

Abschlussbericht 2005

zum Vertrag vom 30.01.2003 über die

Bilanzierung der Nährstoffeinträge in Gewässer in landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten des Saarlandes auf Basis vorhandener Datengrundlagen

MODELLIERUNG DER DIFFUSEN UND PUNKTUELLEN STOFFEINTRÄGE UND
SZENARIEN FÜR DIE UNTERSUCHUNGSGEBIETE LEUK, BLIES UND THEEL-ILL



Auftragnehmer

Universität des Saarlandes
Physische Geographie und Umweltforschung
Prof. Dr. Jochen Kubiniok
Postfach 15 11 50
66041 Saarbrücken

Auftraggeber

SAARLAND
Ministerium für Umwelt
Abteilung E
Keplerstraße 18
66117 Saarbrücken

Bearbeitung: Prof. Dr. Jochen Kubiniok, Dr. Bettina Barth, Dr. Barbara Neumann

Saarbrücken, 15.07.2005

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung	5
1.1	Problemstellung und Zielsetzung	5
1.2	Modellierungsansatz und Datengrundlagen	7
2	Signifikante Belastungen und Szenarien für das Untersuchungsgebiet Leuk	13
2.1.	Das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Leuk“ - Kurzcharakterisierung	13
2.2.	At Risk-Bewertung des Oberflächenwasserkörpers „Einzugsgebiet Leuk“	18
2.3.	Ergebnisse der Nährstoffbilanzierung mit MOBINEG 3.1	20
2.4.	Verifikation der Bilanzierungsergebnisse	24
2.5.	Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Reduktion diffuser Einträge - Szenarien	25
3	Signifikante Belastungen und Szenarien für das Untersuchungsgebiet Blies	31
3.1.	Das Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“ - Kurzcharakterisierung	31
3.2.	At Risk-Bewertung der Oberflächenwasserkörper im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“	35
3.3.	Ergebnisse der Nährstoffbilanzierung mit MOBINEG 3.1	36
3.4.	Verifikation der Bilanzierungsergebnisse	40
3.5.	Entwicklung der punktuellen N- und P-Einträge im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“	42
4	Signifikante Belastungen und Szenarien für das Untersuchungsgebiet Theel-III	45
4.1.	Das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“ - Kurzcharakterisierung	45
4.2.	At Risk-Bewertung der Oberflächenwasserkörper im Untersuchungsgebiet „Einzugsgebietes Theel-III“	48
4.3.	Ergebnisse der Nährstoffbilanzierung mit MOBINEG 3.1	49
4.4.	Verifikation der Bilanzierungsergebnisse	53
4.5.	Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Reduktion diffuser Einträge und Szenarien	54
4.5.1	Einfluss der III-Renaturierung auf den diffusen Stoffeintrag	54
4.5.2	Veränderung der punktuellen N- und P-Einträge durch Nachrüstung von Kläranlagen im Untersuchungsgebiet	55
5	Zusammenfassung	59
6	Literatur	66

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Lage der Untersuchungsgebiete	6
Abbildung 2: Darstellung der in MOBINEG 3.1 berücksichtigten Eingangsdaten, Nährstoffpfade und Wasserbilanz (Hydrotec 2003)	8
Abbildung 3: Modellkomponenten - Datenbank- und GIS-Anbindung in MOBINEG 3.1	8
Abbildung 4: Landnutzungsverteilung im Untersuchungsgebiet Leuk (nach ATKIS Basis-DLM 25)	13
Abbildung 5: Gewässergüte saarländischer Oberflächenwasserkörper (LEHRSTUHL FÜR PHYSIKALISCHE GEOGRAPHIE, 2004)	14
Abbildung 6: Stickstoffkonzentrationen des Oberflächenwasserkörpers IX-I Leuk	15
Abbildung 7: Phosphorkonzentrationen des Oberflächenwasserkörpers IX-I Leuk	16
Abbildung 8: Nitrat-N Konzentrationen an der Quelle des Fischerbaches, Messtelle F1 (Zeitraum 11/1997 –12/2002)	17
Abbildung 9: Probenahmestellen (LfU, Projekt WUNEF) und Abflussmessstellen (Projekt WUNEF) im Einzugsgebiet der Leuk	17
Abbildung 10: At Risk-Bewertung der Oberflächenwasserkörper hinsichtlich der diffusen Belastung aus land- und forstwirtschaftlichen Quellen	19
Abbildung 11: Stickstoff- und Phosphoreinträge aus punktuellen und diffusen Quellen im Untersuchungsgebiet Leuk	20
Abbildung 12: Nutzungsbezogene diffuse Stickstoffausträge im Untersuchungsgebiet Leuk	22
Abbildung 13: Nutzungsbezogene diffuse Phosphoraussträge im Untersuchungsgebiet Leuk	22
Abbildung 14: Prozentuale Anteile der Stickstoffeinträge aus diffusen Quellen in die Leuk	23
Abbildung 15: Prozentuale Anteile der Phosphoreinträge aus diffusen Quellen in die Leuk	23
Abbildung 16: Reduktion des Stickstoffaustrages durch Anwendung verschiedener Maßnahmen-Kombinationen im Einzugsgebiet der Leuk	28
Abbildung 17: Reduktion des Phosphorausstrages durch Anwendung verschiedener Maßnahmen-Kombinationen im Einzugsgebiet der Leuk	29
Abbildung 18: P-Austrag landwirtschaftlich genutzter Flächen im Untersuchungsgebiet Leuk	30
Abbildung 19: Landnutzungsverteilung im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“ (nach ATKIS Basis DLM 25)	31
Abbildung 20: Gewässerstrukturgüte saarländischer Oberflächenwasserkörper (LEHRSTUHL FÜR PHYSIKALISCHE GEOGRAPHIE, 2004)	32
Abbildung 21: Stickstoffkonzentrationen des Oberflächenwasserkörpers Blies	33
Abbildung 22: Phosphorkonzentrationen des Oberflächenwasserkörpers Blies	34
Abbildung 23: Stickstoff- und Phosphoreinträge aus punktuellen und diffusen Quellen in das Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“	36
Abbildung 24: Nutzungsbezogene diffuse Stickstoffausträge im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“	38
Abbildung 25: Nutzungsbezogene diffuse Phosphoraussträge im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“	38
Abbildung 26: Prozentuale Anteile der Stickstoffeinträge aus diffusen Quellen in das Teileinzugsgebiet Blies	39
Abbildung 27: Prozentuale Anteile der Phosphoreinträge aus diffusen Quellen in das Teileinzugsgebiet Blies	39
Abbildung 28: Vergleich gemessener und über die MOBINEG-Bilanzierungsergebnisse modellierter N_{ges} -Konzentrationen in der Blies am Pegel Reinheim	41
Abbildung 29: Veränderung der eingetragenen N-Frachten im Bliesabschnitt Blieskastel-Reinheim durch Kläranlagenbau (Modellierung MOBINEG)	43
Abbildung 30: Veränderung der eingetragenen P-Frachten im Bliesabschnitt Blieskastel-Reinheim durch Kläranlagenbau (Modellierung MOBINEG)	43
Abbildung 31: Landnutzungsverteilung im Untersuchungsgebiet Einzugsgebiet Theel-III (nach ATKIS Basis DLM 25)	45
Abbildung 32: Stickstoffkonzentrationen des Oberflächenwasserkörpers Theel an der Messstelle Knorscheid	46
Abbildung 33: Phosphorkonzentrationen des Oberflächenwasserkörpers Theel an der Messstelle Knorscheid	47
Abbildung 34: Stickstoff- und Phosphoreinträge aus punktuellen und diffusen Quellen in das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“	49
Abbildung 35: Nutzungsbezogene diffuse Stickstoffausträge im Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“	51

Abbildung 36: Nutzungsbezogene diffuse Phosphorausträge im Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“	51
Abbildung 37: Prozentuale Anteile der Stickstoffeinträge aus diffusen Quellen in das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“	52
Abbildung 38: Prozentuale Anteile der Phosphoreinträge aus diffusen Quellen in das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“	52
Abbildung 39: Verifikation der Modellergebnisse für das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“ anhand gemessener Stickstoffkonzentrationen und Pegeldaten des LfU	54
Abbildung 40: Kommunal- und Industriekläranlagen im Untersuchungsgebiet Theel-III	56
Abbildung 41: Veränderung der punktuellen N-Einträge bzw. der Gesamtstickstoff-Einträge im Untersuchungsgebiet Theel-III durch Nachrüstung von Kläranlagen	58
Abbildung 42: Veränderung der punktuellen P-Einträge bzw. der Gesamtphosphor-Einträge im Untersuchungsgebiet Theel-III durch Nachrüstung von Kläranlagen	58
Abbildung 43: Prozentuale Verteilung der diffusen und punktuellen Stickstoffeinträge in den Untersuchungsgebieten	60
Abbildung 44: Prozentuale Verteilung der diffusen und punktuellen Phosphoreinträge in den Untersuchungsgebieten	60
Abbildung 45: Prozentuale Anteile der Nährstoffeinträge N und P über verschiedene Eintragspfade im Untersuchungsgebiet Leuk	62
Abbildung 46: Prozentuale Anteile der Nährstoffeinträge N und P über verschiedene Eintragspfade im Untersuchungsgebiet Blies	63
Abbildung 47: Prozentuale Anteile der Nährstoffeinträge N und P über verschiedene Eintragspfade im Untersuchungsgebiet Theel III	64

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Festlegung der Gewässergüteklassen nach LAWA für die Nährstoffe N und P im Bezug auf die EU-WRRL	6
Tabelle 2: Verwendete vorhandene Geodaten und den erarbeiteten Geodaten zu Grunde liegende Datengrundlagen	10
Tabelle 3: Verwendete statistische und empirische Daten sowie weitere berücksichtigte Literatur- und Forschungsdaten	11
Tabelle 4: Auswertung der bilanzierten diffusen und punktuellen Einträge für das Untersuchungsgebiet Leuk	21
Tabelle 5: Diffuser Stoffaustrag bezogen auf die Flächennutzung	21
Tabelle 6: Auswertung der diffusen und punktuellen Einträge nach MOBINEG für das Teileinzugsgebiet Blies	37
Tabelle 7: Diffuser Stoffaustrag bezogen auf die Flächennutzung	37
Tabelle 8: Veränderung der N- und P-Einträge im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“ durch bereits erfolgte bzw. geplante klärtechnische Maßnahmen	42
Tabelle 9: Auswertung der diffusen und punktuellen Einträge nach MOBINEG für das Untersuchungsgebiet Theel-III	50
Tabelle 10: Diffuser Stoffaustrag bezogen auf die Flächennutzung	50
Tabelle 11: Reduktion der punktuellen Einträge von N und P im Untersuchungsgebiet Theel-III durch Nachrüstung von Kläranlagen im Jahr 2004 im Vergleich zum Referenzjahr 2002	57

1 Einführung

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Mit der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) sind alle Mitgliedstaaten aufgefordert, nach einem festgelegten Zeitplan über bestimmte Arbeitsschritte bis zum Jahr 2015 in den Ländern der Europäischen Union einen „guten ökologischen Zustand“ der Gewässer (Grund- und Oberflächenwasser) zu erreichen. Orientiert man sich hier an den von der LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) festgesetzten Werten der chemischen Güteklassifikation, so ist für alle Oberflächengewässer die Güteklasse II (mäßig belastet) anzustreben (Tabelle 1; vgl. auch KEITZ 2001, LAWA 1998).

Die EU-WRRL legt neben der Betrachtung punktueller Einleitungen (Einleitungen von Kläranlagen, Hausklärgruben, Industrie) erheblichen Wert auf die Betrachtung der sogenannten diffusen Stoffeinträge bei der Bewertung von Gewässerbelastungen und der Umsetzung entsprechender Sanierungsmaßnahmen. Als „diffuse Stoffeinträge“ bezeichnet man Belastungen bzw. Stoffeinträge, die nicht eindeutig lokalisierbaren Schmutzquellen zuzuordnen sind, d. h. Einträge über Sickerwasser, Interflow und Grundwasserzustrom sowie durch atmosphärische Deposition oder andere diffuse Direkteinträge. Die Hintergründe, Quellen und Pfade diffuser Stoffeinträge sind prinzipiell bekannt, für jedes Einzugsgebiet jedoch bedingt durch Art und Intensität der Landnutzung, Topographie, Klima und Böden und eine Vielzahl weiterer Faktoren charakteristisch ausgeprägt (vgl. NEUMANN 2002). Eine wichtige Voraussetzung zur Einleitung von Schutz- und Sanierungsmaßnahmen für Oberflächengewässer, die den EU-Qualitätsanforderungen nicht entsprechen, ist die flächenhafte Quantifizierung der Stoffausträge aus diffusen Quellen beispielsweise aus landwirtschaftlichen Nutzflächen im Vergleich zu den Nährstoffbelastungen aus punktuellen Quellen.

Untersuchungen im ländlichen Raum des Saarlandes haben gezeigt, dass der Anteil der stofflichen Belastung der Oberflächengewässer aus diffusen Quellen zwischen 70 % bis über 90 % der Gesamteinträge an Stickstoff und Phosphor erreicht (BRUCH et al. 2000, BRUCH 2002, NEUMANN 2002). Lediglich zwischen 9 % und 30 % der Stickstoffbelastung, je nach Größe der Einzugsgebiete, stammen aus siedlungswasserwirtschaftlich bedingten Einleitungen. Hauptbelastungsquelle der diffusen Stickstoffeinträge stellen die Ackerflächen dar. Wie Untersuchungen der Universität des Saarlandes zeigen, liegen die N_{ges} -Konzentrationen vieler Quellgewässer in landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten im ländlichen Raum des Saarlandes bereits um das Doppelte bis Fünffache über der angestrebten Güteklasse II (KUBINIÖK et al. 2003). Während Stickstoff überwiegend in Form des Nitrates über Sickerwasser, Interflow und Grundwasserzustrom verlagert und in Grund- und Oberflächenwasser eingetragen wird, gelangt Phosphor vornehmlich durch den Eintragspfad Erosion/Oberflächenabfluss in die Oberflächengewässer. Zahlreiche Untersuchungen weisen auf ein stellenweise Besorgnis erregendes Ausmaß der Bodenerosion im Saarland hin. Die gemessenen bzw. modellierten Erosionsbeträge liegen um ein Vielfaches über der durch die Verwitterung gesteuerten Bodenrenewalrate (siehe auch BARTH 1997, BARTH & KUBINIÖK 1998, BARTH & KUBINIÖK 2003, KASTENHOLZ

et al. 1999, KUBINIOK & WEICKEN 1989, KUBINIOK & BARTH 1996, KUBINIOK 1998, KUBINIOK 1999).

Tabelle 1: Festlegung der Gewässergüteklassen nach LAWA für die Nährstoffe N und P im Bezug auf die EU-WRRL¹

Gewässergüte	sehr geringe Belastung	mäßige Belastung	deutliche Belastung	hohe Belastung	sehr hohe Belastung
Parameter	I	II	III	IV	V
Ammonium-N	≤ 0,1	≤ 0,3	≤ 0,6	≤ 1,2	> 1,2
Nitrit-N	≤ 0,05	≤ 0,10	≤ 0,20	≤ 0,40	> 0,40
Nitrat-N	≤ 1,5	≤ 2,5	≤ 5,0	≤ 10,0	>10,0
N _{ges}	≤ 1,5	≤ 3,0	≤ 6,0	≤ 12,0	> 12,0
P _{ges}	≤ 0,06	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,60	>0,60

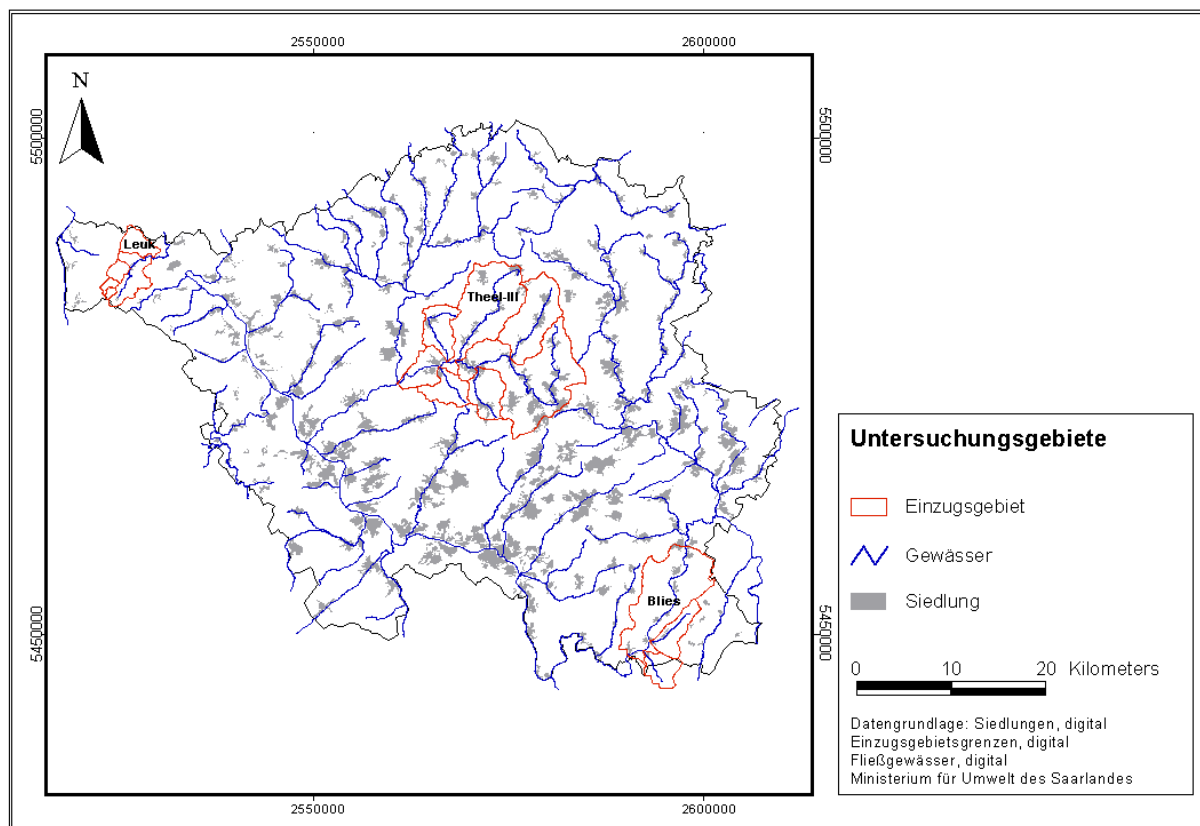


Abbildung 1: Lage der Untersuchungsgebiete

¹ Mdl. Mitteilung Herr Walter Köppen, Abteilung E – Technischer Umweltschutz, Ministerium für Umwelt des Saarlandes (2004)

Ziel des vorliegenden Projektes war, die Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Oberflächengewässer definierter Untersuchungsgebiete über vorhandene Datengrundlagen zu quantifizieren, um daraus einzugsgebietsbezogene Maßnahmen zur Reduzierung unzulässiger Nährstoffbelastungen der Oberflächenwasserkörper (OWK) ableiten zu können. Die direkte Messung und Erfassung von diffusen Austrägen über Sickerwasser, Interflow, Oberflächenabfluss und Bodenabtrag ist mit hohem zeitlichem und personellem Aufwand sowie erheblichen Kosten verbunden. Vor diesem Hintergrund stellt die Anwendung von Simulationsmodellen zur Quantifizierung diffuser Stoffeinträge und zur Identifizierung der wesentlichen Belastungsquellen einen effizienten und gleichzeitig aussagekräftigen Ansatz dar. PC-gestützte Modellansätze zerlegen die komplexen Wirkungszusammenhänge des Naturhaushaltes in einzelne Teilprozesse, die durch mathematische Funktionen oder auch deterministisch erfasste Prozessabläufe beschrieben werden und damit für die Praxis handhabbar gemacht werden. Sind die räumlichen Daten erhoben und verarbeitet, können über Szenarien beispielsweise die Folgen veränderter Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Stoffeinträge im Einzugsgebiet abgeschätzt werden. Dadurch können sinnvolle Maßnahmen herausgearbeitet und die Effektivität der Maßnahmen zur Reduktion von Nährstoffeinträgen prognostiziert werden.

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes wurden folgende Untersuchungsgebiete betrachtet (vgl. Abbildung 1):

- Einzugsgebiet der Leuk (Abgrenzung vgl. Projekt WUNEF, Bruch et al. 2000)
- Bliesabschnitt Blieskastel-Reinheim (Pegel Blieskastel bis Pegel Reinheim)
- Einzugsgebiet von Theel und Ill (Pegel Lebach)

1.2 Modellierungsansatz und Datengrundlagen

Nach einem eingehenden Modellvergleich wurde zur Bilanzierung der Nährstoffeinträge ein sich an Empfehlungen der LAWA und der EU orientierender Modellansatz gewählt. Das PC-gestützte, datenbankgesteuerte Programm MOBINEG 3.1 wurde zur Durchführung der Untersuchungen unter Beachtung der zur Verfügung stehenden Daten und der angestrebten räumlichen Auflösung aus verschiedenen Alternativen ausgewählt. MOBINEG 3.1 arbeitet sowohl mit vorhandenen statistischen Daten, die über statistische Landesämter und Ministerien erhältlich sind, als auch mit empirischen Daten, die der aktuellen Literatur zum Stand der Forschung zu entnehmen sind. Räumliche Daten werden über eine ArcView-Anbindung aggregiert und erfasst, so dass über Datenbankabfragen und –berechnungen die Modellierung, Szenarienbearbeitung und Auswertung immer vor dem Hintergrund der räumlichen Zusammenhänge erfolgen kann (vgl. Abbildung 3).

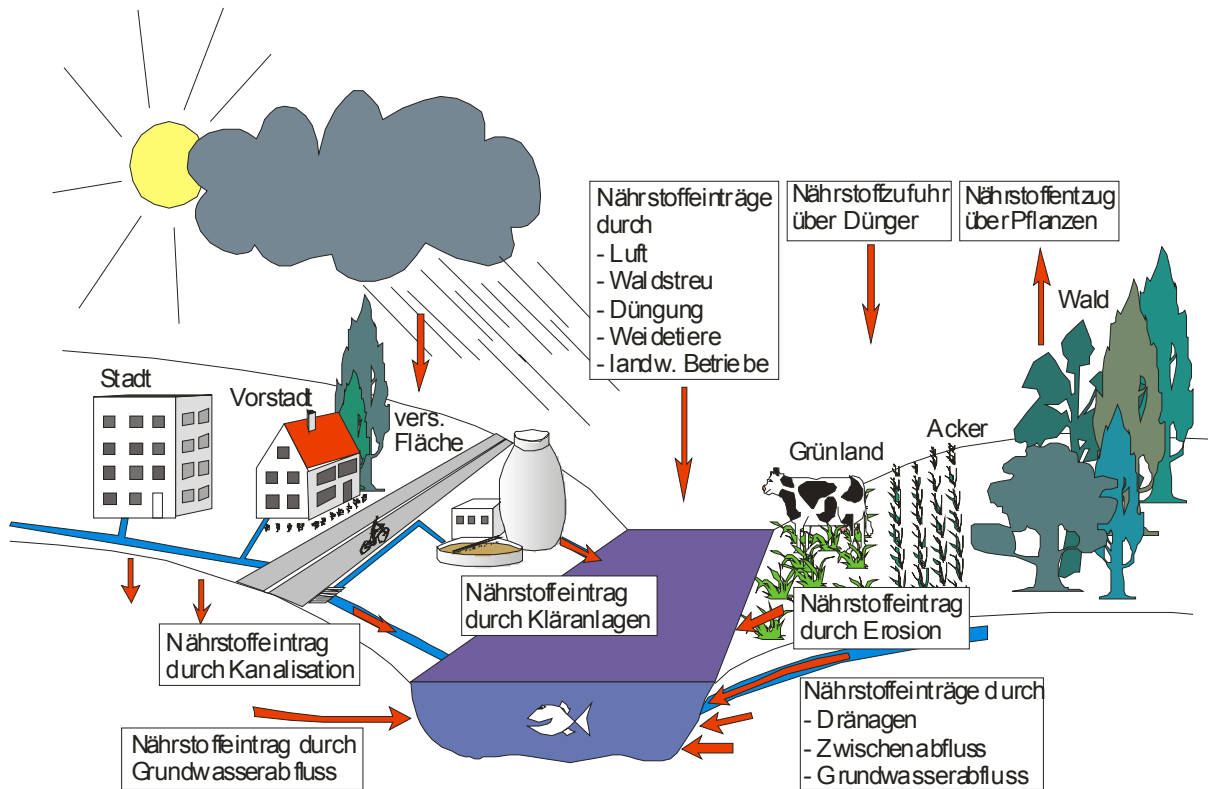


Abbildung 2: Darstellung der in MOBINEG 3.1 berücksichtigten Eingangsdaten, Nährstoffpfade und Wasserbilanz (Hydrotec 2003)

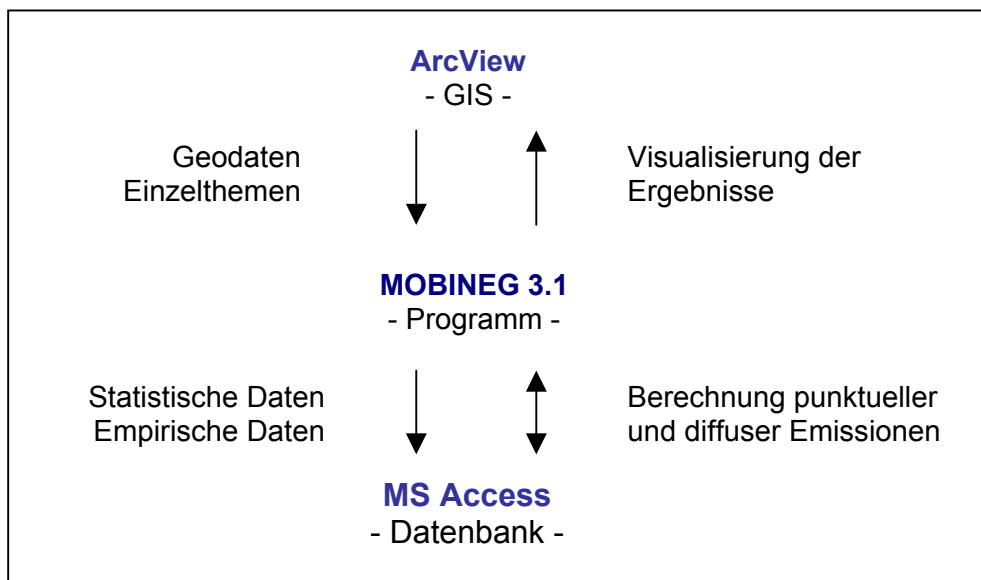


Abbildung 3: Modellkomponenten - Datenbank- und GIS-Anbindung in MOBINEG 3.1

Der Modellansatz ermöglicht neben der Bilanzierung der diffusen und punktuellen N- und P-Einträge auch die Abbildung von Szenarien zur Veränderung von Landwirtschaft, Erosion oder Direkteinträgen. Weitere Aussagen zur Prognose der punktuellen Einträge können ebenfalls getroffen werden.

MOBINEG 3.1 ermöglicht die differenzierte Betrachtung folgender diffuser Eintragspfade von N und P (vgl. Abbildung 2):

- Auswaschung von Nährstoffen und Eintrag über unterirdische Abflusspfade von Ackerflächen, Grünland, Wald und teilversiegelten Flächen im Siedlungsbereich
- Erosion von Boden
- Direkteinträge durch Atmosphärische Deposition, Waldstreu, Mineraldünger bei der Ausbringung, Weidetiere und landwirtschaftliche Betriebe

Die punktuellen Eintragspfade werden differenziert in Einträge aus Kläranlagen, Kleineinleitungen und Kanalisation. Der Gesamtabfluss wird in MOBINEG 3.1 auf die Abflusspfade Grundwasserneubildung, Oberflächenabfluss, Kläranlagenablauf und Grundwasserentnahme aufgeteilt. Da keine verwendbaren digitalen oder analogen Datengrundlagen zur Grundwasserneubildung und Bodenerosion bei den zuständigen Behörden (LfU, MfU) vorlagen, mussten entsprechende digitale Grundlagendaten nach gängigen Verfahren generiert werden (vgl. KUBINIOK et al. 2004). Mit Hilfe der räumlichen Daten zur Landnutzung, Grundwasserneubildung, nutzbaren Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFKWe) und Erosionsgefährdung wird versucht, den Herkunftsort der Einträge, die durch Grund- bzw. Sickerwasser in das Gewässer gelangen, zu lokalisieren. Im Verlauf der Projektarbeit konnten interne Verbesserungen an den von MOBINEG 3.1 vorgeschlagenen prozessabbildenden Ansätzen vorgenommen werden, indem beispielsweise die Bodenerosionsgefährdung nutzungsangepasst und nicht nur pauschal für das Szenario „Schwarzbrache“ bestimmt wurde. Ebenso wurde statt der vorgeschlagenen CORINE Land Cover Daten auf die detaillierteren Nutzungsdaten des ATKIS Basis-DLM 25 zurückgegriffen.

Das Bilanzierungsprogramm MOBINEG 3.1 wird mit aktuellen statistischen Daten gespeist, die den Ist-Zustand repräsentieren (vgl. Tabelle 3). Die Wasserhaushaltsparameter werden als Zehnjahresmittelwerte erfasst. Die notwendigen Eingabedaten liegen teilweise bei den unterschiedlichen Behörden (Ministerium für Umwelt, Landesamt für Umweltschutz, Statistisches Landesamt, Landwirtschaftskammer für das Saarland usw.) vor. Eine Reihe von Daten musste jedoch überarbeitet, der aktuellen Literatur entnommen oder aus eigenen Forschungsergebnissen abgeleitet oder geschätzt und mit Experten abgesprochen werden.

Folgende Geodaten wurden digital mit Hilfe des GIS ArcView erarbeitet, aufbereitet und in den Modellierungen und Szenarienabbildungen eingesetzt (vgl. auch Tabelle 2):

- Verwaltungsgrenzen
- Fließgewässer mit Einzugsgebieten > 10 km²
- Landnutzung
- Bodenerosion
- Grundwasserneubildung
- Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFKWe)
- Einleitpunkte der Kläranlagen

Tabelle 2: Verwendete vorhandene Geodaten und den erarbeiteten Geodaten zu Grunde liegende Datengrundlagen

Thema	Daten	TEZG Leuk	TEZG Blies	EZG Theel-III
Verwaltungsgrenzen	MfU (2001)	MfU (2001)	MfU (2001)	MfU (2001)
Fliessgewässer mit Einzugsgebieten > 10 km²	Abgrenzung nach Projekt WUNEF (BRUCH et al. 2000)	MfU (2002)	MfU (2002)	MfU (2002)
Landnutzung	ATKIS Basis DLM 2004 (LKVK / BKG)	ATKIS Basis DLM 2004 (LKVK / BKG)	ATKIS Basis DLM 2004 (LKVK / BKG)	ATKIS Basis DLM 2004 (LKVK / BKG)
Bodenerosion	Erarbeitet über: <ul style="list-style-type: none"> • Bodenparameter der SaarBIS Datenbank • BÜK 25 (LfU) • ATKIS Basis-DLM (2004) 	Erarbeitet über: <ul style="list-style-type: none"> • Bodenparameter der SaarBIS Datenbank • BÜK 25 (LfU) • ATKIS Basis-DLM (2004) 	Erarbeitet über: <ul style="list-style-type: none"> • Bodenparameter der SaarBIS Datenbank • BÜK 25 (LfU) • ATKIS Basis-DLM (2004) 	Erarbeitet über: <ul style="list-style-type: none"> • Bodenparameter der SaarBIS Datenbank • BÜK 25 (LfU) • ATKIS Basis-DLM (2004)
Grundwasserneubildung Nutzbare Feldkapazität	Erarbeitet über: <ul style="list-style-type: none"> • BÜK 25 (LfU) • Bodenparameter der SaarBIS Datenbank • Klimadaten als 10-Jahresmittel für 1993-2003 (April-März; DWD) 	Erarbeitet über: <ul style="list-style-type: none"> • BÜK 25 (LfU) • Bodenparameter der SaarBIS Datenbank • Klimadaten als 10-Jahresmittel für 1990-2000 (April-März; DWD) 	Erarbeitet über: <ul style="list-style-type: none"> • BÜK 25 (LfU) • Bodenparameter der SaarBIS Datenbank • Klimadaten als 10-Jahresmittel für 1992-2002 (April-März; DWD) 	Erarbeitet über: <ul style="list-style-type: none"> • BÜK 25 (LfU) • Bodenparameter der SaarBIS Datenbank • Klimadaten als 10-Jahresmittel für 1992-2002 (April-März; DWD)
Einleitpunkte Kläranlagen	Datenbank 2004 (LfU)	Datenbank 2004 (LfU)	Datenbank 2004 (LfU)	Datenbank 2004 (LfU)

Weiterhin wurden folgende statistische und empirische Daten und Richtwerte entsprechend der Modellanforderungen aufbereitet, ausgewertet und in den Modellierungen berücksichtigt (vgl. KUBINIOK et al. 2004; siehe auch Tabelle 3):

- Kulturartenverteilung, Düngung und Ernteentzug
- Nährstoffzufuhr durch Wirtschaftsdünger (Viehhaltung) und Sekundärrohstoffdünger
- Direkteinträge von N und P (Deposition, Waldstreu, Mineraldünger, Weidetiere, landwirtschaftliche Betriebe)
- Auswaschungsparameter für N und P (Wurzelraum) sowie Parameter zu Abbau und Reduktion von N und P im Untergrund
- N- und P-Einträge aus Kläranlagen, Kleineinleitern und Kanalisation
- Erosionsparameter für N und P
- Anteil der Dränagen im landwirtschaftlichen Bereich
- Klimadaten
- Abflusskomponenten

Tabelle 3: Verwendete statistische und empirische Daten sowie weitere berücksichtigte Literatur- und Forschungsdaten

Thema	Daten	TEZG Leuk	TEZG Blies	TEZG Theel-III
Landwirtschaftliche Bodennutzung				
<ul style="list-style-type: none"> • Kulturartenverteilung • Ertrag • N-Gehalt im Erntegut 		2003 (Stat. LA)	2003 (Stat. LA) 2000 (Agreste, F)	2003 (Stat. LA)
<ul style="list-style-type: none"> • Düngempfehlungen 		LWK & MfU (1997); FREDE & DABBERT (1998), WENDLAND et al. (1993) u. a.	LWK & MfU (1997); FREDE & DABBERT (1998), WENDLAND et al. (1993) u. a.	LWK & MfU (1997); FREDE & DABBERT (1998), WENDLAND et al. (1993) u. a.
<ul style="list-style-type: none"> • Viehbestand • Sekundärrohstoffdünger 		LWK (2002, 2003, 2004), ALLB (2004) u. a. Quellen	LWK (2002, 2003, 2004), ALLB (2004) u. a. Quellen	LWK (2002, 2003, 2004), ALLB (2004) u. a. Quellen
		2003 (Stat. LA)	2003 (Stat. LA)	2003 (Stat. LA)
		2002, 2003 (Stat. LA, EVS)	2002, 2003 (Stat. LA, EVS)	2002, 2003 (Stat. LA, EVS)
Direkteinträge von N und P				
<ul style="list-style-type: none"> • Atmosph. N-Deposition 		Mittelwert 1990-2001 (Forst AG, Univ. d. Saarl.)	Mittelwert 1990- 2001 (Forst AG, Univ. d. Saarl.)	Mittelwert 1990- 2001 (Forst AG, Univ. d. Saarl.)
<ul style="list-style-type: none"> • Atmosph. P-Deposition • Waldstreu • Mineraldünger • Weidevieh • Landwirtschaftl. Betriebe 		nach HYDROTEC (2003)	nach HYDROTEC (2003)	nach HYDROTEC (2003)
Auswaschung, Rückhalt und Abbau von N und P				
<ul style="list-style-type: none"> • Auswaschung von N und P aus dem Wurzelraum 		NEUMANN (2002), GERBER et al. 2001, HYDROTEC (2003)	NEUMANN (2002), GERBER et al. 2001, HYDROTEC (2003)	NEUMANN (2002), GERBER et al. 2001, HYDROTEC (2003)
<ul style="list-style-type: none"> • Rückhalt und Abbau von N und P 		nach HYDROTEC (2003)	nach HYDROTEC (2003)	nach HYDROTEC (2003)
Punktuelle Einträge aus Kläranlage und Kanalisation				
<ul style="list-style-type: none"> • Kleinkläranlagen 		2004 (LfU)	2004 (LfU) 1999 (Agreste, Frankreich)	2004 (LfU)
<ul style="list-style-type: none"> • Kommunale Kläranlagen • Industriekläranlagen 		2002 (LfU)	2002 (LfU)	2002, 2004 (LfU)
<ul style="list-style-type: none"> • Regenwasserabfluss (Kanalisation) 		-	-	2002 (LfU)
		Abschätzung nach vorliegenden Daten	Abschätzung nach vorliegenden Daten	Abschätzung nach vorliegenden Daten
Klimadaten				
<ul style="list-style-type: none"> • Niederschlag • Pot. Evapotranspiration 		10-Jahresmittel 1993-2003, hydr. Jahr April-März (DWD)	10-Jahresmittel 1990-2000, hydr. Jahr April-März (DWD)	10-Jahresmittel 1992-2002, hydr. Jahr April-März (DWD)

Im Rahmen des Projektes wurden die Projektbearbeiter der Universität des Saarlandes vom Ministerium für Umwelt gebeten, zusätzlich zu den Modellierungen der drei Untersuchungsgebiete an der nach EU-WRRL erforderlichen Bestandsaufnahme (Artikel 5 und Anhang II) der Oberflächenwasserkörper mitzuarbeiten und aus Sicht der Belastung aus diffusen Quellen eine „At Risk“-Bewertung aller Oberflächenwasserkörper vorzunehmen. Diese Grobabschätzung der diffusen Einträge von Nährstoffen in die Oberflächengewässer erfolgte über die Auswertung sogenannter „umweltrelevanter Aktivitäten“ bzw. Driving Forces (vgl. KUBINIOK et al. 2004). Die im Folgenden präsentierten Modellierungen zur Bilanzierung diffuser Nährstoffeinträge in den Untersuchungsgebieten Leuk, Blies und Theel-III wurden unabhängig von dieser Risikoanalyse und Bestandsaufnahme nach EU-WRRL erarbeitet und folgen einer eigenen, sehr viel detaillierteren Methodik.

Untersuchungsgebiet Leuk

2.1. Das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Leuk“ - Kurzcharakterisierung

Das Untersuchungsgebiet Leuk liegt als Teil der Borger Hochfläche überwiegend in der naturräumlichen Einheit Saar-Mosel-Gau. Die chemische Gewässergüte der Leuk im Mittel aller Parameter wird gemäß der angepassten fünfstufigen WRRL-Klassifikation überwiegend mit III (mittelmäßig) angegeben, an wenigen Abschnitten mit II (gut) (vgl. Abbildung 5). Die angestrebten chemischen Güteziele von $< 3,0 \text{ mg N}_{\text{ges}}/\text{l}$ und $< 0,15 \text{ mg P/l}$ der Güteklasse II (WRRL-Klassifikation, vgl. Tabelle 1 Seite 6) werden aber deutlich überschritten, wie Messungen des LfU zwischen 2001 und 2003 belegen (siehe Abbildung 5 und Abbildung 6). Langjährige Messungen an der Quelle des Fischerbaches im Untersuchungsgebiet Leuk zeigen, dass der Fischerbach wie die Leuk auch bereits an der Quelle extrem mit Nitrat belastet ist. Die $\text{NO}_3\text{-N}$ Konzentrationen liegen ein Vielfaches über dem angestrebten Wert von $2,5 \text{ mg NO}_3\text{-N/l}$ der Gewässergüte II (vgl. Abbildung 8 und Abbildung 9). Das Quelleinzugsgebiet des Fischerbaches wird zu 77 % ackerbaulich und zu 11 % als Grünland genutzt. Es gibt keinerlei Einträge aus punktuellen Quellen.

Das betrachtete Untersuchungsgebiet Leuk (27 km^2) wird insgesamt intensiv ackerbaulich genutzt. Der Ackerflächenanteil liegt bei 53 %, der Grünlandanteil bei 18 %. Der Viehbesatz erreichte in der Gemeinde Perl im Jahr 1999 $1,1 \text{ GV/ha LF}$, im Jahr 2003 nur noch $0,8 \text{ GV/ha LF}$. Für die Gemeinde Mettlach wurden 1999 $1,3 \text{ GV/ha LF}$ ermittelt, nach den neuesten Zahlen von 2003 wird hier ein Viehbesatz von nur noch $0,9 \text{ GV/ha LF}$ erreicht.

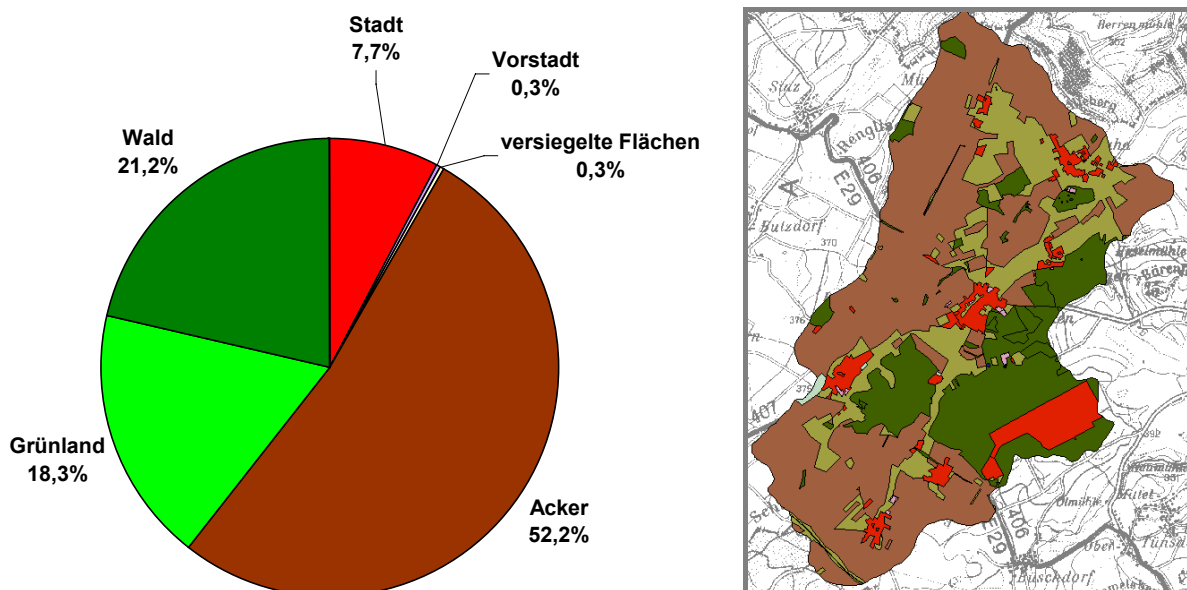


Abbildung 4: Landnutzungsverteilung im Untersuchungsgebiet Leuk (nach ATKIS Basis-DLM 25)

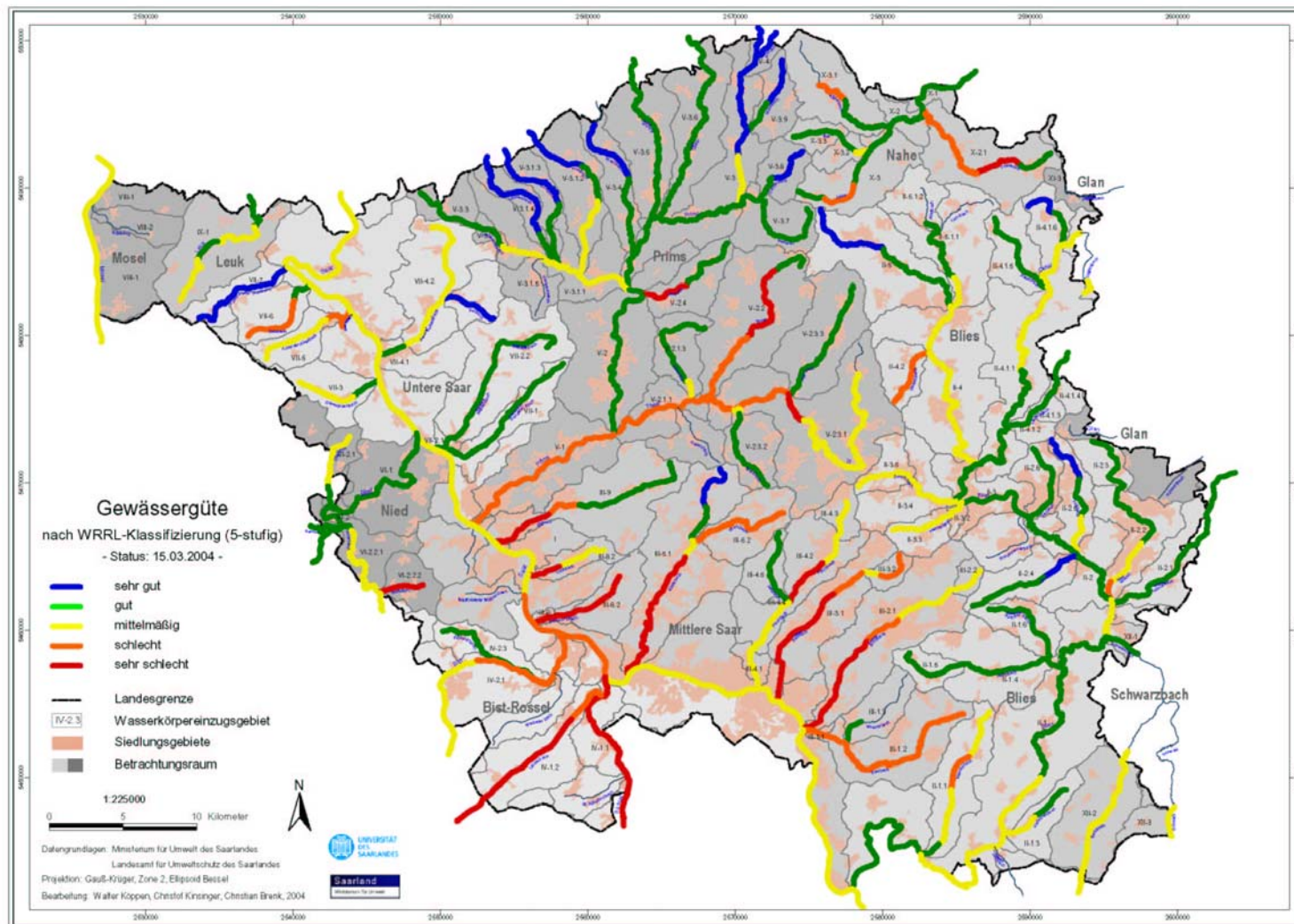


Abbildung 5: Gewässergüte saarländischer Oberflächenwasserkörper (LEHRSTUHL FÜR PHYSIKALISCHE GEOGRAPHIE, 2004)

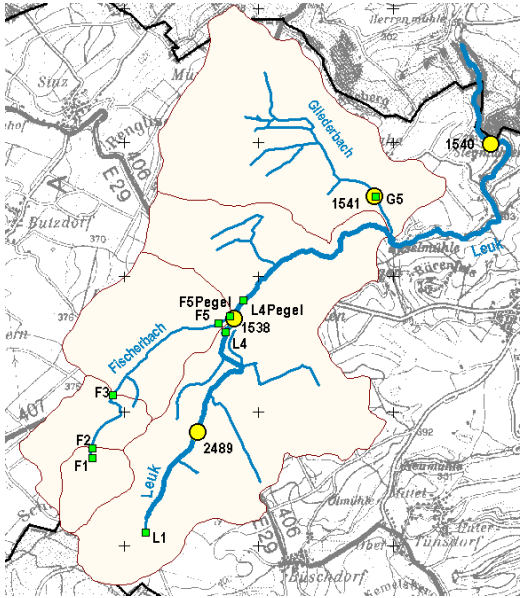
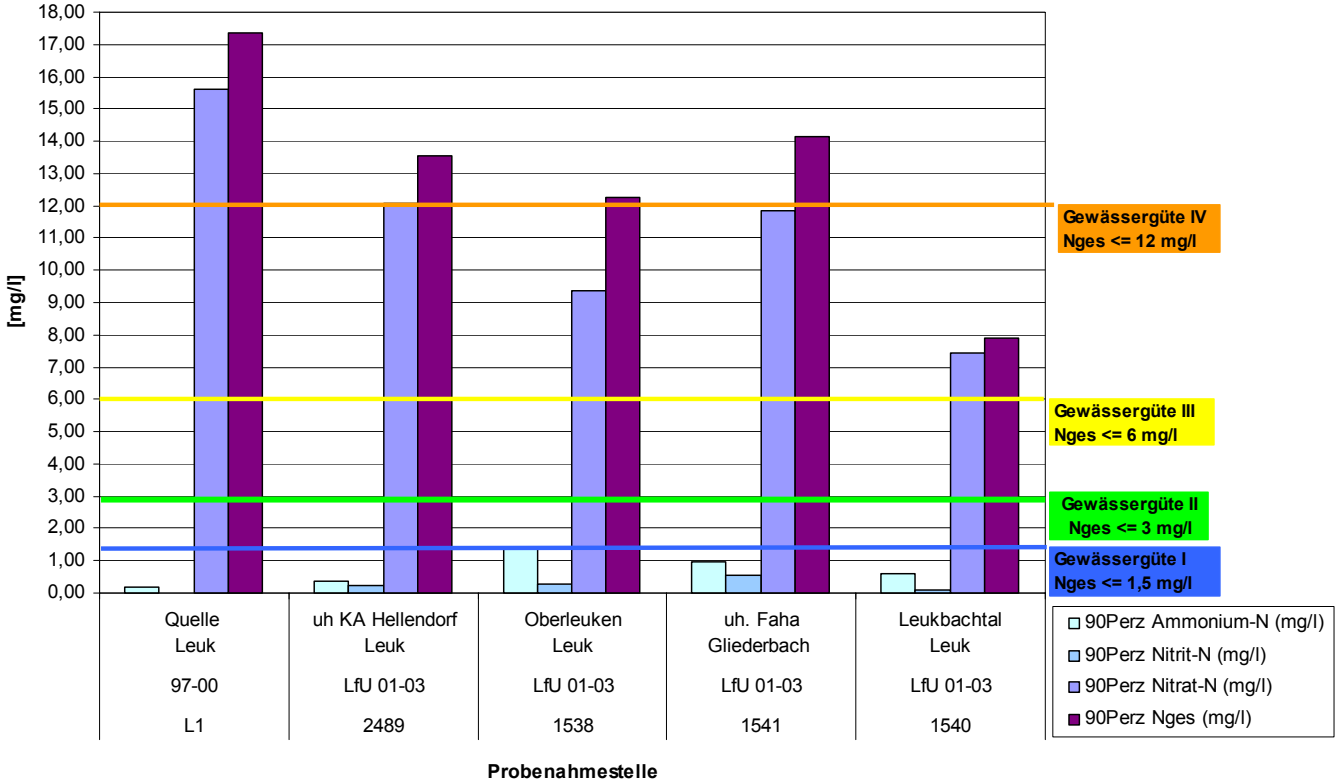


Abbildung 6: Stickstoffkonzentrationen des Oberflächenwasserkörpers IX-I Leuk²

² Datenerhebung: LfU 2001-2003; Projekt WUNEF 1997-2000, 90-Perzentile der Messwerte 2001-2003

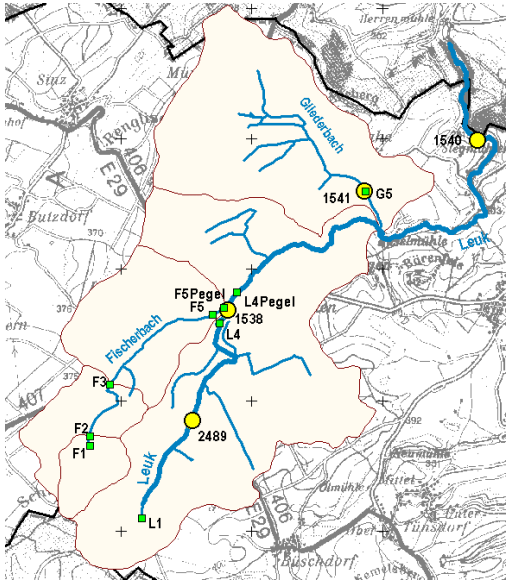
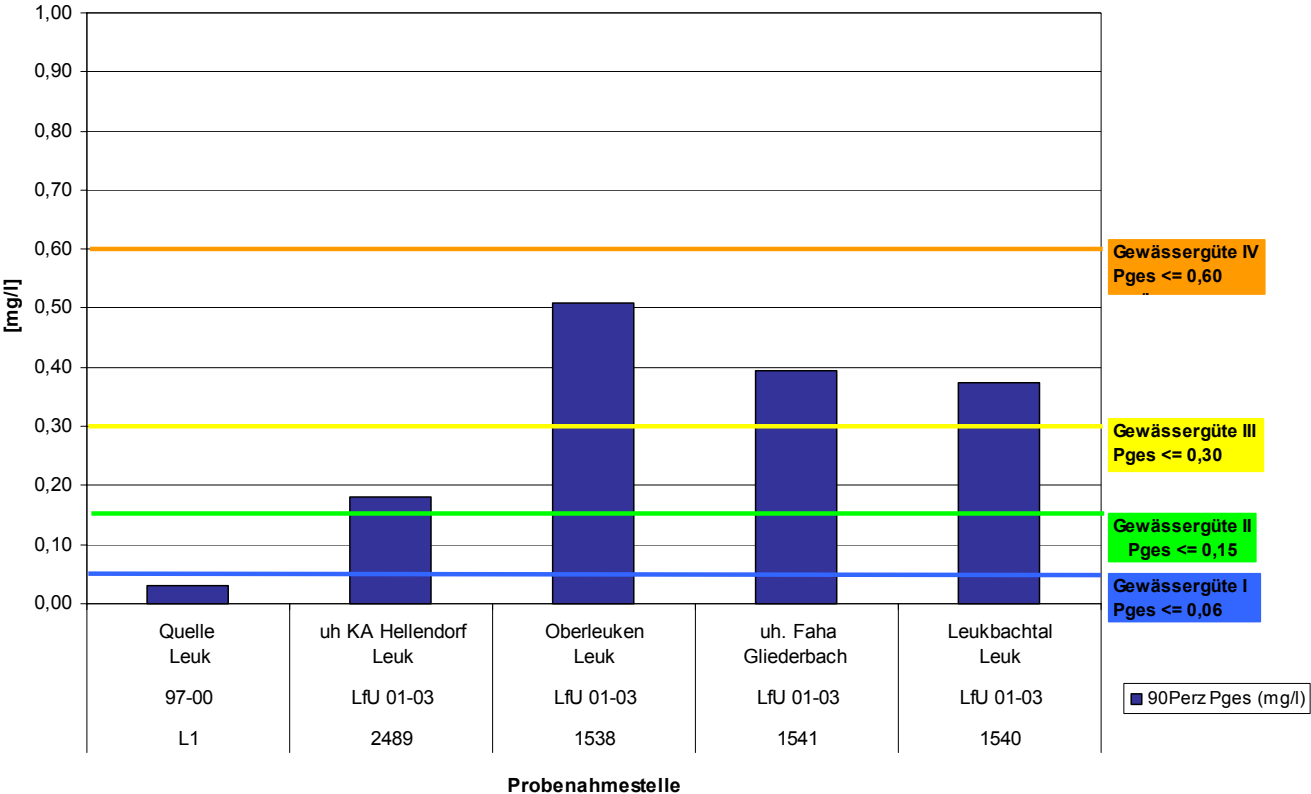


Abbildung 7: Phosphorkonzentrationen des Oberflächenwasserkörpers IX-I Leuk³

³ Datenerhebung: LfU 2001-2003; Projekt WUNEF 1997-2000, 90-Perzentile der Messwerte 2001-2003

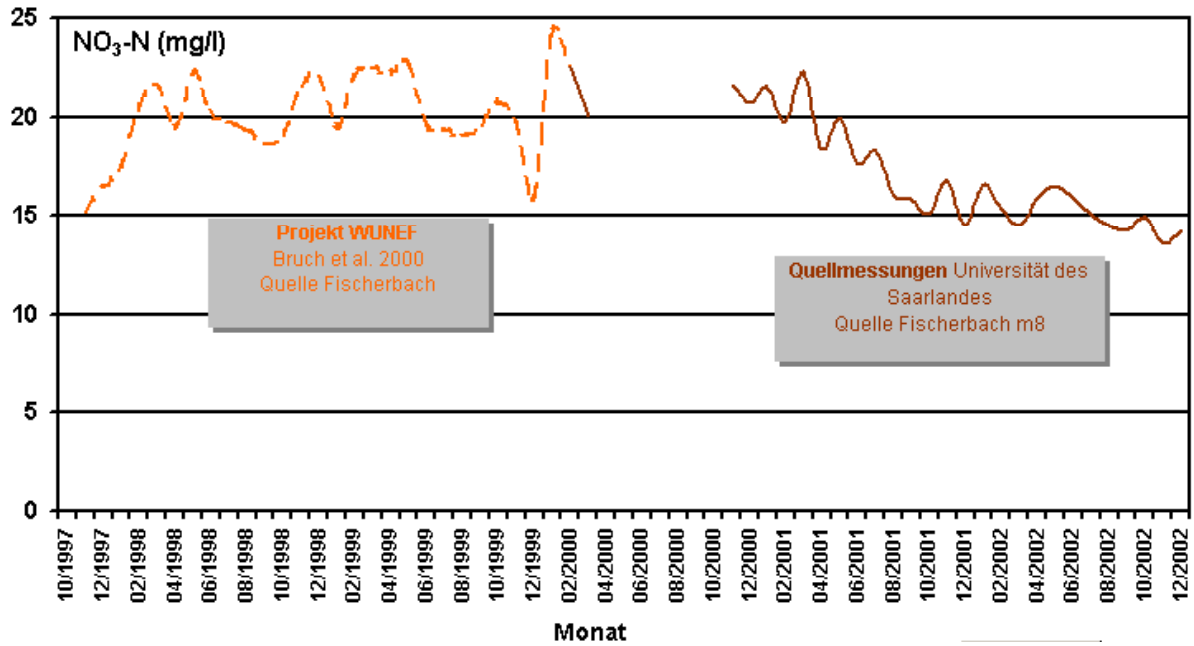


Abbildung 8: Nitrat-N Konzentrationen an der Quelle des Fischerbaches, Messstelle F1 (Zeitraum 11/1997 – 12/2002)

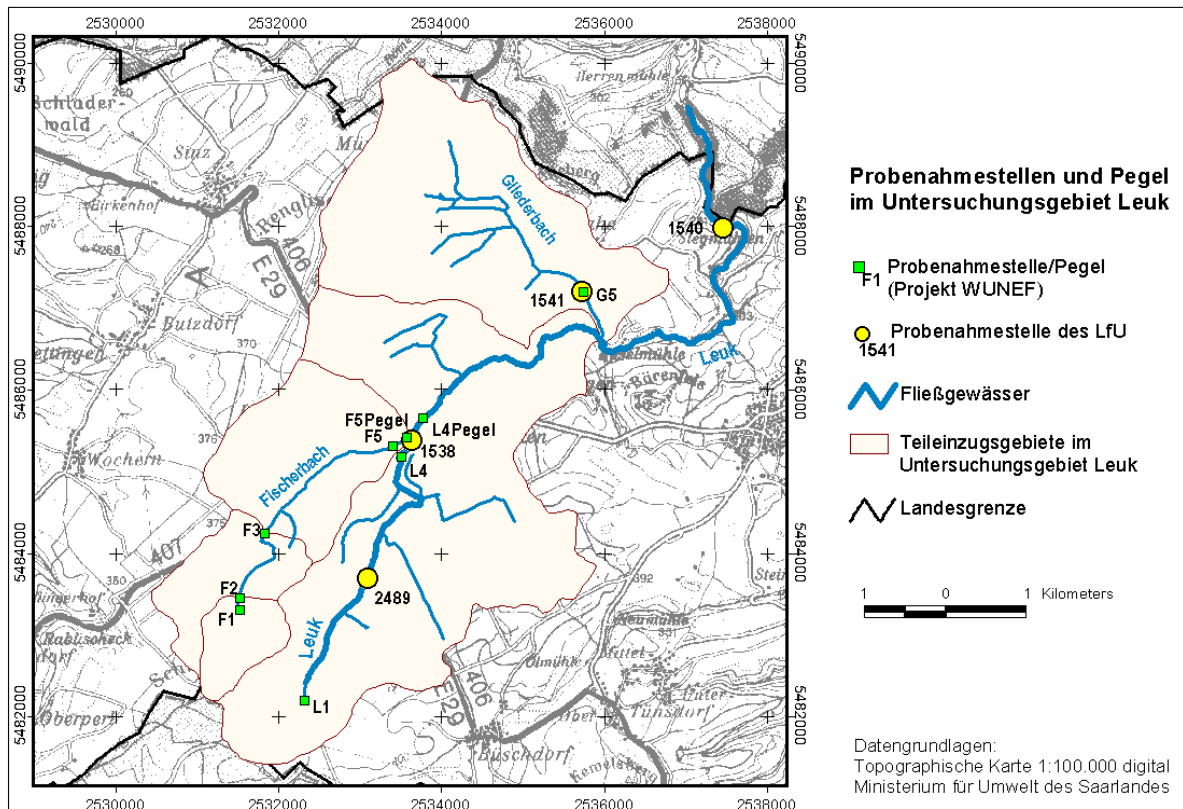


Abbildung 9: Probenahmestellen (LfU, Projekt WUNEF) und Abflussmessstellen (Projekt WUNEF) im Einzugsgebiet der Leuk

2.2. At Risk-Bewertung des Oberflächenwasserkörpers „Einzugsgebiet Leuk“

Auf Grundlage der Grobabschätzung „Driving Forces“ - Teilaspekt „Land- und Forstwirtschaft“ wurde die Leuk als "At Risk"-Wasserkörper eingestuft (vgl. Abbildung 10). Wegen eines hohen Ackeranteils (> 40 %) und einer erhöhten Großviehdichte⁴ (> 1,1 GV/ha) ist weiterhin eine sehr hohe Belastung durch diffuse Stickstoff- und Phosphoreinträge aus dem Bereich der Landwirtschaft zu erwarten. Zwar hat sich die Großviehdichte nach den Zahlen des statistischen Landesamtes von 2003 reduziert, doch der hohe Ackeranteil als kritischer Faktor bleibt unbelassen.

OWK IX-I Leuk: Aussagen zur biologischen Gewässergüte können nicht getroffen werden, da zum Bearbeitungszeitpunkt keine aktuellen Daten hinsichtlich der biologischen Komponenten vorlagen. Das Messprogramm 2003 war zum Bearbeitungszeitpunkt noch nicht validiert (mdl. A. SCHMITT, LfU, 2004). Aus hydromorphologischer Sicht weist das Gewässer zwei Querbauwerke auf. Seine Gewässerentwicklungsfähigkeit ist damit teilweise gestört (mdl. C. KINSINGER, Universität des Saarlandes, 2004). Chemische Belastungskomponenten stellen die Stoffe NO_3 , NH_4 und P_{ges} dar.

Die Koordinierungsgruppe zur At Risk-Bewertung der Oberflächenwasserkörper nach EU-WRRL stuft die Leuk daher insgesamt als „At Risk“ ein. Im Bereich der Landwirtschaft und Siedlungswasserwirtschaft sind weitergehende Maßnahmen erforderlich, um bis 2015 für den OWK Leuk nach EU-WRRL den guten ökologischen Zustand (Gewässergüte II) herzustellen (LEHRSTUHL FÜR PHYSIKALISCHE GEOGRAPHIE 2004).

⁴ Zum Bearbeitungsbeginn im Sommer 2003 lagen nur die statistischen Daten von 2001 vor, vgl. S. 13

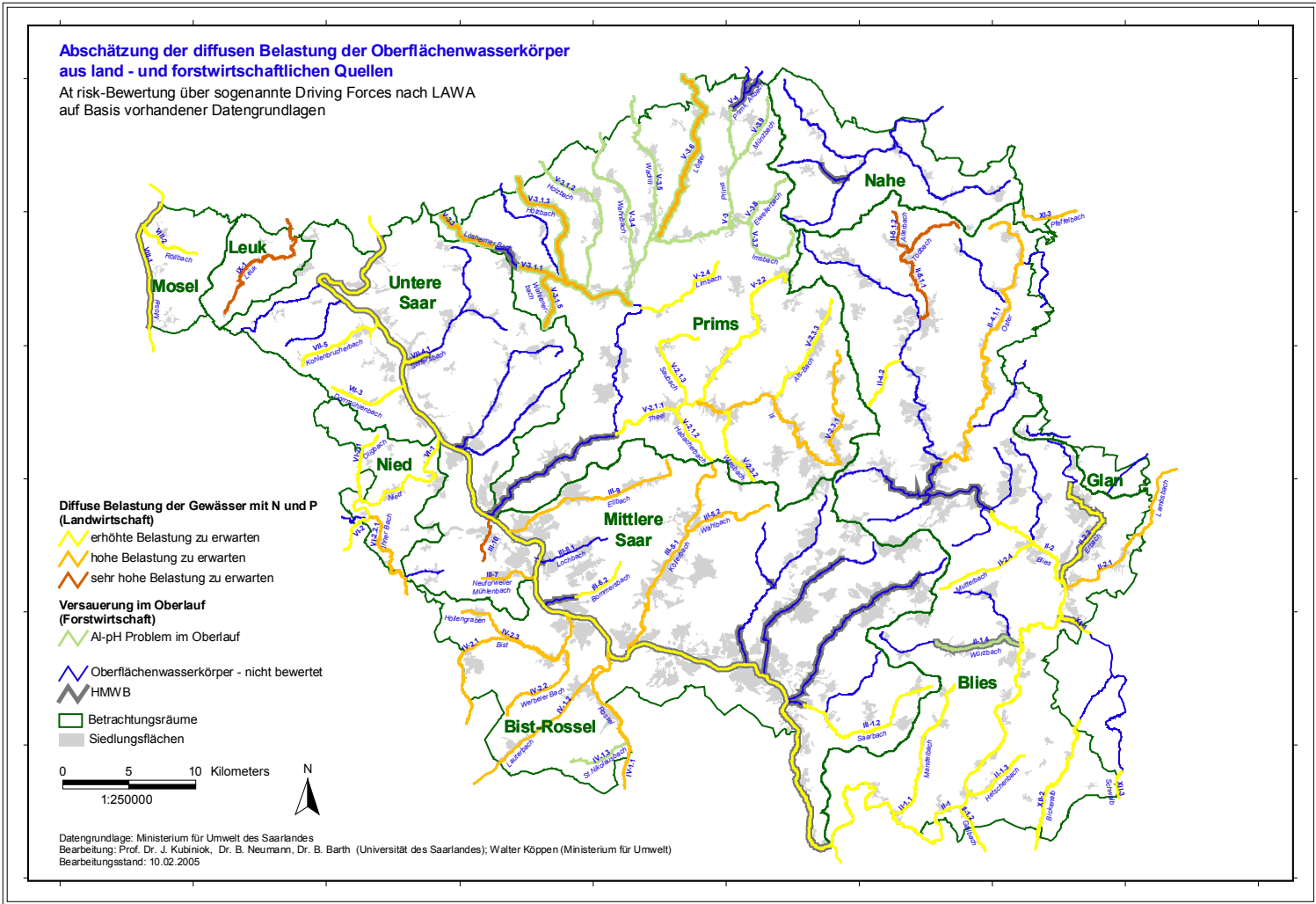


Abbildung 10: At Risk-Bewertung der Oberflächenwasserkörper hinsichtlich der diffusen Belastung aus land- und forstwirtschaftlichen Quellen

2.3. Ergebnisse der Nährstoffbilanzierung mit MOBINEG 3.1

Die N- und P-Einträge in die Leuk wurden wie bereits erläutert mit Hilfe des Programms MOBINEG 3.1 modelliert und bezogen auf die verschiedenen Austragspfade ausgewertet. Tabelle 4 zeigt die im Modell berücksichtigten Austragspfade sowie die mit MOBINEG 3.1 errechneten durchschnittlichen jährlichen Einträge.

Die Stickstoff- und Phosphoreinträge [t/a] in die Leuk aus punktuellen und diffusen Quellen verteilen sich wie folgt:

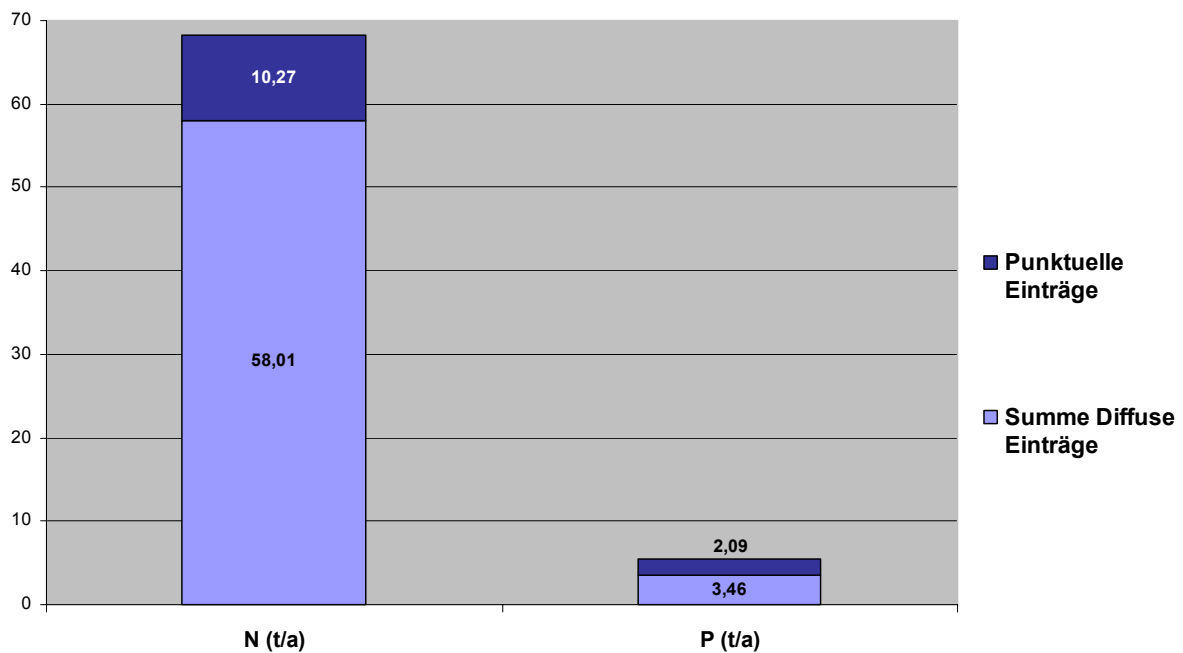


Abbildung 11: Stickstoff- und Phosphoreinträge aus punktuellen und diffusen Quellen im Untersuchungsgebiet Leuk

Von den insgesamt 68,28 t N (Gesamtstickstoff), die gemäß der Bilanzierung in die Leuk eingetragen werden, entfallen 85 % auf diffuse Einträge. Beim Phosphor entfallen von insgesamt 5,55 t P (Gesamtphosphor) lediglich 62 % auf diffuse Einträge. Stellt man die Stickstoff- und Phosphoreinträge aus diffusen Quellen bezogen auf die jeweilige Flächennutzung dar, so ergibt sich die in Abbildung 12 und Abbildung 13 dargestellte Verteilung (vgl. auch Tabelle 5).

Die anteilige Verteilung der diffusen und punktuellen Stoffeinträge bzw. Eintragsquellen wird in Abbildung 14 und Abbildung 15 dargestellt.

Tabelle 4: Auswertung der bilanzierten diffusen und punktuellen Einträge für das Untersuchungsgebiet Leuk

Kategorie Austragspfad	Austragspfad	N-Fracht [t/a]	P-Fracht [t/a]
Diffuse Einträge (Erosion)	Erosion Acker	10,16	2,55
Diffuse Einträge (Sickerwasser)	Zwischenabfluss Acker	26,16	0,04
	Zwischenabfluss Grünland	1,33	0,04
	Zwischenabfluss Wald	0,26	0,02
	Zwischenabfluss Vorstadt	0,01	0,00
	Dränabfluss Acker	8,72	0,01
	Dränabfluss Grünland	0,44	0,01
	Grundwasser Acker	7,90	0,01
	Grundwasser Grünland	0,40	0,01
	Grundwasser Wald	0,06	0,00
	Grundwasser Vorstadt	0,01	0,00
Direkteinträge Gewässer	Atm. Deposition Gewässer	0,01	0,00
	Waldstreu	1,16	0,05
	Mineraldünger	0,03	0,01
	Weidewirtschaft	0,46	0,24
	Landw. Betriebe	0,90	0,47
Punktuelle Einträge	Kläranlagen	0,92	0,09
	Kleinkläranlagen	5,82	0,95
	Kanalisation	3,53	1,05
Summe der diffusen Einträge		58,01	3,46
Summe der punktuellen Einträge		10,27	2,09
Gesamtsumme		68,28	5,55

Tabelle 5: Diffuser Stoffaustrag bezogen auf die Flächennutzung

Eintragsquelle diffus	N (t/a)	P (t/a)	kg N/ha	kg P/ha
Acker (Erosion)	10,2	2,6	7,1	1,8
Acker (Zwischen-, Dränabfluss, Grundwasser)	42,8	0,06	29,9	0,04
Grünland (Zwischen-, Dränabfluss, Grundwasser)	2,2	0,06	4,3	0,12
Wald (Zwischen-, Dränabfluss, Grundwasser)	0,3	0,02	0,6	0,03
Unversiegelte Siedlungsflächen (Zwischenabfluss, Grundwasser)	0,02	0,0	2,5	0,00

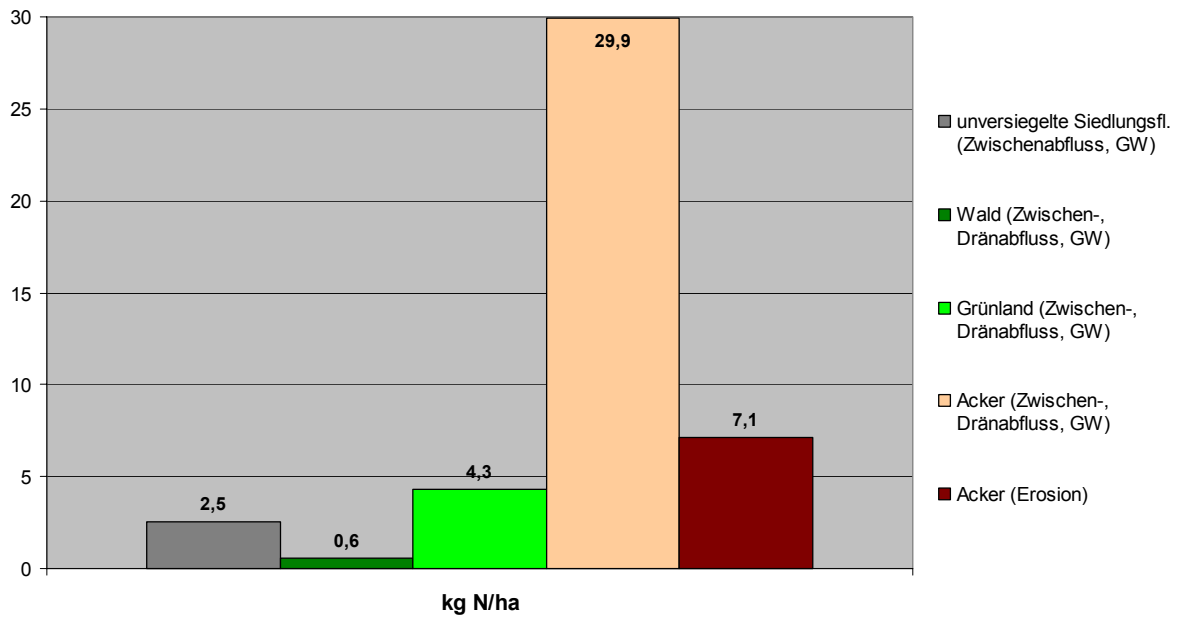


Abbildung 12: Nutzungsbezogene diffuse Stickstoffausträge im Untersuchungsgebiet Leuk

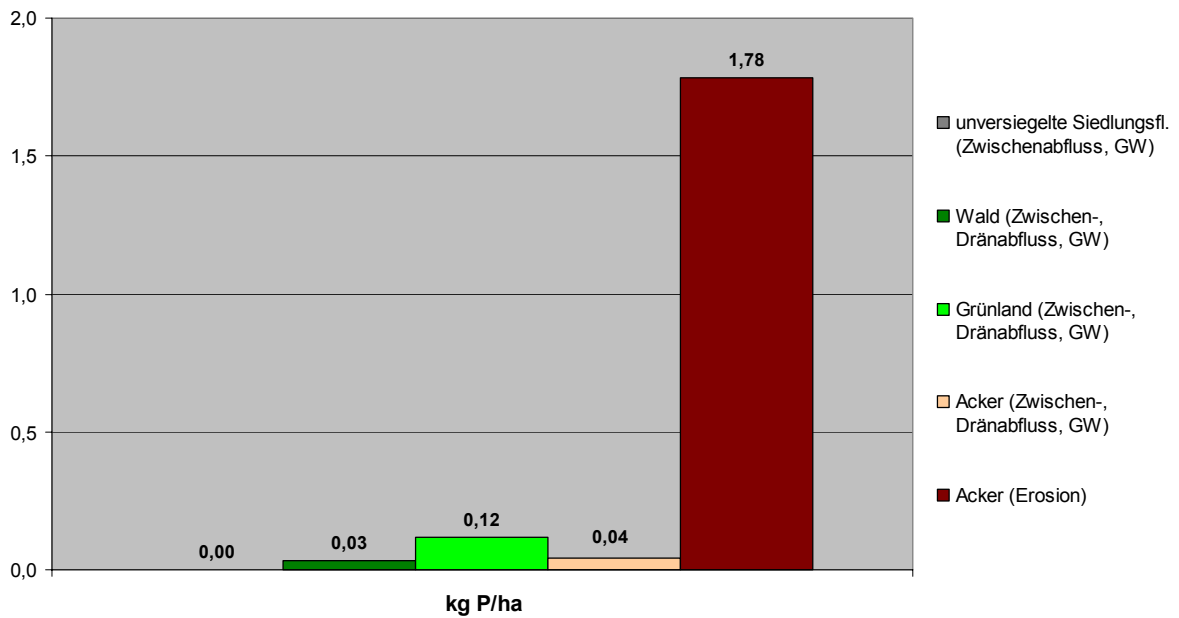


Abbildung 13: Nutzungsbezogene diffuse Phosphoraussträge im Untersuchungsgebiet Leuk

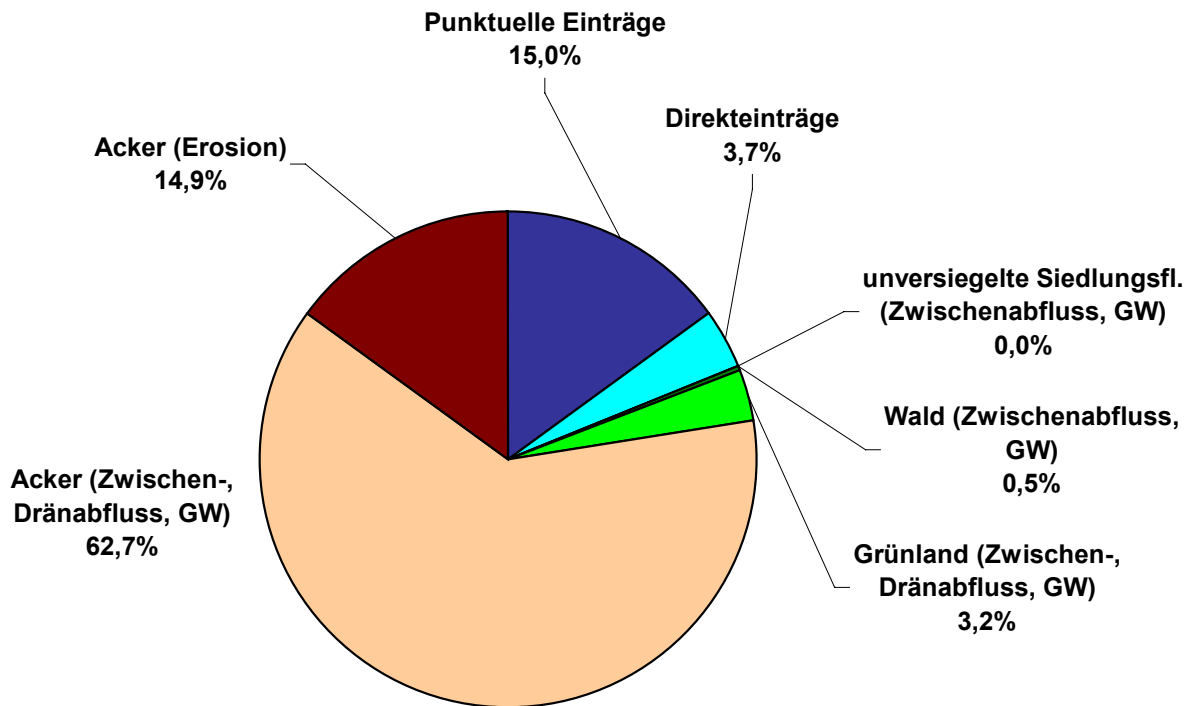


Abbildung 14: Prozentuale Anteile der Stickstoffeinträge aus diffusen Quellen in die Leuk

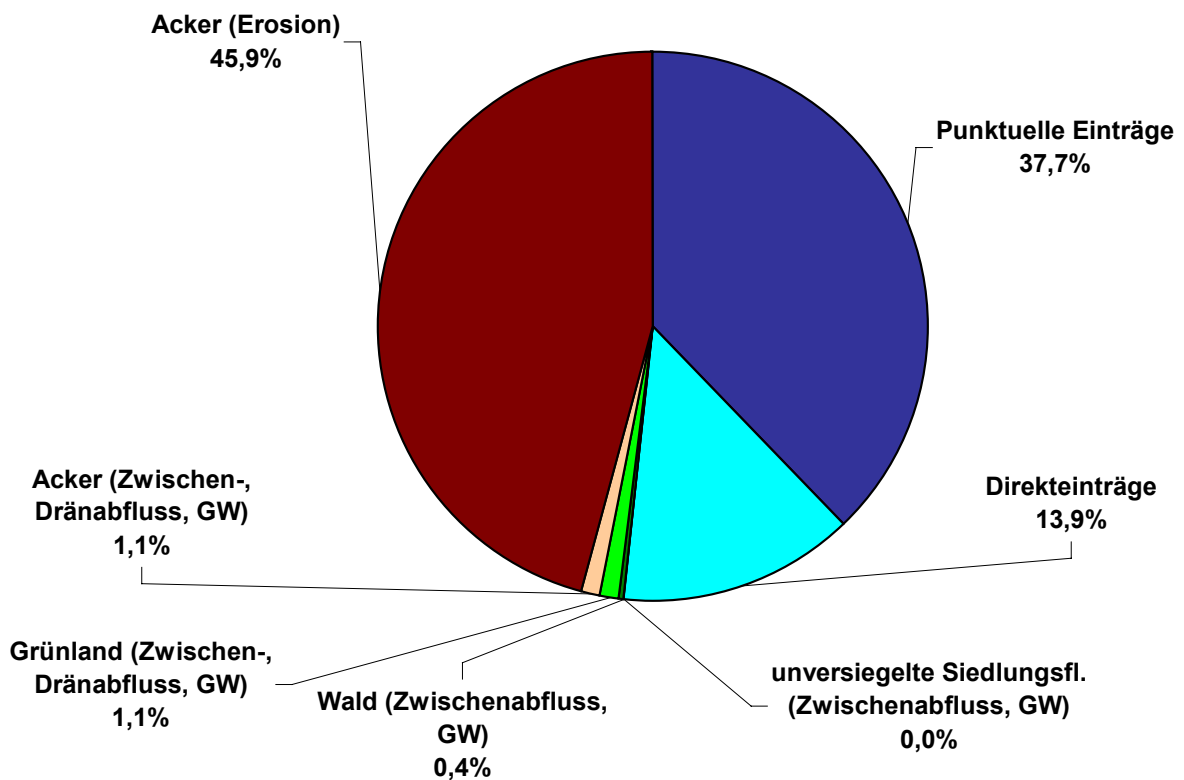


Abbildung 15: Prozentuale Anteile der Phosphoreinträge aus diffusen Quellen in die Leuk

Es ist zu erkennen, dass

- bei **Stickstoff** die Austräge aus landwirtschaftlichen Flächen dominieren und das Gütegeschehen im Fließgewässer bestimmen. Die N-Belastung durch Zwischenabfluss, Dränabfluss und Grundwasser erreicht einen Anteil von 66 % an den Gesamtstickstoff-Austrägen. 15 % entfallen auf den Eintrag durch Erosion, 4 % auf Direkteinträge⁵ und 15 % auf punktuelle Einträge aus Kläranlagen, Kleinkläranlagen und Kanalisation.
- bei den **Phosphoreinträgen**, neben Einträgen aus Kläranlagen und Kanalisationen, Einträge aus Erosion eine herausragende Rolle spielen. Die P-Belastung durch Erosion erreicht im Vergleich zu den übrigen Einträgen einen Anteil von 46 % an der Gesamtposphor-Menge. Punktuelle Einträge aus Kläranlagen, Kleinkläranlagen und Kanalisation erreichen einen Anteil von 38 % an der Gesamtposphor-Menge. Die restlichen P-Einträge setzen sich aus Direkteinträgen (14 %) und Einträgen mit dem Zwischen- bzw. Dränabfluss und über das Grundwasser (2 %) zusammen.

Insgesamt gelangen nach dieser Bilanzierung jährlich 68,28 t N und 5,55 t P in die Leuk. 85 % des Stickstoffs und 62 % des Phosphors stammen aus diffusen Einträgen, die zum Großteil auf landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführen sind. Stickstoffeinträge aus Kläranlagen, Kleineinleitern und durch Regenabfluss stehen deutlich hinter den auf landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführenden Einträgen aus diffusen Quellen zurück. Hinsichtlich der landwirtschaftlichen Düngepraxis wurde bei den Modellierungen angenommen, dass die Ausbringung von Düngemitteln den landwirtschaftlichen Düngeempfehlungen folgt.

2.4. Verifikation der Bilanzierungsergebnisse

Da im Rahmen dieses Projektes keine aktuellen Daten zur Gewässergüte erhoben werden konnten, wurde zur Verifikation der Modellrechnungen auf vorhandene Daten aus dem Projekt WUNEF (Laufzeit 1997-2000, BRUCH et al. 2000) und aktuelle Messdaten des LfU (2001-2003) zurückgegriffen. Die Modellierungsergebnisse können für das Quelleinzugsgebiet des Fischerbaches und das Teileinzugsgebiet des Fischerbaches bis zur Mündung in die Leuk mit Abflussmesswerten aus dem Projekt WUNEF (BRUCH et al. 2000, BRUCH 2002) verifiziert werden:

Quellbereich Fischerbach

BRUCH (2002) hat für den Quellbereich des Fischerbaches für das hydrologische Jahr 1999/2000 einen Stickstoffeintrag von 3625 kg Nitrat-N ermittelt. An der Messstelle F2 am Oberlauf des Fischerbaches (vgl. Abbildung 9) lag für den Untersuchungszeitraum das 90-

⁵ Als Direkteinträge in die Gewässer werden in MOBINEG 3.1 erfasst: atmosphärische Deposition, Eintrag von Waldstreu ins Gewässer, Eintrag von Düngemitteln beim Ausbringen, Einträge durch Weidevieh, Abspülungen aus landwirtschaftlichen Betrieben.

Perzentil bei 17,6 mg NO₃-N/l bzw. 19,8 mg N_{ges}/l (BRUCH et al. 2000; vgl. Abbildung 8). Die Modellierung mit MOBINEG 3.1 ergab für den Quellbereich des Fischerbaches einen Eintrag von 3596 kg N_{ges}. Über den von BRUCH (2002) für das hydrologische Jahr 1999/2000 ermittelten Gesamtabfluss errechnet sich damit eine Gesamtstickstoffkonzentration von 15,9 mg N_{ges}/l. Die geringeren Eintragswerte der Modellrechnung sind möglicherweise durch Änderungen in der Landnutzungsintensität seit den von BRUCH zwischen 1997 und 2000 durchgeführten Untersuchungen zu erklären (vgl. Kapitel 2.1). Eine Abnahme der N_{ges}-Konzentrationen ist auch anhand der von KUBINIOK et al. (2002, 2003) fortgeführten Messungen an der Quelle des Fischerbaches zu beobachten (vgl. Abbildung 8). Dennoch liegt die Gewässergüte hinsichtlich N_{ges} im Quellbereich nach der fünfstufigen Güteskala der WRRL weiterhin bei Klasse V.

Einzugsgebiet Fischerbach

Für das Einzugsgebiet des Fischerbaches bis zur Mündung in die Leuk (Messstelle F5, vgl. Abbildung 9) lassen sich die vergleichbare Berechnungen anstellen. Die über die Modellierung mit MOBINEG 3.1 ermittelte Gesamtstickstoff-Konzentration im Gewässer liegt hier bei 18,6 mg N_{ges}/l. Nach Messungen aus dem Projekt WUNEF lagen zwischen 1999 und 2000 die Gesamtstickstoff-Konzentrationen im 90-Perzentil an dieser Messstelle bei 16,0 mg N_{ges}/l. Die Gewässergüte liegt damit für den Parameter N_{ges} nach der fünfstufigen Skala der WRRL ebenfalls bei V.

Messungen des LfU entlang der Leuk und des Gliederbaches zeigen aktuelle Gesamtstickstoff-Konzentration bis 13,5 mg N_{ges}/l (vgl. Abbildung 6 und Abbildung 9). Die Untersuchungen des Projektes WUNEF haben gezeigt, dass auch die Leuk bereits im Quellbereich stark mit Nitrat belastet ist (15,6 mg NO₃-N/l, BRUCH et al. 2000) und die punktuellen Einträge nur einen sehr geringen Anteil der Gesamtstickstoff-Konzentrationen ausmachen. Nach Aussage der Abteilung B des Ministeriums für Umwelt und der Landwirtschaftskammer für das Saarland (mdl. Herr KÖPPEN, MfU, 18.11.2004) wird im Untersuchungsgebiet Leuk nach den Regeln der guten fachlichen Praxis gewirtschaftet.

Als Ergebnis der Verifikation ist festzuhalten, dass unter Anwendung des Modells MOBINEG 3.1, mit den vorgenommenen Parametereinstellungen, regionalspezifisch korrekte Bilanzierungsergebnisse hinsichtlich der zu erwartenden diffusen und punktuellen Belastung der Gewässer des Saarlandes geliefert werden können.

2.5. Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Reduktion diffuser Einträge - Szenarien

Eine deutliche Verbesserung der Gewässergüte erfordert nach den vorliegenden Ergebnissen v.a. Maßnahmen in der Landwirtschaft zur Senkung der diffusen Nährstoffeinträge. Der Abbau von Nährstoffüberschüssen und die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben sind Beispiele für mögliche Maßnahmen.

Weitere erprobte Maßnahmen zur Reduktion diffuser Stoffausträge in der Landwirtschaft für Gebiete mit erhöhter Belastung werden im Folgenden aufgelistet:

Maßnahmen zur Reduktion des Stickstoffaustrags

- Umsetzung der guten landwirtschaftlichen Praxis als Mindeststandard
- in sensiblen Gebieten zusätzlich Änderung von
 - Fruchtfolgen: Kulturartenauswahl und Fruchtfolgegestaltung nach N-Austragsgefährdung, Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten etc.
 - Bodenbearbeitung bzw. –bewirtschaftung: verlustarme bodennahe Ausbringungstechniken, Reduzierung der N-Bilanzüberschüsse durch gezielte mengenmäßige und zeitliche Ausbringung der Stickstoffdüngung etc.
 - Flächenstilllegung oder Extensivierung stoffaustragsgefährdeter Flächen
 - Reduzierung der Viehbestandsdichte

Maßnahmen zur Reduktion des Phosphoraustrags über Erosion und Oberflächenabfluss

- Umsetzung der guten landwirtschaftlichen Praxis als Mindeststandard
- in sensiblen Gebieten zusätzlich Änderung von
 - Fruchtfolgen: Fruchtarten mit langer und intensiver Bodenbedeckung, Zwischenfruchtanbau, Untersaaten etc.
 - Bodenbearbeitung bzw. –bewirtschaftung: Konturbearbeitung, Verkürzung der Brachezeit durch Direkteinsaat, Reduzierung der P-Düngung, um die P-Konzentration im Boden zu verringern etc.
 - Schlaggestaltung: Streifenanbau, Verkürzung der Schlaglänge in Gefällerichtung etc.
 - Flächenstilllegung oder Extensivierung stoffaustragsgefährdeter Flächen

Folgende Dienststellen, Behörden und Verbände sollten nach Projektvorgabe einzugsgebietsbezogene Vorschläge und Maßnahmen erarbeiten, welche die Landwirtschaft zur Reduzierung unzulässiger Nährstoffbelastungen ergreifen kann:

- Ministerium für Umwelt des Saarlandes
- Ministerium für Wirtschaft des Saarlandes
- Landwirtschaftskammer des Saarlandes
- Bauernverband
- Fischereiverband
- Landesamt für Umweltschutz
- Vertreter des Städte- und Gemeindetages
- BUND, NABU

Das Projektteam war im Rahmen eines Workshops, der Mitte September 2004 im Ministerium für Umwelt stattgefunden hat, aufgefordert worden, bis zum 15. November 2004 Maßnahmen zur Reduzierung diffuser Einträge vorzuschlagen. Anhand dieser Vorschläge sollten Szenarien zur Reduzierung der diffusen Nährstoffeinträge erarbeitet und einzugsgebietsbezogen die Emissionseinflüsse auf den Zustand der Gewässer dargestellt werden. Mit Hilfe von derartigen Bewirtschaftungsszenarien können effektive Maßnahmen zur Reduktion der Stoffeinträge formuliert werden.

Die Vertreter der Landwirtschaft (Landwirtschaftskammer für das Saarland, saarländischer Bauernverband) haben Anfang Februar 2005 folgende Vorschläge für Maßnahmen zur Reduktion diffuser Stickstoffausträge im landwirtschaftlichen Bereich unterbreitet:

- Zwischenfruchtanbau bei Sommerungen
- Reduzierung der Sommerungen (mit/ohne Zwischenfruchtanbau)
- Überprüfung der Stilllegungsflächen (bis 8,64 %) bezüglich Selbstbegrünung und gezielter Einsaat
- Raps als nachwachsender Rohstoff auf Stilllegungsflächen
- Organische Düngung nur auf Ackerland bzw. nur auf Grünland
- Verzicht auf organische Düngung
- Umstellung auf Grünland
- Reduzierung von N-Überschüssen

Die Wirksamkeit der Maßnahmen hinsichtlich der zu erwartenden Reduktion der diffusen Stickstoff- und Phosphoraussträge wurde in Szenarien modelliert. Erste Ergebnisse sind in Abbildung 16 und Abbildung 17 dargestellt.

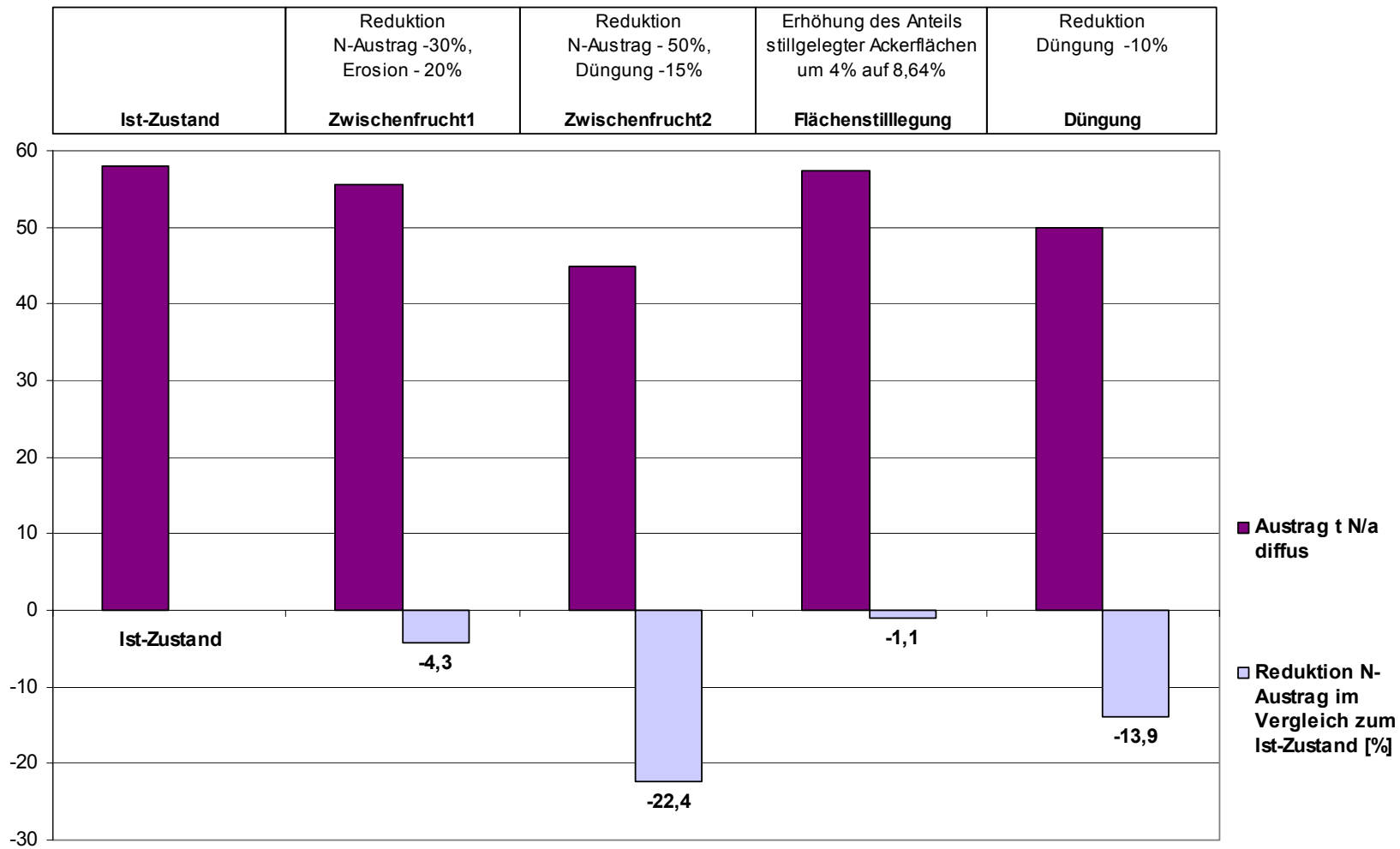


Abbildung 16: Reduktion des Stickstoffaustrages durch Anwendung verschiedener Maßnahmen-Kombinationen im Einzugsgebiet der Leuk

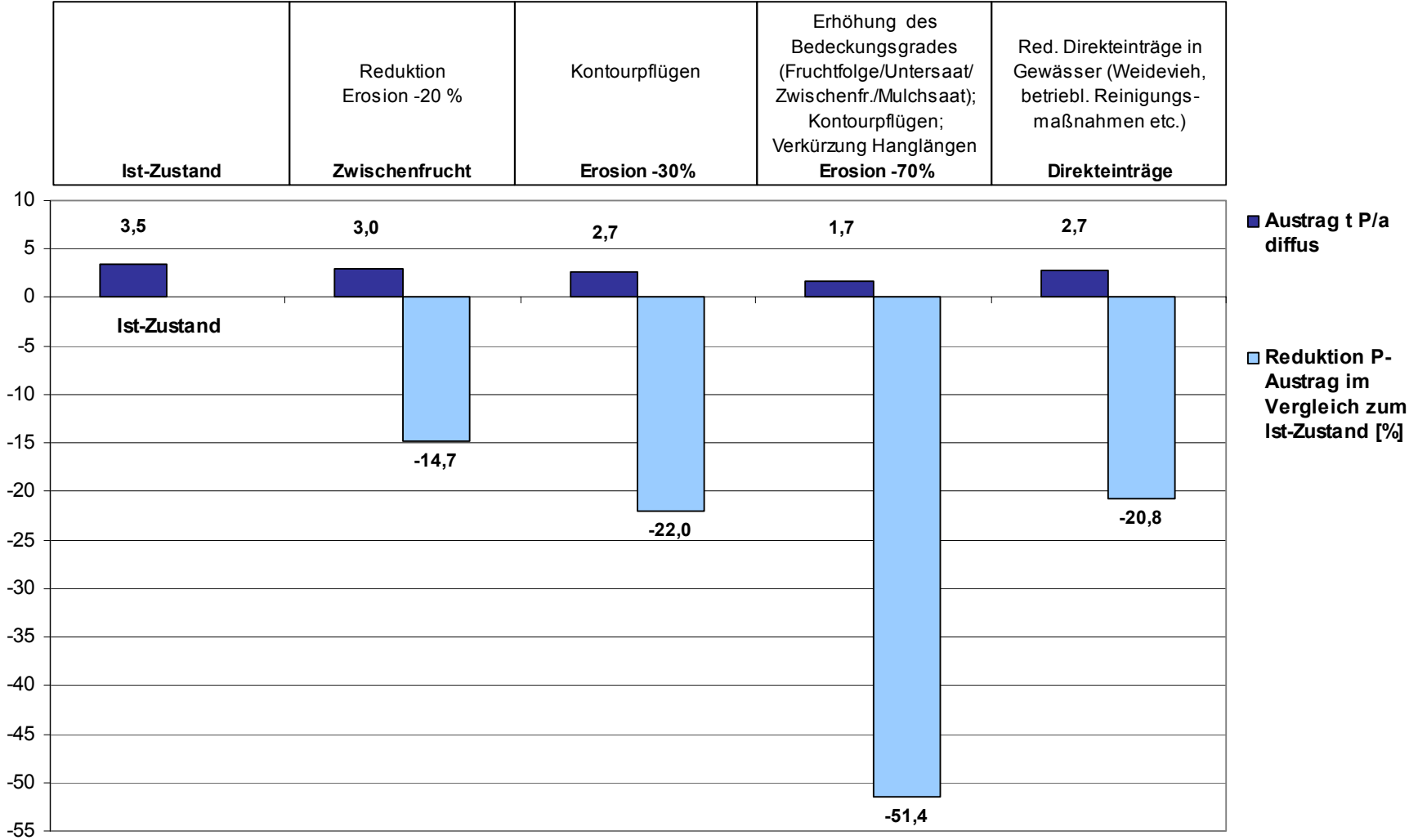


Abbildung 17: Reduktion des Phosphoraustrages durch Anwendung verschiedener Maßnahmen-Kombinationen im Einzugsgebiet der Leuk

Weiterhin können anhand der Modellierungsergebnisse Auswertungskarten zum potentiellen Phosphorausstrag aus Ackerflächen generiert werden. Über diese Karten lassen sich Gebiete mit erhöhter Bodenerosion und somit erhöhtem Phosphorausstrag lokalisieren (vgl. Abbildung 18). Damit wird es möglich, gezielt Maßnahmen zu formulieren.

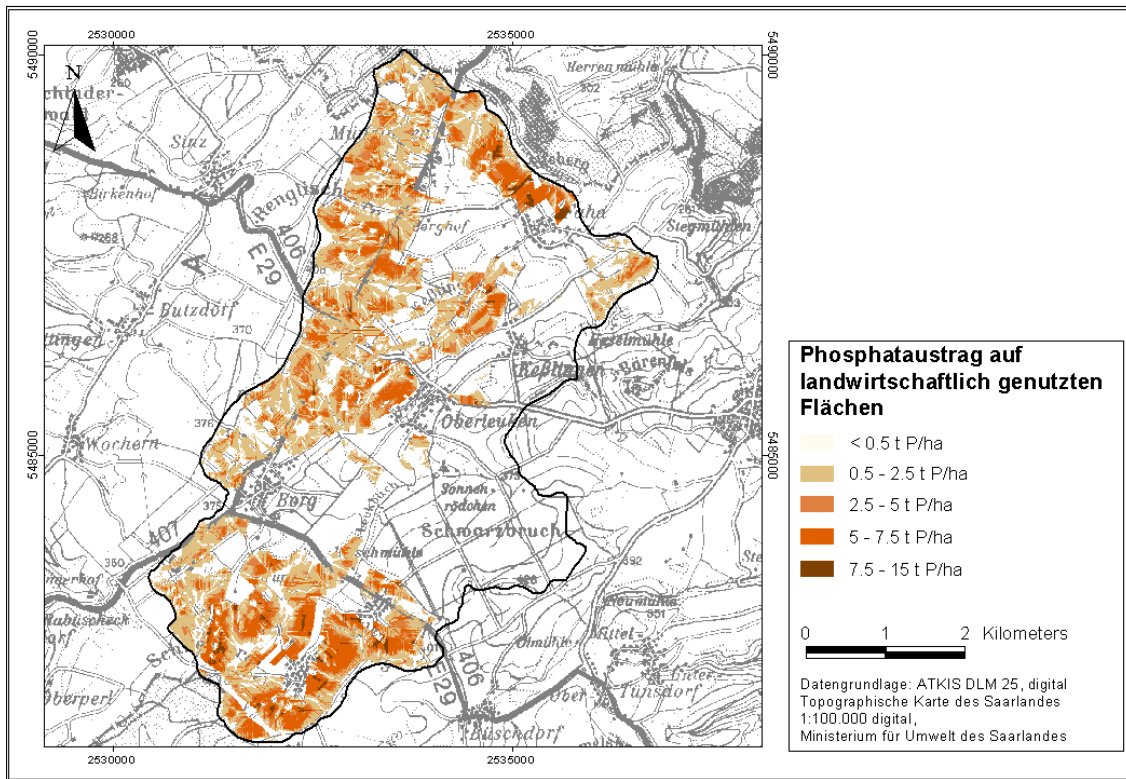


Abbildung 18: P-Austrag landwirtschaftlich genutzter Flächen im Untersuchungsgebiet Leuk

3 Signifikante Belastungen und Szenarien für das Untersuchungsgebiet Blies

3.1. Das Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“ - Kurzcharakterisierung

Das Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“ zwischen Blieskastel und Reinheim liegt naturräumlich überwiegend im Saar-Blies-Gau, der zum Pfälzisch-Saarländischen Muschelkalkgebiet gehört. Die Gewässerstruktur der Blies im Untersuchungsgebiet kann nach der Gewässerstrukturgütekartierung (LAWA-Übersichtsverfahren) als mäßig verändert, in den Siedlungsbereichen auch als deutlich verändert charakterisiert werden (vgl. Abbildung 20). Die Gewässergüte der Blies im Untersuchungsgebiet wird nach der 5-stufigen WRRL-Klassifikation (chemische Parameter) teilweise mit Klasse II (gut), jedoch überwiegend mit Klasse III (mittelmäßig) angegeben (vgl. Abbildung 5, Seite 14). Die angestrebten chemischen Güteziele von $< 3,0 \text{ mg N}_{\text{ges}}/\text{l}$ und $< 0,15 \text{ mg P/l}$ (Güteklasse II) werden an der gesamten betrachteten Fließgewässerstrecke überschritten, wie Messungen des LfU zwischen 2001 und 2003 belegen (vgl. Abbildung 21 und Abbildung 22).

Etwa zwei Drittel (63%) des Untersuchungsgebietes „Teileinzugsgebiet Blies“ (83 km^2) werden landwirtschaftlich genutzt. Der Ackerflächenanteil liegt bei 25%, der Grünlandanteil bei 38%. Der Viehbesatz liegt in den Gemeinden Gersheim und Mandelbachtal verglichen mit dem Jahr 1999 unverändert bei $0,6 \text{ GV/ha LF}$. Für die Gemeinde Blieskastel wurden 1999 $0,7 \text{ GV/ha LF}$ ermittelt, nach den Zahlen von 2003 werden auch hier nur noch $0,6 \text{ GV/ha LF}$ erreicht.

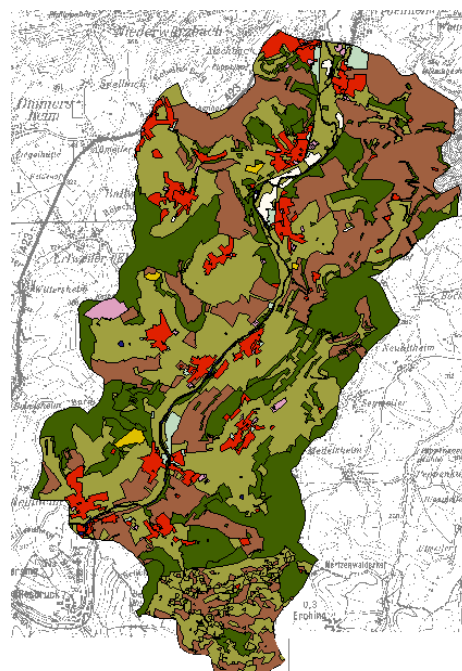
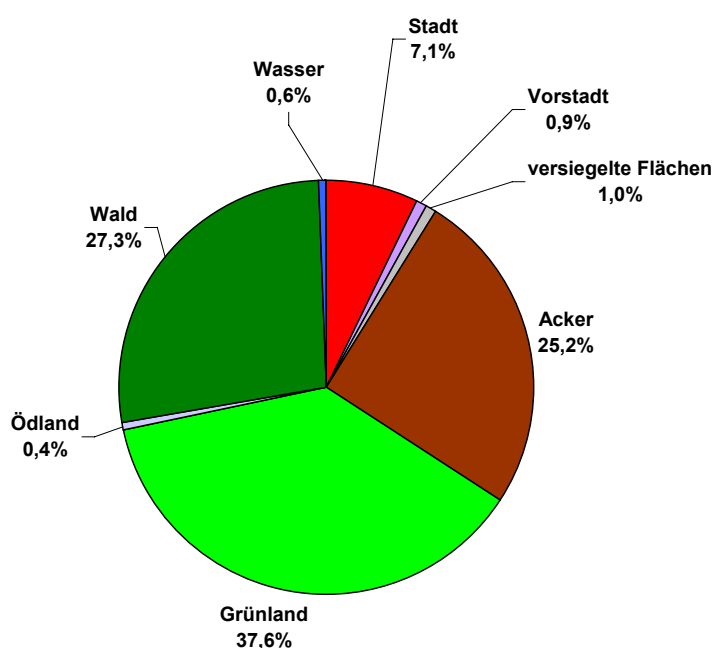


Abbildung 19: Landnutzungsverteilung im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“ (nach ATKIS Basis DLM 25)

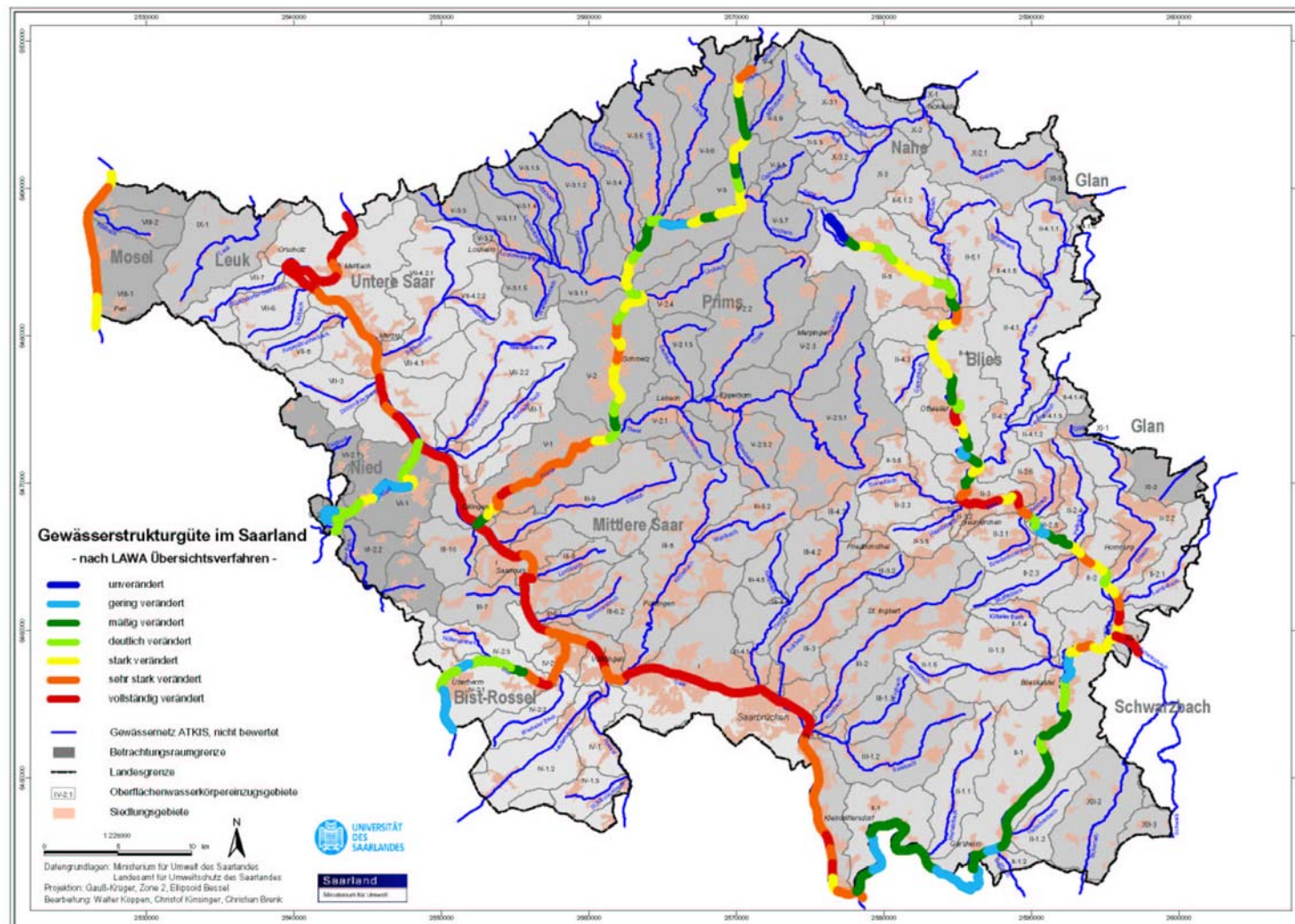


Abbildung 20: Gewässerstrukturgüte saarländischer Oberflächenwasserkörper (LEHRSTUHL FÜR PHYSIKALISCHE GEOGRAPHIE, 2004)

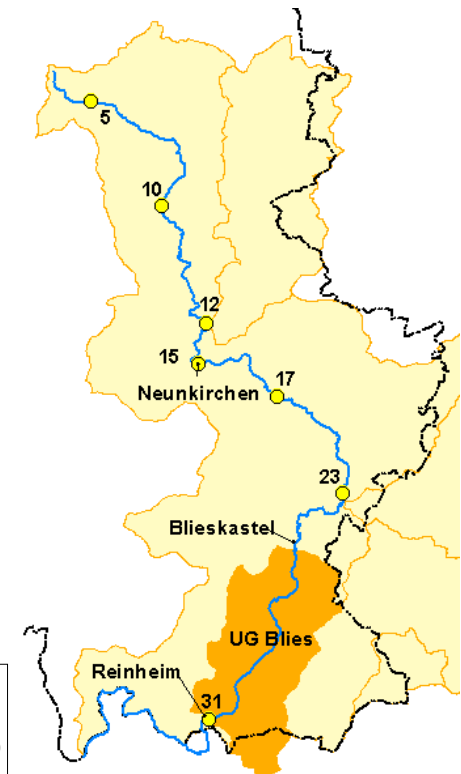
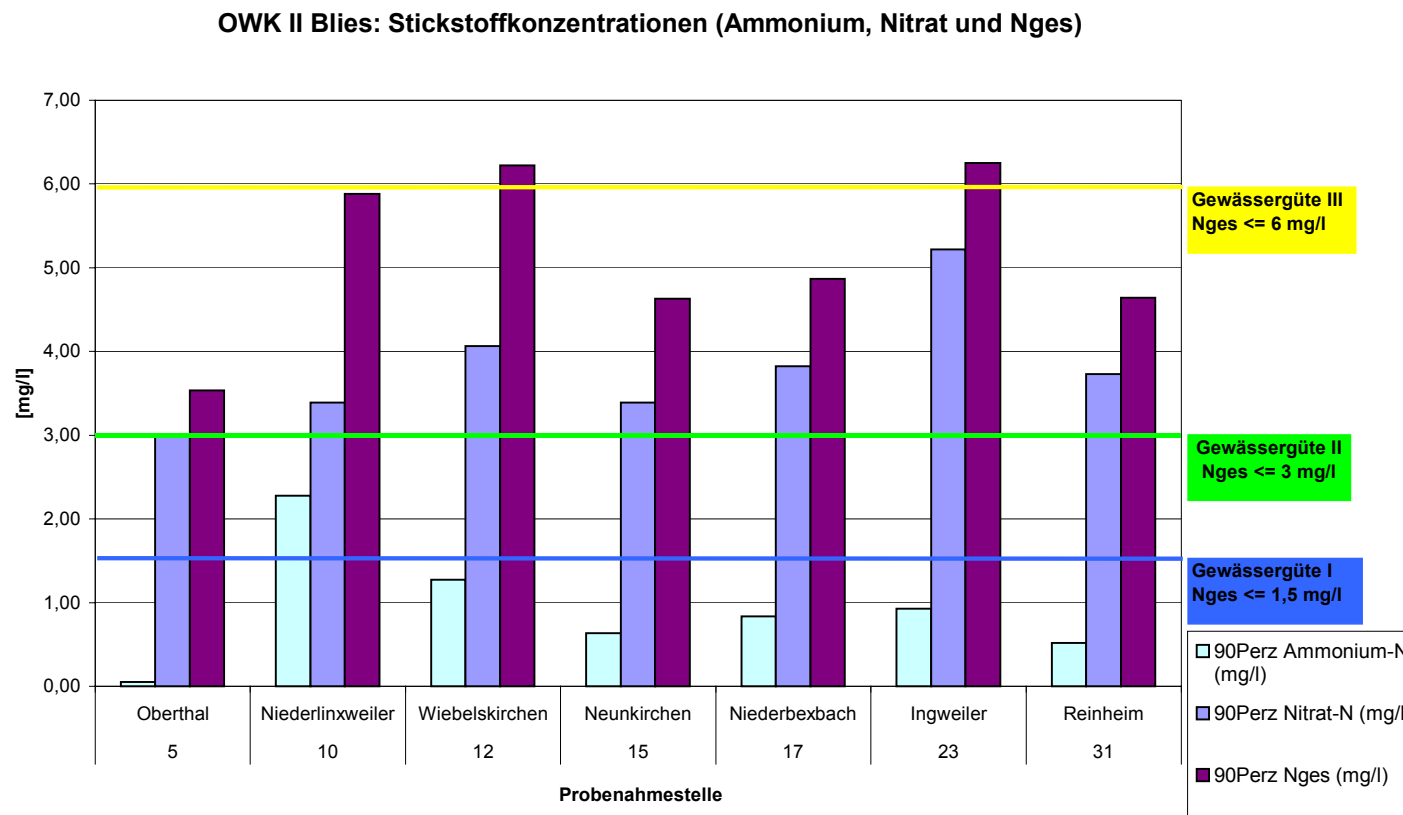


Abbildung 21: Stickstoffkonzentrationen des Oberflächenwasserkörpers Blies⁶

⁶ Datenerhebung: LfU; 90-Perzentile der Messwerte 2001-2003

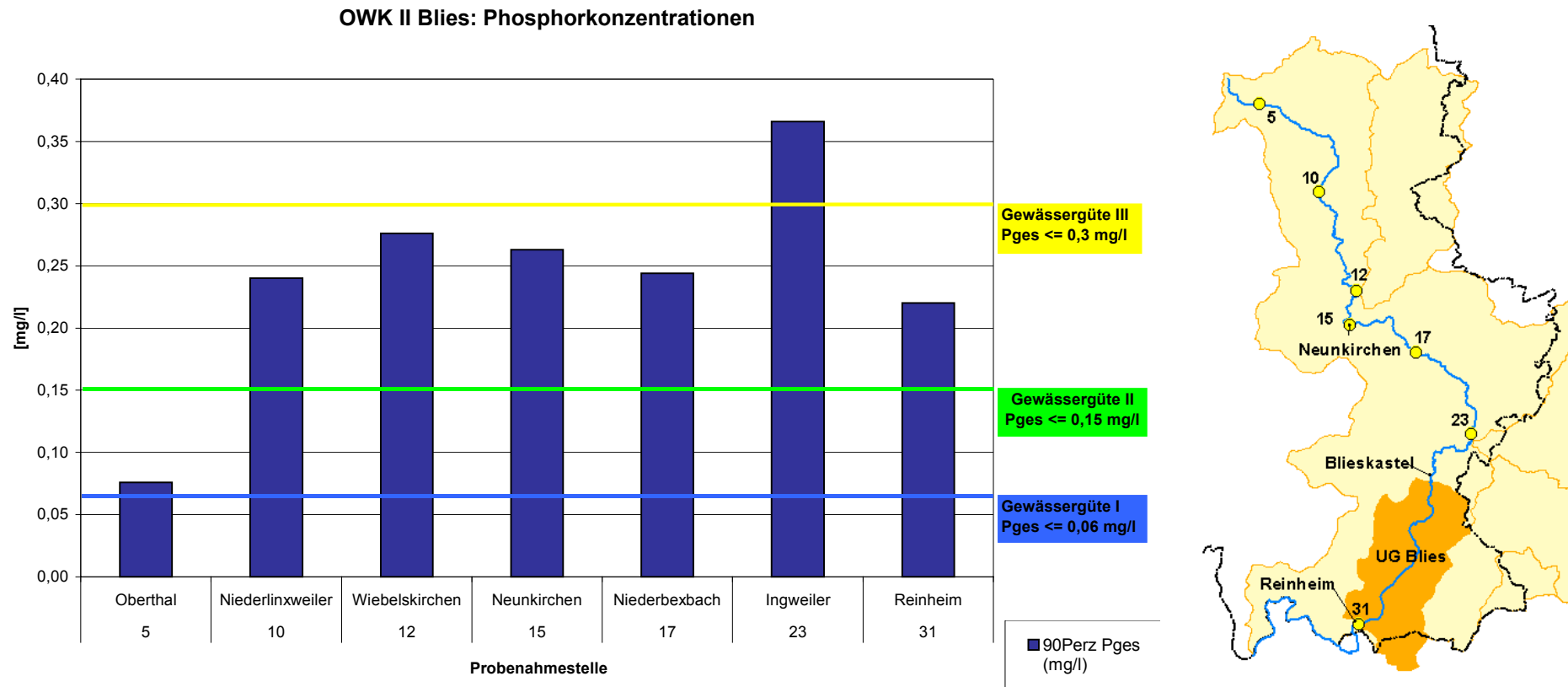


Abbildung 22: Phosphorkonzentrationen des Oberflächenwasserkörpers Blies⁷

⁷ Datenerhebung: LfU; 90-Perzentile der Messwerte 2001-2003

3.2. At Risk-Bewertung der Oberflächenwasserkörper im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“

Auf Grundlage der Grobabschätzung „Driving Forces“ - Teilaspekt „Land- und Forstwirtschaft“ wurde die Blies im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“ als "At Risk"-Wasserkörper eingestuft (OWK II-1, II-1.2 und II-1.3, vgl. Abbildung 10). Aufgrund des hohen Anteils landwirtschaftlicher Flächennutzung (63%) ist eine erhöhte Belastung durch diffuse Stickstoff- und Phosphoreinträge aus dem Bereich der Landwirtschaft zu erwarten. Die Großviehdichte hat sich in den letzten Jahren in den betroffenen Gemeinden (Blieskastel, Gersheim, Mandelbachtal) von 0,7 auf 0,6 reduziert, doch der hohe Anteil landwirtschaftlicher Flächen als kritischer Faktor bleibt unbelassen.

OWK II-1 (Blies): Aussagen zur biologischen Gewässergüte können nur eingeschränkt getroffen werden. Makrophyten sind wegen hohen Substratvorkommens nicht zu erwarten. Zur Fischfauna liegen keine Daten vor. Daten über Benthos und Chlorophyll a sind dagegen ausreichend repräsentativ. Aus hydromorphologischer Sicht weist das Gewässer vier Querbauwerke auf. Der Wasserkörper ist nur bedingt durchgängig, seine Gewässerentwicklungsfähigkeit ist damit teilweise gestört. Chemische Belastungskomponenten stellen die Stoffe Cd, NO₃, NH₄ und P_{ges} dar. An spezifischen Schadstoffen sind PCB, Silber, Kupfer, Zink und Blei zu nennen.

OWK II-1.2: Für den Gailbach liegen sowohl zu biologischen als auch zu chemischen und physikalisch-chemischen Komponenten keine aktuellen Messwerte vor, diese werden erstmals im Messprogramm 2004 ermittelt. Als spezifischer Schadstoff ist Cd zu nennen.

OWK II-1.3: Der Hetschenbach zeichnet sich durch ein reduziertes Artenspektrum wegen ungeklärten Abwassereinleitungen am Mittel- und Unterlauf aus.

Die Koordinierungsgruppe zur At Risk-Bewertung der Oberflächenwasserkörper nach EU-WRRL stuft die Blies im Untersuchungsgebiet daher insgesamt als „At Risk“ ein. Im Bereich der Landwirtschaft und Siedlungswasserwirtschaft (Kläranlagennachrüstung und -neubau) sind weitergehende Maßnahmen erforderlich, um bis 2015 für den OWK Blies nach EU-WRRL den guten ökologischen Zustand (Gewässergüte II) herzustellen (LEHRSTUHL FÜR PHYSIKALISCHE GEOGRAPHIE 2004).

3.3. Ergebnisse der Nährstoffbilanzierung mit MOBINEG 3.1

Die N- und P-Einträge in das Teileinzugsgebiet Blies wurden mit Hilfe des Programms MOBINEG 3.1 modelliert und bezogen auf die verschiedenen Austragspfade ausgewertet. Tabelle 6 zeigt die im Modell berücksichtigten Austragspfade sowie die mit MOBINEG 3.1 errechneten durchschnittlichen jährlichen Einträge.

Die Stickstoff- und Phosphoreinträge [t/a] aus punktuellen und diffusen Quellen im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“ verteilen sich wie folgt:

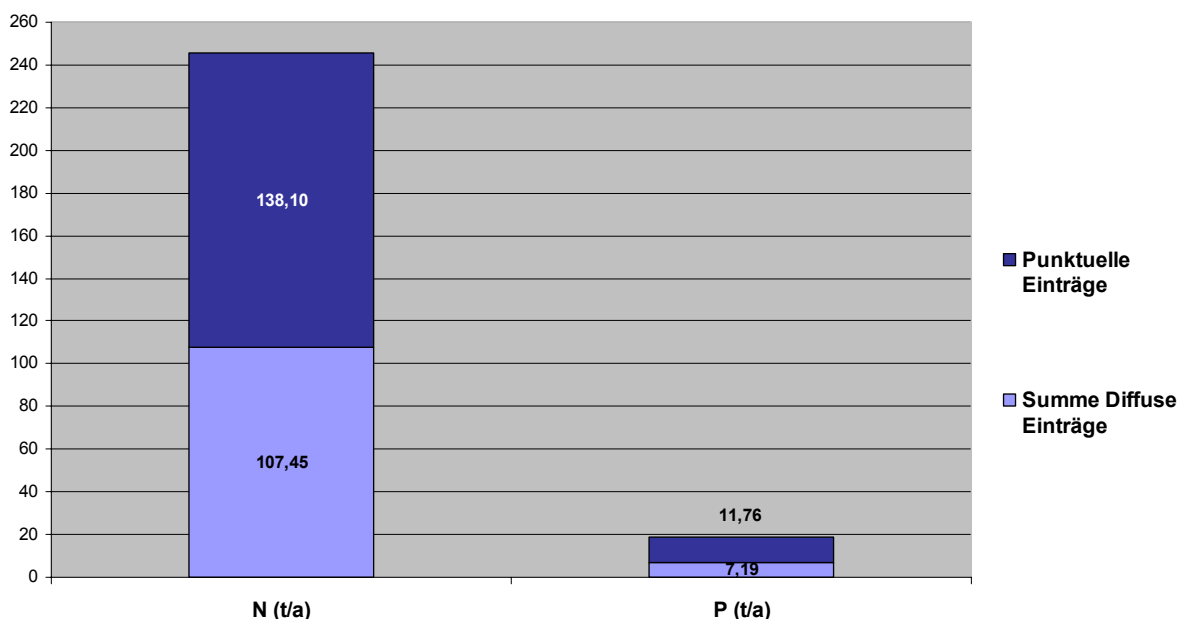


Abbildung 23: Stickstoff- und Phosphoreinträge aus punktuellen und diffusen Quellen in das Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“

Von den insgesamt 245,56 t Gesamtstickstoff, die gemäß der Bilanzierung im Teileinzugsgebiet Blies in die Oberflächenwasserkörper eingetragen werden, entfallen 44 % auf diffuse Einträge. Beim Phosphor entfallen von insgesamt 18,95 t Gesamtphosphor lediglich 38 % auf diffuse Einträge. Umgerechnet auf die Fläche ergibt sich, differenziert nach jeweiliger Flächennutzung, der in Tabelle 5 dargestellte diffuse Stoffaustrag je Hektar (vgl. auch Abbildung 24 und Abbildung 25).

Die anteilige Verteilung der diffusen und punktuellen Einträge wird in Abbildung 26 und Abbildung 27 näher beschrieben.

Tabelle 6: Auswertung der diffusen und punktuellen Einträge nach MOBINEG für das Teileinzugsgebiet Blies

Kategorie Austragspfad	Austragspfad	N-Fracht [t/a]	P-Fracht [t/a]
Diffuse Einträge (Erosion)	Erosion Acker	18,34	4,81
Diffuse Einträge (Sickerwasser)	Zwischenabfluss Acker	32,67	0,05
	Zwischenabfluss Grünland	8,33	0,24
	Zwischenabfluss Wald	1,02	0,08
	Zwischenabfluss Vorstadt	0,08	0,00
	Dränabfluss Acker	10,89	0,02
	Dränabfluss Grünland	2,78	0,08
	Grundwasser Acker	19,73	0,03
	Grundwasser Grünland	5,03	0,15
	Grundwasser Wald	0,46	0,04
	Grundwasser Vorstadt	0,15	0,01
Direkteinträge Gewässer	Atm. Deposition Gewässer	0,56	0,01
	Waldstreu	4,55	0,18
	Mineraldünger	0,05	0,01
	Weidewirtschaft	0,94	0,49
	Landw. Betriebe	1,87	0,99
Punktuelle Einträge	Kläranlagen	99,15	4,22
	Kleinkläranlagen	29,35	4,80
	Kanalisation	9,60	2,74
Summe der diffusen Einträge		107,45	7,19
Summe der punktuellen Einträge		138,10	11,76
Gesamtsumme		245,55	18,95

Tabelle 7: Diffuser Stoffaustrag bezogen auf die Flächennutzung

Eintragsquelle diffus	N (t/a)	P (t/a)	kg N/ha	kg P/ha
Acker (Erosion)	18,34	4,81	8,74	2,29
Acker (Zwischen-, Dränabfluss, Grundwasser)	63,29	0,10	30,71	0,05
Grünland (Zwischen-, Dränabfluss, Grundwasser)	16,14	0,47	5,15	0,15
Wald (Zwischen-, Dränabfluss, Grundwasser)	1,48	0,12	0,65	0,05
Unversiegelte Siedlungsflächen (Zwischenabfluss, Grundwasser)	0,23	0,01	3,24	0,14

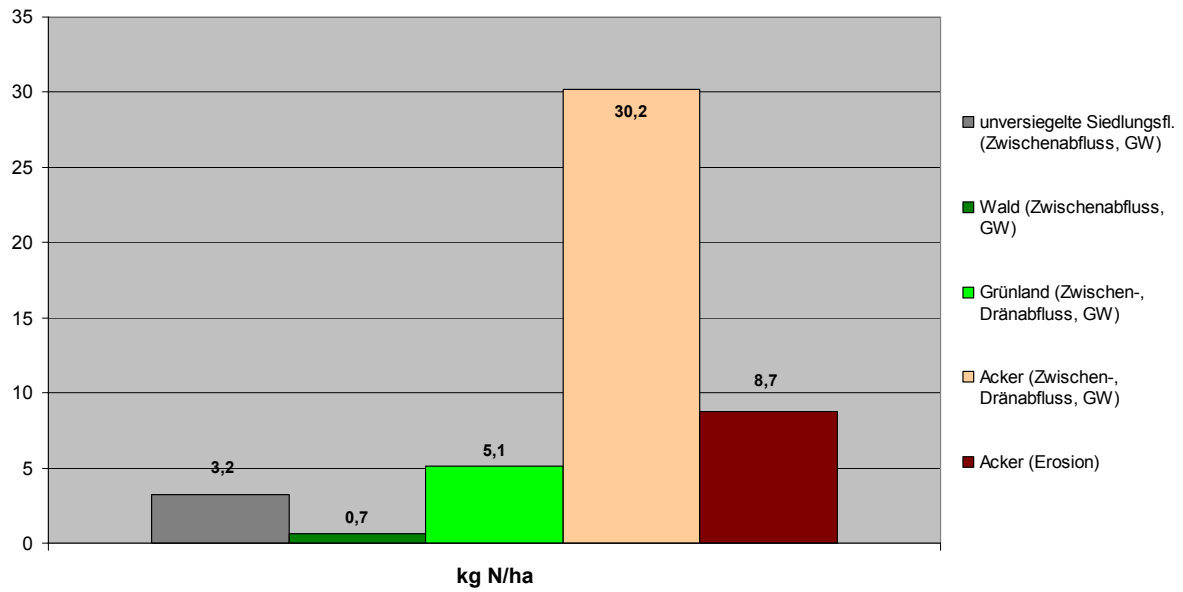


Abbildung 24: Nutzungsbezogene diffuse Stickstoffausträge im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“

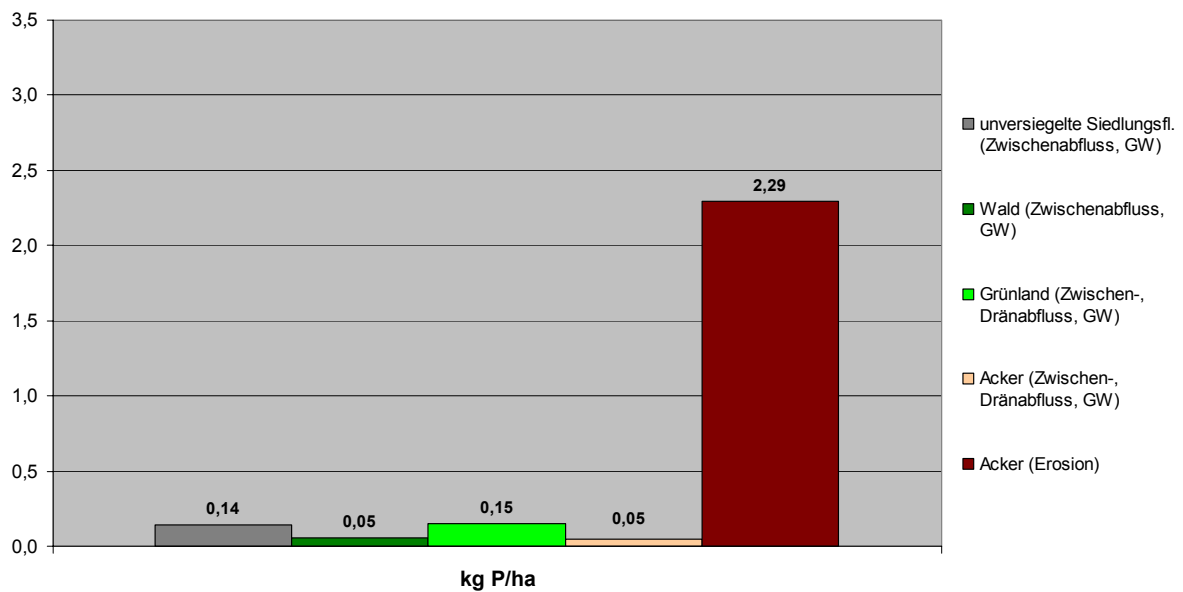


Abbildung 25: Nutzungsbezogene diffuse Phosphoraussträge im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“

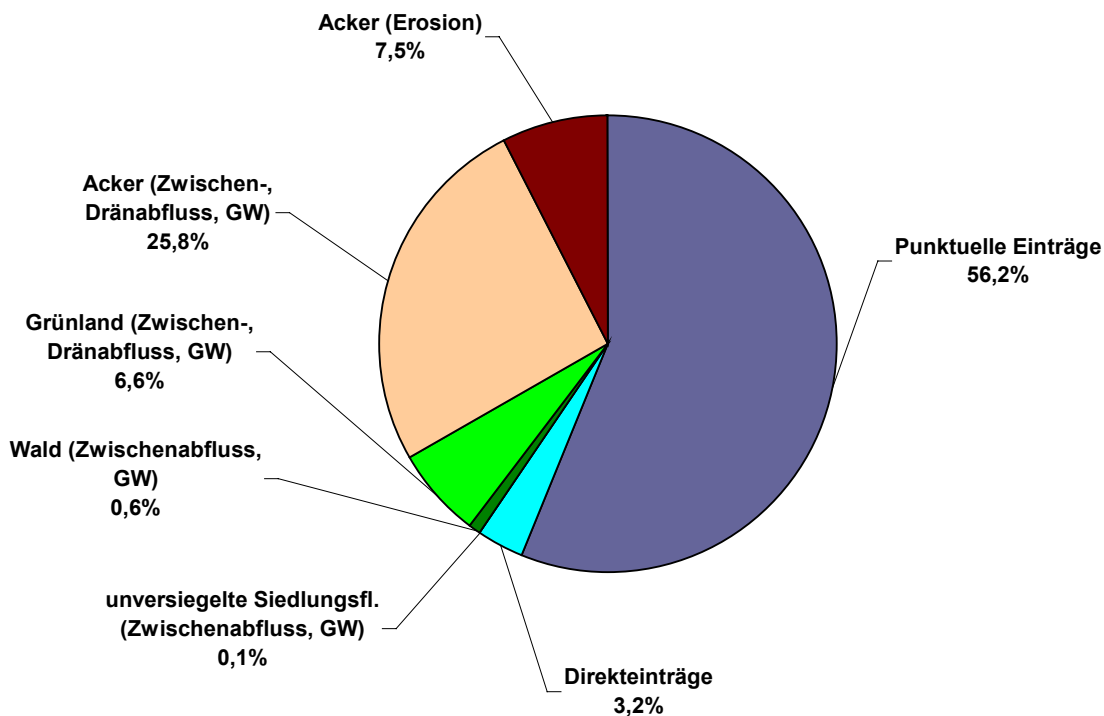


Abbildung 26: Prozentuale Anteile der Stickstoffeinträge aus diffusen Quellen in das Teileinzugsgebiet Blies

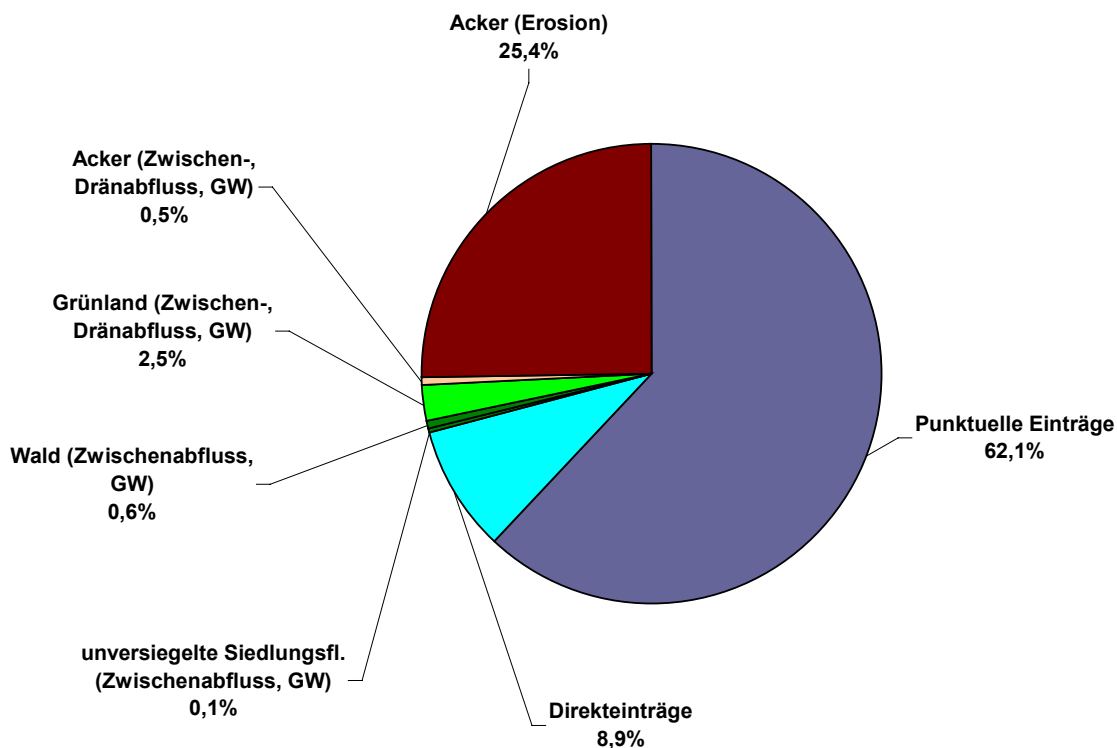


Abbildung 27: Prozentuale Anteile der Phosphoreinträge aus diffusen Quellen in das Teileinzugsgebiet Blies

Es ist zu erkennen, dass

- bei **Stickstoff** die punktuellen Einträge aus Kläranlagen, Kleinkläranlagen und Kanalisation das Gütegeschehen im Fließgewässer dominieren (56%). Die Stickstoff-Belastung von Flächen mit ackerbaulicher Nutzung über Zwischenabfluss, Dränabfluss und Grundwasser erreicht einen Anteil von 26 % an den Gesamtstickstoff-Austrägen. Aus den Grünlandflächen, die immerhin 38 Flächen-% des Untersuchungsgebietes einnehmen, erfolgen dagegen nur 7 % der Gesamtstickstoff-Austräge (Zwischen-, Dränabfluss und Grundwasser). Über Erosion von Ackerflächen werden weitere 7 % ausgetragen, 3 % entfallen auf Direkteinträge⁸.
- bei den **Phosphoreinträgen** spielen, neben den mengenmäßig dominierenden Einträgen aus Kläranlagen und Kanalisationen, Einträge aus der Erosion eine entscheidende Rolle. Punktuelle Einträge aus Kläranlagen, Kleinkläranlagen und Kanalisation erreichen einen Anteil von 62 % an der ausgetragenen Gesamtphosphor-Menge. Die P-Belastung durch Erosion erreicht im Vergleich zu den übrigen Einträgen einen Anteil von 25 %. Die restlichen Phosphor-Einträge setzen sich aus Direkteinträgen (9 %) und Einträgen mit dem Zwischen-, Dränabfluss und über das Grundwasser (4 %) zusammen.

Insgesamt gelangen nach dieser Bilanzierung jährlich 245,56 t N und 18,96 t P in das Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“. 56 % des Stickstoffs und 62 % des Phosphors stammen aus punktuellen Einträgen, die auf Einleitungen aus Kläranlagen, Kleineinleitern und durch Regenabfluss zurückzuführen sind. Lediglich 44 % der Stickstoffeinträge und 38 % der Phosphoreinträge sind auf landwirtschaftliche Nutzung sowie Direkteinträge zurückzuführen und stehen damit deutlich hinter den auf punktuelle Einleitungen zurückzuführenden Einträgen zurück. Hinsichtlich der landwirtschaftlichen Düngepraxis wurde bei der Modellierung angenommen, dass landwirtschaftliche Düngeempfehlungen der Landwirtschaftskammer für das Saarland umgesetzt werden.

3.4. Verifikation der Bilanzierungsergebnisse

Zur Verifikation der Modellrechnungen wurde auf Mess- bzw. Pegeldata des LfU (Mittelwerte und 90-Perzentile 2001-2003 bzgl. Gewässerchemie; langjährige Mittelwerte bzgl. Abfluss) zurückgegriffen. Da am Gebietseinlass (Pegel Blieskastel) vom Landesamt für Umweltschutz des Saarlandes nur Wasserstandmessungen durchgeführt werden und daher keine Abflussdaten vorliegen, wurde zur Verifikation der Modellergebnisse der Abfluss für das untersuchte Teileinzugsgebiet der Blies zwischen Blieskastel und Reinheim nach Rücksprache mit Herrn Kammer (LfU, 2005) wie folgt bestimmt: Die Pegeldata (langjähriger mittlerer Abfluss MQ) der "Oberlieger" vor Blieskastel, soweit vorhanden bzw. verwendbar, wurden addiert (Pegel Würzbach und Pegel Schwarzbach des LfU; vorliegende

⁸ Als Direkteinträge in die Gewässer werden in MOBINEG 3.1 erfasst: atmosphärische Deposition, Eintrag von Waldstreu ins Gewässer, Eintrag von Düngemitteln beim Ausbringen, Einträge durch Weidevieh, Abspülungen aus landwirtschaftlichen Betrieben.

Abflussschätzung des LfU für die Blies bei Ingweiler) bzw. die Differenz zum MQ an der Messstelle Reinheim gebildet. Anhand dieses Abflusses für das TEZG Blies konnte die eingetragene N_{ges} -Fracht ermittelt und, unter Berücksichtigung der durch die „Oberlieger“ bzw. am Gebietseinlass bereits eingetragenen N_{ges} -Fracht (ermittelt über aktuelle Messwerte des LfU 2001-2003), die sich daraus ergebende N_{ges} -Konzentration in der Blies am Gebietsauslass Reinheim ermittelt werden (vgl. Abbildung 28). Die so errechnete N_{ges} -Konzentration von 4,21 mg N/l in der Blies bei Reinheim, die sich aus den gemessenen N_{ges} -Frachten am Gebietseinlass und den für das Untersuchungsgebiet modellierten N-Austrägen ergibt, liegt innerhalb der Spannweite des über Messwerte des LfU für den Zeitraum 2001-2003 ermittelten N_{ges} -Mittelwertes (4,11 mg N_{ges} /l) und N_{ges} -90-Perzentils (4,64 mg N/l).

Die Abflussschätzung für die Messstelle Ingweiler (Immissionsdaten Oberflächenwasser 2001-2003, LfU) ist nach Informationen des LfU aber nur bedingt aussagekräftig. Die Berechnung über den Abfluss am Pegel Neunkirchen, wie vom LfU empfohlen (Hr. Kammer, LfU, 2005) führt hingegen zu einer Unterschätzung des Abflusses der Blies bis Blieskastel, da Zuflüsse zwischen Neunkirchen und Ingweiler nicht eingerechnet werden, bzw. daraus folgend zu einer Überschätzung des aus dem Untersuchungsgebiet hinzukommenden Abflusses. Die anhand dieser Werte umgerechnete N_{ges} -Konzentration an der Blies bei Reinheim, die sich wie oben aus der Konzentration am Gebietseinlass und der modellierten N_{ges} -Fracht für das Untersuchungsgebiet Blies ergibt, liegt bei dieser Betrachtung noch unter den tatsächlich am Pegel Reinheim gemessenen Werten (vgl. Abbildung 28).

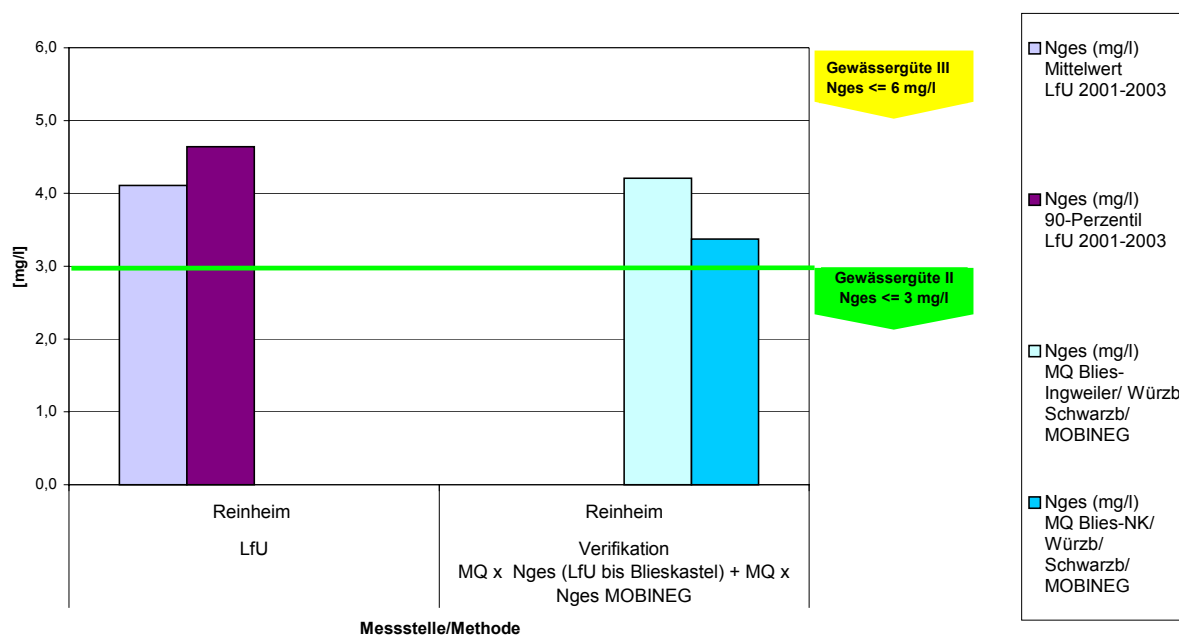


Abbildung 28: Vergleich gemessener und über die MOBINEG-Bilanzierungsergebnisse modellierter N_{ges} -Konzentrationen in der Blies am Pegel Reinheim

3.5. Entwicklung der punktuellen N- und P-Einträge im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“

Derzeit befindet sich im Untersuchungsgebiet zwischen Blieskastel und Reinheim mit der Kläranlage Wolfersheim lediglich eine Kläranlage in Betrieb. An die Kläranlage Wolfersheim, die Abwasser von ca. 36.400 EW reinigt, sind nicht nur Ortslagen⁹ im Bereich des betrachteten Blies-Abschnittes angeschlossen, sondern auch einige Ortslagen, die oberhalb des Gebietseinlasses (Pegel Blieskastel) liegen. Es handelt sich um ca. 20.950 EW bis 29.550 EW (inkl. Blieskastel Mitte), die nicht im eigentlichen Untersuchungsgebiet anfallen, aber aufgrund der Behandlung in der Kläranlage Wolfersheim im Untersuchungsgebiet in den Vorfluter Blies nach der Abwasserreinigung eingeleitet werden. Somit stammen lediglich 6.850 EW der in Wolfersheim behandelten 36.400 EW aus dem betrachteten Untersuchungsgebiet zwischen den Pegeln Blieskastel und Reinheim. Aktuell werden zusätzlich zu den gereinigten Abwässern der Kläranlage Wolfersheim noch Einleitungen von rund 7.312 EW aus Kleineinleitern und Kanal eingeleitet. Damit ergibt sich de facto ein Anschlussgrad von 83 % bei Betrachtung aller EW bzw. von 48 % bei Betrachtung der im Untersuchungsgebiet anfallenden EW. Hier sind auch 260 EW aus dem französischen Teil des Untersuchungsgebietes (Obergailbach) eingerechnet.

Tabelle 8: Veränderung der N- und P-Einträge im Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“ durch bereits erfolgte bzw. geplante klärtechnische Maßnahmen

Szenario	N _{punktuell} [t]	N _{ges} [t]	P _{punktuell} [t]	P _{ges} [t]
Zustand vor Kläranlagenbau -> 43.712 EW inkl. Obergailbach; 0 % Anschlussgrad	194,6	302,1	34,2	41,4
Ist-Zustand 2004 KA-Wolfersheim (36.400 EW) + Kleineinleiter/Kanal (7.332 EW inkl. Obergailbach); 83 % Anschlussgrad	138,1	245,6	11,8	19,0
Erweiterung der KA Wolfersheim (+ 2.200 EW) und Inbetriebnahme der KA Gersheim (mit Walsheim; + 3.950 EW); 97 % Anschlussgrad	130,1	237,7	8,4	15,6
Reduktion der Einträge durch den Bau der Kläranlage Wolfersheim [%]	- 29,0 %	-18,7 %	-65,6 %	-54,2 %
Zu erwartende Reduktion der Einträge durch Erweiterung bzw. Inbetriebnahme weiterer geplanter Kläranlagen [%]	- 5,7 %	- 3,2 %	- 28,2 %	- 17,5 %

Anhand einer Szenariomodellierung konnte ermittelt werden, dass sich zum derzeitigen Zeitpunkt die punktuellen Nährstoffeinträge im Vergleich zu dem Zustand vor Inbetriebnahme der Kläranlage Wolfersheim um ca. 29 % reduziert haben (vgl. Tabelle 8, Abbildung 29 und Abbildung 30). Die einwohnerspezifischen N- und P-Frachten der heute an die Kläranlage angeschlossenen EW wurden bei diesem rückblickenden Szenario wie Kleineinleiter bewertet und nach ATV-DVWK-A 131 (Mai 2000, Tabelle 1 S. 15) eingerechnet. Hier ist zu

⁹ Niederwürzbach, Bierbach, Webenheim, Blieskastel-Mitte (teilweise), Biesingen (teilweise), Hassel, Oberwürzbach, Kirkel-Neuhäusel

beachten, dass vor dem Bau der Kläranlage die ungeklärten Einleitungen von den Oberliegern bereits oberhalb des Pegels Blieskastel in die Blies eingeleitet wurden.

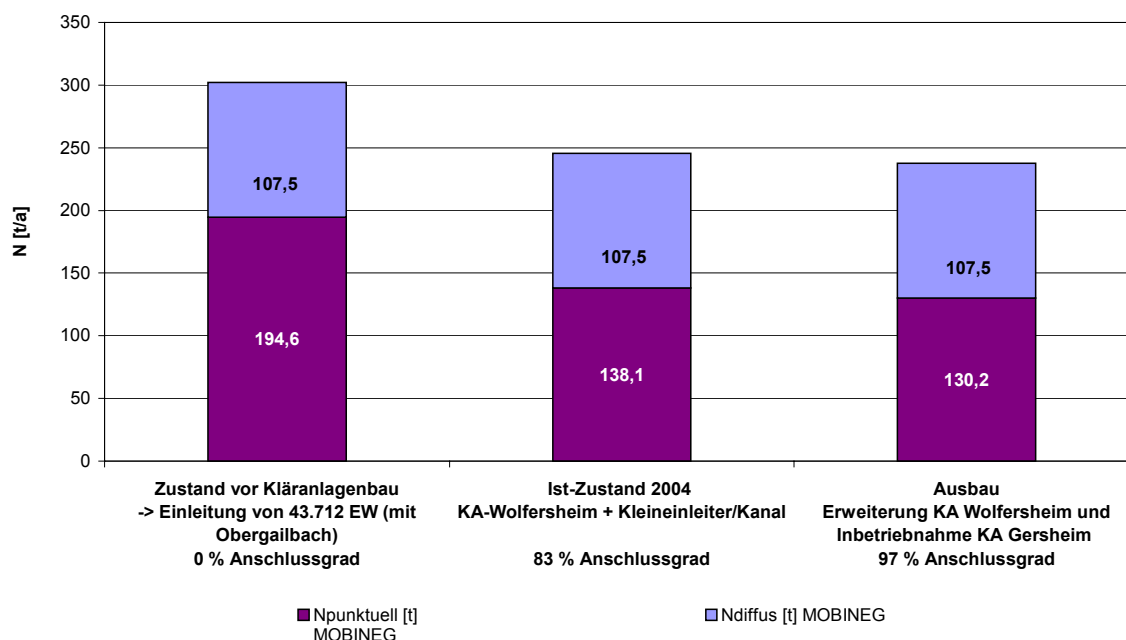


Abbildung 29: Veränderung der eingetragenen N-Frachten im Bliesabschnitt Blieskastel-Reinheim durch Kläranlagenbau (Modellierung MOBINEG)

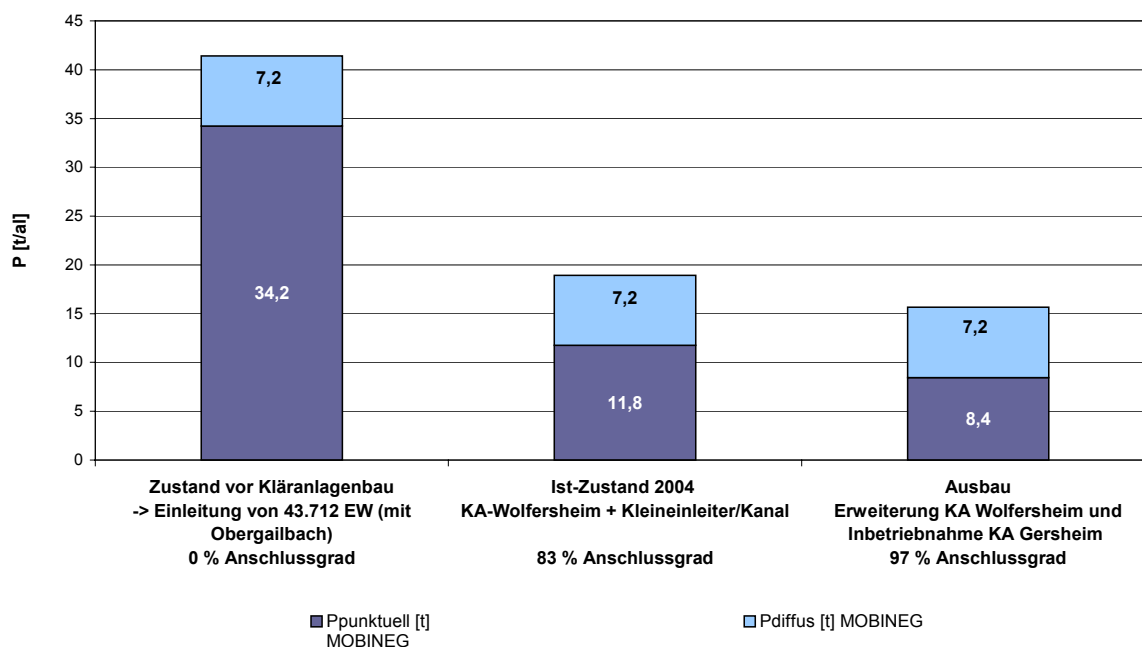


Abbildung 30: Veränderung der eingetragenen P-Frachten im Bliesabschnitt Blieskastel-Reinheim durch Kläranlagenbau (Modellierung MOBINEG)

Der geplante weitere Ausbau der Kläranlage Wolfersheim¹⁰ und die Inbetriebnahme der geplanten biologischen Anlage in Gersheim¹¹ wird eine weitere Reduktion der punktuellen N-Einträge um rund 6 % bewirken. Diese Situation würde für alle EW einen Anschlussgrad von 97 % bzw. für die im Untersuchungsgebiet anfallenden EW einen Anschlussgrad von 92 % bedeuten. Über die EW aus der französischen Gemeinde Obergailbach liegen keine Angaben zur weiteren Entwicklung der Abwasserbehandlungssituation vor. Bei diesem Szenario wurden für die erweiterte Kläranlage und die biologische Anlage Reinigungsleistungen angenommen, wie sie die derzeitige Kläranlage Wolfersheim aufweist, ermittelt über die Ablaufwerte pro EW. Die Gesamtstickstoff-Einträge aus dem Untersuchungsgebiet „Teileinzugsgebiet Blies“ in den Vorfluter Blies werden sich jedoch auch mit dem geplanten Ausbau des Anschlussgrades nur um insgesamt 3,2 % verringern.

Hinsichtlich der Phosphoreinträge (P_{ges}) hat der Bau der Kläranlage Wolfersheim rechnerisch eine Entlastung der Blies im betrachteten Abschnitt um insgesamt 54 % erbracht. Der geplante Ausbau bzw. die Inbetriebnahme der oben genannten Anlagen wird bezüglich der Phosphoreinträge immerhin eine weitere Reduktion um ca. 18 % leisten können (vgl. Tabelle 8, Abbildung 29 und Abbildung 30).

Eine deutliche Verbesserung der Gewässergüte erfordert nach den vorliegenden Ergebnissen v.a. auch Maßnahmen in der Landwirtschaft, um die diffusen Nährstoffeinträge zu senken. Hinsichtlich der Stickstoffeinträge wird eine Reduktion um ca. 35 % erforderlich sein, um die gute ökologische Qualität der Blies herzustellen. Aber selbst bei Umsetzung aller exemplarisch für die Leuk vorgeschlagenen Maßnahmen im landwirtschaftlichen Bereich und bei Erweiterung und Ausbau der Abwasserbehandlungssituation ist dieser Wert nicht erreichbar. An der Blies sind zusätzlich Maßnahmen gefordert, die im Ober- und Mittellauf der Blies ansetzen und dort bereits diffuse und punktuelle Stickstoffeinträge reduzieren.

Im Gegensatz dazu wird bezüglich des Phosphoreintrages mit dem Bau und der Erweiterung der Abwasserbehandlungsanlagen bereits der Großteil der erforderlichen Reduktionen von ca. 32 % erreicht sein.

¹⁰ 2.200 EW aus Bliesdalheim, Rubenheim und Herbitzheim

¹¹ 3.000 EW aus Gersheim, Niedergailbach und Reinheim und 950 EW aus Walsheim (Auskunft Herr Franzen, LfU, 22.04.2005)

4 Signifikante Belastungen und Szenarien für das Untersuchungsgebiet Theel-III

4.1. Das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“ - Kurzcharakterisierung

Das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“ liegt naturräumlich überwiegend im Prims-Blies-Hügelland, nur die nördlichen Bereiche gehören bereits zum Naturraum Prims-Nahe Bergland. Die Gewässergüte der Theel im Untersuchungsgebiet wird nach der 5-stufigen WRRL-Klassifikation (chemische Parameter) mit Klasse IV (schlecht) und Klasse V (sehr schlecht) angegeben. Die Gewässergüte der Ill ist überwiegend mittelmäßig (III), in Teilbereichen sogar schlecht (IV) bis sehr schlecht (V). Die Gewässergüte der übrigen Gewässer im Untersuchungsgebiet (Als-Bach, Wiesbach, Habacherbach und Saubach) kann dagegen mit II (gut) angegeben werden (vgl. Abbildung 5). Die angestrebten chemischen Güteziele von $< 3,0 \text{ mg N}_{\text{ges}}/\text{l}$ und $< 0,15 \text{ mg P/l}$ (Güteklasse II nach WRRL-Klassifikation) werden an der Theel überschritten, wie Messungen des LfU an der Messstelle Knorscheid zwischen 2001 und 2003 belegen (vgl. Abbildung 32 und Abbildung 33).

In der Fachrichtung 6.6 Biogeographie der Universität des Saarlandes wurde im Jahr 2003 eine Diplomarbeit zur Effizienzkontrolle der Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstofffrachten in der Ill verfasst (SKUPIN 2003). Die vierteljährlichen Messungen von Sommer 2002 bis Frühjahr 2003 haben ergeben, dass die Gewässergüte an der Quelle der Ill und am Pegel Eppelborn bezüglich N_{ges} bei Güteklasse III liegt. Bezüglich Phosphat-P wurden am Pegel Eppelborn, je nach Jahreszeit, P-Konzentrationen im Bereich der Gewässergüte III bis V ermittelt (SKUPIN 2003: 42). Aufgrund der geringen Datendichte und der damit geringen Repräsentanz der Messdaten wurde zur Verifikation der Modellierungen mit MOBINEG im vorliegenden Projekt auf langjährige monatliche Messdaten des LfU zurückgegriffen.

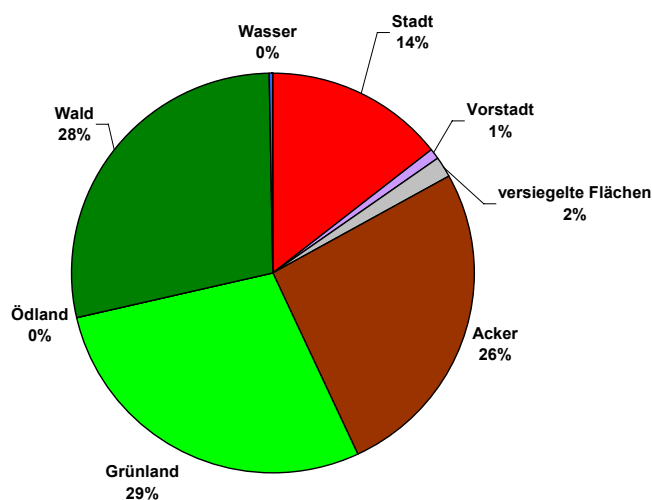


Abbildung 31: Landnutzungsverteilung im Untersuchungsgebiet Einzugsgebiet Theel-III (nach ATKIS Basis DLM 25)

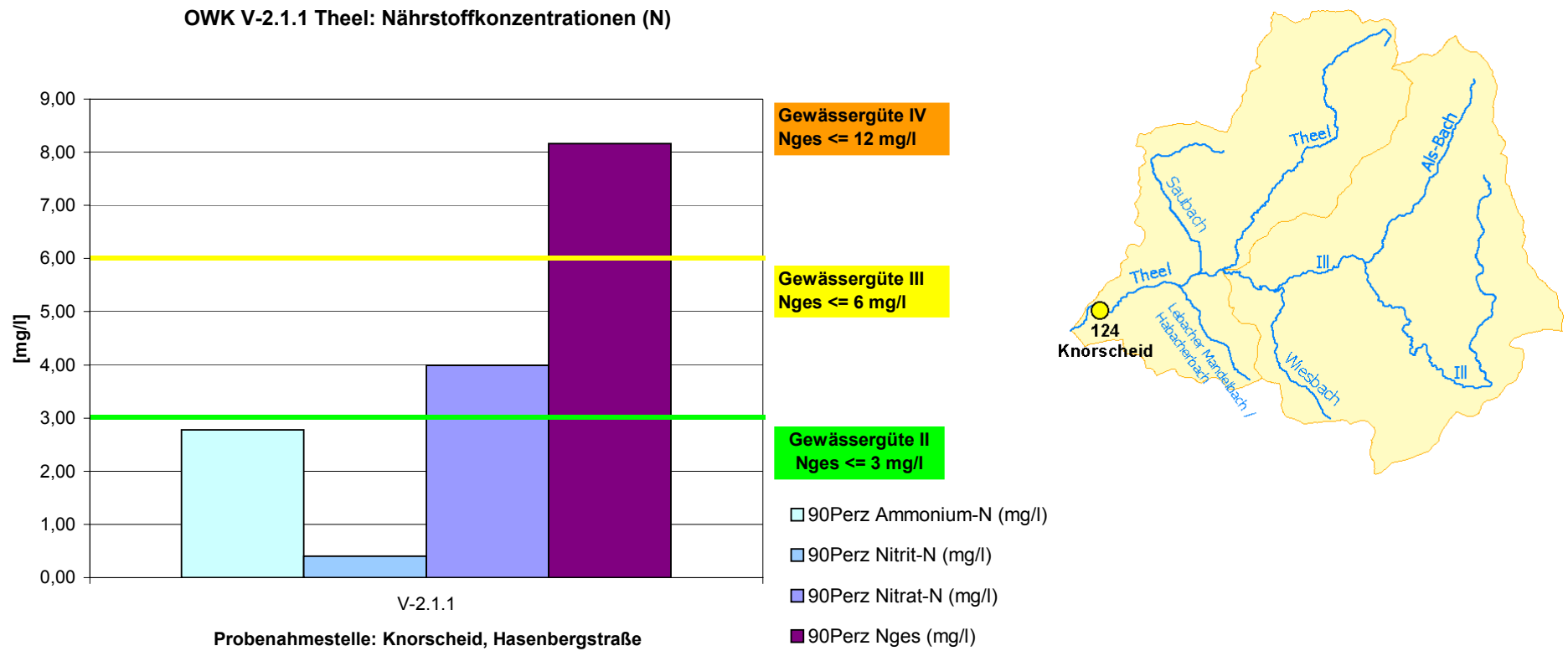


Abbildung 32: Stickstoffkonzentrationen des Oberflächenwasserkörpers Theel an der Messstelle Knorscheid¹²

¹² Datenerhebung: LfU; 90-Perzentile der Messwerte 2001-2003

OWK V-2.1.1 Theel: Nährstoffkonzentrationen (P)

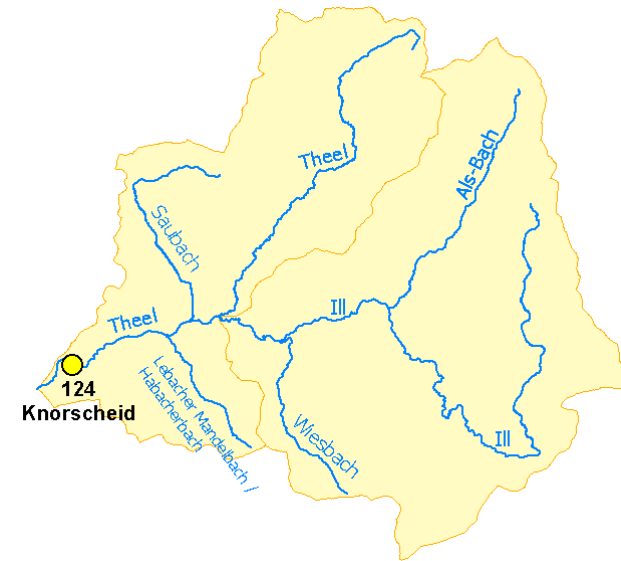
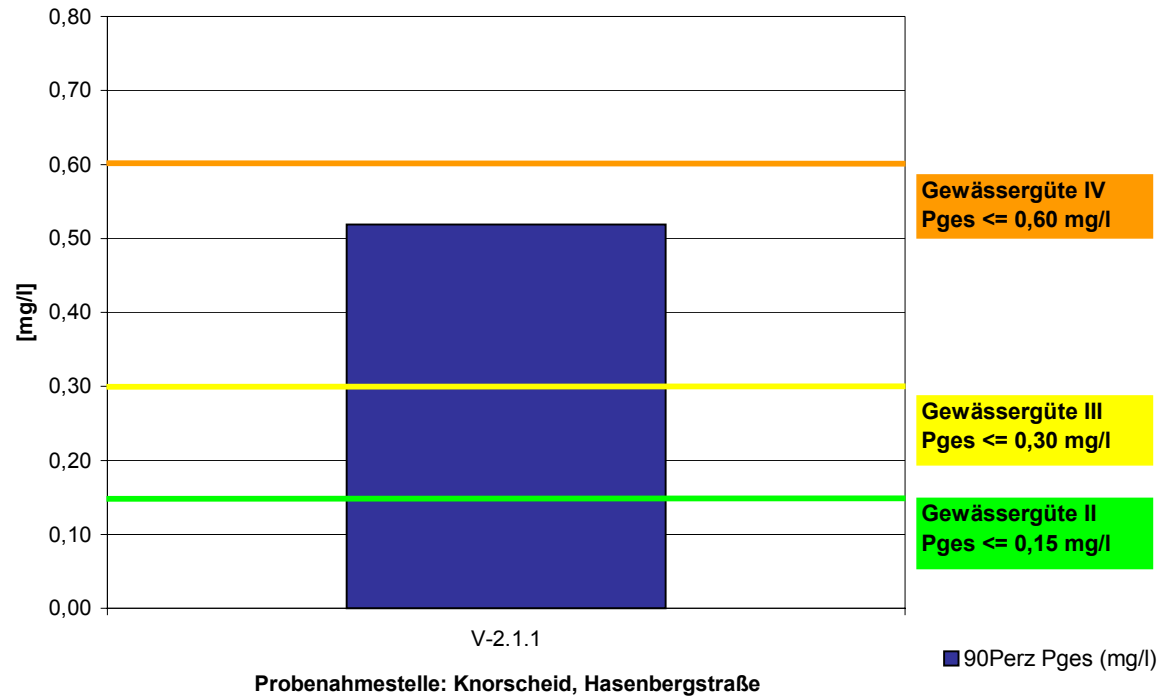


Abbildung 33: Phosphorkonzentrationen des Oberflächenwasserkörpers Theel an der Messstelle Knorscheid¹³

¹³ Datenerhebung: LfU; 90-Perzentile der Messwerte 2001-2003

Etwas mehr als die Hälfte (55%) des Untersuchungsgebietes „Einzugsgebiet Theel-III“ (217 km²) werden landwirtschaftlich genutzt. Der Ackerflächenanteil liegt bei 26%, der Grünlandanteil bei 29%. Der Viehbesatz liegt in den Gemeinden Lebach, Eppelborn, Illingen und Tholey zwischen 0,8 und 0,9 GV/ha LF. In Marpingen wurde ein Viehbesatz 0,5 GV/ha LF für 2003 ermittelt.

4.2. At Risk-Bewertung der Oberflächenwasserkörper im Untersuchungsgebiet „Einzugsgebietes Theel-III“

Auf Grundlage der Grobabschätzung „Driving Forces“ - Teilaspekt „Land- und Forstwirtschaft“ wurden die Gewässer im Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“ als "At Risk"-Wasserkörper eingestuft (OWK V-2.2 Theel, V-2.1.1 Theel, V-2.1.2 Habacherbach, V-2.1.3 Saubach, V-2.3 Als-Bach, V-2.3.1 Ill, V-2.3.2 Wiesbach, vgl. Abbildung 10). Aufgrund des erhöhten Anteils landwirtschaftlicher Flächennutzung (55 %) ist eine erhöhte Belastung durch diffuse Stickstoff- und Phosphoreinträge aus dem Bereich der Landwirtschaft zu erwarten. Die Großviehdichte hat sich seit 1999 in den fünf hauptsächlich betroffenen Gemeinden (Lebach, Eppelborn, Illingen und Tholey) um 0,1 GV/ha reduziert, nur in Eppelborn hat sich der Viehbesatz zwischen 1999 und 2003 um 0,1 GV/ha auf insgesamt 0,9 GV/ha erhöht. Die Viehdichte ist insgesamt nicht als besonders problematisch zu bewerten, anders als der erhöhte Anteil landwirtschaftlicher Flächen mit z.T. hohem Hackfruchtanteil als kritischer Faktor.

OWK V-2.1.1 und V-2.2: Zur Fischfauna liegen an der Theel keine Daten vor. Biologische Daten sind jedoch Daten ausreichend repräsentativ. Aus hydromorphologischer Sicht weist das Gewässer zwei Querbauwerke auf. Der Wasserkörper ist nur bedingt durchgängig, seine Gewässerentwicklungsfähigkeit ist damit teilweise gestört. Signifikante Schädigungen treten v.a. im Siedlungsbereich von Lebach auf. Chemische Belastungskomponenten stellen die Stoffe NO₃, NO₂, NH₄, TOC und P_{ges} dar.

OWK V-2.1.2: Für den Habacherbach liegen sowohl zu den biologischen als auch zu chemischen und physikalisch-chemischen Komponenten keine aktuellen Messwerte oder Daten vor. Aus hydromorphologischer Sicht sind Teiche im Hauptschluss anzuführen. Das Gewässer weist teilweise signifikante Schädigungen auf.

OWK V-2.1.3: Für den Saubach liegen zur Zeit keine Daten zu biologischen Komponenten vor. Diese werden erst im Messprogramm 2004 ermittelt. Aus hydromorphologischer Sicht sind zwei Verrohrungen zu nennen. Das Gewässer weist teilweise signifikante Schädigungen auf. Als physikalisch-chemische Komponenten sind NO₃, NO₂, und NH₄ anzuführen.

OWK V-2.3.1: Für die Ill liegen zur Zeit keine Daten zu biologischen Komponenten vor. Aus hydromorphologischer Sicht liegen keine signifikanten Schädigungen vor. Als physikalisch-chemische Belastungskomponenten sind NO₃ und P_{ges} zu nennen (Messwerte LfU 1995-1999, keine aktuellen Messwerte verfügbar).

Für die **OWKV-2.3.2** Wiesbach und **OWK V-2.3.3** Als-Bach liegen zur Zeit keine Daten zu biologischen Komponenten vor. Die Durchgängigkeit v.a. in den Ortslagen ist vermutlich gestört. Auch hier liegen die N_{ges} -Konzentrationen über den angestrebten Werten der Gewässergüte II. Zeitweise kann eine Nitratüberschreitung ($> 15 \text{ mg/l}$) gemessen werden.

Die Koordinierungsgruppe zur At Risk-Bewertung der Oberflächenwasserkörper nach EU-WRRL stuft die III, die Theel nach der Mündung der III, den Habacherbach und den Saubach im Untersuchungsgebiet daher insgesamt als „At Risk“ ein. Im Bereich der Landwirtschaft und Siedlungswasserwirtschaft (Kläranlagennachrüstung und –neubau) sind weitergehende Maßnahmen erforderlich, um bis 2015 nach EU-WRRL den guten ökologischen Zustand (Gewässergüte II) herzustellen (LEHRSTUHL FÜR PHYSIKALISCHE GEOGRAPHIE 2004).

4.3. Ergebnisse der Nährstoffbilanzierung mit MOBINEG 3.1

Die N- und P-Einträge in das Einzugsgebiet Theel-III wurden mit Hilfe des Programms MOBINEG 3.1 modelliert und bezogen auf die verschiedenen Austragspfade ausgewertet. Die Stickstoff- und Phosphoreinträge [t/a] in Theel und III aus punktuellen und diffusen Quellen verteilen sich wie folgt (vgl. auch Tabelle 9):

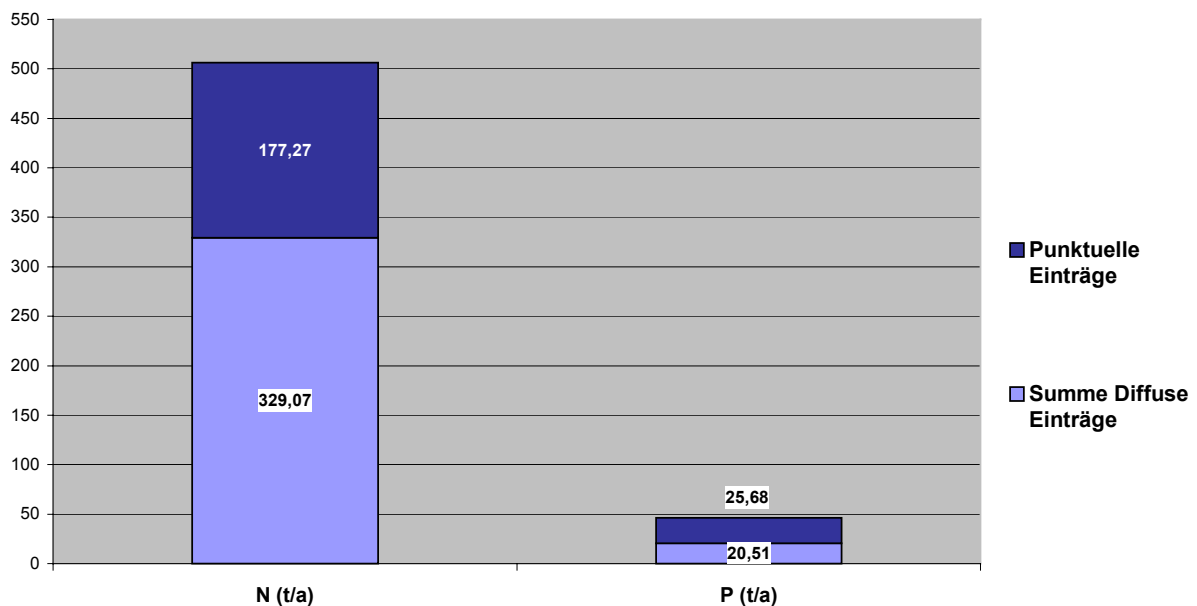


Abbildung 34: Stickstoff- und Phosphoreinträge aus punktuellen und diffusen Quellen in das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“

Von den insgesamt 506,34 t Gesamtstickstoff, die gemäß der Bilanzierung in das Einzugsgebiet Theel-III eingetragen werden, entfallen 65 % auf diffuse Einträge. Beim Phosphor entfallen von insgesamt 46,19 t Gesamtphosphor lediglich 45 % auf diffuse

Einträge. Tabelle 9 zeigt die im Modell berücksichtigten Austragspfade sowie die mit MOBINEG 3.1 errechneten durchschnittlichen jährlichen Einträge.

Tabelle 9: Auswertung der diffusen und punktuellen Einträge nach MOBINEG für das Untersuchungsgebiet Theel-III

Kategorie Austragspfad	Austragspfad	N-Fracht [t/a]	P-Fracht [t/a]
Diffuse Einträge (Erosion)	Erosion Acker	52,20	13,98
Diffuse Einträge (Sickerwasser)	Zwischenabfluss Acker	113,06	0,15
	Zwischenabfluss Grünland	16,40	0,48
	Zwischenabfluss Wald	2,74	0,21
	Zwischenabfluss Vorstadt	0,18	0,01
	Dränabfluss Acker	37,69	0,05
	Dränabfluss Grünland	5,47	0,16
	Grundwasser Acker	68,27	0,09
	Grundwasser Grünland	9,90	0,29
	Grundwasser Wald	1,24	0,10
	Grundwasser Vorstadt	0,33	0,02
Direkteinträge Gewässer	Atm. Deposition Gewässer	0,73	0,02
	Waldstreu	12,27	0,49
	Mineraldünger	0,14	0,02
	Weidewirtschaft	2,82	1,48
	Landw. Betriebe	5,63	2,96
Punktuelle Einträge	Kläranlagen	121,14	15,52
	Kleinkläranlagen	48,65	7,96
	Kanalisation	7,48	2,20
Summe der diffusen Einträge		329,07	20,51
Summe der punktuellen Einträge		177,27	25,68
Gesamtsumme		506,34	46,19

Stellt man die Stickstoff- und Phosphoreinträge aus diffusen Quellen bezogen auf die jeweilige Flächennutzung dar, so ergibt sich die in Abbildung 35 und Abbildung 36 dargestellte Verteilung (vgl. auch Tabelle 10).

Tabelle 10: Diffuser Stoffaustrag bezogen auf die Flächennutzung

Eintragsquelle diffus	N (t/a)	P (t/a)	kg N/ha	kg P/ha
Acker (Erosion)	52,18	13,87	9,21	2,45
Acker (Zwischen-, Dränabfluss, Grundwasser)	219,02	0,29	38,67	0,05
Grünland (Zwischen-, Dränabfluss, Grundwasser)	31,77	0,93	5,51	0,15
Wald (Zwischen-, Dränabfluss, Grundwasser)	3,98	0,31	0,65	0,05
Unversiegelte Siedlungsflächen (Zwischenabfluss, Grundwasser)	0,51	0,03	3,25	0,19

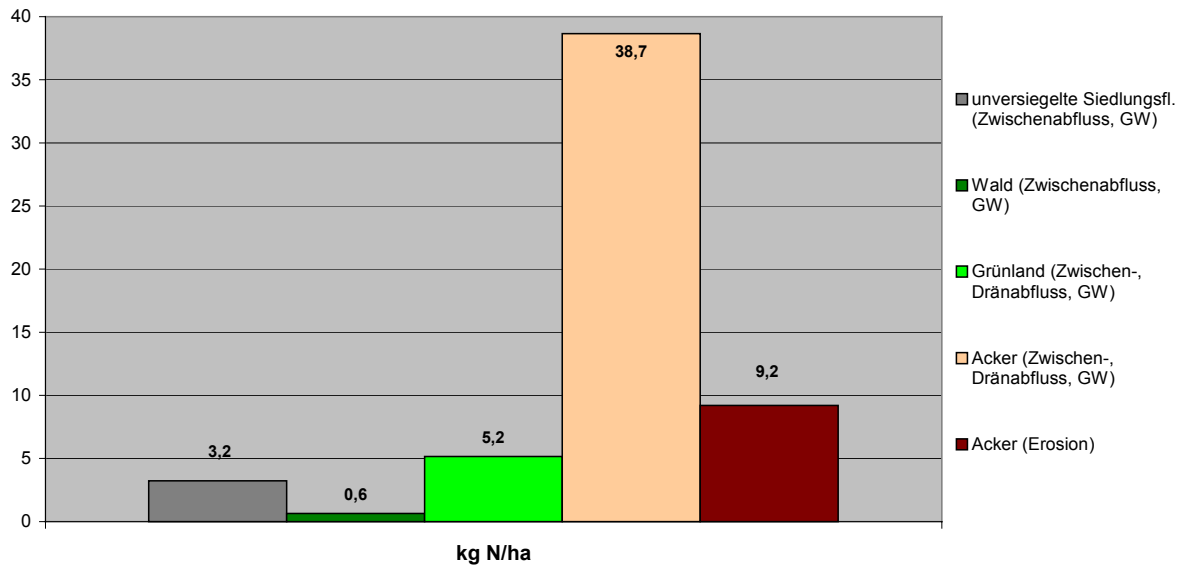


Abbildung 35: Nutzungsbezogene diffuse Stickstoffausträge im Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“

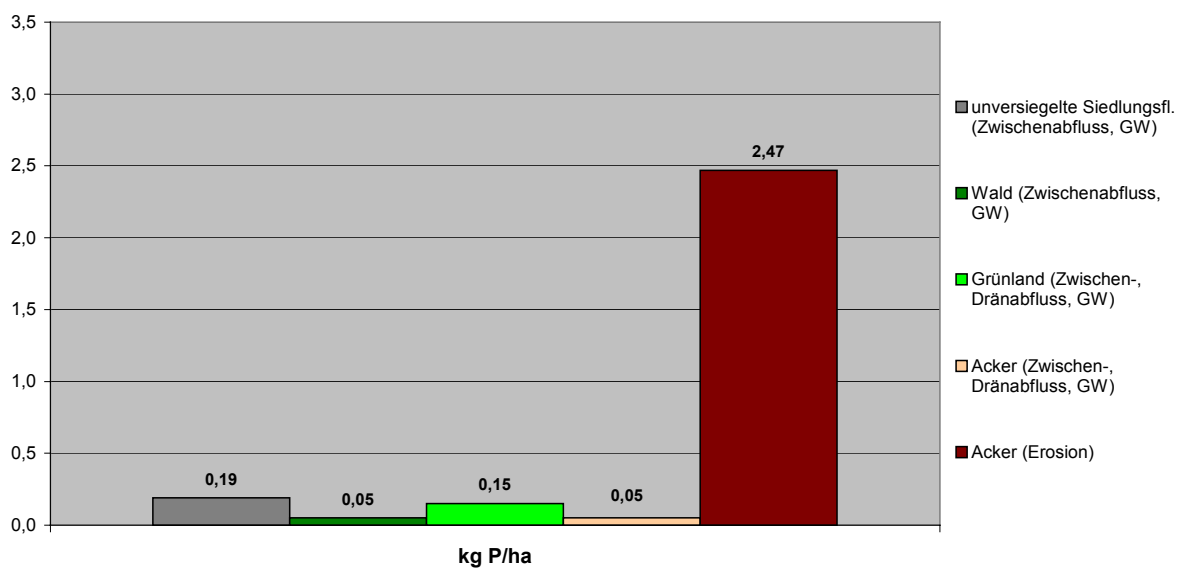


Abbildung 36: Nutzungsbezogene diffuse Phosphoraussträge im Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“

Die anteilige Verteilung der diffusen und punktuellen Einträge wird in Abbildung 37 und Abbildung 38 dargestellt.

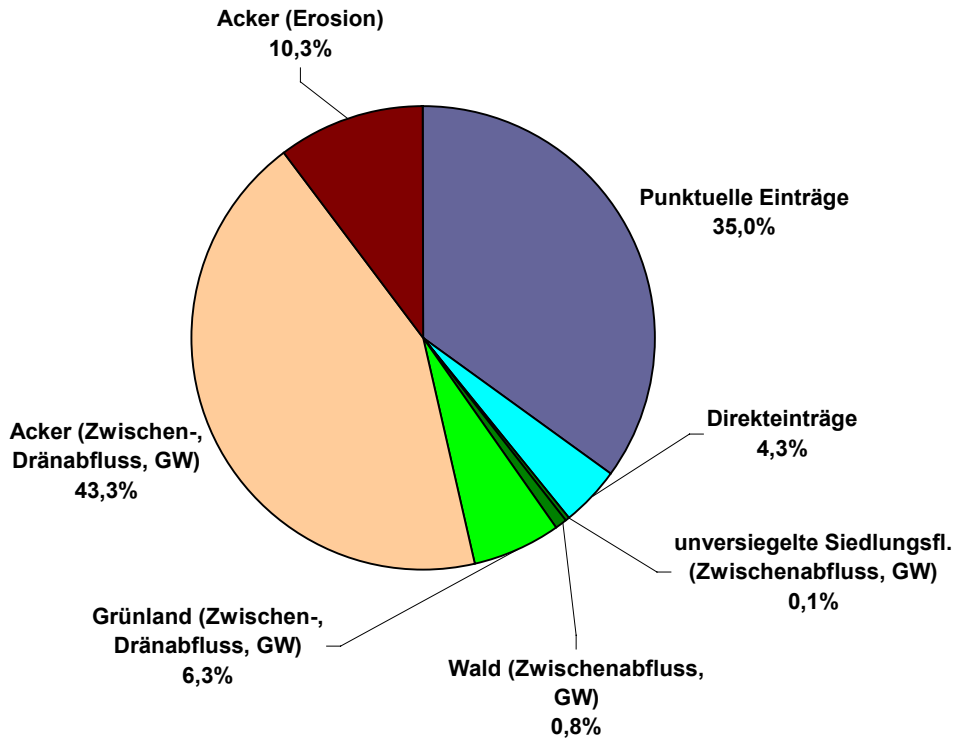


Abbildung 37: Prozentuale Anteile der Stickstoffeinträge aus diffusen Quellen in das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“

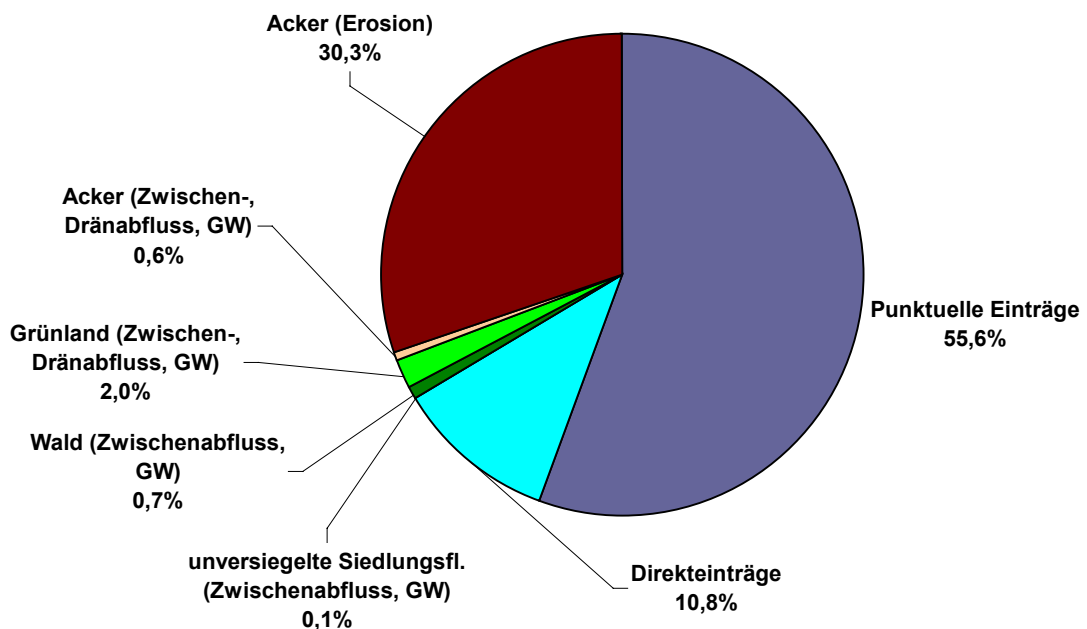


Abbildung 38: Prozentuale Anteile der Phosphoreinträge aus diffusen Quellen in das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“

Es ist zu erkennen, dass

- bei **Stickstoff** die Austräge aus landwirtschaftlichen Flächen das Gütegeschehen im Fließgewässer dominieren. Die N-Belastung durch Zwischenabfluss, Dränabfluss und Grundwasser erreicht einen Anteil von 51 % an den Gesamtstickstoff-Austrägen. 10 % entfallen auf den Eintrag durch Erosion, 4 % auf Direkteinträge¹⁴ und 35 % auf punktuelle Einträge aus Kläranlagen, Kleinkläranlagen und Kanalisation.
- bei den **Phosphoreinträgen**, neben den mengenmäßig dominierenden Einträgen aus Kläranlagen und Kanalisationen, Einträge aus der Erosion eine entscheidende Rolle spielen. Punktuelle Einträge erreichen einen Anteil von 55 % an der ausgetragenen Gesamtposphor-Menge. Die Phosphor-Belastung durch Erosion erreicht im Vergleich zu den übrigen Einträgen einen Anteil von 30 %. Die restlichen Phosphor-Einträge setzen sich aus Direkteinträgen (11 %) und Einträge mit dem Zwischen-, Dränabfluss und über das Grundwasser (4 %) zusammen.

Insgesamt gelangen nach dieser Bilanzierung jährlich 506,34 t N und 46,19 t P in das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“. 65 % des Stickstoffs und 45 % des Phosphors stammen aus diffusen Einträgen, die zum Großteil auf landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführen sind. Stickstoffeinträge aus Kläranlagen, Kleineinleitern und durch Regenabfluss stehen deutlich hinter den auf landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführenden Einträgen aus diffusen Quellen zurück. Lediglich 35 % des Stickstoffs jedoch 55 % des Phosphors stammen aus punktuellen Einträgen, die auf Einleitungen aus Kläranlagen, Kleineinleitern und durch Regenabfluss zurückzuführen sind. Hinsichtlich der landwirtschaftlichen Düngepraxis wurde bei der Modellierung angenommen, dass landwirtschaftliche Düngeempfehlungen der Landwirtschaftskammer für das Saarland umgesetzt werden.

4.4. Verifikation der Bilanzierungsergebnisse

Da im Rahmen des Projektes keine aktuellen Daten zur chemischen Gewässergüte erhoben bzw. keine Abflussmessungen durchgeführt werden konnten, musste zur Verifikation der Modellrechnungen auf vorhandene Mess- bzw. Pegeldata des LfU zurückgegriffen werden. Der Abgleich der bilanzierten Modellergebnisse über langjährige Abflusswerte (MQ) am Pegel Lebach mit den vom Landesamt für Umweltschutz zwischen 2001 und 2003 gemessenen N_{ges} -Konzentrationen zeigt eine sehr gute Übereinstimmung von Modellergebnissen und gewässerchemischen Messungen (vgl. Abbildung 39).

¹⁴ Als Direkteinträge in die Gewässer werden in MOBINEG 3.1 erfasst: atmosphärische Deposition, Eintrag von Waldstreu ins Gewässer, Eintrag von Düngemitteln beim Ausbringen, Einträge durch Weidevieh, Abspülungen aus landwirtschaftlichen Betrieben.

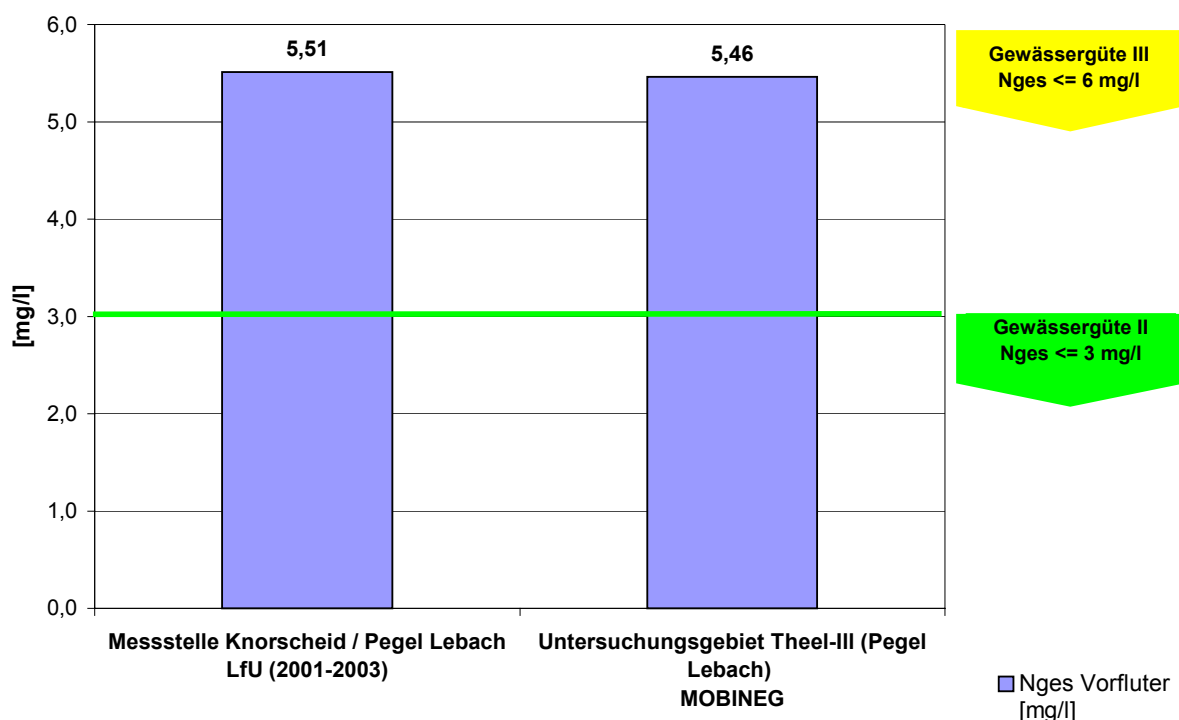


Abbildung 39: Verifikation der Modellergebnisse für das Untersuchungsgebiet „Einzugsgebiet Theel-III“ anhand gemessener Stickstoffkonzentrationen und Pegeldata des LfU

Unter Anwendung des Modells MOBINEG 3.1 können also, mit den vorgenommenen Parametereinstellungen, regionalspezifisch korrekte Bilanzierungsergebnisse hinsichtlich der zu erwartenden diffusen Belastung der Gewässer des Saarlandes geliefert werden können.

4.5. Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Reduktion diffuser Einträge und Szenarien

Eine deutliche Verbesserung der Gewässergüte erfordert nach den vorliegenden Ergebnissen v.a. auch Maßnahmen in der Landwirtschaft, um die diffusen Nährstoffeinträge zu senken. Der Abbau von Nährstoffüberschüssen und die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben sind Beispiele für notwendige Maßnahmen.

4.5.1 Einfluss der III-Renaturierung auf den diffusen Stoffeintrag

Eine Besonderheit im Untersuchungsgebiet stellt das Naturschutzgebiet III bzw. das Projekt III-Renaturierung dar. Seit 1994 werden an der III biotopenkende Maßnahmen umgesetzt, die der Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers und der daran angrenzenden Aue dienen. Die Gesamtgröße des III-Einzugsgebietes beträgt 125 km², wobei

der Kernbereich eine Fläche von 1100 ha einnimmt. Neben gewässerbegleitenden Maßnahmen wie dem Rückbau von Wehren, dem Rückbau von verrohrten Bachabschnitten, der naturnahen Gestaltung von Gewässerabschnitten oder der Anlage von Gewässerrandstreifen, wurde auch die landwirtschaftliche Nutzung in den sensiblen Auebereichen durch Ankauf von Grundstücken bzw. Verpachtung verändert. Im sogenannten Kerngebiet des III-Einzugsgebietes, das alle dauerhaft wasserführenden Bäche umfasst, erfolgt eine extensive landwirtschaftliche Nutzung. Die Landwirtschaft wurde in direkter Gewässernähe ausgezäunt und in einem Puffer von durchschnittlich 50 m (25 – 100 m) vom Gewässer entfernt. Abgrenzungskriterien stellten hierbei die Topographie und die periodische oder dauerhafte Verbindung mit dem Gewässer dar. Im Kerngebiet erfolgt lediglich Grünlandnutzung als Mähweide oder Mähwiese ohne Düngung (MAAS 1995, mdl. Mitteilung von Herrn U. HEINTZ 2005). Legt man für diese extensiven Grünlandflächen einen reduzierten N-Austrag von nur noch 1,3 kg N/ha*a statt 10,3 kg N/ha wie bei konventioneller Grünlandnutzung zugrunde, welcher dem Austrag unter Wald entspricht, reduziert sich der Austrag von insgesamt 2200 kg N/a um 278 kg N/a auf 1926 kg N/a. Bezogen auf den Gesamtaustrag am Pegel Eppelborn entspricht das einer Verringerung des Gesamtaustrags um 0,7 %.

Die Schutzfunktion von Uferstreifen für die Nährstoff- und Sedimentretention wird in der Literatur kontrovers diskutiert. In ihrer gegenwärtigen Ausprägung ist die Bedeutung der Uferstreifen für die Verminderung von Stoffeinträgen aus diffusen Quellen in Gewässer insgesamt als gering zu bewerten (BACH et al. 1994). Grundsätzlich sind jedoch für die Filterleistung eines Uferstreifens eine Reihe von Merkmalen von Bedeutung, wie etwa die angrenzende Flächennutzung bzw. Bewirtschaftung, die Breite der Uferstreifen, die vertikal und horizontal ausgeprägte Strukturierung der Vegetation, die Sorptionsfähigkeit der Böden oder aber die Möglichkeit des flächenhaften Eintritts des Oberflächenabflusses. Der Uferstreifen wird meist nur für Austräge aus direkt gewässerangrenzenden Flächen wirksam. In stärker reliefierten Mittelgebirgslandschaften konzentriert sich der größte Teil des Oberflächenabflusses bereits vor dem Eintritt in einen Uferstreifen, um dann ungefiltert in den Vorfluter überzutreten (BACH et al. 1994). Zudem werden große Anteile der gelösten Nährstoffe meist nicht vom Uferstreifen zurückgehalten, sondern gelangen mit dem Zwischenabfluss schnell ins Gewässer (BACH et al. 1994). Untersuchungen haben gezeigt, dass bei Oberflächenabfluss der Uferstreifen die Ammonium-Konzentration um 40%, den Orthophosphat-Gehalt um 55%, den Sedimentgehalt um 80%, die Tonfraktion um 40%, die Nitratkonzentration jedoch durchschnittlich nur um 1% vermindert (FREDE et al. 1994).

4.5.2 Veränderung der punktuellen N- und P-Einträge durch Nachrüstung von Kläranlagen im Untersuchungsgebiet

Im Untersuchungsgebiet Theel-III sind derzeit fünf Kommunalkläranlagen und eine Industriekläranlage im Betrieb (vgl. Abbildung 40). Über die Kommunalkläranlagen wurden im Jahr 2002 Haushaltsabwässer von insgesamt 90.700 Einwohnern (EZ) und weitere Abwässer in der Größenordnung von 13.350 Einwohnergleichwerten (EGW) gereinigt. Der Kläranlage der Deponie Illingen werden 7.100 EGW zur Reinigung zugeführt.

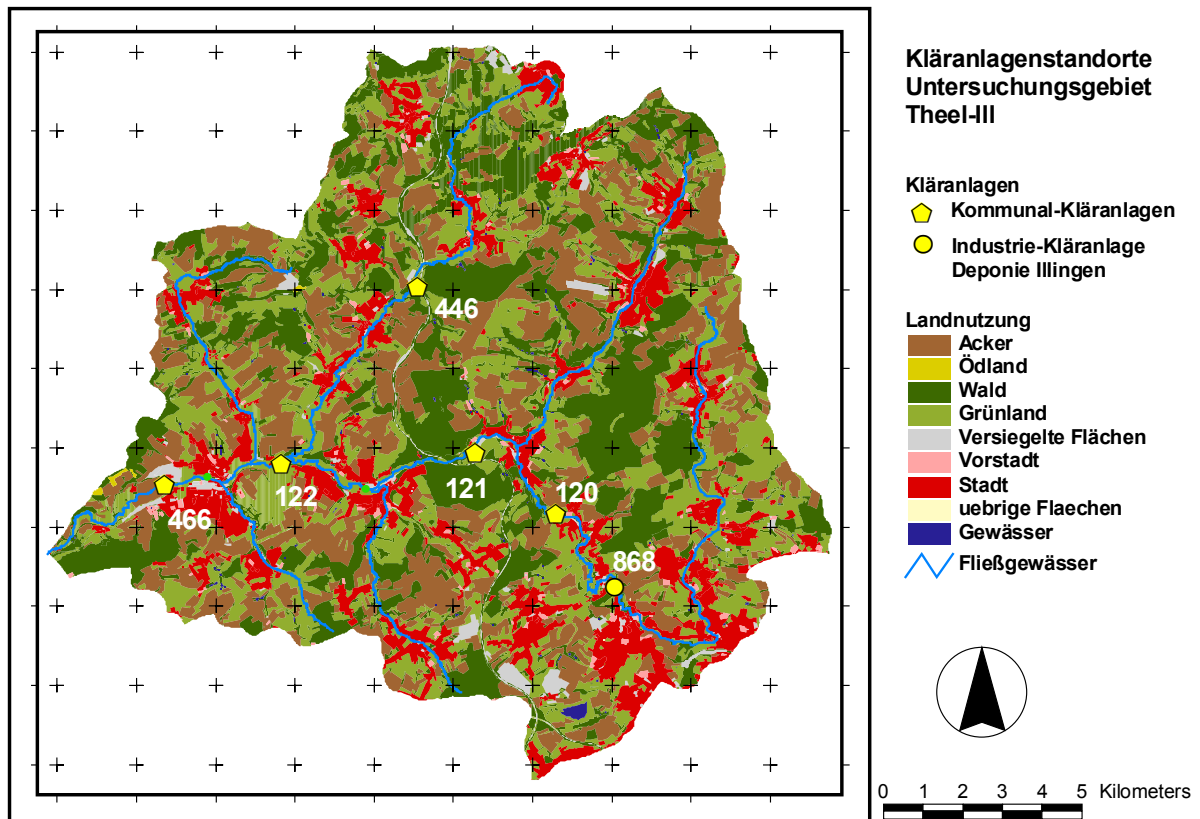


Abbildung 40: Kommunal- und Industriekläranlagen im Untersuchungsgebiet Theel-III¹⁵

In Folge von Nachrüstungsmaßnahmen laufen seit 2003/2004 auch die Kläranlage Dirmingen (1.10.2003) und die Kläranlage Bubach-Calmesweiler (1.10.2004) mit einer verbesserten Reinigungsleistung durch Denitrifikation, Nitrifikation und P-Elimination (D/N/P) sowie aerobe Schlammstabilisierung (AS). Trotz des hohen Anschlussgrades, der hinsichtlich der Zielwerte von Seiten des LfU und EVS mit 100 % angegeben wird, werden im Untersuchungsgebiet zusätzlich zu den über die Kläranlagen gereinigten Abwässern noch insgesamt Abwässer von 12.108 EW von Kleininleitern und Kanälen in die Vorfluter abgegeben. Damit ergibt sich für das Jahr 2002 de facto ein Anschlussgrad von 92 % für das Untersuchungsgebiet Theel-III. Nach vorliegenden Daten des Landesamtes für Umwelt- und Arbeitsschutz (LUA) sind im Jahr 2004 zusätzlich zu der besseren Reinigungsleistung (vermutlich) 750 EWG weniger über die Kläranlagen abgeführt worden.

Noch im Laufe des Jahres 2005 sollen aus der Gemeinde Tholey ca. 700 EW an die Kläranlage Sotzweiler angeschlossen und damit die ungeklärte Einleitung entlastet werden. Allerdings werden die anzuschließenden EW derzeit noch beim LUA diskutiert, Zahlen für eine Szenarienbetrachtung waren im Juni 2005 noch nicht erhältlich.

Die Ermittlung der punktuellen Stoffausträge mit dem Modell MOBINEG wurde auf Basis der Daten des LfU/LUA von 2002 (Jahresschmutzwassermengen sowie N- und P-Gehalte im Ablauf der Kläranlagen) vorgenommen (Modellierung 2002, Referenzjahr). Dies ermöglicht

¹⁵ 120 = KA Wustweiler; 121 = KA Dirmingen; 122 = KA Bubach-Calmesweiler; 446 = KA Sotzweiler; 466 = KA Lebach; 868 = KA Deponie Illingen

die Verifikation der Modellierung anhand der chemischen Messwerte (Messstelle Knorscheid des LfU, 2001-2003) und der langjährigen Abflusswerte am Pegel Lebach (vgl. auch Kapitel 2.4 und Abbildung 28).

Mittlerweile liegen vom LUA verifizierte Ablaufwerte für das Jahr 2004 vor. Die Modellierung der diffusen und punktuellen N- und P-Einträge mit diesen aktuellen Ablaufwerten der Kläranlagen, die sich nach der Sanierung der beiden Anlagen in Dirmingen und Bubach-Calmesweiler deutlich verbessert haben, zeigt folgendes Ergebnis:

Hinsichtlich der punktuellen N- Einträge hat die Nachrüstung der Kläranlagen im Jahr 2004 eine Entlastung der Theel um insgesamt 32 % erbracht. Die punktuellen P-Einträge sind im Vergleich zu den Ablaufwerten von 2002 um lediglich 6 % zurückgegangen. Dies liegt darin begründet, dass es bei der Nachrüstung vor die N-Elimination verbessert wurde (Denitrifikation und Nitrifikation).

Tabelle 11: Reduktion der punktuellen Einträge von N und P im Untersuchungsgebiet Theel-III durch Nachrüstung von Kläranlagen im Jahr 2004 im Vergleich zur Modellierung des Referenzjahres 2002

Modellierung	N_{punktuell} [t]	N_{ges} [t]	P_{punktuell} [t]	P_{ges} [t]
Modellierung 2002 (Referenzjahr) (berechnet über Ablaufwerte LfU 2002)	177,3	506,3	25,7	46,2
Modellierung 2004 -> Nachrüstung der Kläranlagen Dirmingen und Bubach-Calmesweiler (berechnet über Ablaufwerte LUA 2004)	120,0	449,1	24,2	44,7
Reduktion Modellierung 2004 vs. Modellierung 2002 vor Nachrüstung (Referenzjahr) [%]	- 32 %	- 11 %	- 6 %	- 3 %

Bezogen auf die Gesamtausträge reduzieren sich die N-Austräge im Jahr 2004 damit um 11 % gegenüber den Werten von 2002, die P-Austräge gehen insgesamt um 3 % zurück. Allerdings wird trotz der deutlichen Reduktionen in Folge der Kläranlagensanierung am Pegel Lebach bzw. an der Messstelle Knorscheid in 2005 noch nicht die geforderte Gewässergüte II erreicht sein. Nach den Modellierungen sind hier immer noch N-Konzentrationen von 4,84 mg N_{ges}/l zu erwarten, so dass auch im Untersuchungsgebiet Theel-III der Schluss gezogen werden muss, dass alleine durch die Reduktion der punktuellen Einträge die gute Gewässergüte nicht erreicht werden kann. Zwar steht noch die Erweiterung der Kläranlage Sotzweiler um ca. 750 EW aus. Da nach den Planungen des LUA bzw. EVS der gewünschte Anschlussgrad jedoch fast erreicht ist, der ja auch de facto mit über 90 % sehr hoch ist, sind auch in diesem Untersuchungsgebiet weitergehende Maßnahmen in der Landwirtschaft erforderlich, um bis 2015 den guten ökologischen und chemischen Zustand der Oberflächenwasserkörper zu erreichen.

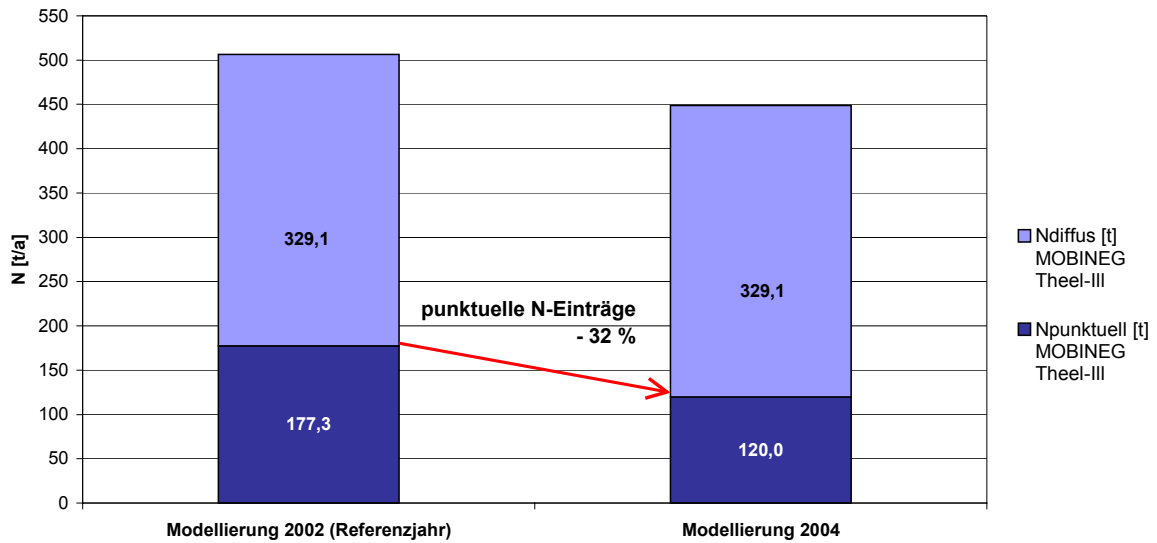


Abbildung 41: Veränderung der punktuellen N-Einträge bzw. der Gesamtstickstoff-Einträge im Untersuchungsgebiet Theel-III durch Nachrüstung von Kläranlagen

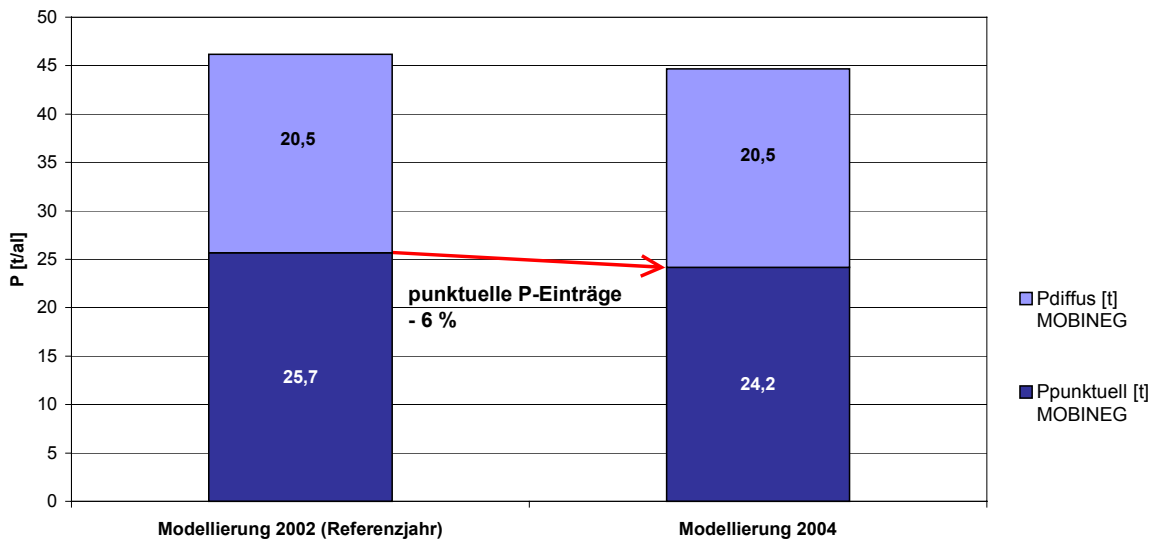


Abbildung 42: Veränderung der punktuellen P-Einträge bzw. der Gesamtphosphor-Einträge im Untersuchungsgebiet Theel-III durch Nachrüstung von Kläranlagen

5 Zusammenfassung

Im vorliegenden Projektbericht werden die diffusen und punktuellen Stoffeinträge in den Untersuchungsgebieten an der Leuk, an Theel-III und am Blies-Abschnitt zwischen Blieskastel und Reinheim analysiert.

Zur Ermittlung der Belastungen wurden vorhandene Daten zusammengetragen bzw., falls nicht vorhanden, neu generiert. Die Quantifizierung der diffusen und punktuellen Belastungen erfolgte mittels eines von der LAWA vorgeschlagenen Nährstoffbilanzierungsmodells (MOBINEG 3.1), welches die Eintragsquellen in die Kategorien Kläranlagen, Kleineinleiter, Kanalisation, Direkteinträge ins Gewässer, Erosion und den Zwischen-, Drän- und Grundwasserzufluss aus Acker-, Grünland- und Waldflächen sowie aus Siedlungsflächen mit geringem Versiegelungsgrad (Vorstadt) unterscheidet. So konnte eine differenzierte Bilanzierung des Eintrags von jährlichen Nährstofffrachten aus dem Einzugsgebiet in die betrachteten Fließgewässer durchgeführt werden.

Die Nährstoffbilanzierung ergab in allen drei Einzugsgebieten eine deutliche Belastung aus diffusen Quellen (vgl. Abbildung 43 und Abbildung 44).

Im Einzugsgebiet Leuk stammen 85 %, im Einzugsgebiet Theel-III 66 % der Gesamtstickstoffmenge aus diffusen Quellen. Lediglich im Untersuchungsgebiet Blies spielen punktuelle Nährstoffbelastungen aus Kläranlagen neben den diffusen Einträgen eine bedeutende Rolle. Die Analyse der Eintragspfade zeigt, dass insbesondere Stickstoff, aber auch Phosphor, zum großen Teil aus dem Bereich Landwirtschaft in die Gewässer gelangen.

Bei den Phosphoreinträgen spielen neben dem Eintrag durch Bodenerosion vor allem die Einträge aus Kläranlagen und Kanalisation eine herausragende Rolle. So stammen im Einzugsgebiet Blies 62 % und im Einzugsgebiet Theel-III 55 % der Gesamtphosphormenge aus punktuellen Quellen. Die Bedeutung der Kläranlagen für die Belastung der Gewässer ist durch Ausbaumaßnahmen der vergangenen Jahre zurückgegangen. Nur bei einzelnen Anlagen sind noch Verbesserungen zu erwarten.

Die Bilanzierungsergebnisse wurden über chemische Messwerte (N_{ges} , P_{ges}) des Landesamtes für Umweltschutz des Saarlandes aus den Jahren 2001-2003 und langjährige Pegeldata (LfU) bzw. Abflussmessungen (BRUCH 2002) verifiziert. Die Verifikationen haben gezeigt, dass der gewählte Bilanzierungsansatz für die saarländischen Fließgewässer und deren Einzugsgebiete verlässliche und realistische Aussagen zum Stoffeintrag ermöglicht und das Modell auf den Raum unter Beachtung der zur Verfügung stehenden Datengrundlagen anwendbar ist. Der umgesetzte Bilanzierungsansatz kann somit auf andere Einzugsgebiete des Saar-Lor-Lux-Raumes übertragen werden. Chemische Analysedaten des Landesamtes für Umweltschutz belegen die ermittelte Nährstoffbelastung der Oberflächengewässer in den ausgewählten Untersuchungsgebieten.

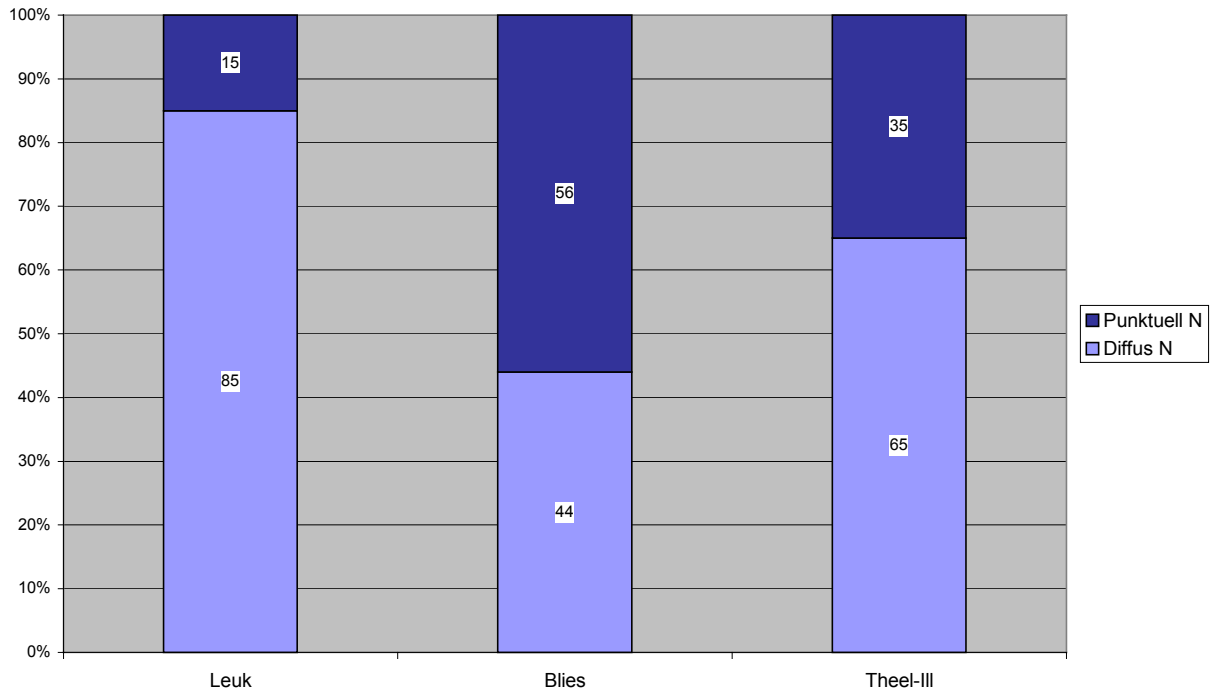


Abbildung 43: Prozentuale Verteilung der diffusen und punktuellen Stickstoffeinträge in den Untersuchungsgebieten

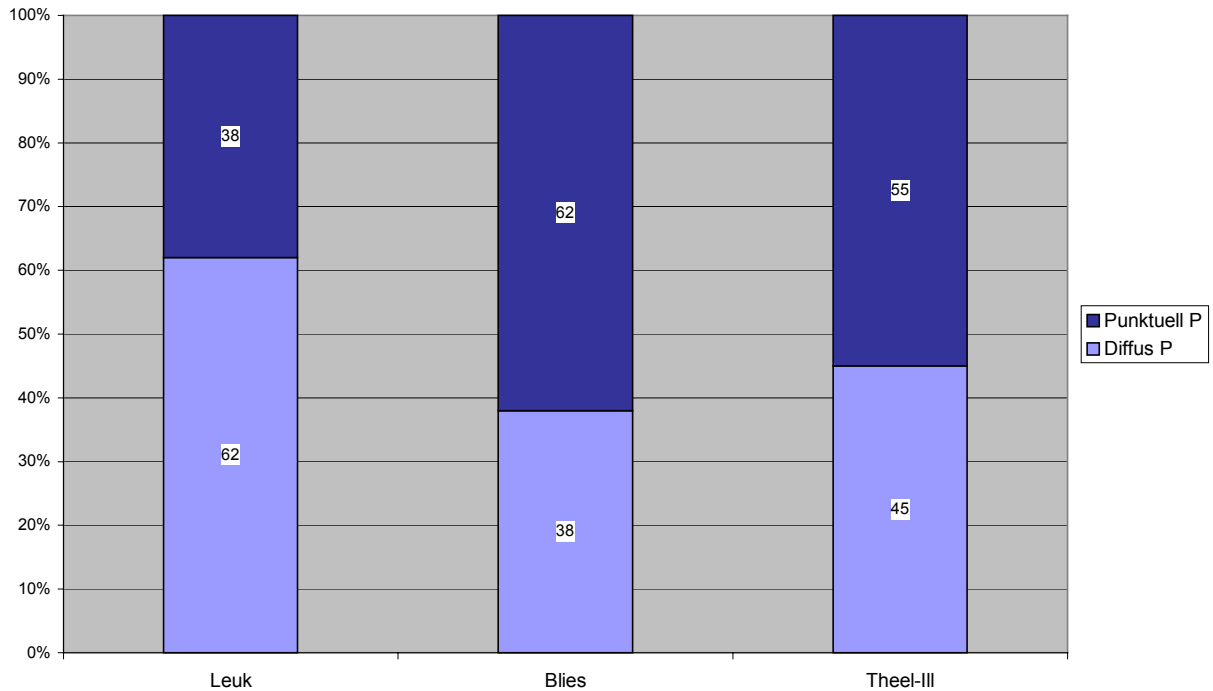


Abbildung 44: Prozentuale Verteilung der diffusen und punktuellen Phosphoreinträge in den Untersuchungsgebieten

Der nach EU-WRRL geforderte gute Gewässerzustand wird in allen drei Untersuchungsgebieten nicht erreicht. Mit dem Bilanzierungsmodell können Nährstoffeinträge in die Gewässer quantifiziert und Eintragspfade identifiziert werden, so dass der erkennbare Handlungsbedarf genauer eingegrenzt und definiert werden kann. Durch die Berücksichtigung flächendeckender Nutzungsparameter (Bodentypen, Landnutzungstypen, Wasserhaushalt, ...) und punktueller Einleitungen (Kläranlagen, Kleineinleiter) sowie die Berechnung von Szenarien bietet der Modellierungsansatz Möglichkeiten zur Formulierung von effektiven Maßnahmen zur Reduktion der Stoffeinträge. Im Gegensatz zu reinen Mess-Programmen könnten so alle saarländischen Oberflächenwasserkörper hinsichtlich der Quantifizierung der Eintragspfade betrachtet und analysiert werden – unter vertretbarem finanziellem, technischen und personellen Aufwand.

Leuk

Für den betrachteten Modellierungszeitraum (Landnutzung 2003, Kläranlagen 2002, Klimadaten 1993-2003) wurde für das Untersuchungsgebiet Leuk ein Eintrag von 68,28 t Gesamtstickstoff und 5,55 t Gesamtphosphor ermittelt. In diesem Untersuchungsgebiet dominieren bzgl. Stickstoff die Austräge aus landwirtschaftlichen Flächen das Gütegeschehen im Fließgewässer (81 % der Gesamteinträge). Entsprechend geringer ist der relative Einfluss punktueller Einleitungen aus Kläranlagen und Kanalisation auf die Stickstoffbelastung der Leuk. Lediglich 15 % der Einträge gehen auf punktuelle Einträge zurück. Bei den Phosphoreinträgen spielen, neben Einträgen aus Kläranlagen und Kanalisationen, diffuse Einträge über Erosion eine herausragende Rolle. Die P-Belastung durch Erosion erreicht im Vergleich zu den übrigen Einträgen einen Anteil von 46 % an der Gesamtphosphor-Menge. Die Phosphoreinträge aus diffusen Quellen machen insgesamt 62% der Gesamteinträge aus, aber punktuelle Einträge aus Kläranlagen, Kleinkläranlagen und Kanalisation erreichen hier trotzdem einen Anteil von 38 % an der Gesamtphosphor-Menge (vgl. Abbildung 45).

Durch den Bau weiterer Kläranlagen und die im Vergleich zu den Kleineinleitungen damit erhöhte Reinigungsleistung der Abwässer werden sich zwar in Zukunft die punktuellen Einleitungen reduzieren. Da jedoch die Hauptbelastung der Leuk und ihrer Quellgewässer eindeutig aus dem landwirtschaftlichen Bereich stammt, werden hier zur Verbesserung der Gewässerqualität nach den Vorgaben der EU-WRRL deutliche Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft erforderlich sein. Von saarländischen Landwirtschaftsvertretern vorgeschlagene Maßnahmen in der landwirtschaftlichen Bodennutzung zur Verringerung der diffusen Einträge können nach Szenariobewertung maximal 20 % Stickstoff- und 50 % Phosphorreduktion bewirken. Daher sind insbesondere im Quellbereich von Leuk und seinem Fischerbach, aber auch im weiteren Einzugsgebiet weitergehende Maßnahmen nötig, um entsprechende Erfolge zu erzielen. Insbesondere auf den austrags- und erosionsgefährdeten Böden sind Veränderungen der landwirtschaftlichen Praxis und der Bewirtschaftung notwendig.

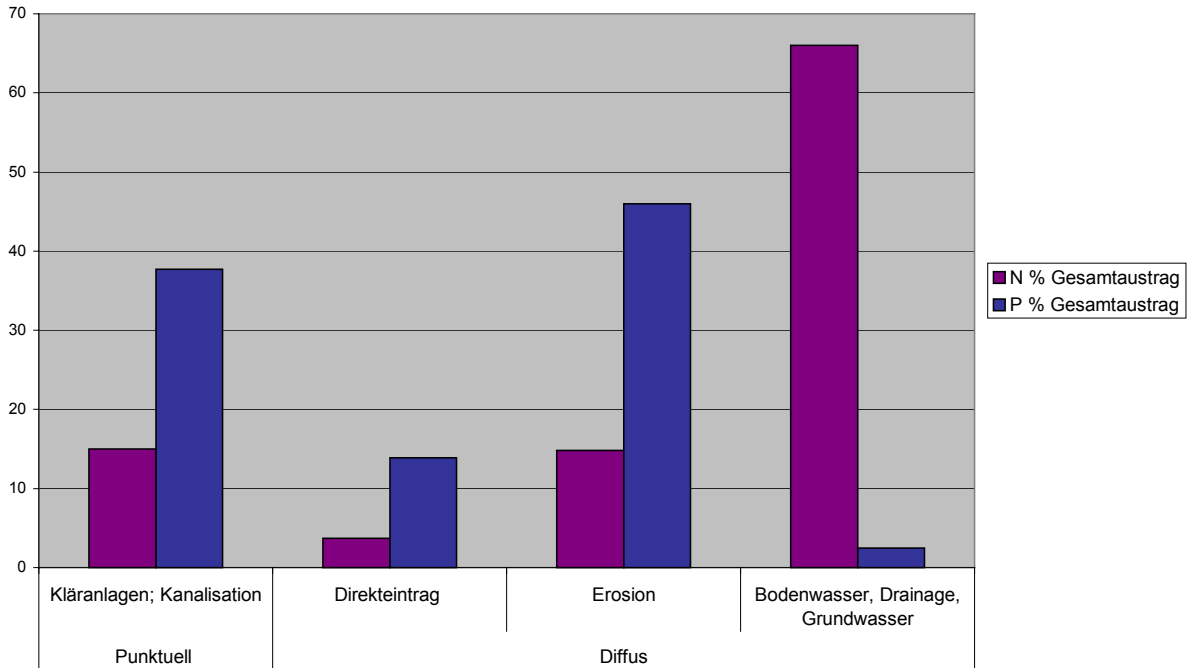


Abbildung 45: Prozentuale Anteile der Nährstoffeinträge N und P über verschiedene Eintragspfade im Untersuchungsgebiet Leuk

Blies

Insgesamt gelangen jährlich 245,56 t N und 18,96 t P in die Blies (Abschnitt Blieskastel-Reinheim). Im Untersuchungsgebiet Blies dominieren bei Stickstoff die punktuellen Einträge aus Kläranlagen, Kleinkläranlagen und Kanalisation das Gütegeschehen im Fließgewässer (56%). Die N-Belastung aus Flächen mit ackerbaulicher Nutzung über Zwischenabfluss, Dränabfluss und Grundwasser erreicht einen Anteil von 26 % an den Gesamtstickstoff-Austrägen. Aus den Grünlandflächen, die immerhin 38 Flächen-% am Untersuchungsgebiet einnehmen, erfolgen dagegen nur 7 % der Gesamtstickstoffausträge (Zwischen-, Dränabfluss und Grundwasser). Insgesamt werden 33% der Gesamtstickstoffausträge über Sickerwasser ausgetragen. Über Erosion von Ackerflächen werden weitere 7 % ausgetragen, 3 % entfallen auf Direkteinträge. Bei den Phosphoreinträgen spielen, neben den mengenmäßig dominierenden Einträgen aus Kläranlagen und Kanalisationen, auch Einträge aus der Erosion eine entscheidende Rolle. Punktuelle Einträge aus Kläranlagen, Kleinkläranlagen und Kanalisation erreichen einen Anteil von 62 % an der ausgetragenen Gesamtphosphor-Menge. Die P-Belastung durch Erosion erreicht im Vergleich zu den übrigen Einträgen einen Anteil von 25 % (vgl. Abbildung 46).

Die geplante Erweiterung und der anstehende Neubau von Kläranlagen alleine wird nicht ausreichen, bis 2015 die Gewässergüte II zu erreichen, zusätzliche Maßnahmen in der Landwirtschaft sind auch hier notwendig. Würden in diesem Untersuchungsgebiet im Bereich der Landwirtschaft Maßnahmen umgesetzt, wie sie für das Gebiet der Leuk vorgeschlagen wurden, so ist gemeinsam mit der aktuell anstehenden Veränderung der Abwasserbehandlungssituation hinsichtlich Phosphor eine deutliche Verbesserung der

Gewässerqualität bis hin zur Gewässergüte II zu erwarten. Bezüglich der Stickstoffeinträge genügt die Umsetzung landwirtschaftlicher und siedlungswasserwirtschaftlicher Maßnahmen allerdings nicht. Die erforderliche Reduktion der Stickstoffeinträge um ca. 35 % wird nur erreicht werden, wenn bereits oberhalb des Gebietseinlasses, d. h. im Oberlauf der Blies oberhalb von Blieskastel, Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität ergriffen werden.

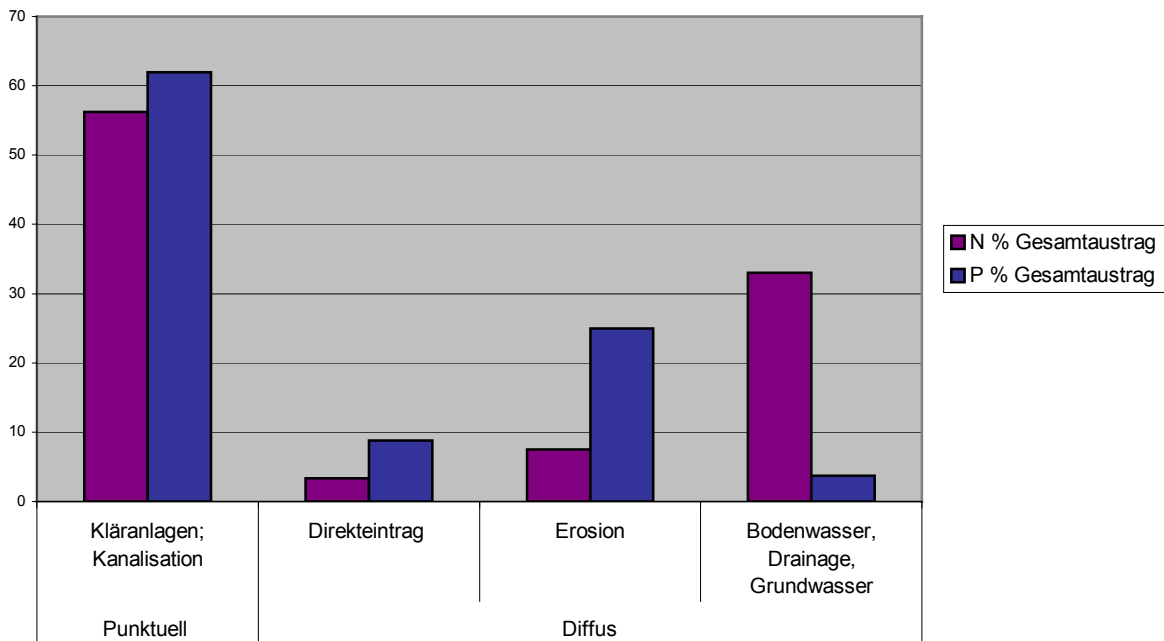


Abbildung 46: Prozentuale Anteile der Nährstoffeinträge N und P über verschiedene Eintragspfade im Untersuchungsgebiet Blies

Theel-III

Im Untersuchungsgebiet Theel-III gelangen jährlich 506,33 t N und 46,17 t P in die Oberflächenwasserkörper (Modellierung 2002, Referenzjahr). An Theel und III stammen 65 % des eingetragenen Stickstoffs und 45 % des Phosphors aus diffusen Einträgen, die zum Großteil auf landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführen sind. Stickstoffeinträge aus Kläranlagen, Kleineinleitern und durch Regenabfluss stehen deutlich hinter den auf landwirtschaftliche Nutzung zurückzuführenden Einträgen aus diffusen Quellen zurück. Lediglich 35 % des Stickstoffs, jedoch 55 % des Phosphors stammen aus punktuellen Einträgen, die aus Einleitungen aus Kläranlagen, Kleineinleitern und durch Regenabfluss zurückzuführen sind (Referenzjahr 2002, vgl. Abbildung 47). Infolge der Nachrüstung von Kläranlagen hat sich die punktuelle Belastung von Stickstoff in 2004 auf 27 % reduziert, die punktuelle Phosphor-Belastung macht aber weiterhin 54 % der Gesamtposphoreinträge aus (vgl. Abbildung 48).

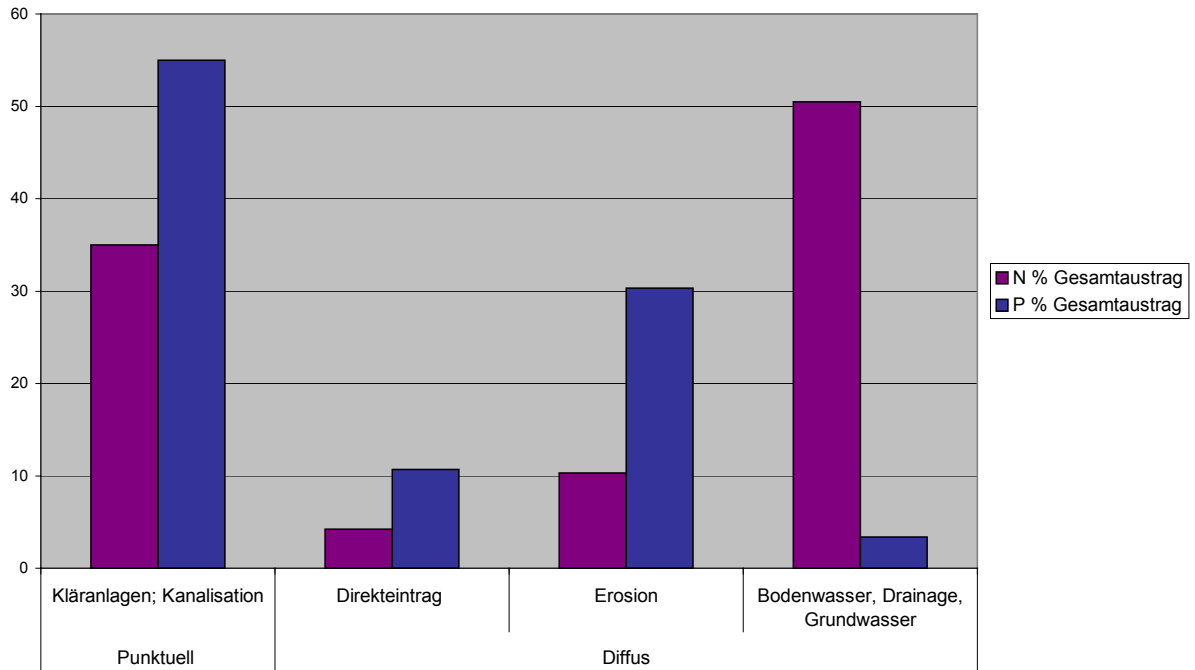


Abbildung 47: Prozentuale Anteile der Nährstoffeinträge N und P über verschiedene Eintragspfade im Untersuchungsgebiet Theel III (Modellierung mit Kläranlagen-Ablaufwerten 2002)

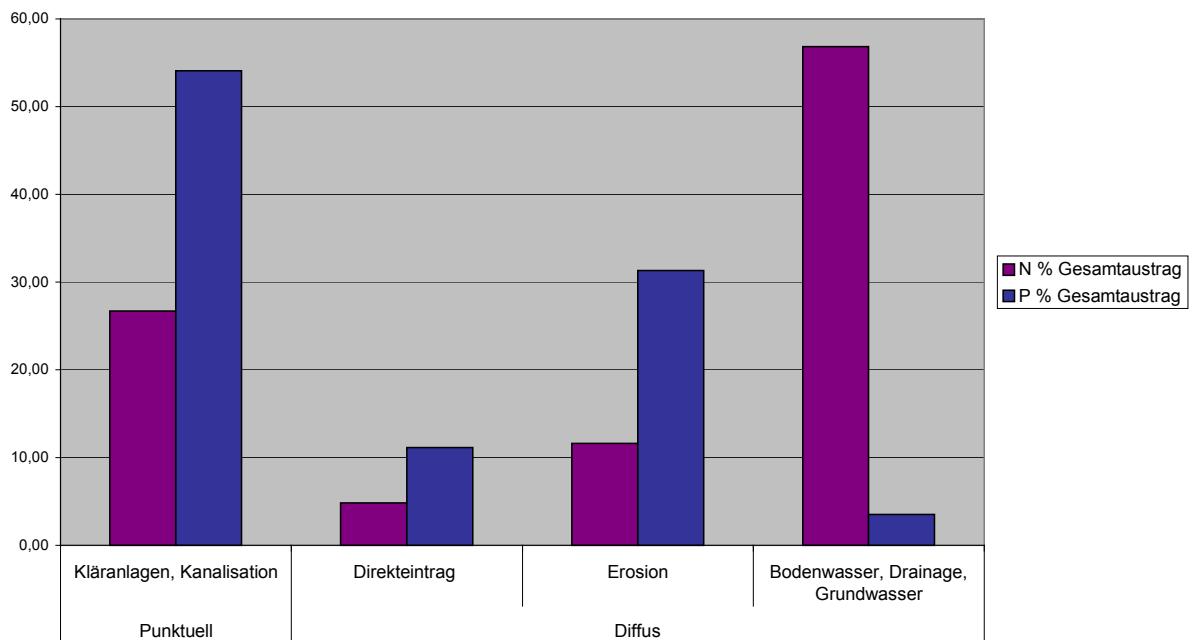


Abbildung 48: Aktuelle prozentuale Anteile der Nährstoffeinträge N und P über verschiedene Eintragspfade im Untersuchungsgebiet Theel III (Modellierung mit aktuellen Kläranlagen-Ablaufwerten 2004)

Um eine deutliche Verbesserung der Gewässergüte zu erzielen, sind nach den vorliegenden Ergebnissen v.a. auch Maßnahmen in der Landwirtschaft erforderlich, um die diffusen Nährstoffeinträge zu senken. Der Anschlussgrad liegt de facto bereits bei über 90 %, nach den Planungen von EVS und LUA sollen bis Ende 2005 lediglich noch ca. 700 EW an die Kläranlage Sotzweiler angeschlossen werden. Durch die Nachrüstung der Kläranlagen Dirmingen und Bubach-Calmesweiler konnten die punktuellen N-Einträge im Untersuchungsgebiet Theel-III zwar deutlich reduziert werden. Um an der Theel jedoch einen guten chemischen Zustand, d. h. Gewässergüte II, zu erreichen, sind weitergehende Maßnahmen zur Reduzierung diffuser Nährstoffeinträge erforderlich, insbesondere hinsichtlich Stickstoff. Aber auch bezüglich des Phosphors sollte der Eintrag über Bodenerosion deutlich vermindert werden, um die Gewässergüte II zu erreichen.

Im Zuge der III-Renaturierung wurden entlang der III Landwirtschaftsflächen, insbesondere Grünlandflächen, in extensives Grünland umgewidmet. Diese Maßnahme hat aber bezogen auf den Gesamtaustrag am Pegel Eppelborn einen nur geringen Effekt auf die Verbesserung der Gewässerqualität hinsichtlich N und P, der sich beispielsweise bei Gesamtstickstoff auf eine Größenordnung von lediglich 0,7 % der Gesamteinträge quantifizieren lässt.

6 Literatur

- ALLB. Amt für Landwirtschaft, Landschaft- und Bodenkultur Ludwigsburg (2004): Fachinformationen. Wasserschutz: Schlagkartei erstellen. Erläuterungen zur Einstellung der Schlagkartei. - [www.infodienst.bwl.de/allb/...](http://www.infodienst.bwl.de/allb/)
- Bach, M., Fabis, J. & H.-G. Frede (1994): Schutzfunktionen von Uferstreifen für Gewässer im Mittelgebirgsraum. In: *Wasserwirtschaft* 84/10.
- Barth, B. & J. Kubiniok (1998): Soil degradation and GIS-based soil erosion prediction in South-Western-Germany (Saarland). - In: *Proceedings of the 16th World Congress of Soil Science, 1998, Montpellier*.
- Barth, B. & J. Kubiniok (2003): Bodenerosion in ackerbaulich genutzten Gebieten des Saarlandes. - *Chronologie, Ausmaß und GIS-gestützte Prognose*. - Posterbeitrag Nr. P-060, VDLUFA-Schriftenreihe 59/I (2003), 115. VDLUFA-Kongress, Saarbrücken.
- Barth, B. (1996): Bodenabtragsschätzungen als wesentlicher Aspekt des Bodenschutzes und ihre Einbindung in Geographische Informationssysteme. - In: *Stuttgarter Geographische Studien, Band 126, Stuttgart*.
- Barth, B. (1997 a): Bodenerosionssimulation mit GIS. - *Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität des Saarlandes*, 43.
- Barth, B. (1997 b): GIS-gestützte Bodenerosionsprognose - Ein Beitrag zum Bodenschutz. - In: *ESRI (Hrsg.) Tagungsband der Deutschen Anwenderkonferenz 10.-12. März 1997, Kranzberg*.
- Bruch (2002): Räumliche Variabilität der Wasserbeschaffenheit und Frachten diffuser und punktueller Stickstoffeinträge in kleinen Einzugsgebieten des Saarlands. - *Dissertation, Fachbereich VI Geographie – Geowissenschaften, Universität Trier*. URL: <http://ub-dok.uni-trier.de/diss/diss45/20020130/20020130.htm>.
- Bruch, I., J. Kubiniok, B. Neumann, A. Siegl (2000): Wasser- und Nährstoffhaushalt im Einzugsgebiet kleiner Fließgewässer auf repräsentativen Flächen im ländlichen Raum des Saarlandes als Grundlage für angepasste kommunale Abwasser- und Regenwasserbehandlungskonzepte – WUNEF. – *Abschlussbericht im Auftrag des Ministeriums für Umwelt des Saarlandes, Saarbrücken*. URN: [urn:nbn:de:bsz:291-scidok-855](http://nbn:de:bsz:291-scidok-855), URL: <http://scidok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2003/85/>
- Frede, H.-G. & S. Dabbert (1998): *Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft*. - Landsberg.
- Frede, H.-G., Fabis, J. & M. Bach (1994): Nährstoff- und Sedimentretention in Uferstreifen des Mittelgebirgsraumes. In: *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung*, Bd. 35.
- Hydrotec (2003): *Bilanzierungsmodell MOBINEG 3.1 – Handbuch und Bedienungsanleitung*. - Aachen.

- Kastenholz, U., J. Kubiniok & R. Kunkel (1999): Geoökologische Verteilungsmuster von Cäsium-137 nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl – Ein Beitrag zum Bodenschutz im Saarland. - In: Magazin Forschung der Universität des Saarlandes, S.22 – 33, Saarbrücken.
- Keitz, S. von (2001): Anforderungen an die Wasserrahmenrichtlinie für oberirdische Gewässer und aktueller Stand der fachlichen Umsetzung. – In: Wasser und Abfall 9, S. 16-19.
- Kubiniok, J. & B. Barth (1996): Anthropogene Bodenveränderungen im ländlichen Raum des Saarlandes. - In: Magazin Forschung (Univ. d. Saarlandes), Nr. 1 (1996), S. 8 – 19, Saarbrücken.
- Kubiniok, J. (1998): Ausmaß und Abschätzung der aktuellen Bodenerosion im Saarland. - In: Mosella, Eau et Morphologies, Nr. 3-4, S. 61-74, Metz.
- Kubiniok, J. (1999): Bodenerosion im Saarland – Historische Entwicklung und Aktuelles Ausmaß. - In: Saar-Lor-Lux Bodenschutz, Saarbrücker Geographische Arbeiten Band 46, S. 65-75, Saarbrücken
- Kubiniok, J. & H.-M. Weicken (1989): Anthropogene Relief- und Bodenveränderungen im Saarland - dargestellt an Beispielen aus dem östlichen Bliesgau und dem Prims-Blies-Hügelland. – In: Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität des Saarlandes, Bd. 36, S. 293-308, Saarbrücken. (3 Abbildungen).
- Kubiniok, J., B. Barth & B. Neumann (2004): Bilanzierung der Nährstoffeinträge in landwirtschaftliche genutzten Einzugsgebieten des Saarlandes auf Basis vorhandener Datengrundlagen. Datengrundlagen, Methodik und Ergebnisse Teil 1: Leuk. –Abschlussbericht 2004 zum Vertrag vom 30.01.2003 an das Ministerium für Umwelt des Saarlandes, Saarbrücken.
- Kubiniok, J., W. Feltes, B. Neumann, & I. Bruch (2003): Diffuse und punktuelle Stickstoffeinträge in Quellen und Oberläufe kleiner saarländischer Fließgewässer. - Posterbeitrag Nr. P-059, VDLUFA-Schriftenreihe 59/I (2003), 115. VDLUFA-Kongress, Saarbrücken.
- LAWA. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser [Hrsg.] (1998): Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland. Chemische Gewässergüteklassifikation. - Berlin.
- Lehrstuhl für Physikalische Geographie (2004): Ermittlung und Bewertung der Entwicklungsfähigkeit saarländischer Fließgewässer als Grundlage für die Erstellung von Bewirtschaftungsplänen zur Erreichung des Guten Zustandes nach Vorgabe der EU-WRRL. – unveröffentl. Zwischenbericht, Lehrstuhl für Physikalische Geographie der Universität des Saarlandes, Saarbrücken.
- LWK & MfU. Landwirtschaftskammer für das Saarland & Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr (1997): Umwelt- und fachgerechte Düngung im Saarland. - unveröffentl. Broschüre, Saarbrücken.

- LWK. Landwirtschaftskammer für das Saarland (2002): Stickstoffdüngempfehlungen für das Saarland. - URL: <http://www.lwk.saarland.de> -> Aus den Abteilungen -> C Landwirtschaft -> Ackerbau, ... -> Aktuelle Nmin-Werte. Ausdruck 22.10.2002.
- LWK. Landwirtschaftskammer für das Saarland (2003): Stickstoffdüngempfehlungen 2003 für das Saarland. - SAAR82003.doc.
- LWK. Landwirtschaftskammer für das Saarland (2004): Stickstoffdüngempfehlungen 2004 für das Saarland. - RBZ - Nr. 9 / 28. Februar 2004, S. 8-9.
- Neumann, B. (2002): Erfassung des nutzungsbedingten Nitrataustrages landwirtschaftlich genutzter Böden und GIS-gestützte Modellierung des standörtlichen Nitratverlagerungsrisikos - Ein Beitrag zum integrierten Gewässerschutz. – Dissertation, Universität des Saarlandes, Fachrichtung Geographie, Saarbrücken. URN: urn:nbn:de:bsz:291-scidok-849, URL: <http://scidok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2003/84/>
- Skupin, T. (2003): Effizienzkontrolle der Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstofffrachten in der Ill. – Diplomarbeit, Fachrichtung 6.6 Biogeographie, Universität des Saarlandes.
- Wendland, F., H. Albert, M. Bach & R. Schmidt (1993): Atlas zum Nitratstrom in der Bundesrepublik Deutschland. Rasterkarten zu geowissenschaftlichen Grundlagen, Stickstoffbilanzgrößen und Modellergebnissen. - Berlin.