



Ökologischer Nassreis

Anbauerfahrungen nördlich der Alpen 2021

Agroscope, März 2022

Yvonne Fabian
Katja Jacot
Viviane Brönnimann

Inhalt

1. Zusammenfassung	3
2. Einleitung	4
2.1 Reisanbau in der Schweiz: Bisherige Erfahrungen.....	4
2.1.1 Feuchttackerflächen identifizieren und nutzen.....	5
2.1.2 Ansprüche des Reises an Klima und Kulturführung.....	5
2.2 Forschungsschwerpunkte 2021	7
3. Methodik	8
3.1 Standorte	8
3.2 Bewirtschaftungsdaten.....	9
3.3 Agronomische Erhebungen.....	9
3.4 Erhebungen zur Biodiversität	10
4. Resultate und Diskussion.....	12
4.1 Anbaujahr 2021 in Übersicht.....	12
4.2 Ernteerhebungen	15
4.3 Wassermanagement.....	16
4.4 Unkrautmanagement	16
4.5 Düngung und Nährstoffe	17
4.6 Klimabedingungen 2021 und Auswirkungen auf die Kultur.....	18
4.7 Wirtschaftlichkeit.....	20
4.8 Sortenversuch.....	21
4.9 Artenförderung.....	22
5. Fazit und Ausblick	27
6. Danksagungen	27
7. Referenzen.....	28
Anhang 1.....	29

1. Zusammenfassung

Das Ziel der Forschung 2021 war es, die Datensammlung in den Bereichen Anbautechnik und Artenförderung im Nassreisanbau in der Schweiz weiterzuführen und damit das Wissen über erfolgsbringende Bewirtschaftungsfaktoren sowie Artenvorkommen zu festigen. LandwirtInnen bauten im Jahre 2021 gesamthaft an 13 Standorten, verteilt über die ganze Nordschweiz (Kantone VD, FR, BE und AG), Reis an. Daten wurden in diesem Jahr an 11 Standorten erhoben.

Die Witterung gestaltete den Reisanbau im vergangenen Jahr alles andere als einfach. Lediglich an fünf von 13 Standorten war eine Ernte möglich, an den übrigen acht Standorten musste der Reisanbau frühzeitig abgebrochen werden, oder es gab keinen Ertrag. Nebstdem, dass lange kalte Perioden während der Jungentwicklung die Konkurrenz durch Hirsen und Knöterich begünstigte, stellte das Hochwasser im Juli sowie untypisch tiefe Temperaturen und Starkniederschläge im Sommer den Nassreisanbau vor weitere, unerwartete Herausforderungen. Insbesondere die Bewirtschaftung von Feldern mit Direktsaaten war im 2021 kaum erfolgreich (Ernte nur an 2/9 Standorten). An 3 von 4 Standorten, wo der Anbau mit Setzlingen erfolgte, waren Ernten mit einem Ertrag von 3-5 t/ha möglich. Die regnerische Witterung mit tiefen Temperaturen beeinflusste die Reisentwicklung stark: unvollständiges Rispschieben, unregelmässiges Blühen und Abreifen, sowie leere Körnerhüllen waren zu beobachten.

Das Anbaujahr 2021 bestätigt die Beobachtungen der Jahre 2019-20: Der Anbauerfolg ist auf bereits als relevant erkannte Bewirtschaftungsfaktoren wie die zeitige, genügend hohe und dauerhafte Flutung der Felder zurückzuführen (Meier, 2019; Jacot et al., 2020). Des Weiteren bestätigt das vergangene Jahr den Vorteil von Setzlingen gegenüber Direktsaaten, sowie die Wichtigkeit der Suche nach frühreifen, kältetoleranten Reissorten. Ein Sortenversuch, welcher 2021 an drei Standorten durchgeführt wurde, zeigt nebst der bisherigen Sorte Loto weitere Sorten, welche sich für den Anbau in der Nordschweiz eignen könnten (Steinegger, 2021). Im Bereich Biodiversitäts-Monitoring wurden im 2021 diverse erfreuliche Beobachtungen gemacht: Nebst gefährdeten Insekten und Amphibien, wurden in den Reisfeldern auch diverse seltene Vogel beobachtet (Hohl und Hagist, 2022) sowie eine hohe Aktivität von Fledermäusen registriert.

In den kommenden Projektjahren will Agroscope gemeinsam mit der HAFL (Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften) und interessierten Reissbäuerinnen und -bauern weitere anbautechnische Fragestellungen beantworten und Massnahmen zur gezielteren Artenförderung definieren. Das Potenzial der Kultivierung von Nassreis als ökologische Alternative für Feuchttackerflächen soll damit weiter gefördert, und die derzeitigen sowie zukünftigen Reissbäuerinnen und -bauern beim Anbau gezielt unterstützt werden.

2. Einleitung

2.1 Reisanbau in der Schweiz: Bisherige Erfahrungen

Seit 2017 erforscht Agroscope zusammen mit innovativen Landwirtinnen und Landwirten den Anbau von ökologischem Nassreis nördlich der Alpen. *Ökologisch* deshalb, weil die Hauptziele des Anbaus – nebst der erfolgreichen Kulturführung – die Förderung von feuchtigkeitsliebenden Arten (Insekten, Amphibien und Vögel) sowie die umweltverträgliche Bewirtschaftung (Verzicht auf Pflanzenschutzmittel) sind. Vor fünf Jahren entstand eine erste kleine Fläche im Kanton Solothurn (Grenchner Witi). Die erste grössere Anbaufläche erfolgte im Kanton Bern (Schwadernau); 2019 folgten weitere Parzellen an den Grenzen des Kantons Freiburg (Mont-Vully) sowie im Kanton Aargau (Brugg) und im Jahr 2020 war die Anzahl Reisflächen auf rund neun Standorte, verteilt in der ganzen Nordschweiz, gewachsen (Flächen im Kanton VD, VS und weitere in den Kantonen AG und BE). Die Anbaufläche betrug 2020 total 4.8 ha – die Bewirtschafterinnen und Bewirtschafter tasten sich oftmals mit kleinen Experimentalflächen (unter 1 ha) an den Anbau der exotischen Kultur heran.

Die Projektberichte der Jahre 2019 und 2020 beschreiben eindrückliche Erfolge des Nassreisanbaus in der Schweiz. So konnte bei der Ernte im Oktober 2020 durchschnittlich 4.9 t/ha Rohreis geerntet werden. In den Reisflächen wurden ausserdem Sichtungen von diversen auf Feuchtgebiete spezialisierten Arten gemacht. Darunter befanden sich bedrohte Tierarten wie Heidelibelle, Kreuzkröte, Laubfrosch, Ringelnatter und Watvögeln wie Flussuferläufer und Flussregenpfeifer. Vorkommen von gefährdeten Pflanzenspezies (beispielsweise Schwanenblume [Abbildung 2] und der sehr seltene Ysopblättrige Weiderich) konnten ebenso verzeichnet werden (Rutz, 2021). Gleichzeitig wurden Anbauverfahren (Direktsaat versus Setzlinge) sowie Sorten getestet um erfolgsbringende Aspekte der Reis-Bewirtschaftung unter hiesigen Klimabedingungen identifizieren zu können. Erkenntnisse der Forschungsarbeiten, sowie praktische Erfahrungen der Reisbäuerinnen und -bauern zeigen klare Vorteil des Anbaus mit Setzlingen anstatt der Direktsaat (Meier, 2019). So können Setzlinge besonders in Jahren mit verkürzter Vegetationszeit (kalter Frühling) der Reispflanze einen Entwicklungs-, und damit einen entscheidenden Konkurrenzvorsprung verschaffen. Ebenfalls entscheidend ist die frühzeitige Flutung der Felder. Dies nicht nur für das Unkrautmanagement (Unterdrückung von konkurrenzstarken Gräsern wie der Hühnerhirse), sondern auch um der wärmeliebenden Reiskultur durch die erhöhte Wärmespeicherungskapazität des Wassers optimalen Wachstumsbedingungen zu schaffen.



Abbildung 1 (links): Insektenkundige treffen sich im Sommer 2020 in der Nassreisparzelle in Brugg zu einer Libellen-Exkursion. **Abbildung 2 (rechts):** Die Pflanzenvielfalt in den Nassreisfeldern wurde 2020 in der Masterarbeit von Theres Rutz systematisch erhoben. So freute unter anderem die Sichtung der Schwanenblume (*Butomus umbellatus*) in der Reisfläche in Schwadernau BE.

2.1.1 Feuchttackerflächen identifizieren und nutzen

Der erfolgreiche Anbau des Nassreises hängt massgeblich von der permanenten Flutung ab (Meier, 2019) und so ist es entscheidend, einen Standort mit passenden Bodeneigenschaften auszuwählen, wo durch vorhandene Tonschichten die Versickerung des Wassers nur langsam stattfindet. Ideal eignen sich die sogenannten Feuchttackerflächen (FAF). Der Begriff FAF bezeichnet eine ackerbaulich genutzte Fläche, die periodisch stark von Grund-, Hang- oder Stauwasser beeinflusst wird (Szerencsits et al., 2018). Eine starke Beeinflussung bedeutet, dass Teile des Ackers während mehreren Perioden im Jahr bis zur Oberfläche mit Wasser porengesättigt sind, sodass die landwirtschaftliche Produktivität reduziert ist (Zorn, 2018). Eine Eignungskarte der Feuchttackerflächen Schweiz (Szerencsits et al., 2018) liegt vor und liefert zusammen mit der erstellten Entscheidungshilfe (Fabian et al. 2021, noch unveröffentlicht) eine Entscheidungsgrundlage für Landwirtinnen und Landwirten, aber auch Kantonale Ämter und weitere Beratungsstellen, wenn es um die Frage geht, ob sich der jeweilige Standort für die Kultivierung von Nassreis eignet oder nicht. Die Studie von Szerencsits et al. zeigt auf, dass 18 % (70 532 ha) der ackerbaulich genutzten Flächen ein Feuchttflächen-Potential aufweist – dies aufgrund relevanter Boden/Geologie-Parameter – wovon 30 % der Ackerflächen in den Relief-/Niederschlag-Parametern ebenfalls hohes Potential anzeigen. Die Eignungskarte dient zudem als Grundlage für die Modellierung von Verbreitungskorridoren für Tierarten, die auf feuchte Lebensräume angewiesen sind. So könnten zukünftige Nassreisflächen nicht nur an Standorten mit geeigneten Böden, sondern auch gezielt an Orten angelegt werden, wo wandernde feuchtigkeitsliebende Tierarten (Amphibien) besonders von der Vernetzung von Lebensräumen profitieren. Zu diesem Zweck bezieht die Karte auch die Feuchttgebietsinventare ein. Die Arbeiten rund um die Eignungskarte stellen eine Grundlage für die Planung und Umsetzung der Biodiversitätsstrategie der Schweiz im Bereich „ökologische Infrastruktur“ dar.

Ein weiterer Grund für die Umnutzung der derzeit für den normalen Ackerbau genutzten FAF ist die Tatsache, dass derzeit knapp 50 % der Drainagen auf Ackerflächen in einem unbekanntem oder schlechten Zustand (Bequin und Smoler, 2010). Da Erneuerungen teuer sind und sich der Kohlenstoffabbau auf drainierten organische Böden (z.B. Region Grosses Moos im Berner Seeland) massiv beschleunigt, wäre die bewusste Wieder-Vernässung solcher Flächen – beispielsweise zum Anbau von ökologischem Nassreis - eine sinnvolle Lösung. Die Thematik der möglicherweise erhöhten Klimagas-Emissionen von vernässten Böden wird ebenfalls berücksichtigt: Gemäss aktuellen Forschungen sind Methan-Emissionen auf solchen Böden klima- und standort-spezifisch (Gramlich et al., 2018) und die Klimagas-Bilanz gesamthaft positiv (Gramlich et al., 2020).

2.1.2 Ansprüche des Reises an Klima und Kulturführung

Das gemässigte Klima in der Schweiz birgt für die wärmeliebende Kulturpflanze Reis (*Oryza sativa*) einige Herausforderungen. Anders als in ganzjährigen Anbaugebieten in Asien ist die Kulturperiode in Europa auf die wärmeren Monate Mai bis September begrenzt. Längere Kälteperioden im Mai können die Jungentwicklung empfindlich stören und so eine zeitige Ernte im Oktober verunmöglichen. Längst gibt es jedoch diverse Anbaugebiete ausserhalb der (sub-)tropischen Klimazonen in kühlen Hochlagen (Nepal, Japan) und nördlicheren Breitengraden (Frankreich, Italien, Ungarn), wo der Anbau von kältetoleranten Reissorten erfolgreich erprobt worden ist. Nachfolgend sind einige wichtige, biologischen Aspekte der Reispflanze kurz beschrieben.

Die Reispflanze weist mehrere kritische Entwicklungsschritte auf, welche je nach geografischer Lage und vorherrschender Witterung unterschiedliche Bedeutung erhalten (Tabelle 1).

Die ersten Wochen nach der Keimung gelten als besonders sensibel und beeinflussen die Wachstumsrate stärker, als spätere Entwicklungsschritte (Yoshida, 1981), weshalb die sorgfältige Kulturführung während der Jungentwicklung besonders wichtig ist (Wahl des Anbauverfahrens, zeitige Flutung und Höhe des Wasserpegels, zeitiges Jäten von konkurrierenden Pflanzen wie der Hühnerhirse *Echinochloa crus-galli*). Als verwundbarste Periode gilt der Zeitraum von der Pollenbildung bis zur Befruchtung (Nishiyama, 1984).

Tabelle 1. Entwicklungsstufen der Reispflanze mit dazugehörigen kritischen Temperaturbereichen (Luft). Die Bereiche können je nach Reissorte variieren. Ebenfalls aufgelistet sind mögliche Auswirkungen auf die Kultur (Beeinflusste Messgrösse). N.A. = keine Angaben.

Entwicklungsschritt	Optimale Temperatur (°C)*	Kritische Temperatur (°C)	Beeinflusste Messgrösse
Keimung	18-40	n.A.	Keimrate (reduziert), Keimdauer (verlängert)
Erste Wochen nach Keimung	25-31**	n.A.	-
Schossen	25-31	7-16 (Yoshida, 1981)	Sterilität und frühe Seneszenz bereits beeinflusst
Pollenbildung bis Befruchtung	30-33	15-19 (Nishiyama, 1984)	Erfolg der Befruchtung. Sehr sortenabhängig, stark abhängig von Dauer des Kälteeinbruchs.
Abreife	20-29	n.A.	Abreife dauert in gemässigten Klimazonen bis zu 65 Tage (Yoshida, 1981)

*Basuchaudhuri, 2014; **Optimum gilt auch für Bestockung

Im Nassreisanbau in der Schweiz stellten sich die kälte-induzierte Sterilität (ausbleibende Körnerbildung) sowie der Unkrautdruck als limitierende Ertragsfaktoren heraus (Meier, 2019). Beide Faktoren lassen sich jedoch durch optimale Bewirtschaftung beeinflussen. So fanden Forscher ein Zusammenhang zwischen Kältetoleranz und Nährstoffversorgung: Eine Studie legt nahe, dass hohe Stickstoffgaben mit verminderter Kälte-Toleranz und Sterilität assoziiert sind (Gunawardena et al. 2003). Phosphor scheint ebenfalls eine entscheidende Rolle in der Reisentwicklung zu spielen und kann die Stickstoff-induzierte Sterilität vermindern (Nishiyama, 1984). Auch das Wassermanagement spielt eine wichtige Rolle: Studien ergaben, dass eine erhöhte Wassertemperatur den negativen Einfluss der kalten Lufttemperaturen auf die kälte-induzierte Sterilität senken kann (Shimono et al., 2005; Shimono et al., 2007). Nebst optimalem Wassermanagement und Nährstoffversorgung ist auch die Sortenwahl entscheidend: kältetolerante und frühreife Sorten bringen grosse Vorteile in den hiesigen Klimabedingungen. Weitere entscheidende Bewirtschaftungsfaktoren sind das gewählte Anbauverfahren (Setzlinge oder Direktsaat [DS]), das Wassermanagement und das Unkrautmanagement. Die Anbauerfahrungen der Jahre 2017-2020 zeigen deutlich, wie stark sich die genannten Faktoren gegenseitig beeinflussen und im Wesentlichen den Anbauerfolg bestimmen. Zurzeit bereitet dem Nassreisanbau besonders das Unkraut grosse Probleme, insbesondere in Flächen mit DS-Verfahren und Reis als Vorkultur. Da beim Anbauverfahren mit Setzlingen die Pflanzen direkt ins geflutete Feld gepflanzt werden können (rund 5 cm Wassertiefe) und bei DS der Wasserpegel nach der Aussaat nur langsam angehoben werden kann (Gefahr des Ertränkens der Keimlinge) wird insbesondere bei bereits vorjährigem massiven Unkrautdruck die Wahl von Setzlinge empfohlen (Jacot et al., 2020).

2.2 Forschungsschwerpunkte 2021

Das Hauptziel des wissenschaftlichen Engagements von Agroscope im Nassreisanbau 2021 blieb gleich wie in den vorangehenden Projektjahren: Die Identifizierung und Charakterisierung von Faktoren, welche einen erfolgreichen Reisanbau ermöglichen. Dafür wurden 2021 nebst einer Umfrage zur Bewirtschaftung der Flächen diverse Messungen im Feld durchgeführt. Nebst dem, dass der Reisanbau praktikabel und wirtschaftlich rentabel sein soll, bleiben die ökologischen Ziele im Visier: der Nassreisanbau soll der Förderung der Biodiversität dienen (Amphibien, Insekten, Vögel, Pflanzen) und insbesondere Habitate und Nahrungsangebot für bedrohte Tier- und Pflanzenarten schaffen. In diesem Sinne wurden die Erkenntnisse der Biodiversitätserhebungen 2019 und 2020 im vergangenen Jahr durch weitere Untersuchungen ergänzt.

Folgende Datensammlungen erfolgten im 2021 durch Agroscope:

- *Agronomischen Daten*: Temperaturmessungen (Luft, Wasser und Boden); Messungen von Chlorophyll; Messungen von Nährstoffen im Boden und Wasser, Erhebung zur Wassertiefe und Phänologie zu verschiedenen Zeitpunkten während der vegetativen Phase; Erhebung von Anzahl Trieben/m², Tausendkorngewicht und Erträgen (g/m²) bei der Ernte.
- *Sortenversuch*: Das Ziel des Sortenversuchs war die Identifizierung von weiteren, geeigneten Reissorten zur Kultivierung nördlich der Alpen. Dazu wurde ein Versuchsdesign für acht verschiedene, als kältetolerant beschriebene Reissorten erstellt und die experimentellen Flächen an drei Standorten (Untersiggenthal Ost, Brugg und Detligen) angelegt. Der Sortenversuch wurde im Rahmen einer Masterarbeit von Andrea Steinegger der *ETH-Zürich* geplant und durchgeführt (Steinegger, 2021).
- *Erhebungen zur Biodiversität*: Zur Erhebung der Biodiversität im Nassreisanbau wurden in 2021 Libellen-, Heuschrecken-, und Amphibienaufnahmen gemacht (Fokus auf die neuen Standorte Stetten, Jonen und Mühlau) sowie ein Fledermaus-Monitoring durchgeführt (Vergleich der Aktivität in den Habitaten Mais, Reis und Tümpel/Feuchtgebiet).
- *Düngeversuch «optimale Nährstoffversorgung»*: Am Standort Brugg wurden Becken mit 4 verschiedenen Konzentration des organischen Düngers *Biorga* erstellt: (1) 0 N kg/ha (Kontrolle), (2) 25 N kg/ha, (3) 50 N kg/ha und (4) 150 N kg/ha). Die gemachten Untersuchungen waren Teil einer Bachelorarbeit an der Hochschule Rhein-Waal in Deutschland. Dieser Versuch musste aufgrund des Hochwassers abgebrochen werden.
- *Düngeversuch «Amphibien»*: Ein Düngeversuch mit Amphibien (Auswirkungen von unterschiedlichen Düngekonzentrationen auf die Entwicklung von Amphibien-Larven) wurde im Rahmen einer Masterarbeit von Moritz Bär an der *ETH-Zürich* geplant, konnte aufgrund der Witterung (Probleme mit der Haltung des Wasserniveaus, später Hochwasser) nicht durchgeführt werden.

Nebst Agroscope betreibt auch die HAFL seit mehreren Jahren Forschung auf den Nassreisflächen. Wie bereits im vorherigen Jahr untersuchte die Gruppe um Hans Ramseier 2021 einen Düngeversuch in der Reisfläche in Witzwil (Resultate nicht veröffentlicht). In einem separaten Bericht finden sich die erfreulichen Resultate der Vogelsichtungen in acht der 13 Nassreisflächen, welche 2021 durch die Vogelwarte koordiniert wurde (Hohl und Hagist, 2022).

3. Methodik

3.1 Standorte

Im Jahr 2021 wurde der Reisanbau an vier neuen Standorten erprobt: Detligen, Stetten, Jonen und Mühlau (siehe rote Markierung auf Übersichtskarte, Abbildung 3). Damit wuchs die totale, untersuchte Anbaufläche im 2021 auf 11.1 ha und die Anzahl Standorte auf 13. Die Grössen der Flächen liegen zwischen 0.5-1.8 ha. Am Standort Bavois Nord (BsN) wurde in diesem Jahr kein Reis angebaut. Nicht beobachtet, und deshalb nicht Bestandteil dieses Berichts sind die Reisfelder in Vionnaz VS (sehr frühzeitiger Abbruch des Anbaus als Begründung) und Schwadernau BE (keine Erhebungen).

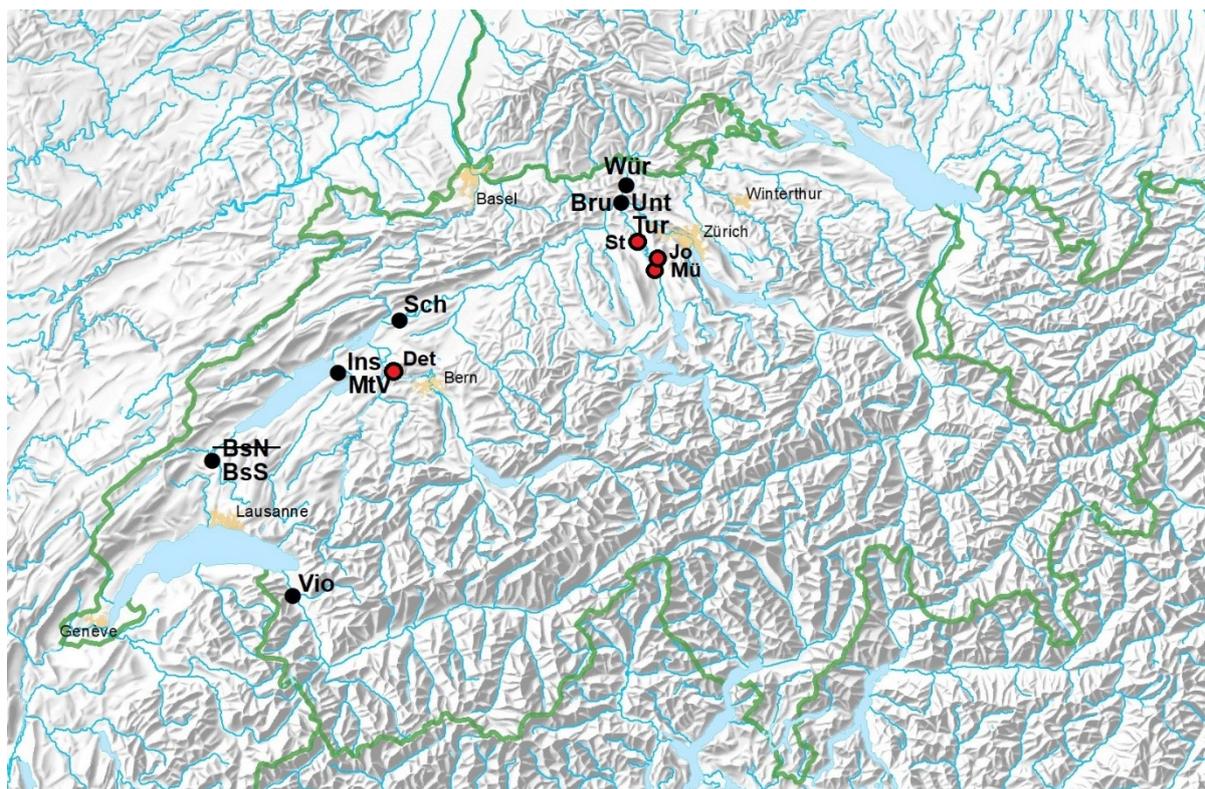


Abbildung 3. Übersichtskarte der 13 Nassreisbaustandorte in der Schweiz. Abkürzungen (von links nach rechts): BsS=Bavois Süd, genannt Bavois; Vio=Vionnaz VS; Ins= Witzwil; MtV: Mont-Vully; Det= Detligen; Sch=Schwadernau; Bru=Brugg; Unt=Untersiggenthal West; Tur= Untersiggenthal Ost (Turgi); Wür= Würenlingen, St= Stetten, Jo= Jonen, Mü= Mühlau. © Luna Sartori. Rot gekennzeichnete Standorte markieren die im Jahr 2021 erstmalig angelegten Nassreisfelder.

Im Anhang 1, Tabelle 1 finden sich Angaben mit den wichtigsten Informationen zu Standorteigenschaften und Bewirtschaftungsfaktoren für alle Standorte der diesjährig begleiteten Reisfelder. Zu den Standorteigenschaften gehören insbesondere die Ausschnitte der Eignungskarte für FAF. Die Einfärbung zeigt jeweils die FAF-Eignung der jeweiligen Böden an (blau = gute Eignung, rot = schlechte Eignung, grün = Eignung nicht klar einschätzbar aufgrund fehlender Daten). Gemäss FAF-Karte befinden sich vier der 11 Reisflächen nicht an einem geeigneten Standort – dies bedeutet beispielsweise, dass der Unterboden kiesig ist und Wasser generell gut versickert. Das auch an solchen, laut FAF-Karte ungeeigneten Standorten, bereits seit rund drei Jahren Nassreis angebaut wird (Beispiel Brugg), zeigt, dass ungünstige Bodeneigenschaften je nach Jahr, respektive Witterungsbedingungen, möglicherweise durch geeignete Bewirtschaftungsmassnahmen (z.B. Wasserpumpe mit erhöhter Pumpleistung oder höhere Pumpfrequenz; Bodenbearbeitung im Winter und für die Saatbeetvorbereitung) ausgeglichen werden. Nichtsdestotrotz liefert die FAF-Eignung eine wichtige Grundlage, um mögliche Ursachen von Anbaumisserfolgen zu eruieren.

3.2 Bewirtschaftungsdaten

Die Daten der Bewirtschaftung der einzelnen Reisflächen wurde durch Gespräche während der Feldarbeiten oder durch eine schriftliche Umfrage Ende Jahr erfragt. Folgende Aspekte wurden berücksichtigt:

- *Vorbereitungen und Verfahren:* gewähltes Verfahren (Setzlinge oder DS), Datum der Aussaat/des Setzens, Saat- oder Setzdichte
- *Wassermanagement:* Pump-Frequenz (täglich, wöchentlich, anderes), Zufluss (Fließgewässer, Grundwasser, Drainage)
- *Unkrautmanagement:* dominante Unkrautart, manuelles Jäten (Ja/Nein), maschinelles Jäten z.B. mit Paddy Weeder (Ja/Nein), Anzahl Jät-Einsätze (Durchgänge oder Stundenaufwand, manuelles und maschinelles Jäten separat), weitere getroffene Massnahmen. Agroscope schätze zusätzlich ein, ob die Bekämpfung erfolgreich war oder nicht. Als nicht erfolgreich wurden Flächen eingeschätzt, welche zum Zeitpunkt des Abbruchs des Anbaus oder bis kurz vor der Ernte eine hohe Deckung mit Unkraut aufwiesen.
- *Düngung:* Düngereinsatz (Ja/Nein), Art, Menge und Zeitpunkt(e)
- *Wirtschaftlichkeit:* der Bewirtschafter in Mont-Vully stellt eine detaillierte Rückmeldung zur Wirtschaftlichkeit des Reisanbaujahres 2020 zur Verfügung (Ergebnisse Umfrage von 2020). Da es sich um grobe Einschätzungen handelt, welche Standort-spezifische Bedingungen beinhalten, sind die Daten mit Vorsicht zu behandeln.

Abschliessend wurden alle Bewirtschafter befragt, welches ihrer Einschätzung nach die Hauptgründe für Erfolge oder Misserfolge in diesem Anbaujahr waren.

3.3 Agronomische Erhebungen

Die gemachten agronomischen Erhebungen sind in Abbildung 4 dargestellt. Um die Daten der verschiedenen Anbaujahre vergleichen zu können, wurde die Erhebungsmethodik der vergangenen Jahre, sofern nicht spezifisch erwähnt, beibehalten. Nebst der Aufnahme zur Phänologie der Reispflanze und der Wassertiefe im Feld, sowie den Erhebungen kurz vor der Ernte im Oktober (Anzahl Triebe und der Ertrag pro Quadratmeter, Abbildung 6) wurden die folgenden zusätzliche Messungen ausgeführt:

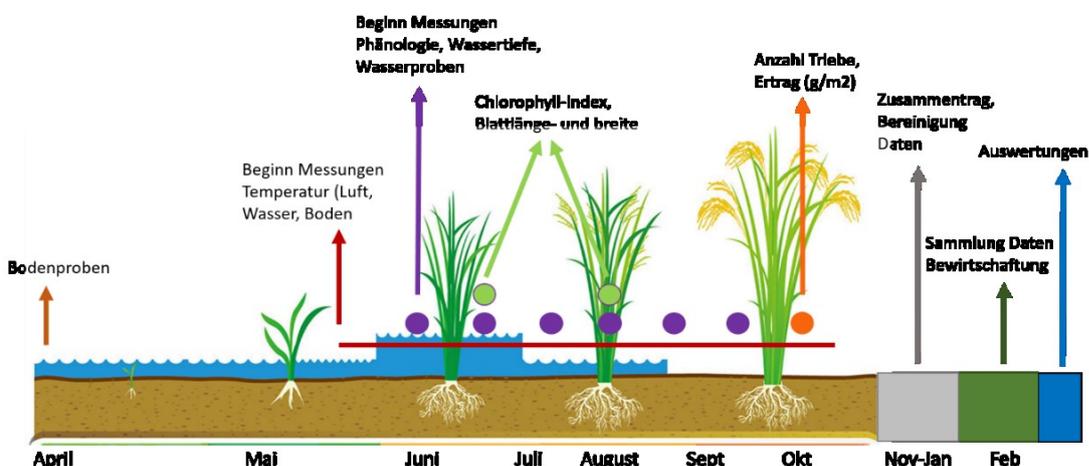


Abbildung 4: Übersicht der Zeitpunkte der gemachten agronomischen Erhebungen im Anbaujahr 2021.

Bodenproben: die Proben wurden vor der Flutung der Felder, respektive vor Aussaat oder Pflanzung der Setzlinge im April 2021 entnommen. Dafür wurden an fünf Stellen verteilt auf jedem Feld Proben gestochen und die Proben in drei Horizonte unterteilt (0-30 cm, 30-60 cm und 70-90 cm). Es wurde jeweils die Beschaffenheit (Skelettanteil) des Bodens eingeschätzt. Nitrat (N_{tot}), Kohlenstoff (C_{tot}), Phosphor (PH_2O) und Kalium (KH_2O) wurden zur Analyse ins Labor gebracht (*Resultate noch ausstehend*).

Wasserproben: Zu sechs Zeitpunkten verteilt über die Monate Juni bis September wurde pro Feld je eine Mischprobe (10 Stichpunkte entlang einer abgesteckten Strecke von ca. 100 Metern im Feld) und eine Probe direkt vom oder beim Zufluss (Bewässerungsrohre) entnommen. Dies soll erlauben, die Dynamik der vorhandenen Nährstoffe (Nitrat, Ammonium, Natrium, Magnesium und Kalium) verfolgen zu können.

Temperatur: Temperaturmessgeräte wurden in Boden (10 cm Tiefe), Wasser (0 cm ab Grund) und Luft (1 m ab Grund, Abbildung 5) installiert und Daten von Ende Mai bis September erhoben. Da einige Messgeräte im Verlauf des Sommers verloren gingen (Hochwasser) oder defekt waren, fehlen an einigen Standorten Daten.

Chlorophyll: Der Chlorophyll-Gehalt wurde mit einem SPAD-Meter (Einheit *Optical Density*, kurz *OD*) an zwei Zeitpunkten (im Juni und im August) erhoben. Pro Feld und Zeitpunkt wurden jeweils 20 Blätter analysiert und der Mittelwert berechnet.



Abbildung 5. Audiomoth-Gerät zur Aufnahme der Fledermäusaktivität (siehe Kapitel 3.4) und unterhalb eines der drei am Bambusstock fixierten Temperaturmessgeräte in Witzwil BE.
Abbildung 6. Erhebungen bei der Ernte 2020 in Schwadernau. Die Erhebungen wurden im 2021 identisch ausgeführt.

3.4 Erhebungen zur Biodiversität

Es wurden Erhebungen zum Vorkommen von Libellen, Heuschrecken, Amphibienlarven und Fledermäusen durchgeführt. Die Libellen und Heuschreckenaufnahmen wurden an Tagen mit günstigen Wetterbedingungen für die Aktivität der Gruppen durchgeführt, d.h. bei sonnigem, warmen (Temperatur über $15^{\circ}C$) und trockenem Wetter mit wenig Wind.

Libellen: Die adulten Libellen wurden während drei Begehungen in den fünf Nassreisfeldern im Kanton Aargau entlang des Feldrand und auf einem N förmigen Transekt im Feldinnern gesucht. Wenn nötig wurden die Libellen gefangen, fotografiert, bestimmt, und wieder freigelassen. Die Anzahl der Männchen, Weibchen, Subadulten und das Verhalten (Jagen, Paarungsrad, Eiablage) wurden notiert. Die verwendeten Identifikationsschlüssel waren DIJKSTRA & LEWINGTON (2014) und INFO FAUNA CSCF & KARCH (2018). In 2021 wurden die Exuvien in den drei neuen Feldern in Stetten, Jonen und Mühlau während eines jeweils

15 min Rundgangs im Nassreisfeld gesucht. Die Exuvien wurden im Labor mit einem Binokular und dem Bestimmungsschlüssel von Stefan Kohl identifiziert.

Heuschrecken: Die Heuschrecken wurden durch Sichtjagd und Gesangserkennung während einem Rundgang um die Parzelle an zwei Tagen zwischen dem 20.05-10.06 und zwischen dem 20.08-20.09 in 10 Feldern gesucht.

Amphibien: Die Amphibienlarven wurden in acht Feldern in zwei aufeinanderfolgenden Wochen (KW 26 und 27) erhoben. Die Larven wurden im Feld und Wassergraben in einem 25x25 cm Holzrahmen in 20 Stichproben erhoben. Die Stichproben wurde entlang einer markierten Linie (siehe Wasserproben) durch das Feld, bzw. mittig durch den Wassergraben und mit mindestens 2-3 Meter Abstand genommen. Alle sich im Holzrahmen befindlichen Kaulquappen wurden gezählt und die Grösse gemessen.

Fledermäuse: Die Rufe der Fledermäuse wurden 2020 mithilfe eines Audiomoth Tonaufnahmegerätes (grüne Box, Abbildung 5) in neun Nassreisfeldern registriert: Bavois, Mont-Vully, Schwadernau, Untersiggenthal Ost, Untersiggenthal West, Vionnaz, Wasserschloss, Witzwil und Würenlingen. Zusätzlich wurden in den Reisfeldern Schwadernau und Brugg Daten in 5, 25 und 45 m Entfernung zum Fluss erhoben. In 2021 wurden die Datenerhebungen jeweils in einem Nassreisfeld, einem Maisfeld und einem Feuchtgebiet in Mont-Vully, Witzwil, Detligen, Brugg, Untersiggenthal West, Würenlingen, Stetten, Jonen und Mühlau durchgeführt. Die Daten von 2021 werden momentan noch ausgewertet. Es werden nur die Ergebnisse von 2020 gezeigt. Die aufgezeichneten Daten wurden mit der automatisierten Software BatScope 4 (Obrist & Boesch, 2018) analysiert, um die vorhandenen Fledermausarten und die Anzahl der Durchflüge zu bestimmen. Die Tondateien wurden in BatScope4 importiert und in Sammlungen gruppiert, die den verschiedenen beprobten Reisfeldern entsprechen.

4. Resultate und Diskussion

4.1 Anbaujahr 2021 in Übersicht

Eine Übersicht der Daten der 11 untersuchten Reisfelder 2021 ist in Tabelle 2 gegeben. Hierfür flossen die Ergebnisse der Umfrage, sowie die Daten der Felderhebungen ein. Aufgrund der vielen frühzeitig aufgegebenen Reisfelder sowie Missernten, liegt der Fokus der Datenauswertung 2021 nicht im Quantitativen, sondern im Qualitativen und beleuchtet eher standortbezogen die Herausforderungen des vergangenen Anbaujahres.

Anbauverfahren

Im vergangenen Frühling entschieden sich 4 von 13 Bewirtschaftern für einen Anbau mit Setzlingen (Auspflanzung Mitte Mai, Ausnahme Mühlau aufgrund misslungener DS: Mitte Juni) und 9 für die direkte Aussaat (Aussaat zwischen dem 27. April und 10. Mai). Dass das vergangene Anbaujahr mit mehreren untypischen Kälteperioden und Starkniederschlägen für die wärmeliebende Reiskultur ein eher ungünstiges Jahr war, zeigt sich in den vielen abgebrochenen Anbauversuchen: Bei rund der Hälfte der beobachteten Reisflächen (6 von 11 Standorte) wurde die Bewirtschaftung im Verlauf von Juni-August aufgegeben (Abbildung 7) – es handelte es sich in allen Fällen um Verfahren mit DS. In 3 von 4 Setzlingsverfahren war der Anbau erfolgreich (Erträge von 2-5 t/ha, Abbildung 8-10).

Ernte

Zur Ernte kam es an den Standorten **Mont-Vully**, **Witzwil**, **Jonen** und **Stetten**. Die Ernte fand zwischen Mitte bis Ende Oktober statt. Im Jahr 2019 zeigten die Erhebungen, dass Setzlinge 25-47 Tage früher geerntet werden konnten als der gesäte Reis (Meier, 2019). Da für das vergangene Jahr nur wenig Daten vorliegen, können diese Beobachtungen weder bestätigen noch widerlegen werden. Hinzu kommt, dass 2021 mehrere Bewirtschafter die Ernte eher hinauszögerten, da die Abreife der Bestände sehr unregelmässig erfolgte.



Abbildung 7. Reiskultur in Direktsaat in Untersiggenthal Ost AG am 24. Juni 2021, 1.5 Monate nach der Aussaat. Der Anbau musste aufgrund des starken Hirsedruckes abgebrochen werden (3. Anbaujahr). **Abbildung 8.** Setzlings-Feld in Witzwil BE am 23. Juni 2021, rund einen Monat nach der Pflanzung (2. Anbaujahr). Hier konnte der Unkrautdruck gut reguliert werden.

Tabelle 2. Übersicht zu Bewirtschaftungs- und Erhebungsdaten der 11 beobachteten Nassreisfelder 2021. Standorte mit Direktsaat (DS) sind grün, solche mit Setzlingen (S) blau markiert. Wasserstand = durchschnittlicher Wert von fünf Beobachtungen zwischen April und August, gerundet. Die Sterilität der Rispen (%) beruht auf visueller Einschätzung. An den Standorten in Brugg, Mont-Vully und Mühlau wurden die Erhebungen war die Nassreisfläche in mehrere Becken unterteilt – im Falle von unterschiedliche Daten, so werden Resultate der einzelnen Becken mit einem Querstrich (/) unterteilt. N.A = keine Angabe.

Standorte	Bavois	Mont-Vully	Witzwil	Detligen	Brugg	Würenlingen	Untersigenthal Ost	Turgi	Stetten	Jonen	Mühlau
Saat-/Setzzeitpunkt	04.05	18.05	Mitte Mai	30.04	10.05	Ende April	28.04	03.05	16.05	27.04	30.04, 15.06
Saatdichte (kg/ha oder Pflanzen/m ²)	220	80	n.A.	100	160	200	200	200	50	200	200
Verfahren*	DS	S	S	DS	DS	DS	DS	DS	S	DS	S
Wasserstand	0	17	17	16	2	0.5	2	2	13	13.5	7.5/6
Düngung (Ja/Nein, kg N/ha)	Nein	Ja, 82	Ja, 30°	Nein	Ja, 144	Ja, n.A.	Ja, 50	Ja, 1	Nein	Nein	Nur Becken 2, 100
Düngerart**	-	org, min	org/min	-	min	n.A.	min	min	-	-	Org
Unkrautdeckung (%)	95	20	20	40	95	20?	95	95	10	5	5/20
Jät-Aufwand	mittel	hoch	n.A.	tief	hoch	tief	mittel	tief	mittel	tief	tief/hoch
Jät-Methode***	beide	beide	n.A.	man	beide	kein Jäten	man	masch	man	man	man
Unkrautmanagement erfolgreich	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Sterilität (%)	-	20	20	90-100	-	100	-	-	20	40-60	80
Erntedatum	-	Ende Okt	Mitte Okt	-	-	-	-	-	Mitte Okt	Ende Okt	-
Ertrag (g/m ²)	-	388/419	638	0	-	0	-	-	492	244	10/39

*Setzlinge (S) oder Direktsaat (DS); **organisch = org, mineralisch = min; ***man = manuell, masch = maschinelles Jäten mit Paddyweeder, Striegel o.ä; °Düngeversuch HAFL



Abbildung 9. Das Feld in Jonen stellt im 2021 den einzigen erfolgreichen Anbau mit Direktsaat dar. Nicht wegen des Unkrautdrucks, sondern aufgrund der hohen Sterilität fiel die Ernte mit gesamthaft 600 kg Reis (trocken) nur schwach aus.



Abbildung 10. In Witzwil wurde mit Setzlingen gearbeitet, der Wasserpegel lag konstant zwischen 10-18 cm und die Ernte war zufriedenstellend angesichts der Bedingungen im 2021 (Ertrag von rund 5-6 t/ha). Ähnlich erfreulich war das Bild am Standort Mont-Vully, wo 3.8 t/ha Ertrag erzielt wurden (trocken).

4.2 Ernteerhebungen

Die diesjährigen Ernteerhebungen zeigen, dass die Anzahl Triebe pro Fläche bei den Setzlingsverfahren höher liegt als bei den drei Direktsaatflächen (92-137 vs. 70-90 Triebe/m², Tabelle 2). Die Daten vom Anbaujahr 2019 zeichnen das Gegenteil ab. Dies verdeutlicht, dass die Anzahl Triebe pro Fläche nicht nur vom Verfahren, sondern auch vom vorherrschenden Unkrautdruck abhängig ist: Insbesondere in den DS-Flächen in **Untersiggenthal Ost** und **Würenlingen** könnte der starke Unkrautdruck der Grund für die tiefere Triebdichte sein (je 70 Triebe/m²; der Unkrautdruck wurde je Feld jeweils visuell eingeschätzt [Deckung in %]). Die Daten von 2021 zeigen eine Korrelation der Anzahl Triebe pro Fläche mit den Erträgen (g/m²) (Abbildung 11).

Bei den abgeernteten Reisfeldern variieren die Erträge je Standort zwischen 244 – 638 g/m², respektive 2.4 – 6.4 t/ha (Tabelle 2), und lagen damit deutlich unter den Erträgen von 2020 (durchschnittlich 6.8 g/m² Rohreis, 9 Felder). Das Tausendkorngewicht (TKG) lag mit durchschnittlich 31.2 g im Bereich des letzten Jahres (32 g), bei rund 13 % Kornfeuchte. Das TKG ist eine stabile und sortenspezifische Grösse, welche bei der Sorte Loto bei 31 g liegt (13 % Kornfeuchte). Nur im Fall der Reisfläche in **Jonen** gab es 2021 ein DS-Verfahren mit Ertrag, dieser lag jedoch tief (rund 0.6 t/ha getrockneter Reis). Bei den Feldern in **Monty-Vully** und **Stetten** lagen die Erträge teils unterhalb der Erwartungen, in **Witzwil** wurden die Erwartungen erfüllt (alle Setzlingsverfahren). In **Mont-Vully** entstanden Ertragseinbussen durch rund 30 % der Setzlinge, welche aufgrund Kälte abstarben.

Im Setzlingsverfahren in **Mühlau** verzichtete der Bewirtschafter aufgrund des extrem hohen Anteils an leeren Körnern (schätzungsweise bis zu 80 %) auf eine Ernte – das TKG lag durchschnittlich bei nur 22.9 g. In den anderen drei Setzlingsverfahren variierte der Anteil von nicht-ausgebildeten Körnern schätzungsweise zwischen 20 (**Mont-Vully, Witzwil**) bis 40 % (**Stetten**). Der Grund des hohen Anteils an ungefüllten Körnern in Mühlau ist höchstwahrscheinlich der späte Setzzeitpunkt, welcher auch eine spätere Blüte und Abreife zur Folge hatte: Da die DS Ende April misslang, wurden Mitte Juni Setzlinge ausgepflanzt. Die Setzlinge in den anderen Verfahren befanden sich zu diesem Zeitpunkt bereits knapp einen Monat im Feld.

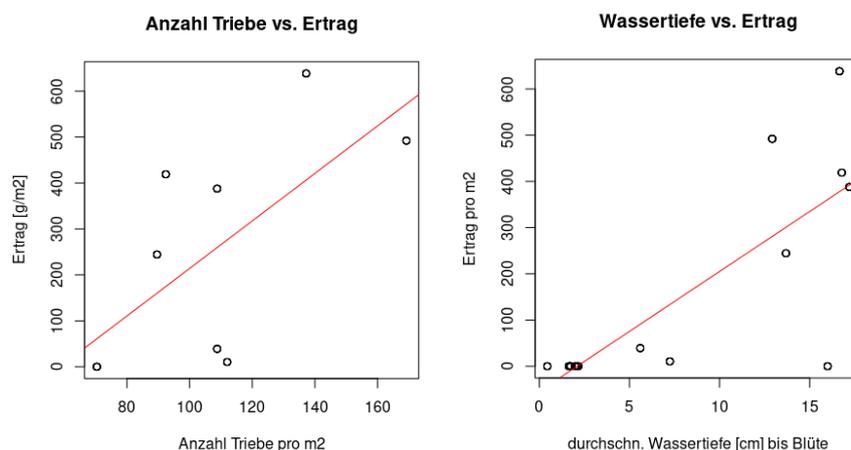


Abbildung 11 (links). Die Anzahl Triebe korrelieren mit den Erträgen (g/m²) (p-value= 5.225e-10, r=0.72).; verwendet wurden Daten von acht Reisflächen - an den übrigen Standorten wurde der Reis vor dem Zeitpunkt der Erhebungen umgebrochen. **Abbildung 12 (rechts).** Auch die durchschnittliche Wassertiefe von Mai-August (bis und mit Blüte) korreliert mit dem Ertrag (p-value < 2.2e-16, r= 0.77), Daten von allen 11 Standorten. Beim Datenpunkt mit einer Ernte nahe 0 und 15 cm Wassertiefe handelt es sich um den Standort Mühlau (Ertragsausfall durch Setzzeitpunkt erklärbar).

Anders als beim Setzlingenbau in **Mühlau** kann der Aussaatzeitpunkt bei den DS als Grund des missglückten Anbaus jedoch ausgeschlossen werden: alle Felder wurden innerhalb von zwei Wochen gesät und bei der DS in Jonen (wenig Unkrautdruck, hoher Wasserstand) entwickelte sich der Bestand erfolgreich. Mit Ausnahme von Jonen kämpften alle DS-Standorte mit starkem Unkrautdruck: In 4 von 7 Flächen (**Bavois, Brugg, Untersiggenthal Ost** und **-West**) war gemäss Umfrage an die Bewirtschafter/innen der starke Unkrautdruck die Ursache für den Abbruch des Anbaus. In **Detligen** wurde das ebenfalls stark mit Hirse-besetzte Feld nach einem Hochwasser im Mitte Juni aufgegeben: die Pflänzchen standen für mehrere Tage rund 1.3m unter Wasser und blieben durch fehlende Wärme sowie den Sauerstoffmangel stark in der Entwicklung zurück (nur wenige Rispen). Im nicht-umgeackerten Bestand wurden im Oktober keine gefüllten Körner vorgefunden. Auch in **Brugg** schädigte die übertretende Aare Mitte Juli die Reiskultur stark und war zusammen mit dem hohen Unkrautdruck Grund des Abbruchs des Anbaus. In **Würenlingen** war ebenfalls viel Unkraut vorhanden – der Bewirtschafter liess das Feld ab Juli ungeflutet, die Pflanzen zeigten kümmerlichen Wuchs, wenig Bestockung und die Rispen enthielten zu 100 % leere Körner.

4.3 Wassermanagement

Der Wasserstand lag 2021 in den Setzlingsverfahren von Mai-August jeweils deutlich über 10 cm (Ausnahme **Mühlau** mit rund 7.5 cm), während an Standorten mit DS oft nur knapp 2-4 cm Wassertiefe erreicht wurde. Eine Ausnahme stellt **Jonen** dar, das einzige DS-Feld mit Ertrag, mit durchschnittlicher Wassertiefe von 13.5 cm. Erfahrungen sowie Auswertungen der vergangenen Jahre zeigen, dass eine zeitige und genügend hohe Flutung der Felder (>10 cm) ein hervorragendes Instrument für die Unkrautunterdrückung ist (Meier, 2019). In den diesjährigen Daten findet sich eine signifikante Korrelation von durchschnittlicher Wassertiefe und Ertrag (g/m^2) (Abbildung 12), was die Beobachtungen der Vorjahre bestätigt. Im vergangenen Anbaujahr fand insbesondere am Standort in **Untersiggenthal West** die Flutung der Saat verspätet statt und begünstigte damit das sehr wahrscheinlich Wachstum der Hirse. Die exakten Zeitpunkte der ersten Flutung wurde im 2021 nicht erhoben, gäben aber weitere Hinweise zum optimierten Unkrautmanagement.

Die Wassertiefe während der genannten Zeitperiode war unabhängig von der Pumpfrequenz: Während in **Jonen** nur selten gepumpt und wenig gejätet werden musste, so hatten die Standorte **Bavois, Brugg, Untersiggenthal West** und **-Ost** sowie **Würenlingen**, obwohl sie täglich Wasser pumpeten, ständig mit zu niedrigem Wasserpegel und damit auch mit starkem Unkrautdruck zu kämpfen. Eine Befragung der Pumpleistung wurde nicht gemacht, würde aber weitere wichtige Hinweise zum geeigneten Wassermanagement liefern. Gemäss FAF-Karte weisen 4 der genannten 5 Felder ungeeignete Bodeneigenschaften auf, was die beschriebenen Probleme mit dem Wassermanagement erklären könnte (siehe Anhang Tabelle 1). Da am Standort in **Brugg** in den Vorjahren jedoch gute Reisernten möglich waren, kann die FAF-Eignung alleine nicht alle Misserfolge erklären. Nebst der Wasserregulation scheint es, dass im 2021 allen voran die kühle Witterung und der bereits vorhandene Samenvorrat an Unkräutern (Reisanbau in Brugg seit 2019) den DS zugesetzt zu haben. Hier nicht besprochen, aber auch von grosser Bedeutung für das Gelingen der DS ist die Saatbeetvorbereitung (mehrmalige Bodenbearbeitung) und die Saattechnik.

4.4 Unkrautmanagement

An allen Standorten wurde die Hirse als dominantes Unkraut erwähnt, am Standort **Bavois** trat zudem ein starker Wuchs mit Sumpf-Knöterich auf (Abbildung 13). Von 11 Standorten wurde der Jät-Aufwand an 3 Standorten als hoch, an 2 als mittel und 6 als tief eingeschätzt (Jät-Aufwand nach Stunden: hoch = über 50 Stunden, mittel = 15-49 Stunden, tief = unter 15 Stunden). An 8 Standorten wurde von Hand gejätet, an 3 dieser Standorte zusätzlich maschi-

nell (Paddyweeder oder Striegel). In **Untersiggenthal West** war der Einsatz des Paddyweeders erfolglos, der Unkrautdruck war bereits zu hoch; in Mont-Vully wurde rund 30 % der Fläche mit dem Paddyweeder bearbeitet.

Insgesamt variierte die Anzahl Jät-Einsätze pro Feld variieren stark, insbesondere auch zwischen Feldern mit starkem Unkrautdruck. Dies daher, weil einige Bewirtschafter bereits im Juni schätzen, dass der Unkrautdruck zu hoch ist und sich der Jät-Aufwand nicht lohnt (**Untersiggenthal Ost** und **Detligen**). Das Jäten wurde daraufhin unterlassen. An den Standorten **Brugg**, **Untersiggenthal West** und **-Ost**, sowie **Würenlingen** könnte der Druck durch Unkräuter teilweise durch die Anzahl Jahre mit aufeinanderfolgendem Reisanbau erklärt werden – wie erwähnt erhöht sich die Samenbank der über mehrere Jahre keimfähigen Samen der Unkräuter mit zunehmenden Jahren Reisanbau. Nebst der Unerlässlichkeit von zeitigem Jäten muss hier nochmals die Wichtigkeit der zeitigen Flutung und des genügend hohen Wasserpegels betont werden. Da der hohe Unkrautdruck und damit verbundene Jät-Aufwand massgeblich die Wirtschaftlichkeit des Reisanbaus beeinflusst, müssen alle möglichen vorbeugenden Massnahmen zur Unterdrückung der Begleitpflanzen getroffen werden.



Abbildung 13. In Bavois VD wurde der Reis im DS-Verfahren angebaut. Das Unkraut wurde anfangs von Hand uns mit Striegel bekämpft. Aufgrund übermässigen Wachstums von Knöterich und Hirse wurde die Bewirtschaftung im Juli aufgegeben (Foto von Mitte Juli 2021).

4.5 Düngung und Nährstoffe

Welches sind in Schweizer Böden die limitierenden Nährstoffe und welche Art und Menge von Nährstoffen müssen dem Reis via Düngung zugeführt werden? Derzeit fehlen dazu Daten und daher gibt es auch keine offizielle Düngeempfehlung. Die Reissbauerinnen und –bauern entscheiden oft je nach Vorkultur, wie viel und ob überhaupt gedüngt wird. So wird bei einer intensiv-geführten Ackerkultur als Vorfrucht oft bewusst auf eine Düngung verzichtet (**Detligen**, **Stetten**, **Jonen**, **Mühlau**). Zusätzlich entschieden die Bewirtschafter/-innen auch während der Kulturperiode, je nach Vitalität der Pflanzen, ob eine (weitere) Düngergabe nötig ist (**Mont-Vully**, **Mühlau**). War die Vorfrucht bereits Reis, so düngten die Bewirtschafter jeweils, jedoch in unterschiedlichem Masse (1-144 kg N/ha, in 1-2 Gaben, Tabelle 2). Der Dünger wurde als Mist, Gülle oder in mineralischer (Harnstoff) oder organischer Form (Biorga) ausgebracht. An den Standorten **Brugg**, **Untersiggenthal West** und **-Ost** (alle Direktsaaten) wurde das Feld direkt vor oder nach der Saat gedüngt, an den anderen Standorten gar nicht

oder zu einem späteren Zeitpunkt (Juni/Juli). Da auf den drei namentlich erwähnten Flächen Reis die Vorkultur war und bereits im Juni ein starker Unkrautdruck (insbesondere Gemeine Hirse und Hühnerhirse) herrschte, wäre es interessant zu untersuchen, inwiefern der Düngezeitpunkt bei DS das Risiko der späteren Überwucherung der jungen Reispflanzen durch Unkräuter begünstigt.

Die Auswertung der gemessenen Nährstoffkonzentrationen im Boden und Wasser ist noch nicht abgeschlossen, die Daten werden den Bewirtschaftern aber separat bereits zur Verfügung gestellt. Diese Daten werden in die Auswertungen der kommenden Jahre miteinfließen und der systematischen Untersuchung des Nährstoffbedarfes der Reiskultur, insbesondere im Aspekt des Gewässerschutzes, dienen (Risikoeinschätzung Nährstoffeinträge von Reisflächen in Grund- und Oberflächenwasser).

4.6 Klimabedingungen 2021 und Auswirkungen auf die Kultur

Das Reisanbaujahr startete mit einem ungewöhnlich kühlen Frühling (Abbildung 14, Temperaturen April-Mai). Auf einen überdurchschnittlich warmen Juni folgten ein kalter Juli und August (mehrere Wochen mit Luft- und auch Wassertemperaturen von unter 20°C [Tagesmittel]). Der September brachte wiederum überdurchschnittlich warme Temperaturen.

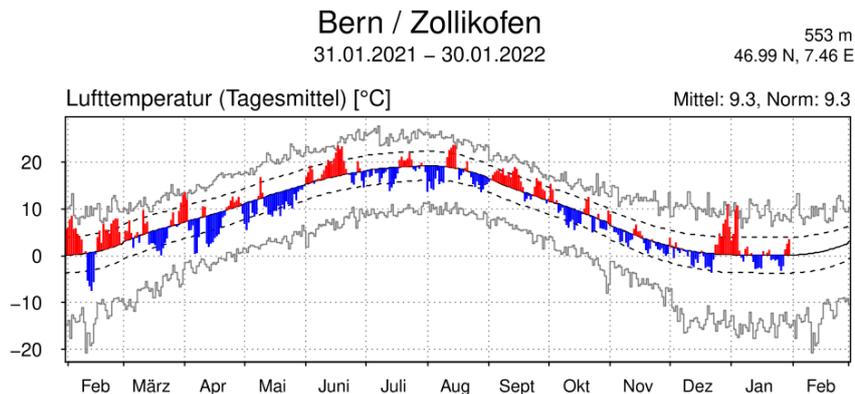


Abbildung 14. Das Klimadiagramm von Zollikofen BE zeigt exemplarisch die klimatischen Trends des Jahres 2021 und lässt einige interessante Gegebenheiten erkennen, welche die erfolgreiche Bewirtschaftung der Reiskultur massgeblich erschwerte. Quelle: MeteoSchweiz, 2021.

Die Klimadaten zeigen klar: das Jahr 2021 war ein Jahr der Extreme. Die Reisbestände entwickelten sich demzufolge nicht nur aufgrund des erwähnten Unkrautdrucks zögerlich: Auch an Standorten mit gut kontrolliertem Unkrautdruck (**Witzwil, Mont-Vully, Stetten, Jonen**) wurde beobachtet, dass bei einigen Trieben die Entwicklung im Rispenschieben stehenblieb, d.h. Rispen nur zur Hälfte herausragten (oft keine typisch hängenden Rispen beobachtbar). Die unterschiedliche Entwicklung der Reispflanzen nicht nur zwischen den Standorten, sondern insbesondere auch innerhalb des Feldes und zwischen Trieben der gleichen Pflanze, wurde zum Zeitpunkt des Rispenschiebens deutlich, zog sich durch die Blüte hinein hindurch bis zur ungleichmässigen Abreife.

Von Mitte August bis Mitte September, der ungefähren Zeitspanne der Reisblüte, lag der Durchschnitt der Tagesmittel der Wassertemperatur an allen Standorten unter 20°C. Da es aber grosse Unterschiede der Anteile an ungefüllten Körnerhüllen (=erfolglose Befruchtung, hier als *Sterilität* bezeichnet) zwischen den Standorten gab, müsste diese Sterilität eher durch unterschiedliche Blütezeitpunkte innerhalb dieser Zeitspanne zu erklären sein. Tatsächlich wurden die Hauptblüte in den zwei frühentwickelten Beständen um den 20. August herum

(Witzwil, Mont-Vully) und in einem spätentwickelten Bestand erst anfangs September (**Detligen**) beobachtet. Diese These kann jedoch aufgrund fehlender Daten zu den exakten Blütezeitspannen aller Standorte nicht weiterverfolgt werden. Als weitere Faktoren, welche der teilweise hohe Anteil an Sterilität beeinflusst haben könnten sind die häufigen und starken Regenfälle sowie das Hochwasser (100% leere Körner in Detligen), welche unter anderem eine Pilzinfektion (siehe nächster Abschnitt) begünstigt haben könnten, zu nennen.

Pilzbefall

Anfangs August meldete der Bewirtschafter des Feldes in **Mont-Vully** auffallend viele dunkelbraun-verfärbte Körner und Blattscheiden in seinem Bestand. Bei den symptomatischen Blattscheiden fanden sich immer eingeschlossene Teile der Rispe vor – entweder war die Rispe nur teilweise, oder aber gar nicht geschoben worden (Abbildung 15). Die gleichen Symptome wurden bis in den Spätsommer an allen anderen Standorten festgestellt, unabhängig vom Verfahren (DS, Setzlinge), ob in kümmerlich oder gut entwickelten Beständen (Abbildung 16). Ob die Befruchtung zu diesem Zeitpunkt bereits grösstenteils stattgefunden hatte und welchen Einfluss eine mögliche Infektion mit Pilzen auf den Befruchtungserfolg hatten, ist nicht klar.

Ende August wurden in mehreren Flächen Proben der verfärbten Pflanzenteile für die Analyse auf Pilzsporen entnommen. Identifiziert wurden in einigen Proben der nebst einer Pilzart der Gattung *Fusarium* nur wenige Saprophyten (Schwärze Pilze der Gattungen *Epicoccum* und *Alternaria*). Toxine konnten nicht nachgewiesen werden. Da bei starkem Pilzbefall generell von einer potenziellen gesundheitsgefährdenden Belastung mit Mykotoxinen ausgegangen werden muss, wird die beobachtete Problematik im nächsten Jahr eng beobachtet werden. Allfällige symptomatische Pflanzen sollen zeitig vor der Ernte zur Analyse ins Labor gebracht und deren die Gefahr für die menschliche Gesundheit eingeschätzt werden. Als mögliche Ursachen für Pilzinfektionen an Blütenständen gelten häufige Niederschläge während der Blüte, da die Pilzsporen durch Regenspritzer (oder Wind) an die Ähren gelangen (siehe Fusarien im Weizen). Die Pilzsporen selbst stammen oft von Ernterückständen auf der Erdoberfläche. Bei Regen, resp. genügend hoher Luftfeuchtigkeit keimen die Sporen und infizieren die Pflanze. Welche Umstände den Befall der letztjährigen Reisbestände verursachten, konnte nicht geklärt werden.



Abbildung 15. Braun-verfärbte Blattscheiden bei nicht vollständig-geschobenen Rispenständen einer Reisepflanze nach erfolgter Blüte. Die in der Blattschilde verbliebenen Ährchen zeigten Symptome von Fäulnis – eine Infektion mit Pilzen der Gattung *Fusarium* konnte festgestellt werden. **Abbildung 16.** Verfärbungen der Körner waren auch bei Reisepflanzen während der Abreife gut sichtbar. Je nach Standort wiesen die Rispen eine sehr hohe Sterilitätsrate auf.

4.7 Wirtschaftlichkeit

Reis aus geflutetem Anbau ist nach wie vor eine wenig erprobte Kultur und so liegen noch wenig Daten zur Wirtschaftlichkeit vor. Ein entscheidender, ertragsbestimmender Faktor ist das gewählte Anbauverfahren. Gemäss Erfahrungen der letzten Jahre sind gute Erträge sowohl mit DS wie auch mit Setzlinge möglich. Das Jahr 2021 zeigte jedoch klar die Vorteile des Setzlingverfahrens bei Wetterextremen. Ist die Entscheidung zwischen DS oder Setzlingen also einfach? Nein, denn schlussendlich muss die Wirtschaftlichkeit stimmen und eine Risiko/Kosten Abwägung gemacht werden. So steht der DS bei einem milden Frühling und gutem Wassermanagement wenig im Wege, und bei den Setzlingen muss die rund einmonatige Anzucht im Gewächshaus miteingerechnet werden. Der Erfolg des jeweiligen Verfahren ist stark witterungs-abhängig – mit Setzlingen steht man generell auf der sichereren Seite.

Für den Nassreisanbau in der Schweiz gilt im Allgemeinen, dass mit hohen Anfangsinvestitionen und laufenden arbeitsintensiven Kosten zu rechnen ist. Erfreulicherweise steht Agroscope mit der Investitionsrechnung des Bewirtschafters in **Mont-Vully** erstmals eine detaillierte Übersicht zur Wirtschaftlichkeit des Nassreisanbaus zur Verfügung (Tabelle 3). Diese wird hier nicht näher besprochen, und ist mit Vorsicht zu interpretieren, da für eine Aussage die Standort- und Bewirtschaftungsdaten mehrerer Bewirtschaftersinnen und Bewirtschafters herangezogen werden müssen.

Mit zunehmend mehr Landwirtinnen und Landwirten, welche über Gerätschaften und Anbau Erfahrung verfügen, steigt aber die Möglichkeit der Kooperation, wo die Aufwände für Maschinen und Arbeitsschritte (z.B. Setzlingsanzucht als Dienstleistung) teilweise reduziert werden können. Nebst der *IG Nassreis* wurde im Frühling 2021 mit der *IG Aargauer Reis* eine regionale Zusammenarbeit lanciert. Da der Reis ein Nischenprodukt ist (Seltenheitswert), und die Lokalität von Lebensmitteln seitens der Schweizer Bevölkerung sehr geschätzt wird, kann der Reis zu guten Preisen verkauft und damit ein Grossteil der Aufwände für die Kultur abgegolten werden.

Tabelle 3. Wirtschaftlichkeitsberechnung eines einzelnen Landwirts für die Anfangsinvestitionen und eine ungefähre Abschätzung der laufenden Kosten und Einnahmen (Guillod, 2020).

Investitionen		
Nivellierung (5'000-10'000.-/ ha, für 5 Jahre)	CHF	1'500.00
Pumpe (Neupreis 20'000.-, in 15 Jahre amortisiert*)	CHF	1'300.00
Paddyweeder (Neupreis 800.-, in 5 Jahre amortisiert)	CHF	160.00
Total Investitionen pro ha und Jahr	CHF	2'960.00
Aufwand und Material Anbau		
Pachtzins Feld	CHF	800.00
Vorbereitung Dämme (10 Stunden Traktor/ Bagger)	CHF	1'000.00
Rohre auslegen (Niveauekontrolle, Bewässerung: Arbeit plus Material)	CHF	500.00
Diesel für Pumpe (5000m ³ /ha, Pumpe 100m ³ /h, Dieselverbrauch 6l/h = 250l à Fr. 1.50*)	CHF	500.00
Arbeit Bewässerung (12 h [1h/ Woche])	CHF	250.00
Dünger (80 kg Harnstoff/ ha + Arbeit (1 Tag von Hand))	CHF	200.00
Aussaart (inkl. Bodenbearbeitung)	CHF	500.00
Saatgut (150 kg/ ha x Fr. 2.60)	CHF	400.00
Paddyweeder (20h)	CHF	600.00
Manuelles Jäten (250h)	CHF	5'000.00
Ernte (Mähdrescher mit Raupen + Mulchen)	CHF	1'000.00
Total Kosten Anbau pro ha und Jahr	CHF	10'750.00
Kosten Verarbeitung		
Trocknung	CHF	0.20
CO ₂ Lagerung gegen Insekten	CHF	0.20
Putzen, Entspelzen, Polieren	CHF	1.00
Total Kosten Verarbeitung (pro kg weisser Reis)	CHF	1.40
Kosten Verpackung		

Verpackungsmaterial pro kg	CHF	1.00
Verpackungsarbeit pro kg (50 kg pro h)	CHF	0.50
Total Kosten Verpackung (pro kg weisser Reis)	CHF	1.50
Ertrag in kg		
Ertrag in kg pro ha Rohreis bei 12% Feuchtigkeit (Durchschnittsjahr: 5 t/ ha, jedes 4 .Jahr: keine Ernte)		3750
Verlust bei Verarbeitung (Entspelzen, Polieren)		30%
Ertrag in kg/ ha nach Verarbeitung		2625
Kosten pro kg Reis		
Kosten pro kg weisser Reis	CHF	4.10
Kosten pro kg verkaufsfertiger Reis (inkl. Verarbeitung und Verpackung)	CHF	7.00
Erzielter Verkaufspreis (pro kg weisser Reis)	CHF	11.00
Marge/ kg	CHF	4.00
Marge/ ha	CHF	10'512.50

* Wasser aus Bewässerungsgenossenschaft mit E-Pumpe: ca. Fr. 0.3/m³ = Fr. 1'500.-

4.8 Sortenversuch

Bislang wurde die bereits aus dem Trockenanbau im Tessin bekannte Risotto-Sorte Loto für den Nassreisanbau nördlich der Alpen verwendet. Da die Erträge je nach Jahr, Standort und Anbauverfahren jeweils stark schwanken, und für die Ertragssicherung in kühlen Jahren, wird nach weiteren kältetoleranten sowie frühreifen Sorten geforscht, welche sich für den Nassreisanbau eignen. Im Rahmen einer Masterarbeit der ETH-Zürich wurden 8 kältetolerante Sorten (2 italienische, 6 türkische) innerhalb der Reisflächen an den Standorten **Detligen**, **Brugg** und **Untersiggenthal Ost** für den Anbau getestet (DS und Setzlingsverfahren je Sorte, in vier Wiederholungen). Während die Sortenversuche an den Standorten Brugg und Untersiggenthal Ost oft zu wenig Wasser aufwiesen und ein beträchtlicher Unkrautdruck herrschte (Abbildung 17), entwickelte sich jener in Detligen dank früher Flutung und guter Unkrautkontrolle gut (Abbildung 18).



Abbildung 17. Der Sortenversuch am Standort in Brugg entwickelte sich je nach Sorte nur kümmerlich und war stark vom Hirse überwuchert. Trotzdem lieferte er Erkenntnisse zu Unterschieden der getesteten Reissorten. Das Foto entstand Mitte Oktober 2021.

Abbildung 18. Am Standort Detligen (Foto vom 13. August 2021) brachten die Sorten Loto, Halilbey, Yatkın und Opale reife Körner hervor. Im Gegensatz dazu wurden in Brugg nahezu 100 % leere Körner festgestellt.

Die Sorten unterschieden sich in Höhe, Chlorophyllgehalt und effektiven Erträgen (g/m²). Dies wirkte sich jedoch nicht auf die errechneten potenziellen Erträge aus (t/ha). Die Sorte Halilbey zeigte den höchsten, die Sorte Aligo den tiefsten potenziellen Ertrag. Nebst Halilbey erreichten die Sorten Yatkın und Opale im Setzlingsverfahren die Kornreife und zeigten ähnlich hohe potenzielle Erträge. Unabhängig vom Verfahren wies Halilbey eine ähnliche Bestockung und Anzahl Ähren pro Rispe wie Loto auf – die Sorte bietet sich demnach für weiterführende Sortenversuche im Bereich von Saattechnik und optimaler Bewirtschaftungsmassnahmen zur

Förderung der Jungentwicklung. Bezüglich von DS- oder Setzlingsverfahren zeigten sich Unterschiede (DS= höhere Anzahl Triebe, Setzlinge = mehr Ähren pro Rispe), welche sich aber in den potenziellen Erträgen ausglich. Gleichwohl wurde beobachtet, dass Verfahren mit Setzlingen sich durch höheren Wuchs, höhere Chlorophyllgehalte und insgesamt durch eine schnellere Entwicklung auswiesen – was in kälte-betonten Jahren wie 2021 entscheidende Vorteile sein können.

Insgesamt sind die Ergebnisse des Sortenversuchs 2021 sind mit Vorsicht zu interpretieren, da es sich lediglich um Ertragsschätzungen handelt und sich die Pflanzendichte pro Plots zwischen Sorten im DS-Verfahren jeweils stark unterschied. Da sich auch bei den Sortenversuchen die negativen Auswirkungen des kalten Frühlings auf die Beständesentwicklung zeigten, sind weiterführende Versuche nötig, um geeignete Sorten gezielter zu charakterisieren.

4.9 Artenförderung

Übersicht beobachtete adulte Libellen

Die Artenzahl für die drei neuen und die zwei alten Nassreisstandorte reichte 2021 von 14 Arten in **Brugg** bis 19 Arten in **Stetten** (Abbildung 19, Anhang Tabelle 2). Die Häufigkeit der Libellen und die Anzahl der angetroffenen Arten variierten innerhalb und zwischen den Jahren. Die häufigsten Arten waren *Ischnura elegans*, *I. pumilio*, und *Sympetrum fonscolombii*. *Sympetrum depressiusculum* (verletzlich, VU) stehen auf der nationalen Roten Liste. (Info fauna, 2020).

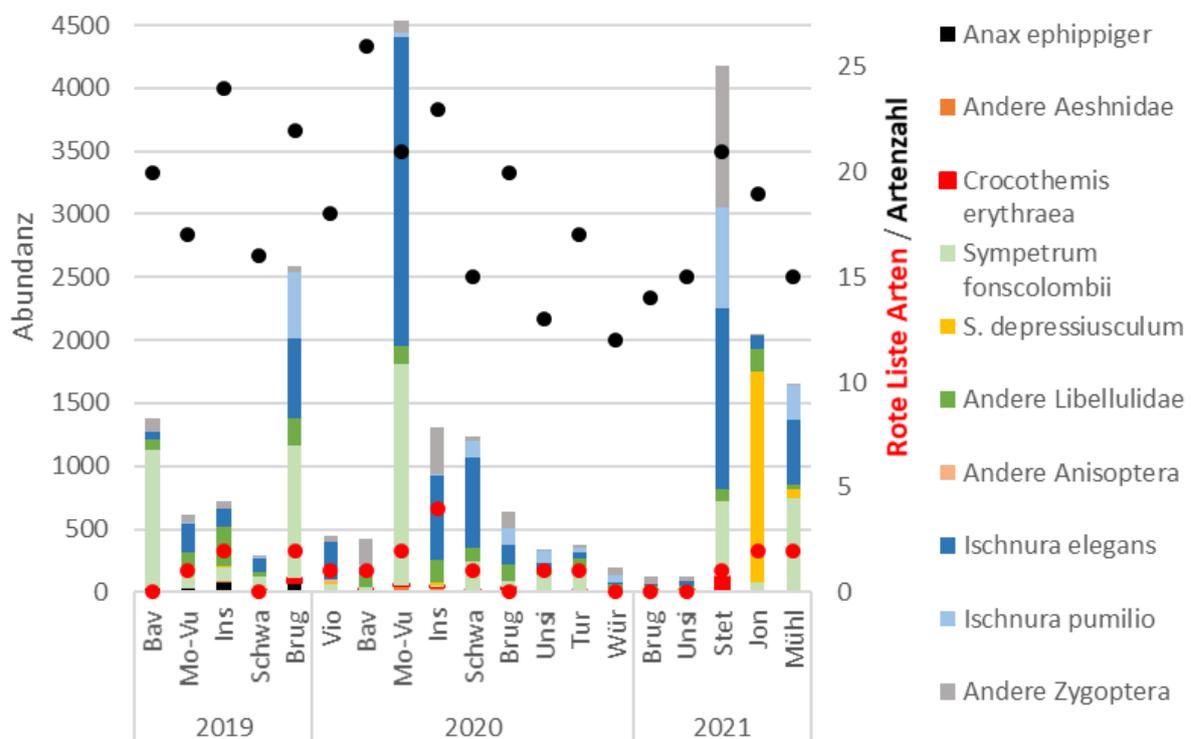


Abbildung 19. Libellen Abundanz der häufigsten Arten und Artengruppen (Balken, Primäre Y-Achse) und Artenzahl, schwarze Punkte und Rote Liste Arten, rote Punkte, Sekundäre Y-Achse) in fünf Feldern in 2019, neun Feldern in 2020 und fünf Feldern in 2021.

Die Felder wurden auch für die Fortpflanzung genutzt. So haben sich 2020 im Nassreis 14 Arten erfolgreich entwickelt (bodenständig), darunter auch die bedrohte Sumpfheidelibelle (*Sympetrum depressiusculum* VU) und der Östliche Blaupfeil (*Orthetrum albistylum*). von In den drei untersuchten neuen Nassreisflächen entlang der Reuss wurden vier Arten mithilfe

der Exuvienbegehung gefunden (Tabelle 4). Die 10 gefundenen Exuvien der Schabrackenlibelle, von welcher keine adulten Individuen gesichtet wurden, zeigen den Mehrwert dieser Methode, die hauptsächlich dem Entwicklungsnachweis dient.

Tabelle 4. Anzahl der Libellenhäute aus 3 neuen Feldern entlang der Reuss während 3 Begehungen.

Nassreisfelder	Frühe Heidelibelle	Grosse Königslibelle	Schabrackenlibelle	Grosse Pechlibelle
Jonen	39	3	8	
Mühlau	91			1
Stetten	60	2	2	

Heuschrecken

Für Heuschrecken war das Jahr 2021 generell sehr feucht und kalt, so wurden nur wenige Beobachtungen in den zwei Begehungen gemacht (Abbildung 20). Besonders zu beachten sind 3 Arten der Roten Liste, die Langflügelige Schwertschrecke (VU) in Witzwil, die Sumpfgrippe (VU) in **Mühlau** und **Jonen**, und die Grosse Schiefkopfschrecke (NT) in **Jonen**, **Schwadernau** und **Witzwil**. Die Sumpfgrippe (VU) ist eine national gefährdete Art, die nur in feuchten Habitaten heimisch ist.

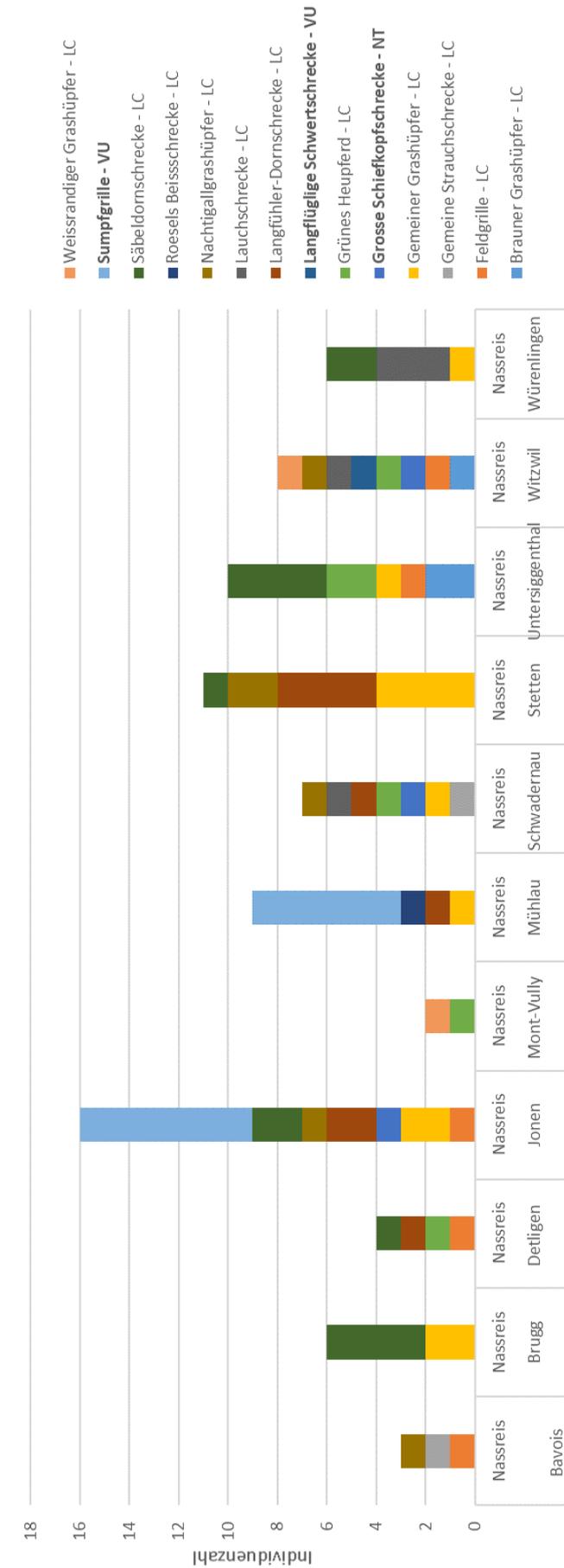


Abbildung 20. Anzahl an Heuschrecken (Orthoptera) um die Nassreisfelder aus je einer Begehung Mitte Juni und Anfang September. In Bavois war nur eine Begehung im Juni möglich. Rote Liste Status: NT-potentiell gefährdet; VU –gefährdet; LC- nicht gefährdet

Amphibienlarven Erhebungen

In den acht untersuchten Nassreisfeldern wurden insgesamt sieben Amphibienarten vorgefunden. Die häufigsten Amphibien in allen Nassreisfeldern waren die folgenden Wasserfroscharten: Wasserfrosch (*Pelophylax esculentus*) und Seefrosch (*Pelophylax ridibundus*) (Abbildung 21). In **Mühlau** wurde eine grosse Anzahl Kreuzkröten gefunden, welche alle sehr klein, nur wenige Tage jung und dicht beieinander waren. In **Mont-Vully** wurden während zwei Begehungen keine Larven registriert.

Die Nachweise der bedrohten Amphibienarten wie Laubfrosch, Gelbbauchunke und Kreuzkröte in den neuen Feldern entlang der Reuss zeigen, dass die neu entstandenen Habitate sehr schnell angenommen werden und zur Vergrösserung der Populationen beitragen.

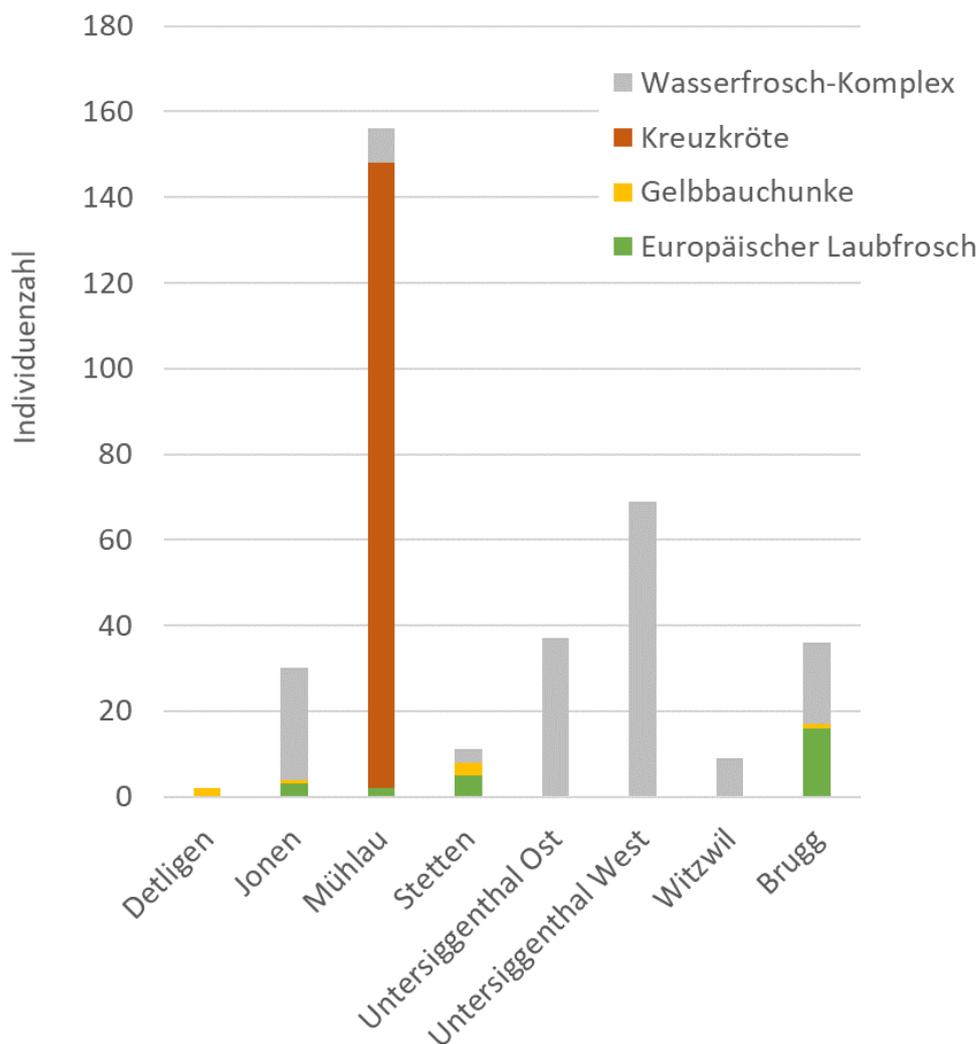


Abbildung 21: Anzahl der Larven von vier unterschiedlichen Amphibienarten, in acht Feldern in zwei aufeinanderfolgenden Wochen in den Sommermonaten Juni und Juli (KW 26 und 27).

Fledermaus-Monitoring

Da die Fledermausdaten von 2020 noch nicht gezeigt wurden, weil deren Auswertung sehr zeitaufwändig ist und die Daten von 2021 noch nicht ausgewertet werden konnten, zeigen wir hier nur die Daten von 2020.

Zwischen dem 30. Mai und dem 17. September 2020 wurden in 110 Detektornächten insgesamt 9418 Fledermausflüge von insgesamt 15 unterschiedlichen Arten registriert. Die meisten Fledermausdurchflüge wurden in den Nassreisfeldern in **Untersiggenthal Ost** und **Vionnaz** registriert, insgesamt 2392 bzw. 2464 Durchflüge (Abbildung 22). Die häufigste erfasste Art war die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), auf die mehr als die Hälfte aller erfassten Durchflüge entfiel. 12 der registrierten Arten sind gefährdet in der Schweiz und stehen auf der Roten Liste.

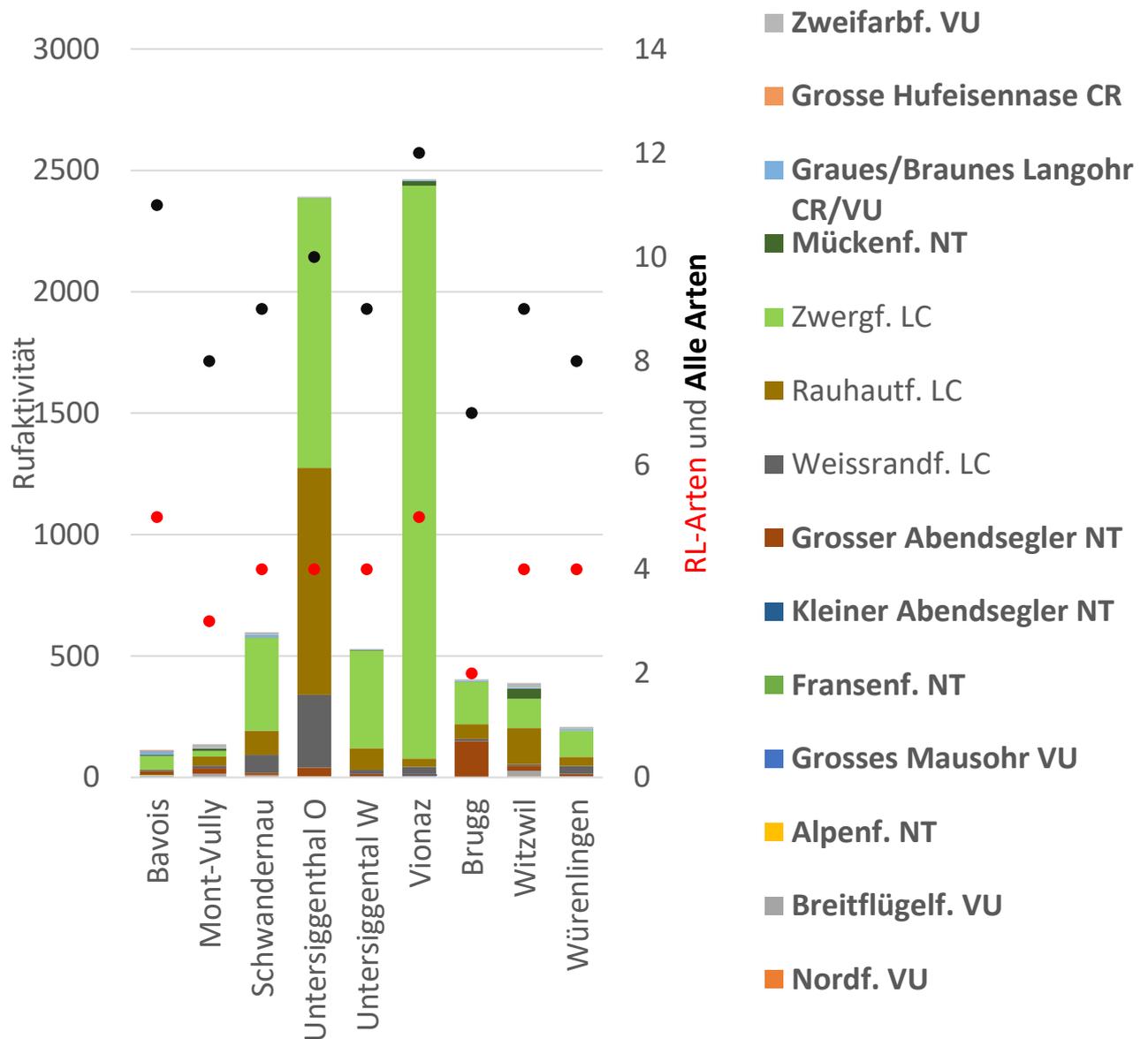


Abbildung 22. Anzahl Fledermausrufe (dargestellt als Rufaktivität) pro Art in 9 Nassreisfeldern in 2020. CR (critically endangered) = vom Aussterben bedroht; EN (endangered) = stark gefährdet; VU (vulnerable) = gefährdet; NT (near-threatened) = potentiell gefährdet; LC (least-concern) = nicht gefährdet.

5. Fazit und Ausblick

Obwohl das Anbaujahr 2021 bei vielen Reisbäuerinnen und –bauern mehr Frustration als Freude brachte, so führten die extremen Bedingungen (untypische Kälteperioden, Hochwasser) doch zu einer Vielzahl neuer Erkenntnisse und Forschungsfragen.

Beim Setzlingsverfahren führte 2021 in erster Linie die Sterilität der Körner (nicht erfolge Befruchtung oder ausbleibende Kornbildung) zu Ernteeinbussen, welche sich zumindest teilweise durch eine zeitige Pflanzung der Setzlinge und ein optimales Wassermanagement gut regulieren lässt. Die letztjährigen Untersuchungen zeigen weiter, dass sich die optimale Bewirtschaftung von Direktsaaten in kühlen Jahren wie 2021 extrem schwierig gestaltet. In Übereinstimmung mit den bisherigen Erfahrungen sind die Direktsaaten an Standorten mit bereits mehreren, aufeinanderfolgenden Reis-Anbaujahren sowie ungeeigneten Böden (siehe Kapitel 2.2 zu Feuchttackerflächen) nur bedingt zu empfehlen, da sich der Unkrautdruck oft nicht wirtschaftlich rentabel kontrollieren lässt.

Nicht nur der Ernteerfolg des Setzlinganbaus untermauert die Wichtigkeit der zeitigen und permanenten Flutung, sondern auch das Auftreten von vielen Amphibien und Libellenarten in den Nassreisfeldern. Der Bericht der Vogelwarte (Hohl und Haggist, 2022) bestätigt den Nutzen des frühen Flutens (bereits im März, z.B. in Wassergräben) für diverse Vogelarten. Die Biodiversitätserhebungen im Jahr 2021 bestätigen erneut die Win-Win Situation für Landwirtschaft und Natur, welche durch die Nutzung von Feuchttäckern zur Reiskultivierung entsteht.

Dass der Anbau von Reis nördlich der Alpen möglich ist, und Reis als Kulturpflanze für temporär vernässte Ackerflächen ein grosses Potenzial besitzt, haben die Anbauerfolge der letzten Jahre bestätigt. Da mit dem Anbau von Nassreis nicht nur sinnvolle Nutzung von Feuchttackerflächen erfolgt, sondern auch neue Lebensräume für bedrohte Tier- und Pflanzenarten geschaffen werden, forscht Agroscope weiterhin in enger Zusammenarbeit mit Reisbäuerinnen und –Bauern.

6. Danksagungen

Einen riesen Dank an alle Landwirtinnen und Landwirte, welche sich für den Reisanbau begeistern konnten und ihre Felder in diesem Jahr für Forschungszwecke zur Verfügung stellten. Eure Erfahrungen und euer Wissen ist unglaublich wertvoll und bildet die Grundlage der neuen Erkenntnisse dieser in der Schweiz neuen Kulturpflanze.

An der Mitarbeit beteiligt waren auch in diesem Jahr mehrere Studentinnen- und Studenten: Wir danken Andrea Steinegger (Masterarbeit Sortenversuch), Moritz Bär (Masterarbeit Düngeversuch «Amphibien») und Nidhin George (Bachelorarbeit «optimale Düngung») für ihr Engagement.

Herzlich danken wir ausserdem dem erweiterten Team von Agroscope: Stéphanie Schürch und Irene Bänziger für die Labor-Untersuchung der Reisproben (Pilzbefall), dem Team von Martin Zuber für die Analyse der Wasserproben sowie Stephan Bosshart, Luc Lafrenaye und Genoveva Haibach für ihren Einsatz bei der Feldarbeit. Speziell danken möchten wir auch Simon Hohl für das Vogel-Monitoring (Vogelwarte), André Rey, Stéve Breitenmoser Christian Monnerat und Ernst Weiss für die Bestimmung der Heuschrecken bzw. der Libellen.

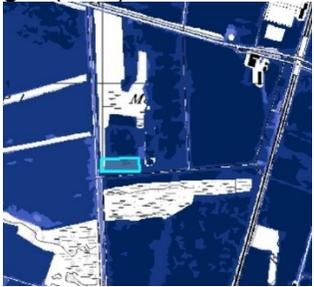
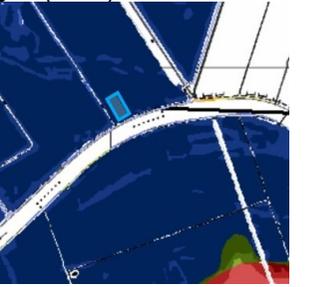
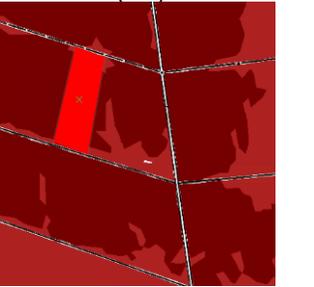
Die wissenschaftliche Untersuchung der Nassreisflächen in der Schweiz wurde im Jahr 2021 von den Kantonen AG, BE, VS, VD und FR, sowie der Ernst-Göhner Stiftung unterstützt Ihnen gilt ein herzliches Dankeschön.

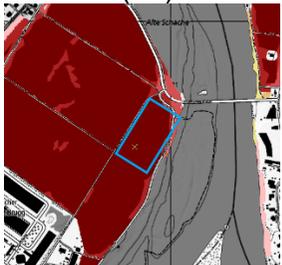
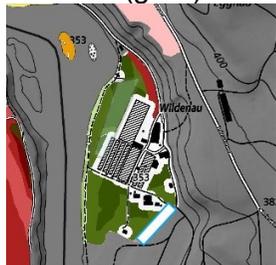
7. Referenzen

Quelle Bilder 1-14: ©Agroscope.

- Basuchaudhuri, P., 2014. Cold Tolerance in Rice Cultivation, 0 ed. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b16873>
- Béguin, J., und Smoler, S., 2010. Stand der Drainagen in der Schweiz. Bilanz der Umfrage 2008. Projektbericht, Bundesamt für Landwirtschaft, Fachbereich Meliorationen.
- Gunawardena, T. A., Fukai, S., Blamey, F. P. C., 2003. Low temperature induced spikelet sterility in rice. I. Nitrogen fertilisation and sensitive reproductive period. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54 (10), 937– 946.
- Gramlich, A., Churko, G., Jacot, K., Walter, T., 2020. Biodiversität auf Nassreisfeldern im Schweizer Mittel- land: Gefährdete Arten finden neuen Lebensraum - Resultate der Pilotphase 2019. *Agroscope Transfer*, 332 1–15.
- Gramlich, A., Stoll, S., Aldrich, A., Stamm, C., Walter, T., Prasuhn, V., 2018. Einflüsse landwirtschaftlicher Drainage auf den Wasserhaushalt, auf Nährstoffflüsse und Schadstoffaustrag. *Agroscope Science*, 73 1–53.
- Hohl, S. & Hagist D., 2022. Nutzung von Nassreisfeldern durch Vögel. Bericht 2021. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Jacot-Ammann K., Churko G., Burri M., Walter T., 2018. Reisanbau im Mittelland auf temporär gefluteter Fläche möglich : Ein ökonomisch und ökologisch interessantes Nischenprodukt. *Agroscope Transfer*, 238, 1-8.
- Meier, J., 2019: Anbauoptionen für Nassreis in der Nordschweiz (Masterarbeit), Universität Hohenheim.
- Nishiyama, I., 1984. Climatic influence on pollen formation and fertilization. In: Tsunoda S, Takahashi N (Hrsg.). *Biology of Rice*. Elsevier Science, Amsterdam, 153–171.
- Rutz, T., 2021. Plant communities of Swiss rice paddy agroecosystems (Masterarbeit). Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL).
- Shimono, H., Hasegawa, T., Moriyama, M., Fujimura, S., Nagata, T., 2005. Modeling Spikelet Sterility Induced by Low Temperature in Rice. *Agronomy Journal*, 97 (6), 15-24.
- Shimono, H., Okada, M., Kanda, E., Arakawa, I., 2007. Low temperature-induced sterility in rice: Evidence for the effects of temperature before panicle initiation. *Field Crops Research*, 101 (2), 221–231.
- Steinegger, A., 2021. Paddy rice cultivation in northern Switzerland. A Variety Trial (Masterarbeit), ETH Zürich.
- Szerencsits, E., Prasuhn, V., Churko, G., Herzog, F., Utiger, C., Zihlmann, U., Walter, T., Gramlich, A., 2018. Karte potentieller Feucht-(Acker-) Flächen in der Schweiz. *Agroscope Science* 72, 1–68.
- Yoshida, S., 1981. Yoshida, S., 1981. *Fundamentals Of Rice Crop Science*. International Rice Research Institute, Los Baños (Philippines).
- Zorn, A., 2018. Grundlagen der Wirtschaftlichkeit von Feucht-(Acker-)Flächen. *Agroscope Science*, 75 1–35.

Anhang 1, Tabelle 1. Übersichtstabelle zu Standorteigenschaften und Bewirtschaftungsfaktoren aller beobachteten Nassreisflächen 2021. Erläuterungen zu Standorteigenschaften: Verfahren = Setzlinge (S) oder Direktsaat (DS). Zur effizienteren Wasserregulierung wurden die Reisflächen an Standorten mit Parzellengrößen über 1 ha mit Dämmen in Becken unterteilt: Mont-Vully (5 Becken), Mühlau (2 Becken) und Brugg (5 Becken).

Standorteigenschaften					
Ort	Bavois	Mont-Vully	Witzwil	Detligen	Würenlingen
Kanton	VD	FR	BE	BE	AG
Fläche	0.9 ha	1.8 ha	0.4 ha	0.8 ha	0.78 ha
Koordinaten	2'532'180.9, 1'170'780.8	2'571'358.5, 1'202'131.3	2'573'040.6, 1'202'906.6	2'586'706.5, 1'202'310.5	2'661'101.819, 1'266'010.456
FAF-Eignung	gut (blau) 	gut (blau) 	gut (blau) 	Nicht klar (grün) 	schlecht (rot) 
Boden org/min	organisch	mineralisch	vorwiegend mineralisch	mineralisch	mineralisch
Bewirtschaftungsfaktoren					
Reisanbau seit	2020	2019	2020	2021	2020
Verfahren, Saatzeitpunkt	DS, 04.05.21	S, 18.05.2021	S, Woche vom 14.05.2021	DS, 30.04.2021	DS, 30.04.2021
Saat-/Setzdichte	220 kg/ha	rund 80 Pflanzen/m ²	<i>Nicht bekannt</i>	100 kg/ha	200 kg/ha
Düngung (Ja/Nein, Menge)	Nein	Ja, total 80 kg N/ha zu zwei Zeitpunkten	Düngungsversuch in drei Teilflächen (siehe Bericht HAFL 2021) mit 30 kg N/ha zu einem Zeitpunkt	Nein	Ja, zu einem Zeitpunkt (Menge nicht bekannt)
Wasserzufluss	Grundwasser	Broye Kanal	Broye Kanal	Aare	Aare
Pumpfrequenz	täglich	Nach Bedarf (kein Pumpen zwischen 15.06 und 20.08)	Nach Bedarf (wöchentlich)	2x pro Woche	täglich

Bewirtschaftungsfaktoren					
Ort	Untersiggenthal West	Brugg	Untersiggenthal Ost	Stetten	Jonen
Kanton	AG	AG	AG	AG	AG
Fläche	0.67 ha	2.76 ha	0.75 ha	0.48 ha	0.85 ha
Koordinaten	2'660'754.745 1'261'108.412	2'659'904.412 1'260'660.215	2'661'749.938 1'260'616.446	2'671'530.438, 1'240'334.544	2'671'544.037, 1'240'328.077
FAF-Eignung	schlecht (rot) 	schlecht (rot) 	schlecht (rot) 	nicht klar(grün) 	gut (blau) 
Boden org./min.	mineralisch	mineralisch	mineralisch	mineralisch	mineralisch
Bewirtschaftungsfaktoren					
Reisanbau seit	2020	2019	2020	2021	2021
Verfahren, Saatzeitpunkt	DS, 28.04.21	DS, 10.05.21	DS, 03.05.21	S, 16.05.21	DS, 27.04.21
Saat- oder Setzdichte	200 kg/ha	160 kg/ha	200 kg/ha	rund 50 Pflanzen pro m ²	200 kg/ha
Düngung (Ja/Nein, Menge)	Ja, 50 kg N/ha zu einem Zeitpunkt	Ja, 144 kg N/ha zu einem Zeitpunkt	Ja, 1 kg N/ha zu einem Zeitpunkt	Nein, indirekte Düngung durch Überlauf des Teichwassers (Karpfenzucht)	Nein
Wasserzufluss	Limmat	Aare	Limmat	Fischteich, Reuss	Drainage
Pumpfrequenz	täglich	täglich	täglich	Nutzung Überlauf Teich wöchentlich, Reusswasser ab August wöchentlich	Gesamthaft wurde nur dreimal gepumpt

Standorteigenschaften	
Ort	Mühlau
Kanton	AG
Fläche	1.13 ha
Koordinaten	2'672'616.268, 1'232'433.276
FAF-Eignung	gut (blau) 
Boden org./min.	mineralisch
Bewirtschaftungsfaktoren	
Reisanbau seit	2021
Verfahren, Saatzeit- punkt	DS, 30.04.21 (fehlgeschlagen) S, Mitte Juni
Saat- oder Setzdichte	200 kg/ha, <i>Setzdichte nicht be- kannt</i>
Düngung (Ja/Nein, Menge)	Becken 1: Nein Becken 2: Ja, eine Gabe (30 kg N/ha)
Wasserzufluss	Grundwasser
Pumpfrequenz	Becken 1: tief, Wasser musste sogar abgelassen werden (viel Regen) Becken 2: täglich (alle 1-2 Tage)

Anhang 1, Tabelle 2. Libellenzählungen in 3 Begehungen in 7 Nassreisfeldern in 2021.

Art	Lateinischer Name	Brugg	Jonen	Mühlau	Stetten	Würenlingen	US W	US O	Gesamtergebnis
Südliche Mosaikjungfer	<i>Aeshna affinis</i>						1		1
Herbstmosaikjungfer	<i>Aeshna mixta</i>				1				1
Grosse Königslibelle	<i>Anax imperator</i>	13	2		7	1	4		28
Gebänderte Prachtlibelle	<i>Calopteryx splendens</i>	7	1	1	1104		4	1	1118
Weidenjungfer	<i>Chalcolestes viridis</i>				2				2
Hufeisen-Azurjungfer	<i>Coenagrion puella</i>	45			1	1	24	2	73
Gabel Azurjungfer	<i>Coenagrion scitulum</i>						1		1
Feuerlibelle	<i>Crocothemis erythraea</i>	22			92		1		115
Becherazurjungfer	<i>Enallagma cyathigerum</i>			5	2				7
Kleines Granatauge	<i>Erythromma viridulum</i>	5					2		7
Grosse Pechlibelle	<i>Ischnura elegans</i>	27	99	511	1422	1	35		2095
Kleine Pechlibelle	<i>Ischnura pumilio</i>	16		280	800		5		1101
Gemeine Binsenjungfer	<i>Lestes sponsa</i>		1	1					2
Plattbauch	<i>Libellula depressa</i>	10			1		2		13
Vierfleck	<i>Libellula quadrimaculata</i>	2							2
Kleine Zangenlibelle	<i>Onychogomphus forcipatus</i>				1				1
Grosser Blaupfeil	<i>Ortethrum cancellatum</i>	10	1				2	1	14
Südlicher Blaupfeil	<i>Orthetrum brunneum</i>	15	1		2		2	1	21
Federlibelle	<i>Platycnemis pennipes</i>	1	1	1	2				5
Sumpfheidelibelle	<i>Sympetrum depressiusculum</i>		1149	33					1182
Frühe Heidelibelle	<i>Sympetrum fonscolombii</i>		23	653	542	1	11		1230
Blutrote Heidelibelle	<i>Sympetrum sanguineum</i>	2	50	11	16		3		82
Grosse Heidelibelle	<i>Sympetrum striolatum</i>	6	65	13	21		22		127
	Gesamtergebnis	181	1393	1510	4016	4	119	5	7228