

Analyse von Arbeitsunfällen mit Heuwerbegeräten

Masterarbeit

an der Universität für Bodenkultur

Masterstudium: Angewandte Pflanzenwissenschaften

vorgelegt von

Stefan Gross

betreut von

Assoc. Prof. Dr. Dipl.-Ing. Elisabeth Quendler MSc

Dipl.-Ing. Robert Kogler

Wien, November 2013

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen Personen bedanken, die Anteil am Entstehen der vorliegenden Arbeit hatten.

Besonders bedanken möchte ich mich bei Frau Assoc. Prof. Dr. Dipl.-Ing. Elisabeth Quendler MSc für die herzliche, engagierte und unermüdliche Unterstützung die ganze Arbeit hindurch. Frau Dr. Quendler hat mich mit Verbesserungsvorschlägen unterstützt und ist mir bei meinen Anliegen mit Rat und Tat zur Seite gestanden.

Ein großes Dankeschön an Herrn Dipl.-Ing. Robert Kogler für die Anregungen bei der Gestaltung meiner Arbeit und die Unterstützung bei der Unfallanalyse und der Erstellung der Leitfadenterviews.

Für die Organisation und Hilfestellung bei der Durchführung der Nutzerbefragung möchte ich mich bei Frau Dipl.-Ing. Theresia Unterweger, Herrn Dipl.-Ing. Johannes Kröpfl, Herrn Dipl.-Ing. Wilhelm Schlagerl, Herrn Dipl.-Ing. Christoph Mairinger, Herrn Dipl.-Ing. Rainer Grubelnik, Herrn Ing. Adolf Huber und Herrn Johannes Trauner herzlich bedanken.

Ein großes Dankeschön gilt allen kontaktierten verunfallten Personen und Mitarbeitern von Herstellern, die mich bei den Befragungen immer freundlich empfangen und bereitwillig unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt auch meinen Eltern, Geschwistern und Freunden, die mich während meines Studiums stets motiviert und unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

Inhaltsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis:	6
1 Einleitung	7
2 Problemstellung	8
2.1 Untersuchte Geräte	10
2.1.1 Kreiselzettwender	10
2.1.2 Kreiselschwader	11
2.1.3 Heuraupe (Einachser mit aufgesatteltem Bandrechwender)	11
2.2 Bewegte Maschinenteile	12
2.3 Unfallanalyse	14
2.4 Bisherige Untersuchungen	16
2.5 Vorgaben in geltenden Vorschriften zur Vermeidung von	17
Heuwerbegeräteunfällen	17
2.5.1 Von Maschine erfasst	17
2.5.2 Zusammenstoß mit Maschine	19
2.5.3 Von Maschine überfahren	21
2.5.4 Sturz von der Maschine	22
2.6 Menschliches Verhalten	23
2.6.1 Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung	23
2.6.2 Grundsätzliches zum Verhalten	24
2.6.3 Verhaltensbedingte Unfälle	24
3 Zielsetzung	25
4 Material und Methode	26
4.1 Untersuchte Heuwerbegeräte	26
4.2 Datenerhebung und –auswertung (Methoden)	27
4.2.1 Phrasenanalyse	27
4.2.2 Nutzerbefragung	27
4.2.3 Maschinenevaluierung	28
4.2.3.1 Evaluierung von Alt- und Neugeräten	29

4.2.4 Herstellerbefragung	30
5 Ergebnisse – Unfälle mit Heuwerbegeräten	31
5.1 Vergleich der Ergebnisse der Datenbank- und Phrasenanalyse von Unfallberichten.....	31
5.2 Unfallszenarien von Unfällen mit Heuwerbegeräten	37
5.2.1 Stellung der verunfallten Person und Unfallort	37
5.2.2 Tätigkeiten beim Verunfallen	39
5.2.3 Unfallhergänge	39
5.2.4 Unfallursachen.....	42
5.2.5 Verletzungsarten und verletzte Körperteile bei Heuwerbegeräteunfällen	44
5.2.6 Defizite in der Arbeitssicherheit beim Verunfallen mit Heuwerbegeräten	47
5.2.7 Diskussion zu den Ergebnissen der Unfälle mit Heuwerbegeräten	50
6 Befragung der Verunfallten	52
6.1 Ausgewählte Unfallszenarien	52
6.1.1 Maschinenbezogene Unfallursachen.....	53
6.1.2 Menschenbezogene Unfallursachen	55
6.1.3 Umweltbedingte Unfallursachen.....	57
6.2 Diskussion zu den Ergebnissen der Nutzerbefragung	58
7 Evaluierung von Heuwerbegeräten gemäß geltenden Vorschriften	59
7.1.1 Evaluierung gebrauchter Kreiselzettwender und Kreiselschwader	59
7.1.2 Evaluierung gebrauchter Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender)	61
7.1.3 Evaluierung neuer Heuwerbegeräte.....	62
7.1.3.1 Evaluierung neuer Kreiselzettwender und Kreiselschwader	62
7.1.3.2 Evaluierung neuer Heuraupen	63
7.2 Unterschiede im Erfüllungsgrad von geltenden Vorschriften zwischen gebrauchten und neuen Heuwerbegeräten.....	64
7.2 Diskussion zu den Ergebnissen der Evaluierung	65
8 Herstellerbefragung	65
8.1 Ergebnisse zur Herstellerbefragung	66
8.2 Diskussion zu den Ergebnissen der Herstellerbefragung	69
9 Präventionsmaßnahmen für Unfälle mit gebrauchten und neuen Heuwerbegeräten	70
9.1 Erfasstwerden von der Maschine	71

9.2 Zusammenstoßen mit der Maschine	72
9.3 Von der Maschine überfahren werden	74
9.4 Sturzunfälle	75
10 Weiterführende Arbeiten	76
11 Zusammenfassung	77
11.1 Zusammenfassung	77
11.2 Summary	78
12 Literaturverzeichnis	80
13 Anhang	84
13.1 Leitfaden Nutzerbefragung	84
13.2 Evaluierung von Unfall- und neuen Maschinen	90
13.3 Interviewleitfaden mit Herstellern	94

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Variablen zur Beschreibung eines Arbeitsunfalles laut ESAW.....	9
Tabelle 2: Einflussfaktoren auf die Schwere der Verletzung	13
Tabelle 3: Schutzeinrichtungen gegen Gefährdungen durch bewegte Maschinenteile	14
Tabelle 4: Variablenkategorien für Unfälle mit Heuwerbegeräten nach Datenbank und Unfallberichten (n= 62 Datenbank, n= 35 Unfallberichte)	31
Tabelle 5: Unfallortkategorien beim Verunfallen mit Heuwerbegeräten (n=27)(2008-2010).....	38
Tabelle 6: Verletzungsarten der Heuwerbegeräteunfälle (n=31) (2008-2010)	44
Tabelle 7: Verletzte Körperteile bei Unfällen mit Heuwerbegeräten (n=33) (2008-2010)	47
Tabelle 8: Defizite in der Arbeitssicherheit beim Verunfallen mit Heuwerbegeräten (n=35) (2008-2010).....	48
Tabelle 9: Tätigkeiten beim Verunfallen mit Heuwerbegeräten (n=15)	52
Tabelle 10: Alter der Unfallmaschinen nach Maschinenart (n=15)	54
Tabelle 11: Involvierte Maschinenteile (n=15)	54
Tabelle 12: Psychische Beeinträchtigungen beim Verunfallen (n=15).....	56
Tabelle 13: Bedienungsfehler nach Unfallkategorien (n=15)	56
Tabelle 14: Grund für falsche Handhabung von Heuwerbegeräten (n=15)	57
Tabelle 15: Hauptgrund für das Verunfallen aus Sicht der Befragten (n=15)	57
Tabelle 16: Beeinflussung des Unfallgeschehens durch die Unfallumgebung (n=15)	58
Tabelle 17: Kennzeichnung gebrauchter Heuwerbegeräte (n=6).....	59
Tabelle 18: Warnhinweise und Bildzeichen bei gebrauchten Heuwerbegeräten (n=6)	60
Tabelle 19: Kennzeichnung der gebrauchten Heuraupen (n=3).....	61
Tabelle 20: Kennzeichnung neuer Heuwerbegeräte (n=25).....	62

Tabelle 21: Warnhinweise und Bildzeichen bei neuen Heuwerbegeräten (n=25)	63
Tabelle 22: Unterschiede in der Umsetzung von geltenden Vorschriften zwischen gebrauchten und neuen Heuwerbegeräten	64
Tabelle 23: Sicherheitsrelevante Punkte vor Arbeitsbeginn	71

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Kreiselzettwender.....	10
Abbildung 2: Kreiselschwader.....	11
Abbildung 3: Heuraupe	12
Abbildung 4: Gefahrstellen durch ungeschützte bewegte Maschinenteile.....	12
Abbildung 5: Tätigkeiten beim Verunfallen mit Heuwerbegeräten (n=34)(2008-2010).....	39
Abbildung 6: Unfallhergänge mit Heuwerbegeräten (n=35)(2008-2010).....	40
Abbildung 7: Unfallursachen der Heuwerbegäteunfälle (n=32)(2008-2010).....	42
Abbildung 8: Fußbekleidung (n=15).....	55
Abbildung 9: Zinkenverlustsicherungen.....	72
Abbildung 10: Seilzug vom Traktor aus bedienbar.....	73
Abbildung 11: Gangl Docking System.....	74
Abbildung 12: Totmannschaltung.....	75

1 Einleitung

Die Landwirtschaft gehört nach dem Baugewerbe zu der Branche, in denen die Gefahr arbeitsbedingter Unfälle am größten ist. Arbeitnehmer in der Landwirtschaft erleiden dreimal so häufig tödliche Unfälle und über 1,5 Mal so häufig nicht tödliche Unfälle als der Durchschnitt aller Sektoren (Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, 2011).

Im Jahr 2012 wurden in Österreich von den zirka einer Million Versicherten bei der Sozialversicherungsanstalt der Bauern Unfälle mit 56 Toten und 4.493 Verletzten versicherungstechnisch bearbeitet (SVB, 2013).

In der EU-27 ist die Landwirtschaft durch Familienarbeit und einen hohen Anteil von Selbstständigen geprägt, da der größte Teil der Arbeit in den Betrieben vom Besitzer und seiner Familie geleistet wird. Neun von zehn Beschäftigten in landwirtschaftlichen Betrieben (89%) sind Familienarbeitskräfte. Im Jahr 2007 arbeiteten 78% aller Landwirte allein mit Unterstützung von Familienangehörigen und gelegentlicher Hilfe durch in Spitzenzeiten eingestellte externe Arbeitskräfte.

Die Tatsache, dass in der Landwirtschaft zumeist Selbstständige tätig sind und die landwirtschaftlichen Betriebe häufig von Familienmitgliedern geführt werden, stellt eine Herausforderung für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit dar (Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, 2011).

Das Dauergrünland in Österreich umfasst insgesamt eine Fläche von knapp 1,35 Millionen ha, wobei 41% davon als normal ertragsfähiges Grünland und 59% als extensiv genutztes Grünland bewirtschaftet wird (Grüner Bericht, 2012), die von etwa 36.000 Milchbetrieben zur Grundfutttergewinnung genutzt wird. Das Grünland ist eine sehr wichtige Futterquelle für Rinder, Pferde, Schafe, Ziegen und Wildtiere. In den vergangenen Jahrzehnten fand eine immer stärkere Mechanisierung und Vergrößerung der Maschinen im Bereich der Landwirtschaft statt, so dass sich das Unfallrisiko mit Maschinen, vor allem auch mit dem Größerwerden verschärfte.

Bei der Heuwerbung gab es im Laufe der Zeit große Veränderungen, anfangs wurde das Heu noch mühsam manuell mit dem Rechen gewendet, dies führte zur Entwicklung verschiedener Geräte wie den Gabelheuwender, die anfangs von Pferden gezogen wurden. Die von Pferden gezogenen Geräte wurden von zapfwellenbetriebenen Geräten, die von Traktoren gezogen werden, ersetzt, wodurch die höheren Arbeitsgeschwindigkeiten und Arbeitsbreiten möglich wurden. Die fortschreitende Mechanisierung erhöhte aber die Verletzungsgefahr für die Landwirte, da die Maschinen immer größer, schwerer, stärker und komplizierter wurden und mehr bewegliche Teile im Arbeitsumfeld auftraten. Landwirtschaftliche Maschinen sind der Hauptgrund für Unfälle mit Verletzten oder

Todesfolge in der Landwirtschaft, die Unfallursachen von Heuwerbegeräten sind bis dato noch nicht im Detail bekannt (Krombholz et al., 2009:167).

Durch die Analyse der Unfälle mit Kreiselzettwendern, Kreiselschwadern und Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) nach Unfallursachen und –hergängen können erforderliche sicherheitstechnische Maßnahmen zur besseren Vermeidung dieser ermittelt werden.

2 Problemstellung

„Für die Heu- und Welkgutgewinnung ist das Erntegut vollständig oder teilweise auf dem Feld zu trocknen. Diese Arbeitsstufe entscheidet in hohem Maße über den Ernteerfolg, insbesondere über die Qualität des Ernteproduktes. Sie wird wesentlich durch das Wetter beeinflusst. Zur Reduzierung des Wetterrisikos wird mittels entsprechender Maßnahmen für eine Beschleunigung der Trocknung des Erntegutes gesorgt, um die Zeit für diese Bodentrocknung zu minimieren. Noch in den 30 er Jahren waren Feldliegezeiten von 4 bis 5 Tagen keine Seltenheit. Angestrebt und unter optimalen Bedingungen auch möglich sind für die Heugewinnung zwei Tage und für die Welkgutgewinnung ein Tag. Bei der Bodentrocknung sind die Maßnahmen zur Trocknungsbeschleunigung sehr vielfältig. Dazu gehören das Zetten, das Wenden, das Schwaden mit der Bildung von Doppel- und Mehrfachs Chaden, das Schwadlüften und Schwadstreuen sowie das Aufbereiten durch Schlegelwerkzeuge oder Knick- und Quetschwalzenpaarungen“ (Krombholz et al., 2009:167).

Für das Zetten, Wenden und Schwaden werden die Heuwerbemaschinen Kreiselzettwender, Kreiselschwader und auf steilerem Gelände Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) verwendet, mit welchen häufig Unfälle passieren. Gemäß der AUVA-SVB-Datenbank passierten 62 Unfälle mit diesen Geräten im Zeitraum 2008 bis 2010.

Gemäß den Ergebnissen der dokumentierten Unfälle in der Datenbank der AUVA und SVB waren im Zeitraum 2008 bis 2010 85,5% (53/62) der Verunfallten Männer und 14,5% (9/62) Frauen. Die häufigsten Unfälle (24,2%, 15/62) ereigneten sich von Personen im Alter von 31 bis 40 Jahren. Die Hälfte der Unfälle ergab sich mit Personen der Berufsgruppe „Facharbeiter mit land- und forstwirtschaftlicher Ausbildung“ (50,0%, 31/62). Weitere 32,3% entstanden mit „Führungskräften in der Produktion in der Land- und Forstwirtschaft“ (20/62). Die Gruppe der „Hilfsarbeiter“ verunglückte zu 14,5% (9/62). Zwei weitere Personen wurden der Berufsgruppe „Sonstiges“ zugeteilt (3,23%, 2/62). Die meisten Unfälle ereigneten sich mit 69,4% (43/62) im Sommer, gefolgt von jeweils 14,5 % (9/62) im Frühling und Herbst, nur ein Unfall ereignete sich im Winter (1,61%, 1/62). Am Donnerstag erfolgten die meisten Unfälle (25,8 %, 16/62), gefolgt von Dienstag (21,0 %, 13/62) und Samstag (14,5%, 9/62). Als Unfallzeitpunkt wurde am häufigsten 15 bis 19 Uhr (35,5%, 22/62) angegeben, gefolgt von 11 bis 15 Uhr (32,3%, 20/62). (Quendler et al., 2010)

Detaillierte Informationen zu den Unfallursachen und –hergängen gehen aus dieser Datenbank nicht hervor, da generalisierte Kategorien über alle Berufsgruppen zu den Variablen Abweichung, Kontakt und Kontaktart vorliegen.

Die Parameter sind zu allgemein und ungenau beschrieben. Es lassen sich daraus die maßgeblichen Unfallszenarien für den landwirtschaftlichen Arbeitsvorgang während des Verunfallens für das nachhaltige Weiterentwickeln präventiver Maßnahmen nicht wirklichkeitsgetreu ermitteln.

Für die ordnungsgemäße Beschreibung eines Unfalls sind laut der Europäischen Statistik über Arbeitsunfälle (ESAW) über die Angaben gemäß Tabelle 1 erforderlich:

Tabelle 1: Variablen zur Beschreibung eines Arbeitsunfalles laut ESAW

- Angaben über den Unfallort, das Unfallopfer und den Unfallzeitpunkt (Merkmale der verletzten Person, des Unternehmens und des Arbeitsplatzes): Wirtschaftszweig des Arbeitgebers, Berufsgruppe, Beschäftigungsverhältnis, Geschlecht, Alter und Staatsangehörigkeit des Geschädigten, geografischen Ort und Größe der örtlichen Einheit des Unternehmens, Datum und Zeitpunkt, Arbeitsumgebung, Arbeitsplatz und Arbeitsprozess.
- Angaben über den Unfallhergang, die Begleitumstände und die Verletzungsart (Merkmale des Unfalls): Spezifische Tätigkeit zum Zeitpunkt des Unfalls, Abweichung vom normalen Ablauf, genaue Art, in der es zu der Verletzung kam und um ggf. beteiligte Gegenstände.
- Angaben über Art und Schwere der Verletzungen und über die Unfallfolgen (Merkmale der Verletzung): Verletzter Körperteil, Art der Verletzungen und Zahl der Ausfalltage

Quelle: Eurostat, 2012:7

In der Datenbank wird nicht nach dem genauen Unfallhergang, Ursachen und der genauen Maschinenart differenziert, es werden allgemeine Informationen gegeben. Durch die Verallgemeinerung der eigentlich verfügbaren Daten wird die konkrete Planung von Unfallpräventionsmaßnahmen erschwert.

Als Unfall gilt die plötzliche, nicht beabsichtigte, schädigende Einwirkung eines ungewöhnlichen äußeren Faktors auf den menschlichen Körper, die eine Beeinträchtigung der körperlichen oder geistigen Gesundheit oder den Tod zur Folge hat (Ludwig, 2003). Unfälle die, bei der Arbeit mit Maschinen passieren, werden als Maschinenunfälle bezeichnet.

2.1 Heuwerbegeräte

In Österreich kommen als häufigste Heuwerbegeräte Kreiselzettwender, Kreiselschwader und Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) zum Einsatz, sie werden zur Aufbereitung von gemähten Gras zur Konservierung verwendet.

2.1.1 Kreiselzettwender

Der Kreiselzettwender entstand Anfang der 60er Jahre. Diese Maschine hat paarweise und quer zur Fahrtrichtung angeordnete Kreisel, die von der Zapfwelle gegenläufig angetrieben werden. Die Achse des Kreisels ist leicht nach vorn geneigt, so dass die Zinkenbahn vorne einen geringeren Abstand zum Boden hat als hinten. Die Zinkenbahnen der benachbarten Kreisel überschneiden sich. Jeder Kreisel hat eine Stützrolle, die den erforderlichen gleichen Abstand zum Boden sichert (Krombholz et al., 2009:168). „Durch die Einstellung des Neigungswinkels der Zinkenkreisel und durch die Zapfwelldrehzahl kann die Arbeitsweise und die Intensität der Zett- und Wendearbeit beeinflusst werden“ (Eichhorn et al., 1985:368).



Abbildung 1: Kreiselzettwender¹

Die Kreiselzettwender können zum Zetten, Wenden sowie zum Ziehen und Streuen kleiner Nachschwaden eingesetzt werden. Neben der ausgezeichneten Funktion für die genannten Aufgaben sind wesentliche Vorteile des Kreiselzettwenders gegenüber bisherigen Lösungen der einfache Aufbau (beispielsweise ist keine Zinkensteuerung erforderlich) und die ebenfalls relativ einfache Realisierung großer Arbeitsbreiten, die heute bis zu 20 m erreichen. Damit hat sich der Kreiselzettwender zum beherrschenden Mechanisierungsmittel in der Trocknungsbeschleunigung entwickelt (Krombholz et al., 2009:168).

¹ oberlausitz.jd-partner.de/Andere-Marken/Sip-Gruenlandtechnik (10.05.2013)

2.1.2 Kreiselschwader

Die Kreiselschwader entstanden Anfang der 70er Jahre und sind Spezialmaschinen zum Schwaden des Futters. Die Arbeit erfolgt durch Zinkenkreisel, die mit mehreren auf einer Kurvenbahn gesteuerten Zinkenstangen besetzt sind. Angetrieben werden die Zinkenkreisel über die Zapfwelle des Schleppers. Die Führung der Zinkenstangen in einer Kurvenbahn bewirkt, dass sich die an den Zinkenstangen angebrachten Rechen bei jeder Umdrehung von der Rechstellung (Senkrechtstellung) in die Ablagestellung (Waagrechtstellung) begeben. Das Futter wird dabei gegen das seitlich angeordnete Schwadblech geschoben und zu einem lockeren Schwad geformt (Eichhorn et al., 1985:369).



Abbildung 2: Kreiselschwader²

„Aus den Einkreiselschwadern mit Arbeitsbreiten bis zu 3,5 m sind inzwischen Maschinen mit bis zu 6 Schwadkreiseln und Arbeitsbreiten bis zu 20 m geworden. Für die extremen Schwadmassen, die heute vor allem zur Auslastung der leistungsfähigen Feldhäcksler erforderlich sind, erfolgt die Schwadbildung über Seitenschwade in zwei oder mehreren Durchgängen. Auch diese Maschinen können heute als die Standardlösung für diesen Einsatzbereich bezeichnet werden“ (Kromholz et al., 2009:168).

2.1.3 Heuraupe (Einachser mit aufgesatteltem Bandrechwender)

Die selbstfahrende Heuraupe wurde in den 60er Jahren von der Firma Pöttinger entwickelt und leistete einen entscheidenden Beitrag zur Mechanisierung der Futterernte in Bergregionen. Die Heuraupe ist im Prinzip ein Motormäher, der anstatt eines Mähaufsatzes einen Bandrechwender anmontiert hat. Die Heuraupen sind entweder mitgängergeführt, oder selbstfahrend. Als selbstfahrende handgeführte Motorgeräte können sie bis zu 80% Hangneigung eingesetzt werden. „Als Arbeitswerkzeuge dienen schnell umlaufende Ketten, Kunststoff- oder Gummiriemen, die mit Zinken besetzt sind. Sie nehmen das Futter auf und werfen es seitlich weg. Dabei erfassen zunächst die vorderen kurzen Zinken das oben

² www.jakobhoferag.ch/Vertretungen/Heuerntemaschinen.htm (15.05.2013)

liegende trockene Futter und anschließend die hinteren längeren Zinken das unten liegende feuchte Futter.



Altgerät

Neugerät

Abbildung 3: Heuraupe (Altgerät³ & Neugerät⁴)

Beim seitlichen Ausstreuen gelangt damit das feuchte Gut nach oben. Bandrechwender können mit einem seitlich angebrachten Auffangblech für das Anlegen von Schwaden ausgerüstet werden“ (Eichorn et al., 1985:369).

2.2 Bewegte Maschinenteile

„Bewegte Maschinenteile, wie Antriebe, Werkzeuge, Werkstücke und Ähnliches, die frei zugänglich sind, können Gefahrstellen bilden. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über mögliche Gefahrstellen durch ungeschützte bewegte Maschinenteile“ (Fischer & Mössner, 2013).

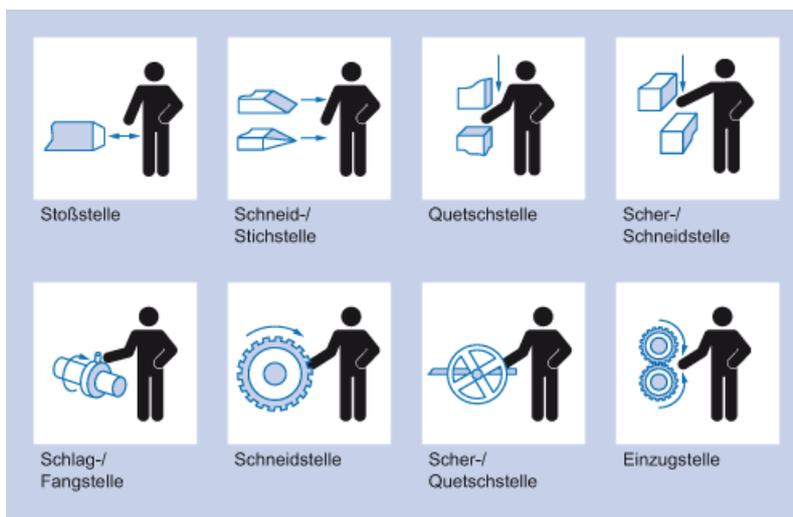


Abbildung 4: Gefahrstellen durch ungeschützte bewegte Maschinenteile⁵

³ www.landwirt.com/ez/index.php/kleinanzeigen/anfrage/286880/

⁴ www.reform.at/de/landwirtschaft/maeher/reform_rm_20.html

⁵

„Im Normalbetrieb verhindern in der Regel technische Schutzmaßnahmen den Zugang zu den Gefahrstellen. Gefährdungen können dennoch entstehen durch:

- Nachlauf der Bewegungen,
- Ausfälle, zum Beispiel Versagen von Bewegungsbegrenzungen, Bremseinrichtungen,
- Umgehen, Abmontieren und Beschädigen der Schutzeinrichtungen.

Die Gründe für das Nichtbenutzen beziehungsweise Außerkraftsetzen von Schutzeinrichtungen sind meist unzureichende Handhabbarkeit, Behinderungen im Tätigkeitsablauf, Bequemlichkeit und Streben nach Zeitersparnis“ (Fischer & Mössner, 2013).

„Körperschäden durch mechanische Einwirkungen können von leichten Schnittverletzungen bis hin zu tödlichen Verletzungen reichen. Die Schwere der Verletzungen hängt primär von der wirksamen Energie ab. Weitere Einflussgrößen sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Einflussfaktoren auf die Schwere der Verletzung

- Oberflächengestalt des bewegten Teils (Ecken, Kanten, Spitzen, Schneiden, Rauigkeit)
- Gestaltungsbedingte Engstellen und unzureichende Sicherheitsabstände
- Wirkungsrichtung beziehungsweise –bereich des bewegten Teils, bezogen auf den anwesenden Menschen
- Betroffenes Körperteil und dessen Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einwirkungen, einschließlich der Benutzung von persönlicher Schutzausrüstung.

Quelle: Fischer & Mössner, 2013

Die Schädigung kann alle Körperteile betreffen, vor allem Hände, Füße, Beine, Kopf, Brust, Arme (in der Reihenfolge der Häufigkeit)“ (Fischer & Mössner, 2013).

Zwischen den Jahren 2000 und 2004 kam es in Quebec (Kanada), zu 770 Verletzungen, welche durch landwirtschaftliche Maschinen verursacht wurden. Dies entspricht 12 Prozent der 6,604 Verletzungen, die sich durch Unfälle auf landwirtschaftlichen Betrieben ergaben. Zwischen 1989 und 2003 geschahen 12 Prozent aller tödlichen Unfälle durch bewegte Maschinenteile (CSST, 2013).

In der Studie von Javadi & Rostami (2007, 280) wurden als häufigste Unfallursachen in Verbindung mit bewegten Maschinenteilen das „Getroffenwerden durch einen beweglichen Teil“, gefolgt von „vom Antrieb getroffen werden“ und „Umsturz der Maschine“ genannt.

Mögliche Schutzeinrichtungen gegen Gefährdungen durch bewegte Teile an Maschinen sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Schutzeinrichtungen gegen Gefährdungen durch bewegte Maschinenteile

- Trennende Schutzeinrichtungen:
 - feststehende trennende Schutzeinrichtungen
 - bewegliche trennende Schutzeinrichtungen
 - einstellbare trennende Schutzeinrichtungen
- Nicht trennende Schutzeinrichtungen:
 - Verriegelungseinrichtung
 - Zustimmungseinrichtung
 - Steuereinrichtung mit selbsttätiger Rückstellung
 - Zweihandschaltung
 - Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion
 - Durch Formschluss wirkende Schutzeinrichtung
 - Begrenzungseinrichtung
 - Schrittschaltung
- Abweisende Schutzeinrichtungen

Quelle: Kähler, 2005⁶

Diese werden in trennende, nicht trennende und abweisende Schutzeinrichtungen differenziert, gemäß ihrer unterschiedlichen Funktionalität.

2.3 Unfallanalyse

Die Unfallanalyse hat zum Ziel Verbesserungen und Maßnahmen abzuleiten, die zur Wiederholung eines ähnlichen Unfalls verhindern sollen. Es müssen Ursachen aus dem Bereich Technik, Benutzer und Umfeld sowie deren Wechselwirkungen analysiert und beschrieben werden. In der Regel haben Unfälle mehrere beitragende Faktoren, die organisatorische, zeitlich und räumlich weit vom eigentlichen Geschehen entfernt sein können. Unter dem Begriff Unfallursachenanalyse werden Methoden und Verfahren verstanden, mit denen alle Faktoren und Wechselbeziehungen beschrieben werden, die für den Unfall kausal sind. Die Unfallanalyse hat neben den aufdeckenden auch einen vorbeugenden Charakter. Ein großer Anteil der für ein unerwünschtes Ereignis verantwortlichen Ursachen und Zusammenhänge soll identifiziert und dargestellt werden. Versicherungen und Gesetzgeber initiieren Unfallanalysen um Fragen der Verantwortlichkeit zu klären. Organisationen sind an der Überprüfung ihrer Sicherheitsmaßnahmen interessiert.

⁶ f2.hs-

hannover.de/fileadmin/media/doc/f2/personen/lehrende/6_mechanischefaktoren.pdf

Die Analyse von Arbeitsunfällen zielt auf die Kontrolle und Überwachung der Sicherheitssysteme ab (Fahlbruch & Meyer, 2013).

„Eine Unterteilung von Sicherheitsmanagementansätzen entsprechend den Phasen der Sicherheitsforschung nimmt REASON (1997) vor. Er unterscheidet die Ansätze nach ihrem jeweiligen Fokus bei Unfallanalysen, Maßnahmen und sicherheitsgerichteten Interventionen und schlägt drei Sicherheitsmanagementmodelle vor: das Personenmodell, das Ingenieurmodell und das Organisationsmodell.

Das **Personenmodell** wird am besten durch den traditionellen Arbeitssicherheitsansatz charakterisiert. Im Zentrum der Betrachtung stehen vor allem Fehler, unsichere Handlungen und Regelverletzungen, wie bei der Phase der menschlichen Fehler. Unfälle werden hier vor allem auf psychologische Faktoren wie mangelnde Aufmerksamkeit, unzureichende Motivation oder fehlende Fähigkeiten zurückgeführt, weil angenommen wird, dass sich die Beschäftigten bewusst und frei zwischen sicherem und unsicherem Verhalten entscheiden können. Dementsprechend zielen Maßnahmen vor allem auf Training und Schulungen von Mitarbeitern. Nach FAHLBRUCH und WILPERT (1999) kann dieses Modell mit Strategie der empirischen Zielkontrolle (RASMUSSEN, 1991b) verglichen werden. Sicherheitsmanagement nach diesem Modell greift nach REASON (1997) zu kurz, da Unfallanalysen und Sicherheitsmaßnahmen hauptsächlich auf die Beschäftigten ausgerichtet sind.

Das **Ingenieurmodell** dagegen kann der Tradition von Arbeitswissenschaft und Risikomanagement zugeordnet werden. Fehler werden als ‚mismatch‘ der Mensch-Maschine-Schnittstelle angesehen, woraus die Annahme folgt, dass Sicherheit in das System ‚eingebaut‘ werden kann. Der Fokus liegt bei diesem Modell überwiegend auf dem Verhalten sowie auf Einflüssen des Arbeitsplatzes auf die Sicherheit. Maßnahmen zielen hier vor allem auf eine technische Verbesserung der Mensch-Maschine-Schnittstelle. In diesem Modell gibt es Analogien zur Strategie der analytischen Kontrolle durch Design und Pläne (RASMUSSEN, 1991b), da bei beiden das Zentrum des Interesses auf Systemfunktionen und die Mensch-Maschine-Schnittstelle gerichtet ist (FAHLBRUCH und WILPERT, 1999).

Das **Organisationsmodell** kann als eine Erweiterung des Ingenieurmodells angesehen werden. Es steht im Bezug zu Ansätzen von Krisen- und Notfallmanagement. Hier liegt die Annahme zugrunde, dass latente Faktoren in der Organisation zu der Entstehung von Unfällen beitragen, in dem sie beispielsweise die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Fehlern des Personals erhöhen“ (Fahlbruch & Meyer, 2013:13-14).

Die Daten aus den Unfallberichten der Sozialversicherungsanstalt der Bauern wurden in eine Datenbank eingetragen, um die statistische Analyse durchführen zu können. Die statistische Auswertung der Datenbank sowie der Unfallberichte erfolgte aufgrund der teilweise unterschiedlichen Benennungen der Variablen getrennt.

Die Daten aus den Unfallberichten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.2® deskriptiv und analytisch ausgewertet. Als statistisches Prüfverfahren zur Ermittlung signifikanter

Zusammenhänge wurde der Chi-Quadrat-Test angewendet, da sich dieses statistische Prüfverfahren zum Testen von Zusammenhängen (Kontingenzen) qualitativer (diskreter) Merkmale eignete (Eßl, 1987). Javadi und Rostami (2007) verwendeten dieses statistische Verfahren auch zur Analyse von landwirtschaftlichen Maschinenunfällen.

2.4 Bisherige Untersuchungen

Trotz umfangreicher Literatursuche wurden keine Studien zu Unfällen mit Heuwerbegeräten gefunden, es wurden Studien zu Unfällen mit ausgewählten anderen Maschninenarten oder zu übergeordneten Fragestellung in der Landwirtschaft eruiert. Im Jahr 2010 waren in den USA 1.823.000 Menschen in der Landwirtschaft hauptberuflich beschäftigt. Davon starben 476 Landwirte bei Arbeitsunfällen, dies entspricht 26 Toten pro 100.000 Landwirte. Umkippende beziehungsweise sich überschlagende Traktoren waren der Hauptgrund für die tödlichen Unfälle. Jeden Tag werden ungefähr 243 Landwirte bei Unfällen so stark verletzt, dass es zu einem Arbeitsausfall kommt. Bei 5% dieser Verletzten kommt es zu einer dauerhaften Schädigung (CDC, 2013).

In Großbritannien starben in den letzten 5 Jahren jährlich etwa 42 Menschen durch Unfälle in der Landwirtschaft. Dies entspricht einer Sterblichkeitsrate von 9,6 pro 100.000 Menschen. Im Jahr 2011/12 gab es 241 Schwerverletzte pro 100.000 in der Landwirtschaft Beschäftigten. Von 436 Menschen, die in den letzten 10 Jahren in der Landwirtschaft ums Leben kamen, waren 56% Betriebsführer (245/436), 32% Mitarbeiter (140/436) und 12% Passanten (51/436), von welchen 4,4% Kinder unter 16 Jahren waren (19/436). Zu den Hauptgründen tödlicher Unfälle zählten mit 26% das Überfahrenwerden oder das Überschlagen, gefolgt von Abstürzen mit 16%, Getroffenwerden von bewegten oder fallenden Objekten mit ebenfalls 16% und mit 8% der Kontakt mit der Maschine (HSE, 2013).

Von den tödlichen Unfällen in England mit landwirtschaftlichen Maschinen zwischen den Jahren 2000 bis 2010 ereigneten sich zu jeweils 30% Unfälle mit der Zapfwelle und durch Erfasstwerden, zu 14% durch unter der Maschine eingeklemmt werden und zu jeweils 13% durch Einklemmen zwischen dem Traktor und der Maschine und Getroffenwerden von einem Anhänger oder einer Maschine (HSA, 2013).

In Frankreich war die Mechanisierung mit 25% der Hauptgrund für die Unfälle in der Landwirtschaft. Fast ein Drittel (30%) dieser Unfälle kamen mit Traktoren und Maschinen, 13% mit Handwerkzeugen zustande, 10% wurden durch die Arbeit mit Tieren verursacht und 8% durch schlechte Bodenverhältnisse. Ein Drittel der Unfälle führte zu einer dauerhaften Arbeitsunfähigkeit beziehungsweise zu einer Einschränkung der Arbeitsfähigkeit.

In Spanien und anderen europäischen Ländern mit einem ähnlichen Entwicklungsstand passierten 50% der Unfälle mit Traktoren und 40% der Unfälle mit Maschinen. In Australien geschahen zwischen den Jahren 1989 und 1992 die häufigsten Unfälle mit Traktoren durch Überschläge, Überfahrenwerden und durch Stürze vom Traktor.

Eine Reihe von afrikanischen Ländern haben einen signifikanten Anstieg der Arbeitsunfälle registriert seit Traktoren und LKW für die Zuckerrohrproduktion verwendet werden. Zwischen den Monaten April und Juni im Jahr 1997 waren in Argentinien landwirtschaftliche Maschinen die Ursache für 29,9% der nichttödlichen und 4,2% der tödlichen Verletzungen. In Kolumbien geschahen im Jahr 1996 50% aller Unfälle in der Landwirtschaft mit Traktoren. 1993 starben fast 300 Menschen, weil die Traktoren nicht mit einem Überrollschutz oder Sicherheitsgurten ausgestattet waren. In Schweden müssen seit 1983 alle Traktoren mit einem Überrollschutz ausgestattet sein, dies führte zu einer Reduzierung von 40 Toten pro Jahr durch Überschläge zu nahezu 0 Toten (ILO, 2000), diese Vorgabe gilt auch für Deutschland und Österreich.

Eine Studie aus dem Iran kam zu dem Ergebnis, dass 53% der Unfälle durch menschliches Verhalten und 40% durch eine Kombination aus menschlichen Verhalten und konstruktiven Defiziten der Maschine entstanden. Bei den Unfällen mit Maschinen waren Traktoren und bewegte Teile am häufigsten involviert. Die Studie zeigt auf, dass Erfahrung ohne Sicherheitstraining Unfälle nicht verhindern kann, mehr als 80% der Verunfallten waren nicht trainiert (Javadi & Rostami, 2007).

2.5 Vorgaben in geltenden Vorschriften zur Vermeidung von Heuwerbegeräteunfällen

Laut der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG hat der Hersteller oder sein Bevollmächtigter dafür zu sorgen, dass eine Risikobeurteilung vorgenommen wird, um die für die Maschine geltenden Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen zu ermitteln. Die Maschine muss unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Risikobeurteilung konstruiert und gebaut werden.

Zutreffende Vorgaben für Heuwerbegeräte werden in der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und der DIN EN ISO 4254-1, DIN EN 4254-10, DIN EN 12733:2001 sowie im KAN-Bericht hinsichtlich der betreffenden Unfallhergänge zu Erfasstwerden von der Maschine, Zusammenstoßen mit der Maschine, von der Maschine überfahren und Sturz von der Maschine beschrieben.

2.5.1 Von Maschine erfasst

Für die Unfälle, die sich durch das Erfasstwerden von der Maschine ergaben, wird in der **Maschinenrichtlinie 2006/42/EG** im Punkt 1.1.2 angeführt, dass die Maschine so zu konstruieren und zu bauen ist, dass sie ihrer Funktion gerecht wird. Dies soll auch unter den vorgesehenen Bedingungen – aber auch unter Berücksichtigung einer vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung der Maschine – Betrieb, Einrichten und Wartung möglich

sein, ohne dass Personen einer Gefährdung ausgesetzt sind. Notwendige Schutzmaßnahmen gegen Risiken, die sich nicht beseitigen lassen, müssen getroffen werden. Weiteres wird im Punkt 1.2.3. angeführt, dass das Ingangsetzen einer Maschine nur durch absichtliches Betätigen einer hierfür vorgesehenen Befehlseinrichtung möglich sein darf. Im Punkt 1.3.2 wird angeführt, dass die verschiedenen Teile der Maschine und ihre Verbindungen untereinander den bei der Verwendung der Maschine auftretenden Belastungen standhalten müssen. Die verwendeten Materialien müssen – entsprechend der vom Hersteller oder seinem Bevollmächtigten vorgesehenen Arbeitsumgebung der Maschine – eine geeignete Festigkeit und Beständigkeit, insbesondere in Bezug auf Ermüdung, Alterung, Korrosion und Verschleiß, aufweisen. In der Betriebsanleitung ist anzugeben, welche Inspektionen und Wartungsarbeiten in welchen Abständen aus Sicherheitsgründen durchzuführen sind. Erforderlichenfalls ist anzugeben, welche Teile dem Verschleiß unterliegen und nach welchen Kriterien sie auszutauschen sind. Wenn trotz der ergriffenen Maßnahmen das Risiko des Berstens oder des Bruchs von Teilen weiter besteht, müssen die betreffenden Teile so montiert, angeordnet und gesichert sein, dass Bruchstücke zurückgehalten werden und keine Gefährdungssituationen entstehen. Im Punkt 1.3.3 wird angeführt dass Vorkehrungen zu treffen sind, um das Herabfallen oder das Herausschleudern von Gegenständen zu vermeiden, von denen ein Risiko ausgehen kann. Im Punkt 1.3.7 wird beschrieben, dass die beweglichen Teile der Maschine so konstruiert und gebaut sein müssen, dass Unfallrisiken durch Berührung dieser Teile verhindert werden. Falls Risiken dennoch bestehen, müssen die beweglichen Teile mit trennenden oder nichttrennenden Schutzeinrichtungen ausgestattet sein. Im Punkt 1.3.9 wird angeführt, dass verhindert werden muss, dass sich, egal welche Ursache, ein stillgesetztes Maschinenteil ohne Betätigung der Stellteile aus seiner Ruhestellung bewegt oder diese Bewegung keine Gefährdung darstellt. Im Punkt 1.6.1 wird angeführt, dass die Einrichtungs-, Instandhaltungs-, Reparatur-, Reinigungs- und Wartungsarbeiten bei stillgesetzter Maschine möglich sein müssen.

In der **DIN EN ISO 4254-1** (Landmaschinen – Sicherheit – Teil 1: Generelle Anforderungen) wird im Punkt 4.14.1 beschrieben, dass die routinemäßig durchzuführenden Schmier- und Wartungsarbeiten sicher durchführbar sein müssen, beispielsweise bei abgestelltem Antrieb.

Laut Punkt 5.3 in der **DIN EN 4251-10** (Landmaschinen – Sicherheit – Teil 10: Kreiselzetter und Schwader) müssen zur Vermeidung des unbeabsichtigten Kontaktes mit den Zinken und Zinkenträgern, diese innerhalb des in Fahrtrichtung an der Vorderseite liegenden Bereiches geschützt sein. Innerhalb dieses Bereiches muss ein Schutz, Schutzschild oder Abweissbügel angebracht sein, der in Arbeitsstellung nach vorne einen Mindestabstand A von 150 mm von der äußeren Umlaufbahn der Zinken oder der Zinkenträger gewährleistet, je nachdem, was weiter außen liegt. Wenn sich die Maschine in Arbeitsstellung befindet, muss sich die Schutzeinrichtung in einer Höhe zwischen 400 mm und 1000 mm über dem Boden befinden. Feste Teile der Maschine (z.B. der Maschinenrahmen) können ebenfalls festgesetzte Schutzfunktionen übernehmen, vorausgesetzt, sie erfüllen die Anforderungen.

Im **KAN-Bericht** wird die Überprüfung zu angegebenen Höhen- und Abstandsmaßen der Abweiskügel und Schutzeinrichtungen von Gefahrenstellen mit den Sicherheitsmaßen der einschlägigen Normen und der angegebenen Schutzeinrichtungen gemäß Hierarchie der Maschinenrichtlinie empfohlen.

2.5.2 Zusammenstoß mit Maschine

In der **Maschinenrichtlinie 2006/42/EG** wird im Punkt 1.2.2 angeführt, dass die Stellteile deutlich sichtbar und erkennbar sein müssen und, wenn geeignet, Piktogramme verwendet werden müssen. Diese müssen so angebracht sein, dass sie sicher, unbedenklich, schnell und eindeutig betätigt werden können und ihr Betätigen keine zusätzlichen Risiken hervorruft. Im Punkt 1.3.9 wird beschrieben, dass verhindert werden muss, dass sich aus gleich welcher Ursache ein stillgesetztes Maschinenteil ohne Betätigung der Stellteile aus seiner Ruhestellung bewegt oder diese Bewegung darf keine Gefährdung darstellen. Im Punkt 1.6.1 wird beschrieben, dass die Einrichtungs-, Instandhaltungs-, Reparatur-, Reinigungs- und Wartungsarbeiten bei stillgesetzter Maschine durchgeführt werden können. Im Punkt 3.4.6 ist angeführt, dass Maschinen, die zum Ziehen eingesetzt oder gezogen werden sollen, mit Anhängervorrichtungen oder Kupplungen ausgerüstet sein müssen, die so konstruiert, ausgeführt und angeordnet sind, dass ein leichtes und sicheres An- und Abkuppeln sichergestellt ist und ein ungewolltes Abkuppeln während des Einsatzes verhindert wird. Im Punkt 4.1.2.1 ist angeführt, dass die Maschine so konstruiert und gebaut sein muss, dass die vorgeschriebene Standsicherheit sowohl im Betrieb als auch außer Betrieb und in allen Phasen des Transports, der Montage und der Demontage sowie bei absehbarem Ausfall von Bauteilen und auch bei den gemäß der Betriebsanleitung durchgeführten Prüfungen gewahrt bleibt. Im Punkt 3.3.4 wird für mitgeführte selbstfahrende Maschinen angeführt, dass eine Verfahrbewegung nur bei ununterbrochener Betätigung des entsprechenden Stellteils durch den Fahrer ausgeführt werden darf. Insbesondere darf eine Verfahrbewegung nicht möglich sein, während der Motor in Gang gesetzt wird. Die Stellteile von mitgeführten Maschinen müssen so ausgelegt sein, dass die Risiken durch eine unbeabsichtigte Bewegung der Maschine für den Fahrer so gering wie möglich sind. Dies gilt insbesondere für die Gefahr, eingequetscht oder überfahren zu werden oder durch umlaufende Werkzeuge verletzt zu werden. Die Verfahrsgeschwindigkeit der Maschine darf nicht größer als die Schrittgeschwindigkeit des Fahrers sein. Bei Maschinen, an denen ein umlaufendes Werkzeug angebracht werden kann, muss sichergestellt sein, dass bei eingelegetem Rückwärtsgang das Werkzeug nicht angetrieben werden kann, es sei denn, die Verfahrbewegung der Maschine wird durch die Bewegung des Werkzeugs bewirkt. Im letzteren Fall muss die Geschwindigkeit im Rückwärtsgang so gering sein, dass der Fahrer nicht gefährdet wird.

In der **DIN EN ISO 4254-1** wird im Punkt 4.14.5 beschrieben, dass Bauteile, die zur Reduzierung der Transportbreite sowie –höhe schwenkbar gestaltet sind, über mechanische

oder andere Einrichtungen (z.B. hydraulisch, Schwerkraft) verfügen müssen, um sie in Transportstellung zu halten. Der Wechsel von Transport- in Arbeitsstellung oder umgekehrt muss möglich sein, ohne dass die Bedienungsperson Quetsch- oder Schergefahren ausgesetzt wird. Im Punkt 4.5 wird beschrieben, dass Stellteile und ihre einzelnen Positionen gekennzeichnet und in der Betriebsanleitung erläutert werden müssen. Es müssen handbetätigte Stellteile mit einer Betätigungskraft ≥ 100 N einen Mindestfreiraum von 50 mm Abstand zwischen den Außenkanten oder zu benachbarten Teilen der Maschinen haben. Stellteile müssen außerhalb des Gefahrenbereiches angeordnet sein. Die Anforderung gilt auch für Bauteile von Maschinen (z. B. Hydraulikventile), die von Hand betätigt werden müssen, wenn das eigentlich dafür vorgesehene Stellteil auf Grund eines Fehlers im Steuersystem nicht funktioniert. Im Punkt 6.1.2 wird angegeben, dass handbetätigte Stellteile, die von einer auf dem Boden stehenden Bedienungsperson bei laufender Gelenkwelle betätigt werden müssen, in einem horizontalen Mindestabstand von 550 mm von der Gelenkwelle angeordnet sein müssen. Es muss in der Betriebsanleitung (Punkt 8.0) die Beschreibung und Funktion aller Stellteile einschließlich der Beschreibung der verwendeten Bildzeichen angeführt sein. Im Punkt 6.2.3.3 wird beschrieben, dass falls Quetsch- und Scherstellen bei der Betätigung der Abstützeinrichtung unvermeidbar sind, müssen in der Betriebsanleitung Hinweise zur Vermeidung dieser Gefahren angegeben werden. Im Punkt 8.1.3 wird angeführt, dass die Betriebsanleitung Sicherheitshinweise für den normalen Betrieb und den Service der Maschine einschließlich der Benutzung von persönlicher Schutzausrüstung, soweit erforderlich, enthalten muss.

In der **DIN EN ISO 4251-10** wird im Punkt 5.4 beschrieben, dass die Bedienung von handbetätigten Stellteilen bei stillstehenden Kreiseln möglich sein muss. Es muss für die Bedienungsperson gewährleistet sein, die Maschine durch handbetätigte Stellteile einzustellen. Für diese handbetätigten Stellteile muss das Ende des Stellteils außerhalb des äußeren Teils des Schutzes, Schutzschilds oder Abweisbügels liegen oder oberhalb der Ebene des Schutzes, Schutzschilds oder Abweisbügels angeordnet sein. Der senkrechte Mindestabstand zwischen dem Stellteil und der oberen Kreiselebene muss 150 mm betragen und das Stellteil muss in einer maximalen Höhe von 1500 mm über dem Boden angeordnet sein. Die Stellteile sind entweder an der Vorderseite der Maschine oder im Bereich der hinteren Kreisel, wo ein Schutz, Schutzschild oder Abweisbügel vorhanden ist, anzuordnen. Bei Maschinen, wo die hinteren Kreisel innerhalb der vorderen Kreisel liegen und wo Stellteile an den hinteren Kreisel vorhanden sind, müssen die Stellteile im hinteren Bereich der Kreiselebene der hinteren Kreisel liegen. Schutz, Schutzschild oder Abweisbügel müssen mit einem Winkel von 45° zur rechten und linken Seite der Stellteile reichen.

Diese Anforderungen gelten nicht für Stellteile, die wenigstens 1300 mm innerhalb der äußeren Umlaufbahn der rotierenden Bauteile oder unterhalb der Kreiselebene angeordnet sind. Im Punkt 5.6 wird angeführt, dass zur Reduzierung der Transportbreite oder -höhe die Schutzeinrichtung beweglich sein kann. Das Klappen muss ohne die Notwendigkeit der Benutzung von Werkzeug möglich sein. Das Abnehmen der klappbaren Bauteile darf nicht

ohne Benutzung eines Werkzeuges möglich sein. Maschinen mit in Transportstellung eingeklappten Kreiseln müssen mit einer automatischen Verriegelungseinrichtung ausgerüstet sein. Diese kann mechanisch oder hydraulisch sein, um jedes unbeabsichtigte Ausklappen der Kreisel zu verhindern. Das Entriegeln und Ausklappen der Kreisel muss durch separate Betätigungen durch die Bedienungsperson erfolgen. Das Entriegeln aus der Transportstellung darf kein Absenken der Kreisel ohne eine absichtliche Betätigung durch die Bedienungsperson verursachen.

Im **KAN-Bericht** wird die Überprüfung gemäß angegebenen Anforderungen für das manuelle Schwenken von Bauteilen und den Aufstiegen mit den Sicherheitsanforderungen der Maschinenrichtlinie empfohlen.

2.5.3 Von Maschine überfahren

In der **Maschinenrichtlinie 2006/42/EG** wird im Punkt 1.2.1 angeführt, dass Steuerungen so zu konzipieren und zu bauen sind, dass es nicht zu Gefährdungssituationen kommt.

Die Maschine darf nicht unbeabsichtigt in Gang gesetzt werden können. Die Parameter der Maschine dürfen sich nicht unkontrolliert ändern können, wenn eine derartige unkontrollierte Änderung zu Gefährdungssituationen führen kann. Das Stillsetzen der Maschine darf nicht verhindert werden können, wenn der Befehl zum Stillsetzen bereits erteilt wurde. Automatisches oder manuelles Stillsetzen von beweglichen Teilen jeglicher Art darf nicht unterbunden werden. Die sicherheitsrelevanten Teile der Steuerung müssen kohärent auf eine Gesamtheit von Maschinen sowie unvollständigen Maschinen einwirken. Im Punkt 4.1.2.1 wird angeführt, dass die Maschine so konstruiert und gebaut sein muss, dass die vorgeschriebene Standsicherheit sowohl im Betrieb als auch außer Betrieb und in allen Phasen des Transports, der Montage und der Demontage sowie bei absehbarem Ausfall von Bauteilen und auch bei den gemäß der Betriebsanleitung durchgeführten Prüfungen gewahrt bleibt. Im Punkt 3.3.4 wird für mitgeführte selbstfahrende Maschinen angeführt, dass eine Verfahrbewegung nur bei ununterbrochener Betätigung des entsprechenden Stellteils durch den Fahrer ausgeführt werden darf. Insbesondere darf eine Verfahrbewegung nicht möglich sein, während der Motor in Gang gesetzt wird. Die Stellteile von mitgeführten Maschinen müssen so ausgelegt sein, dass die Risiken durch eine unbeabsichtigte Bewegung der Maschine für den Fahrer so gering wie möglich sind; dies gilt insbesondere für die Gefahr, eingequetscht oder überfahren zu werden oder durch umlaufende Werkzeuge verletzt zu werden. Die Verfahrgeschwindigkeit der Maschine darf nicht größer als die Schrittgeschwindigkeit des Fahrers sein. Bei Maschinen, an denen ein umlaufendes Werkzeug angebracht werden kann, muss sichergestellt sein, dass bei eingelegtem Rückwärtsgang das Werkzeug nicht angetrieben werden kann, es sei denn, die Verfahrbewegung der Maschine wird durch die Bewegung des Werkzeugs bewirkt. Im letzteren

Fall muss die Geschwindigkeit im Rückwärtsgang so gering sein, dass der Fahrer nicht gefährdet wird.

In der **DIN EN 12733:2001** wird im Punkt 5.2.3 angeführt, dass eine Einrichtung zum Abstellen vorgesehen sein muss. Diese Einrichtung darf keine andauernde Betätigung erfordern. Im Punkt 5.12.1 wird beschrieben, dass eine Vorrichtung zum Anhalten der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung der Maschine vorhanden sein muss, wenn eine Kraft von mehr als 220 N, die im Achsmittelpunkt und parallel zum Hang aufgebracht wird, erforderlich ist, um die Maschine auf einem Gefälle von 30% (16,7°) zu halten.

2.5.4 Sturz von der Maschine

In der **Maschinenrichtlinie 2006/42/EG** wird im Punkt 1.5.15 angeführt, dass Teile der Maschine, auf denen Personen sich eventuell bewegen oder aufhalten müssen, so konstruiert und gebaut sein müssen, dass ein Ausrutschen, Stolpern oder ein Sturz auf oder von diesen Teilen vermieden wird. Diese Teile müssen erforderlichenfalls mit Haltevorrichtungen ausgestattet sein, die benutzerbezogen angebracht sind und dem Benutzer einen sicheren Halt ermöglichen. Es wird im Punkt 1.7.2 genannt, dass beim Bestehen von Risiken, trotz Maßnahmen zur Integration der Sicherheit bei der Konstruktion, trotz der Sicherheitsvorkehrungen und trotz der ergänzenden Schutzmaßnahmen, auf erforderliche Warnhinweise, einschließlich Warneinrichtungen, hinzuweisen ist.

In der **DIN EN 4254-1** wird im Punkt 4.8.3 angeführt, dass für einen Standplatz für regelmäßige Servicearbeiten von höher als 550 mm über dem Boden (oder der Bedienerplattform) Aufstiege vorhanden sein müssen. Die Aufstiege müssen mit Abstützungen für die Füße (z. B. Sprossen, Tritte) und Handgriffen ausgerüstet sein. Feststehende Maschinenteile, die als Abstützung für die Füße sowie Hand verwendet werden, müssen bestimmten Vorgaben entsprechen.

In der **DIN EN 4254-10** wird zu Sturzunfällen im Punkt 7.1 angeführt, dass in der Betriebsanleitung auf Gefährdungen, während des Betriebs auf die Maschine aufzusteigen, hingewiesen werden muss.

Im **KAN-Bericht** wird zu den Sturzunfällen die Überprüfung gemäß angegebenen Anforderungen für das manuelle Schwenken von Bauteilen und Aufstiegen gemäß der Maschinenrichtlinie empfohlen.

Bei bisherigen wissenschaftlichen Untersuchungen und Studien gab es keine expliziten Untersuchungen zu Heuwerbegeräten, sodass eine Analyse der dokumentierten Heuwerbegeräteunfälle zur Identifikation der unfallverursachenden Mensch-Maschine-Interaktion angestrebt wird.

2.6 Menschliches Verhalten

Menschliches Verhalten, das zu Unfällen führt, ist vorhersehbare Fehlanwendung, die sich aus verschiedenen Gründen ergibt.

2.6.1 Vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung

Bei der Konstruktion von Maschinen, die von Menschen bedient werden, ist die Beurteilung des menschlichen Verhaltens ein zentraler Punkt.

Maschinenrichtlinien und Produktionsgesetz fordern die Berücksichtigung der *vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendung* ein.

Konstrukteure müssen daher Sicherheitsvorrichtungen einbauen und geeignete Hinweise anbringen. Nicht jede Fehlanwendung ist vorauszusehen und durch konstruktive Maßnahmen zu verhindern. Im Wesentlichen geht es um das vorhersehbare Fehlverhalten, das sich aus der Einschätzung eines durchschnittlich Informierten, aufmerksamen und verständigen Verwenders bei der Bedienung einer Maschine vorhersagen lässt.

Vorhersehbar ist, dass

- sich niemand sicherheitsgerecht verhalten wird, wenn sich Schutzmaßnahmen lediglich auf Schilder und Aufkleber mit Sicherheitshinweisen und auf Auflistungen von Sicherheitsbotschaften in Betriebsanleitungen oder in Betriebsanweisungen beschränken.
- bewegliche Schutzeinrichtungen, die nicht verriegelt/zugehalten sind, bei laufender Maschine geöffnet werden.
- Schutzeinrichtungen nach Reparaturen nicht wieder angebaut werden, wenn sie sich nur umständlich wieder anbringen lassen und dabei die Befestigungselemente leicht ‚verloren gehen‘ können.
- Die mit geringem handwerklichen oder intellektuellen Aufwand manipulierbaren Sicherheitsschalter wirkungslos gemacht werden, wenn sich die Maschine dann bei laufendem Prozess einfacher entstoren lässt.

Nicht jede denkbare Fehlanwendung und atypische Verhaltensweise sind bei der Maschinenkonstruktion zu berücksichtigen und in der zugehörigen Betriebsanleitung zu verbieten. Als *nicht vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendungen* einer Maschine gelten das

- Ignorieren der Inhalte anwenderfreundlich gestalteter Betriebsanleitungen oder der Betriebsanweisungen,
- Verwenden von Sonderwerkzeugen zur Demontage von Schutzeinrichtungen oder von Sicherheitsschaltern,

- Nachbauen besonders gestalteter Teile zur Manipulation von Sicherheitsschaltern oder von Zweihandschaltungen.

Der Gesetzgeber geht davon aus, dass Konstrukteure das Verhalten der Maschinenbenutzer positiv oder negativ beeinflussen können. Daher ist es wichtig, dass Maschinenkonstrukteure Grundkenntnisse über das menschliche Verhalten haben, um sich in die Sicherheitskonzepte einzuarbeiten (Neudörfer, 2013:).

2.6.2 Grundsätzliches zum Verhalten

Der Benutzer verhält sich beim Lösen von Arbeitsaufgaben nicht immer wie vom Konstrukteur geplant vernünftig, sondern vor allem ökonomisch. Er möchte die Arbeiten so schnell wie möglich, so gut wie nötig erledigen und sich dabei so wenig wie möglich anstrengen. Dieses Verhalten ist nicht immer sicherheitsgerecht und stellt einen zu bedenkenden Risikofaktor dar. Dies zeigen auch die Unfalluntersuchungen (Neudörfer, 2013:153).

2.6.3 Verhaltensbedingte Unfälle

Der Konstrukteur kann nicht von stets aufmerksamen und konzentriert arbeitenden Benutzern ausgehen. Unter Zeitdruck, oft wetterbedingt und durch Gewohnheit machen Menschen in der Landwirtschaft Fehler.

Den Menschen fehlen Instinkte für wahrnehmbare technische Gefahren. Arbeitssysteme sind so zu gestalten, dass Bauteilfehler keine unerwünschten Folgen nach sich ziehen und Verhaltensfehler angezeigt werden, damit Benutzer Irrtümer rechtzeitig bemerken, um sie korrigieren zu können (Neudörfer, 2013:154).

„Die Kausalkette eines Unfalls endet immer beim Unfallopfer. Die Frage ist nur, wo beginnt sie? In Unfalluntersuchungsberichten taucht häufig die Floskel ‚menschliches Versagen‘ auf. Gemeint ist eine fachliche oder moralische Inkompetenz. Obwohl, objektiv betrachtet, nicht leicht festzustellen ist, wo und bei wem die Ursache für einen Unfall liegt, wird das Versagen nicht selten dem Verunglückten selbst angelastet. Oft liegt das tatsächliche Versagen im Gesamtsystem, also auch beim Konstrukteur. Und zwar immer dann, wenn wer das wahrscheinliche Verhalten zukünftiger Benutzer nicht berücksichtigt hat oder sie durch die getroffenen Gestaltungsmaßnahmen überhaupt erst zu sicherheitswidrigen Verhaltensweisen veranlasst hat“ (Neudörfer, 2013:155).

Hersteller müssen schriftlich festlegen, welche Verhaltensweise sie vom Benutzer annehmen und welche sie ausschließen. Es ist zu unterscheiden, ob die Maschine von Laien oder von fachgerechtem Personal eingesetzt wird.

Die Betriebsanleitung legt den bestimmungsgemäßen Gebrauch fest, weist auf Gefahren sachwidriger Verwendung hin und verbietet vorhersehbare Fehlanwendung. Das Abmontieren von Schutzeinrichtungen zählt beispielsweise zu einer sachwidrigen Verwendung. Der Konstrukteur ist der Meinung, dass er durch die konstruierte Schutzeinrichtung seiner Pflicht zur Unfallvermeidung nachgekommen ist und keinen Einfluss auf das Fehlverhalten des Benutzers hat (Neudörfer, 2013:162).

3 Zielsetzung

Diese Arbeit hat zum Ziel, durch die Ermittlung von Unfallursachen und –hergängen Präventionsmaßnahmen für Unfälle mit Heuwerbegeräten herzuleiten.

Um das Ziel zu erreichen, wurde nachfolgende Vorgehensweise gewählt:

Über dokumentierte Unfälle in Unfallberichten der SVB und der Datenbankergebnisse der AUVA und SVB sollten Faktoren identifiziert werden, die zum Verunfallen führten. Informationen über die Mensch-Maschine-Interaktion sollten anhand der Auswertung der Unfallberichte generiert werden, um unfallverursachende Problembereiche bei der Arbeit mit den Heuwerbegeräten zu erkennen.

Es werden Nutzerbefragungen durchgeführt, um den Informationsgehalt über Faktoren, die das Verunfallen bedingten und aus den Berichten nicht hervorgingen, zu erhöhen.

Über eine Evaluierung von gebrauchten und neuen Heuwerbegeräten sollte ein Überblick über die Einhaltung der Sicherheitsanforderungen und vorhandener sicherheitsbezogener Defizite geschaffen werden.

Mit Herstellern ist auf Basis der untersuchten Unfälle über diverse präventive Verbesserungsmaßnahmen, die Umsetzbarkeit und Schwierigkeit in der Umsetzung zu diskutieren und zu ermitteln.

Bei und nach der Durchführung der Nutzerbefragung und vor den Herstellerinterviews werden alte und neue Maschinen gemäß geltenden Richtlinien evaluiert und auf deren Wirksamkeit zur Risikominimierung und Verminderung der Unfallhäufigkeit eingegangen.

Anhand dieser Vorgangsweise und den daraus resultierenden Ergebnissen sind die Präventionsmaßnahmen, um künftig Unfälle mit Heuwerbegeräten besser vermeiden zu können, nachhaltig weiterzuentwickeln.

4 Material und Methode

In diesem Abschnitt wurden Material und Methode zur Identifikation der Unfallszenarien mit Heuwerbegeräten im Detail beschrieben.

4.1 Untersuchte Heuwerbegeräte

Um einen Überblick über bisherige Arbeiten rund um das Thema Unfälle mit Heuwerbegeräten zu erhalten, wurde wissenschaftliche und populärwissenschaftliche Literatur genutzt.

Als Datengrundlage für die Unfallanalyse wurden Unfallberichte der Sozialversicherungsanstalt der Bauern und die Datenbank der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt und der Sozialversicherungsanstalt der Bauern aus den Jahren 2008 bis 2010 verwendet.

Die Datenbank der Periode 2008 bis 2010 umfasst 62 Unfälle mit rotierenden Bodenbearbeitungsmaschinen, bei denen keine genaue Differenzierung nach Arten der Heuwerbegeräte möglich war. Für die Identifikation und Analyse der Unfallhergänge und -ursachen dieser wurden 51 Unfallberichte bereitgestellt, wobei sich aber nur 35 Unfälle mit Heuwerbegeräten ereigneten. Die weiteren 16 dokumentierten Unfälle wurden herausgefiltert, weil sie mit anderen Maschinenarten und nicht mit Heuwerbegeräten passierten.

Um die Informationsdefizite zu reduzieren und den Informationsgehalt über die Mensch – Maschine – Interaktion zu erhöhen, wurde eine Nutzerbefragung bei insgesamt 15 verunfallten Landwirten anhand eines Leitfadens veranlasst.

Im Zuge der Nutzerbefragung wurde eine Evaluierung bei gebrauchten Heuwerbegeräten durchgeführt. Evaluierungen bei neuen Kreiselzettwendern und Kreiselschwadern wurden beim Internationalen Grünlandtag in Kirchberg am Walde durchgeführt. Die Evaluierung neuer Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) wurde bei der Firma REFORM gemacht.

Im Zuge der Verunfalltenbefragung wurden 5 Kreiselzettwender, ein Kreiselschwader und 3 Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) evaluiert. Zur Evaluierung der Umsetzbarkeit von eruierten Präventionsmaßnahmen wurden Interviews mit 19 Herstellern von Heuwerbegeräten aus Österreich, Deutschland, Finnland, Norwegen, Frankreich, Niederlande, Slowenien, Italien und Dänemark angestrebt. Zu Rückmeldungen waren lediglich vier Hersteller bereit, wovon drei Firmen Kreiselzettwender und Schwader und eine Firma Heuraupen (Einachser + Bandrechwender) herstellen.

4.2 Datenerhebung und –auswertung (Methoden)

Daten wurden durch Analysen von Unfallberichten, das Befragen von Verunfallten und Landmaschinenherstellern sowie bei der Evaluierung von Unfallmaschinen und neuen Maschinen im Handel erhoben sowie deskriptiv und teils analytisch ausgewertet.

4.2.1 Phrasenanalyse

Die Unfallberichte waren Großteils handschriftlich ausgefüllt und wurden als anonymisierte Kopien von der SVB bereitgestellt. Aus den Unfallberichten wurden die relevanten Textpassagen oder Schlagwörter anhand einer Phrasenanalyse herausgefiltert und in das Tabellenkalkulationsprogramm Excel eingegeben. Nach Vorliegen der Eingaben über alle Unfallberichte wurde die Kategorisierung dieser vorgenommen. Es folgte ausschließlich das Erfassen von dokumentierten Texten sowie Schlagwörtern der Unfallopfer oder dessen Angehörigen, Interpretationen wurden ausgeschlossen.

Die Identifikation der Unfallhergänge und –ursachen zur Identifikation der konkreten Mensch-Maschine-Interaktion beim Verunfallen zum Erfassen der von sicherheitstechnischen Schwächen waren ausschließlich über die Analyse der Phrasen in den Unfallberichten und ergänzender Befragung von Verunfallten und Evaluierung von Unfallmaschinen möglich. Um verbliebene Informationsdefizite zu bestimmen und sicherheitstechnische Defizite von in Unfälle involvierte Maschinen zu identifizieren wurden Verunfallte befragt und deren Maschinen gemäß geltenden Normen evaluiert.

Die Daten aus den Unfallberichten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.2® deskriptiv und analytisch ausgewertet. Als statistisches Prüfverfahren zur Ermittlung signifikanter Zusammenhänge wurde der Chi-Quadrat-Test angewendet, da sich dieses statistische Prüfverfahren zum Testen von Zusammenhängen (Kontingenzen) qualitativer (diskreter) Merkmale eignete (Eßl, 1987). Javadi und Rostami (2007) verwendeten dieses statistische Verfahren auch zur Analyse von landwirtschaftlichen Maschinenunfällen.

4.2.2 Nutzerbefragung

Die Nutzerbefragung, mündlich oder schriftlich gilt als Standardinstrument bei der Ermittlung von Fakten bei Vorfällen. Die Tatsache, dass jede Befragung eine soziale Situation darstellt, hat Versuche angeregt, den Prozess der Befragung so zu gestalten, dass konkrete Ergebnisse zu erwarten sind. Man versucht durch Vorgabe eines Fragebogens das Interview zu strukturieren. Bei der Befragung der Unfallopfer wurde eine teilstrukturierte Interviewsituation gewählt. Es handelt sich hierbei um Gespräche, die aufgrund vorbereiteter und vorformulierter Fragen strukturiert werden. Hierbei hat der Interviewer zwar die Möglichkeit die Abfolge der Fragen je nach Verlauf des Gesprächs selbst

festzulegen, ist jedoch gehalten, vorgegebene Frageformulierungen zu benutzen und den gesamten vorgegebenen Fragenkatalog innerhalb der Befragung abzuarbeiten (Schnell et al., 2008).

Für die Befragung wurden die Unfälle in die 4 Unfallszenarienkategorien An- und Abhängen, Anfahren beziehungsweise Erfasstwerden, Zusammenklappen und ausgewählte Heuraupenunfälle (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) (Gang herausgesprungen, überfahren werden) aufgeteilt. Zu jeder Kategorie sollten mindestens vier Personen befragt werden, bei einem Unfall beim Zusammenklappen war die Befragung nicht möglich, da der Landwirt nicht mehr lebte. Sicherheitsbeauftragte der Sozialversicherungsanstalt der Bauern kontaktierten die Verunfallten für die Gespräche, die im Frühjahr 2013 persönlich stattfanden. Die Nutzerbefragung sollte die bei der Unfallanalyse entstandenen Informationslücken zu den Unfallhergängen schließen.

Die Antworten vom Leitfadeninterview der befragten verunfallten Landwirte wurden in eine Datenbank eingegeben und anschließend kategorisiert und deskriptiv beschrieben.

Der Inhalt des Leitfadeninterviews wurde in Abschnitte, in jene der maschinen- und menschenbezogenen Faktoren und jenen des Unfallherganges, unterteilt.

Im Abschnitt „maschinenbezogene Faktoren“ wurden Fragen zur Marke der Maschine, Bauart der Maschine, Baujahr der Maschine, Größe der Maschine, Einschulung vor der ersten Inbetriebnahme der Maschine, Betriebsanleitung, Veränderung der Konstruktion, zu Sicherheitseinrichtungen an der Maschine, involvierten Maschinenteilen zur Bewegung der Maschine zum Zeitpunkt des Verunfallens, zum gegenwärtigen Einsatz des Unfallgerätes und zur Häufigkeit des Verunfallens gestellt.

Der Abschnitt „menschenbezogene Faktoren“ beinhaltet Fragen zur Tätigkeit während des Verunfallens, der Arbeitskleidung und Arbeitsschuhe, zu Verhalten beziehungsweise psychischen Beeinträchtigungen und Maschinenbedienung.

Im Abschnitt „Unfallhergang“ wurde der Unfallhergang nochmal genau beschrieben und nachteilige Besonderheiten in der Unfallumgebung, Fehlbewegungen, Möglichkeiten der Unfallvermeidung, Änderungen am Arbeitsplatz/-ort seit dem Verunfallen, der Arbeitsausfall und die Verletzungskosten erfragt.

Während der Durchführung der Interviews wurden für den zusätzlichen Informationsgewinn Fotos von den Heuwerbegegeräten gemacht, um den Unfallhergang besser nachzuvollziehen.

4.2.3 Maschinenevaluierung

Im Zuge der Nutzerbefragung wurde eine Evaluierung der gebrauchten Maschinen anhand eines Bewertungsbogens bei den Geräten durchgeführt. Dies war nicht bei allen

Befragungen möglich, da manche Geräte nicht mehr vorhanden waren und ein paar Befragungen telefonisch durchgeführt wurden. Die Evaluierung der neuen Maschinen wurde anhand des Bewertungsbogens beim Internationalen Grünlandtag 2013 in Kirchberg am Walde durchgeführt.

4.2.3.1 Evaluierung von Alt- und Neugeräten

Die Evaluierung der gebrauchten und neuen Kreiselzettwender und Kreiselschwader wurde gemäß den Normen DIN EN ISO 4254-1, DIN EN ISO 4254-10:2009 + AC:2010 (D) und der Maschinenrichtlinie 2006/42 EG durchgeführt. Da es für Heuraupen (Einachser + aufgesattelte Bandrechwender) keine eigene Norm gibt, erfolgte die Evaluierung der Heuraupen gemäß der Norm für Motormäher DIN EN ISO 12733:2001+A1:2009 und der Maschinenrichtlinie 2006/42 EG. Die Ergebnisse aus der Evaluierung wurden in eine Datenbank eingegeben, klassifiziert und deskriptiv beschrieben.

Für die Evaluierung der Kreiselzettwender und Kreiselschwader wurde ein Bewertungsbogen mit vier Schwerpunkten erstellt. Im Abschnitt „Kennzeichnung der Maschine“ wurden die Informationen über den Firmennamen, die Anschrift, das Baujahr, die Bezeichnung der Maschine, die Bezeichnung des Typs und der Seriennummer aufgezeichnet. Im Abschnitt „Warnhinweise“ wurde auf die Warnhinweise vor Restrisiken durch Kontakt mit bewegten Teilen, das Risiko, von ausgeworfenem Gut getroffen zu werden, Hinweise zur Verriegelung von Kreisel zum Transport und Abstellen, zum Wechseln von Kreiseln aus der angehobenen Transportstellung in Arbeitsstellung und dem Risiko durch einen herabfallenden Kreisel getroffen zu werden geachtet. Im Abschnitt „Stellteile“ wurde kontrolliert, ob diese den Sicherheitsanforderungen entsprechen, zum Beispiel, ob sie deutlich sichtbar und erkennbar sind, ob sie so angebracht sind, dass sie sicher, unbedenklich, schnell und eindeutig betätigt werden können, ob sie bei stillstehenden Kreiseln bedient werden können und ob sie in einer maximalen Höhe von 1500 mm über dem Boden angeordnet sind.

Im Abschnitt „Schutz gegen unbeabsichtigten Kontakt mit Zinken und Zinkenträgern“ wurde kontrolliert, ob die Schutzbügel den Sicherheitsanforderungen entsprechen. Zum Beispiel, ob die Zinken und Zinkenträger innerhalb des in Fahrtrichtung an der Vorderseite liegenden Bereiches geschützt sind oder ob sich die Schutzeinrichtungen in einer Höhe zwischen 400 mm und 1000 mm über dem Boden befinden.

Für die Evaluierung der Heuraupen wurde ein Bewertungsbogen in die Punkte Kennzeichnung der Maschine, Hauptstarteinrichtung, Abstellen, Stellteile, Führungsholm und Bremsen erstellt.

4.2.4 Herstellerbefragung

Die Herstellerbefragungen wurden angestrebt, um anhand der eruierten Unfallszenarien, Maßnahmen für die Unfallprävention, die über die Vorgaben in den Normen und der Maschinenrichtlinie hinausgehen zur besseren Erfüllung dieser, zu entwickeln. Die schriftlichen Befragungen wurden durchgeführt, um Informationen über die Möglichkeit und Schwierigkeit bei der Umsetzung von diversen präventiven Maßnahmen zu generieren.

„Von schriftlichen Befragungen spricht man unter zwei Bedingungen. Zum einen werden Befragungen, in denen eine Gruppe von gleichzeitig anwesenden Befragten Fragebögen in Anwesenheit eines Interviewers ausfüllt, ‚*schriftliche Befragungen*‘ genannt. Im Allgemeinen bezieht sich die Verwendung des Begriffs ‚*schriftliche Befragung*‘ jedoch auf die Durchführung einer Befragung, bei der Fragebögen an Befragte postalisch versandt werden mit der Bitte, diese Fragebögen auszufüllen und an die Forschungsgruppe zurückzusenden. Bei solchen schriftlichen oder ‚*postalischen Befragungen*‘ (*Mail Survey*) ist in der Befragungssituation entsprechend kein Interviewer anwesend.

Die Gründe, aus denen auf den Verfahrensweg einer postalischen Befragung zurückgegriffen wird, liegen vorwiegend im technischen und ökonomischen Bereich“ (Schnell et al., 2008: 358).

Es gibt einige Vorteile bei der postalischen Befragung. Interviewfehler werden vermieden. Die Antworten sind entsprechend „ehrlicher“ als bei Anwesenheit eines Interviewers. Die Antworten sind überlegter, da mehr Zeit zum Ausfüllen des Fragebogens gegeben ist. Die Konzentration auf das Thema kann größer sein beziehungsweise besteht eine höhere Motivation zur Teilnahme, da der Beantwortungszeitpunkt selbst bestimmbar ist und der Druck durch einen Interviewer entfällt (Schnell et al., 2008: 359).

„Demgegenüber sind jedoch eine Reihe von Nachteilen dieser Administrationsform formuliert worden. Zum einen sind höhere Ausfallquoten bei postalischen Befragungen als beim persönlichen Interview üblich. Solche Ausfälle können systematisch erfolgen, da z.B. Personen mit höherem Bildungsniveau, die Erfahrung im Umgang mit schriftlich fixierten Medien haben oder Personen, die stark am Thema interessiert sind, eher den Fragebogen zurücksenden. Da bei postalischen Befragungen kein Interviewer anwesend ist, der eine mögliche Teilnahme auch bei zunächst sich ablehnend verhaltenden Personen herbeiführen könnte oder intellektuelle und emotionale Verständigungsschwierigkeiten ausräumt, sind Stichprobenverzerrungen erheblichen Ausmaßes durch diese ‚*Selbstrekrutierung*‘ zu erwarten (vgl. Kapitel 6.7). Zum anderen kann bei postalischen Befragungen die Datenerhebungssituation nicht kontrolliert werden. Dieser Mangel bezieht sich sowohl darauf, dass ein ‚*Erhebungstichtag*‘ nicht ermittelt werden kann und mögliche externe Einflüsse für das Antwortverhalten kaum kontrolliert werden können, aber auch darauf, dass kein Einblick in die ‚*Ernsthaftigkeit*‘ beim Ausfüllen des Fragebogens möglich ist (wie, wo, wann und von wem wird der Fragebogen ausgefüllt?). Insbesondere die Tatsache, dass nicht

ermittelbar ist, wer den Fragebogen tatsächlich ausfüllt, stellt für die Interpretation der Ergebnisse ein erhebliches Problem dar“ (Schnell et al., 2008: 359).

Es wurden jeweils ein Fragebogen für Hersteller von Kreiselzettwendern und Kreiselschwadern und ein Fragebogen für Hersteller von Heuraupen erstellt und per Post versendet. Im ersten Abschnitt der Befragung wurden Fragen zu den ‚Allgemeinen Anforderungen‘ laut Norm gestellt. Im zweiten Abschnitt der Befragung wurden die Unfallhergänge und –ursachen erläutert und genauere Fragen zur Möglichkeit der Unfallprävention, zur Vermeidung dieser, und Vorgaben der Maschinenrichtlinie sowie den Problemen bei der Umsetzung dieser gestellt.

5 Ergebnisse – Unfälle mit Heuwerbegeräten

5.1 Vergleich der Ergebnisse der Datenbank- und Phrasenanalyse von Unfallberichten

Aus den Unfallberichten konnten Informationen zum Unfallort, der Tätigkeit, dem Unfallhergang und –ursache, der Verletzungsart und dem verletzten Körperteil (Verletzungsart, Körperteil, -seite) eruiert werden. Gegenüber der Datenbankanalyse ergab sich über die Phrasenanalyse in Unfallberichten eine detaillierte Information zur Lokalität, dem Unfallort, zur Tätigkeit auf Ebene des Arbeitsvorganges und dem Unfallhergang sowie der –ursache. Diese Parameter waren in der Datenbank allgemeiner bezeichneten oder übergeordneten Kategorien zugeordnet, also generalisierten Kategorien, die über alle Berufssparten anwendbar sind. Es lassen sich daraus die maßgeblichen Unfallszenarien für den landwirtschaftlichen Arbeitsvorgang während des Verunfallens für das nachhaltige Weiterentwickeln präventiver Maßnahmen nicht wirklichkeitsgetreu ermitteln. Die Unterschiede im Informationsgehalt gehen beispielhaft für Unfälle mit Heuwerbegeräten aus Tabelle 1 hervor.

Tabelle 4: Variablenkategorien für Unfälle mit Heuwerbegeräten nach Datenbank und Unfallberichten (n= 62 Datenbank, n= 35 Unfallberichte)

Datenbankvariablen		Unfallberichtvariablen	
Schadensart:	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsplatz am Sitz des Betriebes (57/62) • Arbeitsplatz außerhalb des Betriebes (5/62) 	Unfallort:	<ul style="list-style-type: none"> • Am Feld (17/35) • Am Hof (7/35) • Keine Angabe (11/35)
Arbeitsumgebung:	<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft, Tierzucht, Forstwirtschaft, Fischzucht – ohne nähere Angabe (3/17) • Lager und Bergeräume in land- und forstwirtschaftlichen Bereich (6/17) • Freier Hofraum im land- und forstwirtschaftlichen Bereich (8/17) 		

Arbeitsprozess:	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeiten in Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau, Fischzucht (35/62) • Produktion, Be- und Verarbeitung, Lagerung (27/62) 	Tätigkeiten (=Arbeitsvorgänge):	<ul style="list-style-type: none"> • Abhängen (2/35) • Anhängen (5/35) • Heu schwaden (6/35) • Heu wenden (12/35) • Heuarbeit (1/35) • Wartungsarbeiten (3/35) • Zusammenklappen (3/35) • Ausklappen (1/35) • Heimfahrt (1/35) • Keine Angabe (1/35)
Spezifische Tätigkeit:	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeit mit Handwerkzeugen (20/62) • Bedienung einer Maschine (21/62) • Manuelle Handhabung von Gegenständen (12/62) • Gehen, Laufen, Hinaufsteigen, Hinabsteigen (7/35) • Sonstiges und Führen eines Transportmittels (1/62) • Aufstehen, sich hinsetzen (1/62) 		
Abweichung:	<ul style="list-style-type: none"> • Verlust der Kontrolle (42/62) • Bewegung des Körpers (10/62) • Sturz einer Person (7/62) • Von Gegenstand erfasst und mitgeschleppt (2/62) • Reißen, Brechen, Rutschen, Fallen (1/62) 	Unfallhergangskategorien:	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Wartungsarbeiten verletzt (2/35) • Beim Abhängen verletzt (2/35) • Beim Anhängen verletzt (4/35) • Beim Entsichern verletzt (1/35) • Beim Zusammenklappen verletzt (3/35) • Gang gelöst (1/35) • Von Heuraupe erfasst (2/35) • Von Heuraupe mitgeschleift (1/35) • Von Heuraupe überfahren (5/35) • Von Kreiselschwader gestürzt (1/35) • Beim Zurückschwenken eingeklemmt (1/35) • Von Kreiselzetter erfasst (8/35) • In Kette geraten (1/35) • Von Kreiselschwader erfasst (2/35) • Beim Schieben verletzt (1/35)
Kontakt	<ul style="list-style-type: none"> • (Ein)geklemt, (ein)gequetscht, 	Unfallursach	<ul style="list-style-type: none"> • Abrutschen (2/35)

	<ul style="list-style-type: none"> zerquetscht werden (23/52) • Vertikales/horizontales Aufprallen (12/52) • Kontakt mit scharfem Gegenstand (11/52) • Getroffen werden/Zusammenstoßen mit einem Gegenstand (6/52) 	e	<ul style="list-style-type: none"> • Absturz (1/35) • Benzin ausgegangen (1/35) • Einklemmen (8/35) • Gang gelöst (2/35) • Kupplung gelöst (1/35) • Stolpern (1/35) • Unachtsamkeit (2/35) • Von Zinken erfasst (1/35) • Zinken gelöst (1/35) • Unter Rad gekommen (1/35) • Kein Sicherheitsabstand eingehalten (3/35) • In Kette geraten (1/35) • Ausrutschen (3/35) • Fehlbedienung (1/35) • Ausklappen (1/35) • Sicherung gelöst (1/35) • Sturz (1/35) • Keine Angabe (3/35)
Verletzungsart	<ul style="list-style-type: none"> • Wunden, Frakturen und oberflächliche Verletzungen (49/62) • Verstauchungen und sonstiges (6/62) • Amputationen (4/62) • Gehirnerschütterung, innere Verletzungen (1/62) • Mehrfachverletzungen (2/62) 	Verletzungsart	<ul style="list-style-type: none"> • Amputation (2/35) • Fleischwunde (1/35) • Fraktur (10/35) • Hämatom (2/35) • Quetschung (2/35) • Rissquetschwunde (3/35) • Schnittverletzung (1/35) • Seitenbandriss (1/35) • Zahnfraktur (1/35) • Fraktur, Prellung (1/35) • Gehirnerschütterung, Prellung (1/35) • Quetschung, Prellung (2/35) • Quetschung, Rippenbruch, Risswunde (1/35) • Sehnen abgerissen, Knochenanriss (1/35) • Seitenbandriss, Kreuzbandriss (1/35) • Fraktur, Rissquetschwunde (1/35) • Keine Angabe (4/35)

Verletzter Körperteil	<ul style="list-style-type: none"> • Untere Extremitäten (19/61) • Obere Extremitäten (21/61) • Brustraum (15/61) • Schädel (4/61) • Verschiedene Bereiche des Körpers (2/61) 	Körperteil	<ul style="list-style-type: none"> • Bein (2/35) • Finger (8/35) • Gebiss (1/35) • Gesäß (1/35) • Knie (1/35) • Mittelfuß (1/35) • Nase (1/35) • Oberschenkel (2/35) • Rippen (3/35) • Schulter (1/35) • Thorax (1/35) • Unterarm (1/35) • Unterschenkel (4/35) • Wirbelsäule (1/35) • Keine Angabe (2/35)
Verletzte Körperseite	<ul style="list-style-type: none"> • links (26/61) • rechts (25/61) • beidseitig (10/61) 	Körperseite	<ul style="list-style-type: none"> • links (9/35) • rechts (9/35) • beidseitig (2/35) • keine Angabe (15/35)
		Sicherheitsmängel	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsweise (9/35) • Arbeitsweise Konstruktion (13/35) • Arbeitsweise, Konstruktion der Stellteile (3/35) • Arbeitsweise, keine Arbeitsschuhe (5/35) • Fahrsicherheit (2/35) • Kein Stillsetzen der Maschine vor Wartung (2/35) • Keine Angabe (1/35)

Es lag in der Datenbank nicht immer eine klare Abgrenzung zu anderen Maschinenarten vor. Von den dokumentierten 51 Unfällen waren nur 35 mit rotierenden Heuwerbegeräten passiert, 16 kamen mit anderen Maschinenarten wie Ladewagen oder Grubbern zustande und mussten daher unberücksichtigt bleiben.

Der Unfallort ist in der Datenbank einerseits über die „**Schadensart**“ erfasst, diese differenziert zwischen Verunfällen am Sitz des Betriebes und außerhalb des Betriebes. Andererseits liegt dazu eine weitere Information über die Arbeitsumgebung vor, die die Unfallumgebung am Hof detaillierter klassifiziert, beispielsweise bei Heuwerbegeräteunfällen mit „Freien Hofraum im land- und forstwirtschaftlichen Bereich und Lager- und Bergeräumen im land- und forstwirtschaftlichen Bereich“.

Über die Kategorien „**Arbeitsprozess**“ wird grob auf den Arbeitsbereich, der sehr ähnlich dem Betriebszweig ist, verwiesen, die konkrete Tätigkeit oder der Arbeitsvorgang kann daraus nicht abgeleitet werden. Aus den Begriffen „Arbeiten in der Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau, Fischzucht (35/62)“ und „Produktion, Be- und Verarbeitung, Lagerung (27/62)“ gehen beispielsweise die konkreten Tätigkeiten beim Verunfallen mit

Heuwerbegeräten wie „Abhängen (2/35), Anhängen (4/35), Heuschwaden (6/35), Heuwenden (14/35) und Wartungsarbeiten (3/35)“ nicht hervor.

Ergänzende Infos ergaben sich über die Variable „**Spezifische Tätigkeit**“, wobei unter dieser Variable die kategorischen Bezeichnungen nicht der Tätigkeit oder dem Arbeitsvorgang gemäß der Gliederung der land- und forstwirtschaftlichen Arbeit nach REFA entsprachen, damit der unfallverursachende Arbeitsvorgang identifiziert werden konnte. Es waren kategorische Bezeichnungen für die Tätigkeit vorhanden, die stark generalisiert waren, also auf viele Fachbereiche anwendbar sind, wie beispielsweise die Tätigkeiten „Bedienung der Maschine“, „Handhabung von nicht definierten Werkzeugen (mit den Unterkategorien Arbeit mit Werkzeugen, Arbeit mit manuellen Werkzeugen, Arbeiten mit motorisierten Werkzeugen, Fällen,...) und Gegenständen (mit den Unterkategorien „Manuelle Handhabung von Gegenständen, in die Hand nehmen, mit der Hand halten, Absetzen, Binden, Auseinandernehmen, Öffnen, Zusammendrücken, Auf-/Zuschreiben, Befestigen an/auf,...)“ oder typischen „Bewegungen (mit den Unterkategorien Gehen, Laufen, Hinaufsteigen, Hinabsteigen, Hineingehen, Hinausgehen, Springen, Losstürzen, Kriechen, Klettern, Aufstehen,..)“.

Als „Manuelle Handhabung von Gegenständen (12/62)“ wurden Arbeitsvor- und -teilvergänge nach REFA-Gliederung wie „Wartung (3), An- und Abhängen (7), Zusammenklappen und Ausklappen (4)“ vermutet. Hinter der Kategorie Gehen, Laufen, Hinauf- und Hinabsteigen (7/62) wurde das „Ausrutschen“(1) bei Wartungsarbeiten angedacht. „Bedienung einer Maschine (21/62)“ lag höchstwahrscheinlich bei der Tätigkeit Heuschwaden (6/35), Heuwenden (12/35), Heuarbeit (1/35) und Heimfahrt (1/35) vor.

Über die Variable „**Abweichung**“, die das unfallverursachende Verhalten abbildet, das sich vom üblichen „normalen“ Verhalten unterscheidet und folglich zum Verunfallen führte, konnte der land- und forstwirtschaftliche Unfallhergang nicht klar identifiziert werden. Im Rahmen der Heuwerbegeräteunfälle waren dies „Verlust der Kontrolle“ (42/62), bei Wartungsarbeiten verletzt (2/35), beim Abhängen verletzt (2/35), beim Anhängen verletzt (4/35), beim Entsichern verletzt (1/35), beim Zusammenklappen verletzt (3/35), Gang gelöst (1/35), von Heuraupe überfahren (5/35), beim Zurückschwenken eingeklemmt (1/35) und beim Schieben verletzt (1/35).

Unter „Sturz einer Person“ (7/62) wurde von Kreiselschwader gestürzt (1/35) beim An- und Abhängen und das Stolpern (1/35) bei Wartungsarbeiten vermutet. Für die Kategorie „Von Gegenstand erfasst und mitgeschleppt werden“ (2/62) konnten von Kreiselschwader erfasst (9/35), von Kreiselschwader erfasst (2/35), von Heuraupe erfasst (2/35), von Heuraupe mitgeschleppt (1/35) und in Kette geraten (1/35) zugeordnet werden. Es handelte sich hierbei wiederum um stark generalisierte Begriffe, die auf den eigentlichen Unfallhergang bei der land- und forstwirtschaftlichen Tätigkeit nicht schließen ließen.

Unter „**Kontakt**“ wurde die Interaktion von Maschinenteilen oder sonstiger Elemente aus der Arbeitsumgebung mit dem Körper des Menschen, welche zur Verletzung führte,

kategorisch erfasst, so dass dieser folglich der Unfallursache entsprach. Beispielsweise wurden unter „(Ein)geklemmt, (ein)gequetscht, zerquetscht werden (23/52)“ die Unfallursachen (laut Unfallberichten) Einklemmen (8/35), Unachtsamkeit (2/35), unter Rad gekommen (1/35), in Kette geraten (1/35), Ausrutschen (1/35), kein Sicherheitsabstand eingehalten (2/35) dokumentiert. „Vertikales/horizontales Aufprallen (12/52)“ umfasste Abrutschen (2/35), Absturz (1/35) und unter „Getroffen werden/Zusammenstoßen mit einem Gegenstand“ (6/35) wurden Benzin ausgegangen (1/35), Gang gelöst (2/35), Kupplung gelöst (1/35), Zinken gelöst (1/35), Fehlbedienung (1/35), Ausklappen (1/35), Sicherung gelöst (1/35) und Ausrutschen (2/35) erfasst. Der „Kontakt mit scharfem Gegenstand“ (11/52) wurde den Unfallursachen „Von Zinken erfasst“ (1/35) und kein Sicherheitsabstand eingehalten (1/35) zugeordnet. Da in der Datenbank unter Kontakt mehr Unfälle aufgezählt wurden als in den Unfallberichten vorkommen, differieren diese vergleichenden Zahlenangaben.

Bei der **Kategorisierung der Verletzungsart** gab es erheblich geringere Differenzen und eine hohe Übereinstimmung lag bei jener der verletzten Körperteile und –seite, insbesondere hinsichtlich Informationsqualität zur Identifikation erforderlicher körperteilbezogener Präventionsmaßnahmen, vor. Unter Verletzungsart wurden Wunden, Frakturen und oberflächliche Verletzungen (49/62) erfasst, die den Fleischwunden (1/35), Hämatomen (2/35), Quetschungen (5/35), Rissquetschwunden (5/35), Schnittverletzungen (1/35), Prellungen (4/35), Brüchen (13/35) und einer Zahnfraktur entsprachen. Die erfassten Amputationen (2/35) konnten den identifizierten Amputationen (2/35) zugeordnet werden.

Bei den kategorisierten Körperteilen wurden dem Bereich untere Extremitäten (19/61) aus der Datenbank die Verletzungen an Bein (2/35), Gesäß (1/35), Knie (1/35), Mittelfuß (1/35), Oberschenkel (2/35), Unterschenkel (4/35) und dem Bereich obere Extremitäten (21/61) wie Finger (8/35), Schulter (1/35) und Unterarm (1/35) zugewiesen. Den Verletzungen im Brustraum (15/61) konnten Verletzungen an Rippen (3/35) und Thorax (1/35) zugeteilt werden. Aus der Datenbank waren vier Schädelverletzungen (4/61) und aus den Unfallberichten zwei (2/35) eruierbar.

Zusammenfassend kann gefolgert werden, dass gemäß der Gegenüberstellung der unfallrelevanten sowie –verursachenden Kategorien (Arbeitsprozess, spezifische Tätigkeit, Abweichung und Kontakt) aus der Unfalldatenbank mit erfassten Kategorien zu land- und forstwirtschaftlichen Arbeitsvorgang (Tätigkeit), Unfallhergang und –ursache aus der Phrasenanalyse der Unfallberichte sich große Unterschiede in der Klassifizierungsgenauigkeit sowie Kategorisierung ergaben. Über die Datenbankanalyse, die stärker generalisierte Kategorien führte, war kein nachhaltiges Ableiten von konkreten Präventionsmaßnahmen möglich.

Zum **Ableiten nachhaltiger Präventionsmaßnahmen** müssen neben dem Bekannt sein der Verletzungsdetails zur Ermittlung körperteilbezogener Schutzmaßnahmen auch die konkrete land- und forstwirtschaftliche Tätigkeit (=unfallrelevanter Arbeitsvorgang) und die

verwendeten eingesetzten Hilfsmittel sowie die Unfallhergangs- und Ursachenszenarien erfasst werden können.

Dies war über die Analyse von Unfallberichten, wie obig aufgezeigt wurde, weitgehend möglich, es konnten Großteils die unfallverursachende Interaktion von Mensch, Arbeitshilfsmittel und –umgebung über Unfallhergang und –ursache eruiert und die eigentlichen Sicherheitsmängel teils grob bis gut identifiziert werden. Die Sicherheitsmängel waren in der Unfalldatenbank nicht als Variable vorhanden und folglich auch nicht kategorisiert. Sie wurden über die Tätigkeit, Unfallhergang, -ursache, verletzten Körperteil und Verletzungsart weitgehend abgeleitet und Informationslücken durch Befragung von Verunfallten abgeklärt.

Die vorliegenden Informationsunsicherheiten oder –defizite zu Unfallursachen und Mängel in den Unfallberichten zur nachhaltigen Identifikation der Präventionsmaßnahmen mussten über nachträgliches Befragen von Verunfallten beseitigt sowie Einschätzungen auf Richtigkeit geprüft werden. Diese konnten konstruktiv-, organisations- oder verhaltensbedingt sowie eine Kombination dieser sein, wobei die verhaltensbedingten Unfallursachen deutlich dominierten.

5.2 Unfallszenarien von Unfällen mit Heuwerbegeräten

Von den 51 (100%, 51/51) übermittelten Unfallberichten bezogen sich 35 (68,2%, 35/51) auf Unfälle mit Kreiselschwadern (34,3%, 12/35), Kreiselzettwendern (37,1%, 13/35) und Heuraupen (Einachser+ aufgesattelte Bandrechwender) (28,6%, 10/35). Bei 16 (31,4%, 15/51) dieser Unfälle waren nicht Heuwerbegeräte, sondern andere Maschinenarten wie der Ladewagen oder Grubber unfallverursachend, so dass sich die Analyse auf 35 (100%, 35/35) Heuwerbegeräteunfälle beschränkte.

5.2.1 Stellung der verunfallten Person und Unfallort

In 13 von 35 anonymisierten Unfallberichten (37,1%, 13/35) gab es keine Informationen zur Stellung der verletzten Person im Betrieb. In diesen Fällen (Heuwerbegeräte zusammen) waren überwiegend Betriebsführer (95,5%, 21/22) sowie Ehepartner (4,54%, 1/22) von Betriebsführern vom Verunfallen betroffen.

Die Unfälle mit **Kreiselschwadern** ereigneten sich im Hofbereich (66,7%, 6/9) und auf Grundstücken (33,3%, 3/9). Zu drei Unfällen mit Kreiselschwadern bestanden keine Angaben zum Unfallort (25,0%, 3/12).

Die Unfälle mit **Kreiselzettwendern** ergaben sich hauptsächlich auf Grundstücken (88,9%, 8/9), gefolgt von Unfällen im Hofbereich (11,1%, 1/9). Zu vier Unfällen mit Kreiselzettwendern (30,8%, 4/13) bestanden keine Angaben zum Unfallort.

Unfälle mit **Heuraupen (Einachser + aufgesattelte Bandrechwender)** ereigneten sich ausschließlich auf Grundstücken (100%, 9/9). In einem Fall bestand keine Angabe zum Unfallort (10,0%, 1/10).

Tabelle 5: Unfallortkategorien beim Verunfallen mit Heuwerbegeräten (n=27)(2008-2010)

Maschinenart	Unfallort	Anzahl
Kreiselchwader	Feld	3
	Hof	6
Kreiselzettwender	Feld	8
	Hof	1
Heuraupe (Bandrechwender)	Feld	9

Die Unfälle mit **Kreiselschwadern** entstanden im Hofbereich (66,7%, 6/9) beim An- und Abhängen der Maschine (66,7%, 4/6) sowie beim Aus- und Einklappen und Warten (jeweils 16,7%, 1/6). Am Feldstück (33,3%, 3/9) ereigneten sich die Unfälle beim Heuschwaden (66,6%, 2/3) und Heuwenden (33,3%, 1/3). Die Unfälle ohne Angabe zum Unfallort (25,0%, 3/12) ergaben sich im Zuge des An- und Abhängens, des Aus- und Einklappens sowie bei Wartungsarbeiten (jeweils 33,3%, 1/3).

Die Unfälle mit **Kreiselzettwendern** ereigneten sich auf Grundstücken (88,9%, 8/9) beim Heuwenden (87,5%, 7/8) sowie beim An- und Abhängen der Maschine (12,5%, 1/8). Im Hofbereich (11,1%, 1/9) konnten Unfälle ausschließlich beim Aus- und Einklappen (100%, 1/1) erfasst werden. Die Unfälle ohne Angabe zum Unfallort (30,8%, 4/13) entstanden zu jeweils einem Drittel bei Ab- und Anhängen, Aus- und Einklappen sowie bei Wartungsarbeiten (jeweils 33,3%, 1/3). Zu einem Unfall mit fehlender Angabe zum Unfallort bestand keine Angabe zur durchgeführten Tätigkeit (25,0%, 1/4).

Unfälle mit **Heuraupen (Einachser + aufgesattelte Bandrechwender)** konnten ausschließlich auf Grundstücken (100%, 9/9) beim Heuwenden und Schwaden (jeweils 44,4%, 4/9) und bei Heuarbeiten (11,1%, 1/9) eruiert werden. Zu einem Unfall (10,0%, 1/10), der sich bei der Heimfahrt mit der Maschine ergab, bestand keine Angabe zum Unfallort (100%, 1/1).

Tendenziell ereigneten sich die Unfälle bei Wartungsarbeiten und beim Aus- und Einklappen ausschließlich im Hofbereich. Die Unfälle beim An- und Abhängen kamen tendenziell am häufigsten im Hofbereich (80,0%) zustande, gefolgt von Unfällen am Feldstück (20,0%). Ausschließlich auf dem Feldstück geschahen die Unfälle bei der Arbeit mit der Maschine (100%) (p-Wert 0,0001).

5.2.2 Tätigkeiten beim Verunfallen

Tätigkeiten, die während dem Verunfallen mit **Kreiselschwadern** ausgeführt wurden, waren das An- und Abhängen (41,7%, 5/12), Aus- und Einklappen, Heuschwaden und Wartungsarbeiten (jeweils 16,7%, 2/12) sowie das Heuwenden (8,33%, 1/12).

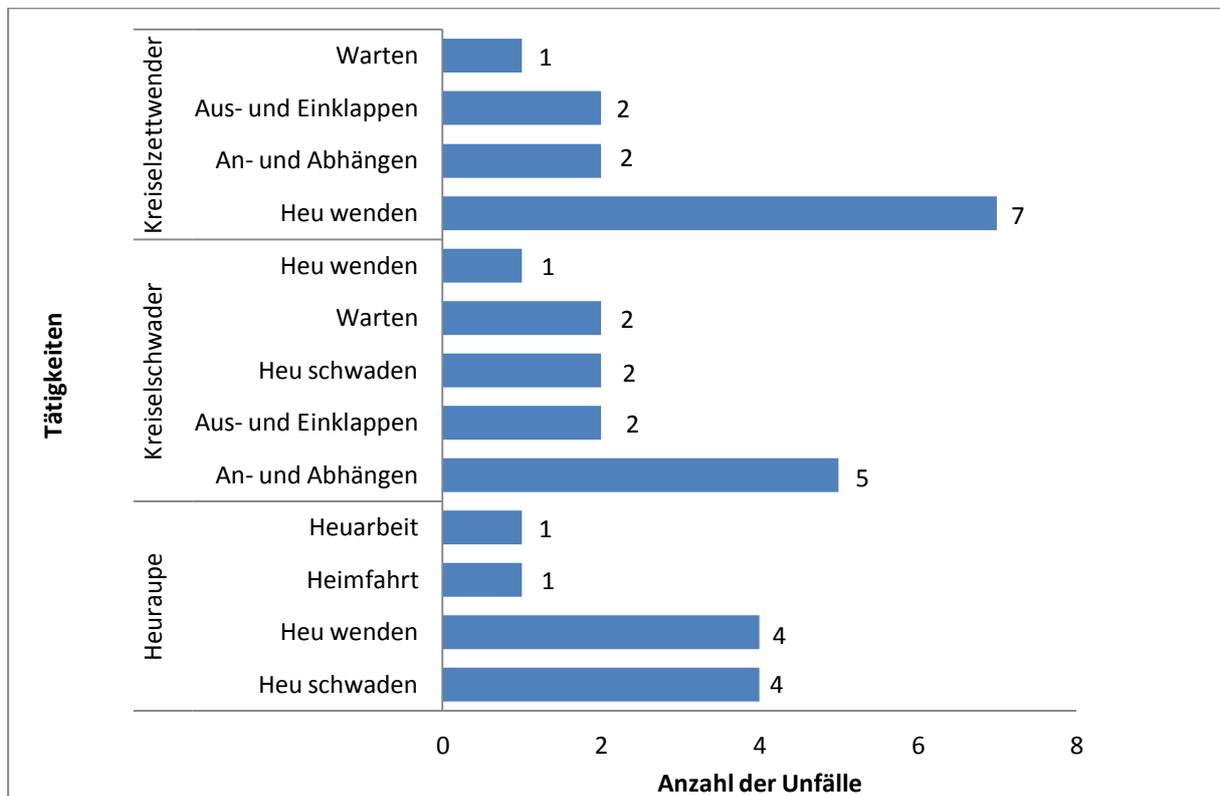


Abbildung 5: Tätigkeiten beim Verunfallen mit Heuwerbegeräten (n=34) (2008-2010)

Bei den Unfällen mit **Kreiseltzettwendern** konnten das Heuwenden (58,3%, 7/12), An- und Abhängen sowie das Aus- und Einklappen (jeweils 16,7%, 2/12) und Wartungsarbeiten (8,33%, 1/12) als Tätigkeiten während des Verunfallens ermittelt werden. Zu einem Unfall bestand keine Angabe zur durchgeführten Tätigkeit (7,69%, 1/13).

Tätigkeiten, die während dem Verunfallen mit **Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender)** ausgeführt wurden, waren das Heuschwaden und Wenden (jeweils 40,0%, 4/10) sowie Heuarbeiten und die Heimfahrt von einem Grundstück (jeweils 10,0%, 1/10).

5.2.3 Unfallhergänge

Den häufigsten Unfallhergang beim Verunfallen mit **Kreiselschwadern** stellte der Zusammenstoß mit der Maschine (41,7%, 5/12), gefolgt vom Erfasstwerden von der

Maschine (33,3%, 4/12) sowie Stürzen (16,7%, 2/12) und der Sturz von der Maschine (8,33%, 1/12) dar.

Bei den Unfällen mit **Kreiselzettwendern** kamen Unfälle durch das Erfasstwerden von der Maschine zu 61,5% (8/13) und durch den Zusammenstoß mit der Maschine zu 38,5% (5/13) vor.

Bei den **Heuraupenunfällen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender)** führte das Überfahrenwerden von der Maschine (vorwiegend einachsige Geräte) (70,0%, 7/10), der Zusammenstoß mit der Maschine (20,0%, 2/10) sowie das Erfasstwerden von der Maschine (10,0%, 1/10) zum Verunfallen.

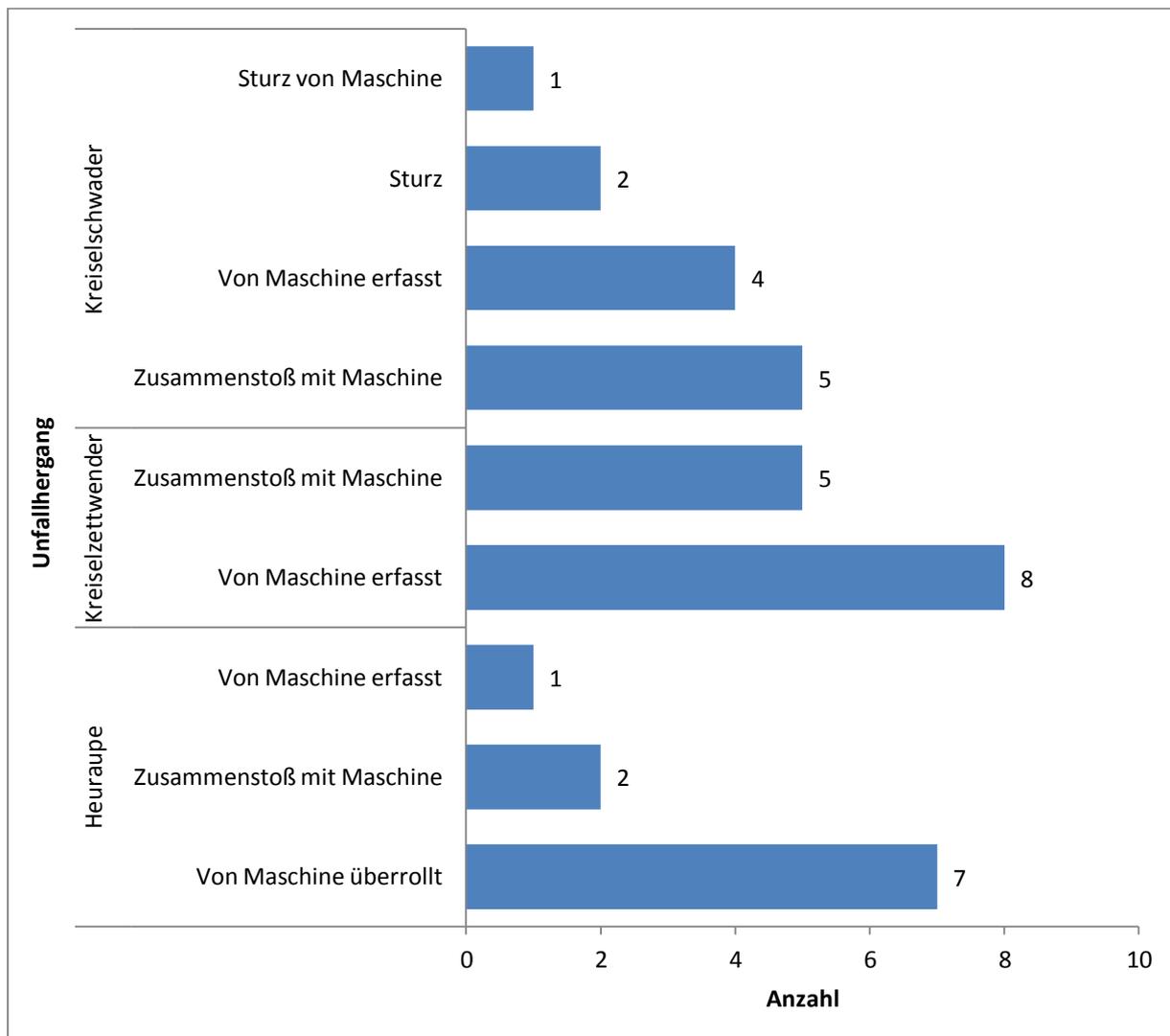


Abbildung 6: Unfallhergänge mit Heuwerbegeräten (n=35) (2008–2010)

Bei den Unfällen mit **Kreiselschwadern** entstand der **Zusammenstoß mit der Maschine** (41,7%, 5/12) durch Einklemmen (75,0%, 3/4) beim An- und Abhängen (66,7%, 2/3) sowie beim Aus- und Einklappen (33,3%, 1/3) der Maschine. Durch Unachtsamkeit (25,0%, 1/4) kam es beim An- und Abhängen (100%, 1/1) zum Verunfallen. Zu einem Unfall, der sich

durch den Zusammenstoß mit der Maschine (20,0%, 1/5) beim Aus- und Einklappen (100%, 1/1) ergab, bestand keine Angabe zur Unfallursache.

Das **Erfasstwerden von der Maschine** (33,3%, 4/12) wurde durch Nichteinhalten von Sicherheitsabständen (50,0%, 2/4) beim Schwaden und Wenden (jeweils 50,0%, 1/2) sowie durch Erfasstwerden eines Zinkens (25,0%, 1/4) bei Wartungsarbeiten (100%, 1/1) und durch das Geraten in die laufende Kette (25,0%, 1/4) beim Schwaden (100%, 1/1) verursacht.

Sturzunfälle (16,7%, 2/12) mit Kreiselchwadern wurden durch Stolpern und Ab- und Ausrutschen (jeweils 50,0%, 1/2) beim Warten und An- und Abhängen (jeweils 100%, 1/1) bedingt. Ein **Sturz von der Maschine** (8,33%, 1/12) ergab sich durch Ab- und Ausrutschen beim An- und Abhängen der Maschine (100%, 1/1).

Die Unfälle mit **Kreiselzettwendern** entstanden durch das **Erfasstwerden von der Maschine** (61,5%, 8/13) beim Aus- und Einklappen, Fehlbedienung, plötzliches Lösen der Kupplung und eines Zinkens, Unachtsamkeit und Nichteinhalten von Sicherheitsabständen (jeweils 16,7%, 1/6) während dem Heuwenden (jeweils 100%, 1/1).

Zu zwei Unfällen, die sich durch das Erfasstwerden von der Maschine ergaben (25,0%, 2/8), wobei sich einer davon beim Heuwenden (50,0%, 1/2) ereignete, fehlten die restlichen Angaben zur Unfallursache und der durchgeführten Tätigkeit.

Unfälle durch den **Zusammenstoß mit dem Kreiselzettwender** (38,5%, 5/13) konnten durch Einklemmen (80,0%, 4/5) beim An- und Abhängen (50,0%, 2/4), Aus- und Einklappen sowie bei der Wartung der Maschine (25,0%, 1/4) eruiert werden. Ein Zusammenstoß mit der Maschine entstand durch Lösen einer Sicherung (20,0%, 1/5) beim Aus- und Einklappen der Maschine (100%, 1/1).

Bei den Unfällen mit **Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender)** ereignete sich das **Überfahrenwerden von der Maschine** (70,0%, 7/10) durch Ab- und Ausrutschen (28,6%, 2/7) beim Heuschwaden und Wenden (jeweils 50,0%, 1/2) sowie durch einen Absturz (14,3%, 1/7) und plötzliches Lösen des Fahrganges (28,6%, 2/7) beim Schwaden (jeweils 100%, 1/1). Ausgehender Treibstoff (14,3%, 1/7) bei der Heimfahrt (100%, 1/1) und Gelangen unter das Rad der Maschine (14,3%, 1/7) waren unfallverursachend beim Heuwenden (100%, 1/1).

Der **Zusammenstoß mit der Maschine** (20,0%, 2/10) konnte durch Einklemmen (50,0%, 1/2) bei der Heuarbeit (100%, 1/1) und durch Ab- und Ausrutschen (50,0%, 1/2) beim Heuwenden (100%, 1/1) ermittelt werden.

Das **Erfasstwerden von der Maschine** (10,0%, 1/10) wurde durch Ab- und Ausrutschen beim Heuwenden (jeweils 100%, 1/1) verursacht.

Die signifikant häufigsten Unfälle durch das Erfasstwerden von der Maschine ergaben sich bei der Arbeit mit der Maschine (91,67%). Zum Überrolltwerden von der Maschine kam es

bei der Arbeit mit der Maschine (85,71%) und bei der Heimfahrt (14,29%). Zum Zusammenstoß mit der Maschine kam es am häufigsten beim An- und Abhängen (42,86%) und beim Aus- und Einklappen (28,57). Der einzige Unfall durch den Sturz von der Maschine ergab sich beim An- und Abhängen (p-Wert 0,0029).

5.2.4 Unfallursachen

Die erfassten Hauptunfallursachen bei den Unfällen mit **Kreiselschwadern** waren zu 81,8% (9/11) menschen- und zu 18,2% (2/11) maschinenbezogen.

Bei den Unfällen mit **Kreiseltzettwendern** lagen zu 72,7% (8/11) maschinen- und zu 27,3% (3/11) menschenbezogene Unfallursachen vor.

Bei den **Heuraupen (Bandrechwender)** waren die erfassten Unfallursachen zu 60% (6/10) menschen- und zu 40% (4/10) maschinenbezogen.

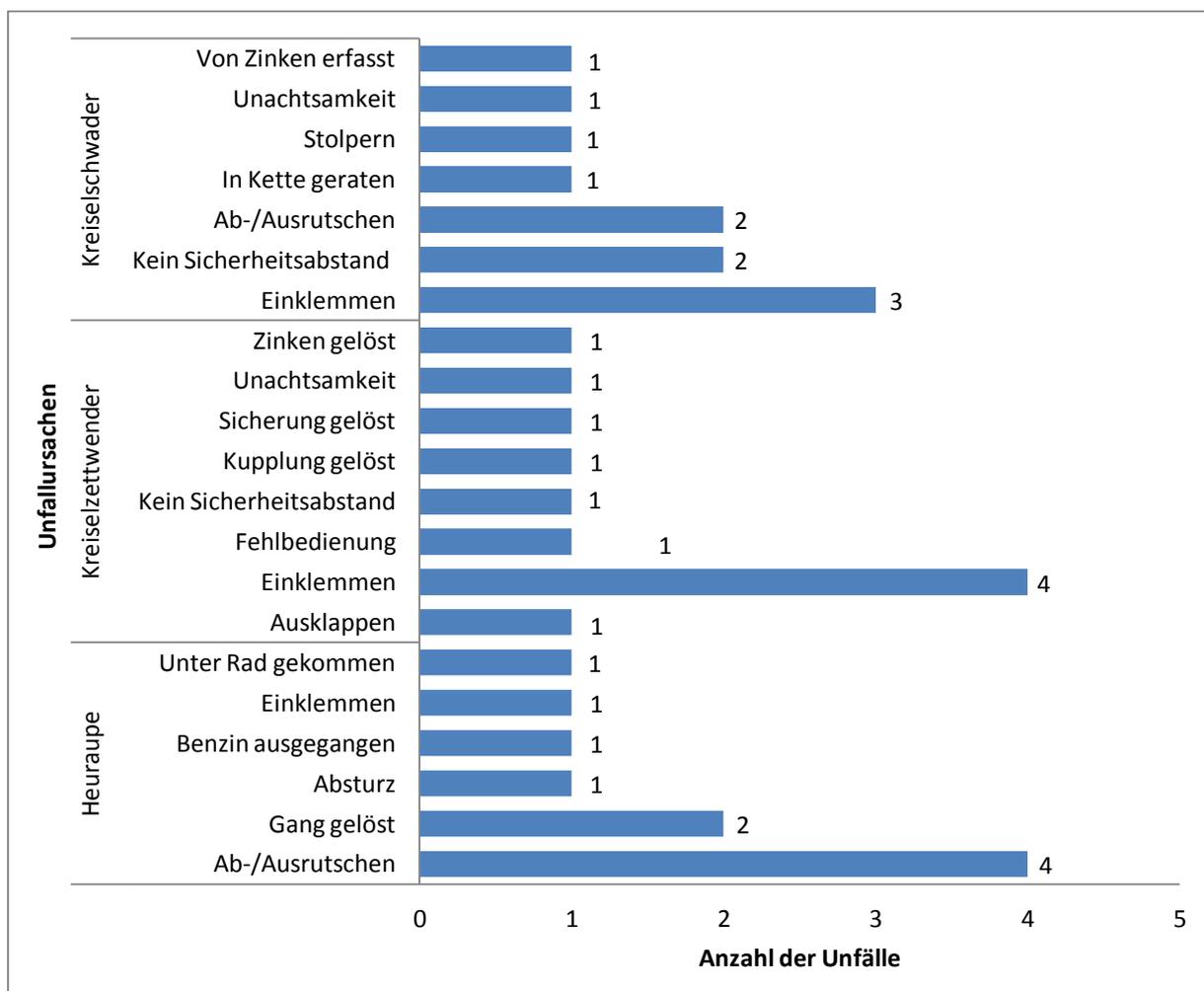


Abbildung 7: Unfallursachen der Heuerbegeteunfälle (n=32) (2008-2010)

Bei den **Kreiselschwadern** führte das Einklemmen (27,3%, 3/11) zum Zusammenstoß mit der Maschine (100%, 3/3) beim An- und Abhängen (66,7%, 2/3) und Aus- und Einklappen (33,3%, 1/3). Ab- und Ausrutschen (18,2%, 2/11) bedingten einen Sturzunfall und einen Sturz von der Maschine (jeweils 50,0%, 1/2) während des An- und Abhängens (jeweils 100%, 1/1). Das Nichteinhalten des Sicherheitsabstandes (18,2%, 2/11) und das Geraten in die laufende Kette (9,09%, 1/11) waren für das Erfasstwerden von der Maschine (100%, 2/2) beim Heuschwaden (50,0%, 1/2, 100%, 1/1) und Wenden (50,0%, 1/2) verantwortlich. Unachtsamkeit (jeweils 9,09%, 1/11) führte zum Zusammenstoß mit der Maschine (jeweils 100%, 1/1) beim An- und Abhängen der Maschine (jeweils 100%, 1/1). Die Berührung der Zinken (9,09%, 1/11) bewirkte das Erfasstwerden von der Maschine bei Wartungsarbeiten (jeweils 100%, 1/1). Stolpern (9,09%, 1/11) konnte als Unfallursache für einen Sturz bei Wartungsarbeiten (jeweils 100%, 1/1) erfasst werden. Zu einem Unfall mit Kreiselschwadern (8,33%, 1/12), der sich durch den Zusammenstoß mit der Maschine beim Aus- und Einklappen ergab, bestand keine Angabe zur Unfallursache.

Bei den Unfällen mit **Kreiselzettwendern** führte das Einklemmen (36,4%, 4/11) zum Zusammenstoß mit der Maschine (100%, 4/4) während des An- und Abhängens (50,0%, 2/4), Aus- und Einklappens sowie beim Warten der Maschine (jeweils 25,0%, 1/4). Fehlbedienung, Nichteinhalten des Sicherheitsabstandes, plötzliches Lösen der Kupplung, Ausklappen von Maschinenteilen, ein losgelöster Zinken sowie Unachtsamkeit (jeweils 9,09%, 1/11) waren Ursachen für das Erfasstwerden von der Maschine beim Heuwenden (jeweils 100%, 1/1). Das Lösen einer Sicherung (9,09%, 1/11) führte zum Zusammenstoß mit der Maschine beim Aus- und Einklappen (jeweils 100%, 1/1). Zu zwei Unfällen mit Kreiselzettwendern (15,4%, 2/13), die sich durch das Erfasstwerden von der Maschine (100%, 2/2) beim Heuwenden (50,0%, 1/2) und keiner Angabe zur Tätigkeit (50,0%, 1/2) ergaben, bestanden keine Angabe zur Unfallursache.

Bei den **Heuraupenunfällen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender)** lösten das Ab- und Ausrutschen (40,05%, 4/10), das Überfahrenwerden von der Maschine (50,0%, 2/4) beim Schwaden und Wenden (jeweils 50,0%, 1/2) sowie das Erfasstwerden von der Maschine und den Zusammenstoß mit der Maschine (jeweils 25,0%, 1/4) beim Heuwenden (jeweils 100%, 1/1) aus. Plötzliches Lösen des Fahrganges (20,0%, 2/10) und ein Absturz verursachten das Überfahrenwerden von der Maschine beim Heuschwaden (jeweils 100%, 2/2 sowie 1/1). Auslaufender Kraftstoff und das Gelangen unter das Rad (jeweils 10,0%, 1/10) bedingten das Überfahrenwerden von der Maschine bei der Heimfahrt und beim Heuwenden (jeweils 100%, 1/1). Einklemmen (10,0%, 1/10) führte zum Zusammenstoß mit der Maschine bei der Heuarbeit (jeweils 100%, 1/1).

5.2.5 Verletzungsarten und verletzte Körperteile bei Heuwerbegeräteunfällen

Bei den Unfällen mit **Kreiselschwadern** waren Frakturen (45,5%, 5/11) die häufigsten Verletzungen, gefolgt von Wunden (27,3%, 3/11), Mehrfachverletzungen (18,2%, 2/11) und einer Amputation (9,09%, 1/11). Zu einem Unfall bestand keine Angabe hinsichtlich der entstandenen Verletzung (8,33%, 1/12).

Zu den häufigsten Verletzungen bei Unfällen mit **Kreiseltzettwendern** zählten Mehrfachverletzungen (41,7%, 5/12), gefolgt von Quetschungen (16,7%, 2/12) und einer Amputation, einem Seitenbandriss, einem Hämatom, einer Fraktur und einer Zahnfraktur (jeweils 8,33%, 1/12). Zu einem Unfall bestand keine Angabe (7,69%, 1/13) hinsichtlich der Verletzung.

Bei den **Heuraupenunfällen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender)** zählten ebenfalls Frakturen (50%, 4/8), gefolgt von Wunden (25,0%, 2/8) zu den häufigsten Verletzungen. Mehrfachverletzungen und Hämatome konnten jeweils einmalig (12,5%, 1/8) festgestellt werden. Zu weiteren zwei Unfällen bestanden keine Angaben zur Verletzungsart (20%, 2/10).

Tabelle 6: Verletzungsarten der Heuwerbegeräteunfälle (n=31) (2008-2010)

Verletzungsart	Anzahl
Fraktur	10
Mehrfachverletzungen	8
Riss-Quetschwunde	3
Amputation	2
Hämatom	2
Quetschung	2
Fleischwunde	1
Schnittverletzung	1
Seitenbandriss	1
Zahnfraktur	1

Bei den Unfällen mit **Kreiselschwadern** konnten **Frakturen** (45,5%, 5/11) an Finger, Mittelfuß und Nase (jeweils 20,0%, 1/5) über den Zusammenstoß mit der Maschine (jeweils 100%, 1/1) durch Einklemmen beim Aus- und Einklappen (100%, 1/1), Einklemmen beim An- und Abhängen (jeweils 100%, 1/1) und Unachtsamkeit beim An- und Abhängen (jeweils 100%, 1/1) der Maschine festgestellt werden. Frakturen an mehreren Bereichen des Körpers (20,0%, 1/5) entstanden über das Erfasstwerden von der Maschine durch Nichteinhalten des Sicherheitsabstandes beim Heuschwaden (jeweils 100%, 1/1). Eine Rippenfraktur (20,0%, 1/5) resultierte über einen Sturzunfall durch Stolpern bei Wartungsarbeiten (100%, 1/1).

Wunden (27,3%, 3/11) an Oberschenkeln (66,7%, 2/3) kamen über einen Sturzunfall (50,0%, 1/2) durch Ab- und Ausrutschen beim An- und Abhängen der Maschine (100%, 1/1) sowie das Erfasstwerden von der Maschine (50,0%, 1/2) durch Nichteinhalten des Sicherheitsabstandes beim Heuwenden (100%, 1/1) zustande. Eine Wunde am

Unterschenkel (33,3%, 1/3) wurde über den Sturz von der Maschine durch Ab- und Ausrutschen beim An- und Abhängen (100%, 1/1) verursacht.

Mehrfachverletzungen (18,2%, 2/11) an mehreren Bereichen des Körpers (100%, 2/2) entstanden über das Erfasstwerden von einem Zinken (50,0%, 1/2) bei Wartungsarbeiten (100%, 1/1) sowie den Zusammenstoß mit der Maschine (50,0%, 1/2) durch Einklemmen beim An- und Abhängen (100%, 1/1).

Eine **Amputation** (20,0%, 1/11) des Fingers ergab sich über das Erfasstwerden von der Maschine durch das Geraten in eine laufende Kette beim Heuschwaden (100%, 1/1).

Bei den Unfällen mit **Kreiselzettwendern** entstanden **Mehrfachverletzungen** (41,7%, 5/12) an Beinen, Knien, Schultern und mehreren Bereichen des Körpers (jeweils 100%, 1/1) über das Erfasstwerden von der Maschine (jeweils 100%, 1/1) durch plötzliches Lösen der Kupplung, Ausklappen von Maschinenteilen und Unachtsamkeit (jeweils 100%, 1/1) während des Heuwendens (jeweils 100%, 1/1). Eine weitere Mehrfachverletzung am Finger (20,0%, 1/5) kam über den Zusammenstoß mit der Maschine durch Einklemmen beim Aus- und Einklappen vor (jeweils 100%, 1/1).

Quetschungen (16,7%, 2/12) an Fingern wurden über den Zusammenstoß mit der Maschine durch Einklemmen (jeweils 100%, 2/2) beim An- und Abhängen sowie bei Wartungsarbeiten an der Maschine ermittelt (jeweils 50,0%, 1/2).

Eine **Amputation** (8,33%, 1/12) eines Fingers wurde über den Zusammenstoß mit der Maschine durch Einklemmen beim An- und Abhängen (jeweils 100%, 1/1), eine **Fraktur** (8,33%, 1/12) des Unterarms durch das Erfasstwerden von der Maschine durch Nichteinhaltung des Sicherheitsabstandes beim Wenden (jeweils 100%, 1/1) ausgelöst.

Ein **Hämatom** (8,33%, 1/12) am Gesäß kam über den Zusammenstoß mit der Maschine durch eine gelöste Sicherung beim Aus- und Einklappen (jeweils 100%, 1/1), ein **Seitenbandriss** (8,33%, 1/12) im Bein über das Erfasstwerden von der Maschine durch eine Fehlbedienung beim Wenden (jeweils 100%, 1/1) zustande.

Eine **Zahnfraktur** (8,33%, 1/12) ergab sich über das Erfasstwerden von der Maschine durch einen losgelösten Zinken beim Wenden (jeweils 100%, 1/1).

Zu einem Unfall mit einem Kreiselzettwender (7,69%, 1/13), der Verletzungen im Brustbereich durch das Erfasstwerden von der Maschine mit sich brachte, lagen keine Angaben zur Verletzungsart, Unfallursache und Tätigkeit vor.

Bei den **Heuraupenunfällen (Einachser + aufgesattelte Bandrechwender)** entstanden **Frakturen** (50,0%, 4/8) an Rippen (50,0%, 2/4) über das Überfahrenwerden von der Maschine (50,0%, 1/2) durch ausgehenden Kraftstoff bei der Heimfahrt (100%, 1/1) sowie den Zusammenstoß mit der Maschine (50,0%, 1/2) durch Ab- und Ausrutschen beim Heuwenden (100%, 1/1). Weitere Frakturen konnten an Fingern (25,0%, 1/4) über den

Zusammenstoß mit der Maschine durch Einklemmen bei der Heuarbeit (jeweils 100%, 1/1) und eine Wirbelsäulenfraktur (25,0%, 1/4) durch Ab- und Ausrutschen beim Heuwenden (jeweils 100%, 1/1) festgestellt werden.

Wunden (25,0%, 2/8) entstanden ausschließlich an Unterschenkeln über das Überfahrenwerden von der Maschine (vorwiegend einachsige Geräte) (100%, 2/2) durch Ab- und Ausrutschen (50,0%, 1/2) beim Heuwenden (100%, 1/1) sowie durch plötzliches Lösen des Fahrganges (50,0%, 1/2) beim Heuschwaden (100%, 1/1).

Ein **Hämatom** (12,5%, 1/8) am Unterschenkel ergab sich über das Überfahrenwerden von der Maschine durch unter das Rad gelangen während des Heuwendens (100%, 1/1).

Eine **Mehrfachverletzung** (12,5%, 1/8) an mehreren Bereichen des Körpers kam ebenfalls über das Überfahrenwerden von der Maschine durch plötzliches Lösen des Ganges beim Heuschwaden (100%, 1/1) zustande.

Zu zwei Unfällen mit Heuraupen (20,0%, 2/10), die sich über das Überfahrenwerden von der Maschine (100%, 2/2) durch Ab- und Ausrutschen sowie durch einen Absturz (50,0%, 1/2) beim Heuschwaden (100%, 1/1) ergaben, existierten keine Angaben zur Verletzungsart und dem betroffenen Körperteil.

Bei den Unfällen, bei denen die Maschine die Unfallursache war, ergaben sich tendenziell am häufigsten Frakturen (50%), gefolgt von Fleischwunden (8,3%), Mehrfachverletzungen (8,3%), Riss-Quetschwunden (25,0%), Seitenbandriss (8,3%). Mehrfachverletzungen (50,0%), Hämatome (16,7%), Schnittverletzungen (16,7%) und Zahnfraktur (16,7%) entstanden bei Unfällen bei denen der Mensch die Unfallursache war.

Bei Unfällen durch Mensch und Maschine kam es zu Frakturen (33,3%), Amputationen (16,7%), Mehrfachverletzungen (25%), Quetschungen (16,7%) und Hämatomen (8,3%). (p-Wert 0,0454).

Die **Verletzungen nach Körperteilen** resultierten bei den **Kreiselschwaderunfällen** zu einem Drittel an den unteren Extremitäten (33,3%, 4/12), gefolgt von mehreren Bereichen des Körpers und den oberen Extremitäten zu jeweils 25,0% (3/12). Weitere Verletzungen entstanden im Bereich des Kopfes und des Oberkörpers (8,33%, 1/12).

Die am häufigsten verletzen Körperteile bei **Kreiselschwaderunfällen** stellten die oberen Extremitäten (38,5%, 5/13), die unteren Extremitäten (23,1%, 3/13) sowie der Oberkörperbereich (15,4%, 2/13) dar. Die Verletzungen im Kopf- und Unterkörperbereich sowie an mehreren Bereichen des Körpers lagen jeweils einmalig (7,69%, 1/13) vor.

Bei den Unfällen mit **Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender)** konnten Verletzungen am Oberkörper sowie an den unteren Extremitäten zu jeweils 37,5% (3/8) und an mehreren Bereichen des Körpers sowie an den oberen Extremitäten zu 12,5% (1/8) eruiert werden. Zu zwei Unfällen gab es keine Angaben zu den verletzten Körperteilen (20,0%, 2/10).

Tabelle 7: Verletzte Körperteile bei Unfällen mit Heuwerbegeräten (n=33) (2008-2010)

Maschinenart	Verletzter Körperteil	Anzahl
Kreiselschwader	Untere Extremitäten	4
	Mehrere Bereiche	3
	Obere Extremitäten	3
	Kopfbereich	1
	Oberkörper	1
Kreiselzettwender	Obere Extremitäten	5
	Untere Extremitäten	3
	Oberkörper	2
	Kopfbereich	1
	Mehrere Bereiche	1
	Unterkörper	1
Heuraupe (Bandrechwender)	Oberkörper	3
	Untere Extremitäten	3
	Mehrere Bereiche	1

Die Verletzungen bei **Kreiselschwaderunfällen** traten überwiegend auf der rechten Körperseite (66,7%, 4/6) auf. An der linken Körperseite konnten 33,3% (2/6) der Verletzungen festgestellt werden. Zu sechs Unfällen mit Kreiselschwadern lagen keine Angaben zur betroffenen Körperseite (60,0%, 10/6) vor.

Bei den Unfällen mit **Kreiselzettwendern** waren die linke Körperseite zu 50,0%, (5/10) und die rechte Körperseite zu 30,0% (3/10) betroffen. In zwei Fällen lagen beidseitige Körperverletzungen (20,0%, 2/10) vor. Zu drei Unfällen bestanden keine Angaben zur betroffenen Körperseite (23,1%, 3/13).

Die Unfälle mit **Heuraupen (Bandrechwender)** verursachten zu jeweils 50,0% (2/4) Verletzungen an der rechten und linken Körperseite. Zu sechs Unfällen existierte hierbei keine Angabe zur betroffenen Körperseite (60,0%, 6/10).

5.2.6 Defizite in der Arbeitssicherheit beim Verunfallen mit Heuwerbegeräten

Die Defizite wurden von den Unfallursachen und Verletzungsarten an den Körperteilen abgeleitet. Mängel ergaben sich bei Unfällen mit **Kreiselschwadern** durch unsachgemäße Arbeitsweise, Arbeitstechnik und Nichtverwenden von Arbeitshilfsmitteln (41,7%, 5/12) Diese lagen auch durch unsachgemäße Arbeitsweise und Nichteinhalten von

Sicherheitsabständen (33,3%, 4/12) vor. Das Nichttragen von Arbeitsschuhen und unsachgemäße Arbeitsweise (25,0%, 3/12) waren ebenfalls unfallverursachend.

Bei den Unfällen mit **Kreiselzettwendern** konnten unsachgemäße Arbeitsweise und Nichteinhalten des Sicherheitsabstandes (61,5%, 8/13) sowie unsachgemäße Arbeitsweise, Arbeitstechnik und Nichtverwenden von Arbeitshilfsmitteln (38,5%, 5/13) als Sicherheitsdefizite eruiert werden.

Bei den **Heuraupenunfällen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender)** waren das Nichttragen von Arbeitsschuhen (70,0%, 7/10), gefolgt von unsachgemäßer Arbeitsweise, Arbeitstechnik und Nichtverwenden von Arbeitshilfsmitteln (20,0%, 2/10) sowie Konstruktionsmängel, unsachgemäße Arbeitsweise und Nichteinhalten von Sicherheitsabständen (10,0%, 1/10) unfallverursachend.

Tabelle 8: Defizite in der Arbeitssicherheit beim Verunfallen mit Heuwerbegeräten (n=35) (2008-2010)

Maschinenart	Art	Anzahl
Kreiselschwader	Arbeitsweise, Arbeitstechnik, Arbeitshilfsmittel	5
	Arbeitsweise, Sicherheitsabstand	4
	Arbeitsschuhe, Arbeitsweise	3
Kreiselzettwender	Arbeitsweise, Sicherheitsabstand	8
	Arbeitsweise, Arbeitstechnik, Arbeitshilfsmittel	5
Heuraupe (Bandrechwender)	Arbeitsschuhe	7
	Arbeitsweise, Arbeitstechnik, Arbeitshilfsmittel	2
	Arbeitsweise, Sicherheitsabstand	1

Die signifikant häufigsten Sicherheitsmängel lagen beim An- und Abhängen sowie beim Aus- und Einklappen in der Arbeitsweise (100%) vor. Bei Unfällen bei der Arbeit mit der Maschine war die Arbeitsweise ebenfalls der häufigste Sicherheitsmangel (78,9%), gefolgt von der Gangschaltung (10,5%), Fahrsicherheit und der tote Winkel (jeweils 5,2%). Bei Wartungsarbeiten waren die Arbeitsweise (66,7%) und das Nichtstillsetzen der Maschine (33,3%) Schuld an den Unfällen. Bei der Heimfahrt kam es zu einem Unfall wegen ungenügender Fahrsicherheit (100%) (p-Wert 0,0183).

Bei den Unfällen mit **Kreiselschwadern** waren die **unsachgemäße Arbeitsweise, Arbeitstechnik und das Nichtverwenden von Arbeitshilfsmitteln** (41,7%, 5/12) für den Zusammenstoß mit der Maschine (100%, 5/5) durch Einklemmen (75,0%, 3/4) beim An- und Abhängen (66,7%, 2/3) und Aus- und Einklappen (33,3%, 1/3) der Maschine und durch Unachtsamkeit (25,0%, 1/4) beim An- und Abhängen (100%, 1/1) unfallverursachend. Zu einem weiteren Unfall (20,0%, 1/5), der durch einen Zusammenstoß mit der Maschine beim Aus- und Einklappen der Maschine entstand, lag keine Angabe zur Unfallursache vor.

Unsachgemäße Arbeitsweise und Nichteinhalten von Sicherheitsabständen (33,3%, 4/12) führten zum Erfasst-werden von der Maschine (100%, 4/4) durch Nichteinhalten von Sicherheitsabständen (50,0%, 2/4) beim Schwaden und Wenden (jeweils 50,0%, 1/2) sowie durch das Erfasst-werden von einem Zinken (25,0%, 1/4) bei Wartungsarbeiten (100%, 1/1) und das Geraten in eine laufende Kette (25,0%, 1/4) beim Heuschwaden (100%, 1/1).

Das **Nichttragen von Arbeitsschuhen und unsachgemäße Arbeitsweise** (25,0%, 3/12) verursachten Sturzunfälle (66,7%, 2/3) durch Ab- und Ausrutschen (50,0%, 1/2) während des Ab- und Anhängens (100%, 1/1) und durch Stolpern (50,0%, 1/2) bei Wartungsarbeiten (100%, 1/1). Ein Sturz von der Maschine (33,3%, 1/3) kam dadurch über Ab- und Ausrutschen beim An- und Abhängen (jeweils 100%, 1/1) der Maschine zustande.

Bei den Unfällen mit **Kreiselzettwendern** führten **unsachgemäße Arbeitstechnik und Nichteinhalten des Sicherheitsabstandes** (61,5%, 8/13) zum Erfasstwerden von der Maschine (100%, 8/8) durch Ausklappen von Maschinenteilen, Fehlbedienung, Nichteinhalten des Sicherheitsabstandes, Lösen der Kupplung, Unachtsamkeit und durch einen gelösten Zinken (jeweils 16,7%, 1/6) zu Unfällen beim Heuwenden (jeweils 100%, 1/1).

Zu zwei weiteren Unfällen (25,0%, 2/5) bestanden keine Angaben zur Unfallursache und der durchgeführten Tätigkeit.

Unsachgemäße Arbeitsweise und Arbeitstechnik und Nichtverwenden von Arbeitshilfsmitteln verursachten den Zusammenstoß mit der Maschine (100%, 5/5) durch Einklemmen (80,0%, 4/5) beim An- und Abhängen (50,0%, 2/4), Aus- und Einklappen sowie bei Wartungsarbeiten (jeweils 25,0%, 1/4). Ein weiterer Zusammenstoß mit der Maschine ergab sich dadurch über das Lösen einer Sicherung (20,0%, 1/5) beim Aus- und Einklappen (100%, 1/1).

Bei den **Heuraupenunfällen** führte das Nichttragen von **Arbeitsschuhen** (70,0%, 7/10) zum Überfahrenwerden von der Maschine (100%, 7/7) durch Ab- und Ausrutschen (28,6%, 2/7) während des Heuschwadens und -wendens (jeweils 50,0%, 1/2). Diese bewirkten auch das plötzliche Lösen des Fahrganges (28,6%, 2/7), einen Absturz (14,3%, 1/7) beim Heuschwaden (jeweils 100%, 2/2 sowie 100%, 1/1) sowie durch das Gelangen unter ein Rad (14,3%, 1/7) beim Heuwenden (100%, 1/1) und Ausgehen des Kraftstoffes (14,3%, 1/7) bei der Heimfahrt.

Die **unsachgemäße Arbeitsweise, Arbeitstechnik und das Nichtverwenden von Arbeitshilfsmitteln** (20,0%, 2/10) bedingten den Zusammenstoß mit der Maschine (100%, 2/2) durch Ab- und Ausrutschen (50,0%, 1/2) beim Heuwenden (100%, 1/1) sowie das Einklemmen (50,0%, 1/2) bei Heuarbeiten (100%, 1/1).

Unsachgemäße Arbeitsweise und Nichteinhalten von Sicherheitsabständen (10,0%, 1/10) waren für das Erfasstwerden von der Maschine durch Ab- und Ausrutschen beim Heuwenden (100%, 1/1) verantwortlich.

5.2.7 Diskussion zu den Ergebnissen der Unfälle mit Heuwerbegeräten

Aus der Analyse der Datenbank zu den verunfallten Landwirten konnten unmittelbar keine Sicherheitsmaßnahmen abgeleitet oder bestimmte Informationsdefizite, die im Arbeitsprozess zur Unfallsituation führten, nicht eruiert werden. Zur Erzielung eines besseren Informationsgehaltes, insbesondere zur unfallverursachenden Mensch-Maschine-Interaktion, wurden die Unfallberichte der Sozialversicherungsanstalt der Bauern ausgewertet. Über die Analyse der Unfallberichte konnte die konkrete land- und forstwirtschaftliche Tätigkeit und die verwendeten eingesetzten Maschinen sowie die Unfallhergangs- und Ursachenszenarien erfasst werden.

Die Analyse der Personencharakteristika ergab, dass über 95% der Verunfallten Betriebsführer waren. Nach Quendler et al. (2010) bildeten die ständigen Mitarbeiter mit 49% die größte Gruppe, diese waren überwiegend auch Familienmitglieder in der bayerischen Landwirtschaft (152). Im CAISP-Report handelte es sich bei fast 50% der Opfer von tödlichen Unfällen um Betriebsunternehmer, bei rund 18% um deren Kinder und in knapp 10% der Fälle um angestellte Arbeitskräfte (Belton et al., 2007). Laut der Datenbank waren 85,5% der Verunfallten Männer und 14,5% Frauen, dies war in den Unfallberichten nicht ersichtlich, da die Unfallberichte nur anonymisiert für die Auswertung bereitgestellt wurden. In den Unfallberichten gab es keine Angabe zu dem Alter der Verunfallten, welches laut Datenbank am häufigsten (24,2%) zwischen 31 und 40 Jahren lag. Das Geschlecht und Alter der Verunfallten konnte nicht den einzelnen Geräten zugeordnet werden, da dies nicht in den Unfallberichten angegeben wurde.

Von den analysierten Unfällen mit Kreiselzettwendern, Kreiselschwadern und Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) ereigneten sich 20 Unfälle am Feld und sieben am Hof. Zu 8 Unfällen bestand keine Angabe zum Unfallort.

Nach Tätigkeiten kamen die meisten Unfälle beim Heuwenden (38,2%, 13/34), gefolgt von An- und Abhängen (20,6%, 7/34) und Heuschwaden (17,6%, 6/34) zustande. Die unfallverursachenden Tätigkeiten wurden anhand der Unfallberichte eruiert, da diese in der Datenbank unzureichend beschrieben waren. Die Studie von Day & McGrath (1999, 13) belegt, dass die meisten Unfallopfer in der australischen Landwirtschaft mit Arbeiten im Ackerbau während dem Verunfallen beschäftigt und einige auch in Wartungsarbeiten involviert waren. Nach Quendler et al. (2010) traten in der bayerischen Landwirtschaft im Rahmen von „Unterhaltungsarbeiten an Maschinen, Geräten und Betriebseinrichtungen“ die häufigsten Unfälle auf, gefolgt von Feld- und Kulturarbeiten (155). Auch Javadi & Rostami (2007) identifizierten in ihrer Unfallanalyse Servicearbeiten als den Arbeitsprozess, bei dem es zu den meisten Unfällen kam, gefolgt von Erntearbeiten und Verkehr (280).

Als signifikant erwies sich bei den Unfällen mit Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender), dass sich die meisten durch das Überfahrenwerden (70%, 7/10) ereigneten. Bei den Kreiselzettwendern kamen die meisten Unfällen durch das

Erfasst werden von der Maschine (61,5%, 8/13) und bei den Kreiselchwadern durch den Zusammenstoß mit der Maschine (41,7%, 5/12) zustande.

Das „Anfahren oder Überfahren“, gefolgt von „Geraten in die Maschine“ und „Getroffen werden von Maschine oder Maschinenteilen“ erwies sich in den Fallbeispielen von Day & McGrath (1999, 14) auch als häufig verletzungsverursachend. In dem kanadischen CAISP Report waren „Umsturz der Maschine“, gefolgt von „Überfahrenwerden“ und „in der Maschine verfangen“ für die häufigsten maschinenbezogenen tödlichen Unfälle verantwortlich. Zu Krankenhausaufenthalten führten vor allem die Verletzungsursachen „in der Maschine verfangen“, gefolgt von „Überfahrenwerden“ und „von einer Maschine eingeklemmt oder getroffen werden“ (Belton et al., 2007, 45).

Die Angaben zu den Unfallursachen waren sehr vielfältig, wobei bei den Unfällen mit Kreiselzettwendern und Kreiselschwadern am häufigsten das Einklemmen (31%, 7/22) und bei den Heuraupen Ab- und Ausrutschen (40%, 4/10) angegeben wurde.

Nach Quendler et al., (2010) erwiesen sich „in die Maschine geraten“, „Abrutschen, Umknicken, Stürzen der Person“ als die häufigsten unfallverursachenden Abweichungen, gefolgt von „durch herabfallenden Gegenstand oder Fremdkörper verletzt“ und „Einklemmen“ in der bayerischen Landwirtschaft (159).

Nach der Art der Verletzung wiesen die Daten keinen signifikanten Zusammenhang mit der spezifischen Tätigkeit auf. Zu den häufigsten Verletzungen zählten Frakturen (32,3%, 10/31), Mehrfachverletzungen (25,8%, 8/31) und Riss-Quetschwunden (9,7%, 3/31).

Frakturen, Zerreißen und Quetschungsverletzungen wurden in den Fallstudien von Day & McGrath (1999) am häufigsten eruiert (19). Bei Unfällen mit landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten der bayerischen Landwirtschaft erwiesen sich Zerreißen oder Frakturen sowie Wunden, Quetschungen und Amputationen als häufigste Verletzungsart (Quendler et al., 2010, 161).

Bezüglich des Körperteils waren die unteren Extremitäten am häufigsten von Verletzungen betroffen (30,3%, 10/33), gefolgt von unteren Extremitäten (24,2%, 8/33) und dem Oberkörper (18,2%, 6/33).

In den Fallstudien von Day & McGrath (1999, 5,6) sind am häufigsten Hände und Finger von Unfällen betroffen, gefolgt von den unteren Extremitäten. In der bayerischen Studie wurden die verletzten Körperteile mit Klassen zu Unfallfolgekosten in Relation gesetzt. In den niedrigeren Kostenklassen deckten hierbei Verletzungen der Arme und Beine mehr als 75% der Fälle ab. In der höheren Kostenklasse mit mehr als 300.000 EURO überwogen Verletzungen der oberen und unteren Körperhälfte sowie verschiedener Körperbereiche (Quendler et al., 2010, 160).

Das Eruiere von unfallverursachenden Tätigkeiten, Unfallursachen und –hergänge ermöglichte ein besseres Verständnis für das Unfallgeschehen. Die Herausarbeitung dieser Arbeitsprozesse führte zu Informationen zur Priorisierung von Präventionsmaßnahmen in

der Weiterentwicklung und ermöglicht häufige und schwere Unfälle nach Maschinenarten zu identifizieren.

6 Befragung der Verunfallten

Durch die Befragung von Verunfallten wurden die menschen-, maschine- und umweltbezogenen Unfallursachen präzisiert und die möglichen maschinen- und verhaltensbezogenen Optimierungsmaßnahmen aus Nutzersicht für die Maschinenarten Kreiselzettwender, Kreiselschwader und Heuraupe (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) ermittelt. Von den Verunfallten waren 86,7% (13/15) Männer und 13,3% (2/15) Frauen.

6.1 Ausgewählte Unfallszenarien

Bei den entstandenen Unfällen mit Heuwerbegeräten (100%, 35/35) wurden jeweils 4 Szenarien (11,4%, 4/35) aus Unfällen beim **An- und Abhängen**, durch **Anfahren und Erfasstwerden** und beim **Zusammenklappen** von Kreiselschwadern und -zetttern und Unfälle mit **Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender)** durch Herausspringen des Ganges und Überfahrenwerden für die Verunfalltenbefragung ausgewählt. Ihre Ursachen gingen nicht ausreichend aus den Analyseergebnissen der Unfallberichte hervor. Bei einem Unfall beim Zusammenklappen war die Befragung nicht mehr möglich, da der Landwirt mittlerweile verstorben war.

Alle Befragten (100%, 15/15) gaben an, dass sie sich noch nie mit dem Gerät beim Arbeiten verletzt haben und dass für den optimalen Praxisgebrauch keine Veränderungen an den Geräten durchzuführen waren.

Tabelle 9: Tätigkeiten beim Verunfallen mit Heuwerbegeräten (n=15)

Maschinenart	Unfallhergänge	Tätigkeit	Anzahl
Kreiselzettwender/-schwader	An- und Abhängen	An- und Abhängen	4
	Anfahren, Erfasstwerden	Aus- und Einklappen	3
		Heu wenden	1
	Zusammenklappen	Aus- und Einklappen	3
Heuraupe (Einachser+ Bandrechwender)	Gang herausgesprungen, Überfahrenwerden	Heu schwaden	2
		Heu wenden	2

Aus der Befragung ging hervor, dass sich die Unfälle beim **An- und Abhängen** (100%, 4/4) von Kreiselzetter und –schwadern durch Einklemmen des Fingers zwischen Traktor und Oberlenker (25%, 1/4), durch versehentliches Absenken des Kreiselzettwenders (25%, 1/4), durch Einklemmen des Fußes unter dem Stützfuß (25%, 1/4) und durch das Abrutschen von der Abstellstütze (25%, 1/4) ergaben.

Die Unfälle durch **Anfahren und Erfasstwerden** resultierten beim Aus- und Einklappen (75%, 3/4) durch plötzliches Einkuppeln der Zapfwelle (66,7%, 2/3) und durch Starten des Traktors und der Zapfwelle durch eine andere Person (33,3%, 1/3). Beim Heuwenden (25%, 1/4) kamen diese durch Verstellen des Oberlenkers durch versehentliche Betätigung der Zapfwelle am Kotflügel des Traktors zustande.

Die Unfälle beim **Zusammenklappen** dieser ergaben sich durch Einklemmen (66,7%, 2/3) und durch Ausrutschen und das Aufprallen auf den Zinken (33,3%, 1/3).

Unfälle mit **Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender)** durch das Herausspringen von Gängen und anschließende Überfahrenwerden wurden beim Heuschwaden (50%, 2/4) durch das Zurückschieben bei ausgeschaltetem Motor (50%, 1/2) und durch zu wenig Gas (50%, 1/2) bedingt. Beim Heuwenden (50%, 2/4) kam es durch zu wenig Abstand zu den Walzen oder Rädern (50%, 1/2) und durch Abrutschen des Fußes von einer selbstfahrenden Heuraupe (50%, 1/2) zu Unfällen.

6.1.1 Maschinenbezogene Unfallursachen

Bei den Unfällen mit Kreiselzetter und –schwader beim **An- und Abhängen** konnte festgestellt werden, dass 75% der Maschinen zwischen 10 und 20 Jahre alt waren (75%, 3/4) und nur eine Maschine (15%, 1/4) ein Alter unter 10 Jahre hatte. Die Hälfte (50%, 2/4) der Verunfallten gab an, vor der Inbetriebnahme eingeschult worden zu sein und die Betriebsanleitung gelesen und verstanden zu haben (2/4).

Tabelle 10: Alter der Unfallmaschinen nach Maschinenart (n=15)

Maschinenart	Alter in Jahren
Kreiselzettwender (n=9)	Mittelwert= 20
	Minimum= 5
	Maximum= 35
	Standardabweichung= 9
Kreiselschwader (n=2)	Mittelwert= 7,5
	Minimum=3
	Maximum=12
	Standardabweichung=6
Heuraupe (n=4)	Mittelwert= 23
	Minimum= 10
	Maximum=48
	Standardabweichung= 18

Bei den Unfällen durch **Anfahren und Erfasstwerden** von Kreiselzettwender betrug das Alter einer Maschine 10 Jahre und bei 75% (3/4) der Maschinen belief sich dieses über 20 Jahre. Drei Viertel der Verunfallten gaben an, weder eingeschult worden zu sein, noch eine Betriebsanleitung gelesen zu haben.

Die Unfälle beim **Zusammenklappen** passierten mit Maschinen, die unter 5 Jahre (33,3%, 1/3) und über 20 Jahre (66,7%, 2/3) alt waren. Alle Verunfallten (100%, 3/3) wurden eingeschult, hatten die Betriebsanleitung aber nicht gelesen.

Das Alter der Maschinen bei Unfällen mit **Heuraupen** durch Überfahrenwerden, die durch das Herauspringen von Gängen verursacht wurden, reicht von 10 Jahren (50%, 2/4) bis 48 Jahren. Die Hälfte der Verunfallten (50%, 2/4) wurde eingeschult und 25% (1/4) hatten die Betriebsanleitung gelesen.

Tabelle 11: Involvierte Maschinenteile (n=15)

Maschinenart	Kategorie	Maschinenteile involviert	Ergebnis	
Heuraupe	Gang herausgesprungen, überollt	Räder	4	
Kreiselschwader	An- und Abhängen	Stützfuß	1	
	Zusammenklappen	Kreisel	1	
Kreiselzettwender	An- und Abhängen	Kreisel	1	
		Metallstift	1	
		Oberlenker	1	
	Anfahren, Erfassen	Zinken	4	
		Zusammenklappen	Zinken	2

Zu den involvierten Maschinenteilen bei Unfällen beim **An- und Abhängen** von Kreiselzettern und –schwadern zählten ein Kreisel (25%, 1/4), ein Metallstift bei der Anhängenvorrichtung (25%, 1/4), der Oberlenker (25%, 1/4) und ein Stützfuß (25%, 1/4).

Bei den Unfällen durch **Anfahren und Erfasstwerden** waren zu 100% (4/4) die Zinken die involvierten Maschinenteile.

Bei den Unfällen beim **Zusammenklappen** dieser waren zu 66,6% (2/3) die Zinken und zu 33,3% (1/3) die Kreisel die involvierten Maschinenteile.

Die Räder beziehungsweise in einem Fall die Walzen zählten zu 100% (4/4) zu den involvierten Maschinenteilen bei den Unfällen mit **Heuraupen** durch herausgesprungene Gänge sowie Überfahrenwerden.

Von den Verunfallten wurden mehrheitlich keine konstruktiven Verbesserungsvorschläge (93,3%, 14/15) gemacht. Von einem Heuraupenverunfallten wurde eine längere Lenkstange vorgeschlagen, damit ein weiterer Abstand zu den Rädern vorliegt. Ein Großteil der Unfälle mit Kreiselschwadern und Kreiselzettern hätte durch das Abstellen des Motors und folglich der Zapfwelle verhindert werden können.

6.1.2 Menschenbezogene Unfallursachen

Der überwiegende Teil der Verunfallten trug beim Verunfallen Turn- oder Sportschuhe (40,0%, 6/15) und Sicherheitsschuhe (40,0%, 6/15), gefolgt von Bergschuhen (20,0%, 3/15). Bei den Unfällen beim An- und Abhängen von Kreiselzettern und –schwadern hatten 50% (2/4) Turn- oder Sportschuhe und zu je 25% (1/4) Berg- beziehungsweise Sicherheitsschuhe an. Es kam zu einem Unfall durch Ausrutschen, wobei der Verunfallte Sportschuhe trug.

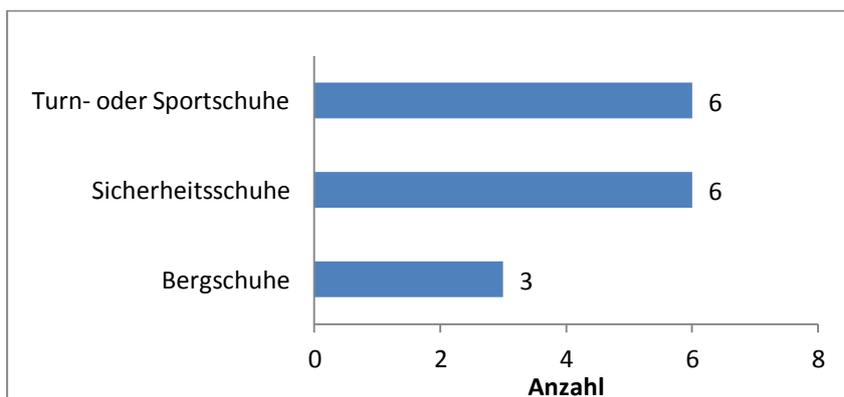


Abbildung 8: Fußbekleidung (n=15)

Bei Unfällen durch **Anfahren und Erfasstwerden** von diesen Maschinen hatten die Verunfallten zu 50% (2/4) Sicherheitsschuhe mit Stahlkappe und zu 50% (2/4) Turn- oder Sportschuhe an.

Bei Unfällen beim **Zusammenklappen** trugen 66,7% (2/3) der Verunfallten Sicherheitsschuhe und 33,3% (1/3) Turn- oder Sportschuhe. Es kam zu einem Unfall durch Ausrutschen, wobei der Verunfallte mit Sicherheitsschuhen mit Stahlkappen bekleidet war. Insgesamt hatten 60% (9/15) der Verunfallten Arbeitsschuhe an.

Bei den Unfällen mit **Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender)** durch Herauspringen der Gänge und Überfahrenwerden von der Maschine waren 50% (2/4) mit Bergschuhen, 25% (1/4) mit Sicherheitsschuhen und 25% (1/4) mit Turn- oder Sportschuhen bekleidet.

Von psychischen Beeinträchtigungen waren 60% (9/15) der Verunfallten betroffen.

Tabelle 12: Psychische Beeinträchtigungen beim Verunfallen (n=15)

Art	Anzahl
Eile/Stress	9
Keine Beeinträchtigung	6

Bei den Unfällen beim **An- und Abhängen** und beim **Anfahren und Erfasstwerden** von Kreiselzettern und -schwadern wurde zu jeweils 75% (3/4) Eile/Stress und zu jeweils 25% (1/4) keine Beeinträchtigung als beeinflussender Faktor angegeben. Die Unfälle beim **Zusammenklappen** kamen zu 100% (3/3) im Zusammenhang mit Eile/Stress zustande. Bei den Unfällen mit **Heuraupen** durch Herauspringen des Ganges und Überfahrenwerden von der Maschine wurden zu 100% (4/4) keine Beeinträchtigung erhoben.

Eine Fehlbedienung lag in 26,7% (4/15) der untersuchten Fälle vor.

Tabelle 13: Bedienungsfehler nach Unfallkategorien (n=15)

Kategorie	Maschine falsch bedient
An- und Abhängen	0%
Anfahren, Erfassen	25%
Zusammenklappen	33%
Gang herausgesprungen, Überfahren von Maschine	50%

Bei den Unfällen beim **An- und Abhängen** mit Kreiselzettern und –schwadern lag zu 100% (4/4) keine falsche Bedienung als Unfallgrund vor. Zu 75% (3/4) wurde keine falsche Bedienung bei Unfällen durch **Anfahren und Erfassen** angegeben. Bei Unfällen beim **Zusammenklappen** gaben 66,7% (2/3) an, die Maschine nicht falsch bedient zu haben.

Bei Unfällen mit **Heuraupen** durch das Herauspringen des Ganges und Überfahrenwerden von der Maschine wurde von der Hälfte (50%, 2/4) der Befragten erwähnt, die Unfallmaschinen falsch bedient zu haben.

Bei den Gründen für die falsche Bedienung wurde die Gewohnheit (60,0%, 9/15), gefolgt von unsachgemäßer Handhabung (26,7%, 4/15) am häufigsten genannt. Weitere Gründe, die

einmalig angeführt wurden, waren Maschinenmängel (6,67%, 1/15) und der Arbeitsablauf (6,67%, 1/15).

Tabelle 14: Grund für falsche Handhabung von Heuwerbegeräten (n=15)

Gründe	Anzahl
Gewohnheit	9
Arbeitsablauf	1
Maschinenmängel	1
Unsachgemäße Handhabung	4

Als Gründe für die falsche Handhabung wurde bei den Unfällen beim An- und Abhängen von Kreiselzettern und –schwadern zu 100% (4/4) die Gewohnheit angegeben. Bei den Unfällen durch Anfahren und Erfasstwerden wurden zu jeweils 25% (1/4) der Arbeitsablauf, Gewohnheit, Maschinenmängel und unsachgemäße Handhabung angeführt. Bei den Unfällen beim Zusammenklappen wurde zu 66,7% (2/3) auf die unsachgemäße Handhabung und zu 33,3% (1/3) die Gewohnheit verwiesen.

Bei Unfällen mit Heuraupen durch das Herausspringen der Gänge und Überfahrenwerden wurde zu 75% (3/4) die Gewohnheit als Unfallgrund angeführt.

Als Hauptgrund für das Verunfallen gaben die Befragten das menschliche Verhalten (80,0%, 12/15), gefolgt von der Maschine (20,0%, 3/15), am häufigsten an.

Tabelle 15: Hauptgrund für das Verunfallen aus Sicht der Befragten (n=15)

Grund	Anzahl
Maschine	3
Menschliches Verhalten	12

Menschliches Verhalten wurde zu 100% (4/4) als primärer Grund für das Verunfallen beim An- und Abhängen erwähnt. Bei Unfällen durch Anfahren und Erfasstwerden und jenen mit Heuraupen durch das Herausspringen von Gängen und Überfahrenwerden wurden zu 75% menschliches Verhalten und zu 25% (1/4) die Maschine angegeben. Bei den Unfällen beim Zusammenklappen wurde zu 66,7% (2/3) menschliches Verhalten und zu 33,3% (1/3) die Maschine als primärer Grund für das Verunfallen genannt.

6.1.3 Umweltbedingte Unfallursachen

Zu den umweltbedingten Unfallursachen zählten unebener Boden, rutschiger Boden, steiler Hang und kein Einfluss der Umwelt.

Tabelle 16: Beeinflussung des Unfallgeschehens durch die Unfallumgebung (n=15)

Unfallumgebung	Anzahl
Keine Besonderheiten	73%
Steiler/unebener Boden	27%

Als nachteilige Besonderheiten in der Unfallumgebung gaben von den vier befragten Personen, die Unfälle mit Heurapen hatten, 75% (3/4) ein steiles Gelände an. Bei den Verunfallten mit Kreiselzettwendern und Kreiselschwadern nannte nur eine Person (9,09%, 1/11) steiles Gelände als nachteilige Besonderheit in der Unfallumgebung. Die restlichen 90% (10/11) der Verunfallten führten an, dass es keine Beeinflussung durch die Unfallumgebung gegeben hat.

6.2 Diskussion zu den Ergebnissen der Nutzerbefragung

Wie aus der Analyse der Datenbankergebnisse bekannt, bestätigte auch die Nutzerbefragung, dass Männer wesentlich häufiger als Frauen mit Heuwerbegeräten verunfallen (86,7%, 13/15) (IKA, 2012). Laut Okhan et al. (2010) waren die in der Türkei zwischen Januar 2006 und November 2007 verletzten Personen in der Landwirtschaft zu 91,9% Männer. Das Durchschnittsalter der am häufigsten Verletzten betrug 35,8 Jahre, was mit dem Ergebnis meiner Untersuchung dass die häufigsten Unfälle 30 bis 40-jährigen Personen geschehen übereinstimmt. Nach Pickett et al. (2001) wurden die meisten Unfälle in der kanadischen Landwirtschaft von Männern (90%) zwischen 30 und 50 Jahren verursacht, wobei die Unfallhäufigkeit erst ab den über 70-jährigen deutlich abnimmt. Die häufigsten Unfälle ergaben sich beim Aus- und Einklappen (40%, 6/15), gefolgt von An- und Abhängen (26,7%, 4/15) und Heuwenden (20%, 3/15).

Das Durchschnittsalter der Maschinen betrug 16,8 Jahre. In der Studie von Kössler über die Analyse von Arbeitsunfällen von Dienstnehmerinnen in der Land- und Forstwirtschaft waren 50% der Unfallmaschinen über 15 Jahre alt (2012). Die involvierten Maschinenteile bei den Kreiselzettwendern und Schwadern waren Großteils die Kreisel beziehungsweise die Zinken (72,7%, 8/11), bei den Heurapen ausschließlich die Räder beziehungsweise Walzen (100%, 4/4).

Die Verunfallten trugen zu jeweils 40% (6/15) Turn- oder Sportschuhe und Sicherheitsschuhe und zu 20% (3/15) Bergschuhe, wobei es nur zu einem Unfall durch Ausrutschen wegen dem falschen Schuh für die Arbeit kam. Prodingler kam in seiner Studie über Auf- und Absteigeunfälle ebenfalls zu dem Ergebnis das bei einem Unfall ungeeignetes Schuhwerk den Unfall negativ beeinflusst hat (2011).

Fast zwei Drittel, 60% (9/15) gaben an, dass sie zum Unfallzeitpunkt in Eile waren beziehungsweise unter Stress standen. Laut Harlfinger-Woitzik et al. haben Personen mit einem hohen Stressniveau haben eine doppelt so hohe Unfallhäufigkeit. In Deutschland wird jeder dritte Verkehrsunfall durch Stress verursacht. Von 874 befragten Pflegekräften hatten 32% in den vergangenen 12 Monaten einen Arbeitsunfall durch Stress. (Harlfinger-Woitzik et

al., 2003). Als Grund für die falsche Handhabung von Heuwerbegeräten beziehungsweise für das Verunfallen mit diesen gaben 60% (9/15) falsche Handhabung gefolgt von unsachgemäßer Handhabung (26,7%, 4/15) an. Prodingler kam in seiner Studie über Auf- und Absteigeunfälle ebenfalls auf 60% als Grund für das Verunfallen (2011). Mehr als ein Viertel (27%, 4/15) der Befragten gaben an dass sie durch die Unfallumgebung beeinflusst wurden. Bei der Studie von Prodingler gaben nur 12% der Befragten an von der Unfallumgebung beeinflusst worden zu sein (2012).

7 Evaluierung von Heuwerbegeräten gemäß geltenden Vorschriften

Die Evaluierung von gebrauchten und neuen Heuwerbegeräten wurde gemäß den geltenden Vorschriften und mit Bezug zu den identifizierten Unfallursachen durchgeführt. Im Zuge der persönlichen Befragung konnten nicht alle gebrauchten Heuwerbegeräte evaluiert werden, da einige schon durch neuere ersetzt wurden und ein paar Befragungen nicht vor Ort durchgeführt wurden. Die Evaluierung der Kreiselzettwender und Kreiselschwader erfolgte gemäß den Normen DIN EN ISO 4254-1 (Landmaschinen-Sicherheit Teil 1: Generelle Anforderungen), DIN EN ISO 4254-10:2009 + AC:2010 (D) (Landmaschinen-Sicherheit Teil 10: Kreiselzetter und Schwader) und der Maschinenrichtlinie 2006/42 EG. Da es für Heuraupen keine eigene Norm gibt, erfolgte die Evaluierung der Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) gemäß der Norm für Motormäher DIN EN ISO 12733:2001+A1:2009 und der Maschinenrichtlinie 2006/42 EG.

7.1.1 Evaluierung gebrauchter Kreiselzettwender und Kreiselschwader

Bei der Evaluierung der gebrauchten Heuwerbegeräte (Kreiselzettwender, Kreiselschwader) gemäß den Normen DIN EN ISO 4254-1, DIN EN ISO 4254-10:2009 + AC:2010 (D) und der Maschinenrichtlinie 2006/42 EG zeigte sich, dass die Beschriftung der Heuwerbegeräte mit dem **Firmennamen** und der **Anschrift** zu 83,3% (5/6) vorhanden war. Bei jeweils der Hälfte der Heuwerbegeräte konnte kein **Baujahr** am Typenschild ermittelt werden (50,0%, 3/6). Die **Bezeichnung der Maschine** war zu 66,6% (4/6), **der Type** zu 50% (3/6) **und die Seriennummer** zu 83,3% vorhanden.

Tabelle 17: Kennzeichnung gebrauchter Heuwerbegeräte (n=6)

Hersteller/Maschinen	Firmenname	Anschrift	Baujahr	Bezeichnung	Typ	Seriennummer
Hersteller 1 (n=1*)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hersteller 2 (n=2*)	100%	100%	50%	50%	50%	100%
Hersteller 3 (n=2*)	50%	50%	0%	50%	0%	50%
Hersteller 4 (n=1*)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Gesamt (n=6*)	83,33%	83,33%	50%	66,66%	50%	83,33%

*Anzahl der Maschinen

Die Warn- und Instruktionshinweise wurden teilweise vorgefunden, weil sich die Aufkleber abgelöst haben. Instruktionshinweise, die sich auf **Betrieb, Service und Pflege der Maschine** beziehen, waren zu 50% (3/6) vorhanden. Warnhinweise über **Restrisiken durch Kontakt mit bewegten Teilen und über das Risiko von ausgeworfenem Gut getroffen zu werden**, konnten zu 50% (3/6) eruiert werden. Hinweise zur **Verriegelung von Kreiseln zum Transport und Abstellen, zum Wechseln von Kreiseln aus der angehobenen Transportstellung in Arbeitsstellung** und Hinweise über das **Risiko durch einen herabfallenden Kiesel getroffen zu werden** wurden jeweils zu 33,3 % (2/6) dokumentiert.

Tabelle 18: Warnhinweise und Bildzeichen bei gebrauchten Heuwerbegeräten (n=6)

Hersteller/Maschinen	Instruktionshinweise	Kontakt mit bewegten Teilen	Ausgeworfenes Gut
Hersteller 1 (n=1*)	100%	100%	100%
Hersteller 2 (n=2*)	50%	50%	50%
Hersteller 3 (n=2*)	0%	0%	0%
Hersteller 4 (n=1*)	100%	100%	100%
Gesamt (n=6*)	50%	50%	50%
Transportstellung/Arbeitsstellung			
Hersteller	Verriegelung	Kiesel	
Hersteller 1 (n=1*)	100%	100%	100%
Hersteller 2 (n=2*)	0%	0%	0%
Hersteller 3 (n=2*)	0%	0%	0%
Hersteller 4 (n=1*)	100%	100%	100%
Gesamt (n=6*)	33,3%	33,3%	33,3%

*Anzahl der Maschinen

Die Anforderungen zu den Stellteilen der **Maschinenrichtlinie 2006/42/EG** und **DIN EN 4254-1 Punkt 5.4.2** wurden bei allen Heuwerbegeräten (100%, 6/6) erfüllt. Zu den Anforderungen zählen das Sichtbar- und Erkennbarsein von Stellteilen.

Wenn geeignet, sind Piktogramme zu verwenden. Die Stellteile müssen so angebracht sein, dass sie sicher, unbedenklich, schnell und eindeutig betätigt werden können. Sie müssen so gestaltet sein, dass das Betätigen des Stellteils mit der jeweiligen Steuerwirkung kohärent ist und so angeordnet sein, dass ihr Betätigen keine zusätzlichen Risiken hervorruft. Stellteile können außerhalb des Fahrerplatzes auf dem Boden stehend betätigt werden und es besteht ein Mindestabstand von 150 mm zwischen dem Stellteil und der oberen Kreiselebene. Die Stellteile sind in einer maximalen Höhe von 1500 mm über dem Boden anzuordnen.

Die Anforderungen laut **DIN EN 4254-10 Punkt 5.3.1** zum Schutz gegen unbeabsichtigten Kontakt mit den Zinken und Zinkenträgern wurden zu 66,7% (4/6) erfüllt, da bei zwei Heuwerbegeräten die Schutzbügel abmontiert wurden.

Zu den zu überprüfenden Anforderungen zählen die Zinken und Zinkenträger, sie sind innerhalb des in Fahrtrichtung an der Vorderseite liegenden Bereichs zu schützen. Im

rückwärtigen Bereich erstreckt sich dieser Bereich bis zur senkrechten Ebene quer zur Fahrtrichtung und durch die Drehachse der Kreisel.

Innerhalb dieses Bereichs muss ein Schutz, Schutzschild oder Abweisbügel angebracht sein, der in Arbeitsstellung nach vorne einen Mindestabstand von 150 mm von der äußeren Umlaufbahn der Zinken oder der Zinkenträger gewährleistet, je nachdem, was weiter außen liegt.

Bei Maschinen, die in Arbeitsstellung sind, muss sich die Schutzeinrichtung in einer Höhe zwischen 400 mm und 1000 mm über dem Boden befinden.

7.1.2 Evaluierung gebrauchter Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender)

Bei der Evaluierung der gebrauchten Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) im Zuge der Verunfalltenbefragung gemäß der Norm DIN EN ISO 12733:2001+A1:2009- und der Maschinenrichtlinie 2006/42 EG wurden die Anforderungen zur Kennzeichnung zu 100% (3/3) erfüllt.

Diese umfasste Name und Anschrift des Herstellers, Baujahr, Bezeichnung des Typs oder der Serie und die Seriennummer.

Tabelle 19: Kennzeichnung der gebrauchten Heuraupen (n=3)

Hersteller	Firmenname	Anschrift	Baujahr	Bezeichnung	Seriennummer
Hersteller (n=3*)	100%	100%	100%	100%	100%

*Anzahl der Maschinen und Hersteller

Weitere Evaluierungskriterien waren die Hauptstarteinrichtung, das Abstellen, die Stellteile, der Führungsholm und die Bremsen.

Für das Starten muss ein Anlassschalter mit abnehmbarem Schaltschlüssel oder eine ähnliche Einrichtung vorhanden sein. Ausgenommen hiervon sind Maschinen, die nur eine Hand-Starteinrichtung aufweisen.

Einrichtungen zum Anlassen müssen mit den Maschinen verbunden sein. Lose Riemen und Seile sind nicht zulässig.

Die Maschine darf nicht unbeabsichtigt in Gang gesetzt werden können.

Eine Einrichtung zum Abstellen muss vorgesehen sein, sie darf keine andauernde Betätigung erfordern.

Die handbetätigten Stellteile für Kupplung, Bremsen, Fahrgetriebe, Rückfahreinrichtung, Lenkeinrichtung und zum Abstellen müssen im Handbereich liegen.

Die Führungsholme müssen an der Maschine so befestigt sein, dass sie sich während des Betriebes nicht unbeabsichtigt von der Maschine lösen können und die Bedienungsperson dadurch die Kontrolle über die Maschine verliert.

Es muss eine Vorrichtung zum Anhalten der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung der Maschine vorhanden sein.

Maschinen, für die eine Betriebsbremse erforderlich ist, müssen mit einer Feststellbremse ausgerüstet sein.

Das Stillsetzen der Maschine darf nicht verhindert werden können, wenn der Befehl zum Stillsetzen bereits erteilt wurde.

Die Evaluierungskriterien zur Hauptstarteinrichtung, dem Abstellen, den Stellteilen, dem Führungsholm und den Bremsen wurden zu 100% erfüllt.

Bei 66,6% (2/3) der evaluierten Maschinen waren keine Warn- und Instruktionshinweise mehr sichtbar.

Zu 66,6% (2/3) wurde die Anforderung, dass sich die Parameter der Maschine, wie Fahrtrichtung und Geschwindigkeit, nicht unkontrolliert ändern können, wenn eine derartige unkontrollierte Änderung zu Gefährdungssituationen führen kann, erfüllt.

7.1.3 Evaluierung neuer Heuwerbegeräte

7.1.3.1 Evaluierung neuer Kreiselzettwender und Kreiselschwader

Bei der Evaluierung der neuen Kreiselzettwender und Kreiselschwader beim internationalen Grünlandtag 2013 in Kirchberg am Walde gemäß den Normen DIN EN ISO 4254-1, DIN EN ISO 4254-10:2009 + AC:2010 (D) und der Maschinenrichtlinie 2006/42 EG zeigte sich, dass die Beschriftung von **Firmennamen** und der **Anschrift** zu 100% (25/25) existiert. Bei allen Heuwerbegeräten 100% (25/25) waren das **Baujahr**, die **Bezeichnung der Maschine, der Type** und die **Seriennummer** vorhanden. Es wurden 12 Kreiselzettwender und 13 Kreiselschwader von 7 Herstellern evaluiert.

Tabelle 20: Kennzeichnung neuer Heuwerbegeräte (n=25)

Hersteller	Firmenname	Anschrift	Baujahr	Bezeichnung	Typ	Seriennummer
Hersteller (n=7*) (n=25**)	100%	100%	100%	100%	100%	100%

*Anzahl der Hersteller

**Anzahl der Maschinen

Instruktionshinweise, die sich auf **Betrieb, Service und Pflege der Maschine** beziehen, wurden zu 100% (25/25) vorgefunden. Warnhinweise über **Restrisiken durch Kontakt mit bewegten Teilen und über das Risiko von ausgeworfenem Gut getroffen zu werden** schienen ebenfalls zu 100% (25/25) auf. Hinweise zur **Verriegelung von Kreiseln zum Transport und Abstellen**, zum **Wechseln von Kreiseln aus der angehobenen Transportstellung in Arbeitsstellung** und Hinweise über das **Risiko durch einen herabfallenden Kreisel getroffen zu werden** waren zu 100% (25/25) gegeben.

Tabelle 21: Warnhinweise und Bildzeichen bei neuen Heuwerbegeräten (n=25)

Hersteller	Instruktionshinweise	Kontakt mit bewegten Teilen	Ausgeworfenes Gut
Hersteller (n=7*) (n=25*)	100%	100%	100%
Hersteller	Verriegelung	Transportstellung/Arbeitsstellung	Kreisel
Hersteller (n=7*) (n=25*)	100%	100%	100%

*Anzahl der Hersteller

**Anzahl der Maschinen

Die Anforderungen zu den Stellteilen, die unter Punkt 9.1.2 angeführt sind, wurden bei allen neuen Heuwerbegeräten (100%, 25/25) erfüllt.

Die Anforderungen zum Schutz gegen unbeabsichtigten Kontakt mit den Zinken, die im Punkt 9.1.2 erläutert sind, wurden ebenfalls zu 100% (25/25) erfüllt.

7.1.3.2 Evaluierung neuer Heuraupen

Die Evaluierung der neuen Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) wurde bei einem österreichischen Hersteller gemäß der Norm DIN EN ISO 12733:2001+A1:2009 und der Maschinenrichtlinie 2006/42 EG durchgeführt.

Es wurden die Anforderungen, die zur Kennzeichnung im Punkt 9.1.3 im Detail angeführt sind, zu 100% erfüllt.

Weitere Evaluierungskriterien waren die Hauptstarteinrichtung, das Abstellen, die Stellteile, der Führungsholm und die Bremsen.

Für das Starten muss ein Anlassschalter mit abnehmbarem Schaltschlüssel oder eine ähnliche Einrichtung vorhanden sein. Ausgenommen hiervon sind Maschinen, die nur eine Hand-Starteinrichtung aufweisen.

Einrichtungen zum Anlassen müssen mit den Maschinen verbunden sein. Lose Riemen und Seile sind nicht zulässig.

Die Maschine darf nicht unbeabsichtigt in Gang gesetzt werden können.

Eine Einrichtung zum Abstellen muss vorgesehen sein, sie darf keine andauernde Betätigung erfordern.

Die handbetätigten Stellteile für Kupplung, Bremsen, Fahrgetriebe, Rückfahreinrichtung, Lenkeinrichtung und zum Abstellen müssen im Handbereich liegen.

Die Führungsholme sollten an der Maschine so befestigt sein, dass sie sich während des Betriebes nicht unbeabsichtigt von der Maschine lösen können und die Bedienungsperson dadurch die Kontrolle über die Maschine verliert.

Es muss eine Vorrichtung zum Anhalten der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung der Maschine vorhanden sein.

Maschinen, für die eine Betriebsbremse erforderlich ist, müssen mit einer Feststellbremse ausgerüstet sein.

Das Stillsetzen der Maschine darf nicht verhindert werden können, wenn der Befehl zum Stillsetzen bereits erteilt wurde.

Die Evaluierungskriterien zur Hauptstarteinrichtung, dem Abstellen, den Stellteilen, dem Führungsholm und den Bremsen wurden zu 100% erfüllt.

Zu 100% (1/1) wurde auch die Anforderung erfüllt, dass sich die Parameter der Maschine, wie Fahrtrichtung und Geschwindigkeit, nicht unkontrolliert ändern können, wenn eine derartige unkontrollierte Änderung zu Gefährdungssituationen führen kann.

7.2 Unterschiede im Erfüllungsgrad von geltenden Vorschriften zwischen gebrauchten und neuen Heuwerbegeräten

Die größten Unterschiede zwischen gebrauchten und neuen Kreiselzettwendern und Kreiselschwadern im Erfüllungsgrad geltender Vorschriften traten bei der Kennzeichnung der Maschine und den vorgegebenen sich auf der Maschine befindlichen Warnhinweisen auf.

Hinsichtlich der Kennzeichnung der Maschine lagen die größten Abweichungen bei der Bezeichnung des Baujahrs (50%, 3/6), des Typs (50%, 3/6) und der Bezeichnung der Maschine (66,6%, 4/6) vor. Bei den Neumaschinen war die Kennzeichnung zu 100% (7/7) vorhanden.

Tabelle 22: Unterschiede in der Umsetzung von geltenden Vorschriften zwischen gebrauchten und neuen Heuwerbegeräten

	Neue Heuwerbegeräte (n=7)	Gebrauchte Heuwerbegeräte (n=6)
Kennzeichnung	100%	55,5%
Warnhinweise und Bildzeichen	100%	40,0%
Schutzbügel	100%	66,6%
Stellteile	100%	100%

Warnhinweise und Bildzeichen waren bei den gebrauchten Heuwerbegeräten nur mehr zu zirka 40% vorhanden. Bei den Neumaschinen wurden Warnhinweise und Bildzeichen zu 100% vorgefunden.

Weitere Abweichungen gab es bei den Anforderungen zum Schutz gegen unbeabsichtigten Kontakt mit den Zinken und Zinkenträgern. Sie wurden zu 66,6% (4/6) erfüllt, da bei zwei

Heuwerbegeräten die Schutzbügel abmontiert waren. Bei den Neugeräten waren die Schutzbügel zu 100% vorhanden.

Die Anforderungen zu den Stellteilen wurden sowohl von den gebrauchten sowie von den neuen Heuwerbegeräten (100%, 6/6) erfüllt.

7.2 Diskussion zu den Ergebnissen der Evaluierung

Bei der Evaluierung der gebrauchten Kreiselzettwender zeigte sich, dass die Kennzeichnung laut Vorschrift nur zu 69,4% und die Warnhinweise und Bildzeichen zu 41,6% vorhanden waren. Dies ist auch durch das Alter der Maschinen bedingt, da sich einige Aufkleber abgelöst hatten oder nicht mehr lesbar waren. Demgegenüber erfüllten die Neugeräte die Vorschriften zu 100%. In der Studie von Kocher über die Ermittlung von Unfallursachen mit Holzspaltern zur Verbesserung der Arbeitssicherheit waren bei der Evaluierung der neuen Geräte Warnhinweise in Form von Piktogrammen zu 93% vorhanden (Kocher, 2012).

Im Gegensatz zu den Neugeräten wurden die Anforderungen laut DIN EN 2454-10 Punkt 5.3.1 zum Schutz gegen unbeabsichtigten Kontakt mit den Zinken und Zinkenträgern nur zu 66,7% (4/6) erfüllt, da bei zwei Heuwerbegeräten die Schutzbügel abmontiert waren.

Bei der Evaluierung der alten und neuen Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) erfüllten alle die Vorschriften zu Kennzeichnung. Bei 66,6% (2/3) der gebrauchten Heuraupen waren keine Warn- und Instruktionshinweise mehr sichtbar und die Anforderung, dass sich die Parameter der Maschine nicht unkontrolliert ändern dürfen, falls dies zu einer Gefährdungssituation führt, nicht erfüllt. Bei den Neugeräten wurden diese Anforderungen zu 100% erfüllt.

8 Herstellerbefragung

In diesem Abschnitt wurden die Ergebnisse aus der Herstellerbefragung dargestellt und mit vorhandener Literatur diskutiert.

Für die Befragung der Hersteller von Heuwerbegeräten (Kreiselzetter, -schwader, Heuraupen) wurden insgesamt 19 Firmen der Länder Österreich, Deutschland, Finnland, Norwegen, Frankreich, Niederlande, Slowenien, Italien und Dänemark kontaktiert. Zu Rückmeldungen waren lediglich vier Hersteller bereit, wovon drei Firmen Kreiselzettwender und Schwader herstellen und eine Firma Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) fertigt.

8.1 Ergebnisse zur Herstellerbefragung

Häufige Tätigkeiten mit Kreiselzettwendern und –schwadern beim Verunfallen sowie die unfallverursachenden Hergänge wurden unter Punkt 5.2.2 und 5.2.3 beschrieben.

Bei den Unfällen mit Heuraupen (Einachser + Bandrechwender) sind die unfallverursachenden Tätigkeiten und –hergänge unter diesen beiden Punkten nachzulesen. Aus den Ergebnissen der Befragung ging hervor, dass keine (100%, 4/4) der befragten Firmen bisher mit ähnlichen Unfallstatistiken konfrontiert wurden.

Zur Vermeidung dieser Unfälle mit **Kreiselzettwendern und Kreiselschwadern** gaben 100% (3/3) der Hersteller an, den Punkt 1.3.7 aus der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG zu erfüllen.

Dieser besagt, dass Unfallrisiken durch Berührung dieser Teile durch konstruktive Maßnahmen zu verhindern sind- und unter Punkt 2.4.1 im Detail beschrieben sind.

Die vorgeschriebenen Schutzbügel an der Vorderseite in Fahrtrichtung und nach hinten quer zur Fahrtrichtung zum Schutz gegen unbeabsichtigten Kontakt mit Zinken und Zinkenträger lassen sich mit Werkzeug für zum Beispiel den Transport bei 100% (3/3) der Hersteller abmontieren.

Zwei Drittel (66%, 2/3) der Hersteller gaben an, dass es nicht möglich ist, noch zusätzliche Schutzbügel im hinteren Kreiselbereich zu montieren, da dies bei der Verwendung der Maschine stören würde, weil das Schnittgut am hinteren Schutzbügel hängen bleiben würde.

Von den Herstellern (100%, 3/3) wurden keine zusätzlichen Schutzeinrichtungen angeboten, um den Kontakt mit Zinken zu vermeiden.

Laut der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG 1.6.1. müssen die Einrichtungs- und Wartungsstellen außerhalb der Gefahrenbereiche liegen. Die Einrichtungs-, Instandhaltungs-, Reparatur-, Reinigungs- und Wartungsarbeiten müssen bei stillgesetzter Maschine durchgeführt werden können.

Alle Hersteller (100%, 3/3) gaben an, dass es konstruktiv nicht möglich ist, dass die Einrichtungs- und Wartungsstellen außerhalb der Gefahrenbereiche liegen.

Die Einrichtungs-, Instandhaltungs-, Reparatur-, Reinigungs- und Wartungsarbeiten können bei den Fabrikaten aller befragten Hersteller (100%, 3/3) bei stillgelegter Maschine durchgeführt werden.

Bei allen befragten Herstellern (100%, 3/3) wurde in der Betriebsanleitung darauf verwiesen, dass die Einrichtungs-, Instandhaltungs-, Reparatur-, Reinigungs- und Wartungsarbeiten bei stillgesetzter Maschine zu erledigen sind.

Laut der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG 1.3.2. müssen die verschiedenen Teile der Maschine und ihre Verbindungen untereinander den bei der Verwendung der Maschine auftretenden Belastungen standhalten. Die verwendeten Materialien müssen –

entsprechend der vom Hersteller oder seinem Bevollmächtigten vorgesehenen Arbeitsumgebung der Maschine – eine geeignete Festigkeit und Beständigkeit, insbesondere in Bezug auf Ermüdung, Alterung, Korrosion und Verschleiß, aufweisen.

In der Betriebsanleitung ist anzugeben, welche Inspektionen und Wartungsarbeiten in welchen Abständen aus Sicherheitsgründen durchzuführen sind. Erforderlichenfalls ist anzuführen, welche Teile dem Verschleiß unterliegen und nach welchen Kriterien sie auszutauschen sind. Wenn trotz der ergriffenen Maßnahmen das Risiko des Berstens oder des Bruchs von Teilen weiter besteht, müssen die betreffenden Teile so montiert, angeordnet sowie gesichert sein, dass Bruchstücke zurückgehalten werden und keine Gefährdungssituationen entstehen.

Diese Punkte trafen bei allen Herstellern (100%, 3/3) zu. Eine Zinkenverlustsicherung wurde ebenfalls von 100% (3/3) der Hersteller angeboten.

Zum Stoppen der Kreisel vertraten Hersteller eine unterschiedliche Meinung. Laut einem Hersteller wäre es möglich, die Kreisel automatisch zu stoppen, sobald eine Person den Schutzbügel berührt oder in diesen gelangt. Es müsste schlepperseitig eine entsprechende Zusatzsicherung verbaut werden, die mit einem Stecker für das Gerät verbunden ist. In diesem Fall könnte über Kontaktschalter ein Abschalten erreicht werden, aber es würde zu keinem schlagartigen Stillstand kommen.

Für einen weiteren Hersteller galt es als möglich, aber extrem aufwendig und kostspielig. Einem weiteren Hersteller war keine Technologie bekannt, die sich bei diesen Maschinen realisieren lässt.

Das Montieren von Not-Aus-Schalter auf dem Gerät sahen zwei Hersteller (2/3, 66,7%) als nicht möglich und einer (1/3, 33,3%) als realisierbar an. Es erscheint derzeit als noch extrem aufwendig und kostspielig.

Mit der Einführung von Elektroantrieben wurde es als durchaus machbar angesehen, die Kreisel könnten auch über eine Wirbelstrombremse gebremst werden.

Die Wirbelstrombremse findet häufig Anwendung in Hochgeschwindigkeitszügen wie den ICE und Achterbahnen. „Bewegt sich eine Metallplatte in einem Magnetfeld, werden in ihr Wirbelströme induziert. Diese Ströme erzeugen wiederum ein Magnetfeld, das nach der Regel von Lenz dem äußeren entgegengesetzt ist. Die Metallplatte wird dadurch gebremst. Die Bewegungsenergie wird dadurch in innere Energie umgewandelt. Durch Wirbelstrombremsen kann ein Fahrzeug (z.B. LKW, Zug, usw.) verschleißfrei und berührungsfrei fast bis zum Stillstand abgebremst werden“ (Anonym, 2013)⁷.

Laut Maschinenrichtlinie 2006/42/EG 3.4.6. sind Maschinen, die zum Ziehen eingesetzt oder gezogen werden, mit Anhängervorrichtungen oder Kupplungen auszurüsten, die so konstruiert, ausgeführt und angeordnet sind, dass ein leichtes und sicheres An- und

⁷ www2.klett.de/sixcms/media.php/229/772640_0400.pdf

Abkuppeln sichergestellt ist und ein ungewolltes Abkuppeln während des Einsatzes verhindert wird. Diese Anforderung wurde von allen Herstellern (100%, 3/3) erfüllt. Es wird durch die Art und Ausführung der Verbindungseinrichtung und durch höhenverstellbare Stützfüße, durch eine Standard-Dreipunktanhängung oder eine Zugpendelanhängung, stabile Stützfüße, Splinte, Bolzen mit Sicherung, Absperrhähnen an Hydraulikleitungen, Transportverriegelungen und über eine sichere Verriegelung der Schnellkuppler sichergestellt.

Laut der DIN EN ISO 4254-1 muss der Wechsel von der Transport- in die Arbeitsstellung oder umgekehrt möglich sein, ohne dass die Bedienungsperson Quetsch- oder Schergefahren ausgesetzt wird.

Diese Voraussetzung wurde bei allen Herstellern (100%, 3/3) durch eine hydraulische Betätigung vom Traktor aus und durch die Anleitung in der Bedienungsanleitung gewährleistet. Lediglich zum Entriegeln der Transportsicherung muss an einigen Maschinen ein Seil, von der Kabine aus, gezogen werden.

Bei allen Herstellern (100%, 3/3) wurde auf die Gefahreneinschulung beim An- und Abhängen und beim Aus- und Einklappen hingewiesen.

Die handbetätigten Stellteile sind zu jeweils 33,3% (1/3) vom Boden aus in stehender Position, zu 33,3% (1/3) vom Fahrerplatz aus und zu 33,3% (1/3) vom Fahrerplatz und vom Boden aus einzustellen.

Einige der Basiseinstellungen, wie beispielsweise Kreiselneigung beim Schwader, können nur innerhalb des Gefahrenbereichs verstellt werden. Diese Einstellungen werden allerdings vor der Übergabe der Maschine vom Händler ausgeführt. Alle weiteren Einstellungen wie Zinkenhöhe, Grenzstreuen, Einfach- und Mehrfachs Chad sowie Arbeitsbreite können an allen Maschinen verändert werden, ohne in den Sicherheitsbereich zu treten oder hydraulisch oder per Seilzug vom Fahrersitz angepasst werden.

Die Vorgabe aus der ÖNORM EN ISO 4254-10, dass der senkrechte Abstand zwischen dem Stellteil und der oberen Kreiselebene mindestens 150 mm beträgt, erfüllten 33,3% der Hersteller (1/3). Zwei Drittel der Hersteller (66,6%, 2/3) gaben an, dass dies konstruktiv nicht möglich ist, wobei ein Hersteller angab, dass die Neigungsverstellung der Räder anders nicht lösbar ist, ein anderer Hersteller führte an, dass sich das Stellteil am Kreisel befindet.

Zur Vermeidung der Unfälle mit **Heuraupen** (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) führte der befragte Hersteller an, dass die Landwirte beim Kauf vom Hersteller und Händler eingeschult werden. Es wird grundsätzlich keine wiederkehrende technische Überprüfung der sicherheitsrelevanten Teile angeboten, jedoch werden Überprüfungen bei Stützpunkthändlern offeriert.

Laut der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG 3.3.4. darf eine mitgängergeführte selbstfahrende Maschine eine Verfahrbewegung nur bei ununterbrochener Betätigung des entsprechenden

Stellteils durch den Fahrer ausführen können. Eine Verfahrbewegung darf nicht möglich sein, während der Motor in Gang gesetzt wird.

Die Stellteile von mitgängergeführten Maschinen müssen so ausgelegt sein, dass die Risiken durch eine unbeabsichtigte Bewegung der Maschine für den Fahrer so gering wie möglich sind; dies gilt insbesondere für die Gefahr, von Maschinenteilen eingequetscht oder der Maschine überfahren zu werden und durch umlaufende Werkzeuge verletzt zu werden.

Dieser Punkt wurde laut dem Hersteller ebenso wie der Punkt 1.2.1. der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, laut der sich die Parameter der Maschine nicht unkontrolliert ändern dürfen, wenn eine derartige unkontrollierte Änderung zu Gefährdungssituationen führen kann, erfüllt.

Als Sicherheitsmaßnahme gegen ein **Überfahrenwerden bei Kontrollverlust** gibt es eine Totmannschaltung und eine Kupplungsbremse. Beim Loslassen der Totmannschaltung bleibt die Heuraupe (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) innerhalb von 50 cm stehen.

In der Bedienungsanleitung wurde auf die richtige Arbeitskleidung und Arbeitsschuhe hingewiesen.

8.2 Diskussion zu den Ergebnissen der Herstellerbefragung

Bei der Befragung der Hersteller stellte sich heraus, dass keine der befragten Firmen bisher mit ähnlichen Unfallstatistiken, wie diese aus der Unfallanalyse hervorgegangen sind, konfrontiert wurden. Die Studie von Prodingler über die Analyse von Unfällen beim Auf- und Absteigen von Traktoren kam ebenfalls zu dem Ergebnis das 100% der befragten Hersteller nicht mit ähnlichen Unfallstatistiken konfrontiert wurden (Prodingler, 2011).

Die Hersteller gaben an, alle geltenden Vorschriften zu erfüllen.

Bei den Kreiselzettwendern und Kreiselschwadern lassen sich die Schutzbügel mit Werkzeug für zum Beispiel den Transport abmontieren, was natürlich zur missbräuchlichen Demontage der Schutzbügel führen kann. Einen zusätzlichen Schutzbügel zu montieren, wäre nur bei Kreiselschwadern möglich, da beim Kreiselzettwender das Schnittgut am Schutzbügel hängen bleiben würde.

Von den Herstellern werden aufgrund der geringen Nachfrage und hohen Entwicklungskosten keine zusätzlichen Schutzeinrichtungen angeboten, um den Kontakt mit Zinken zu vermeiden.

Bei den Fabrikaten aller befragten Hersteller können die Einrichtungs-, Instandhaltungs-, Reparatur-, Reinigungs- und Wartungsarbeiten bei stillgelegter Maschine durchgeführt werden, wodurch es zu keiner Gefährdungssituation kommt. Hierauf wird zusätzlich noch in den Betriebsanleitungen verwiesen. Eine Zinkenverlustsicherung wird von 100% (3/3) der Hersteller angeboten.

Zwei Drittel (66,6%, 2/3) halten es für möglich eine Sicherheitseinrichtung einzubauen, welche die Kreisel stoppt, sobald eine Person den Schutzbügel berührt. Dies wäre aber technisch extrem aufwendig und zu kostspielig.

Ein Drittel (33,3%, 1/3) der Hersteller halten es für realisierbar, einen Not-Aus-Schalter an den Kreiselschwadern beziehungsweise Kreiselzetttern zu montieren. Dies wäre aber ebenfalls technisch extrem aufwendig und kostspielig.

Alle Hersteller gaben an, dass der Wechsel von Transport in die Arbeitsstellung oder umgekehrt hydraulisch oder per Seil möglich ist. Dadurch wird die Bedienungsperson keinen Quetsch- oder Schergefahren ausgesetzt.

Bei den Heuraupen gab der Hersteller ebenfalls an, alle Vorschriften zu erfüllen. Außerdem werden die Landwirte wie beim Kauf von Kreiselzettwendern und Kreiselschwadern eingeschult.

Als wichtigste Sicherheitsmaßnahme gegen ein Überfahrenwerden bei Kontrollverlust, wie zum Beispiel gegen das Ausrutschen, ist in allen Heuraupen eine sogenannte Totmannschaltung verbaut. Diese befindet sich am Führungsholm und muss ständig gedrückt werden, ansonsten stoppt die Maschine und der Bandrechwender wird angehalten.

9 Präventionsmaßnahmen für Unfälle mit gebrauchten und neuen Heuwerbegeräten

Für die Weiterentwicklung der Präventionsmaßnahmen wurden die Unfälle in die Kategorien **Erfasstwerden von der Maschine, Zusammenstoßen mit der Maschine, von der Maschine überfahren werden** und **Sturz von der Maschine** eingeteilt.

Im Punkt 5.2.2, 5.2.3 und 5.2.4 wurden die Tätigkeiten während des Verunfallens, die Unfallhergänge und die Unfallursachen der einzelnen Unfallkategorien beschrieben.

Von der Health and Safety Executive (HSE) wurde ein Merkblatt mit Tipps für den sicheren Umgang mit landwirtschaftlichen Maschinen mit nachfolgend angeführtem Inhalt veröffentlicht.

Viele landwirtschaftliche Maschinen haben gefährliche bewegliche Teile, welche zu schweren oder tödlichen Verletzungen führen können.

Es ist sehr gefährlich, Arbeiten an der Maschine durchzuführen während der Motor sowie die Zapfwelle eingeschaltet ist. Vor Wartungs- und Einstellungsarbeiten oder dem Zusammen- und Auseinanderklappen ist es sehr wichtig, dass die Handbremse angezogen ist, die Bedienelemente auf neutral gestellt sind und der Motor abgeschaltet ist. Diese Punkte sind zu beachten, bevor der Fahrersitz verlassen wird, wenn sich jemand anderer nähert und bevor Arbeiten an der Maschine durchgeführt werden. Es ist immer darauf zu

achten, dass sich keine Maschinenteile mehr bewegen, bevor sich eine Person ihr nähert. Die Nachlaufzeit (der Kreisel) kann zwischen ein paar Sekunden und ein paar Minuten liegen, je nach Maschine.

Bevor die Arbeit mit der Maschine beginnt, sollten die in Tabelle 23 beschriebenen sicherheitsrelevanten Punkte beachtet werden.

Tabelle 23: Sicherheitsrelevante Punkte vor Arbeitsbeginn

- Alle Sicherheitseinrichtungen wie Schutzbügel müssen vorhanden und funktionsfähig sein.
- Die Bedienungsperson sollte ausreichend geübt sein, um die Maschine zu betätigen.
- Die Bedienungsanleitung muss vor Inbetriebnahme gelesen und verstanden werden.
- Es ist auf richtige Arbeitskleidung zu achten.
- Die Arbeit muss gut geplant sein und alle eventuell gefährdeten Personen müssen informiert werden.
- Jede an der Arbeit beteiligte Person muss verstehen was zu tun ist und es sollte ein Kommunikationssystem vorhanden sein, falls zwei oder mehr Personen in die Arbeit involviert sind.

Quelle: HSE, 2012

Um zu sehen, ob die Maschine in einem guten Arbeitszustand und sicher zu verwenden ist, sollte vor der Inbetriebnahme überprüft werden, ob mechanische Schäden vorhanden sind, zum Beispiel an den Reifen, Bremsen, lockere oder abgebrochene Zinken.

Die Sicherheitseinrichtungen müssen stabil angebracht und in einem guten Zustand sein. Falls sie beschädigt sind, müssen sie vor Inbetriebnahme ausgetauscht werden. Alle Stellteile müssen ausreichend gekennzeichnet sein und es muss überprüft werden, ob das Gerät richtig an den Traktor montiert ist.

Wenn mit der Maschine gearbeitet wird, sollen keine Schutzeinrichtungen entfernt werden, um zum Beispiel schneller arbeiten zu können. Wenn eine Schutzeinrichtung beschädigt wird, soll die Arbeit gestoppt werden und diese sofort repariert werden. Vor dem Starten der Maschine kontrollieren, ob sich Personen in der Nähe befinden, falls ja, sollen diese gewarnt werden. Von der fahrenden Maschine sollte keinesfalls ab- oder aufgestiegen werden (Health and Safety Executive, 2012).

9.1 Erfasstwerden von der Maschine

Zum Schutz vor gelösten Zinken gibt es die sogenannte Zinkenverlustsicherung, welche beim Kauf des neuen Kreiselzettwenders oder Kreiselschwaders schon an den Zinken montiert ist oder nachträglich an die Zinken angebaut werden kann.



Abbildung 9: Zinkenverlustsicherungen⁸

Zum Schutz gegen ein versehentliches Einkuppeln der Zapfwelle wird empfohlen, den Motor und die Zapfwelle auszuschalten, sobald der Traktor verlassen wird. In der Praxis halten sich leider viele Landwirte nicht daran, weil sie glauben, dadurch Zeit zu sparen. Bei manchen Traktoren erklingt ein Warnton, wenn der Fahrer den Sitz verlässt und die Zapfwelle noch läuft. Effektiver ist es, wenn sich die Zapfwelle und der Motor ausschalten, sobald sich der Fahrer von seinem Sitzplatz erhebt. Dies ist durch einen Drucksensor im Traktorsitz möglich.

Um umstehende Personen gegen das Erfasstwerden zu schützen, ist es bei Kreiselschwadern möglich, noch einen zusätzlichen Schutzbügel im hinteren Kreiselbereich zu montieren. Bei Kreiseltzettwendern ist dies nicht möglich, weil die Schutzbügel sehr hoch befestigt werden müssten, um ein Hängenbleiben des Werbeguts zu verhindern, da die Zinken schräg nach hinten geneigt sind. Es wäre auch möglich, Infrarotsensoren zu montieren, die zu einem Blockieren der Kreisel führen, sobald sich eine Person dem Gerät nähert. Die Umsetzung ist in der Praxis sehr schwierig und würde zu erheblichen Mehrkosten führen. Es könnten Not-Stopp-Knöpfe am Gerät montiert werden, die mit Bremsen im Kreisel verbunden sind. Dies ist in der Praxis technisch und aufgrund der Kosten schwer umzusetzen.

Bei der Konstruktion sollte darauf geachtet werden, dass sich die Sicherheitsbügel nicht zu leicht abmontieren lassen, beispielsweise durch Spezialschrauben.

Auf das Einhalten des Sicherheitsabstandes für umstehende Personen ist in der Bedienungsanleitung hinzuweisen.

Um die Gefahr des Ausrutschens zu minimieren, muss auf angepasstes Schuhwerk wie Bergschuhe, Arbeitsschuhe und Sicherheitsschuhe geachtet werden.

9.2 Zusammenstoßen mit der Maschine

Bei Neugeräten ist es meistens nicht mehr notwendig, sich beim Aus- und Einklappen in den Gefahrenbereich zu begeben, da das Aus- und Einklappen hydraulisch oder per Seilzug vom

⁸ www.faie.at/Landmaschinen/Zinken-und-Ersatzteile/Kreiselheuer-und-schwader/Sonstige-Ersatzteile/Zinkenverlustsicherung-Universal-fuer-Zinken-8-10-5-mm.html

Fahrersitz aus möglich ist. Bei Altgeräten, die händisch aus- und einzuklappen sind, ist auf eine vorsichtige Arbeitsweise zu achten, es wird das Tragen von Arbeitshandschuhen empfohlen.



Abbildung 10: Seilzug vom Traktor aus bedienbar

Um die Verletzungsgefahr beim An- und Abhängen zu verringern, ist darauf zu achten, die Hände und Finger vom Verriegelungsmechanismus fernzuhalten. Außerdem empfiehlt sich die Verwendung von Bolzenkupplungen. „Nichtselbsttätige Bolzenkupplungen dürfen am Traktorheck verwendet werden, wenn das Zugmaul vom Fahrersitz aus einsehbar ist und der Kuppelvorgang auch von dort aus durchgeführt werden kann. Aus Sicherheitsgründen darf sich beim Ankuppeln eines Anhängers niemand zwischen Traktor und Anhänger aufhalten. Bei nichtselbsttätigen Bolzenkupplungen ist der Griff des Kupplungsbolzens meist mit einer Verlängerung versehen, um die oben genannte Vorschrift einhalten zu können. Selbsttätige Bolzenkupplungen können mit einer ‚Fernbedienung‘ ausgerüstet sein, um ein Einkuppeln vom Fahrersitz aus zu ermöglichen. Wird mit ‚geöffneter‘ Kupplung an einen Anhänger (Deichsel auf Kupplungshöhe eingestellt) herangefahren, löst die Zugöse den

Verriegelungsmechanismus aus und die Kupplung schließt selbsttätig. Dabei ist aber darauf zu achten, dass der Kupplungsbolzen seine Endstellung erreicht hat. Die Verriegelungsstellung der selbsttätigen Bolzenkupplung wird vom Hersteller vorgegeben (Kontrollstift, Endstellung des Betätigungshebels ...). Durch geringe Vorwärts- und Rückwärtsbewegung des Traktors wird ‚normalerweise‘ eine korrekte Verriegelung erreicht“ (Fröba & Schauer, 2003:6)

Das Gangl Docking System ist ein Schnellkuppelsystem, mit dem die Arbeitsmaschinen inklusive Hydraulik und Gelenkwelle vollautomatisch und ohne abzusteigen in wenigen Sekunden an den Traktor an- und abgehängt werden können. Das System besteht aus einer dreieckförmigen Anhängervorrichtung am Traktor und einem passenden Gegenstück an der Arbeitsmaschine.



Abbildung 11: Gangl Docking System⁹

Um die Gefahr des Ausrutschens zu minimieren, ist auf angepasstes Schuhwerk wie beispielsweise Bergschuhe, Arbeitsschuhe und Sicherheitsschuhe zu achten.

9.3 Von der Maschine überfahren werden

Neben den normalen Bremsenrichtungen gibt es bei Neugeräten zur Verhinderung von Überfahrunfällen bei Kontrollverlust die sogenannte Totmannschaltung. Hierbei handelt es sich um einen Sicherheitsschalter, der einseitig oder beidseitig am Führungsholm montiert ist und ständig mit der Hand gedrückt werden muss. Sobald der Sicherheitsschalter losgelassen wird, wird der Motor abgeschaltet und die Reifen blockieren, der Bandrechwender wird ebenfalls deaktiviert. Sofern die Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) mit einem Zündunterbrecher als Abstelleinrichtung versehen sind, wäre es möglich diese mit einer Totmannschaltung nachzurüsten.

⁹ www.landwirt.com/berichtdiashow/PK_GanglDockingSystems_GDS_3,18,Kostenloses-Probeheft-mit-Artikel-GDS-3-Schnellkuppler.html



Abbildung 12: Totmannschaltung

Bei älteren Heuraupen kam es zu Unfällen, weil sich der Gang gelöst hat beziehungsweise beim Einkuppeln zu wenig Gas gegeben wurde und das Gerät deswegen unkontrolliert rückwärts oder vorwärts gerollt ist. Bei Neugeräten gibt es eine Kupplungsbremse, welche die Reifen während des Kupplungsvorganges blockiert. Der Zapfwellenantrieb wird ebenfalls unterbrochen.

Um die Heuraupe schieben zu können, ohne dass der Motor gestartet wird, muss ein Hebel außerhalb des Handbereichs umgelegt werden. Meistens ist dafür noch das Gehäuse extra hochzuklappen, was eine versehentliche Betätigung sehr unwahrscheinlich macht.

Da die Landwirte auf steilen Flächen oft seitlich neben dem Gerät gehen, würde ein längerer Führungsholm die Distanz zu den Reifen erhöhen.

Um die Gefahr des Ausrutschens und Abrutschens zu minimieren, ist auf angepasstes Schuhwerk wie beispielsweise Bergschuhe, Arbeitsschuhe und Sicherheitsschuhe zu achten.

9.4 Sturzunfälle

Um den Sturz von einer Maschine zu verhindern, ist darauf zu achten, sich immer gut beim Auf- und Absteigen festzuhalten, wofür auch ein normgerechter Aufstieg vorzusehen ist. Es ist nicht vorgesehen, dass jemand auf den Kreiselzettwender oder Kreiselschwader steigt und klettert, deswegen sind keine Haltegriffe vorhanden. Um ein Stolpern zu vermeiden, ist aufmerksames Arbeiten erforderlich und Gefahren, die zum Stolpern im Arbeitsbereich führen, sind zu beseitigen. Um die Gefahr des Abrutschens zu minimieren, ist auf angepasstes Schuhwerk, wie beispielsweise Bergschuhe, Arbeitsschuhe und Sicherheitsschuhe, zu achten.

10 Weiterführende Arbeiten

Die weiterführenden Arbeiten beziehen sich auf die Analyse von Unfallberichten, um genauere Informationen zu den Unfällen zu erhalten, welche elektronisch in eine vorgefertigte Datenbank eingegeben werden können. Jene Unfalldaten, welche Relevanz für Konstruktion und Bedienung von Heuwerbegeräten haben, sollten den Herstellern zur Verfügung gestellt werden. Dadurch könnte direkt auf vorherrschende Mängel und Probleme reagiert werden.

Desweiteren beziehen sich die weiterführenden Arbeiten auf mögliche Sicherheitsausstattungen und das Einhalten von Standards von rechtlichen Vorschriften. Über einen Expertenkreis könnten die Ergebnisse dieser Arbeit, die Ergebnisse der Herstellerbefragung und die Möglichkeiten der Implementierung vorhandener und neuer Informations- und Kommunikationstechnologien diskutiert werden.

Nutzer von Heuwerbegeräten, verunfallte Landwirte und Dienstnehmer, Vertreter von Sozialversicherungsanstalten und Fachkräfte von Heuwerbegeräteherstellern aus den Bereichen Konstruktion und Entwicklung sollen bei der Applikation dieser mitwirken. Zweck dieser ist es, rascher effiziente sowie umsetzungsfähige Entscheidungen in der Weiterentwicklung der Präventionsmaßnahmen mit Herstellern und Präventionsberatung nutzerorientiert zu erreichen.

Fragebögen zu Beinahe-Unfällen sollten jährlich an alle mit diesen Maschinen tätigen Personen versendet werden, um bestehende Probleme bei der Mensch-Maschine Interaktion zu erkennen und um mögliche Maßnahmen zur Unfallprävention auszuarbeiten. Die Untersuchung dieser Beinahe-Unfälle könnte darüber Aufschluss geben, wie häufig sich diese ereignen und inwieweit sich deren Unfallfaktoren mit jenen mittelschwerer Unfälle decken.

Videoanalysen könnten durchgeführt werden, um nachvollziehbarer zu eruieren wie und warum die Personen in den Gefahrenbereich geraten. Die dadurch abgeleiteten Ergebnisse könnten zur Herleitung von Konstruktionsverbesserungen verwendet werden.

Eine jährliche sicherheitstechnische Überprüfung aller Heuwerbegeräte durch Mitarbeiter der Sozialversicherungsanstalten wäre anzustreben, um auf etwaige Sicherheitsrisiken aufmerksam zu machen und diese zu beheben.

11 Zusammenfassung

11.1 Zusammenfassung

Aufgrund der fortschreitenden Mechanisierung und dem Einsatz von größeren Maschinen in der Landwirtschaft steigt das Risiko für Landwirte einen Maschinenunfall zu erleiden. Für die Herstellung und den Vertrieb von Heuwerbegeräten gelten umfangreiche Vorschriften, die zur Unfallvermeidung beitragen sollen. Um die Ursachen der Unfälle mit Heuwerbegeräten zu ermitteln und die Unfallverhütung bedarfsgerecht weiterzuentwickeln, wurden die Unfallberichte der Sozialversicherungsanstalt der Bauern analysiert.

Zu den untersuchten Heuwerbegeräten zählten Kreiselzettwender, Kreiselschwader und Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender). Von 62 erhobenen Unfällen in der Datenbank der SVB aus den Jahren 2008 bis 2010 entsprachen nur 35 diesen Maschinenarten, die anhand der dokumentierten Inhalte in den Unfallberichten nach der Phrasenanalyse analysiert wurden. Verunfallte mit diesen Maschinen wurden persönlich befragt, um die bei der Textanalyse entstandenen Informationslücken zu den Unfallhergängen zu eliminieren. Eine Evaluierung nach geltenden Vorschriften wurde bei den gebrauchten Heuwerbegeräten bei der Verunfalltenbefragung und den Neugeräten im Handel durchgeführt, insbesondere um deren Umsetzungsgrad und folglich Wirksamkeit zu erfassen. Die Hersteller wurden zu aktuellen und zukünftigen sicherheitstechnischen Entwicklungen und zur Umsetzung der Inhalte von geltenden Vorschriften schriftlich befragt. Die Unfälle ereigneten sich beim Aus- und Einklappen, beim An- und Abhängen, beim Heuschwaden, beim Heu-wenden und bei Wartungsarbeiten im Hofbereich und auf Grundstücken. Die Verunfallten waren zu einem Großteil die Betriebsführer. Als häufige Unfallhergänge wurden der Zusammenstoß mit der Maschine, Erfasstwerden von der Maschine, Überfahrenwerden von der Maschine und Sturzunfälle eruiert. Zu den häufigsten Verletzungsarten zählten Frakturen, Mehrfachverletzungen und Riss-Quetschwunden. Defizite in der Arbeitssicherheit ergaben sich durch die Arbeitsweise, Arbeitstechnik, Nichteinhalten des Sicherheitsabstandes und das Nichttragen von Arbeitsschuhen. Der Großteil der evaluierten Unfallmaschinen war älter als 15 Jahre. Bei den Unfällen mit Kreiselzettwendern und Kreiselschwadern waren die involvierten Maschinenteile hauptsächlich die Kreisel und die Zinken. Bei den Unfällen mit Heuraupen (Einachser + aufgesattelter Bandrechwender) galten als involvierte Maschinenteile ausschließlich die Räder. Etwa 60% der Verunfallten waren beim Verunfallen in Eile beziehungsweise Stress und 80% führten menschliches Verhalten als Hauptgrund für das Verunfallen an. Die Neumaschinen erfüllten alle in Normen und Richtlinien enthaltenen sicherheitstechnischen Vorgaben, bei den gebrauchten Maschinen war dies nicht immer der Fall.

Die befragten Hersteller produzierten die Maschinen richtlinienkonform. Die Entwicklung und die Anbringung neuer Sicherheitstechnologien wurde als technisch extrem aufwendig

und zu kostspielig beurteilt, außerdem wurde auf eine zu geringe Nachfrage verwiesen. Als Präventionsmaßnahme gegen das Erfasstwerden von der Maschine eignet sich eine Zinkenverlustsicherung zum Schutz vor gelösten Zinken. Zum Schutz gegen unbeabsichtigtes Einkuppeln der Zapfwelle ist der Motor auszuschalten, sobald der Traktor verlassen wird. Um umstehende Personen zu schützen, wäre es möglich, einen zusätzlichen Schutzbügel im hinteren Kreiselbereich zu montieren. Die Installation von Infrarotsensoren oder Not-Stopp-Knöpfen an Maschinen ist technisch nur kostspielig umzusetzen.

Das Zusammenstoßen mit der Maschine beim Aus- und Einklappen kann durch den Klappvorgang per Hydraulik oder Seilzug vom Fahrersitz aus vermieden werden.

Um die Verletzungsgefahr beim An- und Abhängen zu verringern, sind Maschinen vom Fahrersitz aus An- und Abzuhängen, wofür Bolzenkupplungen oder Docking Systeme zu wählen sind.

Als Präventionsmaßnahme gegen das Überfahrenwerden von der Maschine gibt es die sogenannte Totmannschaltung, welche sich auf dem Führungsholm befindet. Sobald diese losgelassen wird, stoppt der Motor und die Reifen blockieren. Es ist möglich die Totmannschaltung bei Altgeräten nachzurüsten. Unkontrolliertes Vorwärts- und Rückwärtsrollen ist über eine Kupplungsbremse zu vermeiden, die Reifen blockieren, solange kein Gang eingelegt wurde.

Um Sturzunfälle zu verhindern, ist auf angepasstes Schuhwerk zu achten und es sollte nicht auf die Geräte geklettert werden.

Alte Geräte sollten, wenn wirtschaftlich vertretbar, mit sicherheitstechnischer Ausstattung nachgerüstet werden und Neumaschinen mit dieser integriert gekauft werden.

11.2 Summary

Accidents with machines are increasing due to progressive mechanization and use of larger machinery in agriculture. The accident data of the SVB were evaluated to analyze the cause of accidents with hay machines and to prepare a proposal for the prevention of accident. The investigated accidents happened with tedder, rotary and hay caterpillars (single axle + semi-mounted belt rakes). For the production and distribution of hay machines extensive provisions apply to contribute to accident prevention. There were analyzed 35 accident reports on the basis of accident reports out of 62 reported accidents in the database of the SVB which happened between 2008 to 2010. To close the resulting gaps in the accident analysis the victims were interviewed. An evaluation according to applicable regulations was conducted at the used hay machines during the user survey and the new machines in commerce. In addition, the manufacturers were asked on current and future developments and the application of regulations.

The accidents occurred during deployment and retraction, the attachment and detachment, while raking hay, the hay-call and maintenance work in the yard and land. In most cases, the

operators were the victims. Accidents were the collision with the machine, capture from the machine, roll-over and falling. The most common types of injuries included fractures (32%, 10/31), multiple injuries (26%, 8/31) and crack-contusions (10%, 3/31). Shortcomings in the work safety resulted in the working method, working technique, insufficient safety distance and non-wearing of working gloves. Most of the accidental machinery was older than 15 years. In accidents with tedders and gyrorakes, the involved machine parts were mainly the gyro or the tines. In accidents with hay caterpillars (single axle + semi-mounted belt rakes), the involved machine parts were only the wheels.

There happened 60% of casualties reported in a hurry or stress and 80% resulted in human behavior as the main reason for an accident. All new machines fulfilled the legal regulations, with the used machines it was not always the case.

The manufacturers mentioned to fulfill all prescribed standards. The development and installation of new safety technologies are technically complex and costly, there is also too little demand.

To avoid capture from the machine, turn off the motor when the tractor is left, is recommended, especially as a protection against accidental engagement of the PTO. To protect bystanders, it would still be possible to mount an additional rear safety bar. Furthermore, it would be possible to assemble infrared sensors or emergency stop buttons on the device, but this is technically and because of the costs difficult to implement. Against accidents caused by collision with the machine during deployment and retraction, machines can manage the folding process by hydraulic or cable operated from the driver's seat. Couple and uncouple is recommended without leaving the driver's seat by the use of boltcouplings or Docking Systems. The rollover by the machine can be avoided by dead man's handle, which is located on the guide rail. Once this is released, the motor stops and the wheels are blocking. In older hay caterpillars (single axle + semi-mounted belt rakes), make sure to engage properly, otherwise they can roll uncontrollably backward or forward on uneven terrain. A clutch brake enabling the tires to block as long as no gear is engaged. For preventing of falling accidents, it is important to wear adapted footwear and not to climb on the machinery.

Old equipment should be improved with safety technologies when economically feasible and new ones sold with them.

12 Literaturverzeichnis:

Benner, L. (1981): Accident perceptions. In: Their implications for accident investigators, isasi forum, p. 13-17.

Canadian agricultural injury surveillance program (CAISP) (2007): Agricultural Fatalities and Hospitalizations in Ontario 1990-2004. Canadian Agricultural Injury Surveillance Program, Emergency Medicine and Injury Research, Queen's University/Kingston General Hospital, Kingston, Ontario, Canada.

CDC (2013): Centers for Disease Control and Prevention.
www.cdc.gov/niosh/topics/aginjury,
Zugriff am 1.10.2013.

CSST (2013): Preventing Farm Incidents Caused by Moving Parts.
www.farmsafety.ca/public/manuals/preventing-accidents-movingparts.pdf,
Zugriff am 1.10.2013.

Day, L., McGrath, A. (1999): Unintentional machinery injury on farms in Victoria. Report No. 148. Monash University Accident Research Centre.

DIN EN 12733 (2009): Land- und forstwirtschaftliche Maschinen – Handgeführte Motormäher – Sicherheit, S. 9-15.

DIN EN ISO 4254-1 (2006): Landmaschinen-Sicherheit. Teil 1: Generelle Anforderungen, S. 17-24.

Eichhorn et al. (1985): Landwirtschaftliches Lehrbuch. In: Die Landtechnik, 6. Auflage, Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co, S. 368-369.

Eßl, A. (1987): Statistische Methoden in der Tierproduktion. Eine anwendungsorientierte Einführung. Wien: Österreichischer Agrarverlag, Kapitel 3.

Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (2011): Sichere Instandhaltung in der Landwirtschaft. osha.europa.eu/de/publications/factsheets/99, Zugriff am 5.06.2013.

Eurostat (2012): Europäische Statistik über Arbeitsunfälle.
Epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-RA-12-002/DE/KS-RA-12-002-DE.PDF,
Zugriff am 20.6.2013.

Fahlbruch, B. & Wilpert, B. (1999): System safety – an emerging field for I/O psychology. In: International Review of Industrial and Organizational Psychology, Vol. 14, Chichester, p. 55-93.

Fahlbruch, B. & Meyer, I. (2013): Ganzheitliche Unfallanalyse. In: Leitfaden zur Ermittlung grundlegender Ursachen von Arbeitsunfällen in kleinen und mittleren Unternehmen, 1. Auflage, Dortmund, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, S. 7-14.

Fischer, H. & Mössner, T. (2013): Kontrolliert bewegte ungeschützte Teile. www.gefahrdungsbeurteilung.de/de/gefahrdungsfaktoren/mechanisch/ungeschuetzte_bewegte_maschinenteile, Zugriff am 21.08.2013.

Freitag, M. & Hale, A. (1997): From accident to organisational learning. In: Structure of event analysis, Oxford, S. 11-22.

Grüner Bericht 2012 (2012): Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. www.gruenerbericht.at/cm3/download/finish/82-gruener-bericht-oesterreich/498-gruener-bericht-2012/0.html, Zugriff am 3.03.2013.

Gunnar, B. (2008): Unfallursachenanalyse. www.tu-braunschweig.de/ifev/forschung/projekte/uua, Zugriff am 20.08.2013.

Hale, A. (1997): From accident to event analysis. In: The goals of event analysis, Oxford, p. 1-10.

Harlfinger-Woitzik, G.; Wenchel, K.; Arnig, M.; Angermaier, M.; Panter, W.(2003): Stress am Arbeitsplatz. Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften. Köln: Carl Heymanns Verlag GmbH, S. 17-18.

Health and Safety Executive (2012): Working safely with agricultural machinery. www.hse.gov.uk/pubns/indg241.pdf, Zugriff am 5.06.2013.

HSA (2013): Health and Safety Authority www.hsa.ie/eng/Your_Industry/Agriculture/Machinery/, Zugriff am 2.10.2013.

HSE (2013): Health and Safety Executive www.hse.gov.uk/agriculture/hsagriculture.htm, Zugriff am 2.10.2013.

ILO (2000): International Labour Organization www.ilo.org/public/english/standards/relm/ilc/ilc88/rep-vi-1.htm, Zugriff am 2.10.2013.

Javadi, A. & Rostami, M. A. (2007): Safety Assessment of Agricultural Machinery in Iran. Journal of Agricultural Safety and Health 13(3): p. 275-284.

Kähler, J. (2005): VI. Mechanische Gefährdungsfaktoren f2.hs-hannover.de/fileadmin/media/doc/f2/personen/lehrende/6_mechanischefaktoren.pdf, Zugriff am 10.09.2013

Kocher, S. (2012): Ermittlung von Unfallursachen mit Holzspaltern zur Verbesserung der Arbeitssicherheit. Masterarbeit, BOKU Wien, S. 48.

Kössler, K. (2012): Analyse von Arbeitsunfällen von Dienstnehmerinnen in der Land- und Forstwirtschaft, BOKU Wien, S. 108.

Krombholz, K.; Bertram, H.; Wandel, H. (2009): 100 Jahre Landtechnik. In: Von Handarbeit zu Hightech in Deutschland, 1. Auflage, Frankfurt: DLG-Verlags-GmbH, S. 167-168.

Ludwig, A. (2003): Unfall-Begriff.

www.stuedeli.net/reto/medizin/kdb/content/SPM/UnfallDefinition.html, Zugriff am 20.08.2013..

Neudörfer, A. (2013): Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte. In: Methoden und systematische Lösungssammlungen zur EG-Maschinenrichtlinie, 5. Auflage, Darmstadt: Springer Verlag, S. 153-155,162.

Okhan, A.; Seda, O.; Polat, D.; Levent, A.; Murat, K.; Ibrahim, I. (2010): Machine-related injuries in Turkey. Erciyes University, Kayseri, Turkey. Ann Agric Environ Med, S. 17, 59-63.

ÖNORM EN ISO 4254-10 (2010): Landmaschinen – Sicherheit. Teil 10: Kreiselzetter und Schwader, S. 16, 22, 28, 30.

Physik überall (2013): Berührungsfrei Bremsen und Beschleunigen.

www2.klett.de/sixcms/media.php/229/772640_0400.pdf, Zugriff am 22.08.2013.

Pickett, W.; Hartling, L.; Dimich-Ward, H.; Guernsey, J.R.; Hagel, L.; Voaklander, D.C.; Brison, R.J. (2001): Surveillance of hospitalized farm injuries in Canada. 7: p. 123-128.

Prodinger, L. (2011): Analyse von Unfällen beim Auf- und Absteigen von Traktoren. Masterarbeit, BOKU Wien, S. 25,31.

Quendler, E.; Helfensdörfer, V.; Kocher, S.; Boxberger, J. (2010): Schlussbericht zur „Analyse von Unfällen im Umfeld von land- und forstwirtschaftlichen Fahrzeugen, Maschinen und Geräten“. Grundlagenstudie zu Erstellung eines Lastenheftes über den Einsatz von elektronischen Hilfsmitteln im Sinne der Sicherheitstechnik.

Quendler, E.; Kogler, R.; Kössler, K.; Kocher, S.; Prodinger, L.; Mayrhofer, H.; Tschennett, L.; Boxberger, J. (2010): Identifikation neuer Technologien zur Vermeidung von Arbeitsunfällen im Umfeld von Fahrzeugen, Maschinen und Geräten in der Land- und Forstwirtschaft (IKA). 1. Zwischenbericht zum Forschungsprojekt Nr. 100494 BMLFUW-LE.

Rasmussen, J. (1991): Event analysis and the problem of causality. In: Cognitive models for cooperative work, Chichester, p. 251-259.

Rasmussen, J. (1991): Safety control. In: Some basic distinctions and research issues in high hazard low risk operation. Paper presented at the Network workshop on Risk Management, Bad Homburg.

Reason, J. (1997): Managing the risks of organizational accidents, Aldershot.

Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L 157/24, 9.6.2006, S. 27-54.

Schnell, R; Hill, P.B.; Esser, E. (2008): Methoden der empirischen Sozialforschung, 8. Auflage, München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, S. 321-323, 358-359, 387.

Sozialversicherungsanstalt der Bauern (2013): Anerkannte Versicherungsfälle 2012 nach Bundesländer. www.svb.at/mediaDB/996855_Unfallstatistik%202012.pdf, Zugriff am 1.08.2013.

13 Anhang

13.1 Leitfaden Nutzerbefragung

I. Maschinenbezogene Faktoren – technikbedingte Unfallursachen:

1. Marke der Maschine?

2. Bauart der Maschine?

Kreiselzettwender

(1)

Kreiselschwader

(2)

Heuraupe

(3)

3. Baujahr der Maschine? (Wenn nicht erfassbar – zirka in Jahren)

4. Größe der Maschine? (Arbeitsbreite in Meter)

5. Ausstattung der Maschine:

6. Wurden Sie vor der ersten Inbetriebnahme der Maschine eingeschult?

a. Ja (1)

b. Nein (2)

c. Teilweise (3)

7. Haben Sie die Betriebsanleitung gelesen?

a. Ja (1)

b. Nein (2)

c. Teilweise (3)

8. War die Betriebsanleitung so geschrieben, dass Sie danach arbeiten konnten?

a. Ja (1)

b. Nein (2)

c. Teilweise (3)

9. War für den optimalen Praxisgebrauch der Maschine eine Veränderung an der Konstruktion vorzunehmen?

- a. Ja (1)
b. Nein (2)

Welche?

10. Welche Sicherheitseinrichtungen befinden sich an der Maschine? (z. B. Schutzbügel, Seil zum Zusammenklappen, Kupplungsbremse bei Heuraupe) Wie beurteilen Sie diese?

11. War ein technisches Gebrechen mitverantwortlich für den Unfall?

- a. Wodurch wurde dieses ausgelöst (falsche Bedienung, Verschleiß, umweltbedingt, usw.)?

12. Welche Maschinenteile waren beim Verunfallen involviert?

- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| Kreisel | <input type="checkbox"/> (1) |
| Zinken | <input type="checkbox"/> (2) |
| Schutzbügel | <input type="checkbox"/> (3) |
| Stellteile | <input type="checkbox"/> (4) |
| Räder | <input type="checkbox"/> (5) |
| Gelenkwelle | <input type="checkbox"/> (6) |
| Gelenkwellenabdeckung | <input type="checkbox"/> (7) |
| Dreipunktanbau | <input type="checkbox"/> (8) |
| Sonstiges..... | <input type="checkbox"/> (9) |

13. Wie waren diese nachteilig ausgeführt?

14. Welche Bewegung führte die Maschine zum Unfallzeitpunkt aus?

- Keine Bewegung (Stillstand- nicht am Zugfahrzeug angebaut)
 (1)

Bewegung 1 (Stillstand – am Zugfahrzeug angebaut)

(2)

Bewegung 2 (Transport – Fahrendes Zugfahrzeug mit angehobener Maschine)

(3)

Bewegung 3 (Zetten, Schwaden – Fahrende Zugmaschine mit Maschine am Boden)

(4)

Sonstige Bewegung: _____

(5)

15. Arbeiten Sie noch mit dem Unfallgerät?

a. Ja (1)

b. Nein (2)

c.

16. Haben Sie sich bereits einmal /mehrmals beim Arbeiten mit der Maschine verletzt?

a. Ja (1)

b. Nein (2)

c. Wie: _____

17. Was würden Sie an der Maschine (gesamt) konstruktiv verändern?

II. Menschenbezogene Faktoren – menschenbedingte Unfallursachen:

1. Welche Tätigkeit führten Sie während des Verunfallens aus?

Abhängen der Maschine (1)

Anhängen der Maschine (2)

Reparatur oder Wartung (3)

Reinigung (4)

Zetten (5)

Schwaden (6)

Wenden (7)

Sonstiges: _____ (8)

2. Welche Arbeitsbekleidung trugen Sie?

Arbeitshandschuhe (1)

Arbeitsjacke (2)

Arbeitshose (3)

- Arbeitsschuhe (4)
- Kopf- und Gesichtsschutz (5)
- Gehörschutz (6)

3. Welches Schuhwerk trugen Sie?

- Niedrige bzw. Halbschuhe mit einer mehr oder weniger geeigneten Profilsohle (1)
- Schuhe mit hohem Schaft und profilierter Sohle (Arbeitsschuhe) (2)
- Turn- oder Sportschuhe (3)
- Gummistiefel (4)
- Sicherheitsschuhe (Stahlkappe, Sohle usw.) (5)
- Sicherheitsstiefel (Stahlkappe, Sohle usw.) (6)
- Sonstiges Schuhwerk: _____ (7)

4. Welche Bekleidung beeinflusste das Verunfallen:

- Mit Hose eingehängt (1)
- Mit Jacke eingehängt (2)
- Mit Handschuhe eingehängt (3)
- Mit Arbeitshemd eingehängt (4)
- Ungeeignetes Schuhwerk (5)
- Verschmutzte Schuhsohle (6)
- Keine Beeinflussung (7)
- Sonstiges _____ (8)

5. Welches Verhalten bzw. psychischen Beeinträchtigungen lagen unmittelbar vor oder bei dem Verunfallen vor?

- Körperliche Überbelastung (1)
- Eile oder Stress (Termin-/Zeitdruck) (2)

- Müdigkeit (Unausgeschlafen) (3)
- Konzentrationschwäche (4)
- Vorhergegangener Konflikt (5)
- Alkoholkonsum (6)
- Krankheit (7)
- Medikamenteneinnahme (8)
- Unerfahrenheit (9)
- Fehleinschätzung der Maschine (10)
- Ablenkung (11)
- Faktoren, die die Arbeitsausführungen erschwerten (12)
- (Lärm, unzureichende Schutzmaßnahmen, Beleuchtung, Geruch,..)
- Keine Beeinträchtigung (13)
- Sonstiges: _____ (14)

6. Wurde die Maschine von Ihnen falsch oder unangepasst bedient?

Ja (1) Nein (2) Teilweise (3)

7. Wodurch kommt es zur falschen Handhabung?

- Maschinenbauweise (1)
- Maschinenmängel (2)
- Arbeitsablauf (3)
- Gewohnheit (4)
- Keine unsachgemäße Handhabung (5)
- Sonstiges: _____ (6)

8. Was würden Sie im Nachhinein an der damaligen Situation an ihrem Verhalten ändern bzw. anders machen oder verbessern?

III. Befragung zum Unfallhergang

1. Welche nachteiligen Besonderheiten lagen in der Unfallumgebung vor?

Unebener Boden (1)

Rutschiger Boden (2)

Verschmutzte Schuhsohle (3)

Verschmutzte Maschinenteile (4)

Nasse Maschinenteile (5)

2. Beschreiben Sie den Unfallhergang: Wie kam es zum Unfall? Wer hat was, wann, wo getan und was lief nachteilig am Fahrzeug oder im Umfeld ab? (Unfallbeschreibung)

3. Führt Sie eine Fehlbewegung mit dem Bewegungsapparat durch? Wenn ja, welche?

a. Warum kam es zu dieser Fehlbewegung?

b. Wie könnte man diese Fehlbewegung verhindern bzw. unterbinden?

4. Wie hätte Ihrer Meinung nach der Unfall vermieden werden können?

5. Was war Ihrer Meinung nach für das Verunfallen verantwortlich?

a. Maschine (1)

b. Menschliches Verhalten (2)

6. Haben Sie seit dem Unfall Änderungen am Arbeitsplatz/-ort vorgenommen? (Schutzausrüstung, Schutzausrüstung-Maschine, Arbeitsweise)

Ja (1) Nein (2) Welche: _____

7. Welche Verbesserungsvorschläge zur Konstruktion der Maschine zur Vermeidung dieser Unfallsituation für Hersteller haben Sie?

8. Welche Vorschläge zu einer sicheren Arbeitsweise (Bedienung) zur Vermeidung dieser Unfallsituation haben Sie?

9. Welche Faktoren (menschliches Verhalten, Fahrzeugkomponenten oder Arbeitsablaufart, Umwelteinflüsse) wirkten verschärfend auf die Verletzungsschwere (-grad)?

10. Welche dieser Faktoren wirkten abschwächend auf die Verletzungsschwere der Verletzung?

11. Welche Kosten und in welcher Höhe entstanden für Sie durch den Unfall?

13.2 Evaluierung von Unfall- und neuen Maschinen

Evaluierungsbogen Heuwerbegeräte (Kreiselzetter, Schwader, Bandrechwender)

1. Kennzeichnung Maschine

Informationen auf Maschinen müssen lesbar und dauerhaft gekennzeichnet sein:

Ja (1) Nein (2)

Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers:

Ja (1) Nein (2)

Baujahr:

Ja (1) Nein (2)

Bezeichnung der Maschine:

Ja (1) Nein (2)

Bezeichnung des Typs oder Serie:

Ja (1) Nein (2)

Seriennummer (falls vorhanden):

Ja (1) Nein (2)

Leergewicht:

Ja (1) Nein (2)

Maximaler Bemessungsdruck der Hydraulik:

Ja (1) Nein (2)

Nenn Drehzahl und Drehrichtung der Geräteeingangswelle:

Ja (1) Nein (2)

CE-Kennzeichnung:

Ja (1) Nein (2)

2. Warnhinweise

Instruktionshinweise, die sich auf Betrieb, Service und Pflege der Maschine beziehen, unterscheiden sich hinsichtlich ihres Erscheinungsbildes, insbesondere in Hinblick auf die Farbe, von den Warnhinweisen auf der Maschine:

Ja (1) Nein (2)

Restrisiken durch Kontakt mit bewegten Teilen:

Ja (1) Nein (2)

Das Risiko, von ausgeworfenem Gut getroffen zu werden:

Ja (1) Nein (2)

Hinweise zur Verriegelung von Kreiseln zum Transport und Abstellen:

Ja (1) Nein (2)

Hinweise zum Wechseln von Kreiseln aus der angehobenen Transportstellung in Arbeitsstellung:

Ja (1) Nein (2)

Das Risiko durch einen herabfallenden Kreisel getroffen zu werden:

Ja (1) Nein (2)

3. Stellteile

Sind deutlich sichtbar und erkennbar, wenn geeignet, werden Piktogramme verwendet:

Ja (1) Nein (2)

Sind so angebracht, dass sie sicher, unbedenklich, schnell und eindeutig betätigt werden können:

Ja (1) Nein (2)

Sind so gestaltet, dass das Betätigen des Stellteils mit der jeweiligen Steuerwirkung kohärent ist:

Ja (1) Nein (2)

Sind außerhalb der Gefahrenbereiche angeordnet, erforderlichenfalls mit Ausnahme bestimmter Stellteile wie NOT-HALT-Befehlsgeräte und Handprogrammiergeräte:

Ja (1) Nein (2)

Sind so angeordnet, dass ihr Betätigen keine zusätzlichen Risiken hervorruft:

Ja (1) Nein (2)

Sind so gestaltet oder geschützt, dass die beabsichtigte Wirkung, falls sie mit einer Gefährdung verbunden sein kann, nur durch eine absichtliche Betätigung erzielt werden kann:

Ja (1) Nein (2)

Können bei stillstehenden Kreiseln betätigt werden:

Ja (1) Nein (2)

Können auf dem Traktor oder der selbstfahrenden Maschine nur -vom Fahrerplatz aus betätigt werden:

Ja (1) Nein (2)

Können außerhalb des Fahrerplatzes auf dem Boden stehend betätigt werden:

Ja (1) Nein (2)

Liegen mit dem Ende außerhalb des äußeren Teils des Schutzes, Schutzschilds oder Abweisbügels oder alternativ wird der waagrechte Abstand zwischen dem Ende des Stellteils und dem Schutz, Schutzschild oder Abweisbügel 150 mm nicht überschreiten, wenn das Stellteil innerhalb des Schutzes, Schutzschilds oder Abweisbügels liegt:

Ja (1) Nein (2)

Haben einen senkrechten Mindestabstand zwischen dem Stellteil und der oberen Kreiselebene von 150 mm:

Ja (1) Nein (2)

Sind in einer maximalen Höhe von 1500 mm über dem Boden angeordnet: Ja (1) Nein (2)

Sind gekennzeichnet und werden in der Betriebsanleitung erläutert, ebenso ihre einzelnen Positionen: Ja (1) Nein (2)

Für das manuelle Schwenken von Bauteilen sind Handgriffe vorgesehen, die in einem Mindestabstand von 300 mm zum nächstgelegenen Gelenk angeordnet sind. Diese Handgriffe können auch Teile der Maschine sein, wenn sie geeignet gestaltet und deutlich gekennzeichnet sind: Ja (1) Nein (2)

Handbetätigte Stellteile, die von einer auf dem Boden stehenden Bedienungsperson bei laufender Gelenkwelle betätigt werden müssen, sind in einem horizontalen Mindestabstand von 550 mm von der Gelenkwelle angeordnet: Ja (1) Nein (2)

4. Schutz gegen unbeabsichtigten Kontakt mit den Zinken und Zinkenträgern

Die Zinken und Zinkenträger sind innerhalb des in Fahrtrichtung an der Vorderseite liegenden Bereichs geschützt. Nach hinten erstreckt sich dieser Bereich bis zur senkrechten Ebene quer zur Fahrtrichtung -und durch die Drehachse der Kreisel: Ja (1) Nein (2)

Innerhalb dieses Bereichs ist ein Schutz, Schutzschild oder Abweisbügel angebracht, der in Arbeitsstellung nach vorne einen Mindestabstand von 150 mm von der äußeren Umlaufbahn der Zinken oder der Zinkenträger gewährleistet, je nachdem, was weiter außen liegt: Ja (1) Nein (2)

Wenn der Abstand zur äußeren Kreisbahn weniger als 150 mm beträgt ist der Schutz, Schutzschild oder Abweisbügel als Warnhinweis auf die Zinkenumlaufbahn zu betrachten und muss im klaren Kontrast zur Maschine sein durch eine Sicherheitsfarbe in Verbindung mit einer Kontrastfarbe, gelb-schwarz oder rot-weiß: Ja (1) Nein (2)

Wenn sich die Maschine in Arbeitsstellung befindet, befinden sich - die Schutzeinrichtungen in einer Höhe zwischen 400 mm und 1 000 mm über dem Boden: Ja (1) Nein (2)

Wenn der waagrechte Abstand in Fahrtrichtung zwischen den Schutzeinrichtungen von nebeneinander liegenden Kreiseln 70 mm überschreitet, beträgt die Mindestüberdeckung der Schutzeinrichtungen wenigstens gleich 70 mm: Ja (1) Nein (2)

5. Service und Wartung

Die routinemäßig durchzuführenden Schmier- und Wartungsarbeiten können sicher durchgeführt werden, z. B. bei abgestelltem Antrieb: Ja (1) Nein (2)

6. Schwenkbare und bewegliche Bauteile beim Transport

Zur Reduzierung der Transportbreite oder –höhe kann die Schutzeinrichtung beweglich sein (z. B. klappbar). Das Klappen ist ohne die Notwendigkeit der Benutzung von Werkzeug möglich. Das Abnehmen der klappbaren Bauteile ist nicht ohne Benutzung eines Werkzeuges möglich:

Ja (1)

Nein (2)

Maschinen mit in Transportstellung eingeklappten Kreisel sind mit einer automatischen Verriegelungseinrichtung ausgerüstet. Diese ist mechanisch oder hydraulisch und verriegelt die Kreisel in Transportstellung, um jedes unbeabsichtigte Ausklappen der Kreisel zu verhindern:

Ja (1)

Nein (2)

Das Entriegeln und Ausklappen der Kreisel erfolgt durch separate Betätigungen durch die Bedienungsperson:

Ja (1)

Nein (2)

Das Entriegeln aus der Transportstellung verursacht kein Absenken der Kreisel ohne eine absichtliche Betätigung durch die Bedienungsperson:

Ja (1)

Nein (2)

Wenn das Ein-/Ausklappen durch eine hydraulische Einrichtung abgesichert ist, ist es möglich, die Entriegelung der automatischen Verriegelungseinrichtung vom Fahrerplatz des Traktors aus zu betätigen:

Ja (1)

Nein (2)

Für das manuelle Schwenken von Bauteilen sind Handgriffe vorgesehen, die in einem Mindestabstand von 300 mm zum nächstgelegenen Gelenk angeordnet sind. Diese Handgriffe können auch Teile der Maschine sein, wenn sie geeignet gestaltet und deutlich gekennzeichnet sind:

Ja (1)

Nein (2)

Wenn das Bauteil geschwenkt wird, entstehen keine Gefahren durch Quetschen, Scheren oder unkontrollierte Bewegungen für die Bedienungsperson:

Ja (1)

Nein (2)

Im Falle von mechanischen oder hydraulischen Arretiereinrichtungen erfolgt das Entriegeln und Ausklappen der Bauteile durch unterschiedliche Betätigungen der Bedienungsperson:

Ja (1)

Nein (2)

Abweissbügel, die die Transportbreite überschreiten, dürfen so gestaltet sein, dass sie von der Schutzstellung in eine Transportstellung geschwenkt werden können. Wenn durch das Schwenken der Abweissbügel Gefahrstellen an den Arbeitswerkzeugen zugänglich werden, muss der Betrieb der gefährlichen Arbeitswerkzeuge bei weg-geschwenkten Abweissbügel verhindert werden:

Ja (1)

Nein (2)

Bauteile, die zur Reduzierung der Transportbreite und/oder –höhe schwenkbar gestaltet sind, verfügen über mechanische oder andere Einrichtungen (z. B. hydraulisch, Schwerkraft), um sie in Transportstellung zu halten. Der Wechsel von Transport- in Arbeitsstellung oder umgekehrt ist möglich, ohne dass die Bedienungsperson Quetsch- oder Schergerfahren ausgesetzt wird:

Ja (1)

Nein (2)

13.3 Interviewleitfaden mit Herstellern

Leitfadeninterview mit Herstellern von Kreiselzettwendern und Kreiselschwadern
Firma:

I. Allgemeine Anforderungen

I.1. Warnhinweise und Instruktionshinweise

1. Sind Warnhinweise für Restrisiken durch Kontakt mit bewegten Teilen (zum Beispiel Kreisel) deutlich lesbar und dauerhaft an der Maschine angebracht?

Ja

Nein, warum wird darauf verzichtet:

2. Sind Warnhinweise für das Risiko von ausgeworfenem Gut getroffen zu werden am Gerät angebracht?

Ja

Nein, warum wird darauf verzichtet:

3. Sind Warnhinweise über das Risiko durch einen herabfallenden Kreisel getroffen zu werden angebracht?

Ja

Nein, warum wird darauf verzichtet:

4. Gibt es Hinweise zur Positionierung und Verriegelung von Kreiseln zum Transport und Abstellen an der Maschine?

Ja

Nein, warum wird darauf verzichtet:

5. Gibt es Hinweise zum Wechseln von Kreiseln aus der angehobenen Transportstellung in die Arbeitsstellung und umgekehrt?

Ja

Nein, warum wird darauf verzichtet:

6. Werden Piktogramme als Hinweis verwendet?

Ja

Nein

I.II. Schutz gegen unbeabsichtigten Kontakt mit Zinken und Zinkenträgern

1. Sind Zinken und Zinkenträger an der Vorderseite in Fahrtrichtung und nach hinten quer zur Fahrtrichtung bei Ihren Geräten zur Vermeidung des unbeabsichtigten Kontaktes geschützt?

Ja

Nein, warum nicht:

2. Ist innerhalb dieses Bereiches ein Schutz, Schutzschild oder Abweisbügel angebracht, der in Arbeitsstellung nach vorne einen Mindestabstand von 150 mm von der äußeren Umlaufbahn der Zinken oder der Zinkenträger gewährleistet?

Ja

Nein, warum wird darauf verzichtet:

3. Befindet sich die Schutzeinrichtung in einer Höhe zwischen 400 mm und 1000 mm über dem Boden wenn sich die Maschine in Arbeitsstellung befindet?

Ja

Nein, warum wird darauf verzichtet:

4. Wir der Schutz, das Schutzschild oder der Abweisbügel durch eine Sicherheitsfarbe in Verbindung mit einer Kontrastfarbe, gelb-schwarz oder rot-weiß, gekennzeichnet wenn der Abstand zur äußeren Kreisbahn weniger als 150 mm beträgt?

Ja

Nein, warum wird darauf verzichtet:

I.III. Stellteile

1. Wo sind handbetätigte Stellteile einzustellen?

- Vom Fahrerplatz aus
 Vom Boden aus (in stehender Position)

Falls keiner dieser Punkte zutrifft, warum nicht: _____

2. Wo liegt das Ende des Stellteils?

- Oberhalb der Ebene des Schutzes, Schutzschildes oder Abweisbügels
 Außerhalb des äußeren Teils des Schutzes, Schutzschildes oder Abweisbügels
 Innerhalb des Schutzes, Schutzschildes oder Abweisbügel

3. Beträgt der senkrechte Mindestabstand zwischen dem Stellteil und der oberen Kreiselebe 150 mm?

- Ja
 Nein, warum nicht:

4. Ist das Stellteil weniger als 1500 mm über dem Boden angeordnet?

- Ja
 Nein, warum nicht:

5. Wo sind die Stellteile angeordnet?

- An der Vorderseite der Maschine
 Im Bereich der hinteren Kreisel, wo ein Schutz, Schutzschild oder Abweisbügel vorhanden ist

Falls keiner dieser Punkte zutrifft, warum nicht: _____

II. Untersuchungsergebnis:

Häufige Tätigkeiten mit Kreiselzettwendern und –schwadern beim Verunfallen waren An- und Abhängen, Aus- und Einklappen, Heu wenden, Heu schwaden und Wartungsarbeiten. Die meisten Unfälle ereigneten sich durch „Von der Maschine erfasst werden“ (48%), „Zusammenstoß mit der Maschine“ (40%) und „Sturz“ (12%).

1. Wurden Sie bereits mit ähnlichen Unfallstatistiken konfrontiert?

- Ja
 Nein

2. Wenn ja, von wem und wie lauten diese?

3. Werden die Landwirte beim Kauf eingeschult?

- Ja
 Nein

Falls ja, von wem werden die Schulungen durchgeführt?

- Hersteller
 Händler

Andere: _____

4. Bieten Sie eine wiederkehrende technische Überprüfung der sicherheitsrelevanten Teile an?

- Ja
 Nein, warum

nicht: _____

III. Unfallszenarien

Durch Auswertung der Unfallberichte wurden verschiedene Unfallhergänge ermittelt.

Viele Unfälle entstanden durch Erfasst-werden der Maschine. Diese geschahen, beim Heu-wenden, beim Heu-schwaden, beim Aus- und Einklappen und bei Wartungsarbeiten durch Nichteinhalten des Sicherheitsabstandes (25%), Fehlbedienung, Einkuppeln der Zapfwelle, einen gelösten Zinken, Unachtsamkeit, vom Zinken erfasst werden und durch in die Kette geraten (jeweils 8,33%).

Laut 2006/42/EG 1.3.7. müssen die beweglichen Teile der Maschine so konstruiert und gebaut sein, dass Unfallrisiken durch Berührung dieser Teile verhindert sind; falls Risiken dennoch bestehen, müssen die beweglichen Teile mit trennenden oder nichttrennenden Schutzeinrichtungen ausgestattet sein. Auf die speziellen Schutzeinrichtungen und deren Verwendung ist in der Betriebsanleitung und nach Möglichkeit auf der Maschine selbst hinzuweisen.

1. Konnten Sie alle diese Punkte umsetzen?

- Ja
 Nein

2. Verfügen Ihre Maschinen über die vorgeschriebenen Schutzbügel?

- Ja
 Nein

3. Lassen sich diese einfach abmontieren?

Ja, warum wurde dies

vorgesehen: _____

Nein

4. Wäre es möglich noch zusätzlich Schutzbügel im hinteren Kreiselbereich zu montieren?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

5. Verfügen Ihre Geräte über noch andere zusätzliche Schutzeinrichtungen, um den Kontakt mit Zinken zu vermeiden?

Ja

Nein

Falls ja,
welche? _____

Laut 2006/42/EG 1.6.1. müssen die Einrichtungs- und Wartungsstellen außerhalb der Gefahrenbereiche liegen. Die Einrichtungs-, Instandhaltungs-, Reparatur-, Reinigungs- und Wartungsarbeiten müssen bei stillgesetzter Maschine durchgeführt werden können.

6. Liegen bei Ihren Maschinen die Einrichtungs- und Wartungsstellen außerhalb des Gefahrenbereichs?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

7. Können die Einrichtungs-, Instandhaltungs-, Reparatur-, Reinigungs- und Wartungsarbeiten bei stillgesetzter Maschine durchgeführt werden?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

8. Verweisen Sie in der Betriebsanleitung, dass die Einrichtungs-, Instandhaltungs-, Reparatur-, Reinigungs- und Wartungsarbeiten bei stillgesetzter Maschine durchgeführt werden müssen?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

Laut 2006/42/EG 1.3.2. müssen die verschiedenen Teile der Maschine und ihre Verbindungen untereinander den bei der Verwendung der Maschine auftretenden Belastungen standhalten. Die verwendeten Materialien müssen - entsprechend der vom Hersteller oder seinem Bevollmächtigten vorgesehenen Arbeitsumgebung der Maschine - eine geeignete Festigkeit und Beständigkeit insbesondere in Bezug auf Ermüdung, Alterung, Korrosion und Verschleiß aufweisen. In der Betriebsanleitung ist anzugeben, welche Inspektionen und Wartungsarbeiten in welchen Abständen aus Sicherheitsgründen durchzuführen sind. Erforderlichenfalls ist anzugeben, welche Teile dem Verschleiß unterliegen und nach welchen Kriterien sie auszutauschen sind. Wenn trotz der ergriffenen Maßnahmen das Risiko des Berstens oder des Bruchs von Teilen weiter besteht, müssen die betreffenden Teile so montiert, angeordnet und/oder gesichert sein, dass Bruchstücke zurückgehalten werden und keine Gefährdungssituationen entstehen.

9. Treffen diese Punkte zu?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

10. Gibt es eine Zinkenverlustsicherung?

Ja

Nein

12. Wäre es möglich die Kreisel automatisch zu stoppen sobald eine Person den Schutzbügel berührt oder in diesen Bereich gelangt?

13. Wäre es möglich Not-Aus-Schalter auf dem Gerät zu installieren?

Häufig war der Zusammenstoß mit der Maschine ein Unfallgrund beim An- und Abhängen, Aus- und Einklappen und bei Wartungsarbeiten durch Einklemmen, eine gelöste Sicherung und Unachtsamkeit.

Laut 2006/42/EG 3.4.6. müssen Maschinen, die zum Ziehen eingesetzt oder gezogen werden sollen, mit Anhängenvorrichtungen oder Kupplungen ausgerüstet sein, die so konstruiert, ausgeführt und angeordnet sind, dass ein leichtes und sicheres An- und Abkuppeln sichergestellt ist und ein ungewolltes Abkuppeln während des Einsatzes verhindert wird.

1. Wird dieser Punkt erfüllt?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

Wenn ja, durch welche technischen Teile wird es sichergestellt: _____

2. Welche Anhängervorrichtungen bieten Sie an?

3. Welches Anhängesystem ist Ihrer Meinung nach das sicherste?

Laut DIN EN ISO 4254-1 muss der Wechsel von der Transport- in die Arbeitsstellung oder umgekehrt möglich sein, ohne dass die Bedienungsperson Quetsch- oder Schergerfahren ausgesetzt wird.

4. Wird diese Voraussetzung erfüllt?

- Ja
 Nein

Wie wird dies sichergestellt?

- ...technische Bestandteile, wenn ja
welche _____
 ...Anleitung der Bedienungsanleitung
 ...

5. Welche technische Möglichkeiten nutzen und bieten Sie für das Ein- und Ausklappen des Gerätes an?

- Aus- und Einklappen per Hand
 Aus- und Einklappen per Seil
 Aus- und Einklappen per Hydraulik

6. Wird bei der Einschulung auf die Gefahren beim An- und Abhängen und beim Aus- und Einklappen hingewiesen?

- Ja
 Nein, warum

nicht: _____

Leitfadeninterview mit Herstellern von Heuraupen (Einachser + Bandrechwender)

Firma:

I. Allgemeine Anforderungen

1. Sind die Warnhinweise in geeigneter Weise angebracht um die Bedienungsperson und andere Personen vor Gefahren und Verletzungen während des normalen Betriebs und des Service zu warnen?

- Ja

Nein, warum
nicht: _____

2. Sind Instruktionshinweise, die sich auf den Betrieb, Service und die Pflege der Maschinen beziehen hinsichtlich ihres Erscheinungsbildes, insbesondere in Hinblick auf die Farbe, von den Warnhinweisen auf der Maschine zu unterscheiden?

Ja
 Nein, warum nicht:-

3. Ist ein Anlassschalter mit abnehmbarem Schaltschlüssel oder eine ähnliche Einrichtung vorhanden?

Ja
 Nein, warum
nicht: _____

4. Sind die Einrichtungen zum Anlassen mit der Maschine verbunden?

Ja
 Nein, warum
nicht: _____

5. Erfolgt der Anlassvorgang mit einer Handkurbel?

Ja
 Nein

6. Falls Ja, ist eine Einrichtung vorhanden die beim Anlaufen des Motors die Handkurbel vom Motor trennt und die jede Verbindung mit dem laufenden Motor verhindert?

Ja
 Nein

7. Gibt es eine Einrichtung zum Abstellen des Gerätes?

Ja
 Nein, warum
nicht: _____

8. Falls ja, Ist eine andauernde Betätigung dieser Einrichtung erforderlich?

Ja
 Nein

9. Welche handbetätigten Stellteile liegen bei Ihren Maschinen im Handbereich?

- Kupplung
- Bremsen
- Fahrgetriebe (Gruppengetriebe)
- Rückfahreinrichtung
- Lenkeinrichtung
- Stellteil für Betriebsdrehzahl des Motors
- Stellteil mit selbsttätiger Rückstellung
- Stellteil zum Abstellen
- Andere:

10. Sind bei Ihren Maschinen Stellteile im Fußbereich angeordnet?

- Ja
- Nein

Wenn ja, welche? _____

11. Sind bei Stellteilen, deren Bedeutung nicht eindeutig ist, die Funktion, Richtung und/oder Art der Betätigung durch eine dauerhaft angebrachte Kennzeichnung deutlich zu erkennen?

- Ja
- Nein, warum

nicht: _____

12. Sind genaue Anweisungen zur Betätigung aller Stellteile in der Betriebsanleitung enthalten?

- Ja
- Nein, warum

nicht: _____

13. Kann bei Ihren selbstfahrenden Motormähern der Fahrtrieb unabhängig vom Bandrechwender ein- oder ausgeschaltet werden, wenn der Bandrechwender eingeschaltet ist?

- Ja
- Nein, warum

nicht: _____

14. Ist die Fahrbewegung der Maschine und die Bewegung des Bandrechwenders nur bei Betätigung der Stellteile mit selbsttätiger Rückstellung möglich?

- Ja
- Nein, warum

nicht: _____

15. Sind die Stellteile mit selbsttätiger Rückstellung mindestens auf einem der Handgriffe des Führungsholmes angeordnet?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

16. Gibt es eine Einrichtung die den Bandrechwender automatisch anhält, wenn die Bedienungsperson Ihre Hände vom Handgriff nimmt?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

17. Falls ja, müssen zum erneuten Einschalten des Bandrechwenders zwei getrennte Betätigungen beim Stellteil mit selbsttätiger Rückstellung durchgeführt werden?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

18. Muss die Bedienungsperson das Stellteil und den Handgriff des Führungsholms halten um eine Fahrbewegung mit der Maschine durchzuführen?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

19. Ist bei Ihren Maschinen mit Rückwärtsgang eine Leerlaufstellung für den Fahrtrieb vorhanden?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

20. Sind die Führungsholme an der Maschine so befestigt, dass sie sich während des Betriebes nicht unbeabsichtigt von der Maschine lösen können und die Bedienungsperson dadurch die Kontrolle über die Maschine verliert?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

21. Ist bei Ihren Maschinen eine Vorrichtung zum Anhalten der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung der Maschine vorhanden, wenn eine Kraft von mehr als 220N, die im Achsmittelpunkt und parallel zum Hang aufgebracht wird, um die Maschine auf einem Gefälle von 30% (16,7°) zu halten?

- Ja
 Nein, warum
nicht: _____

22. Ist die Maschine mit einer Einrichtung ausgerüstet die jede Vorwärts- und Rückwärtsfahrbewegung innerhalb eines Bremswegs von 0,19 m je 1 km/h Geschwindigkeit zu Stillstand bringt?

- Ja
 Nein, warum
nicht: _____

23. Ist die Maschine mit einer Feststellbremse ausgerüstet?

- Ja
 Nein, warum
nicht: _____

24. Ist die Feststellbremse mit der Betriebsbremse kombiniert?

- Ja
 Nein

II. Untersuchungsergebnis:

Häufige Tätigkeiten beim Verunfallen waren Heu-wenden, Heu-schwaden und die Heimfahrt. Die Unfälle ereigneten sich durch „Ab-, Ausrutschen, Abstürzen“ (50%), „Lösen des Ganges“ (20%), „unter das Rad der Maschine geraten“ (20%) und „Ausgehen des Benzins“(10%). Die Verunfallten wurden teilweise oder ganz überfahren, eingeklemmt oder mitgeschleift

1. Wurden Sie bereits mit ähnlichen Unfallstatistiken konfrontiert?

- Ja
 Nein

2. Wenn ja, von wem und wie lauten diese?

3. Werden die Landwirte beim Kauf eingeschult?

- Ja
 Nein

Falls ja, von wem werden die Schulungen durchgeführt?

- Hersteller

Händler

Andere: _____

4. Bieten Sie eine wiederkehrende technische Überprüfung der sicherheitsrelevanten Teile an?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

5. Welche Sicherheitsmaßnahmen bieten Sie an um ein Überrollen zu verhindern?

Laut Maschinenrichtlinie 2006/42/EG 3.3.4. darf eine mitgängergeführte selbstfahrende Maschine eine Verfahrbewegung nur bei ununterbrochener Betätigung des entsprechenden Stellteils durch den Fahrer ausführen können. Insbesondere darf eine Verfahrbewegung nicht möglich sein, während der Motor in Gang gesetzt wird.

Die Stellteile von mitgängergeführten Maschinen müssen so ausgelegt sein, dass die Risiken durch eine unbeabsichtigte Bewegung der Maschine für den Fahrer so gering wie möglich sind; dies gilt insbesondere für die Gefahr,

- eingequetscht oder überfahren zu werden,
- durch umlaufende Werkzeuge verletzt zu werden.

6. Trifft dieser Punkt der Maschinenrichtlinie auf Ihre Maschinen zu?

Ja

Nein

Laut Maschinenrichtlinie 2006/42/EG 1.2.1. dürfen sich die Parameter der Maschine nicht unkontrolliert ändern können, wenn eine derartige unkontrollierte Änderung zu Gefährdungssituationen führen kann.

7. Trifft dieser Punkt der Maschinenrichtlinie auf Ihre Maschinen zu?

Ja

Nein

8. Welche Sicherheitsmaßnahmen bieten Sie an um ein Überrollen bei Kontrollverlust zu verhindern?

Totmannschaltung

Kupplungsbremse

Andere: _____

9. Stoppt die Maschine wenn man den Führungsholm mit beiden Händen loslässt?

Ja

Nein, warum

nicht: _____

10. Welche Sicherheitsmaßnahmen gibt es um ein versehentliches lösen des Ganges zu verhindern?

11. Blockieren die Reifen bei ausgehen des Treibstoffes?

12. Gibt es Sicherheitsmaßnahmen um ein unbeabsichtigtes Rückwärtsrollen auf steilem Gelände zu verhindern?

13. Wird in der Bedienungsanleitung auf die richtige Arbeitsbekleidung/Arbeitsschuhe hingewiesen?