



DVGW-Forschungsvorhaben

Vergleichende Untersuchung von Hoftorbilanzen und N_{\min} -Werten zur Verbesserung der Nitrat-Emissionskontrollen in Wasserschutzgebieten

Kurztitel: „Verbesserung der N-Emissionskontrollen“

DVGW-Forschungsvorhaben W 1/01/03-A-B

Vergleichende Untersuchung von Hoftorbilanzen und N_{\min} -Werten zur Verbesserung der Nitrat-Emissionskontrollen in Wasserschutzgebieten

Kurztitel: „Verbesserung der N-Emissionskontrollen“

- Endbericht -

Förderung: DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V.

Mitförderung: Zweckverband Landeswasserversorgung, Stuttgart
badenova AG & Co. KG, Freiburg

Forschungsstelle: Zweckverband Landeswasserversorgung
Schützenstraße 4
70182 Stuttgart

Projektleitung: Dr.-Ing. Frieder Haakh

Projektbearbeitung: Dipl.-Ing. Rainer Scheck (seit 01.04.2006)
Dipl.-Ing. agr. Carina Kaatz (bis 31.03.2006)

Projektgruppe: Herr Martin Selz und Herr Dirk Betting
Badenova AG & Co. KG, Tullastraße 61, 79108 Freiburg

Herr Dipl.-Ing. Thomas Ball und Herr Dipl.-Geol. Joachim Kiefer
DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW)
Karlsruher Straße 8, 76139 Karlsruhe

Projektlaufzeit: 01.07.2003 bis 31.03.2008

Inhaltsverzeichnis

0	Kurzfassung	1
1	Einleitung	7
1.1	Problemstellung	7
1.2	Ziel und Aufbau der Arbeit	7
2	Stand der Forschung.....	9
3	Methodik.....	15
3.1	N _{min} -Untersuchungen	15
3.2	Ertragsuntersuchungen	16
3.3	Berechnung der Nitratauswaschung - numerisches Modell INVAM	20
3.4	Stickstoffbilanzierung.....	23
3.4.1	Hoftorbilanz	23
3.4.2	Schlagbilanz	24
3.4.3	Feld-Stall-Bilanz oder Flächenbilanz nach DÜV	25
3.5	Bodenkennwerte	26
3.5.1	Erfassung der Basisdaten	26
3.5.2	Weiterbearbeitung der Daten	27
3.5.3	Methode der Boden-Kennwertberechnung	28
3.5.4	Alternative Methode zur Bodenkenwertbestimmung	29
3.5.5	Vergleich der Ergebnisse zur Bodenkenwertbestimmung	30
3.6	Niederschlag, Sickerwasser und Bodenwasseraustauschrate	33
4	Projektgebiete	37
4.1	Projektgebiet LW - Schwäbische Alb und Donauried	38
4.1.1	Naturräumliche Gegebenheiten	38
4.1.2	Wassergewinnung der Landeswasserversorgung	40
4.1.3	Nitrat-Belastungssituation in den Wasserfassungen der Landeswasserversorgung	41
4.1.4	Flächennutzung und landwirtschaftliche Struktur	42
4.2	Projektgebiet badenova - Südlicher Oberrheingraben	43
4.2.1	Naturräumliche Gegebenheiten	44
4.2.2	Wassergewinnung der badenova	46

4.2.3	Nitrat-Belastungssituation in Wassergewinnungsanlagen der badenova	47
4.2.4	Flächennutzung und landwirtschaftliche Struktur	48
5	Übersicht über die erhobenen Daten in den Projektgebieten	51
5.1	Projektbetriebe	51
5.2	N _{min} -Werte	52
5.3	Niederschlag und Grundwasserneubildung	58
5.4	Bodenkennwerte und Auswaschungsgefährdung	62
5.5	Ertragserhebung	67
5.5.1	Genauigkeit der Ertragserhebung	68
5.5.2	Variabilität der ermittelten Stickstoffgehalte	70
5.6	Schlagkarteien	72
5.7	Hoftorbilanzen	73
6	Auswertungen	81
6.1	Abgleich zwischen Flächenbilanzen und N _{min} -Werten mittels INVAM-Berechnung	81
6.2	Zusammenhang zwischen N _{min} -Werten und der mittels INVAM berechneten Auswaschung	88
6.3	Zusammenhang zwischen N _{min} -Werten und dem N-Saldo der Hoftorbilanz	98
6.4	Vergleich zwischen Hoftor- und Flächenbilanz („Feld-Stall-Bilanz“)	103
6.5	Zusammenhang zwischen N-Saldo und verschiedenen Kennwerten bzw. Bilanzgliedern der Hoftorbilanz	110
7	Systematik zur Bewertung einer grundwasserschonenden Landwirtschaft	119
7.1	Ableiten des WSG-typischen „Best Practice Niveaus“	119
7.2	Vorgehensweise zur Identifikation auffälliger Betriebe	123
7.3	Fallbeispiele	126
7.4	Abschätzen des Optimierungspotentials	132
8	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	135
9	Literatur	139
10	Anlagen	

0. Kurzfassung

Vorrangiges Ziel der Wasserwirtschaft ist, das zur Trinkwasserversorgung genutzte Grund- und Oberflächenwasser in einer Beschaffenheit zu erhalten bzw. diese soweit zu verbessern, dass eine Aufbereitung des Wassers weitestgehend vermieden werden kann. Für viele Wasserversorgungsunternehmen in Deutschland stellt die Beeinträchtigung der Rohwasserbeschaffenheit durch die Nitratbelastung aus der Landwirtschaft und deren Reduzierung nach wie vor eines der wichtigsten Themen des vorbeugenden Gewässerschutzes dar. Trotz großer Anstrengungen ist es in vielen Gebieten immer noch nicht gelungen, die Belastungssituation merklich zu verbessern. Da aufgrund der hydrogeologischen Randbedingungen in vielen Wasserschutzgebieten eine schnelle und direkte Erfolgskontrolle von Maßnahmen der Landbewirtschaftung nicht möglich ist, bedarf es einer Methode der Nitrat-Emissionskontrolle, die eine Beurteilung der grundwasserschonenden Landbewirtschaftung ermöglicht.

Das Ziel des vom DVGW geförderten Forschungsvorhabens „Vergleichende Untersuchung von Hoftorbilanzen und N_{\min} -Werten zur Verbesserung der Nitrat-Emissionskontrolle in Wasserschutzgebieten“ war es, einen Vergleich der Aussagekraft von N-Hoftorbilanzen und N-Schlagbilanzen mit den bisher in großem Umfang durchgeführten stichtagsorientierten N_{\min} -Untersuchungen anzustellen. Zunächst sollte überprüft werden, ob die N_{\min} -Methodik ein geeignetes Instrument zur Kontrolle von Emissionen aus der Landwirtschaft in Wasserschutzgebieten darstellt. Der Vergleich von N-Salden der Hoftorbilanz und N_{\min} -Werten sollte aufzeigen, ob und falls ja welche Zusammenhänge zwischen den beiden Kontrollinstrumenten bestehen und ob die N-Bilanz als Bewertungsmaßstab einer grundwasserschonenden Landbewirtschaftung geeignet ist. Auf der Basis der betrieblichen Nährstoffbilanzen sollte dann ein überschaubares, auf einzelbetrieblich leicht erfassbaren Daten beruhendes Bewertungssystem entwickelt werden, mit dem sich die grundwasserschonende Landbewirtschaftung durch den Landwirt gegenüber dem WVU nachweisen lässt.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens (Laufzeit: 1.7.2003 bis 31.3.2008) wurde in zwei getrennten Projektgebieten im Bereich der Schwäbischen Alb (LW) und im Bereich südlicher Oberrheingraben (badenova AG) zunächst eine umfangreiche Datenerhebung als Grundlage zur Bewertung der verschiedenen Methoden der Emissionskontrolle durchgeführt. Insgesamt konnten 26 landwirtschaftliche Betriebe unterschiedlicher Produktionsverfahren in den beiden Gebieten für die Mitarbeit am Forschungsvorhaben gewonnen werden. Die Landwirte verpflichteten sich, alle für die Erstellung von Hoftorbilanzen notwendigen betrieblichen Daten und Unterlagen zur Verfügung zu stellen. Von 6 so genannten „Intensivbetrieben“ wurden außer den Hoftorbilanzen auch die Schlagkarteien zur Erstellung von Flächenbilanzen erhoben.

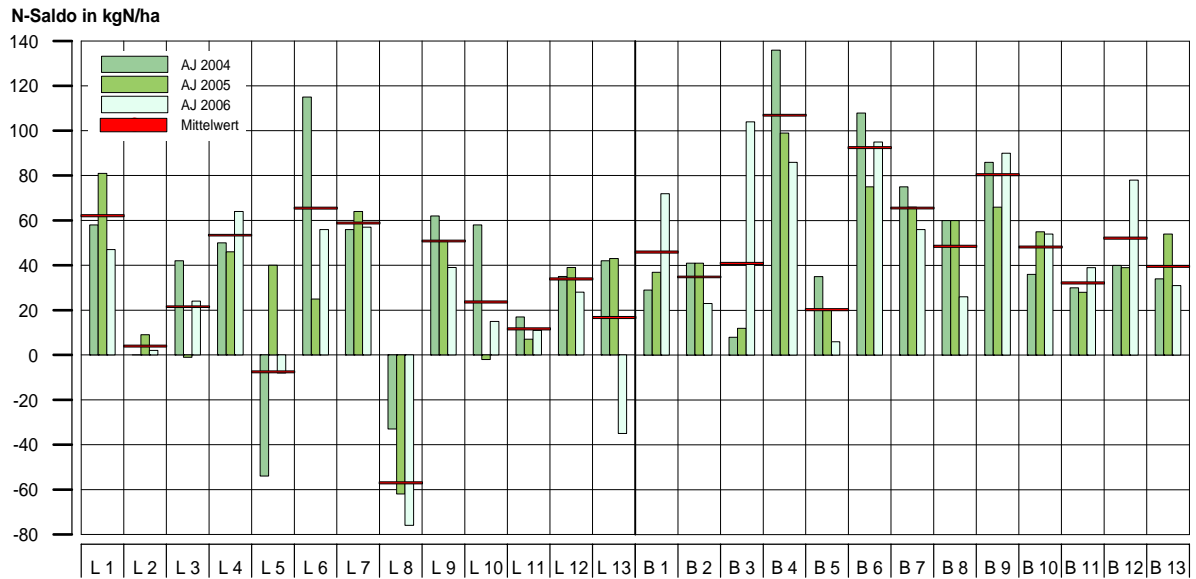


Bild 0.1: Ermittelte N-Salden der Projektbetriebe für die Anbaujahre 2004 bis 2006

Auf möglichst repräsentativ ausgewählten Flächen der „Intensivbetriebe“ wurden umfangreiche N_{\min} -Untersuchungen und Ernteerhebungen durchgeführt. Basierend auf den N_{\min} -Ergebnissen und den berechneten täglichen Sickerwassermengen wurde die Nitratauswaschung über die einzelnen Herbst-Winter-Zeiträume für insgesamt 95 Flächenkollektive beim Technologiezentrum Wasser in Karlsruhe mit Hilfe des numerischen Mischzellenmodells INVAM simuliert. Aus den Angaben der Schlagkarteien, den Ergebnissen der Ertragserhebungen und den ermittelten INVAM-Ergebnissen wurde eine Flächenbilanz für die einzelnen Kollektive erstellt. Als Ausgangswert der Flächenbilanz wurde der N_{\min} -Startwert der INVAM-Berechnung gewählt. Aus den einzelnen Bilanzgliedern wurde ein „theoretischer N_{\min} -Wert“ nach der nächsten Ernte als Bilanzergebnis ermittelt und dem gemessenen N_{\min} -Wert nach der Ernte gegenübergestellt.

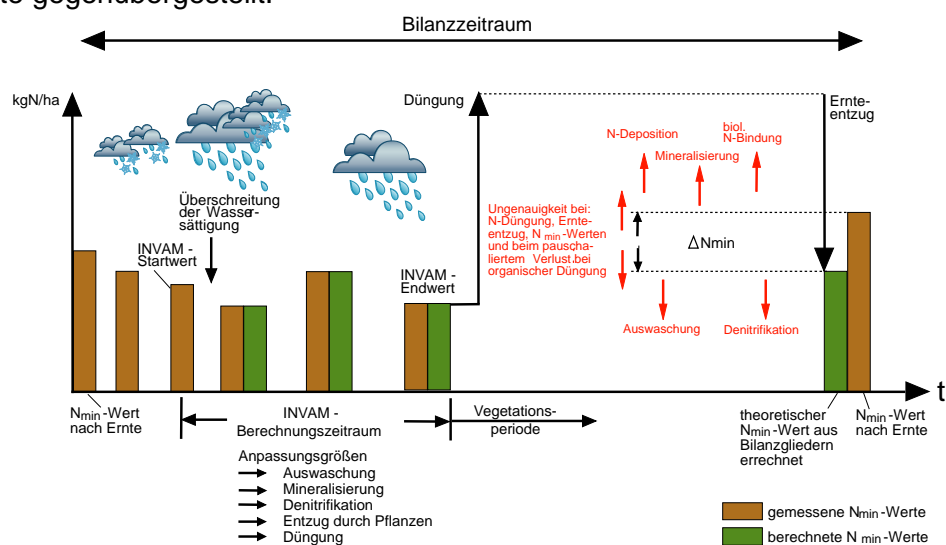


Bild 0.2: Prinzipschema der Vorgehensweise und der Einflussfaktoren bei der Ermittlung der Flächenbilanzen

Es musste festgestellt werden, dass aufgrund der Ungenauigkeiten der Bilanzglieder und der nicht berücksichtigten Einflussfaktoren während der Vegetationsperiode die gemessenen N_{min} -Werte nach der Ernte in beiden Projektgebieten im Allgemeinen nicht über die vorge-nommene Berechnung der Flächenbilanzierung ermittelt werden können.

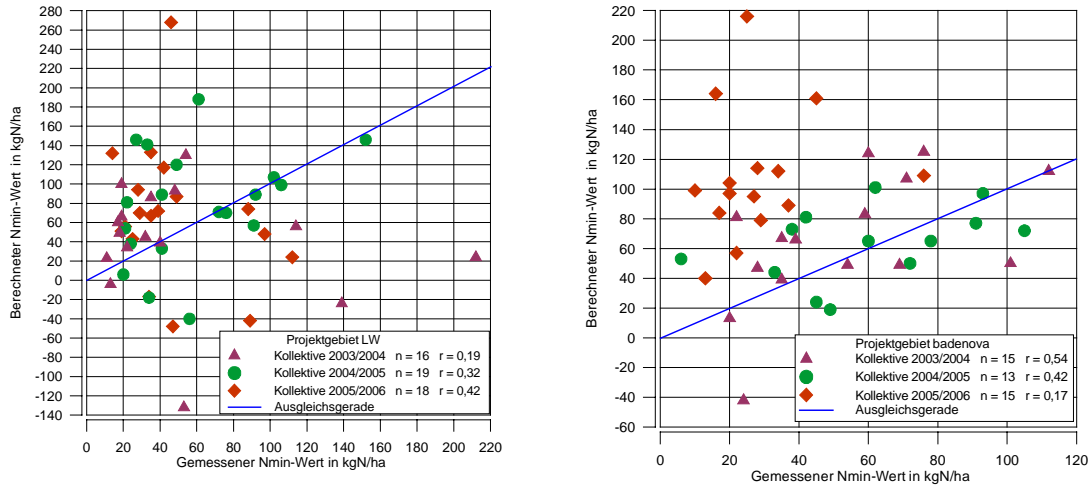


Bild 0.3: Korrelation der gemessenen N_{min} -Werte nach der Ernte mit den über die Flächenbilanz berechneten „theoretischen“ N_{min} -Werten in den beiden Projektgebieten

Die durch INVAM berechneten Stickstoffauswaschungen und die daraus abgeleiteten mittleren Nitrat-Sickerwasserkonzentrationen wurden mit den N_{min} -Werten unterschiedlicher Zeitpunkte korreliert. Während bei der Korrelation mit den N-Auswaschungen noch eine relativ große Streubreite ermittelt wurde, ergaben sich für die Korrelation mit den Nitratkonzentrationen gute bis sehr gute Korrelationskoeffizienten. Darüber hinaus wurde deutlich, dass, obwohl die Nitrat-Sickerwasserkonzentrationen der meisten Kollektive teilweise deutlich über dem Trinkwassergrenzwert für Nitrat lagen, die N_{min} -Werte der meisten Kollektive den derzeitigen Anforderungen der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) in Baden-Württemberg entsprachen.

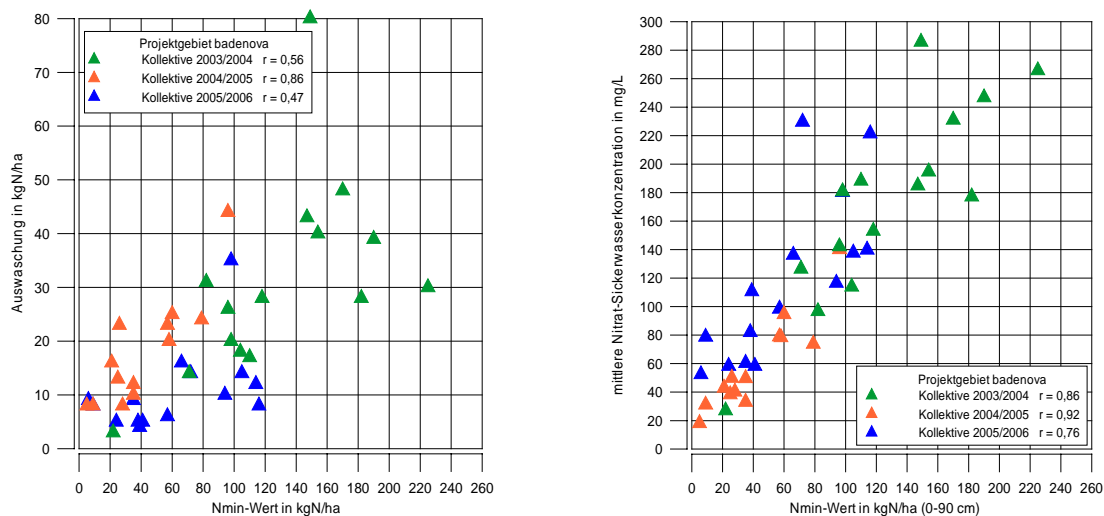


Bild 0.4: Korrelation der N_{min} -Werte im Okt./Nov. mit der anschließenden Auswaschung bzw. der mittleren NO_3 -Sickerwasserkonzentration im Projektgebiet der badenova

Basierend auf den berechneten N-Salden der Hoftorbilanzen und den ermittelten N_{\min} -Werten der Projektflächen der 6 Intensivbetriebe wurde überprüft, ob ein direkter Zusammenhang zwischen N_{\min} -Werten und N-Salden hergestellt werden kann. Hierbei zeigte sich, dass unabhängig vom Bilanzierungszeitraum oder den N_{\min} -Probenahmezeitpunkten zwischen den N-Salden der Hoftorbilanzen und den zugeordneten N_{\min} -Mittelwerten der jeweiligen Betriebsflächen kein Zusammenhang herzustellen ist.

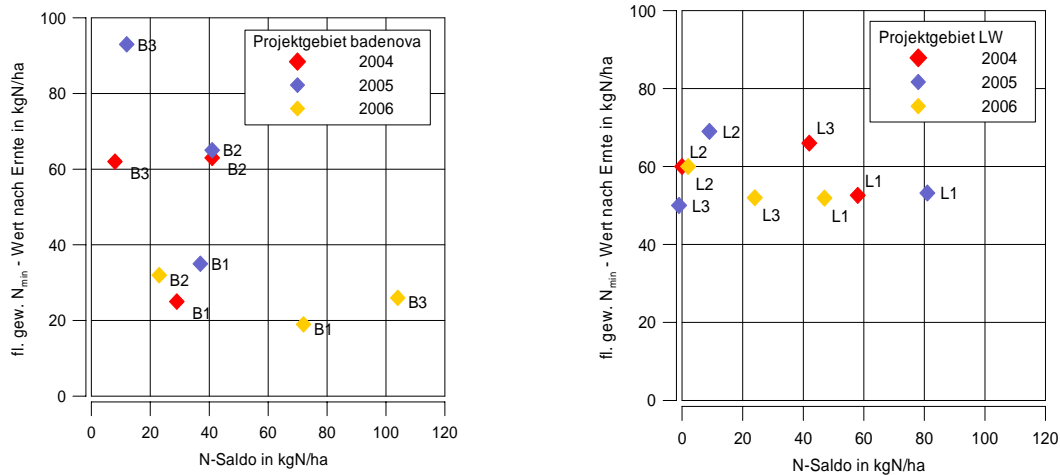


Bild 0.5: Vergleich der N-Salden der Projektbetriebe im Anbaujahr mit den flächengewichteten N_{\min} -Werten der landwirtschaftlich genutzten Fläche nach der Ernte

Durch die Novellierung der Düngeverordnung im Jahr 2006 wurde innerhalb der Projektlaufzeit die „Feld-Stall-Bilanz“ als Nährstoffbilanzierungsmethode festgelegt. Die durchgeführten Berechnungen belegen jedoch, dass das Verfahren der Hoftorbilanz die deutlich genaueren Nährstoffbilanzen liefert, da der Schwankungsbereich wesentlich enger ausfällt. Die Aussagekraft der ermittelten Nährstoffbilanzen über die Feld-Stall-Bilanz ist selbst bei gewissenhafter Erstellung zumindest für viehhaltende Betriebe sehr begrenzt. Um belastbare Aussagen über das Nährstoffmanagement eines landwirtschaftlichen Betriebes und dessen Optimierungspotential zu erhalten, muss daher die Bilanzierung über die Hoftorbilanz erfolgen.

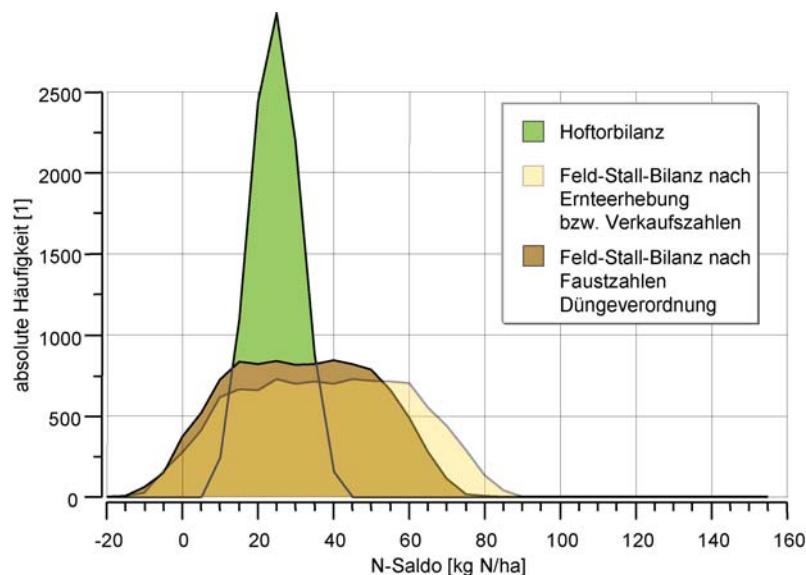


Bild 0.6: Vergleich der Häufigkeitsverteilung verschiedener Nährstoffbilanzierungsmethoden für einen Futterbaubetrieb im Jahr 2006

Um die ermittelten N-Salden der einzelnen Betriebe besser interpretieren zu können, wurden die Mittelwerte über den Projektzeitraum mit einzelnen Bilanzgliedern bzw. verschiedenen betrieblichen Kennzahlen korreliert. Die Auswertungen zeigten, dass die Aussagekraft der einzelnen Kenngrößen und Bilanzglieder der Hoftorbilanz für die unterschiedlichen Betriebsarten stark variiert. So konnte beispielsweise für Marktfruchtbetriebe eine sehr gute Korrelation zwischen den N-Salden und der N-Einfuhr über Mineraldünger ermittelt werden, während dies für die anderen Betriebsarten nicht gelang. Bei viehhaltenden Betrieben konnte dagegen eine Abhängigkeit vom Viehbesatz abgeleitet werden, auch wenn die Streubreite der Einzelwerte aufgrund der geringen Datenbasis deutlich größer war.

Auf der Grundlage dieser Kennzahlenvergleiche der Hoftorbilanzen wurde ein überschaubares und auf einzelbetrieblich leicht erfassbaren Daten beruhendes Bewertungssystem zum Nachweis einer grundwasserschonenden Landwirtschaft entwickelt. Um in der Praxis Akzeptanz zu finden, müssen die vorhandenen Randbedingungen und die unterschiedlichen Gebietskulissen bei der Bewertung berücksichtigt werden. Für die drei Betriebsarten Marktfrucht, Futterbau und Veredlung konnte jeweils eine Kenngröße mit guter bzw. sehr guter Aussagekraft ermittelt werden. Hierfür wurde zunächst das gebietstypische „Best-Practice-Niveau“, d. h. die beste realisierte Lösung, für die jeweiligen Betriebsarten als Maßstab für das Bewertungssystem zugrunde gelegt. Aufgrund der begrenzten Datengrundlage und der unvermeidbaren Unsicherheiten bei der Ermittlung der N-Salden wurde ein zusätzlicher Toleranzbereich festgelegt, der in seiner Breite von den jeweiligen Kenngrößen abhängt. Mit diesem Ansatz lassen sich nun zunächst „auffällige Betriebe“ mit zu hohem N-Saldo bzw. „auffälligen“ Kenngrößen identifizieren.

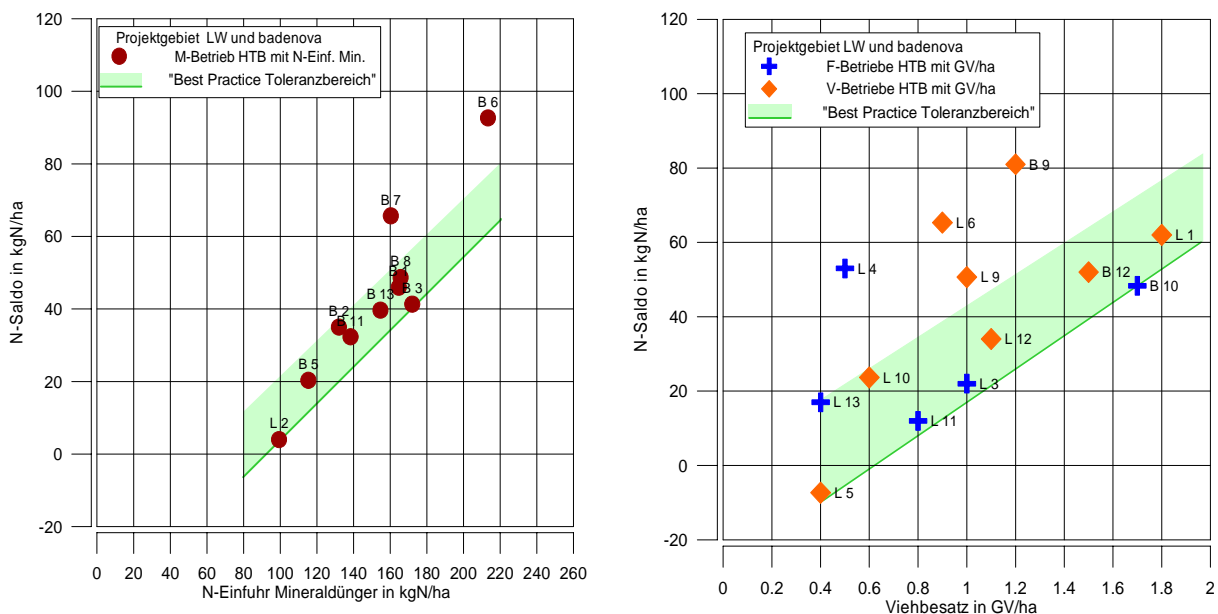


Bild 0.7: Korrelation der N-Salden mit den Kennwerten „N-Einfuhr Mineraldünger“ für Marktfruchtbetriebe und „Viehbesatz in GV/ha“ für Futterbau- und Veredlungsbetriebe und die jeweils festgelegten Toleranzbereiche

Diese Kriterien allein sind für eine Bewertung eines Einzelbetriebs zwar nicht ausreichend, sie geben allerdings die notwendigen Hinweise, auf welche Betriebe sich eine genauere Untersuchung zunächst konzentrieren sollte („Spitzen brechen“) – ein für die Wasserschutzgebietsberatung, die mit knappen Personalressourcen kämpfen muss, wichtiger Gesichtspunkt. Um die Betriebe einer genaueren Überprüfung zu unterziehen, sind die einzelnen Kenngrößen der Hoftorbilanz den Vergleichswerten der „Best-Practice-Betriebe“ bzw. entsprechenden Betrieben im Toleranzbereich gegenüberzustellen. Hierdurch lassen sich in vielen Fällen die maßgebenden Faktoren für die „Auffälligkeiten“ ermitteln. Im Rahmen einer fachlichen Beratung muss dann nach Erklärungen bzw. Begründungen für diese Abweichungen gesucht werden. Das Ziel der Beratung muss es sein, die Betriebe an das gebietsmögliche „Best-Practice-Niveau“ heranzuführen.

Das Ziel, die „Spitzen zu brechen“ und „auffällige“ Betriebe an das vorgefundene „Best-Practice-Niveau“ heranzuführen, kann jedoch nur der erste Schritt sein. Die weitere Optimierung muss anschließend an der Reduzierung des „Best-Practice-Niveaus“ ansetzen.

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Der Schwerpunkt der qualitativen Beeinträchtigungen der Rohwässer von Wasserversorgungsunternehmen in Deutschland liegt nach wie vor in den Belastungen aus der Landwirtschaft. In dieser Arbeit steht die Nitratbelastung der Grundwässer im Fokus. Die Gründe für hohe Nitratkonzentrationen im Rohwasser sind vielfältig: Düngergaben und zu intensive Bodenbearbeitung zur falschen Zeit, zu viel Dünger, Auswaschung durch kräftige und/oder lang anhaltende Niederschläge, widrige Witterungsverhältnisse, flachgründige Böden oder Böden mit sehr geringer Feldkapazität usw. In der Gesamtschau sind es jedoch immer zu hohe Stickstoffüberschüsse auf der Fläche, gleich welcher Ursache. Es hilft jedoch nicht, die Landwirtschaft an den Pranger zu stellen, sondern Wasserversorger und Landwirte müssen gemeinsam nach Lösungen suchen, wie eine grundwasserschonendere Landbewirtschaftung zu bewerkstelligen ist. Dies ist bereits langjährige Praxis in Form von Kooperationen oder Gesetzen [SCHALVO, 2001]. Ein wesentlicher Bestandteil dieser gemeinsamen Aktivitäten ist die Erfolgskontrolle der grundwasserschonenden Landbewirtschaftung seitens des Landwirts. Vielfach wird hier die N_{\min} -Methode eingesetzt. In Baden-Württemberg beispielsweise sind die jährlichen N_{\min} -Probenahmen seit 1988 ein fester Bestandteil der Kontrolle des SchALVO-Vollzugs. Diese Methode ist eine von mehreren Möglichkeiten.

Hierbei benötigt der Grundwasserschutz insbesondere zuverlässige und praktikable Emissionskontrollen. Hierzu empfehlen sich Hoftorbilanzen in Kombination mit den auswaschungsrelevanten Parametern der Betriebsflächen. Auf betrieblicher Ebene zeigen die Ergebnisse der Nährstoffbilanzierung Schwachstellen auf und geben Ansatzpunkte zur Optimierung. Allerdings fehlen meist regional orientierte Untersuchungen, inwieweit N-Hoftorbilanzen die teure und in der Diskussion befindliche, da nur auf einen Stichtag bezogene N_{\min} -Methode als Emissionskontrolle tatsächlich ersetzen können.

1.2 Ziel und Aufbau der Arbeit

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, einen Vergleich der Aussagekraft von N-Hoftorbilanzen und N-Schlagbilanzen mit stichtagsorientierten N_{\min} -Untersuchungen anzustellen. Darauf aufbauend soll kritisch diskutiert werden, ob die N_{\min} -Methodik ein geeignetes Instrument zur Kontrolle von Emissionen aus der Landwirtschaft in Wasserschutzgebieten darstellt. Die Kontrollmöglichkeiten sollen untersucht, bewertet und ggf. verbessert werden. Aus dieser Betrachtung sollen Anforderungen an den Grundwasserschutz auf der Basis der Nährstoffbilanz-Überschüsse abgeleitet werden.

Damit wäre ein Systemübergang hinsichtlich des Kontrollinstrumentariums von N_{\min} -Werten auf Nährstoffbilanz-Überschüsse bei der Emissionskontrolle erforderlich, was mit erheblichen Vorteilen für die Landwirtschaft und die Wasserversorgungsunternehmen verbunden wäre (Kosten und bessere Beratungsmöglichkeiten). Mit Hilfe von abzuleitenden Beurteilungskrite-

rien sollen Handlungsziele für eine grundwasserverträgliche landwirtschaftliche Praxis abgeleitet werden.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens soll daher ein überschaubares, auf einzelbetrieblich leicht erfassbaren Daten beruhendes Bewertungssystem entwickelt werden, mit dem sich die grundwasserschonende Landbewirtschaftung durch den Landwirt gegenüber dem WVU nachweisen lässt. Hierzu werden die Zusammenhänge zwischen den Betriebstypen und der betriebstypischen N-Hoftorbilanz dargestellt und mit den im Ordnungsrecht verankerten N_{\min} -Werten als Emissionskontrollwerte verglichen. Der Vergleich von Hoftorbilanz und N_{\min} -Werten soll aufzeigen, ob und falls ja welche Zusammenhänge zwischen den beiden Kontrollinstrumenten bestehen und ob die N-Bilanz als Bewertungsmaßstab einer grundwasserschonenden Landbewirtschaftung geeignet ist. Darüber hinaus sollte der Frage nachgegangen werden, ob die Herbst- N_{\min} -Kontrollen in Wasserschutzgebieten durch Hoftorbilanzen sinnvoll (zumindest teilweise) ersetzt bzw. ergänzt werden können, um somit die Kosten für Emissionskontrollen zu senken.

In dem Forschungsvorhaben wurden aus diesem Grund die Hoftorbilanzen von insgesamt 26 landwirtschaftlichen Betrieben unterschiedlicher Produktionsverfahren betrachtet. Die Bewertung wurde gesamtbetrieblich in zwei Regionen (Donauried und Freiburg) durchgeführt. Dadurch wurde die Datenverfügbarkeit und Datenqualität für eine zuverlässige Auswertung und Beurteilung auf eine breitere Basis gestellt. Mit Hilfe der verfügbaren Angaben der Bodenschätzung wurden zunächst die wichtigsten auswaschungsrelevanten Bodenparameter für die Betriebsflächen aller Projektbetriebe ermittelt. Bei sechs intensiv untersuchten Betrieben wurden umfangreiche N_{\min} -Untersuchungen und sehr detaillierte Ertragserhebungen durchgeführt. Auf der Grundlage der N_{\min} -Werte und der berechneten Sickerwassermengen wurden numerische Berechnungen zur Bestimmung der Stickstoffauswaschung im Herbst/Winterzeitraum durchgeführt. Mit diesen Daten und den erhobenen Angaben aus den betrieblichen Schlagkarteien wurden Flächenbilanzen für vergleichbare Flächenkollektive ermittelt und den gemessenen N_{\min} -Werten gegenübergestellt.

Darüber hinaus wurde untersucht, inwieweit sich aus den N_{\min} -Werten unterschiedlicher Zeitpunkte Rückschlüsse auf die berechneten N-Auswaschungen ziehen lassen. Es wurde überprüft, ob sich ein Zusammenhang zwischen den ermittelten N-Salden und den N_{\min} -Werten nachweisen lässt. Da durch die im Jahr 2006 novellierte Düngeverordnung nicht mehr die Hoftorbilanz, sondern die Flächenbilanz („Feld-Stall-Bilanz“) als rechtsgültige Methode festgeschrieben wurde, musste die Eignung der verschiedenen Methoden zur Nährstoffbilanzierung verglichen und bewertet werden. Auf der Grundlage der umfangreichen Datenerhebungen und der durchgeführten Auswertungen wurde dann eine Systematik zur Bewertung einer grundwasserschonenden Landbewirtschaftung mit Hilfe der Nährstoffbilanzierung über die Methode der „Hoftorbilanz“ entwickelt.

2. Stand der Forschung

Die Auswirkungen der Stickstoffausträge aus der Landwirtschaft auf Umwelt und Wasserressourcen sind bekannt und werden fortlaufend dokumentiert [LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER, 1995; BMU, 2004]. Im Arbeitsblatt W 104 des DVGW [DVGW, 2004] ist eine Definition der „ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung“ sowie eine Auflistung konkreter Maßnahmen zum nachhaltigen Umgang mit den Schutzgütern Boden und Wasser enthalten. In den letzten Jahren wurden vielfältige Anstrengungen unternommen, mit Hilfe geeigneter Indikatoren die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Tätigkeit einzustufen und damit einen geeigneten Maßstab für die Umweltverträglichkeit zu schaffen [HÜLSBERGEN und DIEPENBROCK, 1997; ISERMANN und ISERMANN, 1997; ISERMANN und ISERMANN, 1998; BACH und FREDE, 1998; FREDE und DABBERT, 1999; KOLBE, 2000].

Von ECKERT ET AL. (1999) wurden Indikatoren (z. B. Nährstoffsalden: N-Saldo) im Hinblick auf die Gefährdungspotentiale bei der Bodennutzung im System „Kriterien umweltverträglicher Landbewirtschaftung (KUL)“ quantifiziert und beurteilt. KUL beinhaltet eine ökologische Bewertung der landwirtschaftlichen Betriebe und eine zielgerichtete Beratung. Mit dem Kriterium der Stickstoff-Bilanz gelang es, landwirtschaftliche Betriebe dahingehend zu bewerten, ob die von ihnen ausgehenden Belastungen ein für die Umwelt tolerables Maß überschreiten oder nicht. Dieser Befund galt als Gradmesser sowohl für die Umweltverträglichkeit als auch für die Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung, unabhängig von der jeweiligen Intensität (z. B. Betriebsmitteleinsatz: Düngung, Pflanzenschutzmittel) oder der speziellen Wirtschaftsweise. Es fehlen bislang allerdings gezielte Untersuchungen, inwieweit diese neuen im KUL genannten Indikatoren zur Emissionskontrolle wirksam für den Gewässerschutz (Trinkwasserschutz) verwendet werden können. Von besonderer Bedeutung ist dabei der Vergleich mit den bestehenden Emissions-Kontrollmethoden durch N_{\min} -Werte, da zahlreiche ordnungsrechtliche Instrumentarien [z. B. SchALVO¹, 2001] darauf aufbauen.

In Ansätzen wurde der Übergang zu N-Bilanzen als Nachweisinstrument einer gewässerverträglichen Landbewirtschaftung bereits vollzogen. So fordert die 2006 novellierte Düngeverordnung „Nährstoffvergleiche“ und legt entsprechende Obergrenzen fest. Die Nährstoffbilanzierung bietet der Landwirtschaft eine Möglichkeit, eine grundwasserschonende Bewirtschaftung zu belegen. Mit ihrer Hilfe kann die N-Effizienz eines Betriebes bewertet und das Gefährdungspotential für das Grundwasser quantifiziert werden. Auf Grund der gesamtbetrieblichen Betrachtungsweise können mit der N-Bilanz-Methode Betriebsmittelverluste minimiert werden. Es entsteht eine „Win-Win-Situation“ für den Landwirt und den Gewässerschutz / respektive: das Wasserversorgungsunternehmen.

Die Ursachen für hohe Stickstoffbilanzüberschüsse liegen hauptsächlich im Betriebsmanagement. Der Weg zu einer grundwasserschonenden Landbewirtschaftung hängt von der Fachkompetenz des Betriebsleiters sowie von einer sachgerechten Beratung durch die

¹ Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung (Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr über Schutzbestimmungen und die Gewährung von Ausgleichsleistungen in Wasser- und Quellschutzgebieten in Baden-Württemberg)

Landwirtschaftsämter bzw. -kammern und die Wasserversorgungsunternehmen ab. Dem Landwirt kann so innerhalb eines definierten Rahmens Entscheidungs- und Handlungsfreiheit hinsichtlich der Wahl seiner Wirtschaftsweise eingeräumt werden. Diese Verfahrensweise ist insbesondere auch für den Gewässerschutz relevant, da eine „Überregulierung“ über das Ordnungsrecht [FLAIG, LEHN ET AL., 2001] mit hohen Akzeptanzproblemen verbunden und aufgrund der schweren oder sogar nicht möglichen Kontrolle ineffizient ist.

In Wasserschutzgebieten erlangt die Kooperation zwischen Wasser- und Landwirtschaft immer größere Bedeutung. Ziel der Kooperationen ist die Entwicklung und Umsetzung von Strategien zur Bewirtschaftung landwirtschaftlich genutzter Flächen im Sinne eines nachhaltigen Grundwasserschutzes. Ein wichtiger Beitrag zum Gelingen solcher Vorhaben ist die Erfassung von Kriterien, anhand derer sich die Leistungen/Auswirkungen der Landwirtschaft auf den Grundwasser- und somit auch den Trinkwasserschutz bemessen und bewerten lassen. Eine emissionsorientierte Beurteilung der grundwasserschonenden Landbewirtschaftung wird bislang überwiegend über den N_{\min} -Wert im Boden vorgenommen. Dabei schwanken die ermittelten N_{\min} -Einzelwerte in Abhängigkeit von vielen Faktoren (Klima, Bewirtschaftung, Boden etc.) und können als Einzelwert (z. B. nach Ende der Vegetationsperiode) nur eine kurzfristig gültige Größe zum Zeitpunkt der Probenahme widerspiegeln.

Die einmalige N_{\min} -Erhebung erlaubt daher i. d. R. nur eine momentane Zustandsbewertung und das Erkennen von Risikoflächen. Aussagen über die Ursachen hoher N_{\min} -Werte oder gar zur gesamtbetrieblichen Stickstoff-Emission in Wasserschutzgebieten sind nur sehr eingeschränkt oder gar nicht möglich. Eine Aussage hinsichtlich der grundwasserschonenden Bewirtschaftung eines landwirtschaftlichen Betriebs kann mit den *schlagbezogenen* N_{\min} -Stichtagsmessungen somit nur durch Mehrfachkontrollen (vorrangig im Zeitraum der Grundwasserneubildungsperiode) getroffen werden. Rohmann et al. kommen zu der Schlussfolgerung, dass ein einmalig erhobener N_{\min} -Wert im Herbst i. d. R. nicht für eine realistische Abschätzung der tatsächlichen Nitratauswaschung in der darauf folgenden Grundwasserneubildungsperiode geeignet ist [ROHMANN ET AL., 1998].

Dem gegenüber werden gesamtbetriebliche N-Hoftorbilanzen als Kennzahl einer gewässerschützenden Landbewirtschaftung diskutiert [ECKERT ET AL., 1998]. Hoftorbilanzen können umfassend Auskunft über die betriebstypische Emissionssituation geben, wobei eine von der Landwirtschaft geforderte differenzierte Betrachtung je nach Art des landwirtschaftlichen Betriebes (z. B. Futterbau-, Marktfrucht oder Veredlungsbetrieb) möglich wird. Die Forderung nach Emissionsstandards/Toleranzbereichen findet sich auch im Arbeitsblatt W 104 [DVGW, 2004] wieder. Laut Arbeitsblatt W 104 ist die Erreichung und Einhaltung der Emissionsstandards standort- und betriebsbezogen zu entwickeln und umzusetzen.

Für die Akzeptanz eines Bewertungssystems in der Landwirtschaft ist es wichtig, dass die Landwirte anhand ausgewählter Indikatoren, die sie maßgeblich beeinflussen können, ihre Umweltverträglichkeit beweisen und argumentativ vertreten können. Mit der Stickstoffbilanzierung als Indikator können Landwirte und WVU das Risikopotential der N-Verluste ermitteln, quantifizieren und minimieren.

Die N-Bilanzierung ist in erster Linie ein Instrument zur Untersuchung der landwirtschaftlichen Stickstoffkreisläufe. Bei der Stickstoffbilanzierung müssen die verschiedenen Bezugsebenen (Betrieb, Fläche/Schlag, Stall) unterschieden werden. In Bild 2.1 sind die Bilanzglieder der im Forschungsvorhaben zu untersuchenden Hoftorbilanz aufgeführt.

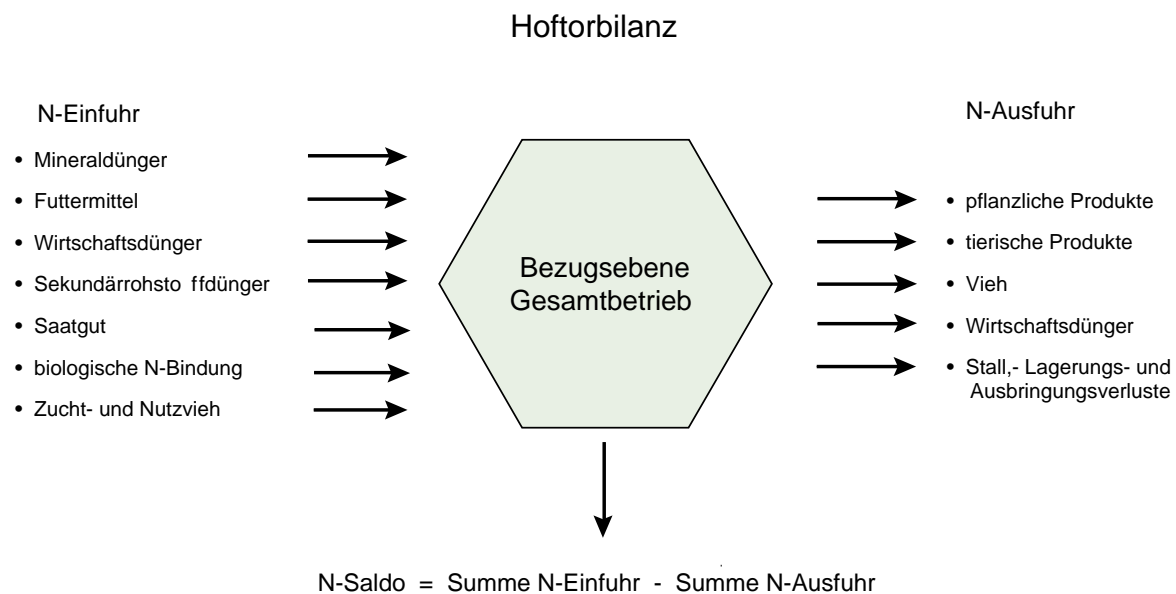


Bild 2.1: Bilanzglieder der Hoftorbilanz

Die Hoftorbilanz beinhaltet die gesamtbetriebliche Erfassung des Stickstoff-Kreislaufes und wird im landwirtschaftlichen Betrieb in Form einer Stickstoffbilanz für jedes Wirtschafts- oder Anbaujahr erstellt. Als Bezugsfläche für den ermittelten N-Saldo dient im Allgemeinen die landwirtschaftlich genutzte Fläche abzüglich der Stilllegungsflächen. Werden bei der Bilanzierung die Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste als „N-Ausfuhr“ berücksichtigt, so spricht man von einem Netto-Saldo. Die atmosphärischen N-Depositionen über die Luft oder den Niederschlag werden, da nur sehr schwer zu bestimmen, in der Regel nicht in der Bilanz erfasst.

Durch die im Jahr 2006 novellierte Düngeverordnung wurde statt der Hoftorbilanz die Flächenbilanz („Feld-Stall-Bilanz“) oder die aggregierte Schlagbilanz als rechtsgültige Methode festgeschrieben. Bei der „Feld-Stall-Bilanz“ wird die N-Zufuhr und N-Abfuhr auf die oben genannte Bezugsfläche bilanziert. Bei der N-Zufuhr werden die unvermeidbaren Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste von der insgesamt angefallenen Wirtschaftsdüngermenge meistens abgezogen. Vor allem für viehhaltende Betriebe ist die Erhebung der N-Abfuhr von der Fläche mit großen Unsicherheiten verbunden, da die betriebsintern genutzten Erntemengen in der Regel nicht gewogen werden. Hierbei muss mit einem Schwankungsbereich der N-Abfuhr von +/- 20% gerechnet werden.

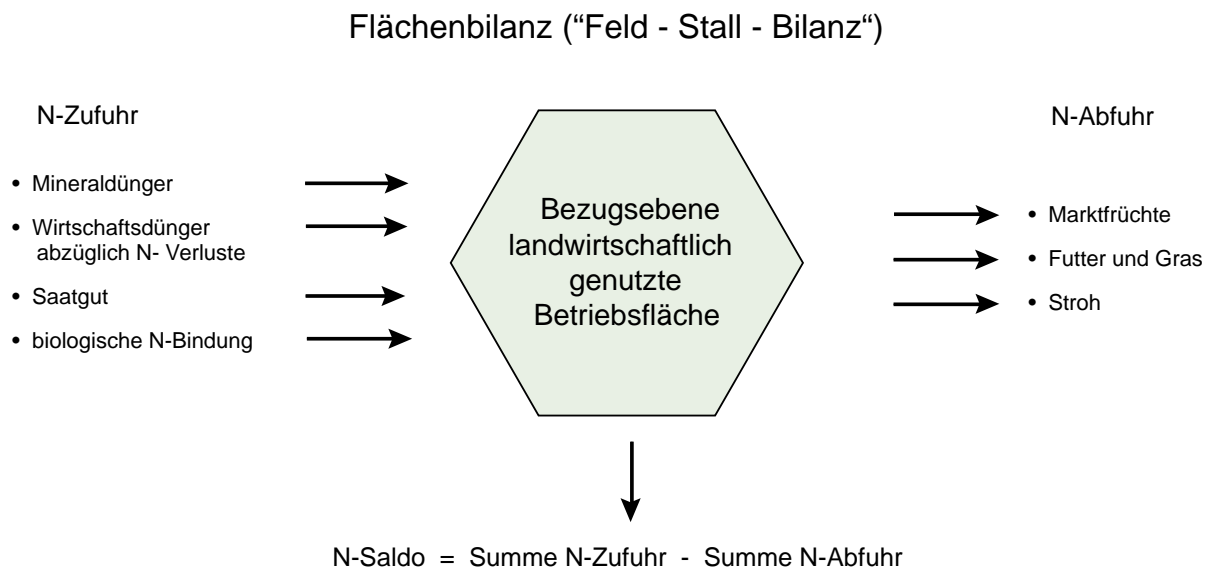


Bild 2.2: Bilanzglieder der Flächenbilanz „Feld-Stall-Bilanz“

Wählt man als Bezugsfläche der Bilanzierung eine einzelne Fläche bzw. einen einheitlich bewirtschafteten Schlag, so geht die Flächenbilanz in die Schlagbilanz über. Die Aufzeichnung durch den Landwirt erfolgt in Form von Ackerschlagkarteien. Die Schlagbilanz eignet sich innerbetrieblich als Instrument der Düngoptimierung und ermöglicht Aussagen über einzelne Flächen. Aufgrund der überwiegend geschätzten Daten und der daraus resultierenden Ungenauigkeiten ist sie jedoch nicht für eine gesamtbetriebliche Betrachtung in Hinblick auf eine grundwasserschonende Landbewirtschaftung geeignet.

Der Systemvergleich zwischen den N_{\min} -Werten und den N-Salden der Hoftorbilanzierung als unterschiedliche Instrumente zur Emissionskontrolle in Wasserschutzgebieten lässt erkennen, dass der Vorteil der N_{\min} -Werte in der differenzierten Betrachtung des momentanen Zustandes einer Fläche liegt. Durch zeitlich gestaffelte Mehrfachbeprobungen lässt sich so beispielsweise die Wirkung von unterschiedlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen belegen. Die Hoftorbilanz gibt hingegen einen gesamtbetrieblichen Überblick, erlaubt jedoch keine Aussagen über die Entwicklung bzw. über die Verteilung der betrachteten Bilanzglieder auf die einzelnen Betriebsflächen, da eine Differenzierung unterhalb der Ebene des Bilanzraumes nicht möglich ist.

Kriterium	N _{min} -Werte aus Stichtagsmessungen	N-Saldo (Hoftorbilanz)
Betrachtungsebene	<ul style="list-style-type: none"> • flächenbezogen – daher direkter Bezug zu Immissionswerten • standortbezogene Momentanaufnahme, • stellt die Vor-Ort-Situation dar 	<ul style="list-style-type: none"> • gesamter N-Kreislauf auf Betriebsebene, • einzelne Fläche wird nicht betrachtet (problematisch bei Risikoflächen – hohe Nitratrestgehalte nach Ende der Vegetationszeit bleiben unerkannt)
Überprüfbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> • analytisch 	<ul style="list-style-type: none"> • Rechnungen, Standardwerte
Eignung zur Optimierung	<ul style="list-style-type: none"> • relativ gering, da standort-, witterungs- und fruchtfolgeabhängig und vergangenheitsorientiert 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung von Betriebsmittelverlusten möglich
Zeitbezug	<ul style="list-style-type: none"> • Augenblick, stichtagsabhängig, Ergebnis der Einflüsse des letzten halben Jahres 	<ul style="list-style-type: none"> • gemittelte Werte, kurzfristige Einflüsse heben sich auf
Plausibilität einzelner Werte	<ul style="list-style-type: none"> • Ursachen hoher N_{min}-Werte sind ohne Klima-, Boden- und genaue Bewirtschaftungsdaten nicht benennbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Verteilung der Nährstoffströme innerhalb des Betriebes ist nicht sichtbar
Relevanz bei Düngeplanung	<ul style="list-style-type: none"> • Instrument zur Düngeplanung im Frühjahr *) 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Bewertung von Düngemaßnahmen unterhalb der Bilanzraumskala möglich (schlag- und kulturbezogene Düngeplanung)
Kosten- und Bearbeitungsaufwand	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Kosten durch korrekte Probenahme und Analyse 	<ul style="list-style-type: none"> • Schlagkartei und Nährstoffbilanz sind Bestandteile der ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung • bei gewissenhafter Betriebsführung ist der zusätzliche Aufwand gering

*) ausgenommen: ursprünglicher Ansatzpunkt zur Düngeplanung über Frühjahrs- N_{min} -Werte

Tab. 2.1: Vergleich von N_{min}-Werten und Hoftorbilanzen

3 Methodik

3.1 N_{\min} -Untersuchungen

Zur Ermittlung der Nitratstickstoffgehalte der Böden nach der Ernte und zur Beurteilung der Nitratverlagerung bzw. Nitratauswaschung im Herbst-Winter-Zeitraum wurden in den Jahren 2003 bis 2006 auf ca. 180 Flächen der sechs Projektbetriebe insgesamt über 2.650 N_{\min} -Untersuchungen auf Nitratstickstoff im Bodenbereich 0 - 90 cm und 1.279 auf Ammoniumstickstoff im Oberboden durchgeführt. Alle Bodenproben wurden beim Technologiezentrum Wasser (TZW) des DVGW in Karlsruhe analysiert.

Die Gewinnung aussagekräftiger N_{\min} -Ergebnisse setzt eine sachgerechte Probenahme, Probentransport und Stickstoffanalytik voraus. Die Bodenproben müssen flächenrepräsentativ entnommen werden. Hierfür muss sich sowohl die Anzahl und Verteilung der Einzeleinstiche als auch die Entnahmetechnik an den Standort- und Nutzungsverhältnissen orientieren. Darüber hinaus muss die Probenahmetechnik eine möglichst schichtrepräsentative Entnahme einer Bodenprobe ermöglichen.

Die Entnahme der Bodenproben zur Bestimmung von Wasser- und N_{\min} -Gehalt sowie Transport, Lagerung, Vorbereitung und Analytik der Proben erfolgte nach der Vorgehensweise, die am Technologiezentrum Wasser (TZW) bei Bodenkontrollen zur Bestimmung der auswaschungsgefährdeten Stickstoffrestgehalte im Rahmen der eigenverantwortlichen Schutzgebietsüberwachung von Wasserversorgungsunternehmen parallel zur offiziellen SchALVO-Kontrollaktion (SchALVO = Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung des Landes Baden-Württemberg) praktiziert wird [RÖDELSPERGER ET. AL., 1993].

Mit der Probennahme wurden in beiden Projektgebieten qualifizierte Dienstleistungsunternehmen beauftragt, die bereits seit vielen Jahren für die LW bzw. die badenova Probennahmen durchführen. Die Beprobung erfolgte in beiden Projektgebieten mit Hilfe eines auf einem Jeep fest montierten, hydraulischen Schlaghammers, der den Vorschriften der LUFA Augustenberg (jetzt Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, LTZ) zur Bodenprobennahme entspricht [LUFA, 2001]. Die Jeeps sind mit einem GPS und digitalen Karten ausgestattet, so dass die festgelegten Flächen genau angefahren werden konnten.

In Abhängigkeit der Flächengröße wurden jeweils zwischen 8 und 15 Einstiche je Standort vorgenommen. Die Flächen wurden dabei in der Regel diagonal befahren. Die Bodenproben der Schichten 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm wurden in getrennte Behälter gefüllt und nach Beendigung der Beprobung mit Hilfe einer Spachtel fein zerkleinert und homogenisiert. Anschließend wurde die Probe in einen mit Datum, Flächenummer und Bodenschicht gekennzeichneten Kunststoffbeutel abgefüllt und fest verschlossen.

Um sicherzustellen, dass auf dem Beprobungsfahrzeug keine Änderung des N_{\min} -Gehalts durch Mineralisierungs- oder Denitrifikationsvorgänge erfolgen kann, wurden die Proben zunächst kurzzeitig in Thermoboxen mit Kühlakkus zwischengelagert und dann innerhalb weni-

ger Stunden in Tiefkühltruhen bei mindestens -18°C eingefroren. Der Probentransport zum TZW wurde anschließend mit tief gefrorenen Bodenproben vorgenommen, so dass die Kühlkette durchgehend gewährleistet werden konnte.

Die Vorbehandlung der tiefgefrorenen Bodenproben und die Durchführung der Analyse wird am Technologiezentrum Wasser nach der so genannten „EBI-Methode“ vorgenommen, die offiziell im Rahmen der SchALVO Baden-Württemberg als Methode anerkannt ist (Erlass des Ministeriums Ländlicher Raum Baden-Württemberg (MLR) mit Az.: 23-8223.50 vom 05.05.1994). Die Qualität der Analytik wird durch ein internes Qualitätssicherungssystem gewährleistet. Die genaue Vorgehensweise bei der Probenbehandlung und die Analysenvorschrift sind bei [RÖDELSPERGER, ROHMANN, FRIMMEL, 1993] und [STURM, KIEFER, RÖDELSPERGER, 2004] detailliert beschrieben.

3.2. Ertragsuntersuchungen

In den Jahren 2004 bis 2006 wurden auf ca. 110 Flächen der sechs Projektbetriebe insgesamt über 400 Ertragserhebungen durchgeführt und Proben des Erntegutes bei der LUFA Augustenberg auf ihren Wasseranteil und den Stickstoffgehalt untersucht. Im Projektgebiet der badenova wurde die Ertragserhebung durch das Ingenieurbüro ANNA – Agentur für Nachhaltige Nutzung von Agrarlandschaften – aus Müllheim durchgeführt.

Das Ziel der Untersuchungen war die möglichst genaue Ermittlung der Stickstoffabfuhr über das Erntegut von den Projektflächen. Im Projektgebiet der badenova lag der Schwerpunkt mit 58 % bzw. 16 % der Untersuchungen beim Körner- und Saatmais. Insgesamt 27 % der Erhebungen wurden bei Gemüse, Feldsalat, Kartoffeln und Reben vorgenommen. Bei Grünland und Getreide wurden im badenova-Projektgebiet nur vereinzelt Untersuchungen durchgeführt, da diese dort nur untergeordnete Bedeutung haben. Im Unterschied hierzu lagen die Schwerpunkte der Erhebungen im Projektgebiet der LW mit rund 60 % bei Grünland und mit 25 % bei Getreide. Die restlichen Untersuchungen wurden je zur Hälfte bei Körner- und Silomais durchgeführt.

Der Ertrag wurde ermittelt, indem eine repräsentative Teilfläche abgeerntet und deren Ertrag über einen Faktor hochgerechnet wurde. Die Größe dieser Teilflächen wurde vorab in Anlehnung an die Vorgaben des Bundessortenamtes [BUNDESSORTENAMT, 2000] für die verschiedenen Kulturen festgelegt, die zur Ertragserhebung vorgesehen waren. Diese Teilflächen wurden in enger Absprache mit den Bewirtschaftern zeitnah kurz vor der Ernte beprobt. Das Erntegut wurde gewogen und eine Teilprobe zur Bestimmung des Stickstoffgehaltes entnommen. Da sich der Stickstoffgehalt standardmäßig auf die Trockensubstanz bezieht, wurde an einer weiteren Teilprobe der Wassergehalt bzw. der Trockenmassegehalt [% TS] bestimmt. Bei verschiedenen Kulturen wurden die Stickstoffgehalte z.T. als Rohprotein untersucht. Als Rohprotein bezeichnet man die Summe aller stickstoffhaltigen Substanzen. Für die N-Bilanzierung ist der Rohproteingehalt durch einen Faktor zu dividieren, der den typischen N-Gehalt von Rohprotein darstellt. Dieser Faktor beträgt üblicherweise 6,25 (pflanzliches Protein) bzw. 6,38 (tierisches Protein) d. h. man geht von einem mittleren N-Gehalt von 16 % bei pflanzlichem bzw. 15,7 % bei tierischem Rohprotein aus.

Da die Vorgehensweise bei der Durchführung der Ertragserhebung der unterschiedlichen Kulturen sehr stark voneinander abweicht, soll dies nachfolgend kurz erläutert werden. Sofern nichts anderes vermerkt ist, wurden die Ernteproben in gefrorenem Zustand zur Weiterverarbeitung und Analyse zur LUFA Augustenberg gefahren.

Körnermais und Saatmais

Alle Maisproben wurden nach Entnahme auf einer Warmlufttrocknung auf einen Wassergehalt von weniger als 14% Wasser vorgetrocknet, um lagerungsfähig zu sein. Da die Maiskörner und Maisspindeln unterschiedliche Wassergehalte und v.a. einen deutlich unterschiedlichen Stickstoffgehalt aufweisen, wurden sie getrennt analysiert.

Körnermais wird üblicherweise in Reihen mit einem Abstand von 75 cm angebaut. Die Bepflanzung zur Ertragsermittlung erfolgte meist auf sechs über den kompletten Schlag verteilten Reihenabschnitten von je 2 m Länge. In diesen Abschnitten wurden die Maiskolben manuell ausgebrochen. Da Körnermais im Normalfall gedroschen wird und die Spindel auf dem Feld verbleibt, darf der Spindelanteil in der Probe bei der N-Bilanzierung von Körnermais nicht berücksichtigt werden. Spindeln sind beim Körnermais nur zu analysieren, falls für einzelne Flächen kein Drusch vorgesehen ist, sondern die kompletten Kolben mit einem Maispicker geerntet und zur Trocknung in ein Trockengestell gegeben werden. In diesem Fall wurde die Spindel mit berücksichtigt und ihr Stickstoffgehalt ermittelt.

Beim Anbau von Saatmais handelt es sich um Saatgut von Inzuchtlinien, das nach einem speziellen Schema zur Kreuzung dieser Linien angebaut wird: In einem Selbstungsprozess werden zuvor über mehrere Generationen Inzuchtlinien entwickelt, die anschließend gekreuzt werden. Bei der Saatguterzeugung werden die Inzuchtlinien („Mutter-“ und „Vaterpflanzen“) systematisch miteinander gekreuzt, indem Mutterreihen und Vaterreihen nebeneinander angebaut werden. Nach der Bestäubung werden die männlichen Pflanzen abgemulcht. Ihre Biomasse verbleibt auf dem Feld. Die kompletten Kolben der weiblichen Pflanzen werden nach der Ausreife mit einem Maispicker geerntet. Hier wird also im Gegensatz zum Körnermais der komplette Kolben mit der Spindel vom Acker entfernt. Je nach Anforderung der Züchter werden meist 4 – 6 Reihen Mutterpflanzen neben 2 – 3 Reihen Vaterpflanzen als Bestäuber angebaut. Die verwendeten Reihenabstände sind für die Ertragsermittlung wichtig, um den Flächenanteil zu berechnen, auf dem Kolben erzeugt werden. Sie variieren je nach Zuchtmaterial und den Vorgaben des Züchters und sind im Einzelfall beim Landwirt zu erfragen.

In Bild 3.1 sind die einzelnen Schritte der Probenaufarbeitung und die Berechnungswege für Körnermais und Saatmais dargestellt.

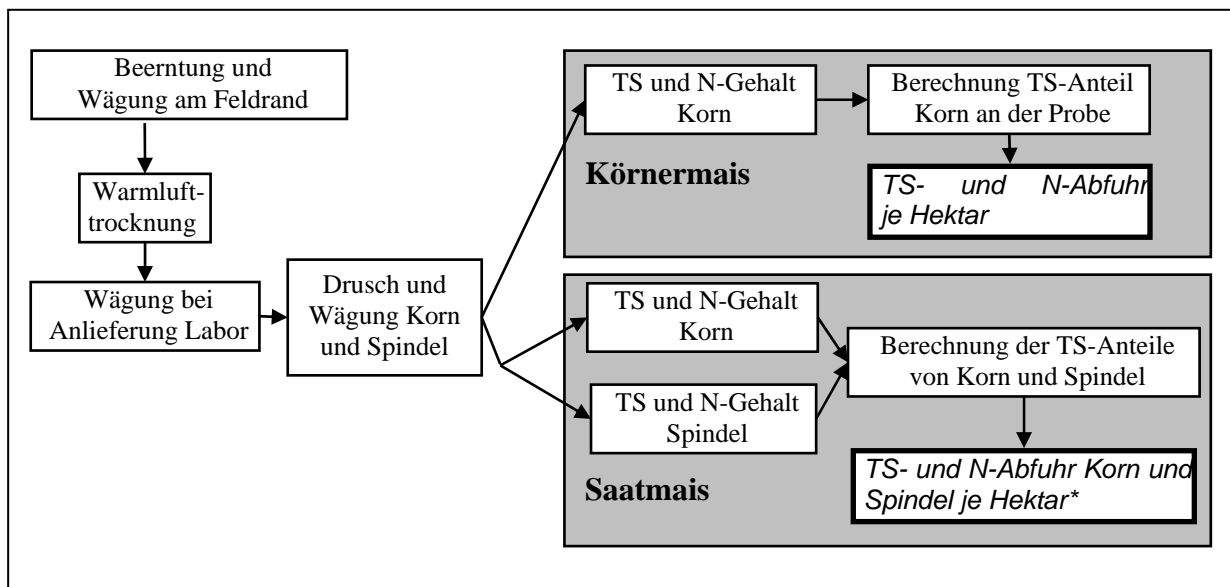


Bild 3.1: Einzelschritte der Probenaufarbeitung und Analyse bei Saat- und Körnermais

Silomais

Im Projektgebiet der LW wird in größerem Umfang Silomais als Silage-Viehfutter bzw. als Energiemais für Biogasanlagen angebaut. Der Reihenabstand liegt zwischen 70 bzw. 75 cm. In den letzten Jahren wurde Silomais auch vermehrt mit Breitsaat angebaut. Die Beerntung zur Ertragsermittlung erfolgte bei Reihenanbau ähnlich wie beim Körnermais auf mehreren über den kompletten Schlag verteilten Reihenabschnitten von je 4 bis 5 m Länge. Beim Breitsaatanbau wurden mehrere Teilflächen von jeweils 2 m² beprobt. Bei der Silomaisernte wird die gesamte Pflanze gehäckselt und vom Feld gefahren. Die Erntemengen der Teilflächen wurden gewogen, grob zerkleinert und eine repräsentative Teilprobe eingefroren. Bei der Anlieferung des Silomais an eine Biogasanlage wird die gesamte Ernte gewogen und der Trockensubstanzgehalt bestimmt, so dass in diesen Fällen auf eine Ernteerhebung verzichtet werden konnte.

Getreide

Getreide wird bei der Anlieferung beim Händler/Genossenschaft auf Protein- und Trockensubstanzgehalt untersucht, so dass bei Marktfruchtbetrieben die nötigen Angaben bei den Landwirten erfragt werden konnten. Bei den viehhaltenden Betrieben im Projektgebiet der LW wird das Getreide zu einem großen Teil als Futtermittel im Betrieb eingesetzt, so dass in diesen Fällen eine Ertragserhebung notwendig war. Hierzu erfolgte in Abhängigkeit der Schlaggröße auf einer Teilfläche von 3 und 6 m² eine Beerntung möglichst kurz vor der Ernte. Die Getreideproben wurden mit Stroh zur Weiterverarbeitung und Analyse an die LUFA gesandt und der TS-Gehalt und N-Gehalt für Korn und Stroh getrennt ermittelt, da teilweise eine Strohabfuhr von den Flächen stattfand und diese bei der Stickstoffabfuhr berücksichtigt wurde.

Grünland

Ein Projektbetrieb der LW mit Milchviehhaltung deckt einen Großteil seines Futterbedarfs über die Grünlandbewirtschaftung. Das Gras wird siliert oder direkt als Grünfutter eingesetzt. Zur Ertragsermittlung wurden 10 repräsentative Grünlandflächen ausgewählt und vor jedem der meist 3 bis 4 Grasschnitte eine Beerntung von bis zu 13 Teilflächen durchgeführt. In Abhängigkeit der Flächengröße und der Homogenität des Bewuchses wurden zwischen 10 m² und 26 m² je Fläche mit einer Motorsense mit Grasschneideblatt beerntet. Von jeder Teilfläche wurde das Feuchtgewicht ermittelt, die Proben gemischt und eine repräsentative Teilprobe von ca. 5 kg eingefroren.

Kartoffeln

Bei der Beerntung zur Stickstoffbilanzierung ist zwischen dem biologischen und dem technischen Ertrag zu unterscheiden. Der biologische Ertrag meint die gewachsene Biomasse des zu erntenden Pflanzenteils (z. B. bei Kartoffeln die Knolle), während der technische Ertrag die Menge beschreibt, die mit praxisüblichem, landwirtschaftlichem Gerät geerntet und vom Feld entfernt wird. Dieser Unterschied ist bei der Kartoffelernte mit einem Vollernter nicht zu verachlässigen. Daher wurde die Ertragsbestimmung während der Ernte durchgeführt, indem ein kompletter Wagen geernteter Kartoffeln (mehrere Tonnen) gewogen und die zugehörige Fläche ausgemessen wurde. Anschließend wurde eine repräsentative Probe für die Inhaltstoffbestimmung entnommen.

Reben

Die Erntemenge im Weinbau wird bei der Anlieferung an die Winzergenossenschaft standardmäßig sehr genau erfasst. Daher erfolgte lediglich die Entnahme einer repräsentativen Probe (ca. 1 kg Trauben an 10 Stellen über die Rebanlage verteilt) zur Inhaltstoffbestimmung, die umgehend eingefroren wurde.

Feldsalat

Feldsalat wird standardmäßig in feldlangen Beeten von 1,30 m Breite angebaut. Zwischen den Beeten befinden sich schmale Gassen (30 cm). Zur Bestimmung des Ertrages bei Feldsalat wurden 6 Teilflächen von je 1 m² vollständig abgeerntet. Anschließend wurde das Pflanzenmaterial gründlich gewaschen, getrocknet und gewogen. Danach wurde umgehend eine Teilprobe eingefroren. Bei der Berechnung der Flächenentzüge wurde die anteilige Fläche der Gassen durch einen Korrekturfaktor berücksichtigt.

Sonstiges Feldgemüse

Als problematisch erwies sich die Beerntung von Gemüsekulturen, die nicht systematisch abgeerntet werden, sondern sukzessive aus dem nachwachsenden bzw. nachreifenden Be-

stand je nach Bedarf und Reife gepflückt werden. Hier zieht sich die Ernte über mehrere Wochen hin. In diesem Fall müsste eine Teilflächenbeerntung auf abgesteckten Teilflächen ebenfalls mehrmals pro Woche erfolgen, um den Ertrag wiederzuspiegeln. Hier wurde aus Aufwandsgründen – auch im Hinblick auf die kleinen Flächen (0,2 und 0,5 ha) – zur Haupterntezeit eine Laborprobe entnommen und der Ertrag aus den Unterlagen des Landwirtes erfragt bzw. abgeschätzt.

3.3 Berechnung der Nitratauswaschung - numerisches Modell INVAM

Zur Simulation der Nitratauswaschung innerhalb der Grundwasserneubildungsperiode wurde das am TZW entwickelte numerische Mischzellenmodell INVAM (= Integrales Nitrat-Verlagerungs- und Auswaschungs-Modell) verwendet, das im Rahmen des DVGW-Projektes "Validierung und Weiterentwicklung eines standortunabhängigen Bodenkontrollverfahrens zur Ermittlung der Nitratauswaschung mit einfachen Nitratauswaschungs-Modellrechnungen" validiert wurde [STURM, KIEFER, RÖDELSPERGER, 2004].

Aus den ca. 180 Flächen der sechs Projektbetriebe für die N_{\min} -Untersuchungsergebnisse vorlagen, wurden für jeden Bewirtschafter jährlich variierende Flächenkollektive zusammengestellt, die möglichst gleiche Kulturen, eine ähnliche Bewirtschaftung und vergleichbare Bodenkennwerte aufweisen sollten. Ein weiteres Kriterium für die Zusammenstellung der Kollektive war die Höhe der N_{\min} -Gehalte nach der Ernte und deren weitere Entwicklung während der Auswaschungsperiode. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde vom Technologiezentrum Wasser die Nitratverlagerung bzw. Nitratauswaschung für insgesamt 95 Flächenkollektive mit Hilfe von INVAM simuliert.

Bei der mathematischen und programmtechnischen Umsetzung des INVAM-Modells wird ein Algorithmus verwendet, der für jeweils ein Niederschlagsereignis schrittweise die Verlagerung von Sickerwasser und Nitrat von einer Schicht in die nächste berechnet. Eingangsparmeter für dieses Modell sind die Niederschlags- bzw. die Sickerhöhe, die Stickstoffdeposition mit dem Niederschlag, die Feldkapazität sowie der aktuelle Wasser- und N_{\min} -Gehalt des Bodens. Je nach Wassersättigungsgrad des Bodens und der Menge des Einzelniederschlags wird rechnerisch das Erreichen der Feldkapazität simuliert.

Ist in einer Bodenschicht die betreffende Feldkapazität erreicht, erfolgt eine Wassersickerung in Höhe der effektiven Niederschlagsmenge (= Niederschlag - Verdunstung) in die nächste betrachtete Bodenschicht. Der neue Nitratstickstoffgehalt einer Bodenschicht ergibt sich jeweils aus der Mischungsrechnung der vorliegenden Bodenwassermenge und dem Stickstoffgehalt mit dem zugefügten Sickerwasser und der zugehörigen Nitratkonzentration. Hierbei wird rechnerisch zuerst eine Mischung zwischen dem zugeführten Niederschlags- bzw. Sickerwasser und dem in der betrachteten Bodenschicht vorhandenen Bodenwasser durchgeführt und anschließend die Überschusswassermenge an die nächste Bodenschicht abgegeben. Eine zweite mögliche Berechnungsvariante, bei der zunächst das Bodenwasser verdrängt und erst anschließend eine Mischungsberechnung durchgeführt wird, wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens nicht angewandt. Diese Variante ist vor allem bei sehr star-

ken Niederschlagsereignissen und kleinen Feldkapazitäten von Bedeutung. Bild 3.2 veranschaulicht die verschiedenen Fälle, die bei der Modellrechnung mit INVAM prinzipiell unterschieden werden können [TECHNOLOGIEZENTRUM WASSER KARLSRUHE, 1996].

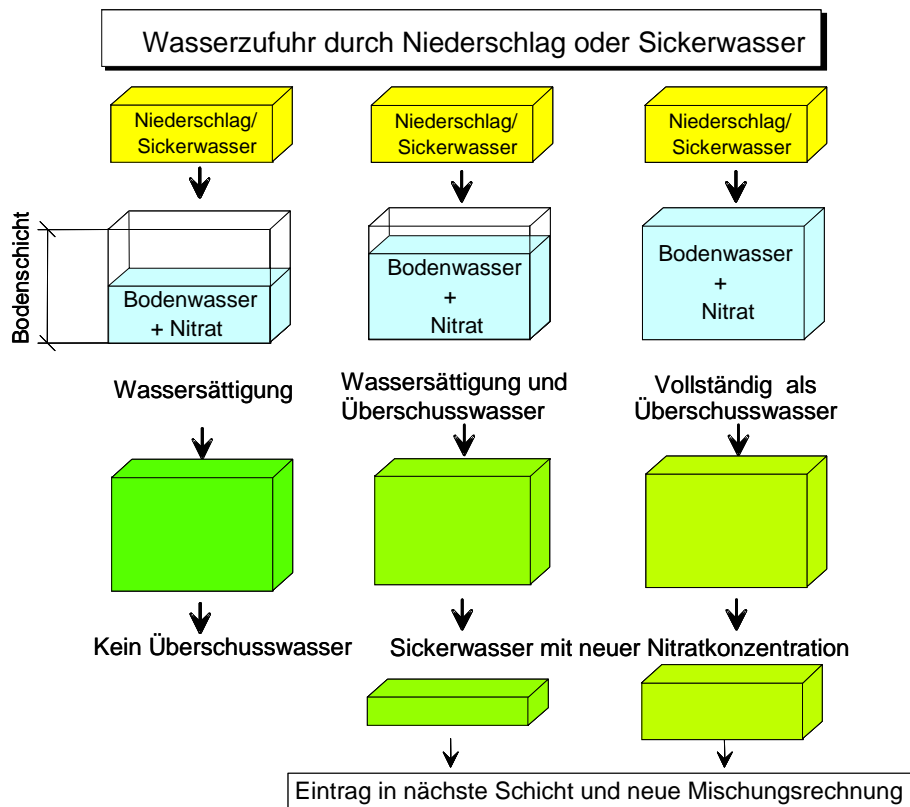


Bild 3.2: Schematische Darstellung der zur Mischungsrechnung relevanten Fälle verschiedener Bodenwassergehalte

Bei einer Bewirtschaftung ohne Bodenbearbeitung im Herbst werden Änderungen der Nitratstickstoffprofile des Bodens meist allein durch niederschlagsbedingte Verlagerungseffekte verursacht und sind mit der Simulation gut nachvollziehbar. Als zusätzliche Option erlaubt es INVAM aber auch, die Zu- oder Abnahme der Nitratstickstoffmenge in jeder einzelnen Bodenschicht in Folge von Mineralisierungs- oder Denitrifikationsvorgängen zu berücksichtigen. Die Auswaschungsrechnung kann mit einer simultan oder auch nur in bestimmten Zeitspannen stattfindenden Nitratfreisetzung z. B. infolge steigender Temperaturen, einer Bodenbearbeitung oder Düngung, oder aber einer Nitrat-Abnahme durch Pflanzenentzug oder durch Denitrifikation, wenn z. B. Staunässe in Folge von Starkniederschlägen aufgetreten ist, überlagert werden.

Mit den INVAM-Modellrechnungen zwischen den einzelnen Probennahmeterminen wurde zunächst versucht, die Messwerte des nächsten Probennahmetermins mit einer reinen Auswaschungsrechnung nachzuvollziehen. Wiesen die simulierten Profile deutliche Abweichungen von den Messprofilen auf, wurde eine erneute Berechnung mit positiven Anpassungsparametern (wie z. B. Mineralisierungseffekte und Düngung) oder negativen Anpassungspara-

metern (wie z. B. Denitrifikationseffekte und N-Entzug durch Pflanzenaufwuchs) durchgeführt.

Im Zeitraum November bis Ende Januar waren in der Regel positive Anpassungen zu Beginn des Probennahmezeitraums erforderlich, weil verstärkt Mineralisierungseffekte infolge von Bodenbearbeitungen im Herbst (Dezember) auftraten. Es wurde versucht, negative Anpassungen in die Zeiträume zu legen, in denen auch entsprechende Verhältnisse vorlagen z.B. Denitrifikationseffekte nach Starkniederschlägen. Falls dies nur schwer möglich war, wurden die negativen Anpassungen etwa nach der Hälfte der Sickerung eingegeben.

Probennahmetermine P (i)	Kollektiv 2A / 10 Flächen / Bewirtschafter B1 / Zeitraum Oktober 2003 - Februar 2004				Wassersättigungswerte = FK
	P(1) 09.+14.10.2003	P(2) 06.+07.11.2003	P(3) 22.01.2004	P(4) 16.02.2004	
Niederschlag in mm	53	161	43		
Sickerwassermenge in mm	0	59	22		
Bodenwassermenge in den Bodenschichten	mm ¹	mm ¹	mm ¹	mm ¹	mm ¹
0 - 30 cm	85	90	100	95	95
30 - 60 cm	90	95	105	100	100
60 - 90 cm	80	90	95	95	95
0 - 90 cm	255	275	300	290	290
Aktuelle Nutzung / Bemerkungen	Brache, z.T. Gras nach Körnermais <i>gepflügt</i>				nFK = 178
Mittlere Nitratstickstoffgehalte in kg/ha					
0 - 30 cm	50	41	9	9	
30 - 60 cm	35	41	32	24	
60 - 90 cm	11	18	40	34	
0 - 90 cm	96	100	81	67	
reine Auswaschungsrechnung (schrittweise)		→	21 36 28 85	→	7 27 37 71
Rechnung mit Anpassung (+/- kg N/ha; 0-90 cm)		→	17 36 28 81 (-4)	→	5 25 37 67 (-2 / -2)
N-Auswaschung in kg N/ha			16	10	Σ 26

1] = 3 * LD (in g/cm3) * W (in Gew.%)

Tabelle 3.1: Eingabedaten und Simulationsergebnisse für das Kollektiv 2A im Zeitraum November 2003 und Februar 2004

Tabelle 3.1 zeigt beispielhaft die Zusammenstellung der INVAM-Simulationsergebnisse für ein Flächenkollektiv und einen Auswaschungszeitraum. Aus der reinen Auswaschungsrechnung ergeben sich etwas zu hohe N_{\min} -Gehalte. Erst mit einer negativen Anpassung von 8 kg N/ha in der zweiten Berechnung konnten die Messwerte ausreichend genau nachgebildet werden. Aufgrund der Überschreitung der Wassersättigung des Bodens zum Termin P(3) ist die Annahme einer Denitrifikation plausibel. Aus den Berechnungen ergibt sich für das Flächenkollektiv 2A im Zeitraum Anfang November 2003 bis Mitte Februar 2004 eine N-Auswaschung von insgesamt 26 kg N/ha.

mussten. Darüber hinaus wurde uns von den Betrieben jährlich der Betriebsspiegel zur Verfügung gestellt.

Die eingegangenen Daten wurden zunächst auf Vollständigkeit kontrolliert und auf offensichtliche Fehler oder Unstimmigkeiten hin überprüft. Aus den angegebenen Mengen des Zu- und Verkaufs wurden die Nährstoffmengen mit Hilfe der im Programm hinterlegten Faustzahlen bestimmt. Zusätzlich wurde die N-Bindung durch Leguminosen berücksichtigt. Lagen die Faustzahlen, z. B. für spezielle betriebsspezifische Futtermittel, nicht vor, wurden die benötigten Nährstoffgehalte mit Hilfe zusätzlicher Recherchen und den Angaben der Landwirte ermittelt. Bei der Verwendung von Klärschlamm oder zugekauftem Wirtschaftsdünger zur Düngung wurden außerdem entsprechende Analysen von den Landwirten angefordert. Auf der Grundlage der eingegebenen Viehbestände werden die N-Verluste aus dem Wirtschaftsdüngeranfall pauschal mit 30 % der durchschnittlichen Stickstoffausscheidung der landwirtschaftlichen Nutztiere angesetzt. Da die gasförmigen N-Verluste im Stall, bei der Lagerung und bei der Ausbringung berücksichtigt werden, handelt es sich bei den ermittelten N-Saldos um den so genannten „Netto“-Saldo.

Für den betrachteten Zeitraum zwischen 2003 und 2006 wurden die Hoftorbilanzen für das Wirtschafts- als auch für das Anbaujahr erstellt. Hierbei ändern sich innerhalb eines Jahres im Wesentlichen nur die Mengen der verkauften pflanzlichen Produkte, da diese nach Art und Menge stark variieren können. Die Düngung hingegen bleibt in der Regel gleich, da diese im Regelfall im Frühjahr des jeweiligen Jahres stattfindet.

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Bilanzierung ist der jährlich starke Wechsel der Betriebsgröße, was vor allem bei einigen Landwirten im Projektgebiet der badenova der Fall war. Die Betriebsfläche mancher Projektlandwirte schwankte hier teilweise um nahezu zwanzig Hektar zwischen zwei Jahren. Da dies für die Bilanzierung nach Wirtschaftsjahr deutliche Differenzen ergeben kann, wurde die Bilanzierung zunächst sowohl für die Flächengröße der Ernte als auch der Düngerfläche durchgeführt. In den nachfolgenden Auswertungen wurde, soweit nicht gesondert vermerkt, die Düngerfläche als Bezugsfläche verwendet.

3.4.2 Schlagbilanz

Die Schlagbilanz betrachtet auf der Importseite die Nährstoff-Zufuhr über Handelsdünger, Wirtschaftsdünger, Leguminosen und Deposition auf die einzelnen Betriebsflächen. Auf der Exportseite wird die Nährstoff-Abfuhr der Anbaukulturen und Marktfrüchte berücksichtigt.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden Schlagbilanzen für die Flächen der sechs Intensivbetriebe ermittelt. Die betrieblichen Aufzeichnungen für die einzelnen Schläge wurden von den Landwirten meist in Papierform zur Verfügung gestellt und dann in ein einheitliches Excel-Datenblatt eingegeben. Auf der Grundlage der durchgeführten Ernteerhebungen (siehe Kapitel 3.2) und den Ertragsangaben der Landwirte wurde der Stickstoffentzug auf der Fläche ermittelt. Die Stickstoffdüngemengen aus Wirtschafts- und Mineraldünger wurden auf der Grundlage der Mengenangaben der Landwirte ermittelt. Für die Ermittlung der Stickstoffgehalte der Wirtschaftsdünger wurden jährliche Gülleanalysen von den Landwirten zur Verfügung gestellt.

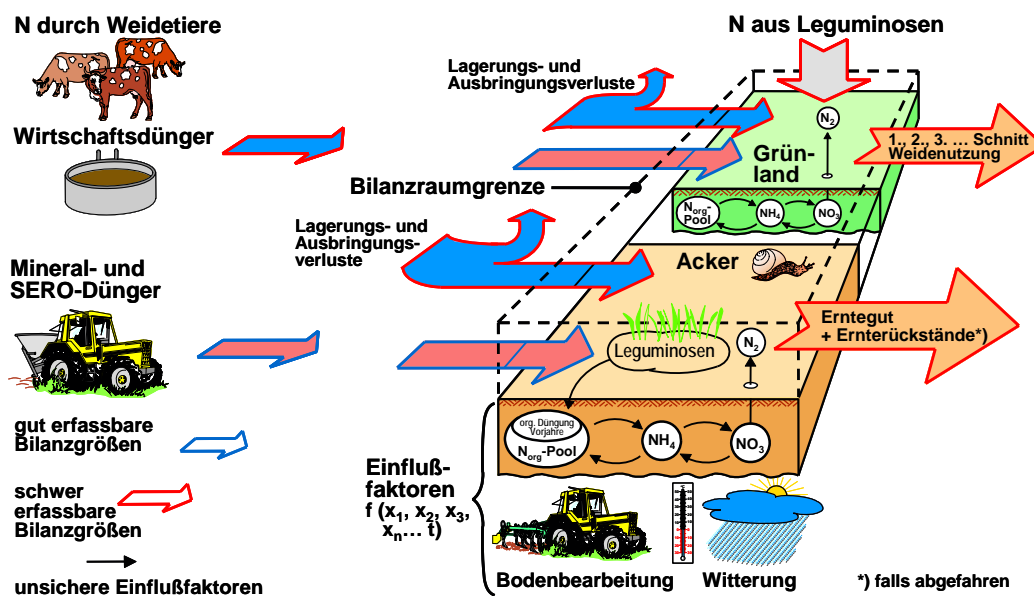


Bild 3.4: Bilanzgrößen und Bilanzraum der Schlagbilanz [nach HAAKH, 2008]

3.4.3 Feld-Stall-Bilanz oder Flächenbilanz nach DÜV

Die Feld-Stall-Bilanz oder Flächenbilanz betrachtet die Nährstoffzufuhr über Mineral- und Wirtschaftsdünger und die Nährstoffabfuhr über Ernteprodukte von der Düngefläche des Betriebs unter Berücksichtigung der Aufnahme oder Abgabe organischer Dünger. Nährstoffmengen aus dem angefallenen Wirtschaftsdünger werden mit Hilfe von Faustzahlen berechnet. Der Bilanzzeitraum umfasst in der Regel das Kalenderjahr. Die betrachteten Bilanzgrößen entsprechen denen der Schlagbilanz.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden zu Vergleichszwecken auch einzelne Feld-Stall-Bilanzen auf der Grundlage der Kennzahlen der Düngeverordnung vom 27. Februar 2007 durchgeführt. Diese wurden mit dem Programm „Nährstoffvergleich Feld-Stall 2006, Version 1.0_L, 2/2007“ der Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Baden-Württemberg [LEL, www.lel-bw.de] in Schwäbisch Gmünd ermittelt. Das Programm basiert auf einer umfangreichen MS-Excel-Tabelle, die unter anderem alle Stammdaten der Anlagen der Düngeverordnung enthält, und einer damit verknüpften MS-Access-Datenbank, die zur Speicherung aller erfassten Daten dient.

Die notwendigen Eingangsdaten entsprechen prinzipiell denen für die Ermittlung der Hoftorbilanz, wobei bei beiden Programmen die vorgegebenen Faustzahlen und erhobene Betriebsdaten angepasst werden können. Als Bezugsfläche zur Ermittlung der Bilanzen wird beim Programm zur Feld-Stall-Bilanz die Düngefläche angesetzt. Sie entspricht den Hauptkulturflächen einschließlich der Nawaro-Flächen, der einjährigen Stilllegungsflächen und der einjährig aus der Nutzung genommenen Flächen. Beim Hoftorbilanzprogramm wurden die Stilllegungsflächen in der Bilanzierung nicht berücksichtigt.

3.5 Bodenkennwerte

Zur Ermittlung der Nitratauswaschungsgefährdung bzw. des Nitrateintrags aus den Projektflächen in das Grundwasser werden verschiedene Bodenkennwerte benötigt. Für die Projektgebiete stehen keine flächendeckenden, bodenkundlichen Kartierungen zur Verfügung, die zu einer schlaggenauen Ermittlung der erforderlichen Bodenparameter heran gezogen werden könnten. Die vorhandenen Karten im Maßstab 1:10.000 oder 1:25.000 des LGRB decken entweder nur einen kleinen Teil der Projektflächen ab und ermöglichen aufgrund des Maßstabs keine exakte schlagbezogene Beurteilung. Sie eignen sich in erster Linie als Hintergrundinformation und zur groben Gebietsübersicht.

Im Vergleich hierzu gewährleisten die Daten der Bodenschätzung im Maßstab 1:1.500 eine flurstückscharfe Betrachtung und Auswertung. Die seit dem 1934 erlassenen Reichsbodenschätzungsgesetz erfassten Daten der Bodenschätzung stellen eine Bestandsaufnahme der Böden dar, die in erster Linie einer gerechten Besteuerung landwirtschaftlichen Grundbesitzes dient. Sie liegen bisher in analoger Form bei den Finanzdirektionen vor. Da teilweise noch Kartierungen aus den 50er und 60er Jahren Gültigkeit haben, muss bei der Interpretation von Altschätzungen beachtet werden, dass sich Böden im Laufe der Zeit z.B. durch Krümmenvertiefung, Erosion oder anthropogene Veränderung des Wasserhaushaltes verändert haben können. Diesen Einflüssen trägt die Bodenschätzung durch Feldvergleiche in 5 bis 8-jährigem Turnus Rechnung. Bei größeren zusammenhängenden Veränderungen sowie bei Flurneuordnungen, der Ausweisung von Siedlungsflächen oder grundlegenden Nutzungsänderungen werden Nachschätzungen durchgeführt.

Die Daten aus der Bodenschätzung erfordern einerseits in Hinblick auf einheitliche bodenkundliche Standards und das analoge Vorliegen zusätzlichen Aufbereitungsaufwand, bieten andererseits aber für hydrologische und agrartechnische Fragestellungen hinsichtlich der hohen räumlichen Auflösung der Bodenarten und detaillierten Beschreibung der kleinräumigen Variabilität der Bodeneigenschaften eine wertvolle Basis.

Die gesamte Umschlüsselung der Nomenklatur der Bodenschätzung und die Bodenkennwertermittlung wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens durch die GIT Hydros Consult GmbH in Freiburg durchgeführt [GIT HYDROS CONSULT GMBH, 2006]

3.5.1 Erfassung der Basisdaten

Die Schätzkarten und Schätzbücher der betreffenden Gemarkungen wurden von den Finanzdirektionen in analoger Form für eine Bearbeitung und Auswertung zur Verfügung gestellt. Die Bodenschätzkarten wurden gescannt, georeferenziert und die Bodenschätzflächen als Vektorgeometrien erfasst. Die DV-gerechte Erfassung der Profil- und Horizontbeschreibungen der analogen Schätzbücher erfolgte in Anlehnung an die Erfassungsvorschriften des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung [BENNE, HEINEKE, NETTELMANN, 1990].

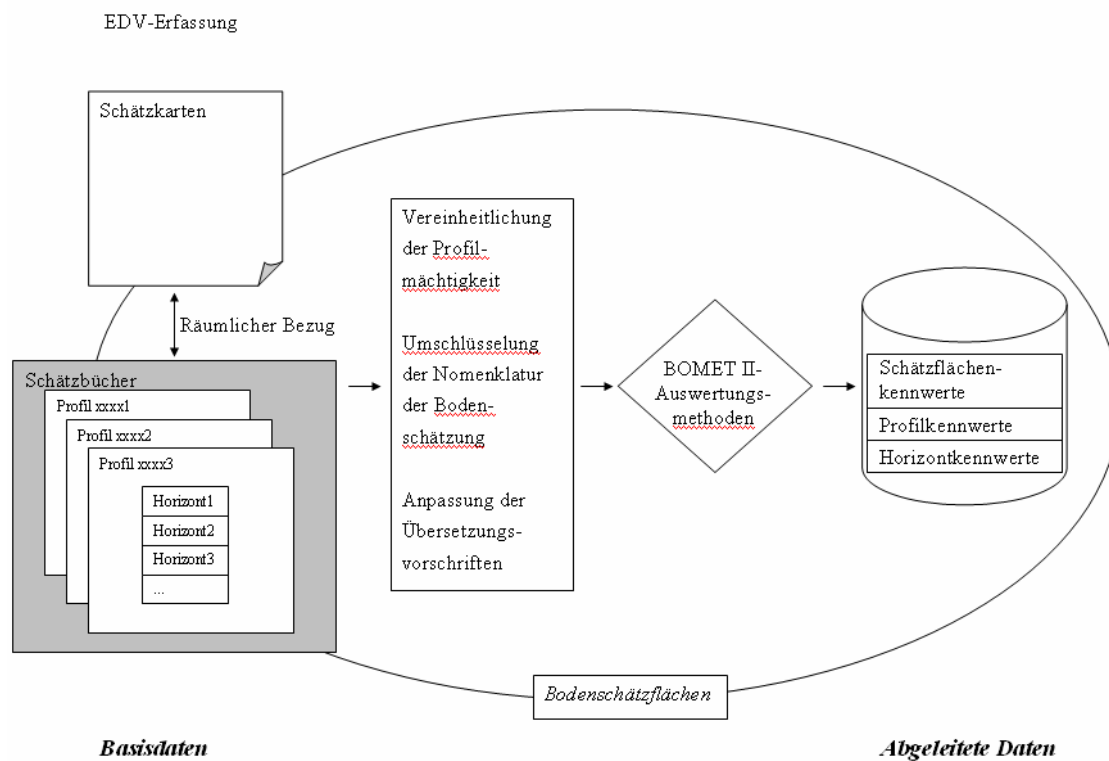


Bild 3.5: Datenmodell für die Aufbereitung der Bodenschätzung

Die digitale Aufbereitung erfolgte bei GIT Hydros Consult in der zentralen Geodatenbank des Wasserqualitätsinformationssystems WAQIS unter Verwendung der Smallworld-GIS Fachanwendung BOMET II mit einer speziellen Erweiterung für die Verwaltung, Auswertung und Darstellung der spezifischen Datenquellen der Reichsbodenschätzung i.e. der Schätzflächen und der Grablochbeschriebe (Schätzprofile und -horizonte) mit ihren Lagekoordinaten und horizontscharfen Bodenartbeschreibungen.

3.5.2 Weiterbearbeitung der Daten

Die Mächtigkeit der jeweils untersten Horizonte und damit die Gesamtmächtigkeit der Profile sowie die explizite Beschreibung des darunter anstehenden Ausgangssubstrats sind in den Schätzbüchern i. d. R. nicht ausgewiesen. Sie wurden in diesen Fällen nachträglich abgegrenzt, da die Auswerteroutinen den Bezug auf 1 m Profilmächtigkeit voraussetzen. Anschließend erfolgte die Umschlüsselung der Bodenschätzungsnomenklatur in die bodenkundliche Nomenklatur unter Berücksichtigung der Feinbodenartdefinitionen gemäß Bodenartendiagramm der bodenkundlichen Kartieranleitung. In manchen Bereichen, insbesondere für die Niedermoorflächen im Donauried, war eine Anpassung der Übersetzungskataloge erforderlich.

3.5.3 Methode der Boden-Kennwertberechnung

Die Auswertung erfolgte in BOMET II, einer innerhalb des „WAQIS“ bestehenden Fachanwendung des GIS Smallworld. BOMET II ist ein durch die GIT HydroS Consult entwickeltes GIS-basiertes Informationssystem zur Erfassung, Verwaltung und Darstellung der aus der Bodenschätzung vorliegenden Daten, der automatisierten Übersetzung in bodenkundliche Nomenklatur, sowie Übersetzungs- und Berechnungsalgorithmen für die bodenkundlichen Parameter. Die implementierten Methoden arbeiten auf der Grundlage der Bodenkundlichen Kartieranleitung [BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE, 2005] und stützen sich im Wesentlichen auf die in den technischen Berichten zum NIBIS [BENNE, HEINEKE, NETTELMANN, 1990] dokumentierten Verfahren und Vorschriften sowie auf empirische Untersuchungen des LGRB Freiburg. Tabelle 3.2 gibt eine Zusammenstellung und Beschreibung der ermittelten Kenngrößen zur Bewertung der bodenphysikalischen und bodenchemischen Parameter.

Bodenkennwert	Einheit	Erläuterung
Lagerungsdichte (Ld) Substanzvolumen (SV)	g/cm ³ Vol. %	Lagerungsdichte und Substanzvolumen, eingestuft nach der Horizontbeschreibung in Klassen von 1-5 (sehr gering bis sehr hoch)
Permanenter Welkepunkt (PWP)	mm	Bodenwassergehalt, bei dem landwirtschaftliche Nutzpflanzen i.d.R. irreversibel zu welken beginnen (Saugspannung von pF 4,2) Anteil der Feinporen ($\varnothing < 0,2 \mu\text{m}$) am Gesamtporenvolumen
Feldkapazität (FK)	mm	Wassermenge, welche ein Boden maximal gegen die Schwerkraft zurückhalten kann (Saugspannung bei pF 1,8)
Nutzbare Feldkapazität (nFK)	mm	Pflanzenverfügbare Anteil der Feldkapazität: FK – PWP Anteil der Mittel- und engen Grobporen ($\varnothing = 0,2 - 50 \mu\text{m}$) am Gesamtporenvolumen
Luftkapazität (LK)	mm	Bei Feldkapazität luftgefüllter Porenraum: GPV – FK Anteil der weiten Grobporen ($\varnothing > 50 \mu\text{m}$) am Gesamtporenvolumen
Gesamtporenvolumen (GPV)	Vol. % (mm/dm)	FK + LK
Wasserdurchlässigkeit im Gesättigten Zustand (kf)	cm/d	Spezifischer Durchfluss bei einem Gefälle von 1
Potentielle Kationenaustauschkapazität (KAK pot)	cmolc / kg Boden (mval / 100g Boden)	Maximale Menge der an der Bodenmatrix austauschbar gebundenen Kationen (bei pH 8,2)
Effektive Kationenaustauschkapazität (KAK eff)	cmolc / kg Boden	tatsächliche KAK bei gegebenem pH
K-Faktor	–	Bodenspezifische Erodierbarkeit für die allgemeine Bodenabtragungsgleichung

Bodenkennwert	Einheit	Erläuterung
Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff (C _{org})	kg C / ha / m	
Ziel-pH	–	Anzustrebender pH-Wert im Oberboden
Effektive Durchwurzelungstiefe (W _e)	dm	Potentielle Ausschöpftiefe von pflanzenverfügbarem Wasser, das durch die Wurzeln in Trockenjahren dem Boden maximal entzogen werden kann.
Bodenkennwerte des effektiven Wurzelraums PWP _{We} , FK _{We} , nFK _{We} , LK _{We} , GPV _{We}	mm	Auf die effektive Durchwurzelungstiefe W _e bezogene Kennwerte: PWP, FK, nFK, LK, GPV Anmerkung: Den auf die Durchwurzelungstiefe W _e bezogenen Kennwerten (nFK _{We} , LK _{We} , GPV _{We} , FK _{We} , PWP _{We}) wurde bei Durchwurzelungstiefen > 10 dm bis 14 dm jeweils der Kennwert des Profils bezogen auf 1 m Gesamtmächtigkeit zugewiesen. Durchwurzelungstiefen > 10 dm treten nur in wenigen Ausnahmefällen auf.

Tab. 3.2: Ermittelte Bodenkenwerte

Aus der Berechnung der Kennwerte für die einzelnen Horizonte wird ein entsprechend der Horizontmächtigkeit gewichteter Profilkennwert ermittelt. Dieser kann im einfachen Fall direkt der zugehörigen Schätzfläche zugewiesen werden, während bei mehreren Profilen pro Fläche der für die jeweilige Schätzfläche gültige Wert durch Mittelung der einzelnen Profilkennwerte berechnet wird. Den einzelnen Projektflächen wurden jeweils die Kennwerte derjenigen Schätzfläche zugewiesen, die den größten Flächenanteil an der Projektfläche hat. Datenlücken, die durch fehlende Schätzbucheinträge entstanden, wurden nach Möglichkeit über die Zuweisung einer Referenzschätzfläche, einer in unmittelbarer Nähe liegenden Fläche mit identischem Klassenzeichen geschlossen.

3.5.4 Alternative Methode zur Bodenkenwertbestimmung

Im Unterschied zu anderen Bundesländern liegen in Baden-Württemberg kaum Bodenschätzungsunterlagen in digitaler Form vor und mittelfristig ist auch nicht mit landesweiten digitalen Bodenschätzungsdaten zu rechnen. Die Auswertung der analogen Originaldaten, wie sie im Rahmen des Forschungsvorhabens nach dem oben beschriebenen Verfahren für alle Projektflächen durchgeführt wurde, erfordert einen enormen zeitlichen und auch finanziellen Aufwand. Diese Vorgehensweise bei der Bodenkenwertbestimmung wird daher, sofern sie nicht von Seiten der Landesbehörden vorgenommen wird, in der Praxis auf wenige Sonderfälle beschränkt bleiben.

Eine Quelle für digitale Bodenschätzungsdaten in Baden-Württemberg, allerdings in vereinfachter Form, stellen die Daten der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) und des Automatisierten Liegenschaftsbuches (ALB) dar. Im ALB sind je Flurstück alle Teilflächen der Bodenschätzung mit Klassenzeichen, Wertzahlen und Flächengröße aufgelistet. Unabhängig

von Forschungsvorhaben wurde das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau im Regierungspräsidium Freiburg von der Landeswasserversorgung mit der Aufbereitung und Auswertung der Bodenschätzungsdaten auf der Basis des ALB und ALK beauftragt. Für die ca. 27.000 landwirtschaftlich genutzten Flurstücke im Wasserschutzgebiet Donaured-Hürbe wurden aus den Acker- und Grünlandklassenzeichen die Attribute mechanische Gründigkeit, Bodenart und Skelettgehalt im Ober- und Unterboden sowie Feldkapazität (FK) ermittelt. Die nutzbare Feldkapazität (nFK) wurde aus der Bodenzahl abgeleitet [LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU, 2006].

Nach einer ersten Prüfung der ALB-Daten werden die Bodenschätzungsinformationen je Flurstück zusammengefasst. Dabei wird aus den numerischen Daten (Boden-, Acker-, Grünlandgrund- und Grünlandzahl) jeweils ein flächengewichteter Mittelwert errechnet. Beim Klassenzeichen wird das mit dem größten Flächenanteil im Flurstück ausgewählt (dominantestes Klassenzeichen). Alle Auswertungen beziehen sich auf diese, je Flurstück generalisierte Bodenschätzungsinformationen. Die Daten der Grablochbeschriebe werden nicht berücksichtigt.

Bei einfachen bodenkundlichen Verhältnissen können die Klassenzeichen direkt in bodenkundliche Parameter transformiert werden. Das dazu notwendige „Expertenwissen“ speist sich im Wesentlichen aus der individuellen Berufserfahrungen im Rahmen der bodenkundlichen Landesaufnahme und Projektbearbeitung, den Erläuterungen der Bodenkarte 1 : 25 000 und 1 : 50 000, den Musterprofilen der bodenkundlichen Landesaufnahme und auf Archivunterlagen. Letztere enthalten Auswertungen von Grablochbeschrieben in eng begrenzten Gebieten Baden-Württembergs. Hierbei wurde für jedes Klassenzeichen ein typischer bzw. mittlerer Grablochbeschrieb erstellt.

Um Vergleichsdaten für die im Rahmen des Forschungsvorhabens ermittelten Bodenkennwerte zu erhalten, wurde die Bodenkennwerte alle Projektflächen im Bereich der LW und der badenova nach dieser Methode ermittelt, zumindest, soweit die notwendigen Basisdaten zur Verfügung standen.

3.5.5 Vergleich der Ergebnisse zur Bodenkennwertbestimmung

Zur Überprüfung der Bodenkennwerte wurden die von GIT HydroS Consult GmbH ermittelten Bodenkennwerte im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Universität Hohenheim mit den LGRB-Daten verglichen und gegenübergestellt [GLIEDSTEIN, 2006]. Insgesamt zeigt der Vergleich eine deutliche Streuung mit teilweise sehr hohen Abweichungen auf Einzelflächen, vor allem im Projektgebiet der LW. Die extremen Unterschiede sind hier darauf zurück zu führen, dass in der Donauniederung u. a. Kalktuffe mit Torfzwischenlagen vorkommen, deren Identifikation mit den Klassenzeichen nicht möglich ist [WALDMANN, WEINZIERL, SCHECK, 2007].

Im Bild 3.6 werden Werte der Feldkapazität verglichen, die auf unterschiedliche Art aus der Bodenschätzung bzw. den Klassenzeichen abgeleitet wurden. Eine Beurteilung der Datenqualität der beiden Verfahren ist jedoch erst durch einen Vergleich mit Messwerten möglich. Hierzu wurden die vom TZW ermittelten Werte der Feldkapazität herangezogen, die sich aus

der Auswertung der Bodenwassergehalte der mehrjährigen N_{\min} -Untersuchungen der Projektflächen im Bereich der LW und der badenova ergaben.

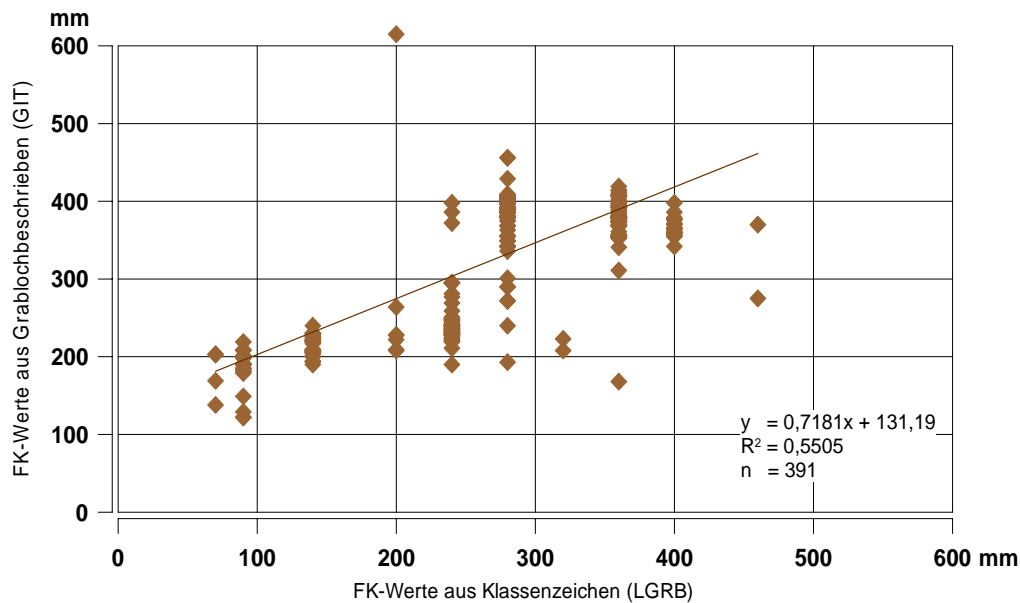


Bild 3.6: Vergleich der FK-Werte, abgeleitet aus dem Klassenzeichen (LGRB) und aus Grablochbeschrieben (GIT) im Projektgebiet der LW (Ackerflächen)

Bild 3.7 zeigt den Vergleich der Abweichungen der Feldkapazität zwischen den TZW-Werten auf der Grundlage der Bodenwassergehaltsbestimmung und den von GIT bzw. vom LGRB ermittelten Werten auf der Grundlage der Bodenschätzung für 83 Projektflächen im Gebiet der LW. Insgesamt streuen die abgeleiteten FK-Werte deutlich um die Messwerte des TZW. Allerdings liefert die Klassenzeichenversion gegenüber den Grablochauswertungen kein schlechteres Ergebnis. Die mittlere Abweichung lag beim LGRB-Verfahren bei 15,9 % und beim GIT-Verfahren bei 17,4 %. Auf rund 50 % der Standorte liegen beide abgeleiteten FK-Werte im Bereich von +/- 10 % des Messwerts.

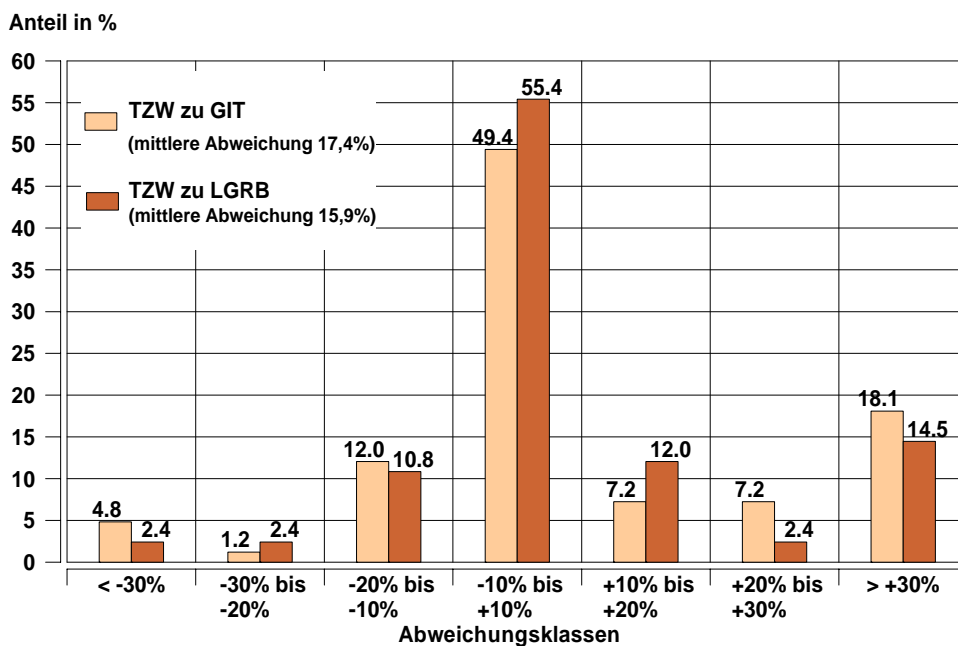


Bild 3.7: Abweichungen der FK-Werte, abgeleitet aus dem Klassenzeichen (LGRB) und aus den Grablochbeschrieben (GIT) im Vergleich zu den TZW-Werten im Projektgebiet der LW (83 Flächen)

Im Projektgebiet der badenova zeigt der entsprechende Vergleich ein etwas abweichendes Ergebnis. Obwohl die mittleren Abweichungen zu den Messwerten des TZW mit 15,8 % für das GIT-Verfahren und 16,3 % für das LGRB-Verfahren vergleichbar mit dem Projektgebiet der LW sind, zeigt die Darstellung größere Unterschiede zwischen den beiden Verfahren. Die FK-Werte werden hierbei vom GIT-Verfahren eher überschätzt, während sie vom LGRB-Verfahren eher unterschätzt werden. Die höheren positiven Abweichungen bei GIT beschränken sich jedoch fast ausschließlich auf einige wenige Grünlandklassenzeichen.

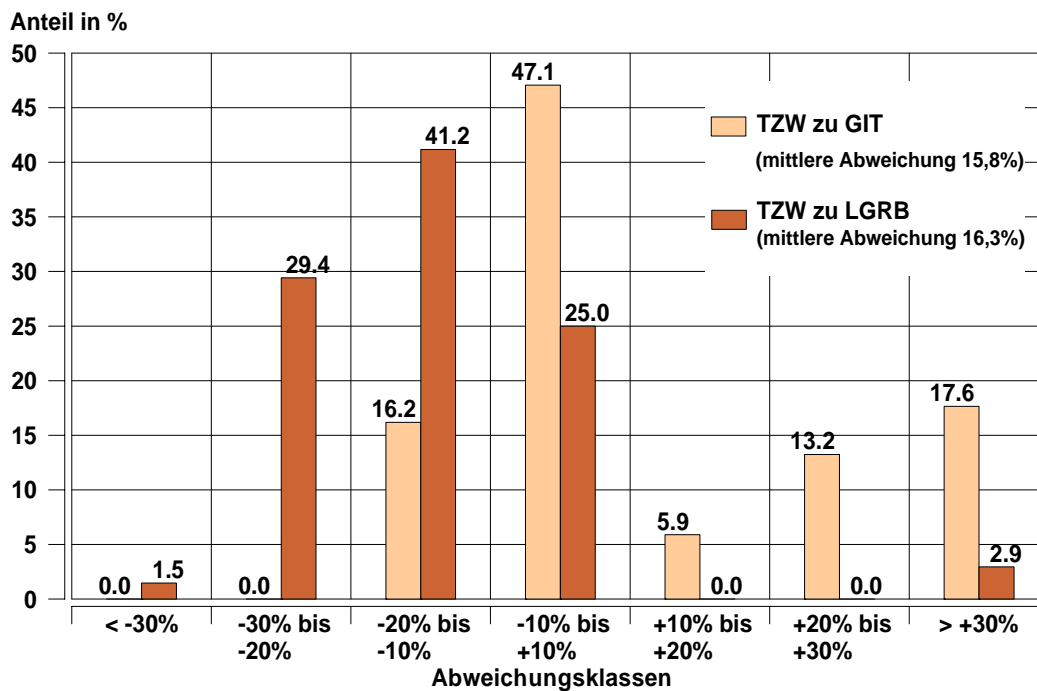


Bild 3.8: Abweichungen der FK-Werte, abgeleitet aus dem Klassenzeichen (LGRB) und aus den Grablochbeschrieben (GIT) im Vergleich zu den TZW-Werten im Projektgebiet der badenova (70 Flächen)

Es zeigt sich, dass beide Verfahren für bestimmte Bodenarten und komplexere Verhältnisse an ihre Grenze kommen. Feinerdemächtigkeit und Skelettgehalt haben z. B. auf die FK und nFK einen viel stärkeren Einfluss als etwa Bodenart und Lagerungsdichte. Beide Angaben sind jedoch bei Grablochauswertungen, zumindest im Festgesteinsbereich, nur grob einschätzbar. Damit sind selbst bei Grablochauswertungen die festgestellten Streuungen, nicht als Ausnahmen aufgrund der relativ kleinen Probenanzahl, sondern als systemimmanente Unschärfen einzustufen. Grundsätzlich sind auch Grünlandklassenzeichen, da sie bodenkundlich stärker zusammenfassen, schlechter zu interpretieren.

Die Bereitstellung digitaler Bodenschätzungsdaten auf Basis von ALK und ALB in Baden-Württemberg ist keine Ideallösung. Sie ist aber derzeit die wohl einzig technisch mögliche Variante um kostengünstig eine praktische und vielfältig verwendbare Datengrundlage mit Flurstücksbezug zu erhalten.

3.6 Niederschlag, Sickerwasser und Bodenwasseraustauschrate

In beiden Untersuchungsgebieten wurden während des Projektzeitraums die täglichen Sickerwassermengen für Böden mit unterschiedlicher nutzbarer Feldkapazität berechnet. Für die hierfür notwendigen Ausgangsdaten wurde auf betriebseigene Wetterstationen der Badenova und LW und auf mehrere DWD-Wetterstationen zurückgegriffen. Die Tabelle 3.3 gibt einen Überblick über die einzelnen Stationen und die, für die Berechnungen eingesetzten Parameter.

Station	Höhe über NN	Eingesetzte Parameter	Projektgebiet
KS WW Hausen	199	Niederschlag	Staufener Bucht
DWD Buchenbach	502	Niederschlag, Temperatur, Sonnenscheindauer, rel. Luftfeuchte, Windstärke	Zartener Becken
DWD Freiburg	269	Temperatur, Sonnenscheindauer, rel. Luftfeuchte, Windstärke	Staufener Bucht
WS Blaubeuren	677	Niederschlag	Blaubeurer Alb
WS WW Langenau	466	Niederschlag, Temperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, Globalstrahlung	Langenau und Donauried
DWD Ulm	567	Temperatur, Sonnenscheindauer, rel. Luftfeuchte, Windstärke	Blaubeurer Alb

Tabelle 3.3: Niederschlags- und Wetterstationen für die Projektgebiete

Auf der Grundlage der täglichen Wetterdaten wurde die potentielle Evapotranspiration nach dem Verfahren von Penman-Wendling ermittelt. Da die klassische Penman Beziehung [DVWK, 1996] sehr aufwendig ist und die benötigten Daten häufig nicht vorliegen, hat Wendling die Gleichung vereinfacht [WENDLING, 1995].

Um die Penman-Wendling Methode anwenden zu können, werden das Tagesmittel der Lufttemperatur, der relativen Feuchte und der Windgeschwindigkeit benötigt und die tägliche Globalstrahlung. Sofern keine Messdaten zur Globalstrahlung vorliegen, kann diese näherungsweise über die Sonnenscheindauer abgeschätzt werden. Die benötigten Werte zur Verdunstungsenthalpie sind Temperaturabhängig und können entsprechenden Tabellen entnommen werden.

Die aktuelle Evapotranspiration wird zusätzlich zu den klimatischen Faktoren auch von der Bodenfeuchte bzw. von der Speicherfähigkeit des Bodens, d. h. von der nutzbaren Feldkapazität beeinflusst. Bei hoher Bodenfeuchte ist die aktuelle identisch mit der potentiellen Evapotranspiration. Fällt die Bodenfeuchte unter einen kritischen Wert, dann ist sie kleiner als die potentielle Evapotranspiration. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde die Korrektur der potentiellen Evapotranspiration nach Pfau durchgeführt [PFAU, 1966]. Die Berechnung

der Sickerwassermenge erfolgt hierbei über eine Bodenwasserhaushaltsbetrachtung. Zu Beginn des Betrachtungszeitraums muss der Bodenwassergehalt bekannt oder der Bodenwasserspeicher gefüllt sein. Diese Voraussetzung war in beiden Projektgebieten zum Starttermin der Berechnungen zum 1.1.2003 erfüllt.

Da nicht alle Wetterstationen die notwendigen Parameter zur Berechnung der potentiellen Evapotranspiration erfassen, mussten die fehlenden Daten teilweise von anderen, möglichst nahen Stationen übernommen werden. So wurden für die Berechnung der Sickerwassermenge für die Niederschlagsstation WW Hausen die potentielle Evapotranspiration der DWD-Station Freiburg zugrunde gelegt. Ebenso wurden für die Wetterstation in Blaubeuren die Werte der DWD-Station Ulm übernommen.

Um die Ergebnisse des Projektzeitraums mit langjährigen Mittelwerten zu vergleichen, wurde zusätzlich auf die Daten des Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg [WABOA, 2007] zurückgegriffen. Im Rahmen des Wasser- und Bodenatlas wurden die mittleren jährlichen Niederschlagshöhen der Zeitreihe 1960 bis 1990 in einem 50 x 50 m Raster berechnet und über die tatsächliche mittlere Verdunstung eine mittlere Jahressickerwassermenge berechnet.

Für grundwasserferne Ackerstandorte lassen sich auf der Grundlage dieses Rasters für die beiden Projektgebiete und für festgelegte nFK-Klassen der Böden die Regressionsgleichungen zwischen den mittleren korrigierten Jahresniederschlägen und den mittleren Jahressickerwassermengen ableiten [LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU, 2006]. In Abhängigkeit von der nutzbaren Feldkapazität des Bodens kann dann für jedes Flurstück eine mittlere Jahressickerwassermenge berechnet werden.

Für Grünland liegen keine näher aufgelösten Sickerwasserberechnungen vor. Die Sickerwassermengen der Flurstücke mit Grünlandklassenzeichen wurden daher ebenfalls mit den Gleichungen für die Ackerstandorte berechnet. Aufgrund der unter ähnlichen Standortbedingungen gegenüber Acker höheren Verdunstung von Grünland wurde die Sickerwassermenge der Grünlandflurstücke zusätzlich pauschal um 50 mm reduziert.

Auf der Grundlage der ermittelten mittleren Sickerwassermengen und der Feldkapazität lässt sich die standörtliche Nitratauswaschungsgefahr der landwirtschaftlichen Nutzflächen durch mittlere langjährige Auswaschungsfaktoren beschreiben. Die so genannte Bodenwasseraustauschrate ist der Quotient aus mittlerer langjähriger Sickerwassermenge und der Feldkapazität. Bei Auswaschungsfaktoren >1 werden die zu Beginn des Winterhalbjahrs im Boden gelösten Stoffe mit der winterlichen Sickerung zum größten Teil aus dem Wurzelbereich ausgetragen.

Quantitative Angaben zur Nitratauswaschung können aus diesem Wert nicht abgeleitet werden, da die angebauten Kulturarten, die zu- und abgeführten Stickstoffmengen und die eventuell vorhandene Denitrifikations- und Mineralisierungspotentiale in der ungesättigten und gesättigten Zone nicht bekannt sind. Die in Bild 3.9 getroffenen Abstufungen von sehr gering bis äußerst hoch geben daher beispielhaft die vorherrschenden bodenkundlichen und klimatischen Unterschiede wieder und erlauben nur eine Aussage zur potentiellen Nitratauswaschungsgefahr.

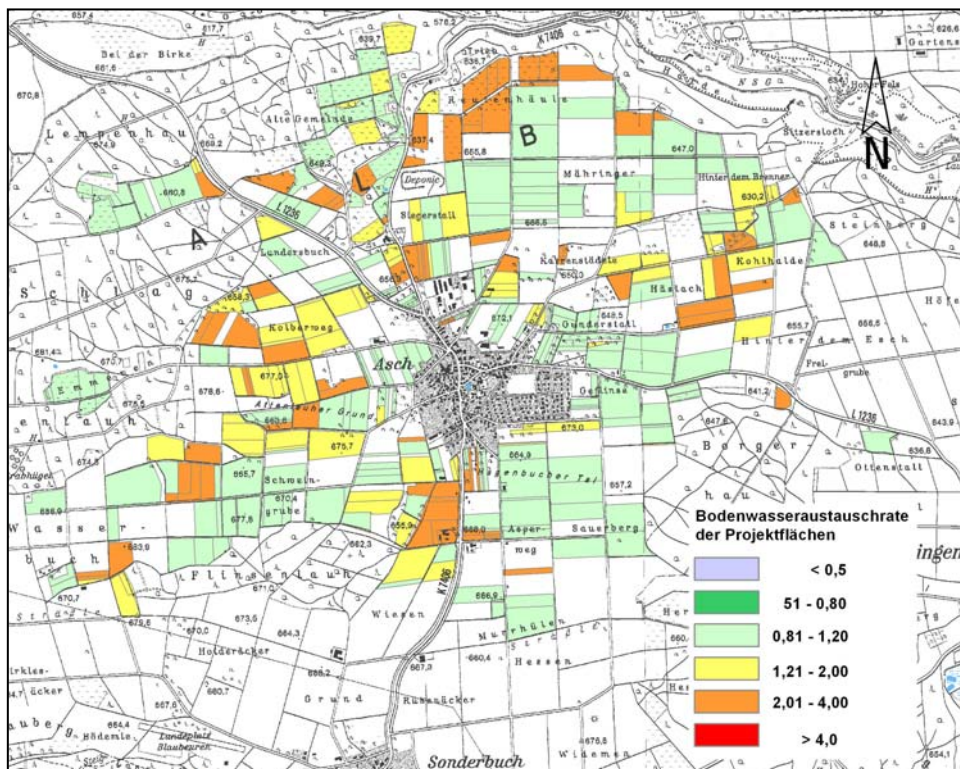


Bild 3.9: Mittlere jährliche Bodenwasseraustauschraten der LW-Projektflächen im Bereich Blaubereun (Zeitraum 1961 – 1990)

4. Projektgebiete

Um die Ergebnisse des Forschungsvorhabens auf eine breitere Basis zu stellen, wurden die Untersuchungen in zwei unterschiedlichen Regionen in Baden-Württemberg durchgeführt, die beide für die Wasserversorgung von großer Bedeutung sind, der südliche Oberrheingraben und die Schwäbische Alb mit dem Donauried.

In der Region Südlicher Oberrhein, dem Gebiet zwischen Rhein und Südschwarzwald, versorgt die badenova AG im Bereich zwischen Offenburg, Freiburg und Lörrach über 450.000 Einwohner mit rund 18 Mio. m³ Trinkwasser pro Jahr. Die Wassergewinnung wird durch die Förderung von Grund- und Quellwasser aus den ergiebigen Grundwasserleitern im Rheintal und den angrenzenden Tälern sichergestellt. Die Projektflächen der 13 Landwirte liegen überwiegend in der Staufener Bucht südwestlich von Freiburg und dem Zartener Becken im Dreisamtal östlich von Freiburg.

Der Zweckverband Landeswasserversorgung zählt zu den größten Fernwasserversorgungsunternehmen in Deutschland und versorgt mit einer Wasserbereitstellung von ca. 95 Mio. m³ Trinkwasser pro Jahr rund 2,7 Mio. Einwohner in über 250 Städten und Gemeinden in Baden-Württemberg und Bayern. Die verschiedenen Wassergewinnungsanlagen liegen im Bereich der Schwäbischen Alb nordöstlich von Ulm in der Region Donau-Iller und Ostwürttemberg. Die Hauptgewinnungsgebiete sind die Grundwasservorkommen im Donauried und die Grund- und Quellwassergewinnungen auf der Schwäbischen Alb. Ein weiteres, sehr wichtiges Standbein der Wasserversorgung ist die Gewinnung und Aufbereitung von Donauwasser. Die Projektflächen der 13 Landwirte liegen überwiegend im Bereich der südöstlichen Ausläufer der Schwäbischen Alb und dem angrenzenden Donauried.



Bild 4.1: Lage der Projektgebiete in Baden-Württemberg

4.1 Projektgebiet LW - Schwäbische Alb und Donauried

Das Projektgebiet der LW unterteilt sich räumlich in zwei Bereiche, die jedoch beide dem Naturraum Schwäbischen Alb und Donauried zuzuordnen sind. Die Aufteilung in die Bereiche resultiert letztlich aus der Bereitschaft der Landwirte zur Mitarbeit am Forschungsvorhaben. Von den 13 Projektlandwirten wirtschaften neun im Wasserschutzgebiet Donauried-Hürbe einschließlich der bayerischen Randbereiche und vier Landwirte im Wasserschutzgebiet Blaubeuren.

4.1.1 Naturräumliche Gegebenheiten

Das Wasserschutzgebiet Donauried-Hürbe umfasst mit einer Fläche von 513 km² einen Teilbereich der Schwäbischen Alb und die anschließende Verebnung des Donaurieds. Das Einzugsgebiet der Grundwasserfassungen erstreckt sich von der Europäischen Wasserscheide auf der Schwäbischen Alb im Nordosten bis zum Donauried im Südosten. Die Geländehöhe fällt von etwa 670 bis 710 müNN im Bereich der Europäischen Wasserscheide generell nach Südosten bis auf 450 bis 460 müNN am Nordrand des Donaurieds ab. Das Donauried mit seinem ergiebigen Karstgrundwasserzustrom von der Schwäbischen Alb, zählt zu den bedeutenden Grundwasservorkommen in Baden-Württemberg. Die Fassungsgebiete und die Engere Schutzzone im Donauried umfassen eine Fläche von rund 54 km².

Das Wasserschutzgebiet Blaubeuren umfasst eine Fläche von rund 221 km² und erstreckt sich vom Albrauf in südöstlicher Richtung bis nach Blaubeuren. Die Geländehöhe fällt von 800 bis 840 müNN auf der Hochfläche der Schwäbischen Alb auf fast 500 müNN im Taleinschnitt der Blau.

Das Klima im Schutzgebiet ist stark von dessen geomorphologischer Lage geprägt und kann in zwei charakteristische Klimagebiete, die Donauniederungen und die Schwäbische Alb, unterteilt werden. Auf der Albhochfläche liegt der langjährige mittlere Niederschlag in den Nordöstlichen Bereichen bei 1000 bis 1100 mm/a, im Bereich des WSG Blaubeuren bei über 1200 mm/a. Er nimmt dann in beiden Gebieten gleichmäßig in südöstliche Richtung ab und liegt im Donauried bzw. im Blautal noch zwischen 700 und 750 mm/a. Die Jahresmitteltemperatur liegt in den Höhenlagen der Schwäbischen Alb zwischen 6°C und 7°C und erreicht im Donauried Werte von etwa 8°C (WABOA, 2007).

Der geologische Aufbau und die hydrogeologischen Verhältnisse in den Wasserschutzgebieten sind geprägt durch das Einfallen der Oberjuraschichten nach Südosten und deren Abtauchen unter keilförmig zunehmende, mächtige tertiäre Molasse. Über dem Oberjura, vor allem im tiefer liegenden Bereich der so genannten Flächenalb, finden sich verbreitet, aber meist sehr inhomogene quartäre Lehmablagerungen. Innerhalb des Donaurieds finden sich flächendeckend quartäre Donaukiese mit teilweise mineralischen und organischen Deckschichten.

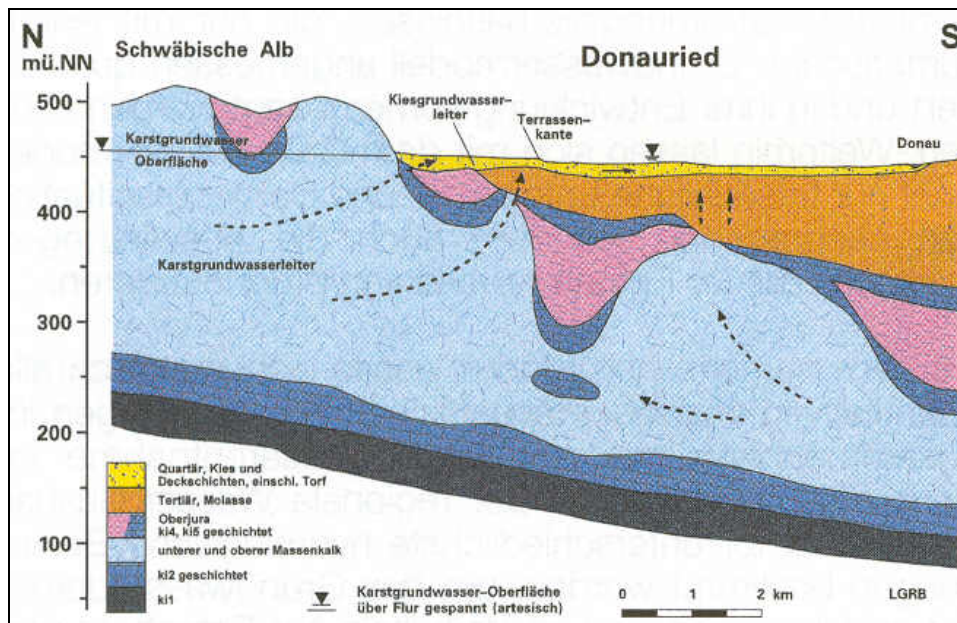


Bild 4.2: Hydrogeologischer Schnitt vom Südrand der Schwäbischen Alb durch das Donaured

Die auf der Albhochfläche fallenden Niederschläge versickern in der Regel sofort und fließen im Karstgrundwasserleiter entsprechend dem hydraulischen Gefälle und dem Schichtfallen nach Süden und Südosten, wo das Karstgrundwasser teilweise direkt, teilweise aufsteigend durch die gering durchlässigen Molasseschichten in den Kiesaquifer eintritt bzw. zur Donau hin abfließt. Die Fließzeiten und die Fließwege sind abhängig von den über die Jahre hinweg sehr unterschiedlichen hydrologischen Randbedingungen und den gebietsweise sehr inhomogenen hydrogeologischen Verhältnissen.

Den nördlichen Teil der Schwäbischen Alb nimmt die Kuppenalb ein. Hier fehlt weitestgehend die Lösslehmverbreitung und der Oberjura bildet somit das vorherrschende Ausgangsgestein der Bodenbildung. Weit verbreitet in diesem Gebiet sind lehmige und tonige, meist steinreiche, flach- bis mittelgründige Rendzinen aus Kalksteinschutt und Kalksteinzersatz. Diese Böden sind aufgrund ihrer Flachgründigkeit und dem nach unten hin zunehmenden Steingehalt gut wasserdurchlässig. Daneben treten auf der welligen Albhochfläche großflächig eingestreute Inseln mit vorherrschend mittel- bis tiefgründigen, Kalkstein führenden Braunerde-Terra fuscae und Terra-fusca-Braunerden aus Lehm über Verwitterungston auf. Im Bereich der Flächenalb findet sich vor allem fruchtbare, meist steinfreie und vorwiegend tiefgründige Parabraunerde aus Lösslehm. Dieser Boden hat eine hohe bis sehr hohe Wasserspeicherkapazität, ist von seiner Bodenart her gut zu bearbeiten und wird deshalb vornehmlich ackerbaulich genutzt.

Die höher liegende Kiesterrasse im Donaured ist mit pleistozänem Schwemmlöss bedeckt, auf dem vergleyte Tschernoseme (Schwarzerdeböden) erhalten sind. Diese tiefgründigen kalkhaltigen Böden sind sehr fruchtbar und überwiegend ackerbaulich genutzt. In den tiefer liegenden Bereichen des Donaureds finden sich dagegen Niedermoorböden und im westlichen Teil, in dem die Niedermoorbedeckung weitestgehend fehlt, Anmoorgleye und Moorgleye [LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU, 2007].

4.1.2 Wassergewinnung der Landeswasserversorgung

Die Landeswasserversorgung betreibt im Donauried heute insgesamt 212 Einzelbrunnen, die zu sechs getrennten Grundwasserfassungen zusammengefasst sind. Die Brunnen erschließen den quartären Kiesgrundwasserleiter. Die Förderung des Grundwassers aus den Fassungsanlagen zu den Vorpumpwerken erfolgt mittels Heberleitung und Windkessel. Von dort aus wird das Grundwasser ins Wasserwerk Langenau gepumpt. Seit 2002 wird zusätzlich aus zwei Tiefbrunnen im Bereich der Fassung 5 Karstgrundwasser gefördert und gemeinsam mit dem Kiesgrundwasser ins Wasserwerk Langenau gepumpt.

Die erste Fassung mit insgesamt 46 Brunnen wurde bereits 1917 in Betrieb genommen. Aufgrund des schnell steigenden Wasserbedarfs wurden die Kiesgrundwassergewinnungsanlagen im Donauried in den folgenden Jahren kontinuierlich ausgebaut und erreichten mit der Inbetriebnahme der Fassung 5 im Jahr 1955 ihren vorläufigen Abschluss. Seit 2002 wird zusätzlich aus zwei Tiefbrunnen im Bereich der Fassung 5 Karstgrundwasser gefördert und gemeinsam mit dem Kiesgrundwasser ins Wasserwerk Langenau gepumpt. Mit einer maximal zulässigen Förderung von 2500 l/s und einer maximalen jährlichen Entnahmemenge von 52 Mio. m³ stellen die Wassergewinnungsanlagen im Donauried bis heute das wichtigste Standbein für die Trinkwasserversorgung der Landeswasserversorgung dar.

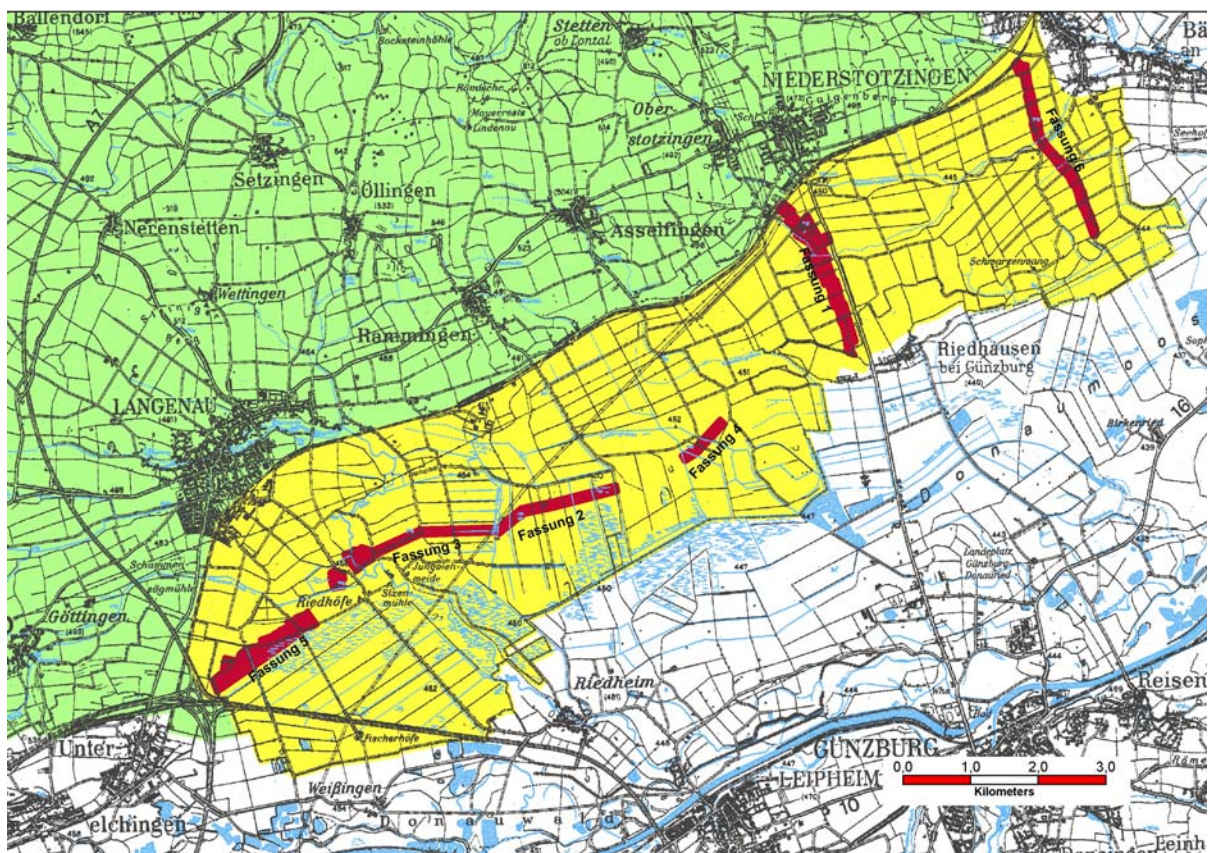


Bild 4.3: Lage der Fassungsanlagen im Donauried

Im Jahr 1967 wurde eine weitere Wassergewinnungsanlage in Burgberg im Wasserschutzgebiet Donauried-Hürbe in Betrieb genommen. Aus drei rund 40 m tiefen Brunnen dürfen heute maximal bis zu 500 l/s Karstgrundwasser entnommen werden.

Seit 1994 betreibt die Landeswasserversorgung das Wasserwerk Blaubeuren. Aus drei Tiefbrunnen wird der Trinkwasserbedarf der Stadt Blaubeuren, der Albwasserversorgungsgruppe III und einiger Verbandsmitglieder der LW gedeckt. Zum Schutz dieser Trinkwasserfassung wurde im Jahr 2004 das neue Wasserschutzgebiet Blaubeuren festgesetzt.

Neben den genannten Anlagen betreibt die Landeswasserversorgung außerhalb der Projektgebiete noch die Donauwassergewinnung in Leipheim mit einer maximal zulässigen Entnahmemenge von 2300 l/s und die Karstquellwassergewinnung aus der Buchbrunnenquelle in Dischingen, aus der maximal bis zu 800 l/s entnommen werden dürfen. Durch die Wassergewinnung aus verschiedenen, räumlich weit voneinander entfernt liegenden Anlagen und fünf unabhängigen Ressourcen kann eine hohe Versorgungssicherheit gewährleistet werden.

4.1.3 Nitrat-Belastungssituation in den Wasserfassungen der Landeswasserversorgung

Die Nitratkonzentration der Fassungen im Donauried ist seit den 30er Jahren fast um das dreifache von im Mittel ca. 10 bis 15 mg/l auf heute 30 bis 45 mg/l angestiegen. Ausschlaggebend für diesen Anstieg ist eindeutig die Intensivierung der Landwirtschaft vor allem durch die Erhöhung des Mineraldüngereinsatzes und die Zunahme des Viehbesatzes. Der Anstieg der Nitratkonzentrationen in den einzelnen Fassungsanlagen hat sich zwar in den letzten Jahren etwas verlangsamt, eine Trendumkehr ist jedoch noch nicht zu erkennen.

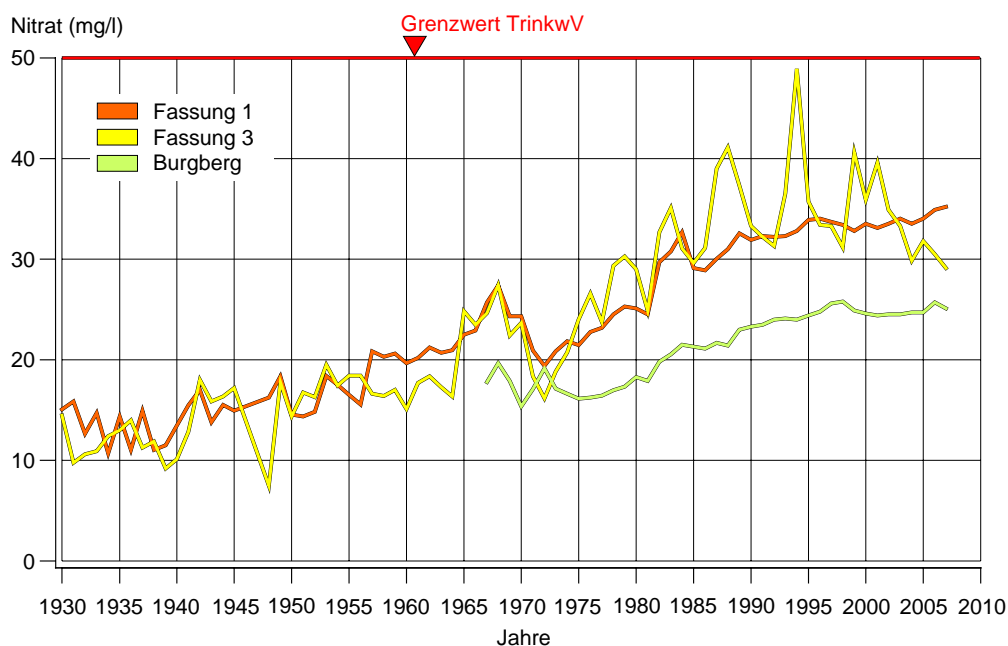


Bild 4.4: Langfristige Entwicklung der Nitratkonzentration im WSG Donauried-Hürbe

Das Grundwasser aus den Fassungen 1 bis 6 und den Karstbrunnen in Burgberg weist hinsichtlich der Nitratbelastung deutliche Unterschiede auf. Diese beruhen auf abweichenden hydrogeologischen Verhältnissen im Zustrombereich, den unterschiedlichen Flächennutzungen und den unterschiedlichen Einflüssen von organischen und mineralischen Deckschichten im Donauried. Vor allem im westlichen Donauried zeigt sich eine starke Abhängigkeit von den hydrologischen Verhältnissen und dem daraus resultierenden starken Einfluss der Mineralisation und Denitrifikation in den Anmoor- und Moorböden auf die Sickerwasser- und die Grundwasserbeschaffenheit. In den Fassungen 1 und 6 dagegen, auf der „Hochterrasse“ mit mineralischen Deckschichten und dominantem Zufluss aus dem Karstaquifer, sind die Nitratwerte ebenfalls hoch, ihre Schwankungen aber relativ gering.

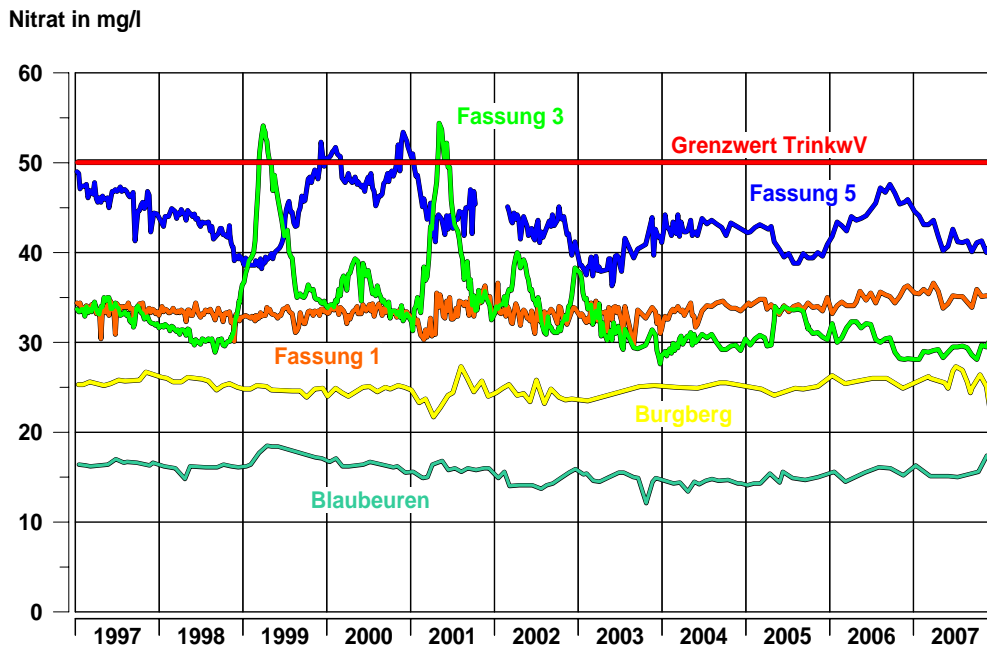


Bild 4.5: Kurzzeitige Schwankungen der Nitratkonzentration im WSG Donauried-Hürbe und im WSG Blaubeuren

4.1.4 Flächennutzung und landwirtschaftliche Struktur

Die Flächennutzung im Projektgebiet Donauried-Hürbe wurde auf der Grundlage der ATKIS-Daten aus dem Jahr 2003 bestimmt. Hieraus ergibt sich eine Aufteilung von ca. 50 % Acker, 16 % Grünland und 26 % Waldfläche. Die restlichen 8 % enthalten die Siedlungs- und Verkehrsflächen und sonstige Nutzungen. Im WSG Blaubeuren liegt der Anteil der Ackerfläche mit 33 % wesentlich niedriger.

Vom Flächenanteil des Ackerlandes ist Getreide mit 70 % (2003) die dominierende Fruchtart. Dabei spielen vor allem Weizen (31 %) und Sommer- und Wintergerste (29 %) eine bedeutende Rolle. Auf 12 % der Ackerfläche wurden 2003 Ölfrüchte angebaut. Die Maisanbaufläche umfasste nur 9 %. Die Flächenanteile der einzelnen Fruchtarten haben sich seit 1991 nur unwesentlich verändert. In den letzten Jahren kam es jedoch aufgrund der Erstellung zahlreicher Biogasanlagen, zu einem Anstieg der Maisanbaufläche. [STATISTISCHES LANDESAMT, 2001 und 2007).

Die landwirtschaftliche Struktur ist überwiegend von Futterbau- (ca. 38 %) und Marktfruchtbetrieben (ca. 34 %) geprägt. Veredlungsbetriebe haben einen Anteil von 16 % und Gemischtbetriebe von ca. 11 % (Stand 1999).

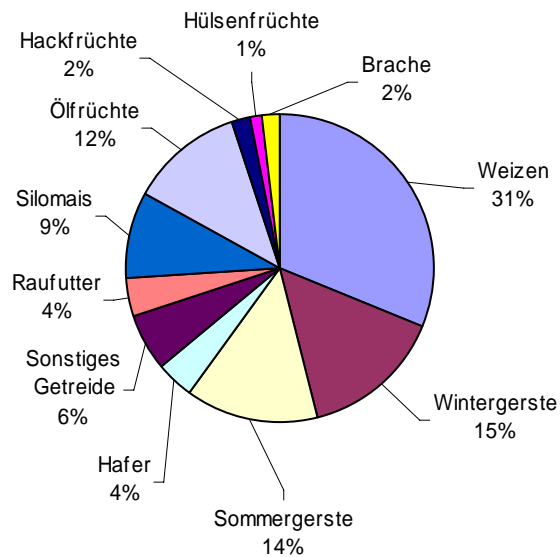


Bild 4.6: Anteil der Kulturen auf Ackerland im Jahr 2003 im Projektgebiet Donauried-Hürbe

Für das Jahr 2003 wurde von den Statistischen Landesämtern erstmals das Klassifizierungssystem der EU auch in Deutschland angewandt. Dadurch kommt es zu einer Verschiebung der Anteile der Betriebsformen, da die Eingruppierung nicht mehr direkt vergleichbar ist. Für 2003 wurden 32 % den Weideviehbetrieben, 25 % den Ackerbaubetrieben und 7% den Veredlungsbetrieben zugeordnet. Der Anteil der bisherigen Gemischtbetriebe wird deutlich erhöht. Den Pflanzenbau-Viehhaltungsbetrieben werden hierbei 23 % und den Viehhaltungsverbundbetrieben 8 % zugeordnet.

Im Jahr 2003 waren rund 42 % der landwirtschaftlichen Betriebe Haupterwerbs- und 58 % Nebenerwerbsbetriebe. Die Anzahl der Betriebe hat in den Jahren 1979 bis 2003 um fast 56 % abgenommen und gleichzeitig hat sich die durchschnittliche Betriebsgröße fast verdoppelt. Es ist damit zu rechnen, dass sich diese Entwicklung auch in den kommenden Jahren noch fortsetzt.

4.2 Projektgebiet badenova - Südlicher Oberrheingraben

Auch das Projektgebiet der Badenova unterteilt sich räumlich ebenfalls in zwei Bereiche, die sich von den naturräumlichen Voraussetzungen deutlich unterscheiden. Die Staufferer Bucht, südlich von Freiburg, liegt zwischen dem Rhein im Westen und den Ausläufern des Schwarzwalds im Osten. Das Zartener Becken im Dreisamtal östlich von Freiburg liegt im Mittel rund 150 m höher und wird von drei Seiten durch die höheren Lagen des Schwarzwalds begrenzt. Von den 13 Projektlandwirten wirtschafteten elf im Bereich der Staufferer Bucht und zwei im Bereich des Zartener Beckens.

4.2.1 Naturräumliche Gegebenheiten

Das Projektgebiet Staufener Buch umfasst mit einer Fläche von über 100 km² einen Teilbereich des südlichen Oberrheingrabens. Innerhalb des Gebiets liegen die Grundwassereinzugsgebiete des Wasserwerks Hausen der Badenova, und die Wasserwerke der Tuniberggruppe und des Zweckverbands Krozinger Berg. Die drei Wasserschutzgebiete umfassen gemeinsam eine Fläche von rund 56 km². Die Geländehöhe liegt zwischen 200 und 250 müNN.

Das Projektgebiet Zartener Becken umfasst eine Fläche von rund 21 km². Das gesamte Gebiet ist als Wasserschutzgebiet für das Wasserwerk Ebnet der Badenova ausgewiesen. Darin eingebettet bzw. unmittelbar angrenzend sind die Wasserschutzgebiete für die Tiefbrunnen der Gemeinden Stegen, Kirchzarten und Buchenbach. Die Geländehöhe steigt in der Talaue von ca. 330 müNN im Westen auf 450 müNN im Osten. Eingerahmt wird das Gebiet im Dreisamtal von den Hochlagen des Schwarzwalds mit Höhen von bis zu 800 müNN.

Das Klima der Gebiete ist sehr stark von dessen geomorphologischer Lage geprägt und unterscheidet sich stark. In der Staufener Bucht liegt der mittlere Jahresniederschlag zwischen 800 und 900 mm/a. Im Zartener Becken liegt er dagegen zwischen 1100 und 1400 mm/a. Er steigt in beiden Gebieten in östlicher Richtung an. Im Rheintal bei Freiburg liegt die Jahresmitteltemperatur zwischen 10°C und 11°C. Es ist damit eines der wärmsten Gebiete in Deutschland. Im höher gelegenen Zartener Becken liegt die Temperatur zwar etwas niedriger, mit Werten zwischen 8°C und 10°C jedoch immer noch überdurchschnittlich hoch [WA-BOA, 2007].

Das Projektgebiet Staufener Bucht zählt tektonisch gesehen zum Oberrheingraben. Über dem aus tertiärem Gestein bestehenden Unterlager befinden sich mächtige quartäre Ablagerungen, die den größten Teil des Gebiets einnehmen. Die Mächtigkeit der quartären Lockersedimente nimmt zum Rhein hin zu. So beträgt die Quartärmächtigkeit in den Schwarzwaldtälern maximal 20 m, am Rhein stellenweise über 180 m. Es wird allgemein eine äußere und eine innere Rheingrabenzone unterschieden. Die quartären Ablagerungen der äußeren Grabenzone bestehen hauptsächlich aus Material des Schwarzwalds und der Vorberge und sind größtenteils von Löß und Lößlehm überdeckt.

In der inneren Grabenzone befindet sich das Verbreitungsgebiet von Kiesen und Sanden mit vorwiegend alpinem Ursprung. Durch die letzte würmeiszeitliche Aufschotterungsphase entstand die heutige Rhein Niederterrasse, die sich direkt westlich an die Vorbergzzone anschließt.

Im Projektgebiet Staufener Bucht wird eine differenzierte Bodengesellschaft angetroffen. Auf den lößbedeckten pleistozänen Schotterflächen der Staufener Bucht, auf den Vorbergen der Grabenrandschollen und an den Hangfüßen der Vorberge findet man überwiegend auf Löß und Schwemmlöß entwickelte Böden. Dabei dominiert schon bei relativ geringer Hangneigung die Pararendzina. Im Hinblick auf den Wasserhaushalt zeichnen sich beide Bodentypen nicht zuletzt in Folge der günstigen physikalischen Eigenschaften, wie sie bereits der gut durchwurzelbare Rohlöß aufweist, durch eine ausgesprochen hohe nutzbare Feldkapazität

aus, welche auf 1 m Tiefe bezogen fast durchweg im Bereich von 200-240 mm liegt. Die Bodenentwicklung auf den carbonathaltigen Schottern der Niederterrasse ist der Mergelserie zuzuordnen. Wegen der fehlenden Lößauflage und dem hohen Kiesanteil des Ausgangssubstrats zeigen die Böden in diesem Bereich jedoch weniger günstige Eigenschaften. Intensive Verbraunung und Verlehmung führten zur Bildung der Rötlichen Parabraunerde als typischem Boden der Niederterrasse. Bei bis zu 70 Prozent Skelettanteil in den unteren Horizonten verfügen diese Böden über eine relativ geringe Wasserspeicherung mit Werten der nutzbaren Feldkapazität im Bereich von etwa 80 bis 120 mm [MORHARD, 2001].

Das Grundwasser fließt vom Schwarzwald her mit relativ hohen Gefälle von mehr als 1 % in nordwestliche Richtung. Das Gefälle der Grundwasseroberfläche geht infolge zunehmender Transmissivität im inneren Rheingrabenbereich auf ca. 0,1 % zurück. Entlang des Rheins fließt das Grundwasser nahezu rheinparallel in nördliche Richtung [FEW und GLA (1), 1992].

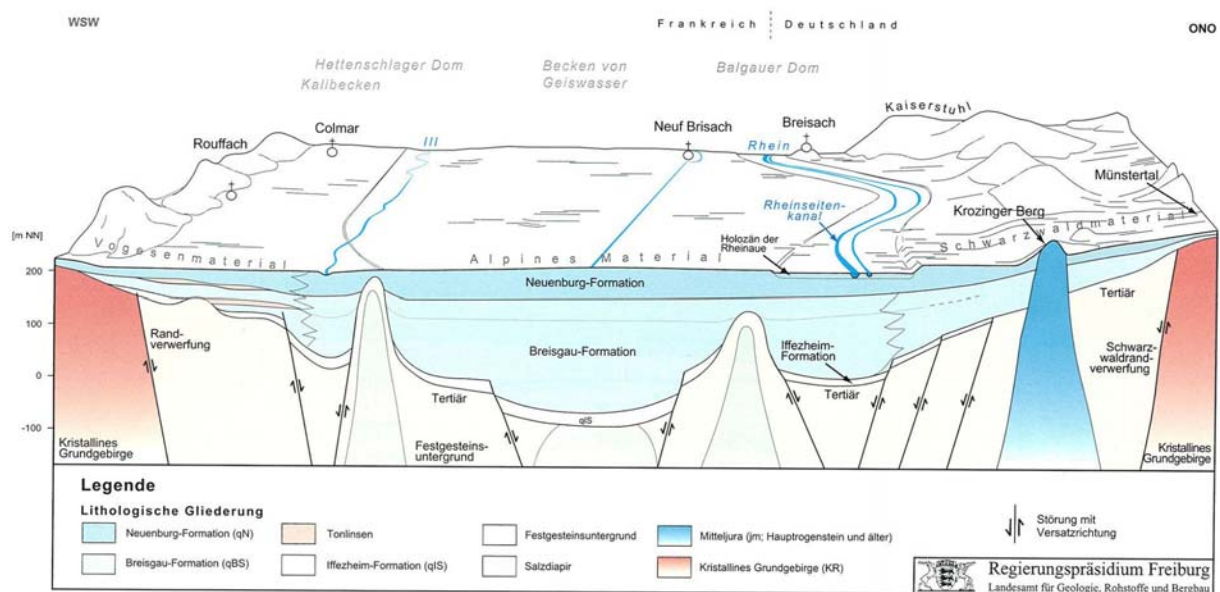


Bild 4.7: Schematisches Blockbild durch den südlichen Oberrheingraben vom Thurer Tal nördlich von Mulhouse ins Münstertal bei Staufen (RP FREIBURG, 2007)

Das Zartener Becken ist mit quartären Lockersedimenten verfüllt, die ein breites Kornspektrum von großen Blöcken bis zur Schluff- und Tonfraktion aufweisen. Unter diesen Lockersedimenten befindet sich der wasserstauende Felsuntergrund aus Gneisen und Graniten des Paläozoikums. Die quartären Ablagerungen gliedern sich in einen unteren Abschnitt mit überwiegend älteren, verwitterten Schottern und Sanden mit erhöhten Anteil an Schluff und Ton, die eine sehr geringe Durchlässigkeit aufweisen. Der obere Abschnitt besteht überwiegend aus frischen, unverwitterten Schottern und Sanden mit deutlich besserer Durchlässigkeit. Die Gesamtmächtigkeit der quartären Lockersedimente beträgt im östlichen Teil über 55 m und reduziert sich nach Westen auf 40 m. Hydrogeologisch von großer Bedeutung ist vor allem die Mächtigkeit der durchlässigen jüngeren Ablagerungen, die als Hauptgrundwasserleiter anzusehen sind. Ihre Mächtigkeit erreicht im nördlichen Talabschnitt bis zu 35 m, im Süden dagegen nur 5 bis 15 m. Stellenweise sind die Schotter von einer bis zu 1 m mächtigen Lehmschicht überdeckt. Die Grundwasseroberfläche fällt generell von Osten nach Westen ein [FEW und GLA (2), 1992].

Im Zartener Becken werden überwiegend Weisse Braunerden angetroffen, wie sie sich im Bereich der Niederterrasse auf den während periodischer Überflutung abgelagerten Auen- und Hochflutlehmen entwickeln konnten. Bei Zarten sind aufgrund des dort vorhandenen Lößanteils auch Übergangsformen zwischen Braunerde und Parabraunerde ausgebildet. In den entlang der Flüsse und Bäche vorhandenen Auenbereichen treten neben Auenbraunerden unter Grundwasserbeeinflussung auch Auengleye in Erscheinung. Die Wasserkapazität der auf schluffig-lehmigem bis sandig-kiesigem Substrat entwickelten Böden deckt eine relativ geringe Spannweite geringer bis mittlerer Werte ab. So beträgt die nutzbare Feldkapazität im flächengewichteten Mittel 115 mm. Werte kleiner 90 oder größer 150 mm bleiben auf Ausnahmefälle beschränkt [MORHARD, 2001].

4.2.2 Wassergewinnung der badenova

Zur Versorgung der Stadt Freiburg und einiger Umlandgemeinden betreibt die badenova die Wasserwerke Ebnet und Hausen. Das Wasserwerk Ebnet wurde bereits 1870 in Betrieb genommen und fördert aus insgesamt neun Tiefbrunnen und zwei Grundwassersammlern rund 11 Mio. m³/a. Außer einer Neutralisierung der natürlichen Kohlensäure durch eine Kalkmilchlösung und einer Desinfektion findet keine weitere Aufbereitung statt. Das Wasserwerk Hausen wurde erst 1970 in Betrieb genommen. Aus sechs Tiefbrunnen werden hier jährlich über 5,0 Mio. m³ gefördert und ohne weitere Aufbereitung an die Kunden abgegeben.

Das Grundwasser des Wasserwerks Ebnet wird zu einem bedeutenden Teil aus infiltrierendem Flusswasser gebildet. Die Größe des gesamten Wassereinzugsgebiets beträgt ca. 258 km² wobei das Grundwassereinzugsgebiet nur ca. 20 km² davon ausmacht. Die mittleren Verweilzeiten im Grundwasserleiter sind mit 1 bis 1,5 Jahren im südlichen Teil und mit 2 bis 4 Jahre im nördlichen Teil sehr kurz. Insgesamt bieten die Schotter im Dreisamtal nur einen sehr geringen Schutz vor Schadstoffeinträgen. Gewöhnlich bringen jedoch die hohen Anteile an Uferfiltrat einen Verdünnungseffekt mit sich (FEW, 2000)

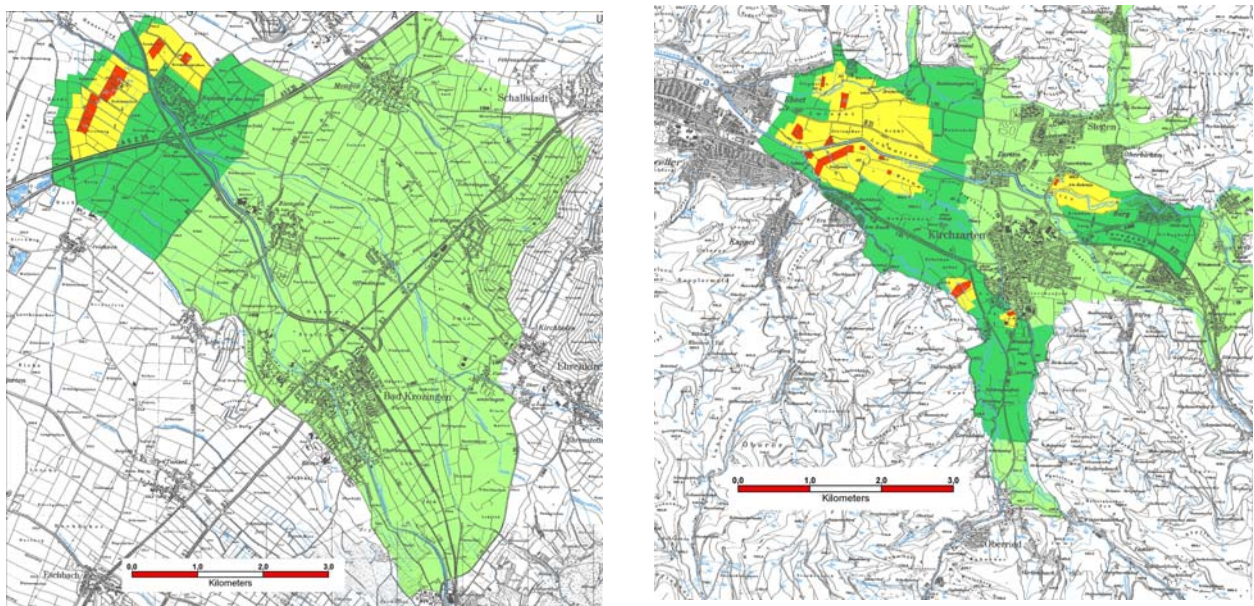


Bild 4.8: Lage der Gewinnungsanlagen in den Wasserschutzgebieten Hausen und Ebnet

Das Grundwassereinzugsgebiet des Wasserwerks Hausen hat mit ca. 35 km² einen etwas größeren Anteil am Gesamteinzugsgebiet von 195 km². Das Grundwasser wird im Bereich der Schwarzwaldtäler Möhlin, Neumagen und Seltenbach zum überwiegenden Teil aus deren Uferfiltrat neu gebildet. Im Bereich der Täler finden sich mittlere Verweilzeiten zwischen 1 und 8 Jahren, während in den nördlich und westlich davon liegenden Bereichen die Verweilzeiten im Allgemeinen zwischen 10 und 25 Jahren liegen. In der Summe stammen etwa 50 % des Grundwassers im Wasserschutzgebiet Hausen aus Uferfiltrat.

4.2.3 Nitrat-Belastungssituation in den Wasserfassungen der badenova

Die mittlere Nitratkonzentration der Tiefbrunnen im Wasserwerk Hausen stieg seit Ende der 70er Jahre von 15 mg/L auf heute etwa 25 mg/L. Der Trend der 80er Jahre mit einem steilen Anstieg bis auf fast 30 mg/L konnte gebrochen werden und die Nitratkonzentration hat sich in den letzten Jahren mit den ersten Erfolgen der Kooperationsmaßnahmen im Schutzgebiet bei 25 mg/L stabilisiert. Durch die drastische Ausdehnung der Anbaufläche besonders auswaschungsgefährdeter Kulturarten (Spargel, Erdbeeren, Gemüse, bewässerte Frühkartoffel usw.) kam es aber zuletzt zu höheren Nitratreinträgen im unmittelbaren Vorfeld der Brunnen, insbesondere der Brunnenreihe B.

In den Brunnen des Wasserwerks Ebnet stieg die Nitratkonzentration ab Mitte der 70er Jahre zunächst ähnlich wie im Wasserwerk Hausen auf knapp 30 mg/L. Ab Mitte der 80er Jahre konnte bei den Nitratkonzentrationen ein kontinuierlicher Rückgang auf etwa 12 bis 15 mg/L festgestellt werden. Auch im Zartener Becken stammt der größte Anteil des Stickstoffeintrags in das bewirtschaftete Grundwassersystem mit gut 60 % der jährlichen Gesamtfracht aus der flächenhaften Grundwasserneubildung (BADENOVA, 2006). Im Unterschied zur Situation im Schutzgebiet Hausen bleibt die durchschnittliche Nitratkonzentration im Sickerwasser jedoch weit unter dem Grenzwert nach Trinkwasserverordnung und bedingt keine Beeinträchtigung der Qualität des an den Fassungsanlagen geförderten Rohwassers. Jahresbedingte Nitratanstiege infolge höherer Nitratauswaschungen unter landwirtschaftlich genutzten Flächen können aber nicht ausgeschlossen werden.

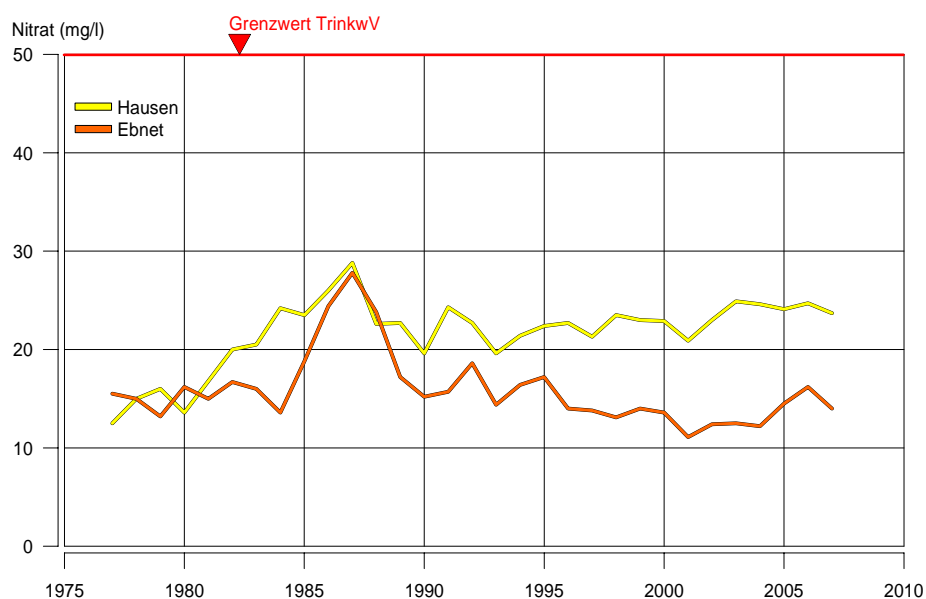


Bild 4.9: Entwicklung der Nitratkonzentration in den Wasserwerken Hausen und Ebnet

Betrachtet man die Entwicklung der Nitratkonzentration der einzelnen Brunnen im Wasserwerk Hausen, so zeigt sich, dass teilweise sehr unterschiedliche Werte und Entwicklungen festgestellt werden können. Die Nitratkonzentration im Wasser der nördlichen Brunnen A2 und A3 liegt seit 1994 bei rund 20 mg/L und zeigt nur geringe Schwankungen innerhalb der einzelnen Jahre. Hier zeigt sich sehr deutlich der positive Einfluss des Uferfiltrats. Demgegenüber zeigen die südlich gelegenen Brunnen A4 und vor allem B1 und B4 wesentlich größere Schwankungen bei der Nitratkonzentration. Bei den letzten beiden Brunnen kam es außerdem in den Jahren 2004 bis 2006 zu einem deutlichen Anstieg der Nitratkonzentration. Dies dürfte auf die Ausweitung der Flächenanteile besonders problematischer Kulturarten im unmittelbaren Vorfeld der Brunnenreihe B zurückzuführen sein. Der Einzugsbereich der B-Brunnen ist mit Abstand der schwierigste Bereich des Wasserschutzgebietes Hausen. Ein mit der Landwirtschaft umsetzbares und die Eintragungssituation verbesserndes Bewirtschaftungskonzept stellt eine große Herausforderung dar.

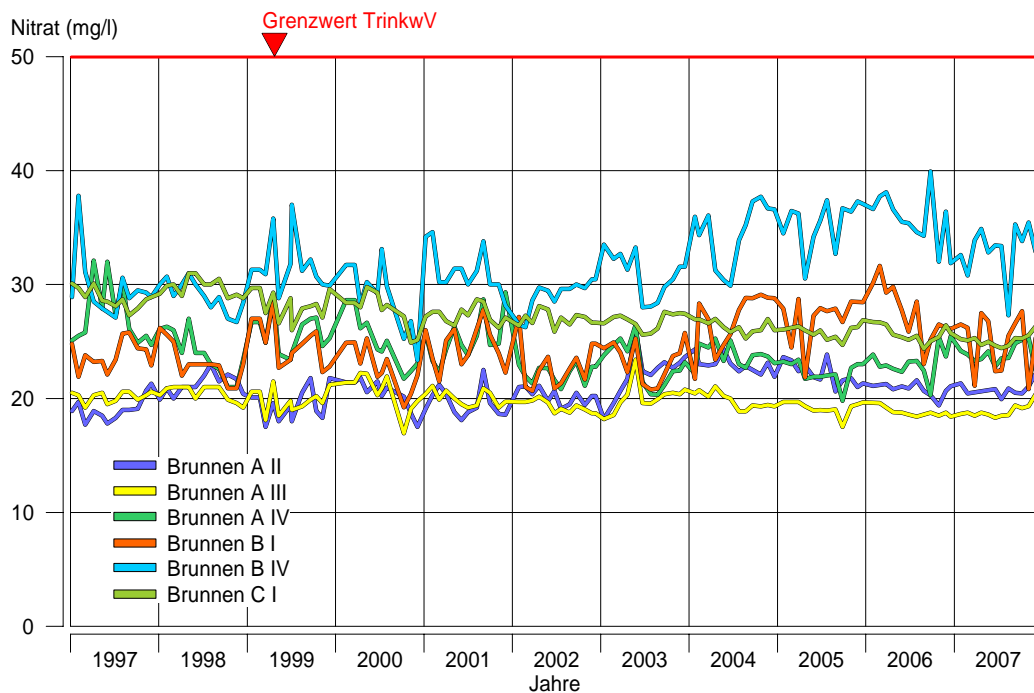


Bild 4.10: Entwicklung der Nitratkonzentration der Einzelbrunnen im Wasserwerk Hausen

4.2.4 Flächennutzung und landwirtschaftliche Struktur

Die landwirtschaftliche Nutzung und Struktur in den beiden Teilbereichen Zartener Becken und Staufener Bucht unterscheiden sich sehr stark. In der Staufener Bucht werden etwa 2/3 der Gesamtfläche ackerbaulich genutzt. In den Randbereichen des Gebiets spielt außerdem der Weinbau eine dominierende Rolle. Dauergrünlandflächen finden sich vor allem im Bereich von Freiburg und an den Ausläufern des Schwarzwalds.

Vom Flächenanteil des Ackerlandes ist Körnermais mit 57 % (2003) die dominierende Fruchtart im Gebiet. Die konventionellen Getreidesorten Weizen und Gerste spielen mit 6 % bzw. 4 % nur eine untergeordnete Rolle. Hervorzuheben sind mit rund 14 % die Gartenbau-

erzeugnisse, vor allem Spargel, Erdbeeren und verschiedenste Gemüse. Eine weitere Besonderheit stellt der Tabakanbau dar. (STATISTISCHES LANDESAMT, 2007).

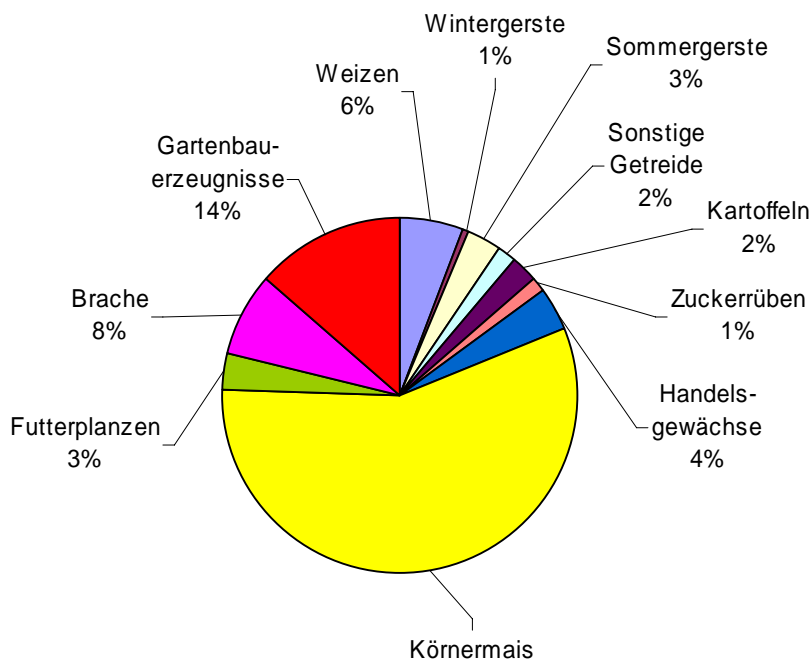


Bild 4.11: Anteil der Kulturen auf Ackerland im Jahr 2003 im Projektgebiet Staufener Bucht

Die landwirtschaftliche Nutzung im Zartener Becken unterscheidet sich grundlegend von der Staufener Bucht. Hier werden über 40 % des Gebiets als Dauergrünland genutzt. Der Ackeranteil liegt unter 25 % und beschränkt sich weitestgehend auf den Anbau von Futterpflanzen und Getreide.

Dementsprechend ist hier die landwirtschaftliche Struktur überwiegend von Futterbaubetrieben und einzelnen Veredlungsbetrieben geprägt, während im Staufener Becken vor allem Marktfruchtbetriebe anzutreffen sind. Betrachtet man nur die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe, so dominieren hier mit über 50 % die Weinbaubetriebe. Die Anbaufläche liegt jedoch eher in den Randbereichen des Untersuchungsgebiets.

Betrachtet man die Kreise Breisgau-Hochschwarzwald und Freiburg, so waren im Jahr 2003 rund 30 % der landwirtschaftlichen Betriebe Haupterwerbs- und 70 % Nebenerwerbsbetriebe. Die Anzahl der Betriebe hat in den Jahren 1979 bis 2003 insgesamt um über 40 % abgenommen.

5. Übersicht über die erhobenen Daten in den Projektgebieten

5.1 Projektbetriebe

Im Rahmen verschiedener Informationsveranstaltungen in den beiden Projektgebieten wurden die Landwirte, die Bauernverbände und die Landwirtschaftsämter über die Ziele und den Arbeitsplan des Forschungsvorhabens informiert. Es erwies sich in beiden Projektgebieten als unerwartet schwierig, Landwirte für die Mitarbeit am Forschungsvorhaben zu gewinnen. Nur durch die Unterstützung von Wasserschutzgebietsberatern sowie viele persönliche Gespräche mit Landwirten gelang es, insgesamt 26 landwirtschaftliche Betriebe unterschiedlicher Produktionsverfahren zur Mitarbeit im Rahmen des Forschungsvorhabens „N-Salden“ zu gewinnen.

Die Betriebe verpflichteten sich, alle notwendigen Daten für die Erstellung von Hoftorbilanzen für die Laufzeit des Forschungsvorhabens zur Verfügung zu stellen. In beiden Projektgebieten konnten jeweils 3 Betriebe als so genannte Intensivbetriebe gewonnen werden. Diese Betriebe stellten neben den Daten zur Erstellung der Hoftorbilanz auch Schlagbilanzen zur Erstellung von Flächenbilanzen zur Verfügung. Auf den Flächen der Intensivbetriebe wurden umfangreiche N_{\min} -Untersuchungen und Ernteerhebungen durchgeführt.

Im Projektgebiet Schwäbische Alb und Donauried der LW handelt es sich bei den Projektbetrieben um 6 Veredlungsbetriebe, 4 Futterbaubetriebe, 2 Marktfruchtbetriebe und 1 Gemischtbetrieb. Jeweils 1 Marktfruchtbetrieb und 1 Futterbaubetrieb wirtschaften ökologisch. Die Betriebe erhielten die Bezeichnung L1 bis L13. Diese Bezeichnung wird in den nachfolgenden Kapiteln beibehalten. Die „Intensivbetriebe“¹ erhielten die Bezeichnung L1 bis L3. Hierbei handelt es sich um einen Veredlungsbetrieb, einen Marktfruchtbetrieb und einen Futterbaubetrieb. Mit Ausnahme des Betriebs L8 werden alle Betriebe als Haupterwerbsbetriebe eingestuft.

Im Projektgebiet Südlicher Oberrhein der Badenova handelt es sich bei den Projektbetrieben um 9 Marktfruchtbetriebe, 2 Veredlungsbetriebe, 1 Futterbaubetrieb und 1 Gemischtbetrieb. Die Betriebe erhielten die Bezeichnung B1 bis B13. Bei den 3 Intensivbetrieben B1 bis B3 handelt es sich ausschließlich um Marktfruchtbetriebe. Auch in diesem Gebiet werden die Betriebe, mit Ausnahme von Betrieb B6, im Haupterwerb bewirtschaftet.

In den Anlagen zu Kap. 5.1 sind die wichtigsten Kenndaten der Projektbetriebe und der von ihnen bewirtschafteten Flächen in einer Betriebsübersicht zusammengestellt. Darüber hinaus wurden die Angaben zum Betriebsspiegel für die Anbaujahre 2004 bis 2006 für alle Betriebe tabellarisch erfasst.

¹ „Intensivbetriebe“ wegen der intensiven Beprobung, nicht in Zusammenhang mit der Bewirtschaftung. Die Bezeichnung „Intensivbetriebe“ bezieht sich auf die Häufigkeit der Beprobung und nicht auf die Art der Bewirtschaftung.

In beiden Gebieten spiegeln die Projektbetriebe die große Bandbreite der verschiedenen Betriebstypen wider. Die Betriebsfläche im Bereich der LW variiert zwischen 30 und 140 ha, wobei die mittlere Schlaggröße der einzelnen Betriebe zwischen 0,8 und 2,9 ha liegt. Bei den Veredlungsbetrieben dominieren Schweinemast- und Schweinezuchtbetriebe mit einem Viehbesatz zwischen 0,6 und 1,8 Großvieheinheiten pro Hektar. Bei den Futterbaubetrieben handelt es sich überwiegend um Betriebe mit Milchviehhaltung und zugehöriger Nachzucht. Bei fast allen Betrieben wird ein Teil der Ernte verkauft. Der Gemischtbetrieb besitzt Milchviehhaltung und Schweinemast, darüber hinaus werden auch verschiedene Marktfrüchte vollständig verkauft. Bei den beiden Marktfruchtbetrieben liegt der Schwerpunkt auf dem Getreideanbau, wobei beide teilweise auch Mais, Zuckerrüben oder Ölfrüchte anbauen.

Im Projektgebiet Südlicher Oberrhein liegt der Schwerpunkt bei den Marktfruchtbetrieben auf dem Anbau von Körner- und Saatmais. Von größerer Bedeutung sind weiterhin der Anbau von Zuckerrüben, Kartoffeln und bei mehreren Betrieben auch Reben. Der Anbau von Getreide spielt bei den Marktfruchtbetrieben meist nur eine untergeordnete Rolle. Der Schwerpunkt bei den beiden Veredlungsbetrieben liegt auf der Schweinemast bzw. Schweinezucht, allerdings haben auch beide Betriebe noch zusätzlich Geflügelhaltung. Der Futterbaubetrieb hat Milchviehhaltung mit zugehöriger Nachzucht und Bullenmast, und der Gemischtbetrieb Hühnerhaltung, zusätzlich Marktfruchtanbau, hierbei vor allem Saat- und Körnermais und in größerem Umfang auch Reben. Die mittlere Betriebsgröße liegt zwischen 30 und 95 ha, wobei die mittlere Schlaggröße der einzelnen Betriebe zwischen 0,4 und 2,5 ha beträgt. Der Viehbesatz bei den Veredlungs- und Futterbaubetrieben liegt zwischen 1,2 und 1,7 GV/ha.

Die Lagen der Betriebsflächen aller Projektbetriebe wurden digitalisiert und ins Geografische Informationssystem Geomedia der LW übernommen. Die Lage der Betriebsflächen in beiden Projektgebieten kann den Karten in der Anlage zu Kap. 5.1 entnommen werden.

5.2 N_{\min} -Werte

Zur Ermittlung der Nitratstickstoffgehalte der Böden wurden von jedem „Intensivlandwirt“² zwischen 24 und 30 möglichst repräsentative Betriebsflächen ausgewählt. Durch die „ N_{\min} -Flächen“ werden je nach Betrieb zwischen 45 und 90 % der Betriebsflächen abgedeckt. Im Oktober bzw. November 2003 wurden auf den ausgewählten Flächen erstmals N_{\min} -Untersuchungen durchgeführt. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde jede Fläche, ausgehend vom Herbstwert 2003, innerhalb des Projektzeitraums zwischen 13 und 18 Mal, einzelne Grünlandflächen im Donauried bis zu 24 Mal beprobt. In den Jahren 2004 bis 2006 wurde die erste Beprobung direkt nach Ernte der Hauptfrucht und anschließend im Abstand von 4 bis 5 Wochen bis ins darauffolgende Frühjahr durchgeführt. Die N_{\min} -Beprobung endete im Jahr 2006 mit der Beprobung nach der Ernte der Hauptfrucht.

Mit den nachfolgenden Darstellungen sollen die wichtigsten Ergebnisse der N_{\min} -Beprobungen in den beiden Projektgebieten zusammengefasst werden. Hierbei wurde für die ver-

² Zur Terminologie vgl. den Begriff „Intensivbetrieb“ in Kap. 5.1

schiedenen Beprobungszeiträume nach den einzelnen Jahren oder den Projektbetrieben unterschieden. Um den Vergleich zu erleichtern, wurde die Anzahl der Flächen auf 100 % normiert (100 % = Anzahl aller Flächen). Die Anzahl der zugrunde liegenden Flächen sowie der arithmetische Mittelwert und der Median sind jeweils in den Darstellungen angegeben.

Betrachtet man alle Untersuchungen der jeweiligen Jahre direkt nach der Ernte, so zeigt sich im Projektgebiet der LW bei den Jahren 2005 und 2006 eine relativ ähnliche Verteilung der N_{\min} -Ergebnisse. Der arithmetische Mittelwert der Flächen liegt mit 59 bzw. 55 kg N/ha und einem Median von 43 bzw. 39 kg N/ha in einer ähnlichen Größenordnung. Im Jahr 2004 liegt dagegen der Medianwert mit 27 kg N/ha deutlich unter diesen beiden Jahren. Mit 12 % der Flächen liegen jedoch deutlich mehr Flächen über 150 kg N/ha, was dazu führt, dass der arithmetische Mittelwert mit 53 kg N/ha in einer ähnlichen Größenordnung wie in den nachfolgenden Jahren liegt. Die höchsten N_{\min} -Werte wurden hierbei überwiegend bei Silo- und Körnermaisflächen ermittelt. Im Jahr 2004 handelte es sich bei 8 von 10 Flächen mit einem N_{\min} -Gehalt von über 150 kg um Maisflächen, im Jahr 2005 waren es 2 von 5, und im Jahr 2006 wurde auf allen Flächen mit mehr als 150 kg N/ha ausschließlich Mais angebaut (Bild 5.2.1).

Ordnet man die N_{\min} -Ergebnisse den einzelnen Intensivbetrieben zu, so ergeben sich auch hier deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Betrieben. Während die Betriebe L1 (Veredlung) und L3 (Futterbau) eine ähnliche Verteilung der N_{\min} -Werte in der Summe der drei Jahre aufweisen, liegen bei Betrieb L2 (Marktfrucht) doch deutlich mehr Flächen im Bereich über 100 kg N/ha. Auch hier handelt es sich überwiegend um Silomaisflächen, wobei eine Reihe von Flächen sehr humose, teilweise anmoorige Böden aufweisen. Obwohl der Betrieb L2 seit vielen Jahren sehr extensiv wirtschaftet, bewirkt der Anbau von Silomais auf diesen sehr humosen Böden deutlich erhöhte N_{\min} -Werte nach der Ernte (Bild 5.2.2).

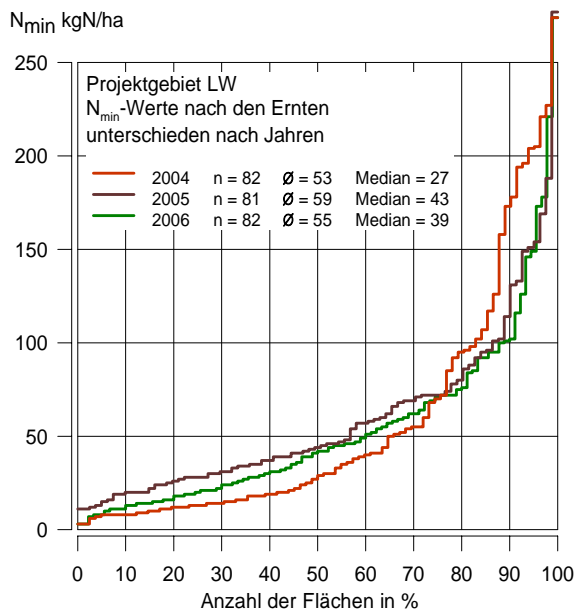


Bild 5.2.1: N_{\min} -Werte nach der Ernte der einzelnen Jahre im Bereich der LW

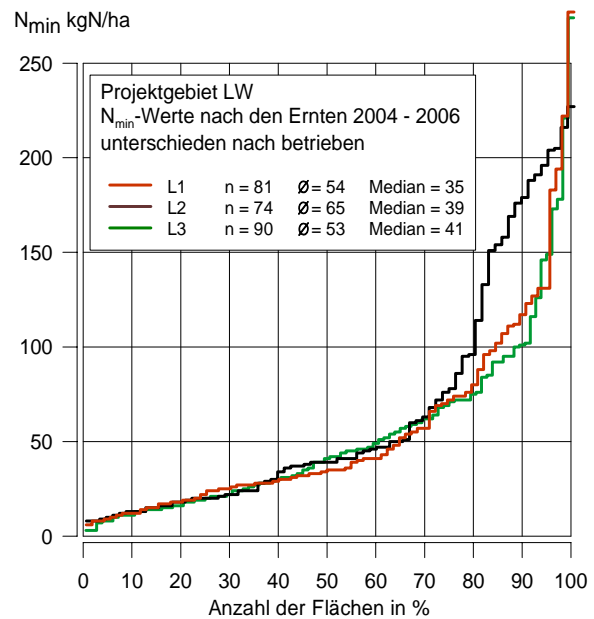


Bild 5.2.2: N_{\min} -Werte nach der Ernte der einzelnen Betriebe im Bereich der LW

Für die Betrachtung der N_{\min} -Werte im Herbst, d. h. in den Monaten Oktober oder November, wurden die Werte der Jahre 2003 bis 2005 herangezogen, da die Beprobung im Jahr 2006 mit dem Nacherntetermin beendet wurde und daher nur noch für einen Teil der Flächen im SchALVO-Zeitraum Ergebnisse zur Verfügung stehen. Der Schwankungsbereich der Mittelwerte der 3 Jahre ist mit 8 kg N/ha vergleichsweise gering. Während das Jahr 2003 mit 76 kg N/ha den höchsten Mittelwert aufweist, zeigt das Jahr 2004 in der Spitze die höchste Anzahl an Flächen über 150 kg N/ha. Die Werte zum SchALVO-Zeitraum liegen im Vergleich zu den N_{\min} -Werten nach der Ernte im Mittel deutlich höher. Die Mittelwerte im Jahr 2004 steigen von 53 kg N/ha auf 69 kg N/ha. Im Jahr 2005 erhöht sich der Mittelwert von 59 auf 68 kg N/ha (Bilder 5.2.1 und 5.2.3). Dieser Anstieg kann zum größten Teil auf Mineralisierungseffekte durch die Bodenbearbeitung nach der Ernte zurückgeführt werden.

Betrachtet man die N_{\min} -Werte im SchALVO-Zeitraum für die einzelnen Betriebe, so zeigen sich hier deutliche Unterschiede der Betriebe L1 und L3 im Vergleich zum Betrieb L2. Die N_{\min} -Werte des Betriebs L2 liegen grundsätzlich über den Werten der beiden anderen Betriebe. Der Mittelwert liegt mit 84 kg um 15 kg N/ha über dem Mittelwert des Betriebs L3 und um 23 kg N/ha über dem Mittelwert des Betriebs L1. Die eher extensive Bewirtschaftung der teilweise sehr humosen und anmoorigen Flächen führt hier offensichtlich zu deutlich höheren N_{\min} -Werten aufgrund der Mineralisierung nach der Ernte (Bild 5.2.4).

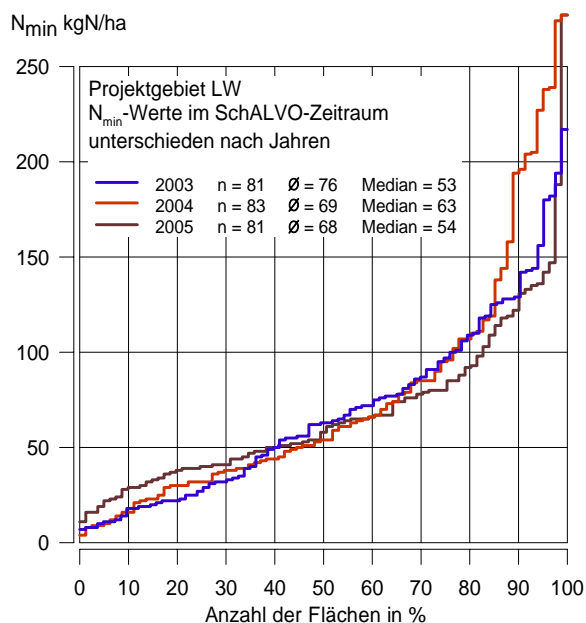


Bild 5.2.3: N_{min} -Werte im SchALVO-Zeitraum der einzelnen Jahre im Bereich der LW

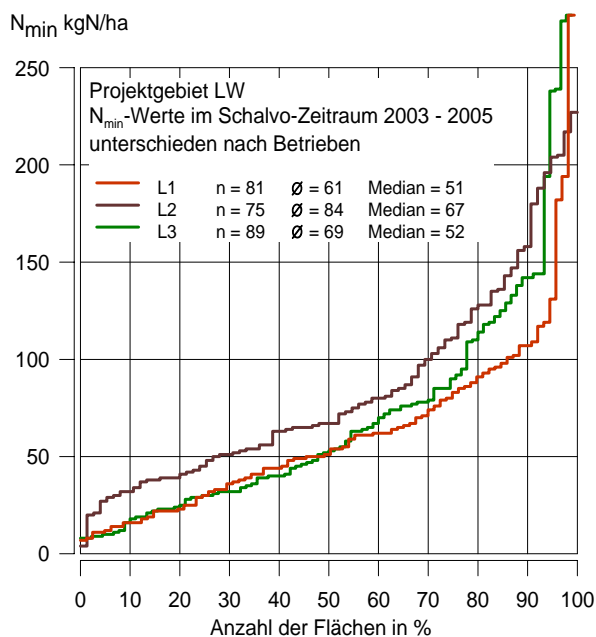


Bild 5.2.4: N_{min} -Werte im SchALVO-Zeitraum der einzelnen Betriebe im Bereich der LW

Betrachtet man die auf den jeweiligen SchALVO-Zeitraum folgenden Frühjahrs N_{min} -Werte, so zeigt sich der deutliche Einfluss der hydrologischen und klimatischen Verhältnisse im Herbst-Winter-Zeitraum. Während es im Winter 2003/2004 zu einem Rückgang der N_{min} -Mittelwerte von 76 auf 45 kg N/ha kam, sind sie im gleichen Zeitraum des Jahres 2005/2006 von 68 auf 87 kg N/ha angestiegen. Dieser Anstieg kann einerseits auf die geringe Grundwasserneubildung zwischen Oktober 2005 und Ende Februar 2006 und andererseits auf die guten Randbedingungen für eine Mineralisierung in diesem Zeitraum zurückgeführt werden.

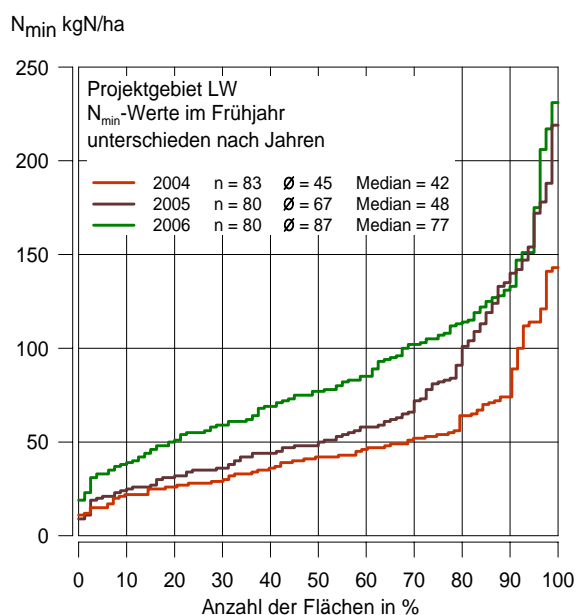


Bild 5.2.5: N_{min} -Werte im Frühjahr der einzelnen Jahre im Bereich der LW

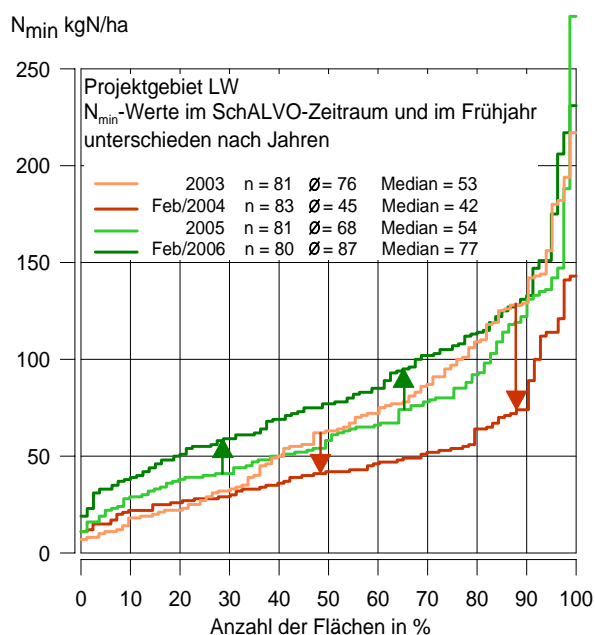


Bild 5.2.6: Vergleich der N_{min} -Werte ausgewählter Jahre im Herbst und dem darauffolgenden Frühjahr im Bereich der LW

Vergleicht man die Ergebnisse im Bereich der LW mit den entsprechenden Auswertungen für das Projektgebiet der badenova, so zeigen sich deutliche Unterschiede. Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Jahre 2004 bis 2006 nach der Ernte zeigt sich eine deutliche Abstufung der N_{\min} -Werte der einzelnen Jahre. Im Jahr 2005 steigen die N_{\min} -Werte zwischen 0 und 150 kg N/ha fast linear an. Mit einem Mittelwert von 59 kg N/ha liegen sie deutlich über den Jahren 2004 und 2006. Das Jahr 2006 zeigt mit einem Mittelwert von 29 kg N/ha einen wesentlich niedrigeren Verlauf. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass es im Jahr 2006 bei den späten Kulturen bereits vor der N_{\min} -Beprobung nach der Ernte zu deutlichen Grundwasserneubildungen im Projektgebiet der badenova gekommen ist. Dadurch kam es bereits vor der N_{\min} -Beprobung zu Nitratauswaschungen und damit zu einer deutlichen Reduzierung der N_{\min} -Werte im Vergleich zu den Vorjahren. Im Jahr 2004 wurden die höchsten N_{\min} -Werte nach Mais- und Kartoffelanbau ermittelt. Spitzenreiter ist in diesem Jahr jedoch eine Rebfläche. Im Jahr 2005 wurden bei 6 Mais- und 1 Kartoffelfläche Werte mit einem N_{\min} -Gehalt größer 125 kg N/ha ermittelt (Bild 5.2.7).

Betrachtet man die N_{\min} -Werte nach der Ernte für die einzelnen Betriebe im Projektgebiet der badenova, so zeigen sich auch hier deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Betrieben. Die mit Abstand niedrigsten Werte wurden für den Betrieb B1 ermittelt. Er liegt mit einem Mittelwert von 26 kg N/ha deutlich unter den beiden anderen Betrieben, die Mittelwerte von 52 bzw. 57 kg N/ha aufweisen. Auffallend ist hierbei, dass bei Betrieb B1 die überwiegende Anzahl der Flächen einen N_{\min} -Wert kleiner 50 kg N/ha aufweist. In den 3 Projektjahren lag der N_{\min} -Wert nur bei 1 Fläche über 100 kg N/ha (Bild 5.2.8).

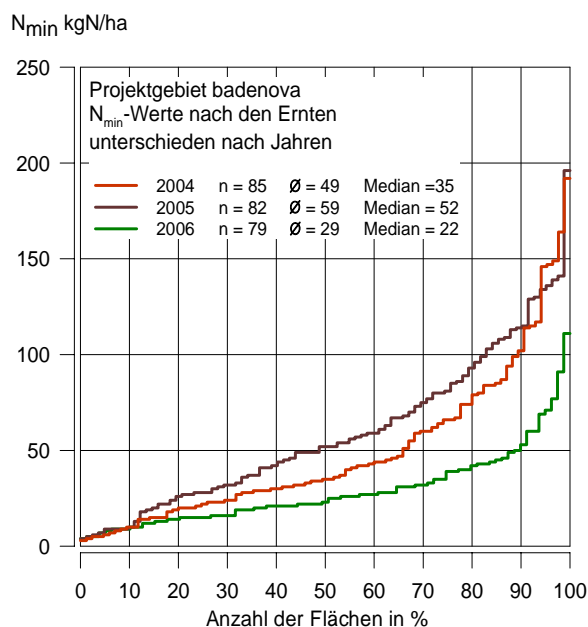


Bild 5.2.7: N_{\min} -Werte nach der Ernte der einzelnen Jahre im Bereich der badenova

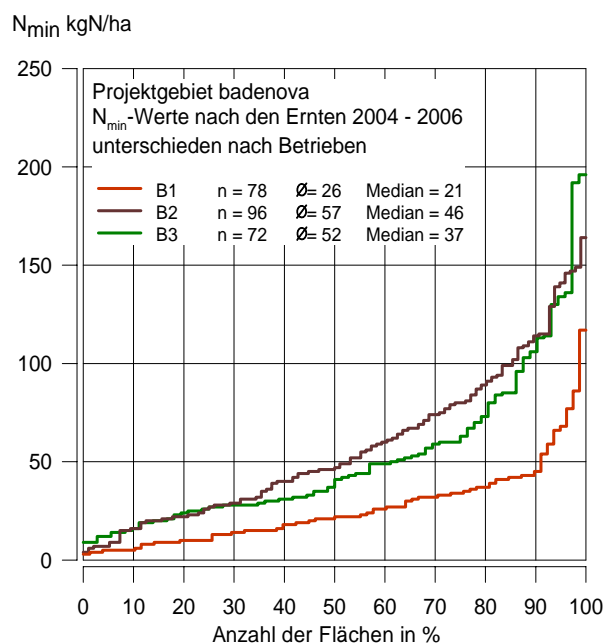


Bild 5.2.8: N_{\min} -Werte nach der Ernte der einzelnen Betriebe im Bereich der badenova

Betrachtet man die N_{\min} -Werte im SchALVO-Zeitraum der Jahre 2003 bis 2005, so zeigen sich hier deutliche Unterschiede zwischen den Jahren sowie Unterschiede zum Projektgebiet der LW. Im Bereich der badenova lagen die N_{\min} -Werte im Jahr 2003 deutlich über den Jahren 2004 und 2005. Es wurden ein Mittelwert von 106 kg N/ha und Spitzenwerte von über 300 kg N/ha erreicht. Ausschlaggebend für diese sehr hohen Werte waren die extremen klimatischen Randbedingungen, die in weiten Teilen Deutschlands, so auch im Oberrheingraben, zu hohen Ertragsdepressionen führten (Bild 5.2.9).

Vergleicht man die N_{\min} -Werte der Jahre 2004 und 2005 nach der Ernte mit den Werten im SchALVO-Zeitraum, so zeigen sich nur geringfügige Unterschiede. Während im Jahr 2004 die Mittelwerte der N_{\min} -Werte von 49 auf 42 kg N/ha zurückgingen, blieben sie im Jahr 2005 mit 59 bzw. 58 kg N/ha praktisch konstant (Bilder 5.2.7 und 5.2.9).

Betrachtet man die N_{\min} -Werte im SchALVO-Zeitraum der Jahre 2003 bis 2005 für die einzelnen Betriebe, zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den Nach-Ernte-Werten der Jahre 2004 bis 2006. Der Betrieb B1 liegt mit seinen Werten deutlich unter den beiden anderen Betrieben. Aufgrund der hohen Werte des Jahres 2003 steigen jedoch die N_{\min} -Mittelwerte über die 3 Jahre für alle Betriebe um 17 bis 23 kg N/ha gegenüber dem Betrachtungszeitraum nach der Ernte 2004 bis 2006 an (Bilder 5.2.8 und 5.2.10).

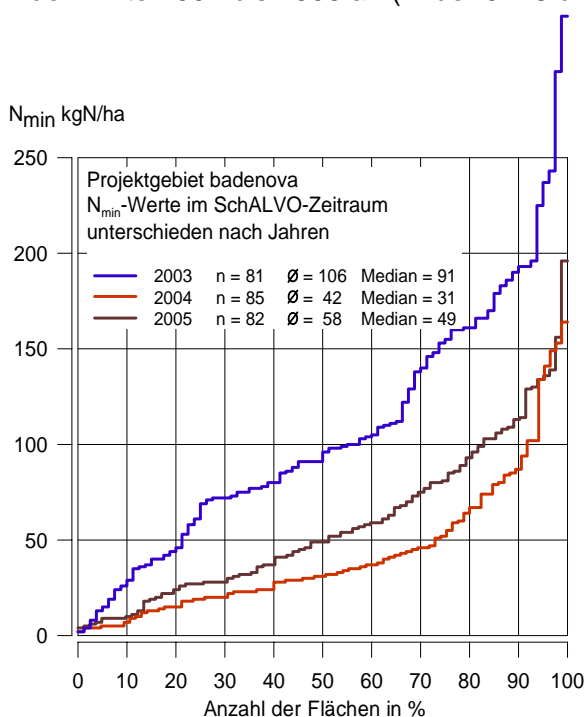


Bild 5.2.9: N_{\min} -Werte im SchALVO-Zeitraum der einzelnen Jahre im Bereich der badenova

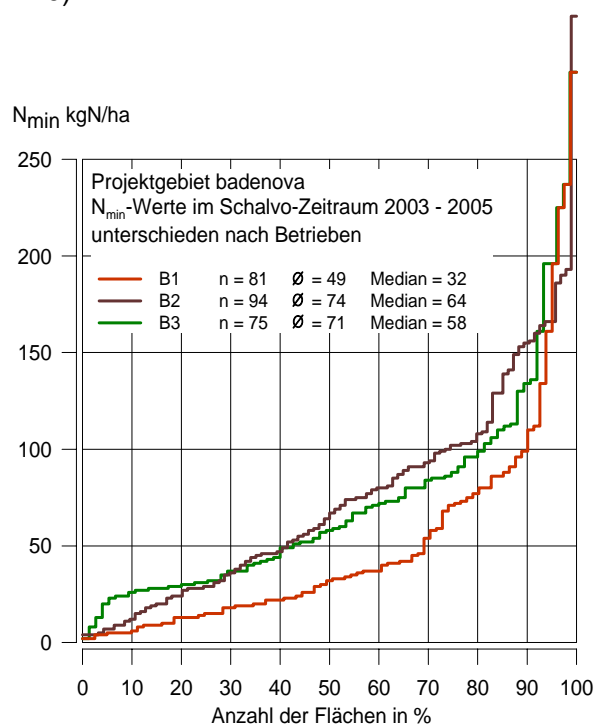


Bild 5.2.10: N_{\min} -Werte im SchALVO-Zeitraum der einzelnen Betriebe im Bereich der badenova

Betrachtet man die auf den jeweiligen SchALVO-Zeitraum folgenden Frühjahrs- N_{\min} -Werte, so zeigen sich auch im Projektgebiet der badenova der deutliche Einfluss der hydrologischen und klimatischen Verhältnisse im Herbst-Winter-Zeitraum und ähnliche Entwicklungen wie im Bereich der LW. Im Winter 2003/2004 kam es, ausgehend von den sehr hohen Herbst- N_{\min} -

Werten zu einem Rückgang der N_{\min} -Mittelwerte um 40 kg N/ha von 106 auf 66 kg N/ha. Im gleichen Zeitraum des Jahres 2005/2006 sind die Werte zwischen Oktober und Februar dagegen von 44 auf 58 kg N/ha angestiegen. Auch hier kann dies auf die sehr geringe Grundwasserneubildung zwischen Oktober 2005 und Ende Februar 2006 und andererseits auf die guten Randbedingungen für eine Mineralisierung in diesem Zeitraum zurückgeführt werden. Im Zeitraum 2004/2005 kam es zu einem geringen Anstieg von 42 auf 44 kg N/ha. Allerdings kam es nach Abschluss der N_{\min} -Beprobungen noch zu Grundwasserneubildung und damit einer zusätzlichen Auswaschung.

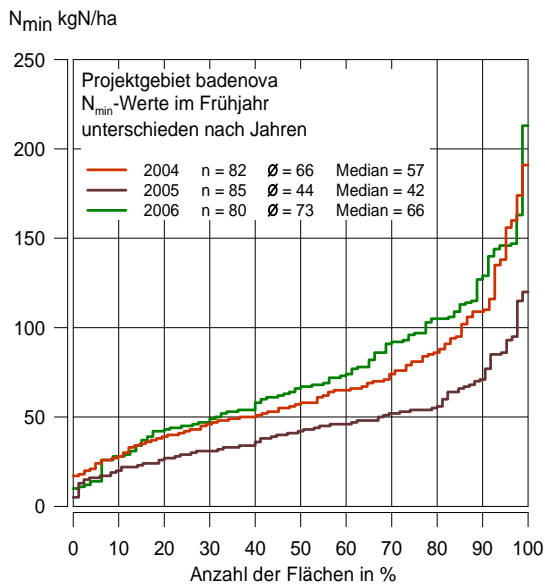


Bild 5.2.11: N_{\min} -Werte im Frühjahr der einzelnen Jahre im Bereich der badenova

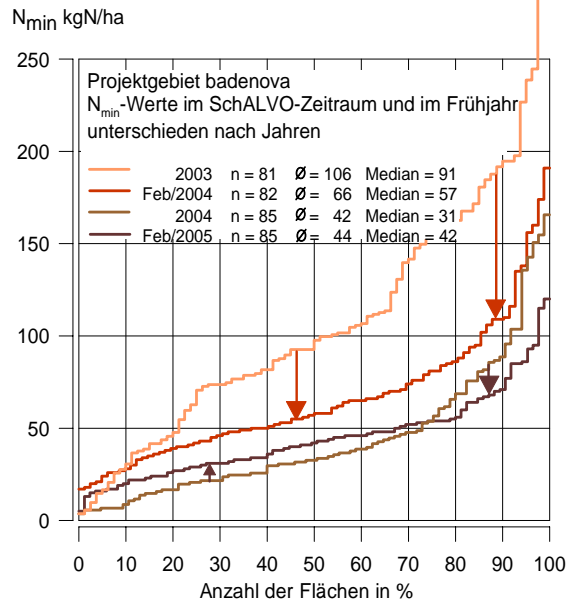


Bild 5.2.12: Vergleich der N_{\min} -Werte ausgewählter Jahre im Herbst und dem darauf folgenden Frühjahr im Bereich der badenova

Weitere Darstellungen der N_{\min} -Ergebnisse der 3 Beprobungszeitpunkte „nach Ernte“, „SchALVO-Zeitraum“ und „Frühjahr“ sind, unterschieden nach den einzelnen Projektbetrieben und den verschiedenen Jahren, in der Anlage zu Kap. 5.2 zusammengestellt.

5.3 Niederschlag und Sickerwassermenge

Die im Rahmen des Forschungsvorhabens erhobenen Niederschlagsmengen variieren sowohl für die einzelnen Projektjahre als auch für die beiden Projektgebiete sehr stark. Um Werte der einzelnen Projektjahre besser beurteilen zu können, wurde auf die langjährigen Mittelwerte der ausgewählten Wetterstationen bzw. auf die Werte aus dem Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg (WaBoA) für die Zeitreihe 1961 bis 1990 zurückgegriffen.

Im Projektgebiet der LW weist der Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg für die Zeitreihe 1961 bis 1990 einen mittleren Jahresniederschlag von etwa 820 mm/a aus. Im Teilbereich Blaubeuren-Asch liegt der durchschnittliche Niederschlag bei etwa 880 mm/a hierbei etwas höher. Im Vergleich hierzu zeigt die Zeitreihe 1977 bis 2005 der Wetterstation im Was-

serwerk Langenau einen mittleren Niederschlag von etwa 750 mm/a und liegt damit doch deutlich unter den Werten des Wasser- und Bodenatlasses. Da die Wetterstation Blaubeuren erst seit dem Jahr 2000 besteht, liegen hier keine weiteren langjährigen Mittelwerte vor.

Die Niederschlagsdaten im Projektzeitraum belegen die extremen Verhältnisse in den einzelnen Jahren. Im Jahr 2003, dem Jahr mit dem „Jahrhundertssommer“, wurde im Wasserwerk Langenau ein Jahresniederschlag von lediglich 541 mm ermittelt. Er lag damit um etwa 200 mm unter dem langjährigen Mittelwert. Erst im Januar 2004 kam es zu ergiebigen Niederschlägen von über 100 mm. Die Jahre 2004 und 2005 lagen mit 748 bzw. 730 mm/a in etwa im Bereich des langjährigen Mittels. Allerdings wurden gerade in den für die Grundwasserneubildung wichtigen Wintermonaten eher unterdurchschnittliche Niederschläge verzeichnet. Das Jahr 2006 lag mit einer Niederschlagssumme von 637 mm wieder deutlich unter dem langjährigen Mittelwert.

Mit Hilfe der Niederschlagsdaten der Wetterstation Wasserwerk Langenau und der in Kap. 3.6 beschriebenen Methodik wurde die aktuelle Sickerwassermenge in den Projektjahren für unterschiedliche nutzbare Feldkapazitäten ermittelt. Die auf der Grundlage der langjährigen mittleren Niederschläge und der von GIT ermittelten nutzbaren Feldkapazität im Projektgebiet errechnete Sickerwassermenge liegt bei ca. 250 bis 320 mm/a. Dies deckt sich weitgehend mit den Angaben des Wasser- und Bodenatlasses. In Abhängigkeit der nutzbaren Feldkapazität ergeben sich für die einzelnen Flächen entsprechend große Unterschiede. Die im Projektzeitraum 2003 bis 2006 ermittelten Sickerwassermengen liegen deutlich unter den genannten Mittelwerten. Herausragend ist hier wiederum das Jahr 2003, für das eine Sickerwassermenge von lediglich 49 mm ermittelt wurde. Aber auch die Jahre 2004 bis 2006 liegen deutlich unter den genannten langjährigen Mittelwerten.

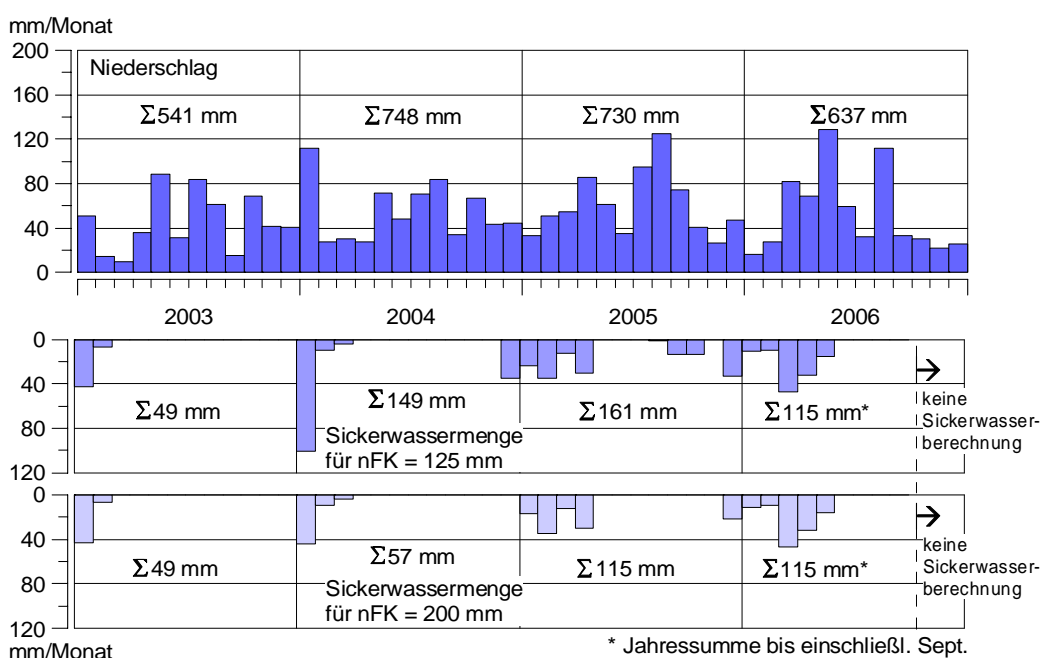


Bild 5.3.1: Monatsniederschlag und berechnete Sickerwassermenge für den Bereich der Wetterstation Wasserwerk Langenau im Projektgebiet der LW

Die Datenerhebung und die Berechnungen für die Wetterstation im Bereich Blaubeuren bestätigen weitgehend die Werte aus Langenau. Die Monatsniederschläge und daraus ermittelten Sickerwassermengen liegen zwar deutlich über den Werten von Langenau, jedoch in allen Jahren auch hier unter den langjährigen Mittelwerten. Die gemessenen Monatsniederschläge und die ermittelten monatlichen Sickerwassermengen sind für beide Wetterstationen und verschiedene nFK-Bereiche in der Anlage zu Kap. 5.3 zusammengestellt.

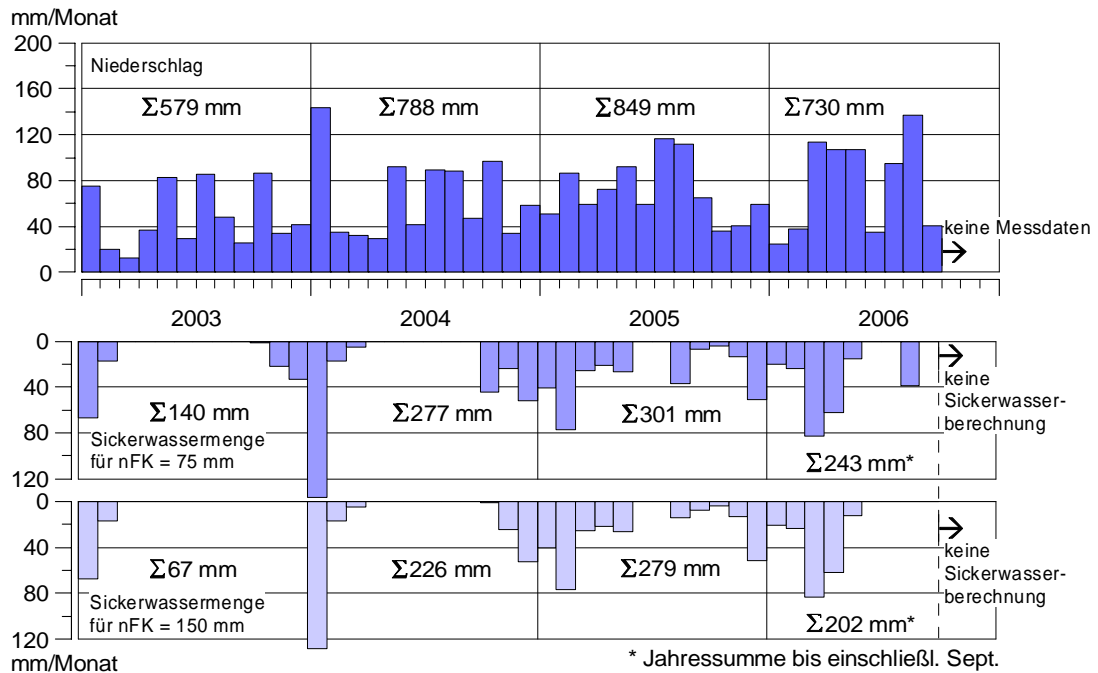


Bild 5.3.2: Monatsniederschlag und berechnete Sickerwassermenge für den Bereich der Wetterstation Blaubeuren im Projektgebiet der LW

Auch im Projektgebiet der badenova belegen die gemessenen Niederschlagswerte die großen Unterschiede in den einzelnen Jahren des Projektzeitraums. Für die Wetterstation im Wasserwerk Hausen gibt der Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg für die Zeitreihe 1961 bis 1990 einen mittleren Jahresniederschlag von ca. 780 mm/a an. Der durch die Wetterstation im Wasserwerk Hausen seit 1986 gemessene Niederschlag liegt mit etwa 740 mm/a um rd. 40 mm unter diesem Wert.

Auch im Projektgebiet der badenova zeigen die Niederschlagsdaten die Verhältnisse im Extremjahr 2003. Die Jahresniederschläge liegen mit 588 mm/a deutlich unter den langjährigen Mittelwerten. Im Gegensatz zum Projektgebiet der LW zeigt das Jahr 2004 aber eher überdurchschnittliche Niederschläge. Diese verteilen sich jedoch überwiegend auf die Sommermonate und den Monat Oktober. Vor allem in den Winterhalbjahren 2004/2005 und 2005/2006 wurden unterdurchschnittliche Niederschläge ermittelt. Das Jahr 2006 lag mit insgesamt 917 mm/a deutlich über den langjährigen Mittelwerten. Hierfür waren vor allem die Starkniederschlagsereignisse ab August 2006 verantwortlich. Auf der Grundlage der langjährigen mittleren Niederschläge des Wasser- und Bodenatlasses Baden-Württemberg und der vom Ingenieurbüro GIT ermittelten nutzbaren Feldkapazität wurde die langjährige mittlere Sickerwassermenge berechnet. Sie liegt im Bereich des Wasserwerks Hausen bei etwa 220

bis 250 mm/a. Aufgrund der in östlicher Richtung zunehmenden mittleren Jahresniederschläge erhöht sich die mittlere Sickerwassermenge im Randbereich des Schwarzwalds auf Werte von bis zu 380 mm/a.

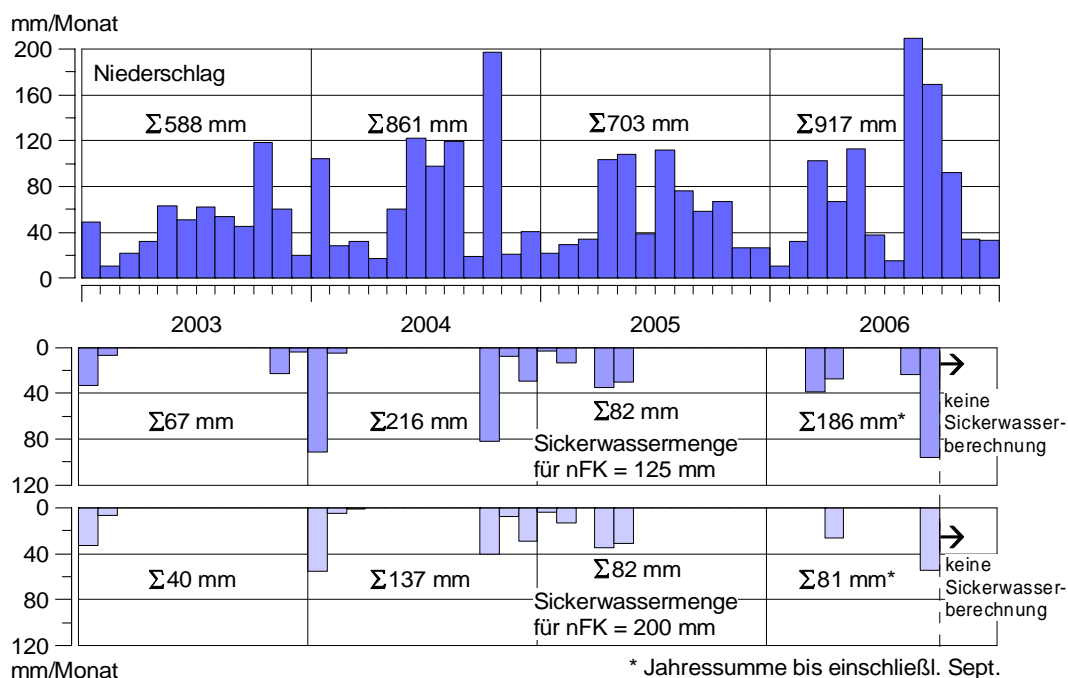


Bild 5.3.3: Monatsniederschlag und berechnete Sickerwassermenge für den Bereich der Wetterstation Wasserwerk Hausen im Projektgebiet der badenova

Im Bereich des Zartener Beckens variieren sowohl die Niederschläge als auch die Sickerwassermengen auf kleinstem Raum sehr stark. Für die DWD-Station Buchenbach liegen keine langjährigen Mittelwerte des Vergleichszeitraums vor. Unter Berücksichtigung der Angaben des Wasser- und Bodenatlasses und der Messungen der Wetterstation im Wasserwerk Ebnet kann von einem mittleren Jahresniederschlag von etwa 1.200 mm im Bereich des Zartener Beckens ausgegangen werden. In den Einzeljahren können allerdings erhebliche Abweichungen von den langfristigen Mittelwerten auftreten. So lag der Jahresniederschlag im Jahr 2003 mit 830 mm/a deutlich unter den langjährigen Mittelwerten. Für das Jahr 2006 wurden im Rahmen des Projekts nur die Daten bis einschließlich September erhoben. Der bis dahin ermittelte Jahreswert der ersten 9 Monate lag jedoch bereits höher als die Jahressummen der drei Vorjahre.

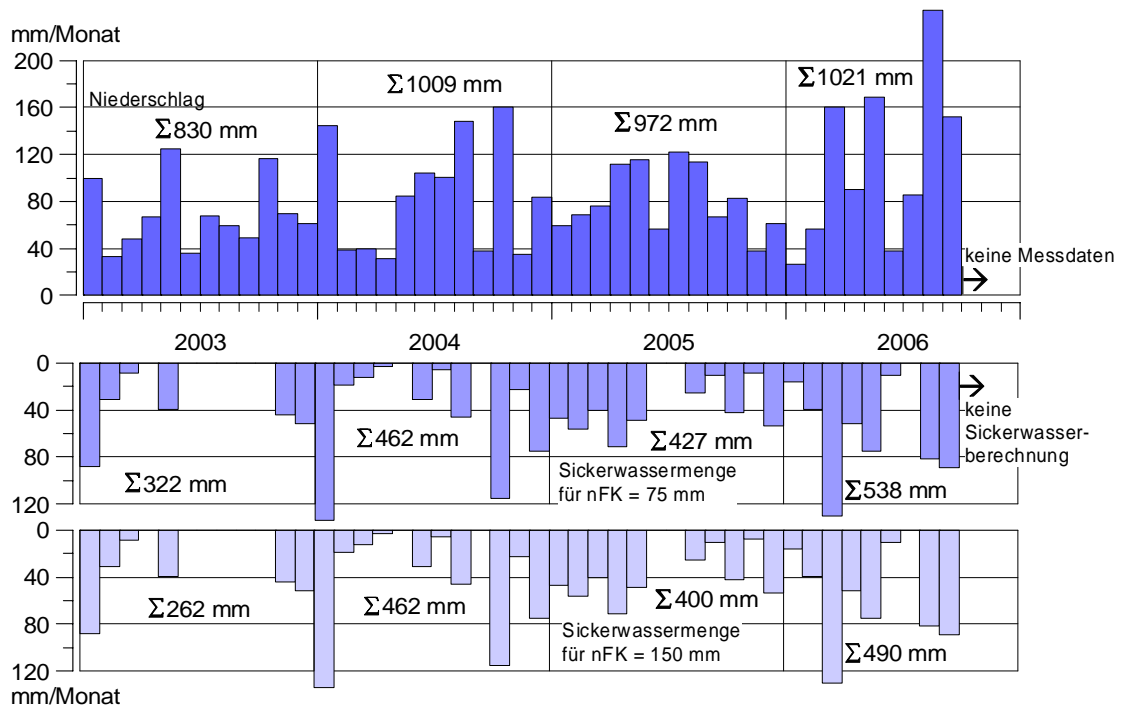


Bild 5.3.4: Monatsniederschlag und berechnete Sickerwassermenge für den Bereich der DWD-Wetterstation Buchenbach im Projektgebiet der badenova

Als Grundlage der Sickerwasserberechnungen und zur Durchführung der INVAM-Berechnungen wurde für das Projektgebiet der LW auf die Niederschlags- und Wetterdaten der Wetterstation Wasserwerk Langenau zurückgegriffen. Im Projektgebiet der badenova wurden die Niederschlagswerte der Wetterstation Wasserwerk Hausen und die Wetterdaten der DWD-Wetterstation Freiburg herangezogen. Die Monatsniederschläge und die Ergebnisse der berechneten monatlichen Sickerwassermengen für festgelegte Klassen der nutzbaren Feldkapazität für die beiden Projektgebiete sind in der Anlage zu Kap. 5.3 zusammengestellt.

5.4 Bodenkennwerte und Auswaschungsgefährdung

Auf der Grundlage der digitalisierten Bodenschätzkarten und der Auswertung der Schätzbücher wurden vom Ingenieurbüro GIT Hydros Consult GmbH (GIT) in Freiburg nach dem in Kap. 3.5 beschriebenen Verfahren die wichtigsten Bodenkennwerte von über 1.500 Projektflächen ermittelt. Die Daten der einzelnen Projektflächen wurden in eine Access-Datenbank überführt und diese in das Geoinformationssystem Geomedia eingebunden.

Bild 5.4.1 zeigt beispielhaft die Auswertung der durch GIT ermittelten Feldkapazitäten der Böden in einem Teilbereich des Projektgebiets der LW. Die Darstellung dokumentiert die große Streubreite der Bodenkennwerte, in diesem Fall der Feldkapazität, deren Werte allein im dargestellten Bildausschnitt zwischen 122 und 775 mm schwanken.

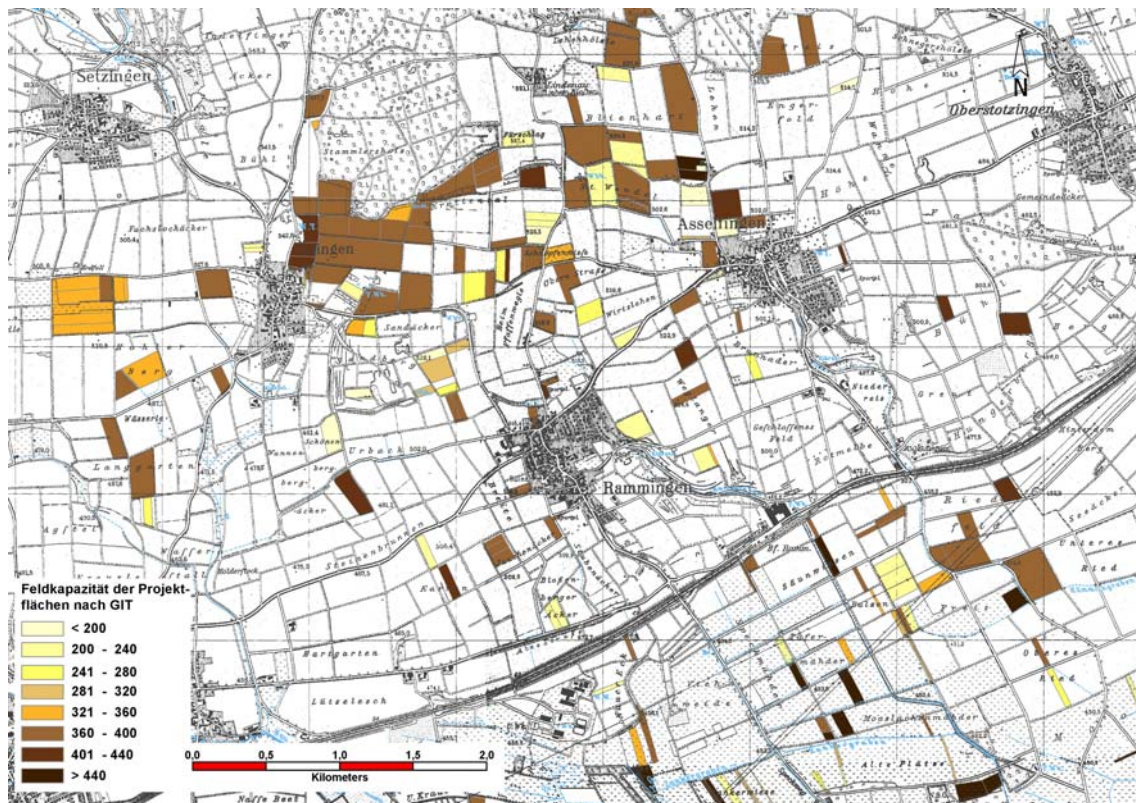


Bild 5.4.1: Ermittelte Feldkapazitäten in einem Teilbereich des Projektgebietes der LW

Auch im Projektgebiet der badenova ergab die Ermittlung der Bodenkennwerte eine große Spannweite der Ergebnisse. In Bild 5.4.2 sind beispielhaft die von GIT ermittelten nutzbaren Feldkapazitäten für einen Teil des Wasserschutzgebietes des Wasserwerks Hausen dargestellt. Auch hier schwanken die ermittelten Werte der nFK zwischen 76 und 262 mm.



Bild 5.4.2: Verteilung der nutzbaren Feldkapazität in einem Teilgebiet des Projektgebiets der badenova

Die wichtigsten Bodenkennwerte der Projektflächen wurden in den beiden Projektgebieten für die einzelnen Projektbetriebe flächengewichtet ausgewertet. Hierbei zeigt sich, dass die verschiedenen Projektbetriebe sehr unterschiedliche natürliche Voraussetzungen auf ihren Betriebsflächen vorfinden.

In Bild 5.4.3 ist der Anteil der jeweiligen Betriebsflächen an verschiedenen Klassen der nutzbaren Feldkapazität für die einzelnen Projektbetriebe im Bereich der LW zusammengestellt. In der Darstellung werden die unterschiedlichen Flächenanteile für die einzelnen Klassen deutlich. Während beispielsweise bei Betrieb L7 fast 90 % der Fläche einen nFK-Wert kleiner als 160 mm aufweist, findet Betrieb L9 auf über 80 % seiner Fläche einem nFK-Wert größer 160 mm. Auch bei den Intensivbetrieben L1 bis L3 zeigen sich große Unterschiede bei den Anteilen an den einzelnen nFK-Klassen. Während bei Betrieb L1 fast die gesamte Betriebsfläche dem Bereich zwischen 120 und 200 mm nutzbarer Feldkapazität zugeordnet werden kann, liegen beispielsweise bei Betrieb L3 über 60 % der Flächen in der Klasse größer 240 mm. In diesem Fall zeigt sich u. a. der hohe Flächenanteil der Anmoor- und Niedermoorböden.

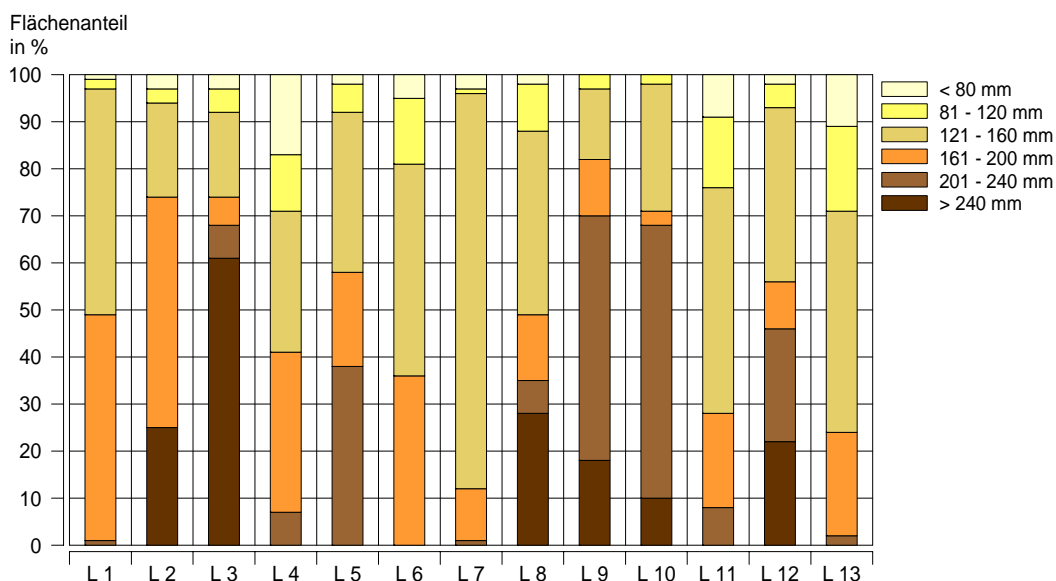


Bild 5.4.3: Anteil der Projektflächen der Landwirte im Bereich der LW an den Klassen der nutzbaren Feldkapazität

Ähnliche Unterschiede finden sich auch im Projektgebiet der badenova. Während für die Flächen der Projektbetriebe B9 und B10 überwiegend eine nutzbare Feldkapazität kleiner 160 mm ermittelt wurde, liegen die Werte für Böden der Betriebe B5 und B11 bei der nutzbaren Feldkapazität zu über 90 % über 200 mm.

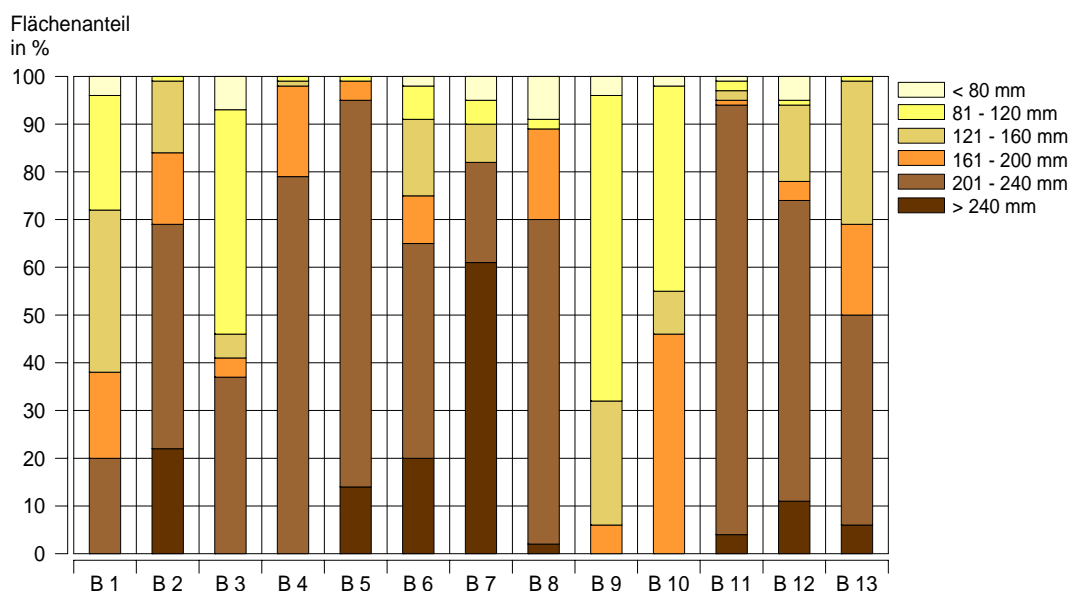


Bild 5.4.4: Anteil der Projektflächen der Landwirte im Bereich der badenova an den Klassen der nutzbaren Feldkapazität

Mit Hilfe der langjährigen mittleren Niederschläge aus dem Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg und der von GIT ermittelten Bodenkennwerte der Projektflächen wurde die mittlere langjährige Sickerwassermenge ermittelt. Aus den ermittelten Feldkapazitäten und den mittleren Sickerwassermengen wurde dann die Bodenwasseraustragsrate berechnet. Bei

einer Bodenwasseraustauschrate größer 1 muss davon ausgegangen werden, dass die im Boden gelösten Stoffe mit der Sickerung im Herbst-Winter-Zeitraum zum größten Teil aus dem Wurzelbereich ausgetragen werden. Die Bodenwasseraustauschrate erlaubt hierbei keine quantitativen Angaben zur Nitratauswaschung, sondern lediglich eine Aussage zur potentiellen Nitratauswaschungsgefahr der Standorte.

In den nachfolgenden Darstellungen wurde die Bodenwasseraustauschrate für die Flächen der Projektlandwirte ausgewertet. Da das Projektgebiet der LW keine großen Unterschiede bei der Niederschlagsverteilung aufweist, ist die Bodenwasseraustauschrate vor allem von den ermittelten Feldkapazitäten abhängig.

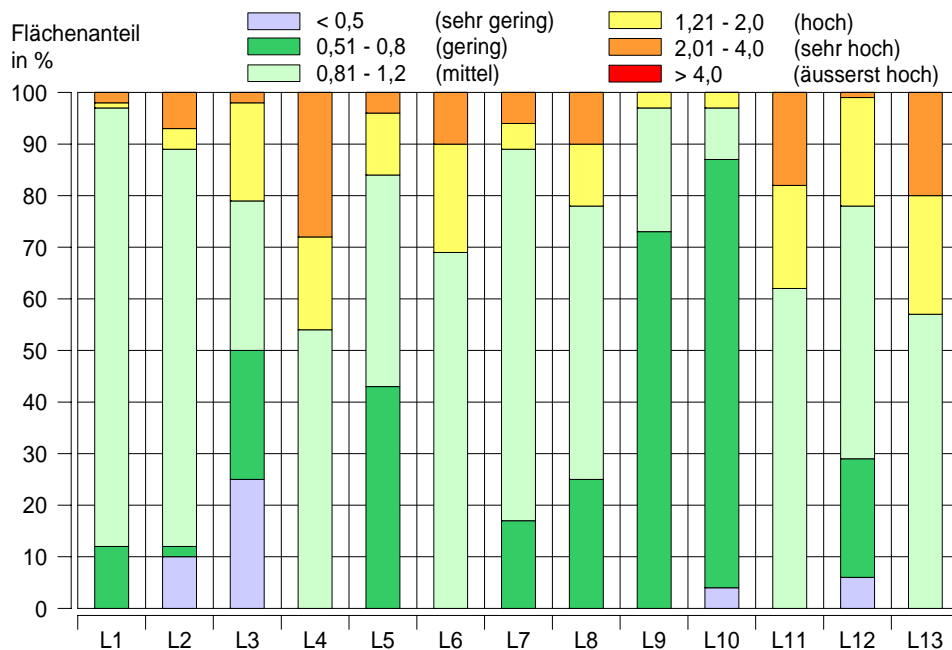


Bild 5.4.5: Anteil der Flächen der Projektlandwirte im Bereich der LW an den Klassen der Bodenwasseraustauschrate

Im Gegensatz hierzu kommt es im Projektgebiet der badenova aufgrund der sehr unterschiedlichen Niederschlagsverteilung in den beiden Teilgebieten der Staufferer Bucht und des Zartener Beckens zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Für die Betriebsflächen der Betriebe B9 und B10 im Bereich des Zartener Beckens ergeben sich Bodenwasseraustauschraten größer 2,0. Hier kann davon ausgegangen werden, dass der zu Beginn des Herbst-Winter-Zeitraums vorhandene Stickstoff weitestgehend ausgewaschen wird. Aufgrund der sehr hohen Sickerwassermenge kann es jedoch durchaus auch zu Verdünnungseffekten kommen, so dass die mittlere jährliche Nitratkonzentration im Sickerwasser relativ niedrig ist.

Bei den Flächen der Intensivbetriebe im Projektgebiet der badenova zeigen sich ebenfalls große Unterschiede. Während beim Betrieb B2 über 90 % der Flächen eine Bodenwasseraustauschrate von kleiner 1,2 aufweisen, liegen fast 80 % der Flächen des Betriebs B3 im Bereich größer 1,2.

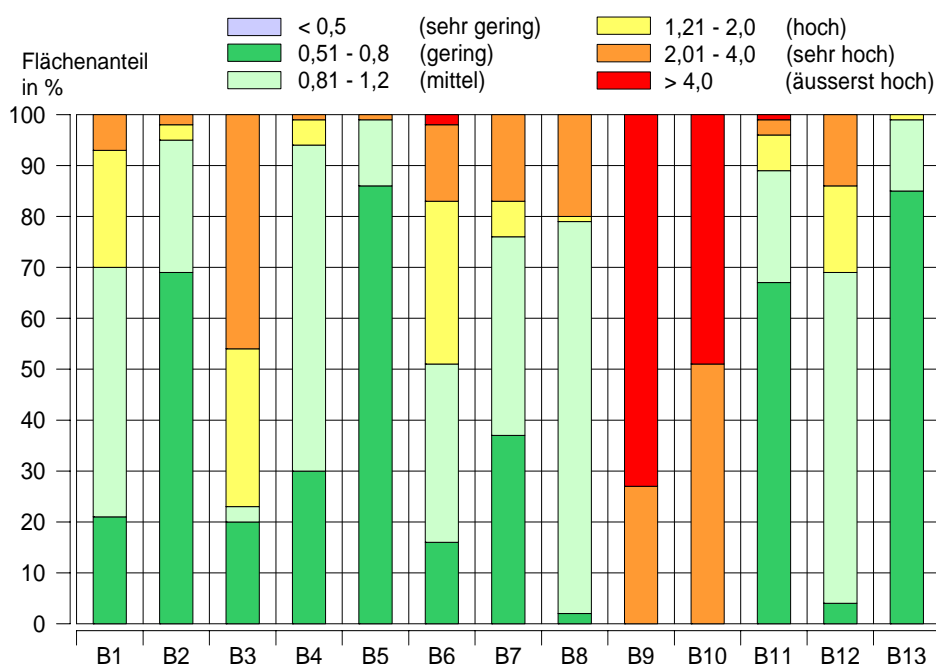


Bild 5.4.6: Anteil der Flächen der Projektlandwirte im Bereich der badenova an den Klassen der Bodenwasseraustauschrate

Neben den von GIT ermittelten Bodenkennwerten wurde – wie in Kap. 3.5 beschrieben – im Rahmen des Forschungsvorhabens vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg eine alternative Methode zur Bodenkennwertbestimmung auf der Grundlage der automatisierten Liegenschaftskarte und des automatisierten Liegenschaftsbuchs durchgeführt. Auf den Vergleich der unterschiedlichen Methoden wurde bereits im Kapitel 3.5 eingegangen. Für die Intensivbetriebe konnten zusätzlich noch die vom TZW ermittelten Werte der Feldkapazität herangezogen werden, die sich aus der Auswertung der Bodenwassergehalte der mehrjährigen N_{\min} -Untersuchungen der Projektflächen ergaben. Eine Übersicht über die ermittelten Bodenkennwerte der verschiedenen Verfahren und der letztlich für die INVAM-Berechnungen festgelegten nutzbaren Feldkapazitäten für die einzelnen N_{\min} -Flächen der 6 Intensivbetriebe sind in der Anlage zu Kap. 5.4 zusammengestellt.

5.5 Ertragserhebung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden in den Jahren 2004 bis 2006 über 400 Ertragserhebungen nach der in Kapitel 3.2 beschriebenen Methodik und Vorgehensweise durchgeführt. Im Rahmen einer jährlichen Feldrundfahrt kurz vor Beginn der Ernte wurden alle N_{\min} -Flächen der Intensivbetriebe angefahren und diejenigen ausgewählt, auf welchen eine Ernteerhebung durchgeführt werden sollte. Gleichzeitig wurde festgelegt, auf welche Flächen die Ergebnisse aufgrund des angetroffenen Bestandes übertragen werden können. Bei den Grünlandflächen wurden zu Beginn des Forschungsvorhabens bereits 10 repräsentative Flächen festgelegt, wobei auch hier jährlich überprüft wurde, auf welche weiteren Grünlandflächen die Ergebnisse aufgrund des aktuellen Bestandes übertragen werden können.

Die Ertragserhebungen wurden mit einem sehr hohen Aufwand durchgeführt, um möglichst genaue Ergebnisse zu erhalten. Als Beispiel für den Umfang der jährlichen Erhebungen wurde in Anlage 5.5 ein Auszug der Ertragserhebung der Körnermaisflächen im Projektgebiet der badenova im Jahr 2006, eine Zusammenfassung der Ertragserhebungen auf den ausgewählten Grünlandflächen im Projektgebiet der LW im Jahr 2004 und eine Detailerhebung für die einzelnen Schnitte einer Grünlandfläche beigelegt. Darüber hinaus sind die wichtigsten Ergebnisse aller Ernteerhebungen, die in den beiden Projektgebieten in den 3 Jahren durchgeführt wurden, tabellarisch zusammengestellt.

5.5.1 Genauigkeit der Ertragserhebung

Die ermittelten Erträge wurden, soweit vorhanden, mit den Abschätzungen der Landwirte aus den Schlagkarteien verglichen. In Einzelfällen wurden die Erträge aus der Ernteerhebung korrigiert. Vor allem bei sehr inhomogenen Boden- bzw. Bodenfeuchteverhältnissen oder bei einem Schädlingsbefall ist eine repräsentative Probenahme auf den teilweise sehr großen Schlägen kaum zu gewährleisten. Im Jahr 2006 kam auf einigen Flächen im Projektgebiet der badenova ein GPS-gestützter Maisernter zum Einsatz, der eine Online-Ertragsmessung durchführte. Der Vergleich der Ergebnisse dieser Messung mit den Ertragsuntersuchungen im Projekt soll diese Problematik verdeutlichen.

Während viele Ergebnisse eine sehr gute Übereinstimmung zeigen, kommt es bei einigen Schlägen zu deutlichen Differenzen. Es ist zu vermuten, dass die kleinräumigen Trockenschäden, die im Jahr 2006 auftraten, z.B. auf der Fläche HNS 14, über die manuelle Teilflächenbeprobung nicht exakt abgebildet werden konnte. Die hohen Abweichungen auf den Flächen HNS 108 und 116 können nach Rücksprache mit dem Landwirt dadurch erklärt werden, dass bei der Ernte, aufgrund von Schäden durch den Maiszünsler und die Trockenheit, durch den Drescher viele Kolben beim Schneiden der Pflanze zu Boden fielen und nicht aufgenommen wurden. Demzufolge fiel die tatsächliche Ernte auf diesen beiden Schlägen deutlich niedriger aus als der aufgewachsene und ermittelte Ertrag.

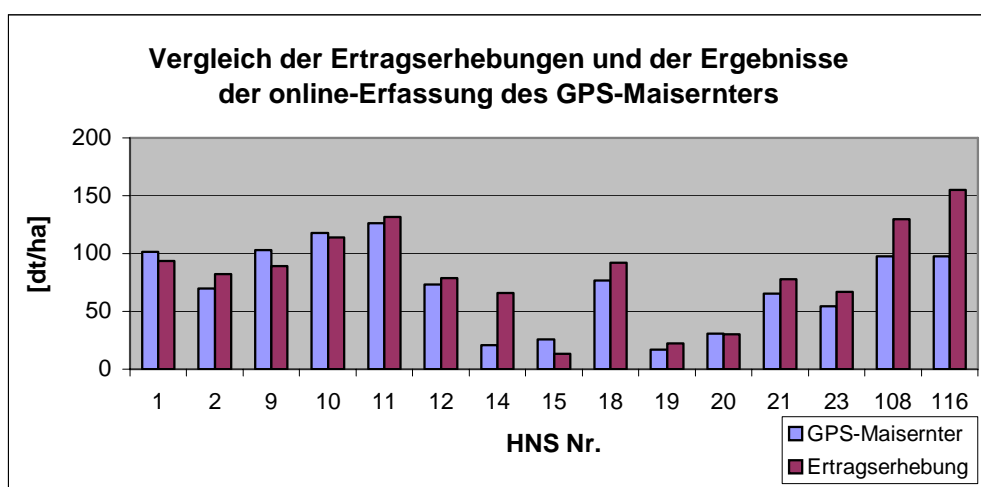


Bild 5.5.1: Vergleich zwischen den Ergebnissen der Ertragserhebung mit den Angaben des GPS-gestützten Maisernters

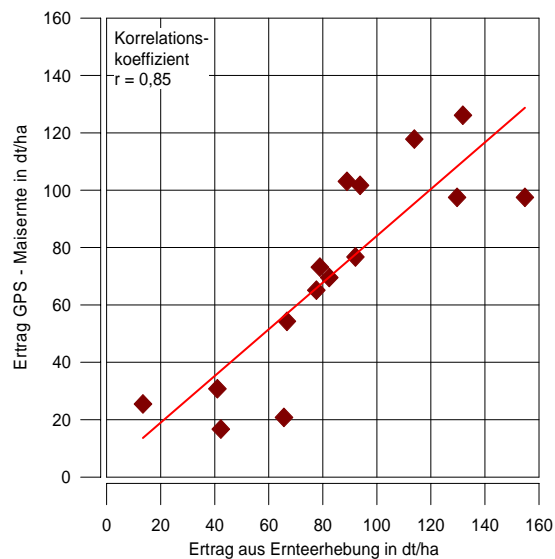


Bild 5.5.2: Korrelation zwischen den Ergebnissen der Ertragserhebung mit den Angaben des GPS-gestützten Maiseernters

Es sind natürlich auch bei der Online-Ertragserfassung Fehler möglich. RÜHLING ET AL. (2001) führten erstmals mehrjährige kontinuierliche Online-Ertragskartierungen von Körnermais auf mehreren Schlägen durch. Sie konnten zwar wiederkehrende Ertragsmuster aufzeigen und Hinweise auf das Ertragspotential der Standorte geben, die Online-Erträge lagen jedoch zwischen 7 und 23 % niedriger als die Rastererträge. Das volumetrische System (hier Claas Quantimeter) scheint vor allem bei geringen Durchsätzen (kleiner 19 dt/ha) und bei hohem Bruchkornanteil unzuverlässige Werte zu liefern [vgl. auch ISENSEE, KRIPPAHL, 2001].

Bild 5.5.3 zeigt beispielhaft die Ertragskarte einer Maisfläche im Untersuchungsgebiet der badenova und verdeutlicht die hohe kleinräumige Variabilität des Ertrages, die auch auf kleineren Praxisflächen (hier ca. 0,75 ha) auftreten kann. Um das Feld bei der Beprobung repräsentativ abzubilden, ist eine Entnahme an mehreren, über das komplette Feld verteilten Punkten unverzichtbar, eine Punktbeprobung kann zu erheblichen Fehlern führen.

Im Projekt wurde der komplette Bestand an 6 Stellen auf einer diagonalen Linie beprobt, wobei das Vorgewende und die Randbereiche in einer Breite von ca. 5 bis 10 Meter ausgenommen wurden. Vor dem Beginn der Arbeiten wurde festgelegt, in welchem Abstand die Einzelbeprobungen vorzunehmen sind.

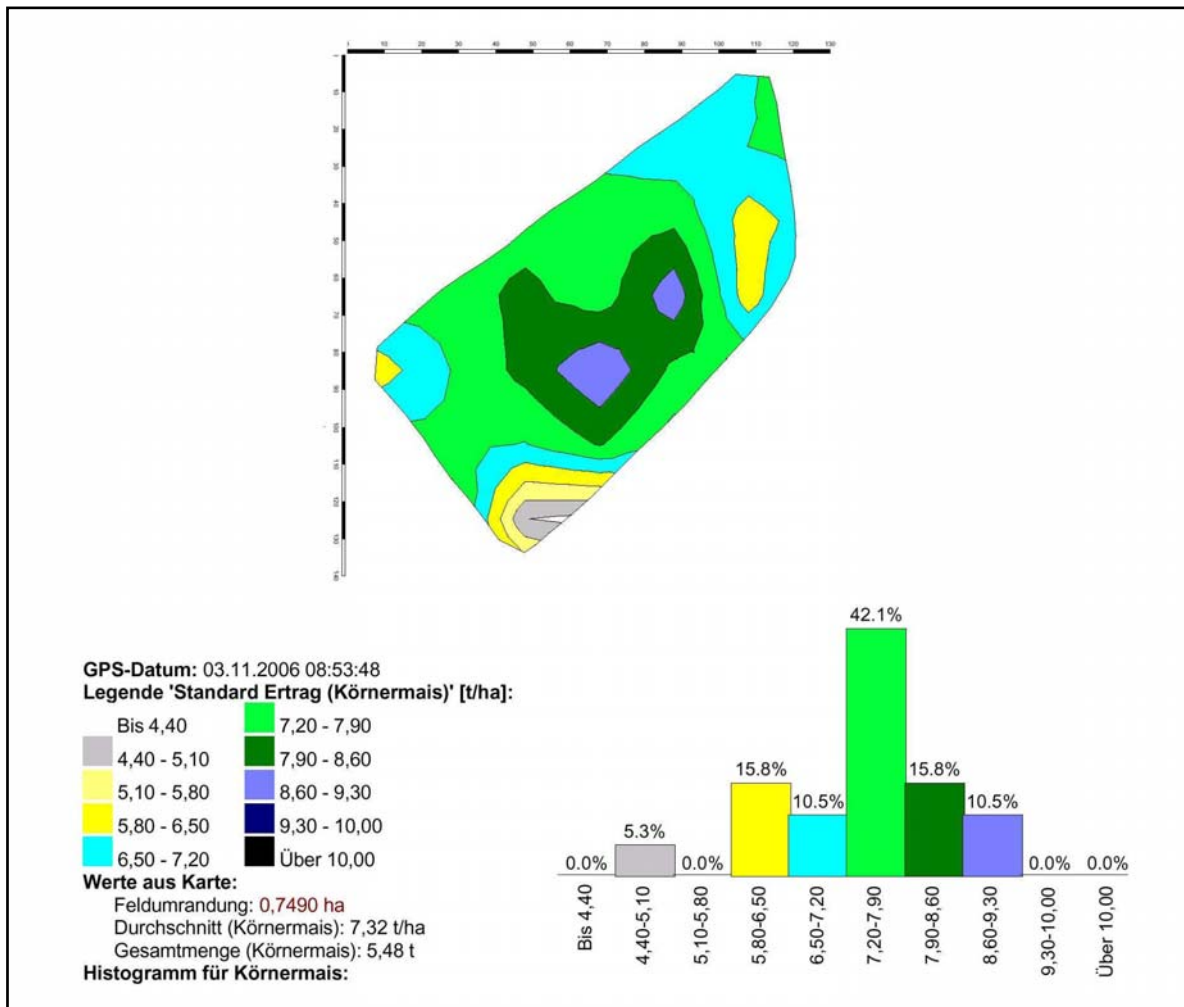


Bild 5.5.3: Ertragskarte der GPS-gestützten Online-Erfassung des Maisesnters (CLAAS)

5.5.2 Variabilität der ermittelten Stickstoffgehalte

Die Stickstoffanalysen der Proben im Labor der LUFA Augustenberg erfolgten nach den Methodenbüchern der VDLUFA. Die Ergebnisse der Laboranalysen können – eine richtige Probenbehandlung und nachgelagerte Datenverarbeitung vorausgesetzt – als sehr zuverlässig angesehen werden. Es wird ein umfangreiches Qualitätsmanagement durchgeführt und regelmäßig an Ringversuchen teilgenommen.

Die ermittelten Stickstoffgehalte der einzelnen Kulturen zeigen einerseits zwischen den verschiedenen Jahren, andererseits aber auch innerhalb eines Anbaujahres teilweise deutliche Schwankungen. Große Schwankungen bei den N-Gehalten erschweren die Übertragbarkeit der Untersuchungsergebnisse der Referenzflächen auf die restlichen Betriebsflächen und führen zu größeren Ungenauigkeiten bei der Berechnung der Stickstoffabfuhr. Anhand der Ergebnisse der Körner- und Saatmais-Analysen im Projektgebiet der badenova und der Grünland Analysen im Bereich der LW soll dies verdeutlicht werden.

Bild 5.5.4 zeigt die Stickstoffgehalte der untersuchten Maisproben, differenziert nach Körnermais und Saatmais und nach Anbaujahr. 4 von 6 Probengruppen weisen in ihren N-Gehalten eine sehr geringe Streuung auf. Beim Saatmais 2004 und beim Körnermais 2006 ist die Variabilität deutlich höher, aber noch im plausiblen Bereich. Diese Unterschiede sind wahrscheinlich vor allem auf Sortenunterschiede zurückzuführen. Im Gegensatz zu Brotgetreide und Braugerste, wo der Proteingehalt eine wichtige Rolle spielt, sind zu Einflussfaktoren auf den N-Gehalt beim Maiskorn bisher kaum Untersuchungen verfügbar. Die Stickstoffgehalte im Saatmais scheinen systematisch höher zu sein als beim Körnermais. Saatmais hat zwar beim Anbau meist eine höhere Stickstoffversorgung als Körnermais, allerdings existiert nach GIRARDIN (1970) kein Zusammenhang zwischen dem Stickstoffangebot im Boden und dem Gehalt im Maiskorn. Er nennt hauptsächlich genetische Gründe für die höheren Stickstoffgehalte im Erntegut.

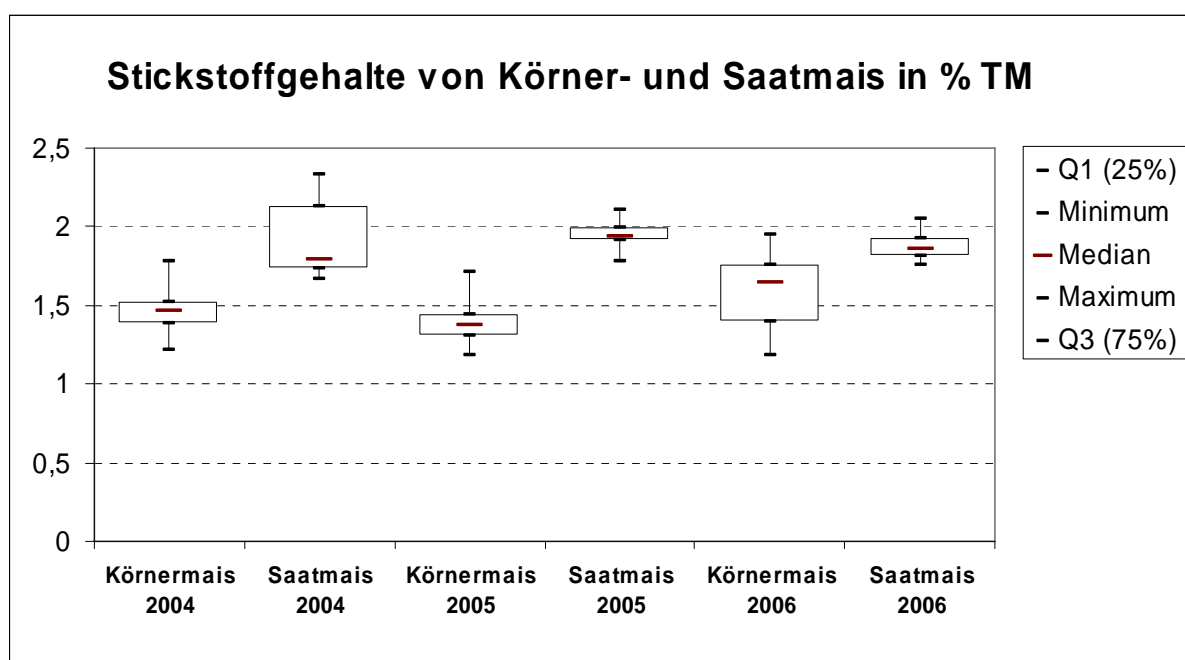


Bild 5.5.4: Stickstoffgehalte der untersuchten Maisproben im Projektgebiet der badenova

Bild 5.5.5 zeigt die Stickstoffgehalte der untersuchten Grünlandproben, differenziert nach Anbaujahr. Ausgewertet wurde hierbei einmal über die Mittelwerte aller Schnitte der jeweiligen Flächen und zum anderen über die N-Gehalte der Einzelschnitte aller Flächen, wobei letzteres zu größeren Abweichungen führen muss, da die Zeitpunkte der Einzelschnitte und die jeweiligen Wachstumsbedingungen sehr stark differieren.

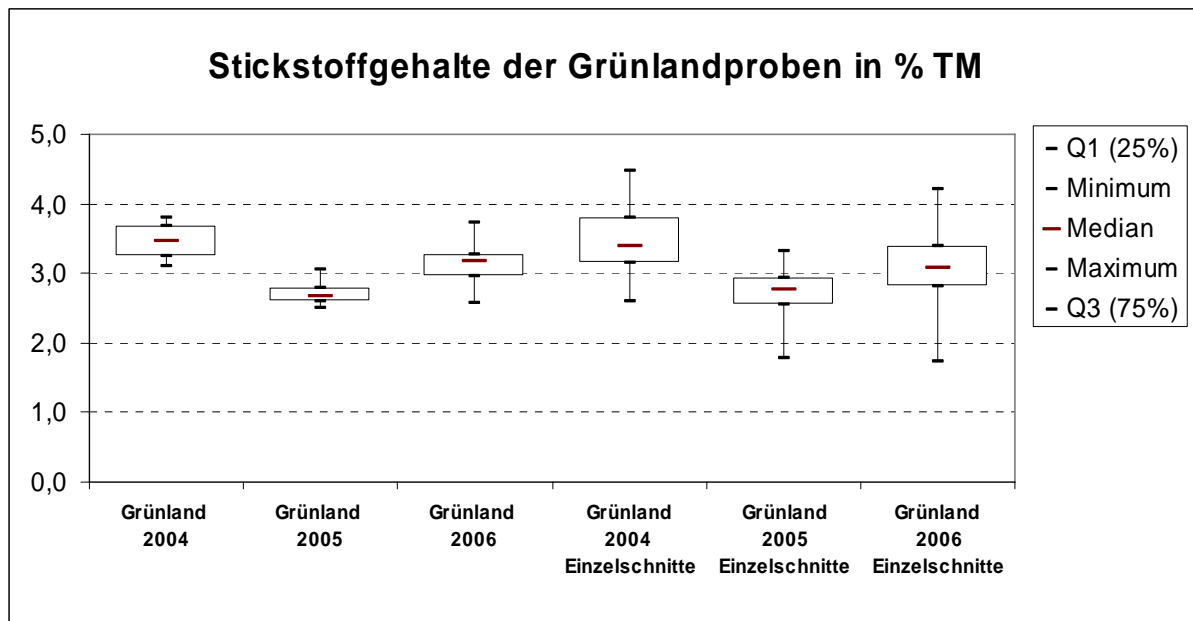


Bild 5.5.5: Stickstoffgehalte der untersuchten Grünlandproben im Projektgebiet der LW

Beim Vergleich über die Flächenmittelwerte zeigen die N-Gehalte innerhalb eines Jahres meist nur eine relativ geringe Streubreite. Bemerkenswert ist, dass alle Werte deutlich über den allgemeinen Faustzahlen z. B. der Düngeverordnung liegen. Da alle untersuchten Grünlandflächen in der engeren Wasserschutzzone im Donauried mit überwiegend moorigen oder anmoorigen Böden liegen, ist zu vermuten, dass hierfür die speziellen Standortbedingungen mit sehr hohem Mineralisierungspotential und die daraus resultierende Artenzusammensetzung der untersuchten Flächen verantwortlich sind. Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Einzelschnitte zeigt sich die große Spannweite der N-Gehalte mit Werten zwischen 1,7 und 4,5 % in der Trockenmasse.

5.6 Schlagkarteien

Von den 6 Intensivbetrieben wurden die Schlagkarteien der einzelnen Projektflächen für die Anbaujahre 2003 bis 2006 zur Verfügung gestellt. Von 5 Projektbetrieben wurde die Schlagkartei in Papierform, teilweise handgeschrieben, teilweise als Ausdruck aus unterschiedlichen Computerprogrammen, übermittelt. Lediglich bei 1 Landwirt wurde die Schlagkartei als klar strukturierte Excel-Tabelle geführt, was die Übernahme und Zusammenführung der Daten wesentlich erleichterte. Die anderen Angaben der verschiedenen Formulare wurden digital erfasst und in eine einheitliche Tabellenstruktur übernommen. Die Übernahme gestaltete sich teilweise recht schwierig, da häufig eine eindeutige Zuordnung der Schlagkartei zu den digitalisierten Projektflächen fehlte oder aber die Eintragungen nicht plausibel waren bzw. wichtige Angaben offensichtlich fehlten.

Bei der Kontrolle und Plausibilisierung der Schlagkarteien wurde vor allem die Angaben zur die Stickstoffausbringung durch Mineraldünger oder organische Dünger geachtet. Bei den Eintragungen zum Ertrag der einzelnen Flächen wurden von den Landwirten meist Mittelwerte über eine größere Anzahl von Flächen in die Schlagkartei eingetragen, teilweise mit zu-

sätzlichen, qualitativen Hinweisen. Bei den viehhaltenden Betrieben handelte es sich hierbei überwiegend um Schätzwerte der Betriebsleiter. Eine genaue Erfassung der Erntemengen einzelner Schläge konnte teilweise von den Marktfruchtbetrieben vorgenommen werden, sofern die Ernte einzelner Flächen direkt an die Händler abgegeben wurde.

Zusätzlich zu den Angaben der Landwirte wurde der durch die Ernteerhebung ermittelte Ertrag sowie die bei der LUFA Augustenberg gemessenen Trockensubstanz- und Gesamtstickstoffgehalte aufgenommen. Die Stickstoffzufuhr über organischen Dünger oder Klärschlamm wurde anhand der angegebenen Ausbringungsmengen und der vorgelegten Gülle- bzw. Klärschlammanalysen und umgerechnet. Im Rahmen der späteren Plausibilisierung der Angaben zeigte sich bei einem Projektbetrieb, dass die vorgelegten Gülleanalysen eindeutig zu niedrige Stickstoffgehalte ergaben. Hier ist zu vermuten, dass die Gülle vor der Probenahme nicht ordnungsgemäß homogenisiert wurde. In diesem Fall wurde der N-Gehalt über den im Rahmen der Hoftorbilanz ermittelten Anfall an organischem Dünger auf die ausgebrachte Güllemenge zurückgerechnet.

In der Anlage zu Kap. 5.6 sind beispielhaft die bei den Landwirten erhobenen und zusätzlich erfassten Daten für die einzelnen Flächen von zwei Projektbetrieben für das Anbaujahr 2004/2005 in Auszügen enthalten.

5.7 Hoftorbilanzen

Für die 26 Projektbetriebe wurden die Hoftorbilanzen für die Anbaujahre 2004, 2005 und 2006 sowie die Bilanzen für die Wirtschaftsjahre 2003/2004, 2004/2005 und 2005/2006 ermittelt. Die Ergebnisse der einzelnen Jahre und Bilanzierungszeiträume sind in der Tabelle in Anlage zu Kap. 5.7 zusammengestellt. Sie enthält die einzelnen Bilanzglieder der N-Einfuhr und N-Ausfuhr sowie die ermittelten N-Verluste bei der Tierhaltung. Zur besseren Übersicht der Ergebnisse werden die ermittelten N-Salden in den nachfolgenden Darstellungen für die beiden Projektgebiete zusammengefasst.

Im Projektgebiet der LW liegen die ermittelten N-Salden zwischen 115 kg N/ha und -76 kg N/ha für die einzelnen Anbaujahre. Der Mittelwert der N-Salden für die 39 Hoftorbilanzen nach Anbaujahr beträgt 25 kg N/ha. Die Mittelwerte für die einzelnen Projektbetriebe schwanken zwischen 65 und -57 kg N/ha. Besonders auffallend ist hier der Betrieb L8. Hierbei handelt es sich um einen ökologisch wirtschaftenden Marktfruchtbetrieb, der über alle Jahre und Bilanzierungszeiträume hinweg deutlich negative N-Salden aufweist. Für diesen Betrieb muss davon ausgegangen werden, dass die im Hoftorprogramm angesetzten 30 kg N/ha als Stickstoffbindung für Grünland und die Angaben für Klee-grasuntersaaten und Leguminosen deutlich zu niedrig angesetzt sind. Wird dieser Betrieb bei der Mittelwertbildung für die N-Salden nicht berücksichtigt, so steigt der Mittelwert der verbleibenden Betriebe von 26 kg N/ha auf 33 kg N/ha.

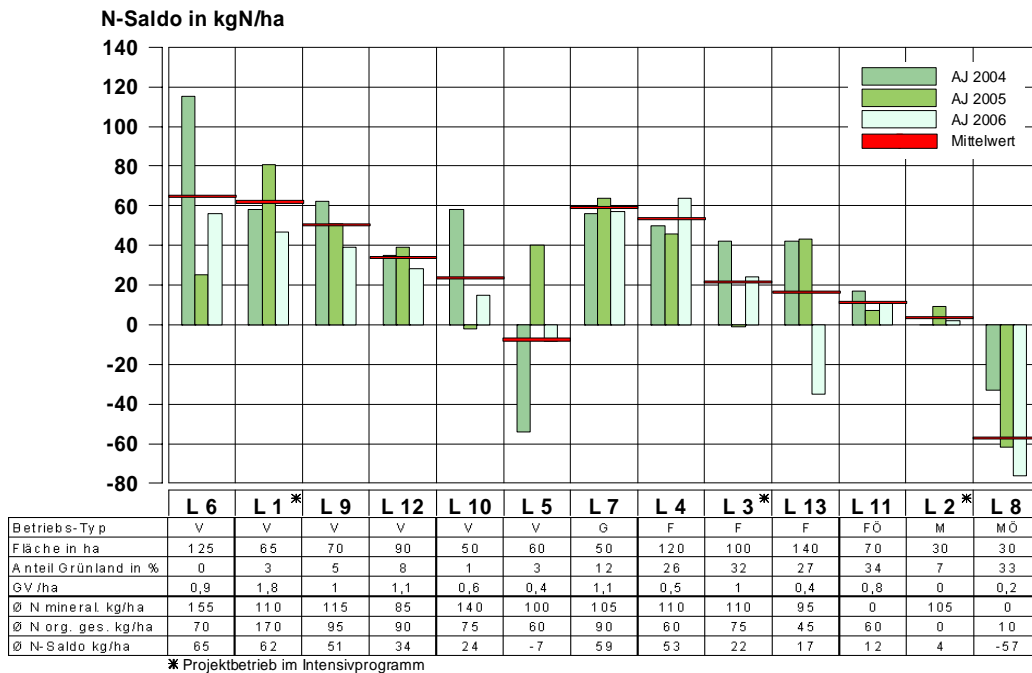


Bild 5.7.1: N-Salden der Betriebe im Projektgebiet der LW für die Anbaujahre 2004 bis 2006

Eine Reihe von Betrieben weist über die 3 Jahre sehr gleichmäßige N-Salden auf, während andere große Schwankungen zwischen den einzelnen Jahren zeigen. Diese Schwankungen resultieren teilweise aus den unterschiedlichen Erträgen der jeweiligen Jahre, teilweise aus der Lagerhaltung und dem Verkauf im darauffolgenden Jahr und teilweise aus betrieblichen Umstellungen. Dies zeigt, dass die Hoftorbilanz eines Jahres nur eine geringe Aussagekraft besitzt, da sie von vielen Einzelfaktoren abhängt. Um hier zu belastbaren Ergebnissen zu gelangen, ist eine Mittelwertbildung über mindestens 3 aufeinanderfolgende Jahre eines Bilanzierungszeitraums sinnvoll. Die N-Salden der Veredlungsbetriebe liegen im Mittel über denen der Futterbau- und der Marktfruchtbetriebe. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass es sich trotz gleichen Betriebstyps um teilweise sehr unterschiedliche Betriebe handelt.

Betrachtet man die N-Salden für die Wirtschaftsjahre 2003/2004 bis 2005/2006, so ergibt sich ein ähnliches Bild wie für den Bilanzzeitraum der Anbaujahre. Die Mittelwerte über alle Hoftorbilanzen liegen jedoch mit 35 kg N/ha für die 13 Projektbetriebe der LW bzw. mit 43 kg N/ha ohne Berücksichtigung der Ergebnisse des Betriebs L8 deutlich höher als die Mittelwerte für die Anbaujahre. Dies dürfte vor allem auf das Jahr 2003 zurückzuführen sein, in dem es aufgrund der klimatischen Randbedingungen zu extrem schlechten Ernten im Gebiet der LW kam.

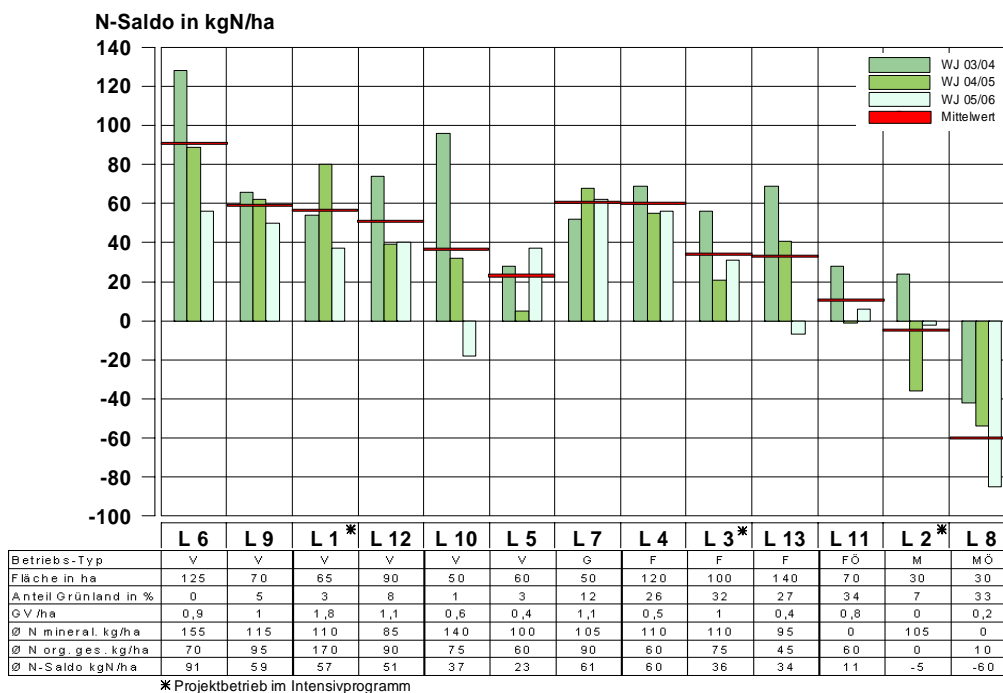


Bild 5.7.2: N-Salden der Betriebe im Projektgebiet der LW für die Wirtschaftsjahre 2003/2004 bis 2005/2006

Vergleicht man hierzu die Ergebnisse aus dem Projektgebiet der badenova, so zeigt sich, dass die Werte im Mittel über den Ergebnissen im Bereich der LW liegen. Der Mittelwert für die Anbaujahre 2004 bis 2006 über alle Hoftorbilanzen liegt im Bereich der badenova bei 54 kg N/ha. Auch hier zeigen sich große Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren. Die Werte schwanken hierbei zwischen 136 und 6 kg N/ha. Auffallend sind bei dieser Darstellung die Ergebnisse des Jahres 2006 für den Betrieb B3 und abgeschwächt für die Betriebe B1 und B12. In diesem Fall führte die große Trockenheit im Frühsommer 2006 vor allem auf schlechteren Böden zu erheblichen, teilweise vollständigen Ernteaufällen.

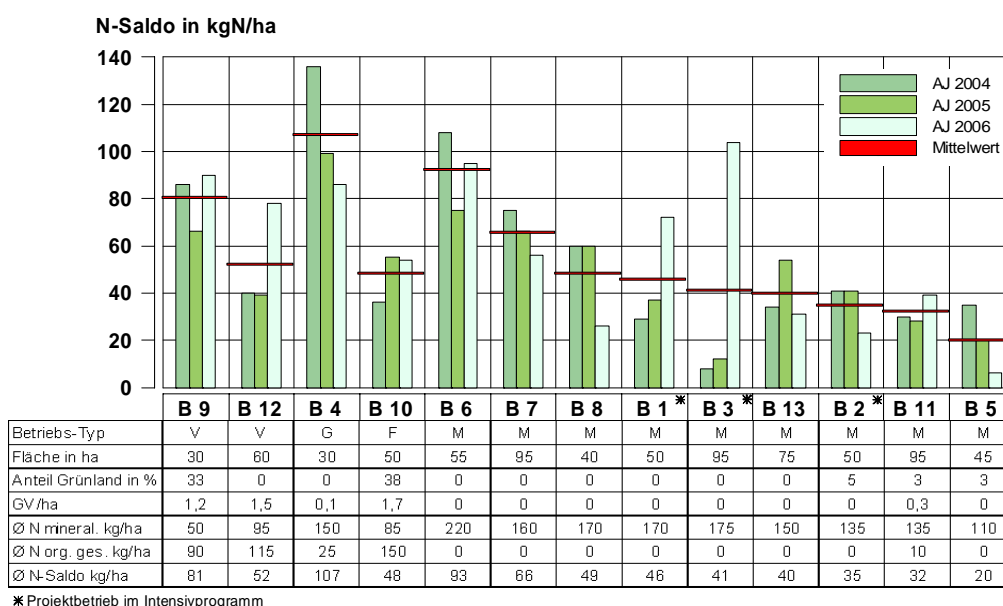


Bild 5.7.3: N-Salden der Betriebe im Projektgebiet der badenova für die Anbaujahre 2004 bis 2006

Bei der Bilanzierung nach Wirtschaftsjahr liegt der Mittelwert der N-Salden über alle Betriebe und Jahre mit 62 kg N/ha um 8 kg über dem Vergleichswert für die Anbaujahre. Bei den einzelnen Betrieben weisen die Mittelwerte nur geringe Unterschiede zwischen den Betrachtungszeiträumen auf.

Vor allem bei den Marktfruchtbetrieben kann es jedoch bei dieser Betrachtungsweise zu einzelnen Ausreißern kommen, da dem Düngeraufwand die Ernteergebnisse des Vorjahres gegenübergestellt werden. Besonders für die Marktfruchtbetriebe ist daher der Betrachtungszeitraum Anbaujahr aussagekräftiger und daher im Allgemeinen zu bevorzugen.

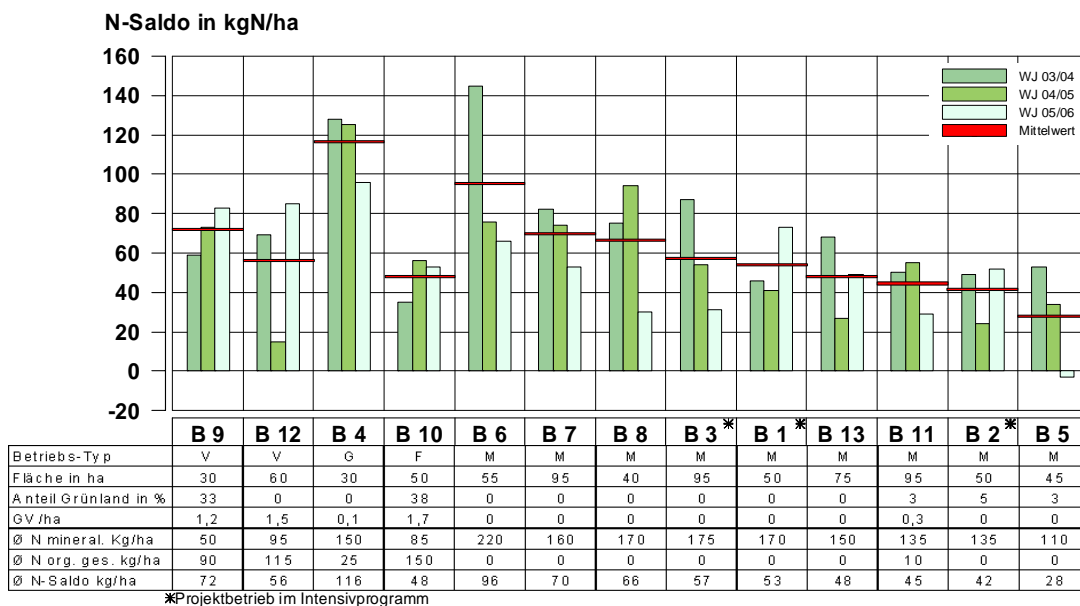


Bild 5.7.4: N-Salden der Betriebe im Projektgebiet badenova in den Wirtschaftsjahren 2003/2004 bis 2005/2006

In Bild 5.7.5 wurden die Einzelergebnisse der N-Salden im Projektgebiet der LW für die einzelnen Jahre der Größe nach sortiert. Hierbei zeigt sich nochmals die Abstufung der einzelnen Jahre. Ausgehend vom Jahr 2004 mit einem Mittelwert von 40 kg N/ha, ohne Berücksichtigung des Betriebs L8, geht der Mittelwert im Jahr 2005 auf 33 kg N/ha und im Jahr 2006 auf 25 kg N/ha zurück. Die N-Salden 120 kg werden vor allem durch die beiden ökologisch wirtschaftenden Betriebe L8 und L11 und den sehr extensiv wirtschaftenden Marktfruchtbetrieb L2 erreicht. In dieser Darstellung zeigt sich nochmals die enorme Spannweite der Einzelergebnisse von fast 200 kg N/ha zwischen höchstem und niedrigstem N-Saldo.

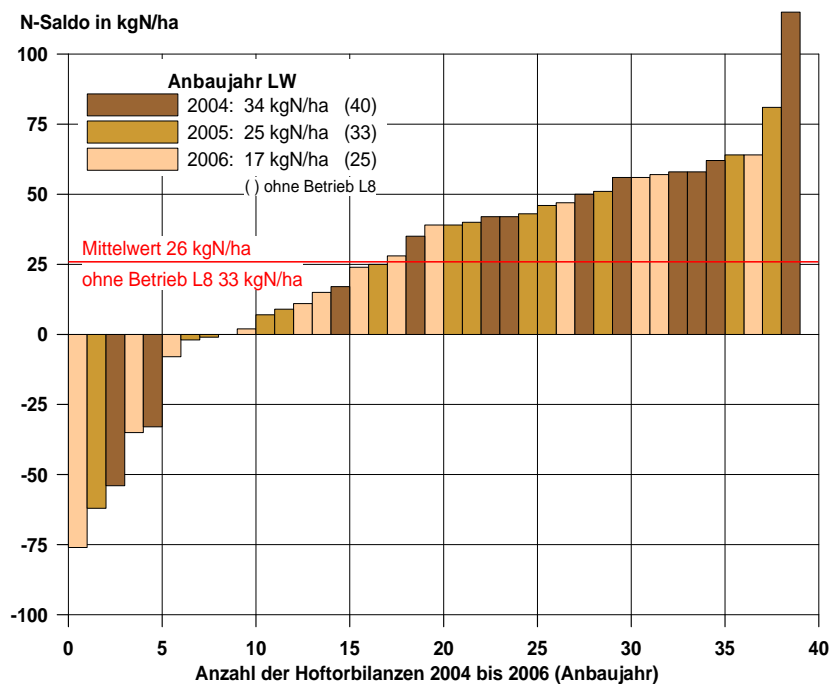


Bild 5.7.5: N-Salden der Betriebe im Projektgebiet der LW in den Anbaujahren 2004 bis 2006

Bei der entsprechenden Auswertung für die N-Salden im Projektgebiet der badenova zeigt sich, dass die Mittelwerte der einzelnen Anbaujahre nur geringfügig zwischen 50 und 58 kg N/ha schwanken. Berücksichtigt man die in den vorhergehenden Darstellungen beschriebenen Ausreißer, ergeben sich für die einzelnen Jahre praktisch identische Mittelwerte. Die Ergebnisse liegen damit doch deutlich über den mittleren N-Salden im Projektgebiet der LW.

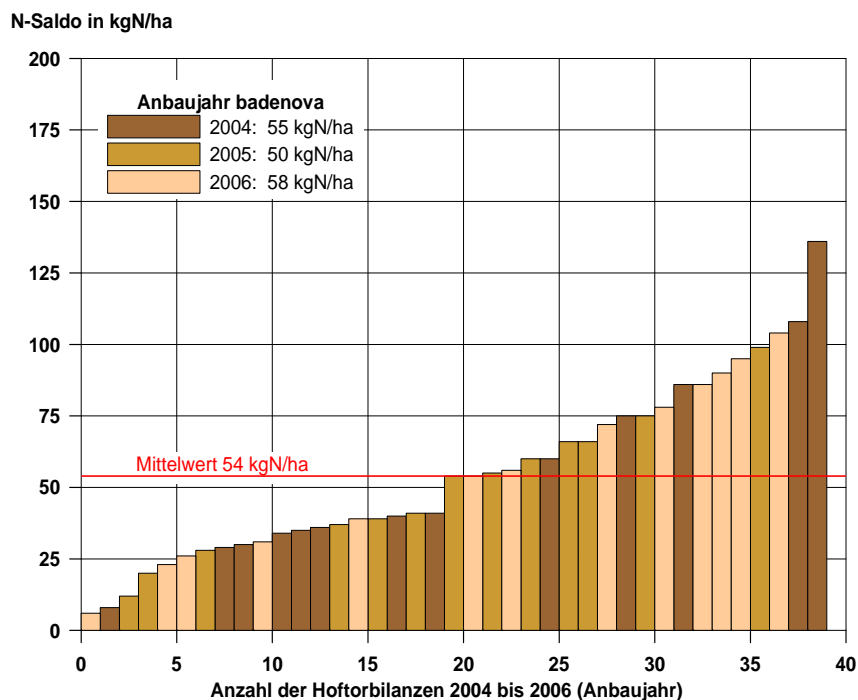


Bild 5.7.6: N-Salden der Betriebe im Projektgebiet der badenova in den Anbaujahren 2004 bis 2006

Um die im Rahmen des Forschungsvorhabens ermittelten Ergebnisse der Nährstoffbilanzen im regionalen Bezug vergleichen zu können, wurde auf die Untersuchungen und aktuellen Erhebungen der Universität Hohenheim, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, zurückgegriffen [GAMER, ZEDDIES.; 2007].

Gamer und Zeddies haben im Auftrag des Ministeriums Ländlicher Raum Baden-Württemberg eine Methode entwickelt, aus Jahresbetriebsabschlüssen des Testbetriebsnetzes in Baden-Württemberg regionale Hoftorbilanzen zu berechnen [GAMER, ZEDDIES, 2002]. Die hierbei verwendeten Buchführungsergebnisse sind betriebswirtschaftliche Abschlüsse nach den Richtlinien des Bundeslandwirtschaftsministeriums. Sowohl aus Datenschutzgründen als auch aus Gründen der statistischen Aussagekraft – lediglich ca. 1100 Testbetriebe pro Jahr für Baden-Württemberg – können die Bilanzen jedoch nur auf der Ebene von Verwaltungsregionen in Baden-Württemberg bzw. daraus abgeleiteter Vergleichsgebiete (21 Gebiete „gleicher natürlicher landwirtschaftlicher Ertragsfähigkeit“) dargestellt werden. Eine Berechnung von repräsentativen Hoftorbilanzen auf Kreis- bzw. Gemeindeebene erlaubt die benutzte Datenbasis nicht. Mit Beginn des Wirtschaftsjahres 2001/02 wurde die bisherige bundesdeutsche Betriebsstatistik durch die EU-Betriebsstatistik abgelöst.

Nicht alle benötigten Größen zur Erstellung der Nährstoffbilanzen auf der Grundlage von Hoftorbilanzen sind direkt aus den ca. 1300 Kennzahlen der Buchführungsabschlüsse zu entnehmen. Aus den teilweise sehr verdichteten und nur in monetären Einheiten verwendbaren Informationen müssen daher unter Verwendung externer (Schätz-)Größen wie Preise, Mastengewichte, Mineralstoffgehalt usw. die entsprechenden Mineralstoffmengen berechnet werden. Die Methode ist daher nur bei einer größeren Anzahl von Betrieben anwendbar und liefert eine Tendenz der betrieblichen Nährstoffbilanzen.

Die von Zeddies und Gamer berechneten Mittelwerte für die Wirtschaftsjahre 2001/02 bis 2005/06 für die beiden Vergleichsgebiete „Bessere Alb“ und „Rheinebene“ werden nachfolgend mit den Ergebnissen der Projektbetriebe verglichen. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass die Zusammensetzung der Projektbetriebe nicht der statistischen Verteilung in den beiden Vergleichsgebieten entspricht. Darüber hinaus wird bei Zeddies und Gamer bereits darauf hingewiesen, dass die ermittelten Gesamtmittelwerte der Vergleichsgebiete nur mit Vorbehalt interpretiert werden können, da die Anzahl der Betriebe je Vergleichsgebiet zum Teil sehr gering ist. Hinzu kommt, dass die N-Bilanzsalden auch innerhalb der Betriebsgruppen je nach Spezialisierung der Betriebe zum Teil sehr unterschiedlich sind.

In Bild 5.7.7 sind die im Projektgebiet der LW ermittelten Hoftorbilanzen den Ergebnissen des Vergleichsgebiets Bessere Alb nach Gamer und Zeddies gegenübergestellt. Der Vergleich zeigt, dass die Bilanzglieder der N-Einfuhr nur geringe Abweichungen aufweisen. Die Größendifferenzen ergeben sich bei der biologischen N₂-Bindung. Während das Hoftorbilanzprogramm im Rahmen des Forschungsvorhabens eine N₂-Bindung für Grünland von nur 30 kg N/ha ansetzt (siehe Anlage zu Kap. 3.4.1), verwenden Gamer und Zeddies eine N₂-

Bindung für Grünland zwischen 45 und 65 kg N/ha. Darüber hinaus werden allgemein für asymbiontische N₂-Bindung 5 kg N/ha zugrunde gelegt.

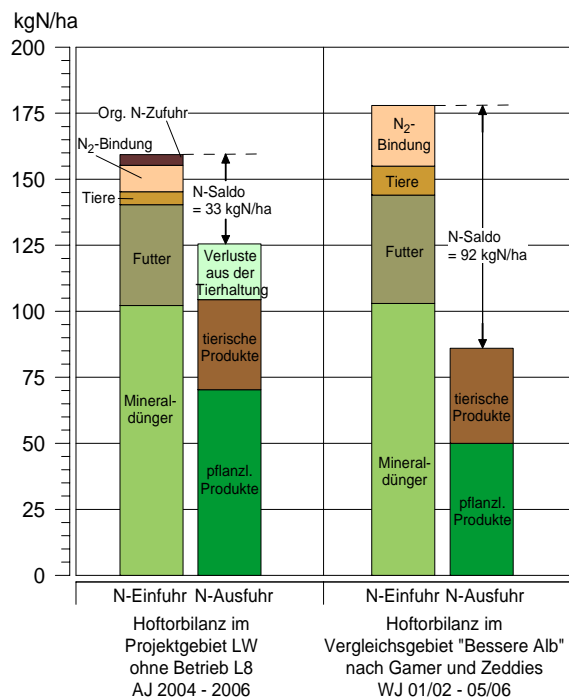


Bild 5.7.7: Vergleich der Hoftorbilanzen im Projektgebiet der LW mit den Ergebnissen nach Gamer und Zeddies

Ein größerer Unterschied findet sich auch bei der Stickstoffzufuhr durch Tiere. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass viele der Projektbetriebe eine eigene Nachzucht betreiben, so dass der Import von Tieren unterdurchschnittlich ist. Die N-Zufuhr durch organischen Dünger oder Klärschlamm wird bei Zeddies und Gamer nicht berücksichtigt, da hier davon ausgegangen wird, dass sich die Ein- und Ausfuhr innerhalb der Vergleichsgebiete ausgleicht.

Die größten Unterschiede ergeben sich bei der N-Ausfuhr und hier vor allem bei den pflanzlichen Produkten. Während die N-Ausfuhr der LW-Projektbetriebe hierzu im Mittel 70 kg N/ha betrug, ermittelten Gamer und Zeddies für das Vergleichsgebiet Bessere Alb lediglich 50 kg N/ha. Worauf dies zurückzuführen ist, konnte nicht genau geklärt werden. Evtl. ist auch hierfür die unterschiedliche Betriebsstruktur der Projektbetriebe ausschlaggebend. Die N-Ausfuhr über tierische Produkte liefert bei beiden Verfahren fast identische Werte. Gamer und Zeddies kommen für den Vergleichszeitraum auf einen N-Saldo von 92 kg N/ha, berechnet als Brutto-Saldo. Der Vergleichswert für die Projektbetriebe der LW liegt hier bei 54 kg N/ha und damit um 38 kg unter dem Wert von Gamer und Zeddies. Über die Ursachen dieser Differenz kann nur spekuliert werden. Neben der Betriebsstruktur und der Situation der einzelnen Betriebe könnte auch die räumliche Verteilung innerhalb des Vergleichsgebiets eine Rolle spielen. Darüber hinaus ist es durchaus plausibel, dass es sich bei den teilnehmenden Projektbetrieben um eine Positivauswahl handelt.

Vergleicht man die Ergebnisse der Projektbetriebe im Gebiet der badenova mit den Ergebnissen nach Gamer und Zeddies im Vergleichsgebiet Rheinebene, so ergeben sich wesentlich größere Unterschiede bei den einzelnen ermittelten Bilanzgliedern. Während die N-Einfuhr über Mineraldünger bei Gamer und Zeddies lediglich 83 kg N/ha beträgt, wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens ein Wert von 138 kg N/ha ermittelt. Aber auch die N-Einfuhr über Futter liegt über dem Vergleichswert von Gamer und Zeddies. Während die N_2 -Bindung bei den Projektbetrieben der badenova nur eine untergeordnete Rolle spielt, liegt sie bei Gamer und Zeddies bei 24 kg N/ha und ist damit zu fast 20 % an der N-Einfuhr beteiligt.

Große Unterschiede ergeben sich jedoch auch bei der N-Ausfuhr. Die N-Ausfuhr über pflanzliche Produkte liegt bei den Projektbetrieben mit 86 kg N/ha deutlich über dem Vergleichswert von 50 kg N/ha bei Gamer und Zeddies. Trotz dieser unterschiedlichen Bilanzglieder ergibt sich für beide Vorgehensweisen ein Brutto-N-Saldo von 66 bzw. 65 kg N/ha. Die großen Unterschiede dürften auch im Projektgebiet der badenova auf die Struktur der teilnehmenden Betriebe zurückzuführen sein. Hinzu kommt, dass das Vergleichsgebiet Rheinebene das gesamte Gebiet zwischen Basel und Mannheim abdeckt. Das Projektgebiet der badenova repräsentiert hierin nur einen sehr kleinen Bereich mit darüber hinaus sehr spezialisierten Betrieben.

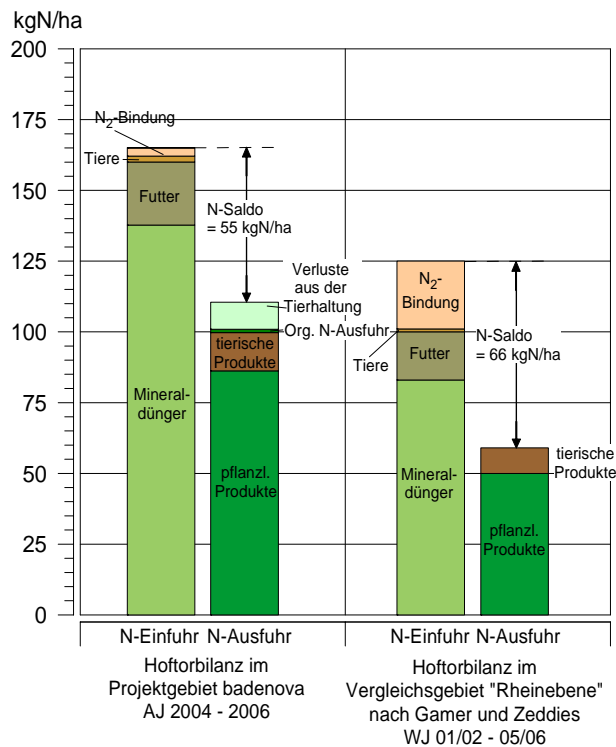


Bild 5.7.8: Vergleich der Hoftorbilanzen im Projektgebiet der badenova mit dem Vergleichsgebiet Rheinebene nach Gamer und Zeddies

Die Vergleiche zeigen, dass die Ergebnisse nach Gamer und Zeddies nur bedingt als Vergleich zu den erhobenen Hoftorbilanzen in den Projektgebieten herangezogen werden können.

6. Auswertungen

Im vorhergehenden Kapitel wurden die im Rahmen des Forschungsvorhabens in den beiden Projektgebieten erhobenen und berechneten Basisdaten zusammengestellt und erläutert. In den nachfolgenden Kapiteln werden nun die auf dieser Datengrundlage durchgeführten Auswertungen und Berechnungen zusammengestellt. Die nachfolgende schematische Darstellung soll hierbei die für die jeweiligen Berechnungen notwendige Datengrundlage verdeutlichen. Darüber hinaus wurden die durchgeführten Korrelationen eingetragen, die zwischen den verschiedenen Daten und Berechnungsergebnissen durchgeführt wurden.

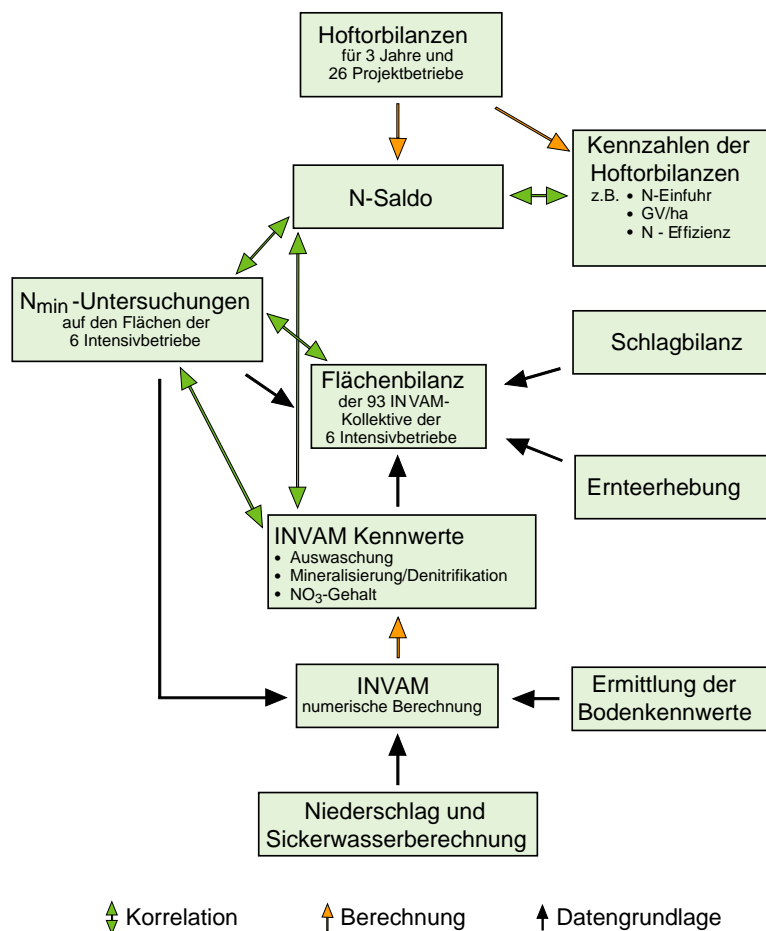


Bild 6.1.1: Schematische Übersicht der durchgeführten Untersuchungen und Auswertungen

6.1 Abgleich zwischen Flächenbilanzen und N_{min}-Werten mittels INVAM-Berechnung

In den beiden Projektgebieten wurden in den drei Projektjahren für insgesamt 96 teilweise jährlich variierende Flächenkollektive Flächenbilanzen erstellt. Die Einzelflächen für die jeweiligen Kollektive der 6 Intensivbetriebe wurden so ausgewählt, dass sie bezüglich Nutzung, Bodenparameter und Lage möglichst vergleichbar waren.

Für die 53 Kollektive im Bereich der LW und die 43 Kollektive im Bereich der badenova wurde in den 3 Herbst-Winter-Zeiträumen 2003/04, 2004/05 und 2005/06 eine INVAM-Berechnung (siehe Kap. 3.3) durchgeführt. Ausgangs- und Endwert des jährlichen Bilanzzeitraums bilden die N_{\min} -Werte nach Ernte der Hauptfrucht. Das Prinzipschema im nachfolgenden Bild soll die Vorgehensweise und die Wirkung der Einflussfaktoren verdeutlichen.

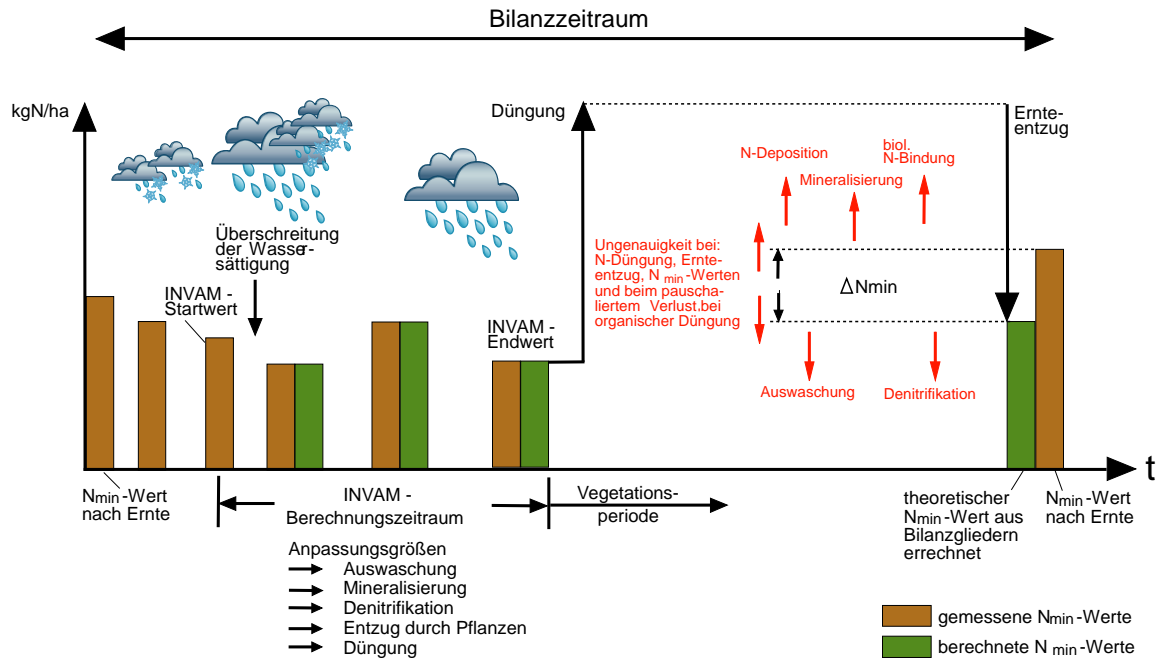


Bild 6.1.2: Prinzipschema der Vorgehensweise und der Einflussfaktoren bei der Ermittlung der Flächenbilanzen

Ausgangswert der Flächenbilanz ist der N_{\min} -Wert nach der Ernte. Veränderungen durch N-Entzug, Mineralisierung oder Denitrifikation bis zum INVAM-Startwert werden durch die zusätzlichen N_{\min} -Werte erfasst. Mit der Überschreitung der Wassersättigung der Böden beginnt der INVAM-Berechnungszeitraum. Durch die INVAM-Berechnungen werden die Anpassungsgrößen N-Auswaschung, Mineralisierung und Denitrifikation bis zum letzten Frühjahrs- N_{\min} -Wert ermittelt. Ausgehend vom N_{\min} -Wert nach der Ernte, den mit INVAM errechneten Anpassungsgrößen, den aus den Schlagkarteien erhobenen Werten für N-Düngung und dem durch die Ernteerhebung ermittelten N-Entzug ergibt sich ein „theoretischer N_{\min} -Wert“ nach der nächsten Ernte als Bilanzergebnis. Die Ergebnisse aller Kollektive, getrennt nach Bewirtschafter und Jahr, sind in der Anlage zu Kap. 6.1 zusammengestellt.

Die berechneten „theoretischen N_{\min} -Werte“ der einzelnen Kollektive werden in den nachfolgenden Bildern den gemessenen N_{\min} -Werten nach der Ernte als Endwert des Bilanzzeitraums gegenübergestellt.

Die Darstellung für das Projektgebiet der LW zeigt, dass es nicht gelingt, den gemessenen N_{\min} -Wert durch den berechneten „theoretischen N_{\min} -Wert“ aus der Flächenbilanzierung in den einzelnen Jahren zu ermitteln. Die Abweichungen betragen im Maximum über 220 kg N/ha. Nur bei 15 von 53 Kollektiven (28 %) beträgt die Differenz weniger als +/- 20 kg N/ha. Die Werte liegen fast gleich oft über wie unter der eingetragenen Ausgleichsgeraden. Der Betrag der mittleren Abweichung aller Kollektive liegt bei 54 kg N/ha. In den einzelnen Jah-

ren kam es zu deutlichen Abweichungen. Die hierfür ermittelten Korrelationskoeffizienten liegen zwischen 0,19 und 0,42.

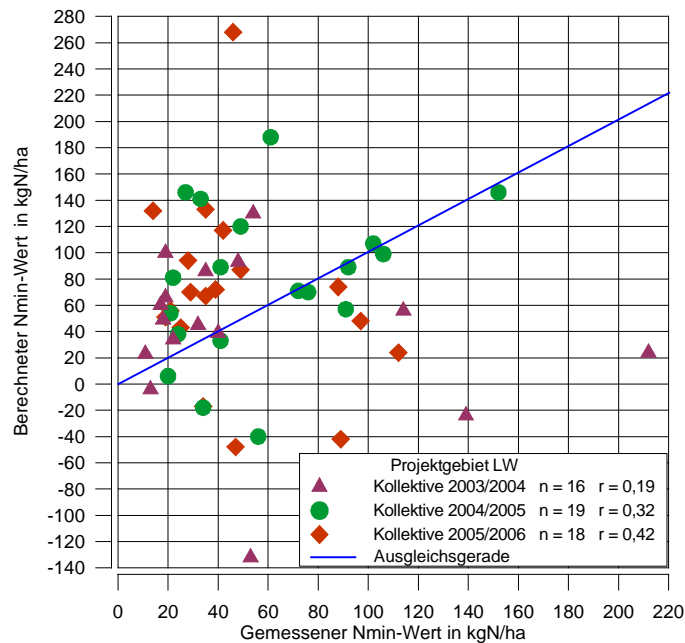


Bild 6.1.3: Korrelation der gemessenen N_{min} -Werte nach der Ernte mit den über die Flächenbilanz berechneten „theoretischen“ N_{min} -Werten, unterschieden nach Bilanzierungsjahren im Projektgebiet der LW

Auch bei der Betrachtung der Kollektive der einzelnen Projektbetriebe über die 3 Betrachtungszeiträume lässt sich kein Zusammenhang erkennen. Bei Betrieb L2 sind die Abweichungen insgesamt am geringsten. Sie liegen bei 9 von 17 Kollektiven unter 20 kg N/ha. Die maximale Abweichung liegt allerdings auch hier bei -188 kg N/ha. Die ermittelten Korrelationskoeffizienten für die Kollektive der drei Projektbetriebe liegen zwischen 0,07 und 0,28.

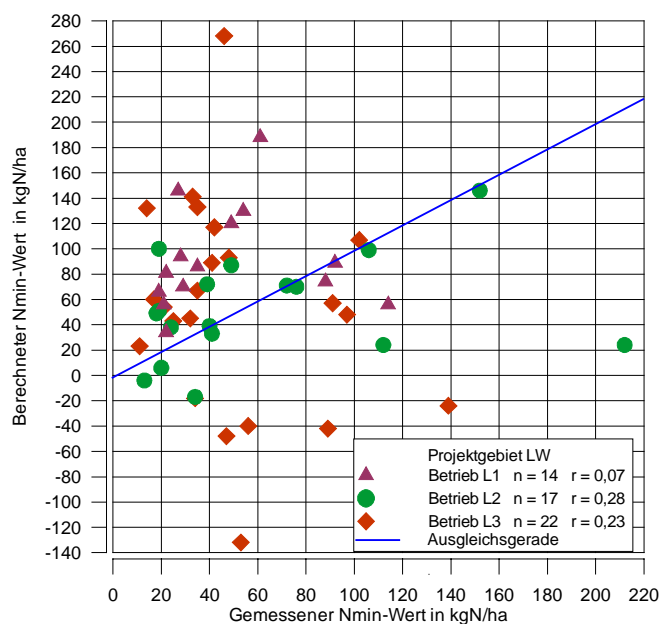


Bild 6.1.4: Korrelation der gemessenen N_{min} -Werte nach der Ernte mit denen über die Flächenbilanz berechneten „theoretischen“ N_{min} -Werten, unterschieden nach Projektbetrieben im Projektgebiet der LW

Auch im Projektgebiet der badenova gelingt es nicht, den gemessenen N_{\min} -Wert durch den berechneten „theoretischen N_{\min} -Wert“ aus der Flächenbilanzierung in den einzelnen Jahren abzubilden. Die maximalen Abweichungen betragen hier 190 kg N/ha. Nur bei 13 von 43 Kollektiven (30 %) beträgt die Differenz weniger als +/- 20 kg N/ha. Im Gegensatz zum Projektgebiet der LW liegen die „theoretischen N_{\min} -Werte“ hier jedoch zu 75 % über den gemessenen Werten. Der Betrag der mittleren Abweichung aller Kollektive liegt bei 44 kg N/ha.

In allen 3 betrachteten Jahren kam es zu deutlichen Abweichungen. Die geringsten Abweichungen ergaben sich im Jahr 2004/2005. Hier wiesen 5 von 13 Kollektiven (38 %) eine Abweichung unter +/-20 kg N/ha auf, während im Jahr 2005/2006 nur 2 von 15 Flächen unter 20 kg N/ha lagen, bei einer mittleren Abweichung von 76 kg N/ha. Bis auf eine Fläche lagen die theoretischen Werte deutlich über den gemessenen, was eindeutig auf die N-Auswaschung und Denitrifikation im Spätsommer 2006 zurückzuführen ist. Die ermittelten Korrelationskoeffizienten für die einzelnen Jahre liegen zwischen 0,17 und 0,54.

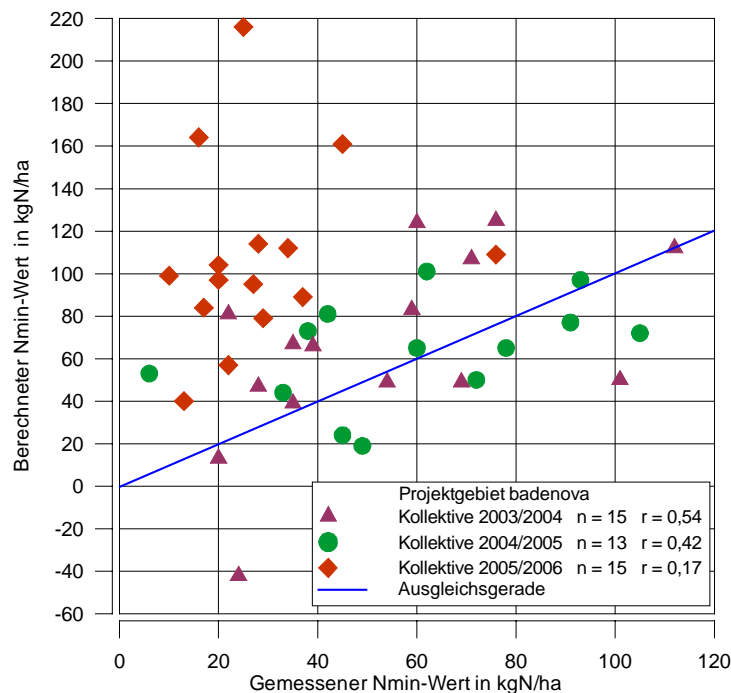


Bild 6.1.5: Korrelation der gemessenen N_{\min} -Werte nach der Ernte mit den über die Flächenbilanz berechneten „theoretischen“ N_{\min} -Werten, unterschieden nach Bilanzierungsjahren im Projektgebiet der badenova

Betrachtet man die Kollektive der einzelnen Projektbetriebe der badenova über die 3 Betrachtungszeiträume, so lässt sich auch hier kein Zusammenhang erkennen. Bei Betrieb B1 beträgt die Abweichung nur bei 3 von 16 Kollektiven weniger als 20 kg N/ha. Die maximale Abweichung liegt hier bei 86 kg N/ha, was die niedrigste maximale Abweichung der 3 Betriebe darstellt. Während bei Betrieb B2 immerhin 9 von 18 Kollektiven eine Abweichung unter 20kg N/ha aufweisen, erreicht dies bei Betrieb B3 nur eines von 9 Kollektiven. Die ermittelten Korrelationskoeffizienten für die Kollektive der 3 Projektbetriebe liegen zwischen 0,01 und 0,30.

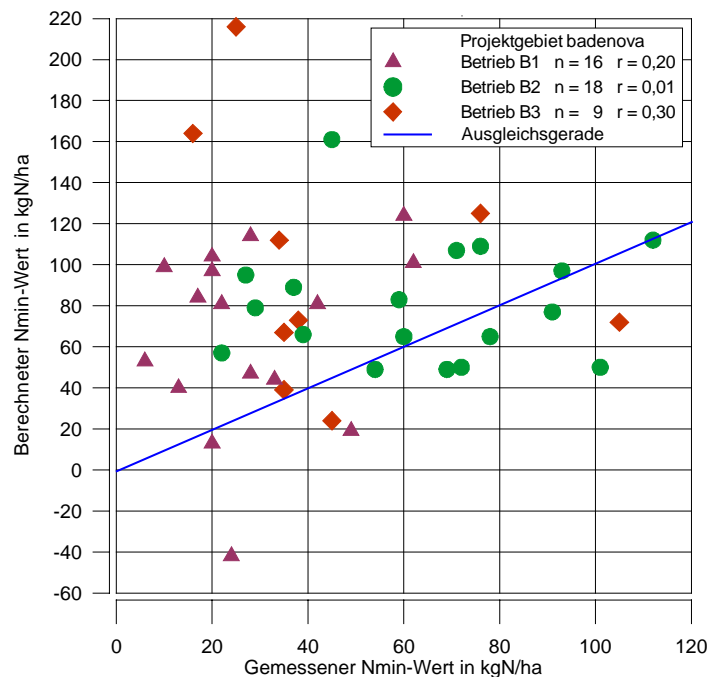


Bild 6.1.6: Korrelation der gemessenen N_{\min} -Werte nach der Ernte mit denen über die Flächenbilanz berechneten „theoretischen“ N_{\min} -Werten, unterschieden nach Projektbetrieben im Projektgebiet der badenova

Zusammenfassend betrachtet zeigen die Auswertungen, dass die gemessenen N_{\min} -Werte nach der Ernte meist nicht über die vorgenommene Berechnung der Flächenbilanzierung ermittelt werden können. Dies muss einerseits auf die Ungenauigkeit der betrachteten Bilanzierungsgrößen und andererseits auf die bisher nicht berücksichtigten, im Bild 6.1.2 jedoch bereits dargestellten Einflussfaktoren während der Vegetationsperiode zurückgeführt werden. Der mögliche Einfluss der einzelnen Faktoren auf die Flächenbilanzierung ist hierbei sehr unterschiedlich.

N_{\min} -Werte

Unter der Voraussetzung, dass die N_{\min} -Probenahme, die Lagerung und der Transport der Proben sowie die Analytik korrekt und entsprechend den Vorgaben durchgeführt wurden, ist der Fehler durch die Ungenauigkeiten der N_{\min} -Werte im Allgemeinen vergleichsweise klein [DVGW-FORSCHUNGSSTELLE, PROJEKTGRUPPE GRUNDWASSER UND BODEN, 1992]. Im Rahmen der umfangreichen N_{\min} -Untersuchungen konnten die N_{\min} -Werte der Einzelflächen fast immer durch die nachfolgende Beprobung plausibel reproduziert werden. Da für die INVAM-Berechnung ausschließlich die Mittelwerte der Flächen-Kollektive benutzt wurden, ist davon auszugehen, dass sich die Ungenauigkeiten der N_{\min} -Werte einzelner Flächen teilweise ausgleichen. Aufgrund dessen und unter Berücksichtigung der o. g. Untersuchungen der DVGW-Forschungsstelle kann davon ausgegangen werden, dass der Fehler in den meisten Fällen unter 10 % des Messwertes liegt. Bei Anmoor- oder Niedermoorböden bzw. bei sehr

heterogenen Bodenverhältnissen innerhalb einer Fläche muss eventuell mit einem größeren Fehler gerechnet werden.

INVAM-Berechnung

Das INVAM-Verfahren wurde durch das DVGW-Forschungsvorhaben W13/00 erfolgreich validiert [STURM, KIEFER, RÖDELSPERGER, 2004]. Der Fehler der hiermit ermittelten Bilanzglieder im Berechnungszeitraum wird im Vergleich zu den Einflussgrößen außerhalb des INVAM-Berechnungszeitraums vergleichsweise gering sein.

N-Auswaschung im Frühjahr nach Abschluss der INVAM-Berechnung

Im Allgemeinen wurde mit den INVAM-Berechnungen der Zeitraum von November bis Februar bzw. März abgedeckt, da anschließend meist keine N_{\min} -Kontrollen mehr möglich waren. In 2 Jahren kam es jedoch danach zu einer deutlichen Grundwasserneubildung und damit Auswaschung. Im Jahr 2004/2005 wurde die N-Auswaschung über die berechnete Sickermenge abgeschätzt. Im Jahr 2005/2006 wurde die Auswaschung mit INVAM ohne Endkontrollwert bis Ende Mai abgeschätzt. Die ermittelten N-Auswaschungen der beiden Jahre sind in den Flächenbilanzen berücksichtigt. Der Fehler dieser Werte dürfte relativ gering sein und nur wenige Kilogramm N/ha betragen. Eventuelle N-Auswaschungen während der Vegetationszeit (nach diesem Termin) wurden nicht berechnet.

Mineralische und organische N-Düngung

Bei der mineralischen Düngung kann davon ausgegangen werden, dass die angegebenen Mengen relativ genau erfasst wurden. Durch die teilweise große Aufwandmenge von bis zu 200 kg N/ha und einer angenommenen Ungenauigkeit von nur 5 % resultiert hieraus jedoch noch immer ein Fehler von +/- 10 kg N/ha. Bei der organischen Düngung der beiden LW-Betriebe wird der Fehler jedoch wesentlich größer sein. Die N-Zufuhr beträgt hier häufig über 100 kg N/ha, teilweise über 200 kg N/ha. Die Ungenauigkeiten bei der Mengenerfassung der ausgebrachten Gülle, beim N-Gehalt der Gülle nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste und die angerechneten Verluste bei der Ausbringung dürften in der Summe bei mindestens +/- 20% liegen. Dieser Wert kann sich für einzelne Flächen jedoch noch deutlich erhöhen, wenn die Gülle vor der Ausbringung nicht bestmöglich homogenisiert wird. Aufgrund der genannten Aufwandmengen sind daher Fehler von +/- 40 kg N/ha und darüber durchaus plausibel.

N-Entzug durch Ernte

Die Erntemengen und die spezifischen Stickstoffgehalte wurden über die Ertragshebungen so genau wie möglich erfasst. Dennoch ist davon auszugehen, dass auch diese Werte größeren Schwankungen unterliegen. (s. Kapitel 5.5). Bei einer N-Abfuhr, die meist deutlich über 100 kg N/ha, in Abhängigkeit der angebauten Kultur auch über 200 kg N/ha betragen kann, muss mit einem Fehler von mindestens 10 % gerechnet werden. Daraus resultiert auch hier eine Ungenauigkeit, die zwischen +/- 10 und 20 kg N/ha beträgt.

Mineralisierung und Denitrifikation im Frühjahr und Sommer

Dieser Faktor wurde in der Bilanz nicht berücksichtigt, ist aber in Abhängigkeit der Böden, der organischen Düngung, der Vorfrucht bzw. der Begrünung und der Bodenbearbeitung in vielen Fällen von entscheidender Bedeutung. Darüber hinaus ist dieser Faktor in besonderem Maße von den klimatischen Randbedingungen des Bilanzierungszeitraums, vor allem von der Temperatur und der Bodenfeuchtigkeit, abhängig. So dürften z.B. die großen Differenzen bei den Grünlandkollektiven des Projektbetriebs L3 von teilweise weit über 100 kg N/ha zu einem erheblichen Anteil auf Mineralisierungseffekte der Niedermoorböden zurückzuführen sein.

Biologische N₂-Bindung

Auch dieser Faktor wurde nicht berücksichtigt. Er spielt bei den Projektbetrieben vor allem bei den Grünlandflächen eine wichtige Rolle. Hier kann in Abhängigkeit des Anteils von Klee und Luzerne bei Grünland durchaus von einer mittleren N₂-Bindung zwischen 45 und 65 kg N/ha*Jahr ausgegangen werden. Der reine Leguminosenanbau spielt bei den Projektbetrieben nur eine untergeordnete Rolle. Die allgemeine asymbiotische N₂-Bindung dürfte im Mittel bei max. 5 kg N/ha*Jahr liegen [GAMER, ZEDDIES, 2006].

N-Deposition

Dieser Faktor wurde nicht berücksichtigt. Es kann davon ausgegangen werden, dass die mittlere N-Deposition in den beiden Projektgebieten über Freiland bei ca. 10 kg N/ha *Jahr liegt [GAMER, ZEDDIES, 2006].

N-Auswaschung in den Sommermonaten

Die Auswaschung in den Sommermonaten spielt meist nur auf sehr flachgründigen oder durchlässigen Böden oder in Bereichen mit sehr hohen Niederschlägen eine Rolle. Einen deutlichen Einfluss hatte sie lediglich im Jahr 2006 bei den Projektbetrieben der Badenova. Hier kam es in den Monaten September und Oktober zu einer Grundwasserneubildung von bis zu 160 mm und damit zu deutlichen N-Auswaschungen, die jedoch von den Nitratgehalten vor Beginn der Auswaschung abhängen. Sofern keine Messwerte aus dem Zeitraum kurz vor den Niederschlägen erhoben wurden, sind die N-Auswaschungen nur sehr schwer abzuschätzen. Dies ist im Jahr 2006 insbesondere bei Maisflächen zu berücksichtigen, deren N_{min}-Werte nach der Ernte deutlich unter denen der Vorjahre lagen.

6.2 Zusammenhang zwischen N_{\min} -Werten und der mittels INVAM berechneten Auswaschung

Bodenkontrollen auf Nitratstickstoffrestgehalte im Herbst sind trotz der damit verbundenen Unwägbarkeiten fast bundesweit ein wesentlicher Bestandteil der Erfolgskontrolle einer grundwasserschonenden Landwirtschaft. In Baden-Württemberg wird die jährliche N_{\min} -Kontrolle im Herbst seit 1988 als Kontrollinstrument für den Vollzug der Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung eingesetzt. Auf der Grundlage der durchgeführten INVAM-Berechnungen für die 93 Flächenkollektive in den beiden Projektgebieten soll ermittelt werden, welche Aussagekraft der Herbst- N_{\min} -Wert bezüglich der für den nachfolgenden Herbst-Winter-Zeitraum ermittelten N-Auswaschung bzw. bezüglich der Nitratsickerwasserkonzentrationen besitzt. Die ermittelte Stickstoffauswaschung und die jeweilige Sickerwassermenge der einzelnen Flächenkollektive sind in den Tabellen der Flächenbilanzen in Anlage 6.2 aufgeführt.

Im Projektgebiet der LW kam es im Herbst-Winter-Zeitraum 2003/2004 erst im Januar zu einer Grundwasserneubildung, die bereits Ende Februar weitestgehend abgeschlossen war. Man kann daher davon ausgehen, dass die Auswaschung in diesem Auswaschungszeitraum vollständig durch die INVAM-Berechnungen erfasst wurde. Im Herbst-Winter-Zeitraum 2004/2005 setzte die Grundwasserneubildung zwischen Dezember und Januar ein. Allerdings kam es hier nach Abschluss der N_{\min} -Beprobung im März 2005 noch zu einer weiteren Grundwasserneubildung in der Größenordnung von ca. 40 mm. Die hieraus resultierende zusätzliche Stickstoffauswaschung wurde anhand der N_{\min} -Werte und der mittleren Feldkapazität der Flächenkollektive abgeschätzt und zu den INVAM-Ergebnissen addiert.

Auch im Herbst-Winter-Zeitraum 2005/2006 begann die Grundwasserneubildung bei den meisten Kollektiven erst im Dezember. Allerdings kam es auch im Zeitraum nach Abschluss der N_{\min} -Beprobung Ende Februar 2006 noch zu erheblichen Grundwasserneubildungen, die bei den meisten Kollektiven im Bereich von annähernd 100 mm lagen. In diesem Jahr wurden die hieraus resultierenden Stickstoffauswaschungen durch eine weitergehende INVAM-Berechnung bis Ende Mai 2006 abgeschätzt. Da keine N_{\min} -Kontrollwerte zum Vergleich mehr zur Verfügung standen, wurde eine reine Auswaschungsberechnung durchgeführt. Die berechnete N-Auswaschungsmenge ist daher mit einem etwas größeren Fehler behaftet.

Die Bilder 6.2.1 und 6.2.2 zeigen die Korrelation der N_{\min} -Werte der Flächenkollektive in den maßgebenden SchALVO-Kontrollzeiträumen Oktober/November der Jahre 2003 bis 2005 mit der ermittelten Gesamtstickstoffauswaschung in den jeweiligen Auswaschungszeiträumen von Oktober bis Mai. Die einzelnen Flächenkollektive wurden hierbei einerseits den jeweiligen Projektbetrieben und andererseits den jeweiligen Auswaschungszeiträumen zugeordnet.

Aus den Darstellungen ergibt sich eine große Streuung zwischen den N_{\min} -Werten und der ermittelten N-Auswaschung im darauf folgenden Herbst-Winter-Zeitraum. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass die N-Auswaschung neben den Niederschlägen, der Verdunstung sowie den Feldkapazitäten der Böden bzw. der daraus resultierenden Grundwasserneubildung u. a. wesentlich von den vorhandenen Fruchtfolgen und der Bodenbearbeitung abhängt. All diese Faktoren wurden hierbei nicht berücksichtigt, was dazu führt, dass der Korrelationskoeffizient für alle Flächenkollektive nur bei 0,32 liegt. Er schwankt für die einzelnen Betriebe zwischen 0,19 und 0,53 und für die einzelnen Jahre zwischen 0,2 und 0,71.

Bei der Unterscheidung nach Jahren lässt sich eine gewisse Gruppierung der einzelnen Jahre feststellen. Im Zeitraum 2003/2004 kam es trotz relativ hoher N_{\min} -Werte aufgrund der geringen Grundwasserneubildung zu eher geringeren Nitratauswaschungen. Demgegenüber zeigt das Jahr 2005/2006, trotz tendenziell eher etwas niedrigerer N_{\min} -Werte, aufgrund der deutlich höheren Grundwasserneubildung wesentlich höhere N-Auswaschungen. Bei den Flächenkollektiven mit sehr hohen N_{\min} -Werten oder ohne Auswaschung handelt es sich fast ausschließlich um Anmoor- und Niedermoorböden.

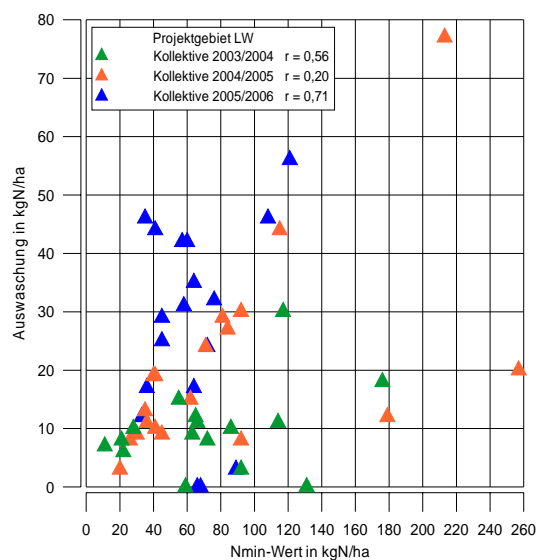


Bild 6.2.1: Korrelation der N_{\min} -Werte im Oktober/November mit der Auswaschung im Zeitraum von Oktober bis Mai, unterschieden nach Jahren

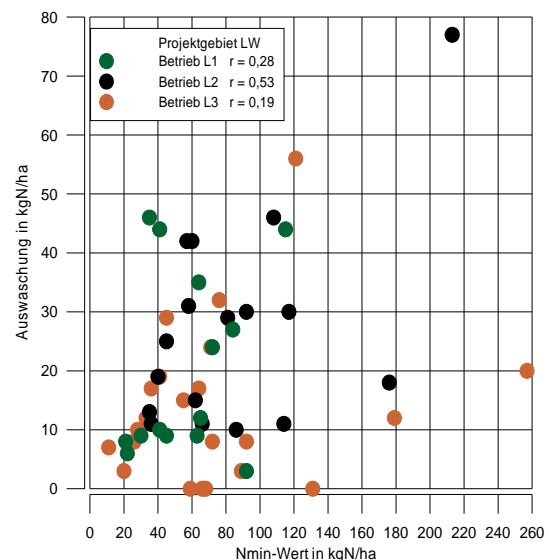


Bild 6.2.2: Korrelation der N_{\min} -Werte im Oktober/November mit der Auswaschung im Zeitraum Oktober bis Mai, unterschieden nach Betrieben

Aus der ermittelten Auswaschung und der errechneten Sickerwassermenge lässt sich eine mittlere Nitratsickerwasserkonzentration bestimmen. Die Korrelation der N_{\min} -Werte im Herbst mit den errechneten mittleren Nitratsickerwasserkonzentrationen (Bild 6.2.3 und Bild 6.2.4) ist mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,71 deutlich besser. Für die einzelnen Projektbetriebe variiert der Korrelationskoeffizient zwischen 0,35 und 0,9. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass Kollektive mit hohen N_{\min} -Werten, aber ohne Grundwasserneubildung nicht mehr berücksichtigt wurden. Für den Betrieb L3 führen die 2 Kollektive mit sehr hohen N_{\min} -Werten und hohen Nitratsickerwasserkonzentrationen zu einem deutlich

höheren Korrelationskoeffizienten. Für die einzelnen Auswaschungszeiträume schwankt der Korrelationskoeffizient zwischen 0,5 und 0,93. Auch hier führen die sehr hohen N_{\min} -Werte mit entsprechend hoher mittlerer Nitratsickerwasserkonzentration zu einer deutlichen Erhöhung des Korrelationskoeffizienten im Kollektiv 2004/2005.

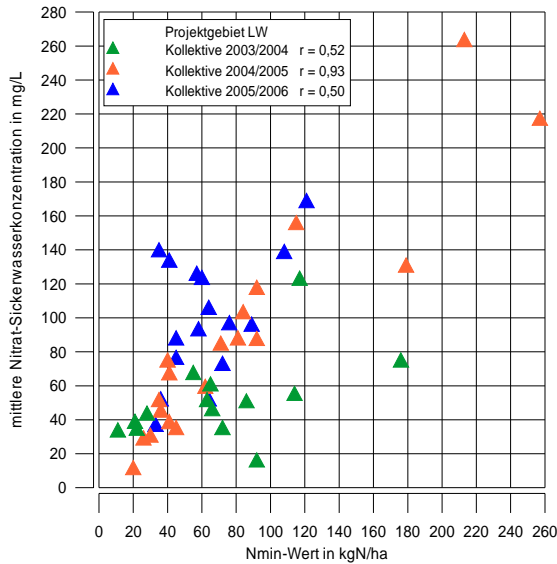


Bild 6.2.3: Korrelation der N_{\min} -Werte im Oktober/November mit der mittleren Nitratsickerwasserkonzentration im Auswaschungszeitraum, unterteilt nach Jahren

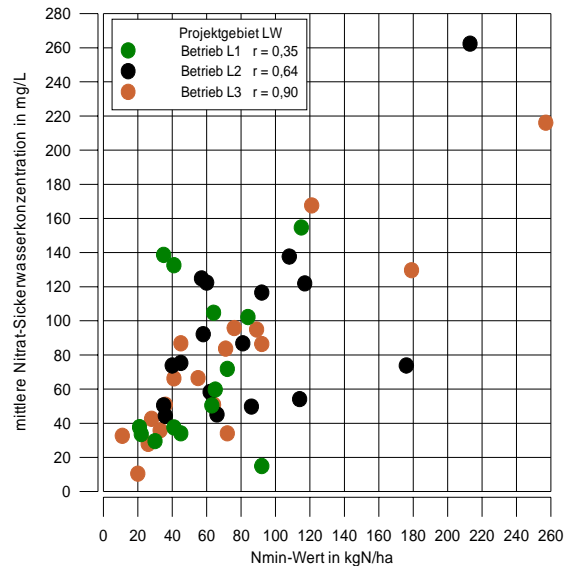


Bild 6.2.4: Korrelation der N_{\min} -Werte im Oktober/November mit der mittleren Nitratsickerwasserkonzentration im Auswaschungszeitraum, unterteilt nach Betrieben

Die Auswertungen zeigen, dass die mittleren Nitratsickerwasserkonzentrationen der meisten Flächenkollektive teilweise deutlich über dem Trinkwassergrenzwert für Nitrat bzw. der Grundwasserqualitätsnorm gemäß Wasserrahmenrichtlinie von 50 mg/l liegen. In den 3 Projektjahren lagen nur 14 der insgesamt 53 Kollektive unter diesem Wert, bei 4 Kollektiven fand keine Sickerung statt.

In Bild 6.2.5 wurden diejenigen Flächenkollektive gekennzeichnet, deren Überwachungswert gemäß SchALVO unter dem Toleranzwert liegt. Für die betrachteten Flächenkollektive gilt als Überwachungswert der Nitratstickstoffgehalt der Bodenschicht 30 bis 90 cm. Die Überwachungswerte von 45 kg N/ha bei B-Böden bzw. 90 kg N/ha bei Moor- und Anmoorböden gelten in der Regel dann als nicht eingehalten, wenn die sogenannten Toleranzwerte von 70 kg N/ha bzw. 140 kg N/ha überschritten werden. Von den 53 Flächenkollektiven im Projektgebiet der LW würden damit nur 4 Kollektive die Toleranzwerte überschreiten und müssten mit einer Rückforderung von Ausgleichsbeträgen bzw. weiteren Auflagen gemäß SchALVO rechnen.

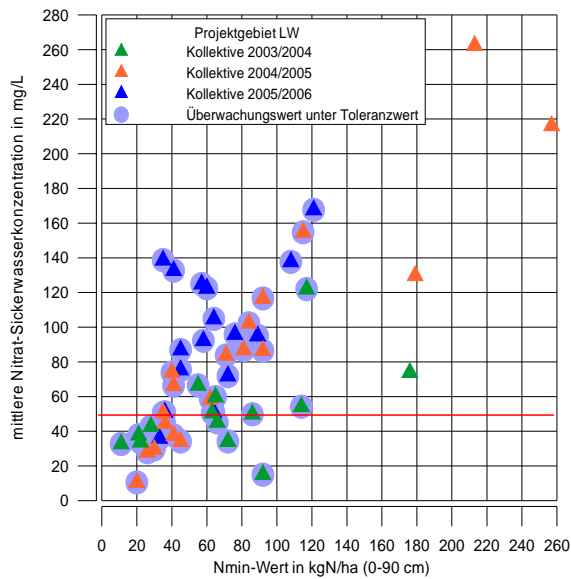


Bild 6.2.5: Korrelation der N_{min} -Werte (0-90 cm) im Oktober/November mit der mittleren Nitratsickerwasserkonzentration im Auswaschungszeitraum sowie Einhaltung der Toleranzwerte nach SchALVO (30-90 cm)

Noch deutlicher werden die Auswirkungen der SchALVO-Regelungen in der nachfolgenden Darstellung veranschaulicht. Den der Größe nach sortierten Herbst- N_{min} -Werten (0 – 90 cm) der 53 Flächenkollektive wurden die ermittelten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser zugeordnet. Hierdurch wird nochmals deutlich, bei wie vielen Flächenkollektiven die Sickerwasserkonzentrationen über dem Trinkwassergrenzwert liegen, ohne dass hier irgendwelche Regelungen der SchALVO greifen. Bei dieser Art der Auswertung wird natürlich vorausgesetzt, dass die Flächen in einem Problem- oder Sanierungsgebiet gemäß SchALVO liegen, was nur für einen kleineren Teil der Flächenkollektive zutrifft.

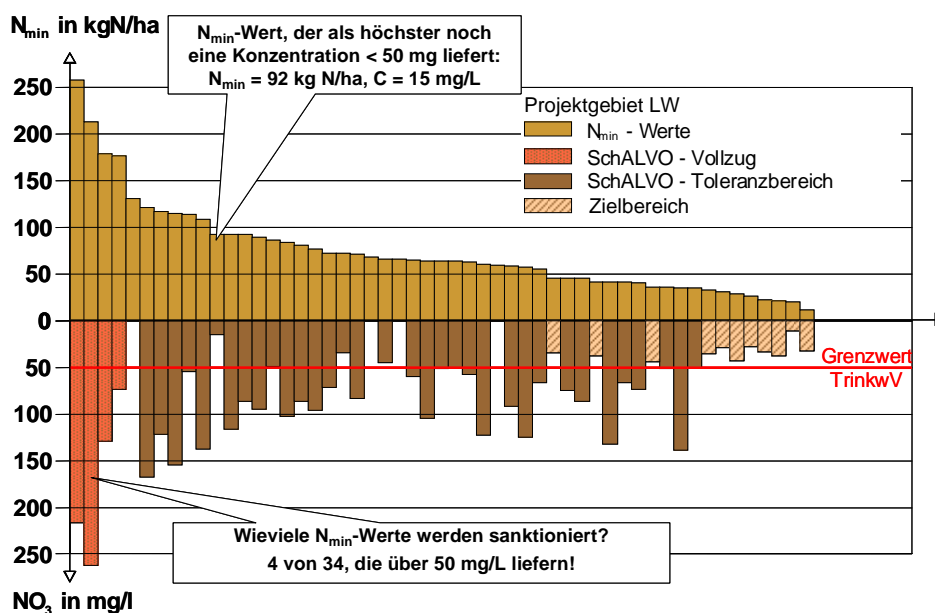


Bild 6.2.6: Vergleich der sortierten N_{min} -Werte im Oktober/November im Projektgebiet LW mit der mittleren Nitratsickerwasserkonzentration im Auswaschungszeitraum

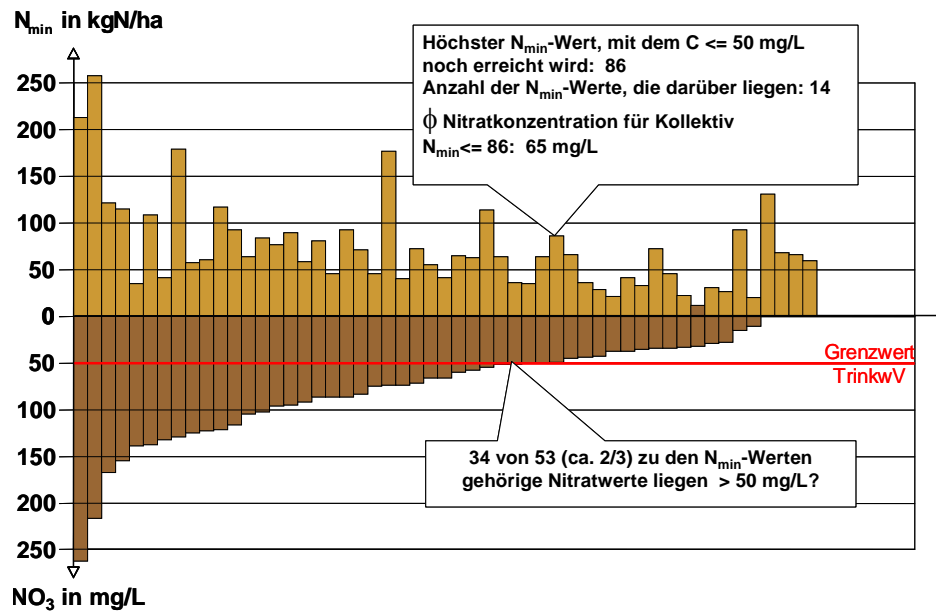


Bild 6.2.7: Vergleich der sortierten mittleren Nitratsickerwasserkonzentration im Auswaschungszeitraum im Projektgebiet LW mit den N_{\min} -Werten im Oktober/November

Im Projektgebiet der badenova begann die Grundwasserneubildung im Herbst-Winter-Zeitraum 2003/2004 teilweise im November, zum größeren Teil jedoch erst im Januar und war bereits Ende Februar abgeschlossen. Die N-Auswaschung in diesem Auswaschungszeitraum wurde vollständig durch die INVAM-Berechnungen erfasst. Im Herbst-Winter-Zeitraum 2004/2005 setzte die Grundwasserneubildung bereits Ende Oktober ein. Nach Abschluss der N_{\min} -Beprobung im März 2005 kam es jedoch noch zu einer weiteren Grundwasserneubildung in der Größenordnung von ca. 60 bis 70 mm. Die hieraus resultierende zusätzliche Stickstoffauswaschung wurde anhand der N_{\min} -Werte und der mittleren Feldkapazität der Flächenkollektive abgeschätzt und zu den INVAM-Ergebnissen addiert.

Im Herbst-Winter-Zeitraum 2005/2006 begann die Grundwasserneubildung in der Rheinebene aufgrund der sehr geringen Winterniederschläge erst im Februar. Allerdings kam es auch im Zeitraum nach Abschluss der N_{\min} -Beprobung Ende Februar 2006 teils noch zu erheblichen Grundwasserneubildungen zwischen 20 und 100 mm. Die hieraus resultierenden Stickstoffauswaschungen wurden auch in diesem Projektgebiet durch eine weitergehende INVAM-Berechnung bis Ende Mai 2006 abgeschätzt. Da auch hier keine N_{\min} -Kontrollwerte zum Vergleich mehr zur Verfügung standen, wurde eine reine Auswaschungsberechnung durchgeführt. Die berechnete N-Auswaschungsmenge ist daher wie im Bereich der LW mit einem etwas größeren Fehler behaftet.

Die Bilder 6.2.8 und 6.2.9 zeigen die Korrelation der N_{\min} -Werte der Flächenkollektive in den maßgebenden SchALVO-Kontrollzeiträumen Oktober/November der Jahre 2003 bis 2005 mit der ermittelten Gesamtstickstoffauswaschung in den jeweiligen darauf folgenden Auswaschungszeiträumen von Oktober bis Mai. Die einzelnen Flächenkollektive wurden hierbei

einerseits den jeweiligen Projektbetrieben und andererseits den jeweiligen Auswaschungszeiträumen zugeordnet.

Auch im Projektgebiet der badenova ergibt sich ohne die Berücksichtigung weiterer Einflussgrößen eine große Streuung zwischen den N_{\min} -Werten und der ermittelten N-Auswaschung. Allerdings ist sie deutlich geringer als im Bereich der LW. Der Korrelationskoeffizient für alle Flächenkollektive ist mit 0,67 daher auch deutlich höher. Für die einzelnen Betriebe variiert er zwischen 0,57 und 0,87 und für die einzelnen Jahre zwischen 0,47 und 0,86.

Wie im Bereich der LW lässt sich auch hier bei der Unterscheidung nach Jahren eine Gruppierung der einzelnen Jahre feststellen. So zeigt der Zeitraum 2003/2004 die höchsten N_{\min} -Werte und die höchsten Auswaschungen. Im Zeitraum 2005/2006 liegen die N-Auswaschungen, trotz tendenziell höherer N_{\min} -Werte aufgrund der geringeren Grundwasserneubildung, unter den Werten des Jahres 2004/2005.

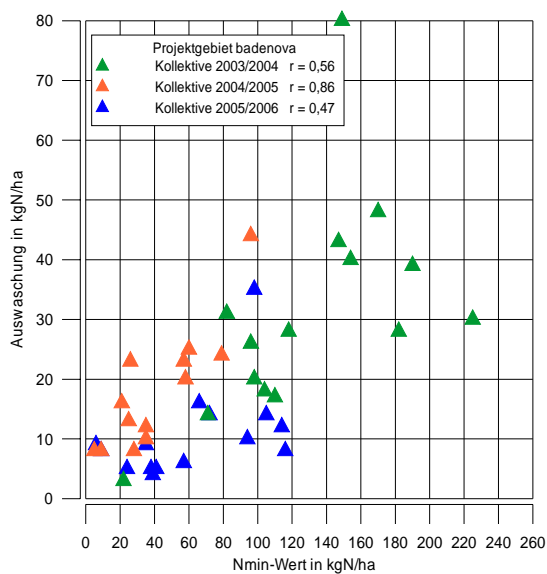


Bild 6.2.8: Korrelation der N_{\min} -Werte im Oktober/November mit der Auswaschung im Zeitraum von Oktober bis Mai, unterschieden nach Jahren

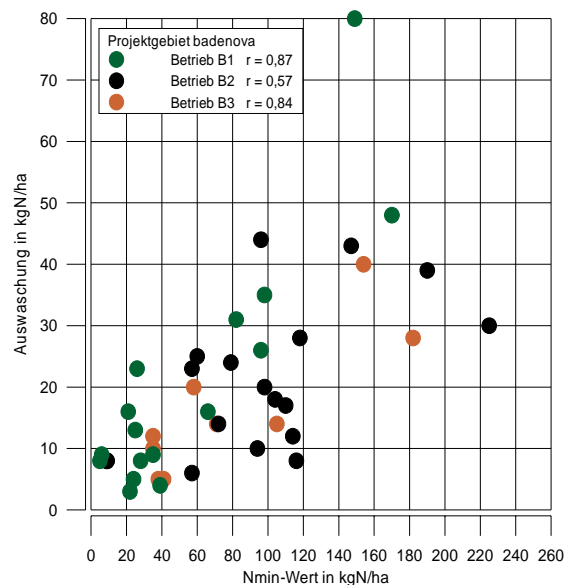


Bild 6.2.9: Korrelation der N_{\min} -Werte im Oktober/November 2005 mit der Auswaschung im Zeitraum Oktober bis Mai, unterschieden nach Betrieben

Aus der ermittelten Auswaschung und der errechneten Sickerwassermenge wurde die mittlere Nitratsickerwasserkonzentration ermittelt. Aus der Korrelation der N_{\min} -Werte im Herbst mit den errechneten mittleren Nitratsickerwasserkonzentrationen (Bild 6.2.10 und Bild 6.2.11) ergibt sich mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,88 eine deutlich bessere Korrelation. Für die einzelnen Projektbetriebe variiert der Korrelationskoeffizient zwischen 0,82 und 0,94. Für die einzelnen Auswaschungszeiträume schwankt der Korrelationskoeffizient zwischen 0,76 und 0,92. Die Korrelation im Projektgebiet der badenova ist damit wesentlich besser als im Gebiet der LW.

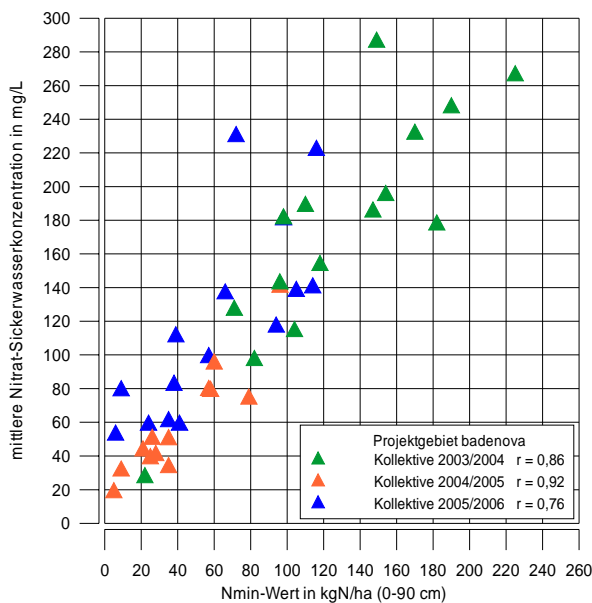


Bild 6.2.10: Korrelation der N_{\min} -Werte im Oktober/November mit der mittleren Nitratsickerwasserkonzentration im Auswaschungszeitraum, unterteilt nach Jahren

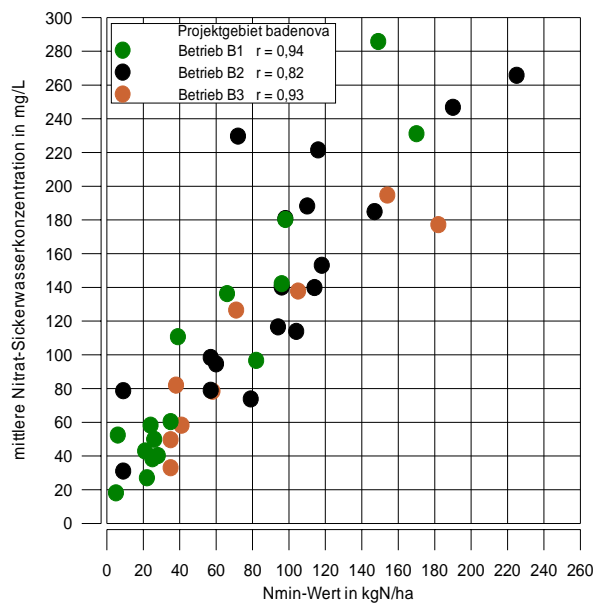


Bild 6.2.11: Korrelation der N_{\min} -Werte im Oktober/November mit der mittleren Nitratsickerwasserkonzentration im Auswaschungszeitraum, unterteilt nach Betrieben

Auch im Projektgebiet der badenova bestätigt sich, dass die mittleren Nitratsickerwasserkonzentrationen der meisten Flächenkollektive teilweise deutlich über dem Trinkwassergrenzwert liegen. In den 3 Projektjahren lagen nur 7 der insgesamt 43 Kollektive unter diesem Wert.

In Bild 6.2.12 wurden wiederum diejenigen Flächenkollektive gekennzeichnet, deren Überwachungswert gemäß SchALVO unter dem Toleranzwert liegt. Für die betrachteten Flächenkollektive gilt für fast alle Flächenkollektive als Überwachungswert der Nitratstickstoffgehalt der Bodenschicht 30 bis 90 cm. Die Überwachungswerte gelten in der Regel dann als nicht eingehalten, wenn die Toleranzwerte von 70 kg N/ha überschritten werden. Von den 43 Flächenkollektiven im Projektgebiet der badenova würden damit 9 Kollektive die Vorgaben der SchALVO nicht erfüllen und müssten mit weiteren Auflagen bzw. einer Rückforderung von Ausgleichsbeträgen rechnen, falls es sich um Problem- oder Sanierungsgebiete handeln würde, was jedoch nicht der Fall ist. Hierbei fällt auf, dass 7 der 9 Flächenkollektive das Jahr 2003/2004 betreffen, in dem es aufgrund der extremen Witterungsverhältnisse zu deutlichen Ertragseinbußen und sehr hohen Herbst- N_{\min} -Werten kam. Für das Jahr 2003 wurden daher die Toleranzwerte durch das Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg in Abhängigkeit der Böden und der angebauten Kultur nochmals deutlich erhöht. Wären diese erhöhten Werte berücksichtigt worden, würden vermutlich zwei weitere Flächenkollektive unter die Toleranzgrenze fallen.

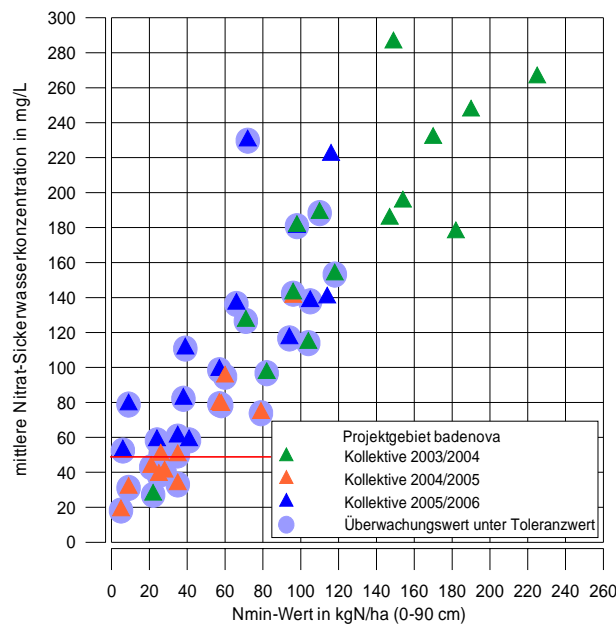


Bild 6.2.12: Korrelation der N_{min} -Werte im Oktober/November mit der mittleren Nitratsickerwasserkonzentration im Auswaschungszeitraum, Toleranzwerte nach SchALVO

Die Auswirkungen der Herbst- N_{min} -Werte auf die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser sollen nochmals durch die Darstellungen mit den der Größe nach sortierten Herbst- N_{min} -Werten (0 – 90 cm) der 43 Flächenkollektive bzw. die mittleren Nitratsickerwasserkonzentrationen unterstrichen werden. Es zeigt sich hierbei, noch drastischer als im Bereich der LW, dass der Trinkwassergrenzwert nur in Ausnahmefällen von den Sickerwasserkonzentrationen der Flächenkollektive unterschritten wird.

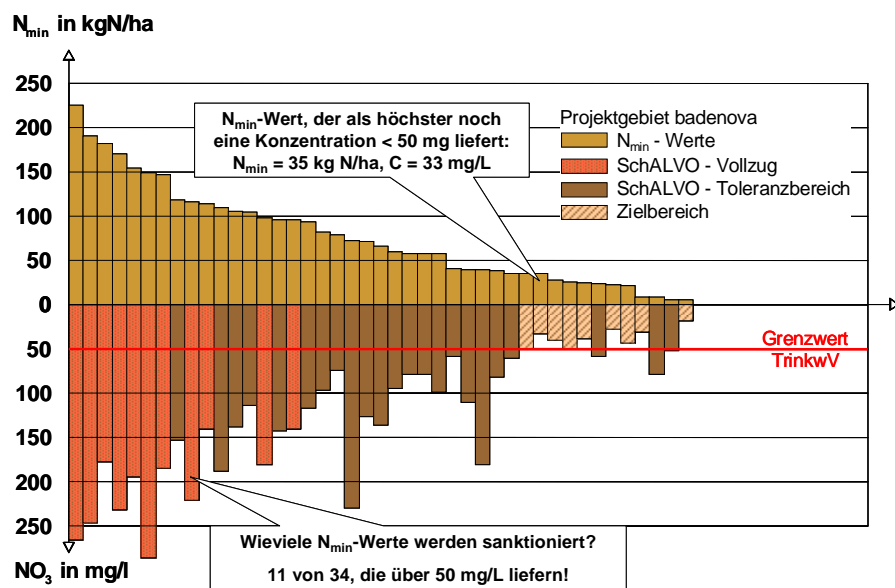


Bild 6.2.13: Vergleich der sortierten N_{min} -Werte im Oktober/November im Projektgebiet badenova mit der mittleren Nitratsickerwasserkonzentration im Auswaschungszeitraum

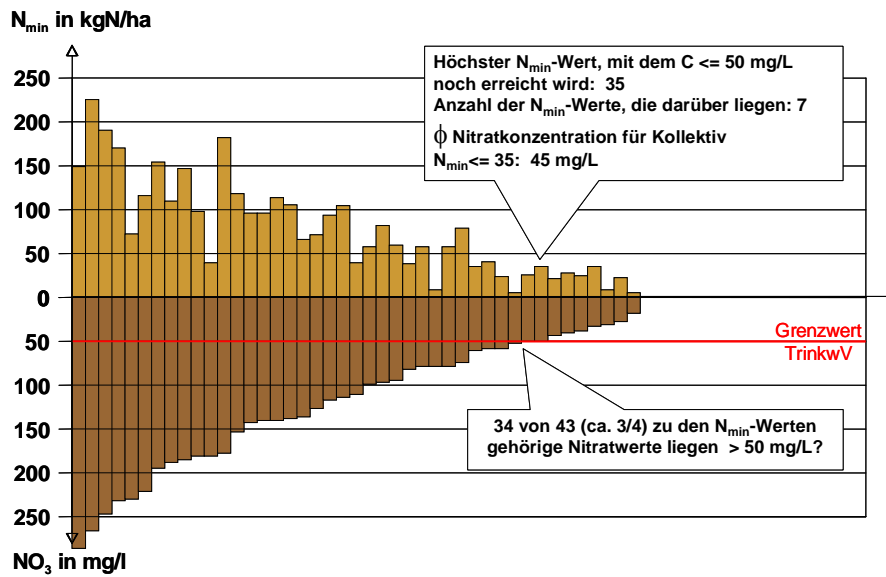


Bild 6.2.14: Vergleich der sortierten mittleren Nitratsickerwasserkonzentration im Auswaschungszeitraum im Projektgebiet badenova mit den N_{min} -Werten im Oktober/November

In den bisherigen Darstellungen für die beiden Projektgebiete wurden für den Vergleich die N_{min} -Werte im Oktober oder November, d. h. im SchALVO-Zeitraum verwendet. Um die Aussagekraft im Hinblick auf die Auswaschung bzw. Nitratsickerwasserkonzentration zu erhöhen, soll nun im Folgenden auf die N_{min} -Werte zurückgegriffen werden, die als Startwert für die INVAM-Berechnungen herangezogen werden. Diese Werte liegen je nach Jahr und Gebiet zwischen Oktober und Februar. In Abhängigkeit der Nutzung, der Bodenbearbeitung und der hydrologischen Randbedingungen kommt es aufgrund von Mineralisierung, Denitrifikation oder Pflanzenentzug zu deutlichen Abweichungen, die in Einzelfällen deutlich über 30 kg N/ha betragen. Die Verteilung dieser Differenzen ist in den Abbildungen 6.2.15 und 6.2.16 für die beiden Projektgebiete dargestellt.

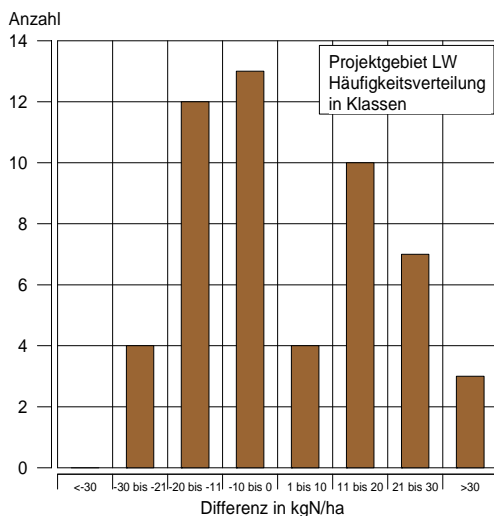


Bild 6.2.15: Häufigkeitsverteilung der Differenzen zwischen den N_{min} -Werten im Oktober/November und den N_{min} -Werten (Start INVAM), Projektgebiet LW

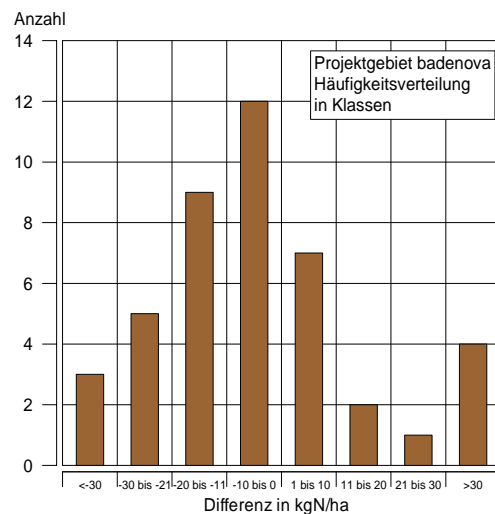


Bild 6.2.16: Häufigkeitsverteilung der Differenzen zwischen den N_{min} -Werten im Oktober/November und den N_{min} -Werten (Start INVAM), Projektgebiet badenova

Durch die Verwendung des N_{\min} -Startwerts für INVAM erhöht sich die Korrelation mit der mittleren Nitratsickerwasserkonzentration für alle Flächenkollektive im Projektgebiet der LW von 0,71 auf 0,78. Der Korrelationskoeffizient kann noch deutlich auf 0,87 verbessert werden, wenn die beiden markierten Flächenkollektive nicht berücksichtigt werden. Hierbei handelt es sich im einen Fall um ein Flächenkollektiv, bei dem es durch den Umbruch der Zwischenfrucht Senf und anschließende mehrfache Bodenbearbeitung zu erheblichen Mineralisierungseffekten im Auswaschungszeitraum gekommen ist. Im anderen Fall kam es bei einem Flächenkollektiv mit Dinkel nach Sommerraps trotz hoher N_{\min} -Werte zu relativ niedrigen Sickerwasserkonzentrationen. Eine Übersättigung der oberen Bodenschichten und eine über längere Zeit geschlossene Schneedecke führten hier zu sehr hohen Denitrifikationen. Weiterhin ist es möglich, dass es aufgrund der inhomogenen Bodenverhältnisse dieses Flächenkollektivs zu größeren Grundwasserneubildungen kam, als durch die Berechnungen ermittelt wurde. Bleiben diese beiden Flächenkollektive unberücksichtigt, so erhöhen sich die Korrelationskoeffizienten für alle betrachteten Jahre wie auch für die betrachteten Projektbetriebe deutlich. Sie liegen für die einzelnen Jahre zwischen 0,72 und 0,95 und für die einzelnen Betriebe zwischen 0,72 und 0,9 (Bilder 6.2.17 und 6.2.18).

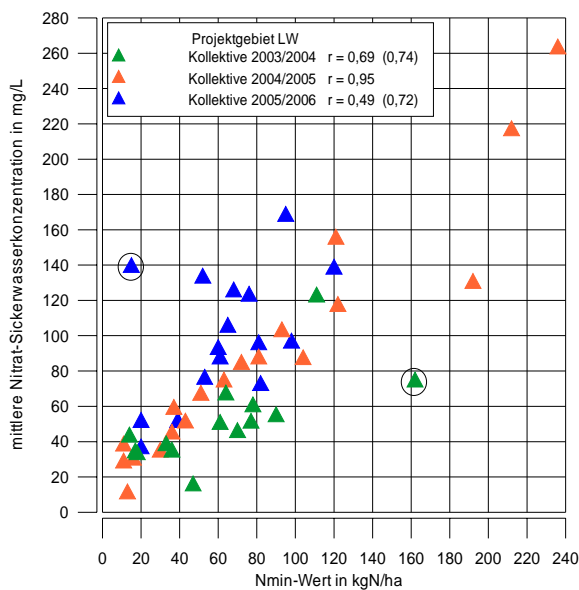


Bild 6.2.17: Korrelation der N_{\min} -Werte (Start INVAM) mit der mittleren Nitrat-sickerwasserkonzentration im Zeitraum Oktober bis Mai, unterteilt nach Jahren

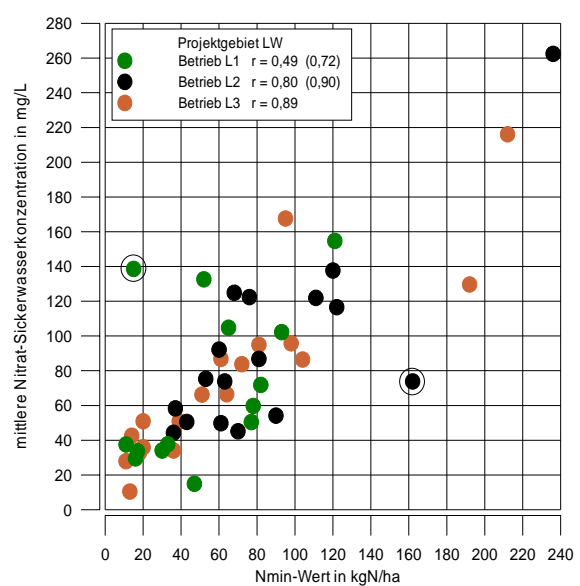


Bild 6.2.18: Korrelation der N_{\min} -Werte (Start INVAM) mit der mittleren Nitrat-sickerwasserkonzentration im Zeitraum Oktober bis Mai, unterteilt nach Betrieben

Noch deutlicher wird der Zusammenhang im Projektgebiet der badenova. Auch hier fallen 2 Flächenkollektive auf, die sich deutlich von den restlichen unterscheiden. Bleiben diese beiden Kollektive in der Betrachtung unberücksichtigt, so erhöht sich der Korrelationskoeffizient von 0,88 auf 0,95. Im einen Fall handelt es sich um ein Flächenkollektiv mit Gurken, bei dem es durch die intensive Bodenbearbeitung im Auswaschungszeitraum zu einer sehr hohen Mineralisierung gekommen ist. Beim anderen handelt es sich um Rebflächen, für die im Rahmen der INVAM-Berechnung eine erhöhte Denitrifikation ermittelt wurde. Aufgrund der

extremen Hanglage dieser Fläche ist es möglich, dass sowohl die ermittelte Grundwasserneubildung als auch die N_{\min} -Werte, aufgrund mangelnder Probenahmereproduzierbarkeit, größeren Fehlern unterliegen. Werden diese beiden Kollektive nicht berücksichtigt, so schwanken die Korrelationskoeffizienten für die einzelnen Jahre zwischen 0,94 und 0,95 und für die einzelnen Betriebe zwischen 0,93 und 0,99 (Bilder 6.2.19 und 6.2.20).

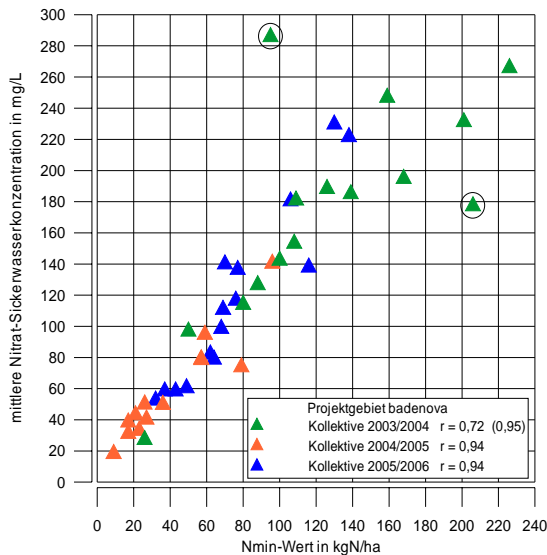


Bild 6.2.19: Korrelation der N_{\min} -Werte (Start INVAM) mit der mittleren Nitratsickerwasserkonzentration im Zeitraum Oktober bis Mai, unterteilt nach Jahren

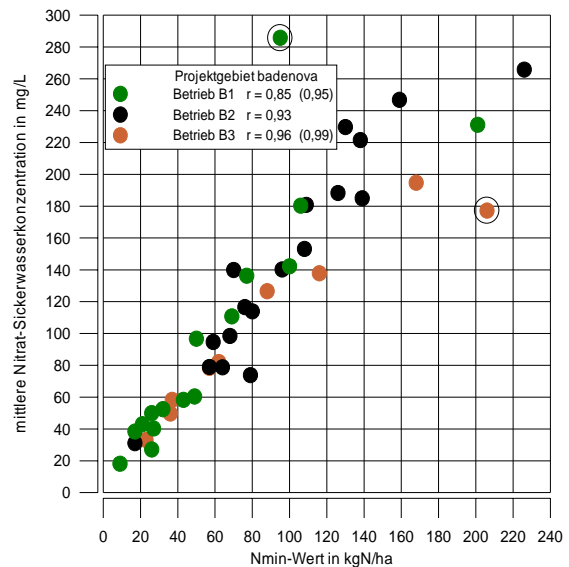


Bild 6.2.20: Korrelation der N_{\min} -Werte (Start INVAM) mit der mittleren Nitratsickerwasserkonzentration im Zeitraum Oktober bis Mai, unterteilt nach Betrieben

6.3 Zusammenhang zwischen N_{\min} -Werten und dem N-Saldo der Hoftorbilanz

Auf der Grundlage der erhobenen N-Salden der Hoftorbilanz und der ermittelten N_{\min} -Werte der Projektflächen der 6 Intensivbetriebe wurde überprüft, ob ein direkter Zusammenhang zwischen N_{\min} -Werten und N-Salden hergestellt werden kann.

Auf ca. 45 bis 90 % der jeweiligen Betriebsfläche der 6 Projektbetriebe wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens N_{\min} -Untersuchungen durchgeführt. Um eine Kenngröße für den gesamten Betrieb zu erhalten, wurden die N_{\min} -Ergebnisse flächengewichtet entsprechend der Nutzung und den unterschiedlichen Bodenverhältnissen auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Betriebsfläche abzüglich der Stilllegungsflächen hochgerechnet. Damit steht für die verschiedenen Beprobungszeitpunkte der einzelnen Jahre und die unterschiedlichen Betriebe ein flächengewichteter N_{\min} -Mittelwert zum Vergleich zur Verfügung.

Auf der Grundlage der so ermittelten Werte wurde nun untersucht, ob sich ein Zusammenhang zwischen den N-Salden und den N_{\min} -Werten herstellen lässt. Hierbei wurden sowohl die N-Salden nach Anbaujahr als auch nach Wirtschaftsjahr mit den N_{\min} -Werten der Beprobungszeitpunkte nach der Ernte und im SchALVO-Zeitraum verglichen. Die Untersuchungsergebnisse der verschiedenen Vergleiche sollen anhand der beiden nachfolgenden Darstellungen beispielhaft erläutert und zusammengefasst werden.

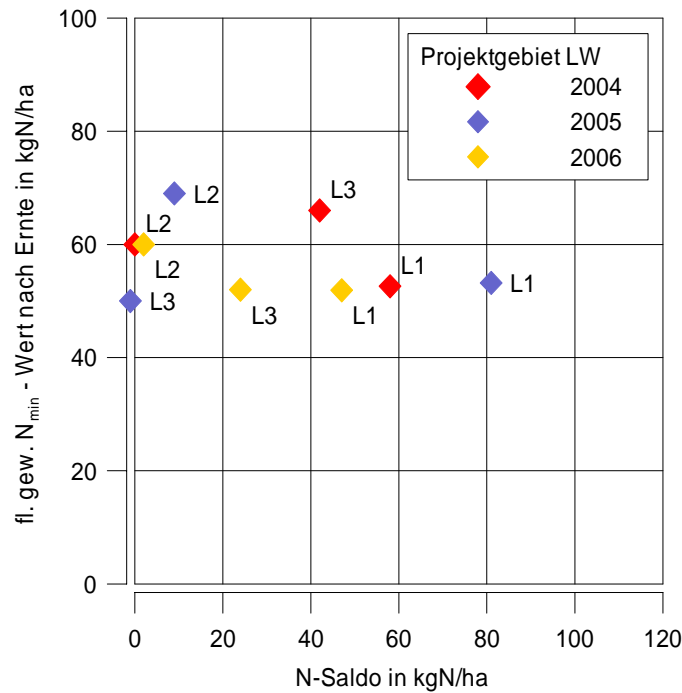


Bild 6.3.1: Vergleich der N-Salden (Anbaujahr) der Projektbetriebe LW mit dem flächengewichteten N_{min} -Mittelwert der landwirtschaftlich genutzten Fläche nach der Ernte

Die Darstellung für das Projektgebiet der LW zeigt, dass keine Korrelation zwischen den N-Salden und den zugeordneten N_{min} -Werten der einzelnen Betriebe hergestellt werden kann. Während die N-Salden zwischen -1 und 81 kg N/ha schwanken, liegen die ermittelten N_{min} -Werte in einem engeren Bereich zwischen 50 und 70 kg N/ha.

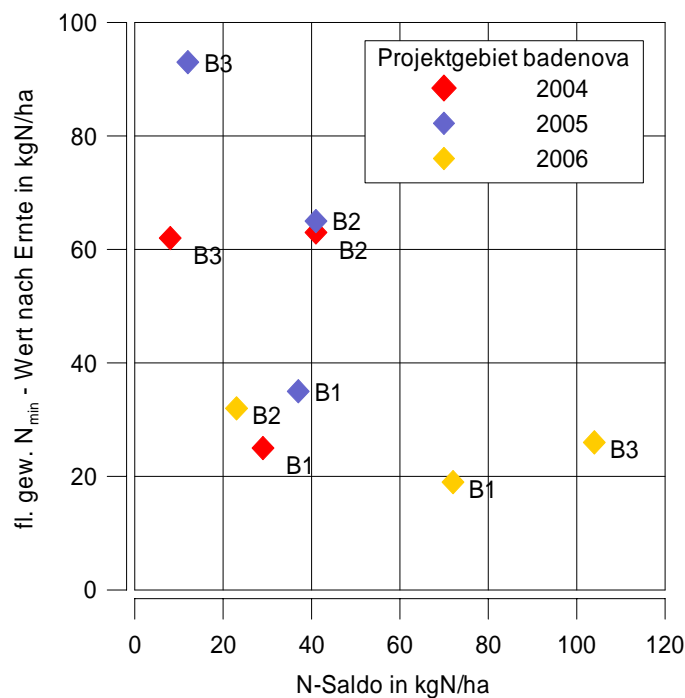


Bild 6.3.2: Vergleich der N-Salden (Anbaujahr) der Projektbetriebe badenova mit dem flächengewichteten N_{min} -Mittelwert der landwirtschaftlich genutzten Fläche nach der Ernte

Im Projektgebiet der badenova ergibt sich für die entsprechende Darstellung eine noch größere Streuung. Die ermittelten N_{\min} -Mittelwerte streuen hier zwischen 19 und 93 kg N/ha und die zugeordneten N-Salden der Hoftorbilanzen der Anbaujahre zwischen 8 und 104 kg N/ha.

Alle vorgenommenen Vergleiche, gleichgültig mit welchem Bilanzierungszeitraum oder N_{\min} -Probenahmezeitpunkt, liefern für die beiden Projektgebiete ein ähnliches Ergebnis. Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen lässt sich feststellen, dass zwischen den N-Salden der Hoftorbilanz der einzelnen Projektbetriebe und den zugeordneten N_{\min} -Mittelwerten der jeweiligen Betriebsflächen kein Zusammenhang herzustellen ist.

Eine der Ursachen ist darin zu suchen, dass 2 Bilanzierungssysteme mit verschiedenen Bilanzierungsräumen verglichen werden, die wiederum von unterschiedlichen Randbedingungen abhängen bzw. stark beeinflusst werden. Wie bereits in Kap. 6.1 gezeigt wurde, führen die Einflüsse der teilweise nur sehr schwer zu quantifizierenden Bilanzgrößen auf die Flächen und damit auf die N_{\min} -Werte zu einer großen Variabilität der Ergebnisse.

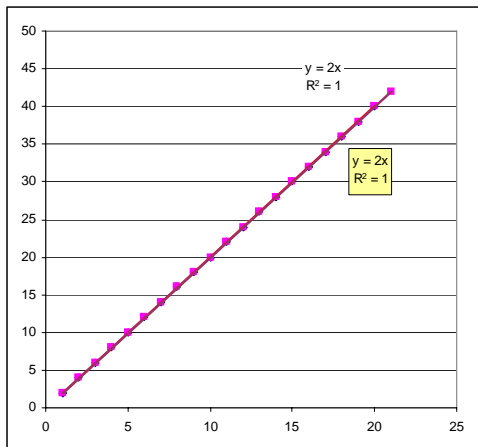
Erreicht der Schwankungsbereich, z. B. erfasst über die Standardabweichung, der zu korrelierenden Größe „y“ die Bandbreite der Bezugsgröße (x-Wert), so lässt sich keine Korrelation mehr nachweisen. Dieser Zusammenhang soll nachfolgend noch allgemein erläutert werden.

Lineare Regression bei Varianz der korrelierten Größen

Die Bandbreite der x-Werte schwankt zwischen 1 und 21. Die y-Werte berechnen sich wie folgt:
Zunächst (Fall 1) gilt:

$$y = 2x + 0.$$

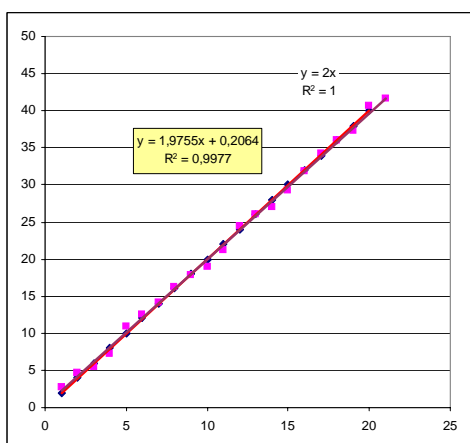
Diese Geradengleichung ergibt in der Korrelation $r^2 = 1$.



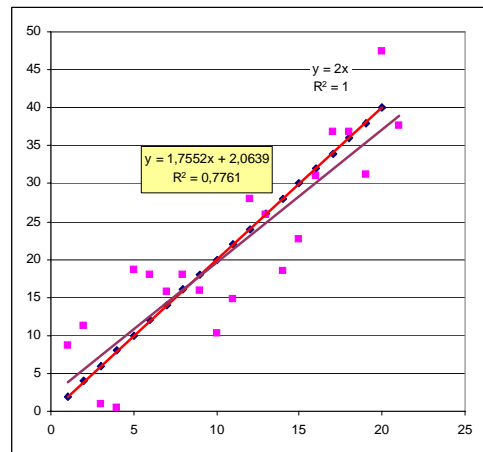
Die Geradengleichung wird nun modifiziert. Es wird zunächst eine Zufallszahl $-1 < z < 1$ erzeugt und ein Faktor c eingeführt. Die y-Werte berechnen sich nun zu:

$$y = ax + b + cz.$$

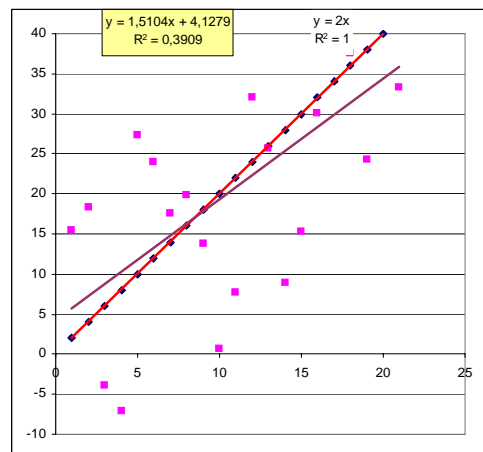
Für $c = 1$ erreicht r^2 noch den Wert 0,9977, die Standardabweichung der y-Werte erreicht 12,27.



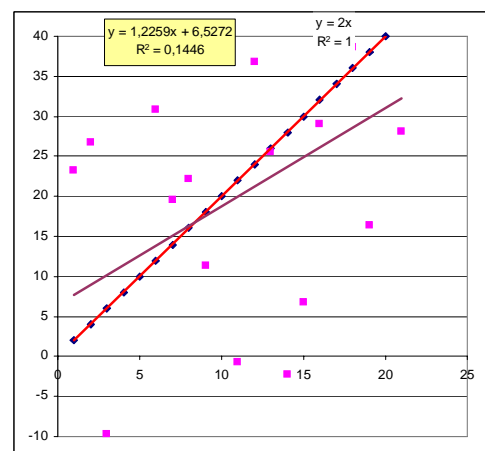
Wird c auf 10 erhöht, so sinkt r^2 auf 0,776.



Bei $c = 20$ sinkt r^2 bereits auf 0,3909, eine Korrelation ist nur noch schwach ausgeprägt!



Wird c so gewählt, dass die Standardabweichung die Bandbreite der x-Werte (20) erreicht ($c = 31,625$) so liegt r^2 nur noch bei 0,1446, es besteht keine Korrelation mehr!



Darüber hinaus muss festgestellt werden, dass bei der Korrelation zwischen N-Salden und N_{\min} -Werten 2 Größen miteinander verglichen werden, die eine unterschiedliche Häufigkeitsverteilung aufweisen. Es zeigt sich, dass die Häufigkeitsverteilung der im Rahmen des Forschungsvorhabens erhobenen N_{\min} -Werte linksschief ist und einer Weibull-Verteilung entspricht. Diese Verteilung kann grundsätzlich jedem ausreichend großen Kollektiv aus N_{\min} -Werten zugrunde gelegt werden. Demgegenüber unterliegen die N-Salden der Hoftorbilanzen einer Normal-Verteilung.

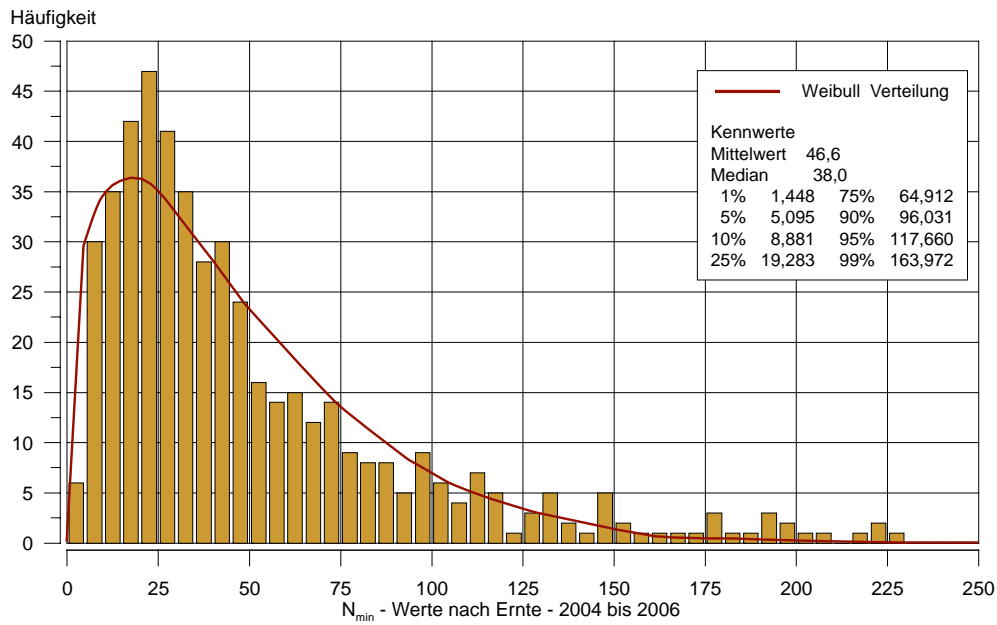


Bild 6.3.3: Häufigkeitsverteilung der N_{\min} -Werte nach der Ernte in den Jahren 2004 bis 2006

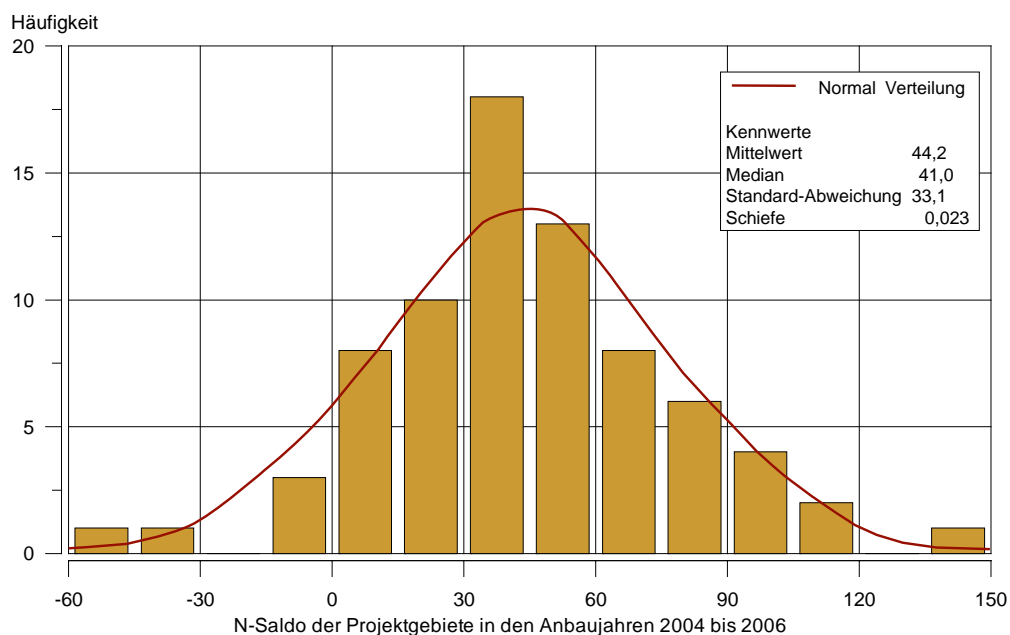


Bild 6.3.4: Häufigkeitsverteilung der N-Salden für die Anbaujahre der Projektbetriebe (ohne Betrieb L8)

6.4 Vergleich zwischen Hoftor- und Flächenbilanz („Feld-Stall-Bilanz“)

Aus Sicht des Grundwasserschutzes ist der Nährstoffvergleich mittels Hoftorbilanz die wesentlich bessere und aussagekräftigere Methode zur Bewertung und Optimierung eines landwirtschaftlichen Betriebes. Da die Datengrundlage für die Hoftorbilanz überwiegend aus der Buchführung des Betriebes übernommen werden kann, stellt sie die genauere Bilanzierungsmethode dar. Durch die Novellierung der Düngeverordnung im Jahr 2006 wurde während der Laufzeit des Forschungsvorhabens neu festgelegt, dass der Nährstoffvergleich der Betriebe zukünftig als Flächenbilanz oder aggregierte Schlagbilanz zu erstellen ist. Dieser Nährstoffvergleich erfasst die Zu- und Abgänge an Nährstoffen in der Fläche. Die hierfür notwendigen Daten können vor allem von Veredlungs- und Futterbaubetrieben kaum mit hinreichender Genauigkeit erhoben werden.

Diese Änderung der Gesetzeslage führt dazu, dass derzeit die Hoftorbilanz in der Praxis im Allgemeinen nur noch eine Außenseiterrolle einnimmt und weitgehend ins Abseits gestellt wurde. Im Rahmen der letzten Projektsitzungen wurde beispielsweise abgefragt, ob die teilnehmenden Betriebe auch nach Abschluss des Forschungsvorhabens die Erstellung von Hoftorbilanzen fortführen werden. Hier kam die klare Aussage aller 26 Projektbetriebe, dass aufgrund der Vorgaben der neuen Düngeverordnung keiner der Betriebe die Weiterführung der Nährstoffbilanzierung über die Hoftorbilanz plant.

Die nachfolgenden Berechnungen sollen aufzeigen, welche zusätzlichen Unsicherheiten aus der politischen Festlegung auf die Flächenbilanz als Nährstoffvergleich resultieren. Hierzu sollen beispielhaft die N-Salden aus den Hoftorbilanzen von 3 Projektbetrieben für das Anbaujahr 2006 mit den Ergebnissen aus der Flächenbilanz („Feld-Stall-Bilanz“) nach Düngeverordnung verglichen werden.

Um die Hoftorbilanzen 2006 mit den Feld-Stall-Bilanzen vergleichen zu können, wurden die Faustzahlen und Vorgaben gemäß der Neufassung der Düngeverordnung vom 27. Februar 2007 auch für die Hoftorbilanzierung angesetzt. Für die Feld-Stall-Bilanzierung sind die Werte bereits im Programm „Nährstoffvergleich Feld-Stall 2006, Version 1.0_L, 2/2007“ der Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Baden-Württemberg (LEL) integriert (siehe Kap. 3.4).

Die ermittelten Werte der N-Salden der Hoftorbilanzen 2006 entsprechen daher nicht den bisher ermittelten und aufgezeigten N-Überschüssen. Die größten Abweichungen gegenüber der aktuellen Düngeverordnung ergeben sich bei der Ermittlung des organischen Düngers aus der Viehhaltung und bei den unvermeidbaren Verlusten. Dies wirkt sich vor allem auf den Betrieb L1 aus, da bei der Schweinemast mit einem deutlich höheren N-Anfall (ca. 30 %) und höheren N-Verlusten (Erhöhung von 30 auf 40 % des N-Anfalls) aus der Schweinemast gerechnet wird. Der bisherige N-Saldo reduziert sich durch diese neuen Vorgaben von 47 auf 15 kg N/ha. Beim Betrieb L3 reduziert sich der N-Saldo leicht von 24 auf 22 kg N/ha und bei B2 von 23 auf 22 kg N/ha.

Für die Erstellung der Feld-Stall-Bilanzen wurden zwei unterschiedliche Ansätze gewählt. In der Variante 1 wurden bei der Berechnung der Erträge und den N-Gehalten die Faustzahlen der Düngeverordnung verwandt. Bei allen 3 Betrieben erhöht sich der N-Saldo gegenüber den ermittelten Werten aus den Hoftorbilanzen. Beim Betrieb L1 kommt es zu einem Anstieg um 52 kg N/ha, bei L3 um 7 kg N/ha und bei B3 um 14 kg N/ha. Die wesentliche Ursache für diese Unterschiede sind die mit den Faustzahlen ermittelten geringeren Erträge.

In der Variante 2 wurden für die Bilanzerstellung die ermittelten Verkaufsmengen bzw. die aufgrund der durchgeführten Ernteerhebung ermittelten Erträge angesetzt. Bei den spezifischen N-Gehalten wurden weiterhin die Faustzahlen der Düngeverordnung herangezogen, da in der Praxis für die meisten Kulturen keine genaueren Daten zur Verfügung stehen. Da die Erträge durch die Faustzahlen unterschätzt wurden, reduziert sich der N-Saldo gegenüber Variante 1 bei allen Betrieben. Der Rückgang liegt bei Betrieb L1 bei 24 kg N/ha, bei L3 bei 29 kg N/ha und bei B 2 bei 14 kg N/ha. Da beim Marktfruchtbetrieb B2 die gleichen Daten in die Bilanzierung eingehen, entspricht der ermittelte N-Saldo der Feld-Stall-Bilanz dem der Hoftorbilanz.

Für die einzelnen Bilanzglieder der Hoftor- und Feld-Stall-Bilanz wurden nun die Unsicherheiten bei der Ermittlung der einzelnen Bilanzgröße durch eine prozentuale Abweichung, bezogen auf die einzelne Bilanzgröße, festgelegt. Die "angesetzten Abweichungen" können nur abgeschätzt werden. Sie fassen die Ungenauigkeiten bei der Mengenmessung, die Auswirkungen der betrieblichen Verhältnisse z. B. auf die unvermeidbaren Verluste bei Wirtschaftsdünger und die Schwankungen bei den spezifischen N-Gehalten zusammen.

Auf der Grundlage dieser Unsicherheiten wurden zunächst die theoretischen minimalen und maximalen N-Salden für die einzelnen Betriebe und Bilanzierungen ermittelt. Obwohl diese Betrachtungsweise natürlich rein theoretische Natur ist, zeigt sich bereits hier, dass die Differenz zwischen minimalem und maximalem Saldo bei beiden Varianten der Feld-Stall-Bilanz deutlich höher ausfällt als bei der Hoftorbilanz. Lediglich beim reinen Marktfruchtbetrieb sind die Werte vergleichbar.

Um für die Abweichungen realistische Schwankungsbereiche zu erhalten, wurde der "Monte-Carlo-Ansatz" gewählt. Hierzu wurde die prozentuale Abweichung der einzelnen Bilanzglieder mit einer normalverteilten Zufallszahl zwischen -1 und 1 multipliziert. Diese Berechnung, d. h. die Variation der Zufallszahl, wurde für die 3 Varianten und die 3 Bilanzen des Jahres 2006 jeweils 10.000 Mal durchgeführt. Hieraus ermittelt sich eine Häufigkeitsverteilung zum ermittelten Ausgangswert gemäß Düngeverordnung.

Die Tabellen 6.4.1 bis 6.4.3 zeigen die ermittelten Bilanzgrößen für die 3 Projektbetriebe und verschiedenen Varianten der Nährstoffbilanzierung mit den angesetzten Abweichungen in Prozent. Beispielhaft sind die Werte der Zufallszahlen und die daraus resultierenden Abweichungen für jeweils eine der 10.000 durchgeführten Berechnungen eingetragen.

Hoftorbilanz 2006

Bilanzglieder	Mittelwerte Betrieb L 1 Veredlung	angesetzte Abweichung in %	Zufallszahl	Ansatz für max. N-Saldo in kgN/ha	Ansatz für min. N-Saldo in kgN/ha	max. Differenz zum Mittel in kgN	Ansatz für "Monte-Carlo"- N-Saldo in kgN/ha
Einfuhr:							
Mineraldünger	94	3	0,10	97	91	3	94
Aufnahme org. Dünger	0	20	0,38	0	0	0	0
Futtermittel und Saatgut	137	10	-0,56	151	123	14	129
Einkauf Vieh	10	7	-0,26	11	9	1	10
Biologische N-Bindung	1	50	0,21	2	1	1	1
Ausfuhr:							
Tiere und tierische Produkte einschl. Tierverluste	129	7	0,08	120	138	9	130
Pflanzliche Produkte	21	10	-1,00	19	23	2	19
Ausfuhr org. Dünger	0	20	0,47	0	0	0	0
N-Verluste aus Wirtschaftsdünger (40%)	77	20	0,45	62	92	15	84
N-Saldo:	15			59	-29	44	2

Feld-Stall-Bilanz 2006 nach Faustzahlen Düngerverordnung

Bilanzglieder	Mittelwerte Betrieb L 1 Veredlung	angesetzte Abweichung in %	Zufallszahl	Ansatz für max. N-Saldo in kgN/ha	Ansatz für min. N-Saldo in kgN/ha	max. Differenz zum Mittel in kgN	Ansatz für "Monte-Carlo"- N-Saldo in kgN/ha
Zufuhr:							
Mineraldünger	94	3	-0,88	97	91	3	92
Wirtschaftsdünger	192	15	-0,77	221	163	29	170
Aufnahme org. Dünger	0	20	-0,88	0	0	0	0
Biologische N-Bindung	1	50	0,13	2	1	1	1
Abfuhr:							
Pflanzliche Produkte	143	20	0,06	114	172	29	145
Ausfuhr org. Dünger	0	20	0,00	0	0	0	0
N-Verluste aus Wirtschaftsdünger (40%)	77	20	0,20	62	92	15	80
N-Saldo:	67			143	-9	76	38

Feld-Stall-Bilanz 2006 nach Ernteerhebung bzw. Verkaufszahlen

Bilanzglieder	Mittelwerte Betrieb L 1 Veredlung	angesetzte Abweichung in %	Zufallszahl	Ansatz für max. N-Saldo in kgN/ha	Ansatz für min. N-Saldo in kgN/ha	max. Differenz zum Mittel in kgN	Ansatz für "Monte-Carlo"- N-Saldo in kgN/ha
Zufuhr:							
Mineraldünger	94	3	-0,39	97	91	3	93
Wirtschaftsdünger	192	15	-0,30	221	163	29	183
Aufnahme org. Dünger	0	20	0,79	0	0	0	0
Biologische N-Bindung	1	50	0,84	2	1	1	1
Abfuhr:							
Pflanzliche Produkte	167	20	0,84	134	200	33	195
Ausfuhr org. Dünger	0	20	0,58	0	0	0	0
N-Verluste aus Wirtschaftsdünger (40%)	77	20	-0,41	62	92	15	71
N-Saldo:	43			124	-38	81	12

Tab.: 6.4.1: Vergleich der Varianten der Nährstoffbilanzierung für den Veredlungsbetrieb L1 für das Anbaujahr 2006

Hoftorbilanz 2006

Bilanzglieder	Mittelwerte Betrieb L 3 Futterbau	angesetzte Abweichung in %	Zufalls- zahl	Ansatz für max. N-Saldo in kgN/ha	Ansatz für min. N-Saldo in kgN/ha	Differenz zum Mittel in kgN	Ansatz für "Monte- Carlo"- N-Saldo in kgN/ha
Einfuhr:							
Mineraldünger	118	3	-0,74	122	114	4	115
Aufnahme org. Dünger	0	20	0,45	0	0	0	0
Futtermittel und Saatgut	6	10	-0,21	7	5	1	6
Einkauf Vieh	0	7	-0,66	0	0	0	0
Biologische N-Bindung	10	50	-0,47	15	5	5	8
Ausfuhr:							
Tiere und tierische Produkte einschl. Tierverluste	16	7	-0,67	15	17	1	15
Pflanzliche Produkte	75	10	0,04	68	83	8	75
Ausfuhr org. Dünger	0	20	-0,77	0	0	0	0
N-Verluste aus Wirtschaftsdünger (30%)	21	20	-0,40	17	25	4	19
N-Saldo:	22			44	0	22	19

Feld-Stall-Bilanz 2006 nach Faustzahlen Düngeverordnung

Bilanzglieder	Mittelwerte Betrieb L 3 Futterbau	angesetzte Abweichung in %	Zufalls- zahl	Ansatz für max. N-Saldo in kgN/ha	Ansatz für min. N-Saldo in kgN/ha	Differenz zum Mittel in kgN	Ansatz für "Monte- Carlo"- N-Saldo in kgN/ha
Zufuhr:							
Mineraldünger	118	3	-0,85	122	114	4	115
Wirtschaftsdünger	70	15	0,83	81	60	11	79
Aufnahme org. Dünger	0	20	0,47	0	0	0	0
Biologische N-Bindung	10	50	-0,85	15	5	5	6
Abfuhr:							
Pflanzliche Produkte	148	20	-0,19	118	178	30	142
Ausfuhr org. Dünger	0	20	-0,91	0	0	0	0
N-Verluste aus Wirtschaftsdünger (30%)	21	20	-0,32	17	25	4	20
N-Saldo:	29			82	-24	53	37

Feld-Stall-Bilanz 2006 nach Ernteerhebung bzw. Verkaufszahlen

Bilanzglieder	Mittelwerte Betrieb L 3 Futterbau	angesetzte Abweichung in %	Zufalls- zahl	Ansatz für max. N-Saldo in kgN/ha	Ansatz für min. N-Saldo in kgN/ha	Differenz zum Mittel in kgN	Ansatz für "Monte- Carlo"- N-Saldo in kgN/ha
Zufuhr:							
Mineraldünger	118	3	0,52	122	114	4	120
Wirtschaftsdünger	70	15	0,51	81	60	11	75
Aufnahme org. Dünger	0	20	-0,73	0	0	0	0
Biologische N-Bindung	10	50	-0,52	15	5	5	7
Abfuhr:							
Pflanzliche Produkte	177	20	-0,30	142	212	35	166
Ausfuhr org. Dünger	0	20	-0,46	0	0	0	0
N-Verluste aus Wirtschaftsdünger (30%)	21	20	-0,57	17	25	4	19
N-Saldo:	0			59	-59	59	18

Tab.: 6.4.2: Vergleich der Varianten der Nährstoffbilanzierung für den Futterbaubetrieb L3 für das Anbaujahr 2006

Hoftorbilanz 2006

Bilanzglieder	Mittelwerte Betrieb B 2 Marktfrucht	angesetzte Abweichung in %	Zufalls- zahl	Ansatz für max. N-Saldo in kgN/ha	Ansatz für min. N-Saldo in kgN/ha	Differenz zum Mittel in kgN	Ansatz für "Monte- Carlo"- N-Saldo in kgN/ha
Einfuhr:							
Mineraldünger	127	3	-0,60	131	123	4	125
Aufnahme org. Dünger	0	20	0,20	0	0	0	0
Futtermittel und Saatgut	0	10	-0,76	0	0	0	0
Einkauf Vieh	0	7	0,11	0	0	0	0
Biologische N-Bindung	1	50	0,23	2	1	1	1
Ausfuhr:							
Tiere und tierische Produkte einschl. Tierverluste	0	7	0,52	0	0	0	0
Pflanzliche Produkte	106	10	-0,15	95	117	11	104
Ausfuhr org. Dünger	0	20	-0,35	0	0	0	0
N-Verluste aus Wirtschaftsdünger (30%)	0	20	0,13	0	0	0	0
N-Saldo:	22			37	7	15	21

Feld-Stall-Bilanz 2006 nach Faustzahlen Düngeverordnung

Bilanzglieder	Mittelwerte Betrieb B 2 Marktfrucht	angesetzte Abweichung in %	Zufalls- zahl	Ansatz für max. N-Saldo in kgN/ha	Ansatz für min. N-Saldo in kgN/ha	Differenz zum Mittel in kgN	Ansatz für "Monte- Carlo"- N-Saldo in kgN/ha
Zufuhr:							
Mineraldünger	127	3	-0,22	131	123	4	126
Wirtschaftsdünger	0	15	-0,57	0	0	0	0
Aufnahme org. Dünger	0	20	-0,11	0	0	0	0
Biologische N-Bindung	1	50	-0,57	2	1	1	1
Abfuhr:							
Pflanzliche Produkte	92	10	0,76	83	101	9	99
Ausfuhr org. Dünger	0	20	0,06	0	0	0	0
N-Verluste aus Wirtschaftsdünger (30%)	0	20	0,35	0	0	0	0
N-Saldo:	36			50	22	14	28

Feld-Stall-Bilanz 2006 nach Ernteerhebung bzw. Verkaufszahlen

Bilanzglieder	Mittelwerte Betrieb B 2 Marktfrucht	angesetzte Abweichung in %	Zufalls- zahl	Ansatz für max. N-Saldo in kgN/ha	Ansatz für min. N-Saldo in kgN/ha	Differenz zum Mittel in kgN	Ansatz für "Monte- Carlo"- N-Saldo in kgN/ha
Zufuhr:							
Mineraldünger	127	3	-0,11	131	123	4	127
Wirtschaftsdünger	0	15	0,39	0	0	0	0
Aufnahme org. Dünger	0	20	-0,09	0	0	0	0
Biologische N-Bindung	1	50	0,97	2	1	1	1
Abfuhr:							
Pflanzliche Produkte	106	10	0,67	95	117	11	113
Ausfuhr org. Dünger	0	20	0,23	0	0	0	0
N-Verluste aus Wirtschaftsdünger (30%)	0	20	-0,13	0	0	0	0
N-Saldo:	22			37	7	15	15

Tab.: 6.4.3: Vergleich der Varianten der Nährstoffbilanzierung für den Marktfruchtbetrieb B2 für das Anbaujahr 2006

In den nachfolgenden Darstellungen sind die Ergebnisse der „Monte-Carlo-Berechnungen“ für die 3 Betriebe und die verschiedenen N-Bilanzierungen zusammengestellt. Maßgebend für die Häufigkeitsverteilung sind die Bilanzglieder mit den höchsten Anteilen an der Bilanzierung bei gleichzeitig hohem Schwankungsbereich. Aus diesem Grund wirken sich die angesetzten Schwankungsbereiche bei den verschiedenen Betrieben auch sehr unterschiedlich aus.

Die größten Unterschiede zwischen den Verfahren ergeben sich beim Veredlungsbetrieb L1. Für die Hoftorbilanz liegen ca. 72 % der Werte innerhalb einer Bandbreite von ± 15 kg N/ha um den Wert des ermittelten N-Saldos 2006 von 15 kg N/ha. Bei den beiden Varianten der Feld-Stall-Bilanz liegen nur 43 % bzw. 40 % innerhalb der Bandbreite von ± 15 kg N/ha. Da bei der Variante 2 mit den Zahlen der Ernteerhebung die N-Abfuhr größer ist, erzeugt dies bei gleich bleibenden prozentualen Abweichungen eine größere Streuung.

Legt man der Berechnung der Variante Hoftorbilanz nicht das Jahr 2006 und die Angaben der neuen Düngeverordnung zugrunde, sondern die berechneten Mittelwerte der Anbaujahre 2004 bis 2006, so liegt der N-Saldo des Betriebs L1 bei 62 kg N/ha im Vergleich zu 15 kg N/ha. Aufgrund des deutlich niedrigeren Ansatzes der Verluste aus Wirtschaftsdünger liegen in diesem Fall ca. 80 % der Werte innerhalb der Bandbreite von ± 15 kg N/ha.

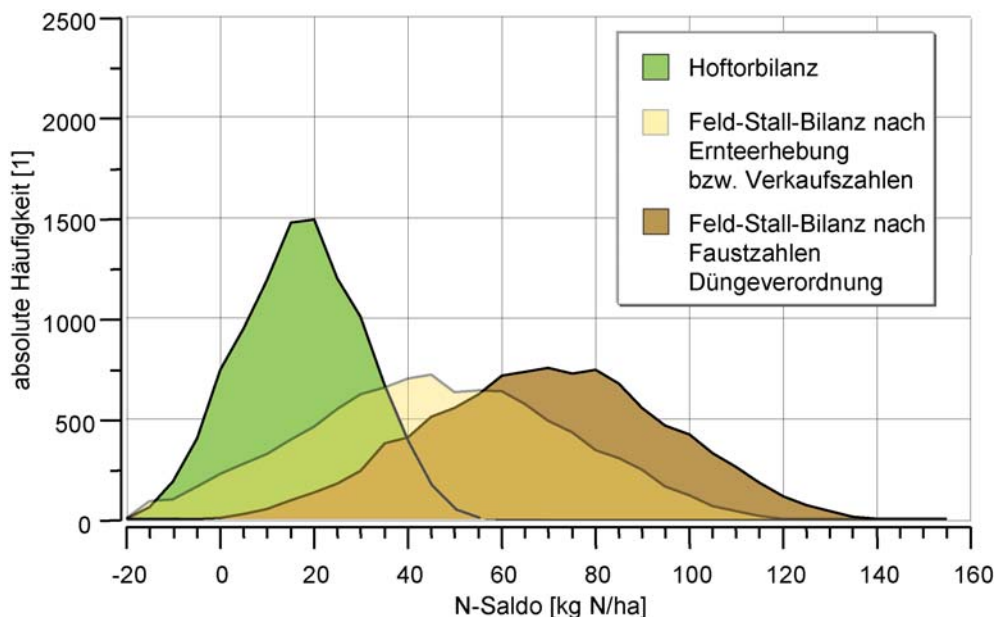


Bild 6.4.1: Vergleich der Häufigkeitsverteilung der N-Salden 2006 nach der „Monte-Carlo-Methode“ für den Veredlungsbetrieb L1

Für den Futterbaubetrieb L3 zeigt sich bei allen Verfahren ein deutlich besseres Ergebnis. Bei der Hoftorbilanz liegen ca. 98 % der Werte innerhalb einer Bandbreite von ± 15 kg N/ha um den Wert des ermittelten N-Saldos 2006 von 22 kg N/ha. Bei den beiden Varianten der Feld-Stall-Bilanz liegen nur 51 % bzw. 43 % innerhalb der Bandbreite von ± 15 kg N/ha und damit über den Werten des Veredlungsbetriebs. Diese Ergebnisse lassen sich jedoch nicht verallgemeinern. Gerade bei Futterbaubetrieben können sich durch die unterschiedliche Struktur erhebliche Unterschiede ergeben. So ist z. B. die vom Programm ermittelte Zufuhr

über die biologische N_2 -Bindung mit 10 kg N/ha sehr niedrig angesetzt. Sie dürfte für die Grünlandflächen dieses Betriebs wesentlich höher sein. Bei der großen Unsicherheit dieses Bilanzgliedes ergibt sich dadurch natürlich auch eine größere Schwankung. Dies gilt jedoch sowohl für die Hoftor- als auch die Feld-Stall-Bilanz.

Wesentlich schwieriger und ungenauer wird die Bilanzierung über die Feld-Stall-Bilanz bei Futterbau-Betrieben mit Weidehaltung, da hier die Angaben zur Futtermittelaufnahme auf der Weide, die Höhe der N-Ausscheidungen und die daraus resultierenden Verluste für den Landwirt nur sehr schwierig abzuschätzen sind. Der Fehler bzw. die Ungenauigkeit der Werte dürfte in diesen Fällen deutlich über den angenommenen Abweichungen in Tab. 6.4.2 liegen.

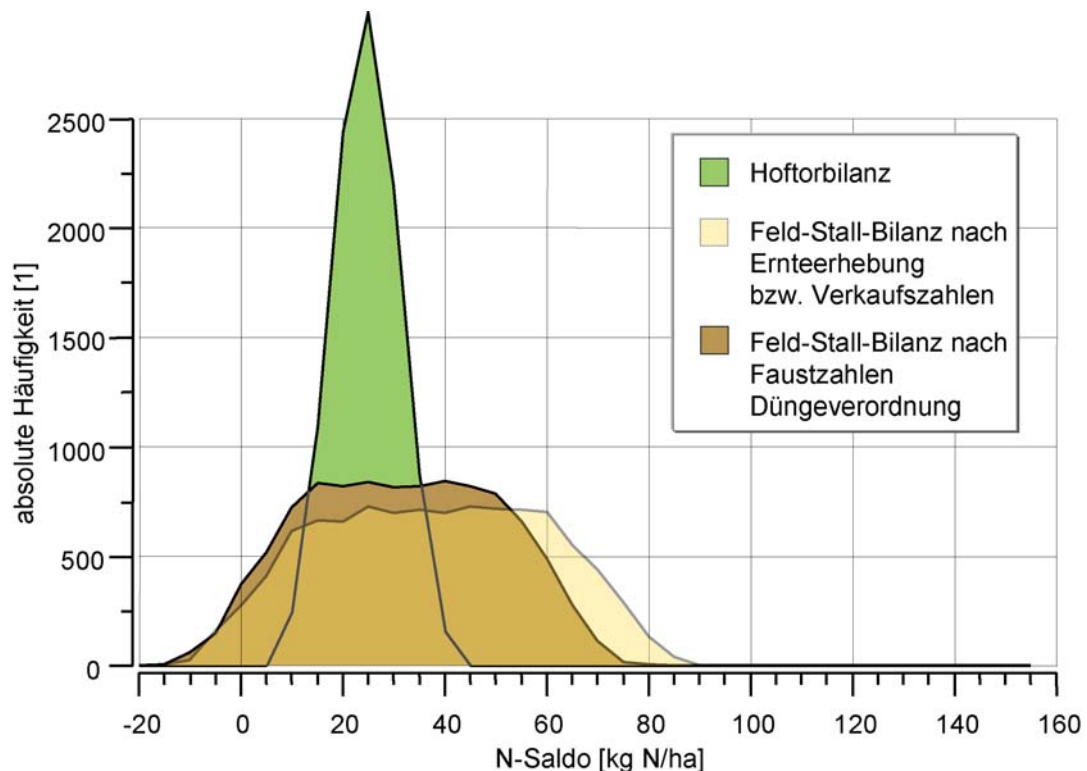


Bild 6.4.2: Vergleich der Häufigkeitsverteilung der N-Salden 2006 nach der „Monte-Carlo-Methode“ für den Futterbaubetrieb L3

Am genauesten ist die Ermittlung der Nährstoffüberschüsse bei reinen Marktfruchtbetrieben. Im Allgemeinen sind für diese Betriebe nur die beiden Bilanzglieder Einfuhr von Mineraldünger und Ausfuhr pflanzlicher Produkte relevant. Da die N-Abfuhr von der Fläche meist dem Verkauf aus der Hoftorbilanz entspricht, wurde der angenommene Fehler hier ebenfalls auf 10 % reduziert. Da für beide Verfahren die gleichen Werte und Fehler angesetzt werden, führen beide zum gleichen Ergebnis. Die minimalen Abweichungen zwischen der Hoftorbilanz und der Variante 2 der Feld-Stall-Bilanz resultieren nur aus der zufälligen Verteilung im Rahmen der „Monte-Carlo-Berechnung“.

Die Variante 1 der Feld-Stall-Bilanz, d. h. die Verwendung von Faustzahlen für die Erhebung des Ertrags pro Fläche, sollte bei Marktfruchtbetrieben nur von untergeordneter Bedeutung sein. Für den Betrieb B2 lagen bei allen Varianten zwischen 99 % und 100 % der Werte innerhalb der Bandbreite von +/- 15 kg N/ha.

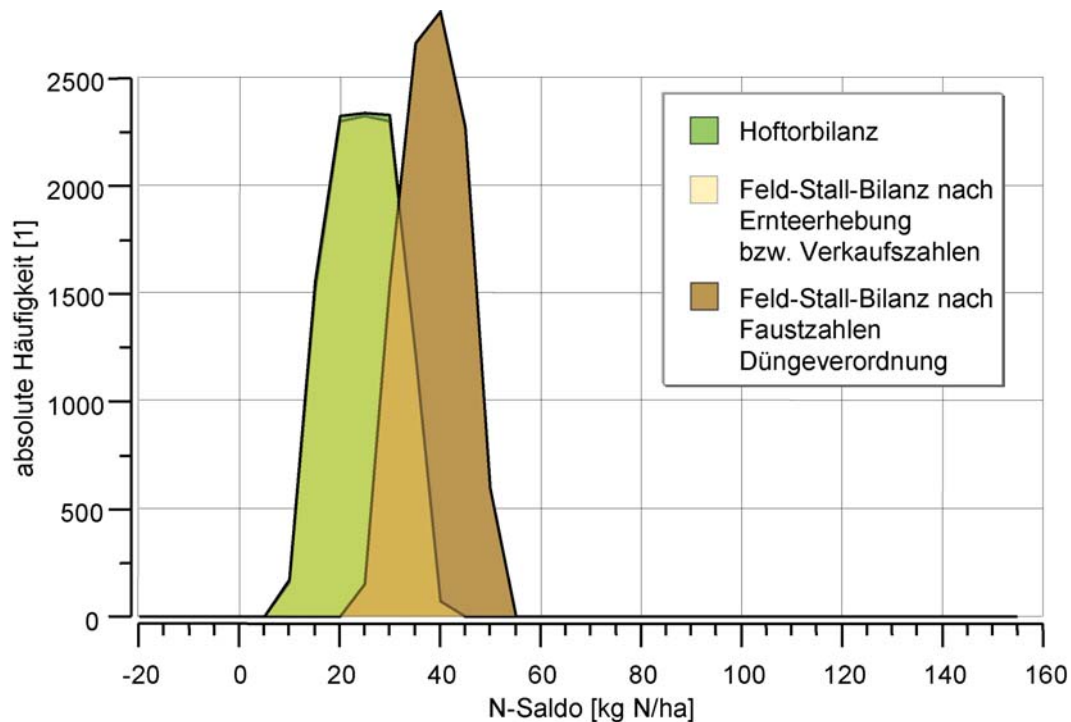


Bild 6.4.3: Vergleich der Häufigkeitsverteilung der N-Salden 2006 nach der „Monte-Carlo-Methode“ für den Marktfruchtbetrieb B2

Die durchgeführten Berechnungen belegen, dass das Verfahren der Hoftorbilanz die deutlich genaueren Nährstoffbilanzen liefert, da der Schwankungsbereich wesentlich enger ausfällt. Die Aussagekraft der ermittelten Nährstoffbilanzen über die Feld-Stall-Bilanz ist selbst bei gewissenhafter Erstellung sehr begrenzt. Um belastbare Aussagen über das Nährstoffmanagement eines landwirtschaftlichen Betriebes und dessen Optimierungspotential zu erhalten, muss daher die Bilanzierung über die Hoftorbilanz erfolgen. Dies trifft insbesondere für (sensible) Wasserschutzgebiete zu, da bereits geringe Unschärfen der Bilanzgrößen Nährstoffüberschüsse bewirken können, die nachteilig auf Grund- und Oberflächengewässer wirken.

6.5 Zusammenhang zwischen N-Saldo und verschiedenen Kennwerten bzw. Bilanzgliedern der Hoftorbilanz

Die Nährstoffbilanzierung über das Verfahren der Hoftorbilanz liefert mit dem N-Saldo eine integrale Kenngröße des Nährstoffmanagements eines Betriebes. Um diese Größe besser interpretieren zu können, wurden der Mittelwert der N-Salden der Anbaujahre 2004 bis 2006 mit einzelnen Bilanzgliedern bzw. verschiedenen betrieblichen Kennzahlen korreliert. Aufgrund der unterschiedlichen landwirtschaftlichen Strukturen, der sehr verschiedenen Betriebstypen und der naturräumlichen Gegebenheiten in den beiden Projektgebieten wurden die Auswertungen zunächst für die beiden Projektgebiete getrennt durchgeführt.

Wie bereits mehrfach angesprochen, fallen im Projektgebiet der LW die Ergebnisse des ökologisch wirtschaftenden Marktfruchtbetriebs L8 mit durchgehend negativen N-Salden und einem Mittelwert von -57 kg N/ha völlig aus dem Rahmen. In den nachfolgenden Bildern und Auswertungen wurde daher dieser Betrieb nicht berücksichtigt.

Zunächst wurden die N-Salden mit den jeweiligen Mittelwerten der N-Einfuhr verglichen. Berücksichtigt wurden die Einfuhr von mineralischem und organischem Dünger, Futtermitteln, Saatgut, Viehzukauf und biologische N-Bindung durch Leguminosen. Die N-Einfuhr schwankt zwischen 54 und 259 kg N/ha, wobei es sich bei dem niedrigen Wert um den ökologisch wirtschaftenden Betrieb L 11 handelt. Es zeigt sich eine Abhängigkeit des N-Saldos von der N-Einfuhr. Der ermittelte Korrelationskoeffizient liegt bei 0,75. Im Gegensatz dazu ergibt sich aus dem Vergleich mit der N-Einfuhr aus Mineraldünger offensichtlich kein direkter Zusammenhang. Ohne Berücksichtigung des ökologischen Betriebs L11 errechnet sich ein Korrelationskoeffizient von 0,28.

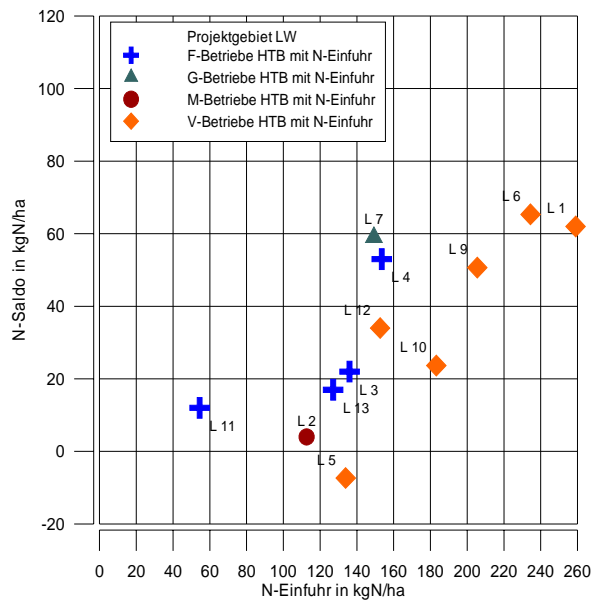


Bild 6.5.1: Korrelation der N-Salden mit der N-Einfuhr im Projektgebiet LW

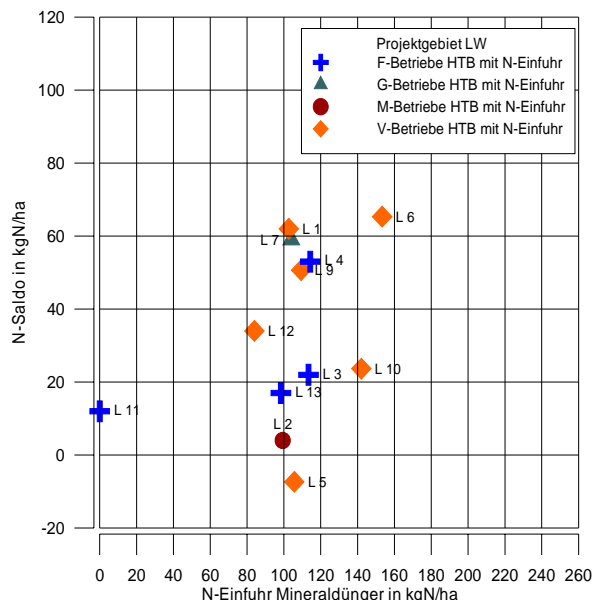


Bild 6.5.2: Korrelation der N-Salden mit der N-Einfuhr an Mineraldünger im Projektgebiet LW

Betrachtet man den Vergleich der N-Salden mit der N-Einfuhr abzüglich des Mineraldüngers, so ergibt sich mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,66 wieder ein besserer Zusammenhang. Ein wichtiger Faktor für die viehhaltenden Betriebe, vor allem die Veredlungsbetriebe, ist die N-Einfuhr über Futtermittelzukauf. Dieser Anteil übersteigt bei einzelnen Betrieben die N-Einfuhr an Mineraldünger.

Eine weitere Vergleichsmöglichkeit bietet die Korrelation der N-Salden mit dem Viehbesatz. Auch bei dieser Auswertung lässt sich mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,66 ein Zusammenhang nachweisen, allerdings ergibt sich aus den Ergebnissen der einzelnen Betriebe doch eine erhebliche Bandbreite.

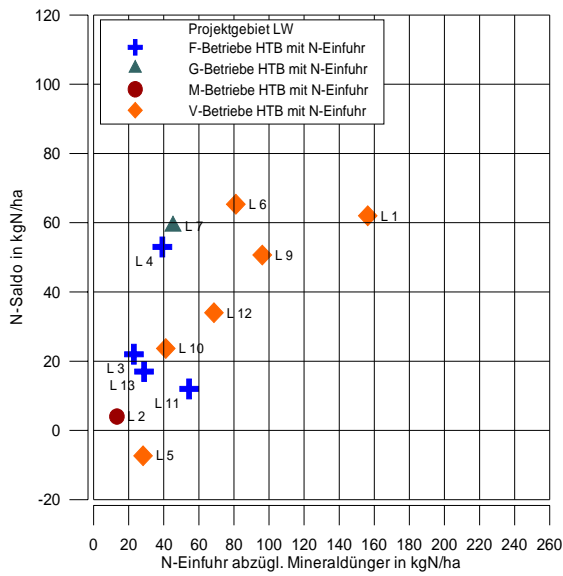


Bild 6.5.3: Korrelation der N-Salden mit der N-Einfuhr abzüglich Mineraldünger im Projektgebiet LW

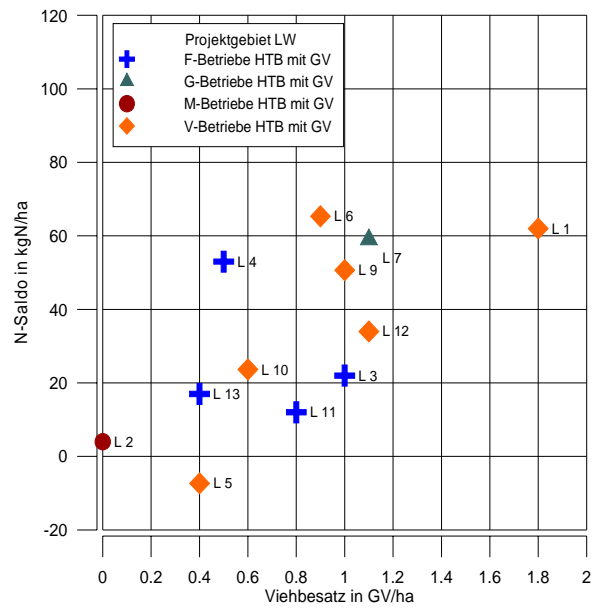


Bild 6.5.4: Korrelation der N-Salden mit dem Viehbesatz in GV/ha

Sowohl aus ökologischen als auch ökonomischen Gründen sollte der zugeführte Stickstoff möglichst optimal genutzt werden. Ein Maß hierfür erhält man durch die Ermittlung der Kennzahl „N-Effizienz“, dem Quotienten aus N-Einfuhr und N-Ausfuhr in Prozent. Betriebliche Stickstoffverluste, z. B. Stall- und Lagerungsverluste, werden hierbei nicht als N-Ausfuhr berücksichtigt. Der Vergleich mit den N-Salden zeigt eine deutliche Korrelation von $r = 0,71$. Wird der ökologische Betrieb L11 beim Vergleich nicht berücksichtigt, so erhöht sich der Korrelationskoeffizient sogar auf 0,89.

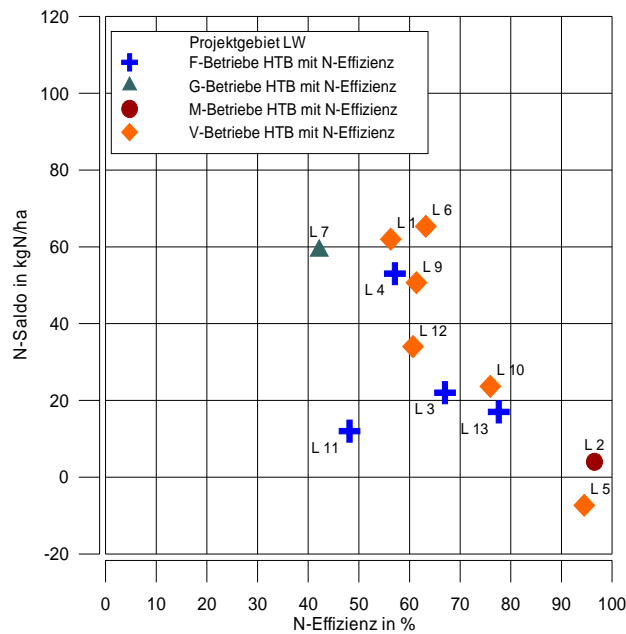


Bild 6.5.5: Korrelation der N-Salden mit der N-Effizienz in Prozent im Projektgebiet der LW

Im Projektgebiet der badenova weist die N-Einfuhr der Betriebe eine Bandbreite zwischen 116 und 254 kg N/ha auf. Der ermittelte Korrelationskoeffizient liegt mit 0,46 unter dem Vergleichswert im Gebiet der LW. In der Darstellung fällt jedoch bereits optisch auf, dass es sehr große Unterschiede zwischen den Marktfruchtbetrieben und den anderen 3 Betriebstypen gibt. Berücksichtigt man nur die Marktfruchtbetriebe, so ergibt sich ein Korrelationskoeffizient von 0,89.

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Korrelation der N-Salden mit der N-Einfuhr an Mineraldünger. Auch in diesem Fall lässt sich für alle Betriebe keine Korrelation nachweisen ($r = 0,04$). Beschränkt man den Vergleich auf die Marktfruchtbetriebe, ergibt sich ein Korrelationskoeffizient von 0,90.

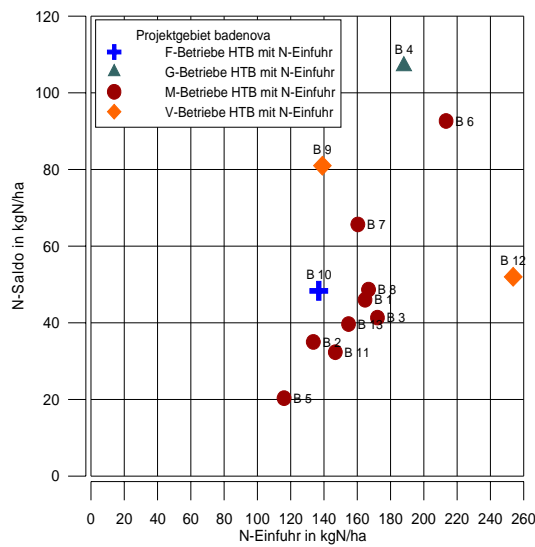


Bild 6.5.6: Korrelation der N-Salden mit der N-Einfuhr im Projektgebiet badenova

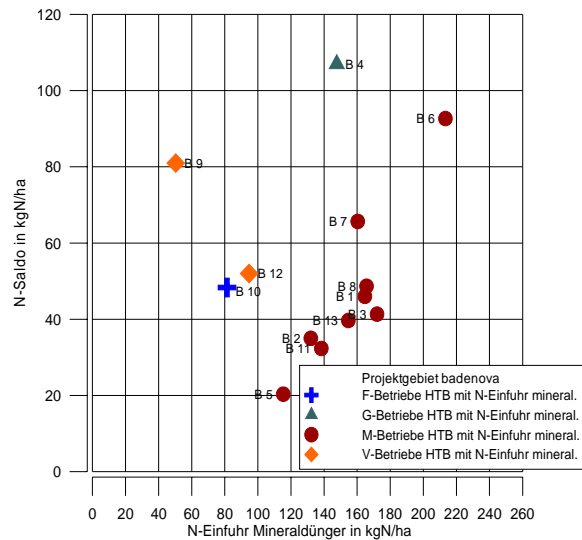


Bild 6.5.7: Korrelation der N-Salden mit der N-Einfuhr an Mineraldünger im Projektgebiet badenova

Da es sich bei 9 von 13 Projektbetrieben im Gebiet der badenova um Marktfruchtbetriebe handelt, führt ein Vergleich der N-Salden mit dem Viehbesatz bzw. mit der N-Einfuhr abzüglich Mineraldünger zu keinem vernünftigen Ergebnis.

Bei der Untersuchung der N-Effizienz fällt wiederum sofort die Verteilung der einzelnen Betriebstypen auf. Werden alle Betriebe berücksichtigt, ergibt sich immerhin noch ein Korrelationskoeffizient von 0,70. Reduziert man den Vergleich auf die 9 Marktfruchtbetriebe, dann ergibt sich ein Wert von beachtlichen $r = 0,96$.

Unterscheidet man beim Vergleich mit der N-Einfuhr über Mineraldünger nach Betriebstypen, so ergibt sich ein deutlich anderes Bild. Für die Marktfruchtbetriebe beider Gebiete ermittelt sich ein Korrelationskoeffizient von 0,93. Im Gegensatz dazu liegt er für die restlichen Betriebe nur noch bei 0,08. Hier zeigt sich sehr deutlich, dass bei viehhaltenden Betrieben das Bilanzglied „N-Einfuhr über Mineraldünger“, je nach Betriebstyp, eine deutlich unterschiedliche Gewichtung besitzt.

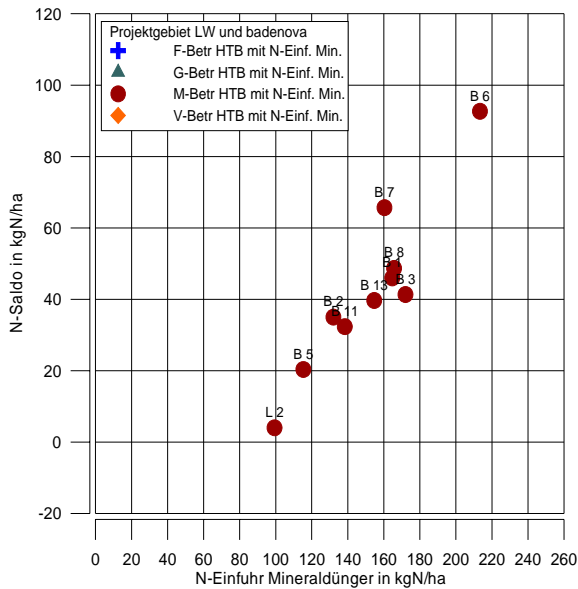


Bild 6.5.11: Korrelation der N-Salden mit der N-Einfuhr an Mineraldünger der Marktfruchtbetriebe in beiden Projektgebieten

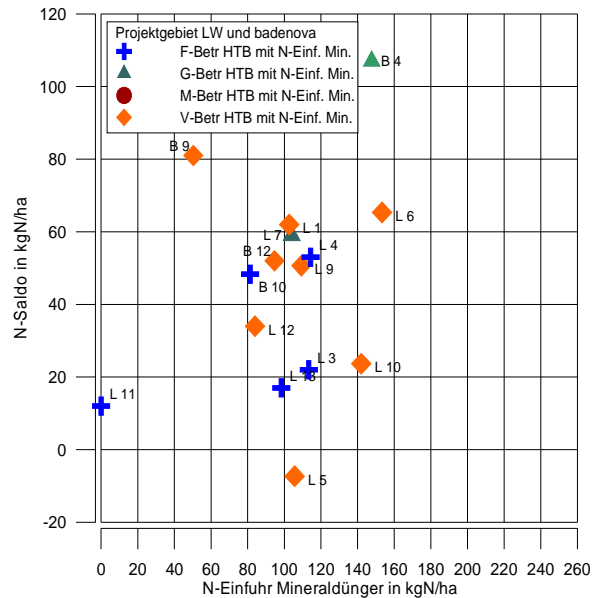


Bild 6.5.12: Korrelation der N-Salden mit der N-Einfuhr an Mineraldünger für die Veredlungs-, Futterbau- und Gemischtbetriebe in beiden Projektgebieten

Betrachtet man die N-Einfuhr abzüglich der Einfuhr über Mineraldünger für alle Betriebe außer den Marktfruchtbetrieben, so ist der Korrelationskoeffizient mit 0,37 zwar etwas besser, aber immer noch sehr niedrig. Die Unterschiede der spezifischen betrieblichen Verhältnisse der Projektbetriebe sind letztlich so groß, dass kein besserer Zusammenhang hergestellt werden kann.

Vergleicht man die Korrelation der N-Salden mit dem Viehbesatz, wobei alle Projektbetriebe mit einem Wert von größer 0,2 GV/ha berücksichtigt wurden, so ergibt sich ein Korrelationskoeffizient von 0,57. Auch dieser Kennwert hängt daher in größerem Maße von den einzelbetrieblichen Verhältnisse ab.

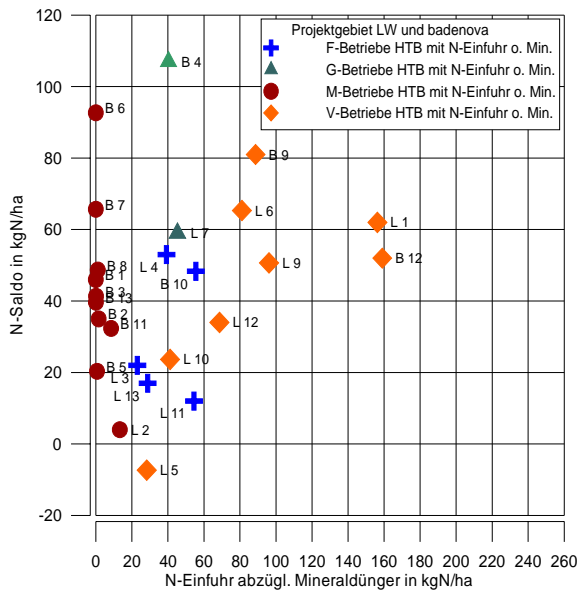


Bild 6.5.13: Korrelation der N-Salden mit der N-Einfuhr abzüglich Mineraldünger für alle Betriebe ohne Marktfruchtbetriebe in beiden Gebieten

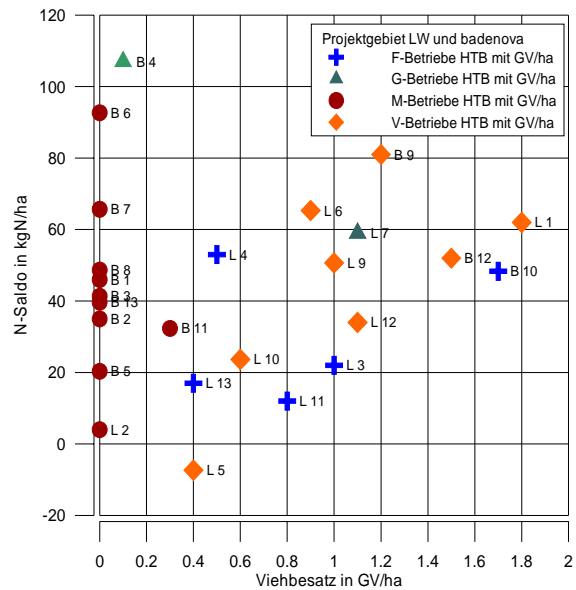


Bild 6.5.14: Korrelation der N-Salden mit dem Viehbesatz für Betriebe mit GV/ha > 0,2 in beiden Gebieten

Bei der Untersuchung der N-Effizienz wurde aufgrund der Ergebnisse für die 2 Gebiete wieder zwischen den Marktfruchtbetrieben einerseits und den restlichen Betriebstypen andererseits unterschieden. Da bei den Marktfruchtbetrieben nur 1 Betrieb aus dem Bereich der LW zu den 9 badenova-Betrieben hinzukommt und dieser sich sehr gut in die Datenreihe einfügt, bleibt der Korrelationskoeffizient mit 0,96 unverändert hoch.

Für die restlichen 15 Betriebe errechnet sich ein Korrelationskoeffizient von 0,71. Auffallend ist hier, dass die beiden Futterbaubetriebe L11 und B10 im Vergleich zum ermittelten N-Saldo eine relativ schlechte N-Effizienz aufweisen. Bei diesen beiden Betrieben handelt es sich um klassische Futterbaubetriebe, die ihre Ernte vollständig oder zumindest weitestgehend innerbetrieblich verwerten. Bei den 3 anderen Futterbaubetrieben im Bereich der LW werden zusätzlich in erheblichem Umfang Marktfrüchte angebaut. Daher liegt bei diesen Betrieben die N-Ausfuhr über pflanzliche Produkte deutlich über denen für tierische Produkte. Nach dem neuen Klassifizierungssystem der EU würden diese 3 Betriebe den Verbundbetrieben zugeordnet werden. Sie sind daher eher den bisherigen Gemischtbetrieben oder den Veredlungsbetrieben zuzuordnen, von denen ebenfalls die meisten in nicht unerheblichem Maße Marktfrüchte anbauen. Werden die beiden Futterbaubetriebe L11 und B10 nicht berücksichtigt, so ergibt sich für die restlichen Betriebe ein wesentlich besserer Korrelationskoeffizient von 0,86.

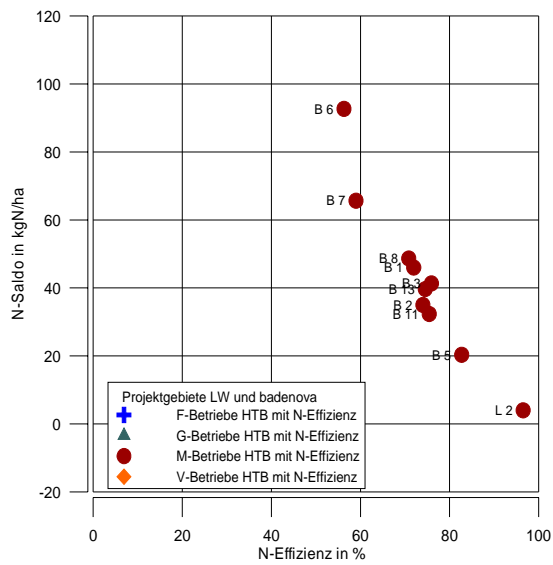


Bild 6.5.15: Korrelation der N-Salden mit der N-Effizienz in Prozent für Marktfruchtbetriebe in beiden Gebieten

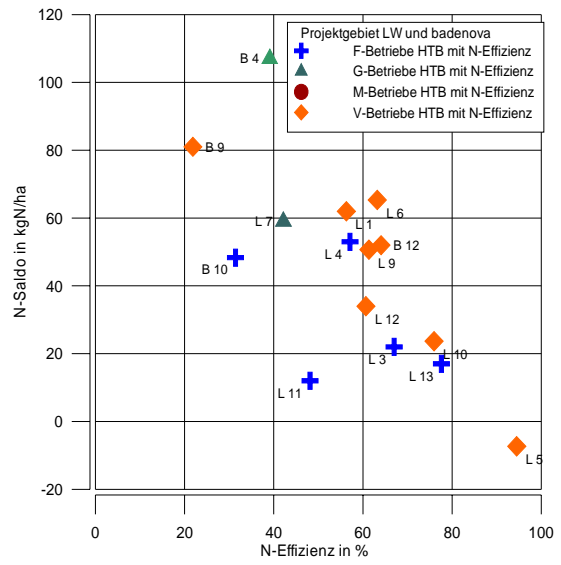


Bild 6.5.16: Korrelation der N-Salden mit der N-Effizienz in Prozent für alle Betriebe ohne Marktfruchtbetriebe in beiden Gebieten

7. Systematik zur Bewertung einer grundwasserschonenden Landbewirtschaftung

7.1 Ableiten des WSG-typischen „Best-Practice-Niveaus“

Ein Ziel des Forschungsvorhabens ist es, ein überschaubares und auf einzelbetrieblich leicht erfassbaren Daten beruhendes Bewertungssystem zum Nachweis einer grundwasserschonenden Landbewirtschaftung zu entwickeln. Die bisher in großem Umfang zur Emissionskontrolle eingesetzte, auf einen Stichtag bezogene Nmin-Methode ist sehr aufwändig und kostenintensiv. Die Aussagekraft einzelner, stichtagsbezogener Nmin-Werte zur Beurteilung einer grundwasserschonenden Landbewirtschaftung ist gering, da die Einzelwerte, wie in den vorangegangenen Kapitel beschrieben, von sehr vielen Faktoren beeinflusst werden.

Die bessere und insgesamt aussagekräftigere Methode zur Bewertung der potentiellen Belastungen des Grundwassers durch einen landwirtschaftlichen Betrieb stellt die Nährstoffbilanzierung dar. In Kapitel 6.4 wurde nachgewiesen, dass hierbei der Bilanzierungsansatz „Hoftorbilanz“ die wesentlich genauere Methode darstellt. Es ist daher aus Sicht des Gewässer- und Grundwasserschutzes unverständlich, warum durch die Novellierung der Düngerverordnung im Jahr 2006 die Nährstoffbilanzierung über den Ansatz der „Feld-Stall-Bilanz“ und nicht über die Hoftorbilanz gesetzlich festgelegt wurde. Die Aussagekraft der Feld-Stall-Bilanz ist im Hinblick auf die Erfassung potentieller Nährstoffverluste und die Optimierung der N-Effizienz, zumindest für viehhaltende Betriebe, nur sehr gering.

Das Bewertungssystem auf der Grundlage der Hoftorbilanz sollte für eine einheitliche Gebietskulisse und die darin wirtschaftenden Betriebe aufgebaut werden. Um in der Praxis eine Akzeptanz zu finden, müssen die vorhandenen Randbedingungen bei der Bewertung berücksichtigt werden. Daher muss zunächst das gebietstypische „Best-Practice-Niveau“ für die jeweiligen Betriebstypen als Maßstab für das Bewertungssystem zugrunde gelegt werden.

Der Begriff „Best Practice“ bedeutet frei übersetzt etwa beste Methode oder bestes Verfahren, beschreibt im Gegensatz zur „bestmöglichen“ Lösung die beste realisierte Lösung. Es ist daher ein pragmatisches Verfahren um ermittelte Kennwerte einzelner Betriebe miteinander zu vergleichen. Da sich die Nährstoffbilanzierung über die Hoftorbilanz als die genaueste Methode herausgestellt hat, muss bei einem Vergleich auch an den Kennwerten bzw. Bilanzgliedern der Hoftorbilanz angesetzt werden.

Ausgehend vom gebietstypischen „Best-Practice-Niveau“ lassen sich so Betriebe mit zu hohem N-Saldo identifizieren. Das Ziel einer fachlichen Beratung muss es sein, diese Betriebe an das „Best-Practice-Niveau“ heranzuführen („Spitzen brechen“).

Die Auswertungen in Kapitel 6.5 haben gezeigt, dass die Aussagekraft der einzelnen Kenngrößen und Bilanzglieder der Hoftorbilanz für die unterschiedlichen Betriebstypen stark vari-

iert. Auf der Grundlage der durchgeführten Korrelationen im vorangegangenen Kapitel wurde zunächst eine Bewertung der verschiedenen Kenngrößen hinsichtlich ihrer Aussagekraft vorgenommen und in Tabelle 7.1 zusammengestellt.

Kenngröße	Betriebstyp				Grundlage	betroffene Bilanzglieder oder Kennzahlen der Hoftorbilanz
	Marktfrucht	Futterbau	Veredlung	Gemischt		
N-Einfuhr	+	○	○	zu geringe Datengrundlage	Bild 6.5.1; 6.5.6 und 6.5.9	Mineraldünger, Futtermittel, Vieh, org. Dünger, Leguminosen
N-Einfuhr Mineraldünger	++	-	-		Bild 6.5.2; 6.5.7 und 6.5.11	Mineraldünger
N-Einfuhr abzgl. Mineraldünger	-	-	+		Bild 6.5.3 und 6.5.13	Futtermittel, Vieh, org. Dünger, Leguminosen
Viehbesatz	-	+	++		Bild 6.5.4 und 6.5.14	GV/ha
N-Effizienz	++	○	+		Bild 6.5.5; 6.5.8; 6.5.15 und 6.5.16	N-Einfuhr und N-Ausfuhr über tierische und pflanzliche Produkte

Tabelle 7.1: Aussagekraft der Kenngrößen und Bilanzglieder der Hoftorbilanz für die einzelnen Betriebstypen.

Für die drei Betriebstypen Marktfrucht, Futterbau und Veredlung konnte jeweils eine Kenngröße mit guter bzw. sehr guter Aussagekraft ermittelt werden. Aufgrund der wenigen Betriebe im Projekt war dies für die Gemischtbetriebe nicht möglich. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die verschiedenen Betriebstypen gleichmäßig ineinander über gehen. Neben den reinen Marktfrucht, Futterbau und Veredlungsbetrieben finden sich auch viele Betriebe, die nach der neuen EU-Systematik eher den Verbundbetrieben d.h. den bisherigen Gemischtbetrieben zugeordnet würden.

Für die ausgewählten Kenngrößen wurde in den nachfolgenden Darstellungen das „Best-Practice-Niveau“ eingetragen. Dieses wird definiert, als die gedankliche Ausgleichsgerade der Betriebe, die zur jeweiligen Kenngröße den niedrigsten N-Saldo aufweisen. Aufgrund der begrenzten Datengrundlage und den in Kapitel 6.4 erläuterten unvermeidbaren Unsicherheiten bei der Ermittlung der N-Salden, wurde über der Geraden ein zusätzlicher Toleranzbereich festgelegt, der in seiner Breite von den jeweiligen Kenngrößen abhängt.

Das „Best-Practice-Niveau“ und der Toleranzbereich wurden unter der Berücksichtigung der Betriebe beider Projektgebiete festgelegt. Aufgrund der Ergebnisse der durchgeführten Auswertungen erscheint dies im Rahmen des Forschungsvorhabens möglich zu sein. Im Allgemeinen muss jedoch davon ausgegangen werden, dass die in einem bestimmten Gebiet ermittelten N-Salden und deren Kenngrößen nicht auf andere Gebiete und Verhältnisse übertragbar sind.

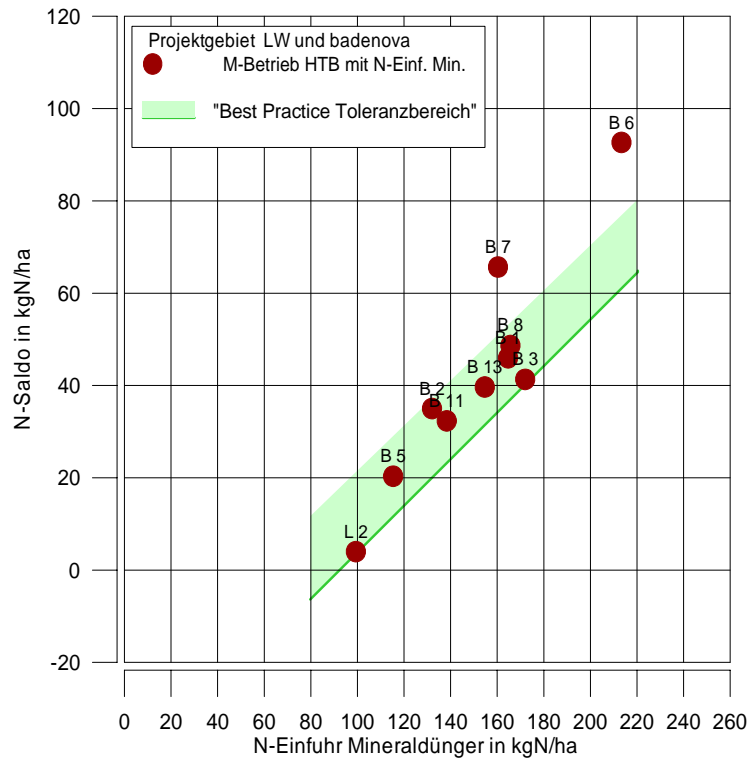


Bild 7.1.1: „Best-Practice-Toleranzbereich“ für Marktfruchtbetriebe auf der Grundlage der Kenngröße „N-Einfuhr Mineraldünger“

Die Festlegung des Toleranzbereichs wird in Abhängigkeit der Kenngröße, der Betriebstypen und der gebietsspezifischen Randbedingungen variieren. Für die Marktfruchtbetriebe und die Kenngröße „N-Einfuhr Mineraldünger“ wurde aufgrund der guten Korrelation eine Bandbreite von 15 kg N/ha gewählt. Bei der Festlegung dieser Werte ergeben sich natürlich große Freiheitsgrade. Beispielsweise wurde der Betrieb L 2 als einziger Betrieb aus dem Projektgebiet der LW bei den Marktfruchtbetrieben berücksichtigt. Gleichzeitig definiert dieser extensiv wirtschaftende Betrieb die Steigung der Geraden. Wird dieser Betrieb nicht für die Festlegung des „Best-Practice-Toleranzbereichs“ herangezogen, so wird zwar die Geradensteigung etwas flacher, an der grundsätzlichen Aussage der Darstellung ändert sich in diesem Fall jedoch nichts.

Solche Festlegungen müssen auch für das Beispiel in Bild 7.1.2 getroffen werden. Hier wurde der „Best-Practice-Toleranzbereich“ beim Viehbesatz für Veredlungs- und Futterbaubetriebe gemeinsam festgelegt. Auch in diesem Fall würden sich bei einer getrennten Betrachtung der beiden Betriebstypen zunächst keine gravierenden Änderungen ergeben. Analysiert man jedoch nicht den Mittelwert, sondern die jährlichen Hoftorbilanzen der Betriebe, so fällt die Sonderstellung des Betriebs L5 auf. Bei ihm basiert der negative Gesamtsaldo auf einem Jahr mit extrem niedrigem N-Saldo von -54 kg N/ha. Ohne dieses Jahr erhöht sich der N-Saldo auf 16 kN/ha. Unter diesen Voraussetzungen würde die Geradensteigung für die Veredlungsbetriebe flacher und etwas höher ansetzen und der Betrieb L9 in den Toleranzbereich fallen.

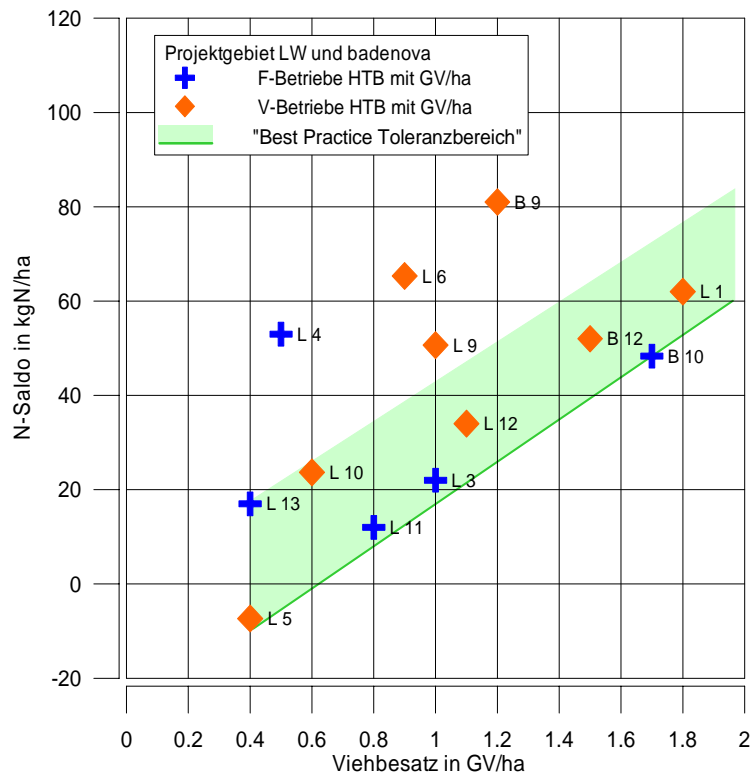


Bild 7.1.2: „Best-Practice-Toleranzbereich“ für Veredlungs- und Futterbaubetriebe auf der Grundlage der Kenngröße „Viehbesatz in GV/ha“

Die Sonderstellung des Betriebs L 5 zeigt sich auch bei der Betrachtung der Kenngröße „N-Einfuhr abzügl. Mineraldünger“ (Bild 7.1.3). Der Veredlungsbetrieb weist offensichtlich neben dem niedrigen, im langjährigen Mittel vermutlich zu niedrigen N-Saldo, einen niedrigen Viehbesatz und eine sehr geringe N-Einfuhr über Futtermittel auf. In solchen Fällen sollte bereits im Rahmen der Festlegung des „Best-Practice-Niveaus“ überprüft werden, ob ein Betrieb für das ausgewählte Betriebskollektiv repräsentativ ist.

Beim Betrieb L 5 zeigt sich hierbei, dass es im Betrieb innerhalb des Projektzeitraums große Umstellungen gab. Bereits zu Beginn wurden neben der Schweinezucht auch in großem Umfang Marktfrüchte angebaut, so dass er bereits zu dieser Zeit im Bereich eines Gemischtbetriebs lag. In den späteren Projektjahren wurde der Viehbesatz reduziert und der Marktfruchtanbau ausgedehnt. Nach neuer Systematik würde er in jedem Fall den Verbundbetrieben zugeordnet. Es ist daher durchaus gerechtfertigt, den Betrieb bei der Definition des „Best-Practice-Niveaus“ für Veredlungsbetriebe nicht zu berücksichtigen.

Das Beispiel zeigt, dass es bei der Festlegung des „Best-Practice-Niveaus“ in Abhängigkeit der verfügbaren Datenbasis immer einen relativ großen Spielraum gibt. Gleichzeitig unterliegt es auch einem dauernden Wandel, so dass es immer wieder auch neu überprüft und gegebenenfalls angepasst werden muss.

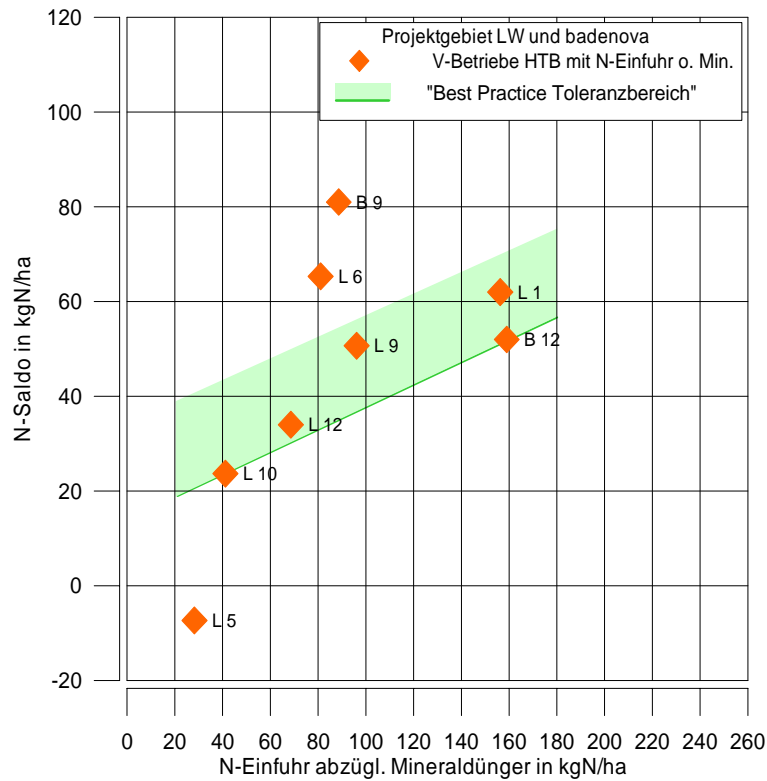


Bild 7.1.3: „Best-Practice-Toleranzbereich“ für Veredlungsbetriebe auf der Grundlage der Kenngröße „N-Einfuhr abzügl. Mineraldünger“

7.2 Vorgehensweise zur Identifikation auffälliger Betriebe

Auf der Grundlage der in Kapitel 7.1 ermittelten Toleranzbereiche für die verschiedenen Betriebstypen und Kennwerte der Hoftorbilanz lassen sich nun sehr leicht „auffällige Betriebe“ identifizieren. Aus den Grafiken wird bereits optisch erkennbar, welche Betriebe deutlich über dem „Best-Practice-Niveau“ bzw. dem festgelegten Toleranzbereich liegen. Darüber hinaus zeigt es das allgemeine Niveau der N-Salden, das die Mehrzahl der Betriebe des jeweiligen Betriebstyps erreicht. Diese Kriterien allein sind für eine Bewertung eines Einzelbetriebs zwar nicht ausreichend, sie geben allerdings die notwendigen Hinweise, auf welche Betriebe sich eine genauere Untersuchung zunächst konzentrieren sollte.

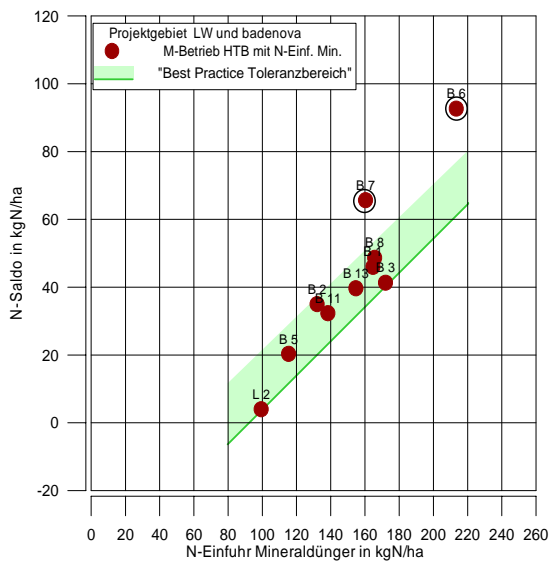


Bild 7.2.1: Auffällige Marktfruchtbetriebe für die Kenngröße „N-Einfuhr Mineraldünger“

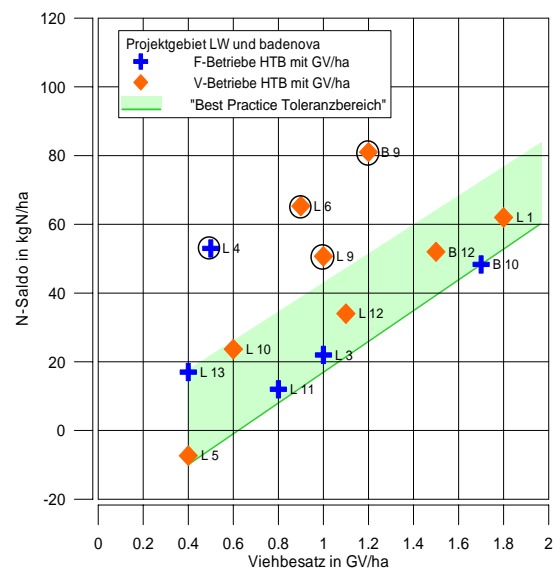


Bild 7.2.2: Auffällige Veredlungs- und Futterbaubetriebe für die Kenngröße „Viehbesatz in GV/ha“

Aus den Bildern 7.2.1 und 7.2.2 lassen sich so zunächst die Betriebe B6 und B7 für die Marktfruchtbetriebe, die Betriebe L6, L9 und B9 für die Veredlungsbetriebe und der Betrieb L4 für die Futterbaubetriebe als „auffällig“ identifizieren. Betrachtet man für die Veredlungsbetriebe auch noch den Kennwert „N-Einfuhr abzüglich Mineraldünger“, so bestätigen sich diese Annahmen für die Betriebe L6 und B9, während L9 für diesen Kennwert noch innerhalb des Toleranzbereichs liegt. Dieser Betrieb weist gegenüber den anderen auch den geringeren N-Saldo auf.

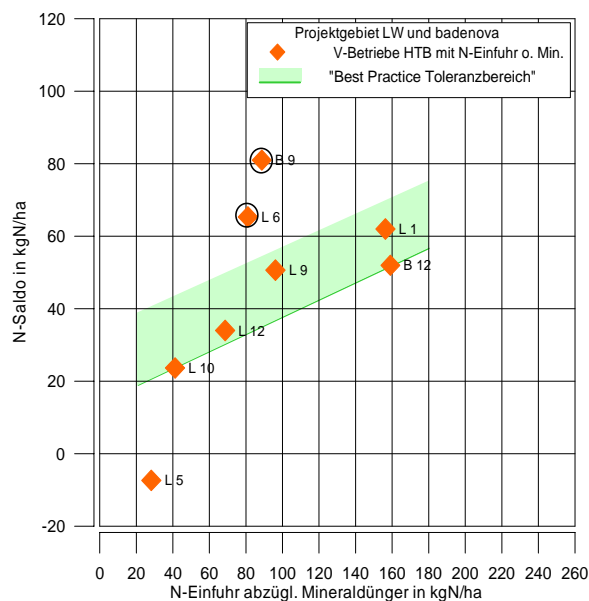


Bild 7.2.3: Auffällige Veredlungsbetriebe für die Kenngröße „N-Einfuhr abzügl. Mineraldünger“

Eine weitere Möglichkeit die bisherige Auswahl der Betriebe zu verifizieren bzw. auch weitere „auffällige“ Betriebe zu identifizieren, ermöglicht der Kennwert „N-Effizienz“, als Quotient aus N-Einfuhr und N-Ausfuhr. Auch für diesen Kennwert lässt sich eine Grenze definieren, die von den meisten vergleichbaren Betrieben erreicht bzw. unterschritten wird. Für die Marktfrucht-, Futter- und Veredlungsbetriebe wurde die Grenze in den nachfolgenden Darstellungen aufgenommen. Für die beiden Gemischtbetriebe ist eine Festlegung der Grenze aufgrund der Datengrundlage kaum möglich. Allerdings liegt vor allem der Betrieb B4 mit einer N-Effizienz von unter 40% und einem N-Saldo von über 100 kg N/ha in einem Bereich, so dass er durchaus den „auffälligen Betrieben“ zugeordnet werden kann.

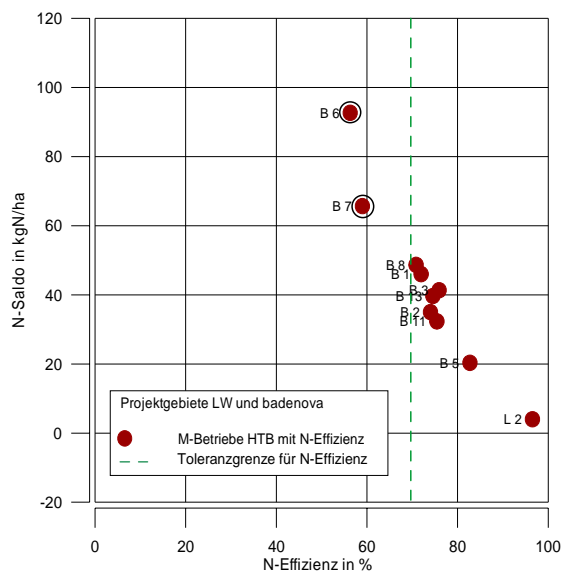


Bild 7.2.4: Toleranzgrenze und auffällige Betriebe für die Kenngröße „N-Effizienz“ für Marktfruchtbetriebe

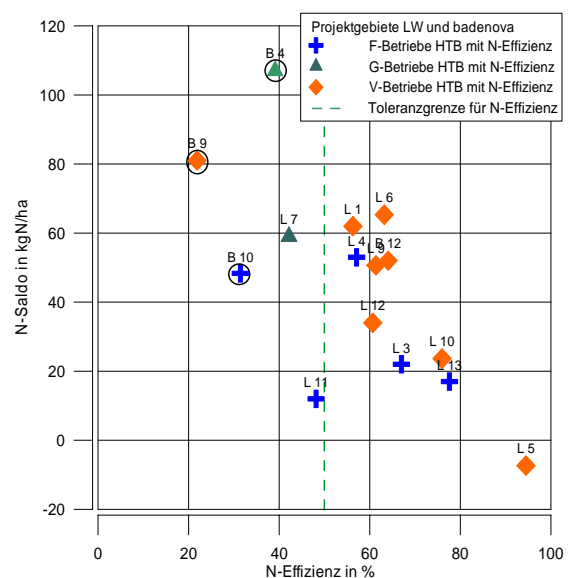


Bild 7.2.5: Toleranzgrenze und auffällige Betriebe für die Kenngröße „N-Effizienz“ für Veredlungs-, Futterbau- und Gemischtbetriebe

Aus den bisherigen Darstellungen konnten zunächst 8 von 25 Projektbetrieben als „auffällige Betriebe“ für einen oder mehrere Kennwerte identifiziert werden. Diese Betriebe sind nun einer genaueren Überprüfung zu unterziehen. Somit bietet diese Vorgehensweise wichtige Hinweise für die WSG-Beratung. Hierzu sind die einzelnen Kenngrößen der Hoftorbilanz den Vergleichswerten der „Best-Practice-Betriebe“ bzw. entsprechenden Betrieben im Toleranzbereich gegenüberzustellen. Hierdurch lassen sich in vielen Fällen die maßgebenden Faktoren für die „Auffälligkeiten“ ermitteln. Ausgehend von diesen Werten muss dann im Rahmen der einzelbetrieblichen WSG-Beratung nach Erklärungen bzw. Begründungen für diese Abweichungen gesucht werden. In einigen Fällen wird dies nur möglich sein, wenn weitere Informationen über die Betriebe, ihre genaue betriebliche Struktur und die vorhandenen natürlichen Randbedingungen zur Verfügung stehen. Die prinzipielle Vorgehensweise soll anhand einiger Fallbeispiele im nachfolgenden Kapitel verdeutlicht werden.

7.3 Fallbeispiele

Aus den Darstellungen Bild 7.2.1 und 7.2.4 konnten die beiden Marktfruchtbetriebe B6 und B7 als „auffällige Betriebe“ identifiziert werden. Die Vorgehensweise zur Ursachenermittlung der Kennwertabweichungen soll als erstes Fallbeispiel anhand des Marktfruchtbetriebs B6 erläutert werden.

Der Marktfruchtbetrieb B6 weist mit 93 kg N/ha den mit Abstand höchsten mittleren N-Saldo aller Marktfruchtbetriebe in den beiden Projektgebieten auf. Sowohl beim Kennwert „N-Einfuhr Mineraldünger“ als auch bei der „N-Effizienz“ liegt er deutlich außerhalb des festgelegten Toleranzbereichs bzw. der Toleranzgrenze. Da kein Betrieb eine ähnlich hohe N-Einfuhr an Mineraldünger aufweist, wurden die Betriebe B1 und B13 als Vergleichsbetriebe herangezogen, da sie beide eine ähnliche Betriebsstruktur aufweisen. Bei allen drei Betrieben liegt der Schwerpunkt auf dem Anbau von Körner- und Saatmais. Während der Saatmaisanteil mit ca. 25 % der Fläche bei allen fast gleich ist, liegt der Anteil des Körnermais mit 58 % beim Betrieb B6 deutlich über den Vergleichsbetrieben mit ca. 35 %. Bei diesen ist dafür der Kartoffelanbau mit ca. 25 % der Fläche ein wesentlicher Bestandteil der Fruchtfolge. Unabhängig davon, zeigen die Ergebnisse des Vergleichs der Hoftorbilanz bei den einzelnen Bilanzgliedern deutliche Unterschiede.

Marktfruchtbetrieb		Überprüfung	Vergleichsbetriebe im Toleranzbereich	
Bilanzglieder der Hoftorbilanz		Betrieb B6	Betrieb B1	Betrieb B13
N-Einfuhr	Mineraldünger	213	165	155
	organischer Dünger	0	0	0
	Futtermittel	0	0	0
	Tiere	0	0	0
	N ₂ -Bindung	0	0	0
	Summe	213	165	155
N-Ausfuhr	Pflanzliche Produkte	120	118	115
	Tierische Produkte	0	0	0
	organischer Dünger	0	0	0
	Summe	120	118	115
Fläche in ha		55	50	75
Viehbesatz in GV/ha		0	0	0
N-Verluste aus Tierhaltung		0	0	0
N-Saldo		93	46	40

Tab. 7.3.1: Überprüfung „auffälliger Betriebe“ – Marktfruchtbetrieb B 6

Der dominierende Faktor ist die sehr hohe N-Einfuhr über Mineraldünger, die mit 213 kg N/ha beim Betrieb B6 um etwa 50 bis 60 kg N/ha über denen der Vergleichsbetriebe liegt.

Die N-Ausfuhr über die pflanzlichen Produkte liegt dagegen mit 120 kg N/ha nur unwesentlich über den Vergleichsbetrieben. Dies führt insgesamt zu einer für einen Marktfruchtbetrieb sehr schlechten N-Effizienz von unter 60%. Das Ziel der fachlichen Beratung des Betriebes muss daher auf die deutliche Reduzierung des Mineraldüngereinkaufs um mindestens 50 kg N/ha abzielen. Bei einem mittleren Jahresniederschlag von ca. 940 mm/a und einer mittleren Bodenwasseraustauschrates von etwa 1,4 auf den Betriebsflächen wäre dies nicht nur ein wichtiger Schritt zu einer grundwasserschonenden Landbewirtschaftung, sondern auch ein spürbarer ökonomischer Vorteil.

Ebenfalls als „auffälliger Betrieb“ hat sich in den Auswertungen der Veredlungsbetrieb B9 dargestellt. Bei diesem Betrieb liegt der Schwerpunkt auf der Schweinezucht und Schweinemast, mit zusätzlicher Milchvieh- und Geflügelhaltung. Die Erträge der rund 30 ha Betriebsflächen werden vollständig innerbetrieblich genutzt. Alle Flächen liegen im Projektgebiet der badenova im Teilgebiet des Zartener Beckens auf einer Höhenlage zwischen 350 und 400 müNN. Der Betrieb B9 weist mit 81 kg N/ha den höchsten mittleren N-Saldo aller Veredlungsbetriebe auf. Er lag damit bei den Kennwerten „Viehbesatz“, „N-Einfuhr abzügl. Mineraldünger“ und „N-Effizienz“ jeweils deutlich über den Toleranzbereichen bzw. Toleranzgrenzen. Aufgrund seiner betrieblichen Struktur und den naturräumlichen Gegebenheiten im Zartener Becken, musste ein Vergleichsbetrieb herangezogen werden, der deutliche Unterschiede aufweist und daher nur einen eingeschränkten Vergleich ermöglicht. Beim Betrieb B12 handelt es sich um einen Schweinemastbetrieb mit Hühnerhaltung und zusätzlich Marktfruchtverkauf. Die 60 ha Betriebsflächen liegen im Bereich der Staufener Bucht auf einer Höhe zwischen 200 und 250 müNN.

Veredlungsbetrieb		Überprüfung	Vergleichsbetriebe im Toleranzbereich
Bilanzglieder der Hoftorbilanz		Betrieb B9	Betrieb B12
N-Einfuhr in kgN/ha	Mineraldünger	50	95
	organischer Dünger	0	0
	Futtermittel	78	134
	Tiere	1	25
	N ₂ -Bindung	10	0
	Summe	139	254
N-Ausfuhr in kgN/ha	Pflanzliche Produkte	2	59
	Tierische Produkte	28	88
	organischer Dünger	0	15
	Summe	30	163
Fläche in ha		30	60
Viehbesatz in GV/ha		1,2	1,5
N-Verluste aus Tierhaltung		28	39
N-Saldo		81	52

Tab. 7.3.2: Überprüfung „auffälliger Betriebe“ – Veredlungsbetrieb B 9

Beim Vergleich der beiden Betriebe zeigen sich bei fast allen Bilanzgliedern der Hoftorbilanz große Unterschiede. Es zeigt sich, dass der Betrieb B12 wesentlich intensiver wirtschaftet. Am größten ist die Differenz zwischen den Summen N-Einfuhr und N-Ausfuhr. Während die Differenz der beiden Betriebe bei der N-Einfuhr etwa dem Faktor 1,8 entspricht, ist er bei der N-Ausfuhr bei 5,4. Hieraus resultiert auch die sehr schlechte N-Effizienz von lediglich 22%.

Bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass die N-Einfuhr über Mineraldünger bei Betrieb B9 eher niedrig ist. Vergleicht man jedoch die N-Einfuhr über Futtermittel, die in beiden Fällen fast ausschließlich für die Schweinezucht bzw. Schweinemast eingesetzt werden, dass der Faktor zwischen „N-Ausfuhr Tierische Produkte“ und „N-Einfuhr Futtermittel“ beim Betrieb B9 bei 0,36, bei Betrieb B12 jedoch bei 0,66. Berücksichtigt man, dass bei Betrieb B9 etwa 30% der „N-Ausfuhr Tierische Produkte“ aus dem Verkauf von Milch stammen, so liegt der Faktor bei etwa 0,25. Aus diesen Zahlen lässt sich schließen, dass die „auffälligen Kennwerte“ vermutlich auf eine ineffektive Fütterung zurückzuführen sind. Die genaueren Ursachen lassen sich in diesem Fall jedoch nur mit zusätzlichen detaillierten Informationen im Rahmen einer fachlichen Beratung ermitteln.

Im Projektgebiet der LW liegt der Veredlungsbetrieb L 6 bei den Kennwerten „Viehbesatz“, „N-Einfuhr abzügl. Mineraldünger“ deutlich über dem Toleranzbereich, allerdings liegt er bei der „N-Effizienz“ mit einem Wert von über 60% unter der Toleranzgrenze. Bei beiden Betrieben handelt es sich um Schweinemastbetriebe mit annähernd 1000 Mastplätzen. Der größte Unterschied liegt in der Flächenausstattung, die bei Betrieb L 6 mit rund 140 ha mehr als doppelt so hoch, wie bei Betrieb L 1. Betrachtet man die Kennwerte der Tabelle, so fällt auf, dass beide Betriebe in der Summe eine ähnliche N-Einfuhr, N-Ausfuhr und einen fast identischen mittleren N-Saldo aufweisen.

Betrachtet man jedoch die einzelnen Bilanzglieder, so zeigen sich große Unterschiede. Aufgrund der unterschiedlichen Flächengröße ist die N-Einfuhr über Futtermittel weniger als halb so groß wie bei Betrieb L 1. Demgegenüber liegt die N-Einfuhr über Mineraldünger um 50% über dem Vergleichswert. Dies wird beim Betrieb L 6 durch die hohe N-Ausfuhr über pflanzliche Produkte wieder ausgeglichen. Gründe für diese Unterschiede lassen sich aus der Tabelle nicht ableiten. Hierzu ist es notwendig die einzelnen Jahre zu betrachten. Hier zeigt sich, dass die jährlichen N-Salden des Betriebs L 6 sehr großen Schwankungen zwischen 25 und 115 kg N/ha unterliegen. Dies lässt sich vor allem auf betriebliche Umstellungen innerhalb des Projektzeitraums zurückführen. So wurden beispielsweise im letzten Projektjahr 2006 erstmals fast 40 ha Silomais für die Abgabe an eine Biogasanlage angebaut, das Gärsubstrat muss jedoch erst 2007 zurückgenommen werden. Weiterhin wurde die N-Ausfuhr über Mastschweine zwischen den Projektjahren 2004 und 2006 um über 50% gesteigert. Aufgrund dieser gravierenden Änderungen der Betriebsstruktur führt der Vergleich der gemittelten Kennzahlen zu keinen aussagekräftigen Werten.

Veredlungsbetrieb		Überprüfung	Vergleichsbetrieb im Toleranzbereich
Bilanzglieder der Hoftorbilanz		Betrieb L6	Betrieb L1
N-Einfuhr in kgN/ha	Mineraldünger	153	103
	organischer Dünger	3	0
	Futtermittel	63	131
	Tiere	16	25
	N ₂ -Bindung	0	0
	Summe	234	259
N-Ausfuhr in kgN/ha	Pflanzliche Produkte	89	14
	Tierische Produkte	59	132
	organischer Dünger	0	0
	Summe	148	146
Fläche in ha		140	65
Viehbesatz in GV/ha		0,9	1,8
N-Verluste aus Tierhaltung		21	51
N-Saldo		65	62

Tab. 7.3.3: Überprüfung „auffälliger Betriebe“ – Veredlungsbetrieb L 6

Im Projektgebiet der LW liegt der Futterbaubetrieb L 4 bei der Kennzahl „Viehbesatz“ nach Bild 7.2.2 über dem Toleranzbereich. Mit einem mittleren N-Saldo von 53 kg N/ha und einer ermittelten N-Effizienz von knapp 60% besitzt er jedoch keine auffälligen Werte. Der Betrieb bewirtschaftet rund 120 ha und betreibt außer der Milchviehhaltung in größerem Umfang Marktfruchtanbau, vor allem Getreide, aber auch Raps und Silomais. Zum Vergleich wurde der Betrieb L 13 gewählt. Dieser Betrieb bewirtschaftet rund 140 ha und betreibt außer der Milchviehwirtschaft ebenfalls noch Marktfruchtanbau, vor allem Getreide und Raps. Der mittlere N-Saldo liegt jedoch mit 17 kg N/ha wesentlich niedriger und die N-Effizienz mit fast 80 % für einen Futterbaubetrieb auf einem außergewöhnlich hohen Niveau. Beide Betriebe haben fast identische naturräumliche Randbedingungen und wirtschaften in unmittelbarer Nachbarschaft.

Betrachtet man die in Tabelle 7.3.4 zusammengestellten Ergebnisse, so zeigt sich, dass der größte Unterschied bei der Einfuhr von Mineraldünger und organischem Dünger (Klärschlamm) liegt. Trotz 27 kg N/ha größerer N-Einfuhr liegt die N-Ausfuhr bei Betrieb L 4 im Mittel um 11 kg N/ha niedriger. Bei oberflächlicher Betrachtung müsste daraus zunächst der Schluss gezogen werden, dass der Betrieb L 4 auf die Einfuhr von Klärschlamm verzichten und die N-Einfuhr über Mineraldünger reduzieren sollte.

Futterbaubetrieb		Überprüfung	Vergleichsbetrieb im Toleranzbereich
Bilanzglieder der Hoftorbilanz		Betrieb L4	Betrieb L13
N-Einfuhr in kgN/ha	Mineraldünger	114	98
	organischer Dünger	17	4
	Futtermittel	14	15
	Tiere	0	0
	N ₂ -Bindung	8	9
	Summe	154	127
N-Ausfuhr in kgN/ha	Pflanzliche Produkte	76	89
	Tierische Produkte	11	10
	organischer Dünger	0	0
	Summe	88	99
Fläche in ha		120	140
Viehbesatz in GV/ha		0,5	0,4
N-Verluste aus Tierhaltung		13	12
N-Saldo		53	17

Tab. 7.3.4: Überprüfung „auffälliger Betriebe“ – Futterbaubetrieb L 4

Betrachtet man die vorhandene Datengrundlage jedoch etwas genauer, lassen sich durchaus auch andere Rückschlüsse ziehen. In Bild 7.2.2 wurde der Toleranzbereich für die Kenngröße „Viehbesatz in GV/ha“ für Veredlungs- und Futterbaubetriebe gemeinsam festgelegt, außerdem wurde ohne genaue Überprüfung und Interpretation der vorhandenen Betriebsdaten davon ausgegangen, dass alle Betriebe zu berücksichtigen sind. Anhand dieses Fallbeispiels soll der Toleranzbereich für die Futterbaubetriebe verifiziert werden.

Für den Vergleich stehen 5 Futterbaubetriebe zur Verfügung. Das bisherige „Best-Practice-Niveau“ wird durch die Betriebe L3, L11 und B10 definiert. Bei genauer Betrachtung stellt sich die Frage, ob es sich wirklich um vergleichbare Betriebe handelt.

Beim Betrieb L11 handelt es sich um einen biologisch wirtschaftenden Futterbaubetrieb. Aufgrund des Verzichts auf Mineraldünger steigt der Grünland- und vor allem Kleegrasanteil. Wie bereits beim zweiten Bio-Betrieb L 8 diskutiert, ist zu vermuten, dass die Berechnung der Hoftorbilanzen unter der Verwendung der vorgegebenen Faustzahlen für den Biolandbau zu niedrige N-Salden berechnen. Aus diesem Grund wurde der Betrieb L 8 bei keiner der Auswertungen berücksichtigt.

Der Betrieb L 3 bewirtschaftet auf etwa 40% seiner Betriebsfläche sehr humosen Moor- und Anmoorböden. In Abhängigkeit der klimatischen Randbedingungen ist hier mit sehr hohen Mineralisierungsraten von teilweise weit über 100 kg N/ha/a zu rechnen. Dies belegen unter

anderem die Schlagbilanzen, bei denen der ermittelte Ertrag bzw. die N-Abfuhr weit über der vom Landwirt auch sehr niedrig angesetzten N-Zufuhr liegt. Nimmt man eine mittlere Mineralisierung von lediglich 60 kg N/ha an, so erspart sich der Betrieb eine N-Zufuhr von knapp 25 kg N/ha bezogen auf die Gesamtbetriebsfläche. Dieser „natürliche Vorteil“ müsste beim Vergleich mit den anderen Betrieben, die alle auf mineralischen Böden wirtschaften, berücksichtigt werden.

Betrachtet man beim Vergleichsbetrieb L 13 die einzelnen Projektjahre, so fällt auch hier die große Bandbreite der Einzelergebnisse auf. Der ermittelte N-Saldo des Jahres 2006 liegt mit -35 kg N/ha um rund 75 kg N/ha unter den Werten der beiden Vorjahre. Dies resultiert einerseits aus der Reduzierung des Mineraldüngereinkaufs im Laufe der drei Projektjahre und andererseits vor allem aus der N-Ausfuhr über Silomais für eine Biogasanlage im Jahr 2006. Wie bereits beim Veredlungsbetrieb L 6 erläutert, wurde auch beim Betrieb L 13 zwar Silomais abgegeben (ca. 35 kg N/ha bezogen auf die gesamte Betriebsfläche), allerdings muss erst 2007 Gärsubstrat zurückgenommen werden. Unter Berücksichtigung dieser „Bilanzfehler“ müsste der mittlere N-Saldo der drei Projektjahre um mindestens 12 bis 15 kg N/ha höher liegen.

Berücksichtigt man die oben genannten Korrekturen, so ergibt sich für die Futterbaubetriebe bei der Festlegung des „Best-Practice-Toleranzbereichs“ ein völlig anderes Bild, so dass der Betrieb L 4 in den Toleranzbereich fällt. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass ein fachlich korrekter Vergleich von Betrieben nur auf der Grundlage einer ausreichend großen Datenbasis möglich ist. Die Festlegung eines „Best-Practice-Niveaus“ bzw. eines „Best-Practice-Toleranzbereichs“ anhand einiger weniger Betriebe ist daher meist nicht möglich, bzw. mit großen Unsicherheiten bis hin zu Fehlern behaftet.

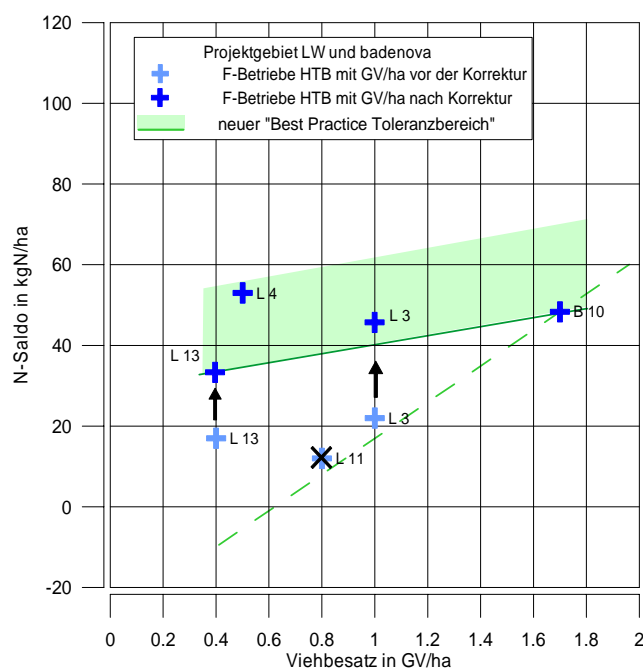


Bild 7.3.1: Auffällige Futterbaubetriebe für die Kenngröße „Viehbesatz in GV/ha“ unter Berücksichtigung der Korrekturen der N-Salden

7.4 Abschätzen des Optimierungspotentials

Ausgehend von dem in den vorangegangenen Kapiteln für die verschiedenen Betriebstypen ermittelten „Best-Practice-Niveau“ und zusätzlichen, realistischen Abschätzungen zur Reduzierung der N-Salden für die bisher nicht betrachteten Gemischtbetriebe, soll nun das daraus resultierende Optimierungspotential beispielhaft ermittelt werden. Hierbei wird zunächst angenommen, dass die Betriebsflächen aller 26 Projektbetriebe in einem fiktiven Wasserschutzgebiet liegen und die Summe der landwirtschaftlichen Betriebsflächen der Schutzgebietsfläche entspricht.

Als Randbedingung der natürlichen Gegebenheiten wird davon ausgegangen, dass die mittlere Sickerwassermenge im gesamten Gebiet, d. h. für alle Betriebsflächen bei 250 mm pro Jahr liegt. Als erreichbares Optimierungsziel wird festgelegt, dass der N-Saldo aller „auffälligen Betriebe“ so reduziert werden kann, dass er zukünftig in der Mitte des jeweils festgelegten Toleranzbereichs liegt. Weiterhin wird vereinfachend davon ausgegangen, dass nur die Hälfte des Stickstoffs des jeweiligen N-Saldos ins Grundwasser gelangt.

Für Betriebe mit negativem oder sehr niedrigem N-Saldo wird eine Nitrat-Mindestkonzentration im Sickerwasser von 10 mg/L angesetzt. Die Stickstofffracht der Betriebe wird über diese Konzentration zurück gerechnet. Ausgehend von diesen Festlegungen wurden für die einzelnen Betriebe die ausgewaschene Stickstofffracht und die daraus resultierende Nitratkonzentration im Sickerwasser für den Ist-Zustand und für den Soll-Zustand berechnet und in der nachfolgenden Tabelle 7.4.1 zusammengestellt. Bei den „auffälligen Betrieben“ wurden die N-Salden für den Soll-Zustand entsprechend den oben genannten Festlegungen reduziert, bei den übrigen Betrieben wurden die bisher ermittelten Werte angesetzt. Die Vorgehensweise zielt daher zunächst darauf ab, die „Spitzen zu brechen“.

Der flächengewichtete N-Saldo aller 26 Projektbetriebe liegt bei 41 kg N/ha. Bei einer Gesamtfläche von 1770 ha und einer angenommenen Denitrifikation von 50% ergibt sich eine jährliche Stickstofffracht von 37.379 kg N. Werden die Optimierungsziele von den 6 „auffälligen“ Betrieben umgesetzt und erreicht, so reduziert sich der mittlere flächengewichtete N-Saldo aller Betriebe um 5 kg N/ha auf 36 kg N/ha. Daraus ergibt sich eine Reduzierung der ausgewaschenen Stickstofffracht um 4.127 kgN auf 33.252 kgN (-11 %). Unter der Annahme einer Sickerwassermenge von 250 mm errechnet sich für den Ist-Zustand eine mittlere Nitratkonzentration von 75 mg/L und im Soll-Zustand eine Konzentration von 67 mg/L und damit ein Rückgang um rund 11 %.

Geht man bei der Betrachtung des „fiktiven Wasserschutzgebiets“ davon aus, dass nur etwa 60 % der Gesamtfläche landwirtschaftlich genutzt wird und der Rest sich aus Wald-, Siedlungs- oder sonstigen Flächen zusammensetzt, lässt sich ein Verdünnungseffekt berücksichtigen. Unter der stark vereinfachten Annahme, dass die Nitrat-Sickerwasserkonzentration der restlichen Schutzgebietsflächen bei gleicher Grundwasserneubildung 10 mg/L beträgt, redu-

ziert sich die Nitrat-Konzentration für den Ist-Zustand auf 49 mg/L und für den Sollzustand auf 44 mg/L.

Betrieb	Typ	mittlere Fläche [ha]	N-Saldo Ist-Wert [kgN/ha]	N-Saldo Soll-Wert [kgN/ha]	N-Fracht Ist-Wert [kg]	N-Fracht Soll-Wert [kg]	Mittlerer Nitratkonz. Ist-Wert [mg/L]	Mittlerer Nitratkonz. Soll-Wert [mg/L]
B 1	M	50	46	46	1.150	1.150	82	82
B 2	M	50	35	35	875	875	62	62
B 3	M	95	41	41	1.963	1.963	73	73
B 4	G	30	107	65	1.605	975	190	115
B 5	M	45	20	20	458	458	36	36
B 6	M	55	93	50	2.548	1.375	164	89
B 7	M	95	66	45	3.119	2.138	116	80
B 8	M	40	49	49	973	973	86	86
B 9	V	30	81	50	1.210	750	143	89
B 10	F	50	48	48	1.208	1.208	86	86
B 11	M	95	32	32	1.536	1.536	57	57
B 12	V	60	52	52	1.570	1.570	93	93
B 13	M	75	40	40	1.488	1.488	70	70
L 1	V	65	62	62	2.015	2.015	110	110
L 2	M	30	4	4	83	83	10	10
L 3	F	100	22	22	1.100	1.100	39	39
L 4	F	120	53	53	3.200	3.200	95	95
L 5	V	60	-7	-7	166	166	10	10
L 6	V	125	65	60	4.083	3.750	116	106
L 7	G	50	59	59	1.475	1.475	105	105
L 8	M ökol.	30	-57	-57	83	83	10	10
L 9	V	70	51	35	1.773	1.225	90	62
L 10	V	50	24	24	592	592	42	42
L 11	F ökol.	70	12	12	408	408	21	21
L 12	V	90	34	34	1.530	1.530	60	60
L 13	F	140	17	17	1.167	1.167	30	30
Summe		1770			37.379	33.252		
fl. gew. Mittelwert			41	36			75	67

Tab. 7.4.1: Optimierungspotential „Best-Practice-Niveau“

Aus dieser überschlägigen Betrachtung wird sehr deutlich, dass auch im Soll-Zustand immer noch für 18 von 26 Projektbetrieben eine mittlere Nitratsickerwasserkonzentration über dem Grenzwert der TrinkwV von 50 mg/L ermittelt wird. Das Ziel, die „Spitzen zu brechen“ und an das vorgefundene „Best-Practice-Niveau“ heranzuführen, kann daher nur der erste Schritt sein. Die weitere Optimierung muss danach an der Reduzierung des „Best-Practice-Niveaus“ ansetzen.

8. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Ein Schwerpunkt der qualitativen Beeinträchtigungen der Rohwässer von Wasserversorgungsunternehmen in Deutschland stellt nach wie vor die Nitratbelastung aus der Landwirtschaft dar. Mit dem Ziel, diese Belastung zu reduzieren, wird seit vielen Jahren und mit erheblichem Aufwand die N_{\min} -Methode als Erfolgskontrolle einer grundwasserschonenden Landbewirtschaftung eingesetzt. Einmalige, stichtagsbezogene N_{\min} -Werte weisen jedoch gravierende Nachteile auf, die an einer Eignung der N_{\min} -Methode als Kontrollinstrument für eine gewässerschonende Landbewirtschaftung zweifeln lassen.

Im Rahmen des hier vorgestellten Forschungsvorhabens „Vergleichende Untersuchung von Hoftorbilanzen und N_{\min} -Werten zur Verbesserung der Nitrat-Emissionskontrolle in Wasserschutzgebieten“ wurden in zwei Projektgebieten im Bereich der Schwäbischen Alb und dem südlichen Oberrheingraben zunächst eine umfangreiche Datenerhebung als Grundlage zur Bewertung der verschiedenen Methoden der Emissionskontrolle durchgeführt. In den beiden Gebieten konnten insgesamt 26 landwirtschaftliche Betriebe unterschiedlicher Produktionsverfahren für die Mitarbeit am Forschungsprojekt gewonnen werden. Sie verpflichteten sich, alle für die Erstellung von Hoftorbilanzen notwendigen Daten und Unterlagen zur Verfügung zu stellen. In den beiden Projektgebieten konnten jeweils 3 Betriebe als so genannte „Intensivbetriebe“ gewonnen werden. Diese Betriebe stellten neben den notwendigen Daten zur Erstellung der Hoftorbilanz auch ihre Schlagkarteien zur Erstellung von Flächenbilanzen zur Verfügung. Darüber hinaus wurden auf den Flächen der „Intensivbetriebe“ umfangreiche N_{\min} -Untersuchungen und Ernteerhebungen durchgeführt.

Mit Hilfe des numerischen Mischzellenmodells INVAM wurden, basierend auf den N_{\min} -Ergebnissen und den berechneten täglichen Sickerwassermengen, die Nitratauswaschung über die einzelnen Herbst-Winter-Zeiträume für insgesamt 95 Flächenkollektive simuliert. Aus den Angaben der Schlagkarteien, den Ergebnissen der Ertragshebungen und den ermittelten INVAM-Ergebnissen wurde eine Flächenbilanz der einzelnen Kollektive erstellt. Als Ausgangswert der Flächenbilanz wurde der N_{\min} -Startwert der INVAM-Berechnung gewählt. Aus den einzelnen Bilanzgliedern wurde ein „theoretischer N_{\min} -Wert“ nach der nächsten Ernte als Bilanzergebnis ermittelt und dem gemessenen N_{\min} -Wert nach der Ernte gegenübergestellt. Hierbei musste festgestellt werden, dass aufgrund der Ungenauigkeiten der Bilanzglieder und den nicht berücksichtigten Einflussfaktoren während der Vegetationsperiode, die gemessenen N_{\min} -Werte nach der Ernte im Allgemeinen nicht über die vorgenommene Berechnung der Flächenbilanzierung ermittelt werden können. Das System „ N_{\min} -Werte“ weist hierfür eine zu große Streubreite auf.

Die durch INVAM berechneten Stickstoffauswaschungen und die daraus abgeleiteten mittleren Nitrat-Sickerwasserkonzentrationen wurden mit den N_{\min} -Werten unterschiedlicher Zeitpunkte korreliert. Während bei der Korrelation mit den N-Auswaschungen noch eine relativ große Streubreite ermittelt wurde, ergaben sich für die Korrelation mit den Nitratkonzentrationen gute bis sehr gute Korrelationskoeffizienten. Darüber hinaus wurde deutlich, dass ob-

wohl die Nitrat-Sickerwasserkonzentrationen der meisten Kollektive teilweise deutlich über dem Trinkwassergrenzwert für Nitrat lagen, die N_{\min} -Werte der meisten Kollektive den derzeitigen Anforderungen der SchALVO entsprachen.

Auf der Grundlage der erhobenen N-Salden der Hoftorbilanzen und der ermittelten N_{\min} -Werte der Projektflächen der 6 Intensivbetriebe wurde überprüft, ob ein direkter Zusammenhang zwischen N_{\min} -Werten und N-Salden hergestellt werden kann. Hierbei zeigte sich, dass unabhängig vom Bilanzierungszeitraum oder den N_{\min} -Probenahmezeitpunkten zwischen den N-Salden der Hoftorbilanzen und den zugeordneten N_{\min} -Mittelwerten der jeweiligen Betriebsflächen kein Zusammenhang herzustellen ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass 2 Bilanzierungssysteme mit verschiedenen Bilanzierungsräumen verglichen werden, die wiederum von unterschiedlichen Randbedingungen abhängen bzw. stark beeinflusst werden. Darüber hinaus muss festgestellt werden, dass bei der Korrelation zwischen N-Salden und N_{\min} -Werten 2 Größen miteinander verglichen werden, die eine unterschiedliche Häufigkeitsverteilung aufweisen. Während die N-Salden einer Normal-Verteilung unterliegen, ist die Häufigkeitsverteilung der N_{\min} -Werte linksschief und entspricht damit näherungsweise einer Weibull-Verteilung.

Durch die Novellierung der Düngeverordnung im Jahr 2006 wurde die „Feld-Stall-Bilanz“ als Methode der Nährstoffbilanzierung festgelegt. Aus Sicht des Grundwasserschutzes ist der Nährstoffvergleich mittels Hoftorbilanz jedoch die wesentlich bessere und aussagekräftigere Methode zur Bewertung und Optimierung eines landwirtschaftlichen Betriebes. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde daher aufgezeigt, welche zusätzlichen Unsicherheiten aus der politischen Festlegung auf die Flächenbilanz als Nährstoffvergleich resultieren. Hierzu wurden zunächst für die einzelnen Bilanzglieder realistische „Unsicherheiten“ festgelegt und daraus maximale und minimale N-Salden ermittelt. Um für die Abweichungen realistische Schwankungsbereiche zu erhalten, wurden über den "Monte-Carlo-Ansatz" normalverteilte Zufallszahlen gewählt und damit die Bilanzberechnungen durchgeführt. Hieraus konnte eine Häufigkeitsverteilung zum Ausgangswert gemäß Düngeverordnung ermittelt werden. Die durchgeführten Berechnungen belegen, dass das Verfahren der Hoftorbilanz die deutlich genaueren Nährstoffbilanzen liefert, da der Schwankungsbereich wesentlich enger ausfällt. Die Aussagekraft der ermittelten Nährstoffbilanzen über die Feld-Stall-Bilanz ist selbst bei gewissenhafter Erstellung zumindest für viehhaltende Betriebe sehr begrenzt. Um belastbare Aussagen über das Nährstoffmanagement eines landwirtschaftlichen Betriebes und dessen Optimierungspotential zu erhalten, muss daher die Bilanzierung über die Hoftorbilanz erfolgen.

Um die ermittelten N-Salden der einzelnen Betriebe besser interpretieren zu können, wurden die Mittelwerte über den Projektzeitraum mit einzelnen Bilanzgliedern bzw. verschiedenen betrieblichen Kennzahlen korreliert. Die Auswertungen zeigten, dass die Aussagekraft der einzelnen Kenngrößen und Bilanzglieder der Hoftorbilanz für die unterschiedlichen Betriebstypen stark variiert. So konnte beispielsweise für Marktfruchtbetriebe eine sehr gute Korrelation zwischen den N-Salden und der N-Einfuhr über Mineraldünger ermittelt werden, während dies für die anderen Betriebstypen nicht gelang. Bei viehhaltenden Betrieben konnte

dagegen eine Abhängigkeit vom Viehbesatz abgeleitet werden, auch wenn die Streubreite der Einzelwerte aufgrund der geringen Datenbasis deutlich größer war.

Auf der Grundlage der Kennzahlenvergleiche der Hoftorbilanzen wurde dann ein überschaubares und auf einzelbetrieblich leicht erfassbaren Daten beruhendes Bewertungssystem zum Nachweis einer grundwasserschonenden Landbewirtschaftung entwickelt. Um in der Praxis eine Akzeptanz zu finden, müssen die vorhandenen Randbedingungen und die unterschiedlichen Gebietskulissen bei der Bewertung berücksichtigt werden. Für die drei Betriebstypen Marktfrucht, Futterbau und Veredlung konnte jeweils eine Kenngröße mit guter bzw. sehr guter Aussagekraft ermittelt werden. Hierfür wurde zunächst das gebietstypische „Best-Practice-Niveau“, d. h. die beste realisierte Lösung, für die jeweiligen Betriebstypen als Maßstab für das Bewertungssystem zugrunde gelegt. Aufgrund der begrenzten Datengrundlage und den unvermeidbaren Unsicherheiten bei der Ermittlung der N-Salden wurde ein zusätzlicher Toleranzbereich festgelegt, der in seiner Breite von den jeweiligen Kenngrößen abhängt.

Mit diesem Ansatz lassen sich nun zunächst „auffällige Betriebe“ mit zu hohem N-Saldo bzw. „auffälligen“ Kenngrößen identifizieren. Diese Kriterien allein sind für eine Bewertung eines Einzelbetriebs zwar nicht ausreichend, sie geben allerdings die notwendigen Hinweise, auf welche Betriebe sich eine genauere Untersuchung zunächst konzentrieren sollte („Spitzen brechen“) – ein für die Wasserschutzgebietsberatung, die mit knappen Personalressourcen kämpfen muss, wichtiger Gesichtspunkt. Diese Betriebe sind nun einer genaueren Überprüfung zu unterziehen. Hierzu sind die einzelnen Kenngrößen der Hoftorbilanz den Vergleichswerten der „Best-Practice-Betriebe“ bzw. entsprechenden Betrieben im Toleranzbereich gegenüberzustellen. Hierdurch lassen sich in vielen Fällen die maßgebenden Faktoren für die „Auffälligkeiten“ ermitteln. Im Rahmen einer fachlichen Beratung muss dann nach Erklärungen bzw. Begründungen für diese Abweichungen gesucht werden. Das Ziel der Beratung muss es sein, die Betriebe an das gebietsmögliche „Best-Practice-Niveau“ heranzuführen.

Um die möglichen Auswirkungen dieser Vorgehensweise abschätzen zu können, wurde das daraus resultierende Optimierungspotential beispielhaft ermittelt. Hierbei wurde angenommen, dass alle Projektbetriebe in einem fiktiven Wasserschutzgebiet liegen und die Summe der landwirtschaftlichen Betriebsflächen der Schutzgebietsfläche entspricht. Als erreichbares Optimierungsziel wurde festgelegt, dass der N-Saldo aller „auffälligen Betriebe“ so reduziert werden kann, dass er zukünftig in der Mitte des jeweils festgelegten Toleranzbereichs liegt. Unter diesen Annahmen ergab diese überschlägige Berechnung für das fiktive Wasserschutzgebiet einen Rückgang der Nitratkonzentration um über 10%, wenn 6 von 26 Betrieben durch Beratung hinsichtlich ihrer N-Salden optimiert werden. Es wurde jedoch auch deutlich, dass auch unter diesen Voraussetzungen für die Mehrzahl der Betriebe eine mittlere Nitrat-Sickerwasserkonzentration über dem Grenzwert der TrinkwV von 50 mg/L ermittelt wird. Das Ziel die „Spitzen zu brechen“ und an das vorgefundene „Best-Practice-Niveau“ heranzuführen, kann daher nur der erste Schritt sein. Die weitere Optimierung muss danach an der Reduzierung des „Best-Practice-Niveaus“ ansetzen.

Aus den im Rahmen des Forschungsvorhabens gewonnenen Kenntnissen lassen sich einige Schlussfolgerungen ableiten:

- Aufgrund der hohen Variabilität ist die N_{\min} -Methode mit einem Einzelwert als Kontrollinstrumentarium für die N-Emissionskontrolle nicht geeignet.
- Durch den weiten Toleranzbereich der SchALVO wird ein Großteil der Überschreitungen der Sickerwasserkonzentration von 50 mg/l mit dem N_{\min} -Wert als Kontrollinstrumentarium nicht erfasst.
- Der N_{\min} -Wert unterliegt zeitlich und räumlich sehr vielen Einflussfaktoren, so dass dadurch bedingt eine sehr große Variabilität des N_{\min} -Wertes gegeben ist. Eine Korrelation zwischen Hoftorbilanzen und N_{\min} -Werten ist darüber hinaus eine Korrelation zwischen 2 unterschiedlichen Systemen. Eine Korrelation ist deshalb nicht herstellbar.
- Der Nährstoffvergleich mittels Hoftorbilanz ist aus Sicht des Grundwasserschutzes gegenüber der „Feld-Stall-Bilanz“ die wesentlich bessere und aussagekräftigere Methode zur Bewertung und Optimierung eines landwirtschaftlichen Betriebes. Es ist daher nicht nachvollziehbar, warum die novellierte Düngeverordnung nur noch die „Feld-Stall-Bilanz“ als rechtsgültige Methode anerkennt.
- Ein Bewertungssystem muss auf der Bilanzierungsmethode der Hoftorbilanz aufgebaut werden, weil hierbei die Einflussgrößen eine deutlich geringere Variabilität aufweisen.
- Maßstab für ein Bewertungssystem ist das gebietstypische „Best-Practice-Niveau“ für die jeweiligen Betriebstypen. Die belastbare Festlegung erfordert eine ausreichend große Datenbasis.
- Ausgehend vom gebietstypischen „Best-Practice-Niveau“ lassen sich Betriebe mit zu hohem N-Saldo zuverlässig identifizieren. Das Beratungsziel muss es zunächst sein, diese Betriebe an das „Best-Practice-Niveau“ heranzuführen.
- Die Systematik zur Bewertung einer grundwasserverträglichen Landbewirtschaftung stellt für unterschiedliche Betriebstypen aussagekräftige Kenngrößen zur Verfügung.

Das weitere Ziel muss es dann sein, das „Best-Practice-Niveau“ immer wieder zu überprüfen und wenn möglich zu verbessern.

9. Literatur

BACH, M. FREDE H.-G. (1998): Agricultural nitrogen, phosphorus and potassium balances in Germany – Methodology and trends 1970 to 1995. In: Pflanzenernährung und Bodenkunde, 161, 1998, S. 385 – 393.

BADENOVA (2006): Nitrathaushalt und Eintragungspotentiale der Trinkwassergewinnungsgebiete, Entwicklung einer Auskunftsplattform für den Gewässerschutz.

www.badenova.de/web/de/www-badenova-de_internet/engagement/umwelt-internet/innovationsfonds/Innovationsfonds.html

BENNE I., HEINEKE R. & NETTELMANN R., (1990): Die DV-gestützte Auswertung der Bodenschätzung – Erfassungsanweisung und Übersetzungsschlüssel. Technische Berichte zum NIBIS Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.

BMU 2004; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.) Bericht der Bundesrepublik Deutschland gemäß Artikel 10 der Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen, Berlin, 2004

http://www.bmu.de/download/dateien/nitratbericht_2004.pdf.

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage AG Boden (HRSG.), Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

BUNDESSORTENAMT (2000): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Loseblattsammlung im Ringhefter. Landbuch Verlag Hannover.

DVGW (2004): Grundsätze und Maßnahmen einer gewässerschützenden Landbewirtschaftung. Technische Regel, Arbeitsblatt W 104, Oktober 2004, Bonn.

DVGW-FORSCHUNGSSTELLE, PROJEKTGRUPPE GRUNDWASSER UND BODEN (1992): Intensivierte SchALVO-Kontrolle, Sonderuntersuchungen zur Genauigkeit von Nitratstickstoffwerten und Toleranzkonzept zur Bewertung von SchALVO-Kontrolldaten. DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut, Bereich Wasserchemie der Universität Karlsruhe(TH), 1992.

DVWK (1996): Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen, DVWK-Merkblatt 238

ECKERT, G. ET AL. (1998): Kriterien umweltverträglicher Landbewirtschaftung. VDLUFA-Standpunkt. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (Hrsg.), Darmstadt.

ECKERT, G. ET AL. (1999): Kriterien umweltverträglicher Landbewirtschaftung (KUL) – ein Verfahren zur ökologischen Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben. In: Agribiological Research Band 52, Heft 1, 1999, 57 - 76, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

FEW (2000): Pestizidreport Nr. 4

FEW UND GLA (1), (1992): Abschlussbericht über die isopenhydrologischen Untersuchungen und die erstellten Grundwassermodelle im Einzugsgebiet des Wasserwerks Hausen. Untersuchungen der Freiburger Energie- und Wasserversorgungs-AG und des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, Dezember 1992, Freiburg i. Br.

FEW UND GLA (2), (1992): Abschlussbericht über die isotopenhydrologischen Untersuchungen und die erstellten Grundwassermodelle im Einzugsgebiet des Wasserwerks Ebnet. Untersuchungen der Freiburger Energie- und Wasserversorgungs-AG und des Geologischen Landesamtes Baden-Württemberg, Dezember 1992, Freiburg i. Br.

FIBL [Hrsg.](2004): Leitfaden für Praxisversuche - Anleitung zur Planung, Durchführung und Auswertung von Praxisversuchen. Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frankfurt a.M.

FLAIG, H., LEHN, H. ET AL. (2001): Umsetzungsdefizite bei der Reduzierung der Nitratbelastung des Grundwassers. Abschlussbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung Baden-Württemberg, Stuttgart, <http://www.ta-akademie.de>

FREDE, H.-G., DABBERT, S. (HRSG.) (1999). Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft. 2. Auflage. Landsberg: ecomed.

GAMER, W., ZEDDIES, J. (2002). Bilanzen von potentiell umweltbelastenden Nährstoffen der Landwirtschaft in Baden-Württemberg. Forschungsauftrag des Ministeriums Ländlicher Raum Baden-Württemberg, Universität Hohenheim, Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre.

GAMER, W., ZEDDIES, J. (2006). Bilanzen von potentiell umweltbelastenden Nährstoffen der Landwirtschaft in Baden-Württemberg. Forschungsauftrag des Ministeriums Ländlicher Raum Baden-Württemberg, Fortschreibung des Berichts 2002, Universität Hohenheim, Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre, Dezember 2006.

GAMER, W., ZEDDIES, J. (2007). Bilanzen von potentiell umweltbelastenden Nährstoffen der Landwirtschaft in Baden-Württemberg. Forschungsauftrag des Ministeriums Ländlicher Raum Baden-Württemberg, Fortschreibung des Berichts 2002, Universität Hohenheim, Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre, unveröffentlichte Fortschreibung

GIRARDIN, P. (1970): Ecophysiologie du Mais – Fonctionnement de la Plante et de la culture. ITCF, Paris.

GIT HYDROS CONSULT GMBH (2006): Vergleichende Untersuchung von Hoftorbilanzen und N_{\min} -Werten zur Verbesserung der Nitrat-Emissionskontrollen in Wasserschutzgebieten, Teilprojekt Auswertung der Daten der Bodenschätzung als Grundlage für die Berechnung der Nitrat-Auswaschungsgefährdung; Freiburg.- [Unveröff.]

GLIEDSTEIN, B. (2006): Vergleich ausgewählter Bodenparameter nach GIS-basierten Berechnungen und auf Grundlage des Amtlichen Liegenschaftsbuches. – Bachelorarb. Univ. Hohenheim: 52 S.; Hohenheim.- [Unveröff.]

HAAKH (2008). Skript zur Vorlesung „Grundwassererschließung und Grundwasserschutz“ an der Universität Stuttgart, Eigenverlag 2008

HÜSLBERGEN, K.-J., DIEPENBROCK, W. (1997): Das Modell REPRO zur Analyse und Bewertung von Stoff- und Energieflüssen in Landwirtschaftsbetrieben. In: Umweltverträgliche Pflanzenproduktion – Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen. Initiativen zum Umweltschutz 5, Zellen Verlag, Osnabrück, S. 159 – 183.

ISENSEE, E. & KRIPPDAHL, S. (2001): Online-Vergleich von Ertragsmesssystemen im Mähdrösch. Landtechnik 56, S. 274-275.

ISERMANN, K. ISERMANN, R. (1997): Eine aus der Sicht des Nährstoffhaushaltes nachhaltige Landnutzung auf der Grundlage der kritischen Eintragsraten und –konzentrationen der naturnahen Ökosysteme. In: A. DALLY: Der Boden, das Wasser und die Menschen. Loccumer Protokolle 70/96, S. 243 – 279.

ISERMANN, K. ISERMANN, R. (1998): Aktuelle N₂O-Emissionen der Landwirtschaft als Bestandteile ihrer N-Bilanz und der gesamten N₂O-Emissionen Deutschlands. VDLUFA-Schriftenreihe 49, Kongressband 1998, S. 673 – 679.

KOLBE, H. (2000): Landnutzung und Wasserschutz. WLW, Wiss. Lektorat und Verl., Leipzig.

LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (HRSG.) (1995): Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit Nitrat. Stuttgart.

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (2006): Aufbereitung und Auswertung der Bodenschätzungsdaten auf Basis von ALK und ALB für die WSG Donauried und Blaubereuren; Freiburg [Unveröff.]

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (2006): Aufbereitung und Auswertung der Bodenschätzungsdaten auf Basis von ALK und ALB für ausgewählte Projektflächen im südlichen Oberrheingebiet; Freiburg [Unveröff.]

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (2006): Aufbereitung und Auswertung der Bodenschätzungsdaten auf Basis von ALK und ALB für die WSG Donauried und Blaubereuren; Freiburg [Unveröff.]

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (2007): Hydrogeologisches Abschlussgutachten zur Neuabgrenzung des Wasserschutzgebiets Donauried-Hürbe für die Wasserfassungen des Zweckverbands Landeswasserversorgung im württembergischen Donauried und bei Giengen-Burgberg; Freiburg [Unveröff.]

LEL SCHWÄBISCH GMÜND (2007): Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume – Infodienst der Landwirtschaftsverwaltung Baden-Württemberg <http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/menu/1041234/index.html>

LUFÄ (2001): Anleitung zur Bodenprobennahme in der SchALVO-Kontrollaktion

MORHARD, A. (2001): Stofftransport und Stickstoffdynamik in Grundwassereinzugsgebiet der Staufener Bucht. Diplomarbeit. Institut für Hydrologie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau.

PFAU, R. (1966): Ein Beitrag zur Frage des Wassergehaltes und der Beregnungsbedürftigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden im Raum der europäischen Wirtschaftsgemeinde; Meteorologische Rundschau

RÖDELSPERGER, M., ROHMANN, U UND FRIMMEL F. H. (1993): Sachgerechte Ermittlung von auswaschungsgefährdeten Nitratstickstoff-Restgehalten im Wurzelraum von landwirtschaftlich genutzten Böden. Vom Wasser 81, 35-55.

ROHMANN ET AL. 1998: Abschlussbericht zum DVGW-LAWA-Vorhaben W5.13 „Gewässerschützende Landbewirtschaftung in Wassergewinnungsgebieten – Vergleichende Darstellung und Bewertung der Vorgehensweise und von Fallbeispielen in der Bundesrepublik Deutschland“

RP FREIBURG (2007): Hydrologischer Bau und Aquifereigenschaften der Lockergesteine im Oberrheingraben (Baden-Württemberg), Regierungspräsidium Freiburg, LGRB-Informationen 19, 2007

RÜHLING, I., VETTER, R. & LASERE, G. (2001): Nutzbarmachung von Verfahren der Präzisionslandwirtschaft am Oberrhein - Analyse und Interpretation der Variabilität von Ackerflächen in der Rheinebene. Abschlussbericht zum ITADA-Projekt 1.1.1. der EU-Gemeinschaftsinitiative INTERREG III 'Oberrhein Mitte-Süd'.

SCHALVO (2001): Verordnung des Ministeriums für Umwelt und Verkehr über Schutzbestimmungen und die Gewährung von Ausgleichsleistungen in Wasser- und Quellenschutzgebieten (Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung – SchALVO). Stuttgart Februar 2001

STATISTISCHES LANDESAMT (2001): Statistik von Baden-Württemberg, Band 553, Heft 3 Landwirtschaftszählung 1999

STATISTISCHES LANDESAMT (2007): Struktur und Regionaldatenbank 2007
www.statistik.baden-wuerttemberg.de

STURM, S., KIEFER, J. & RÖDELSPERGER, M. (2004): Validierung und Weiterentwicklung eines standortunabhängigen Bodenkontrollverfahrens zur Ermittlung der Nitratauswaschung mit einfachen Nitratauswaschungsmodellrechnungen. Veröffentlichungen aus dem Technologiezentrum Wasser 26

TECHNOLOGIEZENTRUM WASSER KARLSRUHE (1996): Von der Analytik zur Problemlösung. Bericht zum 1. TZW-Kolloquium am 4. Dezember 1996

WABOA (2007): Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Dritte Lieferung 2007

WALDMANN F., WEINZIERL W., SCHECK R., (2007): Digitale Bodenschätzung in Baden-Württemberg – Datenaufbereitung und Auswertungen für ein Wasserschutzgebiet [Veröffentlichung in Vorbereitung]

WENDLING, U. (1995): Berechnung der Grasreferenzverdunstung mit der FAO-Penman-Monteith-Beziehung, Wasserwirtschaft 85, 602-604

Verzeichnis der Anlagen

- Anlage zu Kap. 3.4.1 Excel-Programm „Hoftor2, Version 3.2, 11/2002“ der Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Baden-Württemberg (LEL) zur Dateneingabe für die Hoftorbilanzierung einschließlich der Tabellenblätter der zugrunde liegenden Faustzahlen
- Anlage zu Kap. 5.1 Lagepläne der Projekt- und N_{\min} -Flächen
- Karte 1: Projektgebiet LW – Teilgebiet Donauried - Teil 1
- Karte 2: Projektgebiet LW – Teilgebiet Donauried - Teil 2
- Karte 3: Projektgebiet LW – Teilgebiet Blaubeuren
- Karte 4: Projektgebiet badenova – Teilgebiet Staufener Bucht – Teil 1
- Karte 5: Projektgebiet badenova – Teilgebiet Staufener Bucht – Teil 2
- Karte 6: Projektgebiet badenova – Teilgebiet Zartener Becken
- Betriebsübersicht der 26 Projektbetriebe
- Betriebsspiegel der 26 Projektbetriebe der Jahre 2004 bis 2006
- Anlage zu Kap. 5.2 N_{\min} -Werte der Flächen der „Intensivbetriebe“ für ausgewählte Beprobungszeitpunkte
- Anlage zu Kap. 5.3 Niederschlag und berechnete Sickerwassermengen für die Wetterstationen Wasserwerk Langenau, Blaubeuren, Wasserwerk Hausen und Buchenbach
- Anlage zu Kap. 5.4 Übersicht der ermittelten Bodenkennwerte, Sickerwassermengen und Austauschraten der N_{\min} -Flächen der „Intensivbetriebe“
- Anlage zu Kap. 5.5 Ergebnisse der Ertragserhebungen in den Projektgebieten
- Auszug aus der Ertragserhebung der Körnermaisflächen 2006
 - Auszug aus der Ertragserhebung der Grünlandflächen 2004
 - Ertragserhebung der Grünlandfläche LNS 323 im Jahr 2004
 - Übersicht über die Ergebnisse der Ertragserhebung der einzelnen Projektflächen und Projektjahre

- Anlage zu Kap. 5.6 Auszug aus der Schlagkartei der Projektbetriebe L 1 und B 2 für das Anbaujahr 2004/2005
- Anlage zu Kap. 5.7 Übersicht der Bilanzgrößen der ermittelten Hoftorbilanzen der 26 Projektlandwirte für die Anbau- und Wirtschaftsjahre im Projektzeitraum 2003 bis 2006
- Anlage zu Kap. 6.1 Zusammenstellung der wichtigsten Kenngrößen und Bilanzglieder der ermittelten Flächenbilanzen für die INVAM-Flächenkollektive der sechs „Intensivbetriebe“

Anlage zu Kap. 3.4.1

Excel-Programm „Hoftor2, Version 3.2, 11/2002“

der Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume
Baden-Württemberg (LEL) zur Dateneingabe für die Hoftorbilanzierung
einschließlich der Tabellenblätter der zugrunde liegenden Faustzahlen

Nährstoffvergleich (Hofter) für das Anbau- Jahr: 2006
für den Betrieb: **Max Mustermann**
Betriebsgröße: **66,6 ha LF (ohne Stilllegung)**

Seite 1

Einfuhr	Fläche	Menge	Gesamt	pro dt; m³; ha; Stück			Gesamtbetrieb		
	in ha	dt/ha	in dt	kg N	kg P ₂ O ₅	kg K ₂ O	kg N	kg P ₂ O ₅	kg K ₂ O
Mineraldünger (dt)			Stück						
Kalkammonsalpeter 27			144,5	27	-	-	2.980	-	-
Ammonsulfatsalpeter			15,8	26	-	-	411	-	-
Magnesia-Kainit 11+5			42,1	-	-	11	-	-	463
NP 19+18			11,2	19	18	-	213	202	-
Kemistar Grünland 23/8			26,8	23	8	-	616	214	-
Timac NP 15+20			11,6	15	20	-	174	232	-
Raps-Profi - Kemistar 8+8+24			9,8	8	8	24	78	78	235
			0,0	-	-	-	-	-	-
			0,0	-	-	-	-	-	-
			0,0	-	-	-	-	-	-
Einfuhr aus Mineraldünger in kg/ha							67	11	10
Aufnahme org. Düngemittel (dt; m³)									
			0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-
			0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-
			0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-
Futtermittelzukauf (dt)									
Leinextraktionsschrot			4,0	5,48	1,88	1,41	22	8	6
Sojaextr.schrot			170,5	7,22	1,47	2,59	1.357	251	442
Milchaustauscher*			16,3	3,52	1,83	1,81	57	30	30
Mineralfutter Rinder spezial			16,5	0,00	11,00	0,00	-	182	-
Mineralfutter Mastschweine spezial			30,3	1,00	9,00	0,00	30	273	-
				0,00	0,00	0,00	-	-	-
				0,00	0,00	0,00	-	-	-
				0,00	0,00	0,00	-	-	-
				0,00	0,00	0,00	-	-	-
				0,00	0,00	0,00	-	-	-
				0,00	0,00	0,00	-	-	-
Einfuhr aus Futtermitteln in kg/ha							22	11	7
Stickstoffbindung Legumin. + Grünl.	ha	Ertrag (dt TM/ha oder FM/ha)							
Grünland 30 kg N/ha (-> Ertrag=1)	4,86	1		30			146		
Klee gras (70:30) TM	4,14	80		136			563		
		-		-			-		
		-		-			-		
		-		-			-		
		-		-			-		
		-		-			-		
		-		-			-		
		-		-			-		
		-		-			-		
Tierzukauf in dt Lebendgewicht	Stück	dt LG/Tier							
Ferkel	300	0,28	84,0	2,56	1,17	0,24	215	98	20
		0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	-	-	-
		0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	-	-	-
		0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	-	-	-
		0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	-	-	-
		0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	-	-	-
		0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	-	-	-
		0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	-	-	-
		0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	-	-	-
Summe Einfuhr							6.863	1.567	1.195
Einfuhr in kg/ha							103	24	18

Berechnung der Stickstoffverluste aus Wirtschaftsdünger			
N-Ausscheidung in kg/Tier(...Platz)		Anzahl	Gesamt
Tierarten	N	Tiere/Pl.	
Milchkühe 5.000 kg	98		-
Milchkühe 4.000 kg Grünland (>75%)	100		-
Milchkühe 4.000 kg Ackerbau + Grünl.	78		-
Milchkühe 5.000 kg Grünland (>75%)	107		-
Milchkühe 5.000 kg Ackerbau + Grünl.	90	20	1.800
Milchkühe 6.000 kg Grünland (>75%)	114		-
Milchkühe 6.000 kg Ackerbau + Grünl.	95		-
Milchkühe 7.000 kg Grünland (>75%)	122		-
Milchkühe 7.000 kg Ackerbau + Grünl.	104		-
Mutterkuh ohne Kalb	84		-
Mutterkuh mit Kalb	112		-
Kälber bis 1/2 Jahr (Platz)	22	6	132
Jungvieh 1/2 bis 1 Jahr (Platz)	28		-
Jungvieh über 1 bis 2 Jahre Acker	42	12	504
Jungvieh über 1 bis 2 Jahre Grünl.	50		-
Rinder über 2 Jahre	59	3	177
Mastbullen 1/2 bis 1 1/2 Jahre	48		-
Mastbullen 1/2 bis 2 Jahre	50	13	650
Pferde 550 kg LG	82		-
Pferde 450 kg LG	68		-
Pferde 200 kg LG	32		-
Zuchstute mit Fohlen	86		-
Pferde Aufzucht 5-36 Monate	56		-
Mutterschaf	8		-
Schafe mit Nachzucht	15		-
Mastlämmer Weidemast	4		-
Mastlämmer Intensivmast	3		-
Zuchtsauen 18 Ferkel (8 kg)	26		-
Zuchtsauen 18 Ferkel (25 kg)	36	3	108
Zuchtsauen 18 Ferkel (30 kg)	41		-
Zuchtsauen 18 Ferkel zweiph. (8 kg)	21		-
Zuchtsauen 18 Ferkel zweiph. (25 kg)	29		-
Zuchtsauen 18 Ferkel zweiph. (30 kg)	34		-
10 Mastschweineplätze Universal	117		-
10 Mastschweineplätze zweiphasig	101	13	1.313
10 Mastschweineplätze dreiphasig	98		-
10 Mastschweineplätze zweiph.red	90		-
Abferkelbetrieb 8 Durchg.	29		-
Abferkelbetrieb 8 Durchg.N/P red.F	26		-
Deckbetrieb 1 Platz	13		-
Wartebetrieb 1 Platz	10		-
Deckbetrieb N/P angepaßt	13		-
Wartebetrieb N/P angepaßt	10		-
10 Aufzuchtferkel 5,6 Umtr. Normal	38		-
10 Aufzuchtferkel 5,6 Umtr N/P red.	33		-
100 Legehennenplätze	74		-
100 Legehennenplätze N/P red.	71		-
100 Junghennenplätze	28		-
100 Masthähnchenplätze	29		-
101 Masthähnchenplätze N/P red.	26		-
100 Flugenten	55		-
100 Mastgänse	80		-
100 Putenplätze	160		-
100 Putenplätze N/P red.	140		-
			-
Gesamt-Stickstoffanfall im Betrieb			4.684

Düngemittel	% -Angabe = kg Nährstoff/dt		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	0	0	0
AH-Lösung kg/dt	28	0	0
AH-Lösung kg/m ³	360	0	0
Alzon 25 (Basammon)	25		
Ammoniak-Gas kg/m ³	82	0	0
Kalkstickstoff-gek.	20	0	0
Kalkstickstoff-gem.	20,5	0	0
Harnstoff	46	0	0
Kalkammonsalpeter 27	27	0	0
Kalkammonsalpeter 26	26	0	0
Ammonsulfatsalpeter	26	0	0
Schw. Ammoniak	21	0	0
Stickstoffmagnesia	22	0	0
Kalksalpeter	15,5	0	0
NP 10+34	10	34	0
NP 19+18	19	18	
NP 11+52	11	52	0
NP 18+46 (Diammonphosphat)	18	46	0
NP 20+20	20	20	0
NP 26+14	26	14	0
NPK 6+10+18+2	6	10	18
NPK 6+12+18	6	12	18
NPK 10+8+18	10	8	18
NPK 10+15+20	10	15	20
NPK 10+15+20+2	10	15	20
NPK 12+12+17+2	12	12	17
NPK 12+12+17+2 chlorid-arm	12	12	17
NPK 13+13+21	13	13	21
NPK 13+13+21+ Bor	13	13	21
NPK 15+15+15	15	15	15
NPK 15+10+20	15	10	20
NPK 15+9+15+4	15	9	15
NPK 15+9+15+2	15	9	15
NPK 15+5+16+4 chlorid-arm	15	5	16
NPK 15+5+20+2 chlorid-arm	15	5	20
NPK 24+8+8	24	8	8
Thomaskali 8+15+5	0	8	15
Thomaskali 10+15+2	0	10	15
Thomaskali 10+20-3	0	10	20
Thomaskali 11+11+4	0	11	11
Thomaskali 12+18+3	0	12	18
SupRheKaPhos 14+24	0	14	24
SupRheKaPhos 16+20	0	16	20
SupRheKaPhos 18+24	0	18	24
SupRheKaPhos 9+25	0	9	25
SupRheKaPhos 14+14+4	0	14	14
SupRheKaPhos 9+21+4	0	9	21
SupRheKaPhos 14+8+8	0	14	8

Carolan PK 13+13+5	0	13	13
Carolan PK 14+24	0	14	24
Carolan PK 18+18	0	18	18
Carolan PK 21+11	0	21	11
Hyperp-Kali 15+25	0	15	25
Hyperp-Kali 19+19	0	19	19
Hyperp-Kali 22+12	0	22	12
Hyperp-Kali 12+24+4	0	12	24
Hyperp-Kali 14+18+5	0	14	18
Hyperp-Kali 14+14+6	0	14	14
Hyperp-Kali 18+10-5	0	18	10
Phosphatkali 9+25	0	9	25
Phosphatkali 12+24	0	12	24
Phosphatkali 15+20	0	15	20
Phosphatkali 16+16	0	16	16
Phosphatkali 18+10	0	18	10
Phosphatkali 20+30	0	20	30
Thomasmehl 12	0	12	0
Thomasmehl 15	0	15	0
Thomasmehl 18	0	18	0
Superphosphat 18	0	18	0
Novaphos 17+7	0	17	0
Novaphos 23	0	23	0
Triplephos 46	0	46	0
Hyperphosph, 30	0	30	0
Hyperphosph, 26	0	26	0
Hyperphosph, 21+7	0	21	0
Carolonphos, 20+7	0	20	0
Carolonphos, 26	0	26	0
Dolophos 15+7	0	15	0
60er Kali	0	0	60
Kornkali 40+6	0	0	40
Kaliumsulfat 50	0	0	50
Kalimagnesia 30+10	0	0	30
Magnesia-Kainit 11+5	0	0	11
Knochenmehl, entfettet	3	12	0
Knochenmehl, entleimt	0	28	0
Blutmehl	12	0	0
Hornmehl	14	0	0
Mischdünger	?	?	?
NK - Dünger 20+5+3	20		5
NP - Dünger 15+20+7	15	20	
Kemistar NK - 20+5	20		5
Raps-Profi - Kemistar 8+8+24	8	8	24
Raps-Profi - Kemistar 8+7+23	8	7	23
NPK 13+7+17+3	13	7	17
NPK 16+16+8	16	16	8
Kemistar Grünland 23/8	23	8	
Timac NP 15+20	15	20	

Organische Düngemittel	Lagerungsverluste			Ausbringungsverluste		kg Nährstoff/m ³ ; (dt)		
	TS	N (Brutto)	N-Verluste	N (WD)	N-Verluste	N (Netto)	P ₂ O ₅	K ₂ O
	in %	Ausscheidung	in %	Gülle, etc.	in %	Feld		
		0		0		0	0	0
Rindergülle mit 5,0 % TS	5,0	2,7	10	2,4	20	1,9	0,9	3,5
Rindergülle mit 7,5 % TS	7,5	4,0	10	3,6	20	2,9	1,4	4,8
Rindergülle mit 10,0 % TS	10,0	5,3	10	4,8	20	3,8	1,7	7,1
Gülle Kälber mit 5,0 % TS	5,0	4,9	10	4,4	20	3,5	1,8	3,6
Gülle Kälber mit 7,5 % TS	7,5	7,3	10	6,6	20	5,3	2,7	5,4
Gülle Kälber mit 10,0 % TS	10,0	9,8	10	8,8	20	7,0	3,6	7,2
Gülle weibl.Jungvieh Grünl.mit 5,0 % TS	5,0	3,0	10	2,7	20	2,2	1,2	4,3
Gülle weibl.Jungvieh Grünl.mit 7,5 % TS	7,5	4,6	10	4,1	20	3,3	1,8	6,4
Gülle weibl.Jungvieh Grünl.mit 10 % TS	10,0	6,1	10	5,5	20	4,4	2,4	8,5
Gülle weibl.Jungvieh Acker.mit 5,0 % TS	5,0	2,6	10	2,3	20	1,8	1,1	3,7
Gülle weibl.Jungvieh Acker.mit 7,5 % TS	7,5	3,8	10	3,4	20	2,7	1,7	5,5
Gülle weibl.Jungvieh Acker.mit 10 % TS	10,0	5,0	10	4,5	20	3,6	2,3	7,3
Gülle Milchvieh Grünl. mit 5,0 % TS	5,0	2,8	10	2,5	20	2,0	0,9	3,9
Gülle Milchvieh Grünl. mit 7,5 % TS	7,5	4,1	10	3,7	20	3,0	1,3	5,8
Gülle Milchvieh Grünl. mit 10,0 % TS	10,0	5,4	10	4,9	20	3,9	1,7	7,7
Gülle Milchvieh Ackerbau mit 5,0 % TS	5,0	2,3	10	2,1	20	1,7	0,7	3,5
Gülle Milchvieh Ackerbau mit 7,5 % TS	7,5	3,6	10	3,2	20	2,6	1,1	5,2
Gülle Milchvieh Ackerbau mit 10 % TS	10,0	4,8	10	4,3	20	3,4	1,5	6,9
Gülle Bullenmast mit 5,0 % TS	5,0	3,0	10	2,7	20	2,2	1,1	2,5
Gülle Bullenmast mit 7,5 % TS	7,5	4,4	10	4,0	20	3,2	1,7	3,8
Gülle Bullenmast mit 10,0 % TS	10,0	5,9	10	5,3	20	4,2	2,3	5,1
Gülle Schweinemast Univers. 5,0 % TS	5,0	4,1	10	3,7	20	3,0	2,1	1,9
Gülle Schweinemast Univers. 7,5 % TS	7,5	6,1	10	5,5	20	4,4	3,1	2,9
Gülle Schweinemast Univers. 10 % TS	10,0	8,1	10	7,3	20	5,8	4,1	3,9
Gülle Schweinemast angep.F.5,0 % TS	5,0	3,6	10	3,2	20	2,6	1,5	1,9
Gülle Schweinemast angep.F.7,5 % TS	7,5	5,3	10	4,8	20	3,8	2,3	2,9
Gülle Schweinemast angep.F.10 % TS	10,0	7,1	10	6,4	20	5,1	3,1	3,9
Gülle Schweinezucht Univers. 5,0 % TS	5,0	4,3	10	3,9	20	3,1	2,3	1,9
Gülle Schweinezucht Univers. 7,5 % TS	7,5	6,6	10	5,9	20	4,7	3,5	2,9
Gülle Schweinezucht Univers. 10 % TS	10,0	8,8	10	7,9	20	6,3	4,7	3,9
Gülle Schweinezucht angep.F.5,0 % TS	5,0	3,4	10	3,1	20	2,5	1,8	1,8
Gülle Schweinezucht angep.F.7,5 % TS	7,5	5,2	10	4,7	20	3,8	2,7	2,7
Gülle Schweinezucht angep.F.10 % TS	10,0	7,0	10	6,3	20	5,0	3,6	3,6
Hühnergülle 10 % TS	10,0	6,7	10	6,0	20	4,8	3,6	2,9
Hühnergülle 14 % TS	14,0	9,3	10	8,4	20	6,7	5,1	4,1
Hühnergülle 18 % TS	18,0	12,0	10	10,8	20	8,6	6,6	5,3
Rindermist	25,0	0,75	25	0,56	10	0,50	0,33	0,88
Rindermist (Tiefstreu)	25,0	0,69	25	0,52	10	0,47	0,29	0,99
Schweinemist Normalfütterung	25,0	1,36	30	0,95	10	0,86	0,78	0,77
Schweinemist nährstoffang. Fütterung	25,0	1,11	30	0,78	10	0,70	0,60	0,75
Schafmist	25,0	1,24	25	0,93	10	0,84	0,50	1,40
Pferdemist	25,0	0,76	25	0,57	10	0,51	0,34	0,97
Hühnerfrischkot	22,5	1,39	10	1,25	10	1,13	0,77	0,62
Hühnertrockenkot	50,0	3,08	20	2,46	10	2,21	1,71	1,38
getrockneter Hühnerkot	80,0	4,61	30	3,23	10	2,91	2,56	2,06
Hühnerkot aus Bodenhaltung (Einstreu)	60,0	4,83	40	2,90	10	2,61	2,10	2,50
Hähnchen/Junghennen Mist	55,0	4,30	40	2,58	10	2,32	1,89	2,20
Putenmist	55,0	4,00	40	2,40	10	2,16	2,05	1,90
Rinderjauche		4,4	10	4,0	20	3,2	0,2	8,0
Schweinejauche Universalmast		4,4	10	4,0	20	3,2	0,7	4,0
Schweinejauche nährstoffang. Fütterung		3,9	10	3,5	20	2,8	0,6	4,0
Gülle nach Untersuchung	TS	0,0	10	N	20	0,00	P ₂ O ₅	K ₂ O
Mist nach Untersuchung	TS	0,0	25	N	10	0,00	P ₂ O ₅	K ₂ O
Jauche nach Untersuchung	TS	0,0	10	N	20	0,00	P ₂ O ₅	K ₂ O
		0,0		N	0	0,00	P ₂ O ₅	K ₂ O
Klärschlamm (nach Analyse)	TS			N	0	0,00	P ₂ O ₅	K ₂ O
				N	0	0,00	P ₂ O ₅	K ₂ O
Berechnung aus Ausscheidung		N		0,0	0	0,00	P ₂ O ₅	K ₂ O
		N		0,0	0	0,00	P ₂ O ₅	K ₂ O
Getreidestroh						0,5	0,3	1,4
Kompost (nach Analyse)	TS					N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Grüngut (nach Analyse)	TS					N	P ₂ O ₆	K ₂ O

kg Nährstoff/dt = Gehalt in %			
Futtermittel (Zukauf)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	0,00	0,00	0,00
Biertrebersilage (in TM)	3,84	1,37	0,12
GPS Gerste (in TM)	1,60	0,71	1,08
GPS Weizen (in TM)	1,42	0,62	1,08
Getreideschlempe (in TM)	5,78	1,81	1,04
Gras/Weide* 6,2 MJ NEL/kg (TM)	3,04	0,92	3,62
Grassilage* 5,8 MJ NEL/kg (TM)	2,56	0,87	3,49
Heu* 5,5 MJ NEL/kg (TM)	1,76	0,69	2,41
Kartoffelpülpesilage (in TM)	0,78	0,25	1,33
Kleegrassilage (in TM)	2,66	0,78	3,53
Maissilage* 6,4 MJ NEL/kg (in TM)	1,36	0,55	1,69
Melasse (77% T) (in TM)	2,06	0,07	2,95
Preßschnitzelsilage (in TM)	1,82	0,21	0,95
Rapssilage (in TM)	2,72	0,87	4,22
Roggensilage (in TM)	2,08	0,87	4,10
Stroh* 3 MJ NEL/kg (in TM)	0,64	0,23	1,81
Zuckerrübenblattsilage, sauber TM	2,30	0,53	3,13
Einzelfuttermittel (FM-Angaben)	0,00	0,00	0,00
Bierhefe, getrocknet	7,50	3,30	2,21
Brotreste	1,15	0,21	0,86
Fischmehl, Typ 60	9,30	6,71	1,11
Fleischknochenmehl	7,14	14,48	0,48
Haferschälkleie	1,09	0,37	0,88
HP-Sojaextr.-schrot	7,86	1,63	2,65
Küchenreste	0,54	0,18	0,16
Leinextraktionsschrot	5,48	1,88	1,41
Leinkuchen	5,41	1,70	1,30
Luzernegrünmehl	2,88	0,64	2,89
Magermilch, frisch	0,50	0,21	0,16
Mais - CCM	1,01	0,44	0,47
Maiskeimextr. schrot	2,91	1,47	0,86
Maiskleberfutter	3,71	1,81	1,42
Maniok, Typ 55	0,38	0,18	0,86
Melasseschnitzel	1,82	0,18	1,33
Milch	0,59	0,23	0,17
Molke; sauer u. frisch	0,16	0,18	0,18
Rapsexpeller	5,57	2,45	1,54
Rapsextraktionsschrot	5,78	2,47	1,52
Roggengrießkleie	2,30	1,90	1,12
Roggenkleie	2,29	2,34	1,48
Sojabohne	5,68	1,19	2,11
Sojaextr.schrot	7,22	1,47	2,59
Sojaschrot NT	6,99	0,56	1,88
Sojaextr.schrot, schalenreich	7,02	1,47	2,37
Sojaschalen	1,86	0,41	0,87
Sonnenblumenextr. schrot	5,52	2,18	1,41
Tiermehl	9,39	8,62	0,81
Trockenschnitzel	1,44	0,21	0,66
Weizengrießkleie	2,48	1,88	1,57
Weizenkleie	2,26	2,43	1,61
Weizennachmehl	2,72	1,24	1,25
Zitrustrester	1,04	0,27	1,16
Rinder	0,00	0,00	0,00
Milchaustauscher*	3,52	1,83	1,81
Kälber-KF 18/3* 6,9 MJ NEL/kg	2,88	1,15	1,57
MLF 18/3* 6,9 MJ NEL/kg	2,88	1,15	1,57
MLF 16/3* 6,9 MJ NEL/kg	2,56	1,15	1,57

MLF 14/3 6,9 MJ NEL/kg	2,24	1,03	1,45
RMF 22/3* 680 (StE)	3,52	1,83	1,81
Mineralfutter * (Grünland ohne P)	0,00	13,74	0,00
Schweine	0,00	0,00	0,00
Eiweißkonzentrat	7,36	3,67	1,69
Ergänzungsfutter (38 % RP)	6,08	3,21	1,57
Ergänzungsfutter (28 % RP)	4,48	2,29	1,45
Uni-Mast* 13 MJ ME/kg	2,96	1,37	1,08
Uni-Sauen* 13 MJ ME/kg	2,96	1,49	1,08
Ferkelaufzucht 13 MJ ME/kg	3,20	1,60	1,08
Saugferkel 14 MJ ME/kg	3,52	1,83	1,08
N- und P-reduziert für Schweine:	0,00	0,00	0,00
Anfangsmast* 13 MJ ME/kg N/P red.	2,72	1,26	0,96
Endmast* 13 MJ ME/kg N/P red.	2,40	1,03	0,84
Tragefutter* 11,4 MJ ME/kg N/P red.	2,00	1,03	0,84
Säugefutter* 13 MJ ME/kg N/P red.	2,64	1,26	0,96
Ferkelaufzucht* 13 MJ ME/kg N/P red.	2,96	1,37	1,08
Geflügel	0,00	0,00	0,00
Junghennen* 11,4 MJ ME/kg	2,40	1,26	0,96
Legehennen* 11,4 MJ ME/kg	2,80	1,26	0,96
Masthähnchen* 13,4 MJ ME/kg	3,52	1,49	0,96
Puten* 12,6 MJ ME/kg	3,36	1,60	0,96
N- und P-reduziert für Geflügel:	0,00	0,00	0,00
Legehennen* 11,4 MJ ME/kg N/P red.	2,72	1,03	0,96
Masthähnchen* 13,4 MJME/kg N/P red.	3,36	1,26	0,96
Puten* 12,6 MJ ME/kg N/P red.	3,20	1,26	0,96
Getreide, Körnerfrüchte (TM)	0,00	0,00	0,00
Ackerbohnen (86% TM)	4,10	1,20	1,40
Durum (86%TM)	2,30	0,80	0,60
Erbsen (86% TM)	3,60	1,10	1,40
Gerste (86% TM)	1,70	0,80	0,60
Hafer (86% TM)	1,50	0,80	0,60
Körnermais (86% TM)	1,50	0,80	0,50
Raps (91% TM)	3,30	1,80	1,00
Triticale (86% TM)	1,80	0,80	0,60
Weizen (86%TM)12%RP	1,80	0,80	0,60
Weizen (86%TM)14%RP	2,10	0,80	0,60
Winterroggen (86% TM)	1,50	0,80	0,60
Futterpflanzen (FM)			
Kartoffeln (Knollen)	0,35	0,14	0,60
Gehaltsrüben	0,18	0,09	0,50
Massenrüben	0,14	0,07	0,45
Zuckerrüben	0,18	0,10	0,25
Futterpflanzen (TM)			
Silomais	1,40	0,59	1,67
Rotklee (100 dt TM/ha)	2,75	0,65	3,00
Luzerne (100 dt TM/ha)	3,00	0,70	3,25
Weidelgras (100 dt TM/ha)	2,40	0,80	3,25
Kleegras (50:50) (100 dt TM/ha)	2,60	0,70	3,10
Luzernegras (50:50) (100 dt TM/ha)	2,70	0,75	3,25
Kleegras (70:30) (100 dt TM/ha)	2,65	0,70	3,10
Luzernegras (70:30) (100 dt TM/ha)	2,75	0,75	3,25
Futterzwischenfrüchte 30 dtTM/ha	2,60	0,90	3,50
Leguminosenzwischenfr. TM	2,90	0,90	3,50
Luzernegrünmehl	2,88	0,64	2,89
Mineralfutter Schweine (bay)		14,88	
Mineralfutter Zuchtsauen (bay)	1,28	9,16	
Mineralfutter Mastschwein (bay)	1,12	9,16	
Mineralfutter Ferkel (bay)	1,95	9,16	

Sojaöl			
Kuhkorn 18.3	2,88	0,55	
Soja (42% RP)	6,72		
Raps/Soja (38% RP)	6,50	1,70	2,10
Mineralfutter Rinder spezial		11,00	
Mineralfutter Mastschweine spezial	1,00	9,00	

Pflanzenarten	Ertrag	Ø	N-Leg.	N-Leg.	Ø
	Mischung	dt/ha	kg/dt	kg/ha	dt/ha
		-	0,00	-	-
Grünland 30 kg N/ha (-> Ertrag=1)		1	30	30	1
Buschbohnen (FM)	FM	120	1,00	120	120
Erbsen (grün,FM)	FM	80	1,50	120	80
Ackerbohnen (FM)	Korn FM	40	5,00	200	40
Erbsen (FM)	Korn FM	40	4,40	176	40
Luzerne TM	TM	100	2,85	285	100
Luzernegras (50:50) TM	Luz.:Gr. 50:50 TM	100	1,55	155	100
Luzernegras (70:30) TM	Luz.:Gr.70:30 TM	100	1,90	190	100
Rotklee TM	TM	100	2,35	235	100
Kleegras (50:50) TM	Klee:Gr. 50:50 TM	100	1,35	135	100
Kleegras (70:30) TM	Klee:Gr. 70:30 TM	100	1,70	170	100
Alexandrinerklee Zwfr. hoher Ertrag (FM)	hoher Ertrag FM	250	0,24	60	250
Alexandrinerklee Zwfr. mittlerer Ertrag (FM)	mittlerer Ertrag FM	150	0,27	40	150
Kleegras Zwfr. hoher Ertrag (FM)	hoher Ertrag FM	250	0,20	50	250
Kleegras Zwfr. mittlerer Ertrag (FM)	mittlerer Ertrag FM	150	0,20	30	150
Legumin.gemenge Zw hoher Ertrag (FM)	hoher Ertrag FM	250	0,34	85	250
Legumin.gemenge Zw mittl. Ertrag (FM)	mittlerer Ertrag FM	150	0,37	55	150
sonstige Pflanze	-				

	Ernteprodukte	Ø	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Pflanzenarten	Korn : Stroh	dt/ha	kg/dt	kg/dt	kg/dt	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Korn:Str. Rübe:Bl	TM, RP-Geh.	FM,TM						
		-	0,00	0,00	0,00	-	-	-
Weizen (86%TM)12%RP	Korn (12% RP)	60	1,80	0,80	0,60	108	48	36
Weizen 12% RP Korn + Stroh	Korn + Stroh	60	2,30	1,10	2,00	138	66	120
Weizen (86%TM)14%RP	Korn (14% RP)	60	2,10	0,80	0,60	126	48	36
Weizen 14% RP Korn + Stroh	Korn + Stroh	60	2,60	1,10	2,00	156	66	120
Weizen (86%TM)16%RP	Korn (16% RP)	60	2,40	0,80	0,60	144	48	36
Weizen 16% RP Korn + Stroh	Korn + Stroh	60	2,90	1,10	2,00	174	66	120
Durum (86%TM)	Korn	60	2,30	0,80	0,60	138	48	36
Durum Korn + Stroh	Korn + Stroh	60	2,80	1,10	2,00	168	66	120
Winterroggen (86% TM)	Korn (11% RP)	60	1,50	0,80	0,60	90	48	36
Winterroggen Korn + Stroh	Korn + Stroh	60	2,00	1,10	2,60	120	66	156
Triticale (86% TM)	Korn (12% RP)	60	1,80	0,80	0,60	108	48	36
Triticale Korn + Stroh	Korn + Stroh	60	2,30	1,10	2,30	138	66	138
Wintergerste (86% TM)	Korn (12% RP)	60	1,70	0,80	0,60	102	48	36
Wintergerste Korn + Stroh	Korn + Stroh	60	2,20	1,10	2,30	132	66	138
S.Futtergerste (86% TM)	Korn (12% RP)	60	1,70	0,80	0,60	102	48	36
S.Futtergerste Korn + Stroh	Korn + Stroh	60	2,20	1,10	2,30	132	66	138
Braugerste (86% TM)	Korn (10,5% RP)	50	1,40	0,80	0,60	70	40	30
Braugerste Korn + Stroh	Korn + Stroh	50	1,90	1,10	2,30	95	55	115
Hafer (86% TM)	Korn (11% RP)	50	1,50	0,80	0,60	75	40	30
Hafer Korn + Stroh	Korn + Stroh	50	2,00	1,10	2,60	100	55	130
Dinkel (m.Spelz)	Korn (mit Spelz)	50	1,60	0,80	0,80	80	40	40
Dinkel m.Spelz Korn + Stroh	Korn + Stroh	50	2,10	1,00	2,50	105	50	125
Getreidestroh	Stroh	60	0,50	0,30	1,40	30	18	84
Körnermais (86% TM)	Korn (10% RP)	90	1,50	0,80	0,50	135	72	45
Ackerbohnen (86% TM)	Korn (30% RP)	40	4,10	1,20	1,40	164	48	56
Erbsen (86% TM)	Korn (26% RP)	40	3,60	1,10	1,40	144	44	56
Raps (91% TM)	Korn (23% RP)	30	3,30	1,80	1,00	99	54	30
Sonnenblumen	Korn (20% RP)	35	2,80	1,60	2,40	98	56	84
Öllein (Korn)	Korn	25	3,50	1,20	1,00	88	30	25
Kartoffeln (Knollen)	Knollen	300	0,35	0,14	0,60	105	42	180
Zuckerrüben	Rüben	550	0,18	0,10	0,25	99	55	138
Zuckerrüben + Blatt	Rüben + Blatt	550	0,46	0,18	0,75	253	99	413
Gehaltsrüben	Rüben	600	0,18	0,09	0,50	108	54	300
Gehaltsrüben + Blatt	Rüben + Blatt	600	0,30	0,12	0,75	180	72	450
Massenrüben	Rüben	1.200	0,14	0,07	0,45	168	84	540
Massenrüben + Blatt	Rüben + Blatt	1.200	0,25	0,09	0,60	300	108	720
Silomais	Gehalte in TM	140	1,40	0,59	1,67	196	83	234
Rotklee (100 dt TM/ha)	Gehalte in TM	100	2,75	0,65	3,00	275	65	300
Luzerne (100 dt TM/ha)	Gehalte in TM	100	3,00	0,70	3,25	300	70	325
Weidelgras(100dtTM/ha)	Gehalte in TM	100	2,40	0,80	3,25	240	80	325
Kleegrass (50:50)	Gehalte in TM	100	2,60	0,70	3,10	260	70	310
Luzernegrass (50:50)	Gehalte in TM	100	2,70	0,75	3,25	270	75	325
Kleegrass (70:30)	Gehalte in TM	100	2,65	0,70	3,10	265	70	310
Luzernegrass (70:30)	Gehalte in TM	100	2,75	0,75	3,25	275	75	325
Futterzwischenfrüchte	Gehalte in TM	30	2,60	0,90	3,50	78	27	105
Leguminosenzwischenfr.	Gehalte in TM	30	2,90	0,90	3,50	87	27	105
Magerrasen 1 Nut. 40dtTM/ha	Gehalte in TM	40	1,30	0,60	1,50	52	24	60
Grünl. 2 Nut. günst 60dtTM/ha	Gehalte in TM	60	1,60	0,70	2,50	96	42	150
Grünl. 3 Nut. günst 75dtTM/ha	Gehalte in TM	75	2,20	0,95	2,90	165	71	218
Grünl. 4 Nut. günst 90dtTM/ha	Gehalte in TM	90	2,70	1,00	3,00	243	90	270
Grünl. 5 Nut. günst110dtTM/ha	Gehalte in TM	110	2,80	1,00	3,00	308	110	330
Grünl. 2 Nut. ung. 55dtTM/ha	Gehalte in TM	55	1,80	0,70	2,50	99	39	138
Grünl. 2-3 N. ung. 65dtTM/ha	Gehalte in TM	65	1,90	0,80	2,70	124	52	176
Grünl. 3 Nut. ung. 70dtTM/ha	Gehalte in TM	70	2,20	0,95	2,90	154	67	203
Grünl. 3-4 N. ung. 80dtTM/ha	Gehalte in TM	80	2,40	1,00	3,00	192	80	240
Reben (Trauben) 100 dt FM/ha		100	0,25	0,10	0,40	25	10	40
Kernobst 400 dt FM/ha		400	0,11	0,03	0,19	44	12	76
Steinobst 200 dt FM/ha		200	0,18	0,06	0,30	35	12	60
Erdbeere 200 dt FM/ha		200	0,17	0,05	0,28	34	10	56
Himbeere 100 dt FM/ha		100	0,20	0,04	0,20	20	4	20
Johannisbeere 100 dt FM/ha		100	0,30	0,05	0,35	30	5	35
Hopfen (nur Dolden)		16	3,00	1,40	3,80	48	22	61
Hopfen (Pflanze)		16	7,50	2,80	10,00	120	45	160
Tabak (23 dt/ha)		23	3,00	0,40	5,45	69	9	125

Topinambur Knolle		600	0,26	0,14	0,62	156	84	372
Topinambur Kraut		200	0,19	0,05	0,62	38	10	124
Hanf (100-150 dt TM)	Trockenmasse	130	0,75	0,75	2,00	98	98	260
Kenaf (50-80 dt TM)	Trockenmasse	60	0,70	0,30	0,75	42	18	45
Miscanthus (150-250)	Trockenmasse	200	0,15	0,12	0,60	30	24	120
Blumenkohl 350 dt FM/ha		350	0,35	0,12	0,40	123	42	140
Brokkoli 200 dt FM/ha		200	0,35	0,18	0,50	70	36	100
Buschbohnen 150 dt FM/ha	Industrie	150	0,40	0,15	0,30	60	23	45
Buschbohnen 200 dt FM/ha	Frischmarkt	200	0,40	0,15	0,30	80	30	60
Chicoree 450 dt FM/ha		450	0,25	0,10	0,50	113	45	225
Chinakohl 700 dt FM/ha		700	0,25	0,10	0,35	175	70	245
Dill 200 dt FM/ha		200	0,35	0,07	0,38	70	14	76
Eichblatt 400 dt FM/ha		400	0,20	0,07	0,38	80	28	152
Einlegegurke 600 dt FM/ha		600	0,20	0,10	0,50	120	60	300
Eissalat 400 dt FM/ha		400	0,20	0,06	0,32	80	24	128
Endivien 500 dt FM/ha		500	0,20	0,06	0,37	100	30	185
Feldsalat 150 dt FM/ha		150	0,33	0,12	0,45	50	18	68
Fenchel 300 dt FM/ha		300	0,25	0,07	0,49	75	21	147
Grünerbse Hülse 100 dt FM/ha	Hülse	100	0,16	0,17	0,40	16	17	40
Grünerbse Korn 50 dt FM/ha	Korn	50	1,10	0,25	0,40	55	13	20
Grünkohl 300 dt FM/ha		300	0,50	0,16	0,55	150	48	165
Kohlrabi 400 dt FM/ha		400	0,30	0,10	0,45	120	40	180
Kopfsalat 400 dt FM/ha		400	0,20	0,10	0,40	80	40	160
Lollo 400 dt FM/ha		400	0,20	0,07	0,38	80	28	152
Möhren Bund 300 dt FM/ha	Bund	300	0,40	0,10	0,45	120	30	135
Möhren Wasch 600dt FM/ha	Wasch	600	0,20	0,10	0,45	120	60	270
Paprika 300 dt FM/ha		300	0,30	0,08	0,35	90	24	105
Petersilie 200 dt FM/ha/Schnitt	je Schnitt	200	0,50	0,15	0,80	100	30	160
Porree 400 dt FM/ha		400	0,30	0,10	0,40	120	40	160
Radicchio 200 dt FM/ha		200	0,15	0,07	0,38	30	14	76
Radies 250 dt FM/ha		250	0,20	0,07	0,40	50	18	100
Rettich Bund 500 dt FM/ha	Bund	500	0,20	0,07	0,40	100	35	200
Rettich dtscher 550 dt FM/ha	Deutscher	550	0,15	0,07	0,40	83	39	220
Rettich japaner 800 dt FM/ha	Japaner	800	0,15	0,07	0,40	120	56	320
Romana 600 dt FM/ha		600	0,20	0,06	0,38	120	36	228
Rosenkohl 200 dt FM/ha		200	0,33	0,24	0,80	66	48	160
Rote Rüben Bund 450 dt FM/ha	Bund	450	0,24	0,11	0,49	108	50	221
Rote Rüben Knoll 500 dt FM/ha	Knolle	500	0,30	0,15	0,50	150	75	250
Rotkohl 500 dt FM/ha		500	0,25	0,08	0,35	125	40	175
Schnittlauch 300 dt FM/ha		300	0,40	0,10	0,30	120	30	90
Sellerie Bund 500 dt FM/ha	Bund; Folie	500	0,30	0,20	0,60	150	100	300
Sellerie Knolle 500 dt FM/ha	Knolle; Industrie	500	0,30	0,20	0,60	150	100	300
Sellerie 500 dt FM/ha	Stangen	500	0,30	0,20	0,60	150	100	300
Spargel 50 dt FM/ha		50	0,35	0,15	0,35	18	8	18
Spinat 250 dt FM/ha		250	0,40	0,14	0,70	100	35	175
Stangenbohnen 250 dt FM/ha		250	0,30	0,08	0,27	75	20	68
Tomaten 600 dt FM/ha		600	0,18	0,07	0,35	108	42	210
Weißkohl 800 dt FM/ha		800	0,30	0,10	0,32	240	80	256
Wirsing 350 dt FM/ha		350	0,35	0,12	0,40	123	42	140
Zucchini 1.000 dt FM/ha		1.000	0,20	0,09	0,30	200	90	300
Zuckerhut 600 dt FM/ha		600	0,20	0,06	0,38	120	36	228
Zuckermais 200 dt FM/ha		200	0,25	0,15	0,53	50	30	106
Zwiebel 400 dt FM/ha		400	0,20	0,10	0,20	80	40	80
sonstige Pflanze								
Heu (Kammer Weser-Ems)			1,51	0,59	2,07			
Stroh			0,50	0,30	1,50			

Tierische Produkte	N	P₂O₅	K₂O	
Verkauf	kg/dt	kg/dt	kg/dt	dt
	LG	LG	LG	LG
	0,00	0,00	0,00	0,00
Bulle	2,45	1,37	0,24	6,00
Kuh	2,45	1,37	0,24	5,00
Rind	2,45	1,37	0,24	4,00
Kalb	2,45	1,37	0,24	1,50
Ferkel	2,56	1,17	0,24	0,25
Mastschwein	2,56	1,17	0,24	1,00
Altsau	2,56	1,17	0,24	2,00
Eber/Jungsau	2,56	1,17	0,24	
Masthähnchen	3,43	1,09	0,16	
Legehennen	3,50	1,44	0,23	
Pute	3,50	1,58	0,24	
Schaf	2,62	1,37	0,22	
Pferd	3,00	1,71	0,24	
Milch (3,4 % Eiweiß)	0,53	0,21	0,17	
Milch (3,6 % Eiweiß)	0,56	0,21	0,17	
Eier	1,90	0,41	0,15	
Milch (3,46 % Eiweiß)	0,54	0,21	0,17	
Milch (3,54% Eiweiß)	0,55	0,21	0,17	
Milch (3,51% Eiweiß)	0,55	0,21	0,17	

Tierzukauf	N	P₂O₅	K₂O	
	kg/dt	kg/dt	kg/dt	dt
	LG	LG	LG	LG
	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalbin/Kuh	2,45	1,37	0,24	
Kalb	2,45	1,37	0,24	
Rind	2,45	1,37	0,24	
Ferkel	2,56	1,17	0,24	0,28
Jungsau/Eber	2,56	1,17	0,24	
Masthähnchen/Küken	3,43	1,09	0,16	
Junghenne	3,50	1,44	0,23	
Pute/Küken	3,50	1,58	0,24	
Schaf/Lamm	2,62	1,37	0,22	
Pferd	3,00	1,71	0,24	
Mastbullen	2,72	1,37	0,24	

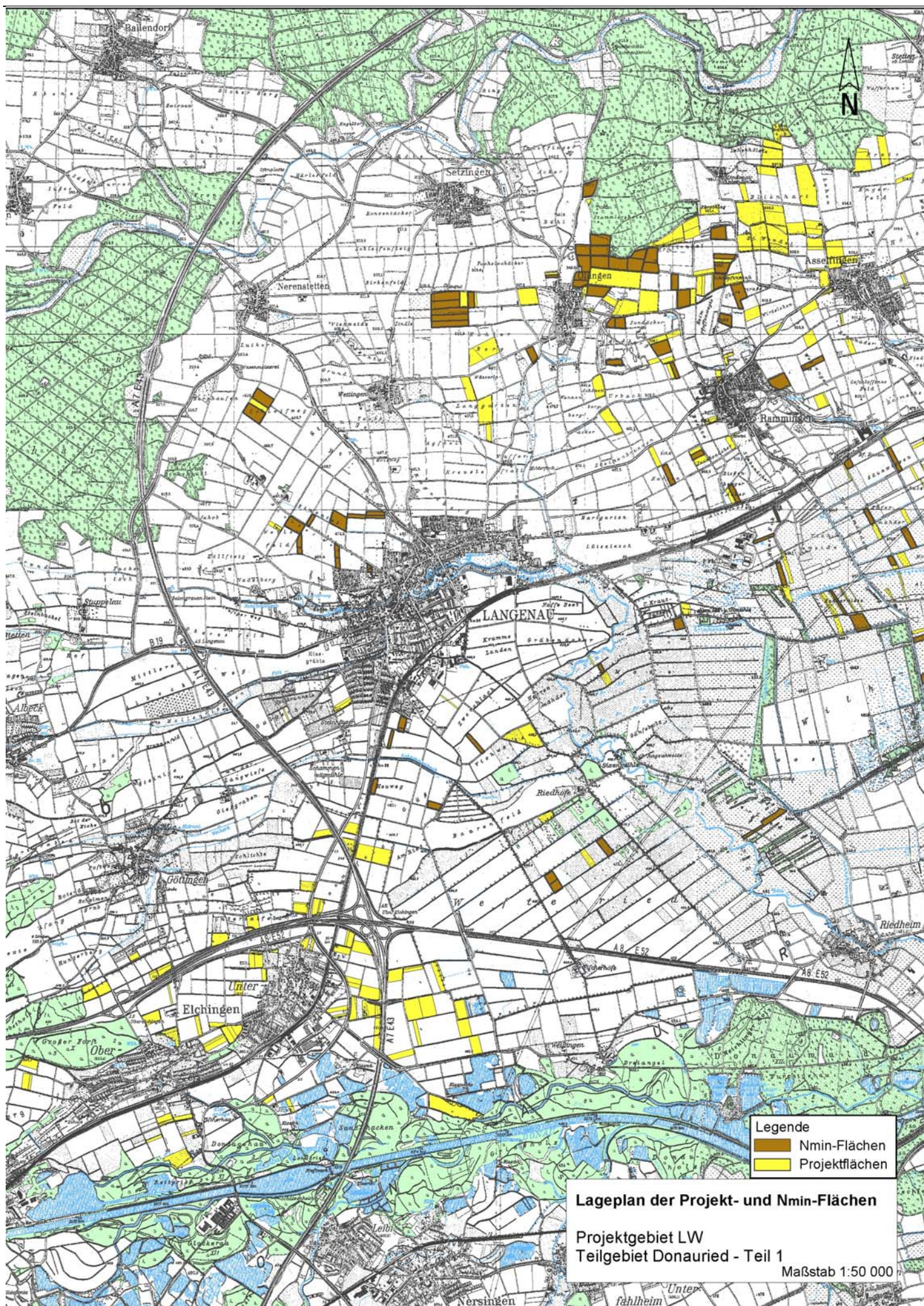
Anlage zu Kap. 5.1

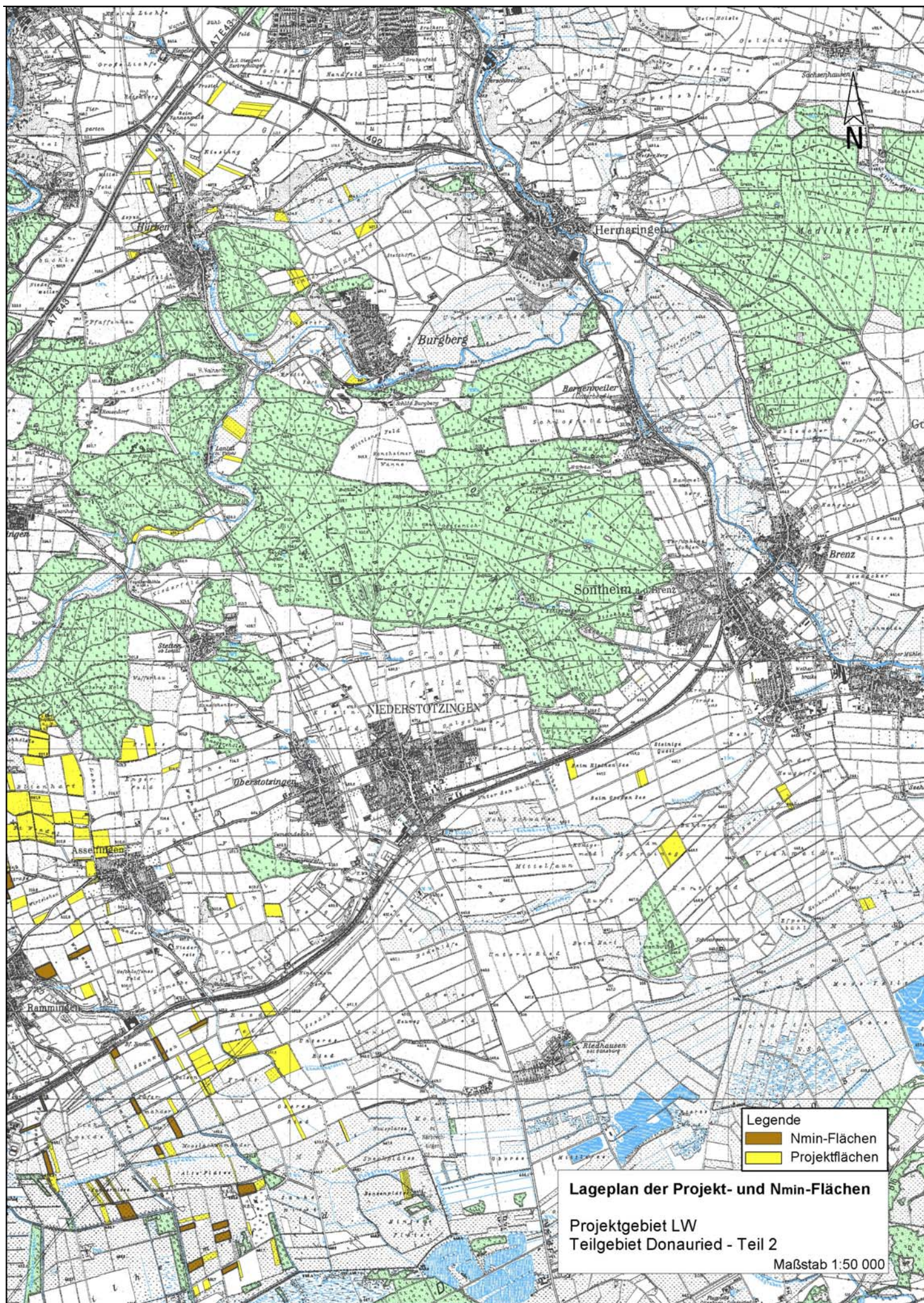
Lagepläne der Projekt- und N_{\min} -Flächen

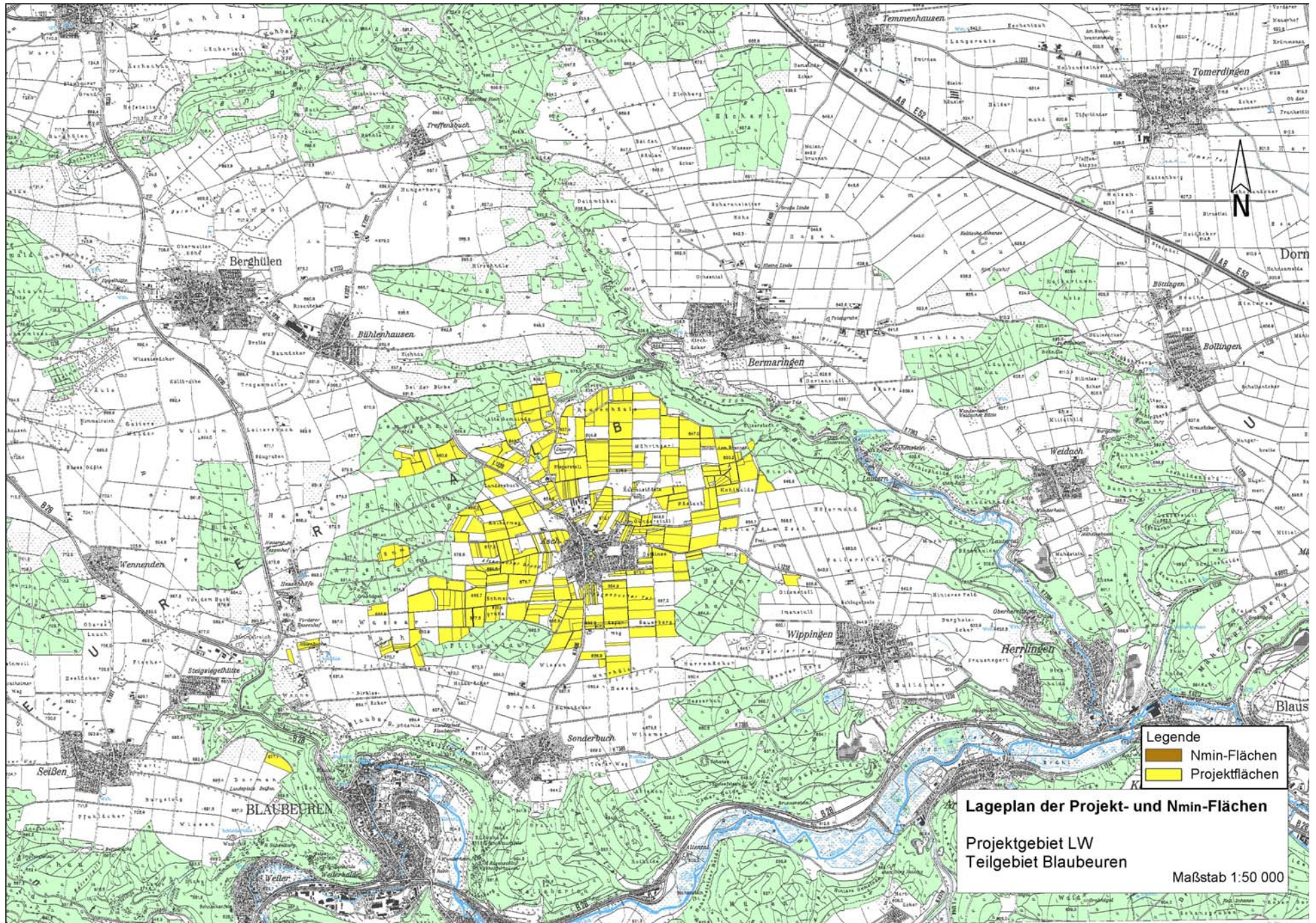
- Karte 1: Projektgebiet LW – Teilgebiet Donauried - Teil 1
- Karte 2: Projektgebiet LW – Teilgebiet Donauried - Teil 2
- Karte 3: Projektgebiet LW – Teilgebiet Blaubeuren
- Karte 4: Projektgebiet badenova – Teilgebiet Staufener Bucht – Teil 1
- Karte 5: Projektgebiet badenova – Teilgebiet Staufener Bucht – Teil 2
- Karte 6: Projektgebiet badenova – Teilgebiet Zartener Becken

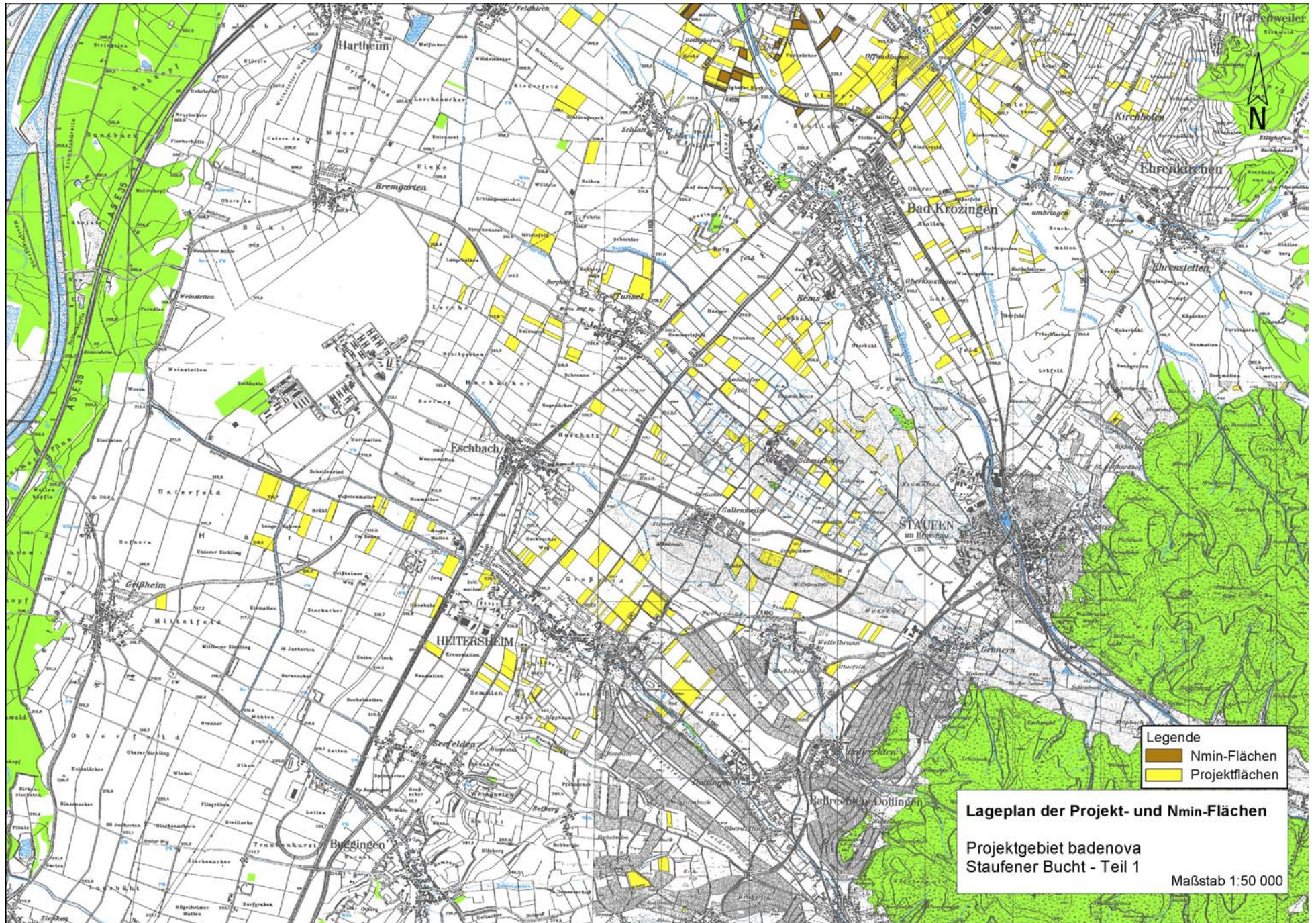
Betriebsübersicht der 26 Projektbetriebe

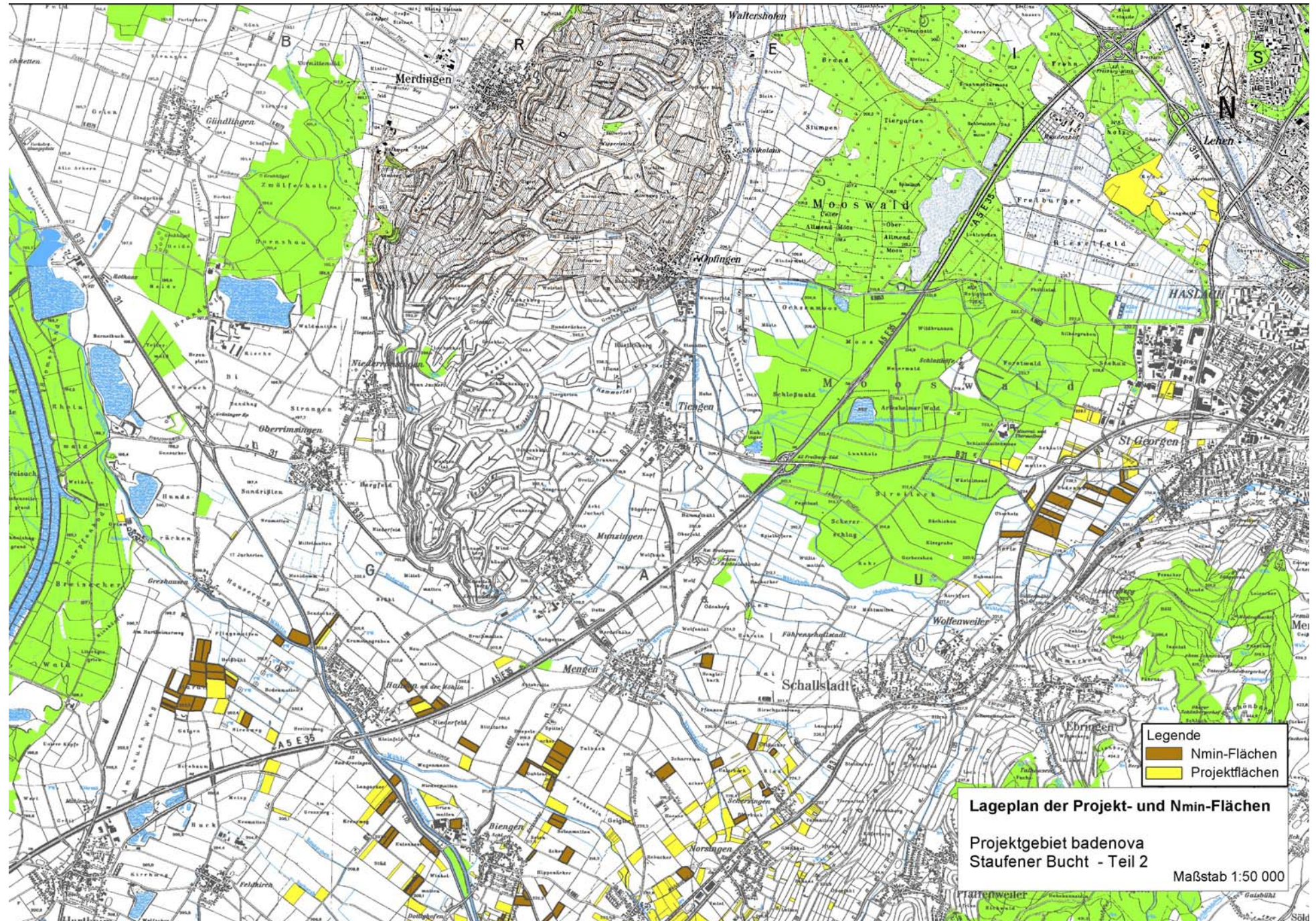
Betriebsspiegel der 26 Projektbetriebe der Jahre 2004 bis 2006

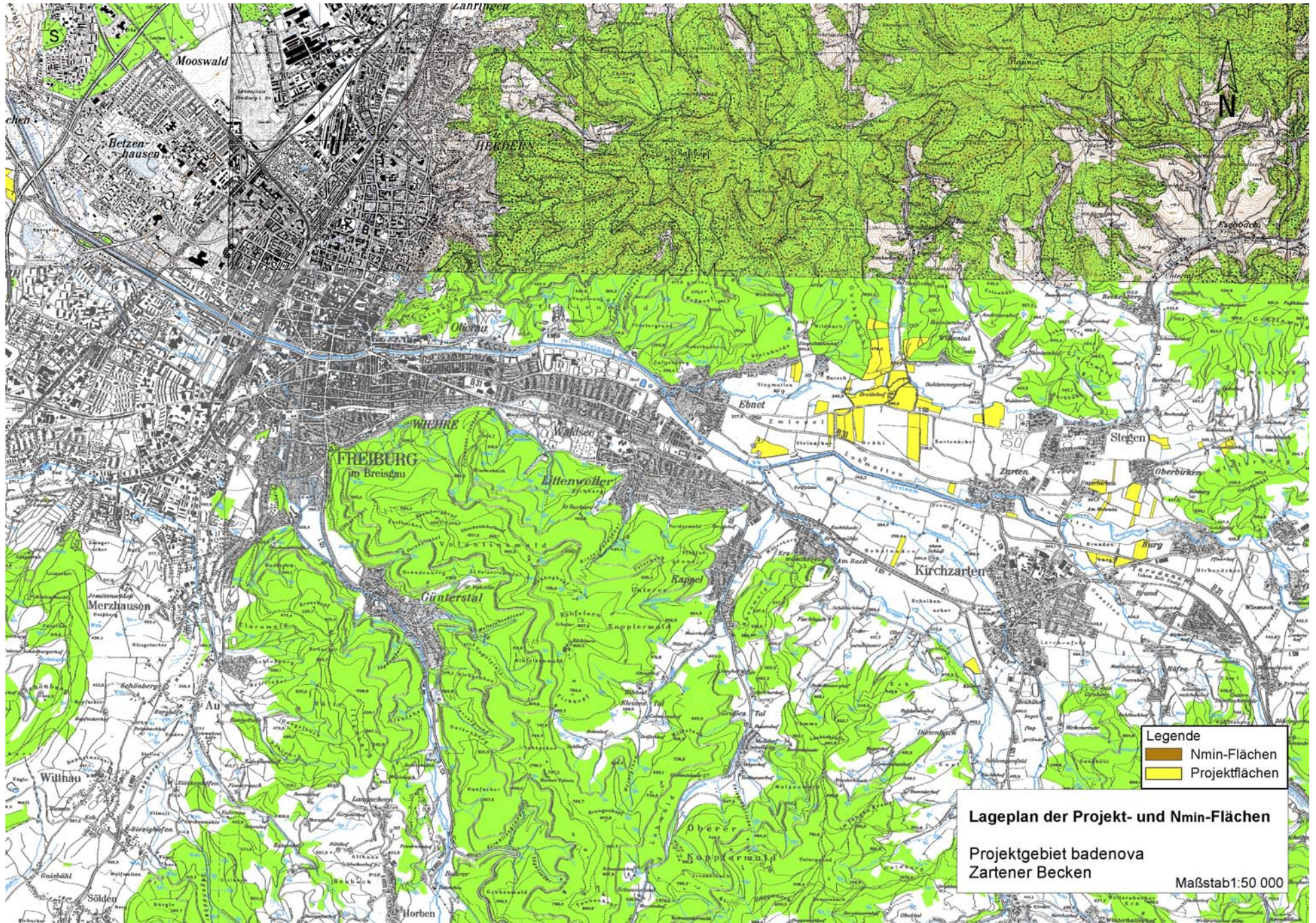












Betriebsübersicht der Betriebe im Projektgebiet der LW										
Projektbetrieb	L1		L2		L3		L4		L5	
Betriebstyp:	Veredelungsbetrieb		Marktfuchtbetrieb		Futterbaubetrieb		Futterbaubetrieb		Veredelungsbetrieb	
	Schweinemast (960 Plätze)		Marktfucht		Milchviehhaltung mit zugehöriger Nachzucht (ca. 50 Kühe)		Milchviehhaltung und Marktfucht		Schweinezucht, Schweinemast (ca.60 Plätze), Hühnerhaltung	
Betriebsgröße [ha]	65		30		ca. 100		ca. 120		60	
GV/ha:	1,8		0,0		1,0		0,5		0,2-0,7	
Schlaggröße (Mittel) [ha]	1,8		1,2		1,0		1,3		2,8	
Schlaggröße (Median) [ha]	1,7		0,9		0,8		1,0		1,8	
Anzahl der Schläge	33		35		117		97		21	
Flächennutzung (%):										
	Winterweizen	35	Winterweizen	25	Grünland	32	Grünland	26	Winterweizen	29
	Körnermais	30	Sommergerste	20	Winterweizen	24	Winterweizen	22	Winterraps	17
	Triticale	14	Raps	12	Silomais	15	Sommergerste	18	Wintergerste	16
	Winterraps	6	Sonst. Getreide	9	Sommergerste	10	Winterraps	11	Sommergerste	13
	NaWaRo	5	Grünland	7	Winterraps	10	Silomais	10	Triticale	6
	Wintergerste	5	Futterbohne	6	Wintergerste	5	Sommerraps	5	Körnermais	4
	Grünland	3	Körnermais	6	Sonstiges	4	Wintergerste	3	Silomais	4
	Sommergerste	2	Zuckerrübe	6			NaWaRo	2	Sommerweizen	3
			Sonstiges	6			Feldfutter	1	Zuckerrübe	3
			Silomais	5			Hafer	1	Grünland	3
							Sonstiges	1	Sonstiges	2
Eigenbedarf der Ernte:										
	Getreide und Körnermais wird vollständig im Betrieb verwertet.		keine innerbetriebliche Verwertung		Feldfutter und Wintergerste wird i. d. R. innerbetrieblich verwertet, ebenso wie Silomais.		Wintergerste, Grünland und Feldfutter, sowie je nach Bedarf auch Silomais werden im Betrieb verwertet.		Getreide wird je nach Bedarf im Betrieb selbst verwertet oder verkauft.	
Verkauf der Ernte:										
	Raps wird vollständig verkauft.		Die Ernte wird vollständig verkauft.		Raps wird vollständig verkauft, Getreide außer Wintergerste zu einem großen Anteil.		Alles Getreide außer der Wintergerste, sowie Raps und nachwachsende Rohstoffe werden verkauft.		Zuckerrüben, Raps und Mais werden in der Regel vollständig verkauft.	
Düngung mineralisch [kgN/ha]:	95 - 115		95 - 110		100 - 120		100 - 125		70 - 130	
organischer Gesamt-N [kgN/ha]:	160 - 175		0		60 - 90		ca. 60		25 - 100	
Sonstige Anmerkungen:	Zwischenfruchtbestellung Senf; Strohdüngung; Pflug oder Mulchsaat		Zwischenfruchtbestellung Senf; Strohdüngung; Bodenbearbeitung Grubber		Zwischenfrucht Senf, Pflanzenschutz; tw. Strohdüngung; Bodenbearbeitung: Pflug, Grubber, Egge		Anbau nachwachsender Rohstoffe; Klärschlammdüngung		Aufnahme von Rindergülle	
Bodenarten [%]	L = 94 %, IS = 4 % T = 2 %		L = 54 %, LT = 11 % Mo = 10 %, sL = 18 % IS = 7 %		L = 46 %, LT = 9 % Mo = 17 %, sL = 9 % IS = 18 %		L = 49 % LT = 45 % T = 1 %		L = 92 % LT = 2 % T = 1 %	
mittlere Feldkapazität [mm]	366		353		412		310		358	
mittlere nutzbare Feldkapazität [mm]	155		184		242		123		159	
Mittlerer Jahresniederschlag in mm:	823		825		817		876		815	
Mittlere Sickerwassermenge in mm:	318		321		310		395		314	
Bodenwasser- austauschrate	0,9		1,02		0,92		1,43		0,94	
Höhenlage der Betriebsflächen in müNN:	450-600		450-550		450-550		600-700		450-550	

Betriebsübersicht der Betriebe im Projektgebiet der LW									
Projektbetrieb	L6		L7		L8		L9		
Betriebstyp:	Veredelungsbetrieb		Gemischtbetrieb		Marktfuchtbetrieb (ökologisch)		Veredelungsbetrieb		
	Schweinemast (ca. 980 Plätze)		Milchwirtschaft; Schweinemast (ca. 130 Plätze); Marktfucht		Marktfucht und Rinderhaltung		Schweinemast (ca. 300 Plätze); Hühnerhaltung		
Betriebsgröße [ha]	140		50		30		ca. 70		
GV/ha:	0,9		1,1		0,2		1,0		
Schlaggröße (Mittel) [ha]	1,54		3,3		1,0		1,3		
Schlaggröße (Median) [ha]	1		2,9		0,7		1,0		
Anzahl der Schläge	89		16		38		56		
Flächennutzung (%):									
	Winterweizen	23	Winterweizen	23	Grünland	33	Wintergerste	29	
	Wintergerste	21	Wintergerste	15	Dinkel	18	Winterweizen	28	
	Winterraps	20	Grünland	12	Still. mit Futterleg.	10	Winterraps	13	
	Sommergerste	15	Silomais	9	Hafer	7	Körnermais	9	
	Silomais	10	Dinkel	8	Roggen	7	Sonstiges	6	
	Stilllegung	5	NaWaRo	8	Sommerweizen	6	Grünland	5	
	NaWaRo	3	Sommergerste	8	Kleegras	5	Silomais	5	
	Sonstiges	3	Hafer	5	Winterweizen	4	Zuckerrübe	3	
			Kleegras	5	Sonstiges	3	NaWaRo	2	
			Körnermais	5					
			Sonstiges	2					
Eigenbedarf der Ernte:									
	Das Getreide wird je nach Bedarf innerbetrieblich verwertet.		Feldfutter, Mais Wintergerste und teilweise Winterweizen werden im Betrieb verwertet.		Feldfutter wird i. d. R. im Betrieb verwertet, Getreide nur zu einem geringen Anteil.		Anteile des Getreides verbleiben im Betrieb.		
Verkauf der Ernte:									
	Raps, Silomais werden vollständig verkauft. Das Getreide wird je nach Bedarf verkauft.		Raps, Sommergerste, Dinkel und Hafer werden vollständig verkauft, Winterweizen je nach Eigenbedarf.		Getreide wird überwiegend verkauft.		Raps, Zuckerrüben, Körnermais und Silomais werden verkauft.		
Düngung mineralisch [kgN/ha]:	140 - 170		100 - 110		0		90 - 140		
organischer Gesamt-N [kgN/ha]:	65 - 75		ca. 90		ca. 10		ca. 95		
Sonstige Anmerkungen:	Klärschlammas-bringung; N/P-reduzierte Fütterung bzw. mehrphasige Fütterung		Zwischenfrucht-bestellung				dreiphasige Fütterung; Zwischenfrucht Senf		
Bodenarten [%]	L = 59 % LT = 40 % T = 1 %		L = 65 %, LT = 23 %, IS = 10 % sL = 2 %		L = 87 %, LT = 8 % sL = 5 %		L = 60 %, LT = 8 % sL = 33 %		
mittlere Feldkapazität [mm]	335		364		349		379		
mittlere nutzbare Feldkapazität [mm]	133		131		161		199		
Mittlerer Jahresniederschlag in mm:	876		823		836		819		
Mittlere Sickerwassermenge in mm:	382		327		330		294		
Bodenwasser- austauschrate	1,25		1,01		1,06		0,79		
Höhenlage der Betriebsflächen in müNN:	600-700		450-600		450-550		450-600		

Betriebsübersicht der Betriebe im Projektgebiet der LW								
Projektbetrieb	L10		L11		L12		L13	
Betriebstyp:	Veredelungsbetrieb		Futterbaubetrieb (ökologisch)		Veredelungsbetrieb		Futterbaubetrieb	
	Schweinemast (ca. 70 Plätze), Schweinezucht (ca. 45 Sauen)		Milchviehhaltung mit zugehöriger Nachzucht, Hühnerhaltung		Ferkelaufzucht, Schweinezucht (ca. 175 Sauen), Schweinemast (ca. 380 Plätze)		Milchviehhaltung mit zugehöriger Nachzucht	
Betriebsgröße [ha]	ca. 50		ca. 80		ca. 90		ca. 140	
GV/ha:	0,6		zw. 0,6-1		1,1		0,4	
Schlaggröße (Mittel) [ha]	2,3		1,6		1,6		1,2	
Schlaggröße (Median) [ha]	1,7		1,0		1,0		0,8	
Anzahl der Schläge	22		71		58		122	
Flächennutzung (%):								
	Winterweizen	28	Grünland	34	Winterweizen	28	Grünland	27
	Wintergerste	22	Kleegrass	15	Wintergerste	20	Winterweizen	15
	Sonstiges	15	Sonstiges	9	Sommergerste	14	Winterraps	11
	Winterraps	10	Sommergerste	8	Winterraps	14	Dinkel	10
	Silomais	6	Winterweizen	7	Grünland	8	Silomais	9
	NaWaRo	7	Dinkel	5	Hafer	4	Wintergerste	8
	Zuckerrübe	5	Triticale	5	Triticale	4	Hafer	7
	Erbsen	3	Erbsen	4	Sonstiges	4	NawaRo	7
	Körnermais	3	Roggen	4	Mais	2	Sommergerste	5
	Grünland	1	Silomais	4	NawaRo	2	Sonstiges	1
			Hafer	3				
Eigenbedarf der Ernte:								
	Wintergerste und Mais werden je nach Bedarf innerbetrieblich verwertet.		Silomais, Erbsen und Tridicale werden vollständig innerbetrieblich verwertet, Kleegrass zu einem großen Teil.		Getreide wird zu einem großen Teil innerbetrieblich verwertet, ebenso Körnermais.		Grünland und Silomais werden hauptsächlich innerbetrieblich verwertet, Getreide je nach Bedarf.	
Verkauf der Ernte:								
	Zuckerrüben, Raps, Nawaro sowie Winterweizen werden vollständig verkauft.		Getreide mit Ausnahme von Tridicale wird anteilmäßig verkauft.		Raps und Silomais werden vollständig verkauft, Getreide anteilmäßig.		Sommergerste, Raps, Hafer und nachwachsende Rohstoffe werden i. d. R. vollständig verkauft, das restliche Getreide anteilmäßig je nach Bedarf.	
Düngung mineralisch [kgN/ha]:	135 - 150		0		75 - 90		75 -115	
organischer Gesamt-N [kgN/ha]:	65 - 80		55 - 65		ca. 90		ca. 45	
Sonstige Anmerkungen:	Aufnahme von Klärschlamm; zweiphasige Zuchtsauenfütterung		tw. Aufnahme von Hühnerfestmist; Bioland-Hof		N/P reduzierte Ferkelaufzucht, bzw. zweiphasige Fütterung		Klärschlammaufnahme	
Bodenarten [%]	L = 28 %, LT = 31 % sL = 24 %		L = 56 %,LT = 37 % T = 7 %		L = 86 %, LT = 4 % Mo = 8 %, LMo = 1 %		L = 50 %, LT = 38 % T = 11 %	
mittlere Feldkapazität [mm]	406		332		366		315	
mittlere nutzbare Feldkapazität [mm]	194		126		183		119	
Mittlerer Jahresniederschlag in mm:	818		879		816		879	
Mittlere Sickerwassermenge in mm:	247		394		311		394	
Bodenwasser- austauschrate	0,63		1,30		0,96		1,40	
Höhenlage der Betriebsflächen in müNN:	450-600		600-750		400-500		600-750	

Betriebsübersicht der Betriebe im Projektgebiet der badenova										
Projektbetrieb	B1		B2		B3		B4		B5	
Betriebstyp:	Marktfruchtbetrieb		Marktfruchtbetrieb		Marktfruchtbetrieb		Gemischtbetrieb		Marktfruchtbetrieb	
							Hühnerhaltung (ca. 1000 Stück); Marktfrucht, Weinbau			
Betriebsgröße [ha]	ca. 50		ca. 50		ca. 95		ca. 30		ca. 45	
GV/ha:	0		0		0		0,1		0	
Schlaggröße (Mittel) [ha]	1,38		0,76		1,55		0,4		0,47	
Schlaggröße (Median) [ha]	0,98		0,49		0,99		0,26		0,27	
Anzahl der Schläge	42		69		67		76		104	
Flächennutzung (%):										
	Körnermais	36	Saatmais	42	Körnermais	87	Saatmais	33	Saatmais	41
	Saatmais	24	Kartoffel	16	Stillelegung	12	Körnermais	23	Körnermais	28
	Kartoffel	24	Körnermais	16	Sonstiges	1	Reben	20	Zuckerrüben	7
	Stillelegung	7	Reben	5			Winterweizen	19	Reben	6
	Sommergerste	6	Stillelegung	5			Stillelegung	3	Stillelegung	6
	Gemüse	3	Grünland	5			Sommerweizen	2	Winterweizen	5
			Zuckerrüben	5					Grünland	3
			Sonstiges	3					Gemüse	3
			Winterweizen	2					Sonstiges	2
Eigenbedarf der Ernte:										
	Es findet keine innerbetriebliche Verwertung statt.		Es findet keine innerbetriebliche Verwertung statt.		Es findet keine innerbetriebliche Verwertung statt.		Getreide wird hauptsächlich im Betrieb verwertet.		Es findet keine innerbetriebliche Verwertung statt.	
Verkauf der Ernte:										
	Die gesamte Ernte wird verkauft.		Die gesamte Ernte wird verkauft.		Die gesamte Ernte wird verkauft, wobei der Wein selbstvermarktet wird.		Reben, Saat- und Körnermais werden vollständig verkauft.		Die gesamte Ernte wird verkauft.	
Düngung mineralisch [kgN/ha]:	145 - 190		125 - 145		155 - 190		140 - 160		95 - 125	
organischer Gesamt-N [kgN/ha]:	0		0		0		ca. 25		0	
Sonstige Anmerkungen:	Zwischenfruchtbestellung mit Maisgrün; Feldsalat als Getreidefolgefrucht; mechanische Unkrautregulierung mit Hacke; chem. Pflanzenschutz; Pflug und Eggenbearbeitung		chem. Pflanzenschutz; tw. Zwischenfruchtanbau; Durchführung regelmäßiger Bodenuntersuchungen		chem. Pflanzenschutz; tw. Grasuntersaat; mechanische Bodenbearbeitung mit Pflug und Egge					
Bodenarten [%]	L = 21% IS = 7% sL = 72%		L = 51% IS = 4% sL = 45%		L = 60% IS = 11% sL = 29%		L = 99% sL = 1%		L = 80% IS = 4% sL = 16%	
mittlere Feldkapazität [mm]	230		334		190		349		354	
mittlere nutzbare Feldkapazität [mm]	139		199		115		210		221	
Mittlerer Jahresniederschlag in mm:	780		858		943		939		857	
Mittlere Sickerwassermenge in mm:	226		269		378		335		260	
Bodenwasser- austauschrate	1,11		0,84		1,95		0,98		0,77	
Höhenlage der Betriebsflächen in müNN:	200-250		200-250		200-250		200-250		200-250	

Betriebsübersicht der Betriebe im Projektgebiet der badenova								
Projektbetrieb	B6		B7		B8		B9	
Betriebstyp:	Marktfruchtbetrieb		Marktfruchtbetrieb		Marktfruchtbetrieb		Veredlungsbetrieb	
					Marktfrucht und Weinbau		Schweinezucht und Schweinmast(160 Plätze); Hühner-, Gänse- und Entenhaltung, Milchviehhaltung	
Betriebsgröße [ha]	ca. 55		ca. 95		ca. 40		ca. 30	
GV/ha:	0		0		0		1,2	
Schlaggröße (Mittel) [ha]	0,98		1,12		0,86		1,68	
Schlaggröße (Median) [ha]	0,71		0,83		0,3		1,09	
Anzahl der Schläge	50		57		51		22	
Flächennutzung (%):								
	Körnermais	58	Saatmais	43	Körnermais	64	Grünland	33
	Saatmais	25	Körnermais	18	Reben	15	Hafer	17
	Stillegung	14	Zuckerrüben	16	Winterweizen	7	Körnermais	15
	Sommergerste	3	Stillegung	12	Zuckerrüben	6	Sommergerste	14
			Winterweizen	7	Stillegung	3	Wintergerste	11
			Reben	3	NaWaRo	3	Triticale	6
					Sonstiges	1	Winterweizen	4
Eigenbedarf der Ernte:								
	Es findet keine innerbetriebliche Verwertung statt.		Es findet keine innerbetriebliche Verwertung statt.		Es findet keine innerbetriebliche Verwertung statt.		Es findet eine nahezu vollständige innerbetriebliche Verwertung der Ernte statt.	
Verkauf der Ernte:								
	Die gesamte Ernte wird verkauft.		Die gesamte Ernte wird verkauft.		Die gesamte Ernte wird verkauft, wobei der Wein selbstvermarktet wird.		Geringe Anteile an der Grünlandernte werden teilweise verkauft.	
Düngung mineralisch [kgN/ha]:	195 - 240		150 - 170		150 - 190		45 - 55	
organischer Gesamt-N [kgN/ha]:	0		0		0		70 - 105	
Sonstige Anmerkungen:							zweiphasige Ferkelfütterung	
Bodenarten [%]	L = 28% IS = 14% sL = 58%		L = 20% IS = 16% sL = 64%		L = 56% IS = 20% sL = 24%		L = 2% IS = 47% sL = 51%	
mittlere Feldkapazität [mm]	285		298		300		228	
mittlere nutzbare Feldkapazität [mm]	184		195		180		122	
Mittlerer Jahresniederschlag in mm:	936		875		895		1431	
Mittlere Sickerwassermenge in mm:	344		290		316		835	
Bodenwasser- austauschrate	1,42		1,23		1,30		4,54	
Höhenlage der Betriebsflächen in müNN:	200-250		200-250		200-250		350-400	

Betriebsübersicht der Betriebe im Projektgebiet der badenova								
Projektbetrieb	B10		B11		B12		B13	
Betriebstyp:	Futterbaubetrieb		Marktfruchtbetrieb		Veredlungsbetrieb		Marktfruchtbetrieb	
	Milchviehhaltung mit zugehöriger Nachzucht; Bullenmast		Marktfrucht und Bullenmast		Schweinemast (600 Plätze), Hühnerhaltung und Marktfrucht		Marktfruchtbetrieb	
Betriebsgröße [ha]	ca. 50		ca. 95		ca. 60		ca. 75	
GV/ha:	1,7		0,3		1,5		0	
Schlaggröße (Mittel) [ha]	2,48		0,84		1,65		1,43	
Schlaggröße (Median) [ha]	1,7		0,57		1,04		1,39	
Anzahl der Schläge	29		113		39		50	
Flächennutzung (%):								
	Grünland	38	Saatmais	36	Körnermais	42	Körnermais	34
	Silomais	18	Körnermais	33	Kartoffel	18	Saatmais	27
	Kleegras	14	Zuckerrüben	15	Winterweizen	15	Kartoffel	23
	Wintergerste	13	Winterweizen	6	Saatmais	13	Stilllegung	7
	Triticale	9	Stilllegung	5	Stilllegung	9	Zuckerrüben	4
	Sonstiges	4	Grünland	3	Wintergerste	2	Sonstiges	3
	Stilllegung	3	Silomais	1			Reben	1
			NaWaRo	1				
Eigenbedarf der Ernte:								
	I. d. R. vollständige innerbetriebliche Verwertung der Ernte.		Silomais wird innerbetrieblich verwertet, ebenso Anteile des Getreides und des Grünlands.		Getreide wird innerbetrieblich verwertet.		Es findet keine innerbetriebliche Verwertung statt.	
Verkauf der Ernte:								
	I. d. R. kein Verkauf von Ernteprodukten.		Körner- und Saatmais, sowie Zuckerrüben werden vollständig verkauft.		Körner- und Saatmais, sowie Kartoffeln werden vollständig verkauft.		Die gesamte Ernte wird verkauft, wobei der Wein selbstvermarktet wird.	
Düngung mineralisch [kgN/ha]:	70 - 95		125 - 150		90 - 100		145 - 160	
organischer Gesamt-N [kgN/ha]:	145 - 160		ca. 10		105 - 130		0	
Sonstige Anmerkungen:			Verkauf von Rindermist		Gülleabgabe			
Bodenarten [%]	L = 8% IS = 52% sL = 40%		L = 67% IS = 5% sL = 28%		L = 59% IS = 6% sL = 35%		L = 65% sL = 35%	
mittlere Feldkapazität [mm]	201		335		294		328	
mittlere nutzbare Feldkapazität [mm]	126		211		182		184	
Mittlerer Jahresniederschlag in mm:	1325		875		897		819	
Mittlere Sickerwassermenge in mm:	546		279		315		230	
Bodenwasser- austauschrate	2,87		0,93		1,24		0,72	
Höhenlage der Betriebsflächen in müNN:	350-400		200-250		200-250		200-250	

Betriebsspiegel der Betriebe im Projektgebiet der LW der Jahre 2004 bis 2006															
Projektbetrieb	L1			L2			L3			L4			L5		
	Veredlungs- betrieb			Marktfrucht- betrieb			Futterbau- betrieb			Futterbau- betrieb			Veredlungs- betrieb		
Flächennutzung in ha	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Getreide															
Winterweizen	22,4	20,0	22,9	9,0	8,9	7,8	21,3	24,8	30,3	21,8	25,3	29,9	17,3	15,5	16,5
Sommerweizen				0,7	1,4			5,3		2,3					5,6
Wintergerste			10,3				4,9	4,8	4,4	2,6	3,0	3,2	5,9	9,6	12,1
Sommergerste		3,0		7,8	7,4	5,2	12,2	7,2	10,5	30,9	17,0	15,8	9,6	9,9	3,0
Triticale	11,1	9,5	5,3										5,5	5,5	
Roggen															
Hafer					1,5	1,4					0,6	1,2			
Dinkel				2,1	2,0	2,3									
Ölfrüchte															
Winterraps	6,3	5,0		5,7			12,2	12,6	7,8	13,3	11,1	12,9	9,9	10,5	8,0
Sommerraps					6,9					10,4	7,1				
Mais															
Körnermais	18,1	20,6	17,3	7,1	1,0								4,0	2,1	
Silomais			0,9			4,3	12,2	11,7	25,1	4,9	11,5	16,7			6,9
Saatmais															
Hackfrüchte															
Zuckerrübe				1,4	2,6	2,2							1,6	1,6	1,6
Kartoffel											0,0	0,0			
Futterbau															
Sommermenggetreide															
Feldfutter								2,0	1,1	0,5	0,5	0,5			
Grünland	2,0	2,1	2,3	9,6			33,1	31,3	38,2	29,2	29,9	29,9	2,6		2,6
Kleegras										0,1	0,2	0,1			
Erbsen															
Futterbohne					5,2	2,1	0,6								
Sonderkulturen															
Reben															
Gemüse															
Sonstige Nutzung															
NaWaRo		5,0	5,1									6,7			
Stilllegung						2,8				1,0	1,1	1,0		4,6	
Stilllegung mit Futter-Leg.															
Sonstiges	0,1			0,8	0,8		0,8			0,9	0,9				
Wald										0,7	0,7				
Gesamt [ha]	60,1	65,2	64,1	43,4	31,6	31,2	98,8	100,2	117,5	118,6	108,9	118,0	56,4	59,2	56,3
Gesamt [ha] (o. Stilll./Sonst)	59,9	65,2	64,1	42,6	30,8	28,4	98,0	100,2	117,5	116,0	106,2	117,0	56,4	54,6	56,3
Tierhaltung (Anzahl Tiere)															
Mastschwein < 50Kg	465	480	480										32	24	20
Mastschwein > 50Kg	465	480	480										48	36	30
Absetzferkel		500	500										700		2
Zuchtsau													44	50	12
Lamm	182														
Kuh							48	50	48	31	31	33			
Kalb							20	25	20	10	9	9			
Jungvieh							20	36	40	23	28	28			
Bulle							20	30							
Rinder > 2 Jahre							6	5	6	12	9	9			
Geflügel										10	10	10		40	40
Pferde															
GV	111	116	116	0	0	0	92	114	84	60	60	62	37	22	10
GV/ha	1,9	1,8	1,8	0	0	0	0,9	1,1	0,7	0,5	0,6	0,5	0,7	0,4	0,2

Betriebsspiegel der Betriebe im Projektgebiet der LW der Jahre 2004 bis 2006												
Projektbetrieb	L6			L7			L8			L9		
	Veredlungs- betrieb			Gemischt- betrieb			Marktfruchtbetrieb (ökologisch)			Veredlungs- betrieb		
Flächennutzung in ha	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Getreide												
Winterweizen	34,1	31,6	31,2	11,1	12,2	10,9	1,9	1,9		21,7	18,6	20,0
Sommerweizen						2,0	0,9	0,9	4,7			
Wintergerste	26,4	28,0	31,2	7,4	7,7	7,5				21,7	21,4	19,5
Sommergerste	28,5	33,9		4,0	4,3	3,0						
Triticale												
Roggen									7,7			
Hafer				2,6	2,3	1,8	3,7	3,7				
Dinkel				2,6	3,7	5,6	6,8	6,8	5,3			
Öfrüchte												
Winterraps	32,4	28,4	19,8	3,2						8,0	8,8	12,1
Sommerraps												
Mais												
Körnermais				6,7						9,8	2,4	
Silomais			39,5		6,6	6,7					6,9	9,5
Saatmais												
Hackfrüchte												
Zuckerrübe										2,1	2,2	1,9
Kartoffel												
Futterbau												
Sommermenggetreide							4,0	4,0				
Feldfutter				3,1					1,7			
Grünland	1,1	1,0		4,9	4,9	4,9	11,5	11,5	11,6	3,8	3,8	4,2
Klee gras					3,4	4,1	0,4	0,4	3,9			
Erbsen												
Futterbohne												
Sonderkulturen												
Reben												
Gemüse												
Sonstige Nutzung												
NaWaRo		2,8	10,2	4,0	4,0	4,0				0,6	2,3	2,3
Stilllegung	9,6	9,0	1,9							3,3	3,5	3,6
Stilllegung mit Futter-Leg.							5,4	5,4				
Sonstiges	6,6	6,6					0,6	0,6		0,4	0,4	0,2
Wald		0,3										
Gesamt [ha]												
Gesamt [ha]	138,8	141,6	133,7	49,6	49,0	50,5	35,1	35,1	34,8	71,4	70,2	73,1
Gesamt [ha] (o. Stilll./Sonst)	122,5	125,8	131,9	49,6	49,0	50,5	29,1	29,1	34,8	67,8	66,4	69,4
Tierhaltung (Anzahl Tiere)												
Mastschwein < 50Kg	381	392	392	34	52	52				152	200	200
Mastschwein > 50Kg	571	588	588	66	78	78				228	300	300
Absetzferkel				10								
Zuchtsau				3	1	3						
Lamm												
Kuh				20	20	20						
Kalb				9	6	6	6					
Jungvieh				26	11	12	3	9	6			
Bulle					9	13						
Rinder > 2 Jahre				2	2	3						
Geflügel										1200	2200	2300
Pferde												
GV												
GV	114	118	118	54	55	62	4	5	4	50	69	69
GV/ha	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	0,1	0,2	0,1	0,7	1,0	1,0

Betriebsspiegel der Betriebe im Projektgebiet der LW der Jahre 2004 bis 2006												
Projektbetrieb	L10			L11			L12			L13		
	Veredlungsbetrieb			Futterbaubetrieb (ökologisch)			Veredlungsbetrieb			Futterbaubetrieb		
Flächennutzung in ha	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Getreide												
Winterweizen	14,4	12,3	12,0	4,7	8,2	3,7	25,6	24,7	27,5	19,6	18,5	21,8
Sommerweizen												
Wintergerste	11,4	12,6	7,7				17,8	18,0	18,2	11,9	11,8	10,9
Sommergerste			2,2	5,8	5,8	8,0	12,6	12,0	14,4	8,1	7,8	6,3
Triticale				3,9	4,0	4,9	3,8	3,8	3,8			
Roggen				3,1	3,1	3,6						
Hafer				1,8	2,3	3,2	3,5	5,0	3,8	15,0	12,7	
Dinkel				3,8	3,8	5,5				15,9	18,4	10,9
Öfrüchte												
Winterraps	3,3	5,4	5,4				13,7	10,7	15,0	11,6	16,5	16,0
Sommerraps												
Mais												
Körnermais	2,2	2,2					1,9	1,9				
Silomais		2,7	5,3	3,6	3,4	3,0			3,1	4,3	5,1	28,2
Saatmais												
Hackfrüchte												
Zuckerrübe	2,8	2,6	2,2									
Kartoffel				1,0	1,4	0,7						
Futterbau												
Sommermenggetreide												
Feldfutter												
Grünland		0,7	0,7	29,5	24,3	27,2	7,0	7,2	7,1	38,1	38,5	38,4
Kleegras				16,3		20,4						
Erbsen	2,1	2,1		3,2	3,2	3,4						
Futterbohne												
Sonderkulturen												
Reben												
Gemüse												
Sonstige Nutzung												
NaWaRo		3,2	3,2				1,3	5,3	0,0	9,9	8,8	8,7
Stilllegung	1,7	0,2					3,0	2,0	2,0		0,5	
Stilllegung mit Futter-Leg.					18,2							
Sonstiges	11,2	11,2		0,1						0,5	0,5	
Wald										1,7	1,7	
Gesamt [ha]												
Gesamt [ha]	49,1	55,1	38,6	76,8	77,5	83,5	90,2	90,4	94,6	136,6	140,9	141,2
Gesamt [ha] (o. Stilll./Sonst)	36,2	43,7	38,6	76,7	59,3	83,5	87,3	88,4	92,6	134,5	138,2	141,2
Tierhaltung (Anzahl Tiere)												
Mastschwein < 50Kg	26	28	36				230	152	230			
Mastschwein > 50Kg	39	42	54				154	228	154			
Absetzferkel							200	200	200			
Zuchtsau	45	45	43				170	175	170			
Lamm												
Kuh				30	29	32				40	41	42
Kalb				14	9	6				13	8	13
Jungvieh				20	25	22				19	20	15
Bulle												
Rinder > 2 Jahre				5	7	4				5	6	3
Geflügel				200	100	180						
Pferde												
GV												
GV	21	22	24	52	54	52	93	102	93	60	61	58
GV/ha	0,6	0,5	0,6	0,7	0,9	0,6	1,1	1,2	1,0	0,4	0,4	0,4

Betriebsspiegel der Betriebe im Projektgebiet der badenova der Jahre 2004 bis 2006																
Projektbetrieb	B1			B2			B3			B4			B5			
Betriebstyp	Marktfrucht- betrieb			Marktfrucht- betrieb			Marktfrucht- betrieb			Gemischt- betrieb			Marktfrucht- betrieb			
Flächennutzung in ha	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	
Getreide																
Winterweizen				0,7	0,9	2,1					4,8	5,2	6,5	1,8	2,6	2,2
Sommerweizen												0,5	0,9			1,9
Wintergerste																
Sommergerste	3,9	2,5	3,4	0,3												
Triticale																
Roggen																
Hafer																
Dinkel																
Öfrüchte																
Winterraps																
Sommerraps																
Mais																
Körnermais	16,0	20,3	20,0	6,7	3,7	13,9	70,7	87,5	89,6	5,6	5,6	8,3	9,7	11,8	16,1	
Silomais																
Saatmais	15,2	12,1	10,0	19,3	25,4	16,6				10,0	10,3	7,7	21,2	18,7	15,0	
Hackfrüchte																
Zuckerrübe				2,3	2,3	2,0							3,1	3,2	3,0	
Kartoffel	12,3	10,8	13,8	8,0	7,4	8,6										
Futterbau																
Sommermenggetreide																
Feldfutter																
Grünland				2,3	2,5	2,3	0,1	0,9					1,4	1,5	1,5	
Kleegras																
Erbse																
Futterbohne																
Sonderkulturen																
Reben				2,5	2,0	3,3		0,4	0,4	5,7	5,6	5,8	3,7		4,3	
Gemüse	1,0	1,5	1,6											4,3		
Sonstige Nutzung																
NaWaRo																
Stilllegung	2,0	5,1	4,7	1,7	4,3	6,0	14,0	9,2	10,1	1,3	0,9		1,9	3,2	2,4	
Stilllegung mit Futter-Leg.																
Sonstiges							0,9									
Wald							0,3									
Gesamt [ha]	50,4	52,3	53,6	43,7	48,6	54,8	85,9	98,1	100,1	27,4	28,1	29,1	42,7	45,2	46,5	
Gesamt [ha] (ohne Stilll./Sonst)	48,5	47,2	48,9	42,0	44,3	48,8	70,8	88,9	90,0	26,1	27,1	29,1	40,8	42,0	44,1	

Tierhaltung (Plätze/Tiere)																
Mastschwein < 50Kg																
Mastschwein > 50Kg																
Absetzferkel																
Zuchtsau																
Lamm																
Kuh																
Kalb																
Jungvieh																
Bulle																
Rinder > 2 Jahre																
Geflügel										1000	1000	1000				
Pferde																
GV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	0	0	0	
GV/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,1	0,1	0	0	0	

Betriebsspiegel der Betriebe im Projektgebiet der badenova der Jahre 2004 bis 2006												
Projektbetrieb	B6			B7			B8			B9		
Betriebstyp	Marktfrucht- betrieb			Marktfrucht- betrieb			Marktfrucht- betrieb			Veredlungs- betrieb		
Flächennutzung in ha	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Getreide												
Winterweizen				5,2	7,3	6,8	2,8	2,6	2,8	0,9	0,7	1,8
Sommerweizen												
Wintergerste										3,9	3,9	2,3
Sommergerste	0,7	1,0	3,0				1,4			3,3	5,1	4,8
Triticale										2,5	1,2	1,6
Roggen												
Hafer										5,0	5,7	5,4
Dinkel												
Öfrüchte												
Winterraps												
Sommerraps												
Mais												
Körnermais	32,9	27,3	33,6	15,4	14,4	21,9	25,6	25,1	25,1	4,2	4,4	5,0
Silomais												
Saatmais	11,9	17,5	11,1	41,8	44,5	34,1						
Hackfrüchte												
Zuckerrübe				15,7	14,8	15,7	2,5	2,7	1,8			
Kartoffel												
Futterbau												
Sommermenggetreide												
Feldfutter												
Grünland								0,2		10,4	10,0	10,0
Kleegras												
Erbse												
Futterbohne												
Sonderkulturen												
Reben				2,5	2,7	2,9	5,8	6,4	6,1			
Gemüse												
Sonstige Nutzung												
NaWaRo									3,5			
Stilllegung	7,6	7,4	7,4	11,3	10,3	13,4		3,2	0,9			
Stilllegung mit Futter-Leg.												
Sonstiges												
Wald												
Gesamt [ha]	53,1	53,2	55,1	91,9	94,0	94,9	37,9	40,2	40,1	30,0	31,0	30,8
Gesamt [ha] (ohne Stilll./Sonst)	45,5	45,8	47,7	80,6	83,7	81,5	37,9	37,0	39,2	30,0	31,0	30,8

Tierhaltung (Plätze/Tiere)												
Mastschwein < 50Kg										64	64	64
Mastschwein > 50Kg										96	96	96
Absetzferkel												
Zuchtsau										22	22	22
Lamm												
Kuh										9	9	9
Kalb												
Jungvieh												
Bulle												
Rinder > 2 Jahre												
Geflügel										195	195	195
Pferde												
GV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	36	36
GV/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	1,1	1,2

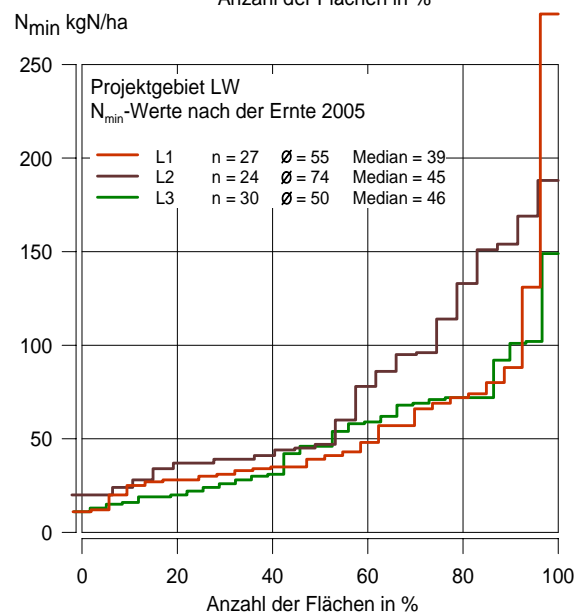
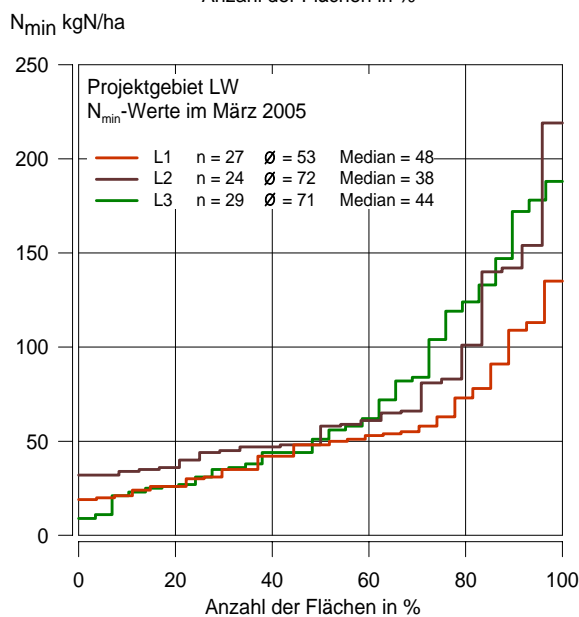
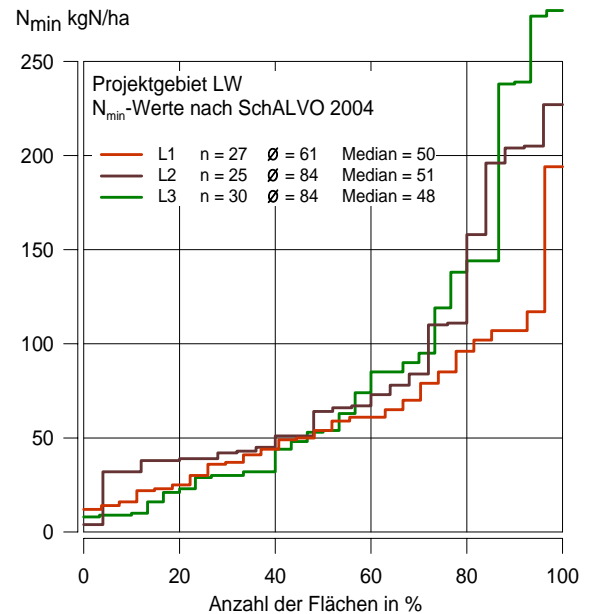
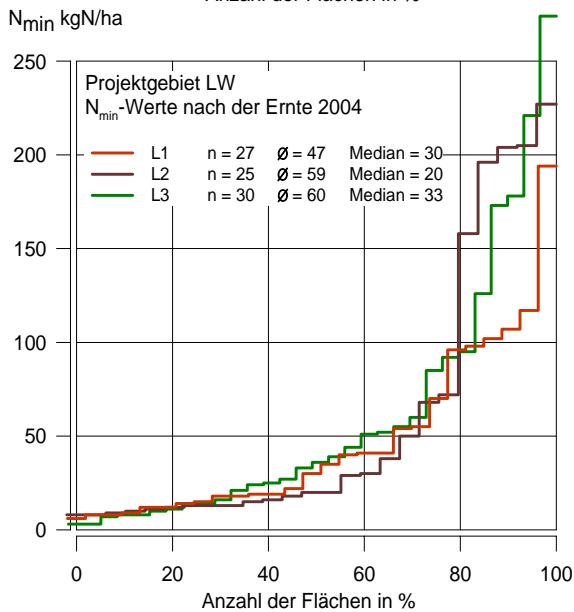
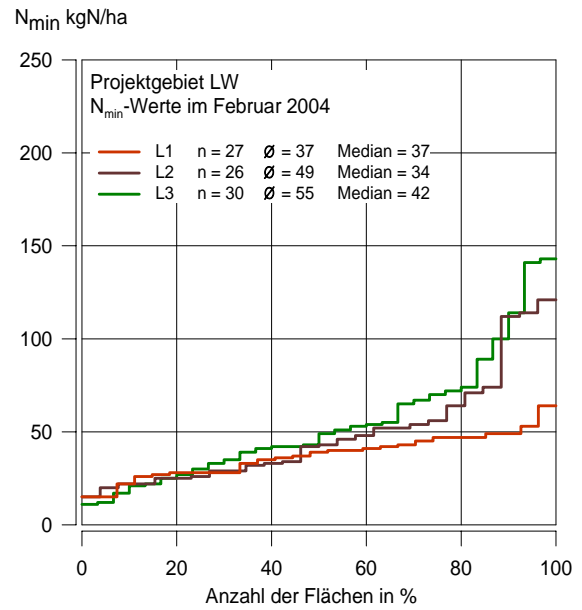
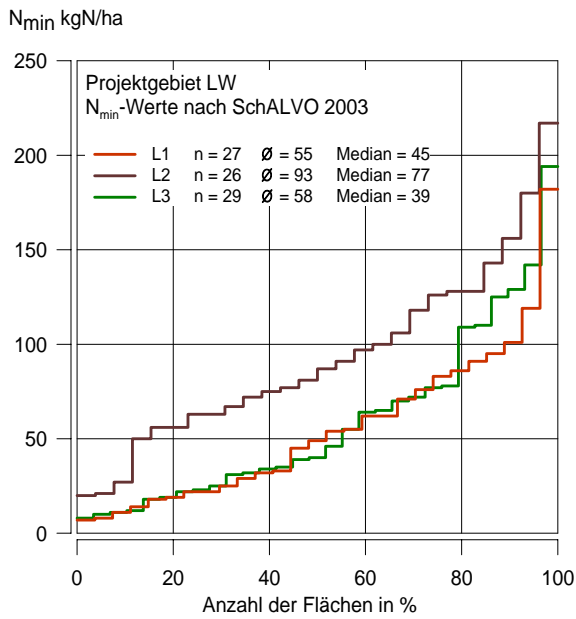
Betriebsspiegel der Betriebe im Projektgebiet der badenova der Jahre 2004 bis 2006												
Projektbetrieb	B10			B11			B12			B13		
Betriebstyp	Futterbau- betrieb			Marktfrucht- betrieb			Veredlungs- betrieb			Marktfrucht- betrieb		
Flächennutzung in ha	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Getreide												
Winterweizen	1,5	1,4	0,7	5,3	6,3	6,6	10,5	10,6	4,1	0,4		
Sommerweizen												
Wintergerste	6,1	7,2	5,7						3,3			
Sommergerste												
Triticale	4,0	3,5	5,3									
Roggen												
Hafer	0,7											
Dinkel												
Öfrüchte												
Winterraps												
Sommerraps												
Mais												
Körnermais				23,1	33,3	39,8	28,6	16,7	26,8	25,6	19,9	30,8
Silomais	10,4	9,1	8,0	3,1	0,9							
Saatmais				38,2	37,4	30,4	6,6	8,6	6,0	18,3	25,5	16,6
Hackfrüchte												
Zuckerrübe				15,3	14,2	13,6				3,0	2,8	2,4
Kartoffel							7,1	9,5	13,6	17,3	15,7	17,6
Futterbau												
Sommermenggetreide												
Feldfutter			2,0									
Grünland	19,4	18,7	19,1	2,6	2,6	2,6				0,2	0,2	0,2
Kleegras	8,3	6,7	6,1									
Erbse												
Futterbohne												
Sonderkulturen												
Reben										1,0	1,0	1,0
Gemüse												
Sonstige Nutzung												
NaWaRo						2,8						
Stilllegung		2,6	2,6	3,4	7,0	3,9	6,4	4,7	4,7	3,4	6,2	6,1
Stilllegung mit Futter-Leg.												
Sonstiges										0,9	0,9	2,8
Wald											0,4	0,4
Gesamt [ha]	50,3	49,3	49,4	90,9	101,6	99,7	59,2	50,1	58,5	70,1	72,7	77,8
Gesamt [ha] (ohne Stilll./Sonst)	50,3	46,6	46,9	87,6	94,6	95,8	52,8	45,4	53,8	65,8	65,1	68,6

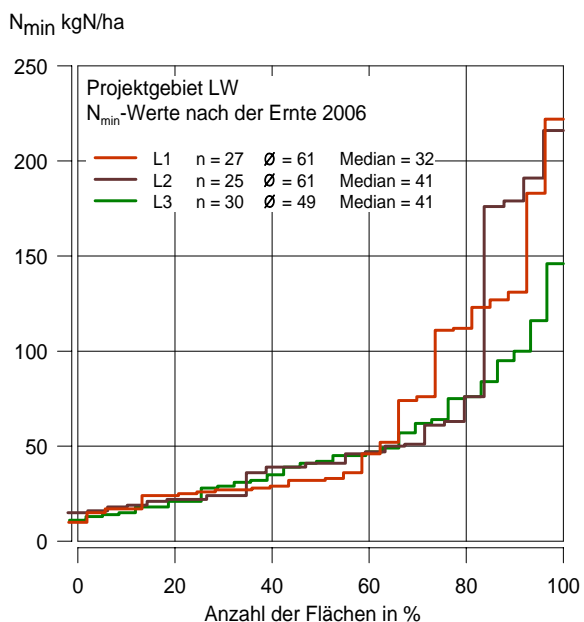
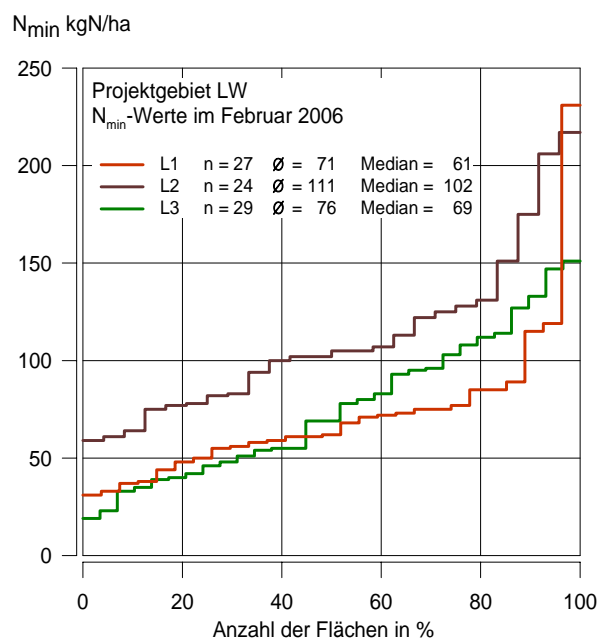
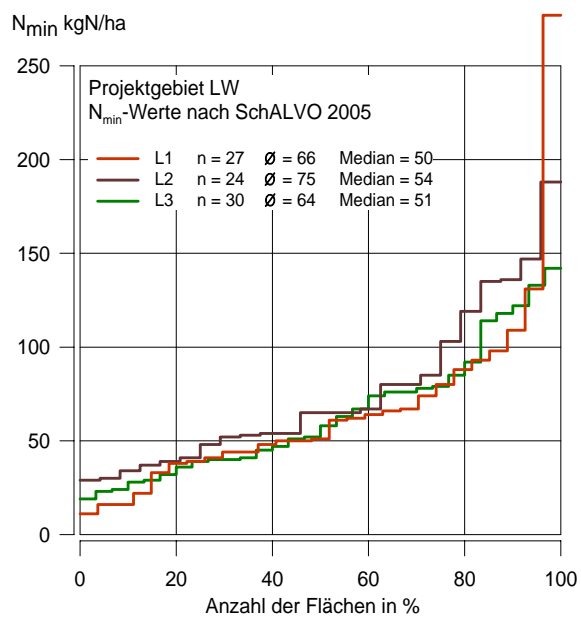
Tierhaltung (Plätze/Tiere)												
Mastschwein < 50Kg	1	2	1				220	260	260			
Mastschwein > 50Kg	2	2	2				330	390	390			
Absetzferkel												
Zuchtsau												
Lamm												
Kuh	50	50	48									
Kalb	11	11	10									
Jungvieh	29	29	24									
Bulle	1	1	1	26	24	22						
Rinder > 2 Jahre	10	10	13									
Geflügel							70	100	100			
Pferde	2	2	2									
GV	84	84	82	26	24	22	66	78	78	0	0	0
GV/ha	1,7	1,8	1,7	0,3	0,3	0,2	1,3	1,7	1,5	0	0	0

Anlage zu Kap. 5.2

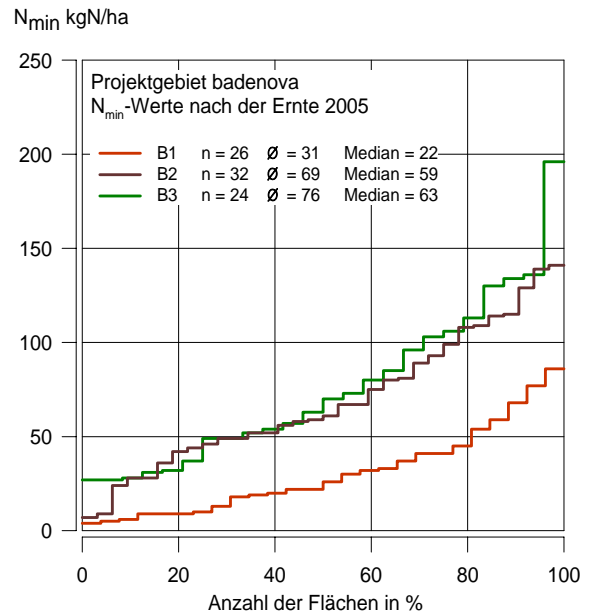
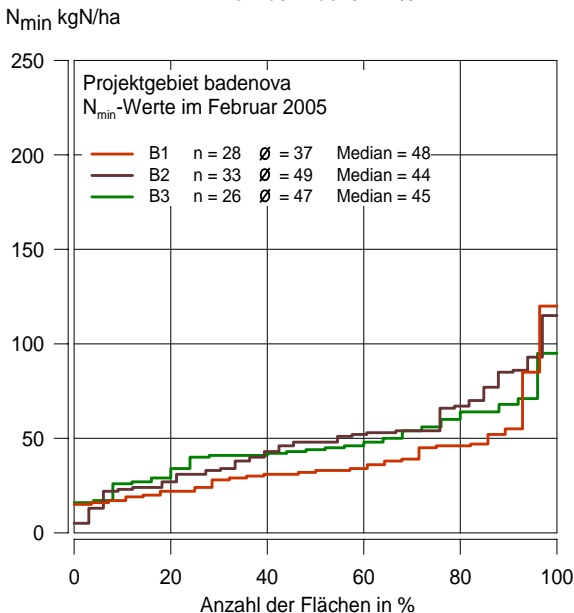
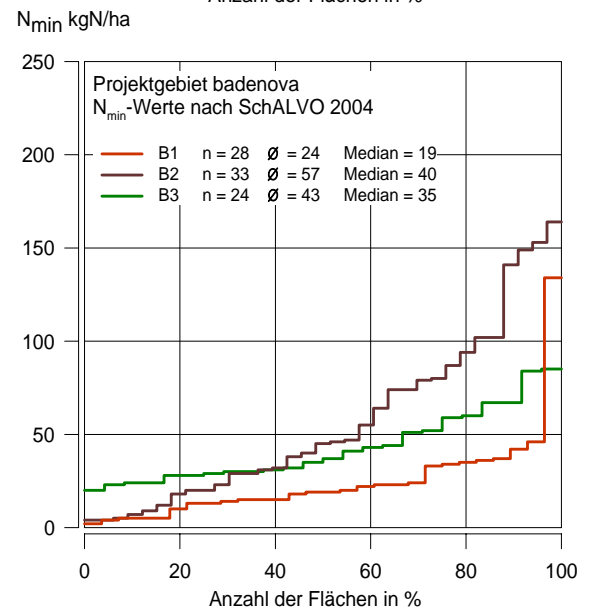
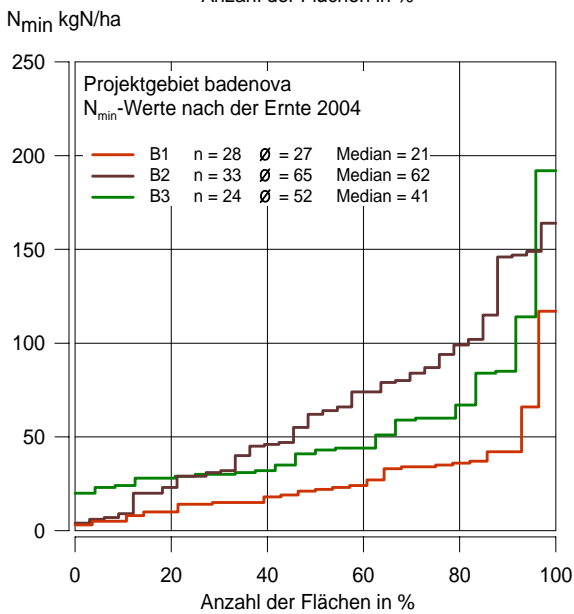
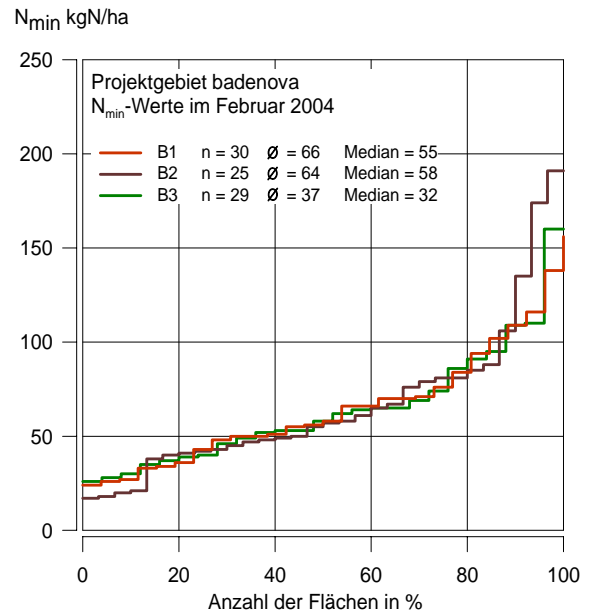
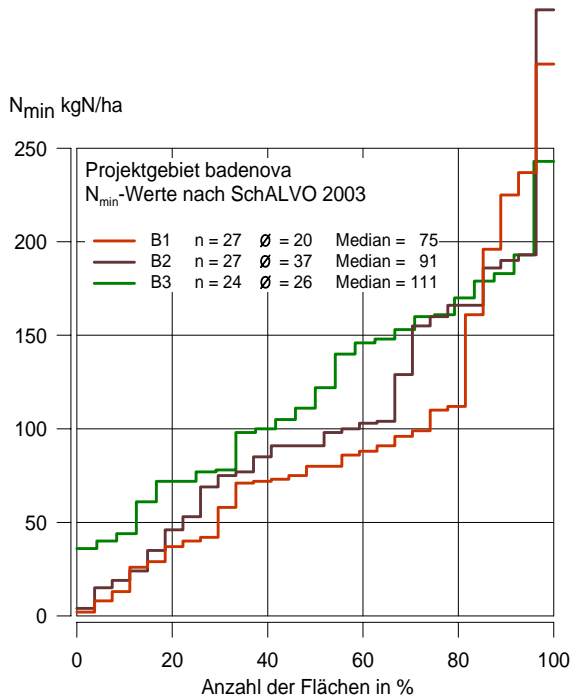
N_{\min} -Werte der Flächen der „Intensivbetriebe“ für ausgewählte Beprobungszeitpunkte

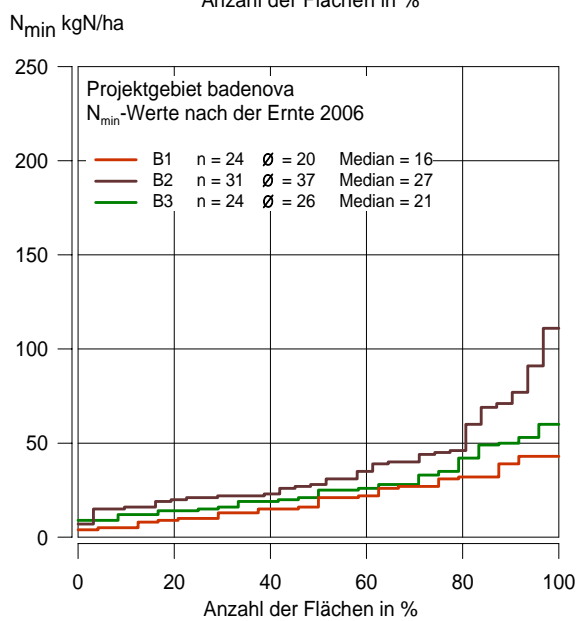
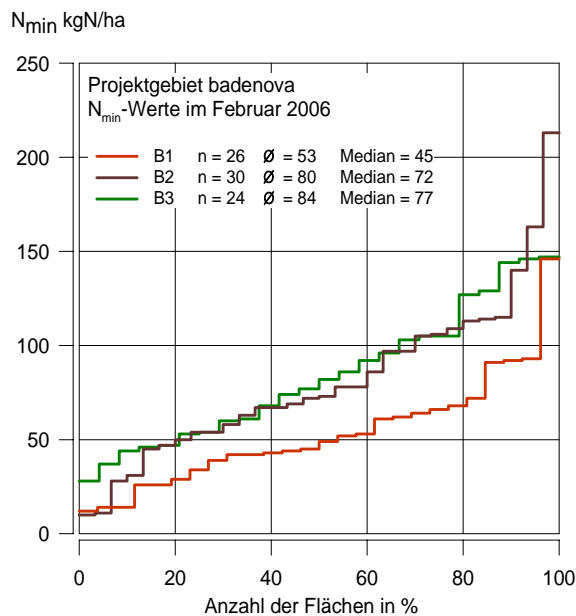
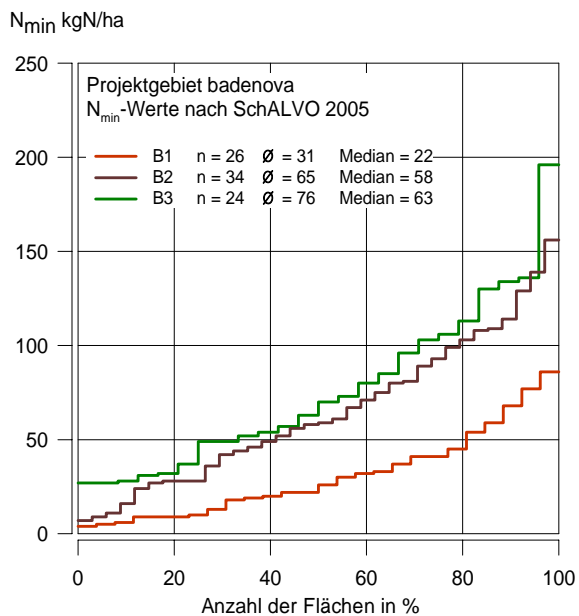
N_{min}-Werte der Intensivbetriebe im Projektgebiet der LW für ausgewählte Beprobungszeitpunkte zwischen Okt./Nov. 2003 und Juli/September 2006





N_{min} -Werte der Intensivbetriebe im Projektgebiet der badenova für ausgewählte Beprobungszeitpunkte zwischen Okt./Nov. 2003 und Juli/September 2006





Anlage zu Kap. 5.3

Niederschlag und berechnete Sickerwassermengen
für die Wetterstationen Wasserwerk Langenau, Blaubeuren,
Wasserwerk Hausen und Buchenbach

		Berechnete Sickerwassermenge in mm/Monat für den Bereich der Wetterstation Wasserwerk Langenau für Böden mit einer nutzbaren Feldkapazität zwischen 50 bis 400 mm							
Monat	Niederschlag in mm/Monat	50	75	100	125	150	175	200	225
01.01.2003	51,0	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8
01.02.2003	14,3	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
01.03.2003	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.04.2003	35,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.05.2003	88,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.06.2003	30,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2003	83,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2003	61,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2003	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.10.2003	68,8	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.11.2003	41,6	21,3	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.12.2003	40,2	32,1	32,1	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.01.2004	111,4	103,6	103,6	103,6	100,5	81,4	62,7	44,3	27,1
01.02.2004	27,9	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
01.03.2004	30,1	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
01.04.2004	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.05.2004	71,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.06.2004	48,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2004	70,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2004	83,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2004	33,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.10.2004	67,2	17,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.11.2004	43,4	32,8	32,0	14,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.12.2004	44,0	37,9	37,9	37,9	35,4	19,4	5,4	0,0	0,0
01.01.2005	33,1	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	17,2	7,3
01.02.2005	50,7	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5
01.03.2005	55,0	12,1	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6
01.04.2005	86,0	29,8	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
01.05.2005	61,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.06.2005	34,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2005	95,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2005	125,1	54,9	36,0	17,8	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2005	74,4	15,6	12,8	12,6	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0
01.10.2005	40,7	12,7	13,1	13,1	13,1	11,9	0,0	0,0	0,0
01.11.2005	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.12.2005	46,8	32,7	33,3	33,3	33,3	33,3	31,8	21,2	12,6
01.01.2006	15,9	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7
01.02.2006	27,6	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
01.03.2006	81,9	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7
01.04.2006	69,1	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9
01.05.2006	128,5	33,3	22,1	17,0	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2
01.06.2006	59,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2006	32,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2006	111,5	4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2006	32,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Berechnete Sickerwassermenge in mm/Monat für den Bereich der Wetterstation Wasserwerk Langenau für Böden mit einer nutzbaren Feldkapazität zwischen 50 bis 400 mm								
Monat	Niederschlag in mm/Monat	250	275	300	325	350	375	400
01.01.2003	51,0	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8
01.02.2003	14,3	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
01.03.2003	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.04.2003	35,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.05.2003	88,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.06.2003	30,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2003	83,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2003	61,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2003	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.10.2003	68,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.11.2003	41,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.12.2003	40,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.01.2004	111,4	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.02.2004	27,9	9,5	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.03.2004	30,1	3,7	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.04.2004	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.05.2004	71,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.06.2004	48,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2004	70,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2004	83,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2004	33,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.10.2004	67,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.11.2004	43,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.12.2004	44,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.01.2005	33,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.02.2005	50,7	34,2	27,9	21,4	9,8	0,0	0,0	0,0
01.03.2005	55,0	12,6	12,6	12,6	12,6	11,6	1,8	0,0
01.04.2005	86,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	23,2
01.05.2005	61,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.06.2005	34,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2005	95,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2005	125,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2005	74,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.10.2005	40,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.11.2005	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.12.2005	46,8	6,9	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.01.2006	15,9	10,7	10,7	10,1	7,9	7,7	7,6	7,3
01.02.2006	27,6	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
01.03.2006	81,9	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7
01.04.2006	69,1	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9	31,9
01.05.2006	128,5	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2
01.06.2006	59,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2006	32,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2006	111,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2006	32,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Berechnete Sickerwassermenge in mm/Monat für den Bereich
der Wetterstation Blaubeuren
für Böden mit einer nutzbaren Feldkapazität zwischen 50 bis 250 mm

Monat	Niederschlag in mm/Monat	50	75	100	125	150	175	200	225	250
01.01.2003	75,3	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1
01.02.2003	20,4	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1
01.03.2003	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.04.2003	36,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.05.2003	82,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.06.2003	29,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2003	85,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2003	48,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2003	25,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.10.2003	86,2	22,5	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.11.2003	34,4	21,6	21,6	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.12.2003	41,4	33,3	33,3	33,3	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.01.2004	143,8	136,5	136,5	136,5	136,5	128,1	108,4	89,5	71,4	54,7
01.02.2004	35,4	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8
01.03.2004	32,3	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
01.04.2004	29,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.05.2004	92,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.06.2004	41,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2004	89,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2004	88,6	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2004	47,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.10.2004	96,5	61,9	44,1	27,8	13,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
01.11.2004	34,2	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	14,4	6,8	1,8	0,2
01.12.2004	58,1	51,9	51,9	51,9	51,9	51,9	51,9	51,9	51,9	51,9
01.01.2005	50,9	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1
01.02.2005	86,5	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7	76,7
01.03.2005	58,9	25,0	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
01.04.2005	72,7	20,9	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
01.05.2005	91,9	25,9	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1
01.06.2005	59,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2005	116,4	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2005	112,0	45,5	36,9	23,8	16,0	14,2	15,7	17,6	19,8	20,8
01.09.2005	65,4	8,9	7,0	7,1	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
01.10.2005	36,3	3,3	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
01.11.2005	40,3	12,8	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3
01.12.2005	59,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1	51,1
01.01.2006	25,2	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4	20,4
01.02.2006	37,7	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8
01.03.2006	113,4	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0	83,0
01.04.2006	107,0	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1	62,1
01.05.2006	107,3	23,2	15,1	12,7	11,8	12,6	13,4	13,4	13,4	13,4
01.06.2006	35,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
01.07.2006	94,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2006	136,7	63,1	39,1	17,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2006	40,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Berechnete Sickerwassermenge in mm/Monat für den Bereich
der Wetterstation Wasserwerk Hausen
für Böden mit einer nutzbaren Feldkapazität zwischen 50 bis 250 mm

Monat	Niederschlag in mm/Monat	50	75	100	125	150	175	200	225	250
01.01.2003	48,7	32,8	32,8	32,8	32,8	32,8	32,8	32,8	32,8	32,8
01.02.2003	10,5	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
01.03.2003	21,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.04.2003	32,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.05.2003	63,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.06.2003	50,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2003	62,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2003	53,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2003	45,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.10.2003	118,3	45,0	25,6	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.11.2003	60,4	39,0	39,0	39,0	23,1	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
01.12.2003	20,4	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
01.01.2004	104,7	91,6	91,6	91,6	91,6	91,6	75,3	54,7	34,9	14,0
01.02.2004	28,8	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
01.03.2004	32,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
01.04.2004	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.05.2004	60,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.06.2004	121,9	39,5	18,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2004	98,2	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2004	119,3	14,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2004	19,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.10.2004	197,4	131,4	116,1	99,4	82,2	66,7	52,4	40,0	29,4	20,6
01.11.2004	20,8	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6
01.12.2004	40,9	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4
01.01.2005	22,0	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
01.02.2005	29,5	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1
01.03.2005	34,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.04.2005	103,2	35,4	32,3	33,8	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5	34,5
01.05.2005	108,1	30,0	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6	30,6
01.06.2005	39,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2005	112,1	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2005	76,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2005	58,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.10.2005	67,0	23,1	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.11.2005	27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.12.2005	26,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.01.2006	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.02.2006	32,5	8,4	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.03.2006	102,7	63,0	63,0	58,0	38,6	23,8	10,2	0,0	0,0	0,0
01.04.2006	66,7	27,8	27,9	27,9	27,9	27,9	27,9	26,3	15,9	6,6
01.05.2006	113,1	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.06.2006	38,3	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2006	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2006	209,4	95,9	71,7	46,9	23,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2006	168,6	94,9	95,9	96,0	96,0	94,8	72,2	54,6	38,9	26,1

		Berechnete Sickerwassermenge in mm/Monat für den Bereich der DWD-Wetterstation Buchenbach für Böden mit einer nutzbaren Feldkapazität zwischen 50 bis 250 mm								
Monat	Niederschlag in mm/Monat	50	75	100	125	150	175	200	225	250
01.01.2003	99,3	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4
01.02.2003	33,2	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7	30,7
01.03.2003	47,7	8,0	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2
01.04.2003	67,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.05.2003	125,2	52,8	42,5	38,9	39,0	39,3	41,0	41,0	41,0	41,0
01.06.2003	36,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2003	67,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2003	59,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.09.2003	48,8	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.10.2003	116,0	67,5	48,3	28,8	9,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.11.2003	69,5	52,9	52,9	52,9	52,9	43,9	27,0	11,5	0,0	0,0
01.12.2003	60,9	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	51,4	49,1	37,8
01.01.2004	144,8	133,6	133,6	133,6	133,6	133,6	133,6	133,6	133,6	133,6
01.02.2004	38,9	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1
01.03.2004	39,8	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3
01.04.2004	31,6	2,1	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
01.05.2004	84,9	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.06.2004	104,3	33,6	29,7	29,1	30,2	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
01.07.2004	100,8	11,9	5,7	4,2	4,1	5,2	5,3	5,3	5,3	5,3
01.08.2004	148,7	52,4	46,3	44,6	45,3	46,2	46,3	46,3	46,3	46,3
01.09.2004	37,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.10.2004	160,0	119,8	114,8	114,2	114,8	115,4	115,4	115,4	115,4	115,4
01.11.2004	35,0	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9
01.12.2004	83,3	75,2	75,2	75,2	75,2	75,2	75,2	75,2	75,2	75,2
01.01.2005	59,8	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5	46,5
01.02.2005	68,4	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9	55,9
01.03.2005	76,2	40,0	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4	40,4
01.04.2005	111,5	71,5	71,5	71,5	71,5	71,5	71,5	71,5	71,5	71,5
01.05.2005	115,6	48,5	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6	48,6
01.06.2005	56,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.07.2005	122,0	22,6	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2005	113,5	48,4	48,9	37,1	28,9	25,3	23,9	23,9	23,3	25,2
01.09.2005	67,0	13,8	10,2	9,8	10,1	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
01.10.2005	83,2	41,8	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4	42,4
01.11.2005	37,8	7,5	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
01.12.2005	61,6	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0
01.01.2006	26,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
01.02.2006	56,8	39,1	39,1	39,1	39,1	39,1	39,1	39,1	39,1	39,1
01.03.2006	160,9	129,7	129,7	129,7	129,7	129,7	129,7	129,7	129,7	129,7
01.04.2006	90,2	51,6	51,6	51,6	51,6	51,6	51,6	51,6	51,6	51,6
01.05.2006	168,9	76,1	74,4	74,4	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9	74,9
01.06.2006	38,0	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
01.07.2006	85,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
01.08.2006	242,8	150,4	130,1	111,4	95,0	81,1	70,0	62,1	56,4	53,3
01.09.2006	152,1	88,9	88,2	88,7	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8	88,8

Anlage zu Kap. 5.4

Übersicht der ermittelten Bodenkennwerte, Sickerwassermengen
und Austauschraten der N_{\min} -Flächen der „Intensivbetriebe“

N _{min} -Flächen Betrieb L 1	Verfahren GIT				Verfahren LGRB		Verfahren TZW		Wasser- und Bodenatlas		mittlere Sickerwasser- menge nach GIT	mittlere Sickerwasser- menge nach LGRB	Austausch- rate mit Daten GIT	Austausch- rate mit Daten LGRB
	bs-Klasse	FK	nFK	WE	FK	nFK	FK	nFK (festgelegt)	Mittlerer Jahres- niederschlag	Grundwasser- neubildung				
LNS001	L4D-59/52	357	177	9	360	153	373	170	826	264	317	318	0,89	0,88
LNS002	L4D-59/52	357	177	9	360	153	377	170	826	263	317	318	0,89	0,88
LNS003	L4D-64/58	353	179	9	360	166	364	170	826	225	317	317	0,90	0,88
LNS004	L4D-59/52	357	177	9	360	153	444	170	826	255	317	318	0,89	0,88
LNS005	L4D-64/58	353	179	9	360	153	383	170	826	255	317	318	0,90	0,88
LNS006	L4D-64/58	353	179	9	360	153	393	170	826	254	317	318	0,90	0,88
LNS007	L4D-60/52	384	142	8	360	125	404	150	824	191	315	323	0,82	0,90
LNS008	L3D-68/63	373	179	8	360	160	329	150	822	175	314	314	0,84	0,87
LNS009	L3D-68/63	373	179	8	360	160	349	150	822	217	314	314	0,84	0,87
LNS010	L4D-64/56	388	147	8	360	147	333	150	823	229	315	315	0,81	0,88
LNS011	L4D-65/58	381	145	8	360	152	358	150	821	225	313	313	0,82	0,87
LNS012	L4D-65/58	381	145	8	360	152	352	150	821	225	313	313	0,82	0,87
LNS013	L4D-65/58	381	145	8	360	152	354	150	821	225	313	313	0,82	0,87
LNS014	L4D-58/53	341	177	9	360	152	366	150	821	225	313	313	0,92	0,87
LNS015	L4D-59/51	382	136	8	360	144	341	150	820	225	319	312	0,84	0,87
LNS016	L4D-64/58	385	138	8	360	144	369	150	820	225	319	312	0,83	0,87
LNS017	L3D-68/63	406	146	8	360	165	351	150	822	225	314	314	0,77	0,87
LNS018	L3D-68/63	406	146	8	360	165	365	150	822	225	314	314	0,77	0,87
LNS019	L3D-68/63	406	146	8	360	170	373	150	822	225	314	314	0,77	0,87
LNS020	L6V-44/39	222	79	8	140	104	290	110	823	225	411	341	1,85	2,44
LNS021	L4D-61/57	395	128	8	360	136	332	130	822	250	321	321	0,81	0,89
LNS022	TIIb3-42/39	334	152	8	320	125	340	130	821	275	313	270	0,94	0,84
LNS023	ISIIb2-42/44	263	149	8	320	125	267	130	821	275	313	270	1,19	0,84
LNS024	IS5Vg-32/31	138	97	6	70	73	261	100	823	275	378	411	2,75	5,87
LNS025	L4D-58/53	380	136	8	360	133	384	140	819	225	318	318	0,84	0,88
LNS026	L4D-62/57	402	141	8	360	140	437	140	817	208	309	317	0,77	0,88
LNS027	L4D-58/55	392	128	8	360	118	282	120	824	225	323	342	0,82	0,95

N _{min} -Flächen Betrieb L 2	Verfahren GIT				Verfahren LGRB		Verfahren TZW		Wasser- und Bodenatlas		mittlere Sickerwasser- menge nach GIT	mittlere Sickerwasser- menge nach LGRB	Austausch- rate mit Daten GIT	Austausch- rate mit Daten LGRB
	bs-Klasse	FK	nFK	WE	FK	nFK	FK	nFK (festgelegt)	Mittlerer Jahres- niederschlag	Grundwasser- neubildung				
LNS100	L4D-64/61	388	174	8	360	151	363	160	832	275	322	322	0,83	0,89
LNS101	L4D-58/55	384	135	8	360	151	362	160	832	275	330	322	0,86	0,89
LNS102	L3D-70/65	375	192	8	360	168	376	170	832	275	305	322	0,81	0,89
LNS103	LT4V-55/52	383	155	8	360	153	392	160	832	275	322	322	0,84	0,89
LNS104	LT5V-48/41	190	66	5	240	107	335	100	829	225	416	346	2,19	1,44
LNS105	L3D-66/63	397	171	8	360	147	374	150	829	225	320	320	0,81	0,89
LNS106	L5V-49/45	222	74	8	200	125	322	50	829	225	416	328	1,88	1,64
LNS107	L3V-65/63	391	157	8	200	123	367	150	829	225	320	328	0,82	3,84
LNS108	L4D-62/55	381	136	8	90	94	375	100	832	275	330	386	0,87	4,66
LNS109	L6Vg-32/30	122	54	5	90	94	201	70	832	277	425	386	3,49	4,66
LNS110	L4D-59/55	385	147	8	360	146	362	150	830	225	320	320	0,83	0,89
LNS111	L4D-59/55	385	147	8	360	145	387	150	830	225	320	320	0,83	0,89
LNS112	L1b2-60/60	385	171	8	360	146	367	150	830	125	320	320	0,83	0,89
LNS113	L4V-60/55	268	115	8	400	153	360	150	822	175	340	313	1,27	0,78
LNS114	L3D-68/65	376	172	9	400	153	353	150	822	236	314	313	0,84	0,78
LNS115	L4D-65/61	370	180	9	400	161	357	150	821	275	313	313	0,85	0,78
LNS116	L5D-54/49	370	166	8	460	139	434	160	822	275	314	321	0,85	0,70
LNS117	ISIIIb2-38/35	265	173	10	700	500	453	300	820	225	312	220	1,18	0,42
LNS118	L4D-62/58	407	143	8	400	160	371	160	820	275	312	312	0,77	0,78
LNS119	LT4D-56/50	295	111	8	400	150	451	160	820	325	338	312	1,15	0,78
LNS120	sL5AI-48/43	603	462	6	460	112	446	120	817	275	267	335	0,44	0,73
LNS121	L5AI-50/44	287	145	11	460	112	432	120	817	275	309	335	1,08	0,73
LNS122	L5AI-51/44	260	159	11	460	111	487	120	818	275	310	336	1,19	0,73
LNS123	Mollb3-40/36	348	195	9	520	300	464	300	818	269	294	218	0,85	0,42
LNS124	Mollb3-40/36	348	195	9	520	300	454	300	818	225	294	218	0,85	0,42
LNS125	ISIIb2-40/37	576	441	6	520	300	524	300	822	225	271	221	0,47	0,43

N _{min} -Flächen Betrieb L 3	Verfahren GIT				Verfahren LGRB		Verfahren TZW		Wasser- und Bodenatlas		mittlere Sickerwasser- menge nach GIT	mittlere Sickerwasser- menge nach LGRB	Austausch- rate mit Daten GIT	Austausch- rate mit Daten LGRB
	bs-Klasse	FK	nFK	WE	FK	nFK	FK	nFK (festgelegt)	Mittlerer Jahres- niederschlag	Grundwasser- neubildung				
LNS300	LT5V-44/40	229	81	8	240	94	359	150	817	225	374	374	1,64	1,56
LNS301	L6Vg-36/33	179	68	10	90	109	392	130	817	225	406	335	2,26	3,72
LNS302	L4D-62/58	380	136	8	360	152	365	150	817	225	317	309	0,83	0,86
LNS303	sL4D-56/51	272	133	8	240	123	293	135	818	225	318	317	1,17	1,32
LNS304	L4D-59/55	385	145	8	360	133	334	140	816	225	309	316	0,80	0,88
LNS305	L4D-64/58	386	160	8	360	129	320	130	816	225	309	316	0,80	0,88
LNS306	L4D-58/55	311	119	8	360	123	279	120	821	275	339	320	1,09	0,89
LNS307	L2D-75/71	371	207	9	360	162	337	160	819	235	295	311	0,80	0,86
LNS308	LT5V-48/41	238	85	8	240	97	368	140	815	225	372	372	1,56	1,55
LNS309	L4D-63/58	377	133	8	360	146	365	140	814	225	314	307	0,83	0,85
LNS310	L4V-62/58	408	145	8	280	115	373	140	819	228	311	337	0,76	1,20
LNS311	L4D-62/58	395	134	8	360	156	355	140	818	225	318	310	0,81	0,86
LNS312	L4D-61/56	366	178	8	400	147	372	150	814	257	307	307	0,84	0,77
LNS313	L6D-43/39	716	531	4	400	123	434	150	814	275	265	314	0,37	0,79
LNS314	L3D-70/63	377	170	8	400	178	373	170	814	275	307	307	0,81	0,77
LNS315	L7Vg-24/22	203	83	13	70	50	312	100	818	225	374	412	1,84	5,89
LNS316	L3D-72/66	379	177	8	400	177	354	170	818	275	310	310	0,82	0,77
LNS317	Molb2-40/34	663	510	4	700	500	482	400	816	275	266	216	0,40	0,31
LNS318	LIIIb2-48/48	365	221	8	520	300	451	300	817	275	267	217	0,73	0,42
LNS319	ISIIb2-42/37	481	333	7	520	300	578	300	818	275	268	218	0,56	0,42
LNS320	L5V-50/46	208	79	7	200	142	363	150	818	258	406	311	1,95	1,55
LNS321	LIIb2-52/52	355	214	9	400	200	473	230	817	275	293	243	0,83	0,61
LNS322	sL5D-44/42	220	148	11	400	94	604	380	816	275	309	372	1,41	0,93
LNS323	ISIIb2-36/33	227	150	9	520	300	525	380	816	275	309	217	1,36	0,42
LNS324	ISIIb2-40/36	636	471	4	520	300	581	380	818	225	268	218	0,42	0,42
LNS325	ISIIIb2-32/29	569	410	6	520	300	490	330	818	249	268	218	0,47	0,42
LNS326	ISIIb2-42/37	481	333	7	520	300	544	330	818	225	268	218	0,56	0,42
LNS327	ISIIb2-42/37	481	333	7	520	300	620	330	818	275	268	218	0,56	0,42
LNS328	Molb2-40/35	688	538	11	520	300	629	450	818	226	268	218	0,39	0,42
LNS329	MolIb2-36/30	688	538	4	700	500	655	450	818	275	268	218	0,39	0,31

N _{min} -Flächen Betrieb B 1	Verfahren GIT				Verfahren LGRB		Verfahren TZW		Wasser- und Bodenatlas		mittlere Sickerwasser- menge nach GIT	mittlere Sickerwasser- menge nach LGRB	Austausch- rate mit Daten GIT	Austausch- rate mit Daten LGRB
	bs-Klasse	FK	nFK	WE	FK	nFK	FK	nFK (festgelegt)	Mittlerer Jahres- niederschlag	Grundwasser- neubildung				
HNS200	L3LoD-72/83	371	196	11	400	192	355	195	815	193	231	217	0,62	0,54
HNS201	L3Lo-76/87	361	209	11	400	199	346	200	812	175	228	214	0,63	0,54
HNS202	L4LoD-68/78	361	205	10	400	174	315	200	818	225	234	234	0,65	0,58
HNS203	L4Lo-70/84	369	199	10	400	195	336	200	812	212	228	214	0,62	0,54
HNS204	sL4LoD-64/71	369	214	11	360	174	332	200	795	225	214	-	0,58	-
HNS205	sL3LoD-70/79	355	229	11	360	166	331	200	795	225	200	214	0,56	0,59
HNS206	sL3D-67/75	255	145	8	360	167	324	150	789	205	218	208	0,86	0,58
HNS207	sL3AI-67/76	297	193	8	360	200	377	200	782	175	202	139	0,68	0,35
HNS208	Lla2-66/66	290	182	8	360	200	332	200	776	225	197	133	0,68	0,33
HNS209	sL4AI-62/69	210	136	5	360	123	263	130	764	234	218	196	1,04	0,49
HNS210	sL4AI-62/69	210	136	5	360	123	288	130	764	232	218	196	1,04	0,49
HNS211	IS4AI-42/45	139	99	5	360	112	288	100	760	261	268	214	1,93	0,54
HNS212	sL4AI-56/63	115	77	5	360	112	291	100	760	264	268	214	2,33	0,54
HNS213	sL4AI-56/63	115	77	5	360	111	317	100	752	275	262	207	2,28	0,52
HNS214	sL4AI-58/65	232	137	6	360	136	298	135	752	275	207	207	0,89	0,52
HNS215	sL4AI-48/52	166	103	5	320	106	300	100	751	275	187	206	1,13	0,52
HNS216	sL4AI-58/63	223	133	6	360	113	329	125	751	275	206	206	0,92	0,52
HNS217	IS4AI-44/45	134	93	5	360	110	286	100	752	275	262	207	1,96	0,52
HNS218	sL4AI-56/63	179	109	5	360	136	299	120	745	275	182	-	1,02	-
HNS219	sL4D-53/58	197	108	7	280	118	285	120	746	275	183	202	0,93	0,63
HNS220	sL4D-57/63	216	108	7	280	131	306	120	746	275	183	180	0,85	0,56
HNS221	sL4AI-56/64	223	132	6	320	135	309	135	776	225	229	207	1,03	0,52
HNS222	sL4D-50/52	189	115	8	280	110	293	110	746	275	183	202	0,97	0,72
HNS223	L4Lo-68/75	348	219	11	400	184	355	210	890	125	296	281	0,85	0,70
HNS224	L3Lo-75/84	355	226	11	400	189	375	220	890	125	281	281	0,79	0,70
HNS225	Lla2-62/62	354	215	11	280	160	404	220	887	125	294	255	0,83	1,06
HNS226	Lla2-62/62	354	215	11	280	160	515	220	890	125	296	-	0,84	-
HNS802	sL4AI-58/65	232	137	6	360	109	280	135	752	275	207	207	0,89	0,52

N _{min} -Flächen Betrieb B 2	Verfahren GIT				Verfahren LGRB		Verfahren TZW		Wasser- und Bodenatlas		mittlere Sickerwasser- menge nach GIT	mittlere Sickerwasser- menge nach LGRB	Austausch- rate mit Daten GIT	Austausch- rate mit Daten LGRB
	bs-Klasse	FK	nFK	WE	FK	nFK	FK	nFK (festgelegt)	Mittlerer Jahres- niederschlag	Grundwasser- neubildung				
HNS100	sL3D-56/64	230	129	8	320	138	297	130	821	225	269	247	1,17	0,77
HNS101	L4D-60/68	318	150	8	400	177	319	150	809	225	236	226	0,74	0,56
HNS102	L1a2-71/71	360	224	9	360	200	337	220	824	225	225	175	0,63	0,44
HNS103	sL4AI-60/70	248	160	7	360	155	357	160	821	275	247	247	1,00	0,69
HNS104	L3D-72/78	356	169	8	400	178	324	170	820	275	246	235	0,69	0,59
HNS105	sL2Lo-78/89	361	243	11	400	177	323	225	826	275	226	241	0,63	0,60
HNS106	sL2Lo-78/89	361	243	11	360	164	317	225	828	275	228	242	0,63	0,67
HNS107	sL4D-56/65	191	113	6	360	164	277	125	828	268	264	242	1,38	0,67
HNS108	sL4Lo-63/70	361	234	11	400	172	438	250	829	258	229	243	0,63	0,61
HNS109	sL4Lo-63/73	363	239	11	400	172	400	250	825	225	226		0,62	
HNS110	L4D-60/68	318	150	8	400	164	313	150	809	225	236	226	0,74	0,56
HNS111	sL3Lo-71/82	358	244	11	360	194	325	225	824	220	225	225	0,63	0,62
HNS112	sL3Lo-72/82	344	221	11	360	169	308	200	831	128	231	245	0,67	0,68
HNS113	sL3Lo-72/82	344	221	11	360	169	291	200	830	125	230		0,67	
HNS114	L3Lo-79/91	351	217	10	400	218	345	215	830	144	244	230	0,69	0,57
HNS115	L3Lo-79/91	351	217	10	400	218	322	215	830	275	244		0,69	
HNS116	sL4Lo-63/70	361	234	11	400	160	387	225	826	228	226	241	0,63	0,67
HNS117	L3Lo-78/88	368	202	11	400	211	358	200	828	225	242	228	0,66	0,57
HNS118	sL3Lo-68/78	255	166	8	360	160	323	160	825	275	250		0,98	
HNS119	L3Lo-82/92	355	206	11	400	222	340	200	822	275	237	223	0,67	0,56
HNS120	L3D-72/78	356	169	8	400	172	317	170	820	275	246	235	0,69	0,59
HNS121	sL2Lo-76/90	363	244	11	400	164	330	225	824	275	225	239	0,62	0,60
HNS122	sL3Lo-71/82	358	244	11	360	194	318	225	825	225	226		0,63	
HNS123	L3Lo-82/92	355	206	11	400	222	362	210	825	225	240		0,68	
HNS124	sL3Lo-68/84	356	231	10	360	200	310	220	825	225	226		0,64	
HNS125	sL2Lo-76/90	363	244	11	400	164	334	225	824	272	225	239	0,62	0,60
HNS126	L3Lo-82/92	355	206	11	400	222	356	210	824	269	239	225	0,67	0,56
HNS127		350	190	10			331	190	820	225	235		0,67	
HNS128		350	190	10			315	190	820	225	235		0,67	
HNS129		350	190	10			345	190	820	225	235		0,67	
HNS130	L3D-67/76	331	156	8	400	188	328	160	812	225	239	214	0,72	0,54
HNS800	L3D-67/76	331	156	8	400	184	342	160	814	225	240	216	0,72	0,54
HNS801	L3D-67/76	331	156	8	400	187	313	160	814	225	240	216	0,72	0,54

N _{min} -Flächen Betrieb B 3	Verfahren GIT				Verfahren LGRB		Verfahren TZW	nFK (festgelegt)	Wasser- und Bodenatlas		mittlere Sickerwasser- menge nach GIT	mittlere Sickerwasser- menge nach LGRB	Austausch- rate mit Daten GIT	Austausch- rate mit Daten LGRB
	bs-Klasse	FK	nFK	WE	FK	nFK	FK		Mittlerer Jahres- niederschlag	Grundwasser- neubildung				
HNS001	L3LoD-72/83	368	202	11	400	192	334	200	818	225	234	219	0,64	0,55
HNS002	sL3LoD-68/78	360	226	8	360	182	321	225	826	240	226	241	0,63	0,67
HNS004	L3Lo-79/91	351	217	10	400	197	333	200	833	139	247	232	0,70	0,58
HNS005	L3Lo-79/91	351	217	10	400	199	347	200	833	162	247	232	0,70	0,58
HNS006	L3Lo-79/91	351	217	10	400	216	353	216	833	194	247	232	0,70	0,58
HNS007	L3Lo-79/91	351	217	10	400	218	359	217	862	275	272	257	0,77	0,64
HNS008	-						360	217						
HNS009	L3Lo-76/87	361	211	11	400	203	343	210	866	271	275	261	0,76	0,65
HNS010	L3Lo-80/91	348	183	9	400	218	351	200	873	125	282	267	0,81	0,67
HNS011	L3Lo-75/84	348	223	11	400	202	335	210	895	125	286	286	0,82	0,71
HNS012	L3Lo-76/83	361	209	11	400	199	354	210	878	134	286	271	0,79	0,68
HNS013	ISIIa2-50/50	166	79	7			351	160	985	450	435		2,62	
HNS014	LIIa2-58/58	164	88	7			351	160	990	387	439		2,68	
HNS015	sL4D-58/67	191	105	8			349	160	990	438	424		2,22	
HNS016	LIIa2-58/58	164	88	7			319	160	985	447	435		2,65	
HNS017	LIIa2-58/58	164	88	7			355	175	985	425	435		2,65	
HNS018	sL4D-56/64	217	117	8			335	160	1000	325	434		2,00	
HNS019	LIIa2-58/58	164	88	7			354	160	980	375	431		2,63	
HNS020	LIIa2-56/56	164	88	7			376	160	980	375	431		2,63	
HNS021	LIIa3-53/52	201	106	7			419	180	980	359	414		2,06	
HNS022	LIIa2-58/58	199	107	7			338	160	975	375	409		2,05	
HNS023	LIIa3-50/51	235	85	7			432	180	980	325	431		1,84	
HNS024	-	350	190	10			342	190	1015	125	405		1,16	
HNS025	-	350	190	10			323	190	1015	125	405		1,16	
HNS026	-	350	190	10			368	190	1010	325	401		1,15	

Anlage zu Kap. 5.5

Ergebnisse der Ertragserhebungen in den Projektgebieten

- Auszug aus der Ertragserhebung der Körnermaisflächen 2006
- Auszug aus der Ertragserhebung der Grünlandflächen 2004
- Ertragserhebung der Grünlandfläche LNS 323 im Jahr 2004
- Übersicht über die Ergebnisse der Ertragserhebung der einzelnen Projektflächen und Projektjahre

Auszug aus der Ertragserhebung der Körnermaisflächen im Projektgebiet badenova im Jahr 2006

Projekt- nummer	Pflanzen- teil	Frisch- masse	Gewicht der Probe in [g]			TS-Gehalt [%]	N [% i. TM]	Faktor für Feuchte- zuschlag	Erntegewicht in [kg]			Anteil Korn an FM	Anteil Spindel an FM	Erntegewicht Korn FM [dt/ha]	Erntegewicht Spindel FM [dt/ha]	Ertrags- erhebung 14% Feuchte [dt/ha]	TS-Ertrag Korn [dt/ha]	N-Entzug [kg/ha]	Bemerkungen
			Gesamt	Korn	Spindel				Gesamt	Korn	Spindel								
HNS 1	Korn	13,85	8940	7983	905	92,8	1,62	0,00155	13,85	12,37	1,40	0,89	0,11	137,42	16,47	93,8	82,3	133,6	
HNS 2	Korn	12,25	8015	7055	911	92,2	1,60	0,00153	12,25	10,78	1,39	0,88	0,12	119,81	16,30	82,4	72,3	115,9	
HNS 9	Korn	13,45	8387	7623	748	92,1	1,34	0,00160	13,45	12,22	1,20	0,91	0,09	135,83	13,61	88,9	78,0	104,5	
HNS 10	Korn	16,6	10881	9781	1039	91,9	1,36	0,00153	16,60	14,92	1,59	0,90	0,10	165,80	18,65	113,9	99,9	135,9	
HNS 11	Korn	17,42	11911	10813	1047	96,3	1,18	0,00146	17,42	15,81	1,53	0,91	0,09	175,71	17,84	131,9	115,7	136,2	
HNS 12	Korn	11,25	7351	6400	914	97,3	1,53	0,00153	11,25	9,79	1,40	0,87	0,13	108,83	16,17	78,9	69,2	106,1	
HNS 13	Korn	3,93	2613	2216	373	91,8	1,94	0,00150	3,93	3,33	0,56	0,85	0,15	37,03	6,63	8,3	7,3	14,2	ca. 90% Ausfall, durch GPS-Ertrag, korrigiert
HNS 14	Korn	9,86	6221	5635	526	91,9	1,77	0,00158	9,86	8,93	0,83	0,91	0,09	99,24	10,32	20,8	18,2	32,2	ca. 90% Ausfall, durch GPS-Ertrag, korrigiert
HNS 15	Korn	2,67	1441	1162	276	91,4	1,90	0,00185	2,67	2,15	0,51	0,81	0,19	23,92	5,74	13,5	11,8	22,4	
HNS 16	Korn	1,49	682	542	127	91,1	1,94	0,00218	1,49	1,18	0,28	0,79	0,21	13,16	3,40	13,6	11,9	23,1	ca. 90% Ausfall, durch GPS-Ertrag, korrigiert
HNS 17	Korn	4,3	2999	2533	451	91,1	1,75	0,00143	4,30	3,63	0,65	0,84	0,16	40,35	7,42	28,3	24,8	43,3	ca. 90% Ausfall, durch GPS-Ertrag, korrigiert
HNS 18	Korn	13,03	8960	7998	893	90,9	1,51	0,00145	13,03	11,63	1,30	0,89	0,11	129,23	15,54	92,1	80,8	122,2	
HNS 19	Korn	6,32	4337	3665	640	91,0	1,84	0,00146	6,32	5,34	0,93	0,85	0,15	59,34	10,88	22,2	19,5	35,9	ca. 50% Ausfall, durch GPS-Ertrag, korrigiert
HNS 20	Korn	5,64	3998	3365	560	96,1	1,76	0,00141	5,64	4,75	0,79	0,84	0,16	52,74	9,92	30,2	26,5	46,5	ca. 50% Ausfall, durch GPS-Ertrag, korrigiert
HNS 21	Korn	10,75	7876	6765	998	90,6	1,72	0,00136	10,75	9,23	1,36	0,86	0,14	102,60	16,85	77,6	68,1	116,8	
HNS 22	Korn	4,62	3032	2519	404	91,3	1,95	0,00152	4,62	3,84	0,62	0,83	0,17	42,65	8,69	65,2	57,2	111,4	ca. 75% Ausfall, durch GPS-Ertrag, korrigiert
HNS 23	Korn	9,59	6367	5464	888	96,4	1,69	0,00151	9,59	8,23	1,34	0,86	0,14	91,44	15,11	66,8	58,6	98,7	
HNS 108	Korn	18,1	12000	10499	1464	97,5	1,35	0,00151	18,10	15,84	2,21	0,87	0,13	175,96	25,16	97,5	85,6	115,5	
HNS 112	Korn	15,15	10619	9251	1300	92,2	1,43	0,00143	15,15	13,20	1,85	0,87	0,13	146,65	21,69	108,1	94,8	135,7	
HNS 116	Korn	20,85	14308	12512	1706	97,7	1,40	0,00146	20,85	18,23	2,49	0,87	0,13	202,59	29,08	97,5	85,6	119,9	
HNS 117	Korn	19,2	14360	12994	1327	97,7	1,35	0,00134	19,20	17,37	1,77	0,90	0,10	193,04	20,29	160,9	141,1	190,5	
HNS 119	Korn	17,55	12714	11218	1424	91,9	1,40	0,00138	17,55	15,48	1,97	0,88	0,12	172,06	22,94	130,6	114,5	160,5	
HNS 122	Korn	13,2	9123	8059	997	92,4	1,71	0,00145	13,20	11,66	1,44	0,88	0,12	129,56	17,11	94,3	82,7	141,1	
HNS 123	Korn	13,75	10098	9058	998	91,9	1,29	0,00136	13,75	12,33	1,36	0,90	0,10	137,04	15,73	105,4	92,5	119,2	
HNS 200	Korn	12,1	-	-	-	93,5	1,77	0,00151	-	-	-	0,87	0,13	117,04	17,40	82,8	72,7	128,4	
HNS 201	Korn	12,45	-	-	-	93,7	1,74	0,00151	-	-	-	0,87	0,13	120,43	17,90	85,4	74,9	130,0	
HNS 202	Korn	12,35	-	-	-	92,6	1,63	0,00151	-	-	-	0,87	0,13	119,46	17,76	83,8	73,5	120,1	
HNS 204	Korn	11,4	-	-	-	92,9	1,85	0,00151	-	-	-	0,87	0,13	110,27	16,39	77,6	68,0	125,7	
HNS 205	Korn	12,9	-	-	-	93,2	1,75	0,00151	-	-	-	0,87	0,13	124,78	18,55	88,0	77,2	134,8	
HNS 206	Korn	9,75	-	-	-	93,1	1,66	0,00151	-	-	-	0,87	0,13	94,31	14,02	66,4	58,3	97,0	
HNS 207	Korn	10,8	-	-	-	93,5	1,75	0,00151	-	-	-	0,87	0,13	104,47	15,53	73,9	64,8	113,2	
HNS 221	Korn	11,9	7811	6373	1403	93,9	1,88	0,00152	11,90	9,71	2,14	0,82	0,18	107,88	24,34	75,8	66,5	124,9	
HNS 223	Korn	15,31	10322	9325	931	96,8	1,37	0,00148	15,31	13,83	1,38	0,90	0,10	153,68	16,43	114,4	100,3	137,5	
HNS 224	Korn	12,74	9143	7970	1109	96,5	1,36	0,00139	12,74	11,11	1,55	0,87	0,13	123,39	18,16	97,4	85,5	116,3	
HNS 225	Korn	16,52	11631	10243	1315	96,4	1,44	0,00142	16,52	14,55	1,87	0,88	0,12	161,65	21,90	125,1	109,7	158,2	
HNS 226	Korn	16,34	11213	10099	1063	90,9	1,45	0,00146	16,34	14,72	1,55	0,90	0,10	163,52	18,04	116,3	102,0	148,1	
HNS 126	Korn	18,15	12826	11272	1514	97,3	1,26	0,00142	18,15	15,95	2,14	0,88	0,12	177,23	24,43	138,9	121,8	153,3	
Mittelwerte						93,6	1,60					0,87	0,13	118,11	16,28	82,4	72,3	110,0	

Zusammenfassung der Ertragserhebungen auf den Grünlandflächen im Projektgebiet der LW im Jahr 2004

Projekt-nummer	Fläche [m²]	Anzahl Teil-flächen	Schnitt	Datum Probe-nahme	Fläche Probe-nahme [m²]	Deckungs-grad [%]	Bestandes-höhe Untergras [cm]	Bestandes-höhe Obergras [cm]	Frische-masse [dt/ha]	Trocken-substanz-gehalt [%]	Ges-N [%]	Trocken-gewicht [dt/ha]	Entzug [kg N/ha]	Entzug gesamt [kg N/ha]	Summe Ertrag TM [dt/ha*a]	durch-schnittl. N [%]	durch-schnittl. TS [%]	Bemerkung	
LNS319	16267	7	1	07.05.2004	14	93	25	31	152,9	14,0	3,92	21,4	83,9					Feldfutter	
			2	08.06.2004	1							2,82	29,8	84,0					Gras-Cobs
			3	08.07.2004	1							3,26	23,4	76,1					Gras-Cobs
			4	08.08.2004								3,52	15,4	54,2					Siloballen: Ertrag, Qualität geschätzt
			5	09.09.2004	1							3,52	20,1	70,6					Siloballen
LNS320	6957	4	1	07.05.2004	8	91	30	56	251,3	12,3	3,93	30,8	121,0					Silowiese	
			2	14.06.2004	12	79				142,5	17,7	2,63	25,2	66,3					
			3	20.07.2004	12	93	22	38	46,9	24,0	3,19	11,3	35,9						
			4	02.09.2004	12	84	24	15	33,3	22,3	2,69	7,4	20,0	243	74,7	3,11	18,7		
LNS321	8554	4	1	06.05.2004	16	91	31	41	221,9	12,7	3,66	28,2	103,3					Silowiese	
			2	14.06.2004	12	80	38	59	130,8	16,4	2,82	21,5	60,6						
			3	20.07.2004	16	79	39	19	42,2	27,8	3,09	11,7	36,3						
			4	02.09.2004	16	80	32	21	65,6	20,8	3,21	13,7	43,8	244	75,1	3,20	19,4		
LNS322	9104	5	1	19.05.2004	15	93	44	69	160,2	21,2	3,14	34,0	106,8					Heuwiese	
			2	25.06.2004	15	89	39	22	76,3	19,6	3,67	15,0	55,0						
			3	11.09.2004						19,6	3,67	8,8	32,3	162	57,8	3,49	20,2	Öhmbd. TS, Qual. geschätzt n. 2. Schnitt	
LNS323	16767	8	1	06.05.2004	24	88	14	24	141,9	13,5	4,40	19,1	84,1					Silowiese	
			2	19.06.2004	24	83				102,3	25,8	3,38	26,3	89,1					
			3	20.07.2004	16	89	45	28	93,9	23,1	3,68	21,7	80,0						
			4	02.09.2004	16	87	35	23	96,0	21,9	3,59	21,0	75,4	329	88,2	3,76	21,1		
LNS324	31842	13	1	07.05.2004	26	84	14	24	145,8	13,3	4,09	19,4	79,4					Silowiese	
			2	14.06.2004	39	81				96,0	25,8	2,80	24,8	69,4					
			3	20.07.2004	26	86	40	24	71,6	24,3	3,39	17,4	59,0						
			4	02.09.2004	26	79	29	20	67,1	23,7	3,14	15,9	49,8	258	77,5	3,36	21,8		
LNS325	23198	10	1	07.05.2004	20	87	20	29	112,0	17,9	3,91	20,0	78,3					Silowiese	
			2	14.06.2004	30	77				96,8	23,4	3,37	22,6	76,2					
			3	20.07.2004	20	91	33	24	76,3	24,2	2,84	18,4	52,4						
			4	02.09.2004	20	82	32	22	61,1	28,3	2,65	17,2	45,7	253	78,3	3,19	23,4		
LNS326	9843	5	1	07.05.2004	10	86	22	25	149,0	13,1	4,38	19,5	85,4					Silowiese	
			2	14.06.2004	15	77				148,2	14,5	3,74	21,4	80,2					
			3	20.07.2004	10	80	40	25	95,0	20,0	3,34	19,0	63,5						
			4	02.09.2004	10	83	31	18	54,5	25,2	3,41	13,8	46,9	276	73,7	3,72	18,2		
LNS327	13405	6	1	07.05.2004	12	90	23	29	134,2	14,3	4,28	19,1	81,9					Silowiese	
			2	14.06.2004	18	75				246,1	14,5	2,98	35,6	106,0					
			3	08.07.2004	18	75						3,26	14,1	45,9					Gras-Cobs
			4	08.08.2004								3,26	16,8	54,8					Siloballen, Ertrag, Qualität geschätzt
			5	09.09.2004								3,52	22,3	78,5					Siloballen
			6	27.10.2004	12	73	21	18	42,1	18,6	4,08	7,8	31,9	399	115,7	3,56	15,8		
LNS328	11753	5	1	07.05.2004	10	64	14	24	146,0	12,0	4,47	17,4	78,0					Silowiese	
			2	14.06.2004						95,0	27,1	3,29	25,8	84,7					Keine Ertragserh., Schätzv. FM = 95 dt/h
			3	20.07.2004	10	70	43	27	137,5	16,3	3,78	22,4	84,8						
			4	02.09.2004	10	74	34	20	97,5	23,1	3,63	22,5	81,8	329	88,2	3,79	19,6		
LNS329	10696	4	1	19.05.2004	16	86	46	65	200,0	20,2	2,60	40,4	105,0					Heuwiese	
			2	25.06.2004	16	81	40	22	96,1	18,5	3,82	17,8	68,0						
			3	11.09.2004								3,82	8,8	33,6	173	67,0	3,41	19,4	Öhmballen, Qualität vom 2. Schnitt
Mittelwerte								85,4		3,25		279	83,3						

Ertragserhebung Grünlandflächen 2004

Projektfläche LNS 323, Gemarkung Rammingen, Größe 1,68 ha

Schnitt	Teilflächen	Datum Probenahme	Fläche Probenahme [m ²]	Deckungsgrad [%]	Bestandes-höhe Untergras [cm]	Bestandes-höhe Obergras [cm]	Frischmasse [kg]	Ertrag/ha Frischmasse [dt/ha]	TS [%]	Trockenmasse [dt/ha]	Ges-N [%]	Rohprotein [% TS]	Entzug [kg N/ha]
1	1	06.05.2004	3	80	14	25	5,03	167,5					
	2	06.05.2004	3	85	15	20	4,58	152,5					
	3	06.05.2004	3	90	8	18	3,68	122,5					
	4	06.05.2004	3	85	18	25	4,70	156,7					
	5	06.05.2004	3	90	10	28	4,03	134,2					
	6	06.05.2004	3	85	15	25	3,13	104,2					
	7	06.05.2004	3	95	15	28	3,75	125,0					
	8	06.05.2004	3	95	20	25	5,18	172,5					
Mittel 1. Schnitt		06.05.2004		88	14	24	4,26	141,9	13,5	19,1	4,40	27,5	84,1
2	1	19.06.2004	3	85	n. a.	n. a.	3,50	116,7					
	2	19.06.2004	3	80	n. a.	n. a.	2,93	97,5					
	3	19.06.2004	3	85	n. a.	n. a.	1,63	54,2					
	4	19.06.2004	3	90	n. a.	n. a.	2,35	78,3					
	5	19.06.2004	3	80	n. a.	n. a.	3,75	125,0					
	6	19.06.2004	3	80	n. a.	n. a.	3,45	115,0					
	7	19.06.2004	3	75	n. a.	n. a.	3,75	125,0					
	8	19.06.2004	3	90	n. a.	n. a.	3,20	106,7					
Mittel 2. Schnitt		19.06.2004		83			3,07	102,3	25,8	26,3	3,38	21,1	89,1
3	1	20.07.2004	2	95	20	40	1,73	86,3					
	2	20.07.2004	2	75	28	35	1,45	72,5					
	3	20.07.2004	2	85	28	50	1,63	81,3					
	4	20.07.2004	2	90	32	40	1,88	93,8					
	5	20.07.2004	2	90	35	60	2,65	132,5					
	6	20.07.2004	2	95	28	50	1,93	96,3					
	7	20.07.2004	2	95	25	40	1,73	86,3					
	8	20.07.2004	2	85	30	43	2,05	102,5					
Mittel 3. Schnitt		20.07.2004		89	28	45	1,88	93,9	23,1	21,7	3,68	23,0	80,0
4	1	02.09.2004	2	80	27	36	1,75	87,5					
	2	02.09.2004	2	90	18	25	1,74	86,8					
	3	02.09.2004	2	90	17	27	1,88	93,8					
	4	02.09.2004	2	75	18	30	1,88	93,8					
	5	02.09.2004	2	85	30	40	1,60	80,0					
	6	02.09.2004	2	85	22	42	2,53	126,3					
	7	02.09.2004	2	95	25	43	2,18	108,8					
	8	02.09.2004	2	95	23	38	1,83	91,3					
Mittel 4. Schnitt		02.09.2004		87	23	35	1,92	96,0	21,9	21,0	3,59	22,4	75,4

Ergebnisse der Ertragserhebungen 2004
Projektgebiet LW

Projekt- fläche	Kultur	Pflanzenteil oder Schnitt	Ergebnis Ertragserhebung		
			Ertrag TS [dt/ha]	N-Gehalt [% TS]	N-Entzug [kgN/ha]
LNS 120	Silomais		101	1,23	124
LNS 121	Silomais		42	1,28	54
LNS 122	Silomais		123	1,21	149
LNS 124	Silomais		179	1,10	197
LNS 306	Silomais		144	0,94	135
LNS 306	Silomais		143	1,19	170
LNS 314	Silomais		138	1,15	159
LNS 317	Silomais		119	1,24	148
LNS 318	Silomais		150	1,23	185
LNS 11 - 14	Triticale	Korn	78	1,92	149
LNS 11 - 14	Triticale	Stroh	72	0,50	36
LNS 15	Winterweizen	Korn	83	2,12	175
LNS 15	Winterweizen	Stroh	91	0,68	62
LNS 18 + 19	Winterweizen	Korn	86	2,03	175
LNS 18 + 19	Winterweizen	Stroh	90	0,66	60
LNS 25	Winterweizen	Korn	96	2,08	201
LNS 25	Winterweizen	Stroh	112	0,73	82
LNS 26	Winterweizen	Korn	74	2,28	169
LNS 26	Winterweizen	Stroh	81	0,83	67
LNS 4 - 6	Winterweizen	Korn	86	1,93	165
LNS 4 - 6	Winterweizen	Stroh	90	0,55	49
LNS 100 + 101	Winterweizen	Korn	76	2,35	177
LNS 100 + 101	Winterweizen	Stroh	61	0,53	33
LNS 106 + 107	Winterweizen	Korn	73	2,09	152
LNS 106 + 107	Winterweizen	Stroh	69	0,46	32
LNS 302	Winterweizen	Korn	83	2,05	171
LNS 302	Winterweizen	Stroh	65	0,60	39
LNS 304	Winterweizen	Korn	96	2,05	196
LNS 304	Winterweizen	Stroh	74	0,56	41
LNS 305	Winterweizen	Korn	97	2,16	209
LNS 309	Winterweizen	Korn	71	2,33	166
LNS 309	Winterweizen	Stroh	78	0,66	51
LNS 311	Winterweizen	Korn	101	2,41	244
LNS 311	Winterweizen	Stroh	92	0,70	64
LNS 117	Sommerweizen	Korn	54	2,21	120
LNS 117	Sommerweizen	Stroh	62	0,53	33
LNS 316	Wintergerste	Korn	44	2,00	89
LNS 1+2	Körnermais	Korn	105	1,52	160
LNS 24	Körnermais	Korn	123	1,46	180
LNS 124	Körnermais	Korn	77	1,35	104
LNS 8+9	Körnermais	Korn	104	1,50	156

Projekt- fläche	Kultur	Pflanzenteil oder Schnitt	Ergebnis Ertragserhebung		
			Ertrag TS [dt/ha]	N-Gehalt [% TS]	N-Entzug [kgN/ha]
LNS 319	Grünland	1.Schnitt	21	3,92	84
LNS 319	Grünland	2.Schnitt	30	2,82	84
LNS 319	Grünland	3.Schnitt	23	3,26	76
LNS 319	Grünland	4.Schnitt	15	3,52	54
LNS 319	Grünland	5.Schnitt	20	3,52	71
LNS 319	Grünland	6.Schnitt	10	3,60	37
LNS 320	Grünland	1.Schnitt	31	3,93	121
LNS 320	Grünland	2.Schnitt	25	2,63	66
LNS 320	Grünland	3.Schnitt	11	3,19	36
LNS 320	Grünland	4.Schnitt	7	2,69	20
LNS 321	Grünland	1.Schnitt	28	3,66	103
LNS 321	Grünland	2.Schnitt	21	2,82	61
LNS 321	Grünland	3.Schnitt	12	3,09	36
LNS 321	Grünland	4.Schnitt	14	3,21	44
LNS 322	Grünland	1.Schnitt	34	3,14	107
LNS 322	Grünland	2.Schnitt	15	3,67	55
LNS 322	Grünland	3.Schnitt	9	3,67	32
LNS 323	Grünland	1.Schnitt	19	4,40	83
LNS 323	Grünland	2.Schnitt	26	3,38	89
LNS 323	Grünland	3.Schnitt	22	3,68	80
LNS 323	Grünland	4.Schnitt	21	3,59	75
LNS 324	Grünland	1.Schnitt	19	4,09	79
LNS 324	Grünland	2.Schnitt	25	2,80	69
LNS 324	Grünland	3.Schnitt	17	3,39	59
LNS 324	Grünland	4.Schnitt	16	3,14	50
LNS 325	Grünland	1.Schnitt	20	3,91	78
LNS 325	Grünland	2.Schnitt	23	3,37	76
LNS 325	Grünland	3.Schnitt	18	2,84	52
LNS 325	Grünland	4.Schnitt	17	2,65	46
LNS 326	Grünland	1.Schnitt	20	4,38	85
LNS 326	Grünland	2.Schnitt	21	3,74	80
LNS 326	Grünland	3.Schnitt	19	3,34	63
LNS 326	Grünland	4.Schnitt	14	3,41	47
LNS 327	Grünland	1.Schnitt	19	4,28	82
LNS 327	Grünland	2.Schnitt	36	2,98	106
LNS 327	Grünland	3.Schnitt	14	3,26	46
LNS 327	Grünland	4.Schnitt	17	3,26	55
LNS 327	Grünland	5.Schnitt	22	3,52	78
LNS 327	Grünland	6.Schnitt	8	4,08	32
LNS 328	Grünland	1.Schnitt	17	4,47	78
LNS 328	Grünland	2.Schnitt	26	3,29	85
LNS 328	Grünland	3.Schnitt	22	3,78	85
LNS 328	Grünland	4.Schnitt	23	3,63	82
LNS 329	Grünland	1.Schnitt	40	2,60	105
LNS 329	Grünland	2.Schnitt	18	3,82	68
LNS 329	Grünland	3.Schnitt	9	3,82	34

Ergebnisse der Ertragserhebungen 2005

Projektgebiet LW

Projekt- fläche	Kultur	Pflanzenteil oder Schnitt	Ergebnis Ertragserhebung		
			Ertrag TS [dt/ha]	N-Gehalt [% TS]	N-Entzug [kgN/ha]
LNS 316	Futterbohne		55	5,08	279
LNS 320	Grünland	1.Schnitt	41	3,12	129
LNS 320	Grünland	2.Schnitt	20	2,94	60
LNS 320	Grünland	3.Schnitt	17	1,94	33
LNS 321	Grünland	1.Schnitt	36	2,74	99
LNS 321	Grünland	2.Schnitt	17	2,83	49
LNS 321	Grünland	3.Schnitt	16	2,44	39
LNS 322	Grünland	1.Schnitt	29	2,74	79
LNS 322	Grünland	2.Schnitt	32	2,92	94
LNS 322	Grünland	3.Schnitt	13	3,32	44
LNS 323	Grünland	1.Schnitt	25	2,85	70
LNS 323	Grünland	2.Schnitt	29	3,21	93
LNS 323	Grünland	3.Schnitt	32	3,10	101
LNS 324	Grünland	1.Schnitt	30	2,70	80
LNS 324	Grünland	2.Schnitt	25	2,70	69
LNS 324	Grünland	3.Schnitt	17	2,60	45
LNS 325	Grünland	1.Schnitt	30	2,61	77
LNS 325	Grünland	2.Schnitt	19	2,97	55
LNS 325	Grünland	3.Schnitt	16	2,54	41
LNS 326	Grünland	1.Schnitt	32	2,88	91
LNS 326	Grünland	2.Schnitt	32	2,44	77
LNS 326	Grünland	3.Schnitt	20	2,38	48
LNS 327	Grünland	1.Schnitt	17	2,53	42
LNS 327	Grünland	2.Schnitt	15	2,99	43
LNS 327	Grünland	3.Schnitt	16	2,00	31
LNS 328	Grünland	1.Schnitt	21	2,91	60
LNS 328	Grünland	2.Schnitt	21	2,78	58
LNS 328	Grünland	3.Schnitt	25	2,74	68
LNS 329	Grünland	1.Schnitt	28	2,99	84
LNS 329	Grünland	2.Schnitt	18	1,78	31
LNS 329	Grünland	3.Schnitt	13	2,86	37

Projekt- fläche	Kultur	Pflanzenteil oder Schnitt	Ergebnis Ertragserhebung		
			Ertrag TS [dt/ha]	N-Gehalt [% TS]	N-Entzug [kgN/ha]
LNS 4+5+6a	Körnermais	Korn	98	1,47	144
LNS 4+5+6b	Körnermais	Korn	71	1,45	103
LNS 11	Körnermais	Korn	82	1,63	133
LNS 12+13a	Körnermais	Korn	76	1,56	118
LNS 12+13b	Körnermais	Korn	87	1,54	134
LNS 25	Körnermais	Korn	83	1,49	124
LNS 26	Körnermais	Korn	83	1,54	128
LNS 117	Körnermais	Korn	84	1,48	125
LNS 305	Silomais		205	1,07	218
LNS 302	Silomais		197	1,21	238
LNS 302A	Silomais		189	1,21	229
LNS 302B	Silomais		204	1,21	247
LNS 305A	Silomais		235	1,05	247
LNS 305B	Silomais		174	1,09	190
LNS 312	Sommerweizen	Korn	67	2,44	163
LNS 312	Sommerweizen	Stroh	58	0,62	36
LNS 318	Sommerweizen	Korn	71	2,44	173
LNS 318	Sommerweizen	Stroh	55	0,72	40
LNS 15+16	Triticale	Korn	78	2,10	164
LNS 17	Triticale	Korn	82	2,04	168
LNS 18+19	Triticale	Korn	83	1,91	158
LNS 18+19	Triticale	Stroh	79	0,43	34
LNS 310 A	Wintergerste	Korn	60	2,06	123
LNS 310 A	Wintergerste	Stroh	50	0,62	31
LNS 310 B	Wintergerste	Korn	52	2,14	111
LNS 310 B	Wintergerste	Stroh	44	0,72	31
LNS 1+2	Winterweizen	Korn	75	2,24	167
LNS 3	Winterweizen	Korn	85	2,44	208
LNS 7	Winterweizen	Korn	72	2,55	183
LNS 9	Winterweizen	Korn	63	2,34	149
LNS 10	Winterweizen	Korn	76	2,39	182
LNS 21	Winterweizen	Korn	73	2,39	175
LNS 21	Winterweizen	Stroh	56	0,55	31
LNS 300+301 A	Winterweizen	Korn	94	2,66	251
LNS 300+301 B	Winterweizen	Korn	96	2,54	243
LNS 307	Winterweizen	Korn	73	2,02	147
LNS 313	Winterweizen	Korn	69	1,99	138
LNS 313	Winterweizen	Stroh	65	0,74	48
LNS 314	Winterweizen	Korn	68	1,99	136

Ergebnisse der Ertragserhebungen 2006
Projektgebiet LW

Projekt- fläche	Kultur	Pflanzenteil oder Schnitt	Ergebnis Ertragserhebung		
			Ertrag TS [dt/ha]	N-Gehalt [% TS]	N-Entzug [kgN/ha]
LNS 320	Grünland	1.Schnitt	47	3,83	180
LNS 320	Grünland	2.Schnitt	29	3,31	96
LNS 320	Grünland	3.Schnitt	18	2,64	48
LNS 321	Grünland	1.Schnitt	32	3,48	112
LNS 321	Grünland	2.Schnitt	23	3,35	77
LNS 321	Grünland	3.Schnitt	15	2,99	45
LNS 322	Grünland	1.Schnitt	29	2,77	81
LNS 322	Grünland	2.Schnitt	23	3,21	74
LNS 322	Grünland	3.Schnitt	25	3,03	75
LNS 323	Grünland	1.Schnitt	23	4,20	95
LNS 323	Grünland	2.Schnitt	18	3,82	68
LNS 323	Grünland	3.Schnitt	25	3,15	79
LNS 324	Grünland	1.Schnitt	27	3,38	91
LNS 324	Grünland	2.Schnitt	15	3,41	50
LNS 324	Grünland	3.Schnitt	23	2,99	70
LNS 325	Grünland	1.Schnitt	25	3,54	87
LNS 325	Grünland	2.Schnitt	21	3,03	64
LNS 325	Grünland	3.Schnitt	21	2,79	58
LNS 326	Grünland	1.Schnitt	25	3,40	87
LNS 326	Grünland	2.Schnitt	19	3,29	61
LNS 326	Grünland	3.Schnitt	24	2,93	70
LNS 327	Grünland	1.Schnitt	23	3,29	74
LNS 327	Grünland	2.Schnitt	16	1,73	28
LNS 327	Grünland	3.Schnitt	23	2,67	61
LNS 328	Grünland	1.Schnitt	26	2,89	76
LNS 328	Grünland	2.Schnitt	18	2,77	51
LNS 328	Grünland	3.Schnitt	25	2,97	73
LNS 329	Grünland	1.Schnitt	21	2,68	58
LNS 329	Grünland	2.Schnitt	23	2,74	64

Projekt- fläche	Kultur	Pflanzenteil oder Schnitt	Ergebnis Ertragserhebung		
			Ertrag TS [dt/ha]	N-Gehalt [% TS]	N-Entzug [kgN/ha]
LNS 329	Heuwiese	3.Schnitt	20,06	3,39	68,02
LNS 5	Winterweizen	Korn		2,21	
LNS 5	Winterweizen	Stroh		0,52	
LNS 12	Winterweizen	Korn		2,18	
LNS 12	Winterweizen	Stroh		0,48	
LNS 306	Sommergerste	Korn		1,63	
LNS 306	Sommergerste	Stroh		0,34	
LNS 307	Sommergerste	Korn		1,74	
LNS 307	Sommergerste	Stroh		0,42	
LNS 2	Körnermais	Korn	123	1,75	
LNS 2	Körnermais	Spindel	23	0,69	
LNS 2	Körnermais	Lieschen	7	1,06	
LNS 15	Körnermais	Korn	116	1,75	
LNS 15	Körnermais	Spindel	24	0,71	
LNS 15	Körnermais	Lieschen	8	1,36	
LNS 18	Körnermais	Korn	119	1,84	
LNS 18	Körnermais	Spindel	20	0,56	
LNS 18	Körnermais	Lieschen	8	0,78	
LNS 25	Silomais		150	1,38	
LNS319	Silomais		141	1,11	
LNS 411	Silomais		225	1,27	

Ergebnisse der Ertragserhebungen 2004

Projektgebiet badenova

Projekt- fläche	Kultur	Pflanzenteil oder Schnitt	Ergebnis Ertragserhebung		
			Ertrag TS [dt/ha]	N-Gehalt [% TS]	N-Entzug [kgN/ha]
HNS 1	Körnermais		120	1,48	178
HNS 10	Körnermais		93	1,37	127
HNS 102	Körnermais		114	1,60	183
HNS 104	Körnermais		92	1,71	158
HNS 108	Körnermais		111	1,49	166
HNS 11	Körnermais		115	1,39	160
HNS 111	Körnermais		116	1,39	161
HNS 113	Körnermais		118	1,37	162
HNS 116	Körnermais		102	1,40	142
HNS 119	Körnermais		115	1,50	173
HNS 12	Körnermais		115	1,34	153
HNS 126	Körnermais		129	1,38	178
HNS 13	Körnermais		75	1,47	110
HNS 14	Körnermais		63	1,46	92
HNS 15	Körnermais		71	1,41	100
HNS 17	Körnermais		84	1,38	116
HNS 18	Körnermais		85	1,50	128
HNS 19	Körnermais		90	1,58	142
HNS 2	Körnermais		119	1,43	170
HNS 20	Körnermais		131	1,48	194
HNS 202	Körnermais		113	1,30	146
HNS 204	Körnermais		107	1,35	153
HNS 205	Körnermais		113	1,43	155
HNS 206	Körnermais		116	1,37	169
HNS 207	Körnermais		116	1,46	169
HNS 21	Körnermais		100	1,54	153
HNS 22	Körnermais		97	1,51	146
HNS 221	Körnermais		109	1,37	149
HNS 223	Körnermais		95	1,41	134
HNS 224	Körnermais		106	1,51	161
HNS 225	Körnermais		126	1,42	179
HNS 226	Körnermais		94	1,43	134
HNS 23	Körnermais		109	1,52	165
HNS 4	Körnermais		114	1,47	168
HNS 5	Körnermais		124	1,52	189
HNS 6	Körnermais		112	1,61	181
HNS 7	Körnermais		129	1,54	199
HNS 8	Körnermais		119	1,53	182
HNS 801	Körnermais		80	1,78	143
HNS 9	Körnermais		112	1,59	179

Projekt- fläche	Kultur	Pflanzenteil oder Schnitt	Ergebnis Ertragserhebung		
			Ertrag TS [dt/ha]	N-Gehalt [% TS]	N-Entzug [kgN/ha]
HNS 115	Feldsalat		8	3,30	27
HNS 118	Feldsalat		3	3,71	13
HNS 208	Feldsalat		1	4,67	6
HNS 802	Feldsalat		3	3,91	10
HNS 112	Kartoffeln		74	1,73	129
HNS 114	Kartoffeln		84	1,54	130
HNS 115	Kartoffeln		76	1,54	116
HNS 123	Kartoffeln		74	1,73	129
HNS 130	Kartoffeln		71	1,61	115
HNS 209	Kartoffeln		56	1,30	72
HNS 210	Kartoffeln		53	1,30	69
HNS 213	Kartoffeln		87	1,44	125
HNS 217	Kartoffeln		64	1,40	89
HNS 222	Kartoffeln		55	1,44	79
HNS 100	Saatmais		100	1,72	184
HNS 103	Saatmais		81	1,78	156
HNS 105	Saatmais		59	1,80	123
HNS 106	Saatmais		86	1,80	165
HNS 121	Saatmais		59	1,66	107
HNS 125	Saatmais		80	1,68	145
HNS 215	Saatmais		64	2,33	158
HNS 216	Saatmais		69	2,23	163
HNS 220	Saatmais		70	2,32	172
HNS 124	Zuckerrüben		211	0,64	135
HNS 117	Zuckerrüben		213	0,63	134

Ergebnisse der Ertragserhebungen 2005
Projektgebiet badenova

Projekt- fläche	Kultur	Pflanzenteil oder Schnitt	Ergebnis Ertragserhebung		
			Ertrag TS [dt/ha]	N-Gehalt [% TS]	N-Entzug [kgN/ha]
HNS 1	Körnermais		111	1,39	154
HNS 2	Körnermais		101	1,38	139
HNS 4	Körnermais		124	1,47	182
HNS 5	Körnermais		112	1,44	161
HNS 6	Körnermais		118	1,39	164
HNS 7	Körnermais		108	1,33	143
HNS 8	Körnermais		110	1,39	153
HNS 10	Körnermais		114	1,36	155
HNS 11	Körnermais		113	1,37	155
HNS 12	Körnermais		110	1,27	140
HNS 13	Körnermais		100	1,52	152
HNS 14	Körnermais		109	1,35	147
HNS 15	Körnermais		109	1,50	164
HNS 16	Körnermais		104	1,27	132
HNS 17	Körnermais		115	1,30	150
HNS 18	Körnermais		107	1,28	136
HNS 19	Körnermais		113	1,29	146
HNS 20	Körnermais		105	1,26	132
HNS 21	Körnermais		105	1,23	129
HNS 22	Körnermais		105	1,37	143
HNS 23	Körnermais		86	1,37	117
HNS 111	Körnermais		115	1,35	155
HNS 112	Körnermais		119	1,34	160
HNS 114	Körnermais		125	1,50	187
HNS 115	Körnermais		117	1,32	154
HNS 119	Körnermais		92	1,20	111
HNS 123	Körnermais		118	1,34	158
HNS 126	Körnermais		109	1,18	128
HNS 200	Körnermais		102	1,48	151
HNS 201	Körnermais		110	1,39	153
HNS 202	Körnermais		106	1,30	137
HNS 203	Körnermais		99	1,45	144
HNS 204	Körnermais		100	1,44	145
HNS 205	Körnermais		83	1,42	118
HNS 206	Körnermais		106	1,55	164
HNS 211	Körnermais		90	1,71	154
HNS 212	Körnermais		74	1,60	118
HNS 221	Körnermais		92	1,37	126
HNS 223	Körnermais		102	1,30	133
HNS 224	Körnermais		99	1,36	134
HNS 225	Körnermais		103	1,45	149
HNS 226	Körnermais		94	1,32	124

Projekt- fläche	Kultur	Pflanzenteil oder Schnitt	Ergebnis Ertragserhebung		
			Ertrag TS [dt/ha]	N-Gehalt [% TS]	N-Entzug [kgN/ha]
HNS 267	Gurken		17	3,66	64
HNS 269	Gurken		17	3,66	64
HNS 100	Kartoffeln		82	1,09	90
HNS 2	Kartoffeln		77	1,40	108
HNS 108	Kartoffeln		49	1,23	61
HNS 110	Kartoffeln		57	1,44	82
HNS 116	Kartoffeln		48	1,28	62
HNS 117	Kartoffeln		89	1,30	116
HNS 124	Kartoffeln		75	1,73	130
HNS 208	Kartoffeln		55	1,30	72
HNS 214	Kartoffeln		57	1,44	82
HNS 219	Kartoffeln		55	1,44	79
HNS 218	Kartoffeln		81	1,40	113
HNS 266	Lauch		49	1,70	83
HNS 265	Möhren		42	1,50	62
HNS 268	Paprika		12	3,28	39
HNS 9	Saatmais		69	1,66	95
HNS 101	Saatmais		56	1,94	90
HNS 104	Saatmais		47	1,87	74
HNS 105	Saatmais		54	2,11	94
HNS 106	Saatmais		42	1,91	68
HNS 110	Saatmais		56	2,11	97
HNS 120	Saatmais		45	1,95	73
HNS 121	Saatmais		61	2,00	101
HNS 125	Saatmais		55	1,99	90
HNS 215	Saatmais		51	1,94	83
HNS 216	Saatmais		45	1,78	69
HNS 220	Saatmais		51	1,92	83
HNS 800	Saatmais		42	1,94	69
HNS 801	Saatmais		47	1,94	76

Ergebnisse der Ertragserhebungen 2006
Projektgebiet badenova

Projektfläche	Kultur	Pflanzenteil oder Schnitt	Ergebnis Ertragserhebung		
			Ertrag TS [dt/ha]	N-Gehalt [% TS]	N-Entzug [kgN/ha]
HNS 1	Körnermais		82	1,62	134
HNS 2	Körnermais		72	1,60	116
HNS 9	Körnermais		78	1,34	105
HNS 10	Körnermais		100	1,36	136
HNS 11	Körnermais		116	1,18	136
HNS 12	Körnermais		69	1,53	106
HNS 13	Körnermais		7	1,94	14
HNS 14	Körnermais		18	1,77	32
HNS 15	Körnermais		12	1,90	22
HNS 16	Körnermais		12	1,94	23
HNS 17	Körnermais		25	1,75	43
HNS 18	Körnermais		81	1,51	122
HNS 19	Körnermais		20	1,84	36
HNS 20	Körnermais		26	1,76	47
HNS 21	Körnermais		68	1,72	117
HNS 22	Körnermais		57	1,95	111
HNS 23	Körnermais		59	1,69	99
HNS 108	Körnermais		86	1,35	116
HNS 112	Körnermais		95	1,43	136
HNS 116	Körnermais		86	1,40	120
HNS 117	Körnermais		141	1,35	191
HNS 119	Körnermais		115	1,40	160
HNS 122	Körnermais		83	1,71	141
HNS 123	Körnermais		92	1,29	119
HNS 126	Körnermais		122	1,26	153
HNS 200	Körnermais		73	1,77	128
HNS 201	Körnermais		75	1,74	130
HNS 202	Körnermais		73	1,63	120
HNS 204	Körnermais		68	1,85	126
HNS 205	Körnermais		77	1,75	135
HNS 206	Körnermais		58	1,66	97
HNS 207	Körnermais		65	1,75	113
HNS 221	Körnermais		66	1,88	125
HNS 223	Körnermais		100	1,37	137
HNS 224	Körnermais		85	1,36	116
HNS 225	Körnermais		110	1,44	158
HNS 226	Körnermais		102	1,45	148

Projektfläche	Kultur	Pflanzenteil oder Schnitt	Ergebnis Ertragserhebung		
			Ertrag TS [dt/ha]	N-Gehalt [% TS]	N-Entzug [kgN/ha]
HNS 100	Saatmais		44	1,98	88
HNS 103	Saatmais		39	1,95	77
HNS 104	Saatmais		42	1,89	77
HNS 105	Saatmais		46	2,06	94
HNS 106	Saatmais		47	1,92	91
HNS 120	Saatmais		39	1,92	74
HNS 121	Saatmais		41	2,15	86
HNS 125	Saatmais		40	2,05	82
HNS 125b	Saatmais		46	1,95	90
HNS 215	Saatmais		49	1,87	92
HNS 216	Saatmais		46	1,91	88
HNS 220	Saatmais		62	1,98	123
HNS 800	Saatmais		28	2,20	61
HNS 801	Saatmais		29	1,99	57
HNS 113	Zuckerrübe		242	0,51	123
HNS 272	Paprika rot+grün		26	1,84	48
HNS 24	Trauben rot		18	1,11	20
HNS 26	Trauben rot		24	0,84	20
HNS 129	Trauben rot		24	0,93	22
HNS 128	Trauben rot+weiss		23	1,10	25
HNS 25	Trauben weiss		12	0,96	12
HNS 127	Trauben weiss		48	0,78	38
HNS 274	Schälgurken		17	2,01	35
HNS 273	Essiggurken		24	4,41	106
HNS 109	Heu		89	1,42	127
HNS 101 a	Kartoffeln		91	1,40	127
HNS 101 b	Kartoffeln		97	1,18	115
HNS 210	Kartoffeln		99	1,51	149
HNS 212 a	Kartoffeln		68	1,25	84
HNS 212 b	Kartoffeln		110	1,50	166
HNS 115	Kartoffeln		69	1,25	87

Anlage zu Kap. 5.6

Auszug aus der Schlagkartei der Projektbetriebe L 1 und B 2

für das Anbaujahr 2004/2005

Schlagkartei im Anbaujahr 2004/2005 (Auszug)																		
Projektbetrieb L 1																		
Projektfläche	Größe [ha]	Vorfrucht 2004	Zwi.frucht 2004	Hauptfrucht 2005	Sorte	Ernte-termin	Ertrag Schlagkartei [dt/ha]	Ertrag TS Ernteerhebung [dt/ha]	TS [%]	Ges-N [%]	Entzug [kg N/ha]	Düngetermin	Dünger-menge	Einheit	N [kg/ha]	Düngemitteltyp	Art der Bodenbearbeitung	Bemerkungen
LNS001+002 + 031	7,35	CCM		Winterweizen	Dekan	20.08.2005	82	74,6	88,0	2,24	167	09.02.2005	20	m³/ha	100	Schweinegülle	Pflug	Klettenlabkraut nicht entfernt
LNS001+002 + 031	7,35											04.04.2005			50	KAS		Strohdüngung
LNS001+002 + 031	7,35											14.05.2005			40	KAS		
LNS001+002 + 031	7,35											02.06.2005			50	KAS		
LNS003+LNS032	1,75	CCM		Winterweizen	Dekan	20.08.2005	77	85,1	87,7	2,44	208	09.02.2005	20	m³/ha	100	Schweinegülle	Pflug	Klettenlabkraut durchgew.
LNS003+LNS032												04.04.2005			50	KAS		Strohdüngung
LNS003+LNS032												14.05.2005			40	KAS		
LNS003+LNS032												02.06.2005			50	KAS		
LNS004+005+006	9,22	Weizen		CCM	Bajano	13.10.2005	130	84,3	76,4	1,46	123	28.04.2005	20	m³/ha	100	Schweinegülle		Unkrautbekämpfung
LNS004+005+006												02.05.2005	100	kg/ha	18	Unterfuß DAP 18/46		verträglich
LNS004+005+006												27.05.2005			65	KAS	Pflug	
LNS007	2,72	Raps		Winterweizen	Canto-Dekan	27.08.2005	82	71,9	87,8	2,55	183	08.02.2005	18	m³/ha	90	Schweinegülle	Mulchsaat	Strohdüngung
LNS007												04.04.2005			50	KAS		
LNS007												14.05.2005			40	KAS		
LNS007												02.06.2005			50	KAS		
LNS008	2,56	CCM		Sommergerste	Tokata	26.08.2005	65					13.04.2005	15	m³/ha	75	Schweinegülle	Pflug	Strohdüngung
LNS008												14.05.2005	15	m³/ha	75	Schweinegülle		
LNS008												19.05.2005			40	KAS		
LNS009	2,74	CCM		Winterweizen	Dekan	28.08.2005	72	63,5	88,1	2,34	149	13.04.2005	15	m³/ha	75	Schweinegülle	Mulchsaat	Strohdüngung
LNS009												14.05.2005	15	m³/ha	75	Schweinegülle		
LNS009												02.04.2005			50	KAS		
LNS009												02.06.2005			50	KAS		
LNS010	2,07	Raps		Winterweizen	Dekan	28.08.2005	80	76,2	88,1	2,39	182	02.04.2005			50	KAS	Mulchsaat	Strohdüngung
LNS010												12.04.2005	18	m³/ha	90	Schweinegülle		
LNS010												14.05.2005			40	KAS		
LNS010												02.06.2005			50	KAS		
LNS010												15.08.2005	15	m³/ha	75	Schweinegülle		
LNS011+012+013	7,51	Tridicale		CCM	Palermo	13.10.2005	115	81,7	79,3	1,63	133	02.05.2005	20	m³/ha	100	Schweinegülle	Mulchsaat	
LNS011+012+013												02.05.2005	100	kg/ha	18	Unterfuß DAP 18/46		
LNS011+012+013												27.05.2005			50	KAS		
LNS014	2,5	Tridicale		Winterraps	Elektra	28.07.2005	39					08.02.2005	20	m³/ha	100	Schweinegülle	Pflug	Strohdüngung
LNS014												02.04.2005			81	KAS		
LNS014												23.04.2005			50	KAS		
LNS014												30.04.2005			50	KAS		
LNS015+016	4,29	Weizen/Raps		Tridicale	Lambato	24.08.2005	78	78,0	87,9	2,10	164	02.04.2005			45	KAS	Mulchsaat	Strohdüngung
LNS015+016												12.04.2005	20	m³/ha	100	Schweinegülle		
LNS015+016												25.05.2005			40	KAS		
LNS017+018+019	5,23	Weizen		Tridicale	Lamberto	24.08.2005	85	82,6	87,8	1,98	163	02.04.2005			45	KAS	Pflug	Unkrautbekämpfung
LNS017+018+019												12.04.2005	20	m³/ha	100	Schweinegülle		Strohdüngung
LNS017+018+019												25.05.2005			40	KAS		
LNS017+018+019												15.08.2005	10	m³/ha	50	Schweinegülle		
LNS020	0,41	Tridicale		Sommergerste	Tocata	10.08.2005	58					23.04.2005			45	KAS	Pflug	Strohdüngung
LNS020												14.05.2005	15	m³/ha	75	Schweinegülle		
LNS020												02.06.2005			40	KAS		
LNS021	2,82	CCM		Winterweizen	Dekan	27.08.2006	81	73,2	87,9	2,39	175	02.04.2005			50	KAS	Mulchsaat	Strohdüngung
LNS021												13.04.2005	18	m³/ha	90	Schweinegülle		
LNS021												14.05.2005			40	KAS		
LNS021												02.06.2005			50	KAS		
LNS022	0,89			Grünland			18					13.04.2005	18	m³/ha	90	Schweinegülle		2 Schnitte für Heu
LNS022												30.05.2005	18	m³/ha	90	Schweinegülle		
LNS023	1,49	Tridicale/Weizen		Winterraps	Elektra	28.07.2005	39,6					09.02.2005	20	m³/ha	100	Schweinegülle	Pflug	Stroh verbleibt auf Feld
LNS023												02.04.2005			81	KAS		
LNS023												13.04.2005	15	m³/ha	75	Schweinegülle		
LNS024	1,21	Tridicale		Winterraps	Elektra	27.07.2005	39,6					09.02.2005	20	m³/ha	100	Schweinegülle	Pflug	Stroh verbleibt auf Feld
LNS024												02.04.2005			81	KAS		
LNS024												13.04.2005	15	m³/ha	75	Schweinegülle		
LNS025	1,41	Weizen	Senf	CCM	Palermo	11.10.2005	115	83,0	79,6	1,49	124	02.05.2005	20	m³/ha	100	Schweinegülle	Pflug	
LNS025												02.05.2005	100	kg/ha	18	Unterfuß DAP 18/46		
LNS025												27.05.2005			65	KAS		
LNS026	2,45	Weizen		CCM	Palermo	11.10.2005	115	82,8	77,7	1,54	128	28.04.2005	20	m³/ha	100	Schweinegülle	Pflug	
LNS026												10.05.2005	100	kg/ha	18	Unterfuß DAP 18/46		
LNS026												27.05.2005			65	KAS		
LNS027	0,83	CCM		Winterweizen	Dekan	11.08.2005	68	63,5	88,1	2,34	149	04.04.2005			50	KAS	Mulchsaat	
LNS027												13.04.2005	20	m³/ha	100	Schweinegülle		
LNS027												14.05.2005			40	KAS		
LNS027												02.06.2005			50	KAS		Stroh verbleibt auf Feld
LNS027												15.08.2005	15	m³/ha	75	Schweinegülle		Gülle auf Stoppeln

Schlagkartei im Anbaujahr 2004/2005 (Auszug) Projektbetrieb B 2																				
Projektfläche	Größe [ha]	Vorfrucht 2004	Zwi.frucht 2004	Hauptfrucht 2005	Sorte	Erntetermin	Ertrag Schlagkartei [dt/ha]	Ertrag TS Ernteerhebung [dt/ha]	TS [%]	Ges-N [%]	Entzug [kg N/ha]	Düngetermin	Dünger-menge [dt/ha]	N [kg/ha]	P2O5 [kg/ha]	K2O [kg/ha]	Düngemitteltyp	Datum Bodenbearbeitung	Art der Bodenbearbeitung	
HNS100	1,96	Saatmais		Frühkartoffeln	Lady Rosetta	20.06.2005	367,5	82,4	22,5	1,09	90	16.03.2005	10,0	120	80	200	Volldünger			
HNS101+110	5,77	Körnermais		Saatmais	Justina	19.10.2005	30,2	56,1	87,7	2,03	93	02.04.2005	7,0	70	70	140	Thomaskali			
HNS101+110												14.04.2005	5,2	135			Entec 26			
HNS101+110												11.05.2005	1,0	18	46		Dia Mon			
HNS102	1,01	Körnermais		Speisekartoffeln	Redstar	19.07.2005	158,8	77,2	19,4	1,40	108	19.03.2005	12,0	144	96	240	Volldünger			
HNS103	1,35	Saatmais		Saatmais	Justina	19.10.2005	30,2	56,1	78,5	1,67	93	12.04.2005	7,0	70	70	140	Thomaskali			
HNS103												14.04.2005	5,2	135			Entec 26			
HNS103												02.05.2005	1,0	18	46		Dia Mon			
HNS104+120	3,33	Saatmais		Saatmais	Justina	19.10.2005	30,2					12.04.2005	7,0	70	70	140	Thomaskali			
HNS104+120								46,1	90,5	1,59	73	14.04.2005	5,2	135			Entec 26			
HNS104+120												02.05.2005	1,0	18	46		Dia Mon			
HNS105	1,51	Saatmais		Saatmais	Justina	19.10.2005	30,2	53,6	87,1	1,76	94	12.04.2005	7,0	70	70	140	Thomaskali			
HNS105												14.04.2005	5,2	135			Entec 26			
HNS105												11.05.2005	1,0	18	46		Dia Mon			
HNS106	0,31			Saatmais	Justina	19.10.2005	30,2	42,5	87,7	1,61	68	12.04.2005	7,0	70	70	140	Thomaskali			
HNS106												14.04.2005	5,2	135			Entec 26			
HNS106												02.05.2005	1,0	18	46		Dia Mon			
HNS107	0,34			Saatmais	Justina	19.10.2005	30,2	47,4	88,5	1,65	79	12.04.2005	7,0	70	70	140	Thomaskali			
HNS107												14.04.2005	5,2	135			Entec 26			
HNS107												02.05.2005	1,0	18	46		Dia Mon			
HNS108+116	2,16	Körnermais		Frühkartoffeln	Berber	22.06.2005	280	48,7	17,4	1,26	61	16.03.2005	10,0	120	80	200	Volldünger			
HNS109	1,05	Wiese		Wiese	Wiesengras	18.06.2005	69			2,00	138	15.04.2005	2,5	68			Kalkammonsalpeter			
HNS111	1,35	Körnermais		Körnermais	PR 38A24	28.10.2005	120	114,6	83,0	1,35	155	02.04.2005	3,3			133	Kornkali			
HNS111												02.05.2005	2,0	36	90		Dia Mon			
HNS111												10.06.2005	2,8	130			Harnstoff			
HNS112	1,39	Kartoffeln		Körnermais	PR 38A24	28.10.2005	140,3	119,3	81,8	1,34	160	02.04.2005	4,0		161	24	Kornkali + MgO			
HNS112												02.05.2005	2,0	36	92		NP Diammonphosphat			
HNS112												10.06.2005	2,1	95			Harnstoff			
HNS113	0,49	Körnermais		Winterweizen	Flair	03.08.2005	68			2,20	150	15.03.2005	1,1	28			Kalkammonsalpeter			
HNS113												12.04.2005	8,0		80	160	Thomaskali			
HNS113												14.04.2005	4,0	104			Entec 26			
HNS114	0,79			Mais	Pioneer B08	14.11.2005	121,4	118,0	81,9	1,43	169	12.04.2005	7,0	168	42	70	NPK 24/6/10	05.12.2004	Pflug	
HNS114												16.04.2005	0,7	13	32		DAP	20.03.2005	Egge	
HNS114																		16.04.2005	Egge	
HNS115	0,89	Frühkartoffeln		Körnermais	PR 38A28	07.11.2005	120	116,6	85,8	1,32	154	12.04.2005	7,0		70	140	Thomaskali			
HNS115												15.04.2005	3,0	138			Harnstoff			
HNS117	1,88	Zuckerrüben		Speisekartoffeln	Solara	21.09.2005	445	80,0		1,30	116	01.04.2005	8,0			240	Patentkali			
HNS117												01.04.2005	3,0	63			Kalkstickstoff			
HNS117												01.04.2005	3,0	78			Entec 26			
HNS118	0,66	Winterweizen		Stilllegung																
HNS119	1,91	Körnermais		Körnermais	Advanta	25.09.2005	70	92,4	86,0	1,20	111	13.04.2005	7,8	148	78	125	NPK mit MgO			
HNS121+125	2,16	Saatmais		Saatmais	Justina	19.10.2005	30,2	57,6	88,2	1,65	95	12.04.2005	7,0	70	70	140	Thomaskali			
HNS121+125												14.04.2005	5,2	135			Entec 26			
HNS121+125												11.05.2005	1,0	18	46		Dia Mon			
HNS122	0,46	Körnermais		Winterweizen	Flair	03.08.2005	68			2,20	150	15.03.2005	1,1	28			Kalkammonsalpeter			
HNS122												12.04.2005	8,0		80	160	Thomaskali			
HNS122												14.04.2005	4,0	104			Entec 26			
HNS123+126	1,86	Speisekartoffeln		Körnermais	PR 38A28	07.11.2005	120	113,4	84,3	1,26	143	12.04.2005	7,0		70	140	Thomaskali			
HNS123+126												15.04.2005	3,0	138			Harnstoff			
HNS123+126												01.05.2005	1,0	18	46		Dia Mon			
HNS124	0,42	Zuckerrüben		Speisekartoffeln	Marabel	19.09.2005	420	82,1		1,73	130	01.04.2005	8,0			240	Patentkali			
HNS124												01.04.2005	3,0	63			Kalkstickstoff			
HNS124												01.04.2005	3,0	78			Entec 26			
HNS127	0,18	Rebland		Rebland	Solaris	01.09.2005	98	100,0		0,25	25	29.04.2005	8,8	79	40	79	Mischdünger			
HNS128	0,35	Rebland		Rebland	Gutedel	17.10.2005	169	100,0		0,25	25	29.04.2005	8,8	79	40	79	Mischdünger			
HNS129	0,36	Rebland		Rebland	Regent	23.09.2005	134	100,0		0,25	25	29.04.2005	8,8	79	40	79	Mischdünger			
HNS800+801	2,57	Saatmais		Saatmais	Justina	19.10.2005	30,2	44,7	87,4	1,62	72	12.04.2005	7,0	70	70	140	Thomaskali			
HNS800+801												14.04.2005	5,2	135			Entec 26			
HNS800+801												02.05.2005	1,0	18	46		Dia Mon			

Anlage zu Kap. 5.7

Übersicht der Bilanzgrößen der ermittelten Hoftorbilanzen der 26 Projektlandwirte
für die Anbau- und Wirtschaftsjahre im Projektzeitraum 2003 bis 2006

Projekt- betrieb	Bilanzierungs- zeitraum	Jahr	Fläche ohne Stilllegung	Viehbesatz in GV/ha	N-Einfuhr						N-Ausfuhr				N-Verluste bei Tierhaltung	N-Saldo
					Mineral- dünger	organischer Dünger	Futter- mittel	Tiere	N ₂ - Bindung	Summe	Pflanzliche Produkte	Tierische Produkte	organischer Dünger	Summe		
L 1	Anbaujahr	2004	58,1	1,9	98	0	128	36	0	262	13	140	0	153	51	58
L 1	Anbaujahr	2005	58,1	1,8	116	0	129	28	0	273	11	127	0	138	53	81
L 1	Anbaujahr	2006	64,1	1,8	94	0	137	10	1	242	17	129	0	146	48	47
L 1	Wirtschaftsjahr	2003/2004	59,9	1,9	95	0	125	35	1	256	16	136	0	152	50	54
L 1	Wirtschaftsjahr	2004/2005	58,1	1,8	116	0	129	28	0	273	13	127	0	140	53	80
L 1	Wirtschaftsjahr	2005/2006	64,1	1,8	94	0	120	10	1	225	10	129	0	139	48	37
L 2	Anbaujahr	2004	39	0,0	109	0	0	0	3	112	112	0	0	112	0	0
L 2	Anbaujahr	2005	31,6	0,0	95	0	0	0	0	95	86	0	0	86	0	9
L 2	Anbaujahr	2006	28,4	0,0	94	0	0	0	37	131	129	0	0	129	0	2
L 2	Wirtschaftsjahr	2003/2004	39	0,0	109	0	0	0	3	112	88	0	0	88	0	24
L 2	Wirtschaftsjahr	2004/2005	31,6	0,0	95	0	0	0	4	99	136	0	0	136	0	-36
L 2	Wirtschaftsjahr	2005/2006	28,4	0,0	94	0	0	0	0	94	96	0	0	96	0	-2
L 3	Anbaujahr	2004	98	0,9	120	0	14	0	15	149	59	21	0	80	28	42
L 3	Anbaujahr	2005	100,25	1,1	102	0	13	0	11	126	80	21	0	101	26	-1
L 3	Anbaujahr	2006	117,5	0,7	118	0	6	0	10	134	75	16	0	92	19	24
L 3	Wirtschaftsjahr	2003/2004	98	0,9	120	0	14	0	15	149	49	21	0	71	22	56
L 3	Wirtschaftsjahr	2004/2005	100,25	1,1	102	0	13	0	11	126	58	21	0	78	26	21
L 3	Wirtschaftsjahr	2005/2006	117,5	0,7	118	0	6	0	10	134	69	16	0	85	19	31
L 4	Anbaujahr	2004	116,1	0,5	102	21	14	0	8	145	71	11	0	82	12	50
L 4	Anbaujahr	2005	105,7	0,6	115	13	20	0	9	157	87	12	0	99	14	46
L 4	Anbaujahr	2006	117	0,5	126	18	7	0	8	159	71	11	0	82	13	64
L 4	Wirtschaftsjahr	2003/2004	116,1	0,5	102	21	14	0	8	145	53	11	0	64	12	69
L 4	Wirtschaftsjahr	2004/2005	105,7	0,6	115	15	20	0	9	159	78	12	0	90	14	55
L 4	Wirtschaftsjahr	2005/2006	117	0,5	126	18	7	0	8	159	79	11	0	90	13	56
L 5	Anbaujahr	2004	56,4	0,6	67	19	18	1	1	106	126	9	0	134	25	-54
L 5	Anbaujahr	2005	56,3	0,4	128	9	11	0	1	149	90	8	0	98	11	40
L 5	Anbaujahr	2006	56,3	0,2	122	6	14	2	1	146	134	13	0	147	6	-8
L 5	Wirtschaftsjahr	2003/2004	56,4	0,6	67	19	18	1	1	106	44	9	0	52	25	28
L 5	Wirtschaftsjahr	2004/2005	56,3	0,5	128	9	11	0	1	149	126	8	0	134	11	5
L 5	Wirtschaftsjahr	2005/2006	56,3	0,2	122	6	14	2	1	146	90	13	0	103	6	37
L 6	Anbaujahr	2004	134,6	0,9	144	4	72	9	0	229	48	45	0	93	21	115
L 6	Anbaujahr	2005	125,8	0,9	141	4	54	19	0	218	114	59	0	173	21	25
L 6	Anbaujahr	2006	131,9	0,9	175	1	62	18	0	256	106	73	0	179	20	56
L 6	Wirtschaftsjahr	2003/2004	134,6	0,9	144	5	72	9	0	231	36	45	0	81	21	128
L 6	Wirtschaftsjahr	2004/2005	125,8	0,9	141	5	54	19	0	219	51	59	0	110	21	89
L 6	Wirtschaftsjahr	2005/2006	131,9	0,9	175	3	62	18	0	258	109	73	0	182	20	56
L 7	Anbaujahr	2004	49	1,2	100	0	29	2	10	141	35	22	0	58	27	56
L 7	Anbaujahr	2005	49	1,1	105	0	37	3	10	155	38	26	0	64	27	64
L 7	Anbaujahr	2006	50,5	1,2	107	0	27	4	14	152	43	24	0	67	28	57
L 7	Wirtschaftsjahr	2003/2004	49,6	1,2	99	0	29	2	10	139	38	22	0	60	27	51
L 7	Wirtschaftsjahr	2004/2005	49	1,1	105	0	37	3	10	155	35	26	0	61	27	68
L 7	Wirtschaftsjahr	2005/2006	50,5	1,2	107	0	27	4	14	152	37	24	0	62	28	62

Projekt- betrieb	Bilanzierungs- zeitraum	Jahr	Fläche ohne Stilllegung	Viehbesatz in GV/ha	N-Einfuhr						N-Ausfuhr				N-Verluste bei Tierhaltung	N-Saldo
					Mineral- dünger	organischer Dünger	Futter- mittel	Tiere	N ₂ - Bindung	Summe	Pflanzliche Produkte	Tierische Produkte	organischer Dünger	Summe		
L 8	Anbaujahr	2004	34,7	0,1	0	0	0	34	44	78	109	0	0	109	2	-33
L 8	Anbaujahr	2005	34,7	0,2	0	0	0	0	35	35	92	0	0	92	4	-62
L 8	Anbaujahr	2006	34,8	0,1	0	0	0	1	39	40	110	3	0	113	3	-76
L 8	Wirtschaftsjahr	2003/2004	34,7	0,1	0	0	0	34	31	65	105	0	0	105	2	-42
L 8	Wirtschaftsjahr	2004/2005	34,7	0,2	0	0	0	0	46	46	96	0	0	96	4	-54
L 8	Wirtschaftsjahr	2005/2006	34,8	0,0	0	0	0	1	29	30	110	3	0	113	3	-85
L 9	Anbaujahr	2004	68	0,7	143	0	55	8	2	208	57	60	0	118	29	62
L 9	Anbaujahr	2005	66,4	1,0	90	0	98	20	2	210	70	60	0	130	29	51
L 9	Anbaujahr	2006	69,4	1,0	95	0	92	10	2	199	71	60	0	131	29	39
L 9	Wirtschaftsjahr	2003/2004	68	0,7	143	0	55	9	2	209	63	60	0	123	20	66
L 9	Wirtschaftsjahr	2004/2005	66,4	1,0	90	0	98	20	2	209	58	60	0	117	29	62
L 9	Wirtschaftsjahr	2005/2006	69,4	1,0	95	0	92	17	2	206	67	60	0	127	29	50
L 10	Anbaujahr	2004	38,5	0,6	148	11	28	0	10	198	94	26	0	120	20	58
L 10	Anbaujahr	2005	38,4	0,5	143	3	30	0	1	177	137	22	0	159	18	-2
L 10	Anbaujahr	2006	38,6	0,6	135	15	24	0	1	174	111	28	0	138	20	15
L 10	Wirtschaftsjahr	2003/2004	38,5	0,6	148	11	28	0	10	198	57	26	0	82	20	96
L 10	Wirtschaftsjahr	2004/2005	38,4	0,5	143	3	30	0	1	177	104	22	0	126	18	32
L 10	Wirtschaftsjahr	2005/2006	38,6	0,6	135	8	24	0	1	167	136	28	0	164	20	-18
L 11	Anbaujahr	2004	76,7	0,5	0	9	8	0	48	65	21	12	0	32	16	17
L 11	Anbaujahr	2005	77,5	0,9	0	0	5	0	45	50	13	13	0	26	17	7
L 11	Anbaujahr	2006	83,5	0,6	0	1	2	0	45	48	5	15	0	20	16	11
L 11	Wirtschaftsjahr	2003/2004	76,7	0,5	0	9	8	0	48	65	9	12	0	21	16	28
L 11	Wirtschaftsjahr	2004/2005	77,5	0,9	0	0	5	0	45	50	21	13	0	34	17	-1
L 11	Wirtschaftsjahr	2005/2006	83,5	0,6	0	1	2	0	45	49	12	15	0	27	16	6
L 12	Anbaujahr	2004	87,3	1,1	87	0	67	2	2	158	49	48	0	98	27	35
L 12	Anbaujahr	2005	88,4	1,1	77	0	67	2	2	149	41	42	0	84	26	39
L 12	Anbaujahr	2006	92,6	1,1	88	0	59	2	2	151	52	44	0	97	26	28
L 12	Wirtschaftsjahr	2003/2004	87,3	1,1	87	0	67	2	2	158	10	49	0	59	27	74
L 12	Wirtschaftsjahr	2004/2005	88,4	1,1	77	0	67	2	2	149	42	42	0	84	26	39
L 12	Wirtschaftsjahr	2005/2006	92,6	1,1	88	0	59	2	2	151	39	44	0	84	26	40
L 13	Anbaujahr	2004	132,4	0,4	117	5	14	0	9	145	82	10	0	92	11	42
L 13	Anbaujahr	2005	138,2	0,4	105	7	17	0	11	140	76	10	0	86	11	43
L 13	Anbaujahr	2006	141,2	0,4	73	0	15	0	8	96	108	10	0	119	13	-35
L 13	Wirtschaftsjahr	2003/2004	132,4	0,4	117	6	14	0	9	145	56	9	0	65	11	69
L 13	Wirtschaftsjahr	2004/2005	138,2	0,4	105	6	17	0	11	139	77	10	0	87	11	41
L 13	Wirtschaftsjahr	2005/2006	141,2	0,4	73	6	15	0	8	102	86	10	0	96	13	-7

Projekt- betrieb	Bilanzierungs- zeitraum	Jahr	Fläche ohne Stilllegung	Viehbesatz in GV/ha	N-Einfuhr						N-Ausfuhr				N-Verluste bei Tierhaltung	N-Saldo
					Mineral- dünger	organischer Dünger	Futter- mittel	Tiere	N ₂ - Bindung	Summe	Pflanzliche Produkte	Tierische Produkte	organischer Dünger	Summe		
B 1	Anbaujahr	2004	48,5	0,0	144	0	0	0	0	144	114	0	0	114	0	29
B 1	Anbaujahr	2005	47,2	0,0	159	0	0	0	0	159	122	0	0	122	0	37
B 1	Anbaujahr	2006	48,9	0,0	191	0	0	0	0	191	119	0	0	119	0	72
B 1	Wirtschaftsjahr	2003/2004	48,5	0,0	144	0	0	0	0	144	98	0	0	98	0	46
B 1	Wirtschaftsjahr	2004/2005	47,2	0,0	159	0	0	0	0	159	117	0	0	117	0	41
B 1	Wirtschaftsjahr	2005/2006	48,9	0,0	191	0	0	0	0	191	118	0	0	118	0	73
B 2	Anbaujahr	2004	42	0,0	146	0	0	0	2	148	107	0	0	107	0	41
B 2	Anbaujahr	2005	44,3	0,0	123	0	0	0	2	125	84	0	0	84	0	41
B 2	Anbaujahr	2006	48,8	0,0	127	0	0	0	1	128	106	0	0	106	0	23
B 2	Wirtschaftsjahr	2003/2004	42	0,0	146	0	0	0	2	148	99	0	0	99	0	49
B 2	Wirtschaftsjahr	2004/2005	44,3	0,0	123	0	0	0	2	125	101	0	0	101	0	24
B 2	Wirtschaftsjahr	2005/2006	48,8	0,0	127	0	0	0	1	128	76	0	0	76	0	52
B 3	Anbaujahr	2004	71,7	0,0	154	0	0	0	0	154	147	0	0	147	0	8
B 3	Anbaujahr	2005	88,9	0,0	173	0	0	0	0	173	160	0	0	160	0	12
B 3	Anbaujahr	2006	90	0,0	189	0	0	0	0	189	85	0	0	85	0	104
B 3	Wirtschaftsjahr	2003/2004	71,7	0,0	154	0	0	0	0	154	68	0	0	68	0	87
B 3	Wirtschaftsjahr	2004/2005	88,9	0,0	172	0	0	0	0	172	118	0	0	118	0	54
B 3	Wirtschaftsjahr	2005/2006	90	0,0	189	0	0	0	0	189	158	0	0	158	0	31
B 4	Anbaujahr	2004	26,1	0,2	158	0	39	1	0	198	41	13	0	54	8	136
B 4	Anbaujahr	2005	27,1	0,2	138	0	48	1	0	187	67	14	0	81	8	99
B 4	Anbaujahr	2006	29,1	0,1	147	0	31	1	0	179	73	13	0	86	7	86
B 4	Wirtschaftsjahr	2003/2004	26,1	0,2	158	0	39	1	0	198	50	13	0	63	8	128
B 4	Wirtschaftsjahr	2004/2005	27,1	0,2	138	0	48	1	0	187	40	14	0	54	8	125
B 4	Wirtschaftsjahr	2005/2006	29,1	0,1	147	0	31	1	0	179	62	13	0	75	7	96
B 5	Anbaujahr	2004	40,8	0,0	127	0	0	0	1	128	93	0	0	93	0	35
B 5	Anbaujahr	2005	42	0,0	124	0	0	0	1	125	104	0	0	104	0	20
B 5	Anbaujahr	2006	44,1	0,0	95	0	0	0	0	95	91	0	0	91	0	6
B 5	Wirtschaftsjahr	2003/2004	40,8	0,0	127	0	0	0	1	128	74	0	0	74	0	53
B 5	Wirtschaftsjahr	2004/2005	42	0,0	124	0	0	0	1	125	90	0	0	90	0	34
B 5	Wirtschaftsjahr	2005/2006	44,1	0,0	95	0	0	0	1	96	99	0	0	99	0	-3
B 6	Anbaujahr	2004	45,5	0,0	240	0	0	0	0	240	133	0	0	133	0	108
B 6	Anbaujahr	2005	45,8	0,0	207	0	0	0	0	207	132	0	0	132	0	75
B 6	Anbaujahr	2006	47,7	0,0	193	0	0	0	0	193	96	0	0	96	0	95
B 6	Wirtschaftsjahr	2003/2004	45,5	0,0	240	0	0	0	0	240	95	0	0	95	0	145
B 6	Wirtschaftsjahr	2004/2005	45,8	0,0	207	0	0	0	0	207	132	0	0	132	0	76
B 6	Wirtschaftsjahr	2005/2006	47,7	0,0	193	0	0	0	0	193	127	0	0	127	0	66
B 7	Anbaujahr	2004	80,6	0,0	168	0	0	0	0	168	93	0	0	93	0	75
B 7	Anbaujahr	2005	83,7	0,0	163	0	0	0	0	163	97	0	0	97	0	66
B 7	Anbaujahr	2006	81,5	0,0	150	0	0	0	0	150	94	0	0	94	0	56
B 7	Wirtschaftsjahr	2003/2004	80,6	0,0	167	0	0	0	0	167	85	0	0	85	0	82
B 7	Wirtschaftsjahr	2004/2005	83,7	0,0	163	0	0	0	0	163	89	0	0	89	0	74
B 7	Wirtschaftsjahr	2005/2006	81,5	0,0	150	0	0	0	0	150	97	0	0	97	0	53

Projekt- betrieb	Bilanzierungs- zeitraum	Jahr	Fläche ohne Stilllegung	Viehbesatz in GV/ha	N-Einfuhr						N-Ausfuhr				N-Verluste bei Tierhaltung	N-Saldo
					Mineral- dünger	organischer Dünger	Futter- mittel	Tiere	N ₂ - Bindung	Summe	Pflanzliche Produkte	Tierische Produkte	organischer Dünger	Summe		
B 8	Anbaujahr	2004	37,9	0,0	155	0	0	0	0	155	95	0	0	95	0	60
B 8	Anbaujahr	2005	37	0,0	190	3	0	0	0	193	133	0	0	133	0	60
B 8	Anbaujahr	2006	39,2	0,0	152	0	0	0	0	152	126	0	0	126	0	26
B 8	Wirtschaftsjahr	2003/2004	37,9	0,0	155	0	0	0	0	155	80	0	0	80	0	75
B 8	Wirtschaftsjahr	2004/2005	37	0,0	190	0	0	0	0	190	97	0	0	97	0	94
B 8	Wirtschaftsjahr	2005/2006	39,2	0,0	152	3	0	0	0	155	126	0	0	126	0	30
B 9	Anbaujahr	2004	30	1,2	46	0	87	1	10	144	0	28	0	28	31	86
B 9	Anbaujahr	2005	31	1,1	49	0	73	1	10	132	7	29	0	35	30	66
B 9	Anbaujahr	2006	30,8	1,1	56	0	74	1	10	140	0	28	0	28	22	90
B 9	Wirtschaftsjahr	2003/2004	30	1,2	46	0	87	1	10	144	27	28	0	55	31	59
B 9	Wirtschaftsjahr	2004/2005	31	1,1	49	0	73	1	10	133	0	29	0	29	30	73
B 9	Wirtschaftsjahr	2005/2006	30,8	1,1	56	0	74	1	10	140	7	28	0	35	22	83
B 10	Anbaujahr	2004	50,3	1,7	70	0	30	0	22	122	0	43	0	43	44	36
B 10	Anbaujahr	2005	46,6	1,8	96	0	32	0	21	149	1	45	0	45	48	55
B 10	Anbaujahr	2006	46,9	1,8	78	0	32	0	30	140	0	41	0	41	45	54
B 10	Wirtschaftsjahr	2003/2004	50,3	1,8	70	0	31	0	21	122	0	43	0	43	46	35
B 10	Wirtschaftsjahr	2004/2005	46,6	1,8	96	0	32	0	21	149	0	45	0	45	48	56
B 10	Wirtschaftsjahr	2005/2006	46,9	1,8	78	0	32	0	30	140	1	41	0	41	45	53
B 11	Anbaujahr	2004	87,6	0,3	124	0	10	1	1	136	97	3	1	101	4	30
B 11	Anbaujahr	2005	94,6	0,3	143	0	7	1	1	152	117	4	0	120	4	28
B 11	Anbaujahr	2006	95,8	0,2	148	0	4	0	1	153	105	4	1	111	3	39
B 11	Wirtschaftsjahr	2003/2004	87,6	0,3	124	0	10	1	1	136	76	3	1	80	5	50
B 11	Wirtschaftsjahr	2004/2005	94,6	0,3	143	0	7	1	1	152	90	4	0	93	4	55
B 11	Wirtschaftsjahr	2005/2006	95,8	0,2	148	0	4	0	1	153	115	4	1	121	3	29
B 12	Anbaujahr	2004	52,8	1,3	96	0	115	22	0	233	68	77	12	157	37	40
B 12	Anbaujahr	2005	45,4	1,7	97	0	127	29	0	253	56	100	15	171	44	39
B 12	Anbaujahr	2006	53,8	1,5	91	0	161	23	0	275	54	88	18	160	37	78
B 12	Wirtschaftsjahr	2003/2004	52,8	1,5	96	0	115	22	0	233	36	77	12	125	40	69
B 12	Wirtschaftsjahr	2004/2005	45,4	1,7	97	0	127	29	0	253	80	100	15	195	44	15
B 12	Wirtschaftsjahr	2005/2006	53,8	1,5	91	0	161	23	0	275	47	88	18	153	37	85
B 13	Anbaujahr	2004	65,8	0,0	162	0	0	0	0	162	128	0	0	128	0	34
B 13	Anbaujahr	2005	65,1	0,0	156	0	0	0	0	156	102	0	0	102	0	54
B 13	Anbaujahr	2006	68,4	0,0	146	0	0	0	0	146	116	0	0	116	0	31
B 13	Wirtschaftsjahr	2003/2004	65,8	0,0	163	0	0	0	0	163	68	0	0	68	0	68
B 13	Wirtschaftsjahr	2004/2005	65,1	0,0	156	0	0	0	0	156	129	0	0	129	0	27
B 13	Wirtschaftsjahr	2005/2006	68,4	0,0	146	0	0	0	0	146	97	0	0	97	0	49

Anlage zu Kap. 6.1

Zusammenstellung der wichtigsten Kenngrößen und Bilanzglieder
der ermittelten Flächenbilanzen
für die INVAM-Flächenkollektive der sechs „Intensivbetriebe“

Bewirtschafter L 1

Jahr	Kollektiv	Fläche [ha]	FK [mm]	nFK [mm]	Nutzung Vorfrucht >> Zwischenfr. >> Hauptfrucht	Nmin Startwert INVAM [kgN/ha]	Sickerwasser- menge INVAM [mm]	INVAM-Berechnungen [kgN/ha]			Sickerwasser- menge nach Ende INVAM [mm]	Auswaschung nach Ende INVAM (geschätzt) [kgN/ha]	Düngung [kgN/ha]	Entzug Ernte [kgN/ha]	Saldo aus Zu- und Abgang	theo. Nmin	Nmin n. Ernte	Differenz aus theoretischem und gemessenen Nmin Wert	Anmerkungen
								Mineralisierung	Denitrifikation	Auswaschung									
03_04	A	14,3	355	160	Körnermais >> Wi.-W	77	79	0	37	9	0	0	214	211	-43	34	22	12	
03_04	B	6,4	355	150	Wi-G/Trit >> Wi-Raps	47	89	4	21	3	0	0	243	140	83	130	54	76	
03_04	C	17,1	330	157	Wi.-W/Trit >> Senf >> Körnermais	17	79	36	0	6	0	0	171	162	39	56	114	-58	
03_04	D	10,1	340	150	Wi-Weizen >> Triticale	78	89	0	28	12	0	0	177	149	-12	66	19	47	
03_04	E	6,1	350	143	Wi-Weizen >> Wi-Raps	33	94	15	0	8	0	0	227	181	53	86	35	51	
04_05	A	21,8	340	150	Wi-Weizen/Triticale >> Senf >> Körnermais/So.-G	11	78	37	0	5	40	5	175	124	78	89	92	-3	
04_05	B	7,5	320	150	WI-Weizen >> Triticale	30	77	6	6	7	40	2	223	163	51	81	22	59	
04_05	C	17,1	315	157	Körnermais >> WI-Weizen	121	86	20	20	31	40	13	232	163	25	146	27	119	
04_05	D	6,9	330	150	WI-Raps >> Wi.-Weizen/Triticale	93	77	23	33	18	40	9	240	176	27	120	49	71	
04_05	E	5,2	270	127	WI-Weizen/WI-Raps/Triticale	16	93	53	6	4	42	5	264	130	172	188	61	127	
05_06	A	17,5	340	160	Körnermais >> WI-Weizen	82	148	13	0	24	0	0	195	172	12	94	28	66	
05_06	B	10,7	310	138	WI-Weizen/SO-Gerste >> WI-Gerste/Triticale	52	147	16	0	44	0	0	181	149	4	56	21	35	
05_06	C	18,6	330	158	WI-Weizen/Triticale >> Mais	15	147	46	0	46	0	0	183	124	59	74	88	-14	
05_06	D	4,1	265	127	WI-Raps >> WI- Weizen	65	148	15	0	35	0	0	168	143	5	70	29	41	

Bewirtschafter L 2

Jahr	Kollektiv	Fläche [ha]	FK [mm]	nFK [mm]	Nutzung Vorfrucht >> Zwischenfr. >> Hauptfrucht	Nmin Startwert INVAM [kgN/ha]	Sickerwasser- menge INVAM [mm]	INVAM-Berechnungen [kgN/ha]			Sickerwasser- menge nach Ende INVAM [mm]	Auswaschung nach Ende INVAM (geschätzt) [kgN/ha]	Düngung [kgN/ha]	Entzug Ernte [kgN/ha]	Saldo aus Zu- und Abgang	theo. Nmin n. Ernte	Nmin n. Ernte	Differenz aus theoretischem und gemessenen Nmin Wert	Anmerkungen
								Mineralisierung	Denitrifikation	Auswaschung									
03_04	A	9	330	130	>> WI-Weizen	70	108	9	23	11	0	0	154	160	-31	39	40	-1	
03_04	B	7,7	340	144	WI-Weizen >> Senf >> SO-Gerste	61	89	0	24	10	0	0	65	96	-65	-4	13	-17	
03_04	C	2,2	340	120	SO-Raps >> Dinkel	162	108	0	95	18	0	0	101	101	-113	49	18	31	
03_04	D	5,2	360	155	SO-Gerste >> WI- Raps	90	90	5	8	11	0	0	106	82	10	100	19	81	
03_04	E	4,3	375	120	SO-Weizen >> Senf >> Mais	111	109	5	8	30	0	0	90	144	-87	24	212	-188	
04_05	A1	7,4	325	160	WI-Weizen >> Senf >> SO-Gerste	36	70	8	4	7	40	4	70	93	-30	6	20	-14	
04_05	A2	1,6	320	100	WI-Weizen >> Senf >> SO-Hafer	81	108	11	14	22	40	7	79	90	-43	38	24	14	
04_05	B	4,8	340	138	SO-Gerste >> Senf >> SO-Raps	43	74	13	0	8	40	5	79	52	27	70	76	-6	
04_05	C	2,2	320	156	Dinkel >> Senf >> SO- Raps	37	74	15	0	9	40	6	79	45	34	71	72	-1	
04_05	D	2,9	320	153	WI-Raps >> ZF Wi.W >> Dinkel/Wi.W	63	74	13	12	11	40	8	109	121	-30	33	41	-8	
04_05	E	2,3	400	160	WI-Raps >> WI- Weizen	122	74	5	15	20	40	10	134	117	-23	99	106	-7	
04_05	F	4,3	415	120	Mais >> WI-Weizen	236	90	19	27	57	40	20	116	121	-90	146	152	-6	
05_06	A	7,42	330	160	So-Gerste >> Senf >> Futterbohnen	53	147	30	3	25	0	0	63	135	-70	-17	34	-51	INVAM-Berechnung bis Ende Mai
05_06	B	7,2	330	135	Sommerraps >> WI- Weizen/Dinkel	68	149	55	0	42	0	0	115	124	4	72	39	33	INVAM-Berechnung bis Ende Mai
05_06	C	9	370	163	Wi.W/So.W >> Senf >> Mais/Hafer	120	148	2	0	46	0	0	64	116	-96	24	112	-88	INVAM-Berechnung bis Ende Mai
05_06	D	2	335	150	Dinkel >> Senf >> SO- Gerste	76	149	35	0	31	0	0	72	101	-25	51	19	32	INVAM-Berechnung bis Ende Mai
05_06	E	1,6	340	100	Hafer >> WI-Weizen	66	152	51	0	42	0	0	165	153	21	87	49	38	INVAM-Berechnung bis Ende Mai

Bewirtschafter L 3

Jahr	Kollektiv	Fläche [ha]	FK [mm]	nFK [mm]	Nutzung Vorfrucht >> Zwischenfr. >> Hauptfrucht	Nmin Startwert INVAM [kgN/ha]	Sickerwasser- menge INVAM [mm]	INVAM-Berechnungen [kgN/ha]			Sickerwasser- menge nach Ende INVAM [mm]	Auswaschung nach Ende INVAM (geschätzt) [kgN/ha]	Düngung [kgN/ha]	Entzug Ernte [kgN/ha]	Saldo aus Zu- und Abgang	theo. Nmin n. Ernte	Nmin n. Ernte	Differenz aus theoretischem und gemessenen Nmin Wert	Anmerkungen
								Mineralisierung	Denitrifikation	Auswaschung									
03_04	A	8,6	350	138	Winterraps	36	104	2	7	8	0	0	212	142	57	93	48	45	
03_04	B	11,6	330	140	Mais/WiWeizen >> WiWeizen	64	100	0	8	15	0	0	234	215	-4	60	17	43	
03_04	C	9,9	325	141	Gründüngung Senf >> SoGerste	14	104	62	0	10	0	0	116	159	9	23	11	12	
03_04	D	5,5	290	145	Gründüngung Senf >> Silomais	18	95	26	0	7	0	0	163	155	27	45	32	13	
03_04	G1	8,8	520	390	Grünland	104	0			0	0	0	129	257	-128	-24	139	-163	Keine Grundwasserneubildung
03_04	G2	6,8	510	330	Grünland	41	0			0	0	0	130	303	-173	-132	53	-185	Keine Grundwasserneubildung
04_05	A	8,6	330	138	Winterraps >> WiWeizen	72	85	12	13	18	42	6	235	193	17	89	41	48	
04_05	B	11,4	305	147	Getreide >> Senf >> Verschiedenes	11	85	32	0	3	42	5	124	177	-29	-18	34	-52	
04_05	C	9,1	320	138	Getreide >> Winterraps	13	85	14	4	2	42	1	252	131	128	141	33	108	
04_05	D	2,9	430	350	Mais /Untersaat Gras >> SoWeizen	212	0	0	0	0	41	20	108	193	-105	107	102	5	
04_05	E	5,5	295	145	Silomais >> Winterweizen	51	85	9	4	13	42	6	182	163	5	56	21	35	
04_05	G1	9,3	520	388	Grünland	192	0			0	41	12	61	184	-135	57	91	-34	
04_05	G2	4,7	500	330	Grünland	104	0			0	41	8	61	197	-144	-40	56	-96	
05_06	A	3,4	340	140	WiWeizen >> WiWeizen	95	148	16	1	56	0	0	316	237	38	133	35	98	INVAM-Berechnung bis Ende Mai
05_06	B	5,9	490	288	WiWeizen / SoWeizen >> Senf >> Mais	81	14	49	0	3	0	0	95	174	-33	48	97	-49	INVAM-Berechnung bis Ende Mai
05_06	C	14	340	141	Getreide >> Senf >> WiWeizen/ Gerste/Mais	20	148	39	0	17	0	0	193	168	47	67	35	32	INVAM-Berechnung bis Ende Mai
05_06	D	4,7	350	140	Winterraps >> WiWeizen	98	148	14	5	32	0	0	261	219	19	117	42	75	INVAM-Berechnung bis Ende Mai
05_06	E	4,3	315	140	Silomais >> WiWeizen	61	148	22	0	29	0	0	220	231	-18	43	25	18	INVAM-Berechnung bis Ende Mai
05_06	F	4,3	330	140	Gerste >> Winterraps	20	148	21	0	12	0	0	398	159	248	268	46	222	INVAM-Berechnung bis Ende Mai
05_06	G	3,4	330	135	WiWeizen >> WiGerste	39	148	22	0	17	0	0	231	143	93	132	14	118	INVAM-Berechnung bis Ende Mai
05_06	G1	5,1	555	403	Grünland	52	0			0	0	0	94	194	-100	-48	47	-95	INVAM-Berechnung bis Ende Mai, keine Grundwasserneubildung
05_06	G2	9	485	330	Grünland	72	0			0	0	0	108	222	-114	-42	89	-131	INVAM-Berechnung bis Ende Mai, keine Grundwasserneubildung

Bewirtschafter B 1

Jahr	Kollektiv	Fläche [ha]	FK [mm]	nFK [mm]	Nutzung Vorfrucht >> Zwischenfr. >> Hauptfrucht	Nmin Startwert INVAM [kgN/ha]	Sickerwasser- menge INVAM [mm]	INVAM-Berechnungen [kgN/ha]			Sickerwasser- menge nach Ende INVAM [mm]	Auswaschung nach Ende INVAM (geschätzt) [kgN/ha]	Düngung [kgN/ha]	Entzug Ernte [kgN/ha]	Saldo aus Zu- und Abgang	theo. Nmin n. Ernte	Nmin n. Ernte	Differenz aus theoretischem und gemessenen Nmin-Wert	Anmerkungen
								Mineralisierung	Denitrifikation	Auswaschung									
03_04	A	13	290	178	Körnermais >> Körnermais	100	81	0	8	26	0	0	165	150	-19	81	22	59	
03_04	B	2,8	345	218	Körnermais >> Seda- Mix >> Körnermais	26	49	11	0	3	0	0	165	152	21	47	28	19	
03_04	C	10,9	275	117	Kartoffeln >> Ölrettich/Senf/Rübsen >> SO-G/Saatmais	50	142	42	0	31	0	0	60	108	-37	13	20	-7	
03_04	D	1,9	280	160	Kartoffeln >> Feldsalat >> So-G/Still.	201	92	0	21	48	0	0	27	35	-77	124	60	64	
03_04	E	3,4	160	130	Gurken >> Kartoffeln	95	124	48	17	80	0	0	167	255	-137	-42	24	-66	
04_05	A	9,1	295	178	Körnermais >> Körnermais	21	105	23	0	10	60	6	152	136	23	44	33	11	
04_05	B	2,9	360	218	Körnermais >> Körnermais	27	28	11	0	2	60	6	186	135	54	81	42	39	
04_05	C	5,5	255	115	Saatmais >> Saatmais	26	144	30	0	15	60	8	98	78	27	53	6	47	
04_05	D	7,8	270	114	Kartoffeln >> Still./Körnermais	17	90	17	0	8	60	5	43	47	0	17	49	-32	
04_05	E	3	270	128	So-G >> Kartoffeln	9	135	31	0	3	60	5	150	81	92	101	62	39	
05_06	A	8,6	295	185	Körnermais	43	38	0	0	5	0	0	154	108	41	84	17	67	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. GW-Neubildung im Sept/Okt 06 vor Nmin- Probe ~120 mm
05_06	B	2,9	345	218	Körnermais	69	16	0	0	4	0	0	179	140	35	104	20	84	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. GW-Neubildung im Sept/Okt 06 vor Nmin- Probe ~120 mm
05_06	C	5,9	270	115	Saatmais >> Senf/Rübsen	32	76	0	0	9	0	0	175	101	65	97	20	77	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. GW-Neubildung im Sept/Okt 06 vor Nmin- Probe ~140 mm
05_06	D	5,8	260	100	Körnermais >> Kartoffeln	106	86	0	0	35	0	0	107	79	-7	99	10	89	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. GW-Neubildung im Sept/Okt 06 vor Nmin- Probe ~140 mm
05_06	E	3,7	265	125	Kartoffeln >> Senf/Ölrettich >> SoGerste/Brache	49	66	0	0	9	0	0	36	36	-9	40	13	27	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. GW-Neubildung im Sept/Okt 06 vor Nmin- Probe ~135 mm
05_06	F	2,5	285	150	Gerste >> Feldsalat >> Mais/Kartoffel	77	52	0	0	16	0	0	184	131	37	114	28	86	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. Auswaschungs- beeinflusst jedoch nicht quantifizierbar

Bewirtschafter B 2

Jahr	Kollektiv	Fläche [ha]	FK [mm]	nFK [mm]	Nutzung Vorfrucht >> Zwischenfr. >> Hauptfrucht	Nmin Startwert INVAM [kgN/ha]	Sickerwasser- menge INVAM [mm]	INVAM-Berechnungen [kgN/ha]			Sickerwasser- menge nach Ende INVAM [mm]	Auswaschung nach Ende INVAM (geschätzt) [kgN/ha]	Düngung [kgN/ha]	Entzug Ernte [kgN/ha]	Saldo aus Zu- und Abgang	theo. Nmin n. Ernte	Nmin n. Ernte	Differenz aus theoretischem und gemessenen Nmin Wert	Anmerkungen
								Mineralisierung	Denitrifikation	Auswaschung									
03_04	A	6	280	190	Saatmais >> Senf/Rübsen >> Saatmais	80	70	4	11	18	0	0	136	142	-31	49	69	-20	
03_04	B	6,4	295	209	Körnermais >> Frühkartoffeln / Körnermais	109	49	0	39	20	0	0	148	148	-59	50	101	-51	
03_04	C	2,5	320	213	Frühkartoffeln >> Feldsalat / Senf >> Mais	226	50	0	83	30	0	0	121	151	-143	83	59	24	
03_04	D	0,9	295	190	Reben	159	70	0	62	39	0	0	79	25	-47	112	112	0	
03_04	E	3,1	290	147	Saatmais >> Senf >> Saatmais	139	103	6	36	43	0	0	150	150	-73	66	39	27	
03_04	F	1,4	280	180	Kartoffeln >> WiWeizen, Mais	108	81	0	13	28	0	0	143	161	-59	49	54	-5	
03_04	G	3,5	325	220	Kartoffel >> Ölrettich >> Mais	126	40	12	0	17	0	0	128	142	-19	107	71	36	
04_05	A	11,2	290	182	Saatmais >> Senf / Rübsen >> Saatmais	57	59	4	6	12	70	11	150	85	40	97	93	4	
04_05	B	13,7	305	206	Körnermais >> Mais, WiWeizen, Frühkartoffeln	59	52	0	0	12	65	13	143	112	6	65	60	5	
04_05	C	4	300	189	Frühkartoffeln >> Ölrettich >> Mais	79	74	42	42	12	70	12	119	109	-14	65	78	-13	
04_05	D	0,9	300	190	Reben	96	74	0	29	30	65	14	79	25	-19	77	91	-14	
04_05	E	2,3	300	210	Zuckerrüben >> Kartoffeln	17	49	23	0	1	65	7	141	123	33	50	72	-22	
05_06	A	12,3	280	181	Saatmais >> Senf / Rübsen >> Saatmais/Fr.Kartoff	76	38	0	0	10	0	0	106	83	13	89	37	52	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. GW-Neubildung im Sept/Okt 06 vor Nmin-Probe ~120 mm
05_06	B	7,6	295	211	Körnermais >> Körnermais/ Kartoffeln	68	27	0	0	6	0	0	146	129	11	79	29	50	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. Auswaschungs-beeinflusst jedoch nicht quantifizierbar
05_06	C	3,7	315	230	Frühkartoffeln /WiWeizen >> Feldsalat >> WiWeizen/Körnermais	133	16	0	0	8	0	0	174	138	28	161	45	116	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. GW-Neubildung im Sept/Okt 06 vor Nmin-Probe ~90 mm
05_06	D	0,9	295	190	Reben / Begrünung Gras	70	38	0	0	12	0	0	79	28	39	109	76	33	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. GW-Neubildung im Sept/Okt 06 vor Nmin-Probe ~80 mm
05_06	E	2,3	300	210	Kartoffel >> Brache / Winterweizen	130	27	0	0	14	0	0	162	183	-35	95	27	68	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. Auswaschungs-beeinflusst jedoch nicht quantifizierbar
05_06	F	2,5	260	165	Frühkartoffel / WiWeizen >> Senf >> Saatmais/ Zuckerrüben	64	45	0	0	8	0	0	106	105	-7	57	22	35	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. Auswaschungs-beeinflusst jedoch nicht quantifizierbar

Bewirtschafter B 3

Jahr	Kollektiv	Fläche [ha]	FK [mm]	nFK [mm]	Nutzung Vorfrucht >> Zwischenfr. >> Hauptfrucht	Nmin Startwert INVAM [kgN/ha]	Sickerwassermenge INVAM [mm]	INVAM-Berechnungen [kgN/ha]			Sickerwassermenge nach Ende INVAM [mm]	Auswaschung nach Ende INVAM (geschätzt) [kgN/ha]	Düngung [kgN/ha]	Entzug Ernte [kgN/ha]	Saldo aus Zu- und Abgang	theo. Nmin n. Ernte	Nmin n. Ernte	Differenz aus theoretischem und gemessenen Nmin Wert	Anmerkungen
								Mineralisierung	Denitrifikation	Auswaschung									
03_04	A	18,7	310	210	Körnermais >> Gras >> Körnermais	88	49	0	26	14	0	0	162	171	-49	39	35	4	
03_04	B	21,5	315	165	Körnermais >> Gras >> Körnermais	168	91	0	35	40	0	0	165	133	-43	125	76	49	
03_04	C	0,4	300	190	Reben	206	70	0	137	28	0	0	48	22	-139	67	35	32	
04_05	A	18,2	305	210	Körnermais >> Gras >> Körnermais	36	47	10	0	4	60	8	188	149	37	73	38	35	
04_05	B	23,6	325	165	Körnermais >> Gras >> Körnermais	57	53	14	0	10	60	10	162	141	15	72	105	-33	
04_05	C	0,4	320	190	Reben	23	74	12	21	5	60	5	40	20	1	24	45	-21	
05_06	A	16,2	300	209	Körnermais >> Gras >> Körnermais	62	27	0	0	5	0	0	175	120	50	112	34	78	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. GW-Neubildung im Sept/Okt 06 vor Nmin-Probe ~100 mm
05_06	B	23,7	315	165	Körnermais >> Gras/Rübsen >> Körnermais	116	45	0	0	14	0	0	181	67	100	216	25	191	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. GW-Neubildung im Sept/Okt 06 vor Nmin-Probe ~160 mm
05_06	C	0,4	310	190	Reben	37	38	0	0	5	0	0	150	18	127	164	16	148	INVAM-Berechnung bis Ende Mai. GW-Neubildung im Sept/Okt 06 vor Nmin-Probe ~100 mm