

Bericht | Mai 2011



Wirtschaftlichkeit gentechnisch-veränderter Ackerkulturen in der Schweiz

Mit detaillierter Berücksichtigung
möglicher Koexistenz-Kosten

Gregor Albisser Vögeli, Frank Burose, Daniel Wolf und Markus Lips,
ART



Bericht erstellt von :	Gregor Albisser Vögeli, Frank Burose, Daniel Wolf und Markus Lips Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Betriebswirtschaft
ISBN-Nr.	978-3-905733-21-1
Herausgeberin	Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Tänikon 1, CH-8356 Ettenhausen Telefon +41 (0)52 368 31 31 info@agroscope.ch, www.agroscope.ch
Grafik	Ursus Kaufmann, ART
Titelbild	Bei gentechnisch-verändertem Raps sind die Koexistenzkosten am höchsten. Foto: Eva-Maria Noack, ART
Copyright	2011 ART

Inhalt

Zusammenfassung	4
1. Problemstellung	5
2. Kostenkalkulation und Betriebsszenarien	6
3. Kosten der Koexistenz-Massnahmen bei Körnermais	7
3.1 Koexistenz-Massnahmen insgesamt	7
3.2 Anbauplanung	8
3.3 Sicherheitsabstände	9
3.4 Pufferstreifen	9
3.5 Beprobung Erntegut	10
3.6 Ernte	10
3.7 Transportsicherung	10
3.8 Transportdistanz	11
3.9 Nacherntemassnahmen	11
3.10 Versicherung	11
4. Kosten der Koexistenz-Massnahmen bei Winterraps, Winterweizen und Zuckerrüben	12
4.1 Winterraps	12
4.2 Winterweizen	12
4.3 Zuckerrüben	13
5. Kosten-/Leistungsrechnung	14
5.1 Erträge und Preise	14
5.2 Leistungen und Kosten	14
5.3 Vergleich der Wirtschaftlichkeit	15
6. Weitergehende Betrachtungen	17
6.1 Weiterer Aufwand für Koexistenz	17
6.2 Einfluss von Verkaufspreis und Naturalertrag	17
6.3 Direktsaat bei konventioneller Kultur	17
6.4 Anbautechnische Faktoren	17
7. Schlussfolgerungen	18
8. Literaturnachweis	19
9. Abkürzungen	19

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht analysiert die Mehrkosten, die beim Anbau von gentechnisch-veränderten Ackerkulturen (GVP-Kulturen) und bei der Umsetzung von sogenannten Koexistenz-Massnahmen entstehen. In einem zweiten Schritt wird die Wirtschaftlichkeit von GVP-Kulturen gegenüber konventionellem Anbau verglichen, wobei beide Anbauformen die Richtlinien des ökologischen Leistungsnachweises (ÖNL) erfüllen. Es werden GVP-Kulturen von Körnermais, Winterraps, Winterweizen und Zuckerrüben mit Resistenzen gegenüber bestimmten Schädlingen, Krankheiten und Herbiziden untersucht.

Die untersuchten Koexistenz-Massnahmen umfassen Anbauplanung, Sicherheitsabstände, Pufferstreifen, Beprobung Erntegut, Ernte, Transportsicherung, Transportdistanz, Nacherntemassnahmen und Versicherungen für den GVP-Anbau. Um die Vielfalt der betrieblichen Gegebenheiten und die unterschiedlichen möglichen Auflagen für den Anbau von GVP zu berücksichtigen, werden die Kalkulationen für drei Szenarien «günstig», «mittel» und «ungünstig» durchgeführt. Bezogen auf die totalen Kosten pro Hektare im konventionellen Anbau bewegen sich die Koexistenz-Kosten unter günstigen Annahmen

zwischen ein und zwei Prozent, bei mittleren Annahmen zwischen zwei und acht Prozent, während unter ungünstigen Bedingungen mit zusätzlichen Kosten von fünf bis 20 Prozent gerechnet werden muss.

Eine Wirtschaftlichkeitsanalyse für mittlere Bedingungen und unter Annahme von gleichen Preisen für GVP und nicht-GVP Kulturen zeigt, dass Unterschiede zwischen beiden Anbauformen bestehen. Während für Fusarien-resistente Winterweizen ein relativer Verlust von 209 Franken pro Hektare und Jahr errechnet wurde, weisen Herbizid-tolerante Zuckerrüben einen relativen Gewinn von 640 Franken pro Hektare und Jahr auf. Bezogen auf die jeweiligen Produktionskosten bedeutet das eine Abweichung zwischen minus vier und plus acht Prozent, was darauf hindeutet, dass der Anbau von GVP einen nicht allzu starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hat, sofern die zukünftige Ausgestaltung der Koexistenz-Verordnung im Bereich der angenommenen Massnahmen unter günstigen oder mittleren Bedingungen liegt. Umgekehrt kann daraus gefolgert werden, dass die Entscheidung, ob ein Betrieb GVP anbaut, von anderen Aspekten als jenen der Wirtschaftlichkeit beeinflusst werden wird.

1. Problemstellung

Bis Ende 2013 ist im Rahmen eines Gentechnik-Moratoriums der Anbau gentechnisch-veränderter Pflanzen (GVP) in der Schweiz nicht gestattet (Bundesblatt 2009). Für die Zeit danach stellt sich die Frage, ob der GVP-Anbau wirtschaftlich Sinn macht. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, für die folgenden Ackerkulturen eine Kosten-/Leistungsrechnung zu erstellen¹:

- Insekten-resistenter Mais (Bt-Mais für Körnermaisproduktion)
- Herbizid-toleranter Mais (HT-Mais für Körnermaisproduktion)
- Herbizid-toleranter Winterraps (HT-Winterraps)
- Fusarien-resistenter Winterweizen (FR-Winterweizen)
- Herbizid-tolerante Zuckerrüben (HT-Zuckerrüben)

Der Herbizid-resistente Mais eignet sich ideal für den Einsatz von Direktsaat, was die Produktionskosten reduziert (Foto: Etienne Diserens, ART).

Die Kulturen Bt-Mais, HT-Mais und HT-Zuckerrüben werden heute in mehreren Ländern bereits angebaut. HT-Winterraps gibt es bis heute noch nicht, hingegen wird HT-Sommerraps in Nordamerika in Regionen mit sehr kalten Temperaturen im Winter angebaut. FR-Winterweizen existiert als landwirtschaftliche Kultur bis heute noch nicht, es werden jedoch in verschiedenen Forschungsprojekten Versuche mit diversen Resistenzen gegenüber Pilzkrankheiten durchgeführt.



Sobald gentechnisch-veränderte Pflanzen (GVP) angebaut werden, besteht das Risiko von ungewollten Vermischungen mit nicht gentechnisch-veränderten Pflanzen. Damit verschiedene landwirtschaftliche Anbausysteme mit und ohne Gentechnik nebeneinander bestehen können, braucht es sogenannte Koexistenz-Massnahmen. Diese sind typischerweise mit einem Zusatzaufwand und damit mit Kosten verbunden. Um diese Kosten abschätzen zu können, werden Massnahmen angenommen, die im Fall eines Anbaus gentechnisch-veränderter Pflanzen möglicherweise von der Gesetzgebung verlangt werden. Die ökonomische Bewertung dieser Massnahmen ergibt sich aus deren Anwendung auf einem Modellbetrieb unter Berücksichtigung verschiedener Szenarien.

¹ Die Analysen zu diesem Bericht wurden im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 59 (Nutzen und Risiken der Freisetzung gentechnisch-veränderter Pflanzen, NFP 59) durchgeführt.

2. Kostenkalkulation und Betriebsszenarien

Um die Wirtschaftlichkeit von Ackerkulturen zu beurteilen, werden Kosten-/Leistungsrechnungen für einzelne Produktionsverfahren wie beispielsweise Körnermais erstellt. Dies erfolgt in zwei Schritten:

- Der erste Schritt befasst sich mit den Koexistenz-Kosten, wobei neun Massnahmen berücksichtigt werden (detailliert dargestellt in Kapitel 3 und 4). Da einzelne Massnahmen davon (wie z. B. die Anbauplanung) auf Stufe Betrieb erfolgen, ist es wichtig, eine konkrete Betriebssituation anzunehmen. Ausgehend davon ist es möglich, die Kosten auf Stufe des Produktionsverfahrens und schliesslich auf Stufe Hektare abzuleiten.
- Im zweiten Schritt erfolgt dann die Kosten-/Leistungsrechnung. Während auf der Leistungsseite alle Erlöse betrachtet werden, kommt auf der Kostenseite die Vollkostenrechnung zum Einsatz. In der Vollkostenrechnung werden alle Kosten berücksichtigt, die für die Produktion eines Gutes anfallen. Neben den Direktkosten wie Saatgut oder Pflanzenschutz umfasst die Vollkostenrechnung auch die Gemein- oder Strukturkosten wie Maschinen oder Betriebsversicherung. Ausgehend von bestehenden Vollkostenrechnungen für den konventionellen Anbau gilt die Aufmerksamkeit den Differenzen zwischen konventionellem Anbau und dem Anbau von GVP-Ackerkulturen².

Zur Berechnung der Arbeitskosten wird bei allen Arbeitsschritten die kalkulierte Arbeitszeit mit 28 Franken pro Stunde bewertet (Gazzarin und Albisser 2010).

Um die Vielfalt der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe zu berücksichtigen, werden drei Betriebsszenarien definiert: «günstig», «mittel» und «ungünstig» (Tabelle 1). Im gün-

tigen Szenario sind die Bedingungen in mehrfacher Hinsicht geeignet, um GVP-Ackerkulturen anzubauen. Die Betriebsfläche ist mit 60 Hektaren überdurchschnittlich gross, zusätzlich wird eine starke Arrondierung der Parzellen angenommen. Im Weiteren sind die Vorgaben für die Koexistenz-Massnahmen relativ bescheiden. Die Betriebsleitung kann diesen Anforderungen mit einem geringen Arbeits- bzw. finanziellen Einsatz nachkommen. Die Anzahl benachbarter Parzellen ist gering und auf keiner der Flächen innerhalb des Sicherheitsabstands wird dieselbe Fruchtart wie die der GVP-Frucht angebaut.

Den Kontrast dazu bildet das Szenario ungünstig. Die Betriebsfläche ist mit 15 Hektaren klein und es liegt keine Arrondierung vor (Tabelle 1). Die Massnahmen zur Koexistenz sind bedeutend strenger und ziehen deutlich höhere Aufwendungen nach sich.

Das Szenario mittel stellt eine Situation zwischen den beiden Szenarien günstig und ungünstig dar. Die veranschlagten 25 Hektaren Betriebsfläche entsprechen genau dem Durchschnittsbetriebstyp «Ackerbau» im Talgebiet für die Jahre 2007 bis 2009 aus der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (Dux und Schmid 2010; dargestellt in Tabelle 1).

Ausgehend von einer sechsjährigen Fruchtfolge wird angenommen, dass alle Betriebe jeweils 15 Prozent ihrer landwirtschaftlichen Nutzfläche für den Anbau von GVP-Ackerkulturen einsetzen (Tabelle 1). Demnach werden im mittleren Szenario infolge der angenommenen Struktur des Modellbetriebs auf zwei, jeweils 1,9 Hektar grossen Parzellen eine GVP-Ackerkultur angebaut.

Tabelle 1: Charakteristik der Modellbetriebe

Allgemeine Betriebsangaben	Einheit	Szenario		
		günstig	mittel	ungünstig
Landwirtschaftliche Nutzfläche (Betrieb)	ha	60	25	15
Für GVP bereitgestellte Fläche	%	15	15	15
	ha	9,00	3,75	2,25
Flächenarrondierung (GVP-Parzellen)		stark arrondiert	teil-arrondiert	nicht arrondiert
Anzahl Parzellen mit GVP	n	1	2	2
Anzahl benachbarter Parzellen	n/GVP-Parzelle	1	4	6
Davon Parzellen «Offene Ackerfläche»	n/GVP-Parzelle	1	3	4

² Beide Anbauformen (GVP und konventionell) erfüllen die Auflagen des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN).

3. Kosten der Koexistenz-Massnahmen bei Körnermais

Sanvido et al. (2005) geben eine Übersicht über mögliche Koexistenz-Massnahmen. Im Hinblick auf die Kosten für die Koexistenz von Ackerkulturen werden die folgenden neun Massnahmen berücksichtigt:

1. Anbauplanung
2. Sicherheitsabstände
3. Pufferstreifen
4. Beprobung Erntegut
5. Ernte
6. Transportsicherung
7. Transportdistanz
8. Nacherntemassnahmen
9. Versicherung

Bei der Kostenberechnung spielt der Arbeitsaufwand eine zentrale Rolle. Der Zeitbedarf zur Arbeitserledigung stammt aus arbeitswirtschaftlichen Untersuchungen im Ackerbau (Schick und Stark 2003, Moriz und Mink 2009) sowie aus einer Umfragen bei 60 Saatgutproduzenten und -vermehrern (Albisser et al. 2010). Letztere sind deshalb von Interesse, weil es eine Analogie zwischen Saatgutvermehrung und dem Anbau von GVP-Ackerkulturen gibt: Während bei der Saatgutvermehrung das Ziel darin besteht, fremde Pollen auszuschliessen, soll beim GVP-Anbau eine Auskreuzung vermieden bzw. die unkontrollierte Verbreitung von GVP-Samen verhindert werden.

Die Auswahl der Koexistenz-Massnahmen basiert auf verschiedenen Massnahmen, wie sie in Staaten der Europäischen Union (EU) diskutiert werden oder als Verordnungen in einzelnen Ländern bereits umgesetzt sind (Beckmann et al. 2006, Devos et al. 2009). Die gesetzlichen Massnahmen zur Koexistenz unterscheiden sich zwischen den EU-Ländern deutlich. Es ist davon auszugehen, dass sich die Schweiz bei der gesetzlichen Regelung zur Koexistenz an Vorgaben verschiedener EU-

Länder orientieren wird. Ähnlich wie bei den Eigenschaften der Betriebe (Kapitel 2) gibt es auch bei der politischen Ausgestaltung von Koexistenz-Massnahmen unterschiedliche Ausprägungen. Die drei bereits eingeführten Szenarien günstig, mittel und ungünstig werden durch Massnahmen entsprechend ergänzt. Während für das Szenario günstig nur eine Parzelle mit GVP-Anbau angenommen wird, liegen die beiden GVP-Parzellen im Szenario mittel 500 und im Szenario ungünstig in einem Abstand von 1500 Meter zueinander (Tabelle 1). Weiter grenzt im günstigen Szenario nur eine fremde Parzelle direkt an die GVP-Parzelle. Somit muss nur ein Nachbar über den Anbau der GVP-Frucht informiert werden. Im mittleren Szenario liegen an der GVP-Parzelle vier Nachbarnparzellen, im ungünstigen Szenario beträgt die Anzahl benachbarter Parzellen sechs. Der vorgegebene Sicherheitsabstand richtet sich nach dem Ausbreitungspotenzial der Pollen und Samen der jeweiligen Ackerkulturen (z. B. während der Blüte durch die Luft) und ist für alle betrachteten Ackerkulturen verschieden. Damit ergibt sich auch eine unterschiedliche Anzahl Parzellen, die innerhalb des Sicherheitsabstands liegen und deren Erntegut allenfalls vor der Ernte beprobt werden muss.

Im Folgenden werden die Kosten für die neun Koexistenz-Massnahmen am Beispiel von Körnermais für die drei Szenarien günstig, mittel und ungünstig angegeben. Da sich die Koexistenz-Kosten für Bt- und HT-Körnermais nicht unterscheiden, können die beiden GVP-Ackerkulturen zusammen betrachtet werden. Zuerst wird ein Überblick über die totalen Kosten aller Koexistenz-Massnahmen gegeben (Kapitel 3.1), danach werden die neun Koexistenz-Massnahmen jeweils in einem Abschnitt detailliert beschrieben (Kapitel 3.2 bis 3.10).

Tabelle 2: Aufwendungen für Koexistenz-Massnahmen dargestellt am Beispiel von gentechnisch-verändertem Körnermais

Koexistenz-Massnahme	Kultur	Körnermais						
		Szenario	günstig		mittel		ungünstig	
			Einheit	Fr.	Fr./ha	Fr.	Fr./ha	Fr.
1	Anbauplanung		198	22	323	86	445	198
2	Sicherheitsabstände		2	0	34	9	128	57
3	Pufferstreifen		15	2	37	10	56	25
4	Beprobung Erntegut		0	0	0	0	428	190
5	Ernte		46	5	95	25	137	61
6	Transportsicherung		88	10	121	32	177	79
7	Transportdistanz		0	0	0	0	250	111
8	Nacherntemassnahmen		16	2	19	5	34	15
9	Versicherung		464	52	396	106	366	162
Total Betrieb			830	92	1 026	274	2 022	899

Für GVP bereitgestellte Fläche: günstig: 9 ha, mittel: 3,75 ha, ungünstig: 2,25 ha

3.1 Koexistenz-Massnahmen insgesamt

Die jährlichen Mehraufwendungen für die Koexistenz-Massnahmen beim Anbau von Bt- oder HT-Körnermais bewegen sich für die drei Szenarien bzw. Modellbetriebe zwischen 830 und 2022 Franken (Tabelle 2). Bezogen auf die einzelne Hektare GVP entspricht dies einer Spanne von 92 bis 899 Franken.

3.2 Anbauplanung

Im Rahmen der Anbauplanung wird davon ausgegangen, dass die Betriebsleitenden den Anbau von GVP durch eine Behörde schriftlich genehmigen lassen müssen. Für diese Genehmigung liegt der veranschlagte Arbeitszeitbedarf zwischen 34 im günstigen und 46 Arbeitskraftminuten im ungünstigen Szenario (Tabelle 3). Weiter wird der Aufwand für eine telefonische Registrierung berücksichtigt. Für die erste GVP-Parzelle lässt sich aus Arbeitszeitmessungen abgeleitet (basierend auf Moriz und Mink 2009), ein Wert zwischen 22 und 44 Arbeitskraftminuten einsetzen. Für jede weitere, telefonisch zu registrierende GVP-Parzelle wird ein Zehntel der Zeit für die Registrierung der ersten Parzelle benötigt. Für die Standortregistrierung im Internet ist eine Erfassung über das Global Positioning System (GPS) der GVP-Parzellen erforderlich und zieht entsprechende Kosten nach sich. Hierfür kann auf einen Kostenvorschlag eines schweizerischen Dienstleistungsunternehmens zurückgegriffen werden. Demnach fallen in den drei Szenarien für die GPS-Vermes-

sung unter Berücksichtigung eines fünfjährigen Abschreibungszeitraums jährlich zwischen 112 (günstiges Szenario) und 182 Franken (ungünstiges Szenario) an.

Die Bewirtschaftenden auf nachbarschaftlichen Parzellen müssen schriftlich über den GVP-Anbau informiert werden. Der GVP-Anbauende muss von seinen Parzellennachbarn eine (schriftliche) Bestätigung zurückerhalten, dass diese von seinem Vorhaben, eine gentechnisch-veränderte Ackerkultur anzubauen, Kenntnis genommen haben. Für den ersten Nachbarn einer GVP-Parzelle werden im günstigen Szenario 32, im ungünstigen Szenario 43 Arbeitskraftminuten veranschlagt (Tabelle 3). Für jeden weiteren Nachbarn reduziert sich dieser Aufwand durch den sich wiederholenden Handlungsablauf deutlich. Im günstigen werden demnach sechs, im ungünstigen Szenario zehn Arbeitskraftminuten fällig.

Die Betriebsleitenden sind ausserdem verpflichtet, den GVP-Anbau zu dokumentieren und eine Schulung zu besuchen. Der Zeitbedarf für diese Schulung liegt im mittleren Szenario bei neun Arbeitskraftstunden. Die Teilnahme kostet den GVP-Anbauenden 150 Franken. Sowohl der Zeitbedarf als auch der finanzielle Beitrag für die Schulung werden über einen Zeitraum von zehn Jahren abgeschrieben. Weiter fallen im Bereich Anbauplanung Kosten für Büromaterial an (Tabelle 3).

Tabelle 3: Berechnung der jährlichen Aufwendungen für die Koexistenz-Massnahme «Anbauplanung» dargestellt am Beispiel von gentechnisch-verändertem Körnermais

Anbauplanung	Einheit	Körnermais		
		Szenario	günstig	mittel
Zeitbedarf für schriftliche Genehmigung durch Behörden (ohne Ablehnung, Widerspruchsverfahren o.ä.)	Akmin	34	40	46
Zeitbedarf für telefonische Registrierung des GVP-Anbaus (ALLE Parzellen)	Akmin	22	35	48
Kosten GPS-Erfassung der GVP-Parzelle(n) (jährliche Abschreibungen)	Fr.	112	152	182
Eigene Arbeitszeit für GPS-Erfassung der GVP-Parzelle(n) (jährliche Abschreibungen)	Akmin	2	6	8
Zeitbedarf für Standortregistrierung im Internet (ALLE Parzellen)	Akmin	5	7	9
Zeitbedarf für die schriftliche Informierung ALLER Nachbarn u./o. Verpächter aller Parzellen MIT Antwort	Akmin	32	121	183
Zeitbedarf für die Dokumentation des GVP-Anbaus	Akmin	25	30	37
Zeitbedarf für Schulung und Ausbildung (jährliche Abschreibungen)	Akmin	27	54	108
Kosten der Schulung (jährliche Abschreibungen)	Fr.	8	15	28
Büromaterial	Fr.	10	20	30
Total Kosten Anbauplanung	Fr.	198	323	445

3.3 Sicherheitsabstände

Wie beim Anbau von Ackerkulturen zur Saatgutvermehrung kann auch bei der Saat von GVP-Ackerkulturen ein Sicherheitsabstand zu nachbarschaftlichen Parzellen erforderlich sein. Wird innerhalb dieses Abstands dieselbe Kultur unter konventionellen Bedingungen angebaut, müssen die GVP-Anbauenden bestimmte Massnahmen beachten, um eine unkontrollierte Verbreitung der GVP-Kultur zu verhindern.

Anhand einer Umfrage bei Saatgutvermehrern wurde der Zeitaufwand zur Planung der Fruchtfolge für die Betriebsleitung eruiert (Albisser et al. 2010). Dabei gilt es, sich mit den Anbauenden von Parzellen mit offener Ackerfläche innerhalb des Sicherheitsabstands über den geplanten Anbau der Ackerkulturen abzustimmen. Der zugrunde gelegte Sicherheitsabstand beträgt im günstigen Szenario 50, im mittleren 150 und im ungünstigen Szenario 300 Meter. Die Anzahl Betriebsleitenden mit relevanten Ackerflächen innerhalb dieses Sicherheitsabstands schwankt in den drei Szenarien zwischen einem (günstig) und sieben (ungünstig). Der Zeitbedarf für die Abstimmung mit den entsprechenden Betriebsleitenden beläuft sich im günstigen Szenario auf fünf Arbeitskraftminuten, was Kosten von zwei Franken entspricht. Beim mittleren Szenario sind es 74 Arbeitskraftminuten (Fr. 34.–) und im ungünstigen Szenario 274 Arbeitskraftminuten (Fr. 128.–; Tabelle 2). Im ungünstigen Szenario müssen für die beiden GVP-Parzellen total 14 Bewirtschaftende kontaktiert werden. Dabei hat jede Abstimmung mit einem Nachbarn einen zeitlichen Aufwand von 19,6 Arbeitskraftminuten zur Folge.

3.4 Pufferstreifen

Das Anlegen eines Pufferstreifens ist heute bei der Vermehrung von Saatgut bei gewissen Ackerkulturen unter bestimmten Bedingungen verpflichtend. Unter der Annahme, dass eine derartige Massnahme auch beim Anbau von GVP erforderlich ist, gilt es den Arbeitszeitmehrabedarf für das Anlegen eines Pufferstreifens sowie für das Befüllen und Entleeren der Sämaschine einzubeziehen. Darüber hinaus ergeben sich zusätzliche Rüstzeiten durch Feldwechsel, wenn GVP auf nicht nebeneinander liegenden Parzellen angebaut wird.

Ausgehend von einer bis sieben nachbarschaftlichen Parzellen innerhalb des Sicherheitsabstands (siehe Kapitel 3.3) auf denen Ackerkulturen nach konventioneller Produktion angebaut werden, wird im ungünstigen Szenario davon ausgegangen, dass auf einer dieser Flächen ebenfalls Körnermais angebaut wird. Folglich ist die konventionelle Saat vor dem Eintrag von gentechnisch-veränderten Pollen mit einem Pufferstreifen zu schützen. Auf diesem, auf der GVP-Parzelle angelegten Streifen sät der GVP-Anbauende konventionellen Körnermais aus. Somit wird eine Barriere für die GVP-Pollen geschaffen.

Der Pufferstreifen bei Körnermais hat eine Breite von 15 Metern (Tabelle 4). Für die Aussaat des Pufferstreifens wird ein Mehrzeitbedarf kalkuliert. Es ergeben sich zusätzliche Wende- und Rüstzeiten, da neben dem gentechnisch-veränderten Körnermais ein Streifen mit konventionellem Körnermais separat ausgesät werden muss. Im günstigen Szenario wird angenommen, dass für die Fläche des Pufferstreifens ein Mehrzeitbedarf von 25 Prozent gegenüber «normaler Aussaat» benötigt wird. Im mittleren Szenario werden 50 Prozent, im ungünstigen Szenario 75 Prozent veranschlagt. Für Abklärungen mit Bewirtschaftenden von Ackerparzellen innerhalb des Sicherheitsabstands zum Anlegen eines Pufferstreifens und deren allfällige Ausführung werden im günstigen Szenario Kosten von 15 Franken, im mittleren Szenario von 37 und im ungünstigen Szenario von 56 Franken pro Jahr errechnet. Die grössten Positionen stellen dabei die Aufwendungen für Hilfsstoffe und Verbrauchsmaterialien sowie der Zeitbedarf für das Entleeren und Befüllen der Sämaschine dar. Weitere Kosten entstehen nicht, da der auf den Pufferstreifen produzierte Mais verkauft werden kann.

Tabelle 4: Berechnung der jährlichen Aufwendungen für die Koexistenz-Massnahme «Pufferstreifen» dargestellt am Beispiel von gentechnisch-verändertem Körnermais

Pufferstreifen	Einheit	Körnermais		
		Szenario	günstig	mittel
Pufferstreifen anlegen	Ausmass	kein Pufferstreifen	kein Pufferstreifen	15 m, einseitig
MEHRAufwand für das Anlegen (ALLE Pufferstreifen; Vermessen, Abstecken der Fläche)	Akmin/Alle GVP-Parzellen	0	0	13
Arbeitszeitbedarf für Befüllen und Entleeren der Sämaschine (Total)	Akmin/Alle GVP-Parzellen	10	28	30
Rüstzeit Sämaschine («klar für Feldwechsel»)	Akmin/Alle GVP-Parzellen	0	5	7
Fahrzeit zwischen ALLEN GVP-Parzellen	Akmin/Alle GVP-Parzellen	0	2	6
Hilfsstoffe/ Verbrauchsmaterialien (z. B. Staubsauger, Eimer)	Fr.	10	21	30
Total Kosten Pufferstreifen	Fr.	15	37	56

3.5 Beprobung Erntegut

Falls es mit der Anbauplanung (Abschnitt 3.2) nicht gelingt zu verhindern, dass innerhalb des Sicherheitsabstands dieselbe konventionelle Fruchtart angebaut wird, muss die konventionelle Frucht vor der Ernte einer Beprobung unterzogen werden. Anhand des untersuchten Ernteguts wird festgestellt, ob ein Auskreuzen von gentechnisch-veränderter und konventioneller Saat stattgefunden hat. Eine Beprobung des Ernteguts wird nur im ungünstigen Szenario notwendig, da in den anderen Szenarien innerhalb des Sicherheitsabstands dieselbe Frucht nicht unter konventionellen Bedingungen angebaut wird.

Im ungünstigen Szenario wird für jede GVP-Parzelle die Beprobung des Ernteguts auf jeweils einer Parzelle innerhalb des Sicherheitsabstands notwendig. Folglich sind im gewählten ungünstigen Szenario zwei Proben fällig. Die Probenahme und das Weiterleiten der beiden Proben an ein Labor durch die Betriebsleitung werden mit einem Aufwand von 60 Arbeitskraftminuten (Fr. 28.–) kalkuliert. Die Analyse einer Probe kostet 200 Franken, was bei zwei GVP-Parzellen Kosten von 428 Franken ergibt (Tabelle 2).

3.6 Ernte

Bei der Ernte von Körnermais gilt es, die Reinigung des Mähreschers zu beachten, wobei zwischen Aussen- und Innenreinigung unterschieden wird. Mittels Aussenreinigung soll verhindert werden, dass bei einer der Feldernte nachfolgenden Fahrt keimfähige GVP-Saat unkontrolliert zu Boden fällt, dort wachsen und sich vermehren kann. Auch bei einem Feldwechsel zwischen zwei GVP-Parzellen wird diese Reinigung notwendig. Die Schätzung des Zeitbedarfs für diese Arbeit beläuft sich in den drei Szenarien auf sechs bis zehn Arbeitskraftminuten. Im günstigen Szenario erfolgt diese «Grobreinigung» einmalig, in den weiteren Szenarien wird die Erntemaschine auf zwei Parzellen eingesetzt und es bedarf daher jeweils zweier Reinigungen. Für die Standzeiten der Erntemaschine während der Reinigung ist kein Ertragsausfall berücksichtigt.

Die Innenreinigung der Erntemaschine findet nach der Ernte aller GVP-Parzellen statt und hat zum Ziel, bei nachfolgendem Gebrauch der Maschine eine Vermischung der noch in der Maschine befindlichen GVP-Frucht mit herkömmlichem Erntegut auszuschliessen. Unter der Annahme, dass nach der Ernte der GVP-Frucht weiter dieselbe (konventionelle) Frucht geerntet wird, bietet es sich an, die Erntemaschine mit einer so genannten Spülmischung zu reinigen. Durch die Spülmischung soll die technisch bedingte Restmenge, in diesem Fall gentechnisch-verändertes Erntegut, in der Erntemaschine durch konventionelles Erntegut ausgetauscht werden. Dazu wird eine bestimmte Masse konventioneller Frucht geerntet und anschliessend als gentechnisch-verändertes Erntegut ver-

marktet, da in der Spülmischung der Anteil von GVP höher als der Grenzwert von 0,9 Prozent im Erntegut zu erwarten ist. Die Annahmen bezüglich Arbeitszeitbedarfs und Aufwands an Hilfsstoffen und Verbrauchsmaterialien stammen aus der Umfrage bei Saatgutvermehrern sowie Angaben von Lohnunternehmen (Albisser et al. 2010).

Um die Spülmischung monetär bewerten zu können, werden Verkaufspreise für konventionelles und gentechnisch-verändertes Erntegut herangezogen. Sowohl die GVP- als auch die konventionelle Frucht sind in allen drei Szenarien mit einem Verkaufspreis von 37 Franken je Dezitonne bewertet (siehe Tabelle 8). Die Masse der zu erntenden Spülmischung beträgt bei Körnermais in allen drei Szenarien eine Tonne. Die Arbeitszeit für das Ernten der Spülmischung wird nur zu 50 Prozent den Kosten der Koexistenz zugeschlagen, denn der Drusch einer Spülmischung findet auf einer ohnehin abzuerntenden Fläche statt. Im günstigen Szenario belaufen sich die Koexistenz-Kosten der Ernte auf 46 Franken, im mittleren sind es 95 und im ungünstigen Szenario 137 Franken (Tabelle 2).

3.7 Transportsicherung

Beim Transport von GVP-Erntegut muss gewährleistet sein, dass keimfähige GVP-Saat nicht ausserhalb der Parzelle zu Boden fallen, wachsen und sich vermehren kann. Dementsprechend ist eine Sicherung des Erntetransports vorzunehmen. Für die Kalkulation der Kosten werden für die Transportsicherung des Ernteguts folgende Massnahmen einbezogen:

- Sicherung des Ernteguts mit einer Plane
- Reinigung des Anhängers mit einem Besen (nach dem letzten Erntefuder)

Für die Anschaffung einer Plane und deren Montage oder Demontage auf einem Pneuwagen werden in den drei Szenarien Kosten zwischen 500 und 700 Franken bzw. fünf bis zwölf Arbeitskraftminuten angesetzt. Unter der Annahme, dass der geerntete Körnermais auf dem eigenen Betrieb verfüttert wird, geht das günstige Szenario davon aus, dass zur Abfuhr der Ernte ein Pneuwagen ausreicht. Folglich wird auch nur eine Plane benötigt. Erfolgt hingegen die Vermarktung in den beiden anderen Szenarien via Sammelstelle und die Ernte wird mit jeweils zwei Anhängerzügen (total vier Pneuwagen) transportiert, sind vier Planen erforderlich. Die Abschreibungsdauer der Planen beträgt jeweils sieben Jahre, wobei der Anteil Nutzungen der Planen ausserhalb des Produktionsverfahrens der GVP-Frucht von 15 (günstiges Szenario) bis null Prozent (ungünstiges Szenario) abnimmt. Das Zu- und Aufdecken der Plane während des Erntetransports erfordert im günstigsten Fall 2,5 im schlechtesten fünf Arbeitskraftminuten.

Für das Reinigen des Pneuwegens nach dem Transport des letzten Fuders mit GVP-Frucht werden zwischen einer und fünf Arbeitskraftminuten angenommen. In der Summe schlagen die Koexistenz-Kosten Transportsicherung im günstigen mit 88 und im ungünstigen Szenario mit 177 Franken zu Buche (Tabelle 2).

3.8 Transportdistanz

Neben der Sicherung des Ernteguts beim Transport, beinhaltet die Erntegutabfuhr von GVP-Ackerkulturen einen weiteren Mehraufwand, denn nicht jede Getreidesammelstelle in der Schweiz wird in der Lage sein, die notwendige Trennung von GVP und konventionellen nicht-GVP-Kulturen bei Annahme, Förderung und Lagerung zu gewährleisten. Demnach werden nur ausgewählte Sammelstellen GVP-Erntegut annehmen. Folglich muss der GVP-Anbauende bei der Vermarktung seiner GVP-Frucht einen Mehrweg zur Sammelstelle und damit verbundene höhere Maschinen- und Arbeiterledigungskosten einkalkulieren. Das ungünstige Szenario nimmt an, dass bei der Anlieferung von gentechnisch-verändertem Körnermais zur Sammelstelle eine Mehrdistanz von sieben Kilometern zu bewältigen ist. Auf Basis einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von 20 km/h wird der Mehrzeitbedarf berechnet. Den Maschinenkosten liegen ein 60-kW-Schlepper und zwei Pneuwagen mit einer Nutzlast von jeweils fünf Tonnen zu Grunde. Demnach belaufen sich die Koexistenz-Kosten Transportdistanz im ungünstigen Szenario auf 250 Franken (Tabelle 2).

Im mittleren Szenario wird keine Mehrdistanz zur Sammelstelle veranschlagt, während im günstigen Szenario der Körnermais auf dem eigenen Betrieb verwertet wird. Somit kommen in diesen Szenarien für die Erntegutabfuhr kein Mehraufwand und keine Kosten zum Tragen.

3.9 Nacherntemassnahmen

Um das Auskreuzen von gentechnisch-veränderter und konventioneller Saat zu verhindern, ist auf der für den GVP-Anbau bereitgestellten Fläche in den Folgejahren des GVP-Anbaus eine Durchwuchskontrolle durchzuführen. Die Anzahl Jahre, in denen der Durchwuchs der GVP-Frucht geprüft werden muss, hängt von der Ackerkultur ab. Für Körnermais wird in allen drei Szenarien einheitlich nur im ersten Jahr nach der Ernte der GVP-Frucht eine Durchwuchskontrolle berücksichtigt. Der Arbeitszeitbedarf für die einmal jährlich durchzuführende Kontrolle der nachgebauten Frucht ist anhand von Zeitmessungen erhoben worden (Moriz und Mink 2009). Dieser schwankt in Abhängigkeit der Parzellengrösse zwischen vier und 32 Arbeitskraftminuten pro Hektare und Jahr und zieht demzufolge Koexistenz-Kosten von 16 bis 34 Franken nach sich (Tabelle 2).

3.10 Versicherung

Damit beim Anbau von GVP-Ackerkulturen mögliche Haftungsschäden gedeckt werden, muss die Betriebsleitung eine entsprechende Versicherung vorsehen. Damit ist das finanzielle Risiko reduzierbar, sollte trotz des Einhaltens aller Koexistenz-Massnahmen eine ungewollte Vermischung oder Auskreuzung der angebauten GVP-Ackerkultur stattfinden und einen entsprechenden Schaden verursachen.

Einige Mitgliedstaaten der EU schreiben für die Regelung der Schadenshaftung den Abschluss einer entsprechenden Haftpflicht bei einer Versicherung (z. B. Portugal) oder die Einzahlung in einen staatlichen Fonds (z. B. Dänemark) vor (Beckmann et al. 2007). In Dänemark betrug 2007 der Beitrag für den Haftungsfond 100 Dänische Kronen pro Hektare (zirka Fr. 22.–). In Portugal hingegen mussten die Landwirte vier Euro pro 80 000 Körner Saatgut und 100 Euro pro Applikation bezahlen (Koch 2007).

Da es über eine mögliche Höhe der Versicherungsprämie für die Schweiz keinerlei Grundlagen gibt, wurden für das Szenario mittel eine Prämie in der Höhe von 100 Franken pro Hektare GVP-Kultur sowie ein jährlicher Arbeitsaufwand von 45 Arbeitskraftminuten pro Betrieb angenommen. Für die 3,6 Hektaren GVP-Kulturen (Tabelle 2) ergeben sich Versicherungskosten in der Höhe von 396 Franken pro Betrieb und Jahr. Beim günstigen Szenario wurden eine Versicherungsprämie mit 50 Franken pro Hektar GVP-Fläche sowie 30 Minuten Arbeitsaufwand bzw. beim ungünstigen Szenario 150 Franken Versicherungsprämie pro Hektar und 60 Arbeitskraftminuten pro Betrieb und Jahr eingesetzt. Dies ergibt für das günstige Szenario (mit 9 ha GVP-Kulturen) jährliche Versicherungskosten von 464 Franken und beim Szenario ungünstig (2,3 ha GVP-Kulturen) von 366 Franken pro Betrieb.

4. Kosten der Koexistenz-Massnahmen bei Winterraps, Winterweizen und Zuckerrüben

Die Tabelle 5 bis Tabelle 7 geben eine Übersicht zu den Kosten der Koexistenz-Massnahmen beim Anbau von gentechnisch-verändertem Winterraps, Winterweizen und Zuckerrüben. Im Grundsatz sind die Kalkulationen ähnlich wie beim Körnermais, grössere Abweichungen bei einzelnen Massnahmen werden jeweils näher beschrieben.

4.1 Winterraps

Beim Winterraps fallen die Unterschiede zwischen den drei Szenarien am deutlichsten aus (Tabelle 5). Für die Beprobung des Ernteguts derselben Kultur von konventionellen Parzellen innerhalb des Sicherheitsabstands müssen im ungünstigen Szenario 847 Franken aufgewendet werden. Je GVP-Parzelle sind auf zwei konventionell bewirtschafteten Nachbarparzellen Pflanzenproben zu ziehen

nermais reicht für Winterraps eine Spülmischung von fünf Dezitonnen.

Beim Anbau von gentechnisch-verändertem Winterraps in einer sechsjährigen Fruchtfolge ist bei den Nacherntemassnahmen zu beachten, dass der Durchwuchs von GVP-Saat während fünf Folgejahren geprüft werden muss. Im ungünstigen Szenario fallen dafür Kosten in Höhe von 170 Franken an (Tabelle 5).

Die Versicherungsprämien für den Anbau von gentechnisch-verändertem Winterraps liegen mit 75 im günstigen und mit 175 Franken je Hektare im ungünstigen Szenario höher als beim Körnermais. Diese Annahmen erklären sich durch die Tatsache, dass sich Rapspollen einerseits leicht durch die Luft verbreiten und andererseits Rapssamen über viele Jahre keimfähig bleiben.

Tabelle 5: Aufwendungen für Koexistenz-Massnahmen beim Anbau von gentechnisch-verändertem Winterraps

Koexistenz-Massnahme	Kultur	Winterraps						
		Szenario	günstig		mittel		ungünstig	
			Einheit	Fr.	Fr./ha	Fr.	Fr./ha	Fr.
1	Anbauplanung		198	22	323	86	445	198
2	Sicherheitsabstände		2	0	57	15	220	98
3	Pufferstreifen		15	2	42	11	67	30
4	Beprobung Erntegut		0	0	419	112	847	376
5	Ernte		46	5	95	25	137	61
6	Transportsicherung		77	9	80	21	136	61
7	Transportdistanz		0	0	0	0	83	37
8	Nacherntemassnahmen		82	9	97	26	170	76
9	Versicherung		689	77	490	131	422	187
Total Betrieb			1110	123	1603	428	2527	1123

Für GVP bereitgestellte Fläche: günstig: 9 ha, mittel: 3,75 ha, ungünstig: 2,25 ha

und in einem Labor zu untersuchen. Gegenüber dem Körnermais müssen rund doppelt so grosse Sicherheitsabstände von 100 Metern im günstigen, von 300 im mittleren und 500 Metern im ungünstigen Szenario berücksichtigt werden. Entsprechend gilt es, bis zu zwölf Bewirtschaftende in der Nachbarschaft zu konsultieren, um Informationen zu deren Fruchtfolge einzuholen. Daraus resultierend, ist im mittleren Szenario an einer Feldseite und im ungünstigen Szenario an allen vier Rändern der GVP-Parzelle ein Pufferstreifen von 15 Metern Breite anzulegen.

Für die erwartete Erntemenge von 92 Dezitonnen benötigt der GVP-Anbauende für die Abfuhr zur Sammelstelle zwei Pneuwagen. Zur Reinigung der Erntemaschine wird eine Spülmischung auf einer Parzelle mit konventionell angebautem Winterraps gedroschen. Anders als beim Kör-

gegenüber Körnermais doppelt so hoch und belaufen sich im ungünstigen Szenario auf 68 Franken. Der angebaute Winterweizen wird im günstigen Szenario auf dem eigenen Betrieb verwertet und kann daher mit zwei einzelnen Pneuwagen abgefahren werden. In den beiden anderen Szenarien wird die Ernte jeweils mit zwei Anhängern zu einer Sammelstelle gefahren. Bei einem Ertrag von 73,6 Dezitonnen pro Hektar resultieren Erntemengen von 27,6 (mittleres Szenario) bzw. 16,5 Tonnen (ungünstiges Szenario); für die Erntegutabfuhr werden vier Pneuwagen benötigt.

4.2 Winterweizen

Der GVP-Winterweizen hat bezüglich seiner Koexistenz-Kosten eine grosse Ähnlichkeit zum GVP-Körnermais (Tabelle 6). Wenngleich der Sicherheitsabstand für alle drei Szenarien mit drei Metern sehr viel kleiner als beim Körnermais ausfällt, muss der GVP-Anbauende im ungünstigen Szenario einen einseitigen Pufferstreifen von drei Meter Breite anlegen und die Kosten für die Ernte-Beprobung von konventionellem Winterweizen auf einer nachbarschaftlichen Parzelle in Höhe von 428 Franken tragen. Im Fall des Anbaus von GVP-Winterweizen muss auf der GVP-Parzelle in den zwei folgenden Jahren der Durchwuchs kontrolliert werden. Entsprechend liegen die Kosten

4.3 Zuckerrüben

Grundsätzlich fällt bei der Übersicht der Aufwendungen für Koexistenz-Massnahmen beim Anbau von gentechnisch-veränderten Zuckerrüben auf, dass viele Massnahmen keine oder nur sehr geringe Kosten nach sich ziehen (Tabelle 7). So entfallen beispielsweise die Kosten für Sicherheitsabstände und Beprobung von Erntegut von nachbarschaftlichen Parzellen, da die Zuckerrübe selbst nicht keimfähig ist und samenbildende Schosserrüben ohnehin aus dem Bestand entfernt werden sollten.

Beim Säen der Zuckerrüben entsteht wie auch bei allen anderen Ackerkulturen im mittleren und im ungünstigen Szenario ein geringer Zusatzaufwand für das Reinigen der Einzelkornsämaschine. Es ist sicherzustellen, dass beim Feldwechsel zwischen den zwei GVP-Parzellen kein Saatgut zu Boden fällt. Bei der Ernte von gentechnisch-veränderten Zuckerrüben entfällt die so genannte Spülmischung. Stattdessen wird der Zuckerrübenroder von Hand gereinigt. Für diese Arbeit werden im günstigen Szenario 60, im mittleren Szenario 80 und im ungünstigen Szenario 100 Arbeitskraftminuten veranschlagt.

Eine Sicherung der Zuckerrüben beim Transport mittels Plane und das Reinigen der Pneuwagen nach der Ernte erübrigen sich (Tabelle 7). Fällt eine gentechnisch-veränderte Zuckerrübe vom Pneuwagen, ist dies unproblematisch, da keine Gefahr besteht, dass diese im Naturraum zu wachsen und sich zu vermehren beginnt. Wenngleich die Abfuhr der Zuckerrüben heute zumeist in einer Abfuhrgemeinschaft erfolgt, wird der Einsatz von zwei Pneuwagen angenommen. Bei der Erntegutabfuhr ergibt sich keine längere Transportdistanz. Die Zuckerrüben werden weiterhin an dieselbe Zuckerfabrik geliefert. Vermutlich wird es ein bestimmtes Zeitfenster zu Beginn oder Ende der Zuckerrübenkampagne geben, während dem die gentechnisch-veränderten Zuckerrüben verarbeitet werden.

Tabelle 6: Aufwendungen für Koexistenz-Massnahmen beim Anbau von gentechnisch-verändertem Winterweizen

Koexistenz-Massnahme	Kultur	Winterweizen						
		Szenario	günstig		mittel		ungünstig	
			Einheit	Fr.	Fr./ha	Fr.	Fr./ha	Fr.
1	Anbauplanung		198	22	323	86	445	198
2	Sicherheitsabstände		2	0	11	3	73	33
3	Pufferstreifen		15	2	37	10	51	23
4	Beprobung Erntegut		0	0	0	0	428	190
5	Ernte		46	5	95	25	137	61
6	Transportsicherung		82	9	115	31	173	77
7	Transportdistanz		0	0	0	0	167	74
8	Nacherntemassnahmen		33	4	39	10	68	30
9	Versicherung		464	52	396	106	366	162
Total Betrieb			841	93	1017	271	1908	848

Für GVP bereitgestellte Fläche: günstig: 9 ha, mittel: 3,75 ha, ungünstig: 2,25 ha

Tabelle 7: Aufwendungen für Koexistenz-Massnahmen beim Anbau von gentechnisch-veränderten Zuckerrüben

Koexistenz-Massnahme	Kultur	Zuckerrüben						
		Szenario	günstig		mittel		ungünstig	
			Einheit	Fr.	Fr./ha	Fr.	Fr./ha	Fr.
1	Anbauplanung		198	22	323	86	445	198
2	Sicherheitsabstände		0	0	0	0	0	0
3	Pufferstreifen		0	0	3	1	6	3
4	Beprobung Erntegut		0	0	0	0	0	0
5	Ernte		52	6	99	26	147	65
6	Transportsicherung		0	0	0	0	0	0
7	Transportdistanz		0	0	0	0	0	0
8	Nacherntemassnahmen		33	4	39	10	68	30
9	Versicherung		374	42	321	86	298	132
Total Betrieb			657	73	785	209	964	428

Für GVP bereitgestellte Fläche: günstig: 9 ha, mittel: 3,75 ha, ungünstig: 2,25 ha

Die Kontrolle des Durchwuchses ist wie beim Winterweizen während zweier Folgejahre notwendig und zieht entsprechende Kosten nach sich (Tabelle 7). Die Versicherungsprämie für gentechnisch-veränderte Zuckerrüben liegt im Vergleich zu den anderen Ackerkulturen mit 40 Franken im günstigen und 120 Franken im ungünstigen Szenario am niedrigsten.

5. Kosten-/Leistungsrechnung

5.1 Erträge und Preise

Zur Durchführung der Kosten-/Leistungsrechnung für Ackerkulturen sind neben den Berechnungen der einzelnen Kostenpositionen auch eine Schätzung der Erträge und Verkaufspreise nötig. In Tabelle 8 sind diese für die untersuchten Ackerkulturen dargestellt. Die Werte für die konventionellen Ackerkulturen basieren dabei auf den Ergebnissen der Zentralen Auswertung für das Jahr 2009 (Dux und Schmid 2010). Beim Naturalertrag wird für die GVP-Kultur ein Mehrertrag von fünf Prozent gegenüber der konventionellen Ackerkultur angenommen. Der Verkaufspreis hingegen ist für beide Anbauformen gleich.

Auf der Kostenseite werden für folgende Positionen Angaben der Zentralen Auswertung aus dem Jahr 2009 verwendet: Saatgut, Düngung, Pflanzenschutz und andere Direktkosten (Dux und Schmid 2010; siehe Tabelle 9). Zur Ermittlung der Kosten des GVP-Saatguts wurde angenommen, dass die Kosten gegenüber dem konventionellen Saatgutpreis um 30 Prozent höher sein werden. Die Kosten für Düngung und andere Direktkosten werden bezüglich des höheren Ertrags entsprechend den Berechnungsgrundlagen der Deckungsbeiträge von Agridea (2010) angepasst. Für Bt-Körnermais entfallen die Kosten für die Trichogramma-Behandlung im Bereich des Pflanzenschutzes, während die Kosten des Einsatzes von Fungiziden bei FR-

Ackerkultur	Körnermais			Winterraps		Winterweizen		Zuckerrüben	
	Konv.	Bt	HT	Konv.	HT	Konv.	FR	Konv.	HT
Bodenbearbeitung	mit Pflug	mit Pflug	Direktsaat	mit Pflug	Direktsaat	mit Pflug	Reduziert	mit Pflug	Direktsaat
Ertrag (dt)	104,2 ¹	109,4	109,4 ¹	33,8	35,5	62,3	65,4	846	888
Preis (Fr./dt)	37.–	37.–	37.–	81.10	81.10	49.05	49.05	8.40	8.40

¹ mit einer Behandlung von Trichogramma

5.2 Leistungen und Kosten

Im Folgenden werden für alle vier Kulturen die Leistungen (Einnahmen) und Kosten aufgeführt sowie als Resultat der Gewinn bzw. der Verlust pro Hektaren angegeben (Tabelle 9). Alle Kosten-/Leistungsrechnungen orientieren sich am mittleren Szenario aus den Abschnitten 3 und 4.

Ausgehend von der Tabelle 9 werden Ertrag (dt/ha) und Preis (Fr./dt) miteinander multipliziert, was die «Leistungen Produkt» ergibt (Fr./ha). Die Position «Leistungen andere» beinhaltet den Verkaufserlös von Nebenprodukten und stammt aus der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (Dux und Schmid 2010). Für beide Anbauarten, konventionell und GVP, kommen dieselben Angaben zur Anwendung. Sowohl im konventionellen Anbau als auch bei der Produktion von GVP werden Anbaubeiträge für Winterraps und Zuckerrüben gemäss der Anbaubeitragsverordnung (ABBV 2011) ausgerichtet. Beim GVP-Anbau wird hingegen angenommen, dass keine Beiträge für den extensiven Anbau möglich sind. Datenquelle für die durchschnittliche Höhe der Beiträge ist wiederum die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten (Dux und Schmid 2010). Schliesslich gilt es, den Flächenbeitrag, der unabhängig von der Anbauart ausbezahlt wird, gemäss Direktzahlungsverordnung (DZV 2011) zu berücksichtigen. Als Zwischenresultat liegen nun die «Totalen Leistungen» vor.

Winterweizen um 20 Prozent tiefer ausfallen. Bei den HT-Kulturen wurden anstelle der bisherigen Herbizide zwei Spritzungen mit einem Totalherbizid (Glyphosat) eingerechnet.

Der Pachtzins für eine Hektare offene Ackerfläche wurde für alle Kulturen (konventionell und GVP) bei 718 Franken festgesetzt (Lips und Ammann 2006, siehe Tabelle 9). Zur Berechnung der Kosten für Arbeit und Maschinen wurden für alle konventionellen und GVP-Kulturen entsprechende Verfahrenskosten berechnet. Dabei basiert der Arbeitsbedarf auf den arbeitswirtschaftlichen Erhebungen von Schick und Stark (2003) sowie Moriz und Mink (2009), die Kosten für die Maschinen entstammen Gazzarin und Albisser (2010). Beim Anbau von GVP-Ackerkulturen werden gewisse kulturtechnische Massnahmen vereinfacht. Somit können Arbeitszeiten sowie der Einsatz von Maschinen gesenkt werden. Die nicht notwendige Trichogramma-Behandlung bei Bt-Körnermais ist demnach auch mit einer niedrigeren Arbeitszeit verbunden. Wird eine Herbizid-resistente Sorte angebaut, so kann auf ein Verfahren mit Direktsaat und den Einsatz eines Totalherbizids umgestellt werden. Bei Fusarien-tolerantem Winterweizen ist eine reduzierte Bodenbearbeitung möglich, somit fällt das Grubbern weg. Die Angaben über «andere Gemeinkosten» stammen aus Lips und Ammann (2006), während für den Körnermais aktuellere Daten vorliegen (Lips 2011). Die Position «andere Gemeinkosten» beinhaltet auch den Zinsanspruch für das gebundene Kapital, was beispielsweise die Auslagen zur Beschaffung des Saatguts betrifft.

Tabelle 9: Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Ackerkulturen Körnermais, Winterraps, Winterweizen und Zuckerrüben pro Hektar und Jahr

Ackerkultur	Körnermais			Winterraps		Winterweizen		Zuckerrüben		
	Fr./ha	Konv.	Bt	HT	Konv.	HT	Konv.	FR	Konv.	HT
Leistungen Produkt		3851	4044	4044	2741	2878	3056	3209	7098	7453
Leistungen andere		182	182	182	250	250	259	259	165	165
Extensio- und Anbaubeitrag		0	0	0	1073	1000	203	0	1887	1900
Flächenbeitrag		1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680	1680
Total Leistungen		5713	5906	5906	5744	5808	5198	5148	10 830	11 198
Saatgut		292	380	380	162	211	262	340	410	533
Düngung		407	416	416	552	567	398	403	545	559
Pflanzenschutz		215	100	237	406	202	239	215	632	302
Andere Direktkosten		729	765	765	361	379	304	319	135	143
Pachtzins (Land)		718	718	718	718	718	718	718	718	718
Arbeit		832	819	739	955	776	912	867	1106	1061
Maschinen		1319	1319	1021	1726	1206	1525	1385	4879	4636
Andere Gemeinkosten		800	800	797	784	772	791	790	879	871
Kosten Koexistenz		0	274	274	0	428	0	271	0	209
Totale Kosten		5312	5591	5347	5664	5259	5149	5308	9304	9032
Gewinn/Verlust		401	315	559	80	549	49	-160	1526	2166
Vorteil GVP gegenüber konv.			-86	+158		+469		-209		+640

Diesbezüglich wird berücksichtigt, dass die GVP-Kulturen höhere Kosten für Saatgut, Düngung und andere Direktkosten, jedoch tiefere Kosten für Pflanzenschutz, Arbeit und Maschinen aufweisen.

Die Kosten für die Koexistenz entsprechen den Angaben der jeweiligen Kultur für das mittlere Szenario in den vorhergehenden Kapiteln. Ausgehend von den totalen Kosten ist es nun möglich, den Anteil der Koexistenz-Kosten anzugeben. Bei Bt- und HT-Körnermais betragen sie fünf Prozent, während sie sich bei HT-Winterraps auf acht Prozent belaufen. Bei FR-Winterweizen ist der Koexistenz-Anteil fünf Prozent. Schliesslich weist bei HT-Zuckerrüben der Aufwand für die Koexistenz einen Kostenanteil von gut zwei Prozent auf.

5.3 Vergleich der Wirtschaftlichkeit

Aus Tabelle 9 ist ersichtlich, dass die totalen Leistungen für die GVP-Ackerkulturen infolge der höheren Erträge bei Körnermais, Winterraps und Zuckerrüben höher sind. Bei Bt-Körnermais und HT-Zuckerrüben kann eine Steigerung der Leistung von mehr als drei Prozent erzielt werden. Umgekehrt sind die Leistungen bei FR-Winterweizen leicht geringer, da für GVP-Kulturen keine Extensobeiträge berücksichtigt werden.

Auf der Kostenseite ergibt sich ebenfalls ein gemischtes Bild (Tabelle 9). Während HT-Winterraps und HT-Zuckerrüben Einsparungen von sieben und drei Prozent aufweisen, resultieren beim GVP-Anbau von Körnermais und Winterweizen Kostensteigerungen. Im Quervergleich zwischen Bt- und HT-Körnermais sind tiefere Kosten für Arbeit und Maschinen beim HT-Mais von Bedeutung.

Beim konventionellen Anbau aller untersuchten Ackerkulturen resultieren Gewinne (Tabelle 9). Mit Ausnahme des FR-Winterweizens erreichen auch alle GVP-Kulturen einen Gewinn. Bei HT-Körnermais, HT-Winterraps und HT-Zuckerrüben kann der Gewinn gegenüber dem konventionellen Anbau erhöht werden, was hauptsächlich auf den Anbau im Direktsaatverfahren zurückzuführen ist. Der Gewinn bei Bt-Körnermais liegt gegenüber konventionellem Körnermais um 86 Franken je Hektare tiefer. Bei FR-Winterweizen fällt der Nachteil gegenüber konventionell angebautem Winterweizen mit 209 Franken je Hektare noch deutlicher aus.



Herbizid-tolerante Zuckerrüben weisen von den untersuchten GVP-Ackerkulturen die beste Rentabilität auf (Foto: Thomas Anken, ART)

6. Weitergehende Betrachtungen

Neben den vorher beschriebenen Faktoren gibt es weitere Faktoren, welche die Koexistenz-Kosten und damit auch die Wirtschaftlichkeit von GVP-Kulturen beeinflussen.

6.1 Weiterer Aufwand für Koexistenz

Neben dem bisher dargestellten Mehraufwand infolge der Koexistenz sind unter Umständen weitere Mehrarbeiten und Kosten zu berücksichtigen. So werden die ersten Anbauenden von GVP-Ackerkulturen «Pionierarbeit» leisten und deshalb mit zusätzliche Kosten rechnen müssen, die beispielsweise durch die Information und Aufklärung des Berufskollegiums, Anwohnern und lokalen Behörden entstehen.

6.2 Einfluss von Verkaufspreis und Naturalertrag

Eine wichtige Annahme ist, dass für GVP-Kulturen derselbe Verkaufspreis zu lösen sein wird wie für konventionelle Kulturen. Dies setzt voraus, dass auf Abnehmerseite GVP und konventioneller Anbau als austauschbar angesehen wird, anderenfalls wird es eine Preisdifferenz geben. Bei einzelnen Kulturen sind Preisreduktionen bei GVP möglich, wobei immer noch mindestens der Gewinn des konventionellen Anbaus erreicht werden kann. Die entsprechenden maximalen Preisreduktionen könnten bei HT-Körnermais 4 %, bei HT-Winterraps 16 % und bei HT-Zuckerrüben 9 % betragen.

Die Annahme von 5 % Mehrertrag der GVP-Kultur gegenüber der konventionellen Kultur kann in Frage gestellt werden. Um jedoch denselben Gewinn pro Hektare zu erzielen wie jenen mit konventioneller Kultur, muss der Naturalertrag von Bt-Körnermais um 7 % höher ausfallen. Bei HT-Körnermais reicht bereits ein Mehrertrag von 1 %, damit der Gewinn pro Hektare gleich hoch ist. Bei FR-Winterweizen hingegen muss ein Mehrertrag von 12 % erreicht werden. Bei HT-Winterraps und HT-Zuckerrüben kann im Gegensatz zu den anderen GVP-Kulturen der Ertrag geringer sein, damit der Gewinn pro Hektare gleich bleibt. Bei HT-Winterraps kann der Minderertrag 12 % und bei den HT-Zuckerrüben 4 % betragen.

6.3 Direktsaat bei konventioneller Kultur

Bei den vorangegangenen Vergleichen ist zu beachten, dass die konventionelle Ackerkultur ebenfalls mit Direktsaat angebaut werden und somit von den geringeren Arbeits- und Maschinenkosten profitieren kann. Werden die drei HT-Kulturen Körnermais, Winterraps und Zuckerrüben mit konventionell und in Direktsaat gesäten Kulturen verglichen, so weisen nur noch die HT-Zuckerrüben mit 352 Franken gegenüber der konventionellen Kultur einen höheren Gewinn pro Hektare aus. Dabei sind vor allem die tieferen Herbizidkosten für die HT-Zuckerrüben ausschlaggebend.

6.4 Anbautechnische Faktoren

Beim Anbau von herbizid-resistenten Ackerkulturen wird oft darauf hingewiesen, dass diese Kulturen einfacher zu bewirtschaften sind, da das Zeitfenster zum Ausbringen der Herbizide grösser bzw. flexibler ist (Dyer et al. 1993). Dies kann bei der Zusammenarbeit mit einem Lohnunternehmen von Vorteil sein.

7. Schlussfolgerungen

Der vorliegende Bericht vergleicht die Wirtschaftlichkeit von GVP-Ackerkulturen inklusive Koexistenz-Massnahmen mit konventionellen Kulturen mittels Vollkostenrechnungen. Dabei werden günstige, mittlere und ungünstige Szenarien bezüglich Rahmenbedingungen wie Betriebsgrösse und Art der Koexistenz-Massnahmen untersucht. Im Vergleich zum konventionellen Anbau bewegt sich der Anteil Koexistenz-Kosten an den totalen Kosten im günstigen Szenario zwischen 1 und 2 %. Beim mittleren Szenario beträgt der Anteil zwischen 2 und 8 %, während diese Spanne beim ungünstigen Szenario von 5 bis 20 % reicht. Entsprechend wird deutlich, dass sich die Koexistenz-Kosten in einem Bereich bis maximal 20 % bewegen werden.

Bei einer Ausgestaltung der Koexistenz-Massnahmen, wie sie für das günstige und mittlere Szenario angenommen wurden, dürften die Mehrkosten keine entscheidende Rolle spielen, wobei es zwischen den verschiedenen Ackerkulturen zu unterscheiden gilt. Während der HT-Winteraps am sensibelsten bezüglich Koexistenz-Kosten ist, sind die Koexistenz-Kosten für die HT-Zuckerrüben kaum relevant. Eine restriktive Anbauregelung sowie ungünstige Voraussetzungen der Betriebe (ungünstiges Szenario) stellt ein ernsthaftes wirtschaftliches Hindernis für den Anbau von GVP dar.

Die Analyse der Wirtschaftlichkeit wird nur für das mittlere Szenario dargestellt³ und zeigt auf, dass die Veränderung des Gewinns im Vergleich zum konventionellen Anbau ebenfalls je nach Kultur unterschiedlich ist. Durch den Anbau einer GVP-Kultur verändert sich der Gewinn pro Hektare von Fr. -209.- (FR-Winterweizen) bis Fr. +640.- (HT-Zuckerrüben). Weniger grosse Abweichungen nach unten und oben bezüglich Gewinn sind beim HT-Winteraps (Fr. +469.-/ha) sowie bei beiden Varianten des Körnermaises (Bt Fr. -86.-/ha und HT Fr. +158.-/ha) zu erwarten. Verglichen mit den totalen Produktionskosten der konventionellen Ackerkultur beträgt der Gewinn der GVP bei FR-Winterweizen -4 %, bei HT-Zuckerrüben +7 %, bei HT-Winteraps +8 %, bei HT-Körnermais +3 % und bei Bt-Körnermais -2 %.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Anbau von GVP einen nicht allzu starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hat, wenn die zukünftig geltenden Koexistenz-Massnahmen ähnlich sind wie im günstigen oder mittleren Szenario. Die Wirtschaftlichkeit ist also nicht der wichtigste Punkt, um sich für oder gegen den Anbau von GVP zu entscheiden. Andere Aspekte wie die persönliche Einstellung zu GVP, die Bereitschaft der Betriebsleitung, sich mit neuen administrativen Aufgaben beschäftigen zu wollen oder weitere pflanzenphysiologische oder produktionstechnische Vorteile dürften entscheidender sein. Darüber hinaus könnte die Akzeptanz des Anbaus von GVP bei Nachbarlandwirtinnen und -landwirten sowie bei der lokalen Bevölkerung in der näheren und weiteren Umgebung ebenfalls eine Rolle spielen. Nicht zuletzt stellt sich wenigstens für die ersten GVP-Anbauenden die Frage, inwieweit sie bereit sind, allfällige unbekannte Risiken beim GVP-Anbau mitzutragen bzw. diesbezüglich Pionierarbeit zu leisten, wenn diesen wirtschaftlichen Risiken nicht mögliche Einkommensvorteile gegenüberstehen.

Als Möglichkeit, die Kosten der Koexistenz durch grössere Flächeneinheiten zu senken, bietet sich die Fruchtfolgegemeinschaft an, bei der mehrere Betriebe ihre Ackerflächen für eine gemeinsame Fruchtfolge und Bewirtschaftung zusammenlegen (Lips et al. 2009). Unter der Bedingung, dass die resultierende Ackerfläche zusammenhängend ist und gemeinschaftlich mit GVP bebaut wird, können etliche Koexistenz-Massnahmen mit geringerem Aufwand erfüllt werden.

³ Die beiden anderen Szenarien günstig und ungünstig können berechnet werden, indem in der Kosten-/Leistungsrechnung in Tabelle 9 die entsprechenden Koexistenz-Kosten ergänzt werden.

8. Literaturnachweis

- ABBV 2011. Anbaubetragsverordnung. Schweizerische Eidgenossenschaft, SR 910.17. Stand vom 1. Januar 2011.
- Agridea 2010. Deckungsbeiträge. Ausgabe 2010. Agridea, Lindau.
- Albisser Vögeli G., Wolf D. und Lips M. 2010. Coexistence costs for genetically modified crops for Switzerland. *Food Economics – Acta Agriculturae Scandinavica, Section C*, 7(2): 227–233.
- Beckmann V., Soregaroli C. und Wessler J. 2006. Coexistence Rules and Regulations in the European Union. *American Journal for Agricultural Economics*, 88(5): 1193–1199.
- Devos Y., Demont M., Dillen K., Reheul D., Kaiser M. und Sanvido O. 2009. Coexistence of Genetically Modified and Non-GM Crops in the European Union : A Review. *Sustainable Agriculture 2009 (2)*: 203–228.
- Dux D. und Schmid D. 2010. Grundlagenbericht 2009. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Dyer W.E., Hess F.D., Holt J.S. und Duke S.O. 1993. Potential benefits and risks of herbicide-resistant crops produced by biotechnology. *Hortic Rev* 15: 367–408.
- DZV 2011. Direktzahlungsverordnung. Schweizerische Eidgenossenschaft, SR 910.13. Stand vom 1. Januar 2011.
- Gazzarin Ch. und Albisser Vögeli G. 2010. Maschinenkosten 2010 – Mit Kostenansätzen für Gebäudeteile und mechanische Einrichtungen. ART-Bericht Nr. 733. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Koch B.A. (ed.) 2007. Liability and compensation schemes for damage resulting from the presence of genetically modified organisms in non-GM crops. Report. European Centre of Tort and Insurance Law, Wien.
- Lips M. und Ammann H. 2006. Vollkostenkalkulationen für Ackerkulturen. *Agrarforschung* 13(5), 210–214.
- Lips M., Pulfer I. und Jucker F. 2009. Kooperationsformen mit einfachen Ausstiegsmöglichkeiten, ART-Bericht Nr. 706, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Lips M. 2011. Full Cost of Production Branches based on Farm Accountancy Data by Means of Maximum Entropy, internes Arbeitspapier, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Moriz C. und Mink A. 2009. Betriebsführungsarbeiten im Ackerbau. ART-Bericht Nr. 718. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Sanvido O., Widmer F., Winzeler M., Streit B., Szerencsits E. und Bigler F. 2005. Koexistenz verschiedener landwirtschaftlicher Anbausysteme mit und ohne Gentechnik. Schriftenreihe der FAL Nr. 55. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich.
- Schick M. und Stark R. 2003. Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen zum Getreideanbau. Von der Bodenbearbeitung bis zum Management. FAT-Berichte Nr. 604. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.

9. Abkürzungen

AKmin	Arbeitskraftminuten
Bt	Bacillus thuringiensis
dt	Dezitonne
EU	Europäische Union
FR	Fusarien-resistent
GPS	Global Positioning System
GVP	gentechnisch-veränderte Pflanze(n)
ha	Hektare
HT	Herbizid-tolerant
konv.	konventionell
öLN	ökologischer Leistungsnachweis

**Wirtschaftlichkeit gentechnisch-veränderter
Ackerkulturen in der Schweiz**

ISBN 978-3-905733-21-1

© 2011 ART



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART