

**Auftraggeber:**

**Tiefbau Schaffhausen, Abteilung Gewässer und Materialabbau**

---

# **Pilotprojekt WasserZukunftKlettgau: Konsequenzen einer möglichen Grundwassernutzung zu Bewässerungszwecken**

## **Auswirkungsanalyse und Anpassungsstrategien**



Forschungsinstitut für  
biologischen Landbau  
Ackerstrasse 113  
5070 Frick



Simultec AG  
Hardturmstrasse 261  
8005 Zürich



### **Dr. von Moos AG**

Geotechnisches Büro  
Bachofnerstrasse 5, CH - 8037 Zürich

### **Beratende Geologen und Ingenieure**

[www.geovm.ch](http://www.geovm.ch) [info@geovm.ch](mailto:info@geovm.ch)  
Telefon +41 44 363 31 55 Fax +41 44 363 97 44

Filialen

Mäderstrasse 8, CH - 5400 Baden  
Dorfstrasse 40, CH - 8214 Gächingen

Telefon +41 56 222 09 45 Fax +41 44 363 97 44  
Telefon +41 52 681 43 27 Fax +41 44 363 97 44

## Inhalt

---

<b>1. Auftrag</b>	<b>6</b>
<b>2. Einleitung</b>	<b>6</b>
<b>3. Ausgangslage</b>	<b>7</b>
3.1 Modellierung Klima- und Entnahmeszenarien	7
3.2 Folgerungen und Empfehlungen	8
<b>4. Erarbeitung und Themen der Auswirkungsanalyse</b>	<b>9</b>
4.1 Beteiligte und Grundlagen	9
4.1.1 Beteiligte	9
4.1.2 Grundlagen	9
4.2 Einleitung	10
4.3 Landwirtschaft	11
4.3.1 Betriebsstruktur	11
4.3.2 Pflanzenbau	13
4.3.3 Tierhaltung	14
4.3.4 Oekologie	15
4.4 Bodenqualität	16
4.4.1 Bodenfruchtbarkeit	16
4.4.2 Risiko von Verschlammung und Erosion	17
4.4.3 Risiko von Verdichtung	18
4.4.4 Risiko von Versalzung	19
4.5 Wasserqualität	19
4.6 Landschaft	20
4.7 Region	20
4.8 Naturschutz und Ökologie	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
<b>5. Kosten für landwirtschaftliche Bewässerung</b>	<b>22</b>
5.1 Kosten für Infrastruktur	22
5.2 Kosten für Ausbringung	22
5.3 Kosten für Wasser	23
5.4 Bewässerungswürdigkeit der Kulturen	25
<b>6. Auswirkungen</b>	<b>31</b>
6.1 Einleitung	31
6.2 Landwirtschaft	31
6.2.1 Unabhängig von der Bewässerung erwartete Entwicklungen	31
6.2.2 Pflanzenbau	32
6.2.3 Tierhaltung	33
6.2.4 Oekologie	33
6.3 Bodenqualität	34
6.3.1 Bodenfruchtbarkeit	34
6.3.2 Risiko von Verschlammung und Erosion	34
6.3.3 Risiko von Verdichtung	35

6.3.4	Risiko von Versalzung	35
6.4	Wasserqualität	35
6.4.1	Einleitung	35
6.4.2	Das Projekt „Nitratreduktion Klettgau“	36
6.4.3	Einfluss von Bewässerung auf die Nitrat Auswaschung	38
6.4.4	Einfluss von Gemüseanbau auf die Nitrat Auswaschung	38
6.4.5	Auswirkungen auf die Wasserqualität	39
6.5	Landschaft	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
6.5.1	Richtplan	40
6.5.2	Rebbau	41
6.5.3	Siedlungsgebiete	43
6.5.4	Agrarlandschaft	43
6.5.5	Auswirkungen auf die Landschaft	44
6.6	Region	45
6.6.1	Einleitung	45
6.6.2	Auswirkungen auf die Region	46
6.7	Naturschutz und Ökologie	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
6.7.1	Naturschutzgebiete	47
6.7.2	Vorranggebiet ökologischer Ausgleich	47
6.7.3	Auswirkungen auf Naturschutz und Ökologie	49
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung der Auswirkungen</b>	<b>49</b>
<b>8.</b>	<b>Folgerungen</b>	<b>51</b>
8.1	Folgerungen je Bewässerungsszenario	51
8.2	Folgerungen zur Akzeptanz	53
<b>9.</b>	<b>Anpassungsstrategien</b>	<b>53</b>
9.1	Anpassung durch Reduktion des Wasserbedarfs	53
9.2	Anpassung in Kombination mit Bewässerung	55
<b>10.</b>	<b>Empfehlungen, Weiteres Vorgehen</b>	<b>56</b>
10.1	Zeitraumen und Ziele	56
10.2	Instrumente	56
<b>Literatur</b>		<b>59</b>
Anhang		60
Anhang 1	Deckungsbeiträge für die konventionelle Produktion in Abhängigkeit des Wasserpreises	60
Anhang 2	Deckungsbeiträge biologische Produktion in Abhängigkeit des Wasserpreises	65
Anhang 3	Tabellen mit den zusammengefassten Angaben zu den Auswirkungen aus der Begleitgruppenveranstaltung vom 3. Dezember 2020	70
Anhang 4	Zusammenfassung der Ergebnissen der Begleitgruppenveranstaltung vom 13. September 2021	80

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1: Entwicklung der Landwirtschaftsbetriebe im Kanton Schaffhausen, 1929-2019 .....	12
Tabelle 2: Betriebsstrukturen, Vergleich zu Nachbarkantonen, 1990-2019.....	13
Tabelle 3: Aufteilung der landwirtschaftlichen Nutzung im Kanton Schaffhausen, 1985-2020.....	13
Tabelle 4: Beteiligung an Umwelt- und Tierwohlprogrammen im Rahmen der geltenden Agrarpolitik, Entwicklung 2003-2020.....	15
Tabelle 5: Kostenzusammenstellung pro m <sup>3</sup> ausgebrachtes Wasser (Vollkosten).....	24
Tabelle 6: Vollkosten pro m <sup>3</sup> ausgebrachtes Wasser (aus verschiedenen Projekten) .....	24
Tabelle 7: Deckungsbeitrag 2020 der wichtigsten Ackerkulturen im Klettgau .....	25
Tabelle 8: Bewässerungsbedarf der Kulturkategorien unter verschiedenen Klimaszenarien.....	26
Tabelle 9: Bewässerungsbedarf für die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche des Klettgaus (Mittelwert der Jahre 2020-2049).....	26
Tabelle 10: Deckungsbeiträge konv. Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 1.50/m <sup>3</sup> .....	28
Tabelle 11: Prozentuale Mindererträge verschiedener Kulturen in Abhängigkeit von Klimaschutz und Wasserpreis (konventionelle Produktion). Rosa hinterlegt > 20 % Minderertrag (Wirtschaftlichkeitsgrenze) .....	29
Tabelle 12: Prozentuale Mindererträge in Abhängigkeit von Klimaschutz und Wasserpreis (biologische Produktion). Rosa hinterlegt > 20 % Minderertrag (Wirtschaftlichkeitsgrenze) .....	30
Tabelle 13: Zusammenfassung der Auswirkungen der verschiedenen Szenarien auf die betrachteten Themen .....	50

### Im Anhang 1

Tabelle 14: Deckungsbeiträge konv. Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 1.00/m <sup>3</sup>
Tabelle 15: Deckungsbeiträge konv. Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 1.50/m <sup>3</sup>
Tabelle 16: Deckungsbeiträge konv. Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 2.00/m <sup>3</sup>
Tabelle 17: Deckungsbeiträge konv. Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 2.50/m <sup>3</sup>
Tabelle 18: Deckungsbeiträge konv. Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 3.00/m <sup>3</sup>

### Im Anhang 2

Tabelle 19: Deckungsbeiträge biologische Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 1.00/m <sup>3</sup>
Tabelle 20: Deckungsbeiträge biologische Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 1.50/m <sup>3</sup>
Tabelle 21: Deckungsbeiträge biologische Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 2.00/m <sup>3</sup>
Tabelle 22: Deckungsbeiträge biologische Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 2.50/m <sup>3</sup>
Tabelle 23: Deckungsbeiträge biologische Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 3.00/m <sup>3</sup>

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1: Relevanzmatrix der Auswirkungen von landwirtschaftlicher Bewässerung auf verschiedene projekt wichtige Faktoren .....	10
Abbildung 2: Intensität der Nutztierhaltung im Vergleich; Grossvieheinheiten pro ha, 2019.....	14
Abbildung 3: Bodentypen im Klettgau.....	17
Abbildung 4: Erodierbarkeit der Böden .....	18
Abbildung 5: Beispiele von Bewässerungssystemen. Häufigstes Bewässerungssysteme in der Schweiz ist der Rollomat .....	23
Abbildung 7: Gangkurve der Nitratwerte aus dem Projekt „Nitratreduktion Klettgau“ .....	36
Abbildung 6: Das Projektgebiet „Nitratreduktion Klettgau“ .....	37
Abbildung 8: Ausschnitt aus dem „Richtplan Landschaft, Grundnutzung“ .....	40
Abbildung 9: Ausschnitt aus dem „Richtplan Landschaft“ .....	41
Abbildung 10: Ausschnitte aus Blatt 1031 Neunkirch der topographischen Landeskarte 1:25'000. Entwicklung der Rebflächen.....	42
Abbildung 11: Ausschnitte aus Blatt 1031 Neunkirch der topographischen Landeskarte 1:25'000. Entwicklung der Siedlungsgebiete .....	43
Abbildung 12: Impressionen vom Gächlinger Herbstfest 2018.....	45
Abbildung 13: Impressionen vom Oberhallauer Bergrennen 2019.....	46
Abbildung 14: Einige der im Bereich Vermarktung und Förderung von regionaler landwirtschaftlicher Produktion aktiven Vereinigungen (nicht nur Klettgau) .....	46
Abbildung 15: Naturschutzgebiete im Klettgau .....	48
Abbildung 16: Raumkonzept Kanton Schaffhausen, Gewässer- und Landschaftskonzept.....	48

## 1. Auftrag

---

- Auftraggeber: Tiefbau Schaffhausen, Abteilung Gewässer und Materialabbau  
Schweizersbildstrasse 69, 8200 Schaffhausen  
Ansprechperson: Jürg Schulthess
- Projekt: "Grundwassernutzung zu Bewässerungszwecken für die Landwirtschaft"  
(Arbeitstitel: WasserzukunftKlettgau) im Rahmen des Pilotprogramms  
(Phase II) des Bundesamts für Umwelt "Anpassung an den Klimawandel".
- Projektträger: Bundesamt für Umwelt und Kanton Schaffhausen (Tiefbau Schaffhausen,  
Landwirtschaftsamt und Interkantonales Labor)
- Projektleitung ARGE, Hydrogeologie, Landschafts- und Regionalentwicklung:  
Dr. von Moos AG  
Dorfstrasse 40, 8214 Gächlingen  
Ansprechperson: Dr. Hans Rudolf Graf
- Landwirtschaft, Bodenkunde:  
FIBL Forschungsinstitut für biologischen Landbau  
Ackerstrasse 113, Postfach 219, 5070 Frick  
Ansprechperson: Hansueli Dierauer
- Grundwassermodellierung, Boden-/Gewässerchemie:  
Simultec AG  
Hardturmstrasse 261, 8005 Zürich  
Ansprechperson: Christian Gmünder
- Auftragserteilung: Mit Schreiben vom 9. Juli 2019.
- Projektareal: Der Klettgau umfasst die Gemeinden des Ober- und Unterklettgaus des  
Kantons Schaffhausen. Der Projektperimeter betrifft die Ebene zwischen  
Beringen (ca. 2'687'081 / 1'283'270) und Trasadingen (ca. 2'674'755 /  
1'279'402) sowie die nördlich und südlich angrenzenden Hänge.
- Auftrag: Abklärung von nachhaltigen Bewässerungsmöglichkeiten im Klettgau in  
Anbetracht des Klimawandels anhand einer Modellierung (Phase I). Abklä-  
rung der Auswirkungen einer Bewässerung auf Boden, Grundwasserquali-  
tät, Landwirtschaft, Region und Landschaft (inkl. Naturschutz und Ökologie)  
owie Ausarbeitung möglicher Anpassungsstrategien für die Landwirtschaft.  
Anhand der Ergebnisse sollen Empfehlungen für eine nachhaltige  
Grundwassernutzungsstrategie des ganzen Kantons Schaffhausen in  
Bezug auf die Nutzung zu Bewässerungszwecken erstellt werden (Phase  
II).

## 2. Einleitung

---

**2019 hat der Bund das Pilotprogramm «Anpassung an den Klimawandel» mit schweiz-  
weit 50 Projekten gestartet. Der Kanton Schaffhausen beteiligt sich an diesem Pro-  
gramm mit dem Projekt «WasserzukunftKlettgau - Konsequenzen einer möglichen  
Grundwassernutzung zu Bewässerungszwecken». Da im Kanton Schaffhausen keine  
direkten Grundwassernutzungen bewilligt werden, soll mit dieser Studie untersucht  
werden, inwieweit eine landwirtschaftliche Bewässerung mit Grundwasser im Projekt-**

**gebiet Klettgau nachhaltig möglich wäre und welche Auswirkungen dies auf die Entwicklung der Umwelt, Landwirtschaft und Region im Klettgau haben könnte.**

**WasserzukunftKlettgau ist ein Grundlagenprojekt und umfasst die vier Berichte „Modellierung der Klima- und Entnahmeszenarien“, „Auswirkungsanalyse und Anpassungsstrategien“, „Transformationsanalyse“ sowie „Empfehlungen für die Regelung der Wasserbezüge“. Die Berichte beinhalten verschiedene Ergebnisse, Einschätzungen und Empfehlungen. Diese sollen Politik und Behörden als Grundlage dienen, um unter Berücksichtigung der aktuellen Klimaentwicklung eine nachhaltige Wassernutzungsstrategie festlegen zu können.**

In der **Phase I** des Projekts wurden zunächst die für eine Modellierung erforderlichen Grundlagen beschafft, u.a. Angaben zur aktuellen landwirtschaftlichen Nutzung, und daraus die Ist-Situation definiert. Darauf basierend wurden **4 Bewässerungs-Szenarien** entwickelt, für eine den heutigen Verhältnissen entsprechende Grundwasserentnahme sowie drei abgestufte Bewässerungsintensitäten. Die heutigen Verhältnisse wurden in einem **numerischen Grundwassermodell** implementiert. Mit den Bewässerungs-Szenarien entsprechenden Modellläufen wurde anschliessend für 3 verschiedene Klimaszenarien ermittelt, ob und in welchem Mass sich Grundwasserentnahmen für Bewässerungszwecke auf den regionalen Grundwasserspiegel auswirken [9].

In der **Phase II** wurden die voraussichtlichen **Auswirkungen** einer Grundwasserentnahme für Bewässerungen in Hinblick auf die Landwirtschaft, Bodenqualität, Wasserqualität, Landschaft, Region sowie Naturschutz und Ökologie analysiert sowie mögliche **Anpassungsstrategien** skizziert. Dies ist Gegenstand des vorliegenden Berichts.

Ebenfalls in Phase II wurde in Form einer auf der Vorgehensweise und Ergebnissen der Modellregion Klettgau basierenden qualitativen **Transformationsanalyse** untersucht, inwiefern daraus Erkenntnisse für den Umgang mit der Bewässerungsthematik im restlichen Kanton gewonnen werden können [10].

Diese Resultate wurden anschliessend vor dem Hintergrund aktueller Grundwasser-Nutzungsrechte sowie Schutzgebiete diskutiert und in allgemeine Empfehlungen für die **Anpassung von rechtlichen Grundlagen** sowie für **zukünftige Reglemente und Konzessionen** für Bewässerungsnutzungen umgesetzt [11].

### **3. Ausgangslage**

---

#### **3.1 Modellierung Klima- und Entnahmeszenarien**

Als Grundlage für den vorliegenden Bericht dienen die Ergebnisse der Phase I des Pilotprojektes zur WasserZukunftKlettgau [9]. Hierbei wurde anhand einer Modellierung verschiedener Bewässerungs- und Klimaszenarien abgeklärt, ob und in welchem Mass im Klettgau in Zukunft zusätzlich zur Trinkwasserversorgung nachhaltig Grundwasser für die landwirtschaftliche Bewässerung entnommen werden könnte.

Als Basis für die Definition der Entnahme- bzw. Bewässerungsszenarien erfolgte eine Auswertung von Daten zur heutigen landwirtschaftlichen Nutzung im Klettgau. Das anhand von zahlreichen Grundlagen betreffend Hydrogeologie, Hydrologie, Grundwassernutzungen usw. aufgebaute regionale Modell umfasste das gesamte landwirtschaftlich genutzte Gebiet des Klettgautales, sowohl innerhalb wie ausserhalb der Talebene sowie das gesamte ober- und unterirdische Einzugsgebiet des Grundwasserleiters.

Darauf basierend wurden die **vier Bewässerungsszenarien** definiert:

- Szenario 1: keine Bewässerung
- Szenario 2: minimale Bewässerung zur Vermeidung irreversibler Schäden bei längeren Trockenphasen
- Szenario 3: moderate, auf den Wasserbedarf der einzelnen Kulturen abgestimmte Bewässerung
- Szenario 4: moderate Bewässerung eines Kulturmixes mit höherem Bewässerungsbedarf.

Die Bilanzierung des Wasserhaushalts erfolgt dabei über drei Teilmodelle: Das Bodenwasserhaushaltsmodell, das Niederschlags-/Abflussmodell und das eigentliche Grundwassermodell.

Die Bewässerungsszenarien wurden anschliessend mit zwei unterschiedlichen Szenarien aus den Klimamodellen CH2018, dem **DMI-HIRAM-RCP26 (konsequenter Klimaschutz = KS)** und **SMHI-RCA-RCP85 (kein Klimaschutz)** kombiniert und jeweils für den Referenzzeitraum 1996 (1981 – 2010), für den Prognosezeitraum 2035 (2020 – 2049) sowie für das „**Extremjahr 4014**“ (**Kombination der Trockenjahre 2003 und 2011**) berechnet.

Als Mass für die Einschätzung der Auswirkungen von Bewässerungen wurde der minimale Grundwasserstand betrachtet, da dieser u.a. eine Beeinträchtigung der Trinkwassergewinnung mit sich bringen könnte. Dessen grösste Absenkung ist bei Bewässerungsszenario 4 und Klimaszenario DMI-HIRHAM-RCP26 zu erwarten. Dabei liegt der minimale Grundwasserstand im Zeitraum 2020-2049 bereits ohne Bewässerung tiefer als im Zeitraum 1981 – 2010. Beim Klimaszenario SMHI-RCA-RCP85 ist demgegenüber sogar ein Anstieg des minimalen Grundwasserstandes denkbar – infolge der Jahresverteilung der Niederschläge. Obwohl aufgrund der höheren Temperatur und der sinkenden Sommerniederschläge ein höherer Bewässerungsbedarf prognostiziert wird, ist in den für die Grundwassererneuerung entscheidenden Wintermonaten eine Zunahme des Niederschlags zu erwarten.

### **3.2 Folgerungen und Empfehlungen**

Die Landwirtschaft im Klettgau hat sich in der Vergangenheit bereits auf die hier herrschenden allgemein trockenen Verhältnisse eingestellt – unter Inkaufnahme von Mindererträgen. In diesem Sinn hätte eine Bewässerung gemäss den Szenarien 2 und 3 zunächst den Effekt, die Mindererträge zu reduzieren.

Als für die Beurteilung der Nachhaltigkeit von Bewässerungen massgebender Faktor wurde die langfristige Veränderung des Grundwasserspiegels im Klettgau betrachtet. Die Modellierung anhand der Klimaszenarien ergab für den Modellzeitraum 2020 bis 2049 keine unausgesetzte Absenkungstendenz des Spiegels. Zwar sind Minima von rund 10 m unter den Stand vom 1.1.2020 zu erwarten, doch ist später auch eine gewisse Erholung denkbar. Der Anteil der Bewässerung an diesen Absenkungen dürfte etwa 3 m betragen. Eine in diesem Sinn nachhaltige Grundwassernutzung zu Bewässerungszwecken scheint demnach möglich zu sein.

Die heute vorhandenen Brunnen sind über eine bestimmte Tiefe verfiltert und können bei einem (temporären) Absinken des Grundwasserspiegels unter Umständen nur noch eingeschränkt genutzt werden. Einzelne Brunnen müssten eventuell verlegt werden; die Trinkwasserversorgung wäre quantitativ aber grundsätzlich weiterhin gewährleistet.

Offen bleibt die konkrete Umsetzung von Bewässerungsmassnahmen. Diese können nur unter der Voraussetzung einer gesellschaftlichen, politischen und wissenschaftlichen Akzeptanz zugelassen werden. Im Endeffekt werden aber auch die Kosten für Bewässerungsmassnahmen und damit die Tragbarkeit für die Betriebe darüber entscheiden, ob Bewässerungen stattfinden.

## 4. Erarbeitung und Themen der Auswirkungsanalyse

---

### 4.1 Beteiligte und Grundlagen

#### 4.1.1 Beteiligte

Neben den für die Verfassung des vorliegenden Berichts verantwortlichen Firmen waren weitere Gremien grundlegend an seiner Konzeption und inhaltlichen Gestaltung beteiligt.

A) Steuerungsgruppe aus Vertretern der zuständigen kantonalen Fachstellen:

- Tiefbau Schaffhausen (Projektleitung) – Jürg Schulthess, Jürg Sturzenegger
- Landwirtschaftsamt Kanton Schaffhausen – Lena Heinzer
- Interkantonales Labor Schaffhausen – Daniela Hunziker

B) Begleitgruppe aus verschiedenen Interessensvertretern:

- Gemeinden (politische Ebene)
- Wasserversorgungen (Trinkwasser)
- Landwirtschaft (Bewirtschaftung)
- Umwelt (Naturschutz)

#### 4.1.2 Grundlagen

Anlässlich von Projektsitzungen mit der Steuerungsgruppe wurden die grundsätzlichen Faktoren und ihre Relevanz für die Beurteilung der Auswirkungen von landwirtschaftlicher Bewässerung identifiziert bzw. eingeschätzt. Daraus resultierte die in Abbildung 1 wiedergegebene Relevanzmatrix.

Diese Relevanzmatrix bildete die Grundlage für die Gestaltung einer Veranstaltung mit der Begleitgruppe (3. Dezember 2020), deren Zweck es war, weitere aus der Sicht der verschiedenen Interessensvertreter wesentliche Faktoren und deren erwarteten Auswirkungen zu erkennen und zu beurteilen. Ausserdem sollte die grundsätzliche Einstellung der Beteiligten zu Bewässerung aus Grundwasser im Klettgau aufgenommen werden. Das Resultat sind die im Anhang 3 enthaltenen Tabellen.

Von einer systematischen Auswertung der Beurteilungen aus den Interessensgruppen wird an dieser Stelle abgesehen. Die Tabellen dienten vor allem der Identifizierung von Faktoren, für welche im weiteren Projektverlauf eingehendere Betrachtungen durch den Auftragnehmer erfolgen sollten. Diese Auswahl wird in den folgenden Kapiteln erläutert.

Bemerkenswert ist dennoch, dass sich keine der Interessensgruppen als klare Befürworter von landwirtschaftlicher Bewässerung erwiesen hat. Generell ist eine Abnahme der Akzeptanz mit Zunahme der für Bewässerungen aus dem Grundwasservorkommen bezogenen Wassermengen festzustellen. Sogar seitens der Landwirte wird dies mitgetragen, vor allem aus Bedenken heraus, dass der Klettgau so für auswärtige Betriebe stark attraktiviert werden könnte, was in einer Verdrängung der heimischen Betriebe resultieren könnte.

Anlässlich einer weiteren Begleitgruppenveranstaltung (13. September 2021) wurden die vorläufigen Ergebnisse der Auswirkungsanalyse präsentiert und in den Interessensgruppen diskutiert. Die Ergebnisse dieser Diskussion sind in Anhang 4 zusammengefasst. In der Schlussfassung des vorliegenden Berichts wurden diese Ergebnisse eingearbeitet, soweit sie damit thematisch verbunden werden konnten. Zahlreiche Voten beschäftigten sich mit der rechtlichen Umsetzung der Bewilligung bzw. der Steuerung von eventuellen Bewässerungsmassnahmen, welche in den Bericht „Empfehlungen für die Regelung der Wasserbezüge“ einfließen [11].

Einflussfaktoren	Projektfaktoren	Grundwasserhaushalt			Grundwasserqualität			Landwirtschaft			Landschaftsbild			Region (sozio-ökonomisch)		
		++	+	-	++	+	-	++	+	-	++	+	-	++	+	-
<b>Relevanz</b>		++	+	-	++	+	-	++	+	-	++	+	-	++	+	-
<i>Klimafaktoren</i>																
Niederschlag		+			+			+			+			+		
Sonnenscheindauer			+			+			+			+			+	
Temperatur			+			+			+			+			+	
<i>Topografie und Bebauung</i>																
Oberflächenabfluss			+		+			+				+			+	
Versickerung aus Gewässern		+			+			+			+			+		
Versiegelung		+				+			+		+				+	
<i>Grundwassernutzung</i>																
Trinkwassernutzung		+				+			+			+			+	
Wasserentnahme für Bewässerung		+			+			+			+			+		
Bewässerungszeitpunkt			+		+			+				+			+	
<i>Landwirtschaft</i>																
Angebaute Kulturen (Kulturmix)		+			+			+			+			+		
Sortenwahl			+		+			+			+			+		
Bodenbearbeitung			+		+			+			+			+		
Bodenfruchtbarkeit (Humusbilanz)			+		+			+			+			+		
Bodeneigenschaften		+			+			+			+			+		
<i>Politik</i>																
Zulässige Entnahmemenge		+			+			+			+			+		
Fördermassnahmen (z.B. Geld)		+			+			+			+			+		

Abbildung 1: Relevanzmatrix der Auswirkungen von landwirtschaftlicher Bewässerung auf verschiedene projekt wichtige Faktoren  
(++ grosser Einfluss, + Einfluss vorhanden, - kein Einfluss)

## 4.2 Einleitung

**Im vorliegenden Kapitel wird diskutiert, welche Themen im Rahmen der Auswirkungsanalyse näher betrachtet werden sollen; hier sind also noch keine Resultate der Analyse enthalten – diese folgen im Kapitel 6.**

Die im Bericht „Modellierung Klima- und Entnahmeszenarien“ vom 15. Dezember 2020 dokumentierten Untersuchungen haben ergeben, dass eine Nutzung des Grundwassers zu Bewässerungszwecken rein bezüglich des Wasserhaushalts im Klettgau möglich sein könnte. Ob eine solche Nutzung aber auch effektiv realisierbar ist, hängt von zahlreichen weiteren Faktoren ab, von denen die meisten nicht rein naturwissenschaftlich fassbar sind. Dies gilt schon für den erwähnten bewässerungsbedingten Anteil von rund 3 m an der gesamten Absenkung des mittleren Grundwasserspiegels von maximal 10 m, welcher zwar aus naturwissenschaftlicher Sicht tolerierbar sein mag, möglicherweise aber nicht aus Sicht von Bewilligungsbehörden, politischen Gremien oder der Bevölkerung. Nicht zuletzt entscheidet der Stellenwert, welcher der Landwirtschaft in der Gesellschaft ganz allgemein zugemessen wird, über eine Realisierung. Grundsätzlich ist so sogar die Akzeptanz einer über das Mass von 3 m hinausgehenden Nutzung denkbar.

Die Akzeptanz einer Grundwasser-basierten Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen müsste aus Überlegungen zu deren Auswirkungen auf ein grosses Spektrum von Aspekten herauswachsen. Diese umfassen

- Umwelt-Aspekte (z.B. Boden- und Wasserqualität, Naturschutz, Ökologie)
- sozio-ökonomische Aspekte (z.B. finanzielle Tragbarkeit, Lebensqualität)
- politische und gesellschaftliche Aspekte (z.B. Landwirtschaftspolitik)
- rechtliche Aspekte (z.B. Gewässerschutzgesetzgebung)

Selbstverständlich existieren auch wichtige Wechselwirkungen zwischen einzelnen Aspekten. So können neue Erkenntnisse zu Auswirkungen auf die Wasserqualität zu Anpassungen in der Gewässerschutzgesetzgebung führen, ein verstärkter Trend zum Konsum von umweltbewusst gewonnenen, vergleichsweise teureren Nahrungsmitteln durch die Bevölkerung kann die finanzielle Tragbarkeit von Bewässerungsmassnahmen verbessern oder ein Entscheid über den Selbstversorgungsgrad der Schweiz mit landwirtschaftlichen Produkten kann zur gezielten Förderung bestimmter Kulturen führen, möglicherweise unter Inkaufnahme von gewissen Auswirkungen auf die Umwelt. Im Weiteren ist in den letzten Jahren z.B. eine zunehmende grundsätzliche Skepsis gegenüber einer Grenzwert-orientierten Zulässigkeit von Bewirtschaftungsmassnahmen und entsprechenden Produkten zu beobachten – zum Beispiel im Zusammenhang mit dem Auftreten von Abbauprodukten von Pflanzenschutzmitteln im Trinkwasser.

Im Weiteren unterliegt der Entscheid über die Erstellung einer regionalen Bewässerungsinfrastruktur dem demokratischen Prozess. Im Hinblick darauf gilt es in diesem Bericht die Auswirkungen von Bewässerungen auf die Landwirtschaft, die Boden- und Wasserqualität, das Landschaftsbild, die Region sowie auf Naturschutz und Ökologie abzuklären.

Im Gegensatz zur Modellierung der Klima- und Entnahmeszenarien ist es für die Auswirkungsanalyse wegen der zahlreichen Wechselwirkungen und nicht naturwissenschaftlich/numerisch fassbaren Faktoren nicht zielführend, einen umfassend quantitativen Ansatz zu verfolgen. Vielmehr soll ein qualitativer, beschreibender Ansatz verfolgt werden, welcher der Transdisziplinarität des Themas gerecht wird.

Sollte eine Grundwasser-basierte Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen realisiert werden, so wären Auswirkungen auf zahlreiche Aspekte der einzelnen Betriebe wie auch der regionalen Situation zu erwarten. Die meisten dieser Faktoren haben in der Vergangenheit Veränderungen erfahren, und bei vielen ist davon auszugehen, dass sich auch in Zukunft Veränderungen einstellen werden. Damit stellt sich die Frage nach der Abgrenzbarkeit von ohnehin laufenden Entwicklungen gegenüber einem möglichen Einfluss der Bewässerung. Um dies zu ermöglichen, ist eine ausreichende Datenbasis zur bisherigen Entwicklung erforderlich. Dies ist allerdings nur für eine begrenzte Zahl der oben aufgelisteten Aspekte der Fall, weshalb gewisse Faktoren mit Indikator-Charakter für die entsprechenden Betrachtungen ausgewählt werden sollen. Diese Wahl wird in den folgenden Abschnitten vorgenommen bzw. erläutert.

## **4.3 Landwirtschaft**

### **4.3.1 Betriebsstruktur**

Die Analyse der Betriebsstruktur erfolgte anhand des jährlichen Berichtes des Landwirtschaftsamtes Schaffhausen [6]. Dieser zeigt die Entwicklung über die letzten 30 Jahre in der Landwirtschaft auf.

Die Anzahl Betriebe ist in der gesamten Schweiz und auch im Kanton Schaffhausen seit Jahren rückläufig. Bis 1990 war eine relativ starke Abnahme festzustellen, dann flachte die Kurve mit der Einführung des Direktzahlungssystems ab (vgl. Tabelle 1). Die Tendenz bleibt aber sowohl bei den Haupt- als auch bei den Nebenerwerbsbetrieben rückläufig. Im Jahr 2019 existierten im Kanton total noch 534 Betriebe, davon 372 Haupterwerbsbetriebe (vgl. Tabelle 2). Rund 60 %

der Landwirtschaftsbetriebe werden also noch im Haupterwerb geführt. Das bedeutet einen relativ hohen Anteil für einen Kanton, der auch gute Möglichkeiten für Nebenerwerb bietet.

Mit der sinkenden Zahl der Landwirtschaftsbetriebe und der Zupacht von Flächen im benachbarten Ausland ist die durchschnittliche Betriebsgrösse im Kanton Schaffhausen stetig angewachsen und liegt nun bei den Haupterwerbsbetrieben im Durchschnitt bei 38.7 ha. Der Schweizer Durchschnitt bewegt sich bei 25 ha (leicht über dem Niveau des Nachbarkantons Thurgau). Dieser Unterschied ist vor allem darauf zurückzuführen, dass im Kanton Schaffhausen rund ein Drittel der Betriebe viehlos arbeiten und das fehlende Einkommen aus der Tierhaltung mit einer grösseren Ackerfläche kompensieren. Mit der Flächenausdehnung konnte der Preissrückgang teilweise aufgefangen werden, indem einerseits wird mehr produziert wird und andererseits die Maschinen besser ausgelastet werden.

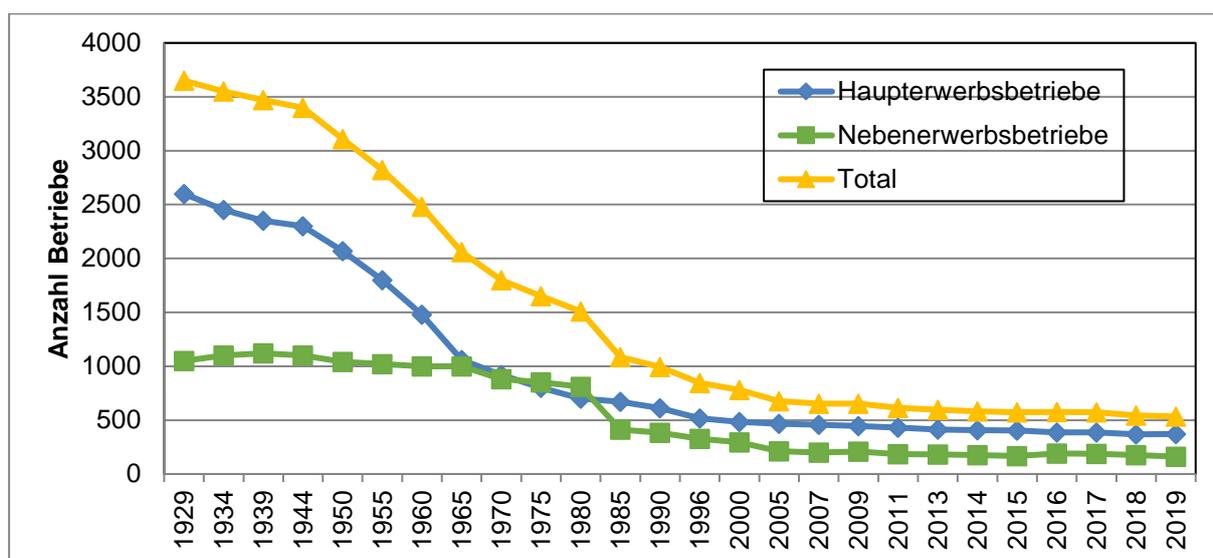


Tabelle 1: Entwicklung der Landwirtschaftsbetriebe im Kanton Schaffhausen, 1929-2019 [6]

Ein immer wichtigerer Teil des landwirtschaftlichen Einkommens (durchschn. 25 %, z.T. bis 50 %) stammt aus Direktzahlungen. Das heutige Direktzahlungssystem ist stark flächenbezogen. Eine Vergrösserung der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN= bewirtschaftete Fläche eines Betriebs, ohne Hofparzelle und Wald) bedeutet auch automatisch höhere Grundbeiträge und ein höheres landwirtschaftliches Einkommen. Der Grundbeitrag (Versorgungssicherheitsbeitrag VSB) für eine Hektare LN beträgt momentan Fr. 1'300.-- pro Jahr. Dazu kommt ein jährlicher Beitrag für Ackerbau von Fr. 1200.-- pro Hektar. Die Beiträge für Grasland sind tiefer (Fr. 900.-- VSB).

Total waren im Kanton Schaffhausen im Jahr 2019 noch ca. 2'000 Beschäftigte in der Landwirtschaft und im Gartenbau tätig, das entspricht etwa 4% aller Voll- und Teilzeitbeschäftigten. Die Produktionsleistung der Landwirtschaft ist im Vergleich zu früheren Jahren gleichgeblieben. Der Landwirtschaftssektor verliert im Vergleich zu anderen Wirtschaftszweigen (z.B. Dienstleistungssektor) an Wichtigkeit und generiert auch verhältnismässig weniger Steuereinnahmen.

Die Pachtzinsen stützen sich auf die Bodenqualität und die Klimaregion ab. Für gute Lagen und Land das günstig liegt oder arrondiert ist, werden im Durchschnitt Fr. 6.20 bis Fr. 8.10 je Are und Jahr bezahlt. Dieser Tarif gilt auch für unbestocktes Rebland; für bestocktes Rebland liegt der Pachtzins mit Fr. 35 – 50.-- je Are höher. Diese Flächen haben keine Anschlüsse an Bewässerungen. Die Pachtzinsen im Kanton liegen im schweizerischen Vergleich noch im normalen Bereich. Die Hälfte des Landes eines Betriebs ist üblicherweise gepachtet, was für einen durchschnittlichen Betrieb in bester Lage ca. Fr. 15'000.-- pro Jahr an Pachtzinsen bedeutet.

	Schaffhausen		Zürich		Thurgau	
	1990	2019	1990	2019	1990	2019
<b>Alle Betriebe: ①</b>						
- Anzahl Betriebe	992	534	6'136	3'258	4'470	2'531
- Veränderung 1990 - 2019 in %	- 46,2		- 46,9		- 43,4	
- Ø LN pro Betrieb in ha	14,5	29,7	12,3	22,3	11,9	19,5
<b>Haupterwerbsbetriebe: ②</b>						
- Anzahl Betriebe	610	372	4'433	2'214	3'530	1'948
- Veränderung 1990 - 2019 in %	- 39,0		- 50,0		- 44,8	
- Anteil von allen Betrieben in %	61,5	69,7	72,3	68,0	79,0	77,0
- Ø LN pro Betrieb in ha	20,39	38,68	15,10	27,86	13,93	22,91

2) Haupterwerbsbetriebe sind Betriebe die für Bewirtschaftung mehr als 50 % der Arbeitszeit des Betriebsleiters und mindestens 1'500 Arbeitsstunden pro Jahr aufwenden oder das Einkommen überwiegend aus der Landwirtschaft stammt.

Tabelle 2: Betriebsstrukturen, Vergleich zu Nachbarkantonen, 1990-2019 [6]

Die durchschnittliche Verschuldung der Betriebe liegt bei ca. Fr. 500'000.-. Die Mechanisierung ist im Kanton Schaffhausen gut bis sehr gut; zudem sind diverse Lohnunternehmen vorhanden, sodass nicht jeder Landwirt alle erforderlichen Maschinen selbst anschaffen muss.

Ausgewählte Hauptkulturen	Flächen in Hektaren			Veränderungen in %	
	1985	1996	2020	1985 - 2020	1996 - 2020
Landw. Nutzfläche (LN)	14'132	14'837	16'422	+ 16,2	+ 10,7
Offene Ackerfläche	8'802	9'767	10'444	+ 18,7	+ 6,9
Getreide	5'209	5'704	5'050	- 3,1	- 11,5
- davon Brotgetreide	3'575	4'034	3'574	- 0,03	- 11,4
- davon Futtergetreide	1'634	1'670	1'476	- 9,7	- 11,6
Soja/Ackerbohnen/Eiweisserbsen	7	188	198	--	+ 5,3
Kartoffeln	376	322	198	- 47,3	- 38,5
Zuckerrüben	564	783	1'062	+ 88,3	+ 35,6
Gemüse (Konserven/Freiland)	253	152	154	- 39,1	+ 1,3
Raps	921	844	1'365	+ 48,2	+ 61,7
Silo- und Grünmais	1'038	1'055	1'198	+ 15,4	+ 13,6
Körnermais	250	327	492	+ 96,8	+ 50,5
Sonnenblumen	0	297	343	--	+ 15,5
Kunstwiesen	1'058	805	986	- 6,6	+ 22,5
Naturwiesen und Weiden	3'770	3'739	4'174	+ 10,7	+ 11,6
Rebland bestockt	469	497	475	+ 1,3	- 4,4
Obstanlagen	33	29	26	-21,2	-10,3

Tabelle 3: Aufteilung der landwirtschaftlichen Nutzung im Kanton Schaffhausen, 1985-2020 [6]

### 4.3.2 Pflanzenbau

Der Kanton Schaffhausen weist im Schweizerischen Vergleich den höchsten Anteil offener Ackerflächen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche auf und ist damit eines der bedeutendsten Anbauggebiete für Getreide, Mais, Zuckerrüben, Raps sowie Sonnenblumen. Stark rückläufig ist der Anbau von Kartoffeln. Das ist u.a. eine Folge des Nitratprojektes (vgl. Kapitel 6.4.2), das Kartoffeln im Einzug Chrummelände verbietet. Andererseits sind Kartoffeln sehr anspruchsvoll

bezüglich Wasserbedarf. Ohne Bewässerung können sie praktisch nicht mehr angebaut werden. Wegen der tiefen Preise ist auch das Getreide allgemein rückläufig (vgl. Tabelle 3). Zugenommen hat der Anbau von Körnermais, Zuckerrüben, Raps und Sonnenblumen. Die Körnerleguminosen haben keine grosse Bedeutung. Ihr Anbau ist im Vergleich zu Getreide riskant und die Preise sind tief. Die Gemüsfreilandfläche, die Reben und die Obstanlagen sind in den letzten 20 Jahren relativ stabil geblieben. Die Gemüseflächen liegen vorwiegend entlang des Rheins, wo Bewässerungsmöglichkeiten existieren. Einige Gemüseflächen werden von ausserkantonalen Betrieben bewirtschaftet.

Ein wichtiger Betriebszweig ist der Rebbau mit fast 500 ha. Hier ist die Entwicklung bisher relativ stabil. Viele Flächen werden im Nebenerwerb bewirtschaftet. Obstbau spielt bisher fast keine Rolle.

### 4.3.3 Tierhaltung

Auf der offeneren Ackerfläche wird relativ intensiv mit wenig Hofdünger produziert. Die Nutztierdichte im Kanton Schaffhausen lag 2019 mit  $\varnothing$  0,8 GVE/ha im Vergleich zu den Nachbarkantonen und dem Schweizer Durchschnitt von 1.2 GVE/ha auf einem tiefen Niveau (Abbildung 2).

Der tiefe Durchschnitt ist auch eine Folge der zunehmenden Anzahl viehloser Betriebe. Diese Betriebe decken ihren Stickstoffbedarf vorwiegend über den Zukauf von «Kunstdüngern» wie leicht löslicher Ammonsalpeter (Stickstoff) und Thomasmehl (Phosphor). Die Umstellung auf die biologische Wirtschaftsweise ist bei viehlosen Betrieben viel schwieriger, da ihnen die Hofdünger fehlen und der Zukauf von organischen Handelsdüngern für die Ackerkulturen ca. sieben Mal teurer als «Kunstdünger» ist.

Die Schaffhauser Landwirte waren seit jeher mehr dem Ackerbau und Rebbau zugewandt als der intensiven Tierhaltung. Aufgrund der geringeren jährlichen Niederschlagsmengen ist zudem die Grünfütterproduktion im Kanton Schaffhausen weniger ertragreich als z.B. in der Ostschweiz. Der Naturfütterbau liefert zu wenig und zu schlechtes Futter, der Ackerfütterbau ist teurer. Durch den relativ hohen Futterzukauf verteuert sich die Milchproduktion, was bei den heutigen Milchpreisen Investitionen in einen neuen Kuhstall nicht mehr tragbar machen. In den letzten Jahren fand eine Verlagerung von der Milchproduktion und intensiveren Munimast zur Fleischproduktion mit Mutterkühen statt. Diese haben weniger hohe Ansprüche an das Futter und verwerten auch gehaltärmeres Futter von den wenig intensiveren Wiesen.

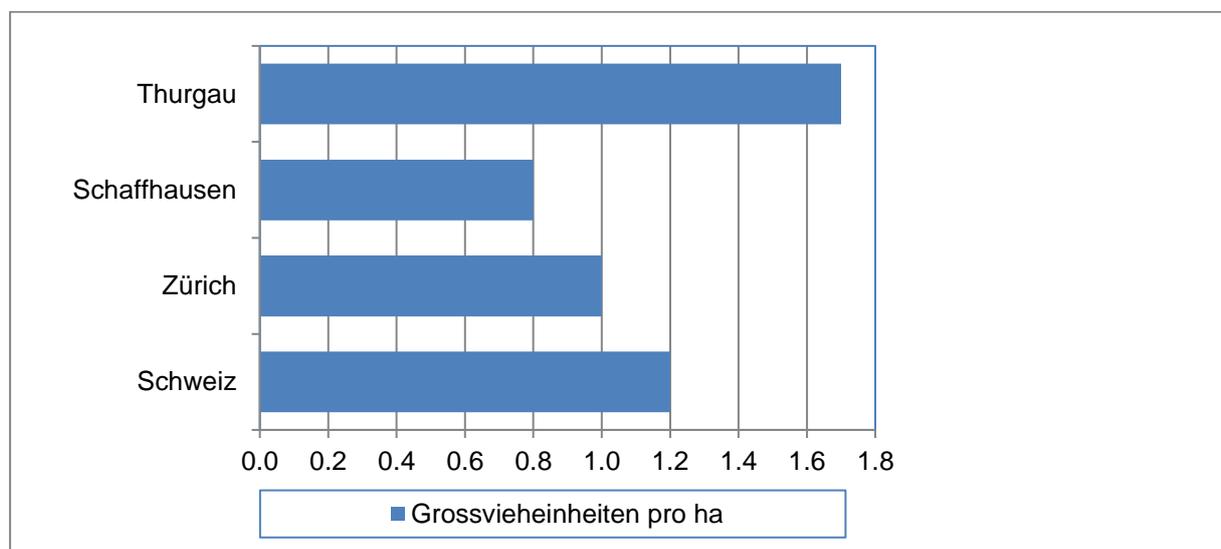


Abbildung 2: Intensität der Nutztierhaltung im Vergleich; Grossvieheinheiten pro ha, 2019 [6]

Anstelle von Kühen werden vermehrt Schweine, Schafe und Pferde gehalten. Am stärksten zugenommen hat die Geflügelhaltung (Legehennen, Mastpoulets). Dieser Betriebszweig erfreut sich schweizweit einer starken Nachfrage – mit relativ stabilen Preisen. Die Arbeitsbelastung ist aufgrund der hohen Automatisierung geringer als bei der Milchproduktion. Hühnermist kann in Ackerkulturen als phosphorreicher Dünger eingesetzt werden.

#### 4.3.4 Oekologie (betrieblich)

Im Jahr 2020 waren 15 % aller Betriebe nicht Direktzahlungsberechtigt. Dabei handelt es sich vor allem um Kleinstbetriebe mit Reben, welche den ökologischen Leistungsnachweis nicht erbringen müssen. Das heisst, dass die Fruchtfolgeregeln, der Bodenschutz und die Nährstoffbilanz nicht zwingend eingehalten werden müssen. Sie sind jedoch verpflichtet die grundlegenden Gesetze wie Gewässer- und Tierschutz einzuhalten.

Die Beteiligung an den Umwelt-Programmen des Bundes (z.B. Biodiversitätsförderflächen = BFF und besonders tierfreundliche Haltungssysteme = BTS) ist relativ hoch. Total sind 2519 ha angemeldet als BFF (Biodiversitätsflächen), das entspricht 19 % der Inland-LN (Landwirtschaftlichen Nutzfläche). Davon erfüllten 49 % die Anforderungen an die Qualitätsstufe II. 81 % der BFF waren überdies in den 17 Vernetzungsprojekten angemeldet. (Tabelle 4). Knapp 71 % aller Nutztiere wurden in einem besonders tierfreundlichen Stallhaltungssystem (BTS) gehalten und / oder die Betriebe beteiligten sich am RAUS Programm (Regelmässiger Auslauf).

Stark zugenommen hat die Beteiligung an Ressourcenprogrammen. Immer mehr Landwirte arbeiten mit Direkt- oder Mulchsaaten und verzichten somit auf den Einsatz des Pfluges. Auch das Programm mit «Herbizidverzicht» zeigt einen steilen Anstieg. Dabei ist zu beachten, dass gewisse Umweltprogramme erst seit wenigen Jahren laufen.

Das verbreitetste Label ist die IP (integrierte Produktion). Ein Drittel der Betriebe werden nach diesen Richtlinien bewirtschaftet und produzieren «Extenso» Getreide, d.h. Getreide ohne den Einsatz von Fungiziden und Insektiziden. Die Anzahl Biobetriebe macht nur gerade 8 % aller Betriebe aus (CH Durchschnitt liegt bei 17 %), was im Kanton insgesamt 38 Betriebe bedeutet.

Umweltschonende Direktzahlungs-Programme *	beitragsberechtigte Bäume, Betriebe, Flächen, GVE		Anteil 2020 in % vom Total SH	Vergleich in %, 2003 - 2020
	2003	2020		
<b>Ökologischer Leistungsnachweis *</b>				
- Total Fläche in ha (beitragsberechtigt)	14'142	14'387		+ 1,7
- Anzahl Betriebe (beitragsberechtigt)	581	456		- 21,5
<b>Biologischer Landbau</b>				
- Total Fläche in ha (beitragsberechtigt)	405	969	6,7	+ 139,3
- Anzahl Betriebe (beitragsberechtigt)	18	38	8,3	+ 111,1
<b>Extenso Produktion</b>				
- Getreide in ha	2'319	1'921	34,5	- 17,2
<b>RAUS ②</b>				
- Total Betriebe	234	221		- 5,6
- Total Grossvieheinheiten (GVE) ②	5'419	9'530	① 77,6	+ 75,8
<b>BTS ②</b>				
- Total Betriebe	205	215		+ 4,9
- Total Grossvieheinheiten (GVE) ②	5'266	10'729	① 87,3	+ 103,8

Ressourceneffizienzbeiträge ***	2014	2020		2014 - 2020
- Direktsaat in ha	58	136		+ 134,5
- Streifenfrässaat in ha	55	88		+ 60,0
- Mulchsaat in ha	486	2'955		+ 508,0
- Herbizidverzicht in ha	51	847		+ 1'560,8
Biodiversitätsförderflächen (BFF) ⑤	2003	2020	Anteil 2020	2003 - 2020
Total Flächen BFF, in ha	1'486	2'519	④ 19,1	+ 69,5
davon - extensive Wiesen	999	1'923	⑤ 76,3	+ 92,5
- wenig intensive Wiesen **	162	29	⑤ 1,2	** - 82,1
- Buntbrache	150	239	⑤ 9,5	+ 3,9
- Hecken inkl. Krautsaum	75	131	⑤ 5,2	+ 74,6
Hochstammobstbäume (Stück)	23'184	25'738	⑥ --	+ 11,0
BFF Qualität QII und Vernetzung	2008 ⑦	2020	Anteil 2020	2008 - 2020
<i>BFF Qualität QII ****</i>				
Total Fläche mit QII in ha	311	1'239	⑤ 49,2	+ 298,4
- davon extensive Wiesen	310	1'106	⑨ 57,5	+256,8
Hochstammobstbäume (Stück)	1'666	10'644	⑨ 41,4	+538,9
<i>BFF Vernetzung</i>				
Total Fläche Vernetzung in ha	345	2'041	⑤ 81,0	+ 491,6
- davon ext. Wiesen	302	1'495	⑨ 77,7	+ 395,0
- davon Buntbrachen	44	207	⑨ 86,6	+ 370,5
Hochstammobstbäume (Stück)	886	16'144	⑧ 62,7	+ 1'722,1
① %-Satz vom Total GVE ② Definition siehe Seite 3 ③ Nur auf Inlandflächen (LN) ④ %-Anteil von LN Inland (13'169 ha) ⑤ %-Anteil vom Total der BFF ⑥ Kein Vergleich möglich ⑦ QII gibt es erst seit 2008 ⑧ % vom Total der Hochstammobstbäume ⑨ %-Anteil von der jeweiligen Kategorie in				

Tabelle 4: Beteiligung an Umwelt- und Tierwohlprogrammen im Rahmen der geltenden Agrarpolitik, Entwicklung 2003-2020 [6]

## 4.4 Bodenqualität

### 4.4.1 Bodenfruchtbarkeit

Boden besteht aus festen Bestandteilen, aus Wasser und aus Luft. Er entsteht durch sehr langsam ablaufende Prozesse. Unter dem Einfluss von Klima und von Lebewesen verwittert das Gestein; die mineralischen Teile werden verändert, mit organischen Stoffen angereichert und neu zusammengefügt. Das Bodenleben, d.h. Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen, wandelt dieses Gemisch in ein Gefüge aus Krümeln und durchgehend verbundenen Hohlräumen um. Steine, Sand, Schluff, Ton und Humus bilden das Gerüst des Bodens.

Im Laufe der Zeit bilden sich im Boden im wesentlichen drei Schichten mit unterschiedlichen Eigenschaften: der dunkel gefärbte Oberboden, intensiv belebt, stark durchwurzelt, mit Humus und Krümel angereichert, der hellere Unterboden, weniger stark verwittert, weniger belebt und schwächer durchwurzelt und dann noch der Untergrund aus dem kaum verwitterten Gestein. Der Boden reicht so tief, wie Lebewesen, bzw. Anzeichen von Verwitterung feststellbar sind, oder wie er durch Pflanzenwurzeln erschlossen werden kann.

Ein gesunder Boden ist ein System mit grosser Selbsterhaltungskraft. Er erfüllt Regelungsfunktionen für den Lebensraum und dessen Bewohner, sofern genügend Fläche und ein ausreichendes Volumen vorhanden sind. Von elementarer Bedeutung ist der Boden als Standort und Medium für den Aufbau der Biomasse, für den Abbau organischer Stoffe und deren Umwand-

lung in dauerhafte Humusstoffe sowie als Filter für das Sickerwasser. Ungestörter Boden ist widerstandsfähig gegenüber Verdichtung und Erosion. Ein aktives Bodenleben sorgt für viele senkrechte Bodenporen, kleine Röhren, zum Beispiel von Regenwürmern, die die Versickerung des Regenwassers beschleunigen und den oberflächlichen Abfluss und die Erosion verringern.

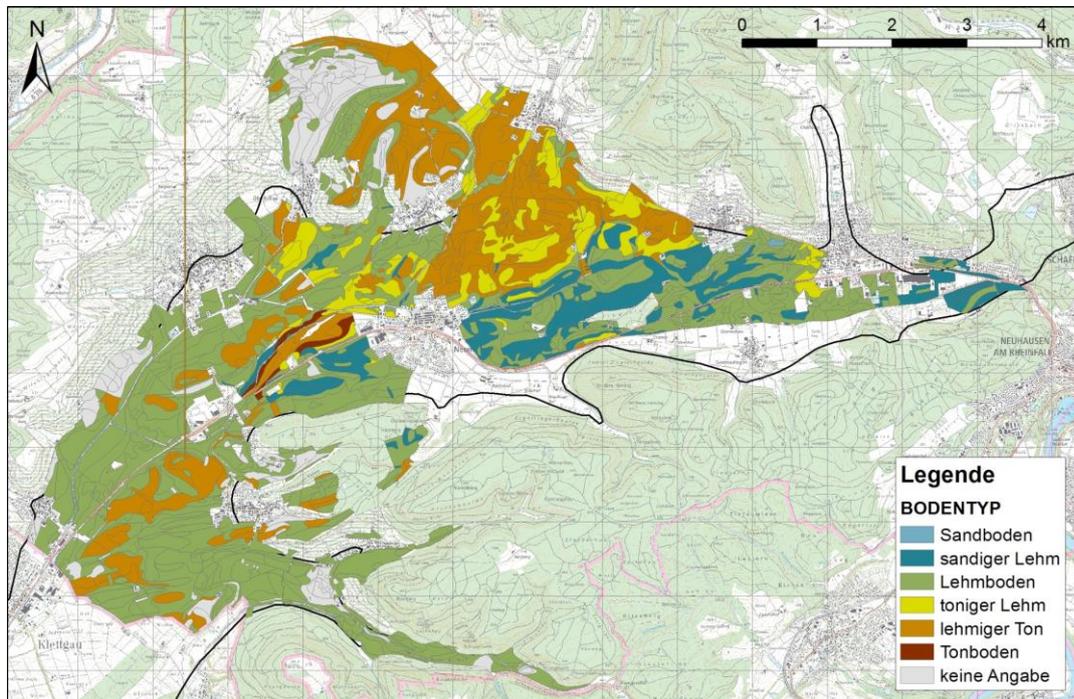


Abbildung 3: Bodentypen im Klettgau [4]

Auf einem Boden mit hoher Qualität können alle landwirtschaftlichen Kulturen angebaut werden. Die Bodenqualität wird anhand verschiedener Parameter beurteilt. Besonders wichtig sind der Humusgehalt (Corg), die Masse und Aktivität der Mikroorganismen (Cmic), das Gefüge und die Stabilität. Die einzelnen Parameter werden verschieden gewichtet und ergeben eine entsprechend höhere Punktzahl. Je höher die Punktzahl eines Bodens ist, desto höher ist i.d.R. auch der Pachtzins.

Die Böden im Klettgau (vgl. Abbildung 3) sind von guter Qualität und lassen den Anbau aller Kulturen zu. Bei einem grossen Teil handelt es sich um Lehmboden oder lehmigen Ton, also um eher «schwere» Böden. Diese haben dank den zahlreichen Feinporen ein gutes Wasserspeichervermögen, was z.B. erst den Anbau von Zuckerrüben möglich macht. Das ist auch der Grund, dass es bis heute möglich ist, praktisch alle landwirtschaftlichen Kulturen ohne Bewässerung anzubauen. Einzig für Kartoffeln reicht das Wasser häufig nicht, womit das Anbauisiko für die Landwirte steigt und die Kultur zunehmend aufgegeben wird.

#### 4.4.2 Risiko von Verschlammung und Erosion

Die Bodenerosion hängt von der Intensität der Niederschläge, dem Bodentyp (Korngrösse), von der Topographie (Neigung) und von der Bodenbedeckung durch Pflanzen ab (vgl. Abbildung 4). Böden mit hohem „Schluff“-Anteil, die vor allem in Lössböden vorherrscht, sind sehr erosionsanfällig. Die Partikel weisen einen geringen Zusammenhalt auf und sind vergleichsweise leicht auswaschbar. Sandige Böden sind aufgrund der hohen Wasserdurchlässigkeit weniger gefährdet. Tonreiche Böden sind relativ stabil. Hohe Anteile an Steinen auf der Oberfläche und ein hoher Humusgehalt bieten Schutz vor den auftreffenden Regentropfen.

Die angebauten Kulturen beeinflussen den Grad der Bodenbedeckung zu bestimmten Zeiten im Jahresverlauf. Besonders Hackfrüchte wie Mais und Zuckerrüben garantieren erst sehr spät nach der Aussaat eine Bodenbedeckung von mehr als 30 Prozent, die als Minimum für einen wirksamen Schutz des Bodens gegen Erosion gilt.

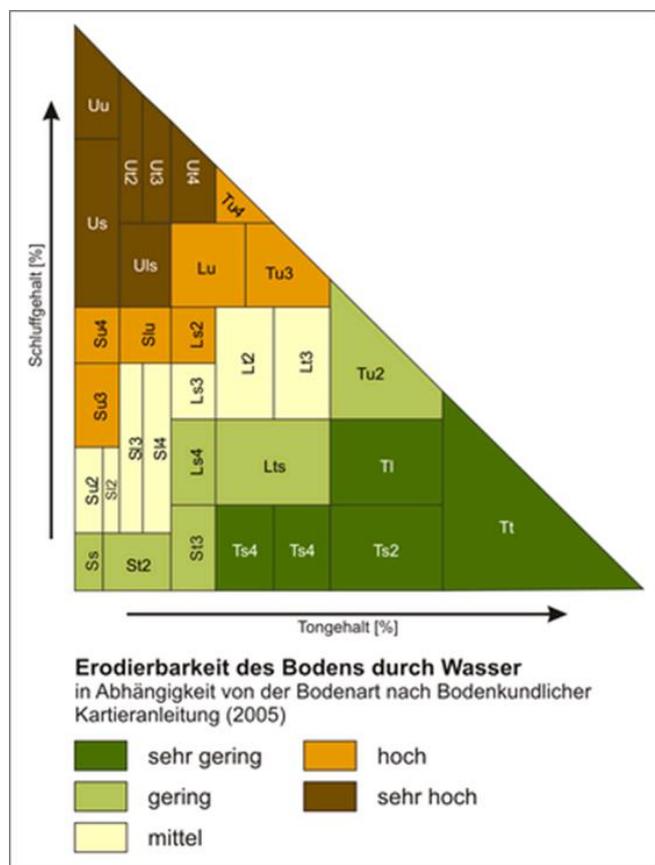


Abbildung 4: Erodierbarkeit der Böden [4]

In niederschlagsreichen Perioden kann der Boden von einem gewissen Punkt an kein Wasser mehr aufnehmen, da alle Poren im Boden bereits gesättigt sind. Die Filterwirkung des Bodens lässt nach, das Wasser steht oder fließt schon bei geringer Hangneigung ab (ab 2 Prozent) und verfrachtet Bodenmaterial z.T. über weite Strecken. Teile des Oberbodens werden in Oberflächengewässer verfrachtet oder im flachen Bereich des Hanges als Schwemmfächer abgelagert. Diese Verlagerung von Bodenmaterial wird als Bodenerosion bezeichnet. Trotz der im Vergleich zu anderen Kantonen eher mässigen Topographie, tritt auch in Schaffhausen bei Starkniederschlag Erosion auf.

#### 4.4.3 Risiko von Verdichtung

Die Struktur des gewachsenen Bodens kann vor allem durch den Einsatz von Pflug und schwere Erntemaschinen nachhaltig geschädigt werden. Beim Pflügen unter feuchten Bedingungen bildet sich eine Schmierschicht (Pflugsohle), die sich vor allem in lehmigen Böden noch Jahre lang negativ auf die Wurzelbildung der Kulturpflanzen auswirkt. Die Pflugschicht kann nur beschränkt mit einem Tiefenlockerer aufgebrochen werden. Die Regeneration eines geschädigten Bodens nimmt einige Jahre, wenn nicht Jahrzehnte in Anspruch. Schwere Transport- und Erntemaschinen richten auf trockenen Böden im Sommer keine wesentlichen Schäden an. Bei feuchten oder sogar nassen Verhältnissen kommt es hingegen in den Fahrspuren oft zu massiven Verdichtungen (Geleisen), die über Jahre sichtbar bleiben.

#### 4.4.4 Risiko von Versalzung

Der Boden ist durchzogen von Mikro- bis Grobporen. Im Sommer können sich bei ausgeprägter Trockenheit in tonhaltigen Böden Risse bilden. Die Poren füllen sich bis zur Sättigung. Fällt noch mehr Regen, kommt es zu Überschwemmungen. Kann das Wasser nicht abfliessen, so verdunstet es. Je höher die Temperaturen und je trockener die Verhältnisse sind, desto schneller geht dieser Prozess. An der Oberfläche bleibt das im Wasser gelöste Salz zurück.

#### 4.5 Wasserqualität

Mit der Modellierung der Klima- und Entnahmeszenarien wurde ausschliesslich der quantitative Aspekt einer Grundwassernutzung für die landwirtschaftliche Bewässerung betrachtet. Die Erhaltung einer einwandfreien Wasserqualität, bzw. Sanierungen, wo unzulässige Verhältnisse herrschen, ist ein Dauerthema im Bereich Gewässerschutz. Für deren Sicherstellung steht ein umfangreiches rechtliches Instrumentarium zur Verfügung:

Bundesrecht (Gesetze, Verordnungen, Wegleitungen, Vollzugshilfen – Auflistung unvollständig):

- Gewässerschutzgesetz
- Gewässerschutzverordnung
- Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen
- Wegleitung Grundwasserschutz
- Vollzugshilfen, z.B.: „Grundwasserschutzzonen bei Lockergesteinen

Kantonales Recht:

- Wasserwirtschaftsgesetz
- Verordnung zum Wasserwirtschaftsgesetz
- Einführungsgesetz zum Gewässerschutzgesetz
- Vollziehungsverordnung zum Einführungsgesetz zum Gewässerschutzgesetz
- Kantonale Richtplanung
- Wasserwirtschaftsplan

Darauf basierend werden Grundwassernutzungen zu Trinkwasserzwecken mit Grundwasserschutzzonen versehen, wo vorsorgliche Regelungen (Reglemente) gelten, die eine akute Grundwasserverschmutzung verhindern sollen. Alle Grundwasserfassungen – auch solche für Brauchwasser oder thermische Nutzungen - sind konzessionspflichtig. In den entsprechenden Dokumenten werden die Betriebsbedingungen allgemein sowie Massnahmen zur Verhinderung von Grundwasserverschmutzungen und -übernutzungen geregelt. Auch die landwirtschaftliche Nutzung hat gesetzeskonform zu erfolgen, das heisst, sie darf grundsätzlich nicht zu Gewässerverschmutzungen führen, weder akut noch persistent.

Es liegt eine weite Palette von in der Landwirtschaft verwendeten Stoffen vor, welche einen Einfluss auf die Wasserqualität (Grund- und Oberflächengewässer) haben können. Im Kontext des vorliegenden Projekts sind vor allem persistente Stoffe von Interesse und weniger jene Stoffe, die z.B. infolge von Unfällen einen zwar akuten aber i.d.R. nicht langfristigen Einfluss auf das Grundwasser haben (z.B. Gülle-Unfall). Alle persistenten Stoffe haben ein individuell unterschiedliches Verhalten bezüglich Auswaschung aus dem Boden, Transport im Untergrund, Abbau etc. und müssten daher auch individuell betrachtet werden. Im vorliegenden Bericht basieren wir jedoch auf dem Beispiel des Nitrats als Grundlage für die genauere Behandlung folgender Aspekte:

- Gehalt des Grundwassers an Schadstoffen
- Einfluss auf die Trinkwassergewinnung

- Einfluss auf das Nitratprojekt Chrummenlanden
- Einfluss auf Oberflächengewässer
- Notwendigkeit planerischer Schutzmassnahmen

Aus dem „Nitratprojekt Chrummenlanden“ inkl. der entsprechenden Vorarbeiten liegt heute ein gutes Grundlagenwissen hinsichtlich der Auswaschung von Nitrat aus Böden und Kulturen für den Klettgau vor, ebenso für die Auswirkungen von landwirtschaftlichen Massnahmen zu dessen Reduktion und deren Erfolg.

## 4.6 Landschaft

Die Eröffnung der Möglichkeit einer landwirtschaftlichen Bewässerung mit Grundwasser kann beim Überschreiten eines gewissen Masses zu relevanten Umstellungen bei der Bewirtschaftung führen, welche sich im Landschaftsbild des Klettgaus äussern könnten. Dabei kann es nicht um die Veränderung der Gewichtung von einzelnen Kulturen im Kulturmix der Landwirtschaftlichen Betriebe gehen, denn dies erfolgte in der Vergangenheit und auch heute ständig, in Abhängigkeit von der Nachfrage nach gewissen Produkten, dem Angebot an Saatgut, der Direktzahlungspolitik des Bundes etc. Diese Anpassungen können zwar das Landschaftsbild im Verlauf des Jahres stark beeinflussen (Rapsfelder im Frühsommer, rötlich gefärbter Weizen etc.), sind aber nur untergeordnet von den Bewässerungsmöglichkeiten abhängig und nicht längerfristig anhaltend. Auch eine markante Zunahme des Gemüseanbaus auf offenen Ackerflächen bewirkt keine relevante Veränderung des Landschaftsbildes. Hierbei spielen viel mehr diejenigen Kulturen eine Rolle, welche eine mehrjährige Aufbau- und Nutzungsphase mit sich bringen. Deren Zu- oder Abnahme kann verändernd auf das Landschaftsbild wirken:

- Obstbau
- Rebbau
- extensive Flächen (Wiesen, Hecken)

Heute existieren im Klettgau keine grösseren Gewächshäuser. Eine relevante Zunahme solcher für das Auge auffälligen Infrastrukturen in der Landwirtschaftszone würde das Landschaftsbild mit Sicherheit verändern. In diesem Sinn werden die vier Faktoren Obstbau, Rebbau, extensive Flächen und Gewächshäuser im Hinblick auf folgende Aspekte behandelt:

- Veränderung des Landschaftsbildes
- Auswirkungen auf die Raumplanung
- Auswirkung auf Umzonungen
- Bedarf nach Gewächshäusern

Zu beachten ist dabei, dass die im Bericht zur Grundwassermodellierung betrachteten Szenarien, einen Freipass zur beliebigen Förderung von Grundwasser zu Bewässerungszwecken ganz klar ausschliessen. Es ist lediglich eine gewisse Anpassung des heutigen Kulturmixes hin zu moderat bewässerungsbedürftigeren Kulturen überhaupt denkbar (Szenario 4).

## 4.7 Region

Die Region Klettgau ist immer noch ein stark landwirtschaftlich geprägtes Gebiet. Siedlungsgebiete mit grösseren Gewerbe- und Industriezonen sind zwar durchaus vorhanden, beschränken sich aber auf wenige Gemeinden (Beringen, Hallau, Wilchingen). Die Möglichkeit einer gewissen Nutzung des Grundwassers zu Bewässerungszwecken ist prinzipiell als fördernd für die Landwirtschaft zu werten. Daraus darf geschlossen werden, dass sich deswegen der ländliche Charakter der Region kaum verringern dürfte. Allenfalls würde sich daraus eine gestärkte Position der Landwirtschaft gegenüber konkurrierenden Nutzungen (Wohnen, Gewerbe/Industrie,

Freizeit/Erholung etc.) ergeben. Auf der anderen Seite dürfte diese Stärkung kaum so ausgeprägt ausfallen, dass sie zu einer Verdrängung anderer Nutzungen führen würde (z.B. Aufhebung des Flugfeldes Schmerlet).

Parallel zu allfälligen Veränderungen in der landwirtschaftlichen Nutzung sind eine Vielzahl anderer Entwicklungen zu erwarten, welche auf unabhängigen Faktoren beruhen und einen bedeutenden Einfluss auf die Bevölkerung Region und die Lebensweise haben dürften. Zu nennen ist hierbei sicher die laufende Digitalisierung, welche zu Anpassungen in der Arbeitswelt (evtl. Förderung von dezentralen Organisationsformen – Home Office), in der Mobilität (evtl. Abnahme des Pendlerverkehrs) und einer gewissen Verlagerung des Wohnraumes in ländliche Gebiete führen könnte. Solche Faktoren stehen wohl in Wechselwirkung mit den Auswirkungen von Bewässerungen, indem die Attraktivität jener ländlichen Regionen speziell steigen dürfte, wo eben dieser Charakter ausgeprägter ist bzw. gefördert wird. Vor diesem Hintergrund sollen folgende Aspekte von Auswirkungen auf die Region betrachtet werden:

- Attraktivität der Region
- Selbstverständnis
- Lokale Vermarktung
- Lokale Traditionen
- Steuersubstrat

Nicht zu vergessen sind auch eine ganze Zahl von Initiativen, welche die Förderung der Attraktivität der Region Klettgau zum Ziel haben. Genannt seien hier nur das Blauburgunderland, der Naturpark Schaffhausen, die Genussregion, Schaffhauser Mumpfel etc. Häufige und wichtige Inhalte dieser Initiativen sind die regionalen landwirtschaftlichen Produkte und deren Vermarktung. Ein Argument für die Vermarktung, das heute immer mehr an Bedeutung gewinnt, ist die umweltverträgliche und tierfreundliche Produktion.

#### **4.8 Naturschutz und Ökologie**

Der Klettgau ist nicht nur ein landwirtschaftlich geprägtes Gebiet, es ist auch ein Gebiet, wo in den letzten Jahrzehnten intensive Bemühungen zur Stärkung der Tier- und Pflanzenwelt stattgefunden haben. Zu nennen sind z.B. die Versuche, das Rebhuhn wieder anzusiedeln. Als Voraussetzung für eine dauerhafte Wiederansiedelung wurde die gezielte Förderung der entsprechenden Lebensräume betrieben (Hecken, Extensivierung von Flächen, ökologische Ausgleichsflächen), insbesondere auch im Hinblick auf die für eine nachhaltige Entwicklung unentbehrliche Vernetzung von Lebensräumen. Diese Bemühungen haben bereits zu erfreulichen Erfolgen geführt. Die Qualität der Aufwertung wird dabei u.a. anhand der Beobachtung des Feldhasenbestandes mit jährlichen Zählungen überwacht. Die Feldhasen-Häufigkeit gilt in diesem Sinn als Indikator für einen intakten Lebensraum, indem sich darin dessen Qualität sehr direkt widerspiegelt. So äussert sich z.B. das Umbrechen von Brachflächen augenblicklich in einem markanten Rückgang der Feldhasen-Population.

Die Möglichkeit für eine gewisse Bewässerung dürfte eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung und damit wahrscheinlich eine Erhöhung des Druckes auf ökologisch wertvolle Flächen und Kulturen mit sich bringen (Verlust von Flächen, vermehrter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, Verdrängung von Ökoausgleichsflächen in Randgebiete etc.). Unter diesem Aspekt sollen folgende Themen betrachtet werden:

- Naturschutzzonen/-gebiet
- Biodiversität
- Prioritäre Arten
- Vorranggebiete

## 5. Kosten für landwirtschaftliche Bewässerung

---

### 5.1 Kosten für Infrastruktur

Das im Klettgau bestehenden Trinkwasserfassungen weisen gewisse Reserven auf, die aber nicht für die landwirtschaftliche Bewässerung vorgesehen sind. Mit den vorhandenen Pumpwerken könnten bei maximaler Pumpenleistung 11'650 l/min gefördert werden, was bei einem 24 Stunden-Betrieb rund 510'000 m<sup>3</sup> pro Monat ergibt. Wird zwischen 18 - 6 Uhr im 12 Stunden-Betrieb gepumpt, so könnte theoretisch die Hälfte der Fördermenge für die Landwirtschaft genutzt werden. Das bedeutet für die Periode von Mitte Mai bis Mitte August **1 Mio. m<sup>3</sup>**. Damit könnten in Trockenphasen die grössten Schäden an den Kulturen vermieden werden (Bewässerungsszenario 2). So wären gezielte Bewässerungen in den für die Kulturen heiklen Stadien möglich, insbesondere in der Jugendentwicklung bis die Wurzelbildung stattgefunden hat, nicht hingegen für die Blühphase und zur Ertragsbildung. Um Schäden durch Trockenheit weitgehend vermeiden zu können, müsste „moderat“ bewässert werden können (Bewässerungsszenarien 3 und 4). Dadurch steigt der Bedarf auf **2 – 9 Mio m<sup>3</sup>** während der Vegetationsphase an. Eine solche Menge kann nicht aus dem bestehenden Trinkwassernetz bezogen werden, sondern es muss ein separates Versorgungsnetz (Förderbrunnen und Verteilnetz) für Bewässerungszwecke erstellt werden. Somit stellt sich die Frage nach dessen Kosten für eine Projektfläche von ca. 5'000 ha.

Eine konkrete Abschätzung der notwendigen Investitionen in eine neue Infrastruktur für die landwirtschaftliche Bewässerung ist im Rahmen des vorliegenden Projektes nicht möglich. Für eine grobe Abschätzung wurde auf die Leitzahlen des laufenden Bewässerungsprojektes Bibertal (Gemeinden Buch, Ramsen, Hemishofen, Fläche ca 500 ha) abgestützt. Demnach beträgt die aktuelle Schätzung der Baukosten für die Hauptleitungen Fr. 3.5 Mio., für die Fassungsanlage Fr. 1.7 Mio und für die Projektierung Fr. 0.5 Mio, also insgesamt Fr. 5.7 Mio. Das Erstellen eines Laufmeters Leitungen kostet bei einfachen Verhältnissen rund Fr. 60.--. Bei grösserer Grabentiefe, grösserem Leitungsdurchmesser und bei gewissen Unterquerungen können allerdings Kosten bis Fr. 200.-- pro Laufmeter resultieren. Im Gebiet Bibertal wurden ca. 20 km Leitungen verlegt. Die Beiträge von Gemeinden, Kanton und Bund belaufen sich auf rund Fr. 3.0 Mio. Die Differenz von Fr. 2.7 Mio tragen die angeschlossenen Betriebe über eine Einkaufssumme von Fr. 1'099.-- pro ha. Die Infrastrukturkosten lassen sich über 50 Jahre abschreiben. Die Kosten für die Abschreibung der Infrastruktur fallen jedes Jahr an, auch wenn nicht bewässert wird.

Würden diese Zahlen linear auf das Projektgebiet Klettgau extrapoliert, ergäbe das Investitionen von total Fr. 57 Mio. Dies ist eine Grobschätzung, welche Skaleneffekt (günstigere Kosten bei zunehmender Fläche) und Beiträge von Gemeinden, Kanton und Bund nicht berücksichtigt.

### 5.2 Kosten für Ausbringung

Die Kosten der Bewässerung werden bestimmt durch die Wasserbereitstellung (Kosten Infrastruktur inkl. Brunnen, Pumpe, Zuleitung), die Beregnungsanlage, ggf. notwendige Fahrzeuge und Zubehör, Reparaturen, Betriebsstoffe, Arbeitskosten und die Kosten des Wassers. Kurze Leitungen, hohe Verfügbarkeit des Wassers, ein moderner Beregner und grosse, flache Parzellen begünstigen die Kosten. Die Kosten für die Ausbringung hängen vom Verteilsystem und den Anschaffungskosten der Beregner ab. Grundsätzlich gibt es drei verschiedene Bewässerungssysteme, die traditionellen Reihenregner mit Alu- oder PVC Rohren und Sprinkler, der Rollomat mit Düsenwagen und die Tröpfchenbewässerung (vgl. Abbildung 5).

Im grossflächigen Ackerbau kommen nur Reihenregner und Rollomat zum Einsatz. Die effizientere Tröpfchenbewässerung eignet sich nur für fest angelegte Obst-, Beeren- oder Rebanlagen. Die aus hartem PVC bestehenden Röhrrchen werden auf den Boden verlegt oder (im Obstbau) in ca. 50 cm Höhe aufgehängt. Diese Bewässerungsweise ist zwar relativ teuer, kann aber über 15 Jahre abgeschrieben werden. Für Gemüse und Kartoffeln existieren auch billigere «Einweg»-Tröpfchenbewässerungsschläuche, die im Damm vergraben werden. Vor der Ernte werden sie aus dem Boden gezogen und sind nicht wiederverwendbar. Grundsätzlich handelt es sich dabei um ein interessantes System, da es wassersparend ist und die Pflanzen über die Wurzel mit Wasser versorgt anstatt über das Blatt (kleinere Anfälligkeit für Pilzkrankheiten). Wegen der einmaligen Anwendung ist es mit Fr. 6'000.--/ha und Jahr aber relativ teuer und nur für Kulturen mit hoher Wertschöpfung lohnend.



Reihenregner Alu und PE



Rollomat mit Starkregner



Rollomat mit Düsenwagen



Tropfenbewässerung

Abbildung 5: Beispiele von Bewässerungssystemen. Häufigstes Bewässerungssysteme in der Schweiz ist der Rollomat [3]

Im Ackerbau und insbesondere bei den Kulturen Weizen, Mais und Grünland werden in erster Linie mobile Beregnungsmaschinen eingesetzt. Diese bestehen aus einer Schlauchtrommel und einem Regnerwagen, der mit der Trommel durch den wasserführenden Schlauch (Rollo-mat) verbunden ist. Ab Wagen wird das Wasser mit einem Starkregner verteilt. Mobile Systeme weisen eine hohe Einsatzflexibilität auf. Der Kapitalbedarf für einen Düsenwagen ist höher als für einen Regner, jedoch ist die Verteilgenauigkeit besser und der Energiebedarf geringer.

Die Anschaffungskosten (vgl. Tabelle 5) belaufen sich auf ca. Fr. 57'000.-- (inkl. 600 m Schlauch) [1]. Pro Jahr resultieren bei entsprechender Nutzungsdauer (10-15 Jahre, vgl. Tabelle 5) Abschreibungen von Fr. 5547.--. Bei einer durchschnittlichen Betriebsgrösse von 37 ha werden ca. 10 ha Oeko- und wenig intensive Flächen nicht bewässert. Die Abschreibungen können also auf 27 ha pro Jahr verteilt werden. So ergeben sich Fixkosten von Fr. 205.--/ha. Die variablen Kosten [3], Pumpkosten, Kosten Hilfsgeräte (Traktor) und die Arbeitskosten steigen zwar mit der Menge ausgebrachten Wassers proportional an, was hier aber vernachlässigt werden soll. Sie belaufen sich inkl. 10 Arbeitsstunden für die Betreuung und Verstellung der Regner auf ca. Fr. 821.--/ha. So resultieren fixe und variable Kosten von Fr. 1026.--/ha. Im Durchschnitt werden beim Bewässerungsszenario 3 (moderat) 706 m<sup>3</sup> Wasser pro ha ausgebracht (vgl. Tabelle 26, Bericht Teil 1). Daraus resultieren Ausbringungskosten von total Fr. 1.45/m<sup>3</sup> Wasser (vgl. Tabelle 5).

### 5.3 Kosten für Wasser

Der Wasserpreis wird im Kanton Schaffhausen basiert auf den Vorgaben aus der kantonalen Verordnung zum Wasserwirtschaftsgesetz. Gemäss dieser Verordnung vom 22. Dez. 1998, beträgt der Leistungspreis Fr. 1.60 je l/min, und der Arbeitspreis beträgt Fr. 10.75 je 1'000 m<sup>3</sup>. Diese Preise gelten nur für den Bezug von genau 1'000 m<sup>3</sup>. Je nach Leistung der Pumpe kommen 1'000 m<sup>3</sup> auf Fr. 160.-- bis Fr. 320.-- zu stehen. Werden mind. 10'000 m<sup>3</sup> bezogen, liegen die Preise noch tiefer (2 resp. 4 Rp./m<sup>3</sup>; vgl. Tabelle 6). Selbst wenn das Wasser gratis abgegeben würde, bleiben jedoch die Ausbringungskosten von Fr. 1.45/m<sup>3</sup> für den Landwirt.

Der Preis für Grundwasser hängt von der Pumpenleistung ab und liegt zwischen 17- 33 Rp./m<sup>3</sup>. Mit einem Zuschlag von 17 Rp./m<sup>3</sup> ergibt sich ein **mittlerer Preis für Wasser und Ausbringung von Fr. 1.62/m<sup>3</sup>**.

**Ab Hydrant** kann gemäss Angaben der Abteilung Gewässer von Tiefbau Schaffhausen von Fr. 2.--/m<sup>3</sup> Wasser ausgegangen werden. Wegen den kürzeren Transportstrecken können die Ausbringungskosten auf Fr. 1.00/m<sup>3</sup> reduziert werden (vgl. Tabelle 6).

Grundwasser wird z.B. mit einer Pumpe gefördert mit einer maximalen **Pumpenleistung von 100 l/min.** und gefördert wird über das Jahr verteilt total 1'000 m<sup>3</sup>.

Leistungspreis CHF 1.60 l/min = Fr. 1.60 x 100 (max. Pumpenleistung) = Fr. 160.00  
Arbeitspreis CHF 10.75 je 1'000 m<sup>3</sup> = Fr. 10.75 x 1 (1'000 m<sup>3</sup> geförderte Menge) = Fr. 10.75  
= Fr. 170.75 Nutzungsgebühr für ein Jahr (= 17 Rappen pro m<sup>3</sup>)

Bei gleicher Menge jedoch höherer **Pumpenleistung von 200 l/min.**

Leistungspreis CHF 1.60 l/min = Fr. 1.60 x 200 (max. Pumpenleistung) = Fr. 320.00  
Arbeitspreis CHF 10.75 je 1'000 m<sup>3</sup> = Fr. 10.75 x 1 (1'000 m<sup>3</sup> geförderte Menge) = Fr. 10.75  
= Fr. 330.75 Nutzungsgebühr für ein Jahr (= 33 Rp pro m<sup>3</sup>)

<b>Rollomat mit Düsenwagen</b>			
<b>Fixe Kosten</b>	Rollomat mit Starkregner (Fr)	Nutzung (Jahre, a)	<b>Fr./ha</b>
Mobile Beregnungsmaschine 300 m Schlauch	26350	12	2330
Diesel Motorpumpe 60 m <sup>3</sup> /h	15000	15	1281
PVC Schlauch auf Dreipunkt, 600 m, 75 mm	16000	10	1936
<b>Total</b>	<b>57350</b>		<b>5547</b>
Mittlere Auslastung (ha/Jahr)		27	
<b>Fixe Kosten (Fr. pro ha)</b>			<b>205</b>
<b>Variable Kosten</b>		Fr./m <sup>3</sup>	<b>Fr./ha</b>
Pumpkosten	706	0.58	414
Kosten Traktor (Verstellung Pumpe)	706	0.21	153
Arbeitskosten à Fr. 24.75 pro Stunde	706	0.35	253
<b>Total variable Kosten</b>			<b>821</b>
<b>Totale fixe und variable Kosten</b>			<b>1026</b>
Zugrunde gelegte Menge (Mittel Klettgau m <sup>3</sup> /ha und Jahr)		706	
<b>Total fixe und variable Kosten ohne Wasser (Fr./m<sup>3</sup>)</b>			<b>1.45</b>
Kosten für Grundwasser Fr./m <sup>3</sup>			0.17
<b>Total Kosten in Fr./m<sup>3</sup> (Vollkosten inkl. Wasser)</b>			<b>1.62</b>

Tabelle 5: Kostenzusammenstellung pro m<sup>3</sup> Wasser mit Ausbringung (Vollkosten)

<b>Kosten für 1 m<sup>3</sup> Wasser</b>	<b>ab Hydrant SH</b>	<b>Bibertal SH</b>	<b>Grundwasser SH</b>	<b>Projekt BL</b>
Bereitstellung (Wasserversorgung, Pumpen, Mittelwert)	2.00	1.20	0.17	0.05
Ausbringungskosten total (Landwirt)	1.00	1.45	1.45	1.45
<b>Totale Kosten pro m<sup>3</sup> Wasser</b>	<b>3.00</b>	<b>2.65</b>	<b>1.62</b>	<b>1.50</b>

Tabelle 6: Vollkosten pro m<sup>3</sup> Wasser inkl. Ausbringung (aus verschiedenen Projekten)

Für das **Projekt Bibertal** kann gemäss den zuständigen Fachleuten von einem Preis für die Bereitstellung (Pumpen) von Wasser von Fr. 1.10-1.30/m<sup>3</sup> ausgegangen werden. Bei einem

Mittelwert von Fr. 1.20/m<sup>3</sup> zusätzlich Ausbringungskosten von Fr. 1.45/m<sup>3</sup> ergibt sich ein Total von Wasserkosten und Ausbringung von Fr. 2.65/m<sup>3</sup>.

Im Projekt **Baselland** [1,5] wurden im Jahr 2016 von Agroscope die Wirtschaftlichkeit der Bewässerung von sechs verschiedenen Kulturen berechnet. In dieser Studie wurden Gesamtkosten (Vollkosten) von Fr. 0.78 bis 2.13/m<sup>3</sup> ermittelt, je nach Kultur, Anzahl Durchgänge und Bewässerungsbedarf. Hier wurden für die eff. Wasserkosten 4-5 Rp./m<sup>3</sup> veranschlagt.

Die Vollkosten pro ausgebrachtem m<sup>3</sup> Wasser variieren also stark. Sie liegen zwischen Fr. 1.50/m<sup>3</sup> und Fr. 3.00/m<sup>3</sup>. Anhand der zur Verfügung stehenden Zahlen aus vergleichbaren Projekten kann für das Gebiet Klettgau von einem Wasserpreis inklusive Ausbringung von **Fr. 1.50/m<sup>3</sup> bis Fr. 2.50/m<sup>3</sup>** ausgegangen werden. Bei Fr. 1.50/m<sup>3</sup> würde mit einem Wasserpreis von nur 5 Rp/m<sup>3</sup> gerechnet, was einer starken Subventionierung gleichkommt.

## 5.4 Bewässerungswürdigkeit der Kulturen

Die Bewässerungswürdigkeit ist eine kultur- und standortabhängige ökonomische Beurteilung, ob die Kosten der Bewässerung durch die vermiedenen Ertragsausfälle aufgewogen werden können.

Kultur	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Sonnenbl.	Eiweisserb	Soja	Kunstw.	Reben
Erträge dt/ha	70	315	100	750	40	36	37	28	110	11250
Preise inkl. Nebenprod. in Fr. /dt	55	49.6	36.5	5.7	81	80	42	45	23	2.2
Total Produktion (Ertrag x Preis)	3850	15624	3650	4275	3240	2880	1554	1260	2530	24750
Einzelkulturbeiträge (EKB)	120	0	0	2100	700	700	1000	1000	200	0
Extenso (ohne Fungizide und Insektizide)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flächenbeitrag allgemein (VSB)	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	900	0
Beitrag Bio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Beiträge BLW (Direktzahlungen)	1420	1300	1300	3400	2000	2000	2300	2300	1100	0
Total Erlöse Fr./ha	5270	16924	4950	7675	5240	4880	3854	3560	3630	24750
Saatgut, Pflanzgut	223	3570	270	292	95	175	335	325	145	1943
Düngung	271	548	253	338	316	154	152	139	220	329
Pflanzenschutz	254	536	215	780	249	219	150	105	110	1400
Allgemeine Kosten	681	1183	935	111	515	480	255	235	791	1703
Lohnarbeiten variabel	440	1086	650	1196	550	730	550	550		
variable Maschinenkosten	313	1773	308	291	323	232	240	268	783	1537
Kontrollkosten										
Total Kosten Fr. /ha	2182	8696	2631	3008	2048	1990	1682	1622	2049	6912
Total Deckungsbeitrag Fr./ha (inkl. Beiträge)	3088	8228	2319	4667	3192	2890	2172	1938	1581	17838

Tabelle 7: Deckungsbeitrag 2020 der wichtigsten Ackerkulturen im Klettgau [2]

Als Grundlage für die wirtschaftlichen Berechnungen dient der sogenannte Deckungsbeitragskatalog der Agridea [2]. Dieser wird jährlich aktualisiert. Der Deckungsbeitrag enthält als Erlöse alle Leistungen aus der Produktion (Ertrag) inkl. Bundesbeiträge für die Fächen (Direktzahlungen). Davon werden alle Aufwendungen (direkten Kosten) für Dünger, Saatgut, Spritzmittel und Lohnarbeiten abgezogen. Dies ergibt den Deckungsbeitrag pro ha einer Kultur. Aus dem Deckungsbeitrag muss der Landwirt seine Arbeit und seine Kosten für Gebäude, Pachtzins und Maschinen bezahlen können. Was schlussendlich noch übrig bleibt, ist das landwirtschaftliche Einkommen. Für die folgenden Betrachtungen wird auf den Preisen und Kosten vom Jahr 2020 basiert.

Wird eine Kultur bewässert, so vermindert sich der Deckungsbeitrag entsprechend. Dieser Zusammenhang wird weiter unten in Tabelle 10 rechnerisch aufgezeigt. Die zusätzlichen Kosten für die Bewässerung sind von folgenden Faktoren abhängig:

- Klimaszenarien (3 Varianten)
- Bewässerungsintensität (2 Szenarien)
- Produktionssystem (3 Typen)
- Wasserpreis (5 Beträge)

**Drei Klimaszenarien (konsequenter Klimaschutz / kein Klimaschutz / Extremjahr)**

Die Tabellen 8 und 9 zeigen den in Phase I des Projekts mit dem Bodenwasserhaushaltsmodell ermittelten Bewässerungsbedarf [9] für die einzelnen Kulturen, resp. die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche des Klettgaus. In Tabelle 9 ist jeweils der mittlere Bewässerungsbedarf in mm für die drei Klimaszenarien DMI-HIRHAM (konsequenter Klimaschutz = KS) und SMHI-RCA (kein KS) für die Jahre 2020 bis 2049 sowie das Extremjahr 4014 dargestellt. Für die Umrechnung von mm auf m<sup>3</sup>/ha wurden die in Tabelle 8 angegebenen Werte mit dem Faktor 10 multipliziert. Daraus ergeben sich die Bewässerungsmengen pro Kultur in m<sup>3</sup>/ha, welche als Grundlage zur Berechnung der Bewässerungskosten in Tabelle 10 dienen.

Zuteilung nach Kulturkategorie	DMI-HIRHAM 2020 – 2049 Konsequenter KS		SMHI-RCA 2020 – 2049 Kein KS		Extremjahr 4014	
	Min [m <sup>3</sup> /ha]	Mod [m <sup>3</sup> /ha]	Min [m <sup>3</sup> /ha]	Mod [m <sup>3</sup> /ha]	Min [m <sup>3</sup> /ha]	Mod [m <sup>3</sup> /ha]
Getreide	70	310	140	440	570	1490
Mais und Sonnenblumen	180	560	450	1050	750	1740
Kartoffeln	350	1320	670	1870	1250	3090
Rüben	130	510	340	930	630	1650
Reben	0	0	10	20	10	30
Oelfrüchte ohne Sonnenblumen	20	70	30	80	120	410
Körnerleguminosen	500	280	160	530	510	1370
Obst/Gemüse/Beeren/Sträucher	170	810	380	1190	860	2230
Grünfläche intensiv (Kunstwiesen, Dauerwiesen, Weiden)	110	590	310	1040	670	2120

Tabelle 8: Bewässerungsbedarf der Kulturkategorien unter verschiedenen Klimaszenarien [9] verändert von [mm] auf [m<sup>3</sup>/ha], also x Faktor 10

	Getreide	Mais	Kartoffeln	Rüben	Reben	Oelfrüchte	Körnerleguminosen	Beeren	Grünfläche intensiv	Total
Mix Ist	28.2%	12.0%	0.9%	7.7%	7.6%	7.6%	2.1%	1.7%	16.7%	5042 ha
Mix Max	20.0%	14.0%	10.0%	4.0%	6.0%	7.0%	13.0%	6.0%	13.0%	5042 ha
DMI Min	99529	108907	15882	50470	0	7664	5294	14571	92622	394940
DMI Mod	440772	338822	59899	197999	0	26823	29647	69428	496788	1660179
DMI Max	312604	395293	665544	102857	0	24706	183529	245041	386721	2316295
SMHI Min	199058	272268	30403	132000	3832	11496	16941	32571	261024	959593
SMHI Mod	625611	635292	84857	361058	7664	30655	56117	102000	875695	2778949
SMHI Max	443696	741174	942854	187562	6050	28235	347394	359999	681678	3738643
4014 Min	810451	453780	56723	244587	3832	45983	54000	73714	564149	2307219
4014 Mod	2118548	1052770	140218	640586	11496	157109	145058	191142	1785070	6241996
4014 Max	1502516	1228231	1557978	332772	9076	144705	897980	674620	1389575	7737453

Mittelwert minimale Bewässerung über alle Klimaszenarien = 242 m<sup>3</sup>/ha und Jahr  
Mittelwert moderate Bewässerung über alle Klimaszenarien = 706 m<sup>3</sup>/ha und Jahr  
Maximale Bewässerung für DB nicht berücksichtigt, über alle Klimaszenarien= 911 m<sup>3</sup>/ha und Jahr.

Tabelle 9: Bewässerungsbedarf für die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche des Klettgaus (Mittelwert der Jahre 2020-2049) [9]

### **Zwei Bewässerungsintensitäten (minimal / moderat)**

Für die Berechnung der Veränderung des Deckungsbeitrages wird davon ausgegangen, dass mit den je nach Kultur eingesetzten Wassermengen allfällige Trockenheitsschäden zu 100 % vermieden werden können und sich so der volle Durchschnittsertrag einer Kultur und damit auch der volle Deckungsbeitrag gemäss Katalog 2020 erreichen lässt. Diese Berechnungen sind nur basierend auf den Bewässerungsszenarien 3 und 4 (moderat) möglich. Dabei wird angenommen, dass auch in Jahren mit langen Trockenperioden genügend Wasser für Bewässerungszwecke zur Verfügung steht. Für Bewässerungsszenario 2 (minimale Bewässerung) muss hingegen davon ausgegangen werden, dass dies in gewissen Jahren nicht erreicht werden kann oder dass es zu Schäden von über 50 % und vereinzelt sogar zu einem Totalausfall kommt. Dieses Szenario ist für wirtschaftliche Berechnungen wenig geeignet, da es mit grossen Unsicherheiten verbunden ist. Für Bewässerungsszenario 2 kann durchschnittlich von 242 m<sup>3</sup> Wasser pro ha und Jahr ausgegangen werden für Szenario 3 hingegen von 706 m<sup>3</sup> (vgl oben), also von rund der 3-fachen Menge. Dementsprechend ist die Bewässerung gemäss Szenario 3 durchschnittlich dreimal teurer. Die maximale Berechnung wurde nicht berücksichtigt.

### **Drei Produktionssysteme (konventionell = ÖLN / integrierte Produktion = IP Suisse / Biolandbau = Bio Suisse)**

In der Schweiz werden heute von total rund 70'000 Haupt- und Nebenerwerbsbetrieben 18'500 Betriebe nach IP-Richtlinien und 7'500 nach Biorichtlinien bewirtschaftet. Die meisten Landwirte arbeiten also nach wie vor ohne Label, sogenannte „konventionell“ oder im Fachjargon als ÖLN bezeichnet. Diese Betriebe müssen für die Direktzahlungen den sogenannten ökologischen Leistungsnachweis ÖLN erfüllen, also die Mindestvorschriften wie eine geregelte Fruchtfolge, Bodenschutz und ausgeglichene Nährstoffbilanz erfüllen. IP-Betriebe erzielen für einzelne Kulturen leicht höhere Preise als ÖLN Betriebe. Dafür liegen die Erträge auf etwas tieferem Niveau. Biobetriebe erwirtschaften im Durchschnitt 20 % tiefere Erträge als IP-Betriebe, lösen aber deutlich höhere Preise. Für die Berechnung der verschiedenen Deckungsbeiträge im Anhang 1 und 2 (Tabellen 14 bis 23) wurde einerseits vom Standard konventionell und andererseits von Biobetrieben ausgegangen. Die IP-Betriebe dürften irgendwo dazwischenliegen.

### **Fünf verschiedene Wasserpreise**

Betreffend Bewässerungskosten ist der Kubikmeterpreis für Wasser entscheidend. Dieser variiert sehr stark, wie in Tabelle 6 zusammengefasst wurde. Für die Berechnung der Bewässerungswürdigkeit einer Kultur wurde von Vollkosten-Varianten pro m<sup>3</sup> Wasser (inkl. Ausbringung) von Fr. 1.50/m<sup>3</sup>, Fr. 2.00/m<sup>3</sup> und Fr. 2.50/m<sup>3</sup> ausgegangen. Dies entspricht den im Kapitel 5.3 beschriebenen Varianten, gerundet auf Fr. 0.50. Zusätzlich wurden zwei Extremvarianten berechnet, eine sehr günstige mit Fr 1.00/m<sup>3</sup> und eine sehr teure mit Fr. 3.00/m<sup>3</sup>. Dabei wurde immer von einem festen Preis pro m<sup>3</sup> (inkl. Ausbringkosten) ausgegangen, ohne Skaleneffekte zu berücksichtigen.

In Tabelle 10 wird der Einfluss der Bewässerung auf den konventionellen Deckungsbeitrag unter den verschiedenen Klimaszenarien und Bewässerungsintensitäten aufgezeigt. Der Wasserpreis beträgt fix Fr. 1.50/m<sup>3</sup>. Dieses liegt am nächsten beim heutigen Preis im Kanton Schaffhausen. Alle anderen Varianten mit den Abstufungen von Fr. 0.50 /m<sup>3</sup> finden sich im Anhang.

Beispiel: Bei Weizen müssen bei konsequentem Klimaschutz 70 m<sup>3</sup>/ha jährlich bewässert werden. Bei Fr. 1.50/m<sup>3</sup> Wasser ergeben sich Bewässerungskosten von Fr. 105.--. Dementsprechend vermindert sich der Deckungsbetrag auf Fr. 2'983.--. Diese Zusatzkosten bewirken, dass

**Pilotprojekt WasserZukunftKlettgau: Konsequenzen einer möglichen Grundwassernutzung zu Bewässerungszwecken  
Auswirkungsanalyse und Anpassungsstrategien**

ein Minderertrag von 1.9 dt x Fr. 55.--/dt = Fr. 105.-- vermieden werden kann (Vermeidungskosten). In Prozent vom ursprünglichen Ertrag beträgt der Minderertrag 3 %.

Wenn das Klima sich extrem verändert und „moderat“ bewässert werden muss, dann steigt die Bewässerungsmenge pro Jahr auf 1'490 m<sup>3</sup>, was Bewässerungskosten von Fr. 2'235.-- bedeutet. Der Deckungsbeitrag vermindert sich also auf noch Fr. 853.--. Diese Zusatzkosten bewirken, dass ein Minderertrag von 40.6 dt x Fr. 55.--/dt = Fr. 2235.-- vermieden werden kann. In Prozent vom ursprünglichen Ertrag beträgt der Minderertrag 58 %. Zusätzlich sind auch die Arbeitsstunden pro ha aufgeführt (ohne Bewässerung). Wird der Deckungsbeitrag durch die Anzahl Stunden geteilt, so ergibt sich der Deckungsbeitrag pro Arbeitsstunde. Je höher die Bewässerungskosten, umso tiefer ist dieser Stundensatz.

Konventionell	1.5										
Kultur	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Sonnenbl.	Eiweisserb	Soja	Kunstw.	Reben	
Erträge dt/ha	70	315	100	750	40	36	37	28	110	11250	
Preise inkl. Nebenprod. in Fr./dt	55	49.6	36.5	5.7	81	80	42	45	23	2.2	
<b>Total Produktion (Ertrag x Preis)</b>	<b>3850</b>	<b>15624</b>	<b>3650</b>	<b>4275</b>	<b>3240</b>	<b>2880</b>	<b>1554</b>	<b>1260</b>	<b>2530</b>	<b>24750</b>	
Einzelkulturbeiträge (EKB)	120	0	0	2100	700	700	1000	1000	200	0	
Extensio (ohne Fungizide und Insektizide)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Flächenbeitrag allgemein (VSB)	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	900	0	
Beitrag Bio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total Beiträge BLW (Direktzahlungen)	1420	1300	1300	3400	2000	2000	2300	2300	1100	0	
<b>Total Erlöse Fr./ha</b>	<b>5270</b>	<b>16924</b>	<b>4950</b>	<b>7675</b>	<b>5240</b>	<b>4880</b>	<b>3854</b>	<b>3560</b>	<b>3630</b>	<b>24750</b>	
Saatgut, Pflanzgut	223	3570	270	292	95	175	335	325	145	1943	
Düngung	271	548	253	338	316	154	152	139	220	329	
Pflanzenschutz	254	536	215	780	249	219	150	105	110	1400	
Allgemeine Kosten	681	1183	935	111	515	480	255	235	791	1703	
Lohnarbeiten variabel	440	1086	650	1196	550	730	550	550			
variable Maschinenkosten	313	1773	308	291	323	232	240	268	783	1537	
Kontrollkosten											
<b>Total Kosten Fr./ha</b>	<b>2182</b>	<b>8696</b>	<b>2631</b>	<b>3008</b>	<b>2048</b>	<b>1990</b>	<b>1682</b>	<b>1622</b>	<b>2049</b>	<b>6912</b>	
<b>Total Deckungsbeitrag Fr./ha (inkl. Beiträge)</b>	<b>3088</b>	<b>8228</b>	<b>2319</b>	<b>4667</b>	<b>3192</b>	<b>2890</b>	<b>2172</b>	<b>1938</b>	<b>1581</b>	<b>17838</b>	
<b>minimale Bewässerung</b>											
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	70	350	180	130	20	20	50	50	110	0	
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	140	670	450	340	30	30	160	160	310	10	
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	570	1250	750	630	120	120	510	510	670	10	
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	105	525	270	195	30	30	75	75	165	0	
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	210	1005	675	510	45	45	240	240	465	15	
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	855	1875	1125	945	180	180	765	765	1005	15	
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	1.9	11	7	34	0	0	2	2	7	0	
Minderertrag dt/ha (kein KS)	4	20	18	89	1	1	6	5	20	7	
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	16	38	31	166	2	2	18	17	44	7	
Minderertrag % (konsequenter KS)	3	3	7	5	1	1	5	6	7	0.0	
Minderertrag % (kein KS)	5	6	18	12	1	2	15	19	18	0.1	
Minderertrag % (Extremjahr)	22	12	31	22	6	6	49	61	40	0.1	
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	2983	7703	2049	4472	3162	2860	2097	1863	1416	17838	
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	2878	7223	1644	4157	3147	2845	1932	1698	1116	17823	
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	2233	6353	1194	3722	3012	2710	1407	1173	576	17823	
<b>Arbeitsstunden total pro Hektar (ohne Bewässerung)</b>	<b>39</b>	<b>269</b>	<b>34</b>	<b>50</b>	<b>39</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>47</b>	<b>812</b>	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (IST 2020)	79	31	68	93	82	83	64	55	34	22	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	76	29	60	89	81	82	62	53	30	22	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	74	27	48	83	81	81	57	49	24	22	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	57	24	35	74	77	77	41	34	12	22	
<b>moderate Bewässerung</b>											
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	310	1320	560	510	70	70	280	280	590	0	
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	440	1870	1050	930	80	80	530	530	1040	20	
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	1490	3090	1740	1650	410	410	1370	1370	2120	30	
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	465	1980	840	765	105	105	420	420	885	0	
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	660	2805	1575	1395	120	120	795	795	1560	30	
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	2235	4635	2610	2475	615	615	2055	2055	3180	45	
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	8	40	23	134	1	1	10	9	38	0	
Minderertrag dt/ha (kein KS)	12	57	43	245	1	2	19	18	68	14	
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	40.6	93	72	434	8	8	49	46	138	20	
Minderertrag % (konsequenter KS)	12	13	23	18	3	4	27	33	35	0.0	
Minderertrag % (kein KS)	17	18	43	33	4	4	51	63	62	0.1	
Minderertrag % (Extremjahr)	58	30	72	58	19	21	132	163	126	0.2	
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	2623	6248	1479	3902	3087	2785	1752	1518	696	17838	
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	2428	5423	744	3272	3072	2770	1377	1143	21	17808	
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	853	3593	-291	2192	2577	2275	117	-117	-1599	17793	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	67	23	44	78	79	80	52	43	15	22	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	62	20	22	65	79	79	41	33	0	22	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	22	13	-9	44	66	65	3	-3	-34	22	

*Tabelle 10: Deckungsbeiträge konventionelle Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 1.50/m<sup>3</sup>. Rosa hinterlegt > 20 % Minderertrag (Wirtschaftlichkeitsgrenze)*

Durch die Bewässerung wird also ein Ertragsausfall vermieden. Übersteigen die Kosten für die Bewässerung (Wasser plus Ausbringung) einen theoretischen Minderertrag von 20 %, so ist die Produktion nicht mehr interessant. Diese Grenze ist im Deckungsbeitrag rosa hinterlegt. Bei Kulturen mit hohem Wasserbedarf und tiefer Wertschöpfung wird sie schneller erreicht als bei Kulturen mit tieferem Wasserbedarf und hoher Wertschöpfung. Beträgt der Minderertrag

100 %, so sind die zusätzlichen Bewässerungskosten gleich gross wie der Ertrag. Übersteigt er 100 %, so sind die Bewässerungskosten grösser als der mögliche Ertrag.

Die weiteren Deckungsbeiträge für Bewässerungskosten unter und über Fr. 1.50/m<sup>3</sup> sowie entsprechende Berechnungen für den Biolandbau finden sich im Anhang. Der Einfluss der Bewässerung auf den Minderertrag in Prozent von allen gerechneten Deckungsbeiträgen ist in Tabelle 10 zusammengefasst. Dieser gilt für die konventionelle Produktion.

Den grössten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Kulturen hat die gewünschte Ertragssicherheit. Diese kann nur mit einer „moderaten Bewässerung“ gewährleistet werden. Im Fall der „minimalen Bewässerung“ ist sie nicht gegeben, dafür sind die durchschnittlich zu verarbeitenden Wassermengen dreimal tiefer, 242 statt 706 m<sup>3</sup>/ha und Jahr (vgl. Tabelle 9). In trockeneren Jahren kann es zu grösseren Schäden kommen. Zum heutigen Zeitpunkt ist es nicht prognostizierbar, wie oft und wann eine solche Situation eintreffen wird.

Minimale Bewässerung												
Klimaschutz	Preis Fr./m <sup>3</sup>	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Sonnenbl.	Eiweisserb	Soja	Kunstw.	Reben	
konsequent	1	2	2	5	3	1	1	3	4	4	4	0.0
	1.5	3	3	7	5	1	1	5	6	7	7	0.0
	2	4	4	10	6	1	1	6	8	9	9	0.0
	2.5	5	6	12	8	2	2	8	10	11	11	0.0
keiner	3	5	7	15	9	2	2	10	12	13	13	0.0
	1	4	4	12	8	1	1	10	13	12	12	0.0
	1.5	5	6	18	12	1	2	15	19	18	18	0.1
	2	7	9	25	16	2	2	21	25	25	25	0.1
Extremjahre	2.5	9	11	31	20	2	3	26	32	31	31	0.1
	3	11	13	37	24	3	3	31	38	37	37	0.1
	1	15	8	21	15	4	4	33	40	26	26	0.0
	1.5	22	12	31	22	6	6	49	61	40	40	0.1
moderate Bewässerung	2	30	16	41	29	7	8	66	81	53	53	0.1
	2.5	37	20	51	37	9	10	82	101	66	66	0.1
	3	44	24	62	44	11	13	98	121	79	79	0.1
Klimaschutz	Preis Fr./m <sup>3</sup>	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Sonnenbl.	Eiweisserb	Soja	Kunstw.	Reben	
konsequent	1	8	8	15	12	2	2	18	22	23	23	0.0
	1.5	12	13	23	18	3	4	27	33	35	35	0.0
	2	16	17	31	24	4	5	36	44	47	47	0.0
	2.5	20	21	38	30	5	6	45	56	58	58	0.0
keiner	3	24	25	46	36	6	7	54	67	70	70	0.0
	1	11	12	29	22	2	3	34	42	41	41	0.1
	1.5	17	18	43	33	4	4	51	63	62	62	0.1
	2	23	24	58	44	5	6	68	84	82	82	0.2
Extremjahre	2.5	29	30	72	54	6	7	85	105	103	103	0.2
	3	34	36	86	65	7	8	102	126	123	123	0.2
	1	39	20	48	39	13	14	88	109	84	84	0.1
	1.5	58	30	72	58	19	21	132	163	126	126	0.2
moderate Bewässerung	2	77	40	95	77	25	28	176	217	168	168	0.2
	2.5	97	49	119	96	32	36	220	272	209	209	0.3
	3	116	59	143	116	38	43	264	326	251	251	0.4

Tabelle 11: Prozentuale Mindererträge verschiedener Kulturen in Abhängigkeit von Klimaschutz und Wasserpreis (konventionelle Produktion). Rosa hinterlegt > 20 % Minderertrag (Wirtschaftlichkeitsgrenze)

Der zweitgrösste Einflussfaktor ist das Klima. Mit konsequentem Klimaschutz ist bei einer moderaten Bewässerung und einem Wasserpreis inkl. Ausbringung von bis zu Fr. 2.00/m<sup>3</sup> die Getreideproduktion sowie der Anbau von Raps und Sonnenblumen noch möglich. Körnermais, Rüben, Körnerle- guminosen und Kunstwiesen sind hingegen nicht mehr rentabel. Damit kann keine sinnvolle Fruchtfolge mehr gestaltet werden. Ohne Klimaschutz und unter Annahme von Extremjahren muss der Ackerbau langfristig aufgegeben werden, unabhängig vom Wasserpreis. Das Risiko und die Einschränkungen sind zu gross. Einzig mit einem subventionierten Wasserpreis inkl. Ausbringung von max. Fr 1.50/m<sup>3</sup> wäre ein Ackerbau in reduzierter Form noch denkbar. Ab Fr. 1.50/m<sup>3</sup> Bewässerungskosten ist damit zu rechnen, dass sich Kulturen mit hoher Wertschöpfung wie Feldgemüse, Obst, Beeren und Reben ausdeh-

nen – ein Übergangsszenario weg vom Ackerbau hin zu Spezialkulturen. Damit verbunden ist auch die Aufgabe der Rindviehhaltung. Ohne Fruchtfolgen und Ackerbau würde die Landschaft verarmen. Auch Kühe können keine mehr gehalten werden, da die verbleibenden Naturwiesen praktisch keine Erträge mehr abwerfen und Kunstwiesen verschwinden. Futter müsste vollständig zugekauft werden. Intensive Tierhaltung ohne Raufutter wie Legehennen oder Poulets wäre hingegen noch möglich.

Minimale Bewässerung		BIO										
Klimaschutz	Preis Fr./m3	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Sonnenbl.	Eiweisserb	Soja	Kunstw.	Reben	
konsequent	1	1	2	3	2	0	1	2	1	4	0.0	
	1.5	2	3	4	3	1	1	3	2	6	0.0	
	2	3	5	6	3	1	1	4	3	8	0.0	
	2.5	4	6	7	4	1	1	4	4	10	0.0	
	3	4	7	9	5	1	2	5	4	12	0.0	
keiner	1	3	4	7	5	1	1	6	5	12	0.0	
	1.5	4	6	11	7	1	1	9	7	18	0.0	
	2	6	9	14	9	1	2	11	10	23	0.1	
	2.5	7	11	18	11	2	2	14	12	29	0.1	
	3	9	13	21	14	2	3	17	14	35	0.1	
Extremjahre	1	12	8	12	8	3	4	18	15	25	0.0	
	1.5	18	12	18	13	4	5	27	23	38	0.0	
	2	23	16	24	17	5	7	36	30	51	0.1	
	2.5	29	20	30	21	7	9	45	38	63	0.1	
	3	35	24	36	25	8	11	54	46	76	0.1	
moderate Bewässerung												
Klimaschutz	Preis Fr./m3	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Sonnenbl.	Eiweisserb	Soja	Kunstw.	Reben	
konsequent	1	6	8	9	7	2	2	10	8	22	0.0	
	1.5	10	13	13	10	2	3	15	13	33	0.0	
	2	13	17	18	14	3	4	20	17	45	0.0	
	2.5	16	21	22	17	4	5	25	21	56	0.0	
	3	19	25	27	21	5	6	30	25	67	0.0	
keiner	1	9	12	17	12	2	2	19	16	39	0.1	
	1.5	14	18	25	19	3	4	28	24	59	0.1	
	2	18	24	33	25	4	5	38	32	78	0.1	
	2.5	23	30	42	31	4	6	47	39	98	0.1	
	3	27	36	50	37	5	7	56	47	118	0.2	
Extremjahre	1	31	20	28	22	9	12	49	41	80	0.1	
	1.5	46	30	41	33	13	18	73	61	120	0.1	
	2	61	40	55	44	18	24	97	82	160	0.2	
	2.5	77	50	69	55	22	31	122	102	200	0.2	
	3	92	60	83	66	27	37	146	122	240	0.3	

Tabelle 12: Prozentuale Mindererträge in Abhängigkeit von Klimaschutz und Wasserpreis inkl. Ausbringung (biologische Produktion). Rosa hinterlegt > 20 % Minderertrag (Wirtschaftlichkeitsgrenze)

Tabelle 12 zeigt die gleiche Zusammenfassung wie Tabelle 11, aber mit Preisen und Erträgen für biologischen Landbau. Die Tendenzen sind gleich wie in der konventionellen Landwirtschaft, nur zeitlich ein wenig verzögert. Bei einer minimalen Bewässerung wäre der Anbau theoretisch noch rentabel. Wie bereits erwähnt, ist dies mit grossen Unsicherheiten verbunden. In Extremjahren wäre der Anbau stark erschwert.

Mit konsequentem Klimaschutz und moderater Bewässerung wäre ein Bioanbau mit einem Wasserpreis inkl. Ausbringung von bis zu Fr. 2.00/m<sup>3</sup> noch einigermaßen rentabel. Ohne Klimaschutz müsste der Wasserpreis subventioniert werden.

Die Umstellung auf Bio folgt in der Tendenz dem konventionellen Anbau, einzig zeitlich leicht verzögert. Eine Umstellung auf Bio löst das Problem der relativ hohen Bewässerungskosten im Vergleich zum erzielbaren und möglichen Erlös nicht; die Wertschöpfung aus Ackerbau ist zu gering.

## 6. Auswirkungen

---

### 6.1 Einleitung

In Kapitel 4 wurde aufgezeigt, dass die Möglichkeit einer gewissen Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen aus Grundwasser und die sich daraus ergebenden Auswirkungen in einem hochkomplexen Umfeld von bestehenden Regulationen, politischen Prozessen (u.a. Agrar-Politik) und allgemeinen wirtschaftlichen sowie gesellschaftlichen Entwicklungen zu betrachten sind. Dieses vieldimensionale Umfeld wird es letztendlich schwierig machen, gewisse feststellbare Veränderungen klar dem Faktor „Bewässerung aus Grundwasser“ zuzuordnen.

Das liegt im Wesentlichen daran, dass ein bestimmter Stimulus meistens mehrere mögliche Reaktionen zulässt, welche von herrschenden Rahmenbedingungen abhängen. So ist es keineswegs zu erwarten, dass eine allfällige Eröffnung von Bewässerungsmöglichkeiten aus Grundwasser von allen Landwirten der Region genutzt würde. Wie oben dargelegt, bringt die landwirtschaftliche Bewässerung Kosten mit sich, die je nach der individuellen Situation tragbar sind oder nicht. Auch aus anderen Gründen kann Bewässerung für gewisse Landwirte attraktiv sein oder nicht, was u.a. an der bereits bestehenden Ausrichtung des Betriebs bzw. geplanten Änderungen (Umstellung auf Biolandbau, Aufgabe der Viehwirtschaft) liegen kann. Noch vielfältiger sind Anpassungsmöglichkeiten ausserhalb des landwirtschaftlichen Bereichs.

Aus diesem Grund soll in den nachfolgenden Kapiteln jeweils ausgehend von vorhandenen Daten zur aktuellen Situation bzw. zu Entwicklungen in der Vergangenheit, die Veränderungen abgeleitet werden, welche sich aus Bewässerungsmöglichkeiten ergeben könnten (z.B. Fortsetzung von laufenden Entwicklungen, Verschärfung/Milderung der aktuellen Situation etc.).

Für die Auswirkungsanalyse wird ausserdem davon ausgegangen, dass eine allfällige Bewässerung möglichst den Bedürfnissen der angebauten Kulturen entsprechend erfolgt (Effizienz). In diesem Zusammenhang sei nochmals auf die Definition der vier modellierten Bewässerungsszenarien verwiesen (Kapitel 3.1). Daraus wird klar, dass es in keinem Fall um eine intensive zukünftige Bewässerung gehen kann. Der Anbau von bewässerungsintensiven Kulturen (z.B. div. Gemüsesorten) wird daher auch im Szenario 4 höchstens in sehr geringem Mass infrage kommen.

### 6.2 Landwirtschaft

#### 6.2.1 Unabhängig von der Bewässerung erwartete Entwicklungen

##### Betriebsstruktur

Wie in Kapitel 4.3.1 beschrieben, ist die Anzahl der Betriebe in der gesamten Schweiz und auch im Kanton Schaffhausen rückläufig. Dies ist ein Trend, welcher unabhängig von der Frage der Bewässerung weiterläuft, wenngleich sich die Abnahme bei den relativ grossen Klettgauer Betrieben in den nächsten Jahren nicht im gleichen Mass fortsetzen dürfte. Die verbleibenden Betriebe werden jedenfalls immer grösser, d.h. sie erhalten mehr Flächenbeiträge (Direktzahlungen) und müssen mit gleichbleibender Arbeitskraft immer mehr Arbeit leisten. Die meisten Hauptidebetriebe sind heute auf 1 Arbeitskraft ausgerichtet. Die Lohnkosten sind sehr relevant für das landwirtschaftliche Einkommen. In der Regel lohnt es sich nicht, auf einem Durchschnittsbetrieb eine zusätzliche festangestellte Arbeitskraft einzustellen. Deshalb arbeiten die meisten Betriebe mit Aushilfskräften oder Erntearbeitern und lagern zusätzlich anfallende Arbeiten (Säen, pflügen, düngen, hacken) an Lohnunternehmer aus.

## **Tierhaltung**

2014 wurde ein Umweltprogramm für milchviehhaltende Betriebe eingeführt, welche die Grundfutterbasierte Milchproduktion fördert. Für Biolandbau ist die Beteiligung an diesem Programm obligatorisch. Es beschränkt u.a. den Anteil von Mais in der Ration im Talgebiet auf max. 15 %. Bisher galt Maisanbau in Trockengebieten als die bessere Variante gegenüber den tiefen Gras-erträgen. Wird mehr als 15 % Mais eingesetzt, so können die Betriebe nicht am Umweltprogramm teilnehmen und auch nicht auf Bio umstellen. So entgehen ihnen grössere Beiträge, auf die sie bei der nicht rentablen Milchproduktion angewiesen wären. Im Endeffekte lohnen sich Investitionen in neue Milchviehbetriebe nicht und bestehende laufen aus. Alternativen in der Tierhaltung werden gesucht, denn ohne Tierhaltung ist der Nährstoffkreislauf auf den Betrieben nicht geschlossen.

Besonders an Beliebtheit gewinnen in den letzten Jahren die Legehennenhaltung und die Pouletmast. Diese Spezialisierung hat gegenüber der Rindviehhaltung arbeitswirtschaftliche und ökonomische Vorteile. Sie kommt mit viel weniger Wasser aus als die Milchproduktion. Für eine Umstellung auf Bio wäre die Kombination von Legehennen (und allenfalls vereinzelt Schweinebetriebe, die ohne Weide auskommen) mit Ackerbau eine gute Variante. In klimatisch ähnlichen Zonen in der Westschweiz laufen seit einigen Jahren Projekte in diese Richtung; auch im Klettgau könnte dieser Trend zunehmen.

## **6.2.2 Pflanzenbau**

### **Beibehaltung des Bewässerungsverbots (Szenario 1)**

Wenn der Ackerbau wegen zunehmend längeren Trockenperioden weniger rentabel wird, werden sich die Betriebe neu ausrichten. Einerseits nehmen die Oekoflächen zu, andererseits wird der Druck auf die verbleibenden Flächen mit guter Bodenqualität erhöht. Vermutlich können die Ackerflächen in den nächsten 10 Jahren noch im heutigen Stil ohne Bewässerung weiter bewirtschaftet werden. Es kommt weiterhin zu einer Anpassung im Kulturmix, d.h. es werden vermehrt Kulturen angebaut, die weniger Wasser benötigen. Während der Periode bis 2030 muss aber immer mehr mit Ertragsausfällen und mit zunehmenden Extremereignissen, also auch Schäden durch Starkregen und Hagel gerechnet werden. In der Periode von 2030 bis 2040 wird Ackerbau in der heutigen Form ohne Bewässerung nicht mehr möglich sein.

### **Auswirkungen einer Bewässerung (Szenarien 2 – 4)**

Wegen der beschränkten Kapazität des bestehenden Trinkwassernetzes muss voraussichtlich auch für eine minimale Bewässerung (Szenario 2) eine gewisse zusätzliche Infrastruktur gebaut werden (temporäre oder permanente Leitungen). Erfolgt der weitere Schritt einer Erstellung von zusätzlichen Pumpwerken, um eine moderate Bewässerung zu ermöglichen (Szenario 3), werden sich gewisse Betriebe vermehrt in Richtung intensiverem Feldgemüsebau mit hohem Wasserbedarf entwickeln (Szenario 4). Denn nur diese können die hohen Wasserkosten inkl. Ausbringung bezahlen. Dazu ist allerdings anzumerken, dass der Anbau von Kartoffeln im Klettgau seit Jahren stark rückläufig ist. Im Perimeter des Nitratprojektes Klettgau ist der Anbau von Kartoffeln und Gemüse seit Beginn des Projektes im Jahr 2001 auch nicht mehr möglich – aus Gründen der Reduktion der Nitratauswaschung (v.a. im Herbst). Die Befürchtung, dass durch eine Öffnung der Bewässerung im Perimeter des Nitratprojektes Klettgau wieder vermehrt Kartoffeln und Feldgemüse angebaut werden, ist daher eher unwahrscheinlich. Der Anbau dieser Kulturen hat sich mittlerweile in die Teile des Kantons verlagert, wo bewässert werden kann und wo es keine Auflagen bezüglich Nitrat gibt.

Reben benötigen im Vergleich zu Ackerkulturen weniger Wasser und sollten auch in Zukunft noch rentabel sein. Die Qualität könnte durch die zunehmende Wärme sogar noch zunehmen. In extremen Trockenphasen ist aber auch für die Reben mit Stress zu rechnen. Obst-

und Beerenanlagen kommen - wie auch Reben - mit einer sparsamen Tröpfchenbewässerung aus. Solche Anlagen dürften sich generell vermehrt etablieren, da ihnen die Erwärmung entgegenkommt und mit einer gezielten Bewässerung gute Qualitäten erreicht werden können.

Schlussendlich ist es eine politische Frage, wieviel die Allgemeinheit bereit ist, für die Subventionierung von Wassernetzen für Bewässerungszwecke auszugeben. Ohne Subventionen bei der Infrastruktur sind die Bewässerungskosten für die Produzenten nicht tragbar.

### **6.2.3 Tierhaltung**

Im Vergleich zur übrigen Schweiz hat sich die Milchviehhaltung im Kanton Schaffhausen stärker reduziert; nur noch 76 Betriebe arbeiten mit Milchproduktion. Ein Grund dafür sind sicher die tiefen Erträge aus Wiesen und Weiden. Im Kanton Schaffhausen sind wegen der trockenen Verhältnisse oft nur 2-3 Schnitte möglich, während z.B. im Kanton Luzern bis zu 5 Schnitte möglich sind. Dadurch muss teureres Futter zugekauft werden, was sich bei den tiefen Milchpreisen nicht mehr lohnt. Auch mit Bewässerung kommt die Milchproduktion nicht in den Klettgau zurück, denn Weiden zu bewässern ist zu teuer. Kunstwiesen und Wiesen, welche die Futtergrundlage für Raufutter verzehrende Tiere sind, gehen weiter zurück. Kuhhaltung und Rindviehmast werden weitgehend verschwinden, da auch kein Futtermais mehr angebaut werden kann.

### **6.2.4 Oekologie (betrieblich)**

Auf den gemischten Betrieben werden im Biolandbau nur so viele Tiere gehalten, wie auch mit eigenem Futter ernährt werden können. Dabei fällt genügend Hofdünger an, so dass Ackerbau ohne Zukauf von Kunstdünger möglich ist. Da diese Kreisläufe im Klettgau immer weniger gegeben sind (vgl. oben), ist es entsprechend schwierig, auf Biolandbau umzustellen.

Bei der Kostenanalyse des Biolandbaus (vgl. Tabellen 19 bis 23 im Anhang 2) fällt auf, dass er etwas robuster ist als der konventionelle Anbau. Bei konsequentem Klimaschutz wären ausser den Kunstwiesen noch alle Kulturen rentabel. Die Wassermengen und die Ausbringkosten sind unabhängig vom Produktionssystem gleich (Tabelle 8). Im Gegensatz zum konventionellen Anbau könnten auch weiterhin Körnermais und Körnerleguminosen angebaut werden. Ohne Klimaschutz wird der Anbau aber auch eingeschränkt, jedoch wiederum nicht im gleichen Mass, wie für den konventionellen Anbau. Im Klimaszenario «extrem» verschwindet der Getreideanbau und damit mittelfristig der Ackerbau insgesamt. Der Biolandbau folgt also etwas verzögert der gleichen Tendenz wie der konventionelle Anbau. Ohne Bewässerung werden Kulturen mit hoher Wertschöpfung und geringerem Wasserverbrauch dank Tröpfchenbewässerung langfristig den Ackerbau ersetzen.

Statt auf Biolandbau umzustellen, können die noch bestehenden Ackerflächen entweder immer intensiver bewirtschaftet werden oder zu blumenreichen Wiesen, Hecken und Brachen umgewandelt werden. Letzteres ist ein Trend, der heute auf vielen IP-Betrieben beobachtet werden kann; der Anteil der Biodiversitätsförderflächen nimmt seit Jahren zu. Über 50% dieser Flächen weisen eine hohe ökologische Qualität auf, was auch wesentlich zur Zielerreichung der Umweltziele Landwirtschaft beitragen kann. Diese Zunahme wird in erster Linie durch die Oekoprogramme des Bundes gefördert und ist eine Folge der rückläufigen Produzentenpreise.

Im Weiteren laufen auch Ressourcenprogramme für bodenschonende Bewirtschaftung, Nitratreduktion und neuerdings auch Herbizid- oder sogar Pestizidverzicht. Wie bereits erwähnt, macht neben der zunehmenden Trockenheit auch eine Zunahme von Schädlingen den Anbau gewisser Kulturen immer schwieriger; das allgemeine Risiko steigt und die Durchschnittserträge sinken. Durch diesen Trend wird die Verlagerung der Produktion hin zu Oekoflächen beschleunigt. Diese sind - unabhängig vom Ertrag - mit gleichbleibenden Bei-

trägen ausgestattet. Je nach Ressourcenprojekt, an dem ein Landwirt beteiligt ist, können Oekoflächen also eine Alternative sein. Das bedeutet aber auch, dass die Landwirtschaft immer weniger auf die Nahrungsmittelproduktion ausgerichtet wäre. Bewässerung und/oder höhere Produzentenpreise würden helfen, diesen Trend zu stoppen (die Preise haben bereits im 2021 deutlich angezogen).

Bisher nicht erwähnt wurde, dass die Ackerbauern in Zukunft nicht nur mit den höheren Temperaturen zu kämpfen, sondern auch mit mehr Schädlingen. Einerseits fehlen wegen den zu warmen Wintern die Minusgrade, welche die Schädlingspopulationen dezimieren, auf der anderen Seite wandern Schädlinge und Neophyten von südlichen Ländern ein, die wir nicht mehr bekämpfen können. Auch hier ist die Forschung gefordert. Lösungen für den grossflächigen Ackerbau ohne Pestizide sind bisher für gewisse Schädlinge, welche beispielsweise den Raps befallen, nicht in Sicht.

## **6.3 Bodenqualität**

### **6.3.1 Bodenfruchtbarkeit**

Eine ausgeglichene Bodenfeuchtigkeit ist wichtig für die Bodenbildungsprozesse und den Humusaufbau. Regenwürmer, Mikroorganismen, Bodenpilze und alle anderen Bodenlebewesen brauchen Sauerstoff und genügend Wasser, um Biomasse zu bilden. Ist der Boden über längere Zeit ausgetrocknet, so laufen diese Prozesse nur sehr langsam, die Bodenlebewesen sind wenig aktiv. Temporäre Trockenheit schadet dem Boden nicht. Auf der anderen Seite führt stehendes Wasser schnell zu Sauerstoffmangel und zu Fäulnis bei den Kulturen wie Kartoffeln und Zuckerrüben. Wichtig ist also, die Bodenfeuchtigkeit möglichst ausgeglichen zu halten, damit Humusbildung stattfinden kann. Eine massvolle Bewässerung kann sich positiv auf die Bodenfruchtbarkeit auswirken. Eine übermässige Bewässerung muss hingegen verhindert werden. Entsprechende Massnahmen sind in [11] formuliert.

Bei sachgemässer Ausbringung ist kein negativer Effekt auf die Bodenfruchtbarkeit zu befürchten. Eine Bewässerung lässt hingegen den Anbau von intensiven Kulturen wie Gemüse zu, was sich indirekt wiederum negativ auf die Bodenfruchtbarkeit und Nitratwerte auswirken kann.

### **6.3.2 Risiko von Verschlammung und Erosion**

Durch falsche und zu intensive Nutzung werden die Bodenporen beschädigt oder gar zerstört. Ein typisches Beispiel dafür ist die Bodenbearbeitung in feuchtem Zustand, das Befahren mit schweren Maschinen oder Erosion durch Starkniederschläge. Stehendes Wasser im Boden führt innert weniger Tage zu Sauerstoffarmut und zu Fäulnis.

Durch Bewässerung kann das Risiko von Erosion zunehmen, falls nicht fachgerecht (übermässig) bewässert wird. Als Faustformel gilt: Regenereignisse (oder Bewässerungen) mit mehr als zehn Millimeter (10 Liter) Niederschlag pro Quadratmeter können Bodenerosion auslösen.

Die Böden des Klettgaus sind mässig erosionsgefährdet. Die Erosionsgefährdung wird auf 2/3 der Fläche als mittel eingestuft, auf 1/3 der Böden mit hohem Anteil an Schluff besteht ein grösseres Risiko. Sandige Böden sind eher selten; die meisten weisen einen mässig hohen Anteil an Ton oder Lehm auf (vgl. Abbildung 8 in [9]) mit hoher Kohäsion der Bodenteilchen.

Die Hangneigung ist im Vergleich zu vielen anderen Ackerbaugebieten in der Schweiz gering. Trotzdem kann schon ab einer Neigung von 2 Prozent Erosion entstehen, besonders bei Mais oder Zuckerrüben, welche den Boden erst spät decken.

Das Risiko von Verschlammung und Erosion kann tief gehalten werden, wenn die Wassermengen beschränkt werden und auf eine gute Bodenbedeckung geachtet wird.

### **6.3.3 Risiko von Verdichtung**

Bewässerung kann das Risiko von Bodenverdichtung insofern erhöhen, als dass der Boden kurz nach dem Bewässern nicht tragfähig ist und bei einer Überfahrt die betreffende Maschine schneller einsinkt als auf einem trockenen Boden. In der Regel wird aber darauf geachtet und die bewässerten Parzellen werden nicht mit schweren Maschinen befahren. Auch das Risiko von Verdichtungen ist als gering einzustufen, wenn die Wassermengen beschränkt werden.

### **6.3.4 Risiko von Versalzung**

Bei künstlicher Bewässerung verstärkt sich der Effekt einer Versalzung, da nun mehr Wasser zum Transport der Salze zur Verfügung steht. Mit einem haushälterischen Umgang mit Wasser kann auch das Risiko von Versalzungen als gering eingestuft werden.

## **6.4 Wasserqualität**

### **6.4.1 Einleitung**

Die Qualität eines Wasservorkommens wird üblicherweise anhand von chemischen, physikalischen und biologischen Parametern beschrieben, welche sich in der Regel an einem „naturnahen“ Zustand bzw. den Anforderungen an Trinkwasser orientieren. Insbesondere Letztere werden jeweils anhand von Parameter-Grenzwerten beschrieben und beurteilt.

Die Festlegung von Grenzwerten bzw. die Wertung von festgestellten Gehalten an bestimmten Inhaltsstoffen des Wassers unterliegt dem wissenschaftlichen Fortschritt z.B. hinsichtlich Detektierbarkeit, der Bedeutung der Stoffe für Ökosysteme, einer möglichen Beeinträchtigung der Gesundheit von Trinkwasserkonsumenten usw. In der Vergangenheit konnte oft beobachtet werden, dass der negative Einfluss bestimmter Stoffe in einer ersten Phase unterschätzt wurde und deren effektiven Auswirkungen erst mit der Zeit erkennbar wurden. Aus diesem Grund ist es prinzipiell anzustreben, den Eintrag von Stoffen, die nicht zu den natürlichen Bestandteilen des Wassers gehören, zu vermeiden bzw. zu minimieren.

Wenn es um entsprechende Einträge im Rahmen der landwirtschaftlichen Nutzung geht, sind vor allem Dünge- und Pflanzenschutzmittel zu nennen. Wo ein gänzlicher Verzicht auf solche Mittel nicht infrage kommt, ist zumindest anzustreben, dass sie möglichst verlustfrei eingesetzt werden (Effizienz der Anwendung). Verluste können dabei in Richtung Luft, Oberflächenwasser, ungesättigter Bereich des Untergrundes (inkl. Boden) und Grundwasser erfolgen. Abgesehen von Verlusten in Richtung Luft ist dabei Wasser das Transportmedium. Wasser, das aus Niederschlägen oder – eben – Bewässerung stammt. Die Bedingungen, welche zu Verlusten bei bestimmten Stoffen führen, sind von dessen individuellen Eigenschaften abhängig (Mobilität, Abbau etc.) und – im Sinn des vorliegenden Projekts – vom Vorhandensein von Wasser. Dabei ist nicht nur das Vorhandensein an sich wichtig, sondern auch der Zeitpunkt des Wasseranfalls im Vegetationszyklus landwirtschaftlicher Kulturen bzw. der jeweiligen Nutzung einer Fläche (bewachsen / brachliegend).

Zur Effizienz des Einsatzes von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, welche zu einem wesentlichen Teil mit den Vegetationszyklen der angebauten Kulturen zusammenhängen, liegen zahlreiche Untersuchungen vor. Für das Untersuchungsgebiet des vorliegenden Projekts kann hierbei vor allem auf Erkenntnisse zum Nitrat basiert werden. Die Erkenntnisse wurden zu einem guten Teil im Zusammenhang mit dem Projekt „Nitratreduktion Klettgau“ gewonnen.

Im Kontext dieses Berichts betrachten wir das Nitrat als geeignetes Modell, die Auswirkungen von Bewässerungen auf die Wasserqualität abzuschätzen. Die individuellen Charakteristiken

anderer Stoffe lassen sich damit zwar nicht im Detail abbilden, aber u.E. können daraus die generellen Auswirkungen im Sinn eines Indikators abgeleitet werden.

### 6.4.2 Das Projekt „Nitratreduktion Klettgau“

Die hohen Nitratwerte in der Grundwasserfassung „Chrummenlanden“ der Wasserversorgung Neunkirch-Gächlingen veranlasste die zuständigen Fachstellen des Kantons Schaffhausen zur Lancierung eines Projekts im Rahmen von Art. 61a GSchG.

Mittels Massnahmen bei der landwirtschaftlichen Nutzung im Zuströmbereich der Fassung sollte der Nitrat-Gehalt von deutlich über 40 mg/l dauerhaft auf unter 25 mg/l gesenkt werden. Weil damit für die betroffenen Landwirte mit gewissen Ertragseinbussen zu rechnen war, sollten die Massnahmen mit angemessenen Ersatzzahlungen abgegolten werden. Der Projektstart war im 2001. Mit etlicher Überzeugungsarbeit konnten schlussendlich alle im Zuströmbereich liegende Flächen (vgl. Abbildung 7) unter einen entsprechenden Vertrag genommen werden.

Als Grundlage für den Massnahmenkatalog wurden die Randbedingungen, unter welchen Nitrat-Auswaschung (ins Grundwasser) erfolgt, anhand von aktuellen wissenschaftlichen Kenntnissen analysiert. Die Massnahmen können in folgende Gruppen gegliedert werden:

- Bodenbearbeitung (Art und Zeitpunkt)
- Zeitpunkt und Menge von Nitrat-Düngergaben (inkl. Hofdünger)
- Wahl der angebauten Kulturen (inkl. Extensivierung)
- Bodenbedeckung (inkl. Gründüngung)

Massgebend ist dabei u.a., dass die Pflanzen den Dünger dann erhalten, wenn sie ihn optimal nutzen können, oder dass der Boden möglichst vollständig bedeckt ist, um Auswaschungen durch Niederschläge zu minimieren.

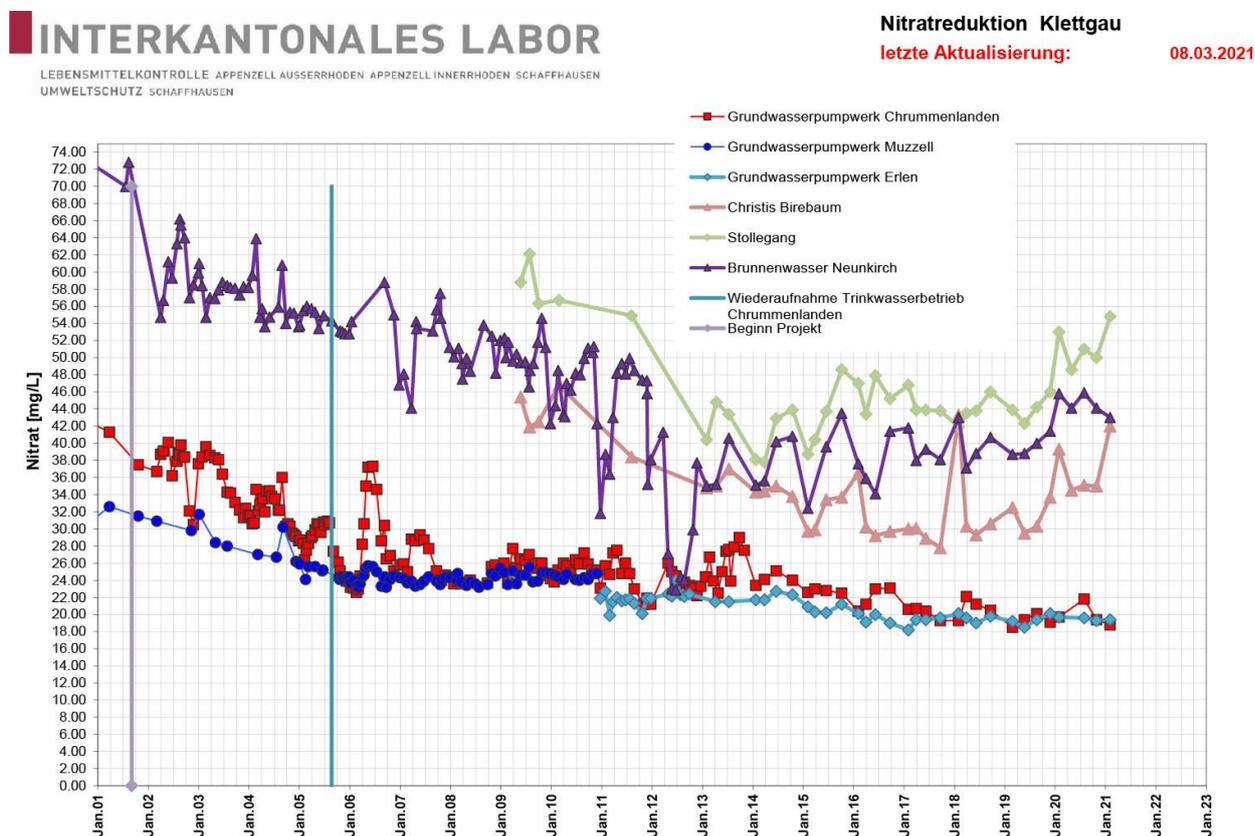


Abbildung 6: Gangkurve der Nitratwerte aus dem Projekt „Nitratreduktion Klettgau“

Am wirkungsvollsten haben sich in den nunmehr 20 Jahren Projektdauer die Umwandlung von Ackerland in extensive Wiesen, die Bodenbedeckung im Winter sowie die schonende Bodenbearbeitung erwiesen. Diese Massnahmen zeitigten schon nach relativ kurzer Projektdauer Erfolg und ermöglichten eine Wiederaufnahme der Lieferung ins Trinkwassernetz ab 2005. Seit 2014 liegen die Nitrat-Werte stabil unter 25 mg/l (Abbildung 6).

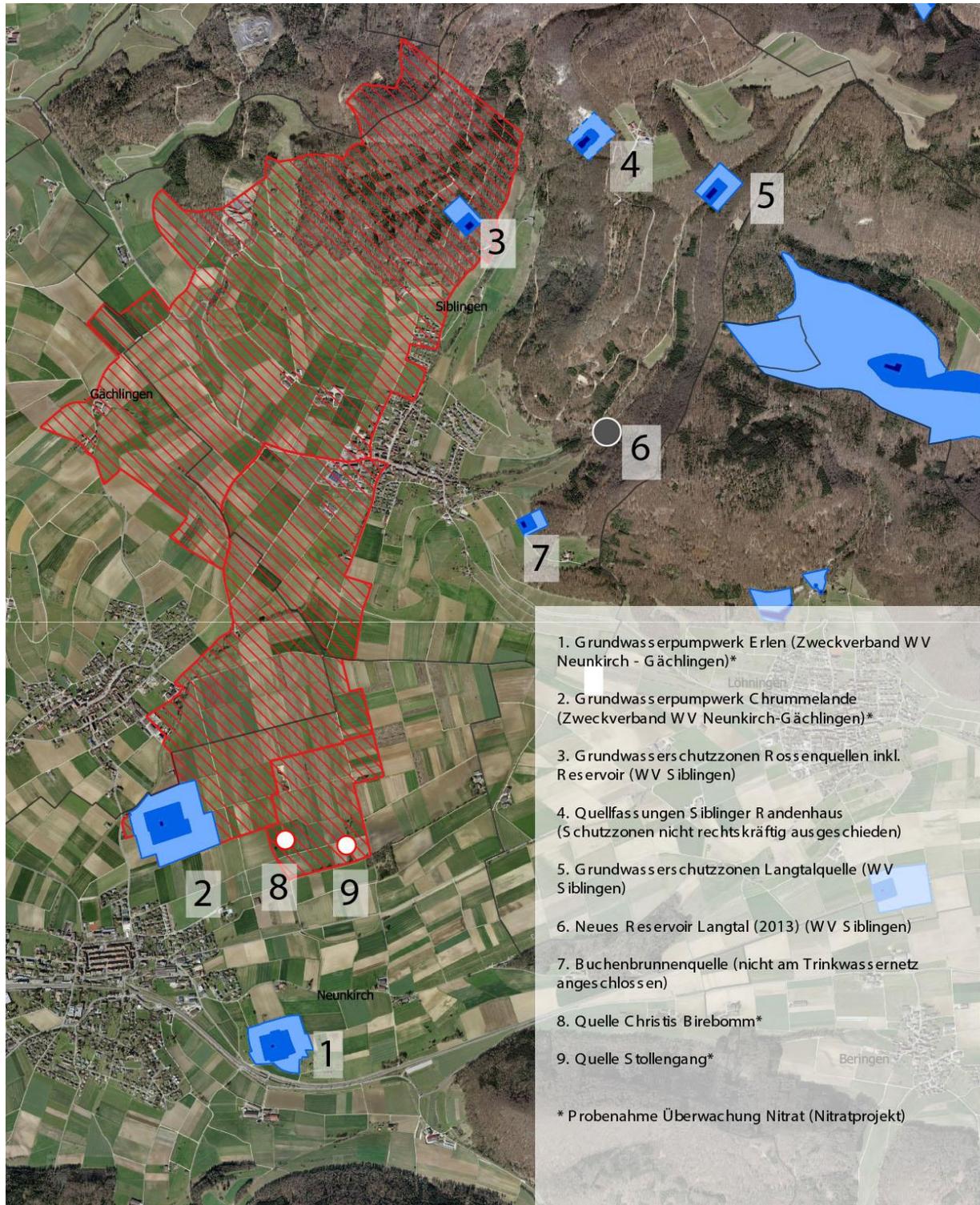


Abbildung 7: Das Projektgebiet „Nitratreduktion Klettgau“

Hinsichtlich des Einflusses von Niederschlägen kann aus dem Projekt „Nitratreduktion Chrummeländen“ u.a. geschlossen werden, dass eine möglichst dichte Bodenbedeckung der Auswaschung von Nitrat entgegenwirkt. Interessant sind aber auch Beobachtungen im Zusammenhang

mit dem Trockenjahr 2003. Dieses brachte erhebliche Schäden bei den Kulturen und ein merkliches Absinken des Grundwasserspiegels mit sich. Mit einer Verzögerung von rund 3 Jahren (vgl. Abbildung 7) zeigte sich 2006 ein Peak im Nitratgehalt. Dieser könnte vermutet lassen, dass wieder einsetzender Niederschlag auf tiefreichend ausgetrockneten Böden zu hohen Nitratfrachten im Sickerwasser führt. Es wird in diesem Sinn interessant sein, ob das Trocken-jahr 2018 ähnliche Auswirkungen haben wird.

Langfristig ist es für den Erfolg des Projekts wesentlich, dass die „Nitrat-freundlichen“ landwirtschaftlichen Massnahmen weitergeführt werden. Die Fortsetzung einer angemessenen Abgeltung des Ertragsausfalls ist aber für die betroffenen Landwirte existenziell und die einzige Möglichkeit, um eine faktische Enteignung von Risikoflächen umgehen zu können. Als Grundlage dafür wird auf den Ablaufzeitpunkt des Projektes die Ausscheidung des Zuströmbereichs der fassung Chrummenlanden erorderlich sein.

### **6.4.3 Einfluss von Bewässerung auf die Nitrat Auswaschung**

In einem dreijährigen Forschungsprojekt der Agroscope [7] wurden die Einflüsse von Bewässerung bzw. deren Ausbleiben in Trockenperioden auf die Auswaschung von Nitrat und Pflanzenschutzmitteln in der Institutseigenen Lysimeteranlage untersucht. Es wurden zwei unterschiedliche Böden angesetzt. Darauf wurden Silomais, Kartoffeln und Broccoli angebaut, also Kulturen mit einem vergleichsweise hohen Nitrat-Auswaschungsrisiko. Gedüngt wurde nach den gängigen Richtlinien, bei einem Einsatz von damals gebräuchlichen Pflanzenschutzwirkstoffen (darunter auch Chlorotalonil). In den drei Jahren wurden drei verschiedene Bewässerungsverfahren angewendet. Dabei wurden auf einem Teil der Flächen nur die natürlichen Niederschläge appliziert (keine Bewässerung), auf weiteren Flächen wurde die Bodenfeuchte über einem für die Pflanzen kritischen Wert gehalten, weitere Flächen wurden für die Pflanzen optimal bewässert und die restlichen erfuhren eine übermässige Bewässerung. Ausserdem wurde nach einer simulierten längeren Trockenperiode jeweils eine Starkregenereignis mit grosser Niederschlagsmenge oder -intensität angesetzt.

Hinsichtlich der Erträge ergaben sich weitgehend die zu erwartenden Ergebnisse, indem bei den unbewässerten Flächen eine klare Reduktion festzustellen war und eine übermässige Bewässerung zu geringeren Erträgen als optimale Bewässerung führte.

Die Stickstoffeffizienz war ohne Bewässerung am niedrigsten, womit beim Einsetzen von Niederschlägen ein hohes Nitrat Auswaschungsrisiko einhergeht. Die übermässige Bewässerung führte zu hohen Sickerwassermengen, was aus Sicht einer schonenden Wassernutzung ineffizient ist, und es wurden auch die höchsten Nitratfrachten ermittelt. Moderate Bewässerung hatte neben einer Ertragssicherung relativ geringe Nitratfrachten zur Folge. Hinsichtlich der Auswaschung von Pflanzenschutzmitteln gelangen weder für trockene noch bewässerte Böden relevante Nachweise. Daraus ist zu schliessen, dass bezüglich der Auswaschung von Nitrat wasserbedürftige Kulturen in Trockenjahren moderat bewässert werden sollten, allerdings in Abstimmung mit den Bodenverhältnissen und den Vegetationsphasen. Bewässerung von ausgetrockneten Böden kann zu starken Auswaschungen von Nitrat führen, weshalb ein Austrocknen der Böden zu vermeiden ist.

### **6.4.4 Einfluss von Gemüseanbau auf die Nitrat Auswaschung**

Wie z.B. in [8] betont wird, ist das Potenzial für Nitrat Auswaschung in Richtung Grund- und Oberflächengewässer beim Gemüsebau gegenüber u.a. Getreideanbau oder Wiesland deutlich erhöht. Dabei bestehen aber markante Unterschiede je nach angebautem Gemüse, welche von verschiedenen Faktoren abhängig sind (Wurzeltiefe, Nitrat-Düngebedarf etc.). Dementsprechend ist auch eine ganze Reihe von Massnahmen denkbar, welche zu einer Verringerung der Nitrat Auswaschung beitragen. Dazu gehören – neben der Verbesserung der bedarfsge-

rechten Düngung, dem Anbau von Zwischenkulturen und der Verbesserung des Ernterückstands-Managements – auch eine sachgerechte Bewässerung. Diese ist aber eigentlich nur in Verbindung mit einer Kultivierung in Gewächshäusern optimal umsetzbar, da der natürliche Niederschlag nicht steuerbar ist. Beim Freilandanbau kann allenfalls das Austrocknen des Bodens mit gezielter Bewässerung verhindert werden, was aber für alle Kulturen ein wesentlicher Faktor zur Reduktion der Nitratauswaschung ist (vgl.oben).

#### **6.4.5 Auswirkungen auf die Wasserqualität**

##### **Gehalt des Grundwassers an Schadstoffen**

Anhand des Nitrats als Beispiel für aus der landwirtschaftlichen Nutzung stammende Schadstoffe kann ausgesagt werden, dass ein Austrocknen der Böden, was für Szenario 1 mit zunehmender Häufigkeit anzunehmen ist, ein hohes Auswaschungsrisiko birgt. Für dessen Reduktion ist es wichtig, den Boden ausreichend feucht zu halten, wofür in Trockenzeiten eine künstliche Bewässerung erforderlich ist. Diese darf ein gewisses Mass nicht überschreiten, da bei übermässiger Bewässerung das Auswaschungsrisiko wieder zunimmt. Auch für die Szenarien 3 und 4 wird immer nur von einer moderaten Bewässerung ausgegangen, die ausserdem an die Bedürfnisse der jeweiligen Kulturen angepasst erfolgen muss. Unter diesen Voraussetzungen kann sich eine gezielte Bewässerung positiv auf den Schadstoffgehalt im Grundwasser auswirken.

##### **Einfluss auf die Trinkwassergewinnung:**

Die Nutzung des Klettgauer Grundwassers als Trinkwasser wurde in der Modellierung gemäss den aktuellen Bezügen berücksichtigt [9]. Die fortgesetzte Entnahme dieser Mengen ist also auch im bewässerungsintensivsten Szenario 4 gewährleistet. In dieser Hinsicht wird die landwirtschaftliche Bewässerung keine negativen Auswirkungen auf die Trinkwassernutzung haben. Es stellt sich aber die Frage, wie der Wasserbezug für Bewässerungen aus dem Grundwasser erfolgen soll. Grundsätzlich kann auf den bestehenden Trinkwasserpumpwerken basiert werden, oder es könnte ein eigenständiges Bezugs- und Verteilnetz aufgebaut werden. Auch Mischformen wären denkbar, je nach Lage der zu bewässernden Fläche in Bezug auf das bestehende Trinkwassernetz.

Zwar weisen die heute vorhandenen Trinkwasserpumpwerke eine gewisse Leistungsreserve auf, welche für die Förderung von Wasser zu Bewässerungszwecken genutzt werden könnte. Allerdings sind diese Reserven beschränkt. Wenn man davon ausgeht, dass der Bedarf nach Bewässerung wahrscheinlich bei vielen Landwirten zur gleichen Zeit (Anbau der gleichen Kulturen) anfallen dürfte, dann kann die für die Deckung des Bedarfs benötigte Menge u.U. nicht vollumfänglich bereitgestellt werden, zumal in Trockenphasen auch der Bedarf an Bewässerung in den Privatgärten hoch ist. Die Bereitstellung einer Entnahmeinfrastruktur zur Deckung des Bedarfs im Fall der Szenarien 3 und 4 müsste auf ergänzenden Brunnen basieren.

##### **Einfluss auf das Projekt „Nitratreduktion Klettgau“**

Wie oben dargelegt, birgt das Austrocknen der Böden ein markant erhöhtes Risiko von Nitratauswaschung. Die markante vorübergehende Erhöhung des Nitratgehaltes in der Fassung Chrummenlanden drei Jahre nach dem Trockenjahr 2003 unterstreicht dieses Risiko. In diesem Sinn gilt hinsichtlich des Projekts „Nitratreduktion Klettgau“ ebenfalls, dass eine angemessene Bewässerung sich in der Summe positiv auf den Nitratreintrag ins Grundwasser auswirken kann.

##### **Einfluss auf Oberflächengewässer**

Schadstoffe in Oberflächengewässern stammen aus verschiedenen Quellen, welche nicht oder nur mittelbar im Zusammenhang mit allfälligen Bewässerungsmassnahmen stehen. So können zum Beispiel undichte Entwässerungsleitungen von Hofplätzen dafür verantwortlich sein, dass

Pflanzenschutzmittel in Bäche gelangen. Kläranlagen stehen im Verdacht, Medikamentenrückstände zuzuführen. Diese Quellen werden im Folgenden ausgeklammert.

Die Oberflächengewässer im Klettgau (z.B. Seltenbach, Landgraben, Seegraben) sind lokalen Ursprungs, werden als ausschliesslich durch Niederschläge und allenfalls Wasseraustritte aus dem Untergrund (Quellen) gespeist. Ihrerseits speisen sie durch Infiltration das Grundwasser. Für die Modellierung der Bewässerungsszenarien wurde davon ausgegangen, dass bereits in den Boden eingedrungenes Wasser nicht mehr exfiltriert ([9] S. 42). Zufluss aus nicht versiegelten Gebieten erfolgt daher nur durch oberflächlichen Abfluss im Fall von Wasserabfluss bei nicht wasseraufnahmefähigen Böden. Das kann entweder bei einer Austrocknung der Böden oder bei bereits gesättigtem Porenraum der Fall sein. Ein erhöhter Austrag von Schadstoffen kann also dann eintreten, wenn ausgebrachter Dünger oder Pflanzenschutzmittel noch auf den Pflanzen oder auf der Bodenoberfläche vorhanden sind. Bereits aufgenommene bzw. eingesickerte Stoffe sind nicht mehr mobilisierbar. Besonders bei Starkniederschlägen ist mit einem relativ hohen Wasseranfall aus nicht versiegelten Bereichen und mit einem entsprechenden Eintrag von Schadstoffen zu rechnen. In diesem Sinn würde eine minimale bis moderate Bewässerung gemäss den Szenarien 2 bis 4 das Austrocknen der Böden verhindern und könnte dann im Fall von Starkniederschlägen einen positiven Einfluss (d.h. reduzierenden) auf den Eintrag von Schadstoffen haben.

### Notwendigkeit planerischer Schutzmassnahmen

Die Aspekte der Regulierung von wasserabgaben zu Bewässerungszwecken wird in [9] behandelt.

### 6.4.6 Richtplan

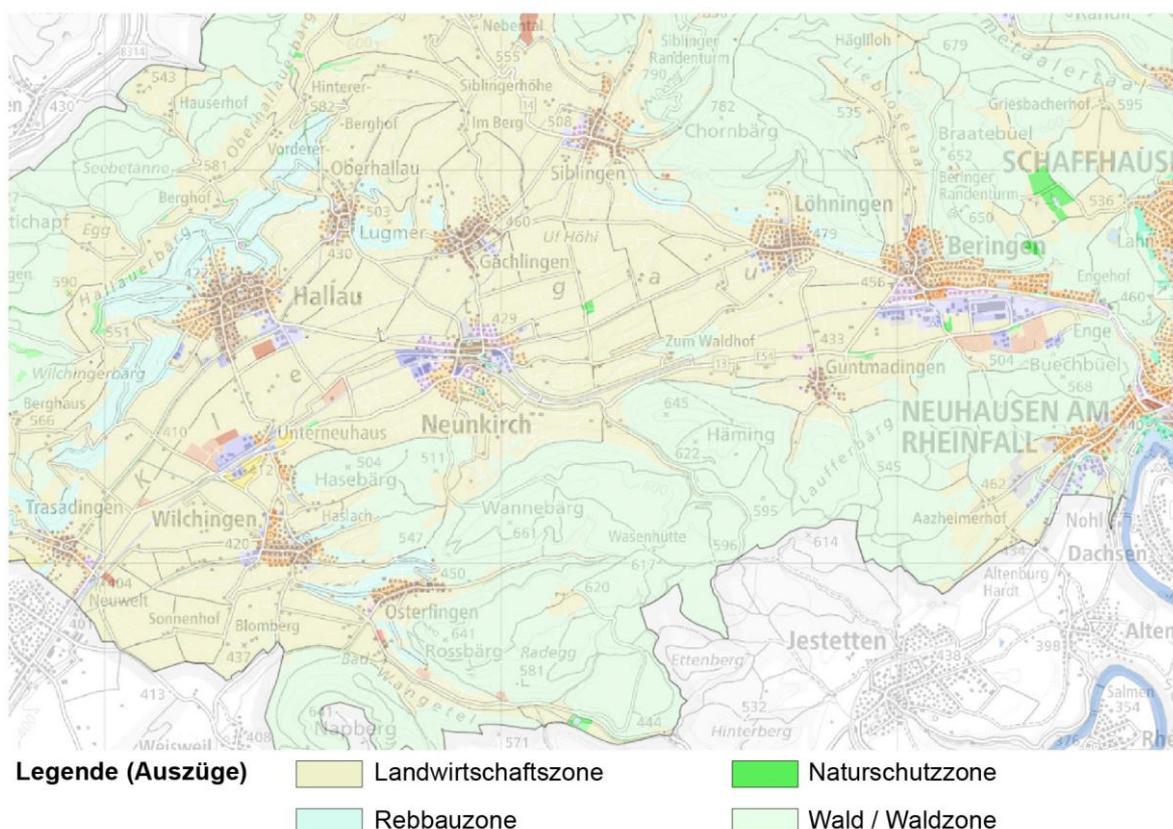


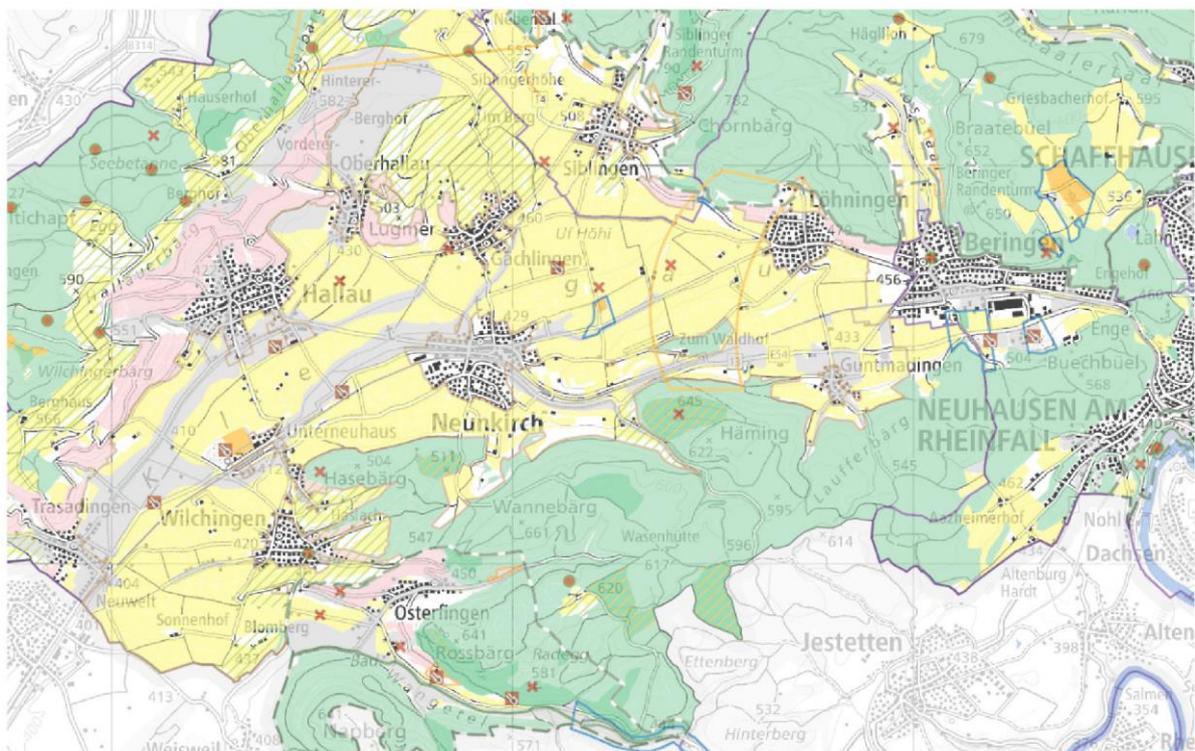
Abbildung 8: Ausschnitt aus dem „Richtplan Landschaft“, Grundnutzung (aus GIS-Browser Kanton Schaffhausen, Mai 2021, angepasst)

Der Richtplan ist das zentrale Führungs- und Steuerungsinstrument des Kantons. Im Richtplan definiert der Kanton seine Planungen in den Bereichen Siedlung, Landschaft, Verkehr, Versor-

gung und Entsorgung. Er stimmt diese mit den Vorhaben von Bund und Gemeinden ab. Der Richtplan ist ein behördenverbindliches Planungsinstrument mit einer gewissen Flughöhe. Er besteht aus den Vorstellungen und strategischen Aussagen, wie sich der Kanton räumlich entwickeln soll.

Landschaft ist ein wichtiges Thema in der kantonalen Richtplanung. Diese legt die grobe Richtung fest, in welche sich Veränderungen in den kommenden Jahren einstellen sollen/ dürfen. In Abbildung 8 ist ein Ausschnitt aus dem Richtplan „Landschaft“ dargestellt. Dem ist zu entnehmen, wie die wesentlichsten landschaftlichen Elemente verteilt sind. Die sich daraus ergebenden Nutzungen sind in Abbildung 9 für den gleichen Kartenausschnitt wiedergegeben (die Bauzonen sind in der Legende nicht erwähnt und in der Karte nicht hervorgehoben).

Insgesamt ist der zentrale Bereich des Klettgaus als Kulturlandschaft mit einer jahrhundertelangen Geschichte zu verstehen, welche von der Naturlandschaft der Randenhöhen, des Hallauer Rückens und des Südrandens umgeben ist. Bevor auf die in Kapitel 4.6 aufgelisteten Themen im Rahmen der Auswirkungsanalyse auf die Landschaft eingegangen wird, soll noch ein Blick auf die Entwicklung der Rebbau- und Siedlungsgebiete in der Vergangenheit geworfen werden.



#### Legende (Auszüge)

 Fruchtfolgefleichen	 Naturgefahren	 Schützenswerte Landschaft von kantonalen Bedeutung
 Rebbauzone	 Wald / Waldzone	

Abbildung 9: Ausschnitt aus dem „Richtplan Landschaft“ (aus GIS-Browser Kanton Schaffhausen, Mai 2021, angepasst)

### 6.4.7 Rebbau

Der landschaftlich sicherlich prägendste Aspekt der landwirtschaftlichen Nutzung im Klettgau ist der Rebbau. Zwar ist die Ackerlandfläche insgesamt ungleich grösser, aber wegen ihrer Lage auf den Talhängen sind die Rebflächen besonders augenfällig.

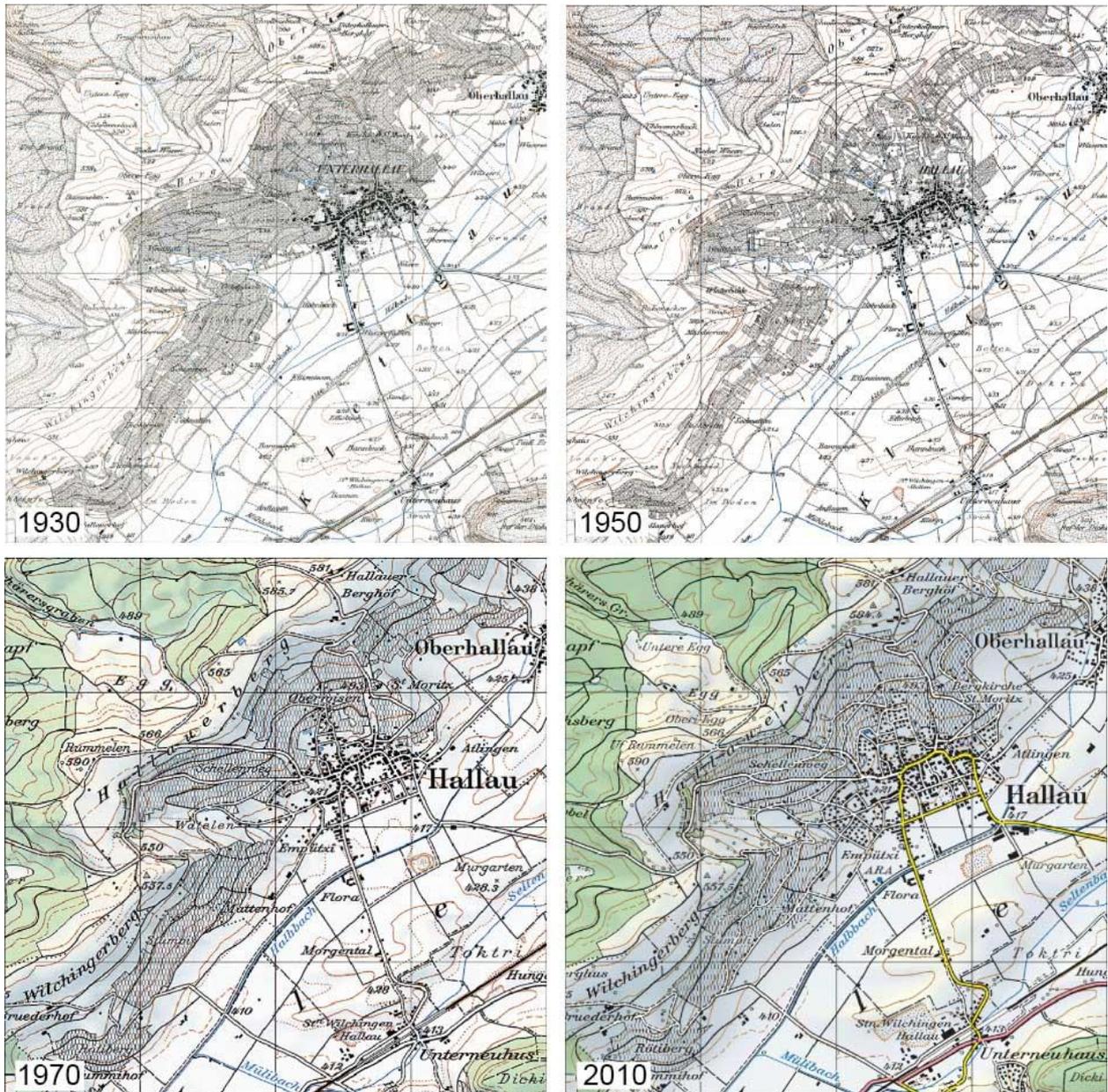


Abbildung 10: Ausschnitte aus Blatt 1031 Neunkirch der topographischen Landeskarte 1:25'000. Entwicklung der Rebflächen

Beim Vergleich der Ausdehnung von Rebflächen im Bereich Oberhallau-Hallau-Wilchingerberg über die letzten gut 90 Jahre anhand der Landeskarte 1:25'000 (Abbildung 10) fällt auf, dass die Verhältnisse um 1930 und jene um 2010 grosse Ähnlichkeiten aufweisen. Die hauptsächlichen Unterschiede sind im Siedlungsgebiet von Hallau zu erkennen, wo dieses sich zu Ungunsten der Rebflächen deutlich ausgedehnt hat. In der Karte von 1950 ist gegenüber 1930 ein dramatischer Rückgang der Flächen zu erkennen, was vermutlich als Auswirkungen des Zweiten Weltkriegs zu deuten ist. Seither ist eine Erholung der Rebflächen über die 1970-er Jahre bis heute festzustellen. Neuerdings ist wieder ein gewisser, allerdings im Kartenbild (noch) nicht augenfälliger Rückgang der Flächen zu verzeichnen, der auf gewisse Absatzschwierigkeiten der hier produzierten Weine zurückzuführen sein dürfte.

Zwar sind die Reben bekanntermassen relativ tolerant gegenüber trockenen und warmen Verhältnissen, aber im besonders niederschlagsarmen 2018 waren doch vermehrt Anzeichen von Trockenstress zu bemerken. Daher wäre ohne die Möglichkeit von Bewässerung eher ein weiterer Rückgang der Rebflächen zu befürchten.

### 6.4.8 Siedlungsgebiete

Ein mindestens ebenso wichtiger Aspekt der Klettgauer Landschaft sind die Siedlungsgebiete. Schon bezüglich Abbildung 9 wurde für Hallau darauf hingewiesen, dass bedeutende Verluste an Rebflächen durch die sich ausdehnenden Siedlungsgebiete bedingt sind. Besonders ausgeprägt ist diese Entwicklung aber im Oberklettgau (vg. Abbildung 11). Auch hier ging ein grosser Teil der Rebflächen wohl im Zusammenhang mit dem Zweiten Weltkrieg verloren, aber die Siedlungsfläche blieb zwischen 1910 bis in die 1950-er Jahre relativ unverändert. Nach 1970 dehnten sich die Siedlungen Löhningen und besonders Beringen allerdings sehr stark aus.

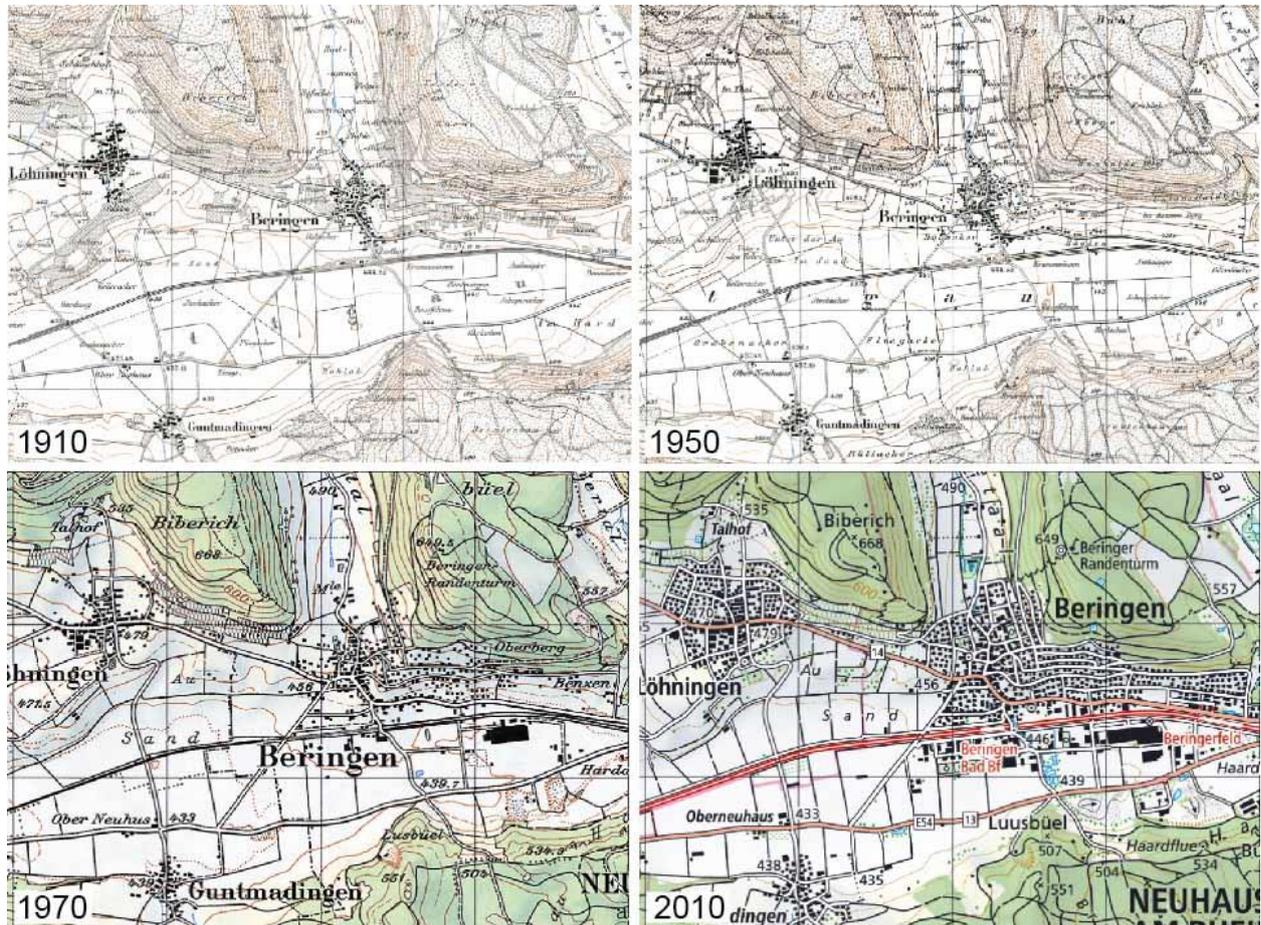


Abbildung 11: Ausschnitte aus Blatt 1031 Neunkirch der topographischen Landeskarte 1:25'000. Entwicklung der Siedlungsgebiete

### 6.4.9 Agrarlandschaft

Wie in Kapitel 6.4.2 erwähnt, hat die Extensivierung von Ackerflächen im Rahmen des Projekts „Nitratreduktion Klettgau“ einen wichtigen Anteil am Erfolg des Projekts, so wie auch das kantonale Vernetzungsprojekt Klettgau. Waren zu Beginn des Nitratprojekts noch kaum solche extensiven Flächen (wie auch ökologische Ausgleichsflächen) vorhanden, betrug im 2018 ihr Anteil am Projektgebiet rund 20% der gesamten Ackerfläche. Dieser Anteil ist nun auch für den Laien durchaus wahrnehmbar und macht sich mit einem – verglichen mit früher – abwechslungsreicheren Gesamtbild der landwirtschaftlichen Flächen bemerkbar. Diese Entwicklung ist auf die im Projektrahmen ausgerichteten Ertragsausfallentschädigungen zurückzuführen. Es muss davon ausgegangen werden, dass bei einem Ausbleiben dieser Zahlungen (und ohne gewässerrechtliche Verfügung) die entsprechenden Flächen in relativ kurzer Zeit wieder zu Ackerland umgebrochen würden. Allenfalls könnte sich diese Gefahr mit der Möglichkeit von Bewässerung noch akzentuieren. Allerdings steht ein ersatzloser Abbruch des Projekts nicht zur Diskussion, sondern es wäre eine Weiterführung der Massnahmen im Rahmen der Festlegung

eines Zuströmbereichs (inkl. der entsprechenden Nutzungsvorschriften) für die Trinkwasserfassung Chrummenlanden zu erwarten.

#### **6.4.10 Auswirkungen auf die Landschaft**

Insgesamt gesehen, hatten die seit Längerem bereits laufenden Entwicklungen, insbesondere die Vergrößerung der Siedlungsgebiete, einen klar bedeutenderen Einfluss auf das Landschaftsbild des Klettgaus, als sie sich aus Veränderungen in der landwirtschaftlichen Nutzung ergeben können – auch für die Extremszenarien 1 und 4.

##### **Veränderung des Landschaftsbildes:**

Die 4 modellierten Bewässerungsszenarien sind so ausgelegt, dass sie in erster Linie einem Erhalt und allenfalls einer geringen zusätzlichen Förderung des heutigen landwirtschaftlichen Kulturmixes dienen. Erst im Szenario 4 sind gewisse Anpassungen hin zu bewässerungsbedürftigeren Kulturen denkbar. Mit einem erhöhten Anteil an Gemüsekulturen könnte z.B. der Bedarf an Anbau in Tunnels entstehen, was sich im Landschaftsbild abzeichnen könnte. Im Wesentlichen kann aber von einem Weiterbestehen der aktuellen Situation ausgegangen werden. Bei einer Beibehaltung der heutigen Situation (keine Bewässerung: Szenario 1), ist hingegen davon auszugehen, dass trockenheits- und wärmeanfällige Kulturen zurückgehen werden und zu einer gewissen Verarmung des Landschaftsbildes führen können. Auf der anderen Seite kann daraus eine Förderung der extensiveren Bewirtschaftung und somit eine Förderung der Biodiversität resultieren.

Die Möglichkeit einer gewissen Nutzung des Grundwassers zu Bewässerungszwecken ist prinzipiell als fördernd für die Landwirtschaft zu werten. Daraus darf geschlossen werden, dass sich deswegen der ländliche Charakter der Region kaum verringern dürfte. Allenfalls würde sich daraus eine gestärkte Position der Landwirtschaft gegenüber konkurrierenden Nutzungen (u.a. Wohnen, Gewerbe/Industrie, Freizeit/Erholung) ergeben. Gute Voraussetzungen für die Landwirtschaft tragen zum Erhalt z.B. des Landschaftsbildes bei. Verliert die Landwirtschaft zukünftig an Bedeutung, wird sich auch das Landschaftsbild verändern.

##### **Auswirkungen auf die Raumplanung, Auswirkung auf Umzonungen, Bedarf an Gewächshäusern:**

Es ist kaum davon auszugehen, dass eine im Wesentlichen auf die Ertragssicherung des bestehenden Kulturmixes ausgelegte Bewässerung einen Bedarf an zusätzlichen landwirtschaftlichen Bauten oder gar neuen Siedlungshöfen zur Folge haben wird. Daraus dürfte sich kein Druck auf die Landwirtschaftszonen ergeben. Allenfalls könnte im Fall von Szenario 1 aus einem vermehrten Ausweichen hin zur Geflügelzucht zusätzlicher Bedarf an entsprechenden Ställen entstehen, welche wegen der geruchlichen Belastung üblicherweise nicht in Siedlungsnähe, sondern im Landwirtschaftsland erstellt werden.

Im Wasserwirtschaftsplan wird der Umgang – insbesondere die Nutzung – mit den ober- und unterirdischen Gewässern planerisch geregelt. Die Nutzung des Grundwassers zu Bewässerungszwecken ist darin bisher nicht vorgesehen und wäre demnach ggf. zu ergänzen.

Gewächshäuser bedingen eine permanent gesteuerte künstliche Bewässerung der angebauten Kulturen. In keinem der modellierten 4 Szenarien wird davon ausgegangen, dass eine ständige Grundwassernutzung möglich sein wird, sondern dass Entnahmen nur bei trockenheitsbedingtem Bedarf stattfinden können. Aus einer entsprechenden Bewässerung wird daher kein erhöhter Bedarf an Gewächshäusern erwachsen.

## 6.5 Region

### 6.5.1 Einleitung

Wenngleich auch im Klettgau zahlreiche moderne Gewerbebetriebe und Industrien vertreten sind und punkto Arbeitsplätze und Steuersubstrat eine ungleich grössere Bedeutung haben als die Landwirtschaft, so versteht sich der Klettgau doch immer noch als landwirtschaftlich geprägte Region. Ausdruck davon sind z.B. die weit über die Region hinaus bekannten und ungebrochen beliebten Herbstfeste, die seit Jahrzehnten den alljährlichen Höhepunkt in etlichen Gemeinden bedeuten (Abbildung 12).



Abbildung 12: Impressionen vom Gächlinger Herbstfest 2018 ([www.herbstfest.gaechlingen.ch](http://www.herbstfest.gaechlingen.ch))

Ein reges Vereinsleben ist ebenfalls ein Kennzeichen der Klettgauer Gemeinden, welches sich in den Abendunterhaltungen und „Chränzli“ regelmässig der Öffentlichkeit präsentiert. Ansonsten sind aber Veranstaltungen mit einer überregionalen Ausstrahlung eher selten. Bekannt und ebenfalls seit Jahrzehnten ungebrochen beliebt ist diesbezüglich nur noch das Oberhallauer Bergrennen, das die Rebberge jeweils im August erdröhnen lässt (Abbildung 13).

Tourismus spielt nach wie vor keine prägende Rolle, wenngleich die Entwicklung in dieser Richtung in den letzten Jahren mit der Gründung von verschiedenen Initiativen mittlerweile stärker gefördert wird (vgl. Abbildung 14). Wesentliche Stossrichtungen dieser Initiativen sind die Erhaltung einer für den Tourismus attraktiven Landschaft und auch der dafür typischen landwirtschaftlichen Produkte. Der Trend in der Vermarktung läuft klar in Richtung einer umweltfreundlichen Produktion. So fördert der Regionale Naturpark Schaffhausen u.a. die Biodiversität, die Pflege der Kulturlandschaften, einer regenerativen Landwirtschaft, die regionale CO<sub>2</sub>-Kompensation, Natur im Siedlungsraum und die Förderung erneuerbarer Energien.



Abbildung 13: Impressionen vom Oberhallauer Bergrennen 2019 ([www.bergrennen.oberhallau.ch](http://www.bergrennen.oberhallau.ch))



Abbildung 14: Einige der im Bereich Vermarktung und Förderung von regionaler landwirtschaftlicher Produktion aktiven Vereinigungen (nicht nur im Klettgau aktiv).

## 6.5.2 Auswirkungen auf die Region

### Auswirkungen auf die Attraktivität der Region:

Die verschiedenen laufenden Initiativen zur Attraktivierung des Klettgaus für Tourismus – aber letztendlich als Wohnregion – basieren auf einer Weiterführung der Entwicklung hin zu einer ökologischen und naturnahen Landwirtschaft. In diesem Sinn könnte allenfalls das Szenario 4 sich negativ auswirken, indem damit eine gewisse Intensivierung der Nutzung und somit Hemmung der angestrebten Entwicklung zu erwarten wäre.

### **Auswirkungen auf das Selbstverständnis:**

In keinem der Szenarien ist eine wesentliche Veränderung des grundsätzlich ländlichen Charakters der Region zu erwarten. Die Entwicklung der übrigen Wirtschaft und des Bevölkerungsmixes (Zuzüge) dürfte dabei potenziell eine grössere Rolle spielen.

### **Auswirkungen auf die Lokale Vermarktung, Auswirkungen auf Lokale Traditionen:**

Die lokale Vermarktung ist darauf angewiesen, dass Klettgauer Landwirte weiterhin die regional typischen Produkte anbauen und liefern können. Im Fall von Szenario 1 könnten dies für bestimmte Kulturen schwierig werden, so dass hier eine gewisse Verarmung nicht auszuschliessen ist. Hier spielt vor allem der Rebbau eine wichtige Rolle, der zwar in absehbarer Zeit noch nicht unter grösseren Druck kommen dürfte, oder allenfalls mit dem (heute bereits einsetzenden) Anbau von trockenheits- und wärmeliebenderen Sorten reagieren könnte.

### **Auswirkungen auf das Steuersubstrat:**

Die Szenarien 3 und 4 könnten eine gewisse Erhöhung der Wertschöpfung in der Landwirtschaft mit sich bringen und so zu einer gewissen positiven Entwicklung beitragen. Im Fall von Szenario 1 wäre mit einem Wechsel in der Ausrichtung der Produktion in Richtung Extensivierung zu rechnen, welcher mit einem erhöhten Anteil an Direktzahlungen an die Landwirte einhergehen und so zu keiner relevanten negativen Entwicklung beitragen dürfte.

## **6.6 Naturschutz und Ökologie**

### **6.6.1 Naturschutzgebiete**

Bei den zahlreichen kleinräumigen Objekten spielen vor allem die Gebiete entlang der Fliessgewässer, Mager- und Trockenwiesenstandort sowie geschützte Hecken, Gebüsche und Hochstammgärten eine Rolle. Für die einzelnen Objekte besteht eine gesetzliche Regelung, was die Beschränkung von direkten Einflussnahmen betrifft. Auswirkungen, welche aus Aktivitäten in der näheren und weiteren Umgebung der Standorte ergeben können, sind dabei nicht umfassend berücksichtigt.

Diesbezüglich zu nennen sind zum Beispiel der Eintrag von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln in die Fliessgewässer infolge von starken Niederschlägen oder allenfalls unsachgemässer Bewässerung. Auch ein Eintrag von Pflanzenschutzmitteln über die Luft ist nicht auszuschliessen. Daraus können sich nachteilige Auswirkungen auf die geschützten Objekte (Biosphäre) ergeben.

### **6.6.2 Vorranggebiet ökologischer Ausgleich**

Im kantonalen Richtplan (Raumkonzept, Teil Gewässer und Landschaft) sind unter anderem Rebflächen und ein „Vorranggebiet für ökologischen Ausgleich“ ausgewiesen (vgl. Abbildung 16).

Das Vorranggebiet umfasst praktisch die gesamte heute landwirtschaftlich genutzte Fläche im Klettgau (exkl. Schleithem-Beggingen) und ist umgeben von den „Kerngebieten Naturschutz“ von Randen und Südranden sowie den schützenswerten Landschaften Wutachtal und östlicher Südranden. Im Vorranggebiet für ökologische Ausgleichsmassnahmen konzentriert der Kanton Schaffhausen seine Anstrengungen zur Erhaltung der ökologischen Funktion der Landwirtschaft. Es soll mit Bewirtschaftungsverträgen zwischen dem Kanton und den Klettgauer Bauern auf Ackerland ein Netz aus neuen naturnahen Flächen und Strukturen geschaffen werden (Buntbrachen, Hecken mit Krautsäumen), ohne Ausscheidung von neuen Schutzgebieten. In drei Kerngebieten (Widen, Langfeld/Goldäcker, Plomberg) soll der Anteil an biologisch wertvo-

llen Ausgleichsflächen im Rahmen eines kantonalen Vernetzungsprojektes noch zusätzlich erhöht werden. Diese Ziele sollen auf Grund von freiwilligen Beteiligungen und finanziellen Anreizen erreicht werden, unter Erhalt der Fruchfolgeflächen.

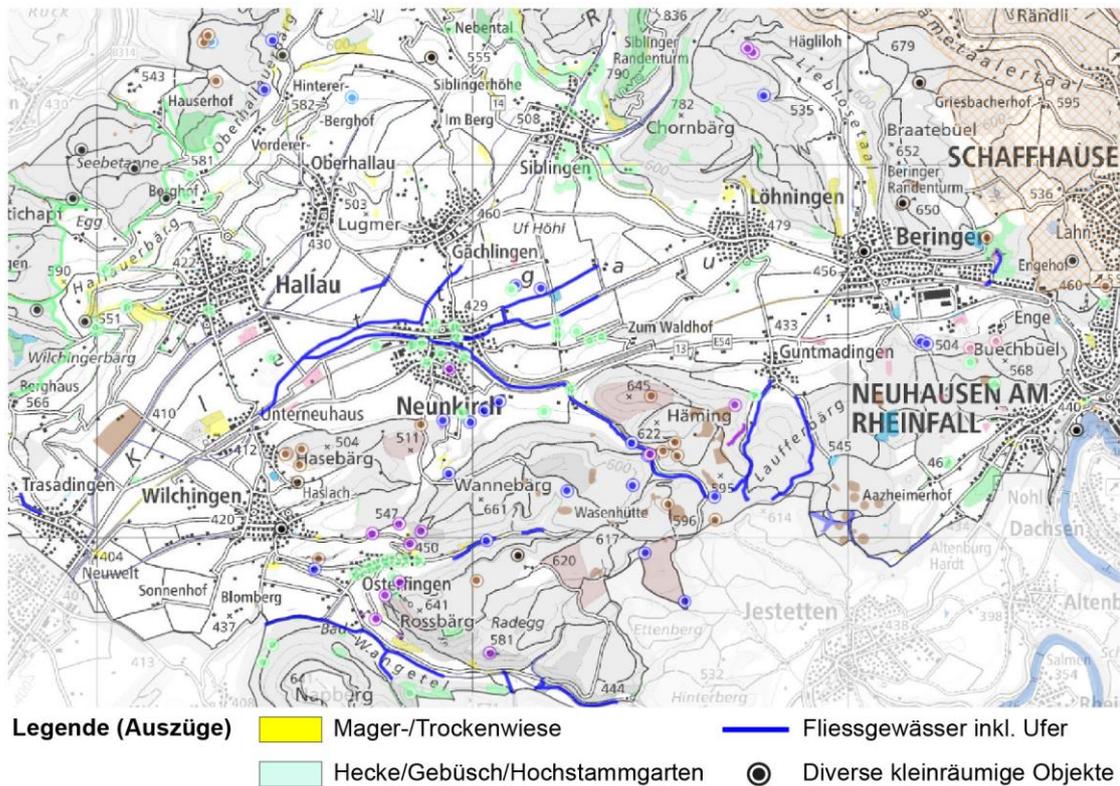


Abbildung 15: Naturschutzgebiete im Klettgau (GIS-Browser Kanton Schaffhausen, Mai 2021)

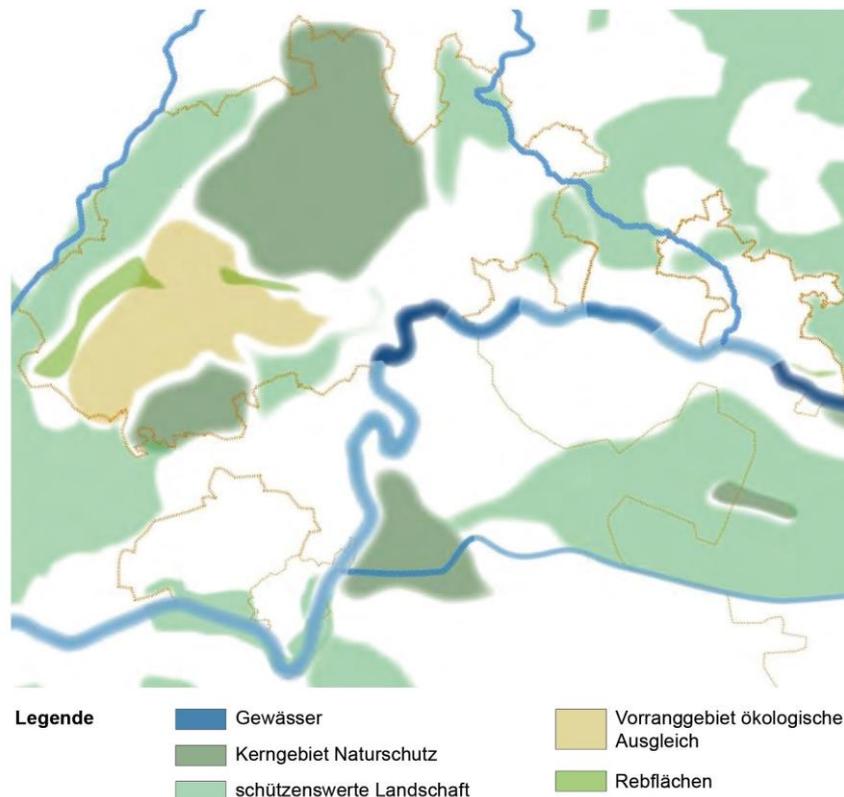


Abbildung 16: Raumkonzept Kanton Schaffhausen, Gewässer- und Landschaftskonzept (Quelle: Bericht zum kantonalen Richtplan)

### 6.6.3 Auswirkungen auf Naturschutz und Ökologie

#### Naturschutzzonen:

Allfällige Bewässerungsmassnahmen sollten keine direkten Auswirkungen auf Naturschutzgebiet mit sich bringen, indirekt hingegen kann ein Eintrag von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln via Oberflächenabfluss oder Windtransport erfolgen. Dies könnte insbesondere im Fall der Szenarien 3 und 4, für welche ein erhöhter Einsatz dieser Stoffe zu erwarten wäre, zu negativen Auswirkungen führen. Im Fall von Szenario 1 wäre allenfalls eine gegenteilige Entwicklung denkbar, während für Szenario 2 keine Veränderung gegenüber heute zu erwarten wäre.

#### Biodiversität, Prioritäre Arten:

Grundsätzlich kann eine Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung als günstig für die Biodiversität (inkl. prioritäre Arten) betrachtet werden. Eine Fortsetzung und allenfalls Verstärkung dieser heute bereits erkennbaren Tendenz wäre v.a. im Fall von Szenario 1 zu erwarten und würde im Fall von Szenario 2 eher schwächer ausfallen. Verbesserte Ertragsaussichten, welche sich aus den Szenarien 3 und 4 ergeben könnten, würden einer weiteren Extensivierung der Landwirtschaft im Klettgau entgegenstehen und könnten negative Auswirkungen auf die Biodiversität zeitigen. Allgemein besteht die Gefahr, dass eine ackerbauliche Priorisierung von bewässerungswürdigen Flächen zu einer Verdrängung von Biodiversitätsflächen in ungünstige Randbereiche des Gebiets führt.

#### Vorranggebiet:

Die freiwillige Beteiligung der Landwirte am Vernetzungsprojekt könnte dann gefährdet sein, wenn die sich allenfalls eröffnenden Bewässerungsmassnahmen zu einem signifikanten und finanziell interessanten Mehrertrag aus Ackerbau führen, welche die finanziellen Beiträge aus dem Vernetzungsprojekt übersteigen. Dies könnte im Fall der Szenarien 3 und 4 möglich sein. Im Fall von Szenario 1, welches einen Rückgang des Ertrags aus Ackerbau mit sich bringen dürfte, wäre ein erhöhtes Interesse der Landwirte am Vernetzungsprojekt zu erwarten.

## 7. Zusammenfassung der Auswirkungen

---

In der nachstehenden Tabelle 13 sind die oben erläuterten möglichen Auswirkungen von landwirtschaftlicher Bewässerung aus Grundwasser zusammenfassend aufgeführt.

Mit der moderaten Bewässerung und angepasstem Kulturmix gemäss Szenario 4 nehmen die Pachtzinsen zu, die Landpreise steigen (++) und die damit auch die Verschuldung. Zusätzlich sind noch Investitionen in die Infrastruktur erforderlich. Das erhöht die Schulden, je nachdem wieviel subventioniert wird. Im Pflanzenbau gibt es mit der Verfügbarkeit von Wasser eine sichtbare Veränderung zu intensiveren Kulturen mit höherer Wertschöpfung. Die Erträge können stabilisiert oder sogar gesteigert werden, die Qualität kann gehalten oder verbessert werden. Höhere Erträge bedingen auf der anderen Seite aber auch mehr Hilfsstoffe wie Dünger und Pflanzenschutzmittel. Da die Rindviehhaltung eher rückläufig ist, wird diese durch weniger arbeitsintensive Tierformen mit automatischer Fütterung und Entmistung ersetzt. Dadurch kann das Einkommen mit weniger Arbeit gehalten werden. Der Naturschutz steht nicht mehr im Vordergrund. Die Bracheflächen werden eventuell sogar zugunsten vom intensiven Acker- oder Gemüsebau aufgegeben. Durch die intensive Bewirtschaftung im Gemüsebau leidet die Bodenfruchtbarkeit, und das Risiko von Verschlammungen und Verdichtungen des Bodens nimmt zu. Durch den höheren Bedarf der Gemüsekulturen an Dünger nimmt auch die Düngung mit leicht löslichem Stickstoff zu. Potenziell steigt damit auch die Gefahr der Nitratauswaschung und der Pestizide.

Umgekehrt ist ohne Bewässerung (Szenario 1) eine grössere Abnahme bei den Haupterwerbsbetrieben, bei den Arbeitskräften und beim Pestizid- und Düngereinsatz zu sehen. Auch die lokale Produktion von Nahrungsmittel wird zurückgehen. Ziemlich sicher nehmen die Oekoflächen und die extensiven Wiesen und Flächen zu.

		Szenario 1	Szenario	Szenario	Szenario	Kommentar
	Bewässerung	Keine	Minimale	Moderat	Moderat mit intens.	
Betriebsstruktur	Anzahl Betriebe	0	0	0	0	Abhängig von Preisen und Agrarpolitik
	Betriebsgrösse (LN)	0	0	0	0	dito
	Anzahl Haupterwerbsbetriebe	-	0	+	+	Produktion ist gewährleistet, unabhängiger von DZ
	Pachtzinsen/Landpreise	0	0	+	++	
	Verschuldung durch Ausbau Infrastruktur	0	0	++	++	Fest installierte Leitungen
	Steuersubstrat aus der Landwirtschaft	0	0	0	+	Aus intensiverem Anbau
	Anzahl Arbeitskräfte	-	0	+	++	Erntehelfer
Pflanzenbau	Intensivierung der Kulturen	-	0	++	++	Zunahme Kulturen mit hoher Wertschöpfung
	Auswirkungen auf Erträge und Qualität	-	0	+	++	Stabilisierung Erträge
	Pestizid und Düngereinsatz	-	0	+	++	
	Bioackerflächen	0	0	0	0	Abhängig vom Markt
	Rebbau	0	+	0	0	
Tierhaltung	Milchviehproduktion	0	0	-	-	Abhängig von Preisen und Agrarpolitik
	Besonders tierfreundliche Haltung BTS	0	0	0	0	Abhängig von Preisen und Agrarpolitik
	Legehennen und Poulet	0	0	+	+	Abhängig von Preisen und Agrarpolitik
	Intensität insgesamt GVE/ha (Düngung)	0	0	+	+	Geflügel- und Schweinehaltung
Oekologie	Oekoflächen (extensive Wiesen/Hecke/Brachen)	++	+	0/-	-	
	Biolandbau allgemein	0	0	+	++	Spezialkulturen
	Agroforst	++	+	0	-	
Bodenqualität	Bodenfruchtbarkeit, Humus	+	+	0	--	Indirekte Beeinflussung (mehr Feldgemüse)
	Verschlämmung	0	0	+	++	
	Verdichtung	0	0	+	++	
	Versalzung	0	0	0	(+)	Theoretisch möglich bei Szenario 4
Wasserqualität	Gefahr Nitratauswaschung	-	0	++	++	
	Menge Pflanzenschutz	-	0	+	++	
	Schadstoffgehalt	-	0	0	+	
	Trinkwassergewinnung	0	0	0	0	
	Nitratprojekt	-	0	0	-	
	Oberflächengewässer	-	0	0	-	
	Planerische Schutzmassnahmen	0	0	0	+	

Landschaft	Landschaftsbild	+	O	O	-	
	Raumplanung	O	O	O	O	
	Umzonungen	+	O	O	O	
	Gewächshäuser	O	O	O	O	
Region	Attraktivität	+	+	O	O	
	Selbstverständnis	O	O	O	O	
	Lokale Vermarktung	-	O	O	O	
	Lokale Tradition	O	O	O	O	
	Steuersubstrat	O	O	O	+	
Naturschutz und Ökologie	Naturschutzgebiet	O	O	O/-	-	
	Biodiversität, prioritäre Arten	+	O	O/-	-	
	Vorranggebiet	+	O	O	-	

Tabelle 13: Zusammenfassung der Auswirkungen der 4 Bewässerungs-Szenarien auf die betrachteten Themen  
 „-“ weniger (Abnahme, qualitative Wertung)  
 „O“ keine Veränderung  
 „+“ eher positive (Zunahme)  
 „++“ sehr grosse Veränderung (starke Zunahme, qualitativ)

## 8. Folgerungen

Im Rahmen der Erarbeitung der Auswirkungsanalyse hat es sich als schwierig erwiesen, die Auswirkungen von landwirtschaftlicher Bewässerung aus Grundwasser unabhängig von der Vielzahl anderer Faktoren abzuschätzen, welche (laufend) zu Veränderungen in den betrachteten Aspekten der Region Klettgau führen (Landwirtschaft, Boden- und Gewässerqualität, Landschaft, Region, Naturschutz und Ökologie). Dennoch können für die einzelnen Bewässerungsszenarien gewisse wahrscheinliche Trends erkannt werden. Insgesamt hat sich erwiesen, dass die Kosten für das Ausbringen des Wassers auf die Felder von entscheidender Bedeutung sind für die Umsetzung von Bewässerungsmassnahmen. Es fallen Kosten an für technische Bewässerungs-Einrichtungen, die eigentlichen Wasserkosten sowie (beim höherem Bewässerungsbedarf der Szenarien 3 und 4) Kosten für eine vom Trinkwassernetz unabhängige Förder- und Verteil-Infrastruktur. Während für das Szenario 2 wahrscheinlich noch von einem Bezug aus den bestehenden Pumpwerken ausgegangen werden kann, würde für die Szenarien 3 und 4 der Aufbau einer neuen Infrastruktur erforderlich sein.

### 8.1 Folgerungen je Bewässerungsszenario

**Szenario 1:** Die Weiterführung der heutigen Bewirtschaftung wird sich schwierig gestalten, denn die Ertragseinbussen bei den meisten Kulturen nehmen weiter zu, was zu einer Verarmung des Kulturmixes und Extensivierung von Flächen (Ökoflächen) führen könnte. Die Zahl der Betriebe dürfte weiter zurückgehen, bei einer Tendenz zur Vergrösserung der Betriebe. Es kommt zu einer Verlagerung vom Haupterwerb zu einem Nebenerwerb, der nicht abhängig vom Klimawandel ist. Die häufigere Austrocknung der Böden begünstigt die Auswaschung von Schadstoffen (Nitrat, Pflanzenschutzmittel etc.) in Oberflächen- und Grundwasser. Da der Ackerbau insgesamt zurückgeht, wird gesamthaft auch der Input an Hilfsstoffen sinken. Fördernd auswirken kann sich dieses Szenario auf die Biodiversität, die Bodenqualität/-fruchtbarkeit, das Landschaftsbild und die regionale Attraktivität. Die Haupterwerbsbetriebe sind gezwungen, sich mit klimarelevanten Massnahmen wie neuen Kulturen, Sorten, Techniken und Anbausystemen auseinanderzusetzen, was schlussendlich die Innovation fördern dürfte.

Wenn der Klimawandel ungebremst weitergeht und keine Massnahmen ergriffen werden, dürfte es ab 2030 schwierig sein, dieses Szenario aufrecht zu erhalten. Der Druck von Seiten Produktion auf eine mögliche Bewässerung wird stark ansteigen, wenn die Erträge im Durchschnitt um 10 % sinken, was für die Zeit bis 2030 wahrscheinlich ist. Die Forschung und die Entwicklung neuer Anbausysteme und trockenstresstoleranter Sorten werden 10 bis 15 Jahre in Anspruch nehmen. Wieviel Wasser mit solchen Systemen gespart werden kann, ist zurzeit noch ungewiss. Alle neuen Anbausysteme haben nicht nur Vorteile, sondern auch Nachteile, wie einen erhöhten Pestizideinsatz, mehr Arbeit und geringere Erträge. Die Auswirkungen auf den gesamten Wasserverbrauch werden eher im einstelligen Bereich liegen.

**Szenario 2:** Dieses Szenario ist auf die kurz- bis mittelfristige Erhaltung der heutigen Bewirtschaftungsweise und den aktuellen Kulturmix ausgelegt und dürfte dieses Ziel auch erreichen. Weil hierfür Wasser ab den bestehenden Pumpwerken bezogen werden kann, ist auch eine gewisse finanzielle Tragbarkeit gegeben. Das heisst, die Bewirtschaftung wird weiterhin mit ausreichendem Ertrag erfolgen können und dürfte so stabilisierend auf die Zahl der Betriebe und landwirtschaftlichen Arbeitsplätze wirken. Das zur Verfügung stehende Wasser genügt jedoch nicht, um stabile Erträge zu gewährleisten. Es muss vermehrt mit Ertragsausfällen gerechnet werden. Die andauernde Mitwirkung der Betriebe in verschiedenen Programmen zur Förderung der ökologischen Bewirtschaftung, der Biodiversität und des Tierwohls dürfte auf die entsprechenden Faktoren positiv wirken. Die landschaftlichen Qualitäten und die regionale Attraktivität dürften erhalten bleiben. Ein Beeren- und Obstanbau im kleinen Stil wird möglich.

Dieses Szenario muss bereits jetzt geprüft werden. Eine minimale Bewässerung wird voraussichtlich bereits ab 2030 notwendig sein. Ab diesem Jahr würde es ohne Klimaschutz zu Ertragseinbussen von durchschnittlich 10 bis 15 % kommen. Damit wäre Ackerbau nicht mehr rentabel. Die Oekoflächen wären bereits auf dem Maximalwert. Etwa die Hälfte der Fläche würde vergangen. Der Ackerbau muss jedoch in einer Art erhalten werden, damit das abwechslungsreiche Landschaftsbild gewahrt bleibt. Schlussendlich kann die Entwicklung dazu führen, dass wir auch in der Schweiz immer mehr Versorgungsprobleme mit Nahrungsmitteln haben, was die Preise ansteigen lassen dürfte. Die im Szenario 1 erwähnten Anbausysteme sind auch für Szenario 2 und 3 weiter zu prüfen.

**Szenario 3:** Die Bewässerungsmöglichkeiten in diesem Szenario gehen über das Vermeiden von Totalverlusten in Trockenjahren hinaus. Daraus würde eine verbesserte Ertragssicherheit entstehen, was eine Tendenz hin zu einer gewissen Intensivierung auslösen könnte. Limitierend wird sich aber auswirken, dass die notwendigen Bewässerungsmengen nicht mehr aus dem bestehenden Trinkwassernetz bezogen werden könnten, sondern von Gemeinden oder allfälligen Bewässerungsgenossenschaften eine zusätzliche Infrastruktur aufgebaut werden müsste.

Von Seiten Produktion wird der Druck auf den Ausbau des Bewässerungsnetzes voraussichtlich ab 2040 stark zunehmen. Ab dann ist es nicht mehr wirtschaftlich, Getreide anzubauen. Das hat zur Folge, dass keine nachhaltigen Fruchtfolgen aufrechterhalten werden können. Ohne Klimaschutz werden die Erträge im Ackerbau um 20 % oder mehr abnehmen. Der heutige Ackerbau, egal ob konventionell oder biologisch, dürfte ohne Preiserhöhungen, höhere Direktzahlungen oder Subventionen für das separate Wassernetz langfristig nicht mehr rentabel sein und verschwinden. Dann dürften vermehrt Kulturen mit höherer Wertschöpfung auf den guten Böden angebaut werden, während auf weniger fruchtbaren Böden der Oekoausgleich ausgebaut wird. Die Pachtzinsen und die Landpreise steigen, wenn im grossen Mass Spezialkulturen angebaut werden.

Schlussendlich wird es ein politischer Entscheid sein, basierend auf dem Stellenwert der landwirtschaftlichen Produktion, wie und in welcher Form ein Bewässerungsnetz realisiert und subventioniert wird. Davon hängt im Endeffekt ab, ob der Ackerbau verschwindet oder nicht. Um

die Akzeptanz der Bewässerung zur Erhaltung des Ackerbaus zu erreichen, müsste sicher eine Limitierung der Wasserbezugsmengen pro ha bestehen.

**Szenario 4:** Eine Verschiebung hin zu einer gewissen Intensivierung des Anbaus, sprich zu bewässerungsbedürftigen und -würdigeren Kulturen ist Grundbestandteil dieses Szenarios. Deshalb gilt hier grundsätzlich dasselbe wie für Szenario 3, nämlich dass der Aufbau einer zusätzlichen Infrastruktur limitierend wirken wird. Allenfalls könnte dies für einzelne Betriebe, mit sehr guter Ertragslage ein Thema sein. Zusätzlich ist aber mit verstärkten Auswirkungen auf die Boden- und Gewässerqualität, sowie allenfalls Beeinträchtigungen von Öko- und Naturschutzflächen zu rechnen. Die Pacht- und Landpreise werden steigen.

Dieses Szenario wird ab dem Jahr 2040 denkbar, falls die Preise für Ackerbauprodukte nicht steigen, keine weiteren Direktzahlungen in den Ackerbau fliessen und keine Subventionierung eines Bewässerungsnetzes erfolgt.

## 8.2 Folgerungen zur Akzeptanz

Anhand des Einbezugs von Vertretern verschiedener Interessensgruppen (Landwirte, Wasserversorgungen, Gemeinden, Naturschutz) in die Auswirkungsanalyse hat sich gezeigt, dass die Auswirkungen für die verschiedenen Bewässerungsszenarien auf deutlich unterschiedliche Akzeptanz stossen dürften. So würden die Szenarien 1 und 2 auf eine grundsätzliche Zustimmung stossen, wobei u.a. seitens Landwirtschaft Bedenken für Szenario 1 (weiterer Ertragsrückgang) und seitens Wasserversorgungen für Szenario 2 (Kapazitätsengpässe in Trockenphasen) Bedenken vorliegen. Die Auswirkungen von Szenario 3 und 4 werden überwiegend als negativ beurteilt. So wird insbesondere eine Intensivierung der Bewirtschaftung mit Zuzug von auswärtigen Produzenten befürchtet, in Verbindung mit höheren Bodenpreisen und Pachtzinsen. Eine Intensivierung wiederum lässt eine Beeinträchtigung von ökologischen und naturschützerischen Aspekten befürchten. Das führte dazu, dass für diese beiden Szenarien in steuerungs- und Begleitgruppe zurzeit keine relevante Akzeptanz vorliegt.

Diese Betrachtung gilt aus heutiger Sicht. Der Druck auf ein separates Bewässerungsnetz wird sich bei länger anhaltenden Trockenperioden deutlich erhöhen. Auch die Bevölkerung wird die Wetterextreme stärker zu spüren bekommen. Je weiter die Temperaturerhöhung voranschreitet, desto grösser dürfte die Akzeptanz für eine Bewässerung werden. Diese würde seitens Naturschutz und Trinkwasserversorgung sicher erhöht, wenn ein sehr sparsamer Umgang mit dem Wasser garantiert wird.

## 9. Anpassungsstrategien

---

### 9.1 Anpassung durch Reduktion des Wasserbedarfs

#### Anpassung der Kulturen

Im Klettgau hat eine Anpassung an den Klimawandel schon vor 20 Jahren begonnen. Die Landwirte haben vermehrt Kulturen wie Sonnenblumen oder Zuckerrüben angebaut, die längere Trockenperioden überstehen. In letzter Zeit werden auch vermehrt Sorghum, Hirse und Soja angebaut, welche mit wenig Wasser auskommen. Eine weitere Verschiebung zu wärmebedürftiger Kulturen ist aufgrund der Erfahrungen aus dem Jahr 2021 nicht wahrscheinlich, denn neben längeren Trockenperioden muss auch vermehrt mit Jahren mit Hagel, Sturm, Extremniederschlag sowie kühlen Herbstern gerechnet werden. Dadurch besteht die Gefahr,

dass das Getreide lagert, die wärmebedürftigen Pflanzen nicht genügend schnell wachsen und nicht mehr abreifen.

Die bestehenden Ackerflächen können entweder intensiver bewirtschaftet werden oder zu blumenreichen Wiesen, Hecken und Brachen umgewandelt werden. Letzteres ist ein Trend, der heute auf vielen IP-Betrieben beobachtet werden kann; der Anteil der Biodiversitätsförderflächen nimmt seit Jahren zu. Über 50% dieser Flächen weisen eine hohe ökologische Qualität auf, was auch wesentlich zur Zielerreichung der Umweltziele Landwirtschaft beitragen kann. Diese Zunahme wird in erster Linie durch die Oekoprogramme des Bundes gefördert und ist eine Folge der rückläufigen Produzentenpreise.

### **Anbausysteme**

Auf den relativ schweren Böden mit guter Wasserspeicherkapazität ist der Ackerbau unter den heutigen Klimavoraussetzungen mit der Einkalkulierung gelegentlicher Ertragsausfällen noch gut möglich. Es besteht zwar nicht unmittelbarer Handlungsbedarf, dennoch drängt die Zeit, neue Anbausysteme, die bei Trockenheit stabiler sind, zu entwickeln und in die Praxis einzuführen. In der Landwirtschaft wurden bereits neue Anbausysteme getestet und dabei unterschiedliche Erfahrungen gemacht. Dazu zählen vor allem Systeme mit wenig oder keiner Bodenbearbeitung sowie einer möglichst guten Bodenbedeckung wie die Direkt-Streifen- und Frässaat, welche den Boden konserviert und die Verdunstung durch Begrünung vermindert. Der Nachteil dieser Systeme ist, dass es ohne Pflugeinsatz zu vermehrten Problemen mit Unkräutern kommt. Das hat wiederum zur Folge, dass der Einsatz von Herbiziden zunimmt.

Neuerdings wird die „regenerative Landwirtschaft“ (<https://www.regenerativ.ch>) diskutiert. Der Boden ist dabei dauernd begrünt („grüne Brücke“), und die Bodenbearbeitung erfolgt nur bis in wenige Zentimeter Tiefe mittels „Hobel“ oder Fräse; auf den Einsatz des Pfluges wird verzichtet. Neben den Gründüngern spielen dabei Kompost und Komposttee eine grosse Rolle, hinsichtlich Bodenaufbau und Nährstoffversorgung. Die regenerative Landwirtschaft arbeitet wie der Biolandbau ohne synthetische Dünger und Pflanzenschutzmittel. Bisher existiert noch kein offizielles Label und damit keine Anerkennung dieses Systems, da es nur schwer definierbar ist. In der Schweiz verbreitet es sich jedoch zunehmend; auch im Klettgau experimentieren bereits ein paar Bauern damit. Auch in diesem System kann oft eine Zunahme der Wurzelunkräuter wie Winden, Disteln oder Quecken beobachtet werden.

Noch wenig bis gar keine Erfahrungen liegen mit dem System „Agroforst“ vor. In der Schweiz laufen z.Zt. grössere Projekte zu diesem Thema, welches auf einer Kombination von schatten spendenden Bäumen und Ackerbau basiert (<https://www.agroforst.ch>). Das System bringt einen Mehraufwand für die Pflege der Bäume sowie bei der Bewirtschaftung der verbleibenden Ackerfläche mit sich. In Zukunft will der Bund die Agroforstsysteme mit Beiträgen unterstützen. Für die Region Klettgau sollte dieses System ebenfalls geprüft werden.

Das FiBL hat bereits vor 10 Jahren Mischkulturen von Eiweisserbsen und Gerste entwickelt, die sich in der Zwischenzeit im Biolandbau gut etabliert haben. Damit wird das Risiko einer Missernte auf zwei Kulturen verteilt. Kommt die Leguminose nicht gut, dann bleibt wenigstens der Ertrag des Getreides. Mischkulturen von Körnerleguminosen und Gerste benötigen keinen Stickstoff, und die Erbsen sind nach der Blühphase tolerant für Trockenheit.

### **Sortenzüchtung**

In Zukunft können auch bei den wichtigsten Kulturen Sorten auf den Markt kommen, die mit weniger Wasser auskommen. Die Züchtung ist allerdings noch nicht so weit. Neuzüchtungen dauern i.d.R. mindestens 15 Jahre bis zur Praxiseinführung. Es gibt bisher bei den wichtigsten Weizensorten noch keine fundierten Kenntnisse, wie die Sorten auf (starke) Trockenheit reagieren. Für die Schweizer Sortenprüfung war dies bisher kein Gesichtspunkt.

In Niederösterreich wurden erste Sorten unter Trockenstress gezüchtet, die nun mit weniger Wasser auskommen. Zwei Sorten aus der „Züchtung Donau“ waren auch schon auf der empfohlenen Sortenliste für die Schweiz, haben sich aber wegen der tieferen Erträge und der schlechteren Qualität bisher in der Praxis nicht durchsetzen können.

In der konventionellen Forschung werden vermehrt Versuche mit Hormonen zur Minderung des Trockenstresses und natürlich auch gentechnische Methoden mit dem sogenannten „Dürre-Gen“ unternommen (<https://www.iva.de/iva-magazin/forschung-technik/zuechtung-fuer-den-klimawandel>). Insgesamt ist aber nicht zu erwarten, dass in den nächsten 10 Jahren durchschlagende Erfolge zu verzeichnen sein werden. Gewisse Anpassungen sind sicher möglich, werden sich aber vermutlich im einstelligen Prozentbereich bewegen.

## **9.2 Anpassung in Kombination mit Bewässerung**

### **Anpassung der Kulturen**

Die Kostenberechnungen zeigen, dass sich eine Bewässerung wegen der hohen Kosten und der geringen Wertschöpfung der Ackerbaukulturen beim heutigen Kulturmix finanziell nicht lohnt. Wird trotzdem eine Bewässerung in Betracht gezogen, so müsste dies wohl mit einer Anpassung der Kulturen in Richtung Feldgemüse-, Beeren- oder Obstbau kombiniert werden.

### **Effiziente Bewässerung**

Bei den im Ackerbau eingesetzten Bewässerungssystemen (Reihenregner und Rollomat) beträgt der Anteil des Wassers, welches zu den Pflanzen gelangt (Wassereffizienz) nur etwa 60 bis 70%. Mit einer Umstellung auf Tröpfchenbewässerung könnte die Effizienz deutlich verbessert werden. Tröpfchenbewässerung eignet sich jedoch nur für fest angelegte Obst-, Beeren- oder Rebanlagen. Für Gemüse und Kartoffeln existieren billigere „Einweg“-Tröpfchenbewässerungsschläuche.

Der Einsatz dieser effizienten Bewässerungsmethoden erfordert eine Anpassung der Kulturen. Spezialkulturen, aber auch Gemüse werden zunehmend vollständig eingenetzt oder unter Plastik angebaut. Im grossflächigen Ackerbau ist kein solcher Schutz möglich und Tröpfchenbewässerungen können wegen der regelmässigen Bodenbearbeitung nicht eingelegt werden.

Im Ackerbau existiert neben dem Rollomat bisher noch kein wassersparendes Verteilsystem. Einzig beim Einsatzzeitpunkt gibt es Möglichkeiten, Wasser zu sparen. Mittels Bodensonden (<https://www.bewaesserungsnetz.ch>) kann der ideale Bewässerungszeitpunkt festgelegt werden. Solche Bewässerungssonden werden in der Schweiz im Kartoffelanbau bereits grossflächig eingesetzt.

### **Umstellung auf Biolandbau**

Kulturen mit höherer Wertschöpfung haben punkto Ertrag mehr Spielraum bei den Kosten und können den Aufwand für Bewässerung besser verkraften. Mit einer Umstellung auf biologische Produktion wäre dies der Fall, da die Preise in der Regel doppelt so hoch sind wie im konventionellen Landbau. Allerdings liegen auch die Erträge oft 20-30 % tiefer, und das Anbauisiko ist höher, da Schädlinge nicht bekämpft werden können. Im Verhältnis zu den direkten Erträgen aus der Produktion sind im Biolandbau die Direktzahlungen von grösserer Bedeutung, da Beiträge für Biolandbau und extensive Produktion geleistet werden, die unabhängig sind vom Ertrag aus der landwirtschaftlichen Produktion. In der Konsequenz ist klar: Je weniger Direktzahlungen pro ha fliessen, desto mehr fallen die Bewässerungskosten ins Gewicht.

## **Anreicherung des Grundwassers**

Eine Bewässerung aus Oberflächengewässern kommt im Klettgau nicht in Frage, da die vorhandenen Gewässer während Trockenzeiten sehr wenig Wasser führen. Bei Niederschlagsereignissen steigen die Abflüsse jedoch stark an und das Wasser fliesst ungenutzt ab. Dies könnte man sich zu Nutze machen, indem Hochwasserabflüsse in Rückhaltebecken ausgeleitet würden. Von den Rückhaltebecken versickert das Wasser in den Grundwasserleiter und kann dort zu einem späteren Zeitpunkt wieder genutzt werden.

# **10. Empfehlungen, Weiteres Vorgehen**

---

## **10.1 Zeitrahmen und Ziele**

Die im Folgenden aufgelisteten Empfehlungen beschränken sich auf den bei der Modellierung der Klima- und Entnahmeszenarien betrachteten Zeitraum von 2020 bis 2049. In diesem Zeitraum werden eine Zunahme der Temperaturen und eine Abnahme der Niederschläge während der Sommermonate erwartet.

Gemäss den Überlegungen in den vorangehenden Kapiteln wird im Zeitraum ab 2030 - 2040 ein Ackerbau in der heutigen Form ohne Bewässerung nicht mehr möglich sein. Wenn die heutigen Betriebsstrukturen erhalten werden sollen, dann muss langfristig eine minimale Bewässerung gewährleistet werden können. Im Klettgau sollte weiterhin Ackerbau betrieben werden können, auch um die heutige offene, abwechslungsreiche Landschaft weiterhin zu gewährleisten.

Wie aus der Modellierung ersichtlich ist, wird eine unbeschränkte Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen nicht möglich sein. Zur Gewährleistung der Gleichbehandlung aller Bezüger von Grundwasser bedarf es klarer Regelungen. Dabei wird der Sicherstellung der Trinkwasserversorgung aber stets oberste Priorität zukommen.

Eine unregulierte Bewässerung beinhaltet die Gefahr, dass lokale Landwirte durch grosse Gemüseproduzenten verdrängt werden. Ziel der Empfehlungen ist es deshalb, dass sich die heutige, vor allem auf Ackerbau ohne Bewässerung basierende Landwirtschaft möglichst langsam in eine Landwirtschaft transformieren kann, welche Grundwasser sparsam zu Bewässerungszwecken einsetzt.

## **10.2 Instrumente**

### **Grundlagenbeschaffung**

In der Periode von 2030 bis 2040 wird ein Ackerbau in der heutigen Form ohne Bewässerung nicht mehr möglich sein. Die Zeit bis dahin sollte genutzt werden, um abzuklären, wie hoch die Kosten für ein Bewässerungsnetz sind und ob es möglich ist, sich nur auf gewisse Teilgebiete zu beschränken.

Die vorliegende Untersuchung umfasst den Klettgau als Gesamtes. Viele Überlegungen basieren auf dem mittleren Bewässerungsbedarf. Unterschiede des Lokalklimas, des Bodentyps und der Gründigkeit des Bodens können jedoch zu einem lokal sehr unterschiedlichen Bewässerungsbedarf führen. Die Kosten einer Erschliessung sind abhängig von der Lage der landwirtschaftlichen Flächen. Die Eignung einer Fläche für die Bewässerung kann zudem durch den Trinkwasserschutz eingeschränkt sein. Wir empfehlen deshalb die Erarbeitung einer Planungsgrundlage, welche diese lokalen Faktoren berücksichtigt.

## Unterstützung von Projekten zur Anpassung an den Klimawandel

Im Fall von Szenario 1 steht zur Diskussion, ob zusätzliche Massnahmen zur Unterstützung der von abnehmenden Erträgen gezeichneten Landwirte ins Auge gefasst werden sollen, insbesondere erhöhte Beiträge für extensivierte Ackerflächen und weitere ökologische Programme auf Kantonsebene.

In Kapitel 9 sind verschiedene Strategien zur Anpassung an den Klimawandel aufgelistet. Ausgewählte Projekte zur lokalen Umsetzung solcher Strategien sollten durch den Kanton unterstützt werden. Damit können Entscheidungsgrundlagen für weitere Anpassungsschritte erarbeitet werden. Insbesondere sollten alternative Anbausysteme geprüft und ggf. gefördert werden, wie z.B. Anbau von trockenresistenteren Sorten/Kulturen, Biolandbau, regenerative Landwirtschaft, Direktsaat, Agroforst etc.

## Trinkwasserschutz

Bei einer Entwicklung der Landwirtschaft hinzu mehr Gemüseanbau ist mit erhöhten Einträgen von Nitrat und Pflanzenschutzmitteln ins Grundwasser zu rechnen. Mit der Ausscheidung von Zuströmbereichen steht ein Instrument zur Verfügung, mit dem diese hinsichtlich der Trinkwassernutzung unerwünschte Entwicklung verhindert werden kann. U.a. können die im Nitratprojekt Chrummenlanden erreichten Verbesserungen der Trinkwasserqualität damit langfristig gesichert und auch auf die übrigen Trinkwasserfassungen erweitert werden.

## Rechtliche Anpassungen

Um eine Nutzung von Grundwasser für landwirtschaftliche Bewässerung zu regeln, sind Anpassungen auf verschiedenen Stufen erforderlich. Diese Aspekte sowie der Faktor Wasserpreis sind im separaten Bericht „Empfehlungen für die Regelung der Wasserbezüge“ behandelt [11].

## Bereitstellung der Infrastruktur

Die aktuelle Infrastruktur der Trinkwasserversorgungen ist nicht auf eine landwirtschaftliche Bewässerung ausgelegt. Wenn die heutigen Betriebsstrukturen erhalten werden sollen, dann muss langfristig eine minimale Bewässerung gewährleistet werden können. Als Übergangslösung könnte in extremen Trockenjahren in beschränktem Umfang Wasser aus Hydranten oder direkt ab Pumpwerk abgegeben werden (gemäss Szenario 2). Letzteres würde allerdings gewisse technische Anpassungen erforderlich machen. Zudem kann im Sinne von Art. 32d des GSchG kurzfristig auch die Entnahme aus Oberflächengewässern erlaubt werden (die in Trockenphasen jedoch kaum Wasser führen dürfen). Zu berücksichtigen ist dabei auch, dass die erforderliche Wassermenge pro Jahr je nach Witterungsverhältnissen sehr unterschiedlich sein kann. Der Zeitpunkt der Wasserzufuhr hängt dabei vom aktuellen Stand der Bodenfeuchte und vom Bedarf der einzelnen Kulturen ab. Ebenfalls zu berücksichtigen wären die jeweiligen lokalen Wetterprognosen. Der Entscheid, Grundwasser für Bewässerung abzugeben, müsste also situativ gefällt werden. Als Grundlage können Bodensonden und Bodenwasserhaushaltsmodelle eingesetzt werden. Bei einem weiteren Temperaturanstieg von 2040 bis 2050 könnten die Mengen angepasst werden, wenn bis dahin keine übermässige Absenkung des Grundwasserspiegels erfolgt ist.

Wie erwähnt, ist für die Szenarien 3 und 4 sowohl in der Steuerungs- wie in der Begleitgruppe momentan keine ausreichende Akzeptanz vorhanden. Trotzdem sollten diese weiter verfolgt werden, da es sehr wahrscheinlich ist, dass der Druck von Produzentenseite zunehmen wird. Im Fall der Umsetzung der Szenarien 3 und 4 muss zur Gewinnung und Verteilung des Wassers eine separate Infrastruktur aufgebaut werden. Dies bedingt eine detailliert Planung von Entnahme- und Abgabestellen sowie Leitungen, mit dem Ziel, die Kosten der Infrastruktur zu optimieren. Eine solche Planung braucht Zeit. Diese sollte jetzt genutzt werden, um genauer zu

prüfen, wie ein solches Bewässerungsnetz und die entsprechenden Kosten aussehen könnten. Es sollten auch kleinere Teilprojekte, welche sich auf die fruchtbarsten Regionen konzentrieren, geprüft werden. Allfällige Subventionen durch Bund, Kanton und Gemeinden müssten abgeklärt werden, um eine Tragbarkeitsprüfung für interessierte Landwirte zu ermöglichen. Ein intensiver Gemüseanbau könnte über eine Kontingentierung der bezogenen Wassermenge (pro ha und Jahr), verhindert werden.

Dieses insgesamt restriktive Vorgehen würde wahrscheinlich von Seiten Umweltschutz und von Seiten der Produzenten am ehesten akzeptiert, da es mehr oder weniger den heutigen Stand der Betriebe garantiert, das Landschaftsbild in etwa gleichbleibt und auch die Pachtzinsen und die Landpreise nicht wesentlich ansteigen dürften.

### **Ausbildung**

In der Betriebsphase eines Bewässerungssystems ist es sicherzustellen, dass die Bewässerung fachgerecht erfolgt, was eine entsprechende Ausbildung der Bewässerer erforderlich macht. Diese Ausbildung und deren Förderung sollten als Auflagen in die Konzessionen aufgenommen werden.

Gächlingen, 30.11.2021

Bericht Nr. 13000-2

Dr. Hans Rudolf Graf

Dr. von Moos AG

Christian Gmünder

Simultec AG

Hansueli Dierauer

FiBL

## Literatur

---

- [1] Zorn & Lips, 2016. Wirtschaftlichkeit der Bewässerung ausgewählter Kulturen im Kanton Basel-Landschaft, Landwirtschaftliches Zentrum Ebenrain.
- [2] AGRIDEA & FiBL, 2020. Deckungsbeiträge 2020. AGRIDEA, Lindau.
- [3] Bucher C., 2016. Kosten von Bewässerungsverfahren im Freiland-Gemüsebau, SZG Schweizerische Zentralstelle für Gemüsebau und Spezialkulturen, Merkblatt.
- [4] Eidg. Forschungsanstalt für landw. Pflanzenbau, 1989: Bodenkarte / Wasserhaushalt des Bodens, Oberklettgau.
- [5] Fuhrer, J., Smith, P. 2015: Grundlagen für die Abschätzung des Bewässerungsbedarfs im Kanton Basel Landschaft, *Agroscope*.
- [6] Leumann M., 2019. Zahlen und Fakten zur Schaffhauser Landwirtschaft.
- [7] Prasuhn, V. & Vögeli Albisser, C., 2014: Grundwasserqualität und Bewässerung - Eine Lysimeterstudie zur Schadstoffverfrachtung ins Grundwasser – *Aqua & Gas*, 4/2014.
- [8] Zemek, O., Neuweiler, R., Richner, W., Liebisch, F. & Spiess, E., 2020: Abschätzung und Reduktion der Nitratauswaschung im Gemüsebau – *Agrarforschung Schweiz*, 11: 76-81.
- [9] Graf, H.R., Gmünder, C. & Dierauer, H., 2021: Pilotprojekt Wasserzukunft Klettgau: Konsequenzen einer möglichen Grundwassernutzung zu Bewässerungszwecke. Modellierung Klima- und Entnahmeszenarien – unveröff. Bericht z.Hd. Kanton Schaffhausen.
- [10] Graf, H.R., Gmünder, C. & Dierauer, H., 2021: Pilotprojekt Wasserzukunft Klettgau: Konsequenzen einer möglichen Grundwassernutzung zu Bewässerungszwecke. Transformationsanalyse – unveröff. Bericht z.Hd. Kanton Schaffhausen.
- [11] Graf, H.R., Gmünder, C. & Dierauer, H., 2021: Pilotprojekt Wasserzukunft Klettgau: Konsequenzen einer möglichen Grundwassernutzung zu Bewässerungszwecke. Empfehlungen für die Regelung der Wasserbezüge – unveröff. Bericht z.Hd. Kanton Schaffhausen.

# Anhang

## Anhang 1 Deckungsbeiträge für die konventionelle Produktion in Abhängigkeit des Wasserpreises

Tabelle 14: Deckungsbeiträge konv. Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 1.00/m<sup>3</sup>

Wasserpreis in Fr/m <sup>3</sup>	1										
Kultur	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Sonnenbl.	Eiweiserb	Soja	Kunstw.	Reben	
Erträge dt/ha	70	315	100	750	40	36	37	28	110	11250	
Preise inkl. Nebenprod. in Fr. /dt	55	49.6	36.5	5.7	81	80	42	45	23	2.2	
Total Produktion (Ertrag x Preis)	3850	15624	3650	4275	3240	2880	1554	1260	2530	24750	
Einzelkulturbeiträge (EKB)	120			2100	700	700	1000	1000	200		
Extenso (ohne Fungizide und Insektizide)											
Flächenbeitrag allgemein (VSB)	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	900		
Beitrag Bio											
Total Beiträge BLW (Direktzahlungen)	1420	1300	1300	3400	2000	2000	2300	2300	1100	0	
Total Erlöse Fr./ha	5270	16924	4950	7675	5240	4880	3854	3560	3630	24750	
Saatgut, Pflanzgut	223	3570	270	292	95	175	335	325	145	1943	
Düngung	271	548	253	338	316	154	152	139	220	329	
Pflanzenschutz	254	536	215	780	249	219	150	105	110	1400	
Allgemeine Kosten	681	1183	935	111	515	480	255	235	791	1703	
Lohnarbeiten variabel	440	1086	650	1196	550	730	550	550			
variable Maschinenkosten	313	1773	308	291	323	232	240	268	783	1537	
Kontrollkosten											
Total Kosten Fr. /ha	2182	8696	2631	3008	2048	1990	1682	1622	2049	6912	
Total Deckungsbeitrag Fr./ha (inkl. Beiträge)	3088	8228	2319	4667	3192	2890	2172	1938	1581	17838	
<b>minimale Bewässerung</b>											
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	70	350	180	130	20	20	50	50	110	0	
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	140	670	450	340	30	30	160	160	310	10	
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	570	1250	750	630	120	120	510	510	670	10	
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	70	350	180	130	20	20	50	50	110	0	
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	140	670	450	340	30	30	160	160	310	10	
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	570	1250	750	630	120	120	510	510	670	10	
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	1	7	5	23	0	0	1	1	5	0	
Minderertrag dt/ha (kein KS)	3	14	12	60	0	0	4	4	13	5	
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	10	25	21	111	1	2	12	11	29	5	
Minderertrag % (konsequenter KS)	2	2	5	3	1	1	3	4	4	0.0	
Minderertrag % (kein KS)	4	4	12	8	1	1	10	13	12	0.0	
Minderertrag % (Extremjahr)	15	8	21	15	4	4	33	40	26	0.0	
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	3018	7878	2139	4537	3172	2870	2122	1888	1471	17838	
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	2948	7558	1869	4327	3162	2860	2012	1778	1271	17828	
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	2518	6978	1569	4037	3072	2770	1662	1428	911	17828	
<b>Arbeitsstunden total pro Hektar (ohne Bewässerung)</b>	39	269	34	50	39	35	34	35	47	812	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (IST 2020)	79	31	68	93	82	83	64	55	34	22	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	77	29	63	91	81	82	62	54	31	22	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	76	28	55	87	81	82	59	51	27	22	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	65	26	46	81	79	79	49	41	19	22	
<b>moderate Bewässerung</b>											
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	310	1320	560	510	70	70	280	280	590	0	
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	440	1870	1050	930	80	80	530	530	1040	20	
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	1490	3090	1740	1650	410	410	1370	1370	2120	30	
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	310	1320	560	510	70	70	280	280	590	0	
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	440	1870	1050	930	80	80	530	530	1040	20	
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	1490	3090	1740	1650	410	410	1370	1370	2120	30	
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	6	27	15	89	1	1	7	6	26	0	
Minderertrag dt/ha (kein KS)	8	38	29	163	1	1	13	12	45	9	
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	27	62	48	289	5	5	33	30	92	14	
Minderertrag % (konsequenter KS)	8	8	15	12	2	2	18	22	23	0.0	
Minderertrag % (kein KS)	11	12	29	22	2	3	34	42	41	0.1	
Minderertrag % (Extremjahr)	39	20	48	39	13	14	88	109	84	0.1	
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	2778	6908	1759	4157	3122	2820	1892	1658	991	17838	
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	2648	6358	1269	3737	3112	2810	1642	1408	541	17818	
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	1598	5138	579	3017	2782	2480	802	568	-539	17808	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	71	26	52	83	80	81	56	47	21	22	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	68	24	37	75	80	80	48	40	12	22	
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	41	19	17	60	71	71	24	16	-11	22	

Tabelle 15: Deckungsbeiträge konv. Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 1.50/m<sup>3</sup>

Wasserpreis in Fr/m3	1.5									
Kultur	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Sonnenbl.	Eiweisserb	Soja	Kunstw.	Reben
Erträge dt/ha	70	315	100	750	40	36	37	28	110	11250
Preise inkl. Nebenprod. in Fr. /dt	55	49.6	36.5	5.7	81	80	42	45	23	2.2
<b>Total Produktion (Ertrag x Preis)</b>	<b>3850</b>	<b>15624</b>	<b>3650</b>	<b>4275</b>	<b>3240</b>	<b>2880</b>	<b>1554</b>	<b>1260</b>	<b>2530</b>	<b>24750</b>
Einzelkulturbeiträge (EKB)	120			2100	700	700	1000	1000	200	
Extenso (ohne Fungizide und Insektizide)										
Flächenbeitrag allgemein (VSB)	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	900	
Beitrag Bio										
<b>Total Beiträge BLW (Direktzahlungen)</b>	<b>1420</b>	<b>1300</b>	<b>1300</b>	<b>3400</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>2300</b>	<b>2300</b>	<b>1100</b>	<b>0</b>
<b>Total Erlöse Fr./ha</b>	<b>5270</b>	<b>16924</b>	<b>4950</b>	<b>7675</b>	<b>5240</b>	<b>4880</b>	<b>3854</b>	<b>3560</b>	<b>3630</b>	<b>24750</b>
Saatgut, Pflanzgut	223	3570	270	292	95	175	335	325	145	1943
Düngung	271	548	253	338	316	154	152	139	220	329
Pflanzenschutz	254	536	215	780	249	219	150	105	110	1400
Allgemeine Kosten	681	1183	935	111	515	480	255	235	791	1703
Lohnarbeiten variabel	440	1086	650	1196	550	730	550	550		
variable Maschinenkosten	313	1773	308	291	323	232	240	268	783	1537
Kontrollkosten										
<b>Total Kosten Fr./ha</b>	<b>2182</b>	<b>8696</b>	<b>2631</b>	<b>3008</b>	<b>2048</b>	<b>1990</b>	<b>1682</b>	<b>1622</b>	<b>2049</b>	<b>6912</b>
<b>Total Deckungsbeitrag Fr./ha (inkl. Beiträge)</b>	<b>3088</b>	<b>8228</b>	<b>2319</b>	<b>4667</b>	<b>3192</b>	<b>2890</b>	<b>2172</b>	<b>1938</b>	<b>1581</b>	<b>17838</b>
<b>minimale Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m3/ha (konsequenter KS)	70	350	180	130	20	20	50	50	110	0
Verbrauch Wasser m3/ha (kein KS)	140	670	450	340	30	30	160	160	310	10
Verbrauch Wasser m3/ha (Extremjahr)	570	1250	750	630	120	120	510	510	670	10
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	105	525	270	195	30	30	75	75	165	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	210	1005	675	510	45	45	240	240	465	15
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	855	1875	1125	945	180	180	765	765	1005	15
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	2	11	7	34	0	0	2	2	7	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	4	20	18	89	1	1	6	5	20	7
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	16	38	31	166	2	2	18	17	44	7
Minderertrag % (konsequenter KS)	3	3	7	5	1	1	5	6	7	0.0
Minderertrag % (kein KS)	5	6	18	12	1	2	15	19	18	0.1
Minderertrag % (Extremjahr)	22	12	31	22	6	6	49	61	40	0.1
<b>Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)</b>	<b>2983</b>	<b>7703</b>	<b>2049</b>	<b>4472</b>	<b>3162</b>	<b>2860</b>	<b>2097</b>	<b>1863</b>	<b>1416</b>	<b>17838</b>
<b>Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)</b>	<b>2878</b>	<b>7223</b>	<b>1644</b>	<b>4157</b>	<b>3147</b>	<b>2845</b>	<b>1932</b>	<b>1698</b>	<b>1116</b>	<b>17823</b>
<b>Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)</b>	<b>2233</b>	<b>6353</b>	<b>1194</b>	<b>3722</b>	<b>3012</b>	<b>2710</b>	<b>1407</b>	<b>1173</b>	<b>576</b>	<b>17823</b>
<b>Arbeitsstunden total pro Hektar (ohne Bewässerung)</b>	<b>39</b>	<b>269</b>	<b>34</b>	<b>50</b>	<b>39</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>47</b>	<b>812</b>
<b>Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (IST 2020)</b>	<b>79</b>	<b>31</b>	<b>68</b>	<b>93</b>	<b>82</b>	<b>83</b>	<b>64</b>	<b>55</b>	<b>34</b>	<b>22</b>
<b>Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)</b>	<b>76</b>	<b>29</b>	<b>60</b>	<b>89</b>	<b>81</b>	<b>82</b>	<b>62</b>	<b>53</b>	<b>30</b>	<b>22</b>
<b>Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)</b>	<b>74</b>	<b>27</b>	<b>48</b>	<b>83</b>	<b>81</b>	<b>81</b>	<b>57</b>	<b>49</b>	<b>24</b>	<b>22</b>
<b>Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)</b>	<b>57</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>74</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>41</b>	<b>34</b>	<b>12</b>	<b>22</b>
<b>moderate Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m3/ha (konsequenter KS)	310	1320	560	510	70	70	280	280	590	0
Verbrauch Wasser m3/ha (kein KS)	440	1870	1050	930	80	80	530	530	1040	20
Verbrauch Wasser m3/ha (Extremjahr)	1490	3090	1740	1650	410	410	1370	1370	2120	30
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	465	1980	840	765	105	105	420	420	885	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	660	2805	1575	1395	120	120	795	795	1560	30
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	2235	4635	2610	2475	615	615	2055	2055	3180	45
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	8	40	23	134	1	1	10	9	38	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	12	57	43	245	1	2	19	18	68	14
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	41	93	72	434	8	8	49	46	138	20
Minderertrag % (konsequenter KS)	12	13	23	18	3	4	27	33	35	0.0
Minderertrag % (kein KS)	17	18	43	33	4	4	51	63	62	0.1
Minderertrag % (Extremjahr)	58	30	72	58	19	21	132	163	126	0.2
<b>Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)</b>	<b>2623</b>	<b>6248</b>	<b>1479</b>	<b>3902</b>	<b>3087</b>	<b>2785</b>	<b>1752</b>	<b>1518</b>	<b>696</b>	<b>17838</b>
<b>Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)</b>	<b>2428</b>	<b>5423</b>	<b>744</b>	<b>3272</b>	<b>3072</b>	<b>2770</b>	<b>1377</b>	<b>1143</b>	<b>21</b>	<b>17808</b>
<b>Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)</b>	<b>853</b>	<b>3593</b>	<b>-291</b>	<b>2192</b>	<b>2577</b>	<b>2275</b>	<b>117</b>	<b>-117</b>	<b>-1599</b>	<b>17793</b>
<b>Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)</b>	<b>67</b>	<b>23</b>	<b>44</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>52</b>	<b>43</b>	<b>15</b>	<b>22</b>
<b>Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)</b>	<b>62</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	<b>65</b>	<b>79</b>	<b>79</b>	<b>41</b>	<b>33</b>	<b>0</b>	<b>22</b>
<b>Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)</b>	<b>22</b>	<b>13</b>	<b>-9</b>	<b>44</b>	<b>66</b>	<b>65</b>	<b>3</b>	<b>-3</b>	<b>-34</b>	<b>22</b>

Tabelle 16: Deckungsbeiträge konv. Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 2.00/m<sup>3</sup>

Wasserpreis in Fr/m3	2									
Kultur	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Sonnenbl.	Eiweisserb	Soja	Kunstw.	Reben
Erträge dt/ha	70	315	100	750	40	36	37	28	110	11250
Preise inkl. Nebenprod. in Fr./dt	55	49.6	36.5	5.7	81	80	42	45	23	2.2
Total Produktion (Ertrag x Preis)	3850	15624	3650	4275	3240	2880	1554	1260	2530	24750
Total Beiträge BLW (Direktzahlungen)	1420	1300	1300	3400	2000	2000	2300	2300	1100	0
Total Erlöse Fr./ha	5270	16924	4950	7675	5240	4880	3854	3560	3630	24750
Total Kosten Fr./ha	2182	8696	2631	3008	2048	1990	1682	1622	2049	6912
<b>Total Deckungsbeitrag Fr./ha (inkl. Beiträge)</b>	<b>3088</b>	<b>8228</b>	<b>2319</b>	<b>4667</b>	<b>3192</b>	<b>2890</b>	<b>2172</b>	<b>1938</b>	<b>1581</b>	<b>17838</b>
<b>minimale Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m3/ha (konsequenter KS)	70	350	180	130	20	20	50	50	110	0
Verbrauch Wasser m3/ha (kein KS)	140	670	450	340	30	30	160	160	310	10
Verbrauch Wasser m3/ha (Extremjahr)	570	1250	750	630	120	120	510	510	670	10
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	140	700	360	260	40	40	100	100	220	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	280	1340	900	680	60	60	320	320	620	20
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	1140	2500	1500	1260	240	240	1020	1020	1340	20
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	3	14	10	46	0	1	2	2	10	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	5	27	25	119	1	1	8	7	27	9
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	21	50	41	221	3	3	24	23	58	9
Minderertrag % (konsequenter KS)	4	4	10	6	1	1	6	8	9	0.0
Minderertrag % (kein KS)	7	9	25	16	2	2	21	25	25	0.1
Minderertrag % (Extremjahr)	30	16	41	29	7	8	66	81	53	0.1
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	2948	7528	1959	4407	3152	2850	2072	1838	1361	17838
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	2808	6888	1419	3987	3132	2830	1852	1618	961	17818
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	1948	5728	819	3407	2952	2650	1152	918	241	17818
<b>Arbeitsstunden total pro Hektar (ohne Bewässerung)</b>	<b>39</b>	<b>269</b>	<b>34</b>	<b>50</b>	<b>39</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>47</b>	<b>812</b>
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (IST 2020)	79	31	68	93	82	83	64	55	34	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	76	28	58	88	81	81	61	53	29	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	72	26	42	80	80	81	54	46	20	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	50	21	24	68	76	76	34	26	5	22
<b>moderate Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m3/ha (konsequenter KS)	310	1320	560	510	70	70	280	280	590	0
Verbrauch Wasser m3/ha (kein KS)	440	1870	1050	930	80	80	530	530	1040	20
Verbrauch Wasser m3/ha (Extremjahr)	1490	3090	1740	1650	410	410	1370	1370	2120	30
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	620	2640	1120	1020	140	140	560	560	1180	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	880	3740	2100	1860	160	160	1060	1060	2080	40
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	2980	6180	3480	3300	820	820	2740	2740	4240	60
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	11	53	31	179	2	2	13	12	51	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	16	75	58	326	2	2	25	24	90	18
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	54	125	95	579	10	10	65	61	184	27
Minderertrag % (konsequenter KS)	16	17	31	24	4	5	36	44	47	0.0
Minderertrag % (kein KS)	23	24	58	44	5	6	68	84	82	0.2
Minderertrag % (Extremjahr)	77	40	95	77	25	28	176	217	168	0.2
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	2468	5588	1199	3647	3052	2750	1612	1378	401	17838
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	2208	4488	219	2807	3032	2730	1112	878	-499	17798
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	108	2048	-1161	1367	2372	2070	-568	-802	-2659	17778
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	63	21	35	73	78	79	47	39	9	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	57	17	6	56	78	78	33	25	-11	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	3	8	-34	27	61	59	-17	-23	-57	22

Tabelle 17: Deckungsbeiträge konv. Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 2.50/m<sup>3</sup>

Wasserpreis in Fr/m <sup>3</sup>	2.5									
Kultur	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Sonnenbl.	Eiweiserb	Soja	Kunstw.	Reben
Erträge dt/ha	70	315	100	750	40	36	37	28	110	11250
Preise inkl. Nebenprod. in Fr. /dt	55	49.6	36.5	5.7	81	80	42	45	23	2.2
Total Produktion (Ertrag x Preis)	3850	15624	3650	4275	3240	2880	1554	1260	2530	24750
Total Beiträge BLW (Direktzahlungen)	1420	1300	1300	3400	2000	2000	2300	2300	1100	0
Total Erlöse Fr./ha	5270	16924	4950	7675	5240	4880	3854	3560	3630	24750
Total Kosten Fr./ha	2182	8696	2631	3008	2048	1990	1682	1622	2049	6912
Total Deckungsbeitrag Fr./ha (inkl. Beiträge)	3088	8228	2319	4667	3192	2890	2172	1938	1581	17838
<b>minimale Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	70	350	180	130	20	20	50	50	110	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	140	670	450	340	30	30	160	160	310	10
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	570	1250	750	630	120	120	510	510	670	10
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	175	875	450	325	50	50	125	125	275	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	350	1675	1125	850	75	75	400	400	775	25
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	1425	3125	1875	1575	300	300	1275	1275	1675	25
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	3	18	12	57	1	1	3	3	12	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	6	34	31	149	1	1	10	9	34	11
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	26	63	51	276	4	4	30	28	73	11
Minderertrag % (konsequenter KS)	5	6	12	8	2	2	8	10	11	0.0
Minderertrag % (kein KS)	9	11	31	20	2	3	26	32	31	0.1
Minderertrag % (Extremjahr)	37	20	51	37	9	10	82	101	66	0.1
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	2913	7353	1869	4342	3142	2840	2047	1813	1306	17838
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	2738	6553	1194	3817	3117	2815	1772	1538	806	17813
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	1663	5103	444	3092	2892	2590	897	663	-94	17813
<b>Arbeitsstunden total pro Hektar (ohne Bewässerung)</b>										
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (IST 2020)	79	31	68	93	82	83	64	55	34	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	75	27	55	87	81	81	60	52	28	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	70	24	35	76	80	80	52	44	17	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	43	19	13	62	74	74	26	19	-2	22
<b>moderate Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	310	1320	560	510	70	70	280	280	590	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	440	1870	1050	930	80	80	530	530	1040	20
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	1490	3090	1740	1650	410	410	1370	1370	2120	30
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	775	3300	1400	1275	175	175	700	700	1475	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	1100	4675	2625	2325	200	200	1325	1325	2600	50
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	3725	7725	4350	4125	1025	1025	3425	3425	5300	75
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	14	67	38	224	2	2	17	16	64	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	20	94	72	408	2	3	32	29	113	23
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	68	156	119	724	13	13	82	76	230	34
Minderertrag % (konsequenter KS)	20	21	38	30	5	6	45	56	58	0.0
Minderertrag % (kein KS)	29	30	72	54	6	7	85	105	103	0.2
Minderertrag % (Extremjahr)	97	49	119	96	32	36	220	272	209	0.3
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	2313	4928	919	3392	3017	2715	1472	1238	106	17838
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	1988	3553	-306	2342	2992	2690	847	613	-1019	17788
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	-637	503	-2031	542	2167	1865	-1253	-1487	-3719	17763
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	59	18	27	68	77	78	43	35	2	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	51	13	-9	47	77	77	25	18	-22	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	-16	2	-60	11	56	53	-37	-42	-79	22

Tabelle 18: Deckungsbeiträge konv. Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 3.00/m<sup>3</sup>

Wasserpreis in Fr/m <sup>3</sup>	3									
Kultur	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Sonnenbl.	Eiweisserb	Soja	Kunstw.	Reben
Erträge dt/ha	70	315	100	750	40	36	37	28	110	11250
Preise inkl. Nebenprod. in Fr./dt	55	49.6	36.5	5.7	81	80	42	45	23	2.2
Total Produktion (Ertrag x Preis)	3850	15624	3650	4275	3240	2880	1554	1260	2530	24750
Total Beiträge BLW (Direktzahlungen)	1420	1300	1300	3400	2000	2000	2300	2300	1100	0
Total Erlöse Fr./ha	5270	16924	4950	7675	5240	4880	3854	3560	3630	24750
Total Kosten Fr./ha	2182	8696	2631	3008	2048	1990	1682	1622	2049	6912
<b>Total Deckungsbeitrag Fr./ha (inkl. Beiträge)</b>	<b>3088</b>	<b>8228</b>	<b>2319</b>	<b>4667</b>	<b>3192</b>	<b>2890</b>	<b>2172</b>	<b>1938</b>	<b>1581</b>	<b>17838</b>
<b>minimale Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	70	350	180	130	20	20	50	50	110	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	140	670	450	340	30	30	160	160	310	10
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	570	1250	750	630	120	120	510	510	670	10
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	210	1050	540	390	60	60	150	150	330	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	420	2010	1350	1020	90	90	480	480	930	30
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	1710	3750	2250	1890	360	360	1530	1530	2010	30
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	4	21	15	68	1	1	4	3	14	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	8	41	37	179	1	1	11	11	40	14
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	31	76	62	332	4	5	36	34	87	14
Minderertrag % (konsequenter KS)	5	7	15	9	2	2	10	12	13	0.0
Minderertrag % (kein KS)	11	13	37	24	3	3	31	38	37	0.1
Minderertrag % (Extremjahr)	44	24	62	44	11	13	98	121	79	0.1
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	2878	7178	1779	4277	3132	2830	2022	1788	1251	17838
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	2668	6218	969	3647	3102	2800	1692	1458	651	17808
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	1378	4478	69	2777	2832	2530	642	408	-429	17808
<b>Arbeitsstunden total pro Hektar (ohne Bewässerung)</b>	<b>39</b>	<b>269</b>	<b>34</b>	<b>50</b>	<b>39</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>47</b>	<b>812</b>
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (IST 2020)	79	31	68	93	82	83	64	55	34	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	74	27	52	86	80	81	59	51	27	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	68	23	29	73	80	80	50	42	14	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	35	17	2	56	73	72	19	12	-9	22
<b>moderate Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	310	1320	560	510	70	70	280	280	590	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	440	1870	1050	930	80	80	530	530	1040	20
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	1490	3090	1740	1650	410	410	1370	1370	2120	30
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	930	3960	1680	1530	210	210	840	840	1770	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	1320	5610	3150	2790	240	240	1590	1590	3120	60
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	4470	9270	5220	4950	1230	1230	4110	4110	6360	90
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	17	80	46	268	3	3	20	19	77	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	24	113	86	489	3	3	38	35	136	27
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	81	187	143	868	15	15	98	91	277	41
Minderertrag % (konsequenter KS)	24	25	46	36	6	7	54	67	70	0.0
Minderertrag % (kein KS)	34	36	86	65	7	8	102	126	123	0.2
Minderertrag % (Extremjahr)	116	59	143	116	38	43	264	326	251	0.4
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	2158	4268	639	3137	2982	2680	1332	1098	-189	17838
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	1768	2618	-831	1877	2952	2650	582	348	-1539	17778
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	-1382	-1042	-2901	-283	1962	1660	-1938	-2172	-4779	17748
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	55	16	19	63	76	77	39	31	-4	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	45	10	-24	38	76	76	17	10	-33	22
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	-35	-4	-85	-6	50	47	-57	-62	-102	22

## Anhang 2 Deckungsbeiträge biologische Produktion in Abhängigkeit des Wasserpreises

Tabelle 19: Deckungsbeiträge biologische Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 1.00/m<sup>3</sup>

Wasserpreis in Fr/m <sup>3</sup> (BIO)	1									
Kultur	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Soblumen	Eiweisserb	Soja	Kunstwiese	Reben
Erträge dt/ha	45	164	75	450	24	24	32	24	100	7000
Preise inkl. Nebenprod. in Fr. /dt	108	94.7	84	16.57	190	140	88	140	26.5	5
Total Produktion (Ertrag x Preis)	4860	15530.8	6300	7456.5	4560	3360	2816	3360	2650	35000
Einzelkulturbeiträge (EKB)	120			2100	700	700	1000	1000	200	
Extensio (ohne Fungizide und Insektizide)	400				400	400	400	400		
Flächenbeitrag allgemein (VSB)	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	900	
Beitrag Bio	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	200	1600
Total Beiträge BLW (Direktzahlungen)	3020	2500	2500	4600	3600	3600	3900	3900	1300	1600
Total Erlöse Fr./ha	7880	18031	8800	12057	8160	6960	6716	7260	3950	36600
Saatgut, Pflanzgut	360	4680	333	485	104	163	473	546	197	2270
Düngung	180	636	300	378	180				182	346
Pflanzenschutz		392	120		114					1001
Allgemeine Kosten	523	834	973	188	478	405	302	324	730	2666
Lohnarbeiten variabel	440	1086	650	1196	550	730	550	550		
variable Maschinenkosten	339	1834	395	295	386	316	253	298	714	1357
Kontrollkosten	43	43	43		43		43	43		27
Total Kosten Fr. /ha	1885	9505	2814	2542	1855	1614	1621	1761	1850	7640
<b>Total Deckungsbeitrag Fr./ha (inkl. Beiträge)</b>	<b>5995</b>	<b>8526</b>	<b>5986</b>	<b>9515</b>	<b>6305</b>	<b>5346</b>	<b>5095</b>	<b>5499</b>	<b>2100</b>	<b>28960</b>
<b>minimale Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	70	350	180	130	20	20	50	50	110	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	140	670	450	340	30	30	160	160	310	10
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	570	1250	750	630	120	120	510	510	670	10
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	70	350	180	130	20	20	50	50	110	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	140	670	450	340	30	30	160	160	310	10
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	570	1250	750	630	120	120	510	510	670	10
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	1	4	2	8	0	0	1	0	4	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	1	7	5	21	0	0	2	1	12	2
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	5	13	9	38	1	1	6	4	25	2
Minderertrag % (konsequenter KS)	1	2	3	2	0	1	2	1	4	0.0
Minderertrag % (kein KS)	3	4	7	5	1	1	6	5	12	0.0
Minderertrag % (Extremjahr)	12	8	12	8	3	4	18	15	25	0.0
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	5925	8176	5806	9385	6285	5326	5045	5449	1990	28960
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	5855	7856	5536	9175	6275	5316	4935	5339	1790	28950
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	5425	7276	5236	8885	6185	5226	4585	4989	1430	28950
<b>Arbeitsstunden total pro Hektar (ohne Bewässerung)</b>	<b>45</b>	<b>298</b>	<b>59</b>	<b>215</b>	<b>57</b>	<b>62</b>	<b>44</b>	<b>119</b>	<b>54</b>	<b>835</b>
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (IST 2020)	133	29	101	44	111	86	116	46	39	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	132	27	98	44	110	86	115	46	37	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	130	26	94	43	110	86	112	45	33	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	121	24	89	41	109	84	104	42	26	35
<b>moderate Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	310	1320	560	510	70	70	280	280	590	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	440	1870	1050	930	80	80	530	530	1040	20
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	1490	3090	1740	1650	410	410	1370	1370	2120	30
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	310	1320	560	510	70	70	280	280	590	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	440	1870	1050	930	80	80	530	530	1040	20
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	1490	3090	1740	1650	410	410	1370	1370	2120	30
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	3	14	7	31	0	1	3	2	22	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	4	20	13	56	0	1	6	4	39	4
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	14	33	21	100	2	3	16	10	80	6
Minderertrag % (konsequenter KS)	6	8	9	7	2	2	10	8	22	0
Minderertrag % (kein KS)	9	12	17	12	2	2	19	16	39	0.1
Minderertrag % (Extremjahr)	31	20	28	22	9	12	49	41	80	0.1
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	5685	7206	5426	9005	6235	5276	4815	5219	1510	28960
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	5555	6656	4936	8585	6225	5266	4565	4969	1060	28940
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	4505	5436	4246	7865	5895	4936	3725	4129	-20	28930
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	126	24	92	42	109	85	109	44	28	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	123	22	84	40	109	85	104	42	20	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	100	18	72	37	103	80	85	35	0	35

Tabelle 20: Deckungsbeiträge biologische Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 1.50/m<sup>3</sup>

Wasserpreis in Fr/m <sup>3</sup> (BIO)	1.5									
Kultur	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Soblumen	Eiweisserb	Soja	Kunstwiese	Reben
Erträge dt/ha	45	164	75	450	24	24	32	24	100	7000
Preise inkl. Nebenprod. in Fr. /dt	108	94.7	84	16.57	190	140	88	140	26.5	5
Total Produktion (Ertrag x Preis)	4860	15530.8	6300	7456.5	4560	3360	2816	3360	2650	35000
Einzelkulturbeiträge (EKB)	120			2100	700	700	1000	1000	200	
Extensio (ohne Fungizide und Insektizide)	400				400	400	400	400		
Flächenbeitrag allgemein (VSB)	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	900	
Beitrag Bio	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	200	1600
Total Beiträge BLW (Direktzahlungen)	3020	2500	2500	4600	3600	3600	3900	3900	1300	1600
Total Erlöse Fr./ha	7880	18031	8800	12057	8160	6960	6716	7260	3950	36600
Saatgut, Pflanzgut	360	4680	333	485	104	163	473	546	197	2270
Düngung	180	636	300	378	180				182	346
Pflanzenschutz		392	120		114					1001
Allgemeine Kosten	523	834	973	188	478	405	302	324	730	2666
Lohnarbeiten variabel	440	1086	650	1196	550	730	550	550		
variable Maschinenkosten	339	1834	395	295	386	316	253	298	714	1357
Kontrollkosten	43	43	43		43		43	43	27	
Total Kosten Fr./ha	1885	9505	2814	2542	1855	1614	1621	1761	1850	7640
Total Deckungsbeitrag Fr./ha (inkl. Beiträge)	5995	8526	5986	9515	6305	5346	5095	5499	2100	28960
<b>minimale Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	70	350	180	130	20	20	50	50	110	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	140	670	450	340	30	30	160	160	310	10
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	570	1250	750	630	120	120	510	510	670	10
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	105	525	270	195	30	30	75	75	165	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	210	1005	675	510	45	45	240	240	465	15
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	855	1875	1125	945	180	180	765	765	1005	15
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	1	6	3	12	0	0	1	1	6	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	2	11	8	31	0	0	3	2	18	3
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	8	20	13	57	1	1	9	5	38	3
Minderertrag % (konsequenter KS)	2	3	4	3	1	1	3	2	6	0.0
Minderertrag % (kein KS)	4	6	11	7	1	1	9	7	18	0.0
Minderertrag % (Extremjahr)	18	12	18	13	4	5	27	23	38	0.0
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	5890	8001	5716	9320	6275	5316	5020	5424	1935	28960
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	5785	7521	5311	9005	6260	5301	4855	5259	1635	28945
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	5140	6651	4861	8570	6125	5166	4330	4734	1095	28945
<b>Arbeitsstunden total pro Hektar (ohne Bewässerung)</b>										
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (IST 2020)	133	29	101	44	111	86	116	46	39	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	131	27	97	43	110	86	114	46	36	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	129	25	90	42	110	86	110	44	30	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	114	22	82	40	107	83	98	40	20	35
<b>moderate Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	310	1320	560	510	70	70	280	280	590	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	440	1870	1050	930	80	80	530	530	1040	20
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	1490	3090	1740	1650	410	410	1370	1370	2120	30
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	465	1980	840	765	105	105	420	420	885	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	660	2805	1575	1395	120	120	795	795	1560	30
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	2235	4635	2610	2475	615	615	2055	2055	3180	45
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	4	21	10	46	1	1	5	3	33	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	6	30	19	84	1	1	9	6	59	6
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	21	49	31	149	3	4	23	15	120	9
Minderertrag % (konsequenter KS)	10	13	13	10	2	3	15	13	33	0
Minderertrag % (kein KS)	14	18	25	19	3	4	28	24	59	0.1
Minderertrag % (Extremjahr)	46	30	41	33	13	18	73	61	120	0.1
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	5530	6546	5146	8750	6200	5241	4675	5079	1215	28960
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	5335	5721	4411	8120	6185	5226	4300	4704	540	28930
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	3760	3891	3376	7040	5690	4731	3040	3444	-1080	28915
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	123	22	87	41	109	85	106	43	23	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	119	19	75	38	109	84	98	40	10	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	84	13	57	33	100	76	69	29	-20	35

Tabelle 21: Deckungsbeiträge biologische Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 2.00/m<sup>3</sup>

Wasserpreis in Fr/m <sup>3</sup> (BIO)	2									
Kultur	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Soblumen	Eiweisserb	Soja	Kunstwiese	Reben
Erträge dt/ha	45	164	75	450	24	24	32	24	100	7000
Preise inkl. Nebenprod. in Fr. /dt	108	94.7	84	16.57	190	140	88	140	26.5	5
Total Produktion (Ertrag x Preis)	4860	15530.8	6300	7456.5	4560	3360	2816	3360	2650	35000
Total Erlöse Fr./ha	7880	18031	8800	12057	8160	6960	6716	7260	3950	36600
Total Kosten Fr./ha	1885	9505	2814	2542	1855	1614	1621	1761	1850	7640
Total Deckungsbeitrag Fr./ha (inkl. Beiträge)	5995	8526	5986	9515	6305	5346	5095	5499	2100	28960
<b>minimale Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	70	350	180	130	20	20	50	50	110	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	140	670	450	340	30	30	160	160	310	10
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	570	1250	750	630	120	120	510	510	670	10
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	140	700	360	260	40	40	100	100	220	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	280	1340	900	680	60	60	320	320	620	20
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	1140	2500	1500	1260	240	240	1020	1020	1340	20
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	1	7	4	16	0	0	1	1	8	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	3	14	11	41	0	0	4	2	23	4
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	11	26	18	76	1	2	12	7	51	4
Minderertrag % (konsequenter KS)	3	5	6	3	1	1	4	3	8	0.0
Minderertrag % (kein KS)	6	9	14	9	1	2	11	10	23	0.1
Minderertrag % (Extremjahr)	23	16	24	17	5	7	36	30	51	0.1
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	5855	7826	5626	9255	6265	5306	4995	5399	1880	28960
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	5715	7186	5086	8835	6245	5286	4775	5179	1480	28940
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	4855	6026	4486	8255	6065	5106	4075	4479	760	28940
<b>Arbeitsstunden total pro Hektar (ohne Bewässerung)</b>										
Arbeitsstunden total pro Hektar (ohne Bewässerung)	45	298	59	215	57	62	44	119	54	835
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (IST 2020)	133	29	101	44	111	86	116	46	39	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	130	26	95	43	110	86	114	45	35	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	127	24	86	41	110	85	109	44	27	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	108	20	76	38	106	82	93	38	14	35
<b>moderate Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	310	1320	560	510	70	70	280	280	590	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	440	1870	1050	930	80	80	530	530	1040	20
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	1490	3090	1740	1650	410	410	1370	1370	2120	30
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	620	2640	1120	1020	140	140	560	560	1180	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	880	3740	2100	1860	160	160	1060	1060	2080	40
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	2980	6180	3480	3300	820	820	2740	2740	4240	60
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	6	28	13	62	1	1	6	4	45	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	8	39	25	112	1	1	12	8	78	8
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	28	65	41	199	4	6	31	20	160	12
Minderertrag % (konsequenter KS)	13	17	18	14	3	4	20	17	45	0
Minderertrag % (kein KS)	18	24	33	25	4	5	38	32	78	0.1
Minderertrag % (Extremjahr)	61	40	55	44	18	24	97	82	160	0.2
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	5375	5886	4866	8495	6165	5206	4535	4939	920	28960
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	5115	4786	3886	7655	6145	5186	4035	4439	20	28920
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	3015	2346	2506	6215	5485	4526	2355	2759	-2140	28900
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	119	20	82	40	108	84	103	42	17	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	114	16	66	36	108	84	92	37	0	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	67	8	42	29	96	73	54	23	-40	35

Tabelle 22: Deckungsbeiträge biologische Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 2.50/m<sup>3</sup>

Wasserpreis in Fr/m <sup>3</sup> (BIO)	2.5									
Kultur	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Soblumen	Eiweisserb	Soja	Kunstwiese	Reben
Erträge dt/ha	45	164	75	450	24	24	32	24	100	7000
Preise inkl. Nebenprod. in Fr. /dt	108	94.7	84	16.57	190	140	88	140	26.5	5
Total Produktion (Ertrag x Preis)	4860	15530.8	6300	7456.5	4560	3360	2816	3360	2650	35000
Total Erlöse Fr./ha	7880	18031	8800	12057	8160	6960	6716	7260	3950	36600
Total Kosten Fr./ha	1885	9505	2814	2542	1855	1614	1621	1761	1850	7640
Total Deckungsbeitrag Fr./ha (inkl. Beiträge)	5995	8526	5986	9515	6305	5346	5095	5499	2100	28960
<b>minimale Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	70	350	180	130	20	20	50	50	110	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	140	670	450	340	30	30	160	160	310	10
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	570	1250	750	630	120	120	510	510	670	10
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	175	875	450	325	50	50	125	125	275	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	350	1675	1125	850	75	75	400	400	775	25
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	1425	3125	1875	1575	300	300	1275	1275	1675	25
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	2	9	5	20	0	0	1	1	10	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	3	18	13	51	0	1	5	3	29	5
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	13	33	22	95	2	2	14	9	63	5
Minderertrag % (konsequenter KS)	4	6	7	4	1	1	4	4	10	0.0
Minderertrag % (kein KS)	7	11	18	11	2	2	14	12	29	0.1
Minderertrag % (Extremjahr)	29	20	30	21	7	9	45	38	63	0.1
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	5820	7651	5536	9190	6255	5296	4970	5374	1825	28960
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	5645	6851	4861	8665	6230	5271	4695	5099	1325	28935
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	4570	5401	4111	7940	6005	5046	3820	4224	425	28935
Arbeitsstunden total pro Hektar (ohne Bewässerung)	45	298	59	215	57	62	44	119	54	835
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (IST 2020)	133	29	101	44	111	86	116	46	39	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	129	26	94	43	110	85	113	45	34	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	125	23	82	40	109	85	107	43	25	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	102	18	70	37	105	81	87	35	8	35
<b>moderate Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	310	1320	560	510	70	70	280	280	590	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	440	1870	1050	930	80	80	530	530	1040	20
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	1490	3090	1740	1650	410	410	1370	1370	2120	30
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	775	3300	1400	1275	175	175	700	700	1475	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	1100	4675	2625	2325	200	200	1325	1325	2600	50
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	3725	7725	4350	4125	1025	1025	3425	3425	5300	75
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	7	35	17	77	1	1	8	5	56	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	10	49	31	140	1	1	15	9	98	10
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	34	82	52	249	5	7	39	24	200	15
Minderertrag % (konsequenter KS)	16	21	22	17	4	5	25	21	56	0
Minderertrag % (kein KS)	23	30	42	31	4	6	47	39	98	0.1
Minderertrag % (Extremjahr)	77	50	69	55	22	31	122	102	200	0.2
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	5220	5226	4586	8240	6130	5171	4395	4799	625	28960
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	4895	3851	3361	7190	6105	5146	3770	4174	-500	28910
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	2270	801	1636	5390	5280	4321	1670	2074	-3200	28885
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	116	18	78	38	108	83	100	40	12	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	109	13	57	33	107	83	86	35	-9	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	50	3	28	25	93	70	38	17	-59	35

Tabelle 23: Deckungsbeiträge biologische Produktion mit Bewässerungskosten von Fr. 3.00/m<sup>3</sup>

Wasserpreis in Fr/m <sup>3</sup> (BIO)	3									
Kultur	Weizen	Kartoffeln	Körnermais	Rüben	Raps	Soblumen	Eiweisserb	Soja	Kunstwiese	Reben
Erträge dt/ha	45	164	75	450	24	24	32	24	100	7000
Preise inkl. Nebenprod. in Fr. /dt	108	94.7	84	16.57	190	140	88	140	26.5	5
Total Produktion (Ertrag x Preis)	4860	15530.8	6300	7456.5	4560	3360	2816	3360	2650	35000
Total Erlöse Fr./ha	7880	18031	8800	12057	8160	6960	6716	7260	3950	36600
Total Kosten Fr./ha	1885	9505	2814	2542	1855	1614	1621	1761	1850	7640
<b>Total Deckungsbeitrag Fr./ha (inkl. Beiträge)</b>	<b>5995</b>	<b>8526</b>	<b>5986</b>	<b>9515</b>	<b>6305</b>	<b>5346</b>	<b>5095</b>	<b>5499</b>	<b>2100</b>	<b>28960</b>
<b>minimale Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	70	350	180	130	20	20	50	50	110	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	140	670	450	340	30	30	160	160	310	10
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	570	1250	750	630	120	120	510	510	670	10
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	210	1050	540	390	60	60	150	150	330	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	420	2010	1350	1020	90	90	480	480	930	30
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	1710	3750	2250	1890	360	360	1530	1530	2010	30
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	2	11	6	24	0	0	2	1	12	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	4	21	16	62	0	1	5	3	35	6
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	16	40	27	114	2	3	17	11	76	6
Minderertrag % (konsequenter KS)	4	7	9	5	1	2	5	4	12	0.0
Minderertrag % (kein KS)	9	13	21	14	2	3	17	14	35	0.1
Minderertrag % (Extremjahr)	35	24	36	25	8	11	54	46	76	0.1
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	5785	7476	5446	9125	6245	5286	4945	5349	1770	28960
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	5575	6516	4636	8495	6215	5256	4615	5019	1170	28930
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	4285	4776	3736	7625	5945	4986	3565	3969	90	28930
<b>Arbeitsstunden total pro Hektar (ohne Bewässerung)</b>	<b>45</b>	<b>298</b>	<b>59</b>	<b>215</b>	<b>57</b>	<b>62</b>	<b>44</b>	<b>119</b>	<b>54</b>	<b>835</b>
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (IST 2020)	133	29	101	44	111	86	116	46	39	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	129	25	92	42	110	85	112	45	33	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	124	22	79	40	109	85	105	42	22	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	95	16	63	35	104	80	81	33	2	35
<b>moderate Bewässerung</b>										
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (konsequenter KS)	310	1320	560	510	70	70	280	280	590	0
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (kein KS)	440	1870	1050	930	80	80	530	530	1040	20
Verbrauch Wasser m <sup>3</sup> /ha (Extremjahr)	1490	3090	1740	1650	410	410	1370	1370	2120	30
Zusatzkosten Fr./ha (konsequenter KS)	930	3960	1680	1530	210	210	840	840	1770	0
Zusatzkosten Fr./ha (kein KS)	1320	5610	3150	2790	240	240	1590	1590	3120	60
Zusatzkosten Fr./ha (Extremjahr)	4470	9270	5220	4950	1230	1230	4110	4110	6360	90
Minderertrag dt/ha (konsequenter KS)	9	42	20	92	1	2	10	6	67	0
Minderertrag dt/ha (kein KS)	12	59	38	168	1	2	18	11	118	12
Minderertrag dt/ha (Extremjahr)	41	98	62	299	6	9	47	29	240	18
Minderertrag % (konsequenter KS)	19	25	27	21	5	6	30	25	67	0
Minderertrag % (kein KS)	27	36	50	37	5	7	56	47	118	0.2
Minderertrag % (Extremjahr)	92	60	83	66	27	37	146	122	240	0.3
Deckungsbeitrag Fr./ha (konsequenter KS)	5065	4566	4306	7985	6095	5136	4255	4659	330	28960
Deckungsbeitrag Fr./ha (kein KS)	4675	2916	2836	6725	6065	5106	3505	3909	-1020	28900
Deckungsbeitrag Fr./ha (Extremjahr)	1525	-744	766	4565	5075	4116	985	1389	-4260	28870
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (konsequenter KS)	113	15	73	37	107	83	97	39	6	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (kein KS)	104	10	48	31	106	82	80	33	-19	35
Deckungsbeitrag pro Akh Fr. (Extremjahr)	34	-2	13	21	89	66	22	12	-79	35

**Anhang 3 Tabellen mit den zusammengefassten Angaben zu den Auswirkungen aus der Begleitgruppenveranstaltung vom 3. Dezember 2020**