

## Endbericht zum DBU-Projekt

# Querterrassierung im Steillagenweinbau: Konzept zur Sicherung der Landschaftsbild-prägenden Bewirtschaftung und der Biodiversität xerothermer Hanglagen

AZ 34025



Autor\*innen: Ilona Leyer<sup>1</sup>, Manfred Stoll<sup>2</sup>, Timo Strack<sup>2</sup> und Vera Wersebeckmann<sup>1</sup>

Institution: Institut für angewandte Ökologie<sup>1</sup> und Institut für allgemeinen und ökologischen Weinbau<sup>2</sup>, Hochschule Geisenheim University

Laufzeit: 01.01.2018 – 30.09.2022 (mit vorzeitigem Maßnahmenbeginn im Juni 2017)

gefördert von:   
Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

**UN-Dekade zur Wiederherstellung von Ökosystemen**  
Deutschland setzt sich ein!  
**HERVORRAGENDES BEISPIEL**



#GenerationRestoration

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**

Az **34025/01**Referat **33/2**

Fördersumme

**388.000 €**

**Antragstitel** **Querterrassierung im Steillagenweinbau: Konzept zur Erhaltung der Landschaftsbild-prägenden Bewirtschaftung und der Biodiversität xerothermer Hanglagen**

**Stichworte** Gewässer, Naturschutz/Landschaftsschutz, Biodiversität, Pflanzenproduktion

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
<b>4 Jahre und 6 Monate</b>	<b>01.01.2018</b>	<b>30.09.2022</b>	

Zwischenberichte jeweils März 2019-2022

<b>Bewilligungsempfänger</b>	Hochschule Geisenheim Institut für angewandte Ökologie Professur für Biodiversität und Ökosystemfunktionen Von-Lade-Str. 1 65366 Geisenheim	Tel +49 6722 502463
		Fax
		Projektleitung Fr. Prof. Dr. Ilona Leyer Hr. Prof. Dr. Manfred Stoll
		Bearbeitung Frau Vera Wersebeckmann Herr Timo Strack

**Kooperationspartner**

- Hessische Staatsweingüter GmbH, Kloster Eberbach
- Weingut Laquai, Lorch, Hessen
- Weingut Ratzenberger, Bacharach, Rheinland-Pfalz

### ***Zielsetzung und Anlass des Vorhabens***

Der Weinbau in Steillagen hat das Landschaftsbild in vielen wärmebegünstigten Regionen Deutschlands über Jahrhunderte geprägt. Die traditionelle Bewirtschaftung der vielerorts kleinparzellierten Terrassenanlagen führte zu abwechslungsreichen und attraktiven Landschaften. Durch die Offenhaltung der meist waldfähigen Standorte konnten sich artenreiche, an Trockenheit und hohe Lichtintensität angepasste Artengemeinschaften entwickeln.

Im letzten Jahrhundert wurde der Weinbau durch großflächig durchgeführte Flurbereinigungen intensiviert. Die Weinberge wurden dabei in Falllinie angelegt, d. h. die Rebzeilen sind in Richtung des stärksten Gefälles ausgerichtet. Grund ist die Erhöhung der Rebdichte pro Fläche, da die gesamte Fläche für die Rebzeilen und den dazwischenliegenden Fahrgassen genutzt werden kann, sowie die verbesserten Möglichkeiten der Mechanisierung. Die Veränderungen haben vielerorts zu einer Monotonisierung der Kulturlandschaft geführt, da keine nennenswerten Anteile anderer Landschaftsstrukturelemente wie Hecken, Säume und Grünland erhalten geblieben sind. Dort, wo eine Intensivierung nicht lohnte, z.B. aufgrund der Steilheit des Geländes, wurde die weinbauliche Nutzung ganz aufgegeben. Dies hat zu einer großflächigen Verbuschung und Wiederbewaldung dieser Grenzertragsstandorte geführt.

Der Prozess des Brachfallens der Hanglagen dauert bis heute an, wobei nun die in Falllinie angeordneten Weinberge betroffen sind. Vor dem Hintergrund sich vertuernder Produktionskosten und des Klimawandels ist die Wirtschaftlichkeit oft nicht mehr gegeben. Die Nutzungsaufgabe hat den Charakter vieler weinbaulich geprägter Kulturlandschaften stark verändert. So ist z. B. in den überwiegend durch Steillagenweinbau geprägten Regionen Mittelrhein und Mosel in den letzten 31 Jahren ein Rückgang der bestockten Rebfläche von knapp 40 % bzw. knapp 30 % zu verzeichnen.

Auswirkungen aus naturschutzfachlicher Sicht sind der Rückgang vieler gefährdeter, an Wärme, Trockenheit und Nährstoffarmut angepasster Tier- und Pflanzenarten mit ihren Offenland-Lebensräumen. Während die Primärhabitats dieser Arten, z.B. Felsnasen und Geröllhalden, durch Nutzbarmachung der Hänge häufig zerstört wurden, sind durch die aktuellen Sukzessionsprozesse die Sekundärhabitats betroffen. Für die Erhaltung des Steillagenweinbaus sprechen aber nicht nur ökologische, sondern auch landschaftsästhetische Gründe (abwechslungsreiches Landschaftsbild mit hohem Erholungs- und Freizeitwert) sowie kulturhistorische Gründe im Kontext der 2000 Jahre alten Weinbautradition. Darüber hinaus ist der Steillagenweinbau trotz der vermehrten Nutzungsaufgabe immer noch eine wesentliche Erwerbsquelle für Winzer, wobei fast ausschließlich Qualitätsweine produziert werden. Ferner sind diese traditionellen Kulturlandschaften Grundlage für den Tourismus, der eine bedeutende Einkommensquelle darstellt. Es sprechen also ökologische, landschaftsästhetische, kulturhistorische und ökonomische Gründe für die Erhaltung des Weinbaus in xerothermen Hanglagen.

Ein Lösungsansatz kann die Anlage von Querterrassen-Weinbergen sein. Die Bewirtschaftung ist in diesen Weinbergen stark erleichtert, da in den hangparallelen Gassen normale Schmalspurtraktoren zum Einsatz kommen können. Gleichzeitig haben die neu angelegten Böschungen ein großes Potenzial für die Erhaltung und Regeneration der charakteristischen an Wärme und Trockenheit angepassten Artengemeinschaften. Allerdings gibt es eine Reihe von Fragen und Herausforderungen bei der Etablierung von Querterrassierungen, die z.B. die Begrünung von neugeschobenen Querterrassen, elementare weinbauliche Fragen (Mikroklima für die Aromastoffentwicklung in Trauben, Rebengesundheit) und die Bedeutung der Querterrassenweinberge für die Biodiversität betreffen. Daher spielt diese Anlageform für den Weinbau derzeit noch eine eher untergeordnete Rolle.

Das übergeordnete Ziel des Projektes war die Erarbeitung eines Konzeptes zur Erhaltung der weinbaulich geprägten Kulturlandschaft in Steillagenregionen durch die Querterrassierung im Weinbau. Dabei wurden ungelöste Fragen weinbaulicher und ökologischer Art geklärt und auch Fördermöglichkeiten und ökonomische Aspekte beleuchtet. Die Ergebnisse wurden durch intensive Wissenstransferaktivitäten dem Weinbau, dem Naturschutz, der Wissenschaft und der allgemeinen Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

### ***Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden***

Die Aktivitäten, die im Rahmen des Vorhabens zur Zielerreichung im Fokus standen, können drei Themenkomplexen zugeordnet werden. Erstens erfolgte ein Vergleich der ökologischen und weinbaulichen Charakteristika zwischen querterrassierten Weinbergen und Weinbergen in Falllinie. Diese Informationen sind für die Förderung der Akzeptanz der Querterrassierung in der Winzerschaft, aber auch zur Abschätzung der Bedeutung für den Naturschutz auf Seiten der Behörden essentiell. Zweitens war die Umsetzung in die Praxis zentraler Baustein des Projektes, d.h. die Anlage, Begrünung und Pflege von Querterrassen-Weinbergen. Hierfür konnten als Kooperationspartner die hessischen Staatsweingüter sowie ein weiterer hessischer und ein rheinland-pfälzischer Weinbau-Betrieb gewonnen werden. Hinzu kam als dritte essentielle Säule der Wissenstransfer, d.h. die Verbreitung der Projektergebnisse an alle relevanten Akteure (Betriebe, Verbände, Behörden, Politik und Studierende des Weinbaus) sowie die Kommunikation und Interaktion mit diesen. Untersuchungsregion war die UNESCO-Welterbe-Region Oberes Mittelrheintal, der Lösungsweg ist aber auf andere Steillagen-Anbaugebiete Deutschlands übertragbar. Die Untersuchungen wurden 2018-2020 durchgeführt. Der Schwerpunkt des Wissenstransfers und der Kommunikation mit allen relevanten Akteuren lag im ersten Jahr, um das Projekt bekannt zu machen, sowie im vierten und fünften Jahr, um die Ergebnisse und daraus abgeleitete Empfehlungen zu kommunizieren.

Verschiedene Studien wurden zur Beantwortung offener Fragen durchgeführt:

Um Empfehlungen für eine erfolgreiche Begrünung der Querterrassenböschungen geben zu können, wurden mehrere Saatmischungen, Ansaattechniken und verschiedene weitere

"Starthelfer" in zwei Begründungsstudien an drei neu angelegten Querterrassenweinbergen getestet.

Um die Unterschiede in den Artengemeinschaften, der Artenvielfalt und Abundanz zwischen Querterrassen- und Falllinien-Weinbergen zu erfassen, wurden 2018-2020 in 15 Weinbergspaaren Pflanzen, Bodenarthropoden (Spinnen und Laufkäfer), fliegende Insekten (Wildbienen) und Heuschrecken nach einem standardisierten Untersuchungsdesign aufgenommen. Um gleichzeitig abschätzen zu können, welche Bedeutung die Weinbergsbrachen im Vergleich zu den bewirtschafteten Weinbergen haben, untersuchten wir zu jedem der 15 Paare eine nahe gelegene Brachfläche, sodass insgesamt 45 Untersuchungsplots vorhanden waren.

Für die Erfassung von bodenaktiven Spinnen und Laufkäfern wurden in den Jahren 2019 und 2020 jeweils 135 Bodenfallen in zwei Fangdurchgängen im Mai und im September für 10 Tage aufgestellt. Die Erfassung der Wildbienen wurde 2019 über Farbschalen durchgeführt. Insgesamt wurden an drei Terminen (April, Juni, August) drei Farbschalen pro Plot für 3 Tage ausgebracht. Zusätzlich wurde 2019 im Frühjahr und Sommer in allen 45 Untersuchungsplots die Vegetation über Vegetationsaufnahmen untersucht. Heuschrecken wurden im Juli und August 2020 mit Hilfe eines modifizierten Laubsaugers und eines Isolationsquadrats in allen 45 Untersuchungsflächen erfasst.

Für den Vergleich der weinbaulichen Charakteristika zwischen Falllinien- und Querterrassenweinbergen wurden die mikroklimatischen Besonderheiten beider Weinbausysteme im Rebenbestand erfasst. Hierfür zeichneten 42 Datenlogger über die Vegetationsperiode die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit in der Laubwand auf der Höhe der Traubenzone in sieben Weinbergspaaren auf. Zusätzlich zu Messungen der in die Traubenzone einfallenden Strahlungsenergie durch eine Erfassungsmethode mit photosensitiven Filmen, wurden zu drei wichtigen Hauptstadien der Rebe (Blüte, Reifebeginn und Lesereife) mittels Infrarotradiometern die Laubwandoberflächentemperatur erfasst. Des Weiteren haben phänologische Beobachtungen und Messungen zur vegetativen Entwicklung der Rebe den Einfluss des Mikroklimas auf die Rebe aufgezeigt.

Der Einfluss der veränderten Strahlungs- und Wärmebedingungen auf qualitätsbestimmende Traubeneinhaltsstoffe wurde für die Rebsorte Riesling untersucht. Hierfür wurden mit dem Ziel der Bewertung der Einstrahlungsunterschiede die Proben getrennt nach den beiden Laubwandseiten einer Rebzeile entnommen und u.a. das Mostgewicht und die Mostsäure, aber auch das Aminosäureprofil und die Konzentration von Polyphenolen in der Beerenhaut analysiert. Ergänzt wurden die Bestimmungen durch die Erfassung von Blatinhaltstoffen und der Sonnenbrandreaktion von Trauben der verschiedenen Expositionen. Ein weiterer Aspekt war die Bodenfeuchtedynamik, die über einen Zeitraum von drei Jahren vergleichend untersucht wurde. Hierzu wurden direkte und indirekte physiologische Messungen an der Rebe und dem Traubenmost vorgenommen, um eine Einschätzung über das Gefährdungspotenzial von Reben für Trockenstress in Steillagenweinbausystemen geben zu können.

## ***Ergebnisse und Diskussion***

Ergebniszusammenfassung der Begrünungsstudie:

Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass eine erfolgreiche Böschungsbegrünung insbesondere mit regionalem Saatgut und über Nassansaat erreicht werden kann. Ansaaten mit nicht standortangepassten Arten stellen durch ein erhöhtes Ausfallrisiko keinen langfristigen Erosionsschutz sicher. Mit einer artenreichen Begrünung der Böschungen können Querterrassen einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, Steillagenweinbau mit Naturschutzziele gewinnbringend zu verknüpfen.

Ergebniszusammenfassung der ökologischen Untersuchungen der verschiedenen Weinbergs-typen:

Die Ergebnisse der Biodiversitätsuntersuchungen mit den Artengruppen Wildbienen, Carabiden, Spinnen, Heuschrecken, Ameisen und Pflanzen verdeutlichen, dass für die Förderung verschiedener Gruppen unterschiedliche Habitatstrukturen von Bedeutung sind und sowohl die Offenhaltung durch Bewirtschaftung als auch naturnahe Habitate wie Weinbergsbrachen und auch Wald für die Förderung von Biodiversität eine große Bedeutung haben.

Die Gruppe der Carabiden, Ameisen und Heuschrecken profitiert von den durch Bewirtschaftung offen gehaltenen Strukturen mit krautiger Vegetation. Die mehrjährigen, krautigen Pflanzenarten sowie die Heuschrecken und eine Vielzahl an Einzelarten in den unterschiedlichen Artengruppen werden insbesondere von den Querterrassen mit ihren weitgehend ungestörten Böschungen gefördert. Vor dem Hintergrund zunehmender Nutzungsaufgabe ist der Erhalt des Steillagen-Weinbaus vor allem für viele Offenlandarten wichtig. Für viele seltene Spinnenarten, für oberirdisch nistende Wildbienenarten und auch für weitere Artengruppen wie Vögel, sind jedoch auch die ungestörten Weinbergsbrachen als Nist-, Nahrungs- und Rückzugsraum wichtig.

Die bisherigen Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung heterogener Landschaftsstrukturen für die Förderung von Biodiversität in der weinbaugeprägten Kulturlandschaft am Mittelrhein und machen deutlich, dass Terrassenweinberge dafür eine große Rolle spielen.

Ergebniszusammenfassung der weinbaulichen Untersuchungen der verschiedenen Weinbergs-typen:

Die Untersuchungsergebnisse wie auch die Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass die Querterrassierung ein geeignetes Mittel zur Produktion gesunder Trauben in Steillagenweinbergen darstellt. Die geänderte Anlagengeometrie und die Zeilenführung entlang, statt entgegen der Höhenlinie verändern das Mikroklima im Bestand. Die Untersuchungen belegen, dass eine Abmilderung von Extremwetterereignissen, seien es Starkniederschläge (Gefahr der Reduktion der Bodenfruchtbarkeit durch Bodenerosion) oder Hitzewellen (Gefahr der Ertrags- und Qualitätsminderung durch Sonnenbrand und bedingt durch Trockenstress), durch eine Querterrassierung der Weinberge möglich sind. Hierbei spielen jedoch auch anbautechnische Faktoren und vor allem das Alter der Rebanlage eine Rolle. Die Querterrassierung ermöglicht durch den höheren Mechanisierungsgrad in der Weinbergsbewirtschaftung eine kosteneffizientere Traubenproduktion und einen besseren Arbeitsschutz.

Nichtsdestotrotz erfordert eine Querterrassierung von Weinbergen in den ersten Jahren bis zur angemessenen Entwicklung des Wurzelsystems der jungen Reben eine Unterstützung, um den hohen Konkurrenzdruck gegenüber der Begleitflora und den intensiven Besonnungsverhältnissen stand zu halten. Wie dies umgesetzt werden kann, muss weiter untersucht werden. Jedoch zeigen Erfahrungen aus der Praxis, dass eine vollständig etablierte Querterrassenanlage hohe Qualitäten und sichere Erträge gewährleistet. Über die Standzeit eines Weinbergs betrachtet rechnen sich Querterrassenweinberge im Vergleich zu Falllinienweinbergen unter vielen Rahmenbedingungen betriebswirtschaftlich. Trotzdem reichen sie nicht an Weinberge der Hang- und Flachlagen heran, was sich durch die höhere Rebichte bei einfacherer Bewirtschaftung ergibt.

Winzerinnen und Winzer, die durch Querterrassierungen nachweislich Natur- und Umweltschutzleistungen erbringen, sollten angemessen für diese Leistungen honoriert werden. Nur wenn sich mehr Biodiversität und andere Umweltleistungen lohnen, werden sie diese Gemeinwohllleistungen langfristig für die Gesellschaft erbringen können.

### ***Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation***

Um das Projekt bekannt zu machen, stand am Anfang der Öffentlichkeitsarbeit eine erste Pressemitteilung, die von verschiedenen regionalen Zeitungen aufgegriffen wurde, der Aufbau einer Projekt-Webpage ([www.BioQuiS.de](http://www.BioQuiS.de)), die Entwicklung eines Logos sowie eine Auftakt-Veranstaltung mit allen relevanten Akteuren.

Im Laufe des Projektes kamen zahlreiche Aktivitäten des Wissenstransfers und der Öffentlichkeitsarbeit hinzu. Es handelte sich um Vorträge auf Tagungen, Fachveranstaltungen und Veranstaltungen für die breite Öffentlichkeit. Hinzu kamen Pressemitteilungen, Interviews für Rundfunk und das regionale Fernsehen sowie Exkursionen für die (Fach-) Öffentlichkeit. Die Corona-Pandemie hat dazu geführt, dass viele der Veranstaltungen und Präsentationen online abgehalten werden mussten. Dies hat aber der generellen Zielstellung, intensiv Wissenstransfer zu betreiben, keinen Abbruch getan.

Ein weiterer Baustein war die Produktion eines Wissenstransferfilms zum Projekt, der vom europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert und mit Hilfe einer Agentur für Filmproduktion und der Wissenstransferabteilung der Hochschule Geisenheim umgesetzt wurde (<https://www.youtube.com/watch?v=qAR4lmM89Zs>).

Eine im Jahr 2021 aufgestellte Schautafel an einem stark frequentierten Wanderweg (Rheinsteig), der an Querterrassenweinbergen der Hessischen Staatsweingütern vorbeiführt, informiert über die Artenvielfalt im Weinberg und macht auf die Bedeutung der Querterrassierung im Weinbau aufmerksam.

Im Rahmen eines Projektwettbewerbs zur UN-Dekade Wiederherstellung von Ökosystemen, wurde das Projekt außerdem als "Hervorragendes Beispiel" ausgezeichnet (<https://www.undekade-restoration.de/projekte/bioquis/>). In diesem Wettbewerb wählt das Bundesumweltministerium (BMUV) gemeinsam mit dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) aktuelle, repräsentative Projekte zur Wiederherstellung, Erhaltung oder Pflege von Ökosystemen aus und macht sie öffentlichkeitswirksam bekannt. Die ausgezeichneten Projekte dienen als Best-Practice-Beispiele und sollen weitere Aktivitäten zur Wiederherstellung von Ökosystemen in Deutschland anregen. Wir haben uns in der ersten Bewerbungsrunde 2022 beworben, in der Projekte aus dem Bereich Kultur- und Agrarlandschaften ausgezeichnet wurden.

Anfang September 2022 wurde die Abschlussstagung mit 70 Teilnehmenden durchgeführt. Es wurden zum einen die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen und der praktischen Umsetzung der Querterrassierung durch die BioQuiS-Praxispartner vorgestellt. Weitere Fachleute beleuchteten das Thema außerdem aus ökonomischer Sicht und erläuterten Fördermöglichkeiten sowie die Effekte des Klimawandels auf den Steillagenweinbau. Am Nachmittag konnten die Teilnehmenden mit den Fachleuten an fünf Thementischen vertieft diskutieren.

Zentrale Ergebnisse wurden in bisher 7 Artikeln in wissenschaftlichen Zeitschriften international veröffentlicht. Ein weiterer Artikel steht kurz vor der Einreichung:

- Wersebeckmann, Vera; Entling, Martin H.; Leyer, Ilona (2022): Revegetation of vineyard terrace embankments: A matter of seed mixture and seeding technique. *Journal of Environmental Management* 317, p. 115409.  
DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.115409.
- Wersebeckmann, Vera; Kolb, Sebastian; Entling, Martin H.; Leyer, Ilona (2021): Maintaining steep slope viticulture for spider diversity. *Global Ecology and Conservation* 29, e01727.  
DOI: 10.1016/j.gecco.2021.e01727.
- Wersebeckmann, Vera; Warzecha, Daniela; Entling, Martin H.; Leyer, Ilona (2023): Contrasting effects of vineyard type, soil and landscape factors on ground- versus above-ground-nesting bees. *Journal of Applied Ecology*, Article 1365-2664.14358.  
DOI: 10.1111/1365-2664.14358.
- Wersebeckmann, Vera; Biegerl, Carolin; Leyer, Ilona; Mody, Karsten (2023): Orthopteran Diversity in Steep Slope Vineyards: The role of vineyard type and vegetation Management. *Insects* 14 (1). DOI: 10.3390/insects14010083.
- Wersebeckmann, Vera; Burstedde, Kirsten; Leyer, Ilona (in prep.) Promoting plant diversity and habitat heterogeneity through vineyard terracing.
- Strack, Timo; Schmidt, Dominik; Stoll, Manfred (2021): Impact of steep slope management system and row orientation on canopy microclimate. Comparing terraces to downslope vineyards. *Agricultural and Forest Meteorology* 307.  
DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108515
- Strack, Timo; Stoll, Manfred (2022): Soil water dynamics and drought stress response of *Vitis vinifera* L. in steep slope vineyard systems. *Agricultural Water Management* 274.  
DOI: 10.1016/j.agwat.2022.107967
- Strack, Timo; Stoll, Manfred (2021): Implication of Row Orientation Changes on Fruit Parameters of *Vitis vinifera* L. cv. Riesling in Steep Slope Vineyards. *Foods* 10 (11).  
DOI: 10.3390/foods10112682

Im Jahr 2023 werden außerdem noch zwei Artikel in einem deutschsprachigen Weinbau-Fachmagazin und ein Praxisleitfaden zur Umsetzung und der Bedeutung der Querterrassierung im Kontext ökologischer, weinbaulicher und ökonomischer Belange erscheinen.

## **Fazit**

Insgesamt betrachtet war das BioQuiS-Projekt sehr erfolgreich, da durch unsere Untersuchungen umfangreiche Informationen zur Umsetzung der Querterrassierung und zu deren ökologischen, weinbaulichen und ökonomischen Eigenschaften im Vergleich zum Falllinienweinbau zusammengetragen wurden. Trotz Corona-Pandemie war es uns möglich, durch eine Vielzahl von Vorträgen, Exkursionen und unterschiedlichen Medienformaten (PM, Podcasts, Radio- und Fernsehinterviews, Wissenstransfer-Film) die Ergebnisse an alle relevanten regionalen Akteure weiterzugeben. Mit bisher sieben wissenschaftlichen Publikationen in internationalen Zeitschriften wurde auch die Wissenschafts-Community erfolgreich adressiert und der wissenschaftliche Nachwuchs durch zwei Promotionen, die kurz vor dem Abschluss stehen, qualifiziert. Der in Bearbeitung befindliche Praxisleitfaden zum Projekt (geplante Fertigstellung Mitte 2023) und die Implementierung der Inhalte in die Lehre sind weitere wichtige Bausteine des Wissenstransfers. Dies ist auch notwendig, denn der Umsetzung von Querterrassen-Weinbergen gehen umfangreiche Planungs- und Genehmigungsprozesse voraus, weshalb Querterrassierungen häufig in Flurbereinigungsverfahren eingebettet und sehr langwierig sind. Trotzdem konnten während der Projektlaufzeit weitere Querterrassierungen durch unsere Praxispartner umgesetzt werden.

Eindeutig hat das Projekt die Akzeptanz für die Querterrassierung in der Region erhöht. Das Bewusstsein für die Vorteile dieser Anlagenart sowie für die Wichtigkeit der Biodiversitätsförderung im Weinbau ist deutlich gestiegen. Dies zeigt sich u.a. an der stetigen Zunahme von Anfragen für Beratung zur Umsetzung von Querterrassierungen und zur Biodiversitätsförderung im Weinbau, auch über die Steillagenregion des Rheingaus und des Mittelrheintals hinaus. Das Projekt konnte einen wichtigen Beitrag zur zukünftigen Sicherung der weinbaugeprägten Kulturlandschaft und der Biodiversität xerothermer Hanglagen leisten und wird in diesem Sinne langfristig Wirkung erzielen können.

# Inhalt

<b>1. Anlass und Zielstellung des Projektes</b> .....	1
<b>2. Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden</b> .....	2
2.1 Überblick über die Aktivitäten .....	2
2.2 Neuanlage von Querterrassenweinbergen .....	3
2.3 Studie zur Begrünung der Böschungen bei Neuanlagen von Querterrassenweinbergen	4
2.4 Vergleichende Charakterisierung der Weinbergstypen.....	6
2.4.1 Ökologische Untersuchungsschwerpunkte und Methoden .....	6
2.4.2 Weinbauliche Untersuchungsschwerpunkte und Methoden .....	8
<b>3. Ergebnisse</b> .....	9
3.1 Ergebnisse der Begrünungsstudien .....	9
3.2 Ökologischer Vergleich der Weinbergstypen.....	12
3.2.1 Ergebnisse der Laufkäfer- und Spinnen-Untersuchungen .....	12
3.2.2 Ergebnisse der Wildbienen-Untersuchungen .....	15
3.2.3 Ergebnisse der Heuschrecken-Untersuchungen .....	18
3.2.4 Ergebnisse der Vegetations-Untersuchungen .....	20
3.3 Weinbaulicher Vergleich der Weinbergstypen .....	23
3.3.1 Ergebnisse des mikroklimatischen Vergleichs der Steillagenweinbausysteme .....	23
3.3.2 Einfluss des Mikroklimas auf die Leistung der Rebe .....	25
3.3.3 Aussagen zur Rebengesundheit .....	26
3.3.4 Auswirkung auf die Beerenqualität.....	31
3.3.5 Vergleichende Beobachtungen zur Erosionsintensität in Falllinien- und Quer-	
terrassen-Weinbergen .....	31
3.3.6 Betriebswirtschaftliche Aspekte der Steillagenbewirtschaftung in Falllinien- und	
Querterrassensystemen.....	33
3.4 Fazit: Querterrassierungen aus ökologischer, weinbaulicher und betriebs-	
wirtschaftlicher Sicht.....	34
<b>4. Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer</b> .....	35
<b>5. Fazit zur Zielerreichung des Projektes</b> .....	39
<b>6. Literatur</b> .....	40
<b>7. Anhang</b> .....	42

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> (A) Weinberg in Falllinie ausgerichtet. (B) Querterrassierter Weinberg bestehend aus Böschungen und Gassen mit randständigen Rebzeilen. ....	2
<b>Abbildung 2:</b> Schematische Darstellung der Themenkomplexe mit den Aktivitäten im BioQuIS-Projekt. ....	3
<b>Abbildung 3:</b> (A) Anlegen des querterrassierten Weinbergs am Höllenberg, Assmannshausen; (B) Nassansaat-Technik zur Begrünung der Böschungen; (C) aufgelaufene Vegetation im Juli 2018; d) aufgelaufene Rosetten der Zielvegetation im August 2018. ....	5
<b>Abbildung 4:</b> Bei Begrünungsstudie 1 wurde unterschiedliches Saatgut mit und ohne Ammensaat sowie Trocken- und Nassansaat-Technik als Faktoren miteinbezogen. Bei Begrünungsstudie 2 wurde getestet, ob die Keimung des Saatgutes durch Heuabdeckung und eine Starterdüngung gefördert wird. ....	6
<b>Abbildung 5:</b> Tripletts bestehend aus Querterrassenweinberg (A), Falllinienweinberg (B) und Weinbergsbrache (C) als Untersuchungseinheit für die vergleichenden Untersuchungen der Biodiversität; (D) Insgesamt wurden 15 Tripletts entlang des Mittelrheintals untersucht. ....	7
<b>Abbildung 6:</b> Unterschiede für Vegetationsdeckung (A), Offenbodendeckung (B), Kräuterdeckung (C) und Vegetationshöhe (D) für drei verschiedene Saatgutmischungen in Nassansaat für die Jahre 2018-2020. ....	10
<b>Abbildung 7:</b> Unterschiede der Offenbodendeckung (A) und Anzahl an Zielarten (B) für die Regioaatgutmischung in Nass- und Trockenansaat für die Jahre 2018-2020. ....	11
<b>Abbildung 8:</b> Unterschiede für Laufkäfer-Artenreichtum (A) und -Abundanzen (B) zwischen den drei verschiedenen Weinbergstypen (Mittelwerte $\pm$ SE). ....	13
<b>Abbildung 9:</b> Unterschiede für Spinnen-Artenreichtum (A), -abundanzen (B) und Häufigkeit der Spinnenarten (C) zwischen den drei verschiedenen Weinbergstypen. ....	14
<b>Abbildung 10:</b> Unterschiede für Abundanzen von <i>Zodarion italicum</i> (A) und Ameisen (B) zwischen drei verschiedenen Weinbergstypen (Mittelwerte $\pm$ SE). ....	15
<b>Abbildung 11:</b> Unterschiede für Wildbienen-Artenreichtum (A) und -abundanzen (B) zwischen den drei verschiedenen Weinbergstypen. ....	16
<b>Abbildung 12:</b> PCA-Ergebnisse für die Wildbienen-Artengemeinschaft für die Weinbergstypen (A) und Rheinkilometer (B). ....	17
<b>Abbildung 13:</b> Beziehung zwischen oberirdisch nistenden Wildbienenarten (A) und -individuen (B) und unterirdisch nistenden Wildbienenarten (C) und -individuen (D) und dem Rheinkilometergradienten. ....	18
<b>Abbildung 14:</b> Unterschiede für Heuschrecken-Artenreichtum (A) und -abundanzen (B) zwischen 3 verschiedenen Weinbergstypen (Mittelwerte $\pm$ SE). ....	19
<b>Abbildung 15:</b> Unterschiede für Langfühler-Heuschrecken-Artenreichtum (A) und -abundanzen (B) zwischen den drei verschiedenen Weinbergstypen (Mittelwerte $\pm$ SE). ....	20
<b>Abbildung 16:</b> Unterschiede im Pflanzen-Artenreichtum zwischen den drei Weinbergstypen (A) und fünf Weinbergs-Kompartimenten (B) und Unterschiede zwischen mittleren Ellenberg N-Indikatorwerten (C), Konkurrenzstrategen (D) und Ruderalstrategen (E) zwischen den fünf verschiedenen Weinbergs-Kompartimenten. ....	21
<b>Abbildung 17:</b> DCA-Ergebnisse für die Pflanzen-Artengemeinschaft für die Weinbergs-Kompartimente (A). Indikatorarten (B) für die Böschung sind in dunkelblau, für die Querterrassen-Gasse in hellblau, für	

die offene Gasse in hellrot, für die begrünte Gasse in dunkelrot und für die Brache in hellgrün dargestellt. ....	22
<b>Abbildung 18:</b> Posterior geschätzte Unterschiede (median, 50 % and 89 % HDI) der Tagesmaximumtemperaturen zwischen Falllinienweinbergen (C) und Querterrassen (T) für unterschiedliche Tagessummen der Globalstrahlung und Windgeschwindigkeiten, Vegetationsperioden und Jahreszeiten. ....	24
<b>Abbildung 19:</b> Tagesverlauf der gemittelten Laubwandoberflächentemperatur (links: Standort Lorcher Sesselberg mit Zeilenorientierung des Falllinienweinberges (C) NE-SW und dem querterrassierten Vergleichsweinberg (T) in NE-SW-Zeilung; rechts: Standort Rüdesheimer Berg Rottland mit N-S-Zeilung der Falllinienvariante und E-W-Orientierung der Querterrasse. ....	25
<b>Abbildung 20:</b> Triebblängenwachstum in Abhängigkeit der Tagestemperatursumme zum Tag im Jahr. Grüne Kurve stellt die Kontrollvariante (Falllinie) und die schwarze, gestrichelte Linie die Vergleichsvariante (Querterrasse) dar. ....	26
<b>Abbildung 21:</b> Messungen des frühmorgendlichen Wasserpotenzials für vier Standorte (unterschiedlichen Pflanzjahres) im Jahr 2019 und 2020. ....	27
<b>Abbildung 22:</b> Zeitlicher Verlauf der Differenz der prozentualen Veränderung des Bodenwassergehalts zwischen der Falllinien-Weinberge und der terrassierten Weinberge (durchgezogene rote Linie) an verschiedenen Standorten. ....	29
<b>Abbildung 23:</b> Kumulierte Strahlung (normalisiert; dimensionslos) verschiedener Zeilenorientierungen (Beschriftung in Balken) und Weinbausysteme (grün = C = Kontrolle = Falllinie; schwarz = T = Querterrasse) für zwei Jahre zu drei phänologischen Entwicklungsstadien der Rebe. ....	30
<b>Abbildung 24:</b> Hauptkomponentenanalyse der Mostparameter aus den Jahren 2019 und 2020 aufgeteilt nach Exposition der Traubenzone. ....	31
<b>Abbildung 25:</b> Deutlich sichtbare Verlagerung des Oberbodens und Abschwemmen von Jungreben in einem in Falllinie gezeilten Weinberg nach einem Starkniederschlagsereignis am 09.06.2018. ....	32
<b>Abbildung 26:</b> Kaum sichtbare Erosionsschäden in einer neu erstellten Querterrassenanlage. ....	32
<b>Abbildung 27:</b> Starker Oberflächenabfluss unterhalb des in Falllinie angelegten Weinbergs während des Starkregenereignisses am 24.06.2022 sichtbar. ....	33
<b>Abbildung 28:</b> Keine Bodenverluste unterhalb des Querterrassenweinbergs während des Starkregenereignisses am 24.06.2022 ersichtlich. Der abgeschwemmte Boden am linken Bildrand resultiert aus der Abschwemmung des Falllinienweinberges. ....	33
<b>Abbildung 29:</b> (A) und (B) Auftaktveranstaltung zum Projekt BioQuiS in der Domäne Assmannshausen. ....	35
<b>Abbildung 30:</b> (A) und (B) Filmdreh am querterrassierten Projektweinberg in Lorch. ....	37
<b>Abbildung 31:</b> (A) Schautafel am stark frequentierten Rheinsteig, der an Querterrassenweinbergen der Hessischen Staatsweingütern vorbeiführt; (B) Die Tafel informiert über die Artenvielfalt von querterrassierten Weinbergen und erläutert das BioQuiS-Projekt. ....	37
<b>Abbildung 32:</b> (A) Einladung zur Abschlussveranstaltung; (B) Die Abschlussveranstaltung fand mit 70 Teilnehmenden im Hörsaal der Hochschule Geisenheim statt. (C) Programm der Tagung mit den Vortragsthemen und Thementischen. ....	38

## **Tabellenverzeichnis**

<b>Tabelle 1:</b> Praxispartner sowie Größe und Lage der neu angelegten Querterrassenweinberge .....	4
<b>Tabelle 2:</b> Vergleich der Kosten für Regiosaatgut in zwei Ansaatstärken und Regelsaatgut.....	10
<b>Tabelle 3:</b> Analyse des Kohlenstoffisotopenverhältnisses (Mittelwert $\pm$ Standardabweichung; n = 6) gemessen am Mostzucker lesereifer Trauben aus drei Jahren und den Systemen Falllinie (FL) und Querterrasse (QT) verschiedener Standorte.....	28

## **Fotoquellenverzeichnis:**

Soweit hier nicht aufgeführt, stammen die Fotos und Abbildungen von den Autor\*innen des Berichtes.

Abb. auf dem Cover: Winfried Schönbach, HGU

Abb. 1B: Gilbert Laquai, Weingut Laquai, Lorch

Abb. 4: Max Schröder, HGU

Abb. 5 und 5D: Google Earth, 2017

Abb. 29 A und B: Christian Frings, HGU

Abb. 32 A und B: Winfried Schönbach, HGU

## Zusammenfassung

Der Weinbau in Steillagen hat das Landschaftsbild in vielen wärmebegünstigten Regionen Deutschlands über Jahrhunderte geprägt. Allerdings führten sowohl Intensivierungen mit der Anlage der Weinberge in Falllinie als auch Nutzungsaufgabe zu starken Veränderungen dieser Kulturlandschaft. Der Prozess des Brachfallens dauert bis heute an, wobei nun die in Falllinie angeordneten Weinberge betroffen sind. Für die betroffenen Regionen hat allerdings die Erhaltung des Weinbaus in Steillagen sowohl aus ökologischen und landschaftsästhetischen als auch aus kulturhistorischen und ökonomischen Gründen eine große Wichtigkeit.

Ein Lösungsansatz ist die Anlage von modernen Querterrassen-Weinbergen. Die Bewirtschaftung ist in diesen Weinbergen stark erleichtert, da in den hangparallelen Gassen normale Schmalspurschlepper zum Einsatz kommen können. Allerdings gibt es eine Reihe von Fragen bei der Etablierung von Querterrassierungen, die z.B. die Böschungsbegrünung, weinbauliche und betriebswirtschaftliche Fragen und die Bedeutung der Querterrassenweinberge für die Biodiversität betreffen. Das Ziel des Projektes war daher die Erarbeitung eines Konzeptes zur Erhaltung der weinbaulich geprägten Kulturlandschaft in Steillagenregionen durch die Querterrassierung im Weinbau. Dabei wurden ungelöste Fragen weinbaulicher und ökologischer Art geklärt und auch Fördermöglichkeiten und ökonomische Aspekte beleuchtet.

Die Ergebnisse der Biodiversitätsuntersuchungen verdeutlichen, dass für die Förderung der verschiedenen Artengruppen unterschiedliche Habitatstrukturen von Bedeutung sind und sowohl die Offenhaltung durch Bewirtschaftung als auch nicht genutzte Lebensräume wie Weinbergsbrachen für die Förderung von Biodiversität eine große Rolle spielen. Aus ökologischer Sicht ist es daher essentiell, die Heterogenität der weinbaugeprägten Kulturlandschaft zu erhalten bzw. wiederherzustellen. Terrassenweinberge leisten dabei v.a. durch die extensiv genutzten, wenig gestörten sowie mageren und wärmebegünstigten Böschungen einen großen Beitrag für die Artenvielfalt xerothermer Steillagen. Eine naturschutzgerechte Begrünung der steilen Böschungen ist dabei auch bei hohen Temperaturen und Starkregenereignissen durch Nassansaat und die Verwendung von Regiosaatgut erfolgreich.

Die Ergebnisse der weinbaulichen Untersuchungen und die Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass die moderne Querterrassierung eine geeignete Anlageform zur kosteneffizienten Produktion gesunder Trauben in Steillagen darstellt. Die geänderte Anlagengeometrie und die Zeilenführung entlang, statt entgegen der Höhenlinie vermindert die Gefahr der Bodenerosion und damit die Gefahr der Reduktion der Bodenfruchtbarkeit. Auch die Gefahr der Ertrags- und Qualitätsminderung durch Sonnenbrand ist bei der Querterrassierung i.d.R. geringer. Die Querterrassierung bietet insgesamt deutliche Vorteile bei der Abmilderung von Extremwetterereignissen, wie sie zukünftig durch den Klimawandel zu erwarten sind.

Trotzdem sind Querterrassierungen nicht die Lösung für alle Herausforderungen des Steillagenweinbaus, der im Vergleich zum Weinbau in Hang- und Flachlagen deutlich kostenintensiver ist. Die höheren Produktionskosten können i.d.R. nicht durch höhere Preise kompensiert werden, da der Markt für höherpreisige Weine begrenzt ist.

Die Ergebnisse des Projektes machen deutlich, dass Winzerinnen und Winzer der Steillagen nicht nur Wein produzieren, sondern wichtige Ökosystemleistungen, die einen großen gesamtgesellschaftlichen Nutzen haben, fördern und erhalten. Daher sollten die Betriebe, die sich für die Aufrechterhaltung des Steillagenweinbaus durch Querterrassierung entscheiden, angemessen für diese Leistungen honoriert werden. Nur wenn sich diese und andere Umweltleistungen für sie lohnen, werden sie die Gemeinwohlleistungen langfristig für die Gesellschaft erbringen können.

Die Ergebnisse des Projektes wurden durch intensive Wissenstransferaktivitäten dem Weinbau, dem Naturschutz, der Wissenschaft und der allgemeinen Öffentlichkeit an die Hand gegeben. Das Projekt hat die Akzeptanz für die Querterrassierung in der Region erhöht, das Bewusstsein für die Vorteile dieser Anlagenart sowie für die Wichtigkeit der Biodiversitätsförderung im Weinbau allgemein ist deutlich gestiegen. So konnte das Projekt einen wichtigen Beitrag zur Sicherung der weinbaugeprägten Kulturlandschaft und der Biodiversität xerothermer Hanglagen leisten und kann in diesem Sinne langfristige Wirkung erzielen.

# 1. Anlass und Zielstellung des Projektes

Der Weinbau in Steillagen hat das Landschaftsbild in vielen wärmebegünstigten Regionen Deutschlands über Jahrhunderte geprägt. Die traditionelle Bewirtschaftung der vielerorts kleinparzellierten Terrassenanlagen führte zu abwechslungsreichen und attraktiven Landschaften. Durch die Offenhaltung der meist waldfähigen Standorte konnten sich artenreiche, an Trockenheit und hohe Lichtintensität angepasste Artengemeinschaften entwickeln.

Im letzten Jahrhundert wurde der Weinbau durch großflächig durchgeführte Flurbereinigungen intensiviert. Die Weinberge wurden dabei in Falllinie angelegt, d. h. die Rebzeilen sind in Richtung des stärksten Gefälles ausgerichtet. Grund ist die Erhöhung der Rebichte pro Fläche (Erhöhung der Flächenproduktivität), da die gesamte Fläche für die Rebzeilen und den dazwischenliegenden Fahrgassen genutzt werden kann, sowie die verbesserten Möglichkeiten der Mechanisierung. Die Veränderungen haben vielerorts zu einer Monotonisierung der Kulturlandschaft geführt, da keine nennenswerten Anteile anderer Landschaftsstrukturelemente wie Hecken, Säume und Grünland erhalten geblieben sind. Dort, wo eine Intensivierung nicht lohnte, z.B. aufgrund der Steilheit des Geländes, wurde die weinbauliche Nutzung ganz aufgegeben. Dies hat zu einer großflächigen Verbuschung und Wiederbewaldung dieser Grenzertragsstandorte geführt.

Der Prozess des Brachfallens der Hanglagen dauert bis heute an, wobei nun die in Falllinie angeordneten Weinberge betroffen sind. Vor dem Hintergrund sich verteuernder Produktionskosten und des Klimawandels ist die Wirtschaftlichkeit oft nicht mehr gegeben. Die Nutzungsaufgabe hat den Charakter vieler weinbaulich geprägter Kulturlandschaften stark verändert. So ist z. B. in den überwiegend durch Steillagenweinbau geprägten Regionen Mittelrhein und Mosel in den letzten 31 Jahren ein Rückgang der bestockten Rebfläche von knapp 40 % bzw. knapp 30 % zu verzeichnen (1986-2017; Deutsches Weinbaujahrbuch 2018).

Auswirkungen aus naturschutzfachlicher Sicht sind der Rückgang vieler gefährdeter, an Wärme, Trockenheit und Nährstoffarmut angepasster Tier- und Pflanzenarten mit ihren Offenland-Lebensräumen. Während die Primärhabitats dieser Arten, z.B. Felsnasen und Geröllhalden, durch Nutzbarmachung der Hänge häufig zerstört wurden, sind durch die aktuellen Sukzessionsprozesse die Sekundärhabitats betroffen (Veith et al. 2012). Für die Erhaltung des Steillagenweinbaus sprechen aber nicht nur ökologische, sondern auch landschaftsästhetische Gründe (abwechslungsreiches Landschaftsbild mit hohem Erholungs- und Freizeitwert) sowie kulturhistorische Gründe im Kontext der 2000 Jahre alten Weinbautradition. Darüber hinaus ist der Steillagenweinbau in Deutschland trotz der vermehrten Nutzungsaufgabe immer noch eine wesentliche Erwerbsquelle für Winzer, wobei fast ausschließlich Qualitätsweine produziert werden. Ferner sind diese traditionellen Kulturlandschaften Grundlage für den Tourismus, der eine bedeutende Einkommensquelle darstellt (Job 1999). Es sprechen also ökologische, landschaftsästhetische, kulturhistorische und ökonomische Gründe für die Erhaltung des Weinbaus in xerothermen Hanglagen.

Ein Lösungsansatz kann die Anlage von Querterrassen-Weinbergen sein (Abbildung 1). Die Bewirtschaftung ist in diesen Weinbergen stark erleichtert, da in den hangparallelen Gassen normale Schmalspurschlepper zum Einsatz kommen können. Gleichzeitig haben die neu angelegten Böschungen ein großes Potenzial für die Erhaltung und Regeneration der charakteristischen an Wärme und Trockenheit angepassten Artengemeinschaften. Allerdings

gibt es eine Reihe von Fragen und Herausforderungen bei der Etablierung von Querterrassierungen, die z.B. die Begrünung von neugeschobenen Querterrassen, elementare weinbauliche Fragen (Mikroklima für die Aromastoffentwicklung in Trauben, Rebengesundheit) und die Bedeutung der Querterrassenweinberge für die Biodiversität betreffen. Daher spielt diese Anlageform für den Weinbau derzeit noch eine eher untergeordnete Rolle.

Das übergeordnete Ziel des Projektes war die Erarbeitung eines Konzeptes zur Erhaltung der weinbaulich geprägten Kulturlandschaft in Steillagenregionen durch die Querterrassierung im Weinbau. Dabei wurden ungelöste Fragen weinbaulicher und ökologischer Art geklärt und auch Fördermöglichkeiten und ökonomische Aspekte beleuchtet. Die Ergebnisse wurden durch intensive Wissenstransferaktivitäten dem Weinbau, dem Naturschutz, der Wissenschaft und der allgemeinen Öffentlichkeit zugänglich gemacht.



**Abbildung 1:** (A) Weinberg in Falllinie ausgerichtet. Die oft alternierend begrünten Gassen werden für Pflanzenschutz, Bodenbewirtschaftung, Laubwandmanagement und Lese i.d.R. intensiv mit Steillagenmechanisierungssystemen befahren, der Unterstockbereich wird durch Herbizideinsatz oder mechanische Bearbeitung möglichst vegetationsarm gehalten. (B) Querterrassierter Weinberg bestehend aus Böschungen und Gassen mit randständigen Rebzeilen. Gassen und Rebzeilen werden im Direktzug bewirtschaftet. Die Böschungen, die einen Großteil der Weinbergsfläche ausmachen, sind der direkten Bewirtschaftung entzogen und werden i.d.R. gemulcht. Die Gassen werden offengehalten.

## 2. Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

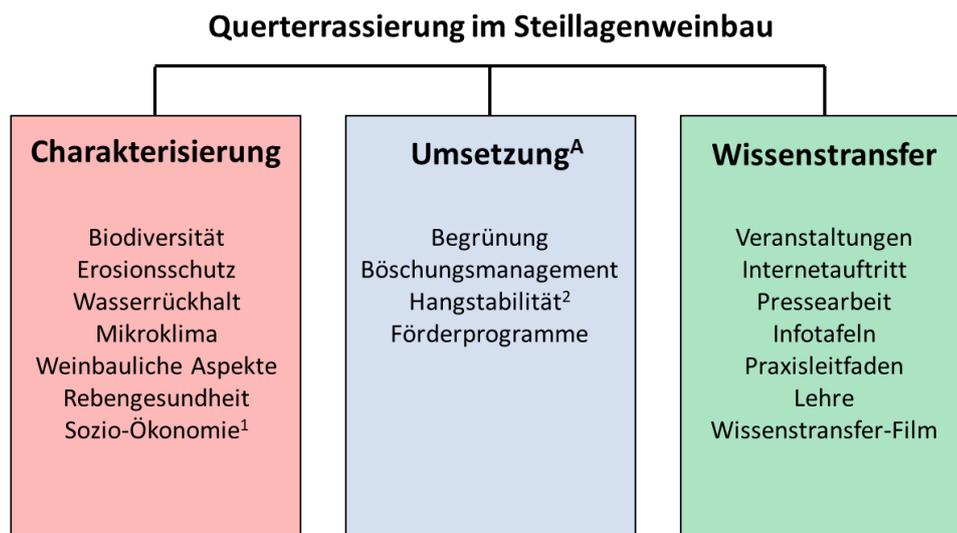
### 2.1 Überblick über die Aktivitäten

Die Aktivitäten, die im Rahmen des Vorhabens zur Zielerreichung im Fokus standen, können drei Themenkomplexen zugeordnet werden (Abbildung 2).

Erstens erfolgte ein Vergleich der ökologischen, weinbaulichen und ökonomischen Charakteristika von querterrassierten Weinbergen mit Weinbergen in Falllinie. Diese Informationen sind für die Förderung der Akzeptanz der Querterrassierung in der Winzerschaft, aber auch zur Abschätzung der Bedeutung für den Naturschutz auf Seiten der Behörden essentiell. Zweitens war die Umsetzung in die Praxis zentraler Baustein des Projektes, d.h. die Anlage, Begrünung und Pflege von Querterrassen-Weinbergen. Hierfür

konnten als Kooperationspartner die hessischen Staatsweingüter sowie ein weiterer hessischer und ein rheinland-pfälzischer Weinbau-Betrieb gewonnen werden. Hinzu kam als dritte essentielle Säule der Wissenstransfer, d.h. die Verbreitung der Projektergebnisse an alle relevanten Akteure (Betriebe, Verbände, Behörden, Politik und Studierende des Weinbaus) sowie die Kommunikation und Interaktion mit diesen. Untersuchungsregion war die UNESCO-Welterbe-Region Oberes Mittelrheintal, der Lösungsweg ist aber auf andere Steillagen-Anbaugebiete Deutschlands übertragbar. Die Untersuchungen wurden 2018-2020 durchgeführt. Der Schwerpunkt des Wissenstransfers und der Kommunikation mit allen relevanten Akteuren lag im ersten Jahr, um das Projekt bekannt zu machen, sowie im vierten und fünften Jahr, um die Ergebnisse und daraus abgeleitete Empfehlungen zu kommunizieren. In den ersten Monaten wurde ein Projekt-Beirat zusammengestellt, der BioQuiS während der Projektlaufzeit beraten und begleitet hat. Mitglieder waren:

- Joachim-Eberhard Maltzahn, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden
- Dr. Manfred Klein, Bundesamt für Naturschutz, Bonn
- Michael Lipps, Leiter des Dienstleistungszentrums Ländlicher Raum Rheinhessen, Nahe, Hunsrück, Bad Kreuznach



**Abbildung 2:** Schematische Darstellung der Themenkomplexe mit den Aktivitäten im BioQuiS-Projekt. <sup>A</sup>Umsetzungsaktivitäten wurden in enger Zusammenarbeit mit den drei Partnerbetrieben durchgeführt. Unterstützt wurde das Projekt durch <sup>1</sup>Institut für Wein- und Getränkewirtschaft, Hochschule Geisenheim (Prof. Dr. S. Loose); <sup>2</sup>Referat Ingenieurgeologie, Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (Dr. M. Rogall und A. Wehinger).

## 2.2 Neuanlage von Querterrassenweinbergen

Die drei Praxispartner im Projekt haben im Frühjahr 2018 jeweils einen Querterrassenweinberg neu anlegen lassen (Tabelle 1, Abbildung 3a).

**Tabelle 1:** Praxispartner sowie Größe und Lage der neu angelegten Querterrassenweinberge

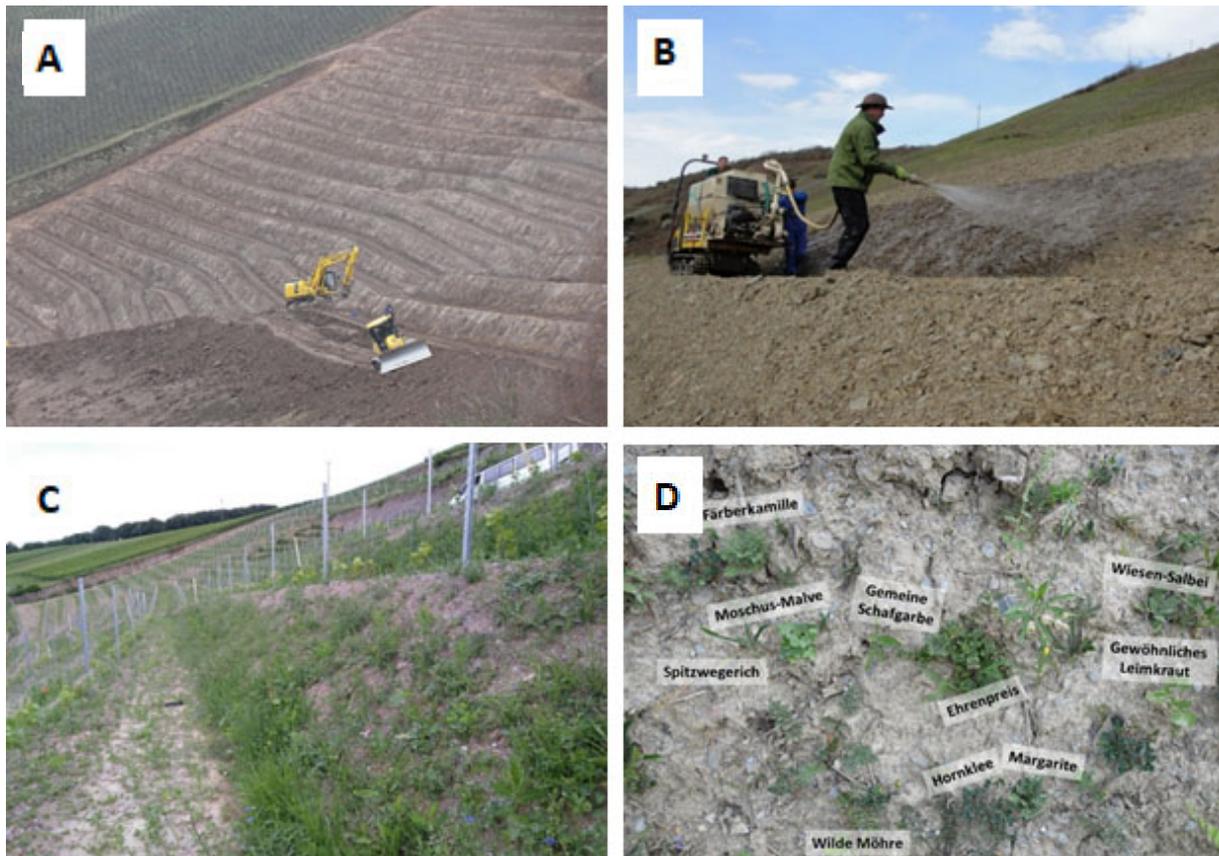
Praxispartner	Größe des Weinbergs [ha]	Ort
Hess. Staatsweingüter, Kloster Eberbach	2	Assmannshausen, Höllenberg
Weingut Laquai, Lorch, Hessen	0.5	Lorch
Weingut Ratzenberger, Bacharach, Rheinland-Pfalz	0.8	Fürstenberg, Niederheimbach

Eine zentrale Frage bei der Neuanlage von Querterrassen war, wie die Böschungen erfolgreich und zügig begrünt werden können, um den Erosionsschutz zu gewährleisten. Weinbaubetriebe, die bereits Erfahrungen mit der Querterrassierung sammeln konnten, sahen diesen Aspekt als zentrale Herausforderung an, da in der Vergangenheit die Böschungen nicht immer zufriedenstellend und in angemessener Zeit begrünt waren. Gleichzeitig sollten die Böschungen wesentliche Naturschutz-Funktionen übernehmen, indem sie Lebensraum für die charakteristische Fauna und Flora des Offenlandes im Mittelrheintal bieten und als Verbindungselemente für den Biotopverbund insbesondere für Magerrasen und artenreiches Grünland wirken.

Für diese Fragestellung wurde eine Begrünungsstudie in den drei neugeschobenen Terrassen-Weinbergen durchgeführt (Kap. 2.3). Alle Böschungsbereiche, die nicht in die Studie mit einbezogen waren, erhielten zur Begrünung eine eigens für das Projekt zusammengestellte Saadmischung (Regio-Saatgut), die als Nassansaat aufgebracht wurde (Abb. 3b). Diese wird gemäß DIN 18918 auch als Anspritzbegrünung und Hydroseeding bezeichnet. Dem Saatgut wurden verschiedene Zuschlagstoffe (u.a. Zellulosemulch, Strohmulchfasern, Haftmittelkonzentrat) hinzugegeben. Die Begrünung etablierte sich im Laufe der Vegetationsperiode 2018 (Abb. 3c und d).

### 2.3 Studie zur Böschungsbegrünung bei Neuanlagen von Querterrassenweinbergen

Um Empfehlungen für eine erfolgreiche Begrünung der Querterrassenböschungen geben zu können, wurden mehrere Saadmischungen, Ansaattechniken und verschiedene weitere „Starthelfer“ getestet.



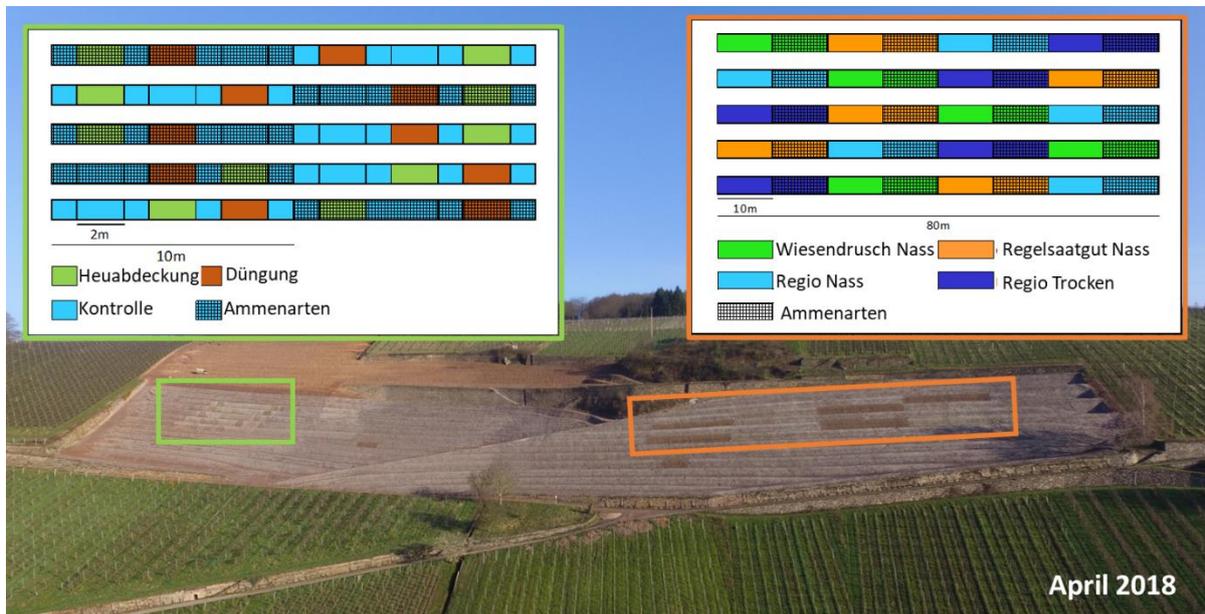
**Abbildung 3:** (A) Anlegen des querterrassierten Weinbergs am Höllenberg, Assmannshausen; (B) Nassansaat-Technik zur Begrünung der Böschungen; (C) aufgelaufene Vegetation im Juli 2018; (D) aufgelaufene Rosetten der Zielvegetation im August 2018.

Folgende Saatgutvarianten wurden für Studie 1 (Abb. 4, orange Box) ausgewählt:

- Lokales Saatgut, als Wiesendrusch von lokalen Spenderflächen geerntet. Die Spenderflächen waren maximal 12 km von den neugeschobenen Weinbergen entfernt. Das Saatgut der Wiesendruschvariante wurde bereits 2017 geerntet. Die Methode wurde als vorzeitige Maßnahme von Seiten der DBU genehmigt.
- Regionales Saatgut (Produktionsraum Westdeutsches Berg- und Hügelland, Ursprungsgebiet Rheinisches Bergland).
- Züchterisch bearbeitetes Regel-Saatgut mit Krautanteil, speziell für trockene Standorte (RSM 7.22)

In Studie 1 haben wir gleichzeitig die Eignung von Ammensaatgut zur Schnellbegrünung untersucht. Dabei handelt es sich um Arten, die schnell auflaufen und einen ersten Erosionsschutz bieten, ohne das Aufwachsen der Zielvegetation zu behindern. Es wurden Roggen-Trespe (*Bromus secalinus*), Kornblume (*Centaurea cyanus*) und Klatschmohn (*Papaver*

*rhoeas*) verwendet. Ein weiterer Faktor stellte die Ansaattechnik mit den Varianten Nass- und Trockenansaats dar.



**Abbildung 4:** Bei Begrünungsstudie 1 (rechts, orange Box) wurde unterschiedliches Saatgut (Wiesendrusch, Regio- und Regelsaatgut) mit und ohne Ammensaat sowie Trocken- und Nassansaats-Technik als Faktoren miteinbezogen. Pro querterrassiertem Weinberg wurden die Behandlungen in insgesamt fünf Böschungsserien standardisiert angelegt. Bei Begrünungsstudie 2 (links, grüne Box) wurde getestet, ob die Keimung des Saatgutes (Regiosaatgut mit Nassansaats-Technik mit bzw. ohne Ammensaat aufgebracht) durch Heuabdeckung und eine Starterdüngung gefördert wird. Pro querterrassiertem Weinberg wurden die Behandlungen in insgesamt fünf Böschungsserien standardisiert angelegt.

In Studie 2 (Abb. 4, grüne Box) wurde der Effekt von Heuabdeckung und einer Starterdüngung mit und ohne Ammensaatgut auf das Auflaufen des Saatgutes getestet.

Im Juni/Juli 2018, 2019 und 2020 wurden in beiden Studien Vegetationsaufnahmen und Bodenanalysen auf insgesamt 210 Plots durchgeführt, um das Auflaufen der Vegetation, die Vegetationsdichte sowie Nährstoffniveau und andere Bodenparameter in Bezug zu den unterschiedlichen Behandlungen analysieren zu können.

## 2.4 Vergleichende Charakterisierung der Weinbergstypen

### 2.4.1 Ökologische Untersuchungsschwerpunkte und Methoden

Um die Unterschiede in den Artengemeinschaften, der Diversität und -Abundanz zwischen Querterrassen- und Falllinien-Weinbergen zu erfassen, wurden 2018-2020 in 15 Weinbergsparen Pflanzen, Bodenarthropoden (Spinnen und Laufkäfer) sowie fliegende Insekten (Wildbienen) nach einem standardisierten Untersuchungsdesign aufgenommen. Um gleichzeitig abschätzen zu können, welche Bedeutung die Weinbergsbrachen im Vergleich zu

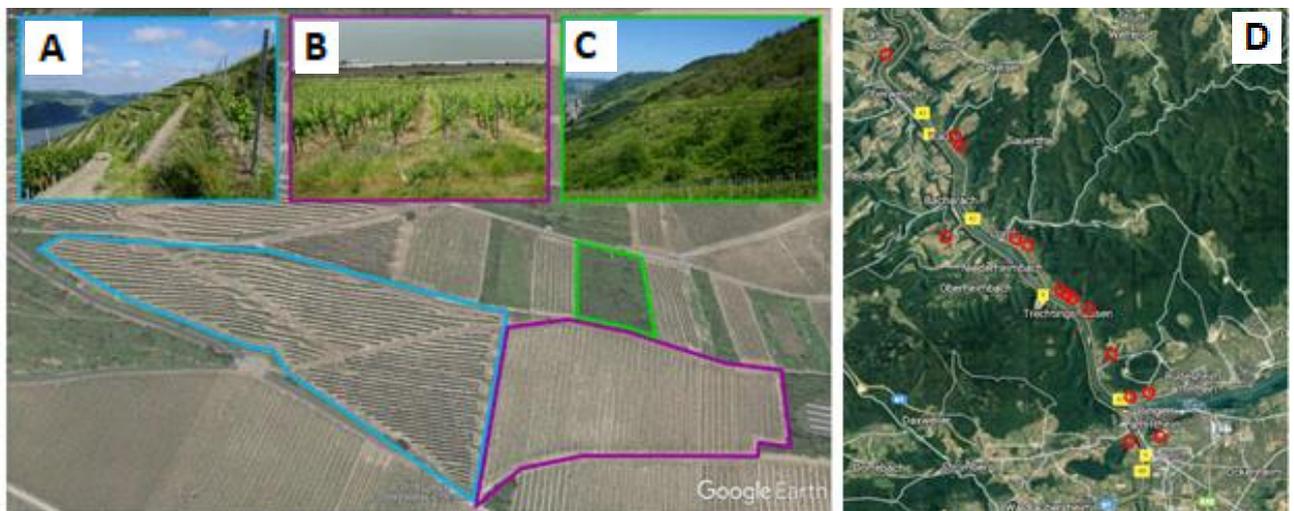
den bewirtschafteten Weinbergen haben, untersuchten wir vergleichend zu jedem der 15 Paare eine nahe gelegene Brachfläche (Abb. 5). Im Folgenden werden diese drei Weinberge, die eine Untersuchungseinheit darstellt, als Tripletts bezeichnet.

Für die Erfassung von bodenaktiven Spinnen und Carabiden wurden in den Jahren 2019 und 2020 jeweils 135 Bodenfallen in zwei Fangdurchgängen im Mai und im September für 10 Tage aufgestellt. Parameter wie Vegetationsdichte und -höhe wurden ebenfalls ermittelt.

Die Erfassung der Wildbienen wurde 2019 über Farbschalen nach der Methode von Westphal et al. (2018) durchgeführt. Die Verwendung von Farbschalen ermöglicht es neben den hypogäisch (in Hohlräumen) nistenden auch die endogäisch (im Boden) nistenden Tiere zu erfassen. Insgesamt wurden an drei Terminen (April, Juni, August) bei sonnigen, weitgehend windstillen Witterungsbedingungen drei Farbschalen pro Fläche für 3 Tage ausgebracht. Relevante Umweltparameter wie Blütenangebot und -dichte wurden unmittelbar nach der Erfassung aufgenommen.

Zusätzlich wurde 2019 im Frühjahr (März bis April) und im Sommer (Juni bis Juli) in allen 45 Untersuchungsweinbergen die Vegetation über Vegetationsaufnahmen untersucht.

Im Jahr 2020 konnten im Rahmen einer Masterarbeit Heuschrecken erfasst werden. Die Erfassung erfolgte mit Hilfe eines modifizierten Laubsaugers und eines Isolationsquadrats (1 m<sup>2</sup>) im Juli und August 2020 in allen 45 Untersuchungsflächen. Relevante Umweltparameter wie Vegetationsdichte und -höhe wurden ebenfalls ermittelt.



**Abbildung 5:** Tripletts bestehend aus Querterrassenweinberg (A), Falllinienweinberg (B) und Weinbergsbrache (C) als Untersuchungseinheit für die vergleichenden Untersuchungen der Biodiversität; (D) Insgesamt wurden 15 Tripletts entlang des Mittelrheintals untersucht.

#### 2.4.2 Weinbauliche Untersuchungsschwerpunkte und Methoden

Die Grundlage zur Charakterisierung einer Veränderung des Bewirtschaftungssystems von der Falllinie zur Querterrasse bestand aus der Untersuchung der veränderten Wachstumsbedingungen der Rebe. Der erste Untersuchungsschwerpunkt bildete daher das Erfassen der mikroklimatischen Besonderheiten beider Weinanbausysteme, das heißt, die Aufnahme der Licht- und Wärmeverhältnisse im Rebenbestand.

Insgesamt 42 Datenlogger zeichneten über die gesamte Vegetationsperiode (April bis Oktober 2018) die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit in der Laubwand auf der Höhe der Traubenzone auf. Die Loggerdaten (15 min-Aufzeichnungsintervallen) wurden zu Tageswerten (Temperaturminimum, -maximum, -mittelwert und die Temperaturamplitude) zusammengefasst, mit Informationen naheliegender Wetterstationen (Windgeschwindigkeit und Lichtintensität/Globalstrahlung) ergänzt und hinsichtlich ihrer Interaktion mit den Untersuchungsparametern Treatment (Falllinienweinberg und Querterrassenweinberg), Standort (n=7), Zeilenorientierung und der Jahreszeit analysiert.

Zusätzlich zu den Messungen der in die Traubenzone einfallenden Strahlungsenergie durch eine Erfassungsmethode mit photosensitiven Filmen (Bontempo et al. 2018), wurden zu drei wichtigen Hauptstadien der Rebe (Blüte, Reifebeginn und Lesereife) mittels Infrarotradiometern die Laubwandoberflächentemperatur erfasst. Des Weiteren sollten phänologische Beobachtungen und Messungen zur vegetativen Entwicklung der Rebe den Einfluss des Mikroklimas auf die Rebe aufzeigen.

Des Weiteren wurde der Einfluss der veränderten Strahlungs- und Wärmebedingungen aufgrund der Veränderung der Zeilenorientierung durch die Querterrassierung auf qualitätsbestimmende Traubeninhaltsstoffe der Rebsorte Riesling untersucht. Hierfür wurden mit dem Ziel der Bewertung der Einstrahlungsunterschiede die Proben getrennt nach den beiden Laubwandseiten einer Rebzeile entnommen und eine Auswahl bestimmter Analyseparameter vorgenommen, u.a. Standardmostparameter wie das Mostgewicht und die Mostsäure, aber auch das Aminosäureprofil und die Konzentration von Polyphenolen in der Beerenhaut. Ergänzt wurden die Bestimmungen durch die Erfassung von Blattinhaltsstoffen und der Sonnenbrandreaktion von Trauben der verschiedenen Expositionen.

Ob sich eine Querterrassierung als potenzielle Anpassungsstrategie für zukünftige Klimaextreme eignet, wurde durch die Erfassung der Bodenfeuchtedynamik über einen Zeitraum von drei Jahren untersucht. Inwiefern die Rebe einem Trockenstress ausgesetzt wird, konnte vor allem in den sehr trockenen Jahren 2019 und 2020 verfolgt werden. Hierzu wurden direkte und indirekte physiologische Messungen an der Rebe und dem Traubenmost vorgenommen, um eine Einschätzung über das Gefährdungspotenzial von Reben in Steillagenweinbausystemen geben zu können. Der Einfluss der Querterrassierung auf den Oberflächenabfluss nach (Stark-)Niederschlägen konnte über den gesamten Bearbeitungszeitraum jährlich rein qualitativ beobachtet werden.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Ergebnisse der Begrünungsstudien

Die Ergebnisse der Begrünungsstudien, die hier zusammenfassend beschrieben werden, sind folgendermaßen veröffentlicht worden:

- Wersebeckmann, Vera; Entling, Martin H.; Leyer, Ilona (2022): Revegetation of vineyard terrace embankments: A matter of seed mixture and seeding technique. *Journal of Environmental Management* 317, p. 115409. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.115409.

Zwei Jahre nach der Ansaat wiesen das Regiosaatgut und der Wiesendrusch eine signifikant höhere Vegetationsbedeckung und weniger Offenboden und somit besseren Erosionsschutz auf als das züchterisch bearbeitete Regelsaatgut (Abb. 6a, b). Durch die mangelnde lokale Anpassung des Regelsaatguts und die Verwendung von Zuchtsorten (Gräser) erwies sich die Mischung als weniger geeignet, um sich unter den extremen mikroklimatischen Bedingungen der Querterrassenböschungen zu etablieren.

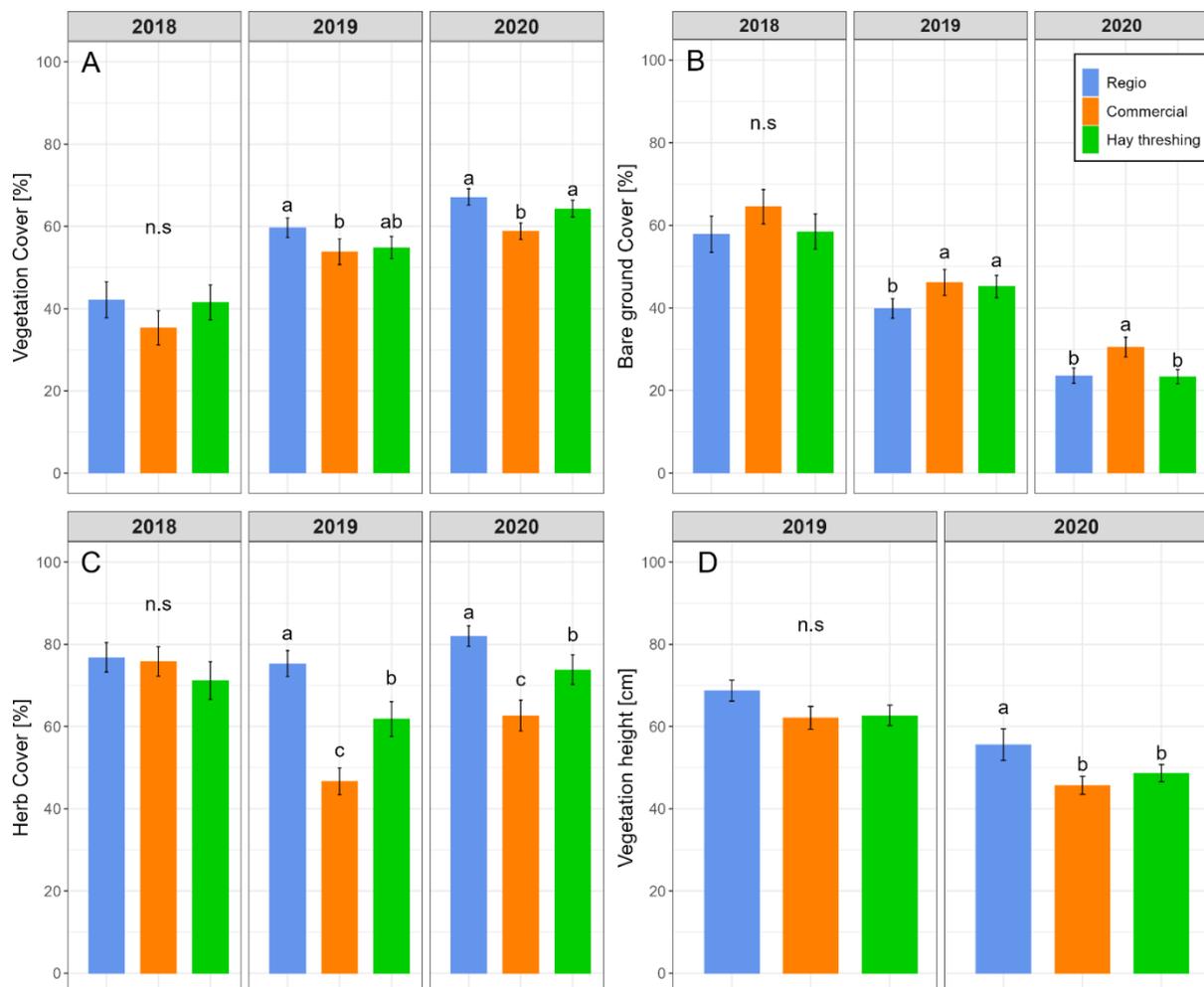
Das Regiosaatgut zeigte sich am kraut- und blütenreichsten und war etwas höher als die anderen beiden Varianten (Abb. 6 c und d). Obwohl der Wiesendrusch eine ähnlich hohe Vegetationsbedeckung wie das Regiosaatgut entwickelte, war der Anteil krautiger Arten im Vergleich geringer. Dies könnte an einem geringeren Anteil an Samen im Wiesendrusch liegen, da dies bei der Gewinnung schwer zu kontrollieren ist. Um den Anteil krautiger Arten im Wiesendrusch zu erhöhen, wäre es notwendig, zu verschiedenen Zeitpunkten im Jahr Saatgut zu gewinnen und ggf. auch gezielte Handsammlungen durchzuführen. Dieses Vorgehen würde jedoch die ohnehin schon hohen Kosten (Gewinnung und Verarbeitung: ~3100 €/ha) steigern und scheint deshalb nur dann sinnvoll zu sein, wenn konkrete Naturschutzziele wie die Vernetzung von artenreichen Grünländern in unmittelbarer Umgebung verfolgt werden.

Bei der Auswahl des Saatguts wird oft argumentiert, dass Regiosaatgut deutlich teurer ist als Regelsaat-Mischungen. Berücksichtigt man aber die deutlich geringeren Aufwandmengen der Regio-Mischungen (empfohlen werden 3-5 g) und den deutlich nachhaltigeren Begrünungserfolg ist diese Annahme in Zweifel zu ziehen (Tab. 2).

**Tabelle 2:** Vergleich der Kosten für Regiosaatgut in zwei Ansaatstärken und Regelsaatgut

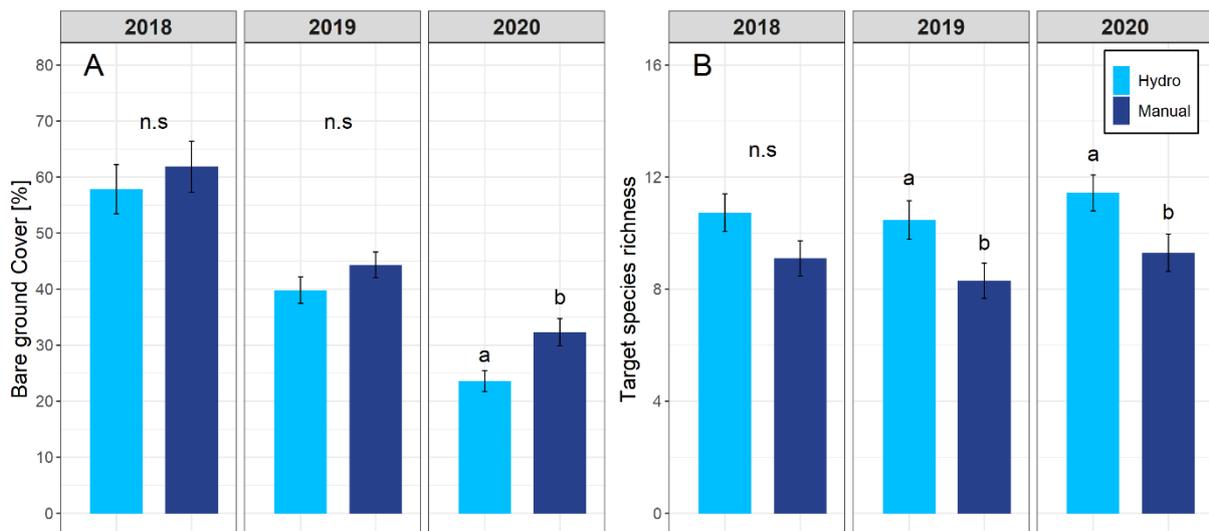
	Regiosaatgut	Regelsaatgut (RSM 7.22)
Aufwandmenge	3-5 g/m <sup>2</sup>	20 g/m <sup>2</sup>
Preis*/kg	51 €	8 – 12 €
Preis*/ha	1530-2550 €	1600 - 2400 €

\* Preise des Saatguts variieren je nach Händler, Hersteller und Zusammensetzung



**Abbildung 6:** Unterschiede für Vegetationsdeckung (A), Offenbodendeckung (B), Kräuterdeckung (C) und Vegetationshöhe (D) für drei verschiedene Saatgutmischungen in Nassansaat für die Jahre 2018-2020. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Ansaattechniken ( $p < 0.05$ ). Nicht signifikante Unterschiede sind mit n.s. gekennzeichnet.

Um die Eignung von Nass- und Trockenansaat für die Begrünung von Querterrassenböschungen zu untersuchen, wurde das Regiosaatgut in beiden Varianten auf die Böschungen aufgebracht. Zwei Jahre nach der Ansaat zeigte sich ein signifikant höherer Offenbodenanteil und ein signifikant geringerer Anteil an Zielarten bei der manuellen Trockenansaat im Vergleich zur Nassansaat (Abb. 7). Während bei der Nassansaat das Saatgut durch einen organischen Kleber an der Böschung fixiert wird, ist die trocken angesäte Saat anfälliger, abgewaschen oder verweht zu werden. Ein Starkregenereignis einige Wochen nach der Ansaat hat wahrscheinlich zu einer solchen Abwaschung des Saatguts geführt.



**Abbildung 7:** Unterschiede der Offenbodendeckung (A) und Anzahl an Zielarten (B) für die Regiosaatgutmischung in Nass- und Trockenansaat für die Jahre 2018-2020. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Ansaattechniken ( $p < 0.05$ ). Nicht signifikante Unterschiede sind mit n.s. gekennzeichnet.

Die Verwendung von „Starthelfern“ (Heumulch, Dünger, Ammensaat) zur Unterstützung der Anfangsetablierung der Begrünung zeigte kaum einen Effekt.

Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass eine erfolgreiche Böschungsbegrünung insbesondere mit regionalem Saatgut und über Nassansaat erreicht werden kann. Ansaaten mit nicht standortangepassten Arten stellen durch ein erhöhtes Ausfallrisiko keinen langfristigen Erosionsschutz sicher. Mit einer artenreichen Begrünung der Böschungen können Querterrassen einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, Steillagenweinbau mit Naturschutzziele gewinnen zu verknüpfen.

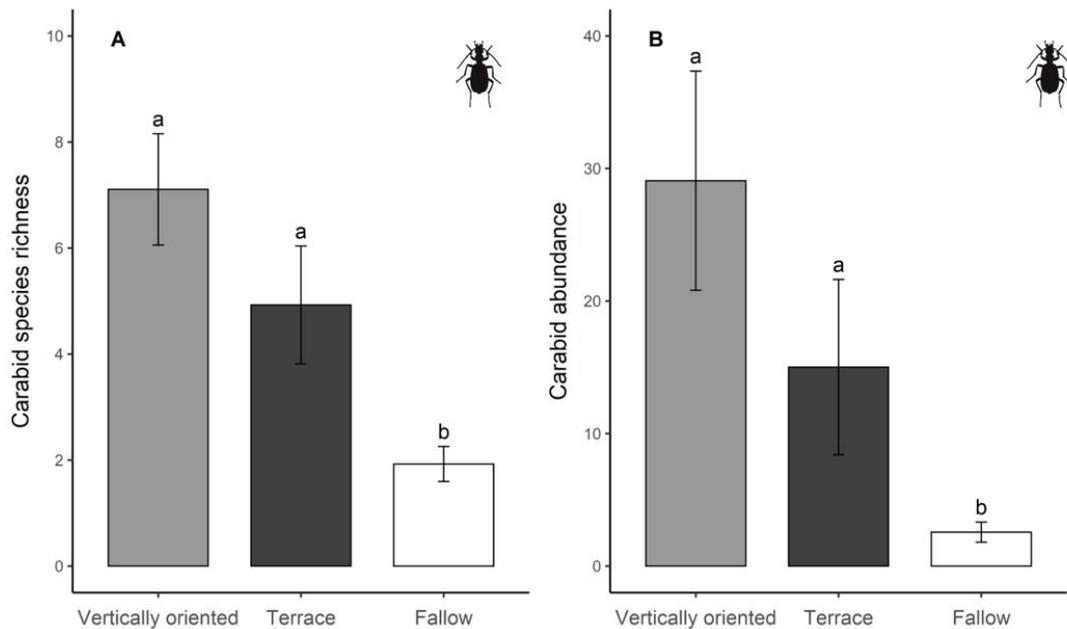
### 3.2 Ökologischer Vergleich der Weinbergstypen

Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Biodiversität der unterschiedlichen Weinbergstypen, die hier zusammenfassend beschrieben werden, sind folgendermaßen veröffentlicht worden bzw. im Fall der Vegetationsergebnisse noch in der Vorbereitung:

- Wersebeckmann, Vera; Kolb, Sebastian; Entling, Martin H.; Leyer, Ilona (2021): Maintaining steep slope viticulture for spider diversity. *Global Ecology and Conservation* 29, e01727 DOI: 10.1016/j.gecco.2021.e01727.
- Wersebeckmann, Vera; Warzecha, Daniela; Entling, Martin H.; Leyer, Ilona (2023): Contrasting effects of vineyard type, soil and landscape factors on ground- versus above-ground-nesting bees. *Journal of Applied Ecology*, Article 1365-2664.14358. DOI: 10.1111/1365-2664.14358.
- Wersebeckmann, Vera; Biegerl, Carolin; Leyer, Ilona; Mody, Karsten (2023): Orthopteran Diversity in Steep Slope Vineyards: The role of vineyard type and vegetation Management. *Insects* 14 (1). DOI: 10.3390/insects14010083.
- Wersebeckmann, Vera; Burstedde, Kirsten; Leyer, Ilona (in prep.) Promoting plant diversity and habitat heterogeneity through vineyard terracing.

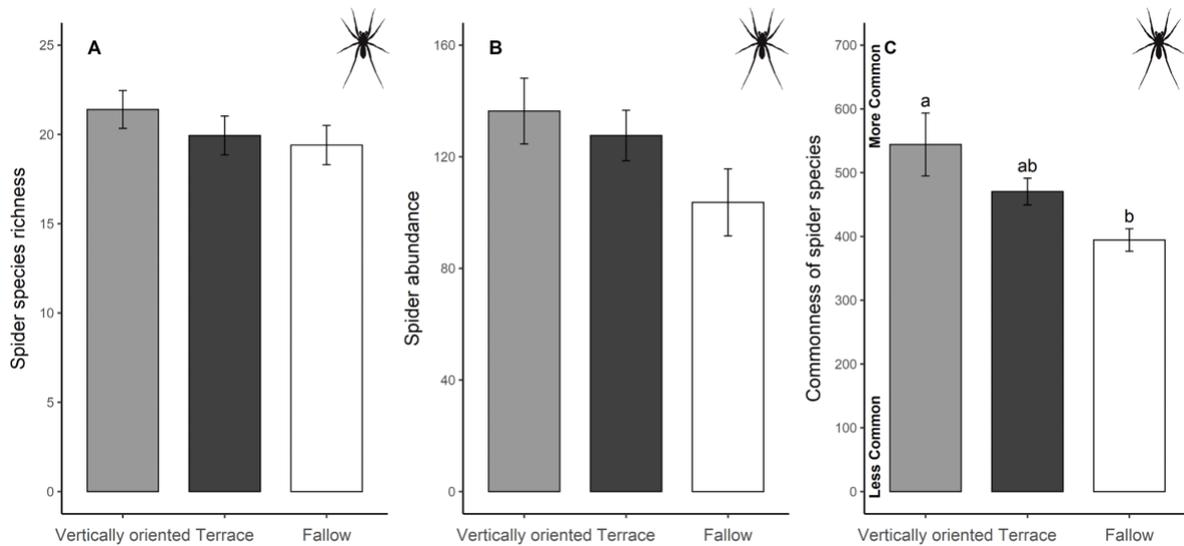
#### 3.2.1 Ergebnisse der Laufkäfer- und Spinnen-Untersuchungen

Die Anzahl an Laufkäferarten und -individuen war für die bewirtschafteten Weinberge signifikant höher als für die Weinbergsbrachen (Abbildung 8). Viele der gefangenen Laufkäfer sind wärmeliebende Offenlandarten, die in den bewirtschafteten Weinbergen mit offenem Boden und geringer Vegetationsbedeckung geeignete Lebensbedingungen vorfinden. Für die Carabidenarten ist daher die Offenhaltung durch Bewirtschaftung wichtig. Sie reagieren positiv auf einen hohen Anteil an Weinbergsfläche in der Landschaft (150 m Radius um die Bodenfalle).



**Abbildung 8:** Unterschiede für Laufkäfer-Artenreichtum (A) und -Abundanzen (B) zwischen den drei verschiedenen Weinbergstypen (Mittelwerte  $\pm$  SE). Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Weinbergstypen ( $p < 0.05$ ).

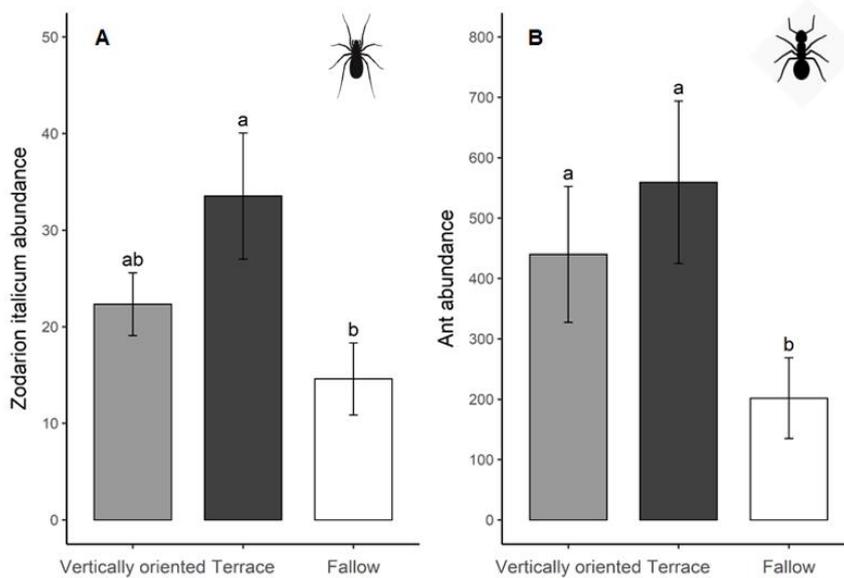
Für die Spinnen war die Diversität mit vielen gefährdeten und seltenen Arten insgesamt sehr hoch (120 Arten). Die Abundanz und der Artenreichtum der Spinnen unterscheiden sich nicht signifikant zwischen den Weinbergstypen (Abb. 9, A und B), aber es fanden sich signifikant mehr seltene Arten in den Weinbergsbrachen als in den Falllinien-Weinbergen (Abb. 9 C). Die Weinbergsbrachen trugen zur hohen Gesamtdiversität bei, da viele Arten (29 von 120) nur in diesen und nicht in den bewirtschafteten Weinbergen zu finden waren. In den Falllinien-Weinbergen waren mehr häufige, ruderale und störungstolerantere Arten zu finden. Dennoch kamen typische Ruderalarten wie *Pardosa agrestis* nur in geringer Abundanz vor, während sie in vergleichbaren Weinbergstudien in den Flachlagen (vgl. Kolb et al. 2020) die Artengemeinschaft dominierten.



**Abbildung 9:** Unterschiede für Spinnen-Artenreichtum (A), -abundanzen (B) und Häufigkeit der Spinnenarten (C) zwischen den drei verschiedenen Weinbergstypen. Für Artenreichtum und Abundanz sind Mittelwerte ( $\pm$  SE) für die Häufigkeit gewichtete Mittelwerte ( $\pm$  SE) dargestellt. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Weinbergstypen ( $p < 0.05$ ).

Die Querterrassen-Weinberge zeigten sich als besonders wertvolle Habitate für sehr wärmeliebende Arten wie die Vierfleck-Kalksteinspinne (*Titanoeca quadriguttata*) und die mediterrane, auf Ameisen spezialisierte Art *Zodarion italicum* (Abb. 10 A). Auch für die Ameisen (Beifang: 18.017 Individuen) zeigte sich eine Präferenz für die Querterrassen-Weinberge (Abb. 10 B). *Z. italicum* und die Anzahl an Ameisenindividuen zeigten ein kollineares Verhalten und eine höhere Abundanz in den bewirtschafteten Weinbergen. Die höhere Abundanz der Ameisen wird durch einen höheren Offenbodenanteil und höhere Temperaturen in den bewirtschafteten Weinbergen gefördert, was vor allem für die Anlage der Ameisennester eine wichtige Rolle spielt (Caprio et al. 2015).

Unterschiede in der Artengemeinschaft der Spinnen zeigten sich zwischen den Weinbergsbrachen und den bewirtschafteten Weinbergen. Hierbei ist vor allem der Wechsel von krautiger Vegetation in den bewirtschafteten Weinbergen zu strauchiger Vegetation in den Weinbergsbrachen der größte Einflussfaktor (Abb. 10).



**Abbildung 10:** Unterschiede für Abundanzen von *Zodarion italicum* (A) und Ameisen (B) zwischen 3 verschiedenen Weinbergstypen (Mittelwerte  $\pm$  SE). P-Werte wurden mit einem Post-hoc Test für GLMMs mit Block als random factor berechnet. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Weinbergstypen ( $p < 0.05$ ).

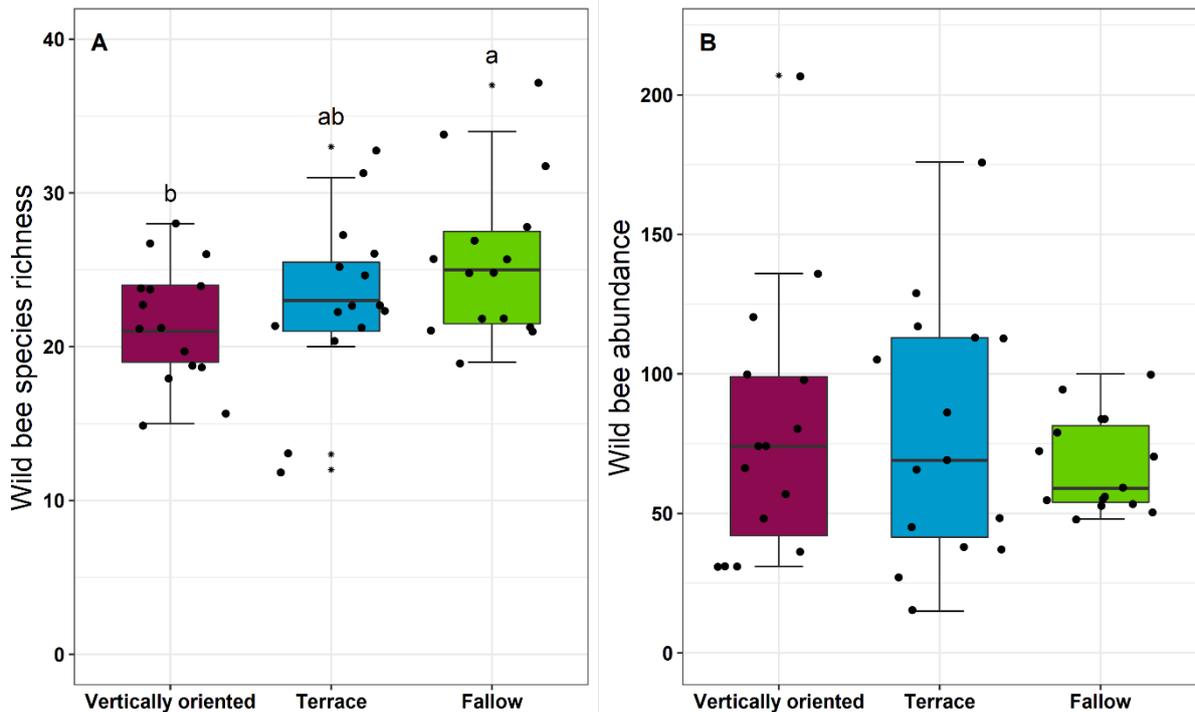
Entgegen den Ergebnissen aus früheren Studien (Schmidt et al. 2007) hatten Landschaftsparameter einen geringeren Einfluss auf die Artengemeinschaft der Spinnen. Die insgesamt hohe Landschaftsheterogenität des Untersuchungsgebiets scheint diesen Effekt zu minimieren. Neben den Weinbergsbrachen ist auch der Wald ein Strukturelement in der Landschaft, das eine wichtige Quelle für Diversität und Abundanz von Spinnen sein kann (Hogg und Dane 2010) und in der Studie einen positiven Einfluss auf die Abundanz der Spinnen zeigte.

Insgesamt zeigt sich für die Spinnen die hohe Bedeutung einer heterogenen Landschaftsstruktur aus Weinbergsbrachen, Wald und bewirtschafteten Weinbergen, um eine diverse Artgemeinschaften zu erhalten und zu fördern.

### 3.2.2 Ergebnisse der Wildbienen-Untersuchungen

Im Versuchsjahr 2019 wurden insgesamt 3385 Wildbienen-Individuen und 115 Arten erfasst. Von diesen Arten sind 26 Arten nach der Roten Liste Deutschlands als gefährdet eingestuft oder stehen auf der Vorwarnliste (Westrich et al. 2011), darunter sind viele charakteristische, wärmeliebende Arten der Weinberge wie *Lasioglossum lineare*, *Panurgus dentipes* und *Systropha planidens* (Westrich 2019).

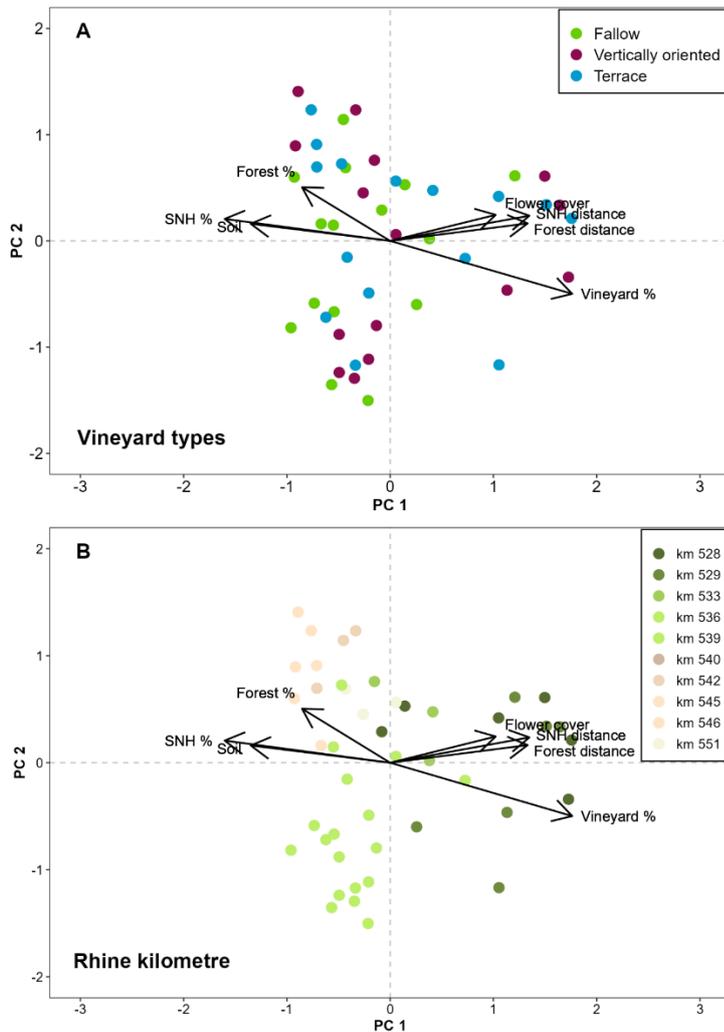
Der Artenreichtum war für die Weinbergsbrachen signifikant höher als für Falllinienweinberge (Abb. 11 A), während es bei der Abundanz keine Unterschiede gab (Abb. 11 B).



**Abbildung 11:** Unterschiede für Wildbienen-Artenreichtum (A) und -abundanzen (B) zwischen den drei verschiedenen Weinbergstypen. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Weinbergstypen ( $p < 0.05$ ).

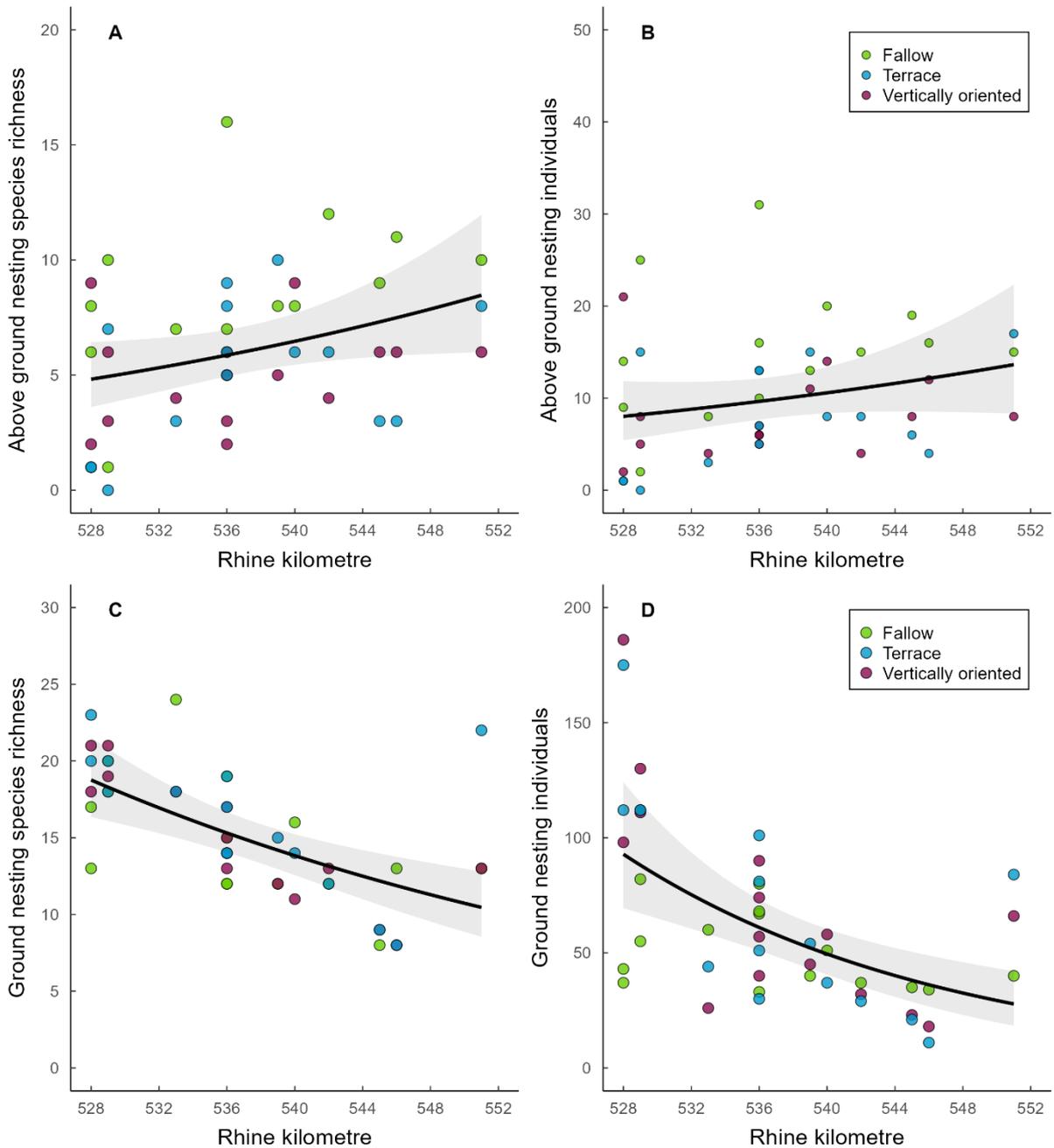
Bei der Betrachtung der Artengemeinschaften lassen sich keine Unterschiede zwischen den Weinbergstypen (Abb. 12 A), sondern entlang eines longitudinalen Gradienten feststellen (Abb. 12 B). Die Untersuchungsflächen erstrecken sich entlang von ca. 30 Rhein-Flusskilometern, entlang derer sich die Umweltbedingungen, insbesondere die Bodencharakteristika und damit verknüpft auch die Landschaftsstruktur, verändern. Von fruchtbaren Lössböden, die mit einem höheren prozentualen Anteil an Weinbergsfläche und einem geringeren Anteil an natürlichen Habitatstrukturen (Weinbergsbrachen) korreliert sind, verändern sich die Bedingungen hin zu schieferdominierten Böden mit geringerem Anteil an Weinbergsfläche, dafür aber einem höheren Anteil an Weinbergsbrachen und bewaldeten Flächen.

Neben der Verfügbarkeit von Nahrungsressourcen ist auch die Bereitstellung von geeigneten Nistplätzen und -material von entscheidender Bedeutung für den Schutz von Wildbienen. Wildbienen unterscheiden sich in ihrer Nistweise und lassen sich grob in ober- und unterirdisch nistend einteilen (Westrich 2019). Ungefähr 1/3 der Wildbienen nistet oberirdisch in markhaltigen Pflanzenstängeln, Hohlräumen oder auch in Schneckenhäusern, während 2/3 unterirdisch in selbstgegrabenen Hohlräumen nistet. Für die bodennistenden Arten spielt die Bodenart sowie die Bodentextur eine wichtige Rolle.



**Abbildung 12:** PCA-Ergebnisse für die Wildbienen-Artengemeinschaft für die Weinbergstypen (A) und Rheinkilometer (B). Die erste Achse erklärt 25.6 % und die zweite Achse 9.90 % der Varianz. Umweltvariablen, die signifikant mit den PCA-Achsen korreliert waren ( $p < 0.05$ , 9999 Permutationen), wurden post-hoc projiziert.

Für bodennistende (85% der Individuen) und oberirdisch nistende Arten (13.5% der Individuen) zeigten sich klare gegensätzliche Muster entlang des Rheinkilometergradienten (Abb. 13). Während die oberirdisch nistenden eine leichte Zunahme an Individuen und Arten aufwiesen, nahmen die bodennistenden Individuen und Arten entlang der Flusskilometer stark ab. Die oberirdisch nistenden scheinen positiv auf einen höheren Anteil an natürlichen Habitatstrukturen und Weinbergsbrachen zu reagieren, da sie diese als Nisthabitate nutzen. Für die bodennistenden Arten hatten die Bodenstruktur und der Bodentyp einen großen Einfluss; lösshaltige Böden waren als Nisthabitate besser geeignet als schieferhaltige Böden, die weniger Strukturstabilität bieten und auch das Graben erschweren. Diese Erkenntnisse sind insbesondere für die Förderung von Wildbienen in Agrarlandschaften von Bedeutung. Neben der Bereitstellung von Nahrungsressourcen sollten die verschiedenen Ansprüche an Nistplätzen eine stärkere Berücksichtigung finden.

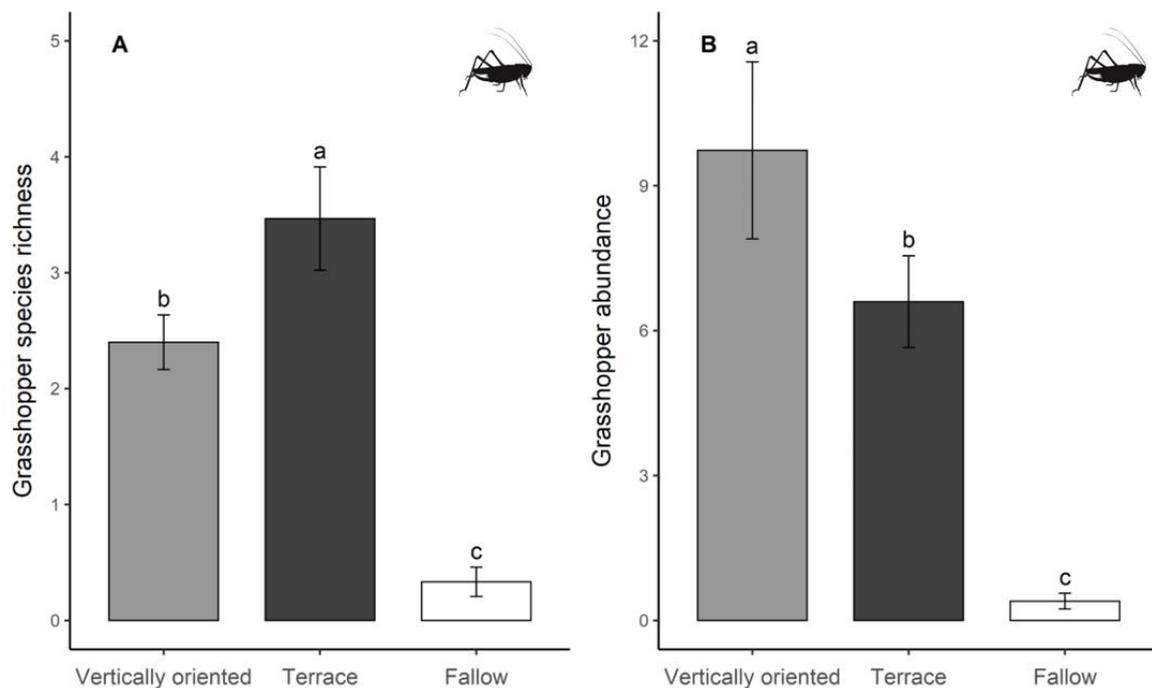


**Abbildung 13:** Beziehung zwischen Oberirdisch nistenden Wildbienenarten (A) und Individuen (B) und unterirdisch nistenden Wildbienenarten (C) und -individuen (D) und dem Rheinkilometergradienten. Die Modelle wurde auf Grundlage von GLMMs berechnet. Graue Bereiche repräsentieren den SE.

### 3.2.3 Ergebnisse der Heuschrecken-Untersuchungen

Insgesamt wurden im Versuchsjahr 2020 234 Heuschrecken-Individuen und 15 verschiedene Arten gefangen. *Oedipoda germanica* und *Chorthippus vagans* sind nach der Roten Liste Deutschlands als gefährdet eingestuft, *Oedipoda caerulescens* steht auf der Vorwarnliste (Maas et al. 2011). *Chorthippus biguttulus* (112), *Oedipoda caerulescens* (32) und *Oecanthus pellucens* (25) gehörten zu den häufigsten Heuschrecken-Arten.

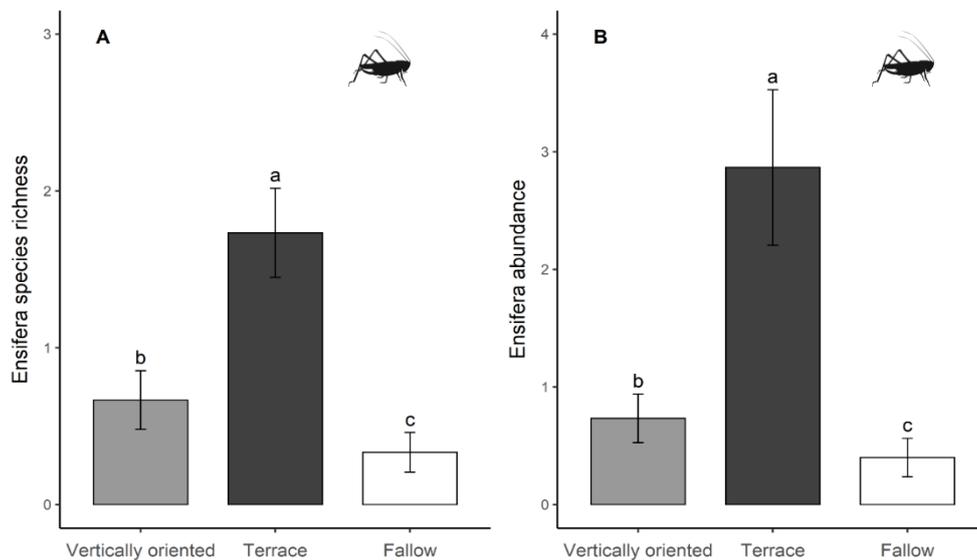
Der Artenreichtum war für die Querterrassen-Weinberge signifikant höher als für die Falllinie-Weinberge und die Weinbergsbrachen (Abb. 14 A), wohingegen die Abundanz in den Falllinien-Weinbergen am höchsten war (Abb. 14 B).



**Abbildung 14:** Unterschiede für Heuschrecken-Artenreichtum (A) und –abundanzen (B) zwischen 3 verschiedenen Weinbergstypen (Mittelwerte  $\pm$  SE). Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Weinbergstypen ( $p < 0.05$ ).

Die höhere Abundanz in den Falllinien-Weinbergen resultierte aus der Dominanz von *C. biguttulus*. Die Art ist auch in der Querterrasse am häufigsten, aber nicht dominierend. In den Querterrassen-Weinbergen fanden sich signifikant mehr Langfühler-Heuschrecken-Arten und -Individuen als in den Falllinien-Weinbergen und Weinbergsbrachen (Abb. 14 A und B), die wahrscheinlich vor allem von der ungestörteren Vegetation und der größeren Strukturvielfalt der Querterrassen-Böschungen profitieren.

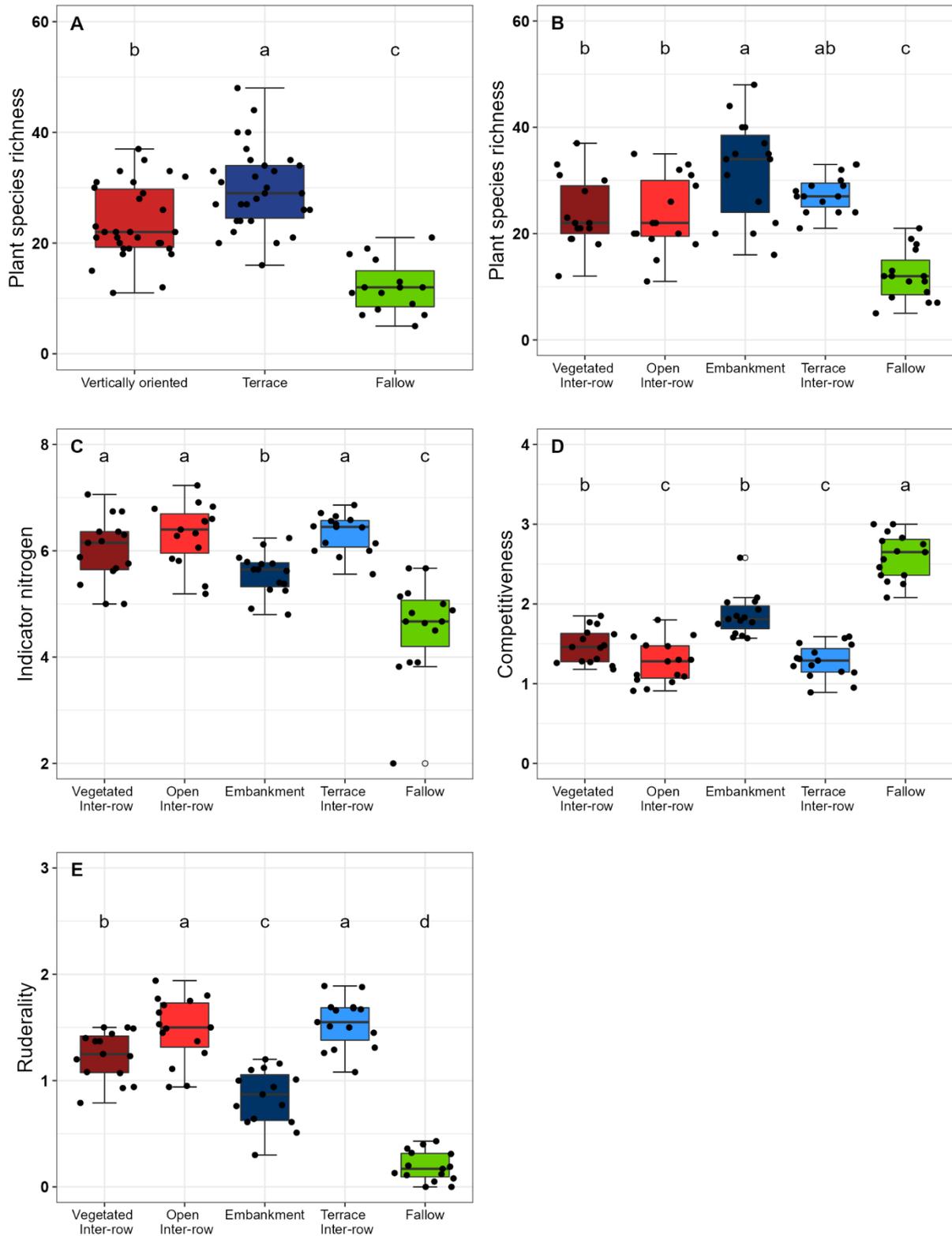
Die bewirtschafteten Weinberge haben vor allem für xerotherme Offenlandarten wie *O. caerulescens* und *C. vagans* eine hohe Bedeutung, während die Weinbergsbrachen ein weniger geeignetes Habitat zu sein scheinen.



**Abbildung 15:** Unterschiede für Langfühler-Heuschrecken-Artenreichtum (A) und –abundanzen (B) zwischen den drei verschiedenen Weinbergstypen (Mittelwerte  $\pm$  SE). Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Weinbergstypen ( $p < 0.05$ ).

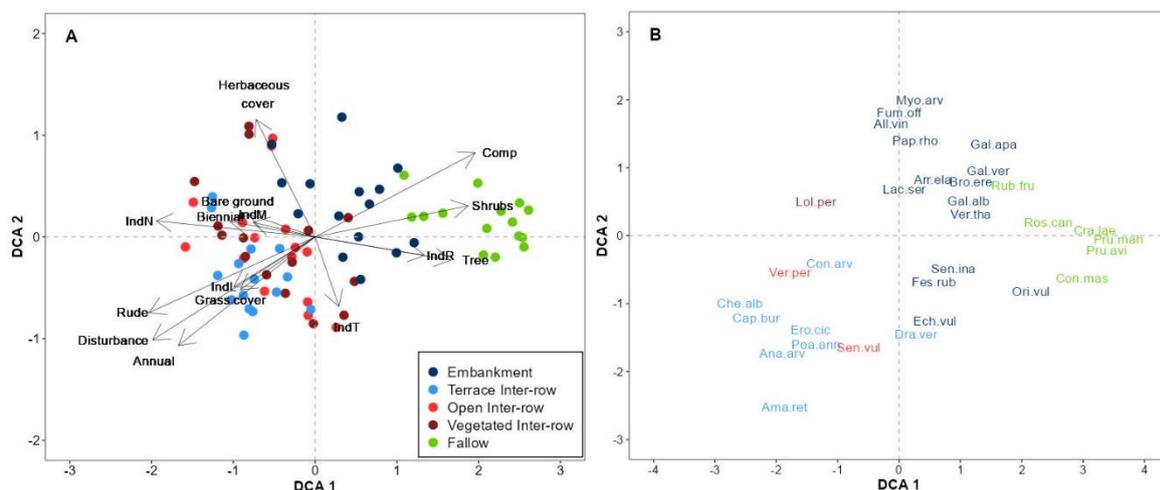
### 3.2.4 Ergebnisse der Vegetations-Untersuchungen

Insgesamt wurden 176 Pflanzenarten kartiert. Der Artenreichtum war für die Querterrassen am höchsten, gefolgt von Falllinien-Weinbergen und Weinbergsbrachen (Abb. 16 A). Bei Betrachtung der einzelnen Kompartimente innerhalb der Weinberge (begrünte und offene Gasse im Falllinien-Weinberg; Böschung und offene Gasse im Terrassenweinberg) wurden die höchsten Artenzahlen in der Weinbergsböschung gefunden (Abb. 16 B). Die Weinbergsböschungen und Weinbergsbrachen wiesen außerdem signifikant geringere Ellenberg N-Indikator Werte auf als die Weinbergsgassen (Abb. 16 C). Durch die geringe Störung in den Brachen und die moderate Störung in den begrünten Gassen und Böschungen wurden Konkurrenzstrategen (Abb. 16 D) gefördert, während die hohe mechanischen Störung durch Bodenbearbeitung in den offenen Gassen in Falllinie und Querterrasse mehr Ruderalstrategen (Abb. 16 E) und annuelle Arten begünstigt hat.



**Abbildung 16:** Unterschiede im Pflanzen-Artenreichtum zwischen den drei Weinbergstypen (A) und fünf Weinbergs-Kompartimenten (B) und Unterschiede zwischen mittleren Ellenberg N-Indikatorwerten (C), Konkurrenzstrategien (D) und Ruderalstrategien (E) zwischen den fünf verschiedenen Weinbergs-Kompartimenten. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den jeweiligen Typen ( $p < 0.05$ ).

In den bewirtschafteten Weinbergen fanden sich überwiegend krautige Arten, während sich die durch Gehölze geprägte Artengemeinschaft der Brachen fast vollständig von den Artengemeinschaften in den bewirtschafteten Weinbergen unterschied (Abb. 17 A). Die Pflanzengemeinschaften gruppieren sich entlang eines Störungsgradienten von starker Störung in den offenen Gassen von Falllinie und Querterrasse und Störung durch regelmäßiges Überfahren und mulchen in begrüneten Gassen über moderate Störung durch extensives Management der Böschungen bis hin zu geringer Störung in den Weinbergsbrachen (Abb. 17 A). Dieses Muster und der hohe Artenreichtum der Böschungen folgen der „Intermediate disturbance hypothesis“, die besagt, dass bei moderater Störung der Artenreichtum am höchsten ist (Connell 1978, Grime 1973). In den Querterrassenweinbergen und hierbei insbesondere in den Böschungen fanden sich die meisten Indikatorarten (Abb. 17 B), während es in den Falllinienweinbergen nur wenig Indikatorarten gab. Insgesamt kommt den Querterrassen eine hohe Bedeutung für die Pflanzendiversität zu, denn innerhalb der Querterrasse findet eine starke Heterogenisierung mit einem langen Störungsgradienten, verschiedenen Nährstoffniveaus und Vegetationsstrukturen und dadurch verschiedene Artengemeinschaften auf kleinstem Raum statt. Insbesondere den Böschungen mit vielen krautigen Arten und Magerkeitszeigern kommt eine besondere Bedeutung für die Pflanzendiversität zu, da in modernen Agrarsystemen stickstoffarme und damit potenziell artenreichere Standorte selten geworden sind. Auch wenn Brachen für die Phytodiversität eine geringe Rolle spielten, sind sie dennoch bedeutend für Wildbienen und Spinnen (siehe Kapitel 3.2.1 und 3.2.2).



**Abbildung 17:** DCA-Ergebnisse für die Pflanzen-Artengemeinschaft für die Weinbergs-Kompartimente (A). Indikatorarten (B) für die Böschung sind in dunkelblau, für die Querterrassen-Gasse in hellblau, für die offene Gasse in hellrot, für die begrünete Gasse in dunkelrot und für die Brache in hellgrün dargestellt. Umweltvariablen, die signifikant mit den DCA-Achsen korreliert waren ( $p < 0.05$ , 9999 Permutationen), wurden post-hoc projiziert.

### 3.3 Weinbaulicher Vergleich der Weinbergstypen

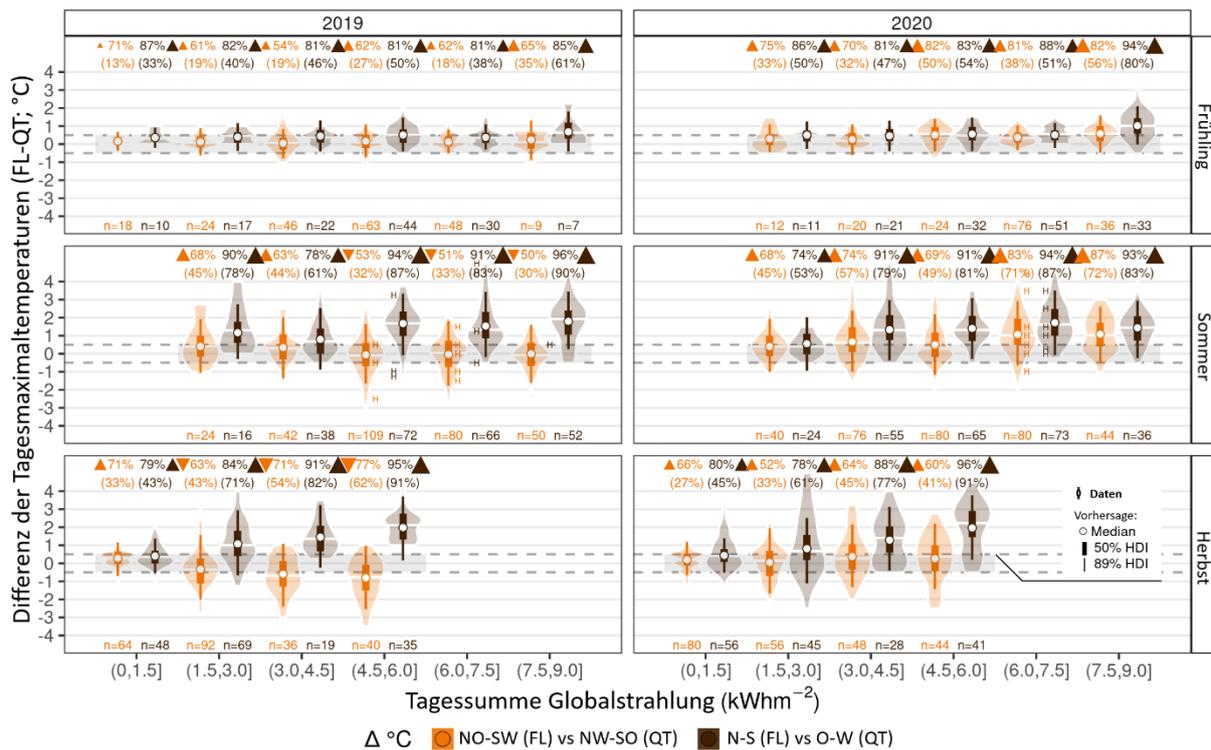
Die nachfolgend zusammengefassten Ergebnisse der Untersuchungen sind folgendermaßen veröffentlicht worden:

- Strack, Timo; Schmidt, Dominik; Stoll, Manfred (2021): Impact of steep slope management system and row orientation on canopy microclimate. Comparing terraces to downslope vineyards. *Agricultural and Forest Meteorology* 307, DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108515
- Strack, Timo; Stoll, Manfred (2022): Soil water dynamics and drought stress response of *Vitis vinifera* L. in steep slope vineyard systems. *Agricultural Water Management* 274, DOI: 10.1016/j.agwat.2022.107967
- Strack, Timo; Stoll, Manfred (2021): Implication of Row Orientation Changes on Fruit Parameters of *Vitis vinifera* L. cv. Riesling in Steep Slope Vineyards. *Foods* 10 (11) DOI: 10.3390/foods10112682

#### 3.3.1 Ergebnisse des mikroklimatischen Vergleichs der Steillagenweinbausysteme

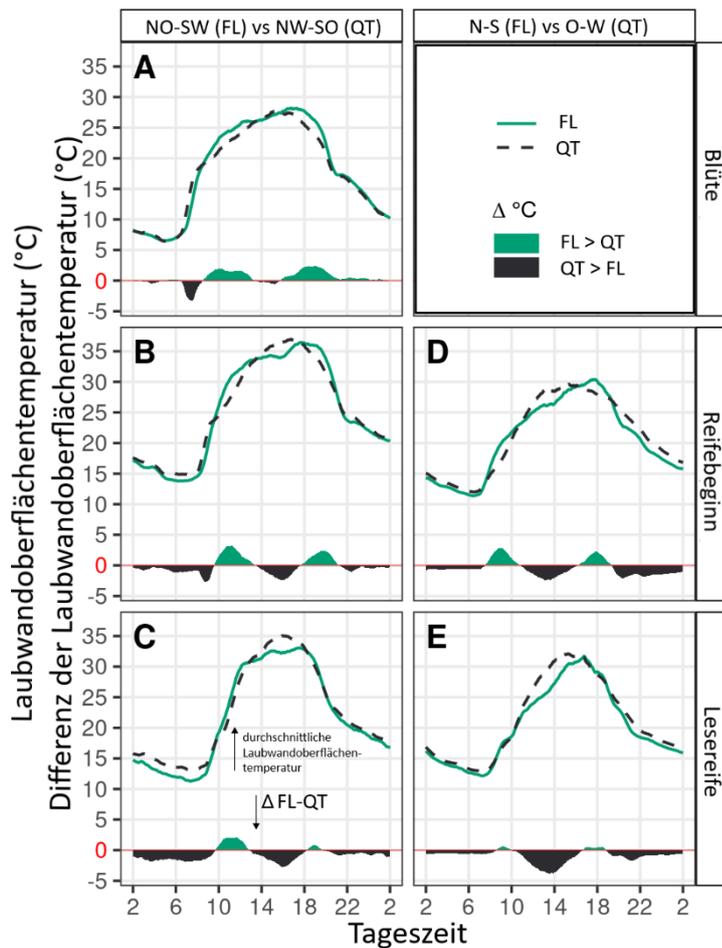
Zur Auswertung der Temperaturdaten wurde ein gemischtes lineares Modell nach Bayes verwendet. Die Tagestemperaturwerte (Minimum, Mittel, Maximum und Amplitude) wurden mit Aufzeichnungen nächstliegender Wetterstationen (Windgeschwindigkeit und täglicher Summe der Globalstrahlung) ergänzt und in Subsets unterteilt sowie in Jahreszeiten gegliedert. Geringe, aber statistisch verlässliche Unterschiede konnten für Tagesminimumtemperaturen festgestellt werden. Querterrassen zeigten in der Nacht durchgängig wärmere Bedingungen als Falllinienweinberge. Dies wurde ebenfalls durch Messungen mit dem Infrarotradiometer bestätigt (Abb. 18). Zurückzuführen ist dies auf den nächtlichen Kaltluftabfluss. Die in Falllinie gezeilte Weinberge bieten einen ungestörten Abtransport der warmen Luftmassen durch hangabwärts fließende Kaltluftmassen. Terrassenweinberge hingegen scheinen die Luftmassenbewegung zu verlangsamen, sodass sich die über den Tag akkumulierte Wärme länger im Bestand hält.

Unterschiede zwischen den Systemen ergaben sich vor allem an Strahlungstagen und bei geringer Windbewegung ( $<2 \text{ m s}^{-1}$ ). Unter diesen Bedingungen kann sich ein Bestandsklima aufbauen, und Systemunterschiede werden sichtbar. Generell zeigten Falllinienweinberge höhere Temperaturwerte für Tagesmittel, Tagesmaximum und Tag-Nacht-Amplitude. Neben dem System konnte ebenfalls ein Einfluss der Zeilenorientierung festgestellt werden. In Nord-Süd-Richtung gepflanzte Weinberge (Kontrolle) zeigten größere Unterschiede zu Ost-West-gezeilten Terrassenweinbergen als Kontrollweinberge in NE-SW-Richtung zu NW-SE-Terrassen (Abb. 18).



**Abbildung 18:** Posterior geschätzte Unterschiede (median, 50 % and 89 % HDI) der Tagesmaximumtemperaturen zwischen Falllinienweibergen (C) und Querterrassen (T) für unterschiedliche Tagessummen der Globalstrahlung und Windgeschwindigkeiten  $< 2 \text{ ms}^{-1}$ , Vegetationsperioden (Jahre) und Jahreszeiten. Prozentangaben (%) stellen die Wahrscheinlichkeit für  $C-T > 0$  dar. Prozente in Klammern (%) geben die Wahrscheinlichkeit für  $C-T > 0.5$  an. Violinplots zeigen die Datenverteilung der Daten und den Median (weißer Punkt). Die Richtung der Dreiecke und ihre Größe implizieren die Tendenzen und die Verlässlichkeit der Systemunterschiede ( $\blacktriangle = C > T$ ;  $\blacktriangledown = C < T$ ). Gestrichelte Linien stellen die Grenze der Messgenauigkeit des Sensors dar ( $+0.5/-0.5$ ).

Bei der Betrachtung der Unterschiede der relativen Luftfeuchtigkeit konnten keine für die Praxis relevanten Unterschiede festgestellt werden. Die Ergebnisse folgten dem Muster der Temperaturerfassungen: Minimumwerte der relativen Luftfeuchtigkeit in Querterrassen waren tendenziell höher als in Falllinien, während Falllinienweiberge tendenziell höhere Maximalwerte aufzeigten.



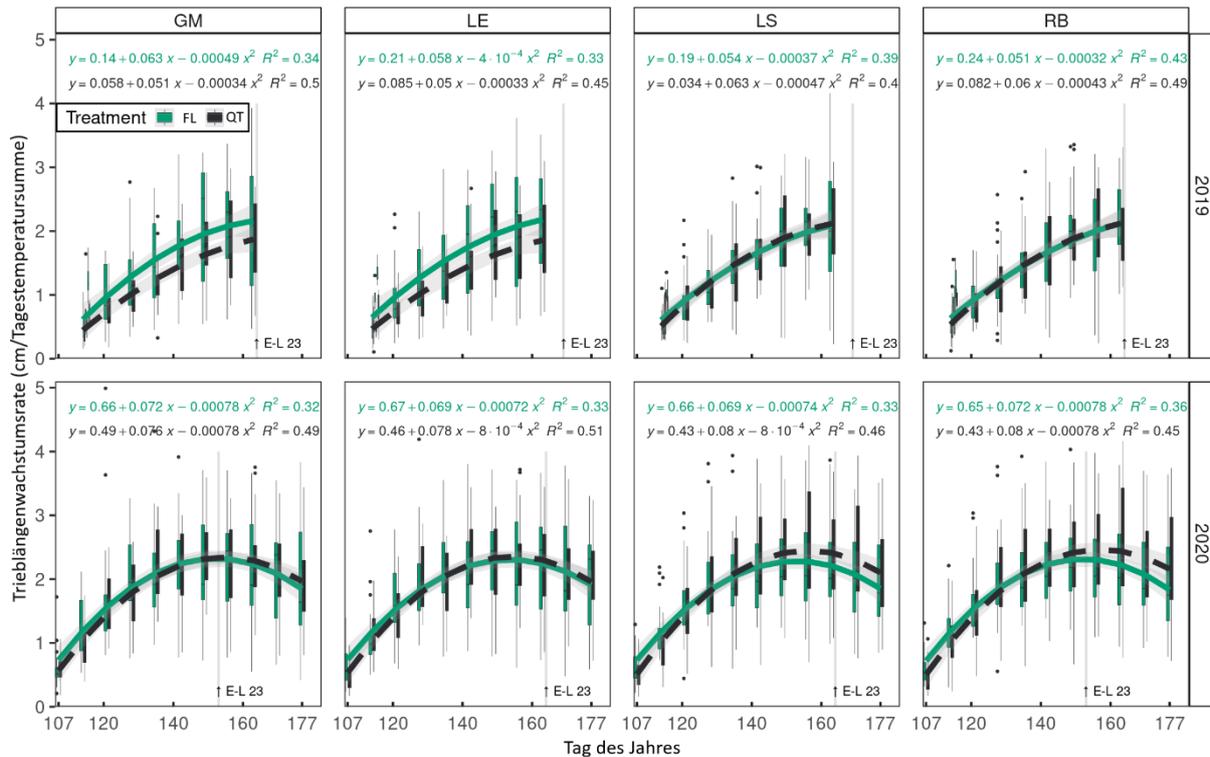
**Abbildung 19:** Tagesverlauf der gemittelten Laubwandoberflächentemperatur (links: Standort Lorcher Sesselberg mit Zeilenorientierung des Falllinienweingebirges (C) NE-SW und dem querterrassierten Vergleichsweingebirge (T) in NE-SW-Zeilung; rechts: Standort Rüdeshheimer Berg Rottland mit N-S-Zeilung der Falllinienvariante und E-W-Orientierung der Querterrasse (E). Unterschiede zwischen den Vergleichspaaren werden durch die Farbbereiche angezeigt (grün bedeutet C>T und schwarz T>C).

### 3.3.2 Einfluss des Mikroklimas auf die Leistung der Rebe

Phänologische Beobachtungen zeigten einen geringen Vorsprung der Falllinienweingebirge gegenüber dem querterrassierten Vergleichspartner. Auswirkungen für die Praxis (z.B. den Effekt einer gewünschten Reifeverzögerung) hat dies als alleinstehende Maßnahme jedoch nicht. Interessanterweise konnte im Jahr 2021 ein deutlicher Vorsprung im Austrieb der Reben von circa sieben Tagen der in Falllinie gezeilten Varianten festgestellt werden. Jedoch reduzierte sich dieser Entwicklungsvorsprung, vermutlich durch die kühlen Monate Mai und April, so dass keine großartigen Unterschiede in der Rebenentwicklung zum Blütetermin festgestellt wurden.

Das Triblängenwachstum zeigte in Falllinienweingebirgen eine Tendenz zur schnelleren Entwicklung (das heißt längeres Triebwachstum je Tagestemperatursumme) im Frühjahr. Dabei bestätigten die phänologischen Beobachtungen eine leichte Entwicklungsverzögerung

in Querterrassen. Ab Mitte Mai jedoch übersteigt die Wachstumsrate der Querterrassenweinberge die der Falllinienvariante. Die an Standort GM und LE sichtbaren Abweichungen sind durch eine signifikant höhere Nährstoffversorgung (Stickstoff, gemessen als Blattchlorophyll) zurückzuführen. Die maximale Wuchsleistung der Rebe betrug über die Jahre 2019 bis 2021 jeweils ca. 2.5 cm GDD<sup>-1</sup> (Abb. 20).



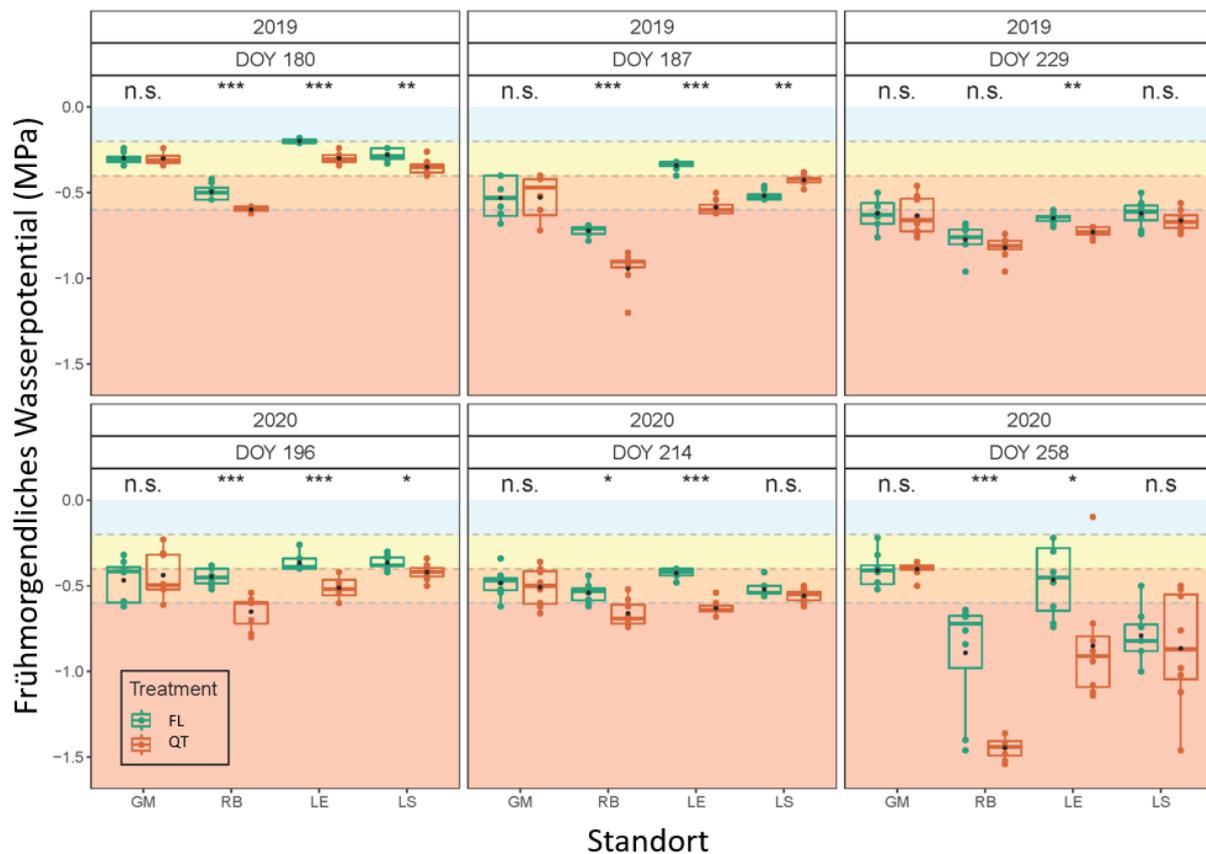
**Abbildung 20:** Triblängenwachstum in Abhängigkeit der Tagestemperatursumme zum Tag im Jahr. Grüne Kurve stellt die Kontrollvariante (Falllinie) und die schwarze, gestrichelte Linie die Vergleichsvariante (Querterrasse) dar. Boxplots repräsentieren die Triblängenmessungen ( $n=18$ ).

### 3.3.3 Aussagen zur Rebengesundheit

Zwar war das Jahr 2021 den Schaderregerdruck bzw. den Pflanzenschutz betreffend anspruchsvoller als die trockenen Jahre 2018-2020, jedoch konnten keine Unterschiede im Krankheitsbefall in den Versuchsweinbergen festgestellt werden. In 2021 wurde zudem kein Einfluss eines Sonnenbrandrisikos festgestellt.

Messungen des frühmorgendlichen Wasserpotenzials am Blatt (Abb. 21) zeigten im Jahr 2020 ähnliche Ergebnisse wie im Vorjahr. Die Trockenstressausprägung war in den Querterrassen höher als in den Kontrollweinbergen der Falllinie. Lediglich am Standort Geisenheim zeigte die Querterrasse ähnlich geringe Stresswerte wie die der Kontrolle. Diese Querterrasse hat die Besonderheit, dass sie bereits 1974 angelegt wurde. Die Durchwurzelung des Bodens ist daher bereits weit fortgeschritten. Unterschiede bezüglich des Trockenstressniveaus lassen sich

daher bei den jüngeren Querterrassen, besonders wegen der Konkurrenz zur Böschungsbegrünung, verstärkt beobachten. Mit voranschreitender Entwicklung der Rebwurzeln über die Jahre verringern sich jedoch die Unterschiede zwischen den Varianten. Gerade die Jahre 2018 bis 2020 und 2022 lassen erahnen, vor welchen Herausforderungen der deutsche Weinbau in Zukunft stehen wird. Um eine Ertrags- und Qualitätsstabilität auch in Trockenperioden zu gewährleisten, müssen angepasste Bewirtschaftungskonzepte und bodenwasserschonende Konzepte angewandt werden.



**Abbildung 21:** Messungen des frühmorgendlichen Wasserpotenzials (-MPa) für vier Standorte (unterschiedlichen Pflanzjahres) im Jahr 2019 und 2020. GM = Geisenheimer Rothenberg, LE = Lorcher Eisersgrube, LS = Lorcher Sesselberg, RB = Rüdesheimer Berg Rottland. Balkenfarbe stellt das System dar (orange = Falllinie (FL) und blau = Querterrasse (QT)). Asteriske zeigen signifikante Unterschiede (\*= $p<0.05$ ; \*\*= $p<0.01$ ; \*\*\*= $p>0.001$ ; n.s.=nicht signifikant). Die Hintergrundfarben deuten auf die Trockenstressbereiche hin (blau = 0 MPa bis -0.2 MPa = kein Wasserdefizit; gelb = -0.2 MPa bis -0.4 MPa = mildes Wasserdefizit; orange = -0.4 MPa bis -0.6 MPa = moderates Wasserdefizit; rot =  $<-0.6$  MPa = hohes Wasserdefizit).

Die Daten der Kohlenstoffisotopendiskriminierung (Tab. 3) bestätigen die Beobachtungen der direkten physiologischen Messungen des frühmorgendlichen Wasserpotenzials und weisen auf eine während der Reifephase bis zur Ernte dauerhaft höhere Trockenstressbelastung in querterrassierten Weinbergen hin.

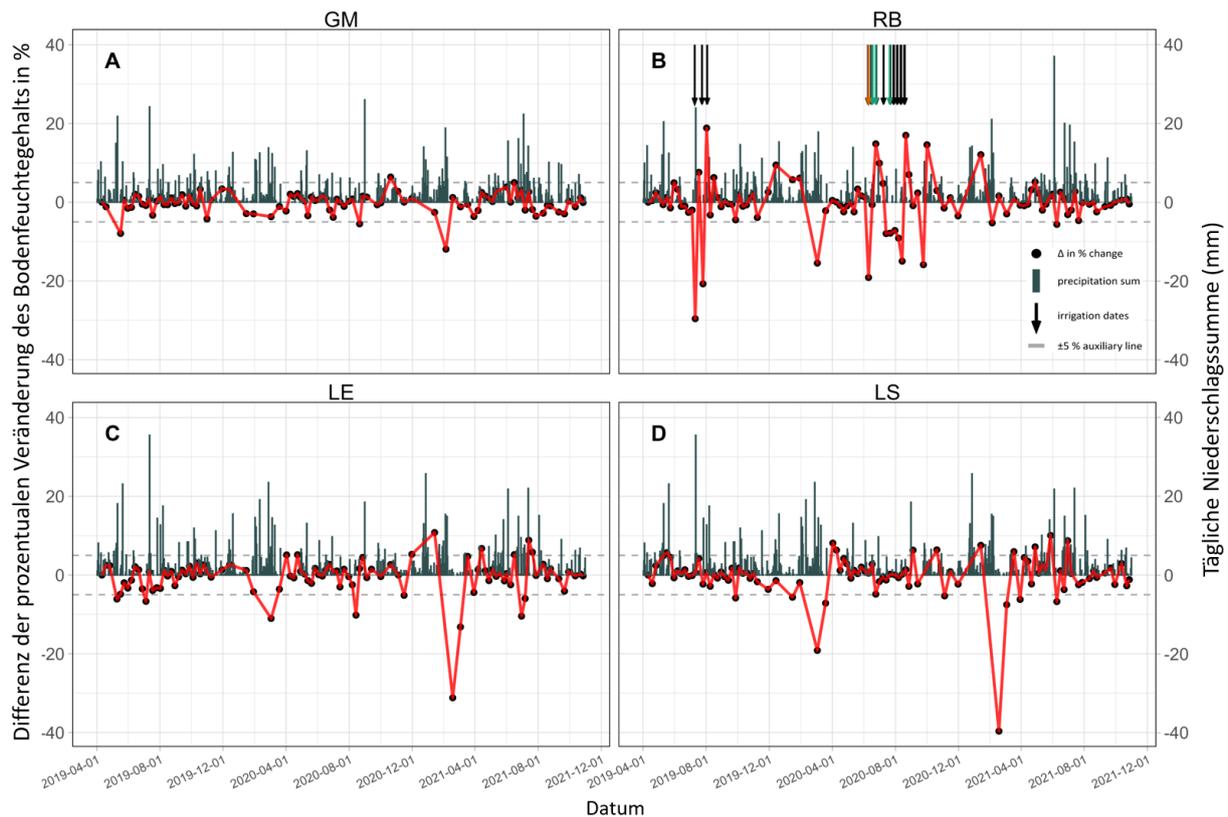
**Tabelle 3:** Analyse des Kohlenstoffisotopenverhältnisses (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung;  $n = 6$ ) gemessen am Mostzucker lesereifer Trauben aus drei Jahren und den Systemen Falllinie (FL) und Querterrasse (QT) verschiedener Standorte (GM = Geisenheimer Rothenberg; RB = Rüdesheimer Berg Rottland; LE = Lorcher Eisersgrube; LS = Lorcher Sesselberg). Asteriske kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede (\*\* =  $p < 0.01$ ; n.s. = nicht signifikant) zwischen zwei Systemen an einem Standort.

	2019			2020			2021		
	FL	QT	sign.	FL	QT	sign.	FL	QT	sign.
GM	-22.65 $\pm 0.05$	-24.40 $\pm 0.06$	**	-18.07 $\pm 0.28$	-19.49 $\pm$ 0.10	**	-23.23 $\pm 0.05$	-23.53 $\pm 0.05$	**
RB	-22.12 $\pm 0.04$	-21.63 $\pm 0.10$	**	-18.49 $\pm 0.15$	-18.50 $\pm$ 0.31	n.s.	-20.75 $\pm 0.14$	-20.12 $\pm 0.13$	**
LE	-24.40 $\pm 0.06$	-22.08 $\pm 0.04$	**	-19.71 $\pm 0.12$	-17.85 $\pm$ 0.24	**	-24.15 $\pm 0.05$	-21.88 $\pm 0.04$	**
LS	-23.05 $\pm 0.10$	-22.10 $\pm 0.06$	**	-18.33 $\pm 0.37$	-17.97 $\pm$ 0.48	n.s.	-22.97 $\pm 0.05$	-22.45 $\pm 0.05$	**

Trotz höherer Trockenstressbelastung der Reben ist in Abb. 22 zu erkennen, dass die prozentuale Zunahme des Bodenfeuchtegehalts in Querterrassen oftmals höher als in Falllinie gezeigten Weinbergen ist. Im dargestellten vergleichenden Verlauf der Bodenwasserdynamik ist die jahreszeitliche Schwankung des Verbrauchs und die Wiederauffüllung des Bodenswassers zu erkennen.

Die größten Unterschiede in der prozentualen Veränderung zwischen den beiden Bewirtschaftungssystemen konnten im späten Winter/frühen Frühjahr, kurz vor Beginn der Vegetationsperiode, beobachtet werden. An den beiden Versuchsstandorten LE und LS konnte Anfang März 2020 und Mitte Februar 2021 eine um 30–40 % höhere Wasserspeicherung in den terrassierten Behandlungen im Vergleich zur Kontrolle beobachtet werden (Abb. 22 C und D). Alle anderen Messtermine im Winter zeigten nur einen geringen Unterschied in der prozentualen Veränderung (d. h.  $\pm 5$  %) zwischen den beiden Varianten.

Die Auswirkungen einer Bewässerung am Standort RB in den beiden Jahren 2019 und 2020 sind in Abbildung 22 B deutlich sichtbar (Bewässerungsdaten sind durch nach unten zeigende Pfeile dargestellt).



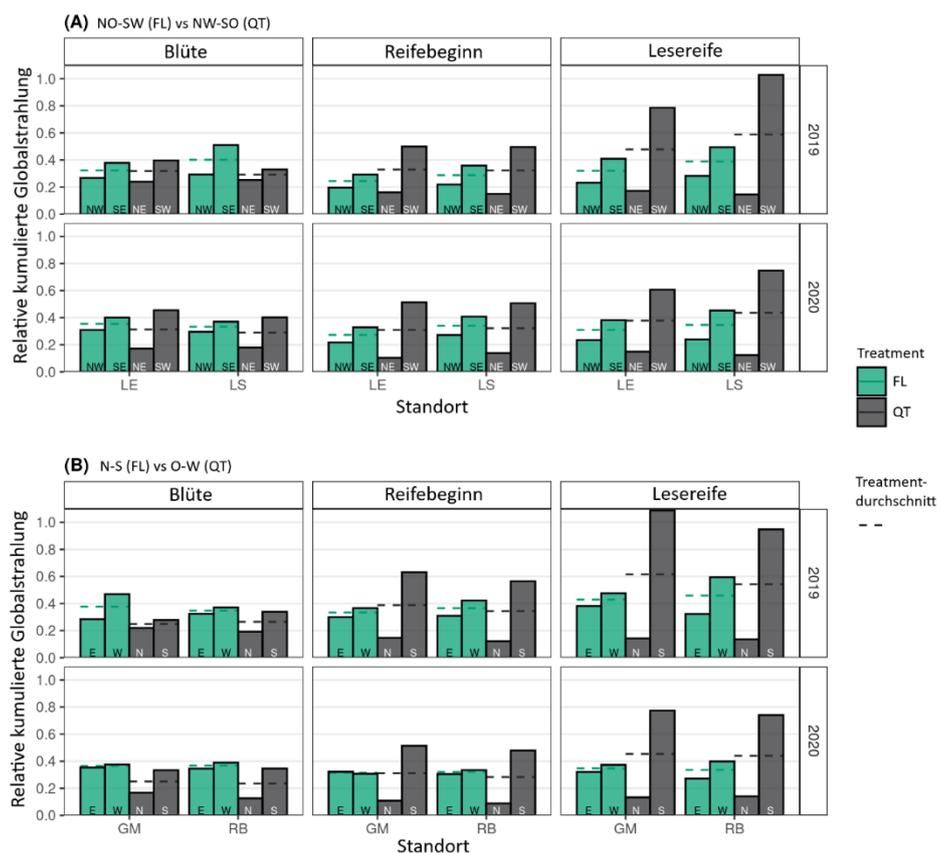
**Abbildung 22:** Zeitlicher Verlauf der Differenz der prozentualen Veränderung des Bodenwassergehalts zwischen der Falllinien-Weinberge und der terrassierten Weinberge (durchgezogene rote Linie) an verschiedenen Standorten ((A): GM = Geisenheimer Rothenberg; (B): RB = Rüdeshheimer Berg Rottland; (C): LE = Lorcher Eisersgrube; (D): LS = Lorcher Sesselberg). Pfeile zeigen die Bewässerungsdaten am Standort RB entweder für beide Behandlungen (schwarzer Pfeil), die Falllinie (blauer Pfeil) oder die Querterrasse (roter Pfeil).

Die Bewässerung führte zu großen Unterschieden in der prozentualen Änderung des Bodenwassergehalts, d. h. eine höhere prozentuale Zunahme bei der Behandlung, die künstlich bewässert wurde, und eine Abnahme der prozentualen Änderung bei der anderen Behandlung führte zu Amplitudenunterschieden von bis zu 40 % (Abb. 22 B). In Trockenperioden, vorwiegend im Sommer, wenn der Bodenwassergehalt im Allgemeinen niedrig war, waren nur geringe Unterschiede in der prozentualen Veränderung zwischen den Behandlungen sichtbar. Nach Niederschlagsereignissen war die Wasserretention in den terrassierten Behandlungen höher. Die Bodenwasserabnahme war zwischen den Systemen in den Tagen nach der Niederschlagsbildung ähnlich, was letztlich auf eine effektive Akkumulation von Niederschlagswasser im Boden der terrassenförmigen Behandlung hindeutet.

Da die Messungen des Bodenwassergehaltes jeweils zwischen zwei Rebstöcken erfolgten, bilden diese Daten jedoch nur das vordere Volumen der Terrassenplattform ab. Es kann angenommen werden, dass in der Plattformmitte einer Terrasse aufgrund der beschatteten Ebene ein höherer Wasserrückhalt stattfindet bzw. am Böschungsfuß eine höhere Infiltration

erfolgt als an der Plattformkante. Für die Praxis bedeutet dies, Konzepte zu entwickeln, die der Rebe eine schnelle Adaption an den Standort ermöglichen und Bewirtschaftungskonzepte neu zu denken (z.B. Anpassung des Ortes der Wassergabe bei Bewässerungssystemen) oder Unterlagen sowie Edelreissorten zu berücksichtigen, die durch Züchtungserfolge passendes Pflanzmaterial bereitstellen.

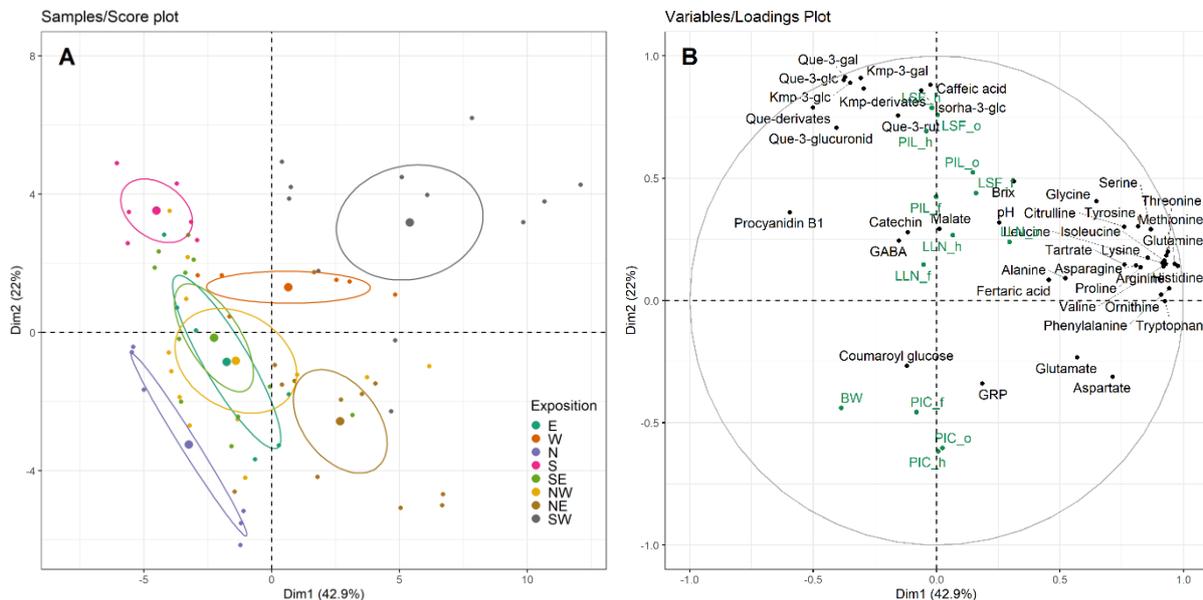
Ein weiterer Untersuchungsgegenstand des Projektes bildete die Bonitur der Schäden an den reifenden Beeren durch Sonnenbrand. Hierzu wurden je Standort, Variante und Laubwandseite 200 Trauben nach einem 7-stufigen Boniturschema erfasst (angelehnt an EPPO Standard PP 1/4 (4)). Die Boniturdaten ergaben 2020 ein ähnliches Bild wie im Jahr 2019. Häufigste und höchste Sonnenbrandschäden konnten an west- und nordwestexponierten Laubwandseiten der Falllinienweinberge beobachtet werden. Süd- und südwestexponierte Laubwandseiten (Querterrassen) unterliegen einer intensiveren Belichtung (Abb. 23). Die Schäden sind hier jedoch nicht so hoch. Dies kann mit einer Anpassung der Trauben (Verdickung der Beerenhaut; Bildung von phenolischen Verbindungen als Schutzmechanismus) einhergehen. Der Schaden nach Hitzeereignissen wurde dadurch reduziert.



**Abbildung 23:** (A;B) Kumulierte Strahlung (normalisiert; dimensionslos) verschiedener Zeilenorientierungen (Beschriftung in Balken) und Weinbausysteme (grün = C = Kontrolle = Falllinie; schwarz = T = Querterrasse) für zwei Jahre zu drei phänologischen Entwicklungsstadien der Rebe. Gestrichelte Linie stellt den Durchschnitt der beiden Laubwandseiten dar.

### 3.3.4 Auswirkung auf die Beerenqualität

Ergänzend zur Erhebung der Lichtverhältnisse sind nachfolgend einige Ergebnisse der Beerenanalytik dargestellt (Abb. 24). Da hier zur Lesereife eine beidseitige Beprobung der Laubwände stattfand, lassen sich Rückschlüsse auf die Anlagenform bzw. Zeilenorientierung ziehen.



**Abbildung 24:** Hauptkomponentenanalyse der Mostparameter aus den Jahren 2019 und 2020 aufgeteilt nach Exposition der Traubenzone. (A): Eingruppierung der Daten hinsichtlich ihrer gemessenen Eigenschaften. (B): Koordinatenpunkte der analysierten Variablen.

Unterschiede lassen sich zwischen den verschiedenen Expositionsvarianten bzw. Anlagensystemen feststellen. Die beschatteten Seiten der Laubwände differenzieren sich deutlich von den besonnten Laubwänden (Abb. 24 A). Gleichzeitig wird erkennbar, dass sich die Laubwandseiten der querterrassierten Weinberge deutlicher unterscheiden als die der in Falllinie gezeilten Reben. Die extremen Belichtungsunterschiede wirken sich auch auf die Beereninhaltsstoffzusammensetzung aus (Abb. 24 B). Zum Beispiel ist der Polyphenolgehalt, welcher maßgeblich von der Belichtung abhängt, deutlich der stark besonnten S- und SW-Seite, bzw. den talseitigen Laubwänden der Querterrassen, zuzuordnen.

### 3.3.5 Vergleichende Beobachtungen zur Erosionsintensität

Extremereignisse, wie Starkniederschläge, werden sich aufgrund der wärmeren Wetterlagen in den Sommermonaten zukünftig deutlich häufen. Nach Trockenperioden kann der Boden keine großen Wassermengen aufnehmen. Fruchtbarer, womöglich durch fehlende Begrünung ungeschützter, Boden wird in Folge dessen verlagert. Besonders die Weinbergsböden im Steilhang sind durch Ausschwemmung gefährdet Bodenpartikel und wertvolle Nährstoffe an

umliegende Gewässer zu verlieren, die sich wiederum mit hohen Konzentrationen an N- und P-Verbindungen anreichern und Biodiversität gefährden.

Beobachtungen von querterrassierten und hangabwärts-gezeilten Weinbergen in direkter Nachbarschaft verdeutlichten das Potenzial einer Weinbergstransformation, sowohl in neu angelegten Jungweinbergen (Abb. 25), als auch in über vierzig Jahre alten Beständen (Abb. 29).

Während eines Starkregenereignisses am 09. Juni 2018 (>60 mm) konnte ein direkter Vergleich von zwei jüngst angelegten Weinbergen der gleichen Weinbauregion den Vorteil der Querterrassierung gegenüber der Zeilung in Falllinie verdeutlichen. Während die Reben der in Falllinie gepflanzten Anlage aufgrund der Scharfurche, mit samt des fruchtbaren Oberbodens, regelrecht den Hang hinabgeschwemmt wurden (Abb. 25), blieb die Querterrassenanlage ohne jegliche Schäden stabil. Lediglich eine geringe Verlagerung der Feinerde der, bis zu diesem Zeitpunkt spärlich begrünten, Böschungsneigung auf die darunterliegende Terrassenplattform konnte festgestellt werden (Abb. 26).



**Abbildung 25:** Deutlich sichtbare Verlagerung des Oberbodens und Abschwemmen von Jungreben in einem in Falllinie gezeilten Weinberg nach einem Starkniederschlagsereignis am 09.06.2018.



**Abbildung 26:** Kaum sichtbare Erosionsschäden in einer neu erstellten Querterrassenanlage. Erkennbar ist eine Verlagerung der Einsaat im Böschungsabschnitt und eine Feinerdeansammlung auf der Terrassenplattform nach einem Starkniederschlagsereignis am 09.06.2018.

In der Gemarkung Geisenheim fielen am 24.06.2022 innerhalb einer Stunde ca. 30 mm Regen. Hier befinden sich Versuchsweinberge, die im Laufe des BioQuiS-Projektes untersucht wurden. Der Falllinienweinberg (Abb. 27) wurde 1971, der Terrassenweinberg (Abb. 28) im Jahre 1974 gepflanzt.



**Abbildung 27:** Starker Oberflächenabfluss unterhalb des in Falllinie angelegten Weinbergs während des Starkregenereignisses am 24.06.2022 sichtbar.



**Abbildung 28:** Keine Bodenverluste unterhalb des Querterrassenweinbergs während des Starkregenereignisses am 24.06.2022 ersichtlich. Der abgeschwemmte Boden am linken Bildrand resultiert aus der Abschwemmung des Falllinienweinberges.

Die Abschwemmung von Jungregen und/oder Boden aus dem Weinberg ist nicht nur ein wirtschaftlicher Schaden, der auf die Betriebe zurückfällt. Der Verlust an nährreichem Boden kann sich zum einen negativ auf die Pflanze und die Weinqualität auswirken; zum anderen können angrenzende terrestrische und in Verbindung stehende aquatische Lebensräume durch hohe Nährstoffeinträge gefährdet werden.

### 3.3.6 Betriebswirtschaftliche Aspekte der Steillagenbewirtschaftung

Ende des 19. Jahrhunderts war der Aufwand der Weinbergsbewirtschaftung in Steillagen aufgrund der fehlenden Mechanisierung im Vergleich zu flachen Weinbergen nahezu gleich. Mit jeder Weiterentwicklung technischer Neuerungen von selbstfahrenden, traktor-gezogenen oder -angebauten Maschinen (Schreieck, 2016), aber auch mit der Einführung explizit dafür geschaffener technischer Lösungen (wie z.B. Raupen- und Seilzugsysteme), wurde der Qualitätsvorteil von im Steilhang produzierten Trauben gegenüber den Flachlagen reduziert oder obsolet. Die Produktionskosten, bei im Vergleich höheren Flächenerträgen, reduzierten sich in der Flachlage zunehmend, während die heutigen Produktionskosten für Weine aus dem Steilhang  $0,42 \text{ € L}^{-1}$  bis  $0,86 \text{ € L}^{-1}$  höher liegen als jene aus vollmechanisierten Flachlagen (Strub und Müller Loose, 2021). Hinzu kommt, dass das Wissen über und die Wertschätzung der Verbraucher für die ehemals geschätzten, aber heute unrentablen Steillagenweine abnimmt (Loose et al., 2017). Die hohen Kosten für die Bewirtschaftung von Steillagen-Weinbergen führten zu einem Rückgang der Steillagenweinberge, deren Bewirtschaftung deutlich schwieriger ist (Job und Murphy, 2006). So ging in den Weinbaugebieten Mittelrheintal und Mosel die Steillagen-Rebfläche zwischen 1999 und 2015 um 20% bis 30% zurück (Strub und Loose, 2016). Zum Erhalt des Steillagenweinbaus hat sich die Querterrassierung als die kosteneffizienteste Lösung diverser Systeme verschiedenster

Mechanisierungsgrade herausgestellt. Im Vergleich zur reinen Handarbeitssteillage entlang der Falllinie amortisiert sich die Querterrassenerstellung, je nach Grad der Agrar-Förderung, aufgrund der jährlichen Kostenersparnis von ungefähr -49 %, zwischen sieben und 17 Jahren. Für im Seilzug bewirtschaftete Weinberge erhöht sich die Zeitspanne auf frühestens 14 bis 54 Jahre, da hier die Kostenersparnis bei -37 % liegt (Strub & Loose, 2021; Strub et al., 2021). Diese Zahlen zeigen, dass der Steillagenweinbau trotz der Querterrassierung erhebliche Wettbewerbsnachteile in Form von höheren Kosten gegenüber dem Weinbau in der Ebene besitzt. Allerdings leistet der Steillagenweinbau und insbesondere die Querterrassierung einen wichtigen Beitrag für die Förderung und Erhalt der Artenvielfalt, des Landschaftsbildes und der Kultur vieler Weinbauregionen, was sich in der landwirtschaftlichen Förderpolitik widerspiegeln sollte.

### 3.4 Fazit: Bewertung der Querterrassierung

Die Ergebnisse der Biodiversitätsuntersuchungen mit den Artengruppen Wildbienen, Carabiden, Spinnen, Heuschrecken, Ameisen und Pflanzen verdeutlichen, dass für die Förderung verschiedener Artengruppen unterschiedliche Habitatstrukturen von Bedeutung sind und sowohl die Offenhaltung durch Bewirtschaftung als auch nicht genutzte Lebensräume wie Weinbergsbrachen für die Förderung von Biodiversität eine große Rolle spielen. Aus ökologischer Sicht ist es daher essentiell, die Heterogenität der weinbauprägnen Kulturlandschaft zu erhalten bzw. wiederherzustellen. Terrassenweinberge leisten dabei v.a. durch die extensiv genutzten, wenig gestörten sowie mageren und wärmebegünstigten Böschungen einen großen Beitrag für die Artenvielfalt xerothermer Steillagen.

Die Ergebnisse der weinbaulichen Untersuchungen und die Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass die moderne Querterrassierung eine geeignete Anlageform zur Produktion gesunder Trauben in Steillagen darstellt. Dabei ermöglicht die Querterrassierung durch den höheren Mechanisierungsgrad in der Weinbergbewirtschaftung oft eine kosteneffizientere Traubenproduktion als in Falllinie, hinzu kommt ein besserer Arbeitsschutz. Die geänderte Anlagengeometrie und die Zeilenführung entlang, statt entgegen der Höhenlinie vermindert die Gefahr der Bodenerosion und damit die Gefahr der Reduktion der Bodenfruchtbarkeit. Auch die Gefahr der Ertrags- und Qualitätsminderung durch Sonnenbrand ist bei der Querterrassierung i.d.R. geringer. Die Querterrassierung bietet daher deutliche Vorteile bei der Abmilderung von Extremwetterereignissen, wie sie zukünftig durch den Klimawandel zu erwarten sind.

Trotzdem sind Querterrassierungen nicht die Lösung für alle Herausforderungen des Steillagenweinbaus. So erfordert eine Querterrassierung in den ersten Jahren bis zur angemessenen Entwicklung des Wurzelsystems der jungen Reben eine Unterstützung, um dem Konkurrenzdruck gegenüber der Begleitflora und den intensiven Besonnungsver-

hältnissen stand zu halten, was allerdings auch oft für Junganlagen in Falllinie gilt. Wie dies effizient umgesetzt werden kann, muss weiter untersucht werden. Auch ist die Weinbergsbewirtschaftung in den Flach- und Hanglagen im Vergleich zum Steillagenanbau betriebswirtschaftlich generell günstiger zu bewerten, was auch im Vergleich mit querterrassierten Weinbergen gilt. Die höheren Produktionskosten im Steillagenweinbau können i.d.R. nicht durch höhere Preise kompensiert werden, da der Markt für höherpreisige Weine begrenzt ist.

Die Ergebnisse des Projektes machen deutlich, dass Steillagenweinbau in Form der Querterrassierung bedeutende Vorteile für die Biodiversität, den Erosionsschutz, die Rebengesundheit, den Erhalt des Landschaftsbildes und die traditionelle weinbaugeprägte Kulturlandschaft hat, was wiederum der Tourismuswirtschaft zugutekommt. Winzerinnen und Winzer der Steillagen produzieren also nicht nur Wein, sondern fördern und erhalten wichtige Ökosystemleistungen, die einen großen gesamtgesellschaftlichen Nutzen haben. Daher sollten die Betriebe, die sich für die Aufrechterhaltung des Steillagenweinbaus durch Querterrassierung entscheiden, angemessen für diese Leistungen honoriert werden. Nur wenn sich diese und andere Umweltleistungen für sie lohnen, werden sie die Gemeinwohllleistungen langfristig für die Gesellschaft erbringen können.

#### 4. Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer

Um das Projekt bekannt zu machen, stand am Anfang der Öffentlichkeitsarbeit eine erste Pressemitteilung, die von verschiedenen regionalen Zeitungen aufgegriffen wurde (s. Anhang), der Aufbau einer Projekt-Webpage ([www.BioQuiS.de](http://www.BioQuiS.de)), die Entwicklung eines Logos sowie eine Auftakt-Veranstaltung mit allen relevanten Akteuren (Abb. 29).



**Abbildung 29:** (A) und (B) Auftaktveranstaltung zum Projekt BioQuiS in der Domäne Assmannshausen. Ein breites Publikum aus Winzern, Verbänden, Naturschutz- und Weinbaubehörden sowie Ministerien aus Hessen und Rheinland-Pfalz informierte sich über die Projektinhalte.

Im Laufe des Projektes kamen zahlreiche Aktivitäten des Wissenstransfers und der Öffentlichkeitsarbeit hinzu. Tab. A1 (im Anhang) fasst die Aktivitäten zusammen. Es handelte sich um Vorträge auf Tagungen, Fachveranstaltungen und Veranstaltungen für die breite Öffentlichkeit. Hinzu kamen Pressemitteilungen, Interviews für Rundfunk und das regionale Fernsehen sowie Exkursionen für die (Fach-) Öffentlichkeit. Die Corona-Pandemie hat dazu geführt, dass viele der Veranstaltungen und Präsentationen online abgehalten werden mussten. Dies hat aber der generellen Zielstellung, intensiv Wissenstransfer zu betreiben, keinen Abbruch getan.

Ein weiterer Baustein war die Produktion eines Wissenstransferfilms zum Projekt, der vom europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert und mit Hilfe einer Agentur für Filmproduktion und der Wissenstransferabteilung der Hochschule Geisenheim umgesetzt wurde (<https://www.youtube.com/watch?v=qAR4lmM89Zs>; Abb. 30).

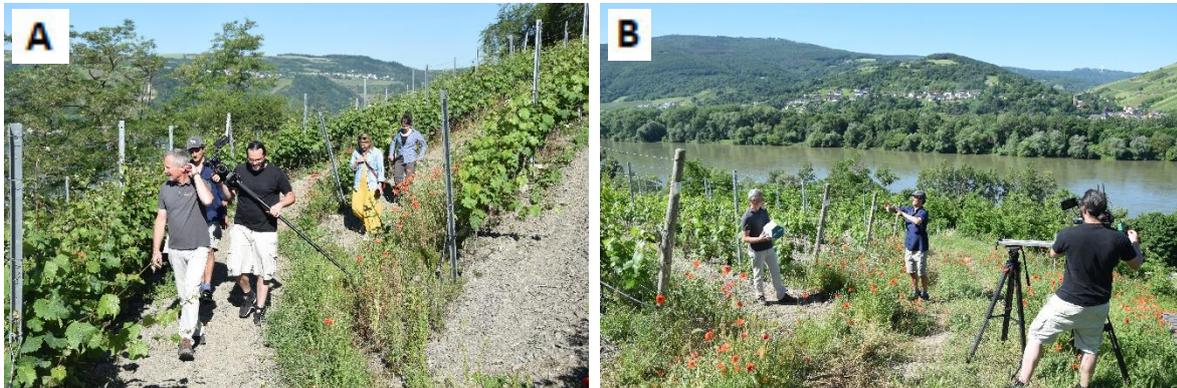
Eine im Jahr 2021 aufgestellte Schautafel an einem stark frequentierten Wanderweg (Rheinsteig), der an Querterrassenweinbergen der Hessischen Staatsweingütern vorbeiführt, informiert über die Artenvielfalt im Weinberg und macht auf die Bedeutung der Querterrassierung im Weinbau aufmerksam (Abb. 31).

Im Rahmen eines Projektwettbewerbs zur UN-Dekade Wiederherstellung von Ökosystemen, wurde das Projekt außerdem als „Hervorragendes Beispiel“ ausgezeichnet (<https://www.undekade-restoration.de/projekte/bioquis/>). In diesem Wettbewerb wählt das Bundesumweltministerium (BMUV) gemeinsam mit dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) aktuelle, repräsentative Projekte zur Wiederherstellung, Erhaltung oder Pflege von Ökosystemen aus und macht sie öffentlichkeitswirksam bekannt. Die ausgezeichneten Projekte dienen als Best-practice-Beispiele und sollen weitere Aktivitäten zur Wiederherstellung von Ökosystemen in Deutschland anregen. Wir haben uns in der ersten Bewerbungsrunde 2022 beworben, in der Projekte aus dem Bereich Kultur- und Agrarlandschaften ausgezeichnet wurden.

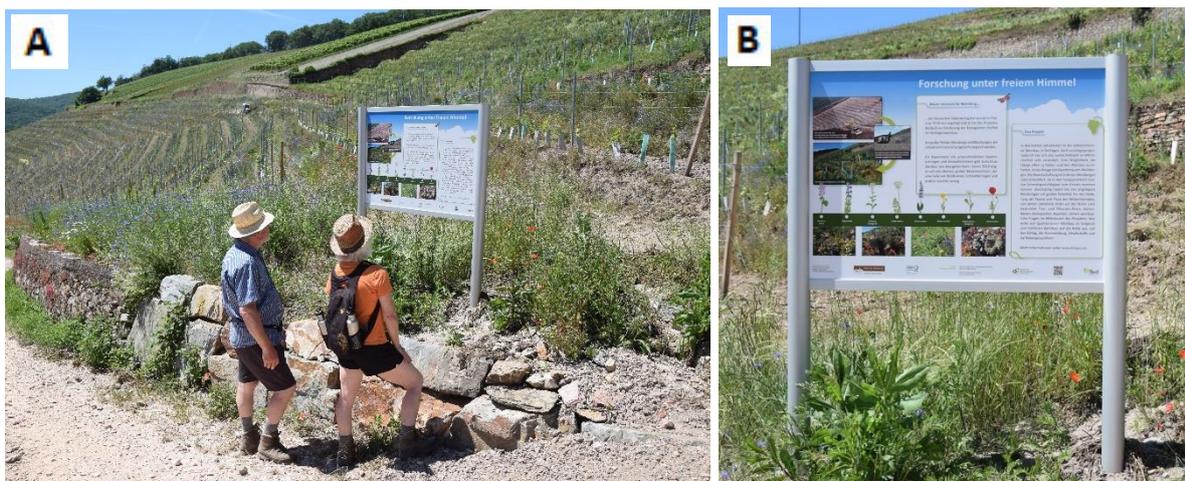
Anfang September 2022 wurde die Abschlussagung mit 70 Teilnehmenden durchgeführt. Es wurden zum einen die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen und die praktische Umsetzung der Querterrassierung durch die BioQuiS-Praxispartner vorgestellt. Weitere Fachleute beleuchteten das Thema außerdem aus ökonomischer Sicht und erläuterten Fördermöglichkeiten sowie die Effekte des Klimawandels auf den Steillagenweinbau. Am Nachmittag konnten die Teilnehmenden mit den Fachleuten an fünf Thementischen vertieft diskutieren (Abb. 32).

Zentrale Ergebnisse wurden in bisher sieben Artikeln in wissenschaftlichen Zeitschriften international veröffentlicht. Ein weiterer Artikel steht kurz vor der Einreichung (s. Kap. 3.1, 3.2. und 3.3. Beide über das Projekt geförderten Wissenschaftlichen Mitarbeitenden werden im Jahr 2023 ihre Dissertation abschließen können, sodass das Projekt auch zur Qualifikation des wissenschaftlichen Nachwuchses beigetragen hat.

Im Jahr 2023 werden außerdem noch zwei Artikel in einem deutschsprachigen Weinbau-Fachmagazin und ein Praxisleitfaden zur Umsetzung und der Bedeutung der Querterrassierung im Kontext ökologischer, weinbaulicher und ökonomischer Belange erscheinen.



**Abbildung 30:** (A) und (B) Filmdreh am querterrassierten Projektweinberg in Lorch



**Abbildung 31:** (A) Schautafel am stark frequentierten Rheinsteig, der an Querterrassenweinbergen der Hessischen Staatsweingütern vorbeiführt; (B) Die Tafel informiert über die Artenvielfalt von querterrassierten Weinbergen und erläutert das BioQuiS-Projekt.

Das Projekt soll über den Projektzeitraum hinaus wissenschaftlich begleitet werden. Dies gilt insbesondere für die weitere Entwicklung der am Anfang des Projektes angelegten Querterrassen-Weinberge. So soll in einem Monitoring sowohl weinbaulich relevante Entwicklungen der Reben als auch die Entwicklung der Böschungsbegrünung weitergehend dokumentiert werden. Hierfür sollen Studierende der Studienrichtungen Weinbau bzw. Naturschutz und Umweltplanung über Bachelor- und Masterabschlussarbeiten eingebunden werden.



**Abbildung 32:** (A) Einladung zur Abschlussveranstaltung; (B) Die Abschlussveranstaltung fand mit 70 Teilnehmenden im Hörsaal der Hochschule Geisenheim statt. (C) Programm der Tagung mit den Vortragsthemen und Thementischen.

Die Leitungen des Projektes Ilona Leyer und Manfred Stoll sind intensiv in der Lehre an der Hochschule Geisenheim eingebunden. Schon während der Projektlaufzeit wurden die Ergebnisse von BioQuIS in passende Lehrveranstaltungen des Studiengangs Weinbau und Oenologie sowie des Studiengangs Landschaftsarchitektur, Vertiefungsrichtung Landschaftsplanung und Naturschutz, eingebunden. Studierende des Weinbaus sind die Betriebsleiter\*innen und Nutzer\*innen der Kulturlandschaft von morgen und tragen damit als Multiplikator\*innen zur überregionalen und langfristigen Wirkung des Projektes bei. Gleiches gilt für die Studierenden der Landschaftsarchitektur, deren zukünftiges Berufsfeld die Gestaltung und Planung von Landschaften ist.

## 5. Fazit zur Zielerreichung des Projektes

Insgesamt betrachtet war das BioQuiS-Projekt sehr erfolgreich, indem durch unsere Untersuchungen umfangreiche Informationen zur Umsetzung der Querterrassierung und zu deren ökologischen, weinbaulichen und ökonomischen Eigenschaften im Vergleich zum Falllinienweinbau zusammengetragen wurden. Trotz Corona-Pandemie war es uns möglich, durch eine Vielzahl von Vorträgen, Exkursionen und unterschiedlichen Medienformaten (PM, Podcasts, Radio- und Fernsehinterviews, Wissenstransfer-Film) die Ergebnisse an alle relevanten regionalen Akteure weiterzugeben. Mit bisher sieben wissenschaftlichen Publikationen in internationalen Zeitschriften wurde auch die Wissenschafts-Community erfolgreich adressiert und der wissenschaftliche Nachwuchs durch zwei Promotionen, die kurz vor dem Abschluss stehen, qualifiziert. Der in Bearbeitung befindliche Praxisleitfaden zum Projekt (geplante Fertigstellung Mitte 2023) und die Implementierung der Inhalte in die Lehre sind weitere wichtige Bausteine des Wissenstransfers. Dies ist auch notwendig, denn der Umsetzung von Querterrassen-Weinbergen gehen umfangreiche Planungs- und Genehmigungsprozesse voraus, weshalb Querterrassierungen häufig in Flurbereinigungsverfahren eingebettet und sehr langwierig sind. Trotzdem konnten während der Projektlaufzeit weitere Querterrassierungen durch unsere Praxispartner umgesetzt werden.

Eindeutig hat das Projekt die Akzeptanz für die Querterrassierung in der Region erhöht. Das Bewusstsein für die Vorteile dieser Anlagenart sowie für die Wichtigkeit der Biodiversitätsförderung im Weinbau ist deutlich gestiegen. Dies zeigt sich u.a. an der stetigen Zunahme von Anfragen für Beratung zur Umsetzung von Querterrassierungen und zur Biodiversitätsförderung im Weinbau, auch über die Steillagenregion des Rheingaus und des Mittelrheintals hinaus. Insgesamt betrachtet konnte das Projekt einen wichtigen Beitrag zur zukünftigen Sicherung der weinbaugeprägten Kulturlandschaft und der Biodiversität xerothermer Hanglagen leisten und wird in diesem Sinne langfristige Wirkung erzielen können.

## 6. Literatur

- Berkelmann-Löhnertz, B., Loskill, B.J., Frühauf, C., Ehlig, A., Wittich, K.-P., Braden, H., Kuczera, A., Gollmer, K.-U., Forster, M., Gorges, T. (2005): Optimierung der Peronospora-Prognose im Rebschutz auf der Basis eines erweiterten Prognosemodells. Schlussbericht zum Forschungsprojekt Nr. 514-33.54/01HS048, Institut f. Biologie, Forschungsanstalt Geisenheim.
- Blick, T.; Finch, O.-D.; Harms, K.H.; Kiechle, J.; Kielhorn, K.-H.; Kreuels, M.; Malten, A.; Martin, D.; Muster, C.; Dietrich, N.; Platen, R.; Rödel, I.; Scheidler, M.; Staudt, A.; Stumpf, H. & Tolke, D. (2016): Rote Liste und Gesamtartenliste der Spinnen (Arachnida: Araneae) Deutschlands. – In: Gruttke, H., Balzer, S., Binot-Hafke, M., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G. & Ries, M. (Bearb.): Rote Liste der gefährdeten Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 4: Wirbellose Tiere (Teil 2). – Bonn (Bundesamt für Naturschutz). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (4): 383–510.
- Bontempo, A., Smith, J., Brandt, M. & Stoll, M. (2018): Evaluation of photosensitive films for light measurements in the fruiting zone of grapevine canopies. In: *Vitis* 57, S. 159–165. DOI: 10.5073/vitis.2018.57.159-165.
- Caprio, E., Nervo, B., Isaia, M., Allegro, G., Rolando, A. (2015): Organic versus conventional systems in viticulture: comparative effects on spiders and carabids in vineyards and adjacent forests. *Agric. Syst.* 136, 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.02.009>.
- Connell, J.H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199, 1302–1310.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO) (2002): PP 1/4 (4): *Uncinula necator*. In: EPPO Bulletin (32). S. 315-318. Blackwell scientific publications ltd.
- Gaudillère, J.-P., van Leeuwen, C. & Ollat, N. (2002): Carbon isotope composition of sugars in grapevine an integrated indicator of vineyard water status. In: *Journal of experimental botany*. 53. S. 757-763.
- Grime, J.P. (1973): Competitive Exclusion in Herbaceous Vegetation. *Nature* 242, 344–347.
- Hogg, B.N., Daane, K.M. (2010): The role of dispersal from natural habitat in determining spider abundance and diversity in California vineyards. *Agric. Ecosyst. Environ.* 135 (4), 260–267. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.10.004>.
- Job, H. (1999): Der Wandel der Kulturlandschaft und sein Stellenwert in der Raumordnung. *Forschungen zur Deutschen Landeskunde* 248, 256 S.
- Kolb, S., Uzman, D., Leyer, I., Reineke, A., Entling, M.H. (2020): Differential effects of semi-natural habitats and organic management on spiders in viticultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 287, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106695>.
- Lopes, C. & Pinto, P. (2005): Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models. In: *Vitis* 44 (2), S. 55-61.
- Maas, S., Detzel, P., Staudt, A. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Heuschrecken (Saltatoria) Deutschlands. In *Rote Liste Gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands: Band 70 (3): Wirbellose Tiere (Teil 1)*; Binot-Hafke, M., Balzer, S., Becker, N., Gruttke, H., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G., Strauch, M., Eds.; Bundesamt für Naturschutz: Bonn-Bad Godesberg, Germany, pp. 577–606. ISBN 9783784352312.
- Schmidt, J.; Trautner, J. & Müller-Motzfeld, G. (2016): Rote Liste und Gesamtartenliste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) Deutschlands. – In: Gruttke, H., Balzer, S., Binot-Hafke, M., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G. & Ries, M. (Bearb.): Rote Liste der gefährdeten Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 4:

Wirbellose Tiere (Teil 2). – Bonn (Bundesamt für Naturschutz). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (4): 139–204.

Schmidt, M.H., Thies, C., Nentwig, W., Tschardtke, T. (2007): Contrasting responses of arable spiders to the landscape matrix at different spatial scales. *J. Biogeogr.* 35, S. 157–166. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2007.01774.x>.

Smart, R. & Robinson, M. (1992): *Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management*. Adelaide, Winetitles.

Tello J. and Ibáñez J. (2014): Evaluation of indexes for the quantitative and objective estimation of grapevine bunch compactness. In: *Vitis*, 53 (1), S. 9-16.

Turner, N. & Roo, H.C. & Wright, W.H. (1971): A pressure chamber for measurement of plant water potential. In: *Conn. Agric. Exp. Sta. New Haven Special Soils Bull. No. 33*, S. 1-9.

Veith, M., Bonn, S., Sander, U., Albrecht, J., Poschold, P. (2012): Nachhaltige Entwicklung xerothermer Hanglagen am Beispiel des Mittelrheintals. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 121. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 357 S.

Westphal, C.; Bommarco, R.; Carré, G.; Lamborn, E.; Morison, N.; Petanidou, Theodora et al. (2008): Measuring bee diversity in different European habitats and biogeographical regions. In: *Ecological Monographs* 78 (4), S. 653–671. DOI: 10.1890/07-1292.1.

Westrich, P. (2019): *Die Wildbienen Deutschlands* (2<sup>nd</sup> ed.). Stuttgart (Hohenheim), Ulmer.

Westrich, P.; Frommer, U.; Mandery, K.; Riemann, H.; Ruhnke, H.; Saure, C. & Voith, J. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Bienen (Hymenoptera: Apidae) Deutschlands. – In: Binot-Hafke, M.; Balzer, S.; Becker, N.; Gruttke, H.; Haupt, H.; Hofbauer, N.; Ludwig, G.; Matzke-Hajek, G. & Strauch, M. (Red.): *Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1)*. – Münster (Landwirtschaftsverlag). – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (3): S. 373–416.

## 7. Anhang

Abb. A1-A4:            Presseartikel (Auswahl)

Tab A1:                Liste der öffentlichkeitswirksamen Aktivitäten im Projekt

# Querterrassen in Steillagen

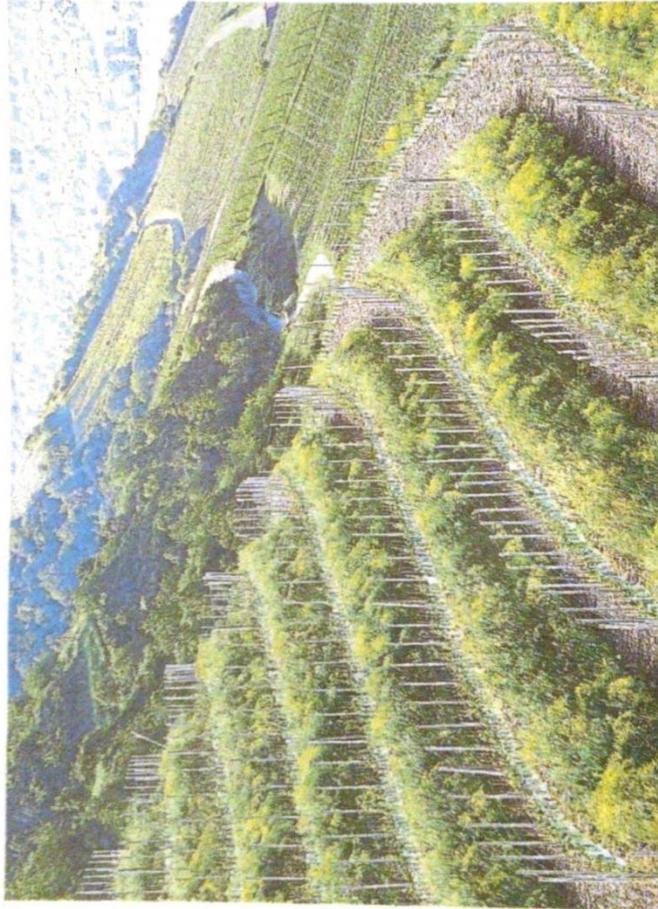
Hochschule Geisenheim untersucht Alternative zu Weinbergen in Falllinie/Erste Erfahrungen schon gesammelt

**GEISENHEIM** (red). Der Weinbau in Steillagen hat das Landschaftsbild im Mittelrheintal und an der Mosel über Jahrhunderte geprägt und führte zu abwechslungsreichen Kulturlandschaften. Dieses Bild hat sich allerdings in den letzten Jahrzehnten gewandelt. Es wird immer schwieriger, die Weinberge, die heutzutage in Falllinie liegen, rentabel zu betreiben.

Als einen Lösungsweg untersucht die Hochschule Geisenheim seit Anfang des Jahres die Anlage von Querterrassen in Steillagen. Die parallel zum Hang angelegten Zeilen und Gassen lassen sich weniger arbeitsintensiv mit normalen Schmalspurschleppern befahren.

## Lebensräume zugunsten biologischer Vielfalt

Gleichzeitig entstehen mit den Hangböschungen Lebensräume, die einen bedeutenden Beitrag für die biologische Vielfalt leisten können. Allerdings gibt es zahlreiche offene Fragen, die Weinbauliche und ökologische Aspekte, die Erntegrünung, den Erosionsschutz, die Böschungspflege sowie rechtliche Fragen betreffen. All diesen Fragen widmet sich das Projekt BioQuis (Biodiversität



**Die Terrassen des Lorcher Schlossbergs mit Begrünung zwischen den Rebzeilen, die den Hang vor Erosion schützt.** Archivfoto: Laquai

durch Querterrassierung im Steillagenweinbau). Im Endeffekt geht es darum: Was hat der Winzer von der Querterrassierung, was hat die Natur davon, und was gilt es bei der Umsetzung zu beachten?

In der Auftaktveranstaltung stellten Professorin Ilona Leyer und Professor Manfred Stoll

jetzt gemeinsam mit den Doktoranden Vera Wesebeckmann und Timo Strack das Projekt Winzern, Verbänden, Naturschutz- und Weinbaubehörden sowie Vertreter aus den Ministerien in Hessen und Rheinland-Pfalz vor. Unterstützt wurden sie von ihren drei Praxispartnern, die im Rahmen

des Projektes neue Querterrassenweinberge angelegt haben. So konnten Stefan Seyffardt und Carsten Weiland von den hessischen Staatsweingütern, Gundolf Laquai (Weingut Laquai, Lorch) und Jochen Ratzenberger (Weingut Ratzenberger, Bacharach) wertvolle Erfahrungen mit der Neuanlage

der Querterrassenweinberge weitergeben.

Zum Thema Hangstabilität referierte der Experte Michael Rogall vom Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz. Volker Wachendörfer von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, die das Projekt mit knapp 400.000 Euro fördert, betonte in seinem Grußwort: „Wir brauchen innovative Lösungen, um wirtschaftlich tragfähige Landnutzung mit dem Erhalt und der Förderung der Biodiversität zu verbinden.“ Das Projekt liefere einen wesentlichen Beitrag für einen nachhaltigeren Steillagenweinbau.

Ort der Veranstaltung war passenderweise die Domäne Assmannshausen am Hölleberg, an dem ein Projektweinberg in Querterrassierung von den hessischen Staatsweingütern neu angelegt wurde. Ihn besichtigten die Teilnehmer zum Ausklang der Veranstaltung. Das Projektteam erläuterte Untersuchungen zur optimalen Begrünung der neuen Weinberge.

Das Projekt ist auf drei Jahre angelegt. Die Ergebnisse sollen in einen Praxisleitfaden einfließen.

 Weitere Informationen unter: [www.bioquis.de](http://www.bioquis.de)

Abb. A1: Wiesbadener Kurier, 5.12.2018

## Nachhaltigkeit und Klimaschutz in den Steillagen des Höllebergs

### Förderung der Biodiversität durch Querterrassierung im Steillagenweinbau

**Assmannshausen. (av)** – Der Steillagenweinbau im Assmannshäuser Hölleberg bekommt ein neues Gesicht, so der Geschäftsführer der Hessischen Staatsweingüter Kloster Eberbach, Dieter Greiner. Das größte Weingut Deutschlands setzt noch mehr auf Nachhaltigkeit und Klimaschutz. In den Steillagen des Höllebergs wird derzeit mit schwerem Gerät gearbeitet. Terrassen werden angelegt, damit der Weinberg anschließend zum größten Teil aus begrüntem, blühenden Terrassen und Böschungen besteht. Sie tragen zu größerer Artenvielfalt von Pflanzen und Tieren bei. Der Wasserhaushalt im Weinberg wird verbessert und das Regenwasser im Steilhang effektiver genutzt. „Die Hessischen Staatsweingüter starten das Projekt gemeinsam mit der Hochschule Geisenheim „BioQuIS: Förderung der Biodiversität durch Querterrassierung im Steillagenweinbau“. Dabei handelt es sich um ein Projekt mit Vorbildcharakter – durch die Umgestaltung steil gelegener Weinberge in Querterrassen sowie das Anlegen von blühenden Böschungen wird die Artenvielfalt gestärkt und ein Beitrag zum Gewässerschutz durch die Vermeidung von Erosion geleistet“, erklärte Hessens Finanzminister Dr. Thomas Schäfer, der zugleich Aufsichtsratsvorsitzender der Hessischen Staatsweingüter ist, in Wiesbaden. Er konnte aus aktuellem Anlass nicht den Weg nach Assmannshausen antreten. „Zusammen mit der Hochschule Geisenheim und geschätzten Kollegen des Weinguts Laquai in Lorch sowie des Weinguts Ratzenberger in Bacharach ist es für uns von besonderer Bedeutung, die Steillagen in Rüdesheim und Assmannshausen mit dem Projekt BioQuIS auf die neuen klimatischen und sozio-ökonomischen Herausforderungen auszurichten“, er-

klärte Geschäftsführer Greiner.

90 Prozent des wertvollen Wassers geht jährlich verloren, so Stefan Seyffardt, Bereichsleiter Weinbau. Und dieses Wasser nimmt die Erde mit ins Tal, so deutlich in 2018 zu sehen. Die fortgeschwemmte Erdmasse muss dann wieder zurück in den Weinberg geführt werden. Die von Starkregen fortgeschwemmte Erde von rund 200 Tonnen musste wieder an ihren Bestimmungsort zurück, „das kostet Mühe, Zeit und Geld. Jetzt geht es um Biodiversität, Erosionsschutz, Wasserrückhalt und Rebengesundheit. Nicht alleine in Assmannshausen“, so Dieter Greiner, auch in Steillagen in Rüdesheim, Rautenthal und Heppenheim. Eine bereits bestehende Querterrassierung aus 2010 habe deutlich gemacht, dass dies einmal ein Ende haben wird. Zusammen mit der Hochschule Geisenheim University habe man sich darüber Gedanken gemacht, wie die renommierteste Weinbergslage im Rheingau, seit Jahrhunderten bewirtschaftet, für die Zukunft gestaltet werden kann. Denn der Klimawandel ist gewiss, die Weinberge in Assmannshausen, in denen einer der besten Spätburgunder des Landes reift und die dortige Fauna und Flora sollen erhalten bzw. geschützt werden.

#### Förderung der Biodiversität

Der Weinbau in Steillagen habe das Landschaftsbild in vielen wärmebegünstigten Regionen Deutschlands über Jahrhunderte geprägt. Die traditionelle Bewirtschaftung führe zu abwechslungsreichen und attraktiven Landschaften und durch die Offenhaltung der meist waldfähigen Standorte konnten sich artenreiche, an Trockenheit und hohe Lichtintensität angepasste Artengemeinschaften entwickeln, so Prof. Dr. Ilona Leyer mit



Die Querterrassierung im Assmannshäuser Hölleberg findet ihre Fortsetzung. Alle zwei Jahre kommt eine weitere Weinbergsfläche in den Steillagen von Assmannshausen, Rüdesheim und Heppenheim hinzu.

Doktorandin Vera Wersbeckmann vom Institut für angewandte Ökologie in Geisenheim. Allerdings sei die Bewirtschaftung der heutzutage in Falllinie angelegten Weinberge sehr arbeitsintensiv, was vor dem Hintergrund sich verteuender Produktionskosten oft nicht mehr tragfähig sei. Die vielen Weinbergsbrachen im Mittelrheintal und an der Mosel machten dies deutlich. Vieles kommt hier zusammen, unter anderem auch die Kosten für die osteuropäischen Hilfskräfte im Jahr, besonders zur Weinlese, stiegen um rund 70 Prozent, dazu trägt auch der Mindestlohn bei, fügte Dieter Greiner hinzu.

Als vielversprechenden, wirtschaftlich interessanten Lösungsweg sieht man daher die Anlagen von quer terrassierten Weinbergen, was allerdings nicht überall möglich ist. Dabei werden die Zeilen und Gassen, in denen Maschinen eingesetzt werden können, horizontal angelegt. Dr. Ilona Leyer: „Daneben haben Querterrassen-Weinberge auch einen ökologischen Vorteil. Ein großer Teil des Weinbergs bestehe aus Böschungen, die der direkten Bewirtschaftung entzogen sind und ein großes Potenzial für den Schutz und die Regeneration der Biodiversität haben.“

Die Begrünung der Böschungen ist auch im Hölleberg ein wichtiger Aspekt des Projektes, denn sie ist essenziell sowohl für den Erosionsschutz als auch für die Förderung der Biodiversität im Steillagenweinbau. An drei Versuchsweinbergen werden verschiedene Saatgutmischungen und Ansaattechniken untersucht. Die ökologische Bewertung von Querterrassen- und Familien-Weinbergen sowie Weinbergsbrachen erfolgt mit Hilfe ausgewählter Indikatorgruppen. Hierbei werden Spinnen und Laufkäfer als bodenaktive Arthropoden und Wildbienen als wichtige Bestäubergruppe zusammen mit der Vegetation näher

betrachtet. Dies Projekt wird von Vera Wersbeckmann mitbetreut. Professor Dr. Manfred Stoll und Timo Strack als Projektbegleiter vom Institut für allgemeinen und ökologischen Weinbau der Hochschule Geisenheim hat noch einen anderen Aspekt im Fokus: „Die geänderte Zeilenorientierung und die in Querterrassen-Weinbergen geringere Rebendichte beeinflussen das Mikroklima und die Wasserversorgung des Rebbestandes. Dies kann Auswirkungen auf den Ertrag, die Aroma- und Inhaltsstoffbildung und die Rebengesundheit haben. Diese Wechselwirkungen zwischen Rebe und ihrer Umwelt wollen wir vergleichend für Falllinien- und Querterrassen-Weinberge untersuchen.“

In drei Wochen sind die Flächen im Assmannshäuser Hölleberg geschoben, so Bereichsleiter Stefan Seyffardt. Dann erfolgt die Einsaat, eine Rheingauer Mischung aus Wildblumen und Begrünung, wie sie bereits in dem fertig gestellten Weinberg in Richtung Aulhausen schon zu sehen war. Dann kommen Pfähle und Reben in die Erde. Vier Jahre nach der Reberpflanzung wird der erste Ertrag erwartet. Die Reben bekommen eine andere Pflanzendichte, der Ertrag ist etwas weniger als bei den ursprünglichen Falllinien. Mit einer Querterrassierung im Einklang von Biodiversität sieht man aber die Zukunft. Finanzminister Dr. Schäfer dankte den Verantwortlichen der Staatsweingüter sowie den Forscherinnen und Forschern der Hochschule Geisenheim, die das Projekt wissenschaftlich begleiten: „Sie leisten mit diesem Projekt echte Pionierarbeit und ich bin gespannt darauf, wie wir auch vonseiten der Staatsweingüter mit einem besonders naturnahen Weinanbau zur Bewahrung unserer heimischen Kulturlandschaft mit ihrer einzigartigen Tier- und Pflanzenwelt beitragen können.“



Professor Dr. Manfred Stoll, Projektbegleiter vom Institut für allgemeinen und ökologischen Weinbau der Hochschule Geisenheim (2.v.l.), Prof. Dr. Ilona Leyer vom Institut für angewandte Ökologie in Geisenheim (3.v.l.), der Geschäftsführer der Hessischen Staatsweingüter Kloster Eberbach, Dieter Greiner (5.v.l.) und Stefan Seyffardt, Bereichsleiter Weinbau (7.v.l.) stellen den Medienvertretern das Projekt vor Ort vor.



Die quere Anordnung der Weinreben, wie hier zu sehen am Assmannshäuser Hollenberg, soll unter anderem die Arbeit leichter machen.

Archivfoto: Heinz Margielsky

## Querterrassen rechnen sich für viele

Wie Winzer und die Biodiversität profitieren können / Abschlussveranstaltung zu Projekt

Von Thorsten Stötzer

**GEISENHEIM.** Vertraut und doch anders wirken die Rheinläufe auf den Fotos vergangener Jahrzehnte. Vor allem die Flurberreinigungen der Nachkriegszeit haben die Weinberge geprägt, dazu wurden etwa am Mittelrhein seit 1986 fast 40 Prozent der Anbaufläche aufgegeben. „Landschaft ist nicht statisch“, folgert daraus Ilona Leyer in der Abschlussveranstaltung zum Projekt „Förderung der Biodiversität durch Querterrassierung im Stettlagenweingebiet“ (BioQuits) der Hochschule Geisenheim.

Nach rund fünf Jahren Forschung und Erprobung steht nicht nur für Leyer fest: „Es geht um mehr.“ Der Weinbau müsse ökonomisch und ökologisch zukunftsfähig gestaltet

werden, erklärt Hochschulpräsident Hans Schultz bei der Begrüßung. Auf „Landnutzung mit Mehrgewinn-Strategie“ inklusive Nahrungsmittel-Produktion und „Ökosystemleistung“ setzt Volker Wachendörfer von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, die das Projekt fördert.

Drei Partnerbetriebe sind in der Praxis aktiv, das sind die Hessischen Staatsweingüter mit ihrer Domäne Assmannshausen sowie die Weingüter Laquat aus Lorch und Ratzberger aus Bacharach. „Große betriebliche Vorteile durch Arbeitserleichterung“ sind ein Punkt, den Leyer nennt, wenn die Rebstöcke quer in Terrassen und nicht in Falllinie wachsen. Die dabei entstehenden Böschungen sollen der Biodiversität dienen. Gilbert

Laquat widmet sich bereits seit dem Jahr 2008 diesem Prinzip der Querterrassierung.

Vielfach hat er Brachland für den Weinbau auf diese Weise reaktiviert, groß ist inzwischen der Erfahrungsschatz. Mindestens 60 Meter breit sollten die zu gestaltenden Flächen sein, teilt er mit, eine Hangneigung von 40 bis 60 Prozent sei ideal. Vera Werschebeckmann knüpft an das Praktische an: Demnächst komme beim Rheingauer Winzerbedarf eine regionale Saatgutmischung in den Handel, die sich in den Praxistests im Vergleich mit anderen Samen für die Böschungsbegrünung bewährt habe.

Die Doktorandin zählt Spinnweben, Wildblumen und Ödlandschrecken auf, die in den Querterrassen entdeckt wurden als Teil einer „heteroge-

nen, strukturierten Landschaft“. Zu der gehört auch ein differenziertes Mikroklima, über das Timo Strack berichtet. Was die Sonnenstrahlung betrifft, so ergeben sich hohe Unterschiede zwischen der talseitigen und der bergseitigen Laubwand in den Querterrassen, in denen die Trauben speziell im Herbst, wenn sie Aromen entwickeln sollen, von der Sonne begünstigt seien.

### Trockenheit und Starkregen sind wichtige Themen

Ein großes Thema ist das Wasser, sei es, weil es fehlt wie in diesem Jahr, oder weil es bei Starkregen zu Erosion führt. Claudia Kammann weist daraufhin, dass die Infiltration bei ausgetrockneten Böden

verringert ist. Strack legt dar, dass Querterrassen im Winterhalbjahr mehr Wasser zurückhalten als Wingerte mit Falllinie, wenngleich sie im Frühjahr auch etwas mehr verbrauchen durch die stärkere Begrünung. Zur Erosion belegt er mit Aufnahmen vom Juni dieses Jahres aus Geisenheim die Vorzüge der Querlinie.

Es bleibt die betriebswirtschaftliche Komponente, über die Larissa Strub spricht. Einer besseren Kosteneffizienz bei der Querterrassierung steht entgegen, dass erst einmal Investitionen erforderlich sind. Die könnten nach drei Jahren amortisiert sein – „ein ziemlich kurzer Zeitraum“. Bis zu 30 Jahren könne es dauern, bis die Maßnahme sich bei Flächen rechne, die eigentlich aufgegeben werden sollten.

## Was hat die Natur von der Querterrassierung?

Die „BioQuiS“-Abschlussveranstaltung fasste Ergebnisse aus fünf Jahren Forschung zusammen

Geisenheim. (chk) – „Als Winzer in der Steillagen-Querterrassierung sehen wir uns nicht nur als Traubenproduzenten, sondern wir pflegen auch die Kulturlandschaft“, sagte André Laquai vom Weingut Laquai in Lorch bei der „BioQuiS“-Abschlussveranstaltung an der Hochschule Geisenheim. Die brachliegenden Flächen in den Steillagen ergäben in der Tat kein schönes Landschaftsbild im Weltkulturerbe, äußerte ein anderer Teilnehmer vom Mittelrhein – das sei auch, aber nicht nur im Hinblick auf die Bundesgartenschau 2029 zu bedenken. Die Abkürzung „BioQuiS“ steht für „Biodiversität durch Querterrassierung im Steillagenweinbau“. Fünf Jahre lang hat das „BioQuiS“-Team der Hochschule Geisenheim querterrassierte Weinberge mit Weinbergen in Falllinie in Bezug auf die Biodiversität, ökologische, weinbauliche und sozio-ökonomische Charakteristika verglichen. Das Projekt wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert und an der Hochschule Geisenheim von Professorin Dr. Ilona Leyer vom Institut für angewandte Ökologie und von Professor Dr. Manfred Stoll vom Institut für allgemeinen und ökologischen Weinbau geleitet. Vergangene Woche wurden im Gerd-Erbslöh-Hörsaal die Ergebnisse vorgestellt. Dabei war der Frage nachgegangen worden: „Was hat der Weinbau von der Querterrassierung, was hat die Natur davon, wieviel kostet es und was ist in der Zukunft zu erwarten?“

Wie den Vorträgen, den Ergebnissen der Thementische und der abschließenden Diskussion zu entnehmen war, haben sich Steillagenweinbaulandschaften enorm verändert. Allein im Mittelrheintal reduzierte sich die Rebfläche in den vergangenen drei Jahrzehnten um 40 Prozent. Aufwendige Bewirtschaftung und veränderte ökonomische Rahmenbedingungen wurden als Hauptursachen angegeben. Das „BioQuiS“-Team zeigte mit seinen Praxispartnern viele Vorteile moderner Terrassenweinberge auf: „Die vereinfachte Bewirtschaftung durch hangparallele Gassen ist ein großer Vorteil, der sich betriebswirtschaftlich rechnen kann“, sagte Professor Manfred Stoll. Sehr eindrücklich sei ein stark verbesserter Erosionsschutz, wie die Extremereignisse der jüngsten Vergangenheit zeigten, führte er weiter aus.

Timo Strack, Doktorand im Projekt „BioQuiS“ konnte in seinen Untersuchungen bemerkenswerte Unterschiede zwischen Querterrassen- und Falllinien-Anlagen zum Mikroklima, den Beereninhaltsstoffen und der Beerengesundheit feststellen. Dazu gehörten beispielsweise eine geringere Sonnenbrandgefahr der Beeren in querterrassierten Anlagen.

Die Erkenntnisse wurden durch die Erfahrungen der drei Praxispartner des Projektes, die Hessischen Staats-



Professorin Dr. Ilona Leyer und Manfred Stoll bekundeten ihre Absicht, mit den Akteuren des Weinbaus auch nach Beendigung des Projektes im Dialog zu bleiben, um gemeinsam den regionalen Weinbau und die regionale Kulturlandschaft zukunftsfähig zu gestalten.

weingüter mit der Domäne Assmannshausen und die Weingüter Laquai aus Lorch und Ratzenberger aus Bacharach, ergänzt: Gilbert Laquai, der als erstes Weingut im Mittelrheintal schon 2008 zwölf Hektar alte Steillagen rekultiviert und großflächige Terrassenweinberge angelegt hat, gab konkrete Empfehlungen zur Planung und Umsetzung von Querterrassierung und unter welchen Bedingungen sich die Querterrassierung lohne. Die Förderung und die Einbindung in Flurbereinigerungsverfahren sind dabei wichtige Eckpunkte, zu denen Experten des Hessischen Landesamtes für Bodenmanagement und des Dezernats Weinbau des Regierungspräsidiums Darmstadt Auskunft gaben.

### Höhere Biodiversität

Einen großen Vorteil der Querterrassen-Weinberge sieht das Projektteam

für den Erhalt und die Entwicklung der Biodiversität: Die mit heimischer Vegetation begrünter Terrassenböschungen bilden großflächig wertvolle Lebensräume, zum Beispiel für Insekten. Hier kommt es vor allem auf die fachgerechte Begrünung und die Pflege der Böschungen an. „Besonders bewährt hat sich regionales Saatgut, das als Nasssaat auf die Böschungen aufgebracht wird“, erläuterte Doktorandin Vera Wersbeckmann.

Professorin Dr. Ilona Leyer resümierte, dass bei querterrassierten Weinbergen wirtschaftliche und ökologische Vorteile zusammenkämen. Dies helfe, den Steillagenweinbau anders zu denken und zukunftsfähig zu gestalten. Allerdings seien damit nicht alle Hürden genommen und Probleme gelöst. Intensiv wurde über das Thema Wasser diskutiert. Einig waren sich die Teilnehmer, dass der Trockenstress durch die zunehmend heißen



Professor Ilona Leyer und Professor Manfred Stoll leiteten das Forschungsprojekt „BioQuiS“ an der Hochschule Geisenheim. Weinberge in Falllinien und in Querterrassierung zeigen sich hier in Rudesheim in kleinen Ausschnitten.

Tab A1: Öffentlichkeitswirksame Aktivitäten im Projekt

Datum	Veranstaltungsort	Anlass	Aktivität
2.3.2018	Regionale und überregionale Presse	Projektinformationen für die breite Öffentlichkeit	Erste Pressemitteilung
28.11.2018	Assmannshausen	Auftaktveranstaltung	Vorstellung des Projektes (Leyer, Stoll, Strack, Wersebeckmann)
30.11.2018	Regionale und überregionale Presse	Information zur Auftaktveranstaltung	Pressemitteilung
14.2.2019	Koblenz	Fachtagung des Bauern- und Winzerverbandes Rheinland-Nassau zum Thema „Steillagenweinbau schafft Vielfalt“	Vortrag: Biodiversität in der Weinkulturlandschaft: Handlungsbedarf und Möglichkeiten der Umsetzung (Leyer)
12.4.2019	Oberkirch (Baden)	Seminar zum 30jährigen Jubiläums der Etablierung von modernen Kleinterrassenstrukturen in der Ortenau	Vortrag: Das Projekt BioQuiS: Förderung der Biodiversität durch Querterrassierung im Weinberg (Strack)
27.5.2019	Würzburg	Naturschutzkolloquium der Universität Würzburg	Vortrag: Weinbergslandschaften: Von der Intensivkultur zu ökologisch wertvollen Landstrichen (Leyer)
12.8.2019	Regionale und überregionale Presse	Erste Erfolge bei der Begrünung der neuen Querterrassenweinberge	Pressemitteilung
17.8.2019	Stadthalle Wetzlar	Naturschutzforum der Naturschutzakademie Hessen zum Thema: Insektenschutz-aber wie? Gemeinsam für die Vielfalt der Natur	Vortrag gemeinsam mit dem Praxispartner Gilbert Laquai (Weingut Laquai, Lorch) zu den Vorteilen der Querterrassierung im Weinbau für die Biodiversität (Leyer)
7./8.9.2019	Geisenheim	Tage der offenen Tür – OPEN CAMPUS der Hochschule Geisenheim	Projektstand und Vortrag zur Information der regionalen Öffentlichkeit über das Projekt (Leyer & Wersebeckmann)
9.-13.9.2019	Münster	49. Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie (GfÖ)	Vortrag: Terracing in steep slope viticulture and its potential for carabid diversity (Wersebeckmann)
19.2.2020	Oberkirch	Weinbau-Kleinterrassen-Pflegeseminar	Vortrag: Vorstellung des Projekt BioQuiS: Förderung der Biodiversität durch Querterrassierung im Weinberg (Strack)
29.2.2020	Kaub	Ecovin Jungwinzer*innen Tagung	Förderung der Biodiversität durch Querterrassierung im Steillagenweinbau (Leyer & Wersebeckmann)
10.3.2020	Assmannshausen	Pressetermin mit Vertreter*innen aus Hörfunk (HR), TV (RTL Hessen) und Print (FAZ, WK, Rheingau Echo)	Projektvorstellung und Pressemitteilung
12.11.2020	Online	Tagung des Bauern- und Winzerverbandes Rheinland-Nassau e. V., Koblenz	Vortrag: Querterrassierung im Steillagenweinbau: Was bringt's für Biodiversität und Ökosystemleistungen? (Leyer)
1.12.2020	Online	Clim4Vitis Day 2020	Projektvorstellung und Ergebnisse (Leyer)
ab 2020	HGU	Curricula in den Bereichen der Ökologie und des Weinbaus	Einbeziehung ausgewählter Untersuchungsergebnisse in die Lehre (B.Sc. und M.Sc. Lehrveranstaltungen, Leyer, Stoll)
12.1.2021	Online	Winterfachtagung Rheingauer Weinbauverband	Mehr Leben für die Rheingauer Weinbergsflur: Förderung der Biodiversität im und um den Weinberg (Leyer)
25.5.2021	Online	Weiterbildungsexkursion zur Artenvielfalt in Weinbau -Steillagen (NaturerlebnisbegleiterIn)	Biodiversität im Steillagenweinbau und Projektvorstellung (Wersebeckmann)
14./15.6.2021	Mittelrheintal /HGU	Dreh eines Wissenstransferfilms	Projekt BioQuiS (mit Laquai, Leyer, Stoll, Strack, Wersebeckmann)

<b>Datum</b>	<b>Veranstaltungsort</b>	<b>Anlass</b>	<b>Aktivität</b>
14.6.2021	Online	Mikroklimatische Besonderheiten zweier Steillagenweinbausysteme	Vortrag im Rahmen der Onlinetagung des Forschungsringes des Deutschen Weinbaus (Strack)
24.6.2021	Domäne Assmannshausen	Pressereise organisiert vom Deutschen Weininstitut	Beitrag des Weinbaus zu mehr Artenvielfalt in der Kulturlandschaft - die Projekte BioQuiS und AmBiTo (Leyer)
15.7.2021	Radio-Interview	Interview für SWR Aktuell Global - das Umweltmagazin	Weinberge in Form bringen für Artenvielfalt und Klimawandel (Leyer)
30.10.2021	Mittelrheintal	Exkursion für eine Gruppe der Internationalen Terrassenlandschafts-Allianz	Vorstellung des Projektes und der Ergebnisse im Gelände (Leyer)
30.8.-1.9.2021	Online	50. Jahrestagung der Gesellschaft für Ökologie (GfÖ)	Maintaining steep slope viticulture for spider diversity (Wersebeckmann)
24.11.2021	Bozen (Italien)	Weinbau Seminar - Verein der Absolventen Landwirtschaftlicher Schulen	Förderung der Biodiversität durch Querterrassierung im Steillagen-Weinbau – Naturschutzgerechte Begrünung und Böschungspflege (Wersebeckmann)
22.4.2022	Online	Meeting mit dem Projektbeirat und DBU-Vertreter	Vorstellung des Projektstandes und der Ergebnisse im Projekt BioQuiS (Leyer, Stoll, Strack, Wersebeckmann)
22. – 26.8.2022	Prag	6th European Congress of Conservation Biology (ECCB)	Vortrag: Nesting behavior drives contrasting responses of wild bee communities to management and local conditions in vineyards (Wersebeckmann)
6.9.2022	HGU	Abschlussveranstaltung BioQuiS	Vorstellung der Ergebnisse
15.9.2022	Regionale und überregionale Presse	Querterrassierung als Strategie für zukunftsfähigen Steillagenweinbau; PM zur Abschlussveranstaltung	Pressemitteilung
12.1.2023	Eltville	66. Rheingauer Weinbauwoche	Vortrag: Begrünung in der Querterrassierung (Wersebeckmann)