



Teil 2:
Stickstoff,
Mikrobielle Bio-
masse, Wachstum
und Rückstände

Entwicklung nachhaltiger Strategien zur Beikrautregulierung im Obstbau

Die Regulierung des Beikrautbewuchses stellt im Obstbau eine der wichtigsten Kulturmaßnahmen dar. In einem dreijährigen Projekt (Interreg V - Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein) arbeiteten die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Agroscope, das Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee, die Marktgemeinschaft Bodenseeobst, die Württembergische Obstgenossenschaft Raiffeisen e.G. sowie die Landwirtschaftskammer Vorarlberg zusammen um verschiedene chemische, mechanische und kombinierte Verfahren in einem ganzheitlichen Ansatz zu untersuchen.

In einem dreijährigen Projekt (gefördert durch Interreg V - Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein) wurden verschiedene chemische, mechanische und kombinierte Verfahren der Beikrautregulierung (siehe Tabelle 1) in einem ganzheitlichen Ansatz an den drei Standorten Schlachters (HSWT, D), Bavendorf (KOB, D) und Wädenswil (Agroscope, CH) hinsichtlich ihres Einflusses auf Boden sowie obstbauliche und ökonomische Parameter untersucht.

Nachdem im ersten Artikel (Besseres Obst Januar 2021) der vierteiligen Artikelreihe auf den Einfluss der untersuchten Strategien auf das Bodenklima, das Beikrautwachstum sowie das Bodenleben eingegangen wurde, befasst sich der vorliegende Artikel mit deren Auswirkungen auf die Stickstoff-Dynamik und die mikrobielle Biomasse im Boden sowie dem Wachstum der Bäume. Am Standort Schlachters wurden zudem Rückstandsanalysen an den Früchten durchgeführt.

STICKSTOFFGEHALTE IM BODEN

Als Vorteil bodenbearbeitender Maßnahmen, wie z.B. dem Einsatz des Krümlers, wird häufig deren fördernde Wirkung im Frühjahr auf die Stickstoff-Freisetzung im Boden genannt. Im Gegensatz dazu soll bei oberflächlich arbeitenden Geräten, wie z.B. dem Fadengerät, eine zusätzliche Förderung der N- Mineralisation vermieden werden, was im Zeitraum zur Ernte mit dem Ziel einer optimalen Ausfärbung

oder im Hinblick auf einen zeitigen Triebabschluss erwünscht ist. Um den Einfluss einzelner Verfahren und Kombinationen auf die Stickstoff-Mineralisation im Boden näher zu untersuchen, wurden im Versuchszeitraum von 2017 bis 2019 an den jeweiligen Standorten über die gesamte Vegetationsperiode hindurch regelmäßig Bodenproben in einer Entnahmetiefe von 0-30 cm gezogen und auf den Gehalt an Mineralstickstoff (N_{min}) analysiert.



Abb. 1: Das schnellere Wiederauflaufen der Beikräuter nach Einsatz des Fadengerätes oder bei Anwendung der Pelargonsäure führten zu einem stärkeren Stickstoffentzug über den Sommer

Tab. 1: Versuchsvarianten an den drei Standorten

Standort	HSWT (Schlacters)	KOB		Agroscope	
		Versuch Öko	Versuch IP	Altanlage	Junganlage
Sorte + Pflanzjahr	Jonagold (2017); Fuji (2013)	Shalimar (2012)	Topaz (2009)	Gala (2010)	Gala; Bonita (2018)
Variante	1	Krümler (ganzjährig)	Krümler (ganzjährig)	Kontrolle	Kontrolle
	2	Krümler + Fadengerät	Krümler + Rollhacke	Rollhacke ganzjährig	Fadengerät
	3	Herbizid ohne Glyphosat	Krümler + Rollhacke + Fadengerät	Krümler Frühjahr, Fadengerät Sommer	Herbizid mit Glyphosat + Alce (Bodenherbizid) + Glufosinat ab 2019 Glyphosat + Perlagonsäure + Fadengerät
	4	Herbizid mit Glyphosat	Fadengerät ab Frühjahr + Mulchablage	Fadengerät Frühjahr, Bodenherbizid Sommer (1x Glyphosat/Jahr)	Herbizid mit Glyphosat + Diuron 80 (Bodenherbizid) + Glufosinat ab 2019 Wuchsstoffherbizid + Gräserherbizid anstelle Glufosinate
	5	Herbizid + Fadengerät	Fadengerät ab Frühjahr	Bodenherbizid Frühjahr, Fadengerät Sommer (ohne Glyphosat)	Herbizid ohne Glyphosat: Glufosinat + Diuron 80 (Bodenherbizid) + Glufosinate ab 2019 Glyphosat + Fettsäure + Fadengerät
	6	Krümler + Herbizid	Fadengerät ab Sommer	"Herbizid Standard IP (3x Glyphosat/Jahr)"	Glyphosat + Fadengerät
	7	Herbizid + Rollhacke mit Fingerhacke	Rollhacke		Herbizid mit Glyphosat + Surflan (Bodenherbizid) + Glufosinat ab 2019 Wuchsstoffherbizid + Gräserherbizid anstelle Glufosinate
	8	unbehandelte Kontrolle	Rollhacke + Fingerhacke		Glyphosat + Glufosinat ab 2019 nur Glyphosate
	9		Grasskiller		Grasskiller

Der Einfluss der verschiedenen Bekämpfungsstrategien auf den Verlauf der N_{min} -Gehalte im Boden war relativ gering. Unterschiede in den resultierenden N_{min} -Gehalten ergaben sich zumeist indirekt über die beikrautregulierende Wirkung der geprüften Maßnahmen. Dabei zeigte sich, dass bei Varianten mit höherem Bedeckungsgrad und rascherem Wiederauflaufen der Beikräuter (Abb. 1) ein stärkerer Stickstoffentzug durch diese erfolgt.

So hatten z.B. in den Versuchen in einer Jonagold-Junganlage am Standort Schlacters im niederschlagsreicheren Jahr 2019 die Variante mit Krümler im Frühjahr und Fadengerät im Sommer sowie die Herbizid-Variante, in der Glyphosat durch Pelargonsäure ersetzt wurde, vor allem im Sommer bei stärkerem Beikrautbewuchs deutlich geringere N_{min} -Gehalte im Boden als die Varianten „Krümler-ganzjährig“, „Herbizid mit Glyphosat“ sowie die Kombinationsvarianten (chemisch + mechanisch).

Anhand dieses Versuchs lässt sich anschaulich darstellen, dass der Einfluss der Maßnahmen auf den Verlauf der N_{min} -Gehalte aus einem Zusammenspiel zwischen Bekämpfungserfolg, dem jährlichen Witterungsverlauf, der Düngung sowie der Nachlieferung aus den Vorräten an organisch gebundenem Stickstoff im Boden resultiert (Abb. 2). Insgesamt war das Jahr mit einer Jahresniederschlagsmenge von 1770 mm am Standort Schlacters recht feucht. Allerdings war es auch von längeren Trockenperioden so-

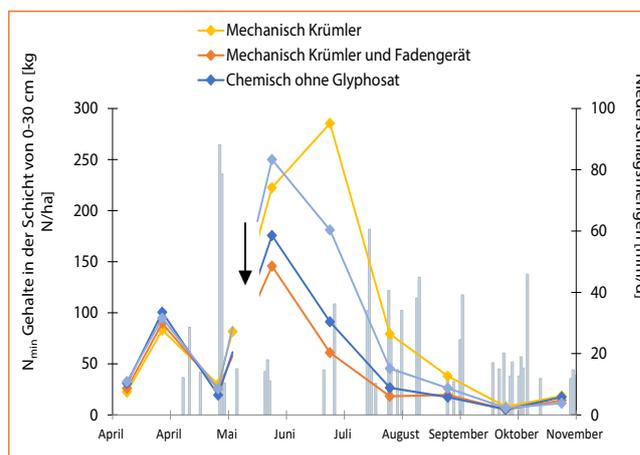


Abb. 2: Verlauf der N_{min} -Gehalte bei vier unterschiedlichen mechanischen bzw. chemischen Bekämpfungstrategien in der Jonagold-Junganlage im Jahr 2019 (schwarzer Pfeil = Düngetermin mit 70 kg N/ha) sowie Verteilung von Niederschlagsereignissen mit erhöhtem Auswaschungspotential (> 10 mm Regen in 24 h)

wie mehreren Starkniederschlägen geprägt. Anfang des Jahres ist zunächst ein Anstieg der N_{min} -Gehalte im Boden bedingt durch die Mineralisation im Frühjahr bei zunehmenden Temperaturen zu sehen. Starke Niederschläge in der zweiten Aprilhälfte führten vermutlich zusammen mit dem beginnenden Wachstum der Bäume zu einem Rück-

gang der N_{\min} -Werte auf unter 20 kg N/ha. Nachdem Anfang Juni die Obstbäume gedüngt wurden war eine Zunahme der Nitratwerte, über die gedüngte Menge hinaus, zu verzeichnen. Eine ausreichende Bodenfeuchte, zusammen mit deutlich steigenden Temperaturen, führte vermutlich in dieser Phase zu einer starken N-Mineralisierung aus der organischen Substanz im Boden. Gleichzeitig waren in dieser Phase keine stärkeren Niederschläge zu verzeichnen, durch die Mineralstickstoff in tiefere Bodenschichten verlagert worden wäre, so dass Mitte Juni N_{\min} -Werte von über 200 kg/ha erreicht wurden. In den Folgewochen nahmen die Werte, bedingt durch mehrere sehr starke Niederschlagsereignisse sowie durch den Entzug der Obstbäume, bis zur Ernte wieder deutlich ab.

Der Einsatz des Fadengerätes über den Sommer führte zu einer permanenten Bedeckung des Baumstreifens und einem kontinuierlichen Wuchs der Beikräuter. Gleiches galt für die Herbizidstrategien bei denen Pelargonsäure-haltige Produkte angewendet wurden. Diese hatte über den Sommer keine ausreichende Wirkung mehr, so dass der Baumstreifen komplett mit Beikräutern in einer Wuchshöhe von ca. 30 cm begrünt war. Hinzu kommt, dass die Anwendung von Pelargonsäure-haltigen Produkten in der Wachstumsphase der Beikräuter eher zu einem „oberflächlichen Abbrennen“ und weniger zu einem vollständigen Entfernen dieser führte. Die höheren Bedeckungsgrade sowie das schnellere Wiederauflaufen der Beikräuter nach Einsatz von Fadengerät oder Pelargonsäure-haltigen Produkten erklären die geringeren N_{\min} -Gehalte des Bodens in diesen Varianten über den Sommer im Vergleich zu den beiden Strategien „Krümmler ganzjährig“ bzw. „Herbizid mit Glyphosat“.

Ein entsprechendes Bild zeigte auch der Vergleich „rein mechanischer Verfahren“ am KOB in Bavendorf (KOB Bio). In allen Versuchsjahren war dabei ein jeweils geringerer N_{\min} -Gehalt infolge einer Bearbeitung mit dem Fadengerät festzustellen. Daraus resultierte in der wiederholt ab Frühjahr mit dem Fadengerät bearbeiteten Variante „Faden früh“ ein über den gesamten Untersuchungszeitraum geringerer N_{\min} -Gehalt im Vergleich zu den mit dem Krümmler und/oder der Rollhacke bearbeiteten Varianten. Die bis zum Vorerntebereich einheitlich mit dem Krümmler bearbeiteten Varianten „Krümmler + Fadengerät ab Sommer“ und „Krümmler ganzjährig“ wiesen in diesem Zeitraum eine vergleichbare N-Dynamik auf. Erst mit dem Wechsel auf das Fadengerät im Vorerntebereich ergaben sich relevante Unterschiede im N_{\min} -Gehalt beider Varianten. Damit konnte in der Variante Krümmler + Fadengerät ab Sommer“ das Ziel, die N-Mineralisation im Vorerntebereich nicht weiter anzuregen, durch den Wechsel auf die oberflächliche Bearbeitung mit dem Fadengerät erreicht werden. Auch die weiteren Versuche am KOB (IP) zeigten ähnliche Ergebnisse. Während sich ein Großteil der Varianten hinsichtlich des N_{\min} -Gehaltes nicht unterschied, zeigten Ende August die Glyphosat-freie Variante mit Herbizid-Anwendung im Frühjahr und Fadengerät über den Sommer sowie die rein mechanische Variante – aus Krümmler im Frühjahr plus Fadengerät im Sommer- deutlich niedrigere N_{\min} -Werte als alle weiteren Varianten.

VERFAHREN ZEIGTEN UNMITTELBAR NACH ANWENDUNG KEINEN EINFLUSS AUF DIE N-MINERALISATION

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Unterschiede zwischen den Verfahren mehr auf die Konkurrenzwirkung durch wachsende Beikräuter oder den Eintrag organischer Substanz aus den Beikräutern und weniger auf die Art der Bearbeitung zurück zu führen sind. Um den Einfluss der Bearbeitung auf die Mineralisation unmittelbar nach Behandlung in kurzen Zeitabständen gezielt zu prüfen, wurde daher Anfang Mai 2019 am Standort Schlachters ein zusätzlicher Versuch durchgeführt, in dem unter einheitlichen Bedingungen (gleichmäßiger, mittlerer Bedeckungsgrad) jeweils eine einmalige Behandlung mit Krümmler, Fadengerät oder Herbizid (Glyphosat) zum gleichen Zeitpunkt durchgeführt wurde. Als weiterer Vergleich diente eine unbehandelte Variante. Direkt vor sowie drei bzw. sieben Tage nach der Behandlung wurden Bodenproben gezogen. Ein Vergleich dieser N_{\min} -Gehalte zeigte keine Unterschiede zwischen den Varianten. Der erwartete „Mineralisations-Schub“ nach Einsatz des Krümlers konnte in diesem Versuch damit nicht festgestellt werden.

MIKROBIELLE BIOMASSE

Die mikrobielle Biomasse umfasst den Anteil der organischen Bodensubstanz, der aus lebenden Mikroorganismen wie Bakterien und Pilzen besteht. Mikroorganismen kommen im Boden in großer Vielfalt und hoher Dichte vor und haben je nach Organismus vielfältige Leistungen hinsichtlich der Bodenfruchtbarkeit und dem Funktionieren von Ökosystemen. Im Rahmen des Projektes wurde bei den am Standort Schlachters durchgeführten Versuchen der Einfluss der Strategien auf die mikrobielle Biomasse im Boden untersucht. Dazu wurden in regelmäßigen Abständen in zwei Tiefen (0-10 cm und 10-30 cm) Bodenproben entnommen und die Menge an mikrobiellem Kohlenstoff bestimmt. Diese Untersuchungen lassen keine Aussage über den Anteil einzelner Organismen oder deren Aktivität im Boden zu, sondern erfassen ausschließlich die Summe der lebenden Mikroorganismen im Boden. Zusammengefasst zeigten die Untersuchungen keine Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten, vielmehr war vor allem ein deutlicher Jahresverlauf zu erkennen. Dies bedeutet, dass die aktuelle Witterung (insbesondere Bodenfeuchte und -temperatur) einen deutlichen Einfluss auf die mikrobielle Biomasse im Boden hatte, das Verfahren der Beikrautregulierung jedoch nicht.

WACHSTUMSPARAMETER

Das vegetative Wachstum wurde je nach Standort durch Erfassung des Stammzuwachses, des Triebwachstums oder der Beurteilung des gesamten Baumwachstums zur Vegetationsruhe jährlich erfasst.

Bedingt durch das Frostjahr 2017 waren 2018 hohe Baumträge zu verzeichnen. In Kombination mit dem Hitzesommer war das Wachstum 2018 daher stark reduziert. Im Versuchsjahr 2019 mit guter Wasserversorgung konnte wiederum ein stärkeres Wachstum gemessen werden.

Die Anwendung des Krümlers führte in Schlachters zu einem schwächeren Wachstum der Bäume, bei Solo-Anwendung sowie in Kombination. Vermutlich ist dies auf die Schädigung oberflächlicher Wurzeln, vor allem bei noch geringem Wurzelvolumen in Junganlagen, zurück zu führen.

Das stärkste Wachstum war in den reinen Herbizidvarianten zu verzeichnen. Trotz des massiven Beikrautbewuchses in den Sommermonaten in der Variante mit „Pelargonsäure“ zeigte diese ein stärkeres Wachstum als die mechanischen Varianten. Dies ist vermutlich dadurch zu erklären, dass die Anwendung von Flumioxazin (Vorox F) in dieser Variante im Frühjahr eine gute, herbizide Wirkung zeigte, wodurch in der Hauptwachstumsphase der Bäume nach der Blüte zunächst eine geringe Konkurrenzwirkung auftrat. Der starke Bewuchs des Baumstreifens im Sommer durch die geringe Wirkung der Pelargonsäure scheint sich zu diesem Zeitpunkt nicht mehr negativ auf das Wachstum der Bäume ausgewirkt zu haben.

Vergleichbare Ergebnisse hinsichtlich einer wuchsberuhigenden Wirkung mechanischer Verfahren konnten auch in der IP-Anlage am KOB mit der Sorte 'Topaz' festgestellt werden (Abb. 4).

Sehr deutlich zu erkennen ist, das dabei im Jahr 2019 der prozentuale Anteil an Bäumen mit deutlich schwächer ausgeprägtem Baumwachstum (orange Balken) höher war, wenn mechanische Beikrautbehandlungen erfolgten (Varianten 2, 3, 4, 5). Alle Varianten ohne bewegende Bodenbearbeitung (Varianten 1 und 6), inklusive der Kontrolle, wiesen einen Anteil von ca. 60% stark wachsenden Bäumen auf (blaue Balken).

Der reine Vergleich mechanischer Verfahren am KOB (KOB Bio) zeigte im Zeitraum zwischen 2017 und 2019 die größte Zunahme des Stammumfangs in der regelmäßig mit dem Fadengerät bearbeiteten Variante. Allerdings lagen in dieser Variante auch die in diesem Zeitraum gemessenen Erträge im Schnitt um 2-3 kg je Baum unter denen der ausschließlich mit dem Hackgerät "Krümmler" bearbeiteten Vergleichsvariante. Bei der Erhebung des Triebwachstums konnten hingegen keine Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden.

In Wädenswil wurde das Wachstum der Bäume anhand des Zuwachses des Stammumfangs im ersten Versuchsjahr gemessen. Bäume der Sorte Bonita wuchsen im zweiten Standjahr im Gegensatz zu den Ergebnissen aus Schlachters und vom KOB in der Variante «Krümmler + Fadengerät» stärker als Bäume in der unbehandelten Kontrolle (Abb. 5, links). Bei den Jungbäumen der Sorte Gala war ebenfalls das Wachstum in der Kontrolle am schwächsten, wobei in dieser Parzelle nur der Unterschied zur Herbizidvariante mit Glyphosat signifikant war (Abb. 5, rechts). Bei den Bäumen im Vollertrag (Gala, Pflanzjahr 2010) wurden in Wädenswil in keinem der drei Versuchsjahre Unterschiede im Wachstum zwischen den Varianten beobachtet.

RÜCKSTANDSUNTERSUCHUNGEN

Von den Herbizid-Varianten in Schlachters wurden 2019 Rückstandsanalysen auf den Wirkstoff Glyphosat durchgeführt. In keiner der genommenen Fruchtproben konnten dabei Rückstände des Wirkstoffes festgestellt werden.



Abb. 3: Der Einsatz des Krümlers führte in Schlachters sowie am KOB zu einem geringeren Wachstum der Bäume im Vergleich zu den Herbizid-Varianten

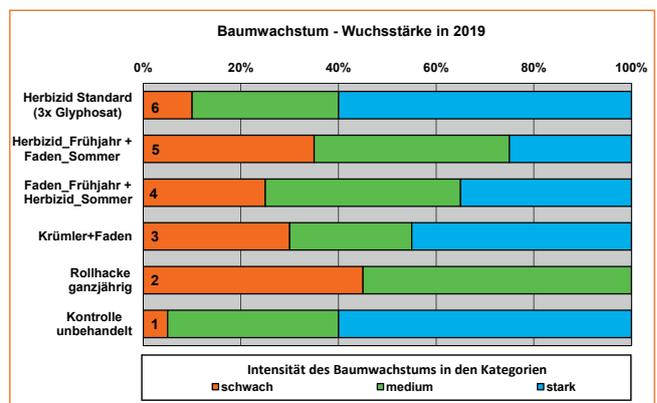


Abb. 4: Baumwachstum IP-Vergleich Apfel am KOB 2019 (Topaz)

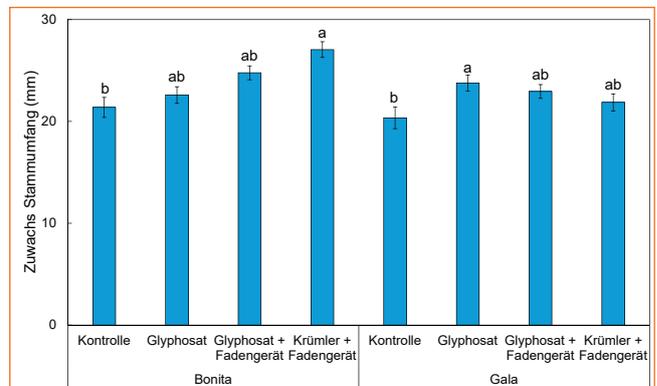


Abb. 5: Zuwachs des Stammumfangs im ersten Versuchsjahr 2019 von Gala und Bonita in Wädenswil (Pflanzjahre 2018)

Wild / Maus / Vogel Fernhaltung

mit STUNK Duftsäulen

J.Grewe Wild-Fernhaltung
 grewe.vertrieb@gmx.de
 www.wild-fernhaltung.eu
0049 (0) 29 72 - 97 85 388

ZUSAMMENFASSUNG

Die Versuche zeigen, dass die Wirkung einzelner Verfahren auf das Baumwachstum je nach Standort unterschiedlich sein kann. Ein Zusammenhang zwischen dem im ersten Artikel (Besseres Obst Januar 2021) beschriebenen Einfluss auf den Wassergehalt im Boden (tiefere Werte in den Varianten mit höherem Bedeckungsgrad) und dem Wachstum der Bäume ist damit nicht eindeutig. In wie weit eine wuchshemmende oder wuchsfördernde Wirkung einzelner Verfahren gezielt genutzt werden kann, hängt letztendlich von mehreren Faktoren, wie dem Zustand der Bäume (Alter, Wüchsigkeit, Fruchtbehang usw.) sowie den jeweiligen Standort- und Wachstumsbedingungen ab.

Im folgendem dritten Artikel werden die Bereiche Ertrag, Fruchtqualität, Lagereigenschaften und Mineralstoffgehalte der Früchte behandelt. Im abschließenden vierten Artikel erfolgt eine betriebswirtschaftliche Bewertung der verschiedenen Verfahren.

 Über die AutorInnen

Johannes Werth^{1*}, Dominikus Kitemann¹, Michael Beck¹, Thomas Kuster², Esther Bravin², Sascha Buchleither³, Michael Zoth³, Christian Scheer³

¹ Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Burgk Nobelweg 1, 88138 Sigmarszell, DE

² Agroscope, Müller-Thurgau-Strasse 29, 8820 Wädenswil, CHE

³ Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee, Schuhmacherhof 6, 88213 Ravensburg, DE

*Tel.: (49) 83 89/92 37 45

E-Mail: johannes.werth@hswt.de

 Info kompakt

Stickstoff im Boden:

- vor allem die regulierende Wirkung des Verfahrens auf Beikräuter bestimmt den Einfluss auf den Boden-Stickstoff (Konkurrenz durch wachsende Beikräuter)
- Schnelles Wiederauflaufen der Beikräuter bei oberflächlich wirkenden Verfahren (z.B. Fadengerät, Pelargonsäure-haltige Produkte) fördert N-Entzug
- erwarteter „Mineralisations-Schub“ nach Einsatz des Krümlers konnte in diesen Versuchen nicht klar festgestellt werden
- unmittelbar nach einer mechanischen oder chemischen Behandlung war keine Beeinflussung des Nmin-Gehaltes durch das jeweilige Verfahren messbar.

Mikrobielle Biomasse:

- kein Unterschied im Gehalt an mikrobiellem Kohlenstoff zwischen den untersuchten Strategien der Beikrautregulierung.
- Einfluss durch Witterung und Jahreszeit deutlich größer als ein Einfluss der gewählten Regulierungsmaßnahme.

Wachstumsparameter:

- in 2018 auf Grund der Trockenheit geringes Baumwachstum und kaum Unterschiede zwischen den Varianten
- Regelmäßige Anwendung von stark bodenbearbeitenden, mechanischen Verfahren führte zum Teil zu einem geringeren Baumwachstum
- (wuchsberuhigende Wirkung)
- Herbizidvarianten zeigten zum Teil ein stärkeres Baumwachstum als mechanische Verfahren

Rückstandsuntersuchung:

- kein Nachweis des Wirkstoffes Glyphosat in den entnommenen Fruchtproben

Aws Investitionsprämie aktuell

Alle land- und forstwirtschaftlichen Betriebe können für Abschreibungspflichtige betriebliche Investitionen einen Antrag auf die COVID-19 Investitionsprämie beim Aws stellen. Eine Antragstellung ist nur noch bis 28. Februar 2021 möglich, erste Maßnahmen bis 31. Mai 2021.

Förderbar sind Investitionen in das abnutzbare Anlagevermögen, dazu zählen Gebäude, Maschinen, bauliche und technische Anlagen, etc. Mindestinvestitionssumme je Antrag ist 5.000 Euro ohne USt.

Die Förderungshöhe beträgt generell 7 % der förderfähigen Investitionskosten und 14 % bei Investitionen im Bereich Ökologisierung, Digitalisierung und Gesundheit.

Detaillierte Informationen gibt es auf der Seite des Aws.

Die Antragstellung erfolgt online im aws-Fördermanager.

Hotline für die aws Investitionsprämie: 01/50175-400.

Wer und wieviel?



gefördert werden:

- Unternehmen aller Branchen und Größen (Kleinst-, Klein-, Mittel- und Großunternehmen)

mit einem Zuschuss von:

- 7% der Investitionskosten
- 14% in den Bereichen Digitalisierung, Ökologisierung, Gesundheit

Was?



gefördert werden:

- Materielle und immaterielle aktivierungspflichtige Neuinvestitionen (auch in gebrauchte Anlagen, auch GWG)
- als abnutzbares Anlagevermögen (Behalteverpflichtung: 3 Jahre)
- Kombinationen mit anderen Förderungen möglich

Genauere Informationen zu den Förderungsmöglichkeiten finden Sie auf <https://www.aws.at/corona-hilfen-des-bundes/aws-investitionspraemie/>