

Landwirtschaft 4.0 – Potenziale und Perspektiven für Südtirols Landwirte & Maschinenbauer

Bedarfserhebung an technologischen Innovationen für Südtirols Landwirtschaft

Institut für Regionalentwicklung

Bearbeitet von:

V. Gramm, C. Hoffmann

Eurac Research

Drususalle 1, 39100 Bozen

Tel. 0471-055315

Christian.Hoffmann@eurac.edu

Bozen, im März 2020



Inhalt

1. Einführung	3
2. Methodik	6
2.1 Kick-off-meeting	6
2.2 AHP-Ansatz zur Auswahl der Sektoren	7
2.3 Quantitative Online-Befragung von Landwirten	8
2.4 Qualitative Befragung von Landwirten und Experten	9
3. Ergebnisse	9
3.1 Kick-off-meeting	9
3.2 Ausgewählte Produktionstypen	12
3.3 Quantitative Befragung mittels Online-Fragebogen	13
3.3.1 Grünlandwirtschaft	13
3.3.2 Weinbau	16
3.3.3 Gemüsebau	17
3.4 Qualitative Befragung der Landwirte und Experten	19
3.4.1 Allgemeines zu technologischen Innovationen in der Südtiroler Landwirtschaft	20
3.4.2 Grünlandwirtschaft	22
3.4.3 Weinbau	23
3.4.4 Gemüsebau	25
4. Schlussfolgerungen	26
Literatur	29
Anhang	30
Anhang A – Grünlandwirtschaft	30
Angaben zur Person	30
Angaben zum Betrieb	31
Angaben zur Mechanisierung/Grad der Digitalisierung	34
Anhang B – Weinbau	36
Angaben zur Person	36
Angaben zum Betrieb	37
Angaben zur Mechanisierung/Grad der Digitalisierung	40
Anhang C – Gemüseanbau	42
Angaben zur Person	42
Angaben zum Betrieb	43
Angaben zur Mechanisierung/Grad der Digitalisierung	46

1. Einführung

Im Zuge eines steigenden Nachhaltigkeitsbewusstseins der Konsumenten und infolge sinkender Auszahlungspreise für konventionell erzeugte Agrarprodukte, steigt vor allem für kleine landwirtschaftliche Produzenten der Druck nach einem wettbewerbsfähigen Betriebskonzept. Dazu kommt, dass die Land- und Forstwirtschaft laut IPCC (2019) für 23% der gesamten anthropogenen Treibhausgasemissionen verantwortlich ist. Daher braucht es Anpassungsstrategien hin zu einer stärker ökologisch ausgerichteten Kreislaufwirtschaft (Pigford et al., 2018; Long et al., 2016). Für innovativ ausgerichtete Landwirte werden technologische Entwicklungen Perspektiven bieten, diese Herausforderungen zu bewältigen und ihre Betriebe erfolgreich in die Zukunft zu führen.

Um die Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit der Südtiroler Landwirtschaftsbetriebe zu steigern, Arbeitsprozesse zu erleichtern und damit die berufliche Attraktivität der Landwirtschaft zu stärken, könnten innovative Technologielösungen zur Erzeugung von Produkten höchster Qualität, auf kleinstrukturierten Flächen, ein Schlüsselement einnehmen (Weltzien, 2017; Cavallo et al., 2014a).

Die Einsparung von Ressourcen und die Vermeidung des Einsatzes umwelt- und gesundheitsschädlicher Betriebsmittel sind wichtige Aspekte, um die Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen ökologischer und effizienter zu gestalten. Deshalb arbeiten viele Landwirte u.a. daran, Pflanzenschutzmittel bedarfsgerecht einzusetzen bzw. weitgehend auf den Einsatz von chemisch-synthetischen Herbiziden und Pestiziden zu verzichten. Zu vermeiden, dass sie dadurch größere Einbußen in der Ertragsmenge und höhere Produktionskosten verzeichnen müssen, stellt eine anspruchsvolle Aufgabe dar. Moderne Agrartechniken könnten allerdings Ansätze bieten, Arbeitskosten gegenüber herkömmlichen Verfahren einzusparen. Vor allem die standörtlich benachteiligte Landwirtschaft in Steillagen mit ihren kleinstrukturierten Produzenten und ihren Spezial- und Nischenkulturen, wo häufig noch manuell geprägte Verfahrensprozesse praktiziert werden, könnte davon profitieren.

Ganz im Gegensatz dazu sind Bio-Produzenten aufgrund der Flursituation oft mit Abdriftproblemen konfrontiert, die zu erheblichen wirtschaftlichen Schäden führen und dadurch zu Konfliktsituationen zwischen den Nachbar-Produzenten. Deshalb besteht vor allem bei Applikationstechniken und Techniken für Precision Farming ein hoher Bedarf nach technisch-mechanischen, aber auch Governance Lösungen.

Neben der Arbeitserleichterung, der Effizienzsteigerung und der Reduktion des Einsatzes umwelt- und gesundheitsschädlicher Betriebsmittel stehen aber auch ressourcenschonende Antriebstechniken von Landmaschinen (E-Mobilität, Erdgas oder Biodiesel) und Sicherheitsaspekte zur Vermeidung von Arbeitsunfällen im Fokus von Landwirtschaft 4.0 (Colantoni et al., 2018; Cavallo et al., 2014b). Denn immer noch ist die Bewirtschaftung steiler Flächen unter dem Einsatz von schweren Maschinen mit einem hohen Gefahrenpotenzial für die Produzenten verbunden. Moderne Technologien erlauben es bereits, die eingesetzten Geräte und Maschinen aus sicherer Entfernung zu steuern oder selbstfahrende Traktoren einzusetzen. Das Risiko von Unfällen mit Personenschäden kann mit diesen technologischen Innovationen eingedämmt werden.

Trotz der offensichtlichen Vorteile ist der Einsatz moderner Technologien aber mit hohen Investitionen verbunden. Besonders den kleinstrukturierten Südtiroler Betrieben fehlen häufig die Größe, die Finanzkraft und die betriebliche Perspektive, die den Ankauf innovativer Agrartechnik zur effizienteren, ökologischeren und sichereren Gestaltung der Produktion rechtfertigen würde. Dass jeder Betrieb seinen eigenen Maschinen- bzw. Gerätepark besitzt, ist aufgrund der geringen Auslastung der Maschinen und

der geringen Rentabilität der Betriebe nicht effizient. Daher wären verschiedene Geschäftsmodelle von Institutionen oder Dienstleistern zusätzlich zum Maschinenringansatz zu entwickeln, die es den oftmals kleinstrukturierten Südtiroler Betrieben ermöglichen könnten, nur den Aufwand für die Benutzung und Wartung von Maschinen und Spezialgeräten nach dem „Verursacherprinzip“ in einer Art kurzfristigen „Leasing- oder Mietgeschäft“ zu tragen.

Vor dem Hintergrund, zukunftsweisende Investitionen nicht machen zu können und sich dadurch dem agrartechnischen Fortschritt und der Effizienzsteigerung zu verwehren, haben die Südtiroler Betriebe, sofern sie sich in einem globalen Markt bewegen, maßgebliche Nachteile in ihrer Wettbewerbs- und damit Überlebensfähigkeit. Gerade deshalb sind rechtliche, logistische und politische Maßnahmen zu setzen, die für die Zukunft einen erweiterten Möglichkeitsraum für den Einsatz moderner Landwirtschaftstechnik schaffen. Dazu wird es vor allem einfache benutzerfreundliche digitale Lösungsansätze brauchen. Diese digitalen Instrumente sollen eine gemeinschaftliche Maschinenanschaffung, Benutzung und Wartung sowie den Fremdleistungseinsatz über den Maschinenring unterstützen, um einen stärker bedarfsorientierten Arbeitseinsatz auf den landwirtschaftlichen Betrieben zu fördern. Dieser Weg ist einer von vielen, um in Südtirol langfristig die für Bergregionen typische Kulturlandschaft zu erhalten.

Südtirol kann in der Entwicklung von Landtechnik auf seine kleinen, dafür aber umso innovativeren Vertreter der Maschinenbauer setzen, die über Erfahrung und Flexibilität zur Entwicklung technischer Innovationen und zur Adaption von bestehenden Techniksystemen verfügen. Diesen Vorteil gilt es zu nutzen. Vor allem durch die Intensivierung der sektorenübergreifenden Zusammenarbeit Landwirtschaft-Landtechnik und der horizontalen Vernetzung von regionalen Akteuren soll die Wertschöpfung in der Region gesteigert und die Konkurrenzfähigkeit der kleinstrukturierten Berglandwirtschaft verbessert werden. Mit der Einsatzfähigkeit von Landmaschinen in den Steillagen der Berggebiete in ganz Europa könnten sich dann den heimischen Maschinenbauern für Landmaschinen neue Absatzmärkte auf tun.

Ziel der Initiative Landwirtschaft 4.0 ist es, innovative Alpine Agrartechniken und digitale Lösungen im Agrarsektor für Südtirol zu entwickeln. Diese technischen Lösungsansätze sollten zur Steigerung der Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit, aber auch zu einem umweltfreundlicheren Maschineneinsatz und zu mehr Arbeitssicherheit beitragen. Über Befragungen landwirtschaftlicher Betriebsleiter und Experten des Südtiroler Agrarsektors zu Schwierigkeiten und Verbesserungsvorschlägen im Maschineneinsatz, wird der Bedarf nach Innovation und Adaption von Maschinen und Geräten ermittelt, bzw. die Einführung kooperativer Organisationsformen sowie digitaler Plattformen diskutiert, um Maschinen gemeinschaftlich anzukaufen und zu nutzen. Dieser Input an konkreten Forderungen und Ideen sollen Südtiroler Maschinenbauer anregen, gezielt Produktinnovationen für diese Märkte zu entwickeln. Diese Märkte werden immer interessanter. Denn die großen Landwirtschaftsschmieden konzentrieren sich auf immer größere Maschinen für den effizienten Einsatz auf agrarischen Gunstflächen, vorwiegend im Osten Europas. So betrachtet, könnte die Nachfrage nach innovativen bzw. kostengünstigen Lösungen seitens der Märkte im Hügelland und Berggebiet zunehmen.

Die Ziele der Analyse sind:

- Festlegung der Produktionstypen, die analysiert werden sollen. Mit Hilfe des Analytical Hierarchical Process (AHP) Ansatzes, wurde die Relevanz nach der Entwicklung technologischer Innovationen für die einzelnen Produktionstypen abgeleitet.

- Befragung und Interviews von landwirtschaftlichen Betriebsleitern der ausgewählten Produktionstypen sowie von Experten mit standardisierten und semi-strukturierten Fragebögen:
 - Aktuelle und visionäre Innovationsansätze zur effizienteren, sichereren, ökologischeren Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Steillagenflächen;
 - Probleme und Schwierigkeiten im landwirtschaftlichen Produktionsprozess unter den gegebenen Rahmenbedingungen, den betrieblichen Voraussetzungen (Produktionstyp, Größe, Standort, Mechanisierung, Betriebsstruktur, Betriebsmanagement, Klima, Vermarktung, etc.) und der derzeit verwendeten und eingesetzten Landtechnik.
 - Digitale Lösungen, die die Möglichkeit bieten würden, Maschinen und Geräte gemeinschaftlich zu finanzieren, zu nutzen und zu warten bzw. den Fremdleistungseinsatz durch den Maschinenring termingerechter zu planen.

Zusammenfassend hat sich die Studie mit folgenden Kernfragen auseinandergesetzt:

- Welche Produktionstypen in der Südtiroler Landwirtschaft weisen einen hohen Bedarf an technologischer Innovation auf, um die Effizienz, die Umweltfreundlichkeit und die Sicherheit in der Produktion zu steigern?
- Welche heutigen technischen Innovationen ließen sich für den Bedarf in der Steillagenbewirtschaftung adaptieren?
- Welche logistischen Voraussetzungen bräuchte es, um eine kooperative Nutzung von Maschinen mit hohem Anschaffungswert für kleinstrukturierte Betriebe wirtschaftlich attraktiv zu gestalten?

Basierend auf dem Chancenreport Alpine Agrartechnik (Peritsch, 2016), wird in dieser Studie zwischen drei Innovationsbereichen in der Alpinen Landtechnik unterschieden:

Mechatronik: um verbesserte oder neue Funktionen zu realisieren, den Automationsgrad mit neuen IT-Lösungen zu erhöhen, und den vernetzten Informationsaustausch zwischen einzelnen Maschinenelemente untereinander oder auch mit Maschinenbedienern, Servicetechnikern und Einsatzplanern zu unterstützen. Z.B.: Einsatz von Drohnen, Robotern, selbstfahrenden Traktoren, etc.

Digitalisierung: Digital HuB Solutions und das Internet of Things (IoT), um komplexe, situative Entscheidungen, die von vielfältigen Einflussfaktoren aus dem Umfeld (Wetterbedingungen, pflanzenphysiologische Prozesse, Bodenbeschaffenheit, Nährstoffangebot, Aufkommen und Verhalten von Schädlingen und Nützlingen, etc.) abhängen, zu unterstützen. Durch die Sammlung, Verdichtung und Interpretation von Daten, z.B. GPS-Daten, Fernerkundungsdaten, Wetterdaten, Daten durch die Messung mit Sensoren, etc., aufbereitet in Apps oder Computer Programmen, haben die Landwirte Zugang zu präziseren Informationen zur Optimierung der Produktion (Precision Farming).

Neue Materialien: zur Erhöhung der Abnutzungsresistenz und damit der Nutzungsdauer, zur Reduktion des Maschinengewichts, zur Verringerung der Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten bzw. der Reparaturanfälligkeit, aber auch zur Schonung der Umwelt. Z.B. Leichtbaumaterialien, abnutzungsresistente und biologisch abbaubare Materialien.

2. Methodik

Um den Bedarf an technologischen Innovationen in der Südtiroler Landwirtschaft zu ermitteln wurde ein vierstufiges Verfahren angewandt. Zu Beginn wurden die Vertreter der Südtiroler landwirtschaftlichen Verbände und Beratungseinrichtungen zu einem Kick-off-meeting eingeladen, um sie über das Projekt zu informieren und mit ihnen die größten Herausforderungen in den verschiedenen Produktionstypen in der Südtiroler Landwirtschaft zu diskutieren. Mittels eines AHP (Analytic Hierarchical Process) Ansatzes, eingebettet in eine Online-Umfrage, wählten die Experten in einem nächsten Schritt die drei Produktionstypen aus, die aus ihrer Sicht in Südtirol den höchsten Bedarf an technologischer Innovation haben. Die Landwirte von diesen drei Produktionstypen bildeten die Zielgruppe für eine umfangreiche, standardisierte Befragungen. Im dritten Schritt der Bedarfserhebung befragte das Institut für Regionalentwicklung die Landwirte mittels eines Online-Fragebogens über die größten Schwierigkeiten und Probleme im Produktionsprozess. Die Kontaktdaten dafür wurden von den Interessensvertretern und Beratungseinrichtungen dieser drei landwirtschaftlichen Produktionstypen bereitgestellt. Darauffolgend wurden die Ergebnisse in qualitativen Interviews mit Landwirten der drei Produktionstypen sowie mit Experten diskutiert und vertieft. Abbildung 1 stellt die Vorgehensweise im Projekt Landwirtschaft 4.0 grafisch dar.

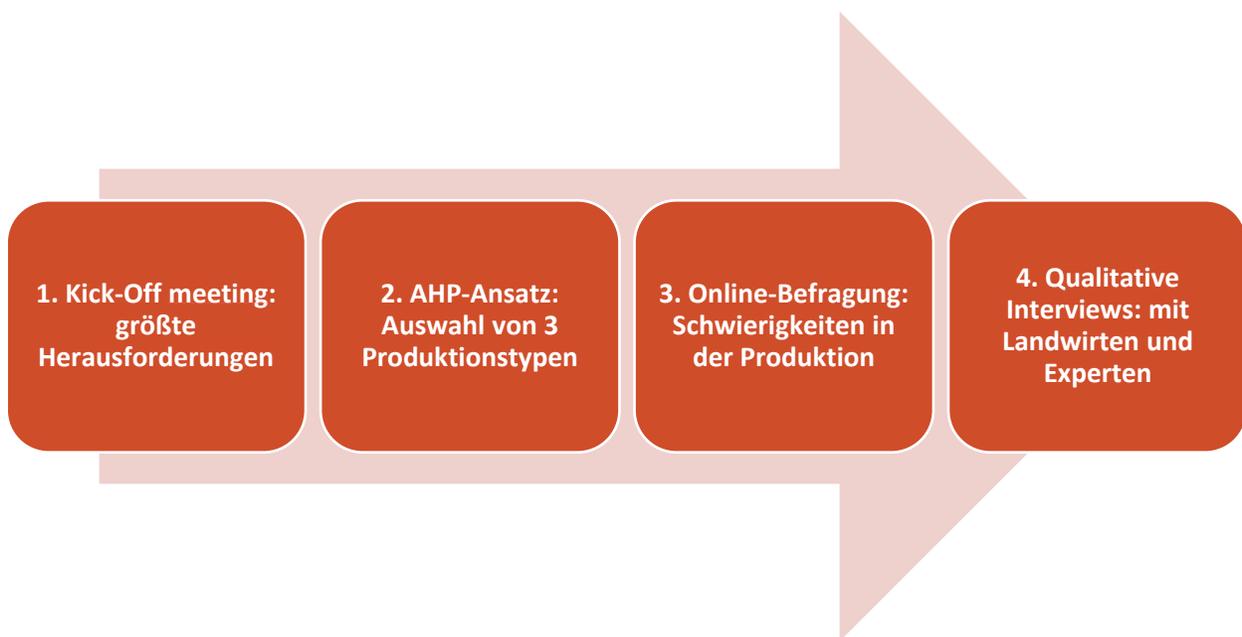


Abbildung 1: Vierstufiges Verfahren zur Bedarfserhebung im Projekt Landwirtschaft 4.0. Quelle: Eigene Darstellung.

2.1 Kick-off-meeting

Der Start des Projekts Landwirtschaft 4.0 wurde mit einem Kick-off-meeting gesetzt, das vom Institut für Regionalentwicklung von Eurac Research gemeinsam mit dem IDM Ecosystem Alpine Technologies am 28.09.2017 im NOI Techpark organisiert wurde. Anwesende waren die Vertreter des BRING – Beratungsring Berglandwirtschaft, des Beratungsrings für Obst- und Weinbau, des Südtiroler Bauernbunds, des Amt für Landmaschinen und biologische Produktion, von Bioland Südtirol und ein Student der BOKU Wien.

Ziel des Kick-off-meetings war es einerseits, die Vertreter der Verbände und Beratungsorganisationen über das Projekt zu informieren und die Kontakte zu den relevanten Akteuren der Südtiroler Landwirtschaft zu knüpfen. Andererseits sollten während des Treffens der aktuelle Stand der Technik in der Südtiroler Landwirtschaft aufgezeigt sowie die Anwendung neuer technologischer Entwicklungen diskutiert werden. Dazu bereitete das Institut für Regionalentwicklung eine Präsentation vor, die die Strukturdaten der sechs wichtigsten Produktionstypen Gemüseanbau, Spezialkulturen, Weinbau, Obstbau, Grünlandwirtschaft und Getreideanbau beinhaltet. Außerdem wurden für jeden Produktionstyp aktuelle technologische Innovationen vorgestellt. Im Anschluss an die Präsentation diskutierten die Teilnehmer des Kick-off-meetings über die größten Herausforderungen innerhalb der sechs Produktionstypen sowie über die Anwendbarkeit der vorgestellten Technologien in Südtirol. Die Ergebnisse der Diskussion wurden in Form eines Protokolls dokumentiert.

2.2 AHP-Ansatz zur Auswahl der Sektoren

Die Analyse des dringenden Bedarfs nach technologischen Innovationen in der Südtiroler Landwirtschaft sollte auf wenige Produktionstypen eingegrenzt werden, um zu aussagekräftigeren und konkreteren Ergebnissen zu kommen. Deshalb wurden aus den sechs vorher genannten Produktionstypen mithilfe der Experten drei ausgewählt. Ein AHP (Analytic Hierarchic Process) unterstützte die Entscheidung der Experten. Dieses mathematische Modell erlaubt die Gewichtung von Auswahlmöglichkeiten im Kontext von Entscheidungssituationen mit mehreren Auswahlmöglichkeiten. Im Rahmen dieses Verfahrens können befragte Personen zur Ermittlung der Wichtigkeit alle Auswahlmöglichkeiten paarweise miteinander vergleichen (mehr zu diesem Verfahren siehe Westphal, 2016).

In dem konkreten Fall, drei Produktionstypen mit dem höchsten Innovationsbedarf auszuwählen, wurden Südtiroler Experten im November 2017 dazu eingeladen, die Relevanz nach dem technologischen Innovationsbedarfs der sechs bestehenden Produktionstypen einzuschätzen. Dazu wurde den Experten, über das Online-Tool Opinio eine Entscheidungsmatrix zur Verfügung gestellt. Systematisch angeleitet bestimmten sie durch paarweisen Vergleich die Relevanz des Innovationsbedarfs für die zur Auswahl stehenden sechs Produktionstypen. Die folgende Abbildung zeigt die Entscheidungsmatrix, anhand der die Experten zeilenweise ihre Prioritäten hinsichtlich des Innovationsbedarfs im paarweisen Vergleich festlegten, bis jeder mögliche Vergleich gemacht war.

Produktionstyp 1	PT1 sehr viel unwichtiger als PT2	>>	>>	>>	>>	>>	>>	>>	PT1 gleich wichtig wie PT2	>>	>>	>>	>>	>>	>>	PT1 sehr viel wichtiger als PT2	Produktionstyp 2	
	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Gemüsebau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Beerenanbau
Gemüsebau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Weinbau
Gemüsebau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Obstbau
Gemüsebau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Grünlandwirtschaft
Gemüsebau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Getreideanbau
Beerenanbau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Weinbau
Beerenanbau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Obstbau
Beerenanbau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Grünlandwirtschaft
Beerenanbau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Getreideanbau
Weinbau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Obstbau
Weinbau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Grünlandwirtschaft
Weinbau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Getreideanbau
Obstbau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Grünlandwirtschaft
Obstbau	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Getreideanbau
Grünlandwirtschaft	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	Getreideanbau

Abbildung 2: Screenshot der Entscheidungsmatrix, die von den Experten ausgefüllt wurde. Quelle: Eigene Darstellung.

Der Output der Befragung wurde anschließend in Excel ausgewertet. Das Ergebnis waren drei Produktionstypen, denen die Experten einen höheren Innovationsbedarf beigemessen hatten als anderen Produktionstypen.

2.3 Quantitative Online-Befragung von Landwirten

Nach der Auswahl der Produktionstypen, wurden mithilfe der Beratungsringe, der VI.P, der Saatbaugenossenschaft und dem Bioland Verband Südtirol im Mai 2018 ein Online-Fragebogen an die Landwirte dieser drei Produktionstypen ausgesendet. Per E-Mail versandten die Interessensvertreter bzw. Beratungsorganisationen, die für die entsprechenden Produktionstypen zuständig sind, ein Begleitschreiben und den Link zum Fragebogen an ihre Mitglieder. Ziel der Befragung war es, die größten Schwierigkeiten und Probleme der Landwirte im Produktionsprozess zu identifizieren, die durch technologische Innovationen gelöst werden könnten. Je Produktionstyp wurde in Zusammenarbeit mit dem Südtiroler Bauernbund ein eigener Fragebogen erstellt.

Der Hauptteil des Fragebogens widmete sich den Herausforderungen in den einzelnen Produktionsschritten sowie hinsichtlich des Standorts, der Arbeitssicherheit, des Betriebsmanagements und des Maschineneinsatzes. Die Teilnehmer konnten auf einer Skala von 1-4 bewerten, in welchen Bereichen sie die größten Schwierigkeiten und Probleme haben und den größten Bedarf an technologischen Innovationen sehen. Daneben wurden Daten zur Person, zum Betrieb und zum Maschineneinsatz abgefragt. Insgesamt wurden bis Ende Juni 2018 70 Fragebögen beantwortet zurückgesendet.

2.4 Qualitative Befragung von Landwirten und Experten

Der letzte Schritt der Studie umfasste die qualitative Befragung von vier Landwirten je Produktionstyp sowie zusätzliche Experteninterviews. Insgesamt führte das Institut für Regionalentwicklung also im Zeitraum von Mai bis September 2019 12 Interviews mit Landwirten durch und 12 Interviews mit Experten aus der öffentlichen Verwaltung, der Beratung, der Forschung, dem Maschinenring und der Interessenvertretung. In diesen Interviews wurden einerseits mit den Landwirten die Ergebnisse aus dem Online-Fragebogen diskutiert und detaillierter auf die Probleme und Schwierigkeiten im Produktionsprozess eingegangen sowie eventuelle innovative Ideen besprochen, die die Befragten in Bezug auf die maschinelle Bearbeitung der Flächen hatten. Andererseits konnten die Experten ihre Meinungen zum Thema Landwirtschaft 4.0 äußern und ihre Vorschläge zur Verbesserung der Landtechnik in der Südtiroler Landwirtschaft vorbringen. Alle Interviews wurden aufgezeichnet und bereits während der Gespräche die wichtigsten Aussagen notiert. Ergänzend wurden über die Audioaufzeichnungen unvollständige Zusammenhänge aufgeklärt und Informationen nachgetragen.

Zusätzlich wurden die Gesprächsleitfäden mit den offenen Fragen an alle weiteren Landwirte ausgesendet, die an der Online-Befragung teilgenommen hatten, jedoch nicht für ein persönliches Interview ausgewählt wurden. Sie erhielten damit die Möglichkeit, die Fragen schriftlich zu beantworten und zurückzusenden. Dieser Einladung folgten insgesamt nur drei Landwirte, zwei Grünlandwirte und ein Weinbauer. Die Antworten wurden ebenfalls in die Analyse mit einbezogen.

Die Ergebnisse strukturierte das Forscherteam nach Produktionstyp. Die vielen Einzel- und Besonderheiten und die damit verbundenen Zusammenhänge, auf die Experten hingewiesen hatten betrafen jedoch häufig nicht nur einen einzigen Produktionstyp. Deshalb sind im Ergebnisteil auch noch Informationen dokumentiert, die technologische Innovationen in der Südtiroler Landwirtschaft allgemein betreffen.

3. Ergebnisse

In diesem Kapitel sind die Ergebnisse der einzelnen Schritte im Projekt Landwirtschaft 4.0 dokumentiert. Die Struktur der Unterkapitel bilden die vier Erhebungsverfahren ab. Innerhalb der Unterkapitel wird noch nach Produktionstypen unterschieden.

3.1 Kick-off-meeting

In der Veranstaltung zur Projekteröffnung wurden u.a. die Herausforderungen der einzelnen Produktionstypen der Südtiroler Landwirtschaft besprochen.

Gemüsebau

Die Experten waren sich einig, dass der Gemüsebau bereits einen hohen Mechanisierungsgrad aufweist, auch wenn die Betriebe relativ kleine Flächen haben (z.B. für den Anbau von Kartoffeln und Radicchio). Vor allem hinsichtlich der Ernte scheint der Bedarf an Mechanisierung gedeckt zu sein.

Die mechanische Unkrautbekämpfung stellt jedoch immer noch eine große Herausforderung dar. Um den chemisch-synthetischen Pflanzenschutz zu vermeiden bräuchte es für die Südtiroler Bedingungen ein

Gerät zum Unkrautjäten (z.B. Krautschläger). Gewünscht ist außerdem ein Gerät, mit dem man mehrere Gemüsesorten säen kann.

Weitere Charakteristika, die laut Experten bei der Entwicklung von Maschinen für den Gemüsebau berücksichtigt werden sollten, sind eine leichte Anwendbarkeit und die Anpassbarkeit an bereits vorhandene Maschinen (etwa nur durch einen zusätzlichen Aufsatz). Es sollten praktische Probleme berücksichtigt werden, wie zum Beispiel die Anforderungen an ein einheitliches Dreipunkt-Hydrauliksystem für alle Anbaugeräte. Generell sollten im Gemüsebau mehr multifunktionelle Klein-Maschinen Anwendung finden; auch selbstfahrende Maschinen werden gewünscht.

Bevor solche Geräte entwickelt werden, sollte laut Experten von den Maschinenbauern jedoch immer berücksichtigt werden, dass für kleinstrukturierte Landwirte letztendlich die Kosten-Nutzen Frage ausschlaggebend für eine Maschinenanschaffung ist.

Spezialkulturen

Im Beerenobstanbau ist eine aktuelle Herausforderung die Regulierung des Unkrautbewuchses zwischen dem Rindenmulch. Laut Experten sollten die Pflanzenschutzmaßnahmen, darunter die Maschinen zum Unkrautjäten generell an die Bedingungen im Steilhang angepasst werden. Heute wird der Pflanzenschutz in diesem Produktionstyp hauptsächlich noch händisch durchgeführt.

Große Probleme verursacht im Beerenobstanbau die Kirschessigfliege. Die Abdeckung der Pflanzen mit Netzen bietet dabei ungenügenden Schutz, da es dem Schädling gelingt, diese Barriere zu passieren. Für den Schutz vor der Kirschessigfliege sind innovative Entwicklungen gefragt, was auch vonseiten der Maschinenbauer als Chance wahrgenommen werden sollte.

Eine Vision, die von den Experten geäußert wurde, ist die Entwicklung eines „Abdriftwarndienstes“ für den Bioanbau und speziell für den Kräuteraanbau. Dieser sollte die Menge an abgedrifteten Pflanzenschutzmitteln aufzeichnen, um die damit verbundenen bürokratischen Aufwendungen zu vermeiden, die auf einen Betrieb zukommen, wenn unwissentlich oder unverschuldet Mindeststandards nicht eingehalten worden sind. Die Experten waren sich aber auch einig, dass ein solches System hohe Kosten verursachen würde.

Die Experten gaben zu bedenken, dass in Südtirol der Beerenobstanbau tendenziell abnimmt und deshalb auch die Nachfrage nach an die Südtiroler Bedingungen angepassten Spezialmaschinen in Zukunft abnehmen könnte.

Weinbau

Herausfordernd ist im Weinbau laut Experten die Unkrautbekämpfung. Die eingesetzten Materialien für die mechanische Unkrautbekämpfung, die teils im Boden verbleiben (z.B. abgebrochene Plastikschnüre) sollten in Zukunft biologisch abbaubar sein. Auch die Spritztechnik für den Pflanzenschutz und für die Entlaubung zur besseren Reifung der Trauben sollte verbessert werden.

Maßnahmen zur Frostbekämpfung müssten im Weinbau entwickelt werden, da durch den Klimawandel die Pflanzen früher austreiben und damit die Anfälligkeit für Spätfrost steigt.

In der Weinlese ist die Mechanisierung laut Experten irrelevant, da in der Südtiroler Qualitätsproduktion auf geringe Mengen und auf die händische Lese gesetzt wird.

Die Experten geben zu bedenken, dass bei einem kleinstrukturierten Anbau sich der Einsatz von Robotern nicht lohnt, um den Zustand der Reben und der Anbaufläche zu analysieren und zu monitoren.

Obstbau

Im Obstbau wird derzeit über die automatische Ernte diskutiert. Ernteroboter sollten 24 h einsetzbar gemacht werden, damit sie in dem kurzem Erntezeitfenster maximal ausgenutzt werden können und der Einsatz rentabel wird. Derzeit arbeiten sie noch sehr langsam.

Die größte Herausforderung im Obstbau ist die Sprühtechnik bzw. der Abdrift. Die Sprühdüsen für die Applikation von Pflanzenschutzmitteln müssen weiter verbessert werden und effizienter gemacht werden. Diesbezüglich besteht bereits eine Forschungsgruppe (Task Force Bioausbringung Injektordüsen – Arbeitsgruppe Abdrift/Sprühtechnik als Verbundprojekt zwischen SBB, Laimburg, Beratungsring und Uni Bozen). Außerdem könnte der Einsatz von Sensoren für die Sprühtechnik den Verbrauch von Spritzmitteln verringern (Precision Farming).

Wie auch im Weinbau sollte das Material der Geräte für die mechanische Unkrautbekämpfung abnutzungsresistent oder biologisch abbaubar sein.

Die Entwicklung von Apps für die Zusammenführung von Wetterdaten und GPS-Daten zur Warnung vor Pilzbefall (z.B. bei hoher Luftfeuchtigkeit und warmen Temperaturen) könnte laut Experten wesentlich dazu beitragen, den Einsatz von Pestiziden und Herbiziden wirkungsvoller zu gestalten.

Grünlandwirtschaft

Für den chemisch-synthetischen Pflanzenschutz in der Grünlandwirtschaft regten die Experten die Entwicklung einer computergesteuerten Feldspritze an, die die Ausbringungsmenge regelt; alternativ könnte die spezifische Unkrauterkenntnis und mechanische Bekämpfung des unerwünschten, stumpfblättrigen Ampfers durch selbstfahrende Geräte eine gute Lösung sein. Beim Überfahren der Pflanzen wird der Ampfer über Elektroden stark erhitzt, was zu einem Zellsterben der Pflanze und dadurch zum Tod führt.

Im Kick-off meeting spielte außerdem die Nährstoffanalyse des Bodens für die bedarfsgerechte Düngung eine Rolle. Es sollte eine Möglichkeit entwickelt werden, Bodenproben per Quad zu entnehmen und systematisch zu analysieren und zu dokumentieren; derzeit werden zu wenig Bodenanalysen systematisch durchgeführt und dokumentiert. Außerdem sollte die Gülle, bevor sie ausgebracht wird auf den Nährstoffgehalt analysiert werden, um die zulässige Menge besser einschätzen zu können, die ausgebracht werden darf.

Die Gülleaufbereitung zur Geruchsreduktion sollte laut Experten forciert werden. Die Gülleausbringung mittels Schleppschuh bzw. Schleppschlauch erfolgt nahezu geruchlos. Deshalb sollten diese Geräte für den Steilhang in Südtirol weiterentwickelt werden. Der Einsatz eines Gülleseparators hat folgende Vorteile für die Landwirte: Zum einen bleiben beim Ausbringen der Dünggülle zwischen den Schnitten keine

Feststoffrückstände am Gras kleben, sodass die Futterverunreinigung stark zurückgeht. Weiters weist die Dünngülle eine geringere Ausgasung von Ammoniak auf, sodass auch die Geruchsbelästigung weit unter jene von normaler Gülle sinkt. Außerdem kann so das Lagervolumen der Gülle gesenkt werden, vor allem, wenn die kompostierten Feststoffe an Dritte weitergegeben werden (z.B. als Dünger an den Obst- und Weinbau).

Getreideanbau

Generell ist laut Experten ein Problem des Südtiroler Getreideanbaus, dass die politische Anreizsysteme fehlen, aber auch die Flächen, um kostendeckend zu arbeiten (derzeit ca. 60-80 ha Getreideanbau).

Auch in diesem Produktionstyp gilt es, die mechanische Unkrautbekämpfung weiter zu entwickeln – technisch und auf Ebene der Bewusstseinsbildung bei den Landwirten und in der Gesellschaft.

Es mangelt an kleinen, flexibel einsetzbaren Mähdreschern mit einer Breite von ca. 2,60m, die auch in Steillagen einsetzbar wären und einen Hangausgleich haben, um den Körnerverlust zu minimieren (z.B. Laverda Mähdrescher).

Weitere Entwicklungen, die von den Südtiroler Maschinenbauern aufgegriffen werden könnten, sind: Innovationen zu mobilen Getreidetrocknungsanlagen, Innovationen zum Reinigen von Getreide und Innovationen in der Weiterverarbeitung von Getreide.

Ein generelles Problem für alle Produktionstypen ist der steigende Bewässerungsbedarf infolge des Klimawandels. In bestimmten Produktionstypen wird heute noch kaum ein Bodenbewässerungssystem eingesetzt; daher herrscht der Wunsch Sensoren zu entwickeln, die die Saugspannung im Boden wiedergeben und damit den Bedarf an Bewässerung regeln.

3.2 Ausgewählte Produktionstypen

Mittels AHP wählten die Experten die drei Produktionstypen mit hohem Innovationsbedarf in Südtirol aus. Die Priorisierung der Produktionstypen kam zu folgendem Ergebnis:

1. Grünlandwirtschaft
2. Weinbau
3. Obstbau
4. Gemüsebau
5. Beerenanbau
6. Getreideanbau

Demzufolge sahen die Experten die Grünlandwirtschaft als Südtiroler Produktionstyp mit dem höchsten Innovationsbedarf, gefolgt vom Weinbau und dem Obstbau. Nachdem sich in Südtirol bereits die Forschungsgruppe „Task Force Bioausbringung Injektordüsen“ mit technologischen Innovationen im Obstbau beschäftigt, wurde dieser Sektor nicht in die weitere Analyse mit einbezogen. Die für die Befragungen berücksichtigten Produktionstypen waren in weiterer Folge:

```
graph TD; A[Grünlandwirtschaft] --> B[Weinbau]; B --> C[Gemüsebau];
```

Grünlandwirtschaft

Weinbau

Gemüsebau

3.3 Quantitative Befragung mittels Online-Fragebogen

Insgesamt 70 Landwirte füllten den Online-Fragebogen aus. Nach Produktionstypen unterschieden, beziehen sich 49 ausgefüllte Fragebögen auf die Grünlandwirtschaft, 14 auf den Weinbau und 7 auf den Gemüsebau. In Anhang A, B und C sind die anonymisierten sozioökonomischen Daten der teilnehmenden Betriebsleiter und strukturelle Angaben zu ihren Betrieben sowie zu ihrer Maschinenausstattung und -nutzung grafisch dargestellt. Die Ergebnisse und Grafiken in den folgenden Unterkapiteln sind die Auswertung auf die Frage: „Wo sehen Sie Schwierigkeiten und damit großen Bedarf für technische Innovation in Bezug auf den Arbeits- und Betriebsmitteleinsatz in Ihrem Produktionstyp?“. Die Teilnehmer an der Befragung konnten für jeden Bereich (in Unterfragen formuliert) in ihrer Produktion bewerten, wie groß ihre Schwierigkeiten und Probleme in dem jeweiligen Bereich sind. Aufgrund der Komplexität und Vielschichtigkeit der landwirtschaftlichen Produktion und der damit einhergehenden Herausforderungen lieferte die quantitative Umfrage nur sehr oberflächliche Ergebnisse zu den Problembereichen in der Grünlandwirtschaft, im Weinbau und im Gemüsebau. Im Detail konnte hingegen in den persönlichen Interviews auf die Fragestellung eingegangen werden. Deshalb sollte die beiden Ergebniskapitel 3.3 und 3.4 als gegenseitige Ergänzung angesehen werden.

3.3.1 Grünlandwirtschaft

Die Ergebnisse aus der Befragung stammen aus der Analyse der 49 ausgefüllten Fragebögen von Grünlandwirten. 92% davon sind männlich, 8% weiblich.

Im Hauptteil der Befragung erhob das Eurac Research Institut für Regionalentwicklung jene Bereiche der landwirtschaftlichen Produktion, in denen die Landwirte Schwierigkeiten in Bezug auf den Maschineneinsatz haben und in denen sie einen Bedarf nach Innovation sehen. Jeden Bereich konnten die Befragten auf einer Skala von 1 (keine Schwierigkeiten/ kein Bedarf) bis 4 (große Schwierigkeiten/

hoher Bedarf) bewerten. Die Verteilungshäufigkeit nach den Klassen wird für die untersuchten Betriebe in Prozent angegeben. Abbildung 3 stellt die Bereiche dar, in denen die befragten Landwirte die größten Schwierigkeiten in Bezug auf den Maschineneinsatz haben.

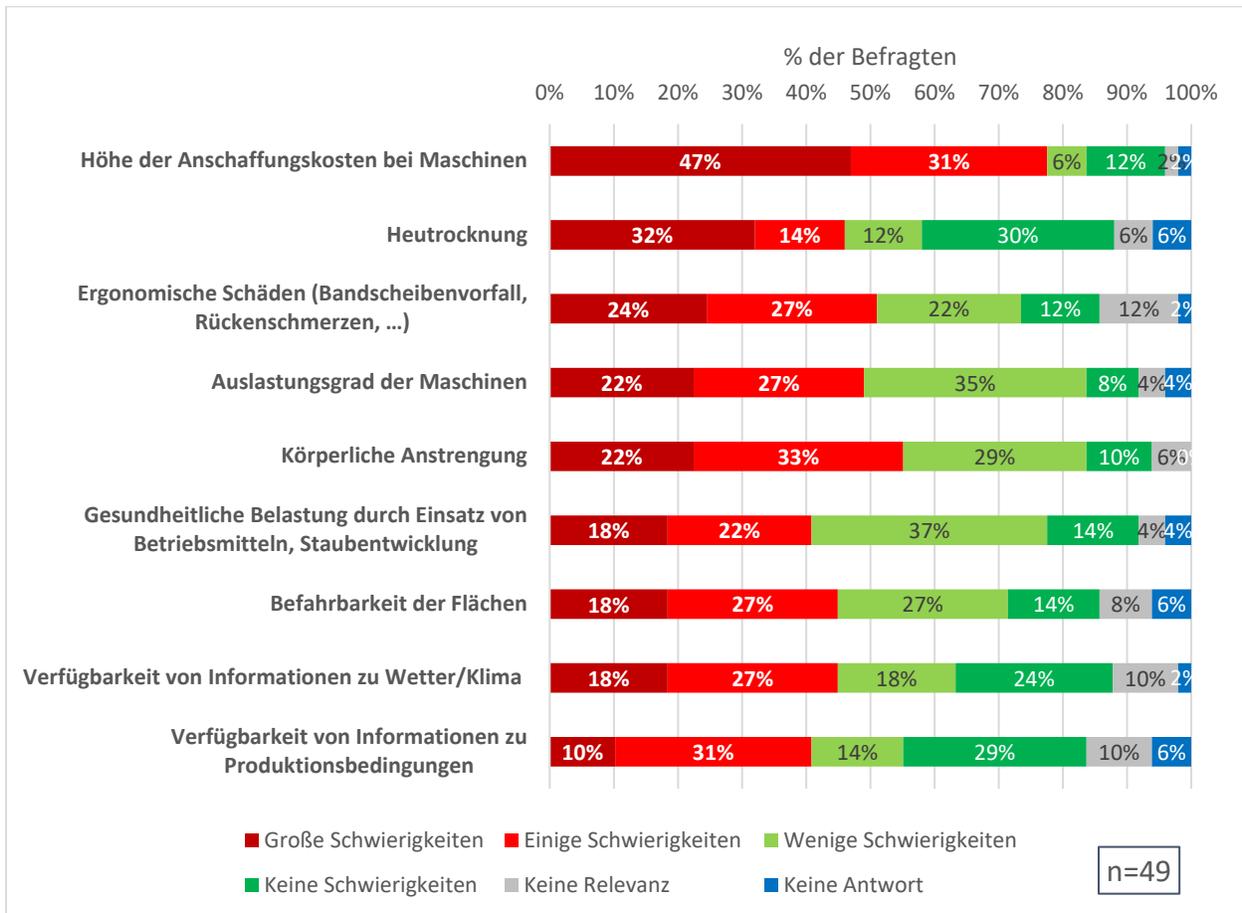


Abbildung 3: Ergebnisse aus der Online-Befragung von Grünlandwirten, gereiht nach Häufigkeit der Angabe „große Schwierigkeiten“ (n=49). Quelle: Eigene Darstellung.

Aus der Abbildung geht hervor, dass 47% der befragten Grünlandwirte angeben, die größten Probleme bei der Finanzierung von neuen Maschinen zu haben. Große Probleme haben die Grünlandwirte außerdem im Bereich *Heutrocknung* (32% der Befragten) sowie mit den *ergonomischen Schäden* infolge des Maschineneinsatzes (27%).

Reiht man die Ergebnisse hingegen nach den Bereichen, in denen die Landwirte eine Bewertung von mindestens „einige Schwierigkeiten“, also die Bewertung 3 oder 4 auf der Skala abgaben, so kommt es zu folgendem Bild in Abbildung 4.

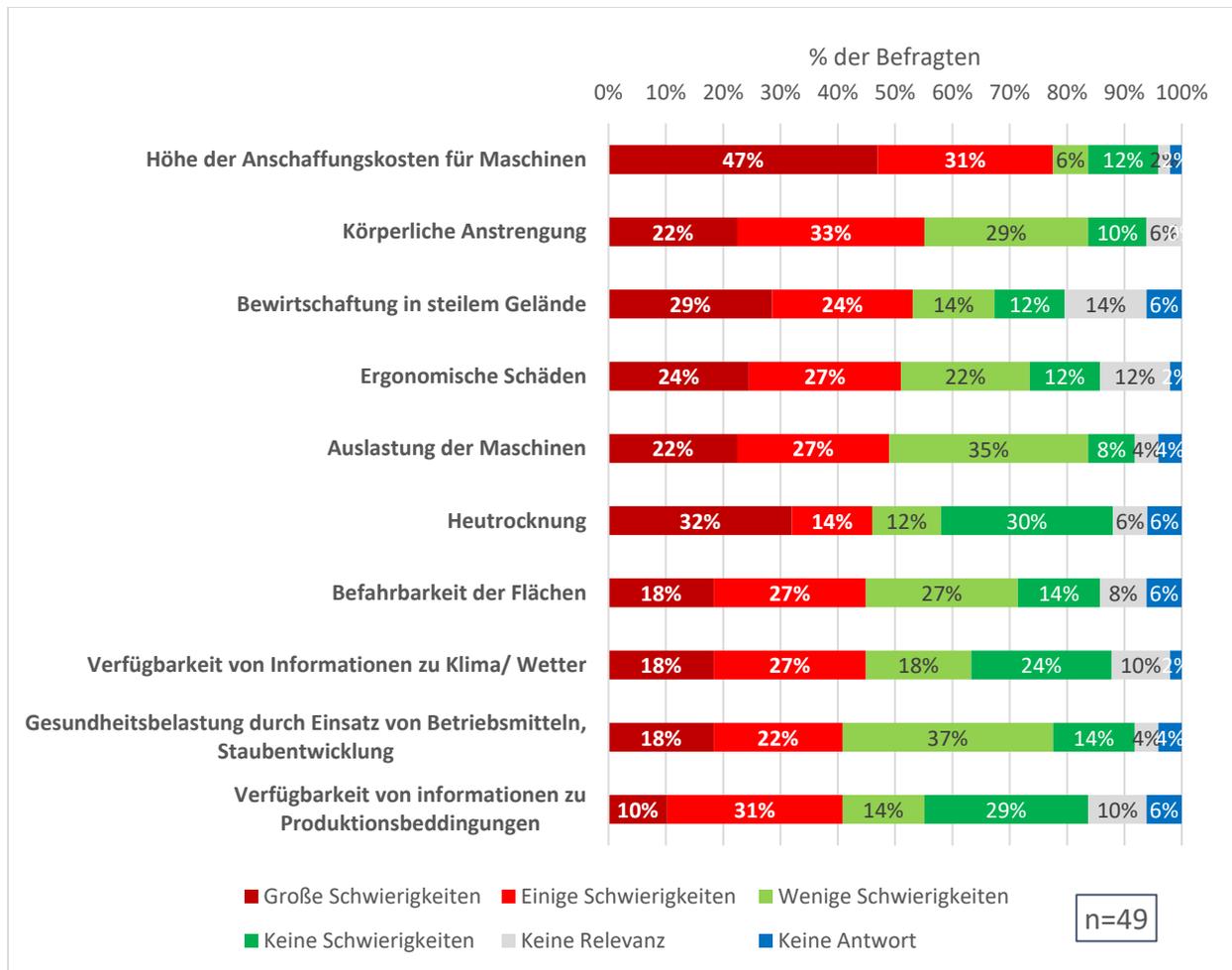


Abbildung 4: Ergebnisse aus der Online-Befragung von Grünlandwirten, gereiht nach Häufigkeit der Angaben „große Schwierigkeiten“ + „einige Schwierigkeiten“ (n=49). Quelle: Eigene Darstellung.

Auch infolge dieser Art der Auswertung ist die *Höhe der Anschaffungskosten für Maschinen* der Bereich, der die meisten der befragten Landwirte vor große Herausforderungen stellt (78% der Befragten). 55% der Befragten gaben hingegen an, dass ihnen die *körperliche Anstrengung* im Arbeitseinsatz Schwierigkeiten bereite. An dritter Stelle steht die *Bewirtschaftung im steilen Gelände*, die 53% der befragten Grünlandwirten als schwierig empfinden.

Folgender Absatz fasst die Kommentare zusammen, die die Teilnehmer der Online-Befragung hinzufügten. Laut Befragten fehlen in der Grünlandwirtschaft die **Arbeitskräfte**, die von Hand arbeiten, da im Steilhang nicht alles mit Maschinen gemacht werden kann. Dies weist darauf hin, dass gewisse Herausforderungen in der Südtiroler Grünlandwirtschaft nicht mit Maschinen bzw. Technologien überwindbar sind. Die Steilhänge und topografisch ungünstigen Flächen in der Berglandwirtschaft erfordern laut Auffassung der Befragten teilweise immer noch die manuelle Arbeit von Personen. Weitere Kommentare waren: **Nasse Böden sind im Steilhang gefährlich** für die Bauern. Das bedeutet, dass sich die Landwirte sehr wohl im Klaren darüber sind, dass sie aufgrund ihrer Arbeit einem hohen Unfallrisiko ausgesetzt sind. Die Befragten beklagen, dass **Maschinen** für den Steilhang viel **zu teuer** sind und sie **zu wenig ausgelastet** werden. Deshalb wäre auch ein **überbetrieblicher Maschineneinsatz** anzudenken, der

aber aufgrund von kurzen Schönwetterperioden **schwierig** ist. Laut Befragten fehlen außerdem Maschinen für **geruchloses Gülleausbringen in Steilhängen** (Schleppschuhverteiler).

3.3.2 Weinbau

Die Ergebnisse im Bereich Weinbau stützen sich auf 14 ausgefüllte Fragebögen, wobei alle Teilnehmer männlich waren.

Folgende Abbildung 5 stellt die Reihung der Bereiche dar, in denen die Weinbauern große Schwierigkeiten in Bezug auf den Arbeits- und Betriebsmitteleinsatz haben.

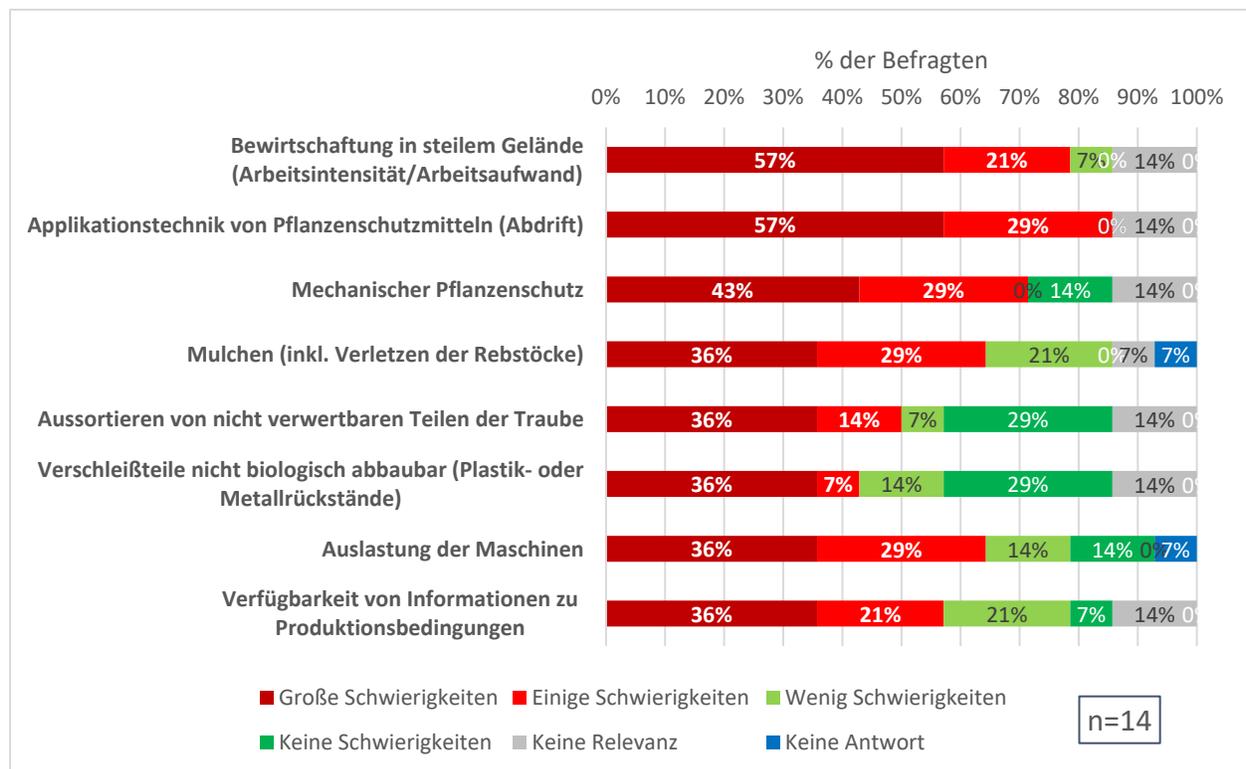


Abbildung 5: Ergebnisse der Online-Befragung von Weinbauern, gereiht nach Häufigkeit der Angabe „große Schwierigkeiten“ (n=14). Quelle: Eigene Darstellung.

Für die befragten Weinbauern sind die *Bewirtschaftung in steilem Gelände* sowie die *Applikationstechnik von Pflanzenschutzmitteln* bzw. Abdrift von Pflanzenschutzmitteln das größte Problem; 57% geben an, dass sie in diesen Bereichen große Schwierigkeiten haben. Für 43% der Befragten ist der *mechanische Pflanzenschutz* auch ein größeres Problem. Konkreter wird darauf in den Ergebnissen in Kapitel 3.4 eingegangen.

Die Reihung nach Bereichen, in denen die Weinbauern mindestens die Bewertung 3 „einige Schwierigkeiten“ angaben, ist in Abbildung 6 dargestellt.

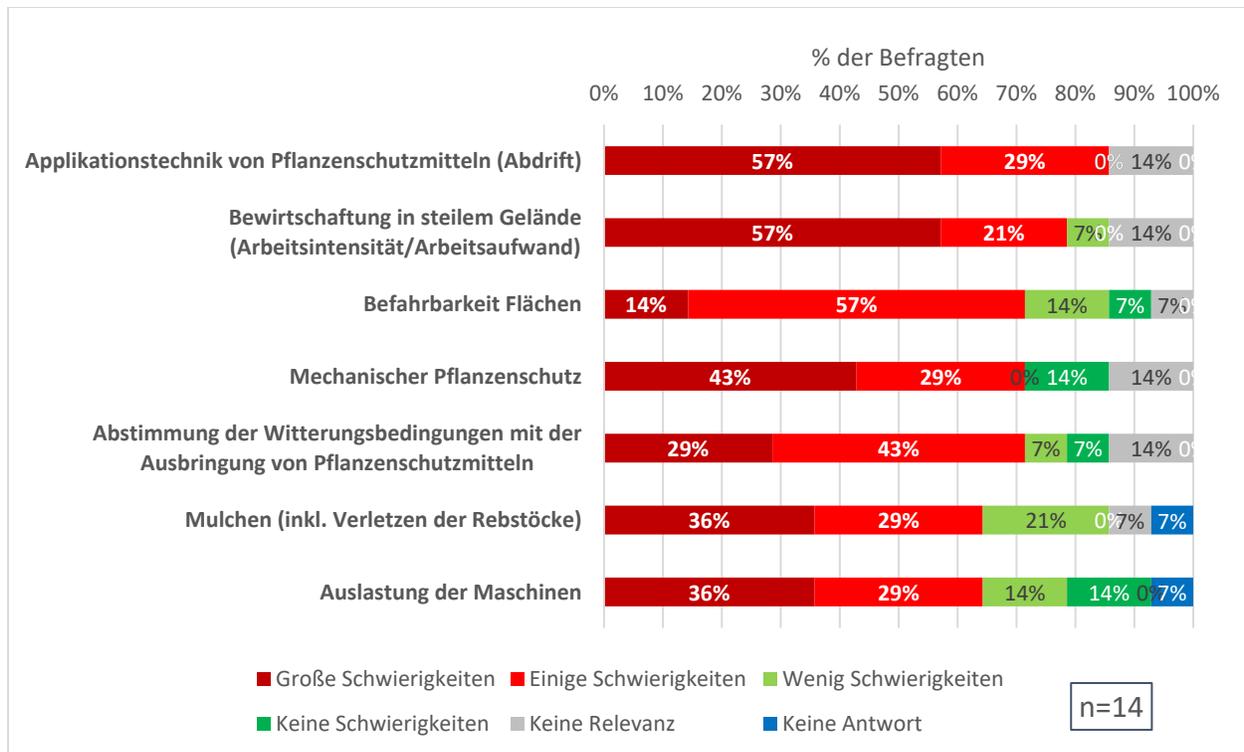


Abbildung 6: Ergebnisse der Online-Befragung mit Weinbauern, gereiht nach der Häufigkeit der Angaben „große Schwierigkeiten“ + „einige Schwierigkeiten“ (n=14). Quelle: Eigene Darstellung.

Infolge dieser Auswertung ist die *Applikationstechnik von Pflanzenschutzmitteln* am schwierigsten für die befragten Weinbauern; insgesamt 86% der teilnehmenden Landwirte mit Weinbau gaben an, zumindest einige Schwierigkeiten in diesem Bereich zu haben. Für 79% der befragten Weinbauern ist die *Bewirtschaftung in steilem Gelände* schwierig; dieser Bereich liegt an zweiter Stelle. An dritte Stelle der schwierigen Bereiche im Weinbau liegt die *Befahrbarkeit der Flächen*. 71% der Befragten haben hier zumindest einige Schwierigkeiten.

Nur einer der 14 Weinbauern hat einen Kommentar zum Thema Unterstockbearbeitung zu den Angaben im Fragebogen hinzugefügt. Er beklagt, dass es noch kein **Unterstockgerät** gibt, das schonend und Energiesparsam arbeitet. Derzeit müssen die Weinbauern mit ihrem Traktor diese Arbeit erledigen. Das führt zu einer Bodenbelastung durch 3 Tonnen Gewicht der Maschine, nur um Gras im Unterstockbereich zu entfernen.

3.3.3 Gemüsebau

Den Fragebogen zum Thema Gemüsebau haben sieben Landwirte beantwortet. Alle teilnehmenden Gemüsebauern waren auch hier wiederum männlich.

Folgendes Diagramm (Abbildung 7) stellt die Bereiche dar, in denen die befragten Gemüsebauern Probleme verzeichnen, gereiht nach der Häufigkeit der Angabe von „große Schwierigkeiten“ (4) bis hin zu „keine Schwierigkeiten“ (1).

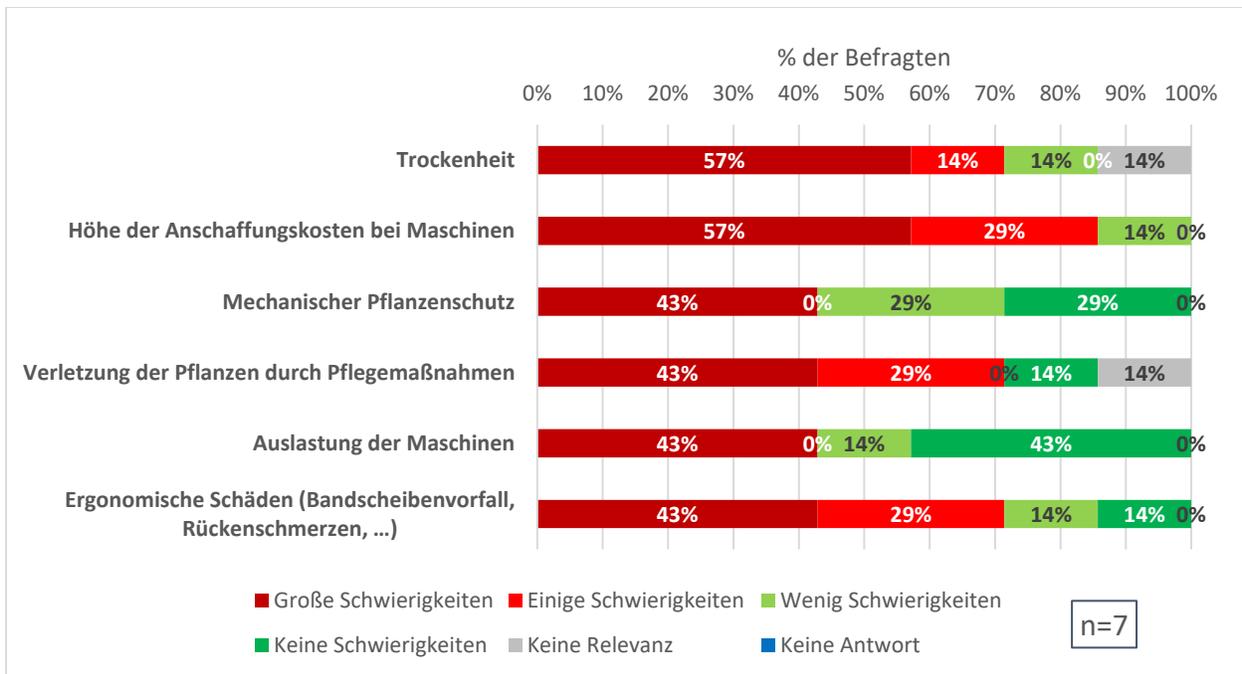


Abbildung 7: Ergebnisse der Online-Befragung von Gemüsebauern, gereiht nach Häufigkeit der Angabe „große Schwierigkeiten“ (n=7). Quelle: Eigene Darstellung.

57% der befragten Gemüsebauern leiden an zu großer *Trockenheit*. Ein gleich hoher Anteil der Befragten gibt an, dass er große Schwierigkeiten mit der *Höhe der Anschaffungskosten der Maschinen* habe. Jeweils 43% der Befragten gaben an, Probleme mit dem *mechanischen Pflanzenschutz*, mit der *Verletzung der Pflanzen durch Pflegemaßnahmen*, mit der *Auslastung der Maschinen* sowie mit *ergonomischen Schäden* durch den Maschineneinsatz zu haben.

Die nächste Abbildung 8 hingegen zeigt wiederum an, wie häufig die Gemüsebauern angaben, dass sie in den folgenden Bereichen mindestens „einige Schwierigkeiten“ haben.

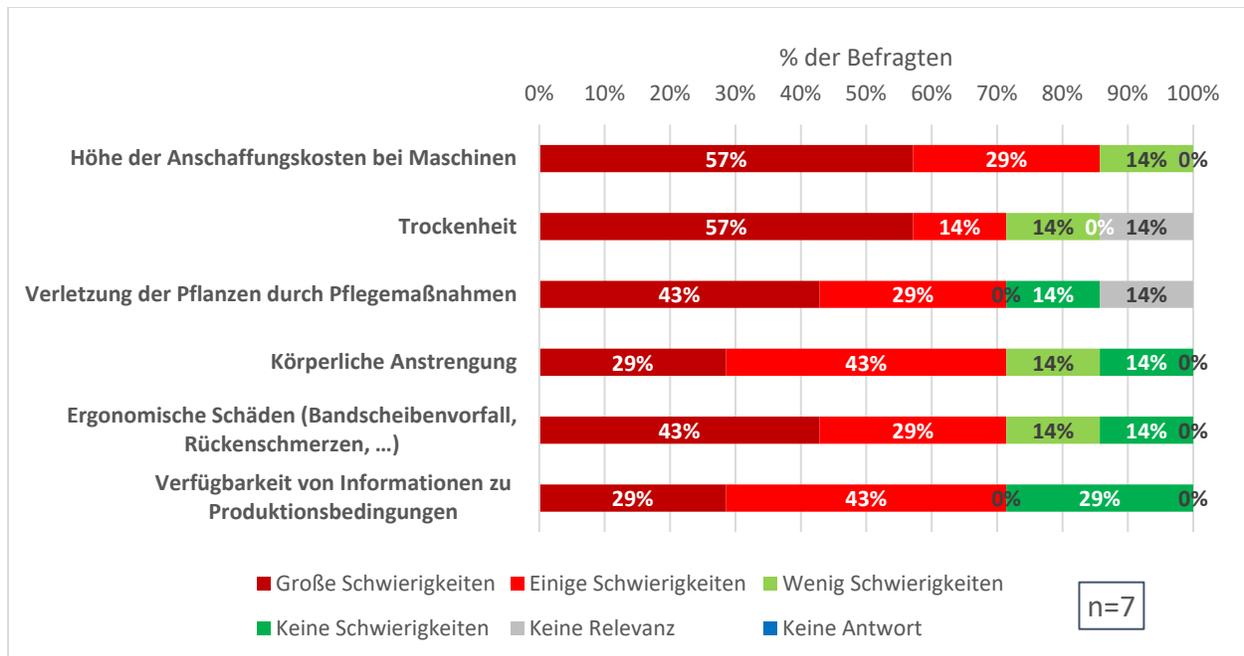


Abbildung 8: Ergebnisse der Online-Befragung von Gemüsebauern, gereiht nach der Häufigkeit der Angaben „große Schwierigkeiten“ + „einige Schwierigkeiten“ (n=7). Quelle: Eigene Darstellung.

Auch im Gemüsebau sind die hohen Anschaffungskosten von Maschinen für die kleinstrukturierten Betriebe kaum zu bewältigen. 86% der befragten Landwirte gaben an, dass sie hierbei Schwierigkeiten haben. Jeweils 71% der Befragten haben außerdem Schwierigkeiten in den folgenden Bereichen: *Trockenheit, Verletzung der Pflanzen durch Pflegemaßnahmen, körperliche Anstrengung, ergonomische Schäden* und *Verfügbarkeit von Informationen zu den Produktionsbedingungen*.

Außerdem fügten die Gemüsebauern noch folgende Kommentare in den Fragebogen hinzu:

- Steiniger Boden erschwert die Bodenbearbeitung
- Förderung der **neuesten Technik** für den **Pflanzenschutz** unbedingt nötig
- Einsatz des **Maschinenrings funktioniert bestens**
- Einsatz von **Drohnen** für Spritzungen, Saat wünschenswert, um Bodenverdichtung zu vermeiden

3.4 Qualitative Befragung der Landwirte und Experten

Dieses Kapitel dokumentiert die Ergebnisse aus den Befragungen mit je vier Landwirten aus den Bereichen Grünlandwirtschaft, Weinbau und Gemüsebau. Die Charakteristika Alter Betriebsleiter, Betriebsführung (Haupt-/Nebenerwerb), Wirtschaftsweise und Flächengröße sollten innerhalb der untersuchten Betriebe so vielfältig wie möglich sein und dienten als Auswahlkriterien für die Interviewpartner. Außerdem werden die drei Interviews, die schriftlich per E-Mail beantwortet wurden (zwei mit Grünlandwirten, eines mit einem Weinbauern) in den folgenden Kapiteln zusammengefasst. Tabelle 1 spiegelt die Charakteristika der Interviewpartner und ihrer Betriebe wider.

Interviewpartner	Alter [Jahre]	Haupt-/ Nebenerwerb	Wirtschaftsweise
Grünlandwirt 1	36-45	Haupterwerb	konventionell
Grünlandwirt 2	26-35	Nebenerwerb	konventionell
Grünlandwirt 3	36-45	Nebenerwerb	biologisch
Grünlandwirt 4	>65	Haupterwerb	biodynamisch
Grünlandwirt 5 (E-Mail)	56-65	Haupterwerb	konventionell
Grünlandwirt 6 (E-Mail)	56-65	Haupterwerb	konventionell
Weinbauer 1	26-35	Haupterwerb	konventionell
Weinbauer 2	26-35	Haupterwerb	biologisch
Weinbauer 3	26-35	Haupterwerb	biologisch
Weinbauer 4	56-65	Haupterwerb	konventionell
Weinbauer 5 (E-Mail)	36-45	Haupterwerb	konventionell
Gemüsebauer 1	36-45	Nebenerwerb	konventionell
Gemüsebauer 2	26-35	Nebenerwerb	biologisch
Gemüsebauer 3	46-55	Haupterwerb	biologisch
Gemüsebauer 4	56-65	Haupterwerb	konventionell

Tabelle 1: Charakteristika der befragten Landwirte und ihrer Betriebe.

Außerdem werden in den nächsten Kapiteln auch Erkenntnisse und Meinungen aus den Interviews mit 12 Experten des Südtiroler Agrarsektors zusammengefasst. Diese sind, wie bereits, erwähnt, Teil des Beratungsrings für Obst- und Weinbau, des BRING – Beratungsring für Berglandwirtschaft, des Versuchszentrums Laimburg, des Amtes für Landmaschinen, des Maschinenrings, des Südtiroler Bauernbunds SBB, des Bioland Verbands Südtirol und der Universität für Bodenkultur Wien.

Die Ergebnisse sind nach Produktionstypen strukturiert und zeigen jeweils die Handlungsfelder auf, in denen die Befragten die Entwicklung technologischer Innovationen anregen sowie Ideen bzw. Inputs für die Südtiroler Maschinenbauer liefern, mit welchen Ansätzen sie die alpine Landtechnik weiter entwickeln könnten.

Zur Einführung werden in einem allgemeinen Kapitel jene Ergebnisse zusammengefasst, die eher allgemein gehalten sind, und sich auf keinen Produktionstyp speziell zuordnen lassen, sondern auf technologische Innovationen in der Südtiroler Landwirtschaft generell eingehen.

3.4.1 Allgemeines zu technologischen Innovationen in der Südtiroler Landwirtschaft

Die Befragung der Landwirte hat gezeigt, dass sie prinzipiell aufgeschlossen für technologische Innovationen in der Landwirtschaft sind. Die Motivation dabei geht natürlich in erster Linie in Richtung Effizienz bzw. Zeiteinsparung durch die Erzielung von Skaleneffekten, schließt aber selbstverständlich auch Ansätze zur Arbeitserleichterung mit ein. Trotzdem verbinden die Befragten technologische Innovationen häufig mit großen, teuren und schweren Maschinen, die komplex und reparaturanfällig sind und einen hohen Treibstoffverbrauch haben. Die Handarbeit wird als schonender angesehen, im Vergleich zur maschinellen Bearbeitung der Flächen bzw. Pflanzen. Die befragten Landwirte von zumeist kleinstrukturierten Betrieben wünschen sich für ihre tägliche Arbeit vor allem kleinere, leichtere und wendigere Maschinen, die auch in Steillagen gut einsetzbar sind.

Was den zwischen- und überbetrieblichen Maschineneinsatz betrifft, sind die befragten Landwirte vor allem dem Maschinenring gegenüber positiv eingestellt. Dem gemeinsamen Ankauf von Maschinen

zwischen zwei oder mehreren landwirtschaftlichen Betrieben stehen sie hingegen eher skeptisch gegenüber, da sie vor allem die Problematik der Verfügbarkeit der Maschine für jene essenziellen Arbeitsschritte in der Landwirtschaft sehen, die nur in sehr eng befristeten Zeitfenstern durchgeführt werden können. Hinzu kommen Zweifel gegenüber der Handhabung und Nutzungsintensität der Maschinen sowie der Zuständigkeit für Reparaturarbeiten. Trotzdem sehen die Befragten im Zuge der sinkenden Preise für landwirtschaftliche Güter die Notwendigkeit, Maschinen gemeinsam zu nutzen, um die Betriebsergebnisse zu verbessern. Möglichkeiten einer zwischenbetrieblichen Nutzung von Maschinen sehen sie vor allem bei Arbeitsprozessen, die nicht sofort erledigt werden müssen. Beispiele hierfür sind die Bodenbearbeitung, das Mulchen, das Düngen und die Unkrautbekämpfung. Einige Befragte erwähnten ebenfalls das Modell der Vermietung von einfachen, leicht zu bedienenden landwirtschaftlichen Maschinen (z.B. z.B. Egge, Entlaubungsgerät im Weinbau – benötigen keinen Hydraulikanschluss) durch Dritte, wie es bereits vereinzelt gibt. Dieses Modell bewerten die Befragten als sehr positiv und sehen hierbei auch das Potenzial, dass der Maschinenring in der Vermietung von Maschinen aktiv wird. In den Interviews wurde auch noch das Modell der Fraktionen genannt: in bestimmten Gemeinden müssen 30% der Fraktionseinnahmen für landwirtschaftliche Maschinen bzw. Belange ausgegeben werden. Deshalb kaufen diese Fraktionen gemeinsam teure Maschinen oder Anlagen für die Landwirtschaft ein. Ein ausgebildeter Fahrer oder Facharbeiter übernimmt für die Instandhaltung und korrekte Bedienung die Verantwortung, etc. Beispiele: Gais (Mähdrescher oder Maishäcksler), Niederdorf (Heutrocknungsanlage, etc.).

Die Interviews mit Experten haben gezeigt, dass sie technologischen Innovationen gegenüber prinzipiell positiver eingestellt sind als die Landwirte selbst. Dies begründen die Experten damit, dass die Landwirte die Potenziale der Nutzung technologischer Innovationen in Bezug auf Einsparung von Arbeitszeit noch nicht ausreichend erkennen. Sie nannten als Chancen, die sich aus der Nutzung technologischer Innovationen ergeben, vor allem die Verringerung des Bodendrucks und die Verringerung von zeitaufwendigen, stupiden Arbeitsgängen für Landwirte. Trotzdem sehen die Experten sowohl bei den Landwirten als auch bei den landwirtschaftlichen Beratern einen Mangel an Know-How im Umgang mit den Technologien. Diesen Mangel auszugleichen, bedarf es laut Experten der Schaffung von Aus- und Weiterbildungen für Landwirte und Berater im Bereich der technologischen Innovationen.

Die Experten sehen vor allem einen Bedarf an flexibel an die betrieblichen Bedingungen anpassbaren, individuell gestaltbaren Maschinen, ähnlich einem Baustein- bzw. Modul-System. Außerdem sind alternative Antriebstechniken für die Mechanisierung der Südtiroler Bauernhöfe bisher noch zu wenig ausgereift. Elektrobetriebene Motoren für die Hangmechanisierung könnten in Zukunft vermehrt nachgefragt werden. Vor allem dann, wenn sich die Förderungen der öffentlichen Hand in diese Richtung bewegen sollten. Die Experten sehen insbesondere auch großes Potential in der Verwendung von innovativen, leichten Materialien im Maschinenbau, um den Bodendruck zu verringern. Leichtbaumaschinen sollten trotzdem eine ausreichende Leistung gewährleisten, um die Arbeit in Steillagen erledigen zu können. Um bereits vorhandene Maschinen weiter nutzen zu können, sollte es in Zukunft auch möglich sein, diese auf den aktuellen Stand der Technik nachzurüsten, um Kosten und Ressourcen einzusparen.

Dem Maschinenring messen die Experten eine bedeutende Rolle in der zukünftigen Gestaltung der Mechanisierung und Technologisierung der Südtiroler Bauernhöfe zu. Dieser bietet das Potenzial, gemeinsam die Kosten für den Ankauf von technologischen Innovationen und für Südtirol adaptierte Geräte zu tragen. Der Landwirt und Eigentümer der Maschine fährt über den Maschinenring wie ein

Lohnunternehmer bei einem dritten Betrieb und erhält die Abrechnung über den Maschinenring. Entscheidend für eine Nutzung des Maschinenrings vonseiten der Landwirte wird eine gute Planung und die flächendeckende Verteilung der Maschinen auf ganz Südtirol sein. Dem zwischenbetrieblichen Einsatz von Maschinen und Geräten stehen die Experten jedoch – wie auch die LandwirtInnen – skeptisch gegenüber; aufgrund der Komplexität der Bedienung der Technologien sollten sich die Landwirte lieber auf einen bestimmten Arbeitsgang mit einer bestimmten Maschine konzentrieren und diesen Arbeitsgang dann für Dritte erledigen. Beispielsweise wäre es laut Experten vorstellbar, dass in Zukunft ein Landwirt eine Mähmaschine kauft und ebenfalls für die Nachbarn mäht, ein anderer Landwirt im Gegenzug einen Kreisel besitzt und diesen dann auf den Nachbarbetrieben einsetzt. Damit das möglich ist, müsste man eine Flurbereinigung bzw. eine Flurzusammenlegung andenken, um größere Bewirtschaftungseinheiten zu bilden, oder eine bessere Arrondierung zu erreichen, und so Skaleneffekte erzielen zu können, damit letztendlich eine Maschine mit großer Arbeitsleistung auch optimal eingesetzt werden kann. Eine weitere Herausforderung, die dabei zu entschärfen wäre, ist die Übertragung von Krankheiten/Schädlingen zwischen den Betrieben durch mangelnde Betriebshygiene.

3.4.2 Grünlandwirtschaft

Die **Ausbringung von organischem Dünger (Wirtschaftsdünger)**, vor allem von Gülle, auf die Grünlandflächen ist im Steilhang derzeit noch mit einigen Problemen verbunden. Bisher gibt es für diese topografischen Bedingungen keine zeitgemäßen Geräte, die die Gülle bodennah ausbringen können und damit Emissionen und Geruchsbelästigung vermeiden. Für flache Gebiete bieten Schleppschauch- und Schleppschuhverteiler eine gute Alternative zu Breitverteilern. Diese können in Hanglagen jedoch nicht eingesetzt werden, da die Geräte nicht an diese topografischen Bedingungen angepasst sind. Für die Südtiroler Gegebenheiten gilt es hier nach Lösungen zu suchen, um in Zukunft auch in Steillagen die Gülle geruchs- und emissionsarm auszubringen. Eine wichtige Entwicklung wären außerdem Techniken, mit denen man die Nitratbelastung der Böden und des Grundwassers eindämmen könnte. Eine weitere Herausforderung, die mit der Gülleausbringung im Steilhang verbunden ist, ist die Arbeitssicherheit. Nachdem schwere Maschinen, die mit Güllefässern beladen sind, auf steilen, nassen Böden leicht abrutschen können, ist dieser Arbeitsschritt unter gewissen Umständen für die Landwirte mit einer erheblichen Gefahr verbunden. Auch hier sehen die Landwirte und Experten erheblichen Handlungsbedarf. In diesem Zusammenhang nannten einige Befragte die Möglichkeit der Kombination von Bewässerung und Gülleausbringung über ein fix am Feld installiertes Rohrsystem, das in Südtirol bereits Anwendung findet. Dabei wird die Gülle in verdünnter Form über die Bewässerungsanlage ausgebracht und anschließend mit Beregnungswasser von den Pflanzen und den Leitungsrohren abgespült. Infolge einer steigenden Anzahl an bewässerten Grünlandflächen könnte diese Düngemethode laut Experten in Zukunft zunehmend an Bedeutung gewinnen. Sie hat neben einer Verbesserung der Arbeitssicherheit jedoch wiederum den Nachteil einer erhöhten Geruchsbelästigung sowie von Emissionen und Nährstoffverlusten.

Trockenheit und geringe Niederschlagsmengen machen der Grünlandwirtschaft in Südtirol zunehmend zu schaffen. Um eine gute Grundfutterqualität und einen ausreichenden Ertrag zu erreichen, müssen daher immer mehr Flächen bewässert werden. Um dabei Wasser verantwortungsvoll einzusetzen, sollte die **Bewässerung** bedarfsgerecht durchgeführt werden, d.h. angepasst an die Bodenbeschaffenheit, den Entwicklungsstand der Pflanzen und die klimatischen Bedingungen. Ein technisches Hilfsmittel, das eine bedarfsgerechte Bewässerung erleichtert, sind Bodenfeuchtesensoren. Diese messen Daten zur

Bodenfeuchtigkeit, welche gemeinsam mit Wetter- und Temperaturdaten verschnitten werden können und die die Landwirte in Echtzeit abrufen können. Die Experten raten dazu, diese Bodenfeuchtesensoren auf Betriebsebene einsetzbar zu machen, um den Landwirten ein hilfreiches Werkzeug zu geben, mehr über die Boden- und Pflanzenfeuchtigkeit auf ihren Flächen zu wissen und diesen ausreichend – und nicht zu viel – Wasser zur Verfügung zu stellen.

Eine der Herausforderungen, die es in der Grünlandwirtschaft durch eine verbesserte Mechanisierung zu bewältigen gilt, ist die **Ampferbekämpfung** ohne den Einsatz von chemisch-synthetischen Herbiziden. Hierbei sehen einige Befragte die Weiterentwicklung des Elektroherbizids, also die Unkrautbekämpfung durch Strom, als Methode mit großem Potenzial. Diese Art der Unkrautbekämpfung steht allerdings unter Kritik, da noch nicht ausreichend erforscht ist, wie sich der Einsatz von Strom auf die Bodenlebewesen auswirkt. Außerdem ist die Anwendung derzeit noch zu gefährlich für die LandwirtInnen und müsste aus Sicht der Arbeitssicherheit verbessert werden.

Ein weiterer Vorschlag zur Verbesserung der Mechanisierung in der Grünlandwirtschaft ist die Herstellung von Maschinen, die flexibel in ihrer Bearbeitungsbreite verstellbar sind. Ein Landwirt nannte beispielsweise Traktoren mit **flexibler Achsenverbreiterung** oder ein **aufklappbares Mähwerk** als Lösungen. Ein weiterer Verbesserungsvorschlag, den die Befragten als wichtigen Schritt in Richtung Arbeitssicherheit sehen, ist der vermehrte Einsatz von **ferngesteuerten Mähmaschinen** im Steilhang. Dadurch könnten Personenunfälle während der Mäharbeiten vermieden werden.

3.4.3 Weinbau

Die Weinbauern sowie einige Experten sehen klar den Bedarf von Geräten für eine schonende **Unterstockbearbeitung**. Hier gibt es besonders im biologischen Weinbau, in dem keine chemisch-synthetischen Herbizide eingesetzt werden, laut den Befragten bisher keine Geräte, die sowohl schonend für die Rebstöcke und den Boden arbeiten als auch sauber das Unkraut entfernen. Besonders für Junganlagen, in denen die Rebstöcke noch sensibler auf mechanische Verletzungen durch Bürsten etc. reagieren, gibt es keine geeigneten Geräte für die Unterstockbearbeitung. Einige Landwirte bemängeln, dass sie mit derselben schweren Zugmaschine durch den Weinberg fahren müssen, um das Unkraut zu entfernen, mit der sie auch die Weintrauben bei der Ernte transportieren. Das hohe Gewicht der Maschinen, mit denen die Landwirte sämtliche Arbeitsschritte durchführen, führen auf Dauer zu einer Bodenverdichtung. Aus diesem Grund mähen einige der Befragten ihre Weinberge immer noch händisch mit einfachen Fadenmähern. Diese Arbeitsweise hat jedoch den Nachteil einer hohen Lärmbelastung für die Anwender, eines hohen Arbeitszeitaufwandes sowie von körperlicher Belastung. In diesem Zusammenhang wünschen sie sich kleinere, leichtere und wendigere Maschinen, die auch von Hand geführt werden könnten. Auch der Einsatz von kleinen Robotern für die mechanische Unkrautbekämpfung, die 24 Stunden arbeiten können, wäre für einige Befragte denkbar. Nachdem der Druck vonseiten der Konsumenten immer größer wird, und dadurch in Südtirol immer mehr Genossenschaften eine Unkrautbekämpfung ohne chemisch-synthetische Herbizide fordern, ist die Entwicklung von geeigneten Geräten für die mechanische Unkrautbekämpfung laut den Befragten dringend voranzutreiben.

Was die mechanische Unkrautbekämpfung im Unterstockbereich oft noch zur Folge hat, ist der **Eintrag von Mikroplastik** in den Boden. Die Litzen der Bürsten und der Fadenmäher nutzen sich bei einer

Anwendung ab und es lösen sich Kleinstteile, die nicht aufgesammelt werden. Die Anreicherung von Plastik bzw. Weichmachern im Boden ist mit erheblichen umweltrelevanten Folgen verbunden und sollte auf ein Minimum reduziert werden. Lösungsvorschläge vonseiten der befragten Experten wäre der Einsatz von biologisch abbaubaren Materialien bei Bürsten oder das Arbeiten mit Messern anstatt mit Bürsten. Auch die Materialien, mit denen die Reben an die Drähte gebunden werden, bestehen aus Plastik. Diese werden nach dem Rebschnitt meist nicht vollständig eingesammelt und verbleiben im Weinberg. Hier sollten laut den Interviewpartnern ebenfalls alternative Materialien eingesetzt werden, die entweder biologisch abbaubar oder wiederverwendbar sind.

Wie bereits erwähnt, wird der Einsatz von **chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln** vonseiten der Konsumenten und der Südtiroler Bevölkerung sowie Touristen, die den Einsatz der landwirtschaftlichen Betriebsmittel unmittelbar beobachten können, immer stärker kritisiert. Der Einsatz jeglicher Art von Pflanzenschutzmitteln ist mit einem erheblichen Energieaufwand für die Produktion derselben verbunden und in der Ausbringung wird die Umwelt und die menschliche Gesundheit belastet. Auch Abdrift auf Flächen, die nicht Ziel des Pflanzenschutzes sind, führen zu Problematiken. Deshalb raten die Experten zu einem sparsamen Umgang mit Pflanzenschutzmitteln, zu einer bedarfsgerechten Ausbringung und zu einer verbesserten Applikation. Die Verfügbarmachung von Mikroklimadaten auf Betriebsebene durch entsprechende Sensoren könnte dazu verhelfen, den Bedarf der Menge an Pflanzenschutzmitteln sowie den richtigen Zeitpunkt der Ausbringung besser zu ermitteln. Bisher sind diese Sensoren und die notwendigen Applikationen, die die Daten auswerten können, jedoch für kleinstrukturierte Betriebe in Südtirol zu teuer. Eine weitere Möglichkeit, die im Bereich der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln am Versuchszentrum Laimburg erprobt wird, ist die stationäre Applikation durch fixe Leitungen und Düsen oberhalb der Traubenzone und über der Laubwand (N.N., 2015). Diese hat vor allem den Vorteil, dass die Landwirte während der Applikation nicht in Kontakt mit den Mitteln kommen und dass die Bodenverdichtung verringert werden kann, da weniger Fahrten durch den Weinberg notwendig sind. Besonders im Steilhang, wo oft mit handgeführten Raupengeräten oder mit Schlauchspritzungen gearbeitet werden muss, hätte die stationäre Applikation erhebliche Vorteile. Wo die maschinelle Bearbeitung mit Traktoren im Steilhang hingegen möglich ist, können Unfälle durch Kippen oder Rutschungen vermieden werden. Allerdings muss noch erforscht werden, ob die biologische Wirksamkeit mit einer Behandlung durch Sprühgeräte vergleichbar ist. Nachteile, die bereits erforscht wurden, sind: Die Anlagen müssen gewartet und gereinigt werden, sie sind teuer in der Anschaffung, in ihrer Funktionsfähigkeit schwieriger zu kontrollieren und weniger präzise als Sprüher.

Eine Expertin spricht das Thema der maschinellen Ernte im Weinbau an. Aufgrund des Klimawandels könnte es in Zukunft notwendig sein, auch in Südtirol die **Weinlese in der Nacht** durchzuführen. Die hohen Temperaturen am Tag führen zu einer erhöhten Enzymaktivität im Lesegut und können eine unerwünschte verfrühte Fermentierung hervorrufen. Wenn eine nächtliche Weinlese und zusätzlich eine Einsparung von Arbeitskräften notwendig wird, könnte der Einsatz von Vollerntern auch in Südtirol interessant werden. Die Expertin erklärte in diesem Zusammenhang auch, dass die **maschinelle Ernte** der Trauben keine erheblichen negativen Folgen für die Qualität des Weines habe. Vielmehr werde in Südtirol aus Marketing-Gründen immer noch hauptsächlich von Hand gelesen.

3.4.4 Gemüsebau

Im Südtirol muss man laut einem Experten grundsätzlich zwischen zwei Arten von Gemüsebaubetrieben unterscheiden: größere Betriebe, die für den Export produzieren und über die Genossenschaften ihre Produkte vermarkten und kleinere Betriebe, die ihr Gemüse hauptsächlich direkt vermarkten.

Der kleinstrukturierte Gemüsebau in Steillagen ist mit viel Handarbeit, Zeit und körperlicher Beanspruchung verbunden. Sowohl Landwirte als auch Experten sehen hier ein großes Potenzial in technologischen Lösungen die Arbeit zu erleichtern. Besonders der Einsatz von Robotern und Drohnen stößt bei den Landwirten auf großes Interesse, auch wenn sie Probleme in der Finanzierung solcher Technologien sehen. Sie wünschen sich aber prinzipiell kleine, leichte, wendige und multifunktional einsetzbare Geräte, wenn möglich flexibel anpassbar an die betrieblichen Gegebenheiten. Bisher ist der kleinstrukturierte Gemüsebau in Südtirol wenig technologisiert.

Die befragten Betriebe haben prinzipiell das Problem, **dass in Südtirol weder Maschinen für den kleinstrukturierten Gemüsebau hergestellt** werden noch, **dass es Händler in Südtirol gibt**, die solche Maschinen aus dem Ausland verkaufen. Dementsprechend gering ist auch die **Beratung im Ankauf** von geeigneten Geräten und Maschinen. Einige befragte Landwirte kaufen die Geräte somit direkt aus dem Ausland zu, ohne zu wissen, ob sie das geeignetste Gerät für ihren Betrieb gefunden haben. Sie wünschen sich mehr Beratung in Bezug auf die Mechanisierung ihrer Betriebe und ein höheres Interesse der Südtiroler Maschinenbauer, für den kleinstrukturierten Gemüsebau in Steillagen geeignete Geräte zu entwickeln.

Bedarf herrscht insbesondere in der **mechanischen Unkrautbekämpfung**. Hier wären einachsige Hack- und Häufelgeräte gefragt, die klein, leicht, wendig und wenn möglich, elektrobetrieben sind. Da die Landwirte verschiedene Kulturen in unterschiedlichen Reihenabständen anbauen, benötigen sie Geräte mit flexibel verstellbaren Achsenabständen. Außerdem geben die Befragten an, dass für unterschiedliche Bodentypen verschiedene Aufsätze für die Hacken bzw. Häufelgeräte hilfreich wären. Eine weitere Idee eines Landwirtes ist die Entwicklung eines Geräts für den Steilhang, durch das die Anwender die Arbeiten im Liegen verrichten können. In Österreich und Deutschland werden für die Gurkenernte beispielsweise sogenannte Gurkenflieger angewandt, bei denen die Erntehelfer auf einer Fläche liegen und über die Reihen fahrend das Gemüse abpflücken. Durch ein Förderband wird das Erntegut anschließend auf einen Anhänger befördert. Der Landwirt könnte sich ein solches Gerät beispielsweise auch für die Unkrautbekämpfung in den Kulturreihen vorstellen, als sogenannten „Jät-Flieger“.

Um das Aufkommen von Unkräutern im Gemüsebau zu vermeiden werden unterschiedliche Mulchfolien angebracht. Auch hier sollten die Gemüsebauern auf biologisch abbaubares Material zurückgreifen, um den **Plastikeintrag** in den Boden zu vermeiden und Entsorgungskosten und -problematiken zu minimieren. In diesem Bereich testete das Versuchszentrum Laimburg bereits verschiedene Folien hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Ertrag von verschiedenen Gemüsesorten und auf ihre Praxistauglichkeit (Hauser, 2013).

Der **Pflanzenschutz** wird im kleinstrukturierten Südtiroler Gemüsebau im Steilhang vorwiegend händisch erledigt. Zu diesem Thema hat eine Expertin die Idee geäußert, dass man mithilfe einer Seilwinde ein Spritzgestänge auf Rädern über die Kulturen ziehen könnte, die in der Falllinie angebaut werden. Wichtig wäre dabei, dass das Gestänge in der Breite und auch in der Höhe verstellbar wäre. Damit könnten die Landwirte den Kontakt mit den Pflanzenschutzmitteln vermeiden und Arbeitsaufwand könnte reduziert

werden. Ein weiterer Input für die Südtiroler Maschinenbauer ist die Entwicklung eines kleinen, leichten Raupenfahrzeugs mit einem Spritzfass und schmaler Fahrspurbreite. Ein solches Raupenfahrzeug könnte ebenfalls für die Gemüseernte eingesetzt werden. Für Kulturen, die im Tunnel angebaut werden, könnte der Pflanzenschutz laut Expertin mittels eines Microjet-Bewässerungssystems weiterentwickelt werden, wenn ein solches bereits angebracht ist. Hier werden bereits Versuche durchgeführt, um eine optimale Benetzung der Pflanzen zu erreichen. Auch in der Applikation von Pflanzenschutzmitteln durch Drohnen sähe die Expertin großes Potenzial, wenn die gesetzlichen Rahmenbedingungen es erlauben würden. Drohnen könnten jedoch auch eingesetzt werden, um beispielsweise Antagonisten zur Vermeidung von Schädlingsbefall gezielt auszusetzen.

Auch die **Gemüseernte** im Steilhang ist durch die größtenteils händisch durchgeführte Arbeit körperlich sehr anstrengend. Hier könnten kleinere Geräte, die die Logistik der Ware innerhalb des Felds erledigen, hilfreich sein. Bereits weiter oben erwähnt wurde das multifunktional einsetzbare Raupenfahrzeug. Außerdem erwähnte ein Experte die Entwicklung einer kleineren Hebebühne, die flexibel an die Zeilenabstände anpassbar sein müsste und die Radabstände verstellen könnte. In der **Gemüselagerung** sehen die Befragten ebenfalls Innovationspotenzial. Nachdem die Direktvermarkter bis zum Verkauf unterschiedlichste Gemüsesorten auf geringer Fläche und optimalerweise bei verschiedenen Temperaturen lagern müssen, benötigt es neue Lösungen in der Kühltechnik.

4. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse aus dem Projekt Landwirtschaft 4.0 verdeutlichen, dass in den untersuchten Produktionstypen bisher, mit einigen Ausnahmen, wenige mechatronische und digitale Lösungen oder innovative Materialien Anwendung finden, wie sie von Peritsch (2016) aufgezeigt wurden. Die Landwirte erkennen zwar den Bedarf für Verbesserungen der von ihnen angewandten Landtechnik und erkennen den Mehrwert des Projekts Landwirtschaft 4.0. Es scheint jedoch, dass sie von den Chancen, die sich aus einer Anwendung technologischer Neuerungen für ihre Betriebe ergeben, noch nicht ganz überzeugt sind, sei es aus mangelndem Kenntnisstand oder den zu hohen Investitionskosten oder beidem. Vielmehr kann man zwischen den Zeilen herauslesen, dass die Landwirte den Bedarf vermehrt in der Weiterentwicklung von bereits bestehenden Maschinen und Geräten sehen und nicht im Einsatz von neuen Lösungen für die Bewirtschaftung ihrer Betriebe. Dies lässt sich möglicherweise damit begründen, dass nicht alle Landwirte über den Stand der Technik ausreichend Bescheid wissen und daher die Möglichkeiten, die Landwirtschaft 4.0 bieten könnte, noch nicht in vollem Umfang einzuschätzen wissen. Hier ist die landwirtschaftliche Aus- und Weiterbildung gefragt, Angebote zum Thema technologische Innovation zu schaffen. Nichtsdestotrotz stehen die Landwirte allgemein Neuerungen in der Landtechnik positiv gegenüber, wenn sie Arbeitserleichterung schaffen und zur Verbesserung der Arbeitsproduktivität beitragen. Was die Ergebnisse der quantitativen Online-Umfrage jedoch auch zeigen, ist, dass die Anschaffungskosten der Maschinen die größten Probleme in allen drei Produktionstypen verursachen. Da für kleinstrukturierte Betriebe der Kauf der modernsten Technologie nicht umsetzbar erscheint, müssten hier nach innovativen Kooperationsmodelle zur Finanzierung gesucht werden, um von den sinkenden Produktionskosten und den freiwerdende zeitliche Kapazitäten profitieren zu können, die der Einsatz moderner Alpiner Agrartechnik zur Folge hätte. Dies wären beispielsweise der gemeinsame Ankauf und die Koordinierung der gemeinschaftlichen Nutzung. Der Kooperation stehen die Landwirte prinzipiell aufgeschlossen gegenüber. Sie sehen jedoch noch sehr viele unüberwindbare Hürden, vor allem zu Arbeitsspitzen, wenn

alle Landwirte zur selben Zeit die Geräte benötigen. Dies ist bei Erntegeräten oder bei Geräten für den Pflanzenschutz beispielsweise der Fall. Die Befragten waren sich jedoch auch einig, dass Geräte bzw. Maschinen, die nicht sofort und in einem engen Zeitfenster benötigt werden, besser von mehreren Landwirten beschaffen und genutzt werden sollten. Positiv wird der Maschineneinsatz durch den Maschinenring gesehen, wobei sich die Landwirte eine bessere geografische Verteilung der angebotenen Dienste wünschen. Außerdem bewerten sie den Maschinenverleih durch Dritte, wie er offenbar schon bei Weinbauern erfolgreich praktiziert wird, als positiv.

Die befragten Experten zeigen sich der modernen Alpen Agrartechnik aufgeschlossen gegenüber und begrüßen die Initiative Landwirtschaft 4.0. Sie sehen großes Potenzial in der Technologisierung der Südtiroler Landwirtschaft, diese wettbewerbsfähig zu halten und dennoch schonend mit den natürlichen Umweltbedingungen umzugehen und dabei auch für sichere und attraktive Arbeitsbedingungen zu sorgen. Besonders dem Bereich Pflanzenschutz messen sie aufgrund des wachsenden Konsumentenbewusstseins einen hohen Bedarf bei, um mithilfe modernster Agrartechniken und Sensoren produktionsrelevante Informationen zur Optimierung von Betriebsabläufen, wie Bewässerung, Düngung, Pflanzenschutz den Einsatz von Ressourcen bereitzustellen, wodurch Ressourcen eingespart werden und die Ökologisierung der Landwirtschaft vorangebracht wird. Wie auch die Landwirte, sind sich die Experten der Problematiken eines gemeinschaftlichen Ankaufs von Maschinen und Geräten bewusst. Der gleichzeitige Bedarf von Erntemaschinen und Geräten für den Pflanzenschutz sowie die unterschiedliche Handhabung der Maschinen, sehen sie vor allem infolge des mangelnden Know-Hows im Umgang mit Technologien problematisch. Einige Experten betonten, dass das Potenzial des Maschinenrings noch nicht vollständig ausgeschöpft ist. Eine bessere geografische Verteilung der Dienste sowie einer professionellen Institution für den Verleih von Maschinen an die Landwirte wurden als mögliche Alternativen zum einzelbetrieblichen Ankauf thematisiert.

Die Produktionstyp-spezifischen Ergebnisse geben erste Hinweise über den Entwicklungsbedarf in der Landtechnik für die Grünlandwirtschaft, den Weinbau und den Gemüsebau. Ein Thema, das in vielen Interviews eine Rolle spielte, war der Pflanzenschutz. Alle Produktionstypen scheinen demnach Alternativen zu chemischen Pflanzenschutzmethoden zu suchen bzw. diese durch verbesserte Technologie auf ein Minimum reduzieren zu wollen. Vor allem für die mechanische Unkrautbekämpfung fehlen bisher Geräte, die aus Sicht der Grünlandwirte, der Weinbauern und der Gemüsebauern zufriedenstellend arbeiten. Ansonsten fielen die Ergebnisse zwischen den Produktionstypen sehr unterschiedlich aus.

Die Interviews mit Weinbauern und Weinbau-Experten gingen alle in eine ähnliche Richtung, was die Problembereiche in der Produktion angeht: sie äußerten Anregungen für eine Adaption von Technologien in der Unterstockbearbeitung, für die Verfügbarmachung und Auswertung von Daten auf Betriebsebene, die für den Pflanzenschutz relevant sind sowie für die Verwendung von abnutzungsresistenten oder biologisch abbaubaren Materialien für den Maschinen- und Gerätebau. Im kleinstrukturierten Gemüsebau hingegen, ist es laut den befragten Landwirten in Südtirol generell schwierig, an geeignete Geräte heranzukommen. Dieser Produktionstyp ist, entgegen der Meinungen der Experten im Kick-off meeting, wenig technologisiert und lebt von der Handarbeit. Dementsprechend ist der kleinstrukturierte Gemüsebau in Südtirol arbeitsintensiv und zeitaufwendig. Gemüsebauern bräuchten Geräte und Maschinen, die für unterschiedliche betriebliche Gegebenheiten und für mehrere Produktionsschritte anpassbar wären. In der Grünlandwirtschaft hingegen stellen laut Interviewpartner neben der Unkrautbekämpfung auch die geruchslose Gülleausbringung und die bedarfsgerechte Bewässerung der

Flächen die wichtigsten Entwicklungsbereiche in der Landtechnik dar. Besonders im Zuge der Expertengespräche wurde die Herausforderungen, die mit dem Klimawandel einhergehen und die mit technologischen Innovationen bewältigt werden könnten, angesprochen. Die Landwirte hingegen erwähnten den Klimawandel kaum in den Interviews.

Zur Methodik der Studie ist zu sagen, dass die quantitative Online-Befragung aufgrund der Komplexität und Vielschichtigkeit der Fragestellung eher allgemeine und unkonkrete Ergebnisse brachte. Hauptsächlich lieferten die qualitativen Interviews die notwendigen Informationen, um den Bedarf an technologischen Innovationen in der Südtiroler Landwirtschaft abschätzen zu können. Um einen noch tieferen Einblick in die Meinungen der Landwirte zum Thema Landwirtschaft 4.0 zu erhalten und vor allem weitere Inputs für Maschinenbauer zu bekommen, müsste man noch mit weiteren Praktikern und Experten auch aus dem Ausland Interviews führen, um wichtige Details ergänzen zu können.

Trotz des explorativen Charakters der Studie, enthält sie wichtige Hinweise, in welchen Bereichen die Maschinenbauer Alpiner Agrartechnik ihre Entwicklungen vorantreiben können, um dem Bedarf aus der Landwirtschaft gerecht zu werden. Die Bedingungen, die die Südtiroler Landwirte auf ihren Betrieben vorfinden, sind vergleichbar mit jenen im Berggebiet des gesamten Alpenraums. Steilheit, schwierige Befahrbarkeit der Flächen, Kleinstrukturiertheit, etc. sind Eigenschaften, die hier die Bewirtschaftung vor große Herausforderung stellt. Daher herrscht in diesem Gebiet auch eine spezifische Nachfrage nach Spezialmaschinen, die bisher nicht in zufriedenstellender Ausführung verfügbar sind. Die Südtiroler Maschinenbauer können mit der bedarfsgerechten Entwicklung von Maschinen und Geräten inklusive der Adaption modernster Technologien (Sensoren, Robotik, Mechatronik und Materialwissenschaften) diese Marktlücke schließen und den gesamten Alpenraum mit ihren Produkten bedienen. Ein direkter Informationsaustausch zwischen Landwirten und Maschinenbauern wäre aber dennoch notwendig, um konkret zu beginnen, gemeinsam an technologischen Lösungen der angesprochenen Probleme und Schwierigkeiten zu arbeiten.

Literatur

Cavallo, E.; Ferrari, E.; Bollani, L. und Coccia, M. (2014a): Attitudes and behaviour of adopters of technological innovations in agricultural tractors: A case study in Italian agricultural system. *Agricultural Systems*, 130, 44-54.

Cavallo, E.; Ferrari, E.; Bollani, L. und Coccia, M. (2014b). Strategic management implications for the adoption of technological innovations in agricultural tractor: the role of scale factors and environmental attitude. *Technology Analysis & Strategic Management*, 26(7), 765-779.

Colantoni, A., Monarca, D., Laurendi, V., Villarini, M., Gambella, F., & Cecchini, M. (2018). Smart machines, remote sensing, precision farming, processes, mechatronic, materials and policies for safety and health aspects. *Agriculture*, 8, 47.

Hauser, M. (2013): Höhere Erträge im Gemüsebau durch Mulchfolien. *Südtiroler Landwirt* Nr. 7, 55-56.

IPCC (2019): Climate Change and Land. IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems – Summary for Policy Makers.

Long, T. B.; Blok, V. und Coninx, I. (2016): Barriers to the adoption and diffusion of technological innovations for climate-smart agriculture in Europe: evidence from the Netherlands, France, Switzerland and Italy. *Journal of Cleaner Production*, 112, 9-21.

N.N. (2015): Stationäre Applikation. *Südtiroler Landwirt* Nr. 11, 43-44.

Pertisch, M. (2016): Chancenreport Alpine Agrartechnik. Baden: IMG – Innovation Management Group GmbH.

Pigford, A. E.; Hickey, G. M. and Klerkx, L. (2018): Beyond agricultural innovation systems? Exploring an agricultural innovation ecosystems approach for niche design and development in sustainability transitions. *Agricultural Systems*, 164, 116-121.

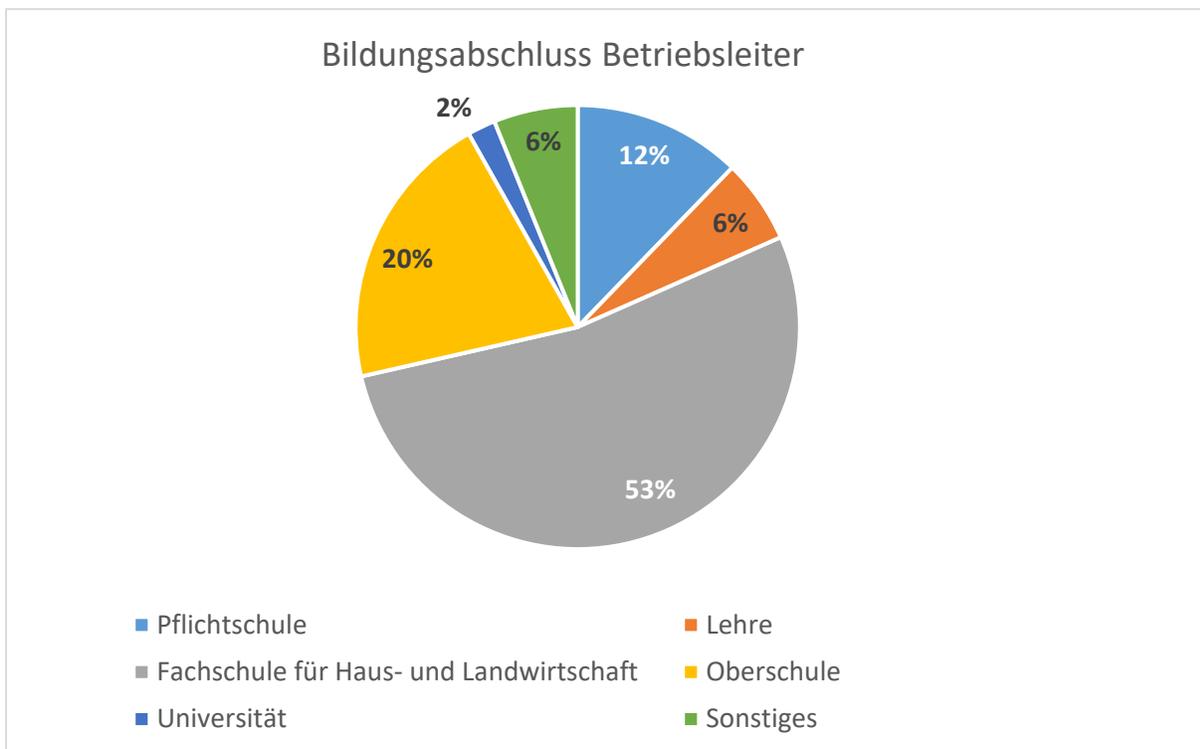
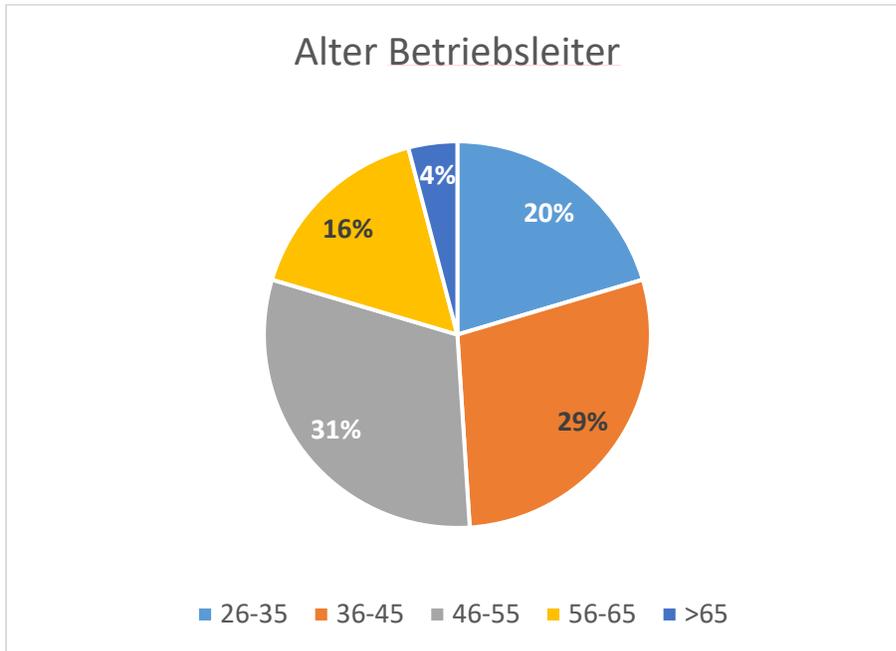
Weltzien, C. (2017): Digital agriculture – and why agriculture 4.0 still offers only modest returns. *Landtechnik*, 71(2), 66–68.

Westphal, D. (2016): Adaptive Verkürzung des Analytischen Hierarchie Prozesses zur rationalen Lösung multikriterieller Entscheidungsprobleme. Technische Universität Berlin: Dissertation.

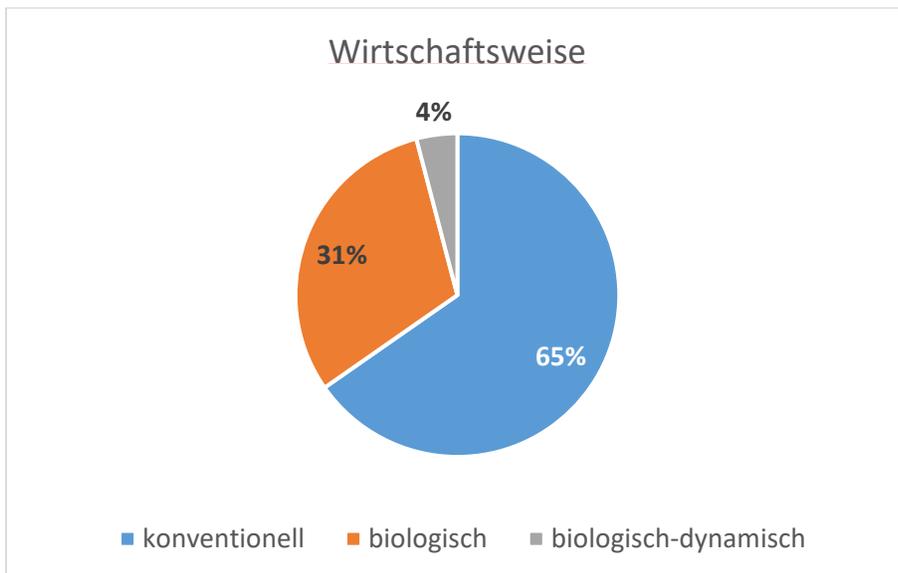
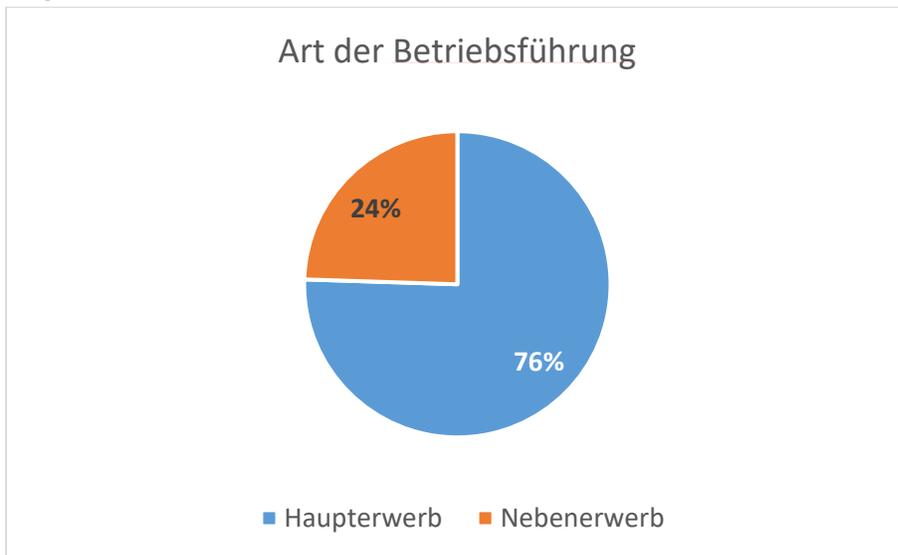
Anhang

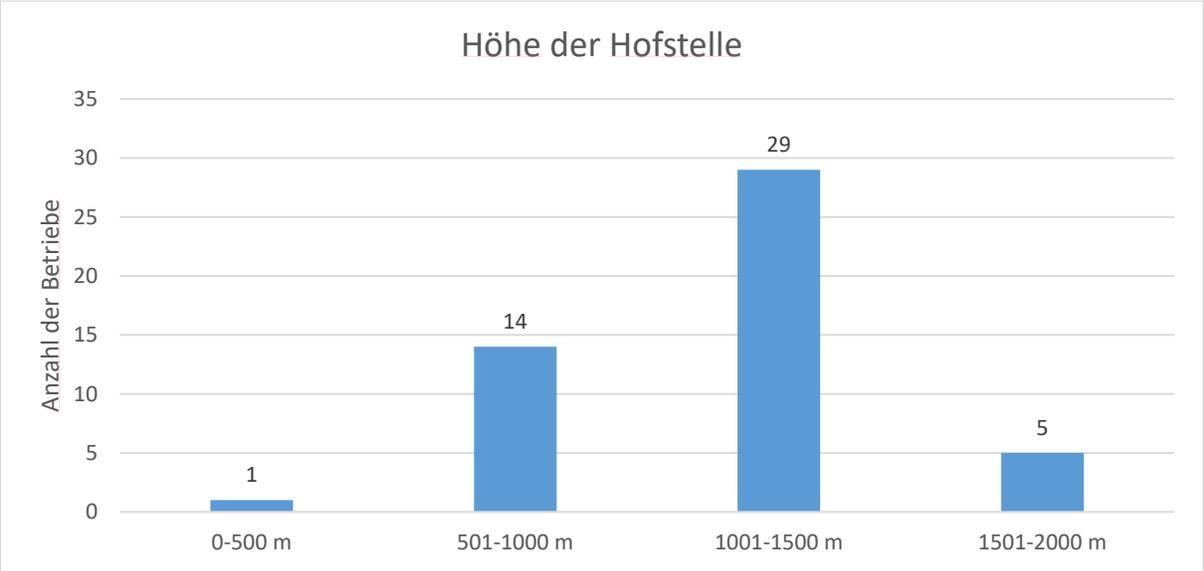
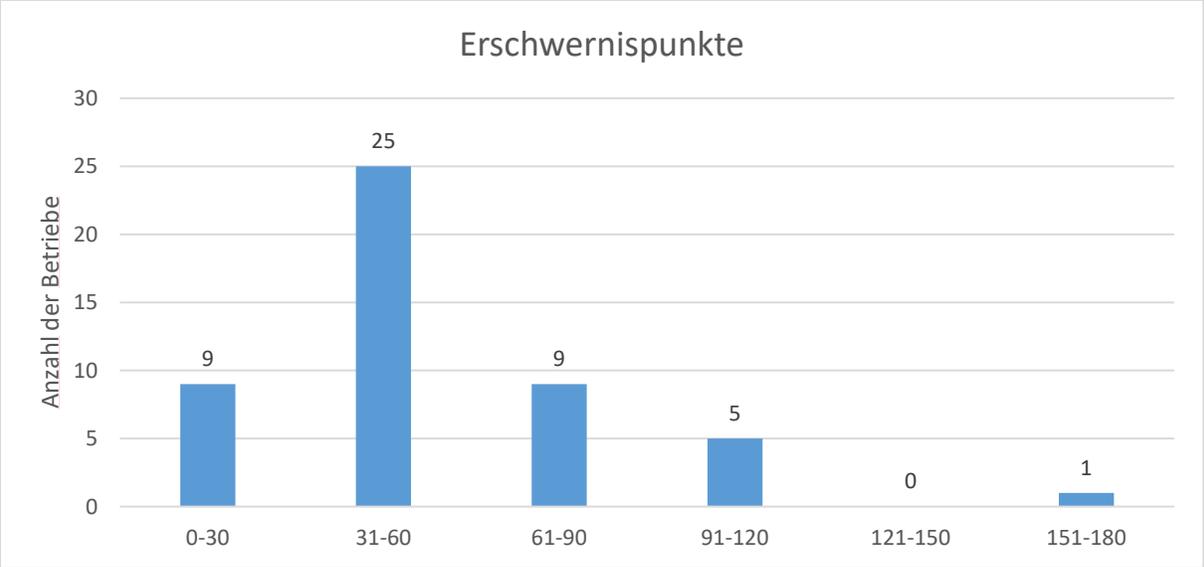
Anhang A – Grünlandwirtschaft

Angaben zur Person

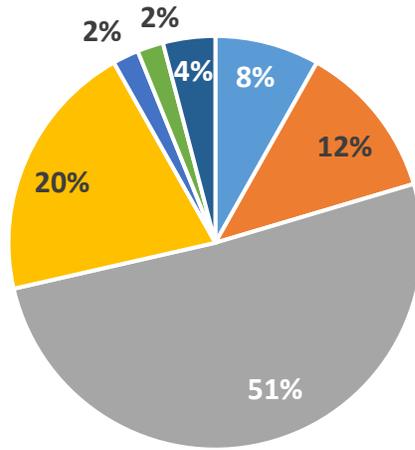


Angaben zum Betrieb

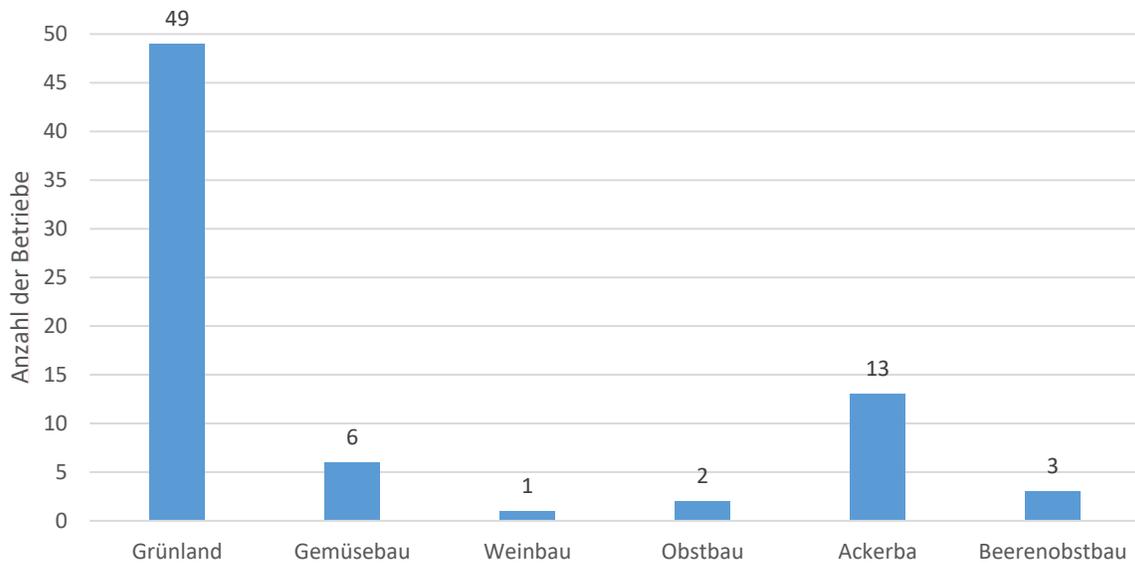


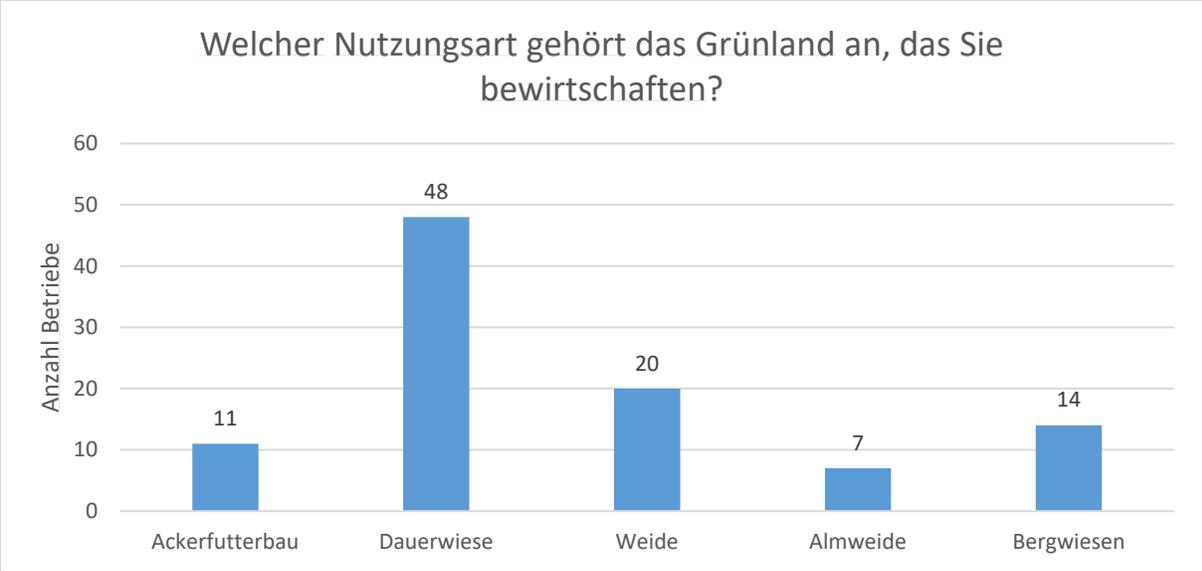


Wieviel LNF bewirtschaften Sie? [ha]

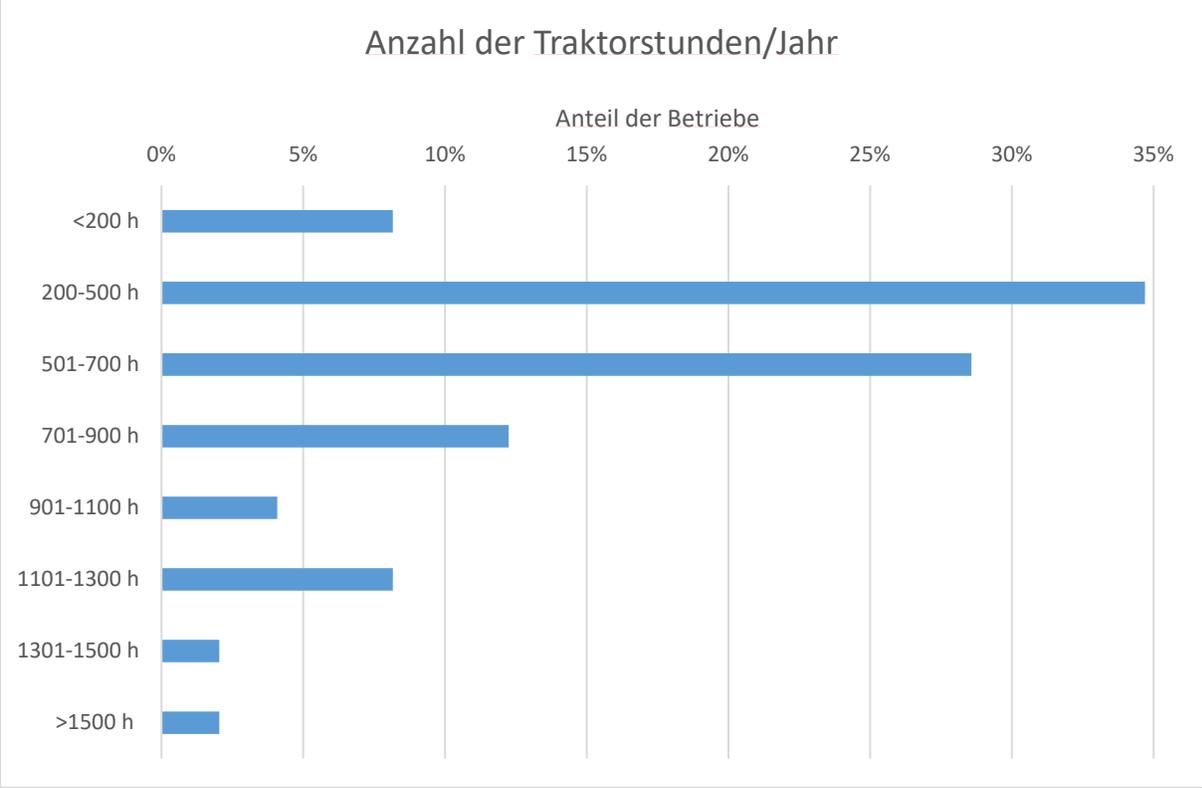


Wie nutzen Sie die LNF auf Ihrem Betrieb?

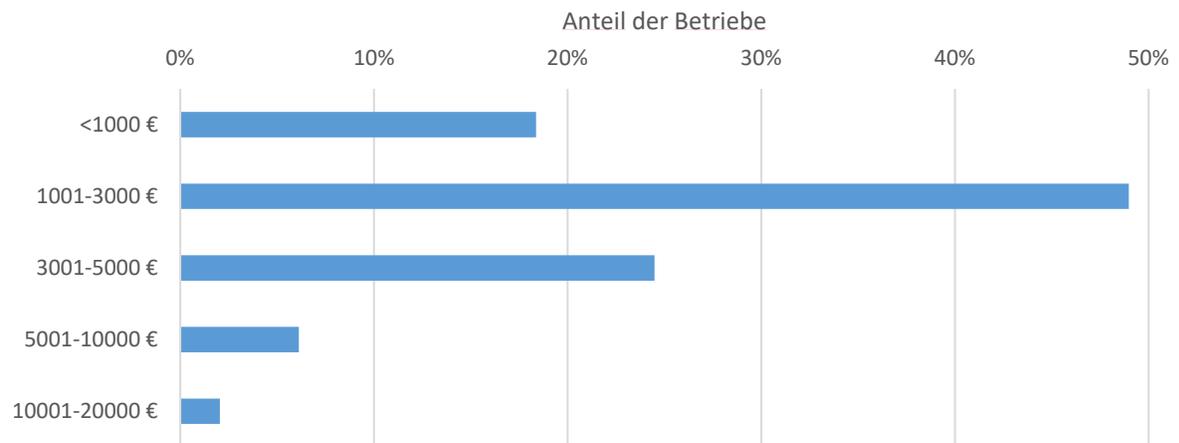




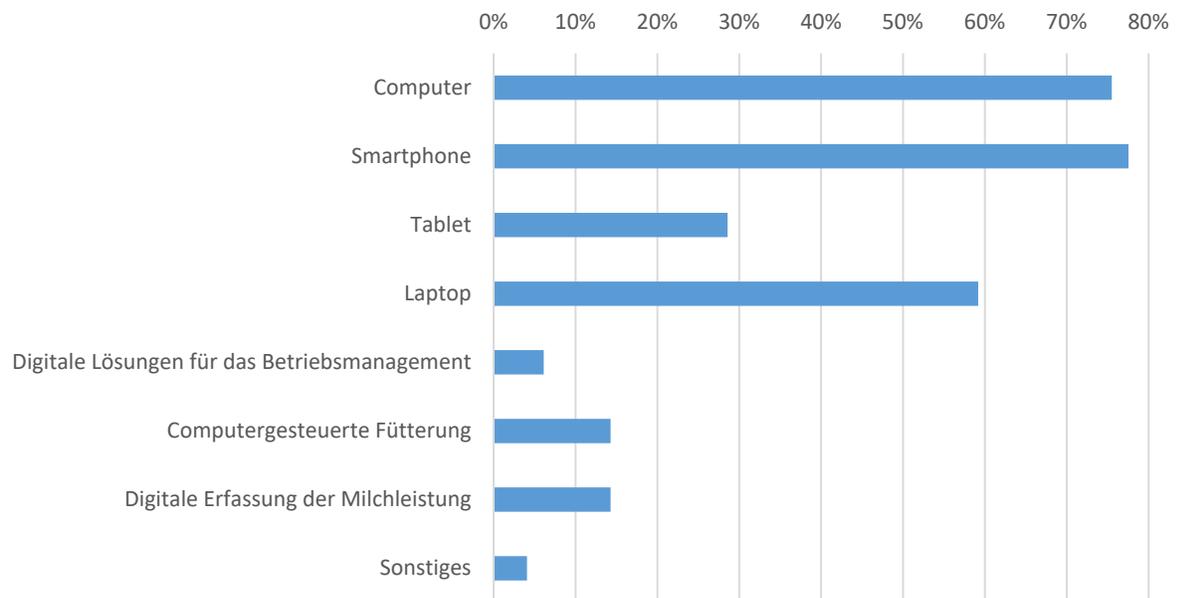
Angaben zur Mechanisierung/Grad der Digitalisierung



Durchschnittliche Reparaturkosten/Jahr für Maschinen

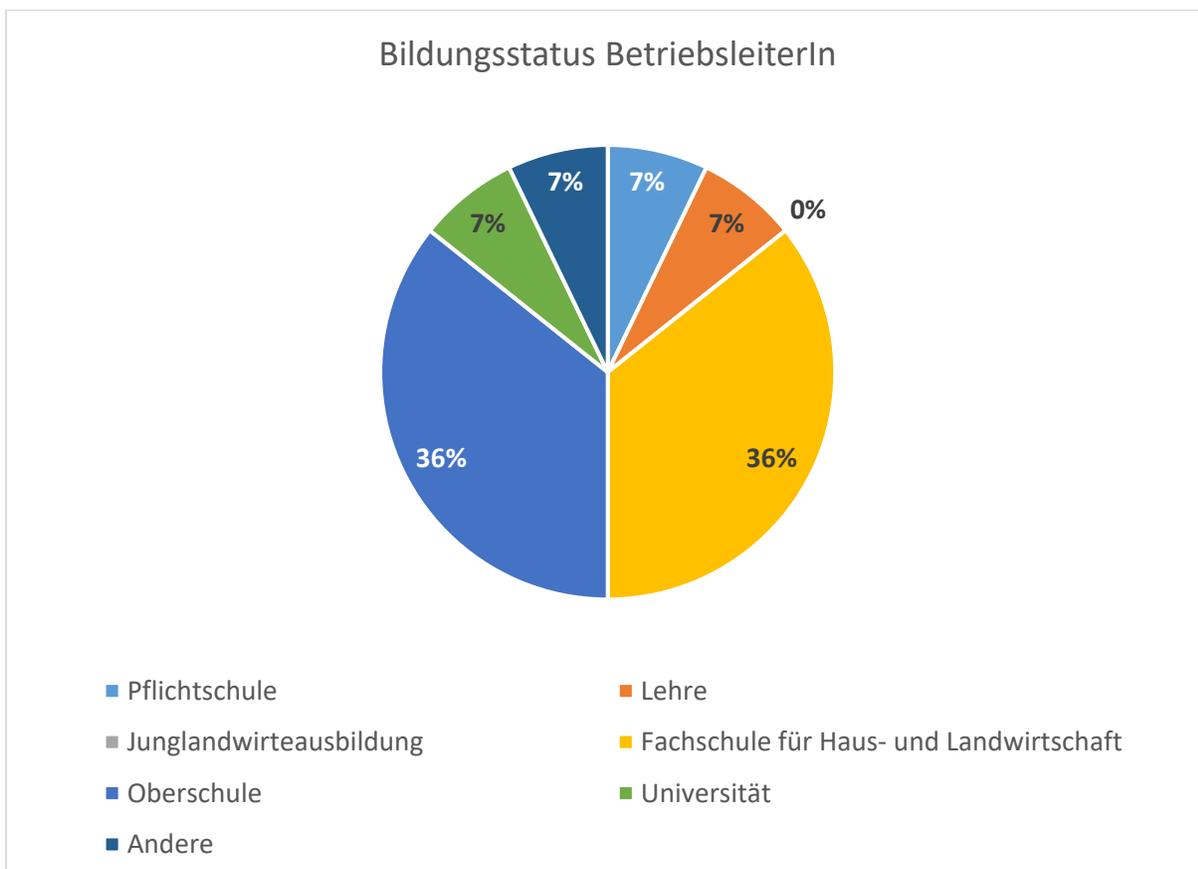
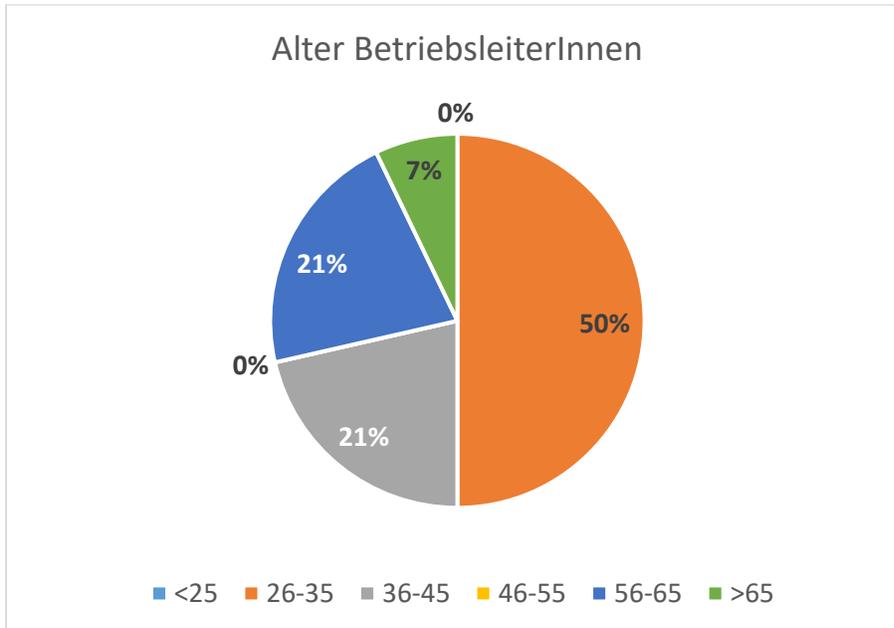


Technische Ausstattung

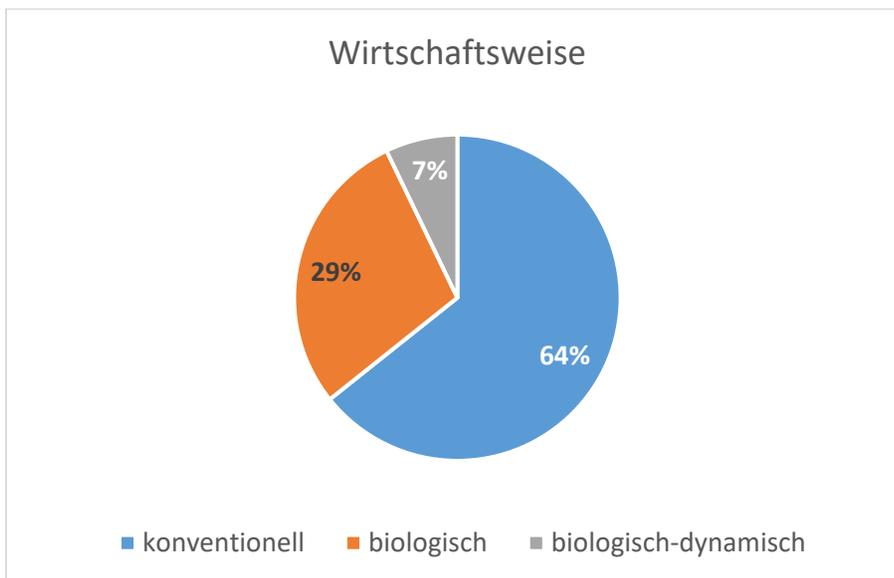
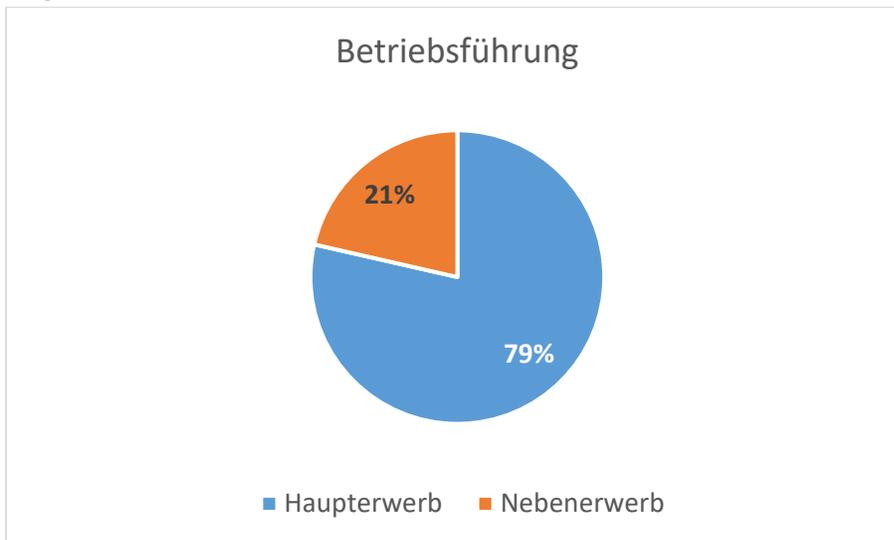


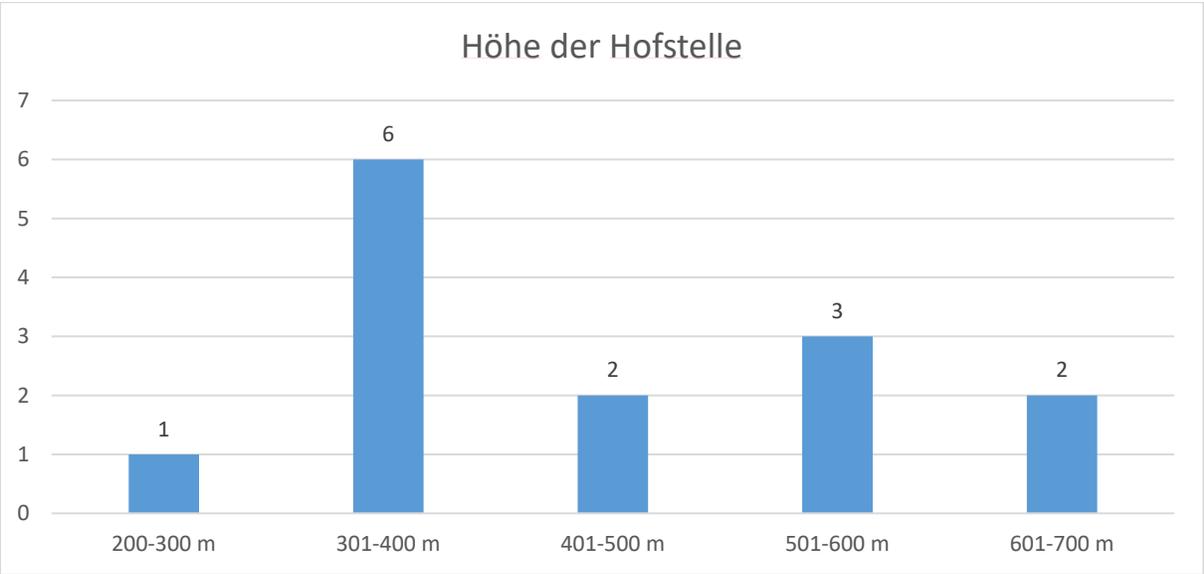
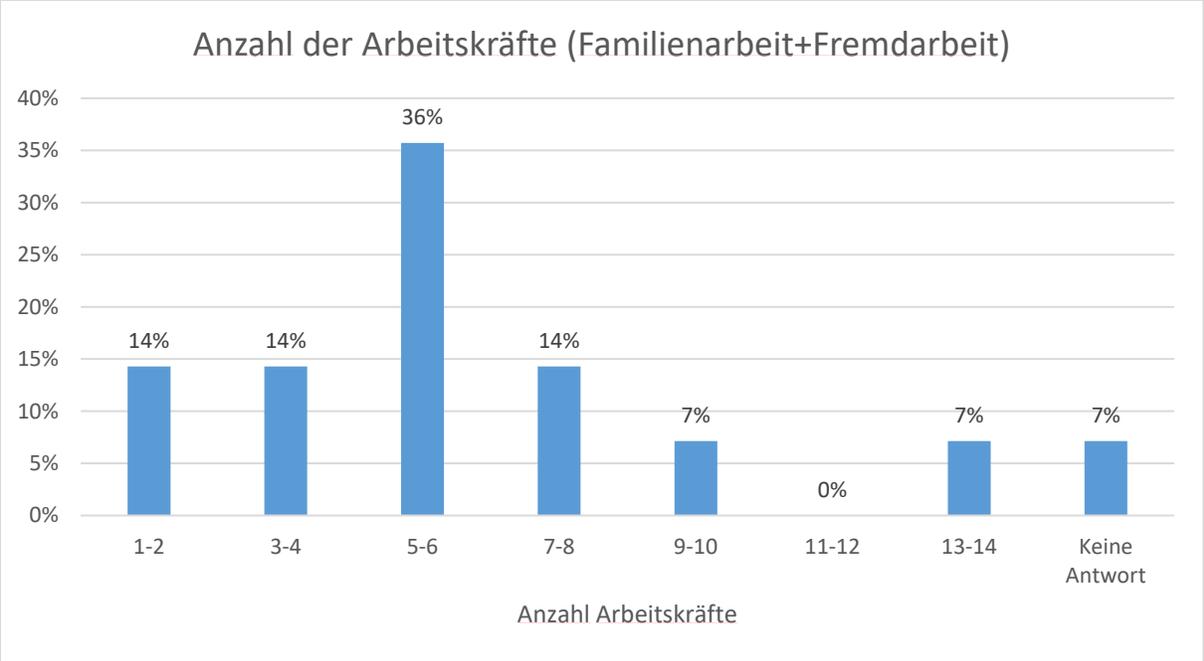
Anhang B – Weinbau

Angaben zur Person

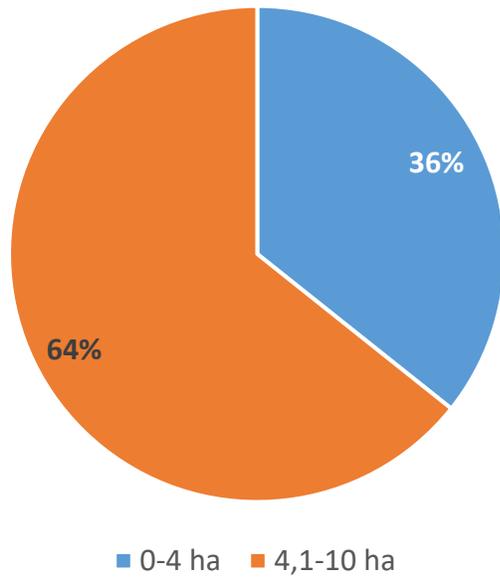


Angaben zum Betrieb

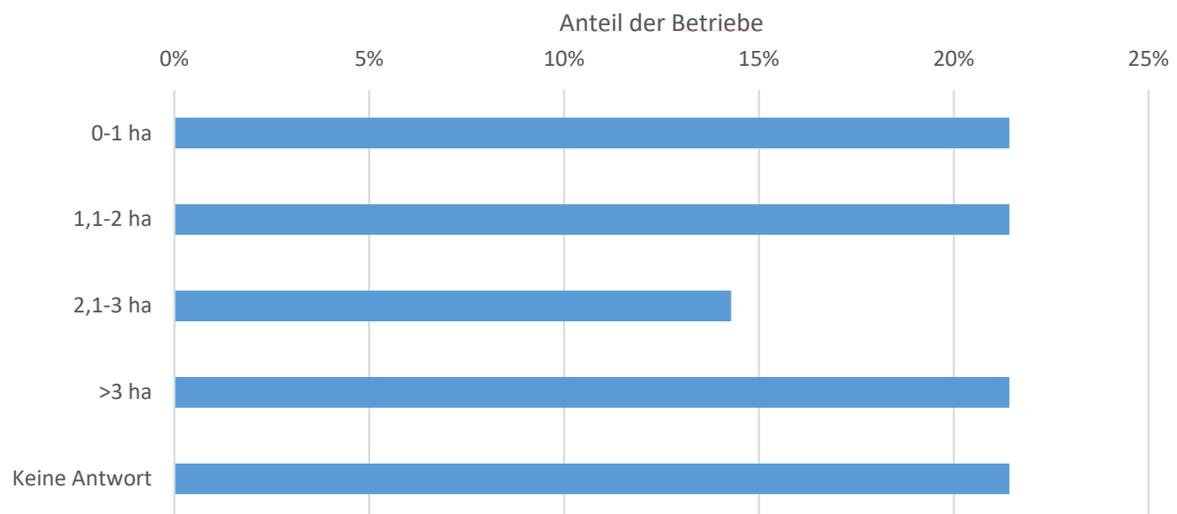


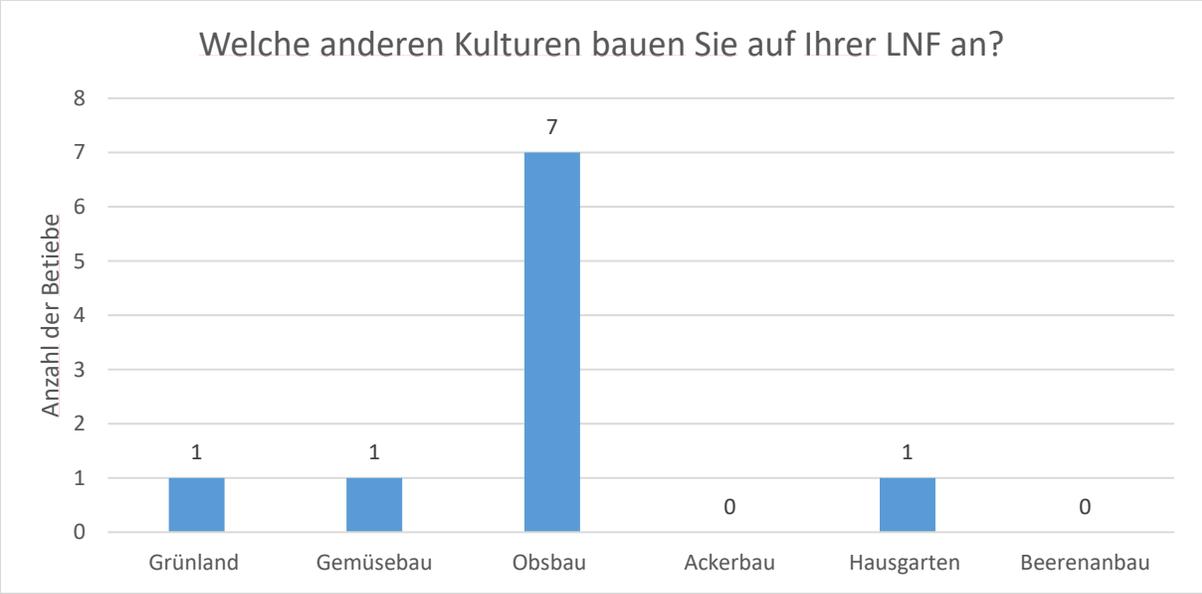


Wieviel LNF bewirtschaften Sie?

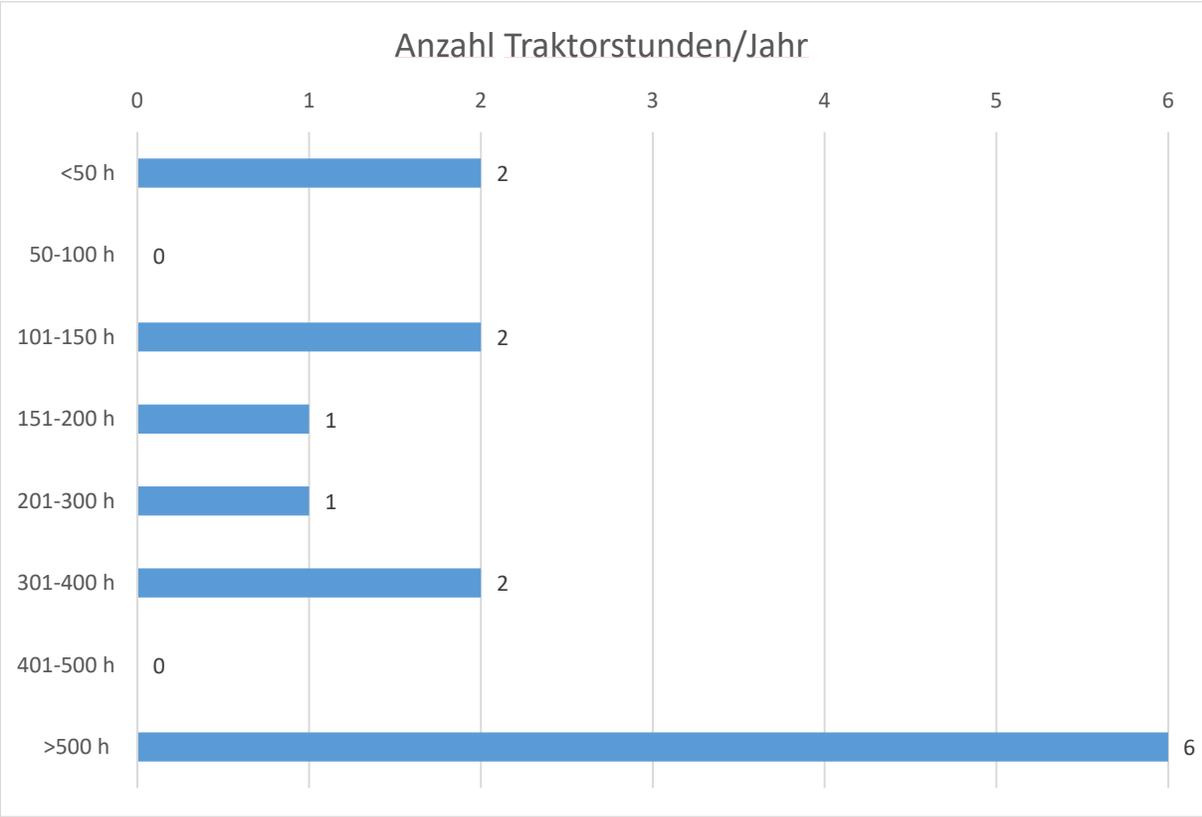


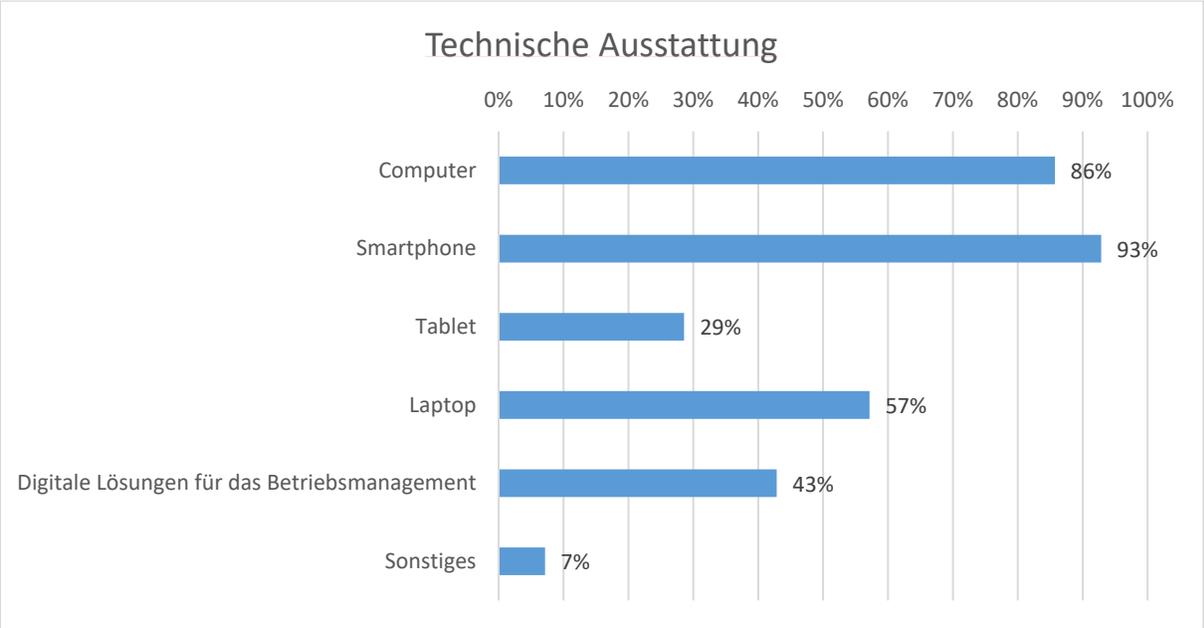
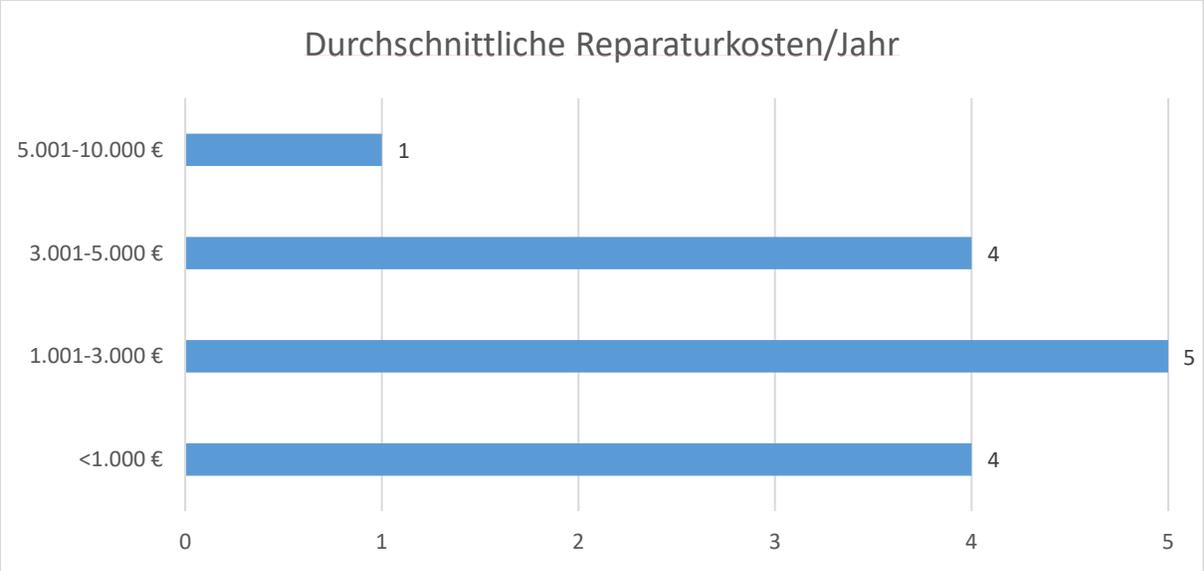
Wie groß ist die Fläche, auf der Sie Wein anbauen? [ha]





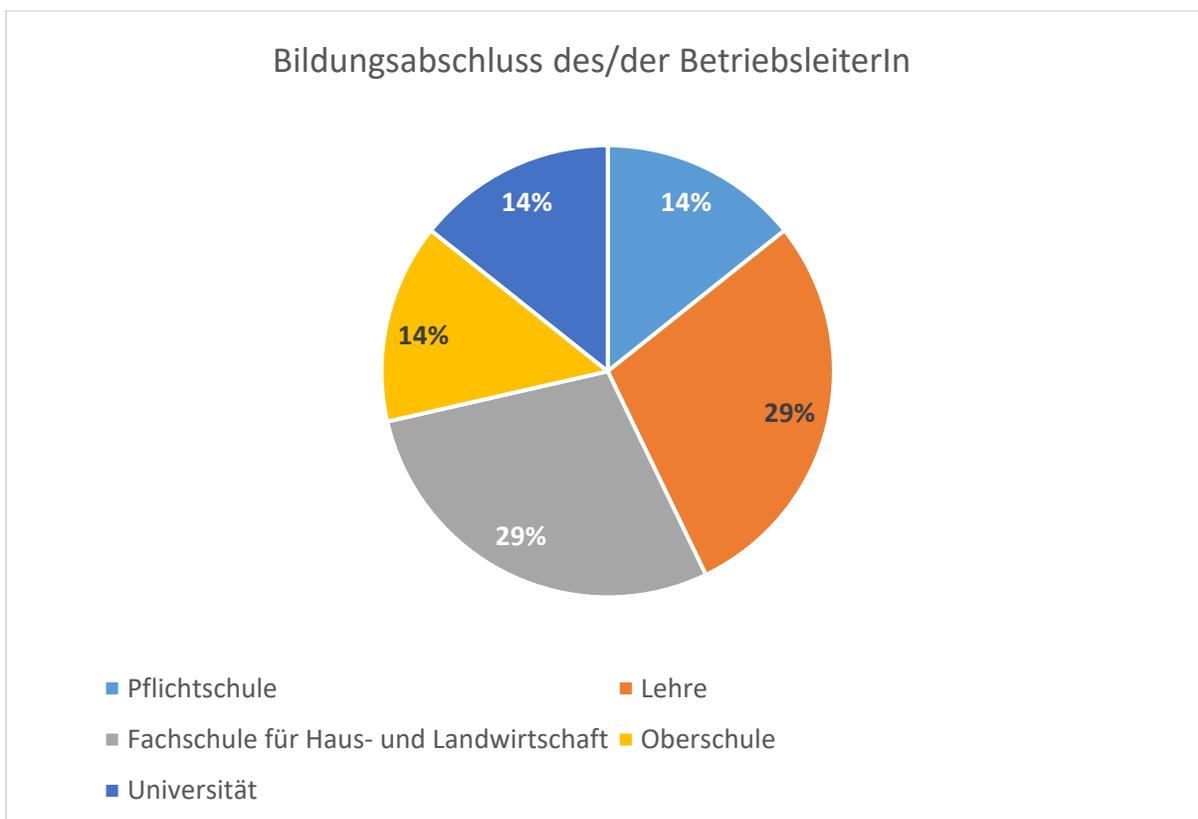
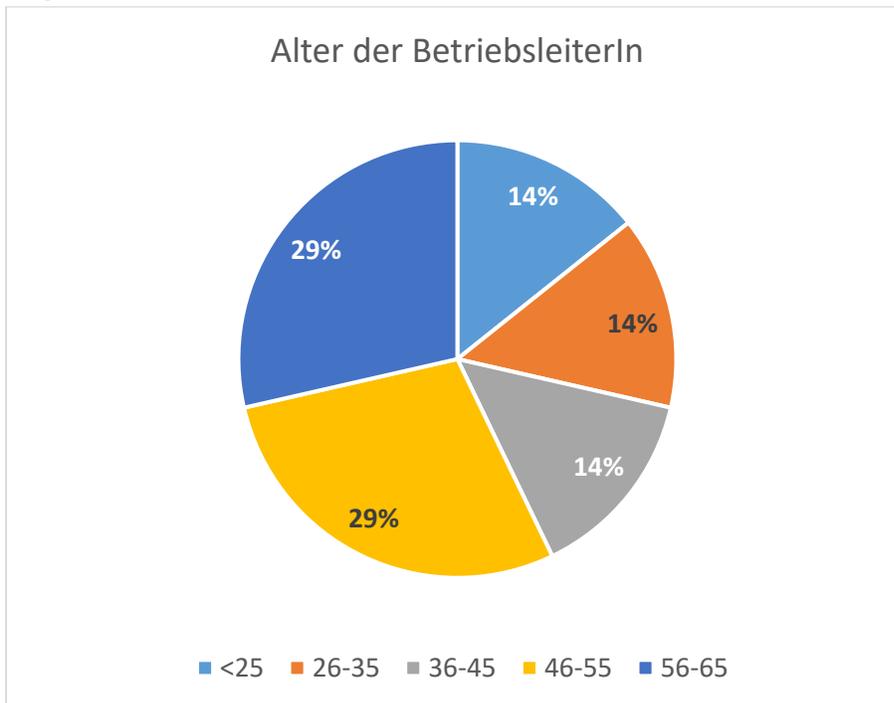
Angaben zur Mechanisierung/Grad der Digitalisierung





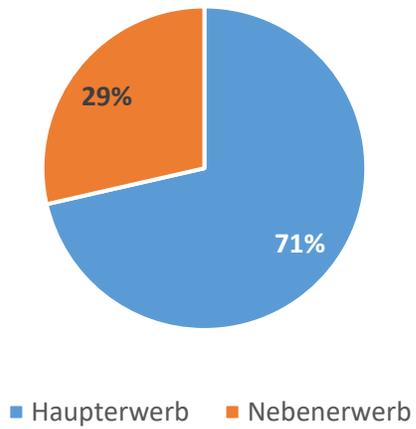
Anhang C – Gemüseanbau

Angaben zur Person

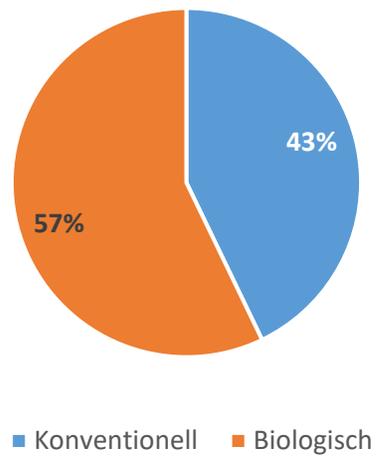


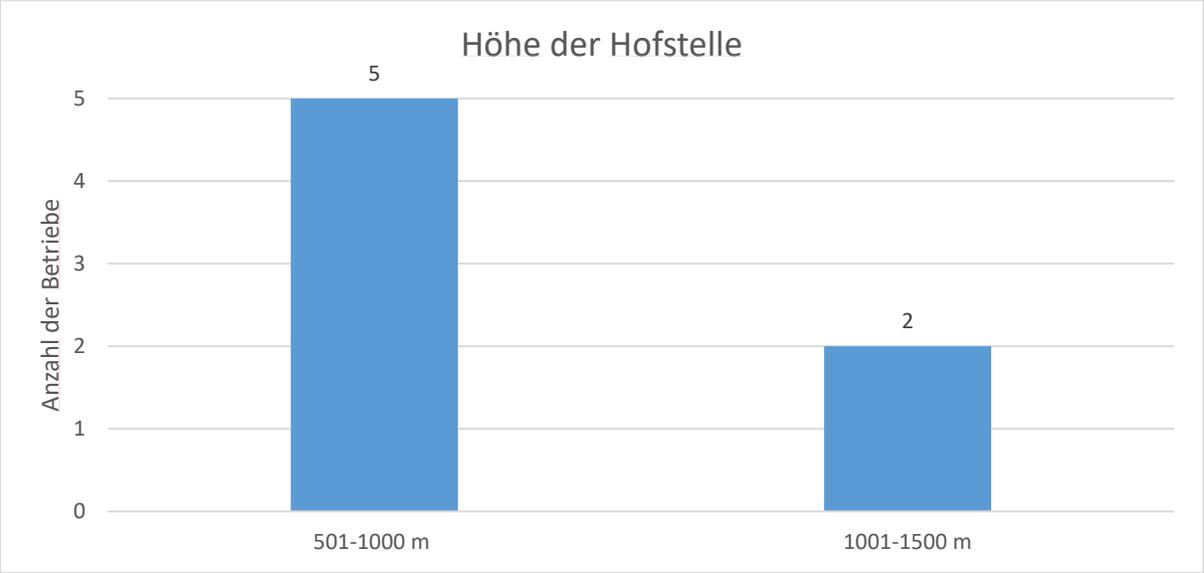
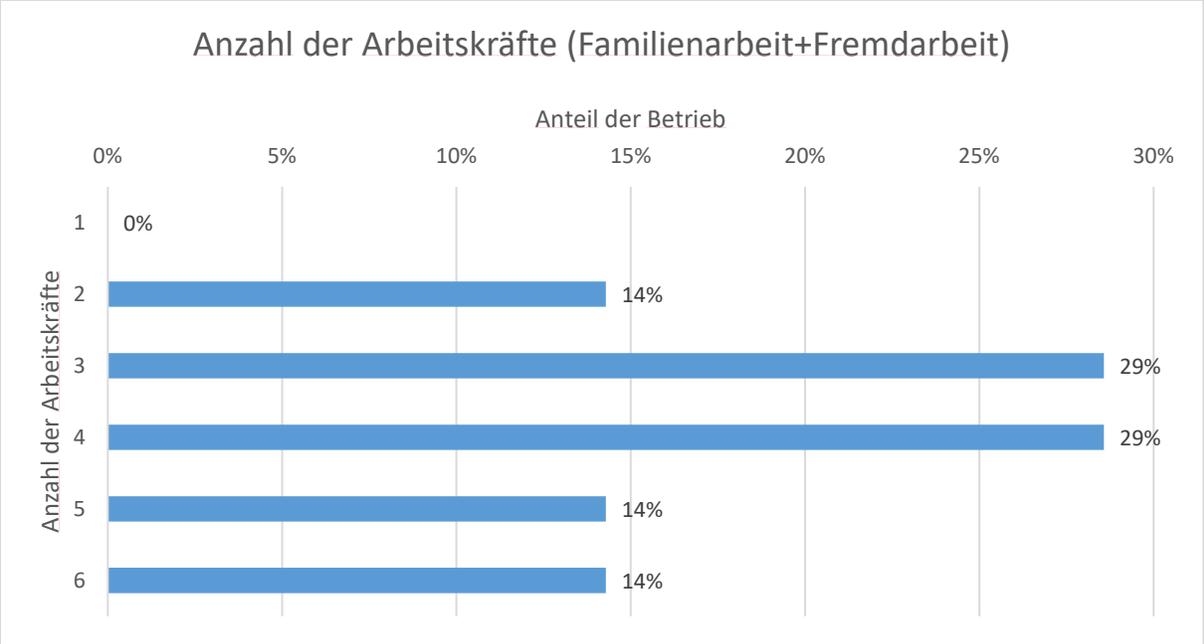
Angaben zum Betrieb

Art der Betriebsführung

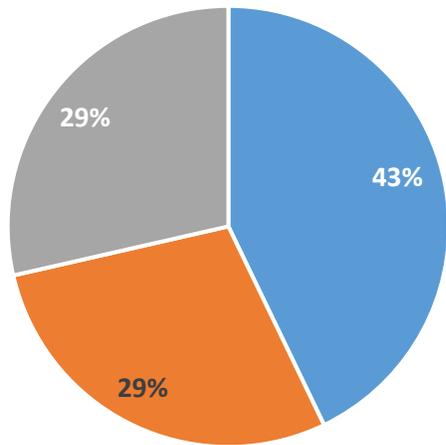


Wirtschaftsweise



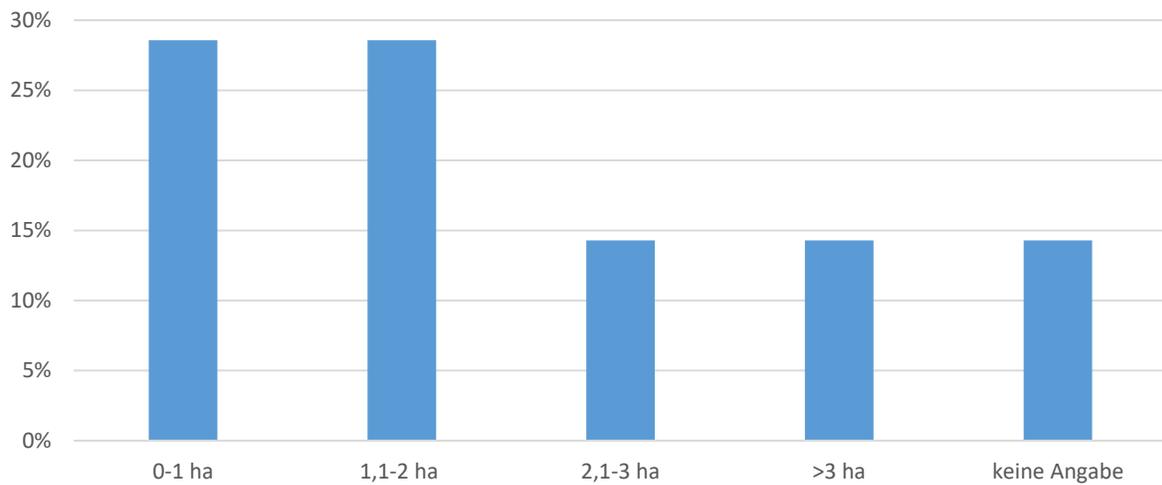


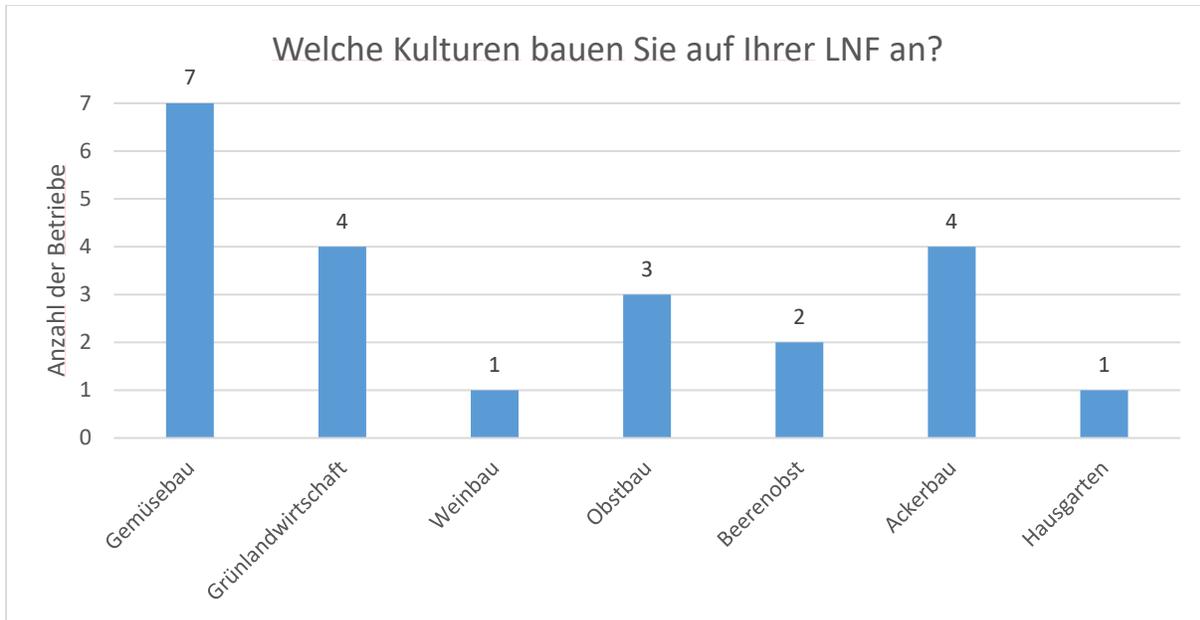
Wieviel LNF bewirtschaften Sie? [ha]



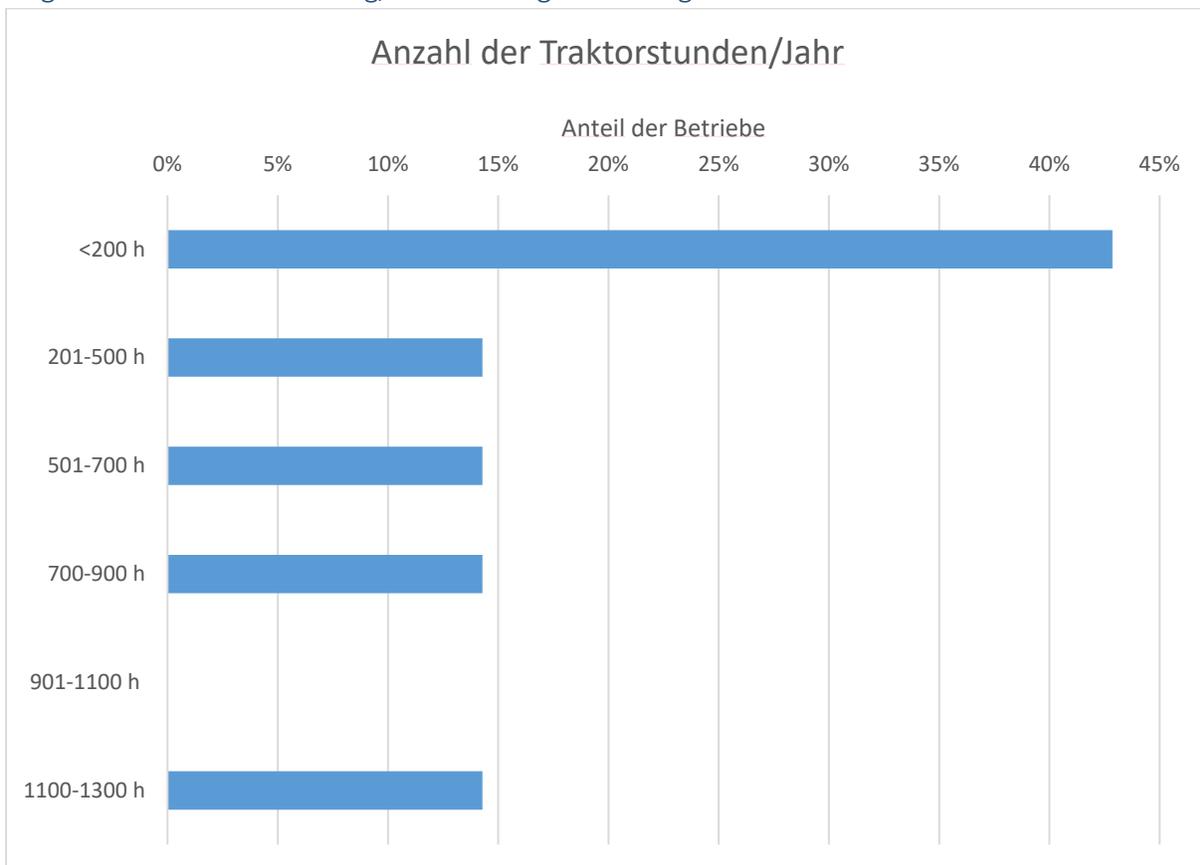
■ 1-4,9 ha ■ 5-9,9 ha ■ 10-19,9 ha

Wieviel groß ist die Fläche mit Gemüsebau? [ha]

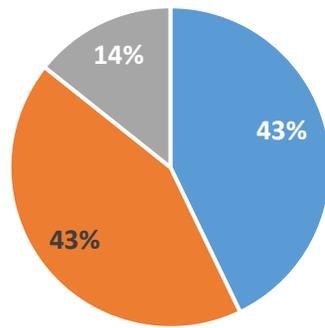




Angaben zur Mechanisierung/Grad der Digitalisierung



Durchschnittliche Reparaturkosten/Jahr



■ <1000 € ■ 1001-3000 € ■ 3001-5000 €

Technische Ausstattung

