



Stand der Mechanisierung in der Schweizer Landwirtschaft

Teil 1: Pflanzenproduktion

Autorinnen

Tanja Groher, Katja Heitkämper und Christina Umstätter



Impressum

Herausgeber	Agroscope, Tänikon 1, 8356 Ettenhausen
Auskünfte	Katja Heitkämper Katja.heitkaemper@agroscope.admin.ch
Lektorat	Erika Meili
Titelbild	Gabriela Brändle
Gestaltung	Jacqueline Gabriel
Druck	Brüggli Medien, Romanshorn
Download	www.agroscope.ch/transfer
Copyright	© Agroscope 2020
ISSN	2296-7206 (print), 2296-7214 (online)
DOI	https://doi.org/10.34776/at351g

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Material und Methode	6
2.1	Postalische Umfrage	6
2.2	Auswahl der Stichprobe und Rücklauf	6
2.3	Verknüpfung mit AGIS-Daten	7
2.4	Betriebsstrukturen der Stichprobe	8
2.5	Auswertungsmethode	9
3	Ergebnisse	12
3.1	Ackerbau	12
3.1.1	Bodenbearbeitung	12
3.1.2	Saat, Pflege und Pflanzenschutz	14
3.1.3	Düngung: mineralisch, Mist/Kompost, Gülle	15
3.1.4	Bewässerung.....	17
3.1.5	Kulturspezifische Arbeiten	17
3.1.6	Getreide, Raps, Körnerleguminosen, Sonnenblumen	17
3.1.7	Mais.....	19
3.1.8	Zuckerrüben	20
3.1.9	Kartoffeln	22
3.2	Futterbau.....	25
3.2.1	Pflege und Pflanzenschutz	25
3.2.2	Düngung: mineralisch, Mist/Kompost, Gülle	27
3.2.3	Bewässerung.....	29
3.2.4	Eingrasen	29
3.2.5	Futterkonservierung.....	29
3.2.6	Ernte und Einlagerung	31
3.3	Gemüsebau.....	33
3.3.1	Arbeiten durch Dritte und Bodenbearbeitung	33
3.3.2	Saat und Pflanzung	36
3.3.3	Pflege und Pflanzenschutz	36
3.3.4	Düngung: Mineralisch, Mist/Kompost, Gülle	38
3.3.5	Bewässerung.....	40
3.3.6	Ernte und Nachernte	41
3.4	Weinbau	42
3.4.1	Rebanlage und Bewirtschaftung	42
3.4.2	Pflegearbeiten	43
3.4.3	Pflanzenschutz	47
3.4.4	Düngung: mineralisch, Mist/Kompost.....	49
3.4.5	Ernte.....	50
3.4.6	Neuanlage, Jungpflanzen, Bodenbearbeitung	52
3.5	Intensivobstbau	57

3.5.1	Mechanisierung auf dem Betrieb	57
3.5.2	Pflegearbeiten	58
3.5.3	Pflanzenschutz	61
3.5.4	Düngung: mineralisch, Mist/Kompost.....	63
3.5.5	Hagelschutz.....	64
3.5.6	Ernte.....	65
3.6	Hochstammobstbau.....	65
3.6.1	Pflege und Pflanzenschutz	65
3.6.2	Düngung, Bewirtschaftung und Ernte	67
3.7	Erdbeeranbau.....	70
3.7.1	Arbeiten durch Dritte und Bodenbearbeitung	70
3.7.2	Pflanzung, Pflege und Pflanzenschutz.....	72
3.7.3	Düngung: mineralisch, Mist/Kompost, Gülle	75
3.7.4	Bewässerung.....	77
3.7.5	Strohausbringung und Ernte.....	78
3.8	Strauchbeeren.....	78
3.8.1	Anlage und Bewirtschaftung	78
3.8.2	Pflegearbeiten	81
3.8.3	Pflanzenschutz	83
3.8.4	Düngung: mineralisch, Mist/Kompost.....	84
3.8.5	Bewässerung, Strohausbringung und Ernte.....	86
4	Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussion	88
5	Fazit.....	92
6	Danksagung.....	93
7	Anhang.....	94
7.1	Ackerbau	94
7.2	Futterbau	101
7.3	Gemüsebau.....	105
7.4	Weinbau	112
7.5	Obstbau.....	116
7.6	Erdbeeranbau.....	117
7.7	Strauchbeeren.....	120
8	Literaturverzeichnis	121

1 Einleitung

Die landwirtschaftliche Produktion hat sich im letzten Jahrhundert stark gewandelt. Wurden früher viele Arbeiten noch von Hand erledigt, sind viele Produktionsbereiche heutzutage mechanisiert und immer mehr auch digitalisiert, wobei menschliche Arbeiten vor allem bei immer wiederkehrenden, standardisierten Arbeiten ersetzt werden (Marinoudi *et al.* 2020).

Technischer Fortschritt kann sich jedoch auf verschiedenen Ebenen zeigen. So ist der mechanisch-technische Fortschritt definiert durch eine Substitution menschlicher Arbeit durch Kapital, manifestiert durch die eingesetzten Maschinen (Pflüge, Erntemaschinen etc.). Darüber hinaus gibt es den organisatorisch-technischen Fortschritt, der beispielsweise die Aufnahme neuer Bewirtschaftungssysteme beinhaltet. Das kann die Einführung von EDV-Anwendungen in das Betriebsmanagement sein oder auch die Abgabe von Arbeiten an Dritte wie Lohnunternehmer (Koester und Von Cramon-Taubadel 2019). Um technischen Fortschritt in der Landwirtschaft sichtbar machen zu können, ist es wichtig, die Entwicklung der Mechanisierung und Bewirtschaftungssysteme in der Praxis regelmässig empirisch zu erheben und zu analysieren.

Zur Erfassung des Status Quo der Mechanisierung und Digitalisierung hat Agroscope zwischen Januar und März 2018 eine schriftliche Umfrage bei Landwirtinnen und Landwirten aus unterschiedlichen Betriebszweigen der Pflanzen- und Tierproduktion zum Thema «technischer Fortschritt» durchgeführt. Die Ergebnisse der Umfrage zeigen den heutigen Stand der landwirtschaftlichen Produktion auf.

Die Umfrageergebnisse werden weiterführend dazu genutzt, um die Modellkalkulationsgrundlagen für die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs von Arbeits- und Produktionsverfahren auf den aktuellen Stand zu bringen. Die Grundlagen für die derzeit verwendeten arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen und deren Einflussfaktoren wurden je nach Produktionsverfahren in Untersuchungen erhoben, die teilweise bereits 15–20 Jahre zurückliegen. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie ermöglichen die Aktualisierung der Kalkulationsgrundlagen für die arbeitswirtschaftlichen Planungsdaten. Diese stehen anschliessend in Datensammlungen (z. B. Wirz-Handbuch, Hrsg. Agridea) und online auf der Plattform «LabourScope» zur Verfügung (www.labourscope.ch, Heitkämper *et al.* 2020). LabourScope enthält Kennzahlen für verschiedenste praxisübliche Verfahrensabläufe auf unterschiedlichen Mechanisierungsstufen. Das Tool ermöglicht sowohl die betriebsindividuelle Kalkulation des Arbeitszeitbedarfs als auch den Vergleich des Arbeitszeitbedarfs für verschiedene Arbeitsverfahren in Abhängigkeit z. B. der Parzellengrösse oder der Tierzahl.

Der vorliegende Bericht fokussiert auf den Stand der Mechanisierung im Pflanzenbau und gibt einen Überblick über die derzeit eingesetzten Maschinen und Bewirtschaftungsverfahren in den Betriebszweigen Ackerbau, Futterbau, Gemüsebau, Weinbau, Intensivobstbau, Hochstammobstbau sowie Strauchbeeren und Erdbeeren. Die Ergebnisse zur Mechanisierung in der Tierhaltung werden in einem weiteren Bericht publiziert (Bozzolini *et al.* 2020).

2 Material und Methode

2.1 Postalische Umfrage

Zwischen Januar und März 2018 wurde eine schriftliche Umfrage zum Thema «Stand der Mechanisierung und Digitalisierung in der Schweizer Landwirtschaft» durchgeführt. Um möglichst detaillierte Informationen über eingesetzte Technologien, Maschinen und Arbeitsverfahren auf den Betrieben zu erhalten, wurden 17 verschiedene Betriebszweige aus den Bereichen Pflanzenbau und Tierhaltung definiert und für jeden Betriebszweig ein eigener Fragebogen in den drei Amtssprachen Deutsch, Französisch und Italienisch entwickelt. Es wurden Daten zu acht Betriebszweigen des Pflanzenbaus und zu neun Betriebszweigen der Tierhaltung erhoben. Die Wahl der Betriebszweige wurde anhand der folgenden Kriterien festgelegt. Zunächst wurden diejenigen Kulturen berücksichtigt, die flächenmässig den grössten Anteil in der Schweizer Landwirtschaft einnehmen. Diese wurden dann nach typischen Arbeitsabläufen und Maschineneinsatz wie folgt eingeteilt: Ackerbau, Futterbau, Gemüsebau, Weinbau, Hochstammobstbau, Intensivobstbau, Strauchbeerenanbau und Erdbeeranbau.

Jeder Betrieb erhielt nur einen Fragebogen, auch wenn er mehrere Betriebszweige aufwies und es sich bei dem zu beantwortenden Fragebogen nicht zwingend um den Hauptbetriebszweig handelte (wenn ein Betrieb beispielsweise Erdbeeren und Hochstammobst produziert, erhielt die Betriebsleitung nur zu einem der beiden Betriebszweige einen Fragebogen). Die Anzahl der Fragen und die jeweiligen Antwortmöglichkeiten unterschieden sich je nach Betriebszweig.

2.2 Auswahl der Stichprobe und Rücklauf

Die Auswahl der Stichprobe basierte auf der landwirtschaftlichen Strukturdatenerhebung (aus dem Jahr 2016), die nahezu alle Schweizer Landwirtschaftsbetriebe (53 263 Betriebe) umfasst und jährlich erhoben wird. In einem ersten Schritt wurde für jeden Betriebszweig eine eigene Grundgesamtheit erstellt, Grössenklassen wurden definiert und ein *Cut-off-Punkt* (Ausschluss der kleinsten Betriebe) wurde bestimmt. Die Stichprobengrösse je Betriebszweig wurde aufgrund der Prämisse einer erwarteten Rücklaufquote von 50 % pro Grössenklasse gewählt. Da ein Betrieb mit mehreren Betriebszweigen auch in mehreren Grundgesamtheiten vorkommen konnte, aber nur maximal einen Fragebogen erhalten sollte, wurde in einem zweiten Schritt eine Ziehungsprozedur entwickelt, die dies berücksichtigte. Der Plan für die 2-stufige zufällige Stichprobe und die Ziehung wurde von der Sektion «Statistische Methoden» des Bundesamts für Statistik (BFS) entworfen (siehe auch Groher *et al.* 2020). Insgesamt wurden 4954 Fragebögen versendet. In Tabelle 1 ist der Stichprobenplan für die pflanzenbaulichen Betriebszweige dargestellt.

Tabelle 1: Stichprobenplan auf Basis der Landwirtschaftlichen Strukturdatenerhebung von 2016.

Betriebszweig	Cut-off ¹	Schichtung nach Grössenklassen					Auswertbare/ versandte Fragebögen (Rücklaufquote)
		1	2	3	4	5	
Ackerbau	10 ha	10,01–20	20,01–30	30,01–50	> 50		149/222 (67 %)
Futterbau	10 ha	10,01–20	20,01–30	30,01–50	> 50		249/518 (48 %)
Gemüsebau	3 ha	3,01–10	10,01–20	> 20			102/175 (58 %)
Weinbau	0,2 ha	0,21–1	1,01–2	2,01–5	5,01–10	> 10	172/319 (54 %)
Hochstammbobstbau	20	21–50	51–150	> 150			256/421 (61 %)
Obstbau	1 ha	1,01–3	3,01–10	10,01–20	> 20		110/182 (60 %)
Strauchbeeren	0,1 ha	0,11–0,3	0,31–1	1,01–2	> 2		50/109 (46 %)
Erdbeeren	0,1 ha	0,11–0,3	0,31–1	1,01–2	> 2		72/122 (59 %)

¹ Fläche (ha) oder Mengen (Anzahl).

Die Rücklaufquote der gesamten Umfrage, d. h. für den Pflanzenbau und die Tierhaltung, lag bei 59 %, für die acht dargestellten Betriebszweige des Pflanzenbaus bei 56 %. Nicht in allen Grössenklassen der dargestellten Betriebszweige konnte die erwartete Rücklaufquote von 50 % erreicht werden, insgesamt lag der Rücklauf pro Betriebszweig aber nur beim Futterbau und bei der Strauchbeerenproduktion knapp unter diesem Wert (Tabelle 1). Für die Betriebszweige der Schweizer Pflanzenproduktion konnten insgesamt 1160 Fragebögen für die Auswertung genutzt werden.

2.3 Verknüpfung mit AGIS-Daten

Die Angaben aus den Fragebögen wurden mit dem Einverständnis der Teilnehmenden durch das BFS anonym mittels Codes mit Betriebsstrukturdaten aus dem agrarpolitischen Informationssystem (AGIS) auf Basis der amtlichen landwirtschaftlichen Betriebszählung des Jahres 2016 verknüpft. Dies erlaubte es, zusätzliche strukturelle und soziodemographische Informationen über die Betriebe in die Analyse miteinzubeziehen, beispielsweise das Geschlecht der Betriebsleitung, die Bewirtschaftungsart oder auch die Lage des Betriebs.

Ausgewählte Strukturdaten des Rücklaufs (Erwerbsform, Bewirtschaftungsart, Zone) wurden für die jeweiligen Betriebszweige mit denjenigen der Grundgesamtheit verglichen. Die Grundgesamtheit der Betriebszweige gemäss dem Stichprobenplan ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Anzahl der Betriebe der Grundgesamtheit in Abhängigkeit des definierten Betriebszweigs.

Betriebszweig	Anzahl Betriebe (gesamte Schweiz)
Ackerbau	9278
Futterbau	24 461
Gemüsebau	921
Weinbau	2712
Hochstammobstbau	26 767
Obstbau	1226
Strauchbeeren	500
Erdbeeren	326

Für die Verteilung der Stichprobe innerhalb der definierten Grössenklassen sowie für die Verteilung in den Grossregionen der Schweiz wurde kein Vergleich zur Grundgesamtheit gezogen.

2.4 Betriebsstrukturen der Stichprobe

Die Pflanzenbaubetriebe werden zu 97 % von Männern geleitet, nur 3 % der Betriebsleitenden sind Frauen. Der Männeranteil der Betriebsleitenden aller landwirtschaftlichen Betrieben der Schweiz unabhängig vom Betriebszweig liegt bei 83 % und ist hier überrepräsentiert (vgl. Zorn 2020). In allen Betriebszweigen werden deutlich mehr Betriebe im Haupterwerb geführt als im Nebenerwerb, sowohl in der Grundgesamtheit als auch in den Umfragebetrieben (Abbildung 1). Die meisten Nebenerwerbsbetriebe (18 %) gibt es im Betriebszweig Hochstammobstbau.

Die Verteilung der Bewirtschaftungsarten in den verschiedenen Betriebszweigen in der Grundgesamtheit wird durch die Umfragebetriebe grossenteils gut abgebildet (Abbildung 2). Die meisten biologisch bewirtschafteten Betriebe sind im Anbau von Strauchbeeren zu finden, mit einem Anteil von 26 % der Umfragebetriebe. In den Betriebszweigen Futter- und Gemüsebau beträgt der Anteil an Biobetrieben knapp 20 %.

Die landwirtschaftliche Nutzfläche in der Schweiz wird in verschiedene Zonen (Tal, Hügel, Berg I–VI) eingeteilt (Abbildung 3). Generell befinden sich die meisten Betriebe aus dem Ackerbau, Gemüsebau, Weinbau, Intensivobstbau sowie aus dem Anbau von Strauch- und Erdbeeren im Tal. Im Betriebszweig Hochstammobstbau sind knapp 50 % der Umfragebetriebe im Tal, weitere 23 % befinden sich in den Hügel- und 29 % in den Bergzonen. Lediglich beim Betriebszweig Futterbau wurden mehrheitlich Antworten von Bergbetrieben und weniger von Tal- und Hügelbetrieben geliefert.

Die Grössenklassen wurden, wie in Tabelle 1 dargestellt, für die verschiedenen Betriebszweige individuell geschichtet. Aus jeder Grössenklasse standen für die weitere Auswertung Rückmeldungen zur Verfügung (Abbildung 4). Auffällig sind die vielen Rückmeldungen von Weinbaubetrieben der Grössenklasse 5 mit über 10 ha.

Die Verteilung der Betriebe in den Grossregionen der Schweiz ist sehr unterschiedlich für die verschiedenen Betriebszweige (Abbildung 5). Ein Grossteil der Weinbaubetriebe befindet sich in der Region des Genfersees. Aus dem Tessin sind in der Stichprobe nur wenige Betriebe vertreten.

2.5 Auswertungsmethode

Die Auswertung der Fragebögen erfolgte für jeden Betriebszweig separat. In einem ersten Schritt wurde für jede Frage die Anzahl der Teilnehmenden ermittelt, die diese Frage beantwortet haben. Daraus ergibt sich ein unterschiedlicher Stichprobenumfang für die einzelnen Fragen. In der Regel wurden verschiedene Antwortmöglichkeiten vorgegeben, auch Mehrfachnennungen waren möglich. Im nächsten Schritt wurde ermittelt, wie viele Teilnehmer die einzelnen Antworten ausgewählt haben und daraus der prozentuale Anteil berechnet. Bei einigen Fragen konnten die Teilnehmenden bei der Antwortmöglichkeit «Andere» zusätzliche Angaben machen. Diese sind hier nur dargestellt, wenn mehr als 20 % aller Antwortenden diese Antwortmöglichkeit wählten. Gleiches gilt für detailliertere Informationen über Arbeitsbreiten etc. (siehe Detailinformationen im Anhang). Teilweise gab es unter den Teilnehmenden ein unterschiedliches Verständnis zur Arbeitsbreite (effektive oder theoretische Arbeitsbreite), sodass bei einigen Geräten viele verschiedene Angaben hierzu gemacht wurden. Die Auswertung erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel 2016 (Microsoft Corporation, Washington).

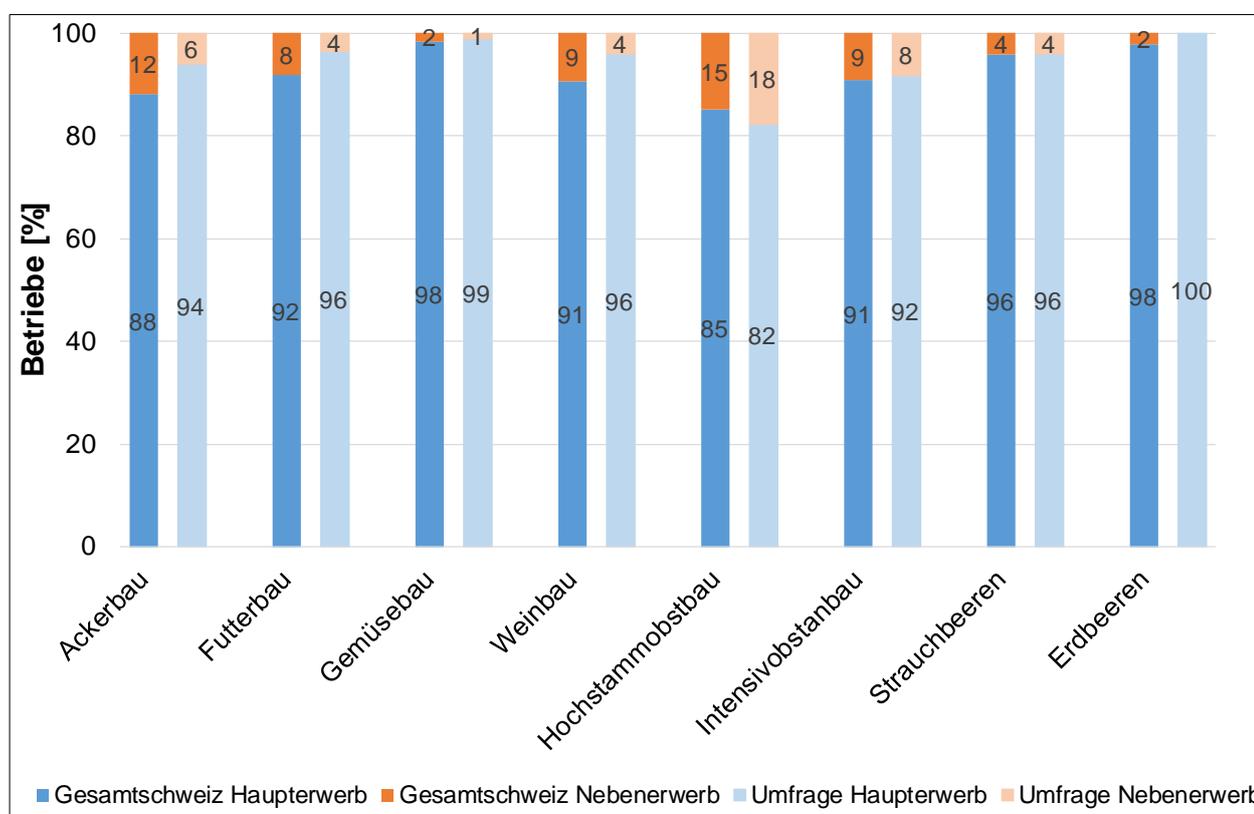


Abbildung 1: Anteil der Haupt- und Nebenerwerbsbetriebe in der Gesamtschweiz und in der Umfrage (Stichprobenumfang vgl. Tabelle 1 und 2).

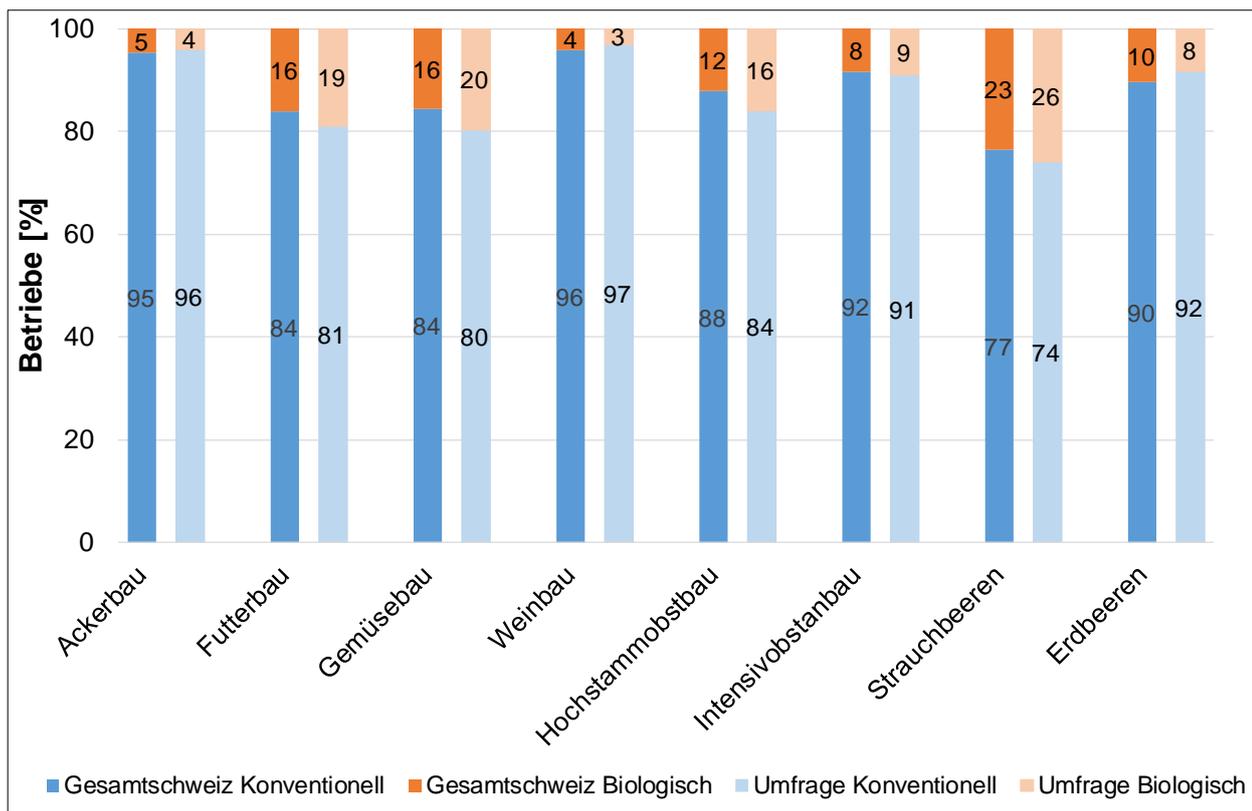


Abbildung 2: Bewirtschaftungsart (konventionell oder biologisch) für Betriebe in der Gesamtschweiz und in der Umfrage (Stichprobenumfang vgl. Tabelle 1 und 2).

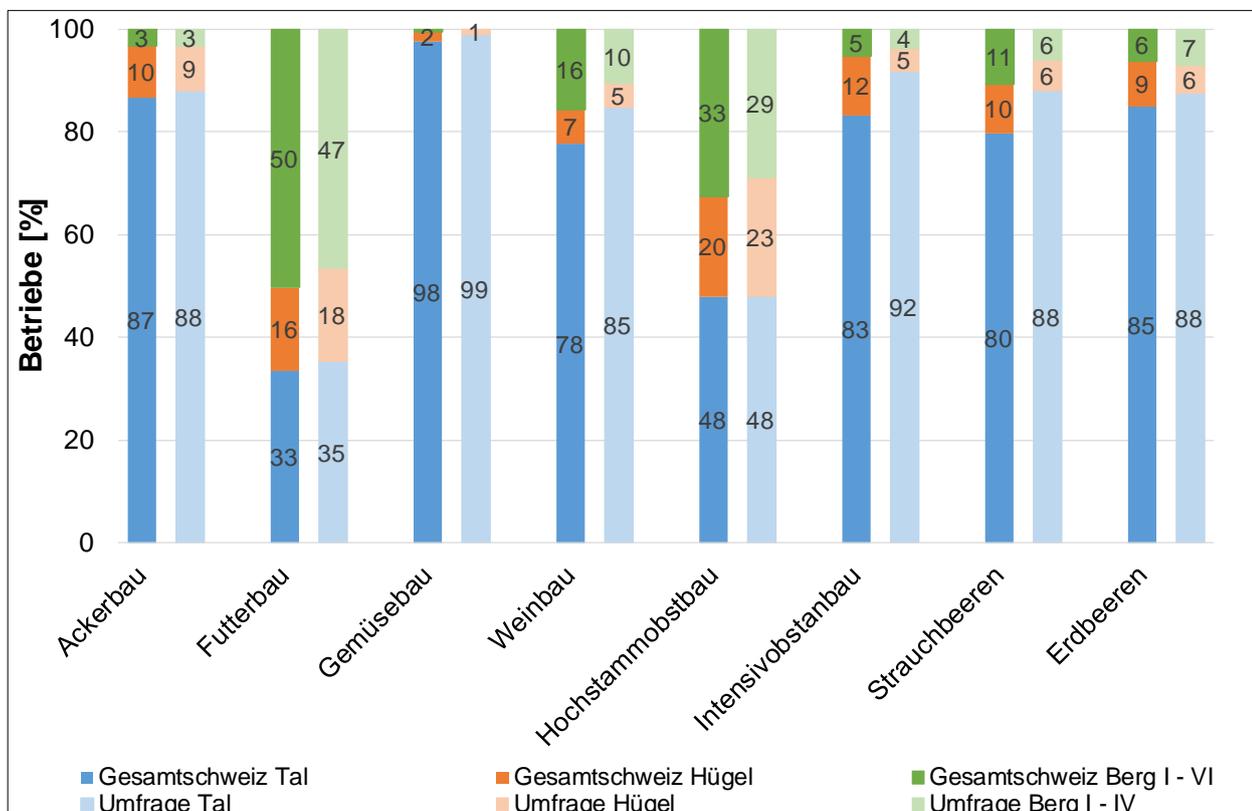


Abbildung 3: Verteilung nach Zonen für Betriebe in der Gesamtschweiz und in der Umfrage (Stichprobenumfang vgl. Tabelle 1 und 2).

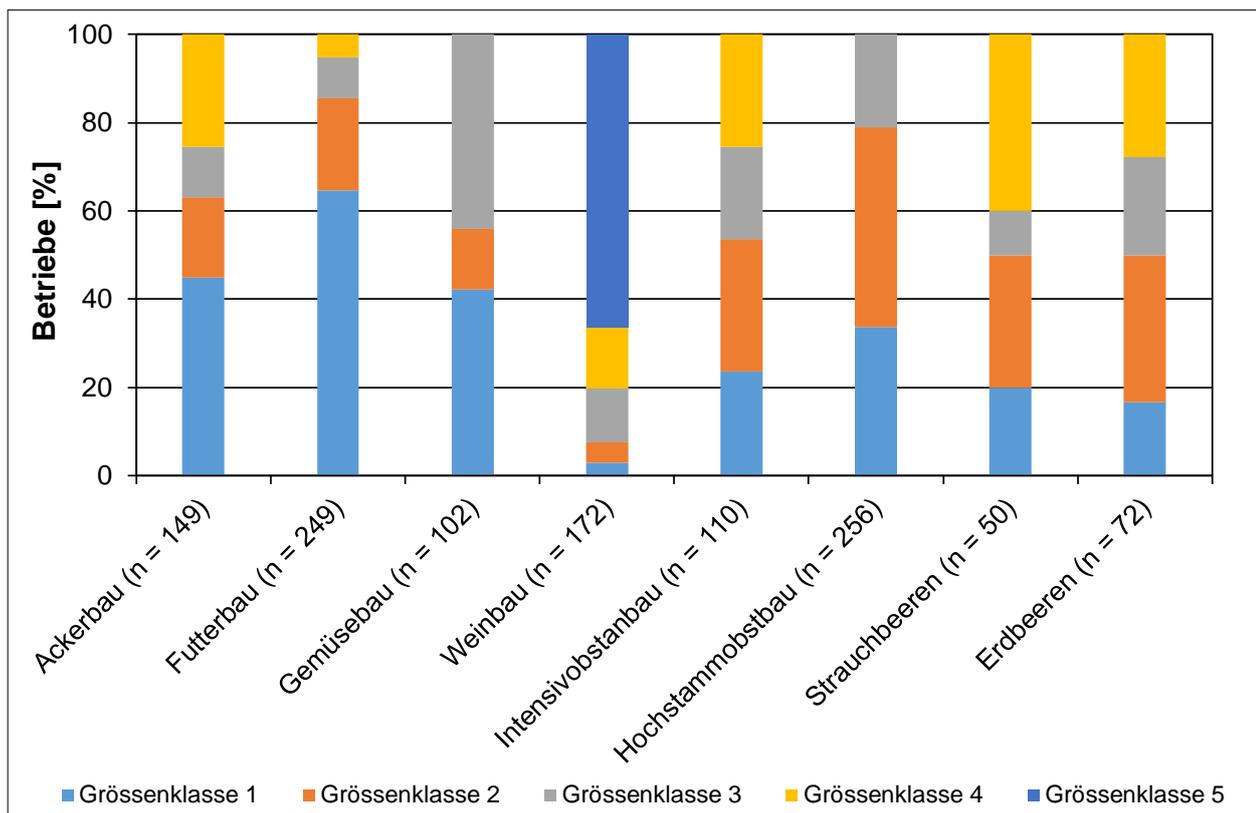


Abbildung 4: Verteilung der Betriebe über die verschiedenen Grössenklassen (Grössenklassen vgl. Tabelle 1).

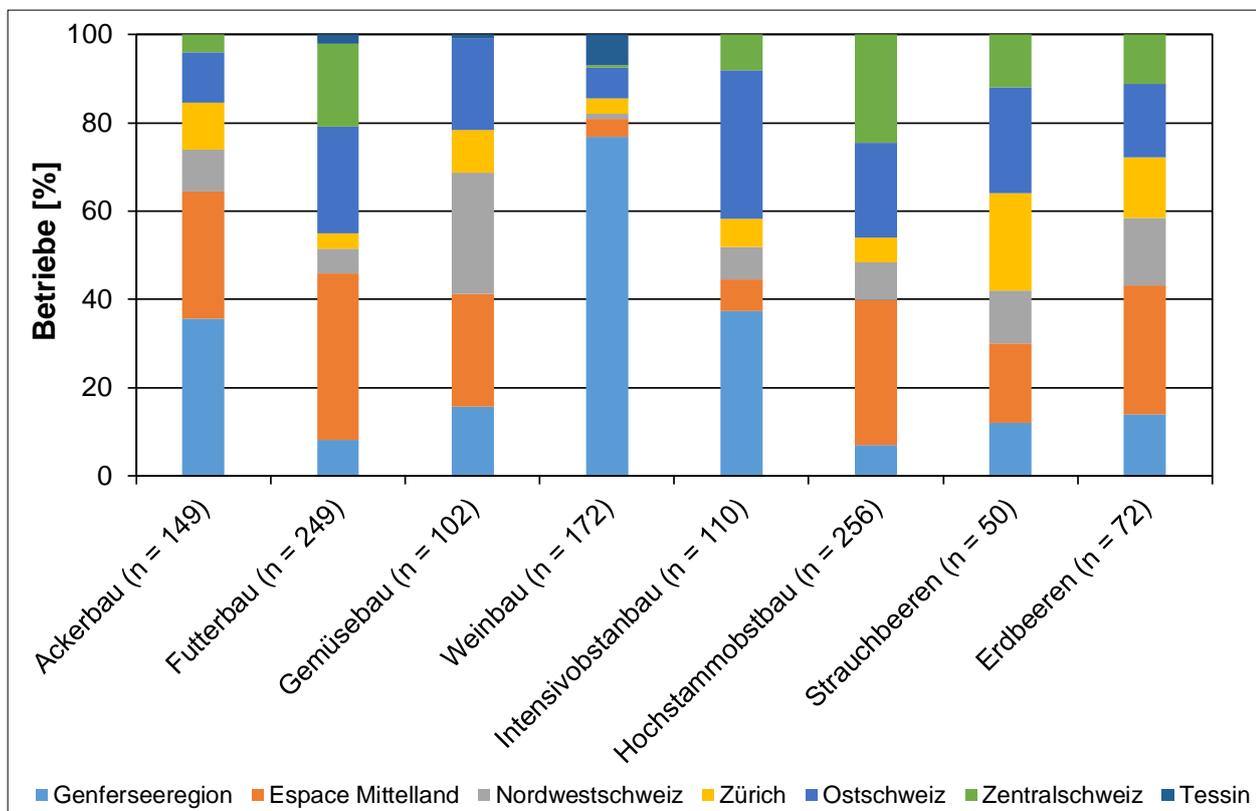


Abbildung 5: Verteilung der Betriebe nach Schweizer Grossregionen.

3 Ergebnisse

3.1 Ackerbau

Der Ackerbau umfasst die Produktion der in der Schweiz relevanten Marktfrüchte Getreide, Raps, Körnerleguminosen, Sonnenblumen, Zuckerrüben, Kartoffeln und Mais. Das Kapitel enthält neben Informationen zu allgemeinen Pflege- und Bewirtschaftungsmassnahmen auch Unterkapitel zu kulturspezifischen Arbeiten.

Im Ackerbau standen 149 Rückmeldungen für die Auswertung zur Verfügung. Die unterschiedliche Stichprobengrösse pro Frage ergibt sich daraus, dass nicht alle Teilnehmenden jede Frage des Fragebogens beantwortet haben. Mehrfachnennungen waren möglich. Zusätzliche Detailinformationen über Arbeitsbreiten der eingesetzten Geräte etc. sind im Anhang dargestellt.

3.1.1 Bodenbearbeitung

Zur Grundbodenbearbeitung wird der Pflug von 88 % der befragten Landwirtinnen und Landwirte im Ackerbau eingesetzt, häufig als 3- oder 4-Schar-Pflug. Auch der Grubber mit Nachläufer wird von 65 % genutzt, vorrangig mit 3 m Arbeitsbreite (Abbildung 6).

Weitere Geräte, die von über 20 % der Landwirtinnen und Landwirte eingesetzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten sind in Anhang 1 dargestellt.

Zur Bodenbearbeitung werden ausserdem Kreiseleggen von 84 % der Befragten genutzt, gefolgt von angebauten Geräten wie Federzinkenegge (32 %) und Scheibenegge (26 %) (Abbildung 7). Auch hier liegt bei allen drei Geräten die gängige Arbeitsbreite bei 3 m (Anhang 2). Ausserdem kommen zur weiteren Bodenbearbeitung der Frontpacker (78 %) sowie eine Huckepack-Grundausrüstung (34 %) zum Einsatz. Zum Walzen werden Rauwalzen häufiger verwendet als Glattwalzen und gezogene Geräte häufiger als angebauten (Abbildung 8). Gezogene Geräte werden mit Arbeitsbreiten um 6 m eingesetzt, im Vergleich zu angebauten Geräten mit zumeist 3 m Arbeitsbreite (Anhang 3).

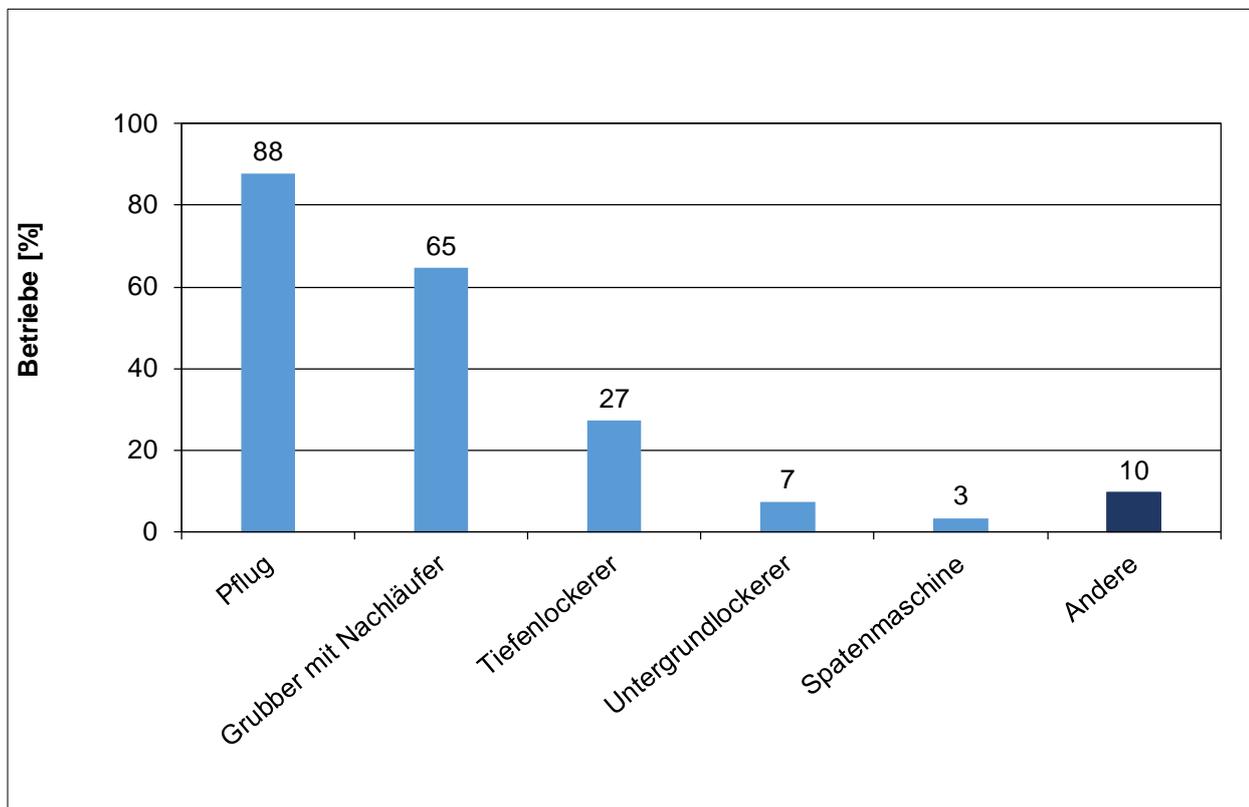


Abbildung 6: Geräte zur Grundbodenbearbeitung im Ackerbau (n = 147 Betriebe).

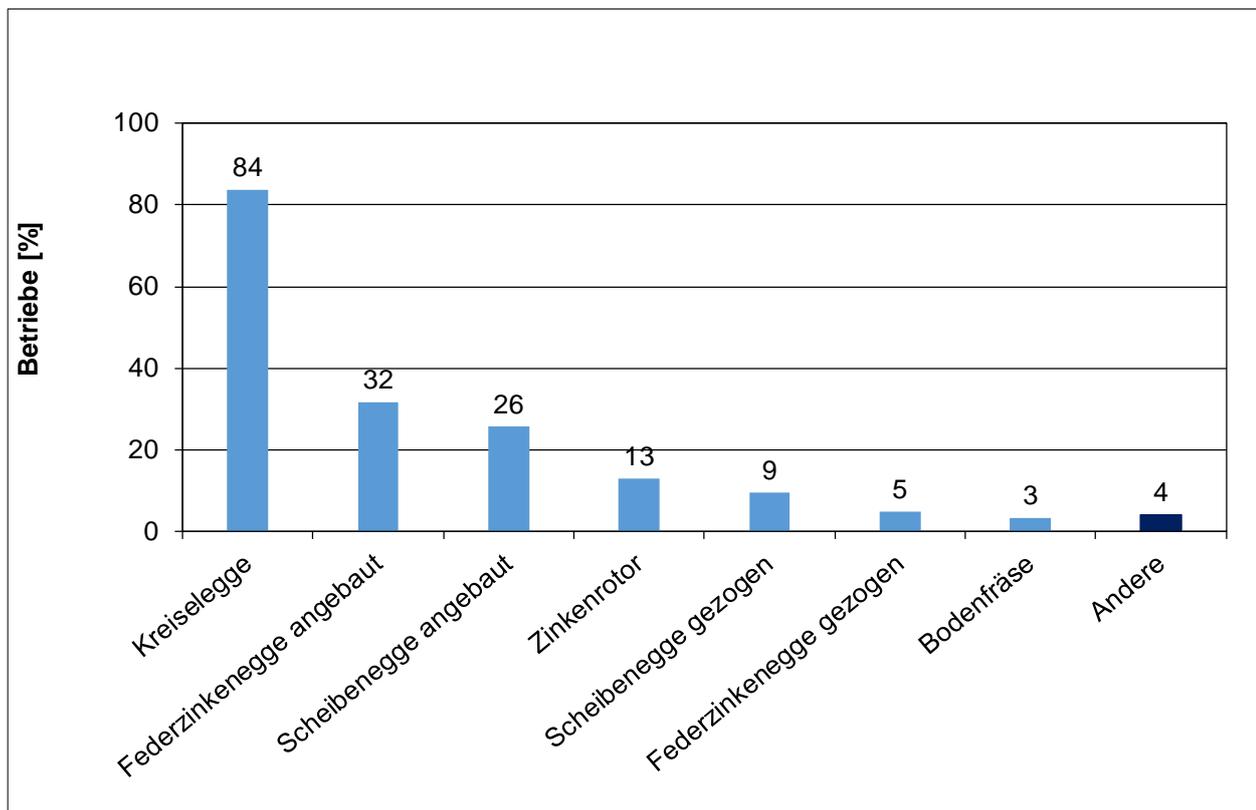


Abbildung 7: Eggen im Ackerbau (n = 148 Betriebe).

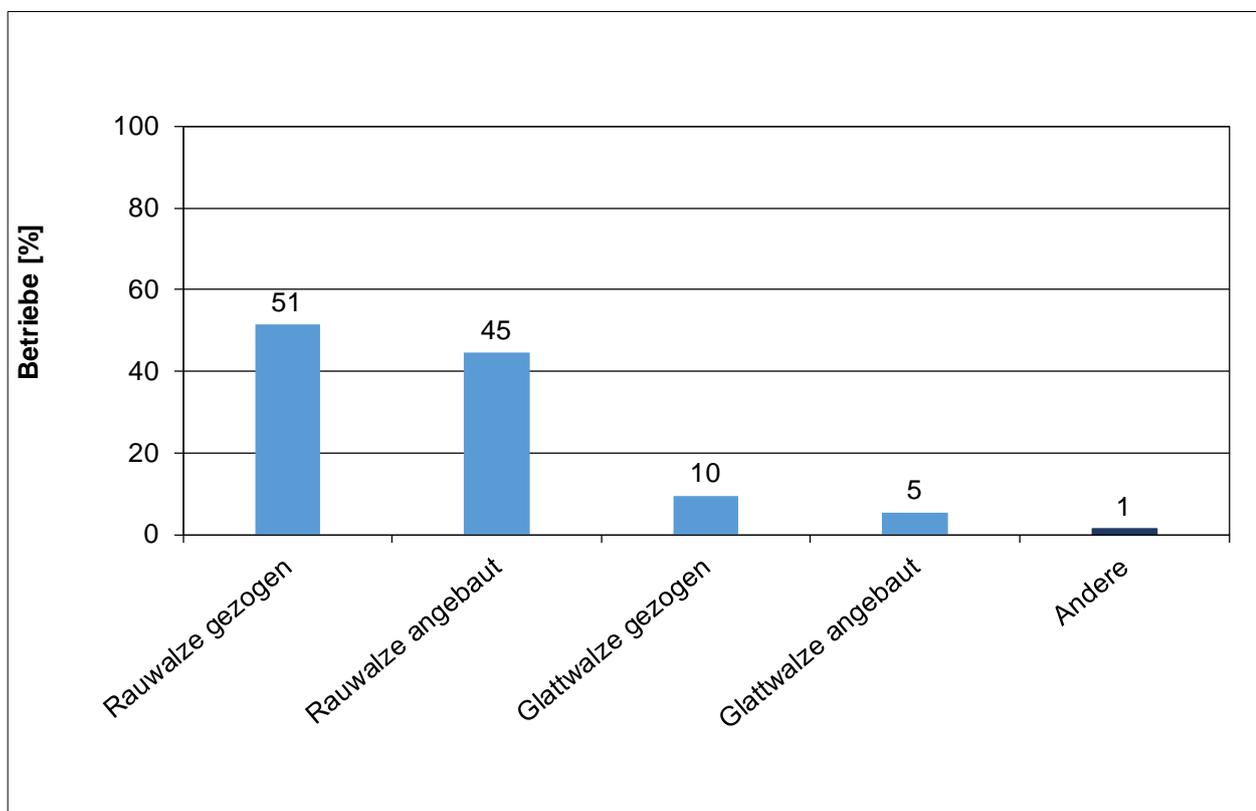


Abbildung 8: Walzen im Ackerbau (n = 146 Betriebe).

3.1.2 Saat, Pflege und Pflanzenschutz

Bei der Aussaat wird zwischen Drillsaat und Einzelkornsaat unterschieden sowie zwischen mechanischer und pneumatischer Ablage.

Bei der Einzelkornsaat wird die pneumatische Aussaat am häufigsten genutzt (50 %) während bei der Drillsaat neben der pneumatischen (32 %) auch mechanische (57 %) Sämaschinen zum Einsatz kommen. Die gängige Arbeitsbreite bei der Drillsaat beträgt 3 m (Anhang 4).

Kombinierte Sämaschinenvarianten, beispielsweise mit Düngerstreuer oder Vorbaugrubber, finden nur selten Anwendung in der Praxis.

Zur mechanischen Behandlung von Unkräutern können Hack- und Striegelgeräte eingesetzt werden. 50 % der Ackerbauern nutzen dafür einen Hackstriegel und 36 % ein Reihenhackgerät. Hack- und Striegelgeräte in Kombination mit einem Düngerstreuer werden hingegen weniger häufig genutzt (Abbildung 9). Die Arbeitsbreiten betragen beim Hackstriegel häufig 6 m, beim Reihenhackgerät 3 m (Anhang 5).

Im Pflanzenschutz ist eine angebaute Feldspritze mit 15 m Arbeitsbreite das am häufigsten eingesetzte Gerät. Alle anderen Antwortmöglichkeiten wurden von weniger als 20 % der Befragten ausgewählt (Abbildung 10 und Anhang 6).

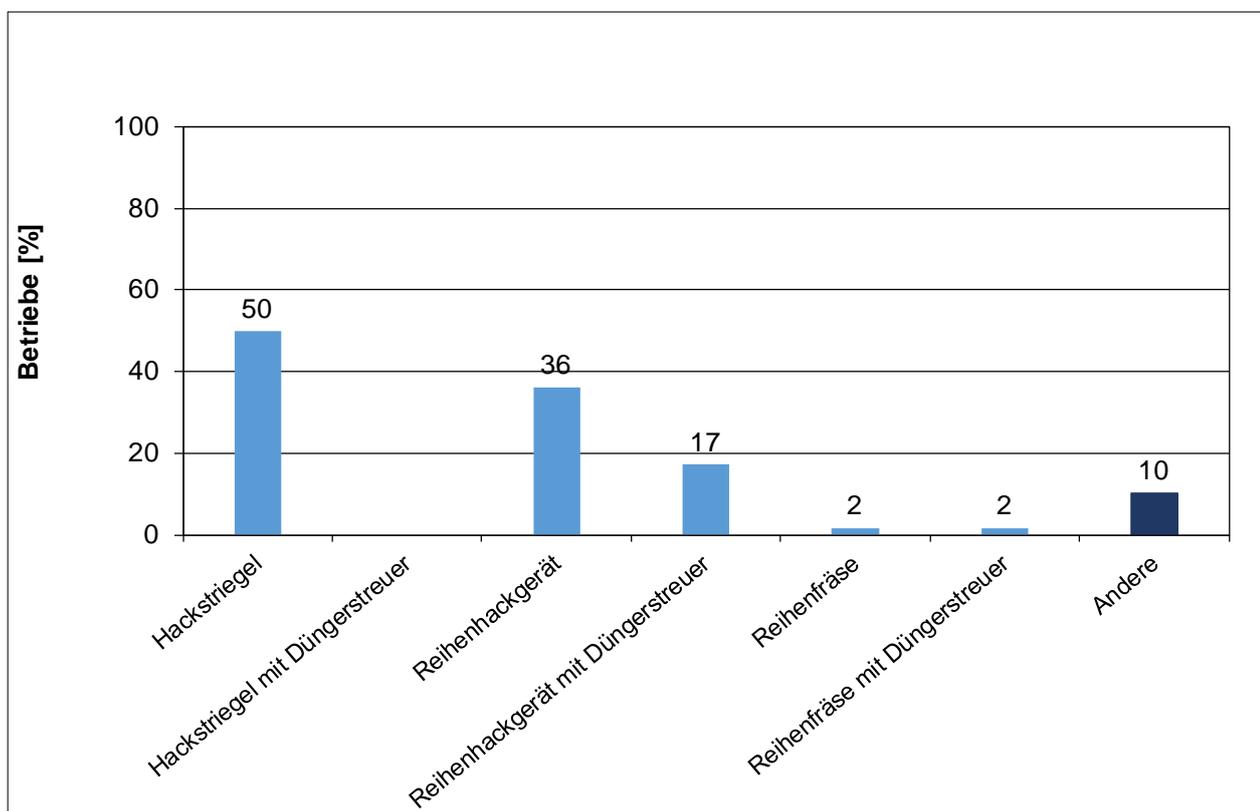


Abbildung 9: Geräte zum Hacken/Striegeln im Ackerbau (n = 58 Betriebe).

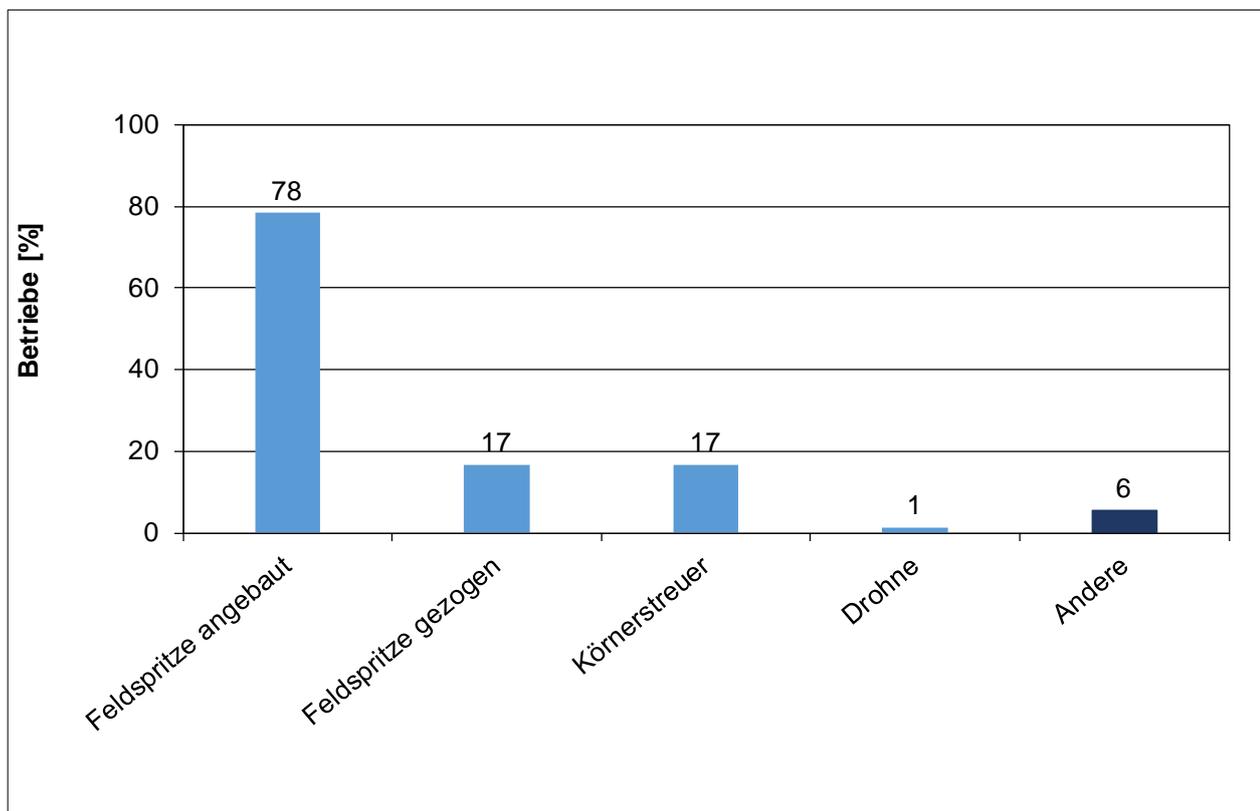


Abbildung 10: Geräte für den Pflanzenschutz im Ackerbau (n = 143 Betriebe).

3.1.3 Düngung: mineralisch, Mist/Kompost, Gülle

Die Ergebnisse der eingesetzten Düngerstreuer für die mineralische Düngung zeigen, dass 97 % der Betriebe einen angebauten Schleuderstreuer verwenden. Andere Geräte werden von weniger als 5 % eingesetzt (Abbildung 11). Wie im Pflanzenschutz beträgt die gängige Arbeitsbreite auch hier 15 m (Anhang 7).

Für die Düngung mit Mist und Kompost wird hauptsächlich ein Streuer mit Walzenstreuwerk (75 %) eingesetzt. «Andere» Geräte werden von weniger als 20 % der Befragten genutzt (Abbildung 12). Die angegebenen Arbeitsbreiten für das Walzenstreuwerk sind in Anhang 8 ersichtlich und variieren zwischen 3 und 21 m.

Gülle wird von 92 % der befragten Landwirtinnen und Landwirte mit dem Güllefass ausgebracht (Abbildung 13). Während dabei das Vakuumfass von 83 % eingesetzt wird, findet das Pumpfass lediglich bei 36 % Anwendung. Im Hinblick auf die Verteiltechnik sind mit 59 % der Schleppschlauch und mit 57 % der Prallteller nahezu gleichhäufig im Einsatz.

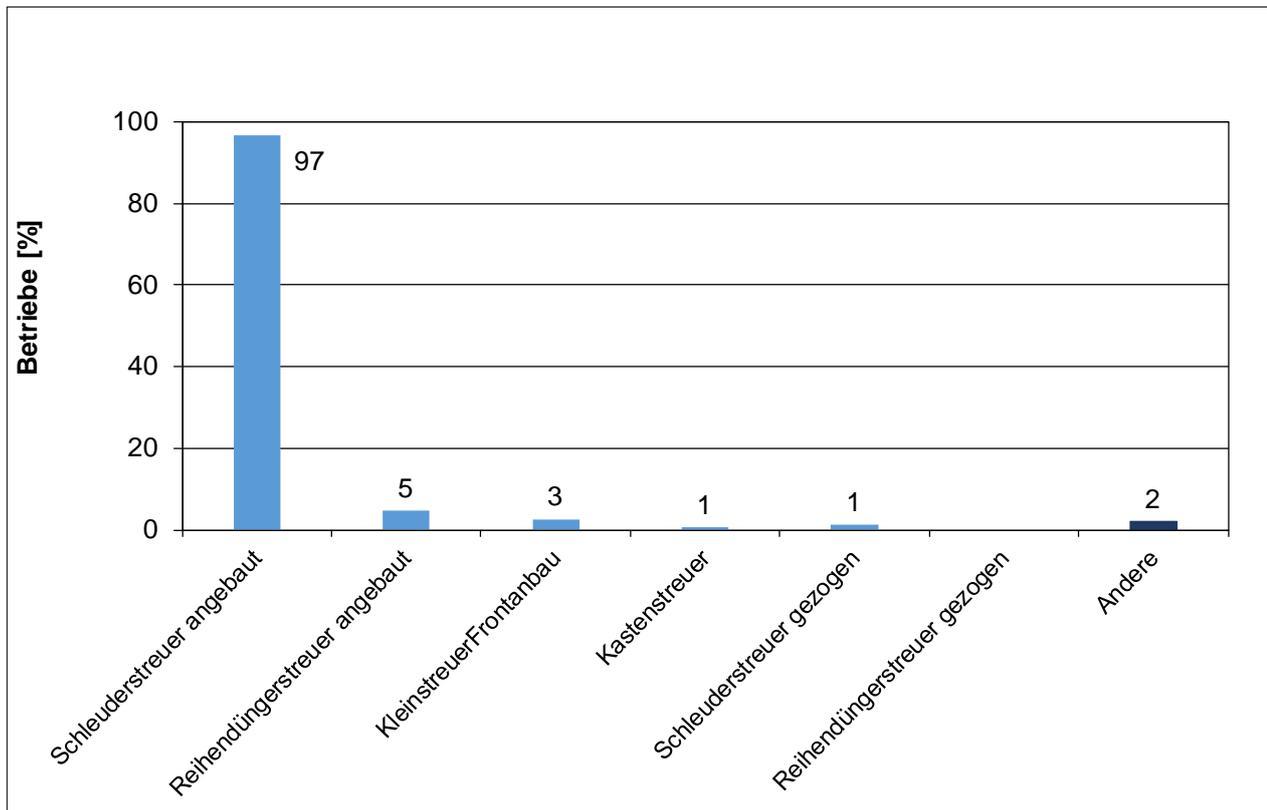


Abbildung 11: Düngerstreuer im Ackerbau (n = 146 Betriebe).

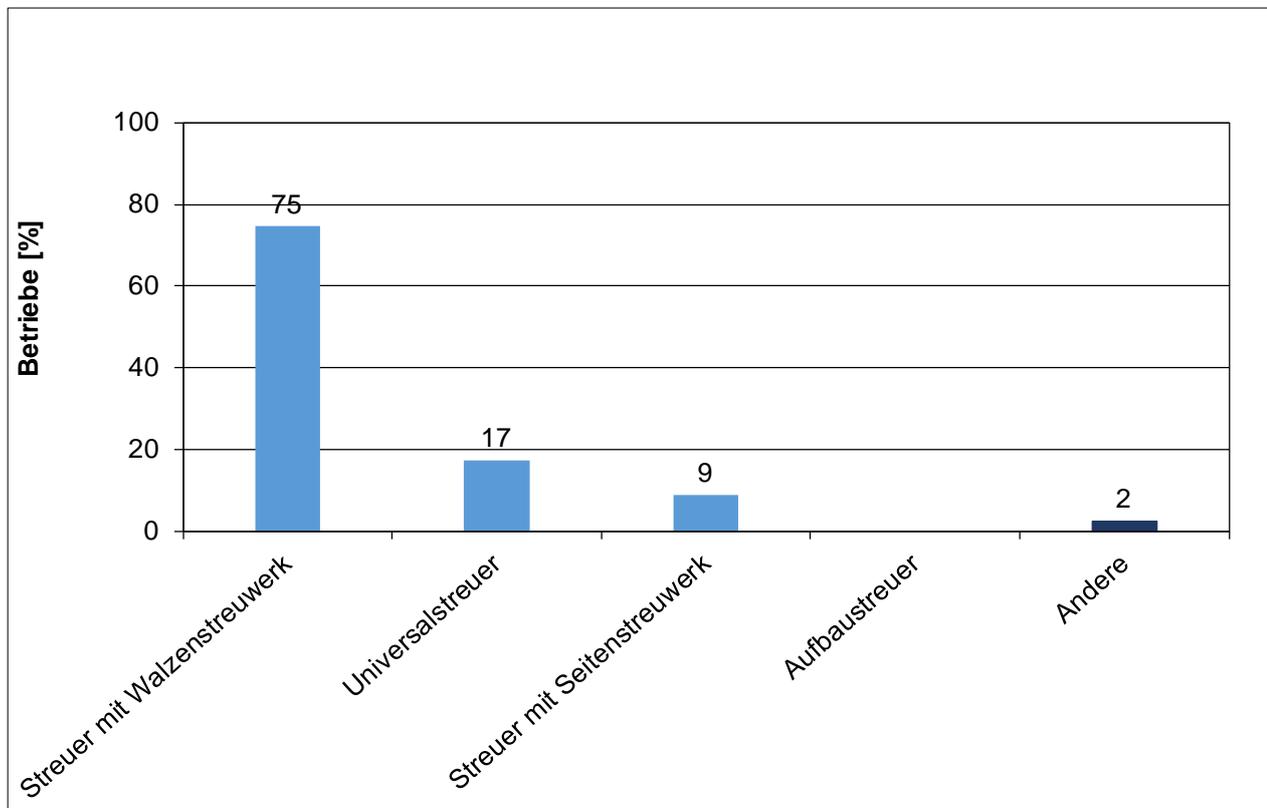


Abbildung 12: Mist-/Kompoststreuer im Ackerbau (n = 126 Betriebe).

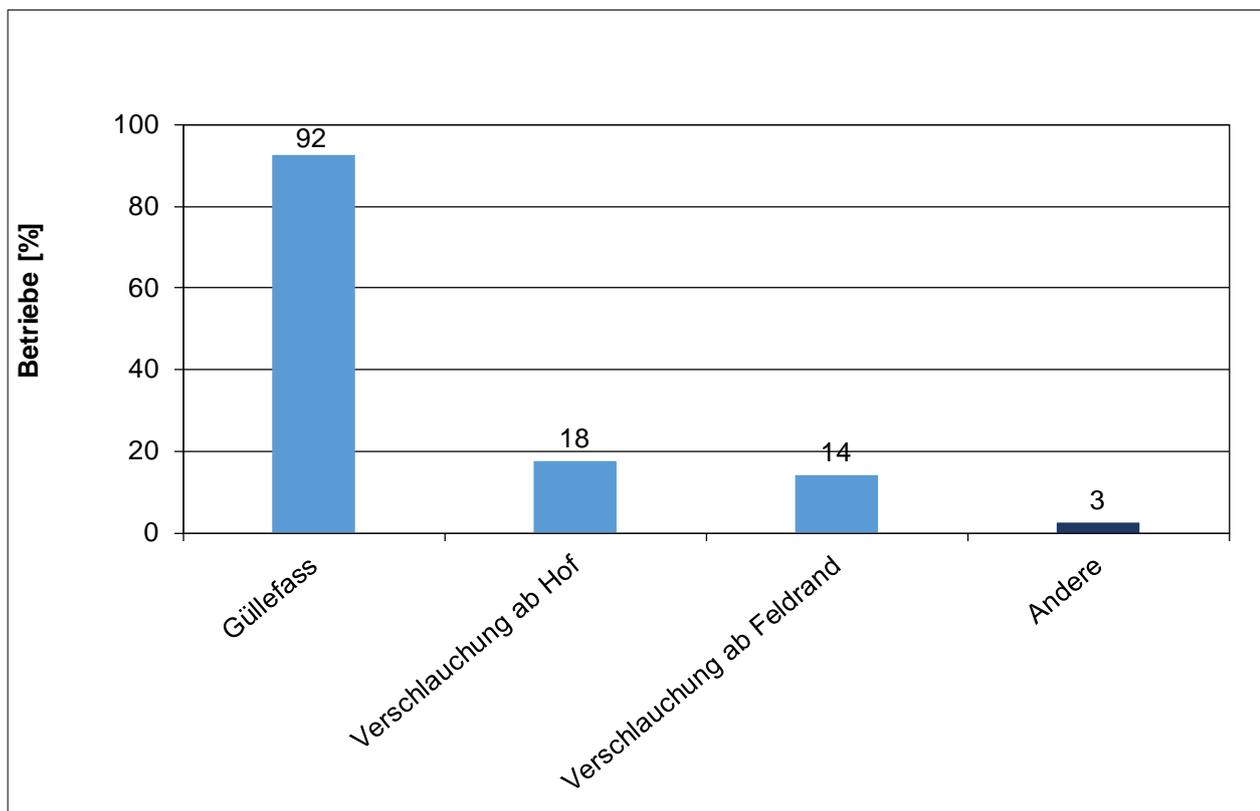


Abbildung 13: Gülleausbringetechniken im Ackerbau (n = 119 Betriebe).

3.1.4 Bewässerung

Im Ackerbau wird üblicherweise nur selten zusätzlich bewässert. Dementsprechend lagen wenige Rückmeldungen (25 bzw. 27) zu diesem Themenbereich vor.

Von 76 % wird die Trommelberegnung (Rollomat) mit Regner eingesetzt, weitere 20 % nutzen Tropfbewässerung (n = 25). Andere Verteilformen wie Trommelberegnung mit Balken oder eine Rohrberegnung sind im Ackerbau nur sehr selten im Einsatz (12 %). Als Quelle für den Wasserbezug wird in absteigender Reihenfolge offenes Gewässer, Hydranten oder Grundwasser angegeben (n = 27).

3.1.5 Kulturspezifische Arbeiten

Im Folgenden sind die Ergebnisse der kulturspezifischen Arbeiten dargestellt. Die Teilnehmenden wurden in diesem Abschnitt des Fragebogens darauf hingewiesen, dass dieser Teil übersprungen werden kann, wenn sie keine der aufgeführten Kulturen anbauen.

3.1.6 Getreide, Raps, Körnerleguminosen, Sonnenblumen

Über 90 % der Landwirtinnen und Landwirte dreschen nicht selbst, sondern geben diese Arbeit an Dritte wie Lohnunternehmer ab. Die häufigste Arbeitsbreite, wenn selber gedroschen wird, ist 6 m (Anhang 9). Der Korntank wird anschliessend in einen Wagen am Feldrand entleert (99 %). Die Transportkapazitäten des Körnertransports werden in Anhang 10 dargestellt. Am häufigsten wurde eine Transportkapazität zwischen 16 und 20 t angegeben. Auch das Pressen des Strohs (76 %) und die Saat (27 %) werden oft an Dritte abgegeben (Abbildung 14). Zur Ernte des Strohs werden neben Quaderballenpressen (62 %) und Rundballenpressen (48 %) von über 20 % der Betriebe auch Hartballenpressen genutzt (Abbildung 15). Der Transport erfolgt zumeist mit einem Front- oder Hof- resp. Teleskoplader.

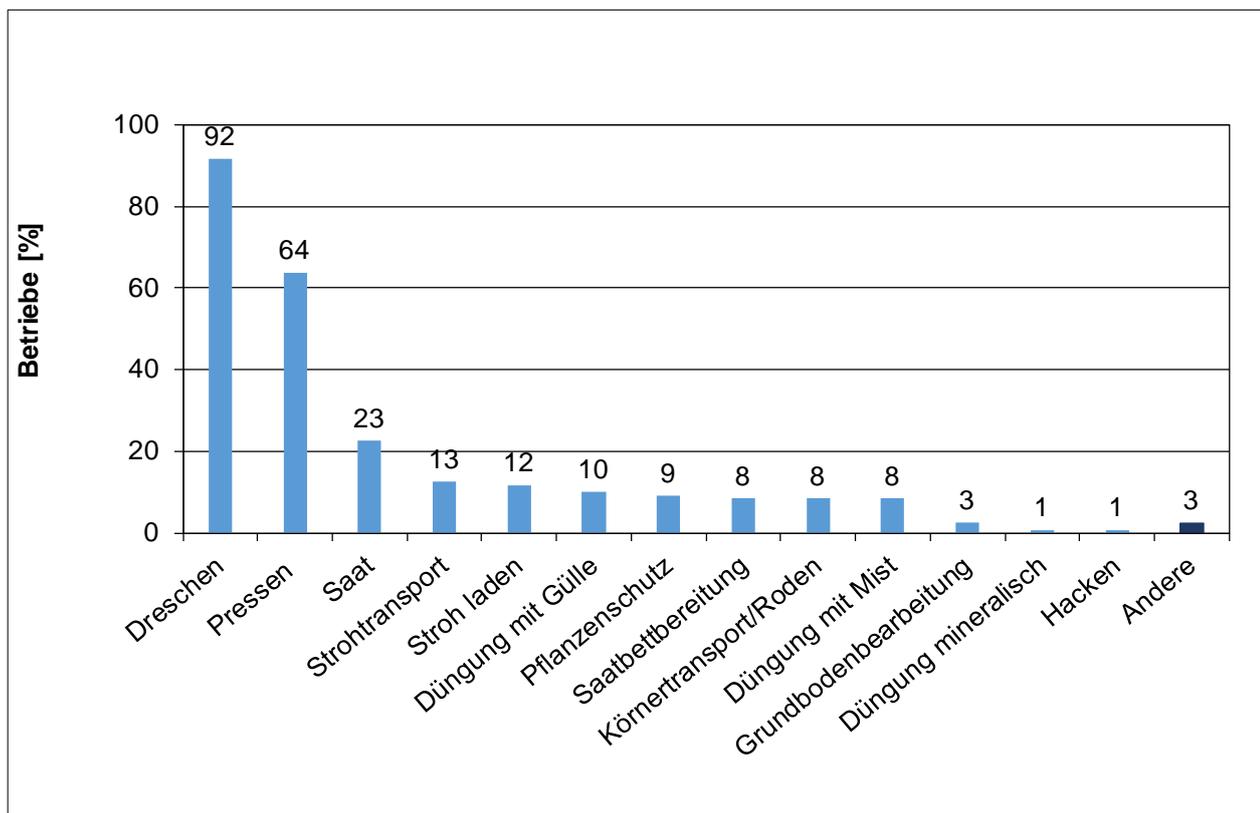


Abbildung 14: Arbeiten, die im Getreidebau an Dritte (z. B. Lohnunternehmer) abgegeben werden (n = 119 Betriebe).

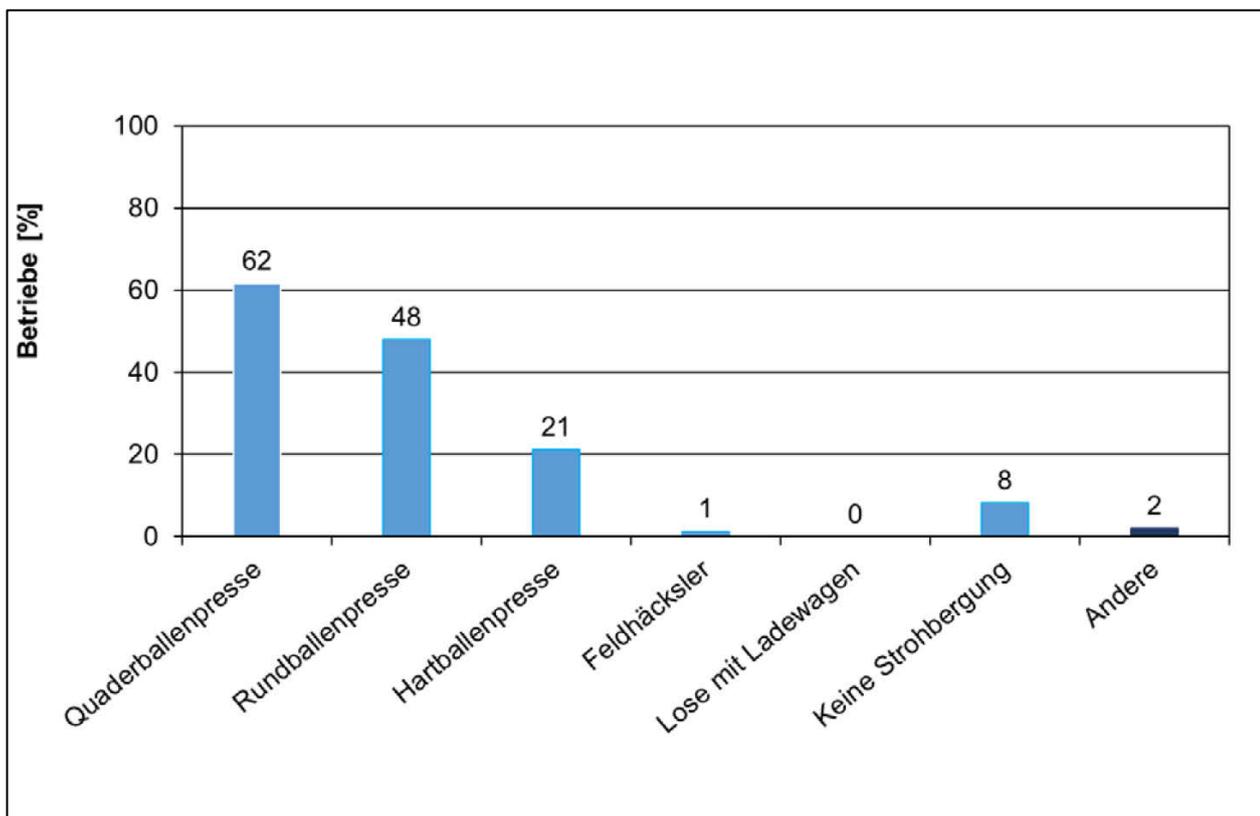


Abbildung 15: Geräte zur Strohernte von Getreide (n = 146 Betriebe).

3.1.7 Mais

Im Maisanbau werden verschiedene Arbeiten wie Häckseln, Saat und Dreschen von über 60 % der Befragten an Dritte wie Lohnunternehmer abgegeben. Auch der Transport des Häckselguts wird von 26 % nicht selber ausgeführt (Abbildung 16).

Bei der Aussaat von Mais werden hauptsächlich 4- oder 6-reihige Geräte verwendet. Wird der Mais gedroschen, kommen zumeist 6-reihige Geräte zum Einsatz, beim Häckseln sind neben 6- auch 8-reihige Geräte häufig (Anhang 11 und Anhang 13).

Über 80 % der Landwirte im Betriebszweig Ackerbau gaben an, einen reihenunabhängigen Selbstfahrhäcksler einzusetzen (Abbildung 17).

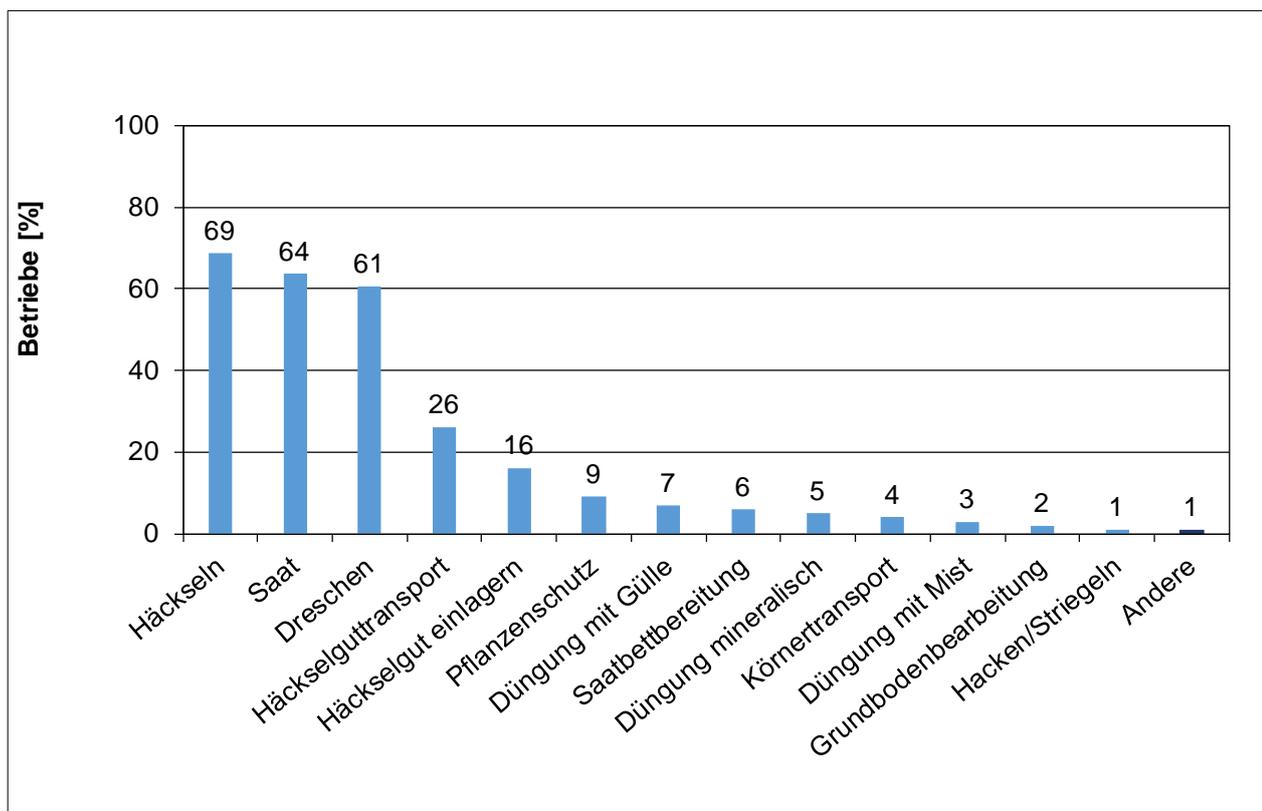


Abbildung 16: Arbeiten, die im Maisanbau an Dritte (z. B. Lohnunternehmer) abgegeben werden (n = 99 Betriebe).

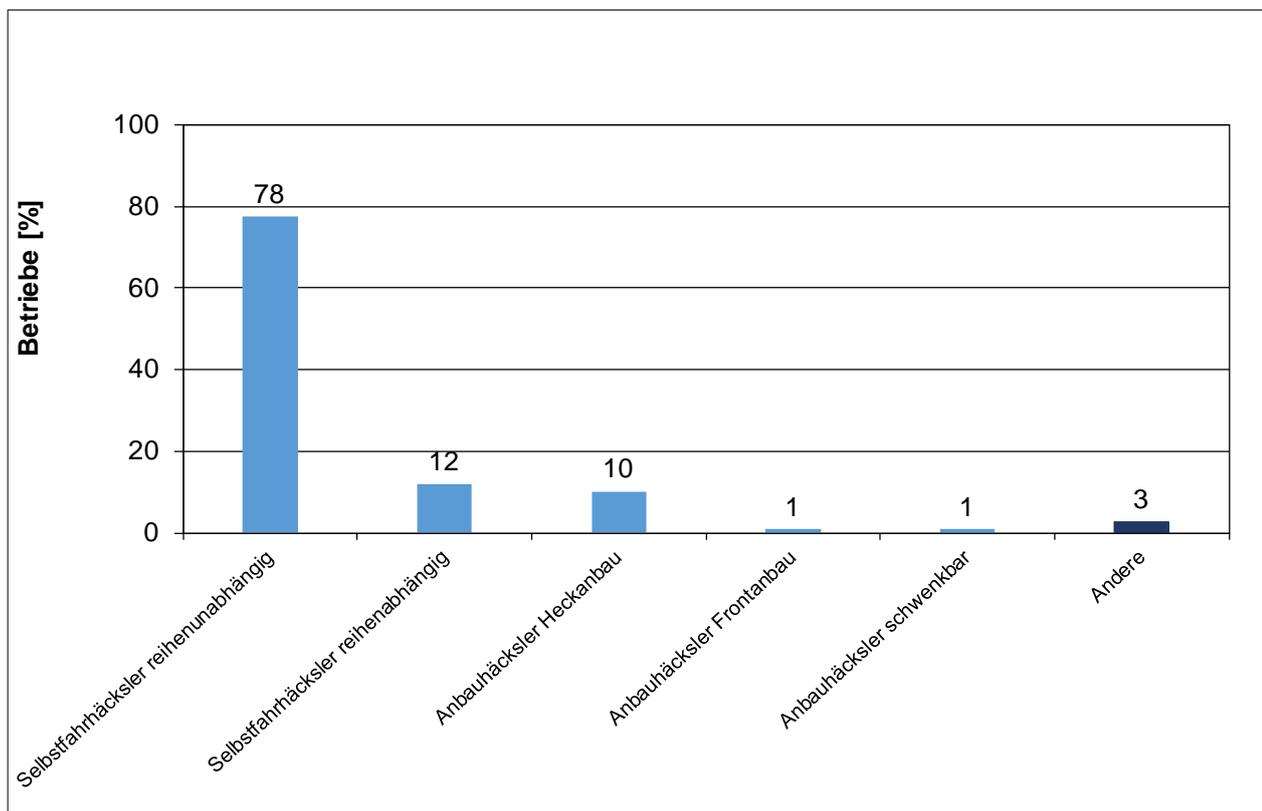


Abbildung 17: Geräte zum Maishäckseln (n = 107 Betriebe).

3.1.8 Zuckerrüben

Auch im Anbau von Zuckerrüben werden Arbeiten an Dritte abgegeben. Dazu zählen im Wesentlichen das Roden (97 %) und Laden (73 %) der Rüben sowie die Aussaat (63 %) und der Rübentransport (37 %). Andere kulturspezifische Arbeiten wie Pflanzenschutz, Bodenbearbeitung oder Düngung werden hingegen nur selten an Dritte abgegeben (Abbildung 18).

Bei der Rübensaat sind Arbeitsbreiten von 6 und 12 Reihen vorherrschend, bei der Ente zumeist 6 Reihen (Anhang 14 und Anhang 5). Geerntet wird üblicherweise mit einem Rübenvollernter (Abbildung 19). Das Entleeren der Bunker auf eine Miete am Feldrand ist gängige Praxis (90 %). Anschliessend werden die Rüben mittels Verlademaus von der Miete geladen (96 %). Die Transportkapazität liegt häufig zwischen 16 und 25 t (Anhang 16).

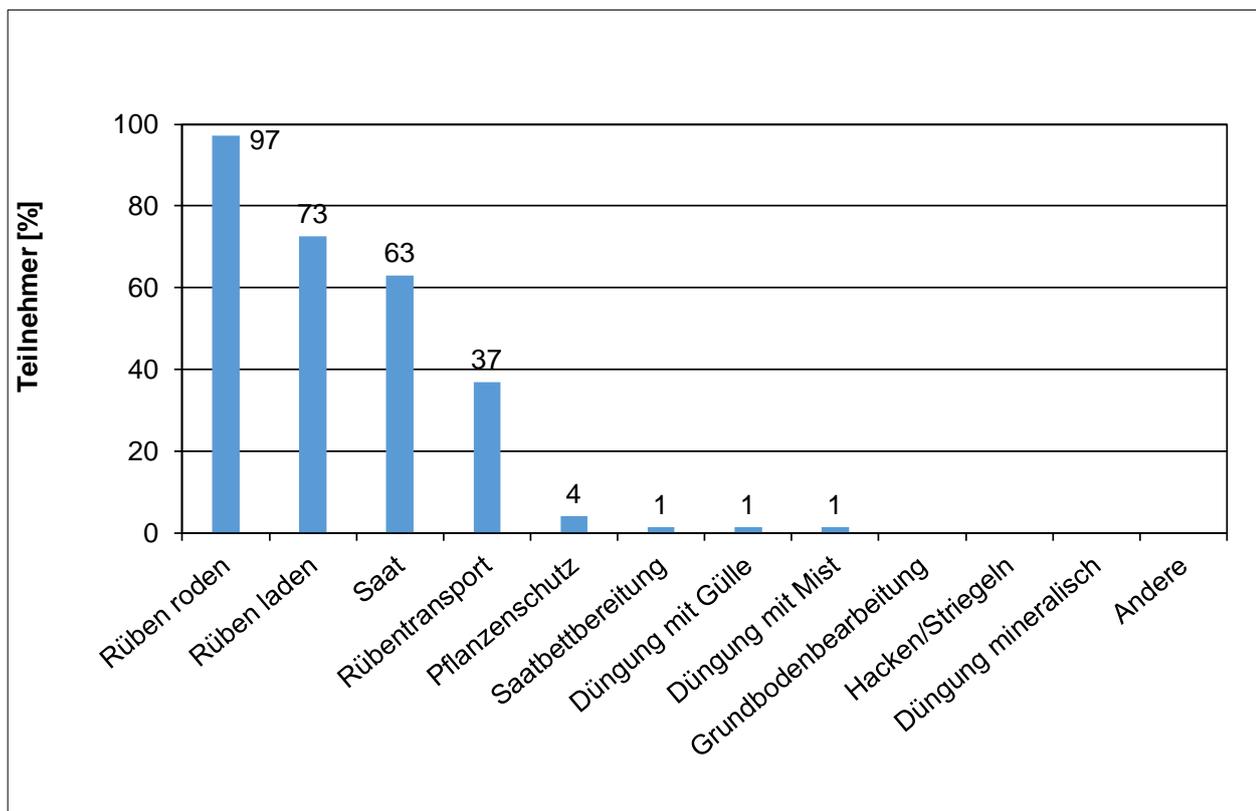


Abbildung 18: Arbeiten, die im Zuckerrübenanbau an Dritte (z. B. Lohnunternehmer) abgegeben werden (n = 73 Betriebe).

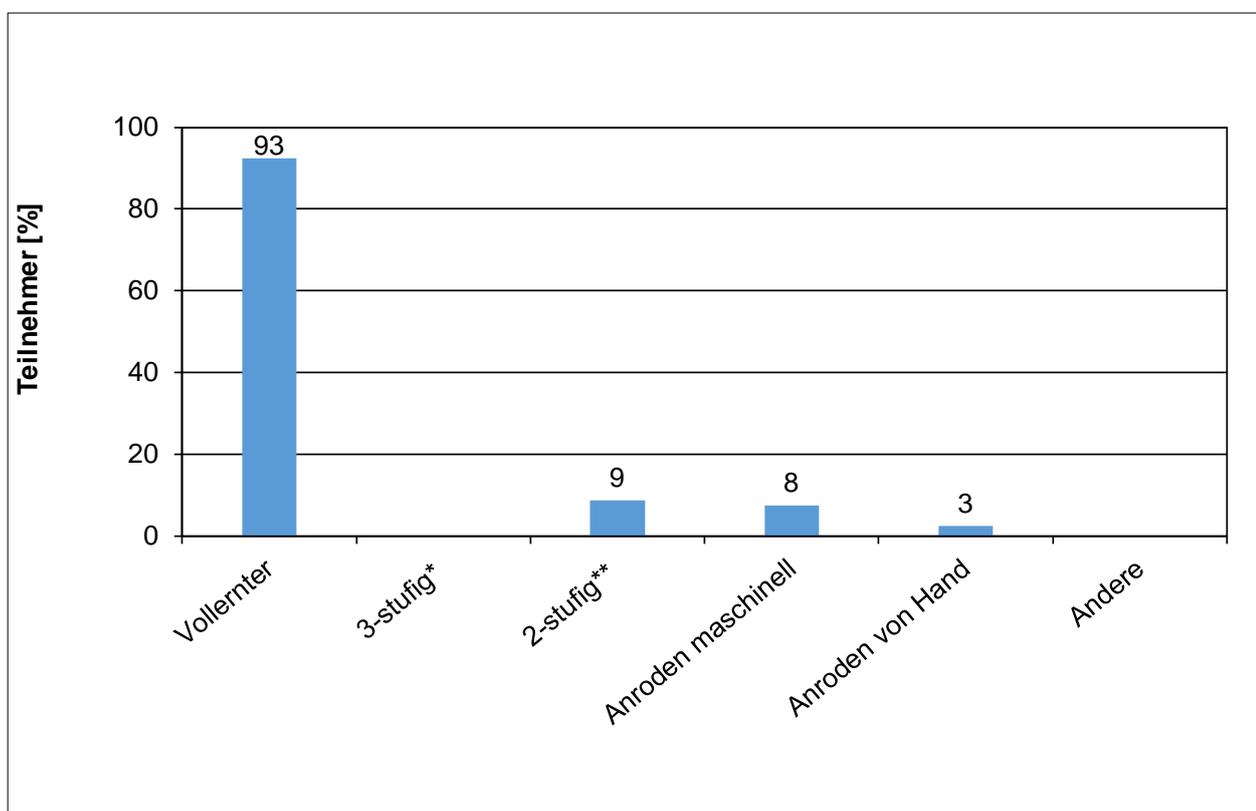


Abbildung 19: Verfahren bei der Zuckerrübenernte (*: 3-stufig mit Köpfer/ Roder/ Lader, **:2-stufig mit Köpfroder/ Lader) (n = 80 Betriebe).

3.1.9 Kartoffeln

Im Kartoffelanbau wird das Roden, Legen sowie der Transport oft durch Dritte erledigt (Abbildung 20). Zur Feldvorbereitung vor dem Legen kommt häufig die Kreiselegge zum Einsatz, die 13 Teilnehmende unter der Antwortmöglichkeit «Andere» eingetragen haben (Abbildung 21).

Gelegt werden die Kartoffeln von 91 % der befragten Landwirtinnen und Landwirte mit einem Legeautomat, allerdings war der Stichprobenumfang für diese Frage mit 33 Antworten sehr gering. Die Art der Vorkeimung variiert; unter anderem wird in Grosskisten (36 %) oder Vorkeimkisten vorgekeimt (30 %), oder es wird gänzlich darauf verzichtet (33 %).

Die Arbeitsbreite beim Legen variiert zwischen 2 und 6 Reihen (Anhang 17). Geerntet wird hingegen einreihig.

Vor der Ernte werden die Stauden von 85 % der Befragten chemisch abgebrannt, während 36 % angegeben haben, dafür einen Schlegelhäcksler einzusetzen (Abbildung 22). Die Ernte erfolgt bei fast allen Befragten mit einem gezogenen Vollernter (Abbildung 23).

Der Bunker wird überwiegend in einen Wagen am Feldrand entleert (91 %). Der Transport erfolgt in Grosskisten (70 %) oder lose (55 %). Ein Teil der Befragten lagert die Kartoffeln in Grosskisten (64 %), ein weiterer Teil liefert die Kartoffeln direkt vom Feld zum Abnehmer (27 %).

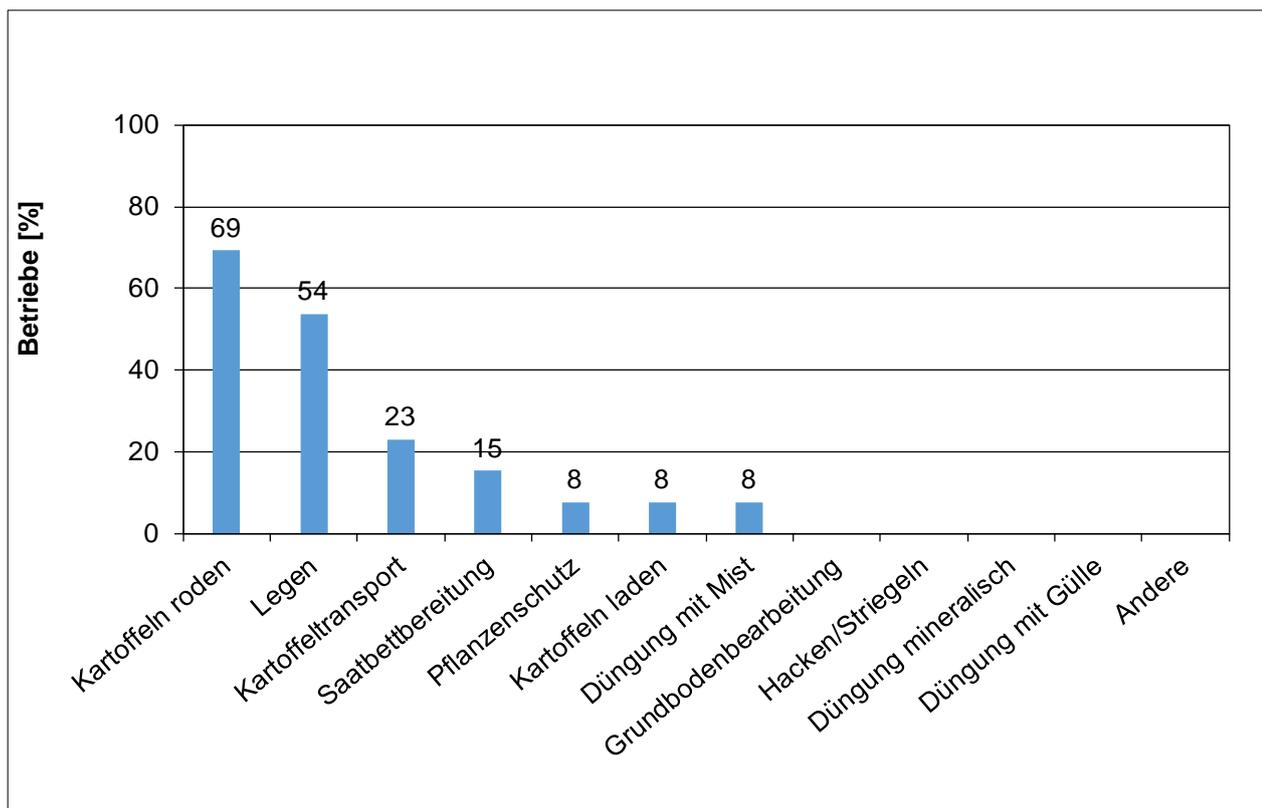


Abbildung 20: Arbeiten, die im Kartoffelanbau an Dritte (z. B. Lohnunternehmer) abgegeben werden (n = 13 Betriebe).

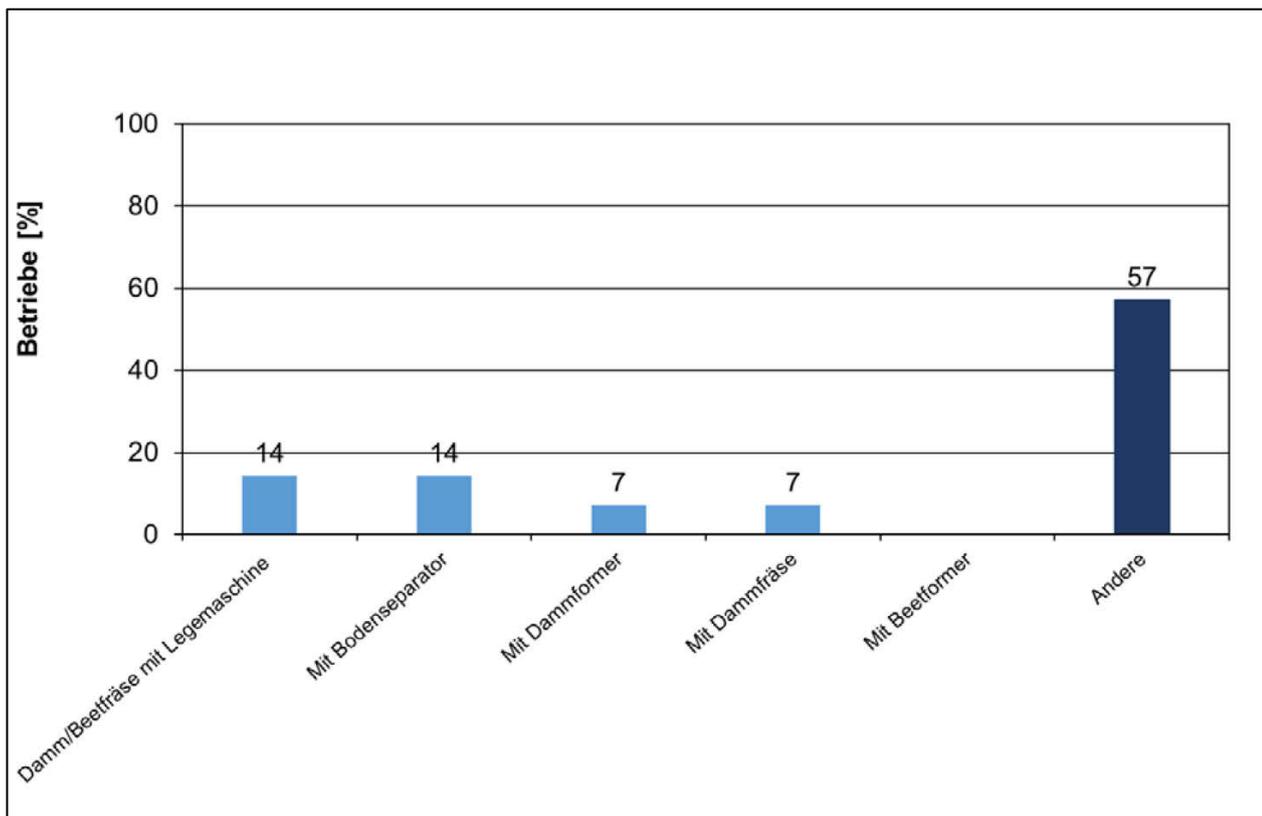


Abbildung 21: Geräte zur Feldvorbereitung für das Legen von Kartoffeln (n = 28 Betriebe).

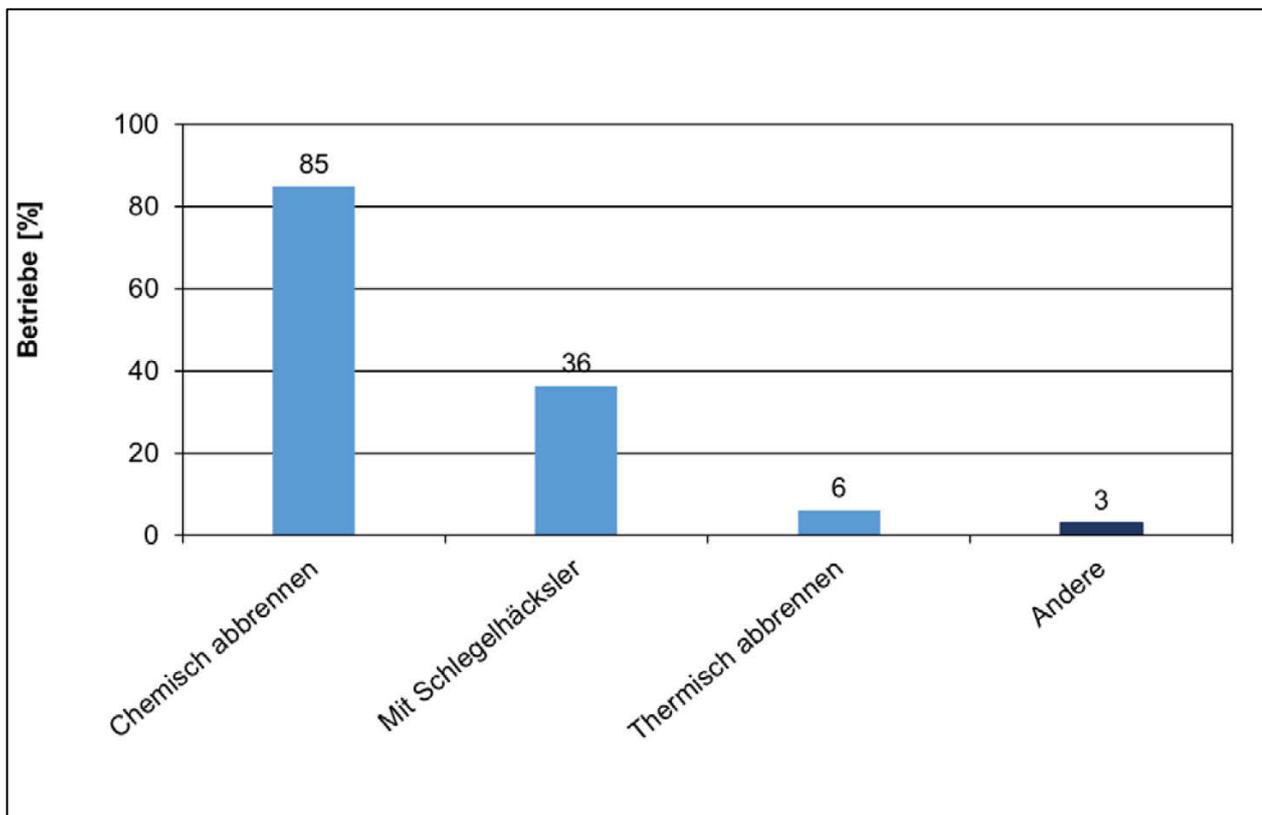


Abbildung 22: Verfahren zum Entfernen der Stauden im Kartoffelanbau (n = 33 Betriebe).

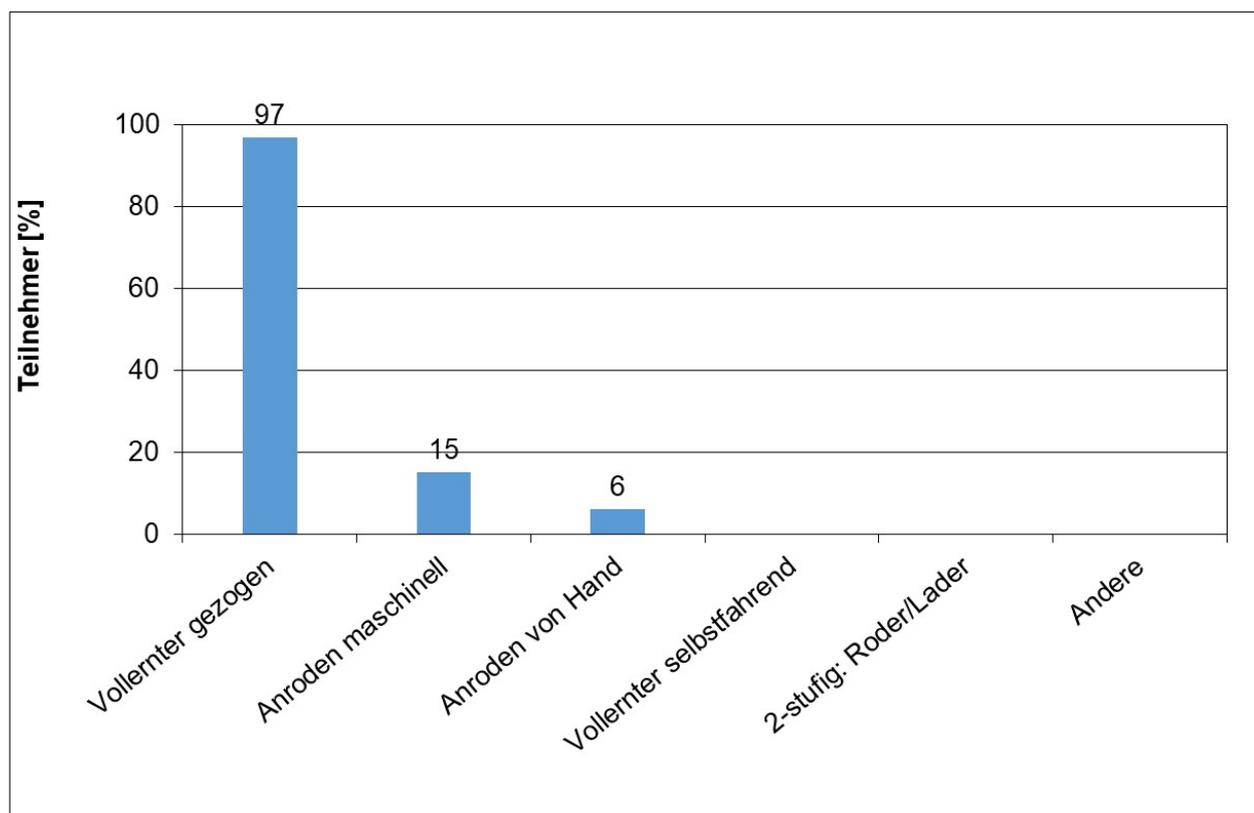


Abbildung 23: Geräte und Verfahren zur Kartoffelernte (n = 33 Betriebe).

3.2 Futterbau

Grasland ist in der Schweiz ein wichtiges Landschaftselement, und Grünland sowie Wiesen machen einen bedeutenden Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche aus. Im Rahmen dieser Umfrage wurden Betriebe mit Kunstwiesen, extensiv und wenig intensiv genutzten Wiesen sowie anderen Dauerwiesen dem Betriebszweig «Futterbau» zugeordnet.

Insgesamt standen 249 Fragebögen für die Auswertung zur Verfügung. Die unterschiedliche Stichprobengrösse pro Frage ergibt sich daraus, dass nicht alle Teilnehmenden jede Frage des Fragebogens beantwortet haben. Mehrfachnennungen waren möglich. Zusätzliche Detailinformationen über Arbeitsbreiten der eingesetzten Geräte etc. sind im Anhang dargestellt.

3.2.1 Pflege und Pflanzenschutz

Üblicherweise wird zu Beginn der Vegetationsperiode mit der Grünlandpflege begonnen, um ein gleichmässiges Pflanzenwachstum zu unterschützen und der Verunkrautung entgegenzuwirken. Die Ergebnisse zeigen, dass der Wiesenstriegel von über 70 % der Landwirtinnen und Landwirte dafür genutzt wird, gefolgt von 27 %, die einen Schlegelmulcher im Einsatz haben (Abbildung 24). Knapp 20 % nutzen darüber hinaus eine Walze mit Sägerät zur Grünlandpflege. Die entsprechenden Arbeitsbreiten sind in Anhang 18 dargestellt.

Für den Pflanzenschutz nutzt der Grossteil der Landwirte (70 %) eine angebaute Feldspritze (Abbildung 25). Die häufigsten Arbeitsbreiten, die für den Pflanzenschutz zum Einsatz kommen, sind 12 m und 15 m (Anhang 19).

Bei Problemunkräutern wird überwiegend eine chemische Einzelstockbehandlung durchgeführt, oder die Pflanzen werden ausgestochen (Abbildung 26). Die durchschnittliche Pflanzenzahl pro Hektar, die durch diese Verfahren behandelt werden kann, ist deutliche geringer als bei der Flächenspritzung, die von über 20 % angewendet wird (Anhang 20).

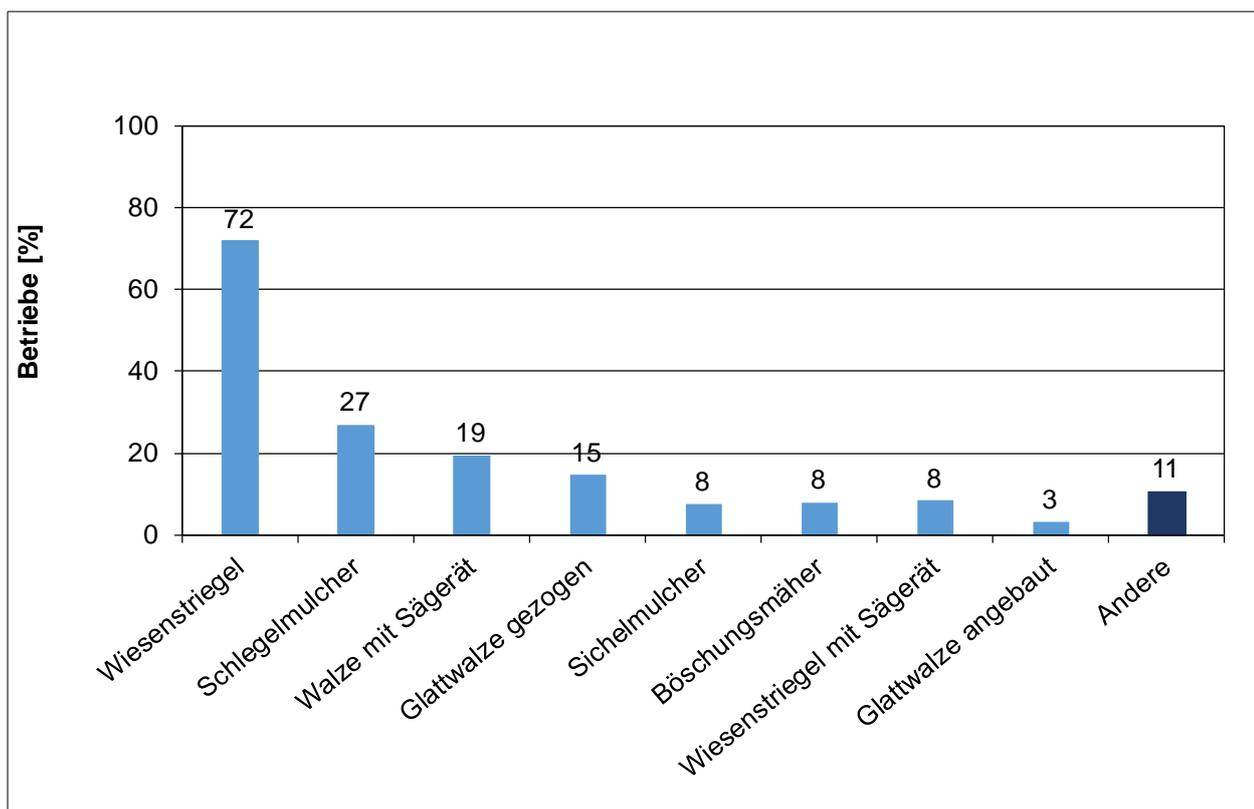


Abbildung 24: Geräte für die Grünlandpflege (n = 226 Betriebe).

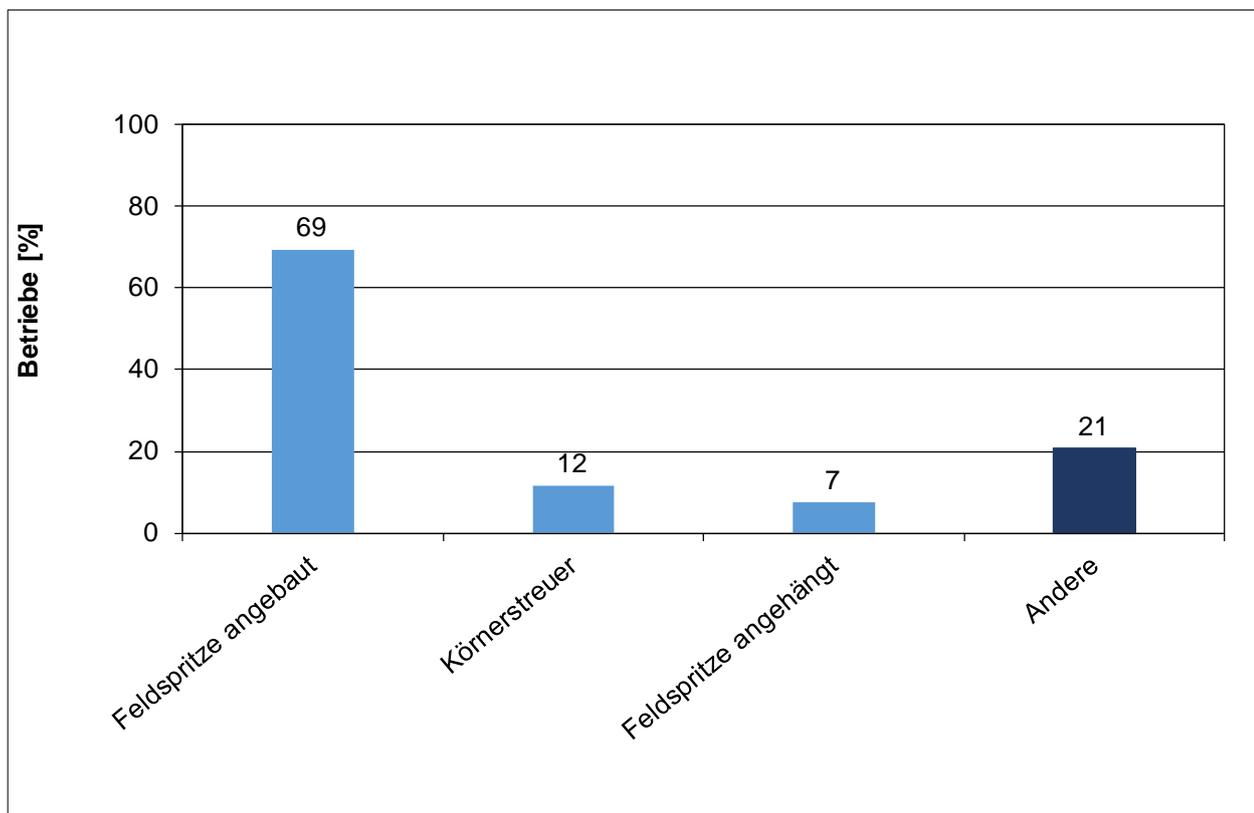


Abbildung 25: Geräte für den Pflanzenschutz im Futterbau (n = 121 Betriebe).

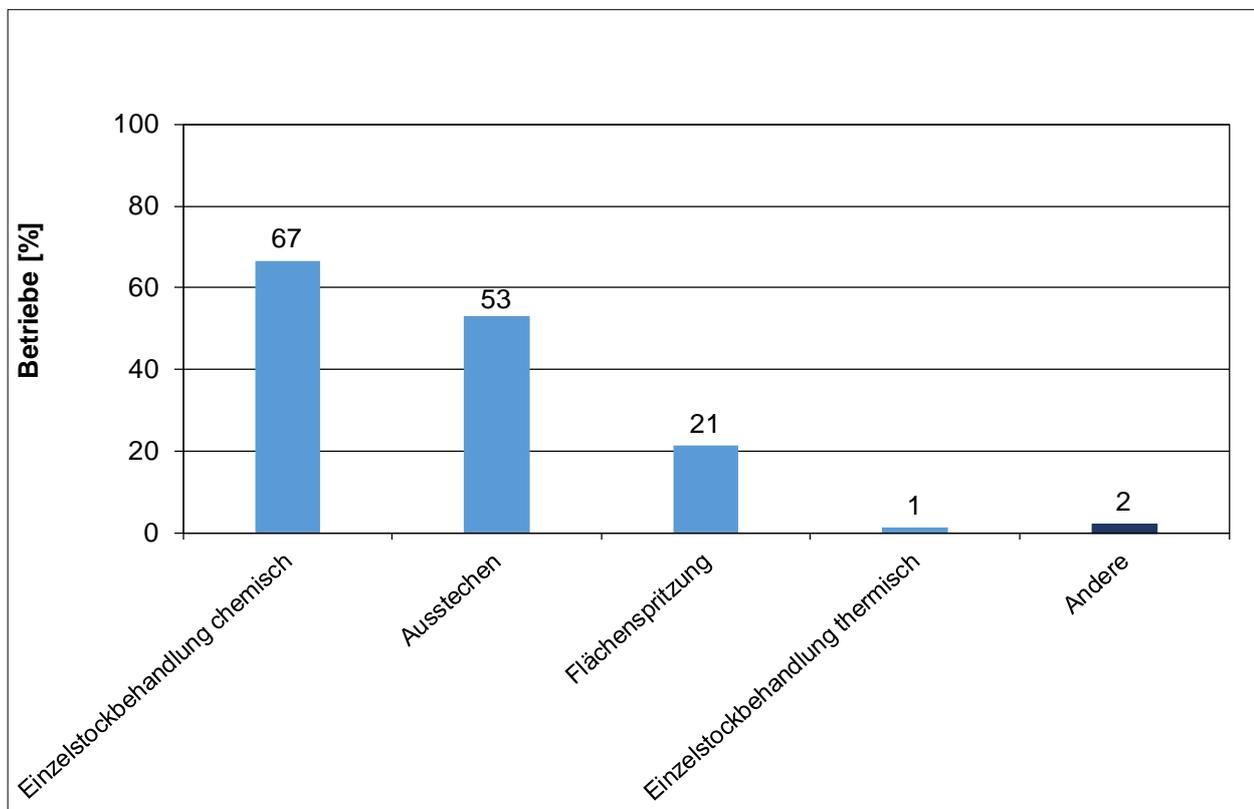


Abbildung 26: Verfahren zur Behandlung von Problemunkräutern im Futterbau (n = 230 Betriebe).

3.2.2 Düngung: mineralisch, Mist/Kompost, Gülle

Die mineralische Düngung wird fast ausschliesslich mit einem angebauten Schleuderstreuer durchgeführt. 94 % der Teilnehmenden gaben dieses Verfahren an (Abbildung 27). Auch hier sind 12 m und 15 m die gängigen Arbeitsbreiten (Anhang 21).

Bei der Düngung mit Mist und Kompost nutzen knapp 60 % der Befragten einen Streuer mit Walzenstreuwerk, gefolgt von einem Streuer mit Seitenstreuwerk (Abbildung 28). Die eingesetzten Arbeitsbreiten liegen häufig zwischen 4 m und 15 m beim Walzenstreuwerk und bei 10 m beim Seitenstreuwerk (Anhang 22).

Gülle wird hauptsächlich mit einem Güllefass (84 %) ausgebracht oder mittels Verschlauchung ab Hof (42 %) (Abbildung 29). Wenn ein Güllefass genutzt wird, handelt es sich bei fast 70 % der befragten Landwirtinnen und Landwirte um ein Vakuumfass, bei 34 % um ein Pumpfass. Die Verteiltechniken bei der Gülleausbringung sind der Prallteller (61 %), der Schleppschlauch (46 %) oder der Güllewerfer (24 %).

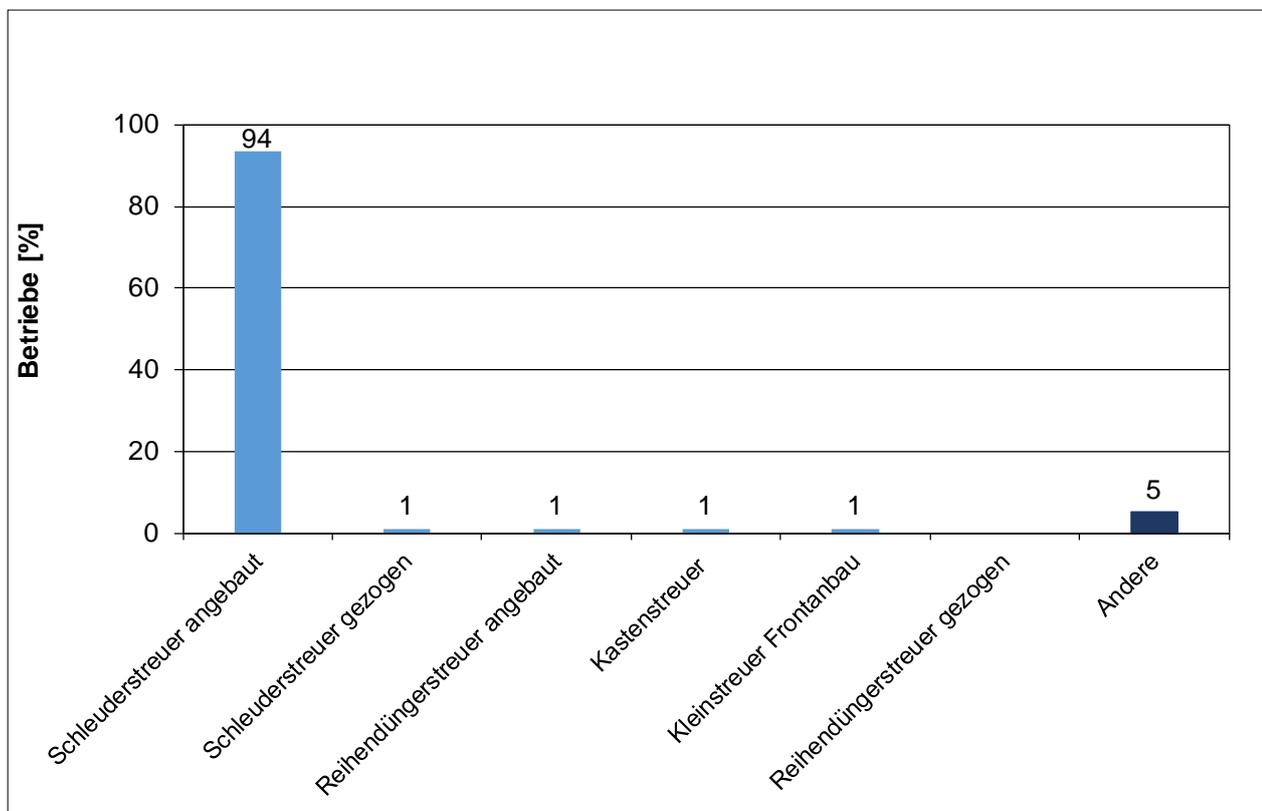


Abbildung 27: Düngerstreuer im Futterbau (n = 170 Betriebe).

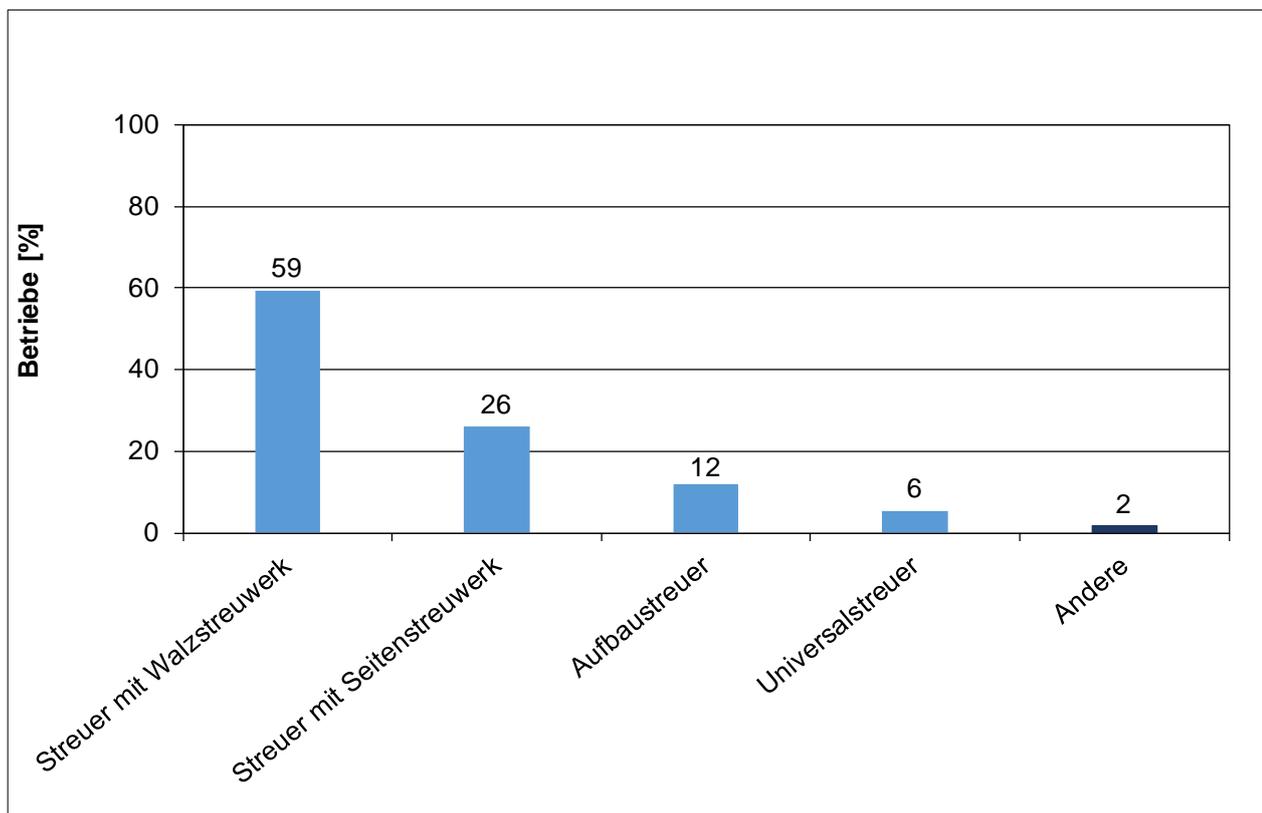


Abbildung 28: Mist/Kompoststreuer im Futterbau (n = 234 Betriebe).

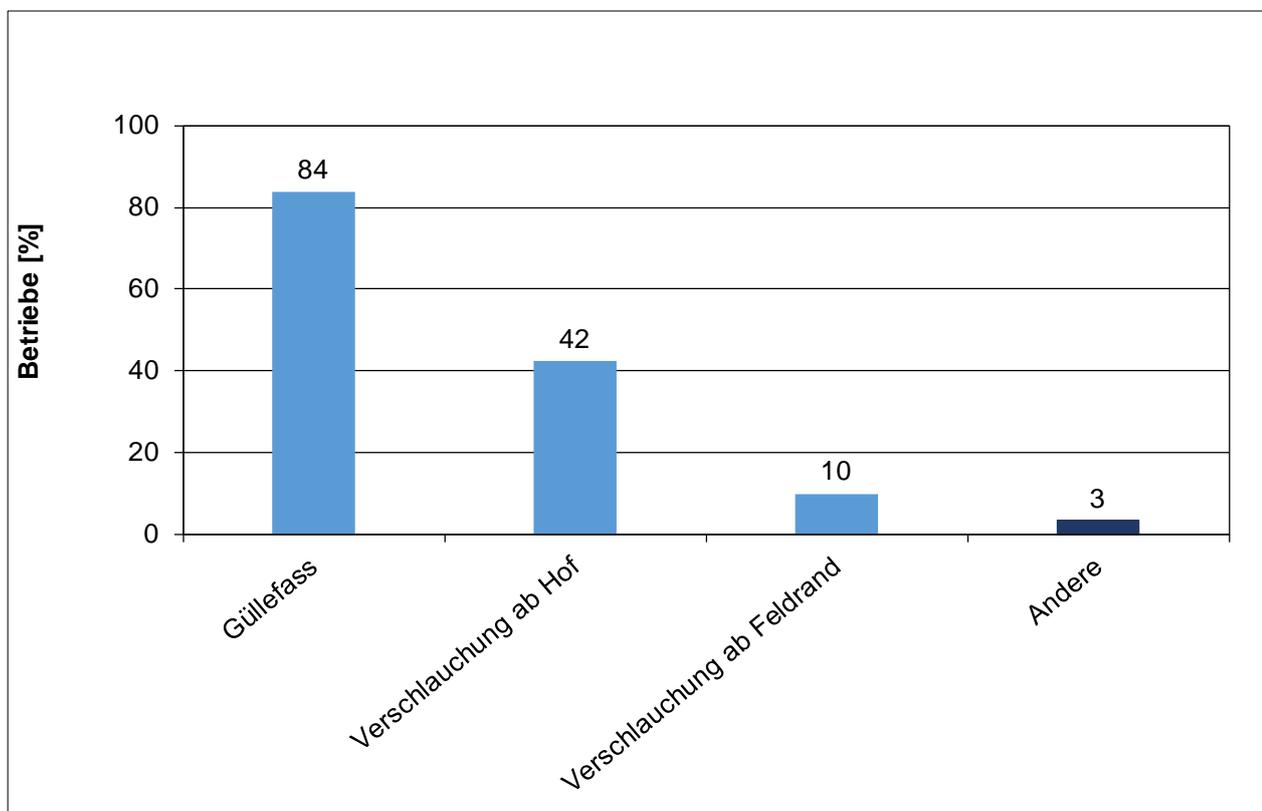


Abbildung 29: Verfahren bei der Gülleausbringung im Futterbau (n = 241 Betriebe).

3.2.3 Bewässerung

Fragen zur Bewässerung im Futterbau wurden nur wenige beantwortet (11 bis 25 Rückmeldungen je nach Frage). Für die Bewässerung wird die Trommelberegnung mit Regner von 70 % der Teilnehmenden (n = 11 Betriebe) als Verteiltechnik eingesetzt. Das Wasser wird von 40 % der Betriebe aus offenen Gewässern bezogen. Weitere 20 % beziehen das Wasser aus einem Hydranten.

3.2.4 Eingrasen

Die Grünfütterung im Stall ist in der Schweizer Landwirtschaft häufig anzutreffen. Zum Mähen wird von einem Grossteil der Teilnehmenden (70 %) ein Motormäher oder ein Rotationsmäherwerk im Frontanbau (56 %) verwendet (Abbildung 30). Die gängigen Arbeitsbreiten liegen zwischen 2 m und 3 m, wobei für das Rotationsmäherwerk tendenziell etwas breitere Arbeitsbreiten zum Einsatz kommen (Anhang 23).

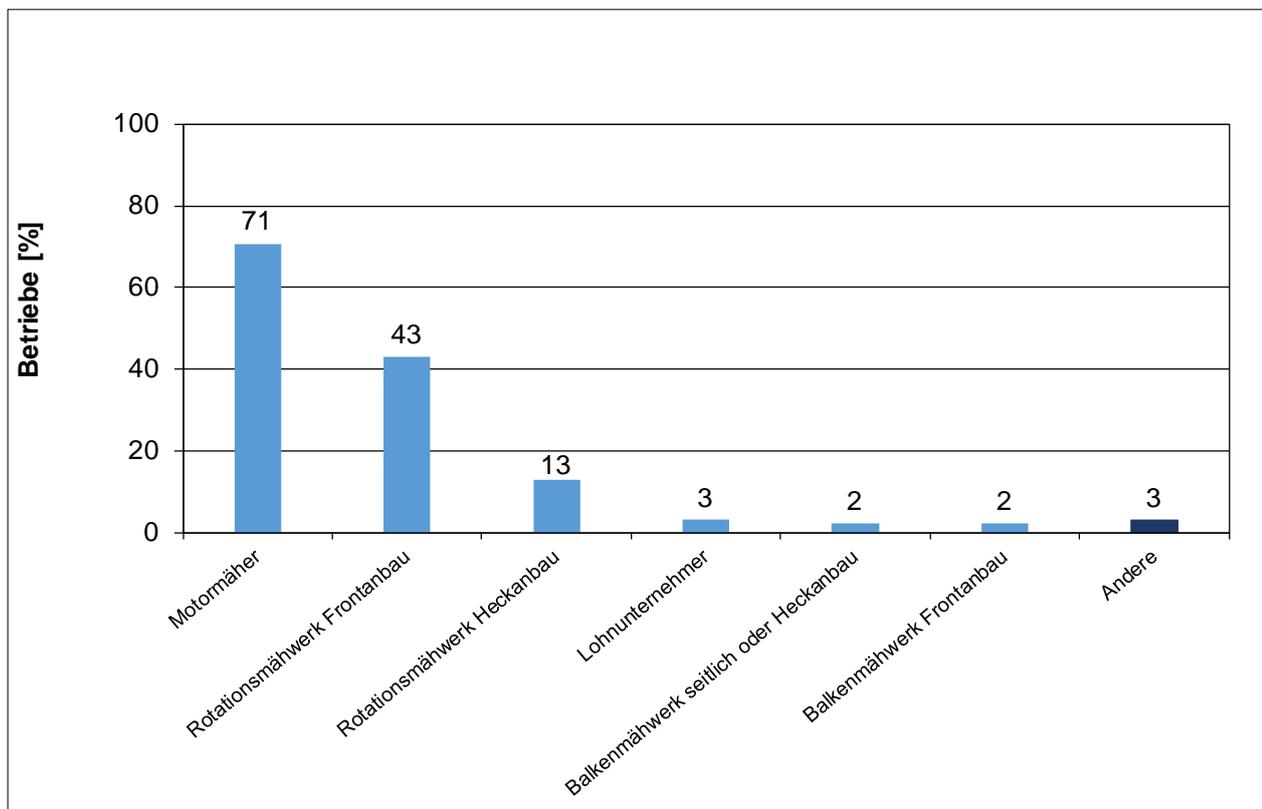


Abbildung 30: Mähwerke zum Eingrasen im Futterbau (n = 130 Betriebe).

3.2.5 Futterkonservierung

Die Schweizer Landwirtschaft ist geprägt durch ihre topographischen Gegebenheiten, besonders die Hügel- und Berggebiete sind charakteristisch. Steile Lagen können die landwirtschaftliche Produktion erschweren und wirken sich auf die Wahl der Mechanisierung aus. Im Folgenden wird die Bewirtschaftung in unterschiedlichen Hangneigungsstufen (0–35 %, 35–50 %, 50–80 %) beschrieben.

Bei der Bewirtschaftung in Hanglagen bis 35 % kommt ein Rotationsmäher im Frontanbau oder der Motomäher von über 50 % der befragten Landwirtinnen und Landwirte zum Einsatz, in steileren Lagen hauptsächlich der Motormäher. In Berggebieten mit Hangneigungen von 50–80 % mähen 21 % der teilnehmenden Betriebe per Hand, d. h. mit der Sense, dem Freischneider oder einem Rückenmäher (Tabelle 3).

Für die weitere Bearbeitung kommen verschiedene Geräte zum Einsatz. Zur Arbeit in den steileren Hangneigungsstufen machten einige Teilnehmenden unter «Andere» zusätzliche Angaben. Bei Hangneigungen von 35–50 % wird die Bearbeitung bei 25 % von Hand durchgeführt, beispielsweise mit Bläser oder Rechen, bei Hangneigungen von 50–80 % liegt dieser Anteil bei 74 % (Abbildung 31).

Tabelle 3: Mähwerke in unterschiedlichen Hangneigungsstufen zum Mähen im Futterbau, Teilnehmende in % (n = Anzahl Betriebe).

Mähwerk	Hangneigung 0–35 %	Hangneigung 35–50 %	Hangneigung 50–80 %
	(n = 241)	(n = 63)	(n = 33)
Rotationsmähwerk Frontanbau	56	25	6
Motormäher	53	90	100
Rotationsmähwerk Heckanbau	16	2	–
Rotationsmähwerk Front-Heck-Kombi 2 MW	9	0	–
Balkenmähwerk Frontanbau	8	5	0
Lohnunternehmer	7	0	0
Balkenmähwerk seitlich oder Heckanbau	4	2	0
Rotationsmähwerk Front-Heck-Kombi 3 MW	2	0	–
Andere	3	6	21

– = Antwortmöglichkeit stand nicht zur Auswahl, MW = Mähwerke

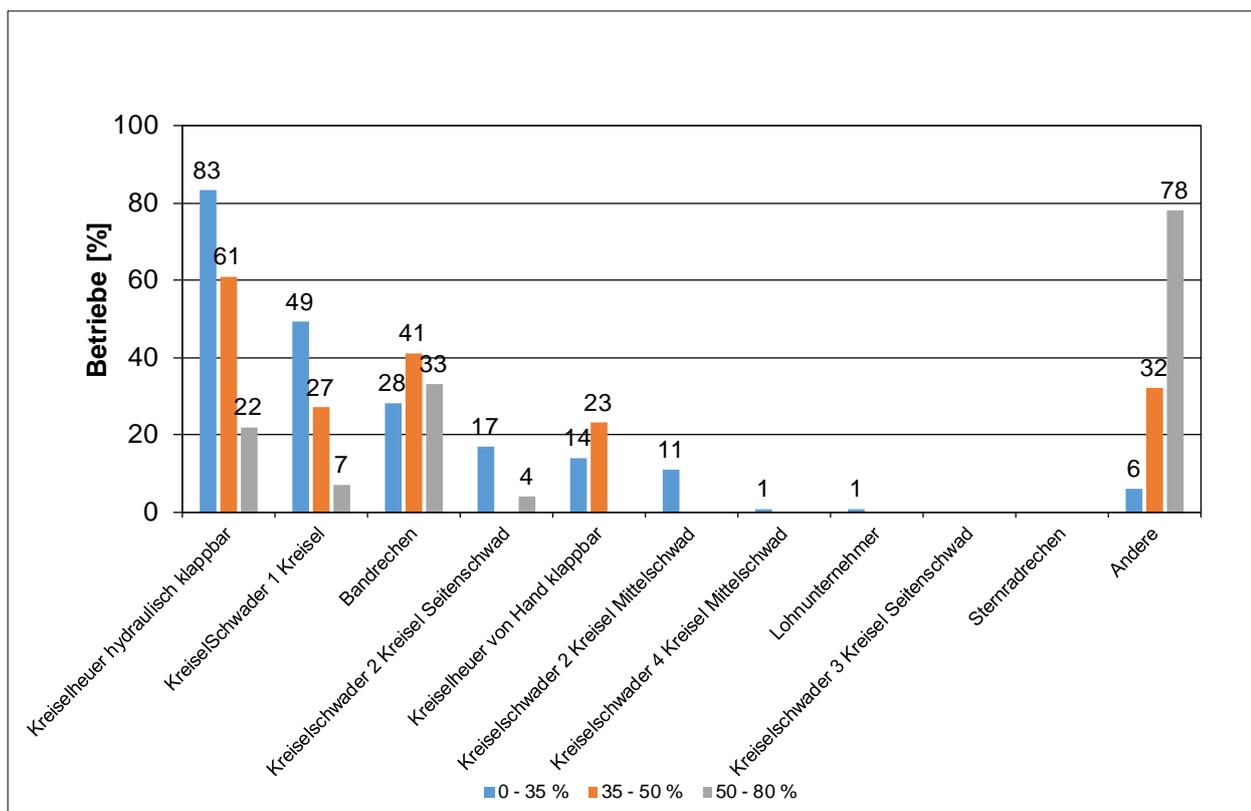


Abbildung 31: Geräte für die Bearbeitung in unterschiedlichen Hangneigungen (0–35 %: n = 238 Betriebe, 35–50 %: n = 56 Betriebe, 50–80 %: n = 27 %).

3.2.6 Ernte und Einlagerung

Bei der Ernte sowie der Einlagerung des Futters wird im Folgenden zwischen Grassilage, Welkheu und Dürrheu unterschieden. Diese Unterscheidung basiert hauptsächlich auf dem Trockensubstanzgehalt, der von Grassilage über Welkheu zum Dürrheu ansteigt.

Die eingesetzte Mechanisierung bei der Ernte für Grassilage, Welk- und Dürrheu ist in Tabelle 4 abgebildet. Ein grosser prozentualer Anteil der Bewirtschaftenden mit Hanglagen von 50–80 % Hangneigung (n = 29 Betriebe) haben unter «Andere» Angaben zur Ernte von Dürrheu gemacht. Genannt wurden beispielsweise Handarbeit oder der Einsatz eines Helikopters.

Nach der Ernte wird das Futter eingelagert, damit es ganzjährig für die Tiere zur Verfügung steht. Tabelle 5 zeigt die Mechanisierung bei der Einlagerung für die verschiedenen Hangneigungsstufen.

Ein Grossteil der Landwirtinnen und Landwirte (83 %), die Flächen von 35–50 % Hangneigung bewirtschaften, verwenden dieselbe Mechanisierung wie bei Hangneigung von 0–35 % (n = 133 Betriebe). Von den Teilnehmenden, die auch Flächen von 50–80 % Hangneigung bewirtschaften, nutzen 77 % die gleiche Mechanisierung wie bei Hangneigung von 35–50 % (n = 78 Betriebe).

Tabelle 4: Futterernteverfahren (Grassilage, Welkheu, Dürrheu) in unterschiedlichen Hangneigungsstufen, Teilnehmende in % (n = Betriebe je Hangneigung).

Ernte	Hangneigung 0–35 %	Hangneigung 35–50 %	Hangneigung 50–80 %
	(n = 240)	(n = 58)	(n = 29)
Grassilage			
Rundballenpresse	30	7	7
Ladewagen	30	34	–
Lohnunternehmer	26	5	7
Rundballenpress-Wickel-Kombination	17	0	–
Erntewagen	4	2	0
Quaderballenpresse	4	0	–
Selbstfahrhäcksler	3	0	–
Quaderballenpress-Wickel-Kombi	1	0	–
Exakthäcksler, angebaut	0	0	–
Exakthäcksler, angehängt	0	0	–
Andere	2	9	0
Welkheu			
Ladewagen	38	28	21
Erntewagen	1	2	0
Rundballenpresse	5	2	0
Lohnunternehmer	3	0	3
Andere	3	7	14
Dürrheu			
Ladewagen	63	66	48
Rundballenpresse	31	9	10
Lohnunternehmer	10	3	7
Quaderballenpresse	6	2	–
Hochdruckballenpresse	6	2	0
Erntewagen	2	2	0
Andere	2	12	45

– = Antwortmöglichkeit stand nicht zur Auswahl

Tabelle 5: Verfahren der Futtereinlagerung (Grassilage, Welkheu, Dürrheu) in unterschiedlichen Hangneigungsstufen, Teilnehmende in % (n = Betriebe je Hangneigung).

Einlagerung	Hangneigung 0–35 %	Hangneigung 35–50 %	Hangneigung 50–80 %
	(n = 242)	(n = 61)	(n = 30)
Grassilage			
Grossballen, Transport Front-/Radlader und Anhänger	34	8	3
Grossballen, Transport Einzelballen	22	7	7
Hochsilo mit Gebläse	16	13	7
Hochsilo mit Greiferkran	11	15	0
Lohnunternehmer	9	5	3
Flachsilo mit Überfahrt	5	0	0
Hochsilo mit Förderband	1	0	0
Flachsilo ohne Überfahrt	0	0	0
Andere	1	5	0
Welkheu			
Greiferkrananlage	25	25	23
Gebläse mit Teleskopverteiler	19	20	20
Grossballen, Transport Front-/Radlader und Anhänger	5	5	0
Grossballen, Transport Einzelballen	2	2	3
Lohnunternehmer	1	0	0
Gebläse mit Handverteiler	0	2	0
Andere	0	0	0
Dürrheu			
Gebläse mit Teleskopverteiler	33	39	40
Greiferkrananlage	29	30	23
Grossballen, Transport Front-/Radlader und Anhänger	28	11	7
Grossballen, Transport Einzelballen	11	5	3
Hochdruckballen, Laden von Hand	5	7	3
Gebläse mit Handverteiler	3	5	7
Hochdruckballen mit Ballenladewagen	2	2	–
Lohnunternehmer	2	2	0
Grossballen mit Ballenladewagen	1	0	–
Andere	2	8	3

– = Antwortmöglichkeit stand nicht zur Auswahl

3.3 Gemüsebau

Die geographischen und klimatischen Bedingungen in der Schweiz begünstigen in einigen Regionen den Anbau von Freilandgemüse. Im Rahmen der Umfrage wurden Betriebe mit Freilandgemüse wie Karotten, Zwiebeln, Lauch, Salate etc. dem Betriebszweig Gemüsebau zugeordnet.

Insgesamt konnten 102 Rückmeldungen hinsichtlich der eingesetzten Mechanisierung analysiert werden. Die unterschiedliche Stichprobengrösse pro Frage ergibt sich daraus, dass nicht alle Teilnehmenden jede Frage des Fragebogens beantwortet haben. Mehrfachnennungen waren möglich. Zusätzliche Detailinformationen über Arbeitsbreiten der eingesetzten Geräte etc. sind im Anhang dargestellt.

3.3.1 Arbeiten durch Dritte und Bodenbearbeitung

Die Ergebnisse zeigen, dass Erntearbeiten (38 %) und Arbeiten bei der Saat (35 %) und Pflanzung (23 %) von einigen Betrieben durch Dritte (z. B. Lohnunternehmer) erledigt werden (Abbildung 32).

Über 95 % der befragten Gemüsebauern nutzen einen Pflug zur Grundbodenbearbeitung (Abbildung 33), meist mit 4 Scharen (Anhang 24). Fast drei Viertel der Betriebe (74 %) nutzen einen Grubber mit Nachläufer und weitere 50 % einen Tiefenlockerer. Häufig werden Arbeitsbreiten von 3 m für die Grundbodenbearbeitung verwendet (Anhang 24). Wenn Eggen zur Bodenbearbeitung zum Einsatz kommen, dann hauptsächlich Kreiseleggen mit einer Arbeitsbreite von 3 m (Abbildung 34 und Anhang 25). Weitere Geräte, die zur Bodenbearbeitung eingesetzt werden, sind der Frontpacker (88 %) und die Huckepack-Grundausrüstung (35 %).

Die Rauwalze ist die am häufigsten verwendete Walze auf Schweizer Gemüsebaubetrieben, 40 % verwenden den Typ angebaut und 36 % gezogen (Abbildung 35). Die dabei eingesetzten Arbeitsbreiten liegen für den angebauten Typ zumeist bei 3 m und variieren für den Typ gezogen zwischen 2,5 m und 12 m (Anhang 26).

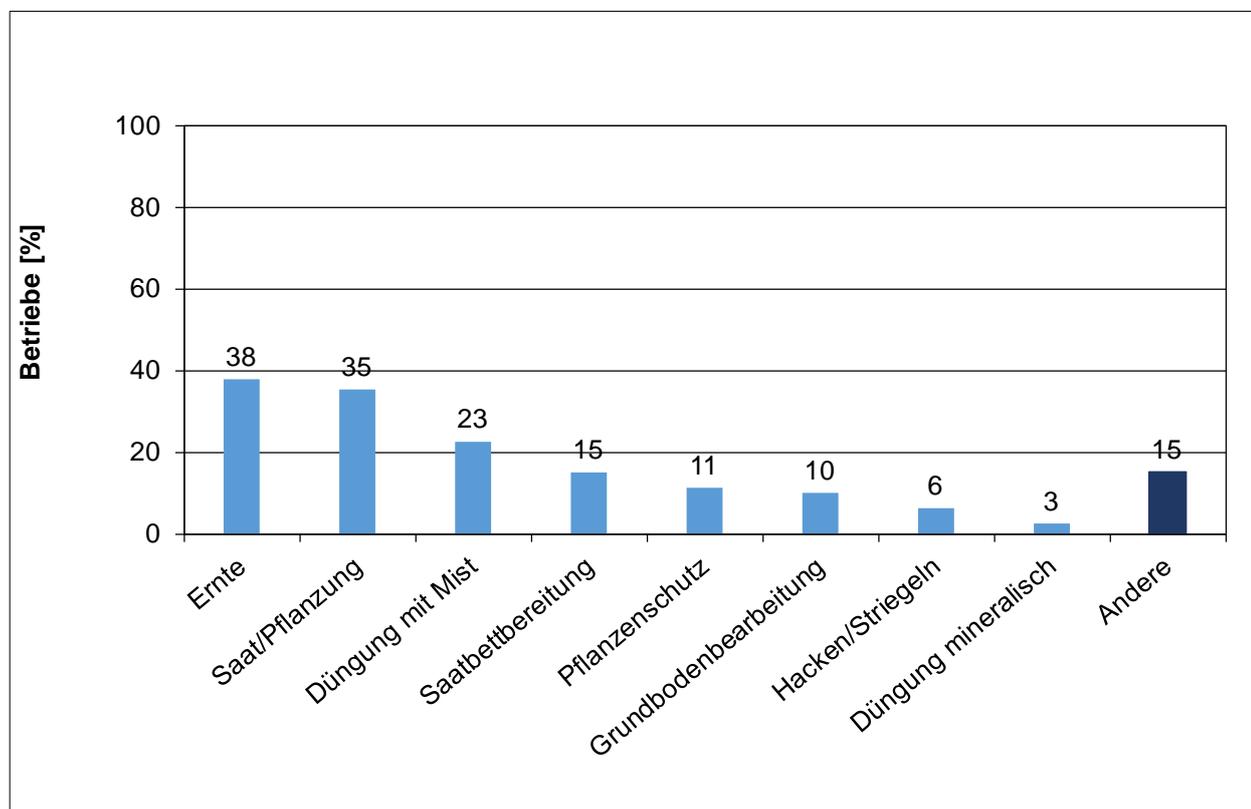


Abbildung 32: Arbeiten, die im Gemüsebau an Dritte (z. B. Lohnunternehmer) abgegeben werden (n = 79 Betriebe).

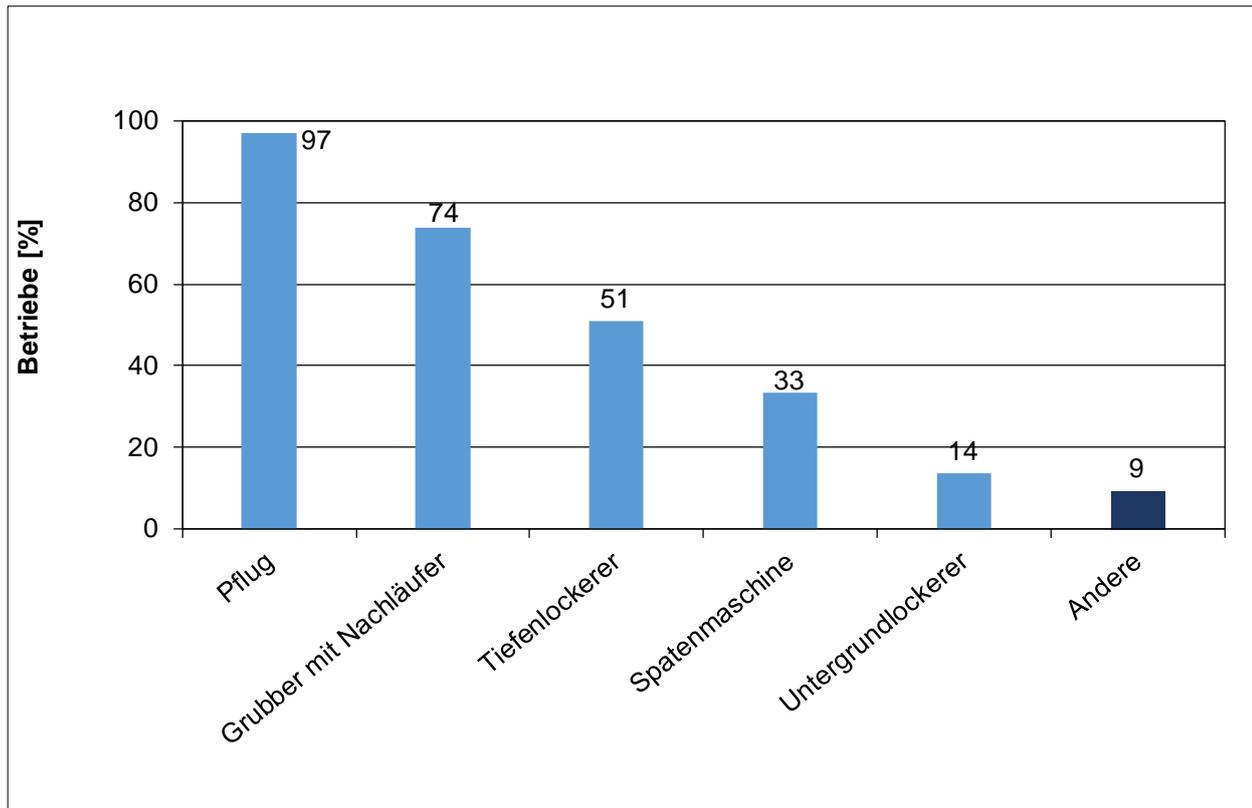


Abbildung 33: Geräte zur Grundbodenbearbeitung im Gemüsebau (n = 96 Betriebe).

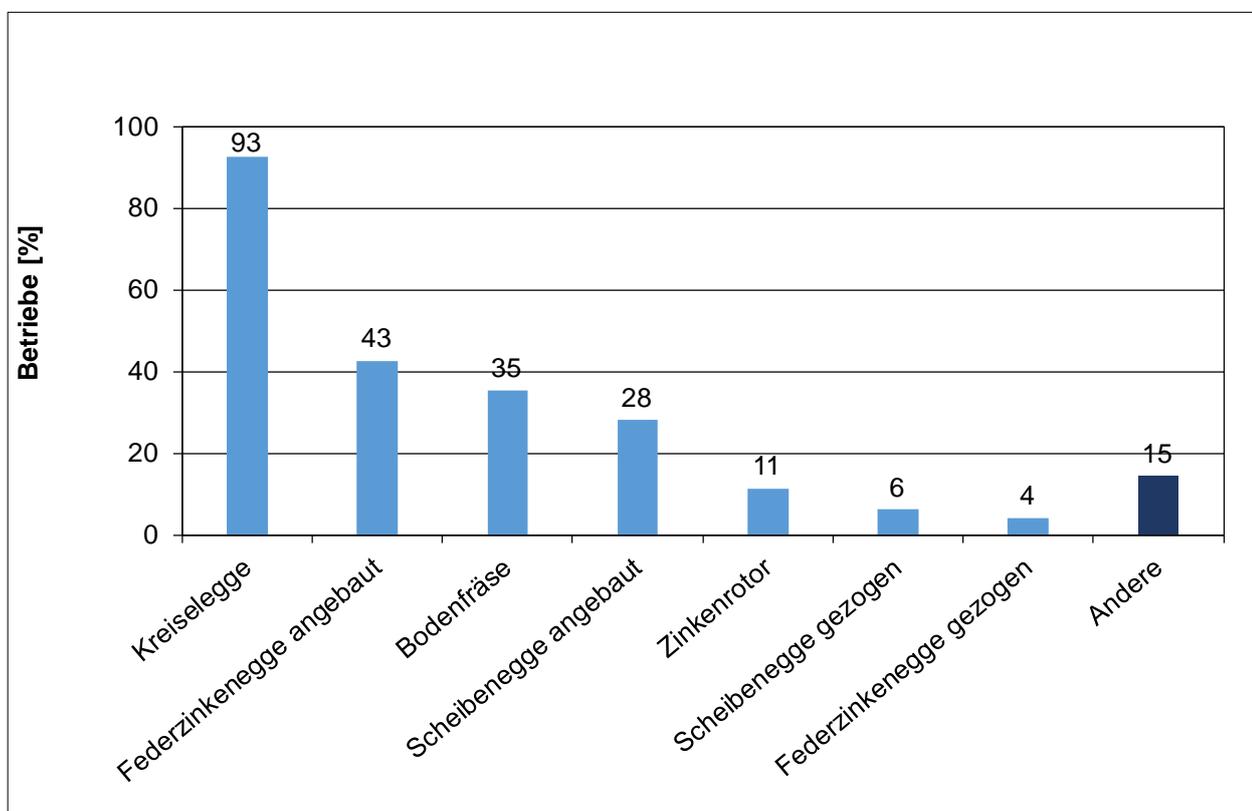


Abbildung 34: Eggen im Gemüsebau (n = 96 Betriebe).

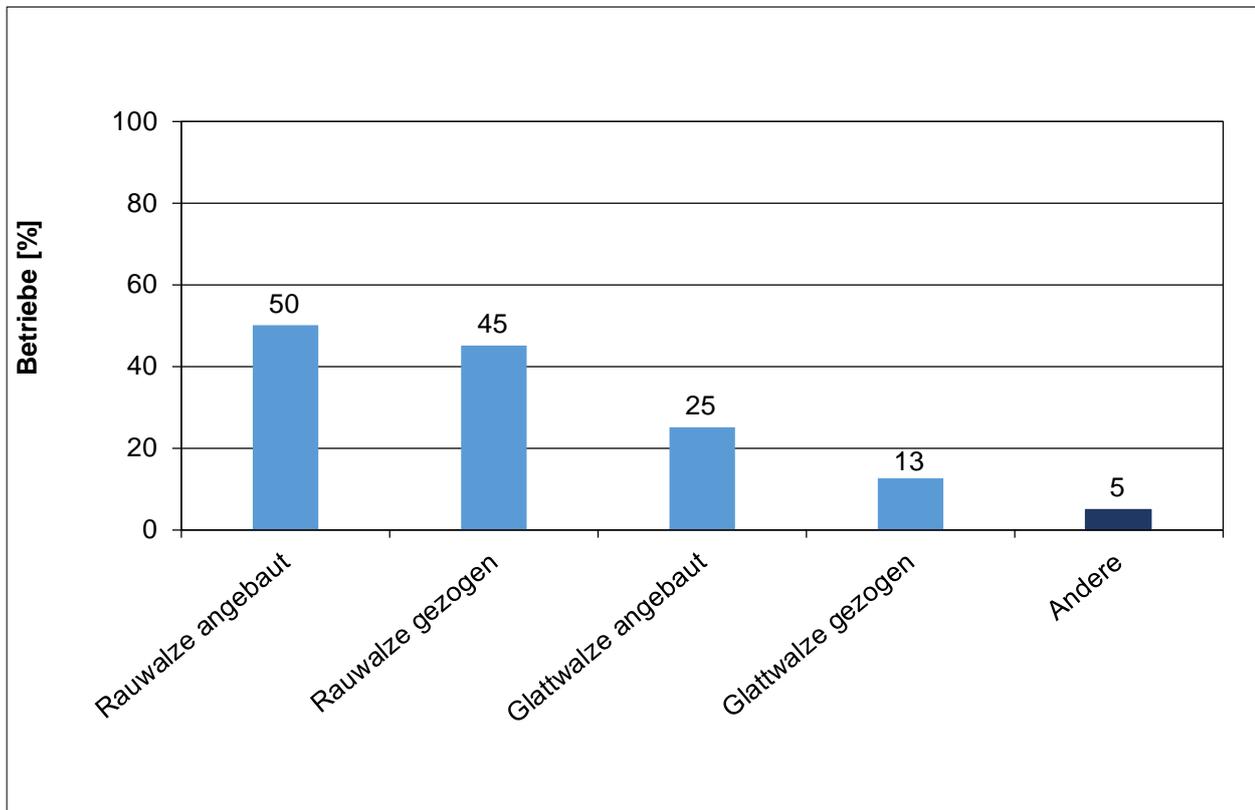


Abbildung 35: Walzen im Gemüsebau (n = 80 Betriebe).

3.3.2 Saat und Pflanzung

Auch im Gemüsebau wurde zwischen Drillsaat und Einzelkornsaat sowie zwischen mechanischem und pneumatischem Verfahren unterschieden. Bei der Drillsaat wird von 43 % ein mechanisches Verfahren genutzt und von 39 % ein pneumatisches. Für die Einzelkornsaat verwenden hingegen viele (73 %) eine pneumatische Sämaschine. Die durchschnittliche Arbeitsbreite der Sämaschine beträgt 4,7 m (61 Betriebe), wobei über die Hälfte der Teilnehmenden mit einer Arbeitsbreite von 3 m arbeiten (36 Betriebe).

Beim Pflanzen kommt die Pflanzmaschine Typ Spidy bei 60 % der Betriebe zum Einsatz und fast ebenso viele Gemüsebauern nutzen eine mechanische Pflanzmaschine (60 %) (Abbildung 36). Auch die Pflanzmaschine vom Typ Bändchen (49 %) und halbautomatisch (27 %) sind häufig in der Praxis im Gebrauch. Weitere 24 % der Teilnehmenden haben angegeben, dass von Hand gepflanzt wird. Die Arbeitsbreiten bei den verschiedenen Arten der Pflanzung unterscheiden sich kaum. Die vorrangige Arbeitsbreite ist 1,5 m (Anhang 27).

Zum Schutz der Kulturen vor der Witterung oder zur Steuerung der Kulturführung setzen 41 Gemüsebau-Betriebe Folien ein. Die meisten nutzen ein einfaches Folienlegegerät mit einer Arbeitsbreite von 1,5 m (Anhang 28). Darüber hinaus haben 20 % der Befragten unter «Andere» weitere Angaben gemacht, hauptsächlich das Legen von Hand oder kein Legen von Folie.

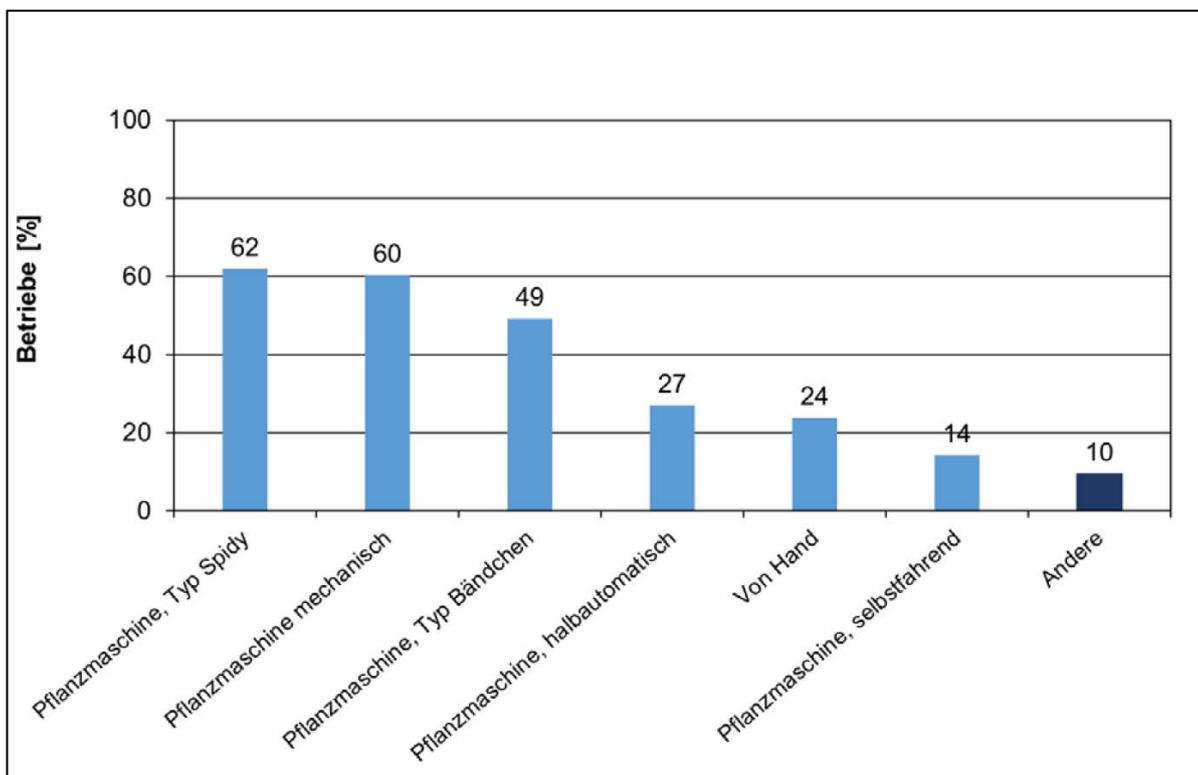


Abbildung 36: Geräte für die Pflanzung im Gemüsebau (n = 63 Betriebe).

3.3.3 Pflege und Pflanzenschutz

Zum Hacken und Striegeln kommen verschiedene Geräte zum Einsatz. Ein einfaches Scharhack- und Häufelgerät wird von 76 % der antwortenden Betriebe genutzt, ein Scharhack- und Häufelgerät mit Düngeaggregat von 59 % (Abbildung 37). Auch hier sind gängige Arbeitsbreiten 1,5 m und 3 m (Anhang 29). Weitere 23 % (18 Betriebe) haben die Antwortmöglichkeit «Andere» ausgewählt (Tabelle 6).

97 % der Befragten setzen für den Pflanzenschutz eine Pflanzenschutzspritze ein (Abbildung 38). Die häufigsten Arbeitsbreiten sind 15 m und 21 m (Anhang 30).

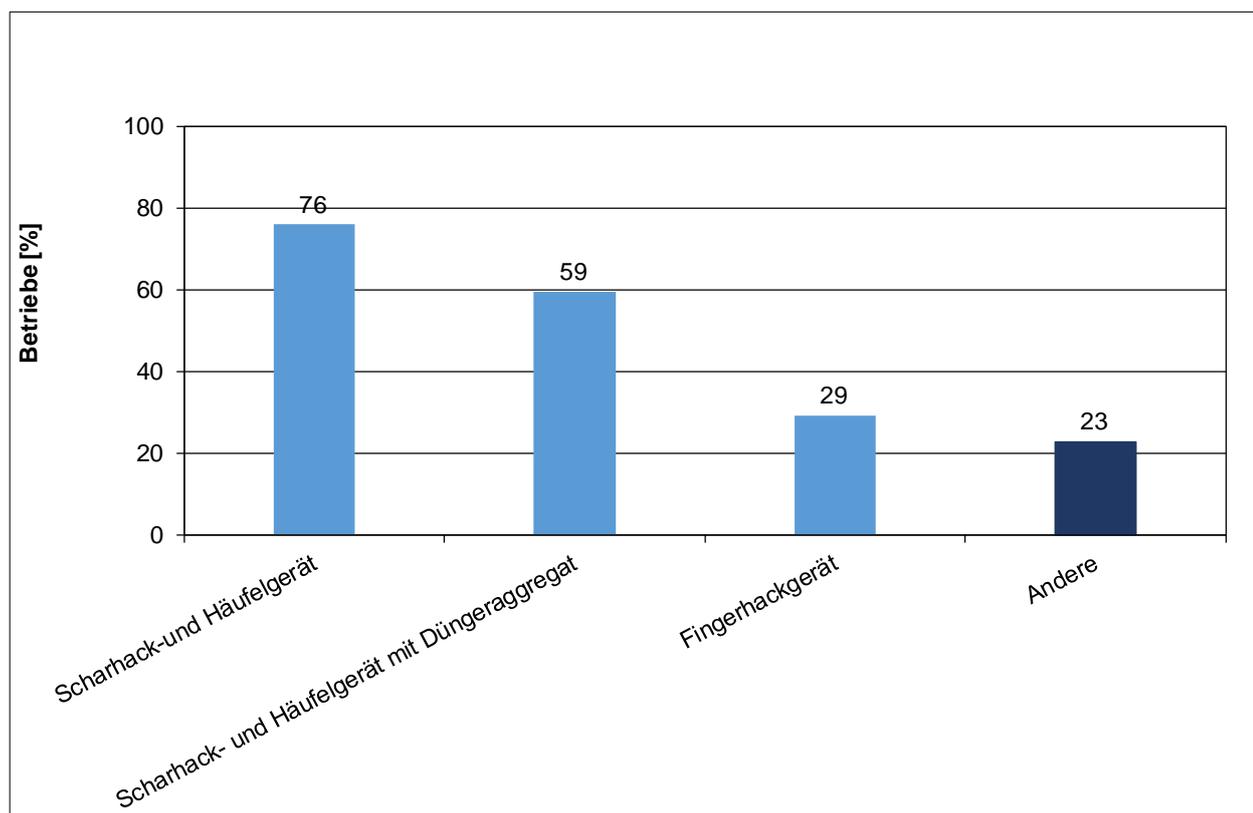


Abbildung 37: Geräte zum Hacken/Striegeln im Gemüsebau (n = 79 Betriebe).

Tabelle 6: Angaben unter «Andere» zum Hacken/Striegeln im Gemüsebau.

Gerät	Teilnehmende (n)
Hackbürste	4
Hackroboter	4
Stern	3
Striegel	3
Bürstenhackgerät	2
Hackfräse	1

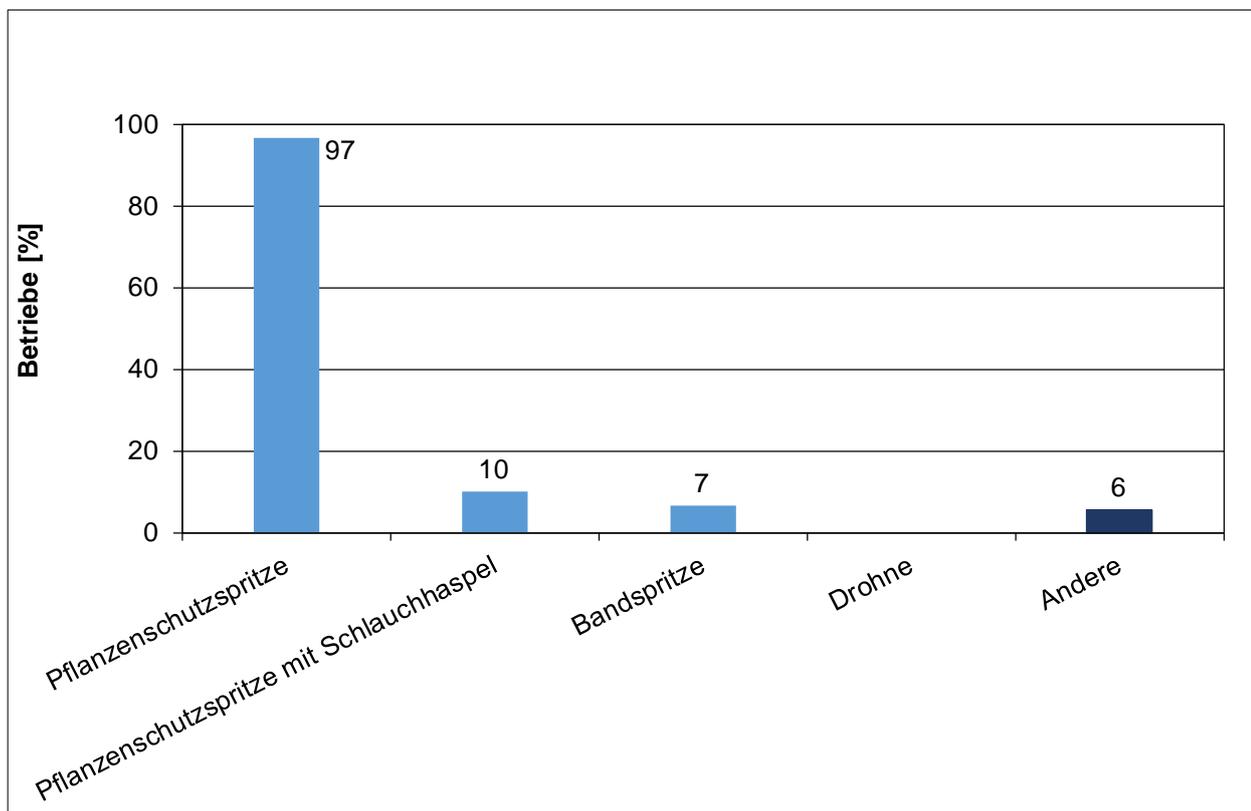


Abbildung 38: Geräte für den Pflanzenschutz im Gemüsebau (n = 89 Betriebe).

3.3.4 Düngung: Mineralisch, Mist/Kompost, Gülle

Nahezu alle teilnehmenden Betriebe nutzen einen angebauten Schleuderstreuer, weitere 43 % setzen einen angebauten Reihendüngerstreuer ein (Abbildung 39). Häufig angegebene Arbeitsbreiten für den angebauten Schleuderstreuer sind 15 m und 21 m, für den angebauten Reihendüngerstreuer 1,5 m und 1,8 m (Anhang 31).

Für die Ausbringung von Mist oder Kompost wird häufig ein Streuer mit Walzenstreuwerk mit Arbeitsbreiten von 8 m und 10 m genutzt (Abbildung 40 und Anhang 32).

74 % der Gemüsebauern verwenden für die Düngung mit Gülle ein Güllefass (Abbildung 41). Dabei werden Vakuumfass und Pumpfass jeweils von 49 % der Betriebe genutzt (52 Betriebe). Die verwendete Verteiltechnik ist bei 69 % der Schleppschlauch, bei 33 % der Prallteller.

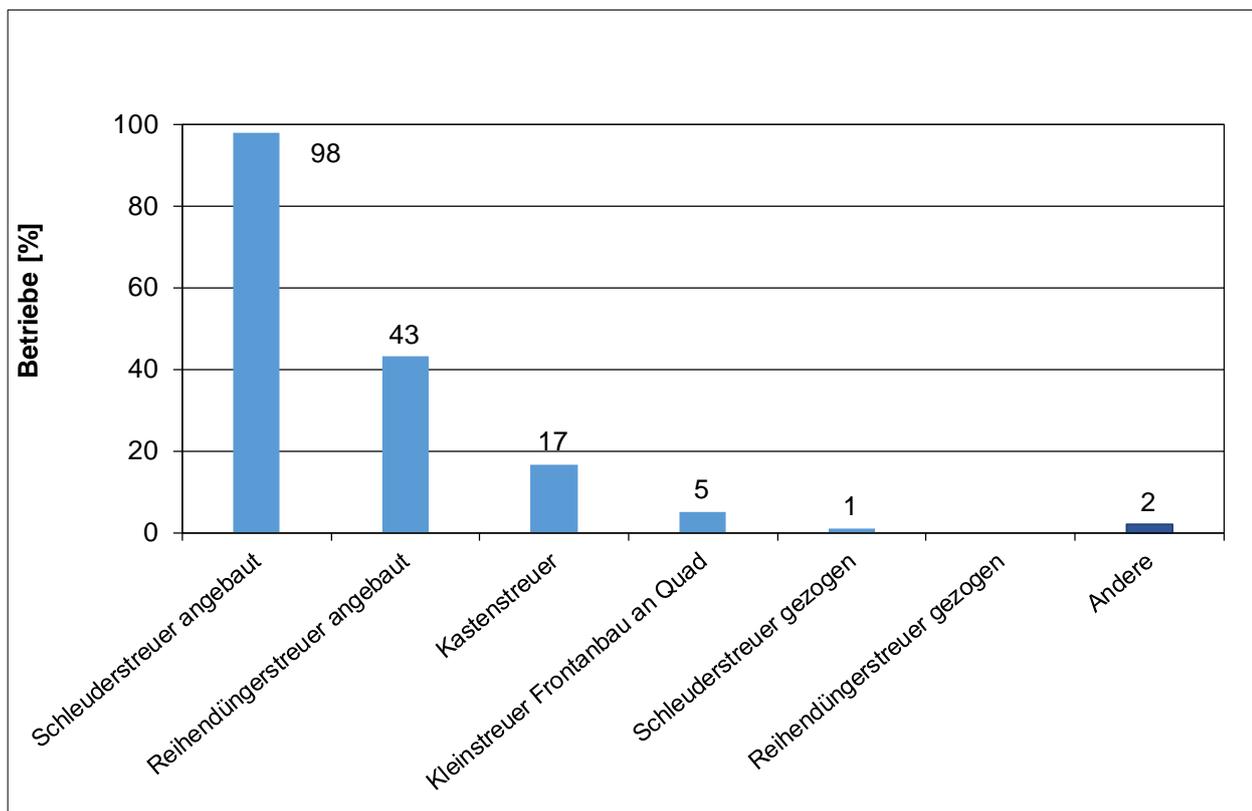


Abbildung 39: Düngerstreuer im Gemüsebau (n = 95 Betriebe).

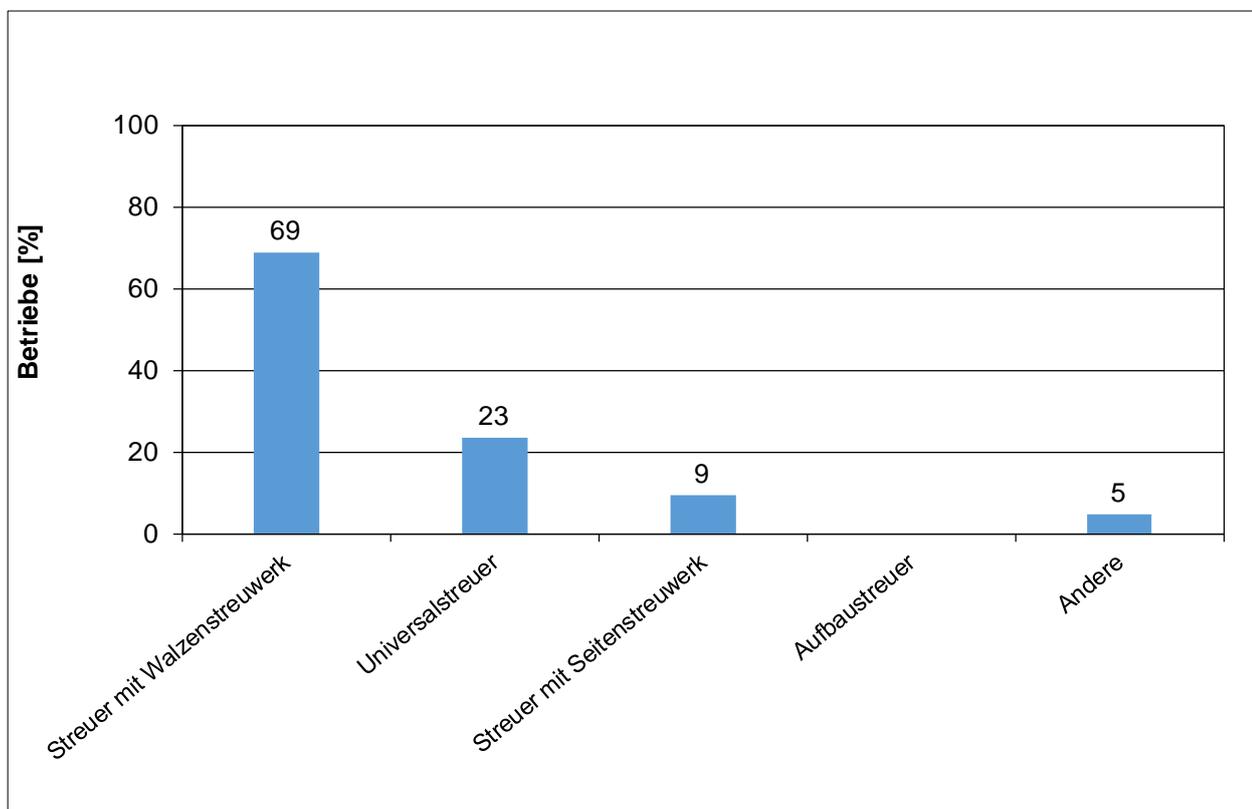


Abbildung 40: Mist/Kompoststreuer im Gemüsebau (n = 64 Betriebe).

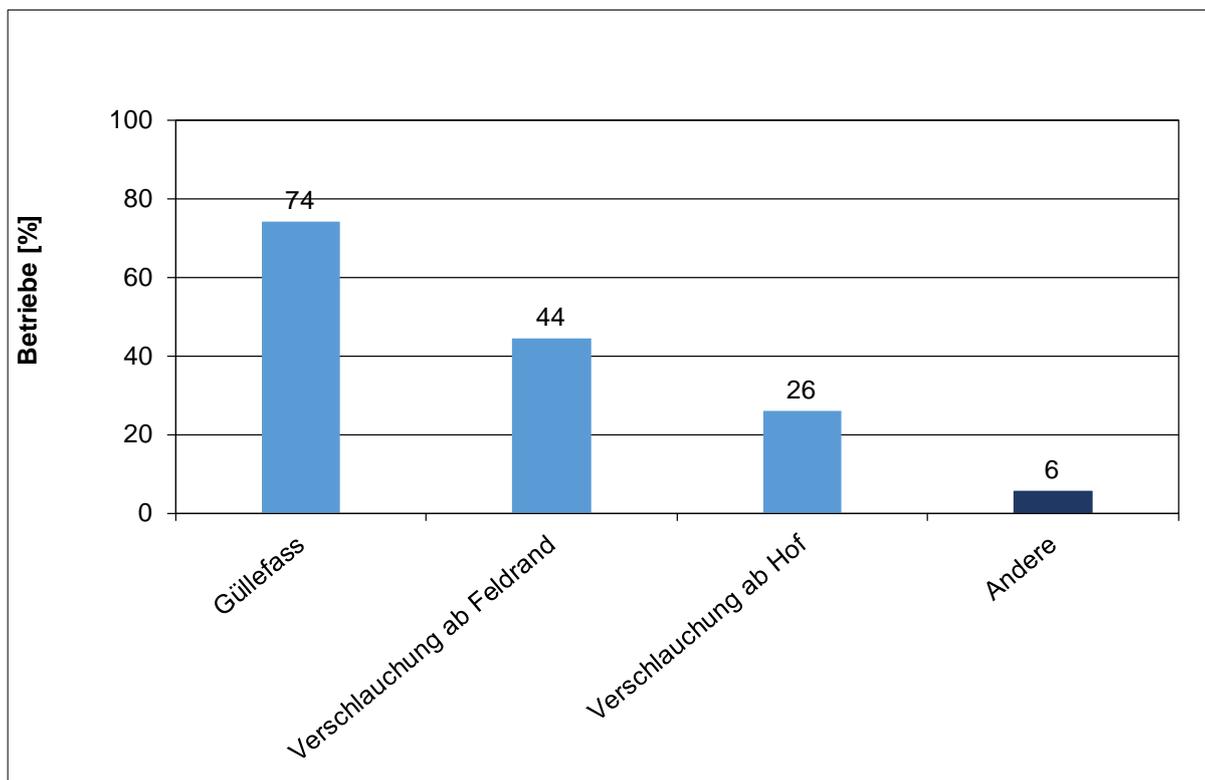


Abbildung 41: Gülleausbringetechniken im Gemüsebau (n = 54 Betriebe).

3.3.5 Bewässerung

Im Gemüsebau kommen verschiedene Bewässerungsverfahren zum Einsatz. Verwendet werden beispielsweise die Trommelbewässerung und Regner (z. B. Rollomat) oder die Rohrbewässerung (je 61 %) (Abbildung 42). Das Wasser wird meist aus offenem Gewässer oder durch einen Hydranten bezogen, auch der Bezug aus dem Grundwasser wurde unter der Antwortmöglichkeit «Andere» angegeben.

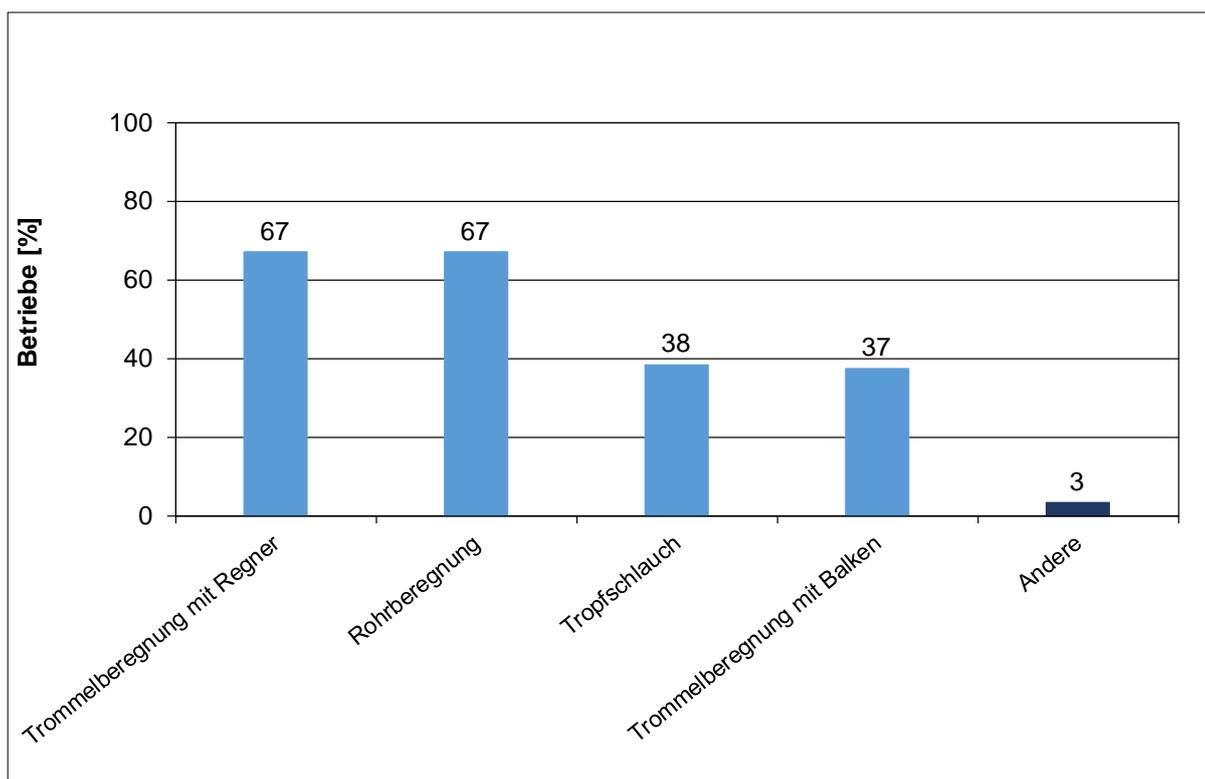


Abbildung 42: Bewässerungsverfahren im Gemüsebau (n = 91 Betriebe).

3.3.6 Ernte und Nachernte

Zur Ernte- und Nachernte werden je nach Kultur verschiedene Erntegeräte eingesetzt, die in Abbildung 43 zusammengestellt sind. Die eingesetzten Arbeitsbreiten zu jedem Gerät sind in Anhang 33 aufgeführt. Die Antwort «Andere» wurde von 21 % der Befragten angekreuzt. Eine Auflistung der in dieser Kategorie genannten Technologien zeigt Tabelle 7.

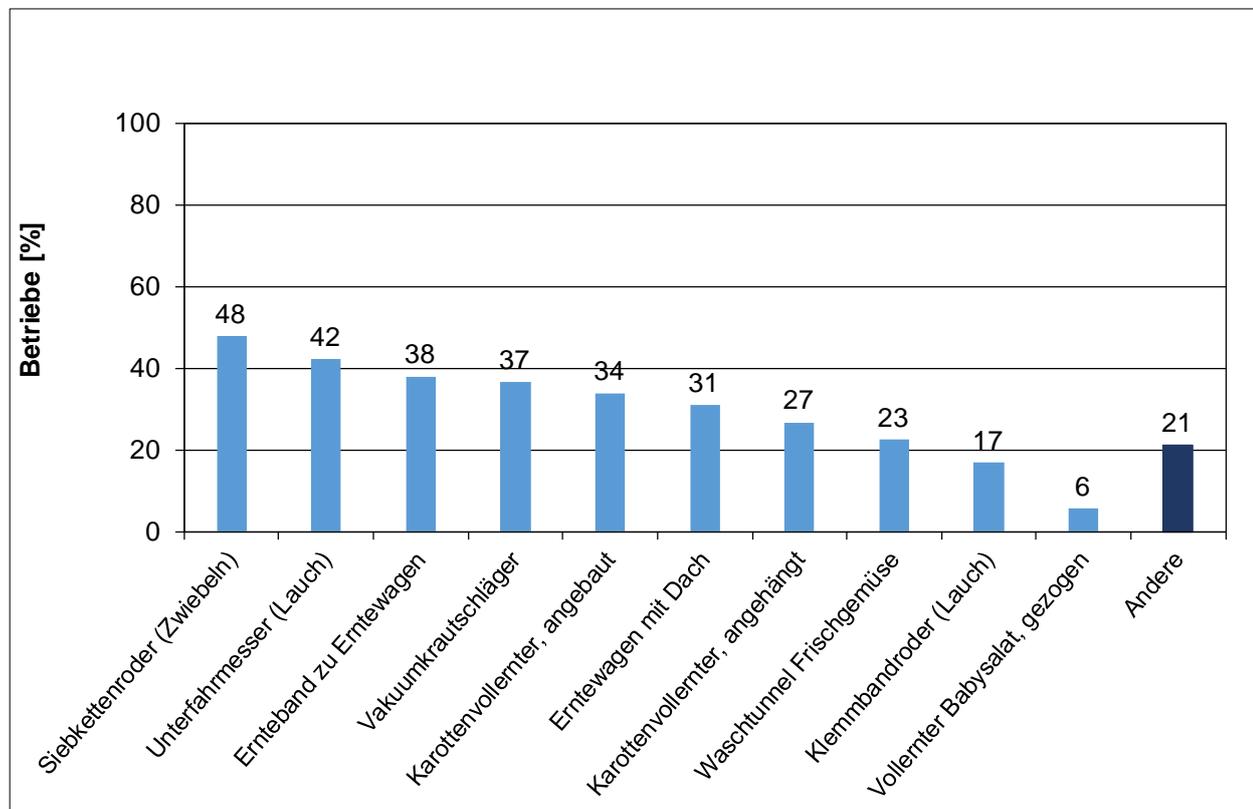


Abbildung 43: Ernte- und Nacherntegeräte im Gemüsebau (n = 71 Betriebe).

Tabelle 7: Angaben unter «Andere» für die Ernte/Nachernte im Gemüsebau.

Geräte	Teilnehmende (n)
Von Hand	2
1-reihiger Zuckermaisernter	1
4x4-Kawasaki	1
Kartoffelernte von Hand	1
Kartoffelernter	1
Schneidmaschine	1
Sellerie-Ernter	1
Sellerievollernter, angehängt	1
Siebkettenroder (Sellerie/Randen/Zwiebeln)	1
Spinaternter	1
Tiefgangwagen mit Breitbereifung 0,45 m ab Boden	1
Trommelwaschmaschine auf Hof	1
Vollernter Babysalat, selbstfahrend	1
Vollernter Bundzwiebel	1

3.4 Weinbau

In der Schweiz werden in verschiedenen Regionen Reben angebaut, hauptsächlich für den inländischen Weinkonsum. Aus dem Betriebszweig Weinbau standen insgesamt 172 auswertbare Rückmeldungen für die folgende Auswertung zur Verfügung. Aus den Betriebsstrukturen der Stichprobe (siehe Kapitel «Material und Methode») wird ersichtlich, dass viele grosse Betriebe mit mehr als 10 ha und Betriebe aus der Genfersee-Region in der Stichprobe vertreten sind. Die unterschiedliche Stichprobengrösse pro Frage ergibt sich daraus, dass nicht alle Teilnehmenden jede Frage des Fragebogens beantwortet haben. Mehrfachnennungen waren möglich. Zusätzliche Detailinformationen über Arbeitsbreiten der eingesetzten Geräte etc. sind im Anhang dargestellt.

3.4.1 Rebanlage und Bewirtschaftung

Die Lage bzw. Hangneigung der Rebflächen ist ein wichtiger Faktor für die Bewirtschaftung der Rebanlagen. Extreme Hanglagen lassen oft keine mechanisierte Bewirtschaftung zu, sodass viele Arbeiten per Hand erfolgen müssen.

Die meisten Befragten bewirtschaften nach eigenen Angaben Rebflächen in Direktzuglagen (91 %), weitere 50 % haben Steillagen, die nicht direktzugfähig sind, sowie Terrassenlagen (Abbildung 44). Insgesamt 95 % der Weinbauern, die teilgenommen haben (170 Betriebe), besitzen Drahtanlagen und 26 % Stickelanlagen.

Auch Einrichtungen zur Abwehr von Wildschäden kommen in den Rebanlagen zum Einsatz (Abbildung 45). Etwa 25 % nutzen Netze an den Aussenzeilen sowie einen festen Zaun. Der Grossteil der Befragten (41 %) verwendet jedoch keine Einrichtungen zur Wildabwehr.

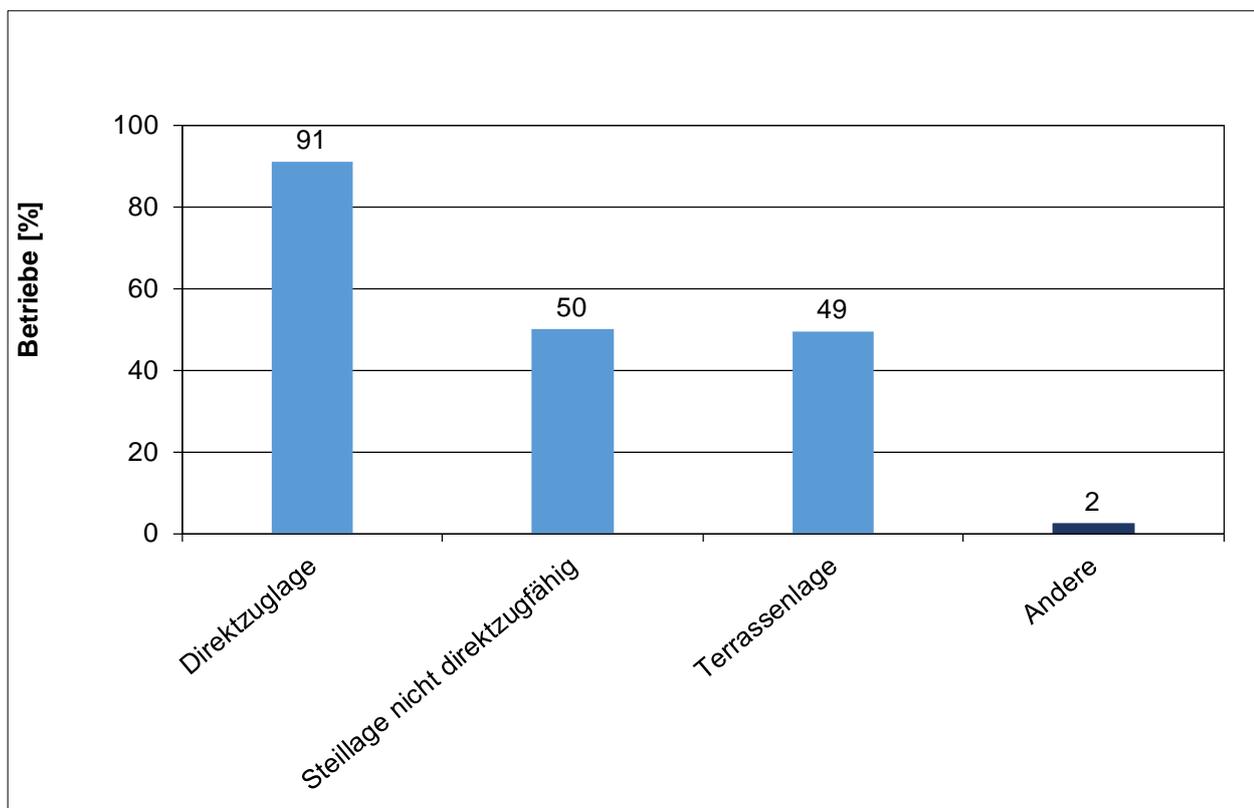


Abbildung 44: Lage der Rebflächen (n = 168).

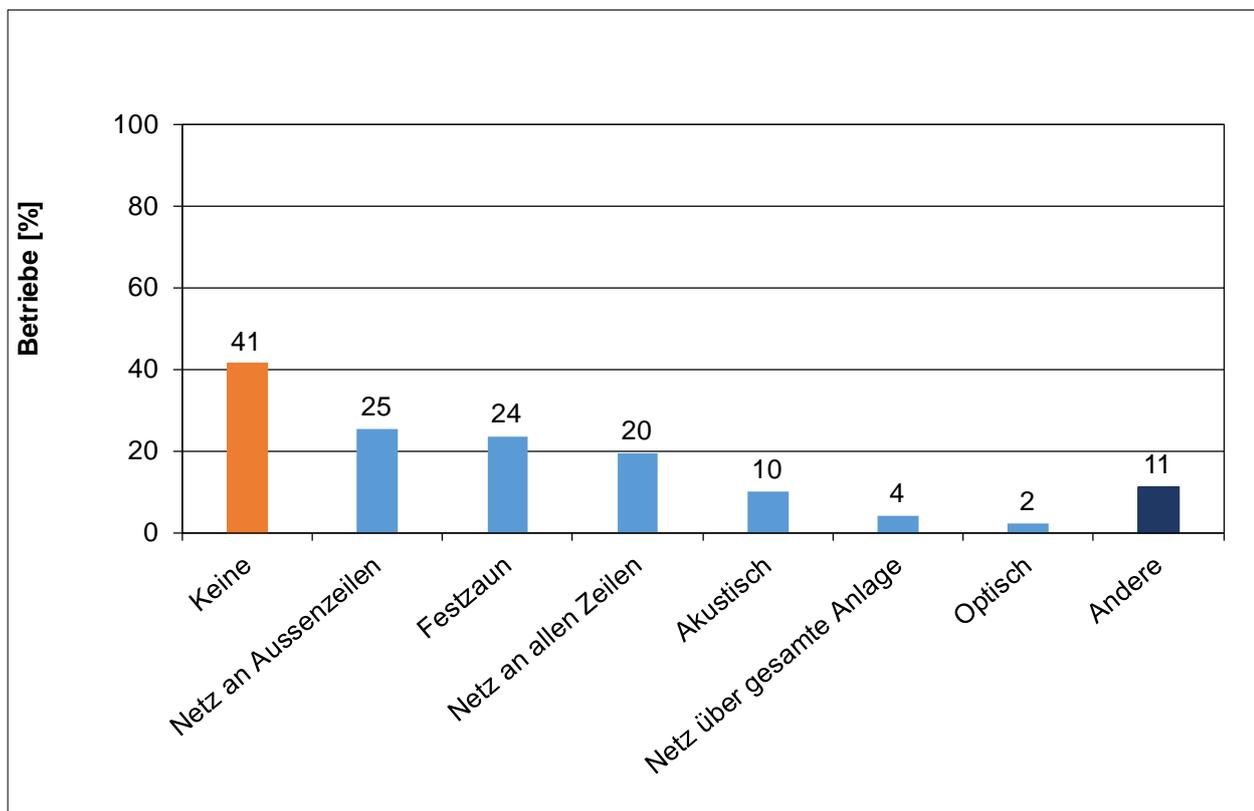


Abbildung 45: Einrichtungen zur Wildabwehr im Weinbau (n = 169 Betriebe).

3.4.2 Pflegearbeiten

In Rebanlagen, ausgenommen in Neuanlagen, werden nur wenige Pflegearbeiten an Dritte vergeben. Lediglich 23 % geben das Entlauben und 22 % die Ernte an Dritte ab (Abbildung 46). Häufig verwendete Mechanisierung im Weinbau sind der Schmalspurtraktor (59 %), die manuell geführte Kleinraupe und das RMS (Raupenmechanisierungssystem ohne Seilsicherung) (46 %) (Abbildung 47). Der Rebschnitt wird meist manuell mit der Elektroschere (60 %) durchgeführt. Weitere Möglichkeiten sind in Abbildung 48 dargestellt. Aufgebunden werden die Pflanzen manuell (58 %) und teilweise mit zusätzlichem Bindegerät (27 %) (Abbildung 49). Das Laubschneiden (Gipfeln) erfolgt einseitig mit einem Laubschneider (überzeilig) (46 %) oder auch manuell mit einer mechanischen Schere (27 %) (Abbildung 50). Auch die Entlaubung der Traubenzone wird manuell (80 %) durchgeführt, teilweise auch mit einem einseitigen Entlaubungsgerät (34 %) (Abbildung 51).

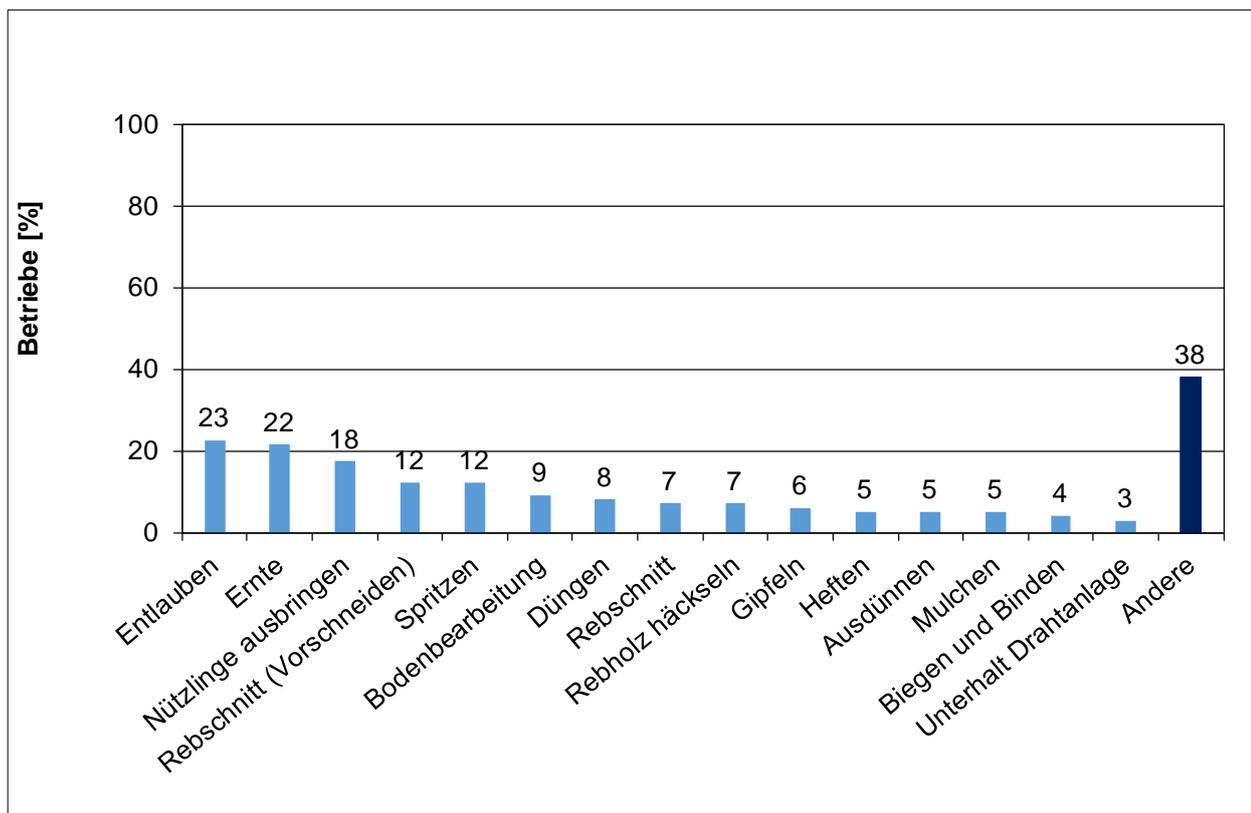


Abbildung 46: Pflegearbeiten, die im Weinbau an Dritte (z. B. Lohnunternehmer) abgegeben werden (n = 97 Betriebe).

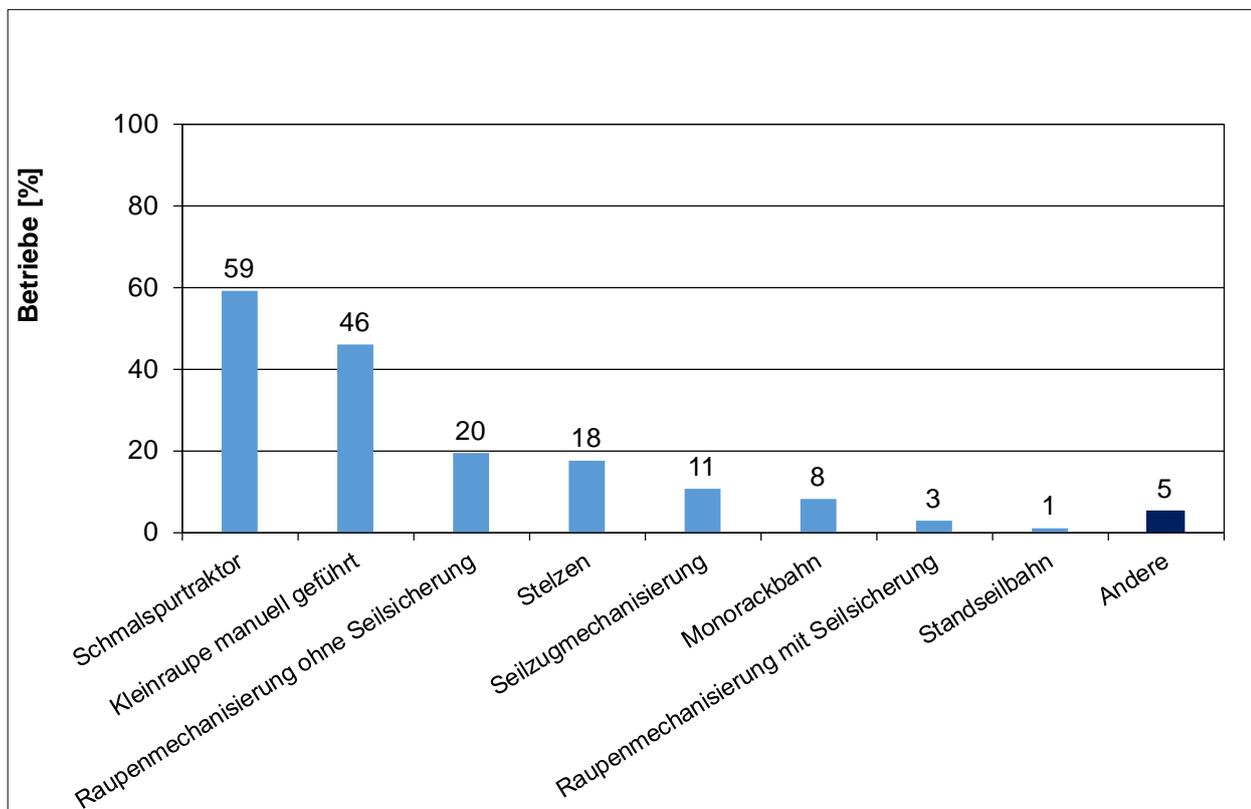


Abbildung 47: Verfahrenstechnik im Weinbau (n = 169 Betriebe).

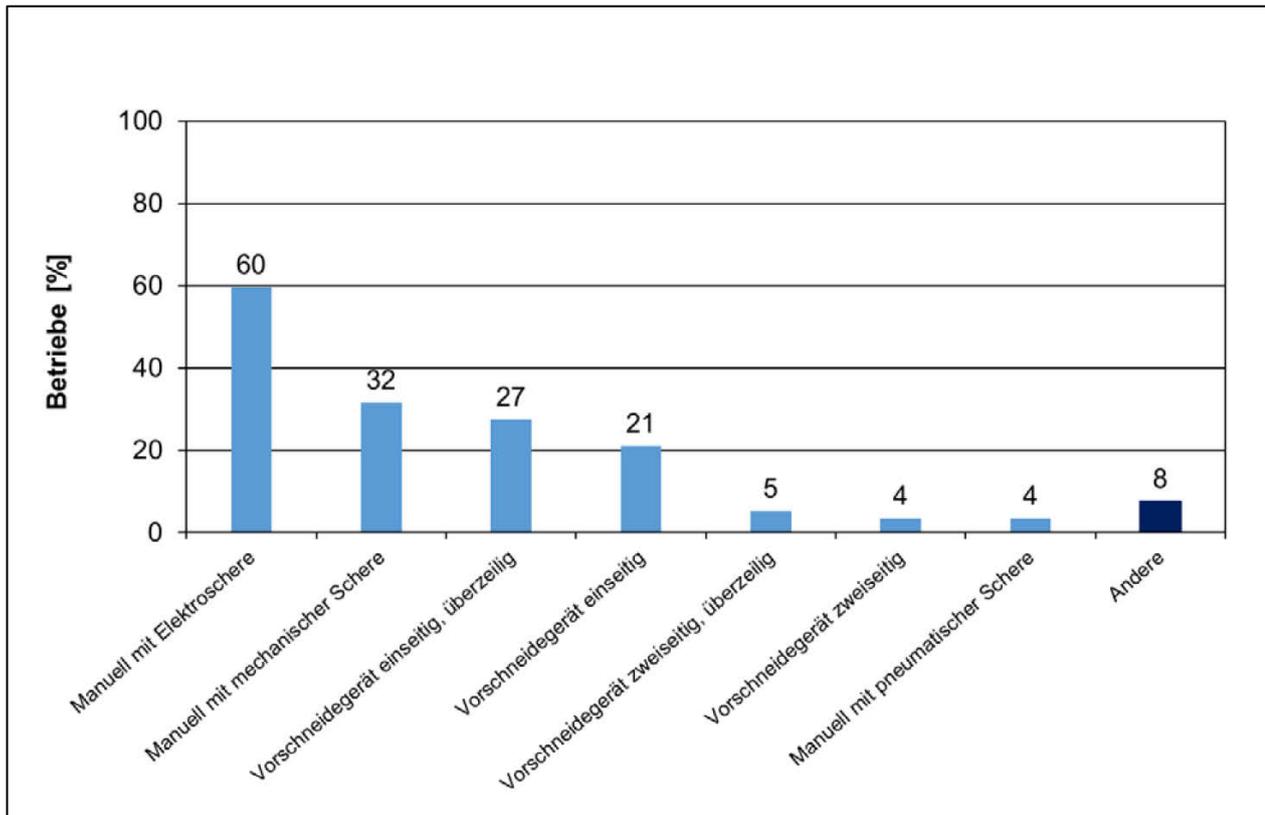


Abbildung 48: Geräte für den Rebschnitt (n = 171).

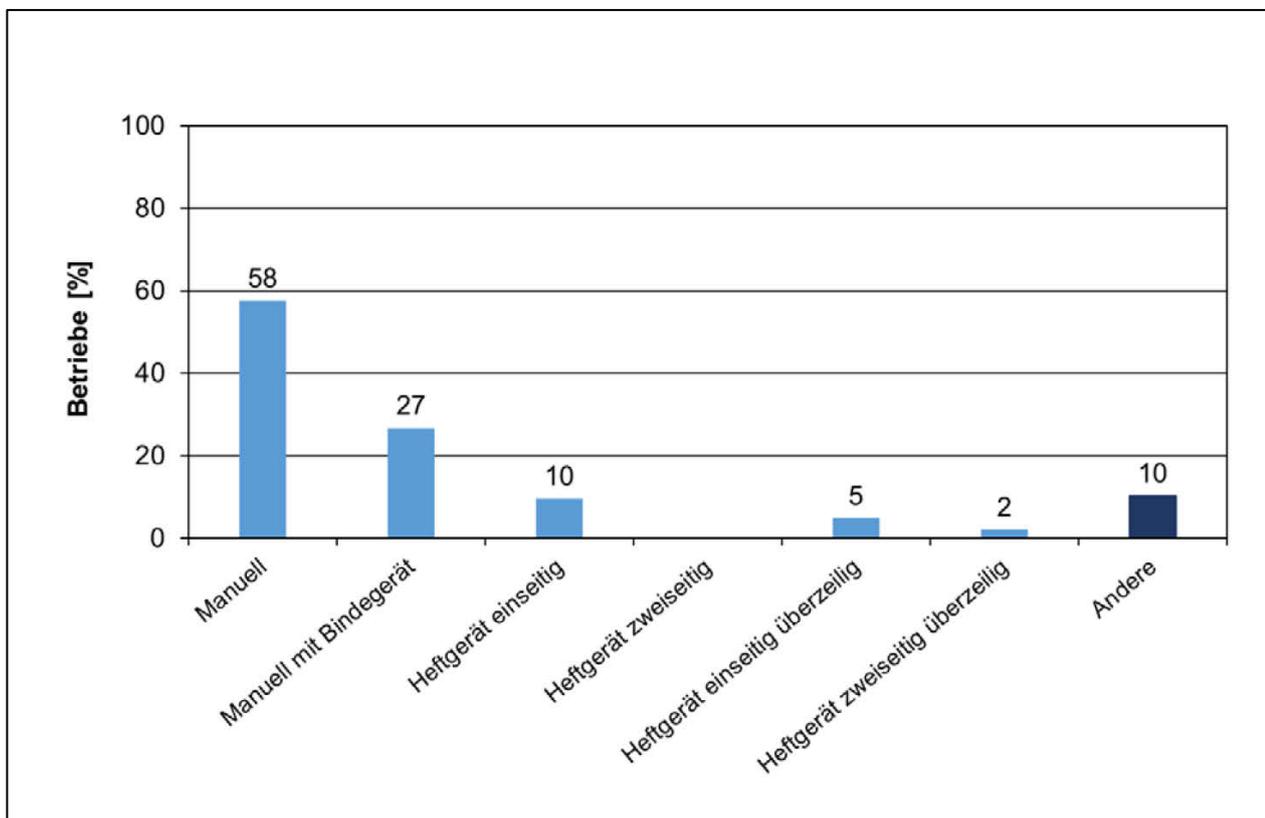


Abbildung 49: Verfahren zum Aufbinden der Reben (n = 146 Betriebe).

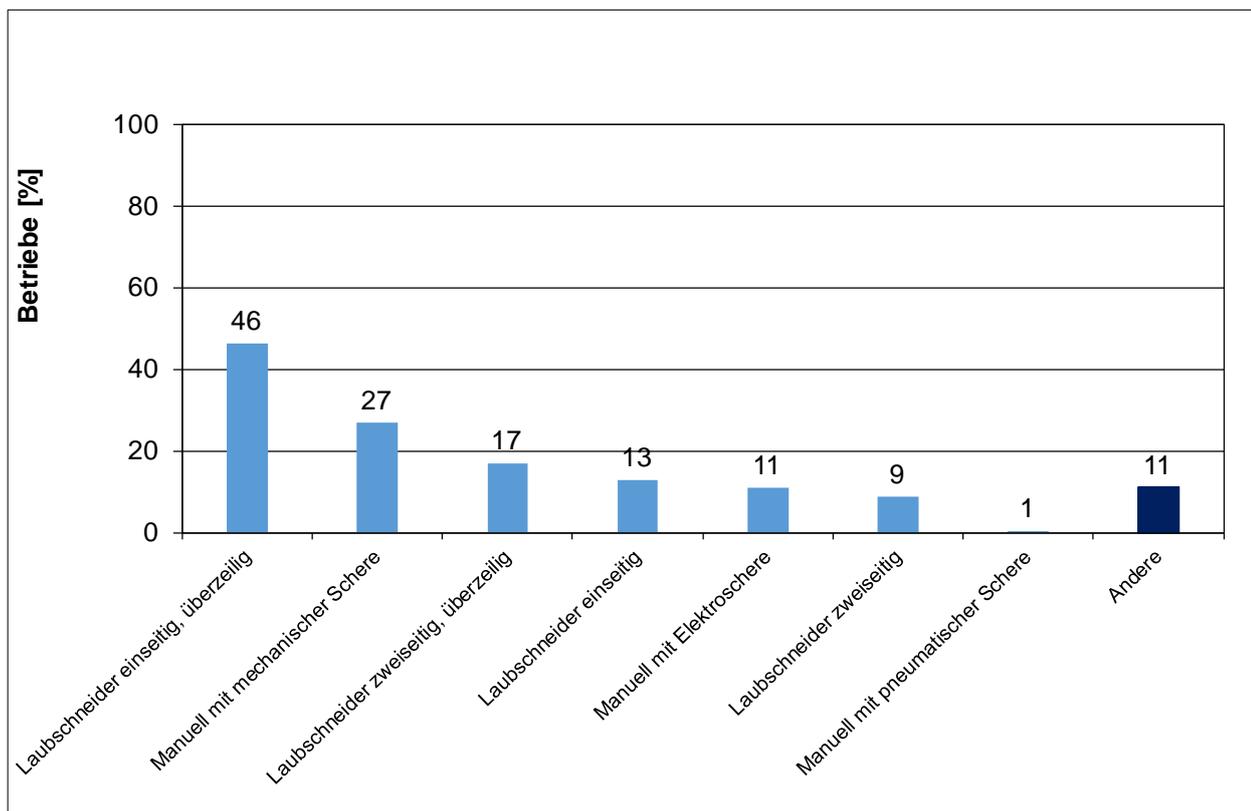


Abbildung 50: Verfahren zum Gipfeln der Reben (n = 170 Betriebe).

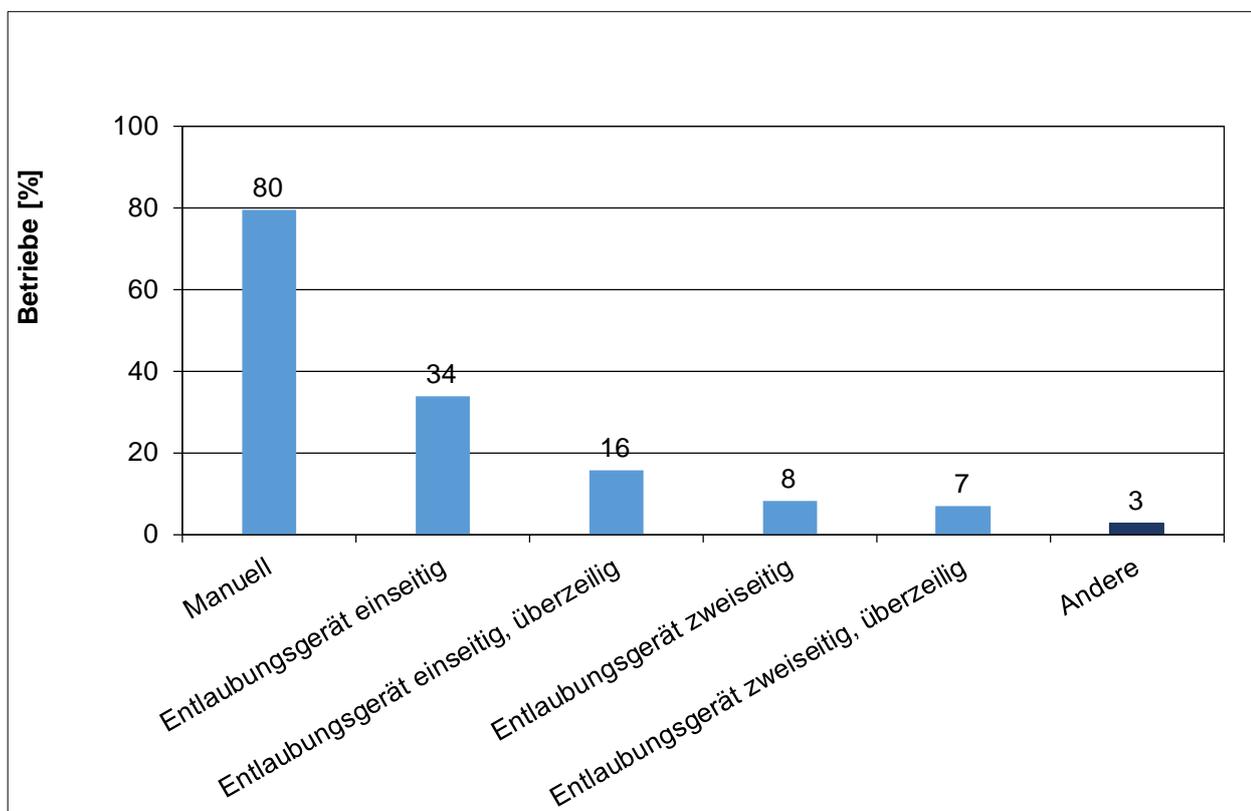


Abbildung 51: Verfahren zum Entlauben der Traubenzone (n = 171 Betriebe).

3.4.3 Pflanzenschutz

Für den Pflanzenschutz im Rebbau kommt vorrangig (75 %) eine Gebläsespritze mit zwei Reihen zum Einsatz (Abbildung 52 und Anhang 34). Die Spritze wird hauptsächlich ab Wasserhahn (69 %) oder ab Tank auf dem Feld (21 %) befüllt.

Wenn mechanische Unkrautbekämpfung in der Parzelle durchgeführt wird, dann mit einem Sichel- oder Schlegelmulchgerät (Abbildung 53). Für den Pflanzenschutz mittels Nützlingen und biotechnischer Schädlingsbekämpfung werden vor allem Dispenser verwendet, gefolgt von Pheromonfallen (Abbildung 54).

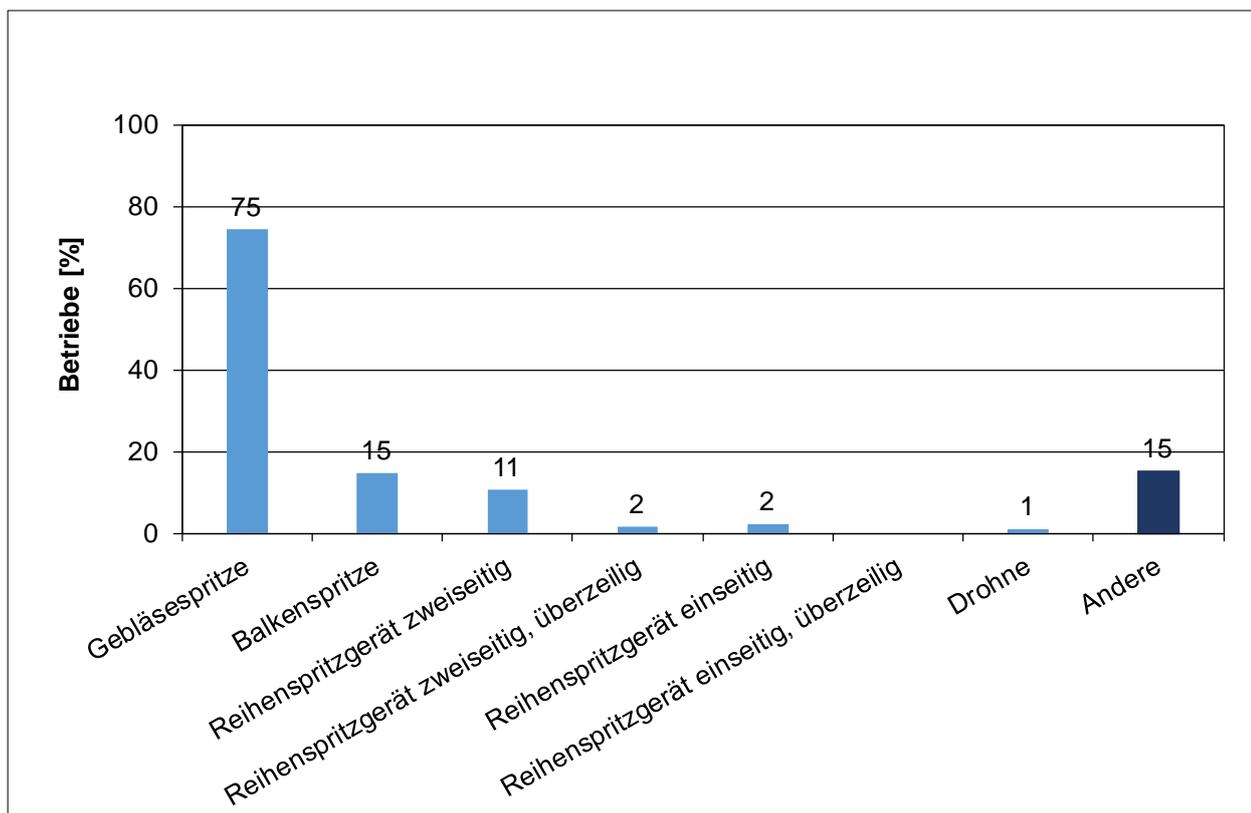


Abbildung 52: Geräte für den Pflanzenschutz im Weinbau (n = 169 Betriebe).

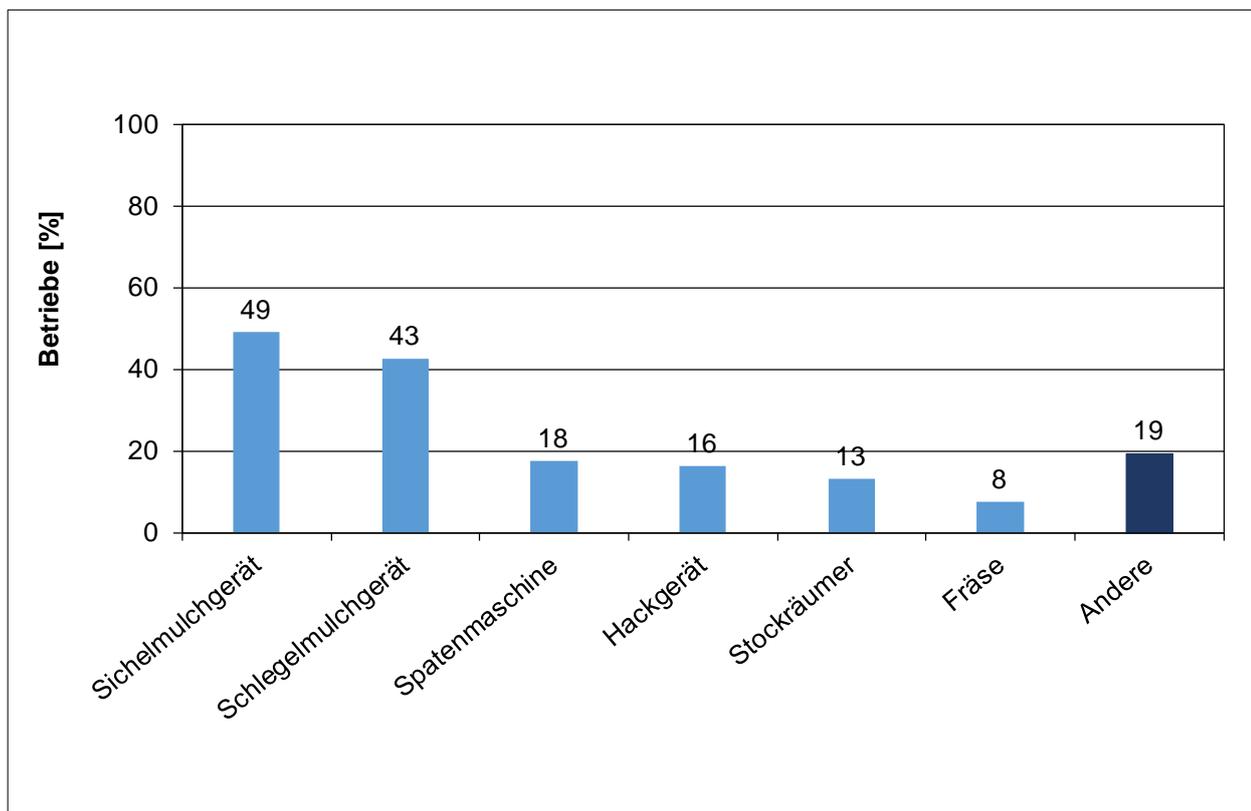


Abbildung 53: Geräte zur mechanischen Unkrautbekämpfung im Weinbau (n = 159 Betriebe).

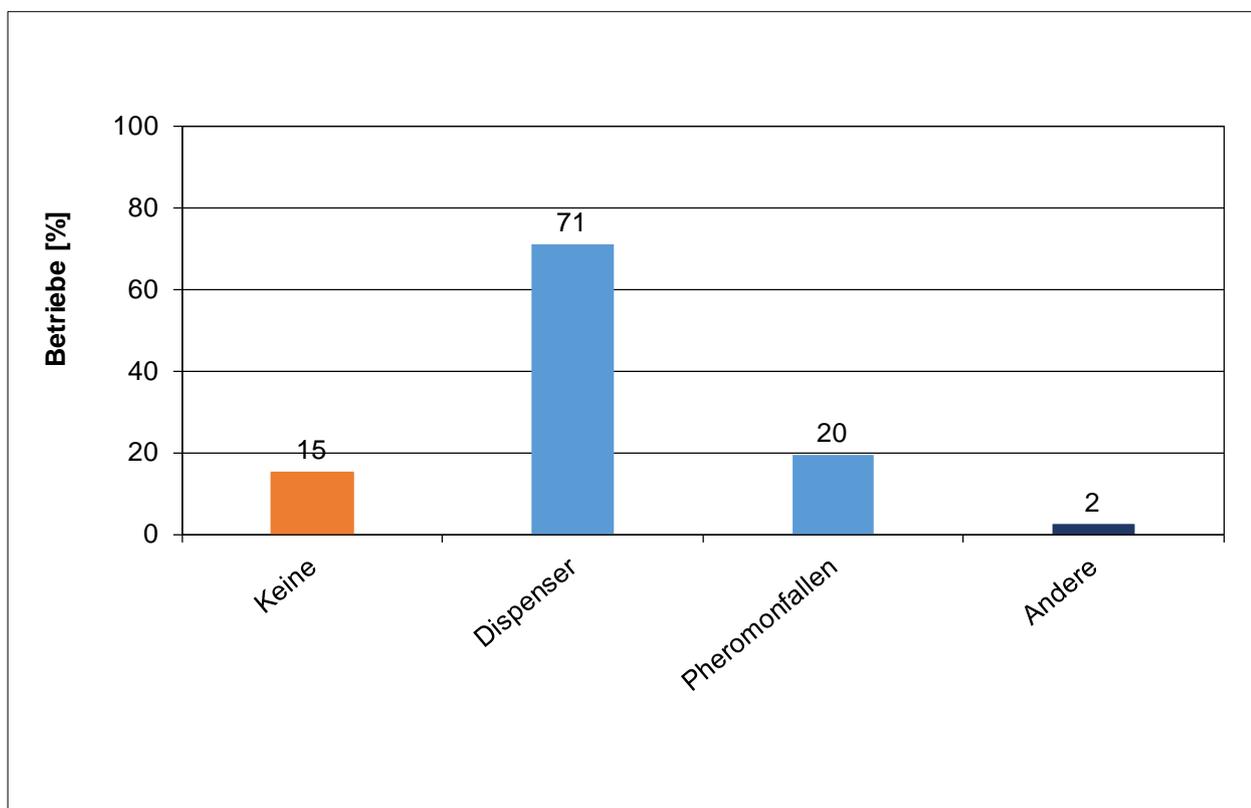


Abbildung 54: Einsatz von Nützlingen und biotechnischer Schädlingsbekämpfung im Weinbau (n = 169 Betriebe).

3.4.4 Düngung: mineralisch, Mist/Kompost

Fast die Hälfte der Befragten (48 %) hat angegeben, dass ein angebauter Schleuderstreuer für die mineralische Düngung verwendet wird (Abbildung 55). Gängige Arbeitsbreiten sind 8 m und 10 m (Anhang 35). Weitere 28 % haben «Andere» angekreuzt, wobei «von Hand» am häufigsten angegeben wurde (29 Betriebe).

Bei der Düngung mit Mist oder Kompost verwenden 38 % einen Streuer mit Walzenstreuwerk (Abbildung 56). Die entsprechenden Arbeitsbreiten sind in Anhang 36 aufgeführt. Auch hier wurde unter «Andere» häufig «von Hand» angegeben.

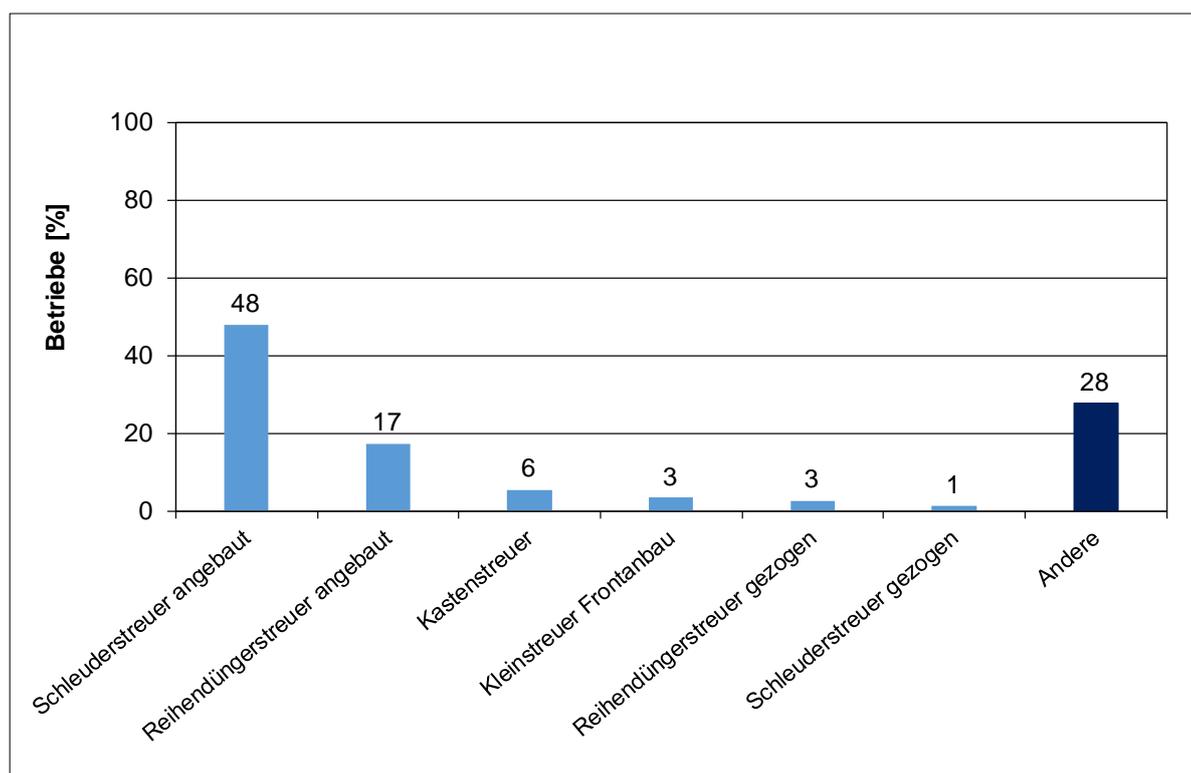


Abbildung 55: Düngerstreuer im Weinbau (n = 144 Betriebe).

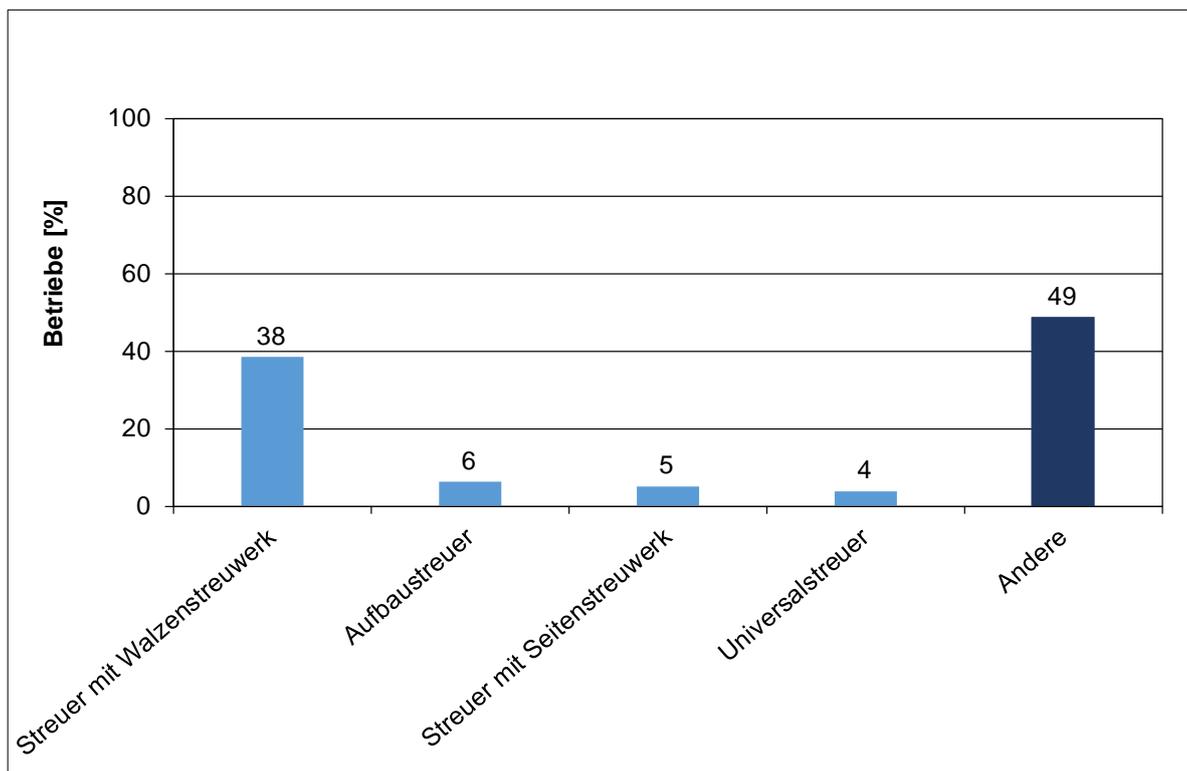


Abbildung 56: Mist/Kompoststreuer im Weinbau (n = 78 Betriebe).

3.4.5 Ernte

Die Angaben zur Traubenlese sind eindeutig und zeigen, dass 95 % die Ernte von Hand durchführen (Abbildung 57). Der Transport der Trauben aus den Parzellen erfolgt mittels Körbchen oder Kisten von Hand oder mit auf dem Rücken tragbaren Bütten (Abbildung 58). Die Trauben werden meist in Bottichen oder Grosskisten zum Betrieb gebracht (Abbildung 59).

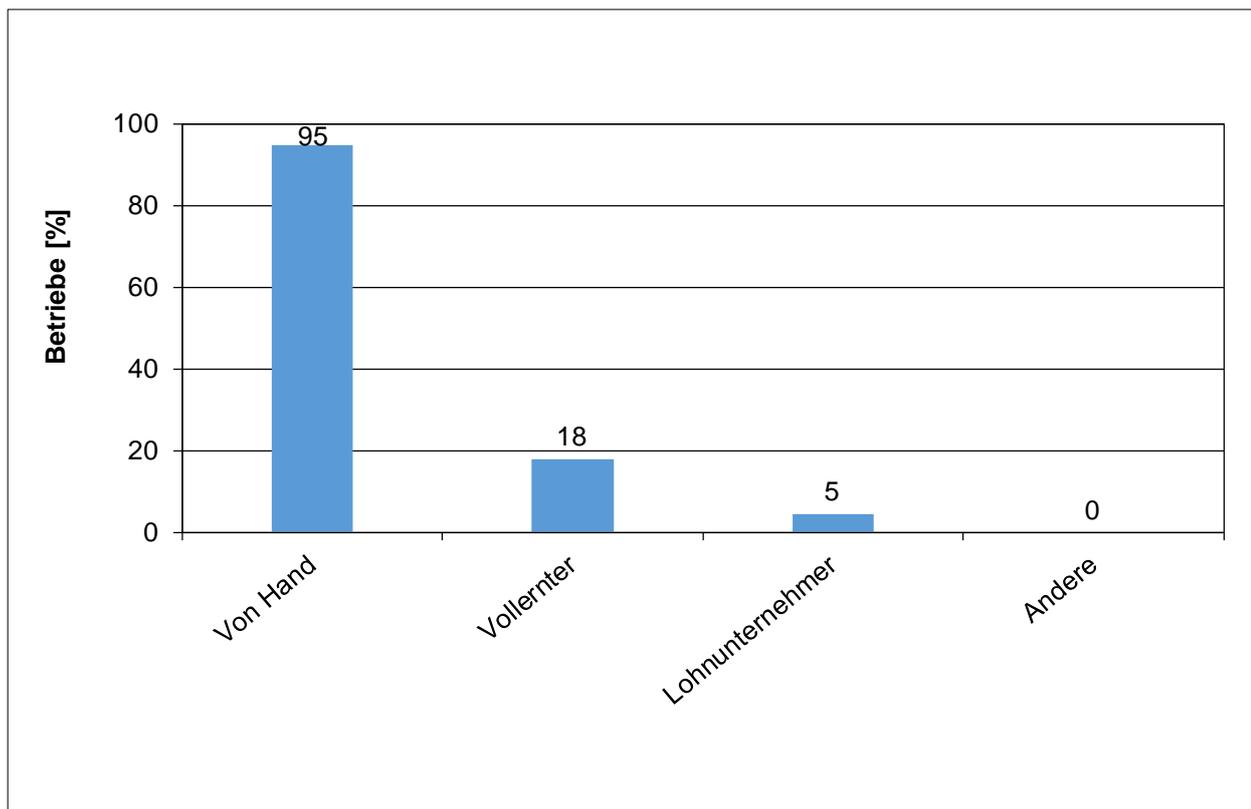


Abbildung 57: Verfahren zur Traubenlese (n = 172 Betriebe).

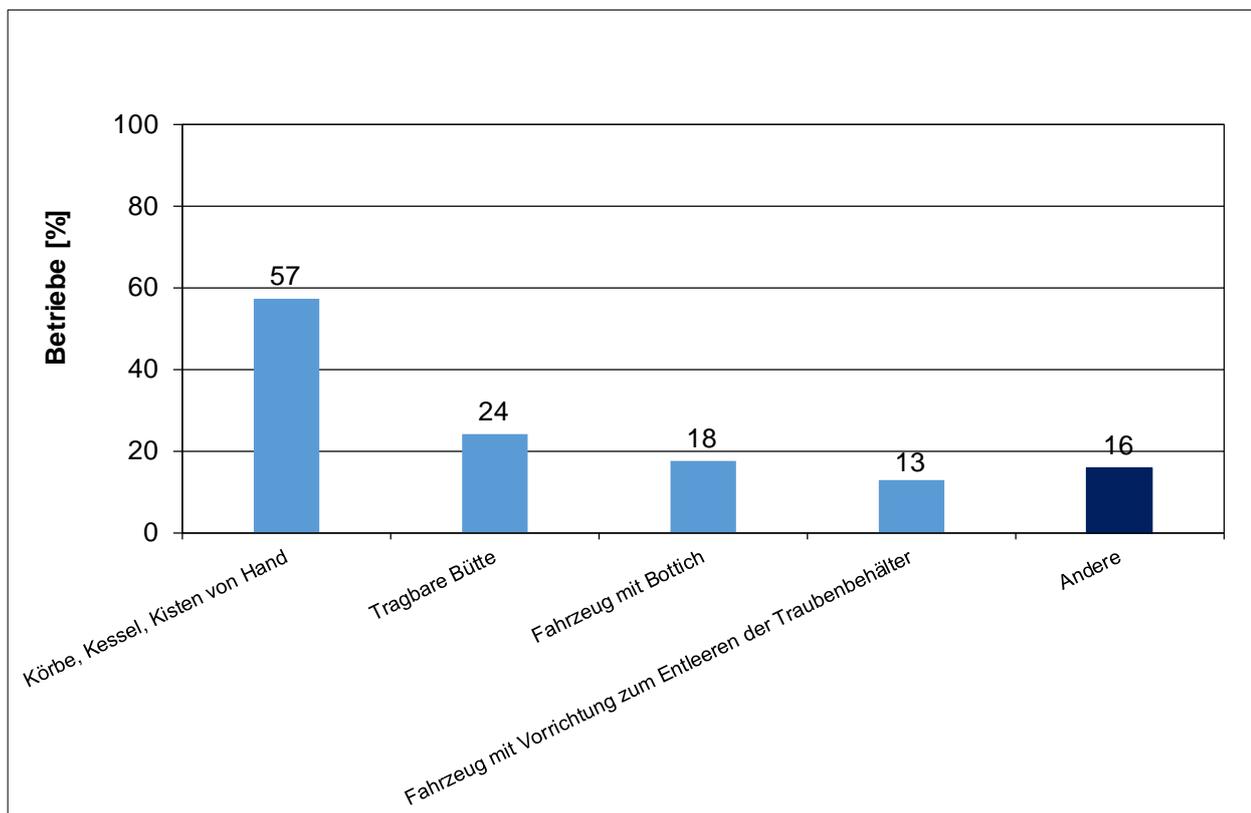


Abbildung 58: Verfahren zum Transport der Trauben aus den Parzellen (n = 169 Betriebe).

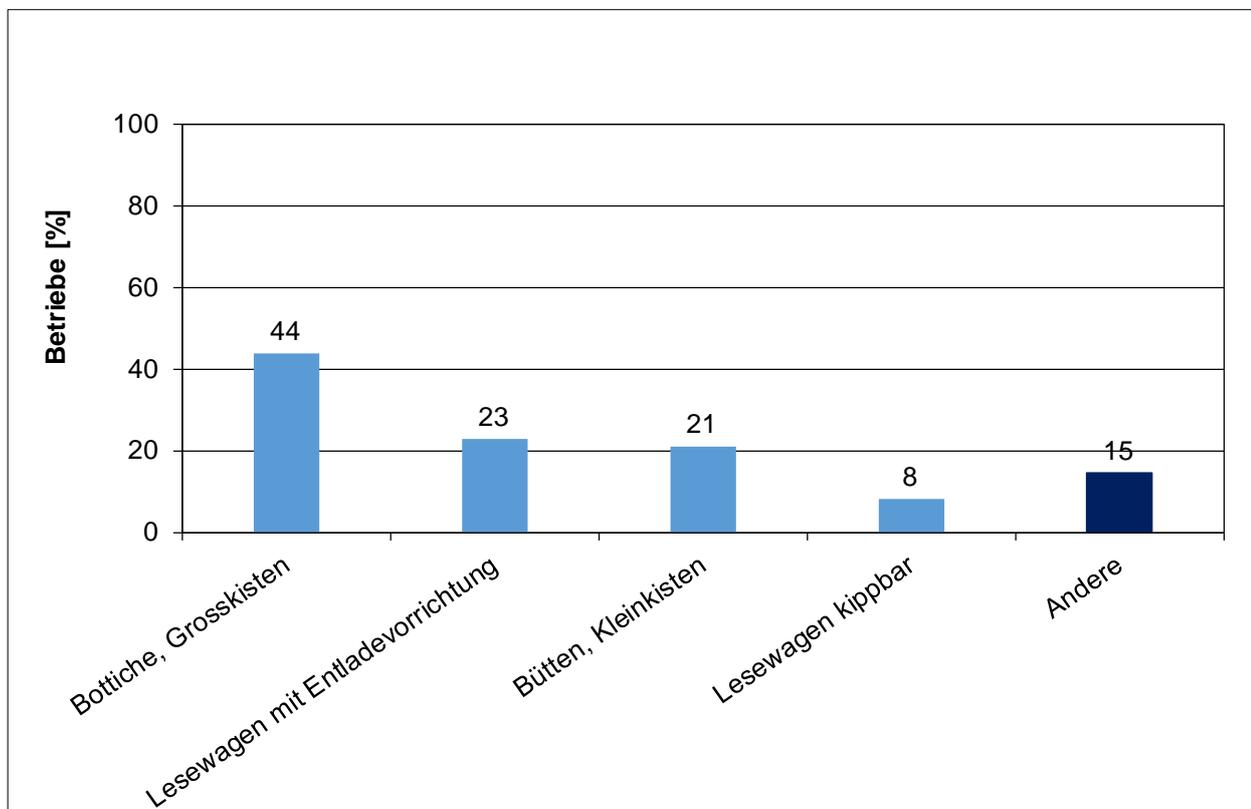


Abbildung 59: Verfahren zum Transport der Trauben zum Betrieb (n = 171 Betriebe).

3.4.6 Neuanlage, Jungpflanzen, Bodenbearbeitung

Bei der Neuanlage von Rebflächen werden die Grundbodenbearbeitung (42 %) und die Pflanzung (56 %) häufig an Dritte abgegeben (Abbildung 60). Die Mechanisierung unterscheidet sich nur unwesentlich von der Mechanisierung in bestehenden Anlagen (Abbildung 61).

Zur Bodenbearbeitung nutzen 50 % eine Spatenmaschine und 46 % einen Tiefenlockerer (Abbildung 62). Die dazugehörigen Arbeitsbreiten variieren und sind in Anhang 37 dargestellt. Zur Pflanzbettbereitung kommt hauptsächlich die zapfwellengetriebene Egge mit 3 m Arbeitsbreite zum Einsatz oder eine gezogene Egge (Abbildung 63 und Anhang 38). Je 20 % der Betriebe nutzen für die Einsaat einer Dauerbegrünung eine mechanische Drillmaschine oder eine kombinierte Frässaat, 60 % säen keine Dauerbegrünung ein (Abbildung 64).

Der Pflanzenschutz wird bei Neuanlagen mit einer Pflanzenschutzspritze (95 %) durchgeführt. Bei der Düngung wird dieselbe Mechanisierung wie in der bestehenden Anlage verwendet: Schleuderstreuer werden zur mineralischen Düngung genutzt (Abbildung 65 und Anhang 39), Streuer mit Walzenstreuwerk bei der Düngung mit Mist oder Kompost (Abbildung 66 und Anhang 40).

Die Pfähle für die Drahtanlage werden entweder manuell gesetzt (73 %) oder maschinell eingedrückt (32 %), der Draht wird von Hand gezogen (81 %) (Abbildung 67). Die Jungpflanzen werden meist mit der Pflanzmaschine (47 %) oder manuell mit dem Spaten (41 %) gesetzt. Auf einigen Betrieben kommt ein manueller Pflanzlochbohrer (21 %) zum Einsatz (Abbildung 68).

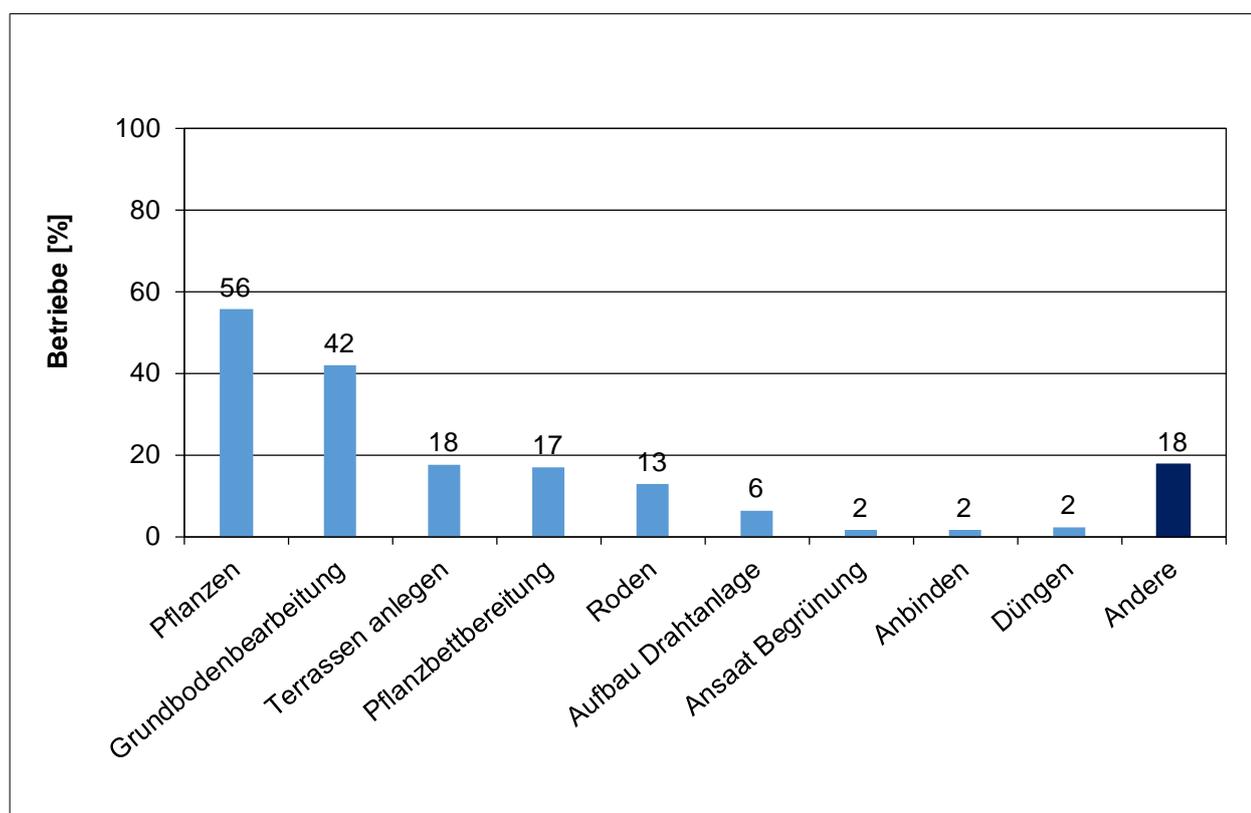


Abbildung 60: Arbeiten, die bei der Neuanlage von Rebflächen an Dritte (z. B. Lohnunternehmer) abgegeben werden (n = 124 Betriebe).

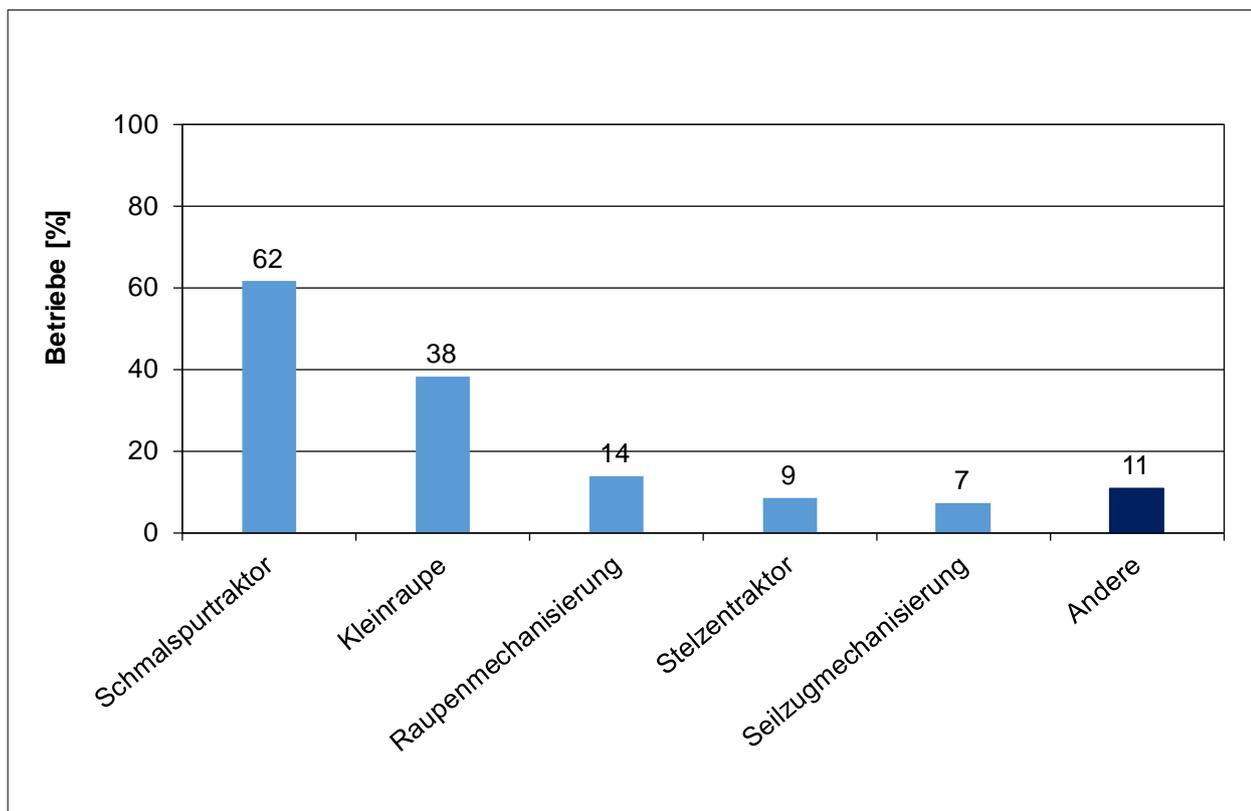


Abbildung 61: Verfahrenstechnik in Neuanlagen im Weinbau (n = 164 Betriebe).

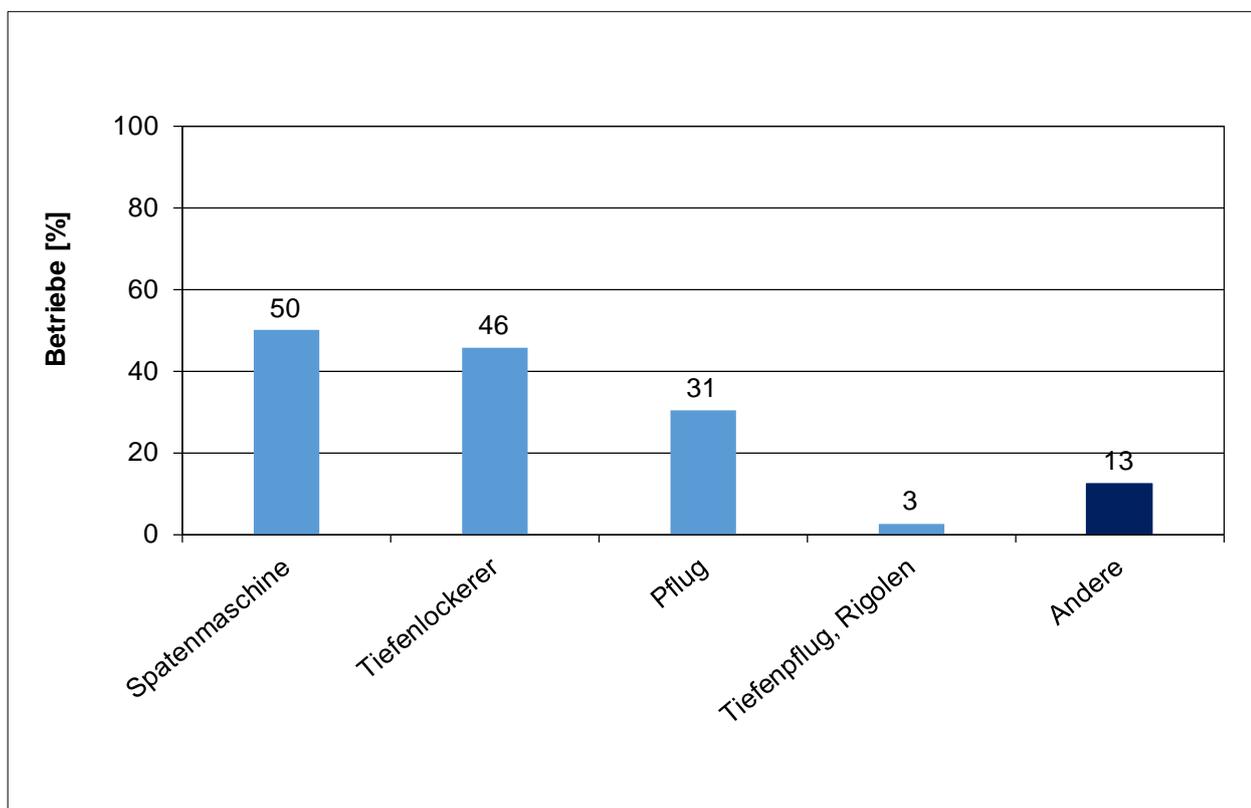


Abbildung 62: Geräte zur Grundbodenbearbeitung in Neuanlagen im Weinbau (n = 144 Betriebe).

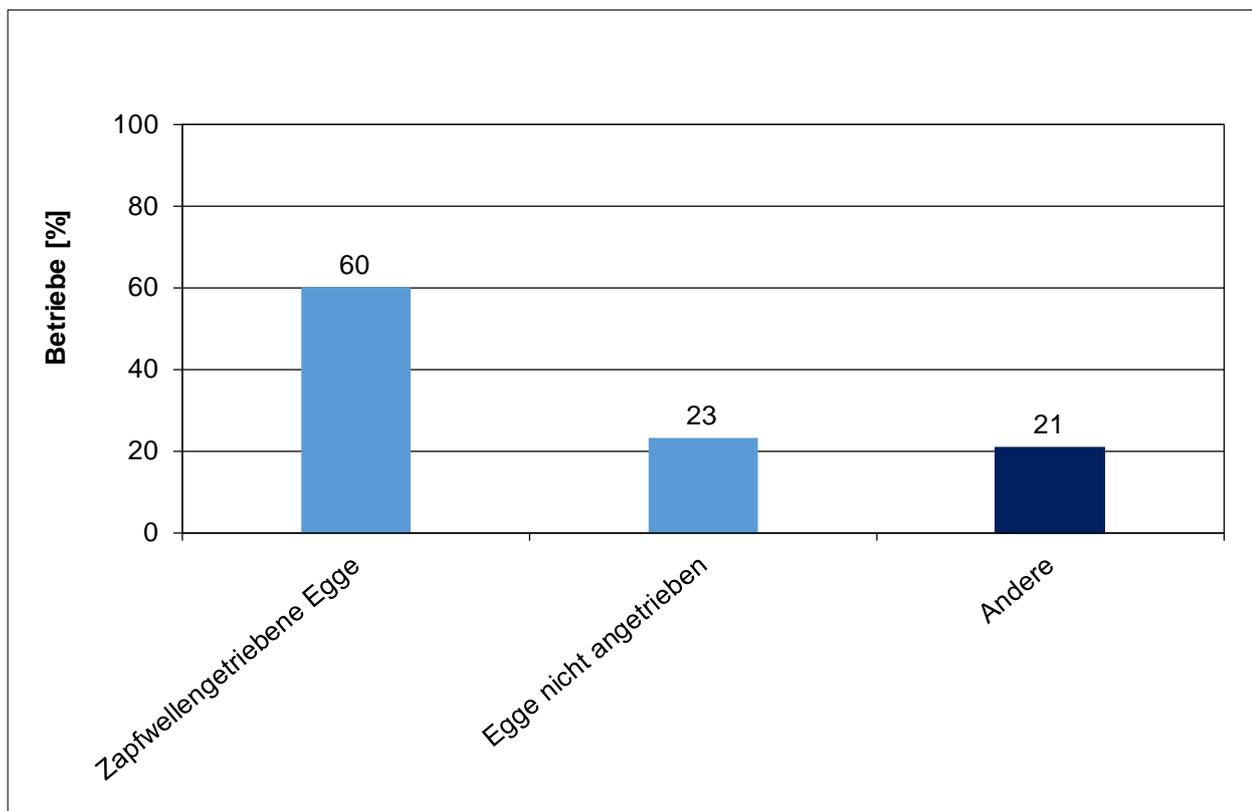


Abbildung 63: Geräte zur Pflanzbettbereitung bei Neuanlagen im Weinbau (n = 133 Betriebe).

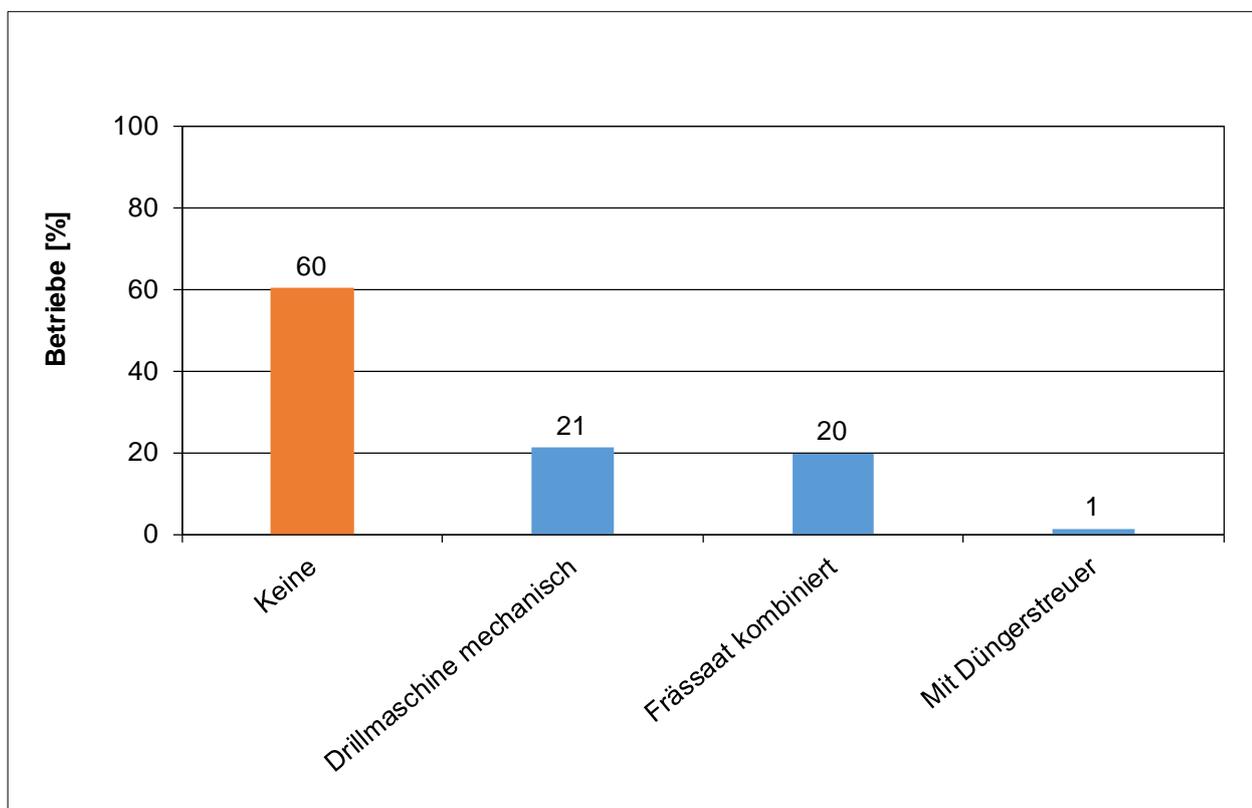


Abbildung 64. Verfahrenstechnik für die Einsaat einer Dauerbegrünung im Weinbau (n = 141 Betriebe).

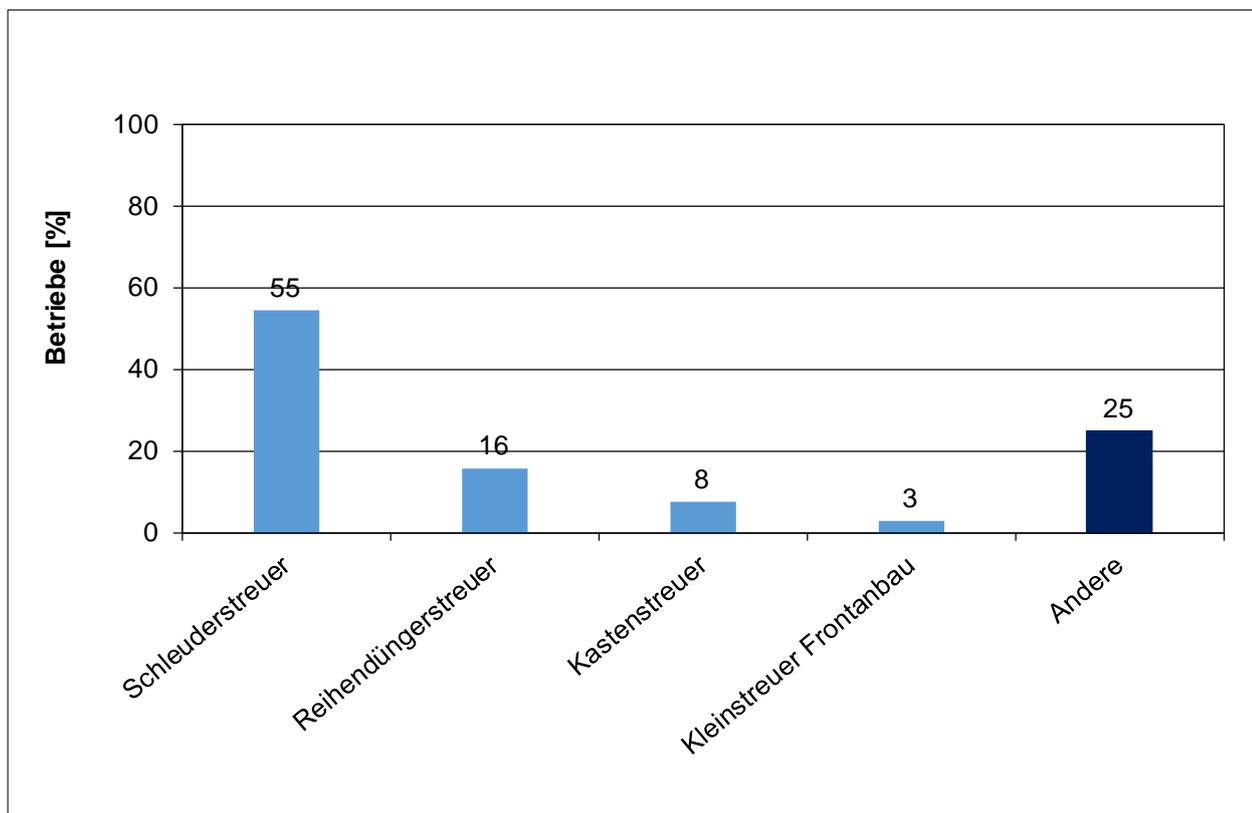


Abbildung 65: Düngerstreuer in Neuanlagen im Weinbau (n = 132 Betriebe).

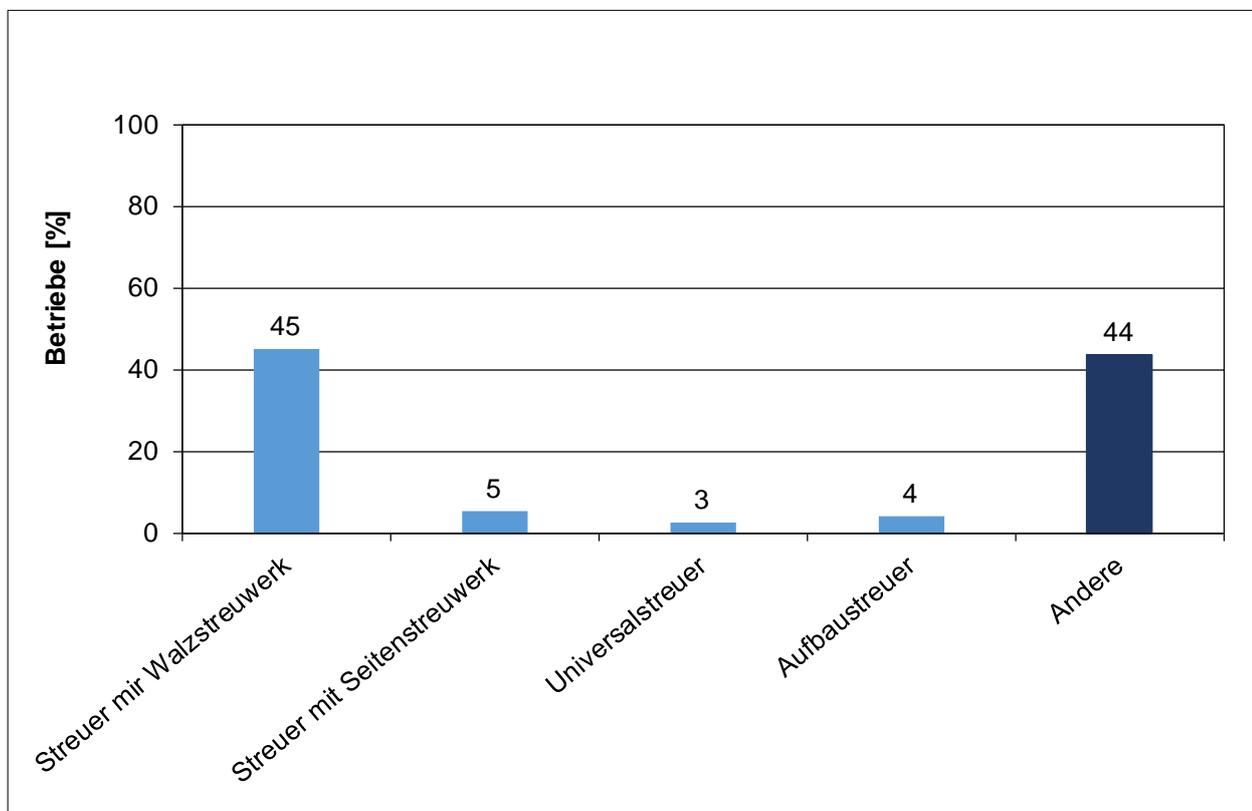


Abbildung 66: Mist-/Kompoststreuer in Neuanlagen im Weinbau (n = 73 Betriebe).

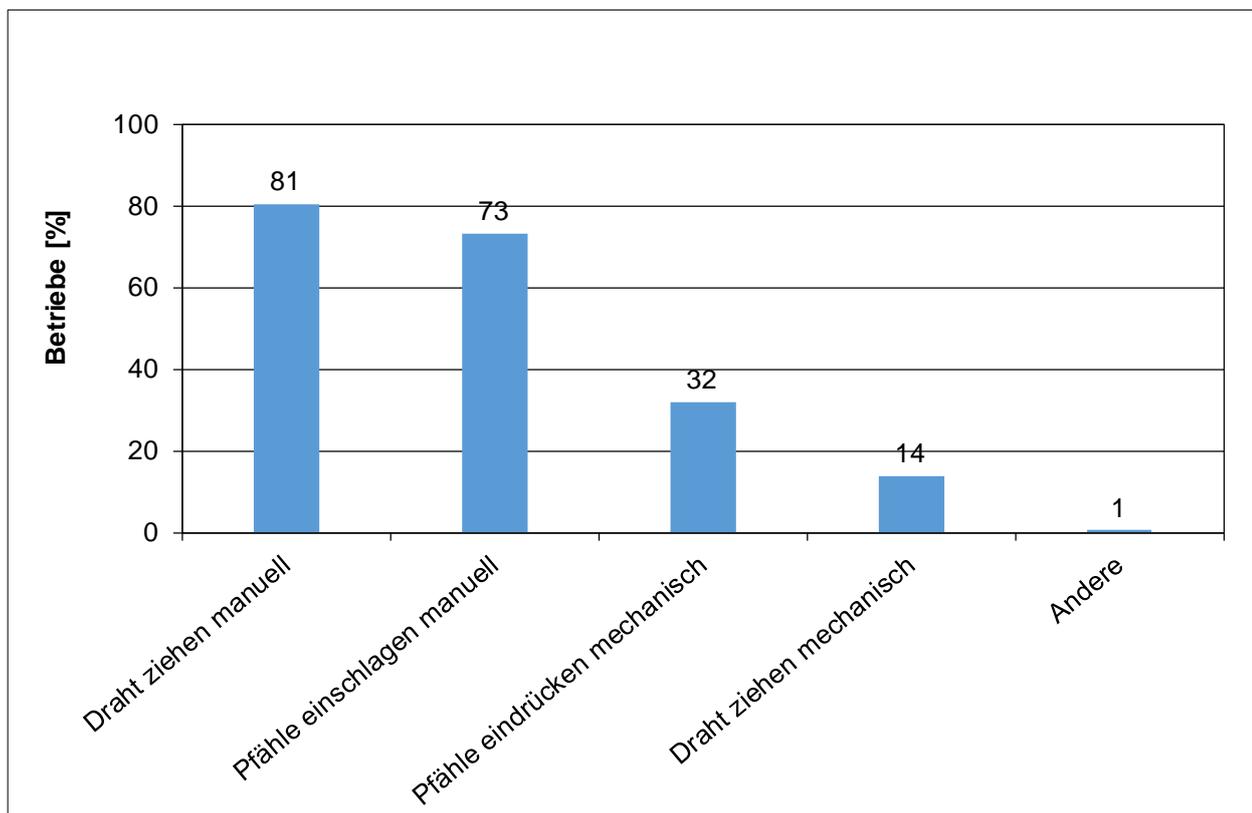


Abbildung 67: Verfahren zum Aufbau der Drahtanlage im Weinbau (n = 165 Betriebe).

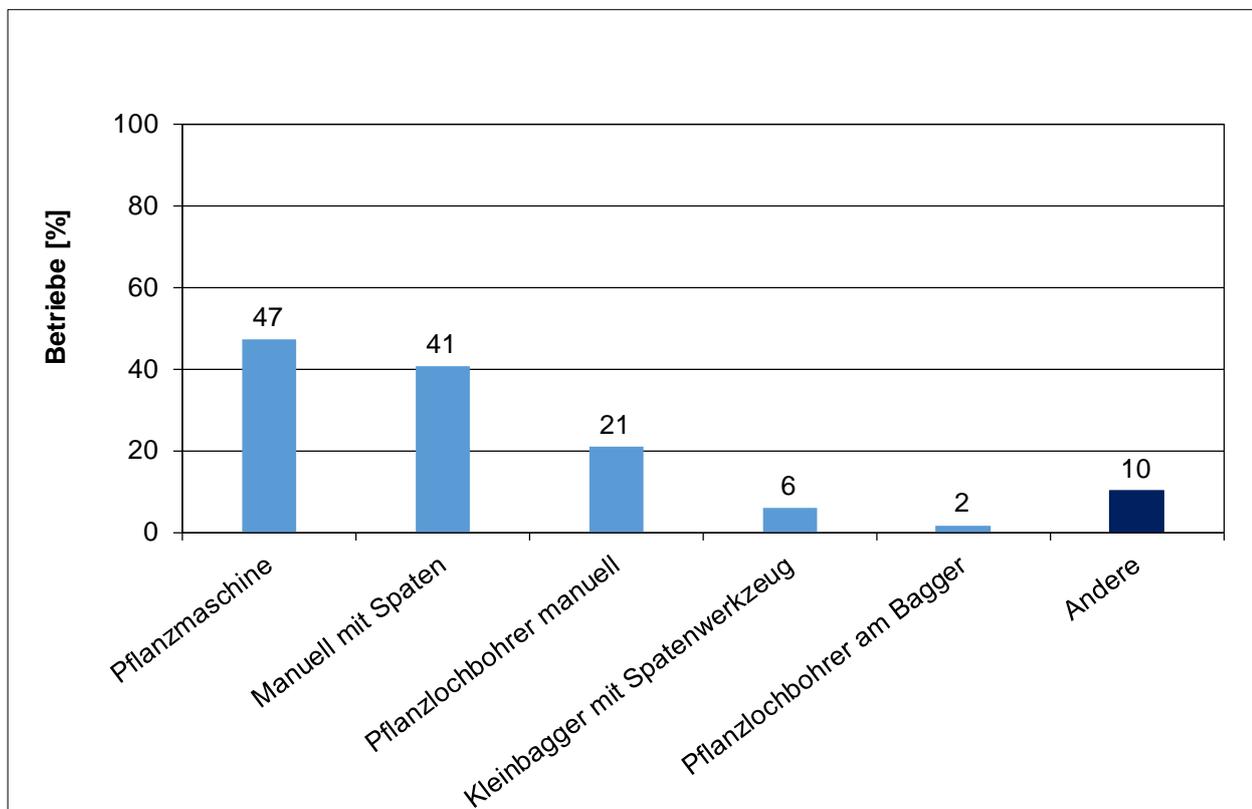


Abbildung 68: Geräte zur Pflanzung in Neuanlagen im Weinbau (n = 167 Betriebe).

3.5 Intensivobstbau

Die Mechanisierung im Obstbau wurde getrennt nach Intensivobstbau (Tafelobst) und Hochstammobstbau befragt, da sich die Bewirtschaftung zwischen beiden Betriebszweigen deutlich unterscheidet. Für die folgende Auswertung zum Intensivobstbau standen 110 Rückmeldungen zur Verfügung. Die unterschiedliche Stichprobengrösse pro Frage ergibt sich daraus, dass nicht alle Teilnehmenden jede Frage des Fragebogens beantwortet haben. Mehrfachnennungen waren möglich. Zusätzliche Detailinformationen über Arbeitsbreiten der eingesetzten Geräte etc. sind im Anhang dargestellt.

3.5.1 Mechanisierung auf dem Betrieb

90 % der Obstproduzenten setzen einen Schmalspurtraktor ein, weitere 48 % eine selbstfahrende Hebebühne und 31 % eine Hebebühne am Traktor (Abbildung 69). Die selbstfahrende Hebebühne kommt ausserdem bei 58 % als Steighilfe für Arbeiten im Baumkronenbereich zum Einsatz. Zum Teil werden nichtmechanisierte Steighilfen wie Leiter und Stelzen dafür genutzt (Abbildung 70).

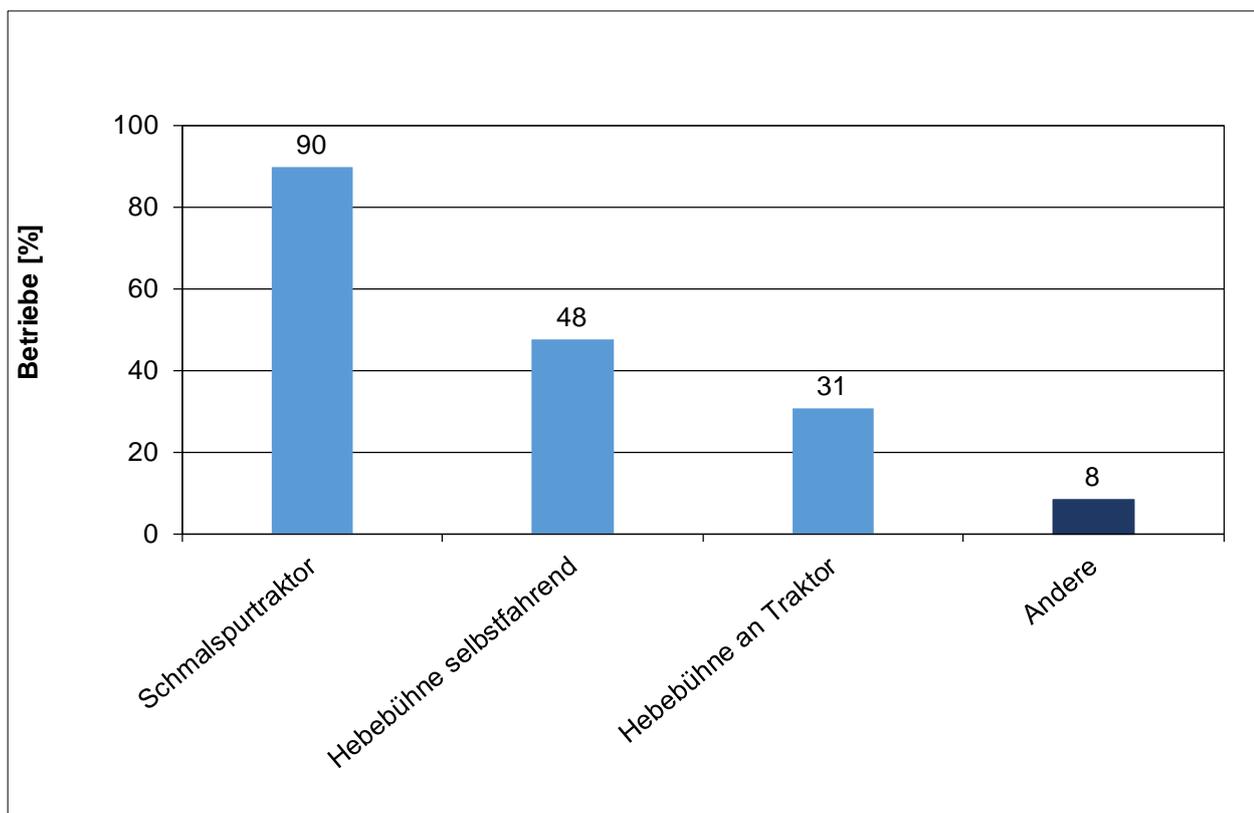


Abbildung 69: Mechanisierung im Intensivobstbau (n = 107 Betriebe).

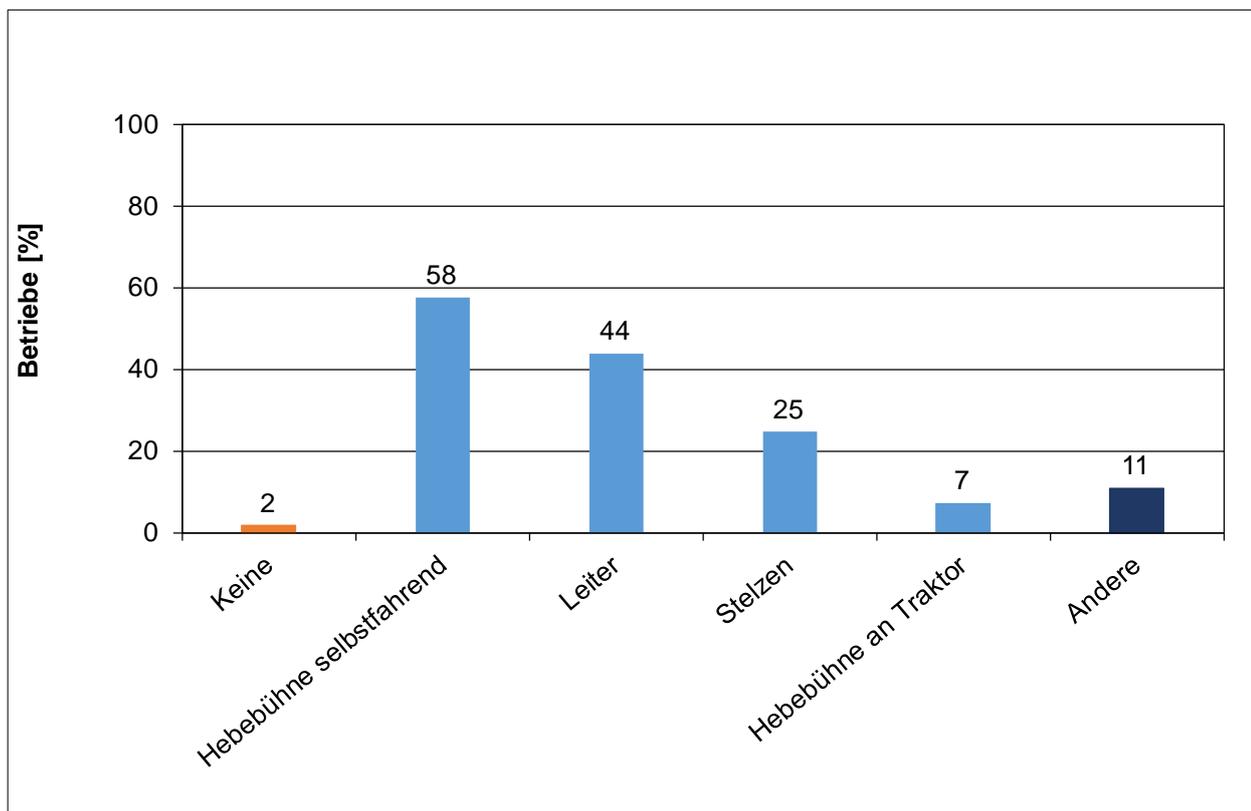


Abbildung 70: Steighilfen für Arbeiten im Baumkronenbereich im Intensivobstbau (n = 109 Betriebe).

3.5.2 Pflegearbeiten

Ein kleiner Anteil der Befragten gibt Arbeiten an Dritte ab. 23 % führen den Transport nicht selbst durch. Arbeiten wie Ernte, Bodenbearbeitung oder Düngung werden meistens von den Produzenten selbst durchgeführt (Abbildung 71). Unter der Antwortmöglichkeit «Andere» wurde häufig angegeben, dass keine Arbeiten an Dritte abgegeben werden.

Zur mechanischen Unkrautbekämpfung in der Parzelle werden hauptsächlich Sichel- oder Schlegelmulchgeräte verwendet (Abbildung 72). Der Baumschnitt erfolgt manuell zumeist mit einer Elektroschere (82 %), zum Teil auch mit einer pneumatischen Elektroschere (34 %) oder mit einer mechanischen Schere (20 %) (Abbildung 73).

Die Ausdünnung der Früchte kann auf verschiedene Arten erfolgen. 83 % führen diese Arbeit per Hand durch, 67 % nutzen eine chemische Behandlung (Abbildung 74).

In Abbildung 75 sind weitere Pflegemassnahmen dargestellt, beispielsweise das Aufbinden der Äste mit Schnur (73 %) oder das Beschweren der Äste (30 %).

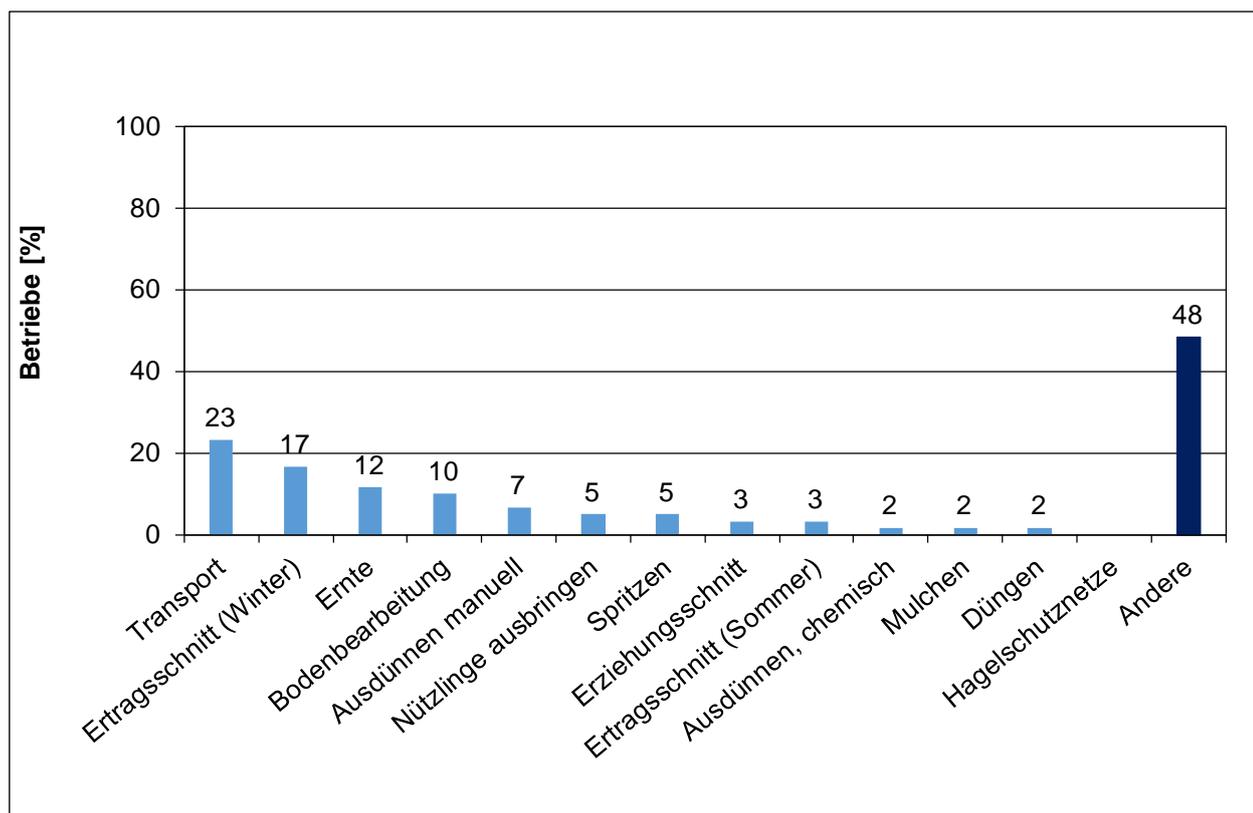


Abbildung 71: Pflegearbeiten, die im Intensivobstbau an Dritte (z. B. Lohnunternehmer) abgegeben werden (n = 60 Betriebe).

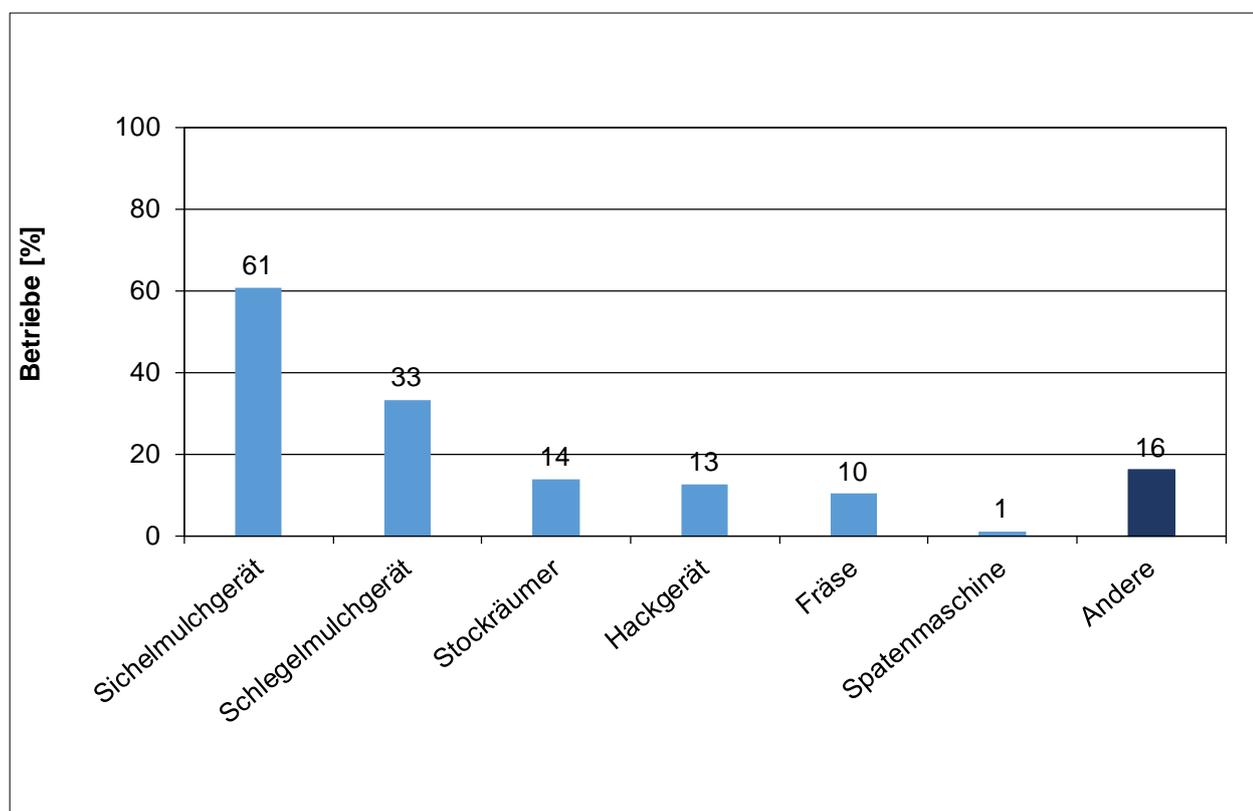


Abbildung 72: Geräte zur mechanischen Unkrautbekämpfung im Intensivobstbau (n = 87 Betriebe).

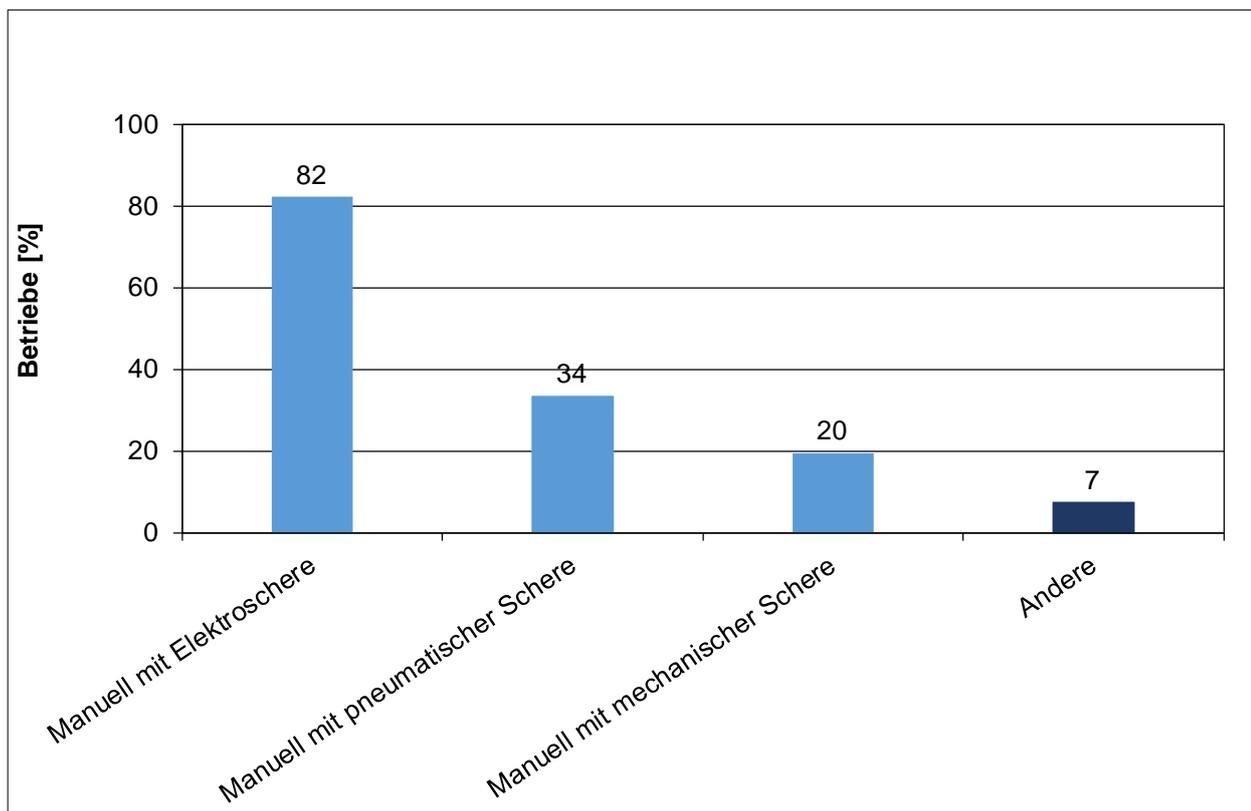


Abbildung 73: Geräte für den Baumschnitt im Intensivobstbau (n = 107 Betriebe).

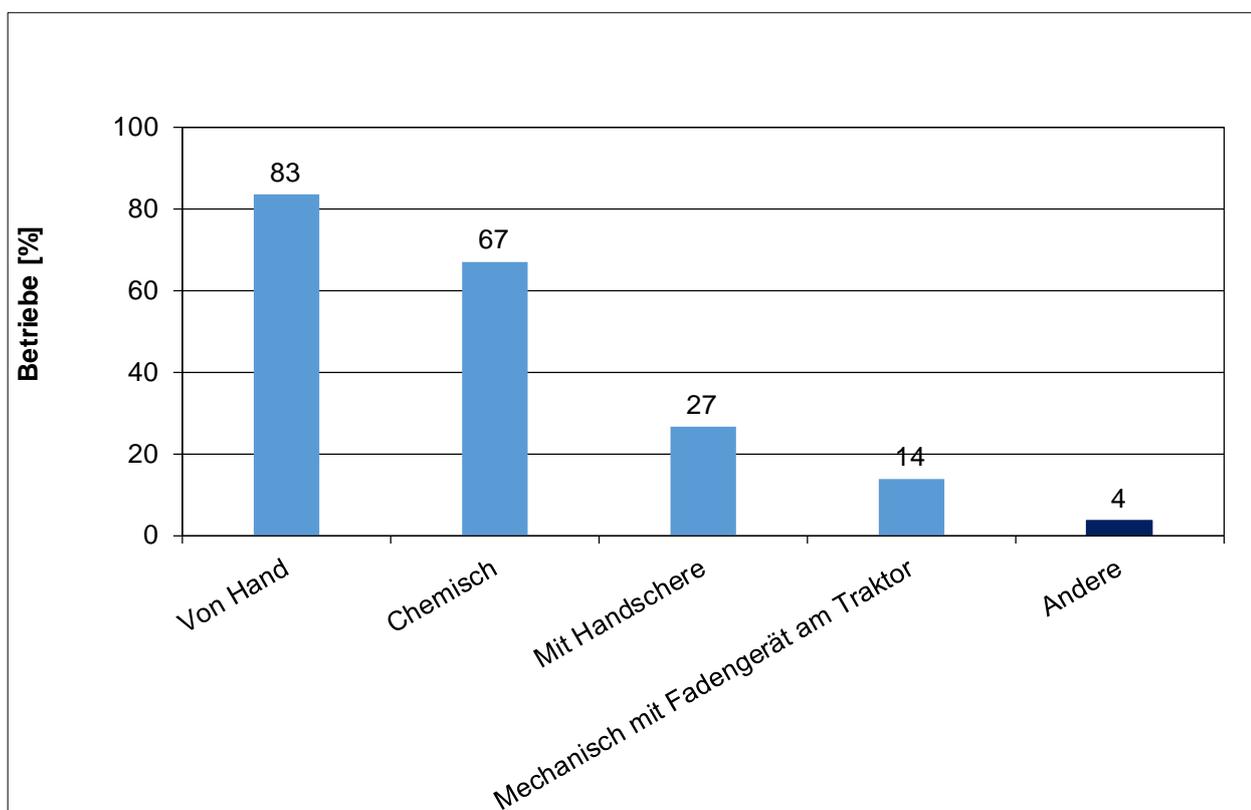


Abbildung 74: Verfahren für die Ausdünnung im Intensivobstbau (n = 109 Betriebe).

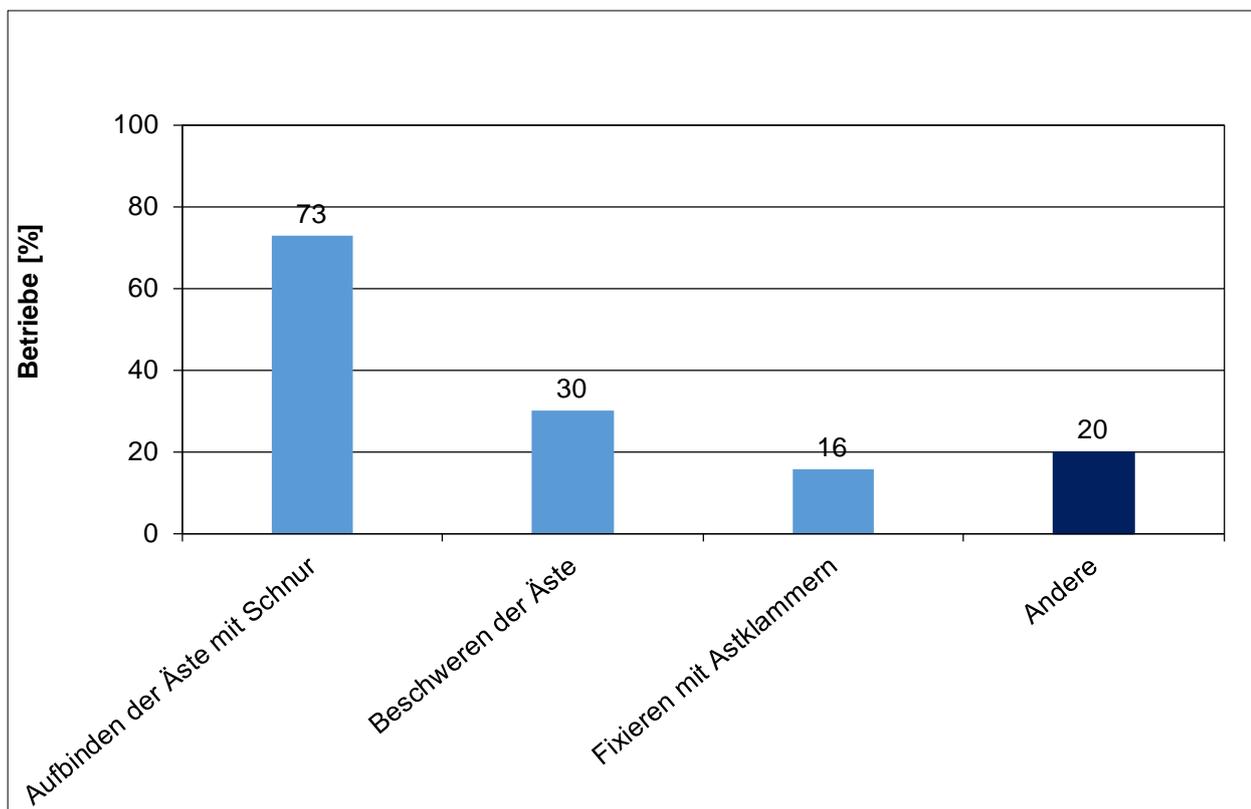


Abbildung 75: Pflegemassnahmen im Intensivobstbau (n = 70 Betriebe).

3.5.3 Pflanzenschutz

Für den Pflanzenschutz wird von einem Grossteil der Befragten (92 %) eine Gebläsespritze verwendet. Weitere 24 % setzen zudem ein zweiseitiges Baumstreifenspritzgerät für den Pflanzenschutz ein (Abbildung 76).

Das Spritzgerät ist in den meisten Fällen angehängt (81 %) oder angebaut (33 %). Nur wenige Produzenten nutzen selbstfahrende Spritzgeräte (3 %). Die Spritze wird meist ab Wasserhahn (76 %) befüllt.

Beim Pflanzenschutz mittels Nützlingen oder bei biotechnischer Schädlingsbekämpfung werden hauptsächlich Dispenser (58 %) verwendet, aber auch Pheromonfallen (36 %). Weitere 28 % setzen keine Nützlinge oder biotechnische Schädlingsbekämpfung ein (Abbildung 77).

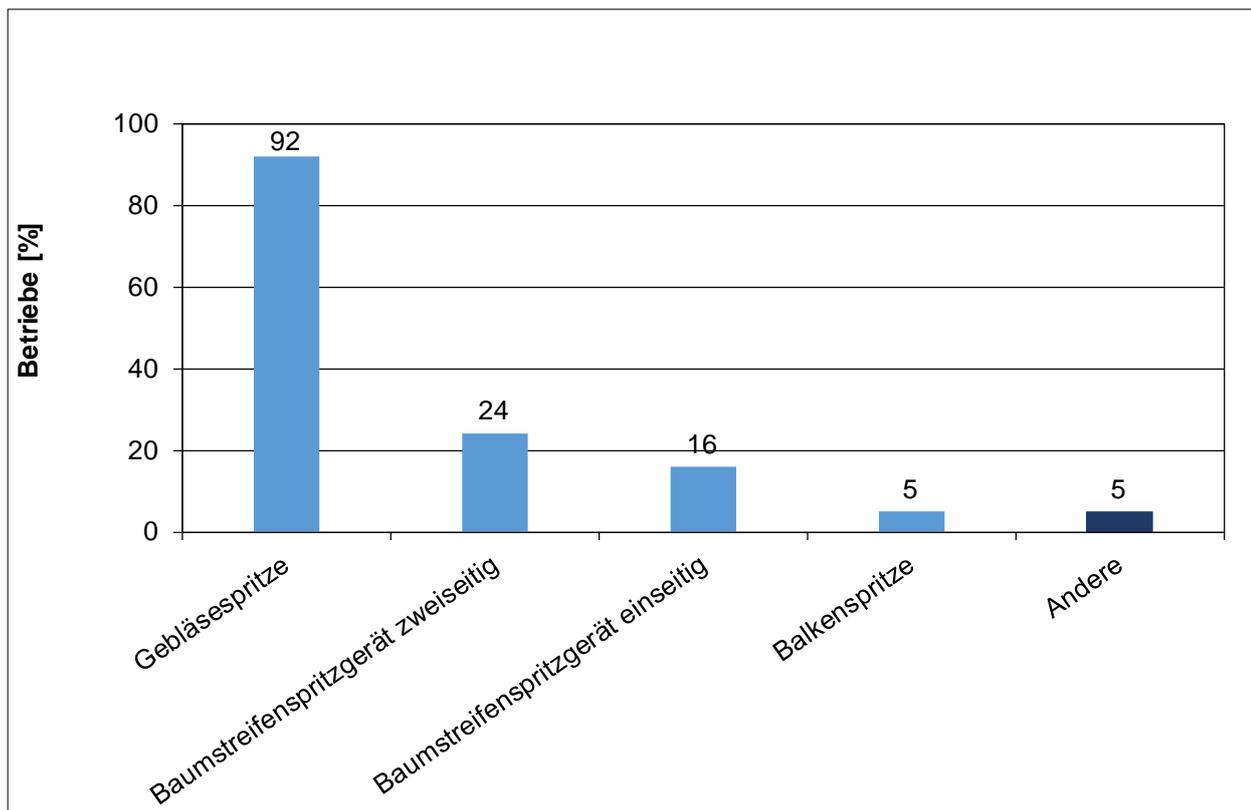


Abbildung 76: Geräte für den Pflanzenschutz im Intensivobstbau (n = 99 Betriebe).

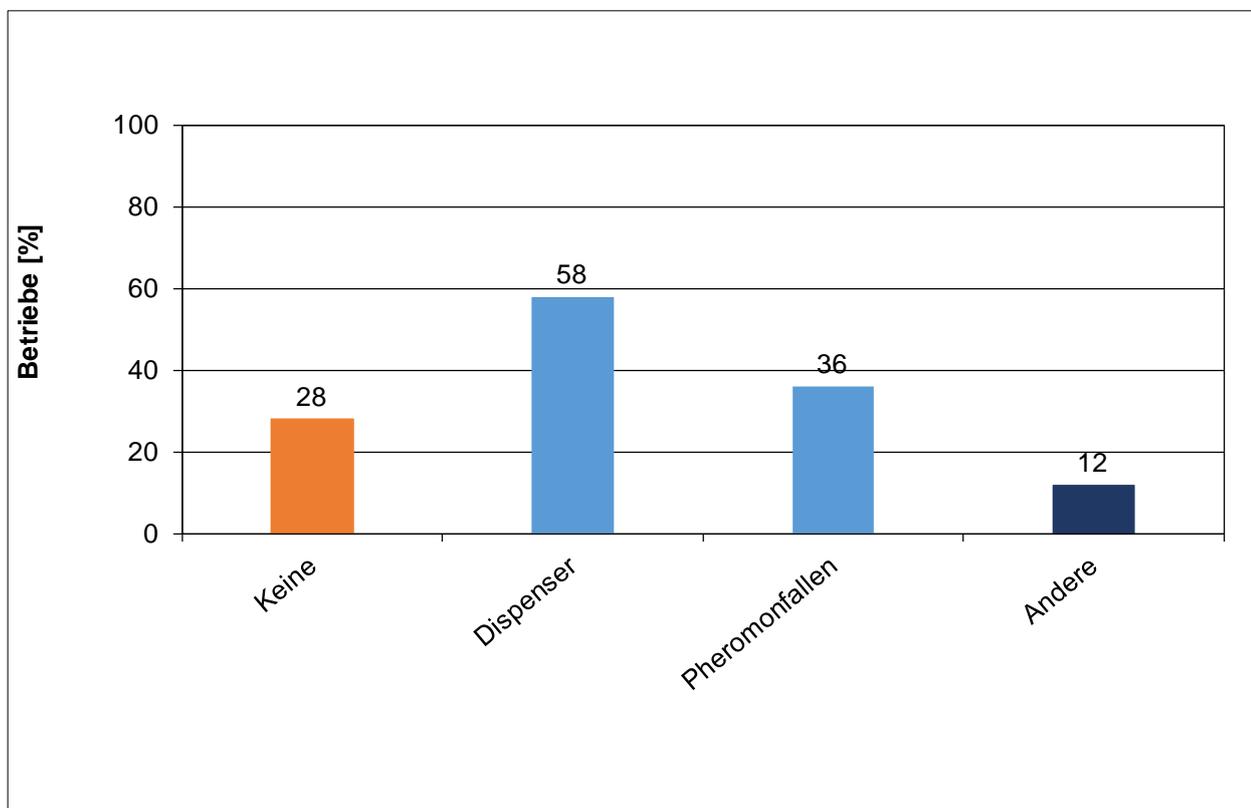


Abbildung 77: Nützlinge und biotechnische Schädlingsbekämpfung im Intensivobstbau (n = 100 Betriebe).

3.5.4 Düngung: mineralisch, Mist/Kompost

Im Intensivobstbau werden angebaute Geräte häufiger genutzt als gezogene. Einen Überblick über die verwendeten Geräte gibt Abbildung 78, die dazugehörigen Arbeitsbreiten sind in Anhang 41 dargestellt. Wird mit Mist oder Kompost gedüngt, dann häufig mit einem Streuer mit Seitenstreuwerk (68 %) und 1 m Arbeitsbreite, zum Teil auch mit Walzenstreuwerk (21 %) (Abbildung 79 und Anhang 42).

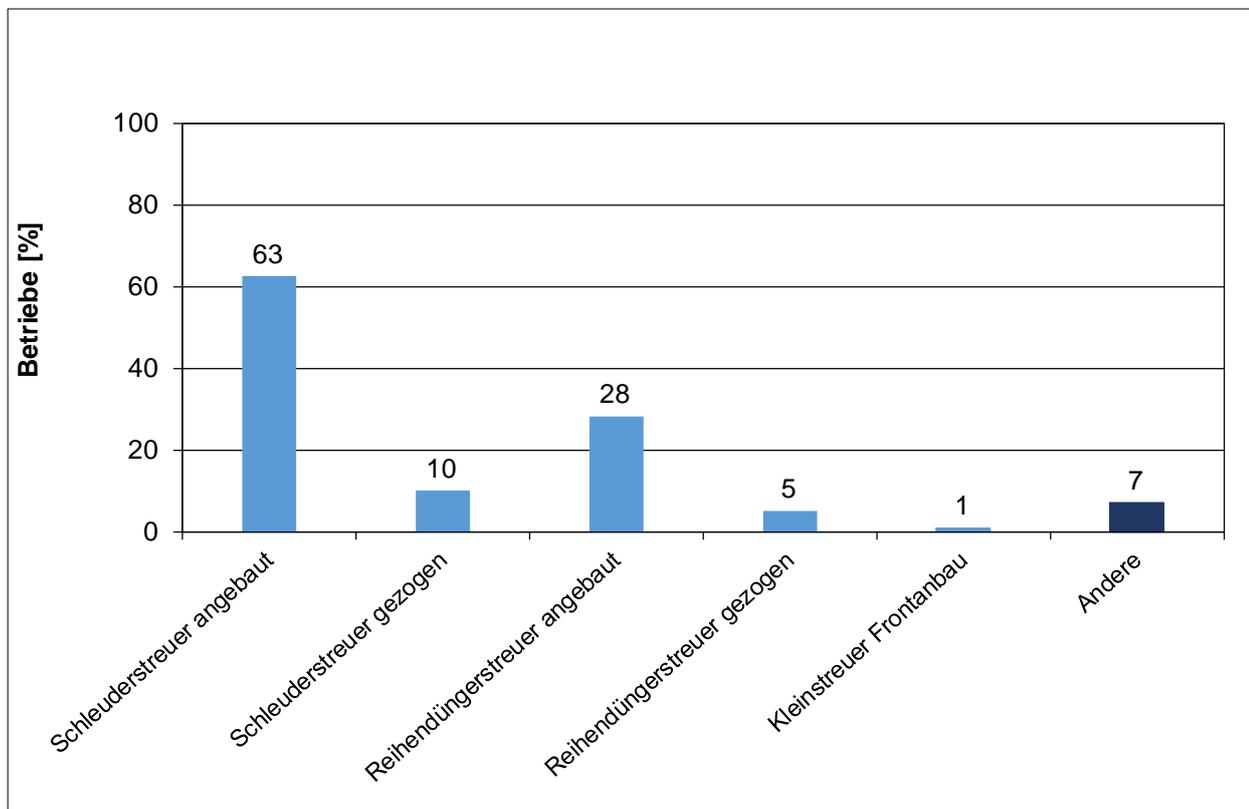


Abbildung 78: Düngerstreuer im Intensivobstbau (n = 99 Betriebe).

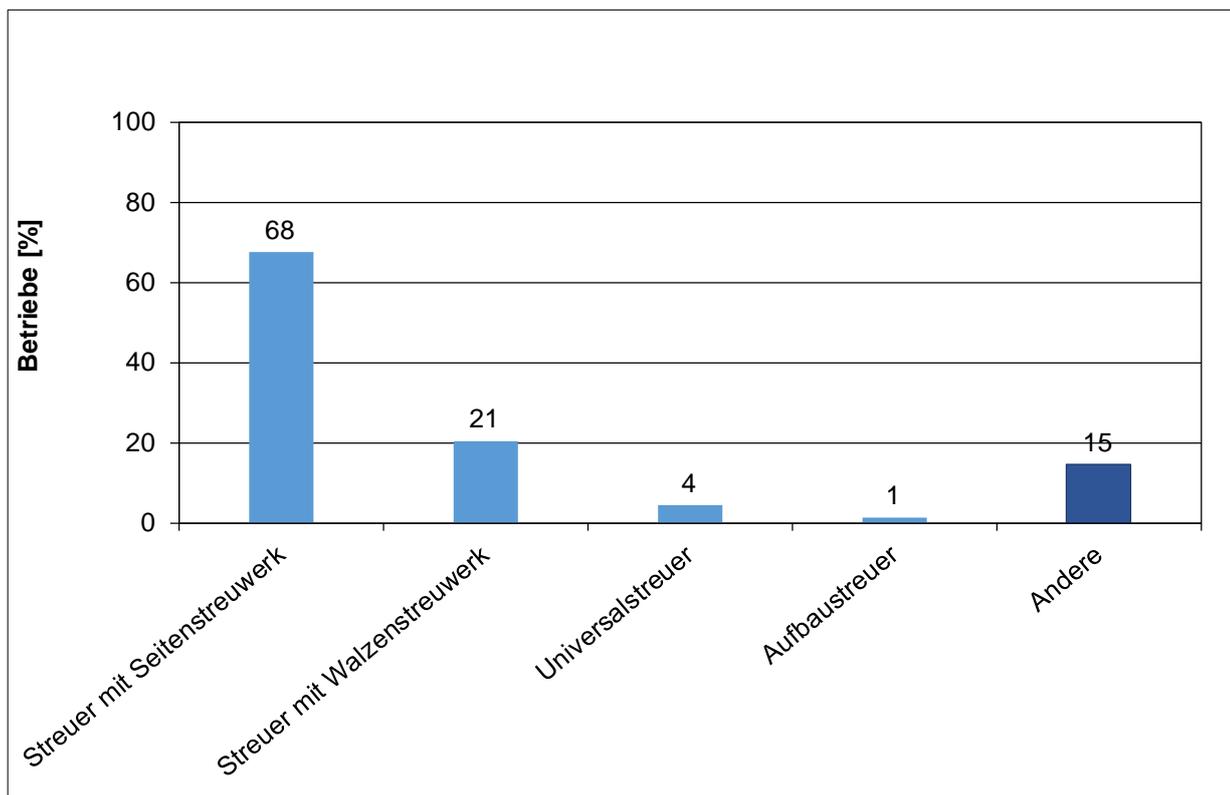


Abbildung 79: Mist/Kompoststreuer im Intensivobstbau (n = 68 Betriebe).

3.5.5 Hagelschutz

Zum Öffnen und Schliessen der Hagelschutznetze wird von 28 % ein Arbeitslift verwendet. 15 Produzenten nannten unter der Option «Andere» die Nutzung einer Hebebühne (Abbildung 80). Die häufigste Verschlussart der Hagelschutznetze erfolgt mittels Plakette (95 %).

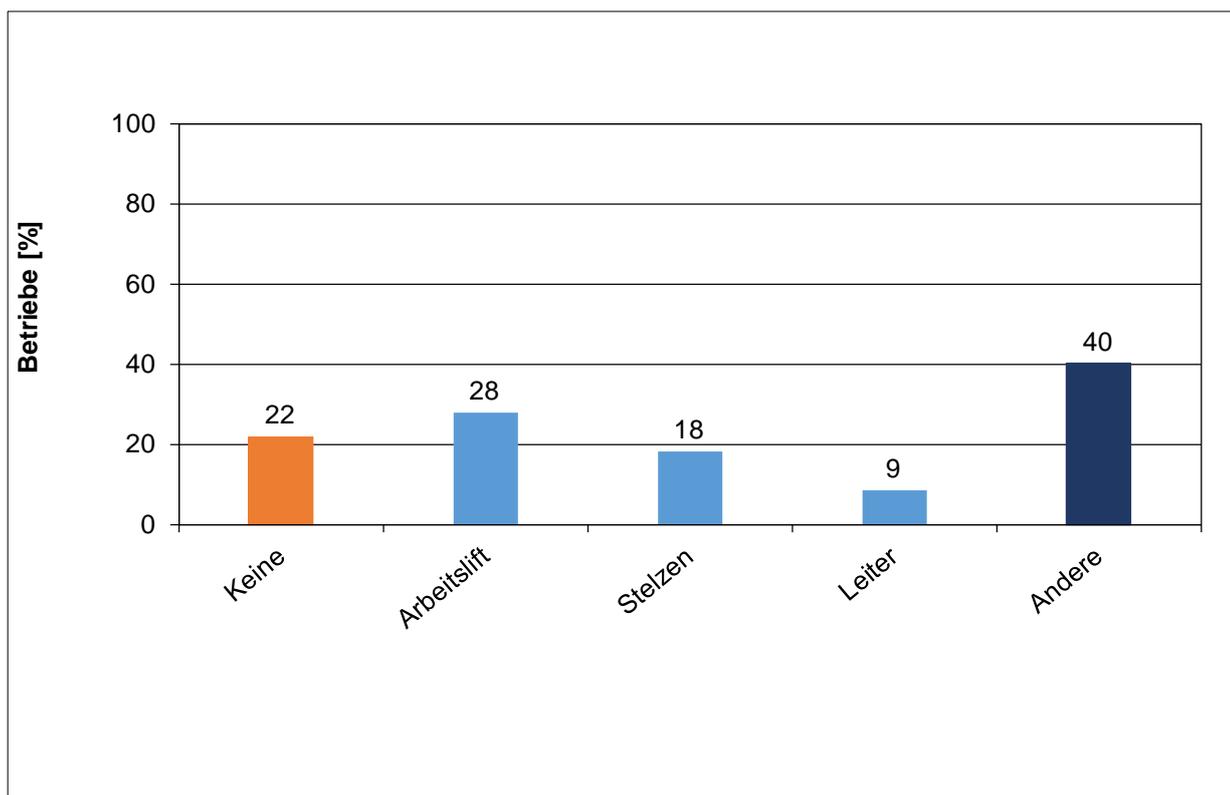


Abbildung 80: Verfahrenstechnik zum Öffnen und Schliessen der Hagelschutznetze im Intensivobstbau (n = 82 Betriebe).

3.5.6 Ernte

Die Ernte erfolgt direkt in Grosskisten (56 %) oder in umgehängte Pflückkisten (41 %). Die Grosskisten werden mit Traktor und Erntezug (53 %) oder mit Palettengabel am Traktor (50 %) aus der Parzelle transportiert. Das am Boden liegende Mostobst wird hauptsächlich von Hand (82 %) aufgesammelt.

3.6 Hochstammobstbau

Für den Hochstammobstbau lagen 256 auswertbare Rückmeldungen vor. Die unterschiedliche Stichprobengrösse pro Frage ergibt sich daraus, dass nicht alle Teilnehmenden jede Frage des Fragebogens beantwortet haben. Mehrfachnennungen waren möglich. Zusätzliche Detailinformationen über Arbeitsbreiten der eingesetzten Geräte etc. sind im Anhang dargestellt.

97 % der befragten Produzenten bauen Äpfel an. Über 70 % produzieren ausserdem Birnen, Zwetschgen und Kirschen. Auch Baumnüsse (51 %) und Quitten (28 %) sind Hochstammobstsorten, die häufig kultiviert werden (Abbildung 81).

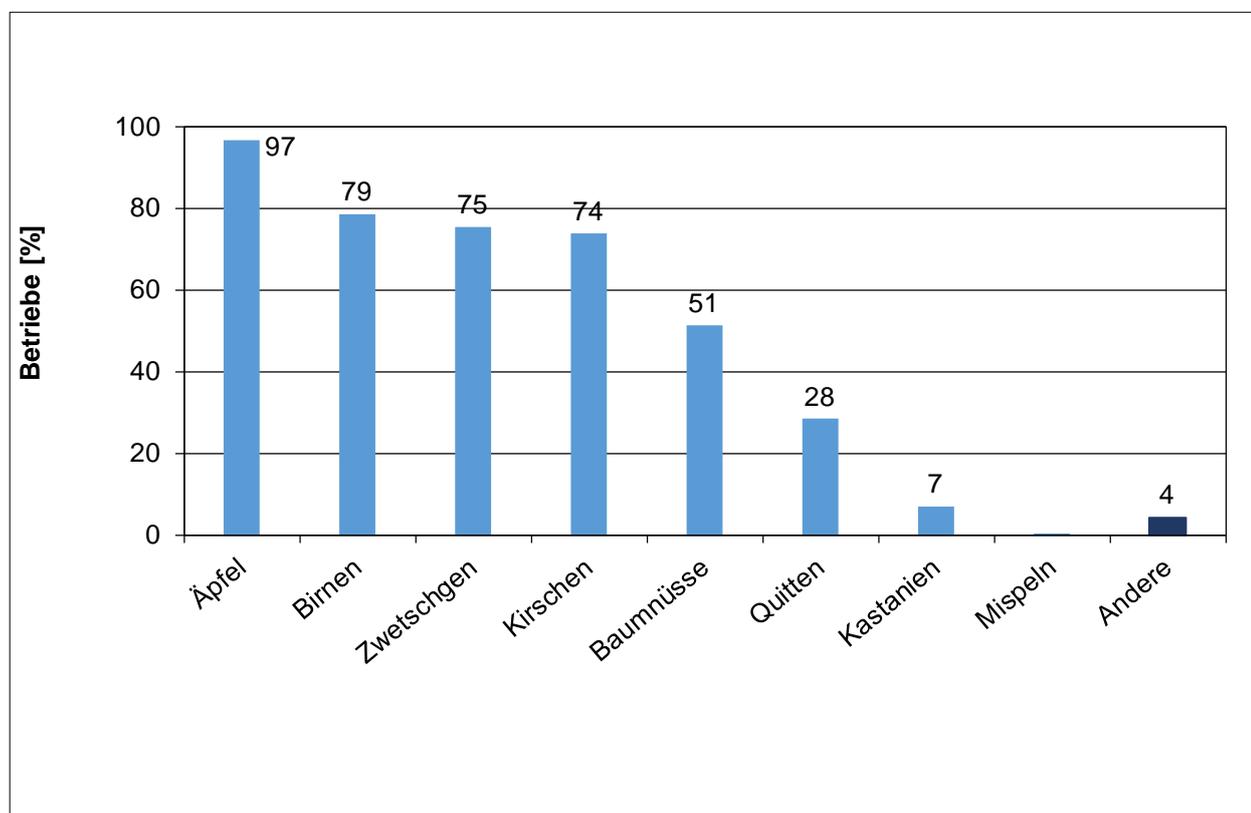


Abbildung 81: Angebaute Hochstammobstsorten (n = 253 Betriebe).

3.6.1 Pflege und Pflanzenschutz

Zur Baumpflege wird hauptsächlich (77 %) eine mechanische Astschere verwendet (Abbildung 82), Pflanzenschutzmassnahmen werden nur selten durchgeführt (Abbildung 83). 47 % der Betriebe stellen Fallen zur Mäusebekämpfung auf, 40 % führen keine Massnahmen zur Mäusebekämpfung durch (Abbildung 84).

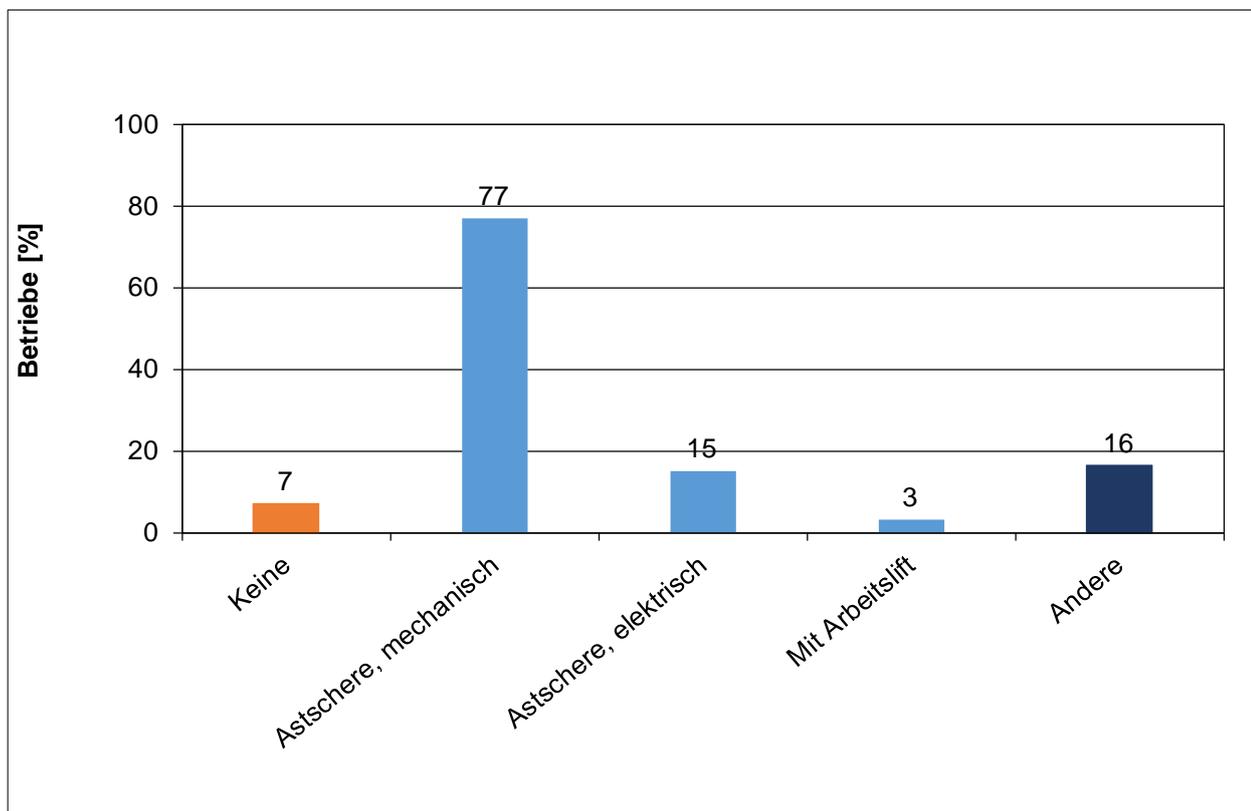


Abbildung 82: Verfahren zur Baumpflege im Hochstammobstbau (n = 249 Betriebe).

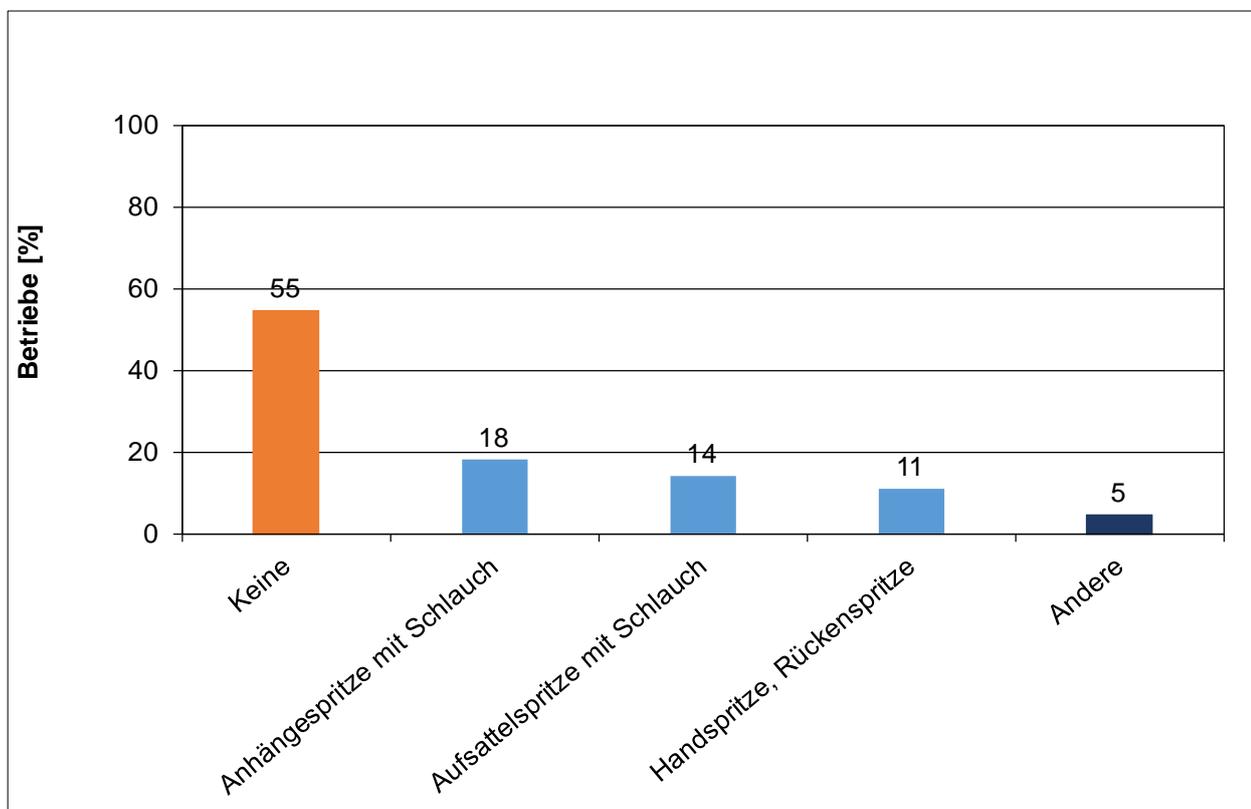


Abbildung 83: Geräte für den Pflanzenschutz im Hochstammobstbau (n = 254 Betriebe).

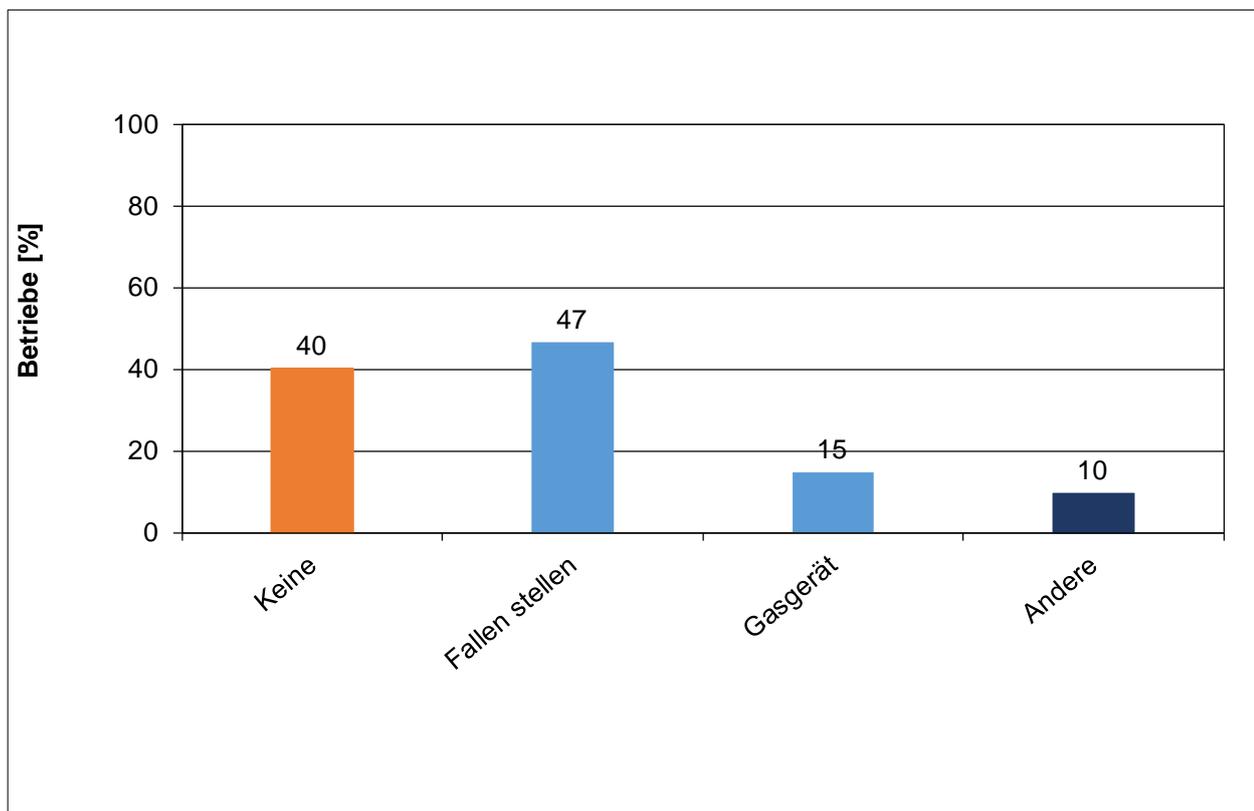


Abbildung 84: Verfahren zur Mäusebekämpfung im Hochstammobstbau (n = 255 Betriebe).

3.6.2 Düngung, Bewirtschaftung und Ernte

Die Düngung erfolgt entweder mit Gülle (53 %) oder mit Mist (41 %). 30 % der Teilnehmenden düngen die Hochstammobst-Parzellen nicht (Abbildung 85).

Die Obstparzellen können auf verschiedene Arten zusätzlich bewirtschaftet werden. 80 % nutzen das Grasland zur Beweidung mit Vieh, hauptsächlich mit Rindern. Auch das Heuen (76 %), Silieren (52 %) oder Eingrasen (36 %) sind verbreitete Bewirtschaftungsmassnahmen des Graslandes (Abbildung 86).

Das Mostobst wird hauptsächlich von Hand aufgelesen (Abbildung 87) und anschliessend in Harassen (55 %) oder lose im Anhänger (31 %) transportiert (Abbildung 88). Betriebe, die zusätzlich auch Tafelobst ernten, pflücken das Obst von einer Leiter aus vom Baum (63 %). Jedoch ernten 36 % der antwortenden Betriebe kein Tafelobst (Abbildung 89).

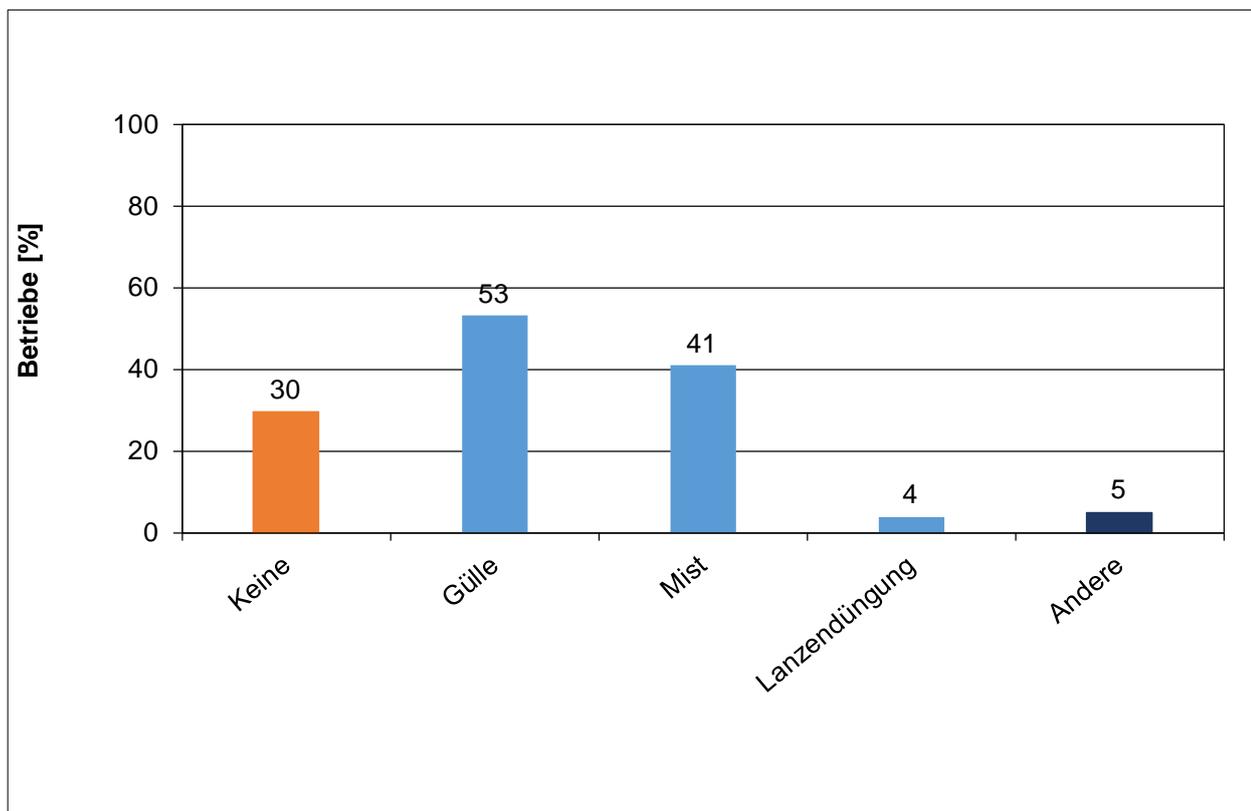


Abbildung 85: Düngung im Hochstammobstbau (n = 254 Betriebe).

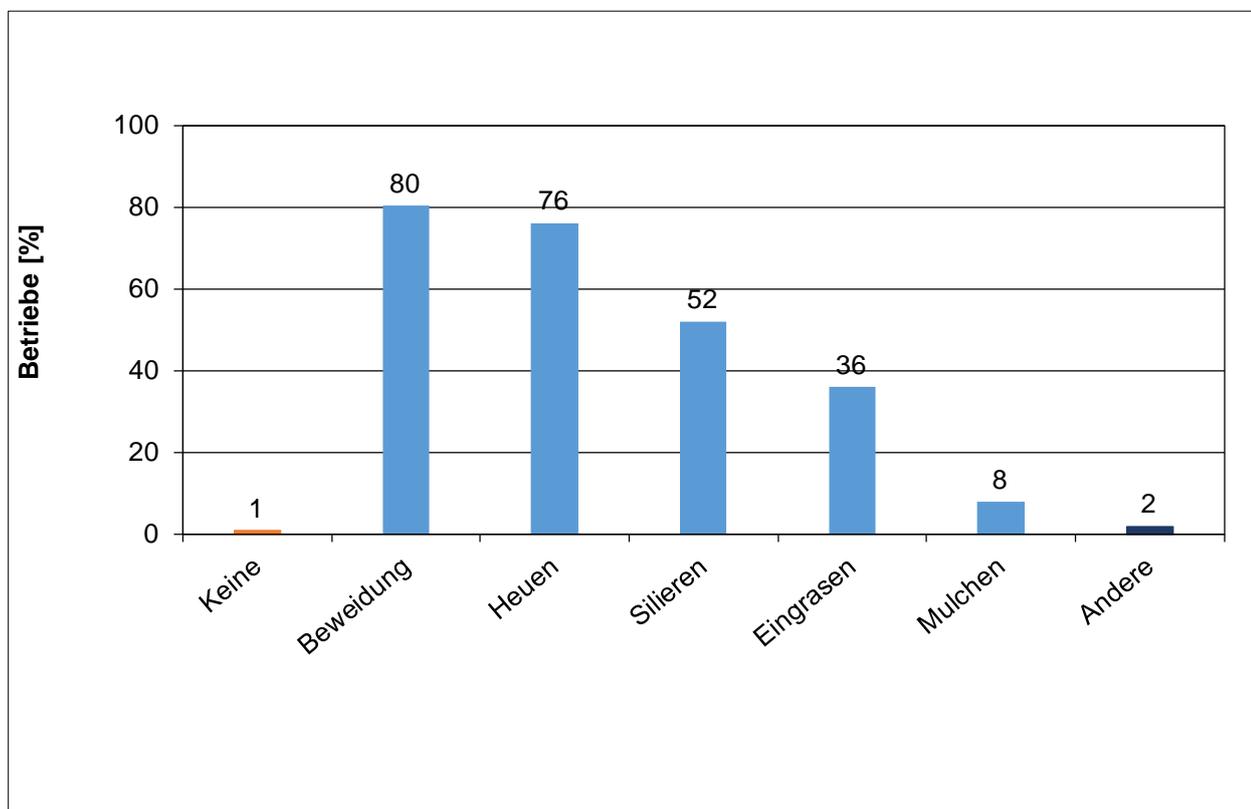


Abbildung 86: Bewirtschaftung der Parzellen im Hochstammobstbau (n = 256 Betriebe).

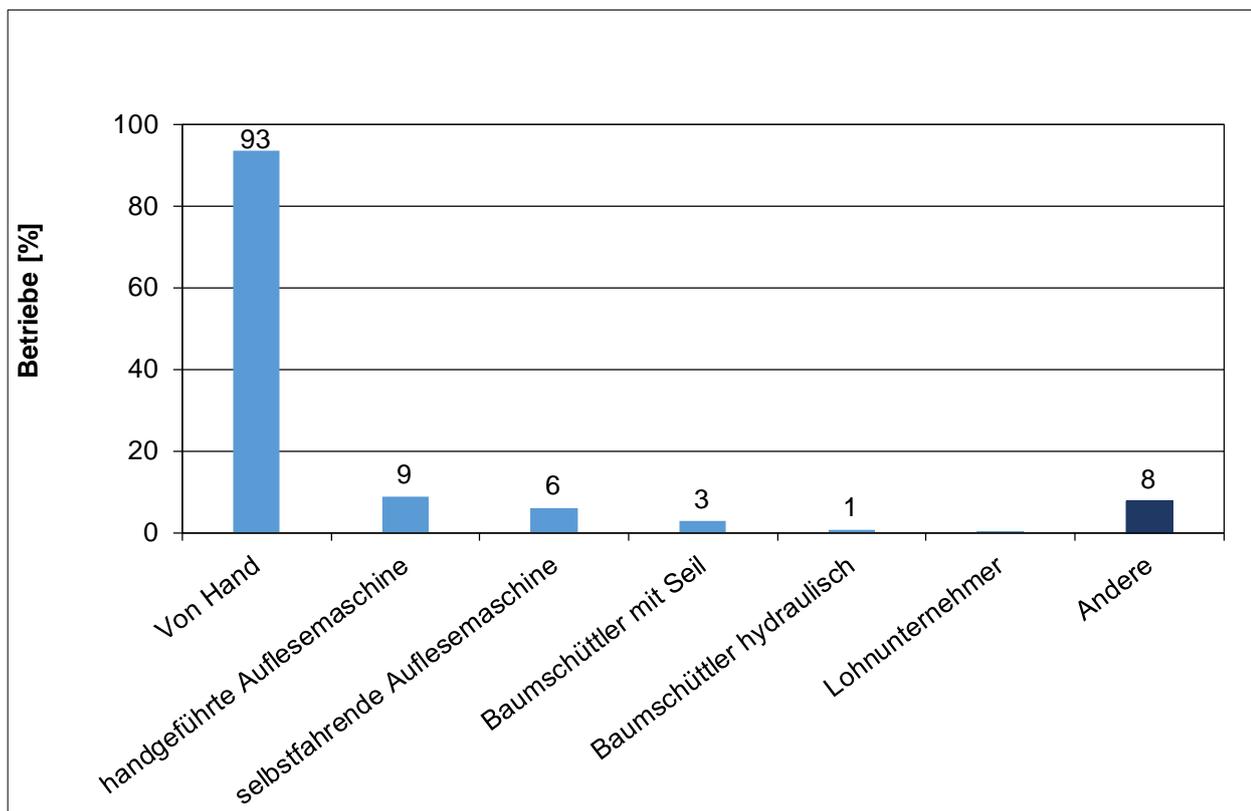


Abbildung 87: Verfahren zur Mostobsternte im Hochstammobstbau (n = 245 Betriebe).

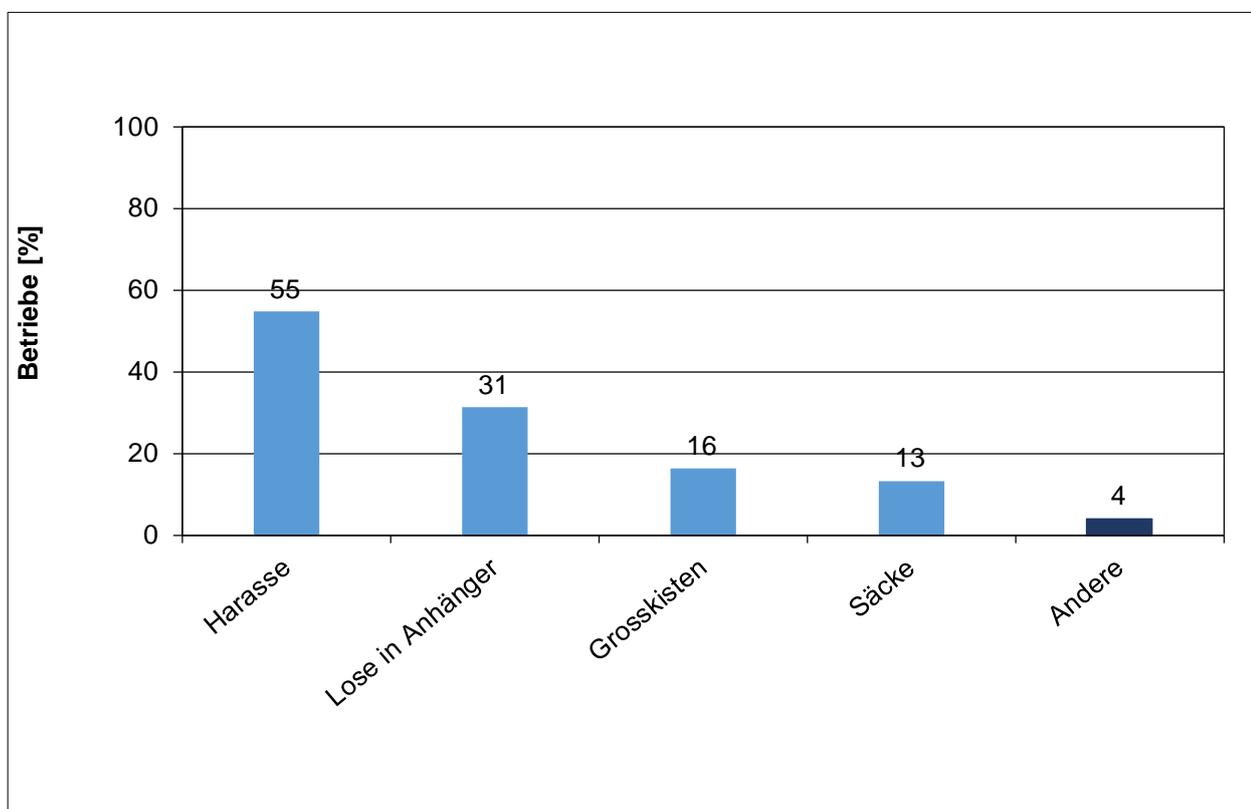


Abbildung 88: Transportverfahren für Mostobst im Hochstammobstbau (n = 239 Betriebe).

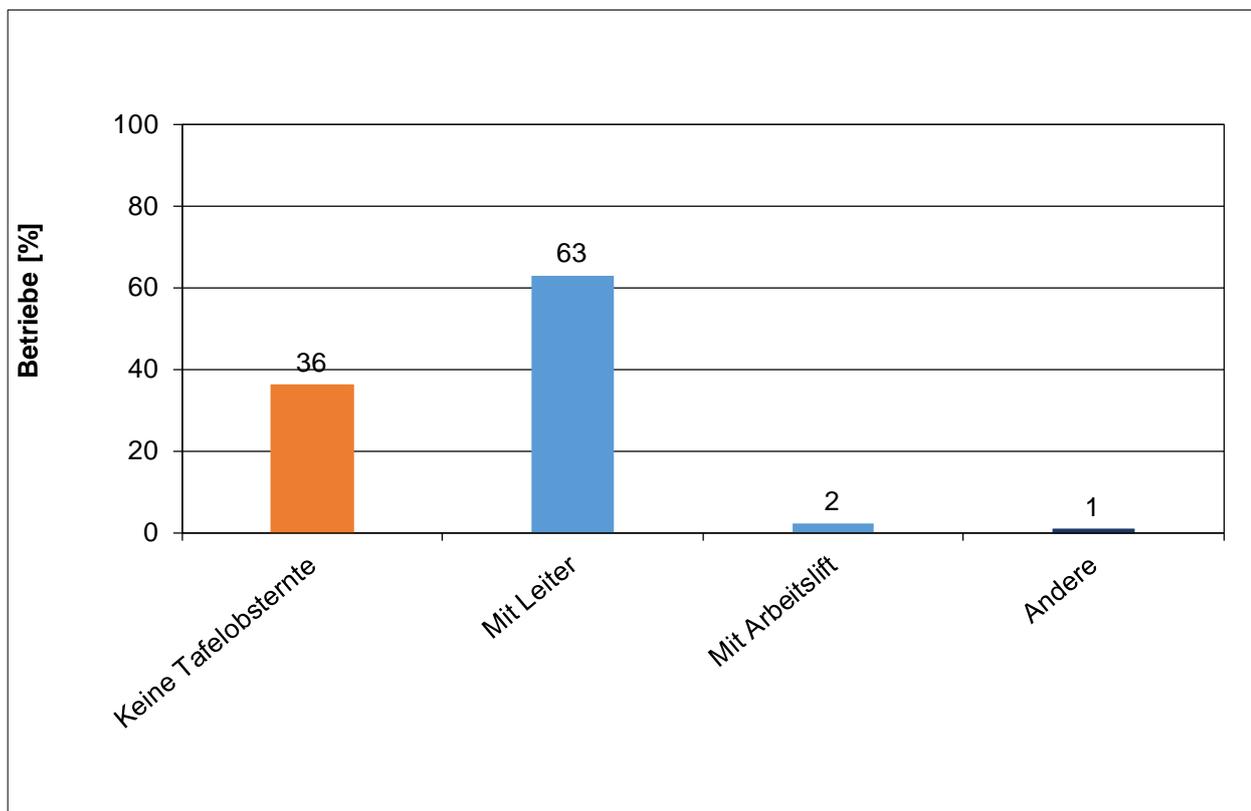


Abbildung 89: Geräte zur Tafelobsternte im Hochstammobstbau (n = 254 Betriebe).

3.7 Erdbeeranbau

Für die Umfrage wurde der Erdbeeranbau aufgrund der kulturspezifischen Bewirtschaftung als eigenständiger Betriebszweig definiert.

Insgesamt konnten 72 Rückmeldungen zum Erdbeeranbau ausgewertet werden. Die unterschiedliche Stichprobengrösse pro Frage ergibt sich daraus, dass nicht alle Teilnehmenden jede Frage des Fragebogens beantwortet haben. Mehrfachnennungen waren möglich. Zusätzliche Detailinformationen über Arbeitsbreiten der eingesetzten Geräte etc. sind im Anhang dargestellt.

3.7.1 Arbeiten durch Dritte und Bodenbearbeitung

Die häufigste Arbeit, die an Dritte abgegeben wird, ist die Düngung mit Mist (26 %) (Abbildung 90). Mehr als die Hälfte der Betriebe (53 %) gibt jedoch keine Arbeiten an Dritte ab, wie sie unter der Antwort «Andere» vermerkt haben.

Zur Grundbodenbearbeitung wird hauptsächlich der Pflug (87 %) oder der Grubber mit Nachläufer (51 %) genutzt. 20 % verwenden eine Spatenmaschine (Abbildung 91). Die entsprechenden Arbeitsbreiten der Geräte sind in Anhang 43 aufgeführt.

74 % der Produzenten setzen zur Bodenbearbeitung die Kreiselegge ein, häufig mit einer Arbeitsbreite von 3 m (Anhang 44), 36 % nutzen die angebaute Federzinkenegge und 25 % die Bodenfräse (Abbildung 92).

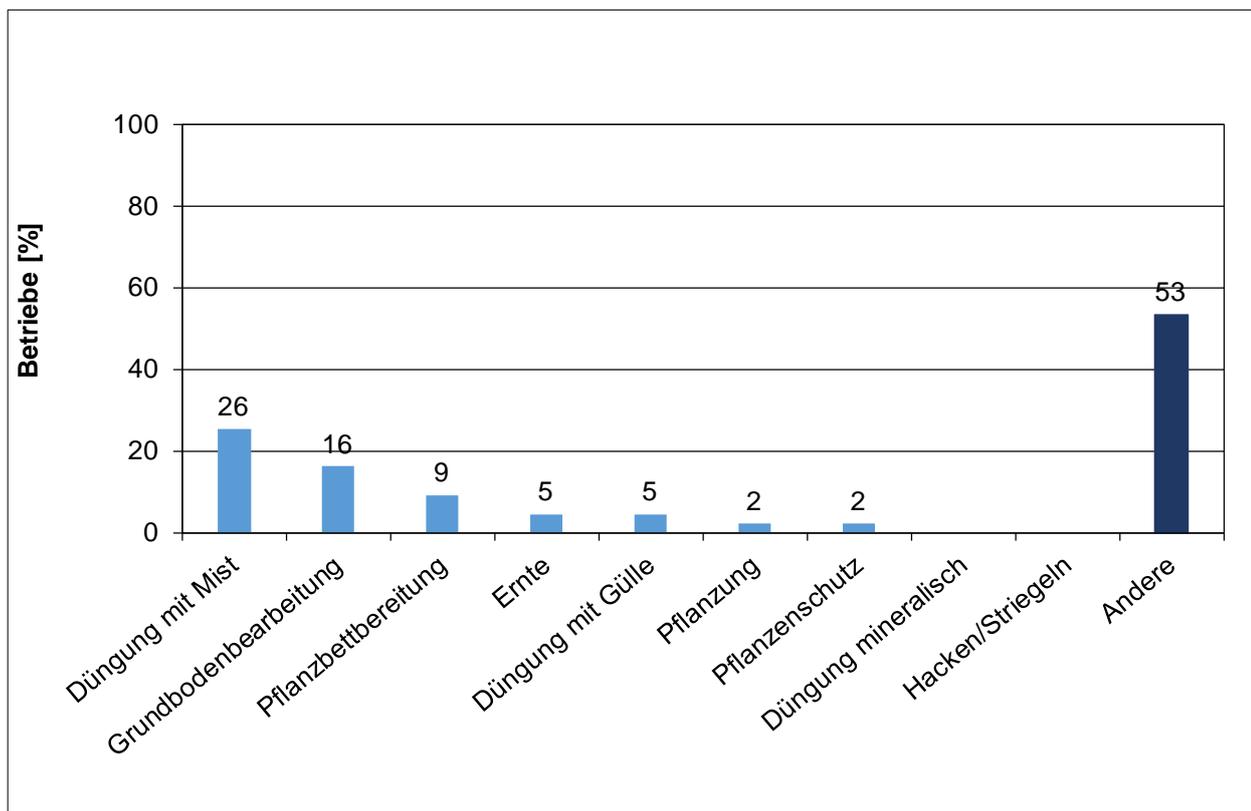


Abbildung 90: Arbeiten, die im Erdbeeranbau an Dritte (z. B. Lohnunternehmer) abgegeben werden (n = 43 Betriebe).

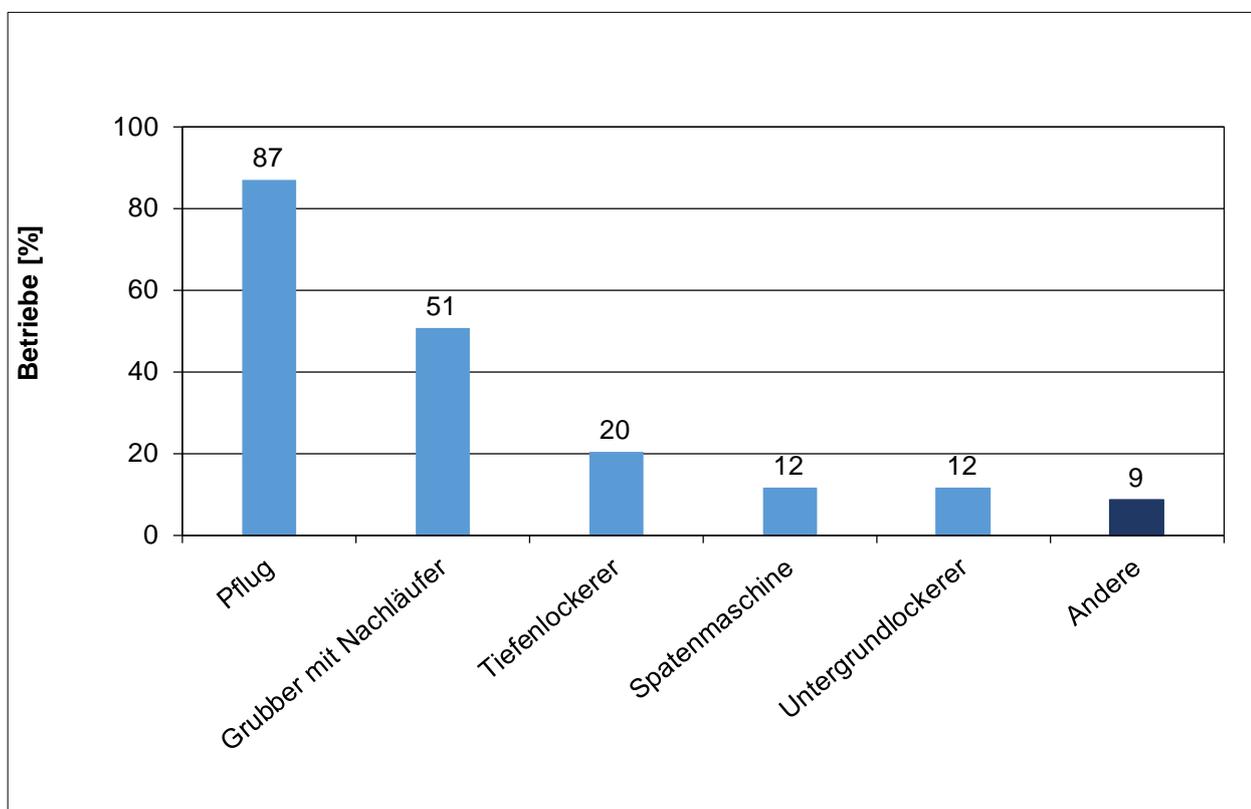


Abbildung 91: Geräte zur Grundbodenbearbeitung im Erdbeeranbau (n = 69 Betriebe).

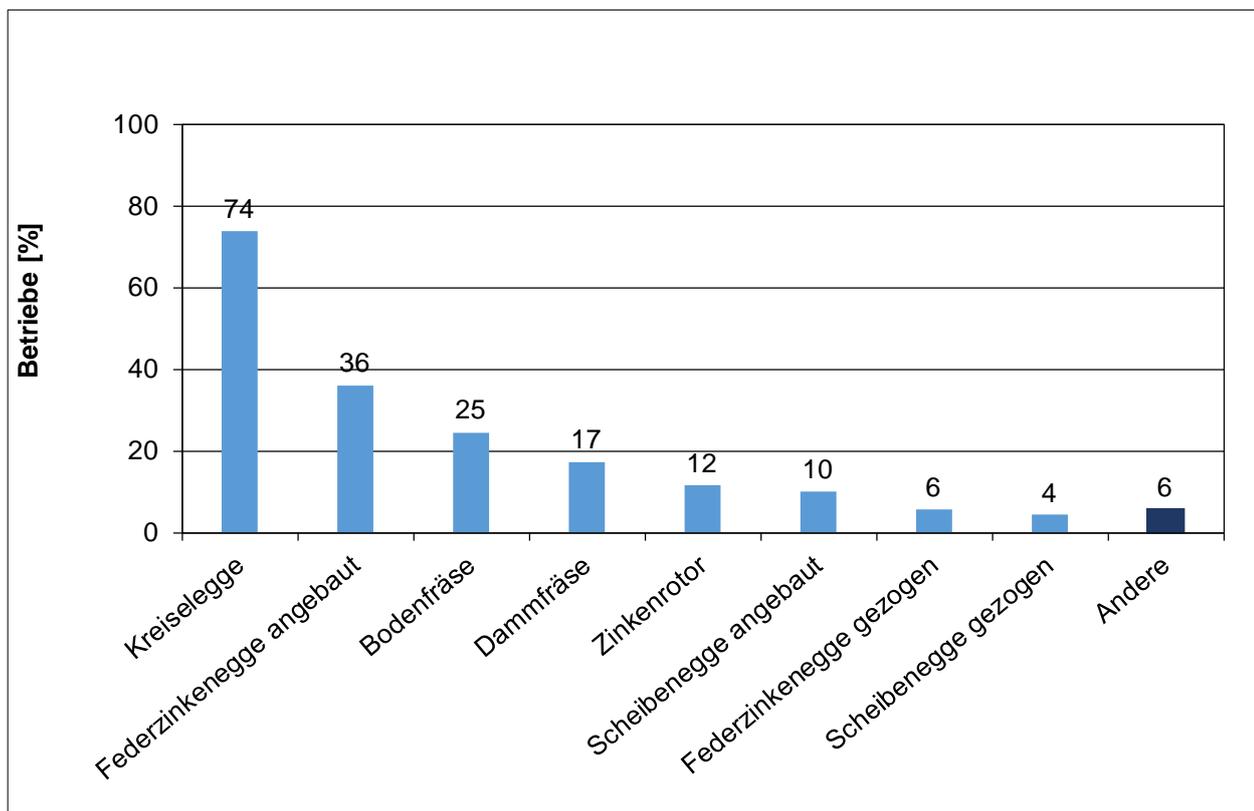


Abbildung 92: Geräte zur Bodenbearbeitung im Erdbeeranbau (n = 69 Betriebe).

3.7.2 Pflanzung, Pflege und Pflanzenschutz

Die Pflanzung erfolgt bei 70 % der Befragten manuell und bei 37 % maschinell. Folien oder Vliese für die Kultivierung von Erdbeeren werden entweder mit Folienlegegeräten (50 %) oder von Hand (33 %) verlegt (Abbildung 93). Häufig verwenden die Produzenten weisses Vlies (62 %) bzw. schwarze Abdeckfolie (33 %) (Abbildung 94).

Zum Hacken/Striegeln ist häufig das Reihenhackgerät oder die Reihenfräse im Einsatz, wobei die Arbeitsbreiten variieren (Anhang 45). 36 % der Betriebe hacken und striegeln nicht, wie sie unter der Antwort «Andere» vermerkt haben (Abbildung 95).

Für den Pflanzenschutz verwenden 78 % der Befragten eine angebaute Feldspritze, meist mit Arbeitsbreiten von 12 oder 15 m (Abbildung 96). Andere weniger gebräuchliche Verfahren sind in Tabelle 8 dargestellt.

Zum Abmähen der 2-jährigen Kulturen ist das Schlegelmulchgerät mit 51 % am häufigsten genannt worden (Abbildung 97). Unter «Andere» wurde auch der Rasen- und Motormäher häufig vermerkt.

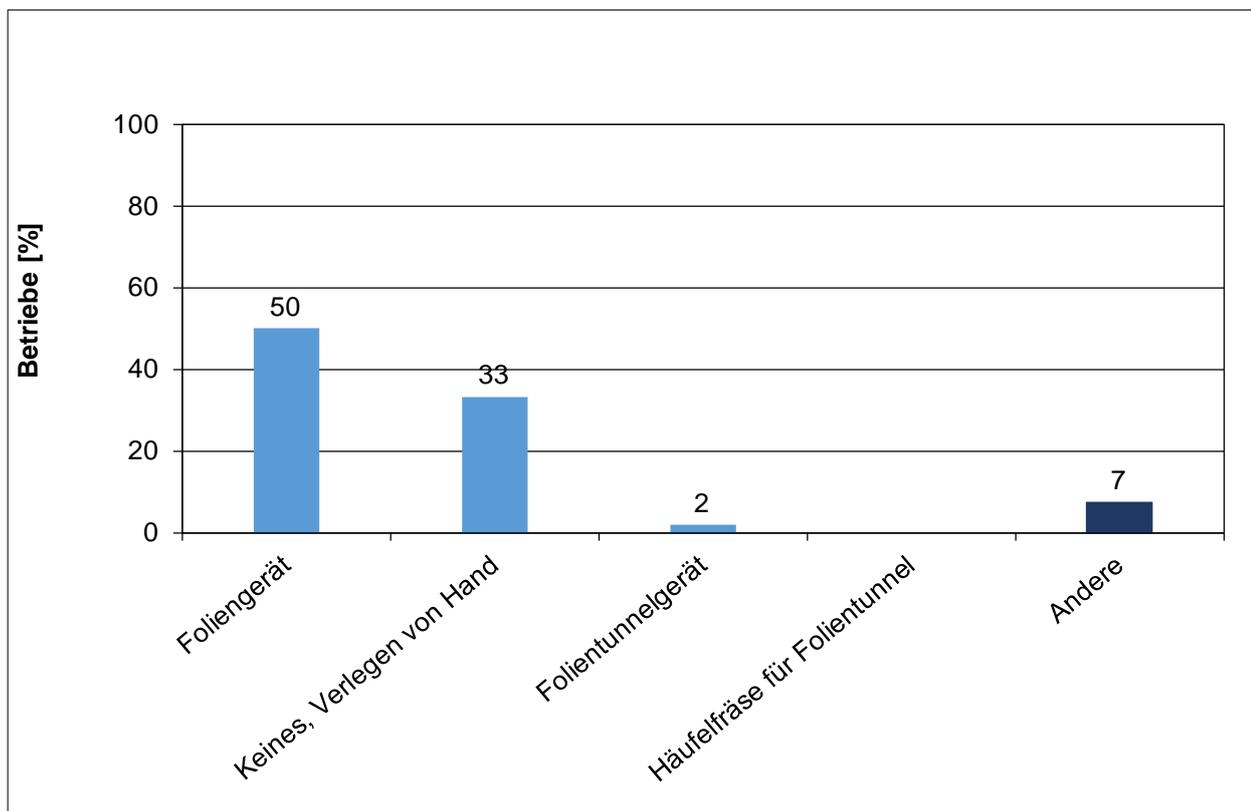


Abbildung 93: Verfahren zum Verlegen von Folie/Vlies im Erdbeeranbau (n = 54 Betriebe).

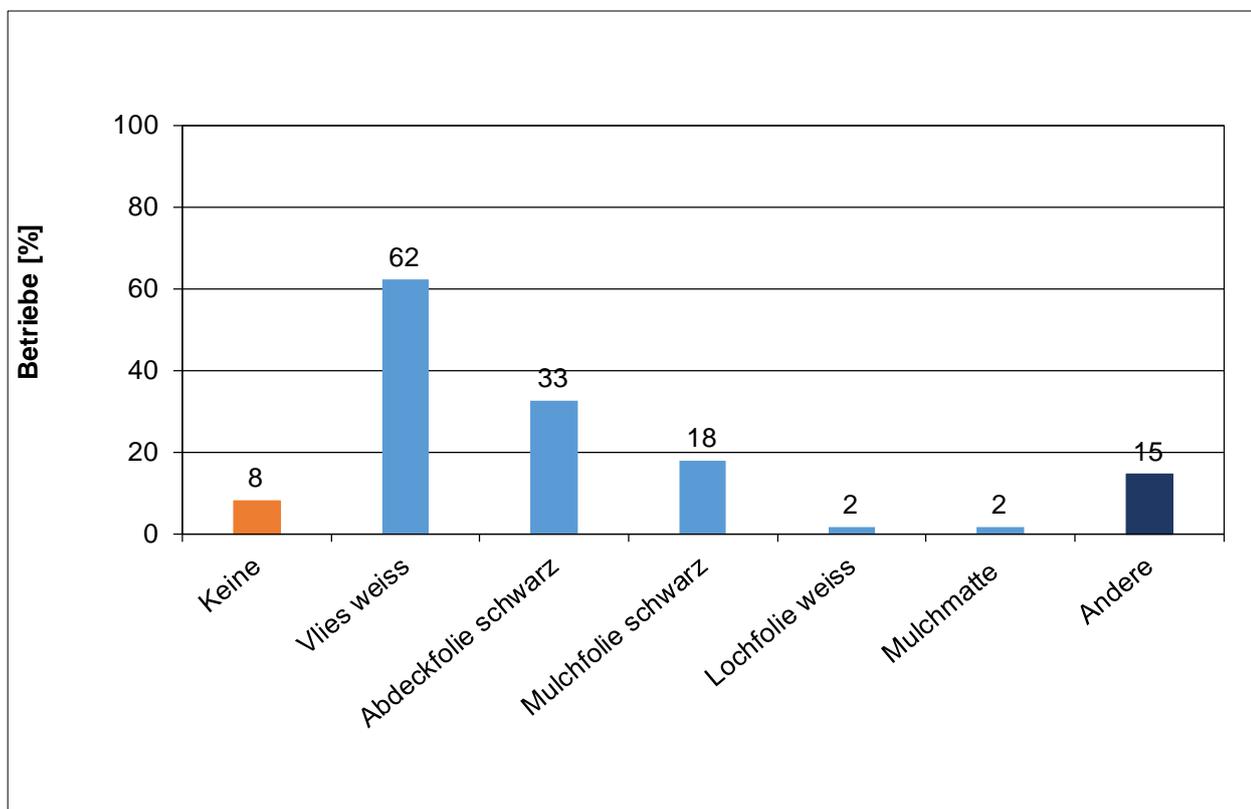


Abbildung 94: Material für Folie/Vlies im Erdbeeranbau (n = 61 Betriebe).

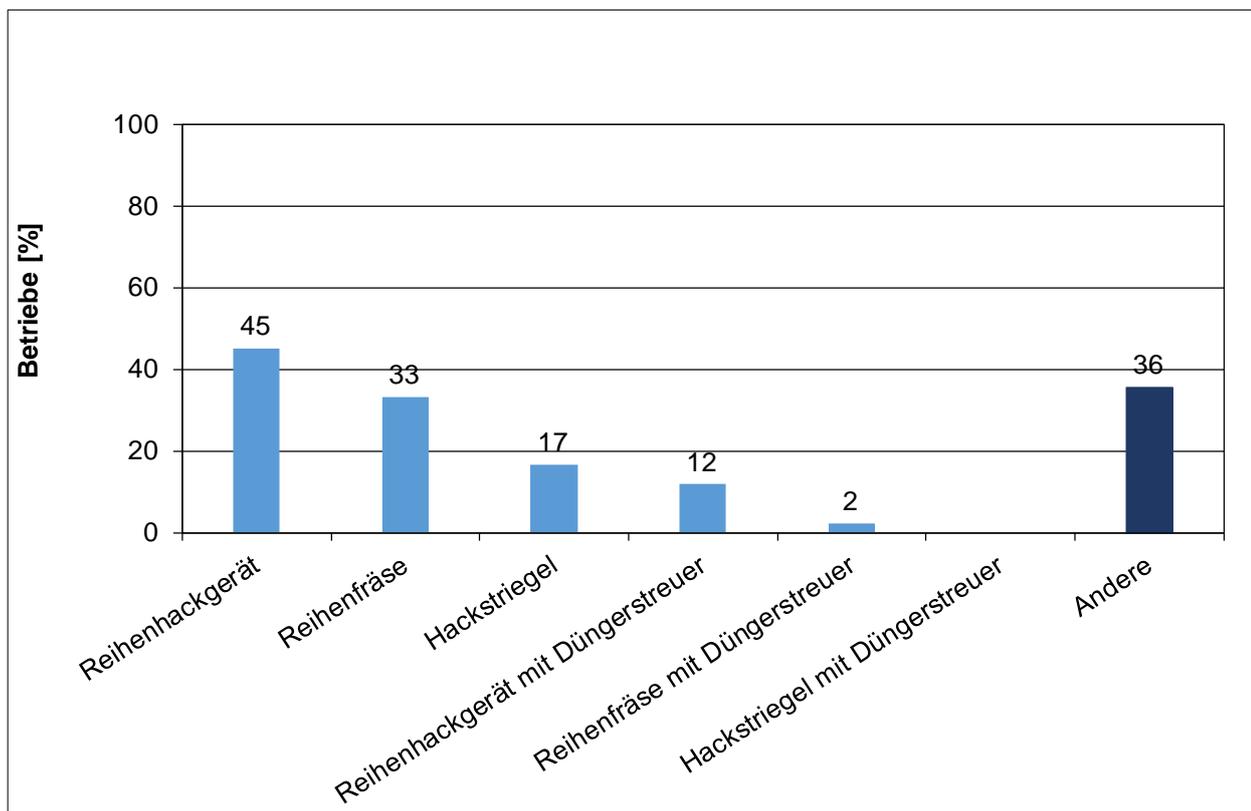


Abbildung 95: Geräte zum Hacken/Striegeln im Erdbeeranbau (n = 42 Betriebe).

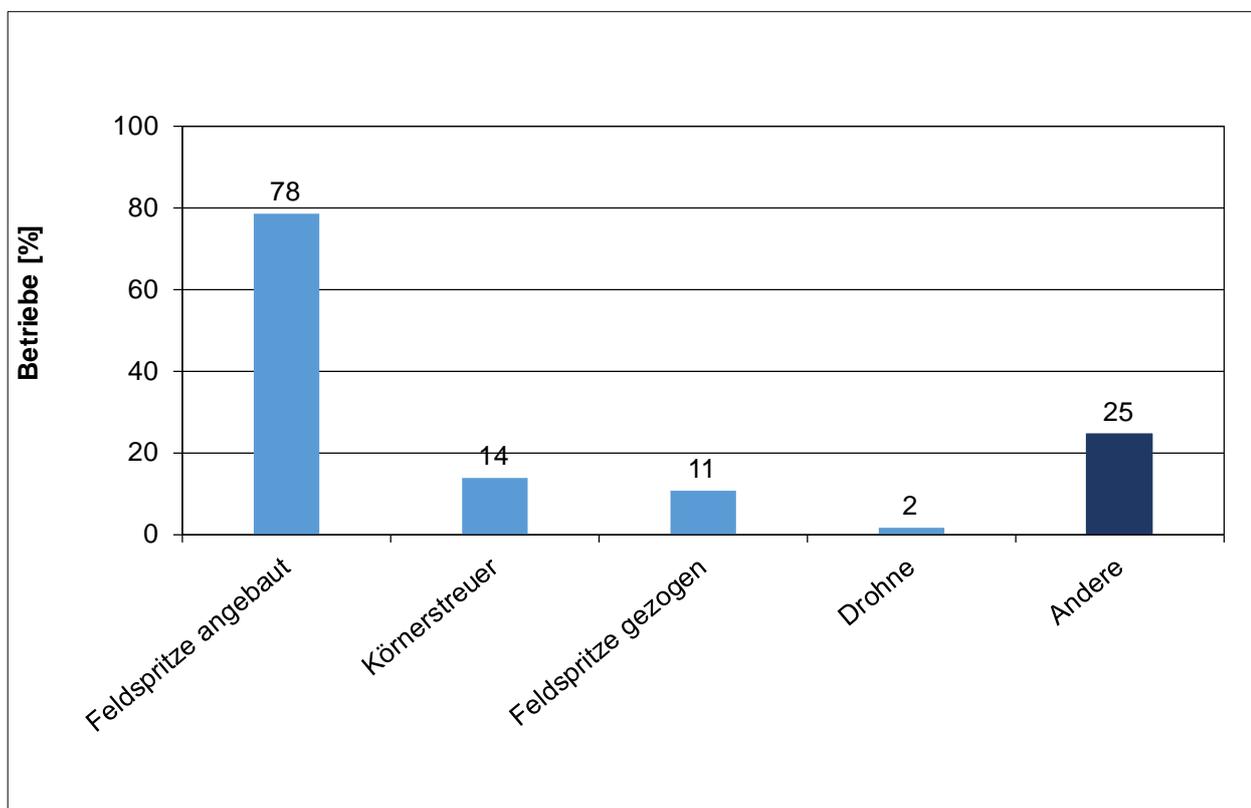


Abbildung 96: Geräte für den Pflanzenschutz im Erdbeeranbau (n = 65 Betriebe).

Tabelle 8. Geräte, die unter der Antwort «Andere» für den Pflanzenschutz im Erdbeeranbau genannt wurden.

Antwort	Teilnehmende
Rückenspritze	5
Manuell	2
Bestäuber, Rücken	1
Raupe	1
Erdbeerspritze unter Blattbalken	1
Feldspritze, Selbstfahr-Gebläse	1
Frontbalken	1
Spezialbalken, 9 Reihen	1

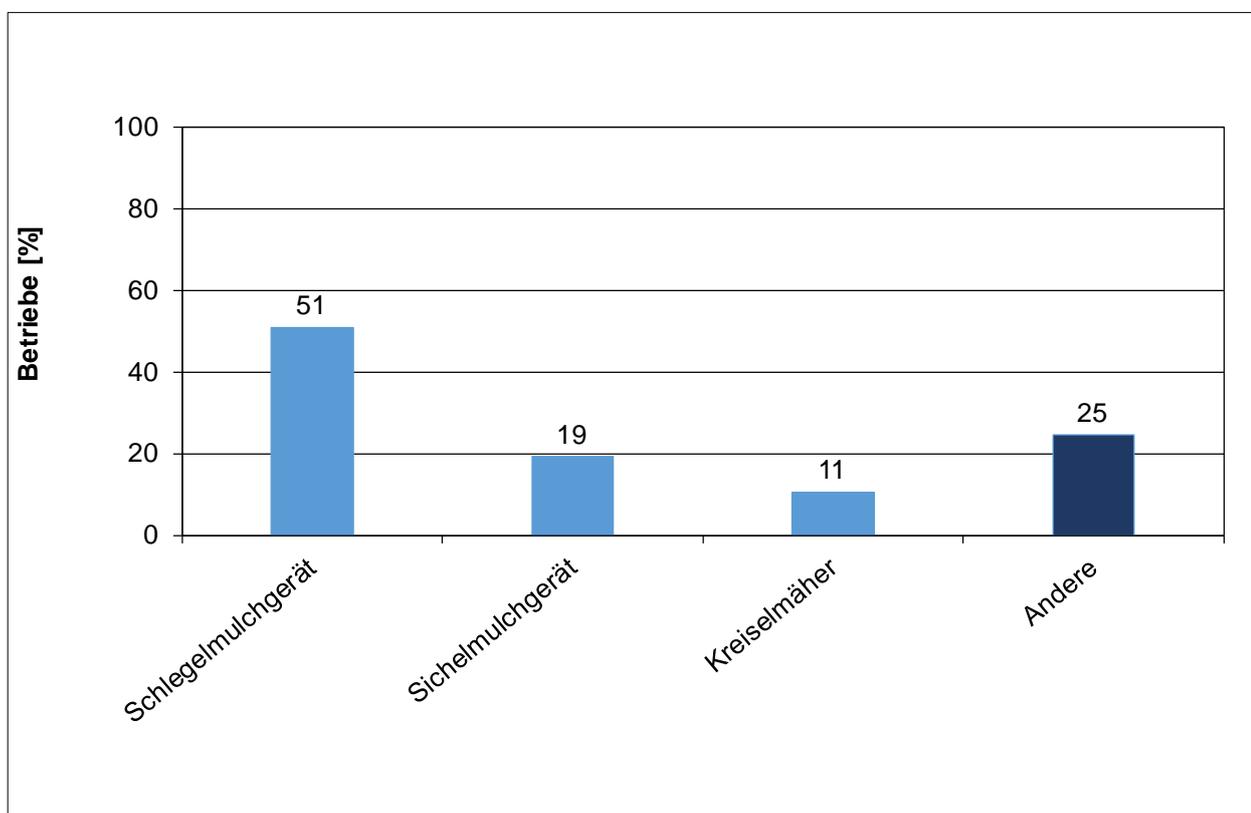


Abbildung 97: Geräte zum Abmähen der 2-jährigen Kulturen im Erdbeeranbau (n = 57 Betriebe).

3.7.3 Düngung: mineralisch, Mist/Kompost, Gülle

79 % der Befragten wenden zur mineralischen Düngung im Erdbeeranbau den angebauten Schleuderstreuer an; häufige Arbeitsbreiten sind 12 m und 15 m (Anhang 46). Andere Geräte kommen nur selten zum Einsatz (Abbildung 98). Bei der Düngung mit Mist/Kompost findet der Streuer mit Walzenstreuwerk bei 67 % der Produzenten im Erdbeeranbau Anwendung (Abbildung 99). Die Arbeitsbreiten sind in Anhang 47 aufgeführt.

Gülle wird mit dem Güllefass (73 %) ausgebracht. Dabei nutzen 72 % der Befragten ein Vakuumfass und 31 % ein Pumpfass. Teilweise wird die Gülle auch per Verschlauchung ab Hof (30 %) oder Feldrand

(21 %) ausgebracht (Abbildung 100). Verbreitete Verteiltechnik sind Schleppschlauch (65 %) oder Prallteller (35 %).

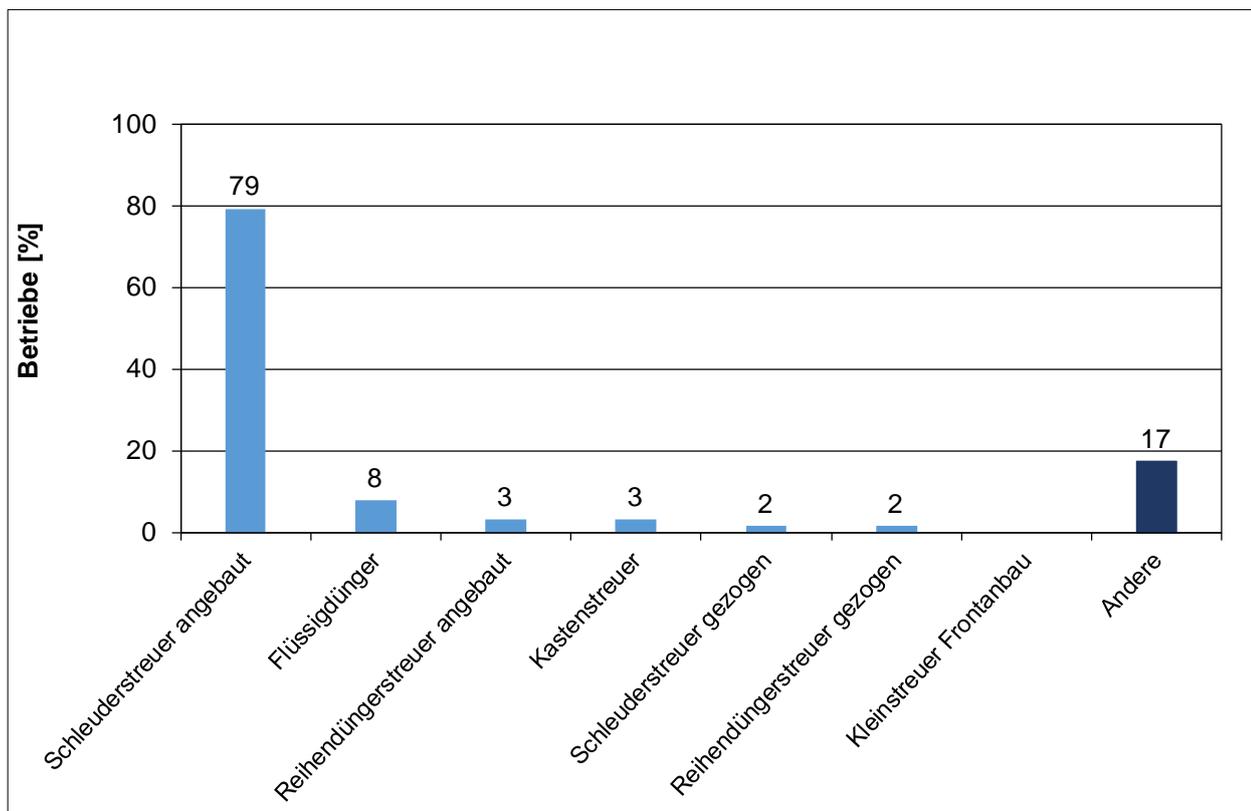


Abbildung 98: Düngerstreuer im Erdbeeranbau (n = 63 Betriebe).

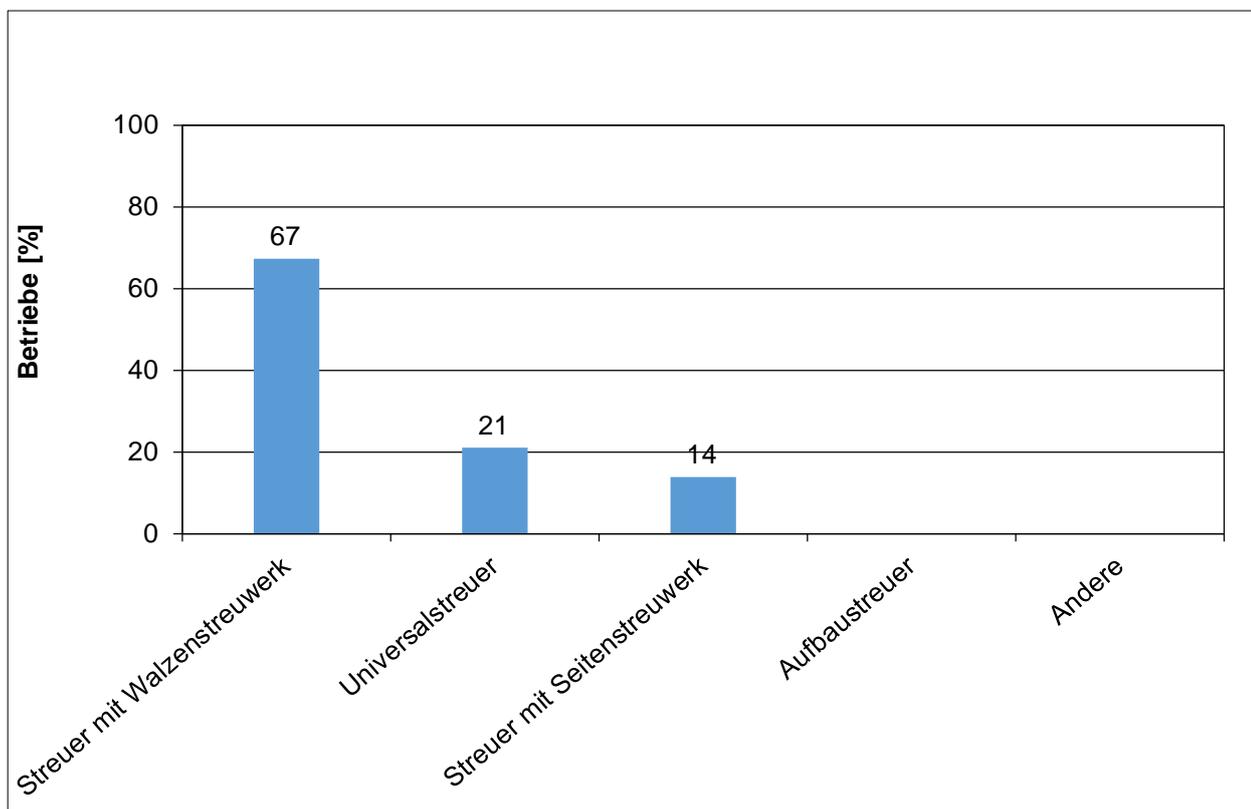


Abbildung 99: Mist/Kompoststreuer im Erdbeeranbau (n = 43 Betriebe).

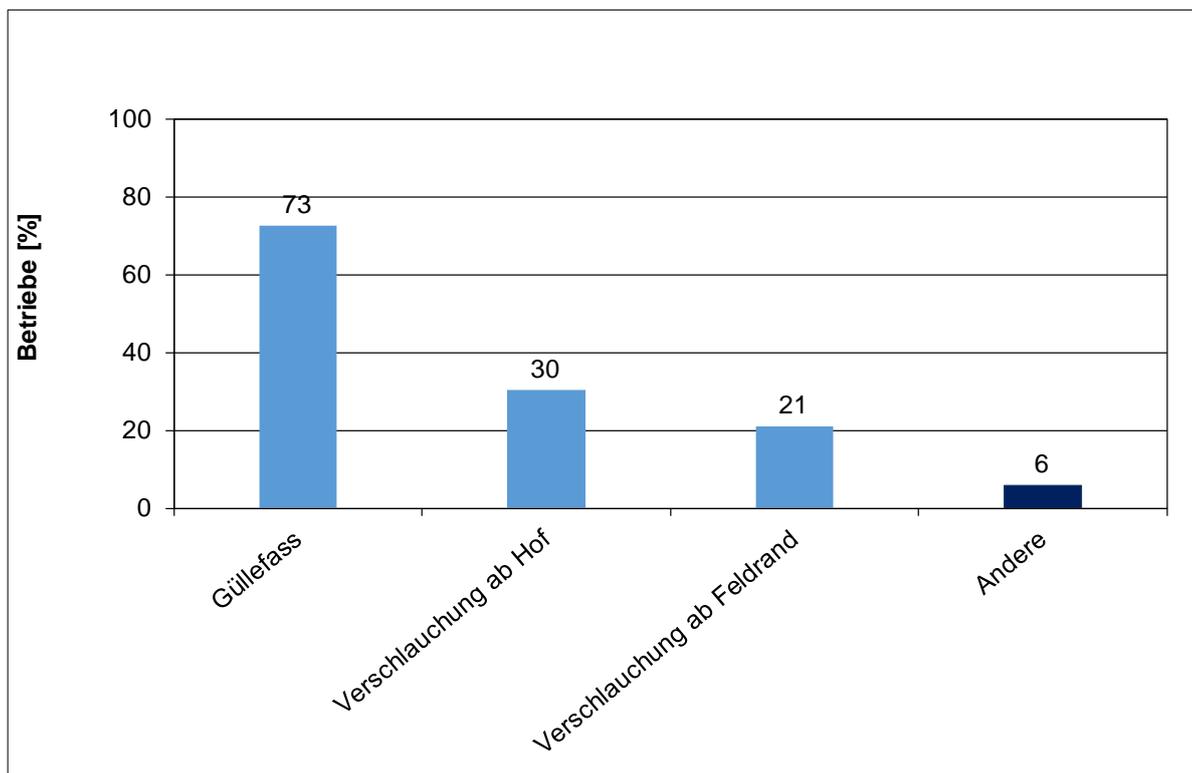


Abbildung 100: Verfahren zur Gülleausbringung im Erdbeeranbau (n = 33 Betriebe).

3.7.4 Bewässerung

Im Erdbeeranbau ist die zusätzliche Bewässerung gängige Praxis, um das Pflanzen- und Fruchtwachstum zu begünstigen. Die Verteilung erfolgt bei 67 % der Befragten per Tropfbewässerung. Weitere 33 % nutzen Rohrberegnung und weitere 25 % Trommelberegnung mit Regner (Abbildung 101). Das Wasser wird von 49 % ab Hydrant bezogen, unter «Andere» wurde häufig auch «aus Grundwasser genannt».

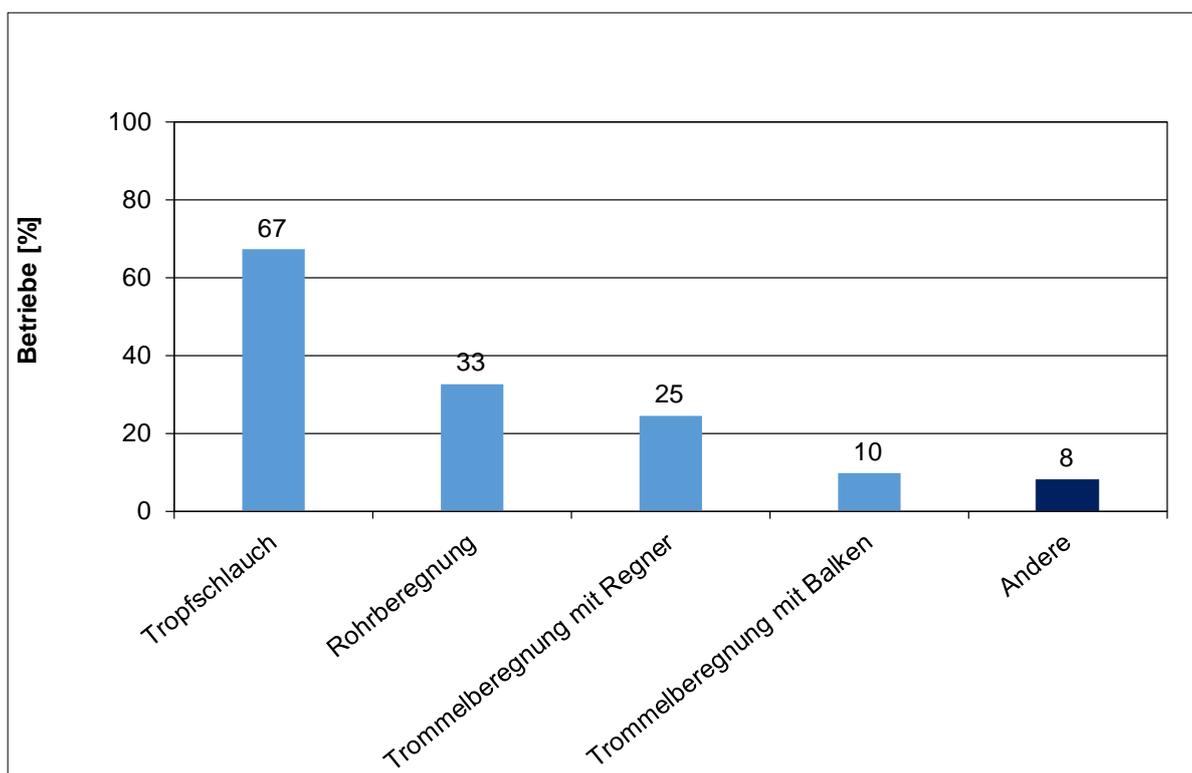


Abbildung 101: Verteiltechniken für die Bewässerung im Erdbeeranbau (n = 61 Betriebe).

3.7.5 Strohausbringung und Ernte

Als Stroh wird sowohl Langstroh (56 %) als auch Häckselstroh (45 %) verwendet. Die Ausbringung erfolgt mittels Ballenfräse (43 %) und Miststreuer (19 %). 40 % der Betriebe bringen das Stroh auch von Hand aus, wie sie unter der Antwort «Andere» vermerkt haben.

Zur Ernte der Früchte verwenden 53 % der Betriebe einen Wagentyp ohne Antrieb, 42 % nutzen jedoch keinen Erntewagen (Abbildung 102).

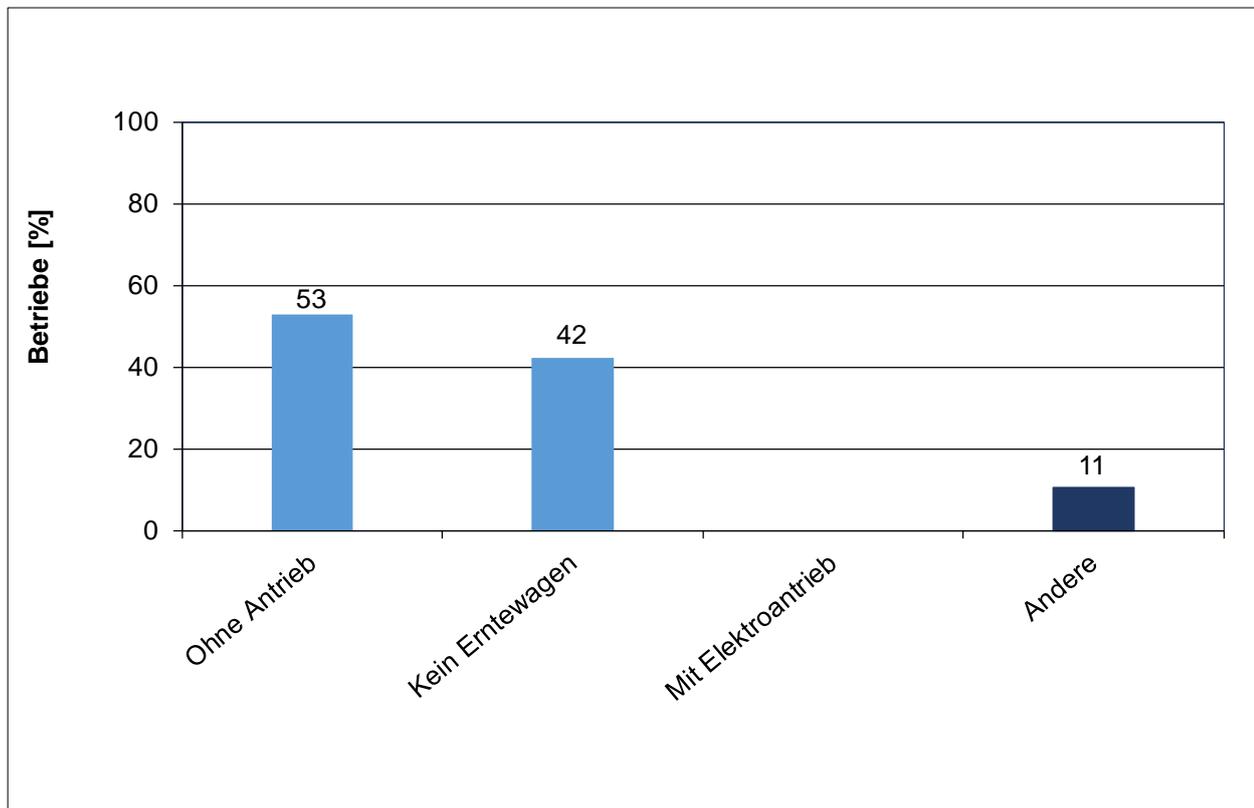


Abbildung 102: Verwendeter Wagentyp für die Erdbeerernte (n = 66 Betriebe).

3.8 Strauchbeeren

Insgesamt 50 Rückmeldungen standen für die Auswertung im Betriebszweig Strauchbeeren zur Verfügung. Die unterschiedliche Stichprobengrösse pro Frage ergibt sich daraus, dass nicht alle Teilnehmenden jede Frage des Fragebogens beantwortet haben. Mehrfachnennungen waren möglich. Zusätzliche Detailinformationen über Arbeitsbreiten der eingesetzten Geräte etc. sind im Anhang dargestellt.

3.8.1 Anlage und Bewirtschaftung

Im Betriebszweig Strauchbeeren produzieren 64 % der Befragten Himbeeren (Abbildung 103). Mehr als 40 % der Betriebe bauen Brombeeren, Johannisbeeren und Heidelbeeren an. Die meisten Kulturen werden als Tafelbeeren vermarktet. Lediglich im Anbau von Aronia ist der Anteil an Verarbeitungsbeeren im Schnitt höher als der Anteil an Tafelbeeren (Abbildung 104).

Die meisten Produzenten verwenden Drahtanlagen, auch Regendächer, Hagelnetze und Hecken gehören häufig zur Ausstattung der Anlage (Abbildung 105). Für die Wildabwehr nutzen 41 % der Befragten keine Einrichtungen. Fast genauso viele (39 %) hingegen setzen feste Zäune zur Wildabwehr ein (41 %) (Abbildung 106).

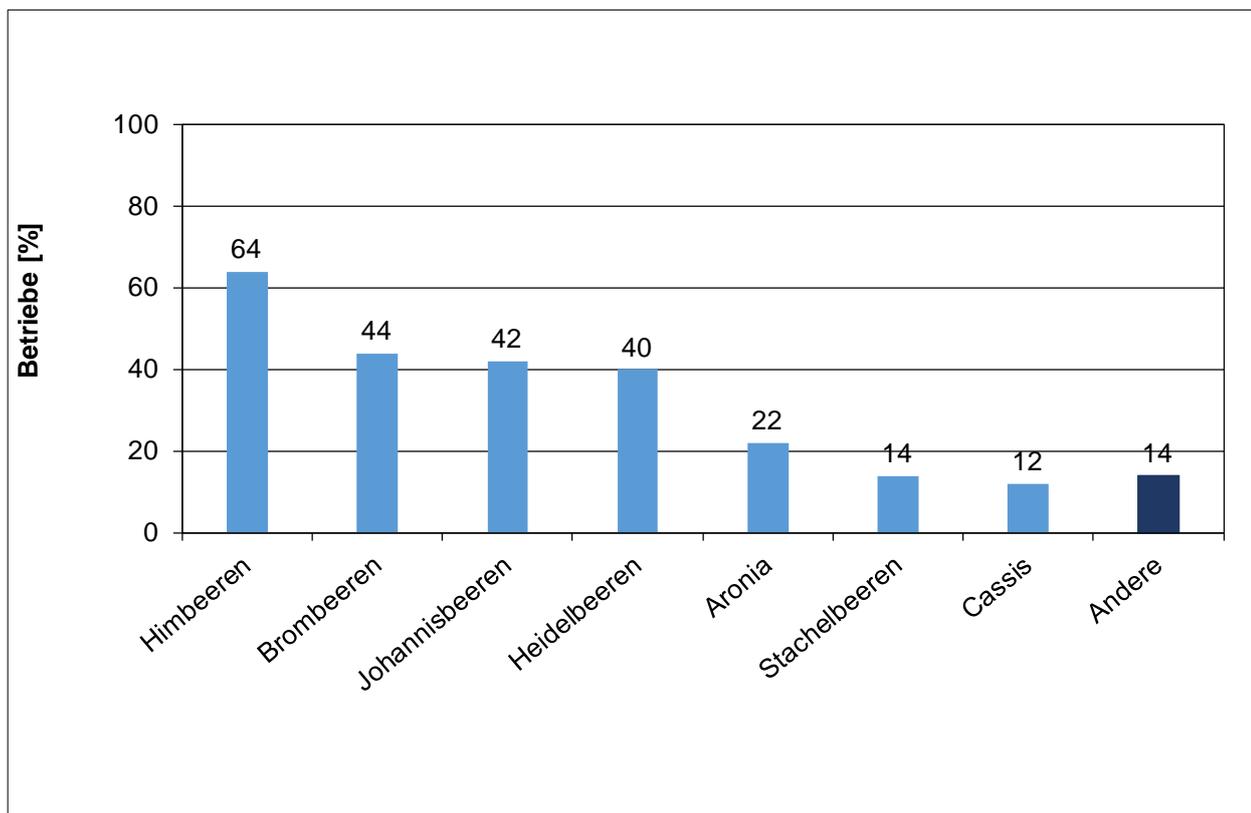


Abbildung 103: Angebaute Strauchbeeren (n = 50 Betriebe).

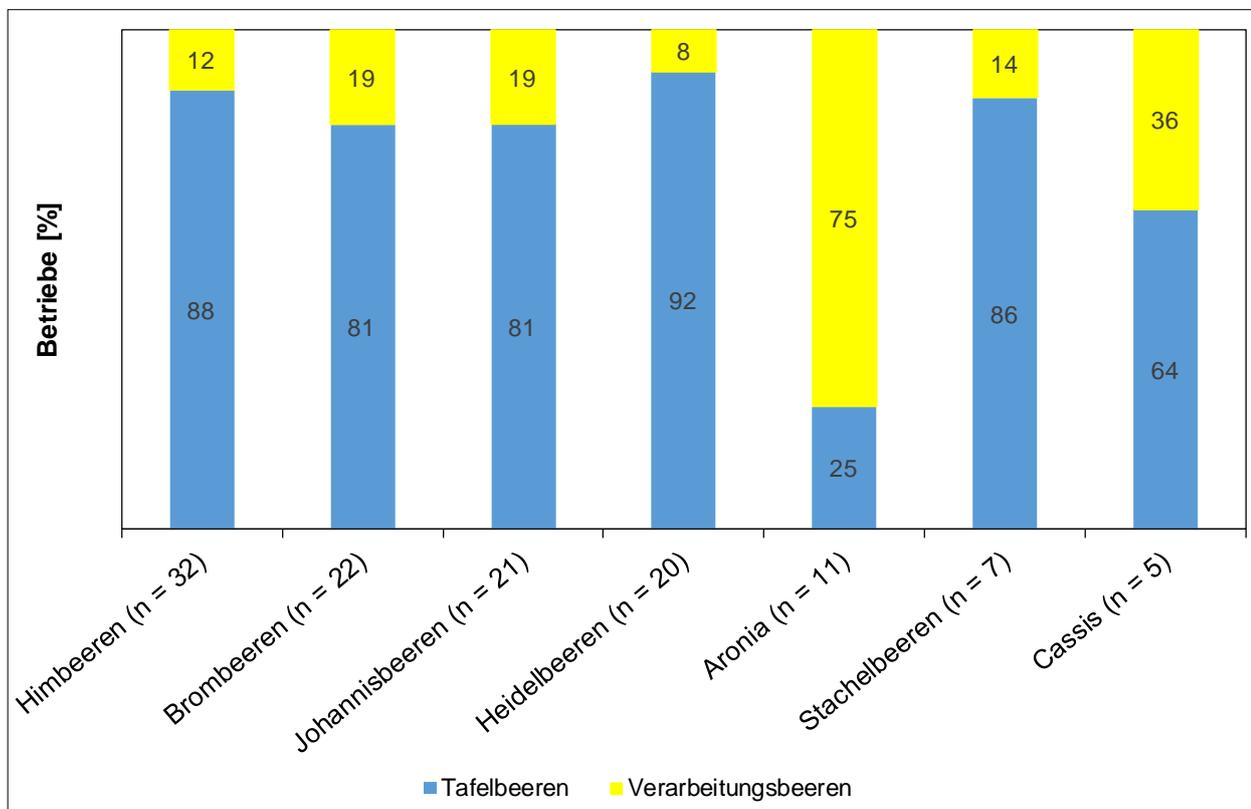


Abbildung 104: Verwendung der Strauchbeeren als Tafel- oder Verarbeitungsbeeren (n = 50 Betriebe).

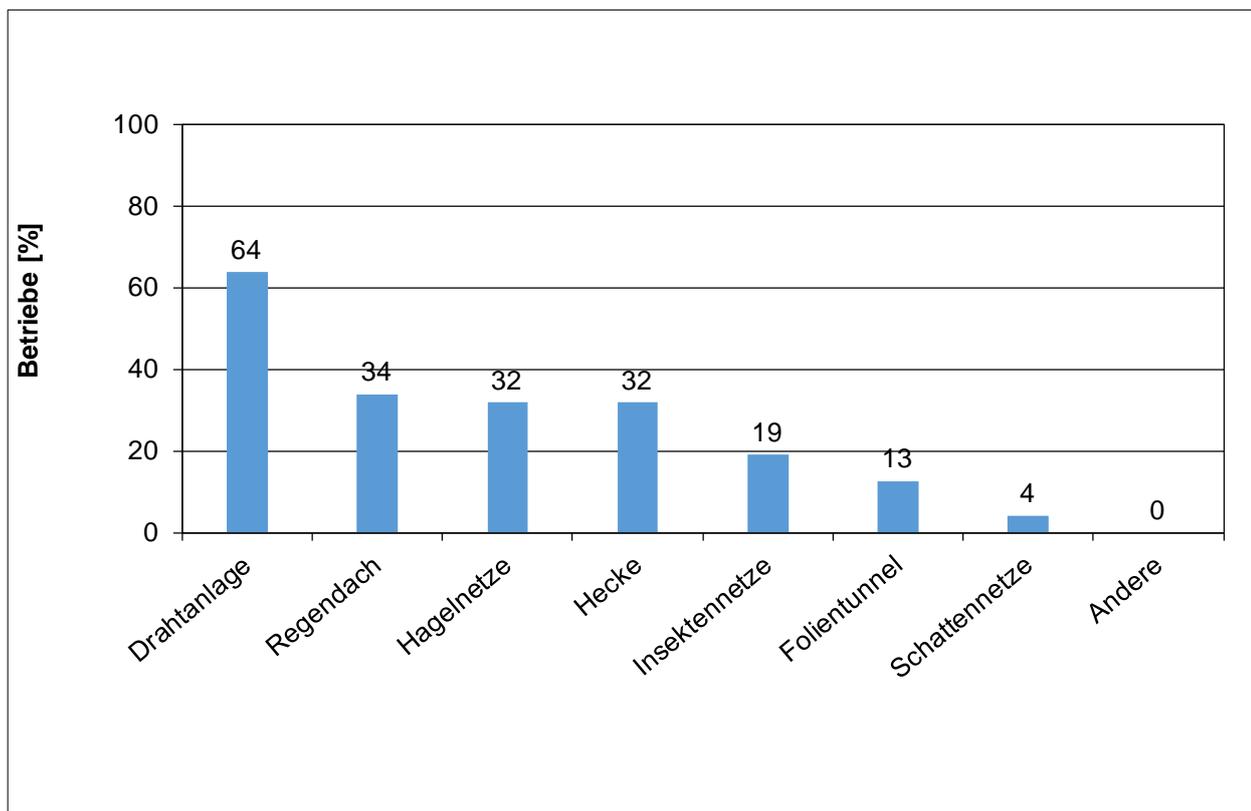


Abbildung 105: Ausstattung der Strauchbeerenanlagen (n = 47 Betriebe).

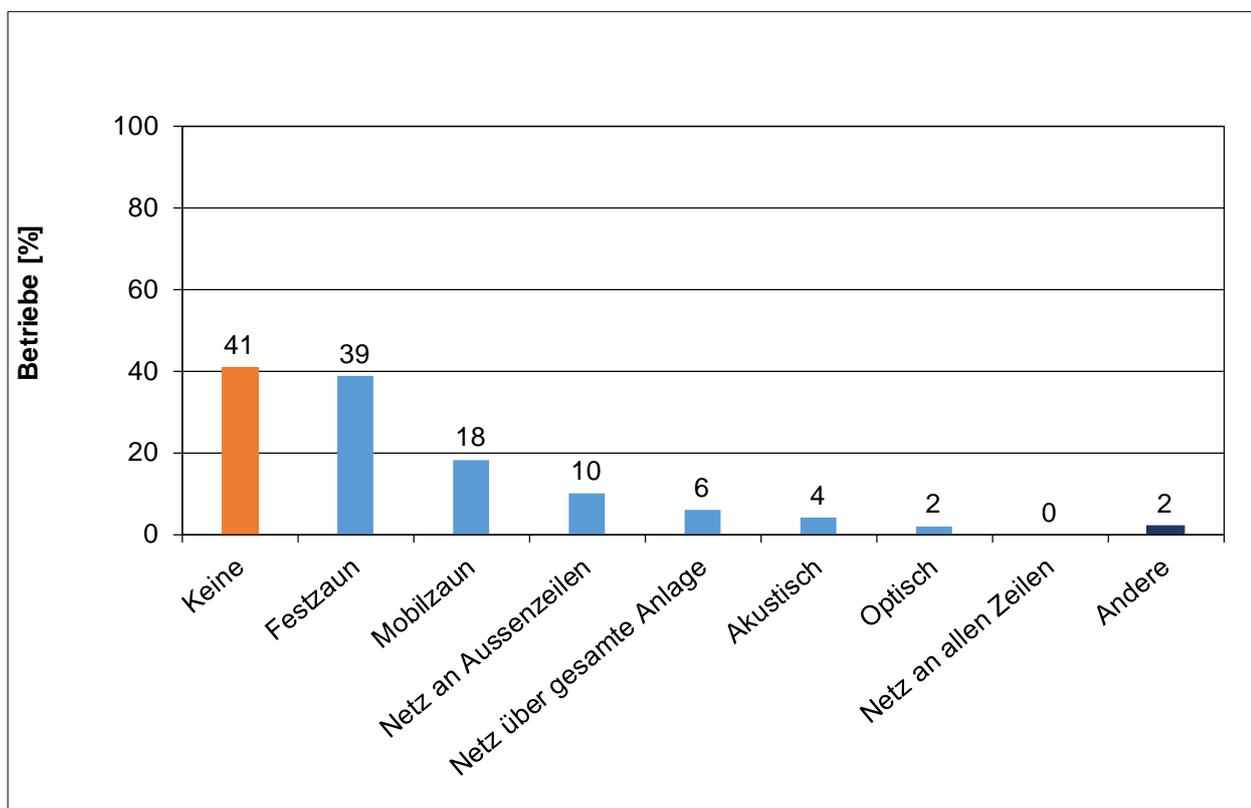


Abbildung 106: Einrichtungen zur Wildabwehr im Strauchbeerenanbau (n = 49 Betriebe).

3.8.2 Pflegearbeiten

Im Strauchbeerenanbau werden nur selten Arbeiten an Dritte abgegeben (Abbildung 107). Die gängigen Zugmaschinen sind Schmalspurtraktoren (59 %) oder Standardtraktoren (45 %). Zur mechanischen Unkrautbekämpfung kommen in der Strauchbeerenproduktion wie in anderen Dauerkulturen Sichel- und Schlegelmulchgeräte zum Einsatz (Abbildung 108). Andere Antworten waren «Keine» und «Handarbeit».

Der Pflanzenschnitt wird häufig mit der mechanischen (69 %) oder elektrischen (41 %) Handschere (Abbildung 109) durchgeführt. Aufgebunden werden die Triebe hauptsächlich manuell (70 %) oder mit Bindegerät (33 %).

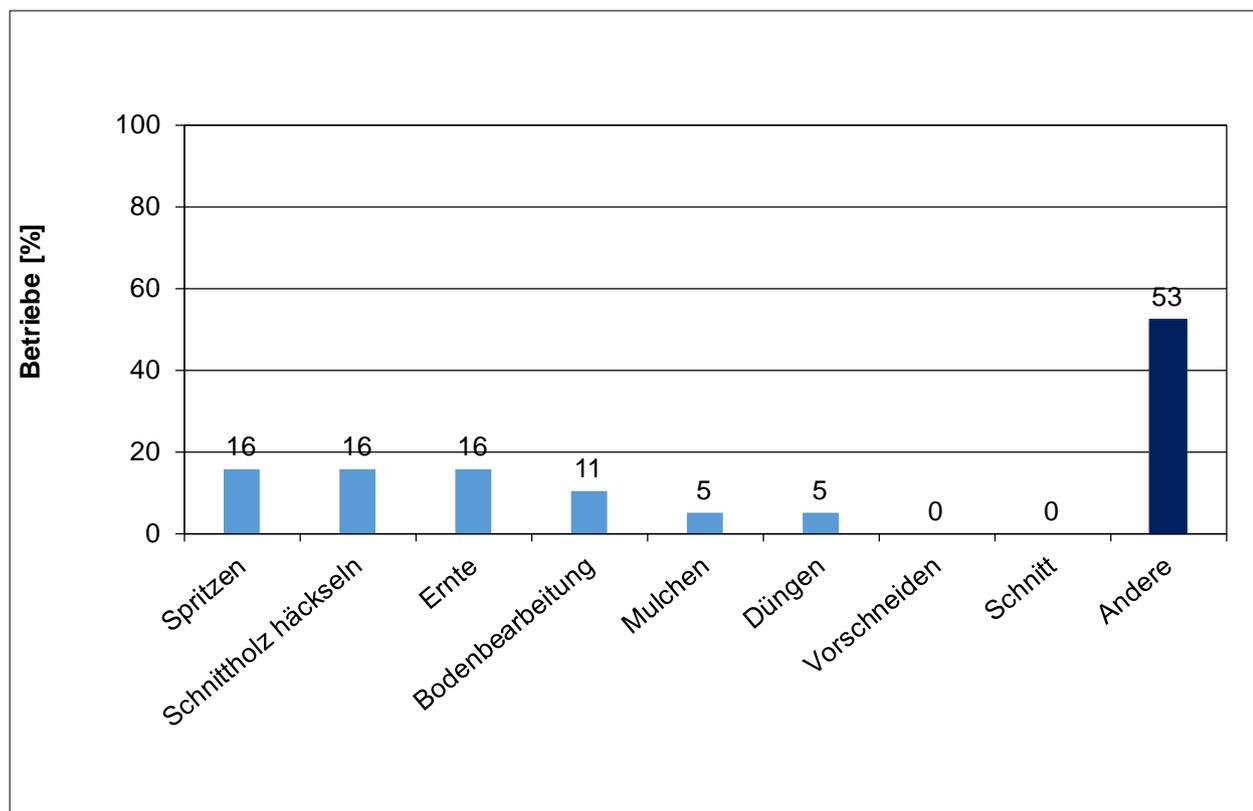


Abbildung 107: Arbeiten, die im Anbau von Strauchbeeren an Dritte (z. B. Lohnunternehmer) abgegeben werden (n = 19 Betriebe).

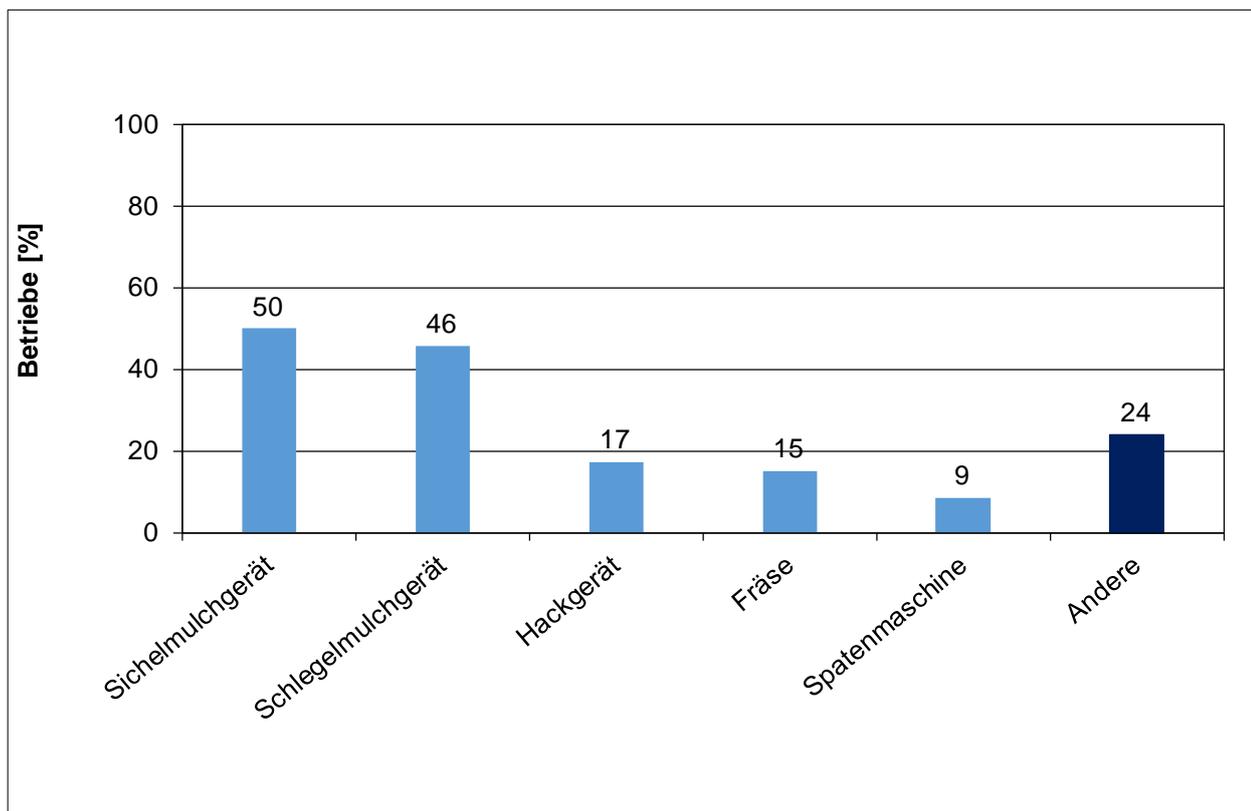


Abbildung 108: Geräte zur mechanischen Unkrautbekämpfung im Strauchbeerenanbau (n = 46 Betriebe).

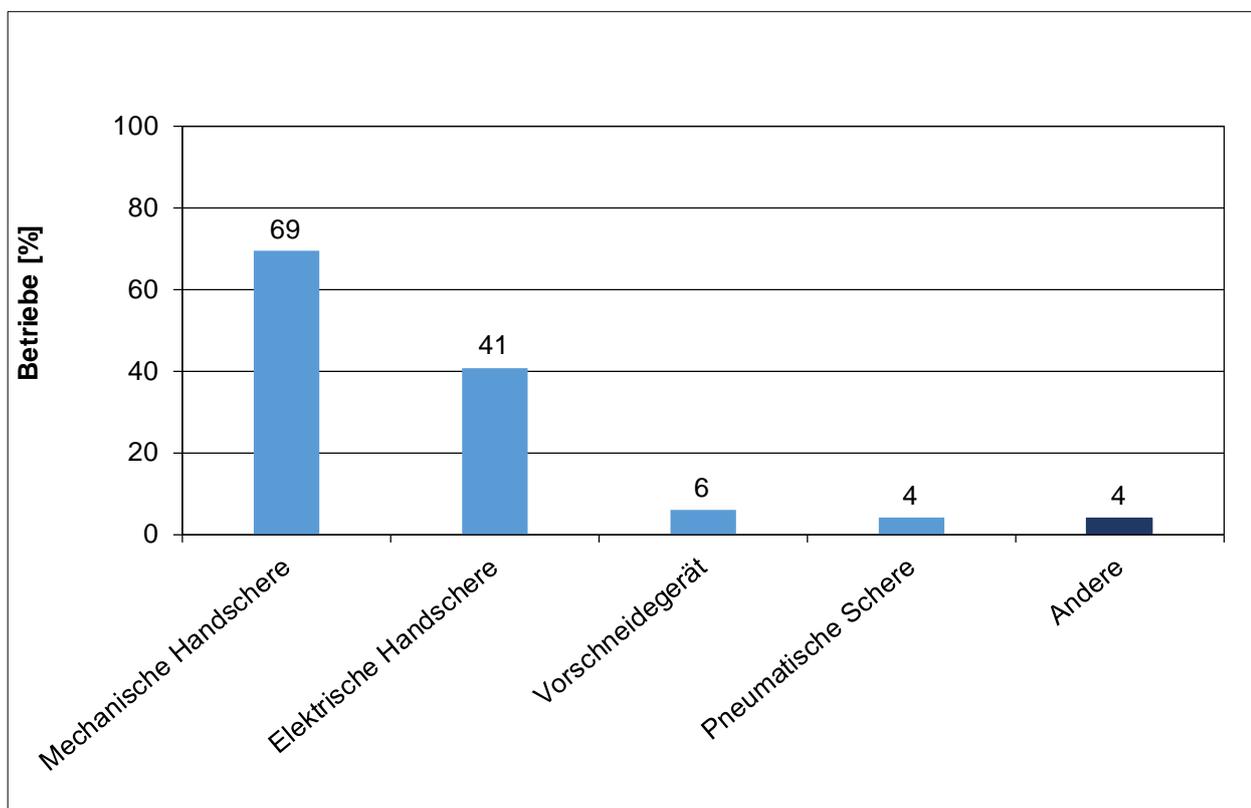


Abbildung 109: Geräte für den Pflanzenschnitt im Strauchbeerenanbau (n = 49 Betriebe).

3.8.3 Pflanzenschutz

Für den Pflanzenschutz wird am häufigsten (51 %) die Gebläsespritze verwendet (Abbildung 110), die ab Wasserhahn befüllt wird. Weitere Antworten sind in Tabelle 9 dargestellt.

Insgesamt setzen 62 % der Strauchbeerenproduzenten keine Nützlinge und biotechnische Schädlingsbekämpfung ein. Lediglich 22 % der Befragten verwenden Pheromonfallen (Abbildung 111).

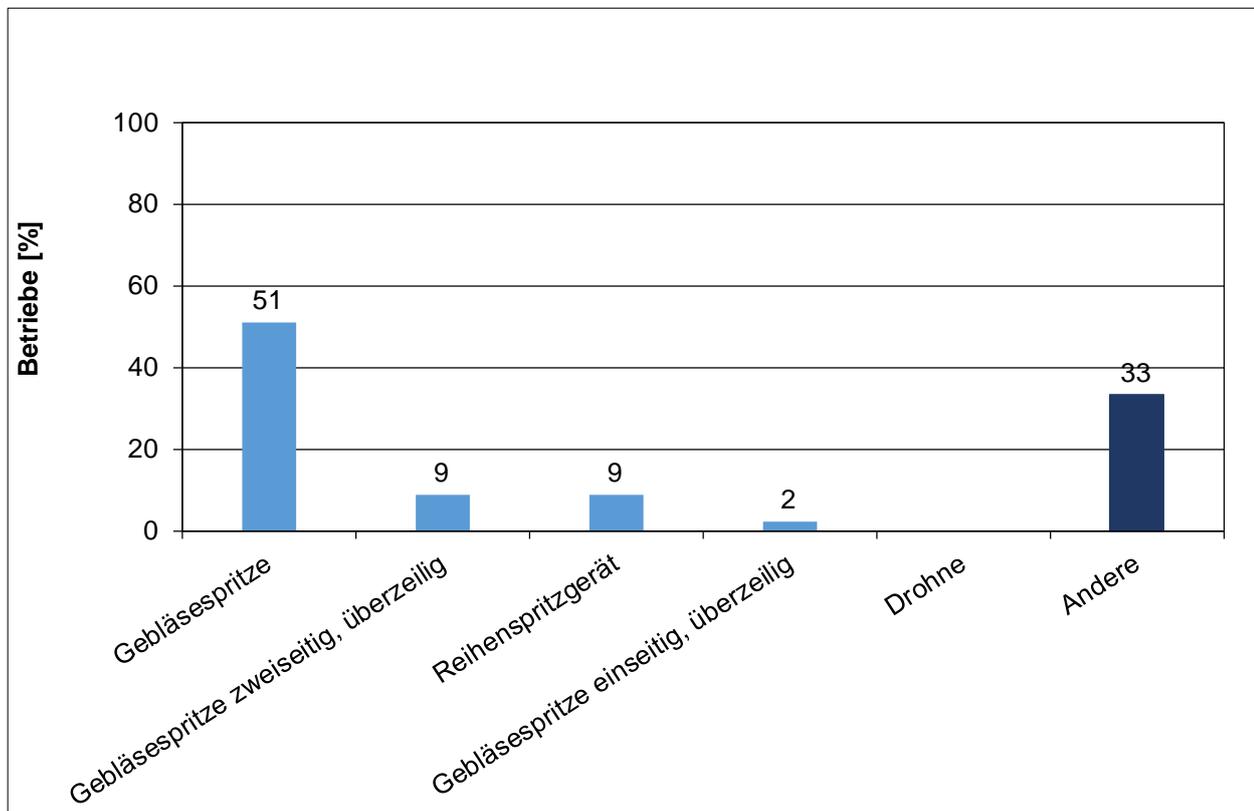


Abbildung 110: Geräte für den Pflanzenschutz im Strauchbeerenanbau (n = 45 Betriebe).

Tabelle 9: Angaben unter «Andere» für den Pflanzenschutz im Strauchbeerenanbau.

Antwort	Teilnehmende (n)
Rückenspritze	5
Keine	3
Feldspritze	2
Zerstäuber	1
Baumspritze	1
Kein Pflanzenschutz	1

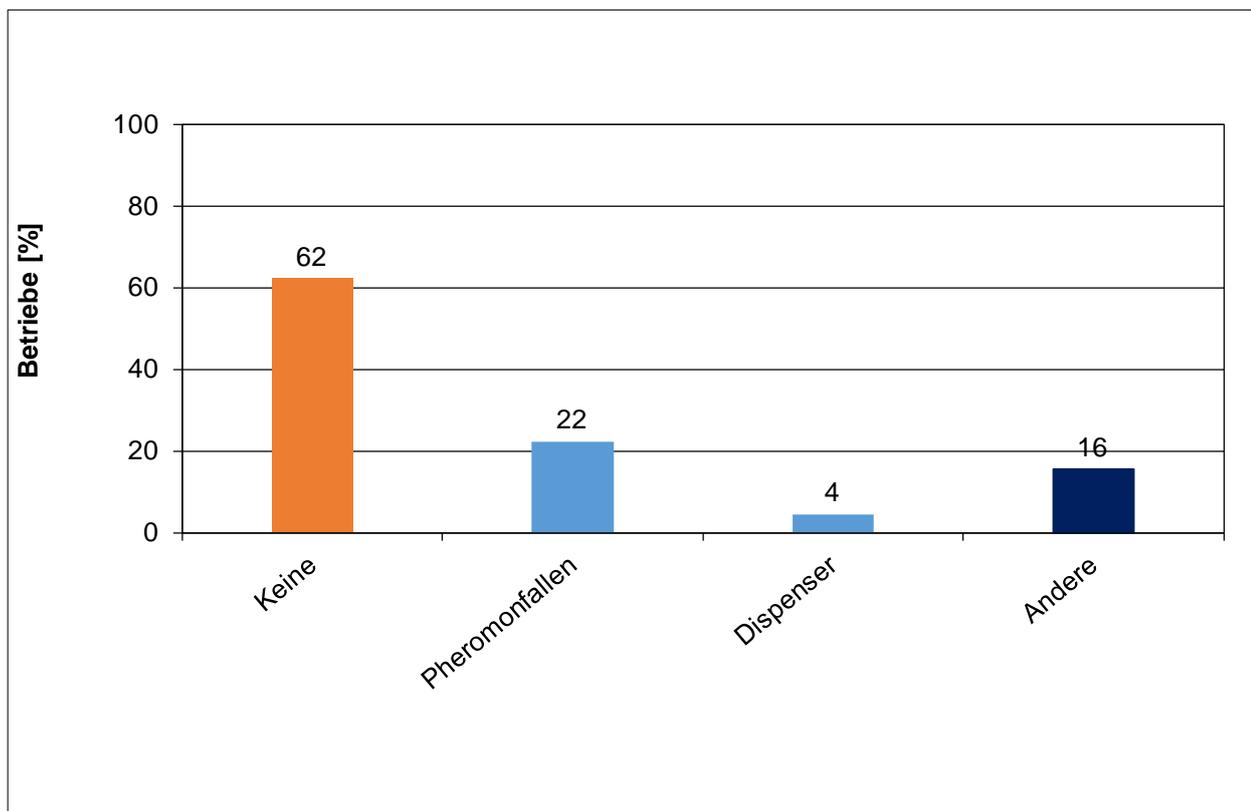


Abbildung 111: Nützlinge und biotechnische Schädlingsbekämpfung im Strauchbeerenanbau (n = 45 Betriebe) .

3.8.4 Düngung: mineralisch, Mist/Kompost

Zur mineralischen Düngung von Strauchbeeren wird häufig der angebaute Schleuderstreuer (43 %) und der Reihendüngerstreuer (28 %) angewendet (Abbildung 112). Die entsprechenden Arbeitsbreiten sind in Anhang 48 aufgeführt.

Zur Düngung mit Mist/Kompost nutzen ebenso viele Produzenten einen Streuer mit Walzenstreuwerk wie einen Streuer mit Seitenstreuwerk (Abbildung 113 und Anhang 49). In Tabelle 10 und 11 sind die Antwortmöglichkeiten unter «Andere» für die mineralische Düngung und die Düngung mit Mist/Kompost dargestellt.

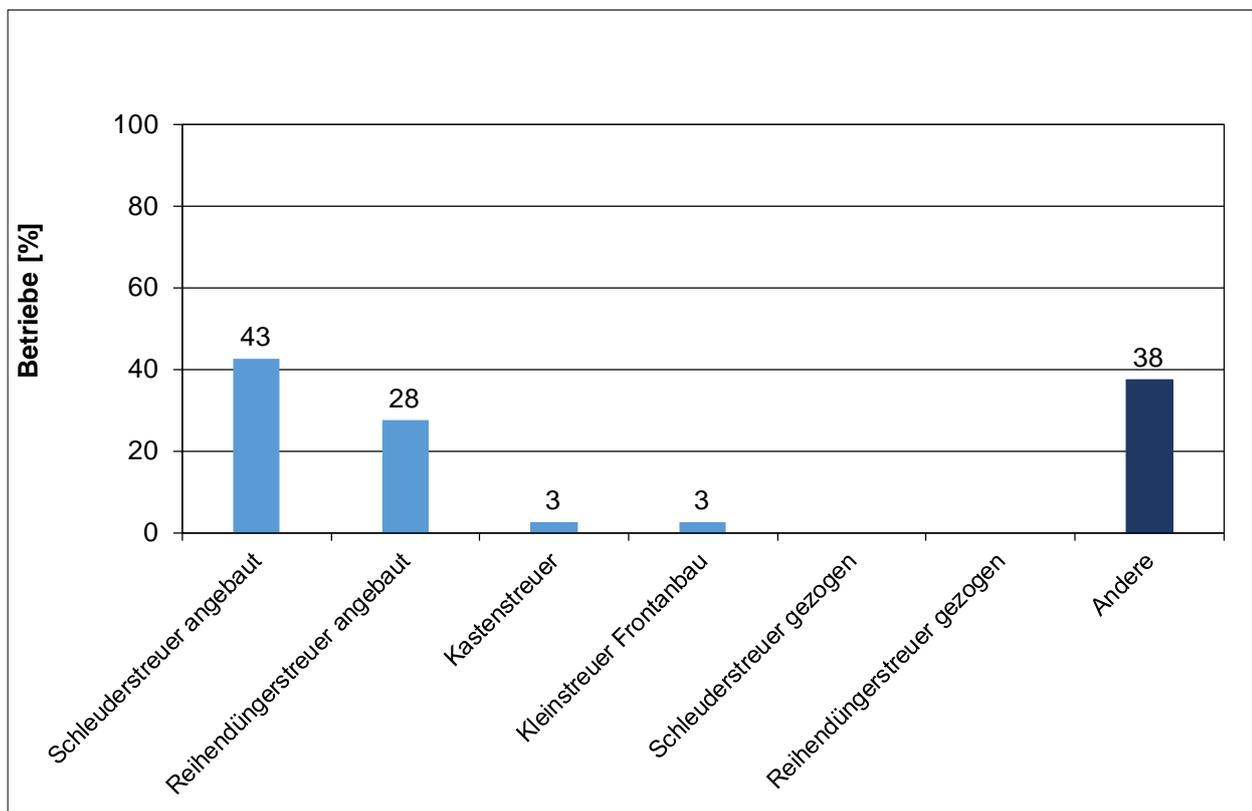


Abbildung 112: Düngerstreuer im Strauchbeerenanbau (n = 40 Betriebe).

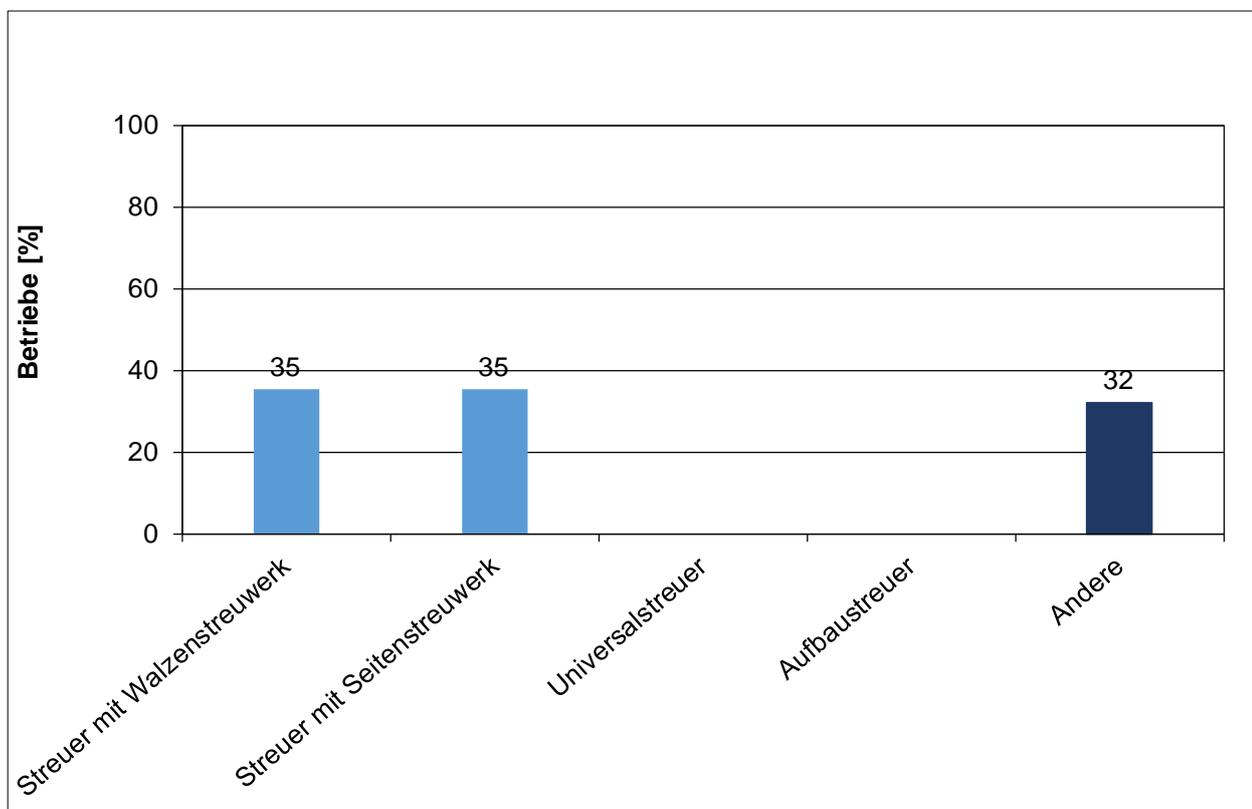


Abbildung 113: Mist-/Kompoststreuer im Strauchbeerenanbau (n = 31 Betriebe).

Tabelle 10: Angaben unter «Andere» für die mineralische Düngung im Strauchbeerenanbau.

Antwort	Teilnehmende (n)
Von Hand	5
Über Tropfbewässerung	3
Von Hand und über Bewässerung	1
Handkarren	1
Säwanne Einzelstock	1
Übers Wasser	1
Von Hand mit Streuwanne	1
Keine	1

Tabelle 11: Angaben unter «Andere» für die Düngung mit Mist/Kompost im Strauchbeerenanbau.

Antwort	Teilnehmende (n)
Von Hand	3
Schmalspur	1
Heckschaufel	1
Gülle	1
Handgeräte, Hoflader	1
Futtermischwagen	1
Keine	1

3.8.5 Bewässerung, Strohausbringung und Ernte

Die Bewässerung von Strauchbeeren erfolgt hauptsächlich (88 %) mittels Tropfbewässerung (Abbildung 114). Wenn Stroh auf den Flächen ausgebracht wird, dann sowohl Lang- (47 %) als auch Häckselstroh (35 %).

Die Beeren werden meist von Hand gelesen (92 %) in Verkaufsgebinde (40 %) oder Pflückkörbe (26 %) (Abbildung 115).

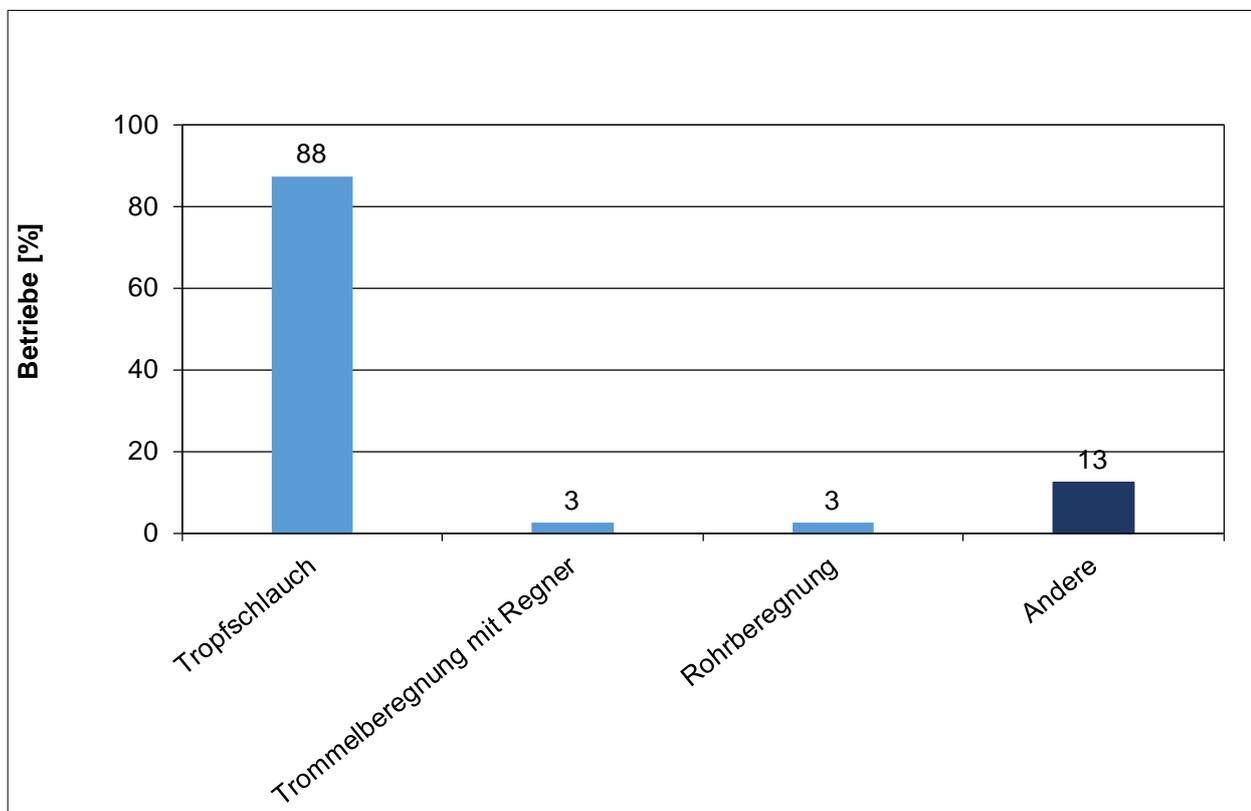


Abbildung 114: Bewässerungsverfahren im Strauchbeerenanbau (n = 40 Betriebe).

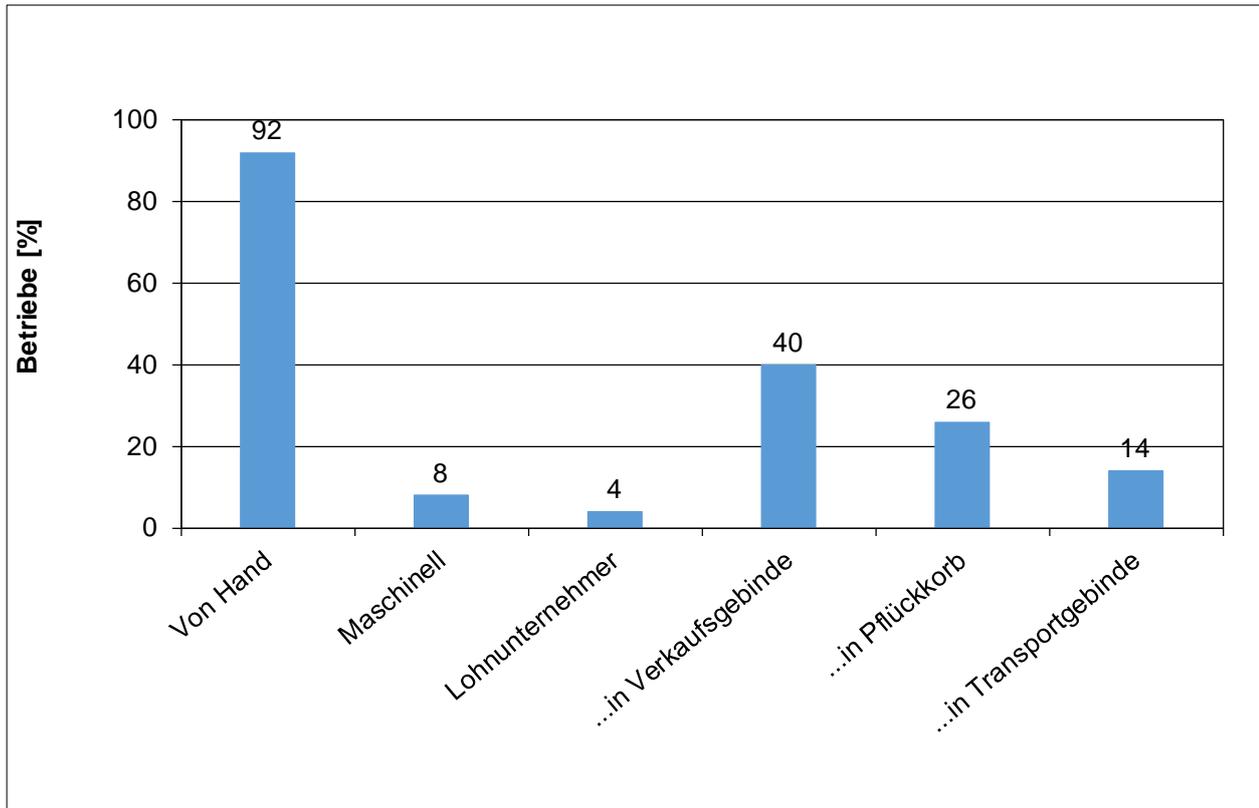


Abbildung 115: Ernteverfahren bei Strauchbeeren (n = 50 Betriebe).

4 Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussion

Bodenbearbeitung

Die Ergebnisse zur Grundbodenbearbeitung sind einheitlich. In allen abgefragten Betriebszweigen wird am häufigsten der Pflug eingesetzt, gefolgt von einem Grubber mit Nachläufer. Wenn Eggen zur weiteren Bodenbearbeitung zum Einsatz kommen, dann sind Kreiseleggen in allen Betriebszweigen am häufigsten.

Weltweit gesehen hingegen nimmt die pfluglose Bearbeitung und der Einsatz der Direktsaat einen hohen Stellenwert ein. Sie wirkt sich positiv auf die Ressource Boden aus, da die natürliche Bodenstruktur weniger geschädigt wird und somit unter anderem Erosion verringert werden kann (Holpp 2010, Holland 2004). Besonders in Ländern wie beispielsweise den USA oder Brasilien findet diese Art der Bewirtschaftung häufig Anwendung, unter anderem sind dafür auch die rechtlichen Gegebenheiten der jeweiligen Länder entscheidend, die z. B. den Einsatz von genetisch veränderten Pflanzen und von Herbiziden wie Glyphosat zulassen, um Unkrautproblemen entgegenzuwirken (Behn 2014). In Deutschland (Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg 2017) und der Schweiz wird bisher jedoch vorrangig die wendende Bodenbearbeitung eingesetzt.

Eine andere Entwicklung im Bereich Boden- und Feldbearbeitung ist das sogenannte *Controlled Traffic Farming* (CTF), das feste Fahrgassensysteme für alle Arbeitsgänge auf dem Feld vorsieht. CTF hat zum Ziel, die Verdichtung des Bodens zwischen den Fahrspuren zu verringern und damit klar zwischen Fahr- und Wachstumsraum zu trennen (Taylor 1983). Für CTF-Lösungen ist eine standardisierte Mechanisierung nötig; die Maschinen für Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz etc. müssen an die Arbeitsbreiten angepasst sein (Holpp 2012). Unsere Ergebnisse zeigen, dass im Ackerbau zur Bodenbearbeitung häufig Arbeitsbreiten von 3 m verwendet werden, während im Pflanzenschutz und bei der Düngung 15 m verbreitet sind. Die Arbeitsbreiten bei der Ernte von Kulturen wie Mais oder Rüben hingegen variieren stärker. Das Konzept des CTF ist aber – unter anderem wegen der kleinen Betriebsstrukturen im Schweizer Acker- und Futterbau und der vielfältigen Fruchtfolge – schwierig in die Praxis zu integrieren (Latsch und Anken 2019). Unsere Ergebnisse können dazu beitragen, den Maschineneinsatz und die vorherrschenden Arbeitsbreiten in der Schweizer Praxis zu identifizieren und die Umsetzbarkeit auch für andere Kulturen und Bewirtschaftungsarten zu prüfen.

Lohnarbeiten

Verschiedene Arbeiten werden im Ackerbau im Lohn an Dritte abgegeben. Besonders das Dreschen, Pressen und Häckseln wird bei Getreide und Mais häufig abgegeben. Bei Zuckerrüben und Kartoffeln wird das Roden sowie die Saat bzw. das Legen nicht mit eigenen Maschinen durchgeführt. Gründe dafür können die sehr hohen Kosten für spezielle Erntemaschinen, wie Mähdrescher und Roder, und damit einhergehend die Auslastung und Flächenleistung sein, die sich nur bei grosser Flächenleistung lohnen. Zudem ist das Zeitfenster der Ernte recht kurz, sodass die Maschinen auf kleinen Betrieben nicht ausgelastet sind (Lips 2009). Die Auslastung hingegen beeinflusst zum einen die Kosten je Arbeitseinheit erheblich und zum anderen die Nutzungsdauer, denn bei besserer Auslastung kann die Maschine schneller ersetzt und technischer Fortschritt ermöglicht werden (Möhring und Ammann 2006).

Im Anbau von Sonderkulturen werden deutlich weniger Arbeiten an Dritte abgegeben. In Betrieben mit Gemüse, Wein, Beeren und Obst wird häufiger selbst geerntet und viele Arbeiten werden von Hand erledigt. Dieses selektive Ernten kann nicht mit standardisierten Maschinen und festen Arbeitsbreiten erfolgen, wie es im Acker- und Futterbau häufig der Fall ist. Der Einsatz von Robotik könnte in diesen landwirtschaftlichen Betriebszweigen zukünftig an Bedeutung gewinnen (Marinoudi *et al.* 2020).

Düngung

Bei den Geräten zur Düngung ergab die Studie kaum Unterschiede in der Mechanisierung zwischen den verschiedenen Betriebszweigen. Der angebaute Schleuderstreuer wird vorwiegend zur mineralischen Düngung verwendet, ein Streuer mit Walzenstreuwerk zur Düngung mit Mist oder Kompost und das Güllefass mit Schleppschlauch oder Prallteller zur Ausbringung von Gülle. Im Intensivobstbau und im Anbau von Strauchbeeren kommen zudem häufiger Streuer mit Walzenstreuwerken zum Einsatz, wenn mit Mist oder Kompost gedüngt wird.

Besonders im Hinblick auf die aktuelle Debatte um Ammoniak- und Geruchsemissionen aus der Landwirtschaft spielt die Ausbringungstechnik der Gülle eine Rolle. Die Verteilung mit Schleppschläuchen bewirkt eine Verringerung der Ammoniakemissionen im Vergleich zur Breitverteilterchnik (z. B. mittels Prallteller) (Huguenin-Elie 2018) und ist eine anerkannte Minderungsmaßnahme, die durch Ressourceneffizienzbeiträge abgegolten wird. Ab 2022 wird der Einsatz von Schleppschläuchen in der Schweizer Landwirtschaft obligatorisch, wenn die topographischen Gegebenheiten dies zulassen (BAFU 2020). Die hier dargestellten Ergebnisse zeigen, dass Schleppschläuche im Acker- und Gemüsebau bereits heute häufiger eingesetzt werden als Prallteller. Lediglich im Futterbau werden Prallteller häufiger verwendet. Der praktische Einsatz von Schleppschläuchen wird sich in Zukunft bedingt durch die politischen Massnahmen noch steigern.

Generell hat der Einsatz von Gülle, Kompost und Mist den Vorteil, dass anfallende Nährstoffe aus der Landwirtschaft im Kreislaufverfahren auch wieder in die Landwirtschaft eingebracht und genutzt werden. Auf der anderen Seite schwankt die Nährstoffverfügbarkeit erheblich, was die Düngeplanung im Vergleich zu Mineraldüngern erschwert (Flisch *et al.* 2009). Im biologischen Landbau ist der Einsatz von chemisch-synthetischen Mineraldüngern generell verboten. Die steigende Bedeutung des Biolandbaus in der Schweiz (BFS 2020) kann somit auch einen Einfluss auf die langfristige Entwicklung verschiedener Düngeapplikationen haben.

Bewässerung

Die Bewässerung in der Schweizer Landwirtschaft ist nicht in allen Betriebszweigen üblich bzw. nötig. Bewässert wird in der Regel nur, wenn der Mehrertrag die Kosten für die zusätzliche Bewässerung rechtfertigt, oder dort, wo Wasser zur Verfügung steht. In der Schweiz werden häufig Kunstwiesen und Dauergrünland sowie Gemüse und Erdbeeren bewässert (Fuhrer *et al.* 2013). Unsere Ergebnisse zeigen, dass besonders im Gemüsebau, Erdbeer- und Strauchbeerenanbau und nur selten im Futterbau zusätzlich bewässert wird. Im Gemüsebau und vereinzelt auch im Acker- und Futterbau sind Überkopfbewässerungen, wie die Trommelberegnung und Regner oder Rohrberegnung, häufig zu finden. Im Erdbeer- und Strauchbeerenanbau werden eher Tropfschläuche verwendet, die deutlich präziser bewässern. Auch wenn die Bewässerung in einigen Betriebszweigen bisher noch eine untergeordnete Rolle spielt, könnte dieses Thema in Zukunft bedingt durch den Klimawandel an Bedeutung gewinnen (Fuhrer *et al.* 2013, Lehmann *et al.* 2013).

Pflanzenschutz

Die Mechanisierung im Pflanzenschutz unterscheidet sich in den verschiedenen Betriebszweigen nur wenig. Der Pflanzenschutz wird im Acker-, Futter- und Erdbeerenanbau und in Neuanlagen im Weinbau zum Grossteil mittels angebauter Feldspritze mit 15 m Arbeitsbreite durchgeführt. In Reihenkulturen, beispielsweise in bestehenden Rebanlagen oder im Obst- und Strauchbeerenanbau, kommen hingegen zumeist Gebläsespritzern zum Einsatz. Der Einsatz von Nützlingen und biotechnischer Schädlingsbekämpfung wie Dispenser ist besonders im Weinbau und zum Teil auch im Obstbau verbreitet. Im Ackerbau ist die mechanische Behandlung von Unkräutern eine Alternative zur chemischen Behandlung und wird oft mittels Hackstriegeln vorgenommen.

Steigendes Interesse an biologisch produzierten Produkten könnte den Anteil an Alternativen im Pflanzenschutz und der Unkrautregulierung in Zukunft steigern. Hier spielt auch der Biolandbau eine besondere Rolle, da der Einsatz konventioneller Pflanzenschutzmittel verboten ist.

In der Entwicklung sind auch verschiedene Applikationen zur thermischen, mechanischen oder elektrischen Unkrautregulierung, beispielsweise im Gemüse- oder Futterbau (Latsch und Sauter 2014, VSGP 2018, Schweizerbauer 2019). Dabei können mechanische Verfahren oder auch Roboter zum Einsatz kommen. Auch der Schweizer Bundesrat hat sich die Risikoreduktion und nachhaltige Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zum Ziel gesetzt und einen Aktionsplan verabschiedet (Bundesrat 2017). Darin ist beispielsweise die Unterstützung der mechanischen Unkrautbekämpfung durch Direktzahlungen festgehalten. Ein anderes Beispiel ist die Verlängerung der Förderung beim Erwerb von emissionsarmen Spritzgeräten. Auch hier kann sich – angestossen durch politische Massnahmen – die eingesetzte Mechanisierung verändern.

Auch die Robotik wird den Pflanzenschutz verändern. Roboter, die Unkräuter erkennen und gezielt behandeln, reduzieren die Herbizidmenge und die Belastung des umliegenden Bodens. Mit Hilfe von Hackrobotern kann sogar vollständig auf Herbizide verzichtet werden (Rahe und Ruckelshausen 2013, Wegener *et al.* 2019, www.ecorobotix.com). Solche Roboter befinden sich allerdings erst in der Entwicklung. Darüber hinaus gibt es auch Technologien der Präzisionslandwirtschaft (Precision Agriculture Technologies), die kamera- oder sensorbasiert mit automatisierten Steuerungen bei der Unkrautkontrolle zum Einsatz kommen (Holpp *et al.* 2012). Auch diese Applikationen sind bisher nur vereinzelt auf Schweizer Betrieben zu finden (Groher *et al.* 2020).

Entwicklungen in der Mechanisierung sichtbar machen

Bisher gibt es keine Studie, die den Stand der Mechanisierung und der eingesetzten Arbeitsverfahren in der Schweizer Landwirtschaft so detailliert erhoben hat, weshalb ein Vergleich bzw. eine Entwicklung über die Zeit schwierig zu erfassen ist.

In einem FAT-Bericht aus dem Jahr 1971 wurden Entwicklungstrends der Mechanisierung im Acker- und Futterbau in der Schweizer Landwirtschaft bis 1980 abgeschätzt (Faessler 1971). Bereits 1971 wurde unter anderem die Entwicklung vom 1-Scharpflug hin zu 2- und 3-Scharpflügen beobachtet sowie eine Steigerung der Anwendung von zapfwellengetriebenen Eggen prognostiziert. Heute, fast 50 Jahre später, werden grösstenteils 3- und 4-Scharpflüge eingesetzt, und Kreiseleggen sind im Ackerbau zur Bodenbearbeitung sehr häufig im Einsatz.

Im Futterbau wurde bereits 1971 ein grossflächiger Einsatz von handgeführten Motormähern festgestellt sowie ein vermehrter Einsatz von Teller- oder Trommelmähern in grösseren Betrieben. Unsere Ergebnisse zeigen, dass, ungeachtet der Betriebsgrösse, 70 % der Befragten zum Eingrasen den Motormäher nutzen und 56 % ein Rotationsmähwerk im Frontanbau, zu dem Trommel- oder Tellermäherwerke zugeordnet werden.

Ein anderer FAT-Bericht aus dem Jahr 1991 (Kramer 1991) thematisierte die Mechanisierung im Schweizer Ackerbau im Hinblick auf die Bodenbelastung. Die Anzahl der Schare (3-Scharpflug) sowie die eingesetzten Arbeitsbreiten (Eggen mit 3 m bis 4,2 m) zur Bodenbearbeitung haben sich bis heute kaum verändert. Demgegenüber steht die Anzahl der Reihen bei der Maisernte, die heute mit 6 Reihen durchgeführt wird, während im Bericht von 1991 noch die 2-reihige Maisernte zur schweren Mechanisierung zählte (Kramer 1991).

Generell ist es jedoch schwierig, die hier dargestellten Ergebnisse mit der eingesetzten Mechanisierung in der Vergangenheit zu vergleichen. Vielmehr bietet der Bericht die Möglichkeit, den aktuellen Stand der

Mechanisierung in verschiedenen Betriebszweigen einzusehen und basierend auf den Daten detaillierter Analysen auf Betriebszweig- und Produktionsebene durchzuführen.

Auch für zukünftige agrartechnologische Entwicklungen sind Informationen über eingesetzte Maschinen und Produktionsverfahren wichtig, um eine Realisierbarkeit in der Praxis abschätzen zu können. Ein Beispiel ist das *Controlled Traffic Farming* oder auch verschiedene Anwendungen der Präzisionslandwirtschaft. Als Teil des technischen Fortschritts hat seit den 1990er-Jahren die Elektronik und Digitalisierung in die Landwirtschaft Einzug gehalten und neue Möglichkeiten aufgezeigt (Anken und Kaufmann 2019). Während der mechanisch-technische Fortschritt bereits deutlich erkennbar ist und nur wenige Arbeiten noch von Hand erledigt werden, können beim organisatorisch-technischen Fortschritt, z. B. die Einführung von EDV-Anwendungen in das Betriebsmanagement oder die Abgabe von Arbeiten an Dritte in Zukunft noch weitere Veränderungen erwartet werden. Die Erfassung des Status Quo der Mechanisierung und deren Entwicklung unterstützt die Einordnung des zukünftigen digitalen Fortschritts und ist ein wichtiger Baustein für Weiterentwicklungen von nachhaltigen Produktionssystemen für die Landwirtschaft.

5 Fazit

Die vorliegende Studie zeigt den aktuellen Stand der Mechanisierung im Schweizer Pflanzenbau. Für acht verschiedene Betriebszweige im Pflanzenbau stehen nun ausführliche Informationen zur Bewirtschaftung und Mechanisierung zur Verfügung. In regelmässigen Abständen erhoben helfen die Ergebnisse dieser Umfrage die technologischen Entwicklungen und den technischen Fortschritt in der Schweizer Landwirtschaft sichtbar zu machen. Für zukünftige Studien sollten manche Fragestellungen hinsichtlich der Verständlichkeit angepasst werden. Beispielsweise könnten die Antwortmöglichkeiten zur Arbeitsbreite künftig bereits in Kategorien eingeteilt und zur Auswahl gestellt werden. Zusätzlich wurden manche Fragen nicht von allen Befragten beantwortet. Möglicherweise konnten sich einige Landwirte nicht in den Antwortmöglichkeiten wiederfinden. Im Kapitel «Bewässerung» gab es in einigen Betriebszweigen im Vergleich zu den anderen Kapiteln des Fragebogens deutlich weniger Rückmeldungen. Es wurde nicht ersichtlich, ob die Teilnehmenden keine Bewässerung einsetzen oder eine andere als die hier abgefragte. Auch sollte in zukünftigen Studien die Bedeutung von Lohnunternehmen sichtbar gemacht werden, um Unterschiede der hofeigenen Mechanisierung mit der an Dritte abgegebenen Mechanisierung abschätzen zu können.

Die vorliegenden Ergebnisse zur eingesetzten Mechanisierung fliessen im nächsten Schritt in das Kalkulationsprogramm *LabourScope* ein, welches den Landwirten kostenfrei für betriebsindividuelle Kalkulationen des Arbeitszeitbedarfs für verschiedene Produktionsverfahren zur Verfügung steht.

6 Danksagung

Ein grosses Dankeschön richten die Autorinnen an die Mitarbeitenden vom Bundesamt für Statistik (BFS), im Speziellen Jann Potterat und Arthur Zesiger für die Entwicklung des Stichprobenplans und der Stichprobenziehung sowie Mamoun Bencheikh-Latmani für die Unterstützung bei der Auswertung der BFS-Daten. Ausserdem danken wir insbesondere Ruedi Stark, der massgeblich an der Konzeption und Umsetzung der Fragebögen beteiligt war. Zusätzlich danken wir Joanna Stachowicz, Janika Lutz und Leonie Hart für die Erfassung, Bearbeitung und Digitalisierung der Fragebögen. Unser Dank gilt zudem Francis Egger und Martin Brugger vom Schweizer Bauernverband für die Unterstützung dieser Studie.

7 Anhang

7.1 Ackerbau

Bodenbearbeitung

Anhang 1: Geräte, die von über 20 % der Befragten zur Grundbodenbearbeitung im Ackerbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 147 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Schare/Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
88 (n = 129 Betriebe)	Pflug	2	2
		3	50
		4	51
		5	21
		6	1
		65 (95 Betriebe)	Grubber mit Nachläufer
2,6	1		
2,8	2		
3	71		
3,2	1		
4	2		
4,5	2		
4,8	1		
6	2		
27 (40 Betriebe)	Tiefenlockerer	0,5	1
		2	2
		2,2	1
		2,4	1
		2,5	3
		2,8	2
		3	26
		3,5	1

Anhang 2: Eggen, die von über 20 % der Befragten im Ackerbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 148 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
84 (124 Betriebe)	Kreiselegge	2,5	13
		2,7	1
		3	93
		4	3
		5	4
		6	1
32 (47 Betriebe)	Federzinkenegge angebaut	2,5	5
		2,6	1
		2,7	1
		2,8	1
		3	13
		3,2	1
		3,8	1
		4	4
		4,2	1
		4,5	6
		5	8
		5,2	1
6	2		
26 (38 Betriebe)	Scheibenegge angebaut	2,5	2
		3	31
		3,5	1
		4	2

Anhang 3: Geräte, die von über 20 % der Befragten zum Walzen im Ackerbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 146 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
51 (75 Betriebe)	Rauwalze, gezogen	2,5	2
		2,6	1
		2,7	1
		3	3
		3,7	1
		4,5	2
		5	2
		5,5	1
		6	24
		6,2	2
		6,3	3
		6,4	1
		6,5	4
		7	5
		7,2	1
		7,3	1
		7,5	2
		7,8	1
		8	3
		8,2	1
8,3	2		
8,5	1		
9	2		
12	1		
45 (65 Betriebe)	Rauwalze, angebaut	1,8	1
		2,5	2
		2,9	1
		3	53
		3,5	1
		4	1
		6	1

Saat, Pflege und Pflanzenschutz

Anhang 4: Arbeitsbreiten der Drillmaschine im Ackerbau (n = 127 Betriebe).

Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
2,5	16
2,8	1
3	99
3,2	1
3,5	2
4	3
4,2	1
4,5	1
4,8	1
6	2

Anhang 5: Geräte, die von über 20 % der Befragten zum Hacken/Striegeln im Ackerbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 58 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
50 (29 Betriebe)	Hackstriegel	3	4
		4	2
		4,5	1
		5	1
		6	9
		6,2	1
		7,5	1
		9	3
		12	4
		15	1
36 (21 Betriebe)	Reihenhackgerät	2,5	1
		3	15
		3,2	1
		4,8	1
		5	1
	6	1	

Anhang 6: Geräte, die von über 20 % der Befragten für den Pflanzenschutz im Ackerbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 143 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
78 (112 Betriebe)	Feldspritze, angebaut	3	1
		6	1
		10	1
		12	17
		12,5	14
		15	59
		18	4
		21	10
		24	2
		27	1
		28	1

Düngung

Anhang 7: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die mineralische Düngung im Ackerbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 146 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
97 (141 Betriebe)	Schleuderstreuer angebaut	10	1
		12	17
		12,5	12
		15	70
		16	1
		18	6
		21	16
		24	2
		27	6
		28	3
		30	1
		32	1
		33	3
		36	1

Anhang 8: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Düngung mit Mist/Kompost im Ackerbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 126 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
75 (94 Betriebe)	Streuer mit Walzenstreuwerk	3	2
		5	6
		6	12
		7	2
		7,5	1
		8	12
		9	3
		10	16
		12	15
		14	1
		15	14
		20	1
		21	3

Getreide, Raps, Körnerleguminosen, Sonnenblumen

Anhang 9: Arbeitsbreiten beim Mähdrusch im Ackerbau (n = 139 Betriebe).

Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
3	2
3,6	1
4	6
4,2	4
4,25	1
4,5	12
4,8	7
4,9	2
5	17
5,1	2
5,2	6
5,3	1
5,4	2
5,5	3
5,6	1

Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
6	42
6,2	1
6,3	1
6,4	1
6,5	2
6,6	2
6,7	3
7	9
7,1	1
7,3	3
7,5	3
7,7	1
8,5	1
9	2

Anhang 10: Transportkapazitäten des Anhängers/Anhängierzuges für den Körnertransport im Ackerbau (n = 136 Betriebe).

Tonnen (t)	Anzahl Teilnehmer
≤ 10	23
11–15	30
16–20	51
21–25	24
> 25	8

Mais

Anhang 11: Reihen bei der Maissaat (n = 117 Betriebe).

Anzahl Reihen	Anzahl Teilnehmer
4	52
5	1
6	51
8	8
9	2
12	3

Anhang 12: Reihen beim Mähdrusch (n = 77 Betriebe).

Anzahl Reihen	Anzahl Teilnehmer
4	6
6	55
8	13
9	1
12	2

Anhang 13: Reihen des Häckslers (n = 92 Betriebe).

Anzahl Reihen	Anzahl Teilnehmer
1	6
2	2
3	1
4	4
6	46
8	29
10	3
12	1

Zuckerrüben

Anhang 14: Reihen bei der Rübensaat (n = 71 Betriebe).

Anzahl Reihen	Anzahl Teilnehmer
6	47
8	1
12	21
16	1
18	1

Anhang 15: Reihen der Erntemaschine bei Zuckerrüben (n = 76 Betriebe).

Anzahl Reihen	Anzahl Teilnehmer
2	6
3	1
4	1
6	67
8	1

Anhang 16: Transportkapazitäten des Anhängers/Anhängierzuges für den Rübentransport (n = 67 Betriebe).

Tonnen (t)	Anzahl Teilnehmer
≤ 10	3
11–15	9
16–20	24
21–25	24
> 25	16

Kartoffeln

Anhang 17: Reihen beim Legen von Kartoffeln (n = 31 Betriebe).

Reihenanzahl	Anzahl Teilnehmer
2	11
4	19
6	1

7.2 Futterbau

Anhang 18: Geräte, die von über 20 % der Befragten zur Grünlandpflege im Futterbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 226 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
72 (163 Betriebe)	Wiesenstriegel	1,8	1
		2	7
		2,4	1
		2,5	4
		2,7	1
		3	22
		3,4	2
		3,5	6
		3,6	1
		4	27
		4,5	3
		5	23
		6	42
		7	1
		8	2
27 (61 Betriebe)	Schlegelmulcher	0,9	1
		1,3	1
		1,6	1
		1,9	1
		2	5
		2,2	2
		2,3	1
		2,4	1
		2,5	12
		2,7	3
		2,75	1
		2,8	7
		3	19
4,5	1		

Anhang 19: Geräte, die von über 20 % der Befragten zum Pflanzenschutz im Futterbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 121 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
69 (84 Betriebe)	Feldspritze, angebaut	8	1
		9	4
		10	2
		10,5	2
		12	32
		12,5	6
		14	1
		15	30
		21	3

Anhang 20: Geräte, die von über 20 % der Befragten zur Behandlung von Problemunkräutern im Futterbau genutzt werden, und der dazugehörige Flächenanteil (Mittelwert in %) sowie die durchschnittliche Anzahl der Pflanzen pro ha (n = 230 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Behandlung	Flächenanteil je Jahr %	Ø Pflanzen pro ha
67 (153 Betriebe)	Einzelstockbehandlung, chemisch	49	210
53 (122 Betriebe)	Ausstechen	54	411
21 (49 Betriebe)	Flächenspritzung	17	1606

Anhang 21: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die mineralische Düngung im Futterbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 170 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
94 (159 Betriebe)	Schleuderstreuer, angebaut	4	2
		5	6
		6	4
		7	1
		8	12
		9	5
		10	11
		11	1
		12	41
		12,5	3
		14	4
		15	42
		16	1
		18	1
		20	3
		21	7
24	2		
24,5	1		
36	1		

Anhang 22: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Düngung mit Mist/Kompost im Futterbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 234 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
59 (139 Betriebe)	Streuer mit Walzstreuwerk	1,6	1
		2	1
		3	7
		3,5	1
		4	11
		5	13
		6	26
		7	2
		8	21
		9	4
		10	24
		12	11
		15	4
		20	1
26 (61 Betriebe)	Streuer mit Seitenstreuwerk	0,5	2
		3	1
		4	1
		5	2
		6	3
		8	3
		9	1
		10	15
		12	8
		15	7
		20	3
		25	3
30	1		

Anhang 23: Mähwerke, die von über 20 % der Befragten im Futterbau zum Eingrasen genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 130 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
71 (92 Betriebe)	Motormäher	1,5	1
		1,6	7
		1,7	3
		1,75	2
		1,8	7
		1,9	43
		2	14
		2,1	1
		2,2	4
		2,4	1
		2,5	2
	9	1	
43 (56 Betriebe)	Rotationsmähwerk Frontanbau	1,9	2
		2,2	2
		2,4	1
		2,7	1
		2,75	1
		2,8	2
		3	36
		3,1	4
		3,2	2
		3,5	1
		6,4	1
	300	1	

7.3 Gemüsebau

Anhang 24: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Grundbodenbearbeitung im Gemüsebau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 96 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Schare/Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
97 (93 Betriebe)	Pflug	2	4
		3	22
		4	51
		5	13
74 (71 Betriebe)	Grubber mit Nachläufer	1,5	2
		2	1
		2,5	1
		2,6	5
		2,8	1
		3	5
		4	2
4,8	1		
51 (49 Betriebe)	Tiefenlockerer	1,5	3
		1,8	1
		2	3
		2,5	5
		2,6	1
		3	33
3,5	1		
33	Spatenmaschine (n = 32)	1,2	2
		1,8	1
		2	3
		2,2	4
		2,5	7
		3	12
		3,2	1

Anhang 25: Eggen, die von über 20 % der Befragten im Gemüsebau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 96 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
93 (89 Betriebe)	Kreiselegge	2	1
		2,5	4
		3	70
		3,5	1
		4	1
		4,5	1
		5	6
43 (41 Betriebe)	Federzinkenegge, angebaut	1,5	1
		2,5	2
		3	11
		3,2	1
		4	3
		4,2	1
		4,5	5
		4,6	1
		4,8	1
		5	5
		5,2	1
		5,5	1
		6	3
6,2	1		
35 (34 Betriebe)	Bodenfräse	1	1
		1,2	1
		1,8	2
		2,2	1
		2,5	4
		2,7	2
		3	17
		3,2	1
3,3	1		
28	Scheibenegge angebaut (n = 27)	3	23
		3,2	1
		3,5	2

Anhang 26: Walzen, die von über 20 % der Befragten im Gemüsebau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 80 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
50 (40 Betriebe)	Rauwalze, angebaut	1,5	3
		1,8	1
		2,5	2
		2,8	2
		3	27
		4,5	1
45 (36 Betriebe)	Rauwalze, gezogen	2,5	1
		2,8	1
		3	3
		3,6	1
		4	1
		4,5	3
		5	2
		5,3	1
		5,4	2
		6	7
		6,2	2
		7	2
		8	4
		9	2
12	1		
25	Glattwalze angebaut (n = 20)	1,5	5
		1,8	2
		2,5	1
		3	4
		3,2	1

Anhang 27: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Pflanzung im Gemüsebau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 63 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Gerät	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
62 (39 Betriebe)	Pflanzmaschine, Typ Speedy	1,4	1
		1,5	16
		1,6	2
		1,65	1
		1,8	8
		2,1	1
		2,5	1
		2,9	1
		3	7
		3,5	1
60 (38 Betriebe)	Pflanzmaschine, mechanisch	1,5	17
		1,6	4
		1,65	1
		1,8	7
		2,8	1
		3	5
49 (31 Betriebe)	Pflanzmaschine, Typ Bändchen	1,5	12
		1,6	3
		1,65	2
		1,7	1
		1,8	11
		2,1	1
		3	1
27 (17 Betriebe)	Pflanzmaschine, halbautomatisch	1,5	11
		1,65	1
		1,8	2
		2,5	1
		3	2
24 (15 Betriebe)	Von Hand	Keine Angaben	Keine Angaben

Anhang 28: Geräte zum Legen der Folie, die von über 20 % der Befragten im Gemüsebau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 41 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
68 (28 Betriebe)	Folienlegegerät	1	1
		1,2	1
		1,5	15
		1,6	1
		1,7	1
		1,8	5
		13	1
		2	1
		3	1
34 (8 Betriebe)	Andere	Keine Angaben	Keine Angaben

Anhang 29: Geräte, die von über 20 % der Befragten zum Hacken/Striegeln im Gemüsebau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 79 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
76 (60 Betriebe)	Scharhack- und Häufelgerät	1,5	15
		1,6	4
		1,8	5
		2,8	1
		2,9	1
		3	28
		3,5	1
		4,5	1
59 (47 Betriebe)	Scharhack- und Häufelgerät mit Düngeraggregat	1,5	18
		1,6	5
		1,7	1
		1,8	11
		2,5	1
		3	8
		3,5	1
29 (23 Betriebe)	Fingerhackgerät	1,5	6
		1,6	1
		1,8	6
		2,5	1
		2,8	1
		3	6
		3,5	1
23	Andere (n = 18)	Keine Angaben	Keine Angaben

Anhang 30: Geräte, die von über 20 % der Befragten für den Pflanzenschutz im Gemüsebau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 89 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
97 (86 Betriebe)	Pflanzenschutzspritze	1,8	1
		10	2
		10,5	3
		11	1
		12	7
		12,5	4
		13,5	2
		15	17
		18	3
		19,5	2
		21	14
		21,5	1
		22	1
		22,5	1
		24	7
		25	1
		27	6
		28	7
		33	2
36	2		
9	1		

Anhang 31: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die mineralische Düngung Gemüsebau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 95 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
98 (93 Betriebe)	Schleuderstreuer, angebaut	10	4
		12	11
		12,5	3
		15	23
		16,5	1
		18	2
		20	1
		21	13
		21,5	1
		22	2
		24	7
		25	1
		27	6
		28	9
		30	1
		33	2
36	3		
40	2		
43 (41 Betriebe)	Reihendüngerstreuer, angebaut	1,5	13
		1,6	5
		1,7	1
		1,8	10
		2,1	1
		2,5	1
		3	8

Anhang 32: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Düngung mit Mist/Kompost im Gemüsebau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 64 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
69 (44 Betriebe)	Streuer mit Walzenstreuwerk	2,5	1
		3	1
		4	2
		5	1
		6	3
		7	1
		8	2
		9	4
		10	8
		12	10
		12,5	1
		15	4
		21,5	1
23 (15 Betriebe)	Universalstreuer	6	1
		7	1
		8	2
		9	1
		12	2
		15	3
		16	1
18	1		

Anhang 33: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Ernte- und Nachernte im Gemüsebau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 71 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
48 (34 Betriebe)	Siebkettenroder (Zwiebeln)	0,75	1
		1,5	23
		1,6	2
		1,8	3
		2	1
42 (30 Betriebe)	Unterfahrmesser (Lauch)	0,6	1
		1,5	13
		1,6	2
		1,65	1
		1,8	5
		2,1	1
38 (27 Betriebe)	Ernteband zu Erntewagen	3	1
		5	1
		5,4	1
		6	4
		7	1
		7,5	2
		9	5
		10	6
37 (26 Betriebe)	Vakuumkrautschläger	10,5	4
		12	1
		1,5	14
		1,6	1
		1,7	1
		1,8	4
34 (24 Betriebe)	Karottenvollernter, angebaut	2	1
		3	3
		0,5	4
		0,6	1
		0,7	1
		0,75	5
		1	1
		1,5	1
31 (22 Betriebe)	Erntewagen mit Dach	5	1
		1 Reihe	4
		1 Zeile	1
		1,5	1
		1,6	1
		2,2	1
		2,5	1
		3	1
		5,6	1
		6,5	1
27 (19 Betriebe)	Karottenvollernter, angehängt	9	2
		12	2
		Von Hand	1
		0,6	1
		0,75	10
23 (16 Betriebe)	Waschtunnel /-strasse für Frischgemüse	1	1
		1	1
		3,5	1
		1 Reihe	2
	Bandwaschmaschine auf Hof	8	1
			1

7.4 Weinbau

Anhang 34: Geräte, die von über 20 % der Befragten für den Pflanzenschutz im Weinbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 169 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Anzahl Reihen	Anzahl Teilnehmer
75 (126 Betriebe)	Gebläsespritze	1	4
		1,5	1
		2	65
		2,5	3
		3	6
		4	11
		5	1
		6	3
		7	2
		8	4
		9	2
		10	2
		15	1

Anhang 35: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die mineralische Düngung im Weinbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 144 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
48 (69 Betriebe)	Schleuderstreuer, angebaut	1,2	1
		1,8	1
		2	5
		2,8	1
		3	2
		3,2	1
		3,6	1
		4	6
		4,5	1
		5	1
		6	5
		7	1
		7,2	1
		8	13
		9	2
		10	12
		12	3
15	1		
16	1		

Anhang 36: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Düngung mit Mist/Kompost im Weinbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 78 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
38 (30 Betriebe)	Streuer mit Walzenstreuwerk	1	2
		1,2	1
		1,25	1
		1,3	1
		1,5	6
		1,8	3
		2	9
		2,1	1
		2,4	1
		3	1
		4	1
		6	1
10	1		
49 (38 Betriebe)	Andere	Keine Angaben	Keine Angaben

Anhang 37: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Grundbodenbearbeitung in Neuanlagen im Weinbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 144 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Schare/Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
50 (72 Betriebe)	Spatenmaschine	0,2	1
		0,2	1
		0,4	2
		0,6	1
		0,7	1
		0,8	4
		0,9	1
		1	3
		1,2	4
		1,3	4
		1,35	1
		1,4	4
		1,5	6
		1,6	2
		1,8	1
		2	3
		2,2	2
		2,5	1
		3	7
		4	2
120	1		
46 (66 Betriebe)	Tiefenlockerer	0,4	1
		0,5	3
		0,6	2
		0,7	1
		1	4
		1,4	1
		1,5	4
		1,6	2
		2	5
		2,2	1
		2,3	1
		2,5	5
		3	14
		3,5	1
4	3		

Anhang 38: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Pflanzbettbereitung in Neuanlagen im Weinbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 133 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
60 (80 Betriebe)	Egge, zapfwellengetrieben	0,75	1
		0,8	1
		1	2
		1,3	1
		1,4	1
		1,5	2
		1,6	1
		1,8	1
		2	1
		2,2	1
		2,4	1
		2,5	8
		3	28
		4	3
5	1		
6	2		
23 (31 Betriebe)	Egge, nicht angetrieben	0,8	1
		1	2
		1,2	1
		1,5	3
		1,8	1
		2	3
		2,5	4
		3	7
		3,5	1
		4	1
21 (28 Betriebe)	Andere	Keine Angaben	Keine Angaben

Anhang 39: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die mineralische Düngung in Neuanlagen im Weinbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 132 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
55 (72 Betriebe)	Schleuderstreuer	1,2	1
		1,3	1
		1,6	1
		1,8	1
		2	5
		3	1
		3,2	1
		3,6	1
		4	8
		4,5	1
		5	1
		6	6
		7	1
		8	10
		9	2
10	10		
12	4		
15	1		
16	1		
25 (33 Betriebe)	Andere	Keine Angaben	Keine Angaben

Anhang 40: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Düngung mit Mist/Kompost in Neuanlagen im Weinbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 73 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
45 (33 Betriebe)	Streuer mit Walzstreuwerk	1	3
		1,2	1
		1,25	1
		1,3	1
		1,5	6
		1,8	3
		2	8
		2,1	1
		2,4	1
		4	1
		5	1
		6	1
		10	1
		140	1
44 (32 Betriebe)	Andere		

7.5 Obstbau

Anhang 41: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die mineralische Düngung im Obstbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 99 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
63 (62 Betriebe)	Schleuderstreuer, angebaut	21	2
		15	2
		14,5	1
		12,5	1
		12	12
		10	3
		9	3
		8	9
		7,5	1
		7,2	1
		7	5
		6	4
		5	3
		4	7
		3,5	1
3	2		
10 (10 Betriebe)	Schleuderstreuer, gezogen	3	1
		3,5	1
		4	2
		5,5	1
		10	2
28 (28 Betriebe)	Reihendüngerstreuer, angebaut	1,6	1
		3	1
		3,5	2
		3,8	1
		4	9
		4,5	1
		5	2
		5,5	1
		6	1
		8	1
12	1		

Anhang 42: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Düngung mit Mist/Kompost im Obstbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 68 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
68 (46 Betriebe)	Streuer mit Seitenstreuwerk	0,5	2
		1	11
		1,5	1
		2	1
		3	2
		3,5	1
		4	9
		5	1
21 (14 Betriebe)	Streuer mit Walzenstreuwerk	6	1
		7	1
		1,5	1
		3	2
		4	2
		4,5	1
		6	2
		9	1
	10	1	
	12	1	

7.6 Erdbeeranbau

Anhang 43: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Grundbodenbearbeitung im Erdbeeranbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 69 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Schare/Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
87 (60 Betriebe)	Pflug	2	14
		2,5	1
		3	24
		4	19
		5	1
51 (35 Betriebe)	Grubber mit Nachläufer	1,5	1
		2	1
		2,2	1
		2,5	8
		2,6	1
		2,8	2
		3	20
20 (14 Betriebe)	Tiefenlockerer	5	1
		1	1
		1,5	2
		2	1
		2,2	1
		2,5	2
	3	6	
	4	1	

Anhang 44: Eggen, die von über 20 % der Befragten im Erdbeeranbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 69 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
74 (51 Betriebe)	Kreiselegge	2	3
		2,5	8
		2,75	1
		2,8	1
		3	37
36 (25 Betriebe)	Federzinkenegge, angebaut	1,5	1
		2	1
		2,5	5
		2,6	1
		2,7	1
		2,8	2
		3	9
		3,5	1
25 (17 Betriebe)	Bodenfräse	0,8	1
		0,9	1
		1,4	1
		1,5	3
		1,8	1
		1,9	1
		2	2
		2,4	1
		2,5	2
		3	3

Anhang 45: Geräte, die von über 20 % der Befragten zum Hacken/Striegeln im Erdbeeranbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 42 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
45 (19 Betriebe)	Reihenhackgerät	0	1
		1,5	4
		2	2
		2,25	1
		2,5	1
		3	7
		3,3	1
		4	1
33 (14 Betriebe)	Reihenfräse	0,5	1
		1,5	2
		1,6	1
		2	4
		2,1	1
		2,25	1
		2,5	1
3	3		

Anhang 46: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die mineralische Düngung im Erdbeeranbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 63 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
79 (50 Betriebe)	Schleuderstreuer, angebaut	4	2
		5	1
		7	1
		9	1
		10	1
		12	14
		12,5	4
		14	1
		15	12
		16	2
		18	2
		20	1
		21	4
		24	1

Anhang 47: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Düngung mit Mist/Kompost im Erdbeeranbau genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 43 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
267 (n = 29 Betriebe)	Streuer mit Walzenstreuwerk	2	2
		3	3
		4	1
		5	2
		6	6
		8	5
		9	1
		10	3
		12	2
		15	1

7.7 Strauchbeeren

Anhang 48: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die mineralische Düngung im Anbau von Strauchbeeren genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 40 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
43 (17 Betriebe)	Schleuderstreuer, angebaut	3	1
		5	1
		6	1
		7,1	1
		8	1
		9	1
		12	12
		15	3
		20	1
		21	1
28 (11 Betriebe)	Reihendüngerstreuer, angebaut	2,5	1
		2,6	1
		3	4
		12	1
38 (15 Betriebe)	Andere	Keine Angaben	Keine Angaben

Anhang 49: Geräte, die von über 20 % der Befragten für die Düngung mit Mist/Kompost im Anbau von Strauchbeeren genutzt werden, und die dazugehörigen Arbeitsbreiten (n = 31 Betriebe).

Teilnehmer (%)	Geräte	Arbeitsbreite (m)	Anzahl Teilnehmer
35 (11 Betriebe)	Streuer mit Walzenstreuwerk	4	1
		6	3
		7	1
		8	3
		10	1
		12	1
		15	1
35 (11 Betriebe)	Streuer mit Seitenstreuwerk	0,6	1
		1	1
		2,5	1
		3,5	1
		5	1
		6	1
32 (10 Betriebe)	Andere	Keine Angaben	Keine Angaben

8 Literaturverzeichnis

- Anken T., Kaufmann R. (2019). Agrartechnische Forschung: Von der Mechanisierung zur Digitalisierung. Agrarforschung Schweiz, 10, 402–405. Zugang: <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/42540>.
- BAFU (2020). Erläuterungen zur Änderung der Luftreinhalte-Verordnung (LRV). Bundesamt für Umwelt, Bern, S. 283–1347.
- Behn, A. (2014). Pflügen ist von gestern. Weltsichten: Früchte des Bodens, Heft 12. Zugang: <https://www.welt-sichten.org/artikel/25821/pfluegen-ist-von-gestern?page=all> [24.08.2020].
- BFS (2020). Landwirtschaft und Ernährung: Taschenstatistik. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel, 24 S.
- Bozzolini, G., Groher, T., Heitkämper, K., Umstätter, C. (2020a). Stand der Mechanisierung in der Schweizer Landwirtschaft. Teil 2: Tierhaltung. Agroscope Transfer Nr. 352. Agroscope, Ettenhausen. Zugang: <https://doi.org/10.34776/at352g>.
- Bundesrat (2017). Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Bericht des Bundesrates, Bern. S. 1–78.
- Chamen, T. (2015). Controlled traffic farming – from worldwide research to adoption in Europe and its future prospects. Acta Technologica Agriculturae, 18 (3), 64–73.
- Faessler, P. (1971). Gegenwärtiger Stand und voraussichtliche Tendenzen in der Mechanisierung und ihre Auswirkungen auf die schweizerische Landwirtschaft. Schriftenreihe der Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik FAT, Nr. 2, 1–52. Zugang: <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/37482>.
- Flisch, R., Sinaj, S., Charles, R., Richner, W. (2009). GRUDAF 2009 – Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. Agrarforschung, 16 (2), 1–97.
- Fuhrer, J., Klein, T., Tendall, D., Lehmann, N. (2013). Wasser und Schweizer Landwirtschaft: Das Projekt AGWAM im Rahmen des NFP 61. Aqua & Gas, 93 (7–8), 34–39.
- Groher, T., Heitkämper, K., Walter, A., Liebisch, F., Umstätter, C. (2020). Status quo of adoption of precision agriculture enabling technologies in Swiss plant production. Precision Agriculture. Zugang: <https://doi.org/10.1007/s11119-020-09723-5>.
- Heitkämper, K., Stark, R., Besier, J., Umstätter, C. (2020). Die Arbeitszeit im Griff mit LabourScope. Agroscope Transfer Nr. 335. Agroscope, Ettenhausen. Zugang: <https://doi.org/10.34776/at335g>.
- Holland, J. M. (2004). The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. Agriculture, Ecosystems & Environment, 103 (1), 1–25.
- Holpp, M. (2012) Untersuchungen zu Controlled Traffic Farming und satellitenbasierten Lenksystemen, Dissertation. Zugang: <https://kobra.uni-kassel.de/handle/123456789/2012110242088>.
- Holpp M., Anken T., Stehle T., Martin D., Hatt M. (2016). Präzisionsunkrautkontrolle in Reihenkulturen: Effizienteres Hacken mit sensor- und satellitenbasierten Steuerungen und Lenksystemen. Agroscope Transfer Nr. 130, 4 S. Zugang: <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/35837>.

- Huguenin-Elie O., Nyfeler D., Ammann C., Latsch A. J., Richner W. (2018). Einfluss der Gülleapplikationstechnik auf Ertrag und Stickstoffflüsse im Grasland. *Agrarforschung Schweiz*, 9, 236–247. Zugang: <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/39020>.
- Koester, U., von Cramon-Taubadel, S. (2019). Technischer Fortschritt in der Landwirtschaft und Agrarpreise (Nr. 191). Discussion Paper.
- Kramer, E. (1991). Schlagkräftige Mechanisierung-eine Gefahr für unsere Böden? FAT-Bericht Nr. 412. Eidg. Forschungsanstalt für Betriebstechnik und Landtechnik FAT, Ettenhausen. Zugang: <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/18634>.
- Latsch, A., Anken, T. (2019). Soil and crop responses to a “light” version of Controlled Traffic Farming in Switzerland. *Soil and Tillage Research*, 194, 104310.
- Latsch, R., Sauter, J. (2014). Optimisation of Hot-Water Application Technology for the Control of Broad-Leaved Dock (*Rumex Obtusifolius*). *Journal of Agricultural Engineering*, 45, 137–145.
- Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (2017). Pflanzenbauliche und bodenökologische Auswirkungen von Pflug-, Mulch- und Direktsaat, Systemvergleich Bodenbearbeitung Abschlussbericht 2017.
- Lehmann, N., Finger, R., Klein, T., Calanca, P., Walter, A. (2013). Adapting crop management practices to climate change: Modeling optimal solutions at the field scale. *Agricultural Systems*, 117, 55–65.
- Lips, M. (2009). Maschinenkosten und Ernteverluste (2009). *UFA-Revue*, 6, 10–11.
- Marinoudi, V., Sørensen, C. G., Pearson, S., Bochtis, D. (2019). Robotics and labour in agriculture. A context consideration. *Biosystems Engineering*, 184, 111–121.
- Möhring, A., Ammann, H. (2006). Überbetrieblicher Maschineneinsatz in der Landwirtschaft – Welche Formen bieten sich an? ART-Bericht, 666, 1–12. Zugang: <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/17886>.
- Rahe, F., Ruckelshausen, A. (2013). Bonirob: Multifunktionaler Feldroboter Für Landwirtschaftliche Anwendungen. Edited by Hochschule Osnabrück, Amazone, and Bosch.
- Rowen, E. K., Regan, K. H., Barbercheck, M. E., Tooker, J. F. (2020). Is tillage beneficial or detrimental for insect and slug management? A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 294, 106849.
- Schweizerbauer (2019). Pflanzenschutz – 85 % weniger Pflanzenschutzmittel. Zugang: <https://www.schweizerbauer.ch/pflanzen/pflanzenschutz/85-weniger-pflanzenschutzmittel-49983.html> [24.08.2020].
- Taylor, J.H., (1983). Benefits of permanent traffic lanes in a controlled traffic crop production system. *Soil Tillage Research*, 3(4), 385–395.
- Verband Schweizer Gemüseproduzenten (VSGP) (2018). Roboter reduziert Pflanzenschutzmittel im Gemüsebau. Zugang: <https://www.gemuese.ch/Meta/Medien/News/Roboter-reduziert-Pflanzenschutzmittel-im-Gemuseba> [24.08.2020].

Wegener, J.K., Urso, I.-M, von Hörsten, D., Hegewald, D., Minssen, T.F., Schattenberg, J., Gaus, C.C., de Witte, T., Nieberg, H., Isermeyer, F., Frerichs, L., Backhaus, G. (2019). Spot Farming – an Alternative for Future Plant Production. *Journal für Kulturpflanzen* 71, 70–89.

Zorn, A. (2020). Kennzahlen des Strukturwandels der Schweizer Landwirtschaft auf Basis einzelbetrieblicher Daten. *Agroscope Science*, 88, 1–58. Zugang: <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/43725>.