



## Anhang A: Instrumente

### Allgemeiner Fragebogen (ohne Deckblatt)

<b>I. Häufigkeitseinschätzungen</b>	
1) Wie viel Prozent der Schutzeinrichtungen an Maschinen sind Ihrer Meinung nach <b>ständig</b> manipuliert?	_____ %
2) Wie viel Prozent der Schutzeinrichtungen an Maschinen sind Ihrer Meinung nach <b>vorübergehend</b> manipuliert?	_____ %
3) Bei wie viel Prozent aller beobachteten Manipulationen an Maschinen bzw. Schutzeinrichtungen kann es Ihrer Meinung nach zu Unfällen kommen?	_____ %
4) Wie viel Prozent aller Arbeitsunfälle an Maschinen sind Ihrer Meinung nach auf manipulierte Schutzeinrichtungen zurückzuführen?	_____ %
5) In wie viel Prozent der Betriebe werden manipulierte Maschinen bzw. Schutzeinrichtungen geduldet?	_____ %



**II. Schutzeinrichtung**

Bei welcher Art von Schutzeinrichtung an Maschinen kommt es nach Ihrer Erfahrung wie häufig zu Manipulationen?

Kreuzen Sie bitte in der entsprechenden Spalte an! Wenn Sie keine Erfahrungen mit einzelnen Schutzeinrichtungen haben, kreuzen Sie bitte „keine Aussage“ an!

	nie	selten	manchmal	oft	immer	keine Aussage
1) Verkleidung						
2) Verdeckung						
3) Umzäunung						
4) Abschirmung						
5) Umwehrung						
6) Positionsschalter, elektromechanisch						
7) Positionsschalter, berührungslos						
8) Schlüsseltransfersystem						
9) Zuhaltung						
10) Tippschaltung						
11) Zustimmschaltung						
12) Schaltmatte/Schaltplatte						
13) Zweihandschaltung						
14) Schaltleiste/Bumper						
15) Schaltstange/Schaltbügel						
16) Lichtschranke						
17) Lichtgitter/Lichtvorhang						
18) Schrittschaltung						
19) Laserscanner						
20) Ultraschallsystem						
21) Wärme-Infrarotsystem						
22) Transponder-System						
23) sonstige _____						

**III. Gründe**

Welche Erklärung haben Sie dafür, dass Schutzeinrichtungen manipuliert werden?



<b>IV. Schutzeinrichtung</b>			
Kreuzen Sie bitte die <b>drei</b> Betriebsarten bzw. notwendigen manuellen Eingriffe an, die Ihrer Meinung nach am häufigsten zur Manipulation von Schutzeinrichtungen führen:			
Automatikbetrieb	( )	Umbauen/Rüsten/Werkzeugwechsel	( )
Einrichten/Einstellen	( )	Werkstückwechsel	( )
Programmieren/Programmtest/Testlauf	( )	Störungsbeseitigung an der Maschine	( )
Inbetriebnahme	( )	Störungsbeseitigung im Arbeitsablauf	( )
Demontage	( )	Materialzufuhr/-abfuhr	( )
Inspektion	( )	Reinigung/Wartung	( )
Nachregeln/Justieren	( )	Instandhaltung	( )
Kontrollieren/Stichprobenahme	( )		

<b>V. Persönliches:</b>	
Wie viele Jahre Berufserfahrung haben Sie als Technische Aufsichtsperson?	____ Jahre



**Spezieller Fragebogen (ohne Deckblatt)**

<b>I. Beschreibung der Maschine:</b>
1) Art und Typ der Maschine/Anlage:
2) Baujahr (evtl. geschätzt):
3) Bezeichnung der Gefahrenstelle:
4) Welche Kennzeichnung(en) trägt die Maschine (z. B. CE, GS, BG-PRÜFZERT...)?

<b>II. Art der manipulierten Schutzeinrichtung</b>	
1) Verkleidung ( )	12) Schaltmatte/Schaltplatte ( )
2) Verdeckung ( )	13) Zweihandschaltung ( )
3) Umzäunung ( )	14) Schaltleiste/Bumper ( )
4) Abschirmung ( )	15) Schaltstange/Schalbügel ( )
5) Umwehrung ( )	16) Lichtschranke ( )
6) Positionsschalter, elektromechanisch ( )	17) Lichtgitter/Lichtvorhang ( )
7) Positionsschalter, berührungslos ( )	18) Schrittschaltung ( )
8) Schlüsseltransfersystem ( )	19) Laserscanner ( )
9) Zuhaltung ( )	20) Ultraschallsystem ( )
10) Tippschaltung ( )	21) Wärme-Infrarotsystem ( )
11) Zustimmschaltung ( )	22) Transponder-System ( )
	23) sonstige _____



<b>III. Wie wurde die o. g. Schutzeinrichtung manipuliert?</b>			
(bei Bedarf Zeichnung auf der Rückseite des Fragebogens anfertigen)			
2) Musste für die Manipulation materieller Aufwand betrieben werden, z. B. ein Werkzeug oder ein Schlüssel hergestellt oder gekauft werden?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe

<b>IV. Manipulationsfolgen</b>											
1) Hat sich bereits ein Unfall ereignet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe								
2) Hat sich bereits ein Beinahe-Unfall ereignet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe								
3) Wie hoch schätzen Sie die durch die Manipulation hervorgerufene Gefährdung ein? (Einschätzung durch Aufsichtsperson oder SiFa!) <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%; text-align: center;">sehr niedrig</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">( )—( )—( )—( )—( )</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">sehr hoch</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">(keine oder sehr leichte Verletzung, vollständige Herstellung der Arbeitskraft ohne Folgeschäden)</td> <td></td> <td style="text-align: center;">(Tod oder dauerhafte Behinderung)</td> </tr> </table>					sehr niedrig	( )—( )—( )—( )—( )	sehr hoch		(keine oder sehr leichte Verletzung, vollständige Herstellung der Arbeitskraft ohne Folgeschäden)		(Tod oder dauerhafte Behinderung)
	sehr niedrig	( )—( )—( )—( )—( )	sehr hoch								
	(keine oder sehr leichte Verletzung, vollständige Herstellung der Arbeitskraft ohne Folgeschäden)		(Tod oder dauerhafte Behinderung)								
Beantwortung der vorhergehenden Fragenkomplexe erfolgte durch ...	<input type="checkbox"/> ... Aufsichtsperson	<input type="checkbox"/> ... SiFa (evtl.) zusammen mit	<input type="checkbox"/> SiFa <input type="checkbox"/> Bediener <input type="checkbox"/> _____								



<b>V. Betriebsarten:</b>				
1) Werden Manipulationen, die für bestimmte Betriebszustände vorgenommen wurden, für den Automatikbetrieb wieder rückgängig gemacht?		( ) ja	( ) nein	( ) keine Angabe
2) Für welche der unten aufgeführten Betriebsarten bzw. für welche notwendigen manuellen Eingriffe wurde die Manipulation vorgenommen?  (Mehrfachnennung möglich)			3) Für welche der Betriebsarten/notwendigen manuellen Eingriffe sind sicherheitsgerechte Lösungen an der Maschine vorhanden, ohne zu manipulieren?  (Mehrfachnennung möglich)	
a) Automatikbetrieb	( )	→	( )	
b) weitere Betriebsarten/notwendige manuelle Eingriffe	( )	→	( )	
	Einrichten/Einstellen	( )	→	( )
	Programmieren/Programmtest/Testlauf	( )	→	( )
	Inbetriebnahme	( )	→	( )
	Demontage	( )	→	( )
	Inspektion	( )	→	( )
	Nachregeln/Justieren	( )	→	( )
	Kontrollieren/Stichprobenahme	( )	→	( )
	Umbauen/Rüsten/Werkzeugwechsel	( )	→	( )
	Werkstückwechsel	( )	→	( )
	Störungsbeseitigung an der Maschine	( )	→	( )
	Störungsbeseitigung im Arbeitsablauf	( )	→	( )
	Materialzufuhr/-abfuhr	( )	→	( )
	Reinigung/Wartung	( )	→	( )
	Instandhaltung	( )	→	( )



4) Verliert die Maschine beim Auslösen der Schutzeinrichtung ihren Referenzpunkt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
5) Ist eine Bereichsabschaltung bei der Maschine sinnvoll und bereits realisiert?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
6) Kann die Manipulation schnell wieder rückgängig gemacht werden?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	<input type="checkbox"/> ... Aufsichtsperson	<input type="checkbox"/> ... SiFa	<input type="checkbox"/> SiFa
	<input type="checkbox"/> ... SiFa	(evtl.) zusammen mit	<input type="checkbox"/> Bediener
	<input type="checkbox"/> _____		<input type="checkbox"/> _____

<b>VI. Herstellermerkmale</b>			
1) Hat der Wartungsdienst/Installationsdienst des Herstellers die Möglichkeiten zur Manipulation aufgezeigt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
2) Wurde die Maschine direkt mit „Manipulationswerkzeug“ ausgeliefert (Code, Schlüssel, Klemmanschluss ...)?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	<input type="checkbox"/> ... Aufsichtsperson	<input type="checkbox"/> ... SiFa	<input type="checkbox"/> SiFa
	<input type="checkbox"/> ... SiFa	(evtl.) zusammen mit	<input type="checkbox"/> Bediener
	<input type="checkbox"/> _____		<input type="checkbox"/> _____



<b>VII. Ergonomische Aspekte</b>				
Die Schutzeinrichtung ...				
1) ... schränkt die Sicht auf den Arbeitsprozess (auch Werkzeug, Werkstück) ein.	gar nicht	( )—( )—( )—( )	sehr stark	( ) keine Angabe
2) ... beeinträchtigt das Hören des Arbeitsprozesses.	gar nicht	( )—( )—( )—( )	sehr stark	( ) keine Angabe
3) ... schränkt die Nutzungsmöglichkeit der Maschine ein.	gar nicht	( )—( )—( )—( )	sehr stark	( ) keine Angabe
4) ... verlangsamt das Arbeitstempo an der Maschine.	gar nicht	( )—( )—( )—( )	sehr stark	( ) keine Angabe
5) ... erfordert einen höheren Kraftaufwand des Bedieners.	gar nicht	( )—( )—( )—( )	sehr stark	( ) keine Angabe
6) ... erfordert eine gedankliche Mehrleistung des Bedieners (z. B. immer daran denken müssen, diese zu betätigen).	gar nicht	( )—( )—( )—( )	sehr stark	( ) keine Angabe
7) ... bedeutet, längere Wege machen zu müssen.	gar nicht	( )—( )—( )—( )	sehr stark	( ) keine Angabe
8) ... schränkt den Bewegungsraum ein.	gar nicht	( )—( )—( )—( )	sehr stark	( ) keine Angabe
9) ... stört den Bewegungsfluss.	gar nicht	( )—( )—( )—( )	sehr stark	( ) keine Angabe
10) ... unterbricht den eigentlichen Arbeits- bzw. den maschinellen Prozess.	gar nicht	( )—( )—( )—( )	sehr stark	( ) keine Angabe
11) ... ist neuartig und erfordert ein Umlernen von Gewohnheiten.		( ) ja	( ) nein	( ) keine Angabe
12) ... ist ohne großen Aufwand außer Kraft zu setzen.		( ) ja	( ) nein	( ) keine Angabe
13) ... ist nachträglich angebracht worden.		( ) ja	( ) nein	( ) keine Angabe
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	( ) ... Aufsichtsperson	( ) SiFa	( ) SiFa	( ) Bediener
	( ) ... SiFa	(evtl.) zusammen mit	( ) Bediener	
	( ) _____		( ) _____	





<b>VIII. Betriebliche Merkmale</b>			
1) Sind die Bediener nachweislich unterwiesen worden?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
2) Wird die Betriebsanleitung beachtet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
3) Sind die Vorgesetzten über mögliche Rechtsfolgen der Manipulation aufgeklärt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
4) Wird von den Maschinenbedienern erwartet zu manipulieren?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
5) Wird das Thema Manipulation im Betrieb thematisiert?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
6) Gibt es organisatorische Maßnahmen, um Sicherheitsproblemen beim Umgehen von Schutzeinrichtungen zu begegnen?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
7) Werden Störungen im Arbeitsablauf vom Bediener selbst beseitigt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
8) Ist der Bediener für die Beseitigung von Störungen an der Maschine ausgebildet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
9) Können Instandhalter schnell und problemlos angefordert werden?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
10) Ist der Schlüssel/Code für die Betriebsartenwahl verfügbar?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> nur für _____	<input type="checkbox"/> keine Angabe
11) Ist die Entlohnung des Bedieners an das Produktionsergebnis gekoppelt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
12) Werden die Bediener und Instandhalter beim Einkauf einer Maschine berücksichtigt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
13) Werden Maschinen/Anlagen aufgrund sicherheitstechnischer Konstruktionsfehler reklamiert?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe



14) Wird die Maschine bestimmungsgemäß verwendet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
15) Ist ein starker Druck der Kollegen vorhanden, Manipulationen vorzunehmen?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
16) Waren bei erstmaliger Arbeit an der Maschine durch den Bediener bereits manipulierte Schutzeinrichtungen vorhanden?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
17) Werden Manipulationen im Betrieb geduldet?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
18) Wurde die Manipulation zusammen mit Kollegen durchgeführt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
19) Hat der Betrieb weniger als 250 Mitarbeiter?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	<input type="checkbox"/> ... Aufsichtsperson	<input type="checkbox"/> SiFa	<input type="checkbox"/> Bediener
	<input type="checkbox"/> ... SiFa	(evtl.) zusammen mit	<input type="checkbox"/> _____
	<input type="checkbox"/> _____		<input type="checkbox"/> _____



<b>IX. Bediener:</b>			
Die folgenden Fragen richten sich direkt an den Maschinenbediener!			
[Falls eine Befragung des Maschinenbedieners nicht möglich sein sollte, geben Sie dort, wo es möglich ist, Ihre eigene Einschätzung – immer bezogen auf den Bediener – ab!]			
1) Wissen Sie, dass Sie an einer manipulierten Maschine arbeiten?	( ) ja	( ) nein	( ) keine Angabe
2) Informieren Sie Ihre Kollegen, die an der gleichen Maschine arbeiten, darüber, dass Sie die Maschine manipuliert haben?	( ) ja	( ) nein	( ) keine Angabe
3) Wie hoch schätzen Sie die durch die Manipulation hervorgerufene Gefährdung ein?	sehr niedrig    ( )—( )—( )—( )—( )    sehr hoch		
	(keine oder sehr leichte Verletzung, vollständige Herstellung der Arbeitskraft ohne Folgeschäden)		(Tod oder dauerhafte Behinderung)
4) Nehmen Sie das erhöhte Unfallrisiko gerne in Kauf, sind Sie mutig?	( ) ja	( ) nein	( ) keine Angabe
5) Schätzen Sie die manipulierte Maschine als sicherer ein als eine nicht manipulierte?	( ) ja	( ) nein	( ) keine Angabe
6) Fühlen Sie sich unsicher bei der Bedienung der manipulierten Maschine?	( ) ja	( ) nein	( ) keine Angabe
7) Sind Sie der Meinung, dass Sie keine Schutzeinrichtung an der Maschine nötig haben?	( ) ja	( ) nein	( ) keine Angabe
8) Hat die Manipulation aus Ihrer Sicht einen Nutzen für den Betrieb?	( ) ja	( ) nein	( ) keine Angabe
9) Empfinden Sie die Schutzeinrichtung als Schikane?	( ) ja	( ) nein	( ) keine Angabe
10) Sind Ihnen die betrieblichen und rechtlichen Konsequenzen des Manipulierens vollkommen klar?	( ) ja	( ) nein	( ) keine Angabe



11) Stehen Sie der Manipulation kritisch gegenüber?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> eine Angabe				
12) Verheimlichen Sie schon einmal eine Störung und beseitigen sie lieber selbst?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe				
13) Um wie viel Prozent würde eine Störungsbeseitigung ohne Manipulation in etwa länger dauern als eine mit Manipulation?	_____ %		<input type="checkbox"/> keine Angabe				
14) Ist eine Manipulation für Sie eine sportliche Herausforderung?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe				
15) Sind Sie zufrieden mit den Zeiten, die die betriebliche Instandhaltungsmannschaft für die Störungsbeseitigung im Regelfall benötigt?	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> keine Angabe				
16) Wie viel Zeit haben Sie bzw. der Manipulierende für die Manipulation benötigt?							
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">                 Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...             </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">                 ( ) ... Bediener                  ( ) ... Aufsichtsperson                  ( ) ... SiFa                  ( ) _____             </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">                 ( ) SiFa                  ( ) Bediener                  ( ) Aufsichtsperson                  ( ) _____             </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">                 (evtl.) zusammen mit             </td> </tr> </table>				Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	( ) ... Bediener ( ) ... Aufsichtsperson ( ) ... SiFa ( ) _____	( ) SiFa ( ) Bediener ( ) Aufsichtsperson ( ) _____	(evtl.) zusammen mit
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	( ) ... Bediener ( ) ... Aufsichtsperson ( ) ... SiFa ( ) _____	( ) SiFa ( ) Bediener ( ) Aufsichtsperson ( ) _____	(evtl.) zusammen mit				



**X. Direkte Fragen an den Bediener:**

- 1) Welchen konkreten Nutzen hat für Sie die Manipulation?
- 2) Haben Sie eine Idee, was an der Maschine geändert werden sollte, damit der Wunsch zu manipulieren gar nicht erst entsteht?
- 3) Welche betrieblichen Maßnahmen müssten ergriffen werden, um Manipulationen vorzubeugen?

	<input type="checkbox"/> ... Bediener	<input type="checkbox"/> SiFa
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes erfolgte durch ...	<input type="checkbox"/> ... Aufsichtsperson	<input type="checkbox"/> Bediener
	<input type="checkbox"/> ... SiFa	<input type="checkbox"/> Aufsichtsperson
	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____
	(evtl.) zusammen mit	

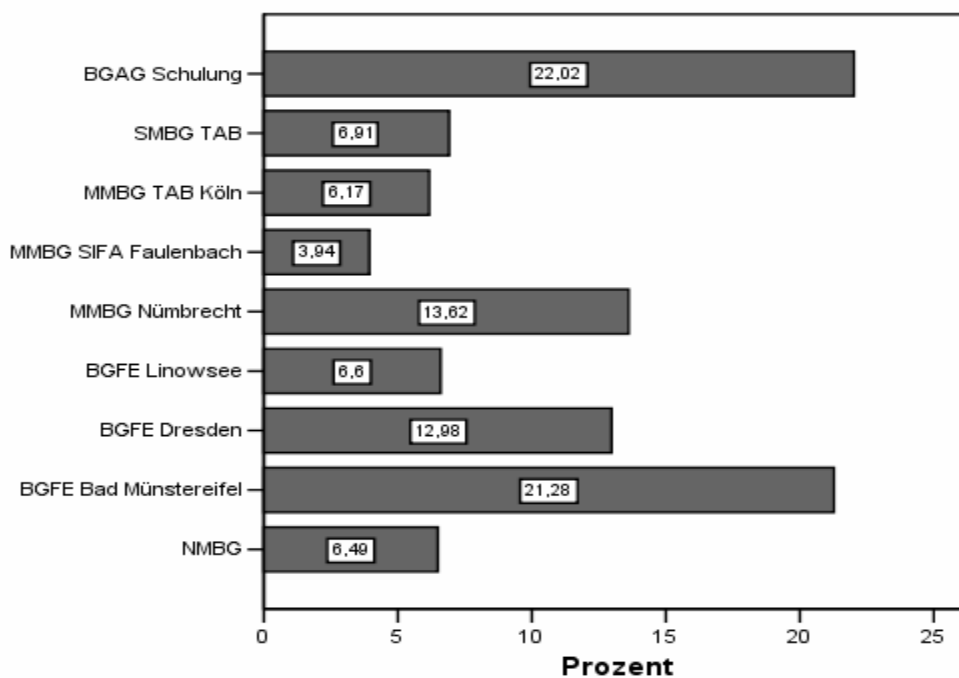
	<input type="checkbox"/> ... vor Ort im Betrieb.
Der gesamte Fragebogen wurde ausgefüllt ...	<input type="checkbox"/> ... im Nachhinein.
	<input type="checkbox"/> ... _____



## Anhang B: Ergebnisse der allgemeinen Befragung

Zusammensetzung der Stichprobe:

- 940 allgemeine Fragebögen (Stand 24.08.2004)
- Verteilung der Fragebögen auf die Zuständigkeiten der ...





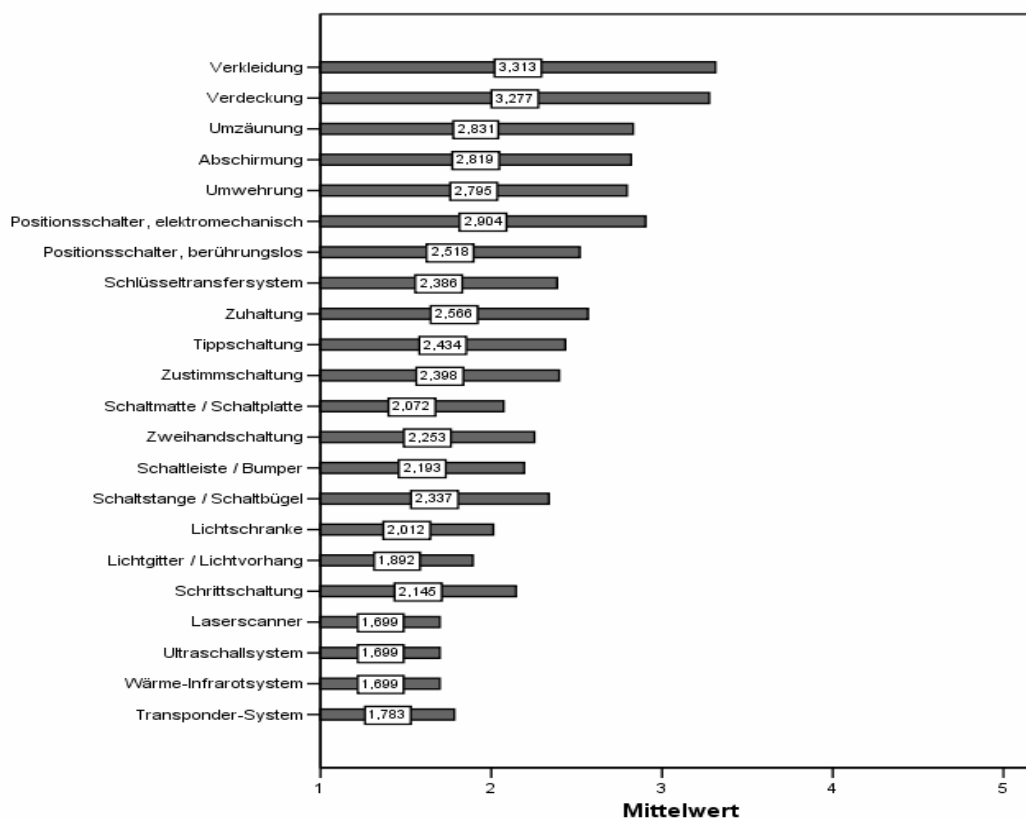
	Mittelwert Gesamt (n = 863 bis 911)	Standard- abweichung	Standardfe- hler	Mittelwert Aufsichts- personen (n = 317 bis 330)	Mittelwert Fachkräfte für Arbeits- sicherheit (n = 217 bis 231)
Wie viel Prozent der Schutz- einrichtungen an Maschi- nen sind Ihrer Meinung nach ständig manipuliert?	14,11 %	14,54	0,48	<b>14,60 %</b>	<b>12,17 %</b>
Wie viel Prozent der Schutz- einrichtungen an Maschi- nen sind Ihrer Meinung nach vorübergehend manipuliert?	22,72 %	19,97	0,66	23,46 %	19,95 %
Bei wie viel Prozent aller beobachteten Manipula- tionen an Maschinen bzw. Schutzeinrichtungen kann es Ihrer Meinung nach zu Unfällen kommen?	50,80 %	37,62	1,25	54,77 %	48,66 %
Wie viel Prozent aller Ar- beitsunfälle an Maschinen sind Ihrer Meinung nach auf manipulierte Schutzein- richtungen zurückzuführen?	24,78 %	24,58	0,83	22,86 %	22,74 %
In wie viel Prozent der Be- triebe werden manipulierte Maschinen bzw. Schutzein- richtungen geduldet?	33,96 %	29,35	1,00	<b>37,49 %</b>	<b>32,93 %</b>

**Fett** markiert sind statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Auskünften der Aufsichtspersonen und der Fachkräfte für Arbeitssicherheit (Mann-Whitney-U-Test, keine Normalverteilung)



### Bei welcher Art von Schutzeinrichtung an Maschinen kommt es nach Ihrer Erfahrung wie häufig zu Manipulationen?

$n = 527$  bis  $549$ ; da Frage nicht Bestandteil der Befragungen der BGFE: dort  $n = 384$



Antwortkategorien:

1 = nie, 2 = selten, 3 = manchmal, 4 = oft, 5 = immer

signifikante Unterschiede zwischen Aufsichtspersonen (AP) und Fachkräften für Arbeitssicherheit (FASi):

1. Positionsschalter elektromechanisch:

MW APen: 3,23

MW FASi: 2,54

2. Schrittschaltung:

MW APen: 2,04

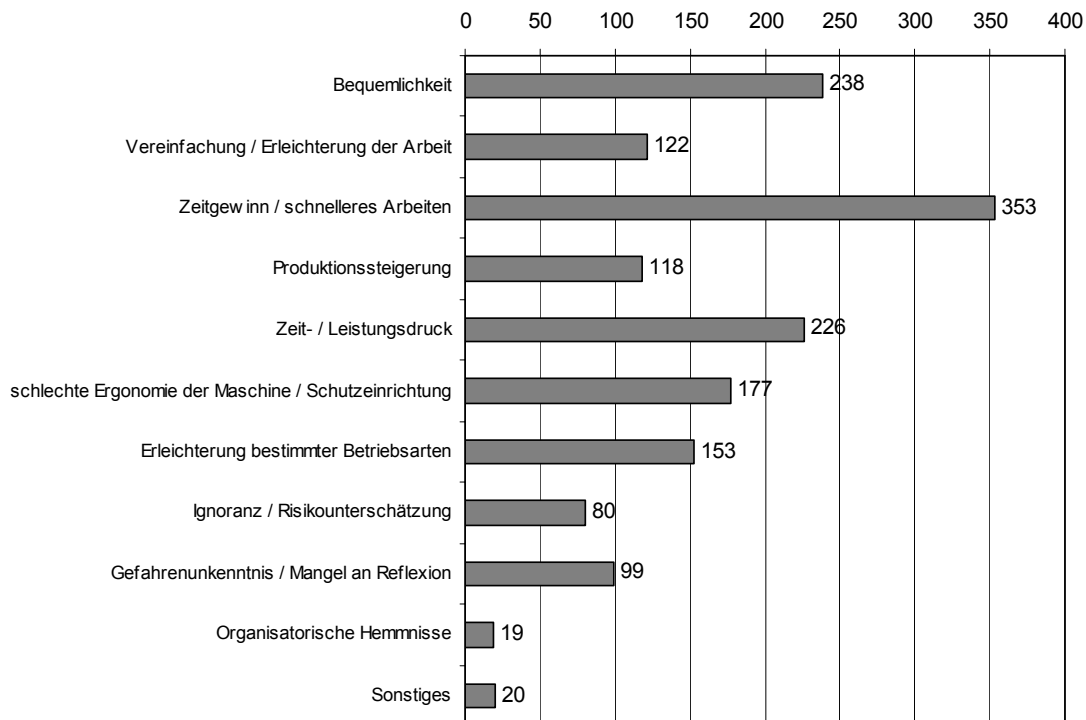
MW FASi: 2,25





**Welche Erklärung haben Sie dafür, dass Schutzeinrichtungen manipuliert werden?**

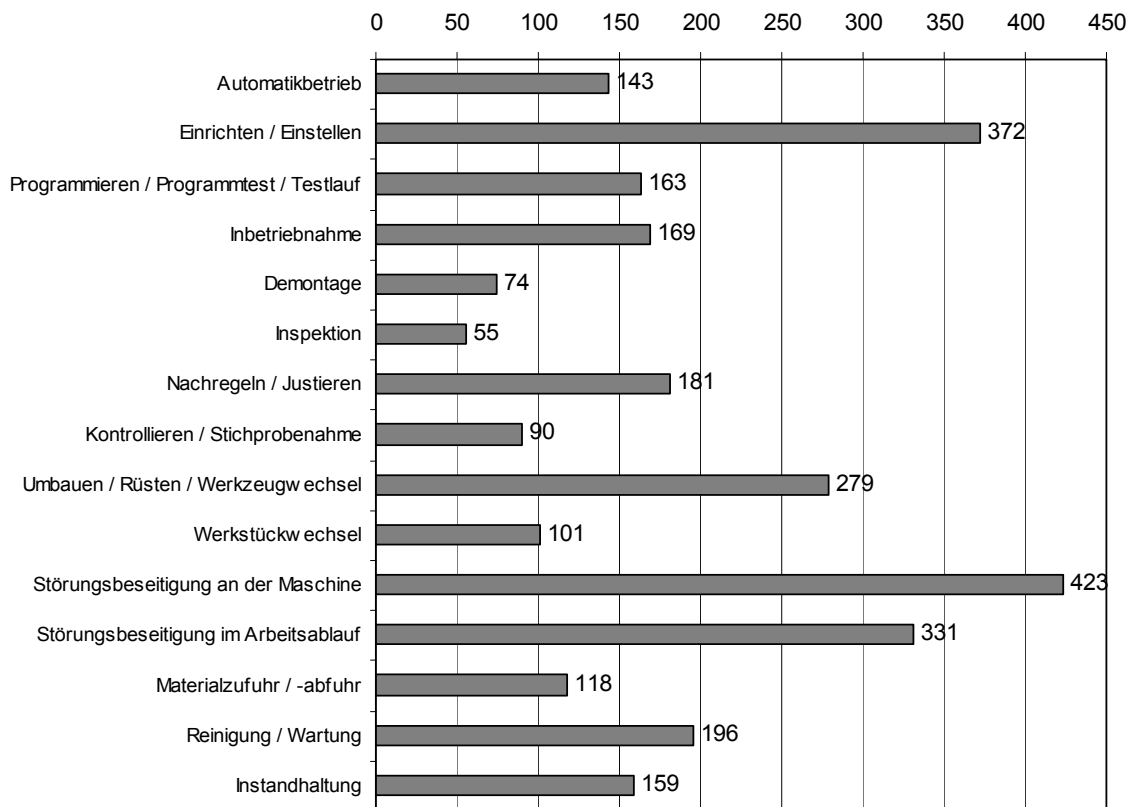
$n = 1\ 605$  genannte Aspekte, Mehrfachnennung möglich





**Kreuzen Sie bitte die drei Betriebsarten bzw. notwendigen manuellen Eingriffe an, die Ihrer Meinung nach am häufigsten zur Manipulation von Schutzeinrichtungen führen.**

(n = 939)





## Anhang C: Ergebnisse der speziellen Befragung

Zusammensetzung der Stichprobe:

- 202 spezielle Fragebögen (Stand: 24.08.2004),
- davon wurden ca. 31 % direkt vor Ort im Betrieb beantwortet, der Rest im Nachhinein,
- Einsatz des Fragebogens in 71,1 % KMU (Kriterium der Europäischen Kommission: < 250 Mitarbeiter), in 26,4 % großen Betrieben, 2,5 % machten keine Angabe
  
- Verteilung der Fragebögen auf die Zuständigkeiten der ...

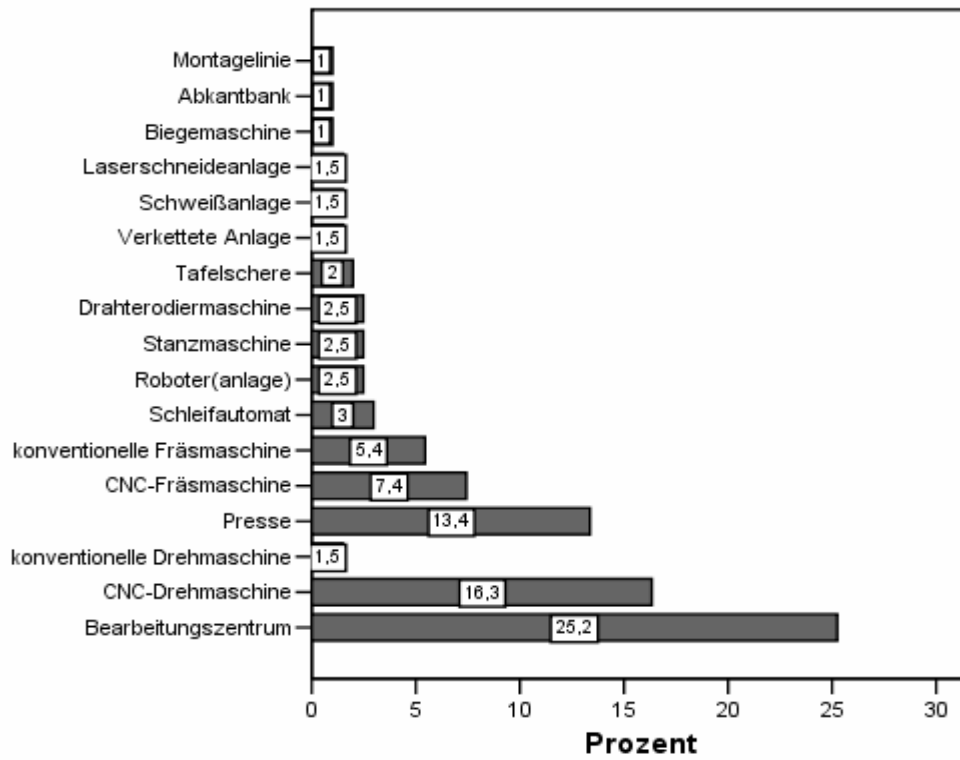
	BG Metall Süd (gesamter Präventionsdienst)	BG Metall Süd (Präventionsdienst München)	MMBG	NMBG
Anzahl	63	59	43	37
Prozent	31,2	29,2	21,3	18,3



## Maschinentypen

( $n = 202$ )

	Häufigkeit	Prozent
Bearbeitungszentrum	51	25,2
Roboter(anlage)	5	2,5
Biegemaschine	2	1,0
Spiralmaschine	1	0,5
Schweißanlage	3	1,5
CNC-Drehmaschine	33	16,3
Presse	27	13,4
CNC-Fräsmaschine	15	7,4
Tafelschere	4	2,0
konventionelle Drehmaschine	3	1,5
Stanzmaschine	5	2,5
konventionelle Fräsmaschine	11	5,4
Holzfräse	1	0,5
Abkantbank	2	1,0
Schredder	1	0,5
Schleifautomat	6	3,0
Holzbearbeitungsanlage	1	0,5
Kran	1	0,5
Gießautomat	1	0,5
Funkenerodierautomat	1	0,5
Rollschließmaschine	1	0,5
Verkettete Anlage	3	1,5
Drahterodiermaschine	5	2,5
Benzinabpumpeinrichtung	1	0,5
Laserschneideanlage	3	1,5
Montagelinie	2	1,0
Koil-Abwickelmaschine	1	0,5
sonstige	8	4,0
Bohrmaschine	1	0,5
CNC-Bohrwerk	1	0,5
Bohr-Fräs-Automat	2	1,0
<b>Gesamt</b>	<b>202</b>	<b>100,0</b>

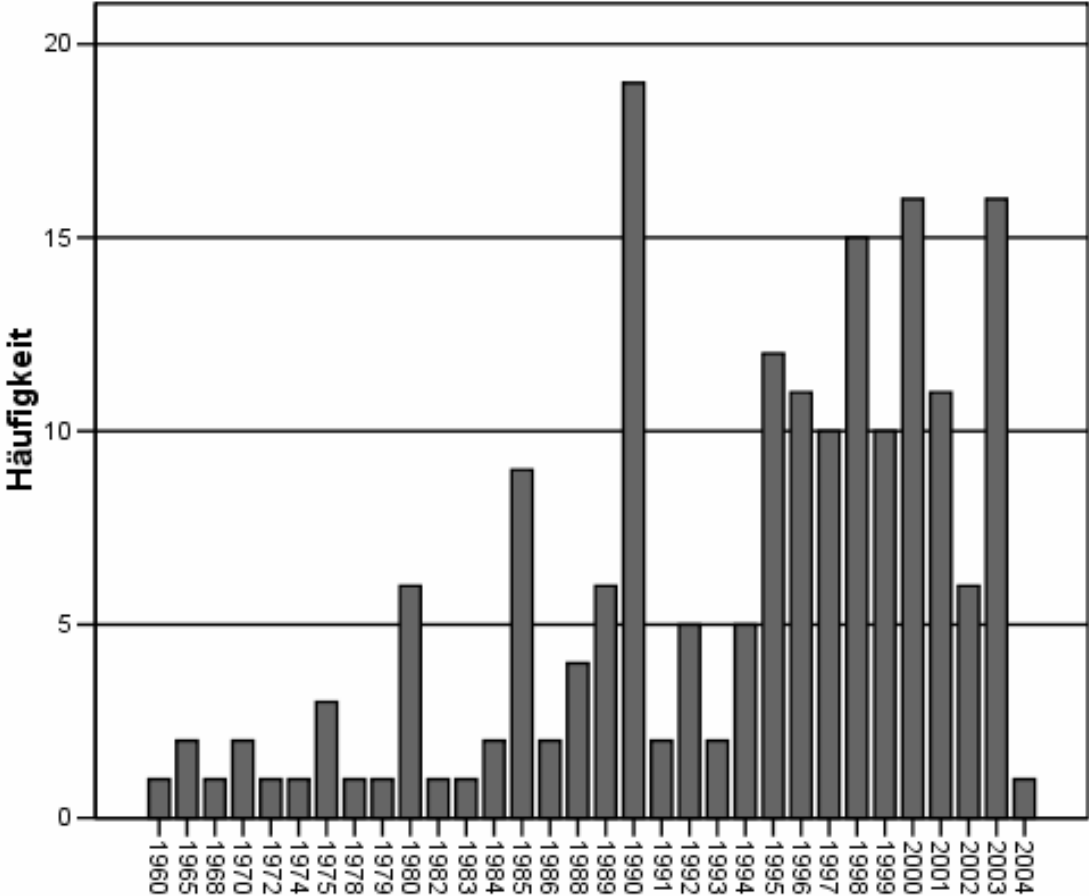




### Baujahr der Maschine

(n = 185)

	Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
1960	1	0,5	0,5
1965	2	1,0	1,6
1968	1	0,5	2,2
1970	2	1,0	3,2
1972	1	0,5	3,8
1974	1	0,5	4,3
1975	3	1,5	5,9
1978	1	0,5	6,5
1979	1	0,5	7,0
1980	6	3,0	10,3
1982	1	0,5	10,8
1983	1	0,5	11,4
1984	2	1,0	12,4
1985	9	4,5	17,3
1986	2	1,0	18,4
1988	4	2,0	20,5
1989	6	3,0	23,8
1990	19	9,4	34,1
1991	2	1,0	35,1
1992	5	2,5	37,8
1993	2	1,0	38,9
1994	5	2,5	41,6
1995	12	5,9	48,1
1996	11	5,4	54,1
1997	10	5,0	59,5
1998	15	7,4	67,6
1999	10	5,0	73,0
2000	16	7,9	81,6
2001	11	5,4	87,6
2002	6	3,0	90,8
2003	16	7,9	99,5
2004	1	0,5	100,0
Gesamt	185	91,6	
k. A.	17	8,4	
<b>Gesamt</b>	<b>202</b>	<b>100,0</b>	



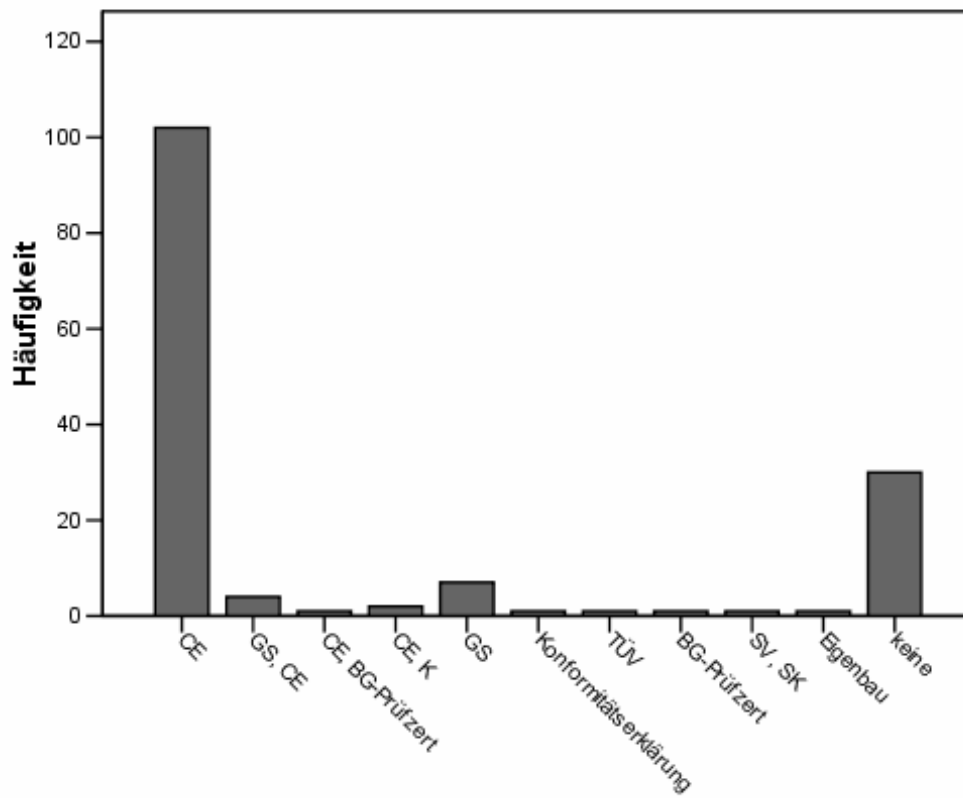


### Kennzeichnung der Maschine

(n = 151)

		Häufigkeit	Prozent	Kumulierte Prozente
Gültig	CE	102	50,5	67,5
	CE, BG-PRÜFZERT	1	0,5	68,2
	Eigenbau	1	0,5	68,9
	keine	30	14,9	88,7
	Konformitätserklärung	1	0,5	89,4
	TÜV	1	0,5	90,1
	GS, CE	4	2,0	92,7
	GS	7	3,5	97,4
	BG-PRÜFZERT	1	0,5	98,0
	SV, SK	1	0,5	98,7
	CE, K	2	1,0	100,0
	Gesamt	151	74,8	
Fehlend	keine Angabe	51	25,2	
<b>Gesamt</b>		<b>202</b>	<b>100,0</b>	

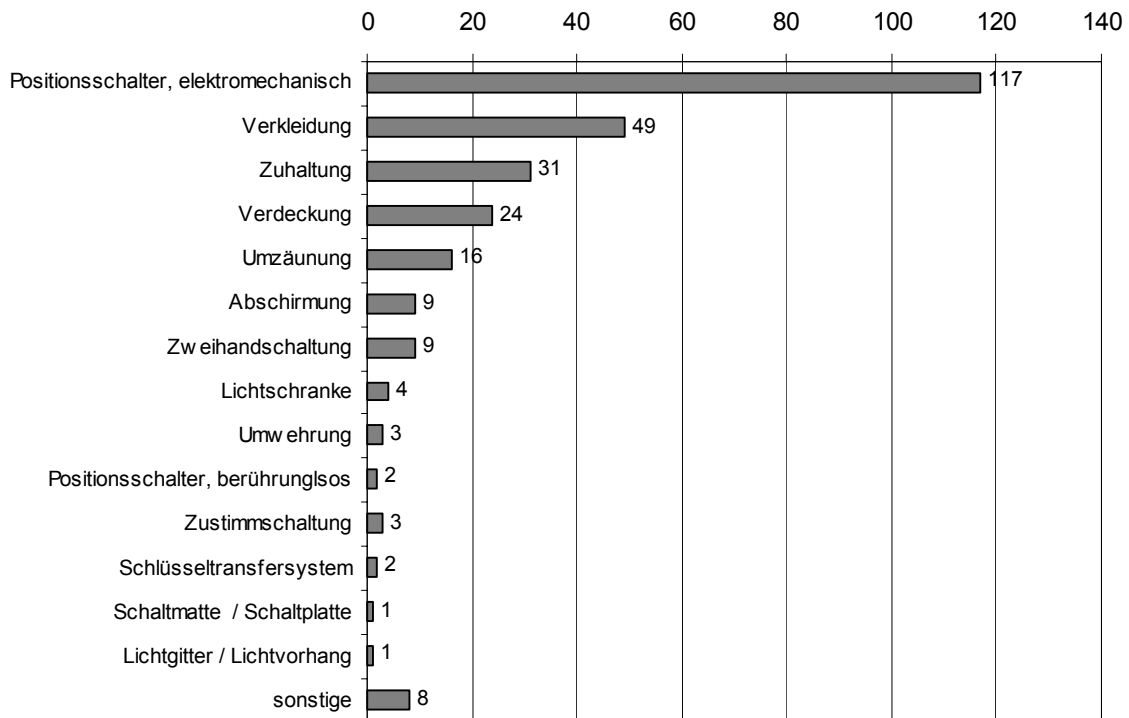






### Anzahl manipulierter Schutzeinrichtungen

( $n = 279$  Nennungen)

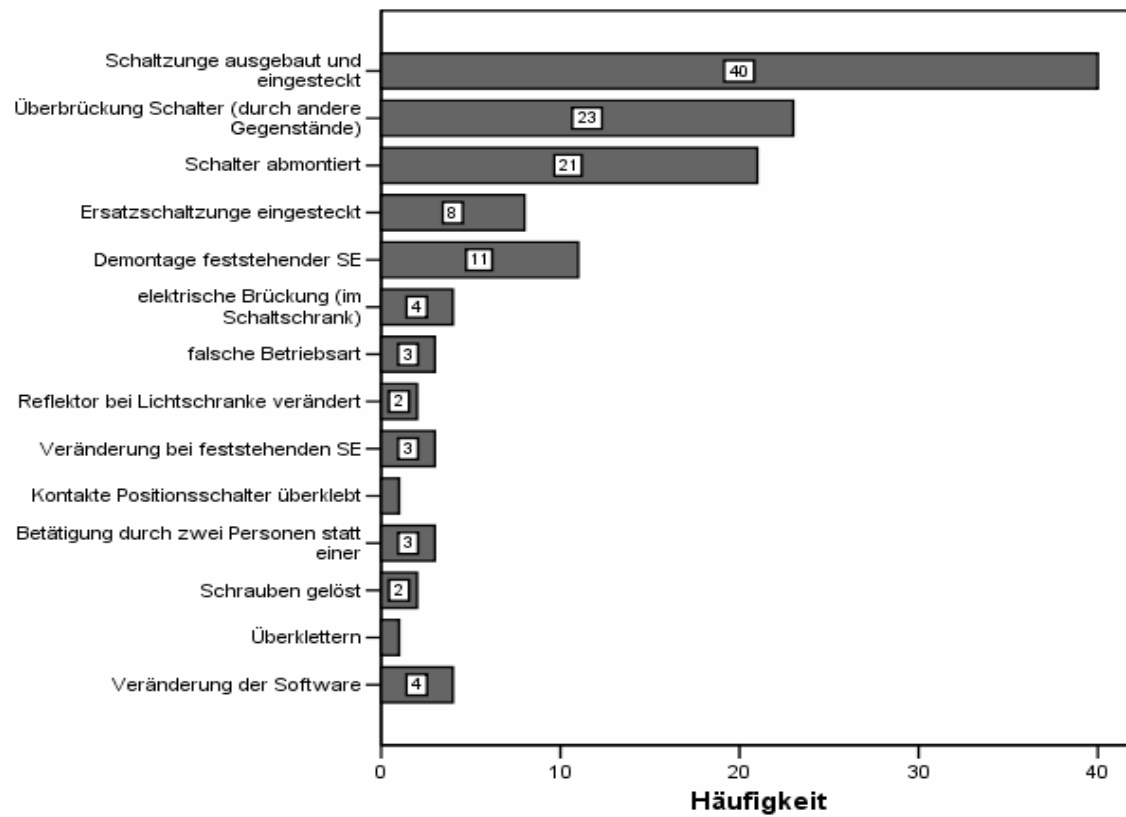


Keine Angaben fanden sich zu Tippschaltung, Schaltleiste/Bumper, Schaltstange/ Schaltbügel, Schrittschaltung, Laserscanner, Ultraschallsysteme, Wärmefrachtsysteme und Transpondersysteme

Zuhaltung: 11 Nennungen stammen aus Fragebögen, die nicht mit Betriebsangehörigen ausgefüllt wurden, 20 aus Fragebögen, die zusammen mit Betriebsangehörigen ausgefüllt wurden (Dichotomisierung der Befragten, signifikant auf 5%-Niveau, Chi-Quadrat-Test)



**Wie wurde die o. g. Schutzeinrichtung manipuliert?**



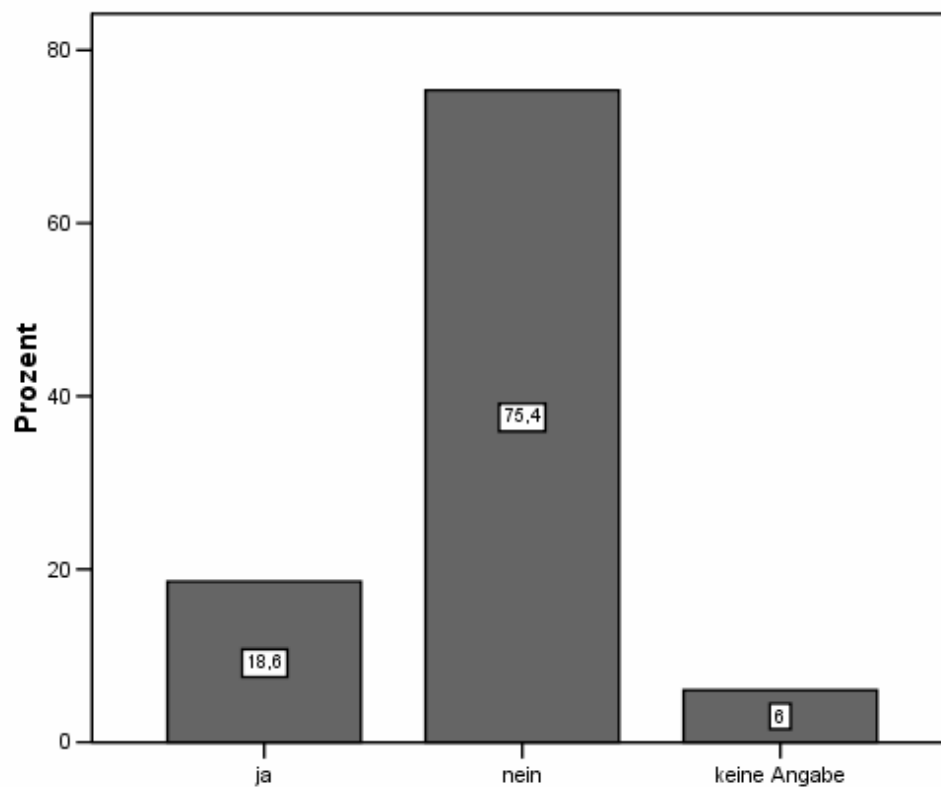
SE = Schutzeinrichtung

Gesamtzahl der Nennungen  $n = 126$



**Musste für die Manipulation materieller Aufwand getrieben werden,  
z. B. ein Werkzeug oder ein Schlüssel hergestellt oder gekauft werden?**

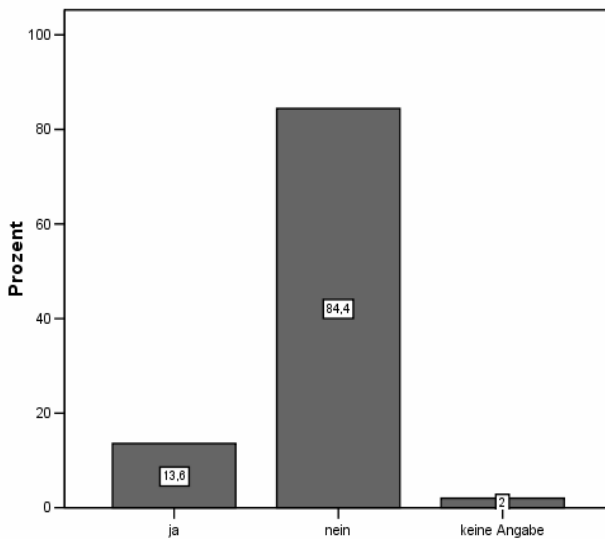
( $n = 199$ )





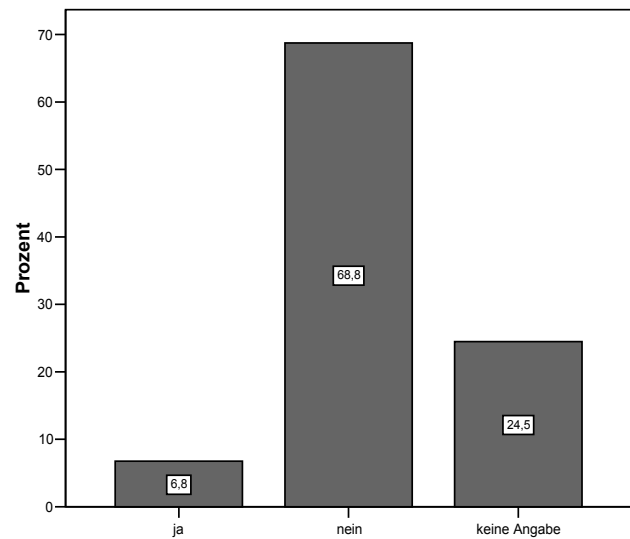
**Hat sich bereits ein Unfall ereignet?**

( $n = 199$ )



**Hat sich bereits ein Beinahe-Unfall ereignet?**

( $n = 192$ )

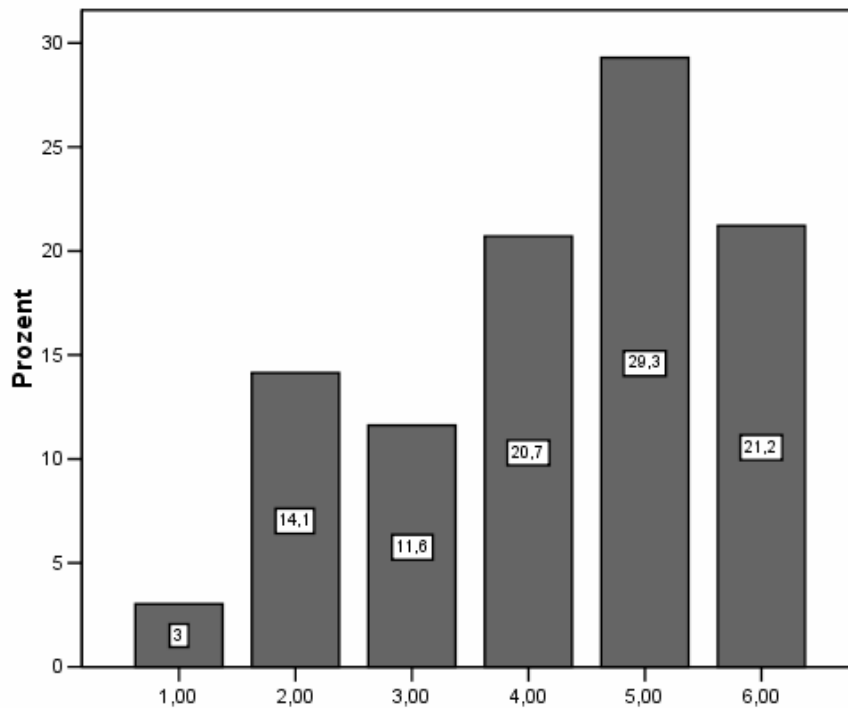


An den untersuchten Maschinen haben sich 27 Unfälle und 13 Beinahe-Unfälle ereignet, was einem Anteil von ca. 20 % entspricht.



**Gefährdungseinschätzung durch Aufsichtsperson oder Fachkraft für Arbeitssicherheit:**

(n = 198)



Mittelwert 4,23 (1 = sehr niedrig, 6 = sehr hoch)



Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch							
Aufsichtsperson	166	FASi	<b>15</b>	Dritten	11	keine Angabe	10
davon		davon		davon			
mit FASi	<b>37</b>			mit FASi	<b>1</b>		
mit Bediener	<b>41</b>	mit Bediener	3	mit Bediener	<b>4</b>		
mit Drittem	20	mit Drittem	2	mit Drittem	2		

**Fett** markiert ist die jeweilige Anzahl an Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

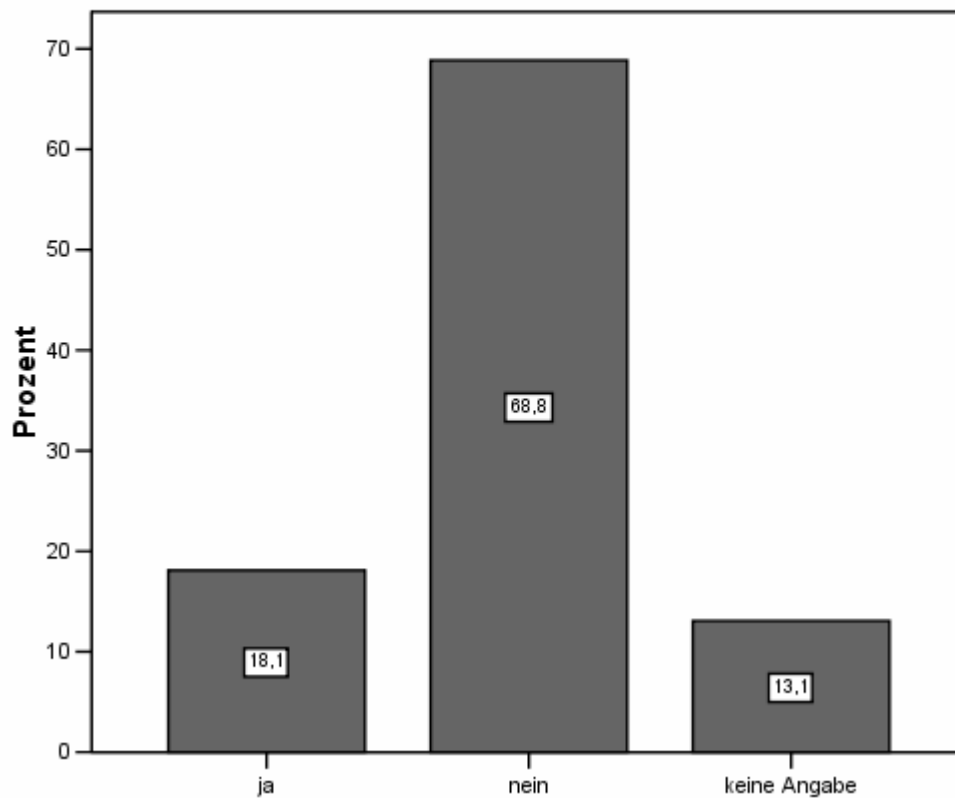
98 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden. Die Aussagen aus diesen 98 Fragebögen bilden die Gruppe der „Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen“ ausgefüllt wurden.

Ein signifikanter Unterschied (Mann-Whitney-U-Test, 5%-Niveau) bei der Gefährdungseinschätzung ergibt sich zwischen Daten aus Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen ausgefüllt wurden (Mittelwert: 3,94;  $n = 96$ ) und Daten, die ohne Betriebsangehörige ausgefüllt wurden (Mittelwert: 4,5;  $n = 102$ )



**Werden Manipulationen, die für bestimmte Betriebszustände vorgenommen wurden, für den Automatikbetrieb wieder rückgängig gemacht?**

( $n = 199$ )

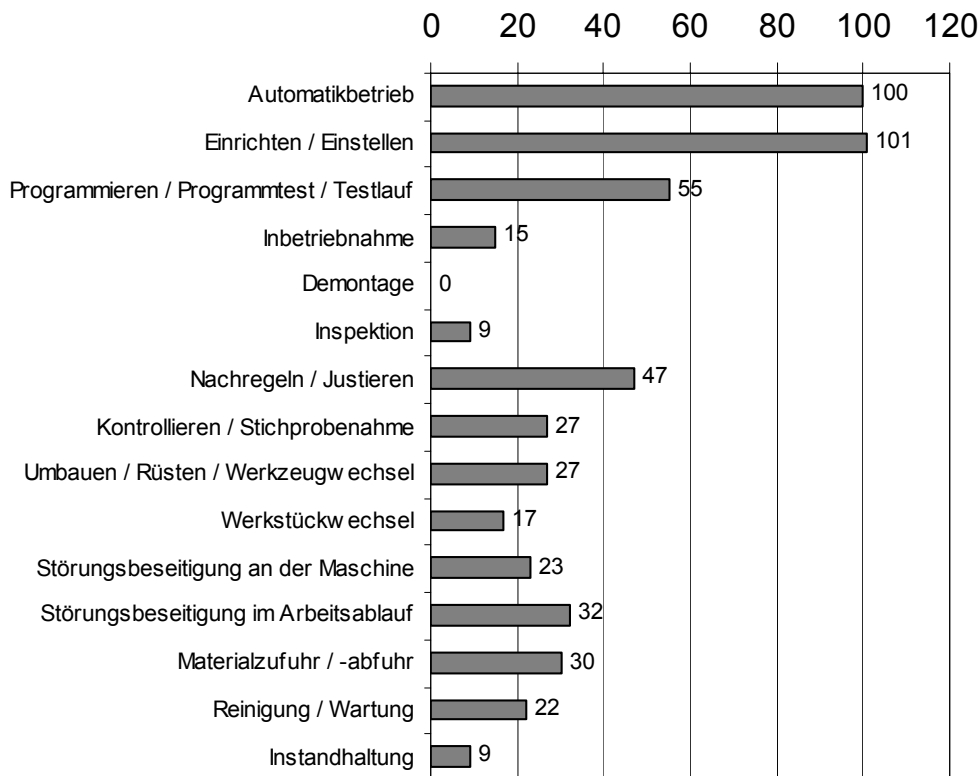






**Für welche der unten aufgeführten Betriebsarten bzw. für welche notwendigen manuellen Eingriffe wurde die Manipulation vorgenommen?**

( $n = 514$ , Mehrfachnennungen möglich)



Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Daten, die auf Untersuchungen unter Zuhilfenahme von Betriebsangehörigen basieren, und denen ohne Zuhilfenahme bei folgenden Betriebsarten:

- Einrichten/Einstellen,
- Nachregeln/Justieren,
- Störungsbeseitigung im Arbeitsablauf und
- Reinigung und Wartung

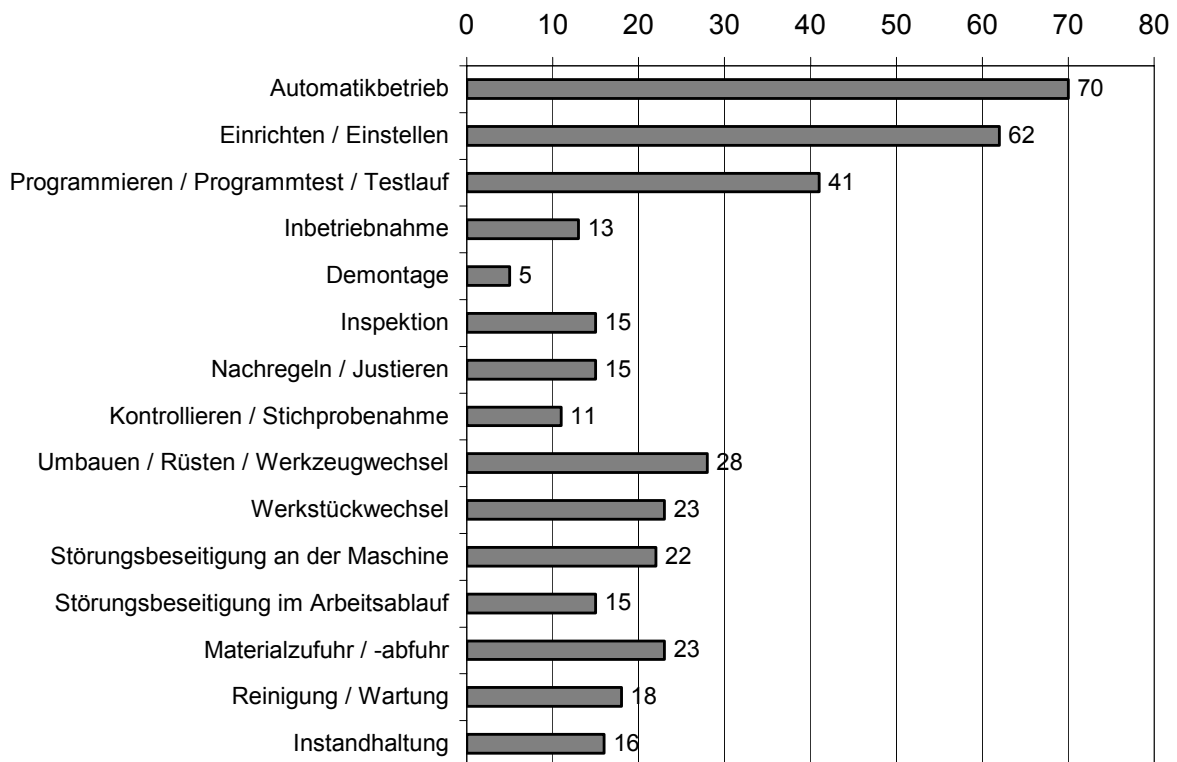
werden überproportional häufig in Fragebögen angekreuzt, die auf Daten unter Zuhilfenahme von Betriebsangehörigen basieren.

(Chi-Quadrat, 5%-Niveau)



**Für welche der Betriebsarten/notwendigen manuellen Eingriffe sind sicherheitsgerechte Lösungen an der Maschine vorhanden, ohne zu manipulieren?**

(n = 377, Mehrfachnennungen möglich)



Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Daten, die auf Untersuchungen unter Zuhilfenahme von Betriebsangehörigen basieren, und denen ohne Zuhilfenahme bei folgenden Betriebsarten:

- Kontrollieren/Stichprobe und
- Umbauen/Rüsten/Werkzeugwechsel

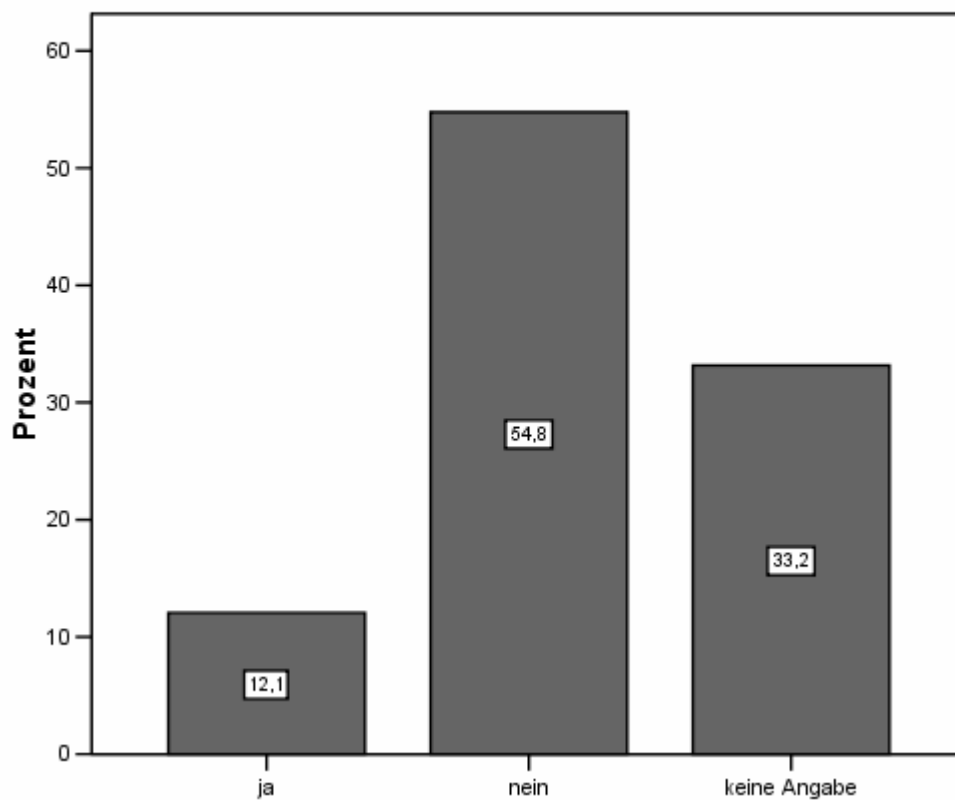
werden überproportional häufig in Fragebögen angekreuzt, die auf Daten unter Zuhilfenahme von Betriebsangehörigen basieren.

(Chi-Quadrat, 5%-Niveau)



**Verliert die Maschine beim Auslösen der Schutzeinrichtung ihren Referenzpunkt?**

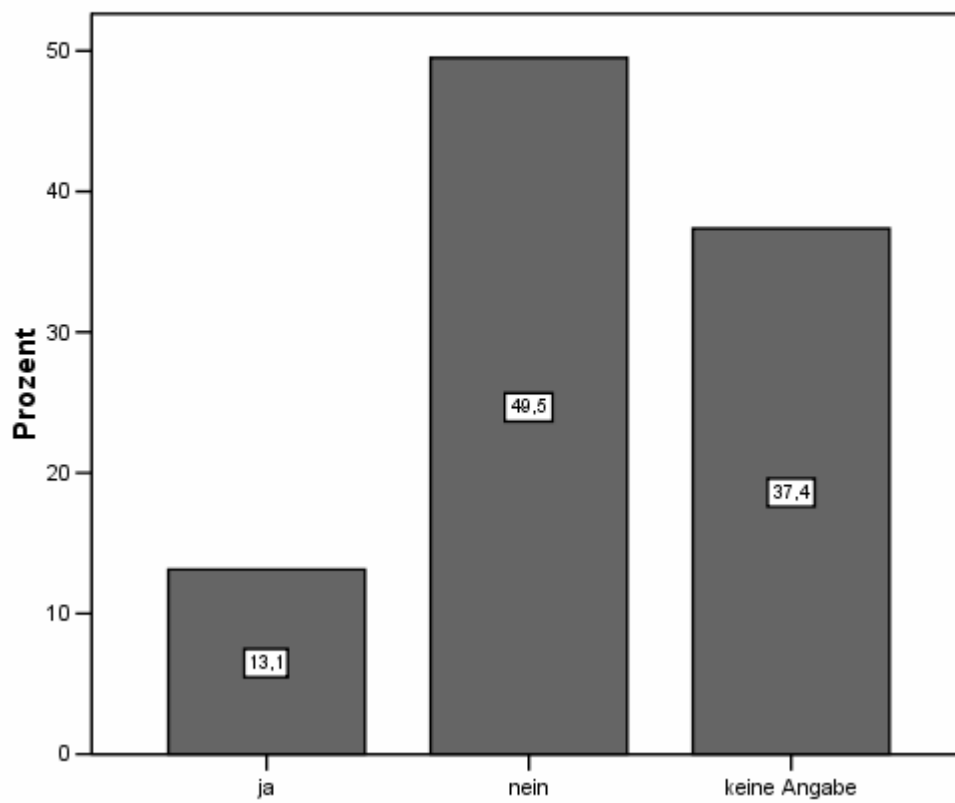
( $n = 199$ )





**Ist eine Bereichsabschaltung bei der Maschine sinnvoll und bereits realisiert?**

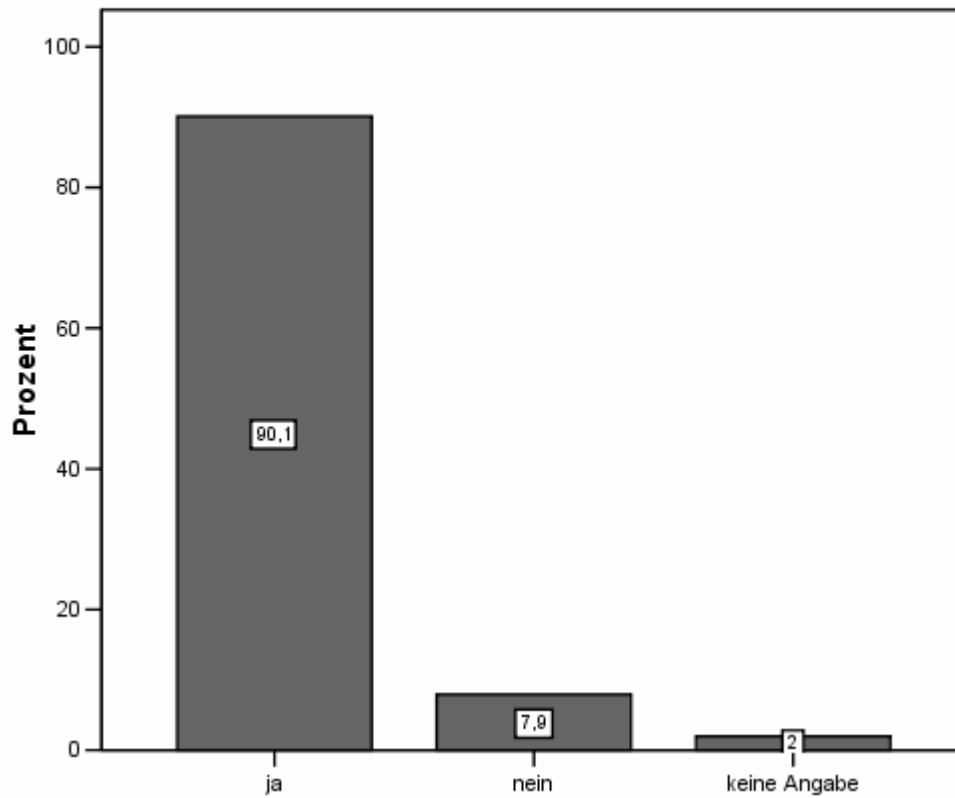
( $n = 198$ )





**Kann die Manipulation schnell wieder rückgängig gemacht werden?**

( $n = 202$ )





Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch							
Aufsichtsperson	162	FASi	<b>15</b>	Dritten	10	keine Angabe	15
davon		davon		davon			
mit FASi	<b>30</b>			mit FASi	<b>0</b>		
mit Bediener	<b>47</b>	mit Bediener	4	mit Bediener	<b>3</b>		
mit Drittem	19	mit Drittem	1	mit Drittem	1		

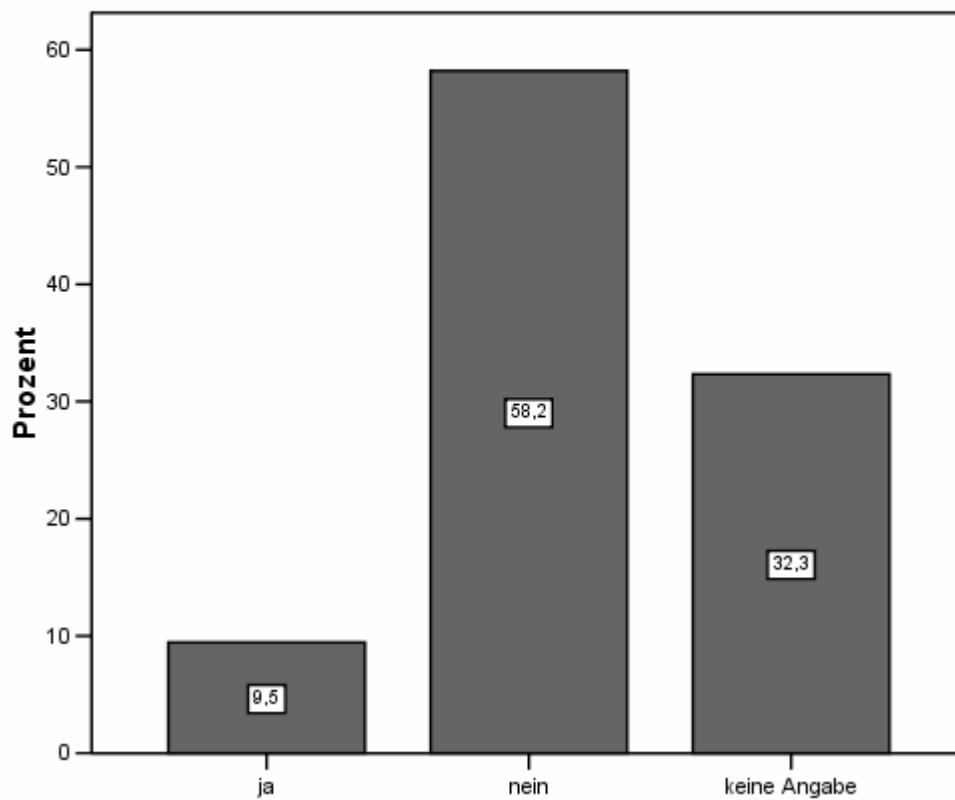
**Fett** markiert ist jeweils die Anzahl von Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

95 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden. Die Aussagen aus diesen 95 Fragebögen bilden die Gruppe der „Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen“ ausgefüllt wurden.



**Hat der Wartungsdienst/Installationsdienst des Herstellers die Möglichkeiten zur Manipulation aufgezeigt?**

( $n = 201$ )

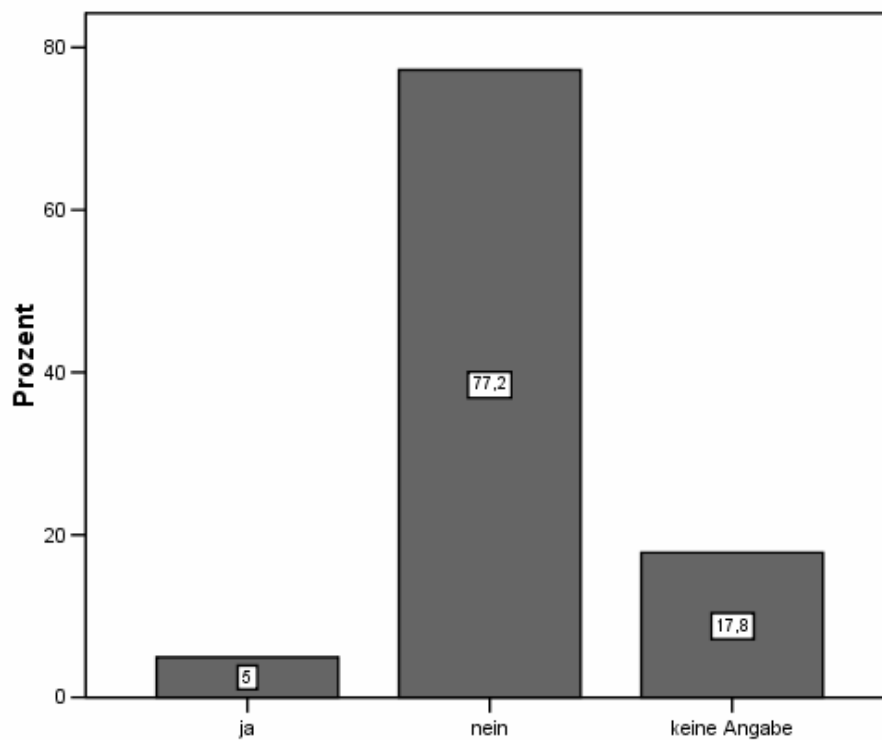


ja = 19 Fälle von 202



**Wurde die Maschine direkt mit „Manipulationswerkzeug“ ausgeliefert (Code, Schlüssel, Klemmanschluss ...)?**

( $n = 202$ )



Proportional häufiger „ja“ wurde angekreuzt, wenn Betriebsangehörige in die Befragung miteinbezogen wurden (7 ja und 75 nein anstatt 3 ja und 81 nein) (Chi-Quadrat, 5%-Niveau)





Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch							
Aufsichtsperson	163	FASi	<b>14</b>	Dritten	11	keine Angabe	14
davon		davon		davon			
mit FASi	<b>26</b>			mit FASi	<b>0</b>		
mit Bediener	<b>47</b>	mit Bediener	4	mit Bediener	<b>2</b>		
mit Drittem	20	mit Drittem	0	mit Drittem	1		

**Fett** markiert ist jeweils die Anzahl von Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

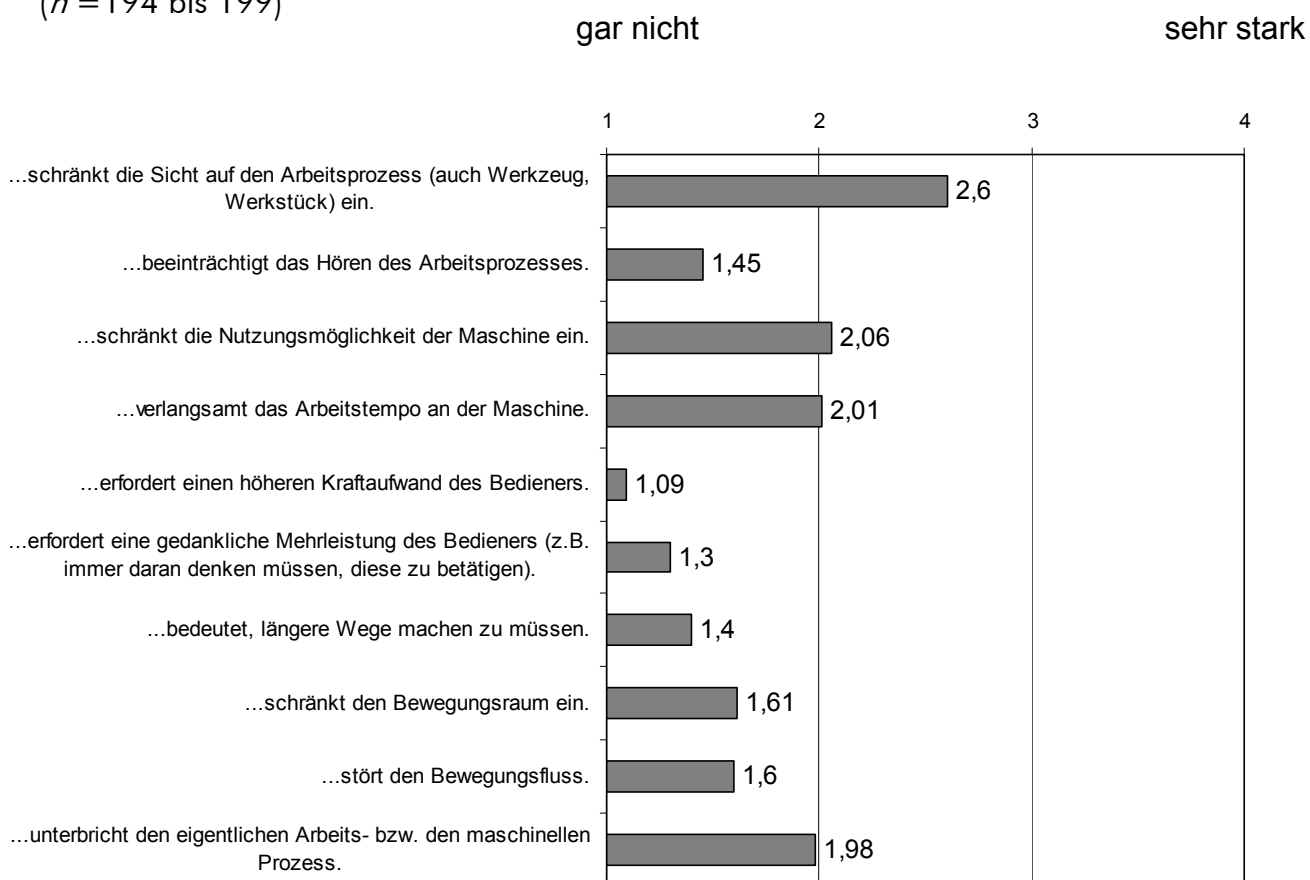
89 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden. Die Aussagen aus diesen 89 Fragebögen bilden die Gruppe der „Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen“ ausgefüllt wurden.



## Anhang C: Ergebnisse der speziellen Befragung

### Die Schutzeinrichtung ...

(n = 194 bis 199)



Die Schutzeinrichtung ...	ja	nein	keine Angabe
... ist neuartig und erfordert ein Umlernen von Gewohnheiten.	23 (12,1 %)	160 (82,4 %)	10 (5,5 %)
... ist ohne großen Aufwand außer Kraft zu setzen.	145 (74,2 %)	35 (18,1 %)	15 (7,7 %)
... ist nachträglich angebracht worden.	13 (6,7 %)	171 (87,7 %)	11 (5,6 %)



Beantwortung der vorhergehenden Fragekomplexe ...

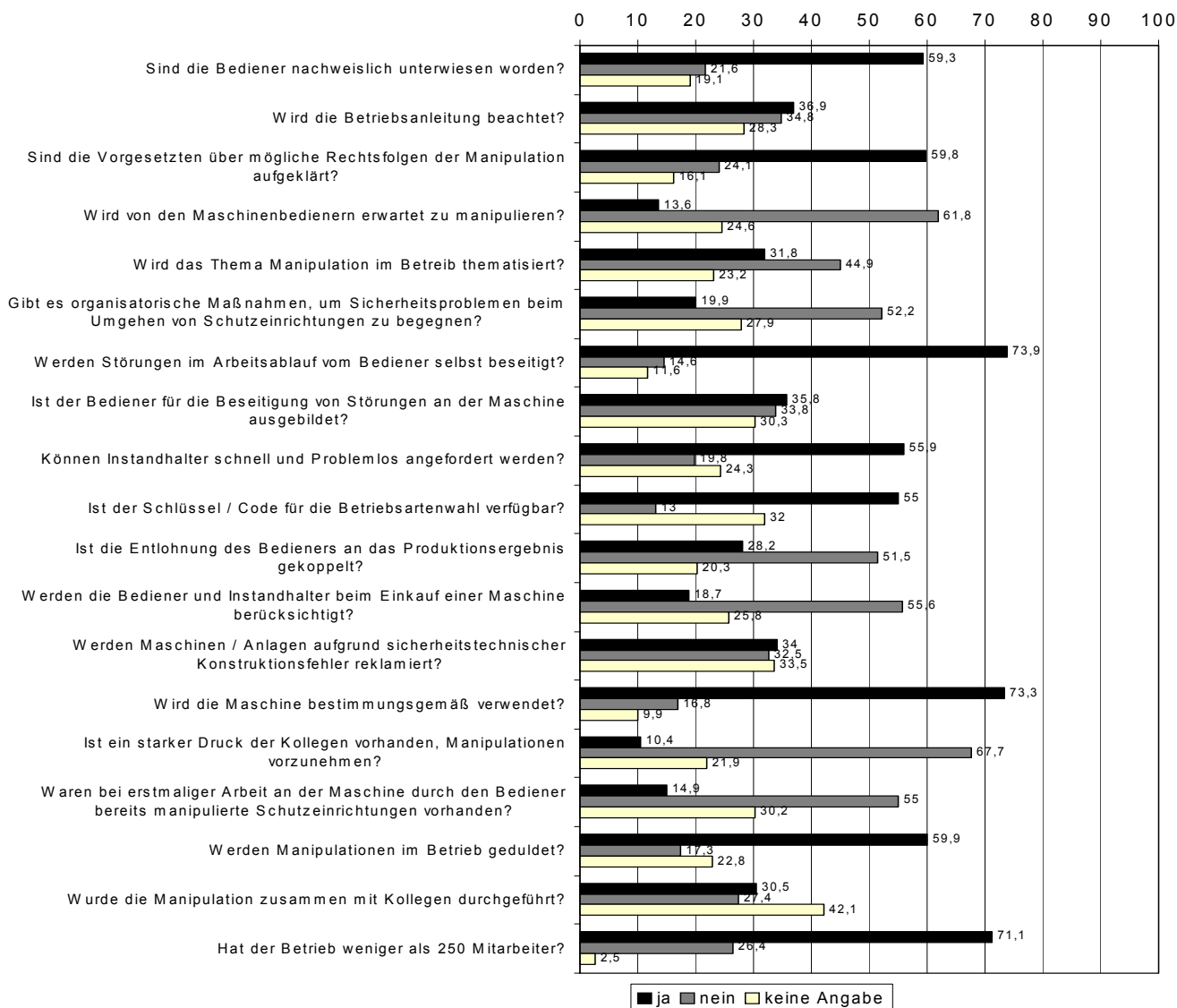
<b>Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch</b>							
Aufsichtsperson	162	FASi	<b>21</b>	Dritten	9	keine Angabe	10
davon		davon		davon			
mit FASi	<b>29</b>			mit FASi	<b>0</b>		
mit Bediener	<b>49</b>	mit Bediener	6	mit Bediener	<b>9</b>		
mit Drittem	19	mit Drittem	1	mit Drittem	1		

**Fett** markiert ist jeweils die Anzahl an Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

107 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden. Die Aussagen aus diesen 107 Fragebögen bilden die Gruppe der „Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen“ ausgefüllt wurden.



### Betriebliche Merkmale:



Anmerkung zum vorhergehenden Fragekomplex:

Die Auswertung der Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen ausgefüllt wurden, ergibt, dass die Bediener/Instandhalter beim Einkauf der Maschinen signifikant proportional häufiger berücksichtigt werden als es die Auswertung der Fragebögen ohne Beteiligung von Betriebsangehörigen zeigt.



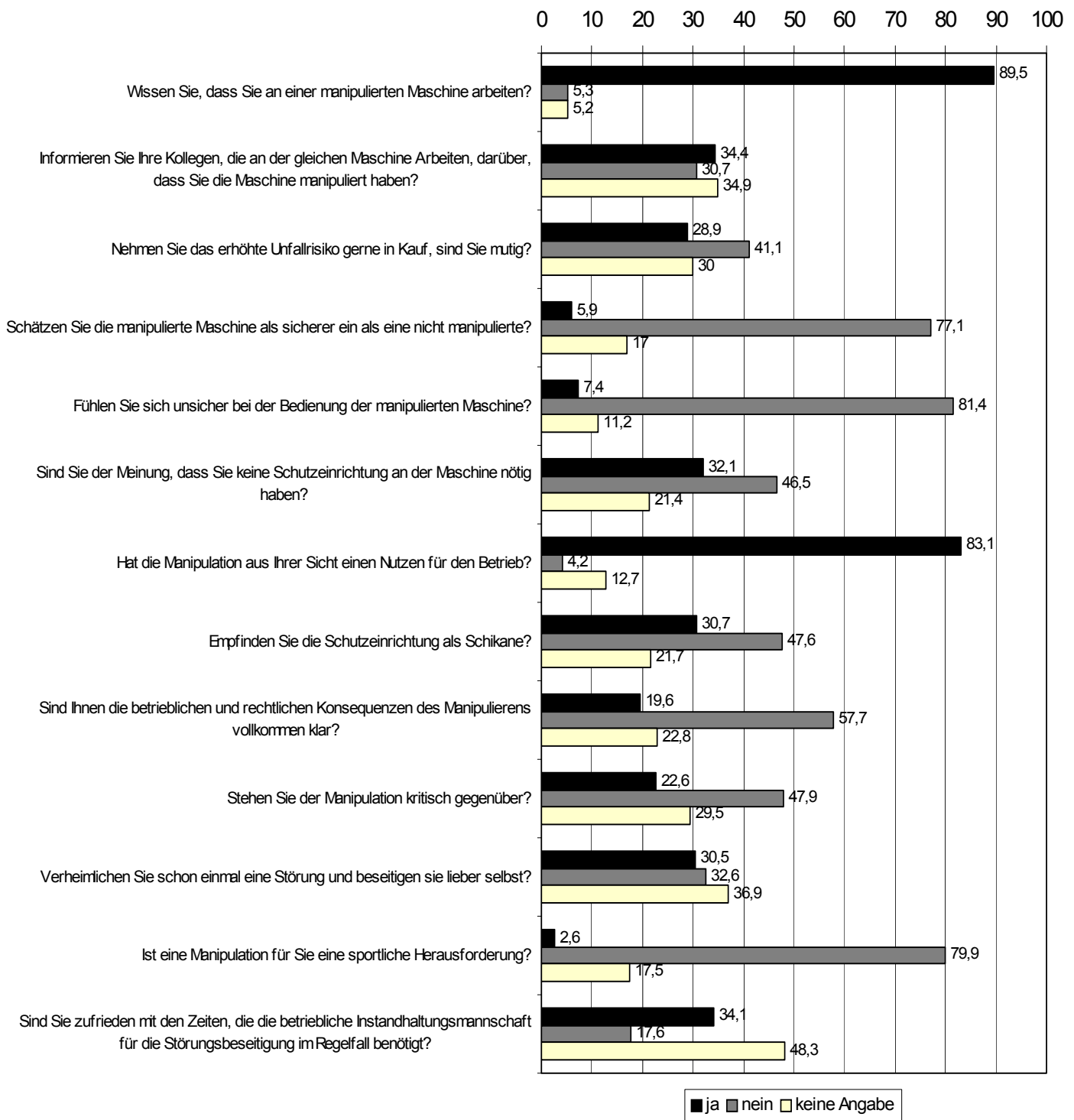
Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch							
Aufsichtsperson	163	FASi	<b>15</b>	Dritten	12	keine Angabe	12
davon		davon		davon			
mit FASi	<b>30</b>			mit FASi	<b>0</b>		
mit Bediener	<b>45</b>	mit Bediener	5	mit Bediener	<b>5</b>		
mit Drittem	21	mit Drittem	1	mit Drittem	1		

**Fett** markiert ist jeweils die Anzahl von Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

95 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden. Die Aussagen aus diesen 95 Fragebögen bilden die Gruppe der „Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen“ ausgefüllt wurden.



**Maschinenbediener:**





Anmerkungen zum vorigen Fragenkomplex:

Es ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen Befragungen, die mithilfe von Betriebsangehörigen und denen, die ohne Mithilfe von Betriebsangehörigen durchgeführt wurden, bei folgenden Fragen:

- Fühlen Sie sich unsicher bei der Bedienung der manipulierten Maschine?
- Sind Ihnen die betrieblichen und rechtlichen Konsequenzen des Manipulierens vollkommen klar?
- Stehen Sie der Manipulation kritisch gegenüber?

In allen drei Fällen wird bei den Fragebögen, die unter Mitwirkung der Betriebsangehörigen ausgefüllt wurden, proportional häufiger mit „ja“ geantwortet.



**Gefährdungseinschätzung (gerichtet an den Bediener):**

(n = 178)

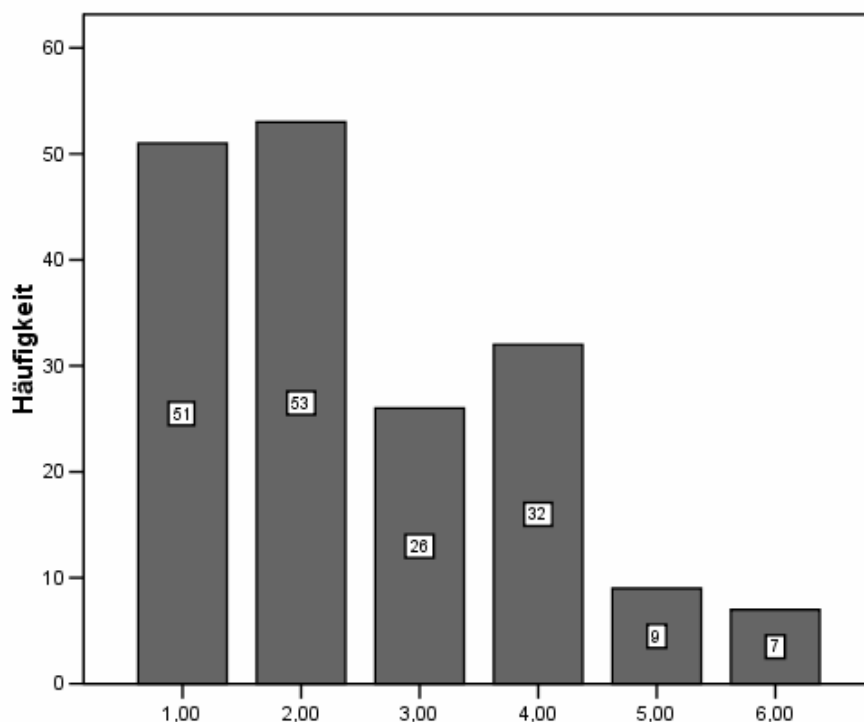
Wie hoch schätzen Sie die durch die Manipulation hervorgerufene Gefährdung ein?

sehr niedrig ( )—( )—( )—( )—( )—( ) sehr hoch

(keine oder sehr leichte Verletzung, vollständige Herstellung der Arbeitskraft ohne Folgeschäden)

(Tod oder dauerhafte Behinderung)

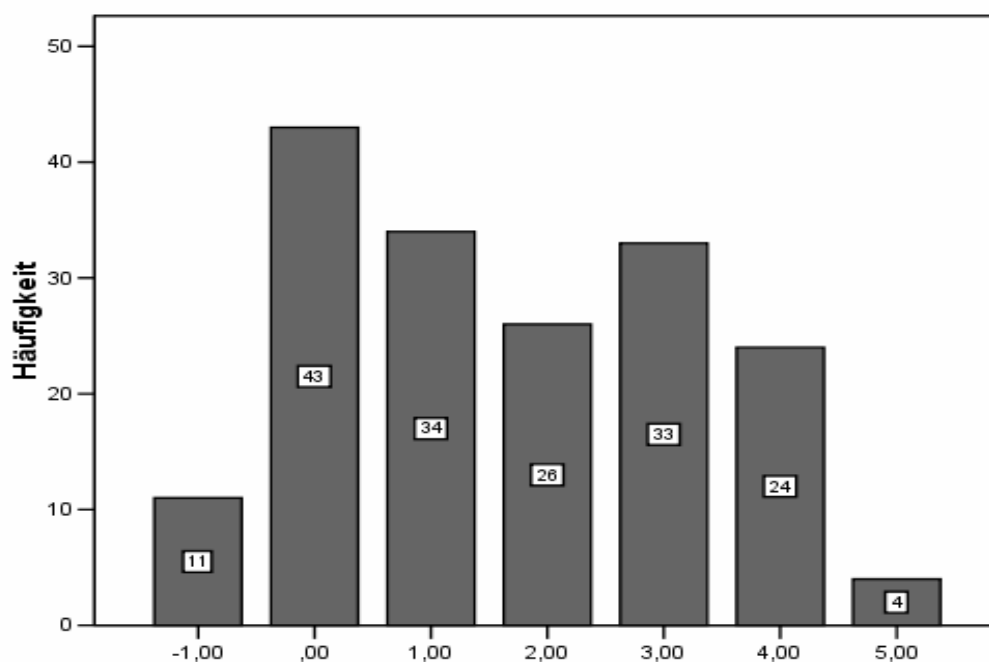
Mittelwert 2,53 (1 = sehr niedrig, 6 = sehr hoch), keine signifikanten Unterschiede zwischen Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen und denen, die ohne Betriebsangehörige ausgefüllt wurden.





**Differenz der Gefährdungseinschätzungen (Technische Aufsichtsperson vs. Bediener)**

Hier wurde die Differenz der jeweiligen Gefährdungseinschätzungen durch Technische Aufsichtspersonen und Bediener gebildet. Je höher der Wert, desto größer ist der Unterschied in der Gefährdungsbeurteilung zwischen der Expertengruppe der Technischen Aufsichtspersonen und den Bedienern.

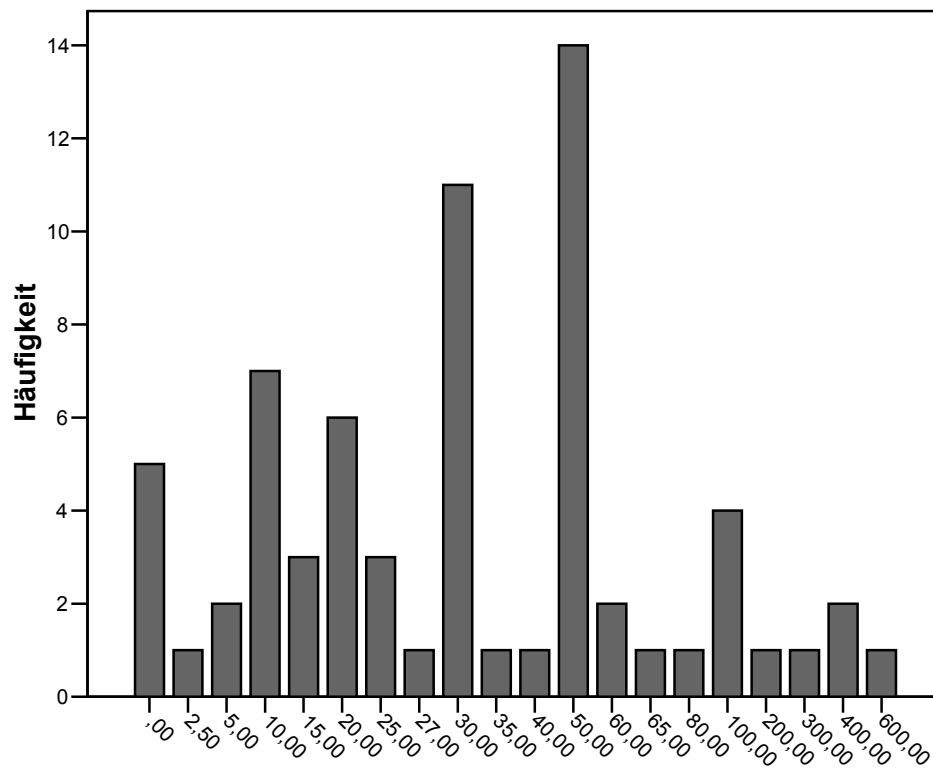


11 Bediener ( $n = 178$ ) schätzen die Gefährdung durch die Manipulation höher ein als die Technischen Aufsichtspersonen. In 43 Fällen liegt eine gleiche Einschätzung der Gefährdung vor, in 121 Fällen unterschätzen die Bediener die Gefährdung.



**Um wie viel Prozent würde eine Störungsbeseitigung ohne Manipulation in etwa länger dauern als eine mit Manipulation?**

( $n = 68$ )

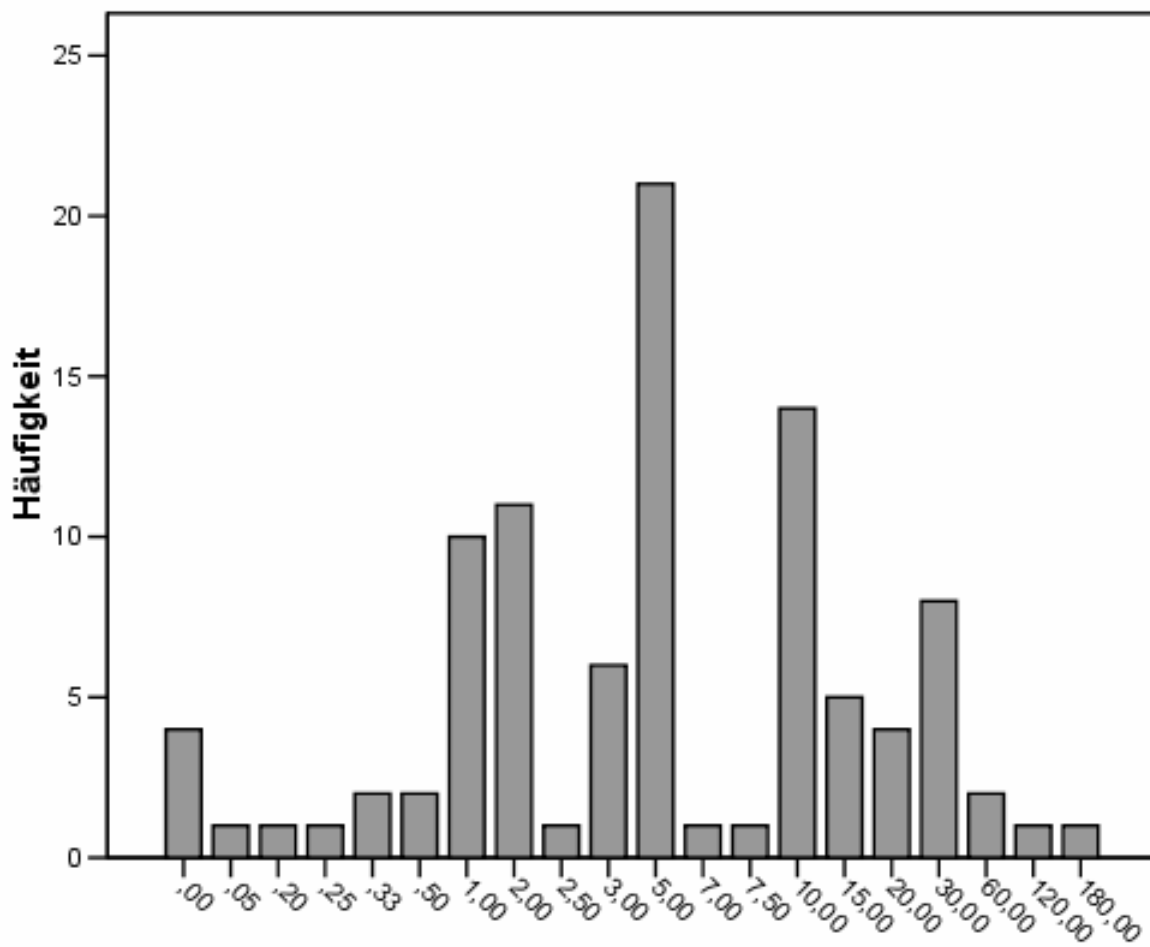


Mittelwert: 59,11 %



**Wie viel Zeit haben Sie bzw. der Manipulierende für die Manipulation benötigt?**

( $n = 97$ )



Mittelwert: 11,64 Minuten



Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch								
Bediener	<b>70</b>	TAP	96	FASi	<b>9</b>	Dritten	7	k.A.
								20
davon		davon		davon		davon		
mit FASi	9	mit FASi	<b>11</b>	mit Bediener	3	mit FASi	0	
mit TAP	44	mit Bediener	<b>22</b>	mit TAP	0	mit Bediener	<b>4</b>	
mit Drittem	7	mit Drittem	3	mit Drittem	0	mit TAP	<b>1</b>	
						mit Drittem	0	

TAP = Technische Aufsichtsperson

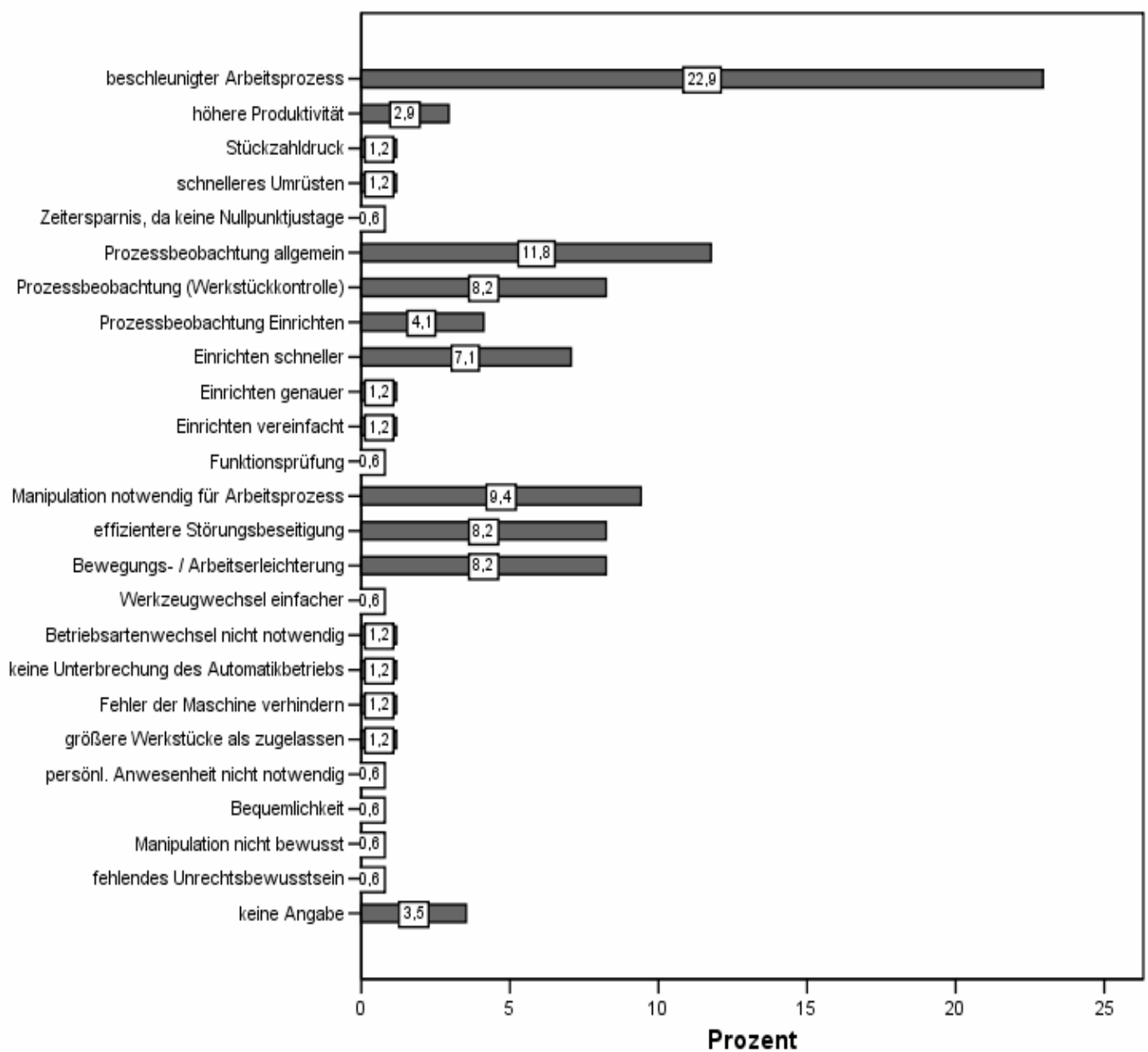
**Fett** markiert ist jeweils die Anzahl von Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

117 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden. Die Aussagen aus diesen 117 Fragebögen bilden die Gruppe der „Fragebögen, die mit Betriebsangehörigen“ ausgefüllt wurden.



**Welchen konkreten Nutzen hat für Sie die Manipulation?**

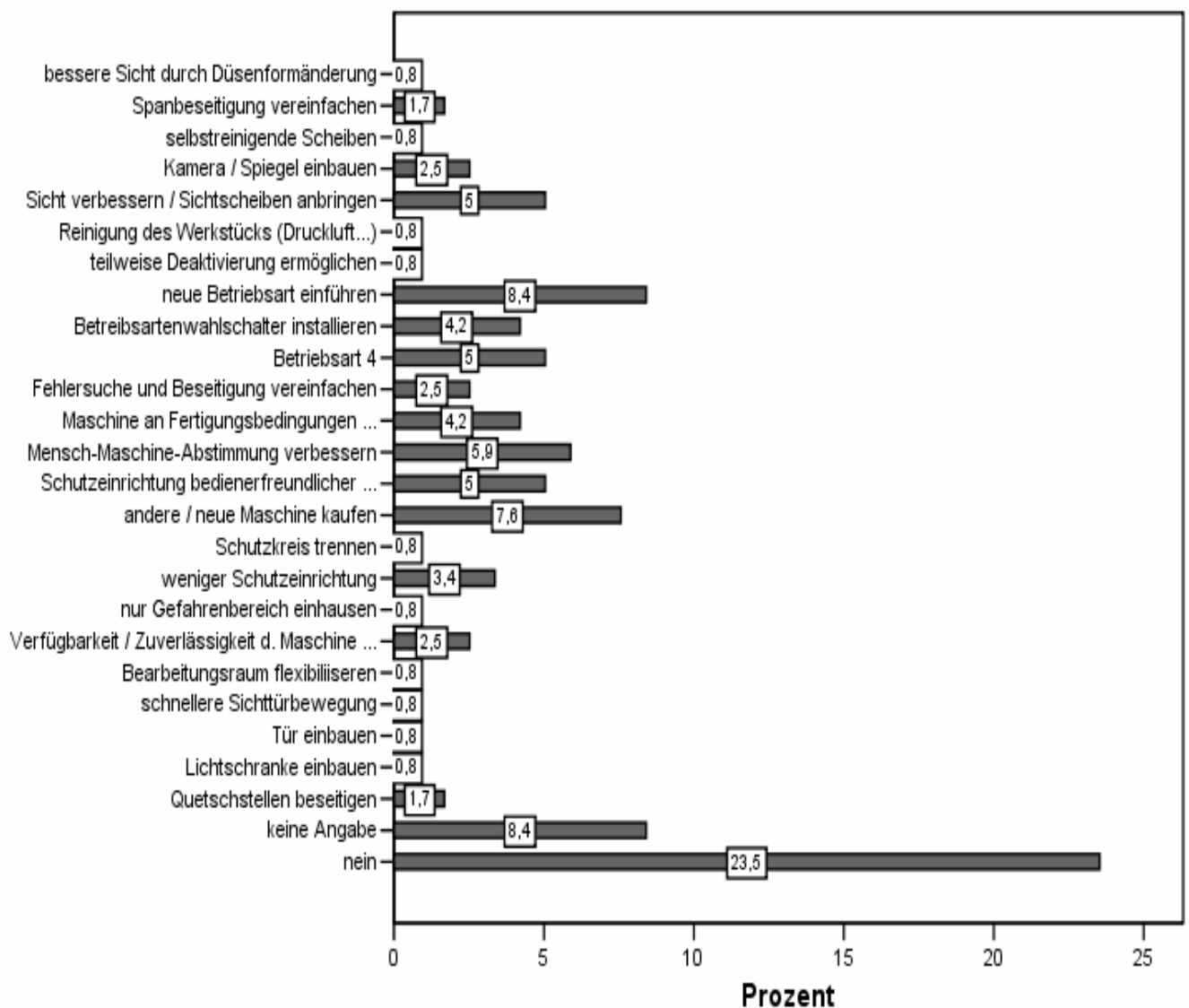
(n = 170)





**Haben Sie eine Idee, was an der Maschine geändert werden sollte, damit der Wunsch zu manipulieren gar nicht erst entsteht?**

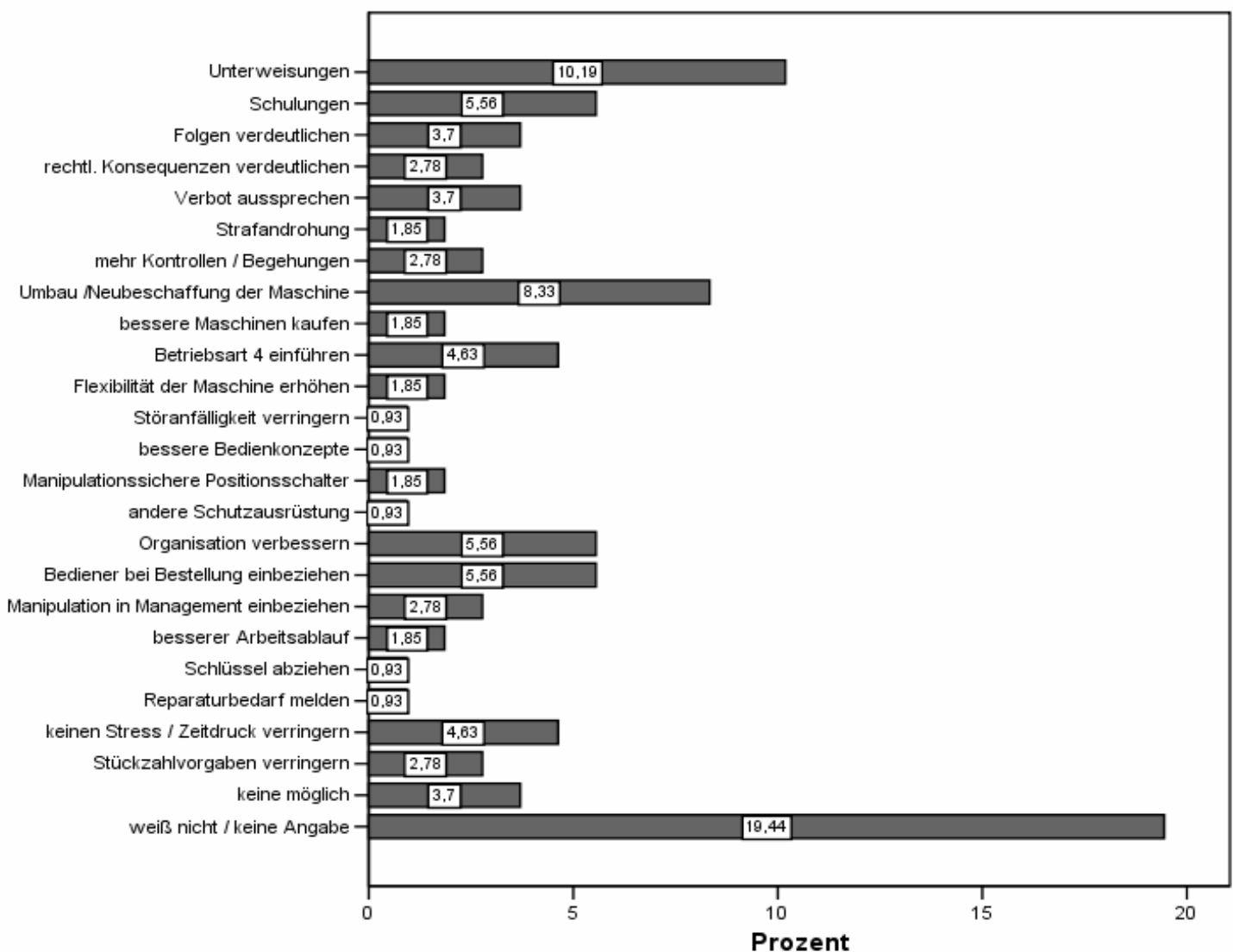
(n = 119)





**Welche betrieblichen Maßnahmen müssten ergriffen werden, um Manipulationen vorzubeugen?**

(n = 108)





Beantwortung des vorhergehenden Fragenkomplexes durch								
Bediener	<b>71</b>	TAP	87	FASi	<b>13</b>	Dritten	5	k.A.
								26
davon		davon		davon		davon		
mit FASi	10	mit FASi	<b>9</b>	mit Bediener	3	mit FASi	0	
mit TAP	40	mit Bediener	<b>20</b>	mit TAP	0	mit Bediener	<b>2</b>	
mit Drittem	10	mit Drittem	3	mit Drittem	1	mit TAP	0	
						mit Drittem	0	

TAP = Technische Aufsichtsperson

**Fett** markiert ist jeweils die Anzahl von Fragebögen, bei deren Beantwortung Mitarbeiter des Betreibers involviert waren.

115 Fragenkomplexe sind folglich unter Mitwirkung von Betriebsmitarbeitern entstanden.





**Anhang D:**  
**Fachausschuss Informationsblatt Nr. 2 –**  
**Prozessbeobachtung in der Fertigung**

Dieses Informationsblatt auf den Seiten 200 bis 204 kann auch auf den Internetseiten des Fachausschuss Maschinenbau, Fertigungssysteme, Stahlbau unter der Adresse <http://www.bgmetallsued.de/downloads/002-MFS-UMB-PRE-02-03.pdf> heruntergeladen werden.



## Prozessbeobachtung in der Fertigung

Ausgabe 02/03

### **Richtlinien und Normen**

Die Anforderungen an die Arbeitssicherheit von Maschinen und maschinellen Anlagen werden durch europaweit geltende Richtlinien und Normen bestimmt. Insbesondere bei automatischen Maschinen existiert aufgrund des komplexen Fertigungsablaufs ein höheres Gefährdungsrisiko als bei manuell gesteuerten Maschinen. Dem tragen die Anforderungen der Richtlinien und Normen im Allgemeinen dadurch Rechnung, dass die Arbeitsräume für Maschinen und Bediener bei automatischen Maschinen durch Schutzeinrichtungen getrennt sind. In nur wenigen Ausnahmen, wie zum Beispiel beim Einrichten oder bei manuellem Betrieb wird dem Bediener gestattet, bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen mit ersatzweise wirksamen Sicherheitseinrichtungen den Prozess zu beobachten, z. B. unter Verwendung eines Zustimmungsschalters. Die Beobachtung eines automatischen Ablaufs ist nach den meisten Normen nicht gestattet.

Diese Vorgehensweise ist auch für den größten Teil der Maschinen richtig und ausreichend, wird doch so ein Höchstmass an Sicherheit für die Benutzer erreicht. Bei bestimmten Fertigungsabläufen hat es sich aber gezeigt, dass es u.U. nicht genügt, nur Abläufe wie das Einrichten oder den manuellen Betrieb zu beobachten, sondern es ist zum Teil erforderlich, auch einen automatischen Prozess zeitweise zu beobachten. Dies ist besonders dann der Fall, wenn Werkstücke und Materialien in Einzelfertigung bearbeitet werden. Abweichungen vom vorbestimmten Ablauf können so erkannt werden und durch gezielte Eingaben an der Steuerung kann der Prozess optimiert werden.

### **Werkzeugmaschinen**

Bei Bearbeitungszentren kann es in der Einzelteilfertigung notwendig sein, dass der Bediener z. B. aus der Nähe einen verdeckten Schnitt am Werkstück oder das Auffinden des Nullpunktes an geometrisch komplexen Werkstücken bei aufgehobener Schutzwirkung von Schutzeinrichtungen beobachten muss (Abbildung 1).

Dabei kommen zunächst soweit möglich die nach der Norm DIN EN 12417 vorgegeben Betriebsarten Einrichten (Betriebsart 2) und Manueller Eingriff (Betriebsart 3) mit den entsprechenden Geschwindigkeitsvorgaben

und Sicherheitseinrichtungen zur Anwendung. Darüber hinaus ist es möglich, dass für bestimmte Abläufe z. B. die Geschwindigkeitsvorgaben der Norm nicht ausreichen oder der Gebrauch des Zustimmungsschalters über einen längeren Zeitraum aus ergonomischen Gründen nicht umsetzbar ist. Ein Loslassen des Zustimmungsschalters kann zu erheblichem Schaden an Material und/oder Maschine führen. In diesem Fall ist es erforderlich, eine weitere Betriebsart vorzusehen. Die Prinzipien zur Auslegung einer solchen weiteren Betriebsart sind in einem Ablaufdiagramm sowie in neun Kriterien dargestellt (Anhang I).



**Abbildung 1: Prozessbeobachtung bei Einzelfertigung auf einem Bearbeitungszentrum. Im 1/100mm – Bereich sind Störkanten zu glätten, wobei eine Kollisionsgefahr an Werkstückkonturen besteht.**

Im Kern geht es bei der zusätzlichen Betriebsart darum, nach erfolgtem Nachweis der „Unvermeidbarkeit“ einer solchen Betriebsart ein aus technischen Schutzmaßnahmen und Verhaltensanforderungen bestehendes Sicherheitspaket zusammenzustellen, das dem Bediener einen nach dem Stand der Technik größtmöglichen Schutz bietet. Dies lässt auch die Maschinenrichtlinie im Anhang I Vorbemerkung Nr. 2 ausdrücklich zu. Die technischen Sicherheitsmaßnahmen sollten so ausgeführt sein, dass auch einem vorhersehbarerem Missbrauch vorgebeugt wird. Zum Beispiel sollte durch Einschränkung von Geschwindigkeiten und Verfahrenswegen sowie Abschaltung des für die zusätzliche Betriebsart unnötiger Bewegungen, z. B.



Werkzeugwechsler, Drehachse einem Dauerbetrieb bei geöffneten Türen entgegen gewirkt werden.

### **Industrieroboter**

Für Industrieroboter gilt DIN EN 775. Die Vorgaben hinsichtlich der Beobachtung von Prozessen sind denen bei Werkzeugmaschinen ähnlich. Zwar existiert zur Programmüberprüfung eine Betriebsart, bei der der Automatikbetrieb beobachtet werden kann, jedoch auch nur unter Verwendung eines Zustimmungsschalters.



**Abbildung 2: Prozessbeobachtung und Optimierung beim Auftragschweißen mit Robotern**

Im Beispiel nach Abbildung 2 werden im Auftragschweißverfahren hochwertige Teile mit Robotern aufgearbeitet. Der Plasma-Schweißprozess muss von Zeit zu Zeit aus der Nähe beobachtet werden, um die Schweißparameter zu optimieren. Die Verwendung eines Zustimmungsschalters ist wie in obigem Beispiel aus ergonomischen Gründen nicht umsetzbar. Der Zustimmungsschalter kann nur über einen gewissen Zeitraum betätigt werden. Auch in diesem Fall kommen vorrangig alle nach DIN EN 775 vorgesehene Betriebsarten mit den zugeordneten Sicherheitsmaßnahmen zur Anwendung. Für den Fall der Prozessbeobachtung muss eine zusätzliche Betriebsart vorgesehen werden.

### **Verantwortungsvolles Handeln**

Im Rahmen dieses Beitrags können die Maßnahmen für die zusätzliche Betriebsart „Prozessbeobachtung“ nicht im einzelnen und nicht vollständig bestimmt werden. Dies ist aufgrund der Vielzahl von Situationen, die eine solche Betriebsart erfordern, nicht möglich. Die im Ablaufdiagramm und in den neun Kriterien angegebenen Merkmale sind Anregungen für ein verantwortungsvolles Herangehen, wenn der Hersteller aufgrund der von ihm gemäß EN 292-1 und EN 1050 vorgenommenen Gefahrenanalyse erkennt, dass für die bestimmungsgemäße Verwendung die nach den Richtlinien und Normen vorgegebenen konstruktiven Maßnahmen sowie Maßnahmen durch trennende Schutzeinrichtungen zur Risikominderung nicht vollständig angewendet werden können. Diese Vorgehensweise muss in intensivem Kontakt mit dem zukünftigen Betreiber stattfinden, um insbesondere auch die Verhaltensanforderungen an das Bedienpersonal richtig analysieren und umsetzen zu können. Keinesfalls darf eine Überbrückung der Schutzeinrichtungen erfolgen ohne zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen, auch nicht mit versteckt angebrachten Schlüsselschaltern!

### **Zusammenfassung**

Besondere Bearbeitungsgänge, wie z.B. die Bearbeitung an verdeckten Konturen oder eine Prozessbeobachtung bei komplexen Werkstückgeometrien an Metallbearbeitungsmaschinen erfordern u.U. zusätzlich zu den in Europäischen Normen vorgesehenen Betriebsarten eine weitere Betriebsart, die eine zeitweise Beobachtung eines automatischen Prozesses bei geöffneten trennenden Schutzeinrichtungen unter Anwendung zusätzlicher Sicherheitsmaßnahmen zulässt. Mit dem Ablaufdiagramm und den Neun Kriterien zur zusätzlichen Betriebsart Prozessbeobachtung wird ein mögliches Konzept aufgezeigt, damit Maschinen verantwortungsvoll konform mit den Europäischen Richtlinien gestaltet werden können. Es ist vorgesehen, diese Vorgehensweise schrittweise in die Normung einzuspeisen.

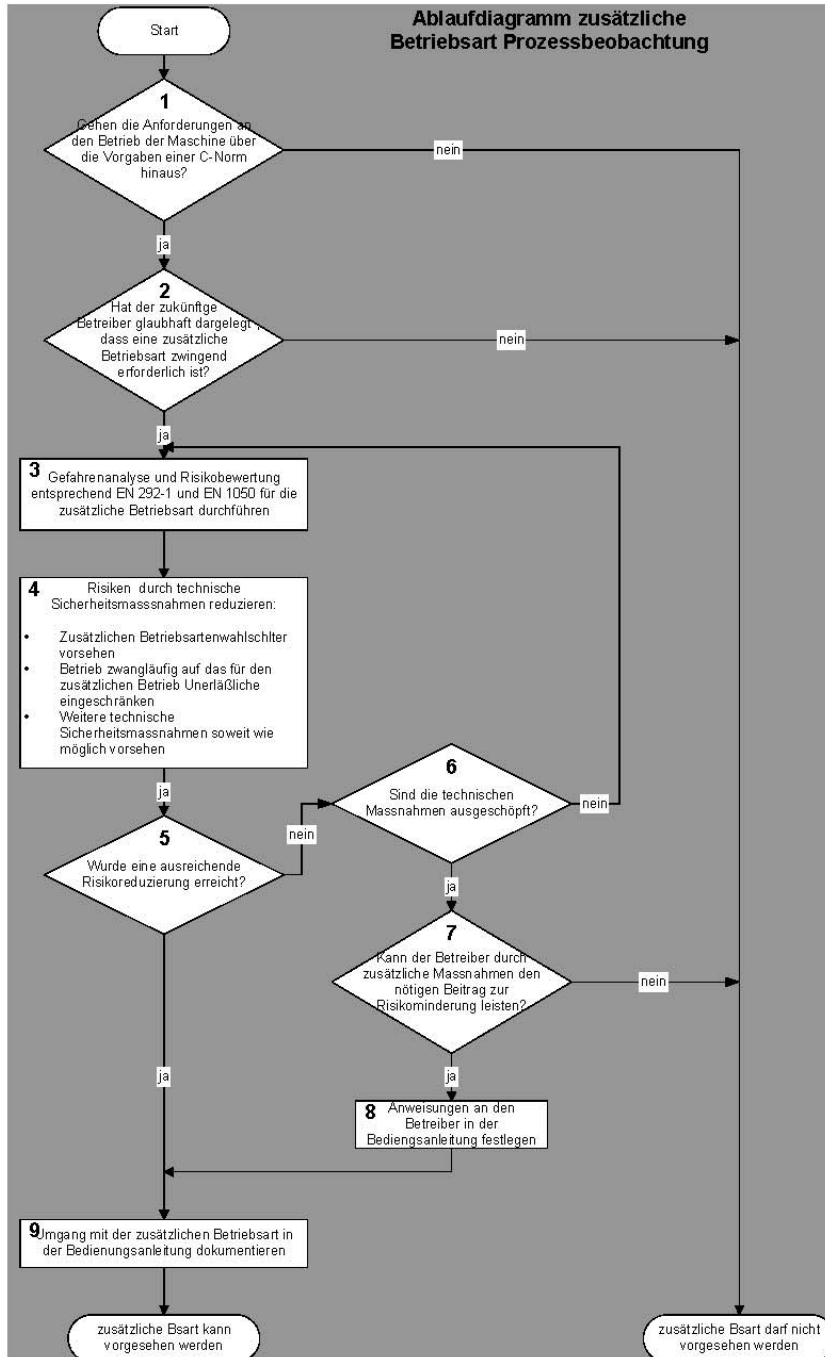
### **Literatur:**

<sup>1</sup> Richtlinie 98/37/EG (Maschinenrichtlinie). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 207.



Anhang I

Ablaufdiagramm und 9 Kriterien zur zusätzlichen Betriebsart Prozessbeobachtung





### Neun Kriterien zur zusätzlichen Betriebsart "Prozessbeobachtung"

(die Nummerierung der Kriterien entspricht den Schritten im Ablaufdiagramm)

- 1) Stadium der Kundenanfrage, „näher“ an den Bearbeitungsprozess heranzukommen. Ist der Bearbeitungsprozess mit den in der zutreffenden C-Norm beschriebenen Betriebsarten zu steuern? Können zusätzliche Systeme, wie z.B. Videokamera oder Körperschallaufnehmer weiterhelfen?
- 2) Haben weitergehende Konsultationen mit dem zukünftigen Betreiber stattgefunden? Konnte der Betreiber überzeugend darlegen, dass speziell für die vorgesehene Produktion eine weitere Betriebsart nach dem Stand der Technik unausweichlich ist z.B. wegen:
  - Fertigung von Gussrohtteilen mit stark schwankenden Toleranzen
  - Bearbeitung an verdeckten Konturen
  - Spanabnahme im 1/100mm-Bereich
  - Korrektur von Schweißparametern beim Auftragsschweißen mit Robotern
  - Überdrehen langer Wellen mit Oberflächenfehlern (Druckstellen, Riefen, Anbackungen) bei möglichst geringer Spantiefe

Wurden die Ergebnisse der Beratungen und insbesondere die Gründe für die weitere Betriebsart dokumentiert? Bleibt die Nutzung der zusätzlichen Betriebsart gegenüber dem Normalbetrieb auf ein notwendiges Maß im Rahem des bestimmungsgemäßen Betriebes beschränkt.

- 3) Die „bestimmungsgemäße Verwendung“ der Maschine unter Verwendung der Zusätzlichen Betriebsart ist genau zu formulieren und in die Technische Dokumentation aufzunehmen. Bei der Gefahrenanalyse und Risikobewertung ist auf die besonderen Bedingungen (Mensch nah am Prozess) einzugehen. Hierbei müssen die durch den zusätzlichen Betrieb hinzukommenden Gefährdungen identifiziert und bewertet werden. In der Gefahrenanalyse der Maschine oder in einer zusätzlichen Gefahrenanalyse (bei Umbau) welche beim Hersteller aufzubewahren sind ist auf die zusätzliche Betriebsart einzugehen.
- 4) Die höchste Priorität bei der Risikominderung hat die Vermeidung der Gefährdung durch konstruktive Maßnahmen. Da dies jedoch nur schwer zu bewerkstelligen ist, kommen insbesondere technische Schutzmaßnahmen zur Risikominderung in Betracht (und weiter soweit erforderlich organisatorische Maßnahmen siehe Schritt 7/8). Die technischen Maßnahmen müssen zum Ziel haben, einerseits die Risiken zu mindern, andererseits aber auch die zusätzliche Betriebsart weitestgehend ausschließlich auf das Nötige einzuschränken um Missbrauch vorzubeugen, z.B. durch:
  - Sichere Begrenzung der technologisch maximal notwendigen Geschwindigkeiten und Fahrwege
  - Manueller Spindelstart nach Spindelstillstand
  - Sichere Abschaltung derjenigen gefahrbringenden Bewegungen/Achsen, die für diese Betriebsart nicht benötigt werden
  - Kein automatischer Werkzeugwechsel
  - Kein Palettenwechsel
  - Kein Kühlschmierstoff mit Hochdruck
  - Kein Betrieb eines offenen Späneförderers
  - Manuelle Quittierung der Kühlmittelfreigabe (Augenverletzung)
  - Leichte Erreichbarkeit von Einrichtungen zum Stillsetzen im Notfall (Not-Aus)
  - Separater Schlüsselschalter oder gleichwertige sichere Wahlmöglichkeit
- 5) Wenn durch die technischen Maßnahmen eine ausreichende Risikoreduzierung erreicht wurde, kann die weitere Betriebsart vorgesehen werden.
- 6) Der iterative Prozess ist fortzusetzen, bis die technischen Maßnahmen ausgeschöpft sind
- 7) Ergibt die unter Punkt 5 erstellte Risikobewertung, dass das Restrisiko nicht akzeptabel ist, so ist zu prüfen, ob der zukünftige Betreiber durch zusätzliche Maßnahmen den nötigen Beitrag zur Risikominderung leisten kann wie z.B.:
  - Besondere Qualifizierung der Mitarbeiter
  - Regelmäßige Unterweisungen (schriftlicher Nachweis)
  - Persönliche Schutzausrüstungen, z.B. Schutzbrille, Schutzschuhe
  - Anbringen einer Betriebsanweisung zur zusätzlichen Betriebsart an der Maschine



Kann der Betreiber dies nicht, so darf für die Maschine keine zusätzliche Betriebsart vorgesehen werden. Hierzu siehe §6 Arbeitsmittelbenutzungsverordnung/ Richtlinie 89/655/EWG)

- 8) Ist der Betreiber in der Lage, durch seine zusätzlichen Maßnahmen einen entsprechenden Beitrag zu leisten, so werden diese Maßnahmen in Abstimmung zwischen Hersteller und Betreiber dokumentiert und als Anforderung in die Bedienungsanleitung aufgenommen.
- 9) Abschließend werden sämtliche mit der zusätzliche Betriebsart in Zusammenhang stehenden Informationen in der Bedienungsanleitung dokumentiert:
  - Bestimmungsgemäße Verwendung
  - Vorhersehbarer Missbrauch
  - Bedienungs- und Funktionsbeschreibung
  - Maßnahmen durch den Betreiber entsprechend Schritt 7/8
  - Sonstige Anforderungen hinsichtlich Wartung und Kontrolle