



Datengrundlage und künftige Datenerfassung zur landwirtschaftlichen Bewässerung in der Schweiz

Projekt «Swiss Irrigation Info»: Schlussbericht Modul 1

Andrea Pestoni, Andrea Marti und Andreas Keiser

19. April 2023

Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt.

Impressum

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abt. Hydrologie, CH-3003 Bern Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer: HAFL

Begleitung BAFU: Petra Schmocker-Fackel und Fabia Hüsler

Begleitgruppe: Brocard Emmanuel BAFU, Barben Martin BAFU, Kan Stettler Caroline BAFU, Chassot Georges BAFU, Holzkaemper Annelie Agroscope, Liebisch Frank Agroscope, Helge Aasen Agroscope, Roduit Jacques BFS, Zesiger Arthur BFS, Stauffer Philippe BFS, Hersche Thomas BLW, Jörg Philip Claudio swisstopo, Ribordy Pascale Kt. FR, Mannale Michael Kt. TG, Meier Fritz Landwirt, Terrin Joel Landwirt

Autor/Autorin: Andrea Pestoni, Andrea Marti und Andreas Keiser

Hinweis: Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Zitiervorschlag: HAFL et al. (Hrsg.) 2023: Datengrundlage und künftige Datenerfassung zur landwirtschaftlichen Bewässerung in der Schweiz Projekt «Swiss Irrigation Info»: Schlussbericht Modul 1. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
Résumé	6
1 Einleitung	7
1.1 Ziel des Projekts	8
1.2 Aufbau und Ziele dieses Berichts	8
2 Bestehende Erhebungen zur landwirtschaftlichen Wassernutzung in der Schweiz	9
2.1 Publiizierte Kennzahlen	9
2.1.1 Landwirtschaftliche Betriebszählung (LBZ)	9
2.1.2 Modellrechnungen	9
2.1.3 Finanzhilfe bei Bewässerungsprojekten	9
2.1.4 Agrarmonitoring	9
2.2 Bestehende Daten zum Bewässerungsbedarf und Wasserdargebot	10
2.2.1 Bewässerte Fläche an landwirtschaftlicher Nutzfläche pro Kanton	10
2.2.2 Anzahl Betriebe mit Bewässerungsinfrastruktur	11
2.2.3 Wasserquellen	11
2.2.4 Grundwasservorkommen	12
2.2.5 Entnahmeverbote zur landwirtschaftlichen Bewässerung aus Oberflächengewässern	13
3 Methode	14
3.1 Datenerfassung	14
3.2 Datenaufbereitung und Auswertung	15
3.3 Empfehlung künftige Datenerfassung landwirtschaftliche Bewässerung	15
4 Ergebnisse Befragung kantonale Stellen	16
4.1 Vorhandene und dokumentierte Daten der kantonalen Stellen	16
4.2 Bewässerungsbedarf	18
4.2.1 Regionen mit Bewässerung	18
4.2.2 Effektiv entnommene Menge Wasser in Kubikmeter	20
4.2.3 Maximal konzessionierte Förderrechte	21
4.2.4 Bewässerte Fläche im Rahmen von Konzessionen	23
4.3 Genutzte Wasserressourcen	26
4.3.1 Grundwasser für Bewässerungszwecke	26
4.3.2 Oberflächengewässer für Bewässerungszwecke	27
4.3.3 Entnahmestandorte im Rahmen von Konzessionen	29
4.3.4 Auftreten von Entnahmeverboten	31
4.3.5 Höhe Wasserpreis	32
4.4 Zeitliche Entwicklung Bewässerungsbedarf und genutzte Wasserquellen	33
4.4.1 Entnahmemengen im Rahmen von Konzessionen in m ³	33
4.4.2 Entwicklung der Anzahl Bewässerungsprojekte pro Kanton im Talgebiet	34
4.4.3 Anzahl genehmigte Bewässerungsprojekte 2003 - 2021	35
4.4.4 Zusätzlich bewässerte Fläche innerhalb von Bewässerungsprojekten seit 2003	35
4.4.5 Höhe Kosten Bewässerungsprojekte pro Fläche (ha) und Kanton	36
4.4.6 Kantonale Strategien bei der Vergabe von Nutzungsrechten und Bewilligungen	37
4.4.7 Künftige Wasserquellen	38
4.4.8 Künftige Herausforderungen bezüglich landwirtschaftlicher Wassernutzung	39
4.4.9 Kriterien zur Verlängerung von Nutzungsrechten	39
4.4.10 Richtwerte zur Beurteilung der beantragten Pumpleistung und Wassermenge	40
4.4.11 Kantonale Auflagen zur Wassernutzung im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Wasserentnahme	40
4.5 Zusammenfassung Datengrundlage und zeitliche Entwicklung	41
5 Aufzeichnung der Landwirtschaftlichen Bewässerung und Regelungen im nahen Ausland	42
5.1.1 Deutschland: Beispiel Niedersachsen	42
5.1.2 Italien	43
5.1.3 Frankreich	43
5.1.4 Österreich	44

6	Künftige Datenerfassung landwirtschaftliche Bewässerung	46
6.1	Nötige zusätzliche Daten für eine gute Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Bewässerung	46
6.1.1	Nutzen der zusätzlich erhobenen Daten	46
6.2	Erhebung der zusätzlichen Daten	47
6.2.1	Nötige Unterstützung und Rahmenbedingungen	47
6.2.2	Verwendung der zusätzlich erhobenen Daten	47
7	Diskussion	48
7.1	Nutzen von besserer Datengrundlage und genaueren Prognosen	48
7.2	Datengrundlage und Plausibilität der verfügbaren Daten	49
7.2.1	Daten zur bewässerten Fläche	49
7.2.2	Daten zur effektiv entnommenen Wassermenge	50
7.2.3	Daten zu den konzessionierten maximalen Förderrechten	51
7.3	Zeitliche Variabilität der Daten und künftige Strategie	53
8	Schlussfolgerungen	54
9	Dank	55
	Abbildungsverzeichnis	56
	Tabellenverzeichnis	58
	Abkürzungsverzeichnis	59
10	Anhang	60
10.1	Daten Bundesamt für Statistik (BFS)	60
10.1.1	Anteil Bewässerte Fläche an LN 2010, 2013, 2016 und 2020 und Durchschnitt pro Kanton	60
10.1.2	Anteil Betriebe mit Bewässerung in der Schweiz 2010, 2013, 2016, 2020 und Durchschnitt pro Kanton	61
10.1.3	Interviewleitfaden telefonische Befragung kantonale Beratungsstellen	62
10.1.4	Anzahl Entnahmepunkte pro Kanton und Gewässer	63
10.2	Daten Befragung Nachbarländer	66
10.2.1	Interviewleitfaden telefonische Befragung Nachbarländer	66
10.2.2	Interview Ekkehard Fricke Niedersachsen	67
10.2.3	Interview Reinhard Nolz und Peter Cepuder Österreich	70
10.2.4	Interview Ludmilla Deshayes – Frankreich	73
10.2.5	Interview Eros Borsato – Italien	76
10.3	Vereinfachende Einordnung der maximal konzessionierten Förderrechte	78
10.4	Protokoll Workshop Swiss Irrigation Info 16. Februar 2023	79
11	Literaturverzeichnis	90

Zusammenfassung

Der Wasserbedarf für die landwirtschaftliche Bewässerung in der Schweiz soll ohne wirksame Klimaschutzmassnahmen bis 2099 um rund 40% ansteigen. Für die Zeitspanne zwischen 1980 und 2006 wurde ein jährlicher Bewässerungsbedarf von 150 Mio. m³ modelliert, wenn alle Flächen mit Bedarf auch bewässert würden. Aufgrund der zunehmend limitierten Wasserressourcen zum Zeitpunkt des höchsten Bedarfs steigt das Konfliktpotenzial zwischen den unterschiedlichen Anspruchsgruppen. Heute werden hauptsächlich Kulturen mit einer hohen Wertschöpfung bewässert. Es sind dies Freilandgemüse, Obst, Beeren und Kartoffeln.

Der landwirtschaftliche Wasserbedarf in der Schweiz wird aktuell mit Hilfe von Expertenschätzungen auf Basis von Kulturanteilen, Umfragen oder Modellrechnungen ermittelt. Die zeitliche Entwicklung der Wassernutzung ist nicht bekannt. Das Projekt Swiss Irrigation Info setzt an diesem Punkt an mit dem Ziel, einen Überblick über die vorhandene kantonale Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Bewässerung in der Schweiz zu schaffen und daraus Vorschläge für die künftige Datenerfassung abzuleiten. Die Datenabfrage bei den Kantonen erfolgte telefonisch anhand eines Interviewleitfadens

Für die Schweiz fehlen flächige Abschätzungen zum saisonalen landwirtschaftlichen Wasserverbrauch. Es besteht keine generelle Aufzeichnungspflicht bezüglich landwirtschaftlicher Bewässerung. Folge dessen ist die schweizweite Datengrundlage sowohl auf kantonaler wie auch auf einzelbetrieblicher Ebene lückig und im schweizweiten Vergleich heterogen.

Für die landwirtschaftliche Bewässerung wird grundsätzlich Oberflächen- und Grundwasser verwendet, wobei nicht in allen Kantonen die Wasserentnahme zu Bewässerungszwecken aus Grundwasser erlaubt ist. Die Entnahmestandorte und die maximal konzessionierten Förderrechte (l/min) sind die kantonal am häufigsten erhobenen Parameter. In 13 von 17 Kantonen sind die Wasserentnahmestandorte bekannt und sind grösstenteils georeferenziert erfasst. In 12 von 17 Kantonen sind zusätzlich zu den georeferenzierten Entnahmestandorten Daten zu den maximal konzessionierten Förderrechten vorhanden (l/min). Über Daten zur effektiv entnommenen Wassermenge (m³) verfügen fünf der 17 Kantone. Der bewässerte Perimeter innerhalb von Konzessionen und Bewilligungen ist in drei der 17 Kantone bekannt, jedoch nicht georeferenziert. Informationen zu den bewässerten Kulturen sind in keinem der Kantone vorhanden. Strategien zur landwirtschaftlichen Wassernutzung und der Vergabe von Nutzungsrechten sind kantonal häufig vorhanden, beziehen sich jedoch in den wenigsten Fällen spezifisch auf die Landwirtschaft. Wie die Vergabe von Konzessionen und Bewilligungen zur Wasserentnahme erfolgt, ist kantonal geregelt und unterscheidet sich von Kanton zu Kanton, ebenso die Laufdauer der ausgestellten Bewilligungen.

Die Auswertung der vorliegenden Daten zu den maximal konzessionierten Förderrechten (l/min) und den jährlich entnommenen Wassermengen (m³) lassen vermuten, dass die Datensätze auch in den Kantonen mit vorliegenden Angaben teilweise lückig sind. Die im Bericht ausgewiesenen konzessionierten Förderrechte von insgesamt 559'193 l/min (Angabe aus zwölf Kantonen) und die ausgewiesene Bezugsmenge fürs Referenzjahr 2018 von insgesamt 4.4 Mio. m³ (Angabe aus vier Kantonen) dürften die tatsächlichen Werte folglich unterschätzen. Künftig hätten schweizweit vollständige und homogene Daten zu folgenden Parametern den höchsten Nutzen für die kantonalen Stellen: Bewässerte Fläche und Kultur, Bedarf pro Kultur, effektive Entnahmemenge in m³ pro Jahr und Wasserdargebot.

Viele Gewässer, welche für die landwirtschaftliche Bewässerung genutzt werden, erstrecken sich über mehrere Kantone. Für eine umfassende Ressourcenplanung sind deshalb neben Bedarfsschätzungen pro Kanton auch regionale Bedarfsschätzungen innerhalb der unterschiedlichen Gewässerräume unabdingbar. Grundsätzlich liegt die Wasserhoheit bei den Kantonen. Bereits heute erfolgt in einigen Kantonen die Koordination von Entnahmeeinschränkungen beziehungsweise Entnahmeverboten überkantonale. Die bisher kantonale Denkweise gilt es bei der landwirtschaftlichen Wassernutzung mittelfristig zu überdenken, wobei davon ausgegangen wird, dass überkantonale Lösungen unabhängig von den Kantongrenzen gefunden werden müssen, um so Synergien für eine effiziente landwirtschaftliche Bewässerung zu finden und zu nutzen. Eine homogenere Datenlage könnte dabei unterstützen.

Résumé

En l'absence de mesures efficaces de protection du climat, les besoins en eau pour l'irrigation agricole en Suisse devraient augmenter d'environ 40% d'ici 2099. Pour la période entre 1980 et 2006, un besoin annuel en irrigation de 150 millions de m³ a été modélisé, si toutes les surfaces qui en ont besoin étaient également irriguées. En raison des ressources en eau de plus en plus limitées au moment où les besoins sont les plus élevés, le potentiel de conflit entre les différents groupes d'intérêts augmente. Aujourd'hui, ce sont principalement les cultures à forte valeur ajoutée qui sont irriguées. Il s'agit des légumes de plein champ, des fruits, des baies et des pommes de terre.

Les besoins en eau de l'agriculture en Suisse sont actuellement déterminés à l'aide d'estimations d'experts basées sur la proportion de cultures, d'enquêtes ou de modélisations. L'évolution temporelle de l'utilisation de l'eau n'est pas connue. Le projet Swiss Irrigation Info s'attaque à ce point avec pour objectif de créer une vue d'ensemble de la base de données cantonales existantes sur l'irrigation agricole en Suisse et d'en déduire des propositions pour la collecte future des données. La recherche de données auprès des cantons a été effectuée par téléphone à l'aide d'un guide d'entretien.

Pour la Suisse, il n'existe pas d'estimations à grande échelle de la consommation saisonnière d'eau destinée à des fins agricoles. Il n'existe pas d'obligation générale de consigner les données relatives à l'irrigation agricole. Par conséquent, la base de données à l'échelle de la Suisse est lacunaire, tant au niveau cantonal qu'au niveau des exploitations individuelles, et hétérogène à l'échelle du pays.

Les eaux de surface et les eaux souterraines sont en principe utilisées pour l'irrigation agricole, mais le prélèvement d'eau dans les eaux souterraines à des fins d'irrigation n'est pas autorisé dans tous les cantons. Les sites de prélèvement et les droits de pompage maximum concédés (l/min) sont les paramètres les plus fréquemment relevés au niveau cantonal. Dans 13 des 17 cantons, les sites de prélèvement d'eau sont connus et sont pour la plupart géoréférencés. En plus des sites de prélèvement géoréférencés, 12 cantons sur 17 disposent de données sur les droits d'extraction maximums concédés (l/min). Six des 17 cantons disposent de données sur la quantité d'eau effectivement prélevée (m³). Le périmètre irrigué à l'intérieur des concessions et des autorisations est connu dans trois des 17 cantons, mais n'est pas géoréférencé. Les informations sur les cultures irriguées ne sont disponibles dans aucun des cantons. Les stratégies d'utilisation de l'eau à des fins agricoles et d'octroi de droits d'utilisation sont souvent disponibles au niveau cantonal, mais ne concernent que très rarement l'agriculture de manière spécifique. L'octroi de concessions et d'autorisations de prélèvement d'eau est réglementé au niveau cantonal et diffère d'un canton à l'autre, tout comme la durée de validité des autorisations délivrées.

L'analyse des données disponibles sur les droits de pompage maximaux concédés (l/min) et les volumes d'eau prélevés annuellement (m³) laisse supposer que les jeux de données sont parfois lacunaires, même dans les cantons disposant de données. Les droits de pompage concédés indiqués dans le rapport, soit 559 193 l/min au total (données provenant de douze cantons), et le volume prélevé pour l'année de référence 2018, soit 4,4 millions de m³ au total (données provenant de quatre cantons), sous-estiment donc probablement les valeurs réelles. A l'avenir, des données complètes et homogènes à l'échelle nationale sur les paramètres suivants seraient d'une grande utilité pour les services cantonaux : Surface irriguée et cultures, besoins par culture, volume effectif prélevé en m³ par an et quantité d'eau disponible.

De nombreux cours d'eau utilisés pour l'irrigation agricole s'étendent sur plusieurs cantons. Pour une planification globale des ressources, il est donc indispensable de disposer non seulement d'estimations des besoins par canton, mais aussi d'estimations régionales des besoins au sein des différents espaces hydrographiques. En principe, la souveraineté en matière d'eau appartient aux cantons. Aujourd'hui déjà, dans certains cantons, la coordination des restrictions ou des interdictions de prélèvement se fait au niveau intercantonal. Il s'agit de repenser à moyen terme la manière de penser jusqu'ici cantonale en matière d'utilisation agricole de l'eau, en partant du principe que des solutions intercantionales doivent être trouvées indépendamment des frontières cantonales, afin de trouver et d'utiliser des synergies pour une irrigation agricole efficace. Une plus grande homogénéité des données pourrait aider à atteindre cet objectif.

1 Einleitung

Die Schweiz verfügt über 6% der Süsswasserreserven Europas und wird daher auch als Wasserschloss bezeichnet (Fuhrer et al. 2014; Miserez 2019). Sie verfügt über grosse Wasserspeicher in Form von Seen, Gletschern und Grundwasser (BAFU 2021a). Bis anhin wurde die Schweiz also nicht mit Wasserknappheit in Verbindung gebracht. Gemäss Fuhrer et al. 2014 verändern sich jedoch die agrometeorologischen Bedingungen bis 2025 signifikant. So ist die Jahresdurchschnittstemperatur in der Schweiz seit 1864 um 2°C angestiegen, doppelt so stark, wie im weltweiten Mittel (NCCS 2018; BAFU 2021a). Bereits heute häufen sich Entnahmeverbote für die landwirtschaftliche Bewässerung, welche temporär, lokal und gewässerspezifisch ausgesprochen werden (EBP Schweiz AG 2019). Verändert sich der Wasserhaushalt der Schweiz, hat dies direkte Auswirkungen auf die umliegenden Länder. Grosse Fließgewässer, wie der Rhein und die Rhone haben ihren Ursprung in der Schweiz und speisen wichtige Wasserquellen wie Donau und Po im nahen Ausland (BAFU 2021a).

Aktuell beläuft sich in der Schweiz der Wasserbedarf der Landwirtschaft auf rund 20% vom gesamten Bedarf aller Sektoren (Björnsen Gurung und Stähli 2014). Unterschiedliche Studien schätzen, dass der Wasserbedarf für die landwirtschaftliche Bewässerung ohne wirksame Klimaschutzmassnahmen bis Ende Jahrhundert um rund 40% ansteigen wird bei gleichzeitiger Abnahme der Abflussmenge in den Gewässern und erhöhter Verdunstungsrate aufgrund höherer Temperaturen während den Sommermonaten (BAFU 2021a; Eisenring et al. 2021). Diese Verschiebung der Abflussmenge wird verstärkt durch das Ausbleiben von Schmelzwasser in den Sommermonaten (BAFU 2021a). In diesem Zusammenhang gehen Fuhrer et al. 2014 beispielsweise von einem Anstieg des Bewässerungsbedarfs im Rohnetal zwischen 4% und 16% bis 2025 aus.

Aufgrund der zunehmend limitierten Wasserressourcen zum Zeitpunkt des höchsten Bedarfs steigt das Konfliktpotential zwischen den unterschiedlichen Anspruchsgruppen (Fuhrer et al. 2014). Um auch in Zukunft die Qualitätsanforderungen der Abnehmenden erfüllen zu können und sich vor Ertragsausfällen besser abzusichern, bereiten sich die Betriebsleitenden vor. Um grössere Wasserquellen wie Seen, Flüsse oder Speicherseen zu Bewässerungszwecken erschliessen zu können, werden Bewässerungsgenossenschaften gegründet, um gemeinsam in Bewässerungsinfrastruktur zu investieren (BAFU 2021a). Ebenfalls in Betracht gezogen wird die Bewässerung mit Grundwasser oder aus der öffentlichen Wasserversorgung, dies in Regionen abseits der grossen Oberflächengewässer. In Gebieten, welche weder über geeignete Oberflächengewässer noch über ausreichende Grundwasservorkommnisse verfügen, werden lokale Wasserspeicher errichtet. Gemäss Freiburghaus 2009 stammt der grösste Teil des Bewässerungswassers in der Landwirtschaft, rund 125 Mio. m³, aus Oberflächengewässern. Aus dem Grundwasser werden rund 25 Mio. m³ für die landwirtschaftliche Bewässerung entnommen (Freiburghaus 2009).

Einem Grossteil der Landwirtschaftsbetriebe in der Schweiz ist es nicht möglich, grossflächig zu berechnen, da die dafür nötige Infrastruktur nicht vorhanden ist (BAFU 2021a). Heute werden in der Schweizer Landwirtschaft hauptsächlich Kulturen mit hoher Wertschöpfung, wie Freilandgemüse, Obst, Beeren und Kartoffeln berechnet. Bei etwa einem Drittel der bewässerten Fläche handelt es sich um Futterflächen wie Kunstwiesen oder Dauergrünland (Zesiger 2022, persönliche Mitteilung). Die Bewässerung dieser Futterflächen beschränkt sich auf die inneralpinen Trockentäler und erfolgt über traditionelle Bewässerungssysteme (BAFU 2021a).

Aktuell besteht in der Schweizer Landwirtschaft keine Aufzeichnungspflicht bezüglich der Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen. Aufzeichnungen zur effektiv entnommenen, sowie effektiv bewässerten Menge auf Ebene Einzelbetrieb und Parzelle erfolgen nur in wenigen Fällen (Fuhrer et al. 2014). Die fehlende Datengrundlage erlaubt keine Auswertung der zeitlichen Veränderung der landwirtschaftlichen Bewässerung auf Stufe Landwirtschaftsbetrieb. Auch auf kantonaler Stufe ist die Datengrundlage zum Wasserverbrauch im Rahmen der landwirtschaftlichen Bewässerung lückig und im kantonalen Vergleich heterogen. Diese Daten wären jedoch die Grundlage zur Früherkennung und Vermeidung von Wassernutzungskonflikten und verhinderten langfristige Fehlinvestitionen in Bewässerungsinfrastruktur. Die bestehenden Modellrechnungen können deshalb nur punktuell validiert werden.

Für die Schweiz fehlen flächige Abschätzungen zum saisonalen landwirtschaftlichen Wasserverbrauch. Trends in der Wassernutzung lassen sich daher nicht genau definieren. Ebenfalls fehlen geeignete Planungswerkzeuge, mit welchen sich der künftige Bewässerungsbedarf unter den sich verändernden klimatischen Bedingungen abschätzen lässt (Holzkämper et al. 2021). Bisher erfolgt die Abschätzung des landwirtschaftlichen Wasserbedarfs in der Schweiz anhand von Expertenschätzungen auf Basis von Kulturanteilen, Umfragen und Modellrechnungen. Wie sich die Wassernutzung in den letzten Jahren verändert hat, ist dabei nicht bekannt (Weber und Schild 2007).

Das Projekt «Informationen zur landwirtschaftlichen Bewässerung in der Schweiz – Swiss Irrigation Info» der Agroscope in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) setzt an diesem Punkt an.

1.1 Ziel des Projekts

Das Projekt «Swiss Irrigation Info» dauert bis Ende 2024 und besteht aus drei Modulen:

1. Grundlageninformationen zur landwirtschaftlichen Bewässerung
2. Satellitenbasierte, regionale Abschätzung bewässerter Kulturen
3. Regionale Abschätzung der Bewässerungsmenge.

Finanziert wird es vom Bundesamt für Umwelt (BAFU). Ziel des Projekts ist es, eine flexibel einsetzbare Methode zur standortangepassten und regionalen Abschätzung des Bewässerungsbedarfs zu erarbeiten. Anhand der gesammelten Daten sollen mögliche Trends bezüglich landwirtschaftlicher Wassernutzung in der Schweiz ausgemacht werden, um so eine Basis zur vorausschauenden Ressourcenplanung und zur Früherkennung von Wassernutzungskonflikten zu schaffen.

1.2 Aufbau und Ziele dieses Berichts

Im Rahmen des Projekts «Swiss Irrigation Info» wurden bei kantonalen Stellen, Ämtern und Branchenverbänden verfügbare Daten zur Bewässerung gesammelt. Der erste Teil dieses Berichts fasst diese Daten zusammen. Zudem wird ein Überblick über den Stand der Datenerfassung zur Bewässerung erstellt und in einem zweiten Teil ein Vorschlag ausgearbeitet, wie künftig Daten zur Landwirtschaftlichen Bewässerung erfasst werden könnten. Der Bericht hat folgende Ziele:

- Überblick über die kantonale Datengrundlage und über die kantonalen Regelungen zur landwirtschaftlichen Bewässerung schaffen.
- Vorschläge aufzeigen, wie die Daten zur Bewässerung künftig erfasst werden könnten.

Die kantonalen Stellen erheben unterschiedliche Informationen zur landwirtschaftlichen Bewässerung im Zusammenhang mit der Vergabe von Konzessionen und Bewilligungen zur Wasserentnahme. Diese Daten wurden bisher nicht zentral zusammengefasst und publiziert.

2 Bestehende Erhebungen zur landwirtschaftlichen Wassernutzung in der Schweiz

Bisher gibt es wenig Arbeiten und publizierte Daten zum Stand der landwirtschaftlichen Wassernutzung in der Schweiz. Die Hauptaussagen der publizierten Arbeiten und erhobenen Daten sind im Folgenden zusammengefasst.

2.1 Publierte Kennzahlen

2.1.1 Landwirtschaftliche Betriebszählung (LBZ)

Im Rahmen der landwirtschaftlichen Betriebszählung erhebt das Bundesamt für Statistik (BFS) regelmässig stichprobenartig Informationen zur Bewässerung im Freiland. Bisher erfolgten die Erhebungen in den Jahren 2010, 2013, 2016 und 2020. Bei den Resultaten handelt es sich um anhand einer Stichprobe hochgerechnete Werte. Die Stichprobe besteht jeweils aus 15'000 Landwirtschaftsbetrieben (BFS 2022a).

Die Erhebungen erlauben eine schweizweite Abschätzung über die bewässerte Fläche pro Kanton, die Anzahl Betriebe mit Bewässerung und über die verwendeten Wasserquellen. Sie geben einen Überblick über den Stand der Bewässerung in der Schweiz, wie im Kapitel 2.2 aufgezeigt. Zeitliche Trends und Aussagen zum Bedarf können jedoch anhand der bisher erhobenen Daten nicht ermittelt werden. Zudem erlauben die Daten zusammengefasst auf kantonsebene keine regionalen oder gewässerraumspezifischen Aussagen und Auswertungen.

2.1.2 Modellrechnungen

Viele der bereits bestehenden Studien zum Bewässerungsbedarf der Schweizer Landwirtschaft basieren auf Modellrechnungen. So haben beispielsweise Fuhrer und Jasper 2016 mit Hilfe eines hydrologischen Berechnungsmodells den Bewässerungsbedarf in der Periode 1980 bis 2006 schweizweit ermittelt. Gemäss ihrer Studie ist die Bewässerungsbedürftigkeit in den Ackerbaugebieten der Westschweiz sowie im Unterwallis und den inneralpinen Tälern am höchsten. Wobei Fuhrer und Jasper 2016 davon ausgehen, dass auf 41% der Ackerflächen und 26% der landwirtschaftlichen Nutzfläche ein Bewässerungsbedarf besteht. Fuhrer 2010 geht in seinem Abschlussbericht «Abschätzung des Bewässerungsbedarfs in der Schweizer Landwirtschaft» von einem Bedarf an Bewässerungswasser im zeitlichen Mittel zwischen 1980 - 2006 und mit 100% Bewässerungseffizienz von 150 Mio. m³ Wasser pro Jahr aus, Tendenz steigend. Gemäss Studien aus Deutschland liegt die Bewässerungseffizienz bei Überkopfberegnung effektiv bei rund 60 bis 70% und bei Mikrobewässerung bei rund 90% (DWA 2019).

Bisher diene die Modellierung des künftigen Bewässerungsbedarfs der Quantifizierung des klimatischen Einflusses auf den theoretischen Wasserbedarf (Fuhrer et al. 2014; Holzkämper 2020; Eisenring et al. 2021). Der theoretisch ermittelte Bewässerungsbedarf dürfte höher liegen als die tatsächlich beregnete Menge. Es ist davon auszugehen, dass nicht in allen Regionen mit Bewässerungsbedarf Wasserquellen zur Verfügung stehen. Zudem ist eine Bewässerung in der Praxis nicht für alle Kulturen gleichermassen gewinnbringend (Fricke und Riedel 2013; Holzkämper et al. 2021).

2.1.3 Finanzhilfe bei Bewässerungsprojekten

Das Bundesamt für Landwirtschaft dokumentiert Informationen über die vom Bund finanziell unterstützten Bewässerungsprojekte seit 2003. Aufgezeichnet werden dabei Art, Gemeinde und Dimension des Bewässerungsprojekts. Es werden ausschliesslich die vom Bund subventionierten Bewässerungsprojekte erfasst. Informationen über Bewässerungsprojekte und Infrastrukturverbesserungen, welche ohne finanzielle Unterstützung des Bundes ausgeführt werden, werden nicht dokumentiert. Eine schweizweite Auswertung, wie sich die landwirtschaftliche Wassernutzung verändert, ist dadurch erschwert. Die Daten sind nicht öffentlich zugänglich, wurden aber im Rahmen dieses Berichts zusammengefasst und ausgewertet (s. Kapitel 4.4.1).

2.1.4 Agrarmonitoring

Im Zusammenhang mit dem Agrarmonitoring werden in den Teilbereichen Agrarumweltmonitoring (AUM) und Zentrale Auswertung der Buchhaltungsdaten (ZA_BH) (Seiler et al. 2021) Informationen zur landwirtschaftlichen Wassernutzung erhoben. Im Rahmen des AUM werden vereinzelte Daten zur Art der Bewässerten Kultur und zur Kulturfläche erhoben (Holzkämper et al. 2021). Gemäss Holzkämper et al. 2021 sind diese Daten lückig und daher nicht auswertbar. Im Teilbereich zentrale Auswertung der

2.2.2 Anzahl Betriebe mit Bewässerungsinfrastruktur

Der Anteil Betriebe, der über die nötige Infrastruktur zur Bewässerung im Freiland verfügt, ist über die Befragungsjahre ungefähr konstant und liegt bei rund 12 bis 13% der Landwirtschaftsbetriebe (2010 13.5% , 2013 12.6%, 2016 13.1% und 2020 13.2%) (BFS 2022).

Im Kanton VS liegt der Anteil im Mittel über die drei Erhebungsjahre mit 59% aller Betriebe am höchsten, gefolgt von 24% im Kanton GE und rund 17% im Kanton VD. An vierter Stelle steht der Kanton Basel-Landschaft (BL) mit 16%. In allen anderen Kantonen liegt die durchschnittliche Anzahl Landwirtschaftsbetriebe mit Bewässerung über die Jahre 2010, 2013, 2016 und 2020 bei unter 15% (BFS 2010, 2013, 2016, 2022; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung).

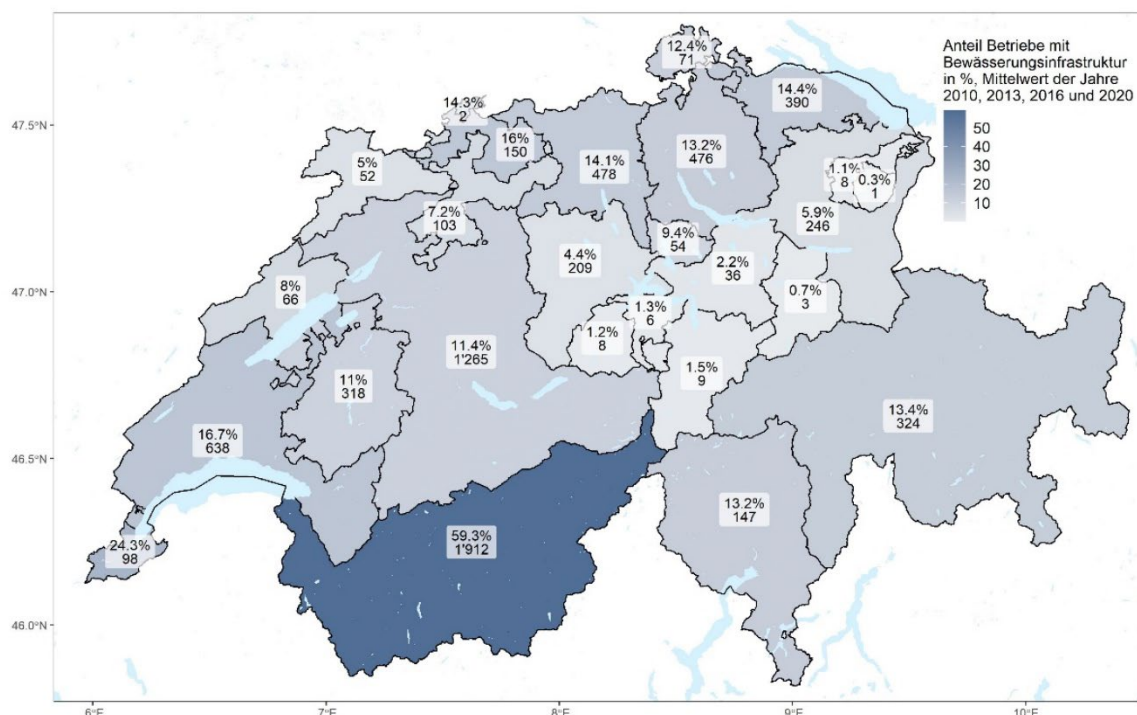


Abbildung 2 : Anteil Betriebe mit Bewässerungsinfrastruktur in % resp. Anzahl Betriebe mit Bewässerungsinfrastruktur pro Kanton. Mittelwert der Jahre 2010, 2013, 2016 und 2020. Quelle: BFS 2010, 2013, 2016; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung, eigene Darstellung 2022.

2.2.3 Wasserquellen

Sowohl Oberflächengewässer wie auch Grundwasser werden als Wasserquellen zur landwirtschaftlichen Bewässerung verwendet (BFS 2010, 2016). Im Vergleich der beiden Erhebungsjahre 2010 und 2016 wird deutlich, dass die Anzahl Betriebe, welche zu Bewässerungszwecken Wasser aus dem Grundwasser entnehmen von 3253 (2010) auf 2770 (2016) zurückgegangen ist. Ebenfalls abgenommen hat die Wasserentnahme aus dem Versorgungsnetz von ursprünglich 2675 (2010) auf 2283 (2016).

Der Genfer-, Neuenburger- und Bodensee gehören zu den grössten Seen der Schweiz. Rhein, Aare und Rhone zu den längsten Flüssen der Schweiz. Sowohl die drei grössten Seen, wie auch die drei längsten Flüsse in der Schweiz werden abhängig vom Kanton unterschiedlich zu Bewässerungszwecken genutzt (Statista Research Department 2014; Schweizersee 2022).

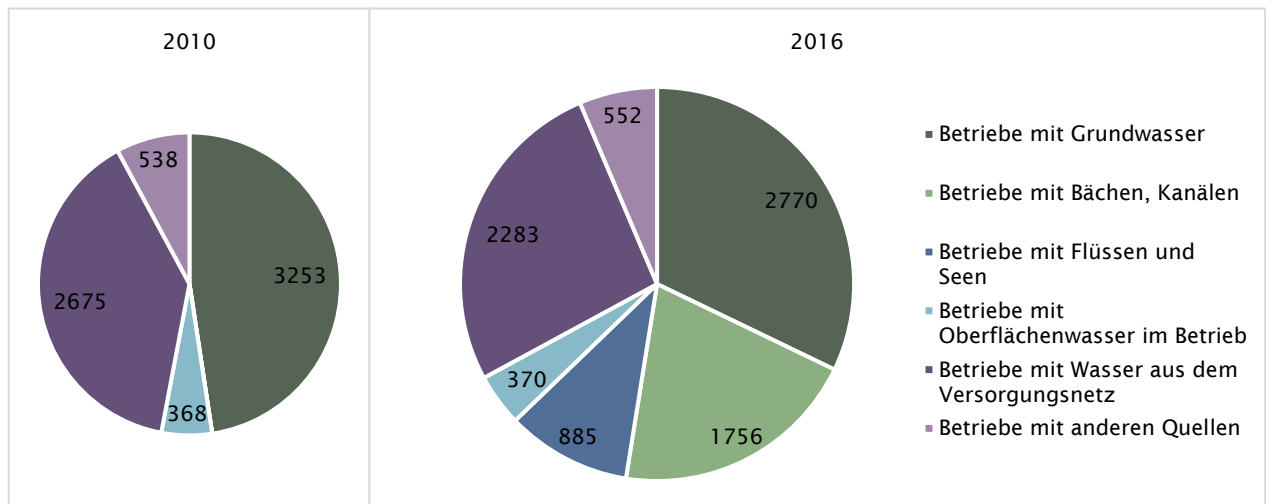


Abbildung 3: Anzahl Betriebe pro Wasserquelle für landwirtschaftliche Bewässerung 2010 (links) und 2016 (rechts). Datensatz 2010 ohne Befragung zu Wasserentnahmen aus Bächen, Kanälen, Flüssen und Seen Quelle: BFS 2010, 2016, eigene Darstellung 2022.

2.2.4 Grundwasservorkommen

In der Schweiz ist das Grundwasser der wichtigste und grösste Wasserspeicher. Nach ihrer Ergiebigkeit werden die Grundwasserkörper in verschiedene Kategorien eingeteilt (Abb.4). Langfristig nutzbar sind schweizweit etwa 18 km³ pro Jahr, ein grosser Teil dieses Grundwassers stammt aus dem Lockergestein-Grundwasserleiter (BAFU 2021a). Das Grundwasser stellt nicht nur einen wichtigen Wasserspeicher dar, sondern ist gleichzeitig auch die wichtigste Trinkwasserquelle der Schweiz, 80% des Trinkwassers stammt aus dem Grundwasser (swissinfo.ch 2019).

Der Grossteil der Kantone verfügt über eine Karte mit Informationen zur Lage und zur Mächtigkeit der Grundwasserkörper im Kanton. Diese Karten dienen einer groben Übersicht zum allgemeinen Grundwasserzustand im Kanton (s. Abbildung 4).

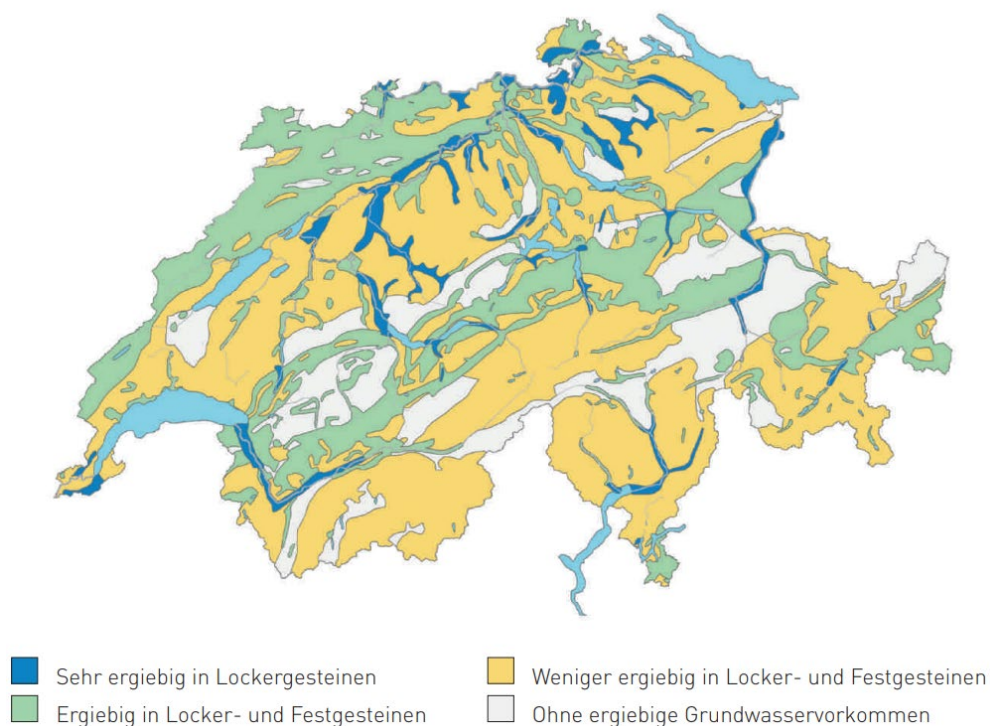


Abbildung 4 : Übersichtskarte der Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen in der Schweiz. Quelle: Sinreich et al. 2012.

2.2.5 Entnahmeverbote zur landwirtschaftlichen Bewässerung aus Oberflächengewässern

Entnahmeverbote für die landwirtschaftliche Bewässerung aus Oberflächengewässern werden grundsätzlich zur Erhaltung der Restwassermenge ausgesprochen. Durch den Erhalt der Restwassermenge sollen die Fließgewässer zu jeder Zeit ausreichend Wasser führen, um ihre natürliche Funktion als Lebensraum unterschiedlicher Organismen zu erfüllen. Seit 1992, mit Inkrafttreten des Gewässerschutzgesetzes, muss die Restwassermenge unterhalb eines Entnahmestandorts gewährleistet sein. Die Restwassermenge wird in Abhängigkeit vom Q347 (s. Abkürzungsverzeichnis) bestimmt. Wie hoch die Restwassermenge im jeweiligen Gewässer sein muss, bestimmen die Kantone individuell für jedes Gewässer und jeden Entnahmestandort (BAFU 2021b). Für die Kantone besteht keine Meldepflicht bezüglich der Restwassermenge gegenüber dem Bund. Restwassermengen können in Notsituationen unterschritten werden. Welche Situationen als Notsituationen eingestuft werden, liegt dabei im Ermessen der Kantone. Für die Entscheidung schätzt der Kanton den ökologischen Schaden ab, welcher potenziell durch die Überschreitung entsteht. Dabei steht den Kantonen kein einheitliches Instrument zur Abschätzung des ökologischen Schadens zur Verfügung. Unterschreitungen der Restwassermengen sind für die Kantone nicht meldepflichtig, können jedoch auf freiwilliger Basis dem Bund gemeldet werden (Pfaundler 2022, persönliche Mitteilung).

Kann die Restwassermenge in einem Gewässer beziehungsweise unterhalb eines Entnahmestandorts nicht mehr eingehalten werden, wird die Wasserentnahme eingeschränkt beziehungsweise ein Entnahmeverbot verhängt. Die Entnahmeverbote werden hauptsächlich in den Sommer- und Herbstmonaten von Mai bis September ausgesprochen und gehen daher einher mit dem höchsten Bewässerungsbedarf der Kulturen (Fuhrer et al. 2014). Wasserentnahmen können nur kurzfristig eingeschränkt werden, wenn es sich um Bewilligungen zur Wasserentnahme handelt. Konzessionierte Wassermengen können nicht eingeschränkt werden, da es sich bei einer Konzession anders, wie bei einer Bewilligung, um ein Recht zur Wasserentnahme handelt (Pfaundler 2022, persönliche Mitteilung). Bewilligungen beziehen sich meist auf mobile Anlagen, Konzessionen auf fest installierte Anlagen (Kanton Bern 1997).

Es ist davon auszugehen, dass mittel- und langfristig die Anzahl Entnahmeverbote für die landwirtschaftliche Bewässerung aufgrund der klimatischen Gegebenheiten während den Sommermonaten steigen wird (Lindner 2021). Abbildung 5 zeigt die Trockenjahre 2015 und 2018 und in diesem Zusammenhang die Kantone, in welchen Einschränkungen in der Wasserentnahme für die landwirtschaftliche Bewässerung erfolgten (BAFU 2021a). Von den Einschränkungen betroffen sind am schnellsten die kleinen und mittleren Fließgewässer. Diese machen jedoch in der Schweiz gemäss BAFU 2021a 80% des gesamten Fließgewässernetzes aus.

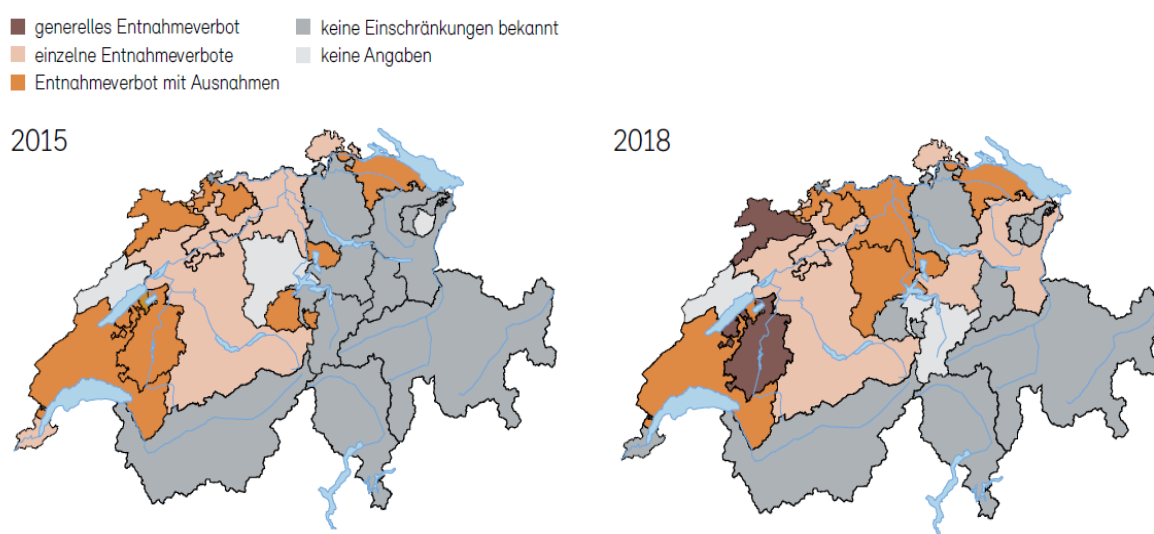


Abbildung 5 : Entnahmeverbote und Entnahmeeinschränkungen aus Oberflächengewässern für die landwirtschaftliche Bewässerung in den Trockenjahren 2015 und 2018 im 2. Halbjahr. Quelle: BAFU 2016, 2019.

3 Methode

3.1 Datenerfassung

Die Datenerfassung erfolgte schweizweit bei den kantonalen Stellen, Branchenverbänden und landwirtschaftlichen Bildungs- und Beratungszentren. Je nach Kanton sind unterschiedliche Ämter für die Nutzung von Grund- und Oberflächengewässern zuständig. Es wurden folglich mehrere Ämter und Personen pro Kanton befragt. Der Erstkontakt, sowie die Befragung erfolgten telefonisch und anhand eines Gesprächsleitfadens (Anhang, Kapitel 10.1.3). Der Interviewverlauf wurde sinngemäss protokolliert. Sämtliche Daten und Dokumente, welche durch die kantonalen Stellen zur Verfügung gestellt wurden, wurden gesammelt und ausgewertet. Zusammengestellt wurden Informationen zu Entnahmen aus Grund- und Oberflächengewässern zu folgenden Inhalten:

- Entnahmestandorte
- konzessionierte und effektiv erfolgte Entnahmemengen
- Entnahmestopps
- Bestehende und geplante Infrastrukturprojekte
- Strategie zur Vergabe von Nutzungsrechten
- Zentrale Regionen für die landwirtschaftliche Bewässerung

Es wurde abgefragt und dokumentiert, welche Parameter von wem und in welcher Form erfasst werden.

Im Rahmen des Projekts wurden 17 von insgesamt 26 Kantonen kontaktiert. Nicht kontaktiert wurden die Kantone, welche gemäss LBZ (BFS 2010, 2013, 2016) die geringste bewässerte Fläche aufweisen und in denen die Bewässerung folglich eine untergeordnete Rolle spielt (JU, AI, AR, OW, NW, GL, SZ, UR, BS).

Neben der Befragung der Kantone, wurde der Fachbereich Strukturverbesserungen vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) kontaktiert, um Angaben zu den realisierten und vom Bund mitfinanzierten Infrastrukturprojekten zu erhalten. Der Datensatz, welcher alle Bewässerungsprojekte über alle Zonen (Talzone – Bergzone I) beinhaltet, wurde für das vorliegende Projekt auf die Talzone gefiltert. Bei der Interpretation des Datensatzes gilt es zu beachten, dass ausschliesslich Bewässerungsprojekte, welche zwischen 2003 und 2022 durch das BLW finanziell unterstützt wurden und bereits bewilligt sind, im Datensatz enthalten sind und berücksichtigt wurden. Alle privat oder durch Drittmittel finanzierten Projekte sind nicht berücksichtigt.

3.2 Datenaufbereitung und Auswertung

Alle Informationen zur Bewässerung, welche im Rahmen der telefonischen Befragung zusammengetragen wurden, wurden in einer Exceltabelle zusammengestellt. Anschliessend wurden die Kerninformationen pro Frage und Kanton gefiltert und aufbereitet, damit sie mit Hilfe von R Studio grafisch dargestellt werden konnten (R Foundation for Statistical Computing 2022).

Die Daten in den Tabellen und Grafiken sind wie im Folgenden beschrieben zu interpretieren:

Tabelle 1 : Interpretationshilfe mit Wortlaut für Grafiken und Tabellen.

Wortlaut in Grafik	Bedeutung
«Daten verfügbar» «Ja»	Im Kanton sind gemäss Aussagen der befragten kantonalen Stellen Informationen/Daten in diesem Bereich vorhanden. Die Daten wurden jedoch nicht in jedem Fall an uns ausgehändigt.
«keine Angaben»	Im Kanton sind möglicherweise Daten vorhanden. Dies konnte jedoch durch die Recherchearbeit nicht abschliessend geklärt werden.
«Nein»	Im Kanton sind gemäss Aussagen der befragten Kantonalen Stellen keine Informationen/Daten in diesem Bereich vorhanden.
«Nicht kontaktiert»	Kantone wurden im Rahmen dieses Projekts nicht angefragt.

3.3 Empfehlung künftige Datenerfassung landwirtschaftliche Bewässerung

Mögliche Ideen und Lösungsansätze zur künftigen Datenerfassung zur landwirtschaftlichen Bewässerung wurden mit den im Projekt kontaktierten Stellen im Rahmen eines Workshops zum Thema «Datengrundlage der landwirtschaftlichen Bewässerung heute und in Zukunft – was braucht es seitens Bund und Kantone, um die Datengrundlage zu verbessern» erarbeitet (Kapitel 6).

Um die Branche möglichst breit abzubilden, wurden sämtliche kontaktierten Personen der kantonalen Stellen zum Workshop eingeladen. Aus den Ergebnissen des Workshops werden Empfehlungen zur künftigen Datenerfassung abgeleitet (Kapitel 6).

Als Diskussionsgrundlage zur künftigen Datenerfassung, wurde die Datenlage zur landwirtschaftlichen Bewässerung in den umliegenden Ländern in Interviews ermittelt. Die Interviews wurden mit Beratenden in Deutschland, Italien, Frankreich und Österreich geführt. Die Interviewleitfragen und eine Liste mit den kontaktierten Personen befindet sich gemeinsam mit den Gesprächsprotokollen im Anhang (Kapitel 10.2).

4 Ergebnisse Befragung kantonale Stellen

Im Folgenden Kapitel erfolgt die Darstellung und Diskussion der Ergebnisse aus der Datenabfrage bei Kantonen und Ämtern. In einem ersten Teil wird der aktuelle Stand der Datenlage zum Thema landwirtschaftliche Bewässerung in der Schweiz beleuchtet. Neben einem Überblick über die Datengrundlage, werden die Angaben zum Bewässerungsbedarf, zum Wasserdargebot und zur zeitlichen Entwicklung des Bewässerungsbedarfs ausgewertet und diskutiert. In einem zweiten Teil des Berichts wird anhand der Ergebnisse aus dem Workshop ein Vorschlag ausgearbeitet, wie künftig solche Daten erfasst werden können, um eine langfristige Ressourcenplanung zu ermöglichen, welche Nutzungskonflikten vorbeugt (Kapitel 6).

4.1 Vorhandene und dokumentierte Daten der kantonalen Stellen

Die Daten zur Bewässerung sind heterogen und lückig dokumentiert (s. Tabelle 2). Zusätzlich gibt es Unterschiede bei der Datenlage zu Grund- und Oberflächengewässern. Wie einleitend bereits erwähnt, wird auch im Folgenden nicht zwischen der Datenlage von Grund- und Oberflächengewässern unterschieden.

Grundsätzlich können die Kantone definieren, wo im Kanton wichtige Regionen für die landwirtschaftliche Bewässerung liegen. Die Angaben zu den für die Bewässerung wichtigen Regionen im Kanton basieren in diesem Bericht auf den Angaben zu den Entnahmestandorten oder auf Erfahrungswerten. Die meisten Kantone verfügen über georeferenzierte Daten zu den Entnahmestandorten im Rahmen von Konzessionen und Bewilligungen. Die Angaben zum Entnahmestandort liegen jedoch nicht in jedem Fall georeferenziert vor, wobei in diesen Fällen die Gemeinde, in welcher das Wasser entnommen wird, bekannt ist. In 13 der 17 (76%) befragten Kantone sind die Entnahmestandorte innerhalb der Konzessionen und Bewilligungen georeferenziert bekannt. In den Kantonen LU, SH und TG sind die Entnahmestandorte nicht georeferenziert bekannt, im vorliegenden Bericht wurden die Koordinaten des Orts verwendet. Aus dem Kanton GE liegen keine Angaben zu den Entnahmestandorten vor.

In 12 der 17 (71%) befragten Kantonen sind neben den Entnahmestandorten auch Daten zu den maximal konzessionierten Förderrechten im Rahmen von Konzessionen und Bewilligungen vorhanden (l/min), jedoch nicht in jedem Fall für Entnahmen aus Grund- und Oberflächengewässern. Die effektiv entnommene Wassermenge (m³) wird in fünf der 17 (29%) befragten Kantonen erhoben. Angaben zum bewässerten Perimeter innerhalb der Konzession beziehungsweise Bewilligung sind in drei von 17 (18%) Kantonen bekannt, jedoch nicht georeferenziert und parzellenscharf.

In keinem der befragten Kantone werden Informationen auf Ebene Kultur erhoben. Anhand der kantonal erhobenen Daten ist es daher nicht möglich, Aussagen über die Relevanz der Kulturen für die landwirtschaftliche Bewässerung zu treffen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass es sich bei den bewässerten Kulturen hauptsächlich um Spezialkulturen wie Freilandgemüse oder Beeren und Obstkulturen, sowie um Kartoffeln und weitere bewässerungswürdige Ackerkulturen handelt. Je nach Kanton spielen ebenfalls traditionelle Bewässerungsformen im Futterbau eine wichtige Rolle. Auf die Bewässerung im Futterbau wird im vorliegenden Bericht nicht spezifisch eingegangen.

Die Anzahl genehmigter Bewässerungsprojekte im Talgebiet seit 2003, welche durch den Bund finanziell unterstützt wurden, ist für alle 17 befragten Kantone bekannt. Dabei wurden jedoch nicht in jedem Kanton Bewässerungsprojekte realisiert und durch den Bund finanziell unterstützt (s. Kapitel 4.4.3). 11 der 17 (65%) befragten Kantone planen eine Wasserstrategie zur Vergabe von Nutzungsrechten oder haben diese bereits realisiert. Die kantonalen Strategien zur Wassernutzung sind häufig nicht spezifisch für die Landwirtschaft.

Tabelle 2 : Übersicht über die Datengrundlage zu Wasserentnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung aus Grund- und Oberflächengewässern. Abgefragt wurden Informationen zu den Entnahmestandorten, zur maximal konzessionierten Entnahmemenge, zu den verhängten Entnahmestopps, zu vergangenen und laufenden Infrastrukturprojekten (BLW 2022), zur Strategie bei der Vergabe von Nutzungsrechten (bestehend oder geplant) und zu den für die Bewässerung relevanten Informationen. Grüne Felder weisen auf vorhandene Daten, orange auf teilweise vorhandene oder lückig vorhandene Daten und rote auf fehlende Daten hin. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022.

Kanton	Wichtige Regionen für Bewässerung bekannt	Anzahl genehmigte Bewässerungsprojekte seit 2003 im Talgebiet	Strategie bei der Vergabe von Nutzungsrechten bestehend oder geplant	Ø Kosten für Bewässerungsprojekte seit 2003 im Talgebiet	Anzahl Entnahmeverbote 2017 - 2022	Entnahmestandorte im Rahmen von Konzessionen/ Bewilligungen (georeferenziert)	max. konzessionierte Förderrechte in l/min	Informationen zur effektiv entnommenen Menge in m ³	Informationen zum bewässerten Perimeter (in ha)
AG									
BE									
BL									
FR									
GE									
GR									
LU									
NE									
SG									
SH									
SO									
TG									
TI									
VD									
VS									
ZG									
ZH								*	

*Bei Entnahmen >1000 l/min

4.2 Bewässerungsbedarf

Anhand der Daten aus der kantonalen Befragung soll ermittelt werden, inwiefern es möglich ist, den aktuellen Bewässerungsbedarf pro Kanton darzustellen. Ebenfalls soll aufgezeigt werden, welche Daten in welchen Kantonen im Zusammenhang mit dem landwirtschaftlichen Bewässerungsbedarf zum heutigen Zeitpunkt erhoben werden.

4.2.1 Regionen mit Bewässerung

In Abbildung 6 sind die für die landwirtschaftliche Bewässerung relevanten Gebieten eingezeichnet (hellrot). Die Regionen wurden anhand der Aussagen der befragten kantonalen Stellen eingezeichnet. Ebenfalls aus der Grafik zu entnehmen sind die Gebiete, in welchen effektiv Wasser für die landwirtschaftliche Bewässerung entnommen wird (dunkelrot). Gebiete, in welchen effektiv Wasser entnommen wird, wurden anhand der Informationen zu den Entnahmestandorten eingezeichnet. Aus der Abbildung 6 kann entnommen werden, dass nicht in jedem Kanton die Aussagen der kantonalen Stellen mit den effektiv für die landwirtschaftliche Bewässerung wichtigen Gebiete übereinstimmen.

Bei der Interpretation der Abbildung gilt es zu beachten, dass Entnahmestellen für die Bewässerung aus dem Trinkwassernetz nicht vorliegen. Zudem sind nicht von allen Kantonen Daten für die Entnahme aus Oberflächen- und Grundwasserquellen bekannt (s. Abbildung 18). Weiter fehlen bei den meisten Entnahmestandorten die Angaben zur bewässerten Fläche (s. Abbildung 13). Abschliessend gilt es zu beachten, dass die kantonalen Stellen die Gebiete nicht selbständig eingezeichnet haben, sondern anhand deren Aussage nachträglich und zur Veranschaulichung eingezeichnet wurden. Es ist also davon auszugehen, dass die Lage sowie die genaue Grösse der hellroten Gebiete je nach Kanton abweichen. Im Kanton GE liegen keine Angaben zu den Entnahmestandorten vor.

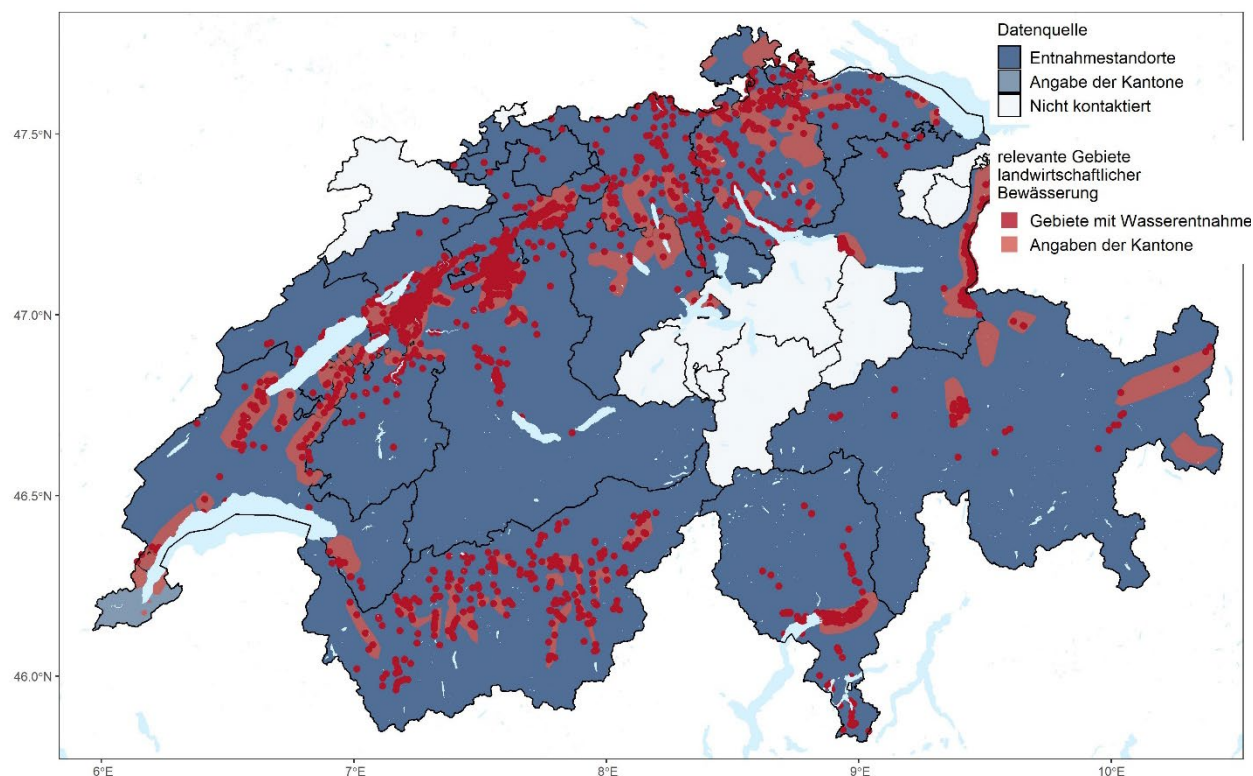


Abbildung 6 : Wichtige Regionen für landwirtschaftliche Bewässerung Schweiz, anhand der Aussagen der kantonalen Stellen (hellrot) und Gebiete mit effektiver Wasserentnahme für die landwirtschaftliche Bewässerung (dunkelrot) anhand der Angaben zu den konzessionierten oder bewilligten Entnahmestandorten aus Grund- und Oberflächengewässern. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022.

Wichtige Regionen für die Bewässerung in den Kantonen Aargau (AG) und Solothurn (SO) sind beispielsweise das Bünz-, Suhre- und Wynental sowie das Gebiet zwischen Oensingen und Egerkingen (Bau-, Verkehrs- und Umweltdepartement Aargau 2021, persönliche Mitteilung; Amt für Umwelt Solothurn 2021, persönliche Mitteilung). Im Kanton Bern (BE) spielt unter anderem, wie aus der Abbildung 6 zu entnehmen ist, das Berner Seeland eine wichtige Rolle für die Bewässerung (Amt für Umwelt Bern 2022, persönliche Mitteilung). In den Kantonen FR, BE und VD spielen die Regionen Broye, Plaine de l'Orbe, La Côte und das Seeland eine zentrale Rolle in der Bewässerung (Amt für Umwelt Kanton Freiburg 2017; Umwelt und Sicherheitsdepartement Waadt 2021, persönliche Mitteilung). In der Ostschweiz sind die Regionen Rheintal, Bodensee, und Linthebene sowie die Regionen Domleschg und Val Müstair wichtig für die landwirtschaftliche Bewässerung (Amt für Natur und Umwelt Graubünden 2021, persönliche Mitteilung).

Ein Vergleich mit den Klimaeignungskarten für Spezialkulturen und Kartoffeln zeigt, dass sich die wichtigen Regionen für die landwirtschaftliche Bewässerung grösstenteils mit den geeigneten Anbaubereichen überschneiden (Abbildung 7). Dies zeigen auch die effektiven Anbauflächen an bewässerungswürdigen Kulturen wie Kartoffeln, Gemüse, Obst und Beeren (s. Abbildung 9): Regionen mit hohen Anteilen an bewässerungswürdigen Kulturen sind folglich meist auch Regionen, in denen aktuell bewässert wird. Im Kanton TI sowie im Bereich des Juragürtels bis auf die Höhe von Nyon stimmen die Aussagen der Abbildung 6 sehr gut mit den Klimaeignungskarten überein. Ebenso im Mittelland. Im Kanton JU findet aktuell keine grossflächige Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen statt, obwohl bewässerungswürdige Kulturen auf einer verhältnismässig kleinen Fläche angebaut werden (Amt für Agrarwirtschaft Kanton Jura 2022, persönliche Mitteilung). In den Kantonen VS und GR wird hingegen Wasser für Bewässerung genutzt, obwohl die Kantone grösstenteils als begrenzt geeignet bis ungeeignet für Kartoffeln und Spezialkulturen gelten. Entscheidend ins Gewicht fällt hier möglicherweise die Bewässerung von Futterflächen. Auffallend ist dabei, dass die Wasserentnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung im Kanton VS über den ganzen Kanton verteilt sind (Abbildung 6) und sich nicht auf das Rohnetal begrenzen, welches sich für den Anbau von Spezialkulturen und Kartoffeln eignet.

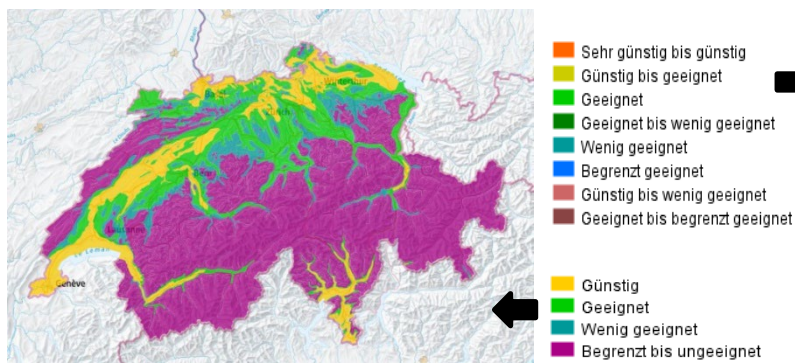


Abbildung 7 : Klimaeignung Spezialkulturen Massstab 1: 200'000. Quelle: swisstopo 2008a

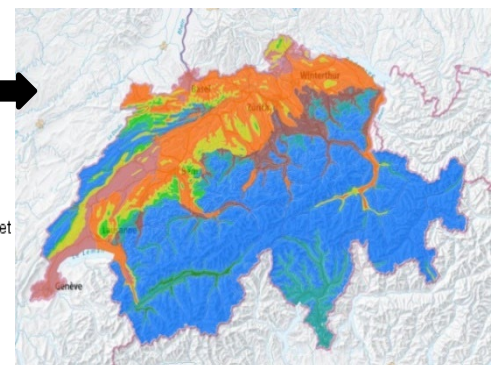
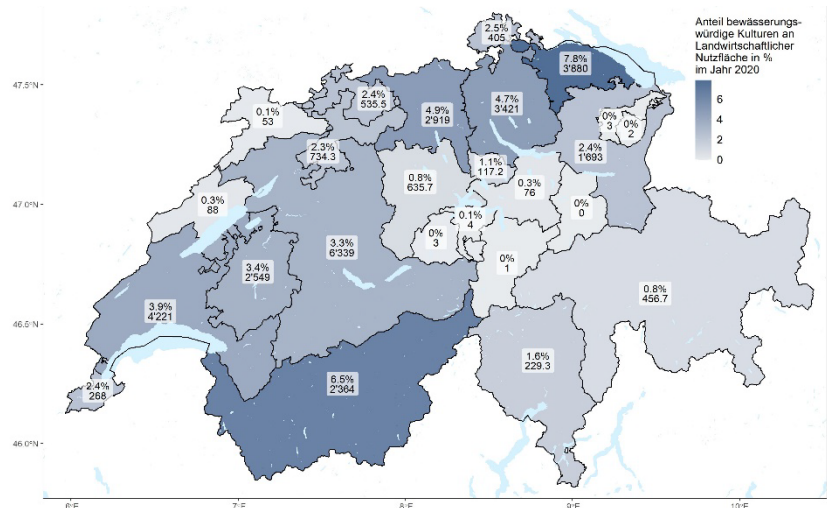


Abbildung 8 : Klimaeignung Kartoffeln Massstab 1: 200'000. Aufteilung Klimaeignung nach Klimazonen. Quelle: swisstopo 2008b

Grundsätzlich ist zu erwarten, dass der gemäss Fuhrer et al. 2014 modellierte Bewässerungsbedarf zwischen 1980 und 2006 von 150 Mio. m³ Wasser den tatsächlichen Bewässerungsbedarf deutlich überschätzt. Im Vergleich der Informationen aus Abbildung 9 mit dem modellierten Bewässerungsbedarf pro Kanton von Fuhrer und Calanca 2014 Abbildung 10, wird deutlich, dass heute nicht in allen Regionen für welche ein Bedarf modelliert wurde, bewässert wird oder bewässert werden kann. Ein Beispiel für eine solche Region ist der Kanton Jura. Gemäss Amt für Agrarwirtschaft Kanton Jura 2022, persönliche Mitteilung wird heute auf den grösseren ackerbaulich genutzten Flächen nicht bewässert. Aktuell laufen Bedürfnisabklärungen bei den Betriebsleitenden zum Thema (Amt für Agrarwirtschaft Kanton Jura 2022, persönliche Mitteilung).

4.2.2 Effektiv entnommene Menge Wasser in Kubikmeter

Daten zur jährlich effektiv entnommenen Menge Wasser in Kubikmeter (m³) werden in den Kantonen AG, Schaffhausen (SH), Thurgau (TG) und Zug (ZG) und Zürich (ZH) erhoben. Im Kanton ZH wird die effektiv entnommene Menge ab einer Pumpleistung >1000l/min erhoben. Berücksichtigt und blau (ja) in der Abbildung 11 eingefärbt wurden ausschliesslich Kantone, in welchen Angaben zu den entnommenen Wassermengen in m³ vorliegen. Im Kanton SH beispielsweise, wurden alle Wasserbezüger, welche Wasser aus Oberflächengewässern beziehen, aufgefordert, ihren Wasserverbrauch mit Wasseruhren zu ermitteln (Tiefbau Schaffhausen 2020, persönliche Mitteilung). Im Kanton AG ist ausschliesslich die effektiv entnommene Wassermenge aus dem Grundwasser bekannt. Inwiefern die tatsächlich entnommene Wassermenge aus den Oberflächengewässern aufgezeichnet wird, ist nicht bekannt. Im Kanton TG wurden die Entnahmen aus Grund- und Oberflächengewässern erfasst. Im Kanton ZG handelt es sich um Notbewilligungen im Trockenjahr 2018. In den Kantonen BE, BL, FR, GR, Luzern (LU), Neuchâtel (NE), St. Gallen (SG), SO, Tessin (TI), VD und VS werden die effektiv entnommenen Wassermengen nicht aufgezeichnet. Aus allen anderen Kantonen liegen keine Daten zur effektiv entnommenen Wassermenge innerhalb von Konzessionen vor. Die in Abbildung 11 angegebenen Bezugsmengen beziehen sich aufs Trockenjahr 2018. Der Vergleich mit Bezugsmengen aus anderen Jahren (s. Kapitel 4.4.1) verdeutlicht, dass es sich um eines der Jahre mit den höchsten Bezugsmengen handelt.



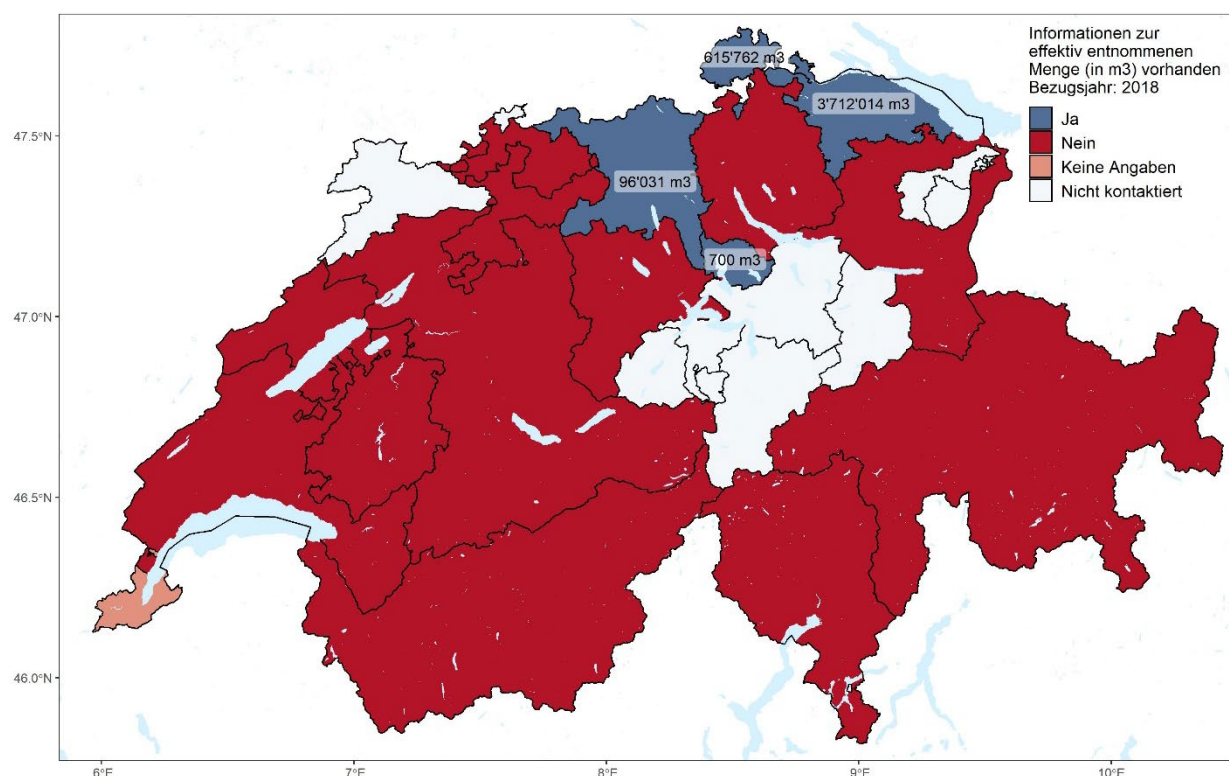
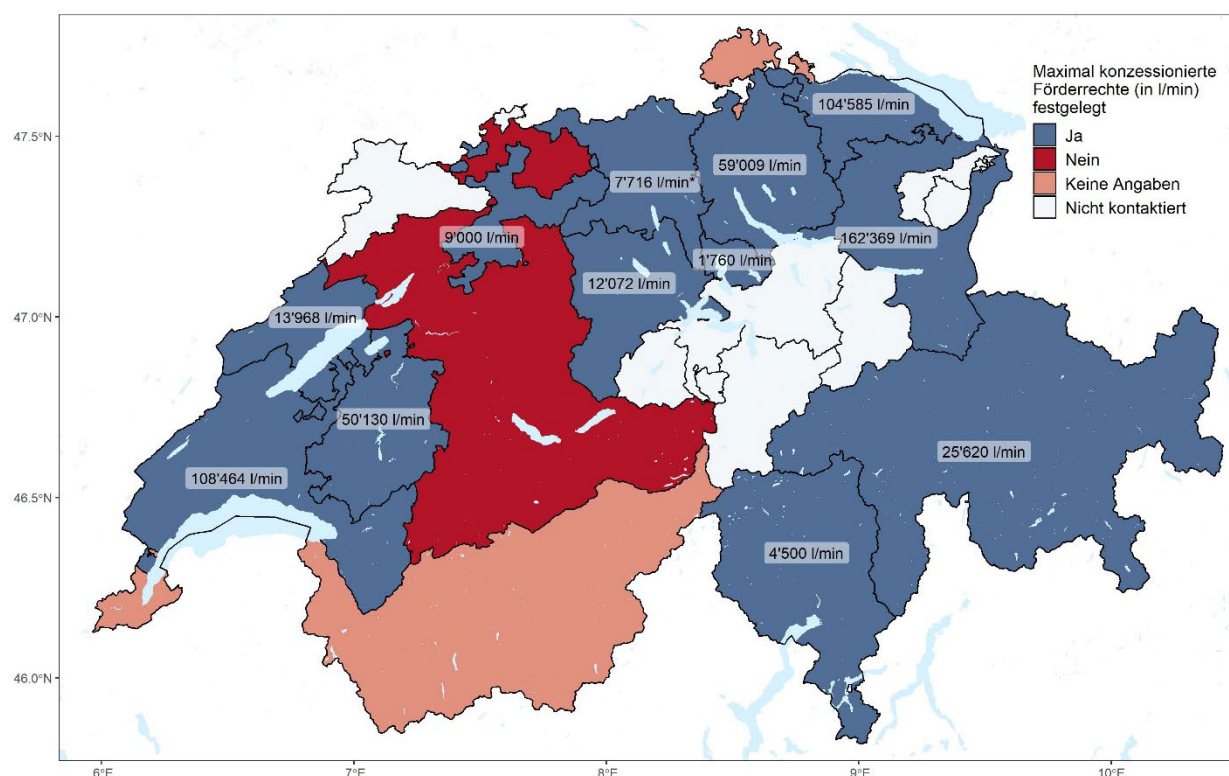


Abbildung 11 : Aufzeichnung der effektiv entnommenen Wassermenge für die landwirtschaftliche Bewässerung fürs Bezugsjahr 2018. Blau eingefärbt sind alle Kantone, in welchen die effektiv entnommene Wassermenge in m³ vorliegt. Alle anderen Einheiten wurden nicht berücksichtigt. Im Kanton Aargau sind lediglich die Mengen bei Grundwasserentnahmen bekannt, in den Kantonen SH und TG die gesamten Entnahmen, im Kanton ZG temporäre Entnahmen aus Oberflächengewässern. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022.

4.2.3 Maximal konzessionierte Förderrechte

Die konzessionierten Förderrechte geben an, wie viel Wasser maximal innerhalb einer besagten Konzession entnommen werden darf. Dabei kommt es im Grossteil der Kantone vor, dass innerhalb einer Konzession an mehreren Entnahmestandorten Wasser zu Bewässerungszwecken entnommen wird. In der Abbildung 12 wurden ausschliesslich Kantone blau (Ja) eingefärbt, in welchen die Angaben in Liter pro Minute (l/min) vorlagen. Die konzessionierten Förderrechte in l/min ist in den Kantonen AG, FR, GR, LU, Neuenburg (NE), SG, SO, TG, TI, VD, ZG und ZH bekannt. In allen anderen befragten Kantonen sind sie nicht bekannt. Für den Kanton AG sind ausschliesslich die konzessionierten Förderrechte in l/min für das Grundwasser bekannt. Für die Entnahmen aus den Oberflächengewässern liegen keine Informationen zu den konzessionierten Förderrechten vor.

Anhand der Summe aller konzessionierten Entnahmerechte pro Kanton ist keine Aussage über den absoluten Wasserbedarf für Bewässerungszwecke pro Kanton möglich. So werden im Kanton BE beispielsweise im Rahmen von Konzessionen nur Gesamtkonzessionen mit mehreren Endverbrauchern erfasst. Temporäre Wasserentnahmen und Wasserentnahmen von Einzelbezüglern sind nicht aufgeführt. Es ist daher anzunehmen, dass die effektiv entnommene Wassermenge für die landwirtschaftliche Bewässerung die Summe der konzessionierten Entnahmerechte pro Kanton übersteigt (Amt für Umwelt Bern 2022, persönliche Mitteilung).



*Nur Entnahmen aus Grundwasser, Konzessionierte Förderrechte in l/min aus Oberflächengewässer sind nicht bekannt

Abbildung 12: Kenntnis über konzessionierte Förderrechte für die landwirtschaftlichen Bewässerung pro Kanton. Blau eingefärbt sind alle Kantone, in welchen die Daten in l/min vorliegen. Alle anderen Einheiten wurden nicht berücksichtigt. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022

In der Tabelle 3 sind die Angaben aus den Kantonen zur effektiv entnommenen Menge und zur Konzessionierten Menge verglichen mit Werten aus der Literatur (Fuhrer 2010; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung). Insbesondere beim Vergleich der Angaben zur effektiv entnommenen Menge in m^3 mit dem modellierten Bewässerungsbedarf in m^3 von Fuhrer 2010 wird deutlich, dass der modellierte Bewässerungsbedarf von insgesamt 150 Mio. m^3 überschätzt wird. Bei der Interpretation der Daten gilt es zu beachten, dass die Angaben zur effektiv entnommenen Menge und zu den konzessionierten Förderrechten nicht immer vollständig sind. Dennoch ist davon auszugehen, dass der modellierte Bewässerungsbedarf deutlich über dem aktuell tatsächlichen Bewässerungsbedarf liegt. Beim Vergleich der konzessionierten Förderrechte in l/min zwischen den Kantonen gilt es zu beachten, dass beispielsweise im Kanton TG die Summierten Förderrechte sehr hoch sind. Gemäss Amt für Umwelt Kanton Thurgau 10.02.23, persönliche Mitteilung ist dies auf die Frostberegnung zurückzuführen. Für die Frostberegnung sind hohe Förderleistungen nötig, die effektiv entnommene Wassermenge ist jedoch vergleichsweise gering. Weiter gilt es zu beachten, dass der Wasserbezug zu Frostberegnung im Frühjahr stattfindet und nicht in den Sommermonaten. Inwiefern die Frostberegnung die Angaben zu den konzessionierten Förderrechten beeinflusst, ist nicht bekannt.

Tabelle 3 : Vorhandene Daten der kontaktierten Kantone zu den Konzessionierte Förderrechten in l/min und effektiv bewässerter Menge in m³ pro Kanton (Bezugsjahr 2018) im Vergleich zum modellierten Bewässerungsbedarf pro Kanton (Führer 2010) und der bewässerten Fläche gemäss LBZ 2020 (Zesiger 2022, persönliche Mitteilung). Insbesondere Daten zur effektiv bewässerten Menge in m³ liegen nur aus wenigen Kantonen vor. Zudem liegen meist nicht Daten zu den gesamten Entnahmen für landwirtschaftliche Bewässerung vor, sondern nur Angaben zu einzelnen Bezugsquellen. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022.

Kanton	Effektiv bewässerte Fläche in ha (Zesiger 2022, persönliche Mitteilung)	Konzessionierte Förderrechte in l/min	Effektiv entnommene Menge m ³ (Bezugsjahr 2018)	Bewässerungsbedarf gemäss Modellierung in m ³ (Mittelwert 1980-2006) (Führer 2010)
Aargau	2'708	7'716*	96'031	8'300'000
Bern	6'631	-	-	22'000'000
Basel-Landschaft	339	-	-	4'000'000
Basel-Stadt	-	-	-	100'000
Fribourg	5'754	50'130	-	10'400'000
Genf	796	-	-	1'900'000
Graubünden	2'964	25'620	-	13'800'000
Luzern	630	12'072	-	7'500'000
Neuchâtel	1'628	13'968	-	3'900'000
St. Gallen	891	162'369	-	10'900'000
Schaffhausen	410	-	615'762	2'700'000
Solothurn	923	9'000	-	4'000'000
Thurgau	2'744	104'585	3'712'014	4'800'000
Ticino	650	4'500	-	1'800'000
Waadt	6'297	108'464	-	22'600'000
Wallis	10'467	-	-	10'400'000
Zug	200	1'760	700	1'000'000
Zürich	3'076	59'009	-	8'100'000
Summe	47'108 ha	559'193 l/min	4'424'507 m³	138'200'000 m³

*Nur Entnahmen aus Grundwasser, Konzessionierte Förderrechte in l/min aus Oberflächengewässer sind nicht bekannt

4.2.4 Bewässerte Fläche im Rahmen von Konzessionen

Die Fläche, welche im Rahmen von Konzessionen bewässert wird, ist in den Kantonen BE, LU, VD und ZG bekannt. In allen vier Kantonen ist die Fläche jedoch nicht georeferenziert erhoben, sondern in Hektar beziehungsweise Quadratmeter. Im Kanton FR ist ausschliesslich die bewässerte Fläche innerhalb der Bewässerungsgenossenschaften bekannt (Amt für Umwelt Kanton Freiburg 2017). Ebenfalls gilt es anzumerken, dass beim Kanton LU bei über 50% der erfassten Konzessionen zur Wasserentnahme keine Flächenangaben vermerkt sind. Keine Flächenangaben haben die Konzessionen, welche über die öffentliche Trinkwasserversorgung beziehungsweise aus eigenem Quellwasser bewässert werden (Amt für Umwelt und Energie Luzern 2022, persönliche Mitteilung). Aus diesem Grund ist anzunehmen, dass die tatsächlich bewässerte Fläche deutlich über den in der Abbildung 13 ersichtlichen 115ha liegt.

Die Spannweite der bewässerten Fläche innerhalb von Konzessionen im Kanton BE beträgt zwischen 1 und 274 Hektaren bei den Konzessionen aus Grundwasser und zwischen 1 und 223 Hektaren bei der Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern (Amt für Umwelt Bern 2022, persönliche Mitteilung). Im Kanton LU umfasst die kleinste Konzession 1 Hektare und die grösste Konzession 10 Hektaren. Es gilt

anzumerken, dass nicht für alle Konzessionen Informationen zur Fläche vorhanden sind, da der Schwerpunkt bei der Datenabfrage auf die Wassermenge gelegt wird (Amt für Umwelt und Energie Luzern 2022, persönliche Mitteilung). Die Bewässerungsgenossenschaft mit der kleinsten Fläche 2016 im Kanton FR ist die Genossenschaft Vully mit 50 Hektaren. Die mit der grössten Fläche ist die Bewässerungsgenossenschaft Delley-Portalban mit rund 1500 Hektaren (Amt für Umwelt Kanton Freiburg 2017).

In den Kantonen AG, BL, GR, Neuchâtel (NE), SO, TI, VS und ZH sind die bewässerten Flächen im Rahmen der ausgestellten Konzessionen nicht bekannt. Im Kanton TG sind die bewässerten Flächen bekannt, uns fehlen jedoch Angaben zu der bewässerten Fläche in Hektar (ha). Aus den Kantonen SH, St. Gallen (SG) und GE fehlen die Angaben.

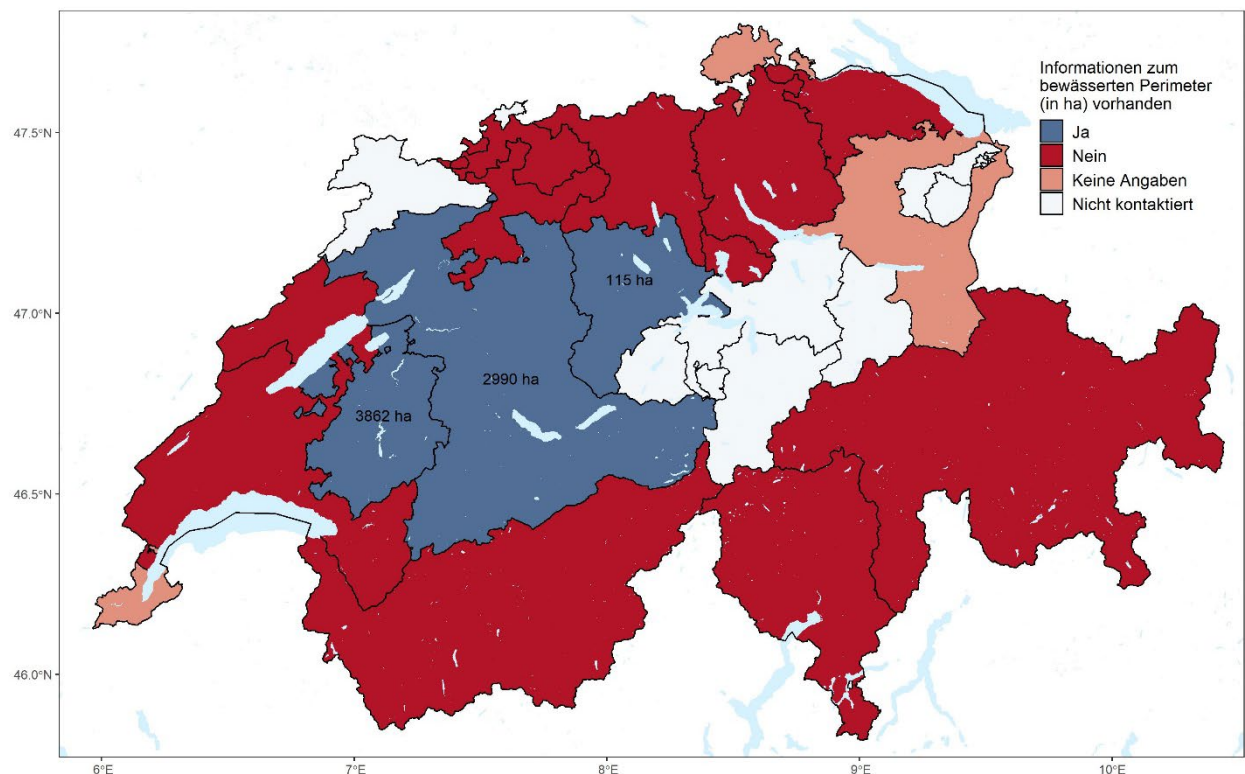


Abbildung 13 : Informationen zu Flächenangaben innerhalb von Konzessionen vorhanden, Übersicht pro Kanton. Flächenangaben Kanton Freiburg (FR) bewässerte Flächen im Jahr 2016 innerhalb von Bewässerungsgenossenschaften. Angaben Kanton Luzern (LU) bewässerte Flächen Spezialkulturen ohne Flächen, welche aus Trinkwasser oder privaten Quellen bewässert werden. Quelle. Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022

Im Vergleich der Daten aus der Befragung der kantonalen Stellen mit den Daten aus Zesiger 2022, persönliche Mitteilung und Schweizer Bauernverband Agristat 2021 zeigt sich folgendes Bild:

Tabelle 4 : Vergleich Daten bewässerte Fläche Kantone Bern (BE), Freiburg (FR) und Luzern (LU) aus landwirtschaftlicher Betriebszählung 2020 und Datenabfrage kantonale Stellen 2022. Als bewässerungswürdig gelten Kartoffeln, Freilandgemüse, Obst und Beeren. Quelle: Schweizer Bauernverband Agristat 2021; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung, Datenabfrage kantonale Stellen, persönliche Mitteilung , eigene Darstellung 2022

Kanton	Fläche bewässerungswürdiger Kulturen im Kanton	Bewässerte Fläche gemäss LBZ 2020	Bewässerte Fläche gemäss Datenabfrage kantonale Stellen
BE	6'339 ha	6'631 ha	2'990 ha
FR	2'549 ha	5'754 ha	3'862 ha*
LU	636 ha	630 ha	115 ha
Summe	9'525 ha	13'015 ha	6'967 ha

*Bewässerbare Fläche

In allen drei Kantonen (BE, FR, LU), in welchen Angaben zur bewässerten beziehungsweise zur bewässerbaren Fläche vorliegen, liegen die Flächenangaben der kantonalen Stellen unter den Flächenangaben aus der landwirtschaftlichen Betriebszählung 2020. Auffallend ist, dass die Summe der Fläche aus der LBZ 2020 (13'015 ha) leicht über der Fläche der bewässerungswürdigen Kulturen an der Landwirtschaftlichen Nutzfläche liegt (9'525 ha). Im Kanton BE beziehen sich die 2990 ha ausschliesslich auf die Gesamtkonzessionen. Die innerhalb von Einzelkonzessionen bewässerten Flächen sind nicht in den 2990 ha enthalten (Amt für Umwelt Bern 2022, persönliche Mitteilung). Im Kanton Freiburg bezieht sich die Flächenangabe von 3'862 ha bewässerbare Fläche auf die innerhalb der Bewässerungsgenossenschaften bewässerbare Flächen im Jahr 2016. Alle Flächen, welche ausserhalb der Bewässerungsgenossenschaften als bewässerbar gelten, sind nicht enthalten (Amt für Umwelt Kanton Freiburg 2017). Im Kanton LU sind in den 115 ha die aus dem Trinkwasser beziehungsweise aus privaten Quellen bewässerten Flächen nicht enthalten. Es ist daher davon auszugehen, dass die effektiv bewässerte Fläche deutlich über den 115 ha liegt. Ebenfalls gilt es anhand der Rückmeldungen der Kantone anzumerken, dass die Zahlen aus der LBZ 2020 die tatsächlich bewässerte Fläche in den Kantonen überschätzten dürften.

4.3 Genutzte Wasserressourcen

4.3.1 Grundwasser für Bewässerungszwecke

In den Kantonen ZG, BL, LU, und SH wird kein, beziehungsweise nur in einzelnen Fällen (BL), respektive in einer Region (LU), Grundwasser zu Bewässerungszwecken verwendet, beziehungsweise ist es verboten Wasser aus dem Grundwasser für Bewässerungszwecke zu verwenden. Im Kanton SH wird im Projekt «Wasserzukunft Klettgau» geprüft, inwiefern künftig eine Bewässerung aus dem Grundwasser in diesem Gebiet langfristig tragbar wäre (Baudepartement Kanton Schaffhausen Abteilung Gewässer und Materialabbau 2022, persönliche Mitteilung). Im Kanton GR konzentriert sich die Wasserentnahme aus Grundwasser für die Landwirtschaft auf die zwei Regionen Rheintal und Domleschg (Amt für Natur und Umwelt Graubünden 2021, persönliche Mitteilung). Ebenfalls konzentriert auf einzelne Regionen ist die Grundwasserentnahme im Kanton SO, weil nur wenige Gebiete über ausreichend grosse Grundwasserreserven verfügen (Amt für Umwelt Solothurn 2021, persönliche Mitteilung). Restriktiv bei der Erteilung von Bewilligungen zur Wasserentnahme für die landwirtschaftliche Bewässerung aus Grundwasser gehen der Kanton ZH (AWEL Gewässerschutz Zürich 2021, persönliche Mitteilung) und FR vor (Amt für Landwirtschaft Kanton Freiburg 2022, persönliche Mitteilung).

In allen anderen Kantonen wird grundsätzlich Bewässerungswasser aus dem Grundwasser entnommen. Die Handhabung, Anzahl Konzessionen sowie die entnommenen Mengen variieren jedoch je nach Kanton stark. Im Kanton TI erfolgt die landwirtschaftliche Bewässerung in erster Linie aus Grundwasser. Ausnahmegewilligungen werden zur Wasserentnahme aus Oberflächengewässern ausgestellt (Amt für Gewässerschutz und Wasserversorgung Tessin 2021, persönliche Mitteilung). Vergleichbar mit dem

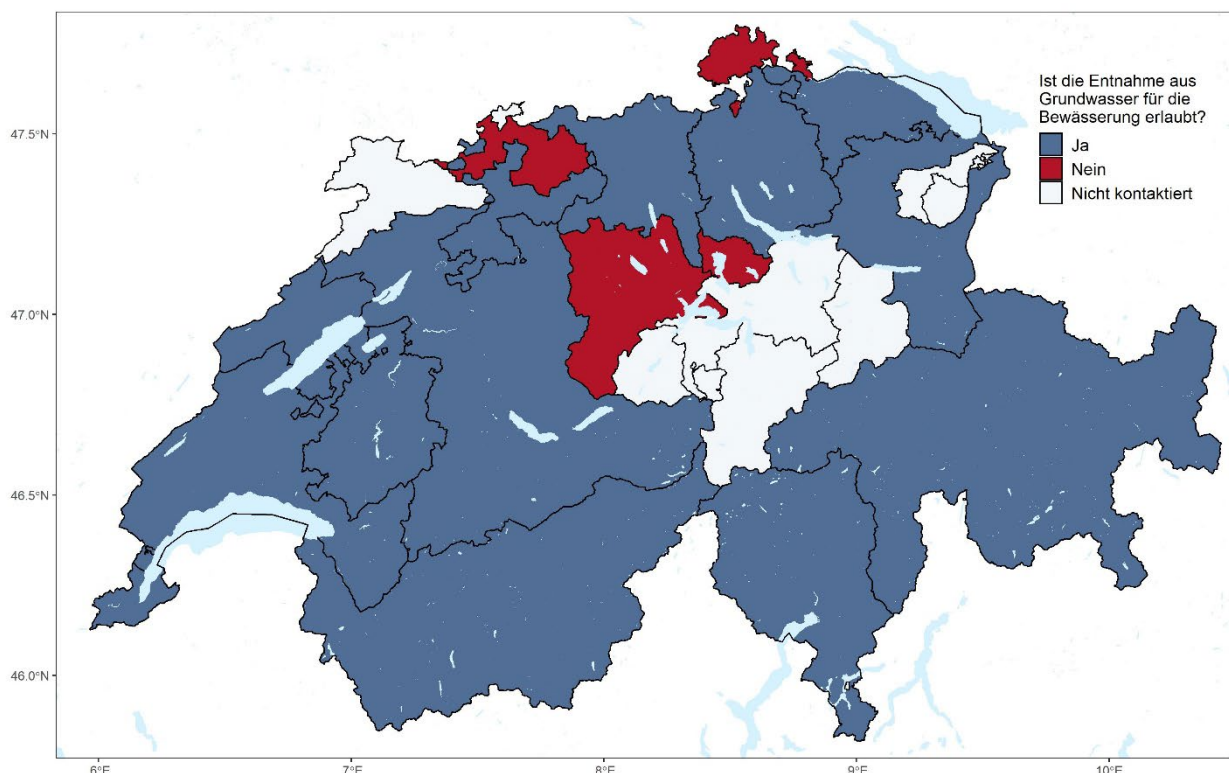


Abbildung 14 Rechtliche Regelung, ob Grundwasser für die landwirtschaftliche Bewässerung genutzt werden kann in den befragten Kantonen. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022

Kanton TI ist ab Ende 2023 der Kanton SG. Dieser gibt vor, dass ab Ende 2023 keine Wasserentnahmen zu Bewässerungszwecken aus Oberflächengewässern mehr erlaubt sind (Bau- und Umweltsdepartement St. Gallen 2021, persönliche Mitteilung). Im Kanton FR ist die Bewässerung aus Grundwasser ebenfalls erlaubt, bevorzugt für die Wasserentnahme zur landwirtschaftlichen Bewässerung sollen jedoch grössere stehende Gewässer oder Fließgewässer werden (Kanton Freiburg 2020).

4.3.2 Oberflächengewässer für Bewässerungszwecke

Anhand der kantonalen Daten, welche im Rahmen der telefonischen Befragung erhoben wurden und den ausgehändigten Daten, wurden die wichtigsten Oberflächengewässer, welche zu Bewässerungszwecken verwendet werden, identifiziert. Im Folgenden sind die Oberflächengewässer eingefärbt, in welchen für die landwirtschaftliche Bewässerung Wasser entnommen wird. Viele dieser Gewässer erstrecken sich über mehrere Kantone. Für eine umfassende Ressourcenplanung wären deshalb neben Bedarfsschätzung pro Kanton auch regionale Bedarfsschätzungen pro Gewässerraum wichtig. Im Seeland beispielsweise wäre es wichtig, neben dem Bewässerungsbedarf vom Kanton Bern den lokalen Bedarf im Einzugsgebiet vom Bielersee zu kennen, das sich über mehrere Kantone erstreckt.

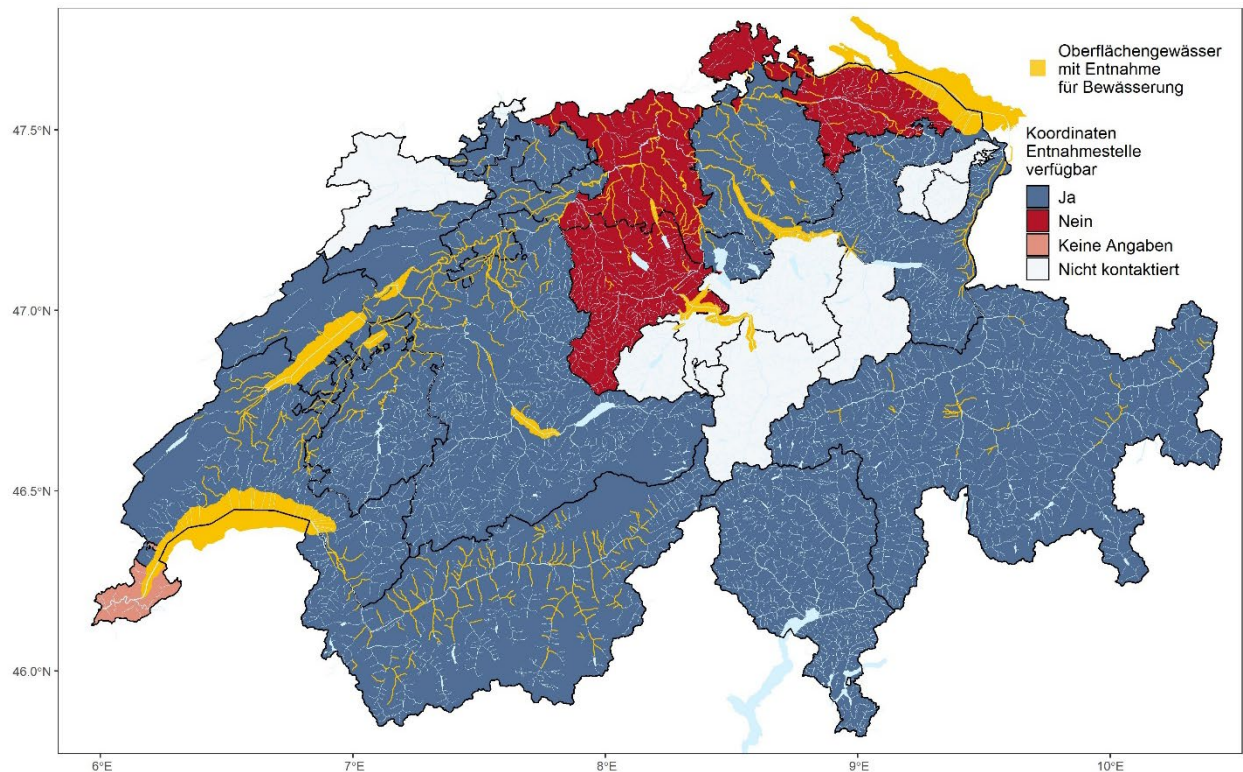


Abbildung 15 : Für landwirtschaftliche Bewässerung genutzte Oberflächengewässer in der Schweiz. Gewässerabschnitte wurden anhand der Entnahmestandorte hervorgehoben und gelb eingefärbt. Gewässer mit Distanz bis 500 m von bekannten Entnahmestandorten aus Oberflächengewässern wurden berücksichtigt. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022.

Werden die in der Abbildung 15 hervorgehobenen Gewässer mit der modellierten mittleren natürlichen monatlichen und jährlichen Abflussmenge in Abbildung 17 verglichen, zeigt sich, dass die Gewässerabschnitte mit höherer Abflussmenge sehr häufig für die landwirtschaftliche Bewässerung genutzt werden. Ein ähnliches Bild zeigt die Abbildung 16, in welcher die Gewässer in Abflussklasse eingeteilt wurden. Wie in der Abbildung 18 zu entnehmen ist, die landwirtschaftliche Bewässerung im Mittelland zentral. Verglichen mit anderen Regionen der Schweiz, sind im Mittelland über die Hälfte aller Fließgewässer in der Gewässerklassifikation als klein bis mittel eingestuft (BAFU 2013).

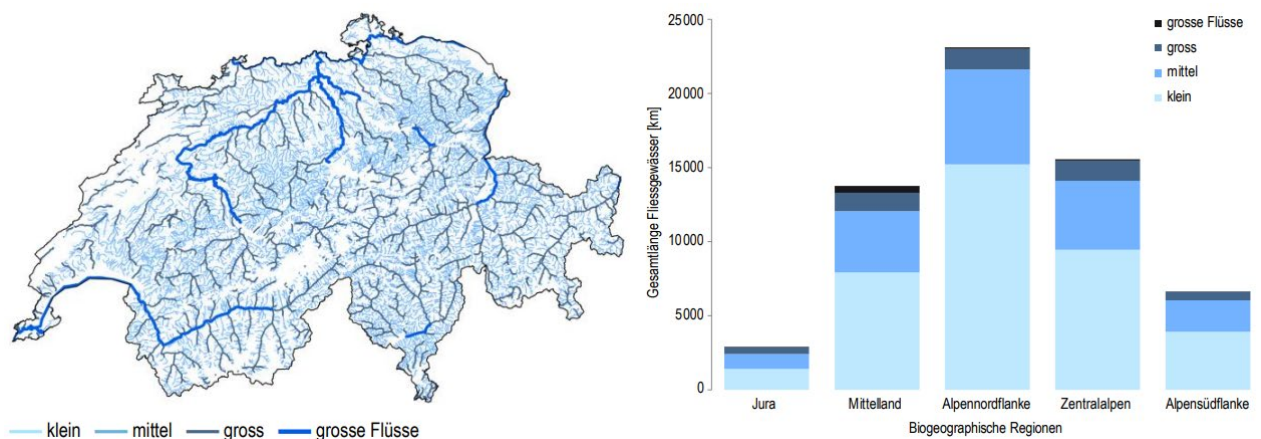


Abbildung 16 : Verteilung der Abflussklassen in die fünf biogeografischen Regionen der Schweiz. Quelle: BAFU 2013

Eines der wichtigen Fließgewässer für die landwirtschaftliche Bewässerung ist die Aare. Aus der Aare wird sowohl im Kanton AG wie auch im Kanton BE Wasser für die landwirtschaftliche Bewässerung entnommen. Ein weiteres wichtiges Fließgewässer, aus dem in mehreren Kantonen Wasser zu Bewässerungszwecken entnommen wird, ist die Thur. Aus ihr werden sowohl im Kanton ZH, wie auch in den Kantonen TG und Kanton SG Wasser zu Bewässerungszwecken entnommen. Wichtig für die Bewässerung im Kanton VS ist die Rhone (Dienststelle für Umwelt Wallis 2022, persönliche Mitteilung). Aus der Reuss wird in den Kantonen ZG und AG Wasser zu Bewässerungszwecken entnommen. Alle Wasserentnahmen aus der Reuss im Kanton ZG sind temporär und erfolgen grösstenteils mit dem Druckfass. Im Kanton ZG existieren keine andauernden Bewilligungen zur Wasserentnahme für die landwirtschaftliche Bewässerung. Anfragen für Wasserentnahmen bei anhaltender Trockenheit werden situativ und entsprechend der hydrologischen Verhältnisse beurteilt (Amt für Umwelt Zug 2022, persönliche Mitteilung). Der Rhein dient als Wasserquelle zur landwirtschaftlichen Bewässerung in den Kantonen SH, TG und ZH. In der Westschweiz spielen neben dem Neuenburgersee, dem Schaffenersee, dem Greizersee und dem Genfersee die Broye, die Arbogne und die Petite Glâne eine wichtige Rolle als Wasserquelle für die landwirtschaftliche Bewässerung. Alle anderen Gewässer, aus welchen Wasser zu Bewässerungszwecken entnommen wird, sind im Anhang (Kapitel 10.1.4) nach Kanton aufgeführt.

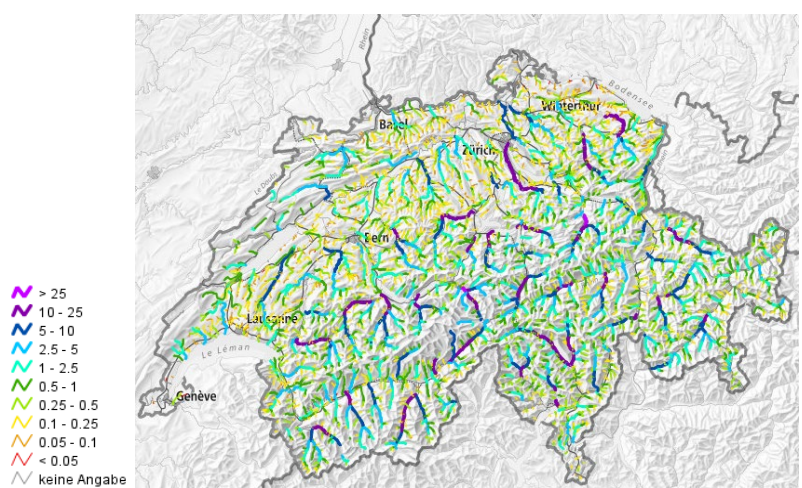


Abbildung 17 : Modellierter mittlere natürlicher monatlicher und jährlicher Abflüsse in m³/s für das Schweizer Gewässernetz. Quelle: swisstopo 2000

4.3.3 Entnahmestandorte im Rahmen von Konzessionen

Wie bereits im Kapitel 4.2.1 beschrieben, liegen die Entnahmestandorte für die landwirtschaftliche Bewässerung grösstenteils, jedoch mit einigen Ausnahmen, in den Hauptanbaugebieten von Kartoffeln, Freilandgemüsekulturen und Obst und Beeren. In der folgenden Abbildung (Abbildung 18) sind die Wasserentnahmestandorte für die landwirtschaftliche Bewässerung eingezeichnet. Es gilt zu beachten, dass nicht in allen Kantonen Informationen zu den Entnahmestandorten aus Grund- und Oberflächen-

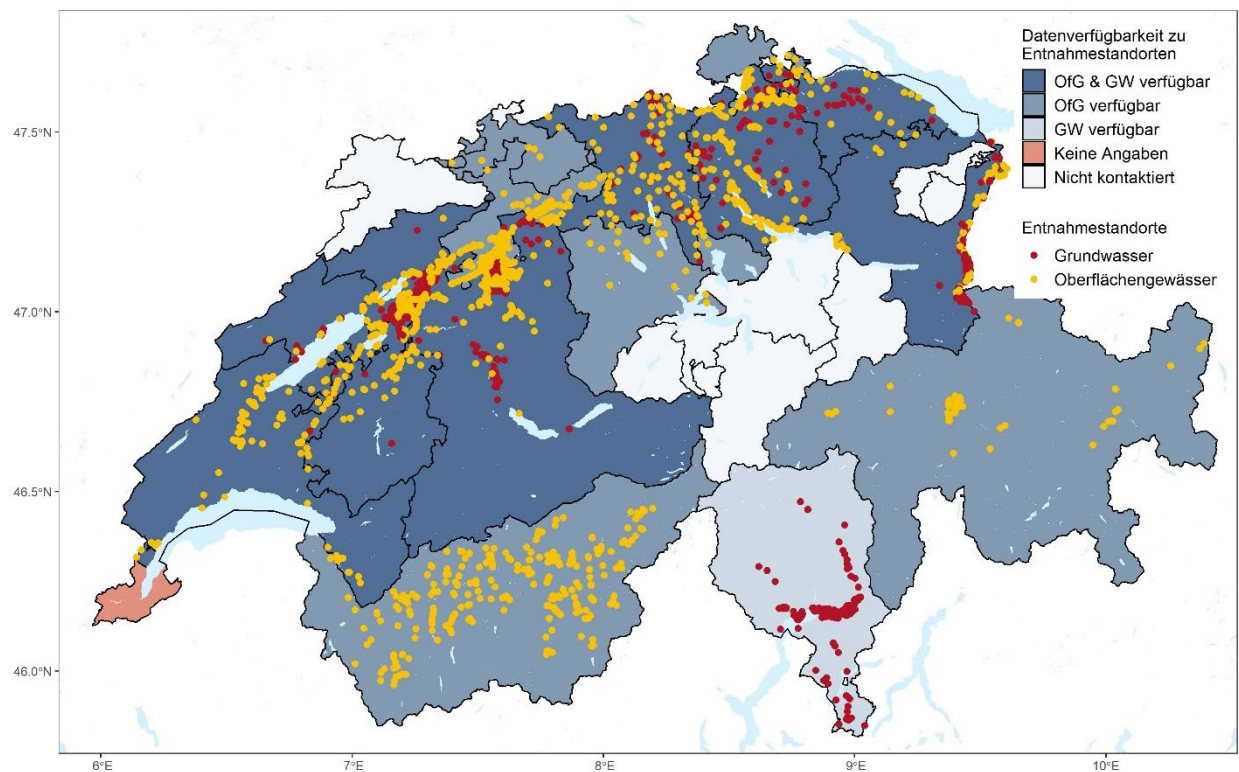


Abbildung 18 : Entnahmestandorte aus Grund- und Oberflächengewässern innerhalb von Konzessionen sofern die Daten vorhanden sind (s. Legende Datenverfügbarkeit). Punkte entsprechen georeferenzierten Entnahmestandorten beziehungsweise den Koordinaten des Ortes in den Kantonen AG, LU, SH und TG. Quelle: Befragung kantonaler Stellen. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022

gewässern vorhanden sind, obwohl Bewässerungswasser sowohl aus Oberflächengewässern, wie auch aus Grundwasser, entnommen wird.

Anhand der kantonal aufgezeichneten Daten war es nicht in jedem Fall möglich, Rückschlüsse auf den Entnahmestandort zu ziehen, da diese nicht durchgehend georeferenziert waren. In solchen Fällen wurde, insofern möglich, der Ortsname innerhalb der Konzession als Entnahmestandort definiert. Häufig wird in den Kantonen die Wasserentnahme zur landwirtschaftlichen Bewässerung nicht isoliert erfasst. Als Konsequenz war auch nach Rückfrage bei den kantonalen Stellen die Zuordnung der Wasserentnahmen nach Verbrauchssektor nicht immer möglich. Wasserentnahmen, welche nicht der landwirtschaftlichen Bewässerung zugeordnet werden konnten, wurden in der Abbildung 18 nicht berücksichtigt.

Es gilt bei der Interpretation der Daten ebenfalls zu beachten, dass es sich nicht bei jedem Entnahmestandort um eine einzelne Konzession handelt. Häufig sind in einer Konzession mehrere Entnahmestandorte erfasst. Diese Entnahmestandorte sind in der Abbildung 18 als einzelne Punkte ersichtlich. Dies zeigt sich beispielsweise im Kanton BE, wo eine Konzession zur Wasserentnahme aus Grundwasser und der Bewässerung von 274 Hektaren 79 Entnahmestandorte enthält. In einer anderen Konzession sind 89 Entnahmestandorte für Oberflächenwasser zur Bewässerung von 223 Hektaren zusammengefasst (Amt für Umwelt Bern 2022, persönliche Mitteilung).

Im Kanton GR liegen keine beziehungsweise sehr wenige Daten zur Wasserentnahme aus Grundwasser vor, daher sind einzig die Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern, welche den grössten Teil

ausmachen, in der Abbildung 18 ersichtlich. Im Kanton GR wird einzig in den Regionen Domleschg und Rheintal Wasser für die landwirtschaftliche Bewässerung aus dem Grundwasser entnommen. Es liegen keine weiteren Angaben zu den Wasserentnahmen vor. Auch im Kanton VS liegen keine Angaben zu Entnahmen aus Grundwasser vor. Im Kanton ZH sind ausschliesslich die Entnahmestandorte aus Oberflächengewässern in der Abbildung 18 berücksichtigt, welche eindeutig einer Wasserentnahme für die landwirtschaftliche Bewässerung zugeteilt werden konnten. Alle anderen Wasserentnahmen, welche nicht eindeutig der Landwirtschaft zugewiesen werden konnten, sind in der Abbildung nicht berücksichtigt. Im Kanton VD sind alle Wasserentnahmen aus dem Grundwasser im Programm GESRESAU erfasst. Der grösste Teil der Wasserentnahmen aus dem Grundwasser ist jedoch nicht für die landwirtschaftliche Bewässerung. Allgemein lässt sich für den Kanton VD anmerken, dass die Verwendung des entnommenen Wassers auf kantonaler Ebene nicht in jedem Fall bekannt ist. Informationen über die Verwendung des entnommenen Wassers werden auf Ebene Gemeinde erfasst (Umwelt und Sicherheitsdepartement Waadt 17.02.23, persönliche Mitteilung).

4.3.4 Auftreten von Entnahmeverboten

Abbildung 19 zeigt die regional ausgesprochenen Entnahmeverbote für die Landwirtschaftliche Bewässerung auf. Die Angaben decken sich mit den Arbeiten von BAFU 2021a. Zu keinen Entnahmeverboten ist es im Kanton TI gekommen, in dem die landwirtschaftliche Bewässerung in erster Linie aus Grundwasser erfolgt. In allen anderen befragten Kantonen wurden in den vergangenen Jahren Entnahmeeinschränkungen beziehungsweise Entnahmeverbote verhängt. Als Sonderfall ist der Kanton ZH zu erwähnen, von dem ausschliesslich Entnahmeverbote für Grundwasser bekannt sind. Für Oberflächengewässer sind aus den letzten Jahren keine Entnahmeverbote bekannt (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Zürich 2021, persönliche Mitteilung).

Die Kommunikation der Entnahmeverbote unterscheidet sich stark von Kanton zu Kanton. So wird beispielsweise im Kanton VD eine Liste mit allen Gewässern online publiziert, für welche ein Entnahmeverbot ausgesprochen wurde (Umwelt und Sicherheitsdepartement Waadt 2021, persönliche Mitteilung). Die Entnahmeverbote im Kanton VD werden jeweils mit den umliegenden Kantonen abgesprochen. In anderen Kantonen wird die Wasserentnahme manuell, beispielsweise durch Abdecken des Pumpschachtes mit einem Gitter, verhindert (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Zürich 2021, persönliche Mitteilung).

In trockenen Jahren besteht in einigen Kantonen zusätzlich die Möglichkeit Wasserressourcen zur Wasserentnahme für die landwirtschaftliche Bewässerung punktuell und temporär freizugeben. Aus der telefonischen Befragung geht hervor, dass beispielsweise im Kanton ZG temporäre Bewilligungen zur Wasserentnahme für die landwirtschaftliche Bewässerung ausgestellt werden (Amt für Umwelt Zug 2022, persönliche Mitteilung).

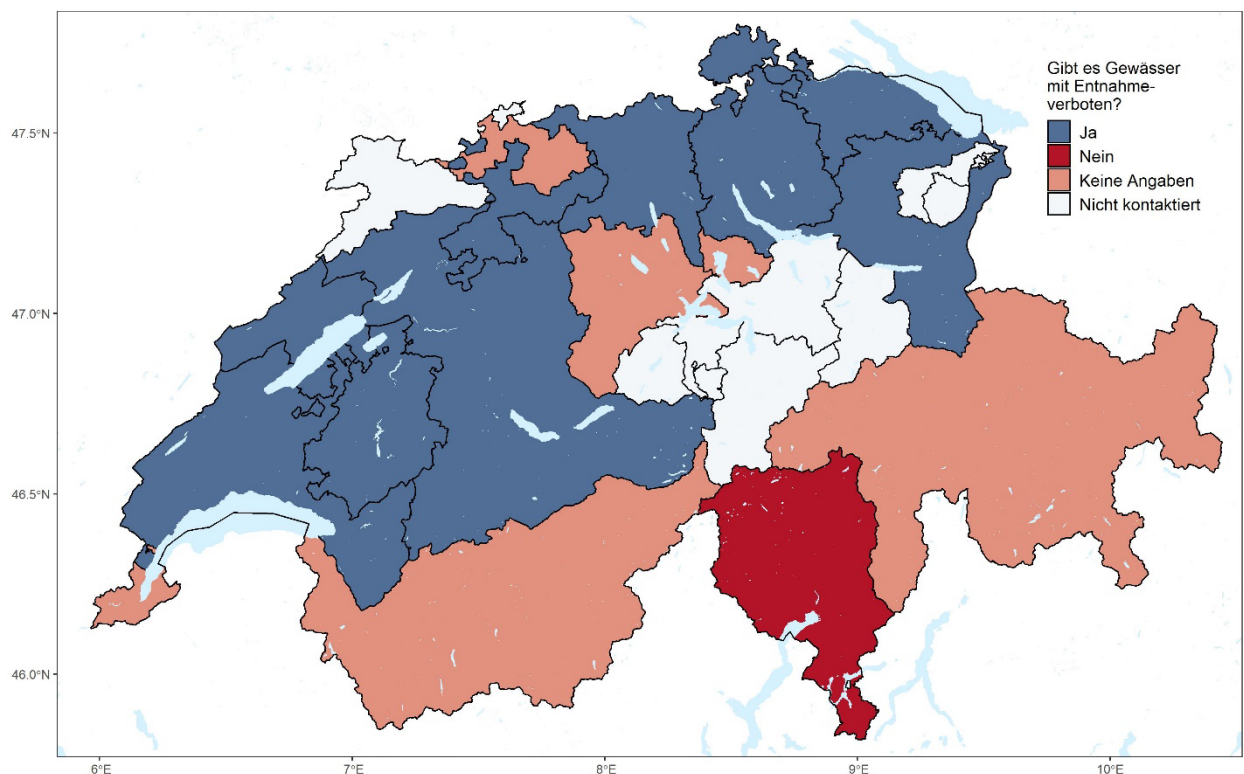


Abbildung 19: Übersicht Auftreten Entnahmeverbote in den vergangenen Jahren aus Oberflächengewässern nach Kanton. Quelle Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022.

4.3.5 Höhe Wasserpreis

Grundsätzlich werden die Wasserpreise durch die Gemeinden festgelegt und sie werden nicht auf kantonaler Ebene dokumentiert. Die Höhe des Wasserpreises pro Kubikmeter Wasser unterscheidet sich infolgedessen innerhalb des Kantons und von Kanton zu Kanton beziehungsweise von Gemeinde zu Gemeinde stark. Ebenfalls unterschiedlich ist die Verrechnung des Bewässerungswassers. So werden in einigen Kantonen Pauschalen pro bewässerte Fläche bezahlt oder aus Grundgebühr und Verbrauchsgebühr zusammengesetzte Preise verrechnet. Insbesondere bei Entnahmen aus Oberflächengewässern fallen oft Pauschalbeträge an, unabhängig von der verbrauchten Menge.

Im Kanton BE erfolgt die Verrechnung des Bewässerungswassers pauschal. Bezahlt werden CHF 20 pro Hektare bewässerte Fläche. Wie viel Wasser bewässert wurde, wird nicht in die Berechnung des Wasserpreises einbezogen (Amt für Umwelt Bern 2022, persönliche Mitteilung). Zusammengesetzt aus einer fixen Grundgebühr und einer Verbrauchsgebühr pro Kubikmeter Wasser ist der Wasserpreis im Kanton AG (Ecoplan und Sofies-Emac 2020).

Die Preise für das Bewässerungswasser unterscheiden sich zudem von Jahr zu Jahr. Die folgende Darstellung zeigt exemplarisch den Verlauf des Preises für Wasser, Wasserförderung und die Leitungsinfrastruktur zwischen 1995 und 2020 einer Bewässerungsgenossenschaft. Es gilt anzumerken, dass in diesem Beispiel mit steigender Menge Wasser der Wasserpreis pro m³ sinkt, weil die Fixkosten dann auf die höhere Bezugsmenge verteilt werden können.

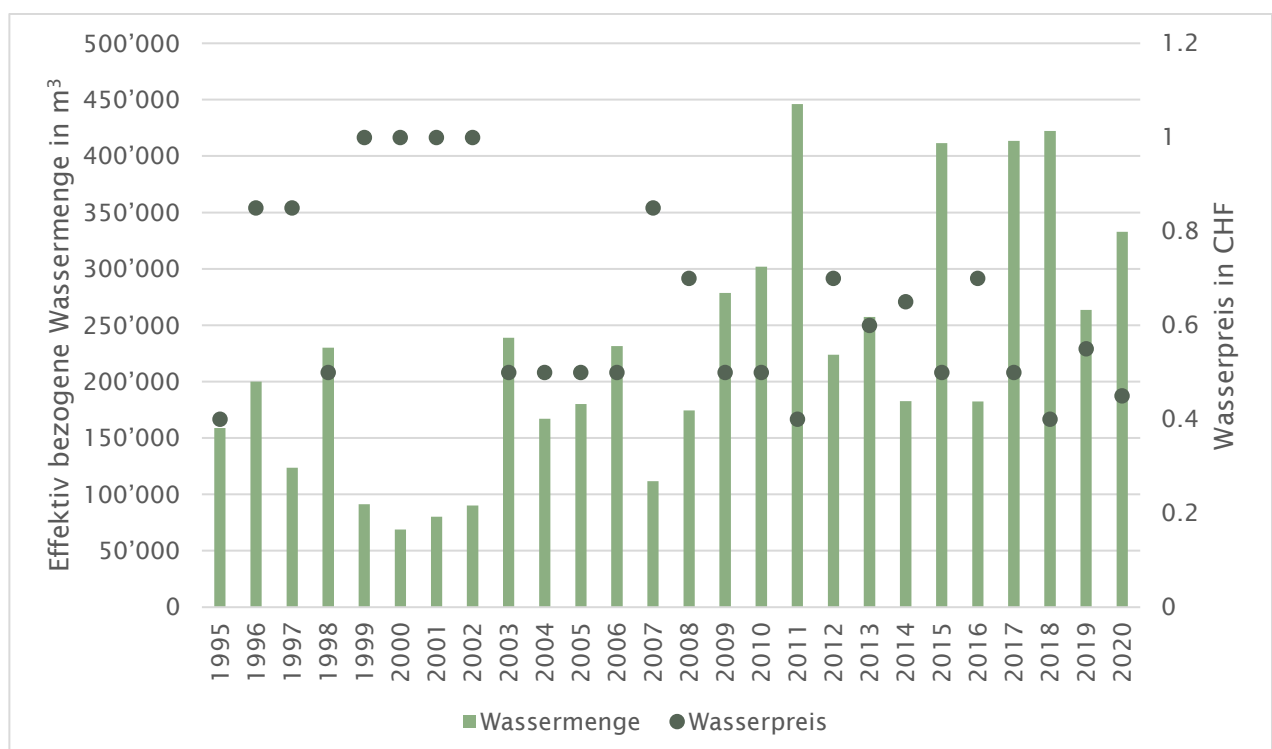


Abbildung 20 : Verlauf Wasserpreis in CHF und Wassermenge in m³ einer Bewässerungsgenossenschaft zwischen 1995 und 2020. Quelle: Bewässerungsgenossenschaft 2022, persönliche Mitteilung, eigene Darstellung 2022

4.4 Zeitliche Entwicklung Bewässerungsbedarf und genutzte Wasserquellen

Die zeitliche Entwicklung des Bewässerungsbedarf und der genutzten Wasserquellen lässt sich anhand der kantonalen Daten nicht aufzeigen. Heute wird der zeitliche Verlauf des Bewässerungsbedarfs mit Hilfe von Modellrechnungen abgeschätzt. Inwiefern die Entwicklung des Wasserbedarfs über die Anzahl erteilter Konzessionen pro Jahr abgeschätzt werden kann, lässt sich im Rahmen dieser Arbeit nicht beantworten. Aktuell fehlen Angaben zur Laufzeit der Konzessionen beziehungsweise der Bewilligungen. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass diese Datengrundlage bei den Kantonen vorhanden ist. Inwiefern die Daten digitalisiert sind, ist unklar. Bei der Interpretation der durch die kantonalen Stellen ausgehändigten Daten, wurde davon ausgegangen, dass es sich bei den aufgelisteten Konzessionen beziehungsweise Bewilligungen um laufende Konzessionen und Bewilligungen handelt.

4.4.1 Entnahmemengen im Rahmen von Konzessionen in m³

Bei den Kantonen AG, SH und TG liegen mehrjährige Daten zu den effektiven Entnahmemengen pro Jahr vor. Im Kanton AG handelt es sich um Wasserentnahmen aus dem Grundwasser, im Kanton SH um Entnahmen aus Oberflächengewässern, welche die gesamten Wasserentnahmen darstellen und im Kanton TG um Entnahmen aus Grund- und Oberflächengewässern. Die Bezugsmengen pro Jahr scheinen mit den Niederschlagsmengen von Juni bis August zu korrelieren (s. Abbildung 21). Im Kanton AG schwanken die jährlichen Entnahmen von 20'141 m³ fürs Jahr 2012 bis 137'034 m³ fürs Jahr 2020. Im Verlauf der gezeigten Messreihe wurden 9 der aktuell 25 Bewilligungen neu erteilt. Im Kanton SH schwanken die jährlichen Entnahmen von 156'080 m³ fürs Jahr 2016 bis 615'762 m³ fürs Jahr 2018. Es liegen keine Angaben zum Ausstelldatum der Bewilligungen und Konzessionen vor. Im Kanton SH kam es in den Jahren 2019 und 2020 zu Entnahmeverboten, in den Jahren 2011, 2015, 2017 und 2018 war die Restwassermenge unterschritten und es kam zu Notbewässerungen gem. Art. 32d Gewässerschutzgesetz. Im Kanton TG schwanken die jährlichen Entnahmen von 1'700'350 m³ fürs Jahr 2016 und 3'712'014 m³ fürs Jahr 2018. Die Angaben zum Ausstelldatum der Bewilligungen und Konzessionen liegen der Bewilligungsbehörde vor.

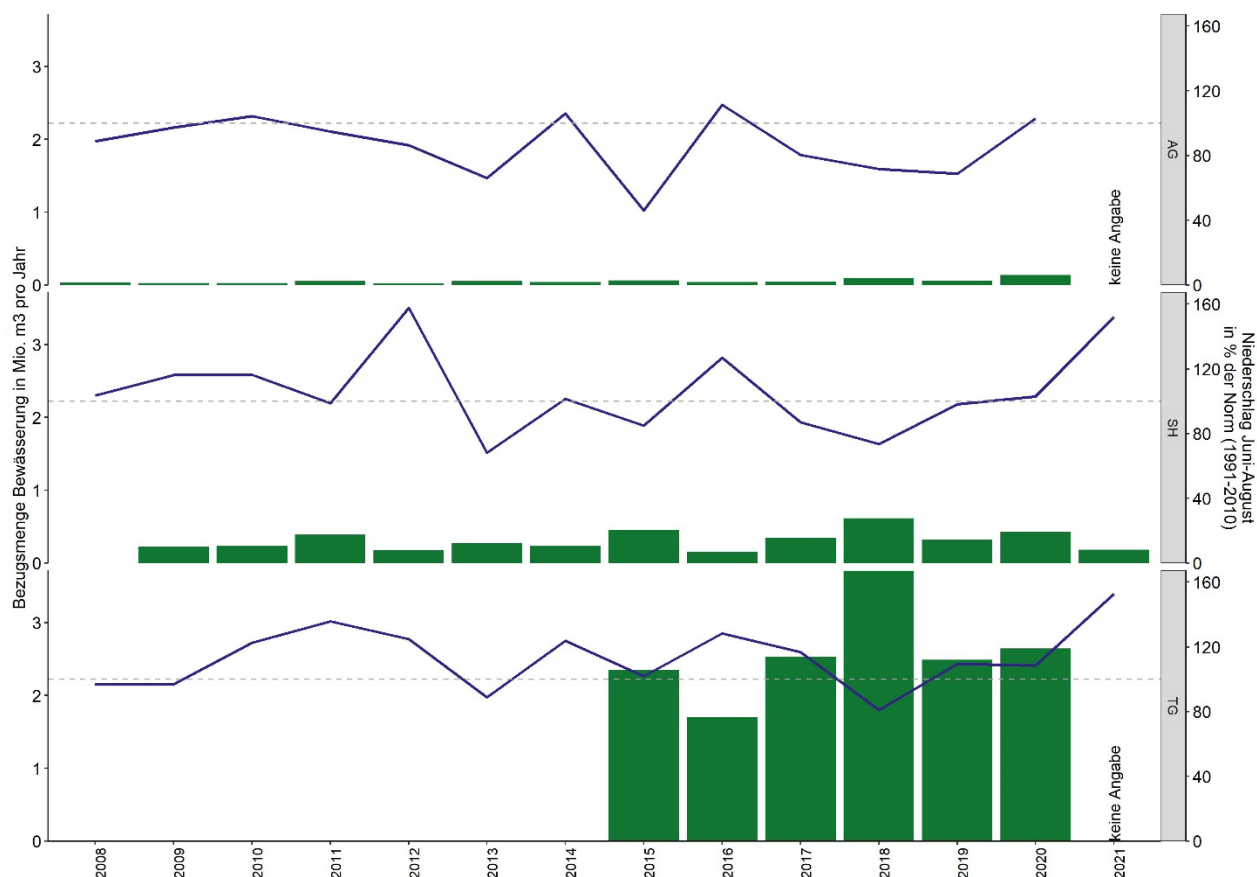


Abbildung 21: Zeitlicher Verlauf der tatsächlichen Entnahmemengen in Mio. m³ (grün) für Entnahmen aus Grundwasser im Kanton AG (oben), Entnahmen aus Oberflächengewässern im Kanton SH (mitte) und Entnahmen aus Grund- und Obeflächengewässern im Kanton TG

4.4.2 Entwicklung der Anzahl Bewässerungsprojekte pro Kanton im Talgebiet

Die im Bewilligungsverfahren zur finanziellen Unterstützung von Bewässerungsprojekten durch das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) erhobenen Daten bilden die Grundlage für dieses Kapitel. Auffallend viele Bewässerungsprojekte wurden zwischen 2003 und 2022 in den Kantonen BE (20), FR (18) und VS (17) bewilligt. In allen anderen Kantonen wurden in den letzten rund 20 Jahren weniger als 10 Bewässerungsprojekte bewilligt und finanziell unterstützt. Die Anzahl bewilligter Bewässerungsprojekte pro Kanton seit 2003 sind der folgenden Karte zu entnehmen:

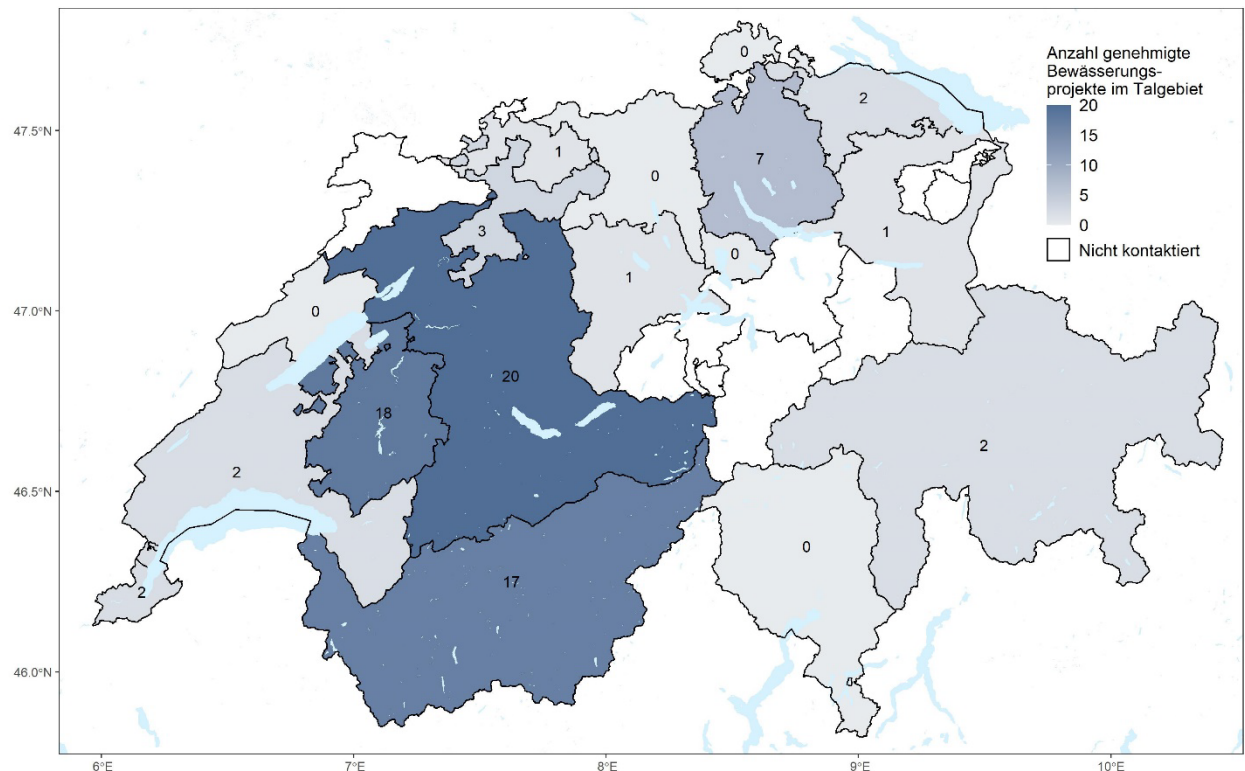


Abbildung 22 : Anzahl genehmigte und durch das Bundesamt für Landwirtschaft finanziell unterstützte Bewässerungsprojekte zwischen 2003 und 2022 pro Kanton im Talgebiet. Quelle: BLW 2022, eigene Darstellung 2022

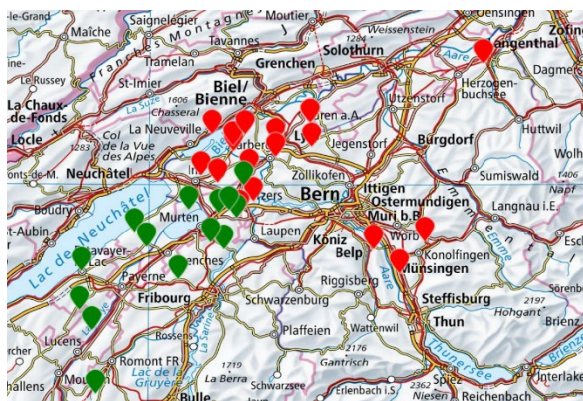


Abbildung 24 : Bewilligte und durch das BLW finanzierte Bewässerungsprojekte 2003 - 2022 Kantone Bern (rot) und Freiburg (grün) im Talgebiet. Quelle BLW 2022, ei-



Abbildung 23 : Bewilligte und durch das BLW finanzierte Bewässerungsprojekte 2003 - 2022 Kanton Wallis im Talgebiet. Quelle: BLW 2022, eigene Darstellung 2022

Bei der genaueren Betrachtung der Standorte, welche im Rahmen der Bewilligung als Gemeinde angegeben wurden, wird ersichtlich, dass sich die bewilligten Bewässerungsprojekte, mit einzelnen Ausnahmen, auf die bereits im Kapitel 4.2.1 als wichtige Gebiete für die Bewässerung identifizierten Regionen konzentrieren (s. Abbildung 6). Ebenfalls konzentrieren sich die Bewässerungsprojekte auf die Regionen

mit dem längsten Gewässernetz im Massstab 1:25'000 (BE 9'618 km, FR 2'798 km, VS 6'691 km). Die Länge wurde anhand der ober und unterirdisch liegenden Fluss- und Bachläufe bestimmt (BAFU 2022).

4.4.3 Anzahl genehmigte Bewässerungsprojekte 2003 - 2021

Aus der Abbildung 25 ist die Anzahl neu bewilligter Bewässerungsprojekte pro Kanton und Jahr zu entnehmen. Die grösste Anzahl bewilligter Bewässerungsprojekte im Talgebiet, pro Jahr weisen die Kantone FR (2005), BE (2008) und VS (2019) auf. Auffallend ist ebenfalls, dass seit 2015 im Kanton BE in jedem Jahr mindestens ein Bewässerungsprojekt bewilligt wurde. Das gleiche gilt für den Kanton VS seit 2017 (BLW 2022).

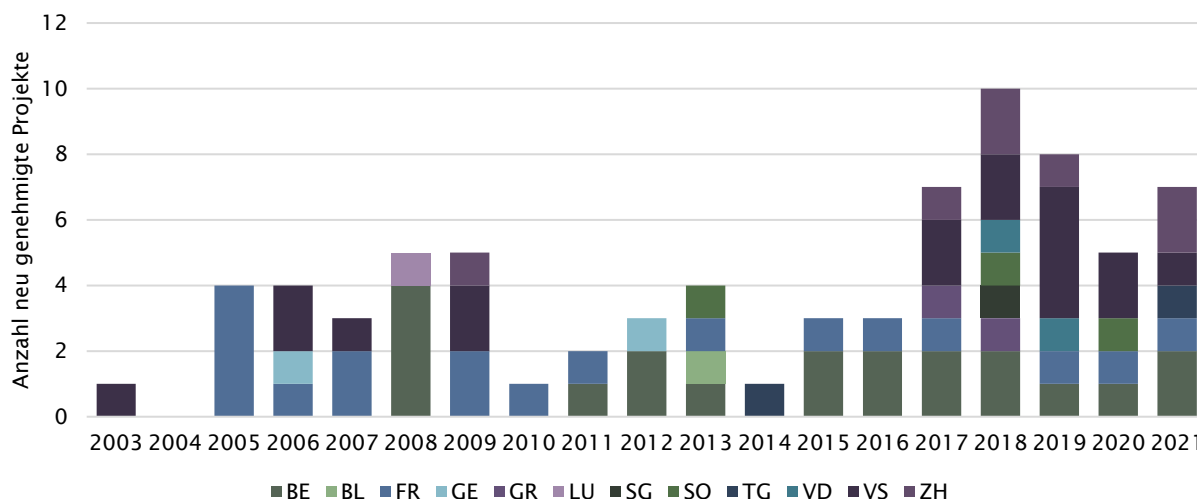


Abbildung 25 : Anzahl zusätzlich genehmigter Bewässerungsprojekte im Talgebiet pro Kanton und Jahr, Zeitspanne zwischen 2003 und 2022. Quelle: BLW 2022, eigene Darstellung 2022

Im Kanton TG sind im Jahr 2021 Bewässerungsprojekte mit einer Gesamtfläche von 600 ha finanziell unterstützt worden. In den Kantonen ZH und FR wurden Projekte mit einer Gesamtfläche von 269 ha beziehungsweise 250 ha unterstützt. Die Zahlen beziehen sich auf die Projekte im Talgebiet (BLW 2022).

4.4.4 Zusätzlich bewässerte Fläche innerhalb von Bewässerungsprojekten seit 2003

Insgesamt erhöhte sich die bewässerbare Fläche im Talgebiet durch Bewässerungsprojekte seit 2003 um 18'863 ha. Im Jahr 2013 sind in einem Jahr 1'686 ha bewässerbare Fläche dazugekommen. Ebenfalls grosse Projekte wurden in den Jahren 2018 und 2020 im Kanton SO realisiert (BLW 2022).

Die zusätzliche Fläche von 18'863 ha seit 2013 scheint hoch, im Vergleich zu der schweizweit bewässerten Fläche von 49'410 ha gemäss LBZ (Zesiger 2022, persönliche Mitteilung). Die im Rahmen von Infrastrukturprojekten potenziell bewässerbare Fläche entspricht aber nicht der tatsächlich bewässerten Fläche. Vielmehr ist davon auszugehen, dass im Perimeter jeweils nur diejenigen Parzellen mit bewässerungswürdigen Kulturen bewässert werden und diese Kulturen aufgrund der Fruchtfolge jährlich auf anderen Parzellen im Perimeter angebaut werden. Dadurch relativiert sich das Ausmass der erschlossenen Fläche.

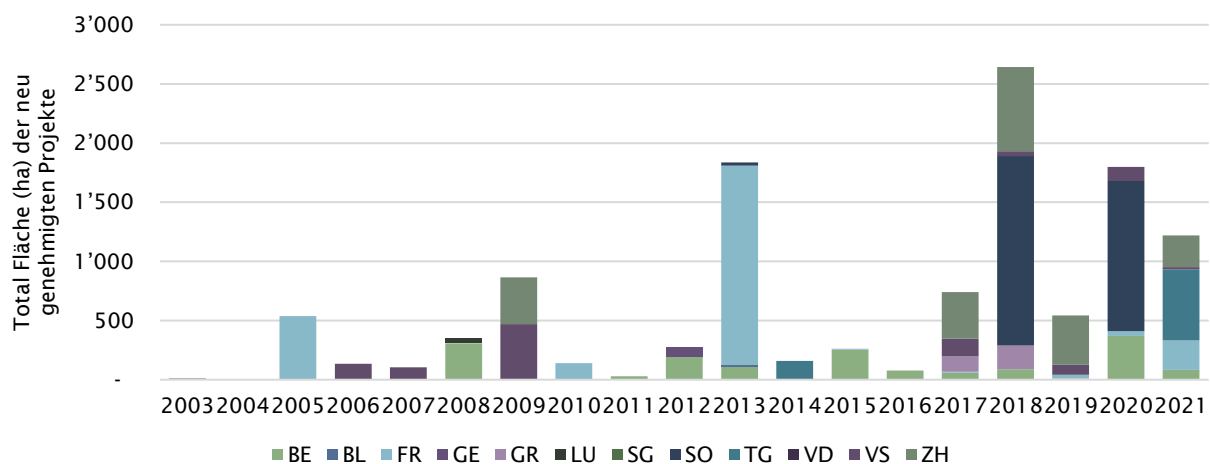


Abbildung 26 Total zusätzliche bewässerbare Fläche pro Kanton und Jahr der neu genehmigten Bewässerungsprojekte durch das Bundesamt für Landwirtschaft im Talgebiet zwischen 2003 und 2022. Quelle: BLW 2022 , eigene Darstellung 2022.

4.4.5 Höhe Kosten Bewässerungsprojekte pro Fläche (ha) und Kanton

Um die Kosten der Bewässerungsprojekte untereinander zu vergleichen, wurden die Kosten pro Hektare für jeden Kanton berechnet. Anschliessend wurde der Mittelwert über alle Bewässerungsprojekte pro Kanton berechnet (Abbildung 27). Für die Berechnung der Kosten pro Fläche, wurden nur Bewässerungsprojekte mit vollständigen Angaben berücksichtigt. Fehlende Angaben wurden versucht über die kantonalen Stellen zu ergänzen, was jedoch nicht in jedem Fall gelang. Für die Interpretation der Daten gilt es anzumerken, dass die bewilligten Kosten gemäss Zusicherung des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) zur Berechnung verwendet wurden. Im Kanton SG konnten die Daten nicht vervollständigt werden. Aus diesem Grund ist der Kanton in der Grafik nicht enthalten, obwohl Bewässerungsprojekte im Talgebiet zwischen 2003 und 2022 realisiert wurden. Die höchsten Kosten pro Fläche weist mit rund CHF 25'805 Franken der Kanton VS auf gefolgt vom Kanton BL (CHF 20'480). Geringe Kosten pro Fläche über alle Bewässerungsprojekte seit 2003 weisen die Kantone VD (CHF 1'426) und TG (CHF 2'756) auf (BLW 2022). In Projekten mit grösserer bewässerter Fläche scheinen die Anlagenkosten folglich besser auf die Flächen verteilt werden zu können (Kantone VD und TG) als in Projekten mit tieferer bewässerter Fläche (Kantone VS und BL).

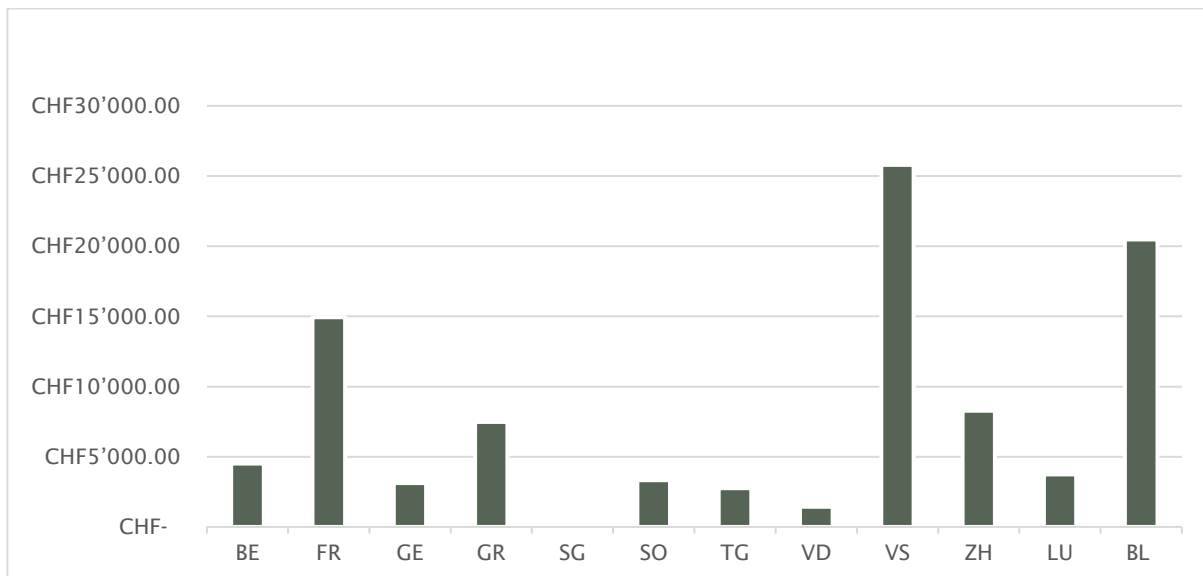


Abbildung 27 : Kosten in Schweizerfranken pro Hektare bewilligte Bewässerungsprojekte zwischen 2003 - 2022 pro Kanton. Quelle BLW 2022, eigene Darstellung 2022.

4.4.6 Kantonale Strategien bei der Vergabe von Nutzungsrechten und Bewilligungen

In der Schweiz gibt es keine nationale Strategie zur Wassernutzung und folglich auch nicht für die landwirtschaftliche Bewässerung. Die Wasserhoheit liegt bei den Kantonen. Die Vergabe von Konzessionen und Bewilligungen zur Wasserentnahme ist kantonal geregelt und unterscheidet sich von Kanton zu Kanton. Elf der insgesamt 17 befragten Kantone verfügen über eine Strategie bezüglich Wassernutzung im Kanton. Bei den Strategien handelt es sich mit einzelnen Ausnahmen nicht um spezifische Strategien für die Landwirtschaft, häufig beziehen sich aber einzelne Kapitel direkt auf die Landwirtschaft.

In den Kantonen AG, TG und ZH ist die kantonale Wasserstrategie in Bearbeitung. Im Kanton AG wurde Anfang 2022 ein Projekt gestartet, bei welchem als Endprodukt eine ganzheitliche Strategie für den Umgang mit Wasser im Kanton entwickelt werden soll. Das Projekt läuft bis ins Jahr 2030 (Kräuchi 2022). Auch im Kanton TG wird eine kantonale Brauchwasserversorgungsplanung erarbeitet. Ziel dieses Projekt ist die Ausarbeitung eines Massnahmenkatalogs, um die Brauchwasserbeschaffung, -förderung, -speicherung und -verteilung für den zukünftigen Bedarf der Landwirtschaft, des Gewerbes, der Industrie und der Bevölkerung sicherzustellen (BLW 2021). Bereits heute werden Wasserentnahmen und Bewässerungsstopps in einigen Gebieten überkantonal koordiniert. Da die Wasserhoheit bei den Kantonen liegt, liegt es an ihnen die Zusammenarbeit mit den benachbarten Kantonen selbständig zu suchen und zu regeln.

Von den restlichen fünf Kantonen verfügen drei Kantone über keine Strategie bezüglich Wassernutzung und Vergabe von Nutzungsrechten und von zwei der befragten Kantone fehlen die Angaben.

Um eine Übersicht zu den kantonalen Bewässerungsstrategien zu erhalten, war ein Teilziel des Abschlussworkshops des Modul 1, vorgängig anhand der folgenden Leitfragen (siehe unten) die wichtigsten Punkte zur Vergabe der kantonalen Nutzungsrechte für die landwirtschaftliche Bewässerung zu erheben. Anhand einer Zusammenstellung pro Kanton soll eine Diskussionsgrundlage zur künftigen Vergabe der Nutzungsrechte und einer möglichen überkantonalen Strategie geschaffen werden.

So gehen beispielsweise die Kantone FR oder ZH restriktiv bei der Vergabe von Entnahmebewilligungen aus Grundwasserquellen für die landwirtschaftliche Bewässerung vor. Der Kanton FR hat sich als langfristiges Ziel gesetzt für Wasserentnahmen zur landwirtschaftlichen Bewässerung grosse stehende Gewässer sowie Fließgewässer mit einer hohen Abflussrate als Wasserquelle zu bevorzugen. Wasserentnahmen aus dem Grundwasser für die Bewässerung sollen dabei auf ein Minimum reduziert,

beziehungsweise untersagt werden. Einen anderen Weg schlagen die Kantone TI und SG ein. Im TI wird bereits heute hauptsächlich mit Grundwasser bewässert, wobei der Kanton SG ab 2023 keine Wasserentnahmen zu Bewässerungszwecken aus Oberflächengewässern mehr erlaubt. In Kantonen mit kleinen Grundwasservorkommen und ohne Oberflächengewässer, welche zur landwirtschaftlichen Bewässerung verwendet werden können, erfolgt vereinzelt der Bau von Speicherteichen. Diese werden in den Wintermonaten beziehungsweise bei ausreichendem Niederschlag gespiesen und zu Bewässerungszwecken verwendet. Die kantonalen Strategien unterscheiden sich also stark anhand der im Kanton vorhandenen Wasserressourcen.

Aus den kantonalen Daten geht die rechtliche Form der Wasserentnahmen nicht hervor. Für allfällige Restriktionen oder Entnahmeverbote ist es jedoch entscheidend, ob es sich um eine Bewilligung oder eine Konzession zur Wasserentnahme handelt (Pfaundler 2022, persönliche Mitteilung).

Leitfragen

1. Welche Wasserquellen werden aktuell und in Zukunft prioritär für die landwirtschaftliche Bewässerung genutzt werden (Grundwasser oder Oberflächengewässer)?
2. Welche Herausforderungen bezüglich landwirtschaftlicher Wassernutzung erwarten Sie in Ihrem Kanton im Zuge des Klimawandels und was könnte ihrer Meinung nach dazu beitragen, diese Herausforderungen zu meistern?
3. Anhand welcher Kriterien werden Nutzungsrechte für die landwirtschaftliche Wasserentnahme zu Bewässerungszwecken verlängert, wenn diese abgelaufen sind?
 - A) für bestehende Nutzungsrechte:
 - B) für neue Nutzungsrechte:
4. Gibt es Richtwerte, wie die beantragte Pumpleistung und Wassermenge beurteilt werden?
5. Welche kantonalen Auflagen zur Wassernutzung werden im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Wasserentnahme gemacht?

4.4.7 Künftige Wasserquellen

Die Wasserquellen, welche in den Kantonen künftig zur Verfügung stehen, unterscheiden sich abhängig von der Lage der Kantone. Elf von insgesamt 13 Kantonen, aus welchen wir eine Rückmeldung erhalten haben, liegt der Fokus für die landwirtschaftliche Wasserentnahme aktuell auf den Oberflächengewässern. In vier der 11 Kantone liegt der Fokus für die Wasserentnahmen gleichermassen auf Grund- und Oberflächenwasser. Es sind dies die Kantone BE, TG, TI und VD. Verboten ist die Wasserentnahme aus dem Grundwasser, wie bereits in vorgängigen Kapiteln erwähnt, in den Kantonen BL, LU und SH. Im Kanton LU ist einzig die Wasserentnahme aus dem Grundwasser für die landwirtschaftliche Bewässerung im Reusstal gestattet (Amt für Umwelt und Energie Luzern 2022, persönliche Mitteilung).

Künftig liegt noch in 6 Kantonen der Fokus für die Wasserentnahme auf Oberflächengewässern. So wird der Kanton FR künftig vollständig auf die Wasserentnahme aus Seen und Flüssen setzen und Wasserentnahmen aus dem Grundwasser untersagen (Amt für Landwirtschaft Kanton Freiburg 2022, persönliche Mitteilung). In fünf Kantonen liegt der Fokus künftig auf der Wasserentnahme aus dem Grundwasser.

Im Kanton JU wird heute lediglich in zwei Fällen Wasser für die Bewässerung entnommen, dabei ist die Wassermenge gering und die Wasserentnahme liegt ausserhalb des produktiven Grundwassers (Amt für Agrarwirtschaft Kanton Jura 2022, persönliche Mitteilung). Künftig wird der Fokus auf der Wasserentnahme aus Grundwasser liegen.

Im Kanton BL liegt der Fokus auf der Wasserspeicherung. Beim gespeicherten Wasser handelt sich um Wasser aus Fliessgewässern, Dachwasser, Trinkwasser oder Grundwasser. Künftig soll das Wasser, welches aus Oberflächengewässern gespeichert wird, reduziert werden (Ebenrain - Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung 13.02.23, persönliche Mitteilung). Die Wasserentnahme aus Oberflächengewässern wird sich künftig auf grössere Seen und Flüsse beschränken. So werden beispielsweise im Kanton TG heute Konzessionen aus einigen kleineren und mittleren Fliessgewässern, welche auslaufen, nicht mehr erneuert. Im Kanton ZH liegt der Fokus der Wasserentnahme für die landwirtschaftliche Bewässerung heute auf den Oberflächengewässern. Ob der Fokus künftig auf den Oberflächengewässern oder dem Grundwasser liegt, ist unklar (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Zürich 2021, persönliche Mitteilung).

Tabelle 5 Übersicht aktuelle und künftige Wasserquellen in den Kantonen für die landwirtschaftliche Bewässerung. Der Fokus der Wasserentnahmen ist dunkelgrün eingefärbt, in den hellgrün eingefärbten Fällen sind Wasserentnahmen aus der entsprechenden Wasserquelle möglich, rot eingefärbt sind die Fälle, in welchen eine Wasserentnahme aus der entsprechenden Quelle untersagt ist und grau eingefärbt sind Kantone, in welchen heute nicht bewässert wird (JU), beziehungsweise kein Wasser aus der entsprechenden Wasserquellen entnommen wird (ZG), respektive unklar ist, auf welcher Wasserquelle der Fokus künftig liegt (ZH).

Kanton	Aktuelle Wasserquelle		Künftige Wasserquelle	
	OFG	GW	OFG	GW
AG				
BE				
BL				
FR				
JU	Keine grossflächige Bewässerung	Keine grossflächige Bewässerung	Keine OFG verfügbar	
LU		*		
SG				
SH				
TG				
TI				
VD				
ZG				
ZH			Fokus unklar	Fokus unklar

*Ausnahme Luzerner Reusstal, Wasserentnahme aus Grundwasser ist erlaubt

4.4.8 Künftige Herausforderungen bezüglich landwirtschaftlicher Wassernutzung

Die zunehmende Trockenheit, geringere Abflussmengen und die steigenden Temperaturen, werden von den Kantonen als zentrale Herausforderungen für die landwirtschaftliche Bewässerung der Zukunft genannt. Mit dem steigenden Druck auf die Ressource Wasser steigt auch das Konfliktpotential zwischen den unterschiedlichen Wassernutzern und ihren Ansprüchen an die Wasserqualität und -quantität.

Aufgrund der Trockenheit und dem damit verbundenen Druck auf die Restwassermenge sind Wasserentnahmen aus kleinen und mittleren Fließgewässern bereits heute vielerorts stark eingeschränkt (s. Abbildung 5). Hinzu kommt die rasch ansteigende Wassertemperatur bei geringerer Abflussmenge und gleichzeitig hohen Temperaturen.

Um der Herausforderung der geringeren Wasserverfügbarkeit bei gleichzeitig hohem Bedarf entgegenzuwirken, werden in einigen Kantonen Wasserspeicherlösungen gefördert (Ebenrain - Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung 13.02.23, persönliche Mitteilung). Ein weiterer Lösungsansatz ist eine Einschränkung der landwirtschaftlichen Bewässerung auf die bewässerungswürdigen Kulturen, beziehungsweise die Bewässerung derselben aus der öffentlichen Wasserversorgung (Amt für Umwelt und Energie Luzern 2022, persönliche Mitteilung). Die Steigerung der Wassernutzungseffizienz wird von den kantonalen Stellen als weiterer Lösungsansatz genannt.

Als Hürde für eine weitsichtige Planung der landwirtschaftlichen Bewässerung wird die fehlende beziehungsweise unvollständige Datenverfügbarkeit zur landwirtschaftlichen Bewässerung genannt. In diesem Zusammenhang bestehen seitens der Kantone Zweifel, inwiefern aktuell ausreichend Ressourcen für die künftige Datenerfassung zur Verfügung stehen.

4.4.9 Kriterien zur Verlängerung von Nutzungsrechten

Als Hauptkriterium zur Verlängerung von Nutzungsrechten wird von den befragten kantonalen Stellen die Einhaltung der vorgeschriebenen Restwassermenge genannt. Weitere Kriterien zur Verlängerung

beziehen sich auf die Dauer der Entnahmebewilligung und die bewässerten Kulturen. So werden beispielsweise im Kanton SG Bewilligungen ausschliesslich zur Bewässerung von Spezialkulturen ausgestellt. Für die Grünlandbewässerung werden keine Nutzungsrechte verlängert (Bau- und Umweltsdepartement St. Gallen 2021, persönliche Mitteilung). Neben den eben genannten Kriterien fliesen weitere Faktoren, wie die kantonale Planung oder fischereiliche Anforderungen in die Beurteilung mit ein. In einigen Kantonen können bereits erteilte Bewilligungen zur Wasserentnahme bei Bedarf jederzeit eingeschränkt werden (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Zürich 2021, persönliche Mitteilung; Amt für Umwelt Zug 2022, persönliche Mitteilung).

4.4.10 Richtwerte zur Beurteilung der beantragten Pumpleistung und Wassermenge

Nicht alle Kantone verfügen über Richtwerte zur Beurteilung der beantragten Pumpleistung und Wassermenge. Die Plausibilität von Anträgen zur Wasserentnahme wird in den Kantonen häufig von Fall zu Fall und anhand von Erfahrungswerten beurteilt. Ebenfalls in die Beurteilung der Anträge fliesen die geltenden gesetzlichen Vorgaben ein. Im Kanton ZH werden die beantragten Wasserentnahmen in der Regel nicht hinterfragt. Als Beurteilungsgrundlage dient ebenfalls das Gewässerschutzgesetz. Dieses untersagt beispielsweise eine Wasserentnahme aus Gewässern mit $Q_{347} < 60 \text{ l/s}$ (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Zürich 2021, persönliche Mitteilung).

Einzig der Kanton SG nennt Richtwerte, anhand welcher der Wasserbedarf und die Pumpleistung beurteilt werden. Als Annahme gelten im Kanton SG folgende Werte: Wasserbedarf maximal 1000 m^3 pro Jahr und Pumpleistung in der Regel 600 Liter pro Minuten (Bau- und Umweltsdepartement St. Gallen 2021, persönliche Mitteilung).

4.4.11 Kantonale Auflagen zur Wassernutzung im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Wasserentnahme

Die kantonalen Auflagen zur Wassernutzung im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Bewässerung unterscheiden sich je nach Kanton. Sie beziehen sich häufig auf die Einhaltung der vertraglich geregelten Abflussmenge und Pumpleistung. Die Kantone LU und AG behalten es sich vor, die ausgestellten Bewilligungen bei Bedarf jederzeit situativ anzupassen (Bau-, Verkehrs- und Umweltsdepartement Aargau 2021, persönliche Mitteilung; Amt für Umwelt und Energie Luzern 2022, persönliche Mitteilung). Weiter beziehen sich die kantonalen Auflagen häufig auf die Art der Entnahme. So muss zur Verhinderung, dass Kleinlebewesen bei der Wasserentnahme eingesogen werden ein Gitter oder ähnliches angebracht werden. In den kantonalen Auflagen ist die minimale Maschenweite des Gitters vermerkt. In einigen Kantonen (LU, ZH, ZG, TG) schränken die kantonalen Auflagen den Bewässerungszeitpunkt ein. So gilt im Kanton TG beispielsweise ein Bewässerungsverbot zwischen 11 und 19 Uhr. Ausgenommen von diesem Verbot ist das Angiessen von Neupflanzungen und die Bewässerung mit Sprüh- und Tropfbewässerungsanlagen im Obst und Gemüsebau (Amt für Umwelt Kanton Thurgau 10.02.23, persönliche Mitteilung). Im Kanton SG gelten keine spezifischen kantonalen Bedingungen zur Wassernutzung im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Wasserentnahme (Bau- und Umweltsdepartement St. Gallen 2021, persönliche Mitteilung).

4.5 Zusammenfassung Datengrundlage und zeitliche Entwicklung

Die beste Datengrundlage auf kantonaler Ebene besteht bei den Entnahmestandorten und den maximal konzessionierten Mengen pro Entnahmestelle. In rund 71% der befragten Kantone (12 von 17) werden die konzessionierten Förderrechte (l/min) aufgezeichnet, wobei es sich beispielsweise im Kanton ZG um temporäre Bewilligungen handelt. Die effektiv entnommene Wassermenge wird in sechs der 17 befragten Kantone erfasst. Die Entnahmestandorte werden je nach Kanton unterschiedlich erfasst, wobei nicht in allen Kantonen georeferenzierte und auf die Verwendung des Wassers zurückzuführende Daten erfasst sind. Die für die landwirtschaftliche Bewässerung wichtigen Wasserquellen lassen sich dennoch daraus ableiten. Der bewässerte Perimeter innerhalb der Konzessionen ist in drei der insgesamt 17 befragten Kantone bekannt. Vom bewässerten Perimeter kann kein Rückschluss auf die bewässerten Parzellen gemacht werden.

Fuhrer 2010 geht in seinem Bericht zur «Abschätzung des Bewässerungsbedarfs in der Schweizer Landwirtschaft» von einem Bedarf an Bewässerungswasser im zeitlichen Mittel zwischen 1980 - 2006 und mit 100% Effizienz von 150 Mio. m³ Wasser aus. Wird die effektiv entnommene Wassermenge für die landwirtschaftliche Bewässerung aus den Kantonen AG, SH, TG und ZG, welche über eine Datengrundlage verfügen aufsummiert, ergibt dies 4'424'507 m³ Wasser fürs Bezugsjahr 2018. Im schweizweiten Vergleich handelt es sich dabei abgesehen vom Kanton TG nicht um die Kantone, welche gemäss BFS 2010, 2013, 2016; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung den höchsten Anteil bewässerter Fläche an der Landwirtschaftlichen Nutzfläche aufweisen (vergl. Kapitel 2.1.1). Aus den meisten bewässerungsstarken Kantonen mit einem hohen Anteil bewässerte Fläche an der landwirtschaftlichen Nutzfläche sind keine Angaben zur effektiv bewässerten Menge (m³) vorhanden. Es sind dies beispielsweise die Kantone FR (4.5%), VD (4.7%) oder VS (25.7%). Es ist daher davon auszugehen, dass die effektive Wassermenge für die Bewässerung deutlich höher liegt als die verfügbare Menge aus den Umfragen von 4'424'507 m³ Wasser, aber vermutlich tiefer als die von Fuhrer 2010 geschätzten 150 Mio. m³ liegt.

Grundsätzlich sind in keinem der Kantone Informationen zur bewässerten Menge pro Kultur und zum Bewässerungszeitpunkt vorhanden. Inwiefern diese Daten von Bewässerungsgenossenschaften oder Betriebsleitenden aufgezeichnet werden, geht aus dieser Arbeit nicht hervor und gilt es abzuklären.

5 Aufzeichnung der Landwirtschaftlichen Bewässerung und Regelungen im nahen Ausland

Um eine Diskussionsgrundlage für die Diskussion der künftigen Datenerfassung zur landwirtschaftlichen Bewässerung in der Schweiz mit den kantonalen Stellen zu schaffen, erfolgten Befragungen in den Nachbarländern. Befragt wurden Fachleute in Deutschland (Niedersachsen), Österreich, Frankreich (Puy de Dôme) und Italien (Oberitalien). Ziel der Befragung war es, in Erfahrung zu bringen, welche Daten in unseren Nachbarländern zur landwirtschaftlichen Bewässerung heute erfasst werden und wie diese Datenerfassung erfolgt.

Zusammenfassend kann die Datenlage zur landwirtschaftlichen Bewässerung im nahen Ausland als homogener und weniger lückenhaft wie in der Schweiz beschrieben werden. Eurostat stellt für die umliegenden Länder unter anderem die Daten zur landwirtschaftlichen Bewässerung weltweit zur Verfügung. Aus diesem Grund sind die Nachbarländer verpflichtet ihre Daten zur landwirtschaftlichen Bewässerung zur Verfügung zu stellen.

Die Entnahmestandorte sind in den untersuchten Regionen in allen Nachbarländern bekannt, ebenso die konzessionierten Förderrechte und die für die Bewässerung wichtigen Regionen. Die effektiv entnommene Wassermenge ist in D, F und I bekannt. In A wird die effektiv entnommene Wassermenge nicht zentral erfasst und ist daher nicht bekannt. Die berechnete Fläche ist in A und F bekannt, in D und I ist die berechnete Fläche nicht bekannt (s. Tabelle 6).

Tabelle 6 : Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Bewässerung im nahen Ausland in den befragten Regionen. Aufgezeigt wird, ob die Entnahmestandorte, die konzessionierten, maximalen Entnahmemengen, die effektiv entnommenen Mengen, die für die Bewässerung relevanten Regionen und die effektiv berechnete Fläche bekannt sind. Grüne Felder weisen auf vorhandene Daten, orange auf teilweise vorhandene oder lückig vorhandene Daten und rote auf fehlende Daten. Quelle: Fricke 2022, persönliche Mitteilung; Cepuder et al. 2022, persönliche Mitteilung; Deshayes 2022, persönliche Mitteilung; Borsato 2022, persönliche Mitteilung, eigene Darstellung 2022

Land	Region	Entnahmestand- orte	konzessionierte Förderrechte	effektiv entnom- mene Menge	Regionen	berechnete Fläche	Erhebung national organisiert
Deutschland	Niedersachsen	Grün	Grün	Grün	Grün	Orange	Orange
Österreich	-	Grün	Grün	Orange	Grün	Grün	Rot
Frankreich	Puy-de-Dôme	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün	Grün
Italien	Oberitalien	Grün	Grün	Grün	Grün	Orange	Grün

5.1.1 Deutschland: Beispiel Niedersachsen

In Niedersachsen liegen 50% der bewässerten Fläche in Deutschland und in den berechnungsintensivsten Regionen werden 90% der Ackerflächen bewässert. Die Wasserentnahme erfolgt grossmehrheitlich aus dem Grundwasser. Die Entnahmestandorte, an welchen Wasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung entnommen wird, sind bekannt. Für jeden Entnahmestandort muss die effektiv entnommene Menge zentral in einem elektronischen Wasserbuch erfasst werden. Verantwortlich für dieses Wasserbuch sind die Landkreise und unteren Wasserbehörden. Eingetragen in das Wasserbuch werden sämtliche Wasserentnahmen, also auch solche für Industrie oder Energie. Grundsätzlich sind im ganzen Landkreis Wasserzähler Pflicht. Die Zähler befinden sich entweder direkt an der Pumpstation oder als mobile Zähler zwischen Pumpstation und Verteiler. Die Angaben der Zähler müssen anschliessend händisch in das Wasserbuch eingetragen werden (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz 2010). Abgesehen von der entnommenen Menge und dem Entnahmestandort gibt es keine allgemeine Aufzeichnungspflicht für die Betriebsleitenden.

In der Praxis sind die Daten in den Wasserbüchern oft lückenhaft vorhanden. Im deutschlandweiten Vergleich werden in Niedersachsen die Daten umfangreich erfasst. Wasserzähler sind beispielsweise in vielen anderen Bundesländern keine Pflicht und die Entnahmemengen werden nicht immer eingeschränkt.

Der aktuelle Bewässerungsbedarf für Niedersachsen wurde im Rahmen eines Projekts auf rund 250 Millionen m³ geschätzt für eine bewässerte Fläche von rund 300'000 ha. Dies entspricht jedoch nicht dem effektiven Verbrauch, sondern der konzessionierten Menge im Rahmen der Wasserrechte. Die im Projektverlauf befragten Betriebsleitenden gaben an, dass im Jahr 2018 die effektiv benötigte Menge Bewässerungswasser mindestens doppelt so hoch war. Die berechnete Fläche ist näherungsweise bekannt, wird aber nicht georeferenziert erfasst (Fricke 2022, persönliche Mitteilung).

5.1.2 Italien

Die Bewässerung in Italien ist in Form von Konsortien organisiert. Die Konsortien vereinen verschiedene Wassernutzer in einem Verein, beantragen die Bewilligung für die Wassernutzung und teilen die Wassermenge pro Nutzer zu. Sie haben eine lange Tradition (Borsato 2022, persönliche Mitteilung). Die Wasserquellen unterscheiden sich je nach Region, wobei häufig Wasser aus Flüssen zu Bewässerungszwecken verwendet wird. Wasser aus Seen beziehungsweise aus Speicherseen wird häufig für die Wasserkraft verwendet und nicht für die landwirtschaftliche Bewässerung. Die Wasserentnahmestandorte sind bekannt und müssen auf einer staatlich geführten Plattform eingetragen werden. Ebenfalls bekannt ist der errechnete Wasserbedarf pro Region. Der Wasserbedarf wird berechnet aus der Differenz von In- und Output. Die potenziell bewässerbaren Flächen sind innerhalb einer Region bekannt. Von den potenziell bewässerbaren Flächen können nur bedingt Rückschlüsse auf die effektiv bewässerten Flächen gezogen werden.

Die überbetriebliche Zusammenarbeit ist in Italien für die Bewässerung nicht üblich. Die Planung der Bewässerung erfolgt durch das Konsortium. Die Verantwortung für die Bewässerung liegt ab Hydrant bei der betriebsleitenden Person, das Konsortium macht also keine Auflagen, wie die Bewässerung zu erfolgen hat.

Die Auflagen im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Bewässerung sind unterschiedlich je nach Region. Grundsätzlich gibt es jedoch Auflagen zum Bewässerungssystem, der Bewässerungsdauer und der Bewässerungsmenge (Borsato 2022, persönliche Mitteilung).

5.1.3 Frankreich

Die landwirtschaftliche Bewässerung in Frankreich ist in acht agences de l'eau organisiert (L'Agence de l'Eau Artois Picardie 2021) Abbildung 28. Die agences de l'eau erteilen keine Bewilligungen zur Wasserentnahme, sondern sind verantwortlich für die Datenerhebung zur landwirtschaftlichen Bewässerung.

Alle Landwirtschaftsbetriebe, welche Wasser zu Bewässerungszwecken entnehmen, haben Wasseruhren installiert. Die Betriebsleitenden tragen ihre konsumierte Wassermenge jährlich in ein Programm ein. Anhand dieser Daten wird das Bewässerungswasser pro m³ verrechnet. Wie häufig die entnommene Wassermenge erfasst werden muss, ist abhängig von der Art der Bewilligung. Ebenfalls unterschiedlich ist je nach Region und Zone der Wasserpreis, wobei dieser zwischen 0,00454 Euro/m³ und 0,00545 Euro/m³ liegt.

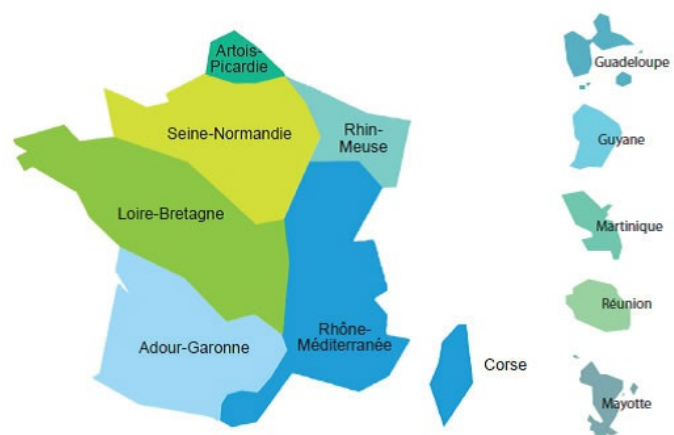


Abbildung 28 : Agences de l'eau Einteilung nach Region. Quelle L'Agence de l'Eau Artois Picardie 2021

Die Entnahmestandorte sind grundsätzlich bekannt, jedoch nicht in jedem Fall georeferenziert. Für alle Standorte ist mindestens die Gemeinde bekannt, in welcher die Wasserentnahme erfolgt. Die Fläche der bewässerten Kulturen in ha ist bekannt, die bewässerte Menge pro Kultur hingegen, ist nicht bekannt.

Die bewässerten Parzellen sind ausschliesslich bei der kollektiven Bewässerung (irrigation collective) bekannt.

Je nach Region sind die Wasserquellen, welche für die landwirtschaftliche Bewässerung verwendet werden, sehr unterschiedliche. Zunehmend an Wichtigkeit für die Wasserspeicherung gewinnen jedoch Speicherbecken. Der Bau von Speicherbecken wird finanziell unterstützt, jedoch nur, wenn dadurch der Druck auf die Oberflächengewässer und das Grundwasser nachweislich sinkt.

Den Betriebsleitenden stehen unterschiedliche Entscheidungshilfen zur Verfügung. Neben volumetrischen und kapazitiven Sonden steht ihnen ein Bulletin d'irrigation zur Verfügung. Die Sonden werden durch die agences de l'eau sowie durch die Europäische Union (EU) finanziell unterstützt. Ebenfalls unterstützt wird die Anschaffung der Bewässerungsinfrastruktur, wobei die finanzielle Unterstützung maximal 40% der Anschaffungskosten beträgt. Das Bulletin d'irrigation ist kostenpflichtig, wobei verschiedene Abonnemente mit unterschiedlichen Leistungen abgeschlossen werden können (Deshayes 2022, persönliche Mitteilung).

5.1.4 Österreich

Die Gesamtfläche von Österreich beträgt 83.858km², wobei 34% dieser Fläche landwirtschaftliche genutzt werden. 1'200'000 ha als Ackerland und 1'550'000 ha als Grünland. Die bewässerbare Fläche lag im Jahr 2020 bei 122'347ha. Dies entspricht 4.7% der landwirtschaftlichen Nutzfläche (Statistik Austria 2022; Cepuder et al. 2022, persönliche Mitteilung).

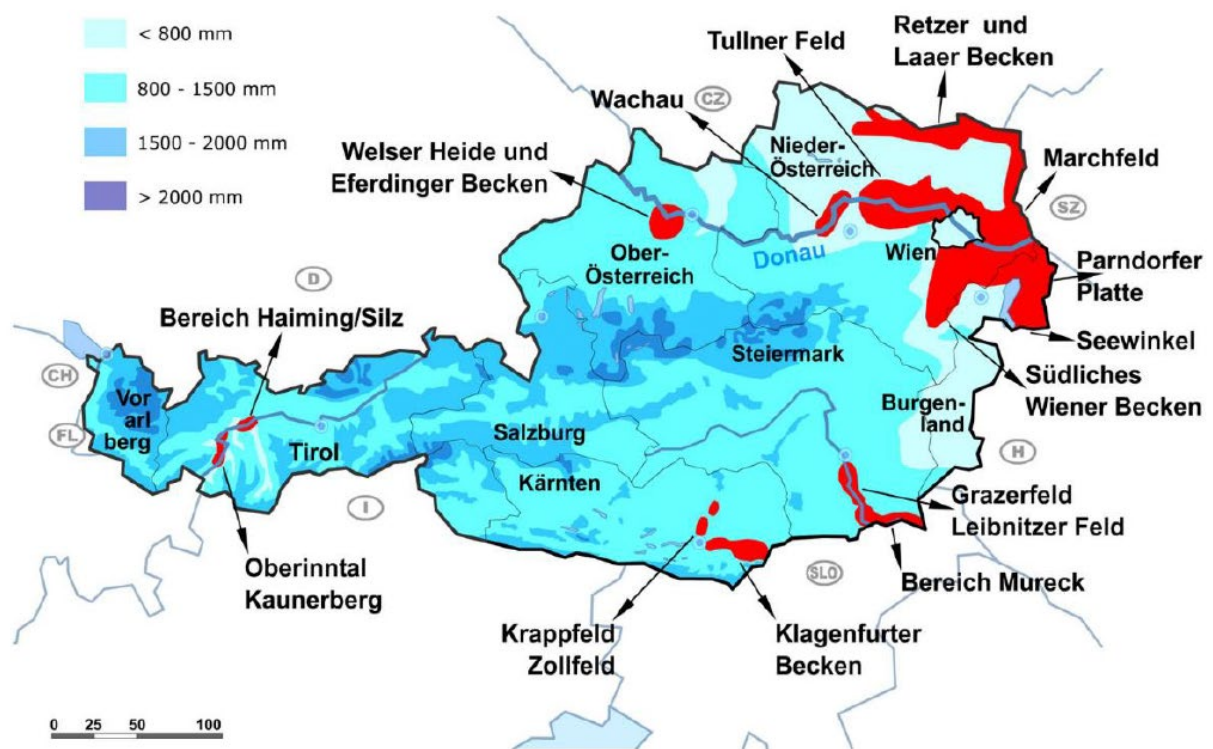


Abbildung 29 Bewässerungsgebiete Österreich (rot) und Jahresniederschlag in mm, Quelle: Cepuder et al. 2022, persönliche Mitteilung

In Österreich benötigen alle Betriebe, welche ihre Kulturen bewässern wollen, ein Wasserrecht. Die Genehmigung der Wasserrechte erfolgt durch die Behörden, wobei die Höhe des Wasserrechts abhängig von der Lage, dem Boden und den angebauten Kulturen ist. Die Wasserrechte sind zwischen 10 und 25 Jahren gültig und innerhalb der Wasserrechte sind sowohl die maximale Bezugsmenge in m³, wie auch die Pumpleistung (l/s) festgelegt. Ebenfalls bekannt sind die Entnahmestandorte. Diese sind im Wasserbuch festgehalten, es gilt jedoch anzumerken, dass die Daten zur landwirtschaftlichen Bewässerung nicht zentral erfasst werden. Inwiefern die Betriebsleitenden einer Aufzeichnungspflicht bezüglich der Bewässerung unterliegen, ist unterschiedlich und variiert abhängig von den Vorgaben im

Wasserrechtsbescheid. Eingereicht werden muss zusammen mit dem Antrag für das Wasserrecht parzellenscharf die bewässerte Fläche (Cepuder et al. 2022, persönliche Mitteilung).

Grundsätzlich stehen sowohl Oberflächengewässer wie auch Grundwasser zu Bewässerungszwecken zur Verfügung. Die Wasserentnahme erfolgt jedoch hauptsächlich aus dem Grundwasser und nur in seltenen Fällen aus Oberflächengewässern (<10%). Das Wasser für die landwirtschaftliche Bewässerung können die Betriebsleitenden innerhalb ihres Wasserrechts gratis beziehen (Cepuder et al. 2022, persönliche Mitteilung).

Aktuell steigt die Anzahl eingegebener überbetriebliche Bewässerungsprojekte. In Österreich werden überbetrieblich organisierte Bewässerungsprojekte finanziell stärker unterstützt, als Projekte auf Stufe Einzelbetrieb. Es bestehen unterschiedliche Unterstützungsangebote zum Thema Bewässerung beispielsweise das Kompetenzzentrum Bewässerung oder das Bewässerungscluster Marchfeld (Cepuder et al. 2022, persönliche Mitteilung).

6 Künftige Datenerfassung landwirtschaftliche Bewässerung

Eine bessere Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Bewässerung ist künftig zentral und hilft, Nutzungsengpässe frühzeitig zu erkennen. Weiter bilden sie eine Grundlage für regionale Wasserstrategien und für die Planung von Infrastrukturprojekten. Schweizweit homogene und vollständige Daten dienen als Entscheidungsgrundlage für Nutzungseinschränkungen und können als Vergleichswerte zur Einordnung der Dimensionierung bei neu gebauten Anlagen beigezogen werden.

In diesem Kapitel werden anhand der Resultate aus dem Workshop mögliche Stossrichtungen für die künftige Datenerfassung zur landwirtschaftlichen Bewässerung aufgezeigt. Der Workshop bestand aus zwei Teilen, wobei im ersten Teil die zusätzlich nötigen Daten und der Nutzen aus den zusätzlich erhobenen Daten im Zentrum stand. Der zweite Workshopteil fokussierte auf die Art der Datenerfassung und auf die Aufbereitung und Kommunikation der erhobenen Daten. Die Dokumentation des Workshops befindet sich im Anhang 10.4. Folgende Leitfragen standen für die beiden Workshopteilen im Zentrum:

Leitfragen Workshopteil 1

1. Welche zusätzlichen Daten benötigen die Kantone, um eine gute Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Wassernutzung zu haben?
2. Welchen Nutzen hätten die Kantone von den erhobenen Daten?

Leitfragen Workshopteil 2

1. Wie müsste die Datenerfassung erfolgen?
2. Welche Unterstützungen und Rahmenbedingungen sind nötig?
3. Wie werden die erhobenen Daten gehalten, aufbereitet und kommuniziert?

6.1 Nötige zusätzliche Daten für eine gute Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Bewässerung

Parameter, welche von den Workshopteilnehmenden als zentral identifiziert wurden und im Rahmen einer Ausweitung der Datenerfassung zur landwirtschaftlichen Bewässerung erfasst werden müssten sind folgende:

1. Bewässerte Fläche (Perimeter) und Kulturen
2. Bedarf der Kulturen
3. Effektive Entnahmemenge in m³ pro Jahr
4. Wasserdargebot räumlich und zeitlich

Die Workshopteilnehmenden erachten es als zentral für die Motivation und die Qualität der erhobenen Daten, dass die Gesetzesgrundlage durch den Bund als Basis für die Datenerhebung abgeklärt und allenfalls geschaffen wird.

Nicht für alle Kantone relevant sind zusätzliche Informationen zum Boden und zur Bewässerungstechnik. Weiter wird die Erhebung der bewässerten Kulturen von einigen Workshopteilnehmenden kritisch hinterfragt, da in diesem Fall ein Bezug auf Werte aus der Literatur möglich wäre.

6.1.1 Nutzen der zusätzlich erhobenen Daten

Die zusätzlich erhobenen Daten sind zentral zur Identifikation von kantonalen und überkantonalen Nutzungskonflikten, darin waren sich die Workshopteilnehmenden einig. Schweizweite und vollständige Daten zur landwirtschaftlichen Wassernutzung bilden die Grundlage für eine fachliche und sachliche Diskussion zur landwirtschaftlichen Bewässerung. Weiter werden Kenntnisse zum effektiven Wasserbedarf und zum effektiven Wasserbezug als zentral für die Transparenz und einen Vergleich zwischen den unterschiedlichen Anspruchsgruppen erachtet.

Offen bleibt welche Rollen Bund, Kantone und Forschungsanstalten bei der zusätzlichen Datenerhebung spielen und in welcher Form und Frequenz die Daten erhoben beziehungsweise ausgewertet und kommuniziert werden.

6.2 Erhebung der zusätzlichen Daten

Die Erhebung der zusätzlichen Daten soll pragmatisch und wenn möglich mit den bereits vorhandenen Erhebungssystemen erfolgen. Eine Erhebung der Informationen über die landwirtschaftliche Agrardatenerhebung gilt es zu prüfen. Die Erhebung soll wo möglich automatisch mit Hilfe einer digitalen Lösung erfolgen. Anbieten würde sich eine mobile Lösung, in welche die Werte direkt im Feld eingetragen werden könnten. Als wichtig erachten die Workshopteilnehmenden eine überkantonale und einheitliche Vorgehensweise bei der Datenerfassung. Ebenfalls gilt es Überschneidungen und Doppelspurigkeit mit der bereits bestehenden Datenerhebung in den Kantonen zu vermeiden.

6.2.1 Nötige Unterstützung und Rahmenbedingungen

Nützlich für die Workshopteilnehmenden wäre eine schweizweite und zentrale Möglichkeit für die Erfassung der Daten. Eine zentrale Zusammenstellung und Auswertung der Daten gilt es zu prüfen. Weiter müsste pro Kanton eine zuständige Stelle für die Datenerfassung definiert werden. Aufgabe des Bundes wäre es, gemäss den Workshopteilnehmenden, Rahmenbedingungen und eine gesetzliche Grundlage für die Datenerhebung zu schaffen bzw. abzuklären, welche Möglichkeiten aktuell bestehen.

6.2.2 Verwendung der zusätzlich erhobenen Daten

Die erhobenen Daten zur landwirtschaftlichen Bewässerung sollen auf einer Website für die breite Bevölkerung zur Verfügung gestellt werden. Entscheidend dabei ist der Datenschutz, wobei Rückschlüsse von den Daten auf die Bewirtschafter ausgeschlossen werden müssen. Ebenfalls müssen Angaben zur Verwendung des bezogenen Wassers und zur bezogenen Wassermenge vertraulich bleiben. Eine Aggregation der Daten nach Einzugsgebiet auf einer solchen Webseite gilt es zu prüfen.

7 Diskussion

Die Wasserversorgungssicherheit sowie der Umgang mit Trockenheit gewinnen im Kontext des Klimawandels auch in der Schweiz an Bedeutung. Die Schweiz ist kein klassisches Bewässerungsgebiet mit langjähriger Erfahrung. In einigen Gebieten hat sich die Bewässerung erst in den letzten Jahren entwickelt. Dies zeigt auch die Zunahme der Bewässerungsprojekte seit 2013. Das gleiche gilt für die Ausbildung und Beratung zur Bewässerung, welche in den Kantonen mit Bewässerung erst langsam an Bedeutung gewinnen. Angesichts dieser Entwicklung scheint der Moment ideal zur Schaffung einer soliden Datengrundlage für effiziente Wassernutzung in der Schweiz. Um Trends im Wasserverbrauch frühzeitig zu erkennen, sind aussagekräftige schweizweite Daten zur landwirtschaftlichen Wassernutzung dringend notwendig. Aus der Befragung der kantonalen Stellen geht jedoch hervor, dass die aktuelle Datenlage zur landwirtschaftlichen Bewässerung über die gesamte Schweiz gesehen heterogen und lückig ist. Zudem werden die Daten pro Kanton erfasst und nicht pro Gewässerraum. Weil sich die Parameter und die Art der Datenerfassung zwischen den Kantonen unterscheiden, können keine Aussagen pro Gewässerraum abgeleitet werden, was einen Vergleich mit dem Wasserdargebot erschwert. Die Dokumentation der Bewässerungsdaten ist uneinheitlich und es bestehen grosse kantonale Unterschiede bei der erhobenen Datendichte. Ebenfalls unterschiedlich ist die Datengrundlage innerhalb eines Kantons bei der Wassernutzung aus Oberflächengewässern und Grundwasser. Herausfordernd in diesem Zusammenhang ist sicherlich, dass je nach Kanton unterschiedliche Ämter beziehungsweise Abteilungen zuständig sind. Zudem werden die Daten zum Teil nicht getrennt nach Nutzungsgruppe erfasst und können nicht immer eindeutig dem Verwendungszweck zugeteilt werden. Es ist davon auszugehen, dass mit einem einheitlichen Tool, welches zentral zur Verfügung gestellt wird, die Datengrundlage erheblich verbessert werden könnte (vgl. Wasserbuch, Niedersachsen) (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz 2010). Es gilt mit den Kantonen gemeinsam zu diskutieren, welche Daten den grössten Nutzen für die Erarbeitung regionaler Wassernutzungsstrategien bringen würden.

In der Schweiz besteht, verglichen mit dem nahen Ausland, keine Aufzeichnungs- oder Meldepflicht betreffend landwirtschaftlicher Wassernutzung gegenüber den Behörden. In den Nachbarländern der Schweiz besteht bezüglich der landwirtschaftlichen Bewässerung eine Meldepflicht gegenüber den Behörden und der EU (Deshayes 2022, persönliche Mitteilung; Borsato 2022, persönliche Mitteilung). Zuständig für diese Datenerfassung sind in den umliegenden Ländern regionale Organisationen (Fricke 2022, persönliche Mitteilung; Deshayes 2022, persönliche Mitteilung). Der Austausch mit den umliegenden Ländern zeigt aber auch, dass eine rechtliche Grundlage zur Datenerfassung nicht immer dazu führt, dass die Daten anschliessend auch wirklich zusammengefasst, ausgewertet und genutzt werden (Fricke 2022, persönliche Mitteilung; Cepuder et al. 2022, persönliche Mitteilung; Deshayes 2022, persönliche Mitteilung).

7.1 Nutzen von besserer Datengrundlage und genaueren Prognosen

Ein Vergleich der im Rahmen dieses Projekts erhobenen Daten zur Wassernutzung mit den bestehenden Arbeiten zeigt eine grosse Streuung zwischen den Resultaten (s. Tabelle 3 und Tabelle 4) (Fuhrer 2010; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung). Das könnte einerseits darauf hindeuten, dass die erhobenen Parameter je nach Jahr aufgrund der Witterung stark schwanken, was die mehrjährigen Daten zu den effektiven Bezugsmengen aus den Kantonen AG, TG und SH vermuten lassen (s. Abbildung 21). Andererseits könnte es auch darauf hindeuten, dass die aktuelle Datengrundlage noch sehr lückig ist und Auswertungen nur mit vielen Annahmen, die mit Unsicherheit einhergehen, möglich sind. Eine solidere Datengrundlage dürfte demnach nicht nur zu genaueren Aussagen zum aktuellen Bewässerungsbedarf führen, sondern könnte auch dazu dienen, die bestehenden Methoden und Modelle weiterzuentwickeln, um die dabei getroffenen Annahmen zu prüfen und den künftigen Bedarf genauer abschätzen zu können. Für die Modellentwicklung wären insbesondere *präzise Daten zur bewässerten Fläche und den darauf angebauten Kulturen* (s. 7.2.1) von Interesse, für die Validierung wären *Daten zum tatsächlichen Verbrauch in m³* (s. 7.2.2) zentral. In welchem Umfang, in welcher räumlichen Auflösung und in welcher zeitlichen Frequenz diese Daten erhoben werden, gilt es abzuklären.

Der unter Klimaszenarien erwartete künftige Bewässerungsbedarf könnte zahlreiche Anwendungen finden: Ist der künftige Bedarf pro Gewässerraum bekannt, könnten Nutzungskonflikte frühzeitig erkannt werden, so dass mehr Zeit bleibt, sie zu entschärfen (Landwirtschaftskammer Niedersachsen und Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Hannover 2019; BAFU 2021a);

Bewässerungsgenossenschaften könnten bei der Planung von neuer Bewässerungsinfrastruktur die Dimensionierung genauer festlegen, so dass das Risiko für Fehlinvestitionen aufgrund falsch dimensionierter Anlagen sinkt; kantonale Stellen und Bundesstellen hätten solidere Grundlagen bei der Vergabe von Nutzungsrechten resp. bei der Bewilligung von Infrastrukturprojekten und bei der Erarbeitung von Strategien zur Wassernutzung und Einzelbetriebe hätten bessere Grundlagen für ihre Strategie betreffend Trockenheit und allfälligen Investitionen in Bewässerungsinfrastruktur (Fricke und Riedel 2013; Bucher 2017; DWA 2019).

Die bestehenden Daten vom BAFU und auch die Umfrage bei den Kantonen zeigen, dass in den letzten Jahren in den meisten Kantonen mit Bewässerung Entnahmeverbote aus Oberflächengewässern ausgesprochen worden sind (s. Abbildung 5) (BAFU 2016, 2019). Die Entnahmeverbote können sich beträchtlich auf die Qualität und die Erträge bei Kartoffeln und anderen bewässerungswürdigen Kulturen auswirken, je nach dem zu welchem Zeitpunkt sie ausgesprochen werden müssen (Kämpfer 2019). In der Saison 2022 konnte dies eindrücklich in der Region Broye (VD) beobachtet werden (HAFL unveröffentlicht). Entscheidungen zu Entnahmeverboten oder Ausnahmebewilligungen haben weitreichende Folgen und bedürfen entsprechend einer guten Entscheidungsgrundlage. Hilfreich könnten *Daten zu den maximal konzessionierten Förderrechten sein* (s. 7.2.3) oder *Daten über den ungefähren Bewässerungsbedarf pro Zeiteinheit* (s. 7.2.2). Zusammen mit den bekannten momentanen Abflussraten der Gewässer könnte der Einfluss der Bewässerung genauer abgeschätzt werden.

7.2 Datengrundlage und Plausibilität der verfügbaren Daten

7.2.1 Daten zur bewässerten Fläche

Die landwirtschaftliche Bewässerung in der Schweiz ist regional konzentriert und findet grösstenteils in den Hauptanbaugebieten bewässerungswürdiger Kulturen statt. Der Entnahmestandort ist der Parameter, welcher in den meisten Kantonen erhoben wird. Die befragten kantonalen Stellen konnten zudem Aussagen über wichtige Regionen für die landwirtschaftliche Bewässerung machen, wobei diese grösstenteils mit Ansammlungen der Entnahmestandorte übereinstimmten. Eine Abschätzung der bewässerten Fläche pro Kultur aufgrund dieser Regionen und der Entnahmestandorte gilt es zu prüfen.

Die wenigsten Kantone verfügen über Angaben zum bewässerten und bewässerbaren Perimeter. Er ist in keinem der Kantone georeferenziert dokumentiert. Es ist davon auszugehen, dass die Erhebung der jährlich effektiv bewässerten Flächen für die kantonalen Stellen aufwändig ist. Die Daten zum genau bewässerten Perimeter auf Ebene Einzelparzelle müssten jährlich und für alle Betriebe erhoben werden, um eine gute Übersicht über die effektiv bewässerten Flächen im Kanton zu bekommen. Grundsätzlich ist es denkbar, dass die Erhebung dieser Daten im Rahmen der Agrardatenerhebung erfolgen könnte. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung zu Saisonbeginn dürfte aber nicht immer klar sein, welche Parzellen im Verlaufe der Saison tatsächlich bewässert werden. Auch in Regionen im nahen Ausland mit langjähriger Erfahrung in der Bewässerung sind diese Daten nicht vorhanden (Fricke 2022, persönliche Mitteilung).

Unter dem bewässerbaren Perimeter versteht man die Fläche, auf der mit der vorhandenen Infrastruktur eine Bewässerung möglich ist (FAO 1985). Ob die Fläche in einem bestimmten Jahr tatsächlich bewässert wird, hängt von zahlreichen Faktoren wie der Witterung und der angebauten Kultur ab. Die Erhebung des bewässerbaren Perimeters könnte einfacher ausfallen. Dieser dürfte sich in Regionen mit bestehender Infrastruktur zwischen den Jahren nur geringfügig ändern. Somit müssten in den Folgejahren jeweils nur die neu erschlossenen Gebiete ergänzt werden. Es ist zu prüfen, ob und wie genau die bewässerte Fläche anhand der Kulturinformationen abgeleitet werden könnte. Denkbar wären vereinfachende Annahmen, bei denen die bewässerungswürdigen Kulturen pro Saison abhängig der Witterung definiert werden.

Anhand der vorliegenden Angaben aus drei Kantonen (BE, FR, LU) beträgt die Summe der bewässerten Fläche über alle drei Kantone 6'967 ha. Ein Vergleich mit der Anbaufläche der bewässerungswürdigen Kulturen gemäss Schweizer Bauernverband Agristat 2021 über die drei Kantone (9'525 ha) und der bewässerten Fläche gemäss Zesiger 2022, persönliche Mitteilung (13'015 ha) zeigt, dass die effektiv bewässerte Fläche deutlich über den rund 6'000 ha liegt. Gemäss den kontaktierten Stellen in den Kantonen BE und LU umfassen die Datensätze nur einen Teil der bewässerten Flächen (Amt für Umwelt Bern 2022, persönliche Mitteilung; Amt für Umwelt und Energie Luzern 2022, persönliche Mitteilung). Im Kanton FR liegen die erhobenen Flächen (3'862 ha, vgl. Tabelle 4) tiefer als die Daten der LBZ (5'745

ha). Auffällig im Kanton FR ist, dass die bewässerte Fläche gemäss LBZ als einziger der drei Kantone mit vorliegenden Daten höher liegt als die Fläche der bewässerungswürdigen Kulturen (2'549 ha).

7.2.2 Daten zur effektiv entnommenen Wassermenge

Die effektiv entnommene Wassermenge in m³ wird als entscheidender Parameter betrachtet. Nicht zuletzt, um die effiziente Bewässerung landwirtschaftlicher Kulturen darzulegen und auch gegen aussen kommunizieren zu können. Auf Stufe Einzelbetrieb oder Bewässerungsgenossenschaft könnten diese Daten dazu genutzt werden, die Bezugsmengen pro Betrieb zu Saisonende abzurechnen, den eigenen Wasserbedarf zu dokumentieren und die Effekte von Massnahmen zur effizienten Wassernutzung besser sichtbar zu machen.

Wie viel Wasser effektiv für die landwirtschaftliche Bewässerung verwendet wird, wird heute in den wenigsten Kantonen erfasst. Aus den meisten wichtigen Bewässerungskantonen mit einem hohen Anteil bewässerungswürdiger Kulturen (ZH, VD, AG, FR, BE, VS) fehlen aktuell Zahlen zum effektiven Wasserverbrauch für die landwirtschaftliche Bewässerung. In einigen Kantonen, beispielsweise im Kanton SH, ist die Installation von Wasseruhren Pflicht, wie auch in einigen Nachbarländern (Fricke 2022, persönliche Mitteilung; Deshayes 2022, persönliche Mitteilung). Eine Ausdehnung dieser Pflicht wird als denkbar erachtet, wenn zusätzlich zu den Wassermengen auch Angaben zur Wasserquelle, der bewässerten Fläche und der bewässerten Kultur erfasst werden. Alternativ könnten Daten zu den bewässerten Kulturen beziehungsweise zu den bewässerten Mengen pro Kultur erhoben werden, um daraus den Bedarf abzuschätzen. Zu den Mengen pro Kultur gibt es Schätzwerte aus bisherigen Arbeiten im In- und Ausland (Führer et al. 2016; DWA 2019; Eisenring et al. 2021). Dabei handelt es sich um modellierte Bedarfswerte. Eine Validierung anhand tatsächlich realisierter Bewässerungsgaben wird als wertvoll erachtet. Aktuell ist es also nicht möglich, anhand der bewässerten Fläche einer Kultur innerhalb einer Region präzise Rückschlüsse auf den Wasserbedarf zu machen. Inwiefern solche Daten in Bewässerungsgenossenschaften beziehungsweise auf Einzelbetrieben aufgezeichnet werden, ist unklar.

Der summierte Bedarf der vier Kantone, aus welchen Daten zur effektiv entnommenen Wassermenge vorliegen (AG, SH, TG, ZG), liegt fürs Bezugsjahr 2018 bei 4'424'507 m³. Wird die jährliche Bezugsmenge in m³ pro Kanton auf die bewässerten Flächen gemäss LBZ 2020 verteilt, ergibt das im Kanton AG eine durchschnittliche Bewässerung von 3.5 mm, im Kanton SH von 150 mm, im Kanton TG von 135 mm und im Kanton ZG von 0.4 mm. Bei einem Bewässerungsdurchgang mit Rollomat werden in der Regel zwischen 20 und 30 mm ausgebracht. Im Kanton AG liegen nur die Bezüge aus dem Grundwasser vor (Bau-, Verkehrs- und Umweltdepartement Aargau 2021, persönliche Mitteilung). Die vereinfachte Gegenüberstellung mit der bewässerten Fläche lässt vermuten, dass diese Bezüge nur einen kleinen Teil der gesamten Bezüge ausmachen dürften. In den Kantonen SH und TG hingegen ergibt die vereinfachte Gegenüberstellung eine realistische Bezugsmenge fürs Trockenjahr 2018. Folglich dürften diese Datensätze die Bezugsmenge vollständig abbilden. Im Kanton ZG handelt es sich bei den vorliegenden Daten um Notbewilligungen für Ausnahmefälle, wie bereits im Kapitel 4.2.2 erwähnt worden ist (Amt für Umwelt Zug 2022, persönliche Mitteilung). Der Umfang der bewässerten Flächen gemäss LBZ lässt jedoch vermuten, dass neben diesen Notbewilligungen zusätzlich bewässert wird. Für eine Beregnung von 200 ha dürfte die Menge von 700 m³ kaum ausreichen, insbesondere nicht im Trockenjahr 2018. Zusammenfassend dürfte der effektive Bedarf in den Kantonen AG, SH, TG und ZG fürs Jahr 2018 deutlich über den ausgewiesenen 4'424'507 m³ liegen, weil die Datensätze unvollständig sind oder nicht alle Wasserquellen und Entnahmestandorte umfassen. Dies zeigt auch der Vergleich mit den Bedarfswerten nach Kanton gemäss Modellierung (s. Tabelle 3).

Führer 2010 geht in seinem Bericht «Abschätzung des Bewässerungsbedarfs in der Schweizer Landwirtschaft» von einem Wasserbedarf zwischen 1980 – 2006 von 150 Mio. m³ aus mit einer Bewässerungseffizienz von 100%. Verteilt auf die aktuell bewässerte Fläche von 49'410 ha ergäbe sich eine Bewässerung von rund 300 mm (Zesiger 2022, persönliche Mitteilung). Das hohe Resultat erstaunt insofern nicht, als dass bei der Modellrechnung davon ausgegangen worden ist, dass alle Parzellen beregnet werden, auf denen auch ein Bedarf besteht. Es zeigt auf, dass längst nicht alle Parzellen bewässert werden können, auf denen theoretisch ein Bedarf bestünde (vgl. Kapitel 4.2.1). Nicht zuletzt, weil die Bewässerung nicht bei allen Kulturen gleich wirtschaftlich ist. Die modellierten Bedarfsschätzungen erlauben folglich keine Abschätzung der tatsächlichen Entnahmemenge.

Aus den umliegenden Ländern mit Daten zum Wasserverbrauch für die Bewässerung dürfte insbesondere der Vergleich mit Österreich interessant sein: Der Verbrauch wird auf rund 69 Mio. m³ geschätzt bei einer bewässerten Fläche von 65'338 ha (CH 49'410 ha) (Lindinger et al. 2021; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung). Es handelt sich dabei um einen Schätzwert und nicht um tatsächlich erhobene Daten zum Verbrauch. Interessant bei diesem Vergleich ist, dass die Flächen der bewässerungswürdigen

Kulturen in beiden Ländern – abgesehen von den Kartoffeln - ähnlich sind (Obst 192'700 t (CH 200'000 t), Gemüse 16'600 ha (CH 17'000 ha), Kartoffeln 24'300 ha (CH 11'000 ha)) (Statistik Austria 2021; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung; Schweizer Früchte 2023). Ebenfalls ähnlich sind die klimatischen Bedingungen in beiden Ländern. Diese Zahlen könnten eine erste Abschätzung vom ungefähren Wasserverbrauch für die Bewässerung in der Schweiz erlauben, die als Vergleichswerte für Modellergebnisse und Planungsannahmen beigezogen werden könnten. Umgerechnet auf die in der Schweiz bewässerte Fläche ergäbe sich daraus ein aktueller Wasserverbrauch von rund 50 Mio. m³. Diese vereinfachte Abschätzung unterstützt die Vermutung, dass der modellierte potenzielle Bedarf von 150 Mio. m³ nach Fuhrer 2010 die tatsächlich bewässerte Menge überschätzen dürfte. Eine stark vereinfachte Bedarfschätzung anhand der bewässerten Flächen gemäss Zesiger 2022, persönliche Mitteilung und den Bezugsmengen der Kantone SH und TG aus dem Jahr 2018 (durchschnittliche Bewässerung von 150 mm resp. 135 mm) ergäbe einen schweizweiten Bedarf von rund 70.5 Mio. m³ fürs Trockenjahr 2018. Mit den durchschnittlichen Bezugsmengen der Jahre 2009 bis 2021 (durchschnittliche Bewässerung von 75 mm (SH) resp. 94 mm (TG)) ergäbe sich ein schweizweiter Bedarf von rund 42 Mio. m³. Diese Werte liegen in einem ähnlichen Bereich wie der abgeschätzte Bedarf anhand der Zahlen aus Österreich. Es ist zu beachten, dass es sich bei beiden Angaben um stark vereinfachte Schätzungen handelt. Die bewässerte Fläche im Kanton SH beträgt gut 400 ha, die im Kanton TG rund 2'750 ha und eine Hochrechnung auf alle bewässerten Flächen und Kulturen der Schweiz (49'410 ha) ist eine starke methodische Vereinfachung.

Um künftig erhobene Daten einordnen und auswerten zu können, wäre es interessant, neben den bewässerten Mengen auch Angaben zur Wasserquelle, zur bewässerten Fläche und zur bewässerten Kultur zu erheben. Diese Angaben würden neben der Validierung auch die Übertragung der aufgezeichneten Daten auf andere Regionen ohne Bedarfszahlen vereinfachen. Die Daten könnten zudem beigezogen werden für die Validierung von Bedarfschätzungen bei Infrastrukturprojekten.

Im Falle von Ausnahmegewilligungen oder Entnahmeverboten ist neben dem jährlichen Bedarf auch der momentane Bedarf von Interesse. Es gilt abzuklären, ob und wie der momentane Bedarf aus dem jährlichen Bedarf abgeschätzt werden kann. Denkbar wäre, den saisonalen Verlauf vom Wasserbedarf der Kulturen beizuziehen, oder Richtwerte abzuleiten anhand detaillierter Erhebungen auf Einzelbetrieben. Modellrechnungen könnten ebenfalls hilfreich sein, um die saisonale Verteilung vom Bewässerungsbedarf abhängig von den Wetterbedingungen abzuschätzen. Eine Validierung mit tatsächlichen Bedarfszahlen bietet sich auch in diesem Fall an.

7.2.3 Daten zu den konzessionierten maximalen Förderrechten

Die beste Datengrundlage, die Rückschlüsse auf die Dimensionierung der Anlagen erlaubt, besteht aktuell zu den konzessionierten maximalen Förderrechten (vgl. Kapitel 4.2.3). Es ist ein einfacher zu erhebender Parameter, weil er bei den meisten bestehenden Konzessionen jährlich konstant bleibt und folglich nur einmalig erhoben werden muss. Er gibt eine Idee über die maximal mögliche Bezugsmenge pro Zeiteinheit. Ohne Angaben zu den tatsächlichen Betriebsstunden der Anlagen pro Saison oder pro kürzere Zeiteinheit können daraus jedoch keine Angaben zur bezogenen Menge abgeleitet werden. In den Nachbarländern werden die Daten zu den maximalen Förderrechten weniger systematisch erfasst oder ausgewertet (Fricke 2022, persönliche Mitteilung; Cepuder et al. 2022, persönliche Mitteilung; Deshayes 2022, persönliche Mitteilung; Borsato 2022, persönliche Mitteilung). Eine Einordnung der Werte ist folglich herausfordernd aufgrund fehlender Vergleichswerte. Neben den fehlenden Daten fehlen auch mögliche Anwendungsbeispiele aus den Nachbarländern.

Denkbar ist, dass Daten zu den Förderrechten beigezogen werden könnten bei Entscheidungen zu Nutzungseinschränkungen oder allgemeiner bei der Analyse von kurzfristigen Auswirkungen der Bewässerung auf Abflussraten der Gewässer. Eine mögliche Anwendung findet sich in der Plattform ISB Swissrivers (Thomet 2016). Der modellierte periodische Bewässerungsbedarf wird den modellierten Abflussraten der Gewässer gegenübergestellt im Sinne eines integralen Wassermanagements. Es gilt zu beachten, dass es sich bei der Zielgrösse der Plattform um die aktuellen Entnahmeraten und nicht um die maximalen Förderrechte handelt. Inwiefern es möglich ist, aus den maximalen Förderrechten aktuelle Entnahmeraten abzuleiten, um diese Daten gewinnbringend nutzen zu können, gilt es abzuklären und mit den verschiedenen Stellen zu diskutieren.

Die Daten zu den maximalen Förderrechten könnten beigezogen werden als Vergleichswerte, um bei neu geplanten Anlagen oder Infrastrukturprojekten die berechnete Dimensionierung einzuordnen. Bei der Planung von Bewässerungsinfrastruktur wird die maximale Fördermenge so berechnet, dass zu Zeiten von Bedarfsspitzen Wasserstress der Kulturen vermieden werden kann. Um die Zahlen aus dem vorliegenden Bericht einzuordnen, wurde die zu Spitzenzeiten bewässerbare Fläche mit den

angegebenen maximalen Förderrechten abgeschätzt. Idealerweise liegt die bewässerbare Fläche bei durchgehendem Vollbetrieb der Anlagen in vergleichbarer Grössenordnung wie die bewässerte Fläche pro Kanton gemäss Zesiger 2022, persönliche Mitteilung. Die Abschätzung erfolgte mit vereinfachten Annahmen¹ für eine Bewässerung mit Rollomat mit einer Gabenhöhe von 20 bis 30 mm, was der häufigsten Bewässerungstechnik in der Schweiz entspricht (s. Anhang, Kapitel 10.3). Bei bewässerungswürdigen Kulturen wurde mit einem durchschnittlichen Bedarf von 4 mm pro Tag gerechnet. Um Trockenstress bei anhaltender Trockenheit zu vermeiden, sollte folglich alle sechs Tage eine Bewässerung von rund 25 mm erfolgen ($4 \text{ mm/Tag} \cdot 6 \text{ Tage} = 24 \text{ mm}$).

Die Gegenüberstellung der so berechneten bewässerbaren Fläche mit den bewässerten Flächen gemäss LBZ ergab für alle Kantone mit vorliegenden Daten (AG, FR, GR, LU, NE, SO, TI, ZG und ZH) ausser für die Kantone TG und SG eine deutlich kleinere bewässerbare Fläche bei Vollbetrieb (weniger als 40%) als gemäss LBZ bewässerte Fläche ausgewiesen wird (s. Anhang, Kapitel 10.3). Das heisst, mit den ausgewiesenen Konzessionen kann in den meisten Kantonen bei Vollbetrieb der Anlagen nur ein Teil der bewässerten Fläche in einer Periode bewässert werden, im Kanton AG beispielsweise 7%, im Kanton SO 24% und im Kanton GR 21%. Die Gründe hierfür sind vielfältig und können aufgrund fehlender Angaben nicht abschliessend erörtert werden:

- i) Die für diese Arbeit vorliegenden Datensätze sind unvollständig und umfassen nicht alle Bewilligungen und Konzessionen (s. Kapitel 4.2.3). Ein Beispiel hierfür dürfte der Kanton AG sein, weil sich die Angaben auf denselben Datensatz beziehen wie die Angaben zur effektiv entnommenen Wassermenge (s. Kapitel 7.2.2). Der Datensatz aus dem Kanton SO umfasst lediglich die Entnahmen aus Oberflächengewässern, derjenige aus dem Kanton ZG lediglich Notfallzulassungen und derjenige aus dem Kanton ZH bei den Oberflächengewässern nur diejenigen Entnahmen mit Messuhren (Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Zürich 2021, persönliche Mitteilung; Amt für Umwelt Solothurn 2021, persönliche Mitteilung; Amt für Umwelt Zug 2022, persönliche Mitteilung).
- ii) Die für die Abschätzung getroffenen Annahmen gelten nicht für alle bewässerten Kulturen, insbesondere nicht für die Bewässerung von Grasland. Das Bewässerungsintervall dürfte grösser sein als die für die Abschätzung angenommenen sechs Tage und die Bewässerungstechnik zum Teil abweichen. Folglich dürfte die bewässerbare Fläche pro konzessionierte Förderrechte für Grasland höher ausfallen. Ein Beispiel hierfür dürfte der Kanton GR sein.
- iii) Die Anlagen in den Kantonen TG und SG sind grösser dimensioniert als in den anderen Kantonen.
- iv) Die bewässerte Fläche umfasst verschiedene Kulturen, bei denen der Bewässerungsbedarf nicht zwingend in denselben Monaten anfällt. Der Bewässerungsbedarf der ausgewiesenen Flächen könnte also auch zeitlich gestaffelt anfallen.
- v) Die Anlagen sind nicht so dimensioniert, dass bei Bedarfsspitzen eine Situation von Wasserstress auf allen bewässerten Parzellen eines Kantons vermieden werden kann. Bei Bedarfsspitzen ist denkbar, dass regional die Bewässerungsdauer auf 24 h pro Tag ausgedehnt werden muss und auch zu Zeiten mit höheren erwarteten Wasserverlusten beregnet wird. Ebenfalls denkbar ist, dass regional das Bewässerungsintervall ausgedehnt werden muss und eine Parzelle beispielsweise nur alle acht bis zehn Tage bewässert werden kann, was bei den bewässerungswürdigen Kulturen zu Wasserstress führen kann.
- vi) Die bewässerte Fläche gemäss LBZ könnte neben regelmässig bewässerten Kulturen auch nur punktuell in Spitzenjahren bewässerte Kulturen umfassen oder die bewässerten Flächen überschätzen.

Bei den Daten aus den Kantonen TG und SG wurde neben den maximal konzessionierten Förderrechten auch die maximal konzessionierte Bezugsmenge im m^3 pro Jahr erfasst. Ein Vergleich dieser Zahlen ergibt für den Kanton TG im Schnitt über alle Konzessionen maximal 450 Betriebsstunden pro Konzession und Jahr bei einer maximal konzessionierten jährlichen Bezugsmenge von $3'378'850 \text{ m}^3$ für den gesamten Kanton. Für den Kanton SG ergeben sich im Schnitt über alle Konzessionen rund 170 Betriebsstunden pro Konzession und Jahr bei einer maximal konzessionierten jährlichen Bezugsmenge von $1'491'750 \text{ m}^3$. Bei einer grossen Grundwasserentnahme ergeben sich rund 1'700 Betriebsstunden

¹ Nötige Fördermenge pro Rollomat: 600 l/min (Bewässerungsdauer von 6 bis 8 h pro ha, Quelle: HAFL 2022, unveröffentlicht: Ressourcenprojekt «Efficiency Irrigation Vaud», wissenschaftliche Begleitung, Interview mit 15 Betriebsleitern); bewässerbare Fläche pro Rollomat zu Spitzenzeiten: 14.6 ha (Bewässerungsintervall von 6 Tagen (Bewässerung einer Parzelle alle 6 Tage); Bewässerungsdauer pro Tag von 17 h (keine Bewässerung von 13 h bis 18 h)).

pro Jahr. Im Kostenkatalog der Agroscope wird eine jährliche Auslastung von Bewässerungspumpen für mobile Entnahmen von 200 bis 250 h ausgewiesen (Gazzarin et al. 2022). Neben den mobilen Pumpen werden bei grösseren Entnahmestellen auch überbetriebliche, stationäre Pumpen genutzt, die höhere Betriebsstunden aufweisen. Aufgrund dieser Richtwerte scheinen die maximalen Betriebsstunden in den beiden Kantonen realistisch. Die maximale jährliche Bezugsmenge scheint im Verhältnis zur bewässerten Fläche (TG 2'744 ha, SG 891 ha) ebenfalls realistisch (Zesiger 2022, persönliche Mitteilung). Daraus ergibt sich eine maximale Bewässerung von 123 mm (TG) resp. 167 mm (SG) im Schnitt über alle Flächen. Auch wenn die Kantone TG und SG im Verhältnis zur bewässerte Fläche höhere konzessionierte Förderleistungen ausweisen, scheinen die Angaben realistisch. Folglich liegt die Vermutung nahe, dass die Angaben einiger anderer Kantone die konzessionierten Förderrechte nicht vollständig abbilden dürften. Wie bei den Daten zur effektiv entnommenen Menge muss auch bei den Daten zu den maximal konzessionierten Förderrechten davon ausgegangen werden, dass der tatsächliche Wert über den im Bericht ausgewiesenen 559'193 l/min liegt für die Kantone mit Datengrundlage (AG, FR, GR, LU, NE, SG, SO, TG, TI, VD, ZG und ZH).

7.3 Zeitliche Variabilität der Daten und künftige Strategie

Neben dem möglichen Nutzen der Daten und der bestehenden Datengrundlage sowie deren Plausibilität ist bei der Diskussion der künftigen Strategie zur Datenerfassung auch die zeitliche Variabilität der zu erhebenden Daten zu berücksichtigen (s. Abbildung 21). Im Zuge des Klimawandels wird eine Zunahme vom Bewässerungsbedarf prognostiziert. Beispielsweise in Niedersachsen wird ein Anstieg vom Bewässerungsbedarf von rund 30% bis 2100 erwartet, in Bayern von rund 20% bis 2050 und in Österreich von rund 50% bis 2050 (Bernhardt et al.; Heidt 2009; Lindinger et al. 2021). Modellarbeiten in der Schweiz gehen je nach Kultur von einer Zunahme vom Bewässerungsbedarf der einzelnen Kulturen von rund 40% aus. In den Arbeiten aus den Nachbarländern ist die Zunahme des Bewässerungsbedarfs wie bei Eisenring et al. 2021 zurückzuführen auf einen erhöhten Bedarf für die jeweiligen Kulturen, aber zusätzlich auch auf eine Ausdehnung der bewässerten Fläche. Demnach dürften sich die in den Kapiteln 7.2.1 und 7.2.2 diskutierten Parameter über die Zeit verändern. Um die Auswirkungen frühzeitig abschätzen zu können, sollte eine künftige Datenerfassung diese Dynamik möglichst frühzeitig und präzise abbilden können. Einzelne Kantone versuchen bereits jetzt, diese Dynamik abzuschätzen. Beispielsweise deuten Umfragen bei den Bewässerungsgenossenschaften im Kanton Fribourg auf eine Ausdehnung der bewässerten Fläche hin von 3'862 ha im Jahr 2016 auf 5'120 ha bis 2025 (Amt für Umwelt Kanton Freiburg 2021). Solche Abschätzungen dürften für zahlreiche Kantone interessante Grundlagen liefern für die Erarbeitung von Strategien und die Planung der künftigen Wassernutzung. Ein Austausch über die verwendeten Methoden und die Resultate dürfte zur Interpretation und zum Verständnis der Daten wesentlich beitragen.

8 Schlussfolgerungen

Die Datenerfassung zur landwirtschaftlichen Bewässerung in der Schweiz ist aktuell sehr heterogen und lückenhaft. Dies ist auf die regional unterschiedliche Bedeutung der Bewässerung und die in den meisten Kantonen fehlende Tradition der Bewässerung zurückzuführen. Mit der in Zukunft erwarteten deutlichen Erhöhung des Wasserbedarfs der Landwirtschaft zur Sicherung der Erträge und Qualitäten, steigen auch die Herausforderungen der Kantone und des Bundes im Hinblick auf die Wasserzuteilung im Rahmen einer nationalen Wasserstrategie.

Es gilt festzuhalten, dass aktuell die nötigen umfassenden schweizweiten Daten zur landwirtschaftliche Wassernutzung fehlen. Der Bundesrat hat diese Problematik erkannt und hat den Bund in Zusammenarbeit mit den Kantonen damit beauftragt, eine solche nationale Datenbasis zu schaffen (Schweizerische Eidgenossenschaft 2020, 2021). Um den komplexen und vielseitigen Ansprüchen an die künftige Datenbasis gerecht zu werden, braucht es einen guten Dialog zwischen allen Akteuren. Neben den Fragen zum Nutzen der Daten sollten auch Fragen zum Umfang, zur Erhebungsmethode und zur zeitlichen und räumlichen Auflösung der Datenerfassung intensiv diskutiert werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass sich die nationale Datenbasis zur landwirtschaftlichen Bewässerung in der Schweiz zeitnah verbessert und als verlässliches Planungsinstrument verwendet werden kann.

9 Dank

Wir danken den kantonalen Stellen aus den Kantonen Aargau, Basel-Landschaft, Bern, Freiburg, Genf, Graubünden, Luzern, Neuenburg, St. Gallen, Schaffhausen, Solothurn, Tessin, Thurgau, Waadt, Wallis, Zug und Zürich für die Einsicht in ihre Aufzeichnungen zur landwirtschaftlichen Bewässerung und die zur Verfügung gestellte Zeit. Weiter bedanken wir uns bei den Branchenorganisationen und den Bildungs- und Beratungszentren für ihre Auskünfte und Einschätzungen.

Wir bedanken uns herzlich bei Ekkehard Fricke für die Ausführungen zur landwirtschaftlichen Bewässerung in Niedersachsen; bei Peter Cepuder und Reinhard Nolz für den Austausch zur landwirtschaftlichen Bewässerung in Österreich; bei Ludmilla Deshayes für den Einblick zur landwirtschaftlichen Bewässerung in Frankreich und bei Eros Borsato für den Austausch zur landwirtschaftlichen Bewässerung in Italien.

Weiter danken wir Sofia Caprez für die Aufbereitung der Geodaten und Marion Schild für die Mitarbeit bei der Abfrage der kantonalen Daten.

Vielen Dank an Annelie Holzkämper, Helge Aasen, Miguel Kohling und Chloe Wüst von Agroscope für die Projektleitung, die Hilfe bei der Datenerhebung und den regen Austausch zum Thema landwirtschaftliche Bewässerung.

Arthur Zesiger und Alessandro Rossi vom Bundesamt für Statistik danken wir für den Austausch zu den Daten der landwirtschaftlichen Strukturerhebung und Thomas Hersche, Dominique Gärtner und Michael Niggli vom Bundesamt für Landwirtschaft für die Aufbereitung der Daten der subventionierten Infrastrukturprojekte zur landwirtschaftlichen Bewässerung.

Diese Studie wird finanziert von der Abteilung Hydrologie des Bundesamts für Umwelt (BAFU).

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 : Anteil bewässerte Fläche an Landwirtschaftlicher Nutzfläche in % und LN in ha pro Kanton. Mittelwert der Jahre 2010, 2013, 2016 und 2020. Quelle: BFS 2010, 2013, 2016; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung, eigene Darstellung 2022.	10
Abbildung 2 : Anteil Betriebe mit Bewässerungsinfrastruktur in % resp. Anzahl Betriebe mit Bewässerungsinfrastruktur pro Kanton. Mittelwert der Jahre 2010, 2013, 2016 und 2020. Quelle: BFS 2010, 2013, 2016; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung, eigene Darstellung 2022.	11
Abbildung 3: Anzahl Betriebe pro Wasserquelle für landwirtschaftliche Bewässerung 2010 (links) und 2016 (rechts). Datensatz 2010 ohne Befragung zu Wasserentnahmen aus Bächen, Kanälen, Flüssen und Seen Quelle: BFS 2010, 2016, eigene Darstellung 2022.	12
Abbildung 4 : Übersichtskarte der Ergiebigkeit der Grundwasservorkommen in der Schweiz. Quelle: Sinreich et al. 2012.	12
Abbildung 5 : Entnahmeverbote und Entnahmeeinschränkungen aus Oberflächengewässern für die landwirtschaftliche Bewässerung in den Trockenjahren 2015 und 2018 im 2. Halbjahr. Quelle: BAFU 2016, 2019.	13
Abbildung 6 : Wichtige Regionen für landwirtschaftliche Bewässerung Schweiz, anhand der Aussagen der kantonalen Stellen (hellrot) und Gebiete mit effektiver Wasserentnahme für die landwirtschaftliche Bewässerung (dunkelrot) anhand der Angaben zu den konzessionierten oder bewilligten Entnahmestandorten aus Grund- und Oberflächengewässern. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022.	18
Abbildung 7 : Klimaeignung Spezialkulturen Massstab 1: 200`000. Quelle: swisstopo 2008a	19
Abbildung 8 : Klimaeignung Kartoffeln Massstab 1: 200`000. Aufteilung Klimaeignung nach Klimazonen. Quelle: swisstopo 2008b	19
Abbildung 9 : Anteil bewässerungswürdiger Kulturen (Kartoffeln, Freilandgemüse, Obst und Beeren) an Landwirtschaftlicher Nutzfläche (%) und Fläche bewässerungswürdiger Kulturen in ha pro Kanton im Jahr 2020. Quelle: Schweizer Bauernverband Agristat 2022, eigene Darstellung 2022.	20
Abbildung 10 : Regionale Verteilung des Bewässerungsbedarfs (Abflussvolumen) im Sommer (Juni-August) des Jahres 2003. Quelle: Fuhrer 2012.	20
Abbildung 11 : Aufzeichnung der effektiv entnommenen Wassermenge für die landwirtschaftliche Bewässerung fürs Bezugsjahr 2018. Blau eingefärbt sind alle Kantone, in welchen die effektiv entnommene Wassermenge in m ³ vorliegt. Alle anderen Einheiten wurden nicht berücksichtigt. Im Kanton Aargau sind lediglich die Mengen bei Grundwasserentnahmen bekannt, in den Kantonen SH und TG die gesamten Entnahmen, im Kanton ZG temporäre Entnahmen aus Oberflächengewässern. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022.	21
Abbildung 12: Kenntnis über konzessionierte Förderrechte für die landwirtschaftlichen Bewässerung pro Kanton. Blau eingefärbt sind alle Kantone, in welchen die Daten in l/min vorliegen. Alle anderen Einheiten wurden nicht berücksichtigt. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022	22
Abbildung 13 : Informationen zu Flächenangaben innerhalb von Konzessionen vorhanden, Übersicht pro Kanton. Flächenangaben Kanton Freiburg (FR) bewässerte Flächen im Jahr 2016 innerhalb von Bewässerungsgenossenschaften. Angaben Kanton Luzern (LU) bewässerte Flächen Spezialkulturen ohne Flächen, welche aus Trinkwasser oder privaten Quellen bewässert werden. Quelle. Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022	24
Abbildung 14 Rechtliche Regelung, ob Grundwasser für die landwirtschaftliche Bewässerung genutzt werden kann in den befragten Kantonen. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022	26
Abbildung 15 : Für landwirtschaftliche Bewässerung genutzte Oberflächengewässer in der Schweiz. Für landwirtschaftliche Bewässerung genutzte Abschnitte der Gewässer sind anhand der Entnahmestandorte hervorgehoben und gelb eingefärbt. Entnahmestellen mit Distanz bis 500m vom Gewässer wurden berücksichtigt. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022.	27
Abbildung 17 : Verteilung der Abflussklassen in die fünf biogeografischen Regionen der Schweiz. Quelle: BAFU 2013	28

Abbildung 16 : Modellierte mittlere natürliche monatliche und jährliche Abflüsse in m ³ /s für das Schweizer Gewässernetz. Quelle: swisstopo 2000	28
Abbildung 18 : Entnahmestandorte aus Grund- und Oberflächengewässern innerhalb von Konzessionen sofern die Daten vorhanden sind (s. Legende Datenverfügbarkeit). Punkte entsprechen georeferenzierten Entnahmestandorten beziehungsweise den Koordinaten des Ortes in den Kantonen AG, LU, SH und TG. Quelle: Befragung kantonaler Stellen. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022	29
Abbildung 19: Übersicht Auftreten Entnahmeverbote in den vergangenen Jahren aus Oberflächengewässern nach Kanton. Quelle Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022.	31
Abbildung 20 : Verlauf Wasserpreis in CHF und Wassermenge in m ³ einer Bewässerungsgenossenschaft zwischen 1995 und 2020. Quelle: Bewässerungsgenossenschaft 2022, persönliche Mitteilung, eigene Darstellung 2022	32
Abbildung 21: Zeitlicher Verlauf der tatsächlichen Entnahmemengen in Mio. m ³ (grün) für Entnahmen aus Grundwasser im Kanton AG (oben), Entnahmen aus Oberflächengewässern im Kanton SH (mitte) und Entnahmen aus Grund- und Oberflächengewässern im Kanton TG	33
Abbildung 22 : Anzahl genehmigte und durch das Bundesamt für Landwirtschaft finanziell unterstützte Bewässerungsprojekte zwischen 2003 und 2022 pro Kanton im Talgebiet. Quelle: BLW 2022, eigene Darstellung 2022	34
Abbildung 23 : Bewilligte und durch das BLW finanzierte Bewässerungsprojekte 2003 - 2022 Kanton Wallis im Talgebiet. Quelle: BLW 2022, eigene Darstellung 2022	34
Abbildung 24 : Bewilligte und durch das BLW finanzierte Bewässerungsprojekte 2003 - 2022 Kantone Bern (rot) und Freiburg (grün) im Talgebiet. Quelle BLW 2022, eigene Darstellung 2022	34
Abbildung 25 : Anzahl zusätzlich genehmigter Bewässerungsprojekte im Talgebiet pro Kanton und Jahr, Zeitspanne zwischen 2003 und 2022. Quelle: BLW 2022, eigene Darstellung 2022	35
Abbildung 26 Total zusätzliche bewässerbare Fläche pro Kanton und Jahr der neu genehmigten Bewässerungsprojekte durch das Bundesamt für Landwirtschaft im Talgebiet zwischen 2003 und 2022. Quelle: BLW 2022 , eigene Darstellung 2022.	36
Abbildung 27 : Kosten in Schweizerfranken pro Hektare bewilligte Bewässerungsprojekte zwischen 2003 - 2022 pro Kanton. Quelle BLW 2022, eigene Darstellung 2022.	37
Abbildung 28 : Agences de l'eau Einteilung nach Region. Quelle L'Agence de l'Eau Artois Picardie 2021	43
Abbildung 29 Bewässerungsgebiete Österreich (rot) und Jahresniederschlag in mm, Quelle: Cepuder et al. 2022, persönliche Mitteilung	44
Abbildung 30 : Bewässerte Fläche pro Kanton in ha gemäss (Zesiger 2022, persönliche Mitteilung) im Vergleich mit der bei durchgehendem Vollbetrieb der Anlagen bewässerbaren Fläche mit der von den Kantonen ausgewiesenen maximal konzessionierten Förderrechte in ha (vereinfachende Abschätzung aufgrund von Annahmen).	78

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 : Interpretationshilfe mit Wortlaut für Grafiken und Tabellen.	15
Tabelle 2 : Übersicht über die Datengrundlage zu Wasserentnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung aus Grund- und Oberflächengewässern. Abgefragt wurden Informationen zu den Entnahmestandorten, zur maximal konzessionierten Entnahmemenge, zu den verhängten Entnahmestopps, zu vergangenen und laufenden Infrastrukturprojekten (BLW 2022), zur Strategie bei der Vergabe von Nutzungsrechten (bestehend oder geplant) und zu den für die Bewässerung relevanten Informationen. Grüne Felder weisen auf vorhandene Daten, orange auf teilweise vorhandene oder lückig vorhandene Daten und rote auf fehlende Daten hin. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022.	17
Tabelle 3 : Vorhandene Daten der kontaktierten Kantone zu den Konzessionierte Förderrechten in l/min und effektiv bewässerter Menge in m ³ pro Kanton (Bezugsjahr 2018) im Vergleich zum modellierten Bewässerungsbedarf pro Kanton (Führer 2010) und der bewässerten Fläche gemäss LBZ 2020 (Zesiger 2022, persönliche Mitteilung). Insbesondere Daten zur effektiv bewässerten Menge in m ³ liegen nur aus wenigen Kantonen vor. Zudem liegen meist nicht Daten zu den gesamten Entnahmen für landwirtschaftliche Bewässerung vor, sondern nur Angaben zu einzelnen Bezugsquellen. Quelle: Datenabfrage kantonale Stellen, eigene Darstellung 2022.	23
Tabelle 4 : Vergleich Daten bewässerte Fläche Kantone Bern (BE), Freiburg (FR) und Luzern (LU) aus landwirtschaftlicher Betriebszählung 2020 und Datenabfrage kantonale Stellen 2022. Als bewässerungswürdig gelten Kartoffeln, Freilandgemüse, Obst und Beeren. Quelle: Schweizer Bauernverband Agristat 2021; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung, Datenabfrage kantonale Stellen, persönliche Mitteilung , eigene Darstellung 2022	25
Tabelle 5 Übersicht aktuelle und künftige Wasserquellen in den Kantonen für die landwirtschaftliche Bewässerung. Der Fokus der Wasserentnahmen ist dunkelgrün eingefärbt, in den hellgrün eingefärbten Fällen sind Wasserentnahmen aus der entsprechenden Wasserquelle möglich, rot eingefärbt sind die Fälle, in welchen eine Wasserentnahme aus der entsprechenden Quelle untersagt ist und grau eingefärbt sind Kantone, in welchen heute nicht bewässert wird (JU), beziehungsweise kein Wasser aus der entsprechenden Wasserquellen entnommen wird (ZG), respektive unklar ist, auf welcher Wasserquelle der Fokus künftig liegt (ZH).	39
Tabelle 6 : Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Bewässerung im nahen Ausland in den befragten Regionen. Aufgezeigt wird, ob die Entnahmestandorte, die konzessionierten, maximalen Entnahmemengen, die effektiv entnommenen Mengen, die für die Bewässerung relevanten Regionen und die effektiv berechnete Fläche bekannt sind. Grüne Felder weisen auf vorhandene Daten, orange auf teilweise vorhandene oder lückig vorhandene Daten und rote auf fehlende Daten. Quelle: Fricke 2022, persönliche Mitteilung; Cepuder et al. 2022, persönliche Mitteilung; Deshayes 2022, persönliche Mitteilung; Borsato 2022, persönliche Mitteilung, eigene Darstellung 2022	42
Tabelle 7 Anteil bewässerte Fläche an LN 2010, 2013, 2016 und 2020 und Durchschnitt pro Kanton. Quelle: BFS 2010, 2013, 2016; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung , eigene Darstellung	60
Tabelle 8 Anteil Betriebe mit Bewässerung in der Schweiz 2010, 2013, 2016, 2020 und Durchschnitt pro Kanton. Quelle: BFS 2010, 2013, 2016; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung, eigene Darstellung	61
Tabelle 9 Anzahl Wasserentnahmestellen im Rahmen von Bewilligungen pro Kanton und Gewässer. Quelle: Befragung kantonale Stellen	63

Abkürzungsverzeichnis

AG	Aargau
AUM	Agrarumweltmonitoring
BE	Bern
BL	Basel-Landschaft
FR	Freiburg
GE	Genf
GR	Graubünden
JU	Jura
l/min	Liter pro Minute
LBZ	Landwirtschaftliche Betriebszählung
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
LU	Luzern
m ³	Kubikmeter
NE	Neuenburg
Q347	Die Abflussmenge Q347 ist gemäss Art. 4 Gewässerschutzgesetz diejenige Abflussmenge, die , gemittelt über 10 Jahre, durchschnittlich wähen 347 Tagen (95. Perzentil) des Jahres erreicht oder überschritten wird und die durch Stauung, Entnahme oder Zuleitung von Wasser nicht wesentlich beeinflusst ist
SG	St. Gallen
SH	Schaffhausen
SO	Solothurn
TG	Thurgau
TI	Tessin
VD	Waadt
VS	Wallis
ZA_BH	Zentrale Auswertung der Buchhaltungsdaten
ZG	Zug
ZH	Zürich

10 Anhang

10.1 Daten Bundesamt für Statistik (BFS)

10.1.1 Anteil Bewässerte Fläche an LN 2010, 2013, 2016 und 2020 und Durchschnitt pro Kanton

Tabelle 7 Anteil bewässerte Fläche an LN 2010, 2013, 2016 und 2020 und Durchschnitt pro Kanton. Quelle: BFS 2010, 2013, 2016; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung, eigene Darstellung

Kanton	Anteil be- wässerte Flä- che an LN 2010	Anteil be- wässerte Flä- che an LN 2013	Anteil be- wässerte Flä- che an LN 2016	Anteil bewäs- serte Fläche an LN 2020	Durchschnittlicher Anteil bewässerte Fläche an LN 2010, 2013, 2016, 2020
Aargau	2.57%	3.02%	3.66%	4.50%	3.44%
Appenzell A. Rh.	0.04%	0.04%	0.01%	0.36%	0.11%
Appenzell I. Rh.	0.00%	0.00%	0.00%	1.15%	0.29%
Basel-Landschaft	1.30%	1.08%	1.88%	1.57%	1.46%
Basel-Stadt	0.00%	0.47%	0.46%	0.37%	0.33%
Bern	2.63%	2.51%	1.88%	3.45%	2.62%
Freiburg	2.99%	4.36%	3.01%	7.67%	4.51%
Genf	5.51%	3.02%	6.60%	7.08%	5.55%
Glarus	0.28%	0.06%	0.00%	0.79%	0.28%
Graubünden	4.85%	4.93%	3.83%	5.27%	4.72%
Jura	0.89%	1.25%	0.42%	4.88%	1.86%
Luzern	0.42%	0.47%	0.41%	0.83%	0.53%
Neuenburg	2.20%	2.37%	1.23%	5.16%	2.74%
Nidwalden	0.05%	0.35%	0.03%	0.50%	0.23%
Obwalden	0.03%	0.04%	0.03%	0.04%	0.03%
Schaffhausen	2.01%	3.07%	1.75%	2.57%	2.35%
Schwyz	0.15%	0.10%	0.10%	0.10%	0.11%
Solothurn	1.13%	1.38%	1.50%	2.93%	1.74%
St. Gallen	0.69%	1.18%	1.19%	1.25%	1.08%
Tessin	2.03%	3.31%	2.64%	4.67%	3.16%
Thurgau	4.09%	4.31%	3.91%	5.55%	4.47%
Uri	0.01%	0.92%	0.01%	1.16%	0.53%
Waadt	4.93%	3.53%	4.65%	5.81%	4.73%
Wallis	24.81%	23.76%	25.32%	28.86%	25.69%
Zug	0.29%	0.39%	0.90%	1.89%	0.87%
Zürich	2.39%	2.99%	2.64%	4.25%	3.07%

10.1.2 Anteil Betriebe mit Bewässerung in der Schweiz 2010, 2013, 2016, 2020 und Durchschnitt pro Kanton

Tabelle 8 Anteil Betriebe mit Bewässerung in der Schweiz 2010, 2013, 2016, 2020 und Durchschnitt pro Kanton. Quelle: BFS 2010, 2013, 2016; Zesiger 2022, persönliche Mitteilung, eigene Darstellung

Kanton	Anteil Betriebe mit Bewässerung 2010	Anteil Betriebe mit Bewässerung 2013	Anteil Betriebe mit Bewässerung 2016		Durchschnittlicher Anteil Betriebe mit Bewässerung 2010, 2013, 2016, 2020
Aargau	12.5%	15.6%	14.3%	13.8%	14.05%
Appenzell A. Rh.	0.9%	1.7%	1.1%	0.7%	1.11%
Appenzell I. Rh.	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	0.28%
Basel-Landschaft	14.6%	17.1%	15.7%	16.8%	16.05%
Basel-Stadt	7.1%	18.2%	15.4%	16.7%	14.34%
Bern	12.2%	11.0%	13.8%	8.7%	11.44%
Freiburg	8.0%	11.4%	8.4%	16.2%	11.00%
Genf	26.3%	19.7%	24.2%	27.0%	24.28%
Glarus	0.7%	0.5%	0.0%	1.4%	0.66%
Graubünden	13.0%	13.5%	9.2%	17.9%	13.42%
Jura	3.7%	5.0%	1.3%	9.8%	4.95%
Luzern	5.2%	4.0%	5.2%	3.1%	4.37%
Neuenburg	6.1%	7.2%	4.2%	14.4%	7.97%
Nidwalden	1.0%	1.1%	1.1%	2.2%	1.33%
Obwalden	1.7%	0.7%	1.1%	1.2%	1.17%
Schaffhausen	11.1%	11.6%	9.5%	17.4%	12.40%
Schwyz	2.2%	2.6%	1.9%	2.1%	2.21%
Solothurn	6.8%	7.4%	6.0%	8.5%	7.17%
St. Gallen	6.0%	5.5%	6.3%	5.7%	5.86%
Tessin	12.9%	13.7%	12.6%	13.5%	13.17%
Thurgau	13.1%	15.4%	14.1%	15.2%	14.44%
Uri	0.8%	2.6%	0.5%	2.2%	1.54%
Waadt	21.1%	12.6%	14.9%	18.2%	16.71%
Wallis	58.4%	53.3%	60.2%	65.1%	59.25%
Zug	9.7%	8.1%	11.4%	8.4%	9.39%
Zürich	13.5%	14.4%	14.8%	9.9%	13.16%

10.1.3 Interviewleitfaden telefonische Befragung kantonale Beratungsstellen

1. Konzessionen für Wasserentnahmen für Bewässerung (Entnahmestandorte? maximale Entnahmemengen? Seit wann? Wasserquelle i.e. Grundwasser oder Oberflächengewässer?)
2. Entnahmemengen für Bewässerung aus der Vergangenheit (m3? Zeitpunkt? Standort/Gewässer?)
3. Verhängte Bewässerungsstopps der Vergangenheit (Standort/Gewässer? Zeitpunkt?)
4. Bestehende und geplante Bewässerungsprojekte (seit wann bestehend oder ab wann geplant? Bewässerte Perimeter in ha? Geschätzter Wasserbedarf in m3? Wasserquellen & welche Flüsse oder Grundwasser?)
5. Verantwortliche Person(en) für Fragen der Bewässerung auf Kantonsebene (Kontakt?)
6. Bestehende oder geplante Strategie für die Vergabe von Nutzungsrechten (gibt es eine? wenn ja, was sieht sie vor?)
7. Regionen, für welche Bewässerung sehr wichtig ist

10.1.4 Anzahl Entnahmepunkte pro Kanton und Gewässer

Tabelle 9 Anzahl Wasserentnahmestellen im Rahmen von Bewilligungen pro Kanton und Gewässer. Quelle: Befragung kantonale Stellen

Kanton	Gewässer
Aargau	Aabach
	Aare
	Altachen
	Binnenkanal Aare/Schachen
	Büelmülikanal
	Bünz
	Dorfbach Dintikon
	Fisibach
	Halwilersee
	Holzbach
	Laubisbach
	Limmat
	Reuss
	Rhein
	Rotkanal
	Sagiweiher
	Sissle
	Suhre
	Surb
	Talbächlein
	Teuftelbach
	Uerke
	Wissenbach
	Wölflinswilerbach
	Wyna
Basel-Landschaft	Birs
	Buuserbach
	Frenke
	Vordere Frenke
Freiburg	Broye
	Neuenburgersee
	Murtensee
	Lac de la Gruyère
	La Sarine
	La Glâne

Kanton	Gewässer
	Schiffenensee
Genf	Lac Léman
	Rhône
	Arve
Luzern	Aabach
	Baldeggersee
	Binnekanal Inwil
	Hallwilersee
	Huebebach
	Reckholdernbach
	Reuss
	Ron
	Schwarzbach
	Sempachersee Suhre
	Vierwaldstättersee
	Wiggen, Luthern
	Wina
Neuchâtel	Neuenburgersee
St. Gallen	Bodensee
	Walensee
	Obersee
	Zürichsee
	Alpenrhein
	Rheintaler Binnenkanal
	Werdenberger Binnenkanal
	Saarkanal ab Sargans
	Seez ab Plons
	Linthkanal
	Thur ab Lütisburg
	Sitter ab St.Gallen Sittertal
Schaffhausen	Rhein
	Biber
	Wutach

Kanton	Gewässer
Thurgau	Thur
	Tobelbach
	Giessen
	Bodensee
	Rhein
	Lauche/Murg
	Sitter
	Seebachtal
	Seerhein
	Aach
	Untersee
	Wiler See
	Brüelbach
	Egelbach
	Langenweiher
	Hoferbach
	Chrumbach
Waadt	Neuenburgersee
Wallis	Rhone
Zug	Reuss
	Lorze
Zürich	Rhein
	Thur
	Töss
	Glatt

10.2 Daten Befragung Nachbarländer

10.2.1 Interviewleitfaden telefonische Befragung Nachbarländer

Datenerfassung:

1. Ist der regionale Bewässerungsbedarf der Landwirtschaft bekannt? Wie wird er erhoben resp. abgeschätzt?
2. Sind die genauen Standorte bekannt, an welchen Wasser zu landwirtschaftlichen Bewässerungszwecken entnommen wird?
→ Wenn ja, wie werden die Daten erhoben?
3. Wer ist zuständig für die Datenerhebung?
4. Gibt es Auflagen zur Aufzeichnung der Wassermenge bei der Bewässerung? Wer kontrolliert?
5. Werden betriebspezifische Daten zur effektiv bewässerten Menge pro Kultur erhoben?
→ Wenn ja, wie erfolgt die Erhebung?
→ Wenn ja, wer ist für die Erhebung zuständig?
6. Welche möglichen Entscheidungshilfen hat die Betriebsleitende Person für die Bewässerung?
→ Gibt es Entscheidungshilfen, welche finanziell unterstützt werden?
7. Ist parzellenscharf der Bewässerte Perimeter pro Betrieb bekannt?

Grundlagen/ Hintergrund:

1. Welche Wasserquellen stehen den Betrieben zu Bewässerungszwecken zur Verfügung?
2. Gibt es je nach Wasserquelle unterschiedliche Auflagen, welche im Zusammenhang mit der Bewässerung erfüllt werden müssen?
3. Wie ist die landwirtschaftliche Bewässerung in Österreich organisiert und was haben die einzelnen Organe für Aufgaben?
4. Wird für die Bewässerung überbetrieblich zusammengearbeitet? Wenn ja, in welcher Form erfolgt die Zusammenarbeit?
5. Sind Bewässerungsprojekte geplant?
6. Werden Bewässerungsprojekte finanziell unterstützt?
→ Wenn ja, welche Auflagen müssen erfüllt werden, damit die Finanzierung gesprochen wird?
7. Welchen Stellenwert hat die Bewässerung in der landwirtschaftlichen Ausbildung in Österreich?
8. Gibt es Unterstützungsangebote seitens Forschung, Bildung und Beratung, welche die Betriebsleitenden bei Fragen zur Bewässerung unterstützen?
→ Wie kann die Unterstützung eingefordert werden und in welchem Rahmen findet die Unterstützung statt?
9. Gibt es eine landwirtschaftliche Datenerhebung?
→ Wenn ja, welche Daten werden in diesem Zusammenhang erfragt?
→ Wer ist für die Datenerhebung zuständig?

10.2.2 Interview Ekkehard Fricke Niedersachsen

Ausgangslage

- Bodenfeuchte ohne Beregnung unter 20%
- Geerntetes Getreide wurde in diesem Jahr im Schnitt 3-5x beregnet → Wirtschaftlichkeit ist gegeben, da Getreidepreise in diesem Jahr gut sind konnte Getreide meist 1x mehr bewässert werden wie üblich
- Wassermenge ist limitierender Faktor → Priorität nach Wirtschaftlichkeit → Kartoffeln, Getreide, Zuckerrüben nach absteigender Priorität. Für Zuckerrüben reicht Wasser meist nicht mehr, da die anderen Kulturen prioritär bewässert werden.
- Beregnung seit 60-70 Jahren in Niedersachsen je nach Region
- Erwarteter Bedarf entspricht künftig 2/3 der Fläche von Niedersachsen → Ziel muss sein der Landwirtschaft langfristig Wasser zur Verfügung zu stellen
- Das Wasservorkommen ist der limitierende Faktor → Betriebsleitende würden teilweise gerne auf Gemüsebau umstellen können jedoch nicht, da Grundwasserreserven am Betriebsstandort nicht ausreichend sind

Datenerfassung

1. Ist der regionale Bewässerungsbedarf der Landwirtschaft bekannt? Wie wird er erhoben resp. abgeschätzt?

- Theoretisch müssten Zahlen vorhanden sein, da Wasserrechte in elektronisches Wasserbuch eingetragen werden → Pflicht der Landeskreise und unteren Wasserbehörde
 - Dieses elektronische Wasserbuch wird zentral in Niedersachsen geführt und enthält nicht nur Daten zur Landwirtschaft, sondern auch zur Industrie und Energie
 - Wasserbuch wird stiefmütterlich behandelt von Behörden → enthaltene Angaben sind nicht vollständig → Projekt Niedersächsisches Wasserversorgungskonzept → Bedarf sollte für Projekt erhoben werden, war jedoch anhand der Informationen aus dem Wasserbuch nicht möglich, da die Einträge häufig nicht vollständig waren und Angaben zu den Wassermengen gefehlt haben.
 - Im Projektrahmen wurden Näherungswerte zum Wasserbedarf erarbeitet rund 250 Millionen m³ Wasser. Angaben können nicht auf Ebene Kultur heruntergebrochen werden
 - Die 250 Millionen m³ Wasser entsprechen nicht dem tatsächlichen Verbrauch, sondern entsprechen der vergebenen Menge Wasser im Rahmen der Wasserrechte
 - Gemäss Aussagen von Betriebsleitenden wurde beispielsweise im Jahr 2018 mindestens die doppelte Menge Wasser benötigt → möglich dank gleitendem Nutzungsrecht
 - Gleitendes Wasserrecht kann von Betriebsleiter über 10 Jahre flexibel eigenteilt und je nach Bedarf in Anspruch genommen werden. Keine Einschränkungen durch maximalen Anteil an gleitendem Wasserrecht, welcher in Anspruch genommen werden kann.
 - Seit 2018 kann die überzogene Wassermenge im Folgejahr nicht wieder eingespart werden und Höchstmengen Wasserrechte werden jährlich einbezogen 80mm – 120mm je nach Landekreis
 - Werden Flexible Wassermengen überschritten, muss ein Bussgeld von 12 cent pro m³ bezahlt werden → Strafgeelder werden von den Betriebsleitenden in Kauf genommen, um beispielsweise Kartoffeln zu bewässern.
 - Landeskreise achten verschärft darauf, dass Datenerhebung genau erfolgt
 - Projekt, in welchem an ausgewählten Brunnen mit digitalen Zählern die Wassermenge direkt erfasst wird und die Informationen direkt an den Betriebsleiter und den Landkreis weitergeleitet wird.
 - Grundsätzlich sind Wasserzähler im ganzen Land Pflicht → Zähler entweder direkt an Pumpstation oder als transportable Uhr zwischen Pumpstation und Verteiler
- #### 2. Sind die genauen Standorte bekannt, an welchen Wasser zu landwirtschaftlichen Bewässerungszwecken entnommen wird?
- Wenn ja, wie werden die Daten erhoben?

- Je nach Gebiet sind unterschiedlich viele Flachbrunnen vorhanden. Die Entnahme erfolgt mit Dieselaggregaten und ist auf eine bestimmte Menge beschränkt (abhängig von Mächtigkeit des Brunnens). Die Obergrenzen verhindern, dass der Pegelstand des Wasserspeichers zu stark absinkt. Für einzelne Brunnen musste die Obergrenze bereits herabgesetzt werden.
 - Regionen mit grösseren Entnahmekquellen und Beregnungsverbänden→ Entnahmen wirken sich nicht direkt auf Oberfläche aus. Verbandsquote wird festgelegt. Aus welchem Brunnen von wem wie viel und wie oft gepumpt wird spielt keine Rolle Verbandsquote muss über alle Konsumenten eingehalten werden.
 - ➔ An den Entnahmestandorten der Bewässerungsverbände ist standardmässig ein Zähler installiert, da Informationen über die entnommenen Mengen pro Betrieb die Grundlage bilden für die Schlussabrechnung unter den Betriebsleitenden innerhalb des Bewässerungsverbandes.
- 3. Wer ist zuständig für die Datenerhebung?**
- 4. Gibt es Auflagen zur Aufzeichnung der Wassermenge bei der Bewässerung? Wer kontrolliert?**
- Es besteht keine allgemeine Aufzeichnungspflicht für die Landwirte. Maximale entnommene Menge und aus welchem Brunnen entnommen wurde sind die zwei einzigen Parameter, welche aufgezeichnet werden müssen.
- 5. Werden betriebspezifische Daten zur effektiv bewässerten Menge pro Kultur erhoben?**
- ➔ Wenn ja, wie erfolgt die Erhebung?
 - ➔ Wenn ja, wer ist für die Erhebung zuständig?
- 6. Welche möglichen Entscheidungshilfen hat die Betriebsleitende Person für die Bewässerung?**
- ➔ **Gibt es Entscheidungshilfen, welche finanziell unterstützt werden?**
 - Wöchentliches Empfehlungsschreiben bzw. Rundschreiben des Fachverbandes Feldberegnung in Zusammenarbeit mit dem DWD Braunschweig und der LWK Niedersachsen→ Hinweise für den Einsatz der Feldberegnung
 - Erfahrungswerte spielen eine entscheidende Rolle
 - Bodenfeuchtemesswerte ziehen nur sehr wenige als Entscheidungshilfe bei→ Aussage bei einzelnen Sensoren zu punktuell. Problematisch, da Böden ausser im Süden Niedersachsens sehr heterogen.
- 7. Ist parzellenscharf der Bewässerte Perimeter pro Betrieb bekannt?**

Grundlagen / Hintergrund

- 1. Welche Wasserquellen stehen den Betrieben zu Bewässerungszwecken zur Verfügung?**
- Als Wasserquellen für die landwirtschaftliche Bewässerung dient hauptsächlich das Grundwasser→ Grundwassermonitoring erfolgt zunehmend
 - ➔ Zuständig für Grundwassermonitoring ist NLWKL (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz)
 - Für Zukunft angedacht→ Anhand Informationen aus Monitoring Grundwasser über Grundwasserstände erlaubte Entnahmemenge für Beregnung für Folgejahr abschätzen (definierte Menge kann auch unter der Menge des Wasserrechts liegen)
 - Innerhalb von 15 Jahren gibt es 1 Jahr, in welchem Kartoffeln nicht beregnet werden müssen in Niedersachsen
 - Wasserkosten für Landwirt→ Pumpe und 1.4 cent pro m³
 - Werden neue Anträge für Wasserrechte gestellt, wird für den Betrieb anhand des DWA Merkblatts 590 der Wasserbedarf des Betriebes berechnet→ Kriterien: Klimaregion, Böden und Kulturen→ die anhand des Merkblatts berechnete Wassermenge wird dann dem Betrieb im mittel zugeteilt.
 - Aufteilung Wasserrechte neu beantragt→ Wasserbedarf nachweisen gemäss DWA Merkblatt 590 Klimaregion, Böden, Kulturen errechnen des Wasserbedarfs des Betriebs→ Wassermenge erhält LW diese Menge im mittel zugeteilt

- Ostniedersachsen 90% aller Flächen beregnet. Mitte, Norden und Westen 10-20% der Flächen beregnet
 - Rückgang Anbauflächen einzelner Kulturen (bspw. ZR) sichtbar, aufgrund des Wassermangels. Ebenfalls Rückgang der Landwirte zur wendenden Bodenbearbeitung aufgrund des Unkrautdrucks und der Krankheiten
 - Wasserangebot steigt langfristig nicht, Nachfrage jedoch schon → Wasser von Angebot zu Bedarf pumpen, Wasser einsickern lassen in Grundwasserkörper während Wintermonaten.
 - Wasserinfrastruktur von Politik nicht bzw. wenig beachtet keine Projekte in Planung um von Angebot zu Bedarf zu pumpen
- 2. Gibt es je nach Wasserquelle unterschiedliche Auflagen, welche im Zusammenhang mit der Bewässerung erfüllt werden müssen?**
- Einzelne Brunnen sind mit Spezialauflagen belegt bspw. einer bestimmten Ruhezeit, damit bspw. der Wasserspiegel nicht zu fest absinkt, da dies direkte Auswirkungen auf andere Ökosysteme hätte.
 - Einzelne Landkreise verhängen Einschränkungen zur Beregnung → Tageszeit, Temperatur (keine Beregnung ab 28°C), Windgeschwindigkeit
- 3. Wie ist die landwirtschaftliche Bewässerung in Deutschland organisiert und was haben die einzelnen Organe für Aufgaben?**
- 4. Wird für die Bewässerung überbetrieblich zusammengearbeitet? Wenn ja, in welcher Form erfolgt die Zusammenarbeit?**
- 5. Sind Bewässerungsprojekte geplant?**
- 6. Werden Bewässerungsprojekte finanziell unterstützt?**
- Wenn ja, welche Auflagen müssen erfüllt werden, damit die Finanzierung gesprochen wird?
- 7. Welchen Stellenwert hat die Bewässerung in der landwirtschaftlichen Ausbildung in Deutschland?**
- Fast keinen Stellenwert, ein Teil der Ausbildung → Lernende kommen gezwungenermaßen mit Bewässerung in Kontakt, wenn sie ihre Ausbildung in Niedersachsen machen.
 - Kein Lehrfach Bewässerung an den Hochschulen → Abi Bewässerung als Bildungsgrundlage, jedoch fachlich nicht sehr fundiert.
- 8. Gibt es Unterstützungsangebote seitens Forschung, Bildung und Beratung, welche die Betriebsleitenden bei Fragen zur Bewässerung unterstützen?**
- Wie kann die Unterstützung eingefordert werden und in welchem Rahmen findet die Unterstützung statt?
 - Beratung als Fachverband Feldberegnung wöchentlich, Landwirtschaftskammer allgemeine Informationen über Artikel
 - Raten grundsätzlich ab von Bodenfeuchtemessnetzen, da das Abbild zu punktuell ist. Raten zu Steuerung über klimatische Wasserbilanz: Klimatische Wasserbilanz ist die Differenz aus der Niederschlagssumme und der Summe der potentiellen Verdunstung über Gras.
 - Geissenheimsteuerung, Bewässerungsapp Gefahr, dass empfohlene Wassermenge zu hoch ist.
 - [kwb_beschreibung_jahr.pdf \(dwd.de\)](#)
 - [Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Leistungen - Klimatische Wasserbilanz \(Jahreszeiten\) \(dwd.de\)](#)
- 9. Gibt es eine landwirtschaftliche Datenerhebung?**
- Wenn ja, welche Daten werden in diesem Zusammenhang erfragt?
 - Wer ist für die Datenerhebung zuständig?

Datenerfassung

1. Ist der regionale Bewässerungsbedarf der Landwirtschaft bekannt? Wie wird er erhoben resp. abgeschätzt?

- Grundsätzlich gibt es keine Abschätzungen zum regionalen Bewässerungsbedarf und zum tatsächlichen Wasserverbrauch in Österreich
- Datengrundlage im Gebiet Marchfeld gut (Marchfeldkanalgesellschaft)
→ Marchfeldkanal Fachthema Bewässerung Daten Fakten Zahlen
- Wer bewässern möchte benötigt Wasserrecht
- Wasserrecht muss von Behörden genehmigt werden → Höhe Wasserrecht abhängig von Lage, Boden und Kulturen. Antrag kann von fachlich geeigneter Person gemacht werden. Referenz: Klimadaten der letzten 10 Jahre.
→ ÖWAV - Publikationen - ÖWAV-RB 407: Empfehlungen für die Bewässerung (oewav.at)
- Wasserrechte sind zwischen 10 und 25 Jahre gültig. Es werden die maximale Bezugsmenge in m³ pro Jahr, pro Tag und die Pumpleistung (l/s) festgelegt.
- Wasser kostet grundsätzlich nichts. Möglichkeit besteht bei jemandem im bestehenden Wasserrecht Wasser gegen Bezahlung zu beziehen. Es gilt first come, first serve. Trinkwasserversorgung wird prioritär behandelt.

2. Sind die genauen Standorte bekannt, an welchen Wasser zu landwirtschaftlichen Bewässerungszwecken entnommen wird?

→ Wenn ja, wie werden die Daten erhoben?

- Ja, genaue Entnahmestandorte sind bekannt und im Wasserbuch festgehalten. Die Daten wurden alle digitalisiert.

3. Wer ist zuständig für die Datenerhebung?

- Es gibt keine Stelle, welche alle Daten zur Bewässerung in Österreich zentral erhebt.

4. Gibt es Auflagen zur Aufzeichnung der Wassermenge bei der Bewässerung? Wer kontrolliert?

- Aufzeichnungspflichten und Aufzeichnungsart der Betriebsleitenden unterschiedlich und variieren je nach Art der Vorgaben im Wasserrechtsbescheid (Bsp.: Gesamtwassermenge pro Betrieb; Menge pro Kultur, Zeitpunkt und Gerätschaften).
→ Abhängig von Bundesländern, Bezirken, Gemeinden und Einzelpersonen
- Mögliche Aufzeichnungsformen: Wasserzähler, Berechnungsbuch (handschriftlich)
- kann behördlich kontrolliert werden

5. Werden betriebsspezifische Daten zur effektiv bewässerten Menge pro Kultur erhoben?

→ Wenn ja, wie erfolgt die Erhebung?

→ Wenn ja, wer ist für die Erhebung zuständig?

- Kommt drauf an (s. 4). Wird grundsätzlich eher selten aufgezeichnet.

6. Welche möglichen Entscheidungshilfen hat die betriebsleitende Person für die Bewässerung?

→ Gibt es Entscheidungshilfen, welche finanziell unterstützt werden?

- Kommerziell erhältliche Entscheidungshilfen
- Wetter und Referenzverdunstungsdaten → nicht kulturspezifisch und spezifisch für Landwirtschaft
- Keine Auflagen im Zusammenhang mit Bodenfeuchtesensoren oder Ähnlichem bei Infrastrukturprojekten, aber Empfehlung vorhanden.

7. Ist parzellenscharf der bewässerte Perimeter pro Betrieb bekannt?

- Parzellenscharfe Eingabe der bewässerten Fläche muss beim Beantragen des Wasserrechts eingereicht werden

Grundlagen/ Hintergrund

1. Welche Wasserquellen stehen den Betrieben zu Bewässerungszwecken zur Verfügung?

- Hauptwasserquelle Grundwasser → keine Aufbereitungsschritte vor der Bewässerung nötig
- Oberflächengewässer werden nur in wenigen Fällen als Wasserquellen für die landwirtschaftliche Bewässerung verwendet (weniger als 10%) → Wasser muss je nach Bewässerungstechnik vor Bewässerung aufbereitet werden

2. Gibt es je nach Wasserquelle unterschiedliche Auflagen, welche im Zusammenhang mit der Bewässerung erfüllt werden müssen?

- Bei Oberflächengewässern: Entnahmemenge pro Bewässerungsereignis abhängig von Wasserquelle → ökologische Funktion der Wasserquelle entscheidend für Wassermenge, welche entnommen werden darf.
- Es gibt Entnahmeverbote bspw. im Grenzfluss March wenn gewisse Pegelstände erreicht werden.
- Kriterien für Wasserqualität gelten unabhängig von der Wasserquelle.

3. Wie ist die landwirtschaftliche Bewässerung in Österreich organisiert und was haben die einzelnen Organe für Aufgaben?

- Organisation auf Stufe Einzelbetrieb → Direkte Koordination zwischen Betrieb und Behörden
- Organisation in Form von Genossenschaften → Genossenschaft kommuniziert mit Behörde, Genossenschaft koordiniert zwischen Einzelbetrieben, Kosten werden innerhalb der Genossenschaften abgerechnet
- Keine offiziellen Organisationen, welche verantwortlich sind für landwirtschaftliche Bewässerung → Landwirtschaftskammern übernehmen beratende Funktion und Interessenvertretung

4. Wird für die Bewässerung überbetrieblich zusammengearbeitet? Wenn ja, in welcher Form erfolgt die Zusammenarbeit? Siehe Pkt.3 Genossenschaft

5. Sind Bewässerungsprojekte geplant?

- Grundsätzlich steigt die Anzahl Eingaben für überbetriebliche Bewässerungsprojekte. Überbetriebliche Bewässerungsprojekte werden finanziell stärker unterstützt wie Bewässerungsprojekte auf Stufe Einzelbetrieb.

6. Werden Bewässerungsprojekte finanziell unterstützt?

→ Wenn ja, welche Auflagen müssen erfüllt werden, damit die Finanzierung gesprochen wird?

→ Es muss ein entsprechendes Projekt bei den Behörden eingereicht werden.

7. Welchen Stellenwert hat die Bewässerung in der landwirtschaftlichen Ausbildung in Österreich?

- Umgang mit Bewässerungstechnik ist Teil der landwirtschaftlichen Ausbildung (technischer Aspekt)
- Bewässerungsmanagement (Boden, Bilanz, Pflanzenbedarf) ist nur ein kleiner Teil der Ausbildung, bzw. wird nur wenig thematisiert
- Auf Uniebene nur an der BOKU Wien

8. Gibt es Unterstützungsangebote seitens Forschung, Bildung und Beratung, welche die Betriebsleitenden bei Fragen zur Bewässerung unterstützen?

→ Wie kann die Unterstützung eingefordert werden und in welchem Rahmen findet die Unterstützung statt?

- Bewässerungscluster Marchfeld an Landwirtschaftlicher Fachschule → Lernende in Bewässerungsversuche mit einbeziehen
- Kompetenzzentrum Bewässerung → Beratung in Spezialfragen zur Bewässerung
→ Willkommen im Kompetenzzentrum Bewässerung (kompetenzzentrum-bewaesserung.at)
- Ansprechpersonen in Ämtern zur Einreichung von Projekten

9. Gibt es eine landwirtschaftliche Datenerhebung?

➔ **Wenn ja, welche Daten werden in diesem Zusammenhang erfragt?**

➔ **Wer ist für die Datenerhebung zuständig?**

- Agrarstrukturerhebung wird gemacht, Fragen zur Bewässerung sporadisch und nur bei Bedarf Teil der Befragung

Collecte de données

1. Les besoins régionaux en irrigation de l'agriculture sont-ils connus ? Comment sont-ils relevés ou estimés ?

- Landwirte, welche Wasser für landwirtschaftliche Bewässerung entnehmen, haben einen Zähler installiert und Zahlen das entnommene Wasser pro m³, die Gesamtmenge wird Ende Saison den politisch zuständigen Stellen kommuniziert. Diese Daten sind nicht öffentlich zugänglich, weil gefürchtet wird, dass der politische Druck, die Mengen zu reduzieren zu hoch wäre.
- Wasserpreis je nach Region und Zone sehr unterschiedlich

2.1.1. La redevance Agence

La redevance Agence se compose d'un coefficient qui varie en fonction de la zone de prélèvement. Ainsi, on peut distinguer 2 tarifs de la redevance Agence répartis sur 3 grandes zones.

Il y a tout d'abord une distinction entre ZRE et hors-ZRE avec respectivement, des coefficients de 1,2 et de 1,0. Mais les rivières ayant un Plan de Gestion des Ouvrages ont un coefficient égal à 1,0 même si elles se trouvent dans la ZRE. De manière ponctuelle, certains ouvrages ont aussi un coefficient de 1,0 comme les retenues collinaires.

Zones	Coefficient Redevance Agence	Tarif au m ³
Zone Déficitaire (ZRE), non réalimentée	1,2	0,00545 €/m ³
Zone Déficitaire (ZRE), avec PGE, réalimentée	1	0,00454 €/m ³
Zone Déficitaire (ZRE), avec PGE, non réalimentée	1	0,00454 €/m ³
Zone Déficitaire (ZRE), réalimentée	1,2	0,00545 €/m ³
Zone non Déficitaire (ZRE), (hors PGE)	1	0,00454 €/m ³

2. Connaît-on les lieux exacts des prises de l'eau destinées à l'irrigation agricole ? Si oui, comment les données sont-elles collectées ?

- Ja, nicht immer sehr genau, in manchen Fällen ist nur Gemeinde bekannt, in welche Wasser entnommen wird
- Betriebsleitende müssen jährlich entnommene m³ und Entnahmestandort melden. Die Daten werden zuverlässig erfasst und entsprechen der beobachteten Praxis.

3. Qui est responsable pour la collecte des données ?

- Agence de l'eau
- Wie häufig die Daten gemeldet werden müssen, ist abhängig von der Art der Bewilligung zur Wasserentnahme (Wasserrecht (autorisation) = häufigere Erfassung (monatlich), wie bei Bewilligungen (jährlich).
- Daten werden ausgewertet und dienen als Entscheidungsgrundlage, inwiefern Angebot und Nachfrage übereinstimmen

4. Est-ce qu'il y a des exigences concernant l'enregistrement de la quantité d'eau utilisée pour l'irrigation ? Qui effectue les contrôles ?

5. Est-ce que les quantités effectivement irriguées par cultures sont-ils relevés par exploitation ? Si oui, comment s'effectue la collecte ? Si oui, qui est responsable de la collecte ?

- Erfassen mittels Fragebogen
- Bewässerte Kulturen (ha) sind bekannt, Menge pro Kultur ist nicht bekannt

- 6. De quelles aides à la décision les chefs d'exploitation disposent-t-ils pour l'irrigation ? Existent-t-ils des aides à la décision qui sont soutenues financièrement ?**
- Volumetrische und kapazitive Sonden als Entscheidungsgrundlage für die Landwirte
 - Sonden und teilweise auch Bewässerungsinfrastruktur werden durch die Regionen und die EU finanziell unterstützt (bis zu 40% der Anschaffungskosten). Die Sonden werden zunehmend mehr eingesetzt, weil bei reduzierten Entnahmemengen die Frage der gezielten Bewässerungssteuerung an Bedeutung gewinnt.
 - Wechsel von Bewässerungstechnik wird ebenfalls finanziell gefördert (im selben Rahmen wie die Sonden), z. B. Umstellung auf Giessbalken oder Kreisberegnung.
 - Bulletin d'irrigation als Entscheidungshilfe für die Betriebsleitenden → Bulletin ist kostenpflichtig → unterschiedliche Angebote vorhanden (mail, wöchentliche Beratung,...), je nach Angebot unterschiedliche Kosten. Bulletins werden häufig gelesen und die Empfehlungen werden von den Betriebsleitenden einbezogen.
- 7. Le périmètre irrigué par exploitation est-il connu à l'échelle de la parcelle ?**
- Unterscheiden zwischen irrigation individuelle und collective → irrigation individuelle bewässerte Parzellen sind nicht bekannt, irrigation collective bewässerte Parzellen bekannt

Contexte

- 1. Quelles sont les sources d'eau potentielles pour l'irrigation dans votre région/ votre pays?**
- Regional unterschiedlich → cours de l'eau, nappe souterraine profonde
 - In der Region Puy de Dôme: 80-90% des Bewässerungswassers aus Oberflächengewässern, Rest aus Grundwasser
 - In der Region Loire: Hauptanteil aus Grundwasser
 - Zunehmend wichtigere Wasserquelle: Speicherbecken
- 2. Existent-t-ils différentes exigences en fonction de la source d'eau dont ils faut répondre lorsque l'on veut les utiliser pour l'irrigation?**
- Ja, Restriktionen nur für Oberflächengewässer (abhängig vom Abfluss), Restriktionen für Grundwasser (abhängig vom Spiegel) seltener und häufig erst nach Restriktionen für Oberflächengewässer.
- 3. Comment l'irrigation agricole est-elle organisée dans votre région/ dans votre pays et quelles sont les tâches des différents organes ?**
- Bewässerung in Frankreich ist in agences de l'eau organisiert (Les agences de l'eau | Ensemble, faire de l'eau une ressource d'avenir (lesagencesdeleau.fr)) insgesamt gibt es 5 Stk.
 - Agences de l'eau geben keine Bewilligungen zur Wasserentnahme, sondern sind verantwortlich für die Informationssammlung.
 - Verantwortlich für die Bewilligung sind die politischen Ämter. Leider gibt es wenig Kommunikation zwischen den Agences de l'eau und den zuständigen politischen Stellen für die Bewilligung.
 - Die kollektive Bewässerung ist in OUGC (organismes uniques de gestion collective) organisiert. Sie machen eine Aufteilung der verfügbaren Wassermenge zwischen den einzelnen Betrieben.
- 4. La coopération interentreprises est-elle fréquente pour l'irrigation ? Si oui, sous quelle forme s'effectue cette coopération ?**
- Local und historisch bedingt sehr unterschiedlich, ob überbetriebliche Zusammenarbeit bei der Bewässerung stattfindet
 - Bei Bewässerung aus grösseren Wasserquellen gibt es tendenziell häufiger eine überbetriebliche Zusammenarbeit als bei Bezug aus kleineren Wasserquellen. Die zuständigen politischen Ämter wünschen eine vermehrte Zusammenarbeit, die Landwirte nicht immer (mehr Absprachen nötig).
 - Insgesamt besteht nicht der Eindruck, dass häufiger zusammengearbeitet wird.
 - Betriebsleitende organisieren sich überbetrieblich für Sonden

5. **Des projets de l'infrastructure pour l'irrigation sont-ils prévus ?**
 - Grosse Projekte zum Bau von Speicherteichen
6. **Les projets d'infrastructure pour l'irrigation bénéficient-ils d'un soutien financier ? Si oui, quelles conditions doivent être remplies pour que le financement soit accordé ?**
 - Agences de l'eau unterstützen Bau von Speicherbecken meistens nur, wenn dadurch bestehende Wasserentnahme aus Oberflächengewässern oder Grundwasser ersetzt werden, dies ist aber regional unterschiedlich geregelt.
 - Entnommenes Wasservolumen aus der bisherigen Quelle muss als Auflage reduziert werden, wenn zusätzliche Speicherbecken mit staatlicher Unterstützung erstellt werden (das heisst, die bestehende Bewässerungsmenge kann gleich bleiben).
7. **Quelle est l'importance de l'irrigation dans la formation agricole dans votre pays ?**
 - Bewässerung wird nicht thematisiert in Grundbildung. Die Landwirte haben deshalb z. T. sehr wenig Wissen über den Arbeitsaufwand und die Kosten der Bewässerung, über den Wasserbedarf der Kulturen und die Speicherfähigkeit der Böden und über die rechtlichen Rahmenbedingungen zur Wasserentnahme.
 - Es gibt bei den staatlichen Beratungsinstitutionen deshalb eine grosse Nachfrage nach Weiterbildungen zum Thema Bewässerung.
8. **Existent-t-ils des offres de soutien de la part de la recherche, de la formation et de la vulgarisation qui aident les chefs d'exploitation à répondre aux questions concernant l'irrigation ? Comment peut-on demander ce soutien et dans quel cadre se fait-il ?**
 - Die Chambres d'agriculture machen Versuche zur effizienten Wassernutzung, z. B. im Bereich der Bodenbearbeitung.
9. **Existe-t-il une collecte de données agricoles ? Si oui, quelles données sont collectées dans ce contexte ? Qui est responsable de la collecte des données ?**
 - Ja, Betriebsleitende müssen Einsatz PSM und Düngemittel dokumentieren, ihre Parzellen georeferenziert Erfassen und angeben, auf welcher Parzelle welche Kultur angebaut wird
 - Im Rahmen dieser Datenerfassung werden keine Bewässerungsdaten erhoben.

10.2.5 Interview Eros Borsato – Italien

Allgemein

Hauptkultur für Bewässerung: Mais. Der Bewässerungsbedarf pro Betrieb für die Zuteilung der Wasserrechte wird berechnet aufgrund vom Bewässerungsbedarf von Mais, der Grösse der Parzellenflächen und der Speicherkapazität der Böden.

Datenerfassung

1. **Ist der regionale Bewässerungsbedarf der Landwirtschaft bekannt? Wie wird er erhoben resp. abgeschätzt?**
 - Wasserbedarf ist bekannt (in Form von Entnahmerate) → wird berechnet anhand der zu bewässernden Fläche
 - Input und Output wird erhoben und anschliessend die Differenz berechnet
 - In Norditalien: Bewässerung häufig aus Flüssen und nicht aus Seen → Seen bzw. Speicherseen werden häufig für Wasserkraft verwendet (privat organisiert)
 - In Süditalien: eher Seen und Speicherbecken
2. **Sind die genauen Standorte bekannt, an welchen Wasser zu landwirtschaftlichen Bewässerungszwecken entnommen wird?**
 - Wenn ja, wie werden die Daten erhoben?
 - Entnahmestandorte sind genau bekannt. Sie werden auf einer Plattform eingetragen (staatlich) und können von Forschungsinstitutionen genutzt werden.
3. **Wer ist zuständig für die Datenerhebung?**

Viele Organisationen und Einheiten arbeiten daran.
4. **Gibt es Auflagen zur Aufzeichnung der Wassermenge bei der Bewässerung? Wer kontrolliert?**
 - Wasserrechte werden von nationalem Institut vergeben (für Entnahmerate)
 - Water based authorities macht Regeln und setzt Regeln durch
 - Restwassermengen müssen eingehalten werden
5. **Werden betriebspezifische Daten zur effektiv bewässerten Menge pro Kultur erhoben?**
 - Wenn ja, wie erfolgt die Erhebung?
 - Wenn ja, wer ist für die Erhebung zuständig?
 - Es werden keine Daten auf Stufe Einzelbetrieb erfasst
6. **Welche möglichen Entscheidungshilfen hat die Betriebsleitende Person für die Bewässerung?**
 - Gibt es Entscheidungshilfen, welche finanziell unterstützt werden?
 - Finanzielle Hilfe auf europäischer Stufe Massnahmen, welche Wassereffizienz steigern werden ausbezahlt. Finanzhilfe wird erst ausbezahlt, wenn Verbesserungsmaßnahmen bereits umgesetzt wurden. Bsp.: Umstellung auf effizientere Bewässerungstechnik kann bis zu 50% subventioniert werden.
7. **Ist parzellenscharf der Bewässerte Perimeter pro Betrieb bekannt?**
 - Potentiell bewässerbare Flächen sind bekannt, effektiv bewässerte Flächen sind nicht bekannt

Grundlagen/ Hintergrund

1. **Welche Wasserquellen stehen den Betrieben zu Bewässerungszwecken zur Verfügung?**
 - Unterschiedliche je nach Region
 - Region Bonifica Piave ausschliesslich Oberflächengewässer verwendet

2. **Gibt es je nach Wasserquelle unterschiedliche Auflagen, welche im Zusammenhang mit der Bewässerung erfüllt werden müssen?**
 - Auflagen sind unterschiedlich je nach Consortium → Auflagen Bewässerungszeit, Bewässerungsmenge, Bewässerungssystem
 - Die Grundwassernutzung in Norditalien in der Region Veneto muss bei einem regionalen Büro angefragt werden. Eine Nutzung ist nicht durchs ganze Jahr hindurch möglich.
3. **Wie ist die landwirtschaftliche Bewässerung in Italien organisiert und was haben die einzelnen Organe für Aufgaben?**
 - Die «water basing authorities» (regionale Büros) davon vergeben die Wassernutzungs-Konzessionen. Für die Vergabe gelten landesweit dieselben Regeln, angelehnt an die europäische Wasserrichtlinie. Die regeln können lokal an die unterschiedlichen vorherrschenden Bedingungen angepasst werden.
4. **Wird für die Bewässerung überbetrieblich zusammengearbeitet? Wenn ja, in welcher Form erfolgt die Zusammenarbeit?**
 - Zusammenarbeit unter den Betrieben für die Bewässerung ist möglich, jedoch nicht üblich (Planung innerhalb des Consortiums für Bewässerungszeitpunkt der Einzelparzellen)
5. **Sind Bewässerungsprojekte geplant?**
6. **Werden Bewässerungsprojekte finanziell unterstützt?**
 - **Wenn ja, welche Auflagen müssen erfüllt werden, damit die Finanzierung gesprochen wird?**
 - Consortium unterstützt keine Bewässerungsprojekte, nur EU unterstützt (z. B. Fördergelder für die Verbesserung der Infrastruktur).
 - Consortium macht keine Auflagen, wie Bewässerung zu erfolgen hat. Verantwortung für Bewässerung nach Hydrant liegt bei Betriebsleiter
7. **Welchen Stellenwert hat die Bewässerung in der landwirtschaftlichen Ausbildung in Italien?**
8. **Gibt es Unterstützungsangebote seitens Forschung, Bildung und Beratung, welche die Betriebsleitenden bei Fragen zur Bewässerung unterstützen?**
 - **Wie kann die Unterstützung eingefordert werden und in welchem Rahmen findet die Unterstützung statt?**
 - Keine spezifischen Beratungsstellen für Bewässerungsfragen → Betriebsleitende müssen sich von Stelle zu Stelle durchfragen, Landwirte wenden sich in erster Linie an die Regionalen Stellen über den regionalen Stellen befinden sich die Water authorities
 - o Ansprechpartner zu den Bewässerungssystemen: Industrie
 - o Wasserquelle: Staatliche Stelle für Wasserquellen
 - o es gibt europäisch finanzierte Projekte für die Weiterbildung von Landwirten und für den Wissenstransfer
9. **Gibt es eine landwirtschaftliche Datenerhebung?**
 - **Wenn ja, welche Daten werden in diesem Zusammenhang erfragt?**
 - **Wer ist für die Datenerhebung zuständig?**
 - Landwirtschaftliche Datenerhebung vorhanden (CIGRIA)

10.3 Vereinfachende Einordnung der maximal konzessionierten Förderrechte

Die zu Spitzenzeiten bei durchgehendem Vollbetrieb der Anlagen theoretisch maximal bewässerbare Fläche aufgrund der maximal konzessionierten Förderrechte in l/min (aus den Angaben der kantonalen Stellen) wurde mit vereinfachenden Annahmen abgeschätzt:

- Bewässerung von 20 bis 30 mm mit einem Rollomat (häufigste Bewässerungstechnik in der Schweiz und übliche Gabenhöhe).
- Nötige Fördermenge pro Rollomat bei einer Beregnungsdauer von 6 bis 8 h pro ha: rund 600 l/min (HAFL unveröffentlicht)
*Berechnung: $25 \text{ l/m}^2 * 10'000 \text{ m}^2/\text{ha} / 7 \text{ h/ha} / 60 \text{ min/h} = 595 \text{ l/min}$*
- Bewässerbare Fläche pro Rollomat zu Spitzenzeiten (Annahmen: Bewässerungsintervall von 6 Tagen (jede Parzelle muss alle 6 Tage erneut beregnet werden), Bewässerungsdauer pro Tag 17 h (keine Bewässerung von 13 h bis 18 h))
*Berechnung: $17 \text{ h} / 7 \text{ h/ha} * 6 = 14.6 \text{ ha}$*
- Maximal bewässerbare Fläche aufgrund der konzessionierten Förderrechte
*Berechnung: Förderrechte [l/min] / 600 l/min pro Rollomat * 14.6 ha pro Rollomat (siehe Abb.30)*

Die bei durchgehendem Vollbetrieb der Anlagen theoretisch maximal bewässerbare Fläche wurde anschliessend der bewässerten Fläche gemäss LBZ 2020 gegenübergestellt (Zesiger 2022, persönliche Mitteilung). Gründe für Abweichungen werden im Kapitel 7.2.3 diskutiert.

Bei der Abschätzung wird davon ausgegangen, dass bei anhaltender Trockenheit eine Parzelle alle sechs Tage erneut bewässert werden muss. Wenn neben den maximal bewässerbaren Flächen bei Vollbetrieb andere Flächen bewässert werden sollen, müssen entweder das Bewässerungsintervall ausgedehnt werden oder aktuell bewässerte Flächen nicht mehr bewässert werden. Beides dürfte bei bewässerungswürdigen Kulturen bei anhaltender Trockenheit zu Wasserstress führen.

Die hohen Werte im Kanton SG könnten auf den hohen Anteil Bezüge aus Grundwasser oder den hohen Anteil bewässerter Spezialkulturen zurückzuführen sein. Beispielsweise bei der Bewässerung von Setzlingen im Gemüsebau wird ein Bewässerungsintervall von 6 Tagen wie für diese stark vereinfachte Abschätzung angenommen nicht ausreichen und für eine Frostschutzberegnung im Obstbau werden hohe Förderleistungen benötigt. Eine weitere Erklärung für die Abweichung könnte die im Verhältnis zur Fläche bewässerungswürdiger Kulturen (1'693 ha) tiefe Schätzung der bewässerten Fläche von 891 ha gemäss LBZ sein.

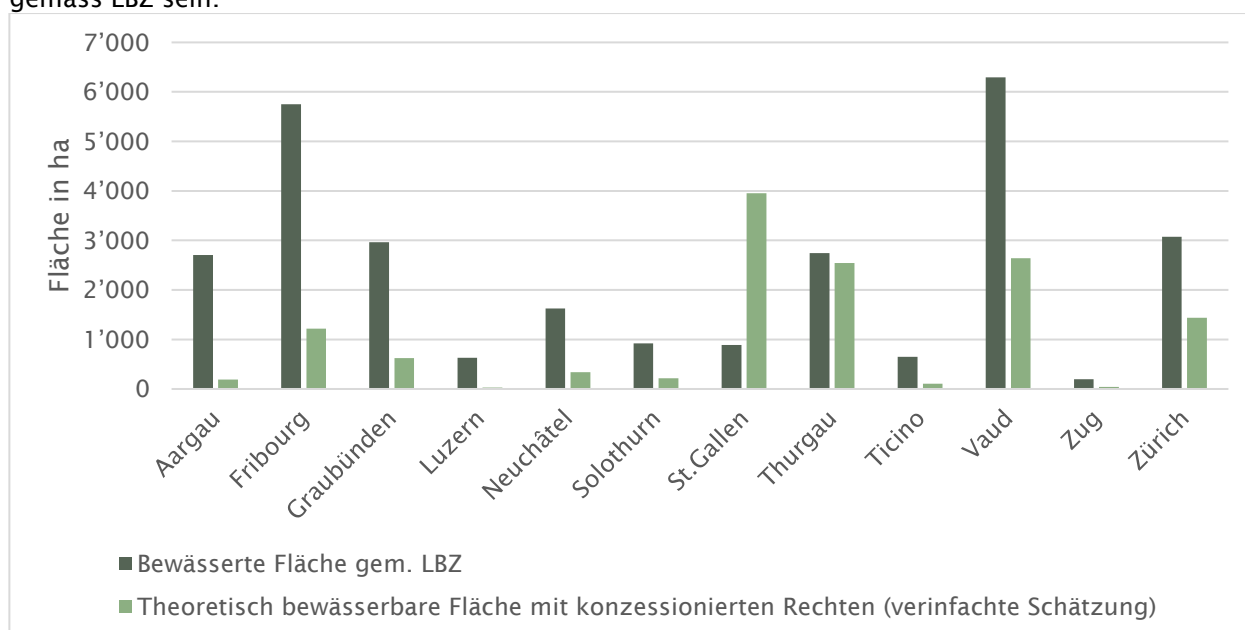


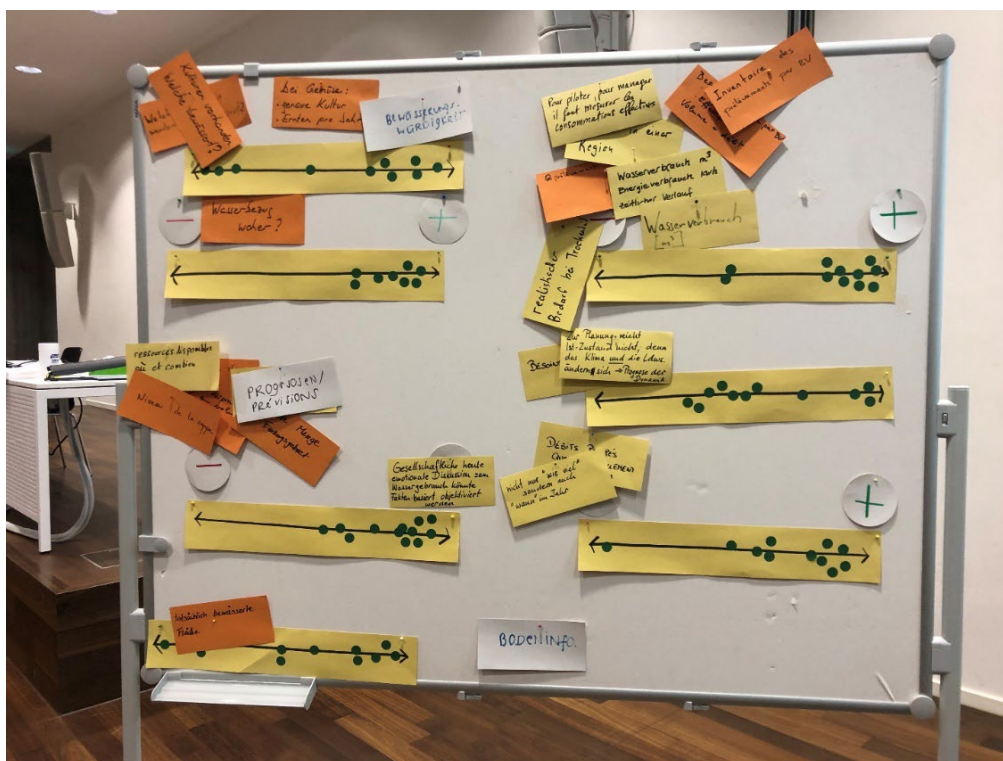
Abbildung 30 : Bewässerte Fläche pro Kanton in ha gemäss (Zesiger 2022, persönliche Mitteilung) im Vergleich mit der bei durchgehendem Vollbetrieb der Anlagen theoretisch bewässerbaren Fläche mit der von den Kantonen ausgewiesenen maximal konzessionierten Förderrechte in ha (vereinfachende Abschätzung aufgrund von Annahmen).

10.4 Protokoll Workshop Swiss Irrigation Info 16. Februar 2023

Begrüssung, Tagesablauf und Workshopziele
Protokoll - Folien BAFU (Masterpräsentation S. 1-7)
Workshopziele - Präsentation und Diskussion der Ergebnisse aus der kantonalen Datenabfrage zur landwirtschaftlichen Bewässerung - Verbesserung der Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Bewässerung in der Schweiz – Welche Bedürfnisse bestehen seitens Kantone und Bund zur Verbesserung der Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Bewässerung? - Vermeiden von Datenfriedhöfen – wie kann Datenerhebung zielgerichtet erfolgen und wie erfolgt die Datenauswertung?
Hintergründe und Grundlagen zum Projekt Swiss Irrigation Info
Protokoll - Folien BAFU (Masterpräsentation S. 8-21)
Aktuelle Datenlage landwirtschaftliche Bewässerung in der Schweiz
Protokoll - Folien HALF (Masterpräsentation S. 22 - 49)
Input Teil 1 – Nutzen aus der Datenerfassung zur landwirtschaftlichen Bewässerung für die Kantone
Protokoll - Folien Kanton Freiburg (Masterpräsentation S. 50 - 77)
Workshop Teil 1 – Nutzen aus der Datenerfassung
Protokoll - Folien HAFL (Masterpräsentation S. 78 - 80)
Leitfragen Workshopteil 1 1. Welche zusätzlichen Daten benötigen die Kantone, um eine gute Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Wassernutzung zu haben? 2. Welchen Nutzen hätten die Kantone von den erhobenen Daten?

Resultate Workshopgruppe 1

1. Welche zusätzlichen Daten benötigen die Kantone, um eine gute Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Wassernutzung zu haben?
 - Welche Kulturen werden bewässert, mit welchem Bedarf
 - Künftiger Bedarf
 - Bedarfsmenge und Zeitpunkt des Bedarfs
 - Bewässerte Fläche
 - Zur Verfügung stehende Wasserressourcen → Ort und Menge
 - Vorhergehende Wasserbezüge
 - Pumpleistungen
 - Tatsächliche Entnahmemenge
 - Lücken zwischen dem Wasserbedarf und der tatsächlich genutzten Menge
 - Wasserverteilung innerhalb eines Gebietes
 - Kenntnisse über das Bewilligungsverfahren
 - Bewässerte Menge pro Parzelle
 - Möglichkeiten die verwendete Wassermenge aufgrund des Wetters zu berechnen, ohne diese zu messen
 - Verfügbarkeit von Grundwasserreserven
 - Gültigkeitsdauer Konzessionen und Bewilligungen
2. Welchen Nutzen hätten die Kantone von den erhobenen Daten?
 - Identifikation von Nutzungskonflikten innerhalb der Kantone
 - Bei limitierten Ressourcen Anpassung der Kulturart, mehr Gewächshäuser, weniger wasserintensive Anwendungssysteme, lokale Anwendung, Planung der Bewässerung einer Region auf der Grundlage dieses Parameters



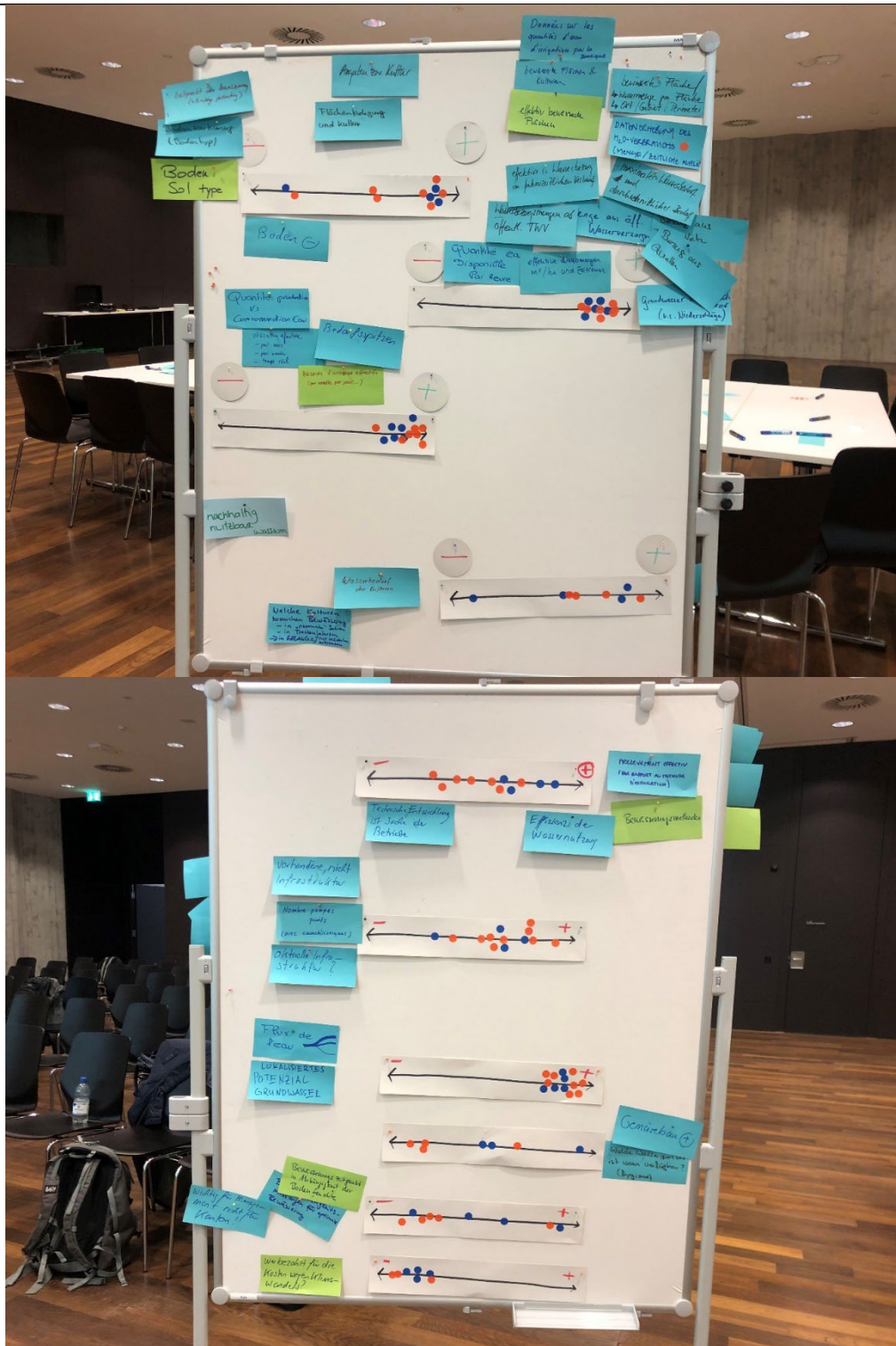
Resultate Workshopgruppe 2

1. Welche zusätzlichen Daten benötigen die Kantone, um eine gute Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Wassernutzung zu haben?
 - Bodentyp
 - Welche Kulturen werden auf welchen Böden bewässert
 - Effektiver Wasserbezug im jahreszeitlichen Verlauf
 - Herkunft Wassermenge
 - Verfügbare Wassermenge

- Wasserqualität
- Benötigte Wassermenge pro Kultur
- Bewässerungsmethoden
- Anzahl Pumpen mit genauen Angaben zu Pumpen
- Potential Oberflächengewässer und Grundwasser
- Bodenfeuchtheitsmessungen
- Informationen über Wasserspitzen (Verbrauchsspitzen)

2. Welchen Nutzen hätten die Kantone von den erhobenen Daten?

- Motivation und Verankerung im Gesetz nötig, damit Kantone Daten erfassen
- Kenntnisse über Anzahl Pumpen in einem Gebiet, um Wasserbedarf für die Bewässerung abzuschätzen
- Unterschied zwischen tatsächlichem landwirtschaftlichen Bedarf und Bedarf aufgrund des Klimawandels
 - ➔ Frage wer bezahlt für die Kosten des Klimawandels?
- Bodeninformationen nicht für alle Workshopteilnehmende wichtig zur Beurteilung des Bewässerungsbedarfs
- Effektiv bewässerte Kulturen müssen nicht unbedingt bekannt sein, Bezug auf Literaturwerte möglich.
 - ➔ Lohnt sich eine Erhebung der Daten standardmässig in der Praxis?
- Daten zum effektiven Wasserbezug und effektiven Wasserbedarf nötig
- Informationen zur Bewässerungstechnik nicht für alle Kantone mit Relevanz
 - ➔ Abschätzung Einsparungspotential
 - ➔ Abschätzung Bewässerungseffizienz
 - ➔ Die Bewässerungstechnik ist eine Frage der Forschung und nicht des Vollzugs→ Technische Entwicklung muss nicht von Kanton gesteuert werden, Beratung macht Ergebnisse aus Forschung für Betriebsleitende zugänglich
- Informationen zur aktuellen Bewässerungsinfrastruktur, Infrastruktur wird als wichtiger eingeschätzt, wie Informationen zur Bewässerungstechnik
- Wasserqualität Meinungen der Kantone sehr unterschiedlich
 - ➔ Wasserqualität für Bewässerungswasser wird unterschätzt
 - ➔ Richtlinien für Wasserqualität vorhanden (Gemüsebau)→ Druck für die Wasserentnahme für die Bewässerung aus dem Trinkwasser, Druck auf Trinkwasser durch Wasserentnahme für die Bewässerung soll vermieden werden
- Bodenfeuchtheitsmessungen/Messen von Bedarf
 - ➔ Keine Zuständigkeit des Kantons, sondern der Einzelbetriebe
 - ➔ Wichtig für Bewässerungsmanagement, keine Relevanz aus sich der Kantone
 - ➔ Kantone benötigen selbst keine Bodenfeuchtedaten, sondern haben ein Interesse/müssen sicherstellen, dass diese auf Stufe Einzelbetrieb angewendet werden



Diskussion Workshopteil 1 – Nutzen aus der Datenerfassung

Protokoll

Zusammenfassend stellten sich folgende Parameter im Workshopteil 1 als essenziell für die Kantone heraus:

Nötige Parameter:

- Perimeter und Kulturen
- Menge Bedarf
- Menge Dargebot

Nutzen:

- Planung
- Vermeidung Konflikten
- Zuteilung Menge
- Kommunikation, faktenbasiert statt emotional, Transparenz
- Facts sind nötig, um Führung/Steuerung und Treffen von Entscheidungen über Datennutzung zur landwirtschaftlichen Bewässerung zu ermöglichen
- Daten zur landwirtschaftlichen Bewässerung sind nötig, für fachliche und sachliche Diskussion zur landwirtschaftlichen Bewässerung
- Quantifizierung der nötigen Wassermengen für die LW nötig
- Welche Auflösung der Daten ist nötig?→ kostenrelevant
- Je nachdem, welche Gesetzgebung man vertritt, unterscheiden sich die nötigen Daten→ Bedürfnisse, an die die Datenerfassung ist abhängig von der Funktion der workshopteilnehmenden Person
- Welche Aufgaben übernehmen Bund, Kantone, Forschungsanstalten und welche Grundlagen schaffen sie für die Datenerfassung in den Kantonen?
- Rechtfertigung Wassernutzung gegen aussen→ genaue Daten nötig, Instrument nötig, um aufzuzeigen gegenüber den anderen Interessensvertretenden, dass Wasser benötigt und effizient eingesetzt wird.

Input Teil 2 – Grenzen und Möglichkeiten der Datenerfassung zur Bewässerung in der Landwirtschaft

Protokoll

- Folien Kanton Schaffhausen (Masterpräsentation S. 83 - 96)

Workshop Teil 2 – Grenzen und Möglichkeiten der Datenerfassung

Protokoll

- Folien HAFL (Masterpräsentation S. 97 - 98)

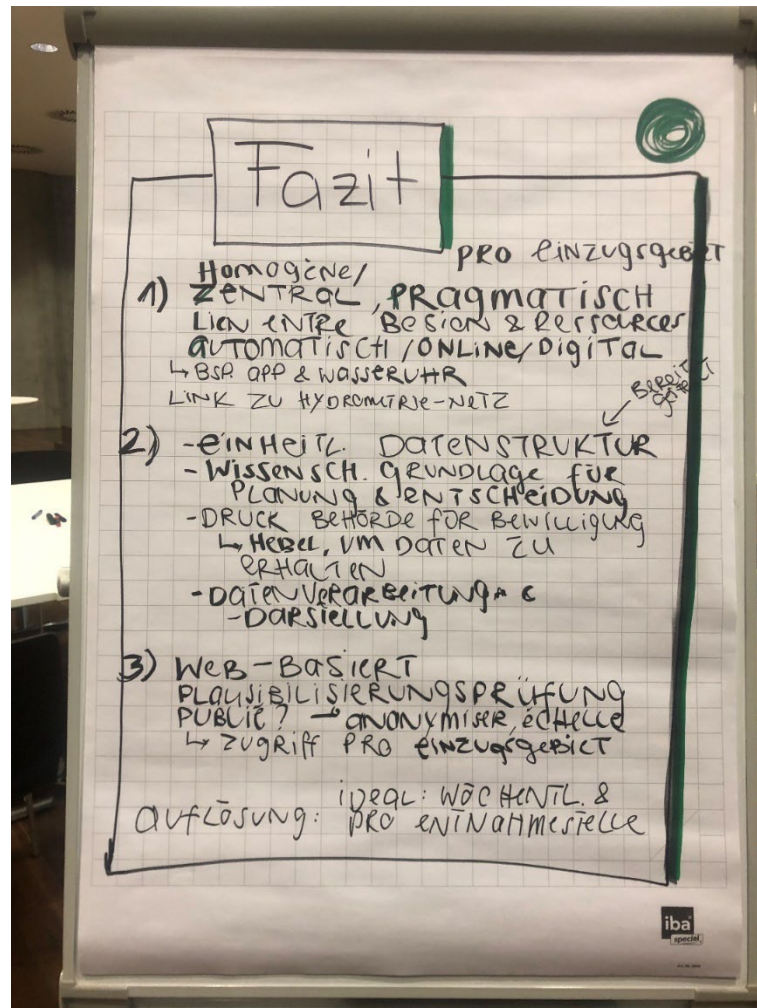
Leitfragen

4. Wie müsste die Datenerfassung erfolgen?
5. Welche Unterstützungen und Rahmenbedingungen sind nötig?
6. Wie werden die erhobenen Daten gehalten, aufbereitet und kommuniziert?

Resultate Workshopgruppe 1

1. Wie müsste die Datenerfassung erfolgen?
 - Pragmatische Vorgehensweise bei der Datenerfassung
 - Automatisiertes und digitales System, online Tool
 - App, in welcher die Daten zur landwirtschaftlichen Bewässerung national zur Verfügung gestellt werden.
 - Homogene Vorgehensweise unter den Kantonen und den unterschiedlichen kantonalen Stellen.
2. Welche Unterstützungen und Rahmenbedingungen sind nötig?
 - Schweizweit zentrale Erfassung mit einheitlicher Datenstruktur
 - Gemeinsame Datastrukturdaten / zentrale Erfassung
 - ➔ Zuständige Person pro Kanton
 - Nötige wissenschaftliche Grundlagen als Planungs- und Entscheidungsgrundlage

3. Wie werden die erhobenen Daten gehalten, aufbereitet und kommuniziert?
- Web basiert – Datenschutz essenziell, vertrauliche Daten nicht öffentlich, keine Rückschlüsse von Daten auf Bewirtschafter
 - ➔ Daten zur verwendeten Wassermenge und Verwendung der bezogenen Wassermenge müssen vertraulich bleiben
 - ➔ Zugriff nach Einzugsgebiet
 - Plausibilitätskontrolle der Daten
 - Doppelspurigkeiten vermeiden ➔ Kantonale Datenerfassungssysteme werden bereits verwendet.



- Kombination Erfassung Kultur/Fläche + Datalogie
? Welche Genauigkeit? Ziel
- CH weit einheitliche Erhebung + Auswertung.
- Abrechnung nach m^3
- Nutzen: Validierung Modelle
→ Planung (Konzessionen, Bewässerungseinschränkungen...)
- Koordination national, Infrastruktur, Datenmodelle

- aktuelle Datenerfassung der Fachstellen optimieren



Diskussion Workshopteil 2 – Grenzen und Möglichkeiten der Datenerfassung und Gesamtdiskussion

Protokoll

- Jeder Pumpe kann eine Mengenummessung hinten angeschlossen sein, um die Daten direkt zu übermitteln
 - ➔ Druck der Konzessionsbehörden nötig
 - ➔ Technik ist da auch für automatische Übertragung
- Wie werden die Daten kommuniziert? ➔ Wasser ist ein öffentliches Gut, wenn Wasser aus öffentlichem Gewässer entnommen wird, hat die Bevölkerung ein Recht zu erfahren, wie viel Wasser entnommen wird.
- Daten zur entnommenen Menge ja, Bevölkerung sollte jedoch nicht die entnommene Wassermenge pro Betrieb einsehen können
- Ist eine flächendeckende Realisierung nötig?
- Was sind die nächsten Schritte als Ergebnis dieses Workshops?
- Vorstoss auf nationaler Ebene wünschenswert
 - ➔ Zentrales Datenerfassungssystem mit Schnittstellen
 - ➔ Daten können abgerufen und publiziert werden
 - ➔ Evtl. App
 - ➔ Einfache Datenbank, welche zentral angegliedert ist
- Wo wird kantonaler Beitrag gesehen am nationalen System?
 - ➔ Verbinden mit Daten aus Konzessionen, Daten könnten eingespiessen werden
 - ➔ Ausführungsauflagen wären auch bei Konzessionen möglich, evtl. wäre eine Gesetzesänderung in einigen Fällen nötig
- Aufgaben definieren für Kantone, welche sie mit den erhobenen Daten zu erfüllen haben ➔ Erhobene Daten müssen bei der täglichen Arbeit nützlich sein.
 - ➔ Nutzung der Daten muss vorgängig definiert werden
 - ➔ Schrittweise Umsetzung der Datenerfassung nötig
- Wer trägt die Kosten für die nationale Umsetzung?
- Konzessionen können gestaltet werden, viele der Instrumente sind vorhanden, müssten ausgestaltet werden
 - ➔ Kantonale Unterschiede bezüglich Wasserhoheit und Gesetzgebung im Zusammenhang mit Wassernutzung

Schlusswort

Protokoll

- Agroscope ➔ (Bild mit Esel) Es kann ein gutes Päckchen mit Eindrücken für die weitere Arbeit mitgenommen werden. Sehr konstruktiver Workshop, es kommt viel Arbeit auf uns zu.
- BFS (Bild mit Rohren) ➔ Viele Rohre führen zu einer zentralen Station, sinnbildlich für weitere zentrale Datenerfassung
- BLW (Bild mit Schiff) ➔ Wir sind alle im gleichen Boot, Daten werden benötigt, um langfristig der Landwirtschaft das nötige Wasser für die Bewässerung zur Verfügung zu stellen.
 - ➔ Dringend besser Datengrundlage nötig, dass wir Druck von aussen standhalten können
 - ➔ Nur Auflagen bei subventionierten Projekten möglich, Wassermengen müssen gemessen werden bei neuen Projekten
 - ➔ Daten messen reicht nicht. Datenübermittlung, -verwaltung und -aufbereitung als zentrale Punkte.
- BAFU (Bild mit Liebespaar) ➔ Es braucht eine enge Zusammenarbeit und die Bereitschaft der Kantone Daten zu erfassen. Der Wunsch der Kantone nach Koordination und technischen Lösungen wurde gehört und muss weiter diskutiert werden.
- HAFL (Bilder Flickenteppich, Zeitgeist, neues Problem) Pragmatische und praxisnahe Lösung für zentrale Datenerfassung nötig. Zeitgeist folgen und trotz Flickenteppich neue Lösung erarbeiten.



Ausblick

- Finale Version Bericht «Datengrundlage und künftige Datenerfassung zur landwirtschaftlichen Bewässerung in der Schweiz» Bericht wird fertig gestellt von HAFL bis Ende April
- Dokumentation Workshop durch HAFL, wird an alle Workshopteilnehmende verschickt
- Vorschlag für künftige Datenerfassung durch HAFL in Zusammenarbeit mit BAFU
- Parallel laufen Module 2 und 3 des Projekts (Leitung: Agroscope)
- Projekt BFS zu vereinfachten Wasserkonten in der Schweiz
- BAFU: Umsetzung der Massnahmen aus Po. Rieder und Anpassungsstrategie

11 Literaturverzeichnis

- Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Zürich, 2021. Entnahmeverbote Kanton Zürich. Mail vom 26.05.2021.
- Amt für Agrarwirtschaft Kanton Jura, 2022. Swiss Irrigation Info. Mail vom 2022.
- Amt für Gewässerschutz und Wasserversorgung Tessin, 2021. Telefoninterview Swiss Irrigation Info. Telefoninterview vom 21.12.2021.
- Amt für Landwirtschaft Kanton Freiburg, 2022. Swiss Irrigation Info. Mail vom 21.07.2022.
- Amt für Natur und Umwelt Graubünden, 2021. Telefoninterview Swiss Irrigation Info. Telefoninterview vom 13.12.2021.
- Amt für Umwelt Bern, 2022. Interview Swiss Irrigation Info. Mail vom 03.03.2022.
- Amt für Umwelt Kanton Freiburg, 2017. Eaux superficielles. Plan sectoriel cantonal.
- Amt für Umwelt Kanton Thurgau, 10.02.23. Zusatzbefragung Swiss Irrigation Info vom 10.02.23.
- Amt für Umwelt Solothurn, 2021. Telefoninterview Swiss Irrigation Info. Telefoninterview vom 14.12.2021.
- Amt für Umwelt und Energie Luzern, 2022. temporäre Wasserentnahmen Landwirtschaft; Angabe der zu bewässernden Flächen. Mail vom 24.03.2022.
- Amt für Umwelt Zug, 2022. Telefoninterview Swiss Irrigation Info. Telefoninterview vom 08.02.2022.
- Auswirkungen des Klimawandels auf die Schweizer Gewässer. Hydrologie, Gewässerökologie und Wasserwirtschaft, 2021a, 07.07.2022, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/auswirkungen-des-klimawandels-auf-die-schweizer-gewaesser.html>
- AWEL Gewässerschutz Zürich, 2021. Telefoninterview Swiss Irrigation Info. Telefoninterview vom 07.12.2021.
- BAFU (Bundesamt für Umwelt), 2021b. Restwasser. Abgerufen am 22.07.2022, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-gewaesser/renaturierung-der-gewaesser/restwasser.html>
- Bau- und Umweltsdepartement St. Gallen, 2021. Telefoninterview Swiss Irrigation Info. Telefoninterview vom 01.12.2021.
- Bau-, Verkehrs- und Umweltsdepartement Aargau, 2021. Telefoninterview Swiss Irrigation Info. Telefoninterview vom 10.12.2021.
- Baudepartement Kanton Schaffhausen Abteilung Gewässer und Materialabbau, 2022. Telefoninterview Swiss Irrigation Info. Telefoninterview vom 16.02.2022.
- Bernhardt JJ, Rolfes L, Kreins P, Henseler M, ohne Datum. Ermittlung des regionalen Bewässerungsbedarfs für die Landwirtschaft in Bayern. Abgerufen am 09.01.2023, https://literatur.thuenen.de/digibib_extern/dn065033.pdf
- Bewässerung, 2022. Abgerufen am 30.08.2022, <https://www.statistik.at/statistiken/land-und-forstwirtschaft/land-und-forstwirtschaftliche-produktionsmethoden/bewaesserung>
- Bewässerungsgenossenschaft, 2022. Swiss Irrigation Info. Mail vom 2022.
- BFS (Bundesamt für Statistik), 2010. STAT-TAB – interaktive Tabellen (BFS). Abgerufen am 11.07.2022, https://www.pxweb.bfs.admin.ch/pxweb/de/px-x-0702000000_227/px-x-0702000000_227/px-x-0702000000_227.px
- BFS (Bundesamt für Statistik), 2013. STAT-TAB – interaktive Tabellen (BFS). Abgerufen am 11.07.2022, https://www.pxweb.bfs.admin.ch/pxweb/de/px-x-0702000000_227/px-x-0702000000_227/px-x-0702000000_227.px
- BFS (Bundesamt für Statistik), 2016. STAT-TAB – interaktive Tabellen (BFS). Abgerufen am 11.07.2022, https://www.pxweb.bfs.admin.ch/pxweb/de/px-x-0702000000_227/px-x-0702000000_227/px-x-0702000000_227.px
- BFS (Bundesamt für Statistik), 2022. Landwirtschaftliche Strukturerhebung. Landwirtschaftsbetriebe, Beschäftigte, Nutzfläche nach Kanton 2000 - 2021. Abgerufen am 14.07.2022, <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/land-forstwirtschaft.assetdetail.22644544.html>
- Björnsen Gurung A, Stähli M, 2014. Wasserressourcen der Schweiz. Dargebot und Nutzung - heute und morgen. NFP 61 - Thematische Synthese 1 im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61 "Nachhaltige Wassernutzung". Abgerufen am 09.01.2023, http://www.nfp61.ch/SiteCollectionDocuments/nfp61_thematische_synthese_1_d.pdf
- BLW (Bundesamt für Landwirtschaft), 2021. Interkantonaler Workshop "Bewässerung" 2021.
- BLW (Bundesamt für Landwirtschaft), 2022. Bewilligte Bewässerungsprojekte seit 2003.

- Borsato E, 2022. Swiss Irrigation Info - Austausch Nachbarländer vom 25.10.2022.
- BSG 752.41 - Wassernutzungsgesetz (WNG), 1997. Abgerufen am 09.01.2023, https://www.belex.sites.be.ch/app/de/texts_of_law/752.41
- Bucher C, 2017. Kosten von Bewässerungsverfahren im Freiland-Gemüsebau.
- Cepuder P, Nolz R, Faller CJ, 2022. Swiss Irrigation Info - Austausch Nachbarländer vom 23.08.2022.
- Deshayes L, 2022. Swiss Irrigation Info - Austausch Nachbarländer vom 20.10.2022.
- Die 50 grössten Schweizer Seen, 2022. Abgerufen am 15.07.2022, <https://www.schweizersee.ch/die-50-groessten-schweizer-seen/>
- Dienststelle für Umwelt Wallis, 2022. Telefoninterview Swiss Irrigation Info. Telefoninterview vom 16.03.2022.
- DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall), 2019. DWA-Regelwerk. Merkblatt DWA-M 590. Grundsätze und Richtwerte zur Beurteilung von Anträgen zur Entnahme von Wasser für die Bewässerung (2. Aufl.).
- Ebenrain - Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung, 13.02.23. Zusatzbefragung Swiss Irrigation Info vom 13.02.23.
- EBP Schweiz AG, 2019. Trockenheit im Sommer und Herbst 2018. Auswirkungen und deren Bewältigung in der Schweizer Wasserwirtschaft. Abgerufen am 06.07.2022, https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEWjVo9Kb1uP4AhVahP0HHQ4OCBcQFnoECAIAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bafu.admin.ch%2Fdam%2Fbafu%2Fde%2Fdokumente%2Fwasser%2Fexterne-studien-berichte%2FTrockenheit_im_Sommer_und_Herbst_2018.pdf.download.pdf%2FTrockenheit_im_Sommer_und_Herbst_2018.pdf&usg=AOvVaw1vr3Q9BKyo1-MIF4xJn92z
- Ecoplan, Sofies-Emac, 2020. Landwirtschaft und Bewässerung im Klimawandel - Anpassung als Chance! Grundlagenbericht (Bericht I) für die Region Bünztal. Abgerufen am 22.07.2022, <https://www.ag.ch/media/kanton-aargau/bvu/umwelt-natur/natur-und-landschaftsschutz/bewag-grundlagenbericht-20201028-schlussbericht.pdf>
- Eisenring S, Holzkämper A, Calanca P, 2021. Berechnung der Bewässerungsbedürfnisse unter aktuellen und zukünftigen Bedingungen in der Schweiz. *Agroscope Science*, 107, 1–55. Abgerufen am 09.08.2022, <https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2021/11/47710-50912-de-pub.pdf>
- Evaluating and classifying land for irrigated agriculture, 1985. Abgerufen am 09.01.2023, <https://www.fao.org/3/X5648E/x5648e04.htm>
- Fliessgewässertypisierung der Schweiz, 2013. Abgerufen am 06.12.2022, [https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/fliessgewaessertypisierung-der-schweiz.html#:~:text=Mit%20der%20Fluessgew%C3%A4ssertypisierung%20der%20Schweiz,anhand%20abiotischer%20Kriterien%20\(Sollzustand\)](https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/publikationen-studien/publikationen-wasser/fliessgewaessertypisierung-der-schweiz.html#:~:text=Mit%20der%20Fluessgew%C3%A4ssertypisierung%20der%20Schweiz,anhand%20abiotischer%20Kriterien%20(Sollzustand))
- Freiburghaus M, 2009. Wasserbedarf der Schweizer Wirtschaft. *Aqua & Gas*, 06.12.2009. Abgerufen am 03.04.2023, *Aqua & Gas | Plattform für Wasser, Gas und Wärme | 20091201-Wasserbedarf der Schweizer Wirtschaft (aquaetgas.ch)*
- Fricke E, 2022. Swiss Irrigation Info- Austausch Nachbarländer vom 18.07.2022.
- Fricke E, Riedel A, 2013. Beregnung lohnt sich.
- Fuhrer J, 2010. Abschätzung des Bewässerungsbedarfs in der Schweizer Landwirtschaft. Abschlussbericht. Abgerufen am 14.07.2022, <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/26436>
- Fuhrer J, 2012. Bewässerungsbedarf und Wasserdargebot unter heutigen und künftigen Klimabedingungen. Abgerufen am 09.01.2023, <https://ira.agroscope.ch/de-CH/Page/Einzelpublikation/Download?einzelpublikationId=29493>
- Fuhrer J, Calanca P, 2014. Bewässerungsbedarf und Wasserdargebot unter Klimawandel: eine regionale Defizitanalyse. *Agrarforschung Schweiz*, 5 (6), 256–263. Abgerufen am 12.08.2022, https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2014_06_1987.pdf
- Fuhrer J, Jasper K, 2016. Bewässerungsbedürftigkeit von Acker- und grasland im heutigen Klima. Abgerufen am 14.07.2022, https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2009_10_1511.pdf
- Fuhrer J, Smith P, Gobiet A, 2014. Implications of climate change scenarios for agriculture in alpine regions. A case study in the Swiss Rhone catchment. Abgerufen am 06.07.2022, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969713006906>
- Fuhrer J, Thomet M, Smith P, Jordan F, Thomet P, 2016. Online-Prognosen für Wasserknappheit. Abgerufen am 19.01.2023,

- https://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi-58TX9dP8AhV3_rslHSOhCqQQFnoECAKQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.nccs.admin.ch%2Fdam%2Fncs%2Fde%2Fdokumente%2Fklima%2Ffachinfo-daten%2Fonlineprognosen%2520wasserwirtschaft.pdf.download.pdf%2FOnline-Prognosen_f%25C3%25BCr_Wasserknappheit_-_Artikel_Agrarforschung_7-2016.pdf&usg=AOvVaw13LiMOGjXUqqF0njzqjQL
- Gazzarin C, Bütler A, Anken T, Bravin E, Hoop D, Sax M, Schlatter M, Zorn A, 2022. Kostenkatalog 2022. Richtwerte für die Kosten von Maschinen, Arbeit, Gebäude und Hoftechnik. Gültig bis September 2023. Abgerufen am 09.01.2023, https://www.agrartechnik.ch/fileadmin/user_upload/maschinenkosten/2022_Maschinenkosten_d.pdf
- Gewässernetz der Schweiz, 2022. Abgerufen am 06.12.2022, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/karten/karten-und-abgeleitete-daten/gewaessernetz-der-schweiz.html>
- HAFL (Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften), unveröffentlicht. Ressourcenprojekt "Efficiency Irrigation Vaud". Wissenschaftliche Begleitung 2022.
- Heidt L, 2009. Auswirkungen des Klimawandels auf die potenzielle Beregnungsbedürftigkeit des Nordost-Niedersachsens. GeoBerichte 13.
- Hitze und Trockenheit im Sommer 2015. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt, 2016. Abgerufen am 08.12.2022, <https://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwito5Szpur7AhUFhf0HHcSWBN8QFnoECAYQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bafu.admin.ch%2Fdam%2Fbafu%2Fde%2Fdokumente%2Fklima%2Fuz-umwelt-zustand%2FHitze%2520und%2520Trockenheit%2520im%2520Sommer%25202015.pdf.download.pdf%2FUZ-1629-D.pdf&usg=AOvVaw3qUP4CDTliROjDiyKkLUYS>
- Hitze und Trockenheit im Sommer 2018. Auswirkungen auf Mensch und Umwelt, 2019. Abgerufen am 08.12.2022, https://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiRv_v9pur7AhVbg_0HHUilDggQFnoECAYQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bafu.admin.ch%2Fdam%2Fbafu%2Fde%2Fdokumente%2Fklima%2Fuz-umwelt-zustand%2Fhitze_und_trockenheit_im_sommer_2018.pdf.download.pdf%2FUZ-1909-D_Hitzesommer2018.pdf&usg=AOvVaw39van-RDstHDZbXWX5XjTe
- Holzkämper A, 2020. Varietal adaptations matter for agricultural water use – a simulation study on grain maize in Western Switzerland. Abgerufen am 06.07.2022, https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj47Hn8-P4AhVP_qQKHbevC1QQFnoECACQAQ&url=https%3A%2F%2Fira.agroscope.ch%2Ffr-CH%2FPage%2FEinzelpublikation%2FDownload%3Feinzelpublikationid%3D46059&usg=AOvVaw1R1eFs2TUNb1zj8GATZ4qA
- Holzkämper A, Liebisch F, Keiser A, Marti A, 2021. Projektskizze: Informationen zur landwirtschaftlichen Bewässerung in der Schweiz (Swiss Irrigation Info).
- Kämpfer T, 2019. Ergebnisse der Kartoffelversuche 2019 in Seedorf. Abgerufen am 09.01.2023, <https://www.ufarevue.ch/pflanzenbau/kartoffelanbau>
- Kanton Freiburg, 2020. Kantonaler Richtplan Gewässerbewirtschaftung. Thema T 402 Oberflächengewässer. Abgerufen am 22.07.2022, https://geo.fr.ch/pdcant/C4_K4_Umwelt.pdf
- Kantonale Planung der Gewässerbewirtschaftung. Sachplan Gewässerbewirtschaftung (SPGB), 2021. Abgerufen am 09.01.2023, https://www.fr.ch/sites/default/files/2022-09/sachplan-gewasserbewirtschaftung-spgb_0.pdf
- Kräuchi N, 2022. Wasserstrategie, 19.07.2022, https://www.ag.ch/de/themen/klimawandel/klimastrategie-kanton-aargau/massnahmenplan-klima?dc=c0ff6010-7fd0-4350-9ed6-9fbfbc86f71_de#:~:text=F%C3%BCr%20den%20Kanton%20Aargau%20wird,anderem%20im%20Hinblick%20auf%20Trockenzeiten.
- L'Agence de l'Eau Artois Picardie, 2021. Qui somme-nous? Abgerufen am 06.12.2022, <https://www.eau-artois-picardie.fr/lagence-de-leau/qui-sommes-nous>
- Lindinger H, Grath J, Brielmann H, Schönbauer A, Gattringer I, Formanek c, Broer M, Rosmann T, 2021. Wasserschatz Österreichs. Grundlagen für nachhaltige Nutzungen des Grundwassers Hintergrunddokument.
- Lindner Z, 2021. Climate change impacts on irrigation water resource available from rivers in Switzerland. Masterthesis, unveröffentlicht. Universität Bern, Bern.
- Miserez M-A, 2019. Die Schweiz und ihr Wasser. Abgerufen am 06.07.2022, https://www.swis-sinfo.ch/ger/fuenf-fragen-und-antworten_die-schweiz-und-ihr-wasser/45422562
- NCCS (National Centre for Climate Services), 2018. CH2018 - Klimaszenarien für die Schweiz.

- Netzwerk Wasser 2.0. Der Einstieg in ein kooperatives Vorgehen der Grundwassernutzung? - Pilotprojekte Netzwerke Wasser zur Klimafolgeanpassung, 2019. Abgerufen am 09.01.2023, https://www.lbeg.niedersachsen.de/download/140499/Netzwerke_Wasser_2.0_-_Projekt-Steckbrief.pdf
- Pfaundler M, 2022. Restwassermengen. Telefonat vom 14.10.2022.
- R Foundation for Statistical Computing, 2022. The R Project for Statistical Computing. R: A language and environment for statistical computing. Abgerufen am 09.01.2023, <https://www.R-project.org/>
- Schweizer Früchte, 2023. Facts & Figures. Abgerufen am 19.01.2023, <https://www.swissfruit.ch/de/>
- Schweizerische Eidgenossenschaft, 2020. Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2020 - 2025. Abgerufen am 08.12.2022, <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/publikationen-studien/publikationen/anpassung-klimawandel-schweiz-aktionsplan-2020-2025.html>
- Schweizerische Eidgenossenschaft, 2021. Wasserversorgungssicherheit und Wassermanagement - Grundlagenbericht. Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates 18.3610 Rieder vom 15. Juni 2018. Abgerufen am 08.12.2022, <https://www.parlament.ch/centers/e-parl/curia/2018/20183610/Bericht%20BR%20D.pdf>
- Seiler FL, Mann S, Holzkämper A, 2021. Steigende Ausgaben: Landwirtschaftliche Wassernutzung im Wandel. Abgerufen am 15.07.2022, <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2022/07/steigende-ausgaben-fuer-wassernutzung-in-der-landwirtschaft/>
- Share of irrigable and irrigated areas in utilised agricultural area (UAA) by NUTS 2 regions, 2021. Abgerufen am 09.01.2023, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/aei_ef_ir/default/bar?lang=en
- Sinreich M, Kozel R, Lützenkirchen V, Matousek F, Jeannin P-Y, Löw S, Stauffer F, 2012. Grundwasserressourcen der Schweiz. Abschätzung von Kennwerten. Abgerufen am 08.12.2022, https://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiKmdS-bnur7AhWYgP0HHRnbC4gQFnoECAgQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bafu.admin.ch%2Fdam%2Fbafu%2Fde%2Fdokumente%2Fhydrologie%2Ffachinfo-daten%2Fgrundwasserressourcenderschweiz.pdf.download.pdf%2Fgrundwasserressourcenderschweiz.pdf&usq=AOvVaw0I7m8JQ3nbPiVdNm5j8_mN
- Statista Research Department, 2014. Die zehn längsten Flüsse der Schweiz. In Kilometern; Stand 2014. Abgerufen am 15.07.2022, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/348709/umfrage/langste-fluesse-der-schweiz/#professional>
- Statistik Austria, 2021. Statistik der Landwirtschaft.
- Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2020. Kapitel 2 - Pflanzenbau, 2021. Abgerufen am 06.12.2022, https://www.sbv-usp.ch/fileadmin/user_upload/SES_2020-97.pdf
- swissinfo.ch, 2019. Woher kommt das Trinkwasser in der Schweiz?, 09.08.2022, https://www.swissinfo.ch/ger/wasserressourcen_woher-kommt-das-trinkwasser-in-der-schweiz-/45165230
- swisstopo (Bundesamt für Landestopografie), 2000. Mittlere Abflüsse (m³/s) und Abflussregimetyp für das Gewässernetz der Schweiz. Abgerufen am 06.12.2022, <https://map.geo.admin.ch/?X=190000.00&Y=660000.00&zoom=1&lang=de&topic=gewiss&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-grau&catalogNodes=2607,2619,2627&layers=ch.bafu.mittlere-abfluesse>
- swisstopo (Bundesamt für Landestopografie), 2008a. Klimateignungskarte für die Landwirtschaft - Kartoffeln. Abgerufen am 06.12.2022, https://map.geo.admin.ch/?lang=de&topic=blw&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers_opacity=0.75,0.75&catalogNodes=891&layers=ch.blw.klimateignung-spezialkulturen,ch.blw.klimateignung-kartoffeln&layers_visibility=false,true
- swisstopo (Bundesamt für Landestopografie), 2008b. Klimateignungskarte für die Landwirtschaft - Spezialkulturen. Abgerufen am 06.12.2022, https://map.geo.admin.ch/?lang=de&topic=blw&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers_opacity=0.75&catalogNodes=891&layers=ch.blw.klimateignung-spezialkulturen
- Thomet M, 2016. Irrigation Seeland-Broye: prévision online des besoins et des ressources en eau pour l'irrigation. Abgerufen am 09.01.2023, <https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=geo-007:2016:114::683>
- Tiefbau Schaffhausen, 2020. Wassernutzung Landwirtschaft. Mail vom 19.11.2020.
- Umwelt und Sicherheitsdepartement Waadt, 17.02.23. Rückmeldung Bericht Swiss Irrigation Info. Mail vom 17.02.23.

- Umwelt und Sicherheitsdepartement Waadt, 2021. Entnahmeverbote. Mail vom 28.05.2021.
- Wasserbuch Niedersachsen, 2010, 04.01.2023. Abgerufen am 09.01.2023, https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/wasserwirtschaft/daten_karten/wasserbuch/wasserbuch-niedersachsen-45652.html
- Weber M, Schild A, 2007. Stand der Bewässerung in der Schweiz. Bericht zur Umfrage 2006. Abgerufen am 07.07.2022, https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2a-hUKEwj7ys7W8Ob4AhXKgv0HHUvjAUwQFnoECAQQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.wikimedia.ch%2Fdok%2FBericht_zur_Umfrage_Stand_der_Bewasserung.pdf&usg=AOvVaw3TVtVLmhjugk6LUEmVm_db
- Zesiger A, 2022. Provisorische Auswertung Zusatzerhebung landwirtschaftliche Betriebszählung Thema Bewässerung. Mail vom 19.07.2022.