewertete Körperhaltungen vorlagen, umfassend und systematisiert beschrieben.

7.4.2.1 Körperhaltungsmesssignale des Rettungsversuches RV02

Bei den Rettungsversuchen wurden die Körperhaltungen mittels Adaption von 9 Neigungs- und Winkelsensoren am Körper während der gesamten Tätigkeitsdauer erfasst. Die Messsignale wurden während der Rettungstätigkeiten im Logger des Messsystems aufgezeichnet und anschließend zur weiteren Auswertung in einen stationären PC übertragen und abgespeichert. Aus den 9 direkt gemessenen Sensorwinkeln wurden 4 weitere Körperhaltungssensoren berechnet, so dass letztlich die Körperhaltung insgesamt durch 13 Winkelsensoren beschrieben wurde, siehe Tabelle 5-1 in Abschnitt 5.1.1.

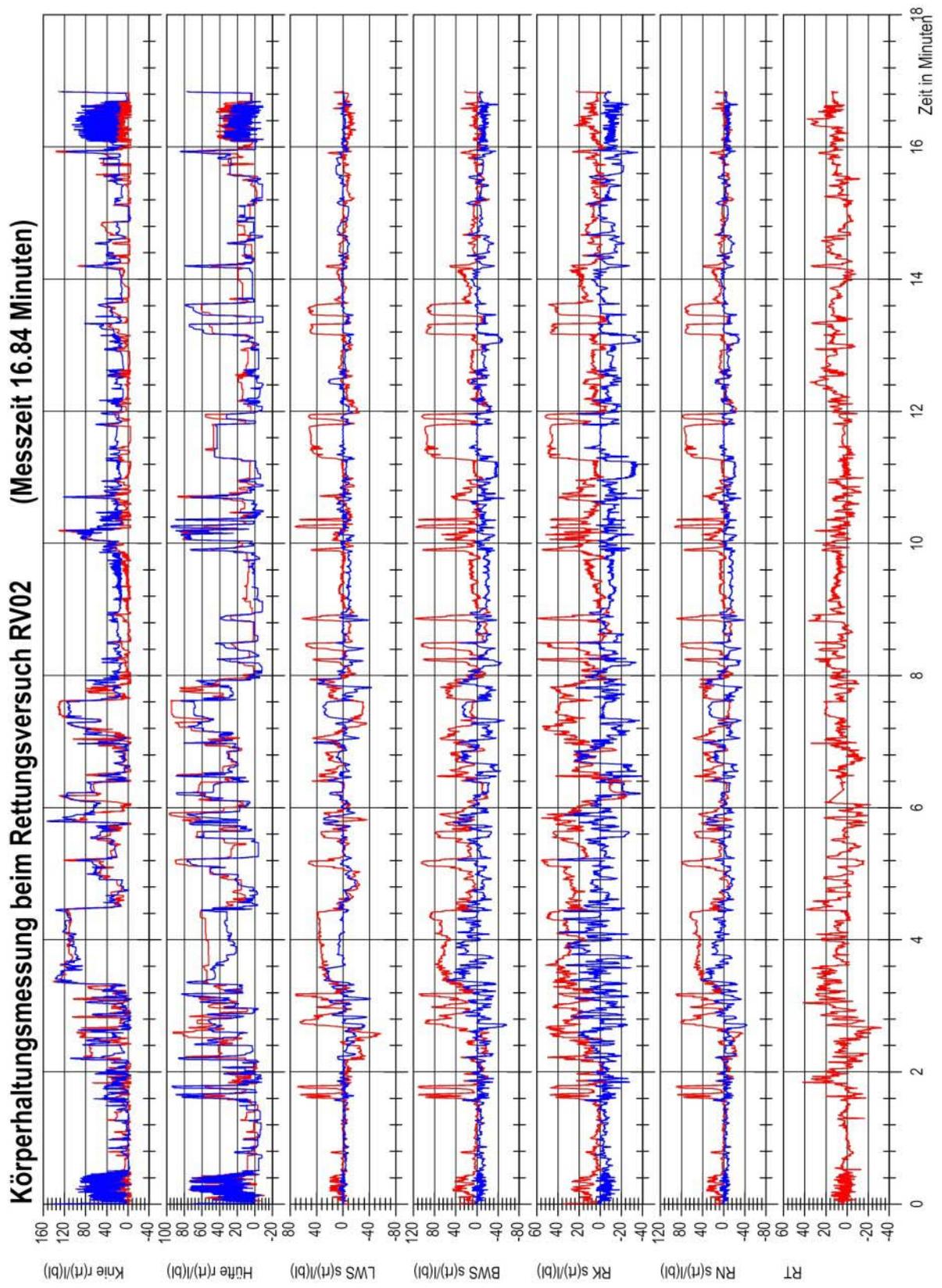
Die Haltungen der oberen Extremitäten und des Kopfes wurden nicht erfasst. Die Rettungs- oder Bergearbeiten beinhalteten schwierige Kletter-, Zugangs- und Positionierungsbewegungen, bei denen nur das einfache Basiskörperhaltungsmesssystem mit relativ eng am Körper anliegender Sensorik und Messdatenerfassung eingesetzt werden konnte.

Alle Messsignale der Körperhaltungsmessung beim Rettungsversuch RV02 sind im Diagramm 7-12 abgebildet. Die gesamte Messzeit dieser Rettungstätigkeit betrug 18 Minuten und 50 Sekunden. Im Diagramm sind 7 Graphen mit gleicher Zeitachse und den spezifischen Sensoren dargestellt.

Im obersten Graph sind die Zeitverläufe des linken (rot) und rechten (blau) Kniesensors abgebildet. Darunter sind die beiden Winkelverläufe der Hüftsensoren, linke Hüfte (rot) und rechte Hüfte (blau), dargestellt. Im dritten Graph von oben sind die sagittale (rot) und laterale (blau) Winkelbewegung der Lendenwirbelsäule dargestellt. Im vierten Graph folgen dementsprechend die sagittale (rot) und laterale (blau) Winkelstellung der Brustwirbelsäule.

Dann folgen zwei Graphen mit den aus den Messsignalen der Brust- und Lendenwirbelsäule abgeleiteten Größen: die sagittale und laterale Rückenkrümmung sowie die sagittale und laterale Rumpfneigung. Die sagittalen Signale sind wieder als rote Linienzüge und die lateralen als blaue Linienzüge dargestellt. Im letzten Graph wird die direkt gemessene Rückentorsion mit rotem Linienzug dargestellt.

Diagramm 7-12: Messsignale der Körperhaltung des Rettungsversuches RV07



7.4.2.2 Verteilungen der gemessenen Körperwinkel

Zur Auswertung der gemessenen Körperwinkel wurden für alle Rettungs- und Bergerversuche Verteilungen der einzelnen Winkelsensoren ermittelt. Als Beispiel sind in den beiden Tabellen 7-33 und 7-34 die Verteilungen aller Winkelsensoren des Rettungsversuches RV07 in Prozent als Anteil an der gesamten Messzeit und in realen Zeitanteilen aufgeführt.

Für die Ermittlung der Verteilungen wurden Winkelklassen mit einer Größe von 10 Grad symmetrisch zum und vom Nullpunkt aus definiert. Die maximalen Anteilfelder sind GELB markiert. Die Verteilung zeigt die Schwerpunkte der Winkelklassen und auch die Extrembereiche der einzelnen Körperbereichshaltungen auf.

Tabelle 7-33: Anteile der Körperwinkelklassen aller Sensoren des Rettungsversuchs RV07 in Prozent

Winkelklasse	Winkelsensoren der Körperhaltungsmessung von Rettungsversuch RV07 Anteile an der Messzeit des Rettungsversuches in Prozent												
	LK	RK	LH	RH	LWS SAG	LWS LAT	BWS SAG	BWS LAT	RK SAG	RK LAT	RN SAG	RN LAT	RT
(-75° bis -65°)													
(-65° bis -55°)					0.04								
(-55° bis -45°)					10.89			0.12				0.02	
(-45° bis -35°)					35.20	0.13	0.10	0.17	0.56			0.10	
(-35° bis -25°)					18.74	0.13	0.79	2.39	17.01	0.26		2.76	0.04
(-25° bis -15°)					2.42	0.43	3.36	4.91	36.81	3.66		20.21	0.54
(-15° bis -5°)	0.65	0.01	5.19		9.97	18.28	21.84	60.22	11.76	25.32		36.98	14.67
(-5° bis +5°)	18.98	1.45	23.56	3.32	12.68	46.34	30.51	27.85	11.88	64.01	0.28	35.20	52.55
(+5° bis +15°)	20.83	4.35	24.04	18.37	4.95	31.38	22.28	3.99	10.44	6.75	9.58	4.28	18.83
(+15° bis +25°)	14.02	32.38	34.65	53.94	1.66	3.30	7.81	0.35	4.64		18.93	0.34	8.89
(+25° bis +35°)	23.26	28.48	5.20	12.70	1.22		4.34		2.84		25.28	0.12	4.12
(+35° bis +45°)	14.39	15.54	3.70	6.58	1.78		3.78		0.87		37.52		0.21
(+45° bis +55°)	4.11	8.99	0.68	1.99	0.21		1.36		0.66		8.37		0.15
(+55° bis +65°)	1.43	4.97	0.86	0.77	0.16		0.74		1.93		0.03		
(+65° bis +75°)	0.77	1.60	0.92	1.55	0.10		0.65		0.32				
(+75° bis +85°)	0.44	0.64	0.95	0.29			1.27		0.09				
(+85° bis +95°)	0.26	0.41	0.24	0.37			0.88		0.17				
(+95° bis +105°)	0.44	0.40		0.12			0.17						
(+105° bis +115°)	0.11	0.20					0.13						
(+115° bis +125°)	0.14	0.23											
(+125° bis +135°)	0.08	0.30											
(+135° bis +145°)	0.07	0.02											
(+145° bis +155°)	0.02	0.01											
(+155° bis +165°)													

Für die ergonomische Beanspruchungsanalyse der hier untersuchten Rettungstätigkeiten sind die Rumpfsensoren von besonderer Bedeutung. Daher werden in den Tabellen 7-35 bis 7-39 die Verteilungen der Rumpfwinkel: Rückenkrümmung sagittal (RKSAG), Rückenkrümmung lateral (RKLAT), Rumpfnäigung sagittal (RNSAG),

Rumpfneigung lateral (RNLAT) und der Rumpftorsion (RT) tabellarisch für alle Rettungs- und Bergeversuche angegeben.

Tabelle 7-34: Anteile der Körperwinkelklassen aller Sensoren beim Rettungsversuch RV07 in Zeit (h:mm:ss)

Winkelklasse	Winkelsensoren der Körperhaltungsmessung von Rettungsversuch RV07 Anteile an der Messzeit des Rettungsversuches in hh:mm:ss												
	LK	RK	LH	RH	LWS SAG	LWS LAT	BWS SAG	BWS LAT	RK SAG	RK LAT	RN SAG	RN LAT	RT
(-75° bis -65°)													
(-65° bis -55°)					0:00:01								
(-55° bis -45°)					0:02:17			0:00:02					
(-45° bis -35°)					0:07:21	0:00:02	0:00:01	0:00:02	0:00:07			0:00:01	
(-35° bis -25°)					0:03:55	0:00:02	0:00:10	0:00:30	0:03:33	0:00:03		0:00:35	0:00:01
(-25° bis -15°)					0:00:30	0:00:05	0:00:42	0:01:02	0:07:42	0:00:46		0:04:13	0:00:07
(-15° bis -5°)			0:01:05		0:02:05	0:03:49	0:04:34	0:12:35	0:02:27	0:05:18		0:07:44	0:03:04
(-5° bis +5°)	0:03:58	0:00:18	0:04:55	0:00:42	0:02:39	0:09:41	0:06:23	0:05:49	0:02:29	0:13:23	0:00:04	0:07:21	0:10:59
(+5° bis +15°)	0:04:21	0:00:55	0:05:01	0:03:50	0:01:02	0:06:34	0:04:39	0:00:50	0:02:11	0:01:25	0:02:00	0:00:54	0:03:56
(+15° bis +25°)	0:02:56	0:06:46	0:07:15	0:11:16	0:00:21	0:00:41	0:01:38	0:00:04	0:00:58		0:03:57	0:00:04	0:01:51
(+25° bis +35°)	0:04:52	0:05:57	0:01:05	0:02:39	0:00:15		0:00:54		0:00:36		0:05:17	0:00:02	0:00:52
(+35° bis +45°)	0:03:00	0:03:15	0:00:46	0:01:23	0:00:22		0:00:47		0:00:11		0:07:51		0:00:03
(+45° bis +55°)	0:00:52	0:01:53	0:00:09	0:00:25	0:00:03		0:00:17		0:00:08		0:01:45		0:00:02
(+55° bis +65°)	0:00:18	0:01:02	0:00:11	0:00:10	0:00:02		0:00:09		0:00:24				
(+65° bis +75°)	0:00:10	0:00:20	0:00:12	0:00:19	0:00:01		0:00:08		0:00:04				
(+75° bis +85°)	0:00:06	0:00:08	0:00:12	0:00:04			0:00:16		0:00:01				
(+85° bis +95°)	0:00:03	0:00:05	0:00:03	0:00:05			0:00:11		0:00:02				
(+95° bis +105°)	0:00:06	0:00:05		0:00:02			0:00:02						
(+105° bis +115°)	0:00:01	0:00:03					0:00:02						
(+115° bis +125°)	0:00:02	0:00:03											
(+125° bis +135°)	0:00:01	0:00:04											
(+135° bis +145°)	0:00:01												
(+145° bis +155°)													
(+155° bis +165°)													

Tabelle 7-35: Verteilung der Rückenkrümmungswinkel sagittal (RKSAG) aller Rettungs- und Bergeversuche

RKSAG	Rettingsversuc h	(-55° bis -45°)	(-45° bis -35°)	(-35° bis -25°)	(-25° bis -15°)	(-15° bis -5°)	(-5° bis +5°)	(+5° bis +15°)	(+15° bis +25°)	(+25° bis +35°)	(+35° bis +45°)	(+45° bis +55°)	(+55° bis +65°)	(+65° bis +75°)
Alle	RV36		.03	.22	.99	6.23	27.01	30.30	16.45	8.44	6.99	3.15	.18	
BBBG	RV06					1.33	30.51	29.48	17.10	9.92	6.41	5.12	.12	
	RV07					.28	9.58	18.93	25.28	37.52	8.37	.03		
	RV08		.06	.45	.66	3.14	30.79	28.71	12.98	9.38	6.91	6.20	.72	
	RV27				.19	4.07	18.78	66.18	9.97	.63	.17	.01		
	RV28			.01	2.54	4.25	22.90	18.88	32.73	10.36	7.98	.34		
	RV29			.10	.43	7.25	65.96	22.89	2.50	.58	.24	.04		
BGBA	RV30		.26	1.98	8.48	16.91	19.74	26.95	15.64	5.67	3.27	1.05	.02	
	RV31		.03	.52	2.14	12.14	20.66	21.36	19.40	12.43	8.31	2.92	.09	
	RV33		.11	.44	.91	10.50	33.71	30.45	16.43	5.06	2.34	.05		
	RV34		.01	.21	1.00	7.48	32.15	26.93	15.19	9.60	5.49	1.74	.21	
	RV35					2.13	33.90	42.31	13.24	3.45	2.98	1.73	.26	
BGCH	RV10					.13	2.12	25.08	36.65	14.17	8.25	13.37	.23	
	RV24				.59	1.48	27.01	35.96	13.66	5.69	8.45	6.72	.43	
	RV25				.19	1.83	19.15	31.17	8.57	4.73	19.34	13.94	1.09	
	RV26				.06	1.73	22.33	47.14	19.00	7.82	1.84	.08		
BGFE	RV16						4.55	37.65	39.44	12.10	4.73	1.53		
	RV17			.08	.33	1.01	6.14	31.95	37.49	10.86	9.94	2.19		
	RV18				.19	3.89	18.91	36.40	26.72	12.48	1.41			
	RV19					.50	9.94	31.77	33.69	15.71	6.77	1.55	.05	
	RV20					.05	7.66	42.76	28.32	10.03	8.30	2.87	.01	
	RV21			.01	.17	5.68	36.67	31.36	12.12	5.27	4.70	3.46	.56	
	RV22				.17	6.91	24.07	8.51	11.71	24.64	22.92	1.06		
	RV23				.37	4.45	20.01	21.51	15.11	13.50	21.35	3.67	.02	
SMBG	RV01					1.67	37.77	47.14	12.05	1.06	.25	.06		
	RV02			.02	.70	3.95	23.71	27.21	15.11	11.93	10.03	6.99	.34	
	RV03		.01	.06	.61	11.34	55.97	21.33	6.79	3.61	.26	.02		
	RV04			.16	.27	1.65	21.66	43.86	19.41	6.20	2.94	3.71	.14	
	RV05				.18	19.61	47.52	12.90	10.27	8.57	.83	.12		
	RV12				.18	1.49	20.74	59.01	7.25	4.38	3.53	3.06	.37	
	RV13				.66	18.07	59.55	3.59	1.94	3.54	5.97	6.51	.17	
	RV14				.06	20.96	47.59	23.59	4.89	2.33	.54	.04		
	RV15		.09	.20	.30	.89	16.24	52.25	16.77	8.37	4.03	.86		

Tabelle 7-36: Verteilung der Rückenkrümmungswinkel lateral (RKLAT) aller Rettungs- und Bergeversuche

		(-65° bis -55°)	(-55° bis -45°)	(-45° bis -35°)	(-35° bis -25°)	(-25° bis -15°)	(-15° bis -5°)	(-5° bis +5°)	(+5° bis +15°)	(+15° bis +25°)	(+25° bis +35°)	(+35° bis +45°)	(+45° bis +55°)	(+55° bis +65°)	(+65° bis +75°)
Alle	RV36		.01	.16	1.35	6.51	21.42	42.81	19.49	5.67	2.14	.44	.01		
BBBG	RV06			.07	.37	2.05	16.42	59.25	17.47	3.57	.72	.09			
	RV07		.02	.10	2.76	20.21	36.98	35.20	4.28	.34	.12				
	RV08			.05	.39	2.65	20.44	33.92	12.24	8.87	17.66	3.55	.24		
	RV27			.06	.14	.27	8.09	53.04	28.44	9.76	.15	.05			
	RV28				1.54	26.01	40.45	28.57	3.23	.18	.03				
	RV29					.75	19.38	55.32	23.59	.93	.02				
BGBA	RV30		.04	.46	3.90	10.72	22.78	32.08	17.95	9.13	2.71	.23			
	RV31			.12	2.18	9.17	18.30	33.28	23.53	10.31	2.87	.24			
	RV33				.52	3.94	18.30	45.06	24.74	6.66	.74	.04			
	RV34			.28	1.63	6.39	16.35	29.87	25.68	12.57	5.77	1.46			
	RV35		.04	.24	1.71	8.98	33.60	42.78	10.55	1.44	.43	.24	.01		
BGCH	RV10				.39	2.97	15.93	52.08	25.75	2.13	.68	.05	.02	.01	
	RV24			.05	.17	1.30	13.65	40.31	35.45	8.23	.72	.11			
	RV25			.03	1.32	18.75	21.89	39.11	12.84	5.26	.79				
	RV26				.11	3.97	26.62	46.49	20.05	2.63	.13				
BGFE	RV16			.01	.27	.90	5.45	37.72	41.41	13.01	1.04	.19			
	RV17			.02	.97	6.34	19.24	39.24	24.02	8.16	1.85	.15			
	RV18			.55	7.34	13.37	23.18	29.91	18.61	5.83	1.11	.10			
	RV19			.02	.72	3.60	16.18	41.36	30.18	7.15	.71	.10			
	RV20			.05	1.39	7.62	22.03	47.37	17.85	3.18	.50	.03			
	RV21			.02	.38	4.85	13.67	32.02	28.84	12.86	5.70	1.62	.03		
	RV22		.02	.63	2.62	5.27	16.16	58.09	11.59	3.23	1.42	.97			
	RV23			.10	1.58	6.06	18.84	41.36	18.33	8.21	5.30	.20	.02		
SMBG	RV01				.08	6.29	40.33	40.26	6.78	6.21	.04				
	RV02			.46	4.12	10.42	37.55	35.49	8.29	2.78	.81	.10			
	RV03			.03	.31	2.37	38.15	35.92	18.18	2.58	.77	1.66	.02		
	RV04			.51	.43	5.29	11.54	49.25	20.16	11.17	1.55	.09			
	RV05			.01	.46	2.44	7.93	73.82	13.15	1.97	.20	.02			
	RV12		.03	.08	.89	3.56	10.47	45.26	38.55	1.09	.08				
	RV13		.01	.13	.50	3.04	20.16	71.76	4.11	.22	.07				
	RV14		.02	.10	.49	2.58	16.37	68.01	11.16	1.13	.15				
	RV15		.11	.84	.71	2.77	28.40	47.74	11.94	3.27	3.74	.49	.01		

Tabelle 7-37: Verteilung der Rumpfneigungswinkel sagittal (RNSAG) aller Rettungs- und Bergeversuche

		(-85° bis -75°)	(-75° bis -65°)	(-65° bis -55°)	(-55° bis -45°)	(-45° bis -35°)	(-35° bis -25°)	(-25° bis -15°)	(-15° bis -5°)	(-5° bis +5°)	(+5° bis +15°)	(+15° bis +25°)	(+25° bis +35°)	(+35° bis +45°)	(+45° bis +55°)	(+55° bis +65°)	(+65° bis +75°)	(+75° bis +85°)	(+85° bis +95°)	(+95° bis +105°)	(+105° bis +115°)	(+115° bis +125°)	(+125° bis +135°)		
Alle	RV36			.01	.51	1.76	2.70	5.73	12.78	34.23	18.94	8.15	5.05	2.90	1.79	1.38	1.28	1.01	.60	.77	.32	.09			
BBBG	RV06						.13	.19	6.73	43.36	29.39	5.94	2.63	.98	1.09	1.68	1.54	3.16	3.17						
	RV07				.03	.56	17.01	36.81	11.76	11.88	10.44	4.64	2.84	.87	.66	1.93	.32	.09	.17						
	RV08				.06	1.96	7.40	14.28	18.82	38.57	10.86	5.07	1.60	.51	.49	.24	.14								
	RV27		.12	.09	.36	13.50	21.79	5.36	9.65	41.15	6.88	.35	.16	.19	.24	.14	.01								
	RV28				.02	.03	.24	14.84	31.94	31.46	3.91	3.01	3.57	1.94	1.89	.70	2.30	3.23	.92						
	RV29				.06	.36	1.96	11.41	8.77	64.06	11.08	1.10	.88	.11	.12	.10									
BGBA	RV30				.07	1.68	5.16	16.22	17.55	15.08	19.69	15.32	4.96	2.14	.99	.85	.29								
	RV31				.02	.25	1.68	10.54	24.05	26.96	19.73	10.98	4.31	1.01	.47	.02									
	RV33				.95	9.18	9.21	1.93	4.51	12.73	18.50	15.46	12.06	7.93	3.37	1.76	1.64	.72	.07						
	RV34				.96	1.61	2.39	3.11	12.36	33.19	23.31	11.21	5.66	3.74	1.71	.70	.06								
	RV35					.53	.46	12.88	46.67	27.09	6.43	2.89	1.65	.69	.49	.19	.02								
BGCH	RV10				5.05	15.58	10.44	18.27	4.57	19.89	13.50	3.71	2.86	.71	3.13	.56	.73	.82	.16						
	RV24			.03	3.58	4.77	4.50	3.70	8.51	45.55	12.50	6.11	4.50	2.78	.86	.96	.93	.44	.23	.04					
	RV25					1.07	15.93	25.65	38.88	13.78	2.35	.74	.16	.22	1.06	.18									
	RV26					.70	24.67	43.21	22.38	5.39	1.36	1.25	.30	.28	.47										
BGFE	RV16						1.90	10.71	27.74	27.64	13.38	7.46	3.37	1.31	2.26	2.11	1.85	.22	.03						
	RV17				.14	.40	1.20	14.01	29.22	21.83	11.09	4.74	4.14	4.22	4.44	2.00	2.54	.04							
	RV18				.04	.58	5.50	21.15	40.94	22.58	4.52	1.04	3.54	.11											
	RV19				.02	1.30	6.32	17.79	34.46	14.43	4.16	1.51	1.37	1.24	1.01	2.31	3.57	4.38	5.95	.16					
	RV20				.02	.35	13.03	28.01	35.12	7.39	3.18	1.90	2.69	2.47	3.24	1.14	1.46								
	RV21				.02	.20	4.28	28.44	39.92	15.84	4.89	2.66	2.05	1.33	.28	.10									
	RV22						.01	.21	5.62	9.37	11.17	13.45	9.15	5.94	7.24	8.00	5.30	3.77	11.41	6.88	2.48				
	RV23						.07	.66	19.82	13.79	8.26	10.34	11.16	6.82	7.23	4.07	7.72	4.43	4.10	1.52					
SMBG	RV01						3.40	16.10	43.17	30.04	4.84	1.71	.32	.16	.19	.05									
	RV02				.02	.39	2.94	15.25	33.37	16.39	6.95	4.91	4.44	6.00	2.35	4.99	1.46	.53							
	RV03							1.40	26.22	43.06	14.16	4.41	2.16	2.57	1.70	2.13	1.79	.35	.02	.02					
	RV04						.68	6.80	26.70	37.12	16.29	7.01	2.15	1.27	.52	1.21	.25								
	RV05				.26	.11	.36	3.21	52.36	35.40	5.82	1.51	.97												
	RV12			.15	.14	.11	.84	1.74	2.51	73.77	9.26	3.26	2.42	1.87	1.58	1.42	.47	.05	.40						
	RV13				.03	.32	.30	1.12	70.68	7.45	1.28	1.75	2.43	1.56	1.40	2.18	3.25	2.26	3.08	.90					
	RV14				.10	.44	.44	.55	4.78	50.18	24.45	8.47	3.68	1.30	.53	.53	.33	.61	.81	2.80					
	RV15				.04	.33	.10	2.08	35.76	30.54	10.09	4.78	5.06	2.39	3.22	2.32	1.39	.55	1.29	.05					

Tabelle 7-38: Verteilung der Rumpfneigungswinkel lateral (RNLAT) aller Rettungs- und Bergeversuche

		(-65° bis -55°)	(-55° bis -45°)	(-45° bis -35°)	(-35° bis -25°)	(-25° bis -15°)	(-15° bis -5°)	(-5° bis +5°)	(+5° bis +15°)	(+15° bis +25°)	(+25° bis +35°)	(+35° bis +45°)	(+45° bis +55°)	(+55° bis +65°)	(+65° bis +75°)	(+75° bis +85°)	(+85° bis +95°)
Alle	RV36		.18	.87	5.20	18.63	49.99	18.78	4.71	1.31	.27	.04	.01				
BBBG	RV06		.05	.16	2.36	16.29	55.89	21.85	2.98	.35	.07						
	RV07			.26	3.66	25.32	64.01	6.75									
	RV08			.15	1.10	15.42	54.61	25.08	3.38	.28							
	RV27				.30	4.85	55.24	31.11	8.35	.15							
	RV28		.02	.93	4.20	17.16	67.05	9.68	.96								
	RV29		.07	.22	.53	21.22	67.10	9.59	1.16	.10	.01						
BGBA	RV30		.03	.69	5.16	23.49	38.73	22.00	8.07	1.45	.38						
	RV31		.13	.91	4.56	16.94	39.97	27.64	7.29	1.87	.53	.16					
	RV33		.46	1.32	5.44	20.91	40.86	22.26	5.54	2.79	.28	.12	.01				
	RV34		.09	.77	3.31	12.59	40.55	27.80	10.80	2.27	1.57	.26					
	RV35		.05	.73	5.43	29.16	52.04	10.84	1.52	.20	.03						
BGCH	RV10		.05	4.01	29.86	24.49	31.31	8.04	1.54	.62	.07						
	RV24			.26	2.77	9.85	50.17	29.29	5.93	1.59	.12	.02					
	RV25			.83	17.40	23.68	46.61	9.32	2.16								
	RV26			.04	2.15	29.71	51.67	16.14	.27	.02							
BGFE	RV16		.05	3.57	11.15	19.16	30.13	28.54	7.07	.34							
	RV17		.38	1.49	10.07	23.06	39.29	18.43	5.42	1.79	.07						
	RV18		5.36	5.72	12.27	25.81	30.78	13.44	4.70	1.62	.19	.10					
	RV19		.01	.60	2.23	16.97	42.68	19.66	12.99	4.45	.41						
	RV20		.07	.41	2.28	14.93	53.49	25.28	3.01	.50	.03						
	RV21			.08	3.35	10.40	38.87	29.25	10.77	5.14	2.07	.07					
	RV22		.02	.07	.59	3.54	16.27	61.22	12.97	4.45	.70	.08	.07	.01			
	RV23		.02	.22	1.98	16.09	45.60	27.35	6.81	1.12	.22	.06	.44	.07	.01		
SMBG	RV01				.74	23.02	58.60	11.23	6.35	.05							
	RV02		.31	2.02	10.02	33.21	40.47	7.81	3.97	1.96	.23						
	RV03		.09	.22	6.24	20.58	48.29	14.86	7.82	1.77	.13	.01					
	RV04		.06	.99	3.51	13.06	40.83	26.93	8.07	5.93	.52	.10					
	RV05		.23	1.10	.85	7.95	65.98	21.18	1.67	1.04							
	RV12		.31	1.26	6.19	11.35	76.92	3.57	.40								
	RV13			.19	1.83	12.40	81.99	3.07	.43	.09							
	RV14		.11	.92	2.49	13.20	66.16	15.28	1.60	.24							
	RV15		.15	.91	5.87	13.94	56.48	14.92	5.15	2.34	.23						

Tabelle 7-39: Verteilung der Rumpftorsionswinkel (RT) aller Rettungsversuche

		(-65° bis -55°)	(-55° bis -45°)	(-45° bis -35°)	(-35° bis -25°)	(-25° bis -15°)	(-15° bis -5°)	(-5° bis +5°)	(+5° bis +15°)	(+15° bis +25°)	(+25° bis +35°)	(+35° bis +45°)	(+45° bis +55°)	(+55° bis +65°)
Alle	RV36			.16	1.02	4.11	16.90	52.90	19.05	4.62	1.04	.17	.03	
BBBG	RV06					5.55	30.48	51.32	11.07	1.58				
	RV07				.04	.54	14.67	52.55	18.83	8.89	4.12	.21	.15	
	RV08		.05	2.36	9.36	17.79	14.08	33.47	17.59	4.31	.87	.11		
	RV27					.08	5.12	57.69	32.36	4.18	.56			
	RV28				.11	3.82	28.65	58.65	8.11	.59	.08			
	RV29					.09	17.24	78.54	4.04	.09				
BGBA	RV30				.39	3.71	17.10	41.93	28.29	7.18	1.15	.25	.01	
	RV31			.31	4.59	13.44	28.90	34.80	14.51	3.24	.18	.04		
	RV33		.01	.03	.42	4.54	21.24	40.52	24.05	6.26	1.87	.82	.25	
	RV34			.07	.84	4.09	13.56	34.53	28.27	13.46	4.46	.57	.14	
	RV35					.13	5.63	73.20	20.21	.73	.10			
BGCH	RV10					.37	12.02	77.44	8.92	1.17	.02	.04		
	RV24				.07	1.76	8.62	58.35	27.50	3.36	.34			
	RV25					1.26	9.58	73.70	14.64	.83				
	RV26				.71	11.05	17.14	36.39	23.54	9.75	1.39	.03		
BGFE	RV16					.42	10.55	40.14	36.56	10.67	1.61	.05		
	RV17				.18	3.74	18.76	50.06	21.83	5.02	.41			
	RV18			1.41	4.31	10.39	25.81	32.09	16.12	8.30	1.46	.11		
	RV19				.33	4.64	21.02	32.11	15.66	17.47	7.92	.84		
	RV20			.09	.25	1.96	26.74	39.26	19.46	9.30	2.52	.42		
	RV21			.02	.32	3.64	51.59	31.82	10.08	2.01	.32	.12	.08	
	RV22						.15	87.37	12.48					
	RV23			.08	1.05	3.39	17.19	30.14	35.64	12.18	.33			
SMBG	RV01					.89	12.06	74.36	12.17	.52				
	RV02				.11	.92	6.98	36.66	37.50	13.99	3.65	.20		
	RV03					5.01	23.85	58.64	11.54	.84	.10	.02		
	RV04							100.0						
	RV05					.13	5.96	61.57	28.75	3.02	.58			
	RV12			.01	.02	.37	5.33	80.51	10.70	2.59	.48			
	RV13				.12	5.08	27.14	47.30	14.91	3.23	1.66	.53	.03	
	RV14				.05	.07	6.33	81.31	10.02	2.22				
	RV15				.19	2.22	12.64	60.00	14.97	6.29	3.37	.32		

7.4.2.3 Statische Körperhaltungen des Rumpfes

Als statische Haltungen werden nach der europäischen Norm EN 1005-1 Körperhaltungen bezeichnet, die unter gleich bleibendem oder gering verändertem Kraftniveau länger als 4 Sekunden eingenommen werden. Das Schädigungspotential statischer Körperhaltungen wird vorrangig in der Verursachung von Muskelermüdung erkannt. In der Folge treten Veränderungen des Stoffwechsels, der Schmerzempfindung und der Bewegungsmuster auf, die schließlich auch zu einer Überlastung passiver Strukturen des Muskel-Skelett-Systems führen können. In dieser Untersuchung wurden daher Tätigkeiten in Gelenkwinkelstellungen, welche außerhalb der Neutralstellung länger als 4 Sekunden – eingeteilt in Intervalle von >4 s bis 10 s, >10 s bis 30 s, >30 s bis 60 s und >60 s – gehalten wurden, registriert und bezüglich der Häufigkeit ihres Vorkommens bewertet.

Für die Sensoren: sagittale und laterale Rückenkrümmung (RKSAG, RKLAT), sagittale und laterale Rumpfnäigung (RNSAG, RNLAT) und die Rumpftorsion (RT) sind in den untenstehenden Tabellen die Häufigkeiten statischer Haltungen für ungünstige Winkelklassen angegeben. Zusätzlich zu den Häufigkeiten in den einzelnen Zeitintervallen ist die Summenhäufigkeit für jede Winkelklasse und die Gesamthäufigkeit angegeben. Die Auswertungen wurden für die Substruktur „Berufsgenossenschaft – BG“ durchgeführt. Die Gesamtauswertung für alle Winkelklassen ist in der Tabelle 17-3 in der Anlage aufgeführt.

In der Tabelle 7-40 sind die Häufigkeiten statischer sagittaler Rückenkrümmungshaltungen für ungünstige Winkelklassen angegeben. Betrachtet man die größte Winkelklasse $\geq +40^\circ$, dann weisen die BGCH und die BGFE sowohl beim Zeitintervall 4 – 10 s als auch beim Zeitintervall 10 – 30 s die größten Häufigkeiten aus. In dieser Winkelklasse wurde bei der BGCH eine statische Haltung mit einer Dauer über einer Minute ermittelt. Dieser Häufigkeitsschwerpunkt, ergänzt durch die Häufigkeiten der BGBA, zeigt sich ebenfalls in der Winkelklasse $+20^\circ$ bis $+40^\circ$. Die Summenhäufigkeiten in den einzelnen Winkelklassen verdeutlichen dieses Ergebnis. Nach der Gesamthäufigkeit betrachtet finden sich bei den Rettungsversuchen der BGFE (118) und der BGCH (99) deutlich mehr statische sagittale Rückenkrümmungshaltungen als bei den anderen Berufsgenossenschaften.

Tabelle 7-40: Häufigkeiten statischer sagittaler Rückenkrümmungshaltungen (RKSAG) für die extremen Bereiche der Erfassung

RKSAG	Gesamtsumme	$+20^\circ$ bis $+40^\circ$				Summe	$\geq +40^\circ$				Summe
		4–10 s	10–30s	30–60s	>60s		4–10s	10–30s	30–60s	>60s	
BBBG	59	31	4			35	20	4			24
BGBA	69	51	5			56	9	3	1		13
BGCH	99	38	8	1		57	28	12	1	1	42
BGFE	118	70	12			82	24	12			36
SMBG	33	21	1			22	9	2			11
Gesamt	378	211	30	1		252	90	33	2	1	126

In der Tabelle 7-41 sind die Häufigkeiten statischer sagittaler Rumpfnäigungshaltungen für die ungünstigsten Winkelklassen $+60^\circ$ bis $+90^\circ$ und $\geq +90^\circ$ aufgeführt. Die ermittelten Häufigkeiten weisen einen eindeutigen Schwerpunkt bei der BGFE (68) aus. Bei der Gruppe der Rettungsversuche der BGFE wurden in beiden

Winkelklassen und in den drei Zeitintervallen bis 60 s immer deutlich die größten Häufigkeiten ermittelt. Die Häufigkeitssummen für jeden Winkelbereich sowie die Gesamthäufigkeit wiesen klar auf die hohe Anzahl an statischen sagittalen Rumpfhaltungshaltungen in der Gruppe der Rettungsversuche der BGFE hin. Die Häufigkeiten der sagittalen Rumpfhaltungen liegen insgesamt gesehen deutlich niedriger als die der sagittalen Rückenkrümmungen.

Tabelle 7-41: Häufigkeiten statischer sagittaler Rumpfhaltungshaltungen (RNSAG) für die extremen Bereiche der Erfassung

RKLATG	Gesamtsumme	+ 60° bis +90°					>= +90°				
		4-10s	10-30s	30-60s	>60s	Summe	4-10 s	10-30s	30-60s	>60s	Summe
BBBG	7	5	2			7					
BGBA	2	2				2					
BGCH											
BGFE	68	28	4	1		33	21	12	2		35
SMBG	16	7	2			9	6	1			7
Gesamt	93	42	8	1		51	27	13	3		42

In den Tabellen 7-42 und 7-43 sind die Häufigkeiten für statische laterale Körperwinkelstellungen der Rückenkrümmung und der Rumpfhaltung zusammengestellt. Auch hier werden nur die ungünstigen Winkelstellungen $\leq -20^\circ$ oder $\geq +20^\circ$ betrachtet. Da symmetrische Winkelklassen vorliegen, können zunächst die Gesamtsummen bewertet werden. Bei der lateralen Rückenkrümmung zeigen die Gesamthäufigkeiten etwa gleiche Niveaus bei der BBBG (21), der BGBA (23) und der BGFE (19). Ausgeprägte Einseitigkeiten zwischen links- und rechtskrümmenden Haltungen sind nicht zu erkennen. Es kommen keine statischen Haltungen in den Zeitintervallen ≥ 30 s vor.

Tabelle 7-42: Häufigkeiten statischer lateraler Rückenkrümmungshaltungen (RKLAT) für die ungünstigen Bereiche der Erfassung

RK-LAT	Gesamtsumme	<= -20°					>= +20°				
		4-10s	10-30s	30-60s	>60s	Summe	4-10s	10-30s	30-60s	>60s	Summe
BBBG	21	6	1			7	12	2			14
BGBA	23	15				15	8				8
BGCH	8	3				3	5				5
BGFE	19	6	2			8	8	3			11
SMBG	11	5				5	5	1			6
Gesamt	82	35	3			38	38	6			44

Bei den statischen lateralen Rumpfhaltungen, die in Tabelle 7-43 dargestellt sind, kommen ebenfalls bis auf eine Ausnahme keine statischen Haltungen ≥ 30 s vor. Bei den Gesamtsummen weisen die BGCH (36) und die BGFE (27) die größten Häufigkeiten auf. Die Gesamthäufigkeit der BG-Bahnen (27) liegt deutlich und die der SMBG (14) erheblich darunter. Bei der BBBG wurden praktisch keine statischen lateralen Rumpfhaltungshaltungen ermittelt.

Tabelle 7-43: Häufigkeiten statischer lateraler Rumpfneigungshaltungen (RNLAT) für die extremen Bereiche der Erfassung

RN-LAT	Gesamtsumme	<= -20°					>= +20°				
		4-10s	10-30s	30-60s	>60s	Summe	4-10s	10-30s	30-60s	>60s	Summe
BBBG	2						2				2
BGBA	21	4				4	16	1			17
BGCH	36	23	2			25	8	3			11
BGFE	27	9	2			11	14	1	1		16
SMBG	14	4	1			5	9				9
Gesamt	100	40	5			45	49	5	1		55

Die Häufigkeiten der statischen Rumpftorsionshaltungen sind in der Tabelle 7-44 für die ungünstigen Winkelbereiche $\leq -20^\circ$, linksdrehend, und $\geq +20^\circ$, rechtsdrehend, zusammengefasst dargestellt. Hier zeigen die Gesamthäufigkeiten einen deutlichen Schwerpunkt (39) bei den Rettungsversuchen der BGBA. Alle anderen Gesamthäufigkeiten liegen deutlich niedriger. Bei der BGBA wurden auch die einzigen statischen Rumpftorsionshaltungen im Zeitintervall 30 – 60 s und im Zeitintervall ≥ 60 s ermittelt. Die Gesamtsummen für linksdrehende und rechtsdrehende Torsionen weisen bei der BGBA eine ausgeprägte Einseitigkeit zu Gunsten linksdrehender Torsionen auf (36:3).

Tabelle 7-44: Häufigkeiten statischer Rumpftorsionshaltungen (RT) für die extremen Winkelbereiche der Erfassung

RKLATG	Gesamtsumme	<= -20°					>= +20°				
		4-10s	10-30s	30-60s	>60s	Summe	4-10s	10-30s	30-60s	>60s	Summe
BBBG	13	7				7	4	2			6
BGBA	39	21	13	1	1	36	3				3
BGCH	8	4	1			5	3				3
BGFE	11	3				3	6	2			8
SMBG	3						2	1			3
Gesamt	74	35	14	1	1	51	18	5			23

Die Summenhäufigkeiten der genannten Rumpfsensoren sind in der Tabelle 7-45 zusammengefasst aufgeführt. Zusätzlich werden noch die maximalen Zeitintervalle angegeben, bis zu denen je nach Sensor und BG statische Haltungsintervalle gefunden wurden. Die dominierenden Häufigkeiten sind für jeden Sensor gelb gekennzeichnet, ebenfalls Zellen, wo Zeitintervalle > 60 s vorlagen.

Tabelle 7-45: Gesamthäufigkeiten aller Winkelsensoren und maximale Zeitintervalle

BG	RKSAG		RNSAG		RKLAT		RNLAT		RT	
	Summe	Zeit-Intervall								
BBBG	59	<=30s	7	<=30s	21	<=30s	2	<=10s	13	<=30s
BGBA	69	<=60s	2	<=10s	23	<=10s	21	<=30s	39	>60s
BGCH	99	>60s			8	<=10s	36	<=30s	8	<=30s
BGFE	118	<=30s	68	<=60s	19	<=30s	27	<=60s	11	<=30s
SMBG	33	<=30s	16	<=30s	11	<=30s	14	<=30s	3	<=30s
Gesamt	378		93		82		100		74	

Die ermittelten Häufigkeiten beziehen sich auf die Summe der zu den einzelnen Berufsgenossenschaften gehörenden Rettungsversuche. Die Zeitsummen der Rettungsversuchsgruppen variieren dazwischen aber stark, so dass für einen besseren Vergleich eine Standardisierung der Zeitgrundlage erfolgen sollte. Als Bezugszeit für die Standardisierung wurde 1 Zeitstunde gewählt und mit den sich daraus ergebenden Faktoren für die Häufigkeitskorrekturen die standardisierten Summenhäufigkeiten berechnet. In der Tabelle 7-46 sind die Umrechnungen aufgeführt.

Tabelle 7-46: Standardisierte Gesamthäufigkeiten für alle Statikintervalle

Berufsgenossenschaft	Gesamt-messzeit in hh:mm:ss	Bezugszeit 1 Stunde	Faktor Zeit-korrektur	RKSAG	RNSAG	RKLAT	RNLAT	RT
				Summen-häufigkeit	Summen-häufigkeit	Summen-häufigkeit	Summen-häufigkeit	Summen-häufigkeit
BBBG	1:57:04	1:00:00	0.513	30	4	11	1	7
BGBA	5:15:48	1:00:00	0.190	13	0	4	4	7
BGCH	2:08:19	1:00:00	0.468	46	0	4	17	4
BGFE	3:10:08	1:00:00	0.316	37	21	6	9	3
SMBG	2:53:28	1:00:00	0.346	11	6	4	5	1
alle	15:24:47			137	31	29	36	22

Bei der Addition aller Rettungsversuche zeigt sich, dass statische sagittale Rückenkrümmungen mit großer Deutlichkeit (137) am häufigsten vorkommen. Hier weisen die Häufigkeiten der BGFE (37), der BGCH (46) und der BBBG (30) die größten Werte aus. Bei den anderen Sensoren liegen die Additionen der Summenhäufigkeiten etwa auf dem gleichen Niveau, im Mittel etwa bei 30. Die BGFE zeigt auch bei den statischen sagittalen Rumpfnigungen den größten Häufigkeitswert (21). Bei den statischen Lateralhaltungen weisen die BBBG (11) und die BGCH (17) die höchsten Häufigkeitswerte aus. Bei den statischen Rumpftorsionen wurden die größten Häufigkeiten bei der BBBG (7) und der BGBA (7) ermittelt.

7.4.3 Kritische Körperhaltungen nach einer Körperhaltungsmatrix

In den Abschnitten dieses Kapitels werden die Ergebnisse zu den Auswertungen der Körperhaltungen nach einer Körperhaltungsmatrix aus Oberkörper- und Beinhaltungen beschrieben und dargestellt.

7.4.3.1 Oberkörperhaltungen

Bei den Auswertungen der Sensormesssignale, die am Rumpf des Hauptretters oder -bergers appliziert waren, wurden mit dem WIDAAN-Analyser 4 unterschiedliche Oberkörperhaltungen erkannt. Eine dieser Haltungen wurde jedem Messsample zugeordnet. Die 4 Oberkörperhaltungen werden in diesem Bericht mit folgender Kurzform und Abkürzung bezeichnet und unterschieden:

- Rücken gerade (R. ger.)
- Rücken gebeugt (R. geb.)
- Rücken tordiert oder seitlich geneigt (R. tord. / seitl. gen.)
- Rücken gebeugt und tordiert oder seitlich geneigt (R. geb. & tord. / seitl. gen.)

In diesen 4 Oberkörperhaltungsklassen ist ein steigender Komplexitätsgrad der Oberkörperhaltung zu erkennen. Bei der letzten, komplexesten Oberkörperhaltung ist die UND-Bedingung mit der ODER-Bedingung so verknüpft, dass alle Kombinationen von „gebeugt“, „tordiert“ und „seitlich geneigt“ erfasst werden.

In den Tabellen 7-48 und 7-49 sind die prozentualen Anteile und die realen Zeitanteile für alle Rettungsversuche, strukturiert nach berufsgenossenschaftlicher Zugehörigkeit, aufgeführt. Für die 3 ungünstigen Oberkörperhaltungen „R. geb.“, „R. tord. / seitl. gen.“ und „R. geb. & tord. / seitl. gen.“ sind die größten Anteile jeweils GELB markiert.

Zur Übersicht sind in der Tabelle 7-47 statistische Maßzahlen der Verteilungen der Oberkörperhaltungen für alle Rettungs- und Bergetätigkeiten nach Berufsgenossenschaften aufgeführt. Hier ist auffällig, wie in den beiden anderen Tabellen auch, dass die Oberkörperhaltungsklasse „R. tord. / seitl. gen.“ außergewöhnlich hoch ausgeprägt ist.

Tabelle 7-47: Prozentuale Anteile der Oberkörperhaltungen aller Rettungsversuche nach Substruktur „Berufsgenossenschaften – BG“

Berufsgenossenschaften	Gesamte Messzeiten in hh:mm:ss	Anteile der Oberkörperhaltungen in %			
		R. ger.	R. geb.	R. tord. / seitl. gen.	R. geb. & tord. / seitl. gen.
BBBG	1:57:04	72.98	6.25	17.82	2.95
BGBA	5:15:48	65.06	7.82	21.91	5.21
BGCH	2:08:19	64.00	9.95	18.43	7.60
BGFE	3:10:08	59.40	13.46	21.24	5.91
SMBG	2:53:28	76.82	5.70	12.84	4.62
Alle	15:25:04	66.96	8.68	19.07	5.29

Der Anteil von etwa 19 % an der Gesamtmesszeit weist besonders im Vergleich zu der Oberkörperhaltung „R. geb.“ mit einem Anteil von nur etwa 9 % auf tätigkeitsbedingte kritische Haltungseinseitigkeiten aus Torsionen und Seitneigungen des Oberkörpers hin. Die Verteilung der GELB-markierten Felder der Oberkörperhaltung „R. tord. / seitl. gen.“ zeigt, dass alle Berufsgenossenschaften betroffen sind.

Tabelle 7-48: Prozentuale Anteile der Oberkörperhaltungen an den Messzeiten der Rettungs- und Bergeversuche; die maximalen Werte aus den kritischen Oberkörperhaltungen „R. geb.“ und „R. tord. / seitl. gen.“ und „R. geb. & tord. / seitl. gen.“ sind GELB markiert

BG und Rettungsversuche		Anteile an den Messzeiten in %				
		Messzeit	R. ger.	R. geb.	R. tord. / seitl. gen.	R. geb. & tord. / seitl. gen.
BBBG	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	0:11:39	77.06	10.45	9.95	2.54
	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	0:20:54	75.89	5.66	16.51	1.95
	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	0:38:39	60.09	2.14	34.43	3.33
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	0:09:08	62.06	22.05	8.27	7.62
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	0:19:55	79.38	8.93	8.07	3.61
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	0:16:49	94.46	1.65	3.54	0.34
BGBA	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	0:52:37	60.71	9.31	22.68	7.29
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	1:17:42	63.19	1.54	33.79	1.48
	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	1:01:32	45.19	24.62	17.23	12.95
	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	0:28:45	53.14	4.30	35.54	7.03
	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	1:35:12	85.42	2.31	10.71	1.56
BGCH	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	0:29:44	42.77	15.86	22.92	18.45
	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1:01:53	69.74	11.98	11.51	6.77
	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	0:14:27	69.94	1.65	28.26	0.15
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	0:22:15	72.56	1.80	25.34	0.30
BGFE	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	0:12:11	50.95	9.74	35.42	3.88
	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	0:15:04	56.59	13.03	23.92	6.45
	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	0:14:49	51.16	0.16	44.53	4.15
	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	0:12:50	46.51	14.85	32.28	6.36
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	0:40:42	69.49	7.82	18.16	4.53
	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	0:37:23	67.77	2.79	27.24	2.20
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	0:33:22	57.48	29.61	5.10	7.82
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	0:23:47	49.84	26.88	10.33	12.95
SMBG	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	0:10:18	85.26	0.95	13.73	0.06
	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	0:16:50	52.33	11.86	25.80	10.00
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	0:26:02	73.94	2.76	14.06	9.24
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	0:14:14	71.92	5.56	21.11	1.40
	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	0:18:26	90.46	0.01	8.09	1.44
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	0:28:09	82.11	3.86	10.11	3.92
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	0:31:22	82.27	8.79	4.08	4.86
	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	0:14:35	86.56	4.94	7.12	1.38
	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	0:13:32	58.89	12.85	23.51	4.75

Tabelle 7-49: wie Tabelle 7-48; Anteile der Oberkörperhaltungen in hh:mm:ss

BG und Rettungsversuche		Anteile an den Messzeiten in hh:mm:ss				
		Messzeit	R. ger.	R. geb.	R. tord. / seitl. gen.	R. geb. & tord. / seitl. gen.
BBBG	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	0:11:39	0:08:59	0:01:13	0:01:10	0:00:18
	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	0:20:54	0:15:52	0:01:11	0:03:27	0:00:24
	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	0:38:39	0:23:13	0:00:50	0:13:18	0:01:17
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	0:09:08	0:05:40	0:02:01	0:00:45	0:00:42
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	0:19:55	0:15:49	0:01:47	0:01:36	0:00:43
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	0:16:49	0:15:53	0:00:17	0:00:36	0:00:03
BGBA	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	0:52:37	0:31:57	0:04:54	0:11:56	0:03:50
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	1:17:42	0:49:06	0:01:12	0:26:15	0:01:09
	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	1:01:32	0:27:48	0:15:09	0:10:36	0:07:58
	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	0:28:45	0:15:17	0:01:14	0:10:13	0:02:01
	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	1:35:12	1:21:19	0:02:12	0:10:12	0:01:29
BGCH	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	0:29:44	0:12:43	0:04:43	0:06:49	0:05:29
	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1:01:53	0:43:09	0:07:25	0:07:07	0:04:11
	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	0:14:27	0:10:06	0:00:14	0:04:05	0:00:01
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	0:22:15	0:16:09	0:00:24	0:05:38	0:00:04
BGFE	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	0:12:11	0:06:12	0:01:11	0:04:19	0:00:28
	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	0:15:04	0:08:32	0:01:58	0:03:36	0:00:58
	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	0:14:49	0:07:35	0:00:01	0:06:36	0:00:37
	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	0:12:50	0:05:58	0:01:54	0:04:09	0:00:49
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	0:40:42	0:28:17	0:03:11	0:07:23	0:01:51
	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	0:37:23	0:25:20	0:01:03	0:10:11	0:00:49
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	0:33:22	0:19:11	0:09:53	0:01:42	0:02:37
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	0:23:47	0:11:51	0:06:24	0:02:27	0:03:05
SMBG	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	0:10:18	0:08:47	0:00:06	0:01:25	0:00:00
	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	0:16:50	0:08:49	0:02:00	0:04:21	0:01:41
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	0:26:02	0:19:15	0:00:43	0:03:40	0:02:24
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	0:14:14	0:10:14	0:00:47	0:03:00	0:00:12
	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	0:18:26	0:16:40	0:00:00	0:01:29	0:00:16
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	0:28:09	0:23:07	0:01:05	0:02:51	0:01:06
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	0:31:22	0:25:48	0:02:45	0:01:17	0:01:31
	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	0:14:35	0:12:37	0:00:43	0:01:02	0:00:12
	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	0:13:32	0:07:58	0:01:44	0:03:11	0:00:39

In der Tabelle 7-50 sind alle Rettungsversuche mit den prozentualen Anteilen der kritischen Oberkörperhaltungen in 2 Spaltenreihen aufgeführt. Die Rettungsversuche sind nach Summenanteil „Gesamt“ in absteigender Reihenfolge sortiert.

Tabelle 7-50: Prozentuale Anteile der kritischen Oberkörperhaltungen „R. geb.“, „R. tord./seitl. gen.“ und „R. geb. & tord./seitl. gen.“ und Summenanteil „Gesamt“

Rettungsversuch	Anteile in %				Rettungsversuch	Anteile in %			
	R. geb.	R. tord./seitl. gen.	R. geb. & tord./seitl. gen.	Gesamt		R. geb.	R. tord./seitl. gen.	R. geb. & tord./seitl. gen.	Gesamt
RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	15.86	22.92	18.45	57.23	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	7.82	18.16	4.53	30.51
RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	24.62	17.23	12.95	54.80	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	11.98	11.51	6.77	30.26
RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	14.85	32.28	6.36	53.49	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	1.65	28.26	0.15	30.06
RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	26.88	10.33	12.95	50.16	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	5.56	21.11	1.40	28.07
RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	9.74	35.42	3.88	49.04	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	1.80	25.34	0.30	27.44
RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	0.16	44.53	4.15	48.84	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	2.76	14.06	9.24	26.06
RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	11.86	25.80	10.00	47.66	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	5.66	16.51	1.95	24.12
RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	4.30	35.54	7.03	46.87	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	10.45	9.95	2.54	22.94
RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	13.03	23.92	6.45	43.40	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	8.93	8.07	3.61	20.61
RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	29.61	5.10	7.82	42.53	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	3.86	10.11	3.92	17.89
RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	12.85	23.51	4.75	41.11	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	8.79	4.08	4.86	17.73
RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	2.14	34.43	3.33	39.90	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	0.95	13.73	0.06	14.74
RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	9.31	22.68	7.29	39.28	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	2.31	10.71	1.56	14.58
RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	22.05	8.27	7.62	37.94	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	4.94	7.12	1.38	13.44
RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	1.54	33.79	1.48	36.81	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	0.01	8.09	1.44	9.54
RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	2.79	27.24	2.20	32.23	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	1.65	3.54	0.34	5.53

Die prozentualen Anteile der Kategorie „R. tord. / seitl. gen.“ liegen in einem Bereich von 3.54 % (RV29) bis 44.53 % (RV18). Im linken Spaltenblock mit den größten 16 Werten der Summenanteile sind alle Berufsgenossenschaften beteiligt. Um die Verteilung dieser starken Ausprägung von Torsionen und Seitneigungen innerhalb der

Substrukturen zu prüfen, sind in den Tabellen 7-51 bis 7-53 die summierten kritischen Oberkörperhaltungen bezogen auf die Einzelausprägungen der Substrukturen „Berufsgenossenschaft - BG“, „Rettungsvariante - RVAR“ und „Rettungsausführung - RAF“ mit Summen- und mittleren Anteilen dargestellt. Zusätzlich wird ein gestacktes Balkendiagramm zur Darstellung der Summenanteile und der mittleren Anteile beigefügt.

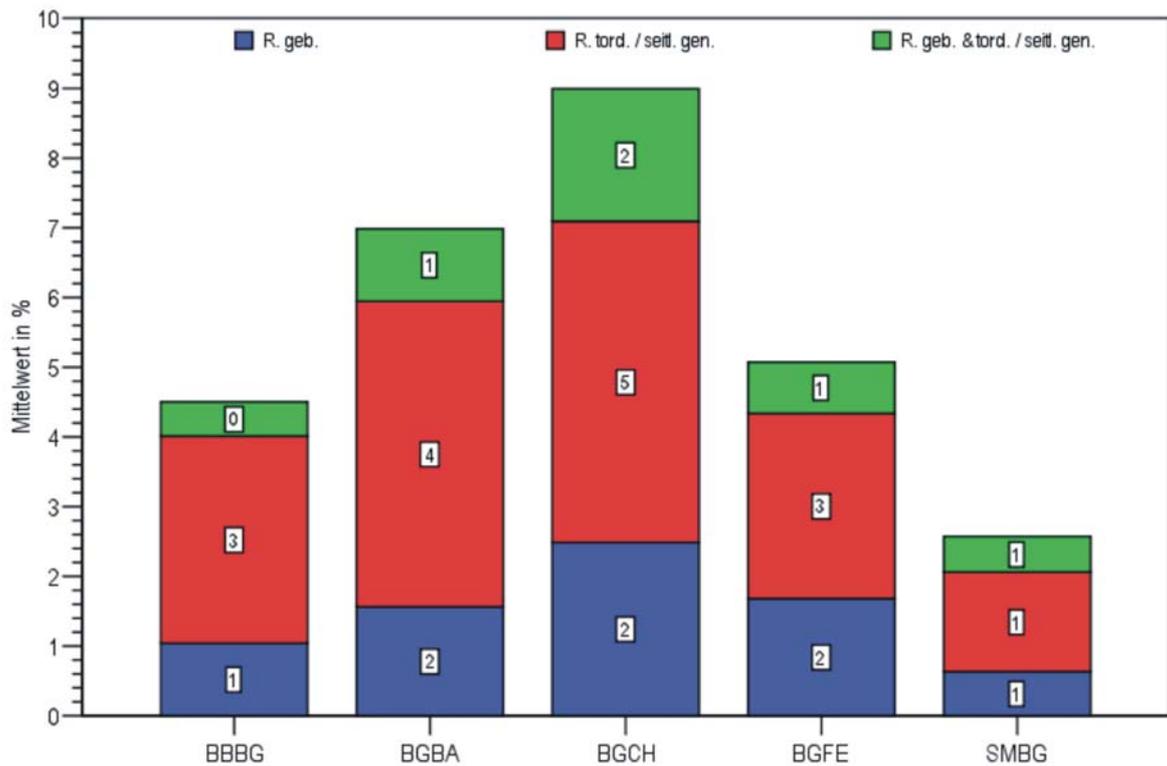
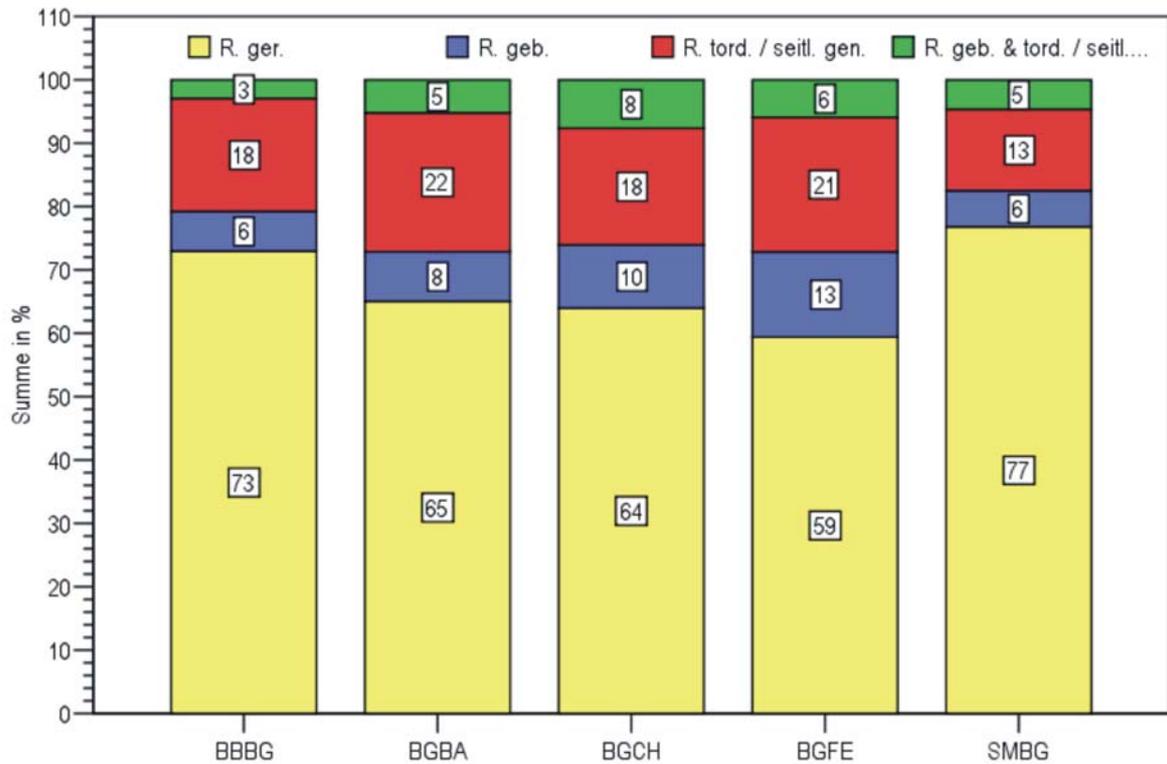
Betrachtet man die erste Verteilung bezogen auf die Substruktur der Berufsgenossenschaften in der Tabelle 7-51 und dem Balkendiagramm 7-13, dann sind alle Summenwerte der Oberkörperhaltung „R. tord. / seitl. gen.“ größer als die Summenwerte der beiden anderen kritischen Haltungen „R. geb.“ und „R. geb. & tord. / seitl. gen.“. Die Werte liegen zwischen 12.84 % (SMBG) und 21.91 % (BGBA) und sind immer deutlich höher als die der beiden anderen kritischen Klassen. Es gibt zwar Unterschiede in den prozentualen Anteilen zwischen den Berufsgenossenschaften, die Tendenz zwischen den kritischen Oberkörperhaltungsklassen bleibt aber bei jeder Berufsgenossenschaft erhalten.

Bei der BBBG weist der Rettungsversuch RV08 mit 11.36 % den höchsten Anteil an Torsions- und Seitneigungshaltungen aus. Bei der BGBA ist die Verteilung zwischen den Versuchen etwas gleichmäßiger und hat beim Rettungsversuch RV31 mit 8.31 % den Maximalwert. Bei den Rettungsversuchen der BGCH zeigt sich eine relativ homogene Verteilung mit einem Summenwert von 18.43 % und einem Mittelwert von 4.61 %. Bei der BGFE streuen die Einzelwerte wieder mehr und haben mit 5.36 % beim Rettungsversuch RV21 den größten Wert. Bei der SMBG liegt dagegen wieder eine relativ homogene Verteilung mit einem Summenanteil von 12.84 % und einem Mittelwert von 1.4 % ohne Extremwerte an Torsions- und Seitneigungshaltungen vor. Im Balkendiagramm 7-13, oberer Teil, werden die außergewöhnlich hohen Summenanteile an Torsionen und Seitneigungen in den roten Balkenbereichen deutlich sichtbar. Die Zahlenangaben in den einzelnen Balkenbereichen sind auf ganze Prozent gerundet. Im unteren Diagrammteil sind die Mittelwerte der kritischen Oberkörperhaltungen dargestellt. Die BGCH hat bei nur 4 Rettungsversuchen einen Summenanteil von 18.43 % und einen mittleren Anteil von 4.61 % an Torsionen und Seitneigungen. Die SMBG hat dagegen bei insgesamt 9 Rettungsversuchen einen geringeren Summenanteil von 12.84 % und einen Mittelwert von nur 1.43 %.

Tabelle 7-51: Prozentuale Anteile der Oberkörperhaltungen nach Substruktur
„Berufsgenossenschaft - BG“

BG	Rettungsversuche	Prozentuale Anteile der Oberkörperhaltungen in %			
		R. geb.	R. tord. / seitl. gen.	R. geb. & tord. / seitl. gen.	Gesamt
BBBG	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	1.04	1.00	0.26	2.30
	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	1.01	2.95	0.34	4.30
	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	0.71	11.36	1.10	13.17
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	1.72	0.64	0.60	2.96
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	1.52	1.37	0.61	3.50
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	0.24	0.51	0.04	0.79
	Summe / Mittelwert	6.25 / 1.04	17.82 / 2.97	2.95 / 0.49	27.02 / 1.5
BGBA	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	1.55	3.78	1.21	6.54
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	0.38	8.31	0.36	9.05
	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	4.80	3.36	2.52	10.68
	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	0.39	3.24	0.64	4.27
	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	0.70	3.23	0.47	4.40
	Summe / Mittelwert	7.82 / 1.56	21.91 / 4.38	5.21 / 1.04	34.94 / 2.33
BGCH	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	3.68	5.31	4.27	13.26
	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	5.78	5.55	3.26	14.59
	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	0.18	3.18	0.01	3.37
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	0.31	4.39	0.05	4.75
	Summe / Mittelwert	9.95 / 2.49	18.43 / 4.61	7.60 / 1.90	35.97 / 3.00
BGFE	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	0.62	2.27	0.25	3.14
	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	1.03	1.89	0.51	3.43
	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	0.01	3.47	0.32	3.80
	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	1.00	2.18	0.43	3.61
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	1.67	3.88	0.97	6.52
	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	0.55	5.36	0.43	6.34
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	5.20	0.89	1.38	7.47
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	3.37	1.29	1.62	6.28
	Summe / Mittelwert	13.46 / 1.68	21.24 / 2.65	5.91 / 0.74	40.59 / 1.69
SMBG	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	0.06	0.82	0.00	0.88
	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	1.15	2.51	0.97	4.63
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	0.41	2.11	1.38	3.90
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	0.45	1.73	0.12	2.30
	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	0.00	0.86	0.15	1.01
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	0.62	1.64	0.63	2.89
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	1.59	0.74	0.87	3.20
	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	0.41	0.60	0.12	1.13
	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	1.00	1.84	0.37	3.21
Summe	5.70 / 0.63	12.84 / 1.43	4.62 / 0.51	23.15 / 0.86	

Diagramm 7-13: Summierendes Balkendiagramm der prozentualen Anteile der Oberkörperhaltungen an den Gesamtmesszeiten der Berge- und Rettungsversuche nach Substruktur „Berufsgenossenschaft - BG“



In der Tabelle 7-52 sind die prozentualen Anteile der Oberkörperhaltungen bezogen auf die Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“ aufgeführt. Auch hier zeigt sich der auffällige Häufigkeitsschwerpunkt von Torsionen und Seitneigungen im Oberkörperhaltungsanteil „R. tord. / seitl. gen.“. Die Summenanteile schwanken in den Ausprägungen zwischen 9.45 % und 30.11 %. Absteigend sortiert ergibt sich folgende Reihe.

Für die drei größten Summenanteile der Rettungsvarianten wird jeweils der Rettungsversuch mit dem höchsten Prozentanteil angegeben:

- 30.11 % - Rettungsvariante „Verletzter im Steigschutz / in Erdseilspitze hängend und weit von der Rettungsebene“ entfernt. Unter 3 zugehörigen Rettungstätigkeiten weist der Rettungsversuch RV21, eine Steigschutzrettung an einem etwa 30 m hohen Turm, mit 13.68 % den größten Anteil auf.
- 27.97 % - Rettungsvariante „Verletzter frei und weit von der Rettungsebene entfernt hängend“. Unter 5 zugehörigen Rettungstätigkeiten weist der Rettungsversuch RV08, im Bergwerkschacht wurde ein unter einer Stahlkonsole frei hängender Verletzter nach oben gerettet, mit 11.19 % den größten Anteil auf.
- 26.56 % - Rettungsvariante „Fahrgäste werden aus Kleinkabine, Sessel oder aus Fahrleitungswagen zur Wartung an Fernleitungen gerettet“. Unter 5 zugehörigen Rettungstätigkeiten weist der Rettungsversuch RV31 – Fahrgäste in mehreren Seilbahnsesseln werden gerettet, eine Seilleiter wird eingesetzt – mit 11.14 % den größten Wert auf.
- 13.37 % - Rettungsvariante „Verletzter wurde aus Seitenwand, weit von der Rettungsebene weg hängend gerettet“
- 10.71 % - Rettungsvariante „Fahrgäste wurden aus Großkabine mit Wagenführer gerettet“
- 9.99 % - Rettungsvariante „Verletzter wurde aus Seitenwand, nah an der Rettungsebene hängend gerettet“
- 9.45 % - Rettungsvariante „Verletzter wurde von einer hoch liegenden Ebene, weit von der Rettungsebene weg gerettet“

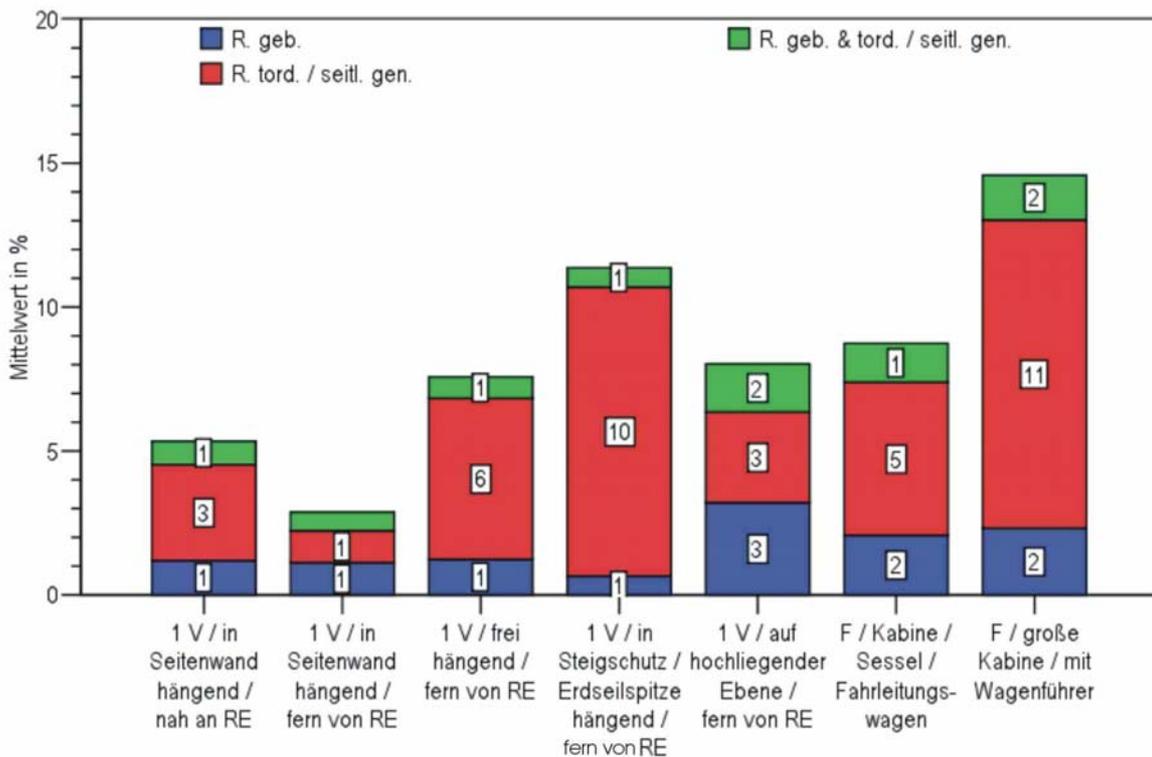
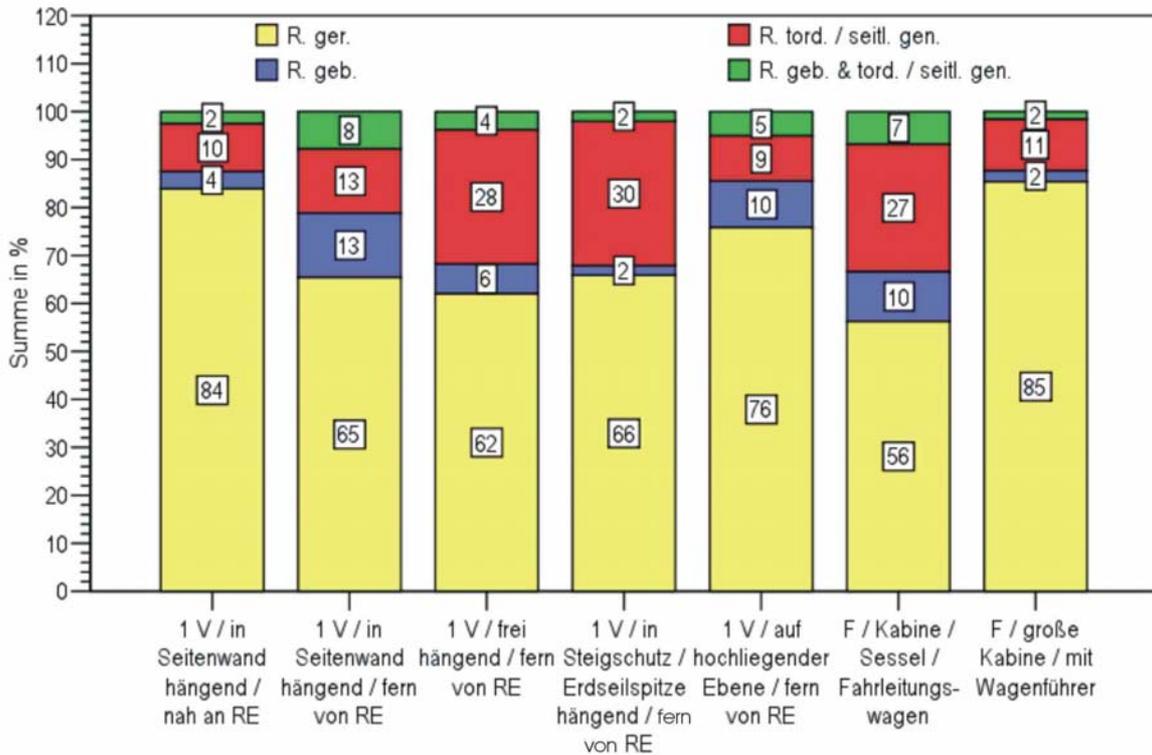
Im Balkendiagramm 7-14, oberer Teil – Darstellung der Summenhäufigkeiten -, ist der hohe Anteil an Torsionen und Seitneigungen wieder klar erkennbar. Bei der Darstellung der mittleren Anteile kommt zu den oben genannten drei am stärksten ausgeprägten Varianten noch die Bergung von Fahrgästen aus einer Großkabine mit Wagenführer auf Grund der Ausprägung durch einen einzigen Versuch hinzu. Insgesamt gesehen treten die drei folgenden Ausprägungen dominant auf:

- Verletzter in Steigschutz oder Erdseilspitze hängend
- Verletzter frei und weit unter der Rettungsebene hängend
- Fahrgäste in Kleinkabine oder Sessel, Verletzter im Fahrleitungswagen

Tabelle 7-52: Prozentuale Anteile der kritischen Oberkörperhaltungen nach Substruktur „Rettungsvariante - RVAR“

RVAR	Rettungsversuch	Anteile der Oberkörperhaltungen in %			
		R. geb.	R. tord. / seitl. gen.	R. geb. & tord. / seitl. gen.	Gesamt
1 V / in Seitenwand hängend / nah an RE	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	0.19	2.67	0.00	2.86
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	2.04	5.37	2.07	9.48
	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	1.35	1.95	0.38	3.68
	Summe / Mittelwert	3.58 / 1.19	9.99 / 3.33	2.45 / 0.82	16.02 / 1.78
1 V / in Seitenwand hängend / fern von RE	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	0.80	1.75	0.68	3.23
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	0.29	1.47	0.96	2.72
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	0.31	1.20	0.08	1.59
	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	0.00	0.60	0.11	0.71
	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	0.49	0.47	0.12	1.08
	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	0.48	1.39	0.16	2.03
	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	1.89	2.74	2.20	6.83
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	1.10	0.52	0.61	2.23
	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	0.70	1.28	0.26	2.24
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	3.97	0.68	1.05	5.70
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	2.57	0.98	1.24	4.79
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	0.81	0.30	0.28	1.39
	Summe / Mittelwert	13.41 / 1.12	13.37 / 1.11	7.75 / 0.65	34.54 / 0.96
1 V / frei hängend / fern von RE	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	0.70	11.19	1.08	12.97
	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	1.00	3.63	0.39	5.02
	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	1.60	3.49	0.69	5.78
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	2.68	6.21	1.56	10.45
	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	0.20	3.44	0.01	3.65
Summe / Mittelwert	6.17 / 1.23	27.97 / 5.59	3.73 / 0.75	37.87 / 2.52	
1 V / in Steigschutz / Erdseilspitze hängend / fern von RE	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	0.02	8.87	0.83	9.72
	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	1.41	13.68	1.10	16.19
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	0.54	7.57	0.09	8.20
	Summe / Mittelwert	1.97 / 0.66	30.11 / 10.04	2.01 / 0.67	34.11 / 3.79
1 V / auf hoch liegender Ebene / fern von RE	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	7.52	7.22	4.24	18.98
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	1.81	1.62	0.73	4.16
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	0.29	0.61	0.05	0.95
	Summe / Mittelwert	9.62 / 3.21	9.45 / 3.15	5.02 / 1.67	24.09 / 2.68
F / Kabine / Sessel / Fahrleitungswagen	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	0.83	1.53	0.41	2.77
	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	2.08	5.06	1.63	8.77
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	0.51	11.14	0.49	12.14
	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	6.43	4.50	3.38	14.31
	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	0.52	4.34	0.86	5.72
Summe / Mittelwert	10.37 / 2.07	26.56 / 5.31	6.76 / 1.35	43.71 / 2.91	
F / große Kabine / mit Wagenführer	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	2.31	10.71	1.56	14.58
	Summe / Mittelwert	2.31	10.71	1.56	14.58

Diagramm 7-14: Balkendiagramm der prozentualen Anteile der Oberkörperhaltungen an den Gesamtmesszeiten des Kollektivs der Berge- und Rettungsversuche nach Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“



In der Tabelle 7-53 sind die prozentualen Anteile der Oberkörperhaltungen bezogen auf die Substruktur „Rettungsausführung – RAF“ aufgeführt. Betrachtet man die prozentualen Summenanteile der Rettungsausführungen wieder für die Oberkörperhaltung „R. tord. / seitl. gen.“, dann ergibt sich folgende Reihenfolge der Ausprägungen, der Größe nach absteigend sortiert:

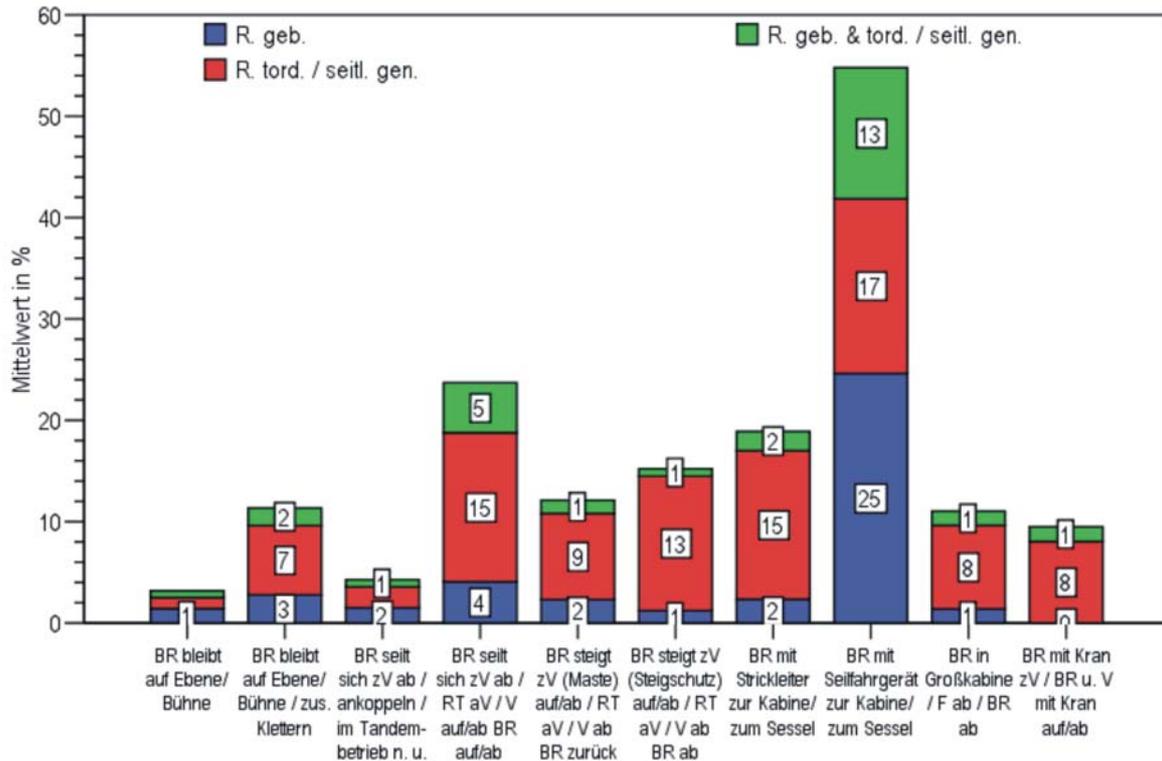
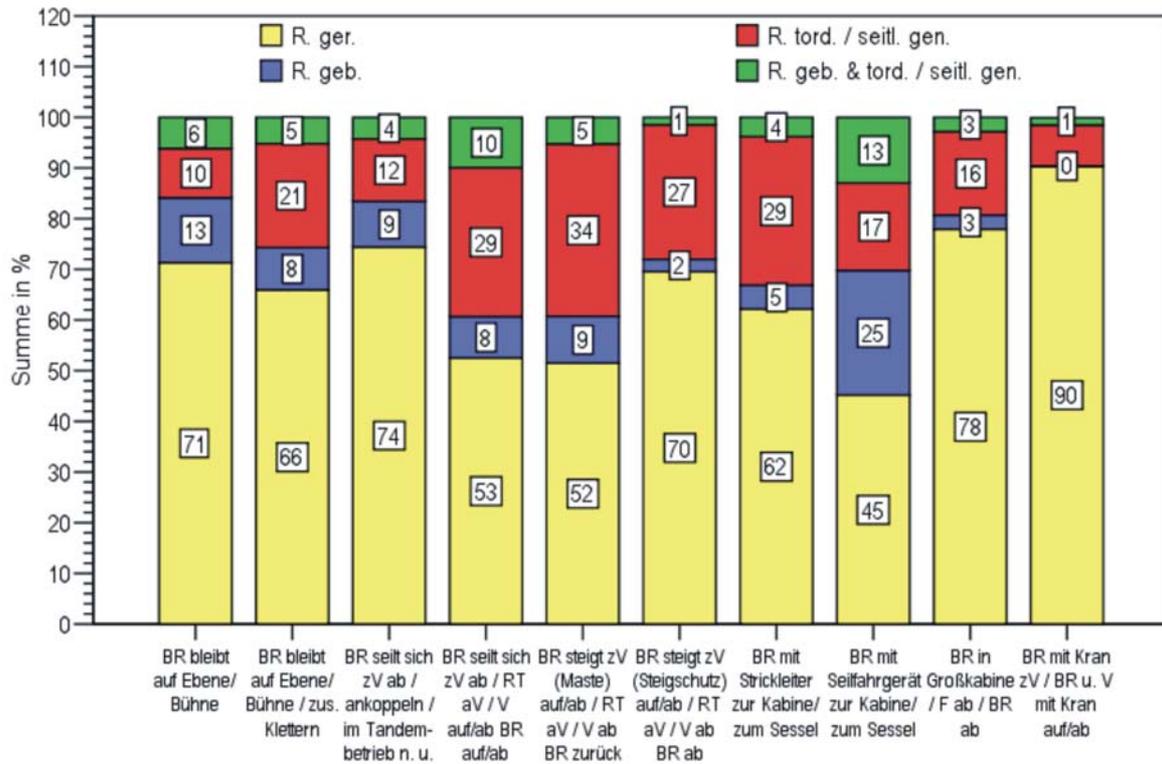
- ❑ 34.0 % - Rettungsausführung „Berger/Retter steigt am Mast zum Verletzten auf/ab; montiert oder legt die Rettungstechnik an; seilt den Verletzten auf/ab; steigt selber zur Rettungsebene auf/ab“. Von den zugehörigen 4 Rettungsversuchen weist RV18 mit 12.02 % den größten Wert auf. Bei diesem Rettungsversuch handelt es sich um die Rettung eines Verletzten aus der Erdseilspitze eines Mastes.
- ❑ 29.42 % - Rettungsausführung „Berger/Retter seilt sich zum Verletzten ab; montiert oder legt die Rettungstechnik an; seilt den Verletzten auf/ab; seilt sich selber auf/ab“. Von den zugehörigen 2 Rettungsversuchen besitzt RV08 mit 19.45 % den größten Wert. Es handelt sich dabei um die Rettung eines frei und tief unter einer Stahlkonsole hängenden Verletzten.
- ❑ 29.30 % - Rettungsausführung „Berger steigt über Seilleiter zur Kabine oder zum Sessel; seilt die Fahrgäste ab; mehrfach; seilt sich selber mit Abseilgerät ab“. Bei dieser Ausprägung weist der Rettungsversuch RV31 mit 20.14 % den größten Wert auf.
- ❑ 26.52 % - Rettungsausführung „Berger/Retter steigt zum Verletzten im Steigenschutz auf/ab; montiert die Rettungstechnik; seilt den Verletzten ab; steigt selber ab“.
- ❑ 20.53 % - Rettungsausführung „Berger/Retter bleibt im wesentlichen auf seiner Arbeitsebene; er muss jedoch zur Montage von Rettungstechnik zusätzlich Kletterarbeit verrichten“.
- ❑ 17.23 % - Rettungsausführung „Berger fährt mit einem Seilfahrgeschäft zur Kabine oder dem Sessel; seilt die Fahrgäste ab; mehrfach; fährt zur nächsten Stütze und steigt ab“.
- ❑ 16.47 % - Rettungsausführung „Berger wird mit (Auf)-Abseilgerät zur Großkabine hochgezogen; seilt die Fahrgäste ab; mehrfach; seilt sich selber ab“.
- ❑ 12.30 % - Rettungsausführung „Retter seilt sich zum Verletzten ab; koppelt den Verletzten an seinen Gurt an; löst den Verletzten aus seinem Gurt; im Tandembetrieb werden beide abgeseilt“.
- ❑ 9.73 % - Rettungsausführung „Retter bleibt bei dem gesamten Rettungsvorgang auf seiner Arbeitsbühne“.
- ❑ 8.05 % - Rettungsausführung „Retter wird mit Baustellenkran zum Verletzten transportiert; schlägt ein Lastaufnahmemittel am Auffanggurt des Verletzten an; beide werden mit dem Baustellenkran auf die Rettungsebene hochgezogen“.

Im Balkendiagramm 7-15 sind die Torsionen und Seitneigungen sowohl bei den Summenanteilen als auch bei den Mittelwerten deutlich zu sehen.

Tabelle 7-53: Prozentuale Anteile der Oberkörperhaltungen nach Substruktur
„Rettungsausführung - RAF“

RAF	Rettungsversuch	Anteile der Oberkörperhaltungen in %			
		R. geb.	R. tord. / seitl. gen.	R. geb. & tord. / seitl. gen.	Gesamt
BR bleibt auf Ebene/Bühne	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	0.05	0.73	0.00	0.78
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	0.37	1.90	1.25	3.52
	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	0.63	0.61	0.16	1.40
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	0.56	1.48	0.57	2.61
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	1.43	0.67	0.79	2.89
	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	0.37	0.54	0.10	1.01
	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	0.90	1.65	0.34	2.89
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	5.13	0.88	1.36	7.37
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	3.32	1.27	1.60	6.19
	Summe / Mittelwert	12.76 / 1.42	9.73 / 1.08	6.16 / 0.68	22.47 / 1.06
BR bleibt auf Ebene/Bühne / zus. Klettern	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	2.79	6.06	2.35	11.20
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	1.09	4.18	0.28	5.55
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	4.44	10.29	2.58	17.31
	Summe / Mittelwert	8.31 / 2.77	20.53 / 6.84	5.20 / 1.73	34.06 / 3.78
BR seilt sich zV ab / ankoppeln / im Tandembetrieb n. u.	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	0.83	2.41	0.28	3.52
	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	5.18	4.97	2.92	13.07
	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	0.16	2.85	0.01	3.02
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	1.41	0.52	0.49	2.42
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	1.25	1.12	0.50	2.87
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	0.20	0.42	0.03	0.65
	Summe / Mittelwert	9.03 / 1.50	12.30 / 2.05	4.24 / 0.71	25.55 / 1.42
BR seilt sich zV ab / RT aV / V auf/ab BR auf/ab	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	1.22	19.45	1.88	22.55
	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	6.90	9.97	8.02	24.89
	Summe / Mittelwert	8.12 / 4.06	29.42 / 14.71	9.90 / 4.95	47.44 / 7.91
BR steigt zV (Maste) auf/ab / RT aV / V ab BR zurück	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	2.16	7.86	0.85	10.87
	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	3.58	6.56	1.76	11.90
	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	0.03	12.02	1.12	13.17
	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	3.46	7.56	1.49	12.51
	Summe / Mittelwert	9.23 / 2.31	34.00 / 8.50	5.22 / 1.31	48.45 / 4.04
BR steigt zV (Steigschutz) auf/ab / RT aV / V ab BR ab	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	1.76	17.08	1.37	20.21
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	0.67	9.45	0.11	10.23
	Summe / Mittelwert	2.43 / 1.22	26.52 / 13.26	1.48 / 0.74	30.44 / 5.07
BR mit Seilleiter zur Kabine/zum Sessel	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	3.76	9.16	2.94	15.86
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	0.92	20.14	0.88	21.94
	Summe / Mittelwert	4.68 / 2.34	29.30 / 14.65	3.82 / 1.91	37.80 / 6.30
BR mit Seilfahrgerät zur Kabine/zum Sessel	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	24.62	17.23	12.95	54.80
	Summe / Mittelwert	24.62 / 24.62	17.23 / 17.23	12.95 / 12.95	54.80 / 18.27
	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	1.00	8.24	1.63	10.87
BR in Großkabine / F ab / BR ab	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	1.77	8.23	1.20	11.20
	Summe / Mittelwert	2.77 / 1.38	16.47 / 8.24	2.82 / 1.41	22.07 / 3.68
	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	0.00	8.05	1.45	9.50
BR mit Kran zV / BR u. V mit Kran auf/ab	Summe / Mittelwert	0.00 / 0.00	8.05 / 8.05	1.45 / 1.45	9.50 / 3.17

Diagramm 7-15: Balkendiagramm der prozentualen Anteile der Oberkörperhaltungen an den Gesamtmeszeiten des Kollektivs der Berge- und Rettungsversuche nach Substruktur „Rettungsausführung – RAF“



Die der Größe nach in absteigender Reihenfolge sortierten Summenhäufigkeiten der 3 kritischen Oberkörperhaltungen für die drei Substrukturen „Berufsgenossenschaft – BG“, „Rettungsvariante – RVAR“ und „Rettungsausführung – RAF“ sind in der Tabelle 7-54 zusammengefasst dargestellt. Zu jeder Ausprägung der Substrukturen wurde zusätzlich im rechten Tabellenteil der Rettungsversuch aufgeführt, der den höchsten Prozentanteil für die Oberkörperhaltung „R. tord. / seitl. gen.“ auswies.

Tabelle 7-54: Prozentuale Summenanteile der kritischen Oberkörperhaltungen nach „Berufsgenossenschaften – BG“, „Rettungsvariante – RVAR“ und „Rettungsausführung – RV“ mit höchstem Anteil von „R. tord. / seitl. gen.“

Summenprozent	Substrukturen und Ausprägungen	RV	RV mit dem höchsten Anteil der Oberkörperhaltung „R. tord. / seitl. gen.“	Prozentanteil
	Berufsgenossenschaften - BG			
40.59	BGFE	RV21	Rettung eines Verletzten aus der Steigleiter: mit Steigschutzsystem gehalten	5.36
35.97	BGCH	RV24	Rettung eines Verletzten in Rettungstrage von hoch liegender Plattform	5.55
34.94	BGBA	RV31	Bergung von Fahrgästen aus Sessel mit Seilleiter	8.31
27.02	BBBG	RV08	Rettung eines frei unter einer Stahlkonsole hängenden Verletzten	11.36
23.15	SMBG	RV02	Rettung eines Verletzten am Gerüst	2.51
	Rettungsvariante - RVAR			
43.71	Fahrgäste werden aus Kleinkabine, Sessel – Verletzter aus Fahrleitungswagen gerettet	RV31	Bergung mit Seilleiter; Fahrgäste aus Sessel	11.14
37.87	Verletzter frei und weit von der Rettungsebene hängend	RV08	Rettung eines frei unter einer Stahlkonsole hängenden Verletzten	11.36
34.54	Verletzter wurde aus Seitenwand, weit von der Rettungsebene weg hängend gerettet	RV10	Rettung aus Silo	2.74
34.11	Verletzter im Steigschutz, in Erdseilspitze hängend und weit von der Rettungsebene weg	RV21	Rettung eines Verletzten aus der Steigleiter; mit Steigschutzsystem gehalten	5.36
24.09	Verletzter wird von einer hoch liegenden Ebene aus gerettet	RV24	Rettung eines Verletzten in Rettungstrage von hoch liegender Plattform	7.22
16.02	Rettung eines Verletzten aus Seitenwand, nah an der Rettungsebene hängend	RV12	Rettung eines Verletzten im Fassadenbau von der Arbeitsplattform aus	5.37
14.58	Bergung von Fahrgästen aus Großkabine	RV35	Bergung von Fahrgästen aus Großkabine	10.71
	Rettungsausführung - RAF			
54.80	BR mit Seilfahrggerät zum Sessel/Kabine	RV33	Bergung von Fahrgästen aus Sessel	17.23
48.45	BR steigt über Mast z. V. auf/ab; RT am V.; V auf/ab; BR über Mast auf/ab zur Rettungsebene	RV18	Rettung aus Erdseilspitze eines Mastes	12.02
47.44	BR seil sich zum V ab / RT am V / V ab / BR zurück	RV08	Rettung eines frei unter einer Stahlkonsole hängenden Verletzten	19.45
37.80	BR mit Seilleiter zur Kabine/Sessel	RV31	Bergung mit Seilleiter; Fahrgäste aus Sessel	20.14
34.06	BR bleibt auf Bühne / zus. Klettern	RV20	Rettung eines Verletzten, frei unter Bühne hängend, von einem Antennenturm	10.29
30.44	BR steigt zV (Steigschutz) / au/ab / RT aV / V ab / BR ab	RV21	Rettung eines Verletzten aus der Steigleiter; mit Steigschutzsystem gehalten	17.08
25.55	BR seilt sich zV ab / ankoppeln / Tandembetrieb / beide ab	RV24	Rettung eines Verletzten in Rettungstrage vom hoch liegender Plattform	4.97
22.47	BR bleibt auf Bühne	RV03	Rettung eines Verletzten, der seitlich unter Gerüstebene hängt	1.90
22.07	BR mit Abseilgerät in Großkabine	RV35	Bergung von Fahrgästen aus Großkabine	8.23
9.50	BR mit Kran zV / V anhängen / beide nach oben	RV05	Rettung eines Verletzten, der seitlich tief unter Gerüstebene hängt	8.05

Bei der Substruktur „Berufsgenossenschaften – BG“ liegen die Summenanteile für die 3 kritischen Oberkörperhaltungen zwischen 23.15 % und 40.59 %. Die BGBA, BGCH und BGFE weisen Werte ≥ 35 % auf. Die SMBG weist mit etwa 23 % den geringsten Anteil auf. Bei der „Rettungsvariante – RVAR“ liegt für die Summenanteile eine große Spannweite von 14.58 % bis 43.71 % vor. Bei den Bergetätigkeiten von Fahrgästen in Kleinkabinen- oder Sesseln wurde der höchste Anteil von 43.71 % ermittelt. Für Rettungsversuche, bei denen der Verletzte frei und weit unterhalb einer Arbeitsebene in einem Auffangsystem hängt, wurde ein etwas geringerer Anteil von 37.87 % ermittelt. Etwa 34 % Summenanteil der kritischen Oberkörperhaltungen ergab sich bei Rettungstätigkeiten, bei denen der Verletzte tief unterhalb einer Kante hing, aus einem Steigschutzsystem oder aus einer Erdseilspitze heraus gerettet werden musste.

Bei der Substruktur „Rettungsausführung – RAF“ wurde ebenfalls eine hohe Spannweite der Summenanteile von 9.50 % bis 54.80 % ermittelt. Den höchsten Anteil von 54.80 % weisen wieder die Bergetätigkeiten von Fahrgästen in Kleinkabinen- oder Sesseln auf, bei denen der Berger ein Seilfahrgerät benutzt. Für die Rettungstätigkeiten auf Fernleitungsmasten wurde ebenfalls ein hoher Summenanteil von 48.45 % ermittelt. Ein etwa gleich großer Summenanteil wurde für die Rettungsausführungen ermittelt, in denen sich der Retter immer zum Verletzten abseilen, die Rettungstechnik installieren, und nachdem der Verletzte dann zur Rettungsebene abtransportiert wurde, sich selbst wieder auf eine geeignete Rettungsebene bringen musste. Rettungsausführungen bei Steigschutzrettungen, die Benutzung von Seilleitern bei Bergungstätigkeiten an Kleinkabinen oder -sesseln und Rettungen mit zusätzlichem Kletteraufwand von Bühnen aus weisen auch relativ hohe Summenanteile zwischen 30.44 % und 37.80 % auf. Fasst man für die Ausprägungen der drei Substrukturen mit Summenanteilen ≥ 10 % die Rettungsversuche zusammen, die den höchsten Prozentanteil der Oberkörperhaltung „R. tord. / seitl. gen.“ innerhalb der Ausprägungen hatten, dann werden mehrere gleiche Rettungsversuche bei 2 und auch bei allen 3 Substrukturen gefunden. Für 18 Ausprägungen ≥ 10 % wurden nur 10 Rettungsversuche gefunden, die immer den jeweils größten Prozentanteil hatten. Diese Zusammenfassung ist in der Tabelle 7-55 dargestellt. In dieser Zusammenstellung zeigen die Rettungsversuche RV08, RV21 und RV31 Übereinstimmung bei allen 3 Substrukturen – GELB markiert -, RV24 und RV35 bei 2 Substrukturen. Es gibt 4 Übereinstimmungen zwischen Rettungsvariante und Rettungsausführung.

Tabelle 7-55: Rettungs- und Bergeversuche mit größtem Prozentanteil der Oberkörperhaltung „R. tord. / seitl. gen.“ in den Ausprägungen der Substrukturen, die Summenanteile ≥ 10 % auswiesen

Summenprozent	BG	RVAR	RAF	Rettungsversuch
Ausprägungen ≥ 10 %	RV02			Rettung eines Verletzten am Gerüst
	RV08	RV08	RV08	Rettung eines frei unter einer Stahlkonsole hängenden Verletzten
		RV10		Rettung aus Silo
			RV18	Rettung aus Erdseilspitze eines Mastes
			RV20	Rettung eines Verletzten, frei unter Bühne hängend, von einem Antennenturm
	RV21	RV21	RV21	Rettung eines Verletzten aus der Steigleiter; mit Steigschutzsystem gehalten
	RV24		RV24	Rettung eines Verletzten in Rettungstrage vom hoch liegender Plattform
	RV31	RV31	RV31	Bergung von Fahrgästen aus Sessel mit Seilleiter
			RV33	Bergung von Fahrgästen aus Sessel
		RV35	RV35	Bergung von Fahrgästen aus Großkabine

7.4.3.2 Beinhaltungen

Bei der Auswertung und Analyse von Beinhaltungen mittels der 4 Winkelsensoren an Knien und Hüften unterschied der WIDAAN-Analyser 7 unterschiedliche Beinhaltungen. Jedem Messsample wurde aufgrund der gemessenen Winkelstellungen der Sensoren eine Beinhaltung zugeordnet. Die 7 Beinhaltungen sind:

- sitzen
- stehen / beide Beine gerade
- stehen / beide Beine gebeugt
- knien
- gehen
- sitzen / Boden
- liegen

Die genannten Kategorien sind in den Analysen in ihrer Kurzbezeichnung aufgeführt und werden durchgängig in diesem Bericht so verwendet. Die Beinhaltung „stehen / beide Beine gerade“ wird im folgenden durch die Kurzbezeichnung „stehen“ ersetzt.

Auch hier wurden die prozentualen Anteile und die realen Zeitanteile für die einzelnen Rettungs- und Bergeversuche und für die Gesamtzeit aller Rettungs- und Bergetätigkeiten berechnet. Die prozentualen Anteile und die Zeitanteile sind in den Tabellen 7-57 und 7-58 mit einer Zeilenordnung nach der Substruktur „Berufsgenossenschaften – BG“ dargestellt. Zusätzlich sind in diesen beiden Tabellen die Anteile für die Gesamtheit aller Rettungs- und Bergeversuche angegeben.

Tabelle 7-56: Prozentuale Anteile der Beinhaltungen nach Berufsgenossenschaften

	BBBG	BGBA	BGCH	BGFE	SMBG	Alle BG/RV
sitzen	23.97	9.18	20.00	3.56	1.68	9.99
stehen	45.19	53.31	49.07	45.43	76.39	54.41
stehen / beide B. geb.	10.34	9.25	8.94	8.42	9.81	9.28
knien	14.58	19.44	9.83	19.37	3.27	14.45
gehen	5.68	8.80	8.94	16.18	7.55	9.71
sitzen / Boden	.24	.00	3.04	.01	.02	0.46
liegen	.00	.00	.17	7.01	1.27	1.70

Für die Gruppe der Berufsgenossenschaften sind die prozentualen Anteile der Beinhaltungen in der Tabelle 7-56 aufgeführt. Für eine Bewertung von Ganzkörperhaltungen sind die ungünstigsten Beinhaltungen wichtig. Unter den 7 erkannten Ausprägungen sind dies die Beinhaltungen „stehen / beide Beine gebeugt“ und „knien“. Diese beiden Beinhaltungen weisen zusammen etwa im Mittel Anteil von 22.65 % mit einer Streuung von 13.08 % bis 28.69 % zwischen den Berufsgenossenschaften auf. Für die gesamte Rettungszeit ergab sich ein Summenanteil der beiden Beinhaltungen von 23.73.

Tabelle 7-57: Prozentuale Anteile der Beinhaltungen an den Messzeiten der Rettungs- und Bergeversuche

BG und Rettungsversuche		Messzeit in hh:mm:ss	Beinhaltungen in %						
			sitzen	stehen	stehen / beide B. geb.	knieen	gehen	sitzen / Boden	liegen
Alle	Rettungsversuche	15:24:47	9.99	54.40	9.28	14.44	9.71	0.46	1.70
BBBG	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	0:11:39	0.00	69.93	11.31	0.37	18.39	0.00	0.00
	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	0:20:54	39.86	43.85	14.86	0.67	0.76	0.00	0.00
	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	0:38:39	18.30	33.86	7.40	38.31	2.08	0.05	0.00
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	0:09:08	39.55	45.26	3.25	0.79	10.77	0.38	0.00
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	0:19:55	42.87	35.48	6.52	9.49	4.90	0.75	0.00
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	0:16:49	3.08	67.19	19.13	0.78	9.28	0.54	0.00
BGBA	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	0:52:37	9.54	59.81	13.63	0.90	16.12	0.00	0.00
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	1:17:42	11.66	21.61	6.45	52.47	7.80	0.00	0.00
	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	1:01:32	22.53	36.25	6.74	32.40	2.06	0.01	0.00
	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	0:28:45	3.30	73.51	19.83	0.66	2.69	0.00	0.00
	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	1:35:12	0.10	80.54	7.55	0.04	11.78	0.00	0.00
BGCH	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	0:29:44	37.92	28.23	4.89	0.40	15.87	12.69	0.00
	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1:01:53	13.57	57.88	3.62	19.98	4.44	0.15	0.36
	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	0:14:27	31.83	27.33	22.97	0.81	16.82	0.23	0.00
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	0:22:15	6.27	66.53	20.08	0.06	7.06	0.00	0.00
BGFE	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	0:12:11	0.00	62.31	4.30	0.09	33.30	0.00	0.00
	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	0:15:04	1.71	48.59	17.09	5.90	26.70	0.00	0.00
	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	0:14:49	7.27	46.10	27.01	0.33	19.30	0.00	0.00
	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	0:12:50	5.34	47.58	25.98	0.69	20.41	0.00	0.00
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	0:40:42	3.83	53.62	3.29	19.55	18.25	0.00	1.47
	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	0:37:23	8.52	72.09	5.02	0.13	14.19	0.05	0.00
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	0:33:22	0.00	11.65	4.28	50.47	5.54	0.00	28.06
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	0:23:47	0.00	24.80	3.89	46.14	11.04	0.00	14.13
SMBG	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	0:10:18	0.00	76.05	7.61	0.32	16.01	0.00	0.00
	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	0:16:50	6.50	64.58	15.46	7.54	5.92	0.00	0.00
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	0:26:02	0.00	79.19	5.52	0.42	14.51	0.00	0.37
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	0:14:14	1.27	53.31	21.13	0.85	23.43	0.00	0.00
	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	0:18:26	2.89	83.88	8.98	0.14	4.11	0.00	0.00
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	0:28:09	0.42	85.66	5.52	6.54	1.72	0.14	0.00
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	0:31:22	0.99	78.20	8.84	5.58	1.75	0.02	4.61
	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	0:14:35	1.70	80.69	6.49	2.07	5.97	0.00	3.07
	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	0:13:32	3.13	71.89	16.89	1.62	5.02	0.00	1.46

Tabelle 7-58: Zeitanteile der Beinhaltungen an den Messzeiten der Rettungs- und Bergeversuche

BG und Rettungsversuche		Messzeit in hh:mm:ss	Beinhaltungen in hh:mm:ss						
			sitzen	stehen	stehen / beide B. geb.	knien	gehen	sitzen / Boden	liegen
Alle	Rettungsversuche	15:24:47	1:32:25	8:23:07	1:25:48	2:13:34	1:29:47	0:04:14	0:15:45
BBBG	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	0:11:39	0:00:00	0:08:09	0:01:19	0:00:03	0:02:09	0:00:00	0:00:00
	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	0:20:54	0:08:20	0:09:10	0:03:06	0:00:08	0:00:10	0:00:00	0:00:00
	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	0:38:39	0:07:04	0:13:05	0:02:52	0:14:48	0:00:48	0:00:01	0:00:00
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	0:09:08	0:03:37	0:04:08	0:00:18	0:00:04	0:00:59	0:00:02	0:00:00
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	0:19:55	0:08:32	0:07:04	0:01:18	0:01:53	0:00:59	0:00:09	0:00:00
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	0:16:49	0:00:31	0:11:18	0:03:13	0:00:08	0:01:34	0:00:05	0:00:00
BGBA	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	0:52:37	0:05:01	0:31:28	0:07:10	0:00:28	0:08:29	0:00:00	0:00:00
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	1:17:42	0:09:04	0:16:47	0:05:01	0:40:46	0:06:04	0:00:00	0:00:00
	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	1:01:32	0:13:52	0:22:18	0:04:09	0:19:56	0:01:16	0:00:00	0:00:00
	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	0:28:45	0:00:57	0:21:08	0:05:42	0:00:11	0:00:46	0:00:00	0:00:00
	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	1:35:12	0:00:06	1:16:40	0:07:11	0:00:02	0:11:13	0:00:00	0:00:00
BGCH	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	0:29:44	0:11:16	0:08:24	0:01:27	0:00:07	0:04:43	0:03:46	0:00:00
	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1:01:53	0:08:24	0:35:49	0:02:14	0:12:22	0:02:45	0:00:06	0:00:13
	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	0:14:27	0:04:36	0:03:57	0:03:19	0:00:07	0:02:26	0:00:02	0:00:00
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	0:22:15	0:01:24	0:14:48	0:04:28	0:00:01	0:01:34	0:00:00	0:00:00
BGFE	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	0:12:11	0:00:00	0:07:35	0:00:31	0:00:01	0:04:03	0:00:00	0:00:00
	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	0:15:04	0:00:15	0:07:19	0:02:34	0:00:53	0:04:01	0:00:00	0:00:00
	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	0:14:49	0:01:05	0:06:50	0:04:00	0:00:03	0:02:52	0:00:00	0:00:00
	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	0:12:50	0:00:41	0:06:06	0:03:20	0:00:05	0:02:37	0:00:00	0:00:00
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	0:40:42	0:01:34	0:21:49	0:01:20	0:07:57	0:07:26	0:00:00	0:00:36
	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	0:37:23	0:03:11	0:26:57	0:01:53	0:00:03	0:05:18	0:00:01	0:00:00
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	0:33:22	0:00:00	0:03:53	0:01:26	0:16:50	0:01:51	0:00:00	0:09:22
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	0:23:47	0:00:00	0:05:54	0:00:56	0:10:58	0:02:38	0:00:00	0:03:22
SMBG	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	0:10:18	0:00:00	0:07:50	0:00:47	0:00:02	0:01:39	0:00:00	0:00:00
	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	0:16:50	0:01:06	0:10:52	0:02:36	0:01:16	0:01:00	0:00:00	0:00:00
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	0:26:02	0:00:00	0:20:37	0:01:26	0:00:07	0:03:47	0:00:00	0:00:06
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	0:14:14	0:00:11	0:07:35	0:03:00	0:00:07	0:03:20	0:00:00	0:00:00
	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	0:18:26	0:00:32	0:15:28	0:01:39	0:00:02	0:00:45	0:00:00	0:00:00
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	0:28:09	0:00:07	0:24:07	0:01:33	0:01:50	0:00:29	0:00:02	0:00:00
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	0:31:22	0:00:19	0:24:32	0:02:46	0:01:45	0:00:33	0:00:00	0:01:27
	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	0:14:35	0:00:15	0:11:46	0:00:57	0:00:18	0:00:52	0:00:00	0:00:27
	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	0:13:32	0:00:25	0:09:44	0:02:17	0:00:13	0:00:41	0:00:00	0:00:12

Die Beinhaltung „stehen“ weist mit etwa 54 % den größten Anteil an der Gesamtmesszeit auf. Die beiden Beinhaltungen „sitzen“ und „gehen“ liegen etwa gleich bei einem Anteil um 10 %. Die prozentualen Anteile der Ausprägungen „Sitzen/Boden“ und „Liegen“ wurden mit Anteilswerten um etwa 1 % ermittelt.

Die Verteilungen der Summenanteile, mittleren Anteile und der Einzelanteile aller Rettungsversuche für die beiden relevanten Beinhaltungen „stehen/beide Beine gebeugt“ und „knien“ sind bezogen auf die Substrukturen „Berufsgenossenschaften – BG“, „Rettungsvariante – RVAR“ und „Rettungsausführung – RAF“ in den Tabellen 7-59 bis 7-61 dargestellt. Die Werte der Summenanteile und der mittleren Anteile sind in den drei Tabellen ROT gekennzeichnet.

In der Tabelle 7-59 sind die Werte nach der Substruktur „Berufsgenossenschaften – BG“ dargestellt. Bei der Beinhaltung „stehen / beide Beine gebeugt“ liegen die Summenanteile für die Berufsgenossenschaften zwischen 8.42 % und 10.34 % und damit etwa auf dem gleichen Niveau. Bei den Einzelanteilen der Rettungsversuche sind keine auffällig hohen Werte zu erkennen. Bei der Beinhaltung „knien“ zeigen die Summenanteile jedoch für die Berufsgenossenschaften deutliche Unterschiede. Es ergibt sich hier die folgende absteigend sortierte Rangfolge der Summenanteile. Zusätzlich wird immer der Rettungsversuch genannt, der jeweils den höchsten Einzelanteil auswies.

- ❑ 19.44 % Summenanteil für die BGBA.
Bei den 5 betroffenen Rettungsversuchen der BGBA ist der höchste Einzelanteil des RV31 mit 12.91 % auch als ein Extremwert zu betrachten. Es handelt sich um eine Bergetätigkeit an einer Sesselbahn, bei der eine Seilleiter eingesetzt wurde.
- ❑ 19.37 % Summenanteil für die BGFE.
Bei den 8 betroffenen Rettungsversuchen der BGFE weist der RV22 mit 8.85 % den größten Einzelanteil auf. Hier handelte es sich um eine Rettungstätigkeit im Antennenbau auf einem Flachdach, bei der der Verletzte tief unterhalb der Flachdachkante hing.
- ❑ 14.58 % Summenanteil für die BBBG.
Bei den 6 betroffenen Rettungsversuchen der BBBG weist der RV08 mit 12.64 % einen Extremwert aus. Bei dieser Rettungstätigkeit wurde ein frei und weit unter einer Stahlkonsole im Schacht hängender Verletzter nach oben gerettet.
- ❑ 9.83 % Summenanteil für die BGCH.
Bei den 4 betroffenen Rettungsversuchen der BGCH zeigt der RV24 mit 9.64 % ebenfalls einen Extremwert auf. Bei dieser Rettungstätigkeit wurde ein Verletzter in einer Rettungsstrage gemeinsam mit dem Retter im Schrägseil nach unten gerettet.
- ❑ 3.27 % Summenanteil für die SMBG.
Alle Einzelanteile liegen relativ dicht nebeneinander und weisen keine auffälligen Maximal- oder Extremwerte auf.

Zusammenfassend betrachtet weisen die BGBA und die BGFE in der Gruppe der Berufsgenossenschaften bei der Beinhaltung „knien“ die mit Abstand größten Werte auf von etwa 19 %. Das Summenniveau der BBBG liegt mit etwa 15 % auf etwas geringerem Niveau.

Tabelle 7-59: Prozentuale Summenanteile der Beinhaltungen nach Substruktur
„Berufsgenossenschaften – BG“

BG	Rettungsversuch	Anteile der Beinhaltungen in %		
		stehen / beide B. geb.	knien	Gesamt
BBBG	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	1.12	.04	1.16
	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	2.65	.11	2.76
	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	2.45	12.64	15.09
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	.26	.06	0.32
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	1.11	1.61	2.72
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	2.75	.11	2.86
	Summe / Mittelwert	10.34 / 1.72	14.58 / 2.43	24.91 / 2.08
BGBA	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	2.27	.15	2.42
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	1.59	12.91	14.50
	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	1.31	6.31	7.62
	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	1.80	.06	1.86
	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	2.27	.01	2.28
	Summe / Mittelwert	9.25 / 1.85	19.44 / 3.89	28.68 / 14.34
BGCH	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	1.13	.09	1.22
	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1.74	9.64	11.38
	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	2.58	.09	2.67
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	3.48	.01	3.49
	Summe / Mittelwert	8.94 / 2.23	9.83 / 2.46	18.76 / 2.35
BGFE	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	.27	.01	0.28
	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	1.35	.46	1.81
	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	2.10	.03	2.13
	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	1.75	.04	1.79
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	.70	4.18	4.88
	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	.99	.03	1.02
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	.75	8.85	9.60
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	.49	5.77	6.26
	Summe / Mittelwert	8.42 / 1.05	19.37 / 2.42	27.77 / 1.74
SMBG	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	.45	.02	0.47
	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	1.50	.73	2.23
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	.83	.07	0.90
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	1.73	.07	1.80
	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	.95	.02	0.97
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	.89	1.06	1.95
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	1.59	1.01	2.60
	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	.55	.17	0.72
	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	1.32	.12	1.44
	Summe / Mittelwert	9.81 / 1.09	3.27 / 0.36	13.08 / 0.73

In der Tabelle 7-60 sind die Einzelanteile, Summenanteile und mittleren Anteile nach der Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“ dargestellt. Bei der Beinhaltung „stehen/beide Beine gebeugt“ liegen die Summenanteile für die Berufsgenossenschaften zwischen 6.19 % und 13.90 %. Die Verteilungen der Einzelanteile innerhalb der Ausprägungen der Rettungsvarianten zeigen keine auffälligen Werte auf. Die Rettungsversuche RV26, RV18 und RV35 weisen mit 6.00 %, 5.37 % und 7.55 % die höchsten Einzelwerte für die Beinhaltung „stehen / beide Beine gebeugt“ auf.

Bei der Beinhaltung „knien“ liegen die Summenanteile zwischen 0.04 % und 26.41 %. Hier wurde eine deutliche Abstufung der Summenanteile zwischen den Ausprägungen ermittelt und in den Einzelanteilen der Rettungsversuche sind auffällige Größt- und Extremwerte erkennbar. Die Summenanteile ergeben der Größe nach in absteigender Weise sortiert folgende Reihe:

- ❑ 26.41 % - Rettungsvariante „Fahrgäste werden aus Kleinkabine, Sessel oder aus Fahrleitungswagen gerettet“. Unter 5 zugehörigen Rettungsversuchen weist der RV31 mit 17.30 % einen Extremwert auf. Bei dieser Bergetätigkeit wurden Fahrgäste aus mehreren Seilbahnsesseln geborgen.
- ❑ 19.33 % - Rettungsvariante „Verletzter frei und weit von der Rettungsebene entfernt hängend“. Unter 5 zugehörigen Rettungsversuchen weist der RV08 mit 12.46 % ebenfalls einen Extremwert aus. Bei dieser Rettungstätigkeit wurde ein frei und tief unterhalb einer Stahlträgerkonsole im Schacht hängender Verletzter nach oben hin gerettet.
- ❑ 14.59 % - Rettungsvariante „Verletzter wurde von einer hoch liegenden Ebene, weit von der Rettungsebene weg gerettet“. Bei 3 zugehörigen Rettungsversuchen weist der RV24 mit 12.54 % einen Extremwert auf. Bei dieser Rettungstätigkeit wurde ein Verletzter in einer Rettungstrage über Schrägseil nach unten gerettet.
- ❑ 12.72 % - Rettungsvariante „Verletzter wurde aus Seitenwand, weit von der Rettungsebene weg hängend, gerettet“. Von den 12 zugehörigen Rettungsversuchen weist der RV22 mit 6.76 % einen Extremwert auf. Bei diesem Rettungsversuch handelte es sich um eine Rettungstätigkeit im Antennenbau, bei dem ein Verletzter, der unterhalb einer Flachdachkante hing, mit Schrägseil nach unten gerettet wurde.
- ❑ 4.09 % - Rettungsvariante „Verletzter wurde aus Seitenwand, nah an der Rettungsebene hängend, gerettet“. Von den 3 zugehörigen Rettungsversuchen weist RV12 mit 3.46 % den Höchstwert auf. Bei dieser Rettungstätigkeit im Fassadenbau wurde ein Verletzter, der knapp unterhalb einer Flachdachkante hing, nach oben hin gerettet.

Rettungsvarianten mit Summenanteilen unter 1 % wurden weggelassen. Die 4 Rettungsvarianten mit den größten Summenanteilen sind „Bergetätigkeiten aus Sesseln, Kabinen oder Fahrleitungswagen“, „Verletzter hängt frei und tief unter einer Stahlkonsole“, „Verletzter in Rettungstrage auf hochliegender Arbeitsebene“ und „Verletzter hängt weit unterhalb der Flachdachkante in Seitenwand“.

Tabelle 7-60: Prozentuale Summenanteile der Beinhaltungen der Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“

RVAR	Rettungsversuche	Anteile der Beinhaltungen in %		
		stehen / beide B. geb.	knien	Gesamt
1 V / in Seitenwand hängend / nah an RE	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	1.48	.06	1.54
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	2.92	3.46	6.38
	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	1.79	.57	2.36
	Summe / Mittelwert	6.19 / 2.06	4.09 / 1.36	10.28 / 1.71
1 V / in Seitenwand hängend / fern von RE	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	1.04	.51	1.55
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	.58	.05	0.63
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	1.20	.05	1.25
	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	.66	.01	0.67
	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	.53	.02	0.55
	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	1.24	.05	1.29
	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	.58	.05	0.63
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	1.11	.70	1.81
	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	.92	.09	1.01
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	.58	6.76	7.34
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	.37	4.40	4.77
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	.12	.03	0.15
	Summe / Mittelwert	8.94 / 0.75	12.72 / 1.06	21.65 / 0.90
1 V / frei hängend / fern von RE	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	2.41	12.46	14.87
	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	.43	.01	0.44
	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	2.81	.07	2.88
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	1.12	6.69	7.81
	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	2.79	.10	2.89
	Summe / Mittelwert	9.57 / 1.91	19.33 / 3.87	28.89 / 2.89
1 V / in Steigschutz / Erdseilspitze hängend / fern von RE	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	5.37	.07	5.44
	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	2.53	.07	2.60
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	6.00	.02	6.02
	Summe / Mittelwert	13.90 / 4.63	.16 / 0.05	14.06 / 234
1 V / auf hoch liegender Ebene / fern von RE	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	2.26	12.54	14.80
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	1.32	1.91	3.23
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	3.26	.14	3.40
	Summe / Mittelwert	6.84 / 2.2.8	14.59 / 4.86	21.43 / 3.57
F / Kabine / Sessel / Fahrleitungswagen	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	1.09	.37	1.46
	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	3.04	.20	3.24
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	2.13	17.30	19.43
	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	1.76	8.46	10.22
	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	2.42	.08	2.50
	Summe / Mittelwert	10.44 / 2.09	26.41 / 5.28	36.85 / 3.69
F / große Kabine / mit Wagenführer	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	7.55	.04	7.59
	Summe / Mittelwert	7.55 / 7.55	0.04 / 0.04	7.59 / 3.80

Tabelle 7-61: Prozentuale Summenanteile der Beinhaltungen der Substruktur „Rettungsausführung – RAF“

RAF	Rettungsversuche	Anteile der Beinhaltungen in %		
		stehen / beide B. geb.	knien	Gesamt
BR bleibt auf Ebene/Bühne	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	.41	.02	0.43
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	.74	.06	0.80
	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	.68	.03	0.71
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	.80	.95	1.75
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	1.44	.91	2.35
	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	.49	.16	0.65
	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	1.18	.11	1.29
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	.74	8.73	9.47
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	.48	5.69	6.17
	Summe / Mittelwert	6.98 / 0.78	16.65 / 1.85	23.62 / 1.31
BR bleibt auf Ebene/Bühne / zus. Klettern	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	3.62	1.76	5.38
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	4.18	.16	4.34
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	1.86	11.08	12.94
	Summe / Mittelwert	9.66 / 3.22	13.01 / 4.34	22.66 / 3.78
BR seilt sich zV ab / ankoppeln / im Tandembetrieb n. u.	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	2.17	.09	2.26
	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1.56	8.64	10.20
	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	2.32	.08	2.40
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	.21	.05	0.26
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	.91	1.32	2.23
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	2.25	.09	2.34
	Summe / Mittelwert	9.41 / 1.57	10.27 / 1.71	19.69 / 1.64
BR seilt sich zV ab / RT aV / V auf/ab BR auf/ab	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	4.19	21.64	25.83
	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	2.12	.17	2.29
	Summe / Mittelwert	6.31 / 3.16	21.81 / 10.91	28.12 / 7.03
BR steigt zV (Maste) auf/ab / RT aV / V ab BR zurück	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	.94	.03	0.97
	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	4.68	1.61	6.29
	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	7.29	.09	7.38
	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	6.07	.15	6.22
	Summe / Mittelwert	18.97 / 4.74	1.88 / 0.47	20.86 / 2.61
BR steigt zV (Steigschutz) auf/ab / RT aV / V ab BR ab	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	3.16	.08	3.24
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	7.49	.03	7.52
	Summe / Mittelwert	10.65 / 5.32	.11 / 0.06	10.76 / 2.69
BR mit Seilleiter zur Kabine/zum Sessel	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	5.50	.36	5.86
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	3.85	31.28	35.13
	Summe / Mittelwert	9.35 / 4.67	31.64 / 15.82	40.99 / 10.25
BR mit Seilfahngerät zur Kabine/zum Sessel	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	6.74	32.39	39.13
	Summe / Mittelwert	6.74 / 6.74	32.39 / 32.39	39.13 / 19.57
BR in Großkabine / F ab / BR ab	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	4.60	.15	4.75
	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	5.80	.03	5.83
	Summe / Mittelwert	10.39 / 5.20	.17 / 0.09	10.58 / 2.65
BR mit Kran zV / BR u. V mit Kran auf/ab	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	8.95	0.18	9.13
	Summe / Mittelwert	8.95 / 8.95	0.18 / 0.18	9.13 / 4.57

In der Tabelle 7-61 sind die Einzelanteile, die Summenanteile und die mittleren Anteile nach der Substruktur „Rettungsausführung – RAF“ dargestellt. Für die Beinhaltung „stehen/beide Beine gebeugt“ wurde bei den Rettungsversuchen der Rettungsausführung „BR steigt zV (Maste) auf/ab / RT aV / V ab BR zurück“, die alle im Bereich von Fernleitungsmasten stattfanden, der höchste Summenanteil von 18.97 % ermittelt. Bei dieser Rettungsvariante weisen die Rettungsversuche RV18 (7.29 %) und RV19 (6.07 %) die höchsten Einzelanteile für diese Beinhaltung auf.

Die Summenanteile der übrigen Ausprägungen liegen zwischen 6.31 % und 10.65 %. Bei den Steigschutzrettungen weist der RV26 mit 7.49 % den höchsten Anteil für diese Beinhaltung auf. Beim RV05, einer Rettung mit einem Baustellenkran, wurde ein Anteil von 8.95 % ermittelt. Bei der Benutzung eines Seilfahrgerätes im Rahmen einer Rettungstätigkeit an einer Seilbahn (RV33) wurde ein Anteil von 6.74 % ermittelt. Bei der Bergung von Fahrgästen aus einer Großkabine (RV35) wurde ein Anteil von 5.80 % und bei der Bergung von Fahrgästen aus einer Kleinkabine ein Anteil von 5.5 % für die Beinhaltung „stehen / beide Beine gebeugt“ ermittelt. Werte unter 5 % werden hier weiter nicht betrachtet.

Bei der Substruktur „Rettungsausführung – RAF“ weisen die Bergetätigkeiten, bei denen Fahrgäste aus Kleinkabinen oder Sesseln geborgen wurden und bei denen der Hauptberger eine Seilleiter oder ein Seilfahrgerät benutzte, sehr hohe Anteile der Beinhaltung „knien“ von etwa 32 % auf. Rettungstätigkeiten, bei denen sich der Retter zum Verletzten abseilen, die Rettungstechnik anlegen, dann zunächst den Verletzten und danach sich selbst abseilen muss, wiesen einen Anteil von 16.65 % auf. Rettungsversuche, bei denen der Retter auf einer Arbeitsbühne verblieb, dort aber noch zusätzliche Klettertätigkeiten verrichten musste, hatten einen Anteil an der Beinhaltung „knien“ von 13.01 %. Rettungen mit Tandembetrieb – Retter und Verletzter werden mit Seil gekoppelt gleichzeitig abgeseilt – wiesen einen Anteil von 10.27 % aus.

In der Tabelle 7-62 sind die Ausprägungen der Substrukturen „Berufsgenossenschaft – BG“, „Rettungsvariante – RVAR“ und „Rettungsausführung – RAF“ nach den Summenanteilen für beide kritischen Beinhaltungen in absteigender Reihenfolge sortiert dargestellt. Zu jeder Ausprägung ist zusätzlich der Rettungsversuch aufgeführt, der den größten Einzelanteil in der Ausprägung auswies.

Bei der Substruktur „Berufsgenossenschaft – BG“ weisen die Summenanteile der BGBA und der BGFE mit etwa 28 % deutlich die höchsten Werte auf. Der Summenanteil der BBBG liegt mit etwa 25 % etwas darunter. Für alle Berufsgenossenschaften wurden die Anteile der Beinhaltung „knien“ als deutlich dominanter vorkommend gegenüber denen der Beinhaltung „stehen / beide Beine gebeugt“ ermittelt.

Die Summenanteile der Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“ weisen 2 hohe Ausprägungen mit Werten von 36.85 % und 28.89 % auf. Die betroffenen Rettungsvarianten sind „Fahrgäste werden aus Kabine, Sessel oder Fahrleitungswagen gerettet“ und „Verletzter hängt tief und frei unter der Rettungsebene“. Die Rettungsvarianten „Verletzter wird von hoch liegender Ebene gerettet“ und „Verletzter hängt tief in Seitenwand“ weisen einen etwas geringeren Summenanteil von etwa 21 % auf.

Bei der Substruktur „Rettungsausführung – RAF“ wurden 2 Ausprägungen mit deutlich auffälligen Höchstwerten von 40.99 % und 39.13 % Summenanteil ermittelt. Bei den Rettungsausführungen handelt es sich um Bergevorgänge an Kabinen und Sesseln, bei denen entweder ein Seilfahrgerät oder eine Seilleiter verwendet wurde. Eine dritte Rettungsausführung wurde mit einem Summenanteil von etwa 28 % ermittelt, bei der sich der Retter zum Verletzten abseilen, die Rettungstechnik installieren musste und der Verletzte dann entweder nach unten oder oben gerettet wurde. Anschließend kehrte der Retter ebenfalls zur Rettungsebene zurück. Der Rettungsversuch mit dem höchsten Einzelanteil bei dieser Rettungsausführung war der RV08, bei dem ein Verletzter aus der Erdseilspitze eines Fernleitungsmastes gerettet wurde. Die Summenanteile der weiteren Rettungsausführungen weisen niedrigere Werte auf.

Tabelle 7-62: Sortierte prozentuale Summenanteile kritischer Beinhaltungen nach den Substrukturen mit ungünstigsten Rettungsversuchen

Summenanteil	Substrukturen und Ausprägungen	RV	Rettungsversuch mit dem höchsten Anteil in der Ausprägung	Prozentanteil
	Berufsgenossenschaften - BG			
28.68	BGBA	RV31	Bergung von Fahrgästen aus Sessel mit Seilleiter	14.50
27.77	BGFE	RV22	Rettung eines weit unter einer Flachdachkante hängenden Verletzten	9.60
24.91	BBBG	RV08	Rettung eines frei unter einer Stahlkonsole hängenden Verletzten	15.09
18.76	BGCH	RV24	Rettung eines Verletzten in Rettungstrage vom hoch liegender Plattform	11.38
13.08	SMBG	RV13	Rettung eines Verletzten wie unter der Kante einer ebenen Rettungsebene, Fassadenbau	2.60
	Rettungsvariante - RVAR			
36.85	F / Kabine / Sessel / Fahrleitungswagen	RV31	Bergung mit Seilleiter, Fahrgäste aus Sessel	19.43
28.89	1 V / frei hängend / fern von RE	RV08	Rettung eines frei unter einer Stahlkonsole hängenden Verletzten	14.87
21.65	1 V / in Seitenwand hängend / fern von RE	RV22	Rettung eines weit unter einer Flachdachkante hängenden Verletzten	7.34
21.43	1 V / auf hoch liegender Ebene / fern von RE	RV24	Rettung eines Verletzten in Rettungstrage vom hoch liegender Plattform	14.80
14.06	1 V / in Steigschutz / Erdseilspitze hängend / fern von RE	RV18	Rettung aus Erdseilspitze eines Mastes	5.44
10.28	1 V / in Seitenwand hängend / nah an RE	RV12	Rettung eines Verletzten nah unter der Kante einer ebenen Rettungsebene, Fassadenbau	6.38
7.59	F / große Kabine / mit Wagenführer	RV35	Bergung von Fahrgästen aus Großkabine	7.59
	Rettungsausführung - RAF			
40.99	BR mit Strickleiter zur Kabine/zum Sessel	RV31	Bergung mit Seilleiter; Fahrgäste aus Sessel	35.13
39.13	BR mit Seilfahrggerät zur Kabine/zum Sessel	RV33	Bergung von Fahrgästen aus Sessel	39.13
28.12	BR seilt sich zV ab / RT aV / V auf/ab BR auf/ab	RV08	Rettung eines frei unter einer Stahlkonsole hängenden Verletzten	25.83
23.62	BR bleibt auf Ebene/Bühne	RV22	Rettung eines weit unter einer Flachdachkante hängenden Verletzten	9.47
22.66	BR bleibt auf Ebene/Bühne / zus. Klettern	RV20	Rettung eines Verletzten, frei unter Bühne hängend, von einem Antennenturm	12.94
20.86	BR steigt zV (Maste) auf/ab / RT aV / V ab BR zurück	RV18	Rettung aus Erdseilspitze eines Mastes	7.38
19.69	BR seilt sich zV ab / ankoppeln / im Tandembetrieb n. u.	RV24	Rettung eines Verletzten in Rettungstrage vom hoch liegender Plattform	10.2
10.76	BR steigt zV (Steigschutz) auf/ab / RT aV / V ab BR ab	RV26	Rettung eines Verletzten aus der Steigleiter, mit Steigschutz gehalten	7.52
10.58	BR in Großkabine / F ab / BR ab	RV35	Bergung von Fahrgästen aus Großkabine	5.83
9.13	BR mit Kran zV / BR u. V mit Kran auf/ab	RV05	Rettung eines Verletzten, der seitlich tief unter Gerüstebene hängt	9.13

Fasst man die Rettungsversuche für die Ausprägungen der drei Substrukturen mit Summenanteilen $\geq 10\%$ zusammen, die den höchsten Einzelanteil innerhalb der Ausprägungen auswiesen, dann wurden mehrere Rettungsversuche gefunden, die in zwei Ausprägungen oder sogar in allen drei Ausprägungen vorkamen. Auch hier wurden wie bei den Oberkörperhaltungen nur 10 Rettungsversuche gefunden, die für 20 Einzelausprägungen aller drei Substrukturen mit Summenanteilen $\geq 10\%$ die höchsten Einzelanteile auswiesen. Eine Zusammenfassung dieser Rettungsversuche bezogen auf die Substrukturen ist in Tabelle 7-63 dargestellt.

Tabelle 7-63: Rettungsversuche mit größtem Prozentanteil in den Ausprägungen der Substrukturen, die Summenanteile > 10 % auswiesen

Summenprozent	BG	RVAR	RAF	Rettungsversuch
Ausprägungen ≥ 10 %	RV08	RV08	RV08	Rettung eines frei und tief unter einer Stahlkonsole hängenden Verletzten
		RV18	RV18	Rettung aus Erdseilspitze eines Mastes
			RV19	
			RV20	Rettung eines Verletzten, frei unter Bühne hängend, von einem Antennenturm
	RV22	RV22		
		RV24	RV24	Rettung eines Verletzten in Rettungstrage vom hoch liegender Plattform
			RV26	
	RV31	RV31	RV31	Bergung von Fahrgästen aus Sessel mit Seilleiter
			RV33	Bergung von Fahrgästen aus Sessel
		RV35	Bergung von Fahrgästen aus Großkabine	

Es gibt 2 Übereinstimmungen in allen 3 Substrukturen, die GELB gekennzeichnet sind. Es gibt 2 Übereinstimmungen zwischen den Substrukturen „Rettungsvariante – RVAR“ und „Rettungsausführung – RAF“ und es gibt eine Übereinstimmung zwischen den Substrukturen „Berufsgenossenschaft – BG“ und „Rettungsvariante – RVAR“. Diese 10 Rettungsversuche wiesen die höchsten Summenanteile der Beinhaltungen „stehen/beide Beine gebeugt“ und „knien“ auf.

7.4.3.3 Ganzkörperhaltungen

Unter Ganzkörperhaltungen werden Kombinationen der Oberkörper- und Beinhaltungen verstanden. Entsprechend den Ausführungen der letzten beiden Kapitel werden in diesem Kapitel nur die kritischen Ganzkörperhaltungen betrachtet. Alle Haltungskombinationen setzen sich aus den Oberkörperhaltungen „R. geb.“, „R. tord. / seitl. gen.“, „R. geb. & tord. / seitl. gen.“ sowie den beiden Beinhaltungen „stehen, beide Beine gebeugt“ und „knien“ zusammen.

Tabelle 7-64: Prozentuale Anteile relevanter Ganzkörperhaltungen nach Substruktur „Berufsgenossenschaft – BG“

Berufsgenossenschaft	Messzeit in hh:mm:ss	Prozentuale Anteile wichtiger Ganzkörperhaltungen					
		R. geb.		R. tord. / seitl. gen.		R. geb. & tord. / seitl. gen.	
		stehen / beide B geb.	knien	stehen / beide B geb.	knien	stehen / beide B geb.	knien
BBBG	1:57:04	1.52	.30	1.34	9.05	.31	.38
BGBA	5:15:48	1.25	1.50	2.80	7.19	1.08	.73
BGCH	2:08:19	.64	1.78	2.83	1.18	.23	1.62
BGFE	3:10:08	2.02	7.51	2.51	3.44	.90	2.82
SMBG	2:53:28	2.30	1.19	2.20	.62	1.26	1.09
Gesamt	15:24:47	1.56	2.57	2.44	4.59	.87	1.31
		4.13		7.03		2.18	

In der Tabelle 7-64 sind die prozentualen Summenanteile der oben genannten Ganzkörperhaltungen für alle Berufsgenossenschaften dargestellt. Zusätzlich sind die Gesamtanteile unten angefügt. Die Rückenhaltung „R. tord. / seitl. gen.“ weist in Kombination mit den beiden kritischen Beinhaltungen „knien“ und „stehen / beide B. geb.“ mit 7.03 % den größten Wert aus. Die Rückenhaltung „R. geb.“ hat in Kombination mit diesen Beinhaltungen einen Anteil von 4.13 % und die komplexeste Rückenhaltung „R. geb. & tord. / seitl. gen.“ weist in Kombination mit diesen beiden Beinhaltungen einen Anteil von 2.18 % aus.

Bei der Rückenhaltung „R. tord. / seitl. gen.“ wurde mit der Beinhaltung „knien“ der höchste Anteil von 4.6 % ermittelt. In Kombination mit der Beinhaltung „stehen / beide B. geb.“ wurden 2.4 % ermittelt.

In der Tabelle 7-64 wurden innerhalb der Berufsgenossenschaften Prozentanteile über 3 % GELB markiert. Es ergibt sich die folgende Reihe der höchsten Werte über 3 % absteigend sortiert:

- BBBG - 9.05 % der Kombinationshaltung „R. tord. / seitl. gen.“ und „knien“
- BGFE - 7.51 % der Kombinationshaltung „R. geb.“ und „knien“
- BGBA - 7.19 % der Kombinationshaltung „R. tord. / seitl. gen.“ und „knien“
- BGFE - 3.44 % der Kombinationshaltung „R. tord. / seitl. gen.“ und „knien“

Diese Werte wurden für die BBBG, die BGBA und die BGFE ermittelt.

In der Tabelle 7-65 sind die prozentualen Anteile für die Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“ aufgeführt. Die drei höchsten Werte wurden wieder für die Rückenhaltung „R. tord. / seitl. gen.“ ermittelt. Der Maximalwert von 11.8 % wurde bei der Rettungsvariante „Verletzter hängt frei und weit von der Rettungsebene weg“ in Kombination mit der Beinhaltung „knien“ ermittelt. Der zweithöchste Wert von 9.8 % wurde ebenfalls mit der Beinhaltung „knien“ für die Rettungsvariante „Fahrgäste werden aus Sessel, Kabine“ oder „ein Verletzter wird aus Fahrleitungswagen gerettet“ ermittelt.

Tabelle 7-65: Prozentuale Anteile wichtiger Ganzkörperhaltungen nach Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“

Rettungsausführung	Prozentuale Anteile wichtiger Ganzkörperhaltungen					
	R. geb.		R. tord. / seitl. gen.		R. geb. & tord. / seitl. gen.	
	stehen / beide B. geb.	knien	stehen / beide B. geb.	knien	stehen / beide B. geb.	knien
1 V / in Seitenwand hängend / nah an RE	1.19	1.13	1.85	1.32	.66	1.26
1 V / in Seitenwand hängend / fern von RE	2.26	6.18	1.57	.98	1.06	2.42
1 V / frei hängend / fern von RE	1.81	.46	2.13	11.84	.77	.63
1 V / in Steigschutz / Erdseilspitze hängend / fern von RE	.83	.00	6.54	.02	.36	.00
1 V / auf hochliegender Ebene / fern von RE	.91	2.40	.69	2.06	.10	2.26
F / Kabine / Sessel / Fahrleitungswagen	1.41	2.05	3.32	9.82	1.31	1.03
F / große Kabine / mit Wagenführer	1.17	.00	1.93	.02	.63	.00

Dann folgt auf etwas geringerem Niveau von 6.54 % die Rettungsvariante „Verletzter wird aus Steigschutz oder Erdseilspitze gerettet“. Auf etwa gleichem Niveau von 6.2 % wird dann noch für die Rückenhaltung „R. geb.“ und die Beinhaltung „knien“ ein

weiterer Wert für die Rettungsvariante „ Verletzter tief in Seitenwand hängend“ ausgewiesen. Alle anderen Anteile liegen in einem Bereich bis 3 %.

In der Tabelle 7-66 sind die prozentualen Anteile für die Substruktur „Rettungsausführung – RAF“ dargestellt. Die beiden höchsten Werte von etwa 15 % werden für die Ganzkörperhaltungen „R. tord. / seitl. gen.“ und „knien“ bei den Rettungsausführungen „Berger steigt über Seilleiter zur Kabine / zum Sessel und nimmt die Bergung der Fahrgäste vor“ und „Retter seilt sich zum Verletzten ab, legt die Rettungstechnik an, seilt den Verletzten ab und kehrt anschließend zur Rettungsebene zurück“ ermittelt.

Für die Ganzkörperhaltung „R. geb.“ und „knien“ wurde bei der Rettungsausführung, bei der der Retter vollständig auf einer Arbeitsbühne verbleibt, ein Anteil von 8 % ermittelt. Etwa 7 % wurde bei der gleichen Körperhaltung für die Rettungsausführung „Berger über Seilfahrggerät zum Sessel/zur Kabine und Abseilen der Fahrgäste“ ermittelt. Ebenfalls 7 % wurden bei den Rettungsausführungen auf Fernleitungsmasten für die Ganzkörperhaltung „R. tord. / seitl. gen“ und „stehen / beide B. geb.“ ermittelt. Die weiteren Werte der Tabelle liegen in einem Bereich bis etwa 5 %.

Tabelle 7-66: Prozentuale Anteile wichtiger Ganzkörperhaltungen nach Substruktur „Rettungsausführung – RAF“

Rettungsausführung	Prozentuale Anteile wichtiger Ganzkörperhaltungen					
	R. geb.		R. tord. / seitl. gen.		R. geb. & tord. / seitl. gen.	
	stehen / beide B. geb.	knien	stehen / beide B. geb.	knien	stehen / beide B. geb.	knien
BR bleibt auf Ebene/Bühne	2.56	7.95	1.20	1.56	1.18	3.13
BR bleibt auf Ebene/Bühne / zus. Klettern	1.30	1.30	2.76	5.71	.81	1.53
BR seilt sich zV ab / ankoppeln / im Tandembetrieb n. u.	.91	1.68	1.92	1.46	.15	1.58
BR seilt sich zV ab / RT aV / V auf/ab BR auf/ab	.78	.34	.76	14.67	.49	.39
BR steigt zV (Maste) auf/ab / RT aV / V ab BR zurück	3.86	.15	6.80	.91	1.52	.21
BR steigt zV (Steigschutz) auf/ab / RT aV / V ab BR ab	1.03	.00	3.88	.00	.45	.00
BR mit Strickleiter zur Kabine/ zum Sessel	.75	.51	2.92	14.62	1.09	.58
BR mit Seilfahrggerät zur Kabine/ zum Sessel	2.33	6.61	1.33	5.72	1.00	2.46
BR in Großkabine / F ab / BR ab	1.24	.01	3.42	.11	1.10	.03
BR mit Kran zV / BR u. V mit Kran auf/ab	.00	.00	.90	.00	.27	.00

7.4.4 Kritische Körperhaltungen nach einem Bewertungsschema für Körperwinkel

In den folgenden Kapiteln 7.4.4.1 bis 7.4.4.4 werden die Ergebnisse der Analysen der Körperhaltungen in allen Rettungsversuchen nach einem Bewertungsschema für Körperwinkel aufgeführt. Dazu gehört zunächst die Beschreibung des Bewertungssystems nach festgelegten Winkelklassen für alle Sensoren und einem daraus abgeleiteten Risikosystem nach Ampelmuster. Dann folgt die tabellarische Darstellung der bewerteten Anteile der Sensoren in Prozent und Zeiten für alle Rettungsversuche.

In einem weiteren Kapitel wird eine statistische Analyse der Zeitintervalle und mit kritisch bewerteten Körperhaltungen dargestellt. Bezogen auf diese Analyse werden für den kritisch bewerteten und aufsummierten Gesamtzeitbereich die Verteilungen von Oberkörper- und Beinhalten dargestellt. Als letzte Punkte schließen sich Prozent-

verteilungen der Rumpfsensoren bezogen auf die Substrukturen des Kollektivs der Rettungs- und Bergetätigkeiten an.

7.4.4.1 Bewertungsschema für Körperwinkel

In dieser Untersuchung wurde das CUELA-Körperhaltungsmesssystem in seiner Basisversion eingesetzt. Es wurden Körperwinkel der unteren Extremitäten und des Körperumpfes gemessen. Messungen beispielsweise der Kopf- oder Armhaltungen konnten nicht durchgeführt werden, da sie eine aufwendigere Messtechnik benötigten und diese mit den schwierigen Arbeitsbedingungen bei den Rettungstätigkeiten und den erforderlichen komplexen Bewegungsabläufen und Körperhaltungen interferieren können.

Tabelle 7-67: Definition der Kategorien des Bewertungsschemas für Körperwinkel

Nummer der Kategorie	SENSOR	Winkelklasse mit Eckwerten	Winkelklassenbezeichnung	Bewertung
1	K/H	$X \leq -5^\circ$	KH extensiv überstreckt	keine
2	K/H	$-5^\circ < X < +30^\circ$	KH neutral	Keine
3	K/H	$+30^\circ \leq X < +80^\circ$	KH leicht gebeugt	Keine
4	K/H	$+80^\circ \leq X < +135^\circ$	KH mittel gebeugt	Keine
5	K/H	$X \geq +135^\circ$	KH stark gebeugt	keine
6	RKSAG	$X \leq -5^\circ$	RKSAG extensiv stark gekrümmt	ROT
7	RNSAG	$X \leq -5^\circ$	RNSAG extensiv stark geneigt	ROT
8	RKLAT	$X \leq -20^\circ$	RKLAT stark links gekrümmt	ROT
9	RNLAT	$X \leq -20^\circ$	RNLAT stark linksgeneigt	ROT
10	RT	$X \leq -20^\circ$	RT linksdrehend stark tordiert	ROT
11	RKLAT	$-20^\circ < X \leq -10^\circ$	RKLAT leicht linksgekrümmt	GELB
12	RNLAT	$-20^\circ < X \leq -10^\circ$	RNLAT leicht linksgeneigt	GELB
13	RT	$-20^\circ < X \leq -10^\circ$	RT linksdrehend leicht tordiert	GELB
14	RKSAG	$-5^\circ < X < +20^\circ$	RKSAG neutral	GRÜN
14	RNSAG	$-5^\circ < X < +20^\circ$	RNSAG neutral	GRÜN
14	RKLAT	$-10^\circ < X < +10^\circ$	RKLAT neutral	GRÜN
14	RNLAT	$-10^\circ < X < +10^\circ$	RNLAT neutral	GRÜN
14	RT	$-10^\circ < X < +10^\circ$	RT neutral	GRÜN
15	RKSAG	$+20^\circ \leq X < +40^\circ$	RKSAG leicht gekrümmt	GELB
16	RNSAG	$+20^\circ \leq X < +40^\circ$	RNSAG leicht geneigt	GELB
17	RNSAG	$+40^\circ \leq X < +60^\circ$	RNSAG mittel geneigt	GELB
18	RKLAT	$+10^\circ \leq X < +20^\circ$	RKLAT leicht rechtsgekrümmt	GELB
19	RNLAT	$+10^\circ \leq X < +20^\circ$	RNLAT leicht rechtsgeneigt	GELB
20	RT	$+10^\circ \leq X < +20^\circ$	RT rechtsdrehend leicht tordiert	GELB
21	RKSAG	$X \geq 40^\circ$	RKSAG stark gekrümmt	ROT
22	RNSAG	$+60^\circ \leq X < +90^\circ$	RNSAG stark geneigt	ROT
23	RNSAG	$X \geq 90^\circ$	RNSAG extrem geneigt	ROT
24	RKLAT	$X \geq 20^\circ$	RKLAT stark rechtsgekrümmt	ROT
25	RNLAT	$X \geq +20^\circ$	RNLAT stark rechtsgeneigt	ROT
26	RT	$X \geq 20^\circ$	RT rechtsdrehend stark tordiert	ROT

Bezeichnungen in der Tabelle: K/H Knie oder Hüfte RKSAG Rückenkrümmung sagittal
RKLAT Rückenkrümmung lateral RNSAG Rumpfneigung sagittal
RNLAT Rumpfneigung lateral RT Rumpftorsion

Zur Beurteilung der gemessenen Gelenk-/Körperwinkel wurde anhand von Richtwerten aus Normen und in Anlehnung an arbeitswissenschaftliche Veröffentlichungen ein Bewertungsschema erstellt (ISO 11226; DIN EN 1005-4; DRURY, 1987). Dieses wurde bereits von ELLEGAST et al., (ELLEGAST et al., 2004) vorgestellt und angewandt.

Zur Beurteilung der Winkelstellungen wurde ein Bewertungsschema für alle Sensoren erstellt, in dem Winkelklassen festgelegt wurden, die von den Neutral-Null-Stellungen der erfassten Gelenk- oder Körperstellungen ausging. Im Sinne der Neutral-Null-Methode (DEBRUNNER, 1991) werden die Gelenkwinkel für einen gerade aufgerichteten menschlichen Körper mit hängenden Armen und zum Körper ausgerichteten inneren Handflächen als Null-Stellung definiert.

In der Tabelle 7-67 sind für alle Sensoren ausgehend von der Null-Stellung Winkelklassen bis in den maximalen Beugebereich definiert. Für die Rumpfsensoren wurden die Winkelklassen im Sinne der Neutral-Null-Methode in 5 Bereiche eingeteilt, die den Neutralbereich, zwei mittlere Winkelklassen und zwei Winkelklassen in den Endbereichen der Körperwinkel enthalten. Zur Charakterisierung werden die 5 Bereiche mit einem Farbsystem analog zu einem Ampelsystem gekennzeichnet. In der Tabelle 7-68 sind die Winkelklassen mit Farbschema für die gesamten Beuge-, Neigungs- und Krümmungsbereiche der Sensoren eingetragen.

Tabelle 7-68: Struktur der Winkelklassen des Bewertungsschemas

IDENTIFIKATION von Winkelbereichen des Knie (K)						
$X \leq -5^\circ$		$-5^\circ < X < +30^\circ$	$+30^\circ \leq X < +80^\circ$	$+80^\circ \leq X < +135^\circ$	$X \geq +135^\circ$	
(1) extensiv überstreckt		(2) neutral	(3) leicht gebeugt	(4) mittel gebeugt	(5) stark gebeugt	
IDENTIFIKATION von Winkelbereichen der Hüfte (H)						
$X \leq -5^\circ$		$-5^\circ < X < +30^\circ$	$+30^\circ \leq X < +80^\circ$	$+80^\circ \leq X < +135^\circ$	$X \geq +135^\circ$	
(1) extensiv überstreckt		(2) neutral	(3) leicht gebeugt	(4) mittel gebeugt	(5) stark gebeugt	
BEWERTUNG der Rückenkrümmung (RKSAG) sagittal						
$X \leq -5^\circ$		$-5^\circ < X < +20^\circ$	$+20^\circ \leq X < +40^\circ$		$X \geq +40^\circ$	
(6) extensiv stark gekrümmt		(14) neutral	(15) leicht gekrümmt		(21) stark gekrümmt	
BEWERTUNG der Rumpfneigung (RNSAG) sagittal						
$X \leq -5^\circ$		$-5^\circ < X < +20^\circ$	$+20^\circ \leq X < +40^\circ$	$+40^\circ \leq X < +60^\circ$	$+60^\circ \leq X < +90^\circ$	$X \geq +90^\circ$
(7) extensiv stark geneigt		(14) neutral	(16) leicht geneigt	(17) mittel geneigt	(22) stark geneigt	(23) extrem geneigt
BEWERTUNG der Rückenkrümmung (RKLAT) lateral						
$X \leq -20^\circ$	$-20^\circ < X \leq -10^\circ$	$-10^\circ < X < +10^\circ$	$+10^\circ \leq X < +20^\circ$		$X \geq +20^\circ$	
(8) stark linksgekrümmt	(11) leicht linksgekrümmt	(14) neutral	(18) leicht rechtsgekrümmt		(24) stark rechtsgekrümmt	
BEWERTUNG der Rumpfneigung (RNLAT) lateral						
$X \leq -20^\circ$	$-20^\circ < X \leq -10^\circ$	$-10^\circ < X < +10^\circ$	$+10^\circ \leq X < +20^\circ$		$X \geq +20^\circ$	
(9) stark linksgeneigt	(12) leicht linksgeneigt	(14) neutral	(19) leicht rechtsgeneigt		(25) stark rechtsgeneigt	
BEWERTUNG der Rumpftorsion (RT)						
$X \leq -20^\circ$	$-20^\circ < X \leq -10^\circ$	$-10^\circ < X < +10^\circ$	$+10^\circ \leq X < +20^\circ$		$X \geq +20^\circ$	
(10) linksdreh. stark tordiert	(13) linksdrehend leicht tordiert	(14) neutral	(20) rechtsdrehend leicht tordiert		(26) rechtsdrehend stark tordiert	

Bei den symmetrisch erfassenden Sensoren „Rückenkrümmung lateral“, „Rumpfneigung lateral“ und „Rumpftorsion“ liegen symmetrisch verteilte Winkelklassen vor.

Bei den einseitig ausgeprägten Rumpfsensoren „Rückenkrümmung sagittal“ und „Rumpfneigung sagittal“ fehlen die extensiv orientierten mittleren Bereiche. Für den Sensor „Rumpfneigung sagittal“ wurde der Extreembeugebereich zur sinnvollen weiteren Auflösung mit 2 weiteren Winkelklassen ergänzt. Alle Winkelklassen der Rumpfsensoren wurden dem Farbschema zugeordnet.

Für die Beugebereiche der Knie und der Hüften wurden ebenfalls fünf Winkelbereiche definiert, die neben dem Bereich der Überstreckung und des maximalen Beugebereiches den Neutral-Null-Bereich und zwei weitere mittlere Winkelbereiche enthalten. Die definierten Winkelbereiche erlauben eine grobe quantitative Einschätzung ihrer prozentualen und zeitlichen Anteile an den Rettungs- und Bergetätigkeiten. Sie wurden jedoch nicht zur Bewertung von Knie- oder Hüftwinkeln herangezogen, sondern hauptsächlich zur Identifizierung von Körperhaltungen wie „stehen“, „sitzen“ oder „knien“ verwendet.

Außer den Bewertungen der Körperhaltungen durch das Winkelklassenschema wurden die prozentualen Gesamtanteile an kritischen Rumpfhaltungen (ROT-Bewertungen) und aus den beiden Beinhaltungen „knien“ und „stehen / beide B. geb.“ der einzelnen Rettungs- und Bergeversuche jeweils in eine Bewertungsstufe nach einem dreistufigen Model eingeordnet, das zwischen „geringen“, „erhöhten“ und „hohen“ Gesamtanteilen kritischer Rumpf- oder Beinhaltungen unterscheidet. Die qualitative Analyse der untersuchten Rettungs- und Bergetätigkeiten mit den Videofilmen zeigte sehr häufig, dass ein erheblicher Teil der Rettungs- und Bergezeit für Zu- und Abgang zum zu Rettenden oder für andere vor- oder nachbereitende Arbeiten des Retters oder Bergers benötigt wird.

Die schwierigen Tätigkeitsanteile, z. B. mit Lastenhandhabung, mit anderen Betätigungskräften, oder bei schwierigen Bewegungspassagen zum Verletzten hin oder weg, nehmen häufig einen deutlich geringeren Anteil an der Rettungszeit ein. Unter der Annahme, dass sich dieser Zeitbereich im Mittel etwa als die Hälfte der gesamten Rettungszeit einschätzen lässt, wird eine untere Grenze für den höchsten Bewertungsbereich, Stufe 3, bei einem Viertel der Rettungszeit, also 25 % des Gesamtanteils an kritischen Körperhaltungen beim Rettungsversuch festgelegt.

Gesamtanteile kritischer Rumpf- oder Beinhaltungen an der Rettungs- oder Bergezeit über 25 % werden demnach in die Bewertungsstufe 3 „hoch“ eingestuft. Für den darunter liegenden Bewertungsbereich wird ein Grenzwert von 10 % als Unterscheidungskriterium zwischen „hohen“ und „erhöhten“ Gesamtanteilen festgelegt. Gesamtanteile unter 10 % werden als „gering“ – Bewertungsstufe 1 -, Gesamtanteile zwischen 10 % und 25 % als „erhöht“ – Bewertungsstufe 2 - eingestuft. Wenn keine kritischen Rumpf- oder Beinhaltungen vorliegen, wird dem Rettungsversuch die Bewertungsstufe 0 zugeordnet. Nach diesem Verfahren werden alle ermittelten Gesamtanteile kritischer Rumpf- oder Beinhaltungen der Rettungs- und Bergeversuche eingestuft.

Für die maximale Rettungszeit der hier untersuchten Einmann-Rettungen, für die etwa 38 Minuten ermittelt wurden, betragen die Zeitgrenzen für die Gesamtanteile an kritisch bewerteten Rumpf- und Beinhaltungen zwischen „geringen“ und „erhöhten“ Anteilen etwa 3.8 Minuten und zwischen „erhöhten“ und „hohen“ Anteilen etwa 9.5 Minuten. Für Rettungs- und Bergetätigkeiten, bei denen mehrere Verletzte gerettet oder viele Fahrgäste aus Seilbahnen geborgen werden müssen, erhöhen sich diese Anteile entsprechend. Für die Obergrenze einer Bergezeit von 3½ Stunden nach der DIN EN 1909:2004 „Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr

– Räumung und Bergung“ ergibt sich ein maximaler Grenzwert zum Bewertungsbereich 3 „hoch“ von etwa 50 Minuten.

Liegen hier auch die Gesamtzeiten ungünstiger Körperhaltungen auf eine Tagesschicht gesehen in einem minimalen Bereich, muss doch ein erhöhtes Risiko für den Berger und Retter in den Zeiten des Rettungsversuches mit höheren Anteilen ungünstiger Körperhaltungen angenommen werden. Um solche Rettungs- oder Bergeversuche zu identifizieren und eventuell typische Belastungsursachen zu erkennen und Präventionsmaßnahmen zugänglich zu machen, wurde die erläuterte Klassifizierung vorgenommen. Der Schwerpunkt des Bewertungsschemas richtet sich auf die Winkelklassen der Rumpfsensoren.

7.4.4.2 Anteile der bewerteten Winkelklassen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel

Das Bewertungsschema wurde zunächst auf die Gesamtmesszeit aller durchgeführten Rettungstätigkeiten angewandt. Für alle Körperhaltungssensoren ergaben sich die in der Tabelle 7-69 angegebenen prozentualen Anteile und Zeitanteile. Im oberen Teil der Tabelle sind die prozentualen Anteile angegeben und im unteren Teil die Zeitanteile. Für die Rumpfsensoren sind die Anteile im dreistufigen Risikomodel nach Ampelsystem zusammengefasst.

Tabelle 7-69: Prozentuale Anteile und Zeitanteile der Winkelklassen aller Sensoren an der gesamten Messzeit

Sensoren	KH extensiv überstreckt	KH neutraler Bereich	KH leicht gebeugt	KH mittel gebeugt	KH stark gebeugt	GRÜN	GELB	ROT	GELB + ROT
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
HL	3.03	62.48	30.81	3.68					
HR	2.92	60.73	33.07	3.28					
KL	0.62	59.62	20.16	9.58	10.02				
KR	1.10	61.31	18.45	7.20	11.94				
RKLAT						68.98	22.61	8.41	31.02
RKSAG						67.21	18.72	14.07	32.79
RNLAT						74.52	19.35	6.13	25.48
RNSAG						57.75	13.96	28.29	42.25
RT						77.29	17.23	5.47	22.71
	hh:mm:ss	hh:mm:ss	hh:mm:ss	hh:mm:ss	hh:mm:ss	hh:mm:ss	hh:mm:ss	hh:mm:ss	hh:mm:ss
HL	0:28:00	9:38:02	4:44:58	0:34:04					
HR	0:26:58	9:21:48	5:05:58	0:30:20					
KL	0:05:43	9:11:31	3:06:32	1:28:38	1:32:40				
KR	0:10:12	9:27:08	2:50:39	1:06:39	1:50:26				
RKLAT						10:38:09	3:29:08	1:17:46	4:46:55
RKSAG						10:21:42	2:53:13	2:10:10	5:03:23
RNLAT						11:29:21	2:59:02	0:56:41	3:55:43
RNSAG						8:54:11	2:09:11	4:21:42	6:30:53
RT						11:55:01	2:39:24	0:50:39	3:30:03

Tabelle 7-70: Anteile der Winkelklassen von Knien und Hüften nach Berufsgenossenschaft und Rettungs- und Bergeversuch

Anteile der Winkelklassen von Knien und Hüften am Rettungsversuch in %															
Berufsgenossenschaft und Rettungsversuch		HL			HR			KL				KR			
		KH extensiv überstreckt	KH leicht gebogen	KH mittel gebogen	KH extensiv überstreckt	KH leicht gebogen	KH mittel gebogen	KH extensiv überstreckt	KH leicht gebogen	KH mittel gebogen	KH stark gebogen	KH extensiv überstreckt	KH leicht gebogen	KH mittel gebogen	KH stark gebogen
BBBG	RV06	0.01	11.98		2.88	10.21	0.13	0.33	21.98	0.96	0.09	0.15	17.84	2.31	0.04
	RV07	5.19	8.48	0.63		15.60	0.69	0.65	33.89	1.19	0.09	0.01	46.47	1.79	0.04
	RV08		43.41	18.91	0.00	46.03	3.17	0.53	15.04	32.12	17.30	0.33	19.23	3.11	39.66
	RV27	10.77	36.07		1.20	32.61	0.23	0.05	31.53	11.42	0.26	0.29	28.84	15.32	0.39
	RV28	0.57	61.64	4.77	5.67	47.31	12.73	1.06	24.21	8.33	7.11	0.60	29.46	6.62	4.48
	RV29	0.22	7.73	1.19	0.43	16.04	1.33	0.79	20.69	3.18	0.60	1.32	21.41	3.46	0.28
BGBA	RV30	6.29	21.72	0.06	0.10	42.39	1.93	1.27	16.39	11.69	0.17	1.26	28.89	12.64	0.54
	RV31	0.76	63.15	2.09	1.31	63.24	0.01		19.35	15.49	41.77		13.56	17.49	40.87
	RV33	0.02	65.90	5.61	0.45	65.28	9.44		23.48	24.16	12.72		17.31	12.38	27.90
	RV34	3.51	9.50	0.18	3.15	16.12	0.28	0.03	21.97	2.59	0.51	0.01	22.38	2.12	0.33
	RV35	11.53	3.70	0.11	10.63	4.13	0.06	0.22	13.23	1.19	0.04	0.16	11.07	1.00	0.03
BGCH	RV10	0.70	25.68	4.74	0.37	40.41	2.25	0.47	48.93	3.05	0.02	0.81	49.70	5.72	0.06
	RV24	2.49	28.84	9.17	7.55	25.72	5.93		22.65	2.47	19.24	1.25	15.05	5.05	15.79
	RV25	5.79	28.67	0.65	0.12	34.03	1.15		45.15	17.02	0.81	0.04	51.11	7.12	0.43
	RV26	1.91	10.49	0.09	0.12	14.20	0.12		11.08	2.39	0.03		21.62	2.14	0.07
BGFE	RV16	0.01	41.81		0.08	28.68		3.92	17.85	13.65	0.06	6.24	18.66	8.52	0.03
	RV17	6.09	42.40		2.52	48.74	0.27	1.41	29.54	13.90	2.43	0.10	37.49	15.76	2.76
	RV18	0.92	34.80	2.24	2.33	38.43	3.47	0.11	29.64	19.70	0.45	0.14	14.39	28.92	0.21
	RV19	0.06	33.68	16.49	0.04	33.16	14.39	0.61	29.86	14.30	0.85	0.25	31.42	14.54	0.10
	RV20	1.18	42.22	5.35	0.93	46.96	0.22	5.45	12.53	9.01	16.07	2.33	14.32	4.31	18.90
	RV21	2.12	32.26	0.32	0.57	42.21	0.25		26.89	4.76	0.01		13.49	4.07	0.02
	RV22	1.36	57.40	2.36	0.07	53.32	16.22	1.91	10.18	19.65	33.75	0.10	8.58	10.71	44.01
	RV23	0.46	54.58	2.99	3.83	51.74	1.32		20.61	9.25	37.82		8.04	7.41	38.52
SMBG	RV01	6.54	6.02	0.24	3.16	4.63	0.21		14.20	1.41			17.18	1.12	
	RV02	9.07	30.14	1.24	0.04	34.87	4.05	0.21	23.75	11.92	0.30	3.80	17.44	11.94	0.12
	RV03	1.84	13.03	0.57	3.82	20.44	0.63		18.12	2.47	0.44		16.34	1.96	0.15
	RV04	0.83	32.06	1.24	8.90	17.59	0.94		13.00	24.50	1.09		19.46	3.93	0.09
	RV05	0.19	12.12		5.23	10.17	0.24		19.17	2.42	0.10		8.26	1.69	
	RV12	0.00	10.27	2.99		8.04	3.59		8.82	1.91	5.65		4.37	2.31	5.16
	RV13	0.17	7.86	13.10		12.04	9.12	0.03	8.98	4.22	6.83		8.32	7.78	2.67
	RV14	6.77	11.00	1.75	10.64	10.43	3.15	0.97	13.75	2.03	1.21	26.08	5.87	2.59	2.49
	RV15	0.73	26.85	7.42	5.52	21.88	7.14	1.03	30.16	4.75	1.53	11.81	14.35	4.28	1.30

Tabelle 7-71: Kritische Anteile der Winkelklassen der Rumpfsensoren nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel, Berufsgenossenschaft und Rettungs- und Bergeversuche

Anteile der GELB und ROT-Bewertungen der Rumpfsensoren in %											
Berufsgenossenschaft und Rettungsversuch		RKLAT		RKSAG		RNLAT		RNSAG		RT	
		GELB	ROT								
BBBG	RV06	12.92	2.57	20.01	9.98	14.09	1.64	7.91	15.59	19.30	1.12
	RV07	33.76	10.40	53.37	27.25	7.34	0.76	7.16	67.94	16.19	7.93
	RV08	16.97	27.56	19.14	15.07	19.66	1.31	4.51	42.82	22.89	21.27
	RV27	23.97	1.85	2.82	4.36	20.34	2.34	0.83	50.96	19.90	1.16
	RV28	47.12	6.82	29.15	9.03	10.74	2.71	8.93	53.96	14.18	0.88
	RV29	8.93	0.36	1.33	7.89	11.85	0.65	1.62	22.55	3.04	0.06
BGBA	RV30	27.30	15.87	12.86	30.18	25.60	6.88	34.13	24.61	23.25	5.23
	RV31	30.42	12.56	25.57	21.56	24.70	7.10	10.21	36.53	31.99	13.47
	RV33	21.80	4.83	12.67	12.58	23.08	8.48	31.16	29.09	22.86	6.80
	RV34	30.61	16.37	18.45	13.28	24.10	9.89	15.92	20.76	28.08	12.79
	RV35	21.64	6.33	8.58	5.44	17.45	2.66	7.36	14.30	4.50	0.24
BGCH	RV10	12.99	2.64	37.13	17.31	22.37	26.44	9.47	55.81	6.09	0.16
	RV24	20.93	3.66	15.22	13.00	15.95	5.47	11.31	27.32	15.06	1.51
	RV25	30.32	11.24	17.76	25.82	29.13	6.41	2.83	42.99	12.16	0.22
	RV26	20.70	1.46	16.45	2.12	17.35	0.36	2.72	68.79	29.81	10.44
BGFE	RV16	28.25	5.06	30.00	3.82	35.88	7.67	19.80	18.24	24.25	4.81
	RV17	26.02	8.04	29.17	9.06	25.78	9.06	19.61	22.58	19.74	3.14
	RV18	31.71	16.22	24.75	4.10	27.58	18.88	5.34	27.26	27.44	14.87
	RV19	25.44	4.17	37.01	5.33	20.50	13.81	6.03	42.39	20.61	21.99
	RV20	23.33	5.69	24.37	7.06	18.18	2.43	10.68	20.85	24.20	6.68
	RV21	27.02	15.65	11.89	12.50	23.09	12.90	8.55	33.09	15.30	2.35
	RV22	15.36	8.88	41.63	20.58	16.63	3.61	38.48	42.08	0.22	
	RV23	21.04	12.39	33.19	17.47	24.50	4.28	36.30	26.28	27.47	5.48
SMBG	RV01	25.26	2.80	4.49	1.81	19.42	0.66	3.91	19.66	5.88	0.20
	RV02	26.62	10.56	22.68	17.42	27.14	9.40	19.49	26.87	29.35	8.70
	RV03	26.25	4.11	7.15	12.15	19.77	5.57	14.67	7.10	12.99	1.35
	RV04	21.07	8.04	15.44	7.09	22.42	12.81	19.06	9.18		
	RV05	7.12	2.87	13.97	20.30	8.13	3.18	4.00	3.94	18.47	1.34
	RV12	19.05	2.42	8.11	6.73	11.43	2.65	7.55	7.31	8.44	1.45
	RV13	8.88	1.55	7.54	28.37	5.04	0.99	7.19	14.10	14.05	3.85
	RV14	7.27	2.56	4.35	21.27	8.89	3.04	10.60	11.08	6.32	0.48
	RV15	13.16	7.63	19.18	3.81	17.23	7.75	18.81	9.23	13.58	6.87

In der rechten grauen Spalte der Tabelle 7-69 befinden sich die Gesamtwerte von GELB und ROT bewerteten Anteilen der Rumpfsensoren. Diese Anteile liegen in einem Bereich zwischen 22.71 % und 42.25 %. Dem entspricht ein Zeitbereich von etwa 3½ bis 6½ Stunden von etwa 15 Stunden Gesamtmesszeit. Die drei größten Werte über 30 % wurden für die sagittale Rumpfneigung RNSAG, die sagittale Rückenkrümmung RKSAG und die laterale Rückenkrümmung RKLAT ermittelt.

Betrachtet man nur die mit ROT bewerteten Anteile, dann weist die sagittale Rumpfneigung RNSAG mit 28.29 % den größten Wert aus. Für die sagittale Rückenkrümmung RKSAG wurde als nächst kleinerer Wert ein Anteil von 14.07 % ermittelt. Die mit ROT bewerteten Anteile der anderen drei Sensoren laterale Rückenkrümmung RKLAT, laterale Rumpfneigung RNLAT und Rumpftorsion RT liegen zwischen 5.47 % und 8.41 %.

Bei den Kniesensoren wurden Anteile in der Winkelklasse $> 135^\circ$ zwischen 10 % und 12 % ermittelt. Dem entsprechen Zeitanteile zwischen $1\frac{1}{2}$ und knapp 2 Stunden. Die Anteile für mittlere Beugungen der Knie zwischen 80° und 135° lagen mit etwa 7 % bis 10 % etwas darunter. Es wurden nur geringfügige extensive Beugungen der Knie um etwa 1 % ermittelt.

Hüftbeugungen in einem Winkelbereich von 80° bis 135° wurden bei beiden Hüften mit Anteilen von etwa 3.5 % ermittelt. Hüftwinkel über 135° wurden nicht ermittelt. Extensive Hüftbeugungen wurden beidseitig mit einem Anteil von etwa 3 % ermittelt.

Alle prozentualen Anteile und Zeitanteile der einzelnen Rettungsversuche, strukturiert nach den Berufsgenossenschaften, sind in den Tabellen 7-70 und 7-71 dargestellt.

7.4.4.3 Körperhaltungen in kritischen Bewertungsbereichen

Da sich der Hauptberger oder -retter bei den Rettungstätigkeiten nicht immer auf den Füßen stehend bewegt oder auch Haltungen im Sitzen einnahm, werden im folgenden nur die Rumpfsensoren weiter verwendet, mit dem die Rumpfwinkel unabhängig von der Gesamtlage des Körpers gemessen wurden. Dies sind die Sensoren der sagittalen und lateralen Rückenkrümmungsmessungen sowie der Messung der Rumpftorsionen. Die Einzelsensoren für die Lenden- und Brustwirbelsäule und die Sensoren der sagittalen und lateralen Rumpfneigung werden bei der Analyse kritischer Körperhaltungen nicht berücksichtigt.

Aus der Gesamtbewertung des vorigen Kapitels wurden die Zeitbereiche ausgewählt, in denen mindestens einer der drei Sensoren RKSAG, RKLAT oder RT mit ROT bewertet wurden. Außerdem wurden zur Reduzierung der hohen Datenmengen und aus dem dominanten Interesse an Rückenkrümmungsflexionen die extensiven Rückenkrümmungen herausgenommen.

Aus der gesamten Messzeit aller Rettungstätigkeiten, die aus der alphabetischen Reihenfolge der auswertbaren Rettungsversuche RV01 bis RV35 besteht, wurden alle anderen Zeitanteile entfernt. Der so verbleibende mit ROT bewertete Zeitanteil an Rettungstätigkeiten besteht aus 5419 zusammenhängenden Einzelzeitintervallen.

In der Tabelle 7-72 sind die Anzahlen der Zeitintervalle, die Zeitsummen der Intervalle und der auf die Versuchsmesszeit bezogene Prozentanteil mit ROT-bewerteten Körperhaltungen nach dem genannten Bewertungsschema für alle Rettungsversuche aufgeführt. Die Tabelle ist bezogen auf die Berufsgenossenschaften nach Prozentanteil in absteigender Reihenfolge sortiert.

Tabelle 7-72: Anzahl und Zeitsummen der Zeitintervalle mit kritischen Körperhaltungen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel

BG	Rettungsversuch	Messzeit in hh:mm:ss	Anzahl der Zeitintervalle	Summenzeit in hh:mm:ss	Anteil an der Messzeit in %
BBBG	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	00:38:39	92	00:15:04	38.99
	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	00:20:54	192	00:07:28	35.74
	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	00:11:39	76	00:01:16	10.98
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	00:19:55	157	00:01:54	9.59
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	00:09:08	31	00:00:15	2.80
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	00:16:49	12	00:00:04	0.46
BBFE	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	00:12:50	128	00:03:46	29.39
	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	00:14:49	169	00:04:18	29.05
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	00:23:47	312	00:06:35	27.70
	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	00:37:23	242	00:08:46	23.45
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	00:33:22	225	00:07:17	21.83
	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	00:15:04	175	00:02:32	16.83
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	00:40:42	294	00:06:33	16.13
	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	00:12:11	106	00:01:30	12.40
BGBA	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	00:28:45	323	00:08:28	29.47
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	01:17:42	529	00:22:21	28.78
	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	00:52:37	593	00:10:57	20.81
	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	01:01:32	318	00:06:30	10.56
	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	01:35:11	388	00:08:10	8.59
BGCH	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	00:14:27	69	00:04:12	29.06
	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	00:29:44	58	00:05:43	19.26
	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	01:01:53	242	00:09:26	15.24
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	00:22:15	112	00:02:34	11.56
SMBG	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	00:16:50	149	00:04:47	28.47
	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	00:13:32	94	00:02:10	16.10
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	00:31:22	82	00:04:13	13.48
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	00:14:14	67	00:01:33	10.92
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	00:28:09	47	00:02:14	7.94
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	00:26:02	57	00:01:20	5.13
	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	00:18:26	38	00:00:50	4.55
	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	00:10:18	13	00:00:18	3.02
RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	00:14:35	29	00:00:25	2.90	
Gesamt		15:24:47	5419	02:34:43	16.73

Der höchste Einzelanteil bei den Rettungsversuchen der BBBG beträgt 39 %. Die Prozentanteile der BGFE liegen zwischen 12 % und 30 %, die der BGBA zwischen 9 % und 30 %. Die Prozentanteile der BGCH liegen zwischen 12 % und 30 % und die der SMBG zwischen 3 % und 28 %. Der gesamte mit ROT bewertete Bereich beträgt etwa 2 Stunden und 34 Minuten. Dies sind 16.7 % der gesamten Messzeit.

Die Häufigkeitsverteilung der Zeitintervalle ist in der Tabelle 7-73 dargestellt. 91.6 % der 5419 Zeitintervalle hatten Dauern von ≤ 4 Sekunden. Im Zeitbereich zwischen 4 bis 10 Sekunden wurden 323 Zeitintervalle ausgezählt. Für 10 bis 30 Sekunden Intervalllänge wurde eine Häufigkeit von 97 ermittelt. Es wurden 24 Zeitintervalle mit Dauern zwischen einer halben und einer Minute ausgezählt. Im Zeitdauerbereich bis 5 Minuten wurden dann nur noch 10 Intervalle ausgezählt und es wurde 1 Zeitintervall mit einer Dauer zwischen 5 und 10 Minuten ermittelt. Zeitintervalle > 10 Minuten wurden nicht ermittelt.

Tabelle 7-73: Häufigkeitsverteilung der mit ROT bewerteten Zeitintervalle nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel

	Anzahl	Prozent
≤ 4 Sekunden	4964	91.6
4 – 10 Sekunden	323	6.0
10 – 30 Sekunden	97	1.8
30 Sekunden – 1 Minute	24	.4
1 – 5 Minuten	10	.2
5 – 10 Minuten	1	.0
Gesamt	5419	100.0

Tabelle 7-74: Anteile der Körperhaltungen nach Körperhaltungsschema für Oberkörper und Beine, nach Größe absteigend sortiert

Rang	Rückenhaltungen		Zeit in s	Zeit in hh:mm:ss	Prozent
1	R. tord. / seitl. gen.		5585	1:33:05	41.6%
2	R. geb.		1460	0:24:20	10.9%
3	R. geb. & tord. / seitl. gen.		1435	0:23:55	10.7%
	Summe		8480	2:21:20	63.2%
Rang	Rückenhaltungen	Beinhaltungen	Zeit in s	Zeit	Prozent
1	R. tord. / seitl. gen.	stehen / B. ger.	2097	0:34:57	15.6%
2	R. tord. / seitl. gen.	knien	1777	0:29:37	13.2%
3	R. tord. / seitl. gen.	stehen / beide B. geb.	667	0:11:07	5.0%
4	R. tord. / seitl. gen.	sitzen	651	0:10:51	4.9%
5	R. geb. & tord. / seitl. gen.	stehen / B. ger.	499	0:08:19	3.7%
	Summe der ersten 5 Ränge		5691	1:34:51	42.4%
6	R. geb.	stehen / B. ger.	491	0:08:11	3.7%
7	R. geb.	stehen / beide B. geb.	439	0:07:19	3.3%
8	R. geb. & tord. / seitl. gen.	knien	415	0:06:55	3.1%
9	R. geb.	knien	403	0:06:43	3.0%
10	R. geb. & tord. / seitl. gen.	stehen / beide B. geb.	349	0:05:49	2.6%
11	R. tord. / seitl. gen.	sitzen / Boden	206	0:03:26	1.5%
12	R. tord. / seitl. gen.	gehen	187	0:03:07	1.4%
13	R. geb. & tord. / seitl. gen.	sitzen	158	0:02:38	1.2%
14	R. geb.	sitzen	109	0:01:49	0.8%
15	R. geb.	gehen	18	0:00:18	0.1%
16	R. geb. & tord. / seitl. gen.	gehen	14	0:00:14	0.1%
17	R. geb.	sitzen / Boden	1	0:00:01	0.0%

Für den gesamten Anteil mit kritisch bewerteten Körperhaltungen wurde eine Körperhaltungsanalyse auf der Basis der schon verwendeten Ganzkörperhaltungen aus Oberkörper- und Beinhaltungen durchgeführt. Die Verteilungen beinhalten alle Zeitbereiche der gesamten Messungen, in denen die sagittale Rückenkrümmung, laterale Rückenkrümmung oder Rumpftorsion mit ROT bewertet wurde. Die Ergebnisse dieser Analyse sind in der Tabelle 7-74 enthalten.

Im oberen Teil der Tabelle sind die 3 kritischen Rückenhaltungen für den Oberkörper, siehe Kapitel 7.4.3.1, mit absteigendem Prozentanteil dargestellt. Hier ist wieder auffällig, dass für die Rückenhaltung „R. tord. / seitl. gen.“ ein als sehr groß zu bewertender Anteil von 41.6 % ermittelt wurde. Die Anteile der beiden anderen Rückenhaltungen „R. geb.“ und „R. geb. & tord. / seitl. gen.“ liegen auf einem etwa gleichen Niveau von 11 % deutlich darunter.

Im unteren zweiten Teil der Tabelle 7-74 sind die im ROT-Bereich vorkommenden Ganzkörperhaltungen ebenfalls in absteigender Reihenfolge dargestellt. Die ersten 5 Rangplätze nehmen einen Gesamtanteil von insgesamt 42.4 % ein. Sie enthalten alle die oben genannten Rückentorsionen oder Rückenseitneigungen.

Als Beinhaltungen wurden bei diesen 5 Rangplätzen „stehen/beide B. ger.“, „stehen/beide B. geb.“, „knien“, und „sitzen“ ermittelt. Der Anteil an Ganzkörperhaltungen mit den kritisch bewerteten Beinhaltungen „stehen/beide B. geb.“ und „knien“ innerhalb der ersten 5 Rangplätze betrug 18.2 %. Der Gesamtanteil dieser Beinhaltungen für den gesamten ROT-Bereich betrug 30.2 %.

Die einzelnen Prozentanteile zu den Oberkörperhaltungen und Beinhaltungen sind in den Tabellen 7-48 und 7-49 im Kapitel 7.4.3.1 und in den Tabellen 7-57 und 7-58 im Kapitel 7.4.3.2 aufgeführt.

7.4.4.4 Bewertungen innerhalb der Substrukturen des Kollektivs der Berge- oder Rettungstätigkeiten

Die prozentualen Häufigkeiten der mit ROT und GELB bewerteten Rumpfsensoren werden in diesem Kapitel bezogen auf die Gesamtmesszeiten der Substrukturen „Berufsgenossenschaft – BG“, „Rettungsvariante – RVAR“ und „Rettungsausführung – RAF“ in den drei Tabellen 7-75 bis 7-77 dargestellt. Die ROT-Bewertungen für die drei wichtigen Rumpfsensoren RKSAG, RKLAT und RT sind in den Tabellen markiert.

Bei den ROT-Verteilungen der 3 Sensoren nach Berufsgenossenschaften sind keine außergewöhnlichen Extremwerte zu erkennen. Die Prozentanteile der sagittalen Rückenkrümmung liegen relativ dicht zusammen. Die Werte der lateralen Rückenkrümmung streuen von 4.3 % bis 12.6 %, die der Rumpftorsion von 2.7 % bis 8.8 %.

Tabelle 7-75: GELB und ROT bewertete prozentuale Anteile der Rumpfsensoren nach Berufsgenossenschaften - BG

Bewertung	Berufsgenossenschaft	Anteile in %				
		RK SAG	RK LAT	RT	RN LAT	RN SAG
GELB	BBBG	23.22	24.10	16.78	14.33	5.37
	BGBA	15.17	25.59	20.12	22.30	17.94
	BGCH	20.80	20.11	15.22	19.17	8.44
	BGFE	27.68	23.70	18.32	22.30	18.91
	SMBG	10.84	16.85	12.61	14.32	11.20
Bewertung	Berufsgenossenschaft	RK SAG	RK LAT	RT	RN LAT	RN SAG
ROT	BBBG	13.85	12.57	8.80	1.47	44.24
	BGBA	15.64	10.08	6.75	6.25	24.96
	BGCH	13.56	3.90	2.60	9.55	42.89
	BGFE	11.41	9.91	5.78	7.84	29.59
	SMBG	14.68	4.26	2.71	4.65	11.41

Bei den Verteilungen nach Rettungsvariante - RVAR weist die sagittale Rückenkrümmung bei den Rettungstätigkeiten an Kabinen, Sesseln von Seilbahnen sowie mit dem Fahrleitungswagen für Fernleitungen und einem weit und tief in einer Seitenwand hängendem Verletzten mit 19.3 % und 17.6 % zwei Spitzenwerte auf. Die Streuung der Werte der lateralen Rückenkrümmung ist zwar hoch, besitzt aber keine außergewöhnlichen Spitzenwerte. Bei der Rumpftorsion tritt mit einem Anteil von 12.1 % ein deutlicher Extremwert auf.

Tabelle 7-76: GELB und ROT bewertete prozentuale Anteile der Rumpfsensoren nach Rettungsvariante - RVAR

Bewertung	Rettungsvariante	Anteile in %				
		RKSAG	RKLAT	RT	RNLAT	RNSAG
GELB	1 V / in Seitenwand hängend / nah an RE	6.37	17.02	7.36	12.29	7.68
	1 V / in Seitenwand hängend / fern von RE	24.90	18.05	13.60	16.62	16.93
	1 V / frei hängend / fern von RE	23.82	22.85	21.94	22.07	8.15
	1 V / in Steigschutz / Erdseilspitze hängend / fern von RE	15.81	26.07	22.06	22.27	6.17
	1 V / auf hochliegender Ebene / fern von RE	15.67	24.18	12.84	14.21	9.18
	F / Kabine / Sessel / Fahrleitungswagen	18.73	27.22	26.40	24.48	22.32
	F / große Kabine / mit Wagenführer	8.58	21.64	4.50	17.45	7.36
Bewertung	Rettungsvariante	RKSAG	RKLAT	RT	RNLAT	RNSAG
ROT	1 V / in Seitenwand hängend / nah an RE	9.78	2.53	0.94	2.38	10.75
	1 V / in Seitenwand hängend / fern von RE	17.55	6.18	2.99	7.01	28.78
	1 V / frei hängend / fern von RE	11.43	13.26	12.11	4.32	32.76
	1 V / in Steigschutz / Erdseilspitze hängend / fern von RE	7.73	11.53	7.26	10.35	42.61
	1 V / auf hochliegender Ebene / fern von RE	11.33	3.74	1.14	4.09	31.90
	F / Kabine / Sessel / Fahrleitungswagen	19.34	11.46	9.15	7.88	29.12
	F / große Kabine / mit Wagenführer	5.44	6.33	0.24	2.66	14.30

Für die Rettungstätigkeiten an Kabinen und Sesseln von Seilbahnen und mit dem Fahrleitungswagen an Fernleitungen liegt ein Prozentanteil an Rumpftorsionen von 9.2 % vor. Der Prozentanteil der Rumpftorsionen bei Rettungstätigkeiten in Steigschutzsystemen oder in der Erdseilspitze eines Fernleitungsmastes von 7.3 % fiel etwas geringer aus.

Bei den Ausprägungen der Rettungsausführung – RAF weisen die Rettungstätigkeiten mit Seilleitern an Seilbahnen für die sagittale Rückenkrümmung mit einem Prozentanteil von 25.1 % den deutlich größten Anteil auf. Bei einer Rettungstätigkeit im Stahlbau, wobei ein Baustellenkran eingesetzt wurde, trat ein Anteil für die sagittale Rückenkrümmung von 20.3 % auf. Die gesamte Streuung liegt zwischen den Eckwerten von 5.7 % bis 25.1 %. Für die laterale Rückenkrümmung – RKLAT wurde ein Maximalanteil von 16.7 % für die Rettungsausführung ermittelt, in der der Retter sich zum Verletzten abseilt, die Rettungstechnik anlegt, dann zuerst den Verletzten und danach sich selbst ab- oder hochseilt. Bei der Rumpftorsion – RT wurden Anteile zwischen 2.3 % und 12.1 % ermittelt.

Tabelle 7-77: GELB und ROT bewertete prozentuale Anteile der Rumpfsensoren nach Rettungsausführung - RAF

Bewertung	Rettungsausführung	Anteile in %				
		RKSAG	RKLAT	RT	RNLAT	RNSAG
GELB	BR bleibt auf Ebene/Bühne	17.81	16.64	11.62	14.83	18.21
	BR bleibt auf Ebene/Bühne / zus. Klettern	22.21	23.66	20.62	21.13	14.42
	BR seilt sich zV ab / ankoppeln / im Tandembetrieb n. u.	20.57	26.19	13.71	15.11	7.71
	BR seilt sich zV ab / RT aV / V auf/ab BR auf/ab	26.96	15.24	15.59	20.84	6.67
	BR steigt zV (Maste) auf/ab / RT aV / V ab BR zurück	30.01	27.93	23.03	27.28	12.63
	BR steigt zV (Steigschutz) auf/ab / RT aV / V ab BR ab	13.59	24.67	20.72	20.96	6.38
	BR mit Seilleiter zur Kabine/zum Sessel	20.44	29.17	28.47	25.07	19.87
	BR mit Seilfahrgerät zur Kabine/zum Sessel	12.67	21.80	22.86	23.09	31.16
	BR in Großkabine / F ab / BR ab	10.87	23.72	9.97	18.99	9.35
	BR mit Kran zV / BR u. V mit Kran auf/ab	13.97	7.12	18.47	8.14	4.01
Bewertung	Rettungsausführung	RKSAG	RKLAT	RT	RNLAT	RNSAG
ROT	BR bleibt auf Ebene/Bühne	15.54	5.26	2.29	3.36	18.33
	BR bleibt auf Ebene/Bühne / zus. Klettern	9.50	7.30	5.83	6.13	19.96
	BR seilt sich zV ab / ankoppeln / im Tandembetrieb n. u.	14.68	5.35	2.04	3.73	39.51
	BR seilt sich zV ab / RT aV / V auf/ab BR auf/ab	16.05	16.73	12.09	12.24	48.47
	BR steigt zV (Maste) auf/ab / RT aV / V ab BR zurück	5.69	8.68	11.09	12.52	27.53
	BR steigt zV (Steigschutz) auf/ab / RT aV / V ab BR ab	8.63	10.36	5.37	8.23	46.42
	BR mit Seilleiter zur Kabine/zum Sessel	25.05	13.90	10.14	7.01	31.73
	BR mit Seilfahrgerät zur Kabine/zum Sessel	12.59	4.83	6.80	8.49	29.10
	BR in Großkabine / F ab / BR ab	7.26	8.66	3.15	4.34	15.80
	BR mit Kran zV / BR u. V mit Kran auf/ab	20.31	2.88	1.34	3.18	3.94

7.4.5.1 OWAS-Risikoklassenbewertung

Als weiteres Verfahren zur Abschätzung und Lokalisierung von kritischen Körperhaltungen wurde die finnische OWAS-Methode (KARHU; KANSI; KNORINKA, 1977) angewandt. Dieses Verfahren ist ein in den letzten Jahren bei der arbeitswissenschaftlichen Präventionsarbeit genutztes relativ grobes Verfahren zur Ermittlung von Körperhaltungen und deren Bewertungen. Die ermittelten Körperhaltungsschwerpunkte werden dabei in eine Risiko-Klassenverteilung überführt, die das charakteristische Belastungsprofil der tätigkeitsspezifischen Körperhaltungen widerspiegelt. Es gibt vier Risikoklassen mit folgenden Ausprägungen:

- Klasse 1: Die Körperhaltung ist normal. Maßnahmen zur Verbesserung der Arbeitsgestaltung sind nicht notwendig.
- Klasse 2: Die Körperhaltung ist belastend. Maßnahmen, die zu einer besseren Arbeitshaltung führen, sind in der nächsten Zeit durchzuführen.
- Klasse 3: Die Körperhaltung ist deutlich belastend. Maßnahmen, die zu einer besseren Arbeitshaltung führen, müssen so schnell wie möglich vorgenommen werden.
- Klasse 4: Die Körperhaltung ist deutlich schwer belastend. Maßnahmen, die zu einer besseren Arbeitshaltung führen, müssen unmittelbar getroffen werden.

Die Risiko-Klasseneinteilung stellt ein abgestuftes Bewertungsschema dar, das in dieser Studie ausschließlich zur Identifizierung der charakteristischen Körperhaltungen eingesetzt wird. Die Bewertungen werden außer acht gelassen, weil die Methodengültigkeit nicht ausreichend gegeben ist. Die Risiko-Klassenbewertung dient nur der Vergleichbarkeit und der qualitativen Einordnung der ermittelten Körperhaltungskomplexitäten in der abgestuften Form und ist dafür gut geeignet.

Die Risikoklasseneinteilung gibt den Anteil der Bewertungsklasse an der gesamten Zeitdauer der beobachteten Arbeitstätigkeit in Prozent wieder. Für das Identifizieren von kritischen Körperhaltungen bei den hier untersuchten Rettungstätigkeiten werden nur die Risikoklassen 3 und 4 betrachtet.

7.4.5.2 Identifizierte Anteile kritischer Körperhaltungen der OWAS-Risikoklassen 3 und 4

Mit dem WIDAAN-Analyser wurden die summierten Anteile der OWAS-Risikoklassen 3 und 4 für alle Rettungsversuche nach Berufsgenossenschaften strukturiert ermittelt. In der Tabelle 7-78 sind die Summenwerte als prozentuale Anteile und Zeitanteile aufgeführt. Die gesamten Prozentwerte streuen zwischen 1.1 % und 18.9 %. Insgesamt betrug der Anteil 6.2 %. Die gesamten Zeitsummen streuen zwischen etwa 5 Sekunden und 4½ Minuten, insgesamt betrug der Zeitanteil eine knappe Stunde.

In der Tabelle 7-79 sind zwei Spaltenblocks dargestellt, in denen die Anteile jeweils der Größe nach in absteigender Reihenfolge sortiert sind. Betrachtet man die ersten 10 Rangplätze bei den Prozentwerten, dann wurden 5 Plätze von der BGFE (8 Rettungsversuche) belegt. 3 Rangplätze gehören zur SMBG (9 Rettungsversuche). Jeweils 1 Rangplatz gehört zur BGBA (5 Rettungsversuche) und zur BGCH (4 Rettungs-

versuche). Betrachtet man die Zeitanteile, dann nehmen alle 5 Rettungstätigkeiten der BGBA Rangplätze unter den ersten 10 ein. Die ersten 4 Rangplätze werden von der BGBA belegt. Dies war wegen der deutlich höheren Zeitdauern für Rettungstätigkeiten bei Seilbahnen auch zu erwarten. Weitere 3 Rangplätze werden wieder durch die BGFE eingenommen. Die beiden letzten Rangplätze werden durch die SMBG und die BGCH eingenommen.

Tabelle 7-78: Summierte Anteile kritischer Körperhaltungen der OWAS-Risikoklassenbewertung 3 und 4 für alle Rettungsversuche

Gesamte Gruppe und Berufsgenossenschaft	Rettungsversuch	OWAS-K4K3-Anteil in %	OWAS-K4K3-Anteil in hh:mm:ss
Alle Rettungsversuche	RV36 (alle Rettungsversuche)	6.2	0:57:38
BBBG	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	7.5	0:00:52
	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	4.0	0:00:50
	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	2.4	0:00:57
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	1.1	0:00:05
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	6.0	0:01:11
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	1.7	0:00:17
BGBA	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	8.0	0:04:11
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	3.5	0:02:45
	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	7.1	0:04:23
	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	12.5	0:03:36
	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	3.8	0:03:34
BGCH	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	2.5	0:00:44
	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	4.0	0:02:29
	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	11.7	0:01:41
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	8.7	0:01:56
BGFE	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	2.0	0:00:15
	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	11.2	0:01:42
	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	17.2	0:02:33
	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	18.0	0:02:18
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	3.0	0:01:14
	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	3.4	0:01:16
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	9.7	0:03:14
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	13.6	0:03:14
SMBG	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	4.4	0:00:27
	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	11.9	0:02:00
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	3.4	0:00:53
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	10.2	0:01:27
	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	1.2	0:00:13
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	5.9	0:01:40
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	9.6	0:03:01
	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	3.8	0:00:34
	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	14.7	0:02:00

Tabelle 7-79: Sortierte Anteile kritischer Körperhaltungen aller Rettungsversuche

nach prozentualen Anteilen sortierte Rettungsversuche		nach Zeitanteilen sortierte Rettungsversuche	
Rettungsversuch	OWAS-K4K3-Anteil in %	Rettungsversuch	OWAS-K4K3-Anteil in hh:mm:ss
RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	18.0	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	0:04:23
RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	17.2	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	0:04:11
RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	14.7	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	0:03:36
RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	13.6	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	0:03:34
RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	12.5	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	0:03:14
RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	11.9	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	0:03:14
RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	11.7	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	0:03:01
RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	11.2	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	0:02:45
RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	10.2	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	0:02:33
RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	9.7	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	0:02:29
RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	9.6	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	0:02:18
RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	8.7	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	0:02:00
RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	8.0	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	0:02:00
RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	7.5	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	0:01:56
RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	7.1	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	0:01:42
RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	6.0	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	0:01:41
RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	5.9	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	0:01:40
RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	4.4	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	0:01:27
RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	4.0	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	0:01:16
RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	4.0	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	0:01:14
RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	3.8	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	0:01:11
RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	3.8	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	0:00:57
RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	3.5	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	0:00:53
RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	3.4	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	0:00:52
RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	3.4	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	0:00:50
RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	3.0	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	0:00:44
RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	2.5	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	0:00:34
RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	2.4	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	0:00:27
RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	2.0	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	0:00:17
RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	1.7	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	0:00:15
RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	1.2	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	0:00:13
RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	1.1	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	0:00:05

7.4.5.3 Kritische Körperhaltungen in den identifizierten Zeitintervallen

Aus der gesamten Messzeit von 15:24:47 wurden alle Samples entfernt, die nicht als zu den OWAS-Risikoklassen 3 und 4 gehörig bewertet wurden. Die danach verbliebene Gesamtzeit mit als kritisch identifizierten Körperhaltungen betrug 0:56:47. Gegenüber der ermittelten Gesamtzeit auf der Grundlage des Bewertungsschemas für Körperwinkel von 2:34:43 identifizieren die OWAS-Risikoklassen 3 und 4 nur etwa 37 % dieses Anteils, d. h. die Zeitanteile mit den kritischsten Körperhaltungen.

Die so als kritisch eingestufteten Zeitabschnitte bilden 2420 zusammenhängende Zeitintervalle, deren Verteilung in der Tabelle 7-80 bezogen auf die Rettungsversuche und strukturiert nach Berufsgenossenschaften mit Anzahl, Summenzeit und Anteil an der Messzeit des Rettungsversuches aufgeführt ist. Die Rettungsversuche sind innerhalb der Berufsgenossenschaften nach absteigendem Anteil an der Messzeit sortiert.

Bei BBBG wurden Zeitanteile an der Messzeit des Rettungsversuches zwischen 1.04 % und 7.34 % ermittelt. Bezogen auf die Summe aller Messzeiten für die Rettungstätigkeiten der BBBG beträgt der kritische Anteil nur 1.3 %. Bei der BGFE hat die Spannweite der Prozentanteile an den Messzeiten Eckwerte von 1.95 % bis 17.78 % und zeigt eine deutlich größere Streuung. Der Prozentanteil an der Summe der Einzelmesszeiten betrug 8.2 %.

Für die BGBA wurden Eckwerte der Streuung von 3.48 % und 12.33 % ermittelt. Der Prozentanteil an der Gesamtmesszeit betrug 15.5 %. Bei der BGCH liegen die Einzelanteile zwischen 2.46 % und 11.71 %. Der Gesamtanteil an der Summe der Messzeiten betrug 5.3 %. Für die SMBG wurden Einzelanteile der Rettungsversuche zwischen 1.16 % und 14.53 % berechnet. Der Gesamtanteil betrug 7.0 %.

Die Anzahlen der Zeitintervalle mit kritischen Körperhaltungen sind in der Tabelle 7-80 in der 4. Spalte aufgeführt. Die Häufigkeitsverteilung der Zeitintervalle ist in der Tabelle 7-81 für die gleichen Klassenbreiten wie in Abschnitt 7.4.4.3 dargestellt. Von den insgesamt 2420 Zeitintervallen hatten 2264 Zeitdauern bis zu 4 Sekunden. 109 Zeitintervalle mit Zeitdauern zwischen 4 bis 10 Sekunden wurden ermittelt. 43 Zeitintervalle hatten Dauern zwischen 10 und 30 Sekunden. Nur noch 2 Intervalle mit Dauern zwischen 30 Sekunden und 1 Minute wurden ermittelt und ebenfalls nur noch 2 Zeitintervalle mit Zeitdauern zwischen 1 und 5 Minuten wurden ermittelt.

Für diesen gesamten Zeitanteil mit als kritisch identifizierten Körperhaltungen wurde eine Körperhaltungsanalyse auf der Basis der schon verwendeten Körperhaltungsmatrix aus Oberkörper- und Beinhaltungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 7-82 dargestellt.

Bei den Oberkörperhaltungen weist die Haltung „R. tord. / seitl. gen.“ einen Anteil von 39.3 % aus. Ein fast gleich hoher Anteil von 35.2 % wurde für Kombinationshaltungen „R. geb. & tord. / seitl. gen.“ berechnet. Für reine Oberkörperbeugehaltungen wurde ein Anteil von 25.5 % ermittelt.

Für Kombinationen zwischen diesen 3 Oberkörperhaltungen und den analysierten Beinhaltungen ergeben sich die unteren 8 Zeilen der Tabelle, die nach absteigendem Anteil sortiert sind.

Tabelle 7-80: Anzahl und Zeitsumme der Intervalle mit kritischen Körperhaltungen nach den Risikoklassen 3 und 4 für alle Rettungsversuche

BG	Rettungsversuch	Messzeit in hh:mm:ss	Anzahl der Zeitintervalle	Summenzeit in hh:mm:ss	Anteil an der Messzeit in %
BBBG	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	0:11:39	38	0:00:51.36	7.34
	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	0:19:55	53	0:01:10.16	5.87
	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	0:20:54	24	0:00:49.26	3.93
	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	0:38:39	29	0:00:55.80	2.41
	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	0:16:49	20	0:00:16.76	1.66
	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	0:09:08	9	0:00:05.70	1.04
BGFE	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	0:12:50	88	0:02:17.06	17.78
	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	0:14:49	116	0:02:30.70	16.95
	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	0:23:47	147	0:03:11.76	13.43
	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	0:15:04	95	0:01:39.70	11.02
	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	0:33:22	136	0:03:10.96	9.54
	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	0:37:23	54	0:01:15.14	3.35
	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	0:40:42	74	0:01:11.68	2.93
	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	0:12:11	36	0:00:14.24	1.95
BGBA	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	0:28:45	152	0:03:32.66	12.33
	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	0:52:37	235	0:04:07.24	7.83
	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	1:01:32	181	0:04:18.80	7.01
	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	1:35:11	243	0:03:29.54	3.67
	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	1:17:42	135	0:02:42.34	3.48
BGCH	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	0:14:27	14	0:01:41.62	11.71
	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	0:22:15	40	0:01:55.76	8.67
	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1:01:53	73	0:02:27.78	3.98
	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	0:29:44	33	0:00:43.92	2.46
SMBG	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	0:13:32	57	0:01:58.00	14.53
	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	0:16:50	83	0:01:58.60	11.74
	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	0:14:14	42	0:01:26.30	10.09
	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	0:31:22	54	0:03:00.28	9.57
	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	0:28:09	43	0:01:38.72	5.84
	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	0:10:18	9	0:00:27.18	4.40
	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	0:14:35	35	0:00:32.86	3.75
	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	0:26:02	60	0:00:51.90	3.32
	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	0:18:26	12	0:00:12.80	1.16
Gesamt		15:24:46	2420	0:56:46.58	6.14

Tabelle 7-81: Häufigkeitsverteilung der identifizierten Zeitintervalle nach den OWAS-Risikoklassen 3 und 4

Kategorien der Zeitintervalle	Anzahl	Prozent
<= 4 Sekunden	2264	93.6
4 – 10 Sekunden	109	4.5
10 – 30 Sekunden	43	1.8
30 Sekunden – 1 Minute	2	.1
1 – 5 Minuten	2	.1
Gesamt	2420	100.0

Tabelle 7-82: Anteile der Körperhaltungen nach Körperhaltungsschema für Oberkörper und Beine, nach Größe absteigend sortiert

Rang	Rückenhaltungen	Beinhaltungen	Zeit in s	Zeit in hh:mm:ss	Prozent
2	R. tord. / seitl. gen.		1357.02	0:22:37	39.3
3	R. geb. & tord. / seitl. gen.		1215.38	0:20:15	35.2
1	R. geb.		882.58	0:14:43	25.5
Rang	Rückenhaltungen	Beinhaltungen	Zeit in s	Zeit in hh:mm:ss	Prozent
1	R. tord. / seitl. gen.	stehen / beide B. geb.	1357.02	0:22:37	39.3
2	R. geb.	stehen / beide B. geb.	864.88	0:14:25	25.0
3	R. geb. & tord. / seitl. gen.	knien	727.24	0:12:07	21.0
4	R. geb. & tord. / seitl. gen.	stehen / beide B. geb.	481.50	0:08:01	13.9
5	R. geb.	stehen / B. ger.	12.88	0:00:13	0.4
6	R. geb. & tord. / seitl. gen.	stehen / B. ger.	6.18	0:00:06	0.2
7	R. geb.	sitzen	4.82	0:00:05	0.1
8	R. geb. & tord. / seitl. gen.	gehen	0.46	0:00:00	0.0

Die 8 Ganzkörperhaltungen sind nach prozentualem Anteil in absteigender Reihenfolge sortiert. Die größten 4 Anteile enthalten alle die kritischen Beinhaltungen „stehen / beide Beine gebeugt“ und „knien“. Der größte Anteil von 39.3 % wurde für die als auffällig und kritisch ausgewiesene Oberkörperhaltung „R. tord. / seitl. gen.“ in Kombination mit „stehen / beide Beine gebeugt“ ermittelt. Für die gleiche Beinhaltung in Kombination mit der Oberkörperhaltung „R. geb.“ wurde dann ein Anteil von 25 % ermittelt. Als drittgrößter Anteil folgt die Kombination „R. geb. & tord. / seitl. gen.“ mit „knien“ mit einem Wert von 21 %. Addiert man die Werte der ersten 3 Ränge, dann ergibt sich ein Anteil von insgesamt etwa 85 % dieser Ganzkörperhaltungskombinationen.

7.4.5.4 Identifizierte Körperhaltungsanteile nach den Substrukturen des Kollektivs der Berge- und Rettungsversuche

In den folgenden 3 Tabellen 7-83 bis 7-85 sind die Verteilungen der prozentualen Anteile und der Zeitanteile der identifizierten Körperhaltungen nach OWAS-Risikoklassen 3 und 4 nach den 3 Substrukturen „Berufsgenossenschaften – BG“, „Rettungsvariante – RVAR“ und „Rettungsausführung – RAF“ dargestellt.

In der Tabelle 7-83 sind die Ergebnisse für die Substruktur „Berufsgenossenschaft – BG“ angegeben. Die Anteile der als kritisch ausgewiesenen Körperhaltungen schwanken zwischen 7.3 % und 32.1 %. Die BGBA weist mit 32.1 % den größten Anteil und die BBBG mit 7.3 % den kleinsten Anteil auf. Die BGBA (32.1 %), die BGFE (27.1 %) und die SMBG (21.3 %) weisen die deutlich höchsten drei Prozentanteile auf. Für die BGCH wurde ein Anteil von 11.9 % und für die BBBG der kleinste Anteil von 7.3 % ermittelt.

Tabelle 7-83: Anteile der Klassen 3 und 4 der OWAS-Risikoklassenbewertung nach der Substruktur „Berufsgenossenschaften – BG“

Berufsgenossenschaft	Gesamte Messzeit	Zeit in hh:mm:ss	Anteil in %
BGFE	3:10:08	0:15:46	27.4
SMBG	2:53:28	0:12:15	21.3
BGBA	5:14:48	0:18:29	32.1
BGCH	2:08:19	0:06:52	11.9
BBBG	1:57:04	0:04:13	7.3

In der Tabelle 7-84 ist die Verteilung der als kritisch ausgewiesenen Körperhaltungen nach OWAS-Risikoklassen 3 und 4 für die Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“ dargestellt. Die Prozentanteile streuen zwischen 4.6 % und 32.3 %. Die beiden Rettungsvarianten „Verletzter hängt tief in einer Seitenwand“ und „Fahrgäste werden aus Kleinkabinen, Sesseln oder ein Verletzter wird aus einem Fahrleitungswagen zur Wartung bei Fernleitungsarbeiten“ weisen mit 32.3 % und 28.8 % die deutlich höchsten Prozentanteile auf. Alle Anteile der anderen Rettungsvarianten liegen in einem Bereich bis etwa 11 %.

Tabelle 7-84: Anteile der Klassen 3 und 4 der OWAS-Risikoklassenbewertung nach der Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“

Rettungsvariante	Gesamte Messzeit	Zeit in hh:mm:ss	Anteil in %
1 V / in Steigschutz / Erdseilspitze hängend / fern von RE	1:14:27	0:05:46	10.0
1 V / in Seitenwand hängend / fern von RE	4:09:00	0:18:35	32.3
F / Kabine / Sessel / Fahrleitungswagen	3:55:40	0:16:37	28.8
1 V / frei hängend / fern von RE	1:58:49	0:06:25	11.1
1 V / in Seitenwand hängend / nah an RE	0:53:02	0:02:41	4.6
1 V / auf hochliegender Ebene / fern von RE	1:38:37	0:03:58	6.9
F / große Kabine / mit Wagenführer	1:35:12	0:03:34	6.2

In der Tabelle 7-85 ist die Verteilung für die Substruktur „Rettungsausführung – RAF“ dargestellt. Die Prozentanteile streuen zwischen 0.4 % und 27.6 %. Die Rettungsausführung „Retter bleibt vollständig auf einer Arbeitsebene“ weist mit 27.6 % einen Extremwert auf.

Tabelle 7-85: Anteile der Klassen 3 und 4 der OWAS-Risikoklassenbewertung nach der Substruktur „Rettungsausführung – RAF“

Rettungsausführung	Gesamte Messzeit	Zeit in hh:mm:ss	Anteil in %
BR steigt zV (Maste) auf/ab / RT aV / V ab BR zurück	0:54:54	0:06:48	11.8
BR bleibt auf Ebene/Bühne	3:12:46	0:15:55	27.6
BR mit Seilfahrgerät zur Kabine/zum Sessel	1:01:32	0:04:22	7.6
BR bleibt auf Ebene/Bühne / zus. Klettern	1:11:46	0:04:41	8.1
BR in Großkabine / F ab / BR ab	2:03:57	0:07:10	12.4
BR steigt zV (Steigschutz) auf/ab / RT aV / V ab BR ab	0:59:38	0:03:13	5.6
BR mit Seilleiter zur Kabine/zum Sessel	2:10:19	0:06:57	12.1
BR seilt sich zV ab / ankoppeln / im Tandembetrieb n. u.	2:23:06	0:06:35	11.4
BR seilt sich zV ab / RT aV / V auf/ab BR auf/ab	1:08:23	0:01:41	2.9
BR mit Kran zV / BR u. V mit Kran auf/ab	0:18:26	0:00:13	0.4

Die Rettungsausführungen, in denen Berger Fahrgäste aus Großkabinen abseilen, Berger unter Zuhilfenahme einer Seilleiter Fahrgäste aus Kleinkabinen oder Sessel bergen, oder Retter Verletzte auf Fernleitungsmasten retten, weisen Prozentanteile von etwa 12 % auf. Die Rettungsausführung, bei der Retter und Verletzter im Tandembetrieb abgeseilt werden, weist einen Anteil von 11.4 % auf. Alle anderen Anteile liegen in einem Bereich bis etwa 8 %.

7.4.6 Lokalisierung von kritischen Körperhaltungen

Im folgenden werden den nach Bewertung mit dem beschriebenen Bewertungsschema und der Identifizierung mit den OWAS-Risikoklassen 3 und 4 ermittelten Zeitintervallen mit kritischen Körperhaltungen nach einem speziell entwickelten Berechnungsverfahren Schweregrade für die Körperhaltungen zugewiesen und die Intervalle nach absteigendem Schweregrad gerankt. Das Verfahren wird auf 3 verschiedene Sensorkombinationen angewandt, die je nach Betrachtungsweise die kritischsten Phasen in den einzelnen Rettungstätigkeiten aufzeigen.

Sowohl für die ermittelten Zeitintervalle nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel als auch nach Identifikation mit den OWAS-Risikoklassen 3 und 4 werden für die 3 verschiedenen Sensorkombinationen Tabellen dargestellt, in denen jeweils 20 Zeitintervalle mit den ungünstigsten Körperhaltungen aller Intervalle und deren zeitliche Lokalisation in den Rettungstätigkeiten beschrieben werden. Weiterhin werden die Verteilungen der Zeitintervalle nach Berufsgenossenschaften dargestellt und bewertet.

7.4.6.1 Ranking-Verfahren zur Ermittlung kritischer Körperhaltungen und ihrer Lokalisierung in der Messung

Die Analysen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel und die Identifizierung von kritischen Körperhaltungen mit der OWAS-Risikoklasseneinteilung haben eine große Zahl von Zeitintervallen ergeben. Im Folgenden wird ein Ranking-Verfahren beschrieben, welches zur Sortierung der Zeitintervalle nach einem spezifizierten

Schweregrad entwickelt wurde. Basis des Ranking-Verfahrens sind die Einzelwerte der Winkelmessungen aller Sensoren, wie sie in der Tabelle 7-86 zusammenfassend mit Kurzbezeichnung und Beschreibung aufgeführt sind.

Tabelle 7-86: Winkelsensoren mit Kurzzeichen für Formelberechnungen

Nummer	Kurzbezeichnung des Sensors	Sensorbedeutung
1	KL	Knie links
2	KR	Knie rechts
3	HL	Hüfte links
4	HR	Hüfte rechts
5	LWSSAG	Lendenwirbelsäule sagittal
6	LWSLAT	Lendenwirbelsäule lateral
7	BWSSAG	Brustwirbelsäule sagittal
8	BWSLAT	Brustwirbelsäule lateral
9	RKSAG	Rückenkrümmung sagittal
10	RKLAT	Rückenkrümmung lateral
11	RNSAG	Rumpfeigung sagittal
12	RNLAT	Rumpfeigung lateral
13	RT	Rumpftorsion

Schritt 1 des Rankingverfahrens

Im Schritt 1 des Ranking-Verfahrens werden Summierungsfunktionen für zusammengehörige Winkelsensoren berechnet. Bei den Summierungen werden die Absolutwerte der Einzelwinkel verwendet, da die Vorzeichen nach den Richtungsdefinitionen nicht berücksichtigt werden. Die Summierungsfunktionen werden für jeden erfassten Messsample ausgeführt und sind in der Tabelle 7-87 aufgeführt.

Tabelle 7-87: Summierungsfunktionen für zusammengefasste Winkelsensoren

Summierungsfunktion für	Kurzzeichen des Sensors	Kurzzeichen für die Summierungsfunktion	Formel
Knie	K	KnieG	$KnieG = ABS (KL) + ABS (KR)$
Hüfte	H	HüfteG	$HüfteG = ABS (HL) + ABS (HR)$
Lendenwirbelsäule	LWS	LWSG	$LWSG = ABS (LWSSAG) + ABS (LWSLAT)$
Brustwirbelsäule	BWS	BWSG	$BWSG = ABS (BWSSAG) + ABS (BWSLAT)$
Rückenkrümmung	RK	RKG	$RKG = ABS (RKSAG) + ABS (RKLAT)$
Rumpfeigung	RN	RNG	$RNG = ABS (RNSAG) + ABS (RNLAT)$
Rumpftorsion	RT	RTG	$RTG = ABS (RTSAG) + ABS (RTLAT)$

Schritt 2 des Rankingverfahrens

Mit den oben aufgeführten Summierungsfunktionen werden 3 Rankingfunktionen gebildet, die sinnvolle Winkelsensoren zusammenfassen. Die wichtigste Rankingfunktion ist die Zusammenfassung von Rückenkrümmung sagittal und lateral und Rumpftorsion als Kenngröße für den gesamten Rumpf. Die beiden weiteren Rankingfunktionen werden dann jeweils durch Addition der Summierungsfunktion der Hüftgrößen und der Kniegrößen gebildet. Auch hier werden die 3 Rankingfunktionen für jeden erfassten Messsample berechnet und sind in der Tabelle 7-88 aufgeführt.

Tabelle 7-88: Rankingfunktionen für summierte Winkelsensoren des Rumpfes ohne/mit denen der unteren Extremitäten

Rankinggröße für :	Kurzzeichen der Rankingfunktionen	Formel
Rumpf	KHG-R	$KHG-R = RKG + RTG$
Rumpf + Hüfte	KHG-RH	$KHG-RH = RKG + RTG + HüfteG$
Rumpf + Hüfte + Knie	KHG-RHK	$KHG-RHK = RKG + RTG + HüfteG + KnieG$

Schritt 3 des Rankingverfahrens

Diese Funktionen werden im Schritt 3 des Rankingverfahrens auf die ermittelten Zeitintervalle mit ungünstig bewerteten Körperhaltungen sowohl nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel als auch nach der Identifizierung ungünstiger Körperhaltungen mit der OWAS-Risikoklassenbewertung angewendet.

Nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel lagen 5419 Zeitintervalle vor, in denen mindestens einer der drei Rumpfsensoren: Rückenkrümmung sagittal, Rückenkrümmung lateral und Rumpftorsion zu jedem Zeitpunkt mit ROT bewertet wurde. Bei den OWAS-Risikoklassen 3 und 4 ergaben sich 2420 Zeitintervalle mit kritischen Körperhaltungen. Für alle Zeitintervalle dieser beiden Gruppen wurde das Rankingverfahren angewendet, d. h. die bisher generierten und oben dargestellten Summierungs- und Rankingfunktionen wurden für alle Messsamples der Zeitintervalle berechnet.

Die Rankingfunktionen stellen Winkelmaximalwerte für den Rumpf (KHG-R), für den Rumpf mit den Hüften (KHG-RH) und für den Rumpf mit den Hüften und den Knien (KHG-RHK) dar. Innerhalb der ausgewiesenen Zeitintervalle wurden dann die Maximalwerte der Rankingfunktionen mit den dazugehörigen Zeitpunkten in jedem Zeitintervall und damit in allen Rettungsversuchen ermittelt. Damit lagen für jedes Zeitintervall bezogen auf die Sensorgruppen: Rumpf (RKSAG + RKLAT + RT), Rumpf mit Hüften (RKSAG + RKLAT + RT + HüfteG) und auf den Rumpf + Hüften + Knien (RKSAG + RKLAT + RT + HüfteG + KnieG) 3 Werte zum Sortieren der Zeitintervalle vor. Die Maximalermittlungen der Ranking-Funktionen in den Zeitintervallen für die drei Sensorkombinationen sind in der Tabelle 7-89 aufgeführt.

Tabelle 7-89: Berechnung der Maximalwerte der Rankingfunktionen in den Zeitintervallen nach Bewertungsschema für Körperwinkel und der OWAS-Risikoklassen 3 und 4

Maximalwert für :	Kurzzeichen der Max-Funktion	Formel	Bemerkung
Rumpf	KHG-Rmax	$KHG-Rmax = MAX (KHG-R)$	Diese Berechnungen werden für alle Zeitintervalle durchgeführt.
Rumpf + Hüfte	KHG-RHmax	$KHG-RHmax = MAX (KHG-RH)$	
Rumpf + Hüfte + Knie	KHG-RHKmax	$KHG-RHKmax = MAX (KHG-RHK)$	

Schritt 4 des Rankingverfahrens

Als Ergebnisse des Bewertungsschemas für Körperwinkel und nach Identifizierung mit den OWAS-Risikoklassen 3 und 4 liegt eine Tabelle mit 5388 Zeitintervallen und eine weitere mit 2389 Zeitintervallen mit kritischen Körperhaltungen vor, für die jeweils alle Sensorwinkelwerte verfügbar sind. Alle Zeitintervalle sind durch Start- und Endzeit sowie Zugehörigkeit zum Rettungsversuch gekennzeichnet, so dass die Ausschnitte in

den Filmen angesehen werden können. Der letzte Schritt 4 im Rankingverfahren besteht darin, ein Ranking der beiden Zeitintervalllisten in absteigender Reihenfolge vorzunehmen. Als Rankinggrößen werden hierfür die MAX-Funktionen KHG-R, KHG-RH und KHG-RHKmax verwendet. Diese Funktionen stellen für jedes Intervall die größten Werte der Rankingfunktionen KHG-R, KHG-RH und KHG-RHK zur Verfügung, die je nach gewünschter Betrachtung – Rumpf, Rumpf + Hüften, Rumpf + Hüften + Knie - aus den Summierungsfunktionen der Rückenkrümmung, der Rumpftorsion, der Hüften und der Knie gebildet wurden.

Die Werte der Max-Funktionen der Zeitintervalle der jeweiligen Liste werden in absteigender Reihenfolge sortiert. Die so sortierten Listen stellen die Zeitintervalle mit kritisch bewerteten Körperhaltungen nach Schweregrad der Körperhaltung in absteigender Reihenfolge dar, so dass die ersten Intervalle der Listen jeweils die Zeitintervalle mit den schwierigsten Körperhaltungen angeben. Für die Zeitintervalle sind alle Daten der Zuordnung zum Rettungsversuch gegeben. Das Ranking-Verfahren für die beiden Zeitintervalllisten ist in der Tabelle 7-90 dargestellt.

Als Beispiel für das Ranking-Verfahren ist das Zeitintervall ZI00939 nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel in Diagramm 7-16 dargestellt. Das Zeitintervall hat eine Länge von 4.76 Sekunden. Auf der linken Seite sind die einzelnen Sensoren systematisch dargestellt.

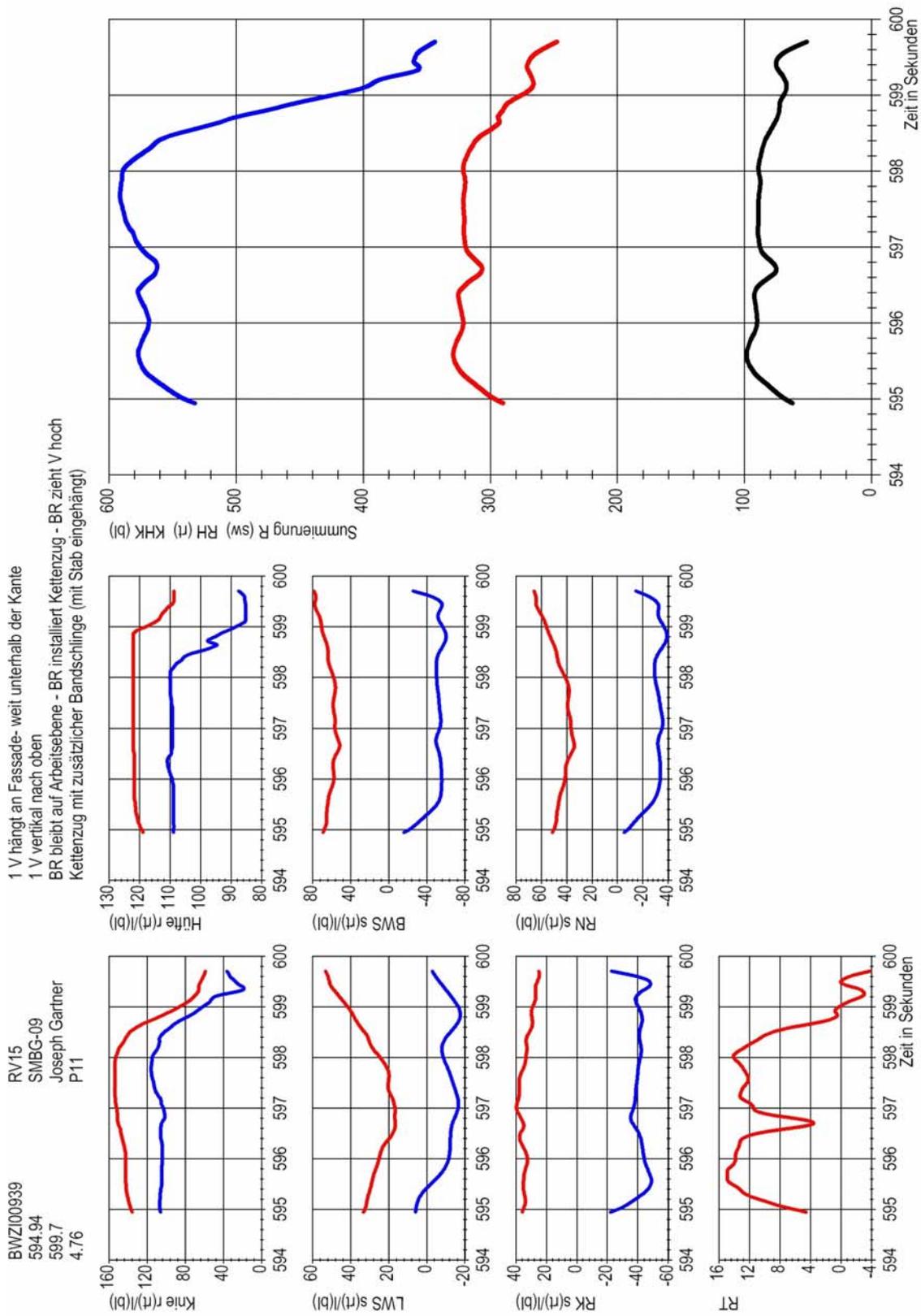
Tabelle 7-90: Berechnung der Maximalwerte der Rankingfunktionen in den Zeitintervallen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel und den OWAS-Risikoklassen 3 und 4

Listen	Kurzzeichen der Max-Funktion	Formel	Bemerkung
Liste der Zeitintervalle nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel	KHG-Rmax	$KHG-R_{max} = \text{MAX} (KHG-R)$	RANKING der MAX-Größen nach Schweregrad in absteigender Reihenfolge
	KHG-RHmax	$KHG-RH_{max} = \text{MAX} (KHG-RH)$	
	KHG-RHKmax	$KHG-RHK_{max} = \text{MAX} (KHG-RHK)$	
Liste der Zeitintervalle nach OWAS-Risikoklassen 3 und 4	KHG-Rmax	$KHG-R_{max} = \text{MAX} (KHG-R)$	RANKING der MAX-Größen nach Schweregrad in absteigender Reihenfolge
	KHG-RHmax	$KHG-RH_{max} = \text{MAX} (KHG-RH)$	
	KHG-RHKmax	$KHG-RHK_{max} = \text{MAX} (KHG-RHK)$	

Im rechten großen Diagramm sind nun die Summierungen für die 3 Sensorkombinationen dargestellt. Aus den Kurvenverläufen wird jeweils der Maximalwert - und zusätzlich der Zeitpunkt - entnommen und diese gelten als Rankingwerte für die Sortierung. Der schwarze Kurvenverlauf zeigt die Winkelsummierung für die Rückensensoren „Rückenkrümmung“ und „Rückentorsion“ und weist einen Maximalwert von etwa 100° auf. Der rote Kurvenverlauf zeigt die Winkelsummierung der genannten Rückensensoren mit den Winkeln der „Hüftsensoren“ und weist einen Maximalwert von etwa 330° auf. Der blaue Kurvenverlauf stellt die Maximalsummierung aus den Sensoren „Rückenkrümmung“, „Rückentorsion“, „Hüften“ und „Knie“ dar und besitzt einen Maximalwert von etwa 590°.

Diese Berechnung wurde für alle Zeitintervalle durchgeführt und das Ranking-Verfahren zeigt für alle 3 Sensorkombinationen den so definierten Schweregrad der Körperhaltung in absteigender Reihenfolge auf. Ergebnis des Ranking-Verfahrens sind also 3 Tabellen mit den nach den ermittelten Maximalwerten sortierten Zeitintervallen, zu denen alle Informationen über Zeitpunkt, Intervalllänge, Winkelbereich der Einzelsensoren und die Zugehörigkeit zum Rettungsversuch angegeben sind.

Diagramm 7-16: Körperhaltungsmesssignale und Rankingberechnungen zum Zeitintervalle ZI00023



7.4.6.2 Rankingtabellen der mit ROT bewerteten Zeitintervalle kritischer Körperhaltungen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel

In den Tabellen 7-91 bis 7-93 sind jeweils die ersten 20 Zeitintervalle von 5419 mit Zugehörigkeit zum Rettungsversuch, exakter zeitlicher Begrenzung und den dazugehörigen Minimal- und Maximalwinkeln der gemessenen Körperwinkel im Intervall aufgeführt. In diesen Zeitintervallen wurden die größten Ranking-Werte ermittelt und sie stellen daher die Zeitpunkte mit den kritischsten Körperhaltungen dar.

Die Tabelle 7-91 enthält die 20 Zeitintervalle bezogen auf das Ranking-Verfahren mit den Rückensensoren. Bei der Tabelle 7-92 wurden für das Ranking die Rückensensoren und die Hüftsensoren und in der Tabelle 7-93 schließlich die Rückensensoren mit Hüften und Knien einbezogen. Die gesamten Tabellen haben wie vorher schon beschrieben 5419 Zeilen. Für die Darstellung des Prinzips und wichtiger Zeitintervalle mit kritischen Körperhaltungen im Bericht wurden die Tabellen auf 20 Zeilen begrenzt.

Betrachtet man das Ranking auf der Basis der Ganzkörperhaltungen, also nach Tabelle 7-93, dann wurde für das Zeitintervall Nr. 3229 aus dem Rettungsversuch RV28 die ungünstigsten Körperhaltungen ermittelt. Die Zeitdauer lag unter 1 Sekunde. Die sagittale Rückenkrümmung hatte in diesem Zeitintervall einen Maximalwert von 41° , beide Hüften zeigten Winkelwerte über 100° bzw. 120° und bei beiden Knien wurden Winkel über 160° gemessen. Darauf folgt das nächste Zeitintervall im gleichen Rettungsversuch mit etwa den gleichen Winkelwerten. Da die Zeitgrenzen der Intervalle nur mit gerundeten Sekundenwerten angegeben sind, haben diese beiden Intervalle die gleichen Zeitgrenzen. Genauer betrachtet sind die beiden Intervalle aber unterschiedlich, haben aber Längen unter einer Sekunde, so dass dies bei der Angabengenaugigkeit in der Tabelle nicht deutlich wird. Die beiden ersten Zeitintervalle liegen also sehr kurz hintereinander und stammen aus der gleichen Körperhaltungsepisode des Retters.

Das dritte Zeitintervall Nr. 651 gehört zum RV08 und hat etwa eine Dauer von 15 Sekunden. In diesem Intervall wurde bei dem Retter eine sagittale Rückenkrümmung von etwa 60° , eine laterale Rückenkrümmung von 45° sowie Kniebeugungen von 120° bis 160° und Hüftbeugungen über 100° gemessen. Bei diesem Rettungsversuch wurde in diesem Zeitintervall auch eine maximale Rumpfforsion von etwa 32° gemessen.

In dieser Weise sind die gerankten Zeitintervalle zu betrachten. Aus den minimalen und maximalen Winkelangaben der aufgeführten Sensoren sind die unterschiedlichen kritischen Körperhaltungen gut zu erkennen. In gleicher Weise kann bei den anderen beiden Tabelle 7-91 und 7-92 vorgegangen werden. Hier ist zu beachten, dass das Ranking bei jeder Tabelle aufgrund einer anderen Sensorkombination vorgenommen wurde. Die kritischsten Rumpfhaltungen mit absteigendem Schweregrad können also beispielsweise der Tabelle 7-91 entnommen werden. Durch die Zeitangaben zu jedem Intervall können die Haltungen in den Filmen qualitativ angesehen werden. Im WIDAAN-Analyser wird die exakte Körperhaltung mit einer Strichpuppe exakt nachgebildet.

In Tabelle 7-94 ist die Verteilung der aufsummierten Zeitintervalle für die Berufsgenossenschaften angegeben. Die BGBA weist mit etwa 57 Minuten den größten Anteil auf. Dann folgt die BGFGE mit etwa 41 Minuten. Die anderen drei Berufs-

genossenschaftlichen BBBG, BGCH und SMBG weisen Summenzeiten zwischen 17 und 21 Minuten aus.

Tabelle 7-91: Rankingtabellen der mit ROT bewerteten Zeitintervalle kritischer Körperhaltungen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel – Rankingverfahren mit den Rumpfsensoren RKSAG, RKLAT und RT

NR RANK R	Rettingsversuch	ZINR	ZMIN	ZMAX	DELTA T	MIN MAX	Anteile in %								
							RKSAG	RKLAT	RT	RNSAG	RNLAT	KL	KR	HL	HR
1	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	3572	0:31:16	0:31:22	0:00:06	MIN	17.7	-47.0	5.8	31.3	-25.4	13.1	23.7	22.4	45.3
						MAX	45.5	-9.9	35.8	67.3	-2.0	43.3	38.9	61.7	63.5
2	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	696	0:09:48	0:09:50	0:00:02	MIN	5.6	9.4	-11.1	3.3	-12.6	7.9	4.3	12.0	3.8
						MAX	54.4	55.9	5.6	79.4	23.9	34.3	47.7	83.2	95.6
3	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	3783	0:49:32	0:49:34	0:00:02	MIN	13.0	-36.5	13.0	27.9	-22.8	0.3	28.4	21.0	41.2
						MAX	48.2	-14.8	34.6	61.0	0.0	62.0	54.9	62.5	66.5
4	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	190	0:16:38	0:16:41	0:00:03	MIN		20.5	-5.2	83.9	5.6	116.5	109.3	89.4	101.7
						MAX	6.9	36.4	44.6	108.8	18.0	136.9	118.6	93.6	106.5
5	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	4494	0:25:07	0:25:37	0:00:29	MIN	-3.6	-31.7	21.1	0.6	-19.9	18.7	12.3	80.5	61.8
						MAX	37.7	9.2	54.8	68.9	0.4	134.0	159.9	88.8	81.9
6	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	4272	0:59:50	1:00:27	0:00:37	MIN		-18.5	-27.8		-9.2	4.1	0.0	-0.6	-7.1
						MAX	58.2	29.1	-20.0	39.6	21.0	142.4	111.5	81.1	64.0
7	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	599	0:12:06	0:12:27	0:00:21	MIN	19.1	20.0	4.2	-12.0	-2.9	47.2	43.1	42.9	42.6
						MAX	52.2	43.6	29.3	32.7	14.1	103.2	115.4	82.5	117.5
8	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	571	0:17:09	0:17:26	0:00:18	MIN	35.2	-18.9	-2.1		-3.0	20.7	30.1	3.7	18.6
						MAX	54.5	11.5	53.7		12.4	44.4	82.8	20.0	25.9
9	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	3785	0:49:35	0:49:37	0:00:02	MIN	20.5	-41.5	-0.9	45.5	-22.5	4.0	26.5	36.9	48.0
						MAX	44.1	-20.8	25.2	62.7	-12.1	19.7	32.9	51.3	56.4
10	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	3703	0:41:40	0:41:43	0:00:03	MIN	35.9	-32.1	10.2	35.2	-15.8	20.0	22.9	35.1	44.4
						MAX	55.0	-4.4	30.8	60.5	-2.4	48.8	41.1	62.0	63.9
11	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	1622	0:24:04	0:24:08	0:00:04	MIN	29.8	4.2	-29.2	38.6	-6.0	1.0	0.0	34.3	30.3
						MAX	54.6	31.4	-8.0	71.4	25.1	66.1	86.5	42.4	86.0
12	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	670	0:37:00	0:37:01	0:00:02	MIN	38.7	12.5	-8.9	13.2	4.7	15.9	15.1	29.1	31.2
						MAX	57.8	43.0	-7.2	52.3	22.9	38.2	56.7	59.6	70.3
13	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	405	0:03:25	0:03:28	0:00:03	MIN	40.2	-32.9	2.8	38.6	-30.1	65.8	74.8	70.1	83.2
						MAX	50.6	13.8	31.7	88.8	9.1	147.8	128.1	93.6	96.9
14	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	3509	0:25:13	0:25:15	0:00:02	MIN	27.9	-36.6	13.8	43.9	-24.2	9.2	4.1	40.6	25.7
						MAX	41.9	-18.4	30.6	62.8	-18.6	20.6	27.6	46.6	36.7
15	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	2788	0:31:09	0:31:11	0:00:02	MIN	25.8	17.3	-4.1	12.0	23.6	8.8	-0.1	3.9	7.1
						MAX	59.2	43.9	5.7	44.0	46.3	20.3	9.2	13.0	31.1
16	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	662	0:31:52	0:32:15	0:00:23	MIN	40.0	-21.1	-34.2	1.4	-10.6	132.4	159.2	80.9	62.8
						MAX	54.1	0.8	-6.3	26.1	5.3	141.8	168.5	93.9	75.6

NR RANK R	Rettingsversuch	ZNR	ZMIN	ZMAX	DELTAT	MIN/MAX	Anteile in %								
							RKSAG	RKLAT	RT	RNSAG	RNLAT	KL	KR	HL	HR
17	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	639	0:21:54	0:25:25	0:03:31	MIN	-7.8	20.0	-47.1		6.8	130.3	153.2	74.8	57.8
						MAX	29.9	54.1	-13.5	3.9	23.0	136.6	160.9	82.2	69.5
18	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	1908	0:12:02	0:12:08	0:00:06	MIN	17.4	16.1	-16.9	35.8	17.4	0.2	0.0	11.4	23.8
						MAX	50.2	42.5	46.8	57.6	26.0	15.0	9.5	19.2	43.1
19	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	907	0:06:43	0:06:45	0:00:02	MIN	12.9	-39.5	16.2	48.4	-15.3	126.8	119.2	81.8	75.5
						MAX	40.2	12.1	36.4	94.5	9.4	142.2	137.7	110.9	98.0
20	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	797	0:11:04	0:11:06	0:00:02	MIN	31.1	-46.6	8.5	35.9	-18.4	28.1	12.7	55.2	44.5
						MAX	46.8	3.9	21.0	58.6	-2.0	61.9	45.2	96.5	75.5

(Die gesamte Tabelle hat 5388 Zeitintervalle der Schwere nach in absteigender Reihenfolge sortiert)

Tabelle 7-92: Rankingtabellen der mit ROT bewerteten Zeitintervalle kritischer Körperhaltungen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel – Rankingverfahren mit den Rumpfsensoren und Hüftsensoren

NR RANK RH	Rettingsversuch	ZNR	ZMIN	ZMAX	DELTAT	MIN / MAX	Anteile in %								
							RKSAG	RKLAT	RT	RNSAG	RNLAT	KL	KR	HL	HR
1	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	939	0:09:55	0:10:00	0:00:05	MIN	24.7	-48.8	-3.8	34.1	-38.7	59.3	18.5	109	85.3
						MAX	39.8	-21.9	15	66	-4.9	155	116	122	111
2	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	190	0:16:38	0:16:41	0:00:03	MIN		20.5	-5.2	83.9	5.6	117	109	89.4	102
						MAX	6.9	36.4	44.6	108.8	18	137	119	93.6	107
3	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	651	0:30:17	0:30:32	0:00:15	MIN	40	-4.5	-32	38.2	-2.4	122	149	104	90.8
						MAX	59.7	45	-0.2	67.2	22.5	137	158	115	103
4	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	934	0:09:49	0:09:50	0:00:01	MIN	21.9	-33.7	5.5	27.3	-26.3	57.3	8.9	54.5	50.8
						MAX	35.3	-20.7	21.3	46.3	-15.5	132	96.3	122	103
5	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	599	0:12:06	0:12:27	0:00:21	MIN	19.1	20	4.2	-12	-2.9	47.2	43.1	42.9	42.6
						MAX	52.2	43.6	29.3	32.7	14.1	103	115	82.5	118
6	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	820	0:12:39	0:12:44	0:00:04	MIN	27.5	-0.7	20.1	96.2	-3.4	139	114	117	99.1
						MAX	37.4	4.7	48.1	100.4	3.3	147	123	118	101
7	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	819	0:12:24	0:12:39	0:00:16	MIN	38.1	-14.2	-9.3	34.8	-18	143	125	66.6	55.5
						MAX	57.6	5.8	39.7	102.1	1.9	165	157	117	102
8	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	940	0:10:00	0:10:05	0:00:05	MIN	40	-2.2	-22	61.1	-6.7	68.7	36.9	118	104
						MAX	46.9	3.3	-7	88.2	13.8	128	130	127	111
9	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	405	0:03:25	0:03:28	0:00:03	MIN	40.2	-32.9	2.8	38.6	-30.1	65.8	74.8	70.1	83.2
						MAX	50.6	13.8	31.7	88.8	9.1	148	128	93.6	96.9
10	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	930	0:09:45	0:09:46	0:00:01	MIN	23	-38.9	8.2	25.8	-24.6	69.7	23.2	58.9	57.8
						MAX	34.6	-20.2	17.3	54.7	-10.7	117	69.2	119	101

NR RANK RH	Rettingsversuch	ZINR	ZMIN	ZMAX	DELTA T	MIN / MAX	Anteile in %								
							RKSAG	RKLAT	RT	RNSAG	RNLAT	KL	KR	HL	HR
11	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	836	0:13:47	0:13:49	0:00:02	MIN	40.3	-2.2	11.2	94.9	-6.7	143	121	113	101
						MAX	50.6	1.8	21.2	103.3	-1.2	150	133	117	107
12	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	914	0:07:59	0:08:03	0:00:04	MIN	19	-45.8	6.4	14.8	-40.6	14.9	12.3	30.4	32.4
						MAX	39.7	-20.2	13.5	54.7	-14.9	85	75.3	110	94.2
13	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	830	0:13:25	0:13:26	0:00:01	MIN	40.1	-25.9	7.1	40.5	-21.6	97.6	56.5	53.3	88.7
						MAX	50.3	-3.2	24	63.5	-5.3	163	149	104	107
14	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	1530	0:10:09	0:10:10	0:00:01	MIN	40.3	-8.9	10.7	5.9	6.4	135	94.9	104	80.8
						MAX	57	15.4	17.1	23.2	24.8	155	126	111	99.9
15	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	814	0:12:04	0:12:14	0:00:10	MIN	37.1	-21.2	-11	53.9	-21.3	26.7	14.5	63.2	61.4
						MAX	60.7	12.1	31.1	100.4	9.5	153	144	115	111
16	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	933	0:09:47	0:09:49	0:00:02	MIN	40.3	-9.6	0.3	50.5	-7.6	103	81.7	110	101
						MAX	51.8	6	15.9	67.4	8.6	140	109	122	103
17	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	842	0:14:27	0:14:50	0:00:23	MIN	4.7	-6.8	20.1	90.7	-3.2	120	67.9	97.4	64.4
						MAX	40.7	5.1	44.5	110.7	4.2	140	135	115	103
18	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	922	0:09:10	0:09:14	0:00:04	MIN	40.1	1.6	-6.7	71.4	-3.6	76.1	51	109	91.7
						MAX	53.9	14.6	6.5	81.4	11	123	88.8	121	103
19	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	938	0:09:54	0:09:54	0:00:01	MIN	28.5	20	-14	60.7	16.5	54	44.5	85.9	76.8
						MAX	36.2	36.4	-10	69.4	29	109	89.6	110	103
20	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	823	0:12:50	0:12:50	0:00:01	MIN	40.2	-1	8.2	100.2	-3.5	141	113	117	102
						MAX	43.8	7.4	18.3	102.3	3.3	142	124	118	102

(Die gesamte Tabelle hat 5388 Zeitintervalle der Schwere nach in absteigender Reihenfolge sortiert)

Tabelle 7-93: Rankingtabellen der mit ROT bewerteten Zeitintervalle kritischer Körperhaltungen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel – Rankingverfahren mit den Rumpfsensoren und Hüftsensoren und Kniesensoren

NR RANK RHK	Rettingsversuch	ZINR	ZMIN	ZMAX	DELTA T	MIN / MAX	Anteile in %								
							RKSAG	RKLAT	RT	RNSAG	RNLAT	KL	KR	HL	HR
1	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	3229	0:19:16	0:19:16	0:00:00	MIN	40	-4	-7.2	26.8	-1.6	162	163	129	102
						MAX	40.8	-3.8	-6.9	28	-1.6	163	163	129	102
2	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	3228	0:19:16	0:19:16	0:00:00	MIN	40.2	-3.2	-7.5	28	-1.3	160	163	129	102
						MAX	41.6	-1.2	-7.1	29.3	0.1	162	163	129	103
3	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	651	0:30:17	0:30:32	0:00:15	MIN	40	-4.5	-32	38.2	-2.4	122	149	104	90.8
						MAX	59.7	45	-0.2	67.2	22.5	137	158	115	103
4	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	819	0:12:24	0:12:39	0:00:16	MIN	38.1	-14.2	-9.3	34.8	-18	143	125	66.6	55.5
						MAX	57.6	5.8	40	102.1	1.9	165	157	117	102

NR RANK RHK	Rettingsversuch	ZNR	ZMIN	ZMAX	DELTA	MIN / MAX	Anteile in %								
							RKSAG	RKLAT	RT	RNSAG	RNLAT	KL	KR	HL	HR
5	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	939	0:09:55	0:10:00	0:00:05	MIN	24.7	-48.8	-3.8	34.1	-38.7	59.3	18.5	109	85.3
						MAX	39.8	-21.9	15	66	-4.9	155	116	122	111
6	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	2806	0:40:13	0:40:14	0:00:01	MIN	38.2	-31.4	10	18.4	-26.1	160	140	82.7	89.1
						MAX	53	-11.2	17	26.9	-14.1	163	147	92.2	89.4
7	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	814	0:12:04	0:12:14	0:00:10	MIN	37.1	-21.2	-11	53.9	-21.3	26.7	14.5	63.2	61.4
						MAX	60.7	12.1	31	100.4	9.5	153	144	115	111
8	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	836	0:13:47	0:13:49	0:00:02	MIN	40.3	-2.2	11	94.9	-6.7	143	121	113	101
						MAX	50.6	1.8	21	103.3	-1.2	150	133	117	107
9	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	829	0:13:15	0:13:24	0:00:09	MIN	40.3	-11	0.7	53.4	-10.8	116	128	74.7	70
						MAX	52.4	6.6	16	93.8	2.7	150	159	107	108
10	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	662	0:31:52	0:32:15	0:00:23	MIN	40	-21.1	-34	1.4	-10.6	132	159	80.9	62.8
						MAX	54.1	0.8	-6.3	26.1	5.3	142	169	93.9	75.6
11	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	405	0:03:25	0:03:28	0:00:03	MIN	40.2	-32.9	2.8	38.6	-30.1	65.8	74.8	70.1	83.2
						MAX	50.6	13.8	32	88.8	9.1	148	128	93.6	96.9
12	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	2803	0:40:07	0:40:08	0:00:01	MIN	38.8	-24.7	8.6	18.6	-16.2	158	150	87.2	88.8
						MAX	44.2	-11.1	16	21.8	-9.8	162	152	87.2	89.5
13	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	837	0:13:51	0:14:03	0:00:13	MIN	40	-3.5	7.5	79.8	-3.6	135	64.7	96.3	56.3
						MAX	55	8.2	24	95.9	5.9	153	158	110	111
14	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	2308	0:32:33	0:32:35	0:00:02	MIN	30.6	20.1	1.5	52.1	6.6	123	163	79	100
						MAX	34.7	43.3	3.1	56.8	21.4	157	164	86.2	101
15	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	661	0:31:44	0:31:51	0:00:07	MIN	40	-19.1	-35	7.8	-8.6	138	159	82.5	66.4
						MAX	55.7	0.1	-11	23.5	0.3	141	169	91	73.3
16	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	1530	0:10:09	0:10:10	0:00:01	MIN	40.3	-8.9	11	5.9	6.4	135	94.9	104	80.8
						MAX	57	15.4	17	23.2	24.8	155	126	111	99.9
17	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	766	0:19:34	0:19:46	0:00:13	MIN	40.2	-33.2	-1.3	39	-20.6	153	132	76.2	72.3
						MAX	47.3	-5.4	6.2	65.6	-3.1	163	155	91.1	86.9
18	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	2800	0:39:50	0:39:52	0:00:02	MIN	40	-25.9	1.4	16.8	-21.8	156	136	81.7	86.9
						MAX	55.3	2.9	16	28.2	-5.5	164	144	91.3	87.2
19	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	664	0:32:17	0:33:28	0:01:11	MIN	36.9	-20.5	-33	-3.1	-12.5	113	122	76.7	59.3
						MAX	55	17.8	-5.3	29.2	15.6	144	169	95.5	77.8
20	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	820	0:12:39	0:12:44	0:00:04	MIN	27.5	-0.7	20	96.2	-3.4	139	114	117	99.1
						MAX	37.4	4.7	48	100.4	3.3	147	123	118	101

(Die gesamte Tabelle hat 5388 Zeitintervalle der Schwere nach in absteigender Reihenfolge sortiert)

Die BGBA weist beim Vergleich der Anzahlen mit 2151 Zeitintervallen deutlich den größten Wert aus. Für die BGFE wurde mit 1651 Zeitintervallen ein um etwa 23 % geringerer Anzahlwert ermittelt. Die anderen 3 Berufsgenossenschaften liegen mit Werten zwischen 481 und 576 deutlich unter diesen beiden Werten. Bei den Zeitsummen spiegelt sich diese Verteilung etwa wieder.

Tabelle 7-94: Verteilung der kritischen Zeitintervalle auf die Berufgenossenschaften

BG	Gesamt- messzeit in hh:mm:ss	Anzahl der Zeitintervalle	Zeitsumme in Sekunden	Zeitsumme in hh:mm:ss	Korrigierte Anzahl von Zeitintervallen für 1 Stunde Zeitsumme	Korrigierte Anzahl von Zeitintervallen für 1 Stunde Gesamt- messzeit der BGen
BGBA	5:15:48	2151	3389	0:56:28	2286	409
BGFE	3:10:08	1651	2480	0:41:20	2397	521
BBBG	1:57:04	560	1564	0:26:04	1289	287
BGCH	2:08:19	481	1316	0:21:56	1315	225
SMBG	2:53:28	576	1074	0:17:54	1931	199
Gesamt	15:24:47	5419	9823	2:43:43		

Standardisiert man die Anzahlen der Zeitintervalle bezogen auf 1 Stunde Zeitsumme mit kritischen Körperhaltungen (Spalten 4 und 5), dann ergeben sich die umgerechneten Anzahlen der 6. Spalte. Die BGBA und die BGFE liegen etwa auf einem gleich hohen Niveau von 2300 Zeitintervallen. Für die SMBG wurde ein etwas geringerer Wert von 1931 Zeitintervallen berechnet. Für die beiden anderen Berufgenossenschaften wurden Anzahlen etwa um einen Wert von 1300 ermittelt.

Standardisiert man die Anzahlen der Zeitintervalle bezogen auf 1 Stunde Gesamtmesszeit der BGen (Spalte 2), dann ergeben sich in etwa die gleichen Verhältnisse mit einer Ausnahme: Bei der SMBG wurden nur 199 Zeitintervalle ermittelt. Die BGBA und die BGFE weisen die meisten Zeitintervalle aus und eine hohe Wechseldynamik zwischen „kritischen“ und „weniger kritischen“ Körperhaltungen auf. Bei der SMBG hingegen wurden die geringsten Anzahlen an Zeitintervallen ermittelt, jedoch eine ähnlich hohe Wechseldynamik wie bei der BGBA und der BGFE. Für die beiden anderen BG: BBBG und BGCH wurden deutlich niedrigere Anzahlen an Zeitintervallen und auch deutlich niedrigere Wechseldynamiken ermittelt.

7.4.6.3 Rankingtabellen der Zeitintervalle kritischer Körperhaltungen nach Identifikation mit den OWAS-Risikoklassen 3 und 4

In diesem Abschnitt sind die Ranking-Tabellen für die Zeitintervalle mit kritischen Körperhaltungen nach Identifikation mit den OWAS-Risikoklassen aufgeführt. Das Tabellensystem entspricht dem des Abschnittes 7.4.6.2. Die 3 Ranking-Tabellen 7-95 bis 7-97 beziehen sich wieder auf die beschriebenen Sensorkombinationen nach Abschnitt 7.4.6.1 als Basisgrößen des Ranking-Verfahrens.

Die Identifikation kritischer Körperhaltungen mit den OWAS-Risikoklassen 3 und 4 ergab insgesamt 2420 Zeitintervalle, die die gesamte Zeilenanzahl der Tabellen bilden. Hier im Bericht werden, wie im Abschnitt 7.4.6.2 beschrieben, nur die ersten 20 Zeitintervalle, die einen Teil der kritischsten Körperhaltungen beinhalten, beispielhaft dargestellt.

Ausgehend von der Ranking-Tabelle 7-97, die auf der Basis der Ganzkörperhaltungen erstellt wurde, ergab sich als Zeitintervall mit der ungünstigsten Körperhaltung das Intervall Nr. 278. Es gehört zum Rettungsversuch RV08 und hat eine Zeitdauer von 6 Sekunden. Hier wurden eine maximale sagittale Rückenkrümmung von 52° und eine maximale laterale Rückenkrümmung von 45° ermittelt. Rumpftorsionen wurden bis 10°

gemessen. Bei den Knien wurden Winkel von 135° und 154° ermittelt und die Hüftwinkel lagen über 100°.

Drei weitere Zeitintervalle stammen ebenfalls aus diesem Rettungsversuch. Beim Zeitintervall Nr. 279, Rangplatz 2, wurden wieder eine hohe sagittale Rückenkrümmung, jedoch keine nennenswerten lateralen Rückenkrümmungen, aber starke Rumpftorsionen ermittelt. Beim Intervall nach Rangplatz 3, dem Zeitintervall Nr. 248 wurden wieder große sagittale und laterale Rückenkrümmungen und auch Rumpftorsionen ermittelt.

Bei der Betrachtung der Winkeleckwerte wird deutlich, welche Sensoren hauptsächlich die kritischen Körperhaltungen anzeigen. Wie im vorigen Abschnitt beschrieben, können die Tabellen in dieser Weise interpretiert werden, wobei die dem Ranking zu Grunde liegende Sensorkombination beachtet werden muss.

In der Tabelle 7-98 ist die Verteilung der aufsummierten Zeitintervalle für die Berufsgenossenschaften angegeben. Die BGBA weist mit 946 Zeitintervallen den deutlich größten Wert aus. Danach folgt die BGFE mit 746 Zeitintervallen. Auf deutlich geringerem Niveau von 395 Zeitintervallen liegt die SMBG. Die beiden letzten Berufsgenossenschaften BGCH und BBBG liegen mit Werten von 160 und 173 auf dem geringsten Niveau. Diese Verteilung spiegelt sich etwa in den Zeitsummen wieder.

Tabelle 7-95: Rankingtabelle für die Zeitintervalle mit kritischen Körperhaltungen nach Identifikation mit den OWAS-Risikoklassen 3 und 4 – Rankingverfahren mit den Rumpfsensoren RKSAG, RKLAT und RT

NR - RANK R	Rettungsversuch	ZINR	ZMIN in hh:mm:ss	ZMAX in hh:mm:ss	DZ in hh:mm:ss	MIN / MAX	Anteil in %								
							RKSAG	RKLAT	RT	RNSAG	RNLAT	KL	KR	HL	HR
1	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	1576	0:31:19	0:31:21	0:00:02	MIN	28.5	-47	21.6	49.5	-25.1	18.1	25.2	51.5	55
						MAX	43.6	-39.6	35.8	62.7	-21.9	28.9	27.8	57.9	62
2	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	307	0:09:49	0:09:50	0:00:01	MIN	41.2	14.9	-11	35.4	-6.6	21.5	18.4	43.4	44
						MAX	54.4	55.9	3.9	79.4	20.2	34.3	47.7	83.2	96
3	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	1659	0:49:32	0:49:33	0:00:01	MIN	24.3	-36.5	25.6	40	-22.8	18.8	36.1	39.3	51
						MAX	48.2	-22.5	34.6	61	-9	62	54.9	62.5	67
4	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	1888	0:25:29	0:25:32	0:00:03	MIN	24.6	-27.9	37.4	33.7	-18	26.5	18.3	80.8	63
						MAX	36.8	0	54.8	66.8	-5.9	123	126	88.6	82
5	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	1575	0:31:16	0:31:18	0:00:02	MIN	28.6	-42.8	20.2	52.2	-25.4	18.1	32.2	53.5	58
						MAX	45.5	-11.4	34.9	67.3	-5.6	43.3	38.9	61.7	63
6	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	1628	0:41:40	0:41:43	0:00:04	MIN	32.5	-32.1	8.1	32.1	-15.8	18.2	22.1	31.6	42
						MAX	55	-4.4	30.8	60.5	-0.8	48.8	41.1	62	64
7	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	857	0:24:05	0:24:07	0:00:02	MIN	35	4.2	-29	47.6	-6	18.3	21.3	37.1	52
						MAX	54.6	31.4	-19	71.4	19.7	66.1	86.5	42.4	86
8	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	287	0:37:00	0:37:01	0:00:01	MIN	41.8	14.3	-8.9	16.3	7.1	22.2	24.5	31.7	34
						MAX	57.8	43	-7.6	52.3	22.9	38.2	56.7	59.6	70

NR - RANK R	Rettingsversuch	ZINR	ZMIN in hh:mm:ss	ZMAX in hh:mm:ss	DZ in hh:mm:ss	MIN / MAX	Anteil in %								
							RKSAG	RKLAT	RT	RNSAG	RNLAT	KL	KR	HL	HR
9	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	248	0:03:27	0:03:31	0:00:04	MIN	26.1	-32.9	-0.3	27.1	-30.1	21.8	26.7	32.7	36
						MAX	50.6	0.3	31.7	55.4	0.9	148	128	93.6	97
10	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	467	0:06:43	0:06:45	0:00:01	MIN	12.9	-39.5	13.5	48.4	-15.3	133	129	80.8	76
						MAX	40.2	12.1	36.2	69.7	9.1	142	138	111	91
11	RV35-BGBA-06-Kreuzebahn-01-P41	2216	0:14:08	0:14:09	0:00:01	MIN	39.4	12.8	-6.6	34.6	7.2	21.1	18.7	28.5	32
						MAX	56	43.8	1.5	59.1	26.1	25	29.9	36.6	35
12	RV35-BGBA-06-Kreuzebahn-01-P41	2172	0:08:16	0:08:18	0:00:02	MIN	21.5	10.6	-24	15.1	-1.6	25.4	29.7	31.1	30
						MAX	56.5	33.1	-0.8	44.6	14.6	118	97.3	75.7	65
13	RV35-BGBA-06-Kreuzebahn-01-P41	2276	0:43:17	0:43:21	0:00:03	MIN	19.8	-36.9	-13	10.1	-29.2	20.8	23.2	9	11
						MAX	58.5	39.1	12	37.1	27.2	77.8	67.4	45.3	57
14	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	1664	0:49:47	0:49:50	0:00:03	MIN	-0.4	-40.4	12.4	26.4	-39.2	18.1	21.5	24.5	22
						MAX	36.6	-3.5	39.3	68.7	-1	59.2	47.9	50.6	33
15	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	36	0:05:06	0:05:14	0:00:07	MIN	19.9	-8.9	-16	27.1	-13.2	36.4	45.2	40.4	48
						MAX	55.9	40.7	7.4	79.1	16.7	97	121	77.2	91
16	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	1525	0:19:55	0:19:55	0:00:01	MIN	29.3	14	-15	46.3	11.3	27.7	18.7	28.7	62
						MAX	47.5	42.5	-12	72	29.2	34.2	34.8	38.1	77
17	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	1889	0:25:35	0:25:38	0:00:02	MIN	30.7	-21.8	6.4	46.9	-15.7	25.3	23.3	83.1	70
						MAX	37.7	6.7	46.7	68.9	-1.3	106	121	91.3	86
18	RV35-BGBA-06-Kreuzebahn-01-P41	2187	0:11:44	0:11:51	0:00:07	MIN	19.7	-21.5	-12	25.8	-21.6	19.8	23.3	40	26
						MAX	47.7	50.1	7.6	59.9	21.2	29.9	52.2	56.6	56
19	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	2054	0:11:55	0:11:59	0:00:04	MIN	6.8	10.3	-16	2.8	10.6	44.6	39.4	10.8	19
						MAX	49.7	36.8	5.8	42.4	26.9	82.9	99.7	40	66
20	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	381	0:11:06	0:11:06	0:00:01	MIN	30.7	-45.2	8.5	35.6	-18.4	22	18.2	50.6	45
						MAX	41.6	-11.5	14.1	49.9	-8.4	45.8	24.4	60.4	53

(Die gesamte Tabelle hat 2389 Zeitintervalle der Schwere nach in absteigender Reihenfolge sortiert)

Tabelle 7-96: Rankingtabelle für die Zeitintervalle mit kritischen Körperhaltungen nach Identifikation mit den OWAS-Risikoklassen 3 und 4 – Rankingverfahren mit den Rumpfsensoren und Hüftsensoren

Nr RANK RH	Rettingsversuch	ZINR	ZMIN	ZMAX	DZ	MIN / MAX	Anteile in %								
							RKSAG	RKLAT	RT	RNSAG	RNLAT	KL	KR	HL	HR
1	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	278	0:30:21	0:30:27	0:00:06	MIN	45.2	21.6	-10	39.1	10.6	125.9	149.4	107.4	98.3
						MAX	51.8	45	-3.8	53.4	22.5	135.5	154.2	109	103.4
2	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	487	0:09:49	0:09:50	0:00:01	MIN	23.7	-33.7	8.6	34.6	-26.3	76.6	19	73.5	65.4
						MAX	38.8	-14.3	21.3	48.8	-10.9	134.9	98.8	122	102.7

Nr RANK RH	Retungsversuch	ZNR	ZMIN	ZMAX	DZ	MIN / MAX	Anteile in %								
							RKSAG	RKLAT	RT	RNSAG	RNLAT	KL	KR	HL	HR
3	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	248	0:03:27	0:03:31	0:00:04	MIN	26.1	-32.9	-0.3	27.1	-30.1	21.8	26.7	32.7	36.1
						MAX	50.6	0.3	31.7	55.4	0.9	147.8	128.1	93.6	96.9
4	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	485	0:09:42	0:09:46	0:00:03	MIN	20.3	-38.9	-3.9	20.6	-24.6	50	18.1	45.1	46.3
						MAX	51.7	20	17.3	78.3	9.4	123.9	101.5	118.5	102.7
5	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	279	0:30:29	0:30:29	0:00:01	MIN	48	1.5	-32.4	54	0.2	135.4	154.4	110.8	99.8
						MAX	49.3	2.7	-13.2	57.4	1	136.1	154.5	112.2	100.1
6	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	475	0:07:59	0:08:01	0:00:02	MIN	27.9	-45.8	6.7	27	-40.6	27.4	15.7	40.5	41.3
						MAX	39.7	-14.1	13.5	54.7	-15.2	85	75.3	110.2	94.2
7	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	399	0:13:25	0:13:33	0:00:08	MIN	13.5	-15.9	6.5	45.4	-21.6	25.5	18	87.5	80.8
						MAX	51.4	3.2	26.7	86.2	3.2	162.7	126.1	108.4	107.2
8	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	492	0:10:04	0:10:10	0:00:05	MIN	30.7	-1.9	-12.7	27.6	-5.2	29.5	18.8	54.2	51.3
						MAX	43.9	14.7	-1.3	88.4	12.9	115.9	88.6	127.2	111.6
9	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	491	0:09:59	0:10:01	0:00:01	MIN	24.7	-48.2	-20.6	64.1	-32	58.9	23.1	108.9	85.3
						MAX	42.4	11.6	0.1	82.4	5	105.1	99.4	119	104.6
10	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	277	0:30:17	0:30:21	0:00:04	MIN	33.7	-1.8	-17.8	33.3	-1.1	121.6	154.6	100.7	96
						MAX	59.7	12	-13.1	47.4	12.5	127.1	159.3	106.8	98.5
11	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	481	0:09:08	0:09:25	0:00:17	MIN	15.6	-26.7	-12.2	33	-10.6	40.3	18.2	60.4	36.7
						MAX	53.9	26.4	8.2	86.3	18.1	122.9	88.8	120.6	103.4
12	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	490	0:09:53	0:09:54	0:00:01	MIN	13.6	-14.9	-13.7	30.2	-15.9	48.8	23.4	61.1	45
						MAX	35.7	36.4	-3.5	69.4	29	105.9	88.3	109.9	102.1
13	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	405	0:14:04	0:14:10	0:00:06	MIN	34.5	-10.6	11.7	66.3	-11.4	18.6	19.8	87.4	77.9
						MAX	57.1	2.3	19.8	95.7	5.5	146.9	88.5	111.3	111.2
14	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	413	0:15:18	0:15:21	0:00:03	MIN	16.2	-33.6	0.9	27	-35.1	19.8	19.3	28.2	29.7
						MAX	37.4	12.6	26.4	68.3	5.2	150.5	104.4	79	108.4
15	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	1382	0:02:31	0:02:48	0:00:17	MIN	22.3	-26.6	-6	53	-22.3	18	23	48.3	52.7
						MAX	51	8.2	6.2	94	15.9	93.9	95.5	106	119.6
16	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	295	0:08:24	0:08:42	0:00:19	MIN	32.2	-20.8	1.2	34.1	-20.1	18.2	23.4	42.3	42.5
						MAX	54.5	8.5	20.8	87.6	19.9	59.2	83.4	102.5	104.3
17	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	486	0:09:46	0:09:48	0:00:02	MIN	0.5	-14.9	-7.7	7.4	-23.2	51.6	22.1	26.8	39.7
						MAX	51.5	20.8	21.1	67.6	13.6	132.7	100.4	118.4	102.7
18	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	358	0:20:10	0:20:14	0:00:04	MIN	35.3	-31.6	-18.2	21.6	-34.4	18.9	18.9	20.1	24.4
						MAX	51.1	3.6	14.1	74.3	-0.1	155.7	137.6	86	103.8
19	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	401	0:13:40	0:13:43	0:00:03	MIN	29.5	0.6	-30.3	103.2	-2.3	123.8	85.6	112.5	91.3
						MAX	31.6	3.2	-13.2	107.4	0.2	129.9	89.6	112.5	99.2
20	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	470	0:06:49	0:06:50	0:00:01	MIN	11.5	8.4	-19.3	16.1	10.9	40.2	28.4	46.1	19.4
						MAX	34.3	45.3	-1.6	61.1	33.9	96	119.1	110.5	88.6

(Die gesamte Tabelle hat 2389 Zeitintervalle der Schwere nach in absteigender Reihenfolge sortiert)

Tabelle 7-97: Rankingtabelle für die Zeitintervalle mit kritischen Körperhaltungen nach Identifikation mit den OWAS-Risikoklassen 3 und 4 – Rankingverfahren mit den Rumpfsensoren und Hüftsensoren und Kniesensoren

Nr-RANK RHK	Rettenungsversuch	ZNR	ZMIN	ZMAX	DT	MIN / MAX	Anteile in %								
							RKSAG	RKLAT	RT	RNSAG	RNLAT	KL	KR	HL	HR
1	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	278	0:30:21	0:30:27	0:00:06	MIN	45.2	21.6	-10	39.1	10.6	125.9	149.4	107.4	98.3
						MAX	51.8	45	-3.8	53.4	22.5	135.5	154.2	109	103.4
2	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	279	0:30:29	0:30:29	0:00:01	MIN	48	1.5	-32.4	54	0.2	135.4	154.4	110.8	99.8
						MAX	49.3	2.7	-13.2	57.4	1	136.1	154.5	112.2	100.1
3	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	248	0:03:27	0:03:31	0:00:04	MIN	26.1	-32.9	-0.3	27.1	-30.1	21.8	26.7	32.7	36.1
						MAX	50.6	0.3	31.7	55.4	0.9	147.8	128.1	93.6	96.9
4	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	277	0:30:17	0:30:21	0:00:04	MIN	33.7	-1.8	-17.8	33.3	-1.1	121.6	154.6	100.7	96
						MAX	59.7	12	-13.1	47.4	12.5	127.1	159.3	106.8	98.5
5	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	1093	0:32:33	0:32:35	0:00:01	MIN	30.6	26.5	1.5	52.1	10.5	123.5	163.4	79.3	100.5
						MAX	34.6	43.3	2.7	56	21.4	145.3	164.1	82.7	100.5
6	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	355	0:19:32	0:19:46	0:00:14	MIN	27.9	-33.2	-1.3	28	-20.6	151	139.8	72.6	66
						MAX	47.3	-11.2	19.7	65.5	-10.7	162.8	159.7	91.1	86.9
7	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	354	0:19:27	0:19:28	0:00:01	MIN	45.1	-5	-18.6	57.5	-2.7	160.5	143.9	99.2	87.7
						MAX	46.9	-1.4	-13	62.3	1.7	161.2	148.9	99.2	87.8
8	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	404	0:14:02	0:14:02	0:00:01	MIN	41.3	-0.4	13.1	80	-3.6	134.6	145.4	96.4	82.6
						MAX	53.2	7.4	17.6	86.1	2.1	139.7	154.9	96.4	95.1
9	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1277	0:10:15	0:10:19	0:00:04	MIN	48.1	18.7	0	27.2	15.1	142.2	149.6	89.4	84.2
						MAX	53	31.5	1.3	40	31.8	144.3	152.4	89.5	89.6
10	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	353	0:19:20	0:19:24	0:00:04	MIN	46.8	-15.7	-18.3	46.5	-20.7	158.6	141.5	77.4	71.4
						MAX	52.8	7.3	-1.8	68.8	4.3	160.2	151.7	96.1	86.6
11	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1262	0:08:47	0:08:48	0:00:00	MIN	50.4	8.4	3.8	33.3	11	155.5	126	73.9	99.5
						MAX	52.7	17	7.7	49.8	17.3	165.5	145.4	76	99.5
12	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1268	0:09:11	0:09:13	0:00:02	MIN	32.8	4.6	13.3	64.5	1.3	153.6	140.3	83.1	73.1
						MAX	35.4	34.3	30.8	80.7	13.3	157.1	146.2	98.3	84.9
13	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	352	0:19:12	0:19:19	0:00:07	MIN	41.7	-43.6	-20.5	30.2	-35.6	154.9	121.5	60.3	72.4
						MAX	57	-1	14.1	51.6	-11.1	162.4	149	77.4	101.1
14	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	1211	0:15:26	0:15:32	0:00:07	MIN	32.5	9.1	-28.4	29.2	8.6	145.6	152	71.3	64.8
						MAX	43.8	32.3	-13.1	62.4	20.7	158.3	162.8	80.5	75.9
15	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1287	0:12:49	0:12:54	0:00:05	MIN	34.5	8.8	1.4	34.6	10.9	121.7	111	95.7	77.2
						MAX	46.1	21.3	5.3	48.8	23.2	147.9	156.9	96.1	98.6
16	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	358	0:20:10	0:20:14	0:00:04	MIN	35.3	-31.6	-18.2	21.6	-34.4	18.9	18.9	20.1	24.4
						MAX	51.1	3.6	14.1	74.3	-0.1	155.7	137.6	86	103.8
17	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	399	0:13:25	0:13:33	0:00:08	MIN	13.5	-15.9	6.5	45.4	-21.6	25.5	18	87.5	80.8
						MAX	51.4	3.2	26.7	86.2	3.2	162.7	126.1	108.4	107.2
18	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1286	0:12:41	0:12:47	0:00:06	MIN	35.8	0	2.2	42.3	10.5	139	149.8	95.1	93.6
						MAX	44.6	18.8	10.8	45	20.7	148.5	152.5	96.1	97.1

Nr RANK RHK	Rettingsversuch	ZNR	ZMIN	ZMAX	DT	MIN / MAX	Anteile in %								
							RKSAG	RKLAT	RT	RNSAG	RNLAT	KL	KR	HL	HR
19	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1298	0:22:57	0:22:58	0:00:01	MIN	32.2	21.2	-6.2	30.7	10.8	151.2	153.5	89.8	83.8
						MAX	33.7	32.8	0.3	37.8	17.2	152.9	154.2	90.1	84.1
20	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	1284	0:12:20	0:12:33	0:00:13	MIN	28.9	-3.2	1.2	27	16.9	142.2	166.1	104.2	68.5
						MAX	40.9	17.6	9.6	44.7	29.5	143.6	166.1	109.2	76.7

(Die gesamte Tabelle hat 2389 Zeitintervalle der Schwere nach in absteigender Reihenfolge sortiert)

Standardisiert man wieder wie oben aufgeführt die Anzahlen der Zeitintervalle (Spalte 3) mit kritischen Körperhaltungen zum einen bezogen auf 1 Stunde Rettungszeit für die BGen (Anzahl der Spalte 7) und zum zweiten auf 15 Minuten Zeitsumme mit kritischen Körperhaltungen (Anzahlen der Spalte 6), dann zeigen sich in etwa die gleichen Verhältnisse zwischen den Anzahlen wie bei der entsprechenden Auswertung (Tabelle 7-94) mit den Zeitintervallen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel.

Tabelle 7-98: Verteilung der kritischen Zeitintervalle auf die Berufsgenossenschaften

BG	Gesamt-messzeit in hh:mm:ss	Anzahl der Zeitintervalle	Zeitsumme in Sekunden	Zeitsumme in hh:mm:ss	Korrigierte Anzahl von Zeitintervallen für 15 Minuten Zeitsumme	Korrigierte Anzahl von Zeitintervallen für 2 Stunden Gesamtmesszeit der Bgen
BGBA	1:57:04	946	1090.580	0:18:11	780	969
BBFE	3:10:08	746	931.240	0:15:31	721	470
SMBG	2:53:28	395	726.640	0:12:07	489	273
BGCH	2:08:19	160	409.080	0:06:49	352	150
BBBG	5:15:48	173	249.040	0:04:09	625	66
Gesamt	15:24:47	2420	3406.580	0:56:47		

7.4.7 Tätigkeitsaspekte mit kritischen Körperhaltungen

Ausgehend von den ermittelten Zeitintervallen mit kritischen Körperhaltungen, für die alle Winkelinformationen und Zeitpunkte im Rettungsvorgang vorlagen, wurden in einem weiteren Schritt die verursachenden Tätigkeitsaspekte aus den Filmen entnommen und dokumentiert. Aufgrund der zeitintensiven Auswertung musste die Ermittlung auf etwa 1200 Zeitintervalle begrenzt werden. Diese einbezogenen 1200 Zeitintervalle haben die höchsten Rangplätze nach dem beschriebenen Ranking-Verfahren und beziehen sich auf Ganzkörperhaltungen.

Für die Zeitpunkte der Maximalwerte nach dem Ranking-Verfahren innerhalb dieser 1200 Zeitintervalle wurde der Tätigkeitsaspekt deskriptiv dokumentiert. Eine anschließende Systematisierung der ermittelten Tätigkeitsaspekte ergab 11 Tätigkeitskategorien mit Basisthemen, die mit den dazugehörigen Tätigkeitsausprägungen in der Tabelle 7-99 aufgeführt sind. Die Tätigkeitskategorien sind:

1. Tätigkeiten mit dem Verletzten
2. Tätigkeiten mit Abseilgeräten
3. Tätigkeiten mit einem Seilfahrgerät

4. Tätigkeiten mit der Rettungstrage
5. Tätigkeiten mit einem Transportsack für Rettungsmittel
6. Tätigkeiten mit einer Seilleiter
7. Tätigkeiten mit einem Seilbündel
8. Tätigkeiten mit Seilen
9. Tätigkeiten mit einem Rettungsdreieck
10. Tätigkeiten mit anderen Rettungsmitteln
11. Tätigkeiten ohne manuelle Handlungen

Die Kurzbeschreibungen der zugehörigen Einzeltätigkeiten, die in der Spalte 3 der Tabelle 7-99 aufgeführt sind, zeigen, dass bei den Einzeltätigkeiten oft Lastenhandhabungen vorkommen, jedoch auch viele ohne nennenswerte Lastenhandhabung durchgeführt wurden. Die überschlägige weitere Durchsicht von Zeitintervallen in den Filmen zeigte, dass bei Hinzunahme weiterer Aspekte keine wesentlich neuen Einzeltätigkeiten mehr dazukommen würden, sondern dass sich dadurch nur die Häufigkeiten vergrößern würden. Daher ist die ausgewertete Menge von 1200 Zeitintervallen zur Erfassung der einzelnen Tätigkeitsaspekte mit kritisch zu bewertenden Körperhaltungen als ausreichend zu bewerten und stellt den relevanten Bereich von Tätigkeitsaspekten aus der zur Verfügung stehenden Gesamtmenge dar.

Die gefundenen Tätigkeitskategorien und zugehörigen Einzeltätigkeiten zeigen, dass diese einzelnen Arbeitshandlungen als essentieller Bestandteil der Arbeitstätigkeit „Seilunterstütztes Retten und Bergen in Höhen und Tiefen“ zu bewerten und somit als nicht vermeidbar zu betrachten sind. Anders betont bedeutet dies, dass gerade die Tätigkeitsaspekte, die das „Seilunterstützte Retten und Bergen“ bestimmen oder im wesentlichen ausmachen, überwiegend mit kritisch zu bewertenden Körperhaltungen stattfinden. Müssen dabei Handhabungen von zu hohen Lasten oder anderer zu hohen Betätigungskräfte aufgebracht werden, steigt das Verletzungsrisiko und generell das Risiko einer körperlichen Überforderung unakzeptabel an.

Um konkrete Beispiele für die einzelnen Kategorien und Tätigkeitsaspekte aufzuzeigen, sind in der Tabelle 7-100 solche Beispiele mit Nennung des konkreten Rettungsversuchs und des Zeitpunktes aufgeführt.

Tabelle 7-99: Kategorien von Tätigkeiten mit kritischen Körperhaltungen

Kategorie	Tätigkeitsthema der Kategorie	Beschreibung von einzelnen Tätigkeitsaspekten der Kategorien
1	Tätigkeiten mit dem Verletzten	<ul style="list-style-type: none"> • ankoppeln mit Karabiner an Sicherheitsgurt • anheben des Verletzten • anheben des Verletzten mit der Schulter (im Steigschutzsystem) • drehen, schieben, ziehen des Verletzten • abstützen am Boden des Verletzten • mit dem Verletzten zusammen abseilen • mit dem Verletzten sprechen (mit über einer Dachkante gebeugter Körperhaltung)
2	Tätigkeiten mit Abseilgeräten	<ul style="list-style-type: none"> • anheben eines Abseilgerätes • Kurbeln am Abseilgerätes zur Auf- und Abbewegung des Verletzten • Seil wird durch das Abseilgerät mit Hand durchgezogen

Kategorie	Tätigkeitsthema der Kategorie	Beschreibung von einzelnen Tätigkeitsaspekten der Kategorien
3	Tätigkeiten mit einem Seilfahrgerät	<ul style="list-style-type: none"> • anheben, einhängen, umhängen eines Seilfahrgerätes • hochziehen eines Seilfahrgerätes (mit Seil von Boden aus) • Seilfahrgerät durch Hebelbetätigung vom Tragseil lösen oder festklemmen • auf Seilfahrgerät aufsteigen
4	Tätigkeiten mit der Rettungstrage	<ul style="list-style-type: none"> • anheben, absetzen, Griffe montieren (ein- oder ausziehen), Seile anschlagen
5	Tätigkeiten mit einem Rettungssack	<ul style="list-style-type: none"> • anheben, hochheben, ausschütten, umsetzen eines Rettungssackes • Rettungssack auf Schulter heben und wegtragen (z. B. im Treppenhaus, am Berghang, auf der Steigleiter)
6	Tätigkeiten mit einer Seilleiter	<ul style="list-style-type: none"> • anheben, aufheben einer gebündelten Seilleiter • umhängen einer ausgerollten Seilleiter am Tragseil einer Kabine
7	Tätigkeiten mit einem Seilbündel	<ul style="list-style-type: none"> • anheben, tragen, wegtragen, verlagern am Boden (kompaktes zusammengerolltes Seilbündel)
8	Tätigkeiten mit Seilen	<ul style="list-style-type: none"> • aufheben, verbinden, anschlagen von Seilen • Montagearbeiten mit Karabinerhaken (teilweise über Kopf), Seilkürzern • Seile führen, anheben, heranziehen (Kabine oder Sessel)
9	Tätigkeiten mit einem Rettungsdreieck	<ul style="list-style-type: none"> • Rettungstuch wird dem Fahrgast angelegt • hochziehen, heranziehen des Rettungsdreiecks von einer Kabine aus
10	Tätigkeiten mit Rettungsmitteln	<ul style="list-style-type: none"> • tragen von Dreibeinstativen, Stahlseiltrommeln, Behälter mit Rettungsmitteln • Montage und Betätigung von Kettenzügen (zum Teil über Kopf) • öffnen oder schließen des Sicherungsbügels im Sessel
11	Tätigkeiten ohne manuelle Handlungen	<ul style="list-style-type: none"> • allgemeines bücken, knien, legen, aufstehen • klettern im Gittermast, auf Stromleitungen, in Einhängeleitern, im Fahrleitungswagen, auf Kabinen- oder Sesseln, durch Silodurchgänge, in Steigleitern oder Steighilfen, usw. • unter Verschalungen durchgehen oder stehen • unter Verstrebrungen hindurchgehen (auf dem Weg zu oder direkt an der Rettungsstelle) • unter Tragarmen oder Tragseilen von Kabinen hindurch gehen • abseilen

Tabelle 7-100: Beispiele zu den Tätigkeitskategorien und deren Einzelaspekten

Kategorie / Tätigkeit	Detailbeschreibung	RV Nr.	Filmzeit
Tätigkeiten mit dem Verletzten (1)			
ankoppeln mit Karabinerhaken an Sicherheitsgurt	ankoppeln des Verletzten an eigenen Gurt, abseilen über Radeberger Haken	21	0:21:20
	ankoppeln des Verletzten an eigenen Gurt im Dom	7	0:07:40
	ankoppeln des Verletzten an eigenen Gurt, abschneiden, abseilen	27	0:05:40
	ankoppeln des Verletzten an eigenen Gurt, schräg abseilen	29	0:12:20
anheben des Verletzten	über die Dachkante V. mit weiterer Person hochziehen	12	0:19:32
	Versuch Verletzten über die Dachkante hochzuziehen	13	0:14:02
	Hockstellung, Versuch über Auffanggurt V. hochzuziehen	15	0:09:59
	auf Dach kniend, Versuch V. über die Dachkante hochzuziehen	12	0:19:50
	an Gurt anheben des Verletzten bis aufs Flachdach	4	0:06:20
	an Gurt anheben des Verletzten mit einer Hand	14	0:11:15
anheben des Verletzten mit der Schulter	anheben und wegdrücken von der Steigleiter mit der Schulter	26	0:15:50
	anheben und wegdrücken von der Steigleiter mit der Schulter	21	0:11:45
drehen, schieben, ziehen des Verletzten	vor der Dachkante Verletzten drehen	12	0:19:32
	vor der Dachkante Verletzten drehen	15	0:09:59
	vor der Dachkante Verletzten drehen	13	0:13:40
	drehen, ziehen des Verletzten	4	0:05:00
	drehen, ziehen des Verletzten anhängen an einen Kran	5	0:16:26
	im Silo drehen, schieben, ankoppeln	10	0:22:00

Kategorie / Tätigkeit	Detailbeschreibung	RV Nr.	Filmzeit
Tätigkeiten mit dem Verletzten (1)			
	im Silo drehen, schieben, ankoppeln	11	0:25:15
abstützen am Boden des Verletzten	knien, gebeugter Oberkörper V. ablegen	12	0:19:56
	aufheben und abstützen des Verletzten	26	0:37:52
	aufheben und abstützen des Verletzten	27	0:35:00
mit dem Verletzten zusammen abseilen	mit dem Verletzten in der Rettungstrage schräg abseilen	24	0:54:40
	mit angekoppelten Verletzten abseilen	7	0:13:10
	mit einem Helfer Verletzten in der Rettungstrage abseilen	26	0:11:22
mit dem Verletzten sprechen (über Dachkante)	Retter liegt auf dem Bauch	22	0:17:27
	auf Händen und Knien liegend, über Dachkante gebeugt	22	0:30:46
	auf dem Boden hockend mit Verletzten in Rettungstrage sprechen	28	0:19:06
Tätigkeiten mit Abseilgeräten (2)			
anheben des Abseilgerätes	mit einer Hand anheben des Abseilgerät	22	0:08:33
	mit beiden Händen anheben des Abseilgerät	22	0:14:27
	mit einer Hand anheben des Abseilgerät, andere Hand kurbeln	23	0:13:38
	Abseilgerät am Boden aus dem Sack entnehmen, schultern und an Steigleiter aufsteigen	20	0:17:00
kurbeln des Abseilgerätes	knien, hochkurbeln	23	0:15:26
	knien, hochkurbeln	22	0:04:34
durchziehen des Seiles	Flachdach fertig machen des Abseilgerät, Seil durchziehen	22	0:27:26
	Flachdach Rücken stark gekrümmt, zieht das Seil durch Abseilgerät	17	0:07:16
	Flachdach Rücken stark gekrümmt, zieht das Seil durch Abseilgerät	23	0:20:52
	6er Sessel, kniend, zieht das Seil durch Abseilgerät	31	0:13:50
Tätigkeiten mit einem Seilfahrggerät (3)			
anheben, hochheben, umhängen des Seilfahrggerätes	gebeugter Oberkörper, Seilfahrggerät einhängen	33	0:04:05
	gebeugter Oberkörper, Seilfahrggerät einhängen	33	0:47:14
	in sitzender Position auf Mast einhängen des Seilfahrggerätes	32	0:03:42
	Fahrggerät auf Kabinendach umhängen	32	0:32:23
	Fahrggerät auf Mast umhängen	32	0:50:10
	Fahrggerät auf Mast umhängen	32	0:52:33
hochziehen vom Boden	vom Mast aus hochziehen des Gerätes	32	0:02:40
	vom Mast aus hochziehen des Gerätes	33	0:03:30
vom Tragseil lösen oder klemmen	Fahrggerät auf Kabinendach stehend lösen	32	0:32:00
	Fahrggerät auf Kabinendach stehend klemmen	32	0:32:39
	Fahrggerät auf Mast stehend lösen	32	0:50:02
	Fahrggerät auf Mast stehend klemmen	32	1:13:19
	Fahrggerät auf Mast stehend einhängen und klemmen	33	0:04:10
	auf Tragarm 6er Sessel stehend Fahrggerät lösen	33	0:16:40
aufsteigen aus Seilfahrggerät	vom Mast aus sitzender Position aufs Seilfahrggerät klettern	32	0:05:30
	vom Kabinendach aus aufs Seilfahrggerät klettern	32	0:34:30
	vom Seilfahrggerät aus auf den Mast klettern	32	0:47:36
	vom Mast aufs Seilfahrggerät klettern	33	0:06:30
	vom Seilfahrggerät in den 6er Sessel klettern	33	0:08:53
	vom Tragarm 6er Sessel aufs Seilfahrggerät klettern	33	0:20:00
Tätigkeiten mit der Rettungstrage (4)			
anheben, absetzen, Griffe, Seile anschlagen	Griffe ausziehen, Trage wegtragen	28	0:18:55
	Verletzten in Rettungstrage fixieren	28	0:04:00
	Rettungstrage mit einem Helfer an Abseilort tragen	28	0:05:30
Tätigkeiten mit dem Rettungssack (5)			
anheben, hochheben, ausschütten	ablegen, hinknien	23	0:12:02
	anheben, Abseilgerät entnehmen	30	0:00:40
	anheben	20	0:00:20
	anheben, ausschütten	23	0:06:50
	anheben	23	0:11:20
	aus einer Kiste auf dem Gondeldach entnehmen und in Gondel bringen	35	0:01:20
auf die Schulter heben, wegtragen	Rettungssack auf der Schulter zum Mast tragen	20	0:00:20
	Rettungssack aus dem Auto entnehmen, schultern und Treppenhaus hinauf aufs Flachdach tragen	22	0:04:00

Kategorie / Tätigkeit	Detailbeschreibung	RV Nr.	Filmzeit
Tätigkeiten mit dem Verletzten (1)			
	Rettungssack aus dem Auto entnehmen, schultern und Treppenhaus hinauf aufs Flachdach tragen	23	0:04:20
	Rettungssack auf der Schulter Berghang hinunter bringen	34	0:00:40
Tätigkeiten mit einer Seilleiter (6)			
anheben, aufheben	Seilleiterbündel am Boden positionieren, aufrollen	30	0:01:58
	Seilleiterbündel am Boden anheben, beim hochziehen führen	31	0:03:00
umhängen am Tragseil	anheben und umhängen, auf Gondeldach stehend	30	0:15:40
	anheben und umhängen, auf Sesselarm stehend	31	0:22:20
Tätigkeiten mit einem Seilbündel (7)			
anheben, wegtragen	Seilbündel in einem Sack tragen und über die Flachdachkante werfen	23	0:12:30
Tätigkeiten mit Seilen (8)			
aufheben, verbinden, anschlagen	sitzt auf Stahlträger, Seilmontage unterhalb	8	0:30:21
	Hochstellung, Befestigung Seil am Geländer	24	0:22:57
	knien, Rettungsseil am Boden befestigen	20	0:31:06
	hockend, Seil aus Rettungssack entnehmen	22	0:07:55
	knien, Montage von Rettungsseil am Boden	15	0:06:48
	knien, Rettungsseil am Boden befestigen	23	0:11:39
	leichte Hockstellung, Oberkörper stark gebeugt, rechte Hand Seil annehmen	2	0:05:06
	auf Gondeldach Sicherheitsseil über Kopf umhängen, unter Seilleiter durch	30	0:17:15
	auf Gerüst, anschlagen, verbinden von Seilen	3	0:14:30
	auf Gerüst, anschlagen, verbinden von Seilen	4	0:03:37
Montage mit Karabinern, Seilkürzern	Flachdach kniend, Seil in Seilkürzer einhängen	22	0:26:22
	Flachdach kniend, Oberkörper verdreht, Karabiner von eigenem Gurt lösen	22	0:14:08
	stehend auf Haltebügel 6er Sessel, in Fußhöhe Sicherungskarabiner aushängen	33	0:54:58
	Flachdach kniend, Oberkörper gebeugt, Karabiner an Abseilgerät anschlagen	23	0:08:38
Seile führen, anheben, heranziehen	6er Sessel kniend, seitlich hinauslehnen, Seil führen	33	0:11:21
	aus Kabine Seil beim abseilen führen	30	0:10:20
	aus Kabine Seil beim abseilen führen	32	0:19:45
	aus Kabine Seil beim abseilen führen	34	0:21:20
Tätigkeiten mit einem Rettungsdreieck (9)			
an Fahrgast anlegen	in 6er Sessel kniend, Rücken stark gekrümmt	33	0:27:19
	in 6er Sessel kniend, Rücken stark gekrümmt	31	1:10:17
	in Kabine Rettungsdreieck anlegen	30	0:11:30
	in Kabine Rettungsdreieck anlegen	33	0:10:00
hochziehen, heranziehen	Sessel knien, hochziehen des Rettungsdreiecks	31	0:12:36
	Sessel knien, hochziehen des Rettungsdreiecks, aushängen	33	0:12:18
Tätigkeiten mit Rettungsmitteln (10)			
tragen von Dreibeinstativ, Seiltrommeln, Behälter mit Rettungsmittel	aufheben und tragen einer Rettungsmittelkiste	6	0:01:04
	aufheben und tragen eines Dreibeinstatives	10	0:08:58
	aufheben und tragen einer Drahtseilrolle	10	0:09:52
Montage u. betätigen von Kettenzügen	hochheben, betätigen eines Kettenzuges	1	0:05:38
	hochheben, betätigen eines Kettenzuges	2	0:08:54
	betätigen eines Flaschenzuges	6	0:12:00
	betätigen eines Flaschenzuges	7	0:09:46
	betätigen eines Flaschenzuges	8, 17, 18	0:21:44
öffnen, schließen des Sicherungsbügels am Sessel	6er Sessel knien, Sicherungsbügel über Kopf schließen	31	0:38:13
	6er Sessel knien, Sicherungsbügel über Kopf schließen	33	
Tätigkeiten ohne manuelle Handlung (11)			
bücken, knien, aufstehen	über Stahlträger laufen, über Kopf sich festhalten	8	0:11:17
	auf dem Bauch liegend, aufstehen	15	0:06:43
	auf dem Bauch liegend, aufstehen	22	0:27:22
	aus stehender Position knien	20	0:24:40
	kniet auf Flachdach, beugt sich über die Kante	14	0:09:29
	aus kniender Position aufstehen	20	0:26:10
	aus kniender Position aufstehen	13	0:15:18
	kniet auf Flachdach, leicht vorgebeugt über Kante schauen	23	0:15:38

Kategorie / Tätigkeit	Detailbeschreibung	RV Nr.	Filmzeit
Tätigkeiten mit dem Verletzten (1)			
	in 6er Sessel einsteigen	33	0:25:29
	starke Rücklage, in Hubbühne einsteigen	12	0:02:56
	starke Rücklage, aus Hubbühne aussteigen	12	0:25:44
	stehend auf Stahlträger, unter Stahlstrebe durchbücken	19	0:10:06
	kniet auf einem Träger des Gittermastes	17	0:06:59
	unter einem Gerüstbrett durch	3	0:05:05
	vom Flachdach ins Treppenhaus, an Türöffnung bücken	22	0:02:44
klettern (Gittermast, Sesseln, Stromleitung, Steigleitern)	Aufstieg an Steigleiter	24	0:04:38
	in Hubbühne einsteigen	13	0:29:28
	durch Mannloch in Silo einsteigen	10	0:11:50
	Retter klettert in Fahrkorb	17	0:07:18
	Retter klettert rückwärts über zwei Stromleitungen	19	0:03:57
	klettert von Einhängeleiter auf Gittermastausleger	17	0:12:16
	klettert über Stahlgerüst in den Dom ein	7	0:04:22
	klettern auf Stahlgerüst	2	0:02:30
	an Sicherungsgeländer außen hinabklettern	4	0:04:38
	über Plattformgeländer, Rettungstrage sichern, klettern	24	0:52:30
	abseilen mit Radeberger Haken zum Verletzten	25	0:06:45
	Aufstieg an Steigleiter	26	0:05:06
	über Gittermast in Einhängeleiter einsteigen	16	0:05:00
	klettern über Stromleitung zum Fahrkorb	17	0:07:20
	Aufstieg über Seilleiter zur Gondel	30	0:05:53
	vom Gondeldach außen klettern in die Gondel	30	0:08:00
	aus der Gondel außen klettern aufs Dach der Gondel	30	0:15:17
	Aufstieg über Seilleiter in den Sessel	31	0:07:35
	vom der Seilleiter in den Sessel einsteigen	31	0:21:20
	aus dem Sessel außen klettern auf Sesseltragarm	31	0:22:15
aus 6er Sessel auf Tragarm klettern	33	0:15:07	
unter Verstreibungen, Verschalungen durch	auf dem Weg zur Rettungsstelle, beugt sich unter Verschalung	3	0:01:19
	auf dem Weg zur Rettungsstelle, beugt sich unter Verschalung	4	0:01:08
	unter Dreibein in Mannloch einsteigen	10	0:11:45
	unter Geländer durch in Hubbühne einsteigen	14	0:12:31
unter Tragarmen, Tragseilen von Kabinen	auf Kabinendach unter Tragseil durchbücken	34	0:11:14
	auf Kabinendach unter Tragseil durchbücken	32	0:29:00
	auf Mast unter Querträger klettern	32	0:51:44

7.5 Ergebnisse der Arbeitsmedizinischen Belastungs-/Beanspruchungsanalyse

7.5.1 Ruhepulse

Der Ruhepuls ist die Herzschlagfrequenz, die ein Individuum hat, wenn es keinerlei Arbeit verrichtet und sich bei angemessener Bekleidung in einem normal temperierten Raum im Sitzen oder Liegen aufhält. Normalerweise liegt der Ruhepuls bei 60 - 80 Schlägen/Minute (HEINECKER, 1992). Der Ruhepuls zeigt inter- und intraindividuelle Schwankungen und wird beispielsweise durch die Umgebung, psychische Verfassung, Infekte, Konstitution oder Trainingszustand beeinflusst und kann die angegebenen Normwerte auch unter- oder überschreiten.

Der Ruhepuls wird üblicherweise nach 5 Minuten Ruhe im Sitzen oder Liegen, in Ausnahmefällen in der Arbeitsmedizin auch im Stehen, meist dreimal hintereinander durch manuelle Pulsnahme am Unterarm rechts oder links über der Arteria radialis (Unterarmschlagader) bestimmt.

7.5.1.1 Bewertungsverfahren der Ruhepulse

Bei den Rettungsversuchen wurde der Ruhepuls kontinuierlich über etwa 10 Minuten mit dem speichernden Herzfrequenz-Messgerät POLAR Alpin 5 Plus Ciclosport registriert. Von der gesamten gemessenen Zeit wurden die mittleren zwei Viertel für die Auswertung herangezogen, um die möglichen vegetativen Auswirkungen der vorausgegangenen Befragung und des folgenden Rettungsversuches zu unterdrücken. Diese zwei Viertel der Ruhepulsdaten wurden einer linearen Regressionsrechnung unterzogen, siehe Diagramm 7-17. Als Ruhepulswert für weitere Berechnungen, z. B. des Arbeitspulses, wurde der Minimalwert der Regressionslinie des zeitlichen Interquartilbereiches errechnet.

Diagramm 7-17: Darstellung des Bewertungsverfahrens des Ruhepulsverlaufs

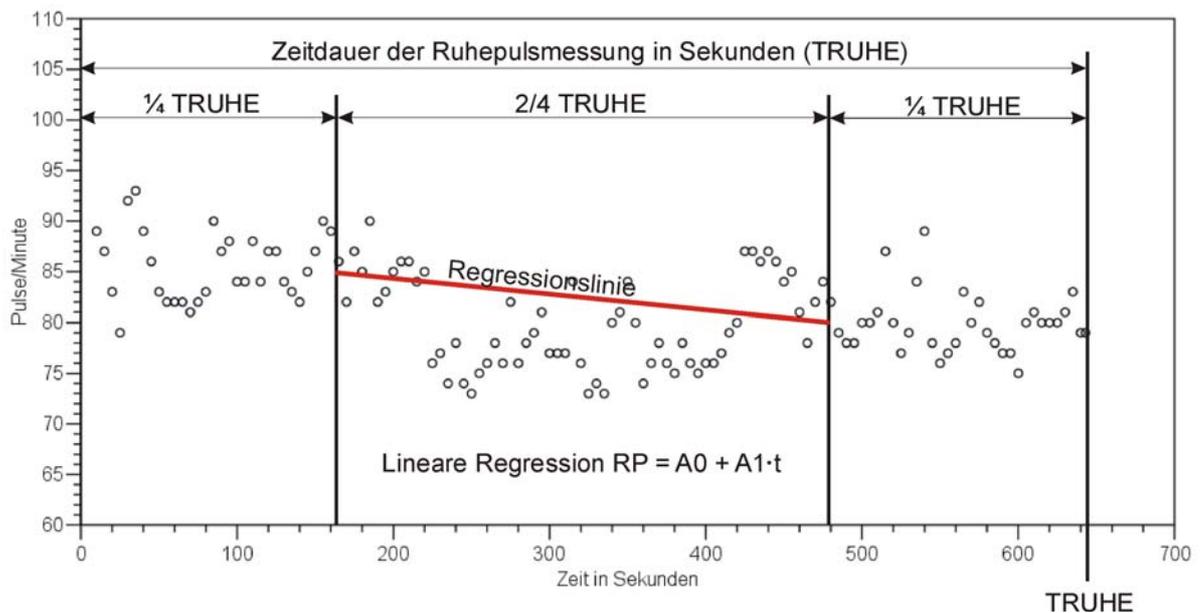
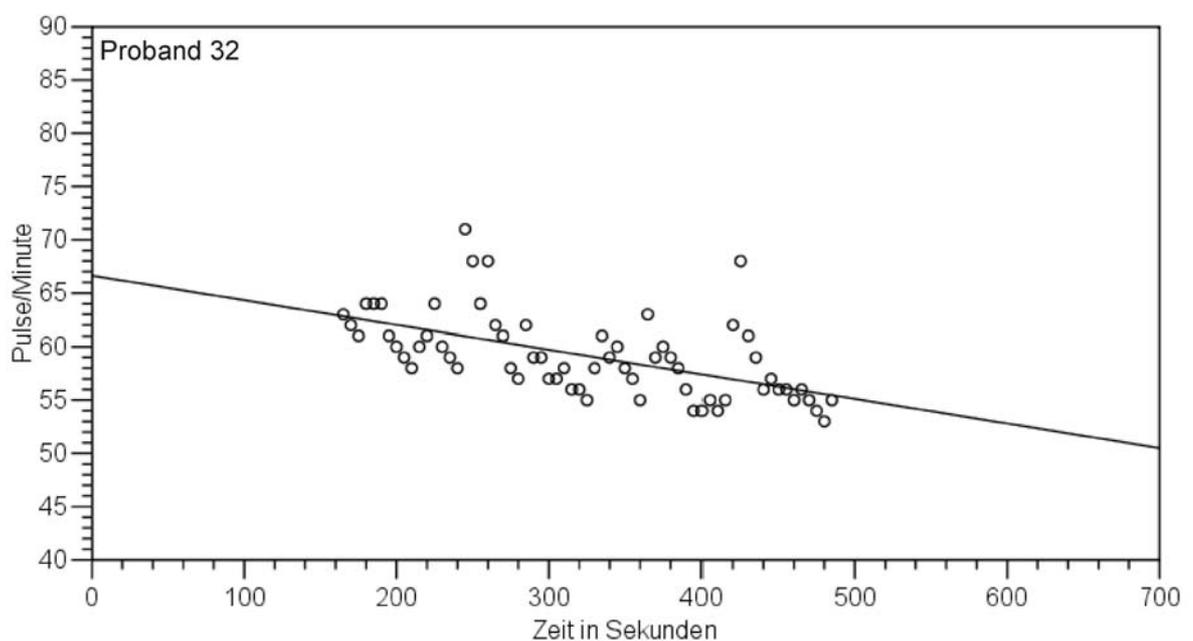


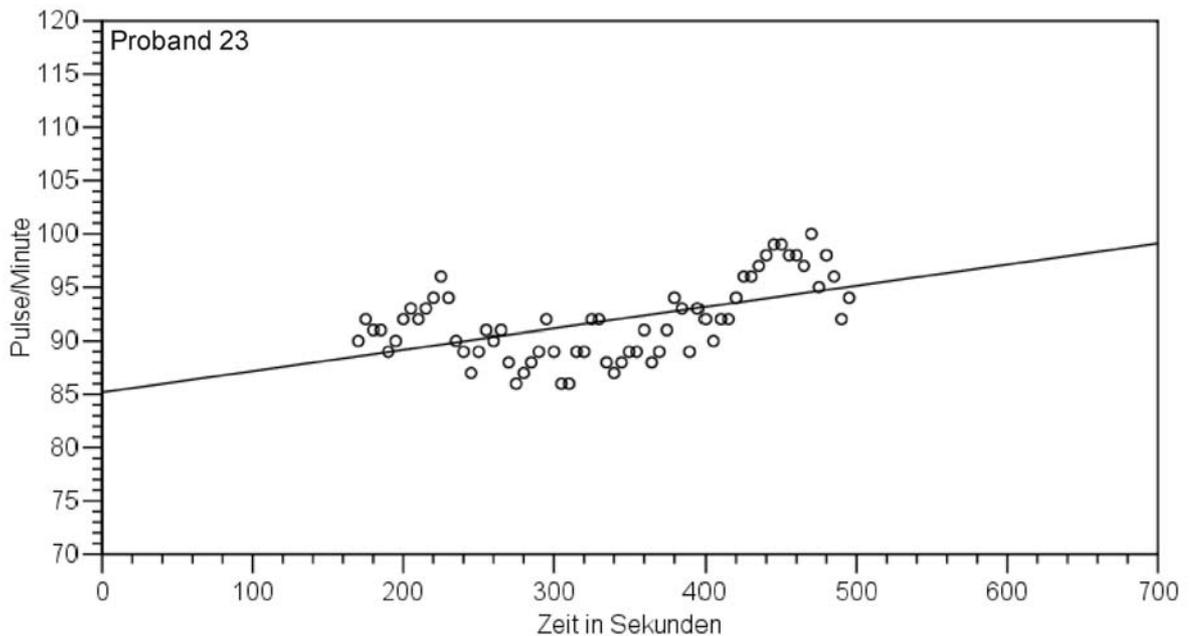
Diagramm 7-18: Bearbeitete Ruhepulsmessung mit negativem Trend



Unter Ruhebedingungen normalisiert sich der Puls im Verlaufe der Zeit auf einen individuellen Tiefstwert. Das Diagramm 7-18 zeigt eine bearbeitete Ruhepulsmessung, wie sie mit negativem Trend bei Ruhe typischerweise zu erwarten ist.

Es wurden aber auch Pulscurvenverläufe mit positivem Trend beobachtet, wie im Diagramm 7-19 dargestellt.

Diagramm 7-19: Bearbeitete Ruhepulsmessung mit positivem Trend



7.5.1.2 Tabellarische und grafische Darstellung der bewerteten Ruhepulsmessungen

Die Ruhezeiten lagen, bedingt durch die Situation vor Ort, zwischen 06:50 und 16:18 Minuten mit einem Mittelwert von 11:55 Minuten (Tabelle 17-2 im Anhang).

Die intraindividuelle Streuung der einzelnen Pulsmesswerte während der Ruhephase ist, wie bereits die beiden Diagrammen 7-18 und 7-19 vermuten lassen, groß. Eine Übersicht über die errechneten Ruhepulswerte und die Pulsstreuung aller Retter zeigt das Diagramm 7-20.

Die errechneten Ruhepulse liegen bei dem Kollektiv der Berger und Retter zwischen 47 Pulsen/min und 97 Pulsen/min. Das Diagramm 7-21 zeigt die Häufigkeitsverteilung der errechneten Ruhepulse aller Berger und Retter.

Von den insgesamt gemessenen 30 Rettern und Bergern, die Rettungstätigkeiten durchgeführt haben, lagen 17 mit dem errechneten Ruhepulswert im beschriebenen Normbereich von 60 – 80 Pulse/min, 4 hatten niedrigere Werte, 9 lagen teilweise deutlich über diesem Normalbereich (Diagramm 7-21).

Diagramm 7-20: Berechnete Ruhepulse und Ruhepulsstreuung

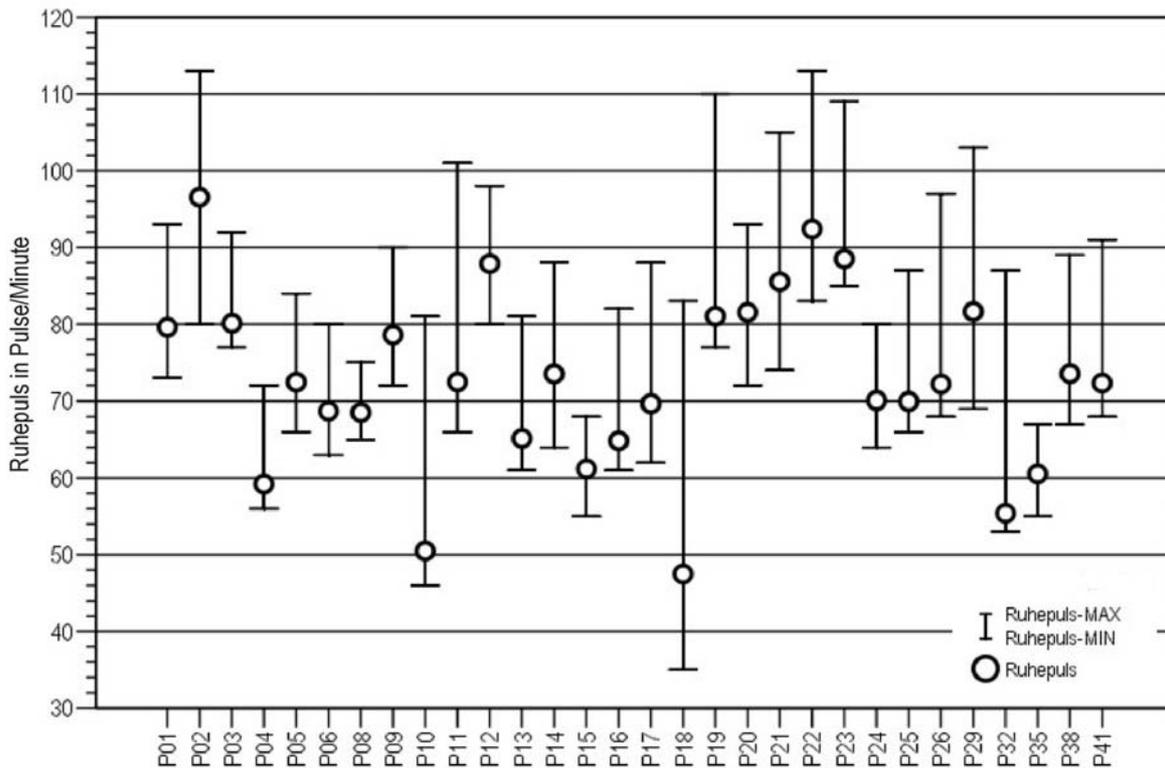
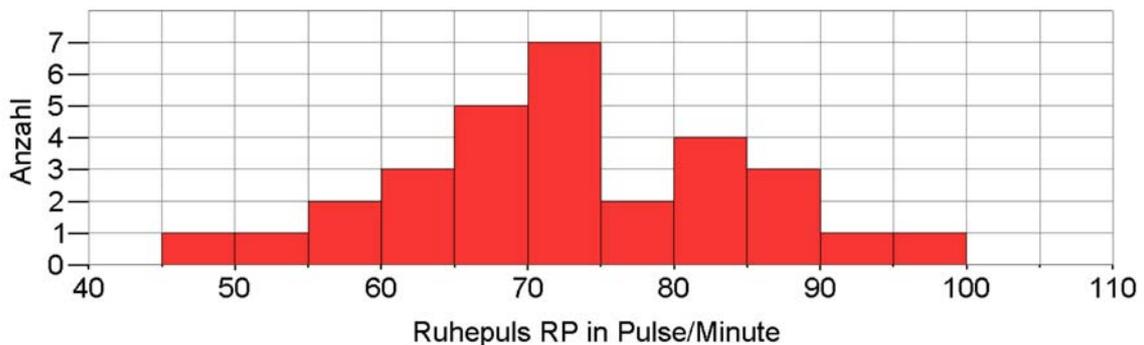


Diagramm 7-21: Häufigkeitsverteilung der errechneten Ruhepulse aller Berger und Retter



Von den insgesamt 30 untersuchten Rettern und Bergern zeigten 13 einen Ruhepuls-kurvenverlauf mit negativem Trend entsprechend dem Diagramm 7-18. Der größere Teil der Retter und Berger hatte jedoch einen Ruhepulskurvenverlauf mit positivem Trend, wie er im Diagramm 7-19 dargestellt ist. Dabei zeigt der auf 10 Minuten standardisierte Ruhepulszuwachs Werte von rund 1 bis 34 Pulsen/min (Tabelle 7-101).

Tabelle 7-101: Ruhepulsverläufe mit positivem Trend

Rettungsversuche mit positivem Ruhepulstrend				
Nr.	Trend in Pulse pro Minute pro Sekunde	Ruhepulszuwachs nach 10 Minuten	Ruhepuls-messzeit	Rettungsversuch
1	0.05650	33.90	0:11:48	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18
2	0.03180	19.08	0:13:15	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26
3	0.02000	12.00	0:14:21	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22
4	0.01990	11.94	0:11:06	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23
5	0.01860	11.16	0:11:50	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29
6	0.01340	8.04	0:10:53	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06
7	0.01050	6.30	0:12:17	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38
8	0.00930	5.58	0:12:56	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12
9	0.00760	4.56	0:09:03	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08
10	0.00590	3.54	0:09:20	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16
11	0.00550	3.30	0:14:28	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20
12	0.00470	2.82	0:09:55	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03
13	0.00330	1.98	0:10:21	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24
14	0.00320	1.92	0:13:16	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13
15	0.00320	1.92	0:13:41	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14
16	0.00220	1.32	0:13:45	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05
17	0.00130	0.78	0:11:22	RV11-BGCH-02-DOW-02-P09

7.5.2 Belastungspulse

Der Belastungspuls, Synonyme sind auch die Begriffe Herzschlagfrequenz bei der Arbeit oder Arbeitsherzschlagfrequenz (DGAUM, 2005), ist die während der Rettungs- und Bergeversuche alle 5 Sekunden registrierte Herzschlagfrequenz. Er folgt vor allem bei dynamischer Arbeit großer Muskelgruppen der körperlichen Belastung und steht in einem engen Zusammenhang mit dem Arbeitsenergieumsatz. Es ist aber auch zu berücksichtigen, dass sich in ihm u. a. alle Einflüsse der Arbeitsausführung und der Arbeitsumgebung (Klima, Lärm), der körperliche Trainingszustand, der Gesundheitszustand, das Lebensalter, die psychische Belastung, die Körperhaltung und zirkadiane Rhythmen spiegeln.

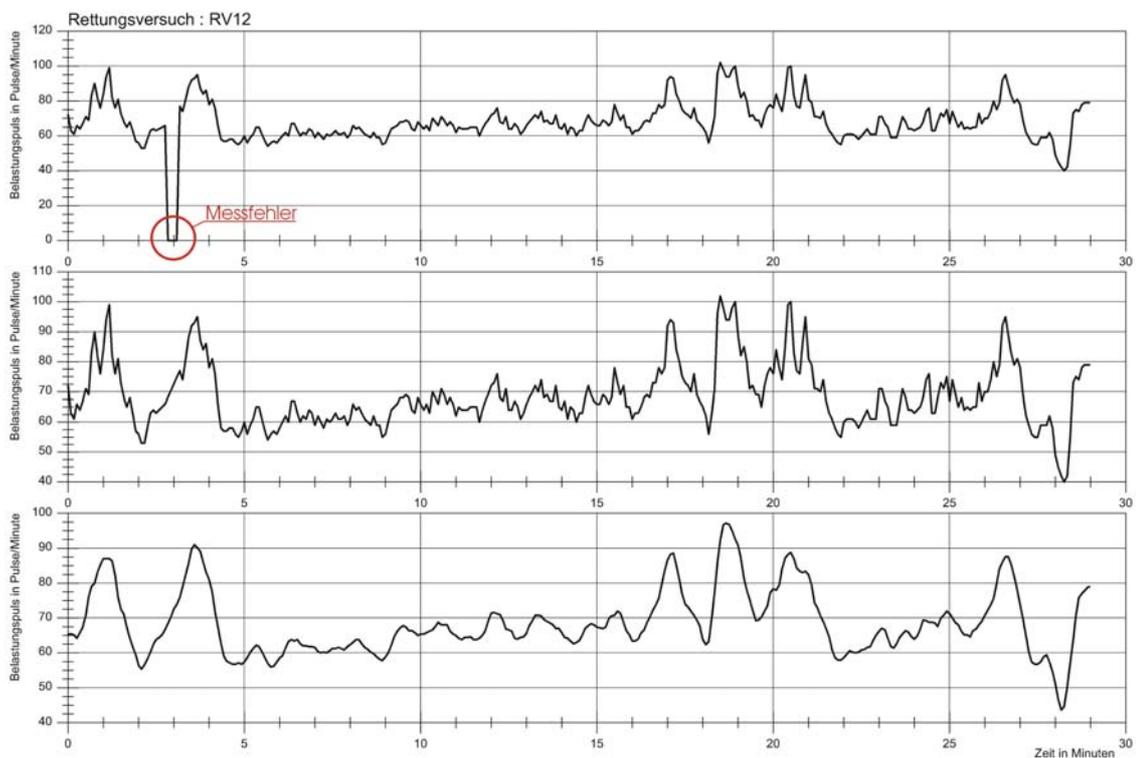
Bei gleich bleibender oder sich wiederholender körperlicher Belastung steigt die Arbeitsherzschlagfrequenz rasch auf eine individuelle Höhe an und verbleibt auf diesem Niveau. Überfordert die Tätigkeit den Probanden, zeigt die Belastungspulskurve einen permanenten Pulsfrequenztrend und somit einen Ermüdungspuls (ROHMERT, 1983).

7.5.2.1 Bearbeitungs- und Bewertungsverfahren der Belastungspulskurven

Bearbeitung der Originalpulskurven zur weiteren Auswertung

Die Aufzeichnung der Herzschlagfrequenz war nicht ohne Artefakte möglich. Störfaktoren waren unter Anderem Körperbewegungen, teilweise mit extremen Körperhaltungen, sowie Störungen der Funkstrecke des Messgerätes beispielsweise durch elektrische/elektromagnetische Felder bei den Arbeiten an Hochspannungsleitungen oder Sprechfunkanlagen. So kam es sowohl zu kurzzeitigem Ausfall der Registrierung als auch zum Abfall einzelner Pulsfrequenzwerte, die keiner erkennbaren Arbeits- oder Belastungspause entsprachen. Diese Fehlwerte wurden manuell entfernt. Dabei entstand kein Informationsverlust, da die verbliebenen Messzeiten den Rettungsversuch eindeutig widerspiegeln.

Diagramm 7-22: Beispiel einer registrierten Pulskurve (von oben nach unten): Original, manuell bearbeiteter Artefakt, mit Rechenprozess geglättete Belastungspulskurve

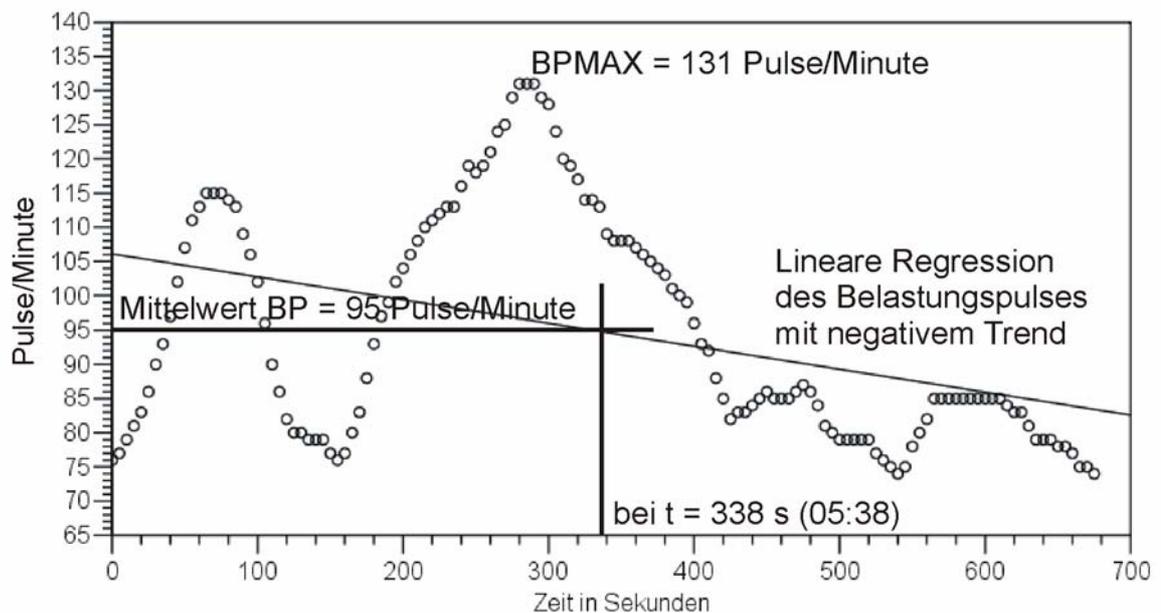


In einem weiteren Schritt wurde die aufgezeichnete Pulskurve durch einen Rechenprozess geglättet. Es wird dabei der zu prüfende Wert mit je zwei vorhergehenden und nachfolgenden Werten verglichen und gemittelt. Das Diagramm 7-22 zeigt nacheinander die registrierte Originalkurve, dann die manuell bereinigte und als letzte die geglättete Pulskurve, wie sie weiter verwendet wurde.

Trend der Pulskurve

Der Trend der Pulskurve während der gesamten Belastung gibt Auskunft darüber, ob die Belastungshöhe über einen längeren Zeitraum erbracht werden kann oder ob sie zur Ermüdung führt. Das Diagramm 7-23 zeigt ein Berechnungsbeispiel auf.

Diagramm 7-23: Berechnungsbeispiel eines Belastungspulstrends



Neben dem Belastungspuls werden noch der Arbeitspuls und zur Beurteilung des Belastungspulses die Begriffe (altersbezogene) maximale Herzschlagfrequenz und submaximale Herzschlagfrequenz benutzt. Im Folgenden werden diese Begriffe definiert und erläutert.

Arbeitspuls

Synonyme in der Literatur hierfür sind Arbeitspulsfrequenz und Netto-Herzfrequenz (ROHMERT, 1983; DGAUM, 2005). Der Arbeitspuls ist definiert als die Differenz zwischen Belastungs- und Ruhepuls.

Der Arbeitspuls zeigt, wie der Belastungspuls, nicht nur inter- und intraindividuelle Schwankungen. Er wird entscheidend von der Form der physischen Beanspruchung, der Arbeitsschwere, der Arbeitsdauer und der Arbeitsgeschwindigkeit, der eingesetzten Muskelmasse wie auch von der physikalischen und sozialen Arbeitsumgebung beeinflusst (SCHMIDTKE, 1981; DGAUM, 2005).

Maximale Herzschlagfrequenz

Synonyme in der Literatur hierfür sind maximale Pulsfrequenz, Maximalpulsfrequenz und Maximalwert der Herzfrequenz. Die maximale Herzschlagfrequenz zeigt eine Abhängigkeit vom Lebensalter. Sie ist am höchsten bei Jugendlichen mit einem Alter von 18 – 20 Jahren und sinkt dann kontinuierlich mit dem Alter ab. Sie zeigt praktisch keinen Unterschied der Geschlechter. Sie errechnet sich nach der Formel: 220 Pulse/min minus Lebensalter (VALENTIN, 1985; LÖLLGEN, 2001; DGAUM, 2005). In der Praxis hat sich folgende Formel durchgesetzt: 220 Pulse/min minus nächste Altersdekade.

Ein Überschreiten der maximalen Herzschlagfrequenz führt nicht nur zu einer schnellen Ermüdung, sondern bedeutet auch eine Gesundheitsgefährdung, da die Versorgung des Herzmuskels sowohl mit Sauerstoff als auch mit Nährstoffen sowie der

Abtransport des Kohlendioxyds und der Stoffwechselprodukte bei höheren Frequenzen nicht mehr gewährleistet sein kann.

Submaximale Herzschlagfrequenz

Für Belastungsuntersuchungen hat sich aus Sicherheitsgründen, um den Probanden nicht zu gefährden, die submaximale Herzschlagfrequenz durchgesetzt. Der entsprechende submaximale Referenzwert beträgt 85% der maximalen Herzschlagfrequenz von 220 Schlägen/min, also 190 Schläge/min. Die Formel für die altersentsprechende submaximale Herzschlagfrequenz lautet: 190 Pulse/min minus Lebensalter beziehungsweise auf die Altersdekade bezogen: 190 Pulse/min minus nächste Altersdekade (DGAUM, 2005).

7.5.2.2 Tabellarische und grafische Darstellung der bewerteten Belastungspulsmessungen

Arbeitspuls

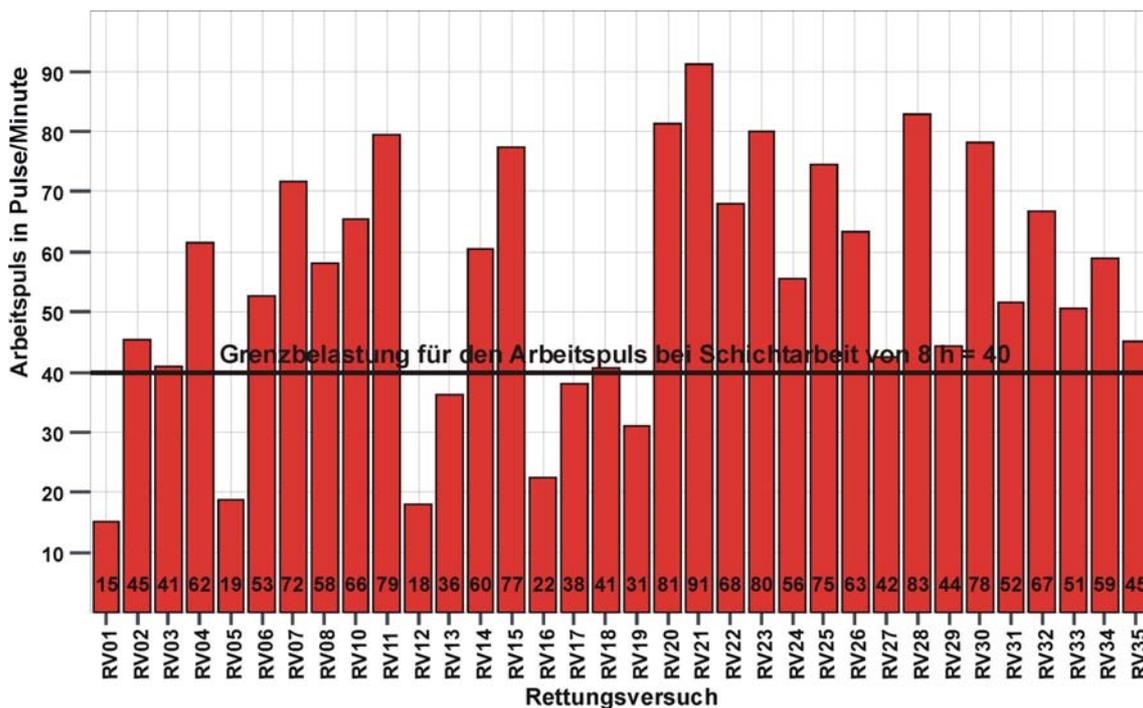
Als zumutbare Dauerbeanspruchung im Schichtmittel gilt vor allem bei schwerer dynamischer Muskelarbeit ein Arbeitspuls von 40 Pulsen/min. (ROHMERT, 1983; KONIETZKO, 2004). Andere Autoren nennen dafür einen Belastungspuls von 110 Schlägen/min., der einem Arbeitspuls von 35 Schlägen/min. entspräche (DGAUM, 2005).

Tabelle 7-102: Bewertung der Arbeitspulsfrequenzen

Arbeitspulse / min	Beanspruchungsintensität
über 52	Überbeanspruchung
48 - 52	Überbeanspruchung wahrscheinlich
42 - 48	Überbeanspruchung möglich
34 - 42	Grenzbereich / Dauerleistungsgrenze
26 - 34	Beanspruchung
17 - 26	Geringe Beanspruchung
unter 17	Sehr geringe Beanspruchung

Obwohl die durchgeführten Rettungsversuche nicht an die Zeitgrenze einer normalen Schicht von 8 Stunden heranreichen, beziehen wir uns auf die Definition von Schreinicke, die eine weitergehende Klassifizierung der Arbeitsschwere dem Arbeitspuls gegenüberstellt und so Hinweise auf die Belastungshöhe auch bei den kurzzeitigen Rettungsversuchen zulassen. Die Tabelle 7-102 zeigt die Beanspruchungsintensität im Verhältnis zum erreichten Arbeitspuls bezogen auf eine Schicht von 8 Stunden (nach SCHREINICKE, 2005).

Diagramm 7-24: Arbeitspulse aus allen Rettungsversuchen



Das Diagramm 7-24 zeigt die in den Rettungsversuchen gemessenen Arbeitspulse bezogen auf eine mittlere Dauerleistungsgrenze von 40 Pulsen/min. Diese Werte ergeben sich aus den Mittelwerten der gemessenen Belastungspulse abzüglich der nach dem oben beschriebenen Verfahren ermittelten Ruhepulse.

Bei 22 der insgesamt 34 Rettungsversuche zeigt der Arbeitspuls Werte, die zum Teil deutlich über dem Wert von 40 Pulse/min liegen und einer hohen bis sehr hohen Beanspruchung bis Überbeanspruchung entsprechen.

Verhalten der Belastungspulse zur altersbezogenen submaximalen und maximalen Herzschlagfrequenz

Die Mittelwerte der Belastungspulse liegen in 23 der 34 Versuche unterhalb der submaximalen Herzschlagfrequenz und in 11 Versuchen in dem Bereich zwischen maximaler und submaximaler Herzschlagfrequenz. Sie scheinen somit keine Gefährdung des Retters oder Bergers darzustellen (Diagramm 7-25).

Anders fällt die Beurteilung aus, wenn die maximal erreichten Belastungspulse den gleichen Kriterien unterzogen werden. Dann bleiben nur 7 Rettungsversuche unter der submaximalen Herzschlagfrequenz, aber 13 überschreiten teilweise deutlich die maximal zulässige Herzschlagfrequenz (Diagramm 7-26). In diesen Fällen muss davon ausgegangen werden, dass für den Retter oder Berger eine Gesundheitsgefahr besteht.

Diagramm 7-25: Verhalten der mittleren Belastungspulse zur altersbezogenen submaximalen und maximalen Herzschlagfrequenz.

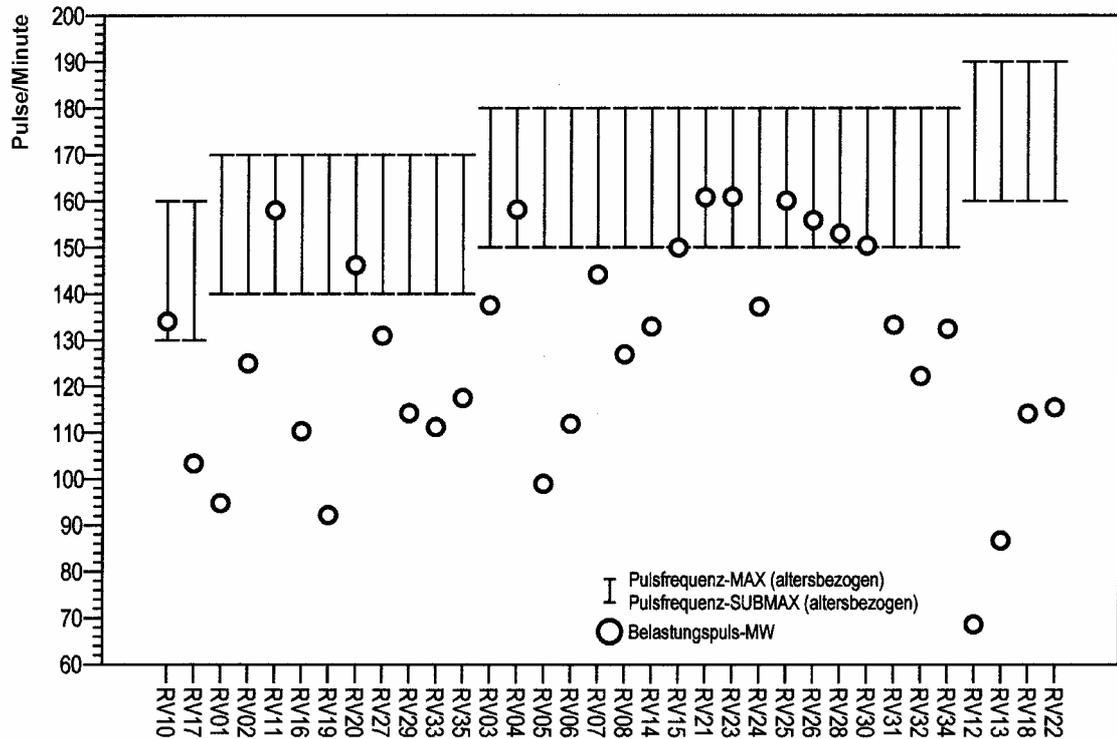
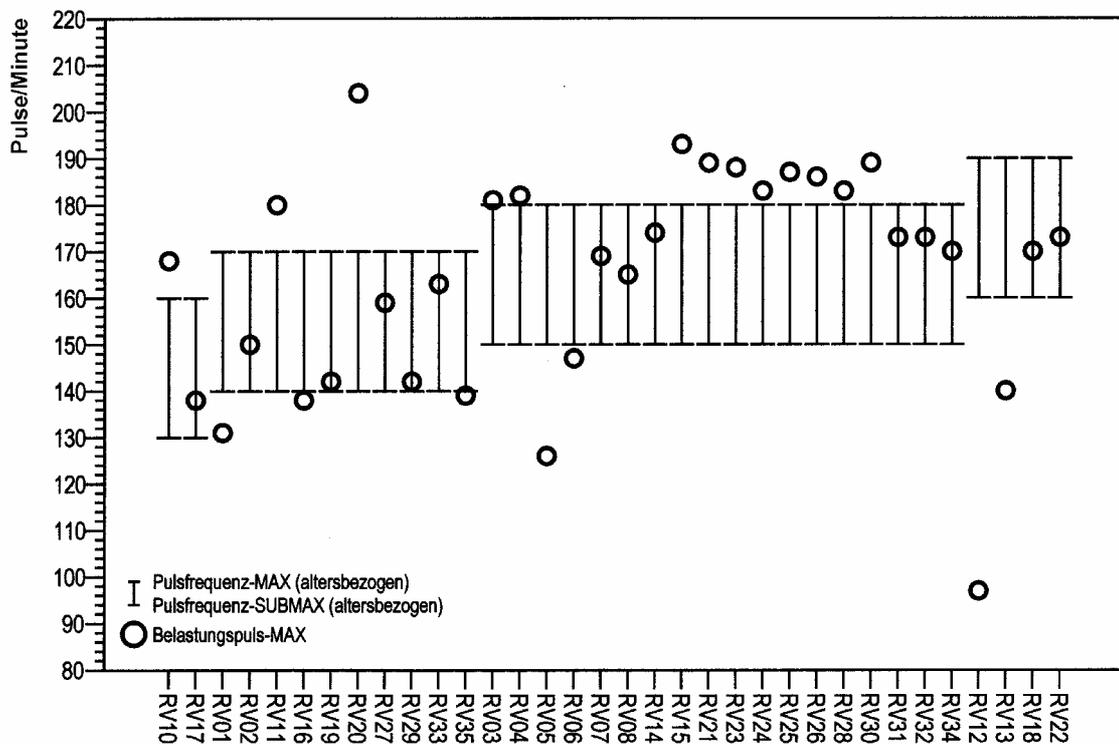


Diagramm 7-26: Verhalten der Maximalwerte der Belastungspulse zur altersbezogenen submaximalen und maximalen Herzschlagfrequenz



Diese hohen Pulswerte unter Belastung sind keine vereinzelt Spitzewerte von Sekundenbruchteilen Dauer. Auch wenn sie bezogen auf die Dauer aller Rettungsversuche von 19:48:16 Stunden nur 33:40 Minuten oder 2.83 % darstellen, betragen sie bei den 13 auffälligen Versuchen 8.70 %. Im Extremfall (Rettungsversuch 20) summieren sie sich auf 5 Ereignisse mit zusammen 06:50 Minuten und entsprechen damit 18.68 % der Zeit dieses Rettungsversuchs (Tabelle 7-103).

Tabelle 7-103: Anzahl und Gesamtzeit der Belastungspulsereignisse mit Überschreiten der Maximalen Pulsfrequenz (MPF)

Rettungsversuch	Anzahl der Ereignisse	Gesamtanteil der Ereignisse in %	Gesamtanteil der Ereignisse in s - hh:mm:ss
RV 03	2	0.96	15 - 00:00:15
RV 04	2	4.68	40 - 00:00:40
RV 10	5	17.16	125 - 00:02:05
RV 11	6	16.62	305 - 00:05:05
RV 15	2	20.86	170 - 00:02:50
RV 20	5	18.68	410 - 00:06:50
RV 21	7	16.04	360 - 00:06:00
RV 23	5	11.19	160 - 00:02:40
RV 24	3	1.62	60 - 00:01:00
RV 25	2	10.92	95 - 00:01:35
RV 26	1	4.12	55 - 0:00:55
RV 28	2	3.35	40 - 00:00:40
RV 30	8	5.85	185 - 00:03:05
Gesamt	50	2.83	2020 - 00:33:40

Belastungspulstrend

Die Analyse der Belastungspulskurven zeigt, dass bei 21 der 34 Rettungs- und Bergeversuche ein positiver Trend nachweisbar ist. Das ist ein deutlicher Hinweis auf eine individuelle Überforderung. Dabei wurden Belastungspulszuwachsrate von bis zu 54.48 Pulsen bezogen auf 10 Minuten beobachtet. Die maximal gemessene Belastungszeit betrug 01:35:12 Stunden (Tabelle 7-104).

Tabelle 7-104: Rettungsversuche mit positivem Belastungspulstrend

Nr.	Rettungsversuch	Trend in Pulse/Sekunde	Belastungspulswachst nach 10 Minuten Pulse / Minute	Dauer der Belastung
1	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	0.0908	54.48	0:09:08
2	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	0.0661	39.66	0:13:32
3	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	0.0658	39.48	0:14:49
4	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	0.0463	27.78	0:29:44
5	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	0.0433	25.98	0:14:35
6	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	0.0419	25.14	0:38:39
7	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	0.0349	20.94	0:19:55
8	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	0.0311	18.66	0:40:42
9	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	0.0299	17.94	0:20:54
10	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	0.0196	11.76	0:37:23
11	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	0.0192	11.52	0:18:26
12	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	0.0130	7.80	0:23:47
13	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	0.0127	7.62	0:16:49
14	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	0.0093	5.58	0:22:15
15	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	0.0058	3.48	0:31:22
16	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	0.0038	2.28	0:52:37
17	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	0.0032	1.92	0:16:50
18	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	0.0017	1.02	0:12:50
19	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	0.0014	0.84	1:35:12
20	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	0.0013	0.78	0:28:09
21	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	0.0002	0.12	0:14:27

7.5.3 Gesamtbewertung der Belastungspulse der Retter und Berger nach den Untergruppen des Kollektivs der Rettungs- und Bergeversuche

Die im vorausgehenden Kapitel ausgeführten Einzelkennwerte der Herzschlagfrequenzen während der einzelnen Rettungs- und Bergeversuche lassen noch keine Beurteilung der Beanspruchung des einzelnen Retters zu. Ist die Belastung so,

- dass der Retter auch über mehrere Stunden bis zur Länge einer Arbeitsschicht diese Rettungstätigkeit ausführen kann,
- oder der Retter überfordert ist, sodass mit einer raschen Ermüdung gerechnet werden muss,
- oder der Retter sogar selbst gesundheitlich durch die Überforderung gefährdet ist?

Eine Gesamtbewertung muss auf diese Fragen eingehen.

Tabelle 7-105: Bewertungsschema der Belastungspulsmesssignale

Zusammenfassendes Bewertungsverfahren aller Belastungspulsmesssignale									
Kriterium 1: Belastungspulswerte überschreiten SPF				Kriterium 2:	Kriterium 3: Belastungspulswerte überschreiten MPF				
trifft zu	Häufigkeit der Zeitintervalle	Gesamtzeit in %	Gesamtzeit in s	Trend der Belastungspulskurve	trifft zu	Häufigkeit der Zeitintervalle	Gesamtzeit in %	Gesamtzeit in s	Gesamtbewertung
NEIN				NEGATIV	NEIN				GRÜN
NEIN				POSITIV	NEIN				GELB
JA	N	x	x s	NEGATIV	NEIN				GRÜN
JA	N	x	x s	POSITIV	NEIN				GELB
JA	N	x	x s	NEGATIV	JA	N	x	x s	ROT
JA	N	x	x s	POSITIV	JA	N	x	x s	ROT

Die Gesamtbewertung der Belastung orientiert sich an folgenden drei Grenzkriterien (Tabelle 7-105):

- Kriterium 1: Überschreiten oder Unterschreiten (JA/NEIN) der submaximalen Herzschlagfrequenz SPF
- Kriterium 2: Negativer oder positiver Trend der Belastungspulskurve
- Kriterium 3: Überschreiten oder Unterschreiten (JA/NEIN) der altersbezogenen maximalen Herzschlagfrequenz MPF.

Die Gesamtbewertung drückt sich in einer dreistufigen Risikobewertung ähnlich einem Ampelsystem mit GRÜN – GELB – ROT Kennzeichnung aus. Die einzelnen Risikostufen der Gesamtbewertung ergeben sich aus der spezifischen Kombination der bewerteten Grenzkriterien. Die Risikostufen der Gesamtbewertung sind:

- Risikostufe GRÜN: Die Belastung ist so, dass sie auch über mehrere Stunden bis zu einer Arbeitsschicht ausgeführt werden kann.
Die Beurteilungskriterien dazu sind: die Belastungspulse dürfen zwar die submaximale Pulsfrequenz (SPF) nicht aber die maximale Pulsfrequenzgrenze (MPF) überschreiten, der Belastungspulstrend darf nicht positiv sein.
- Risikostufe GELB: Die Belastung ist hoch und überfordert den Retter oder Berger, so dass mit dessen Ermüdung gerechnet werden muss.
Die Beurteilungskriterien dazu sind: Die Belastungspulse dürfen zwar die submaximale Pulsfrequenz (SPF) nicht aber die maximale Pulsfrequenzgrenze (MPF) überschreiten, der Belastungspulstrend ist positiv als Hinweis auf eine Ermüdungsreaktion.
- Risikostufe ROT: Die Belastung ist zu hoch, die hohen Herzschlagfrequenzen stellen eine gesundheitliche Gefahr für den Retter dar.
Die Beurteilungskriterien dazu sind: Die Belastungspulse überschreiten sowohl die submaximale Pulsfrequenz- (SPF) als auch die maximale Pulsfrequenzgrenze (MPF), der Belastungspulstrend kann positiv wie auch negativ sein. Die entscheidende Gefahr geht von der Herzschlagfrequenz aus, die die altersbezogene maximale Pulsfrequenzgrenze überschreitet und zu einem Herzinfarkt führen kann.

Tabelle 7-106: Gesamtbewertung der Belastungspulskurven aller Rettungsversuche

Rettungsversuch	Kriterium 1: Belastungspulswerte überschreiten SPF			
		Häufigkeit der Zeitintervalle	Gesamtzeit in %	Gesamtzeit in s und hh:mm:ss
RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	NEIN			
RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	JA	8	26.24	265 - 0:04:25
RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	JA	6	11.82	185 - 0:03:05
RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	JA	5	64.91	555 - 0:09:15
RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	NEIN			
RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	NEIN			
RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	JA	9	49.0	615 - 0:10:15
RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	JA	6	25.76	425 - 0:07:05
RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	JA	9	34.91	295 - 0:04:55
RV11-BGCH-02-DOW-02-P09	JA	12	77.38	1420 - 0:23:40
RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	NEIN			
RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	NEIN			
RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	JA	4	18.86	165 - 0:02:45
RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	JA	3	20.86	170 - 0:02:50
RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	NEIN			
RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	JA	4	4.97	45 - 0:00:45
RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	JA	2	2.81	25 - 0:00:25
RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	JA	1	1.3	10 - 0:00:10
RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	JA	8	39.86	875 - 0:14:35
RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	JA	17	59.02	1325 - 0:22:05
RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	JA	4	2.74	55 - 0:00:55
RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	JA	7	64.69	925 - 0:15:25
RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	JA	30	22.34	830 - 0:13:50
RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	JA	8	66.67	580 - 0:09:40
RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	JA	9	57.68	770 - 0:12:50
RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	JA	4	39.09	215 - 0:03:35
RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	JA	5	73.22	875 - 0:14:35
RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	JA	2	2.97	30 - 0:00:30
RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	JA	23	39.56	1250 - 0:20:50
RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	JA	21	12.65	590 - 0:09:50
RV32-BGBA-03-Hornbahn-01-P32	JA	11	10.01	470 - 0:07:50
RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	JA	6	4.6	170 - 0:02:05
RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	JA	23	10.11	720 - 0:12:00
RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	NEIN			

Tabelle 7-106 - Fortsetzung

Kriterium 2: Trend der Belastungspuls kurve	Kriterium 3: Belastungspulswerte überschreiten MPF				Bewertung	Rettingsversuch
		Häufigkeit der Zeitintervalle	Gesamtzeit in %	Gesamtzeit in s und hh:mm:ss		
NEGATIV	NEIN				GRÜN	RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01
POSITIV	NEIN				GELB	RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01
NEGATIV	JA	2	0.96	15 - 0:00:15	ROT	RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02
NEGATIV	JA	2	4.68	40 - 0:00:40	ROT	RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02
POSITIV	NEIN				GELB	RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03
NEGATIV	NEIN				GRÜN	RV06-BBBG-01-Kali-01-P04
POSITIV	NEIN				GELB	RV07-BBBG-02-Kali-02-P05
POSITIV	NEIN				GELB	RV08-BBBG-03-Kali-03-P06
POSITIV	JA	5	17.16	145 - 0:02:05	ROT	RV10-BGCH-01-DOW-01-P08
NEGATIV	JA	6	16.62	305 - 0:05:05	ROT	RV11-BGCH-02-DOW-02-P09
POSITIV	NEIN				GELB	RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10
POSITIV	NEIN				GELB	RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10
POSITIV	NEIN				GELB	RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11
POSITIV	JA	2	20.86	170 - 0:02:50	ROT	RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11
NEGATIV	NEIN				GRÜN	RV16-BGFE-01-SAG-01-P12
NEGATIV	NEIN				GRÜN	RV17-BGFE-02-SAG-02-P13
POSITIV	NEIN				GELB	RV18-BGFE-03-SAG-03-P14
POSITIV	NEIN				GELB	RV19-BGFE-04-SAG-04-P15
POSITIV	JA	5	18.68	410 - 0:06:50	ROT	RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16
POSITIV	JA	7	16.04	360 - 0:06:00	ROT	RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17
NEGATIV	NEIN				GRÜN	RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18
POSITIV	JA	5	11.19	160 - 0:02:40	ROT	RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19
NEGATIV	JA	3	1.62	60 - 0:01:00	ROT	RV24-BGCH-03-DOW-01-P20
POSITIV	JA	3	10.92	95 - 0:01:35	ROT	RV25-BGCH-04-DOW-01-P21
POSITIV	JA	1	4.12	55 - 0:00:55	ROT	RV26-BGCH-05-DOW-03-P22
POSITIV	NEIN				GELB	RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23
POSITIV	JA	2	3.35	40 - 0:00:40	ROT	RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24
POSITIV	NEIN				GELB	RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25
POSITIV	JA	8	5.85	185 - 0:03:05	ROT	RV30-BGBA-01-Arber-01-P26
NEGATIV	NEIN				GRÜN	RV31-BGBA-02-Arber-02-P29
NEGATIV	NEIN				GRÜN	RV32-BGBA-03-Hornbahn-01-P32
NEGATIV	NEIN				GRÜN	RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35
NEGATIV	NEIN				GRÜN	RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38
POSITIV	NEIN				GELB	RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41

Tabelle 7-107: Zusammengefasste Verteilung der drei Belastungsstufen

Gesamtbewertungen der einzelnen Rettungsversuche				
Rettungsversuch	Kriterium 1: Belastungspulswerte überschreiten SPF	Kriterium 2: Trend der Belastungspulskurve	Kriterium 3: Belastungspulswerte überschreiten MPF	Bewertung
RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	NEIN	NEGATIV	NEIN	GRÜN
RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	NEIN	NEGATIV	NEIN	GRÜN
RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	NEIN	NEGATIV	NEIN	GRÜN
RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	JA	NEGATIV	NEIN	GRÜN
RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	JA	NEGATIV	NEIN	GRÜN
RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	JA	NEGATIV	NEIN	GRÜN
RV32-BGBA-03-Hornbahn-01-P32	JA	NEGATIV	NEIN	GRÜN
RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	JA	NEGATIV	NEIN	GRÜN
RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	JA	NEGATIV	NEIN	GRÜN
RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	JA	POSITIV	NEIN	GELB
RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	NEIN	POSITIV	NEIN	GELB
RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	JA	POSITIV	NEIN	GELB
RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	JA	POSITIV	NEIN	GELB
RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	NEIN	POSITIV	NEIN	GELB
RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	NEIN	POSITIV	NEIN	GELB
RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	JA	POSITIV	NEIN	GELB
RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	JA	POSITIV	NEIN	GELB
RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	JA	POSITIV	NEIN	GELB
RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	JA	POSITIV	NEIN	GELB
RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	JA	POSITIV	NEIN	GELB
RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	NEIN	POSITIV	NEIN	GELB
RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	JA	NEGATIV	JA	ROT
RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	JA	NEGATIV	JA	ROT
RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	JA	POSITIV	JA	ROT
RV11-BGCH-02-DOW-02-P09	JA	NEGATIV	JA	ROT
RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	JA	POSITIV	JA	ROT
RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	JA	POSITIV	JA	ROT
RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	JA	POSITIV	JA	ROT
RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	JA	POSITIV	JA	ROT
RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	JA	NEGATIV	JA	ROT
RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	JA	POSITIV	JA	ROT
RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	JA	POSITIV	JA	ROT
RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	JA	POSITIV	JA	ROT
RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	JA	POSITIV	JA	ROT

Tabelle 7-108: Verteilung der Belastungsstufen insgesamt und in den einzelnen Berufsgenossenschaften

Belastung	BBBG	BGBA	BGCH	BGFE	SMBG	SUMME
GRÜN	1	4	-	3	1	9
GELB	4	1	-	2	5	12
ROT	1	1	5	3	3	13
SUMME	6	6	5	8	9	34

Nach diesem Verfahren wurden die Belastungspulskurven aller Rettungsversuche bewertet. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 7-106 aufgeführt. Die Sortierung der Tabelle 7-106 nach den drei Risikostufen zeigt die Tabelle 7-107.

Von den 34 Rettungs- und Bergeversuchen waren 9 unkritisch (GRÜN) in Bezug auf die Herzschlagfrequenz. 13 Versuche sind als sehr kritisch zu betrachten, da die altersbezogene maximale Pulsfrequenz überschritten wurde und sie mit einer Gefährdung (ROT) der Berger und Retter einhergingen. Weitere 12 Rettungsversuche verliefen so, dass die Retter an der Grenze ihrer physischen Leistungsfähigkeit (GELB) arbeiteten und Ermüdungszeichen zeigten. Tabelle 7-108 zeigt diese Ergebnisse allgemein und auf die Berufsgenossenschaften bezogen.

Wenn man davon ausgeht, dass seilunterstützte Rettungstätigkeiten in der Regel eine hohe physische Beanspruchung für den Retter und Berger darstellen, muss auf die langfristige körperliche Eignung aus arbeitsmedizinischer Sicht Wert gelegt werden. Rettungsversuche, bei denen es zu Herz-Kreislaufgefährdung (ROT) oder zu physischer Ermüdung (GELB) kommt, beinhalten aus arbeitsmedizinischer Sicht inakzeptable Belastungen.

7.5.4 Korrelationen zwischen beurteilten Belastungspulsen und arbeitsmedizinischen Kennwerten

Die registrierten, teilweise deutlich erhöhten Herzschlagfrequenzen während der Rettungs- und Bergeversuche können unterschiedliche Ursachen haben. Die synchrone und fortlaufende Datenaufnahme der Körperhaltungen, Herzschlagfrequenzen und der Bewegungsabläufe durch Videoaufzeichnung ermöglicht eine Bewertung, ob und welche Tätigkeiten ursächlich für die erhöhten Pulswerte sein können. Daneben ist bekannt, dass konstitutionelle Faktoren wie Körperbau, Vegetativum und Trainingszustand oder Genussmittelge- oder -missbrauch Einfluss auf die Leistungsfähigkeit haben.

7.5.4.1 Physische (körperliche) Belastung und Belastungspulsverhalten

Fallbeispiel: Rettungsversuch 20. Bei der Rettung ging es um das Bergen eines Verunfallten, der unterhalb der Arbeitsbühne, die etwa in 30 m Höhe war, hing (Abbildung 7-2). Bei der Arbeit wird vor Ort kein Rettungsgerät bereitgehalten, sodass dieses erst aus dem Fahrzeug geholt werden muss.

Der Retter ist 44 Jahre alt, hat bei einer Größe von 181 cm und einem Gewicht von 87 kg einen BMI von 26.59 kg/m², raucht 10-20 Zigaretten tgl., treibt keinen Sport, klagt über Beschwerden des Stütz- und Bewegungsapparates, nimmt keine Medikamente. Die altersbedingte submaximale Pulsfrequenz beträgt 140 Pulse/min., die maximale 170 Pulse/min.

Beim Aufstieg auf den Antennenmast mit kleinen Pausen wurde eine Belastungsherzschlagfrequenz (Diagramm 7-27) um 100 Pulse/min. gemessen. Auf der Plattform wurden dann Sicherungsmaßnahmen im Stehen und Gehen ohne erkennbare größere körperliche Belastungen durchgeführt. Trotzdem überstieg die Pulsfrequenz sowohl die submaximale wie auch die maximale Herzschlagfrequenz von 170 Pulsen/min. Nachdem der „Verletzte“ in Position gebracht wurde, stieg der Retter ab, um die Rettungsausrüstung zu holen und auf die Plattform zu bringen. Der Aufstieg geschah zügiger, der Puls stieg von 120 auf 160 Pulse/min. deutlich an. Der Verletzte wurde von dem Retter, der sich am Rande der Plattform aufhielt, von dort aus an das Rettungsgerät

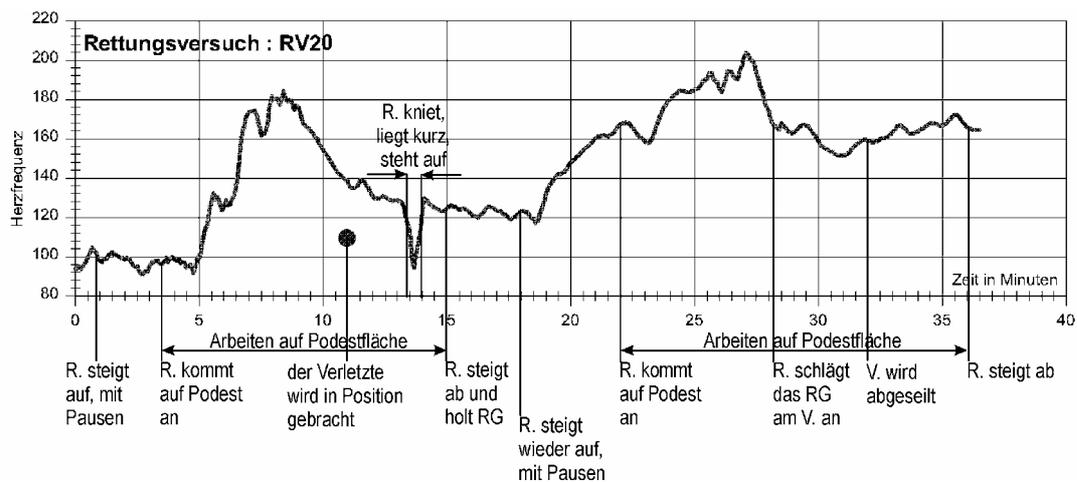


Abbildung 7-2:
Rettungsversuch 20,
Verunfallter hängt
unterhalb der
Arbeitsbühne

angeschlagen. Dazu wurden von dem Retter kniende, hockende und liegende Körperhaltungen eingenommen. Lasten mussten nicht bewegt werden. Der Retter wendete nur geringe Kräfte zur Betätigung der Gerätschaften an. Bei diesen Montagearbeiten kam es wieder zum Überschreiten der maximalen Herzschlagfrequenz von 170 Pulsen/min. bis zu einem extremen Spitzenwert von 204 Pulsen/min. Die altersbezogene maximale Herzschlagfrequenz wurde um 34 Pulse/min. überschritten. Der gesamte Rettungsversuch dauert 36:30 Minuten, die submaximale Herzschlagfrequenz wurde insgesamt 21:20 min. entsprechend 58.45% überschritten. In dieser Zeit fanden 5 Ereignisse statt, während der die maximale Herzschlagfrequenz von 170/min. überschritten wurde. Diese Überschreitungen dauerten in der Summe 06:50 Minuten oder 18.68 % der gesamten Rettungszeit.

Dieser Rettungsversuch zeigt, dass nicht alle hohen Belastungsherzschlagfrequenzen durch physische, also körperliche Belastungen oder Zwangshaltungen zu erklären sind.

Diagramm 7-27: Kommentierte Belastungspulskurve des Rettungsversuches 20



7.5.4.2 Physischer Leistungsindex

Alter, Trainingszustand, Body Mass Index und Rauchgewohnheiten bestimmen wesentlich die körperliche (physische) Leistungsfähigkeit. Das Alter ist persönlich nicht zu beeinflussen, die anderen Parameter in gewissen Umfang schon.

Übergewicht, fehlender Ausgleichssport und inhalatives Zigarettenrauchen fördern keine körperliche Leistungsfähigkeit. Andererseits ist bekannt, dass regelmäßiger Sport, der zu einem Trainingseffekt für das Herz-Kreislaufsystem führt, verbunden mit einem normalen Körpergewicht und dem Verzicht auf inhalatives Zigarettenrauchen bis ins hohe Alter eine gute Leistungsfähigkeit erhalten können.

Tabelle 7-109: Bewertung der leistungsmindernden Faktoren

Parameter	Item	Wert
1. BMI	1. Normalgewicht (bis BMI 24,9)	1.00
	2. Übergewicht (bis BMI 29,9)	0.90
	3. Fettsucht 1. Gr. (bis BMI 34,9)	0.80
	4. Fettsucht 2. Gr. (BMI über 34,9)	0.60
2. Sport	1. Sport mit Trainingseffekt	1.00
	2. kein Sport oder Sport ohne Trainingseffekt	0.60
3. Rauchen	1. noch nie geraucht	1.00
	2. raucht nicht mehr	0.90
	3. raucht gelegentlich	0.80
	4. raucht bis 10 Zigaretten tgl.	0.65
	5. raucht 10 – 20 Zigaretten tgl.	0.50
	6. raucht mehr als 20 Zigaretten tgl.	0.35

Um die gewonnenen Ergebnisse der Gesamtbewertungsstufen der Belastungspulse mit diesen persönlichen und durch das eigene Verhalten zu beeinflussenden Faktoren vergleichen zu können, wurde das Kriterium „Physischer Leistungsindex“ geschaffen.

Den drei Faktoren BMI, Sport und Rauchen wurden jeweils Werte von 0.35 bis 1.00 zugeordnet, siehe Tabelle 7-109. Dabei steht der Wert 1.00 für das Optimum. Durch Summation dieser drei Werte ergibt sich der Wert des „Physischen Leistungsindex“. Die Definition der drei Stufen des „Physischen Leistungsindex“ ist in der Tabelle 7-110 dargestellt.

Tabelle 7-110: Bewertungsgrundsatz der Leistungsressourcen

Physischer Leistungsindex	Definition der 3 Stufen	Wert
HOCH	Normalgewicht, Sport mit Trainingseffekt, raucht maximal gelegentlich	3.00 bis 2.70
DURCHSCHNITTLICH	bis Übergewicht, Sport mit Trainingseffekt, raucht maximal bis 10 Zigaretten tgl.	2.60 bis 2.30
UNTERDURCHSCHNITTLICH	alle anderen Kombinationen	unter 2.30

Die Beurteilung der einzelnen Retter und Berger nach den oben beschriebenen Kriterien des „Physischen Leistungsindex“ zeigt die Tabelle 7-111. Gegenüber den oben beschriebenen Bewertungsgrundsätzen der leistungsmindernden Faktoren und der Leistungsressourcen ergibt sich bei den beiden Rettern und Bergern mit einer Fettsucht 1. Grades eine Diskrepanz.

Tabelle 7-111: Beurteilung des physischen Leistungsindexes der einzelnen Retter und Berger

Bewertung	Wert	Bewertung			Berger Retter	BG	Rettungsversuch
Physischer Leistungsindex	BMI	Trainingszustand	Rauchen				
HOCH	2,70	Übergewicht	gut	gelegentlich	P25	BBBG	RV29-Vattenfall-03
	2,80	Fettsucht 1. Grades	gut	noch nie	P23	BBBG	RV27-Vattenfall-01
		Übergewicht	gut	nicht mehr	P08	BGCH	RV10-DOW-01
					P09	BGCH	RV11-DOW-02
					P11	SMBG	RV14-Gardner-03
		P18	BGFE	RV22-EPlus-03			
	P21	BGCH	RV25-DOW-01				
	P35	BGBA	RV33-Iselerbahn-01				
	2,90	Übergewicht	gut	noch nie	P04	BBBG	RV06-Kali-01
		Normalgewicht	gut	nicht mehr	P10	SMBG	RV12-Gardner-01
P17					BGFE	RV21-EPlus-02	
DURCHSCHNITTLICH	2,40	Übergewicht	durchschnittlich	nicht mehr	P07	BBBG	RV09-Kali-04
			gut	10-20 Z.t.	P24	BBBG	RV28-Vattenfall-02
	2,40	Normalgewicht	durchschnittlich	gelegentlich	P32	BGBA	RV32-Hornbahn-01
	2,50	Übergewicht	durchschnittlich	noch nie	P05	BBBG	RV07-Kali-02
					P15	BGFE	RV19-SAG-04
					P22	BGCH	RV26-DOW-03
					P41	BGBA	RV35-Kreuzeckbahn-01
	2,60	Fettsucht 1. Grades	gut	gelegentlich	P01	SMBG	RV01-Göttler-01
Normalgewicht		durchschnittlich	noch nie	P29	BGBA	RV31-Arber-02	
UNTERDURCHSCHNITTLICH	1,85	Übergewicht	durchschnittlich	über 20 Z.t.	P03	SMBG	RV05-Prebeck-03
					P26	BGBA	RV30-Arber-01
	1,95	Normalgewicht	durchschnittlich	über 20 Z.t.	P02	SMBG	RV03-Prebeck-01
	2,00	Übergewicht	durchschnittlich	10-20 Z.t.	P12	BGFE	RV16-SAG-01
					P13	BGFE	RV17-SAG-02
					P16	BGFE	RV20-EPlus-01
	2,10	Normalgewicht	durchschnittlich	10-20 Z.t.	P14	BGFE	RV18-SAG-03
					P19	BGFE	RV23-EPlus-04
					P38	BGBA	RV34-Hausbergbahn-01
	2,25	Normalgewicht	durchschnittlich	bis 10 Z.t.	P06	BBBG	RV08-Kali-03
P20					BGCH	RV24-DOW-01	

Da der BMI weder die Fettverteilung noch die Muskelmasse ausreichend berücksichtigt, wird aufgrund des hohen körperlichen Trainingszustandes und der dadurch bedingten kräftig ausgeprägten Muskulatur diese Zuordnung akzeptiert.

Diese Tabelle zeigt auch, dass insgesamt 11 Retter und Berger (35.48 %) einen hohen, aber ebenso viele einen unterdurchschnittlichen Leistungsindex aufweisen. Einen durchschnittlichen Index zeigen neun Retter und Berger (29.04 %). Einen durchschnittlichen bis hohen Leistungsindex haben nach diesen Kriterien somit 20 der 31 Retter und Berger oder 64.52 %. Die Zuordnung der Retter und Berger zu den einzelnen Berufsgenossenschaften, sortiert nach ihrem Leistungsindex, zeigt Tabelle 7-112.

Tabelle 7-112: Zuordnung der Berger und Retter zu den einzelnen Berufsgenossenschaften, sortiert nach ihrem Leistungsindex

Physischer Leistungsindex	BBBG	BGBA	BGCH	BGFE	SMBG	SUMME N / %
hoch	3	1	3	2	2	11 / 35.5
durchschnittlich	3	3	1	1	1	9 / 29.0
unterdurchschnittlich	1	2	1	5	2	11 / 35.5
SUMME (N)	7	6	5	8	5	31 / 100.0

Wenn man die Ergebnisse der nach dem physischen Leistungsindex beurteilten Retter und Berger den bewerteten Belastungspulsen aus der Tabelle 7-106 gegenüberstellt, ergibt sich das in der Tabelle 7-113 dargestellte Bild.

Auffällig bei dieser Gegenüberstellung sind folgende beide Extreme:

1. Retter und Berger, die nach unseren Kriterien einen hohen physischen Leistungsindex haben, zeigen hohe, zur Überforderung tendierende oder sogar eindeutig zu hohe Belastungspulse.
2. Retter und Berger mit durchschnittlichem oder gar unterdurchschnittlichem physischen Leistungsindex bewältigen Rettungsversuche mit ausgeglichenen Belastungspulsen.

Betrachten wir zur Verdeutlichung und zur Erklärung die vier Retter und Berger, die jeweils zwei Rettungsversuche absolvierten, Proband P 01, P 02, P 10 und P 11 und zwei Berger und Retter, Proband P 12 und P 13, die einen unterdurchschnittlichen physischen Leistungsindex zeigen.

Retter P 10 hat einen hohen physischen Leistungsindex. Im ersten Rettungsversuch (RV 12), Rettung eines knapp unterhalb der Absturzkante vor einer Fassade Hängenden, reicht dieser jedoch nicht aus, um bei der Schwere der Arbeit einen ausgeglichenen Pulscurvenverlauf einzuhalten. Der Arbeitspulstrend zeigt einen positiven Verlauf (Ermüdungspuls), der zu der Bewertung GELB des Belastungspulses führt. Der nach einer Pause durchgeführte zweite, anders gestaltete Rettungsversuch (RV 13), jetzt hängt der Verunfallte tief unterhalb der Absturzkante vor einer Fassade, zeigt wiederum eine hohe Belastung und einen ansteigenden Arbeitspulstrend.

Retter P 11 hat ebenfalls einen hohen physischen Leistungsindex. Der Rettungsversuch (RV 14), der von ihm durchgeführt wird, entspricht dem Versuch RV 12 des vorbebeschriebenen Retters. Die Belastung während dieses Rettungsversuches führt zu Überschreitungen der submaximalen Herzfrequenz und zu einem ansteigenden Arbeitspulstrend. Entsprechend dem vorbebeschriebenen Fall wird nach einer Pause der zweite

Rettungsversuch (RV 15), der dem RV 13 entspricht, durchgeführt. Die Schwere dieses Versuches führt dazu, dass der Belastungspuls dann auch die maximale Herzfrequenz übersteigt und dadurch der Retter selbst gefährdet ist.

Tabelle 7-113: Gegenüberstellung der probandenbezogenen Bewertungen der Belastungspulse und des physischen Leistungsindex zu den einzelnen Rettungsversuchen

Gesamtbewertungen der einzelnen Rettungsversuche:		
Bewertete Belastungspulse / physischer Leistungsindex aller Retter und Berger		
Rettungsversuch	Bewertung Belastungspuls	Bewertung physischer Leistungsindex
RV01-SMBG-01-Göttler-01-P01	GRÜN	DURCHSCHNITT
RV02-SMBG-02-Göttler-02-P01	GELB	DURCHSCHNITT
RV03-SMBG-03-Prebeck-01-P02	ROT	UNTERDURCHSCHNITT
RV04-SMBG-04-Prebeck-02-P02	ROT	UNTERDURCHSCHNITT
RV05-SMBG-05-Prebeck-03-P03	GELB	UNTERDURCHSCHNITT
RV06-BBBG-01-Kali-01-P04	GRÜN	HOCH
RV07-BBBG-02-Kali-02-P05	GELB	DURCHSCHNITT
RV08-BBBG-03-Kali-03-P06	GELB	UNTERDURCHSCHNITT
RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	ROT	HOCH
RV11-BGCH-02-DOW-02-P09	ROT	HOCH
RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	GELB	HOCH
RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	GELB	HOCH
RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	GELB	HOCH
RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	ROT	HOCH
RV16-BGFE-01-SAG-01-P12	GRÜN	UNTERDURCHSCHNITT
RV17-BGFE-02-SAG-02-P13	GRÜN	UNTERDURCHSCHNITT
RV18-BGFE-03-SAG-03-P14	GELB	UNTERDURCHSCHNITT
RV19-BGFE-04-SAG-04-P15	GELB	DURCHSCHNITT
RV20-BGFE-05-EPlus-01-P16	ROT	UNTERDURCHSCHNITT
RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	ROT	HOCH
RV22-BGFE-07-EPlus-03-P18	GRÜN	HOCH
RV23-BGFE-08-EPlus-04-P19	ROT	UNTERDURCHSCHNITT
RV24-BGCH-03-DOW-01-P20	ROT	UNTERDURCHSCHNITT
RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	ROT	HOCH
RV26-BGCH-05-DOW-03-P22	ROT	DURCHSCHNITT
RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	GELB	HOCH
RV28-BBBG-06-Vattenfall-02-P24	ROT	DURCHSCHNITT
RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	GELB	HOCH
RV30-BGBA-01-Arber-01-P26	ROT	UNTERDURCHSCHNITT
RV31-BGBA-02-Arber-02-P29	GRÜN	DURCHSCHNITT
RV32-BGBA-03-Hornbahn-01-P32	GRÜN	DURCHSCHNITT
RV33-BGBA-04-Iselerbahn-01-P35	GRÜN	HOCH
RV34-BGBA-05-Hausbergbahn-01-P38	GRÜN	UNTERDURCHSCHNITT
RV35-BGBA-06-Kreuzeckbahn-01-P41	GELB	DURCHSCHNITT

Retter P 01 zeigt einen durchschnittlichen physischen Leistungsindex. Der erste Rettungsversuch (RV 01), der Verunfallte hängt vor einem Gerüst, verläuft ohne größere Belastung für den Retter. Der nach einer Pause durchgeführte zweite Rettungsversuch (RV 02), der Verunfallte hängt tiefer vor einem Gerüst, belastet ihn mehr, sodass der Pulskurventrend Ermüdungszeichen zeigt.

Retter P 02 zeigt einen unterdurchschnittlichen Leistungsindex. Beide Rettungsversuche fordern ihn so stark, dass sein Belastungspuls in beiden Versuchen nicht nur die sub-maximale sondern auch die maximale Herzschlagfrequenz übersteigt, und er dadurch in seiner Gesundheit gefährdet ist.

Eine andere Situation zeigt sich bei den Probanden P 12 und P 13. Beide haben nach unseren Kriterien einen unterdurchschnittlichen physischen Leistungsindex. Beide bergen mit technischem Rettungsgerät die bei Arbeiten auf Hochspannungsmasten bzw. an Freileitungen Verunfallten. Bei Proband 12 hängt der Verunfallte unterhalb einer Traverse, bei Proband 13 muss der Verunglückte aus dem Fahrleitungswagen geborgen werden. Beide Berge- und Rettungsversuche stellen für die Berger und Retter zwar eine Belastung dar, die sie aber nicht überfordert.

Tabelle 7-114: Ausgesuchte Gesamtbewertungen nur von Bergern und Rettern mit hohem physischen Leistungsindex

Gesamtbewertungen der einzelnen Rettungsversuche / Retter und Berger				
Rettungsversuch	BG	Rettungsart	Bewertung Belastungspuls	Bewertung physischer Leistungsindex
RV27-BBBG-05-Vattenfall-01-P23	BBBG	Tandemrettung - freischneiden	GELB	hoch
RV29-BBBG-07-Vattenfall-03-P25	BBBG	2 Retter + Rettungstrage	GELB	hoch
RV12-SMBG-06-Gardner-01-P10	SMBG	Fassade - nah hängend	GELB	hoch
RV13-SMBG-07-Gardner-02-P10	SMBG	Fassade - tief hängend	GELB	hoch
RV14-SMBG-08-Gardner-03-P11	SMBG	Fassade - nah hängend	GELB	hoch
RV10-BGCH-01-DOW-01-P08	BGCH	Silorettung 1 Person	ROT	hoch
RV11-BGCH-02-DOW-02-P09	BGCH	Silorettung 3 Personen	ROT	hoch
RV25-BGCH-04-DOW-01-P21	BGCH	Tandemrettung	ROT	hoch
RV21-BGFE-06-EPlus-02-P17	BGFE	Steigschutzrettung	ROT	hoch
RV15-SMBG-09-Gardner-04-P11	SMBG	Fassade - tief hängend	ROT	hoch

Die Tabelle 7-114 zeigt nur Berger und Retter, die nach unseren Kriterien einen hohen physischen Leistungsindex aufweisen, die aber durch den Rettungsvorgang überfordert oder gar gefährdet werden. Die Kurzbeschreibung der Rettungsart zeigt dabei Schwerpunkte auf:

- Verunfallte, die vor einer Fassade hängen, wurden nach oben gerettet. Der Zugang zu ihnen sowie die Rettung nach oben verlangte von den Rettern und Bergern mangels geeigneten Hebezeugs Zwangshaltungen und Kraftaufwendungen.
- Tandemrettungen, bei denen sich der Retter zum Verunfallten abseilt und diesen manuell umhängt, um sich dann mit ihm zusammen weiter abzuseilen.
- Silorettungen, bei denen der Retter sich in ein Silo zum Verunfallten hin abseilen muss und dort am Seil hängend warten muss, bis der Verunfallte geborgen ist.
- Steigschutzrettungen, die nicht nur ein Übersteigen des Verunfallten verlangen, sondern auch mit Hebearbeiten der verunglückten Person verbunden sind.

Diese Beispiele zeigen, dass auch Berger und Retter mit einem hohen physischen Leistungsindex - die also regelmäßig einen Sport mit Trainingseffekt treiben, nicht rauchen und einen normalen BMI haben - durch die Aufgabe, wie sie ein seilunterstützter Berge- oder Rettungsversuch darstellt, stark gefordert oder gar überfordert werden können.

7.6 Ergebnisse der psychologischen Belastungs- und Beanspruchungsanalyse

7.6.1 Psychische Belastungsfaktoren

Im Leitfadeninterview wurden die Retter nach Belastungsfaktoren befragt, die während einer Rettung auftreten können. Dabei wurden die in der Tabelle genannten Belastungsfaktoren in den aufgeführten Häufigkeiten genannt, Mehrfachnennungen waren möglich.

Tabelle 7-115: Belastungsfaktoren bei Notfallrettungen

Belastungsfaktoren	Häufigkeit der Nennung	Prozent der Retter, die diese Antwort gaben
Schlechtes Wetter	18	44
Verletzungen des Opfers	10	24
Panik der Opfer	10	24
Eigene körperliche Verfassung ist für die Rettung nicht ausreichend	5	12
Eigene Stressentwicklung	5	12
Unvorhersehbarkeit der Situation	4	10
Opfer ist Kollege	3	7
Lärm	3	7
Zeitdruck	3	7
Angst	2	5
Sorge, ob die technische Ausrüstung vorhanden ist	2	5
Einsatzkleidung, Atemschutz, Absturzgefahr des Retters, Materialschäden, Schock des Opfers, Anschlagpunkte finden, Staub, Schwitzen, schwere Zugänglichkeit, Strom, Gas, fachlich überfordert zu sein, Angst etwas falsch zu machen, fehlendes Zusammenspiel mit Kollegen, Umgang mit Kindern, Umgang mit Behinderten, Umgang mit alten Leuten, Opfer wollen sich nicht helfen lassen, Klettern an Seilbahnkabine, Dunkelheit	je 1	2

Der stärkste Belastungsfaktor bei einer Notfallrettung ist für die Retter demnach schlechtes Wetter während der Rettung, das fast von der Hälfte der Befragten genannt wurde. Es folgten schwere Verletzungen und Panik der Opfer mit je 24 % sowie die körperlichen Anforderungen bei der Rettung und die eigene Stressentwicklung mit je 12 %.

7.6.2 Psychische Beanspruchung der Retter bei der Rettungssimulation

7.6.2.1 Gesamte Stichprobe

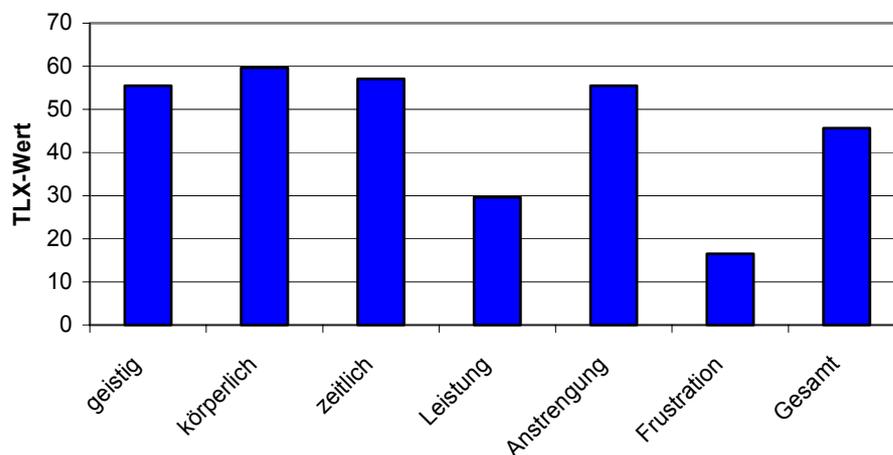
Wie bereits erwähnt, wurde die Beanspruchung, die die Retter während des Rettungsversuchs empfunden haben, mit dem NASA-Task Load Index TLX (HART, STAVELAND, 1988) erfasst. Die Tabelle 7-116 zeigt die Ergebnisse des TLX, wobei höhere Werte höhere Beanspruchung bedeuten.

Tabelle 7-116: Beanspruchung (TLX), N, MW, Standardabweichung (SD)

TLX-Skalen	N	MW	SD
Geistige Anforderungen	41	55.46	23.47
Körperliche Anforderungen	41	59.68	22.36
Zeitliche Anforderungen	41	57.07	20.65
Leistung	41	29.61	23.38
Anstrengung	41	55.49	25.00
Frustrationsniveau	41	16.54	22.31
Gesamt	41	45.64	16.06

Bei den Skalen „Leistung“ und „Frustrationsniveau“ kann nicht von einer Normalverteilung der Daten ausgegangen werden. Dennoch werden Mittelwerte aller Skalen angegeben. Weiterführende Berechnungen werden mit dem TLX-Gesamtwert durchgeführt, da dieser normalverteilt ist.

Abbildung 7-3: NASA Task Load Index



Wie aus der Tabelle und der Abbildung zu ersehen ist, werden die geistigen, körperlichen und zeitlichen Anforderungen der Rettungstätigkeit sowie der Grad der Anstrengung als relativ hoch eingeschätzt. Das Frustrationsniveau war hingegen relativ niedrig, die eigene Leistung wurde als eher positiv eingeschätzt. (Ein Wert von „0“ bedeutet bei der Einschätzung der eigenen Leistung „perfekter Erfolg“, ein Wert von 100 „totaler Misserfolg“. Dies folgt der Logik des TLX, bei dem höhere Werte höhere Beanspruchung bedeuten). Das heißt, die Retter schätzen die Anforderungen der Rettungsversuche als eher hoch ein, mussten sich auch anstrengen, um diese zu bewältigen, waren aber mit ihrer Bewältigung der Aufgabe insgesamt zufrieden. Dies ist ein Beispiel dafür, wie es durch (psychische) Belastung auch zu positiven kurzfristigen Beanspruchungsfolgen kommen kann, wie z. B. zu Trainingseffekten oder Lernen etc. Vor dem Hintergrund der hohen Standardabweichungen ist es sinnvoll, die Rettungsversuche im Einzelnen näher zu betrachten. Dazu soll zunächst auf die BG-spezifischen Ergebnisse eingegangen werden.

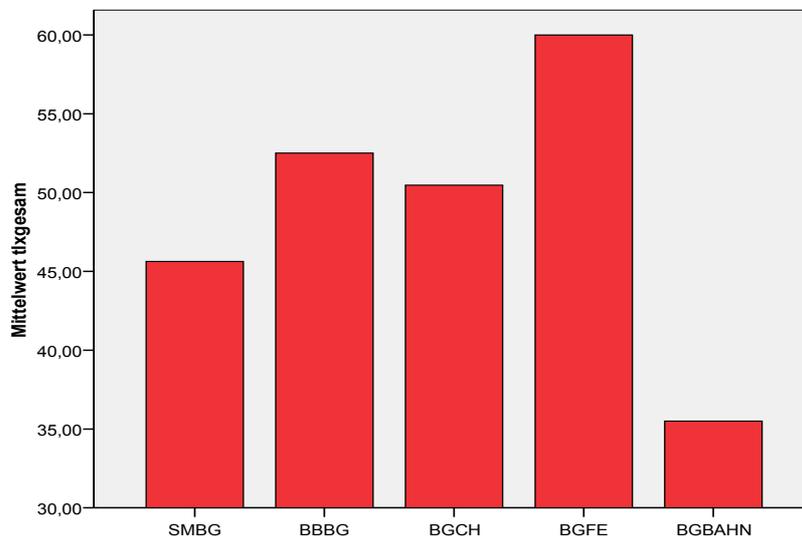
7.6.2.2 BG-spezifische Ergebnisse

In der folgenden Tabelle und Graphik sind die Ergebnisse für die psychische Beanspruchung - aufgeteilt nach Berufsgenossenschaften - dargestellt.

Tabelle 7-117: Ergebnisse der psychischen Beanspruchung, BG-spezifisch mit Nebenrettern

Berufsgenossenschaft	Mittelwert	N	Standardabweichung
SMBG	45.63	8	14.36
BBBG	52.50	4	11.10
BGCH	50.47	5	19.78
BGFE	60.00	8	15.34
BGBA	35.50	16	12.98
Insgesamt	45.74	41	16.70

Diagramm 7-28: Mittelwert des TLX-Gesamtwertes nach Berufsgenossenschaften

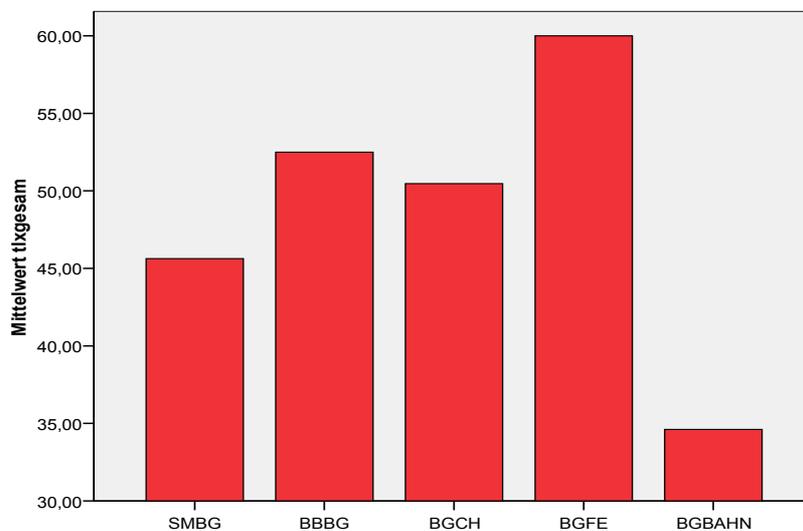


Wie zu erkennen ist, haben die Retter der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik ihre Rettungssimulationen als am beanspruchendsten empfunden. Die Retter der BG Bahnen empfanden sich subjektiv als wenig belastet. Da bei den BG Bahnen die Stichprobe aufgrund der hohen Anzahl von Nebenrettern (10) größer war und Nebenretter weniger beansprucht sind als die Hauptretter (siehe Tabelle 7-120), wurde eine zweite Berechnung mit den Daten der Hauptretter durchgeführt. Diese veränderte das Bild jedoch nicht. Die subjektiv als beanspruchendsten empfundenen Rettungsversuche waren die der BGFE, gefolgt von denen der BBBG, BGCH und SMBG.

Tabelle 7-118: Ergebnisse der psychischen Beanspruchung, BG-spezifisch ohne Nebenretter

Berufsgenossenschaft	Mittelwert	N	Standardabweichung
SMBG	45.62	8	14.361
BBBG	52.50	4	11.097
BGCH	50.46	5	19.784
BGFE	60.00	8	15.335
BGBA	34.61	6	8.307
Insgesamt	48.87	31	16.052

Diagramm 7-29: Mittelwerte des TLX-Gesamtwertes nach Berufsgenossenschaften ohne Nebenretter



Wie im Untersuchungsdesign beschrieben, sind alle Rettungsversuche in der Ausführung und in ihrem Schweregrad sehr unterschiedlich, so dass in keinem Fall von der subjektiv empfundenen psychischen Beanspruchung der Retter auf deren Leistungsfähigkeit geschlossen werden sollte. Was speziell an den Rettungssimulationen für die Retter psychisch belastend gewesen sein kann, kann erst nach der Gesamtanalyse, d. h., unter Einbeziehung der weiteren psychologischen Untersuchungen sowie der arbeitsmedizinischen und ergonomischen Analysen bestimmt werden. Im Folgenden sollen zunächst die Rettungsversuche betrachtet werden, die über die Gesamtstichprobe gesehen als am belastendsten erlebt worden sind.

Subjektiv beanspruchendste Rettungsversuche

Als psychisch überdurchschnittlich beansprucht wurden die Retter eingestuft, deren NASA Task Load Gesamtwert über einer Standardabweichung vom Mittelwert der Gruppe lag. Eine Übersicht über die als überdurchschnittlich beanspruchend erlebten Rettungsversuche gibt folgende Tabelle.

Tabelle 7-119: Überdurchschnittlich psychisch beanspruchte Retter

BG und RV	Firma	Person	TLX Gesamtwert (0-100)	Situation
BGFE, RV 21	E-Plus	P17	81.33	1 V hängt im Steigschutz
BGCH, RV 11	DOW Schkopau	P09	79.67	3 V hängen tief im Bereich der Silospitze
BGFE, RV 22	E-Plus	P18	77.17	1 V hängt tief unterhalb Flachdachkante
BGFE, RV 20	E-Plus	P16	72.17	1 V hängt frei unterhalb einer Turmbühne
SMBG, RV 05	Prebeck	P03	63.33	Rettung mit Kran, Verletzter wird durch Retter hochgeholt

Subjektiv am wenigsten beanspruchende Rettungs- und Bergeversuche

Als „unterdurchschnittlich beansprucht“ wurden die Retter bezeichnet, bei denen der NASA Task Load Gesamtwert mehr als eine Standardabweichung vom Mittelwert nach unten abweicht. Von den sechs Rettern, die sich als unterdurchschnittlich psychisch beansprucht beschrieben, waren drei Nebenretter, wie die folgende Tabelle zeigt. Dies ist verständlich, da Nebenretter meist weniger Verantwortung tragen als Hauptretter.

Tabelle 7-120: Unterdurchschnittlich psychisch beanspruchte Retter und Berger

BG und RV	Firma	Person	TLX Gesamtwert (0 - 100)	Retter	Situation
BGBA, RV 30	Arber Kabinenbahn	P28	8.83	NR	Komplettbergung eines Seilfeldes, Strickleiter, Kabine
BGBA, RV 30	Arber Kabinenbahn	P27	13.67	NR	Komplettbergung eines Seilfeldes, Strickleiter, Kabine
SMBG, RV 14	Gartner	P11	18.00	HR	Rettung über Vorsprung einer Fassadenwand, Verunfallter hängt frei knapp unterhalb der Kante
BGBA, RV 35	Bayerische Zugspitzbahn, Hausbergbahn	P41	22.50	HR	Komplettbergung Großkabine, mit Wagenführer
BGBA, RV 33	Iseler Bergbahn	P36	27.00	NR	Komplettbergung eines Seilfeldes, Seilfahrgerät, Sessel

Die Gesamtübersicht über die psychische Beanspruchung aller Retter zeigt Tabelle 7-121. Insgesamt lässt sich bei der Betrachtung der Tabelle sagen, dass die kurzfristige psychische Beanspruchung bei 5 Rettern überdurchschnittlich hoch ist. Bei den anderen ist sie entweder durchschnittlich oder unterdurchschnittlich. Die Rettungsversuche, bei denen überdurchschnittliche Beanspruchungen auftraten, werden weiter unten näher betrachtet.

Tabelle 7-121: Psychische Beanspruchung der Retter und Berger bei den Rettungs- und Bergeversuchen

TLX ges	Psychische Beanspruchung	BG	Firma	HR/NR	RV	P	Beschreibung
81.33	hoch	BGFE	E-Plus	1	21	17	Hängen im Steigschutz (Turm)
79.67	hoch	BGCH	DOW Schk	1	11	9	Verletzte (3 Personen) auf Behälterboden, Rettung (Verletzte alleine) nacheinander nach oben
77.17	hoch	BGFE	E-Plus	1	22	18	Hängen unter der Flachdachkante, Rettung nach unten
72.17	hoch	BGFE	E-Plus	1	20	16	Hängen unter der Bühnenkante (Turm)
63.33	hoch	SMBG	Prebeck	1	5	3	Rettung mit Kran, Verletzter wird durch Retter hochgeholt
62.17	durchschnittlich	BGFE	SAG	1	16	12	freies Hängen unterhalb der Traverse, äußeres Drittel
61.67	durchschnittlich	BBBG	K+S Kali	1	9	7	
58.33	durchschnittlich	BBBG	K+S Kali	1	7	5	Freies Hängen im Schacht, Person wird an Retter angekoppelt, Rettung nach unten
56.33	durchschnittlich	SMBG	Prebeck	1	4	2	Hängen seitlich unter einem Stahlsteg, Verletzter wird alleine abgelassen

TLX ges	Psychische Beanspruchung	BG	Firma	HR/NR	RV	P	Beschreibung
56.17	durchschnittlich	BGCH	DOW Böhlen	1	24	20	Verletzter auf Arbeitsbühne, Rettung mit Trage nach unten
56.00	durchschnittlich	BBBG	Vattenfall	1	28	24	Verunfallter Gasspeicher, Rettung mit Trage durch Feuerwehr nach unten
55.33	durchschnittlich	BBBG	Vattenfall	1	27	23	Verletzter hängt unter Kante, Retter seilt sich ab zu ihm, schneidet ihn los, beide werden abgeseilt
55.33	durchschnittlich	BBBG	Vattenfall	1	29	25	Verunfallter auf Gasspeicher, Rettung mit Trage durch zwei Retter, nach unten
55.00	durchschnittlich	SMBG	Gartner	1	13	10	Rettung über Vorsprung an einer Fassadenwand, Verunfallter hängt tief unter der Kante
53.33	durchschnittlich	BBBG	K+S Kali	1	8	6	Freies Hängen unter Stahlträger in der Schachttöffnung, Rettung nach oben
53.33	durchschnittlich	BGBA	Kreuzeckbahn	2	34	39	Bergung der Fahrgäste von 2 Kabinen, ohne Wagenführer
52.50	durchschnittlich	SMBG	Gartner	1	15	11	Rettung über Vorsprung an einer Fassadenwand, Verunfallter hängt tief unter der Kante
52.33	durchschnittlich	BGCH	DOW Böhlen	1	25	21	Verletzter hängt am Vorsprung/Zwischenpodest, Rettung nach unten, Retter wird getrennt abgeseilt
51.67	durchschnittlich	SMBG	Gartner	1	12	10	Rettung über Vorsprung an einer Fassadenwand, Verunfallter hängt frei knapp unterhalb der Kante
50.33	durchschnittlich	BGFE	SAG	1	18	14	Hängen in der Erdseilspitze
50.17	durchschnittlich	BGBA	Arber	2	31	31	Komplettbergung eines Seilfeldes, Strickleiter, Sessel
50.00	durchschnittlich	BGFE	E-Plus	1	23	19	Hängen unter Flachdachkante, Schrägabseilung nach unten
48.67	durchschnittlich	SMBG	Göttler	1	1	1	Hängen seitlich unter einem Stahlsteg, Verletzter wird alleine abgelassen
48.33	durchschnittlich	BGBA	Hornbahn	1	32	32	Komplettbergung eines Seilfeldes, Seilfahrgerät, Kabine
47.50	durchschnittlich	BGBA	Iseler Bergbahn	2	33	37	Komplettbergung eines Seilfeldes, Seilfahrgerät, Sessel
45.00	durchschnittlich	BGBA	Hornbahn	2	32	34	Komplettbergung eines Seilfeldes, Seilfahrgerät, Kabine
44.17	durchschnittlich	BGBA	Hornbahn	2	32	33	Komplettbergung eines Seilfeldes, Seilfahrgerät, Kabine
43.83	durchschnittlich	BGFE	SAG	1	17	13	Verletzter liegt im Fahrleitungswagen
43.00	durchschnittlich	BGFE	SAG	1	19	15	Hängen im Kontaktbereich Isolator/Seil
41.50	durchschnittlich	BGBA	Kreuzeckbahn	2	34	40	Bergung der Fahrgäste von 2 Kabinen, ohne Wagenführer
40.33	durchschnittlich	SMBG	Göttler	1	2	1	Hängen seitlich unter einem Stahlsteg, Verletzter wird alleine abgelassen
36.67	durchschnittlich	BBBG	K+S Kali	1	6	4	Freies Hängen tief im Schacht, Rettung nach oben
36.33	durchschnittlich	BGBA	Kreuzeckbahn	1	34	38	Bergung der Fahrgäste von 2 Kabinen, ohne Wagenführer
34.33	durchschnittlich	BGBA	Arber	1	31	29	Komplettbergung eines Seilfeldes, Strickleiter, Sessel
34.17	durchschnittlich	SMBG	Prebeck	1	3	2	Hängen seitlich unter einem Stahlsteg, Verletzter wird alleine abgelassen
34.17	durchschnittlich	BGBA	Iseler Bergbahn	1	33	35	Komplettbergung eines Seilfeldes, Seilfahrgerät, Sessel
32.83	durchschnittlich	BGCH	DOW Schkopau	1	10	8	Verletzter liegt auf Behälterboden, Rettung (Verletzter alleine) nach oben
32.00	durchschnittlich	BGBA	Arber	1	30	26	Komplettbergung eines Seilfeldes, Strickleiter, Kabine
31.33	durchschnittlich	BGCH	DOW Böhlen	1	26	22	Verletzter hängt im Steigschutz am Schornstein, Rettung nach unten
29.17	niedrig	BGBA	Arber	2	31	30	Komplettbergung eines Seilfeldes, Strickleiter, Sessel
27.00	niedrig	BGBA	Iseler Bergbahn	2	33	36	Komplettbergung eines Seilfeldes, Seilfahrgerät, Sessel
22.50	niedrig	BGBA	Hausbergbahn	1	35	41	Komplettbergung Großkabine, mit Wagenführer
18.00	niedrig	SMBG	Gartner	1	14	11	Rettung über Vorsprung an einer Fassadenwand, Verunfallter hängt frei knapp unterhalb der Kante
13.67	niedrig	BGBA	Arber	2	30	27	Komplettbergung eines Seilfeldes, Strickleiter, Kabine
9.00	niedrig	BGBA	Arber Bergbahn	2	30	28	Komplettbergung eines Seilfeldes, Strickleiter, Kabine

7.6.3 Ergebnisse Stressverarbeitungsstrategien

7.6.3.1 Leitfadeninterview

Die Stressverarbeitungsstrategien können vor einen Einsatz erlernt und geübt werden, während des Einsatzes in der Akutsituation angewandt werden sowie nach dem Einsatz zur Verarbeitung eingesetzt werden. Entsprechend wurden die Stressreduzierungs- und -verarbeitungsstrategien im Leitfadeninterview nach den Phasen der Prävention („Wie bereiten Sie sich persönlich auf eine Rettungsübung vor?“), der Intervention („Was tun Sie, wenn während der Rettung etwas Unerwartetes passiert?“) und der Nachsorge („Was machen Sie, um sich nach einem Rettungseinsatz zu erholen?“) getrennt. Die Antworten der Retter sind in den entsprechenden Häufigkeiten in den nachfolgenden Tabellen aufgeführt:

Tabelle 7-122: Stressprävention: „Wie bereiten Sie sich persönlich auf eine Rettungsübung vor“

Stresspräventionsstrategien	Häufigkeit	in Prozent
Die Technik kontrollieren	14	34
Die Situation gedanklich durchgehen	11	27
Sich auf die Situation einstellen	2	5
Rettung im Team gemeinsam Durchsprechen	2	5
Sport treiben	2	5
Positive Selbstinstruktion	1	je 2

Befragt nach Stresspräventionsstrategien gaben Retter am häufigsten an, ihre Technik genau zu kontrollieren und den Rettungsablauf gedanklich durchzugehen. Dies sind sinnvolle Techniken, da eine gut funktionierende Technik sowie die gedankliche Vorbereitung auf einen Einsatz helfen, mentale Ressourcen für die Anforderungen der Rettung frei zu haben. Nach der Kontrolle der Technik weiß man, dass man sich auf die Technik verlassen kann. Wenn man die Rettungssituation im Vorfeld gedanklich schon einmal durchgegangen ist, ist man auf die Anforderungen der Rettung besser vorbereitet.

Tabelle 7-123: Stressverarbeitungsstrategien die eingesetzt werden, wenn während der Rettung etwas Unerwartetes passiert

Stressverarbeitungsstrategie	Häufigkeit	in Prozent
Lösungsversuche unternehmen	20	49
Sich selbst beruhigen	16	39
Durchatmen	4	10
Nachdenken	4	10
Hilfe suchen	4	10
Innehalten	4	10
Sich sagen „Du musst durchhalten“	2	5
Sich konzentrieren	2	5
Bis 10 zählen, sich hinhocken, Plan ändern, sich zurückziehen, sich entspannen, Disziplin bewahren, auf Sicherheit schauen	je 1	je 2

Wenn während einer Rettung etwas Unerwartetes passiert unternehmen die Retter am ehesten aktive Lösungsversuche und beruhigen sich selbst. Das heißt, die Retter versu-

chen einerseits, die Situation anhand von Lösungsversuchen unter Kontrolle zu bekommen sowie ihre eigenen Stressreaktionen durch Strategien wie tief durchzuatmen, nachzudenken, innezuhalten etc. abzdämpfen.

Die folgende Tabelle zeigt die Stressverarbeitungsstrategien, die Retter nach einer Rettung („Was machen Sie, um sich nach einem Rettungseinsatz zu erholen?“) anwenden.

Tabelle 7-124: Stressverarbeitungsstrategien nach einem Einsatz

Stressverarbeitungsstrategie	Häufigkeit	in Prozent
Weiterarbeiten, nichts Besonderes	11	27
Mit Kollegen sprechen	10	24
Zigarette rauchen/Kaffee trinken	5	12
Sport treiben	4	10
Sich hinsetzen	2	5
Die Rettung nochmal Revue passieren lassen	2	5
Durchatmen, mit dem Opfer reden, Fernsehen, um Familie kümmern, Kleidung wechseln, einen Tag Urlaub nehmen, gedanklich verarbeiten, entspannen, in die Sauna gehen, ausruhen, schlafen, drüber nachdenken, etwas Trinken gehen, keine Zeit für Erholung, duschen	je 1	je 2 %

Hier wurden am häufigsten „Weiterarbeiten“ (27 %), „Mit Kollegen sprechen“ (24 %) und „Kaffee trinken bzw. Rauchen“ (12 %) genannt. Die ganz individuellen Verarbeitungsstrategien der Retter werden in der letzten Kategorie deutlich, bei der eigene Erfahrungen mit dem, was nach einem belastenden Ereignis gut tut, deutlich werden. Nach einem einmaligen Ereignis können alle von den Rettern genannten Strategien sinnvoll sein. Sollten sich die Rettungseinsätze häufen oder mit anderen lebensgeschichtlichen oder privaten Belastungen verbinden, sind Stressverarbeitungsstrategien wie „mit Kollegen sprechen“, „Sport treiben“, „ausruhen“ und „in die Sauna gehen“ gesundheitsfördernder als nur weiterzuarbeiten, zu rauchen oder Kaffee zu trinken. Vor diesem Hintergrund ist das Thema „Psychohygiene“, d. h. der adäquate Umgang mit belastenden Ereignissen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und Arbeitsfähigkeit ein wichtiger Baustein im Rahmen der psychologischen Schulung von Rettern. Im Folgenden sollen die Antworten, die die Retter zum Thema Stress- und Stressverarbeitung im Leitfadenterview gegeben haben, um die Antworten auf den standardisierten Stressverarbeitungsfragebogen SVF 120 (JANKE, ERDMANN, 1997) ergänzt werden.

7.6.3.2 Stressverarbeitungsfragebogen

Tabelle 7-125 zeigt neben der Darstellung der Ergebnisse die Maße der zentralen Tendenz, der Varianz sowie die Konfidenzintervalle der wahren Werte. Im Vergleich mit dem Standardkonfidenzintervall der T-Wert-Skala (Mittelwert von 50 und einer Streuung von 10) ergeben sich Klassifikationen der Stressverarbeitungsstrategien (vgl. hierzu WESTHOFF, KLUCK, 1998) in unterdurchschnittlich, durchschnittlich und überdurchschnittlich.

Tabelle 7-125: SVF 120, N, MW, SD, Konfidenzintervall, Klassifikation

SVF120-Skalen (ausgewählte)	N	MW	SD	Konfidenzintervall	Klassifikation
Schuldabwehr	41	50.34	8.77	39.79 – 60.89	durchschnittlich
Entspannung	41	50.17	9.10	42.33 – 58.01	durchschnittlich
Situationskontrolle	41	53.78	6.88	43.98 – 63.58	durchschnittlich bis überdurchschnittlich
Reaktionskontrolle	41	51.02	10.53	41.62 – 60.42	durchschnittlich
Positive Selbstinstruktion	41	52.22	9.26	43.24 – 61.20	durchschnittlich bis überdurchschnittlich
Gedankliche Weiterbeschäftigung	41	45.27	8.72	39.39 – 51.15	unterdurchschnittlich bis durchschnittlich
Positivstrategien	41	51.51	6.45	46.32 – 56.70	durchschnittlich

Bei allen Skalen kann von normalverteilten Daten ausgegangen werden. Aus diesem Grund wird mit dem Mittelwert operiert.

Die Retter weisen in den positiven Stressverarbeitungsstrategien „Schuldabwehr“, „Entspannung“ und „Reaktionskontrolle“ durchschnittliche Ausprägungen auf, bei der „Situationskontrolle“ und der „Positiven Selbstinstruktion“ sind die Retter als durchschnittlich bis überdurchschnittlich zu klassifizieren. Die höhere Aggregationsebene der „Positivstrategien“ ist als insgesamt durchschnittlich zu beurteilen. Bei der negativen Stressverarbeitungsstrategie der „gedanklichen Weiterbeschäftigung“ nach einem belastenden Ereignis („Nachgrübeln“) weisen die Retter unterdurchschnittliche bis durchschnittliche Werte auf.

7.6.3.3 Stressverarbeitungsstrategien nach Berufsgenossenschaften

Die folgenden Diagramme 7-30 und 7-31 zeigen die Stressverarbeitungsstrategien der Retter aufgeteilt nach Berufsgenossenschaften.

Diagramm 7-30: Positive Stressverarbeitungsstrategien nach Berufsgenossenschaft

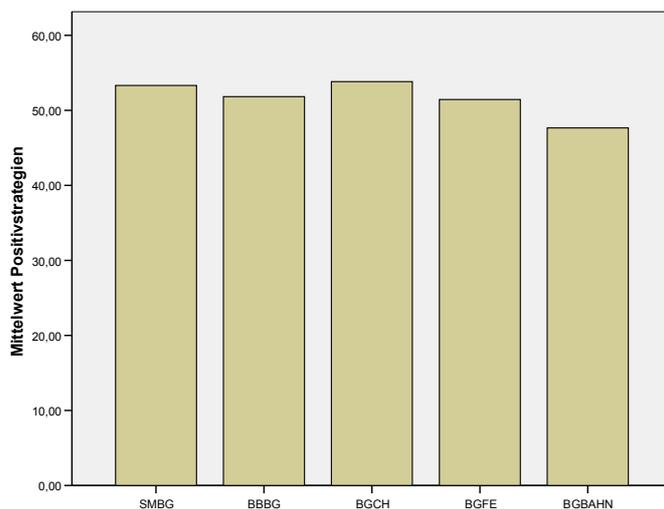
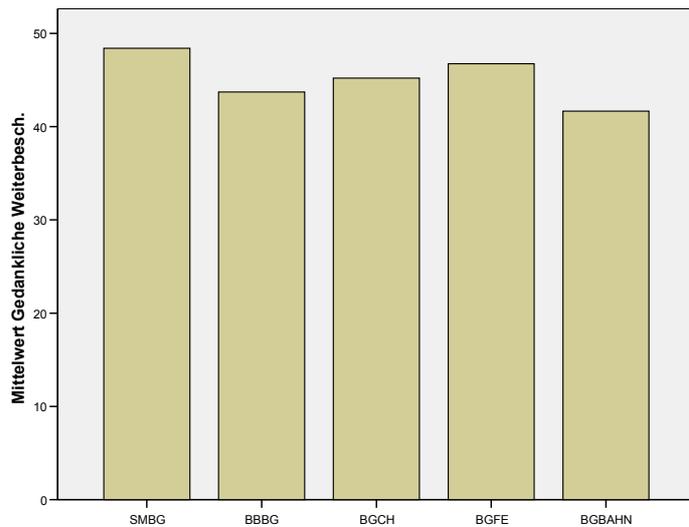


Diagramm 7-31: Negative Stressverarbeitungsstrategien nach Berufsgenossenschaft



Generell ist festzuhalten, dass die Ausprägung der Stressverarbeitungsstrategien, wie sie in dieser Studie gefunden wurde, in die Richtung geht, die für gewerbliche Retter wünschenswert ist. Sie zeigen eine durchschnittliche Ausprägung von positiven Stressverarbeitungsstrategien, wie z. B. das Bestreben, im Notfall die Kontrolle über die Situation wieder herzustellen (Situationskontrolle) oder sich selbst mit positiven Botschaften zu motivieren, wie z. B. „Du schaffst das schon“ (Positive Selbstinstruktion). Gleichzeitig ist die negative Stressverarbeitungsstrategie „Gedankliche Weiterbeschäftigung“ eher unterdurchschnittlich ausgeprägt, was unter dem Ressourcenaspekt für Retter von Vorteil ist, da sie sich nach einem belastenden Ereignis nicht unnötig lange mit Grübeleien aufhalten. Allerdings wird noch zu diskutieren sein, ob durchschnittliche Stressverarbeitungsstrategien für die Retter und Berger ausreichend sind.

7.6.4 Ergebnisse Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen

7.6.4.1 Gesamte Stichprobe

Im Folgenden werden die Testergebnisse des Fragebogens zu Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen (FKK, KRAMPEN, 1991) berichtet. In Tabelle 7.126 sind neben dem Mittelwert und der Varianz auch die Konfidenzintervalle angegeben. Es ergeben sich Klassifikationen der Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen in unterdurchschnittlich, durchschnittlich und überdurchschnittlich.

Tabelle 7-126: FKK, N, MW, SD, Konfidenzintervall, Klassifikation

FKK-Skalen	N	MW	SD	Konfidenzintervall	Klassifikation
Selbstkonzept	41	57.73	7.60	48.13 – 67.33	durchschnittlich bis überdurchschnittlich
Internalität	41	56.95	8.51	46.25 – 67.65	durchschnittlich bis überdurchschnittlich
Soziale Externalität	41	46.27	7.61	36.07 – 56.47	unterdurchschnittlich bis durchschnittlich
Fatalistische Externalität	41	43.02	8.87	33.22 – 52.82	unterdurchschnittlich bis durchschnittlich
Selbstwirksamkeit	41	58.32	6.81	50.22 – 66.42	durchschnittlich bis überdurchschnittlich
Externalität	41	44.10	7.05	36.00 – 52.20	unterdurchschnittlich bis durchschnittlich

Sowohl das „Selbstkonzept eigener Fähigkeiten“ als auch die „Internalität“ weisen relativ hohe Werte auf. Auf dem höheren Aggregationsniveau der „Selbstwirksamkeit“ weisen die Retter und Berger im Durchschnitt einen Wert von 58.32 auf. Dieser Wert ist als durchschnittlich bis überdurchschnittlich klassifiziert.

Die „soziale“ wie auch „fatalistische Externalität“ weisen relativ geringe Werte auf. Auf dem höheren Aggregationsniveau der „Externalität“ ergibt sich ein relativ geringer T-Wert von 44.1, der Wert ist klassifiziert als unterdurchschnittlich bis durchschnittlich. Damit zeichnet sich die untersuchte Stichprobe der Retter und Berger durch durchschnittliche bis überdurchschnittliche Selbstwirksamkeit und unterdurchschnittliche Externalität aus, d. h., die Retter sind davon überzeugt, über ausreichende Handlungskompetenzen zu verfügen und diese auch effektiv bei neuartigen Situationen wie Notfallrettungen einsetzen zu können. Die Retter weisen hier Qualitäten auf, die für Retter generell wünschenswert sind, nämlich eine ausgeprägte Selbstwirksamkeitsüberzeugung und eine unterdurchschnittliche Externalität (d. h. der Glaube, dass andere Mächte oder Menschen Einfluss auf das Ergebnis von Handlungen haben). Die folgenden Diagramme 7-32 bis 7-34 zeigen die Werte für Selbstwirksamkeit, Externalität und Internalität vs. Externalität aufgeschlüsselt nach den Berufsgenossenschaften. Wie leicht zu erkennen ist, gibt es kaum Unterschiede zwischen den Berufsgenossenschaften.

7.6.4.2 Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen nach Berufsgenossenschaften

Diagramm 7-32: Selbstwirksamkeit

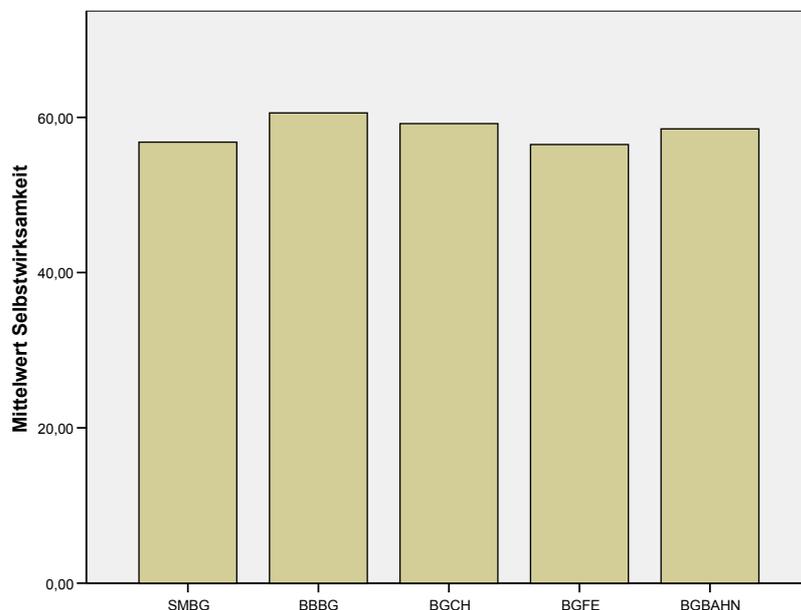


Diagramm 7-33: Externalität

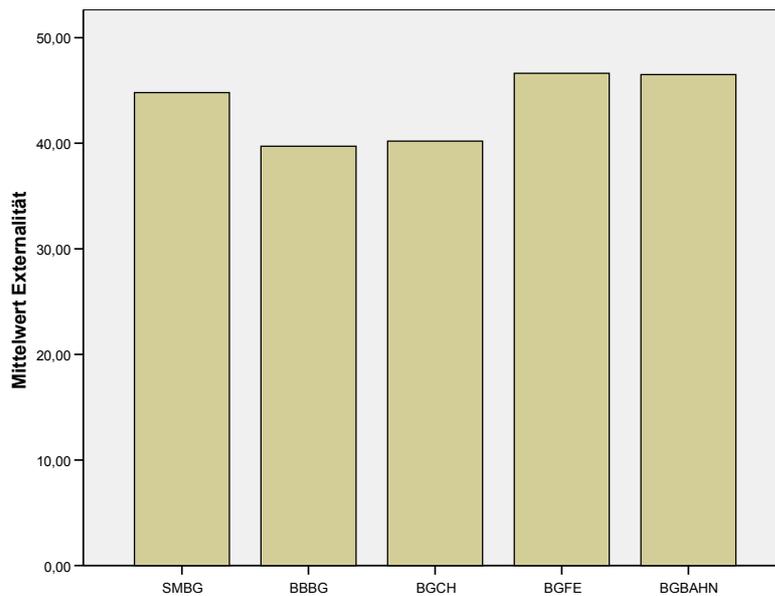
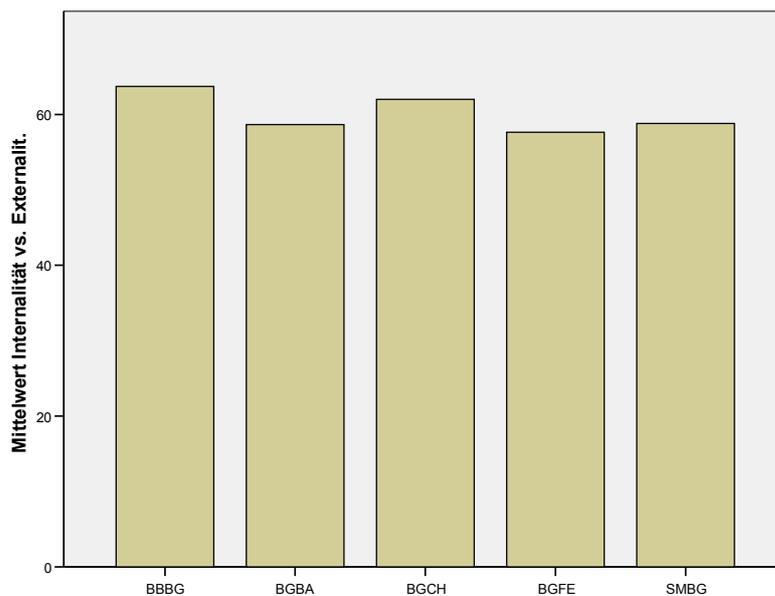


Diagramm 7-34: Internalität vs. Externalität



7.6.5 Ergebnisse fachliche Kompetenzen/Ausbildung

7.6.5.1 Gesamte Stichprobe

Hier sollen die Ergebnisse berichtet werden, die zu dem Verfahren der Beurteilung der fachlichen Kompetenz geführt haben. Das Verfahren wurde von Worch (WORCH, 2005) im Rahmen seiner Diplomarbeit am BGAG entwickelt. Das ursprüngliche Kategoriensystem wurde bereits im Methodenkapitel aufgezeigt. Die Expertenbeurteilung bezüglich der Relevanz einzelner Kategorien und Unterkategorien lieferte folgende in Tabelle 7-127 abgebildeten Ergebnisse.

Tabelle 7-127: Ergebnisse der Expertenbefragung

Kategorie	Unterkategorie	N	Min	Max	MW	SD
Art der Tätigkeit (Haupt-/Neben-)		10	3.0	5.0	4.0	.817
Berufserfahrung in Arbeit am Seil		10	2.0	5.0	4.3	.949
Anzahl Rettungseinsätze		10	3.0	5.0	3.7	.675
Vertrautheit mit Rettungstechnik		10	4.0	5.0	4.5	.527
Wissen um Rettungsorganisation		10	3.0	5.0	4.3	.823
Selbst- vs. Fremdauswahl		10	1.0	4.0	2.5	.850
Auswahlverfahren		10	2.0	4.0	3.2	.632
Art der WB/Rettungsübung		10	3.0	5.0	4.1	.738
Häufigkeit WB		10	3.0	5.0	4.5	.850
Umfang WB		10	2.0	4.0	2.8	.632
Ausbildungsumfang		10	2.0	5.0	3.4	1.075
Ausbildungsqualität		10	3.0	5.0	4.5	.707
	Gefährdungsbeurteilung	10	2.0	5.0	3.8	1.033
	Rettungspläne	10	3.0	5.0	3.9	.876
	Psychologische Themen	10	3.0	5.0	4.0	.667
	Medizinische Themen	10	4.0	5.0	4.6	.516
	Ausbildungsprogramm	10	2.0	5.0	3.8	1.135
	Abschlussprüfung	10	1.0	5.0	2.7	1.160
	Verteilung Theorie/Praxis	10	3.0	5.0	3.9	.738
	Abstimmung auf Firma	10	3.0	5.0	4.2	.789

Die allgemeine Güte der Urteilerübereinstimmung wurde getrennt für Kategorien und Unterkategorien mittels Kendall's W berechnet. Für Kategorien ergab sich ein W von 0.49** und für Unterkategorien ein W von 0.26*. Dies zeigt an, dass bezüglich des Einflusses der Unterkategorien auf die Ausbildungsqualität eine größere Uneinigkeit besteht. Auch wenn die Koeffizienten nicht sehr hoch sind, so sind die Rangreihen der Relevanzurteile signifikant konkordant, das heißt, sie stimmen nicht nur zufällig überein. Nach der im Methodenteil vorgestellten Prozedur wurden Kategorien und Unterkategorien eliminiert, wobei die ausgewählten in folgender Tabelle inklusive ihrer Gewichtungsfaktoren dargestellt sind.

Tabelle 7-128: Expertenbefragung, ausgewählte Kategorien und Unterkategorien, Gewichtungsfaktoren

Kategorie	Unterkategorie	Gewichtungsfaktor
Art der Tätigkeit (Haupt-/Neben-)		4.0
Berufserfahrung in Arbeit am Seil		4.3
Anzahl Rettungseinsätze		3.7
Vertrautheit mit Rettungstechnik		4.5
Wissen um Rettungsorganisation		4.3
Art der Weiterbildung/Rettungsübung		4.1
Häufigkeit Weiterbildungen		4.5
Ausbildungsqualität		4.5
	Rettungspläne	3.9
	Psychologische Themen	4.0
	Medizinische Themen	4.6
	Verteilung Theorie/Praxis	3.9
	Abstimmung auf Firma	4.2

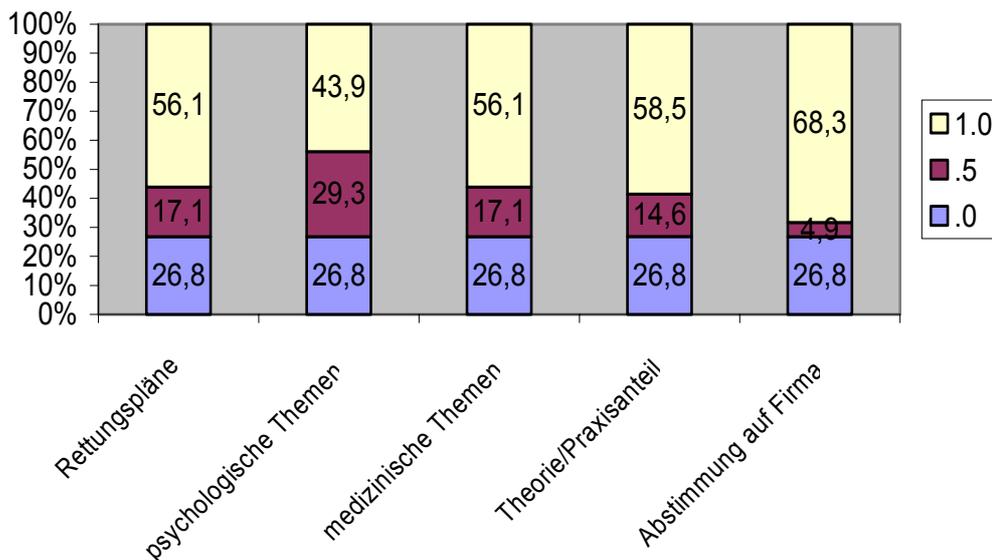
Diese ausgewählten Kategorien und Unterkategorien wurden skaliert. Als Maß der zentralen Tendenz wird der Median angegeben, da es sich bei allen Skalen um ordinale Daten handelt.

Tabelle 7-129: Unterkategorien, Median, SD und Skalenklassifikation

Unterkategorie	N	Median	SD	Skalenklassifikation
Rettungspläne	41	1.0	.437	wurden behandelt
Psychologische Themen	41	.5	.417	wurden nicht behandelt
Medizinische Themen	41	1.0	.437	wurden behandelt
Verteilung Theorie/Praxis	41	1.0	.439	Mehr als 50 % Praxisanteil
Abstimmung auf Firma	41	1.0	.447	ja

Wie in Diagramm 7-35 ersichtlich, haben 26.8 % aller untersuchten Retter keine Ausbildung absolviert. In der Mehrzahl der Ausbildungen wurden Rettungspläne (56.1 %) und medizinische Themen (56.1 %) behandelt, hingegen wurden psychologische Aspekte (43.9 %) seltener thematisiert. Der Großteil der Ausbildungen zeichnet sich durch einen mehr als 50-prozentigen Praxisanteil aus (58.5 %) und ist in der Regel auf die entsprechende Firma abgestimmt (68.3 %).

Diagramm 7-35: Prozentualer Anteil der Retter und Berger an verschiedenen Skalenstufen der Unterkategorien



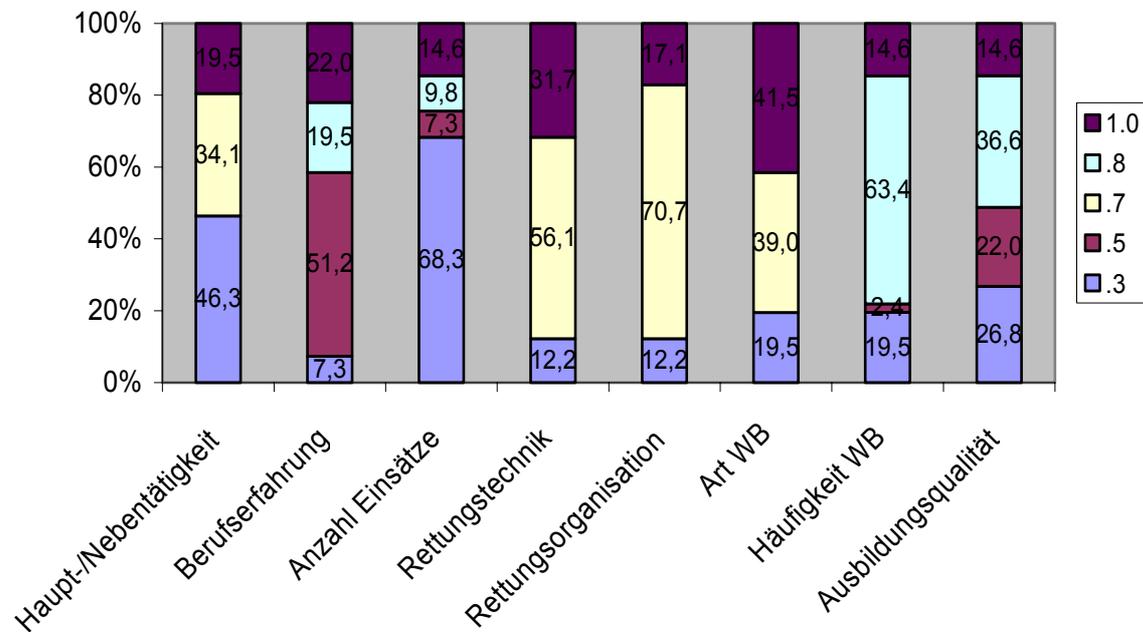
Mit den vorliegenden Daten der Unterkategorien war es möglich, einen ordinalen Wert der Ausbildungsqualität zu bestimmen. Als Maß der zentralen Tendenz wird erneut der Median angegeben, da es sich bei allen Skalen um ordinale Daten handelt.

Tabelle 7-130: Kategorien, Median, SD und Skalenklassifikation

Kategorie	N	Median	SD	Skalenklassifikation
Haupt-/Nebentätigkeit	41	.7	.278	Nebentätigkeit als Retter
Berufserfahrung in Arbeit am Seil	41	.5	.230	ja, nicht in Funktion des Rettens
Anzahl Rettungseinsätze	41	.3	.271	keine
Vertrautheit mit Rettungstechnik	41	.7	.217	Verständlich, aber nicht eingesetzt in täglicher Arbeit
Wissen über Rettungsorganisation	41	.7	.189	detailliertes Wissen
Art der Weiterbildung	41	.7	.261	nur praktische Kurse
Häufigkeit der Weiterbildung	41	.8	.229	regelmäßig, ≤ 4 mal pro Jahr
Ausbildungsqualität	41	.8	.255	mittlere

Mehr als die Hälfte der Retter besitzt Erfahrung in der Arbeit am Seil, jedoch nicht in Funktion des Rettens. Dies deckt sich mit Ergebnissen zu Rettungseinsätzen. Hier gaben mehr als zwei Drittel der Retter an, noch keine Einsätze durchgeführt zu haben. Für 87.8 % der Retter ist Rettungstechnik gut verständlich, wird aber nur von ca. einem Drittel in täglicher Arbeit eingesetzt. Das Wissen um Rettungsorganisation ist bei 87.8 % der Retter als detailliert zu bezeichnen und 17.1 % besitzen persönliche Weisungsbefugnisse. 80.5 % der Retter absolvieren Weiterbildungen, dabei werden zur Hälfte nur praktische Kurse und zur anderen Hälfte praktische und theoretische Kurse absolviert. Der Großteil der Weiterbildungen findet regelmäßig und bis zu viermal im Jahr statt. Bezüglich der Ausbildungsqualität sind 14.6 % der Retter als hoch, 36.6 % als mittel und 22.0 % als gering einzuschätzen. 26.8 % der Retter haben keine Ausbildung durchlaufen.

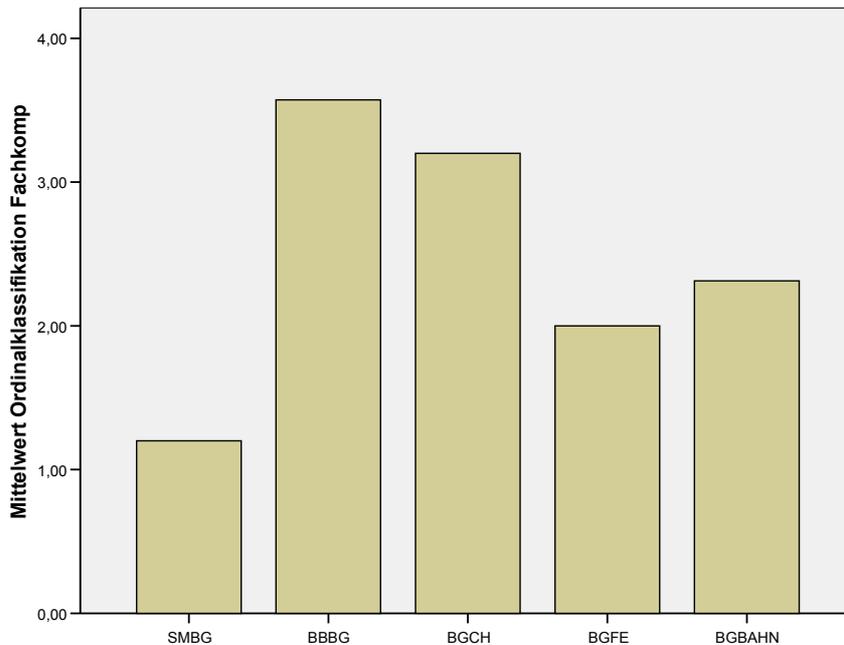
Diagramm 7-36: Prozentualer Anteil der Retter an verschiedenen Skalenstufen der Kategorien



Insgesamt ergeben sich aufgrund der Quartilklassifikation für die Variable „Fachliche Kompetenz“ vier annähernd gleich große Gruppen: sehr geringe (29.3 %), geringe (22.0 %), durchschnittliche (24.4 %) und hohe (24.4 %) fachliche Kompetenzen. Die „Fachliche Kompetenz“ der Retter verteilt sich wie folgt auf die unterschiedlichen Berufsgenossenschaften.

7.6.5.2 Fachliche Kompetenz nach Berufsgenossenschaft

Diagramm 7-37: Fachliche Kompetenz nach Berufsgenossenschaft



- 1 = sehr geringe fachliche Kompetenz
- 2 = geringe fachliche Kompetenz
- 3 = durchschnittliche fachliche Kompetenz
- 4 = hohe fachliche Kompetenz

Die semi-professionellen Retter der BBBG und der BGCH haben erwartungsgemäß höhere fachliche Kompetenzen als die rein gewerblichen Retter der BG Bahnen, der BGFE und der SMBG. Die geringsten fachlichen Kompetenzen weisen die Retter der SMBG auf.

7.6.6 Ressourcenindex

Wie im theoretischen Teil beschrieben, sind hoch ausgeprägte positive Stressverarbeitungsstrategien, schwach ausgeprägte negative Stressverarbeitungsstrategien sowie hohe Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen wichtige psychische Ressourcen beim Umgang mit Stress während und nach Rettungseinsätzen.

Diese drei psychischen Ressourcen, die anhand der standardisierten Tests erfasst wurden, sollen zu einem „Ressourcenindex“ zusammengefasst werden, der in komprimierter Form die persönlichen Ressourcen der Retter widerspiegelt. Ziel dieser Zusammenfassung ist es, im weiteren Verlauf der Untersuchung auf einen Gesamtwert für die psychischen Ressourcen des Retters zurückgreifen zu können.

Der Ressourcenindex setzt sich aus den Ergebnissen des Fragebogens zur Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen (FKK) und aus den Ergebnissen des Stressverarbeitungsfragebogens (SVF 120) zusammen. Obwohl die fachlichen Kompetenzen auch zu den Ressourcen gehören, wurden sie in diesem Fall nicht in den Ressourcenindex mit einbezogen, sondern gesondert betrachtet, da diese besonders auf Arbeits- und Rettungserfahrung sowie auf Schulungen und Trainings beruhen. Der psychische Ressourcenindex bildet hingegen verstärkt die Ressourcen ab, die in der Persönlichkeit angelegt sind.

Der FKK gibt auf Grundlage der Normstichprobe eine Unterteilung in unterdurchschnittlich, durchschnittlich und überdurchschnittlich der Tertiärskala vor. Diese wurden für den Ressourcenindex verwandt. Ebenso gibt der SVF 120 eine Unterteilung in unterdurchschnittlich, durchschnittlich und überdurchschnittlich auf Basis der Normstichprobe vor. Auch diese Unterteilung wurde für den Ressourcenindex übernommen. Da der SVF 120 zwischen positiven und negativen Stressverarbeitungsstrategien unterscheidet, jedoch nicht alle Skalen des Test verwendet wurden, wurden beide getrennt in den Ressourcenindex miteinbezogen.

Der Ressourcenindex setzt sich demnach wie folgt zusammen:

1. Ergebnisse des FKK Fragebogens, Tertiärskala
2. Ergebnisse des SVF, Skalen positive Stressverarbeitung
3. Ergebnisse des SVF, Skalen negative Stressverarbeitung

Da die Ausprägung in „überdurchschnittlich“, „durchschnittlich“ und „unterdurchschnittlich“ in den standardisierten Tests vorgegeben war, wurden diese Einteilungen übernommen und in die Zahlenwerte 3 (überdurchschnittlich), 2 (durchschnittlich) und 1 (unterdurchschnittlich) übertragen. Bei den negativen Stressverarbeitungsstrategien entsprach 3 (unterdurchschnittlich), 2 (durchschnittlich) und 1 (überdurchschnittlich), da es als Ressource anzusehen ist, wenn der Retter bei den negativen Stressverarbeitungsstrategien unterdurchschnittlich einzustufen ist.

Die folgende Tabelle zeigt diese Zuordnung noch einmal deutlich.

Tabelle 7- 131: Ressourcenindex 1

	Ausprägung	Wert
Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen	überdurchschnittlich	3
	durchschnittlich	2
	unterdurchschnittlich	1
Positive Stressverarbeitungsstrategien	überdurchschnittlich	3
	durchschnittlich	2
	unterdurchschnittlich	1
Negative Stressverarbeitungsstrategie	unterdurchschnittlich	3
	durchschnittlich	2
	überdurchschnittlich	1

Wie leicht zu erkennen ist, ergibt sich bei hohen psychischen Ressourcen, d. h. überdurchschnittlichen Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen, überdurchschnittlichen positiven Stressverarbeitungsstrategien und unterdurchschnittlich ausgeprägten

negativen Stressverarbeitungsstrategien ein Summenwert von 9. Im schlechtesten Fall ergibt sich bei niedrigen psychischen Ressourcen ein Summenwert von 3.

Von einer Gewichtung der einzelnen Komponenten wurde abgesehen, da nicht klar zu bestimmen ist, ob und wenn ja unter welchen Umständen eine der psychischen Ressourcen stärker ins Gewicht fällt als die anderen. Aus diesem Grund wurde der reine Summenwert gebildet. Aus den Einzelwerten können sich Summenwerte zwischen 3 bis 9 ergeben. Die Einteilung wurde so vorgenommen, dass Werte von 3 bis 4 als „unterdurchschnittlich“, von 5 bis 7 als „durchschnittlich“ und von 8 bis 9 als „überdurchschnittlich“ bewertet wurden. Die folgende Tabelle veranschaulicht diese Unterteilung.

Tabelle 132: Ressourcenindex 2:

Summe	Ressourcenindex
9	hoch
8	hoch
7	durchschnittlich
6	durchschnittlich
5	durchschnittlich
4	niedrig
3	niedrig

Nach dieser Einteilung ergibt sich für die untersuchte Retterstichprobe folgendes Bild, das in Tabelle 7-133 dargestellt ist. Dabei bedeutet 3 = hohe Ressource, 2 = durchschnittliche Ressource, 1 = niedrige Ressource.

Auffällig ist, dass die Retter entweder über einen hohen oder über einen durchschnittlichen Ressourcenindex verfügen. Kein Retter der untersuchten Stichprobe wies in der Summe unterdurchschnittliche psychische Ressourcen auf. Drei Retter sind zwar in Bereichen der Stressverarbeitung unterdurchschnittlich (rote Felder), können dies aber in anderen Bereichen, wie z. B. ihren Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen, kompensieren. Deshalb weisen auch diese drei Retter in der Summe einen durchschnittlichen Ressourcenindex auf. Da alle anderen Retter durchschnittliche bis hohe Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen und mindestens gute Stressverarbeitungsstrategien aufwiesen, ist es nicht verwunderlich, dass bei ihnen auch der psychische Ressourcenindex mindestens durchschnittlich ist.

Der Retter, der mit dem Summenwert „5“ den niedrigsten Ressourcenindex aufwies, wurde trotzdem noch als „durchschnittlich“ eingestuft, da sowohl seine Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen als auch seine positiven Stressverarbeitungsstrategien durchschnittlich waren. Interessanterweise ist der Retter mit dem niedrigsten Ressourcenindex auch derjenige, der die höchste psychische Beanspruchung nach dem Rettungsversuch angab (RV 21 P 17).

Tabelle 7-133: Ressourcenindex der untersuchten 31 Hauptretter und Berger

P	RVNR	BG	Firma	Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen	Pos. Stressverarbeitung	Neg. Stressverarbeitung	Ressourcen-Index
4	6	BBBG	K+S Kali	3	2	3	8
41	35	BGBA	Hausbergbahn	3	2	3	8
29	31	BGBA	Arber Bergbahn	3	2	3	8
9	11	BGCH	DOW Schkopau	3	3	2	8
22	26	BGCH	DOW Böhlen	3	2	3	8
18	22	BGFE	E-Plus	3	2	3	8
19	23	BGFE	E-Plus	2	3	3	8
25	29	BBBG	Vattenfall	3	2	2	7
24	28	BBBG	Vattenfall	3	2	2	7
5	7	BBBG	K+S Kali	3	2	2	7
35	33	BGBA	Iseler Bergbahn	3	2	2	7
32	32	BGBA	Hornbahn	3	2	2	7
38	34	BGBA	Kreuzeckbahn	2	2	3	7
21	25	BGCH	DOW Böhlen	3	2	2	7
20	24	BGCH	DOW Böhlen	3	2	2	7
8	10	BGCH	DOW Schkopau	3	2	2	7
16	20	BGFE	E-Plus	3	2	2	7
15	19	BGFE	SAG	3	2	2	7
13	17	BGFE	SAG	3	2	2	7
12	16	BGFE	SAG	3	2	2	7
11	14/15	SMBG	Joseph Gartner	3	2	2	7
2	3/4	SMBG	Prebeck	3	2	2	7
10	12/13	SMBG	Joseph Gartner	2	2	3	7
6	8	BBBG	K+S Kali	3	1	2	6
3	5	SMBG	Prebeck	3	2	1	6
23	27	BBBG	Vattenfall	2	2	2	6
7	9	BBBG	K+S Kali	2	2	2	6
1	1/2	SMBG	Göttler	2	2	2	6
26	30	BGBA	Arber Bergbahn	2	2	2	6
14	18	BGFE	SAG	2	2	2	6
17	21	BGFE	E-Plus	2	2	1	5

Betrachtet man den Ressourcenindex genauer, so kann festgestellt werden, dass die Persönlichkeitsfaktoren Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen bei der Stichprobe überdurchschnittlich gut ausgeprägt sind. Von den Rettern weisen 21, d. h. 70 % überdurchschnittliche hohe Kontroll- und Kompetenzüberzeugungen auf. Da davon ausgegangen wird, dass Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen stabile Persönlichkeitsmerkmale sind, die sich relativ schwer verändern lassen, ist es von Vorteil, dass die Retter hier überdurchschnittliche Werte aufweisen. Denn auch wenn Krampen (KRAMPEN, 1994) angibt, dass Veränderungen im Bereich der Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen als Folge psychotherapeutischer Behandlung möglich ist, so wäre dies innerhalb von Schulungen und Trainings, die im gewerblichen Bereich möglich sind, nicht leistbar. Deshalb ist es als positiv zu beurteilen, dass die Retter von ihren Persönlichkeitseigenschaften her die notwendigen Voraussetzungen mitbringen, um bei einem Rettungseinsatz eingesetzt zu werden. Zu hoffen bleibt, dass dies keine

Besonderheit der ausgewählten Stichprobe ist, sondern generell auf gewerbliche und semi-professionelle Retter zutrifft.

Die positiven Stressverarbeitungsstrategien sind bei 90 % der Retter durchschnittlich gut ausgeprägt. Das ist für die normale Stressbewältigung des täglichen Lebens absolut ausreichend. Tritt jedoch erhöhter Stress bei oder nach einer Notfallrettung auf, kann es sinnvoll sein, diese Ressourcen präventiv zu stärken. So können durch Stressimpfungstrainings oder Schulungen zur Stressprävention bei Rettungseinsätzen adäquate Techniken und Strategien erlernt werden. In solchen Trainings wird auch auf ungünstige Stressverarbeitungsstrategien, wie beispielsweise „Nachgrübeln“ eingegangen - das immerhin 6 % der Hauptretter zeigten - und es werden Anregungen gegeben, wie diese durch gesundheitsfördernde Strategien ersetzt werden können. Die Einschätzung, dass die Stressverarbeitungsstrategien gestärkt werden sollten, wird auch von den Ergebnissen des Leitfadenterviews gestützt, bei denen 12 % der Retter angaben, Angst vor dem eigenen Stresserleben zu haben (Frage im Leitfadenterview: Was ist belastend bei einem Rettungseinsatz?), siehe Tabelle 7-115.

7.6.7 Ergebnisse Gerettete

Nach der Rettungssimulation wurde auch der Gerettete oder die Geretteten anhand eines Fragebogens zu ihren Wahrnehmungen und Gefühlen während der Rettung befragt. Dabei wurde insbesondere danach gefragt, wie sicher sie sich während der Rettung gefühlt haben und was der Retter zu diesem Sicherheitsgefühl beigetragen hat. Diese Fragen wurden deshalb gestellt, weil es z. B. für die Prävention von traumatischen Belastungen nach einem Arbeitsunfall wichtig ist, dass der Retter dem Verunfallten erklärt, was er gerade tut, damit dieser weiß, was mit ihm geschieht und was die nächsten Schritte sind. Allein diese Information gibt Sicherheit und kann dem Gefühl des Kontrollverlusts und der Hilflosigkeit, die die Entstehung eines Traumas begünstigen können, entgegenwirken.

Insgesamt wurden 40 Gerettete befragt. Bei den Rettungen, bei denen mehr als eine Person gerettete wurde, wie beispielsweise bei den Gondelrettungen der BG Bahnen, wurden nicht alle Geretteten befragt, da dies den Rahmen der Studie gesprengt hätte. Die folgende Tabelle stellt die Ergebnisse des Sicherheitsempfindens der Geretteten dar.

Tabelle 7-134: Wie sicher haben Sie sich während der Rettung gefühlt?

Antwort	Prozent
Sehr unsicher	-
Unsicher	10
Etwas sicher	5
Sehr sicher	85

Wie festgestellt werden kann, haben sich die Geretteten während den Rettungen zum größten Teil (85 %) sehr sicher gefühlt. Bei den Rettungsversuchen RV 1, RV 3, RV 4 und RV 32 haben sich die Geretteten „unsicher“ gefühlt. „Etwas sicher“ fühlten sich die Geretteten bei RV 2 und RV 21. Kein Geretteter fühlte sich während der Rettung „sehr unsicher“.

Auf die Frage, was der Retter getan habe, um dem Geretteten das Gefühl von Sicherheit zu vermitteln, berichteten 65 %, dass der Retter nichts oder nichts besonderes getan habe, sie ihn aber als Kollegen kennen und wissen, dass sie sich auf ihn verlassen können. Dies war bei den Rettungen der BG Chemie, der Bergbau BG und bei einigen Rettungen der BGFE der Fall.

Auch von den anderen Geretteten wurde berichtet, dass der Retter nichts oder wenig gesagt habe, dass dies die Betroffenen aber nicht in ihrem Sicherheitsempfinden gestört habe. Dieses Ergebnis lässt sich zum einen darauf zurückführen, dass es sich bei den Rettungsversuchen oft um Kollegenrettungen gehandelt hat, bei denen man sich untereinander kennt, sich untereinander vertraut und auch die Rettungskette kennt. Das größte Unsicherheitsempfinden bestand bei den Geretteten der SMBG. Zum anderen lässt sich das große Sicherheitsempfinden der Geretteten eventuell auch darauf zurückführen, dass es sich bei den Rettungsversuchen ganz deutlich um Simulationen gehandelt hat, d. h. um künstlich nachgestellte Situationen. Der Gerettete fühlte sich nicht wirklich unsicher, der Retter nicht wirklich genötigt, auf den Verunfallten einzugehen. Hier ist anzuraten, bei einigen Rettungsübungen, insbesondere in den Branchen, bei denen sich Retter und Verunfallter mit großer Wahrscheinlichkeit unbekannt sind, auch Panik und Angst bei den Betroffenen simulieren zu lassen. Dann haben die Retter die Möglichkeit, während der Rettungsübungen auch Strategien im Umgang mit diesen Situationen zu trainieren.

Dies ist vor allem auch deshalb notwendig, da bei der Abfrage nach der am meisten belastenden Situation bei Rettungseinsätzen von vielen Rettern und Bergern auch der Umgang mit dem zu Rettenden als Stressfaktor genannt wurden. (Siehe Tabelle 7-115: Panik der Opfer (24 %), Umgang mit Kindern, Umgang mit Behinderten, Umgang mit alten Leuten, Opfer wollen sich nicht helfen lassen.

8 Zusammenfassung der Ergebnisse der Belastungs- und Beanspruchungsanalysen

In den folgenden drei Kapiteln 8.1 bis 8.3 sind die Zusammenfassungen der Ergebnisse und Bewertungen der Belastungs- und Beanspruchungsanalysen für die drei Teilbereiche „Ergonomie“, „Arbeitsmedizin“ und „Psychologie“ aufgeführt.

8.1 Zusammenfassung der Ergebnisse und Bewertungen der ergonomischen Belastungs- und Beanspruchungsanalyse

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse, Bewertungen und Konsequenzen der ergonomischen Belastungs- und Beanspruchungsanalyse zusammenfassend dargestellt. Hierzu wurden sinnvolle zusammengehörige Unterthemen gebildet.

Alter und Gewicht des Kollektivs der Retter und Berger

Das gesamte Kollektiv der Retter und Berger bestand aus Männern. Nach den ermittelten hohen physischen Belastungen und Beanspruchungen empfiehlt sich für die Ausübung dieser Tätigkeit ausschließlich der Einsatz von Männern. Dem wird in der Praxis auch entsprochen. Die mittleren Alter bezogen auf die Berufsgenossenschaften lagen etwa zwischen 34 und 39 Jahren, der Gesamtmittelwert des Alters betrug 38 Jahre. Die Altersspanne betrug 30 Jahre und hatte die Eckwerte 22 und 52 Jahre.

Die Pilotstudie an der Brauneck-Seilbahn in Lenggries (OTTERSBAACH et al., 2003) zeigte auf, dass das Alter von Rettern und Bergern auch höher liegen kann. Im Baugewerbe beispielsweise kann das Altersspektrum an Rettern auch sehr hoch sein, so dass für die Ausübung von seilunterstützten Rettungs- und Bergetätigkeiten zusammenfassend gesehen der gesamte mögliche gewerbliche Altersbereich von etwa 20 bis 65 Jahren anzunehmen ist.

Die Körpergewichte wurden mit Arbeitskleidung ohne zusätzliche Schutzausrüstungen ermittelt. Es ergaben sich ein Mittelwert von 85 kg und eine Spannweite von 42 kg mit Eckwerten bei 65 kg und 107 kg.

Zeitdauern der Rettungs- und Bergeversuche

Rettungs- und Bergetätigkeiten müssen in bestimmten Zeitdauern durchgeführt werden. Als oberstes Maß für die Festlegung einer anzustrebenden Rettungszeit gilt natürlich der Verletzte, der je nach Ausmaß einer möglichen Verletzung und der speziellen Befindlichkeit sehr schnell gerettet oder geborgen werden muss. Da zum Zeitpunkt der Auslösung des Rettungsprozesses in den meisten Fällen nicht mit Sicherheit das Ausmaß der Verletzung oder der gesundheitlichen Beeinträchtigung des Betroffenen ermittelt werden kann, ist eine schnellstmögliche Rettung oder Bergung in jedem Falle geboten.

Für den besonderen Fall, dass eine Person nach Absturz bewusstlos in ihrem Auffanggurt hängt und die Gefahr des orthostatischen Schocks besteht – diese Situation ist vom Rettungspersonal feststellbar –, muss eine maximale Rettungszeit unabdingbar gefordert werden. Nach den in der Literatur verfügbaren Untersuchungen und Unfallberichten zum orthostatischen Schock mit einer möglichen irreversiblen Verletzung oder sogar mit Todesfolge (BARIOD, THERY, 1997) ist hierfür eine maximale Rettungszeit von 10 - 20 Minuten in jedem Fall einzuhalten. Unter maximaler Rettungszeit ist

derjenige Zeitbereich zu verstehen, der vom Zeitpunkt des Absturzes der Person und dem anschließenden statischen Hängen im Gurt bei Bewusstlosigkeit bis zum fachgerechten Lagern der Person vergehen darf. In Gefährdungsanalysen ist bei Berücksichtigung des orthostatischen Schocks und einer möglichen Todesfolge eine maximale Rettungszeit von 15 Minuten zu fordern. Andere Anforderungswerte sind aufgrund fehlender gesicherter Erkenntnisse nicht verfügbar.

Die hier in dieser Untersuchung durchgeführten Rettungs- und Bergeversuche lassen sich in Rettungstätigkeiten mit einem Verletzten, mit mehreren Verletzten oder bei den Seilbahnen mit mehreren oder vielen Fahrgästen in Kabinen oder Sesseln einteilen. Bei den Rettungstätigkeiten, bei denen jeweils ein Verletzter gerettet wurde, lagen die Rettungszeiten, ermittelt als Messzeit der Herzfrequenzmessungen, etwa zwischen 11 Minuten und 38½ Minuten. Es gab eine Rettungstätigkeit mit 3 Verletzten, die hintereinander gerettet wurden, deren Dauer etwa 1 Stunde und 6 Minuten betrug. Um diese Zeitdauer auf eine zu rettende Person umzurechnen, kann bei grober Betrachtung der Phasen von einem Anteil von 3/5 der Gesamtdauer ausgegangen werden. Damit kann eine Rettungszeit bezogen auf eine verletzte Person von etwa 40 Minuten angenommen werden. Dieser abgeschätzte Wert liegt am oberen Rand des vorher genannten Bereiches für Ein-Mann-Rettungen.

Bei den Bergetätigkeiten der Fahrgäste an Seilbahnen liegen die gemessenen Bergezeiten etwa zwischen 53 Minuten und 2 Stunden. Bei diesen Bergetätigkeiten wurden die Fahrgastanzahlen je nach Bahnbeschaffenheit und Möglichkeiten eingerichtet. Damit können Gesamtbergezeiten für die verwandten Kabinen- oder Sesselbahnen abgeschätzt werden. Für Komplettevakuierungen an Seilbahnen wird in der entsprechenden DIN EN 1909 eine maximale Bergezeit von 3.5 Stunden gefordert.

Bei den im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Rettungs- und Bergeversuchen handelt es sich um nachgestellte Rettungstätigkeiten, durch die eine Ermittlung der hier angestrebten qualitativen und quantitativen Beobachtungen und Messungen möglich sein sollte. Es muss daher angenommen werden, dass Rettungs- oder Bergetätigkeiten beim akuten Einsatzfall schneller vollzogen werden, so dass die genannten Zeitdauern überwiegend nach unten zu korrigieren wären. Die gemessenen Zeitdauern beinhalten nicht den Zeitraum von Meldung des Unfallgeschehens bis zum Eintreffen des Rettungspersonals und enthalten auch teilweise Zeitspannen, die von der Übergabe des Verletzten an weiter betreuende Kräfte bis zum Ablegen der Rettungsausrüstung des Retters oder Bergers dauern. Unter der Annahme, dass sich die beiden oben genannten Zeitbereiche in etwa ausgleichen, liegt die hier ermittelte mittlere Rettungszeit für Ein-Mann-Rettungen in einem Bereich von 20 – 25 Minuten und ist damit generell als zu hoch einzuschätzen. Gemessen an der Problematik des orthostatischen Schocks ist dieser Mittelwert nicht akzeptabel.

Die Rettungszeit ist eine wesentliche Gestaltungsgröße bei der Konzeption von Rettungs- oder Bergetätigkeiten und daher auch notwendiger Bestandteil von Gefährdungsanalysen für seilunterstützte Rettungs- oder Bergearbeitsplätze. Die angewandte Rettungstechnologie ist so zu gestalten, dass die in der Gefährdungsanalyse festgelegte Rettungszeit eingehalten wird. Eine Rettungs- oder Bergetätigkeit kann nur bei klarer Strukturierung und Beherrschung von Technik und Technologie, also bei ausreichender Qualifikation der Retter und Berger, geplant werden.

Lastgewichte und statische Maximalkräfte der Retter und Berger

Die Erfassung der Lastgewichte und Betätigungskräfte beruht teilweise auf Messungen von Lasten und Gerätschaften und teilweise auf der Schätzung von Kräften aufgrund der Filmbeobachtungen. Die Lastgewichte, Kräfte und Erfassungszeiten haben daher eine begrenzte Genauigkeit und Vollständigkeit und lassen sich nur als eine grobe, aber doch ausreichende Erfassung von Handkräften einschätzen. Der zusätzliche zeit-synchrone Lastgewichtssensor wurde aus diesen Messungen und Schätzungen erstellt und war Grundlage der Analysen und Auswertungen.

Bei der Ermittlung von Tätigkeitsaspekten mit Lastgewichten, Tabelle 16-1, lassen sich alle Einzeltätigkeiten in 3 Kategorien einteilen. Die Kategorie mit den höheren bis höchsten Kräften enthält im Wesentlichen die Tätigkeiten, bei denen der Verletzte gehoben oder gestützt werden musste. Die zweite Kategorie beinhaltet Hebe- und Tragekräfte mit Rettungsmitteln und die dritte Betätigungskräfte an Gerätschaften.

Es wurden Lastenhandhabungen und Betätigungskräfte in allen Kraftstufen (10 kg Intervallbreite) bis in den Bereich 90 – 100 kg ermittelt. Lasten ab 30 kg wurden noch bei 12 Rettungsversuchen beobachtet und das Heben von hohen Lasten (Personen) wurde bei 9 Rettungsversuchen beobachtet. Die Ermittlung der Zeitintervalle ≥ 4 Sekunden Dauer bei den höheren Lastgewichtsstufen zeigt weiterhin, dass die aufgewendeten Kräfte als schon statisch wirkende Kräfte eingestuft werden können. Es wurden einige Zeitdauern im Bereich von 10 - 30 Sekunden und eine Zeitdauer mit Lastgewichtshandhabung von etwa 1½ Minuten ermittelt.

In Tabelle 8-1 sind die Anteile der Lastgewichtsstufen in Prozent und Zeit für die Gesamtzeit aller Rettungsversuche aufgeführt. Die Prozent- und Zeitanteile zeigen, dass die Lastgewichtshandhabungen gegenüber den anderen Tätigkeiten in den Rettungsversuchen als gering einzustufen sind. Entscheidend sind jedoch die Kräftehöhen und auch die durchaus längeren Zeitdauern der Lastgewichtshandhabungen, die natürlich bei höheren Kräften größere Auswirkungen haben als bei niedrigeren Kräften.

Tabelle 8-1: Anteile der Lastgewichtsstufen in Prozent und Zeit von der Gesamtrettungszeit (Summe aller Rettungsversuche)

	LG1 (0-10kg)	LG2 (10-20kg)	LG3 (20-30kg)	LG4 (30-40kg)	LG5 (40-50kg)	LG6 (50-60kg)	LG7 (60-70kg)	LG8 (70-80kg)	LG9 (80-90kg)	LG10 (90-100kg)
Anteil in %	3.02	0.9	0.39	0.02	0.24	0.05	0.04	0.02	0.21	0.07
Anteil in Zeit	00:27:56	00:08:20	00:03:36	00:00:11	00:02:13	00:00:28	00:00:22	00:00:11	00:01:57	00:00:39

In der Tabelle 8-2 sind die höchsten Lastgewichtsstufen für alle Rettungsversuche nach Berufsgenossenschaften dargestellt. Die BGCH weist mit nur einem Rettungsversuch und einer höchsten Lastgewichtsstufe LG2 (10 - 20kg) den geringsten Anteil auf. Die SMBG weist mit 7 Rettungsversuchen, bei denen als höchste Lastgewichtsstufe LG9 (80 - 90kg) ermittelt wurde, den größten Anteil auf. Bei der BGFE kommen bei 2 Rettungsversuchen höchste Lastgewichtsstufen von LG10 (90 - 100kg) vor. Bei der BBBG kommen bei 2 Rettungsversuchen die höchsten Lastgewichtsstufen LG3 (20 – 30 kg) und LG5 (40 - 50kg) vor. Die BGBA weist als höchste Lastgewichtsstufe LG2 (10 – 20 kg) auf.

Tabelle 8-2: Höchste Lastgewichtsstufen der Rettungs- und Bergeversuche nach Berufsgenossenschaften

BBBG			BGBA				BGCH	BGFE					SMBG											
RV06	RV07	RV08	RV28	RV30	RV31	RV33	RV34	RV35	RV10	RV17	RV18	RV19	RV20	RV21	RV22	RV23	RV01	RV02	RV03	RV04	RV12	RV13	RV14	RV15
LG3 (20-30kg)			LG5 (40-50kg)		LG2 (10-20kg)			LG1 (0-10kg)	LG2 (10-20kg)	LG2 (10-20kg)	LG4 (30-40kg)		LG2 (10-20kg)	LG10 (90-100kg)		LG1 (0-10kg)	LG2 (10-20kg)	LG1 (0-10kg)	LG9 (80-90kg)					

Insgesamt lag ein großes Spektrum an Lastgewichtshandhabungen mit teilweise sehr hohen Kräften bis in den Kraftbereich von 900 bis 1000 N vor. Die SMBG und die BGFE waren am stärksten betroffen. Die Lastgewichtshandhabungen sind aufgrund der aufgetretenen Krafthöhen als biomechanisch relevant einzustufen, wobei das Gesundheitsrisiko in einem akuten Verletzungsrisiko durch punktuell hohe Lastgewichtshandhabungen besteht. Bei den hohen Lastgewichtsstufen handelte es sich hauptsächlich um das Heben, Tragen oder Stützen der verletzten Personen.

Die statistischen Werte der statischen Maximalkräfte wurden der Tabelle 7-16, siehe Abschnitt 7.2.3, entnommen und sind in der Tabelle 8-3 zusammengefasst aufgeführt. Für die einzelnen Arme der Retter und Berger ergab sich für den Armbeugertest eine mittlere Kraft von etwa 320 N. Der 5%-Perzentilwert betrug 214 N. Für beide Arme zusammen wurde eine mittlere statische Maximalkraft von 644 N ermittelt und für diese Verteilung ergab sich ein 5%-Perzentilwert von 451 N. Die Verteilung der Kräfte beim Beinstreckertest betrug 2064 N, der 5%-Perzentilwert der Verteilung betrug 1422 N.

Tabelle 8-3: Statistische Maßzahlen der statischen Maximalkraftwerte des Kollektivs der Retter und Berger

Statistische Kenngrößen	Statistische Maßzahlen der statischen Maximalkräfte von 31 Hauptrettern und -bergern in N			
	linker Arm	rechter Arm	beide Arme	beide Beine
Mittelwert (MEAN)	324	318	644	2064
95%-Vertrauensintervall des Mittelwertes (95%KI-MEAN)	305 - 342	301 – 335	610 – 678	1894 - 2235
Standardabweichung	51	47	93	464
5%-Perzentilwert	214	236	451	1422

Bei den Lastgewichtshandhabungen wurden sehr häufig beide Arme benutzt, aber es gab auch Situationen, beispielsweise beim RV04, wo die verletzte Person vom Retter ausschließlich mit dem rechten Arm angehoben wurde. Die Unterarme und Oberarme hatten dabei meistens eine Haltung mit deutlich gestreckten Komponenten, so dass die Lastgewichtshöhen nicht direkt mit den statischen Maximalkräften des 90°-Armbeugertest verglichen werden konnten. Eine Abschätzung war jedoch möglich. Der 5%-Per-

zentilwert der statischen Maximalkraft für beide 90°-gebeugten Arme liegt auf einem Niveau von etwa 450 N und verglichen mit Lastgewichtshandhabungen, bei denen etwa 120–135° Armbeugewinkel auftraten und die in den Videofilmen häufig zu beobachten waren, lässt sich daraus doch ableiten, dass die Hand-Arm-Systeme teilweise eindeutig bis in den Bereich ihrer Maximalkraft belastet wurden und Aufgrund der Dauern auch Ermüdungseffekte auftraten.

Aufgrund der mit den höheren und hohen Kräften einhergehenden Verletzungsgefahren sollten die Handkräfte durch Lastgewichtshandhabung oder andere auftretende relevante Betätigungskräfte bei seilunterstützten Rettungs- oder Bergetätigkeiten begrenzt werden. Systematische vermeidbare Betätigungskräfte, die im Bereich der Maximalkraft des Retters oder Bergers liegen, müssen vermieden werden. Erschwerend kommen die Ergebnisse der Analysen der Körperhaltungen hinzu. Die Einflüsse der dabei ermittelten großen Anteile mit kritisch einzustufenden Körperhaltungen, bei denen auch schon mittlere oder kleinere Lastgewichtshandhabungen oder Kraftaufwendungen generell das Verletzungsrisiko erhöhen können, verstärken die Notwendigkeit zur Regulierung von Lastgewichten und anderen Prozesskräften erheblich.

Um die Umsetzung von Grenzwerten in die betriebliche Praxis zu stützen, werden zur Regulierung folgende Kraftbereiche empfohlen: Kraftbetätigungen bis 100 N (10 kg) können als unbedenklich bewertet werden. Höhere Kräfte, wie sie beispielsweise für Montagearbeiten oder Gerätebetätigung notwendig sind, sollten bis zu einem Wert von 250 N (25 kg) begrenzt bleiben. Darüber hinausgehende Lastenhandhabungen oder generelle Betätigungskräfte sollten bis auf unvermeidliche Ausnahmesituationen, die u. U. durch eine nicht vorhersehbare Unfallsituation bedingt sein können, vermieden werden.

Oberkörperhaltungen, Beinhaltungen und Ganzkörperhaltungen

Die Analyse der Oberkörperhaltungen bezogen auf die Gesamtzeit aller Rettungs- und Bergetätigkeiten von etwa 15 ½ Stunden (Gesamtzeit Körperhaltungsmessungen) ergab, dass etwa 34% der Oberkörperhaltungen durch die Kategorien „gebeugt: 8.8 %“, „tordiert/seitlich geneigt: 19.2 %“ oder als Kombination daraus „gebeugt & tordiert/seitlich geneigt: 5.0 %“ eingestuft wurden. Als auffälligster Anteil zeigt sich der hohe Wert von 19.2 % für die Oberkörperhaltung „tordiert/seitlich geneigt“, der sich deutlich von den anderen beiden Oberkörperhaltungen abgrenzt. In der überwiegenden Mehrheit aller Rettungsversuche, insgesamt 24 von 34, ist der Anteil an „tordierten/seitlich geneigten Oberkörperhaltungen“ im Vergleich zu den anderen beiden als kritisch abzufragenden Oberkörperhaltungen „gebeugt“ und „gebeugt & tordiert/seitlich geneigt“ dominant.

Deutliche Anteile an Oberkörper torsionen und -seitneigungen sind charakteristisch für seilunterstützte Rettungs- und Bergetätigkeiten. Der Grund liegt in der mangelnden Bewegungsmöglichkeit der unteren Extremitäten, da der Rettungsprozess sehr häufig auf einengenden Bauteilen oder im Rettungsgurt stattfindet. Bei mangelnder Bewegungsmöglichkeit der Beine muss der Rumpf durch eine größere Beweglichkeit die Anforderung an den notwendigen Bewegungsraum, der sich durch die auszuführende Rettungstätigkeit ergibt, für die Hand-Arm-Systeme ausgleichen. Die dadurch notwendigen größeren Rumpfbewegungen bis in die Endbereiche sagittaler, lateraler und dorsaler Rumpffparameter hinein enthalten ausgeprägte Torsionen und Seitneigungen,

die sich für die hier untersuchte Arbeitstätigkeit des seilunterstützten Rettens und Bergens aus Höhen und Tiefen als typisch erwiesen.

Von den durch die Analyseverfahren erkannten Beinhaltungen sind die Kategorien „knien“ und „stehen, beide Beine gebeugt“ als am stärksten belastend einzuschätzen. Dies gilt insbesondere in Kombination mit kritischen Oberkörperhaltungen. Insgesamt wurde für diese beiden Beinhaltungen ein Anteil von 23.72 % ermittelt. Für die einzelnen Berufsgenossenschaften wurden Summenanteile von 13.1 bis 28.7 % ermittelt. Die BGFE und die BG-BAHNEN weisen mit etwa 28 % die höchsten Anteile, die SMBG mit 13.1 % den niedrigsten Anteil auf. Auch hier sind häufig die ausgeprägten Anteile mit eingeschränkten Bewegungs- und Platzierungsmöglichkeiten zu erklären, die knien und starke beidseitige Beinbeugungen erforderlich machen, um die Rettungstätigkeit ausführen zu können.

Der Gesamtanteil an Ganzkörperhaltungen, der aus den Oberkörperhaltungen „gebeugt“, „tordiert/seitlich geneigt“ oder „gebeugt & tordiert/seitlich geneigt“ in Kombination mit den Beinhaltungen „knien“ und „stehen/beide Beine gebeugt“ besteht, betrug 13.3 %. Dabei schwankten die Anteile für die Gruppe der Berufsgenossenschaften zwischen 8.25 % und 14.55 %.

Körperhaltungen nach BG, Rettungsvariante und Rettungsausführung

Die Anteile der Oberkörperhaltung „tordiert / seitlich geneigt“ wurde nach den 3 Substrukturen „Berufsgenossenschaft – BG“, „Rettungsvariante – RV“ und „Rettungsausführung – RAF“ analysiert. Betrachtet man die Anteile für die Berufsgenossenschaften, dann zeigen die BBBG, die BGBA, die BGCH und die BGFE ähnliche Werte mit einem Bereich von 17.9 % bis 21.9 %. Ein geringerer Wert von 12.8 % wurde für die SMBG ermittelt, der sich aber ebenfalls klar von den beiden anderen kritischen Oberkörperhaltungsanteilen für die SMBG abgrenzt.

Bei den Rettungsvarianten liegen die Anteile etwa zwischen 10 % und 30 %. 3 Ausprägungen für die Oberkörperhaltung „tord. / seitl. gen.“ weisen Anteile zwischen 26.56 % und 30.11 % auf und liegen auf einem deutlich höheren Niveau als die Anteile der anderen Ausprägungen. Dabei handelt es sich um Rettungstätigkeiten im Steigschutz oder der Erdseilspitze eines Fernleitungsmastes, um Bergetätigkeiten von Verletzten oder Fahrgästen aus Sessel, Kabine oder dem Fahrleitungswagen einer Fernleitung sowie Rettungen von Verletzten, die frei und tief unter Bauteilen hängen.

Bei den Rettungsausführungen an Fernleitungsmasten wird der größte Anteil von 34 % für die Oberkörperhaltung „tord. / seitl. gen.“ ausgewiesen. Einen Anteil von 29.42 % wurde bei der Rettungsausführung ermittelt, bei der sich der Retter zum Verletzten abseilen, eine passende Rettungstechnik installieren musste und bei der beide anschließend getrennt zu einer unteren oder oberen Rettungsebene nacheinander abgelassen oder heraufgeholt wurden. Bei der Rettungsausführung mit Strickleiter bei der Bergung von Fahrgästen aus Sessel oder Kabine wurde ebenfalls ein Anteil von etwa 29 % ermittelt. Die Steigschutzrettungen wiesen einen Summenanteil von 26.53 % aus und bei den Rettungsversuchen, wo der Retter mit etwas zusätzlicher Kletterarbeit auf einer begehbaren Ebene verbleibt, betrug der Anteil 20.53 %. Die weiteren Rettungsausführungen hatten Anteile zwischen 8.05 und 16.47 %.

Betrachtet man für die Oberkörperhaltung „tord. / seitl. geneigt“ die Rettungsversuche in den einzelnen Merkmalsausprägungen der drei Substrukturen mit Summenanteilen ≥ 10 % - Aufgrund der Übersichtlichkeit - , mit den höchsten Einzelanteilen, siehe

Tabelle 7-45, dann zeigen sich bei insgesamt 18 Merkmalsausprägungen nur 10 ausgewiesene Rettungs- und Bergeversuche. Die Versuche, die bei den 18 Ausprägungen in allen drei Substrukturen Übereinstimmung hatten, stellen Schwerpunkte der Rumpfbelastungen dar. Es handelt sich um die Rettungsversuche RV08 (BBBG: Rettung eines frei und tief unter einer Stahlkonsole hängenden Verletzten), RV21 (BGFE: Steigleiterrettung) und RV 31 (BGBA: Bergung von Fahrgästen aus einer Sesselbahn mit einer Seilleiter).

Für die kritischen Beinhaltenungen „knien“ und „stehen/beide B. gebeugt“ zeigen sich bei den Berufsgenossenschaften die gleichen Schwerpunkte. Der größte Summenanteil der beiden Beinhaltenungen bei der SMBG weist mit 1.73 % beim RV04 im Vergleich einen kleinen Anteil auf, während die größten Summenanteile dieser Beinhaltenungen bei den anderen Berufsgenossenschaften deutlich höhere Werte zwischen 8.85 % und 12.91 % ausweisen.

Bei 8 von insgesamt 9 Rettungsversuchen der SMBG wurde die Rettungstätigkeit im wesentlich von einer Ebene, bei zweien davon mit zusätzlichem Klettern im Umfeld der Ebene verbunden durchgeführt. Da die Retter für die erforderlichen Beinbewegungen meistens ausreichenden Platz vorfanden und überwiegend stehen konnten, wurden für die beiden genannten kritischen Beinhaltenungen keine ausgeprägten Anteile in den Größenordnungen wie bei den anderen Berufsgenossenschaften gefunden. Die Rettungsausführungen der anderen Berufsgenossenschaften enthalten im Gegensatz dazu deutlich höhere Anteile dieser Beinhaltenungen Aufgrund der einengenden und einschränkenden Arbeitswege, Steh-, Tritt- und Gehmöglichkeiten für die unteren Extremitäten.

Statische Körperhaltungen des Rumpfes

Zur Beurteilung statischer Körperhaltungen wurden mehrere aufeinander folgende Zeitintervalle > 4 Sekunden definiert und deren Häufigkeiten für die Rumpffparameter ausgezählt. Für die sagittale Rückenkrümmung wurde im Vergleich mit den anderen Rumpffparametern mit 378 Statikintervallen deutlich die größte Häufigkeit ermittelt. Die Häufigkeiten der anderen Parameter lagen zwischen 74 und 100.

Für die sagittale Rückenkrümmung weisen die BGFE (118) und die BGCH (99) die größten Häufigkeiten auf. Es wurden statische Zeitintervalle bis 60 Sekunden und 1 Intervall mit einer Dauer über 1 Minute ermittelt. Bei der Winkelklasse $> 40^\circ$ wurden 126 Statikintervalle gefunden. Berechnet man mit den Einzelhäufigkeiten und den Zeitintervallmitten die gesamte Statikzeit, dann ergibt sich für die sagittale Rückenkrümmung ein Wert von etwa 1 Stunde und 52 Minuten. Grob geschätzt betrug daher die gesamte Dauer statischer Zeitintervalle, in denen die sagittale Rückenkrümmung im Endbereich lag, etwa 12 % der gesamten Rettungszeit von $15\frac{1}{2}$ Stunden.

Für die laterale Rückenkrümmung wiesen die BGBA, die BBBG und die BGFE die größten Häufigkeitswerte zwischen 19 und 23 auf. Insgesamt wurden 82 Statikintervalle ermittelt. Dabei kamen Zeitintervallgrößen bis 30 Sekunden vor. Die gesamte Zeitdauer, in denen ausgeprägte laterale Rückenkrümmungen eingenommen wurden, betrug nach dem gleichen Berechnungsmodus nur noch etwa 1.3 %.

Bei Rumpftorsionen $< -20^\circ$ und $> +20^\circ$ wurden insgesamt 74 Statikintervalle gefunden, bei denen im Wesentlichen Zeitdauern bis 30 Sekunden auftraten. Es gab zwei Ausnahmen mit Intervallzeiten 30 - 60 Sekunden und > 60 Sekunden. Die gesamte

Zeitdauer, in denen diese ausgeprägten Rumpftorsionen eingenommen wurden, betrug nach dem gleichen Berechnungsmodus etwa 1.6 %.

Statische Körperhaltungen können zu Ermüdungen führen. Haltekräfte von Muskeln bei Anspannungsdauern bis etwa 3 Minuten können sich auf etwa 70 % reduzieren (HETTINGER, 1991). Hohe Hand-Arm-Kräfte bis in den Bereich der Maximalkraft hinein reduzieren sich schnell. Die ermittelten Häufigkeiten und Intervalldauern zeigen, dass statische Haltungen mit Zeitdauern über einer Minute selten vorkamen. Wenn die empfohlene Grenze für aufzubringende Aktionskräfte bei Rettungs- und Bergetätigkeiten von 25 kg eingehalten wird, stellen die ermittelten Zeitdauern keinen dominanten Belastungsschwerpunkt dar.

Generell ist aber darauf zu achten, dass auszuführende Rettungstätigkeiten möglichst wenig statische Kraftaufwendung benötigen sollten. Dies ist bei der Planung einer Rettungstätigkeit mit einzubeziehen.

Kritische Körperhaltungen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel

Für die Rumpfsensoren RKSAG, RKLAT und RT wurden nach Bewertung durch das Bewertungsschema für Körperwinkel beträchtliche kritische Anteile ermittelt. Die Summenanteile der GELB- und ROT-Bewertungen betragen für die sagittale Rückenkrümmung 32.79 %, für die laterale Rückenkrümmung 31.02 % und für die Rumpftorsion 22.71 %. In Tabelle 8-4 sind die Anteile aufgeführt. Diese Anteile sind als sehr hoch einzuschätzen und zeigen wieder auf, dass sich bei seilunterstützten Rettungs- und Bergetätigkeiten auf Grund der schon genannten Problematik eingeschränkter Bewegungsräume für die unteren Extremitäten ein großes, dies kompensierendes Maß an Beweglichkeit des Rumpfes erforderlich ist. Der ROT-Anteil der sagittalen Rückenkrümmung lag bei 14.07 %, die beiden anderen Sensoren hatten Anteile von 8.4 % und 5.5 %. Die ROT definierten Winkelbereiche enthalten die sagittalen, lateralen und dorsalen Rumpfhaltungen, bei denen die Krümmungen und Torsionen in den Winkelendbereichen des Körpers liegen.

Tabelle 8-4: Anteile kritischer Rumpfsensoren an der Gesamtmesszeit

Rumpfsensoren	Anteile in Prozent			Anteile in Zeit		
	GELB	ROT	GELB +ROT	GELB	ROT	GELB +ROT
Rückenkrümmung sagittal RKSAG	18.72	14.07	32.79	2:53:13	2:10:10	5:03:23
Rückenkrümmung lateral RKLAT	22.61	8.41	31.02	3:29:08	1:17:46	4:46:55
Rumpftorsion RT	17.23	5.47	22.71	2:39:24	0:50:39	3:30:03

Die Verteilungen der ROT-Bereiche nach Berufsgenossenschaften sind in der Tabelle 8-5 dargestellt. Der Gesamtanteil des mit ROT bewerteten Zeitbereiches, in dem immer mindestens einer der 3 Rumpfsensoren mit ROT bewertet wurde, betrug etwa 18 % der gesamten Messzeit. Dies sind etwa 2¾ Stunden von insgesamt 15½ Stunden. Bei etwa der Hälfte davon kam es zu ROT-Bewertungen von 2 oder von allen 3 einbezogenen Rumpfsensoren. Die Anteile bezogen auf die Gruppen der Rettungsversuche nach Berufsgenossenschaften lagen für die BBBG, BGBA, BGCH und BGFE zwischen 17.08 % und 22.22 % auf etwa ähnlichem Niveau. Für die SMBG wurde ein geringerer Anteil von 10.28 % ermittelt.

Im gesamten Messzeitraum von 15½ Stunden wurden 5419 zusammenhängende Zeitintervalle mit kritischen Rumpfhaltungen ermittelt. 4964 Zeitintervalle hatten Dauern bis 4 Sekunden. 455 Zeitintervalle hatten Dauern über 4 Sekunden. Es wurde 1 Intervalle mit einer Dauer zwischen 5 und 10 Minuten und 10 Intervalle mit Dauern zwischen 1 und 5 Minuten ermittelt.

Bei der Standardisierung der Zeitintervallanzahlen bezogen auf 1 Stunde Rettungszeit ergaben sich für die BGBA (409) und die BGFE (520) deutlich höhere Anzahlen gegenüber den 3 anderen BGen. Die kleinste Anzahl von 199 Zeitintervallen wurde für die SMBG gemessen.

Bezogen auf 1 Stunde zusammenhängende mit ROT bewertete Rettungszeit wurden für die BGBA (2286) und die BGFE (2397) wieder die höchsten Anzahlen an Zeitintervallen mit kritischen Körperhaltungen ermittelt. Der kleinste Wert im Vergleich dazu wurde bei der BBBG (1289) ermittelt.

Die Analysen der gesamten ROT bewerteten Zeitbereiche (2¾ Stunden, 18 %) nach den Körperhaltungsschemen für Oberkörper und Beine ergaben, dass bei einem Anteil von 42 % Rumpfhaltungen starke Torsionen und Seitneigungen ohne kritische Rumpfkümmungen vorlagen. Hierdurch wird wieder deutlich, dass hohe Rumpftorsionen und Rumpfsseitneigungen äußerst charakteristisch für die Arbeitstätigkeit des „Seilunterstütztes Retten und Bergen in Höhen und Tiefen“ sind. Die kritischen Beinhaltenungen „knien“ und „stehen/beide Beine gebeugt“ nahmen vom gesamten ROT-Bereich einen Anteil von 30 % ein.

Ein Vergleich dieser Ergebnisse auf der Grundlage der OWAS-Risikoklassen 3 und 4 ergab in etwa die gleichen Verteilungen. Hier wurde ein Anteil von etwa 39 % mit starken Torsionen und Seitneigungen ohne wesentliche Rumpfkümmungen vom gesamten als kritisch bewerteten Bereich ermittelt.

Zeitliche Lokalisierung der kritischen Körperhaltungen

Um die kritischen Körperhaltungen in den Filmen, die mit den Messsignalen synchron betrachtet werden konnten, eindeutig lokalisieren zu können, wurden die 5419 Zeitintervalle nach einem speziell entwickelten Ranking-Verfahren nach Schweregrad in absteigender Weise geordnet. Das Ranking-Verfahren berechnete Winkelsummen für verschiedene Kombinationen von Sensoren, die einen Schweregrad für Körperwinkelkombinationen darstellen und sortiert werden konnten.

Um die Zeitpunkte mit den ungünstigsten Rumpfhaltungen zu finden, wurden zunächst in das Ranking-Verfahren nur die oben genannten 3 Rumpffparameter „Rückenkrümmung sagittal“, „Rückenkrümmung lateral“ und „Rumpftorsion“ einbezogen. Um Ganzkörperhaltungen ordnen zu können, wurden dann in einem ersten Schritt die Hüftwinkel und in einem weiteren Schritt die Kniewinkel hinzugenommen.

Als Ergebnis stehen je nach gewählter Sensorkombination Listen der Zeitintervalle mit kritischen Körperhaltungen zur Verfügung, die nach Schweregrad – max. Winkelsumme – geordnet aufgeführt sind. Für die gerankten Listen mit Zeitintervallen sind alle Informationen über die Körperhaltungen genauso wie alle dazugehörigen Randdaten vorhanden.

Tätigkeitsaspekte mit kritischen Körperhaltungen

Die ersten etwa 1200 Zeitintervalle mit den höchsten Schweregraden ROT bewerteter Körperhaltungen wurden qualitativ mit den Videofilmen begutachtet und der jeweils wichtigste zugehörige Tätigkeitsaspekt dokumentiert. Hierdurch sollte zu den Winkelangaben und den definierten Beschreibungen von Oberkörper- und Beinhaltenungen nach Körperhaltungsmatrix auch der zugehörige Tätigkeitsaspekt bezogen auf die auszuführende Arbeit hinzukommen.

Eine Strukturierung und Häufigkeitsbetrachtung dieser etwa 1200 einzelnen Tätigkeitsaspekte führte zu 11 Haupttätigkeitskategorien, durch die alle Einzeltätigkeiten erfasst sind. Ziel war aber nicht in erster Linie die Häufigkeitsbetrachtung der Einzeltätigkeiten, sondern die Erfassung der Tätigkeitsaspekte selber. Diese Hauptkategorien sind in der Tabelle 8-5 aufgeführt.

Tabelle 8-5: Kategorien der Tätigkeitsaspekte mit kritisch zu bewertenden Körperhaltungen

1. Tätigkeiten mit dem Verletzten	7. Tätigkeiten mit einem Seilbündel
2. Tätigkeiten mit Abseilgeräten	8. Tätigkeiten mit Seilen
3. Tätigkeiten mit einem Seilfahrgerät	9. Tätigkeiten mit einem Rettungsdreieck
4. Tätigkeiten mit einer Rettungstrage	10. Tätigkeiten mit anderen Rettungsmitteln
5. Tätigkeiten mit einem Transportsack für Rettungsmittel	11. Tätigkeiten ohne manuelle Handlungen
6. Tätigkeiten mit einer Seilleiter	

Alle Einzeltätigkeiten wurden diesen Kategorien zugeordnet. Es kann sicher vermutet werden, dass Einzeltätigkeiten weiterer Zeitintervalle nur noch die Häufigkeiten der Hauptkategorien erhöhen, aber keine neuen wesentlichen Tätigkeitsausprägungen erbracht hätten. Die Anzahl der etwa 1200 ungünstigsten Zeitintervalle kann daher als ausreichend betrachtet werden.

Die einzelnen Tätigkeitsaspekte, die in gewissen Häufigkeiten auftraten, sind in der Tabelle 7-99 durch 34 Ausprägungen der Kategorien aufgeführt. Beispiele zu den einzelnen Ausprägungen sind in der Tabelle 7-100 mit Rettungsversuch und Zeitpunkt aufgeführt. Es kommen Lastgewichtstätigkeiten, Handhabungen mit geringen Lasten oder technische Betätigungskräfte an Gerätschaften oder Anlagen und auch Tätigkeiten ohne manuelle Handlungen mit kritisch bewerteten Körperhaltungen vor. Die 11 Tätigkeitskategorien lassen sich in einem weiteren Schritt auf die 3 folgenden Gruppen vereinfachen:

- Tätigkeiten mit dem Verletzten
- Tätigkeiten mit Rettungsmitteln
- Tätigkeiten ohne manuelle Handlungen

Alle kategorisierten Einzeltätigkeiten mit kritischen Körperhaltungen (Tabelle 7-99) stellen elementare Teilaspekte der Arbeitstätigkeit „Seilunterstütztes Retten und Bergen“ dar und können nur begrenzt geändert werden. Wenn in kritischen Körperstellungen Lastgewichtshandhabungen ausgeübt werden müssen, erhöht sich das Verletzungsrisiko für den Retter oder Berger deutlich. Von daher muss einer Reduzierung der Lastenhandhabung oder der Ausübung anderer Betätigungskräfte durch präventive Maßnahmen hohe Bedeutung beigemessen werden.

Unter der Annahme der in diesem Kapitel vorgeschlagenen Begrenzung für die Handhabung von Lasten und anderen Betätigungskräften ergeben sich die Häufigkeiten der in dieser Untersuchung ermittelten Handkräfte nach der Tabelle 8-6.

Tabelle 8-6: Minimale und maximale Lastgewichte oder andere Betätigungskräfte nach den vorgeschlagenen Klassen und der Substruktur „Berufsgenossenschaften – BG“

Berufsgenossenschaft	Lastgewicht in kg / Betätigungskraft in N					
	Lastgewichtsstufe (0 - 10 kg) Betätigungskraft (0 – 100 N)		Lastgewichtsstufe (10 - 25 kg) Betätigungskraft (100 – 250 N)		Lastgewichtsstufe (> 25 kg) Betätigungskraft (> 250 N)	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
BBBG	3	3	20	20	40	40
BBFE	4	10			30	90
BGBA	2	10	11	15		
BGCH	4	6	15	15		
SMBG	2	5			27	80

In dem Betätigungsbereich mit Lasten über 25 kg oder anderen Betätigungskräften > 250 N zeigte sich ein Vorkommen bei der BBBG, der BGFE und der SMBG. Bei den anderen beiden Berufsgenossenschaften BGBA und BGCH wurden keine Ausprägungen in dieser Kategorie ermittelt.

Da der Lastgewichtssensor aus Messungen und Schätzungen zusätzlich generiert wurde und die gesamte Zusammenstellung des Kollektivs der Rettungs- und Bergeversuche nach den betrieblichen und berufsgenossenschaftlichen Möglichkeiten und Verfügbarkeiten erstellt wurde, kann aus dieser Verteilung nicht abgeleitet werden, dass bei der BGBA und der BGCH grundsätzlich keine so bewerteten kritischen Lastgewichte oder Betätigungskräfte durch den Hauptretter zu leisten wären, aber im hier untersuchten Kollektiv der Rettungs- und Bergeversuche kamen sie nicht vor.

Die Vermeidung von manuellen Personenbewegungen würde zu einer erheblichen Entlastung der Beanspruchung betroffener Retter oder Berger führen. Andere Lastgewichte oder technische Betätigungskräfte lassen sich ermitteln oder Messen und damit planen.

Verschiedene Kategorien der Tätigkeitsaspekte mit kritischen Körperhaltungen sind BG-spezifisch. Das betrifft die Benutzung von einer Seilleiter oder einem Seilfahrgerät, die nur bei der BGBA vorkamen. Dort wurde auch nur einmal mit einem ganzen zusammen hängenden Seilbündel gearbeitet. Die Tätigkeiten mit einer Rettungstrage kamen nur bei der BBBG und der BGCH vor. Alle anderen Einzeltätigkeiten kamen im überwiegenden Maße bei allen Berufsgenossenschaften vor.

8.2 Zusammenfassung der arbeitsmedizinischen Belastungs- und Beanspruchungsanalysen

Arbeitsmedizinische Daten

Die standardisierte Abfrage der Hauptretter oder -berger gibt Aussagen zu den Themen gesundheitliche Beschwerden, Rauchgewohnheiten, sportliche Betätigung und arbeitsmedizinische Betreuung.

Der größere Anteil der Retter und Berger (61.3 %) hat keinerlei körperliche Beschwerden. Die nächst größere Gruppe (16.1 %) klagt über Beschwerden des Stütz- und Bewegungsapparates. Jeweils 9.7 % haben Herz-/Kreislaufbeschwerden oder sonstige Beschwerden und 3.2 % Magen-/Darmbeschwerden. Eine weitere Differenzierung wurde nicht vorgenommen. Von allen Rettern und Bergern nehmen nur zwei regelmäßig Medikamente ein. Einer wegen eines erhöhten Blutdrucks und einer wegen einer Schilddrüsenunterfunktion. Somit haben von allen Rettern und Bergern zwar 6.5 % eine behandlungsbedürftige Erkrankung, die ihre Einsatzbreite aber nicht einschränkt.

Die erfragten Rauchgewohnheiten zeigten folgendes Bild: Zum Zeitpunkt der Datenerhebung rauchten 45.2 % nicht, entweder weil sie nie geraucht oder weil sie das Rauchen eingestellt hatten. Gelegentlich rauchten 16.1 %. Die übrigen 38.7 % rauchten regelmäßig, 9.7 % mehr als 20 Zigaretten täglich. Auf die möglichen Auswirkungen des Rauchens auf die persönliche Leistungsfähigkeit wird weiter unten eingegangen.

Eine sportliche Betätigung muss sowohl unter dem Gesichtspunkt der Sportart als auch der Trainingshäufigkeit betrachtet werden. Entscheidend für die Tätigkeit als Retter und Berger ist ein positiver Effekt auf das Herz- Kreislaufsystem. Ausdauersportarten, die zwei- oder mehrmals in der Woche ausgeübt werden, erfüllen dieses Kriterium. Insgesamt 13 der 31 Retter und Berger oder 41.9 % erfüllen diese Anforderungen. Sie sind in den beiden Werksfeuerwehren bzw. der Grubenwehr aber auch bei den Monteuren der Süddeutschen Metall Berufsgenossenschaft mit mehr als der Hälfte der Probanden vertreten.

Arbeitsmedizinische Betreuung und Vorsorgeuntersuchungen

Mit Ausnahme der Probanden der Betriebe der BG Bahnen konnte bei allen anderen Rettern und Bergern eine arbeitsmedizinische Betreuung erfragt werden. Die speziellen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen bei den Monteuren im Leitungs-, Antennen- und Stahlhochbau (BGFE und SMBG) konzentrierten sich auf die Grundsatzuntersuchung G 41 „Arbeiten mit Absturzgefahr“. Bei den Probanden der Werksfeuerwehren (BGCH und BBBG) wurden Untersuchungen nach dem Grundsatz G 26.3 „Atmungsgeräte, Gerätegruppe 3“, bei denen der Grubenwehr (BBBG) zusätzlich nach dem Grundsatz G 30 „Hitzearbeit“, analog der Gesundheitsschutz – Bergverordnung, durchgeführt. Sowohl der Grundsatz 26.3 als auch der Grundsatz 30 schreiben eine Überprüfung der Leistungsfähigkeit des Herz- Kreislaufsystems mit einer Ergometrie zwingend vor. Bei der Untersuchung nach dem Grundsatz G 41 ist die Belastungsprüfung des Herz- Kreislaufsystems nur für Probanden ab dem 40. Lebensjahr bzw. bei erheblich körperlich belastender Tätigkeit und/oder in (medizinisch) unklaren Fällen vorgeschrieben.

Body Mass Index

Der Body Mass Index (BMI), der das Körpergewicht der Probanden in eine definierte Relation zu ihrer Körpergröße setzt, zeigt unser Kollektiv überwiegend in der Gruppe der Übergewichtigen und zusätzlich 2 Retter und Berger (6.5 %) in der Gruppe Fettsucht Grad I. Es ist bekannt, dass der BMI weder die Muskelmasse noch die Fettverteilung ausreichend berücksichtigt, so dass die beiden mit 30.1 und 31.0 kg/m² bestimmten BMI-Werte nicht unbedingt einer Fettsucht entsprechen, zumal die beiden

Probanden mit diesen Werten intensiv Sport treiben. Der Vergleich aller BMI-Werte mit dem 1998 erhobenen Bundes-Gesundheits-Survey zeigt, dass bei unseren Rettern und Bergern das gleiche Verteilungsmuster wie in der Allgemeinbevölkerung vorliegt.

Messung der Herzschlagfrequenz

Die Herzschlagfrequenz ist unter mehreren möglichen Messgrößen ein besonders gut geeigneter Parameter für die arbeitsmedizinische Belastungs-/Beanspruchungsanalyse eines Individuums. Bei dynamischer Arbeit großer Muskelgruppen steht sie in einem engen Zusammenhang mit dem Arbeitsenergieumsatz. Aber auch alle Einflüsse der Arbeitsausführung und der Arbeitsumgebung (Klima, Lärm), der körperliche Trainingszustand, der Gesundheitszustand, das Lebensalter, der psychische Stress, die Körperhaltung und zirkadiane Rhythmen spiegeln sich in der Herzschlagfrequenz. Vor den Rettungsversuchen wurde der Ruhepuls bestimmt. Während der kompletten Rettungs- und Bergeversuche wurde die Belastungspulsfrequenz gemessen. Der Arbeitspuls errechnet sich als die Differenz von Belastungs- zu Ruhepulsmittelwert.

Ruhepuls

Der Ruhepuls ist die Herzschlagfrequenz, die ein Individuum hat, wenn es keinerlei Arbeit verrichtet und sich bei angemessener Bekleidung in einem normal temperierten Raum im Sitzen oder Liegen aufhält. Unter Ruhebedingungen normalisiert sich der Puls im Verlaufe der Zeit auf einen individuellen Tiefstwert. Normalerweise liegt der Ruhepuls bei 60 – 80 Schlägen/Minute. Von den beobachteten 30 Rettern und Bergern lagen 21 (70 %) in oder unter diesem Normwert, 9 (30 %) lagen teilweise deutlich darüber. 13 (43.3 %) Probanden zeigten im Verlaufe der Ruhephase einen regelrechten, absteigenden Ruhepulskurventrend, jedoch kam die Mehrheit, 17 (56.7 %) Personen, offensichtlich nicht zur Ruhe und boten einen ansteigenden Pulskurventrend.

Belastungspuls

Der Arbeitspuls gibt Auskunft über die zumutbare Dauerbeanspruchung einer Person bei dynamischer Muskelarbeit im Allgemeinen bei einer Schicht von 8 Stunden. Hierfür wurde ein Arbeitspuls von 40 Pulsen/min. als Dauerleistungsgrenze definiert. Auch wenn die Rettungs- und Bergeversuche nicht an diese Zeitgrenze heranreichten, lassen die erhobenen Arbeitspulswerte Rückschlüsse auf die Belastung während der Berge- und Rettungsversuche zu. In 22 (64.7 %) der insgesamt 34 Rettungsversuche lagen die Arbeitspulse zum Teil deutlich über der Dauerleistungsgrenze von 40 Pulsen/min. Sie erreichen maximal einen Arbeitspuls von 91 Pulsen/min. (Rettungsversuch 21) und liegen damit definitionsgemäß im Bereich der Überbeanspruchung. Bei dieser Betrachtung darf nicht übersehen werden, dass die meisten Berge- und Rettungsversuche nach einer langen Erholungspause, zum Teil als einzige Arbeitsleistung des Tages, durchgeführt wurden. Die Berger und Retter waren gut erholt. Es kann aber nicht davon ausgegangen werden, dass für echte Noteinsätze ähnlich optimale Bedingungen für die Retter und Berger bestehen.

Weitere Hinweise auf die Überforderung einzelner Probanden zeigt der Verlauf der realen, gemessenen Belastungspulse während der Rettungs- und Bergeversuche. Die Leistungsfähigkeit des Herz- Kreislaufsystems unterliegt dem Alter. Sie wird definiert als maximale Herzschlagfrequenz und ist am höchsten bei Jugendlichen mit einem Alter

von 18 – 20 Jahren und sinkt dann kontinuierlich mit dem Alter ab. Sie errechnet sich nach der Formel: 220 Pulse/min. minus Lebensalter. Ein Überschreiten der maximalen Herzschlagfrequenz führt nicht nur zu einer schnellen Ermüdung, sondern bedeutet auch eine Gesundheitsgefährdung, da die Versorgung des Herzmuskels mit Nährstoffen sowie der Abtransport der Stoffwechselprodukte bei höheren Herzschlagfrequenzen nicht mehr gewährleistet sein kann. Es besteht das Risiko eines Herzinfarktes, das unbedingt vermieden werden muss. Diese Situation wurde in 13 (38.2 %) der 34 Rettungsversuche erreicht. Das Extrem zeigt der Rettungsversuch 20, bei dem eine Herzschlagfrequenz von 204 Pulsen/min. erreicht wurde. Die altersbezogene maximale Herzschlagfrequenz dieses Probanden liegt bei 170 Pulsen/min., sodass dieser Wert um 34 Pulse/min. überschritten wurde.

Einen weiteren Hinweis auf die Überforderung einzelner Retter und Berger zeigt die Analyse des Belastungspulskurventrends. Bei gleich bleibender oder sich wiederholender körperlicher Belastung steigt die Herzschlagfrequenz rasch auf eine individuelle Höhe an und verbleibt auf diesem Niveau als Ausdruck der Durchführbarkeit der Tätigkeit. Überfordert die zu verrichtende Arbeit den Probanden, zeigt die Belastungspulskurve einen permanenten Pulsfrequenzanstieg oder positiven Belastungspulskurventrend der auch Ermüdungspuls genannt wird. Ermüdungspulskurven zeigten die Retter und Berger in 21 (61.8 %) der 34 Rettungsversuche.

Wenn man die oben genannten Einzelkennwerte der Herzschlagfrequenzen einer Gesamtschau unterzieht, ergibt sich das Bild, wie es in den Tabellen 7-106 und 7-107 dargestellt ist. In 9 (26.5 %) der 34 Rettungsversuche war die Belastung der Berger und Retter ausgeglichen. 12 (35.3 %) Rettungsversuche forderten die Berger und Retter so stark, dass es zu einem positiven Belastungspulstrend kam, sie überfordert waren. In weiteren 13 (38.2 %) Rettungsversuchen wurden die Berger und Retter so stark überfordert, dass die Belastungspulswerte teilweise mehrmals die altersabhängige maximale Herzschlagfrequenz überstiegen und der Retter oder Berger selbst dadurch in seiner Gesundheit gefährdet war. Diese Situation beherrschte die Rettungsversuche der BGCH und kam bei der BGFE und SMBG häufig vor (Tabelle 7-108).

Physischer Leistungsindex

Welche Rolle spielt bei dem geschilderten Belastungspulsverhalten die individuelle körperliche Fitness und wovon ist diese abhängig? Alter, Trainingszustand, Body Mass Index und Rauchgewohnheiten bestimmen wesentlich die körperliche (physische) Leistungsfähigkeit. Das Alter ist persönlich nicht zu beeinflussen, die anderen Parameter in gewissen Umfang schon. Es ist bekannt, dass regelmäßiger Sport, der zu einem Trainingseffekt für das Herz-Kreislaufsystem führt, verbunden mit einem normalen Körpergewicht und dem Verzicht auf inhalatives Zigarettenrauchen bis ins hohe Alter eine gute Leistungsfähigkeit erhalten können. Aus diesen drei Kriterien, Sport, BMI und Rauchverhalten, wurde der „Physische Leistungsindex“ als Maßstab für die körperliche Fitness entwickelt. Den Spitzenwert dieses Indexes mit „3.00“ bilden Normalgewicht, regelmäßiger Sport mit Trainingseffekt und Nichtrauchen (Kapitel 7.5.4.2. Physischer Leistungsindex).

Einen hohen physischen Leistungsindex, definiert mit Werten von 3.00 bis 2.70 zeigten 11 (35.5 %) der 31 Retter und Berger. Diese fanden sich am häufigsten bei den professionellen Rettern und Bergern der BGCH und der BBBG, aber auch bei den Monteuren der SMBG. Von diesen 11 Probanden zeigt aber nur einer ein ausgeglichenes

Belastungspulsverhalten im Rettungsversuch. Jeweils 5 Retter und Berger zeigten einen Ermüdungspuls oder überschritten die maximale Herzschlagfrequenz. Die Analyse dieser Rettungsversuche weist teilweise hohe körperliche Belastungen wie Heben der zu Bergenden auf.

Seilunterstützte Rettungs- und Bergeversuche stellen Ausnahmesituationen dar. Sie fordern eine erhebliche körperliche Leistungsfähigkeit der Retter und Berger. Nicht wenige Probanden waren überfordert, wie die 25 (73.5 %) der 34 Rettungs- und Bergeversuche zeigten, bei denen auch gesunde und leistungsfähige Retter oder Berger entweder überfordert waren oder ihre Leistungsgrenze überschritten wurde.

8.3 Zusammenfassung der psychischen Belastungs- und Beanspruchungsanalysen

Psychische Beanspruchung

Die psychische Beanspruchung der Retter oder Berger wurde mit dem NASA Task Load Index erfasst. Dies ist ein Kurzfragebogen, der kurz nach einer Beanspruchung die psychische Beanspruchung misst. Der Gesamtwert des NASA Task Load Index ergab, dass von den 35 Rettungsversuchen 14.3 % für die Retter hoch psychisch beanspruchend waren, 80.0 % für die Retter oder Berger durchschnittlich psychisch beanspruchend waren und 5.7 % der Rettungs- oder Bergeversuche für die Retter oder Berger gering psychisch beanspruchend waren. Da die Retter und Berger bei den hohen psychischen Beanspruchungen an ihre Grenzen gerieten, d. h. den Eindruck hatten, dass ihre eigenen Ressourcen für die Rettung nicht ausreichend waren, ist davon auszugehen, dass es bei diesen Rettungen zu Unaufmerksamkeiten und/oder stressbedingten Fehlern der Retter oder Berger kommen kann.

Als größte Belastungsfaktoren bei einer Rettung wurden von 44 % der Retter oder Berger „schlechtes Wetter“, und von jeweils 24 % „Verletzung des Opfers“ sowie „Panik der Opfer“ genannt. Zwölf Prozent der Retter oder Berger befürchteten, dass die eigene körperliche Verfassung für eine Rettung oder Bergung nicht ausreicht, weitere 12 %, dass sie während der Rettung oder Bergung Stresssymptome entwickeln könnten.

Psychische Ressource „Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen“

Zu den psychischen Ressourcen gehören die generalisierten Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen, die etwas darüber aussagen, wie überzeugt jemand davon ist, eine neue oder unbekannte Situation mit seinen Kompetenzen positiv beeinflussen oder kontrollieren zu können. Da Rettungs- oder Bergesituationen meist neu und die Herausforderungen unterschiedlich sind, wird davon ausgegangen, dass hohe Ausprägungen von Kontroll- und Kompetenzüberzeugungen bei Rettern oder Bergern günstig sind.

In der untersuchten Stichprobe wiesen 70 % der Retter oder Berger überdurchschnittliche hohe Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen auf, die anderen 30 % zeigten durchschnittliche Werte. Kein Retter oder Berger wies unterdurchschnittliche Werte auf. Dies zeigt, dass die Retter oder Berger dieser Untersuchung von ihrer Persönlichkeit her gute bis sehr gute Voraussetzungen für den Einsatz bei Rettungen oder Bergungen mitbringen. Dies kann daran liegen, dass nur Personen mit guten Voraussetzungen an

der Studie teilgenommen haben. Dagegen spricht allerdings die Tatsache, dass 35 % der Retter oder Berger angaben, an dem Tag „Dienst“ gehabt zu haben, an dem die Studie durchgeführt wurde und nur 2 Retter oder Berger sagten, dass sie speziell vom Chef für diese Aufgabe ausgesucht worden seien. Wahrscheinlicher ist die Hypothese, dass Personen im gewerblichen Bereich retten, die sich dies selbst zutrauen, d. h. es gibt eine Art „Selbstausslese“. Die guten Voraussetzungen der Retter oder Berger sollten allerdings nicht dazu führen, Trainings- und Schulungsmaßnahmen zu vernachlässigen. Hohe Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen sind wichtige Voraussetzungen für einen Retter oder Berger, können aber eine Ausbildung und regelmäßige Trainings in keinem Fall ersetzen.

Psychische Ressource „Stressverarbeitungsstrategien“

Von der untersuchten Stichprobe der Retter oder Berger weisen 90 % durchschnittliche positive Stressverarbeitungsstrategien auf. Zwei Retter zeigten überdurchschnittliche positive Stressverarbeitungsstrategien. Nur ein Retter zeigte unterdurchschnittliche positive Stressverarbeitungsstrategien. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die positiven Stressverarbeitungsstrategien der Retter und Berger zum großen Teil durchschnittlich ausgeprägt sind. Bei Rettungs- oder Bergeeeinsätzen stellen positive Stressverarbeitungsstrategien einen Schutzfaktor dar. Da bei vielen Rettungseinsätzen die psychomentalen Belastungen in der Regel sehr hoch sind und sich das Erlebte stark von den alltäglichen Belastungen der Arbeit unterscheidet, ist es angeraten, bei gewerblichen Rettern oder Bergern präventiv die positiven Stressverarbeitungsstrategien durch entsprechende Schulungen oder Trainings zu stärken.

Die negativen Stressverarbeitungsstrategien sind bei 67 % der Retter oder Berger durchschnittlich und bei 25 % unterdurchschnittlich ausgeprägt. 8 % der Retter oder Berger der Gesamtstichprobe weisen überdurchschnittlich ausgeprägte negative Stressverarbeitungsstrategien auf. Das heißt, insgesamt 92 % der Retter oder Berger weisen durchschnittlich bis unterdurchschnittlich ausgeprägte negative Stressverarbeitungsstrategien auf, grübeln also beispielsweise nicht exzessiv über negative Ereignisse nach. Dies ist insgesamt gesehen ein gutes Ergebnis. Allerdings empfiehlt es sich, die Retter und Berger mit überdurchschnittlichen negativen Stressverarbeitungsstrategien zu schulen, damit sie funktionale Strategien erlernen können.

Psychische Ressource „Fachliche Kompetenzen“

Die fachlichen Kompetenzen wurden anhand eines Expertenratings ermittelt. Danach wiesen 29.2 % der Retter oder Berger sehr geringe fachliche Kompetenzen auf, 22.0 % wiesen geringe fachliche Kompetenzen auf, 24.4 % wiesen durchschnittliche und 24.4 % hohe fachliche Kompetenzen auf. Im Bereich der fachlichen Kompetenzen gab es große Unterschiede zwischen den semi-professionellen Rettern oder Bergern, wie z. B. den Mitarbeitern der Gruben- und Werkfeuerwehren und den anderen gewerblichen Rettern oder Bergern. Viele der semi-professionellen Retter oder Berger zeigten durchschnittliche bis hohe fachliche Kompetenzen, die rein gewerblichen Retter oder Berger wiesen eher geringe oder sehr geringe fachliche Kompetenzen auf. Bei Rettern oder Bergern, die sehr geringe und geringe fachliche Kompetenzen aufweisen, sind Schulungen oder Training dringend notwendig. Denn im Ernstfall kann ein wenig oder kaum ausgebildeter Retter weder den Verunfallten sicher retten, noch sich selbst genügend sichern, um eine Rettung gut durchzuführen.

9 Zusammenfassende Bewertung der Belastungen und Beanspruchungen von Rettungs- und Bergpersonal

9.1 Zusammenfassende zeitvariante Darstellung von Belastungen, Beanspruchungen und Bewertungen

Die gemessenen Körperhaltungen, Lastgewichte und Belastungspulse lassen sich zeitsynchron mit den wesentlichen Einzelbewertungen in einem zusammenfassenden Blockdiagramm darstellen. Durch diese Darstellungsweise können die wichtigsten Belastungswerte, Tendenzen, Effekte, Kennwerte und Einzelbewertungen unter gleichzeitiger Beachtung des physischen Leistungsindex und des psychischen Ressourcenindex optimal verglichen werden. Die zusammenfassende zeitsynchrone Darstellung der Einzelbewertungen ist beispielhaft für den Rettungsversuch RV15 im Diagramm 9-1 dargestellt. Die Blockdiagramme des kompletten Kollektivs der Rettungs- und Bergeversuche RV01 bis RV35 sind im Kapitel 16 als Anlage beigefügt.

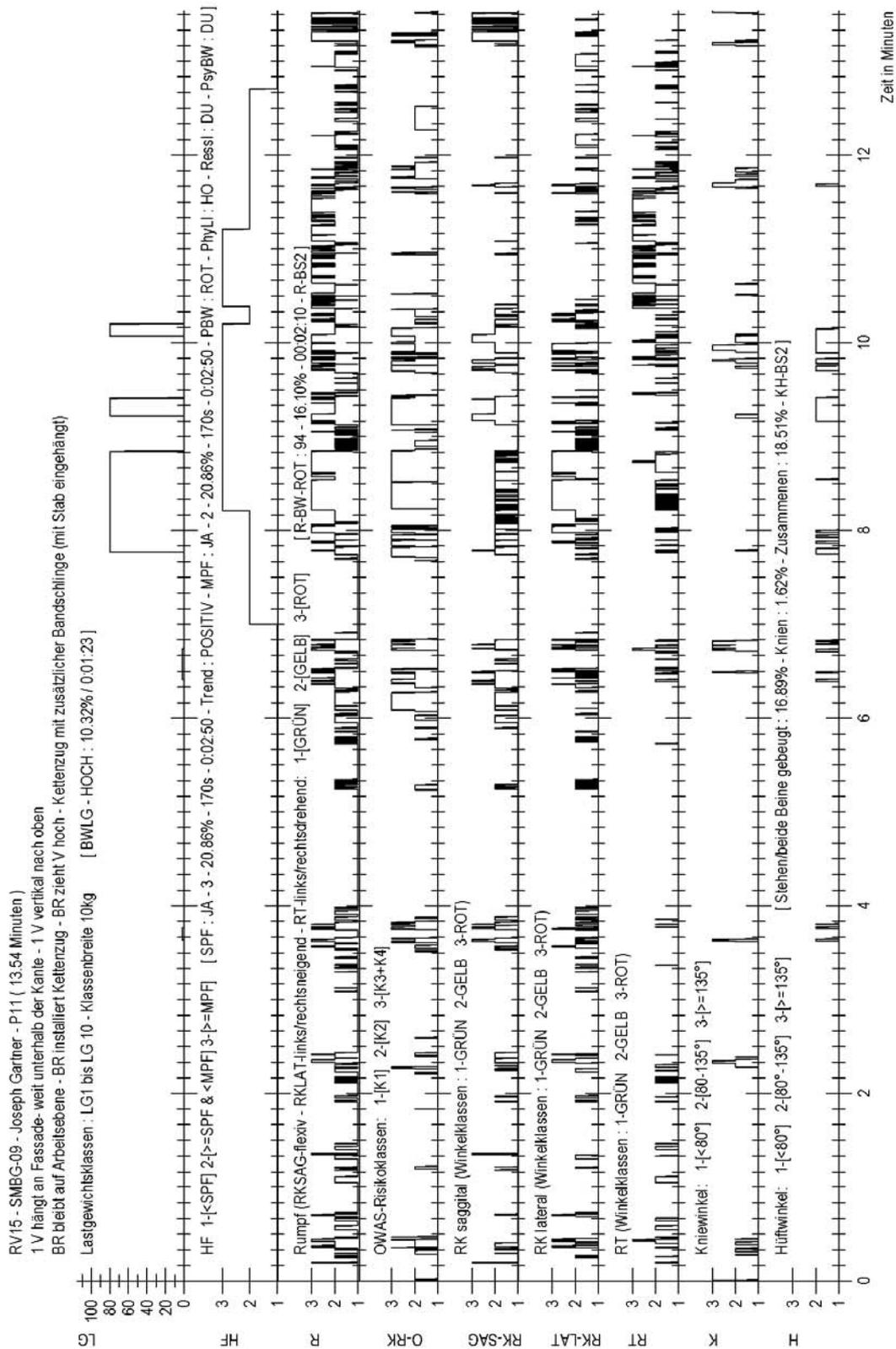
Das Blockdiagramm enthält 9 Einzeldiagramme mit synchronen Zeitachsen. Das oberste Diagramm „LG“ enthält die Lasthöhen aus den Lastgewichtshandhabungen, kategorisiert durch die Lastgewichtsklassen LG1 bis LG10 mit einer Klassenbreite von 10 kg. Darunter ist im zweiten Diagramm „HF“ die zeitliche Bewertung des Belastungspulses dargestellt. Für die Kategorien 1, 2 und 3 der Ordinate gelten die Bewertungsstufen nach Einordnung durch die Pulsüberschreitungen von submaximaler und maximaler Pulsfrequenz des jeweiligen Retters oder Bergers. Für die kritischen Bewertungsstufen 2 und 3 sind zusätzlich die Anzahl der Überschreitungsintervalle sowie der prozentuale und zeitliche Gesamtanteil an der Gesamtmesszeit des Rettungsversuchs aufgeführt. Die Werte sind der Tabelle 7-106 entnommen.

Die restlichen Diagramme beziehen sich auf die Körperhaltungen und enthalten ebenfalls alle ein Kategoriensystem von 1 bis 3 auf der Ordinate. Das dritte Diagramm von oben „R“ enthält die Rumpfbewertungen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel. Zum Verständnis sei noch einmal erwähnt, dass die Kategorie 3 erfüllt war, wenn mindestens einer der 3 Rumpfhaltungsparameter „Rückenkrümmung sagittal“, „Rückenkrümmung lateral“ und „Rumpftorsion“ mit ROT bewertet wurde. Die Kategorie 2 enthält die Anteile der GELB-Bewertungen dieser drei Rumpfparameter.

Im nächsten Diagramm „O-RK“ sind in gleicher Darstellungsweise die Identifikationen von kritischen Körperhaltungen mit dem OWAS-Risikoklassensystem dargestellt. Das Kategoriensystem der Ordinate bezieht sich auf die Risikoklassen in folgender Weise: Kategorie 1 entspricht der Risikoklasse 1, Kategorie 2 entspricht der Risikoklasse 2 und Kategorie 3 entspricht der Addition der beiden Risikoklassen 3 und 4.

Danach kommen 3 weitere Diagramme nach gleichem Schema, die die Gesamtbewertung für die 3 Rumpfparameter aufschlüsseln. Diese 3 Diagramme enthalten die GRÜN-GELB-ROT-Bewertungen des Bewertungsschemas für die Körperhaltungsparameter: „Rückenkrümmung sagittal“ (oberstes Diagramm „RK-SAG“), „Rückenkrümmung lateral“ (mittleres Diagramm „RK-LAT“) und „Rumpftorsion“ (unterstes Diagramm „RT“), dargestellt wie oben schon beschrieben mit den Ordinatekategorien 1 bis 3.

Diagramm 9-1: Zeitvariante Darstellung von Bewertungen des Belastungspulses, der Lastgewichtstätigkeiten und der Körperhaltungen, zusätzlich ist der psychische Ressourcenindex und die Bewertung der psychischen Beanspruchung zu sehen.



Ergänzend sind die beiden unteren Diagramme „K“ und „H“ zur Einbeziehung des Verhaltens der Knie und der Hüften beigefügt. Nach dem Identifikationsschema aus Kapitel 7.4.4.1 werden in diesen beiden Diagrammen die zeitlichen Anteile für Hüften und Beine dargestellt. Die Ordinaten-Kategorien entsprechen den 3 definierten Winkelklassen. Weiterhin werden im unteren Diagramm noch die Anteile und die Summe der beiden als belastend eingestuft Beinhaltungen „stehen/beide Beine gebeugt“ und „knien“ angegeben.

Für die prozentualen Gesamtanteile der Rumpfbewertung - drittes Diagramm von oben - und des Summenanteils der beiden genannten Beinhaltungen - unterstes Diagramm – werden außerdem die Bewertungsstufen nach den festgelegten Prozentbereichen 0 - 10 % \triangle BS1, 10 - 25 % \triangle BS2 und >25% \triangle BS3 angegeben.

Für den in Diagramm 9-1 dargestellten Rettungsversuch RV15 ergaben sich folgende Einzelbewertungen: Bei diesem Rettungsversuch musste der Retter hohe Lastgewichte bis in den Massenbereich von 80 – 90 kg handhaben. Es wurde ein ROT-Bereich (> 25 kg) von 10.32 % ermittelt. Dies entspricht einer gesamten Zeitdauer von etwa 1½ Minuten bei einer Rettungszeit von insgesamt etwa 14 Minuten.

Die Bewertung des Belastungspulses zeigt Überschreitungen sowohl des zulässigen submaximalen als auch des maximalen Belastungspulses. Der submaximale Belastungspuls wurde in 3 zusammenhängenden Zeitintervallen mit einem Anteil von insgesamt 20.86 % (0:02:50) an der Rettungszeit überschritten. Der maximale Belastungspuls wurde in 2 zusammenhängenden Zeitintervallen mit einem Gesamtanteil an der Rettungszeit von ebenfalls 20.86 % (0:02:50) überschritten. Der Trend des Belastungspulses war positiv. Die Gesamtbewertung des Belastungspulses führte somit nach dem Bewertungsverfahren, siehe Tabelle 7-105, zu einer ROT-Einstufung, d. h. bei dem Retter bestand ein zu hohes Risiko für ein Herz-Kreislauf-Versagen.

Der Retter hatte einen mit hoch bewerteten physischen Leistungsindex. Die Ermittlung des psychischen Ressourcenindex ergab eine durchschnittliche Einstufung. Es lag beim Retter ebenfalls eine durchschnittliche psychische Beanspruchung durch die Rettungstätigkeit vor.

Die Rumpfbewertung nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel – siehe drittes Diagramm von oben – ergab insgesamt einen kritischen Anteil von 16.10 % (00:02:10) an der gesamten Rettungszeit. Damit ergab sich eine Einstufung der kritischen Rumpfhaltungen in die Rumpfbelastungsstufe R-BS2 (ROT-bewerteter Anteil >10 % und \leq 25 %). Aus dem danach folgenden Diagramm der OWAS-Risikoklassen zeigt sich, dass die Risikoklassen 3 und 4, besonders im Bereich etwa zwischen 8 und 10 Minuten, die gleichen Beanspruchungen aufzeigen. Im zeitlichen Bereich der kritischen Lastgewichtstätigkeit (7 bis 12 Minuten) ist eine ausgeprägte Rumpfdynamik erkennbar.

Die 3 folgenden Diagramme zeigen die Einzelbewertungen der einbezogenen Rumpfparameter. Hier zeigt sich sehr deutlich, dass die kritischen Rumpfhaltungen in dem Belastungsbereich zwischen 8 und 9 Minuten im Wesentlichen durch Rumpfseitneigungen geprägt waren. Die sagittale Rückenkrümmung ist deutlich weniger dominant und im Zeitbereich zwischen 10 und 12 Minuten zeigt sich weiterhin noch ein deutlicher Haltungsschwerpunkt, der durch Rumpftorsionen verursacht wurde.

Die beiden unteren Diagramme zeigen die Anteile der Hüft- und Beinhaltungen an. Zusätzlich sind die Einzelanteile für die kritisch zu bewertenden Beinhaltungen „stehen/beide Beine gebeugt“ und „knien“ sowie deren Summe angegeben. Dieser Gesamtanteil wurde mit 18.51 % ausgewiesen, wobei der Beinhaltungsanteil „knien“ mit 1.62 % gegenüber einem Anteil von 16.89 % für „stehen / beide Beine gebeugt“ erheblich kleiner war. Aufgrund des Gesamtanteils von 18.51 % ergibt sich ebenfalls eine Einstufung in die Belastungsstufe KH-BS2 (Anteil: > 10% und ≤ 25 %).

Alle Rettungs- und Bergeversuche sind in dieser Diagrammform dargestellt. Die gesamten Einzelbewertungen werden in den Tabellen 9-1 und 9-2 des Kapitels 9.2 zum Vergleich aller Rettungsversuche zusammengefasst dargestellt.

9.2 Tabellarische Zusammenfassung der Einzelbewertungen und Gesamtbewertung

Im Folgenden werden die Einzelbewertungen der Beanspruchungen und der Ressourcen der Retter oder Berger aus den Forschungsbereichen Ergonomie, Arbeitsmedizin und Psychologie zusammengeführt. Diese Zusammenführung erlaubt eine Gesamtbewertung der einzelnen Rettungs- oder Bergeversuche.

Die Ressourcen der Retter oder Berger werden in dieser Studie durch den physischen Leistungsindex (körperliche Leistungsfähigkeit), den psychischen Ressourcenindex (Kompetenz/Kontrollüberzeugungen und Stressverarbeitung) und durch die fachlichen Kompetenzen der Retter oder Berger abgebildet.

Zur Bestimmung der Gesamtbeanspruchung wurden die Belastungspulse, die psychische Beanspruchung, die beim Rettungs- oder Bergeversuch aufgewandten Kräfte sowie kritische Rumpf- und Beinhaltungen erfasst und bewertet.

Tabelle 9-1 zeigt die Bewertungen im Gesamtüberblick. Dabei ist entsprechend der Verfahren, die in den vorherigen Kapiteln beschrieben wurden, eine Klassifizierung der Ressourcen und Beanspruchungen in überdurchschnittlich (bzw. hoch), durchschnittlich und unterdurchschnittlich (bzw. gering) vorgenommen worden. Allein bei den fachlichen Kompetenzen ergab sich aufgrund des methodischen Vorgehens eine Viertelung in hoch, durchschnittlich, unterdurchschnittlich und extrem unterdurchschnittlich. Die genauen Erklärungen, was die Einteilungen im Einzelfall bedeuten, sind der Tabelle 9-2 zu entnehmen.

Überdurchschnittliche hohe Beanspruchungen oder unterdurchschnittliche Ressourcen stellen ein Gesundheitsrisiko für den Retter oder Berger (z. B. Überschreitung des Maximalpulses) oder eine Gefahr für Retter/Berger und zu Rettende/Bergende dar (z. B. extrem unterdurchschnittliche fachliche Kompetenzen). Die Aspekte der Beanspruchungs- und Ressourcenanalyse, die ein Gefährdungspotential bilden, sind in der Tabelle 9-1 ROT bzw. GELB markiert. Hohe und erhöhte Zeitanteile kritischer Rumpf- oder Beinhaltungen (R-BS und B-BS), die in der Gesamttabelle nicht farbig markiert sind, enthalten ebenfalls gesamtheitliche Gefährdungspotentiale. Durch die Gesamtübersicht lässt sich erkennen, ob und wenn ja in welchem Bereich bei einem bestimmten Rettungs- oder Bergeversuch hohe oder extreme Beanspruchungen auftraten und/oder nicht ausreichende Ressourcen beim Retter oder Berger vorlagen. Die Rettungs- oder Bergeversuche sind zunächst nach Berufsgenossenschaften und dann nach der Höhe der Beanspruchungen geordnet dargestellt.

Tabelle 9-2 zeigt die standardisierten Textbausteine, die zur Bewertung der einzelnen Rettungsversuche verwendet worden sind. Die Textbausteine gewährleisten eine größere Einheitlichkeit der Bewertungen und dadurch eine bessere Vergleichbarkeit.

Tabelle 9-1: Einzelbewertungen der Rettungs- und Bergeversuche

RVNR	P	PhyLI	Ressl	FK	PulsBW	PsyB	LG	ROT-BW R-BS	B-BS
Bergbau-Berufsgenossenschaft - BBBG									
28	24	DU	DU	HOCH	ROT	DU	HOCH	1	2
7	5	DU	DU	DU	GELB	DU	ERHÖHT	3	2
8	6	UND	DU	HOCH	GELB	DU	ERHÖHT	3	2
29	25	HOCH	DU	HOCH	GELB	DU	GERING	1	2
27	23	HOCH	DU	HOCH	GELB	DU	GERING	1	1
6	4	HOCH	HOCH	DU	GRÜN	DU	ERHÖHT	2	2
Berufsgenossenschaft der Straßen-, U-Bahnen und Eisenbahnen - BGBA									
30	26	UND	DU	HOCH	ROT	DU	ERHÖHT	2	2
35	41	DU	HOCH	UND	GELB	NIEDRIG	ERHÖHT	1	1
32	32	DU	DU	UND	GRÜN	DU			
31	29	DU	HOCH	UND	GRÜN	DU	ERHÖHT	3	2
33	35	HOCH	DU	UND	GRÜN	DU	ERHÖHT	2	3
34	38	UND	DU	HOCH	GRÜN	DU	GERING	3	2
Berufsgenossenschaft der Chemie - BGCH									
11	9	HOCH	HOCH	DU	ROT	HOCH			
10	8	HOCH	DU	UND	ROT	DU	ERHÖHT	2	1
24	20	UND	DU	HOCH	ROT	DU	GERING	2	2
25	21	HOCH	DU	DU	ROT	DU	GERING	3	2
26	22	DU	HOCH	HOCH	ROT	DU	GERING	2	2
Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik - BGFE									
20	16	UND	DU	DU	ROT	HOCH	HOCH	2	2
21	17	HOCH	DU	DU	ROT	HOCH	HOCH	2	1
23	19	UND	HOCH	DU	ROT	DU	ERHÖHT	3	2
18	14	UND	DU	EXUND	GELB	DU	HOCH	3	3
19	15	DU	DU	EXUND	GELB	DU	GERING	3	3
22	18	HOCH	HOCH	DU	GRÜN	HOCH	GERING	2	3
17	13	UND	DU	EXTUND	GRÜN	DU	HOCH	2	2
16	12	UND	DU	EXUND	GRÜN	DU	GERING	2	1
Süddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft - SMBG									
3	2	UND	DU	UND	ROT	DU	HOCH	1	2
4	2	UND	DU	UND	ROT	DU	HOCH	2	2
15	11	HOCH	DU	EXUND	ROT	DU	HOCH	2	2
5	3	UND	DU	EXUND	GELB	HOCH	GERING	1	1
2	1	DU	DU	EXUND	GELB	DU	HOCH	3	2
12	10	HOCH	DU	EXUND	GELB	DU	HOCH	1	2
13	10	HOCH	DU	EXTUND	GELB	DU	HOCH	2	2
14	11	HOCH	DU	EXUND	GELB	NIEDRIG	HOCH	1	1
1	1	DU	DU	EXUND	GRÜN	DU	GERING	1	1

BG :	Berufsgenossenschaft	PsyB:	Psychische Beanspruchung
RVNR:	Nummer des Rettungsversuchs	LGB:	Lastgewichtsbewertung
P:	Nummer des Retters/Bergers	ROT-BW R-BS	Bewertungsstufen der Anteile mit ROT bewerteten Rumpfhaltungen
PhyLI	Physischer Leistungsindex	ROT-BW B-BS	Bewertungsstufen der Anteile der kritischen Beinhaltenungen („knien“ und „stehen / beide Beine gebeugt“)
Ressl:	Ressourcenindex (psychisch)	FK	Fachliche Kompetenzen
PulsBW:	Pulsbewertung		

Im Kapitel 9.3 wurden die Textbausteine bei jedem Rettungs- oder Bergeversuch nach gleichem Schema angewendet. Jede zusammenfassende Bewertung eines Rettungs- oder Bergeversuches in Kapitel 9.3 schließt mit speziellen Präventionsvorschlägen und Maßnahmen ab.

Tabelle 9-2: Standardisierte Items für die Einzelbewertungen der Rettungs- und Bergeversuche

Einzelbewertung	Name	Kurzbedeutung	Erklärung des Item
PulsBW	GRÜN	grün	Die körperliche Beanspruchung war hoch, es bestand keine Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems.
	GELB	gelb	Die körperliche Beanspruchung war sehr hoch, es bestand aber keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies nicht auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. (Bei Rettungsversuchen ohne SPF-Überschreitung und positivem Trend)
	GELB	gelb	Die körperliche Beanspruchung war sehr hoch, es bestand aber keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. (Bei Rettungsversuchen mit SPF-Überschreitung und positivem Trend)
	ROT	rot	Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems.
PsyB	NIEDRIG	niedrig	Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war niedrig.
	DU	durchschnittlich	Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich.
	HOCH	hoch	Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war hoch.
LG	GERING	gering	Die Lastgewichts- oder Betätigungskräfte waren gering.
	ERHÖHT	erhöht	Bei den Lastgewichts- oder Betätigungskräften wurden erhöhte, aber noch akzeptable Handkräfte aufgewendet.
	HOCH	hoch	Es wurden unakzeptable Lastgewichts- oder Betätigungskräfte aufgewendet.
ROT-BW R-BS	1	1	Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war gering.
	2	2	Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht.
	3	3	Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war hoch.
ROT-BW B-BS	1	1	Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war gering.
	2	2	Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
	3	3	Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war hoch.
PhyLI	HOCH	hoch	Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig.
	DU	durchschnittlich	Der Retter war körperlich gesund und durchschnittlich leistungsfähig.
	UND	unterdurchschnittlich	Der Retter war körperlich gesund, hatte aber nur eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit.
Ressl	HOCH	hoch	Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er überdurchschnittlich als Retter geeignet.
	DU	durchschnittlich	Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet.
	NIEDRIG	niedrig	Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er unterdurchschnittlich als Retter geeignet.
Fachliche Kompetenzen	EXUND	sehr gering	Der Retter hatte eine sehr geringe fachliche Kompetenz.
	UND	gering	Der Retter hatte eine geringe fachliche Kompetenz.
	DU	durchschnittlich	Der Retter hatte eine durchschnittliche fachliche Kompetenz.
	HOCH	hoch	Der Retter hatte eine hohe fachliche Kompetenz.

9.3 Gesamtbewertung des Kollektivs der Retter und Berger nach Berufsgenossenschaften mit Hinweisen zur Präventionsarbeit

In diesem Kapitel sind die Gesamtbewertungen der einzelnen Rettungs- und Bergeversuche nach Berufsgenossenschaft aufgeführt. Die Reihenfolge entspricht den Blöcken der Versuche nach Tabelle 9-1. Zunächst wurden für die Rettungs- oder Bergeversuche der einzelnen Berufsgenossenschaften alle Einzelbewertungen im Unterabschnitt „Beanspruchungen und Bewertungen“ zusammengefasst. In einem weiteren Unterabschnitt wurden dann die „Ressourcen“ des Hauptretters oder -bergers zusammenfassend beschrieben.

Ausgehend von den Ergebnissen dieser beiden Unterabschnitte wurden dann in einem dritten Unterabschnitt „Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen“ die Vorschläge für die Präventionsarbeit sowie notwendige Maßnahmen zur Reduzierung der Beanspruchungen beschrieben.

Bergbau-Berufsgenossenschaft - BBBG

Tabelle 9-3: Einzelbewertungen der Rettungs- und Bergeversuche der Bergbau-Berufsgenossenschaft – BBBG

RVNR	P	Ressourcen			Beanspruchungen und Bewertungen				
		PhyLI	RessI	FK	PulsBW	PsyB	LG	ROT-BW R-BS	B-BS
28	24	DU	DU	HOCH	ROT	DU	HOCH	1	2
7	5	DU	DU	DU	GELB	DU	ERHÖHT	3	2
8	6	UND	DU	HOCH	GELB	DU	ERHÖHT	3	2
29	25	HOCH	DU	HOCH	GELB	DU	GERING	1	2
27	23	HOCH	DU	HOCH	GELB	DU	GERING	1	1
6	4	HOCH	HOCH	DU	GRÜN	DU	ERHÖHT	2	2

- Rettungsversuch RV28:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Vom Retter wurden unakzeptable Lastgewichts- oder Betätigungskräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war gering. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und durchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine hohe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Der Retter sollte keine Lastgewichte über 25 kg heben oder tragen oder andere Betätigungskräfte über 250 N aufwenden. Um trotz Vorbeugung dem Risiko einer Überbelastung durch zu hohe Handkräfte zu begegnen, empfiehlt sich ein Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und der Rückenmuskeln. Da eine akute Herz-Kreislauf-Gefährdung vorlag, die höchst wahrscheinlich physisch bedingt war, sollte die physische Leistungsfähigkeit

zusätzlich durch ein geeignetes und regelmäßiges Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden.

☐ Rettungsversuch RV07:

- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war sehr hoch, es bestand aber keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Bei den Lastgewichts- oder Betätigungskräften wurden erhöhte, aber noch akzeptable Handkräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war hoch. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und durchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine durchschnittliche fachliche Kompetenz.
- Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Aufgrund des hohen Anteils an kritischen Rumpfhaltungen und des ermittelten Risikos der Ermüdung sollte die Rumpfbeweglichkeit und die physische Ausdauer des Retters mit einem geeigneten und regelmäßigen Körpertraining erhöht werden.

☐ Rettungsversuch RV08:

- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war sehr hoch, es bestand aber keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Bei den Lastgewichts- oder Betätigungskräften wurden erhöhte, aber noch akzeptable Handkräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war hoch. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund, hatte aber nur eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine hohe fachliche Kompetenz.
- Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Aufgrund des hohen Anteils an kritischen Rumpfhaltungen und des ermittelten Risikos der Ermüdung bei gleichzeitig festgestellter unterdurchschnittlicher Leistungsfähigkeit sollte die Rumpfbeweglichkeit und die physische Ausdauer des Retters mit einem geeigneten und regelmäßigen Körpertraining erhöht werden. Mit den genannten Maßnahmen muss eine deutliche Verbesserung seiner physischen Leistungsfähigkeit erreicht werden.

- Rettungsversuch RV29:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war sehr hoch, es bestand aber keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Die Lastgewichts- oder Betätigungskräfte waren gering. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war gering. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine hohe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Trotz des hohen physischen Leistungsindex und der hohen fachlichen Kompetenzen, nur gering bis mittel bewerteter zeitlicher Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen und auch nur geringer Handkräfte zeigte der Belastungspuls das Risiko von Ermüdung auf. Da hohe physische Ressourcen vorhanden waren, kann als Ursache für die Ermüdungstendenz eine nicht ausreichende psychische Beanspruchbarkeit vermutet werden. Der Retter sollte ein geeignetes Training zur Stressprävention absolvieren.

- Rettungsversuch RV27:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war sehr hoch, es bestand keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Die Lastgewichts- oder Betätigungskräfte waren gering. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war gering. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war gering.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine hohe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Trotz des hohen physischen Leistungsindex und der hohen fachlichen Kompetenzen, nur gering bewerteter zeitlicher Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen und auch nur geringer Handkräfte zeigte der Belastungspuls das Risiko von Ermüdung auf. Da hohe physische Ressourcen vorhanden waren, kann als Ursache für die Ermüdungstendenz eine nicht ausreichende psychische Beanspruchbarkeit vermutet werden. Der Retter sollte ein geeignetes Training zur Stressprävention absolvieren.

- Rettungsversuch RV06:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war hoch, es bestand keine Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Bei den Lastgewichts- oder Betätigungskräften wurden erhöhte, aber noch akzeptable Handkräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er überdurchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine durchschnittliche fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Bei diesem Rettungsversuch traten erhöhte zeitliche Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen auf. Dieser Beanspruchung sollte durch ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Körperbeweglichkeit begegnet werden.

Berufsgenossenschaft der Strassen-, U-Bahnen und Eisenbahnen – BG-BAHNEN

Tabelle 9-4: Einzelbewertungen der Bergeversuche der BG-BAHNEN – BGBA

RVNR	P	PhyLI	Ressl	FK	PulsBW	PsyB	LG	ROT-BW R-BS	B-BS
30	26	UND	DU	HOCH	ROT	DU	ERHÖHT	2	2
35	41	DU	HOCH	UND	GELB	NIEDRIG	ERHÖHT	1	1
32	32	DU	DU	UND	GRÜN	DU			
31	29	DU	HOCH	UND	GRÜN	DU	ERHÖHT	3	2
33	35	HOCH	DU	UND	GRÜN	DU	ERHÖHT	2	3
34	38	UND	DU	HOCH	GRÜN	DU	GERING	3	2

- Rettungsversuch RV30:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Bei den Lastgewichts- oder Betätigungskräften wurden erhöhte, aber noch akzeptable Handkräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund, hatte aber nur eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine hohe fachliche Kompetenz.

- Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Da es zu einer akuten Herz-Kreislauf-Gefährdung kam, die höchst wahrscheinlich auf den unterdurchschnittlichen physischen Leistungsindex zurück zu führen ist, sollte die physische Leistungsfähigkeit durch ein geeignetes und regelmäßiges Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden.
- ☐ Rettungsversuch RV35:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war sehr hoch, es bestand aber keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies nicht auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war niedrig. Bei den Lastgewichts- oder Betätigungskräften wurden erhöhte, aber noch akzeptable Handkräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war gering. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war gering.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und durchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er überdurchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine geringe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Aufgrund der hohen psychischen Ressourcen kam es nur zu einer niedrigen psychischen Beanspruchung. Das Risiko einer späteren Ermüdung kann durch die geringe fachliche Kompetenz mit bedingt sein. Die fachliche Kompetenz des Bergers sollte deutlich erhöht werden.
- ☐ Rettungsversuch RV32:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war hoch, es bestand keine Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Bergers war durchschnittlich. Bei diesem Bergeversuch lagen Aufgrund des Ausfalls der Messeinrichtungen keine weiteren Einzelbewertungen vor. Dennoch ist Aufgrund des Vergleichs mit den anderen Bergeversuchen von einem hohen zeitlichen Anteil kritischer Rumpf- und Beinhaltungen auszugehen.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und durchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine geringe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Die unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen sollten erhöht werden. Aufgrund des (angenommenen) hohen Anteils an kritischen Rumpfhaltungen sollte die Rumpfbeweglichkeit mit einem geeigneten und regelmäßigen Körpertraining erhöht werden.
- ☐ Rettungsversuch RV31:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war hoch. Es bestand keine Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des

- Bergers war durchschnittlich. Bei den Lastgewichts- oder Betätigungskräften wurden erhöhte, aber noch akzeptable Handkräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war hoch. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und durchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er überdurchschnittlich als Berger geeignet. Der Berger hatte eine geringe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Aufgrund des hohen Anteils an kritischen Rumpfhaltungen sollte ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Erhöhung der Rumpfbeweglichkeit durchgeführt werden. Die unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen des Bergers sollten erhöht werden.
- ☐ Rettungsversuch RV33:
- Beanspruchungen und Bewertungen:
Es bestand keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Bei den Lastgewichts- oder Betätigungskräften wurden erhöhte, aber noch akzeptable Handkräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war hoch.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine geringe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Den Beanspruchungen durch erhöhte/hohe zeitliche Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen sollte durch ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Körperbeweglichkeit begegnet werden. Die unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen des Bergers sollten erhöht werden.
- ☐ Rettungsversuch RV34:
- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war hoch, es bestand keine Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Die Lastgewichts- oder Betätigungskräfte waren gering. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war hoch. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund, hatte aber nur eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine hohe fachliche Kompetenz.

- Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Aufgrund des hohen Anteils an kritischen Rumpfhaltungen und des unterdurchschnittlichen physischen Leistungsindex sollte ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Erhöhung der Rumpfbeweglichkeit und der Ausdauer des Bergers durchgeführt werden.

Berufsgenossenschaft der Chemie - BGCH

Tabelle 9-5: Einzelbewertungen der Rettungs- und Bergeversuche der Berufsgenossenschaft der Chemie - BGCH

RVNR	P	PhyLI	Ressl	FK	PulsBW	PsyB	LG	ROT-BW R-BS	B-BS
11	9	HOCH	HOCH	DU	ROT	HOCH			
10	8	HOCH	DU	UND	ROT	DU	ERHÖHT	2	1
24	20	UND	DU	HOCH	ROT	DU	GERING	2	2
25	21	HOCH	DU	DU	ROT	DU	GERING	3	2
26	22	DU	HOCH	HOCH	ROT	DU	GERING	2	2

☐ Rettungsversuch RV11:

- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war ebenfalls hoch. Durch eine Analyse der Filmaufnahmen kann vermutet werden, dass sich die hohen psychophysischen Beanspruchungen bei den Kontakten zwischen dem Retter und den zu Rettenden oder zwischen dem Retter und dem Rettungsteam ergaben. Bei diesem Rettungsversuch lagen aufgrund des Ausfalls der Messeinrichtungen keine weiteren Einzelbewertungen vor. Dennoch ist aufgrund des Vergleichs mit den anderen Rettungsversuchen der BGCH von einem erhöhten zeitlichen Anteil kritischer Rumpf- und Beinhaltungen auszugehen
- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er überdurchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine durchschnittliche fachliche Kompetenz.
- Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Seine fachlichen Kompetenzen sollten erhöht werden. Ebenso wichtig ist eine weitere Erhöhung seiner Stressverarbeitungsstrategien.

☐ Rettungsversuch RV10:

- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Bei den Lastgewichts- oder Betätigungskräften wurden erhöhte, aber noch akzeptable Handkräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war gering.

- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine geringe fachliche Kompetenz.
- Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Die unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen und die psychischen Ressourcen sollten erhöht werden. Aufgrund des erhöhten Anteils an kritischen Rumpfhaltungen sollte ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Erhöhung der Rumpfbeweglichkeit durchgeführt werden.
- Rettungsversuch RV24:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Die Lastgewichts- oder Betätigungskräfte waren gering. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund, hatte aber nur eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine hohe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Da eine akute Herz-Kreislauf-Gefährdung vorlag, die physisch bedingt war, sollte die physische Leistungsfähigkeit durch ein geeignetes und regelmäßiges Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden. Den Beanspruchungen durch erhöhte zeitliche Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen sollte durch ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Körperbeweglichkeit begegnet werden.
- Rettungsversuch RV25:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Die Lastgewichts- oder Betätigungskräfte waren gering. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war hoch. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine durchschnittliche fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Die durchschnittlichen fachlichen Kompetenzen und die psychischen Ressourcen sollten erhöht werden. Den Beanspruchungen durch hohe/erhöhte zeitliche Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen sollte durch ein geeign-

netes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Körperbeweglichkeit begegnet werden.

- Rettungsversuch RV26:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:

Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Die Lastgewichts- oder Betätigungskräfte waren gering. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
 - Ressourcen:

Der Retter war körperlich gesund und durchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er überdurchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine hohe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:

Da eine akute Herz-Kreislauf-Gefährdung und erhöhte zeitliche Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen vorlagen, sollte die physische Leistungsfähigkeit durch ein geeignetes und regelmäßiges Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht und zusätzlich durch ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Körperbeweglichkeit ergänzt werden.

Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik - BGFE

Tabelle 9-6: Einzelbewertungen der Rettungs- und Bergeversuche der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik - BGFE

RVNR	P	PhyLI	Ressl	FK	PulsBW	PsyB	LG	ROT-BW R-BS	B-BS
20	16	UND	DU	DU	ROT	HOCH	HOCH	2	2
21	17	HOCH	DU	DU	ROT	HOCH	HOCH	2	1
23	19	UND	HOCH	DU	ROT	DU	ERHÖHT	3	2
18	14	UND	DU	EXUND	GELB	DU	HOCH	3	3
19	15	DU	DU	EXUND	GELB	DU	GERING	3	3
22	18	HOCH	HOCH	DU	GRÜN	HOCH	GERING	2	3
17	13	UND	DU	EXUND	GRÜN	DU	HOCH	2	2
16	12	UND	DU	EXUND	GRÜN	DU	GERING	2	1

- Rettungsversuch RV20
 - Beanspruchungen und Bewertungen:

Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war hoch. Es wurden unakzeptable Lastgewichts- oder Betätigungskräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.

- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund, hatte aber nur eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine durchschnittliche fachliche Kompetenz.
- Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Der Retter sollte keine Lastgewichte über 25 kg heben oder tragen oder andere Betätigungskräfte über 250 N aufwenden. Um trotz Vorbeugung dem Risiko einer Überbelastung durch zu hohe Handkräfte zu begegnen, empfiehlt sich ein Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und der Rückenmuskeln. Da eine akute Herz-Kreislauf-Gefährdung vorlag, die höchst wahrscheinlich physisch bedingt war, sollte die physische Leistungsfähigkeit durch ein geeignetes und regelmäßiges Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden. Der hohen psychischen Beanspruchung sollte mit einer Erhöhung seiner Stressverarbeitungsstrategien begegnet werden. Die durchschnittlichen fachlichen Kompetenzen sollten erhöht werden.
- ☐ Rettungsversuch RV21:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuell erlebte psychische Beanspruchung des Retters war hoch. Vom Retter wurden unakzeptable Lastgewichts- oder Betätigungskräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war gering.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine durchschnittliche fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Der Retter sollte keine Lastgewichte über 25 kg heben oder tragen oder andere Betätigungskräfte über 250 N aufwenden. Um trotz Vorbeugung dem Risiko einer Überbelastung durch zu hohe Handkräfte zu begegnen, empfiehlt sich ein Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und der Rückenmuskeln. Aufgrund des erhöhten Anteils an kritischen Rumpfhaltungen sollte ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Erhöhung der Rumpfbeweglichkeit durchgeführt werden. Außerdem sollten durch Trainings- und Schulungsmaßnahmen die fachlichen Kompetenzen des Retters erhöht und seine Stressverarbeitungsstrategien optimiert werden.
- ☐ Rettungsversuch RV23:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Bei den Lastgewichts- oder Betätigungskräften wurden erhöhte, aber noch akzeptable Handkräfte aufgewendet. Es traten

kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war hoch. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.

- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund, hatte aber nur eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er überdurchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine durchschnittliche fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Da Aufgrund der unterdurchschnittlichen physischen Ressourcen eine akute Herz-Kreislauf-Gefährdung vorlag, sollte die physische Leistungsfähigkeit durch ein geeignetes und regelmäßiges Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden. Aufgrund des erhöhten Anteils an kritischen Rumpfhaltungen sollte ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Erhöhung der Rumpfbeweglichkeit durchgeführt werden.
- Rettungsversuch RV18:
- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war sehr hoch, es bestand aber keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Vom Retter wurden unakzeptable Lastgewichts- oder Betätigungskräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war hoch. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war hoch.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und hatte eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine sehr geringe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Der Retter sollte keine Lastgewichte über 25 kg heben oder tragen oder andere Betätigungskräfte über 250 N aufwenden. Um trotz Vorbeugung dem Risiko einer Überbelastung durch zu hohe Handkräfte zu begegnen, empfiehlt sich ein Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und der Rückenmuskeln. Wegen des Risikos der Ermüdung sollte die physische Ausdauer des Retters mit einem geeigneten und regelmäßigen Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden. Die extrem unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen müssen erhöht werden. Den Beanspruchungen durch hohe zeitliche Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen sollte durch ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Körperbeweglichkeit begegnet werden.
- Rettungsversuch RV19:
- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war sehr hoch, es bestand aber keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Die Lastgewichts- oder Betäti-

gungskräfte waren gering. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war hoch. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war hoch.

- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und durchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine sehr geringe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Wegen des Risikos der Ermüdung sollte die physische Ausdauer des Retters mit einem geeigneten und regelmäßigen Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden. Die extrem unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen müssen erhöht werden. Den Beanspruchungen durch hohe zeitliche Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen sollte durch ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Körperbeweglichkeit begegnet werden.
- Rettungsversuch RV22:
- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war hoch, es bestand keine Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war hoch. Die Lastgewichts- oder Betätigungskräfte waren gering. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war hoch.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er überdurchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine durchschnittliche fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Der hohen psychischen Beanspruchung des Retters sollte unter Beachtung der ermittelten hohen psychophysischen Ressourcen und eher geringen körperlichen Beanspruchungen durch eine bessere fachliche Qualifizierung begegnet werden. Den Beanspruchungen durch erhöhte/hohe zeitliche Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen sollte durch ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Körperbeweglichkeit begegnet werden.
- Rettungsversuch RV17:
- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war hoch, es bestand keine Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Es wurden unakzeptable Lastgewichts- oder Betätigungskräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.

- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund, hatte aber nur eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine sehr geringe fachliche Kompetenz.
- Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Der Retter sollte keine Lastgewichte über 25 kg heben oder tragen oder andere Betätigungskräfte über 250 N aufwenden. Um trotz Vorbeugung dem Risiko einer Überbelastung durch zu hohe Handkräfte zu begegnen, empfiehlt sich ein Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und der Rückenmuskeln. Wegen der unterdurchschnittlichen physischen Ressourcen sollte die körperliche Beanspruchbarkeit des Retters mit einem geeigneten und regelmäßigen Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden. Die extrem unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen müssen erhöht werden. Den Beanspruchungen durch erhöhte zeitliche Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen sollte durch ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Körperbeweglichkeit begegnet werden.
- Rettungsversuch RV16:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war hoch, es bestand keine Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Die Lastgewichts- oder Betätigungskräfte waren gering. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war gering.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund, hatte aber nur eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine sehr geringe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Wegen der unterdurchschnittlichen physischen Ressourcen sollte die körperliche Beanspruchbarkeit des Retters mit einem geeigneten und regelmäßigen Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden. Die extrem unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen müssen erhöht werden. Den Beanspruchungen durch erhöhte zeitliche Anteile kritischer Rumpfhaltungen sollte durch ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Rumpfbeweglichkeit begegnet werden.

Süddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft - SMBG

Tabelle 9-7: Einzelbewertungen der Rettungs- und Bergeversuche der Süddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft – SMBG

RVNR	P	PhyLI	Ressl	FK	PulsBW	PsyB	LG	ROT-BW R-BS	B-BS
3	2	UND	DU	UND	ROT	DU	HOCH	1	2
4	2	UND	DU	UND	ROT	DU	HOCH	2	2
15	11	HOCH	DU	EXUND	ROT	DU	HOCH	2	2
5	3	UND	DU	EXUND	GELB	HOCH	GERING	1	1
2	1	DU	DU	EXUND	GELB	DU	HOCH	3	2
12	10	HOCH	DU	EXUND	GELB	DU	HOCH	1	2
13	10	HOCH	DU	EXUND	GELB	DU	HOCH	2	2
14	11	HOCH	DU	EXUND	GELB	NIEDRIG	HOCH	1	1
1	1	DU	DU	EXUND	GRÜN	DU	GERING	1	1

☐ Rettungsversuch RV03:

○ Beanspruchungen und Bewertungen:

Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Vom Retter wurden unakzeptable Lastgewichts- oder Betätigungskräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war gering. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.

○ Ressourcen:

Der Retter war körperlich gesund, hatte aber nur eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine geringe fachliche Kompetenz.

○ Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:

Der Retter sollte keine Lastgewichte über 25 kg heben oder tragen oder andere Betätigungskräfte über 250 N aufwenden. Um trotz Vorbeugung dem Risiko einer Überbelastung durch zu hohe Handkräfte zu begegnen, empfiehlt sich ein Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und der Rückenmuskeln.

Da eine akute Herz-Kreislauf-Gefährdung vorlag, die höchst wahrscheinlich physisch bedingt war, sollte die physische Leistungsfähigkeit durch ein geeignetes und regelmäßiges Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden. Die unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen sollten erhöht werden.

☐ Rettungsversuch RV04:

○ Beanspruchungen und Bewertungen:

Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Es wurden unakzeptable Lastgewichts- oder Betätigungskräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.

- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund, hatte aber nur eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine geringe fachliche Kompetenz.
- Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Der Retter sollte keine Lastgewichte über 25 kg heben oder tragen oder andere Betätigungskräfte über 250 N aufwenden. Um trotz Vorbeugung dem Risiko einer Überbelastung durch zu hohe Handkräfte zu begegnen, empfiehlt sich ein Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und der Rückenmuskeln.
Da eine akute Herz-Kreislauf-Gefährdung vorlag, die höchst wahrscheinlich physisch bedingt war, sollte die physische Leistungsfähigkeit durch ein geeignetes und regelmäßiges Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden. Die unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen sollten erhöht werden. Den Beanspruchungen durch erhöhte zeitliche Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen sollte durch ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Körperbeweglichkeit begegnet werden.
- Rettungsversuch RV15:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war zu hoch, es bestand eine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Vom Retter wurden unakzeptable und lang andauernde Lastgewichts- oder Betätigungskräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine sehr geringe fachliche Kompetenz.
 - Notwendige Maßnahmen und Präventionsvorschläge:
Der Retter sollte keine Lastgewichte über 25 kg heben oder tragen oder andere Betätigungskräfte über 250 N aufwenden. Um trotz Vorbeugung dem Risiko einer Überbelastung durch zu hohe Handkräfte zu begegnen, empfiehlt sich ein Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und der Rückenmuskeln. Die extrem unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen sollten erhöht werden. Den Beanspruchungen durch erhöhte zeitliche Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen sollte durch ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Körperbeweglichkeit begegnet werden.
- Rettungsversuch RV05:
 - Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war sehr hoch, es bestand aber keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. Die individuelle psychische Bean-

spruchung des Retters war hoch. Die Lastgewichts- oder Betätigungskräfte waren gering. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war gering. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war gering.

- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund, hatte aber nur eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine sehr geringe fachliche Kompetenz.
- Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Wegen des Risikos der Ermüdung und der hohen psychischen Beanspruchung sollte die physische Ausdauer des Retters mit einem geeigneten und regelmäßigen Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden. Die extrem unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen müssen erhöht werden.

☐ Rettungsversuch RV02:

- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war sehr hoch, es bestand aber keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Es wurden unakzeptable Lastgewichts- oder Betätigungskräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war hoch. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und durchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine sehr geringe fachliche Kompetenz.
- Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Der Retter sollte keine Lastgewichte über 25 kg heben oder tragen oder andere Betätigungskräfte über 250 N aufwenden. Um trotz Vorbeugung dem Risiko einer Überbelastung durch zu hohe Handkräfte zu begegnen, empfiehlt sich ein Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und der Rückenmuskeln. Wegen des Risikos der Ermüdung sollte die physische Ausdauer des Retters mit einem geeigneten und regelmäßigen Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden. Die extrem unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen müssen erhöht werden. Den Beanspruchungen durch hohe/erhöhte zeitliche Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen sollte durch ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Körperbeweglichkeit begegnet werden.

☐ Rettungsversuch RV12:

- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war sehr hoch, es bestand aber keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies nicht auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Vom Retter wurden unakzeptable Lastgewichts- oder Betätigungskräfte aufgewendet. Es traten kritische

- Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war gering. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine sehr geringe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Der Retter sollte keine Lastgewichte über 25 kg heben oder tragen oder andere Betätigungskräfte über 250 N aufwenden. Um trotz Vorbeugung dem Risiko einer Überbelastung durch zu hohe Handkräfte zu begegnen, empfiehlt sich ein Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und der Rückenmuskeln. Die extrem unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen müssen erhöht werden.
- ☐ Rettungsversuch RV13:
- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war hoch, es bestand aber keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies nicht auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Es wurden unakzeptable Lastgewichts- oder Betätigungskräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war erhöht. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war erhöht.
 - Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine sehr geringe fachliche Kompetenz.
 - Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Der Retter sollte keine Lastgewichte über 25 kg heben oder tragen oder andere Betätigungskräfte über 250 N aufwenden. Um trotz Vorbeugung dem Risiko einer Überbelastung durch zu hohe Handkräfte zu begegnen, empfiehlt sich ein Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und der Rückenmuskeln. Die extrem unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen müssen erhöht werden. Den Beanspruchungen durch erhöhte zeitliche Anteile kritischer Rumpf- und Beinhaltungen sollte durch ein geeignetes und regelmäßiges Körpertraining zur Verbesserung der Körperbeweglichkeit begegnet werden.
- ☐ Rettungsversuch RV14:
- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war hoch, es bestand aber keine akute Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Belastungspulskurve wies auf das Risiko einer baldigen Ermüdung hin. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war niedrig. Es wurden unakzeptable Lastgewichts- oder Betätigungskräfte aufgewendet. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf.

Der zeitliche Anteil war gering. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war gering.

- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und überdurchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine sehr geringe fachliche Kompetenz.
- Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Der Retter sollte keine Lastgewichte über 25 kg heben oder tragen oder andere Betätigungskräfte über 250 N aufwenden. Um trotz Vorbeugung dem Risiko einer Überbelastung durch zu hohe Handkräfte zu begegnen, empfiehlt sich ein Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und der Rückenmuskeln. Wegen des Risikos der Ermüdung sollte die physische Ausdauer des Retters mit einem geeigneten und regelmäßigen Herz-Kreislauf-Ausdauertraining erhöht werden. Die extrem unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen müssen erhöht werden.

□ Rettungsversuch RV01:

- Beanspruchungen und Bewertungen:
Die körperliche Beanspruchung war hoch, es bestand keine Gefährdung des Herz-Kreislauf-Systems. Die individuelle psychische Beanspruchung des Retters war durchschnittlich. Die Lastgewichts- oder Betätigungskräfte waren gering. Es traten kritische Rumpfhaltungen auf. Der zeitliche Anteil war gering. Der zeitliche Anteil der kritischen Beinhaltungen war gering.
- Ressourcen:
Der Retter war körperlich gesund und durchschnittlich leistungsfähig. Aufgrund seiner Persönlichkeit und seiner Stressverarbeitung war er durchschnittlich als Retter geeignet. Der Retter hatte eine sehr geringe fachliche Kompetenz.
- Präventionsvorschläge und notwendige Maßnahmen:
Die extrem unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen müssen erhöht werden.

10 Vorschläge zur Präventionsarbeit und notwendige Maßnahmen

In diesem Kapitel werden Präventionsvorschläge und Maßnahmen strukturiert nach Berufsgenossenschaften und als Gesamtinformation dargestellt. Diese werden aus den im Kapitel 9 beschriebenen kritischen Beanspruchungen und den Defiziten bei den Ressourcen der einzelnen Retter und Berger abgeleitet.

Die Tabelle 10-1 führt die kritischen Beanspruchungen der Retter und Berger und die Defizite bei ihren psychophysischen und fachlichen Ressourcen strukturiert nach Berufsgenossenschaften und als Summe auf.

Tabelle 10-1: Kritische Beanspruchungen, Ressourcen und fachliche Kompetenzen nach Berufsgenossenschaften und als Summe

Bewertungskenngrößen	Kritische Bewertungen	BBBG	BGBA	BGCH	BGFE	SMBG	Gesamt
		Anzahl durchgeführter Rettungs- und Bergeversuche					
		6	6	5	8	9	34
Physischer Leistungsindex (PHYLI)	UNTERDURCHSCHNITTLICH	1	2	1	5	3	12 (35 %)
	DURCHSCHNITTLICH	2	3	1	1	2	9 (26 %)
Ressourcenindex (Ressl) (psychisch)	NIEDRIG						
	DURCHSCHNITTLICH	5	4	3	6	9	27 (79 %)
Fachliche Kompetenzen	EXTREM UNTERDURCHSCHNITTLICH				4	7	11 (32 %)
	UNTERDURCHSCHNITTLICH		4	1		2	7 (21 %)
Physische Belastung nach Pulsbewertung (PulsBW)	ROT	1	1	5	3	3	13 (38 %)
	GELB	4	1		2	5	12 (35 %)
Psychische Beanspruchung (PsychB)	HOCH			1	3	1	5 (15 %)
	DURCHSCHNITTLICH	6	5	4	5	7	27 (79 %)
Lastgewichte (LG)	HOCH	1			4	7	12 (35 %)
ROT-bewertete Rumpfhaltungen – Bewertungsstufe	3	2	2	1	3	1	9 (26 %)
	2	1	2	3	5	3	14 (41 %)
Kritische Beinhaltungen - Bewertungsstufe	3		1		3		4 (12 %)
	2	5	3	3	3	6	20 (59 %)

Ermittlung der Gesamtbelastungshöhe durch Gefährdungsanalyse

Das Maß der Gesamtbelastung für das Rettungspersonal, insbesondere den Hauptretter oder -berger, ist in einer Gefährdungsanalyse festzulegen. Bei der Festlegung der Gesamtbelastungshöhe ist mindestens zwischen „Durchschnittlich“ und „Hoch“ zu unterscheiden. Eine „Niedrige“ Gesamtbelastungshöhe bei seilunterstützten Rettungs- und Bergetätigkeiten ist auszuschließen.

Bei „Durchschnittlicher“ Gesamtbelastungshöhe sind mindestens durchschnittliche psychophysische Ressourcen und fachliche Kompetenzen erforderlich. Bei „Hohen“ Gesamtbelastungshöhen sind hohe psychophysische Ressourcen und fachliche Kompetenzen erforderlich.

Im Folgenden werden Präventionsvorschläge und Maßnahmen genannt, die zu einer Reduzierung von Beanspruchungen oder zur Erhöhung relevanter individueller Ressourcen von Rettern oder Bergern führen.

Physische Leistungsfähigkeit (Physischer Leistungsindex)

Die 3 Kategorien der physischen Leistungsfähigkeit (Physischer Leistungsindex) „Unterdurchschnittlich“, „Durchschnittlich“ und „Hoch“ kamen bei Rettern und Bergern aller Berufsgenossenschaften vor. Retter und Berger mit unterdurchschnittlichen „Physischen Leistungsindices“ dürfen bei seilunterstützten Rettungs- oder Bergetätigkeiten nicht eingesetzt werden.

Als Faktoren der körperlichen Fitness gelten eine gesunde Lebensführung und Ausdauertraining entsprechend den Definitionen des physischen Leistungsindex in Kapitel 7.5.4.2. Je nach erforderlicher Leistungsfähigkeit können verschiedene Maßnahmen notwendig sein, die vom betreuenden Betriebsarzt festgelegt werden sollen.

Sinnvolle Maßnahmen zur Verbesserung des physischen Leistungsindex sind:

- Ein zwei- bis dreimal wöchentliches Training von mindestens 30 Minuten mit einer individuell festgelegten Herzschlagfrequenz
Lokale Sportvereine, Fitnessstudios u. ä. können als mögliche Kooperationspartner gewonnen werden.
- Raucherentwöhnung und Ernährungsberatung können von Betriebsärzten durchgeführt oder in Zusammenarbeit mit Krankenkassen veranlasst werden.

Die körperliche Leistungsfähigkeit der Retter und Berger muss regelmäßig arbeitsmedizinisch überprüft werden. Dazu empfiehlt sich eine Untersuchung nach dem berufsgenossenschaftlichen Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen „G 41 Arbeiten mit Absturzgefahr“, der auch nach dem Alter gestaffelte Empfehlungen zum Untersuchungsintervall gibt. Als Ergebnis der arbeitsmedizinischen Untersuchung soll die Höhe des physischen Leistungsindex dokumentiert werden.

Psychische Beanspruchbarkeit (Psychischer Ressourcenindex)

Kein Retter oder Berger wies unterdurchschnittliche psychische Ressourcen auf. Drei Viertel der Retter und Berger verfügten über durchschnittliche und ein Viertel über hohe psychische Ressourcen. Nur für die Retter der SMBG wurden ausschließlich durchschnittliche psychische Ressourcen ermittelt.

Retter und Berger mit unterdurchschnittlichen psychischen Ressourcen kamen bei dem hier untersuchten Kollektiv nicht vor und dürften auch bei seilunterstützten Rettungs- und Bergetätigkeiten nicht eingesetzt werden, um Selbst- oder Fremdgefährdung zu vermeiden.

Die psychische Beanspruchbarkeit im Sinne dieser Studie setzt sich aus Persönlichkeitsfaktoren (Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen) und Stressverarbeitungsstrategien zusammen. Da Persönlichkeitsfaktoren generell nur schwer und im Rahmen berufsgenossenschaftlicher Schulungsmaßnahmen gar nicht veränderbar sind, muss die Stärkung der psychischen Ressourcen im Wesentlichen bei den Stressverarbeitungsstrategien ansetzen.

Da Rettungs- und Bergetätigkeiten in Notfallsituationen stattfinden, ist von einer erhöhten Stressbelastung auszugehen. Bisher werden kaum Module zur Verbesserung des

Umgangs mit Notfallstress innerhalb der Ausbildungen für Rettungs- oder Bergetätigkeiten angeboten. Von daher sollten unabhängig von der Gesamtbelastungshöhe der Rettungs- oder Bergetätigkeiten Qualifizierungsmodule zum Aufbau bzw. zum Erhalt der Stressverarbeitungsstrategien durchgeführt werden.

Stresspräventionstrainings könnten Bestandteil der regelmäßigen Trainings- und Weiterbildungsmaßnahmen sein. Damit würde eine relativ gleichmäßige Verbesserung der Stressverarbeitungsstrategien der Retter oder Berger gewährleistet. Weiterhin wird eine regelmäßige Überprüfung der Stressverarbeitungsstrategien empfohlen, da eine Gefährdung von Retter oder Berger und zu Rettendem aufgrund unterdurchschnittlicher psychischer Ressourcen ausgeschlossen werden muss. Eine solche Überprüfung könnte beispielsweise mit einem modifizierten Fragebogen auf der Basis des in dieser Studie eingesetzten Stressverarbeitungsfragebogens SVF120 durchgeführt werden.

Entsprechende Qualifizierungsmodule sowie die Entwicklung eines geeigneten Fragebogens können von den psychologisch orientierten berufsgenossenschaftlichen Forschungsstellen entwickelt werden.

Fachliche Kompetenzen

Es wurden fachliche Kompetenzen mit der Bewertung „extrem unterdurchschnittlich“ bis „hoch“ ermittelt. Nur bei der SMBG und der BGFE wiesen die Retter extrem unterdurchschnittliche fachliche Kompetenzen auf. Für beide Berufsgenossenschaften wurde ein Anteil von $\geq 50\%$ an unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen ermittelt. Unterdurchschnittliche fachliche Kompetenzen wurden bei der BGCH, der SMBG und der BGBA ermittelt.

Mit extrem unterdurchschnittlichen oder unterdurchschnittlichen fachlichen Kompetenzen sind die erforderlichen Ausführungszuverlässigkeiten bei seilunterstützten Rettungs- und Bergetätigkeiten nicht zu erreichen. Nicht ausreichende fachliche Kompetenzen können zu einer Erhöhung der psychischen als auch der physischen Belastungen führen. Deshalb müssen Retter und Berger je nach Gesamtbelastungshöhe über durchschnittliche oder hohe fachliche Kompetenzen verfügen.

Die hier ausgeführten Präventionsmaßnahmen orientieren sich an den Kriterien der fachlichen Kompetenzen, die angemessen gestaltbar sind:

- Grundausbildung im Retten und Bergen (Inhalte und Qualität)
- Vertrautheit mit der Rettungstechnologie und der Rettungstechnik (technische Komponenten)
- Kennen der betrieblichen Rettungsorganisation
- Art und Häufigkeit der Weiterbildung (Rettungs- oder Bergeübung)

Die beruflichen Erfahrungen des Retters oder Bergers mit Seiltechniken oder die Anzahl seiner bereits durchgeführten Rettungseinsätze, die als Kriterien bei der Bewertung der fachlichen Kompetenzen berücksichtigt wurden, könnten nur durch Methoden der Personalauswahl gestaltet werden. Das Ziel dieser Studie ist, Präventionsvorschläge für das bestehende Kollektiv zu erarbeiten. Vorschläge zur Personalauswahl wurden bei den Präventionsvorschlägen nicht berücksichtigt.

Seilunterstützte Rettungs- und Bergetätigkeiten erfordern eine solide Grundausbildung, die vor dem Ersteinsatz bei Rettungs- und Bergetätigkeiten erfolgreich absolviert werden muss. Diese Grundausbildung muss die sichere Beherrschung der angewendeten

Rettungstechnologien und aller dabei verwendeten Gerätschaften einschließlich der Bedingungen der Umgebung gewährleisten. Sie muss weiterhin ausreichende Kenntnisse über die betriebliche Rettungsorganisation vermitteln. Zur Grundausbildung gehören ebenfalls eine Ausbildung in Erster Hilfe sowie ein Modul zur Stressprävention.

Die notwendige Rettungs- oder Bergekompetenz kann nur durch ausreichendes praktisches Training erreicht werden. Die theoretischen und praktischen Komponenten der Grundausbildung müssen in einem detaillierten Ausbildungsplan festgelegt werden. Die fachliche Eignung muss nachgewiesen und testiert werden.

Das erreichte Niveau der Grundausbildung muss durch eine geeignete Weiterbildung aufrechterhalten bleiben. Dazu gehören regelmäßige theoretische und praktische Übungen. Die Weiterbildungen sollten sich an den Inhalten der Grundausbildung orientieren und gegebenenfalls Neuerungen im Bereich seilunterstützten Rettens und Bergens integrieren. Um die psychomentalen Belastungen einer Notfallrettung möglichst realitätsnah erfahrbar zu machen, sollten einige Rettungsübungen so realitätsnah wie möglich simuliert werden, z. B. mit Schreien und Panik der Opfer, Darstellung von Verletzungen, schwieriger Gruppendynamik oder ähnlichem.

Qualitative und quantitative Grund- und Weiterbildungsinhalte sollten weitestgehend über die Zuständigkeiten einzelner Berufsgenossenschaften hinaus standardisiert und in einer Berufsgenossenschaftlichen Regel festgelegt werden.

Lastgewichte und Betätigungskräfte

Hohe Lastgewichte bis in den Bereich 80 – 90 kg kamen im Wesentlichen bei der BGFE und SMBG vor. Diese Lastgewichtshandhabungen beinhalteten hauptsächlich Bewegungen und Transport der zu rettenden Personen. Verletzte Personen, die vor einem Gerüst, einer Fassade oder im Steigschutz in ihrem Auffangsystem hingen, wurden manuell gehoben. Hohe Lasten entstanden beispielsweise auch beim Umgang mit Rettungstragen. Bei der Betätigung von Gerätschaften entstanden im Wesentlichen nur geringe bis erhöhte Kräfte.

Lastgewichte über 25 kg und Betätigungskräfte über 250 N sollten vermieden werden. Diese Anforderungen können in der Regel durch den Einsatz entsprechender Gerätschaften erfüllt und müssen bei der Konzeption der Rettungs- oder Bergetechnologie im Vorfeld berücksichtigt werden. Für Rettungs- oder Bergetätigkeiten geeignete, also kleine, leichte und leicht handhabbare Gerätschaften zur Reduzierung von Lastgewichten oder Betätigungskräften stehen auf dem Markt zur Verfügung.

Trotz konzeptioneller Reduzierungen von Lastgewichten und Betätigungskräften sollte ein geeignetes und regelmäßiges Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und des Rückens durchgeführt werden. Durch physiotherapeutische Fachleistung ist ein geeignetes Trainingsprogramm festzulegen.

Rumpf- und Beinhaltungen

Kritische Rumpfhaltungen in den 3 Stufen der definierten Zeitanteilsbereiche kamen bei den Rettungs- und Bergeversuchen aller Berufsgenossenschaften vor. Hohe Anteile kritischer Beinhaltungen wurden bei der BGFE und der BGBA ermittelt. Als charakteristisches Merkmal seilunterstützter Rettungs- und Bergetätigkeiten ist eine deutlich erhöhte Rumpfbeweglichkeit – insbesondere Torsionen und Seitneigungen – aufgrund

eingeschränkter Bewegungsräume für die unteren Extremitäten durch die örtlichen Gegebenheiten oder durch die Gurtbenutzung – Zwangshaltungen - zu nennen.

Durch technisch/technologische Maßnahmen können diese Zwangshaltungen in ihren hohen Zeitanteilen nur sehr schwer geändert werden. Seilunterstützte Rettungs- und Bergetätigkeiten erfordern eine hohe Rumpfbeweglichkeit, die nur durch ein geeignetes und regelmäßiges Training der Beweglichkeit erreicht werden kann. Hierdurch sollten mindestens die statistischen Normwerte der durchschnittlichen Bewegungsbereiche männlicher Erwachsener erreicht werden (Neutral-Null-Methode). Durch physiotherapeutische Fachleistung ist ein geeignetes Trainingsprogramm festzulegen.

Verteilungen der wesentlichen Präventionsvorschläge und Maßnahmen nach Berufsgenossenschaften und Gesamtkollektiv

Die Verteilungen der wesentlichen Präventionsvorschläge und Maßnahmen sind in der Tabelle 10-2 bezogen auf das Gesamtkollektiv der Rettungs- und Bergeversuche und nach Berufsgenossenschaften aufgeführt.

Tabelle 10-2: Verteilungen der Präventionsvorschläge und Maßnahmen nach Berufsgenossenschaften und dem Gesamtkollektiv

Hohe Beanspruchungen / geringe Kompetenzen	Präventionsvorschläge und Maßnahmen	BBBG	BGBA	BGCH	BGFE	SMBG	Gesamt
		Rettungs- und Bergeversuche					
		6	6	5	8	9	34
Herz-Kreislauf-Gefährdung (wahrscheinlich physisch bedingt)	Geeignetes und regelmäßiges Herz-Kreislauf-Ausdauertraining; gesunde Lebensführung (mindestens durchschnittlicher physischer Leistungsindex)	1	1	2	2	2	8 (24%)
Ermüdung	Geeignetes und regelmäßiges Herz-Kreislauf-Ausdauertraining; gesunde Lebensführung (mindestens durchschnittlicher physischer Leistungsindex)	2	1		4	3	10 (29%)
Zu hohe psychische Beanspruchung	Geeignetes Stresspräventionstraining; überdurchschnittliche positive Stressverarbeitungsstrategien sollten erreicht werden	2		3	2	1	8 (24%)
(Extrem) geringe fachliche Kompetenz	Die fachlichen Kompetenzen müssen durch eine strukturierte Grundausbildung und regelmäßige Weiterbildung erhöht werden.		4	3	7	9	23 (68%)
Hohe Lastgewichte und Betätigungskräfte	Hohe Lasten sollten vermieden werden; Muskeltraining der Hand-Arm-Schulter-Systeme und der Rückenmuskeln	1			4	7	12 (35%)
Erhöhte/hohe zeitliche Anteile an kritischen Rumpfhaltungen	Geeignetes und regelmäßiges Körpertraining der Rumpfbeweglichkeit	2	3	1	3		9 (27%)
Erhöhte/hohe zeitliche Anteile an kritischen Rumpf- und Beinhaltungen	Geeignetes und regelmäßiges Körpertraining der Körperbeweglichkeit	1	1	3	4	4	13 (38%)
Gesamtanzahl der hohen Beanspruchungen, geringen Kompetenzen und der daraus resultierenden Maßnahmen und Präventionsvorschläge		9	10	12	26	26	
Standardisierung auf der Basis von 10 Rettungs- und Bergeversuchen		15	17	24	33	29	

Als besonders kritisch ist der hohe Anteil von 68 % (4 Berufsgenossenschaften betroffen) an extrem geringen oder geringen fachlichen Kompetenzen zu nennen. Daher ist dem Auf- und Ausbau von angemessenen Grund- und Weiterbildungsstrukturen, durch die die Retter und Berger entsprechend den Anforderungen ausgebildet werden, höchste Priorität bei zu messen. Rettungs- und Bergekompetenz müssen zuverlässig abrufbar sein.

Den hohen Anteilen an Lastgewichtshandhabungen oder anderen Betätigungskräften (35 %, 3 Berufsgenossenschaften betroffen) sowie den erhöhten/hohen zeitlichen Anteilen an kritischen Rumpf- und Beinhaltungen (38 %, alle Berufsgenossenschaften betroffen), die als Charakteristikum beim seilunterstützten Retten und Bergen zu betrachten sind, muss generell präventiv begegnet werden.

In 24 % bis 29 % der Rettungs- oder Bergeversuche traten bei den Rettern und Bergern akute Herz-Kreislauf-Gefährdungen oder Tendenzen zur Ermüdung auf, die auf einen zu geringen physischen Leistungsindex zurückgeführt wurden. Im Wesentlichen sind alle Berufsgenossenschaften betroffen. Die ermittelten physischen Beanspruchungen müssen als sehr hoch eingestuft werden und erfordern umgehende Präventionsmaßnahmen.

Bei 24 % der 34 Rettungs- und Bergeversuche (4 Berufsgenossenschaften betroffen) traten hohe psychische Beanspruchungen auf. Die positiven Stressverarbeitungsstrategien der betroffenen Retter und Berger müssten verbessert werden. Die ermittelten Anteile belegen eindeutig, dass seilunterstützte Rettungs- und Bergetätigkeiten psychisch beanspruchend sein können und dass daher der Umgang mit psychischen Belastungen in die Grund- und Weiterbildungsmaßnahmen für Retter und Berger integriert werden sollten.

Mindestkriterien für die Eignung von Rettern und Bergern, die seilunterstützte Rettungs- und Bergetätigkeiten durchführen müssen

Aus den ermittelten Maßnahmen und Präventionsvorschlägen ergeben sich die in der Tabelle 10-3 aufgeführten Eignungskriterien und Mindestanforderungen an seilunterstützt arbeitende Retter und Berger in Bezug auf psychophysische Ressourcen und fachliche Kompetenzen.

Tabelle 10-3: Eignungskriterien und Mindestanforderungen

Kriterium	Mindestanforderung
Vorsorgeuntersuchungen	G 41 mit Ergometrie: keine gesundheitlichen Bedenken
Ausdauer	Regelmäßiger Ausdauersport (muss individuell festgelegt werden)
Stressverarbeitung	Stressverarbeitungsfragebogen SVF 120: positive Stressverarbeitungsstrategien mindestens durchschnittlich; negative Stressverarbeitungsstrategien höchstens durchschnittlich
Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen	Fragebogen zu Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen FKK: Gesamtwert mindestens durchschnittlich
Fachliche Kompetenzen	Strukturierte Grundausbildung (Testat und regelmäßige theoretische und praktische Wiederholungen)
Kraft	metromorpher, besser athletischer Körperbau (individuelle Prüfung bei Pyknikern und Asthenikern)
Beweglichkeit	Hohe Beweglichkeit des Rumpfes, insbesondere bei Seitneigungen und Drehungen; keine Bewegungseinschränkung der Gelenke der Extremitäten; hierbei sollten mindestens die statistischen Normwerte der durchschnittlichen Bewegungsbereiche männlicher Erwachsener erreicht werden (Neutral-Null-Methode)

Für die Einhaltung der Mindestanforderungen ist der Betriebsleiter zuständig. Zu seiner fachlichen Unterstützung sollte er den zuständigen Betriebsarzt und gegebenenfalls weitere externe Fachkräfte hinzuziehen.

11 Ausblick

Bei einem erheblichen Teil der Rettungs- und Bergeversuche wurden beim Rettungspersonal zu geringe fachliche Kompetenzen ermittelt. Alle Ergebnisse zur Bewertung der fachlichen Kompetenzen weisen deutlich auf den dringenden Handlungsbedarf hin. Eine möglichst alle Berufsgenossenschaften übergreifende und standardisierte Grundaus- und Weiterbildung ist dringend und kurzfristig notwendig.

Die Studie hat auch gezeigt, dass neue Qualifizierungsmodule zum Umgang mit psychischen Belastungen beim Rettungs- oder Bergeinsatz, z. B. zum Umgang mit Panik, zum eigenem Stresserleben, zu Distanzierungstechniken vor und nach dem Rettungseinsatz sowie zur Psychohygiene angeboten werden müssen. Diese sollten in die Grundaus- und Weiterbildung integriert werden.

Die hier in der Studie vorgeschlagenen Maßnahmen und Präventionsvorschläge zur Reduzierung von psychophysischen Beanspruchungen und Erhöhung der psychophysischen Ressourcen von Rettern und Bergern sollten in Handlungsanleitungen zur Gestaltung von seilunterstützten Rettungs- und Bergetätigkeiten integriert werden. Dies sollte auch alle notwendigen arbeitsmedizinischen Maßnahmen beinhalten. Der betriebsärztliche Dienst empfiehlt sich als geeignete Stelle zur Koordination der betrieblich erforderlichen Gesamtmaßnahmen.

Damit die geeigneten Maßnahmen und Präventionsvorschläge in die betriebliche Praxis umgesetzt werden können, ist der Aufbau oder die Modifikation betrieblicher Strukturen und Pläne zur Erreichung und Einhaltung der Mindestanforderungen an die betriebstypische Rettungs- und Bergekompetenz notwendig.

Hierfür empfiehlt sich ein berufsgenossenschaftliches Gesamtkonzept in Form einer BG-Regel für seilunterstützte Rettungs- und Bergetätigkeiten. Dies würde auch, als einen ersten Schritt, einen Berufsgenossenschaften übergreifenden Erfahrungsaustausch über die verschiedenen Rettungs- und Bergetechnologien und Techniken einschließen.

12 Literaturliste

- Amelang, M. & Bartussek, D. (1990). *Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Amelang, M. & Zielinski, W. (1997). *Psychologische Diagnostik und Intervention*. Berlin: Springer.
- American Psychiatric Association (2003). *Diagnostisches und Statistisches Manual Psychischer Störungen - Textrevision – (DSM-IV-TR)*. Deutsche Hrsg.: Saß, H., Wittchen, H. U., Zaudig, M. & Houben, I.. Göttingen: Hogrefe.
- Antoni, C. & Bungard, W. (1989). Beanspruchung und Belastung. In: E. Roth (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, Band Organisationspsychologie* (S. 431-458). Göttingen: Hogrefe.
- Bamberg, E. (1999). Psychische Belastungen: Begriffe und Konzepte. In: B. Badura, M. Litsch & C. Vetter (Hrsg.), *Fehlzeiten-Report 1999. Psychische Belastung am Arbeitsplatz* (S. 45-57). Berlin: Springer.
- Bamberg, E., Busch, C. & Ducki, A. (2003). *Stress- und Ressourcenmanagement. Strategien und Methoden für die neue Arbeitswelt*. Bern: Huber.
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy, The Exercise of control*. New York: Freeman.
- Bariod, J.; They, B. Medizinische Auswirkungen des Hängens in Sicherheitsgurten; *Zeitschrift: Die BG, Januar 1997, (S. 8-11)*
- Bengel, J. & Heinrichs, M. (2004). Psychische Belastungen des Rettungspersonals. In: J. Bengel (Hrsg.). *Psychologie in Notfallmedizin und Rettungsdienst* (S. 25-43). Berlin: Springer.
- Bengel, J. & Riedl, T. (2004). Stressbewältigung und Belastungsverarbeitung. In: J. Bengel (Hrsg.). *Psychologie in Notfallmedizin und Rettungsdienst* (S. 89-99). Berlin: Springer.
- Bergmann, B. (1999). *Training für den Arbeitsprozess*. Zürich: vdf.
- Beutel, M. E. & Brähler, E. (2004). Testinformationen. *Diagnostica, 50, 3, 165-169*.
- Bundesagentur für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2004).
<http://coschi.co.funpic.de/Downloads/Belastungs-Beanspruchungs-Modell.pdf>
- Bierhoff, H. W. (2000). Skala der sozialen Verantwortung nach Berkowitz und Daniels: Entwicklung und Validierung. *Diagnostica, 46, 1, 18-28*.
- Boege, K. & Gehrke, A. (2005a). Notfallpsychologie. In: *Universum Verlagsanstalt* (Hrsg.), *Lexikon Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit* (10. Aufl., CD-ROM Update 8.0), Wiesbaden: Kösel.
- Boege, K. & Gehrke, A. (2005b). Posttraumatische Belastungsstörungen von Katastrophenhelfern - notfallpsychologische Betreuungsmaßnahmen und persönliche Bewältigungsstrategien. *Bundesarbeitsblatt, 02/05*
- Boege, K. & Gehrke, A. (2005c). Preventing Posttraumatic Stress - Psychological First Aid at the Workplace, *Safety Science Monitor., Vol. 9, Issue 1*

- Cox, T., Griffith, A. & Rial-González, E. (2000). Research on Work-related Stress. European Agency for Safety and Health at Work.
- Debrunner HU, Gelenkmessung (Neutral-0 Methode), 1991, AO-Bulletin
- DGAUM Leitlinien: Nutzung der Herzschlagfrequenz bei arbeitswissenschaftlichen Untersuchungen, Stand 08.2005, www.dgaum.de
- Dick, R. van & Wagner, U. (2001). Der AVEM im Lehrerberuf. Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie, 22, 4, 267-278.
- DIN EN 1909 (2004): Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr – Räumung und Bergung. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 1005-4 (2002): Menschliche körperliche Leistung, Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen. Berlin: Beuth.
- DIN EN ISO 10075-1 (2000). Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 1: Allgemeines und Begriffe. Berlin: Beuth.
- Drury, C. G. (1987): A Biomechanical Evaluation of the Repetitive Motion Injury Potential of Industrial Jobs. Seminars in Occupational Medicine 2, 1 (1987) 41 - 49
- Ehlers, A. (1999). Posttraumatische Belastungsstörung. Göttingen: Hogrefe.
- Ellegast, R.; Herda, C.; Hoehne-Hückstädt, U.; Lesser, W.; Kraus, G.; Schwan, W.: Ergonomie an Näharbeitsplätzen. BGIA-Report 7/2004. (Hrsg.) Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG)
- Ellegast, R. Personengebundenes Meßsystem zur automatisierten Erfassung von Wirbelsäulenbelastungen bei beruflichen Tätigkeiten, BGIA-Report 5/98 (Hrsg. HVBG)
- Greif, S. (1991). Stress in der Arbeit – Einführung und Grundbegriffe. In: S. Greif, E. Bamberg & N. Semmer (Hrsg.), Psychischer Stress am Arbeitsplatz (S. 1-28). Göttingen: Hogrefe.
- Hacker, W. (1998). Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. Bern: Huber.
- Hacker, W., Fritsche, B., Richter, P. & Iwanova, A. (1995). Tätigkeitsbewertungssystem (TBS). Zürich: vdf.
- Hannich, H.-J. (2004). Psychologie der Notfallsituation. In: J. Bengel (Hrsg.). Psychologie in Notfallmedizin und Rettungsdienst (S. 1-11). Berlin: Springer.
- Hart, S. G. & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. In P. A. Hancock & N. Meshkati (Hrsg.). Human Mental Workload (S. 139-183). North-Holland: Elsevier Science Publishers B. V.
- Hartsough D. M. & Myers, D.G. (1985). Disaster work and mental health: Prevention and control of stress among workers. Center for Mental Health and Human Services, National Institute of Mental Health, Washington.

- Hausmann, C. (2003). Handbuch Notfallpsychologie und Traumabewältigung. Wien: Facultas.
- Heinecker, R.; Gonska, B.-D.: EKG in Praxis und Klinik, Thieme 1992
- Hess, M. & Vossel, G. (2001). Stress, Ressourcen und Copingverhalten im Assessment Center – Reaktionen der Teilnehmer. Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, 45, 4, 202-210.
- Hettinger, Th. (1991). Handhabung von Lasten, Ergonomische Gesichtspunkte, Carl Hanser Verlag, München, REFA-Fachbuchreihe Betriebsorganisation
- HVBG: Berufsgenossenschaftliche Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, Gentner Verlag 2004
- ISO 11226: Ergonomics – Evaluation of static working postures, ISO/TC 159/SC3, 2000
- Janke, W., Erdmann, G. (1997). Streßverarbeitungsfragebogen (SVF 120) nach W. Janke, G. Erdmann, K. W. Kallus und W. Boucsein. Kurzbeschreibung und Grundlegende Kennwerte. Göttingen: Hogrefe.
- Janke, W., Erdmann, G. & Kallus, W. (1985). Streßverarbeitungsfragebogen (SVF) nach W. Janke, G. Erdmann und W. Boucsein. Göttingen: Hogrefe.
- Karasek, R. A. & Theorell, T. (1990). Healthy Work: Stress, Productivity and the Reconstruction of Working Life. New York: Basic Books.
- Karhu, O.; Kansil, P.; Knorinka, I.: „Correcting working postures in industry. A practical method for analysis.“; Appl. Ergonomics, 8 (1977), 4, S. 199 - 201
- Kohlmann, C.-W. (1990). Streßbewältigung und Persönlichkeit: Flexibles versus rigides Copingverhalten und seine Auswirkungen auf Angsterleben und physiologische Belastungsreaktionen. Bern: Huber.
- Konietzko, J., Dupuis, H., Letzel, S.: Handbuch der Arbeitsmedizin, ecomed 2004
- Krampen, G. (1981). IPC-Fragebogen zu Kontrollüberzeugungen. Göttingen: Hogrefe.
- Krampen, G. (1982). Differentialpsychologie der Kontrollüberzeugungen. Göttingen: Hogrefe.
- Krampen, G. (1987). Handlungstheoretische Persönlichkeitspsychologie. Göttingen: Hogrefe.
- Krampen, G. (1991). Fragebogen zu Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen (FKK). Göttingen: Hogrefe.
- Lasogga, F. & Gasch, B. (2004). Psychische Erste Hilfe. In: J. Bengel (Hrsg.). Psychologie in Notfallmedizin und Rettungsdienst (S. 45-59). Berlin: Springer.
- Lazarus, R. S. & Launier, R. (1981). Streßbezogene Transaktionen zwischen Person und Umwelt. In: J. R. Nitsch (Hrsg.). Stress. Theorien, Untersuchungen, Maßnahmen (S. 213-259). Bern: Huber.
- Löllgen, H., Erdmann, E.: Ergometrie, Belastungsuntersuchungen in Klinik und Praxis, Springer 2001

- Maercker, A. (1998). Extrembelastungen ohne psychische Folgeschäden: Gesundheitspsychologische Konzepte und Befunde. In: W. Schüffel et al. (Hrsg.). Handbuch der Salutogenese: Konzept und Praxis (S. 341-350). Wiesbaden: Ullstein Medical.
- Maercker, A., Herrle, J. & Grimm, I. (1999). Dresdener Bombennachtsoffer 50 Jahre danach: Eine Untersuchung patho- und salutogenetischer Variablen. Zeitschrift für Gerontopsychologie & -psychiatrie, 12, 3, 157-167.
- Mehr, A. (1996). <http://www.unicom.unizh.ch/unimagazin/archiv/4-96/risikosport.html>
- Meichenbaum, Donald W. (2002). Intervention bei Streß, Anwendung und Wirkung des Streßimpfungstrainings, 2. Aufl., Bern: Huber
- Mielke, R. (1982). Interne/externe Kontrollüberzeugung. Bern: Huber
- Moroney, W. F., Biers, D. W., & Eggemeier, F. T. (1995). Some measurement and methodological considerations in the application of subjective workload measurement techniques. International Journal of Aviation Psychology, 5, S. 87-106.
- Müller, B. & Basler, H. D. (1993). Kurzfragebogen zur aktuellen Beanspruchung (KAB). Weinheim: Beltz
- Nitsch, J. R. (1981). Aspekte der Streßforschung. In: J. R. Nitsch (Hrsg.). Stress. Theorien, Untersuchungen, Maßnahmen (S. 29-160). Bern: Huber.
- Ottersbach, H. J., Herda, Ch., Lüken, K.: Untersuchung von Bergevorgängen an zwei Seilbahnen, BGIA, 2003
- Prudlo, U. (2002). Tough Guy oder Weichei – Psychologische Eigensicherung für Einsatzkräfte. <http://www.uni-tuebingen.de/klinische-psychologie/tapn/proff21.html>.
- Rauch, N. (2004). Belastung/Beanspruchung: Erfassung von Beanspruchungsfolgen. http://www.psychologie.uniwuerzburg.de/methoden/lehre/skripten/HS_Verkehrspsychologie/HS_Ergonomie_BelBea4.pdf
- Reichel, G., Bolt, H.M., Hettinger, T., Selenka, F., Ulmer, H.-V., Ulmer, W. T.: Grundlagen der Arbeitsmedizin, Verlag W. Kohlhammer 1985
- Reicherts, M. & Pihet, S. (2000). Job newcomers coping with stressful situations: A micro-analysis of adequate coping and well-being. Swiss Journal of Psychology, 59, 303-316.
- Richter, P. & Hacker, W. (1998). Belastung und Beanspruchung. Streß, Ermüdung und Burnout im Arbeitsleben. Heidelberg: Asanger.
- Ritter, K. J. (2004). Auswirkungen berufsbezogener alltäglicher und traumatischer Belastungen im Feuerwehr- und Rettungsdienst. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Technische Universität Dresden.
- Rohmert, W., Rutenfranz, J.: Praktische Arbeitsphysiologie, Thieme 1983
- Rotter, J.B. (1966). Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. Psychological Monographs, 80/1, No. 609.

- Rubio, S., Díaz, E., Martín, J. & Puente, J. M. (2004). Evaluation of Subjective Mental Workload: A Comparison of SWAT, NASA-TLX, and Workload Profile Methods. *Applied Psychology: An International Review*, 53, 1, 61-86.
- Sauter, S.L. & Murphy, L. R. (Hrsg.). (1995). *Organizational Risk Factors for Job Stress*. Washington DC: American Psychological Association.
- Schmidtke, H.: *Ergonomie*, Carl Hanser Verlag 1981
- Schönpflug, W. (1987). Beanspruchung und Belastung bei der Arbeit – Konzepte und Theorien. In: J. Rutenfranz & U. Kleinbeck (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie*, Band Arbeitspsychologie (S. 130-184). Göttingen: Hogrefe.
- Schreinicke, G.: Monitoring von Herzschlagfrequenz und Blutdruck am Arbeitsplatz in Hofmann, Kralj: *Handbuch der betriebsärztlichen Praxis*, 6. Erg.Lfg. 4/05, ecomed 2004
- Schröder, H. (2002). Als ein Vorwort: Beim Stress nichts Neues?. In: J. Schumacher, K. Reschke & H. Schröder (Hrsg.), *Mensch unter Belastung. Erkenntnisfortschritte und Anwendungsperspektiven der Stressforschung* (S. 3-9). Frankfurt: VAS.
- Schuler, H. & Höft, S. (2001). Konstruktorientierte Verfahren der Personalauswahl. In: H. Schuler (Hrsg.), *Lehrbuch der Personalpsychologie* (S. 93-133). Göttingen: Hogrefe
- Schuler, H. & Marcus, B. (2001). Biographieorientierte Verfahren der Personalauswahl. In: H. Schuler (Hrsg.), *Lehrbuch der Personalpsychologie* (S. 175-212). Göttingen: Hogrefe
- Schwarzer, R. (2000). *Streß, Angst und Handlungsregulation*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Schwiersch, M., Mersch, J., Trenkwalder, P. & Stopper, D. (2004). Kletterhallen - Studie. *Panorama. Mitteilungen des Deutschen Alpenvereins*, 56, 5, 53-55.
- Schwiersch, M., Mersch, J., Trenkwalder, P. & Stopper, D. (2004). Wovon hängen Kletterfehler ab?. *Panorama. Mitteilungen des Deutschen Alpenvereins*, 56, 6, 70-72.
- Sefrin, P. (1995). Analyse der Strukturqualität im Rettungsdienst. In: H. Moecke & F.-W. Ahnefeld (Hrsg.), *Qualitätsmanagement im Rettungsdienst* (S. 76-86). Berlin: Blackwell.
- Shannon, L. (2005). The „Rescue Personality“: Fact or Fiction? *The Australasian Journal of Disaster and Trauma Studies*, Vol. 2
- Siegrist, J. (1996). *Soziale Krisen und Gesundheit*. Göttingen: Hogrefe.
- Slawik, M., Beuschlein, F.: Genetik und Pathophysiologie der Adipositas, *Der Internist* 2, 2006, S. 120-129
- Spering, M. (2001). *Emotionen und Kontrollüberzeugungen beim komplexen Problemlösen*. Diplomarbeit, Universität Heidelberg
- Sonntag, K. & Stegmaier, R. (2001). Verhaltensorientierte Verfahren der Personalentwicklung. In: H. Schuler (Hrsg.), *Lehrbuch der Personalpsychologie* (S. 265-287). Göttingen: Hogrefe

- SPSS (2001). Version 11.0 [Computer Software]. SPSS Incorporation.
- Teegen, F. (2001). Prävalenz von Traumaexposition und Posttraumatischer Belastungsstörung bei gefährdeten Berufsgruppen. In: A. Maercker, U. Ehlert (Hrsg.). Psychotraumatologie (S. 169-185). Göttingen: Hogrefe.
- Teegen, F. (2003). Posttraumatische Belastungsstörungen bei gefährdeten Berufsgruppen. Prävalenz, Prävention, Behandlung. Bern: Huber.
- Trempa, E., Janke, W. & Weyers, P. (2002). Die Vorhersagbarkeit von Streßverarbeitungsweisen unter natürlichen Belastungsbedingungen durch den SVF 120. Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie, 23, 3, 291-304.
- Valentin, H., Lehnert, G., Petry, H., Rutenfranz, J., Stalder, K., Wittgens, H., Woitowitz, H.-J.: Arbeitsmedizin, Thieme 1985
- Weiner, B. (1997): Motivationspsychologie. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Weltgesundheitsorganisation (1993). Internationale Klassifikation psychischer Störungen ICD-10. Kapitel V (F): Klinisch- diagnostische Leitlinien. Deutsche Hrsg.: Dilling, H., Mombour, W. & Schmidt, M. H.. Bern: Huber.
- Westhoff, K. & Kluck, M.-L. (1998). Psychologische Gutachten schreiben und beurteilen. Berlin: Springer.
- Worch, R. (2005) Fachliche Kompetenz, Kontrollüberzeugungen und Stressverarbeitungsstrategien und deren Einfluss auf die erlebte Beanspruchung von Rettern bei seilunterstützten Rettungen, Unveröffentlichte Diplomarbeit, Technische Universität Dresden
- Zapf, D. & Dormann, C. (2001). Gesundheit und Arbeitsschutz. In: H. Schuler (Hrsg.), Lehrbuch der Personalpsychologie (S. 560-587). Göttingen: Hogrefe.
- Zapf, D. & Semmer, N. (2004). Stress und Gesundheit in Organisationen. In: H. Schuler (Hrsg.), Enzyklopädie der Psychologie, Band Organisationspsychologie – Grundlagen und Personalpsychologie (S. 1007-1091). Göttingen: Hogrefe. URL: <http://www.fisat.de> (02.12.2004)

13 Verzeichnis der Abbildungen

- Abbildung 1-1 Rettungstätigkeit an einer Steigschutzeinrichtung eines Antennentragwerkes
- Abbildung 2-1 Beanspruchungssituation eines Bergers bei einer Rettungssimulation an einer Großkabinenbahn
- Abbildung 5-1 Schematischer Aufbau und Funktionsweise des CUELA-Messsystems
- Abbildung 5-2 Probanden mit angelegtem CUELA-Körperhaltungsmesssystem
- Abbildung 5-3 Bildschirmansicht einer Auswertung mit der Auswertesoftware WIDAAN
- Abbildung 5-4 Maximalkrafttestarten zur Abschätzung der körperlichen Leistungsfähigkeit
- Abbildung 5-5 Messverfahren zur Bestimmung der statischen Maximalkraft
- Abbildung 5-6 Erhebung der anthropometrischen Daten, hier: Schulterhöhe
- Abbildung 5-7 Belastungs-Beanspruchungsmodell – Erklärungsmodell für die Zusammenhänge zwischen psychischer Belastung und Beanspruchung (BauA, 2005)
- Abbildung 5-8 Schema der ergonomischen und arbeitsmedizinischen Datenerhebung
- Abbildung 5-9 Schema der psychologischen Datenerhebung, dargestellt am Belastungs-Beanspruchungsmodell
- Abbildung 6-1 Ablaufschema eines Rettungsversuches
- Abbildung 7-1 Szenen mit beispielhaften Lastgewichtsbetätigungen der Retter oder Berger
- Abbildung 7-2 Rettungsversuch 20, Verunfallter hängt unterhalb der Arbeitsbühne
- Abbildung 7-3 NASA Task Load Index

14 Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 3-1	Das Kollektiv der Rettungs- und Bergeversuche
Tabelle 5-1	Übersicht über die mit dem CUELA-Körperhaltungsmesssystem erfassten Körperwinkel
Tabelle 5-2	Variablennamen und Erläuterungen zu den erhobenen anthropologischen und anthropometrischen Kenngrößen der ergonomischen Belastungs- und Beanspruchungsanalysen
Tabelle 5-3	Belastungsfaktoren bei gefährdeten Berufsgruppen
Tabelle 5-4	Subskalen des NASA-Task Load Index
Tabelle 5-5	Stressverarbeitungsstrategien, Kennzeichnungen und Beispielitems
Tabelle 5-6	Skalen des FKK (nach KRAMPEN, 1991)
Tabelle 5-7	Kategoriensystem zur Beurteilung der fachlichen Kompetenzen nach Worch (WORCH, 2005)
Tabelle 5-8	Konstrukte und Instrumente
Tabelle 7-1	Substrukturen und Merkmalsausprägungen des Kollektivs der Rettungs- und Bergetätigkeiten
Tabelle 7-2	BG-Zugehörigkeit und Häufigkeit der Merkmalsausprägungen nach den Substrukturen des Kollektivs der Rettungs- und Bergeversuche
Tabelle 7-3	Statistische Kenngrößen des Alters der Hauptretter und –berger
Tabelle 7-4	Statistische Kenngrößen der Körpermasse mit Kleidung der Hauptretter und –berger
Tabelle 7-5	Statistische Kenngrößen der Körpergröße mit Schuhe der Hauptretter und –berger
Tabelle 7-6	Statistische Kenngrößen der weiteren anthropometrischen Parameter der Hauptretter und –berger
Tabelle 7-7	Anthropologische und antropometrische Daten des Kollektivs der Hauptretter und –berger
Tabelle 7-8	Häufigkeit und Lokalisation der angegebenen körperlichen Beschwerden
Tabelle 7-9	Rauchgewohnheiten
Tabelle 7-10	Ausgeübter Sport
Tabelle 7-11	Häufigkeit des ausgeübten Sports

Tabelle 7-12	Retter und Berger bewertet nach Häufigkeit und Sport mit gutem Trainingseffekt, nach Berufsgenossenschaften
Tabelle 7-13	Kombinationen und Anzahl der durchgeführten arbeitsmedizinischen Grundsatzuntersuchungen
Tabelle 7-14	Zuordnung der Retter und Berger zu der WHO-Gewichtsklassifikation und Vergleich mit den Werten des Bundes-Gesundheits-Survey 1998
Tabelle 7-15	Statische Maximalkraftwerte des Probandenkollektivs
Tabelle 7-16	Statistische Maßzahlen der statischen Maximalkraftwerte des Kollektivs der Retter und Berger
Tabelle 7-17	Anzahl der Retter nach BG und Berufsgruppe
Tabelle 7-18	Erlerner Beruf
Tabelle 7-19	Erfahrung bei Rettungseinsätzen
Tabelle 7-20	Anzahl der Rettungseinsätze
Tabelle 7-21	Tätigkeit beim Rettungseinsatz
Tabelle 7-22	Teilnahme an Rettungsübungen
Tabelle 7-23	Teilnahme an Rettungseinsätzen und –übungen
Tabelle 7-24	Auswahl der Retter zur Teilnahme am Rettungsversuch
Tabelle 7-25	Weshalb sind Sie heute für diese Rettungsübung ausgewählt worden?
Tabelle 7-26	Zeitdauern der Rettungs- und Bergeversuche
Tabelle 7-27	Statistische Daten der Zeitdauern strukturiert nach der Substruktur „Berufsgenossenschaft-BG“
Tabelle 7-28	Prozentuale Anteile der Lastgewichtsstufen LG1 bis LG10 nach Rettungsversuchen und statische Maximalkräfte der Probanden
Tabelle 7-29	Zeitanteile der Lastgewichtsstufen LG1 bis LG10 an den einzelnen Rettungsversuchen und Summation für die gesamte Dauer aller Rettungstätigkeiten
Tabelle 7-30	Häufigkeiten einzelner Lastgewichtsstufen mit den Eckwerten vorkommender Dauern, im unteren Teil mit Ausdifferenzierung der konkret geschätzten/gemessenen Lastgewichte
Tabelle 7-31	Häufigkeiten von Zeitintervallen bei den Lastgewichtsstufen nach Rettungsversuchen
Tabelle 7-32	Liste von Tätigkeitsaspekten mit Lastgewichten und der Häufigkeit ihres Vorkommens

Tabelle 7-33	Verteilung der Körperwinkel beim Rettungsversuch RV07 in Prozent
Tabelle 7-34	Verteilung der Körperwinkel beim Rettungsversuch RV07 in Zeit (hh:mm:ss)
Tabelle 7-35	Verteilung der Rückenkrümmungswinkel sagittal RKSAG aller Rettungs- und Bergeversuche
Tabelle 7-36	Verteilung der Rückenkrümmungswinkel lateral RKLAT aller Rettungs- und Bergeversuche
Tabelle 7-37	Verteilung der Rumpfneigungswinkel sagittal RNSAG aller Rettungs- und Bergeversuche
Tabelle 7-38	Verteilungen der Rumpfneigungswinkel lateral RNLAT aller Rettungs- und Bergeversuche
Tabelle 7-39	Verteilung der Rumpftorsionswinkel RT aller Rettungsversuche
Tabelle 7-40	Häufigkeiten statischer sagittaler Rückenkrümmungshaltungen (RKSAG) für die extremen Bereiche der Erfassung
Tabelle 7-41	Häufigkeiten statischer sagittaler Rumpfneigungshaltungen (RNSAG) für die extremen Bereiche der Erfassung
Tabelle 7-42	Häufigkeiten statischer lateraler Rückenkrümmungshaltungen (RKLAT) für die ungünstigen Bereiche der Erfassung
Tabelle 7-43	Häufigkeiten statischer lateraler Rumpfneigungshaltungen (RNLAT) für die extremen Bereiche der Erfassung
Tabelle 7-44	Häufigkeiten statischer Rumpftorsionshaltungen (RT) für die extremen Winkelbereiche der Erfassung
Tabelle 7-45	Gesamthäufigkeiten aller Winkelsensoren und maximale Zeitintervalle
Tabelle 7-46	Standardisierte Gesamthäufigkeiten für alle Statikintervalle
Tabelle 7-47	Prozentuale Anteile der Oberkörperhaltungen aller Rettungsversuche nach Substruktur „Berufsgenossenschaften – BG“
Tabelle 7-48	Prozentuale Anteile der Oberkörperhaltungen an den Messzeiten der Rettungs- und Bergeversuche; die maximalen Werte aus den kritischen Oberkörperhaltungen „R. geb.“ und „R. tord. / seitl. gen.“ und „R. geb. & tord. / seitl. gen.“ sind GELB markiert
Tabelle 7-49	wie Tabelle 7-48; Anteile der Oberkörperhaltungen in hh:mm:ss
Tabelle 7-50	Prozentuale Anteile der kritischen Oberkörperhaltungen „R. geb.“, „R. tord. / seitl. gen.“ und „R. geb. & tord. / seitl. gen.“ und Summenanteil

Tabelle 7-51	Prozentuale Anteile der Oberkörperhaltungen nach Substruktur „Berufsgenossenschaft – BG“
Tabelle 7-52	Prozentuale Anteile der kritischen Oberkörperhaltungen nach Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“
Tabelle 7-53	Prozentuale Anteile der Oberkörperhaltungen nach Substruktur „Rettungsausführung – RAF“
Tabelle 7-54	Prozentuale Summenanteile der kritischen Oberkörperhaltungen nach „Berufsgenossenschaften“, „Rettungsvariante“ und „Rettungsausführung“ mit den RV mit höchstem Anteil von „R. tort. / seidl. gen.“
Tabelle 7-55	Rettungs- und Bergeversuche mit größtem Prozentanteil der Oberkörperhaltungen „R. tort. / seidl. gen.“ in den Ausprägungen der Substrukturen, die Summenanteile $\geq 10\%$ auswiesen
Tabelle 7-56	Prozentuale Anteile der Beinhaltungen nach Berufsgenossenschaften
Tabelle 7-57	Prozentuale Anteile der Beinhaltungen an den Gesamtmesszeiten der Rettungs- und Bergeversuche
Tabelle 7-58	Zeitanteile der Beinhaltungen an den Messzeiten der Rettungs- und Bergeversuche
Tabelle 7-59	Prozentuale Summenanteile der Beinhaltungen nach Substruktur „Berufsgenossenschaften – BG“
Tabelle 7-60	Prozentuale Summenanteile der Beinhaltungen der Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“
Tabelle 7-61	Prozentuale Summenanteile der Beinhaltungen der Substruktur „Rettungsausführung – RAF“
Tabelle 7-62	Sortierte prozentuale Summenanteile kritischer Beinhaltungen nach den Substrukturen mit ungünstigsten Rettungsversuchen
Tabelle 7-63	Rettungsversuche mit größtem Prozentanteil in den Ausprägungen der Substrukturen, die Summenanteile $> 10\%$ auswiesen
Tabelle 7-64	Prozentuale Anteile wichtiger Ganzkörperhaltungen nach Substruktur „Berufsgenossenschaft – BG“
Tabelle 7-65	Prozentuale Anteile wichtiger Ganzkörperhaltungen nach Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“
Tabelle 7-66	Prozentuale Anteile wichtiger Ganzkörperhaltungen nach Substruktur „Rettungsausführung – RAF“
Tabelle 7-67	Definition der Kategorien des medizinischen Bewertungsschemas
Tabelle 7-68	Struktur der Winkelklassen des Bewertungsschemas

Tabelle 7-69	Bewertung nach dem Bewertungsschema – Prozentuale Anteile und Zeitanteile der Sensoren an der gesamten Messzeit
Tabelle 7-70	Bewertungsschema – Anteile der Winkelklassen von Knien und Hüften nach Berufsgenossenschaft und Rettungsversuch
Tabelle 7-71	Kritische Anteile der Winkelklassen der Rumpfsensoren nach dem Bewertungsschema für Rettungs- und Bergeversuche
Tabelle 7-72	Anzahl und Zeitsummen der Zeitintervalle mit kritischen Körperhaltungen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel
Tabelle 7-73	Häufigkeitsverteilung der mit ROT bewerteten Zeitintervalle nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel
Tabelle 7-74	Anteile der Körperhaltungen nach Körperhaltungsschema für Oberkörper und Beine, nach Größe absteigend sortiert
Tabelle 7-75	GELB und ROT bewertete prozentuale Anteile der Rumpfsensoren nach Berufsgenossenschaften – BG
Tabelle 7-76	GELB und ROT bewertete prozentuale Anteile der Rumpfsensoren nach Rettungsvariante – RVAR
Tabelle 7-77	GELB und ROT bewertete prozentuale Anteile der Rumpfsensoren nach Rettungsausführung - RAF
Tabelle 7-78	Summierte Anteile kritischer Körperhaltungen der OWAS-Risikoklassenbewertung 3 und 4 für alle Rettungsversuche
Tabelle 7-79	Sortierte Anteile kritischer Körperhaltungen aller Rettungsversuche
Tabelle 7-80	Anzahl und Zeitsumme der Intervalle mit kritischen Körperhaltungen nach den Risikoklassen 3 und 4 für alle Rettungsversuche
Tabelle 7-81	Häufigkeitsverteilung der identifizierten Zeitintervalle nach den OWAS-Risikoklassen 3 und 4
Tabelle 7-82	Anteile der Körperhaltungen nach Körperhaltungsschema für Oberkörper und Beine, nach Größe absteigend sortiert
Tabelle 7-83	Anteile der Klassen 3 und 4 der OWAS-Risikoklassenbewertung nach der Substruktur „Berufsgenossenschaften – BG“
Tabelle 7-84	Anteile der Klassen 3 und 4 der OWAS-Risikoklassenbewertung nach der Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“
Tabelle 7-85	Anteile der Klassen 3 und 4 der OWAS-Risikoklassenbewertung nach der Substruktur „Rettungsausführung – RAF“
Tabelle 7-86	Winkelsensoren mit Kurzzeichen für Formelberechnungen
Tabelle 7-87	Summierungsfunktionen für zusammengefasste Winkelsensoren

Tabelle 7-88	Rankingfunktionen für summierte Winkelsensoren des Rumpfes ohne/mit denen der unteren Extremitäten
Tabelle 7-89	Berechnung der Maximalwerte der Rankingfunktionen in den Zeitintervallen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel und den OWAS-Risikoklassen 3 und 4
Tabelle 7-90	Berechnung der Maximalwerte der Rankingfunktionen in den Zeitintervallen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel und den OWAS-Risikoklassen 3 und 4
Tabelle 7-91	Rankingtabellen der mit ROT bewerteten Zeitintervalle kritischer Körperhaltungen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel – Rankingverfahren mit den Rumpfsensoren RKSAG, RKLAT und RT
Tabelle 7-92	Rankingtabellen der mit ROT bewerteten Zeitintervalle kritischer Körperhaltungen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel – Rankingverfahren mit den Rumpfsensoren und Hüftsensoren
Tabelle 7-93	Rankingtabellen der mit ROT bewerteten Zeitintervalle kritischer Körperhaltungen nach dem Bewertungsschema für Körperwinkel – Rankingverfahren mit den Rumpfsensoren und Hüftsensoren und Kniesensoren
Tabelle 7-94	Verteilung der kritischen Zeitintervalle auf die Berufsgenossenschaften
Tabelle 7-95	Rankingtabelle für die Zeitintervalle mit kritischen Körperhaltungen nach Identifikation mit den OWAS-Risikoklassen 3 und 4 – Rankingverfahren mit den Rumpfsensoren RKSAG, RKLAT und RT
Tabelle 7-96	Rankingtabelle für die Zeitintervalle mit kritischen Körperhaltungen nach Identifikation mit den OWAS-Risikoklassen 3 und 4 – Rankingverfahren mit den Rumpfsensoren und Hüftsensoren
Tabelle 7-97	Rankingtabelle für die Zeitintervalle mit kritischen Körperhaltungen nach Identifikation mit den OWAS-Risikoklassen 3 und 4 – Rankingverfahren mit den Rumpfsensoren und Hüftsensoren und Kniesensoren
Tabelle 7-98	Verteilung der kritischen Zeitintervalle auf die Berufsgenossenschaften
Tabelle 7-99	Kategorien von Tätigkeiten mit kritischen Körperhaltungen
Tabelle 7-100	Beispiele zu den Tätigkeitskategorien und deren Einzelaspekten
Tabelle 7-101	Ruhepulsverläufe mit positivem Trend
Tabelle 7-102	Bewertung der Arbeitspulsfrequenzen
Tabelle 7-103	Anzahl und Gesamtzeit der Belastungspulsereignisse mit Überschreiten der Maximalen Pulsfrequenz (MPF)

Tabelle 7-104	Rettungsversuche mit positivem Belastungspulstrend
Tabelle 7-105	Bewertungsschema der Belastungspulsmesssignale
Tabelle 7-106	Gesamtbewertung der Belastungspulskurven aller Rettungsversuche
Tabelle 7-107	Zusammengefasste Verteilung der drei Belastungsstufen
Tabelle 7-108	Verteilung der Belastungsstufen insgesamt und in den einzelnen Berufsgenossenschaften
Tabelle 7-109	Bewertung der leistungsmindernden Faktoren
Tabelle 7-110	Bewertungsgrundsatz der Leistungsressourcen
Tabelle 7-111	Beurteilung des physischen Leistungsindex der einzelnen Retter und Berger
Tabelle 7-112	Zuordnung der Retter und Berger zu den einzelnen Berufsgenossenschaften, sortiert nach ihrem Leistungsindex
Tabelle 7-113	Gegenüberstellung der probandenbezogenen Bewertungen der Belastungspulse und des physischen Leistungsindex zu den einzelnen Rettungsversuchen
Tabelle 7-114	Ausgesuchte Gesamtbewertungen nur von Rettern und Bergern mit hohem physischen Leistungsindex
Tabelle 7-115	Belastungsfaktoren bei Notfallrettungen
Tabelle 7-116	Beanspruchung (TLX), N, MW, SD
Tabelle 7-117	Ergebnisse der psychischen Beanspruchung, BG-spezifisch mit Nebenrettern
Tabelle 7-118	Ergebnisse der psychischen Beanspruchung, BG-spezifisch ohne Nebenretter
Tabelle 7-119	Überdurchschnittlich psychisch beanspruchte Retter
Tabelle 7-120	Unterdurchschnittlich psychisch beanspruchte Retter
Tabelle 7-121	Psychische Beanspruchung der Retter
Tabelle 7-122	Stressprävention: „Wie bereiten Sie sich persönlich auf eine Rettungsübung vor?“
Tabelle 7-123	Stressverarbeitungsstrategien, die eingesetzt werden, wenn während der Rettung etwas Unerwartetes passiert
Tabelle 7-124	Stressverarbeitungsstrategien nach einem Einsatz
Tabelle 7-125	SVF 120, N, MW, SD, Konfidenzintervall, Klassifikation
Tabelle 7-126	FKK, N, MW, SD, Konfidenzintervall, Klassifikation

Tabelle 7-127	Ergebnisse der Expertenbefragung
Tabelle 7-128	Expertenbefragung, ausgewählte Kategorien und Unterkategorien, Gewichtungsfaktoren
Tabelle 7-129	Unterkategorien, Median, SD und Skalenklassifikation
Tabelle 7-130	Kategorien, Median, SD und Skalenklassifikation
Tabelle 7-131	Ressourcenindex 1
Tabelle 7-132	Ressourcenindex 2
Tabelle 7-133	Ressourcenindex der untersuchten 31 Hauptretter und –berger
Tabelle 7-134	Wie sicher haben Sie sich während der Rettung gefühlt?
Tabelle 8-1	Anteile der Lastgewichtsstufen in Prozent und Zeit von der Gesamtrettungszeit (Summe aller Rettungsversuche)
Tabelle 8-2	Höchste Lastgewichtsstufen der Rettungs- und Bergeversuche nach Berufsgenossenschaften
Tabelle 8-3	Statistische Maßzahlen der statischen Maximalkraftwerte des Kollektivs der Retter und Berger
Tabelle 8-4	Anteile kritischer Rumpfsensoren an der Gesamtmesszeit
Tabelle 8-5	Kategorien der Tätigkeitsaspekte mit kritisch zu bewertenden Körperhaltungen
Tabelle 8-6	Minimale und maximale Lastgewichte oder andere Betätigungskräfte nach den vorgeschlagenen Klassen und der Substruktur „Berufsgenossenschaften – BG“
Tabelle 9-1	Einzelbewertungen der Rettungs- und Bergeversuche
Tabelle 9-2	Standardisierte Items für die Einzelbewertungen der Rettungs- und Bergeversuche
Tabelle 9-3	Einzelbewertungen der Rettungs- und Bergeversuche der Bergbau-Berufsgenossenschaft – BBBG
Tabelle 9-4	Einzelbewertungen der Bergeversuche der BG-Bahnen-BGBA
Tabelle 9-5	Einzelbewertungen der Rettungs- und Bergeversuche der Berufsgenossenschaft der Chemie – BGCH
Tabelle 9-6	Einzelbewertungen der Rettungs- und Bergeversuche der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik – BGFE
Tabelle 9-7	Einzelbewertungen der Rettungs- und Bergeversuche der Süddeutschen Metall-Berufsgenossenschaft – SMBG

Tabelle 10-1	Kritische Beanspruchungen, Ressourcen und fachliche Kompetenzen nach Berufsgenossenschaften und als Summe
Tabelle 10-2	Verteilungen der Präventionsvorschläge und Maßnahmen nach Berufsgenossenschaften und dem Gesamtkollektiv
Tabelle 10-3	Eignungskriterien und Mindestanforderungen
Tabelle 16-1	Liste der Arbeitstätigkeit mit Lastgewichten
Tabelle 16-2	Tätigkeitsbeispiele zu den einzelnen Lastgewichtsstufen
Tabelle 16-3	Häufigkeiten statischer Rumpfhaltungen für alle erfassten Winkelklassen nach Substruktur „Berufsgenossenschaft – BG“
Tabelle 17-1	Arbeitsmedizinische Kenngrößen und ihre Ausprägungen
Tabelle 17-2	Tabelle der statistischen Maßzahlen geordnet nach Berufsgenossenschaften

15 Verzeichnis der Diagramme

Diagramm 7-1	Balkendiagramme der Häufigkeiten der Merkmalsausprägungen nach Substrukturen des Kollektivs der Rettungs- und Bergetätigkeiten
Diagramm 7-2	Häufigkeitsverteilungen des Alters der Hauptretter und –berger
Diagramm 7-3	Häufigkeitsverteilungen der Körpermasse mit Kleidung der Hauptretter und –berger
Diagramm 7-4	Häufigkeitsverteilung der Körpergröße mit Schuhen der Hauptretter und –berger
Diagramm 7-5	Häufigkeitsverteilungen der Schulterhöhe und –breite, der Hüftbreite, der Kopflänge und der Rückenlänge des Kollektivs der Hauptretter und –berger
Diagramm 7-6	Häufigkeitsverteilungen der Oberarm-, Unterarm- und Handlänge, sowie der Oberschenkel- und Unterschenkellänge des Kollektivs der Hauptretter und –berger
Diagramm 7-7	Häufigkeitsverteilungen der Fußlänge und Fußhöhe mit Schuhe sowie der Greifweite des Hand-Arm-Systems des Kollektivs der Hauptretter und –berger
Diagramm 7-8	Verteilung des BMI in der Gruppe der Retter und Berger
Diagramm 7-9	Messsignale der statischen Maximalkraftmessungen mit dem Probanden P17 und Angabe der berechneten Maximalkraftwerte
Diagramm 7-10	Scatter-Plot und Häufigkeitsverteilung der Zeitdauern der Rettungs- und Bergeversuche
Diagramm 7-11	Additives Balkendiagramm der prozentualen Anteile der Lastgewichtsstufen nach Rettungsversuchen und Berufsgenossenschaften
Diagramm 7-12	Messsignale der Körperhaltung des Rettungsversuches RV07
Diagramm 7-13	Summierendes Balkendiagramm der prozentualen Anteile der Oberkörperhaltungen an den Gesamtmesszeiten der Berge- und Rettungsversuche nach Substruktur „Berufsgenossenschaft – BG“
Diagramm 7-14	Balkendiagramm der prozentualen Anteile der Oberkörperhaltungen an den Gesamtmesszeiten des Kollektivs der Berge- und Rettungsversuche nach Substruktur „Rettungsvariante – RVAR“
Diagramm 7-15	Balkendiagramm der prozentualen Anteile der Oberkörperhaltungen an den Gesamtmesszeiten des Kollektivs der Berge- und Rettungsversuche nach Substruktur „Rettungsausführung – RAF“

Diagramm 7-16	Körperhaltungsmesssignale und Rankingberechnungen zum Zeitintervalle ZI00023
Diagramm 7-17	Darstellung des Bewertungsverfahrens des Ruhepulsverlaufs
Diagramm 7-18	Bearbeitete Ruhepulsmessung mit negativem Trend
Diagramm 7-19	Bearbeitete Ruhepulsmessung mit positivem Trend
Diagramm 7-20	Berechnete Ruhepulse und Ruhepulsstreuung
Diagramm 7-21	Häufigkeitsverteilung der errechneten Ruhepulse aller Berger und Retter
Diagramm 7-23	Berechnungsbeispiel eines Belastungspulstrends
Diagramm 7-24	Arbeitspulse aus allen Rettungsversuchen
Diagramm 7-25	Verhalten der mittleren Belastungspulse zur altersbezogenen submaximalen und maximalen Herzschlagfrequenz
Diagramm 7-26	Verhalten der Maximalwerte der Belastungspulse zur altersbezogenen submaximalen und maximalen Herzschlagfrequenz
Diagramm 7-27	Kommentierte Belastungspulskurve des Rettungsversuches 20
Diagramm 7-28	Mittelwert des TLX-Gesamtwertes nach Berufsgenossenschaften
Diagramm 7-29	Mittelwerte des TLX-Gesamtwertes nach Berufsgenossenschaften ohne Nebenretter
Diagramm 7-30	Positive Stressverarbeitungsstrategien nach Berufsgenossenschaft
Diagramm 7-31	Negative Stressverarbeitungsstrategien nach Berufsgenossenschaft
Diagramm 7-32	Selbstwirksamkeit
Diagramm 7-33	Externalität
Diagramm 7-34	Internalität vs. Externalität
Diagramm 7-35	Prozentualer Anteil der Retter und Berger an verschiedenen Skalenstufen der Unterkategorien
Diagramm 7-36	Prozentualer Anteil der Retter an verschiedenen Skalenstufen der Kategorien
Diagramm 7-37	Fachliche Kompetenz nach Berufsgenossenschaft
Diagramm 9-1	Zeitvariante Darstellung von Bewertungen des Belastungspulses, der Lastgewichtstätigkeiten und der Körperhaltungen, zusätzlich ist der psychische Ressourcenindex und die Bewertung der psychischen Beanspruchung zu sehen

16 Anlagen zur ergonomischen Belastungs-/Beanspruchungsanalyse

Tabelle 16-1: Liste der Arbeitstätigkeit mit Lastgewichten

RV	T1	T2	T2-T1	LG	LGT2	LGT3
RV01	00:02:39	00:03:00	00:00:21	5	BR betätigt einen Kettenzug	Kettenzug betätigen
RV01	00:05:38	00:05:50	00:00:12	5	BR betätigt einen Kettenzug	Kettenzug betätigen
RV02	00:02:00	00:02:11	00:00:11	3	BR betätigt einen Kettenzug	Kettenzug betätigen
RV02	00:03:53	00:04:05	00:00:12	3	BR hebt einen Kettenzug hoch	Kettenzug hochheben
RV02	00:04:12	00:04:18	00:00:06	3	BR hebt einen Kettenzug hoch und hängt ihn auf	Kettenzug hochheben
RV02	00:08:31	00:08:37	00:00:06	5	BR betätigt einen Kettenzug	Kettenzug betätigen
RV02	00:08:54	00:08:59	00:00:05	5	BR betätigt einen Kettenzug	Kettenzug betätigen
RV02	00:09:14	00:10:06	00:00:52	5	BR betätigt einen Kettenzug	Kettenzug betätigen
RV02	00:11:14	00:11:28	00:00:14	5	BR betätigt einen Kettenzug	Kettenzug betätigen
RV02	00:11:39	00:11:41	00:00:02	80	BR hebt den V an	V hochheben
RV02	00:13:15	00:13:23	00:00:08	5	BR betätigt einen Kettenzug	Kettenzug betätigen
RV03	00:15:39	00:15:44	00:00:05	80	BR hebt den V an	V hochheben
RV04	00:06:34	00:06:36	00:00:02	80	BR hebt den V an	V hochheben
RV06	00:01:04	00:01:11	00:00:07	3	BR hebt Seilkiste hoch	Seilkiste hochheben
RV06	00:01:16	00:01:19	00:00:03	3	BR hebt Seilkiste hoch	Seilkiste hochheben
RV06	00:01:24	00:01:29	00:00:05	3	BR hebt Seilkiste hoch	Seilkiste hochheben
RV06	00:05:54	00:06:48	00:00:54	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV06	00:08:04	00:09:56	00:01:52	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV07	00:08:26	00:08:42	00:00:16	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV07	00:09:03	00:09:07	00:00:04	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV07	00:09:46	00:09:50	00:00:04	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV07	00:09:52	00:09:54	00:00:02	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV07	00:09:55	00:09:58	00:00:03	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV07	00:11:04	00:11:22	00:00:18	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV07	00:11:32	00:11:40	00:00:08	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV07	00:11:48	00:11:56	00:00:08	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV08	00:18:31	00:20:45	00:02:14	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV08	00:21:44	00:22:53	00:01:09	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV08	00:23:09	00:24:40	00:01:31	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV08	00:24:58	00:25:35	00:00:37	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV08	00:28:05	00:28:05	00:00:00	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV08	00:28:33	00:28:39	00:00:06	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV08	00:28:44	00:28:50	00:00:06	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV08	00:31:17	00:32:48	00:01:31	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV08	00:34:40	00:34:40	00:00:00	20	BR zieht an einem Flaschenzug	Flaschenzug ziehen
RV10	00:08:24	00:08:34	00:00:10	15	BR hebt und trägt schweres Dreibein-Rettungseinrichtung	Dreibein tragen
RV10	00:08:58	00:09:12	00:00:14	5	BR hebt und versetzt schweres Dreibein (Rettungsgerät)	Dreibein tragen
RV10	00:09:25	00:09:31	00:00:06	5	BR hebt und versetzt Dreibein-Rettungseinrichtung	Dreibein tragen

RV	T1	T2	T2-T1	LG	LGT2	LGT3
RV10	00:09:52	00:09:56	00:00:04	4	BR hebt Seilwinde hoch und montiert sie	Seilwinde hochheben
RV10	00:10:00	00:10:05	00:00:05	6	BR hebt Seilwinde hoch und montiert sie	Seilwinde hochheben
RV12	00:18:17	00:18:18	00:00:01	80	BR hebt V hoch, greift am Seil an	V hochheben
RV12	00:18:18	00:18:46	00:00:28	40	BR hebt V hoch, greift am Seil an	V hochheben
RV12	00:20:21	00:20:27	00:00:06	40	BR hebt V hoch, greift am AG an	V hochheben
RV13	00:10:20	00:13:44	00:03:24	80	BR hebt V hoch, greift am Seil an	V hochheben
RV13	00:13:47	00:15:28	00:01:41	80	BR hebt V hoch, greift am Seil an	V hochheben
RV14	00:11:25	00:11:28	00:00:03	80	BR hebt V hoch, greift am AG an	V hochheben
RV15	00:03:58	00:04:04	00:00:06	2	BR hebt einen Stab hoch	Stab hochheben
RV15	00:06:43	00:07:03	00:00:20	2	BR schlägt einen Fanghaken an	Fanghaken anschlagen
RV15	00:08:04	00:09:07	00:01:03	80	BR hebt V hoch, greift am Seil an	V hochheben
RV15	00:09:31	00:09:43	00:00:12	80	BR hebt V hoch, greift am Seil an	V hochheben
RV15	00:10:21	00:10:30	00:00:09	80	BR hebt V hoch, greift am AG an	V hochheben
RV17	00:07:10	00:07:28	00:00:18	30	BR zieht den Fahrleitungswagen mit einem Seil	Fahrleitungswagen ziehen
RV17	00:07:58	00:08:02	00:00:04	30	BR zieht den Fahrleitungswagen mit einem Seil	Fahrleitungswagen ziehen
RV18	00:06:08	00:06:10	00:00:02	30	BR zieht an dem Seil eines Abseilgerätes	Abseilgerät ausziehen
RV19	00:04:53	00:05:23	00:00:30	10	BR zieht Einhängeleiter hoch	Einhängeleiter hochheben
RV20	00:00:18	00:00:34	00:00:16	10	BR hebt einen Sack und hängt ihn über die Schulter	Rettungsmittelsack hochheben
RV20	00:17:16	00:18:10	00:00:54	4	BR hebt Abseilgerät vom Boden auf und hängt es über die Schulter	Abseilgerät hochheben
RV20	00:18:16	00:20:43	00:02:27	7	BR hebt einen Sack und hängt ihn über die Schulter	Rettungsmittelsack hochheben
RV20	00:37:51	00:38:00	00:00:09	90	BR hebt den V an	V hochheben
RV20	00:38:11	00:38:14	00:00:03	90	BR hebt den V an und stabilisiert ihn seitlich und vertikal	V vertikal und seitlich stabilisieren
RV20	00:38:14	00:38:38	00:00:24	50	BR stabilisiert den V seitlich und vertikal	V vertikal und seitlich stabilisieren
RV21	00:10:03	00:10:07	00:00:04	50	BR zieht den V zu sich hin	V zu sich ziehen
RV21	00:11:47	00:12:15	00:00:28	90	BR hebt den V an	V hochheben
RV21	00:16:56	00:17:23	00:00:27	60	BR hebt den V an	V hochheben
RV21	00:17:58	00:18:46	00:00:48	70	BR hebt den V an	V hochheben
RV21	00:21:44	00:25:01	00:03:17	4	BR hebt Abseilgerät vom Boden auf und hängt es über die Schulter	Abseilgerät hochheben
RV22	00:04:05	00:05:29	00:01:24	6	BR trägt einen Sack mit Rettungsmitteln	Rettungsmittelsack hochheben
RV22	00:07:03	00:07:07	00:00:04	4	BR hebt ein Abseilgerät hoch	Abseilgerät hochheben
RV22	00:07:18	00:07:20	00:00:02	4	BR hebt ein Abseilgerät hoch	Abseilgerät hochheben
RV22	00:07:21	00:07:22	00:00:01	4	BR hebt ein Abseilgerät hoch	Abseilgerät hochheben
RV22	00:09:06	00:09:07	00:00:01	4	BR hebt ein Abseilgerät hoch	Abseilgerät hochheben
RV22	00:14:53	00:15:50	00:00:57	6	BR zieht ein Seil aus einem Abseilgerät heraus	Abseilgerät ausziehen
RV22	00:17:32	00:17:39	00:00:07	6	BR zieht ein Seil aus einem Abseilgerät heraus	Abseilgerät ausziehen
RV22	00:17:44	00:17:50	00:00:06	6	BR zieht ein Seil aus einem Abseilgerät heraus	Abseilgerät ausziehen
RV22	00:19:16	00:19:23	00:00:07	6	BR zieht ein Seil aus einem Abseilgerät heraus	Abseilgerät ausziehen
RV22	00:23:21	00:23:26	00:00:05	4	BR hebt ein Abseilgerät hoch	Abseilgerät hochheben
RV22	00:25:52	00:26:10	00:00:18	6	BR zieht ein Seil aus einem Abseilgerät heraus	Abseilgerät ausziehen
RV22	00:27:42	00:27:49	00:00:07	6	BR zieht ein Seil aus einem Abseilgerät heraus	Abseilgerät ausziehen
RV22	00:28:17	00:29:43	00:01:26	4	BR kurbelt am Abseilgerät	Abseilgerät kurbeln

RV	T1	T2	T2-T1	LG	LGT2	LGT3
RV23	00:04:18	00:05:29	00:01:11	10	BR trägt einen Sack mit Rettungsmitteln	Rettungsmittelsack hochheben
RV23	00:07:13	00:07:22	00:00:09	4	BR hebt ein Abseilgerät hoch	Abseilgerät hochheben
RV23	00:07:35	00:07:40	00:00:05	4	BR hebt und montiert ein Abseilgerät	Abseilgerät hochheben
RV23	00:08:53	00:09:17	00:00:24	6	BR zieht ein Seil aus einem Abseilgerät heraus	Abseilgerät ausziehen
RV23	00:10:32	00:10:34	00:00:02	6	BR hebt einen Sack mit Rettungsmitteln hoch	Rettungsmittelsack hochheben
RV23	00:11:09	00:11:15	00:00:06	6	BR hebt einen Sack mit Rettungsmitteln hoch	Rettungsmittelsack hochheben
RV23	00:11:58	00:12:14	00:00:16	6	BR hebt einen Sack mit Rettungsmitteln hoch, trägt ihn weg und legt ihn ab	Rettungsmittelsack hochheben
RV23	00:12:20	00:12:26	00:00:06	6	BR hebt einen Sack mit Rettungsmitteln auf	Rettungsmittelsack hochheben
RV23	00:13:10	00:14:30	00:01:20	4	BR kurbelt am Abseilgerät	Abseilgerät kurbeln
RV23	00:15:15	00:15:42	00:00:27	4	BR kurbelt am Abseilgerät	Abseilgerät kurbeln
RV23	00:15:48	00:16:41	00:00:53	4	BR kurbelt am Abseilgerät	Abseilgerät kurbeln
RV28	00:19:13	00:19:26	00:00:13	50	BR hebt mit einem zweiten Berger eine Rettungstrage mit dem V an und trägt ihn weg	Rettungstrage hochheben
RV30	00:00:23	00:00:24	00:00:01	6	BR hebt einen Sack mit Rettungsmitteln hoch, trägt ihn weg und legt ihn ab	Rettungsmittelsack hochheben
RV30	00:00:27	00:00:29	00:00:02	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV30	00:00:41	00:00:51	00:00:10	3	BR hebt ein Abseilgerät hoch und legt es ab	Abseilgerät hochheben
RV30	00:07:41	00:07:42	00:00:01	10	BR betätigt einen Hebel	Kabinenhebel betätigen
RV30	00:15:44	00:15:53	00:00:09	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV30	00:15:59	00:16:24	00:00:25	4	BR hebt Seilfahrgeschäft aus Fahrseil und hängt es wieder ein	Seilfahrgeschäft mit Abseilgerät aushängen und einhängen
RV30	00:16:32	00:16:36	00:00:04	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV30	00:16:52	00:16:56	00:00:04	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV30	00:17:04	00:17:11	00:00:07	4	BR hebt Seilfahrgeschäft aus Fahrseil und hängt es wieder ein	Seilfahrgeschäft mit Abseilgerät aushängen und einhängen
RV30	00:18:18	00:19:52	00:01:34	6	BR zerrt das Seilfahrgeschäft mit Abseilgerät mit schrägem Seil am Fahrseil weiter	Seilfahrgeschäft mit Abseilgerät schräg am Fahrseil weiterziehen
RV30	00:22:05	00:22:11	00:00:06	10	BR betätigt einen Hebel	Kabinenhebel betätigen
RV30	00:31:01	00:31:04	00:00:03	10	BR betätigt einen Hebel	Kabinenhebel betätigen
RV30	00:31:08	00:31:13	00:00:05	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV30	00:31:15	00:31:28	00:00:13	4	BR hebt Seilfahrgeschäft aus Fahrseil und hängt es wieder ein	Seilfahrgeschäft mit Abseilgerät aushängen und einhängen
RV30	00:31:28	00:31:32	00:00:04	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV30	00:32:21	00:34:11	00:01:40	4	BR zerrt das Seilfahrgeschäft mit Abseilgerät mit schrägem Seil am Fahrseil weiter	Seilfahrgeschäft mit Abseilgerät schräg am Fahrseil weiterziehen
RV30	00:35:57	00:35:59	00:00:02	10	BR betätigt einen Hebel	Kabinenhebel betätigen
RV30	00:49:22	00:49:28	00:00:06	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV30	00:49:32	00:49:37	00:00:05	4	BR hebt Seilfahrgeschäft aus Fahrseil und hängt es wieder ein	Seilfahrgeschäft mit Abseilgerät aushängen und einhängen
RV30	00:49:42	00:49:45	00:00:03	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV30	00:50:30	00:51:32	00:00:35	4	BR zerrt das Seilfahrgeschäft mit Abseilgerät mit schrägem Seil am Fahrseil weiter	Seilfahrgeschäft mit Abseilgerät schräg am Fahrseil weiterziehen
RV31	00:00:28	00:00:32	00:00:04	6	BR hebt einen Sack mit Rettungsmittel auf	Rettungsmittelsack hochheben
RV31	00:01:06	00:01:24	00:00:18	4	BR hebt ein Abseilgerät auf	Abseilgerät hochheben
RV31	00:02:05	00:02:15	00:00:10	4	BR hebt ein Abseilgerät auf	Abseilgerät hochheben

RV	T1	T2	T2-T1	LG	LGT2	LGT3
RV31	00:22:14	00:22:31	00:00:17	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV31	00:22:32	00:22:37	00:00:05	15	BR hebt Seilfahrgerat aus Fahrseil und hängt es wieder ein	Seilfahrgerat aushängen und einhängen
RV31	00:22:38	00:22:42	00:00:04	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV31	00:23:21	00:23:39	00:00:18	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV31	00:44:39	00:44:48	00:00:09	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV31	00:44:54	00:45:02	00:00:08	4	BR hebt Seilfahrgerat aus Fahrseil und hängt es wieder ein	Seilfahrgerat aushängen und einhängen
RV31	00:45:06	00:45:09	00:00:03	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV31	01:02:12	01:03:07	00:00:55	4	BR hebt ein Abseilgerät aus Fahrseil	Abseilgerät aushängen
RV31	01:05:18	01:05:42	00:00:24	4	BR hebt ein Abseilgerät auf	Abseilgerät hochheben
RV31	01:06:06	01:06:33	00:00:27	4	BR hängt ein Abseilgerät am Fahrseil ein	Abseilgerät einhängen
RV31	01:06:42	01:06:54	00:00:12	4	BR hängt ein Anseilgerat am Fahrseil ein	Abseilgerät einhängen
RV31	01:15:07	01:15:11	00:00:04	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV31	01:15:38	01:15:44	00:00:06	4	BR hebt Seilfahrgerat aus Fahrseil und hängt es wieder ein	Seilfahrgerat aushängen und einhängen
RV31	01:15:48	01:15:50	00:00:02	15	BR hebt eine Strickleiter auf	Strickleiter hochheben
RV33	00:03:29	00:04:09	00:00:40	11	BR zieht ein Seilfahrgerat hoch	Seilfahrgerat hochziehen
RV33	00:16:54	00:18:15	00:01:21	11	BR hebt Seilfahrgerat aus Fahrseil und hängt es wieder ein	Seilfahrgerat aushängen und einhängen
RV33	00:38:44	00:39:32	00:00:48	11	BR hebt Seilfahrgerat aus Fahrseil und hängt es wieder ein	Seilfahrgerat aushängen und einhängen
RV33	00:43:50	00:44:06	00:00:16	5	BR hängt ein Abseilgerät aus Fahrseil aus	Abseilgerät aushängen
RV33	00:44:30	00:44:32	00:00:02	11	BR hängt ein Seilfahrgerat aus Fahrseil aus	Seilfahrgerat aushängen
RV33	00:45:23	00:45:37	00:00:14	5	BR hebt ein Abseilgerät auf	Abseilgerät hochheben
RV33	00:45:56	00:46:27	00:00:31	11	BR hängt ein Abseilgerät in Fahrseil ein	Abseilgerät einhängen
RV33	00:47:00	00:47:20	00:00:20	5	BR hängt ein Abseilgerät in Fahrseil ein	Abseilgerät einhängen
RV33	00:55:32	00:56:18	00:00:46	11	BR hebt Seilfahrgerat aus Fahrseil und hängt es wieder ein	Seilfahrgerat aushängen und einhängen
RV33	00:59:34	01:00:09	00:00:35	11	BR hängt ein Seilfahrgerat aus Fahrseil aus und lässt es ab	Seilfahrgerat aushängen und ablassen
RV34	00:00:16	00:00:59	00:00:43	4	BR hebt ein Abseilgerät auf	Abseilgerät hochheben
RV35	00:04:44	00:04:44	00:00:00	10	BR zieht eine Zugangsbrucke zur Kabine heran	Zugangsbrucke zur Kabine betätigen
RV35	00:07:40	00:08:30	00:00:50	2	BR hebt und montiert einen Kragarm auf Kabinendach	Kragarm heben und montieren
RV35	00:09:00	00:09:30	00:00:30	10	BR hebt eine Sack mit Rettungsmitteln	Rettungsmittelsack hochheben
RV35	00:09:40	00:09:55	00:00:15	10	BR hebt und montiert ein Abseilgerät	Abseilgerät hochheben

Tabelle 16-2: Tätigkeitsbeispiele zu den einzelnen Lastgewichtsstufen

LASTGEWICHTSSTUFE LG1 (0-10 kg)							
RV01	00:05:36	RV02	00:01:19	RV06	00:01:17		
Kettenzug betätigen		Montage eines Kettenzuges			Anheben einer Kiste		
							
RV10	00:09:06	RV15	00:07:04	RV20	00:00:18		
Aufstellen eines Dreibeins		Anbringen der Rettungsseile			Anheben Sack mit Rettungsmittel		
							
RV21	00:24:49	RV22	00:6:24	RV23	00:12:06	RV30	00:31:20
Einhängen des Abseilgerätes		Tragen Sack mit Rettungsmittel		Anheben Sack mit Rettungsmittel		Einhängen des Abseilgerätes	
							

LASTGEWICHTSSTUFE LG3 (20-30 kg)							
RV06	00:08:48	RV07	00:09:35	RV08	00:21:39	RV13	00:11:54
Ziehen eines Seilflaschenzuges		Anheben des Verletzten über Seilzug		Seilflaschenzug betätigen		Versuch des Anhebens des Verletzten	
							

LASTGEWICHTSSTUFE LG4 (30-40 kg)			
RV17	00:07:14	RV18	00:06:09
Ziehen des Arbeitskorbes		Anheben des Verletzten über Seilzug	
			

LASTGEWICHTSSTUFE LG5 (40-50 kg)					
RV12	00:20:22	RV13	00:11:19	RV28	00:19:13
Mitanheben des Verletzten		Versuch des Anhebens des Verletzten		Anheben der Rettungstrage mit Verletzten	
					

LASTGEWICHTSSTUFE LG6 (50-60 kg)

RV20	00:38:35	RV21	00:10:05
------	----------	------	----------

Anheben und Abstützen des Verletzten	Verletzten in Steigleiter leicht Anheben
--------------------------------------	--



LASTGEWICHTSSTUFE LG7 (60-70 kg)

RV21	00:17:00
------	----------

Hängenden Verletzten Schultern



LASTGEWICHTSSTUFE LG8 (70-80 kg)

RV21	00:18:18
------	----------

Hängenden Verletzten Schultern



LASTGEWICHTSSTUFE LG9 (80-90 kg)

RV02	00:11:40	RV03	00:15:41	RV04	00:06:32
Anheben des Verletzten		Anheben des Verletzten		Anheben des Verletzten, einarmig	
					

RV12	00:16:56	RV13	00:15:10	RV14	00:11:27	RV15	00:08:19
Anheben des Verletzten		Anheben des Verletzten		Hochziehen des Verletzten		Hochziehen des Verletzten	
							

LASTGEWICHTSSTUFE LG10 (90-100 kg)

RV20	00:37:53	RV21	00:11:54
Anheben des Verletzten		Hängenden Verletzten Schultern	
			

Tabelle 16-3: Häufigkeiten statischer Rumpfhaltungen für alle erfassten Winkelklassen nach Substruktur „Berufsgenossenschaft – BG“

RK-SAG	4-10s				10-30s				30-60s				>60s			
	<=-2°	-2° bis +20°	+20° bis +40°	>=+40°	<=-2°	-2° bis +20°	+20° bis +40°	>=+40°	<=-2°	-2° bis +20°	+20° bis +40°	>=+40°	<=-2°	-2° bis +20°	+20° bis +40°	>=+40°
BBBG	8	109	31	20	2	55	4	4		2						
BGBA	47	247	51	9	6	43	5	3		1		1		1		
BGCH	5	153	38	28	1	39	8	12		2	1	1				1
BGFE	15	103	70	24	3	28	12	12	2	4						
SMBG	43	152	21	9	35	70	1	2	7	7			1	2		

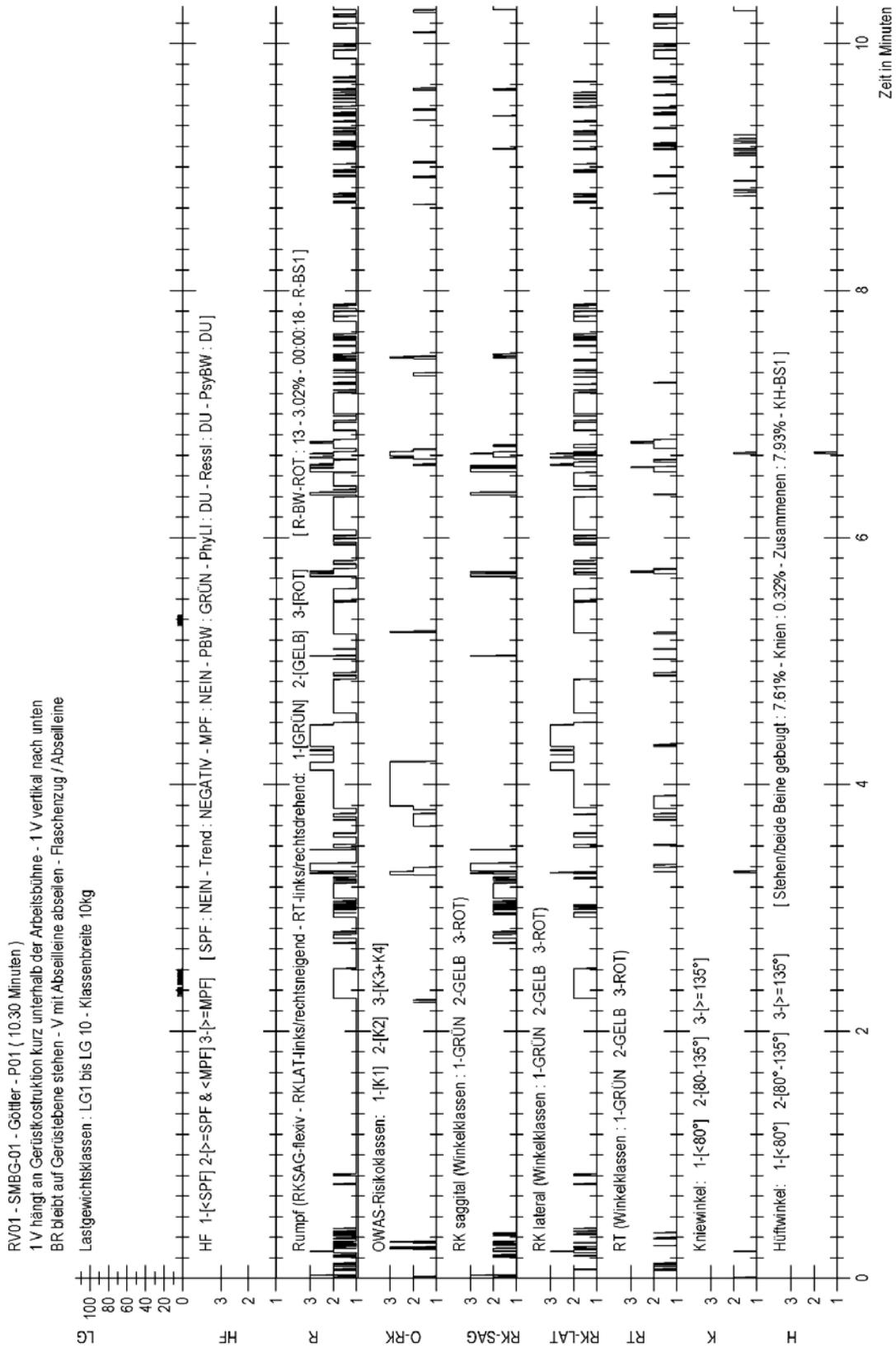
RK-LAT	4-10s					10-30s					30-60s					>60s				
	<=-20°	-20° bis -10°	-10° bis +10°	+10° bis +20°	>=20°	<=-20°	-20° bis -10°	-10° bis +10°	+10° bis +20°	>=20°	<=-20°	-20° bis -10°	-10° bis +10°	+10° bis +20°	>=20°	<=-20°	-20° bis -10°	-10° bis +10°	+10° bis +20°	>=20°
BBBG	6	38	150	11	12	1	7	46	2	2			2							
BGBA	15	31	207	23	8		8	41	2				4							
BGCH	3	16	169	40	5		2	50	9	1			6					1		
BGFE	6	12	126	19	8	2	1	47	5	3			1	2				1		
SMBG	5	20	203	10	5		8	91	7	1		2	19	2				2		

RN-SAG	4-10s						10-30s						30-60s						>60s	
	<=-2°	-2° bis +20°	+20° bis +40°	+40° bis +60°	+60° bis +90°	>=90°	<=-2°	-2° bis +20°	+20° bis +40°	+40° bis +60°	+60° bis +90°	>=90°	<=-2°	-2° bis +20°	+20° bis +40°	+40° bis +60°	+60° bis +90°	>=90°	<=-2°	-2° bis +20°
BBBG	103	82	3	1	5		33	35			2			6						
BGBA	132	220	45	7	2		13	48	8					2						
BGCH	129	86	17	3			28	46	5	4			2	3					2	
BGFE	25	71	32	13	28	21	6	29	9		4	12		4			1	2		
SMBG	34	200	14	5	7	6	12	87	1	1	2	1	6	13					1	2

RN-LAT	4-10s					10-30s					30-60s					>60s				
	<=-20°	-20° bis -10°	-10° bis +10°	+10° bis +20°	>=20°	<=-20°	-20° bis -10°	-10° bis +10°	+10° bis +20°	>=20°	<=-20°	-20° bis -10°	-10° bis +10°	+10° bis +20°	>=20°	<=-20°	-20° bis -10°	-10° bis +10°	+10° bis +20°	>=20°
BBBG		9	170	22	2		2	84	2			1	5							
BGBA	4	32	282	39	16		7	56	2	1			4					1		
BGCH	23	37	167	19	8	2	6	68	8	3			3			1		1		
BGFE	9	18	141	20	14	2	3	52	9	1			2	1	1			2		
SMBG	4	29	211	16	9	1	7	101	6	0		1	20					5		

RT	4-10s					10-30s					30-60s					>60s				
	<=-20°	-20° bis -10°	-10° bis +10°	+10° bis +20°	>=20°	<=-20°	-20° bis -10°	-10° bis +10°	+10° bis +20°	>=20°	<=-20°	-20° bis -10°	-10° bis +10°	+10° bis +20°	>=20°	<=-20°	-20° bis -10°	-10° bis +10°	+10° bis +20°	>=20°
BBBG	7	14	128	14	4		4	46	1	2			5							
BGBA	21	12	293	38	3	13	5	70	13		1	2	5	1		1	9	7		
BGCH	4	13	192	30	3	1	2	57	4				11					4		
BGFE	3	18	145	12	6		2	78	2	2			1	12	1			9		
SMBG	0	7	182	18	2		9	92	5	1			12					9		

Zusammenfassende zeitvariante Darstellungen (35 Diagramme) von Belastungen, Beanspruchungen und Bewertungen

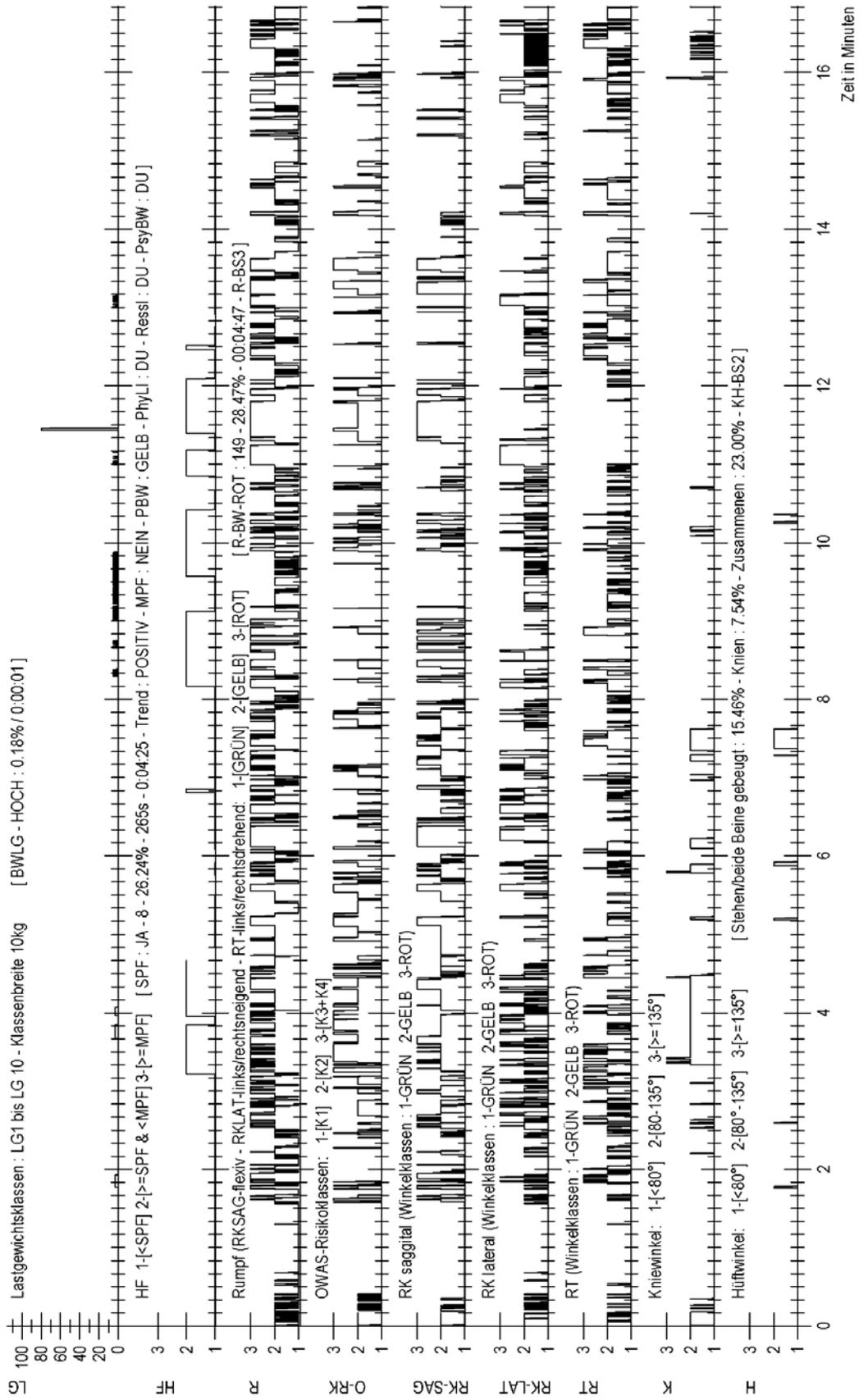


RV02 - SMBG-02 - Götlier - P01 (16.84 Minuten)

1 V hängt an Gerüstkonstruktion weit unterhalb der Arbeitsbühne - 1 V vertikal nach unten

BR bleibt auf Gerüstebene stehen- zusätzliche Kletterbewegungen - V mit Abselleine abseilen / Flaschenzug / Abselleine / Bandschlingen

Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - HOCH : 0.18% / 0.00.01]

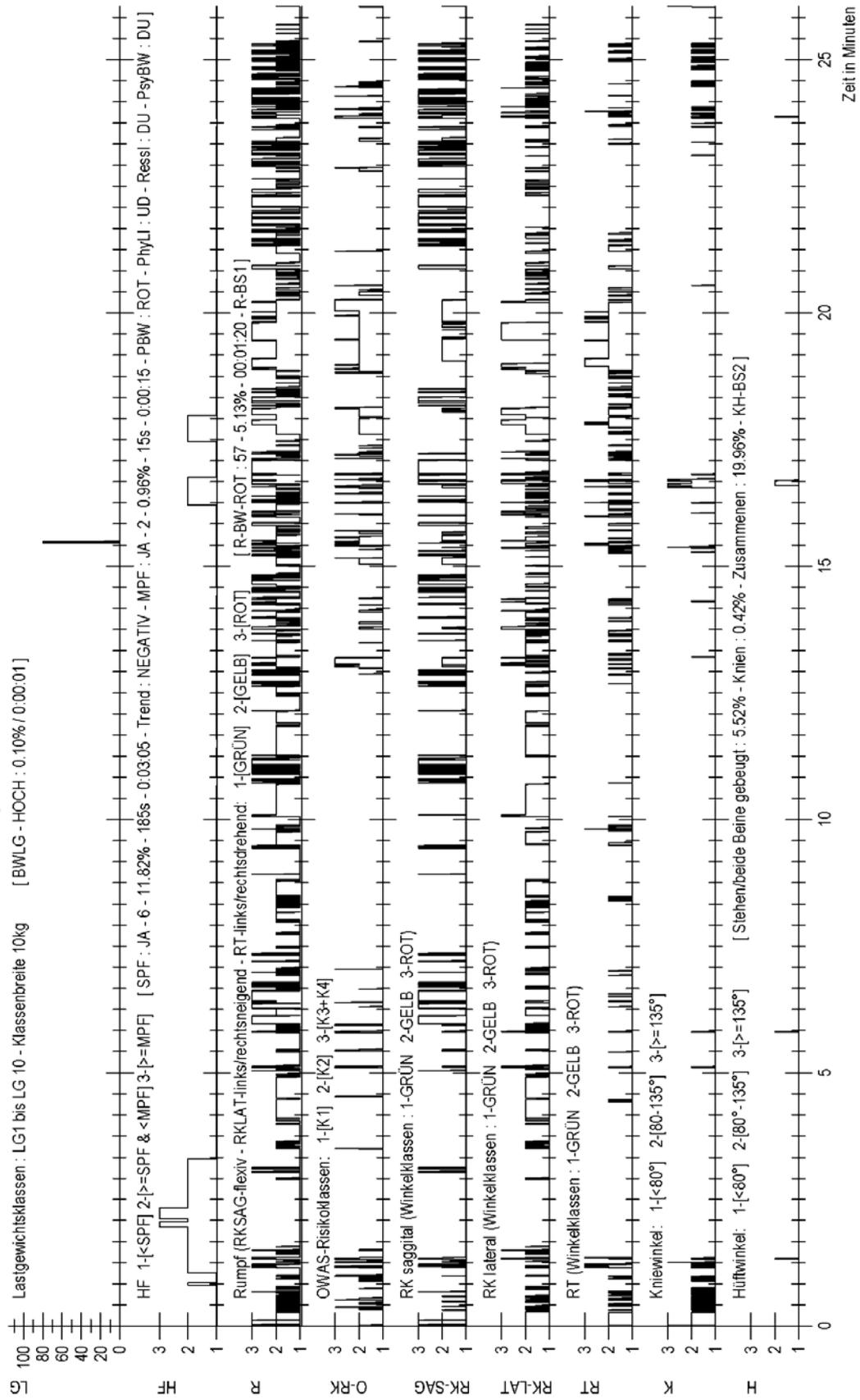


RV03 - SMBG-03 - Prebeck - P02 (26.05 Minuten)

1 V hängt an Stahlkonstruktion weit unterhalb der Arbeitsbühne - 1 V vertikal nach unten

BR bleibt auf Gerüstebene stehen - V mit ASG absellen - ASG / Bandschlingen

Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - HOCH : 0.10% / 0.00.01]

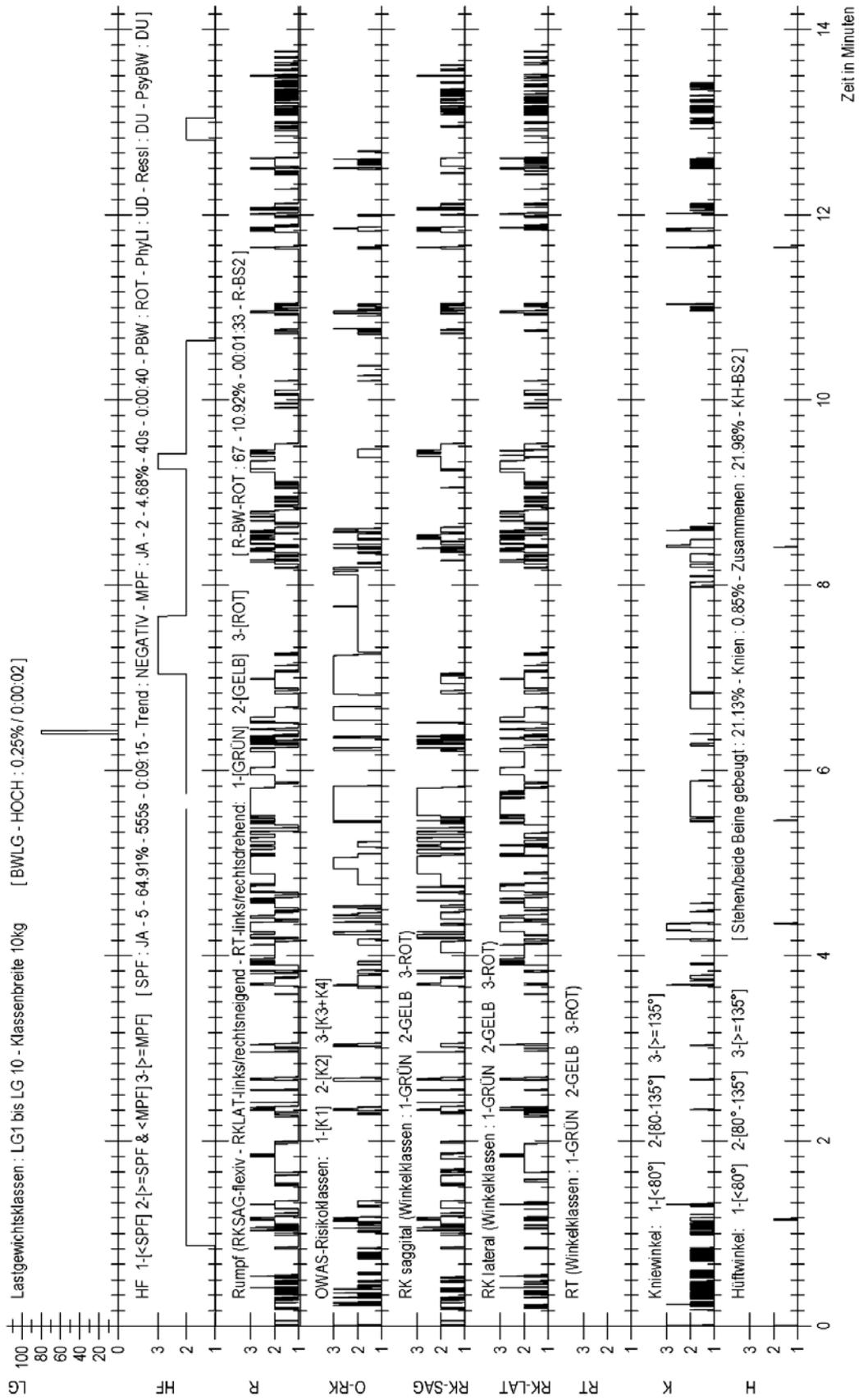


RV04 - SMBG-04 - Prebeck - P02 (14.25 Minuten)

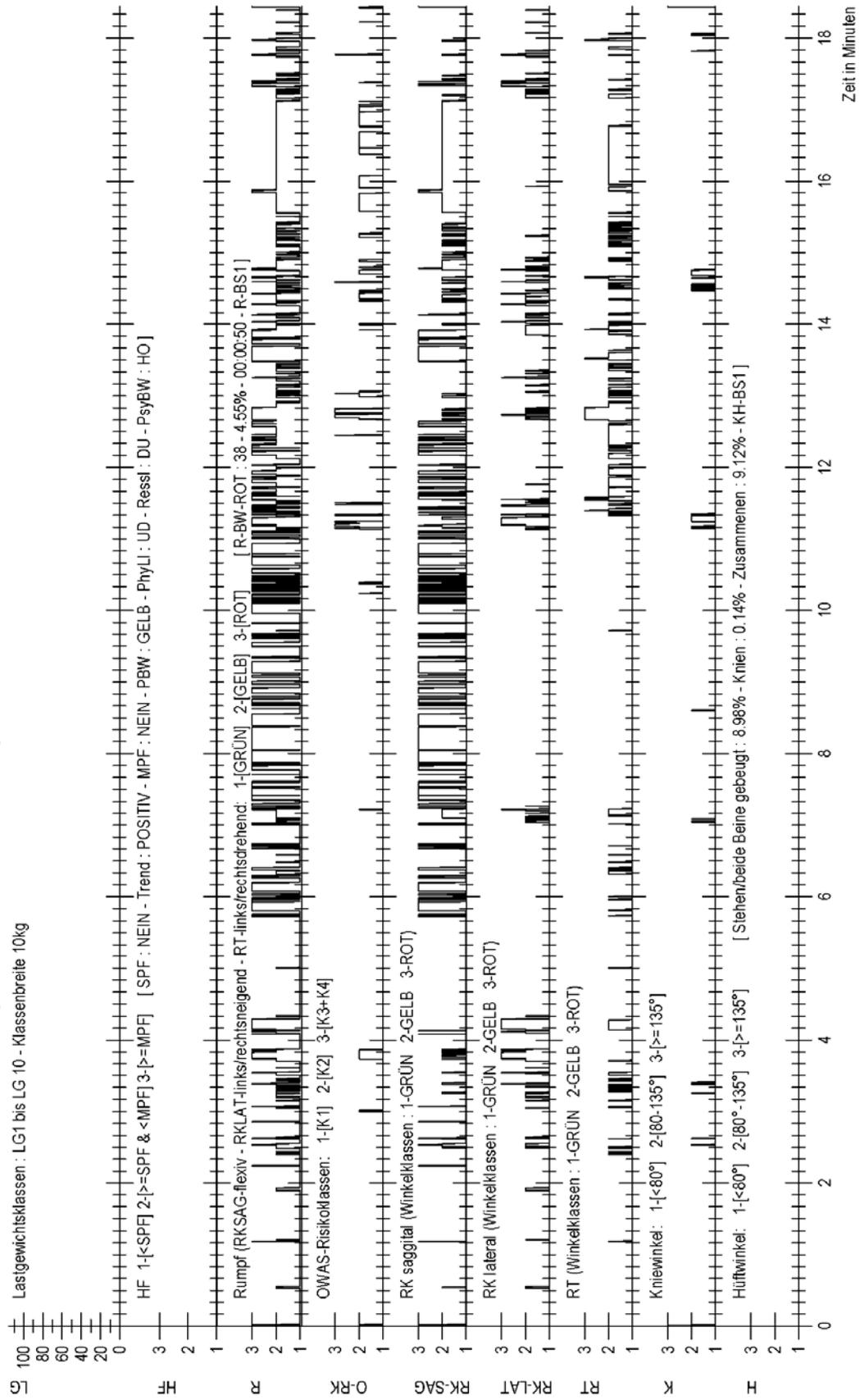
1 V hängt an Stahlkonstruktion weit unterhalb der Arbeitsbühne - 1 V vertikal nach unten

BR bleibt auf Gerüstebene stehen - zusätzliche Kletterbewegungen - V mit ASG abseilen - ASG / Bandschlingen

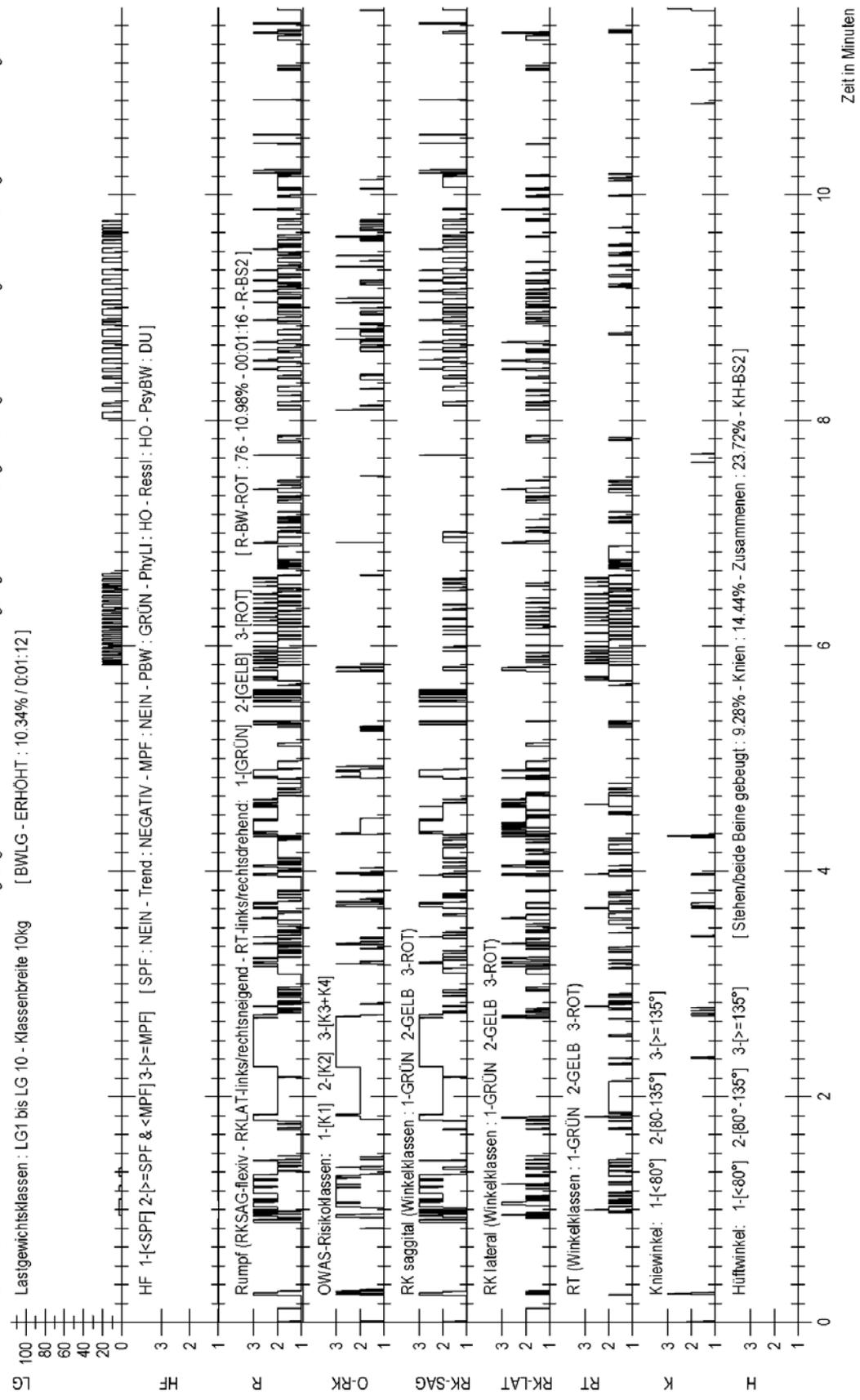
Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - HOCH : 0.25% / 0.00.02]



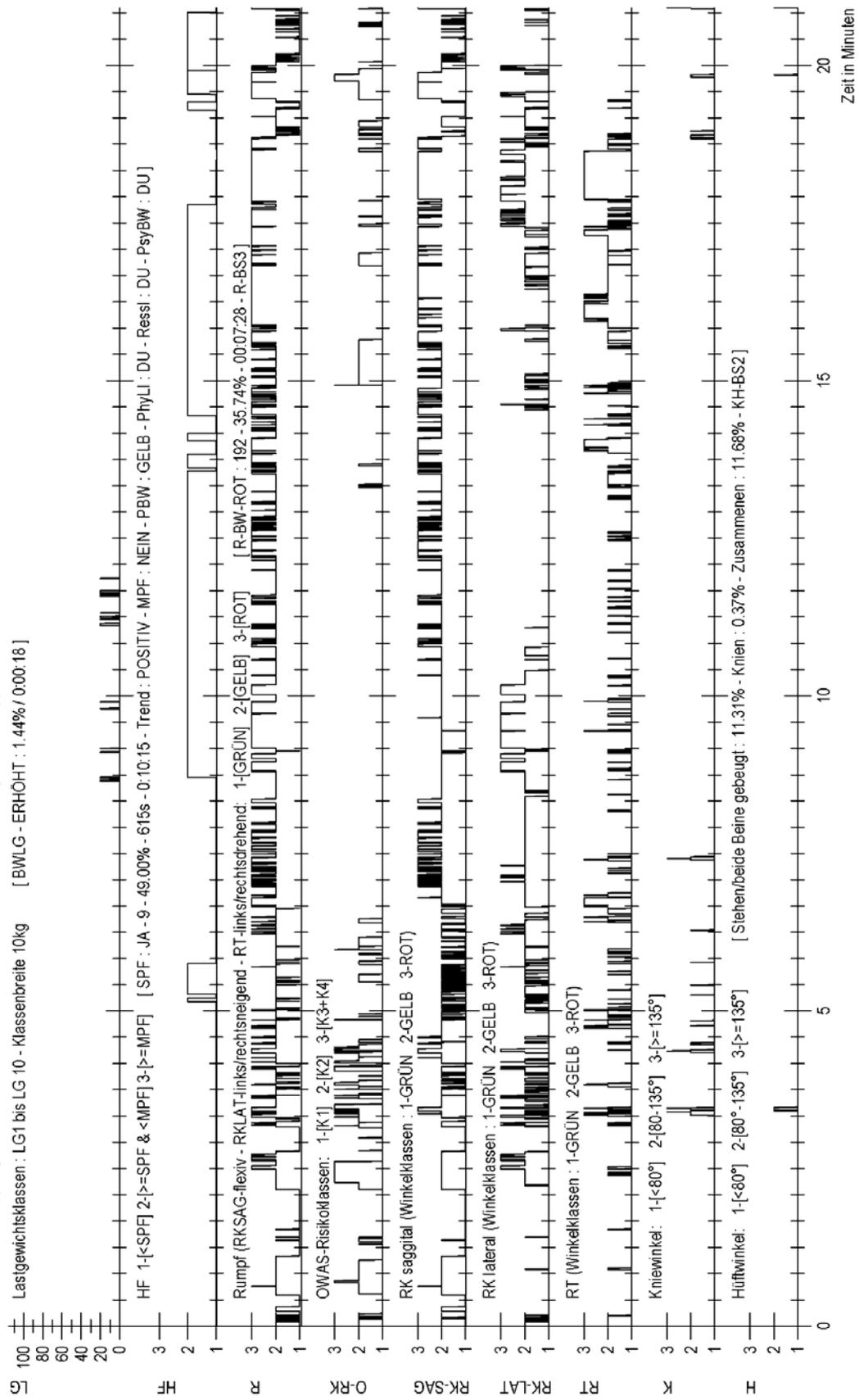
RV05 - SMBG-05 - Prebeck - P03 (18.44 Minuten)
 2 V hängt an Stahlkonstruktion weit unterhalb der Arbeitsbühne - 1 V vertikal nach oben
 BR mit Kran zum V - beide auf obere Ebene geholt - Baustellenkran / Kettenzeisträger
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg



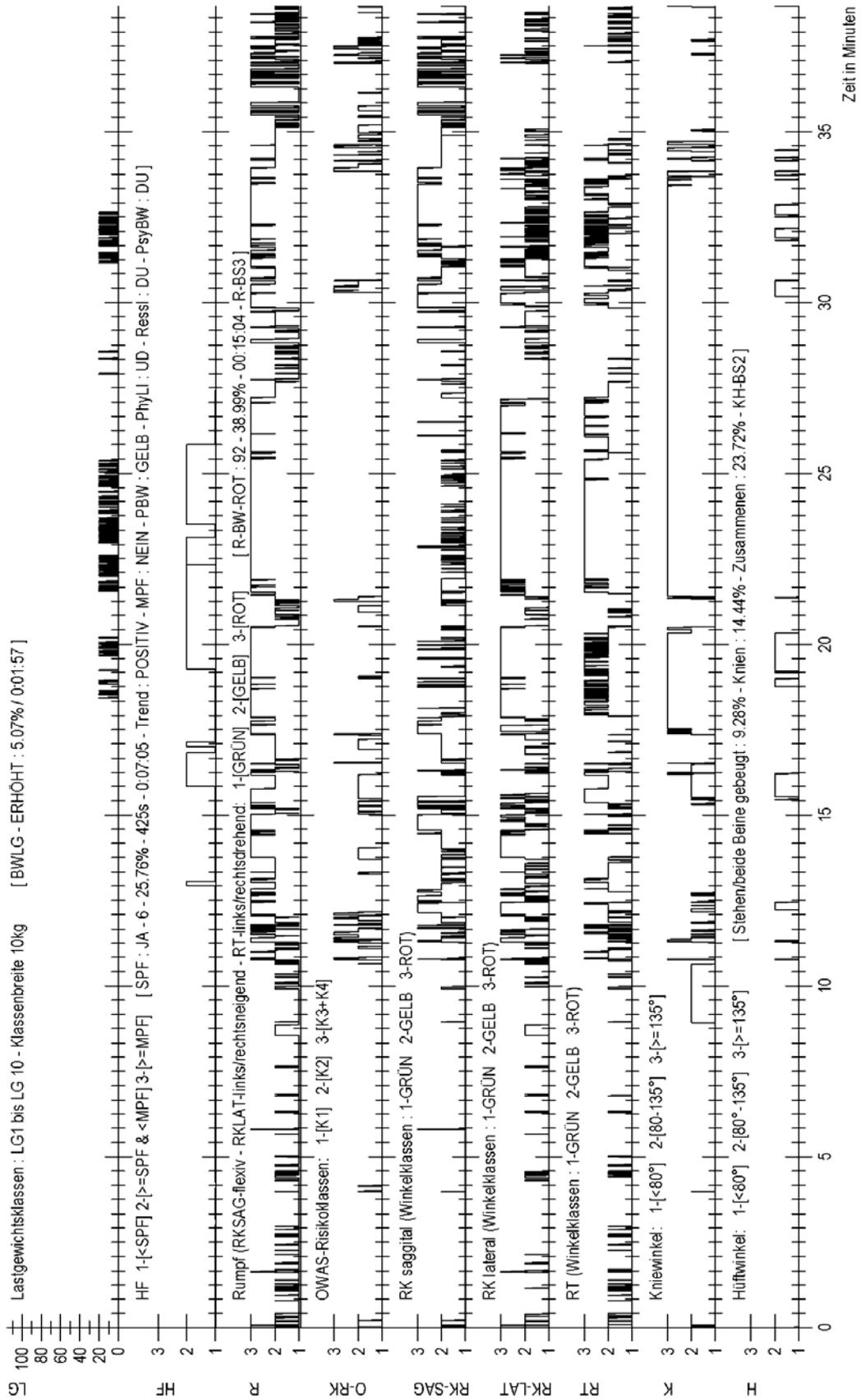
RV06 - BBGG-01 - K+S Kali - P04 (11.66 Minuten)
 1 V hängt tief an der Schachtwand - 1 V vertikal nach oben
 BR bleibt auf Arbeitsebene stehen - V wird aus Schacht herausgezogen - V wird seitlich auf Arbeitsebene gezogen - Flaschenzug mit Brusigklemme / Rettungsebene mit Brusigklemme/Radebergerhaken
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - ERHÖHT : 10.34% / 0.01:12]

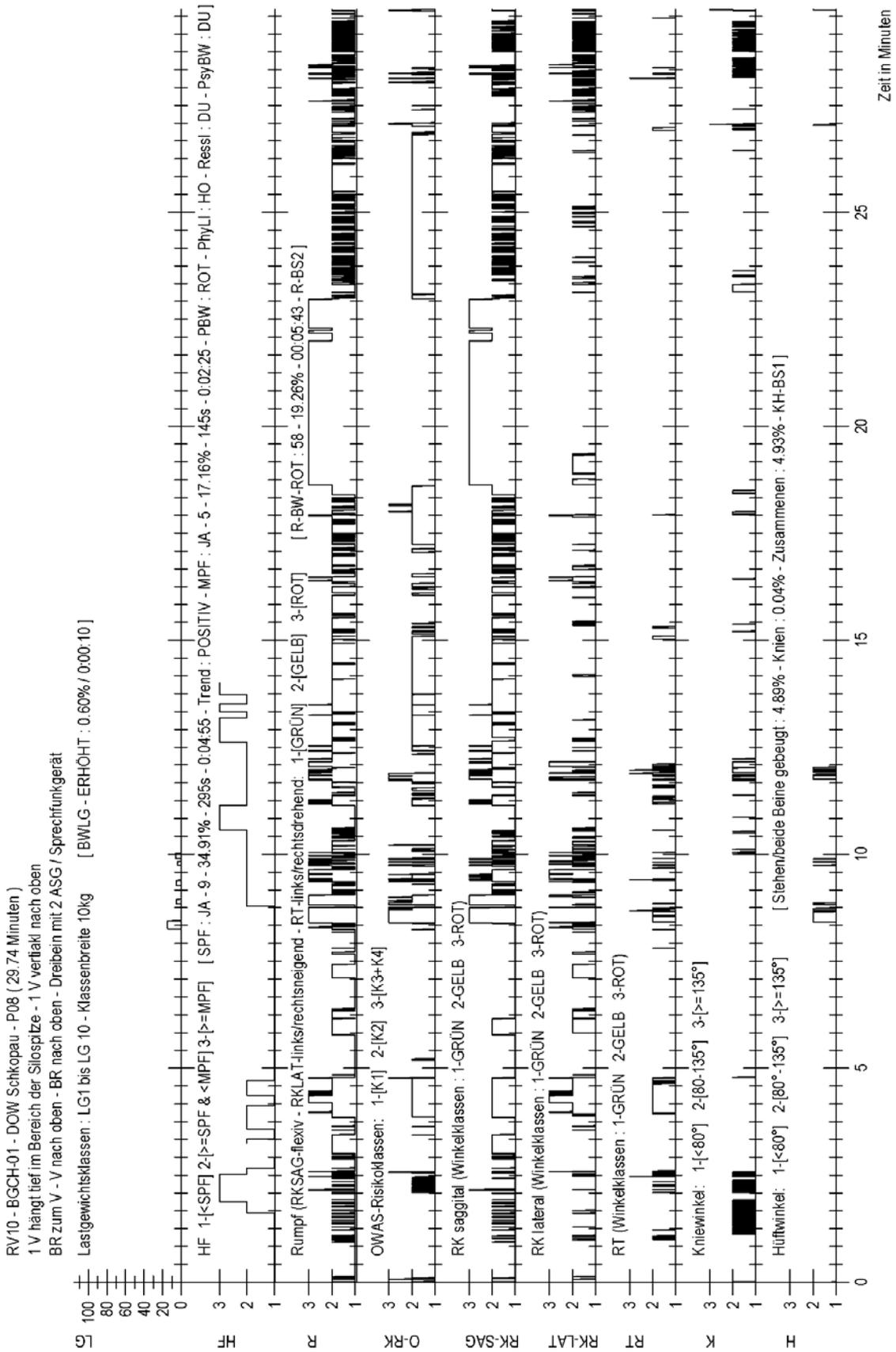


RV07 - BBBG-02 - K+S Kali - P05 (20.91 Minuten)
 1 V hängt tief an der Schachtwand - 1 V vertikal nach unten
 BR zum V - Kopplung zum Tandembetrieb - BR und V nach unten - Flaschenzug / ASG / Koppelseil
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - ERHÖHT : 1.44% / 0.00:18]

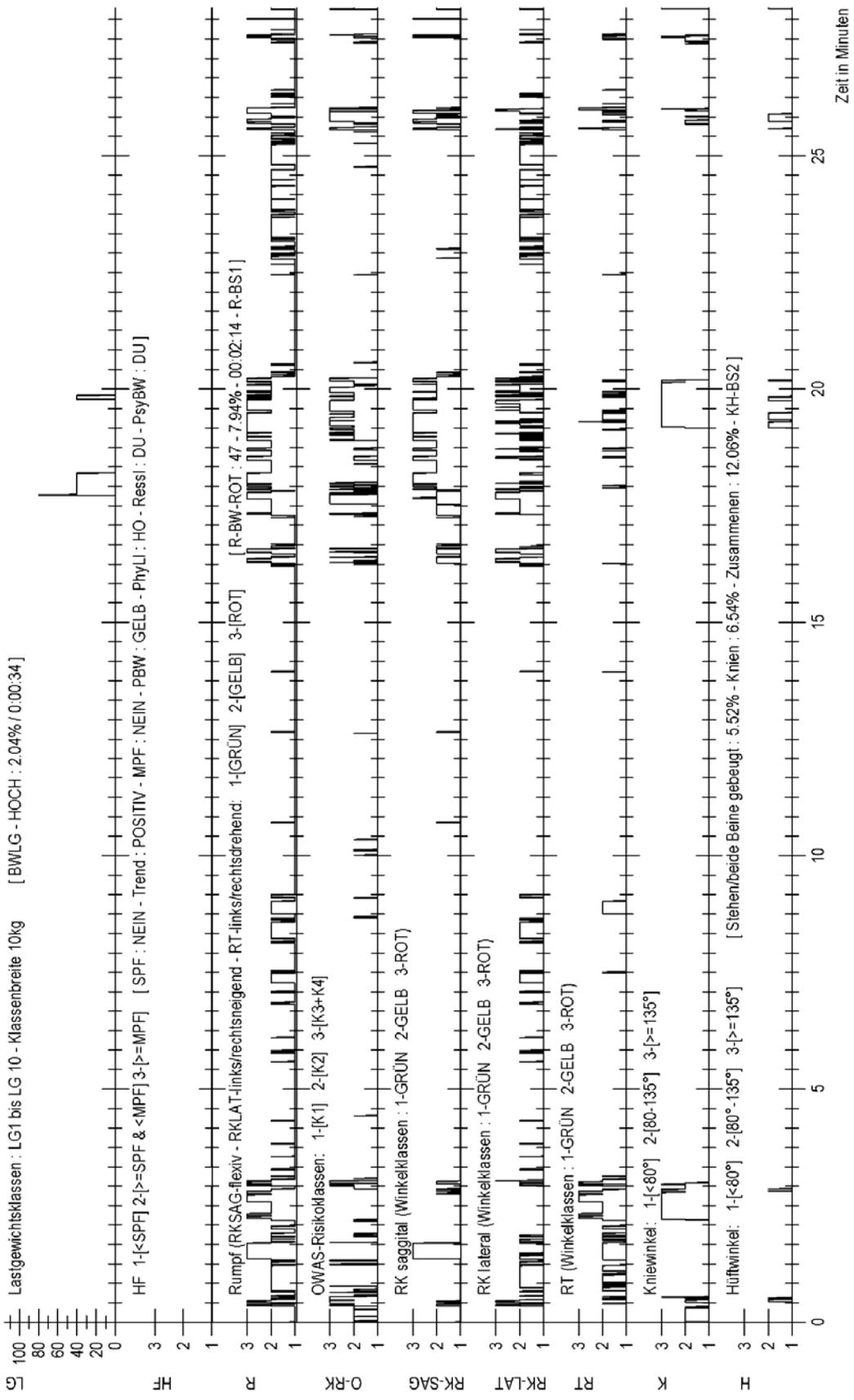


RV08 - BBBG-03 - K+S Kali - P06 (38.66 Minuten)
 1 V hängt tief unter der Stahlkonstruktion/Schachtelabdeckung - 1 V vertikal nach oben
 BR über ASG zum V - Flaschenzug anbringen - BR nach oben - V mit Flaschenzug nach oben - V dann seitlich weg - Flaschenzug mit Brüstgklemme / Rettungsleine / ASG
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - ERHÖHT : 5.07% / 0.01:57]





RV12 - SMBG-06 - Joseph Gartner - P10 (28.16 Minuten)
 1 V hängt an Fassade- kurz unterhalb der Kante - 1 V vertikal nach oben
 BR bleibt auf Arbeitsebene - BR zieht V mit Hand am VM des AS hoch - Verbindungsmittel des Auffangsystems des V (manuel)

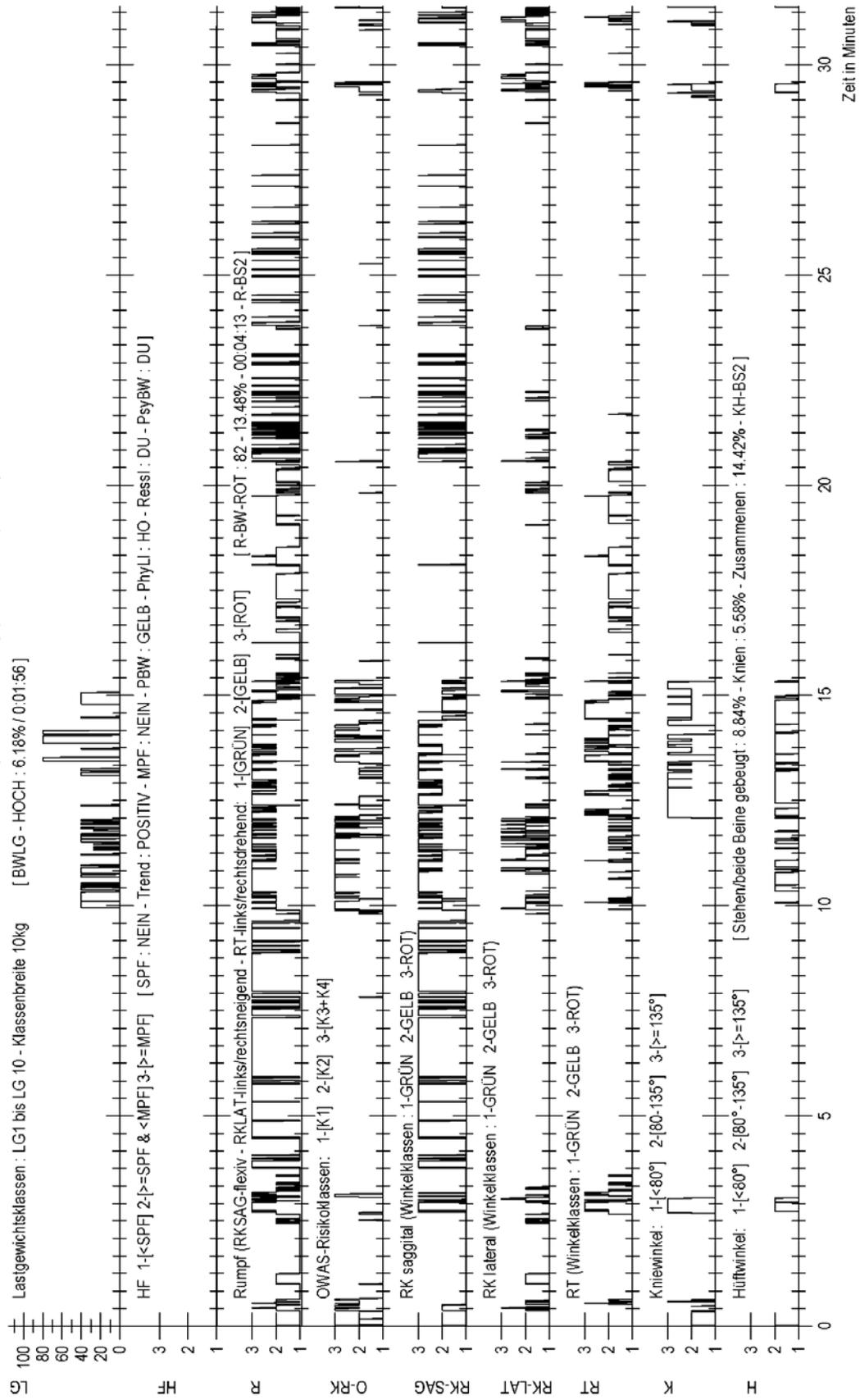


RV13 - SMBG-07 - Joseph Gartner - P10 (31:38 Minuten)

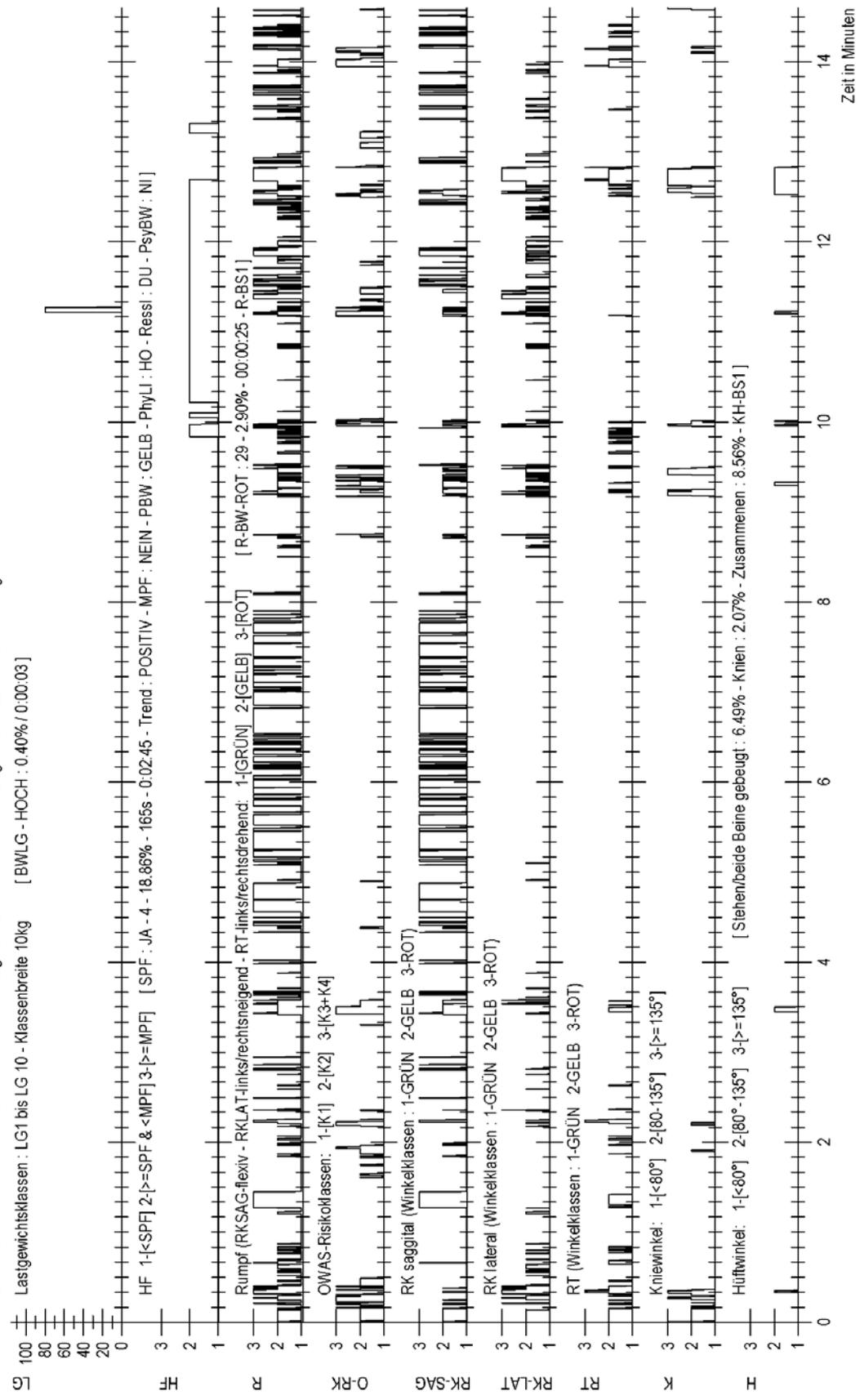
1 V hängt an Fassade - weit unterhalb der Karite - 1 V vertikal nach oben

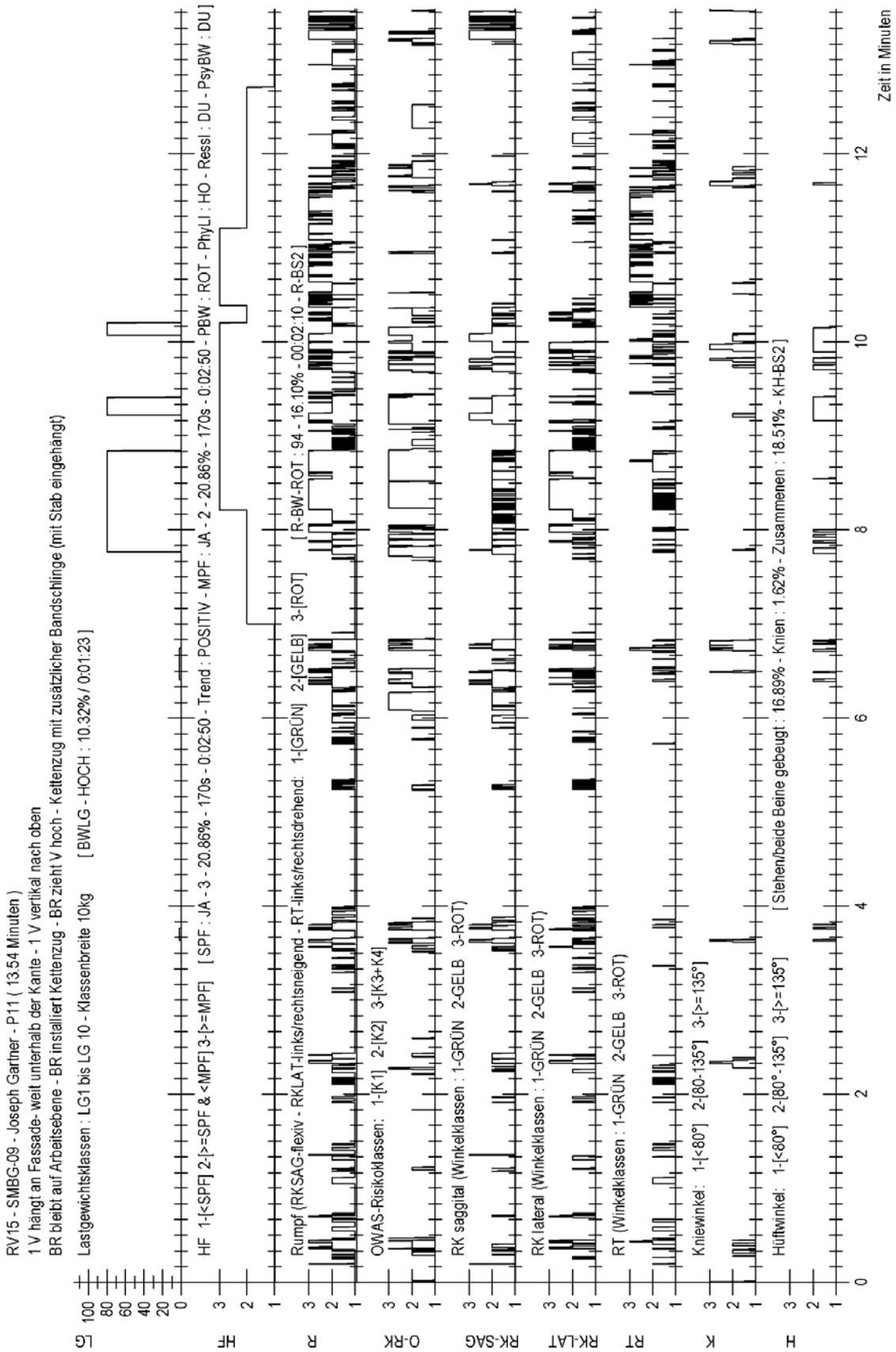
BR bleibt auf Arbeitsebene - BR zieht V mit Hand am VM des AS hoch - Verbindungsmittel des Aufbausystems des V (manuel)

Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - HOCH : 6.18% / 0.01:56]

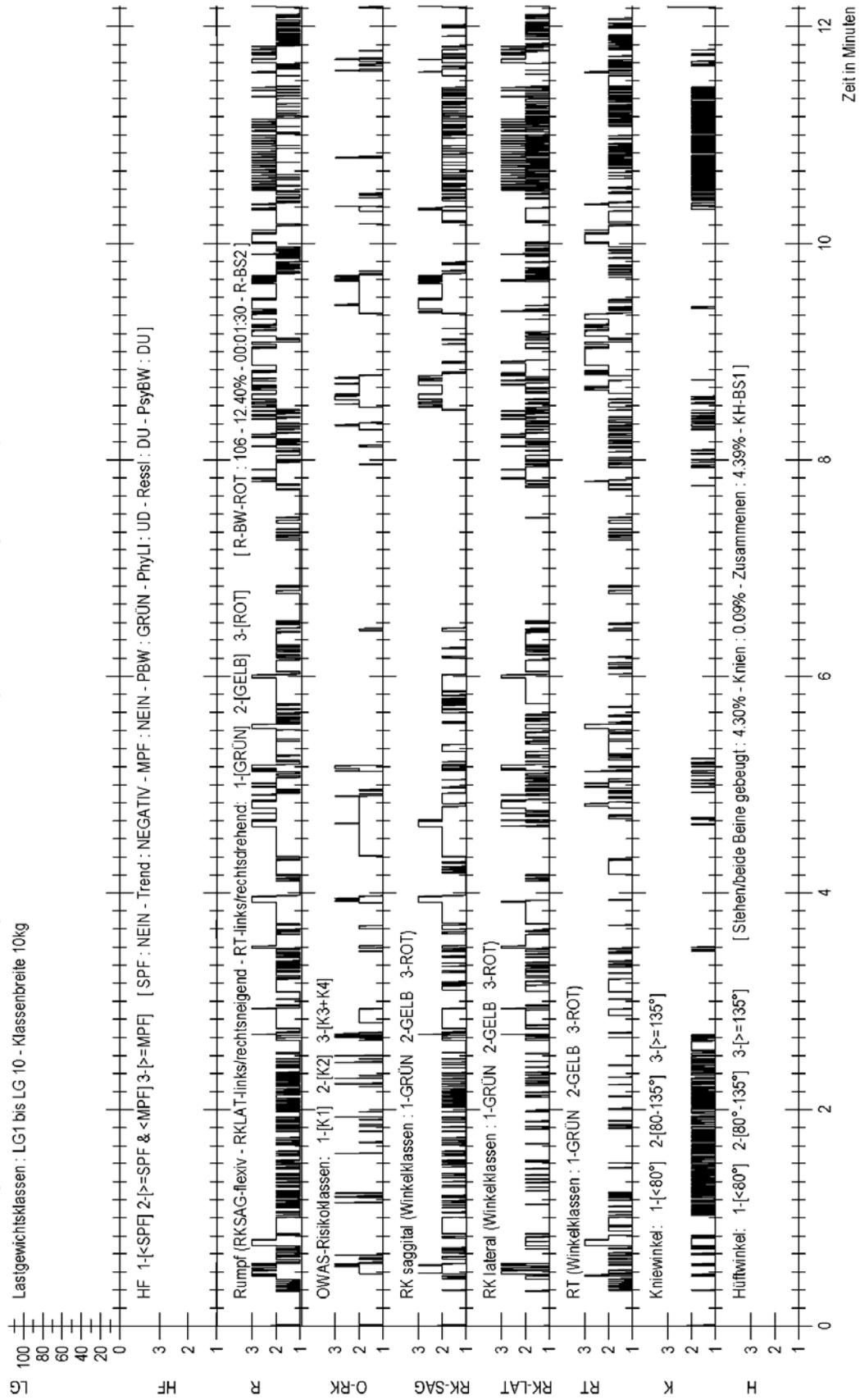


RV14 - SMBG-08 - Joseph Gartner - P11 (14.59 Minuten)
 1 V hängt an Fassade- kurz unterhalb der Kante - 1 V vertikal nach oben
 BR bleibt auf Arbeitsebene - BR installiert Kettenzug - BR zieht V hoch - Kettenzug mit zusätzlicher Bandschlinge
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - HOCH : 0.40% / 0.00.03]

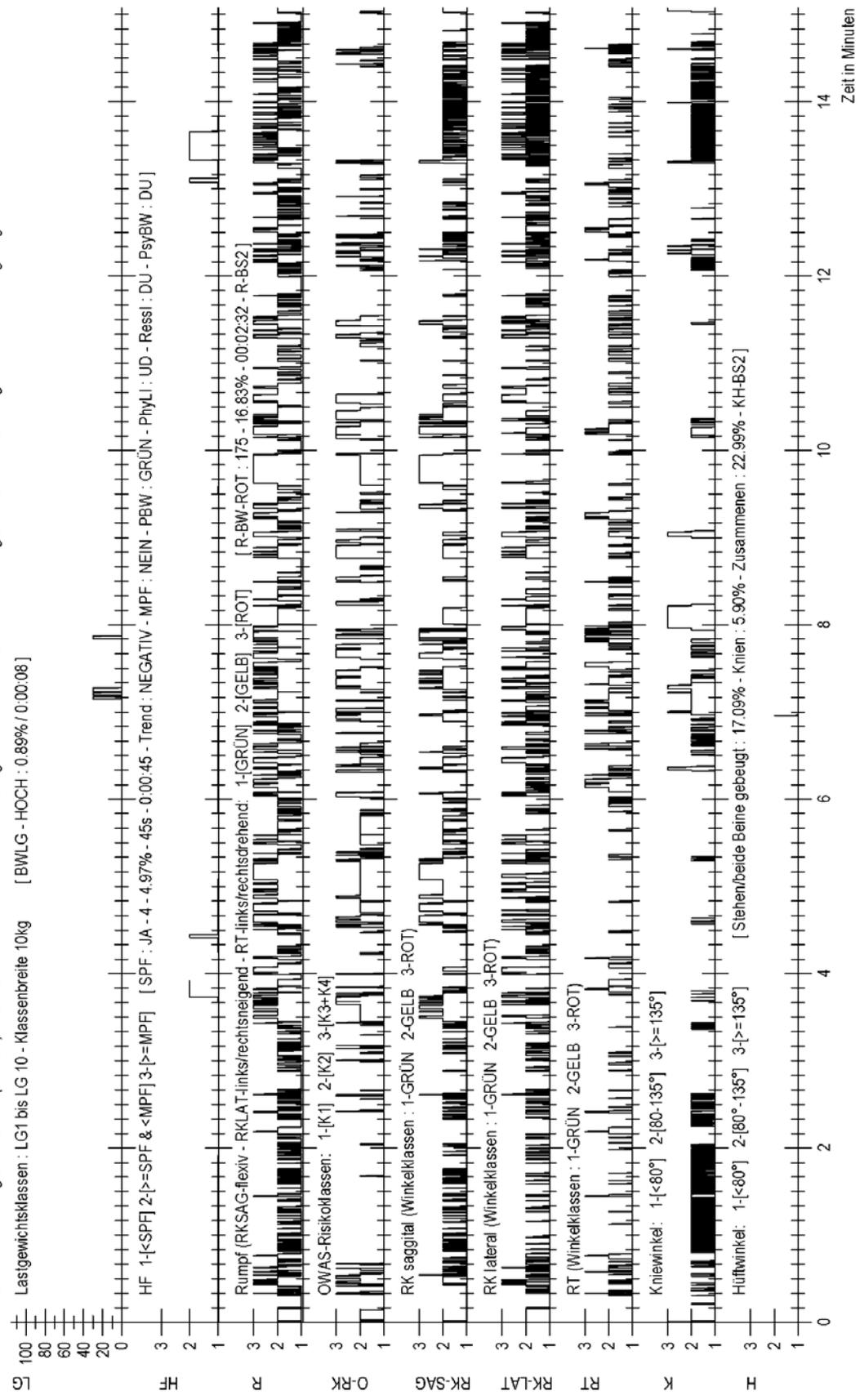




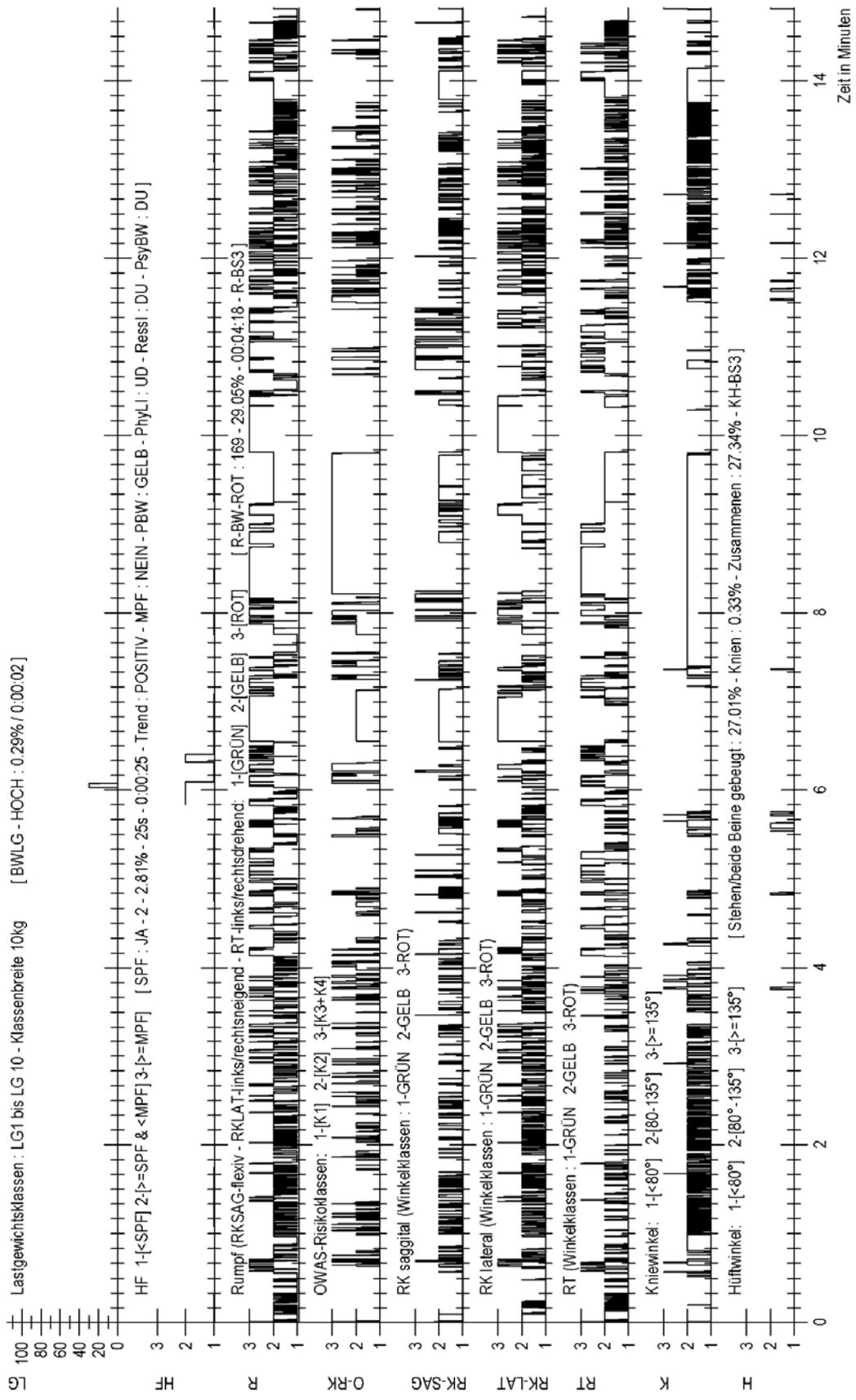
RV16 - BGFE-01 - SAG RB - P12 (12.19 Minuten)
 1 V hängt frei unter der Traverse im äußeren Bereich - 1 V vertikal nach unten
 BR über Mastweg/Leiter zum V - Abselleine/Winde anbringen - V absellen - BR über Mastweg/Leiter zurück - Einhängelleiter / Haltesystem / Absellen mit Winde
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg



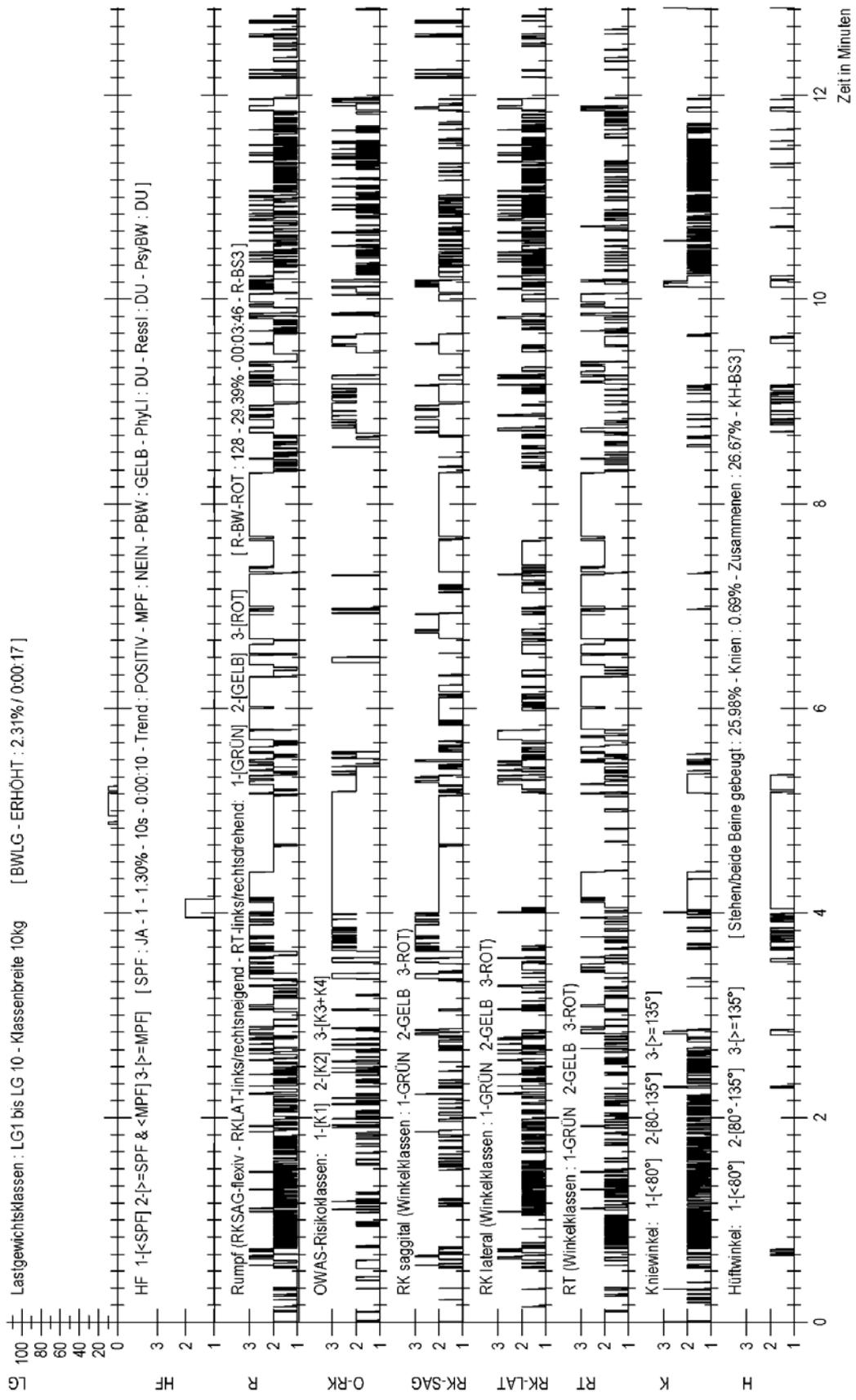
RV17 - BGFE-02 - SAG RB - P13 (15.07 Minuten)
 1 V im Fahrleitungswagen etwa 5 m vor der Traverse - 1 V vertikal nach unten
 BR über Mastweg/Leiter zum V(im FLW) - FLW zurück - Absenke/Winde anbringen - V absellen - BR über Mastweg/Leiter zurück - Einhängelleiter / Fahrleitungswagen / Anheben-Absellen mit Winde
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - HOCH : 0.89% / 0.00.08]



RV18 - BGFE-03 - SAG RB - P14 (14.82 Minuten)
 1 V hängt in der Erdselspitze - 1 V vertikal nach unten
 BR über Mastweg zum V(an Erdselspitze) - Abselleine/Winde anbringen - V abseilen - BR über Mastweg zurück - Haltesystem / Anheben-Abseilen mit Winde
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - HOCH : 0.29% / 0.00.02]



RV19 - BGFE-04 - SAG RB - P15 (12.85 Minuten)
 1 V hängt frei unter dem Montagebereich Leitung/Isolator - 1 V vertikal nach unten
 BR über Mastweg/Leiter zum V (unter Isolator) - Abselleine/Winde anbringen - V absellen - BR über Mastweg/Leiter zurück - Einhängelleiter / Haltesystem / Absellen mit Winde
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - ERHÖHT : 2.31% / 0:00:17]

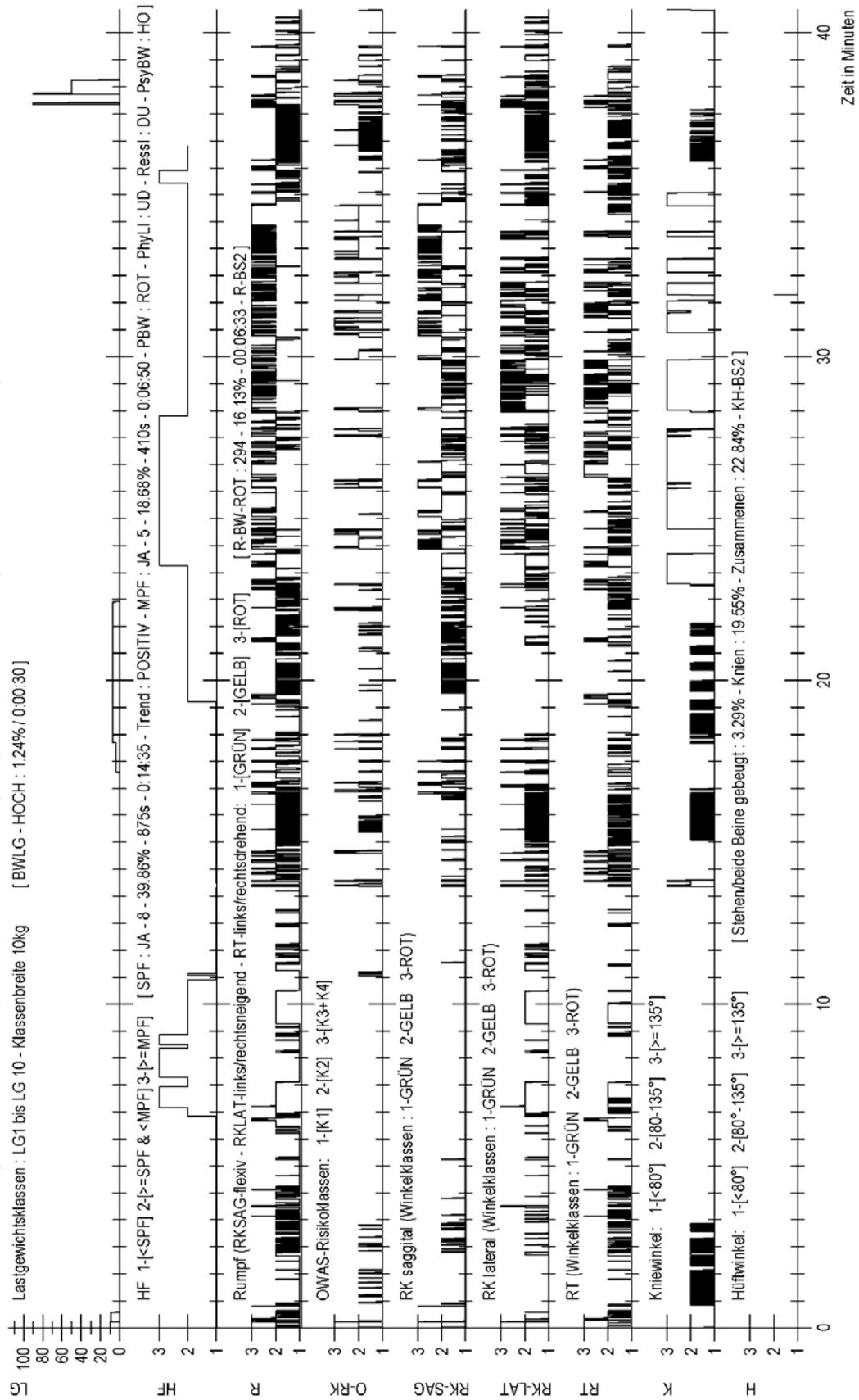


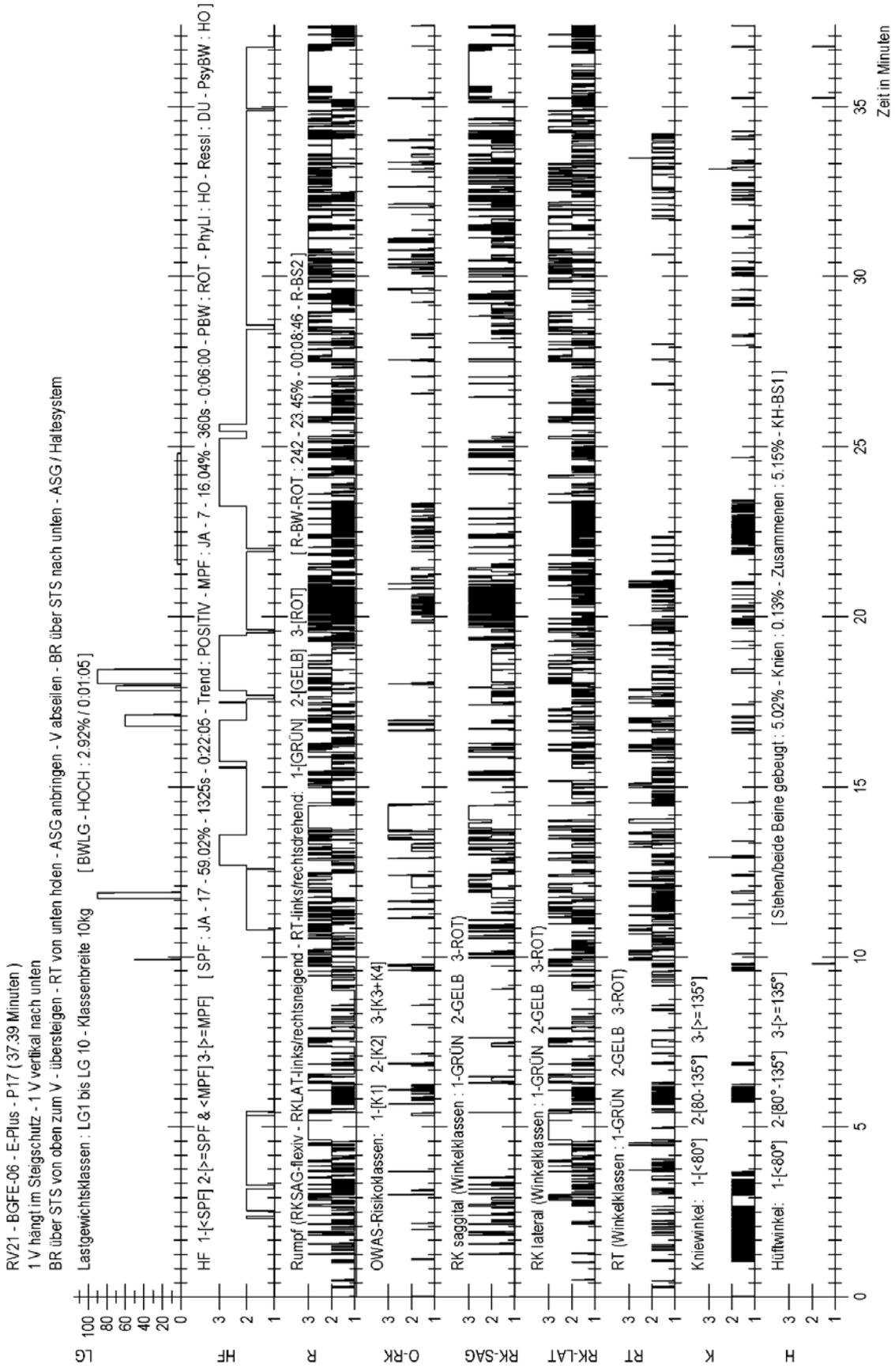
RV20 - BGFE-05 - E-Plus - P16 (40.71 Minuten)

1 V hängt frei unterhalb einer Turmbühne - 1 V vertikal nach unten

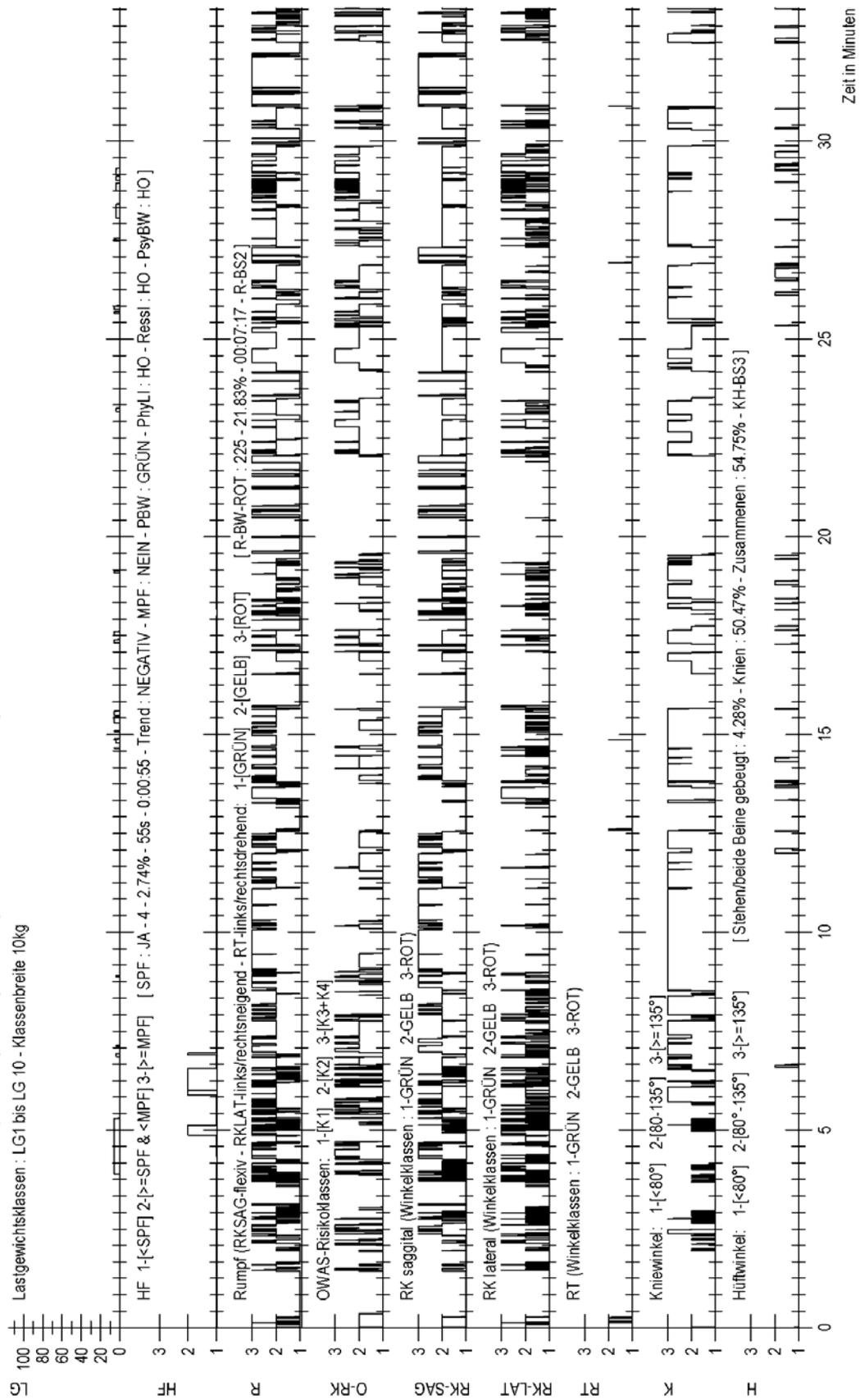
BR klettert über Steigschutz auf Arbeitsbühne(Funkturm) - holt RT Flaschenzug(ASG) - V absetzen - BR über Steigschutz zurück - ASG mit festgestelltem Seilkürzer

Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - HOCH : 1.24% / 0.00.30]

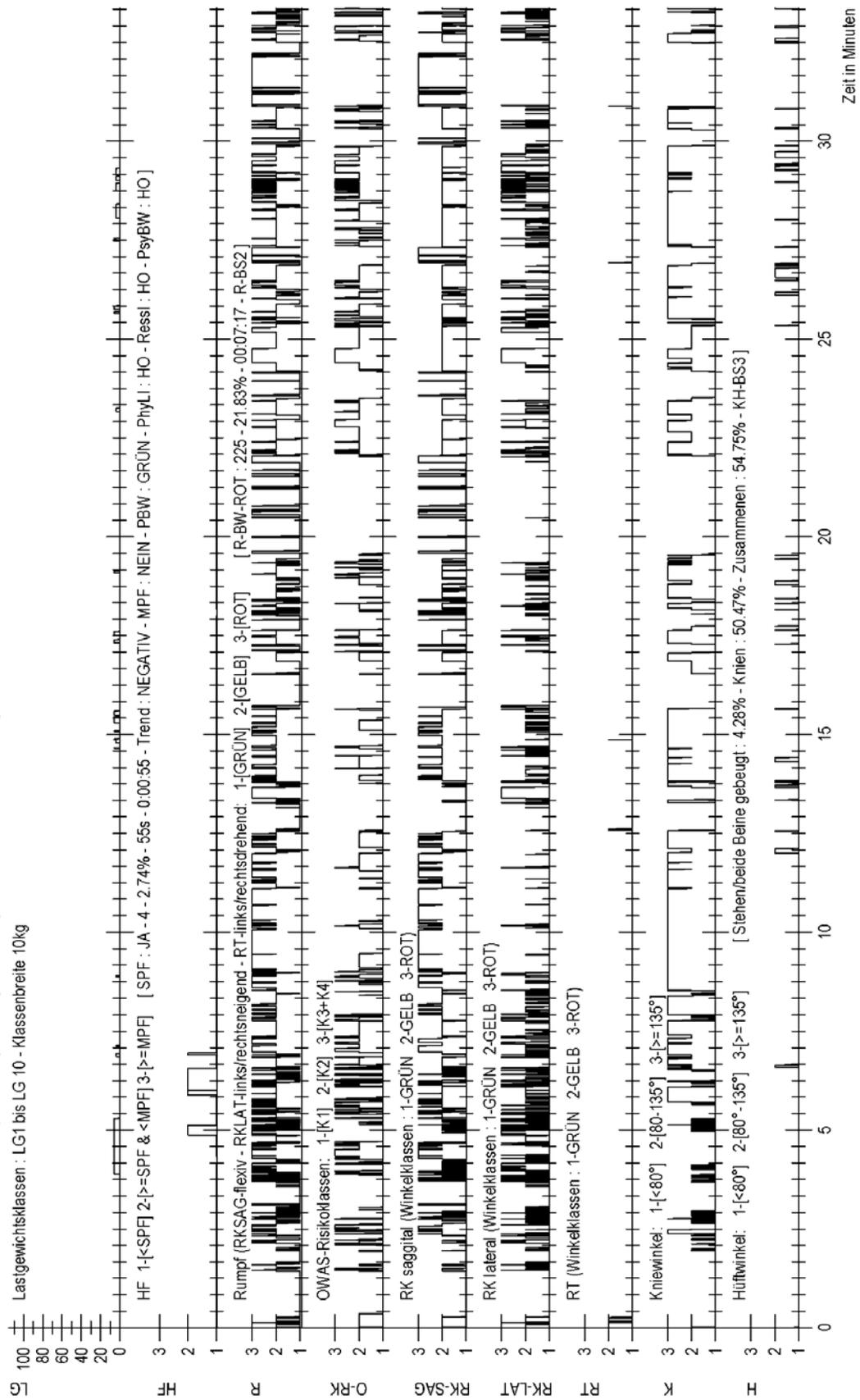




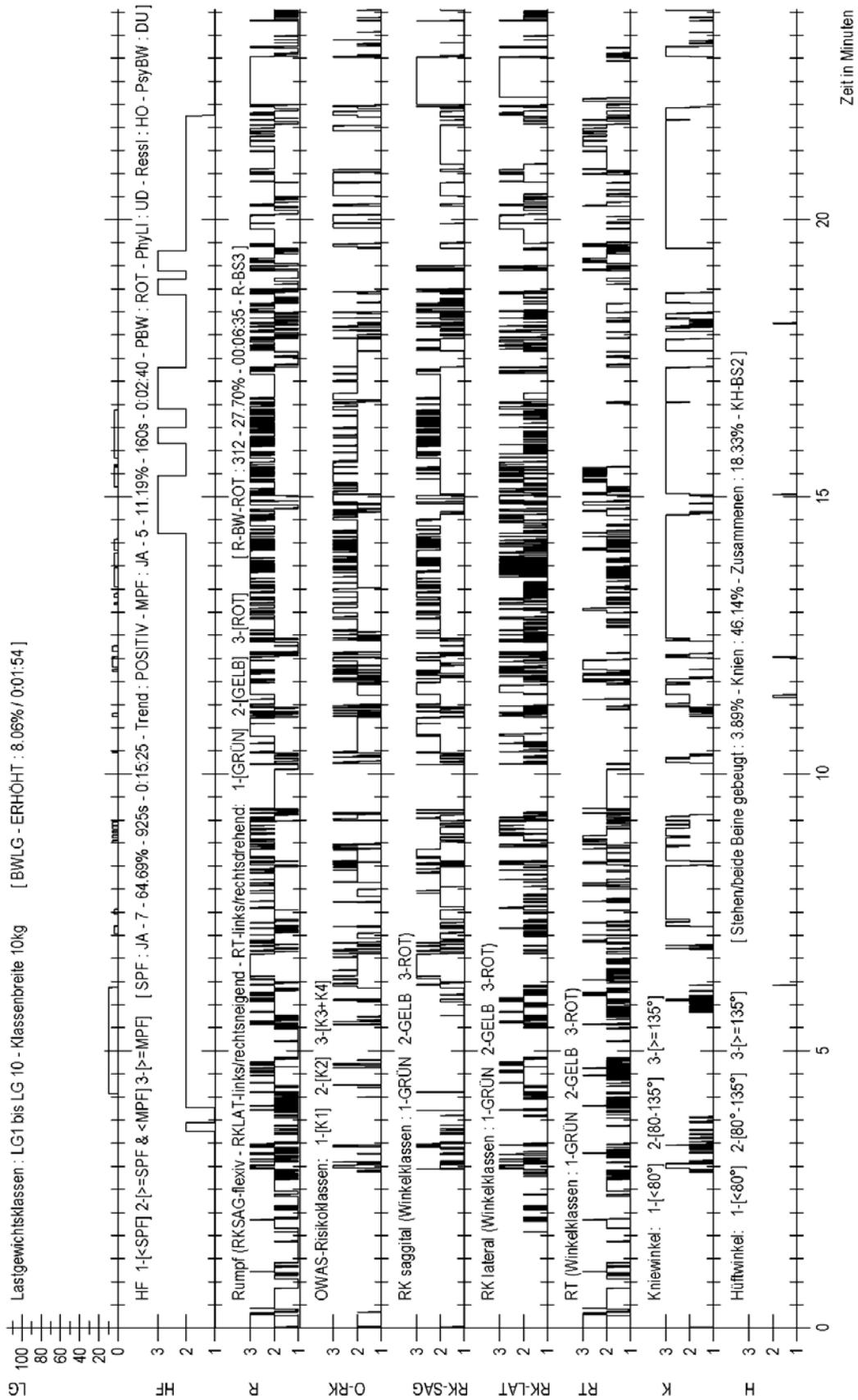
RV22 - BGFE-07 - E-Plus - P18 (33.37 Minuten)
 1 V hängt tief unterhalb Flachdachkante - 1 V vertikal nach unten
 BR bleibt auf Arbeitsebene(Flachdach) - Abseligerät anbringen - V abseilen - ASG mit festgestelltem Seilkürzer
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg



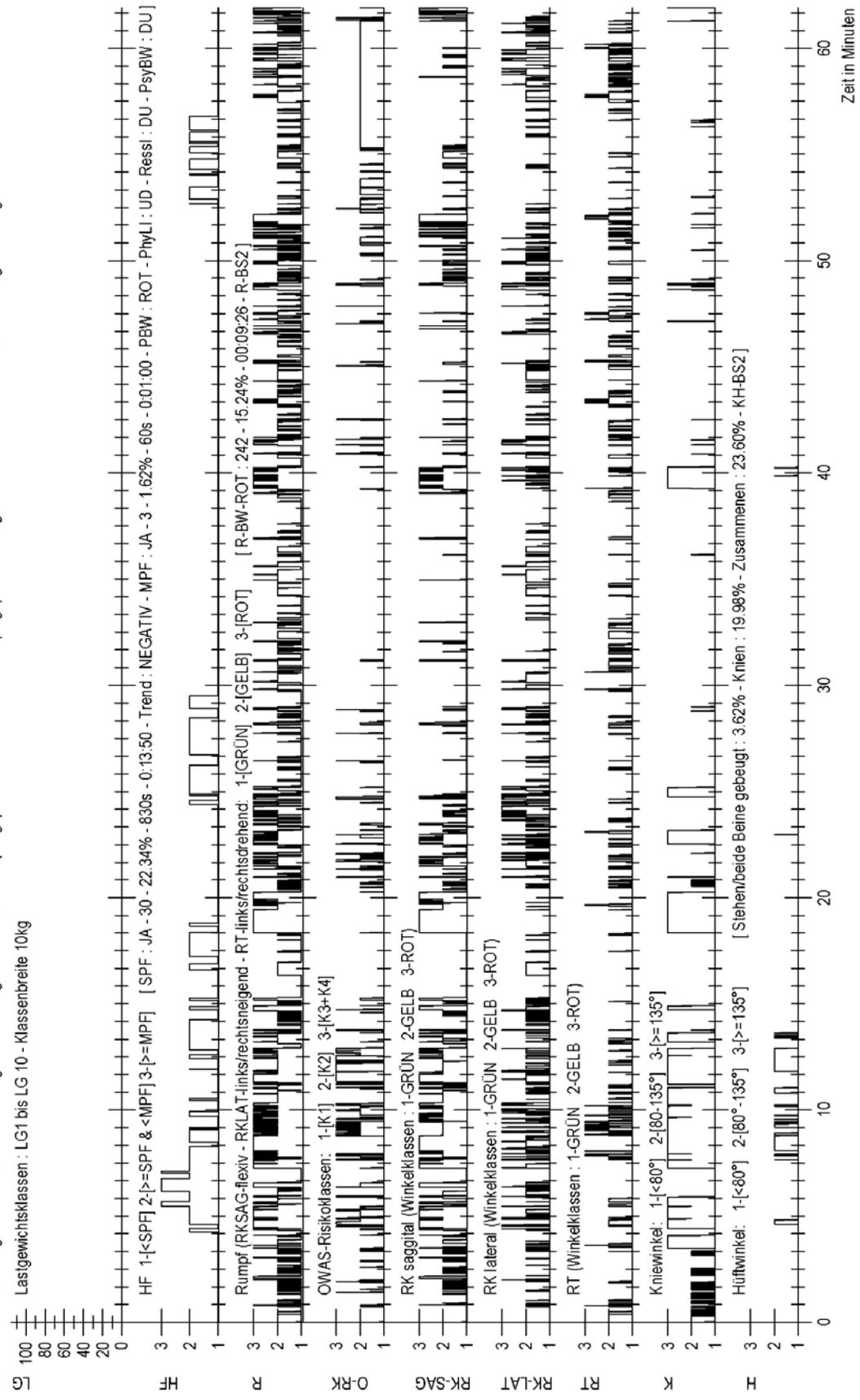
RV22 - BGFE-07 - E-Plus - P18 (33.37 Minuten)
 1 V hängt tief unterhalb Flachdachkante - 1 V vertikal nach unten
 BR bleibt auf Arbeitsebene(Flachdach) - Abseligerät anbringen - V abseilen - ASG mit festgestelltem Seilkürzer
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg



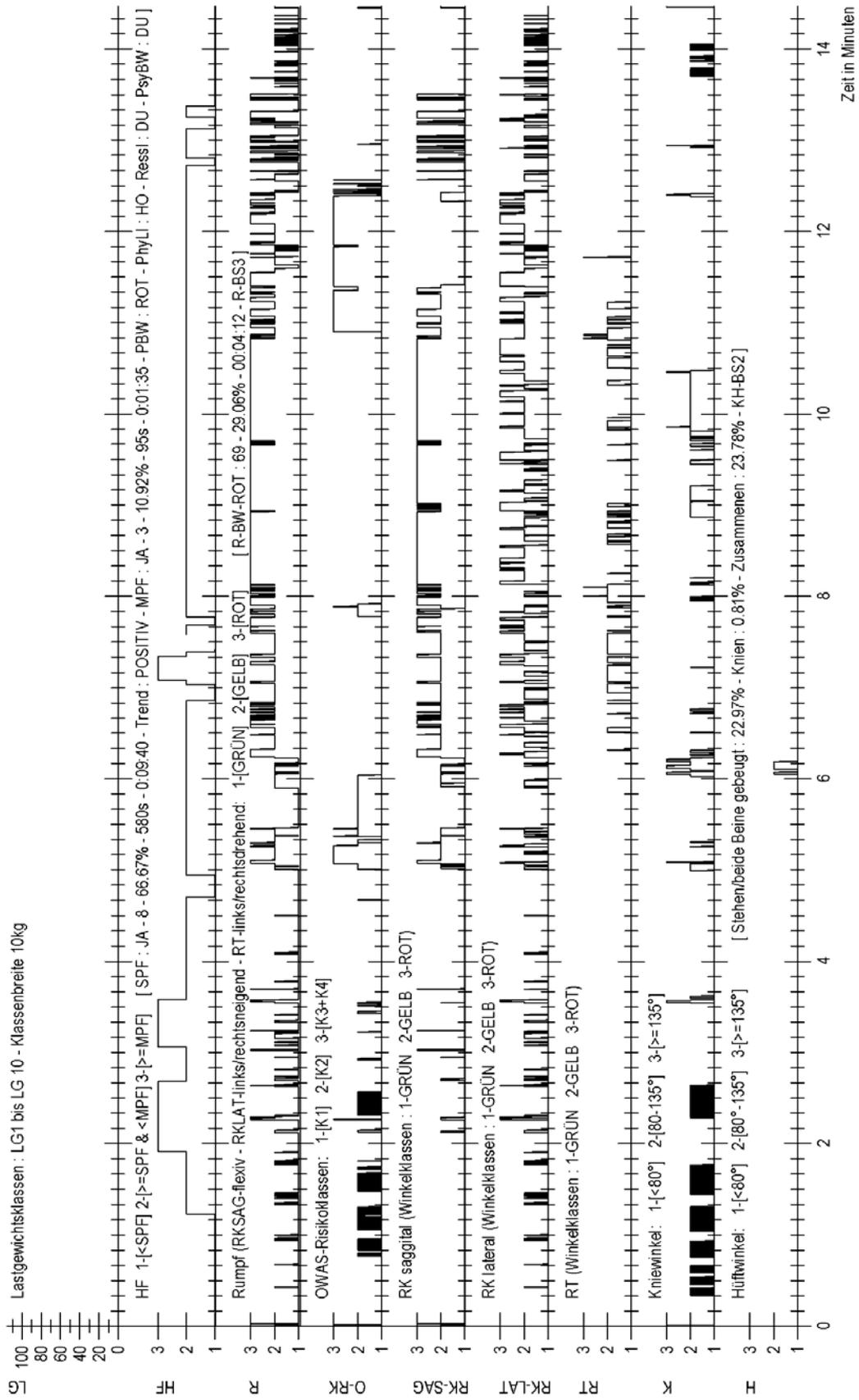
RV23 - BGFE-08 - E-Plus - P19 (23.79 Minuten)
 1 V hängt tief unterhalb Flachdachkante - 1 V schräg nach unten
 BR bleibt auf Arbeitsebene(Flachdach) - Absiegerät anbringen - V abseilen - ASG mit festgestelltem Seilkürzer /langes Schrägseil / kurze Rettungseile mit Karabinerhaken
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - ERHÖHT : 8.06% / 0.01:54]



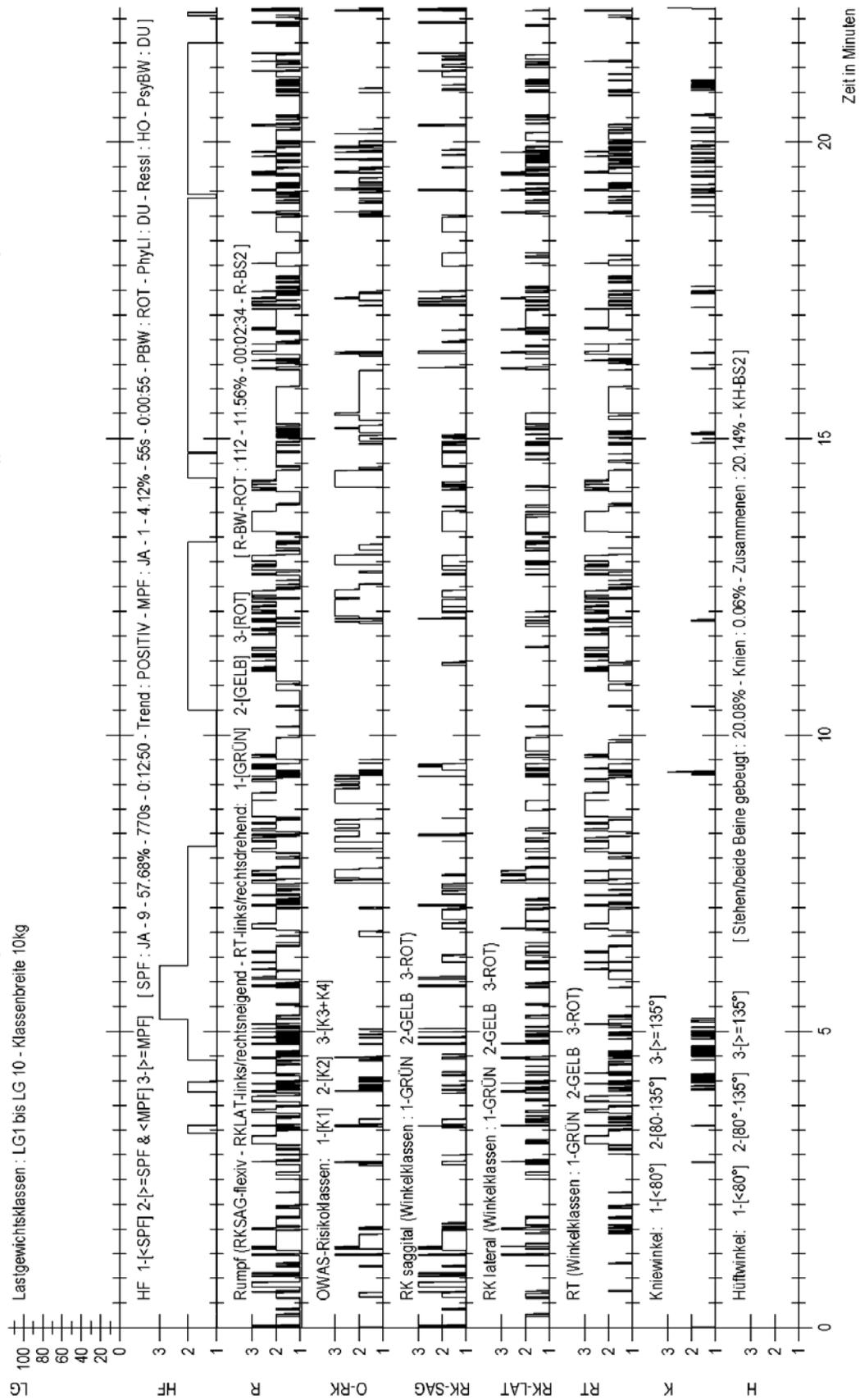
RV24 - BGCH-03 - DOW Böhlen - P20 (61.89 Minuten)
 1 V in Rettungstrage auf Turmarbeitsbühne - 1 V schräg nach unten
 BR bringt auf Arbeitsbühne Absellgeräte an Trage/BR an - BR mit V(Trage) über Geländer - BR und V(Trage) über Schrägseil nach unten - ASG für BR und Trage / Schrägseil
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg



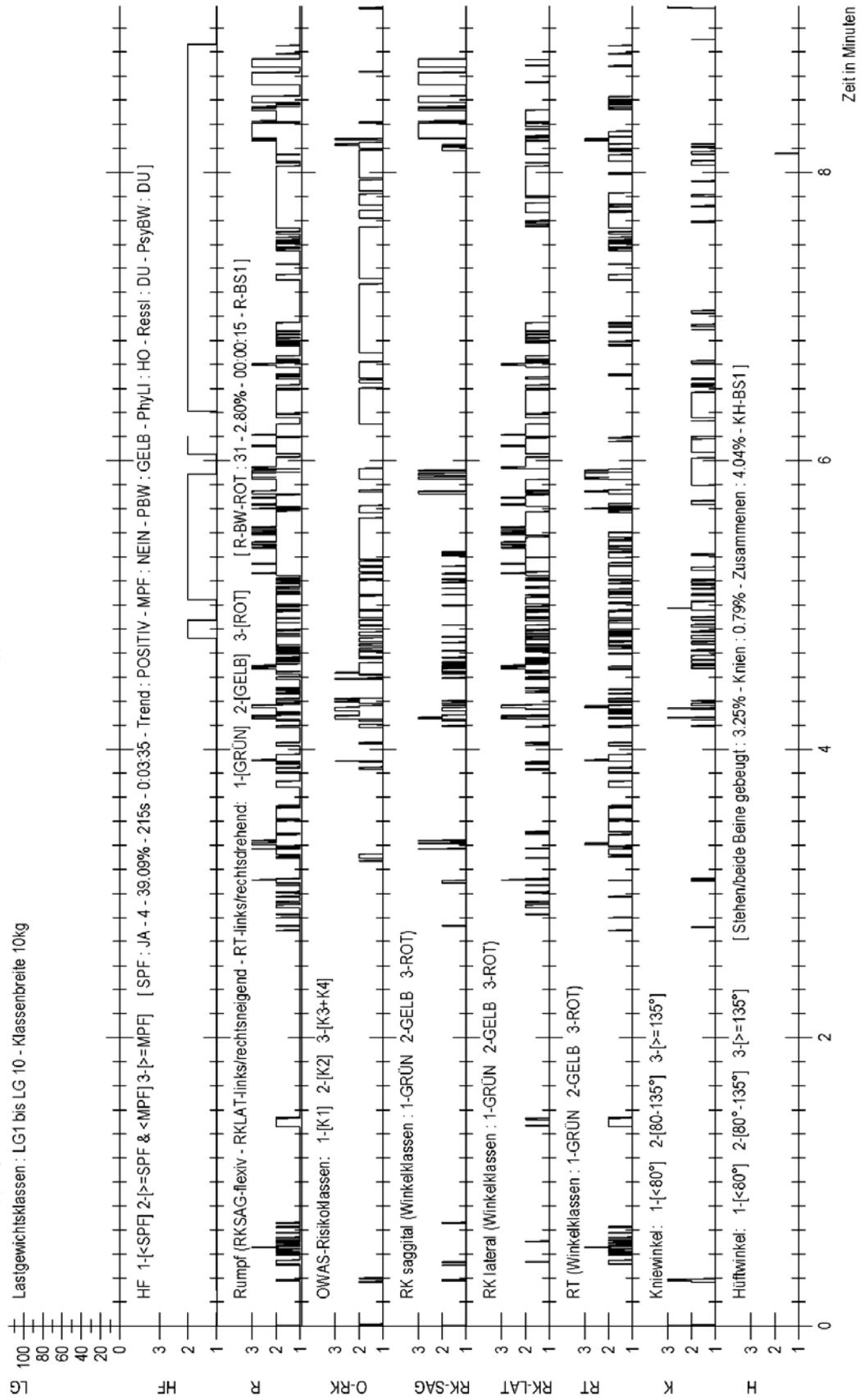
RV25 - BGCH-04 - DOW Böhlen - P21 (14.47 Minuten)
 1 V hängt frei am Vorsprung/Zwischenpodest - 1 V vertikal nach unten
 BR zum Vn - Kopplung zum Tandembetrieb - BR und V nach unten - Seil-Radebergerhaken / ASG / Koppelseil
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg



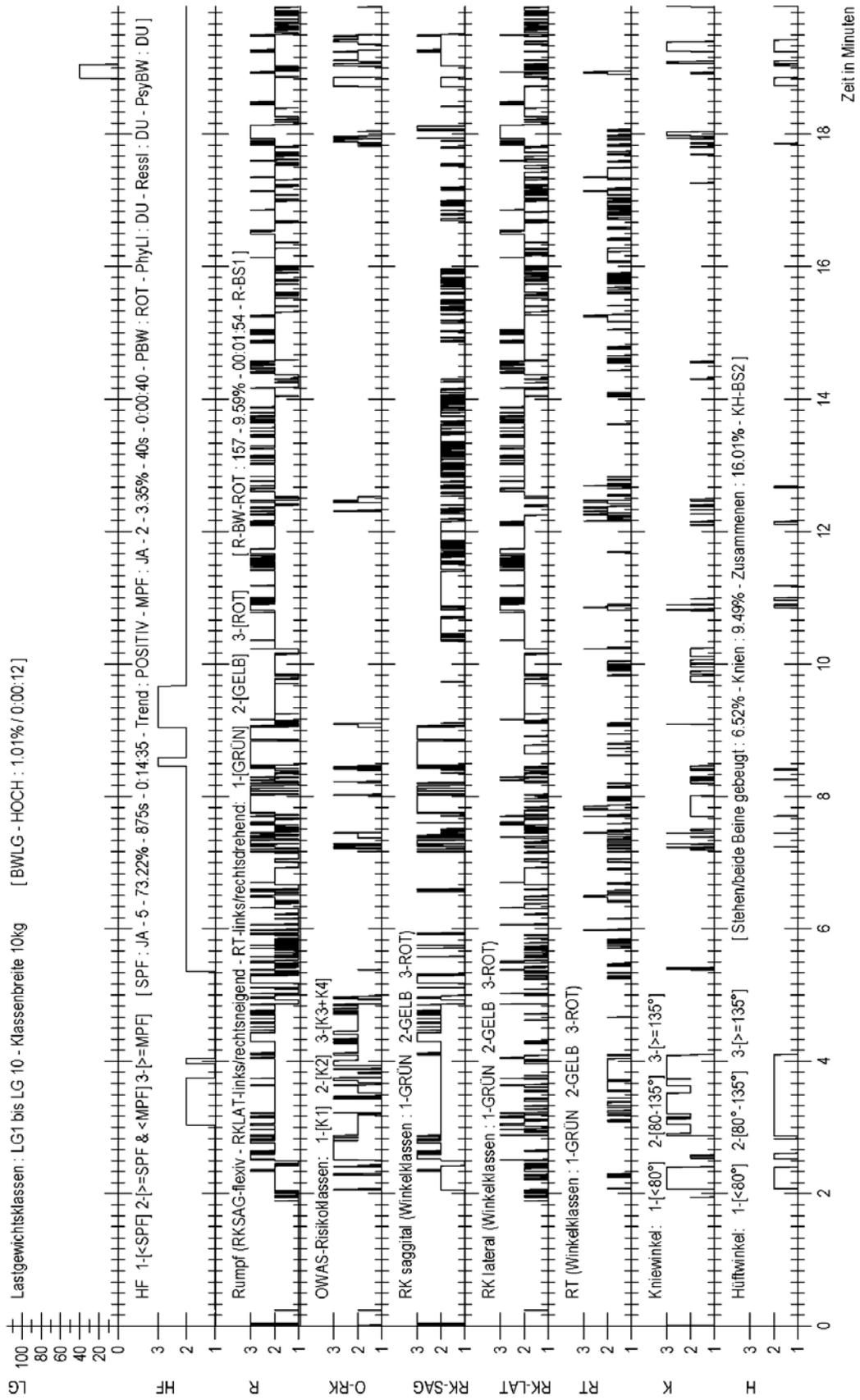
RV26 - BGCH-05 - DOW Böhlen - P22 (22.25 Minuten)
 1 V hängt im Steigschutz am Schornstein - 1 V vertikal nach unten
 BR über STS nach oben zum V - AP und ASG anbringen - V abstellen - BR über STS nach unten - ASG mit Umlenkrolle / Anschlagpunkt als Gurtschlaufe / Rettungsleine
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg



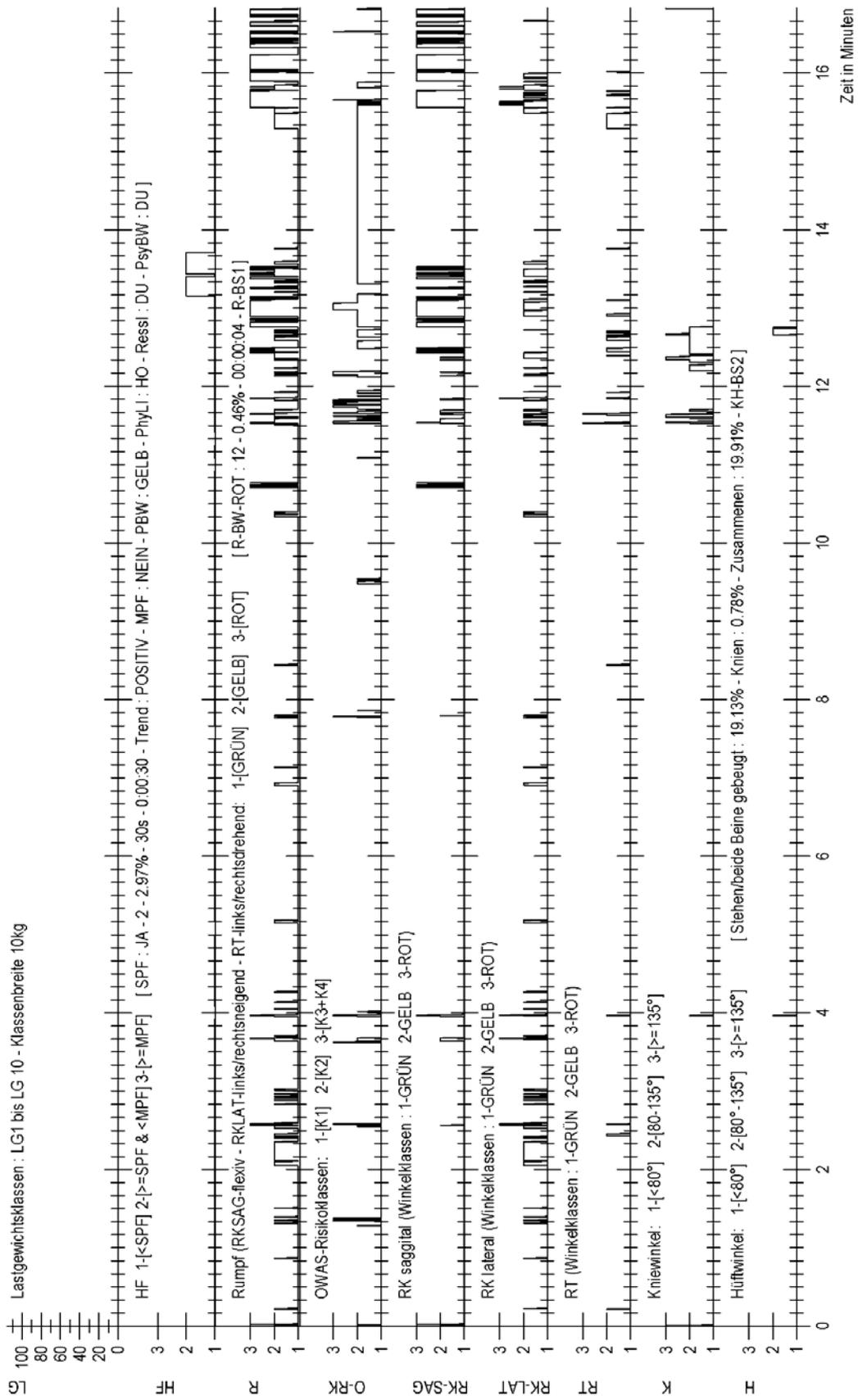
RV27 - BBBG-05 - Vattenfall - P23 (9.15 Minuten)
 1 V hängt tief in der seitlichen Stahlkonstruktion/Halle - 1 V vertikal nach unten
 BR zum V - Kopplung zum Tandembetrieb - freischneiden des V - BR und V nach unten - ASG / Koppelseil / Messer
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg



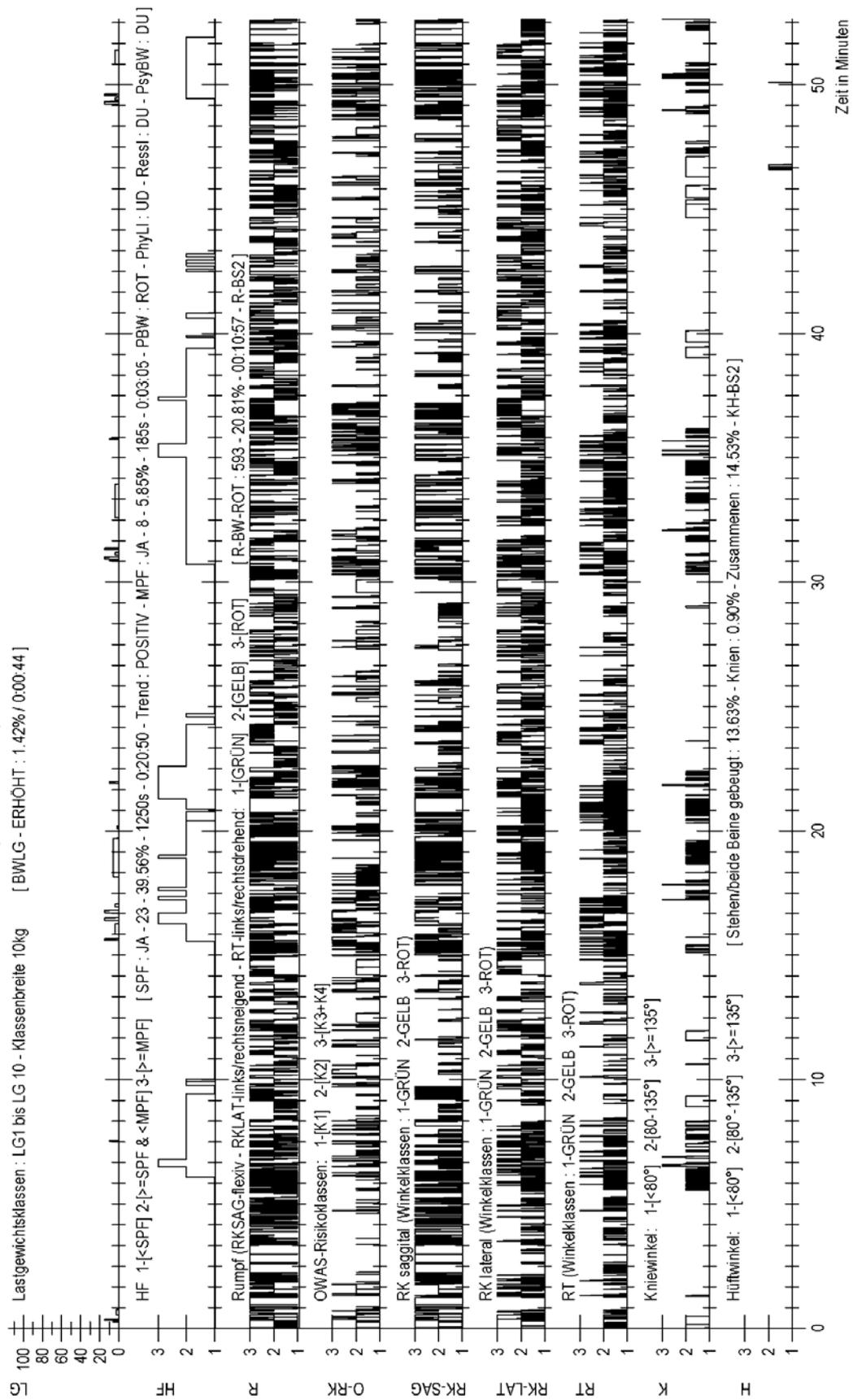
RV28 - BBBG-06 - Vattenfall - P24 (19.93 Minuten)
 1 V in Schiefkorb auf hoher Gebäudeebene - 1 V vertikal nach unten
 2 BR bringen auf Arbeitsbühne Abseilgeräte an TrageBR an - beide BR mit V(Trage) über Geländer - BR und V(Trage) nach unten - 2 ASG an Trage
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - HOCH : 1.01% / 0.00:12]



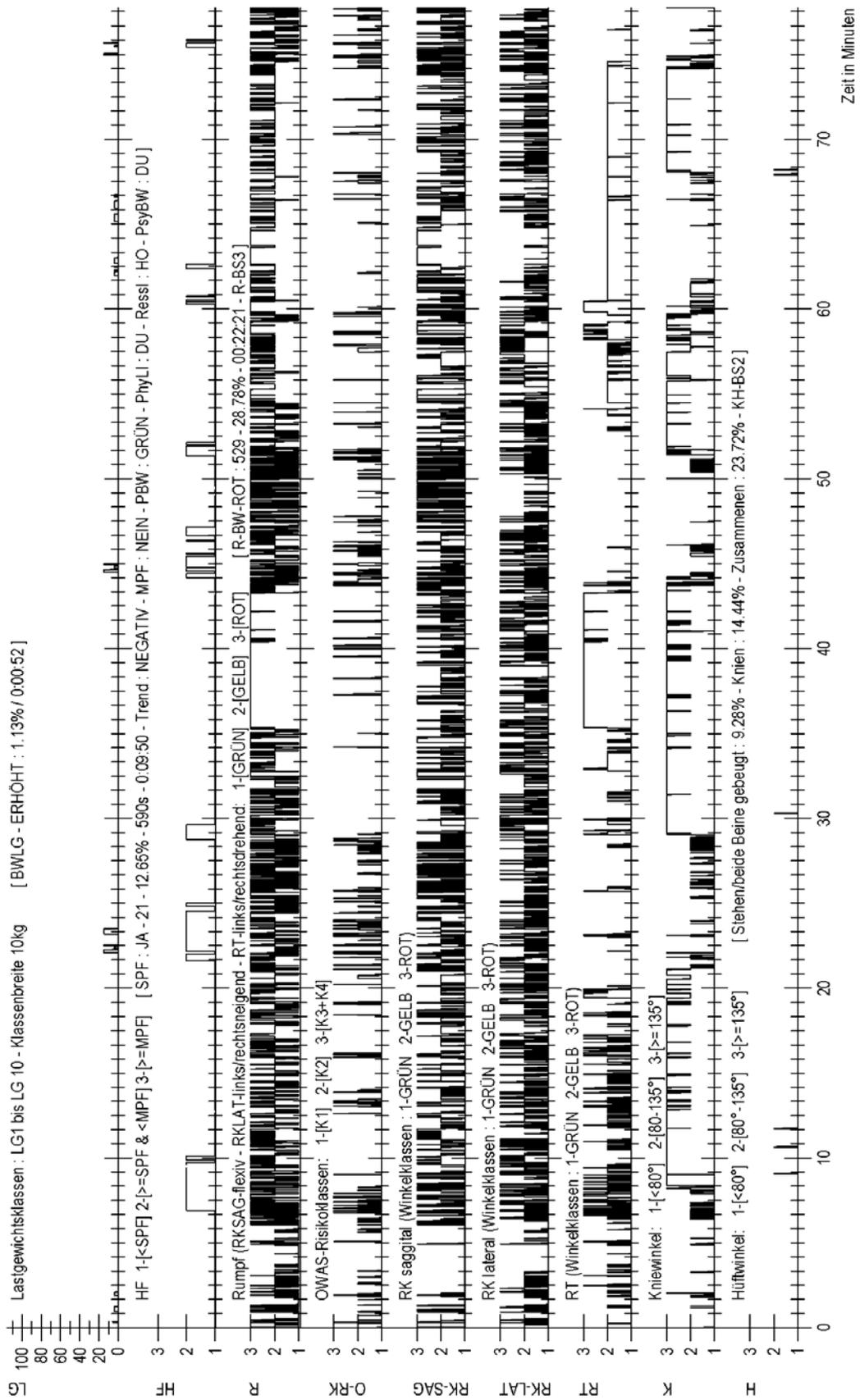
RV29 - BBBG-07 - Vattenfall - P25 (16.83 Minuten)
 1 V auf Gebäudeebene - 1 V schräg nach unten
 BR zum V - Kopplung zum Tandembetrieb - BR und V über Schrägseil nach unten - kurzes Seil mit Rolle an Schrägseil / Koppelseil / ASG an Rolle
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg



RV30 - BGA-01 - Arber-Kabinenbahn - P26 (52.63 Minuten)
 3 Kabinen mit insgesamt 12 Fahrgästen - Fahrgäste vertikal nach unten
 BR mit Strickleiter zur Kabine - F mit ASG abseilen - Seilleiter / Seilfahrggerät mit Sicherungseil-Absseilene / ASG
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - ERHÖHT : 1.42% / 0:00:44]



RV31 - BGBA-02 - Arber-Sesselbahn - P29 (77.71 Minuten)
 3 Sessel mit insgesamt 12 Fahrgästen - Fahrgäste vertikal nach unten
 BR mit Strickleiter zum Sessel - F mit ASG abseilen / Seilleiter / Seilfahrgarät mit Sicherungsseil-Abselleine / ASG
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - ERHÖHT : 1.13% / 0:00:52]

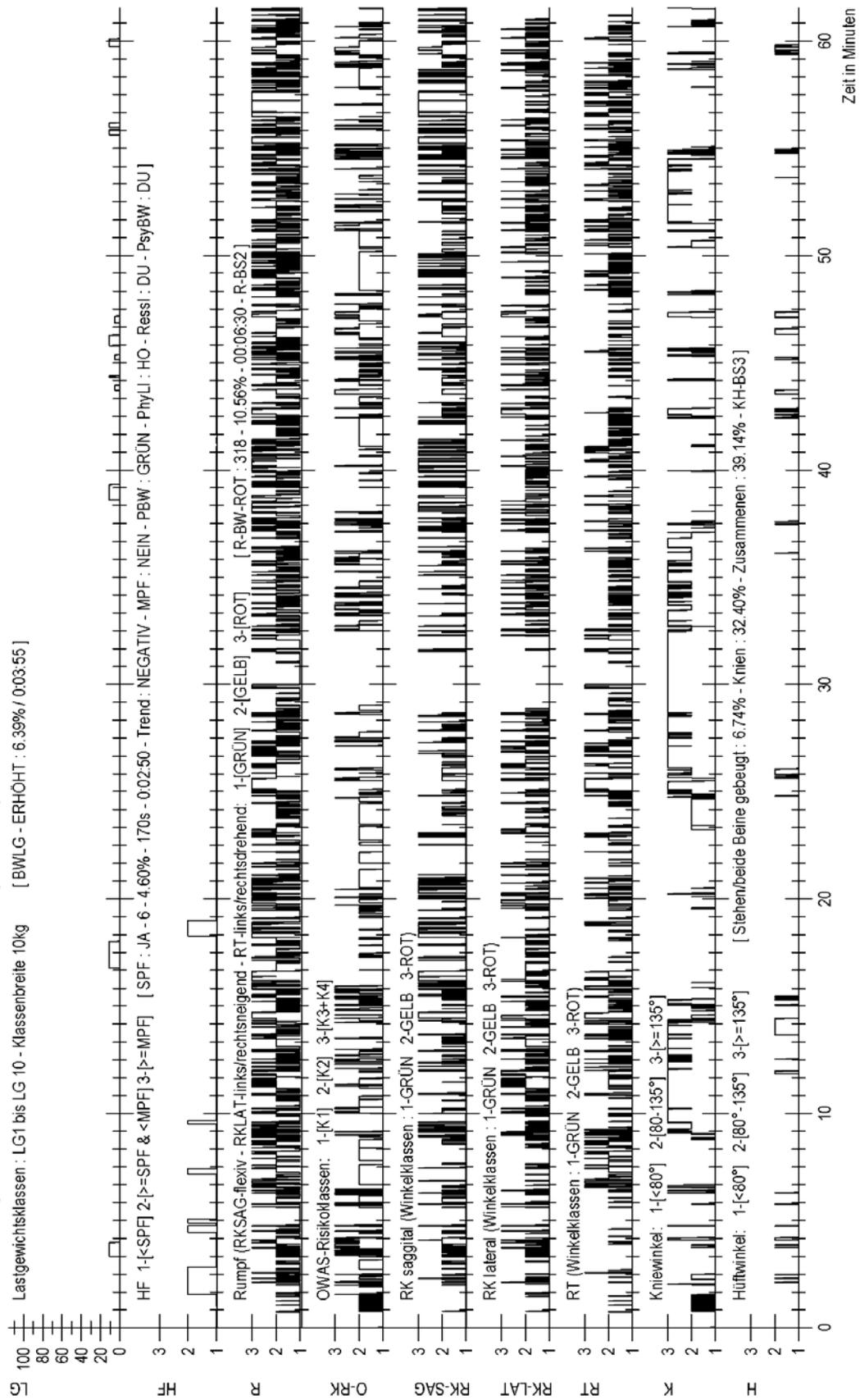


RV33 - BGBA-04 - Iseler-Bergbahn-Sesselbahn - P35 (61.54 Minuten)

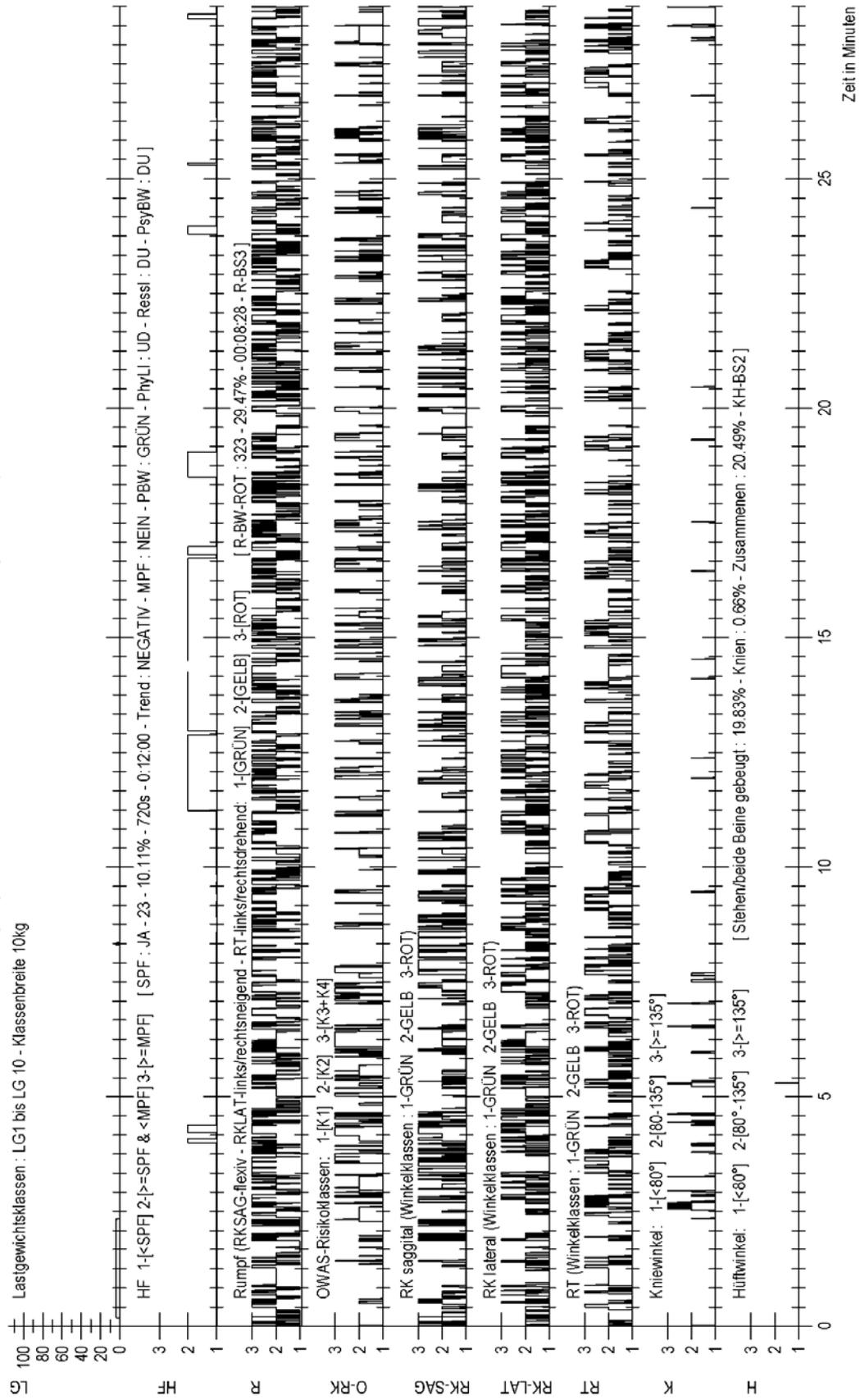
3 Sessel mit insgesamt 12 Fahrgästen - Fahrgäste vertikal nach unten

BR mit Selfahngerät zum Sessel - F mit ASG abseilen - Selfahngerät / Haltesystem / ASG

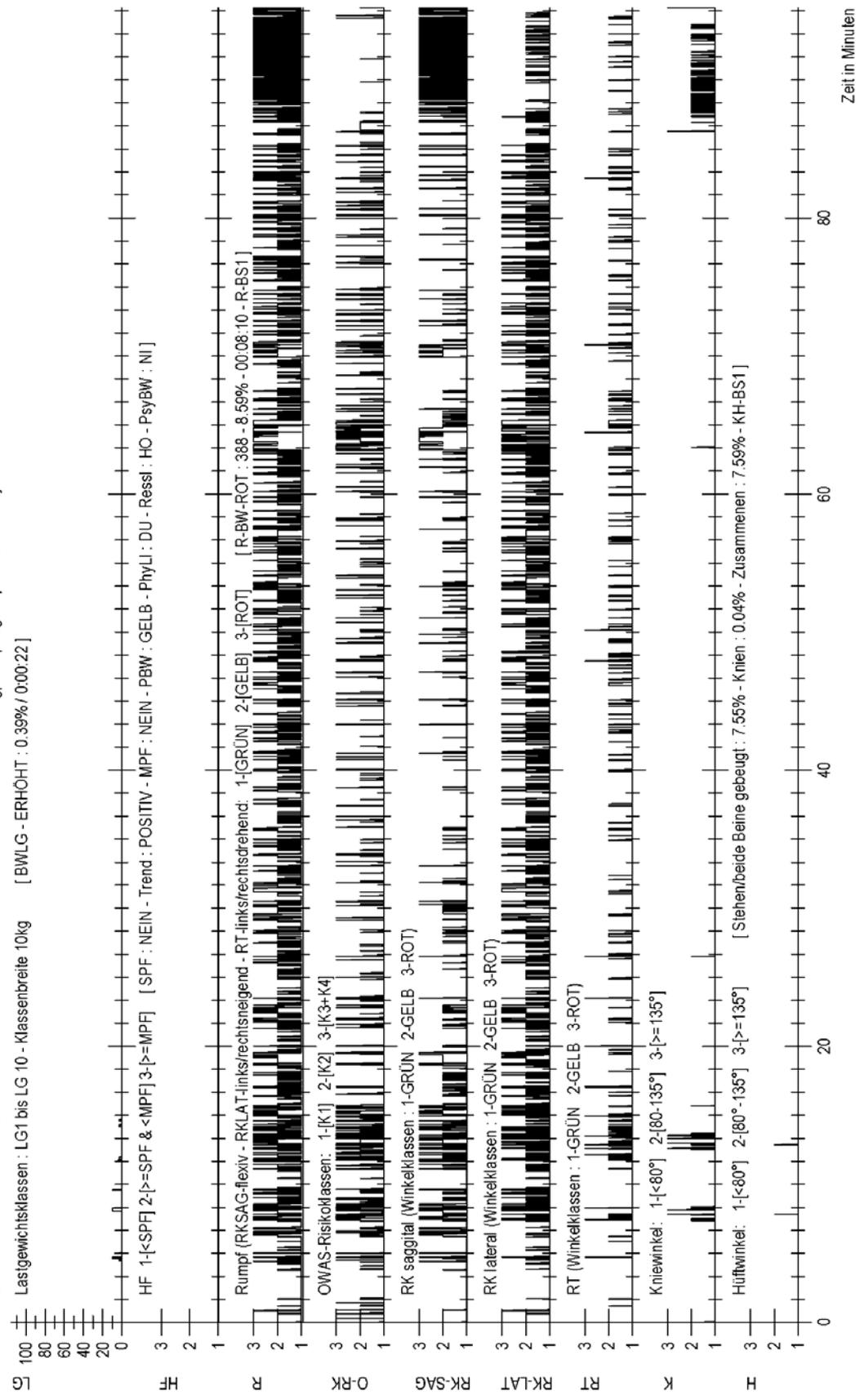
Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - ERHÖHT : 6.39% / 0.03:55]



RV34 - BGBA-05 - Hausbergbahn - P38 (28.75 Minuten)
 2 Großkabinen mit je etwa 12 Fahrgästen - Fahrgäste vertikal nach unten
 SFG zur Kabine - BR wird mit ASG zur Großkabine hochgezogen - F mit ABS abseilen - BR seitlich ab - Selffahrerät / Haltesystem / ASG
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg



RV35 - BGBA-06 - Kreuzekbahn - P41 (95.20 Minuten)
 1 Großkabine mit 30 Fahrgästen und Kabinenführer - Fahrgäste vertikal nach unten
 BR und F befinden sich in Großkabine - F mit ASG abseilen - BR mit ASG abseilen - Anschlagpunkt(Kragarm) / ASG / Haltesystem
 Lastgewichtsklassen : LG1 bis LG 10 - Klassenbreite 10kg [BWLG - ERHÖHT : 0.39% / 0:00:22]



17 Anlagen zur arbeitsmedizinischen Belastungs- und Beanspruchungsanalyse

Tabelle 17-1: Arbeitsmedizinische Kenngrößen und ihre Ausprägungen

Arbeitsmedizinische Kenngrößen und ihre Ausprägungen		BBBG		BGBA		BGCH		BGFE		SMBG		Gesamt	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Ausübung von Sport	ja	6	19,4	3	9,7	3	9,7	3	9,7	3	9,7	18	58,1
	nein	1	3,2	3	9,7	2	6,5	5	16,1	2	6,5	13	41,9
Häufigkeit des ausgeübten Sportes	kein Sport	1	3,2	3	9,7	2	6,5	5	16,1	2	6,5	13	41,9
	weniger als 1/Woche	1	3,2	1	3,2			1	3,2			3	9,7
	1/Woche	1	3,2	1	3,2							2	6,5
	2/Woche	1	3,2			2	6,5	1	3,2			4	12,9
	mehr als 2/Woche	3	9,7	1	3,2	1	3,2	1	3,2	3	9,7	9	29,0
ausgeübte Sportarten	kein Sport	1	3,2	3	9,7	2	6,5	5	16,1	2	6,5	13	41,9
	Sport mit fraglichem Trainingseffekt für Herz/Kreislauf - Ausdauer	2	6,5	3	9,7			1	3,2	1	3,2	7	22,6
	Sport mit Trainingseffekt für Herz/Kreislauf - Ausdauer	4	12,9			3	9,7	2	6,5	2	6,5	11	35,5
Häufigkeit des Rauchens	noch nie geraucht	3	9,7	2	6,5	1	3,2	1	3,2			7	22,6
	gelegentliches Rauchen	1	3,2	2	6,5	1	3,2			1	3,2	5	16,1
	bis 10 Zigaretten tgl.	1	3,2			1	3,2					2	6,5
	10-20 Zigaretten tgl.	1	3,2	1	3,2			5	16,1			7	22,6
	über 20 Zigaretten tgl.			1	3,2					2	6,5	3	9,7
	raucht nicht mehr	1	3,2			2	6,5	2	6,5	2	6,5	7	22,6
Körperbereich der Beschwerden	Keine	3	9,7	6	19,4	4	12,9	3	9,7	3	9,7	19	61,3
	Herz- / Kreislaufbeschwerden	2	6,5							1	3,2	3	9,7
	Stütz- / Bewegungsapparat							4	12,9	1	3,2	5	16,1
	Magen- / Darmbeschwerden							1	3,2			1	3,2
	sonstige Beschwerden	2	6,5			1	3,2					3	9,7
Medikamenteneinnahme	keine Medikamente	6	19,4	5	16,1	5	16,1	8	25,8	5	16,1	29	93,5
	Herz- / Kreislaufmedikament	1	3,2									1	3,2
	sonstige Medikamente			1	3,2							1	3,2
Arbeitsmedizinische Betreuung	Ja	7	22,6			5	16,1	8	25,8	5	16,1	25	80,6
	Nein			6	19,4							6	19,4
AMU - G 26	ja	6	19,4			5	16,1			1	3,2	12	38,7
	nein	1	3,2	6	19,4			8	25,8	4	12,9	19	61,3
AMU - G 30	ja	4	12,9									4	12,9
	nein	3	9,7	6	19,4	5	16,1	8	25,8	5	16,1	27	87,1
AMU - G 41	ja					3	9,7	8	25,8	3	9,7	14	45,2
	nein	7	22,6	6	19,4	2	6,5			2	6,5	17	54,8

Tabelle 17-2: Tabelle der statistischen Maßzahlen geordnet nach Berufsgenossenschaften

Größe und BG		Anzahl	Minimum	Maximum	Spannweite	Mittelwert	Median	Standardabweichung
Alter	BBBG	7	35	49	14	39	38	5
	BGBA	6	33	44	11	39	38	4
	BGCH	5	32	51	19	39	35	8
	BGFE	8	28	52	24	38	37	9
	SMBG	5	22	44	22	34	34	8
	Gesamt	31	22	52	30	38	37	7
Körpergröße mit Schuhen	BBBG	7	178	191	13	183	182	5
	BGBA	6	171	189	18	180	180	6
	BGCH	5	176	186	10	181	184	5
	BGFE	8	171	189	18	182	181	6
	SMBG	5	183	191	8	185	183	3
	Gesamt	31	171	191	20	182	182	5
Körpermasse mit Kleidung	BBBG	7	76,7	95,5	18,8	88,5	89,4	6,9
	BGBA	6	65,2	92,3	27,1	76,9	75,2	9,7
	BGCH	5	73,7	92,6	18,9	82,4	82,1	7,3
	BGFE	8	78,1	106,7	28,6	87,3	87,5	9,1
	SMBG	5	79,7	103,9	24,2	88,1	87,2	9,8
	Gesamt	31	65,2	106,7	41,5	84,9	85,8	9,2
Body Mass Index	BBBG	7	24,21	30,14	5,93	26,50	25,57	2,02
	BGBA	6	19,90	27,86	7,96	23,95	24,63	3,34
	BGCH	5	22,95	26,77	3,82	25,08	25,37	1,67
	BGFE	8	24,18	29,87	5,70	26,47	26,65	1,90
	SMBG	5	21,85	31,03	9,18	25,74	25,21	3,43
	Gesamt	31	19,90	31,03	11,12	25,65	25,37	2,54
Ruhezeit	BBBG	7	0:07:42	0:13:45	0:06:03	0:10:59	0:10:53	0:01:52
	BGBA	6	0:10:51	0:13:15	0:02:24	0:11:56	0:11:49	0:00:48
	BGCH	5	0:09:03	0:16:18	0:07:15	0:13:06	0:14:21	0:02:53
	BGFE	8	0:06:50	0:15:31	0:08:41	0:11:53	0:12:22	0:02:43
	SMBG	5	0:09:55	0:15:06	0:05:11	0:12:02	0:12:00	0:01:59
	Gesamt	31	0:06:50	0:16:18	0:09:28	0:11:55	0:11:48	0:02:09
Ruhepuls	BBBG	7	59	89	29	71	70	10
	BGBA	6	55	82	26	69	72	10
	BGCH	5	69	92	24	81	82	9
	BGFE	8	47	88	40	69	67	12
	SMBG	5	50	97	46	76	80	17
	Gesamt	31	47	97	49	73	72	12