

Ökonomische Analyse von Anpassungsmaßnahmen an Extremwetterereignisse im Weinbau auf einzelbetrieblicher Ebene

Walter Dirksmeyer, Andrea Bender, Kathrin Klockgether¹

Zusammenfassung

Der Klimawandel wirkt sich auf das Risiko der landwirtschaftlichen Produktion aus. Dies betrifft auch die Sonderkulturen. Es wird erwartet, dass insbesondere Extremwetterereignisse häufiger auftreten, die erheblichen Schaden in Sonderkulturen verursachen können. Daher wird in dem Beitrag anhand des Beispiels der Erzeugung von Weintrauben für die Herstellung von Wein untersucht, ob ausgewählte praxisrelevante Anpassungsmaßnahmen an die im Weinbau bedeutendsten Extremwetterereignisse Hagel und Spätfrost wirtschaftlich sind. Für die Analyse der Anpassungsmaßnahmen werden in einem ersten Schritt die Situationen in einem Jahr mit und ohne Schadenfall modelliert und einander gegenübergestellt. Die langfristige Rentabilität der Maßnahmen wird im zweiten Schritt analysiert, indem unter Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeiten der Extremwetterereignisse für verschiedene Szenarien mit und ohne Anpassungsmaßnahme die Gegenwartswerte der Deckungsbeiträge ermittelt und einander gegenübergestellt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Abschluss einer Hagelversicherung in Regionen mit häufigen Hagelereignissen und/oder hohen Hagelschäden eine rentable Maßnahme ist. Wenn die erforderliche Traubenqualität auch in dem Erziehungssystem Minimalschnitt im Spalier (MSS) zu erreichen ist, sollten die Rebanlagen jedoch auf MSS umgestellt werden, da dieses System rentabler ist und zudem noch gegen Spätfrost wirkt. Als weitere Maßnahme gegen Spätfrost wurde die Investition in eine Windmaschine analysiert. Sie ist für die untersuchten Betriebe und Szenarien allerdings nicht rentabel. Die Nutzung von Frostkerzen ist nur in Ausnahmefällen wirtschaftlich sinnvoll und zudem sehr arbeitsintensiv. Weiterführende Forschungsarbeiten zur Ermittlung von Eintrittswahrscheinlichkeiten der untersuchten Extremwetterereignisse sowie zur Quantifizierung der Effekte der Anpassungsmaßnahmen werden empfohlen. Ferner sollte die Eignung des Produktionssystems MSS für verschiedene Traubenqualitäten und Regionen weiter untersucht werden.

Schlüsselwörter: Klimawandel, Hagel, Spätfrost, Risiko

JEL-Codes: D81, O13, Q12, Q16

¹ Thünen-Institut für Betriebswirtschaft, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig
E-Mail: walter.dirksmeyer@thuenen.de

1 Einleitung

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft, den Wein- und den Gartenbau in Deutschland und die Effekte von Anpassungsmaßnahmen wurden schon von verschiedenen Autoren untersucht (z. B. Fink, 2009; Schultz et al., 2010). Demgegenüber sind die Folgen des Klimawandels auf die Häufigkeit regional auftretender agrarrelevanter Extremwetterereignisse und die Effekte von Gegenmaßnahmen in Deutschland noch nicht analysiert worden. Vor diesem Hintergrund wurde auf Initiative des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) in den Jahren 2014-2015 ein Verbundprojekt durchgeführt, um die Wirkungen von Extremwetterereignissen auf die verschiedenen Bereiche der Landwirtschaft – inklusive der Forstwirtschaft und der Sonderkulturen – und die Effekte von Anpassungsmaßnahmen zu erforschen.² Ziel dieses interdisziplinären Verbundprojektes war es, „[...] *das künftige Auftreten von Extremwetterlagen und ihre Auswirkungen auf die deutsche Land- und Forstwirtschaft abzuschätzen (Relevanzabschätzung) und Anpassungsmaßnahmen für die Wirtschaftsbetriebe und für die Politik zu untersuchen und vergleichend zu bewerten.* [...]“ (Gömann et al., 2015, S. 2). Die Analyse erfolgte für verschiedene Leitkulturen des Ackerbaus, des Sonderkulturanbaus und der Forstwirtschaft. Die hier vorgestellte Studie zum Weinbau wurde im Rahmen des Verbundprojektes erarbeitet.

Verschiedene Extremwetterereignisse sind für die Landwirtschaft von Bedeutung: Früh-, Spät-, Wechsel-, Extrem- und Kahlfröste, Nässe, Dauer- und Starkregen, Trockenheit, Hitze und Dürre sowie Hagel. Davon sind im Weinbau insbesondere Spätfrost, Hagel und Trockenheit relevant (Gömann et al., 2015).

2 Problemanalyse und Ziel

Das Auftreten von Extremwetterereignissen ist, je nach Ereignis, unterschiedlich gut zu prognostizieren. Dabei sind Vorhersagen zu grundsätzlichen Änderungen in den Eintrittswahrscheinlichkeiten solcher Extremwetterereignisse, die z. B. über die Änderung des gleitenden Mittels für die Anzahl an Tagen mit Spätfrost im Zeitraum der Blüte gemessen werden können, von konkreten Wetterprognosen für die nächsten Tage zu unterscheiden. Die erstgenannten grundsätzlichen Veränderungen sind hier relevant. Ausgehend von allgemeinen regionalen Klimamodellen können Häufigkeiten für das Unter- oder Überschreiten bestimmter Temperaturen oder Niederschlagsmengen für die Simulation von Spätfrost- und Trockenheitsereignissen gut errechnet werden. Problematisch dabei ist jedoch, dass in Abhängigkeit des verwendeten Modells die Ergebnisse bisweilen substantiell voneinander abweichen können. Daher können auf dieser Grundlage zwar qualitative Aussagen zu Veränderungen der Wahrscheinlichkeit des Eintretens von Extrem-

² Den zusammenfassenden Bericht über das Verbundprojekt liefern Gömann et al. (2015). Dort werden auch etliche weiterführende Quellen genannt.

wetterereignissen fundiert getroffen werden, für quantitative Analysen sind solche Ergebnisse hingegen nur schwer zu nutzen (Gömann et al., 2015).

Tendenziell zeigt sich, dass es während der Vegetationsperiode in Deutschland zukünftig trockener sein wird, sodass die Gefahr von Trockenschäden in Zukunft steigen wird. Im Gegensatz dazu sinkt die Wahrscheinlichkeit von Frösten während der bisher zu beobachtenden Blühzeiträume. Erschwerend kommt für die Prognose von Spätfrost jedoch hinzu, dass sich der Blühbeginn durch den erwarteten Anstieg der mittleren Jahrestemperatur tendenziell nach vorne verlegt, was die Gefährdung durch Spätfrost für Weinreben erhöht. Der Gesamteffekt aus der Verringerung der Spätfrostwahrscheinlichkeit während des gewohnten Blühzeitraums und der schon zu beobachtenden Verfrühung des Blühzeitraums ist noch unbekannt (Gömann et al., 2015).

Hagel tritt regional sehr begrenzt auf und entzieht sich daher gängigen systematischen meteorologischen Messverfahren, die über lange Zeiträume i. d. R. nur stationär durchgeführt werden. Dadurch fehlt eine Vergleichsgrundlage zur Abschätzung möglicher Veränderungen bei den Eintrittswahrscheinlichkeiten von Hagelereignissen. Ferner werden solche Ereignisse bei regionalen Klimamodellen i. d. R. nicht simuliert. Folglich ist eine modellbasierte Prognose der Änderung von Eintrittswahrscheinlichkeiten für Hagelereignisse derzeit nicht möglich. Ausgehend von gemeldeten Versicherungsschäden durch Hagel nehmen Hagelschäden tendenziell von Nord nach Süd und von Ost nach West zu, sodass davon ausgegangen werden kann, dass die Weinbauregionen in Deutschland unterschiedlich stark von Hagel bedroht sind. Da jedoch die Anzahl der gemeldeten Versicherungsschäden neben der Häufigkeit von Hagelereignissen auch von der Anzahl der Versicherten abhängig ist, können Daten von Hagelversicherungen ebenfalls nicht zur Quantifizierung von Änderungen bei Hagelhäufigkeiten herangezogen werden (Gömann et al., 2015).

Die genannten Extremwetterereignisse können in Rebanlagen erhebliche Schäden verursachen: Schlag auf Triebe, Gescheinen³ und Trauben durch Hagel. In Minimalschnitlanlagen sind Gescheine und Beeren aufgrund der im Vergleich zu Normalanlagen stärkeren Belaubung und höheren Anzahl von Trieben besser vor Hagelschäden geschützt. Sekundärschäden durch Pilzbefall oder Schwächeparasiten sind nach Hagel wahrscheinlich. Solche Sekundärfolgen können sich bis ins Jahr nach dem Hagelschaden auswirken. Spätfröste können Blatt- und Blütenknospen schädigen. Ein Spätfrost in der Weinblüte kann erhebliche Ertragsdepressionen bis hin zu einem Totalausfall der Ernte zur Folge haben. Weinreben gelten als vergleichsweise tolerant gegenüber Trockenheit. Dennoch sind Mindererträge durch Wuchsverzögerungen und Einbußen beim Mostgewicht nach längeren Trockenperioden möglich. Besonders sensibel reagieren Junganlagen auf Trockenheit. Trockenschäden können während der gesamten Vegetationsperiode auftreten (Gömann et al., 2015).

³ Geschein: Blütenstand der Weinrebe.

Auf einzelbetrieblicher Ebene haben sich verschiedene Maßnahmen gegen die diskutierten Extremwetterereignisse etabliert oder haben sich im Versuchswesen als sinnvoll und unter betrieblichen Bedingungen als einsatzfähig gezeigt. So kann gegen Spätfrost bei ausreichender Wasserverfügbarkeit eine Frostschutzberegnung installiert werden. Da diese Voraussetzung im Weinbau i. d. R. nicht erfüllt ist, werden Technologien zur Luftdurchmischung oder zur Lufterwärmung präferiert eingesetzt. Zu ersteren gehören die Installation von Windrädern⁴, die zusammenhängende Rebflächen in nicht zu steilen Lagen erfordern und durch erhebliche Investitionen und laufende Kosten charakterisiert sind, oder auch der Überflug von Rebflächen durch Hubschrauber in den besonders frostgefährdeten frühen Morgenstunden. Nachteile des Hubschraubereinsatzes sind, dass ihr Einsatz von Dritten, d. h. Charterfirmen und deren Piloten, abhängt, und dass die damit zusammenhängende erhebliche Lärmbelästigung zu Beschwerden durch Anwohner führen kann. Der Wirkungsgrad beider Alternativen ist gut. Zur Erwärmung der Luft können Frostkerzen eingesetzt werden. Diese Möglichkeit ist aufgrund des damit verbundenen hohen Arbeitsbedarfs auf kleinere Flächen begrenzt. Gegen Trockenheit bieten sich Tropf- oder Sprühbewässerung an, was einen Zugang zu Grund- oder Oberflächenwasser voraussetzt. Dies ist in den Weinbaugebieten jedoch häufig nicht der Fall. In Extremfällen kann in besonders gefährdeten oder wertvollen Rebanlagen Wasser mittels Tankwagen herbeigeschafft werden (Gömann et al., 2015).

Ausgehend von der geschilderten Problemlage ist es das Ziel dieser Studie, verschiedene alternativ einsetzbare Anpassungsmaßnahmen im Weinbau gegen die Extremwetterereignisse Hagel und Spätfrost aus betriebswirtschaftlicher Perspektive zu analysieren und die Vor- und Nachteile der Varianten herauszuarbeiten. Dafür ist zunächst eine Quantifizierung der Eintrittswahrscheinlichkeiten von Extremwetterereignissen und der durch sie verursachten Schäden erforderlich. Da der Zugang zu Beregnungswasser im Weinbau häufig nicht gegeben ist, wird auf eine Analyse von Anpassungsmaßnahmen an Trockenheit verzichtet, auch wenn Trockenheit bisweilen erhebliche Schäden im Weinbau verursachen kann.

Nachfolgend werden zunächst die Datengrundlage und die Vorgehensweise der Analysen beschrieben. Anschließend erfolgt eine Präsentation der Ergebnisse für die beiden Weinanbaugebiete Rheinhessen, wo in vergleichsweise großen Betrieben hauptsächlich Fassweine erzeugt werden, und Franken, wo überwiegend in eher kleineren Weingütern Flaschenweine für den Direktabsatz produziert werden. Abschließend werden die Schlussfolgerungen aus der Analyse vor dem Hintergrund der Modellbeschränkungen diskutiert und weiterer Forschungsbedarf identifiziert.

⁴ Eine Beschreibung der Funktionsweise und der Wirkung einer Windmaschine im Obstbau geben Baumann et al. (2015).

3 Daten, Methodik und Vorgehensweise

Für eine Analyse und den Vergleich verschiedener Produktionssysteme sind detaillierte Daten erforderlich. Sie können beispielsweise als Mittelwerte aus Buchführungsdaten oder über Befragungen auf einzelbetrieblicher Ebene gewonnen werden. Beide Vorgehensweisen haben erhebliche Nachteile. Buchführungsdaten sind bei geeigneter Stichprobe zwar statistisch repräsentativ, doch fehlen die für Analysen häufig erforderlichen Mengendaten. Zudem können sie aufgrund der Mittelwertbildung über viele Betriebe keine funktionellen Zusammenhänge bei betrieblichen Abläufen abbilden. Diese Nachteile können über die Durchführung von Befragungen in Weinbaubetrieben überwunden werden, was jedoch sehr arbeitsaufwändig und dadurch kostenintensiv ist. Als pragmatische Alternative bietet sich die Modellierung typischer Betriebe an, wodurch die genannten Nachteile überwunden werden (Isermeyer, 2012).

Typische Betriebe sind fiktive Betriebsmodelle, deren Betriebsdaten reale Betriebe einer definierten Weinbauregion widerspiegeln. Sie bilden einen funktionierenden Betrieb samt den regional üblichen Produktionssystemen detailliert ab. Dabei werden sowohl Preise als auch Mengen berücksichtigt, was beispielsweise eine Analyse von Kosten, Leistungen und Produktivität ermöglicht. Die Datengrundlage für die Erstellung von typischen Betrieben beruht auf regionalen Statistiken, veröffentlichten Buchführungsdaten sowie den Erfahrungswerten, Aussagen und Betriebsdaten von Experten wie Beratern, Wissenschaftlern und Winzern (Strohm et al. 2014, Hemme 2000). Die schrittweise Vorgehensweise zur Etablierung von typischen Betrieben wird bei Deblitz und Zimmer (2005) beschrieben.

Für einen ökonomischen Vergleich von Anpassungsmaßnahmen gegen Extremwetterereignisse bietet sich ein zweistufiges Verfahren an. Zunächst wird ein Vorher-nachher-Vergleich durchgeführt, bei dem die Situation in einem Jahr mit normalen Wetterbedingungen mit der Situation bei Eintritt eines Extremwetterereignisses verglichen wird. Dadurch können die Effekte identifiziert werden, die dieses Extremwetterereignis nach sich zieht. Darauf aufbauend wird die Situation mit Extremwetterereignis und Anpassungsmaßnahme modelliert, sodass ein mit-ohne-Vergleich möglich wird, um die Effekte einer Gegenmaßnahme zu ermitteln.

Ein solcher einfacher mit-ohne-Vergleich ist noch wenig aussagekräftig, da dabei die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Extremwetterereignisse nicht berücksichtigt werden. Daher wird eine dynamische Analyse über einen sinnvollen Zeitraum, z. B. die erwartete Nutzungsdauer von Rebanlagen, unter Berücksichtigung dieser Wahrscheinlichkeiten durchgeführt und der Gegenwartswert des Deckungsbeitrages für die verschiedenen Varianten ermittelt. Dies liefert eine rationale Grundlage für Aussagen zur Rentabilität der zu untersuchenden Anpassungsmaßnahmen an Extremwetterereignisse.

Die Effekte von Extremwetterereignissen und Anpassungsmaßnahmen können über verschiedene Kennzahlen bestimmt werden (z. B. Steinhauser et al., 1992). Hier werden der Erlös, die Direkt-, Arbeits- und Betriebskosten sowie der Deckungsbeitrag herangezogen. Bei den Arbeits- und den

Betriebskosten werden die Opportunitätskosten der Familienarbeitskräfte berücksichtigt. Alle Größen werden je Hektar ausgewiesen, um über verschiedene typische Betriebe, Extremwetterereignisse und Anpassungsmaßnahmen vergleichen zu können.

Als Grundlage für den betriebswirtschaftlichen Vergleich von Anpassungsmaßnahmen gegen Extremwetterereignisse muss als erstes ein Ausgangsszenario definiert werden. Hierfür wird zunächst auf verfügbare regionale Statistiken zurückgegriffen. In einem zweiten Schritt wird gemeinsam mit einem regionalen Berater und unter Berücksichtigung dieser Statistiken ein erster Entwurf für den typischen Betrieb, inklusive Produktionssystem, erarbeitet. Dieser Entwurf wird in Fokusgruppendifkussionen mit Weinbauberatern, Wissenschaftlern und Winzern bei Bedarf angepasst und validiert. Die sich daraus ergebene Ausgangssituation bildet die Basis für die weiteren Modellierungen. Die Auswirkungen der Extremwetterereignisse Spätfrost und Hagel im Weinbau und unterschiedliche praxistaugliche Anpassungsmaßnahmen daran werden ebenfalls in den Fokusgruppen abgestimmt. In Ermangelung regionaler Extremwetterdaten müssen die Schäden durch Extremwetterereignisse und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten ebenfalls mit den Experten auf Grundlage regionaler Erfahrungen definiert werden. Schließlich können die Auswirkungen der Extremwetterlagen Spätfrost und Hagel auf die Produktionssysteme im Weinbau anhand der typischen Betriebe modelliert und analysiert werden.

4 Ergebnisse

4.1 Beschreibung der typischen Weingüter

Die Analyse der Anpassungsoptionen an Extremwetterereignisse wird stellvertretend für zwei verschiedene Weinbauregionen durchgeführt. In Rheinhessen, dem größten deutschen Weinanbaugebiet, wird in vergleichsweise großen Betrieben überwiegend Fasswein erzeugt, der indirekt vermarktet wird. Die Winzer sind in diesem Fall reine Traubenerzeuger, weil der Wein überbetrieblich, z. B. in Winzergenossenschaften, ausgebaut wird. Demgegenüber sind die Betriebe in Franken meistens deutlich kleiner, bauen den Wein vielfach in eigenen Kellern aus und setzen auf Direktabsatz von Flaschenweinen. Die für beide Regionen modellierten typischen Betriebe können stellvertretend für die Erzeugung von Fass- bzw. Flaschenweinen in Deutschland angesehen werden.

Für eine praxisnahe Analyse der Anpassungsoptionen an Extremwetterereignisse müssen die typischen Weinbaubetriebe realitätsnah modelliert werden. Alle Annahmen für die typischen Betriebe wurden durch die Expertenworkshops⁵ getroffen oder, wenn sie auf Sekundärquellen zurückgehen, diskutiert und bei Bedarf angepasst. Nachfolgend werden daher die beiden typischen

⁵ An dem Expertenworkshop für Rheinhessen haben neun Experten aus den Bereichen Betriebsleitung, Beratung, Wissenschaft und Versicherungswirtschaft teilgenommen. An dem für Franken waren sieben Experten aus den Bereichen Betriebsleitung, Beratung und Wissenschaft eingebunden.

Betriebe für Rheinhessen und Franken beschrieben, um die Bedingungen der Ausgangssituation nachvollziehen zu können. Es wird die Situation aus dem Jahr 2013 als Vergleichsbasis modelliert. Die Analyse beschränkt sich auf die Traubenerzeugung bis einschließlich der Weinlese. Weiterführende Informationen zu den typischen Betrieben sind bei Bender (2015) zu finden.

Rheinhessen

Bei dem typischen Betrieb in Rheinhessen handelt es sich um einen Fassweinerzeuger mit einer Größe von 30 ha, da ca. 70 % der Betriebe in der Region Trauben zur Fassweinproduktion anbauen. Der typische Betrieb in Rheinhessen ist ein Familienbetrieb mit dem Betriebsleiter und dessen Partnerin als mitwirkende Familienarbeitskräfte und mit drei Aushilfen als Fremdarbeitskräfte. Bender (2015) liefert die Grundannahmen des typischen Betriebs in Rheinhessen, z. B. Betriebsform, Arbeitsorganisation und Maschinenausstattung. Außerdem wird dort das Produktionssystem in Rheinhessen am Beispiel der Rebsorte Müller-Thurgau skizziert.

Die drei meistangebauten Rebsorten in Rheinhessen sind Müller-Thurgau, Riesling und Dornfelder. Der typische Betrieb in Rheinhessen kultiviert insgesamt sechs wichtige Rebsorten. Weitere Sorten, die in geringerem Umfang angebaut werden, sind unter anderen Weißwein- bzw. Rotweinrebsorten zusammengefasst (Tabelle 1). Für die Weinlese, die ausschließlich mit Traubenvollerntern erfolgt, greift der typische Betrieb auf Lohnunternehmer zurück. Der Traubenertrag summierte sich in dem 30-ha-Betrieb für das betrachtete Erntejahr 2013 auf insgesamt 350 t. Im Mittel der Ertragsanlagen liegt die Erntemenge damit bei fast 12,7 t/ha.

Tabelle 1: Erträge, Preise und Flächenumfang der Rebsorten in Rheinhessen, 2013

Rebsorte	Einheit	Weißweinrebsorten				Rotweinrebsorten			
		Müller-Thurgau	Riesling	Silvaner	Andere Rebsorten	Dornfelder	Pinot Noir	Portugieser	Andere Rebsorten
Erträge	t/ha	14	12	13	11	18	10	13	12
Preise	€/t	780	940	780	780	780	620	550	620
Flächenumfang*	ha	4,8	4	2,8	9,2	3,3	1,2	1,8	2,7

* Fläche inkl. Neu- und Junganlagen.

Quelle: Eigene Darstellung.

Für Rheinhessen werden zwei unterschiedliche Produktionssysteme modelliert, zum einen die Normalerziehung (NE) und zum anderen ein kombiniertes Produktionssystem aus Minimalschnitt im Spalier⁶ (MSS) auf 30 % der Ertragslagen und Normalerziehung auf den verbleibenden 70 % der Ertragslagen (= NE+MSS). Es wird davon ausgegangen, dass dieses Mischsystem bereits vollständig etabliert ist. Da sich die Rebsorten Müller-Thurgau und Riesling gut für das MSS eignen,

⁶ Eine Beschreibung von MSS liefern beispielsweise Schwab (2007) oder Becker (2010a, b).

wird für das Modell angenommen, dass diese beiden Rebsorten, die auf einer Fläche von insgesamt 8,3 ha, d. h. auf rund 30 % der Ertragsanlagen, angebaut werden, im MSS kultiviert werden. Da MSS bereits vollständig etabliert ist, wird von denselben Erträgen wie bei der Normalerziehung ausgegangen. Lediglich der Arbeitsbedarf und die Pflanzenschutzmittelkosten müssen angepasst werden. Während im Status quo mit Normalerziehung inklusive der Managementaufgaben des Betriebsleiters etwa 168 AKh/ha anfallen, so sinkt der Arbeitsbedarf bei MSS auf insgesamt 60 AKh/ha. Ferner ist der Bedarf an Insektiziden in MSS im Vergleich zur Normalerziehung leicht gesenkt.

Der Stundenlohn für Saisonarbeitskräfte wird für den rheinhessischen Betrieb mit 8,80 €/h kalkuliert. Als Opportunitätskosten für Familienarbeitskräfte werden 21,00 €/h für den Betriebsleiter und 15,50 €/h für seine Partnerin angesetzt.

Franken

Franken ist als Weinbaugebiet mit einer hohen Anzahl von kleinen und sehr kleinen Betrieben gekennzeichnet. Mehr als die Hälfte der fränkischen Betriebe bewirtschaftet Rebflächen von 0,5 ha und weniger. Zukunfts- und entwicklungsfähige Betriebe, von denen die Betriebsleiterfamilie vernünftig leben kann, sind jedoch erheblich größer. Aus diesem Grund wächst die Anzahl der größeren Betriebe in Franken (LWG Bayern, 2014). Direktvermarktung ist sehr weit verbreitet. Daher wird der typische Betrieb für Franken mit einer Fläche von 10 ha modelliert. In dem Betrieb wird Flaschenwein für die Direktvermarktung erzeugt. Auch der fränkische Betrieb ist ein Familienbetrieb, in dem neben dem Betriebsleiter auch sein Partner und eine Saisonarbeitskraft mitwirken.

Alle Ertragsanlagen des typischen Betriebs in Franken werden in Normalerziehung der Reben bewirtschaftet. Durch den Fokus auf Flaschenweine wird besonderer Wert auf die Qualität der Trauben gelegt, wodurch, im Vergleich zum Betrieb in Rheinhessen, ein erheblich höherer Arbeitsbedarf von 460 h/ha resultiert. Dies liegt u. a. auch an der Handlese, die in Franken auf 30 % der Ertragslagen erfolgt. Der Rest wird, ebenso wie in Rheinhessen, maschinell gelesen. Der Traubenertrag für das betrachtete Erntejahr 2013 beträgt insgesamt 88 t, was knapp 9,6 t/ha Ertragsanlage entspricht. Das zeigt, dass der durchschnittliche Ertrag in Franken unter dem des rheinhessischen liegt, was mit einer stärkeren Ausdünnung aufgrund des Fokus auf Flaschenweine zu begründen ist. Die drei meistangebauten Rebsorten in der Region sind Müller-Thurgau, Silvaner und Bacchus, die auch in dem typischen Betrieb für Franken die wichtigsten Rebsorten sind (Tabelle 2). Weitere Daten zum typischen Betrieb in Franken samt einem beispielhaften Produktionssystem für Müller-Thurgau werden in Bender (2015) beschrieben.

In Franken wird der Stundenlohn für Saisonarbeitskräfte mit 8,80 €/h angesetzt. Die Opportunitätskosten für Familienarbeitskräfte betragen für den Betriebsleiter und für seinen Partner 12,50 €/h bzw. 9,80 €/h.

Tabelle 2: Erträge, Preise und Flächenumfang der Rebsorten in Franken, 2013

Rebsorte	Einheit	Weißweinrebsorten					Rotweinrebsorten		
		Müller-Thurgau	Riesling	Silvaner	Bacchus	Kerner, Burgunder	Pinot Noir	Domina (rot)	Dornfelder, Regent
Erträge	t/ha	11	6	10	11	10	6	9	11
Preise	€/t	1.268	1.323	1.437	1.407	1.290	1.512	1.306	630
Flächenumfang*	ha	3,0	1,0	2,4	1,3	0,5	0,6	0,7	0,5

* Fläche inkl. Neu- und Junganlagen.

Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf LWG Bayern (2014) und den aus der Auszahlungsliste EG Castell (2014) sowie der Preistafel der Fränkischen Weinkellereien (2014) für 2013 gemittelten Preisen.

4.2 Analyse der Ausgangssituation ohne Extremwetter

Rheinhessen

In Tabelle 3 werden für den rheinhessischen Betrieb verschiedene Betriebskennzahlen unter Normalerziehung sowie in dem kombinierten Produktionssystem aus 30 % MSS und 70 % Normalerziehung (= NE+MSS) auf der Ertragsreblfläche gegenübergestellt. Die Tabelle zeigt Mittelwerte der errechneten Variablen über alle Rebsorten und –anlagen und Produktionssysteme. Letzteres ist nur für das kombinierten Produktionssystem NE+MSS relevant. Unter der Annahme gleicher Erntemengen bei beiden Produktionssystemen erwirtschaftet der typische Betrieb einen Markterlös von knapp 9.000 €/ha in beiden Systemen. Der geringere Arbeitsbedarf und die leicht niedrigeren Direktkosten für NE+MSS im Vergleich zur Normalerziehung führen bei gleichem Ertragsniveau und Erlösen zu einem höheren Deckungsbeitrag und einem größeren Gewinn.

Tabelle 3: Ausgewählte Betriebskennzahlen unterschiedlicher Produktionssysteme im Status quo in Rheinhessen, 2013

Erziehungssystem	Erlös in €/ha	Direktkosten in €/ha	Arbeitsbedarf Akh/ha	Arbeitskosten in €/ha	Betriebskosten in €/ha	Deckungsbeitrag in €/ha
100 % Normalerziehung	8.942	2.385	168	2.658	4.413	6.558
30 % MSS, 70 % Normalerziehung (= NE+MSS)	8.942	2.347	134	2.123	3.878	6.596
<i>Unterschied in %</i>	<i>0,00</i>	<i>-1,60</i>	<i>-20,20</i>	<i>-20,10</i>	<i>-12,10</i>	<i>0,60</i>

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Vollkosten des Betriebes in Rheinhessen sind im kombinierten Produktionssystem NE+MSS um ca. 2.000 €/ha niedriger als im Normalsystem (ca. -20 %). In beiden Systemen sind die Cash-Kosten durch die Erlöse gedeckt, in NE+MSS auch die kalkulatorischen Kosten. Unter den getroffenen Annahmen ist das kombinierte Produktionssystem NE+MSS in Rheinhessen rentabler.

Franken

Unter den getroffenen Annahmen erwirtschaftet der fränkische Betrieb in dem Jahr 2013 im Durchschnitt aller Rebsorten und –anlagen einen Erlös in Höhe von gut 11.500 €/ha. Weitere Betriebskennzahlen des typischen Betriebs im Status quo zeigt Tabelle 4. Gut die Hälfte der Vollkosten entfällt auf kalkulatorische Kosten, also die Opportunitätskosten für Arbeit, Land und Kapital, wovon wiederum der größte Anteil auf den Einsatz von Familienarbeitskräften zurückzuführen ist. Der Betrieb wirtschaftet rentabel. Beim Vergleich der Produktionskosten in beiden Regionen ist zu beachten, dass die Opportunitätskosten der Familienarbeit in Franken deutlich niedriger angesetzt sind als in Rheinhessen.

Tabelle 4: Ausgewählte Kennzahlen des typischen Betriebs in Franken, Status quo 2013

Zustand	Erlös in €/ha	Direkt- kosten €/ha	Arbeits- bedarf Akh/ha	Arbeits- kosten €/ha	Betriebs- kosten €/ha	Deckungs- beitrag €/ha
Status quo	11.568	1.604	460	5.045	8.393	9.964

Quelle: Eigene Berechnungen.

Wie sich die Extremwetterereignisse Hagel und Spätfrost auf diese Kennzahlen der beiden Betriebe auswirken, wird in den folgenden Kapiteln erläutert.

4.3 Anpassungsmaßnahmen an Hagel und Spätfrost

Spätfrost und Hagel zählen zu den wichtigsten Extremwetterereignissen im Weinbau. Da keine quantitativen Daten zu Häufigkeiten und Schadensausmaß dieser Wetterereignisse vorliegen (vgl. Gömann et al. 2015), musste hierfür auf Experteneinschätzungen zurückgegriffen werden. Tabelle 5 zeigt die Annahmen zu Schadensfrequenz und -höhe für Hagel und Spätfrost in Rheinhessen und Franken. Es werden jeweils zwei Szenarien analysiert, wovon Szenario 1 die höheren Schäden durch Extremwetterereignisse aufweist. Darüber hinaus sind in Tabelle 5 die praxistauglichen Anpassungsmaßnahmen genannt, die nachfolgend weiter untersucht werden sollen.

Tabelle 5: Betroffene Annahmen bzgl. Extremwetter-Szenarien und praxistauglicher Anpassungsoptionen im Weinbau

Extremwetterlage	Szenario 1	Szenario 2	Spezifika und Anpassungsmaßnahmen für Rheinhessen	Spezifika und Anpassungsmaßnahmen für Franken
Hagel	Totalschaden auf 50 % der Fläche alle 15 Jahre	Totalschaden auf 10 % der Fläche alle 3 Jahre	<i>Maßnahmen:</i> Hagelversicherung und NE+MSS	<i>Maßnahmen:</i> Hagelversicherung; NE+MSS nicht praxistauglich für Flaschenweinproduzenten in Franken
Spätfrost	Totalschaden auf betroffener Fläche alle 6 Jahre	30 % Ertragseinbußen auf betroffener Fläche alle 6 Jahre	Betroffene Fläche in Rheinhessen 15 % des Betriebes, 2 Nächte in einem Spätfrostjahr; Annahme, dass Ertragsanlage Müller-Thurgau betroffen ist; <i>Maßnahmen:</i> Windmaschine und NE+MSS; Frostkerzen wegen zu großer Flächen nicht praktikabel für Fassweinproduzent	Betroffene Fläche in Franken 40 % des Betriebes, 5 Nächte in einem Spätfrostjahr <i>Maßnahmen:</i> Windmaschinen, Frostkerzen

Quelle: Eigene Darstellung, Annahmen basierend auf Experteneinschätzungen der Fokusgruppendifkussionen und Zwischenergebnissen des DWD.

Die nach einem Extremwetterereignis erforderlichen Arbeitsschritte zur Begrenzung des Schadens und die Zusatzkosten wurden mit den Experten diskutiert und in das Produktionssystem integriert. Schließlich wurden mögliche Anpassungsoptionen diskutiert. Von den aufgezeigten Anpassungsoptionen an Spätfrost und Hagel werden in der Analyse nur jene betrachtet, die von den Experten als praxistauglich eingeschätzt werden.

Die Analyseschritte der typischen Betriebe in Rheinhessen und Franken sind identisch. Daher werden im Folgenden zunächst die Ergebnisse der Analyse der Anpassungsoptionen für den typischen Betrieb in Rheinhessen differenziert geschildert. Die Ergebnisse für Franken werden danach knapper präsentiert.

4.4 Wirtschaftlichkeit der Anpassungsmaßnahmen in Rheinhessen

Für Rheinhessen werden zwei verschiedene Produktionssysteme analysiert, Normalerziehung (NE) und eine Kombination aus NE und Minimalschnitt im Spalier (NE+MSS). MSS kann bereits als Anpassungsoption an Hagel und an Spätfrost interpretiert werden, da die Auswirkungen beider Wetterereignisse in MSS geringer sind als in der Normalerziehung. Weitere Anpassungsmaßnahmen gegen diese Ereignisse sind möglich. Die alternative Anpassungsmaßnahme an Hagel ist der Abschluss einer Hagelversicherung auf allen Ertragsanlagen. Zur Vermeidung von Spätfrostschäden wird neben MSS außerdem die Investition in eine Windmaschine analysiert. Die Analyse er-

folgt jeweils für beide in Tabelle 5 definierten Szenarien. Die Ergebnisse werden als Mittelwert über alle Rebsorten und –anlagen in den beiden Betrieben berechnet.

Statische Analyse Hagel

Zwei verschiedene Anpassungsmaßnahmen an Hagel werden für den typischen Betrieb in Rheinhessen untersucht. Beide werden realitätsnah in das Betriebsmodell integriert. Bei der Hagelversicherung werden alle Ertragsanlagen durch den Fassweinproduzenten versichert. Zur Festlegung der Schadenssumme und zur Ermittlung der jährlichen Versicherungsprämie wird ein Hektarwert definiert, der sich nach den erwarteten Erträgen und den sortenspezifischen Erlösen des Fassweinproduzenten richtet. Die Versicherungsprämie wird errechnet, indem 3 % des Hektarwertes⁷ auf die nächsten vollen 100 € aufgerundet werden. Im Vergleich zum Status quo erhöhen sich durch den Abschluss der Hagelversicherung die Direktkosten des rheinhessischen Betriebs um 14 %. In einem Jahr ohne Hagelschäden reduziert sich dadurch der Deckungsbeitrag von 6.558 €/ha auf 6.222 €/ha (Tabelle 6), was einem Rückgang um ca. 5 % entspricht. Auch wenn die Hagelversicherung die Schäden an Reben und Trauben nicht verhindern kann, wird durch die zum Erntezeitpunkt ausgezahlte Versicherungsleistung die Liquidität des Betriebes gewahrt. Beim ersten Hagel-Szenario erhält der Betrieb von der Hagelversicherung eine Auszahlung in Höhe von 145.858 €. In dem zweiten Hagel-Szenario beträgt die Auszahlung 18.260 €.

Im Schadensfall nach Hagel-Szenario 1 reduziert sich der Deckungsbeitrag um 76 %, wenn keine Anpassungsmaßnahmen durchgeführt wurden. Wurde vorher eine Hagelversicherung abgeschlossen, ändert sich der Deckungsbeitrag im Vergleich zur Situation ohne Schadensfall – aber mit Hagelversicherung – nicht. Durch den Abschluss der Hagelversicherung wird ein um gut 280 % höherer Deckungsbeitrag in Höhe von 6.119 €/ha erzielt als im Vergleich zur Situation ohne Anpassungsmaßnahme (Tabelle 6).

Bei Hagel-Szenario 2 verringert sich der Deckungsbeitrag durch das Hagelereignis vergleichsweise wenig (-10 %). Durch die Hagelversicherung wird mit knapp 5 % nur ein verhaltener Anstieg des Deckungsbeitrags in diesem Hagel-Szenario erzielt. Hier beträgt der Deckungsbeitrag im Schadensfall ohne Hagelversicherung 5.931 €/ha und mit Hagelversicherung 6.203 €/ha.

⁷ Der Prozentsatz entspricht der im Durchschnitt aller versicherten Winzer in Rheinland-Pfalz zu zahlenden Prämie. Werte für Rheinhessen und Franken liegen nicht vor.

Tabelle 6: Vergleich der Hagel-Szenarien in Rheinhessen mit und ohne Hagelversicherung

Szenario	Erlös €/ha	Direkt- kosten €/ha	Arbeits- bedarf Akh/ha	Arbeits- kosten €/ha	Betriebs- kosten €/ha	Deckungs- beitrag €/ha
Status quo	8.942	2.385	168	2.658	4.413	6.558
Status quo mit Versicherung	8.942	2.721	168	2.658	4.413	6.222
<i>Änderung in %</i>	<i>0,0</i>	<i>14,1</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>-5,1</i>
Hagel-Szenario 1	4.081	2.487	172	2.758	4.188	1.594
Hagel-Szenario 1 mit Versicherung	8.942	2.823	172	2.758	4.188	6.119
<i>Änderung in %</i>	<i>119,2</i>	<i>13,5</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>284,0</i>
Hagel-Szenario 2	8.334	2.403	169	2.673	4.370	5.931
Hagel-Szenario 2 mit Versicherung	8.942	2.739	169	2.673	4.370	6.203
<i>Änderung in %</i>	<i>7,3</i>	<i>14,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>4,6</i>

Quelle: Eigene Berechnungen.

Beim Minimalschnitt im Spalier wird von einem Wirkungsgrad von 50 % bei Hagelereignissen im Vergleich zur normalen Spalierdrahtrahmenerziehung ausgegangen. Da in dem kombinierten Produktionssystem NE+MSS nur ein Flächenanteil von etwa 30 % mit MSS bewirtschaftet wird, wird dieser Effekt nur auf dieser Teilfläche erzielt. Im kombinierten Produktionssystem NE+MSS führt dies dazu, dass der Deckungsbeitrag im Schadensfall in Hagel-Szenario 1 etwa doppelt so hoch ist (3.192 €/ha) wie ohne NE+MSS (1.594 €/ha). In Szenario 2 wird hingegen nur ein um 8 % höherer Deckungsbeitrag erzielt (6.397 €/ha) (Tabelle 7).

Tabelle 7: Vergleich der Hagel-Szenarien in Rheinhessen mit und ohne kombiniertem Produktionssystem NE+MSS

Szenario	Erlös €/ha	Direkt- kosten €/ha	Arbeits- bedarf Akh/ha	Arbeits- kosten €/ha	Betriebs- kosten €/ha	Deckungs- beitrag €/ha
Status quo	8.942	2.385	168	2.658	4.413	6.558
NE+MSS	8.942	2.347	134	2.123	3.878	6.596
<i>Änderung in %</i>	<i>0,0</i>	<i>-1,6</i>	<i>-20,2</i>	<i>-20,1</i>	<i>-12,1</i>	<i>0,6</i>
Hagel-Szenario 1	4.081	2.487	172	2.758	4.370	1.594
Hagel-Szenario 1 mit NE+MSS	5.613	2.421	136	2.161	3.771	3.192
<i>Änderung in %</i>	<i>37,6</i>	<i>-2,7</i>	<i>-20,5</i>	<i>-20,6</i>	<i>-10,0</i>	<i>100,3</i>
Hagel-Szenario 2	8.334	2.403	169	2.693	4.370	5.931
Hagel-Szenario 2 mit NE+MSS	8.743	2.347	134	2.123	3.878	6.397
<i>Änderung in %</i>	<i>4,9</i>	<i>-2,3</i>	<i>-20,5</i>	<i>-20,6</i>	<i>-11,3</i>	<i>7,9</i>

Quelle: Eigene Berechnungen.

Statische Analyse Spätfrost

Durch Spätfrost verringert sich der Deckungsbeitrag in dem kombinierten System NE+MSS von ursprünglich 6.596 €/ha um rund 24 % in Szenario 1 auf 5.841 €/ha und um gut 6 % in Szenario 2 auf 6.427 €/ha. Die Reberziehungsmethode MSS reduziert auch die Wirkungen von Spätfrost an Weinreben. Bei Spätfrost kann, wie schon zuvor bei Hagel, von einem Wirkungsgrad von 50 % bei MSS ausgegangen werden. Durch das kombinierte Produktionssystem NE+MSS fällt die Verringerung des Deckungsbeitrages im Schadensfall spürbar geringer aus. In Spätfrost-Szenario 1 kann in dem kombinierten System NE+MSS noch ein Deckungsbeitrag von 5.841 €/ha erzielt werden, was knapp 18 % über dem Szenario ohne Anpassungsmaßnahme liegt. In dem zweiten Spätfrost-Szenario wird im kombinierten System NE+MSS ein Deckungsbeitrag von 6.427 €/ha (5 %) erreicht (Tabelle 8).

Tabelle 8: Vergleich der Spätfrost-Szenarien in Rheinhessen bei NE+MSS

Szenario	Erlös €/ha	Direkt- kosten €/ha	Arbeits- bedarf Akh/ha	Arbeits- kosten €/ha	Betriebs- kosten €/ha	Deckungs- beitrag €/ha
Status quo	8.942	2.385	168	2.658	4.413	6.558
NE+MSS	8.942	2.347	134	2.123	3.878	6.596
<i>Änderung in %</i>	<i>0,0</i>	<i>-1,6</i>	<i>-20,2</i>	<i>-20,1</i>	<i>-12,1</i>	<i>0,6</i>
Spätfrost 1	7.268	2.296	168	2.651	4.307	4.972
Spätfrost 1 mit NE+MSS	8.105	2.264	134	2.115	3.870	5.841
<i>Änderung in %</i>	<i>11,5</i>	<i>-1,4</i>	<i>-20,3</i>	<i>-20,2</i>	<i>-10,2</i>	<i>17,5</i>
Spätfrost 2	8.334	2.296	168	2.658	4.413	6.144
Spätfrost 2 mit NE+MSS	8.691	2.264	134	2.115	3.870	6.427
<i>Änderung in %</i>	<i>4,3</i>	<i>-1,4</i>	<i>-20,5</i>	<i>-20,4</i>	<i>-12,3</i>	<i>4,6</i>

Quelle: Eigene Berechnungen.

Eine weitere Möglichkeit zur Minderung der Spätfrost-Gefahr ist der Einsatz von Windmaschinen. Für den typischen Betrieb in Rheinhessen wird angenommen, dass im Jahr 2013 eine Windmaschine zum Preis von 35.000 € gekauft wird. Diese Investitionssumme wird für die Analyse periodisiert und bei der Berechnung des Deckungsbeitrages berücksichtigt, damit die verschiedenen Anpassungsmaßnahmen gegen Spätfrost anhand des Deckungsbeitrages aussagekräftig miteinander verglichen werden können⁸. Durch die von den Windmaschinen erzeugte Luftverwirbelung kann bei Spätfrost eine Fläche von bis zu 7 ha geschützt werden. Der Betrieb in Rheinhessen hat jedoch nur 4,5 ha Rebfläche in frostgefährdeter Lage, sodass aus der Perspektive des Betriebes die Kosten für die Windmaschine nur auf diese 4,5 ha bezogen werden können. Es wird ein

⁸ Gemäß der Definition des Deckungsbeitrages sind Maschinenkosten bei seiner Berechnung nicht mit einzubeziehen. Aus dem genannten Grund wird hier bei der Analyse der Windmaschine jedoch von der allgemeinen Definition abgewichen.

Wirkungsgrad der Maschine von 100 % angenommen, sodass Spätfrost unabhängig von den Schadensszenarien keinen Schaden mehr in dem Betrieb verursacht. Für die Maschine wird eine Nutzungsdauer von 25 Jahren veranschlagt. Sie verbraucht je Spätfrostnacht 350 l Diesel. Für Rheinhessen werden im Jahr 2013 zwei Spätfrostnächte angenommen. Die jährliche Wartungszeit beträgt 6 AKh mit Reparaturkosten in Höhe von 100 € p. a. Das An- und Ausschalten der Maschine wird jeweils mit 1 AKh pro Spätfrostnacht modelliert.

Die Anschaffung einer Windmaschine wirkt sich in einem Jahr ohne Spätfrost-Ereignis negativ auf den Deckungsbeitrag aus, der um fast 12 % sinkt. Im Schadensfall sinken die Deckungsbeiträge um 24 % in Spätfrost-Szenario 1 und um 8 % in Szenario 2. In beiden Spätfrost-Szenarien wird durch den Einsatz der Windmaschine der Eintritt eines Schadens gänzlich vermieden. Dadurch erhöht sich der Deckungsbeitrag im Vergleich zum Schadensfall ohne Windmaschine um fast 13 % in Szenario 1. Im Gegensatz dazu verringert sich der Deckungsbeitrag in Szenario 2 trotz des Einsatzes der Windmaschine um rund 7 %, was mit den hohen Kosten für Beschaffung, Wartung und Einsatz der Maschine zu begründen ist (Tabelle 9).

Tabelle 9: Vergleich der Spätfrost-Szenarien in Rheinhessen mit und ohne Windmaschine

Szenario	Erlös €/ha	Direktkosten €/ha	Arbeitsbedarf Akh/ha	Arbeitskosten €/ha	Betriebskosten €/ha	Deckungsbeitrag €/ha
Status quo	8.942	2.385	168	2.658	4.413	6.557
Status quo mit Windmaschine	8.942	2.857	170	2.686	4.464	5.774
<i>Änderung in %</i>	<i>0,0</i>	<i>19,8</i>	<i>0,8</i>	<i>1,1</i>	<i>1,1</i>	<i>-11,9</i>
Spätfrost-Szenario 1	7.268	2.296	168	2.651	4.370	4.972
Spätfrost-Szenario 1 mit Windmaschine	8.942	3.028	170	2.695	4.473	5.603
<i>Änderung in %</i>	<i>23,0</i>	<i>31,9</i>	<i>1,2</i>	<i>1,7</i>	<i>2,4</i>	<i>12,5</i>
Spätfrost-Szenario 2	8.334	2.296	168	2.658	4.413	6.038
Spätfrost-Szenario 2 mit Windmaschine	8.942	3.028	170	2.695	4.473	5.603
<i>Änderung in %</i>	<i>7,3</i>	<i>31,9</i>	<i>1,0</i>	<i>1,4</i>	<i>1,3</i>	<i>-7,2</i>

Quelle: Eigene Berechnungen.

Dynamische Analyse Hagel und Spätfrost

Bisher wurde für den typischen Betrieb in Rheinhessen untersucht, wie sich Extremwetterereignisse auf ausgewählte betriebliche Kennzahlen auswirken. Ferner wurden die Wirkungen von Gegenmaßnahmen analysiert. Beides liefert wertvolle Informationen für das Ausmaß der wirtschaftlichen Effekte dieser Ereignisse in den Jahren, in denen sie eintreten. Dies ist insbesondere für die Beurteilung der Liquiditätseffekte von hoher Bedeutung. Aussagen zur Rentabilität der Anpassungsmaßnahmen lassen sich aus den bisherigen Ergebnissen allerdings noch nicht ableiten, da die Wahrscheinlichkeit des Eintritts der Extremwetterereignisse bisher noch nicht berücksichtigt wurde. Aus diesem Grund erfolgt ein weiterer Analyseschritt, in dem für die Nutzungs-

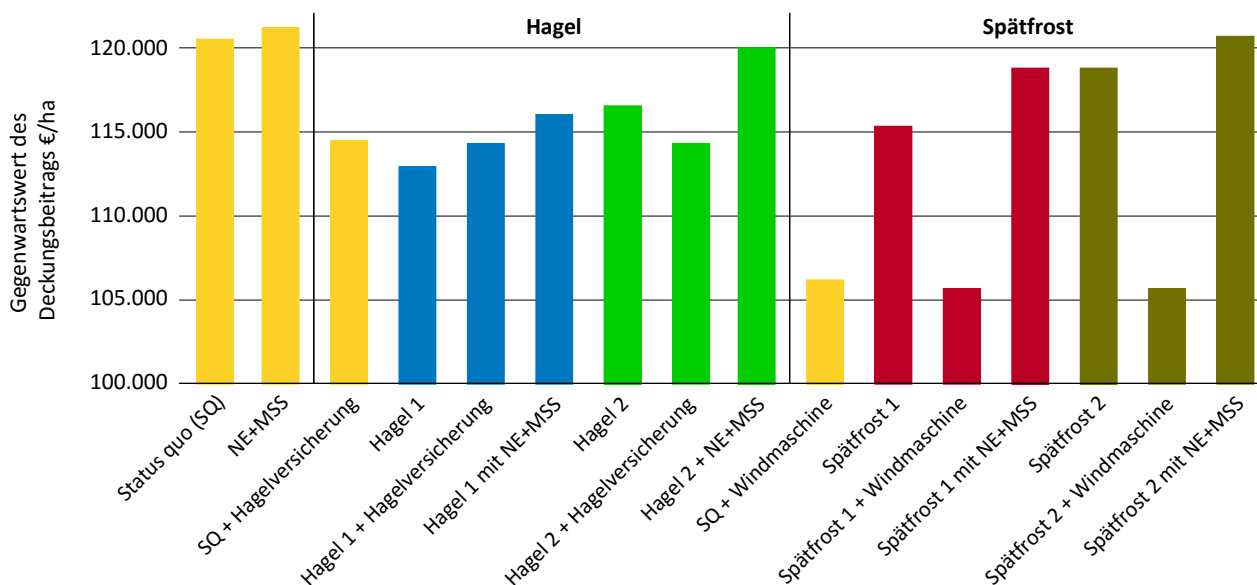
dauer der Rebanlagen, es wird von 30 Jahren ausgegangen, unter Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeiten der verschiedenen Extremwetterereignisse der Gegenwartswert des Deckungsbeitrages der verschiedenen Varianten ermittelt wird. Dabei wird ein Kalkulationszins von 3,5 % p. a. herangezogen. Die angenommenen Eintrittswahrscheinlichkeiten wurden mangels regionaler Extremwetterdaten mit den Experten definiert (vgl. Tabelle 5).

In Abbildung 1 werden die Gegenwartswerte der Deckungsbeiträge der verschiedenen Hagel- bzw. Spätfrostszenarien gezeigt. Der Gegenwartswert für den Deckungsbeitrag des Vergleichszenarios Status quo (SQ) beträgt gut 120.000 €/ha (Abbildung 1). Auch wenn die Deckungsbeitragsverluste durch Hagelschäden nach dem ersten Szenario in dem Jahr des Schadensereignisses erheblich sind (s. o.), fällt der Unterschied in der dynamischen Betrachtung deutlich geringer aus. Der Gegenwartswert für den Deckungsbeitrag von Hagel-Szenario 1 (Hagel 1) beträgt gut 113.000 €/ha und ist damit gut 6 % niedriger als der des Status quo. Beim zweiten Hagel-Szenario (Hagel 2) beträgt dieser Gegenwartswert über 116.000 €/ha (ca. -3 %). Für den Fall, dass eine Hagelversicherung abgeschlossen wurde und es während des 25-jährigen Betrachtungshorizonts nicht zu Hagelschäden kommt, erreicht der Gegenwartswert des Deckungsbeitrages in beiden Hagel-Szenarien ein Niveau von knapp 115.000 €/ha (-5 %).

Die wirtschaftlichen Einbußen durch Hagelschäden können je nach Szenario durch den Einsatz von MSS oder den Abschluss einer Hagelversicherung begrenzt werden. Bei dem durch höhere Hagelschäden geprägten Hagel-Szenario 1 führen beide Maßnahmen zu höheren Gegenwartswerten des Deckungsbeitrages als ohne Maßnahme. Der Abschluss einer Hagelversicherung liefert in diesem Szenario einen Gegenwartswert in Höhe von gut 114.000 €/ha (+1 %), während der für das kombinierte Produktionssystem NE+MSS 116.000 €/ha (+3 %) beträgt. Folglich sind beide Anpassungsmaßnahmen rentabel. Bei Hagel-Szenario 2 sind die Ergebnisse heterogener. Während NE+MSS rentabel ist (120.000 €/ha; +2 % im Vergleich zum Schadensereignis), ist dies bei der Hagelversicherung (gut 114.000 €/ha; -2 %) nicht der Fall (Abbildung 1).

Als Anpassungsmaßnahmen gegen Spätfrost werden die Integration von MSS und die Investition in eine Windmaschine untersucht. Spätfrost nach Szenario 1 führt zu Einbußen beim Gegenwartswert des Deckungsbeitrages von gut 4 % (ca. 115.000 €/ha), nach Szenario 2 von gut 1 % (fast 119.000 €/ha). In dem kombinierten Produktionssystem NE+MSS wird in Spätfrost-Szenario 1 ein Gegenwartswert des Deckungsbeitrages in Höhe von fast 119.000 €/ha erzielt (+3 % im Vergleich zur Situation ohne Anpassungsmaßnahme). Demgegenüber werden in diesem Szenario nach der Investition in eine Windmaschine nur knapp 106.000 €/ha erzielt (-8 %). In Szenario 2 belaufen sich die Werte auf fast 121.000 €/ha in NE+MSS (fast +2 %) und knapp 106.000 €/ha (-11 %) in dem System mit Windmaschine (Abbildung 1).

Abbildung 1: Gegenwartswerte des Deckungsbeitrages für den Status quo sowie verschiedene Hagel- und Spätfrostszenarien mit und ohne Anpassungsmaßnahmen in Rheinhessen



Quelle: Eigene Berechnungen.

4.5 Wirtschaftlichkeit der Anpassungsmaßnahmen in Franken

Zur Vermeidung von wirtschaftlichen Schäden durch Hagel wird der Abschluss einer Hagelversicherung für den typischen Flaschenwein produzierenden Betrieb in Franken analysiert. Gegen Spätfrost bieten sich in Franken zwei verschiedene Maßnahmen an. Dies ist einerseits die Investition in eine Windmaschine, andererseits das Aufstellen von Frostkerzen. Ohne Schadensfall und ohne Anpassungsmaßnahme wird in dem fränkischen Betrieb ein Deckungsbeitrag in Höhe von fast 10.000 €/ha erzielt (Tabelle 10). Der Abschluss einer Hagelversicherung verringert ihn auf gut 9.500 €/ha. Das Hagelereignis nach Szenario 1 lässt den Deckungsbeitrag um fast 70 % auf gut 3.000 €/ha sinken. Szenario 2 hat eine erheblich geringere Reduktion zur Folge. Der Deckungsbeitrag von gut 8.800 €/ha entspricht einem Verlust von ca. 11 % durch das Hagelereignis. Der Abschluss einer Hagelversicherung hat in beiden Szenarien positive Folgen, da der Deckungsbeitrag durch die im Schadensfall zu leistenden Zahlungen fast das Niveau der Situation ohne Hagelereignis erreicht. Dadurch wird der Deckungsbeitrag durch die Versicherung in Szenario 1 fast verdreifacht, während er in Szenario 2 lediglich geringfügig um knapp 8 % steigt.

Tabelle 10: Vergleich der Hagel-Szenarien in Franken mit und ohne Hagelversicherung

Szenario	Erlös €/ha	Direkt- kosten €/ha	Arbeits- bedarf Akh/ha	Arbeits- kosten €/ha	Betriebs- kosten €/ha	Deckungs- beitrag €/ha
Status quo	11.568	1.604	460	5.045	8.393	9.964
Status quo mit Versicherung	11.568	2.022	460	5.045	8.393	9.545
<i>Änderung in %</i>	<i>0,0</i>	<i>26,1</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>-4,2</i>
Hagel-Szenario 1	4.728	1.650	402	4.419	7.445	3.078
Hagel-Szenario 1 mit Versicherung	11.568	2.389	402	4.419	7.445	9.499
<i>Änderung in %</i>	<i>144,7</i>	<i>25,3</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>208,6</i>
Hagel-Szenario 2	10.462	1.613	447	4.907	8.190	8.849
Hagel-Szenario 2 mit Versicherung	11.568	2.032	447	4.907	8.190	9.536
<i>Änderung in %</i>	<i>10,6</i>	<i>26,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>0,0</i>	<i>7,8</i>

Quelle: Eigene Berechnungen.

Als Anpassungsmaßnahmen gegen Spätfrost werden in Franken das Aufstellen von Frostkerzen und die Investition in eine Windmaschine untersucht. Die Frostkerzen bestehen aus Paraffin. Sie werden in den Rebzeilen aufgestellt und angezündet, sodass die dadurch erzeugte Wärme, bei günstigen Windverhältnissen, die Spätfrostgefahr reduziert. Die Teilnehmer der Fokusgruppendifkussion erläuterten, dass pro Hektar 600 Kerzen bei einem Preis von 9 € je Stück benötigt werden. Eine Kerze brennt erfahrungsgemäß drei Nächte lang, sodass alle Kerzen unter der Annahme von fünf Frostnächten in Franken einmal ausgetauscht werden. Der Zeitbedarf dafür beträgt 20 AKh/ha, ebenso wie für das Abbauen der Kerzen. Für Anzünden und Löschen der Kerzen werden weitere 3 AKh/ha benötigt. Der Einsatz der Kerzen wird von zwei Arbeitskräften je Hektar von 3:00 bis 7:00 Uhr morgens überwacht.

Die Spätfrostszzenarien verringern den Deckungsbeitrag um 43 % (Szenario 1) und 12 % (Szenario 2). Das Aufstellen von Frostkerzen führt in Spätfrost-Szenario 1 zu einem leicht steigenden Deckungsbeitrag (+1 %), während dies bei Szenario 2 sogar zu einer Verringerung führt (-3 %) (Tabelle 11).

Tabelle 11: Vergleich der Spätfrost-Szenarien in Franken mit und ohne Frostkerzen

Szenario	Erlös €/ha	Direkt- kosten €/ha	Arbeits- bedarf Akh/ha	Arbeits- kosten €/ha	Betriebs- kosten €/ha	Deckungs- beitrag €/ha
Status quo	11.568	1.604	460	5.045	8.393	9.964
Spätfrost-Szenario 1	7.168	1.498	439	4.837	7.970	5.670
Spätfrost-Szenario 1 mit Frostkerzen	8.481	2.745	448	4.930	8.134	5.736
<i>Änderung in %</i>	<i>18,3</i>	<i>83,2</i>	<i>2,1</i>	<i>1,9</i>	<i>2,1</i>	<i>1,2</i>
Spätfrost-Szenario 2	10.246	1.498	472	5.195	8.544	8.748
Spätfrost-Szenario 2 mit Frostkerzen	10.640	2.139	455	4.986	8.334	8.501
<i>Änderung in %</i>	<i>3,8</i>	<i>42,8</i>	<i>-3,6</i>	<i>-4,0</i>	<i>-2,5</i>	<i>-2,8</i>

Quelle: Eigene Berechnungen.

Im Gegensatz dazu zeigt Tabelle 12, dass der Einsatz einer Windmaschine Spätfrostereignisse stärker ausgleicht. In Szenario 1 wird im Schadensfall durch die Wirkung der Windmaschine ein um fast 56 % höherer Deckungsbeitrag erzielt als ohne die Maschine. In Szenario 2 hingegen beträgt die positive Wirkung lediglich knapp 1 %.

Tabelle 12: Vergleich der Spätfrost-Szenarien in Franken mit und ohne Windmaschine

Szenario	Erlös €/ha	Direkt- kosten €/ha	Arbeits- bedarf Akh/ha	Arbeits- kosten €/ha	Betriebs- kosten €/ha	Deckungs- beitrag €/ha
Status quo	11.568	1.604	460	5.045	8.393	9.964
Status quo mit Windmaschine	11.568	1.907	462	5.077	8.450	9.310
<i>Änderung in %</i>	<i>0,0</i>	<i>18,9</i>	<i>0,3</i>	<i>0,6</i>	<i>0,7</i>	<i>-6,6</i>
Spätfrost-Szenario 1	7.168	1.498	439	4.837	7.970	5.670
Spätfrost-Szenario 1 mit Windmaschine	11.568	2.389	463	5.103	8.476	8.829
<i>Änderung in %</i>	<i>61,4</i>	<i>59,5</i>	<i>5,5</i>	<i>5,5</i>	<i>6,4</i>	<i>55,7</i>
Spätfrost-Szenario 2	10.246	1.498	472	5.195	8.544	8.748
Spätfrost-Szenario 2 mit Windmaschine	11.568	2.389	463	5.103	8.476	8.829
<i>Änderung in %</i>	<i>12,9</i>	<i>59,5</i>	<i>-2,0</i>	<i>-1,8</i>	<i>-0,8</i>	<i>0,9</i>

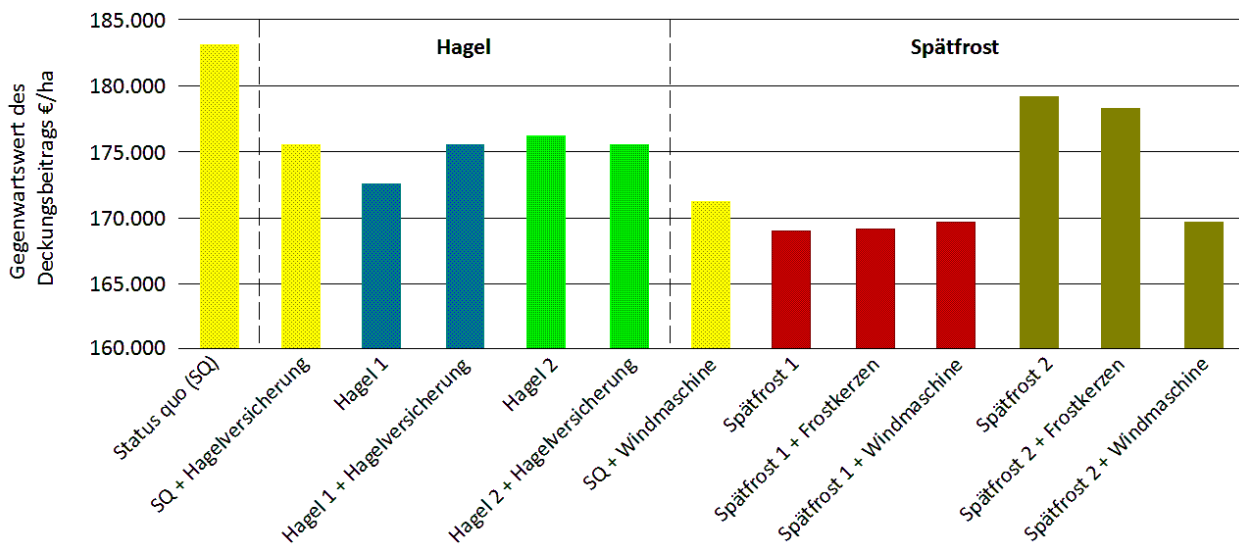
Quelle: Eigene Berechnungen.

Der Abschluss einer Hagelversicherung für den typischen Flaschenwein produzierenden Betrieb in Franken führt zu einer Verringerung des Gegenwartswertes des Deckungsbeitrages um gut 4 % (Abbildung 2). Im Schadensfall nach Hagel-Szenario 1 verringert sich dieser Gegenwartswert nur wenig stärker (fast -6 %), nach Hagel-Szenario 2 liegt er hingegen auf sehr ähnlichem Niveau (knapp -4 %). Der Abschluss einer Hagelversicherung führt im Schadensfall nur zu einer geringen

Erhöhung des Gegenwartswertes (fast +2 %) in Szenario 1, während die Versicherung im Schadensfall nach Szenario 2 sogar den Gegenwartswert leicht verringert (-0,5 %) und damit keinen Vorteil bietet.

Die Investition in eine Windmaschine gegen Spätfrost verringert den Gegenwartswertes des Deckungsbeitrages um annähernd 7 % (Abbildung 2). Auf ähnlichem Niveau liegt der zu erwartende Schaden durch Spätfrost nach Szenario 1 (-8 %). Im Gegensatz dazu ist der Schaden nach Spätfrost-Szenario 2 deutlich geringer (-2 %). Die Wirkung der Anpassungsmaßnahmen gegen Spätfrost sind in Szenario 1 sehr gering. Die Nutzung von Frostkerzen verursacht einen kaum messbaren positiven Effekt. Auch die positive Wirkung der Windmaschine ist nur leicht ausgeprägt (+0,5 %). Demgegenüber ist die Wirkung beider Maßnahmen bei Szenario 2 negativ, da sowohl die Nutzung von Frostkerzen (-0,5 %) als auch die Investition in eine Windmaschine (-5 %) im Schadensfall zu niedrigeren Gegenwartswerten führt als ohne Anpassungsmaßnahme.

Abbildung 2: Gegenwartswerte des Deckungsbeitrages für den Status quo und verschiedene Hagel- sowie Spätfrostszenerarien mit und ohne Anpassungsmaßnahmen in Franken



Quelle: Eigene Berechnungen.

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Analyse von Auswirkungen von Extremwetterereignissen im Weinbau und der Effekte von Anpassungsmaßnahmen dagegen wird für zwei verschiedene Betriebstypen in zwei unterschiedlichen Regionen durchgeführt. In Rheinhessen wird ein vergleichsweise großer Betrieb untersucht, der Trauben für die Fassweinproduktion erzeugt. Demgegenüber ist der Betriebe in Franken erheblich kleiner, doch werden die Trauben für die Herstellung von Flaschenweinen für den Direktabsatz genutzt. Die Untersuchung von Auswirkungen von Extremwetterereignissen offenbart,

dass solche Ereignisse zu erheblichen wirtschaftlichen Einbußen führen können. Dies gilt insbesondere für die von höheren Schäden geprägten ersten Szenarien von Hagel- bzw. Spätfrost, doch auch die mit geringeren Schäden verbundenen zweiten Szenarien verursachen noch nennenswerte monetäre Verluste.

Den Verlusten durch die Schäden der Extremwetterereignisse stehen Kosten für Anpassungsmaßnahmen gegenüber. Ferner ist der Wirkungsgrad dieser Maßnahmen für deren Rentabilität von Bedeutung. Gegen Hagel wurden in Rheinhessen der Abschluss einer Hagelversicherung und die Einführung von MSS auf einer Teilfläche und in Franken ebenfalls die Hagelversicherung untersucht. Die statische Analyse zeigt, dass die gegen Hagel untersuchten Anpassungsmaßnahmen in beiden Schadensszenarien und beiden Regionen den wirtschaftlichen Schaden deutlich mindern. Dabei sind die Effekte in den leichteren Schadensszenarien 2 erheblich geringer ausgeprägt.

Gegen Spätfrost wurde in Rheinhessen die Integration von MSS auf Teilflächen und die Investition in eine Windmaschine analysiert, in Franken die Nutzung von Frostkerzen und ebenfalls die Investition in eine Windmaschine. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass alle drei untersuchten Anpassungsmaßnahmen beim intensiveren Spätfrostereignis 1 im Schadensfall dazu führen, dass der wirtschaftliche Schaden abgemildert wird. Der Einsatz von Frostkerzen in Franken führt in diesem Szenario allerdings nur zu leichten Vorteilen beim Deckungsbeitrag (+1 %). In Franken fällt der Vergleich der beiden Anpassungsmaßnahmen für dieses Szenario 1 zugunsten der Windmaschine, in Rheinhessen für MSS aus. Während der Unterschied der Deckungsbeiträge zwischen dem Einsatz der Windmaschine und MSS vergleichsweise gering ist (fast 5 %-Punkte), ist er zwischen der Nutzung von Frostkerzen und der Verwendung einer Windmaschine in Franken erheblich (über 50 %-Punkte). Demgegenüber sind der Einsatz von Frostkerzen in Franken und die Investition in eine Windmaschine in Rheinhessen bei dem leichteren Spätfrostszenario 2 unrentabel. Auch wenn der Einsatz der Windmaschine in Franken (Deckungsbeitrag +1 %) und die Nutzung von MSS in Rheinhessen (+5 %) wirtschaftlich sind, ist darauf hinzuweisen, dass diese Vorteile relativ gering und aufgrund der vielen Experteneinschätzungen, die in die Berechnung Eingang fanden, nicht belastbar sind. Die Ergebnisse für die Anpassungsmaßnahmen gegen Spätfrost sind uneinheitlich und zeigen, dass deren Rentabilität von dem Ausmaß der angerichteten Hagelschäden und dem Produktpreis abhängt. Letzter liegt in Franken für Trauben für Flaschenweine erheblich über dem in Rheinhessen für Trauben für Fasswein.

Im Schadensfall zeigen die Unterschiede der Ergebnisse der statischen Analyse für die Kostenarten und den Deckungsbeitrag zwischen den Varianten mit und ohne Anpassungsmaßnahme insbesondere die Auswirkungen eines Extremwetterereignisses auf die Liquidität, die durch solche Ereignisse stark unter Druck geraten kann. Die positiven Effekte von MSS konnten für den rheinhessischen Betrieb gezeigt werden. Eine Integration von MSS auf einer größeren Teilfläche oder auch im gesamten Betrieb könnte helfen, die Verluste durch Hagel und Spätfrost in Schadensjahren stärker zu reduzieren. Voraussetzung dafür ist, dass die Anforderung an die Qualität der Trauben in MSS gewährleistet ist.

Da die Extremwetterereignisse nicht in jedem Jahr auftreten, wurde die Rentabilität der Anpassungsmaßnahmen zudem unter Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeiten dieser Ereignisse analysiert. Hier offenbart sich ein deutlich differenzierteres Bild für die Wirkung der Anpassungsmaßnahmen. Der Abschluss einer Hagelversicherung ist in beiden Regionen nur dann rentabel, wenn hohe Hagelschäden zu erwarten sind (Hagel-Szenario 1). Im Gegensatz dazu ist die Integration von MSS für beide Szenarien in Rheinhessen wirtschaftlich sinnvoll.

Die Investition in eine Windmaschine zur Luftverwirbelung, um Spätfrostschäden zu vermeiden, ist für die hier untersuchten Szenarien nicht zu empfehlen. Zwar führt der Einsatz einer Windmaschine in dem typischen Betrieb in Franken beim schwerwiegenden Spätfrost-Szenario 1 zu einem leicht höheren Gegenwartswert des Deckungsbeitrages, doch ist der Unterschied zu den Situationen ohne Gegenmaßnahme oder zur Nutzung von Frostkerzen nur sehr gering. Aufgrund der Fülle von Experteneinschätzungen, die in die Analyse Eingang finden mussten, und der damit verbundenen Unsicherheiten beim Ergebnis, kann selbst für dieses Szenario mit starken Spätfrostschäden keine eindeutige Schlussfolgerung gezogen werden. Der Einsatz von Frostkerzen gegen Spätfrost in Franken führt bei Szenario 1 zu einem unerheblich höheren Gegenwartswert als der Schadensfall ohne Anpassungsmaßnahme, sodass auf die zusätzliche Arbeit für die Nutzung der Frostkerzen verzichtet werden kann. In Szenario 2 ist die Verwendung von Frostkerzen sogar unrentabel, auch wenn der Unterschied zum Ergebnis ohne Anpassungsmaßnahme gering ist. Ferner ist die Anwendung von Frostkerzen mit einem Restrisiko verbunden, da Wind die von den Kerzen erzeugte Wärme aus den Rebanlagen tragen und dadurch eine Schutzwirkung verhindern könnte. Wenn eine größere Fläche als die angenommenen 4 ha in Franken und 4,5 ha in Rheinhessen Spätfrost gefährdet ist, steigt die Rentabilität der Windmaschine, da die Flächenwirkung bis zu 7 ha betragen kann. In solchen Fällen kann der Einsatz von Windmaschinen, möglicherweise in Kooperation mit benachbarten Winzern, als Liquidität sichernde Maßnahme und zur Wahrung der Lieferfähigkeit eine durchaus sinnvolle Maßnahme gegen Spätfrost sein.

Ausschlaggebend für die Entscheidung für oder gegen Anpassungsmaßnahmen an Extremwetterereignisse werden, bei im konkreten Schadensfall rentablen Maßnahmen, die Risikoeinstellung der Betriebsleiter sowie die spezifische Liquiditätssituation sein. Je angespannter die Liquidität in einem Betrieb und je risikoaverser ein Entscheider ist, desto eher wird dieser sich für eine Anpassungsmaßnahme aussprechen, selbst wenn sie langfristig nicht rentabel sein sollte.

Die Ergebnisse der dynamischen Analyse für die verschiedenen untersuchten Varianten liegen häufig auf sehr ähnlichem Niveau. Folglich sind die Unterschiede in den Ergebnissen gering und sollten nicht überbewertet werden, da sie in wichtigen Bereichen auf Experteneinschätzungen beruhen. Die Ergebnisse könnten sich umkehren, wenn in Zukunft genauere Daten zu Eintrittswahrscheinlichkeiten für die untersuchten Extremwetterereignisse vorliegen. Auch die Wirkung einer Investition in eine Windmaschine zum Schutz vor Spätfrost kann aufgrund von Datenunsicherheiten nur ansatzweise geklärt werden. Aus diesem Grund wird empfohlen, das Auftreten von Extremwetterereignissen und auch die Wirkung der untersuchten und von weiteren denkbaren Anpassungsmaßnahmen genauer zu erforschen. Dies gilt insbesondere für die Einführung von MSS unter Praxisbedingungen, auch mit Blick auf seine Effekte auf die Qualitätsanforderungen für die Trauben.

Literaturverzeichnis

- Baumann F, Dierend W, Baab G, Damerow L (2015) Frostschutz mit Windmaschinen. *Obstbau* (2) 2015: 66-71
- Becker A (2010a) Minimalschnitt optimal umsetzen. Ausgewählte Themen für die Praxis. In: *Weinbau - Information*. Online verfügbar unter [http://www.dlr-rnh.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/0/02DADD2923442C82C125778A00445EBE/\\$FILE/Minimalschnitt%20optimal%20umsetzen.pdf](http://www.dlr-rnh.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/0/02DADD2923442C82C125778A00445EBE/$FILE/Minimalschnitt%20optimal%20umsetzen.pdf), zuletzt geprüft am 06.04.2015
- Becker A (2010b) Minimalschnitt reduziert Hagelschäden. In: *Das Deutsche Weinmagazin* (24), S. 10-13
- Bender A (2015) Die ökonomische Bewertung einzelbetrieblicher Anpassungsmaßnahmen an Extremwetterlagen im Weinbau. Masterarbeit, Humboldt-Universität zu Berlin, 141 S.
- Deblitz C, Zimmer Y (2005) *agri benchmark* Cash Crop: a standard operating procedure to define typical farms. FAL, Braunschweig, Dezember 2005
- EG Castell (2014) Auszahlungsliste 2013, unveröffentlicht
- Fink M (2009) Exkurs: Auswirkungen des Klimawandels auf den Produktionsgartenbau. In: Dirksmeyer W (Hrsg.): *Status quo und Perspektiven des deutschen Produktionsgartenbaus*. *Landbauforschung, Sonderheft 330*, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig, S. 313-136
- Fränkische Weinkellereien (2014) Preistafel 2013, unveröffentlicht
- Gömann H, Bender A, Bolte A, Dirksmeyer W, Englert H, Feil J-H, Frühauf C, Hauschild M, Kregel S, Lilienthal H, Löpmeier F-J, Müller J, Mußhoff O, Natkhin M, Offermann F, Seidel P, Schmidt M, Seintsch B, Steidl J, Strohm K, Zimmer Y (2015) Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen. *Thünen Report 30*, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig, 289 S.
- Hemme T (2000) Ein Konzept zur international vergleichenden Analyse von Politik- und Technikfolgen in der Landwirtschaft. *Landbauforschung, Sonderheft 215*, Braunschweig
- Isermeyer F (2012) Methodologies and Comparisons of Production Costs – a Global Overview. In: Langrell S, Ciaian P, Gomez y Paloma S: *Sustainability and Production Costs in the Global Farming Sector: Comparative Analysis and Methodologies*. JRC Scientific and Policy Reports, European Commission, S. 25-50
- LWG Bayern, Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (2014) Daten zum Weinbau in Bayern. Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. Online verfügbar unter <http://www.lwg.bayern.de/weinbau/weinrecht/066672/>, zuletzt geprüft am 12.01.2015
- Schultz HR, Hofmann M, Jones G (2010) Weinbau im Klimawandel: Regionen im Umbruch. In: DWD, Deutscher Wetterdienst, *Klimaatlas 2009*, S. 12-20
- Schwab A (2007) Naturwuchserziehung (Minimalschnitt). Erfahrungen in Franken 1999-2007. LWG Bayern, Veitshöchheim. http://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/weinbau/dateien/w1_minimalschnitt.pdf, zuletzt geprüft am 06.04.2015
- Steinhauser H, Langbehn C, Peters U (1992) Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre Band 1: Allgemeiner Teil. 5. Aufl., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 339 S.
- Strohm K, Dirksmeyer W, Garming H (2014) International Analysis of the Profitability of Wine Grape Production. *DGG-Proceedings*, Vol. 4, No. 1, Oct. 2014, S. 1-5, DOI: 10.5288/dgg-pr-04-01-ks-2014

Aktuelle Forschung in der Gartenbauökonomie

Nachhaltigkeit und Regionalität – Chancen und Herausforderungen für den Gartenbau

Tagungsband zum 2. Symposium für Ökonomie im Gartenbau
am 01. März 2016 im Thünen-Institut in Braunschweig

Walter Dirksmeyer, Michael Schulte und Ludwig Theuvsen (eds)

Thünen Report 44