

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Ausgangssituation und Ansätze des Forschungsvorhabens	1
1.2	Gegenstand der Untersuchung	2
1.2.1	Kraftbetriebener Transport in der Bauwirtschaft	3
1.2.2	Mithilfe beim kraftbetriebenem Transport	4
2	Theoretischer Bezug und methodisches Vorgehen	6
2.1	Arbeitssysteme und Beurteilung von Defiziten	6
2.2	Theorie über das Zustandekommen von Unfallereignissen und Ableitung von Unfallbildern	8
2.3	Methodisches Vorgehen	12
3	Auswertung des Unfallgeschehens	19
3.1	Einführung	19
3.2	Darstellung der typischen Unfallbilder	22
3.2.1	Unfallbilder im Zusammenhang mit Krantransporten	23
3.2.1.1	Unfallbild "Wird getroffen"	24
3.2.1.2	Unfallbild "Technischer Mangel"	32
3.2.1.3	Unfallbild "Mangelnde Trittsicherheit"	36
3.2.1.4	Unfallbild "Wird geklemmt"	39
3.2.1.5	Zusammenfassung	41
3.2.2	Unfallbilder im Zusammenhang mit Baggern und Radladern	41
3.2.2.1	Unfallbild "Wird angefahren"	42
3.2.2.2	Unfallbild "Mangelnde Trittsicherheit"	45
3.2.2.3	Unfallbild "Wird getroffen"	48
3.2.2.4	Unfallbild "Technischer Mangel"	51
3.2.2.5	Unfallbild "Wird geklemmt, gequetscht"	51
3.2.2.6	Zusammenfassung	54
3.2.3	Unfallbilder im Zusammenhang mit Aufzügen	57
3.2.3.1	Unfallbild "Technischer Mangel"	57
3.2.3.2	Unfallbild "Mangelnde Trittsicherheit"	60

3.2.3.3	Unfallbilder "Wird geklemmt" und "Wird getroffen"	63
3.2.3.4	Zusammenfassung des Unfallgeschehens bei Aufzugtransporten	64
3.2.4	Unfallbilder im Zusammenhang mit LKW, Anhänger und Tieflader	65
3.2.4.1	Unfallbild "Wird angefahren"	65
3.2.4.2	Unfallbild "Wird getroffen"	68
3.2.4.3	Unfallbild "Mangelnde Trittsicherheit"	69
3.2.4.4	Zusammenfassung des Unfallgeschehens bei der Mithilfe bei LKW-Transporten	71
3.3	Auswertung des Unfallgeschehens in der ehemaligen DDR	71
3.4	Zusammenfassung	73
3.5	Weiterführung - Analyse von Arbeitssystemen	74
4	Mithilfe beim Krantransport	77
4.1	Charakteristik des Arbeitssystems "Krantransport"	77
4.2	Gefahrenbilder und Defizite im Arbeitssystem "Krantransport"	80
4.2.1	Strukturelle Gefährdungen und Defizite des Arbeitssystems	80
4.2.2	Gefährdungen und Defizite bei verschiedenen Transportfunktionen	87
4.2.3	Gefährdungen und Defizite durch Einwirkung äußerer Rahmenbedingungen	95
4.2.4	Zusammenfassung	98
4.3	Bisherige Maßnahmenansätze	99
4.3.1	Maßnahmenansatz: Sichere Gestaltung des Transportmittels "Kran"	100
4.3.2	Maßnahmenansatz: Sichere Gestaltung von Transportgütern und Lastaufnahmeeinrichtungen	101
4.3.3	Maßnahmenansatz: Mithelfer im Gefahrenbereich	101
4.3.4	Maßnahmenansatz: Sichtverhältnisse des Kranführers und Kommunikation zwischen Kranführer und Mithelfer	101
4.3.5	Maßnahmenansatz: Entlastung durch Befreiung von Aufgaben	103
4.3.6	Maßnahmenansatz: Qualifizierung	103

VI

4.3.7	Durchsetzungsmaßnahmen	104
4.3.8	Zusammenfassende Bewertung	105
5	Mithilfe beim Bagger im Hebezeugeinsatz	106
5.1	Charakterisierung des Arbeitssystems "Bagger im Hebezeugeinsatz"	106
5.2	Gefährdungen und Defizite	109
5.2.1	Strukturelle Gefährdungen und Defizite des Arbeitssystems	109
5.2.2	Gefährdungen und Defizite bei verschiedenen Arbeitsabläufen	113
5.2.3	Gefährdungen und Defizite aufgrund äußerer Rahmenbedingungen	116
5.2.4	Zusammenfassung	119
5.3	Bisherige Maßnahmenansätze	120
5.3.1	Eignung des Transportmittels für den Hebezeugeinsatz	120
5.3.2	Lastaufnahmeeinrichtungen	121
5.3.3	Mithelfer im Gefahrenbereich	122
5.3.4	Sicht des Maschinenführers, Kommunikation zwischen Mithelfer und Maschinenführer	123
5.3.4.1	Einsatz eines Einweisers (ohne oder mit Sprechfunk)	123
5.3.4.2	Sprechfunk	124
5.3.4.3	Spiegel- und Linsensysteme	124
5.3.4.4	Video-Monitor-Systeme	125
5.3.4.5	Sensorsysteme	125
5.3.5	Unzureichende Qualifikation von Maschinenführer und Mithelfer	126
5.3.6	Zusammenfassende Bewertung	126
6	Mithilfe beim Aufzugtransport	128
6.1	Charakterisierung des Arbeitssystems "Aufzugtransport"	128
6.2	Gefahren und Defizite	131
6.2.1	Strukturelle Gefährdungen und Defizite	131
6.2.2	Gefahrenbilder und Defizite bei verschiedenen Transportaufgaben und Transportfunktionen	135

VII

6.2.3	Gefährdungen und Defizite aufgrund äußerer Rahmenbedingungen	136
6.2.4	Zusammenfassung	139
6.3	Bisherige Maßnahmenansätze	139
7	Mithilfe beim LKW-Transport	141
7.1	Charakterisierung des Arbeitssystems "LKW-Transport"	141
7.2	Gefahren und Defizite	142
7.2.1	Anfahren und Überrollen von Mithelfern (Einweisern) beim Rückwärtsfahren, Rangieren oder Kuppeln auf Baustellen	142
7.2.2	Getroffen werden von herabfallenden Transportgütern und Abstürzen von der Ladefläche beim Be- und Entladen durch die Mithelfer	143
7.3	Bisherige Maßnahmenansätze	145
7.3.1	Vermeidung von Unfällen beim Rückwärtsfahren, Rangieren und Kuppeln	145
7.3.1.1	Technische Maßnahmen zur Funktion des Fahrzeugs und der Anhängerkupplung	145
7.3.1.2	Warneinrichtungen für Personen im Gefahrenbereich	146
7.3.1.3	Einrichtungen zur Unterstützung des Fahrzeugführers	146
7.3.1.4	Verhaltensanweisungen an Fahrzeugführer und Einweiser	148
7.3.1.5	Abschränkung des Gefahrenbereichs	149
7.3.1.6	Vermeidung des Rückwärtsfahrens durch Planung	150
7.3.1.7	Zusammenfassende Bewertung	150
7.3.2	Vermeidung von Unfällen beim Be- und Entladen von LKW von Hand	150
8	Ableitung von Maßnahmenansätzen	152
8.1	Maßnahmenansätze durch technische Verbesserungen der Arbeitssysteme	153
8.1.1	Ansätze zur technischen Weiterentwicklung des Arbeitssystems "Krantransport"	153
8.1.2	Technische Ansätze zum Arbeitssystem "Bagger im Hebezeugeinsatz"	154
8.1.3	Maßnahmenansätze zur technisch-organisatorischen Gestaltung des Arbeitssystems "Aufzugtransport"	156

VIII

8.2	Ausgangslage für übergeordnete Ansätze	159
8.3	Sicherheits- und gesundheitsschutzgerechte Logistikkonzepte als Grundlage für eine verbesserte Planung und Organisation des Transports auf Baustellen - Integration in Sicherheits- und Gesundheitsschutzpläne	166
8.3.1	Zur Organisation und Planung von Transport auf Baustellen	166
8.3.2	Logistik als Maßnahmenfeld	168
8.3.3	Analyse von Transportsystemen und deren Schnittstellen zum Gesamtsystem "Baustelle"	170
8.3.4	Ziele und Elemente eines arbeitsschutzgerechten Logistikprogramms (Beschaffungs- und Produktionslogistik)	176
8.3.5	Hilfsmittel für eine logistik- und arbeitsschutzgerechte Bauplanung und Arbeitsvorbereitung	184
8.4	Schaffung organisatorischer Voraussetzungen für arbeitsschutzgerechten Transport	186
8.5	Qualifikation und Qualifizierung	194
8.6	Umsetzungsmaßnahmen	199
8.7	Vorgehensweise	203

Quellenverzeichnis		206
1	Veröffentlichungen	206
2	Arbeitsschutzvorschriften des Bundes (einschließlich Technischer Regeln)	214
3	Unfallverhütungsvorschriften	214
4	Richtlinien, Sicherheitsregeln und Merkblätter der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung	214
5	EG-Richtlinien	216
6	Normen	216

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 - 1	Anzahl der kraftbetriebenen Transportmittel im Bauhauptgewerbe in Deutschland nach der Totalerhebung 1991 des Statistischen Bundesamtes	4
Abb. 2 - 1	Struktur eines Arbeitssystems	6
Abb. 2 - 2	Betriebliche Gestaltungsbereiche und Einflüsse auf die Arbeitswelt	7
Abb. 2 - 3	Unfallpyramide	9
Abb. 2 - 4	Grundbild eines Unfalls	11
Abb. 2 - 5	Vorgehensweisen zum Ableiten von Maßnahmen	12
Abb. 2 - 6	Variablen für die statistische Auswertung des Unfallgeschehens "Mithilfe beim kraftbetriebenen Transport"	15
Abb. 3 - 1	Übersicht zum analysierten Anzeigenmaterial	19
Abb. 3 - 2	Verteilung der tödlichen und nicht-tödlichen Unfälle bei der Mithilfe beim kraftbetriebenen Transport nach beteiligten Transportmitteln	20
Abb. 3 - 3	Verteilung der 1. Art des Außer-Kontrolle-Geratens von Energie der tödlichen und nicht-tödlichen Unfälle getrennt nach den Transportmitteln	21
Abb. 3 - 4	Verteilung der tödlichen und nicht-tödlichen Unfälle bei der Mithilfe beim Krantransport nach der 1. Art des Außer-Kontrolle-Geratens von Energie	23
Abb. 3 - 5	Unfallbild "Wird getroffen" bei der Mithilfe beim Krantransport: Gegenüberstellung der 1. Art des Außer-Kontrolle-Geratens von Energie mit den am Unfall beteiligten Gegenständen bei tödlichen und nicht-tödlichen Unfällen	25
Abb. 3 - 6	Unfallbild "Wird getroffen" bei der Mithilfe beim Krantransport: Ablaufvarianten der tödlichen und nicht-tödlichen Unfälle	26
Abb. 3 - 7	Unfallbild "Wird getroffen" bei der Mithilfe beim Krantransport: Arbeitszusammenhang der tödlichen Unfälle	27
Abb. 3 - 8	Unfallbild "Wird getroffen" bei der Mithilfe beim Krantransport: Arbeitszusammenhang der nicht-tödlichen Unfälle	28
Abb. 3 - 9	Unfallbild "Wird getroffen" bei der Mithilfe beim Krantransport: Tödliche Unfälle	30

Abb. 3 - 10	Unfallbild "Wird getroffen" bei der Mithilfe beim Krantransport: Nicht-tödliche Unfälle	31
Abb. 3 - 11	Unfallbild "Technischer Mangel" bei der Mithilfe beim Krantransport: Tödliche Unfälle	34
Abb. 3 - 12	Unfallbild "Technischer Mangel" bei der Mithilfe beim Krantransport: Nicht-tödliche Unfälle	35
Abb. 3 - 13	Unfallbild "Mangelnde Trittsicherheit" bei der Mithilfe beim Krantransport: Tödliche Unfälle	37
Abb. 3 - 14	Unfallbild "Mangelnde Trittsicherheit" bei der Mithilfe beim Krantransport: Nicht-tödliche Unfälle	38
Abb. 3 - 15	Unfallbild "Wird geklemmt" bei der Mithilfe beim Krantransport: Nicht-tödliche Unfälle	40
Abb. 3 - 16	Verteilung der tödlichen und nicht-tödlichen Unfälle bei der Mithilfe beim Baggereinsatz nach der 1. Art des Außer-Kontrolle-Geratens von Energie	41
Abb. 3 - 17	Unfallbild "Wird angefahren" bei der Mithilfe beim Baggereinsatz: Tödliche Unfälle	43
Abb. 3 - 18	Unfallbild "Wird angefahren" bei der Mithilfe beim Baggereinsatz: Nicht-tödliche Unfälle	44
Abb. 3 - 19	Unfallbild "Mangelnde Trittsicherheit" bei der Mithilfe beim Baggereinsatz: Tödliche Unfälle	46
Abb. 3 - 20	Unfallbild "Mangelnde Trittsicherheit" bei der Mithilfe beim Baggereinsatz: Nicht-tödliche Unfälle	47
Abb. 3 - 21	Unfallbild "Wird getroffen" bei der Mithilfe beim Baggereinsatz: Tödliche Unfälle	48
Abb. 3 - 22	Unfallbild "Wird getroffen" bei der Mithilfe beim Baggereinsatz: Nicht-tödliche Unfälle	49
Abb. 3 - 23	Unfallbild "Technischer Mangel" bei der Mithilfe beim Baggereinsatz: Tödliche Unfälle	52
Abb. 3 - 24	Unfallbild "Technischer Mangel" bei der Mithilfe beim Baggereinsatz: Nicht-tödliche Unfälle	53
Abb. 3 - 25	Unfallbild "Wird geklemmt" bei der Mithilfe beim Baggereinsatz: Tödliche Unfälle	55
Abb. 3 - 26	Unfallbild "Wird geklemmt" bei der Mithilfe beim Baggereinsatz: Nicht-tödliche Unfälle	56
Abb. 3 - 27	Verteilung der tödlichen und nicht-tödlichen Unfälle bei der Mithilfe beim Aufzugtransport nach der 1. Art des Außer-Kontrolle-Geratens von Energie	57
Abb. 3 - 28	Unfallbild "Technischer Mangel" bei der Mithilfe beim Aufzugtransport: Tödliche Unfälle	58

XI

Abb. 3 - 29	Unfallbild "Technischer Mangel" bei der Mithilfe beim Aufzugtransport: Nicht-tödliche Unfälle	59
Abb. 3 - 30	Unfallbild "Mangelnde Trittsicherheit" bei der Mithilfe beim Aufzugtransport: Tödliche Unfälle	61
Abb. 3 - 31	Unfallbild "Mangelnde Trittsicherheit" bei der Mithilfe beim Aufzugtransport: Nicht-tödliche Unfälle	62
Abb. 3 - 32	Unfallbild "Wird geklemmt" bei der Mithilfe beim Aufzugtransport: Nicht-tödliche Unfälle	63
Abb. 3 - 33	Unfallbild "Wird getroffen" bei der Mithilfe beim Aufzugtransport: Nicht-tödliche Unfälle	64
Abb. 3 - 34	Verteilung der tödlichen und nicht-tödlichen Unfälle bei der Mithilfe beim LKW-Transport nach der 1. Art des Außer-Kontrolle-Geratens von Energie	65
Abb. 3 - 35	Unfallbild "Wird angefahren" bei der Mithilfe beim LKW-Transport: Tödliche Unfälle	66
Abb. 3 - 36	Unfallbild "Wird angefahren" bei der Mithilfe beim LKW-Transport: Nicht-tödliche Unfälle	67
Abb. 3 - 37	Unfallbild "Wird getroffen" bei der Mithilfe beim LKW-Transport: Tödliche Unfälle	68
Abb. 3 - 38	Unfallbild "Wird getroffen" bei der Mithilfe beim LKW-Transport: Nicht-tödliche Unfälle	69
Abb. 3 - 39	Unfallbild "Mangelnde Trittsicherheit" bei der Mithilfe beim LKW-Transport: Nicht-tödliche Unfälle	70
Abb. 3 - 40	Tödliche und nicht-tödliche Unfälle bei der Mithilfe beim kraftbetriebenen Transport nach beteiligten Transportmitteln in der ehemaligen DDR	72
Abb. 4 - 1	Arbeitssystem "Krantransport"	77
Abb. 4 - 2	Transportfunktionskette für das Arbeitssystem "Krantransport"	79
Abb. 4 - 3	Anschlagen von mit Stahlbändern gebündelten Mauersteinen mit eingesteckten Stangen	84
Abb. 4 - 4	Ablassen eines stark durchhängenden Bündels aus langen Baustahlstäben	84
Abb. 4 - 5	Lösen eines verkanteten Konsolgerüstelements mit einem 2-strängigen Anschlagmittel	84
Abb. 4 - 6	Fehlende Auffangplane an einem Steingreifer	85
Abb. 4 - 7	LKW-Ladefläche als "spezieller erhöhter Lagerplatz"	87
Abb. 4 - 8	Betreten des Transportguts auf einer LKW-Ladefläche durch den Mithelfer	88

Abb. 4 - 9	Rungen als Stolperstellen auf einer LKW-Ladefläche	88
Abb. 4 - 10	Gemischtes Transportbündel	89
Abb. 4 - 11	Bündel mit sich lösenden Holzlatten	90
Abb. 4 - 12	Korrekturversuch einer pendelnden Last	91
Abb. 4 - 13	Führen der pendelnden Last	91
Abb. 4 - 14	Einklemmgefahr des Fußes beim Ablassen der Kranlast	92
Abb. 4 - 15	Führen eines pendelnden Fertigteils bei absturzgefährdetem Standort	92
Abb. 4 - 16	Absturzgefahr beim Frischbetontransport	93
Abb. 4 - 17	Absturzgefahr beim Frischbetontransport	93
Abb. 4 - 18	Führen einer Last auf unsicherem Standort	94
Abb. 4 - 19	An- bzw. Abschlagen eines Schalelements	95
Abb. 4 - 20	Pendelnde, über einer Person schwebende Palette mit losen Mauersteinen	96
Abb. 4 - 21	Pendelnde, schwebende Last neben einem sich abwendenden Mithelfer	97
Abb. 4 - 22	Schrägziehen eines Frischbetonkübels in absturzgefährdeter Position mit Schüttgutrutsche zum Erreichen einer außerhalb des Kranschwenkbereichs befindlichen Füllstelle	98
Abb. 5 - 1	Arbeitssystem "Bagger im Hebezeugeinsatz"	107
Abb. 5 - 2	Transportfunktionskette des Arbeitssystems "Bagger im Hebezeugeinsatz"	108
Abb. 5 - 3	Führen der Last durch den Mithelfer	110
Abb. 5 - 4	Unfälle mit Baggern durch Sichtbehinderung	111
Abb. 5 - 5	Bereich besonders großer Gefährdung durch Überrollen infolge Sichtbehinderung des Baggerfahrers	111
Abb. 5 - 6	Sichtfeld des Baggerfahrers	112
Abb. 5 - 7	Beschädigte Anschlagbänder in den Transportösen von Verbauplatten	114
Abb. 5 - 8	Mit den Lasthaken eines vierstrahligen Kettengehänges angeschlagene Verbauplatte	114
Abb. 5 - 9	Gefährdung des Mithelfers beim Absetzen der Last durch die Baggerschaufel	115
Abb. 6 - 1	Arbeitssystem "Aufzugtransport"	128
Abb. 6 - 2	Transportfunktionskette für das Arbeitssystem "Aufzugtransport"	130

XIII

Abb. 6 - 3	Fehlender Seitenschutz und Belag an Durchtrittsstelle des Schrägaufzugs durch ein Gerüst	132
Abb. 6 - 4	Ungesicherte hochgelegene Ladestelle eines Anstelllaufzugs an der Dachkante	132
Abb. 6 - 5	Ungesicherte hochgelegene Ladestelle eines Schrägaufzugs an der Dachkante	133
Abb. 6 - 6	Betreten eines Anstelllaufzugs zum Entladen	133
Abb. 6 - 7	Hochgelegene Ladestelle eines Schrägaufzugs auf einem ungesicherten Balkon	134
Abb. 6 - 8	Über die Lastbühne eines Anstelllaufzugs ragende Bretter	135
Abb. 6 - 9	Unerlaubter Personentransport mit einem Anstelllaufzug	136
Abb. 7 - 1	Transportfunktionskette eines LKW-Transports	141
Abb. 7 - 2	Gefährdung der Mithelfer durch von der LKW-Ladefläche herabfallende, lose geladene Vierkant-Hölzer	144
Abb. 8 - 1	Transportsystem	171
Abb. 8 - 2	Darstellung des Realtyps "Kran/Steingreifer/Mauersteinbündel" mit Gefährdungs- und Belastungsanalyse	173
Abb. 8 - 3	Prozesse bei Mauerwerksarbeiten	174
Abb. 8 - 4	Bauproduktionsprozeß "Maurerarbeiten"	179
Abb. 8 - 5	Rationelle Lager- und Stapelmethoden wichtiger Baumaterialien	180
Abb. 8 - 6	Matrix zur Standardisierung der Materialflußplanung	183
Abb. 8 - 7	Übersicht über die Maßnahmenfelder und Umsetzungswege zur Verringerung des Unfallgeschehens "Mithilfe beim kraftbetriebenen Transport"	200
Abb. 8 - 8	Verantwortungs- und Zuständigkeitsnetz für den Arbeitsschutz bei Bauvorhaben	202