



Kanton Schaffhausen: Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz,
Landwirtschaftsamt
Gemeinden Neunkirch und Gächlingen

Pilotprojekt Nitratreduktion im Klettgau



**Kanton Schaffhausen: Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz,
Landwirtschaftsamt**

Gemeinden Neunkirch und Gächlingen

PILOTPROJEKT

NITRATREDUKTION IM KLETTGAU

Mai 2007

1.	Einleitung	8
1.1.	Grundwasser: Vitale Ressource	8
1.2.	Nitrat im Stickstoffkreislauf	9
1.3.	Der Handlungsbedarf	11
1.3.1.	Ökologie	11
1.3.2.	Gesundheit	12
1.3.3.	Lokale Situation	12
2.	Das Projekt	13
2.1.	Wasser für Neunkirch und Gächlingen	13
2.1.1.	Zweckverband Wasserversorgung Neunkirch-Gächlingen	13
2.1.2.	Beschrieb der Wasserversorgung	15
2.2.	Fokus Klettgau	15
2.3.	End of Pipe – Lösungen versus Massnahmen an der Quelle	18
2.4.	Gesuch an Bund	19
2.5.	Organisation und Umsetzung	19
2.5.1.	Institutionen	19
2.5.2.	Projektbegleitung	20
2.5.3.	Umsetzung	21
2.6.	Ziele	21
2.6.1.	Zielgruppen	21
2.6.2.	Strategische Ziele	22
2.6.3.	Operative Ziele	23
2.7.	Zeitliche Dimension	24
3.	Geologie	25
3.1.	Hydrogeologischer Hintergrund	25
3.1.1.	Geologie	25
3.1.2.	Grundwasserleiter	25
3.1.3.	Hydrogeologische Prozesse	26
3.1.4.	Bohrungen	26
3.2.	Zuströmbereich und Projektgebiet	26
3.3.	Systemmodelle & Prognosen	29
3.3.1.	Generelle Systemanalyse	29
3.3.2.	Nitratauswaschung aus dem Oberboden mittels NSIM	29
3.3.3.	Nitrattransport im ungesättigten Bereich	30
3.3.4.	Einfaches Bilanzmodell (Balmer – Prasuhn)	31
3.3.5.	Dynamische Modellierung der Nitratauswaschung	33
4.	Agronomie	35
4.1.	Analyse der möglichen Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung in der Landwirtschaft	35
4.2.	Strategie	39
4.3.	Das Massnahmenpaket zur Verringerung der Nitratauswaschung	39
4.4.	Ermittlung der Abgeltung für die Einzelmassnahmen	40

5.	Massnahmen & Umsetzung	43
5.1.	Wassernutzung	43
5.2.	Landwirtschaft	43
5.2.1.	Grundidee	43
5.2.2.	Nplus (pauschale Abgeltung des offenen Ackerlandes für alle Parzellen im Projekt-gebiet)	44
5.2.3.	Einzelmassnahmen, (EMPP, zusätzlich zu Nplus)	45
5.2.4.	Entwicklung der Vertragsflächen	47
5.2.5.	Betriebliche Erfolgskontrollen	49
5.2.6.	Betriebsökonomische Betrachtung	57
6.	Wasserqualität	59
7.	Öffentlichkeitsarbeit	61
7.1.	Öffentlichkeit, Landwirte	61
7.2.	Nitratpost	63
7.3.	Flurbegehungen mit den Landwirten	63
8.	Schlussfolgerungen & Empfehlungen	63
8.1.	Systemmodellierung	63
8.1.1.	Dynamische Modellierung	63
8.1.2.	Einfaches Bilanzmodell nach Balmer – Prashun	64
8.1.3.	Schlussfolgerungen Hydrogeologie	66
8.2.	Ursachen des Rückgangs der Nitratkonzentration im Wasser von Chrummyenlanden	66
8.2.1.	Potential der Reduktion der N - Verluste	66
8.2.2.	Messungen in Grundwasser des Klettgaus	67
8.2.3.	Schlussfolgerungen	67
8.3.	Der neue Massnahmenkatalog Landwirtschaft	68
8.4.	Ökonomische Aspekte	71
8.4.1.	Zahlen	71
8.4.2.	Optimales Szenario ab 2007	72
8.4.3.	Finanzielle Aspekte ab 2007	72
8.5.	Sind die Ziele des Projektes erreicht worden?	73
8.5.1.	Operative Ebene	73
8.5.2.	Übergeordnete Ebene	73
9.	Weiterführung des Projektes, Arbeiten ab 2007	74
9.1.	Weiterführung des Projektes	74
9.1.1.	Grundsatz	74
9.1.2.	Gesuch nach 62a GschG	74
9.2.	Vertiefung der Erkenntnisse des Pilotprojektes	74
10.	Bibliografie	75
11.	Impressum	76

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
ABBV	Ackerbaubeitragsverordnung
AKh	Arbeitskraftstunden
ALU	Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz
AP	Agrarpolitik
ART	Agroscope Reckenholz Tänikon, landw. Forschungsanstalten
BIO	Biologischer Landbau
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
DB	Deckungsbeitrag
DGVE	Düngergrossvieheinheiten
dt	Dezitonne
DZV	Direktzahlungsverordnung
EAWAG	Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz
EDI	Eidgenössisches Departement des Innern
EMPP	Einzelmassnahmen im Pilotprojekt (zusätzlich zu Nplus)
ETHZ	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
EU	Europäische Union
EVD	Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement
FiBL	Forschungsinstitut für biologischen Landbau
GB-Nummer	Grundbuch-Nummer
GIS	Geographisches Informationssystem
GS	Gewässerschutz
GSchG	Gewässerschutzgesetz
GVE	Grossvieheinheit
GW	Grundwasser
ha	Hektare
IP	Integrierte Produktion
K	Kalium
LA	Landwirtschaftsamt
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
mg/l	Milligramm pro Liter (meistens im Zusammenhang mit Nitratgehalt)
N	Stickstoff
Nplus	pauschale Abgeltung des offenen Ackerlandes
NO ₃ ⁻	Nitrat
NPK-Dünger	Stickstoff-Phosphor-Kali-Dünger
ÖLN	Ökologischer Leistungsnachweis
P	Phosphor
PG	Projektgebiet
PL	Projektleitung
PNA	Planungs- und Naturschutzamt
PW	Pumpwerk
SH	Schaffhausen
UNS	Umweltnaturwissenschaften
Z _u	Zuströmbereich

A Vorwort

Das Gebiet "Klettgau" wird geprägt durch die eigentliche, in der Breite stark variierende Klettgaurinne, nördlich begrenzt durch den Schaffhauser Randen und auf der Südseite durch die Ausläufer des Südrandens. Weil im Regenschatten des Schwarzwaldes gelegen, ist die mittlere Niederschlagsmenge - vor allem in den Frühlingsmonaten - tief. Dieses Faktum einerseits und die unterschiedlichen, meistens sehr fruchtbaren Böden andererseits sind die Hauptgründe für die traditionell vorherrschende, ackerbauliche Nutzung der Flächen in der Talsohle und an den seitlichen Hängen, soweit diese nicht mit Reben bestockt sind.

Seit dem 2. Weltkrieg bis in die 1990er Jahre hielten sich die Landwirte an die agrarpolitischen Vorgaben des Bundes, die unsere Landwirtschaft zur rationellen Produktion von Feldfrüchten auf allen Flächen anhielt, um bei den Nahrungsmitteln einen möglichst hohen Selbstversorgungsgrad zu erzielen. Dabei blieb der intensivere Einsatz von Hilfsstoffen (Handelsdüngern), sowie die stärkere Bearbeitung der Böden nicht ohne Folgen. Der Nitratgehalt im Trinkwasser stieg an.

Die Talsohle bildet mit ihrer Lockergesteinsfüllung einen für ihre Bewohner aber unverzichtbaren Grundwasserleiter. Deshalb erstaunt es nicht, dass das FiBL Mitte der 1980er Jahre die Publikation "Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser durch Anpassungsmassnahmen in der Landwirtschaft im Klettgau" vorlegte. Bereits bei diesem Projekt wurde auf die aktive Mitarbeit von Landwirten abgestellt. Weitere Studien, die im Rahmen des Interreg II EG/EU- Projektes "Entwicklungskonzeption Klettgaurinne" durchgeführt worden sind, folgten mit detaillierten Vorschlägen.

Mit der Schaffung einer gesetzlichen Grundlage seitens des Bundes (Art 62a, GschG) Ende der 90er Jahre, wurde die Sanierung von Nitratproblemgebieten ermöglicht. Nach intensiven Vorabklärungen und unter aktiver Mitarbeit der betroffenen Landwirte erfolgte im Jahr 2000, aufbauend auf den Erkenntnissen der vorstehend erwähnten Vorarbeiten, die Eingabe des "Pilotprojektes Nitratreduktion im Klettgau" an das BLW, welches am 11. September 2001 die Genehmigung verfügte.

Wir stehen nun am Schluss der ersten Projektphase, die nebst dem aufwändigen Erarbeiten von Grundlagenkenntnissen auch aufzeigte, dass unsere Landwirte willens sind, gemeinwirtschaftliche Leistungen in den Bereichen Gewässerschutz, Ökologie und Umweltschutz zu erbringen, wenn sie bei der Ausgestaltung der Prozesse mitwirken dürfen sowie eine angemessene Entschädigung erhalten. Herausragend in diesem Projektabschnitt ist der Grad der freiwilligen Mitarbeit der betroffenen Landwirte. Nach anfänglicher Überzeugungsarbeit und Miteinbezug in die Ausarbeitung schonender Anbauverfahren sowie bei der Anstellung von Versuchen, welche die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen überprüfen, ist es gelungen, knapp 75 % der Flächen innerhalb des Projektperimeters unter Vertrag zu nehmen.

In der zweiten Projektphase geht es im Wesentlichen um die Konsolidierung der Nitratsituation bzw. der Weiterabsenkung des Nitratgehalts im Projektgebiet. Ein wichtiger Meilenstein ist erreicht: Wasser aus der Fassung Chrummenlanden fliesst wieder aus den Hahnen der Gemeinden Neunkirch und Gächlingen!

Wir danken an dieser Stelle allen, die zum Gelingen dieses Projektes beigetragen haben.

Die Projektleitung

Neunkirch, Gächlingen, 11. Mai 2007

B Kurzfassung

In den vergangenen dreissig Jahren wurde in für die Trinkwasserversorgung genutzten Grundwasserfassungen im schaffhausischen Klettgau ein Anstieg der Nitratkonzentrationen auf über 50 mg NO₃⁻/l festgestellt. Der heutige Toleranzwert nach schweizerischem Lebensmittelrecht liegt bei 40 mg NO₃⁻/l. Angestrebtes Qualitätsziel ist gemäss der schweizerischen Gewässerschutzverordnung 25 mg NO₃⁻/l. Nitrat gelangt zudem aus dem Grundwasser in die Oberflächengewässer (z.B. Rhein) und trägt dort zur Eutrophierung (übermässiges Pflanzenwachstum) bei. Davon betroffen ist insbesondere die Nordsee, wo Stickstoff der wachstumslimitierende Faktor ist.

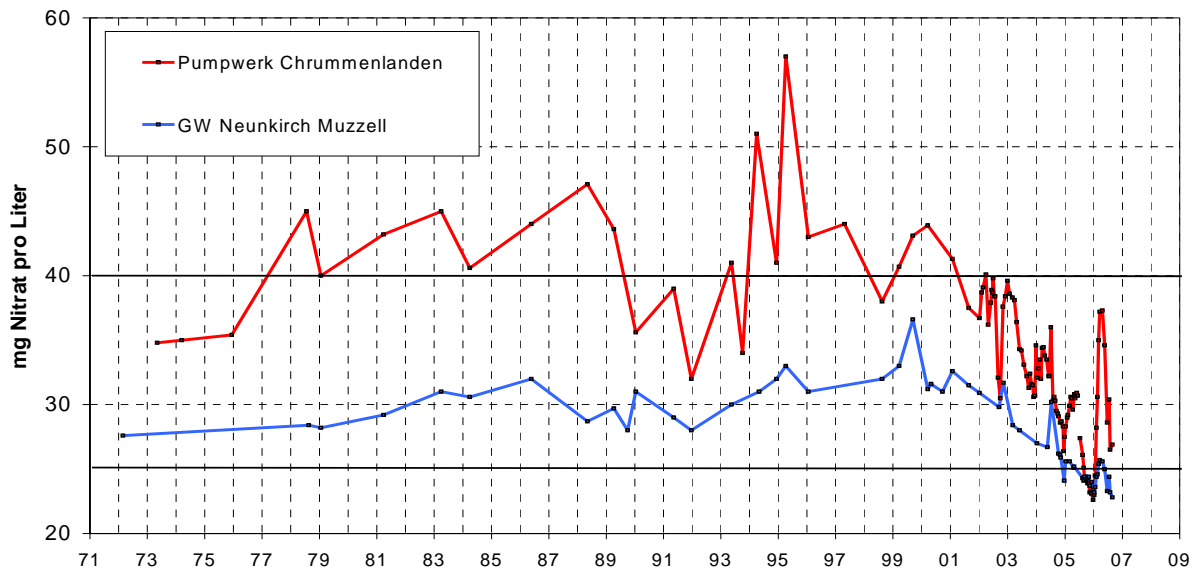
In der 1998 abgeschlossenen grenzüberschreitenden INTERREG II-Studie "Entwicklungskonzeption Klettgaurinne" wurde für den Klettgau schwergewichtig das Gefährdungspotential für die Nitratauswaschung durch die Landwirtschaft in Abhängigkeit unterschiedlicher Nutzungs-, Düngungs-, Bodenbearbeitungs- und Anbausystem-Varianten analysiert. Mit den Erkenntnissen der INTERREG II-Studie haben die Behörden des Kantons Schaffhausen die einzelnen Zuströmbereiche der Grundwasserfassungen im Klettgau ausgeschieden und dann das im Jahre 1972 erstellte Pumpwerk Chrummenlanden im Raume Siblingen / Gächlingen / Neunkirch für ein umfassendes "Pilotprojekt Nitratreduktion im Klettgau" zur Umsetzung von Art. 62a GSchG ausgewählt.

Mit dem Projekt wurde folgende Zielsetzung verfolgt:

- Sensibilisierung der Bevölkerung für einwandfreies Trinkwasser.
- Sanierung sowohl des Grundwassers des Pumpwerks Chrummenlanden als auch der Widenquellen in den Gemeinden Neunkirch und Gächlingen. Jede Bürgerin und jeder Bürger soll jederzeit und ohne Bedenken ab dem Hahnen und der Brunnenröhre trinken können.
- Reduktion der Nitratfracht ins Grund- und Oberflächenwasser vor Ort und in den stromabwärts liegenden Gebieten vom Landkreis Waldshut bis hin zur Nordsee. Entwicklung und Erprobung von zukunftsfähigen Nitrat-Reduktionsstrategien.
- Erhaltung der Produktionsgrundlagen der lokalen Landwirte.
- Substanzieller Beitrag, um zukünftig innerhalb eines integralen Wasserverbundes möglichst vielen Wasserbezügern im Klettgau gesundes, nitratarmes Trinkwasser zu liefern.

Für die Durchführung des Pilotprojektes waren eine Reihe von Vorarbeiten zu leisten. So stellte das zur Diskussion stehende Gebiet besondere Herausforderungen an die Erkundung der Hydrogeologie. Mittels des Einsatzes von Modellen konnten Prognosen über die Wirkung von landwirtschaftlichen Massnahmen abgeschätzt werden. Zusammen mit den betroffenen Landwirten wurde ein Massnahmenpaket konkretisiert. Im September 2001 wurde das Pilotprojekt gestartet. Auf insgesamt 267 Hektaren des 356 Hektaren umfassenden Projektgebiets ist mit dem Einsatz von jährlich durchschnittlich 250'000 Franken Ausgleichszahlungen nach Art. 62a GSchG umweltverträglicher produziert worden.

Das Projekt ist ein Erfolg. Hier die Entwicklung der Nitratkonzentration seit 1973 im Brunnen Chrummenlanden:



Entwicklung der Nitratgehalte der beiden GW-Pumpwerke der Wasserversorgung Neunkirch – Gächlingen

Ab September 2005 konnte das Wasser von Chrummenlanden wieder als Trinkwasser genutzt werden. Die Begrenzung der Nitratbelastung im Grundwasser über landwirtschaftliche Massnahmen hat sich im Falle des Grundwassereinzugsgebietes Chrummenlanden im Klettgau als eine ökologisch wie auch ökonomisch sinnvolle und vorteilhafte Lösung erwiesen.

Der Rückgang der Nitratkonzentration im Zeitraum 2000 bis 2006 in allen Grundwässern des Klettgaus ist auf die in den 90er-Jahren erfolgte IP-Produktion sowie auf die Einführung des Ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) des Agrarpakets 2002 im Jahr 1999 zurückzuführen. Mit der entsprechend hydrogeologisch bedingten Verzögerung wirkten sich die Massnahmen nach IP und ÖLN auf die Nitratzahlen aus. In Chrummenlanden kommen zur ÖLN-bedingten Basisreduktion die Massnahmen des Pilotprojekts zum Tragen. Die Quantifizierung wie viel AP 2002 und wieviel das Pilotprojekt zur Nitratreduktion beitragen, kann heute noch nicht gelingen.

Das Projekt soll nun ab 2007, da die Bedeutung von Chrummenlanden zentral ist, für weitere sechs Jahre fortgeführt werden. Begleitend dazu sind wissenschaftliche Arbeiten und Anstrengungen in Richtung einer integralen nachhaltigen Entwicklung der Region Klettgau geplant.

PILOTPROJEKT NITRATREDUKTION IM KLETTGAU

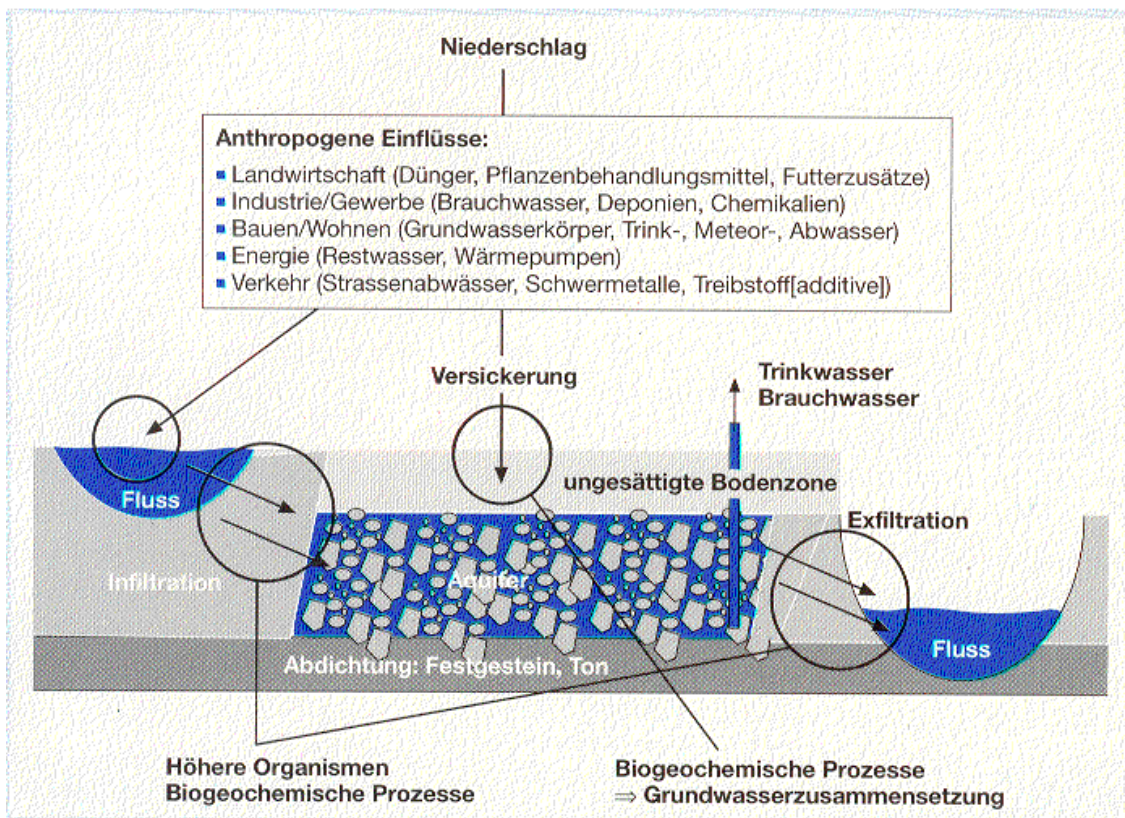
1. Einleitung

1.1. Grundwasser: Vitale Ressource

Grundwasser spielt in der Schweiz als Trinkwasserressource und Teil des Wasserkreislaufs eine wichtige Rolle. Grundwasser bildet einen qualitativ und quantitativ zentralen Bestandteil des globalen Wasserkreislaufs: Das Kompartiment zeichnet sich durch eine lange Verweilzeit und einen grossen Mengenanteil aus.

Grundwasser entsteht dadurch, dass Niederschläge versickern oder Wasser im Uferbereich von Oberflächengewässern (Flüsse, Seen) in den Untergrund infiltriert. Bei der Bodenpassage im Bereich der ungesättigten Zone wird das Grundwasser durch physikalische, chemische und mikrobiologische Prozesse positiv oder negativ verändert (Figur 1).

Im Gegensatz zu Oberflächengewässern fliesst Grundwasser generell zumeist mit sehr viel niedrigeren Fließgeschwindigkeiten. In Kies (Korngrössen 2 – 63 mm) beträgt die Durchgangszeit zwischen 5 – 20 m/Tag, in feinporigeren Sedimenten wie Sand (Korngrössen 0,063 – 2 mm) nur etwa 1 m/Tag, da Kapillar- und Porensaugkräfte das nutzbare Porenvolumen verringern.



Figur 1: Grundwasser als Teil des Wasserkreislaufs: Schematische Darstellung der bei der Grundwasserbildung wesentlichen Faktoren Infiltration, Sättigung und Exfiltration.

Über 80 Prozent des Schweizer Trinkwassers stammen aus dem Grundwasser. Dieses kann in der Schweiz als qualitativ hochwertig bezeichnet werden: Fast die Hälfte kann direkt, das heisst ohne jede Behandlung, ins öffentliche Trinkwassernetz abgegeben werden. Weitere 40 Prozent bedürfen nur einer einfachen präventiven Desinfektion. Nur gerade 13 Prozent müssen einer mehrstufigen Aufbereitung unterzogen werden.

Der Wasserverbrauch im Mittelland muss mit der Grundwasserneubildung übereinstimmen. Die nachhaltige Nutzung des Grundwassers bedarf somit eines Ressourcenmanagements.

In der Gewässerschutzgesetzgebung findet sich ein Vorschriftenbündel zum Schutze der genutzten Wasser.

Die rechtliche Konkretisierung auf der Basis des ursprünglichen Konzeptes zum Schutze des Trinkwassers aus Grundwasser, welches z. B. mittels Schutzzonen vor allem der Verschmutzung durch Fäkalien und Störfälle (Ölunfälle) vorbeugen sollte, hat sich zur Bewältigung dieser Probleme bewährt. Um den Schutz auch gegenüber nicht oder schwer abbaubaren und im Untergrund mobilen Chemikalien zu gewährleisten, musste als neues Element des Grundwasserschutzes jedoch der sogenannte Zuströmbereich eingeführt werden.

Der Zuströmbereich (Z_u) einer Trinkwasserfassung umfasst das Gebiet, aus dem etwa 90 % des gefassten Wassers stammen. Er soll, verbunden mit den notwendigen Massnahmen, gewährleisten, dass Stoffe, die im Boden nicht genügend abgebaut oder zurückgehalten werden, im Grund- oder Quellwasser nur noch in einer unbedenklichen Konzentration nachgewiesen werden können.

1.2. Nitrat im Stickstoffkreislauf

Stickstoff (N) tritt in verschiedenen chemischen Formen auf (vgl. Figur 2 "Stickstoffkreislauf"): Einerseits als lebensnotwendiger Nährstoff, andererseits als Schadstoff (Nitrat, Nitrit, Ammoniak, Bestandteil von Feinstaub etc.) für Menschen, Tiere und Pflanzen. Zudem schädigt die Summe aller Stickstoff-Formen, die durch menschliche Aktivitäten emittiert werden, terrestrische und aquatische Ökosysteme. Die Folgen dieser Überdüngung sind die Reduktion der natürlichen Artenvielfalt, Grossalgenteppiche in artenreichen Wattenmeeren (Nordsee) sowie negative Auswirkungen auf die Wälder, Moore, Heiden und Magerwiesen. Nebst dem Verkehr, der Industrie und den Privathaushalten trägt insbesondere die Landwirtschaft mit ihrer Kulturtechnik zur Ankurbelung des Stickstoffflusses bei.

Mit dem Beitritt der Schweiz zum "Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks" (OSPAR)¹ im Jahr 1994 verpflichtete sich diese wie die anderen Mitgliedstaaten zur Durchführung konkreter Massnahmen zur Verhütung und Beseitigung der Meeresverschmutzung des Nordostatlantiks als Folge menschlicher Aktivitäten. Im Vordergrund stehen die hohen Stickstoffeinträge über die grossen Flüsse (u.a. Rhein) in die Nordsee. In der Folge hat 1996 die von der Vorsteherin des EDI und vom Vorsteher des EVD eingesetzte "Projektgruppe Stickstoffhaushalt Schweiz" die Situation analysiert und in ihrem Bericht "Strategie zur Reduktion von Stickstoffemissionen"² postuliert:

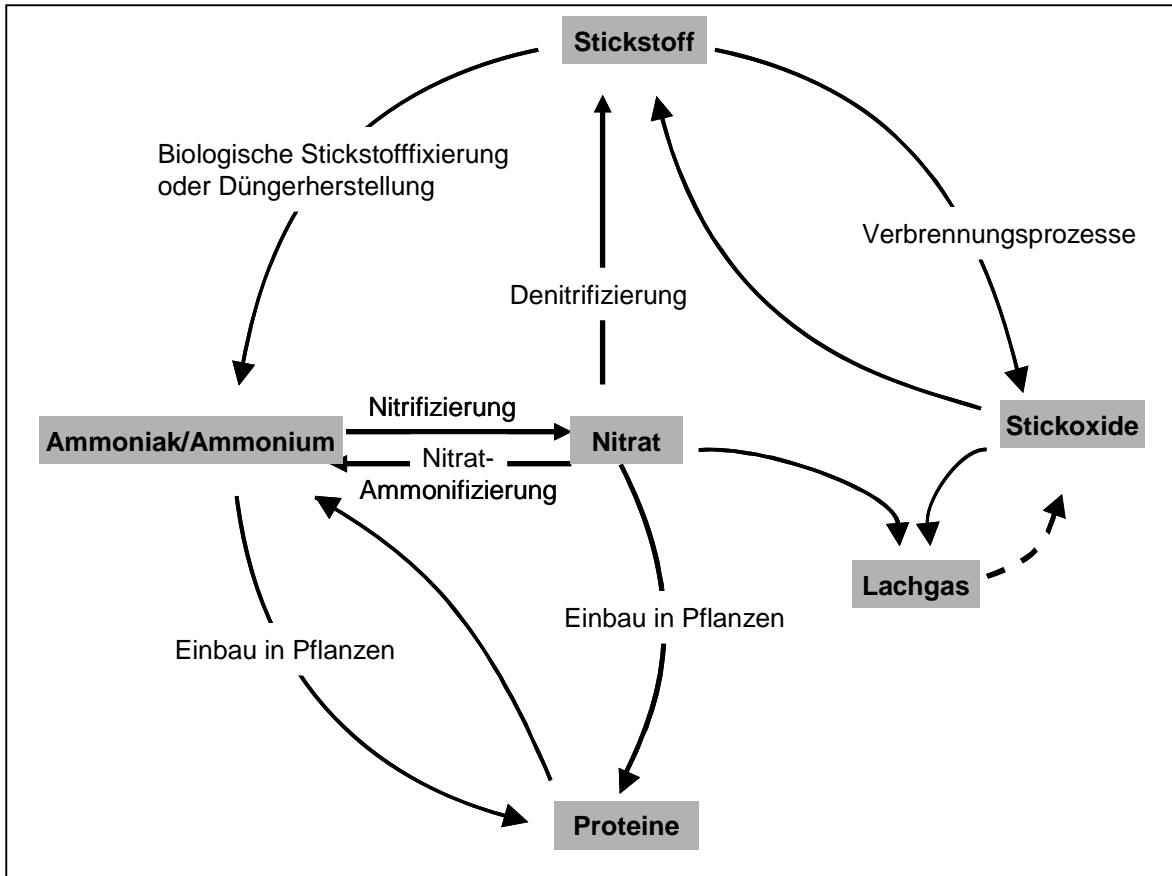
1. Die einzelnen Verbindungen im Stickstoffkreislauf dürfen nicht isoliert betrachtet werden, denn sie können über natürliche chemische Reaktionen ineinander umgewandelt werden und werden über meteorologische und hydrologische Prozesse in der Luft, im Wasser und im Boden verfrachtet.
2. Die Stickstoffkreisläufe sind stärker zu schliessen, was u.a. heisst, dass die N-Verluste minimiert werden sollen. Europaweit gilt es die Stickstoffflüsse auf ein tieferes Niveau zu bringen.

Die Projektgruppe unterstützte die konsequente Umsetzung der damals geplanten Agrarreform 2002 und schlug ergänzende Massnahmen vor. Untersuchungen der Universität Zürich und des Instituts für Agrarökonomie der ETHZ haben damals gezeigt, dass Massnahmen in der Landwirtschaft pro Tonne emittierten Stickstoffs volkswirtschaftlich weitaus billiger zu stehen kommen als zusätzliche Massnahmen in den Bereichen Gewässerschutz und Lufthygiene. Eine weitere Konsequenz des Strategieberichts war die Einführung von Art. 62a ins eidg. Gewässerschutzgesetz, der es erlaubt, lokal Nitratprobleme im Grundwasser anzugehen.

¹ OSPAR, 1993. Ministerial Meeting of the Oslo and Paris Commissions, Paris, 21-22 September 1992. Oslo and Paris Commissions, London 1993.

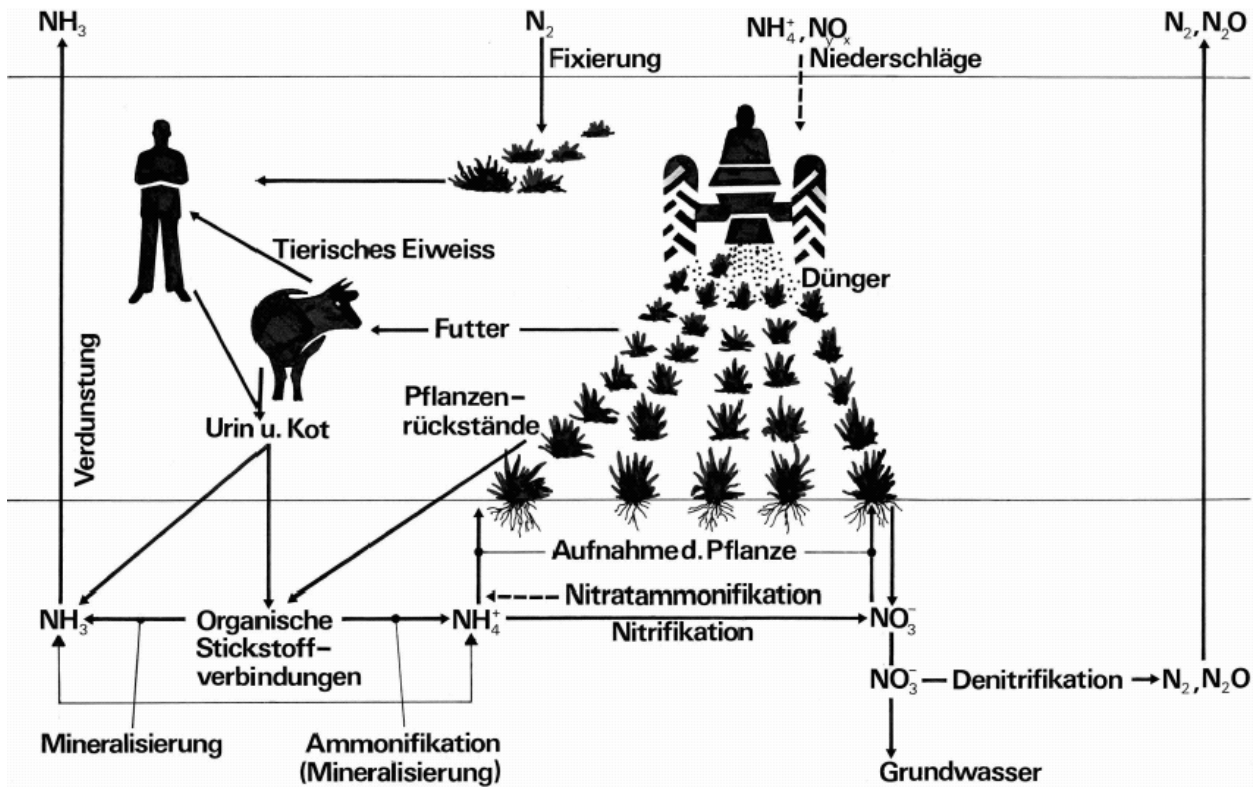
² Biedermann R. et al.: Strategie zur Reduktion von Stickstoffemissionen. Herausgegeben von BUWAL und BLW. BUWAL Schriftenreihe Umwelt Nr. 273, Bern 1996

Nitrat (NO_3^-) selber ist die Schlüsselsubstanz im komplexen Stickstoffkreislauf, in den der Mensch durch mannigfaltige Aktivität eingreift. Dabei ist Nitrat ein oxidativer "Endpunkt" des Kreislaufs. Das bedeutet – auf Grund der Naturgesetze –, dass alle emittierten Stickstoffformen früher oder später irgendwo als Nitrat auftauchen. Daher ist Nitrat als integraler Indikator für vielerlei menschliche Eingriffe in den natürlichen Kreislauf und deren potenziell schädliche Folgen anzusehen.



Figur 2: Der Stickstoffkreislauf mit den chemisch und toxikologisch relevanten Stickstoffspezies Ammoniak/Ammonium ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$), Nitrat (NO_3^-), Lachgas (N_2O) und Stickoxide (NO_x).

In der Landwirtschaft gelangt Stickstoff organisch gebunden (verrottende Pflanzenteile als Basis des Humus, Kompost) als Ammonium (aus Gülle, Mist) oder über Mineraldünger in den Boden und wird dort von Bakterien in für Pflanzen verfügbares Nitrat umgebaut (Figur 3). Nitrat ist einer der für Pflanzen notwendigen Nährstoffe. Die im Boden verfügbare Menge Nitrat kann von den Pflanzen selten vollständig aufgenommen werden. Nitrat ist äusserst gut wasserlöslich und somit wird das überschüssige Nitrat mit den versickernden Niederschlägen ins Grundwasser ausgewaschen und belastet unsere Trinkwasserressourcen. Je intensiver der Boden bearbeitet wird, desto höher ist in der Regel die Nitratauswaschung, da mit jeder Bodenbearbeitung die Mineralisierung der organischen Substanz im Boden angeregt wird, was wiederum Stickstoff freisetzt. Im Grundwasser ist Nitrat eine der wichtigsten der nicht oder schwer abbaubaren Substanzen. Viele Pflanzen speichern Nitrat in grösseren Mengen vor allem bei Überangebot. Insbesondere in den lichtarmen Monaten wird es im Blattgewebe gespeichert und führt zu erhöhten Werten in bestimmten Gemüse und Salaten.



Figur 3: Der Stickstoffkreislauf in der Landwirtschaft mit Nitrat als chemisch (oxidativer Endpunkt) zentrale Stickstoffverbindung.

1.3. Der Handlungsbedarf

1.3.1. Ökologie

Nitrat gelangt aus dem Grundwasser in die Oberflächengewässer (z.B. Rhein) und trägt dort zur Eutrophierung (übermässiges Pflanzenwachstum) bei. Davon betroffen ist insbesondere die Nordsee, wo Stickstoff der wachstumslimitierende Faktor ist.

Zusätzlich kann ein hoher Nitratgehalt im Grundwasser ein Hinweis auf die Intensität der landwirtschaftlichen Praxis sein. Im Wasser könnten problematische und viel schwieriger nachzuweisende Stoffe (z.B. Pestizide) vorhanden sein.

Generell gilt, neben öko- und humantoxikologischen Überlegungen, das Vorsorgeprinzip: Anthropogene Verunreinigungen sind möglichst zu vermeiden.

1.3.2. Gesundheit

Zu viel Nitrat in Gemüse und im Trinkwasser kann zu einer gesundheitlichen Gefährdung führen. Im vierten Schweizerischen Ernährungsbericht³ vom Mai 1998 hält der Toxikologe des Bundesamtes für Gesundheit fest, dass die exogene Nitratzufuhr, insbesondere über das Trinkwasser, so tief wie möglich zu halten und unnötig hohe Nitratgehalte beim Gemüse zu vermeiden sind. Massnahmen, die dazu führen könnten, dass die Bevölkerung weniger Gemüse konsumiert, müssten aber vermieden werden. Im Jahr 2002 sind die relativ strengen schweizerischen Toleranzwerte für Nitrat in Gemüse gelockert worden. Gleichzeitig hat die EU im Gegensatz zur Schweiz die Werte verschärft und weitere Senkungen der Höchstwerte angekündigt.

³ BAG (Hrsg.): Vierter Schweizerischer Ernährungsbericht, 1998

Neuere amerikanische epidemiologische Studien zeigen bezüglich Nitratgehalt im Trinkwasser auf, dass ein Zusammenhang mit dem Krebsrisiko besteht. Sowohl der Nitratstoffwechsel im menschlichen Körper als auch die Entstehung von Krebs sind äusserst komplexe und teilweise noch ungeklärte Vorgänge. Fest steht nach Ansicht von führenden Toxikologen, dass die toxikologischen Grundlagen keine Entwarnung in der Nitratfrage zulassen.⁴

1.3.3. Lokale Situation

In den vergangenen dreissig Jahren wurde in für die Trinkwasserversorgung genutzten Grundwasserfassungen im Klettgau ein Anstieg der Nitratkonzentrationen auf bis über 50 mg NO₃⁻ /l festgestellt. Der heutige Toleranzwert nach schweizerischem Lebensmittelrecht liegt bei 40 mg NO₃⁻ /l. Angestrebtes Qualitätsziel ist gemäss der schweizerischen Gewässerschutzverordnung 25 mg NO₃⁻ /l. Diese hohen Nitratwerte im Klettgauer Grundwasser waren einer der Ausgangspunkte für die Durchführung etlicher wissenschaftlicher Studien und Projekte, die sich mit verschiedenen Problembereichen der Region Klettgau beschäftigten.

⁴ B. Spiegelhalder, DKFZ Heidelberg, Workshop Nitrat als Schlüsselsubstanz in der Umwelt und Ernährung, Bern 4. Mai 2001

2. Das Projekt

2.1. Wasser für Neunkirch und Gächlingen

2.1.1. Zweckverband Wasserversorgung Neunkirch-Gächlingen

Die 2600 Einwohner der Gemeinden Neunkirch und Gächlingen sind bezüglich Trinkwasser von zwei Grundwasserbrunnen abhängig. Was Gächlingen anbetrifft, wurden aus mikrobiologischen Gründen im Zeitraum 1960 bis 1974 sämtliche Quellen vom Netz genommen und dann grundsätzlich auf die Nutzung des Lockergesteinsgrundwassers umgestellt. Die Gächlinger Berghöfe sind im Jahre 1992 an die Wasserversorgung Schleithem-Silstig angeschlossen worden, damit wurde gleichzeitig der Notfall-Verbund von Schleithem nach Gächlingen und Neunkirch geschaffen.

In Neunkirch liefert das 1922 südlich der Bahnlinie am nördlichen Rand der damals noch bestehenden Kiesgrube erstellte Pumpwerk Muzell stets einwandfreies, sauberes Trinkwasser. Quellen werden nicht genutzt. Hingegen besteht eine alte Stadtbrunnenwasserversorgung, auch Niederdrucknetz bezeichnet. Das für die Mehrzahl der Stadtbrunnen genutzte Wasser entstammt den Quellen in Widen. Da dieses Wasser als Trinkwasser nicht geeignet ist, wurden die städtischen Brunnen entsprechend gekennzeichnet.



Bild 1: Städtlibrunnen in Neunkirch gekrönt mit Modell der Bergkirche. Von der Widenquelle gespiesen.

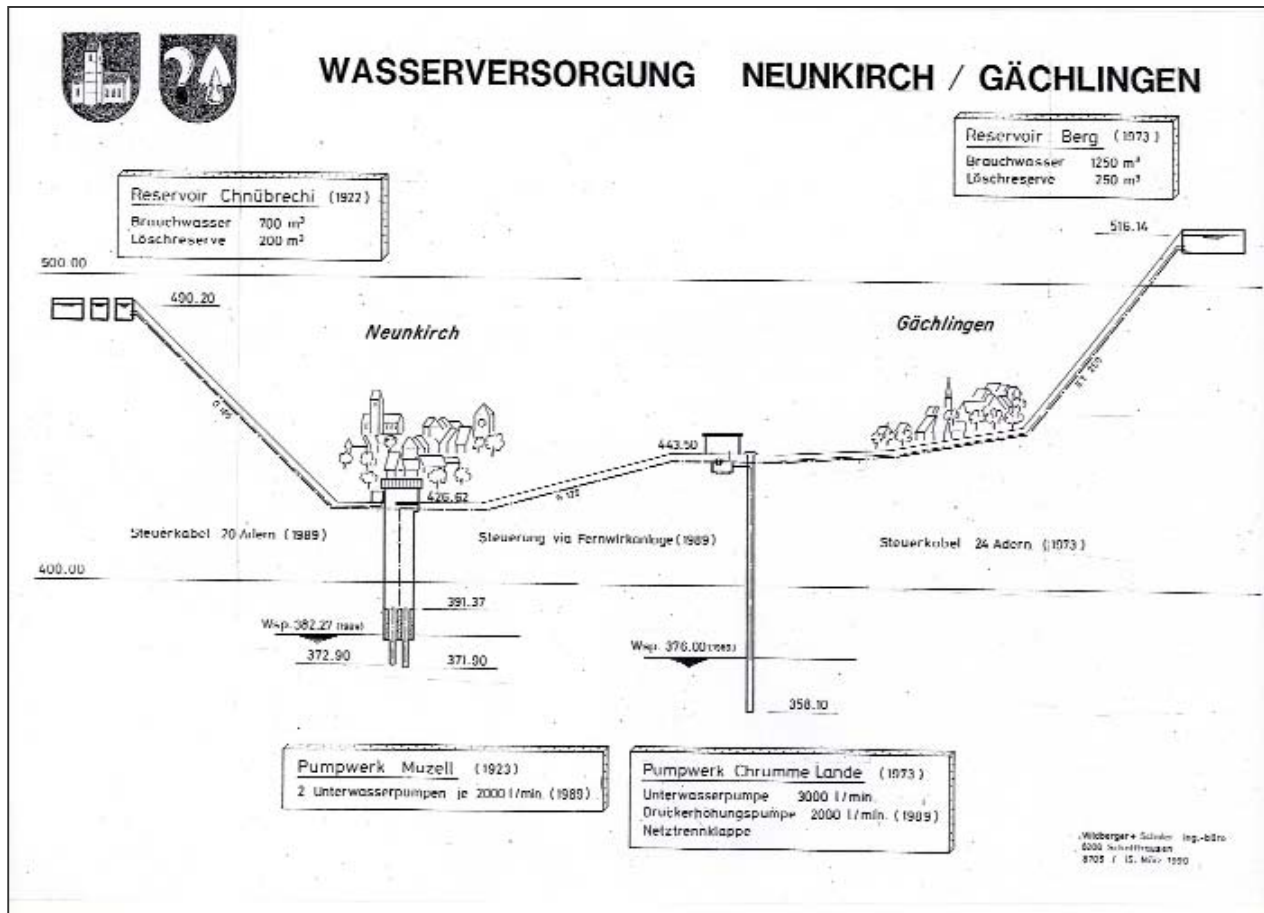
Um die langfristige Versorgung von Neunkirch und Gächlingen sicherzustellen, wurde 1970 der "Zweckverband Wasserversorgung Neunkirch-Gächlingen" gegründet. Der Ausbau der Wasserversorgung umfasste den Neubau des Reservoirs "am Berg" Gächlingen sowie den Bau des Grundwasserpumpwerks Chrummenlanden auf Neunkircher Gemarkung. Leider gab der anfänglich, d.h. 1973, noch deutlich unter dem heutigen Toleranzwert liegende Nitratgehalt bereits fünf Jahre später Probleme: Bis 1990 und später wieder ab 1994 überschritt er ständig die 40 mg/l - Marke.

1921/22	GW-Pumpwerk Muzell erstellt.
1.9.1935	Neunkirch liefert Gächlingen Grundwasser.
nach 1949	Erweiterung GW-Pumpwerk.
1960 ff.	Wasserverbund Zweckverband Beringen bis Trasadingen (9 Gemeinden) diskutiert, kommt aber nicht zustande.
1969 ff.	Gemeinsame Planung der Gemeinden Neunkirch und Gächlingen.
1970	Gründung "Zweckverband Wasserversorgung Neunkirch-Gächlingen".
1973	In Chrummenlanden Nitrat deutlich unter Toleranzwert.
1974 ff.	Chrummenlanden liefert Wasser.
1978	Verschlechterung der Nitratwerte.
1989	GW-Pumpwerk Muzell renoviert.
1990	Chrummenlanden liefert wegen Nitratproblem immer weniger Wasser.
1995	Höchstwert Nitrat Chrummenlanden: 50 bis 55 mg/l.
1995 ff.	Wasserversorgung mit Muzell sichergestellt; Chrummenlanden liefert weniger als 10 % des Bedarfs.
2001	Beginn des Pilotprojekts Nitratreduktion im Klettgau.
2005	Chrummenlandenwasser kann wieder voll genutzt werden.

Tabelle 1: Geschichte der Wasserversorgung Gächlingen-Neunkirch

In Figur 4 ist die Situation der Wasserversorgung Neunkirch/ Gächlingen schematisch wiedergegeben. Die Leitungen sind so ausgelegt, dass beide Gemeinden sowohl vom Grundwasserpumpwerk Muzell als auch vom Grundwasserpumpwerk Chrummenlanden allein versorgt werden können. Die Anlage ist heute erneuerungsbedürftig. Einerseits soll das Reservoir "Chnübrecchi" aufgegeben werden und das gemeinsame Reservoir Berg muss zukünftig sowohl die Bedürfnisse der Gemeinden Gächlingen und Neunkirch als auch die Funktion als Talzonenbehälter für einen späteren regionalen Verbund abdecken können. Andererseits ist eine Erneuerung der Steuerungen notwendig.

2.1.2. Beschrieb der Wasserversorgung



Figur 4: Schema der Wasserversorgung Neunkirch / Gächlingen (Faksimile-Abdruck des Schemas im Pumpwerk Chrummenlanden)

Die konzessionierte Menge für die Entnahme von Wasser aus dem Brunnen Chrummenlanden beträgt 3 m³ pro Minute, also 4'320 m³ pro Tag. Theoretisch könnten somit ganzjährig über 700'000 m³ gepumpt werden (12 Stunden pro Tag pumpen). Effektiv sind in den Jahren 2002 bis 2006 durchschnittlich 280'000 m³ Wasser in den Pumpwerken Muzell und Chrummenlanden gefördert worden (siehe auch Tabelle 19). Diese Förderung genügte, um Neunkirch und Gächlingen mit Trinkwasser zu versorgen. Der Wasserverbrauch der beiden Gemeinden beträgt somit 300 Liter pro Kopf und Tag. Dieser kann noch reduziert werden, da das Netz von Gächlingen sehr undicht ist.

2.2. Fokus Klettgau

In den Jahren 1970 bis 1995 hat sich aufgrund der Vorgaben der damals aktuellen Agrarpolitik (Ausrichtung von Anbauprämien für Futtergetreide und Körnermais, allgemeine Hangbeiträge, Produktionsdruck durch finanzielle Abnahmegarantie der Ackerprodukte durch den Bund) und aufgrund abnehmender Tierzahlen im Kanton Schaffhausen, ein starker Wandel in der Bodennutzung vollzogen: Abnahme des Dauergrünlandes, Abnahme des Kunstwiesenanteils (Kleegras/Luzernegras) und allgemeine Intensivierung der Düngung. Diese Veränderungen sind mitverantwortlich für die erhöhten Nitratwerte im Grundwasser.

Der Tierbesatz liegt im Kanton Schaffhausen mit 0,7 bis 0,9 DGVE (Düngergrössvieheinheiten) pro ha auf einem niedrigen Niveau. Die Verteilung dieser Düngermengen im Untersuchungsgebiet ist in Bezug auf das Nitrat auswaschungsrisiko gesamthaft gesehen als unproblematisch zu bezeichnen, sofern diese gleichmässig verteilt werden.

Im Durchschnitt wurden bis Mitte der Neunzigerjahre im Untersuchungsgebiet (Projektgebiet und Zuströmbereich) 120 kg N/ha ausgebracht. Davon sind 74 kg mineralischer und 46 kg organischer Stickstoff. Die Unterschiede sind von Betrieb zu Betrieb recht gross. Verglichen mit den mittleren Stickstoffdüngungsangaben nach der Düngungsanleitung der eidgenössischen Forschungsanstalten wurde in 13 von 20 ausgewerteten Pflanzenbauverfahren (Fruchtfolgen) die Normdüngung im Mittel über- und nur in einem Fall unterschritten. Dank verschiedenen Anstrengungen, insbesondere der Betriebsberatung, ist seit 1996 die Nährstoffbilanz ausgeglichen.

Erstmals 1984 wurde das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) in der Klettgauebene aktiv. Erste Untersuchungen ergaben, dass es im Gebiet "ökologische Defizite" unter anderem "erhöhte Nitratgehalte im Grundwasser" gab. In der Folge wurde die Modell-Studie "Agrar-Ökologisches Projekt Klettgau" erarbeitet.⁵ Schon zu Beginn der 90er-Jahre legten Landwirte im Klettgau erste Hecken an. Sie hatten entsprechende Verträge mit dem Planungs- und Naturschutzamt (PNA) des Kantons abgeschlossen.

In der 1998 abgeschlossenen grenzüberschreitenden INTERREG II-Studie "Entwicklungskonzeption Klettgaurinne"⁶ wurde für den südwestlich von Schaffhausen liegenden Klettgau schwergewichtig das Gefährdungspotential für die Nitratauswaschung durch die Landwirtschaft in Abhängigkeit unterschiedlicher Nutzungs-, Düngungs-, Bodenbearbeitungs- und Anbausystem-Varianten analysiert. Als Variablen zur Veränderung des Stickstoffhaushalts wurden Landnutzung, Düngung, Bodenbearbeitung und Anbausysteme diskutiert und die Möglichkeiten zu deren Beeinflussung im Sinne der Nitratreduktion bewertet. Als Ergebnis wurde ein Katalog vorgelegt, der bereits damals Massnahmen enthielt, die über diejenigen hinausgingen, die in der "Agrarpolitik 2002" vorgeschlagen wurden. Die einzelnen Massnahmen wurden hinsichtlich Effizienz und Kosten/Nutzen - Verhältnis bewertet.

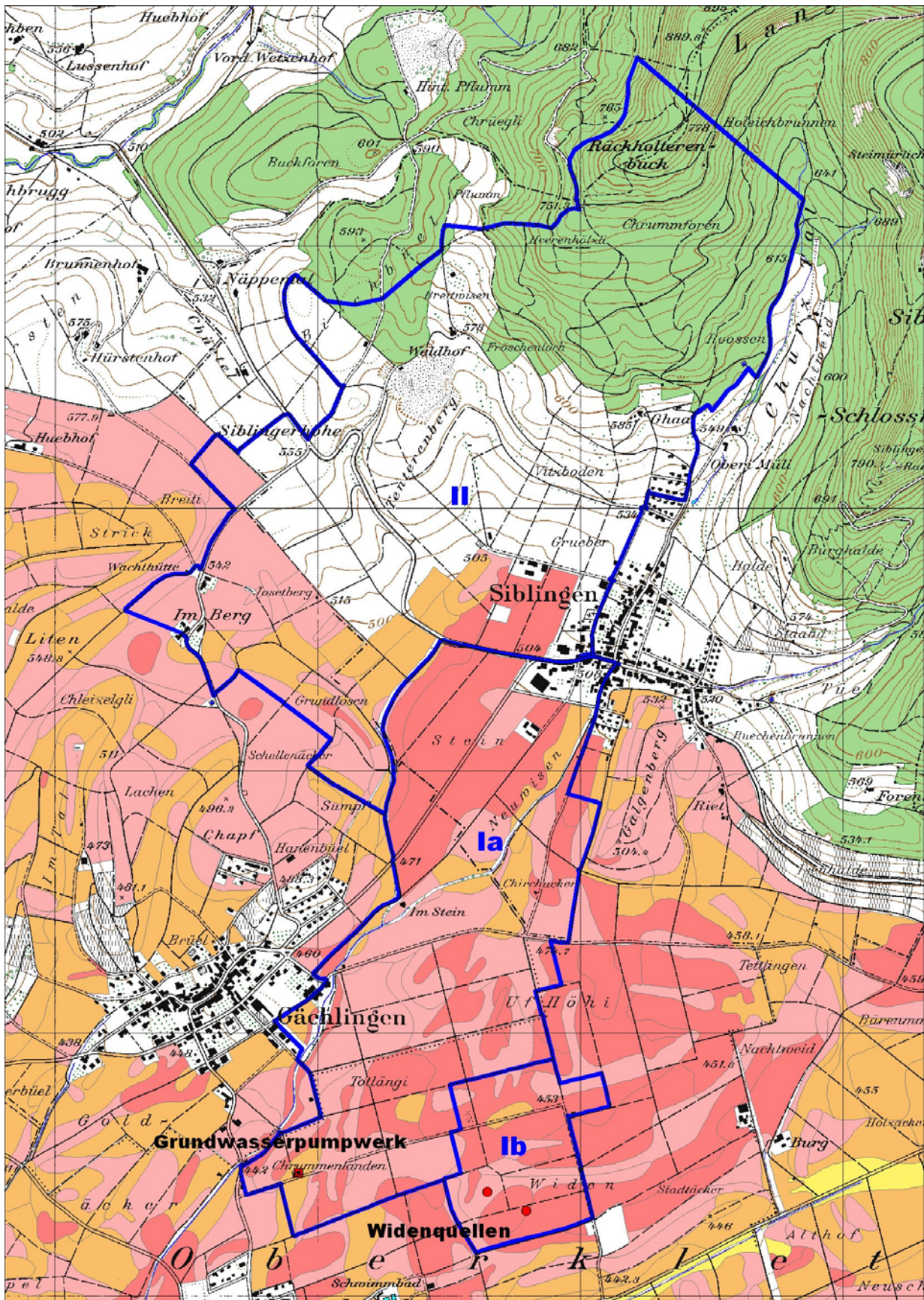
Mit den Erkenntnissen der INTERREG II-Studie haben die kantonalen Behörden die einzelnen Zuströmbereiche im Klettgau ausgeschieden und dann eine Grundwasserfassung für ein umfassendes Pilotprojekt ausgewählt. Dies zur Erprobung der Vorgehensweise und der Umsetzung sowie zur Evaluation der Wirksamkeit von Massnahmen an der Quelle.

Das Pilotprojekt "Nitratreduktion im Klettgau" dient als Modellfall für die Umsetzung der Nitratstrategie des Bundes im Kanton Schaffhausen. Als Projektgebiet wurde der Zuströmbereich der Grundwasserfassung "Chrummenlanden" im Raume Siblingen / Löhningen / Gächlingen / Neunkirch gewählt (siehe Figur 5). Aufgrund der Lage, relativ nahe am Rand des Lockergesteins-Grundwasservorkommens der Klettgau-Rinnenschotter, stellt dieses Gebiet besondere Herausforderungen an die Hydrogeologie.

Das Projekt bietet die Chance, Erfahrungen zu sammeln in einem Zuströmbereich, der von starken Randzuströmen gespiesen wird. Ziel ist es, zukünftig über das Pilotprojekt hinaus über einen integralen Wasserverbund möglichst vielen Wasserbezüglern im Klettgau gesundes, nitratarmes Trinkwasser anzubieten. Die Bedeutung von Chrummenlanden ist somit zentral.

⁵ N. Hufschmid, A. Zehnder, C. Tuerler, H. Suter: Agrar – ökologisches Projekt "Klettgau", FiBL, Oberwil 1987

⁶ R. Biedermann, W. Pabst, K. Regli, H. Roth, R. Scholz: Entwicklungskonzeption Klettgaurinne, Schlussbericht, Trägerschaft Interreg II EG/EU 1998



Figur 5: Projektgebiet des Pilotprojekts "Nitratreduktion im Klettgau" mit dem Pumpwerk Chrummenland und den Widenquellen. Blau umrandet ist der Zuströmbereich des PW Chrummenland mit der Unterteilung in die einzelnen Projektgebiete Ia, Ib, II. Die Flächenfarben geben das Nitrat auswaschungsrisiko wieder. Rot: hoch, hellrot: mittel, gelb: tief, weiss: keine Grundlagen vorhanden.

Mittels umfangreichen Modellierungen (siehe Kapitel 3.3.) wurde die Problematik mit dem Fokus Chrummenlanden angegangen.

Die Projektorganisation hat zudem H. Balmer⁷ von der EAWAG beauftragt, auf eine einfache Art und als Plausibilitätskontrolle die Effekte der landwirtschaftlichen Massnahmen auf den Nitratgehalt der Fassung Chrummenlanden mit einem Modell abzuschätzen. H. Balmer hat in seinem Gutachten empfohlen, dass im Rahmen der regionalen Wasserversorgungsplanung aufgezeigt wird, wo und in welcher Menge das Wasser aus Chrummenlanden künftig gebraucht wird, und in welchen anderen Fassungen unter Umständen die Förderleistung reduziert wird.

Nach diesen Vorarbeiten im Juli 2000 reichte der Kanton das Gesuch für ein „Pilotprojekt Nitratreduktion im Klettgau“ beim Bund ein, in dem neue Bestimmungen der Gewässerschutzgesetzgebung im Kanton Schaffhausen und der Artikel 62a des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) in die Praxis umgesetzt werden sollten.

2.3. End of Pipe – Lösungen versus Massnahmen an der Quelle

Für den Fall Chrummenlanden wurde ein Vergleich zwischen den Aufwendungen der landwirtschaftlichen Massnahmen und verschiedenen Varianten der Trinkwasseraufbereitung zur Elimination von Nitrat angestellt.⁸ Die technischen Möglichkeiten zur Nitratentfernung aus dem Grundwasser sind vielfältig, aber allesamt recht aufwändig.

Als End of Pipe - Lösungen bestehen heute verschiedene Verfahren zur Nitratelimination in der Trinkwasseraufbereitung. Es sind dies die Biologische Dentrifikation, Membranprozesse wie z.B. die Umkehrosmose, Elektrodialyse oder der Ionenaustausch.

Die spezifischen Kosten pro m³ produziertes Wasser sind stark von der Anlagengrösse abhängig. Die im Bereich der Konzessionsmenge von Chrummenlanden von 4300 m³ pro Tag resultierenden Kosten schwanken je nach vorgesehener Technik in einem breiten Rahmen. Einschliesslich der Entsorgungskosten der anfallenden Abwassermengen betragen die spezifischen Kosten für die Nitratelimination zwischen 0.40 und 0.80 Fr/m³. Im Vergleich zu den Kosten landwirtschaftlicher Massnahmen von 0.15 bis 0.20 Fr/m³ (bezogen auf die Konzessionsmenge) sind die Kosten zur Nitratelimination durch Aufbereitung zwei- bis vierfach höher.

Massnahmen an der Quelle lohnen sich somit nicht nur aus ökonomischer Sicht. Der zusätzliche ökologische Gewinn motiviert die Projektbeteiligten hier zu investieren.

⁷ H. Balmer: Effekte der landwirtschaftlichen Massnahmen nach GSchG Art. 62a auf den Nitratgehalt der Grundwasserfassung "Chrummenlanden" im Klettgau (SH), EAWAG 2001

⁸ U. Fenner: Gegenüberstellung alternativer Lösungen der Nitratproblematik im Grundwasser des Klettgau SH, EAWAG, Dübendorf, 2000

2.4. Gesuch an Bund

Um in den Genuss von Abgeltungen nach Art. 62 a GSchG zu kommen, war ein umfangreiches Verfahren notwendig. In Tabelle 2 ist dies chronologisch wiedergegeben.

1998 - 2000	Vorbereitungen, Abklärungen, Untersuchungen durch ETHZ, EAWAG, Oekogeo, Auswertung Interreg-II-Studien.
23.6.2000	Einreichung Projektunterlagen ans Bundesamt für Landwirtschaft.
21.7.2000	Nachreichung von Präzisierungen und Ergänzungen
6.9.2000	Erste Besprechung in Bern zwischen Andreas Zehnder (Landw. Amt SH) und Michel Fischler (BLW).
14.9.2000	Schreiben des BLW an den Kanton SH, erste Bemerkungen zum Projekt, unklare, fehlende und verbesserungsfähige Punkte werden aufgelistet.
17.11.2000	Sitzung in Schaffhausen zwischen BLW und Kanton SH zur Klärung von Fragen.
20.12.2000	Schreiben des BLW an den Kanton SH mit Liste der noch fehlenden Gesuchsunterlagen.
Februar 2001	Unterlagen werden nachgeliefert.
Juni 2001	Verfügensentwurf des BLW trifft ein, Kanton SH gibt Kommentar ab liefert weitere Unterlagen nach.
11.9.2001	Definitive Genehmigungsverfügung des BLW, formeller Start des Projekts.

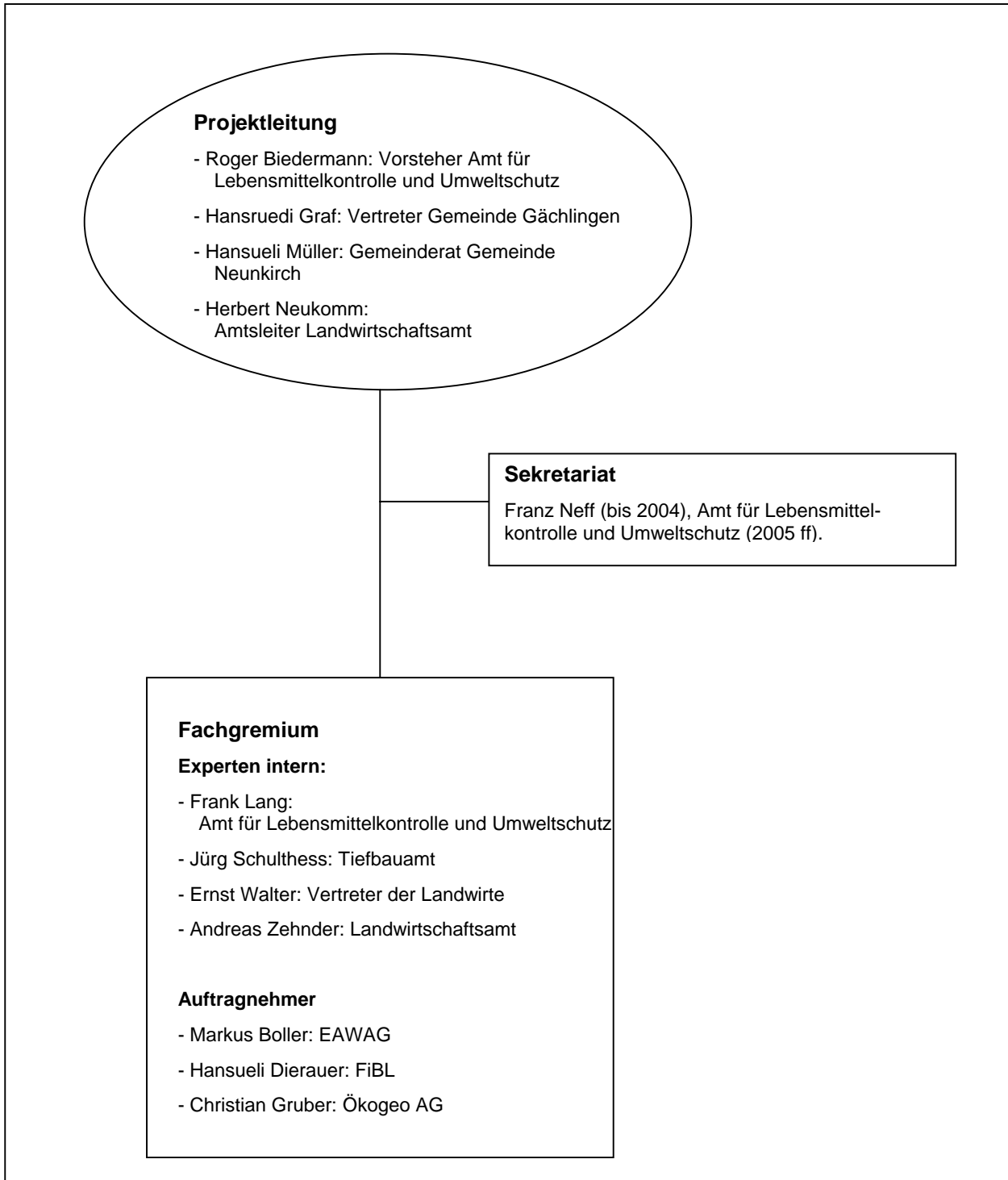
Tabelle 2: Ablauf der Gesuchseinreichung beim Bund

2.5. Organisation und Umsetzung

2.5.1. Institutionen

Die Projektorganisation ist in Figur 6 wiedergegeben. Die strategische Ausrichtung des Projekts liegt bei der Projektleitung (PL), deren Besetzung bis ins Jahr 2005 konstant blieb. Am 1. Oktober 2005 löste Kurt Seiler Roger Biedermann ab. Der Vorsitz der Projektleitung wechselt alle zwei Jahre. In den Jahren 2005 bis 2006 hält diesen Sitz Hansueli Müller inne. Geführt wurde das Sekretariat bis 2004 von Franz Neff, ab 2005 ging man auf eine interne Lösung über.

Die Projektgruppe besteht aus Mitgliedern verschiedener Fachgremien, d.h. aus internen Fachexperten und externen Auftragnehmern. Bis 2003 wurde das kantonale Tiefbauamt durch Johannes Hörler vertreten. Auf Seiten der externen Auftragnehmer arbeiteten Franz Neff (Scheidegger und Partner, Baden) und Olaf Tietje (UNS-ETH, Zürich) am Projekt mit. Die EAWAG war, unter der Leitung von Markus Boller, mit folgenden Personen engagiert: Hartmuth Stuess, Micha Sigrist, Hans Balmer, Karim Abaspour, Werner Aeschbach. Vom ALU haben, zum Teil mit bedeutendem Engagement, Urs Burkhardt, Florian Erzinger, Theo Kübler, Susanne Pfenninger und Hubert Traber mitgearbeitet.



Figur 6: Organisatorische Gliederung der projektbegleitenden Institutionen. Stand Herbst 2005

2.5.2. Projektbegleitung

Zentrales Element des Pilotprojekts ist, dass die Verpflichtung der Landwirte zur Reduktion des Nitratinputs aus ihren Feldern in den Grundwasserleiter auf freiwilliger Basis erfolgt, die Verträge werden im gegenseitigen Einvernehmen unterzeichnet. Dennoch beteiligten sich Ende 2006 bereits mehr als 75 % der Betriebe am Pilotprojekt.

Dazu beigetragen hat sicher die gute Information der Landwirte und deren persönliche Beratung durch das FiBL und das LA. Ebenso war es für die Landwirte attraktiv am Pilotprojekt teilzunehmen, weil die Anwendung der Massnahmen betriebsbezogen in Zusammenarbeit mit den Betroffenen eruiert wurde. Eine Massnahmenverfügung wurde, obwohl das Recht dies zuliesse, in dieser Phase des Projekts nie erlassen, da schon heute ein sehr beachtlicher Anteil der Flächen

unter Vertrag stehen. Andreas Zehnder hat den genauen Ablauf der für die Umsetzung notwendigen Verfahren separat beschrieben.⁹



Bild 2: R. Biedermann und H.U. Müller vor dem Grundwasserpumpwerk Chrummenlanden

2.5.3. Umsetzung

In Kapitel 2.5.1. ist aufgezeigt worden, dass verschiedene Personen inner- und ausserhalb der kantonalen Verwaltung Schaffhausens in das Projekt involviert sind. Für den Einsatz dieser Leute wurden entsprechende Mittel reserviert. Nach Vollkostenrechnung sind somit hunderttausende von Franken für hydrologische Abklärungen, Analytik, Beratung usw. in dieses Pilotprojekt geflossen.

2.6. Ziele

2.6.1. Zielgruppen

- Klettgauer Gemeinden: Die Bevölkerung von Neunkirch und Gächlingen erwartet, dass ihr Trinkwasser in einer sehr guten Qualität dargereicht wird. Alle Bewohner der Klettgaurinne (Schweiz und Deutschland) wollen, dass dem Vorsorgegedanken zum Durchbruch verholfen wird.
- Landwirte: Mit produktionstechnischen Massnahmen, die über den ÖLN hinausgehen, soll die Nitratauswaschung auf ein Minimum reduziert werden. Dazu sind die Fruchtfolge und der Input an Düngern und insbesondere die Intensität der Bodenbearbeitung anzupassen. Die Ertragserwartungen müssen dem geringeren Input entsprechend nach unten korrigiert werden.
- Wissenschaft: Die Grundwasserqualität hängt über eine Vielzahl von komplexen Prozessen mit der landwirtschaftlichen Tätigkeit im Einzugsgebiet zusammen. Diese Zusammenhänge sollen durch die wissenschaftliche Begleitung des Projektes weiter erhellt werden, um in Zukunft noch gezieltere Massnahmen zur Sanierung von belasteten Wasserfassungen und genauere Voraussagen (Modelle) über den Sanierungserfolg treffen zu können.

⁹ A. Zehnder: Vollzugsschema des Pilotprojekts Nitratreduktion im Klettgau mit den beiden kooperierenden Instanzen Landwirte und Kanton.

2.6.2. Strategische Ziele

Im Jahr 2000 wurde von der Projektleitung folgende Zielsetzung festgelegt:

1. In den Gemeinden des Schaffhauser Klettgaus soll eine Bewusstseinsbildung in allen Bevölkerungskreisen angestrebt werden, durch welche die gemeinsame Verantwortung am Trinkwasser wahrgenommen wird.
2. In den Gemeinden Neunkirch und Gächlingen sollen sowohl das Grundwasser des Pumpwerks "Chrummyland" als auch die Widenquelle saniert werden. Jede Bürgerin und jeder Bürger soll jederzeit und ohne Bedenken ab dem Hahn und der Brunnenröhre trinken können.
3. Generell muss zukünftig die Nitratfracht ins Grund- und Oberflächenwasser vor Ort und in den stromabwärts liegenden Gebieten (vom Landkreis Waldshut bis hin zur Nordsee) reduziert werden. Am Pilotprojekt sollen modellhaft zukunftsfähige Reduktionsstrategien entwickelt und erprobt werden.
4. Die Produktionsgrundlagen der lokalen Landwirte, d. h. die Bodenqualität und der Grundwasserspiegel als Produktionsbasis, müssen langfristig erhalten bleiben oder gar aufgewertet werden.
5. Die Wasserversorgung des Klettgaus soll langfristig in einem möglichen Wasserverbund gesichert werden.



Bild 3: Einer der Dorfbrunnen in Gächlingen, von der Wasserversorgung Neunkirch - Gächlingen gespeisen

2.6.3. Operative Ziele

Durch die Praxis einer standortgerechten Landwirtschaft, wie sie von der neuen Agrarpolitik in der Schweiz (AP 2002) verlangt wurde, war generell eine Reduktion der Grundbelastung mit schädlichen Substanzen zu erwarten. Allerdings ist es zum vornherein klar, dass zusätzliche Massnahmen nötig sind, um das für Trinkwasser angestrebte Qualitätsziel zu erreichen. Es ist zu beachten, dass eine messbare Verbesserung der Situation im Projektgebiet sich erst im Verlauf einiger Jahre einstellen wird, was auf die lange Verweilzeit des Nitrates im Boden aufgrund grosser Flurabstände des Grundwassers und dessen relativ geringer Fliessgeschwindigkeit zurückzuführen ist.

1. Das operative Ziel des Pilotprojekts "Nitratreduktion im Klettgau" ist die dauerhafte Unterschreitung des von der Lebensmittelgesetzgebung vorgegebenen Toleranzwertes von **40 mg NO₃ /l.** und langfristig die Erreichung des Qualitätszieles nach Gewässerschutzgesetzgebung von **25 mg NO₃ /l.** Wichtig ist dabei die Umsetzung von landwirtschaftlichen Massnahmen zur Verminderung von Nitratemissionen bei Erhaltung der Einkommenssituation der Landwirte.
2. Mittels finanzieller Unterstützung, Information und Beratung soll die freiwillige Mitwirkung der Landwirte im Projektgebiet, das nach agronomischen und hydrologischen Kriterien in zwei Räume (PG I und II) eingeteilt worden ist, erreicht werden.

Durch freiwillige Mitarbeit der bewirtschaftenden Landwirte sollen am Projekt beteiligt sein:

- Bis 2001 60 % der Flächen im Projektgebiet (PG I)
- bis 2002 75 % im PG I,
- bis 2003 60 % im PG II,
- bis 2004 75 % im PG II.

Diese Prioritäten sind auf Grund der geologischen Gegebenheiten bestimmt worden (siehe Kapitel 3.2.).

2.7. Zeitliche Dimension

In Tabelle 3 finden sich die entsprechenden Daten über den Ablauf des Projektes.¹⁰

1984 - 1986	"Agrarökologisches Projekt Klettgau", erste Massnahmen für die Reduktion des Nitrataustrages werden vorgeschlagen.
1987 - 1990	"Projekt Klettgau" mit ersten Verträgen zur Anlage von ökologischen Ausgleichsflächen.
1997 - 1998	In der Interreg-II-Fallstudie "Entwicklungskonzeption Klettgaurinne" wurde das Gefährdungspotential für die Nitratauswaschung in Abhängigkeit unterschiedlicher Nutzungs-, Düngungs-, Bodenbearbeitungs- und Anbausystem-Varianten analysiert. Es wird vorgeschlagen, ein Pilotprojekt für die Nitratreduktion zu lancieren.
1998 - 2000	Zusammen mit den Gemeinden Neunkirch und Gächlingen, der Firma Ökoge für geologische Abklärungen und dem FiBL als landw. Beratungsstelle sowie unterstützt durch EAWAG und ETHZ hat der Kanton Schaffhausen eine Projektorganisation aufgebaut. Die Grundwasserfassung Chrummenlanden und die Widenquellen in den Gemeinden Gächlingen und Neunkirch sollen in Bezug auf Nitrat saniert werden.
23. 6. 2000	Das Gesuch für das Projekt "Nitratreduktion im Klettgau" wurde beim Bundesamt für Landwirtschaft eingereicht, es erfolgen in den folgenden Monaten verschiedene Nachlieferungen von Unterlagen zum Projekt.
2000/2001	Bereits vor der Gesuchsgenehmigung werden die betroffenen Landwirte informiert, erste Bewirtschaftungsverträge werden, vorbehaltlich der Projektgenehmigung durch den Bund, für das Jahr 2001 abgeschlossen.
11. 9. 2001	Das Bundesamt für Landwirtschaft genehmigt das Projekt "Nitratreduktion im Klettgau" mittels Verfügung.
Ende 2001	Die ersten Beitragsauszahlungen werden vorgenommen, es werden laufend neue Verträge mit interessierten Landwirten abgeschlossen.
September 2005	Das Wasser von Chrummenlanden kann wieder als Trinkwasser genutzt werden.
2006	Es bestehen mit 46 Betrieben freiwillige Bewirtschaftungsverträge über 71.7 % des Projektgebietes. 20 % der Vertragsflächen werden als extensive Wiesen (davon drei Viertel auf stillgelegtem Ackerland) bewirtschaftet.

Tabelle 3: Zeitlicher Ablauf des "Pilotprojekts Nitratreduktion im Klettgau".

¹⁰ Übersicht über die entsprechenden Publikationen siehe Bibliografie

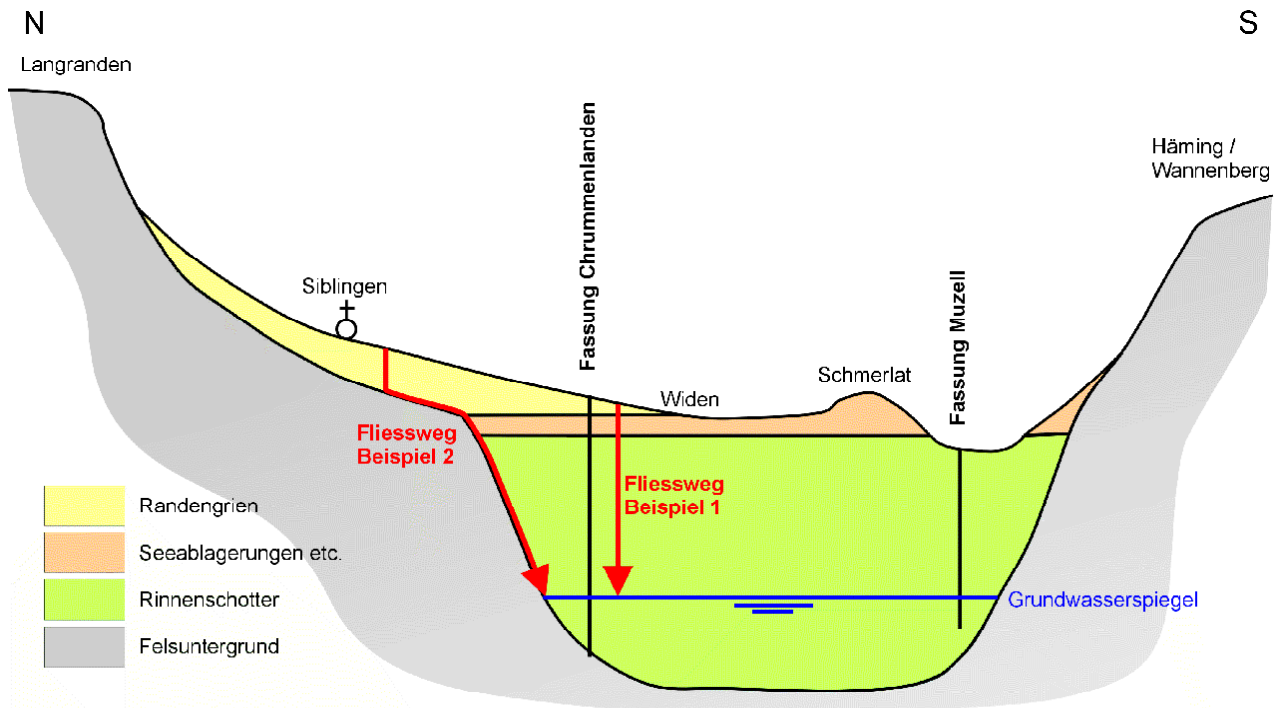
3. Geologie

3.1. Hydrogeologischer Hintergrund

3.1.1. Geologie

Das Projektgebiet liegt am nördlichen Rand der Klettgaurinne im Bereich des Siblinger Schuttfächers. Der Aufbau des Untergrundes ist aus Sondierbohrungen und der Auswertung von seismischen Profilen gut bekannt. Der eigentliche Grundwasserleiter ist der Rinnenschotter. Diese grobkörnigen, gut durchlässigen Kiese und Sande bilden den untersten Teil der Lockergesteinsfüllung der Klettgaurinne. Darüber folgen verschiedene feinkörnige, schlecht wasserdurchlässige Sedimente der so genannten glazilakustrischen Serie (Seeablagerungen etc. in Fig.7), die schliesslich vom so genannten Randengrien des Siblinger Schuttfächers überlagert werden. Der Grien besteht aus Kalkscherben in lehmiger Matrix.

Die Felsoberfläche entlang einem Nord-Süd-Profil durch das Projektgebiet verläuft in Siblingen und unmittelbar südlich davon wenige Meter unter der Oberfläche. Etwa 1 km südlich des Dorfs Sibilingen taucht die Felsoberfläche rasch nach Süden auf ein Niveau von 350 m ü.M. ab (siehe Figur 7). Sie kann in der näheren Umgebung der Fassung bis auf die Höhe von 310 m ü. M. abfallen. Das möglicherweise recht ausgeprägte Relief der Felsoberfläche in dieser Tiefe ist aber nicht im Detail bekannt.



Figur 7: Schema der Fließwege im Profil des Untergrundes beim Zuflussbereich der Grundwasserfassung Chrummenlanden.

3.1.2. Grundwasserleiter

Die Rinnenschotter der Klettgaurinne bilden den Grundwasserleiter für das im Klettgau genutzte und auch im Pumpwerk Chrummenlanden erschlossene Grundwasser. Das Pumpwerk liegt auf einer Höhe von 443 m ü. M.; der Wasserspiegel befindet sich auf durchschnittlich 382 m ü. M. und kann um mehrere Meter schwanken. Die erschlossene Grundwassermächtigkeit beträgt etwa 27 m.

Im Bereich des Siblinger Schuttfächers existiert zudem ein zweites, höher gelegenes Grundwasserstockwerk mit den Seeablagerungen der glazilakustrischen Serie als Stauer. Dieses Grundwasser weist nur eine geringe Mächtigkeit auf und ist möglicherweise auch nicht flächendeckend vorhanden. Da es aber in den Widenquellen zutage tritt und für die Speisung von Laufbrunnen in Neunkirch verwendet wird, hat es doch eine gewisse Bedeutung.

3.1.3. Hydrogeologische Prozesse

Für die Grundwasserneubildung im Projektgebiet sind vor allem zwei Prozesse wesentlich: Nördlich des Rinnenrandes gelangt versickerndes Wasser bis zur Felsoberfläche und fließt entlang dieser nach Süden in die Rinnenschotter (Fließweg Beispiel 2, Figur 7). Weiter südlich, im Bereich der Rinne, wo die stauenden Sedimente der glazilakustrischen Serie vorhanden sind, sammelt sich versickerndes Wasser zunächst auf diesem Stauer und fließt erst später und möglicherweise an wenigen Stellen konzentriert in die tieferen Rinnenschotter ab (Fließweg Beispiel 1, Figur 7). Die Auswirkungen dieser Mechanismen auf die Verweilzeit des Wassers im Untergrund sind im Abschnitt 3.3.3. erläutert.

Die Rate der Grundwasserneubildung kann in Abhängigkeit von Topografie, Vegetation und Bodentyp örtlich und zeitlich stark schwanken. Als Durchschnittswert für das Projektgebiet können 350 Liter pro m² und Jahr angenommen werden.

Im Jahr 1999 wurden aus sieben Grundwasserbrunnen Proben entnommen und von der EAWAG auf die Umwelttracer Tritium, Helium-Isotope und Freone analysiert. Während die Freonwerte keine aussagekräftigen Resultate ergaben, konnte aufgrund der Tritium/Helium-Verhältnisse die mittlere Grundwasser-Aufenthaltszeit im Rinnenschotter mit 3 bis 6 Jahren bestimmt werden.¹¹ In einer durch die Hydroisotop parallel durchgeführten Messreihe wurde die mittlere Verweilzeit aufgrund der Tritiumgehalte mit 5 bis 10 Jahren bestimmt. Im Rahmen dieser Messungen wurden auch Sauerstoff- und Stickstoffisotope gemessen. Die Resultate zeigten, dass das Nitrat im Grundwasser hauptsächlich aus Nitrat - Mineraldüngern und in zweiter Linie aus der Nitrifikation von Ammonium stammt.¹²

Für die Ausscheidung des Projektgebietes musste eine scharfe Abgrenzung für das Einzugsgebiet des Pumpwerks Chrummenlanden angenommen werden. In Wirklichkeit fördert das Pumpwerk aber auch einen gewissen Anteil Wasser, der von Osten im Rinnenschotter zufließt. Umgekehrt fließt ein Teil des Wassers aus dem Einzugsgebiet am PW Chrummenlanden vorbei nach Westen ab. Mangels konkreter Kenntnisse dieser Gegebenheiten konnten diese Prozesse quantitativ nicht bewertet werden. Aufgrund der heutigen Kenntnisse stammt das geförderte Wasser jedoch zum überwiegenden Teil aus dem Einzugsgebiet im Siblinger Randen.

3.1.4. Bohrungen

Zu Beginn des Projektes war nicht bekannt, ob die Sedimente der glazilakustrischen Serie flächendeckend vorhanden sind und tatsächlich als Stauer für ein oberes Grundwasserstockwerk wirken. Zur weiteren Klärung dieser Frage wurde 300 m nordöstlich des PW Chrummenlanden eine Sondierbohrung bis auf das Niveau des vermuteten Stauers abgeteuft und dort, rund 30 m über dem Niveau des unteren Grundwasserspiegels, abgebrochen. In dieser Bohrung wurde die glazilakustrische Serie mit zwei dünnen Grundwasser führenden Schichten angetroffen. Dieses Grundwasser entspricht in seiner Zusammensetzung etwa dem Wasser der Widenquellen. Die Bohrung lieferte damit eine Bestätigung der oben beschriebenen Modellvorstellung.

3.2. Zuströmbereich und Projektgebiet

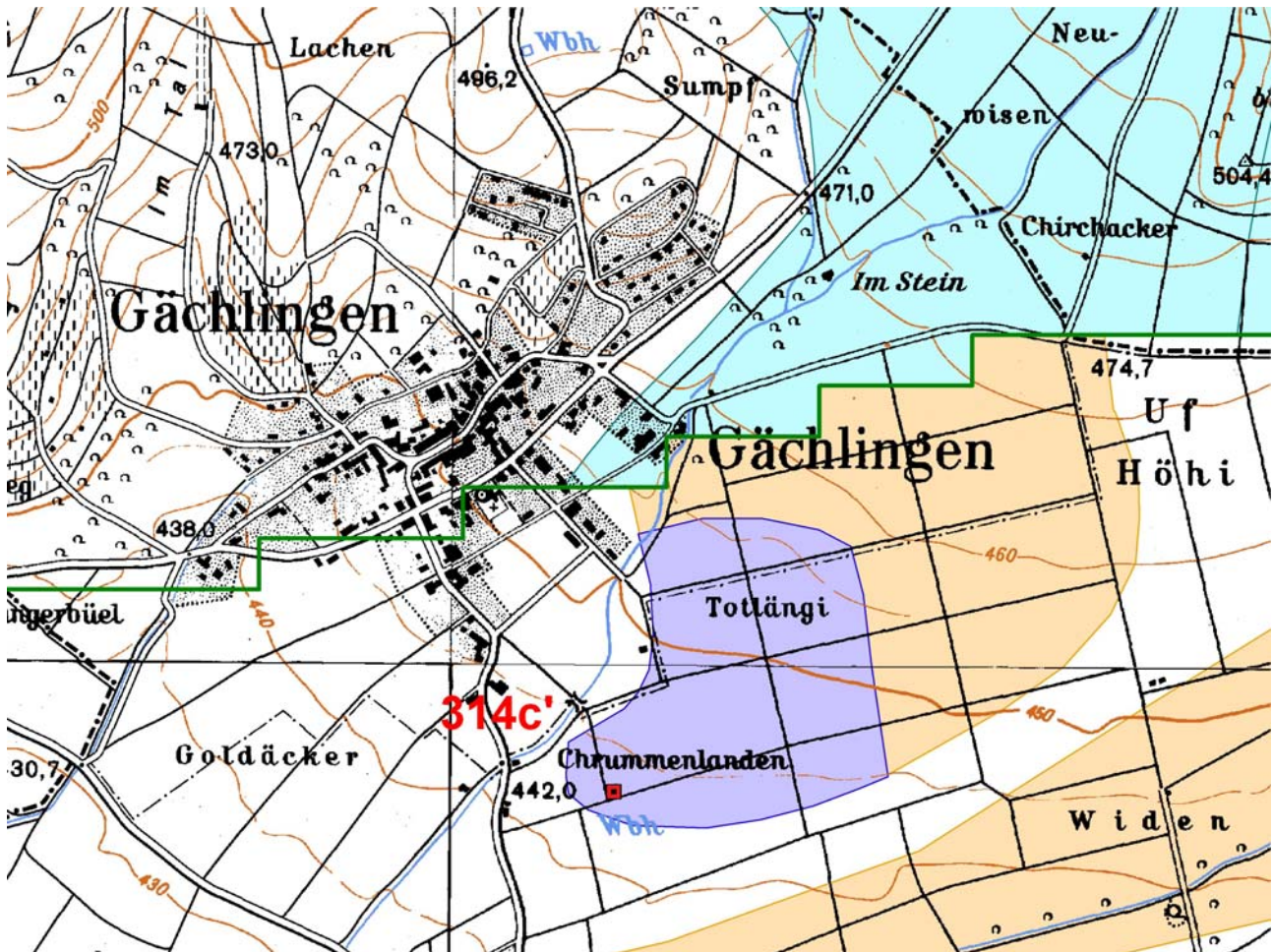
3.2.1 Definition des Zuströmbereichs und des Projektgebiets

Der Zuströmbereich soll nach Definition mindestens das Gebiet umfassen, aus dem bei niedrigem Wasserstand ca. 90 % des geförderten Wassers zufließen. In einem heterogen zusammengesetzten Aquifer (Grundwasserleiter), wie demjenigen des Klettgau, ist die Ermittlung nach obigem Kriterium mit sehr vielen Unsicherheiten verbunden. Es gibt vom Berechnungsansatz her sehr unterschiedliche Möglichkeiten, zu Schätzungen des Zuströmbereichs zu gelangen, wobei sich die Ansätze vor allem in Bezug auf den Aufwand zur Beschaffung der Daten zur Berechnung des Zuströmbereichs selbst stark unterscheiden.

¹¹ W. Aeschbach – Hertig et al.: Analysen von Umwelttracern im GW des Klettgaus, Eawag, 7. März 2000

¹² Hydroisotop: Isotopengehaltsbestimmungen an GW-Proben aus dem Klettgau, 12. April 2000

Im Falle des Klettgaus konnte man auf ein bestehendes regionales Grundwassermodell aus dem INTERREG II-Projekt zurückgreifen. Aufgrund der 2D-Simulation wurde ein Zuströmbereich bestimmt, der stark von den Randbedingungen über die seitlichen Zuflüsse beeinflusst wird.¹³ Der Zuströmbereich wurde deshalb eingeteilt in den Bereich direkt über dem Aquifer (südlich der grünen Linie in Fig. 8) und den randlichen Zuströmbereich (nördlich der grünen Linie, Fig. 8). Im Bereich des Aquifers sind Modellrechnungen im Grundwasserbereich möglich, während der randliche Zuströmbereich vor allem aufgrund der geologischen und topografischen Situation abgegrenzt wurde.



Figur 8: Zuströmbereich des PW Chrummenlanden im Grundwasser der Klettgaurinne aufgrund der 2D-Modellierung der Grundwasserströmung. Violett: Fliesszeit bis zum PW bei Pumpbetrieb 0 bis 150 Tage; gelb: Fliesszeit 150 Tage bis 10 Jahre; hellblau: randlicher Zuströmbereich ausserhalb der Klettgaurinne. Der gelbe Streifen am südlichen Rand der Figur markiert den Zuströmbereich einer anderen Fassung im unteren Klettgau und hat nichts mit dem PW Chrummenlanden zu tun. Die Fliesszeiten beziehen sich ausschliesslich auf die Bewegung des Wassers im Grundwasser, im sog. gesättigten Bereich. Der vertikale Sickerweg oberhalb des Grundwasserspiegels, d.h. im ungesättigten Bereich, ist darin nicht berücksichtigt.

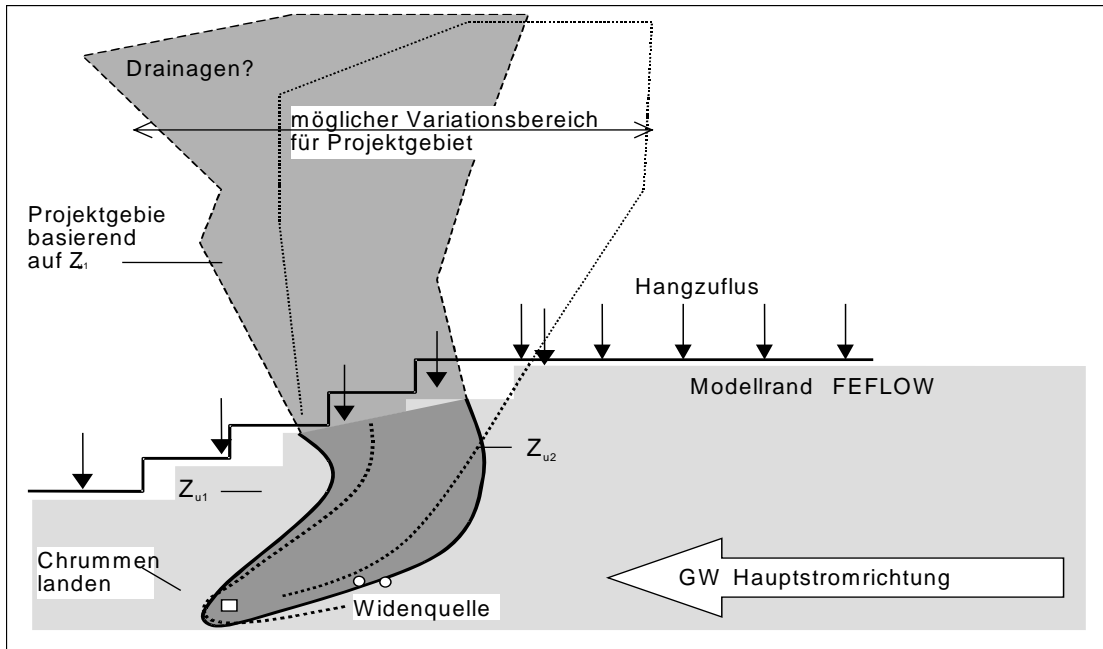
3.2.2. Sensitivitätsanalyse Zuströmbereich Z_u

Das bisher für die Bestimmung des Zuströmbereichs Z_u verwendete Grundwassermodell für das ganze Klettgau im Programm FEFLOW wurde an der EAWAG hinsichtlich der Genauigkeit des Z_u der Fassung Chrummenlanden untersucht. Es wurde festgestellt, dass das Modell teilweise grosse Unsicherheiten und unerwünschte numerische Randeffekte aufweist. Namentlich die Grösse des unterirdischen Hangzuflusses (siehe Figur 7) ist mit erheblichen Unsicherheiten behaftet.

Der Zuströmbereich wurde mit FEFLOW nur für den gesättigten Grundwasserhauptstrom ermittelt. Der Teil des Zuströmbereiches im ungesättigten Hangbereich wurde auf Grund geologischer

¹³ Ökoge: Pilotprojekt Nitratreduktion Klettgau, Ausscheidung des Untersuchungsgebietes, 16.12.1999

Kenntnisse summarisch abgegrenzt. Räumliche Abweichungen des Zuströmbereiches im gesättigten Talbereich (siehe Figur 9: Z_{u1} , Z_{u2}) können insbesondere in grosser Entfernung von der Grundwasserfassung beträchtliche räumliche Abweichungen des Zuströmbereiches im Hangbereich bewirken. Der Zuströmbereich kann ausserdem im Verlauf der Zeit je nach Entnahmemenge und klimatischen Bedingungen räumlich variieren. Aufgrund der aktuellen Modellanalyse (insbesondere der Variation der Grösse des Hangzuflusses) ist nicht auszuschliessen, dass der Zuströmbereich weiter nach Osten reichen könnte als bisher angenommen (siehe Figur 5).



Figur 9: Möglicher Variationsbereich des Zuströmbereiches aufgrund der bestehenden Unsicherheiten und Kenntnislücken.

3.2.3. Abgrenzung Projektgebiet

Das Projektgebiet entspricht dem Zuströmbereich nach Gewässerschutzgesetz (GSchG) des Grundwasserbrunnens Chrummenlanden, inklusive die in den Zuströmbereich einflussenden Randzonen. Die starken Randzuströmungen zum Klettgau-Rinnenschotter machten die Erweiterung des Projektgebietes über den eigentlichen Zuströmbereich hinaus notwendig. Zudem wurde das Einzugsgebiet der oberflächlich liegenden Widenquellen in das Projektgebiet einbezogen, mit der Absicht, schnellere Informationen über die Auswirkungen getroffener Massnahmen zu erhalten als im tiefliegenden Aquifer. Innerhalb dieses nach hydrologischen Kriterien abgegrenzten Zuströmbereichs, wurden schliesslich die ganz oder teilweise im Zuströmbereich liegenden Parzellen einbezogen. Jede Parzelle, die teilweise im berechneten Zuströmbereich lag, wurde gesamthaft einbezogen.

Das Projektgebiet wurde in zwei Bereiche gegliedert, in denen unterschiedliche Prioritäten gesetzt wurden (siehe Figur 5):

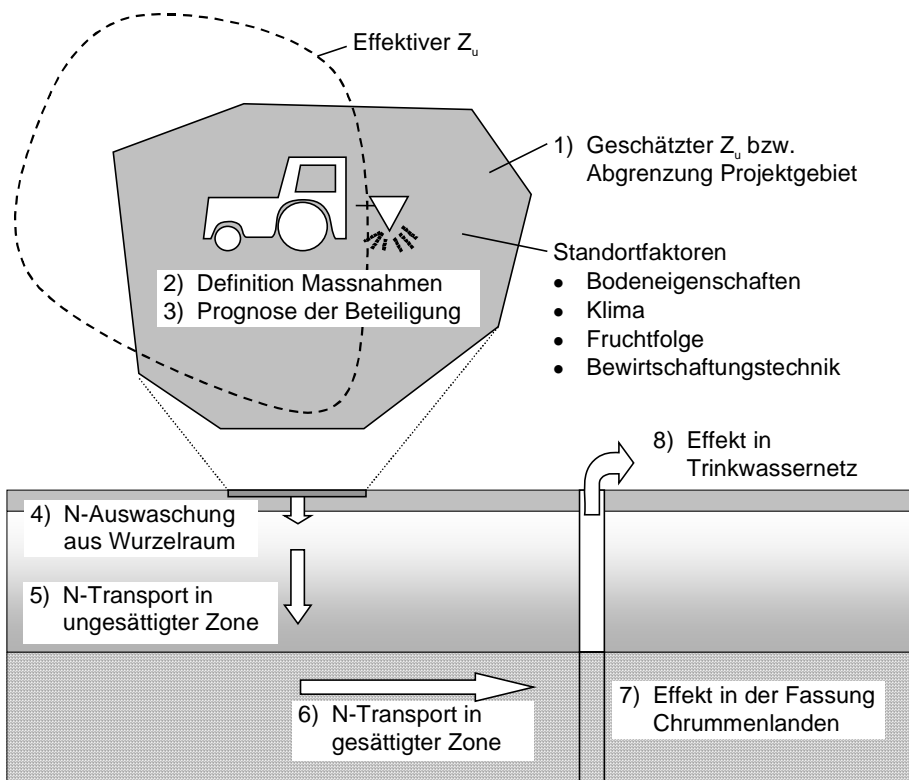
- Projektgebiet I (PG I): PG Ia entspricht dem Zuströmbereich innerhalb der Klettgaurinne und dem randlichen Einzugsgebiet mit hohem Nitratauswaschungsrisiko, PG Ib dem Teilzuströmbereich der hochliegenden Widenquellen, bei denen eine schnellere Reaktion auf die landwirtschaftlichen Massnahmen erwartet wird.
- Projektgebiet II (PG II): entspricht zusätzlich dem restlichen randlichen Teileinzugsgebiet mit tiefem Nitratauswaschungsrisiko.

3.3. Systemmodelle & Prognosen

Parallel zu den landwirtschaftlichen Massnahmen wurden Berechnungen angestellt, die den Erfolg der Massnahmen prognostizieren sollen. Insbesondere sollten durch Modellrechnungen das heutige und künftige Nitratauswaschungspotential aufgezeigt und die Auswirkungen möglicher Szenarien auf die Grundwasserqualität in längerfristigen Zeiträumen beurteilt werden. Im vorliegenden Fall wurden angesichts der Neuartigkeit solcher Projekte verschiedene Berechnungsvarianten durchgeführt und ein erheblicher Forschungsaufwand zur Anwendung von Transportmodellen im ungesättigten und gesättigten Untergrund betrieben.

3.3.1. Generelle Systemanalyse

Die Prognose der Effekte der nitratreduzierenden Massnahmen auf die Wasserqualität der Fassung Chrummenlanden erfolgte ursprünglich in verschiedenen Teilschritten, wie sie in Figur 10 dargestellt sind. Die einzelnen Schritte lassen sich mit Hilfe von computergestützten Modellen (FEFLOW, Nsim, usw.) beschreiben.



Figur 10: Gesamtsystem Nitratprojekt Chrummenlanden

3.3.2. Nitratauswaschung aus dem Oberboden mittels NSIM

Die Auswirkungen von verschiedenen Bewirtschaftungsarten auf die Nitratauswaschung aus dem Boden wurden mit Hilfe des Programms NSIM abgeschätzt. Mit diesem Hilfsmittel wird der zeitliche Verlauf der Nitratkonzentration im Sickerwasser unterhalb des Wurzelraumes berechnet. In den Berechnungen berücksichtigt wird der zeitliche Verlauf der Klima-, Boden- und Nutzungsverhältnisse.

Für die Berechnungen wurden drei verschiedene, im Projektgebiet häufige Bodentypen beschrieben. Dann wurden rund 15 Nutzungsszenarien resp. Fruchtfolgen definiert und deren Auswirkungen auf die Nitrat Auswaschung berechnet (Beispiele: Standardfruchtfolge, konventionelle Bewirtschaftung auf ziemlich flachgründiger Kalkbraunerde; Nplus, Mulchsaat auf mässig tiefgründiger Kalkbraunerde; extensives Dauergrünland auf mässig tiefgründiger Braunerde). Das Programm verwendet einen fiktiven, typischen Wetterverlauf und berechnet die Nitratkonzentration im Sickerwasser in der zeitlichen Auflösung von einem Tag. Die Berechnungsergebnisse zeigen, welche Fruchtfolgen, Bodenbearbeitungsarten und Düngergaben zu höheren oder tieferen Nitratkonzentrationen führen. Sie zeigen jedoch nicht, welche Nitratfrachten ausgewaschen werden.

Für das Projektgebiet wurde dann eine Anzahl Szenarien mit den entsprechenden Flächenanteilen angenommen und daraus die durchschnittliche Nitratkonzentration im Sickerwasser berechnet (Beispiel: 25 % Standardfruchtfolge, 50 % Nplus mit Düngerreduktion, 25 % Stilllegung). Auf diese Weise erhielt man einen Überblick darüber, welche Massnahmen zur Reduktion der Nitrat Auswaschung am erfolgversprechendsten sind, und mit welchen Zeiträumen zu rechnen ist. Es wurde deutlich, dass für den grössten Teil des Projektgebietes eine Bewirtschaftung mit Düngerreduktion notwendig ist und zudem erhebliche Flächenanteile stillgelegt werden müssen, um den gewünschten Erfolg zu erzielen. Die Ausmagerung der Böden nach einer Umstellung der Bewirtschaftung dauert in jedem berechneten Fall mehrere Jahre.

3.3.3. Nitrattransport im ungesättigten Bereich

In einem weiteren Modellierungsschritt wurde versucht, die Versickerungsdauer des Nitrats abzuschätzen.¹⁴ Als Versickerungsdauer wird die Zeit angesehen, die das Nitrat vom Eintritt in die ungesättigte Zone unterhalb der Wurzelzone bis zum Übergang in das Grundwasser benötigt. Dies wird als Verbindungsglied zwischen der Berechnung der Nitrat Auswaschung und den Grundwasserberechnungen angesehen.

Das verwendete konzeptionelle Modell ist die eindimensionale Abschätzung der Versickerung entlang von ausgewählten Fliesswegen auf der Basis bodenphysikalischer Annahmen. Die wichtigsten Elemente im Schichtaufbau der ungesättigten Zone sind der Randengrien, die glazilakustrische Serie, der Rinnenschotter und darin vorkommende Wasser stauende Horizonte (siehe auch Figur 7). Der Wasser- und Nitrattransport innerhalb dieser Elemente wird beeinflusst durch die Bodenart (Textur des Untergrundes), die Lagerungsdichte und untergeordnet, den Gehalt an organischem Material. Im Wesentlichen können nur (geschätzte) Hilfsgrössen zur Berechnung herangezogen werden, es liegen kaum Messgrössen vor. Die massgebenden Unsicherheiten betreffen den Aufbau und die Topografie der wasserstauenden Schichten im Untergrund, die letztlich den Fliessweg des Sickerwassers bestimmen.

Für die Abschätzung der Versickerungsdauer wurden für verschiedene Versickerungspunkte mögliche Fliesswege bestimmt und mit einer plausiblen Spannweite der wichtigsten Parameter die Fliesszeit berechnet. Aufgrund der geologischen Kenntnisse wurden zwei Typen von linearen Fliesswegen angenommen. Im ersten Fall, d.h. innerhalb des Grundwassergebietes (Klettgaurinne), verläuft der Fliessweg senkrecht nach unten durch alle Schichten hindurch bis zum Grundwasser (Figur 7, Fliessweg Beispiel 1). Im zweiten Fall, d.h. ausserhalb des Grundwassergebietes im randlichen Zuströmbereich, gelangt das Wasser zunächst ebenfalls senkrecht durch den Randengrien nach unten, fliesst dann aber auf dem Felsuntergrund mit unterschiedlichem Gefälle in Richtung Süden und gelangt am Rand der Klettgaurinne ins Schottergrundwasser (Figur 7, Fliessweg Beispiel 2).

Die errechneten Werte für die Versickerungsdauer streuen in einem weiten Bereich. Für die Versickerungsdauer innerhalb des Grundwassergebietes (Fliessweg 1) werden Werte von 3 bis 20 Jahren berechnet. Bei einem Versickerungspunkt ausserhalb des Grundwassergebietes (Fliessweg 2) kommt man auf 5 bis 60 Jahre. Als realistische Werte aufgrund von geologischen Überlegungen sind etwa 3, resp. 10 Jahre, anzusehen. Die höchsten errechneten Werte widersprechen zwar den isopenhydrologischen Altersbestimmungen des Grundwassers, sie weisen aber darauf hin, dass mindestens in einzelnen Bereichen eine grosse Verzögerung des

¹⁴ O. Tietje, Abschätzung der Versickerungsdauer von Nitrat im Einzugsgebiets des Brunnens Chrumme Landen, ETH UNS, Zürich 2002

Nitrateintrags ins Grundwasser stattfinden kann. **Die tiefsten Werte zeigen, dass auf jeden Fall mit einer Verzögerung von mehreren Jahren gerechnet werden muss.**

Diese Abschätzungen sind auch so zu interpretieren, dass das Grundwasser im PW Chrummenlanden aus einem Gemisch aus unterschiedlich alten Wässern besteht, die (gemäss der Isotopenbestimmungen) eine durchschnittliche gesamte Verweilzeit zwischen 3 und 10 Jahren aufweisen. Den grössten Teil der Verweilzeit macht dabei der Transport im ungesättigten Bereich aus. Die grosse Spannweite der möglichen Verweilzeiten bietet einen Ansatzpunkt für die Erklärung der starken Schwankungen des Nitratgehaltes. Diese Frage wird im Abschnitt "Schlussfolgerungen Hydrogeologie" (siehe Kapitel 8.1.3.) diskutiert.

Für die Versickerungsdauer des Wassers, das in den Widenquellen zutage tritt, wird mit analogen Überlegungen eine Spanne von 2 bis 6 Jahren berechnet. Diese Spannweite ist kleiner als bei den Abschätzungen für das PW Chrummenlanden, da das Einzugsgebiet der Quellen kleiner und vermutlich auch homogener ist. Deren Einzugsgebiet lässt sich aufgrund der hydrogeologischen Kenntnisse jedoch nur ungefähr abgrenzen, so dass gewisse Unsicherheiten bestehen. Es wird trotzdem deutlich, dass ein Rückgang der Nitratkonzentrationen auch hier erst einige Jahre nach Beginn der nitratreduzierenden Massnahmen zu erwarten ist.

3.3.4. Einfaches Bilanzmodell (Balmer – Prasuhn)

Die Grundidee des Bilanzmodells, das Balmer¹⁵, aufbauend auf Erkenntnissen von Prasuhn, beschreibt und einsetzt, liegt darin, dass für alle Parameter, die zeit- und/oder ortsabhängig sind (Fruchtfolge, Bewirtschaftungsart, Niederschlag, Brunnenentnahmemenge usw.) langjährige Mittelwerte aus dem Grossraum des vermuteten Zuströmbereiches (z.B. Mittelwerte der Gemeinden Gächlingen, Siblingen und Neunkirch) eingesetzt werden. Damit soll der stationäre Zustand abgeschätzt werden, der sich nach vollständiger Realisierung der Massnahmen nach einigen Jahren einstellen wird. Das Bilanzmodell erlaubt jedoch keine Aussage, nach welcher Zeit dieser Zustand erreicht wird. Balmer hat das vollständige Bilanzmodell für die Fassung Chrummenlanden für den heutigen Bewirtschaftungszustand (ohne Massnahmen) dargestellt. Mit einer Sensitivitätsanalyse wurde gezeigt, dass das Modell mit einem mittleren Fehler des Endresultates von etwa $\pm 20\%$ eingesetzt werden kann. Bei einer Ausgangsbasis von 48 mg/l beträgt diese rund ± 10 mg/l.

Für jede im Klettgau eingeführte Massnahme wurde eine Annahme für die potentielle Reduktion der Nitratauswaschung vorgenommen. Die Werte finden sich in Tabelle 4. So wird für die wirksamste Massnahme, extensive Wiese auf stillgelegtem Ackerland, eine Reduktion der Nitratauswaschung von 55 auf 10 kg N/ha, Jahr angenommen (Endzustand). Die Ausmagerung eines Ackers kann allerdings mehrere Jahre dauern. Im weiteren wird die durchschnittliche N-reduzierende Wirkung der Massnahme Nplus auf 15 kg N/ha, Jahr geschätzt. Damit reduziert sich die durchschnittliche Auswaschung unter Ackerland von 55 auf 40 kg N/ha Jahr.

¹⁵ H. Balmer: Effekte der landwirtschaftlichen Massnahmen nach GSchG Art. 62a auf den Nitratgehalt der Grundwasserfassung "Chrummenlanden" im Klettgau (SH), EAWAG 2001

	Abgeltung pro ha u. Jahr ¹⁾	Reduktion der N-Auswaschung (kg N/ha-Jahr) (vorher) - Red. = nachher
Grundprogramm: NPlus auf Ackerfläche	400.-	(55) - 15 = 40
Einzelmassnahmen		
1.1 Extensive Wiese auf Ackerland	2'000.-	(55) - 45 = 10
1.2.1 intensive/wenig int. Naturwiese, Weide	1'000.-	(55) - 40 = 15
1.2.2 NPlus + Kunstwiese (3 Jahre)	1'000.-	(40) - 15 = 35
1.3 Buntbrache	300.-	(55) - 15 = 40
1.4 Rotationsbrache	500.-	(55) - 15 = 40
1.5 NPlus + Sommer- statt Wintergetreide	800.-	(40) - 10 = 30
1.6 NPlus + Emmer/Einkorn statt Weizen/Gerste	550.-	(40) - 10 = 30
2.1 NPlus + Direktsaat Getreide	550.-	(40) - 10 = 30
2.2 NPlus + Direktsaat Hackfrüchte	300.-	(40) - 10 = 30
2.3 NPlus + Streifenfrässaat Mais	500.-	(40) - 10 = 30
2.4 NPlus + Mulchsaaten	150.-	(40) - 5 = 35
2.5 NPlus + Red. der Norm-Düngung um 20 %	300.-	(40) - 15 = 25

¹⁾ **Zusätzliche** Beiträge nach GSchG Art. 62a zu allfälligen Beiträgen nach DZV

Tabelle 4: Schätzwerte der Nitratreduktion in Folge der vorgeschlagenen Massnahmen nach Balmer

Mit den Basisannahmen aus Tabelle 4, den Daten zur Witterung, zur Hydrologie usw. und der jeweiligen Bewirtschaftung der landwirtschaftlich genutzten Fläche könnten mit dem Modell Prognosen erstellt werden. Die Ergebnisse finden sich Tabelle 5.

	Vor Projektbeginn, ohne Massnahmen	mit Massnahmen Stand 2001	mit Massnahmen Stand 2006
Total N-Auswaschung in kg/a	17'000	13'660	8'270
Reduktion N-Auswaschung in kg/a	-	3'340	8'730
Reduktion N-Auswaschung in %	-	20	51
Nitratkonzentration in mg/l bei 100 % Beteiligung der Landwirte	48	38	23
falls nur 50 % der Landwirte mitmachen (bezogen auf Fläche)	48	43	35

Tabelle 5: Der Einfluss des Massnahmenpaketes zur Reduktion der Nitratauswaschung auf die Nitratkonzentration im GW

Konkret ist es nach den Berechnungen mit diesem Modell möglich, den Nitratgehalt in der Fassung Chrummenlanden von heute 48 mg/l auf unter 25 mg/l zu reduzieren.

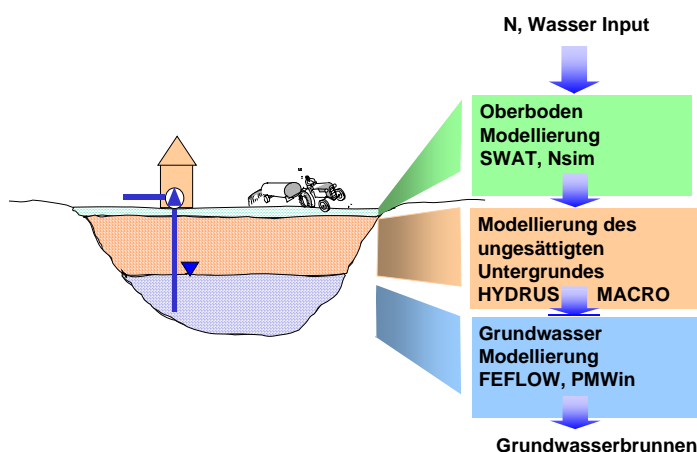
3.3.5. Dynamische Modellierung der Nitratauswaschung

Die Abschätzung der zeitlichen Entwicklung der Nitratbelastung des Grundwassers, respektive des Wassers in bestehenden Grundwasserbrunnen als Folge von Bewirtschaftungsänderungen in der Landwirtschaft kann nur über Simulationsmodelle erarbeitet werden, die den zeitlichen Verlauf der Stickstoffumsätze im Oberboden und den Nitrattransport im wasserungesättigten Untergrund und schliesslich im Grundwasser berechnen. Diese komplexen Vorgänge sind primär von den Eigenschaften der Ober- und Unterböden sowie von den hydraulischen Gegebenheiten des Grundwasserträgers, dem zeitlichen Verlauf der Witterungsbedingungen und den als prognostizierte Variablen einsetzbaren Bewirtschaftungsverhältnisse abhängig. Im Falle des Einzugsgebietes Chrummenlanden wurden die zeitlichen Abläufe der Nitratauswaschung in einer Serie von drei Simulationsprogrammen rechnerisch nachgebildet.

Der produktive Oberboden wurde mit Hilfe von SWAT¹⁶ modelliert. Das Programm erlaubte die dynamische Berechnung der Nitratauswaschung als Funktion von Bewirtschaftung (Düngung, Pflanzenwuchs), der Witterung (Wasserhaushalt im Boden) und der im Einzugsgebiet vorhandenen Oberböden in einer Tiefe von 100 cm auf einem Flächenraster von 100 x 100 m. Die Verwendung von SWAT erwies sich als aufwändig, sowohl in Bezug auf die zu erhebenden Input-Daten wie auch bezüglich der Annahmen Programminterner Rechenparameter. Erst nach zahlreichen Probe-Runs konnte Vertrauen in die Rechenergebnisse gewonnen werden.

Die zeitlich und örtlich ermittelten Flächenauswaschungen wurden als Input in das zweite Rechenprogramm HYDRUS übernommen, das erlaubte, den Nitrattransport im ungesättigten Unterboden bis zum Grundwasserspiegel zu berechnen. Die in diesem Transportabschnitt aufgetretenen Unsicherheiten traten vor allem durch die Ungewissheit über die Zusammensetzung, respektive die hydraulische Leitfähigkeit der ungesättigten Zone auf, die im Klettgau mit 20 – 30 m Mächtigkeit ausserordentlich gross ist. Die während des Projekts durch zusätzliche Bohrungen erfolgte Bestätigung des Vorhandenseins eines höher liegenden Grundwasserstauers im Bereich Chrummenlanden erschwerten die Annahmen zu den hydrogeologischen Basisdaten, insbesondere weil Ausdehnung, Durchlässigkeit und Mächtigkeit der dichten Schicht nicht genau bekannt sind. Die Berechnungen wurden deshalb mit einer durchschnittlichen homogenen Durchlässigkeit der ungesättigten Zone und der Annahme, dass in dieser Tiefe keine Nitratumsätze mehr stattfinden, durchgeführt.

Schliesslich wurde als einfachstes Element der Simulation der Transport im gesättigten Grundwasser bis zum Brunnen Chrummenlanden mit dem Grundwassersimulations-Programm FEFLOW berechnet. In einem Weiterbildungskurs an der EAWAG ist der Modellierungsprozess im Detail beschrieben worden.¹⁷

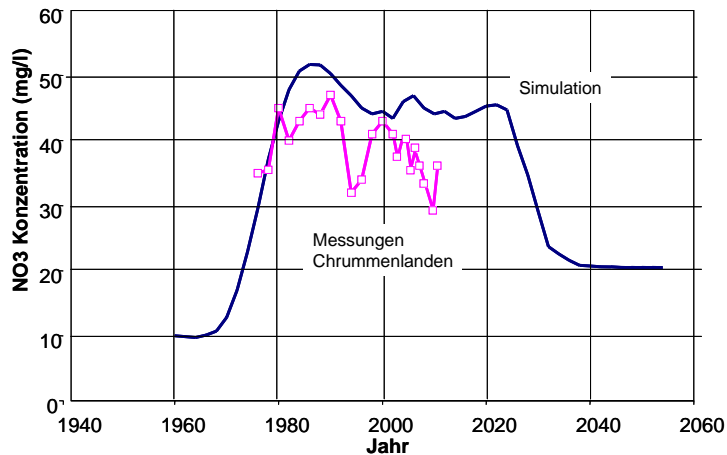


Figur 11: Abbildung Möglichkeiten zur Modellierung des Nitrattransports vom landwirtschaftlichen Boden bis zum Grundwasser.

¹⁶ M. Siegrist, M. Boller: Use of SWAT in the Klettgau Project, EAWAG Dübendorf, 2003 (siehe Bibliografie)

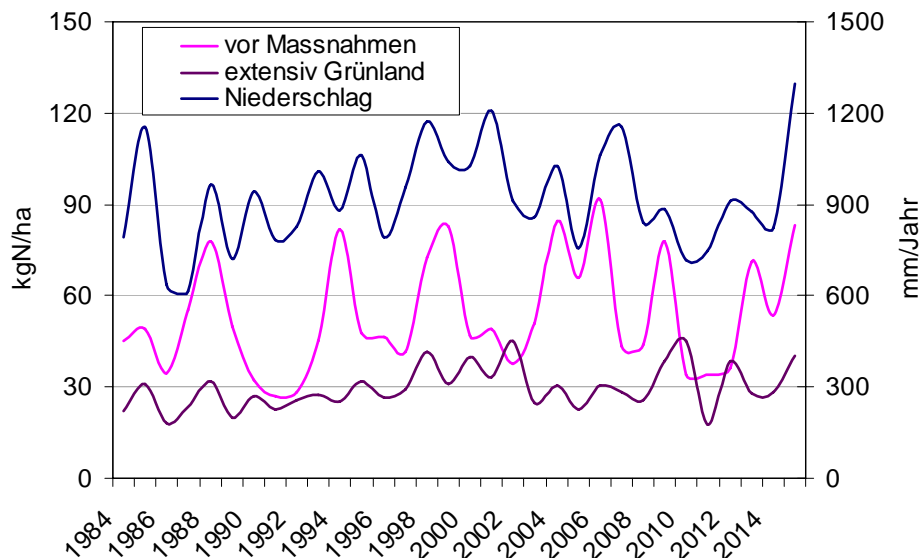
¹⁷ PEAK – Kurs "Modernes Grundwassermanagement durch Massnahmen an der Quelle – die Fallstudie Klettgau SH", 12./13. Juni 2002

Die Ergebnisse der Langzeitsimulation sind in Figur 12 ersichtlich und zeigen, dass heute getroffenen Bewirtschaftungsänderungen mit geringeren Nitrat auswaschungen nach diesem Modell erst nach einem Zeitraum von ca. 20 Jahren im Grundwasserbrunnen zu einer Senkung des Nitratgehalts führen werden. Die Annahme von 10 mg NO₃⁻/l in den 60er-Jahren stimmt mit der Realität nicht überein. Eine Hochrechnung mit den Daten aus benachbarten GW-Vorkommen zeigt, dass die Werte zwischen 20 und 25 mg NO₃⁻/l liegen dürften.



Figur 12: Nitrat anreicherung im Grundwasser seit 1960 bei Annahme einer Anfangskonzentration von 10 mg NO₃⁻/l.

Im Unterschied zu den bereits beschriebenen eindimensionalen Modellbetrachtungen zur Simulation des Nitrattransports in der ungesättigten Zone, konnte im Zusammenspiel der drei dynamischen Simulationsprogramme die vergangene und künftig mutmassliche Entwicklung der Nitrat auswaschung flächenmässig und zeitlich hoch aufgelöst erfasst werden. Da für den zeitlichen Verlauf des Nitrats im Grundwasserbrunnen der Transport in der ungesättigten Zone zeitbestimmend ist, sind die Annahmen über die hydrogeologischen Eigenschaften dieser Zone massgebend. Je nach Annahmen über die hydraulischen Leitfähigkeiten kann die Reaktion im Grundwasserbrunnen wesentlich früher oder eventuell auch später als berechnet erfolgen. Die mit natürlichen Tracern ermittelten Wasseralter verschiedener Brunnen im Klettgau weisen nach, dass die Aufenthaltszeiten in Wirklichkeit eher kürzer im Bereich von 3 bis 6 Jahren liegen. Es wäre natürlich auch im Sinne der Erfolgskontrolle wünschenswert, wenn die Anstrengungen der Landwirtschaft bereits in wenigen Jahren sichtbar "Früchte" tragen würden.



Figur 13: Auswaschung von Stickstoff bei verschiedenen Bewirtschaftungsweisen in 1 m Tiefe

In Figur 13 sind die mit SWAT hochgerechneten Mengen von ausgewaschenem Nitrat-N wiedergegeben. Die rote Kurve zeigt die Weiterentwicklung, wenn mit einer Wirtschaftsweise, wie sie vor dem Start des Pilotprojekts mit viel Ackerbau bestanden hat, fortgefahren würde. Bei einer angenommenen zukünftig extrem anderen Bewirtschaftungsweise (Grünland: violette Kurve) gehen die Auswaschungen signifikant und erheblich zurück. Die Projektion der Witterungsverhältnisse für die künftigen Szenarien wurde durch Wiederholung der Witterung der letzten 20 Jahre in Rechnung gesetzt.

4. Agronomie

4.1. Analyse der möglichen Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung in der Landwirtschaft

Ein wichtiger Teil des Interreg II EG/EU-Projekts "Entwicklungskonzeption Klettgaurinne" hat sich mit einem Massnahmenpaket Landwirtschaft befasst.

Prashun und Hurni¹⁸ geben in ihrem Bericht "Abschätzung der Stickstoff- und Phosphorverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer und Massnahmen zu deren Verminderung im Klettgau" einen Überblick über die Höhe der Emissionen dieser Stoffe aus diffusen Quellen in die Gewässer des Klettgaus, über deren Eintragspfade, über den anthropogen bedingten Anteil und denjenigen der natürlichen Hintergrundlast sowie über die Höhe möglicher Reduktionspotentiale im Bereich der Landwirtschaft.

Im weiteren haben Freyer et al.¹⁹ in ihrer Analyse "Erarbeitung von Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser durch Anpassungsmassnahmen in der Landwirtschaft im Klettgau" detaillierte Vorschläge erarbeitet und deren Kosten berechnet. Dabei sind die Autoren wie folgt vorgegangen:

a. Nitrathaushalt

Mit dem N-Saldo je Produktionsverfahren und Standort, dem gesamtbetrieblichen N-Saldo, der Grundwasserneubildungsrate und der potentiellen Nitratkonzentration wird das Risiko der Nitratauswaschung beschrieben. Ausgehend von der Literatur und der Diskussion unterbreiten die Autoren Vorschläge zur Anpassung der Bewirtschaftung.

b. Wirtschaftliche Auswirkungen

Mit der betriebswirtschaftlichen Bewertung wird in einem IST-SOLL-Vergleich aufgezeigt, welche ökonomischen Veränderungen durch die erarbeiteten Anpassungsmassnahmen erfolgen. Der Vergleich erfolgt auf der Ebene eines erweiterten Deckungsbeitrages (teilweise Fixkostenberücksichtigung) für einzelne Produktionsverfahren und drei ausgewählten Betriebstypen (Fallstudien).

c. Partizipativer Ansatz

Für die Projektdurchführung wurde ein partizipativer Ansatz gewählt, mit dem Ziel, dass die Betriebsleiter von Beginn die Entstehung der Untersuchungsergebnisse mitverfolgen können. In Arbeitskreisen wurden die jeweiligen Bearbeitungsschritte, die Ergebnisse und die daraus zu folgernden Massnahmen intensiv diskutiert und auf ihre Praktikabilität überprüft.

¹⁸ Volker Prashun und Peter Hurni: Abschätzung der Stickstoff- und Phosphatverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer und Massnahmen zu deren Verminderung im Klettgau, "Entwicklungskonzeption Klettgaurinne" INTERREG II, 1998

¹⁹ B. Freyer, S. Hartnagel, K. Rennenkampf, O. Schmid, A. Lüscher, H. Zeh: Erarbeitung von Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser durch Anpassungsmassnahmen in der Landwirtschaft im Klettgau, Teil 2: Betriebswirtschaftliche Auswirkungen, "Entwicklungskonzeption Klettgaurinne" INTERREG II, 1998

d. Datengrundlagen

Die Datengrundlagen für die Berechnungen der N- Bilanzen lieferten 155 befragte Betriebsleiter. Für weitergehende Untersuchungen hatten sich 14 Betriebsleiter zur Verfügung gestellt (Auswahlbetriebe).

Konkret schlagen die Autoren Prashun et al. und Freyer et al. die üblichen Massnahmenpakete vor, die sich in dutzenden von älteren Publikationen finden, beispielsweise in der blauen "Nitratbibel"²⁰ finden.

Für das Projekt sind die folgenden Massnahmen vertieft geprüft worden:

- Die Anpassung der Fruchtfolge, weil dies zentral ist. Dazu gehört eine Ausdehnung des Kunstwiesenanbaus.
- Relevanz der Zwischenfrüchte. Diese erfüllen bei Prashun et al. die Funktion der Bodenbedeckung und Stickstoffaufnahme. Freyer et al. stellen gemäss Umfrage fest, dass auf genügend Flächen Zwischenfrüchte angebaut werden, aber das Erntegut meist auf der Fläche bleibt. Damit der im Aufwuchs enthaltene Stickstoff zunächst abgeführt und später dem Betriebskreislauf wieder kontrolliert zugeführt werden kann, sollen die Zwischenfrüchte vorrangig als Futter genutzt oder kompostiert werden.
- Einführung von Untersaaten, insbesondere beim Mais.
- Überführung von Ackerland in Dauergrünland auf den sensiblen Standorten.
- Einführung der Minimalbodenbearbeitung auf Teilflächen. Dabei stehen vor allem Verfahren wie Mulchsaat, Streifenfrässaat und Direktsaat im Vordergrund. Eine flächendeckende Einführung der Minimalbodenbearbeitung wird jeweils als nicht sinnvoll erachtet. Eine Optimierung bei den Umbruchterminen von Kunstwiesen ist möglich.
- Standortgerechte Düngung und ausgeglichene Stickstoffbilanzen.
- Freyer et al. legen zusätzlich grossen Wert auf die Splittung der mineralischen N-Düngergaben. Im weiteren verlangen Freyer et al. die Reduktion der Stickstoffdüngung auf allen Flächen während Prashun et al. bei der standortgerechten Düngung nur von den sensiblen Standorten sprechen, bei der bedarfs- und zeitgerechten Düngung allerdings auch alle Flächen einbeziehen. Um Ertragsreduktionen zu vermeiden verlangen Freyer et al. die Kombination der Düngungsmassnahmen mit der Anpassung der Fruchtfolge. Der Verzicht auf Sicherheitszuschläge wird von beiden Autoren verlangt.
- Freyer et al. schlagen eine generelle Reduktion der Stickstoffdüngung (-30 kg N/ha) auf Dauergrünland bei gleichzeitiger Förderung der Leguminosen vor, um den inneren Stickstoffkreislauf zu stärken.
- Beide Autoren stellen eine veraltete Ausbringungstechnik beim Hofdünger fest und schlagen vor, feiner verteilende und präzisere Ausbringungstechniken einzuführen.

Die verschiedenen Massnahmen wurden durch Dierauer und Hartnagel nochmals an die besonderen Verhältnisse des Klettgaus angepasst und ihre Wirksamkeit beurteilt (Tabelle 6). Für die Einführung in die Praxis ist die Akzeptanz ein ganz zentraler Punkt. Ohne das Mitmachen der Landwirte können die Massnahmen nicht eingeführt werden. Deshalb wurde sie an einem Treffen mit den im Projektgebiet beteiligten Landwirten im Jahr 2000 vorgestellt und von ihnen beurteilt.

²⁰ D. Leu et al.: Bericht über Nitrate im Trinkwasser Standortbestimmung 1985, Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 77, 227-315 (1986)

Massnahmen	Wirkung	Stärken	Schwächen
Fruchtfolge			
Extensive Wiese auf stillgelegtem Ackerland, gezielte Rückführung von Acker zu Grünland	+++	Effizienteste Massnahme	Minderwertiges Futter, viehlose Betriebe haben keine Verwertung für das Futter, schlechte Akzeptanz in einem Ackerbaugesamt
Kunstwiese, Naturwiese und Weiden (Erhaltung von Naturwiesen und Weiden, Erhöhung vom Kunstwiesenanteil in der Fruchtfolge)	++(+)	Effizienz ist abhängig von der Dauer der Kunstwiese.	Viehlose Betriebe haben keine Verwertung für das Futter, Herbstumbruch kann zu einer erhöhten Nitratauswaschung führen.
Umwandlung Acker zu Buntbrache oder Rotationsbrache (Umwandlung von Acker zu Ökoausgleich)	++(+)	Effizienz ist abhängig von der Dauer der Buntbrache. Es fällt kein Futter an. Gut für Nützlinge	Brachen haben Tendenz zur Verunkrautung. Teilweise schlechte Akzeptanz bei den Landwirten, die Nahrungsmittel produzieren wollen.
Förderung von Untersaaten	+	Gute entwickelte Untersaat ist effizient, beugt Erosionsschäden und Verdichtungen bei der Ernte vor.	Zusätzliche Saatgutkosten, Konkurrenz um Wasser und Nährstoffe. Vertrocknen im Klettgau häufig.
Ersatz von Wintergetreide durch Sommergetreide	++	Einfach zu realisieren, Effizienz abhängig von der Vorfrucht und Umbruchtermin	Im Vergleich zu Winterweizen geringere Erträge und spätere Abreife, grosse Wetterabhängigkeit im Frühjahr.
Konsequenter Anbau von Zwischenfrüchten	++	Verhindert die Nitratauswaschung im Herbst, schützt den Boden vor Erosion, hält Nährstoffe zurück	Verursacht zusätzliche Kosten, Boden ist bei überwinternden Zwischenfrüchten im Frühjahr nicht rechtzeitig befahrbar.
Fruchtfolge mit 20 % Grünanteil	+++	Förderung der Bodenbedeckung	Geringe Akzeptanz bei viehlosen Betrieben, benötigt immer Umbruch
Reduktion von Kartoffeln	+++	Kartoffeln werden stark gedüngt und hinterlassen viel Stickstoff im Boden.	Kartoffeln haben einen hohen Deckungsbeitrag. Bei Kartoffelbauern schlechte Akzeptanz.
Reduktion von Mais	++	Mais wird stark gedüngt. Boden wird bei der Ernte strapaziert. Mais kann Erosionsschäden verursachen.	Schlechte Akzeptanz in der Praxis. Mais ist eine wichtige Kulturpflanze.
Umstellung auf Biolandbau	+++	Biolandbau ist ein extensives System. Das Düngungsniveau ist viel geringer, weniger Stickstoffauswaschung.	Schlechte Akzeptanz bei den intensiv wirtschaftenden Landwirten.
Bodenbearbeitung			
Direktsaaten Getreide, Hackfrüchte	++	Boden ist immer bedeckt, Bodenstruktur bleibt erhalten, weniger Auswaschung	Die eigenen Maschinen können nicht ausgenutzt werden, muss von Lohnunternehmer durchgeführt werden. Kulturpflanze kann stark konkurrenziert werden. Benötigt Roundup, mehr Schneckenkörner und zusätzliche N-Startergabe. Oft Minderertrag gegenüber Pflug Variante
Streifenfrässaat Mais	++	Wie Direktsaat aber etwas weniger Konkurrenz durch Unkraut	wie Direktsaat, aber Roundup Einsatz ist nicht zwingend

Minimalbodenbearbeitung anstelle vom Pflug	++	Ganzflächige Bearbeitung ermöglicht effizienten Erosionsschutz ohne die Unkrautproblematik zu fördern.	Unkräuter können Probleme verursachen, Wurzelunkräuter nehmen zu, benötigt Spezialmaschinen, Pflug wird überflüssig.
Keine Bodenbearbeitung über den Winter vom 15.11. bis 15.02.	++	Bodenbearbeitung in den Vorwintermonaten kann viel Auswaschung verursachen, gute Akzeptanz in der Praxis.	Schränkt den Frühjahrsanbau ein. Kann ein Problem bei Zuckerrüben und Sonnenblumen sein.
Düngung			
Einsatz Schleppschlauchverteiler	+	Effizientere N-Nutzung, weniger Ammoniak in die Luft. Gute Akzeptanz.	Abhängigkeit Lohnunternehmer, Zusatzkosten, Hanglagen
Reduktion der N-Düngung	++	Letzte Düngung ist oft nicht notwendig. Hat kaum einen Einfluss auf den Ertrag.	Eventuell Minderertrag
Keine Düngung zwischen dem 15.10. und dem 15.02.	++	Die Vorwinterzeit ist die heikelste Periode. Gute Akzeptanz in der Praxis.	Schränkt die Bewirtschaftung ein.

Tabelle 6: Massnahmenvorschläge Klettgau, die mit den beteiligten Landwirten 2000 diskutiert wurden

4.2. Strategie

Jede bewachsene, natürliche Fläche weist einen Stickstoffhaushalt auf. Dabei steht dem N-Input (Stickstoffzufuhr) der N-Output (Stickstoffentzug) gegenüber. Bei landwirtschaftlichen Nutzflächen setzt sich der Input beim Stickstoff zusammen aus der organischen und/oder mineralischen Düngung (0 - 150 kg/ha, a), dem Eintrag aus der Atmosphäre (ca. 40 kg/ha, a) und der Stickstofffixierung durch Leguminosen (von ca. 30 kg/ha, a bis 200 kg/ha, a). Demgegenüber steht der Output in Form von Entzug durch die Pflanzen und Export durch das Erntegut, Verflüchtigung in die Luft (Evaporation von Ammoniak oder Ammonium während oder nach dem Düngerausbringen) und Denitrifikation (in vernässten Böden, wenn Bakterien den N-Verbindungen den Sauerstoff entziehen). Vielfach resultiert ein positiver Saldo. Je nach Bodenart und -mächtigkeit, Bewuchs sowie Witterungsverhältnissen bleibt der restliche Stickstoff (z. B. in Form von Ernteresten) im Boden gespeichert oder er wird abgebaut und in kleineren oder grösseren Mengen ins Grundwasser ausgewaschen.

Es gilt nun durch Änderungen in der Bewirtschaftung den N-Saldo zu verringern, ohne dabei unverhältnismässig hohe Ernteverluste zu erleiden. Die getätigten Umstellungen bewegen sich vor allem im Bereich der Umwandlung von Acker- in Wiesland. Je stärker die Stickstoffverluste zurückgehen sollen, desto mehr finanzielle Mittel sind einzusetzen um die Ernte – und somit die Ertragsverluste bei den betroffenen Landwirtschaftsbetrieben auszugleichen.

4.3. Das Massnahmenpaket zur Verringerung der Nitratauswaschung

Nach der aufwendigen Analyse hat sich die Projektleitung entschieden im Gebiet des Pilotprojekts mit drei Massnahmenbündeln zu arbeiten. Es sind dies

- Das Massnahmenpaket Nplus,
- Einzelmassnahmen Pilotprojekt (EMPP), wie Direktsaat von Getreide, extensive Wiese auf stillgelegtem Ackerland usw.
- Strukturanpassungen.

Die Massnahmen zur Verringerung der Nitratauswaschung sind von Dierauer und Hartnagel im Detail beschrieben und kalkuliert worden.²¹

Die Massnahmenpakete sind in Kapitel 5 dieses Berichts im Detail beschrieben.



Bild 4: Buntbrachestreifen und extensive Wiese im Zuströmbereich der Grundwasserfassung Chrummenlanden. Beide Kulturen sind ungedüngt und es findet keine Bodenbearbeitung statt, die Nitratauswaschung auf diesen Flächen ist sehr klein.

²¹ H.U. Dierauer und S. Hartnagel (internes Papier)

4.4. Ermittlung der Abgeltung für die Einzelmassnahmen

Die Basis zur Ermittlung der jährlichen Abgeltung der Einzelmassnahmen bilden die Deckungsbeiträge (DB), welche im Deckungsbeitragskatalog (DB Katalog der Agridea und des FiBL zu finden sind). In der Tabelle 7 ist die Berechnung des Deckungsbeitrages schematisch dargestellt.

Marktleistung
- Naturalertrag x Verkaufspreis
+ Beiträge
- Flächenbeiträge nach DZV, Ackerbaubeiträge nach ABBV
- Extensobeitrag
- Beiträge Ökologischer Ausgleich
- variable Kosten (Spezialkosten, Direktkosten)
- Saatgut
- Pflanzenschutz
- Bodenproben
- Dünger
- Maschinen, Lohnarbeiten
<u>- etc</u>
= Deckungsbeitrag (DB) inkl. Beiträge

Tabelle 7: Schema zur Ermittlung der Deckungsbeiträge

Die im Deckungsbeitragskatalog aufgeführten Beiträge sind Mittelwerte über die ganze Schweiz. Die besonderen Gegebenheiten einer Region fehlen. Für das vorliegende Projekt wurde deshalb auf die an die Region Klettgau angepassten Deckungsbeiträge zurückgegriffen. Diese wurden bereits im Rahmen der Vorstudie des Entwicklungskonzeptes Klettgaurinne (Interreg II EG/EU, 1998, Betriebswirtschaftliche Auswirkungen, Teil 2) berechnet. In diesem Vorgängerprojekt wurden die Deckungsbeiträge mit Hilfe der Landwirte in Arbeitskreisen an die regionstypischen Produktionsverfahren und typischen Fruchtfolgen angepasst. Die an die Region Klettgau angepassten Deckungsbeiträge finden sich in Tabelle 8, Spalte DB inkl. Beiträge Fr. /ha. Die Deckungsbeiträge wurden im Jahr 2000 an die aktuellen Preise angepasst. Die jährlich an die Landwirte ausbezahlten Entschädigungen, welche im Massnahmenkatalog (Kapitel 5, Tabellen 10 und 11) zu finden sind, werden aus diesen Tabellen hergeleitet.

Deckungsbeiträge (DB) Fruchtfolgefläche (Gebiet I und II) im Jahre 2000

Kultur	Flächen- Anteile pro ha und Jahr %	Ertrag	Preis	Ertrag	Beiträge	Ert. inkl.	variable	DB inkl.	Arbeits-	DB inkl.
		Menge		in	Bund	Beiträge	Kosten	Beiträge	stunden	Beitr./Akh
		dt/ha	Fr./dt	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr./ha	AKh/ha	Fr./ha
Winterweizen intensiv	55.3	68	60	4080	1600	5680	2618	3'062	42	73
Sommerweizen extensiv	0.3	40	60	2400	2000	4400	2145	2'255	44	52
Raps intensiv	11.4	33	80	2640	3100	5740	2488	3'252	48	67
Körnerleguminosen	0.0	40	50	2000	3100	5100	2439	2'661	47	57
Silomais stehend ab Feld	10.9	485	5	2328	1600	3928	1851	2'077	43	48
Sonnenblumen intensiv	4.5	35	80	2800	3100	5900	2467	3'433	44	78
Kartoffeln intensiv	1.3	450	46	20700	1600	22300	11406	10'894	313	35
Zuckerrüben	10.2	600	12	7200	1600	8800	3361	5'439	165	33
Kunstwiese	4.8	100	28	2800	1200	4000	1371	2'629	44	60
Rotationsbrache	1.2	25	0	0	4100	4100	1310	2'790	22	124
Total, Mittel	100.0	-	-					3'310	59	65

Deckungsbeiträge übrige Kulturen (kommen vor Einführung des Projekts im Jahre 2000 nicht vor)

Extensiv genutzte Wiese	20	0	0	2700	2700	58	2'642	23	115
Ext. Wiese (inkl. Saatgut) auf Acker	20	0	0	2700	2700	214	2'486	23	109
Ungedüngte Kunstwiese	70	28	1960	1200	3160	805	2'355	37	64
Buntbrache	25	0	0	4600	4600	541	4'059	17	244
Buntbrache (inkl. Saatgut)	25	0	0	4600	4600	788	3'812	17	229
Emmer	30	90	2700	1600	4300	1372	2'928	42	69

DB = Deckungsbeitrag inkl. Beiträge Bund

Beispiel 1: Beiträge Bund bei "Sommerweizen extensiv": Allgemeine Direktzahlungen, Flächenbeitrag (1200.-) + Flächenbeitrag für Ackerkulturen (400.-) + Extensobeitrag (400.-) = Total 2000.-

Beispiel 2: "Körnerleguminosen": Allgemeine Direktzahlungen, Flächenbeitrag (1200.-) + Flächenbeitrag für Ackerkulturen (400.-) + Anbaubeitrag nach ABBV (1500.-) = Total 3100.-

Tabelle 8: Deckungsbeiträge im Jahre 2000 im Projektgebiet

Der Deckungsbeitrag für Silomais ist mit Fr. 2'077.- am tiefsten, für Kartoffeln mit Fr. 10'894.- am höchsten. Die durchschnittlichen Deckungsbeiträge der Kulturen wurden im Jahr 2000 aufgrund der jeweiligen Flächenanteile gewichtet (Spalte 1 in Tabelle 8) im Projektgebiet. Daraus ergibt sich ein mittlerer Deckungsbeitrag über alle angebaute Kulturen von **Fr. 3'310.-**. Dieser mittlere Deckungsbeitrag wird am meisten durch den hohen Anteil von Winterweizen (55.3 %) beeinflusst. Die Kartoffeln machen mit 1.3 % nur einen geringen Anteil aus, obwohl sie einen hohen DB haben. Wichtige Kulturen sind auch Raps, Zuckerrüben und Mais mit einem Anteil von je 10 %. Kunstweiden wurden zu Beginn des Projektes auf einer Fläche von nur 4.8 % angebaut. Die Deckungsbeiträge für extensive Wiesen, extensive Wiese auf Acker und Buntbrachen sind im zweiten Teil der Tabelle separat aufgeführt, da diese im Jahre 2000 bei Projektbeginn im Gebiet Chrummenlanden nicht zu finden waren.

In der Spalte Arbeitsstunden AKh/ha ist das Total aller Arbeitsstunden aufgeführt, welches gebraucht wird, um eine Hektar der entsprechenden Kultur zu bewirtschaften. Die Rotationsbrache benötigt mit 22 Stunden pro Hektar am wenigsten und die Kartoffeln mit 313 Stunden am meisten Arbeit. Ausschlaggebend für den Verdienst eines Landwirtes ist schlussendlich der Deckungsbeitrag pro Arbeitsstunde. Dieser ist mit Fr. 124.- bei der Rotationsbrache am höchsten und mit Fr. 33.- bei den Zuckerrüben am tiefsten.

		Berechnungs- beitrag Fr/ ha	Abgeltungen Fr/ ha
A	Ersatz von Wintergetreide durch Sommergetreide Wintergetreide Sommergetreide extensiv Differenz ergibt Abgeltung nach 62a Extenso - Beitrag Bund nach DZV Total an Landwirt	IST	3062
		SOLL	2255
			807
			800
			400
		1200	
B	Ersatz von offener Ackerfläche durch extensive Wiese Durchschnitt. Fruchtfolge Extensive Wiese Differenz (mit Saatgut) ergibt Abgeltung nach 62a Beitrag Bund nach DZV Total an Landwirt	IST	3310
		SOLL	2486
			824
			2000
			1500
		3500	
C	Direktsaat von Mais Konventionelles Verfahren (Pflug) Direktsaat (mit 10 % Ertragsverlust) Differenz ergibt Abgeltung nach 62a Beitrag Bund nach DZV Total an Landwirt	IST	253
		Soll	514
			261
			300
			0
		300	
D	Einsatz Schleppschlauch Konventionelles Verfahren pro m ³ Schleppschlauch (im Lohn) pro m ³ Differenz ergibt Abgeltung nach 62a pro m ³ Beitrag Bund nach DZV Total an Landwirt	IST	3.5
		SOLL	10
			6.5
			6.5
			0
		6.5	
E	Mulchsaat Pflug Ertragsverlust, Direktsaat Lohn Differenz ergibt Abgeltung nach 62a Beitrag Bund nach DZV Total an Landwirt	IST	134
		Soll	250
			116
			150
			0
		150	

Tabelle 9: Ermittelte jährliche Abgeltungen für spezifische Massnahmen im Projektgebiet

Der Abgeltungsbeitrag wird ermittelt aus der Differenz zwischen dem Deckungsbeitrag der bisherigen Nutzung (Ist) und der Soll-Nutzung (SOLL). Ist bei bestimmten Massnahmen die gesamte Ackerfläche betroffen, so wird als Referenz-Deckungsbeitrag der durchschnittliche Deckungsbeitrag der Fruchtfolge herangezogen (z.B. extensive Wiese auf stillgelegtem Ackerland). Sind nur einzelne Kulturen betroffen, so wird der Deckungsbeitrag der Ist-Kultur mit der Soll-Kultur verglichen (z.B. Ersatz von Winterweizen durch Sommerweizen).

Die Beispiele A bis E zeigen schematisch wie die Entschädigungen im Massnahmenkatalog (Tabelle 11) hergeleitet wurden. Im Beispiel A wird Winterweizen durch Extenso - Sommerweizen

ersetzt. Rechnerisch ergibt sich eine DB - Differenz von Fr. 807.- Diese werden im Projekt gerundet mit pauschal Fr. 800.- entschädigt. Nach Direktzahlungsverordnung des Bundes (DZV) bekommt ein Landwirt noch pro Hektar Extenso - Getreide Fr. 400.-. Dies gibt ein Total an den Landwirt von Fr. 1'200.-.

Im Beispiel B wird eine Hektar offene Ackerfläche durch eine extensive Wiese ersetzt. Aus den Projektkosten nach Artikel 62a muss die Differenz zwischen dem DB (Deckungsbeitrag) der extensiven Wiese Fr. 2'486.- und dem mittleren berechneten Deckungsbeitrag aller Ackerkulturen von Fr. 3'310.- jährlich abgegolten werden. Die rechnerisch ermittelte Differenz beträgt Fr. 824.- inkl. Saatgut. Dieser Betrag schafft aber zu wenig Anreiz für eine Umwandlung der Ackerflächen zu extensiven Wiesen. Deshalb wurde er auf pauschal Fr. 2'000.- erhöht. Mit dem Zusatzbeitrag nach Direktzahlungsverordnung (DZV) von Fr. 1'500.- ergibt sich ein totaler Beitrag an den Landwirt von Fr. 3'500.-.

Bei der Direktsaat (Beispiel C) muss mit einer kleinen Ertragseinbusse von 10 % gerechnet werden. Zudem können im Gegensatz zum minimalen Bodenbearbeitungsverfahren (Beispiel E) keine eigenen Maschinen eingesetzt werden. Ein Lohnunternehmer muss die Direktsaat mit einer teuren Maschine bestellen. Deshalb ergibt sich im Verfahren C eine etwas höhere Differenz von Fr. 261.- aufgerundet inkl. Anreiz macht die Abgeltung nach Artikel 62a Fr. 300.- aus. Der Schleppschlauchverteiler (Beispiel D) muss auch zugemietet werden, weshalb höhere Kosten als mit der Ausbringung des eigenen Druckfasses entstehen. Die mit dem Schleppschlauch ausgebrachte Gülle wird mit Fr. 6.50 pro m³ entschädigt.

Im Beispiel E wird im Vergleich zum Pflug mit der Mulchsaat ein aufwändigeres Verfahren verwendet. Die Maschine zur minimalen Bodenbearbeitung ist teurer und muss zugemietet werden. Der auf den meisten Betrieben vorhandene Pflug kann nicht mehr genutzt werden. Die Zusatzkosten betragen Fr. 116.-. Mit einem gewissen Anreiz wird der Betrag auf Fr. 150.- aufgerundet.

5. Massnahmen & Umsetzung

5.1. Wassernutzung

Das Pumpwerk Chrummenlanden ist über längere Zeit nicht genutzt worden. Da die Zusammensetzung des Wassers davon abhängen kann, ob viel oder wenig gepumpt wird, kann der Erfolg der getroffenen Massnahmen nur bei laufendem Pumpwerk zuverlässig beurteilt werden. Aus diesem Grund wurde das Pumpwerk im Jahr 2002 so umgebaut, dass das gepumpte nitratreiche Wasser in einen Vorfluter abgeleitet werden kann. Es ist im Juli 2002 wieder in Betrieb genommen worden. Das gepumpte Wasser wurde untersucht, aber vorerst nicht genutzt, sondern in den Seltenbach geleitet. Täglich sind so während 6 Stunden in der Nacht 1'440 m³ gefördert worden.

5.2. Landwirtschaft

5.2.1. Grundidee

Bereits vor dem Start des Pilotprojekts bestand eine intensive Zusammenarbeit zwischen den Landwirten und dem Landwirtschaftsamt. So konnten die Behörden von Anfang an eng mit den Landwirten zusammenarbeiten und die geplanten Massnahmen gemeinsam prüfen und weiterentwickeln. Die in der INTERREG II-Studie formulierten Ideen, wie man den Nitratgehalt im Klettgauer Grundwasser senken könnte, stammten ja aus der Theorie und mussten sich in der Praxis erst noch bewähren. Es war nötig, mit viel Ausdauer gemeinsam mit den Landwirten nach praktikablen Methoden zu suchen. Dabei ist auch zu beachten, dass fast die Hälfte aller Landwirtschaftsbetriebe im Zuströmbereich des Pilotprojekts viehlose Ackerbaubetriebe sind, die keinen Bedarf für Rauhfutternutzung (d.h. Grünland anstelle von Ackerland) haben. Dennoch ist das "Pilotprojekt Nitratreduktion im Klettgau" hervorragend angelaufen.

Diese Zusammenarbeit hat sich gelohnt. Noch bevor die offizielle Verfügung des Bundesamtes für Landwirtschaft im September 2001 beim Kanton eintraf, hatten die ersten 25 Klettgauer Bewirtschafter ihre Nitrat-Projekt-Verträge mit dem Landwirtschaftsamt abgeschlossen. Diese Verträge beinhalten die im Folgenden beschriebenen Pakete "Nplus" und betriebsspezifische zusätzliche Einzelmassnahmen (abgekürzt EMPP, Einzelmassnahmen Pilotprojekt).

Der Bund und der Kanton Schaffhausen zahlen jedes Jahr namhafte Beiträge an jene Landwirte, die ihre Anbauflächen beim Pilotprojekt "Nitratreduktion im Klettgau" angemeldet haben und diese gemäss den im Massnahmenkatalog aufgeführten Regeln bewirtschaften. Um ein solches Vorgehen zu rechtfertigen, musste der Erfolg der angewendeten Massnahmen abgeschätzt werden können. Sie beinhalten ein Basispaket ("Nplus") zur Reduktion des Nitrat auswaschungsrisikos, das aus folgenden Bausteinen besteht:

- Durchgehender Schutz der Bodenmatrix durch eine Oberflächenvegetation im Winter,
- Beschränkung der Fruchtfolgeanteile innerhalb der geplanten Vertragsdauer von 6 Jahren,
- Limitierung der Kartoffelanbauflächen auf den "Status quo", kein Gemüseanbau sowie keine Freilandhaltung von Schweinen,
- Bedarfsgerechte Stickstoffdüngung durch Splitten und Verzicht auf eine Gabe zur Saat.

Zusätzlich zu Nplus können auf einzelnen Parzellen gegen Abgeltung Einzelmassnahmen (EMPP) wie das Anlegen von extensiven Wiesen, das Umwandeln von Ackerland in Bunt- oder Rotationsbrache, das Ersetzen von Wintergetreide durch Sommergetreide, das Ausbringen der Feldfrucht in Streifenfrässaaten bzw. Mulchsaaten, dem Einsatz von Schleppschlauchverteilern für Gülle und das Reduzieren der Stickstoffdüngung auf 80 % der Normdüngung, durchgeführt werden.

5.2.2. Nplus (pauschale Abgeltung des offenen Ackerlandes für alle Parzellen im Projekt-gebiet)

Die Entschädigung beträgt pauschal Fr. 400.- pro ha und Jahr für offene Ackerflächen (inkl. Rotations- und Buntbrachen, ohne Wiesen). Sie ist als Sockelbeitrag für alle teilnehmenden Landwirte gedacht.

Allgemeine Bedingungen:

- Erfüllung des ÖLN (Ökologischer Leistungsnachweis)
- Gilt für alle Parzellen eines Betriebes im Projektgebiet
- Dauer des Vertrages ist 6 Jahre
- Voraussichtliche Fruchtfolge inkl. Zwischenfrüchte ist für die Vertragsdauer schriftlich festzuhalten und mit dem Berater abzusprechen
- Die Bewirtschaftungsmassnahmen (Düngung, Bodenbearbeitung) sind regelmässig mit dem Berater abzusprechen
- Jährliche Überprüfung der Aufzeichnungen durch das Landwirtschaftsamt
- Kein Gemüse- und Tabakanbau, keine Haltung von Freilandschweinen
- Dauergrünland darf nicht in offenes Ackerland überführt werden

Im Detail sehen die Bedingungen für "Nplus" wie folgt aus:

Massnahme	Bedingungen
Fruchtfolge	
Die gesamte offene Ackerfläche muss am 15. November mit einer normal entwickelten Winterkultur oder mit einer Zwischenkultur bedeckt sein.	Maximaler Bodenschutz. Begrünung 10 Tage nach der Ernte*. Diese Bedingung ist strenger als der früher von der DZV verlangte Bodenschutzindex
Beschränkte Fruchtfolgeanteile innerhalb geplanter Vertragsdauer von 6 Jahren auf den im Projektgebiet liegenden Flächen	Zucker- Futterrüben, Mais, Kartoffeln max. 2 x in 6 Jahren (Hackfrüchte max. 33 %) und Getreide max. 3 x in 6 Jahren (50 %) und Kunstwiesen oder Rotationsbrache mindestens 1 x in 6 Jahren (17 %). Wahl zwischen System Anbaupause oder Kulturanteile im Projektgebiet, unabhängig ÖLN. Viehlose Betriebe mit hohem Anteil extensiven Wiesen im Projektgebiet (> 20 %) können auf eine Kunstwiese verzichten und den Getreideanteil auf 66 % erhöhen. Kein Winterweizen nach Kartoffeln. Keine Ausdehnung der Kartoffelanbaufläche (Mittel 1998/99).
Bodenbearbeitung	
Keine Bodenbearbeitung* zwischen 15.11. und 15.02.	
Düngung	
Bedarfsgerechte Stickstoffdüngung, bei Hackfrüchten nach N-min**	N-Düngung splitten, keine N Düngung zur Saat. Ausnahmen bei Streifenfrässaat im Mais (max. 30 kg Reinstickstoff/ha) und versuchsweise ab 2005 bei Kartoffeln und Zuckerrüben max. 30 kg N/ha in Form eines kombinierten NPK-Volldüngers (Zucker- rüben-/Kartoffeldünger). Keine N-Düngung (ausser Kompost und Mist) im Zeitraum 15.10. bis 15.02.

* Bei besonderen klimatischen Voraussetzungen und in problematischen Böden kann die zuständige kantonale Fachstelle eine Ausnahme bewilligen.

** Analysekosten zu Lasten Kanton

Tabelle 10: Massnahmepaket Nplus

5.2.3. Einzelmassnahmen, (EMPP, zusätzlich zu Nplus)

Der erarbeitete Massnahmenkatalog und die dazu gehörenden Entschädigungsansätze finden sich in Tabelle 11. Die Einzelmassnahmen können in der Regel pro Jahr angemeldet und angewendet werden. Bei den Massnahmen "extensive Wiesen" (mind. 6 Jahre), "Buntbrachen" (mind. 2, max. 6 Jahre) und "Rotationsbrachen" (mind. 1, max. 3 Jahre) gibt die DZV eine andere Verpflichtungsdauer an.

	Massnahme (Stand Januar 2006)	Entschädigung pro ha und Jahr	Anz. Jahre	Bedingungen
1.	Fruchtfolge			
1.1	Extensive Wiese auf stillgelegtem Ackerland, <i>Projektgebiet II</i>	Fr. 1'500.- (DZV) + Fr. 2'000.-	6	Wie Vorschriften Bund "extensiv genutzte Wiese", (Neuansaat mit SM450 mit Salvia, 1. Schnitt 15.6., keine Dünger,
	Extensive Wiese auf stillgelegtem Ackerland, <i>Projektgebiet I</i>	Fr. 1'500.- (DZV) + Fr. 2'500.-	6	Wie Vorschriften Bund "extensiv genutzte Wiese", (Neuansaat mit SM450 mit Salvia, 1. Schnitt 15.6., keine Dünger,
1.2	Kunstwiese, Naturwiese und Weiden	Fr. 1'000.-	1	Umbruch Kunstwiese nur im Frühjahr möglich, Umbruch bis spätestens 30. August bei Flächen im <i>Projektgebiet 2</i> möglich, mit WG oder Raps als ausschliesslich mögliche Folgekulturen, aber kein WW und keine Gründüngung/Zwischenfrucht als Folgekultur. Umbruch frühestens 3 Wochen vor Folgekultur.
1.3	Umwandlung Acker zu Buntbrache	Fr. 3'000.- (DZV) + Fr. 300.-	2-6	Schnittgut abführen, Schnitt zwischen 1. Okt. und 15. März, max. 50 % der Fläche, Einzelstockbekämpfung erlaubt
1.4	Umwandlung Acker zu Rotationsbrache	Fr. 2'500.- (DZV) + Fr. 500.-	1-3	Schnittgut abführen, Schnitt zwischen 1. Okt. und 15. März, Einzelstockbekämpfung erlaubt
1.5	Ersatz von Wintergetreide durch Sommergetreide (ohne Emmer)	Fr. 800.-	1	Nur Extenso Anbau gemäss Bund möglich
1.6	Ersatz von Wintergetreide durch Emmer und Einkorn	Fr. 150.-	1	Anbau gemäss Klettgauer Reglement für Emmer und Einkorn, nur Extenso Anbau möglich, ohne Herbizide
2.	Bodenbearbeitung			
2.1	Direktsaaten Getreide	Fr. 550.-	1	Lohnunternehmer
2.2	Direktsaaten Hackfrüchte	Fr. 300.-		Lohnunternehmer
2.3	Streifenfrässaat Mais	Fr. 500.-		Lohnunternehmer, eine Startergabe von max. 30 kg Stickstoff pro ha ist möglich (= max. 110 kg Ammonsalpeter 27 % pro ha)
2.4	Mulchsaaten	Fr. 150.- (Fr. 1000.-)	1	für Getreide und Hackfrüchte, pfluglose Bodenbearbeitung (Mulchlegen der Kartoffeln)
3.	Düngung			
3.1	Einsatz Schleppschlauchverteiler	Fr. 6.5 / m ³	1	Zusammenarbeit mit Lohnunternehmer
3.2	Reduktion der N-Düngung	Fr. 300.-		max. 80 % der Düngungsnorm, mineralischer und organischer verfügbarer Stickstoff, Güllengabe max. 20 m ³ /ha pro Gabe (ohne Kunstwiesen, Leguminosen, Sonnenblumen, Sommergetreide)
4.	Strukturanpassungen			
4.1	Jauchegruben	Separat		5-monatige Lagerkapazität

(DZV) = Direktzahlungsverordnung, gleiche Anforderungen wie Bund

Tabelle 11: Massnahmekatalog im "Pilotprojekt Nitratreduktion im Klettgau" (EMPP)

5.2.4. Entwicklung der Vertragsflächen

Ab dem Jahr 2001 galt es nach einem von der PL festgelegten Zeitplan möglichst viel Fläche in das Pilotprojekt Nitratreduktion im Klettgau einzuordnen. In Tabelle 12 ist die entsprechende Entwicklung wiedergegeben.

Jahr	Vertrags-LN in ha	%-Anteil an Perimeter	extensive Wiese auf Acker in ha	Vertrags-Betriebe	Total Fr.	Anteil SH in Fr.	%-Anteil SH von Totalbetrag
2001	196	55.06	5	34	141'100	53'163	37.68
2002	212	59.55	15	40	173'682	58'848	33.88
2003	234	65.73	29	43	217'887	69'829	32.05
2004	249	69.94	32	44	242'351	75'621	31.20
2005	261	71.20	35	46	250'011	79'069	31.63
2006	263	71.70	39	46	271'456	85'018	31.32

Kommentar zu den einzelnen Jahren

2001	erstes Vertragsjahr, intensive Tätigkeit für Vertragsabschlüsse, viele Betriebe nur mit Grundprogramm Nplus, wenig Einzelmassnahmen (EMPP).
2002	zweites Vertragsjahr, zweiter Schub neue Verträge, mehr Betriebe mit Einzelprogrammen, grösserer Wiesenanteil, Abnahme Kantonsanteil (%), da mehr nachhaltige Leistungen, welche der Bund zu 80 % subventioniert.
2003	Jahr der Konsolidierung, mehr Flächen aus Projektgebiet II (Siblinger Hänge) kommen dazu, vermehrt neue extensive Wiesen angelegt (attraktive Abgeltung und bester Nitratschutz).
2004	Zunahme der Vertragsflächen auf knapp 70 % des Projektperimeters durch vermehrte Anmeldung von PG II-Flächen, noch mehr Wiesen. Kantonsanteil an totalen Beiträgen sinkt weiter, da mehr Massnahmen mit 80 %-Subventionierung durch Bund.
2005	Die Zunahme der Vertragsfläche ist gegenüber den Vorjahren nicht mehr so gross. Der Grund dafür: Nur noch ein Betrieb mehr mit Vertrag, es fehlen noch 9 Betriebe ohne Vertrag, welche aber zum grossen Teil nicht zu einer Mitarbeit gewillt sind. Die Fläche der extensiven Wiesen auf Ackerland steigen kontinuierlich an, zusammen mit extensiven Wiesen auf Grünland beträgt die Fläche 48 ha, oder beachtliche 18.4 %.
2006	Minimale Zunahme der Vertragsflächen, keine Veränderung bei der Anzahl der Betriebe, Extensive Wiese auf stillgelegtem Acker erreicht knapp 40 ha, was ein Anteil von 15 % der Vertragsflächen bedeutet. Total extensive Wiesen auf knapp 20 % der Vertragsflächen gestiegen.

Tabelle 12: Entwicklung der Vertragsflächen im Pilotprojekt Chrummenlanden 2001 bis 2006. Das operative Ziel von 75 % Vertrags LN im gesamten Projektgebiet (siehe Kapitel 2.6.) wurde praktisch erreicht, im Projektgebiet I sind gegen 80 % LN unter Vertrag.

In Tabelle 13 finden sich die Details für das Jahr 2006. Insgesamt werden 263 ha nach den Projektvorgaben bewirtschaftet.

Daten 2006						2003	2004	2005	2006	2006	
Kultur	Fläche (Aren)	% von Total Vertrags-Fläche	Zusammenfassung →	Kultur	Fläche in Aren	% von Total Vertragsfläche	2003	2004	2005	2006	2006
Buntbrache	228	0.87		Wesland (inkl. eVA, eVG)	9950	37.83	8170	9562	9754	21.80	4.10
Eiweisserbisen	109	0.41		OA	16350	62.17	15025	13994	16362	8.80	16.80
Emmer	373	0.00		ext. Wiese Acker (eVA)	3934	14.96	2978	3029	3291	32.10	19.50
ext. Wiese Acker Ia und Ib	3109	11.82	Total Fläche	26300	71.70	23195	23556	26116	13.40	0.70	
ext. Wiese Acker II	825	3.14									
ext. Wiese Grünland	1298	4.92									
Hede	28	0.11									
Kartoffeln	32	0.12									
Kunstwiese	3087	11.74									
Naturwiese	1378	5.24									
Raps	1891	7.19									
Rotationsbrache	475	1.81									
Slomais	559	2.13									
Soja	0	0.00									
Sommerweizen	0	0.00									
Sonnenblumen	1156	4.40									
Triticale	777	2.95									
Weide	230	0.87									
Wintergerste	1210	4.60									
Winterhafer	0	0.00									
Winterweizen	6930	26.35									
Zuckerrüben	2610	9.92									

Anzahl Betriebe 2003	43
Anzahl Betriebe 2004	44
Anzahl Betriebe 2005	46
Anzahl Betriebe 2006	46

= prozentuale Zunahme der Vertragsflächen 2003 - 2006 resp. 2004 - 2006

	Total ha	Vertrag ha	% von max. Vertragsfläche
Zone Ia	154.48	119.90	77.62
Zone Ib (Widenquelle)	30.04	26.11	86.92
Zone II	182.28	116.99	64.18
TOTAL	366.80	263.00	71.70

Tabelle 13: Bewirtschaftung der Vertragsflächen Pilotprojekt Chrummenlanden 2006

5.2.5. Betriebliche Erfolgskontrollen

Bis die getroffenen Massnahmen im Projektgebiet eine nachhaltige Wirkung im Grundwasser zeigen, können einige Jahre vergehen. Es ist dann nicht mehr möglich, die Wirkung der einzelnen Massnahmen zu beurteilen. Auch für die Beratung kann keine praxisrelevante Schlussfolgerung abgeleitet werden. Die Landwirte möchten den Erfolg der von ihnen gewählten Massnahmen aber möglichst schon im Aussaatjahr sehen und beurteilen können. Eine Möglichkeit dazu ist, die Nitratkonzentration unmittelbar unter der Parzelle mit Hilfe von Saugkerzen zu messen. Die gemessenen Analysewerte lassen Rückschlüsse auf die jeweilige Bewirtschaftung zu. Daraus kann wiederum die Wirksamkeit der einzelnen Massnahme abgeleitet werden. Als Beratungsinstrument sind solche Versuchsreihen sehr wirksam und können wieder in die Praxis einfließen. 1992 wurde von Biedermann et. al.²² das nun im Projekt angewandte System im Detail beschrieben.

Mit Hilfe solcher Saugkerzen wurden seit Ende 2001 auf vier repräsentativen Parzellen monatlich die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser gemessen. Die Standorte sind so aufgeteilt, dass sie die Bodenarten im Einzugsgebiet repräsentieren, vom leicht durchlässigen Boden im Gebiet der Widen bis zu den schweren tonigen Böden in der Siblinger Höhe.

Die vier ausgewählten Parzellen wurden jeweils noch unterteilt. Eine Hälfte wurde nach Nplus bewirtschaftet und die andere bezüglich Stickstoffauswaschung möglichst schonend nach den vorgängig beschriebenen "Einzelmassnahmen Pilotprojekt Nitratreduktion im Klettgau" (kurz als EMPP bezeichnet). Die zusätzlich ausgewählte Massnahme im **EMPP** wie Reduktion des Düngers oder minimale Bodenbearbeitung konnte der Landwirte jedes Jahr selbst bestimmen.

Die Keramiksaugkerzen wurden in einer Tiefe von einem Meter vergraben und mit dünnen Plastikschläuchen mit den Flaschen am Wegrand verbunden. In den Flaschen wird ein Vakuum erzeugt, wodurch das Sickerwasser von den Saugkerzen in die Flaschen tröpfelt. Die Saugkerzen funktionieren nur bei genügend Sickerwasser, d.h. in den niederschlagsreichen Zeitperioden, wenn die Auswaschgefahr am grössten ist. Im Sommer fehlen aus diesem Grund die entsprechenden Werte. Pro Standort wurden 2 x 8 Keramikkerzen (8 = Nplus und 8 = EMPP) vergraben. Insgesamt wurden auf allen 4 Standorten einmal pro Monat 64 Saugkerzen beprobt. Die jeweils 8 vergrabenen Saugkerzen funktionierten am Anfang einwandfrei. Nach den ersten 6 Jahren sind von den 64 Saugkerzen rund 10 ausgefallen, die meisten wegen Mäusefrass. Das Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz des Kantons Schaffhausen analysierte die 64 Saugkerzen monatlich entnommenen Proben und bestimmte deren Nitratgehalt.

Das Ziel dieser Versuche ist es, die Nitratkonzentration im Sickerwasser im Verlauf der Projektzeit auf ausgewählten Standorten im Projektgebiet zu messen und zu dokumentieren. Aufgrund des jährlichen Verlaufs der Nitratkonzentrationen können Rückschlüsse auf die Bewirtschaftungspraxis gezogen werden. Die Versuche dienen auch als Anschauungsobjekt für Flurbegehungen. Damit können den interessierten Landwirten die Auswirkungen der getroffenen Massnahmen 1:1 im Feld demonstriert werden. So lassen sich weitere Landwirte ansprechen und zum Mitmachen animieren.

²² R. Biedermann, D. Leu und A. Zehnder: Stickstoffverluste in der Landwirtschaft: Der Beitrag einer wissenschaftlichen begleiteten Betriebsberatung zur Reduktion der Nitrat auswaschung, Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 82 (1991)



Bild 5: H.U. Dierauer bei der Probenahme (Saugkerzenstation mit 8 Flaschen)

Versuchsanordnung

Es wurden insgesamt 4 Parzellen mit verschiedenen Bodentypen ausgewählt (Tabelle 14). Damit die Wirksamkeit der verschiedenen Massnahmen gut und schnell beurteilt werden können, wurden die vier Versuchsfelder halbiert. Je eine Hälfte wird von 2000 bis voraussichtlich 2012 nach der mit Nplus ergänzten traditionellen Methode bewirtschaftet (als Nplus bezeichnet). Die andere Hälfte wird nach dem Massnahmenkatalog des Pilotprojekts Nitratreduktion im Klettgau bewirtschaftet (kurz als EMPP bezeichnet). Die Fruchtfolge der beiden Versuchsfelder ist identisch (Ausnahme Jahr 2002 Betrieb B mit Emmer und Winterweizen).

Betriebe	A	B	C	D
GB Nummer	416	396	1008	479
Phase	II	la	la	la
Name	Wydenloo	Kilchacher	Höhi	Neuwiesen
Fläche [a]	193	208	102	146
Boden	Braunerde tiefgründig, hoher Tonanteil	Kalkbraunerde, mässig flachgründig	Braunerde, ziemlich flachgründig	Kalkbraunerde, mässig flachgründig
Nitratauswaschungsrisiko	klein	gross	gross	gross
Kultur vor Versuchsbeginn	Kunstwiese	Winterweizen	Wintergerste	Zuckerrüben

Tabelle 14: Versuchsparzellen für die Erfolgskontrollen (Tiefgründig: Die pflanzennutzbare Gründigkeit beträgt 50 bis 70 cm. Flachgründig: Die pflanzennutzbare Gründigkeit beträgt 10 bis 30 cm)

Die an den Versuchen beteiligten vier Landwirte treffen sich mehrmals jährlich mit dem Leiter der Versuche (H.U. Dierauer vom FiBL) und sprechen die gewählten Verfahren mit ihm ab. Die Landwirte können die Verfahren für ihre Versuche weitgehend selbst aus dem

Massnahmenkatalog auswählen und bestimmen. Die Versuchspartellen durchlaufen eine normale Fruchtfolgeperiode. Die bevorzugten Verfahren sind die minimale Bodenbearbeitung und Reduktion der Düngung. Der Versuchsleiter übernimmt die Auswertung der Versuche und kommuniziert diese an die Projektorganisation "Nitratreduktion im Klettgau".

Im Folgenden werden die einzelnen Betriebe im Detail beschrieben.

Betrieb A

Der Betrieb A führt einen Ackerbaubetrieb mit Schweinemast und -zucht. Auf seinem Betrieb fällt viel Schweinegülle an. Der Betriebsleiter setzt zum Ausbringen der Hofdünger den Schleppschlauchverteiler standardmässig ein. Die Hofdünger werden noch gezielt ergänzt mit Ammonsalpeter und Magnesium. Die Untersuchungspartelle ist die einzige im Gebiet der Phase II auf schwerem tonhaltigem Boden. Die Versickerungsrate ist auf dieser Partelle von allen 4 Standorten am geringsten.

Auf der Versuchspartelle wird auf einer Hälfte konsequent auf den Pflugeinsatz verzichtet. Dort wird die so genannte minimale Bodenbearbeitung oder auch "Mulchsaat" genannt, praktiziert. Dabei wird mit einer speziellen Maschine nur die Bodenoberfläche aufgerissen und in einem Arbeitsgang in die Stoppeln gesät. Diese Saattechnik benötigt in der Regel kein Totalherbizid wie Roundup. In Figur 14 ist dieses Verfahren mit EMPP bezeichnet.

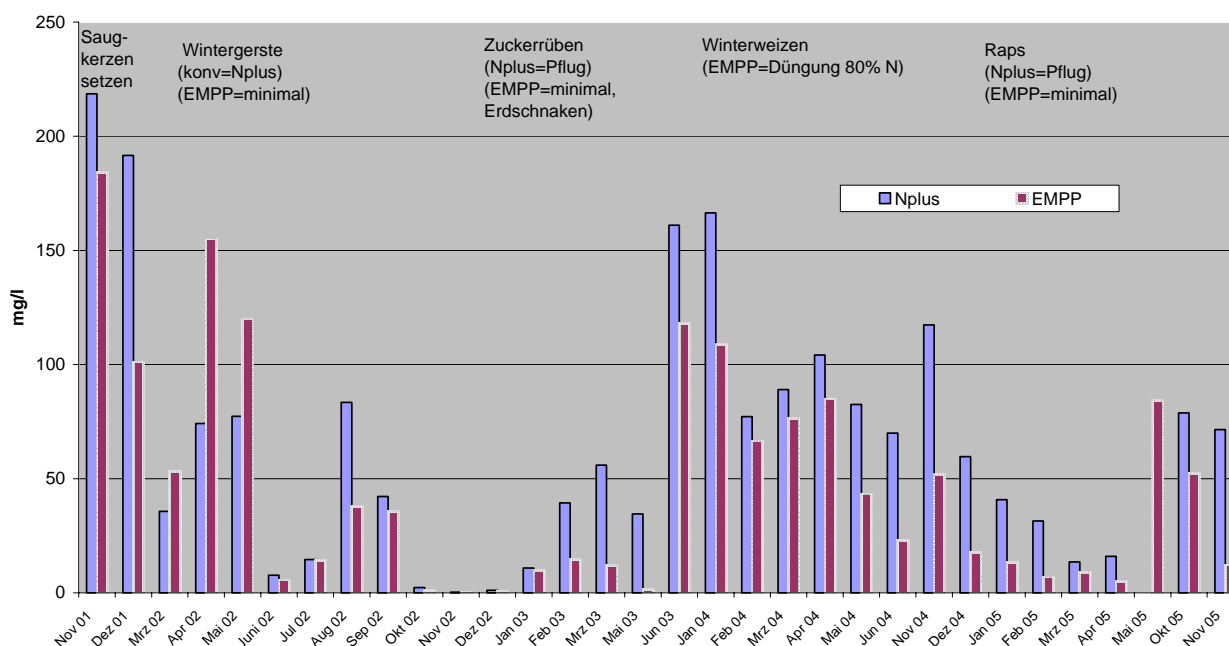
Das konventionelle Pflugverfahren (Nplus) weist über alle Jahre in den Wintermonaten 10 bis 100 % höhere Stickstoffwerte auf als in der Methode EMPP mit Minimalbodenbearbeitung. Die erhöhten Werte der ersten Jahre sind auf die Erdbewegungen nach dem Setzen der Saugkerzen zurückzuführen. Somit können sie generell nicht zur Interpretation herangezogen werden. Im darauf folgenden Winter 2002/2003 war der Boden mit einer Alpha Gründüngung bedeckt, was sich positiv auf die Nitratwerte auswirkt. Im Winter 2003/2004 waren die Werte nach Anbau von Zuckerrüben stark erhöht. Die nicht gepflügte Fläche (EMPP) wies deutlich tiefere Werte auf als die konventionell gepflügte (Nplus). Im Winter 2004/2005 ergab sich nach der Ernte des Futterweizens dasselbe Bild. Durch eine schonende Bodenbearbeitung konnte auf dem Betrieb A die Stickstoffauswaschung generell wesentlich reduziert werden.

Bezüglich des Ertrags hat das Pflugverfahren (Nplus) wegen der leichten Hanglage in der Regel schlechter abgeschnitten, da dieser Teil schneller abtrocknet und so der Kulturpflanze weniger Wasser für die Ertragsbildung zur Verfügung steht.



Bild 6: U. Burkhardt bei der Nitratanalyse am Ionenchromatograph

Mittelwerte Saugkerzen, Betrieb A, 2001 bis 05



Figur 14: Verlauf der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser, Betrieb A

Betrieb B

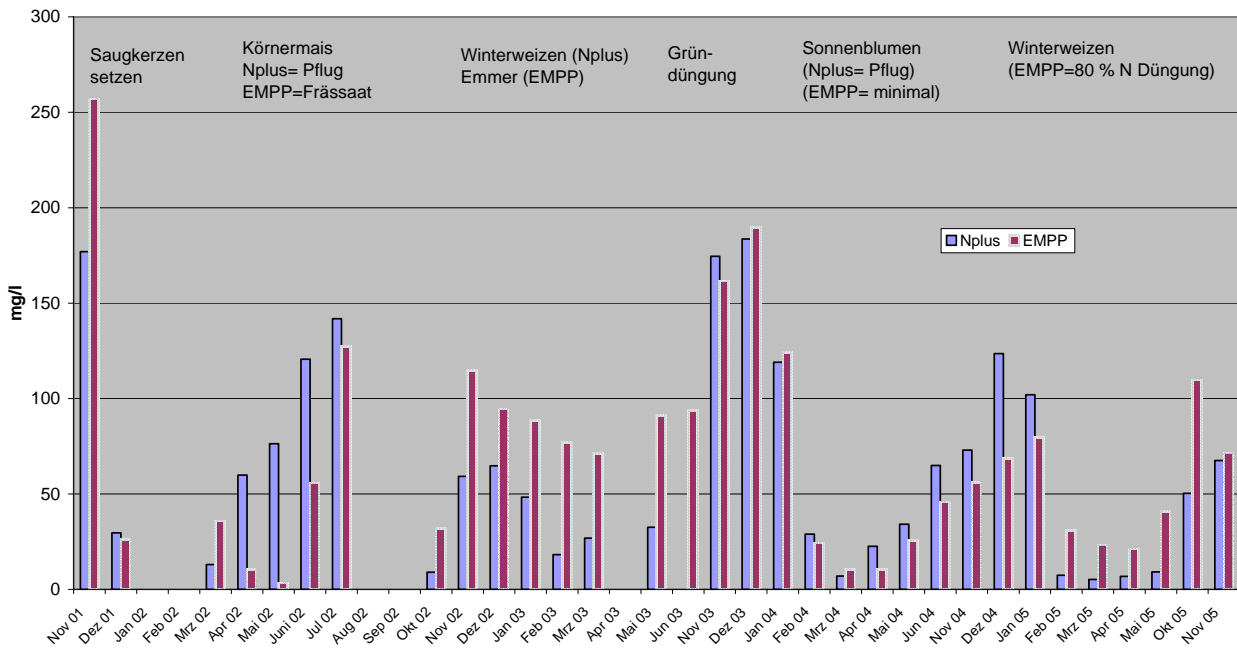
Auf dem viehlosen Betrieb B fallen keine organischen Hofdünger an. Der Betriebsleiter verwendet vor allem mineralischen Volldünger mit einem ausgewogenen Verhältnis an Stickstoff (N, Ammonsalpeter), Phosphor (P) und Kali (K). Die Versuchsfläche charakterisiert sich durch ein mässig flachgründiges Terrain.

Auf dieser Parzelle wurde im Nplus - Verfahren der Pflug eingesetzt und im EMPP-Verfahren ohne Pflug mit Direkt- oder Streifenfrässaat gearbeitet (Figur 15). Die Fruchtfolge war auf beiden Versuchsflächen identisch, ausser im Jahr 2002/2003. Damals wurde im EMPP-Verfahren Emmer angebaut, auf dem Nplus - Feld jedoch Winterweizen. Im Winter 2003/2004 wurde dann auf beiden Versuchsflächen eine Gründüngung angelegt und im darauf folgenden Jahr mit Sonnenblumen bestellt, die EMPP-Variante per Direktsaat, die Nplus bewirtschaftete wurde nach vorgängigem Pflügen bestellt. Im Herbst 2004 wurde auf beiden Teilflächen Winterweizen ohne Pflug angesät. Die ausgewählte Variante EMPP für 2005 war die Reduktion des Ammonsalpeters um 20 %.

Auch auf dieser mässig flachgründigen Parzelle ist in der Periode von November bis Januar 2003 jährlich ein starker Anstieg der Nitratwerte zu messen. Es wurden Spitzenwerte von 150 bis 200 mg/l beobachtet.

Die vergleichsweise höheren Nitrat-Werte im Winter 2002/2003 auf der EMPP-Fläche können mit der dort angebauten Emmerkultur erklärt werden. Der Emmer wurde erst im Dezember ausgesät, nachdem der Boden vorgängig nochmals mit der Kulturegge bearbeitet wurde. Der Boden war also eine relativ lange Zeit, nämlich von Ende September bis zur Aussaat am 10. Dezember, nicht bedeckt. Dies führte im Gegensatz zur Winterweizen-Kultur auf dem traditionell bestellten Feld, wo bereits anfangs Oktober gesät wurde, zu einer erhöhten Nitratauswaschung. Die Gründüngung im Winter 2003/2004 zeigte erwartungsgemäss bei beiden Anbauformen eine gute Wirkung, trotzdem waren die Werte witterungsbedingt hoch. Nach der Sonnenblumenernte im Jahre 2004 zeigte die gepflügte Seite über den Winter leicht erhöhte Werte. In der darauf folgenden Vegetationsperiode wies jedoch die EMPP Variante mit einer Düngungsreduktion von 20 % im Winterweizen leicht höhere Werte auf als die nach Norm gedüngte Parzelle. Dieser Unterschied kann nicht erklärt werden.

Mittelwerte Saugkerzen, Betrieb B, 2001 bis 2005



Figur 15: Verlauf der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser, Betrieb B

Betrieb C

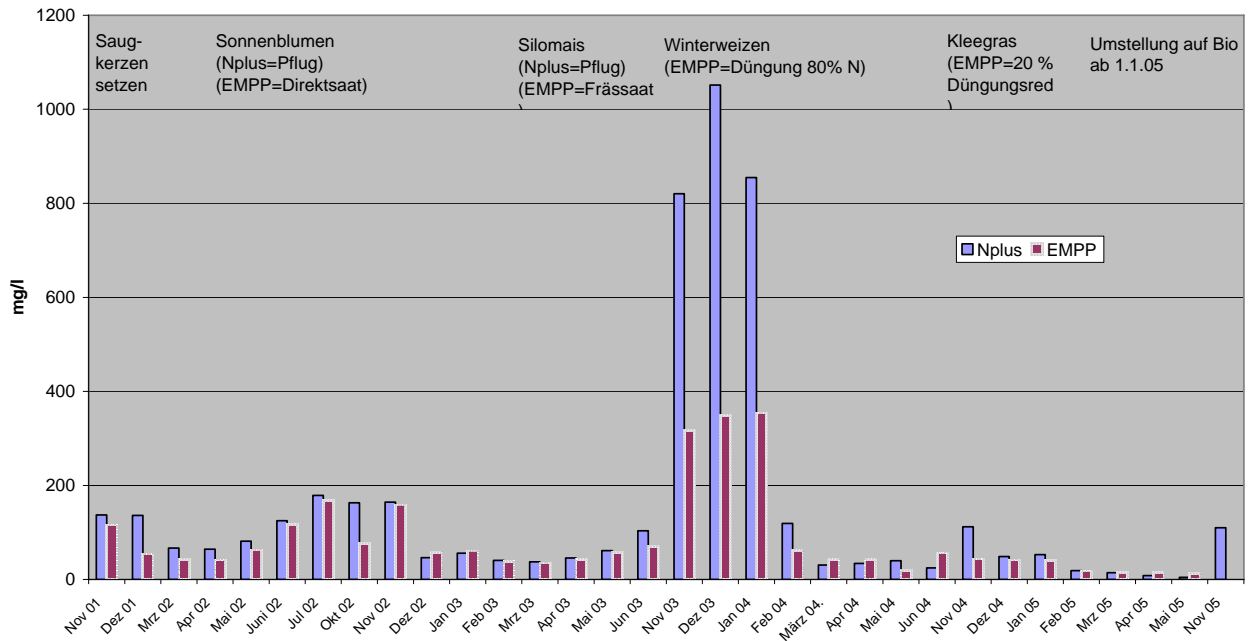
Auf dem Betrieb C werden vorwiegend organische Hofdünger eingesetzt. Der Betrieb hat am 1. Januar 2005 auf biologischen Landbau umgestellt und die Parzellen wurden ab diesem Zeitpunkt ausschliesslich mit Hofdüngern gedüht. Die Versuchsparzelle liegt der Fassung Chrummenlanden am nächsten. Der Boden ist äusserst flachgründig und steinig. Deshalb ist die Auswaschungsgefahr an diesem Standort am höchsten.

Im Jahre 2002 weisen die direkt gesäten Sonnenblumen deutlich tiefere Werte aus als die konventionell gepflühten (Figur 16). Im Jahre 2003 waren keine deutlichen Unterschiede zwischen der Fréssaat Mais und der traditionellen Pflugvariante feststellbar. Der Verlauf ist bei beiden Verfahren etwa gleich.

Im Winter 2003/2004 waren die Nitrat-Werte auf diesem Betrieb in dem Nplus - Teil mit 800 bis 1'000 mg/l am höchsten. Die Parzelle, welche nach dem EMPP - Massnahmenkatalog bewirtschaftet wurde, wies nur halb so hohe Werte auf. Auch auf diesem Betrieb ist also mit einer schonenden Bodenbewirtschaftung und konsequenter Gréundéung eine klare Reduktion der Nitratauswaschung zu erreichen. Die sehr hohen Nitratkonzentrationen im Winter 2003/2004 zeigen aber auch deutlich die Grenzen dieser Massnahmen auf. Auf solchen Standorten sollte folglich auf Ackerbau verzichtet werden.

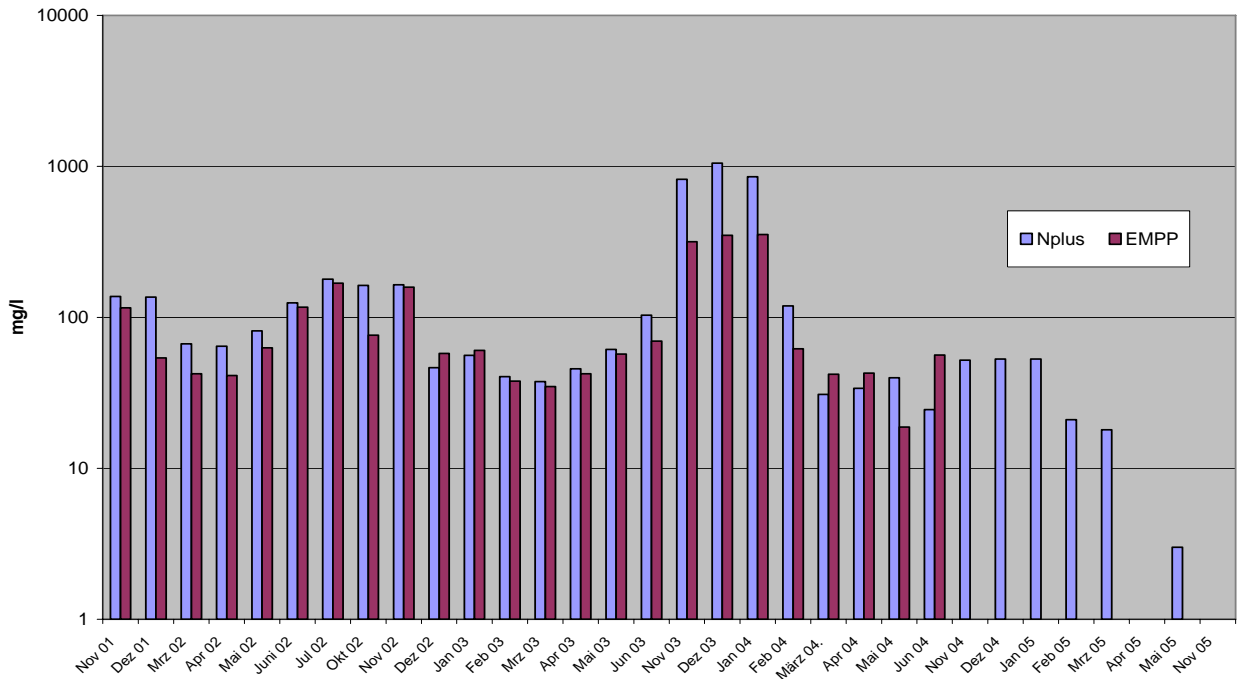
Mit der Umstellung auf Biolandbau im Jahre 2005 und vorgängiger Ansaat einer Kunstwiese sind die Nitratwerte deutlich zurückgegangen und liegen in einem sehr tiefen Bereich. Seither wird das Feld als Kunstwiese genutzt. Eine Hälfte der Versuchsparzelle wird mit der Normdüngung an Gülle versorgt und die andere mit einer reduzierten Gabe (minus 66 %). Da die Filterwirkung der Kunstwiese sehr gut ist, konnte seit 2005 kein Unterschied mehr zwischen den beiden Verfahren festgestellt werden. Durch die Umstellung auf Bio-Landbau hat der Betrieb C auf den Zukauf von insgesamt 1'300 kg Reinstickstoff pro Jahr verzichtet.

Mittelwerte Saugkerzen, Betrieb C, 2001 bis 05



Figur 16: Verlauf der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser, Betrieb C

Betrieb C, Daten logarithmiert



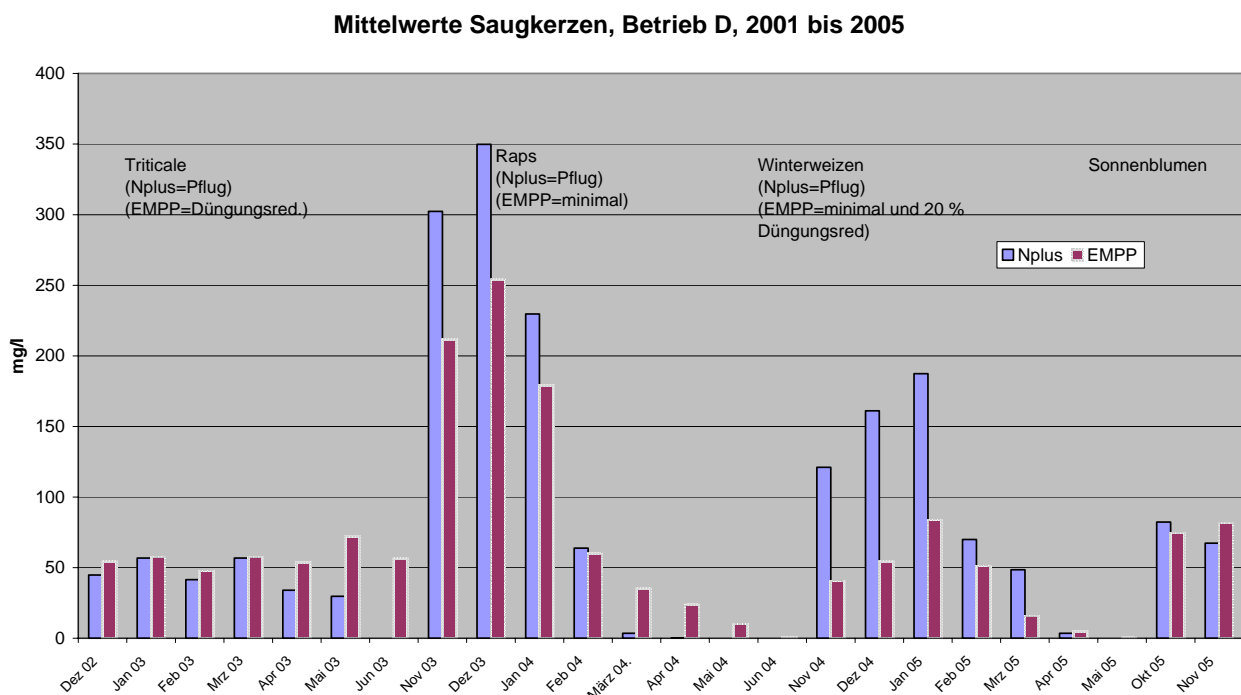
Figur 17: Wie Figur 16, aber mit logarithmierten Werten

Betrieb D

Der Inhaber des Betriebes D bewirtschaftet einen viehlosen Betrieb. Er verwendet neben zugeführtem Mist vornehmlich mineralischen Handelsdünger. Der Boden der Versuchsparzelle gehört zu den Böden mit mässiger Flachgründigkeit wie die Versuchsparzelle auf Betrieb B.

Auch diese Versuchsparzelle (Nplus) wies im Winter 2003/2004 mit Werten zwischen 220 und 350 mg/l eine ausserordentlich starke Nitratauswaschung auf. Das EMPP - Verfahren mit reduzierter Bodenbearbeitung lag mit 50 bis 100 mg/l geringeren Werten rund 30 % tiefer (Figur 18).

Im Winter 2004/2005 unterschritten die EMPP - Werte jene des Nplus Verfahrens um rund 50 %. Auch hier verursachte das EMPP - Anbauverfahren mit reduzierter Bodenbearbeitung eine wesentlich geringere Nitratauswaschung. Die Reduktion der Düngungsmenge schlägt sich dagegen als weiterer Faktor nur geringfügig auf die Nitratwerte nieder, da der Dünger während der Vegetationsperiode von den Pflanzen aufgenommen wird und nicht ausgewaschen wird.



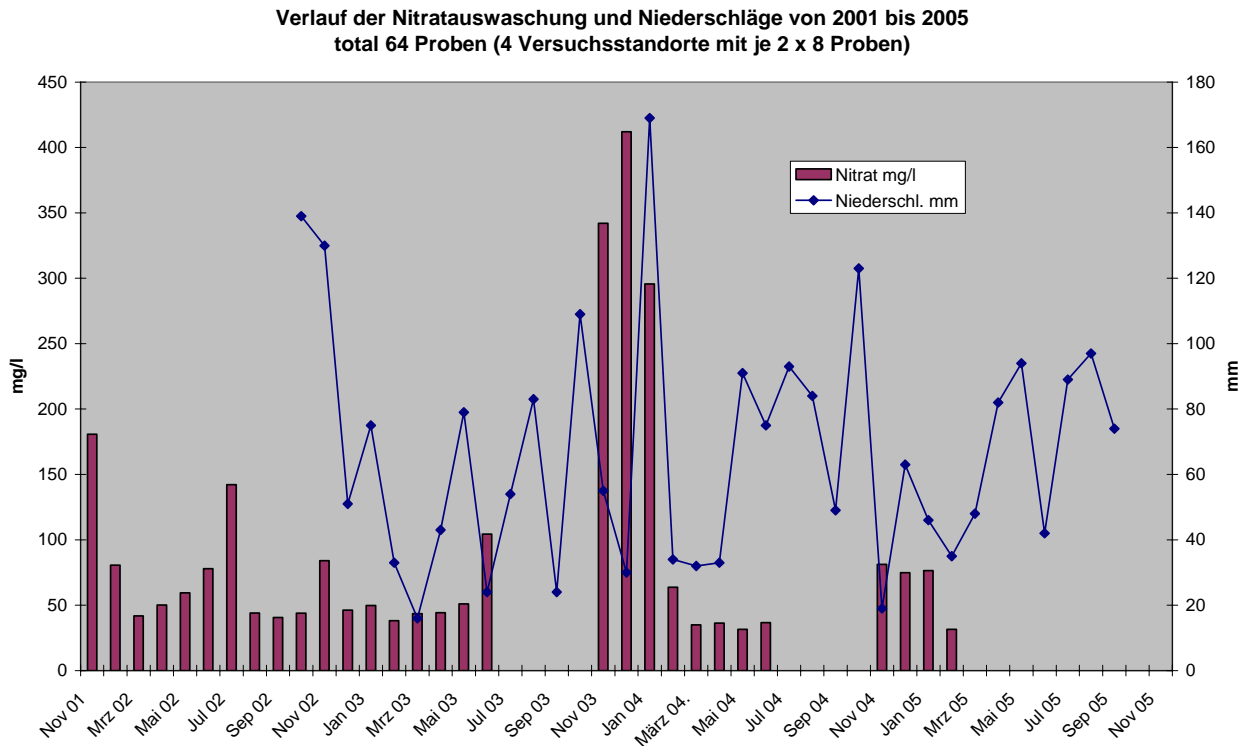
Figur 18: Verlauf der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser, Betrieb D

Erfolgskontrolle über alle Standorte

Die seit 2002 gemessenen Mittelwerte aller beprobter Standorte und alle Verfahren sind in der Figur 19 aufgezeigt.

Die hohen Werte im Winter 2001 sind auf die Bodenbewegungen zurückzuführen, die für die Installation der Saugkerzen notwendig waren. Bis sich die Bodenstruktur wieder aufbaute und beruhigte, verging offensichtlich ein halbes bis ein ganzes Jahr. In der Figur 19 fällt auf, dass sich die Werte während langer Zeit auf relativ hohem aber stabilem Niveau zwischen 40 und 50 mg/l eingependelt haben. Einzelne Ausreisserwerte gab es immer wieder. Während der Trockenperioden im Sommer konnte die Beprobung nicht stattfinden, da während dieser Zeit kein überschüssiges Sickerwasser vorhanden ist. Deshalb fehlen die Messwerte für gewisse Monate im Sommer.

Die mineralischen Dünger konnten wegen den fehlenden Niederschlägen im ausserordentlich trockenen Jahr 2003 nicht gelöst werden. Auf den Winter 2003/2004 hat sich der angesammelte Stickstoff mit den ersten Niederschlägen im Herbst gelöst und wurde im Sickerwasser ausgewaschen. Dass die Durchschnittswerte in dieser Periode so hoch sind, kann als eine Ausnahmerecheinung im sehr trockenen und schönen Sommer 2003 bezeichnet werden. Der höchste gemessene Einzelwert lag bei über 1000 mg/l im Dezember 2003.



Figur 19: Verlauf der gemittelten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser, gesamtes Pilotprojekt-Gebiet Klettgau

Diese Versuche bestätigen, dass die Auswaschung des Stickstoffs ins Grundwasser hauptsächlich im Frühwinter (November bis Dezember) stattfindet. Sie wird vor allem durch die im Herbst stattfindende Bodenbearbeitung vor Wintergetreide, durch die Kombination heftiger Niederschläge, Ernte von Hackfrüchten im Herbst und durch die fehlende Lösung der Stickstoffdünger während trockener Sommer verursacht. Den klimatisch bedingten Faktoren ist der Landwirt mehr oder weniger machtlos ausgeliefert. Er kann die einmal in Gang gesetzten Freisetzungprozesse nicht mehr stoppen. Ohne das im Nplus vorgeschriebene Verbot der Bodenbearbeitung ab dem 15. November und der Einschränkung bezüglich der Düngerausbringung ab dem 15. Oktober wäre die Situation im Winter 03/04 noch dramatischer ausgefallen.

Bei diesen Betrachtungen muss darauf hingewiesen werden, dass bei den Saugkerzen Konzentrationen von Nitrat gemessen werden. Über die Nitratfrachten kann hingegen keine Aussage gemacht werden.

Fazit

Die Versuche zeigen deutlich auf, dass das Hauptproblem der Nitratauswaschung die Wintermonate sind. Während der Vegetationszeit kommt es nur vereinzelt zu Auswaschungen, meist aufgrund heftiger Gewitter. Während der trockeneren Periode wird fast kein Sickerwasser gebildet und die Pflanzenwurzeln haben auch einen grossen Wasserbedarf. Die reduzierte Düngermenge von 80 % der Stickstoffnormdüngung hat nur einen geringen Effekt, da das Getreide den ihm zur Verfügung stehenden Stickstoff während der Vegetationsperiode verwerten kann.

Insbesondere die stark zehrenden Kulturen wie Raps und Mais benötigen viel Stickstoff. Eine Düngungsreduktion macht bei diesen Kulturen keinen grossen Sinn, denn sie können den zur Verfügung gestellten Stickstoff gut verwerten und in Ertrag umsetzen. Den grössten Einfluss auf die Nitratauswaschung hat die Fruchtfolge mit der Wahl der Kulturen: Extensive Wiesen, Kunstwiesen, Buntbrachen und Rotationsbrachen decken den Boden gut und bilden einen Filter der kein Nitrat durchlässt. Wintergetreide deckt den Boden im Vorwinter wenig, sodass es zu Auswaschungen kommen kann. Kartoffeln, Mais, Sonnenblumen, Zuckerrüben und Raps haben eine langsame Jugendentwicklung, welche dazu führt, dass die erste Düngungsgabe nicht aufgenommen werden kann und mit einem heftigen Gewitter sogar ausgewaschen wird. Wichtig ist eine möglichst lange Begrünung, die Anlage von Zwischenfrüchten und die Unterlassung der Bodenbearbeitung über den Winter. Die Fruchtfolgeregelung, die Begrünung, der Verzicht auf die Düngung und die Bodenbearbeitung während dem Winter bilden die Grundelemente des Nplus. Eine wirksame Methode zur Reduzierung des Nitrats wäre die Umstellung auf den Biolandbau. Diese Variante soll im neuen Massnahmenkatalog für die 2. Projektphase aufgenommen werden.

5.2.6. Betriebsökonomische Betrachtung

In Tabelle 15 ist die ökonomische Realität eines Betriebes im Projektgebiet abgebildet.

Das Beispiel dieses Betriebes zeigt die ökonomischen Auswirkungen der Umstellung auf den Biolandbau. In diesem Betrieb wurde mit der Umstellung das ganze Konzept des Betriebes geändert. Der Ackerbau wurde um 2 ha reduziert und der Futterbau ohne Mineraldünger extensiviert. Allein durch die Umstellung können **1'300 kg** Reinstickstoff pro Jahr eingespart werden. Im Bioanbau reduzieren sich die Erträge im Ackerbau um bis zu 30 %, was darauf zurückzuführen ist, dass allgemein weniger Dünger eingesetzt wird.

Der Cash flow liegt bei gleicher Bewirtschaftung mit gleichem Milchkontingent in der Biovariante höher. Dies ist auf den höheren Milchpreis und die höheren Direktzahlungen des Bundes zurückzuführen. An den Beiträgen aus dem Pilotprojekt ändert sich grundsätzlich nichts. Im Projekt ist bisher kein Beitrag für den biologischen Anbau vorgesehen. Im Ackerbau können einzig die Fr. 300.- für Düngungsreduktion beantragt werden. Die geringe Erhöhung des Beitrages in diesem Betrieb ist auf den höheren Anteil Kunstwiesen zurückzuführen. Dies ist aber nur vorübergehend. Die Kunstwiesen werden in der Fruchtfolge wieder umgebrochen.

Bei der Umstellung auf Bio muss aber berücksichtigt werden, dass pro Jahr 1500 Arbeitsstunden mehr geleistet werden müssen. Diese Mehrarbeit fällt im Bereich Ackerbau, Blacken stechen und bei der Hofdüngerausbringung an. In der Tierhaltung bleiben sie mit dem neuen modernen Laufstall gleich. Durch die grössere Arbeitsbelastung entstehen höhere Lohnkosten. Umgerechnet auf die Arbeitsstunden stand der Betrieb mit dem ÖLN besser da (Fr. 13.80 zu Fr. 13.55). Die berechneten Arbeitsstunden stammen von einem Globalarbeitsvoranschlag und könnten bei rationeller Bewirtschaftung deutlich tiefer liegen.

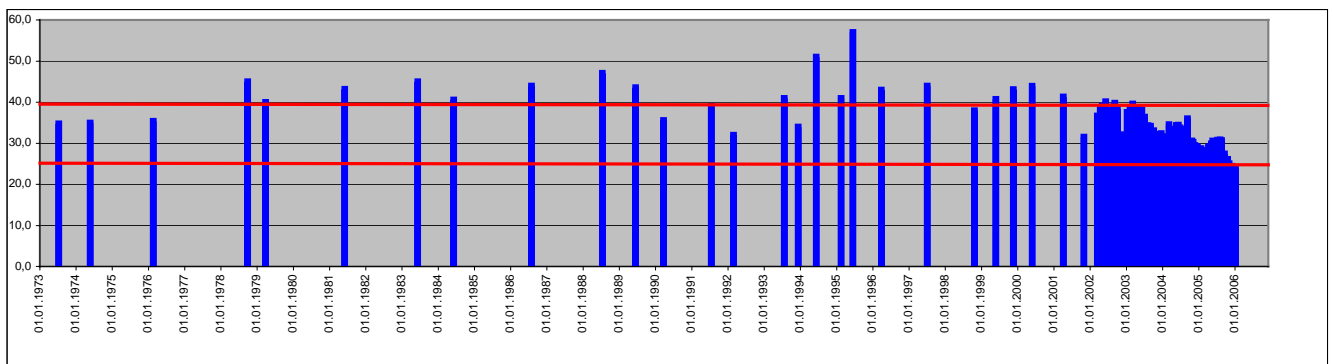
Positionen	ÖLN	BIO	Bemerkungen
Wiesland	15.00 ha	17.00 ha	ÖLN: Intensiverer Futterbau
Offene Ackerfläche	17.00 ha	15.00 ha	
Landw. Nutzfläche	32.00 ha	32.00 ha	ÖLN: Höhere Milchleistung je Kuh (Stunden nach Global-Arbeitsvoranschlag)
Milchkontingent	140'000 kg	140'000 kg	
Milchkühe	24 Stk	26 Stk	
Mastkälber	5 Stk	5 Stk	
Total Grossvieheinheiten GVE	24.2 GVE	26.2 GVE	
Dünger-GVE je ha LN	0.75 DGVE	0.81 DGVE	
Arbeitskraftstunden total	3590 AKh	5050 AKh	
Leistung (Ertrag) Pflanzenbau	62'360 Fr.	50'050 Fr.	ÖLN: Intensiverer Ackerbau (Zuckerrüben, Raps)
– Direktkosten Pflanzenbau	20'900 Fr.	13'610 Fr.	
Deckungsbeitrag Pflanzenbau	41'460 Fr.	36'440 Fr.	Bio: Rund 20 Rp. höherer Milchpreis
Leistung (Ertrag) Tierhaltung	121'860 Fr.	140'690 Fr.	
– Direktkosten Tierhaltung	35'750 Fr.	38'950 Fr.	Bio: Höhere Direktzahlungsbeiträge Bio: Höherer Wieslandanteil
Deckungsbeitrag Tierhaltung	86'110 Fr.	101'740 Fr.	
Direktzahlungen	54'470 Fr.	69'630 Fr.	
+ Beiträge Nitratprojekt	8'000 Fr.	10'500 Fr.	
+ Übrige Erträge	8'000 Fr.	8'000 Fr.	Summe DB Pflanzenbau, Tierhaltung und Übriges Bio: Höherer AK-Bedarf Bio: Höherer Verwaltungsaufwand
Deckungsbeitrag Übriges	70'470 Fr.	88'130 Fr.	
Total Deckungsbeitrag Betrieb	198'040 Fr.	226'310 Fr.	
Reparatur- und Unterhaltskosten	47'140 Fr.	46'020 Fr.	
+ Miet-, Pacht- und Schuldzinse	29'600 Fr.	29'600 Fr.	
+ Angestelltenkosten	5'000 Fr.	15'000 Fr.	
+ Übrige Betriebskosten	13'500 Fr.	15'000 Fr.	
+ Abschreibungen	53'300 Fr.	53'300 Fr.	
Total Strukturkosten Betrieb	148'540 Fr.	158'920 Fr.	
Deckungsbeitrag Betrieb	198'040 Fr.	226'310 Fr.	
– Strukturkosten Betrieb	148'540 Fr.	158'920 Fr.	
Landw. Einkommen	49'500 Fr.	67'390 Fr.	Deckungsbeitrag Betrieb abzgl. Strukturkosten ÖLN: Geringere Arbeitsbelastung im Betrieb
+ Nebeneinkommen	18'520 Fr.	14'520 Fr.	
Gesamteinkommen	68'020 Fr.	81'910 Fr.	Bio: Mehr Steuern und AHV wegen höherem Eink.
– Privatverbrauch	64'510 Fr.	68'570 Fr.	
Eigenkapitalbildung	3'510 Fr.	13'340 Fr.	
+ Abschreibungen	53'300 Fr.	53'300 Fr.	
Cash flow	56'810 Fr.	66'640 Fr.	Erwirtsch. Mittel für Invest., Tilgungen u. Reserven

Tabelle 15: Übersicht über die finanziellen Gegebenheiten eines Betriebes im Projektgebiet

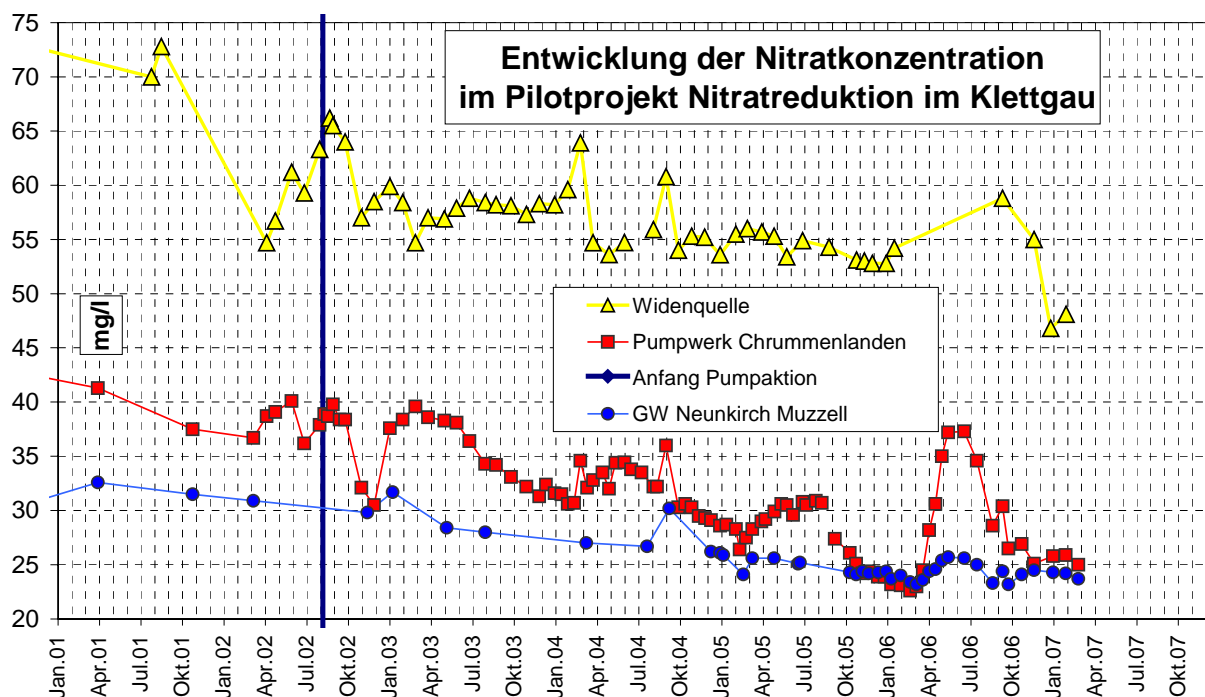
6. Wasserqualität

In Figur 20 ist die Entwicklung der Nitratkonzentration im Grundwasserpumpwerk Chrummenlanden seit Baubeginn (1973) bis heute wiedergegeben. Im Vergleich zur Grundwasserfassung Neunkirch Muzell, die Nitratgehalte im Bereich von ca. 30 mg NO₃ /l aufwies, wurden im Pumpwerk Chrummenlanden vor dem Beginn des Pilotprojektes stets höhere Nitratgehalte gemessen, die zum Teil klar über den vom Gesetzgeber für Trinkwasser vorgeschriebenen 40 mg NO₃ /l lagen. In Folge der hohen Nitratgehalte wurde das Wasser ab dem Jahr 1990 immer weniger genutzt. Zwischen 1995 und 2005 ist die Nutzung praktisch eingestellt worden (siehe Tabelle 19). In Figur 21 findet sich die Entwicklung der Nitratkonzentration seit Beginn des Nitratprojektes. Der Trend geht eindeutig in Richtung Reduktion der Nitratkonzentration, wobei die prognostizierten jahreszeitlichen Schwankungen deutlich zu erkennen sind. Seit dem Beginn der Pumpaktion konnte der Nitratgehalt im Pumpwerk Chrummenlanden schrittweise auf Konzentrationen unter 30 mg NO₃ /l reduziert werden. Dieser Konzentrationsbereich korrespondiert mit der heute genutzten Grundwasserfassung Neunkirch Muzell.

Im September 2005 wurde das Wasser aus Chrummenlanden wieder für Trinkwasserzwecke freigegeben.



Figur 20: Langfristige Entwicklung der Nitratkonzentration im Grundwasserpumpwerk Chrummenlanden



Figur 21: Die Entwicklung der Nitratkonzentration in der Grundwasserfassung Chrummenlanden

Um die Auswirkung der landwirtschaftlichen Massnahmen beurteilen zu können, wurde die Widenquelle zum Vergleich herangezogen. Der Nitratgehalt dieser Quelle stieg bis Mitte der Neunzigerjahre kontinuierlich an und erreichte Spitzenwerte, die im Bereich von 100 mg NO_3 /l lagen. Vor Beginn des Projektes wurden bei der Widenquelle Werte von über 60 mg NO_3 /l nachgewiesen.

Seit 2002 konnte auch bei der Widenquelle ein Rückgang der Nitratkonzentration festgestellt werden, der jedoch nicht so stark ausgeprägt ist wie derjenige, der beim Pumpwerk Chrummenlanden beobachtet wurde.

Da die beiden Gemeinden Neunkirch und Gächlingen nur mit GW aus den Werken Muzzell und Chrummenlanden versorgt werden, widerspiegelte der Nitratgehalt des Trinkwassers ab Hahn die Nutzung der jeweiligen Bezugsorte.

7. Öffentlichkeitsarbeit

7.1. Öffentlichkeit, Landwirte

Von Beginn weg legte die Projektleitung besonderen Wert auf eine kontinuierliche Information der Landwirtinnen und Landwirte einerseits und der örtlichen Bevölkerung andererseits. Dass sich die Bevölkerung für die Anstrengungen der Landwirte interessiert, merkten auch die Bauern sehr bald. Gelegentlich werden die Landwirtinnen und Landwirte auf dem Feld auf das Projekt angesprochen. Diese werden durch das kantonale Landwirtschaftsamt jeweils so gut über den Verlauf und die neusten Resultate des Pilotprojekts informiert, dass sie jederzeit detailliert Auskunft geben können. Dies ist auch ein Grund, warum sich so viele bereit erklärt haben, mitzumachen.

Im Rahmen des UNO - Jahr des Wassers fand in Gächlingen am 21. Juni 2003 ein erster Wassertag statt. Die Bevölkerung von Gächlingen und Neunkirch wurde eingeladen, sich über die Problematik "Nitrat im Grundwasser" und die Frage, was zur Sicherung der Wasserversorgung getan wird, durch Vorträge und Plakate sowie anlässlich einer Feldbegehung zur Grundwasserfassung Chrummenlanden zu informieren. Der Wassertag fand bei der bäuerlichen und nichtbäuerlichen Bevölkerung regen Zuspruch.

Die Wieder-Einspeisung des Chrummenlanden-Wassers ins Netz der Wasserversorgungen von Gächlingen und Neunkirch wurde am 3. September 2005 in Gächlingen mit einem zweiten Wassertag gefeiert. Umrahmt wurde der Tag mit Kurzreferaten, einer kurzen Feldbegehung und mit Aktionen (siehe Figur 22). Die teilnehmende Bevölkerung war begeistert.



Bild 7: Feldbegehung am Wassertag vom 3. September 2005

Gemeinde Neunkirch
Bahnhofstrasse 1 / 8213 Neunkirch
Telefon+41(0)52 687 00 11 / Fax+41(0)52 687 00 14
gemeindeverwaltung@neunkirch.ch / www.neunkirch.ch



Wassertag – 3. September 2005

Festplatz Feuerwehrgebäude Gächlingen

Das Wasser vom Pumpwerk „Chrumme Lande“ kann aufgrund der verbesserten Nitratwerte wieder in das Trinkwassernetz der Gemeinden Neunkirch und Gächlingen eingespiesen werden. Aus diesem Anlass wird am

Samstag, 3. September 2005

ein Wassertag durchgeführt. Nebst einem feierlichen Akt mit Ansprachen und Festwirtschaft wird der Anlass mit einem sportlichen Teil für Jung und Alt bereichert. Es sind folgende Wasserspiele geplant:

- Wasserkübel-Stafette ab „Chrumme Lande“ zum Festplatz beim Feuerwehrmagazin Gächlingen
- Velo-Geschicklichkeitsparcours für die Kleinen mit Wasserkübel beim Festplatz
- Wassertransportleitung von Neunkirch nach Gächlingen ab Hydrant Neunkirch, erstellt durch den Feuerwehrverband MittelKlettgau
- Wettbewerb für alle Teilnehmer

Programm:

- 10.00 Begrüssung, Orientierung über das Projekt, Feuerwehrgebäude Gächlingen, anschliessend Flurbegehung bis zum Pumpwerk
- 11.00 Feierliche Öffnung der Schieber, die das Wasser ins Trinkwasser einspeisen
- 11.30 Beginn Wasserkübel-Stafette (Schulklassen, Vereine usw.)
- 11.30 –
- 13.00 Geschicklichkeitsparcours für 5- bis 10-Jährige
- 13.15 Wassertransportleitung
- 14.00 Preisverteilung Geschicklichkeitsparcours, Auflösung Wettbewerb

Jeder Teilnehmer der Wasserkübel-Stafette erhält eine Gratis-Bratwurst mit Brot! Es gibt auch schöne Preise zu gewinnen.

Festwirtschaft durch den Landfrauenverein Neunkirch.

Wir freuen uns auf Ihr Kommen!

Gemeinderat Neunkirch und Gemeinderat Gächlingen

Figur 22: Einladung zum Wassertag 2005

7.2. Nitratpost

Seit Anfang Dezember 2001 werden alle Landwirte, welche Flächen im Projektperimeter bewirtschaften (mit und ohne Vertrag nach Art. 62a GSchG), vierteljährlich mit der sogenannten "Chrummyenlanden-Nitratpost" bedient. Dies ist ein in der Regel 4-seitiges Informationsblatt, welches verschiedene Informationen an die Landwirte übermitteln soll: Dabei stehen Ergebnisse aus dem Projekt natürlich im Vordergrund, sei es in Form von Versuchsergebnissen oder in Form von Ankündigungen von Begehungen im Feld, welche den Bauern praktische Ergebnisse aus dem Projekt vermitteln sollen. Weitere Informationspunkte sind auch immer wieder aktuelle Informationen zu Themen aus der Stickstoffproblematik, vorwiegend im Zusammenhang mit Nitrat, Bodenbearbeitung und Nitratverlusten. Es werden aber auch übrige Themen der Stickstoffproblematik (Verluste in die Luft, Hofdüngerausbringung etc), der Trinkwasserfrage allgemein oder der Voraussetzungen (Geologie, Verhalten der Pflanzen und des Wassers im Boden) zum Verständnis der ganzen Trinkwasserproblematik behandelt. Die Nitratpost ist damit zu einem gezielten Informationsmedium geworden, welches mit einem kleinen Aufwand einen grossen Nutzen erzielt.

7.3. Flurbegehungen mit den Landwirten

Jedes Jahr wird im Einzugsgebiet des Pilotprojekts eine Flurbegehung organisiert. Über die Nitratpost werden alle am Projekt beteiligten Landwirte angeschrieben. Zudem wird die Veranstaltung öffentlich ausgeschrieben, damit sich auch Landwirte daran beteiligen, welche am Projekt noch nicht teilnehmen. Zweck dieser Flurbegehung ist die Besichtigung und Diskussion der verschiedenen Nitrat-Emissionen reduzierenden Verfahren im Feld. Die Versuche zur Erfolgskontrolle mit den Verfahren EMPP und Nplus können vor Ort besichtigt werden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen geben den Landwirten neue Anregungen. Einzelne Landwirte konnten durch diese Feldbesichtigungen auch zum Mitmachen an dem Projekt überzeugt werden.

8. Schlussfolgerungen & Empfehlungen

8.1. Systemmodellierung

8.1.1. Dynamische Modellierung

Die rechnerische Voraussage über den Erfolg und den Verlauf der Massnahmen kann auf verschiedenem Niveau durchgeführt werden. Einfache Massenbilanzrechnungen genügen im Prinzip, Voraussagen über die zu erwartende Verringerung der Nitratauswaschung zu machen. Der zeitliche Verlauf und die räumlichen Unterschiede können jedoch nur mit komplexen Modellberechnungen auf GIS-Datenbasis aufgezeigt werden. Hierzu sind umfangreiche Informationen zu Böden, Bewirtschaftung, Klima, etc. sowie zu den hydrogeologischen Gegebenheiten erforderlich. Selbst bei relativ guter Datenlage wie im Klettgau, bleiben viele Unsicherheiten und Ungenauigkeiten, die bei der Interpretation der Rechenergebnisse sorgfältig in Betracht gezogen werden müssen. Die sicherlich interessanten und aufschlussreichen Ergebnisse eines nochmaligen Einsatzes des dynamischen Modells (SWAT/ HYDRUS, FEFLOW) werden vorläufig nicht benötigt (Kostenfrage). Hingegen zeigen die aktuellen Berechnungen mit dem einfachen Bilanzmodell (Balmer – Prasuhn), dass die Voraussagen sehr wohl mit dem erzielten Resultat übereinstimmen.

Für das Projektgesuch im Jahr 2001 sind umfangreiche Berechnungen mit Nsim durchgeführt worden. Für eine erste Prognose der Auswirkungen von bestimmten landwirtschaftlichen Massnahmen war dieses Werkzeug durchaus nützlich. Das Programm hat aber beim Einsatz im vorliegenden Projekt gravierende Nachteile:

- Das Programm verlangt viele Inputdaten, die gar nicht verfügbar sind oder nur mit sehr grossem Aufwand gewonnen werden könnten. Deshalb müssen in zu vielen Fällen Annahmen getroffen werden. Das Programm liefert unter diesen Bedingungen zwar genaue, aber nicht unbedingt richtige Resultate.
- Der grosse Aufwand bei der Dateneingabe, die teilweise langen Rechenzeiten und die "black box" Eigenschaften der Berechnung machen eine Sensitivitätsanalyse sehr aufwendig, wenn nicht gar unmöglich. Es ist kaum zu erkennen, welche Parameter die Nitratauswaschung stark beeinflussen und welche nicht.
- Das Programm liefert eine genaue Prognose der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser. Die uns vor allem interessierenden Aussagen zur Sickerwassermenge und zur Nitratfracht sind dagegen nur über mühsame Umwege zu erhalten.

Im jetzigen Projektstadium ist ein weiterer Einsatz von Nsim sicher nicht sinnvoll. Einfache Bilanzmodelle ergeben vertrauenswürdigere und ehrlichere (d.h. weniger genaue) Resultate. Generell ist hier die Frage angebracht, ob das Modell Nsim mit seinen Schwächen überhaupt zukünftig noch einzusetzen ist.

8.1.2. Einfaches Bilanzmodell nach Balmer – Prashun

In Kapitel 3.3.4 sind die Prognosen nach dem "Einfachen Bilanzmodell" beschrieben. Wir haben den effektiven Stand der Bewirtschaftung im Jahr 2005 in dieses Modell eingegeben. Dabei sind für die nicht am Projekt beteiligten LN realistische Annahmen eingesetzt worden. Das Resultat ist in Tabelle 16 wiedergegeben. Der errechnete Wert von 32 mg NO₃/l stimmt mit der Realität (siehe Kapitel 6.), welche in den Jahren 2005 und 2006 Werte im Grundwasserbrunnen Chrummenlanden um 30 mg/l zeigen, gut überein. Allerdings ist beim Modell von Balmer - Prashun die Streuung relativ gross.

Ist-Zustand 2005	Fläche ha	Red. kg N/ha.a	Red. kg N/ha	Korrektur gegenüber Prognosemodell von Balmer
N plus	169.2	10	1'692	Wert reduziert auf 10
Ext. Wiese	35.2	45	1'584	
Weide, Naturwiesen	30.0	30	900	Wert auf 30 erhöht
Kunstwiese	32.3	20	646	Wert auf 20 erhöht
Buntbrache	1.5	10	15	
Rotationsbrache	1.5	10	15	
Sommergetr.	1.1	10	11	
Emmer	0.0	10	0	
Direktsaat Getr.	0.0	10	0	
Direktsaat Hackfr.	0.0	10	0	
Streifenfräsensaat Mais	6.1	10	61	
Mulchsaat Getr	55.6	5	278	
Mulchsaat Hackfr.	19.0	5	95	
N-Red. 20 %	17.5	10	175	
Total	269.7		5'472	

			Red. kg N/ha	
Total N-Auswaschung 2000 in kg N/ha			17'000	
Konzentration Nitrat 2000 in mg NO₃ /l			48	
Total neu N-Auswaschung in kg N/ha			11'528	
Konzentration Nitrat 2005 in mg NO₃ /l			32	

Tabelle 16: Reduktion der N - Auswaschung durch das landwirtschaftliche Massnahmepaket, Stand 2005

8.1.3. Schlussfolgerungen Hydrogeologie

Pumpwerk Chrummenlanden: Der Nitratverlauf im geförderten Grundwasser zeigt eine klar sinkende Tendenz, die aber immer wieder von relativ steilen Ausschlägen nach oben unterbrochen wird. Diese Ausschläge können verschiedene Ursachen haben. Eine Verlagerung von steilen Nitratpeaks im ungesättigten Untergrund und im Grundwasser ist unter den herrschenden hydraulischen Bedingungen nur über kurze Distanzen denkbar, so dass die Herkunft der Peaks in der Nähe des Pumpwerks zu suchen ist. Es ist eine Tatsache, dass gerade in der unmittelbaren Umgebung des Pumpwerks ein grosser Anteil der Landwirtschaftsflächen nicht am Projekt beteiligt ist. Je nach Bewirtschaftung kann hier periodisch Sickerwasser mit hohen Nitratgehalten entstehen, das über relativ schnelle Fliesswege in die Tiefe transportiert werden müsste. Über solche Fliesswege liegen keine konkreten Informationen vor. Denkbar ist jedoch, dass entlang der Pumpwerkschachtes eine gut durchlässige Zone besteht, die einen schnellen Transport von nitratreichem Sickerwasser ins Grundwasser ermöglicht. Zu diesem Thema sind im weiteren Projektverlauf zusätzliche Abklärungen nötig (evtl. Tracerversuche). Sicher müssen die Landwirtschaftsflächen in der näheren Umgebung des Pumpwerks unbedingt ins Projekt einbezogen werden. Im Weiteren wird ev. eine Anpassung des Schutzzonenreglementes notwendig

Widenquellen: Die Widenquellen zeigten bisher keinen deutlichen Abfall der Nitratgehalte. Dies überrascht, da hier eine relativ schnelle Reaktion auf die nitratreduzierenden Massnahmen erwartet werden durfte. Die früheren Berechnungen mit Nsim ergaben, dass eine Änderung in der Bewirtschaftung sich mit einer Verzögerung von einigen Jahren, dann aber mit einem steilen Abfall der Nitratgehalte auswirken wird. Diese Vorstellung gilt für homogene Bedingungen, die in der Realität kaum anzutreffen sind. Deshalb wurde mit einem rasch einsetzenden, flachen Abfall der Nitratkonzentration gerechnet. Neben der weiteren Beobachtung der Widenquellen sollen deshalb die Vorstellungen über die Ausdehnung des Einzugsgebietes und die darin ablaufenden Prozesse im weiteren Projektverlauf überdacht werden.

8.2. Ursachen des Rückgangs der Nitratkonzentration im Wasser von Chrummenlanden

8.2.1. Potential der Reduktion der N - Verluste

In der Analyse von Prasuhn²³ wurde der schweizerische und deutsche Teil des Klettgaus vertieft auf N-Verluste überprüft. Insgesamt betragen die jährlichen Stickstoffverluste aus diffusen Quellen im **Klettgau** 444 t N pro Jahr. 274 t N (= 62 %) sind dem CH-Teil, 170 t N dem D-Teil zuzuordnen. Dies entspricht einer Belastung von ca. 27 kg N/ha, bezogen auf die Gesamteinzugsgebietsfläche des Klettgaus. Der bedeutendste Eintragungspfad ist dabei die Auswaschung unter Ackerland mit 300 t N bzw. 68 %. Diese 300 t N Auswaschungsverluste unter Ackerland ergeben ca. 57 kg N/ha Ackerfläche. Mit einer differenzierten Betrachtungsweise, welche die Entwässerung in Richtung Rheinrinne ausschliesst, lassen sich die gesamten Auswaschungsverluste in der **Klettgaurinne** mit 385 Tonnen N pro Jahr beziffern. Verrechnet man diese Verluste mit der gesamten jährlichen Sickerwassermenge von 50,39 Mio. m³ ergibt sich eine **mittlere Konzentration von 34 mg/l NO₃⁻**, im Grundwasser. Unter reinen Ackerbaugebieten errechnet sich eine mittlere Konzentration von 58 mg/l NO₃⁻.

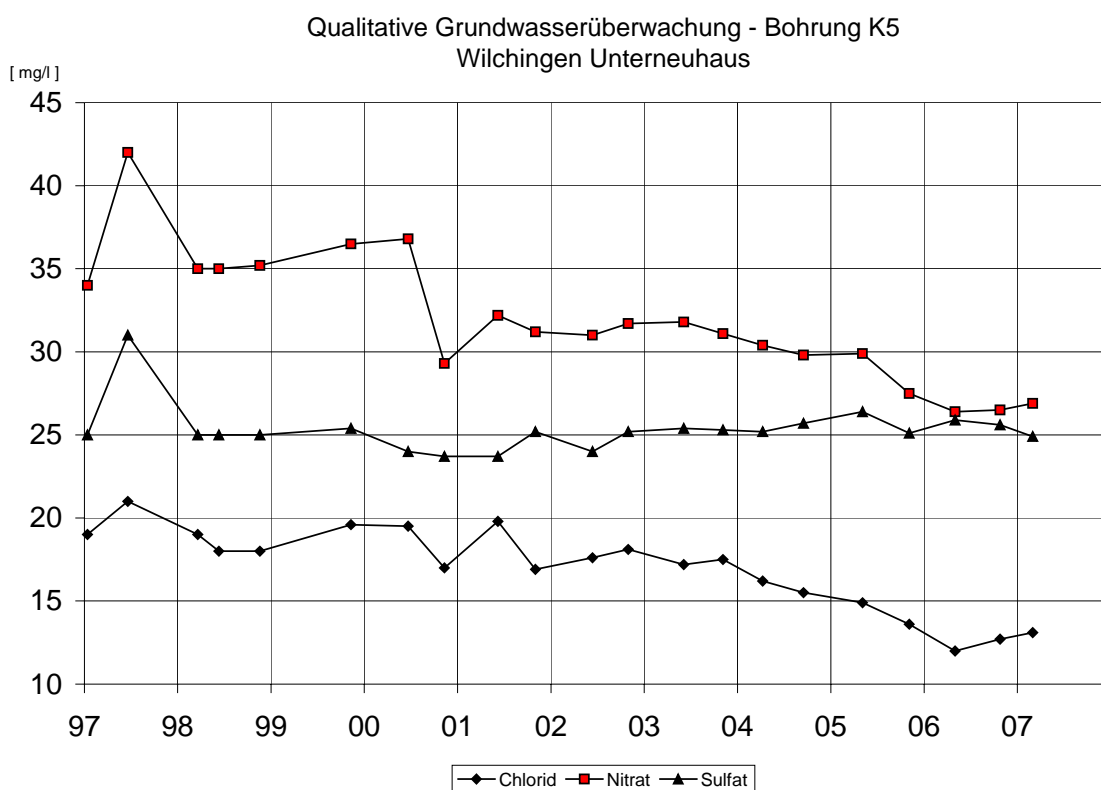
Durch ein Massnahmepaket von sieben Einzelmassnahmen der guten landwirtschaftlichen Praxis (ausgeglichene Düngebilanz, Ökologische Ausgleichsflächen etc.), die unter den agrarpolitischen Rahmenbedingungen der Schweiz (AP 2002) nach Prashun und Hurni. realisierbar erscheinen, ergäbe sich für das Klettgau ein Reduktionspotential von 112 t N pro Jahr (für Deutschland die

²³ Volker Prasuhn und Peter Hurni: Abschätzung der Stickstoff- und Phosphatverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer und Massnahmen zu deren Verminderung im Klettgau, "Entwicklungskonzeption Klettgaurinne" INTERREG II, 1998

gleichen Massnahmen wie für die Schweiz eingesetzt) bzw. 21 kg N/ha Ackerfläche. Die Auswaschungsverluste unter Ackerland liessen sich somit nach den Autoren ausgehend vom Stand anfangs der 90iger Jahre bis zum Jahr 2000 um 37 % verringern. Dies würde die **durchschnittliche Konzentration im Sickerwasser um rund 10 mg/l auf 24 mg/l NO_3^-** reduzieren.

8.2.2. Messungen in Grundwasser des Klettgaus

Auch in verschiedenen Wasserfassungen des Klettgaus weist der Nitratgehalt seit 2001 sinkende Tendenz (siehe Figur 23) auf. Dabei ist der Effekt im Hauptgrundwasserstrom (Kiesgrube Unterneuhaus) mit einer Reduktion von über 10 mg Nitrat/l grösser als bei den Grundwässern, die am Rande des Südrandens gefördert werden (Bohrung K5 Ranen Ruussgraben Wilchingen und GW-Pumpwerk Muzell). Allerdings ist bei den Bohrungen wegen dem nur sporadischen Pumpen nur eine begrenzte Aussage möglich.



Figur 23: Qualitative Grundwasserüberwachung Bohrung K5

8.2.3. Schlussfolgerungen

Der Rückgang der Nitratkonzentration in den Grundwässern des Klettgaus ist, wie von Prashun prognostiziert (siehe 8.2.1), auf die flächendeckende Einführung des Ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN) des Agrarpakets 2002 im Jahr 1999 zurückzuführen. Tabelle 17 zeigt auf, wie sich die Wirtschaftsweise entwickelt hat. Sowohl in den IP-Programmen als auch beim ÖLN müssen die Betriebe eine ausgeglichene Nährstoffbilanz (N und P) ausweisen. Mit diesem Kontrollinstrument wurden die Landwirte gezwungen, den gesamtbetrieblichen Stickstoffeinsatz verlustarm zu optimieren. Mit der entsprechend hydrogeologisch bedingten Verzögerung wirkten sich die Massnahmen nach IP und ÖLN auf die Nitratwerte aus.

Jahr	Programm	Anzahl Betriebe	Beteiligung der Landwirte in %
1993	IP	249	ca. 30 %
1994	IP	310	ca. 38 %
1996	IP	520	ca. 85 %
1999	ÖLN	579	ca. 95 %
2006	ÖLN	566	ca. 99,5 %

Tabelle 17: Entwicklung des Prozentsatzes der IP-/ÖLN-Betriebe im Kanton Schaffhausen

Das kleinere Ausmass der Reduktion im Grundwasser, das am Rande des Südrandens gefördert wird (z.B. Muzell), ist eine Folge der traditionell anderen Wirtschaftsweise in diesem Gebiet (weniger Ackerbau, mehr Wald).

In Chrummenlanden kommen zur hier geschilderten ÖLN-bedingten Basisreduktion die Massnahmen des Pilotprojekts zum Tragen. Ein Beweis dafür ist, dass die betrieblichen Erfolgskontrollen einen deutlichen Rückgang der Nitratauswaschungen bei Anwendung der Massnahmenpakete zeigen (Kapitel 5.2.5.). **Die Quantifizierung wie viel die Agrarpolitik (AP) 2002 und wie viel das Pilotprojekt zur Nitratreduktion beitragen, kann heute noch nicht gelingen.**

8.3. Der neue Massnahmenkatalog Landwirtschaft

Im neuen Massnahmenkatalog wird davon ausgegangen, möglichst wenig zu ändern, da sich die Massnahmen nach 6 Jahren in der Praxis eingespielt und bewährt haben. Die Landwirte haben sich daran gewöhnt und kennen nun die Bestimmungen. Die Änderungen betreffen die Streichung der beiden Massnahmen "Ersatz von Winterweizen durch Emmer" und "Ersatz von Winterweizen durch Sommerweizen". Der Ersatz von Winterweizen durch Emmer führte in dem Versuchsfeld auf Betrieb B zu einer Erhöhung der Nitratwerte im Frühjahr. Emmer wird im Vergleich zu Winterweizen später ausgesät, wächst und bestockt langsamer, deckt den Boden schlechter und nimmt daher auch weniger Stickstoff auf (vgl. Kap. 5.2.5. Betrieb B).

Der Ersatz von Winterweizen durch Sommerweizen hat den Nachteil, dass der Sommerweizen weniger Ertrag abwirft und die Aussaatbedingungen im Frühjahr oft weniger gut sind als im Herbst. Sommerweizen wird in der Schweiz meistens angebaut, wenn es in einem nassen Herbst nicht möglich war, Winterweizen auszusäen. Getreide braucht während der Blütezeit viel Wasser um gute Erträge zu bilden. Der später blühende Sommerweizen fällt im Klettgau meistens in eine Trockenperiode, was einen Ertragsausfall gegenüber Winterweizen von bis zu 30 % ausmachen kann. Zur Aussaat von Sommerweizen muss der Boden im Februar umgebrochen oder bearbeitet werden. Dies kann mit entsprechenden Niederschlägen zur gleich hohen Auswaschung führen wie eine Bodenbearbeitung im Oktober.

Die wesentlichste Änderung betrifft die Bodenbearbeitung. In den Arbeitskreisen mit den Landwirten wurden die unterschiedlichen Ansätze zwischen der Mulchsaat und der Direktsaat kritisiert. Bei der Berechnung der Entschädigung wurde davon ausgegangen, dass bei der Mulchsaat für die Aussaat noch die eigene Sämaschine und die eigene Egge eingesetzt werden könnte. In der Praxis wird die Mulchsaat (minimale Bodenbearbeitung) von einem Lohnunternehmer ausgeführt, der in einem Durchgang den Boden bearbeitet und sät. Diese Maschine ist gleich teuer wie das Direktsägerät. Deshalb wurde im neuen Massnahmenkatalog kein Unterschied mehr bezüglich der Maschinenkosten dieser beiden Verfahren gemacht. Der Unterschied von Fr. 200.- wird aus dem zu erwartenden Minderertrag abgeleitet. Bei der Direktsaat und der Streifenfrässaaten muss im Vergleich zum Mulchverfahren mit einem Minderertrag von 10 bis 20 % gerechnet werden. Die Trockenheit und die ungenügende Mineralisierung im Frühjahr

können vor allem im Mais zu grossen Ertragsausfällen führen. Als mögliche Massnahme bleiben die Direktsaat und die Streifenfrässaat im Katalog, da sie vereinzelt auch zufrieden stellende Resultate geliefert haben. Die Mulchsaat steht zwischen dem Pflug und der Direktsaat. Sie ist im Klettgau sehr beliebt und eine echte Alternative zum Pflug. Ein wesentlicher Vorteil ist, dass sie auch Biobauern anwenden können, da der Einsatz von Herbiziden (Roundup) nicht zwingend ist wie bei der Direktsaat. Bei der Mulchsaat wird der Boden im Frühjahr schneller mineralisiert und so ist keine N-Starterdüngung notwendig. Bezüglich N-Auswaschung konnte kein wesentlicher Unterschied zwischen der Direkt-, Streifen- oder Mulchsaat festgestellt werden. Im Vergleich zum Pflug sind diese Verfahren aber wesentlich besser, da der Boden nicht gewendet wird.

Die Reduktion der Düngung um 20 % hat bisher nicht eindeutige Resultate gebracht. Wird 20 % weniger gedüngt, so ist dies immer die Einsparung der letzten Düngergabe beim Aehrenschieben. Diese fällt aber oft in eine Trockenperiode und steht der Pflanze nicht mehr zur Verfügung. Es kann davon ausgegangen werden, dass die letzte Stickstoffgabe gar nicht notwendig wäre. Sie führt oft nicht zum gewünschten Mehrertrag, da der Dünger wegen der Trockenheit nicht gelöst wird. In unseren Versuchen können während den Trockenperioden keine Messungen durchgeführt werden, da kein Sickerwasser auftritt und die Saugkerzen nicht ziehen. Die Massnahmen Düngereduktion bleibt im neuen Massnahmenkatalog.

Biobauern düngen im Durchschnitt bis zu 50 % weniger Stickstoff und sorgen mit ihrer Anbauweise generell für kleinere treibende N-Flüsse. Es soll somit ein Beitrag für den Biolandbau eingeführt werden. Dieser muss mindestens gleich hoch wie die Direktsaat sein, d.h. Fr. 400.-. Dazu kommt ein zusätzlicher Anreiz sodass Fr. 500.-/ ha eingesetzt werden. Die Umstellung auf Biolandbau trägt wesentlich zur Nitratreduktion bei wie das Beispiel des Betriebes C gezeigt hat.



Bild 8: Bei der Weiterführung des Projektes wird das gesamte landwirtschaftlich genutzte Land nach Art 62a GschG bewirtschaftet. Blick von der Eisenhalde in den Zuströmbereich von Chrummenlanden

	Massnahme ¹⁾	Entschädigung pro ha und Jahr	Entsch. ab 2007	ok ²⁾	Bemerkungen	Anz. Jahre
1.	Fruchtfolge					
1.1	Extensive Wiese auf stillgelegtem Ackerland, Projektgebiet II	Fr. 1'500.- (DZV) + Fr. 2'000.-	gleich	xxx	Agronomisch ok, für viehlose Betriebe nicht leicht umzusetzen	6
	Extensive Wiese auf stillgelegtem Ackerland, Projektgebiet I	Fr. 1'500.- (DZV) + Fr. 2'500.-	gleich	xxx	Agronomisch ok, für viehlose Betriebe nicht leicht umzusetzen	6
1.2	Kunstwiese			xx		
1.2	Naturwiese und Weiden	Fr. 1000.-	gleich	xxx	Agronomisch ok	1
1.3	Umwandlung Acker zu Buntbrache	Fr. 3'000.- (DZV) + Fr. 300.-	gleich	xxx	Agronomisch ok	2 - 6
1.4	Umwandlung Acker zu Rotationsbrache	Fr. 2'500.- (DZV) + Fr. 500.-	gleich	xxx	Agronomisch. ok, wird im Klettgau wenig benutzt dies im Grenzgebiet zum Reiat, dort Ersatz für Mais (Wildschweine, Viehlose Betriebe) schlechte Böden (wenig durchwaschbarer Raum [Hinweis])	1 - 3
1.5	Ersatz von Wintergetreide durch Sommergetreide (ohne Emmer)	Fr. 800.-	streichen	x	wegen Trockenheit schlechte Erträge	1
1.6	Ersatz von Wintergetreide durch Emmer und Einkorn	Fr. 150.-	streichen	x	im Winter wegen schlechter Bodenbedeckung mehr Auswaschung	1
2.	Bodenbearbeitung					
2.1	Direktsaaten Getreide	Fr. 550.-	Ersatz			1
2.2	Direktsaaten Hackfrüchte	Fr. 300.-	Ersatz			
2.3	Streifenfrässaat Mais	Fr. 500.-	Ersatz			
2.1	Direktsaaten, Streifenfrässaat		400.-	xx		
2.4	Mulchsaaten	Fr. 150.-	200.-	xx	populär	1
3.	Düngung					
3.1	Einsatz Schleppschlauchverteiler	Fr. 6.5 / m ³		xxx		1
3.2	Reduktion der N-Düngung	Fr. 300.-		xx	im Klettgau zum Teil wenig Wirkung, differenzierte Betrachtung ist notwendig, bei leichten Böden ev. gute Wirkung	
3.3	Beitrag Biolandbau	Neu	500.-		Für die offene Ackerfläche	
4.	Struktur Anpassungen					
4.1	Jauchegruben	Separat				

(DZV) = Direktzahlungsverordnung, gleiche Anforderungen wie Bund)

¹⁾ Bedingungen wie in Kapitel 5.2.3 beschrieben

²⁾ grosse Wirkung xxx, kleine Wirkung x

Tabelle 18: Der Massnahmenkatalog ab 2007 mit den Entschädigungsansätzen

Zusätzlich zum neuen Massnahmenkatalog werden alle Flächen mit einem hohen Nitratauswaschungsrisiko in das Projekt aufgenommen. Dies wird primär mit Überzeugungsarbeit bei den Landwirten umgesetzt. Bei Bedarf können die Betroffenen mit einer Verfügung nach GSchG zum Mitmachen gezwungen werden. Verfügungen werden von der GS-Fachstelle des Kantons, also vom ALU, erlassen. In einer Karte²⁴ finden sich der Status quo im Jahr 2006 sowie die zukünftig notwendige Erweiterung der am Projekt beteiligten Flächen (Betriebe). Über die neu einzubeziehenden Parzellen hat das LA²⁵ die Übersicht hergestellt.

8.4. Ökonomische Aspekte

8.4.1. Zahlen

Vergleicht man die getroffenen landwirtschaftlichen Massnahmen zur Nitratreduktion im Grundwasser mit technischen Massnahmen zur Nitratreduktion im Trinkwasser, so wird offensichtlich, dass die heute zur Verfügung stehende Aufbereitungstechnik höhere Kosten verursacht. Die Massnahmen an der Quelle rechtfertigen sich also nicht nur aus der Sicht der Ökologie, sondern auch der Ökonomie.

Das GW- Pumpwerk Chrummenlanden ist theoretisch in der Lage die beiden Gemeinden Neunkirch und Gächlingen allein mit dem notwendigen Trinkwasser (ca. 300'000 m³ pro Jahr) zu versorgen (siehe Tabelle 19). Werden nun die Kosten der landwirtschaftlichen Abgeltungen im Projekt betrachtet, so resultiert bei der heutigen Nutzung ein relativ hoher Betrag von Franken 1.-- pro m³ Wasser. Dieser Betrag wird allerdings voll von der öffentlichen Hand bereitgestellt.

	Muzell	Chrummenlanden für Trinkwasser	Chrummenlanden Pumpaktion	Total für Trinkwasser
1980 bis 1989 ¹⁾		277'000		
1990	318'000	90'000		408'000
1991	380'000	51'000		431'000
1992	361'000	73'000		434'000
1993	346'000	41'000		387'000
1994	384'000	47'000		431'000
1995	342'000	20'000		362'000
1996	295'000	17'000		312'000
1997	290'000	39'000		329'000
1998	320'000	24'000		344'000
1999	303'000	6'000		309'000
2000	300'000	10'000		310'000
2001	294'000	3'000	0	297'000
2002	290'000	6'000	144'000	296'000
2003	300'000	0	531'000	300'000
2004	260'000	0	396'000	260'000
2005	268'000	20'000	254'000	288'000
2006	127'000	178'000	0	305'000

¹⁾ Durchschnittliche Fördermenge in 10 Jahren

Tabelle 19: Fördermengen der Wasserversorgung Gächlingen-Neunkirch

²⁴ Ökogeographie Schaffhausen, LA des Kantons Schaffhausen: Karte Projektgebiet mit alten und neu einzubeziehenden Vertragsflächen

²⁵ LA: Übersicht über die in das Projektgebiet einbezogenen und neu einzubeziehenden Parzellen (Internes Arbeitspapier)

Vor diesem Hintergrund zeichnet sich ein Szenario ab, welches erlauben wird, im Klettgau das Wasser nachhaltig zu nutzen:

8.4.2. Optimales Szenario ab 2007

Im Klettgau des Kantons Schaffhausen stehen zur Nutzung folgende Wasservorkommen zur Verfügung:

- der Hauptgrundwasserstrom Beringen – deutsches Klettgau (GW-Pumpwerke Löhningen, Chrummenlanden, Trasadingen),
- der Nebengrundwasserstrom Ergoltingental/Südranden mit dem Zufluss aus dem Wangental (PW Muzell, Unterneuhaus),
- das Schottergrundwasser im Wutachtal,
- eine Fülle von gut nutzbaren Quellen.

Aus Gründen der Versorgungssicherheit sollen Wasser verschiedenen Ursprungs genutzt werden. Das Wasser aus Chrummenlanden bekommt eine besondere Bedeutung, während die Ressourcen von Trasadingen aus Qualitätsgründen mit Risiken behaftet sind.

Konkret gilt für Neunkirch-Gächlingen für die weitere Zukunft idealerweise:

1. nutzt Chrummenlanden voll,
2. nutzt Muzell weiterhin,
3. kann bei Bedarf zukünftig Wasser aus Schleithelm über Silstig beziehen,
4. liefert Wasser an den unteren Klettgau.

Sollte Muzell wegen den Strassenbauvorhaben aufgegeben werden, ist eine Verlegung in Prüfung. Theoretisch stehen als weitere Standbeine die Ressourcen aus dem unteren Klettgau zur Verfügung. Mit der angedachten "Vision" einer Verbindung mit dem oberen Klettgau läge dann die perfekte Lösung vor.

8.4.3. Finanzielle Aspekte ab 2007

Will man das Projekt Nitratreduktion im Klettgau weiterführen, ist die definitive Etablierung von Chrummenlanden als einer der zentralen Bausteine für einen erweiterten Wasserverband notwendig. Nur so findet der Einsatz der erheblichen finanziellen Mittel eine Legitimation.

Die Rechnung soll aber auch von einer anderen Seite betrachtet werden. Hier ein entsprechender Ansatz:

- Die aufgewendeten Mittel in den Jahren 2001 bis 2007 sind wegen dem Pilotcharakter des Projekts à fonds perdu eingesetzt worden.
- Die zu sprechenden Mittel für die Jahre 2007 bis 2013 sollen als Investition für die Zukunft betrachtet und als solche - obwohl die finanzielle Last primär vom Bund bezahlt wird - bei der Planung berücksichtigt werden.
- Ab 2013 kann durchaus das Szenario eintreten, dass im Rahmen einer weiteren Ökologisierung der Landwirtschaft Art. 62a GSchG-Gelder von flächendeckenden ökologischen Direktzahlungen abgelöst werden.

8.5. Sind die Ziele des Projektes erreicht worden?

8.5.1. Operative Ebene

Das operative Ziel des Pilotprojekts "Nitratreduktion im Klettgau", nämlich die dauerhafte Unterschreitung des von der Lebensmittelgesetzgebung vorgegebenen Toleranzwertes von **40 mg NO₃⁻ /l** ist erreicht worden. Dies mit landwirtschaftlichen Massnahmen nach AP 2002 und 62a GSchG. Dabei ist die Einkommenssituation der Landwirte erhalten geblieben. 72 % der Flächen im Projektgebiet sind heute ins Projekt eingebunden.

Mit einer gezielten Integration der restlichen Flächen kann es möglich werden langfristig auch das Qualitätsziel nach Gewässerschutzgesetzgebung von **25 mg NO₃⁻ /l** zu erreichen.

8.5.2. Übergeordnete Ebene

Im Jahr 2000 wurde von der Projektleitung folgende Zielsetzung festgelegt:

1. *In den Gemeinden des Schaffhauser Klettgaus soll eine Bewusstseinsbildung in allen Bevölkerungskreisen angestrebt werden, durch welche die gemeinsame Verantwortung am Trinkwasser wahrgenommen wird.*

zu 1.:

Dieses Ziel ist dank der geleisteten Öffentlichkeitsarbeit erreicht worden.

2. *In den Gemeinden Neunkirch und Gächlingen sollen sowohl das Grundwasser des Pumpwerks "Chrummenlanden" als auch die Widenquelle saniert werden. Jede Bürgerin und jeder Bürger soll jederzeit und ohne Bedenken ab dem Hahnen und der Brunnenröhre trinken können.*

zu 2.:

"Chrummenlanden" bleibt, wenn das Projekt weitergeführt wird, saniert. Die Situation Widenquelle hat sich als komplex erwiesen, das Ziel ist nicht erreicht.

3. *Generell muss zukünftig die Nitratfracht ins Grund- und Oberflächenwasser vor Ort und in den stromabwärts liegenden Gebieten (vom Landkreis Waldshut bis hin zur Nordsee) reduziert werden. Am Pilotprojekt sollen modellhaft zukunftsfähige Reduktionsstrategien entwickelt und erprobt werden.*

zu 3.:

Eine Frachtreduktion hat stattgefunden, wobei offen ist, wie gross diese ist. Zukunftsfähige Reduktionsstrategien können auf der Basis des Pilotprojektes entwickelt und umgesetzt werden (Direktzahlungsverordnung des Bundes).

4. *Die Produktionsgrundlagen der lokalen Landwirte, d.h. die Bodenqualität und der Grundwasserspiegel als Produktionsbasis, müssen langfristig erhalten bleiben oder gar aufgewertet werden.*

zu 4.:

Dieses Ziel ist erreicht worden.

5. *Die Wasserversorgung des Klettgaus soll langfristig in einem möglichen Wasserverbund gesichert werden.*

zu 5.:

Mit der Sanierung von Chrummenlanden steht eine Anlage als Drehscheibe für einen zukünftigen Wasserverbund zur Verfügung.

9. Weiterführung des Projektes, Arbeiten ab 2007

9.1. Weiterführung des Projektes

9.1.1. Grundsatz

1. Die Weiterführung des Projektes macht aus ökonomischer Sicht Sinn, weil Chrummenlanden eine Schlüsselfunktion bei der wasserwirtschaftlichen Planung im Klettgau einnimmt.
2. Das "Pilotprojekt Nitratreduktion im Klettgau" wird weiterhin Pilotcharakter haben, auch wenn seine Bezeichnung ändern könnte.

9.1.2. Gesuch nach 62a GschG

Auf der operativen Ebene wird

- Das Gesuch in Bern gestellt. Dabei ist auf die Auswirkungen des NFA aufmerksam zu machen.
- Die wasserwirtschaftliche Planung bezüglich den Raum mittlerer und unterer Klettgau wird umgehend (gleichzeitig mit der Gesuchseinreichung) mit dem Nitratreduktionsprojekt abgestimmt.
- Der vorliegende Bericht wird in dieser Form publiziert. Im weiteren soll eine kürzere wissenschaftliche Publikation folgen und mittels eines "Prospektes" und parallel dazu grafisch gekonnt im Internet das Thema der Bevölkerung nahe gebracht werden.

9.2. Vertiefung der Erkenntnisse des Pilotprojektes

Für 2007 ff. wird bezüglich naturwissenschaftlicher und agronomischer Begleitung vor dem Hintergrund des Nachhaltigkeitsgedankens im Sommer 2007 eine Planung für die Arbeit nach dem 1. September 2007 samt Kostenabschätzung vorgenommen.

Dabei stehen folgende Vorschläge zur Diskussion:

- Aktualisierung des Modells von Balmer et al. in Zusammenarbeit mit ART und EAWAG (z. B. begleitete Bachelor - Arbeit),
- Prüfung, ob die Fruchtfolgen nach den neusten Erkenntnissen der ART bezüglich N-Verlusten noch weiter optimiert werden können,
- Aktuelle Abschätzung der N-Frachten in der Klettgaurinne nach den verbesserten Methoden von Prasuhn (N-Bilanz),
- Überprüfung, ob das Projektgebiet in einer späteren Phase anhand eines noch zu definierenden Zeitplanes schrittweise auf den gesamten Klettgau und die umliegenden Gebiete, welche im Einzugsgebiet des Grundwasserstromes liegen (Randen), ausgedehnt werden kann, um somit die Stickstofffracht weiter zu reduzieren.
- Überprüfung des Schutzzonenreglementes für die GW – Fassung Chrummenlanden.
- Dialog mit dem Bund, ob die positiven Erfahrungen, die "unten" mit dem Pilotprojekt gemacht worden sind, in nationale Programme und Gesetzesvorlagen einfließen können (Revision DZV). Es besteht immer noch die internationale Verpflichtung, die Stickstofffrachten in Richtung Nordsee massiv zu reduzieren.
- Im Sinne einer nachhaltigen Nutzung von Boden und Grundwasser: Vergleich der Ergebnisse des Pilotprojektes mit noch aktuellen Studien, die sich mit der Region Klettgau befassen (Fallstudien ETH, Entwicklungskonzeption Klettgaurinne/Interreg II, BA 21) und Feststellung eines allfälligen Handlungsbedarfs im Sinne der Nachhaltigen Entwicklung (Legislativziel der Schaffhauser Regierung).

10. Bibliografie

Übersichtsliteratur, die gedruckt oder elektronisch zur Verfügung steht (bestellen beim Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz, Postfach, 8201 Schaffhausen):

R. Biedermann, W. Pabst, K. Regli, H. Roth, R. Scholz: Entwicklungskonzeption Klettgaurinne, Schlussbericht, Trägerschaft Interreg II EG/EU 1998

B. Freyer, S. Hartnagel, K. Rennenkampf, O. Schmid, A. Lüscher, H. Zeh, Erarbeitung von Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser durch Anpassungsmassnahmen in der Landwirtschaft im Klettgau, Teil 1: Pflanzenbau, Hrsg: Trägerschaft Interreg II EG/EU "Entwicklungskonzeption Klettgaurinne" 1998

B. Freyer, S. Hartnagel, K. Rennenkampf, O. Schmid, A. Lüscher, H. Zeh: Erarbeitung von Massnahmen zur Reduktion der Nitratauswaschung ins Grundwasser durch Anpassungsmassnahmen in der Landwirtschaft im Klettgau, Teil 2: Betriebswirtschaftliche Auswirkungen, Hrsg: Trägerschaft Interreg II EG/EU "Entwicklungskonzeption Klettgaurinne" 1998

V. Prashun, P. Humi: Abschätzung der Stickstoff- und Phosphorverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer und Massnahmen zu deren Verminderung im Klettgau, Hrsg: Trägerschaft Interreg II EG/EU "Entwicklungskonzeption Klettgaurinne" 1998

Grundwasseratlas, Hrsg: Trägerschaft Interreg II EG/EU "Entwicklungskonzeption Klettgaurinne" 1998

Arbeitspapiere, die gedruckt oder elektronisch zur Verfügung stehen (bestellen beim Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz, Postfach, 8201 Schaffhausen):

W. Aeschbach – Hertig et al.: Analysen von Umwelttracern im GW des Klettgaus, Eawag, 7. März 2000

H. Balmer: Effekte der landwirtschaftlichen Massnahmen nach GSchG Art. 62a auf den Nitratgehalt der Grundwasserfassung "Chrummenlanden" im Klettgau (SH), EAWAG 2001

U. Fenner: Gegenüberstellung alternativer Lösungen der Nitratproblematik im Grundwasser des Klettgau SH, EAWAG, Dübendorf, 2000

Hydroisotop: Isotopengehaltsbestimmungen an GW-Proben aus dem Klettgau, 12. April 2000

Ökogeogeo: Pilotprojekt Nitratreduktion Klettgau, Ausscheidung des Untersuchungsgebietes, 16.12.1999

Ökogeogeo Schaffhausen, LA des Kantons Schaffhausen: Karte Projektgebiet mit alten und neu einzubeziehenden Vertragsflächen

PEAK – Kurs "Modernes Grundwassermanagement durch Massnahmen an der Quelle – die Fallstudie Klettgau SH", 12./13. Juni 2002

M. Siegrist, M. Boller: Use of SWAT in the Klettgau Project, EAWAG Dübendorf, 2003

O. Tietje: Abschätzung der Versickerungsdauer von Nitrat im Einzugsgebiets des Brunnens Chrumme Landen, ETH UNS, Zürich 2002

A. Zehnder: Vollzugsschema des Pilotprojekts Nitratreduktion im Klettgau mit den beiden kooperierenden Instanzen Landwirte und Kanton

11. Impressum

An diesem Bericht haben mitgearbeitet:

Roger Biedermann
Markus Boller
Urs Burkhardt
Hansueli Dierauer
Florian Erzinger
Hansruedi Graf
Christian Gruber
Frank Lang
Kathrin Matthews
Herbert Neukomm
Kurt Seiler
Andreas Zehnder

Redaktion:

Roger Biedermann

Gestaltung:

Kathrin Matthews

Umschlagbilder:

Titel: Tor des Städtli Neunkirch, Kirche Gächlingen
Rückseite: Blick vom Projektgebiet in Richtung Randen

Bildnachweis:

Roger Biedermann
Hansueli Dierauer
Theo Kübler
Andreas Zehnder

Kontaktadressen:

Amt für Lebensmittelkontrolle der Kantone AR, AI, GL, SH/
Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz (ALU)
des Kantons Schaffhausen
Postfach
8201 Schaffhausen
kantlab@ktsh.ch

Landwirtschaftsamt
Schulhaus Cahrlottenfels
Postfach
8212 Neuhausen am Rheinfl

la-sh@ktsh.ch

Weitere Informationen finden

Sie im Internet unter:

www.lebensmittelkontrolle.ch

www.la.sh.ch

www.gaechlingen.ch

www.neunkirch.ch

