



Geologische Bundesanstalt
BIBLIOTHEK

15928,4^e



Nº 371

RegioKAT NEU
Grund- und Trinkwasserwirtschaft

Endbericht

Traun-Enns-Platte

Ursachenermittlung
nach § 33f Landwirtschaft

wpa Beratende Ingenieure

15928,42



wpa Beratende Ingenieure



Auftraggeber

Amt der Oö. Landesregierung
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung Grund- und Trinkwasserwirtschaft
4021 Linz - Kärntnerstraße 10-12

Berichtsdatum

01.03.2013 // GZ-wpa: 412.001

Version

2.0

Inhalt

Endbericht mit Anlagen

Ausführung

5/7

Unter Mitarbeit von

IKT – Bundesamt für Wasserwirtschaft
Thomas Übleis - Ingenieurbüro für Landwirtschaft,
Bodenkunde und Gewässerschutz

Traun-Enns-Platte

Ursachenermittlung nach § 33f
Landwirtschaft

Geol.B.-A. Wien



wpa Beratende Ingenieure GmbH

A-1090 Wien | Lackierergasse 1/4
T +43 1 403 62 80 | F +43 1 405 57 16
wpa@wpa.at | www.wpa.at

UID: ATU 16138800 | Gesellschaft mbH | Handelsgericht Wien | FN 51597d
Bankverbindung: BKS Bank AG | BLZ: 17000 | Konto: 141 000 225
IBAN: AT08170000141000225 | BIC: BFKKAT2K

INHALTSVERZEICHNIS

1	Zusammenfassung	6
2	Auftrag, Zielsetzung, Abgrenzung der Fragestellung	7
3	Material und Methode	8
3.1	Untersuchungsgebiet	8
3.2	Literaturstudie	8
3.3	Befragung	9
3.4	Stickstoffbilanz	10
3.4.1	Erträge	10
3.4.2	Übersicht über die Bonitätsverhältnisse in der Traun-Enns-Platte	10
3.4.3	Abschätzung des N-Düngeaufwands	11
3.4.4	Berechnung von Bilanzen	11
3.4.5	Plausibilitätsprüfung der Modellannahmen	13
3.4.6	Modellrechnung zur Darstellung des Einflusses von Bodeneigenschaften auf die Nitratauswaschung	15
3.5	Düngezeitpunkt	19
3.5.1	Definition von Standardkulturen und -fruchtfolgen	19
3.5.2	Düngezeitpunkte in der Praxis	19
3.6	Lagerraumbedarf	20
3.6.1	Ausarbeitung von Betriebstypen	20
3.6.2	Einschätzung der vorhandenen Lagerkapazität	20
3.6.3	Ableitung der erforderlichen Lagerkapazität	20
3.6.4	Bewertung des Beitrags zur Nitratauswaschung	21
3.7	Arrondierung	21
3.7.1	Abschätzung des Arrondierungsgrades	21
4	Ergebnisse	22
4.1	Stickstoffbilanz	22
4.1.1	Erträge und Einschätzung der Ertragslage	22
4.1.2	Zusammenhang zwischen Bodenbonität und Ertrag	24
4.1.3	Übersicht über die Bonitätsverhältnisse in der Traun-Enns-Platte	26
4.1.4	Bewertung der Auswirkung der Kulturführung auf den Ertrag	30
4.1.5	Abschätzung des N-Düngeaufwands	32
4.1.6	Stickstoffsaldo	35
4.1.7	Nitratbelastung des Grundwassers	38
4.1.8	Zusammenhang zwischen Bodeneigenschaften und Nitratauswaschung	41
4.2	Düngezeitpunkt	44
4.2.1	Definition von Standardkulturen und -fruchtfolgen	44
4.2.2	Auswirkung auf die Nitratauswaschung	46
4.2.3	Pflanzenbaulich sinnvolle Düngezeitpunkte	47
4.2.4	Tatsächliche Ausbringungspraxis	49

4.3	Lagerraumbedarf	50
4.3.1	Ausarbeitung von Betriebstypen	50
4.3.2	Einschätzung der vorhandenen Lagerkapazität	53
4.3.3	Ableitung der erforderlichen Lagerkapazität	54
4.3.4	Bewertung des Beitrags zur Nitratauswaschung	54
4.4	Arrondierung	56
4.4.1	Einschätzung zur maximalen Entfernung für die WD-Verbringung	56
4.4.2	Abschätzung des Arrondierungsgrades	57
5	Schlussfolgerungen	60
5.1	Ursachen und Verursachensanteile im Vergleich	60
5.1.1	Stickstoffsalden	60
5.1.2	Düngezeitpunkt und Lagerkapazität	61
5.1.3	Arrondierung	61
5.1.4	Böden	61
6	Maßnahmen	62
6.1	Ursachenspezifische Maßnahmen	62
6.1.1	Düngebemessung	62
6.1.2	Organischer Anteil im Wirtschaftsdünger	62
6.1.3	Lokal wirksame Redeposition von NH ₃	63
6.1.4	Veränderung der Düngezeitpunkte	63
6.1.5	Ausweitung der Lagerkapazität	63
6.1.6	Auswaschungsgefährdete Böden	63
6.1.7	Alternativen zur Lagerraumerweiterung	64
6.1.8	Verzicht auf Mineraldüngereinsatz	65
6.1.9	Biologische Wirtschaftsweise	65
6.2	Unspezifische Maßnahmen	65
6.2.1	Bewusstseinsbildende Maßnahmen	65
6.2.2	Begrünung	65
7	Literatur	67
8	Anlagenverzeichnis	70

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 3-1: Eingrenzung des Untersuchungsgebiets „Traun-Enns-Platte“ in Oberösterreich	8
Abb. 3-2: Berechnete Menge und Absatzzahlen des N-Mineraldüngers (TU Wien, wpa & UBA, 2011).....	13
Abb. 3-3: Eintragspfade für Stickstoff in der Traun-Enns-Region in kg N/ha-a sowie in Prozent der Gesamtemission (TU Wien, wpa & UBA, 2012).....	14
Abb. 3-4: Modellierte 90% Perzentile der NO ₃ -N Konzentration am Gebietsauslass der Modelleinzugsgebiete (TU Wien, wpa & UBA, 2012).....	15
Abb. 3-5: Verbreitung der Gründigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden in der TEPL (eBOD, 2009)	16
Abb. 3-6: Verbreitung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) landw. genutzter Böden in der TEPL (eBOD, 2009)	17
Abb. 3-7: Verbreitung der Durchlässigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden in der TEPL (eBOD, 2009)	18
Abb. 4-1: Anzahl der Gemeinden mit durchschnittlicher Ertragslage von 2001 bis 2011.....	22
Abb. 4-2: Anzahl der Gemeinden mit maximal erreichter Ertragslage von 2001-2011	22
Abb. 4-3: Kumulierte Häufigkeit der Gemeinden mit steigendem Vorkommen von „hoher Ertragslage“ in den Jahren 2001-2011.....	23
Abb. 4-4: Einschätzung der Ertragslage durch die befragten Landwirte für die Bemessung der N-Düngegaben	24
Abb. 4-5: Geschätzte Randmittel der Relativerträge je nach Bodenwert (wpa, 2008a)	25
Abb. 4-6: Geschätzte Randmittel der Winterweizenerträge je nach Bodenwert (wpa, 2008a).....	25
Abb. 4-7: Geschätzte Randmittel der Wintergerstenerträge je nach Bodenwert (wpa, 2008a)	25
Abb. 4-8: Geschätzte Randmittel der Maiserträge je nach Bodenwert (wpa, 2008a).....	25
Abb. 4-9: Relative Erträge bei unterschiedlichen Ackerzahlen (wpa, 2008a).....	26
Abb. 4-10: Flächenanteile je nach Bodenklimazahl (wpa, 2008a).....	27
Abb. 4-11: Vergleich Bodenkarte und Bodenschätzung (wpa, 2008a)	27
Abb. 4-12: Flächengewichtete Mittelwerte der Bodenklimazahl nach Bodenwerten auf der TEPL (wpa, 2008a)....	27
Abb. 4-13: Vergleich von Bodenwert und Bodenklimazahl in der Traun-Enns-Platte (wpa, 2008a).....	28
Abb. 4-14: Vergleich Österreichische Bodenkarte 1:25.000 und Bodenklimazahlen (wpa, 2008a)	29
Abb. 4-15: Mittelwerte der Salden der Stickstoffflächenbilanz, Nmin-Werte und Auswaschung von Stickstoff für verschiedene ackerbauliche Landnutzungsformen in Deutschland (Kolbe, 2000).....	30
Abb. 4-16: In der Befragung angegebene Düngemengen (Einstufung entsprechend den Ertragslagen gem. RL f.d.sg.D).....	32
Abb. 4-17: Ertrag bei verschiedenen Düngeniveaus, Körnermais.....	33
Abb. 4-18: Histogramm des Düngeniveaus bei Körnermais.....	33
Abb. 4-19: Ertrag bei verschiedenen Düngeniveaus, Winterweichweizen.....	34
Abb. 4-20: Histogramm des Düngeniveaus bei Winterweichweizen.....	34
Abb. 4-21: Ertrag bei verschiedenen Düngeniveaus, Wintergerste	34
Abb. 4-22: Histogramm des Düngeniveaus bei Wintergerste	34
Abb. 4-23: Ertrag bei verschiedenen Düngeniveaus, Winterraps	35
Abb. 4-24: Histogramm des Düngeniveaus bei Winterraps	35
Abb. 4-25: Stickstoffüberschüsse auf den landwirtschaftlichen Flächen der Traun-Enns-Platte in den Jahren 2001- 2010.....	35
Abb. 4-26: Durchschnittliche Stickstoffsalden der landwirtschaftlichen Fläche pro Gemeinde	36
Abb. 4-27: Stickstoffsaldo der Landwirtschaft bezogen auf die Landwirtschaftliche Fläche	37

Abb. 4-28: Anteil der landwirtschaftlichen Fläche im Gemeindegebiet in Prozent	37
Abb. 4-29: Stickstoffsaldo der Landwirtschaft bezogen auf die Gemeindefläche	38
Abb. 4-30: Abflusshöhe der Einzugsgebiete im Gebiet der Traun-Enns-Platte (Hydrologischer Atlas Österreich)....	39
Abb. 4-31: Vergleich der berechneten und gemessenen Nitratbelastung des Grundwassers	39
Abb. 4-32: Vergleich der berechneten mit den gemessenen Nitratkonzentrationen aus GZÜV-Messstellen.....	40
Abb. 4-33: Grundwasserschichtenlinien aus dem Projekt „Wasserwirtschaftliches Grundsatzgutachten Traun-Enns- Platte“ aus dem Geoinformationssystem des Landes Oberösterreich (doris.ooe.gv.at/fachinfo/wasser) ..	41
Abb. 4-34: Gemittelte monatliche Nitrat auswaschung an den drei Standorten von Herbst 2001-Herbst 2011	42
Abb. 4-35: Bromidkonzentrationen nach einem Tracerversuch an 3 unterschiedlichen Standorten (Kuderna et al. 2012).....	42
Abb. 4-36: Mittlere Jährliche Sickerwassermenge und Nitratstickstoffaustrag der Lysimeter 3 und 4	43
Abb. 4-37: Histogramm des Grünlandanteils bei Typ 1	44
Abb. 4-38: Ackerkulturen bei Typ 1	45
Abb. 4-39: Histogramm des Grünlandanteils bei Typ 2	45
Abb. 4-40: Ackerkulturen bei Typ 2	45
Abb. 4-41: Histogramm des Grünlandanteils bei Typ 3	45
Abb. 4-42: Ackerkulturen bei Typ 3	46
Abb. 4-43: Gemittelte monatliche Sickerwassermengen an den drei Standorten von Herbst 1994 - Herbst 2012 .	46
Abb. 4-44: Gemittelte monatliche Nitrat auswaschung der Jahre mit Mais und anderer Kulturen auf den Standorten mit Wirtschaftsdünger und Mineraldünger.....	47
Abb. 4-45: Histogramm des Viehbesatzes in GVE/ha bei Typ 1	50
Abb. 4-46: Prozentuale Verteilung der GVE von Tierarten bei Typ 1	51
Abb. 4-47: Streudiagramm Typ 1	51
Abb. 4-48: Histogramm des Viehbesatzes in GVE/ha bei Typ 2	51
Abb. 4-49: Prozentuale Verteilung der GVE von Tierarten bei Typ 2.....	51
Abb. 4-50: Streudiagramm Typ 2	52
Abb. 4-51: Histogramm des Viehbesatzes in GVE/ha bei Typ 3	52
Abb. 4-52: Prozentuale Verteilung der GVE von Tierarten bei Typ 3.....	52
Abb. 4-53: Streudiagramm Typ 3	53
Abb. 4-54: Mittlere Nitrat auswaschung des Betriebstyps 1 je nach Wirtschaftsdüngerlagerkapazität.....	55
Abb. 4-55: Gemittelte monatliche Nitrat auswaschung der Jahre mit Winterungen auf den Standorten mit Wirtschaftsdünger (mit Herbstdüngung) und Mineraldünger (ohne Herbstdüngung)	56
Abb. 4-56: Prozentanteil der Flächen außerhalb von 4 km pro Betrieb des Betriebstyps 1	57
Abb. 4-57: Prozentanteil der Flächen außerhalb von 4 km pro Betrieb des Betriebstyps 2	57
Abb. 4-58: Prozentanteil der Flächen außerhalb von 4 km pro Betrieb des Betriebstyps 3	57
Abb. 4-59: Prozentanteil der Flächen außerhalb von 5 km pro Betrieb des Betriebstyps 1	58
Abb. 4-60: Prozentanteil der Flächen außerhalb von 5 km pro Betrieb des Betriebstyps 2	58
Abb. 4-61: Prozentanteil der Flächen außerhalb von 5 km pro Betrieb des Betriebstyps 3	58
Abb. 4-62: Betriebsstandort mit Prozentanteil der Flächen über 4 km Entfernung der Betriebe mit einem Viehbesatz >1 GVE/ha.....	59
Abb. 4-63: Betriebsstandort mit Prozentanteil der Flächen über 5 km Entfernung der Betriebe mit einem Viehbesatz >1 GVE/ha.....	59

Abb. 6-1: Auswertung von Ertrags- und Düngedaten zu Mais in der Traun-Enns-Platte62

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 3-1: Angenommenes Entmistungssystem je Tierart20
Tab. 4-1: Höhe der Herbstdüngung in kg N_w/ha zu den Feldfrüchten Körnermais, Winterweizen, Zuckerrübe,
Wintererbsen, Hafer, Kümmel, Triticale, Silomais und Sojabohne laut Befragung der 20 Betriebe49

1 Zusammenfassung

Für die Traun-Enns-Platte wurde auf Grund der Nitratgehalte im Grundwasser ein Beobachtungsgebiet ausgewiesen. Die im Rahmen der gegenständlichen Studie durchgeführten Arbeiten haben zum Ziel, Ursachen im Bereich der Landwirtschaft, soweit sie aus diffusen Einträgen stammen, zu identifizieren und zu quantifizieren sowie darauf basierende Vorschläge von Maßnahmen und deren Umsetzung zu formulieren.

Zur Bearbeitung der Fragestellung wurden verfügbare Datenquellen herangezogen (INVEKOS, Statistik Austria, Österreichische Bodenkarte, Hydrologischer Atlas, vorhandene Mess- und Untersuchungsergebnisse aus dem Gebiet, Fachliteratur, graue Literatur), Betriebe im Gebiet befragt, und Berechnungen auf Basis der erstellten Datengrundlage durchgeführt (Stickstoffbilanzen, Ermittlung von optimalen Lagerkapazitäten für Wirtschaftsdünger, Modellrechnungen zur Nitratauswaschung mit SIMWASSER/STOTRASIM). Die Berechnungsergebnisse wurden mit Messwerten der Nitratbelastung im Grundwasser und in Oberflächengewässern verglichen und können auf dieser Basis als plausibel bezeichnet werden.

Nachfolgend werden die wichtigsten Schlussfolgerungen aus der Studie zusammengefasst:

Ein wesentlicher Grund für Stickstoffüberschüsse sind **optimistische Annahmen bei der Düngebemessung**, die dadurch entstehen, dass hohe Erträge immer wieder aber nicht durchwegs auftreten. Eine Beschränkung der Düngung auf dem Niveau einer mittleren Ertragslage, etwa im Rahmen einer Förderung, könnte eine geeignete Maßnahme darstellen, wenn sie mit einer intensiven Beratung verknüpft wird. Im Zusammenhang damit werden Maßnahmen angeregt, die zu Ertragssteigerung trotz begrenztem Düngenniveau führen.

In Gemeinden mit starkem Viehbesatz führt der **organische Anteil des Wirtschaftsdüngers**, der bei der Düngebemessung zu den einzelnen Kulturen nicht bewertet wird, zu weiteren erheblichen Stickstoffüberschüssen. Eine Berücksichtigung der Nachlieferung, etwa im Rahmen eines Nitratinformationsdienstes, wäre eine geeignete Maßnahme.

Ein weiterer erheblicher Eintrag, welcher bei der Düngebemessung nicht bewertet wird, stellt die **Deposition der NH₃ Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger** dar. Diese entstehen sowohl im Stall und am Wirtschaftsdüngerlager als auch bei der Ausbringung und werden zu erheblichen Anteilen im Nahbereich wieder eingetragen. Maßnahmen werden diskutiert, müssten jedoch mit einer geänderten Bewertung des Wirtschaftsdüngers verknüpft werden.

Aus **Böden mit hohem Austragsrisiko** erfolgt in der Traun-Enns-Platte zwar ein doppelt so hoher flächen-spezifischer Nitrataustrag als aus anderen Böden, sie sind aber mit 6,4% flächenmäßig unbedeutend und spielen daher nur lokal eine Rolle.

Eine Verdopplung der Nitratauswaschung gegenüber Winterungen, die nicht im Herbst gedüngt werden, wird durch eine **Herbstdüngung** verursacht aber auch durch den Anbau von **Mais**, wobei im zweiten Fall der **Zeitabstand zwischen Düngung und Stickstoffaufnahme** die wesentliche Ursache darstellt. Ein ausreichender Wirtschaftsdüngerlagerraum (als Maßnahme gegen die Herbstdüngung) und eine intensive Beratung (als Maßnahme für den Mais) sind daher zu empfehlen. Für die in der Traun-Enns-Platte verbreitetste Bewirtschaftungsform (Schweinhaltung mit Weizen-Gerste-Mais Fruchtfolge) müsste der **La-gerraum** dazu zumindest **10**, günstigerweise jedoch **12 Monate** betragen.

Die landwirtschaftlichen Flächen im Gebiet der Traun-Enns-Platte sind im Wesentlichen **gut arrondiert**,

weshalb das Problem der Überdüngung hofnaher Flächen eher punktueller Natur ist.

2 Auftrag, Zielsetzung, Abgrenzung der Fragestellung

Mit Schreiben vom 27.12.2011 wurde die wpa Beratende Ingenieure GmbH vom Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Grund- und Trinkwasserwirtschaft beauftragt, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt (Bundesamt für Wasserwirtschaft) und DI Thomas Übleis eine Ursachenermittlung nach § 33f für die Traun-Enns-Platte, Bereich Landwirtschaft, durchzuführen.

Die Traun-Enns-Platte war 2007 wegen der nicht nur vorübergehenden Überschreitung der Grundwasserschwellenwerte für Nitrat und Desethylatrazin als Beobachtungsgebiet ausgewiesen worden. Die im vorliegenden Bericht dargestellte Ursachenermittlung beschränkt sich auf die Ursachen der Nitratbelastung, soweit diese aus diffusen Emissionen aus der Landwirtschaft und landwirtschaftlich bewirtschafteter Böden stammen, wobei unterschiedliche Verursachensanteile (z.B. aus Stickstoffbilanzgliedern, ungünstigen Düngzeitpunkten, schlechte Arrondierung, Bodenverhältnisse, etc.) bewertet und verglichen werden. Im Weiteren wird angestrebt, die Ursachen auch nach räumlichen oder strukturellen Kriterien zu differenzieren (gebietsweise Differenzierung, Untergliederung nach Betriebstypen, etc.), wobei jedoch anzumerken ist, dass die Unsicherheit der Aussage mit fortschreitender Untergliederung zunimmt, sodass hier gewisse Grenzen (in Abhängigkeit von der Informationslage) vorgegeben sind. Der Bericht hat darüber hinaus auch zum Ziel auf Basis der ermittelten Ursachen Vorschläge für zielführende Maßnahmen zu einer Entlastung des Grundwassers vorzuschlagen.

Nicht Teil der Bearbeitung war die Bewertung weiterer Ursachen der Nitratbelastung des Grundwassers, die lokal zwar bedeutend sein können, in landwirtschaftlich intensiv genutzten Regionen wie der Traun-Enns-Platte jedoch nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Dazu zählen:

- Punktförmige Belastungen aus der Landwirtschaft (z.B. undichte Wirtschaftsdüngerlagerstätten)
- Undichte Kanäle und Senkgruben
- Altablagerungen mit hohen Anteilen organischer Abfälle
- Intensiv genutzte und –gedüngte nicht landwirtschaftliche Vegetationsflächen (Kleingärten, nicht drainierte Golfplätze)

Ebenfalls nicht Teil der Bearbeitung war eine Untersuchung der hydrogeologischen Zusammenhänge in der Traun-Enns-Platte. Ein Vergleich der Ergebnisse mit Messwerten der Nitratkonzentration im Grundwasser und in den Oberflächengewässern wurde zwar vorgenommen, Grundlagen zu den Grundwasserströmungsverhältnissen lagen jedoch nur in einem sehr beschränkten Umfang vor.

3 Material und Methode

3.1 Untersuchungsgebiet

Die Traun-Enns-Platte (TEPL) befindet sich im Zentralraum von Oberösterreich und umfasst 155 Katastralgemeinden, welche wiederum in 39 Gemeinden liegen. Eine Auflistung der Katastralgemeinden ist in Anlage A zu finden. In Abb. 3-1 wird das Untersuchungsgebiet kartografisch dargestellt.

3.2 Literaturstudie

Zum Zwecke der Literaturstudie wurden die Bibliothek der Universität für Bodenkultur, die Bibliothek am Firmensitz Wien der wpa Beratende Ingenieure GmbH und diverse eigene Arbeiten zu Projekten der wpa Beratende Ingenieure GmbH und des Bundesamts für Wasserwirtschaft (IKT) herangezogen. Darüber hinaus wurde im Internet recherchiert.

Eine genaue Auflistung der verwendeten Literatur befindet sich in Kapitel 7 dieses Berichts.

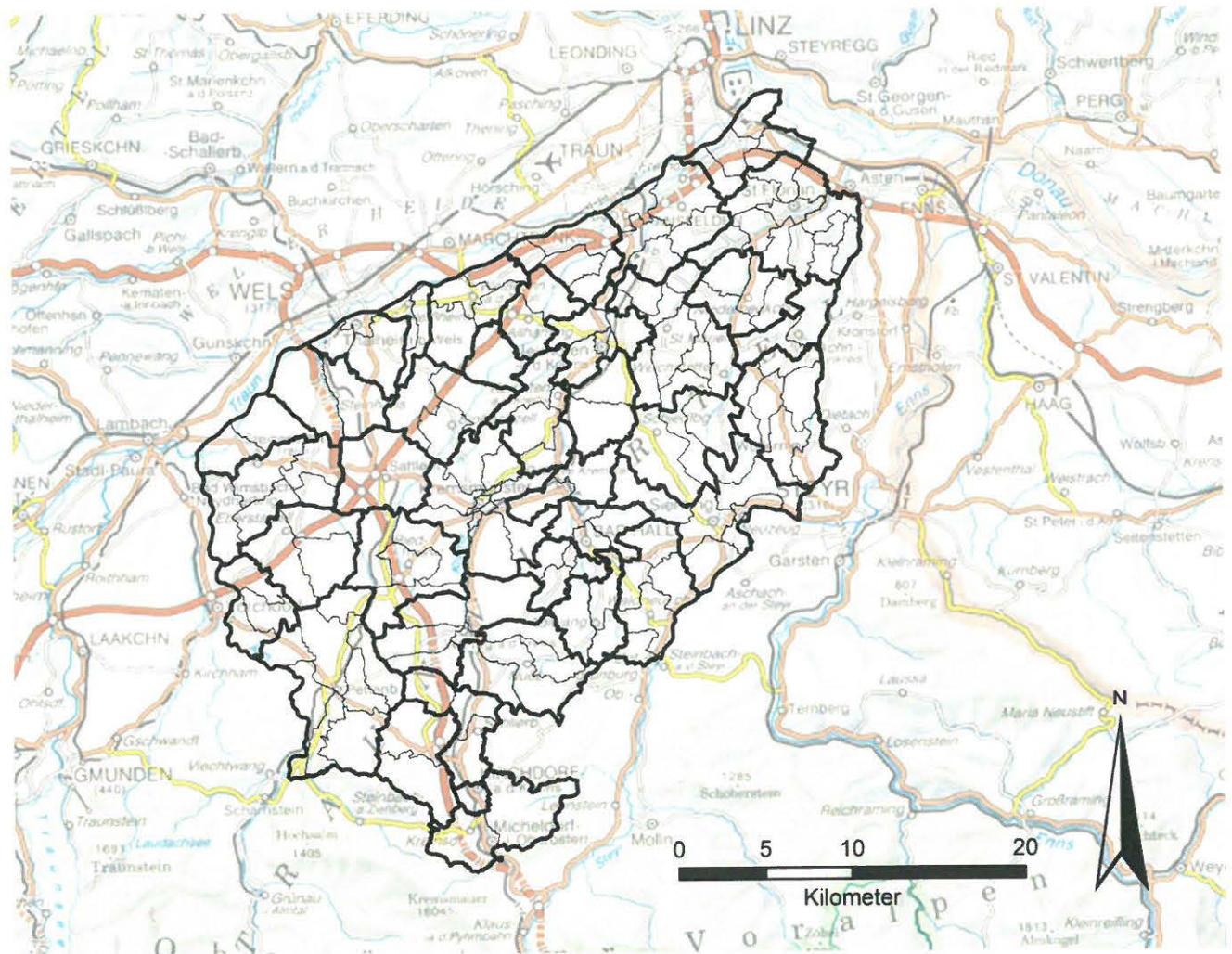


Abb. 3-1: Eingrenzung des Untersuchungsgebiets „Traun-Enns-Platte“ in Oberösterreich

3.3 Befragung

Um die Wirtschaftsweise und im Speziellen die Düngungspraxis zu verifizieren wurden 20 Betriebe im Gebiet der Traun-Enns-Platte in Form eines standardisierten Interviews auf deren Betrieben befragt.

Die Betriebe wurden durch den Auftraggeber ausgewählt und deren Zustimmung zur Befragung eingeholt. Auf eine gleichmäßige geographische Verteilung über die gesamte TEPL wurde geachtet.

Die Betriebe konnten wie folgt den Betriebstypen (vgl. Kapitel 4.2.1 und 4.3.1) zugeordnet werden: Dem Typ 1 entsprachen 15 Betriebe, ein Betrieb wurde dem Typ 2 zugeordnet und 4 Betriebe dem Typ 3. Die Ackerflächen der Betriebe variierten von ca. 21 ha bis ca. 85 ha (im Durchschnitt 32,7 ha). Die Grünlandflächen bewegten sich zwischen 0 und 5% der Ackerflächen.

Die Landwirte wurden zu folgenden Themen befragt:

- allgemeine Betriebsdaten wie Ackerfläche, Grünlandfläche, Tierhaltung (inkl. Tierart, GVE/ha je Art, gesamte GVE/ha), Entmistungssystem je Tierart, GVE/ha in den letzten 10 Jahren, betriebsspezifischer Stickstoffgehalt im Wirtschaftsdünger, Teilnahme an Umweltprogrammen
- Lagerraum für Wirtschaftsdünger und zeitliche Entsprechung der Lagerdauer
- Distanz und Düngeverhalten von und auf hoffernten Flächen
- Einstellung zu Wirtschaftsdüngerverbringung
- Düngung und Ertrag (inkl. Ertragserwartung) der einzelnen Kulturen (im Durchschnitt der letzten Jahre)
- Fruchtfolge inkl. Zwischenfrüchte
- Berücksichtigung der Vorfruchtwirkung
- Konsequenzen aus der Umsetzung allfälliger Umweltmaßnahmen

Nach der Befragung wurde die Tabelle mit den eigenen Befragungsergebnissen den Landwirten übermittelt. In Anlage B befinden sich die Ergebnisse der Befragung in tabellarischer Form. Diese fließen in die diversen Bewertungen, Annahmen und Plausibilitätsprüfungen des Berichts mit ein.

3.4 Stickstoffbilanz

3.4.1 Erträge

Als Datengrundlage für die Ertragseinschätzung wurden die Daten der Statistik Austria der Ernteerhebungen 2001-2011 auf Gemeindebasis verwendet. Diese wurden einer Plausibilitätsprüfung unterzogen.

Für Kulturen, zu denen Ertragsdaten auf Gemeindeebene nicht vorlagen, wurden die Werte der Statistik Austria auf Ebene des jeweiligen Bezirks verwendet. Falls Ertragsdaten für eine Kultur auf Gemeindeebene als auch auf Bezirksebene nicht vorhanden waren, wurden diese durch Standarderträge ergänzt. Dies war allerdings nur bei Kulturen mit einem Anteil von 2,5% der landwirtschaftlichen Fläche in der Traun-Enns-Platte der Fall. Die Kulturen von weiteren 0,2% der bewirtschafteten Fläche wurden aufgrund von fehlenden Informationen zu Standarderträgen bei der Bilanzierung nicht berücksichtigt.

Zusätzlich wurden Ergebnisse diverser Versuche in der TEPL gesammelt und den Daten der Statistik Austria gegenübergestellt. Diese Daten wurden für eine Plausibilitätskontrolle und im Weiteren für eine Gegenüberstellung von Düngung und Ertrag verwendet, nicht jedoch für die Ertragsermittlung auf Gemeindeebene, da nicht für alle Gemeinden Versuchsdaten vorlagen und außerdem bei kontrollierten Versuchsbedingungen üblicherweise höhere Erträge erzielt werden als im Praxisbetrieb.

In weiterer Folge wurde für jede Kultur in der Gemeinde die Ertragslage (niedrig, mittel oder hoch) laut den Richtlinien für die sachgerechte Düngung (6. Auflage) ermittelt.

3.4.2 Übersicht über die Bonitätsverhältnisse in der Traun-Enns-Platte

In wpa (2008a) wurde für die vergleichende Darstellung der Bonitätsverhältnisse in der Traun-Enns-Platte einerseits die Österreichische Bodenkarte 1:25.000, andererseits die Schätzungsreinkarte der Amtlichen Bodenschätzung herangezogen, bzw. deren Abbildung als Bodenklimazahl der einzelnen Feldstücke in den INVEKOS Daten. Beide beinhalten Informationen über die Bodenbonität und bilden eine Grundlage für die Einschätzung der Ertragslage nach den Richtlinien für die sachgerechte Düngung (6. Auflage). Demnach darf für die Düngebemessung höchstens mittlere Ertragslage angenommen werden, sobald der Bodenwert in der Österreichischen Bodenkarte als geringwertiges Ackerland ausgewiesen ist, die Ackerzahl in der Schätzungsreinkarte < 30 und die Bodenklimazahl < 30 ist.

Durch den Vergleich der beiden Bewertungsvarianten wurde untersucht, wie häufig die beiden Bewertungen „geringwertiges Ackerland“ und „Ackerzahl bzw. Bodenklimazahl < 30 “ auf den Flächen zusammenfallen und dadurch eine Düngebemessung für hohe Ertragslage nicht angebracht ist. Der Vergleich wurde auf Ebene der Katastralgemeinden durchgeführt.

Mithilfe von Ertragsdaten, welche aus Untersuchungen der wpa Beratende Ingenieure GmbH, des Bundesamts für Wasserwirtschaft, der Wasserschutzberatung OÖ und von Einzelpersonen zur Verfügung gestellt wurden, wurde des Weiteren ermittelt, inwiefern die Österreichische Bodenkarte bzw. die Schätzungsreinkarte der Amtlichen Bodenschätzung eine Einschätzung der Ertragshöhe zulassen.

3.4.3 Abschätzung des N-Düngeaufwands

Als Datengrundlage standen die Ertragsdaten wie in Kap. 3.4.1 erwähnt zur Verfügung.

Prinzipiell wurde davon ausgegangen, dass die Düngung aufgrund der Einschätzung des Nährstoffbedarfs erfolgt, welcher laut den Richtlinien für die sachgerechte Düngung (6. Auflage) ermittelt wurde. Diese Einschätzung beruht auf der Kenntnis der Ertragslage des Feldstücks. Da dem Landwirt zum Zeitpunkt der Düngung die Höhe des Ertrags im jeweiligen Jahr noch nicht bekannt ist, wurde die Annahme getroffen, dass der Landwirt die Düngemenge für hohen Ertrag bemisst, wenn zumindest einmal in den letzten 10 Jahren ein hoher Ertrag erreicht wurde. Andernfalls wurde von einer mittleren Ertragslage ausgegangen bzw. wurden für seltene Kulturen, welche in den Richtlinien für sachgerechte Düngung nicht enthalten sind, andere in Österreich gängige Düngeempfehlungen für die Berechnung herangezogen. Als Düngemenge bei hoher Ertragslage wurde „hoch 1“, sprich eine um 20% höhere Düngemenge als bei mittlerer Ertragslage gemäß den Richtlinien für die sachgerechte Düngung angenommen.

Zur Überprüfung der oben genannten Annahmen wurden Ertrags- und Düngeaufwanddaten von Feldversuchen und systematischen Untersuchungen in der Traun-Enns-Platte herangezogen. Diese waren für die Jahre 2002-2011 verfügbar. Aussagekräftige Datengrundlagen waren für die Kulturen Körnermais, Winterweichweizen, Wintergerste und Winterraps vorhanden.

Mit dem Statistikprogramm SPSS wurden die Daten auf Korrelation des N-Düngeaufwands mit dem Ertrag geprüft. In weiterer Folge wurde ein Histogramm des jeweiligen Düngeaufwands pro Kultur erstellt. Abschließend wurden die Ergebnisse der Berechnungen mit den Auswertungen der Befragung verglichen und auf Plausibilität geprüft.

3.4.4 Berechnung von Bilanzen

Die Stickstoffbilanzen wurden auf der Ebene einzelner Betriebe berechnet, wobei Angaben zu den angebauten Kulturen und zu Viehbesatz aus den INVEKOS Datensätzen der Jahre 2001 bis 2010 zur Verfügung standen. Die Stickstoff-Bilanz auf Betriebsebene erfolgte auf Grundlage folgender Bilanzglieder:

N-Einträge:

- Düngung
- Symbiotische Luftstickstofffixierung
- Nichtsymbiotische Luftstickstofffixierung
- Atmosphärische Deposition
- Nährstoffüberschuss aus der Tierhaltung
- Weitere Einträge mit dem Wirtschaftsdünger

N-Austräge:

- Stickstoffentzüge durch die Ernte

Der Stickstoff-Saldo wurde durch die Subtraktion der Summe der Austräge von den Summen der Einträge ermittelt. Die einzelnen Bilanzglieder wurden wie folgt berechnet:

Düngung

Die Höhe der Düngung wurde wie in Kapitel 3.4.3 beschrieben berechnet. Es wurde davon ausgegangen, dass die Bemessung der Wirtschaftsdüngermenge entsprechend dem Gehalt an jahreswirksamen Stickstoff erfolgt und jene Stickstoffmenge, die nicht über den Wirtschaftsdünger abgedeckt ist mineralisch gedüngt wird.

Symbiotische Luftstickstofffixierung

Es wurden kulturspezifische konstante Werte pro Flächeneinheit verwendet. Die Werte wurden aus den Berechnungen des Projektes von TU Wien, wpa & UBA (2011) übernommen.

Nichtsymbiontische Luftstickstofffixierung

Es wurde ein konstanter Wert von 4 kg N/ha verwendet (TU Wien, wpa & UBA 2011).

Atmosphärische Deposition

Es wurde ein konstanter Wert von 15 kg N/ha verwendet (TU Wien, wpa & UBA 2011).

Stickstoffüberschuss aus der Tierhaltung

Als Datengrundlage standen die Tierhaltungszahlen auf Betriebsebene aus den INVEKOS-Daten der Jahre 2001-2010 zur Verfügung. Der Nährstoffanfall aus der Tierhaltung wurde entsprechend den Richtlinien für die sachgerechte Düngung (6. Auflage) berechnet. Übersteigt der Nährstoffanfall aus der Tierhaltung den Nährstoffbedarf des Betriebs, wurde dieser Nährstoffüberschuss als N-Eintrag zusätzlich berücksichtigt.

Organischer Stickstoff im Wirtschaftsdünger

Zusätzlich wurde bei der Berechnung der Umstand berücksichtigt, dass gemäß den Richtlinien für die sachgerechte Düngung zwar der jahreswirksame Stickstoff bei der Wirtschaftsdüngerausbringung berücksichtigt wird, allerdings der gesamte feldfallende Stickstoff ausgebracht wird. Die Differenz von feldfallendem und jahreswirksamem Stickstoff entspricht im Wesentlichen dem organischen N-Anteil im Wirtschaftsdünger. Dieser wird, wenn nicht im Anwendungsjahr, zumindest in den Folgejahren wirksam und wurde bei der Bilanzierung berücksichtigt, da bei Einwirkungen auf das Grundwasser von mittelfristigen Effekten auszugehen ist.

Weitere Einträge mit dem Wirtschaftsdünger

Bei der Bemessung der Düngung mit Wirtschaftsdünger wird üblicherweise der Anteil der gasförmigen Verluste (Lagerung und Ausbringung) abgezogen. Ein Teil dieser Verluste geht in den Ferntransport. Dieser

führt zu einer weiträumigen Verfrachtung und zu diffusen Immissionen, welche als „atmosphärische Deposition“ in der Bilanz mit einem konstanten Wert berücksichtigt werden (s.o.). Der restliche Anteil führt zu einer Stickstoffdeposition im Nahbereich der Verlustquelle. 2% bis 60% des als NH_3 emittierten Stickstoffs aus der Landwirtschaft werden innerhalb von 2 km von der Verlustquelle wieder eingetragen (Loubet et al., 2009). Der tatsächliche Anteil hängt von folgenden Einflussfaktoren ab:

- Höhe der Emissionsquelle
- Atmosphärische Druckverhältnisse
- Windgeschwindigkeit
- Struktur der umgebenden Pflanzendecke
- Adsorption über die Stomata der Pflanzen und damit von der Blattfläche
- Feuchtigkeit der Vegetation.

Da diese Einflussfaktoren im Rahmen der gegenständlichen Studie nicht erhoben wurden, wurden bei der Bilanzierung 30% der gasförmigen Stickstoffverluste aus dem Wirtschaftsdünger (Stall-, Lager- und Ausbringungsverluste) als lokal wirksame Redeposition berücksichtigt.

Stickstoffentzüge durch die Ernte

Als Datengrundlage standen die Daten der Ernteerhebung wie in Punkt 3.4.1 erwähnt, zur Verfügung. Weiters wurden aus den INVEKOS-Daten der Jahre 2001-2010 die Gesamtanbauflächen der einzelnen Kulturen pro Gemeinde ermittelt. Werte für die durch die Ernte abgeführte Stickstoff-Konzentration wurden aus TU Wien, wpa & UBA (2011) übernommen.

3.4.5 Plausibilitätsprüfung der Modellannahmen

Düngeniveau

Das für die Stickstoffbilanzen berechnete Düngeniveau wurde im Rahmen der Befragung an den Betrieben überprüft. Eine Gegenüberstellung enthält Kap. 4.1.5.

Mineraldünger Aufwand

Aus der Differenz des berechneten Nährstoffbedarfs (vgl. Kap. 3.4.3) und Nährstoffanfalls aus der Tierhaltung (jahreswirksam) wurde der Mineraldünger Aufwand abgeleitet (vgl. Kap. 3.4.4). Diese Methode wurde auch bei TU Wien, wpa & UBA (2011) angewandt und wurde dort durch den Vergleich mit Düngemittelabsatzzahlen der Statistik Austria (2001-2006) auf Plausibilität geprüft. Wie in Abb. 3-2 dargestellt stimmen die Daten in den Jahren 2001 und 2002 sehr gut überein. In den darauffolgenden Jahren ist ein deutlicher Rückgang der Absatzzahlen zu erkennen, welcher vermutlich auf wirtschaftliche Einflüsse wie Änderung der Düngemittel- oder Produktpreise der Landwirtschaft zurückzuführen ist. Diese Einflussfaktoren gehen in das Rechenmodell nicht ein, weshalb die errechneten Werte konstant bleiben. In Summe liegt der berechnete Mineraldüngereinsatz im Betrachtungszeitraum ca. 14% über den Absatzzahlen der Statistik Austria.

Ein weiterer möglicher Grund für die Abweichung liegt darin, dass die geschätzten Zahlen für den Mineraldünger Aufwand nicht um die Teilnahme an der Maßnahme „biologische Wirtschaftsweise“ korrigiert sind. Ein anderer Grund für die Abweichung ist, dass es nicht auszuschließen ist, dass Mineraldünger aufgrund günstigerer Preise von Quellen außerhalb von Oberösterreich wie z.B. aus dem Ausland bezogen wird. Diese werden von der Statistik Austria nicht erfasst und fehlen daher in der Abbildung. Weniger wahrscheinlich ist allerdings der umgekehrte Fall, dass in größerem Um-

fang ein Absatz von Mineraldünger in Oberösterreich erfasst wurde, der an anderer Stelle zum Einsatz kam.

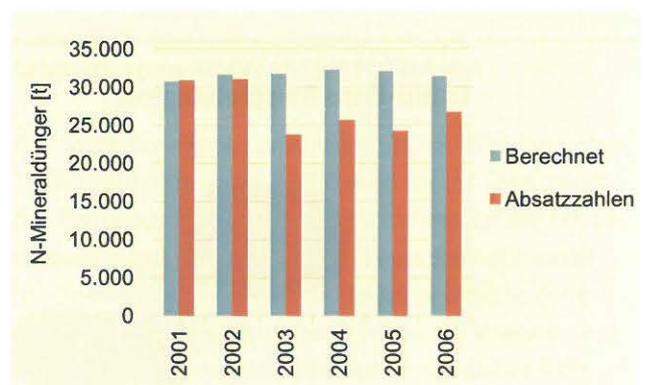


Abb. 3-2: Berechnete Menge und Absatzzahlen des N-Mineraldüngers (TU Wien, wpa & UBA, 2011)

Stickstoffbelastung in Oberflächengewässern

In TU Wien, wpa & UBA (2012) wurde anhand des MONERIS Modells (Venor et al., 2009) die Höhe der Nährstoffeinträge in die Fließgewässer ermittelt. Dabei stellt das Grundwasser mit einem Prozentanteil der Gesamtemissionen von 71,6% in der Traun-Enns-Region den wichtigsten Eintragspfad in die Fließgewässer dar. Die zugrunde liegende Stickstoffbilanz der landwirtschaftlichen Flächen wurde nach derselben Methode und auf derselben Datengrundlage berechnet wie in Kap. 3.4.4 beschrieben, wenngleich in einer geringeren räumlichen Auflösung. Weitere Einträge wurden ebenfalls berücksichtigt, wobei hier Drainagen mit 10,6% die wichtigste Rolle spielen. Die Einträge aus kommunalen Quellen, wie Abfluss aus urbanen Flächen und Kläranlagen, sind gering.

Abb. 3-3 skizziert die Eintragspfade und deren Beitrag zur Gesamtemission. Die rote Zahl im Fließgewässer entspricht der Gesamtemission in das Fließgewässer. Abzüglich der gewässerinternen Retention des Stickstoffs (negative blaue Zahl) ergibt sich die am Ausgangspegel auftretende Immissionsfracht (rote Zahl im

grauen Kästchen) bzw. die mittlere Nährstoffkonzentration des Fließgewässers (schwarze Zahl im braunen

Kästchen). Diese wird in mg DIN/l (Dissolved Inorganic Nitrogen) angegeben.

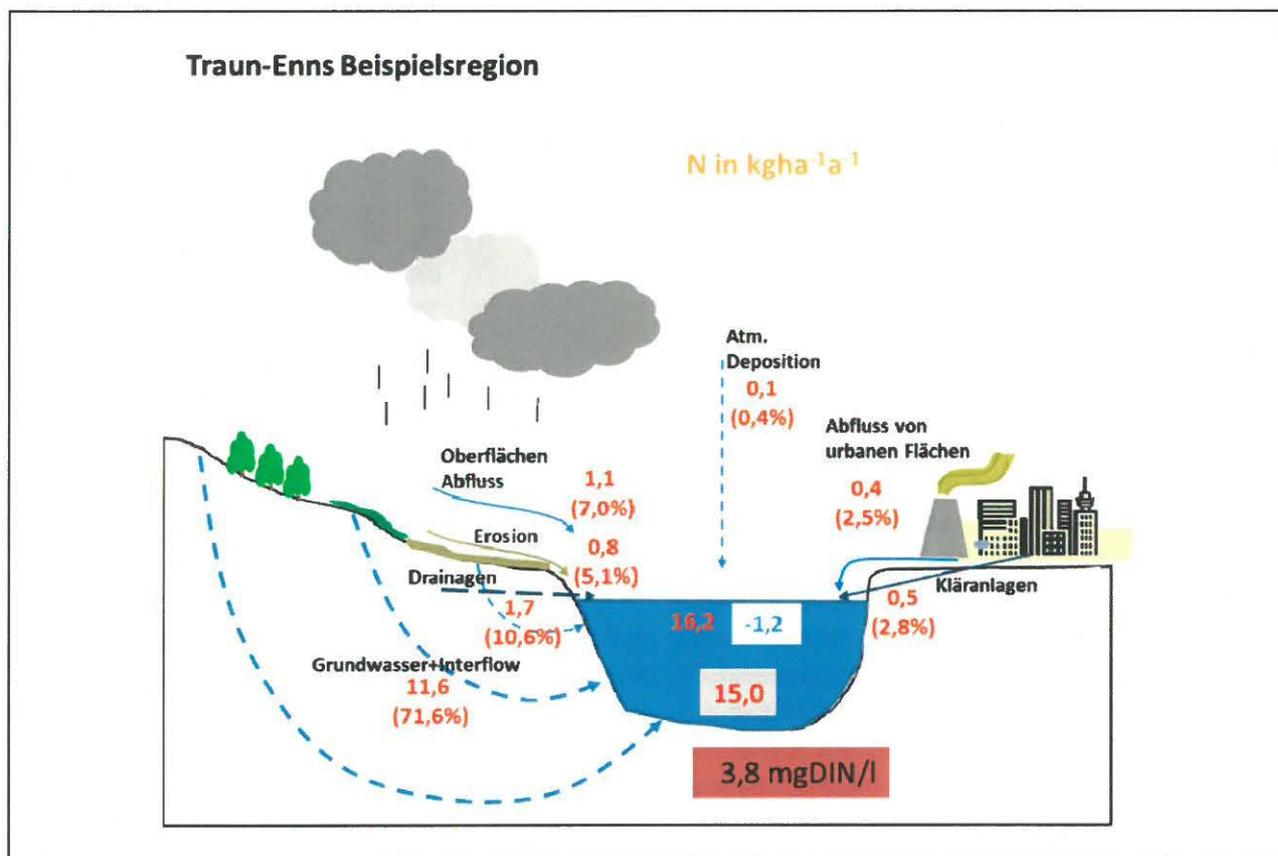


Abb. 3-3: Eintragspfade für Stickstoff in der Traun-Enns-Region in $\text{kg N/ha}\cdot\text{a}$ sowie in Prozent der Gesamtemission (TU Wien, wpa & UBA, 2012)

Zur Überprüfung der Ergebnisse erfolgte eine Gegenüberstellung der beobachteten mit der modellierten 90% Perzentile der NO_3 -Konzentrationen am Gebietsauslass der Modelleinzugsgebiete im Zeitraum 2001-2006. Generell stimmen diese Werte in Oberösterreich gut überein (Abb. 3-4) und die Richtigkeit der Modellannahmen konnte somit bestätigt werden. Größere Abweichungen treten allerdings in der Traun-Enns-Region auf, nämlich dahingehend, dass es tendenziell zu einer Unterschätzung der Nitratkonzentration durch die Modellierung kommt. Die modellierten Konzentra-

tionen liegen mit einem Wert von 3,8 mg DIN/l in der Traun-Enns-Platte unter den gemessenen Konzentrationen, welche in einem Bereich von 5,5 und 6,0 mg DIN/l liegen. Da der Großteil der Stickstoffeinträge aus der landwirtschaftlichen Fläche über den Grundwasserpfad erfolgt, kann geschlossen werden, dass der gewählte Bilanzierungsansatz für die Traun-Enns-Platte tendenziell eine Unterschätzung darstellt und für dieses Gebiet konservative Modellannahmen getroffen wurden.

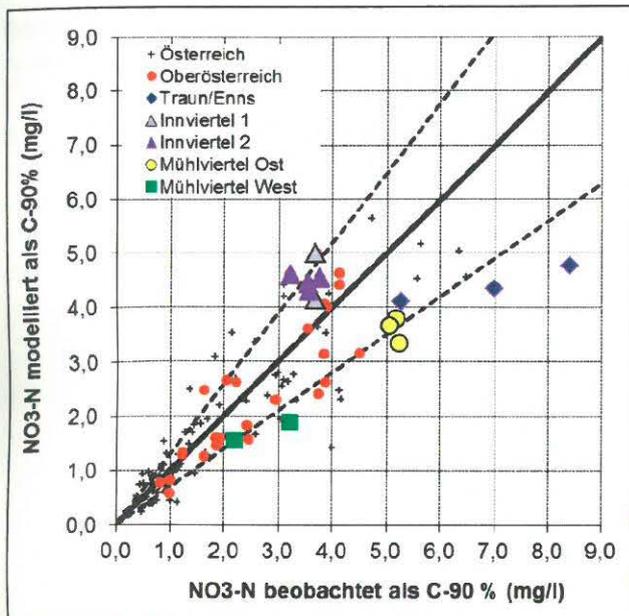


Abb. 3-4: Modellierete 90% Perzentile der $\text{NO}_3\text{-N}$ Konzentration am Gebietsauslass der Modelleinzugsgebiete (TU Wien, wpa & UBA, 2012)

Nitratbelastung des Grundwassers

Der Stickstoffsaldo aus der Bilanzierung wurde auf Gemeindeebene zusammengefasst und als Nitratemission in das Grundwasser bewertet. Für die Konzentrationsberechnung wurde die Abflusshöhe des jeweiligen Einzugsgebiets aus dem Hydrologischen Atlas Österreichs (2007) herangezogen. Da auf Grund der je nach Untergrund stark variierenden Versickerungszeiten nur ein Vergleich über längerfristige Perioden sinnvoll ist, wurde die berechnete Nitratkonzentration mit den durchschnittlichen Messwerten der GZÜV-Grundwassermessstellen im Grundwasserkörper der TEPL aus den Jahren 1997-2011 verglichen.

3.4.6 Modellrechnung zur Darstellung des Einflusses von Bodeneigenschaften auf die Nitratauswaschung

Modellsystem SIMWASER/STOTRASIM

Das Modellkonzept SIMWASER/STOTRASIM (Stenitzer, 1988 und Feichtinger, 1998) wird für die Darstellung des Einflusses von Bodeneigenschaften auf die Nitratauswaschung herangezogen. Dieses Rechenmodell beschreibt und bewertet für die ungesättigte Zone landwirtschaftlich genutzter Flächen die Wasser- und Stickstoffflüsse in eindimensionaler, vertikaler Richtung.

SIMWASER berechnet die Wasserbilanz und das Pflanzenwachstum für eine beliebig lange Fruchtfolge einer Nutzfläche auf Tagesbasis. An der Bodenoberfläche werden Niederschlag und Beregnung als Eintrag und die Evaporation als Wasserentzug in Rechnung gestellt. Interzeption wird berücksichtigt. Die Kalkulation der Wasserbewegung im Boden folgt nach dem Darcy-Gesetz unter Beachtung der Wasserspeicherefähigkeit des Bodenprofils. Die Untergrenze des Bodenprofils ist durch die Grundwasseroberfläche gegeben, oder in einer Tiefe angesetzt, in der kein Einfluss des Wurzelentzuges mehr vorliegt. Der Wasserfluss an der Profilvergängerung ergibt die Tiefsickerung oder Grundwasserneubildung bzw. den kapillaren Aufstieg. Abb. 3-5 zeigt die Gründigkeit der Böden in der Traun-Enns-Platte in einem Ausschnitt aus der österreichischen Bodenkarte.

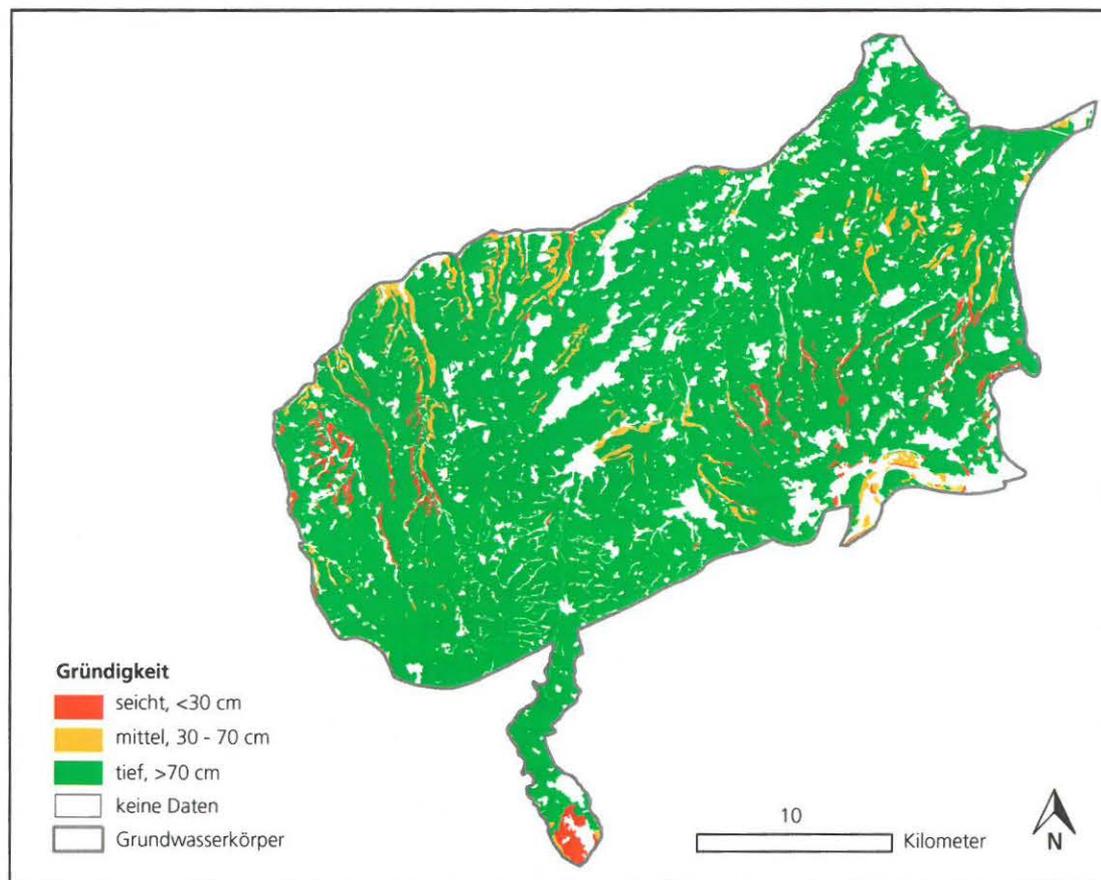


Abb. 3-5: Verbreitung der Gründigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden in der TEPL (eBOD, 2009)

STOTRASIM berechnet die Stickstoff- und partiell die Kohlenstoffdynamik eines landwirtschaftlich genutzten Bodens. Dabei werden als Stickstoffeinträge an der Bodenoberfläche Düngung, Niederschlag, Beregnung und die Bindung aus der Luft durch Leguminosen berücksichtigt. Pflanzenaufnahme, Denitrifikation und Ammoniumausgasung sind entsprechende Stickstoffausträge. Mineralisation und Immobilisation gehen in die Berechnung des bodenbürtigen Stickstoffumsatzes ein. Der an die Wasserbewegung gebundene, vertikale Stickstofftransport erfolgt ausschließlich als Nitrat. Der an der Untergrenze des Bodenprofils berechnete Nitratfluss formuliert somit die Stickstoffversickerung bzw. den kapillaren Aufstieg.

Standorte für die Modellrechnung

Um den Einfluss der Bodeneigenschaften auf die Nitratauswaschung darstellen zu können, werden auf Basis der Österreichischen Bodenkartierung (eBOD, 2009) zwei grundsätzlich unterschiedliche Bodentypen in der TEPL ausgewählt.

In der TEPL dominieren eindeutig tiefgründige Böden (94,4% der landw. genutzten Flächen). Mittel- und seichtgründige Böden kommen nur zu 3,4% bzw. 2,2% vor (Abb. 3-5). Der überwiegende Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche besitzt außerdem eine mittlere bis hohe nutzbare Feldkapazität. Ein sehr geringer Teil der Fläche (6,4%) hat eine geringe bis sehr

geringe nutzbare Feldkapazität und damit auch eine hohe Nitrataustragsgefährdung (Abb. 3-6).

Bezüglich der Durchlässigkeit kommen in der TEPL hauptsächlich mäßig durchlässige Böden vor (66,7%),

gefolgt von gering durchlässigen Böden (31,1%). Die restlichen 2,2% der Fläche sind hoch durchlässig, das entspricht 1.421 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (Abb. 3-7).

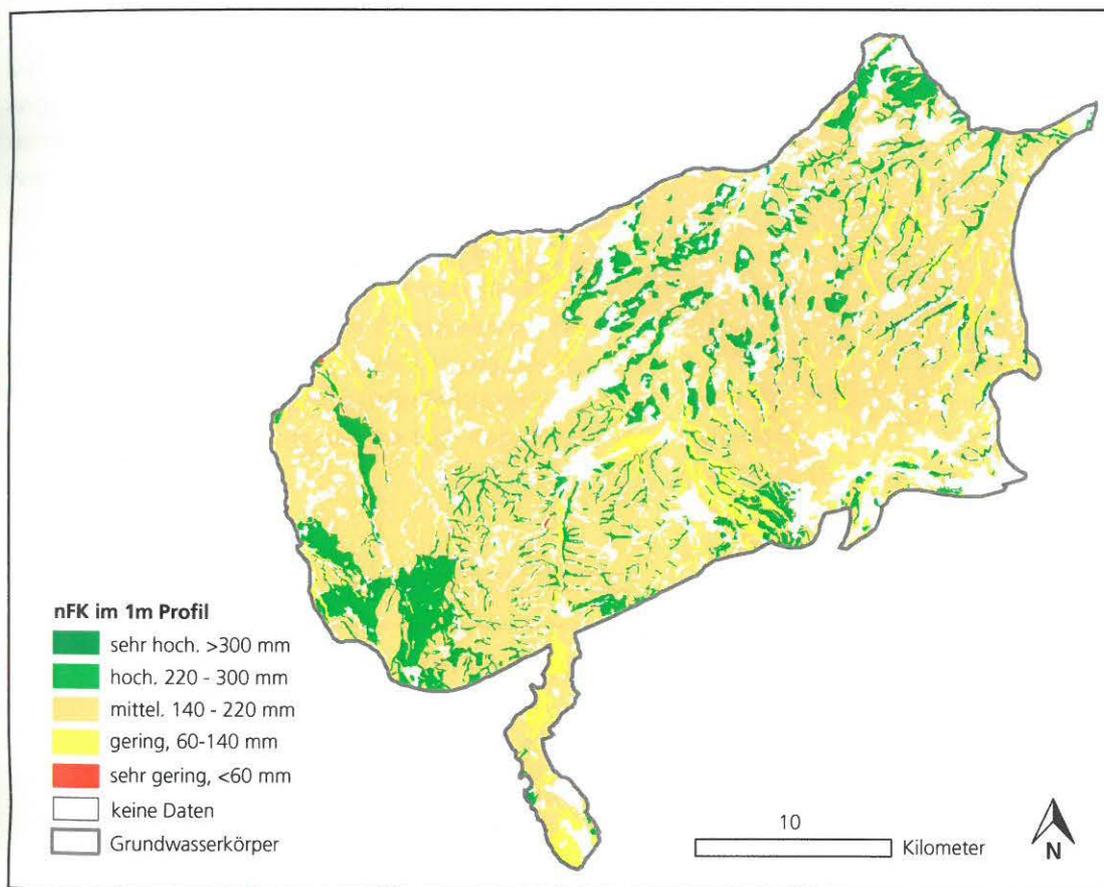


Abb. 3-6: Verbreitung der nutzbaren Feldkapazität (nFK) landw. genutzter Böden in der TEPL (eBOD, 2009)

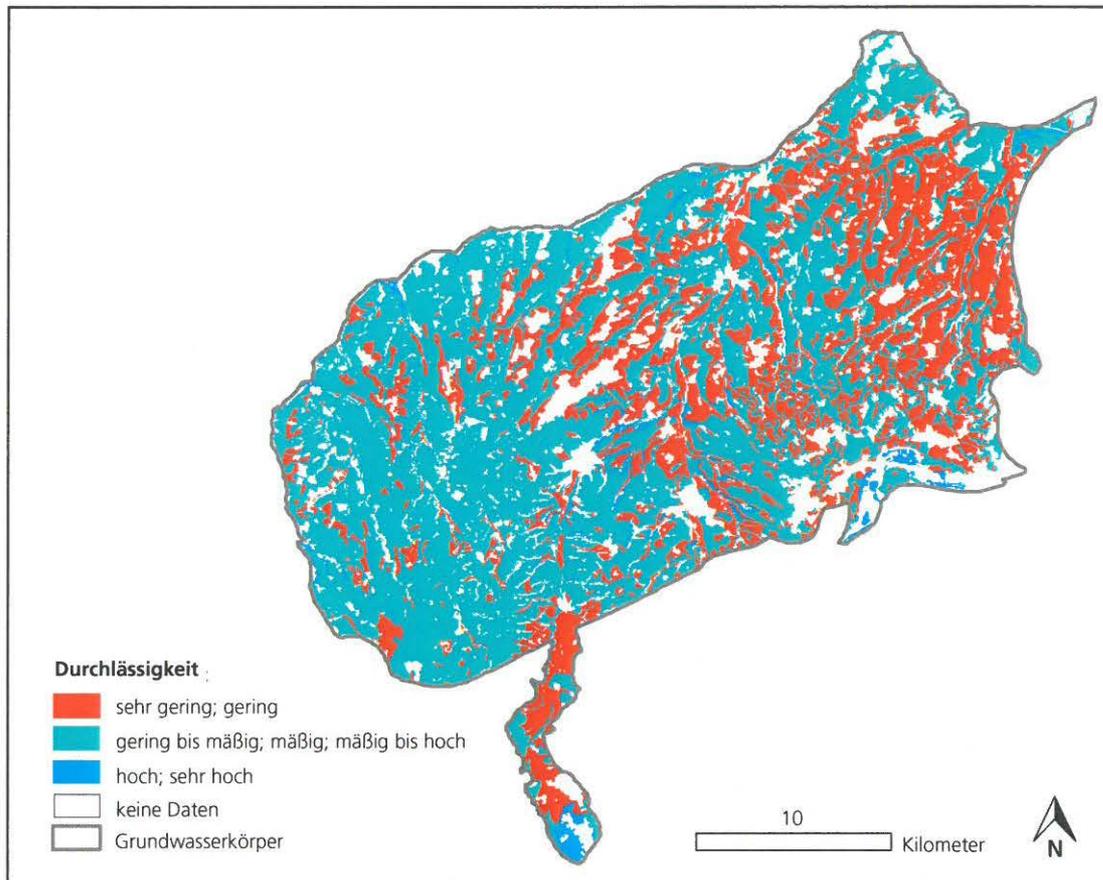


Abb. 3-7: Verbreitung der Durchlässigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden in der TEPL (eBOD, 2009)

Für die Modellrechnung wurden folglich zwei Lysimeterstandorte in Pettenbach und Pucking ausgewählt. Die Lysimeteranlage in Pettenbach (Lysimeter 3) befindet sich auf einer Ackerfläche mit tiefgründiger Parabraunerde und lehmigem Schluff als Bodenart. Im Gegensatz dazu liegt die Lysimeteranlage in Pucking (Lysimeter 4) in einer seichtgründigen Lockersedimentbraunerde. Die Anlage des Lysimeters 4 befindet sich zwar außerhalb des Grundwasserkörpers der TEPL, repräsentiert allerdings einen in der Traun-Enns-Platte vorkommenden Extremstandort. Genauere Beschreibung der Lysimeter und der Charakteristik der Böden ist in Kuderna et al. (2007) zu finden.

Da sich diese beiden Lysimeter grundlegend in ihrer Gründigkeit und in der Höhe der nutzbaren Feldkapazität unterscheiden, ist mit diesen beiden Böden die Spannweite der Bodeneigenschaften für die landwirtschaftlich genutzten Böden der Traun-Enns-Platte sehr gut abgedeckt. Für diese Lysimeterstandorte sind bodenphysikalische Kennwerte bis in eine Tiefe von 1,5 m vorhanden. Zusätzlich standen auch noch Laborkennwerte von 30 Standorten aus dem Projekt Wirksamkeit von ÖPUL-Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenverdichtung (Murer, 2011) zur Verfügung. Die Parametrisierung der Angaben der Österreichischen Bodenkartierung (eBOD) als Modell-Input erfolgte nach Murer (1998).

Weitere Parameter für die Modellrechnung

Die Berechnung erfolgte für die drei Fruchtfolgetypen laut Kapitel 4.2.1 und mit den Wetterdaten von Kremsmünster für die Periode 2002 bis 2011. Der mittlere jährliche Niederschlag von 2002 bis 2011 beträgt 1039 mm.

Das Düngeniveau wurde für eine hohe Ertragslage angenommen. Für die Bewertung der Auswirkung unterschiedlicher Bodeneigenschaften auf das Auswaschungsverhalten wurde von pflanzenbaulich optimalen Düngezeitpunkten und einer Düngung mit Mineraldünger (NAC) ausgegangen. Kapitel 4.2 und Anlage C enthalten Details zu der angenommenen Bewirtschaftungsweise. Weitere Annahmen zur Bewirtschaftung, insbesondere zur Bewertung des Einflusses des Düngezeitpunkts, wurden entsprechend der jeweiligen Fragestellung variiert (vgl. Kap. 3.6.4).

3.5 Düngezeitpunkt

3.5.1 Definition von Standardkulturen und -fruchtfolgen

Durch die Ermittlung von Standardkulturen und -fruchtfolgen wurden die für die TEPL repräsentativen Betriebstypen ermittelt. Auf Basis von Literaturrecherchen und unter Miteinbeziehung der klimatischen Bedingungen auf der TEPL wurden des Weiteren die Bewirtschaftungstermine wie Anbau, Düngung und Ernte der jeweiligen Kulturen festgelegt, welche die Grundlage für weitere Berechnungen wie die Modellrechnung zur Nitratauswaschung (Kap. 3.4.6 und 4.1.8) bildeten.

Zur Ermittlung der Standardkulturen und -fruchtfolgen wurden die INVEKOS-Daten aus den letzten 3 verfügbaren Jahren (2008, 2009 und 2010) herangezogen. Hierfür wurde der Ackerflächenanteil jeder Kultur am Betrieb berechnet. Diese Werte bildeten die Basis für eine Clusterzentrenanalyse mit dem Statistikprogramm SPSS, mit der die Betriebe in Typen untergliedert wurden.

Anhand der durchschnittlichen Flächenanteile der Kulturen in dem jeweiligen Cluster wurden Fruchtfolgen definiert. Weiters wurde für jeden Fruchtfolgetyp eine Häufigkeitsverteilung des Grünlandanteils ermittelt. Für die Darstellung der Verteilung wurden Klassenbreiten von 2,5% verwendet.

3.5.2 Düngezeitpunkte in der Praxis

Die Praxis der Düngerausbringung wurde im Rahmen der Befragung erhoben (siehe Kap. 3.3). Zwänge bei der Wahl des Düngezeitpunkts ergeben sich auf diesen Betrieben unter anderem aus dem Umstand, dass diese auch hofeigenen Wirtschaftsdünger im Rahmen der Düngung verwerten.

3.6 Lagerraumbedarf

3.6.1 Ausarbeitung von Betriebstypen

Auf Basis der Fruchtfolgetypen in Kapitel 4.2.1 wurden aus den INVEKOS-Daten die jeweilige Verteilung des Viehbesatzes und die typischerweise gehaltene Tierart ermittelt.

Für die Darstellung der Häufigkeitsverteilung des Viehbesatzes wurde eine Klassenbreite von 0,2 GVE/ha verwendet. Um eine eventuell auftretende Korrelation zwischen Viehbesatz und Gesamtfläche des Betriebes abzubilden, wurde des Weiteren ein Streudiagramm mit dem Statistikprogramm SPSS erstellt.

3.6.2 Einschätzung der vorhandenen Lagerkapazität

Auf Basis der INVEKOS-Daten und unter der Annahme, dass die gesetzlichen Bedingungen mit einem Mindestlagerraumbedarf von 6 Monaten eingehalten werden, wurde die vorhandene Lagerkapazität der Betriebe in der TEPL ermittelt. Die Wirtschaftsdüngeranfallsmengen je Stallplatz wurden den Richtlinien für die sachgerechte Düngung (6. Auflage) entnommen. Welches Entmistungssystem je Tierart für die Berechnung herangezogen wurde, ist in Tab. 3-1 ersichtlich.

Für die Darstellung der berechneten Werte wurde mit dem Statistikprogramm SPSS für den jeweiligen Betriebstyp und dem jeweiligen Entmistungssystem ein Histogramm erstellt.

Im Rahmen der Befragung (siehe Kap. 3.3) wurde der tatsächliche Lagerraum an 20 Betrieben erhoben.

Tab. 3-1: Angenommenes Entmistungssystem je Tierart

Tierart	Entmistungssystem
Kälber und Jungvieh bis 2 Jahre	Mist/Jauche
Rinder ab 2 Jahre, Ochsen, Stiere	Gülle
Rinder ab 2 Jahre, Kalbinnen	Mist/Jauche
Milchkühe	Mist/Jauche
Mutter- und Ammenkühe	Mist/Jauche
Ferkel 8 bis 32 kg	Mist/Jauche
Mastschweine und Jungsauen ab 32 kg	Gülle
Zuchtschweine	70% Gülle 30% Mist
Zuchteber	70% Gülle 30% Mist
Küken und Junghennen bis 1/2 Jahr	Gülle
Legehennen, Hähne, Mastküken, Jungmastküken, Zwerghühner, Wachteln	Tiefstallmist
Gänse, Enten, Truthühner (Puten)	Tiefstallmist
Pony, Esel, Maultiere	Tiefstallmist
Pferde	Tiefstallmist
Lämmer, Schafe, Mutterschafe	Tiefstallmist
Ziegen, Mutterziegen	Tiefstallmist

3.6.3 Ableitung der erforderlichen Lagerkapazität

Um eine Düngung zu optimalen Düngezeitpunkten gewährleisten zu können, muss eine gewisse Lagerkapazität der Wirtschaftsdüngerlagerstätten vorhanden sein. Diese erforderliche Lagerkapazität wurde für die 3 Betriebstypen anhand der Ergebnisse aus Kapitel

4.2.1 und 4.3.1 ermittelt. Das Hauptaugenmerk bei der Berechnung lag auf dem Güllelager, da dieses im Gegensatz zu einem Mistlagerplatz nicht kurzzeitig ausgelagert werden kann. Zusätzlich wurden Varianten mit einer Einleitung des Waschwassers berücksichtigt, welche mit einer Höhe von 30% der anfallenden Güllemenge angenommen wurde.

Kommt es aufgrund einer zu gering dimensionierten Düngerlagerstätte zu einem Engpass des Lagerraums, ist der Landwirt gezwungen den Wirtschaftsdünger zu pflanzenbaulich nicht optimalen Zeitpunkten auszubringen. Ermittelt wurde daher für unterschiedlich hohen Viehbesatz wann die Lagerstätte mit der gesetzlichen Mindestanforderung von 6 Monaten Lagerraum erschöpft ist, und wann bzw. in welcher Menge daher der Landwirt spätestens den Dünger ausbringen muss.

Die verwendeten Parameter und Düngetermine für die Berechnung enthalten Anlagen D und E.

3.6.4 Bewertung des Beitrags zur Nitratauswaschung

Die Bewertung des Beitrags zur Nitratauswaschung aufgrund eingeschränkter Lagerkapazität wurde mithilfe des Modellsystems SIMWASER/STOTRASIM durchgeführt, welches bereits in Kapitel 3.4.6 ausführlich beschrieben wurde.

Für die Modellrechnung wurde der Lysimeterstandort in Pettenbach herangezogen, welcher sich auf einer Ackerfläche mit tiefgründiger Parabraunerde und lehmigem Schluff befindet. Die Berechnung erfolgte anhand der Betriebstypen laut Kapitel 4.3.1 und mit den Wetterdaten von Kremsmünster für die Periode 1994 bis 2011.

Als Düngetermine wurden die Ergebnisse der Berechnung aus Kapitel 4.3.3 herangezogen. Diese sind in Anlage D und E dargestellt.

3.7 Arrondierung

3.7.1 Abschätzung des Arrondierungsgrades

Der Arrondierungsgrad ist ein Maß für die Entfernung der landwirtschaftlichen Flächen eines Betriebs zum Betriebsstandort. Umso geringer der Arrondierungsgrad ist, also umso weiter entfernt die Flächen vom Betrieb liegen, desto mehr Wegstrecke ist für die Bearbeitung bzw. das Düngen der Fläche zurückzulegen.

Die Ermittlung der Arrondierung der Flächen einzelner Betriebe in der TEPL erfolgte anhand der Koordinaten aus den INVEKOS-Daten. Von insgesamt 2692 Betrieben mit zumindest einer landwirtschaftlichen Fläche im Gebiet der TEPL waren Standortdaten von 2234 Betrieben vorhanden, das entspricht 83%.

Da die Entfernungen als Luftlinie berechnet wurden, der tatsächlich zurückgelegte Weg zu den Flächen allerdings länger ist, wurden die anschließenden Auswertungen der Arrondierung sowohl für eine Distanz von 4 km als auch von 5 km in Anlehnung an die Aussagen in Kapitel 4.4.1 als Grenze für die Wirtschaftsdüngerausbringung herangezogen.

Die Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS.

4 Ergebnisse

4.1 Stickstoffbilanz

4.1.1 Erträge und Einschätzung der Ertragslage

Abb. 4-1 zeigt für die 11 wichtigsten Kulturen in der Traun-Enns-Platte die durchschnittlichen Erträge der Jahre 2001-2011 pro Gemeinde, wobei dargestellt ist, in wie vielen Gemeinden dieser Durchschnittswert einer bestimmten Ertragslage den Richtlinien für die sachgerechte Düngung entspricht. In Abb. 4-2 ist eine entsprechende Auswertung für die jeweiligen Maximalerträge dargestellt. Für Körnermais lässt sich zum Beispiel aus Abb. 4-1 ablesen, dass in mehr als der Hälfte der Gemeinden die Erträge im Durchschnitt einer mittleren Ertragslage entsprechen, aus Abb. 4-2, dass in allen Gemeinden in zumindest einem Jahr ein Ertrag erzielt wurde, der einer hohen Ertragslage entspricht.

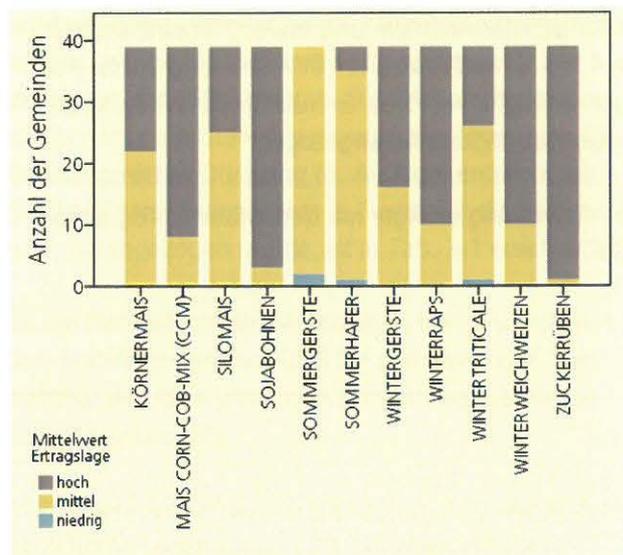


Abb. 4-1: Anzahl der Gemeinden mit durchschnittlicher Ertragslage von 2001 bis 2011

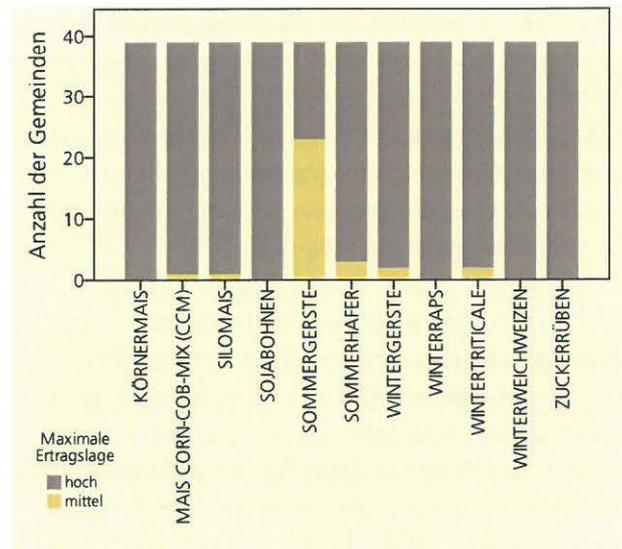


Abb. 4-2: Anzahl der Gemeinden mit maximal erreichter Ertragslage von 2001-2011

Die Häufigkeitsverteilungen in Abb. 4-3 zeigen wie oft ein Ertrag entsprechend einer hohen Ertragslage bei der jeweiligen Kultur in den Gemeinden eingetreten ist. Die Anzahl der Gemeinden wurde in dieser Darstellung kumuliert. Am Beispiel der Zuckerrübe ist in dieser Abbildung zu sehen, dass in jeder Gemeinde mindestens 5 mal in den Jahren 2001-2011 ein hoher Ertrag aufgetreten ist. In den meisten Gemeinden dominiert somit ein hoher Ertrag. Im Gegensatz dazu tritt in keiner Gemeinde öfter als 3 mal ein hoher Ertrag bei Sommergerste auf. Die meisten Gemeinden erreichen in den Jahren 2001-2011 bei Sommergerste nie hohe Erträge.

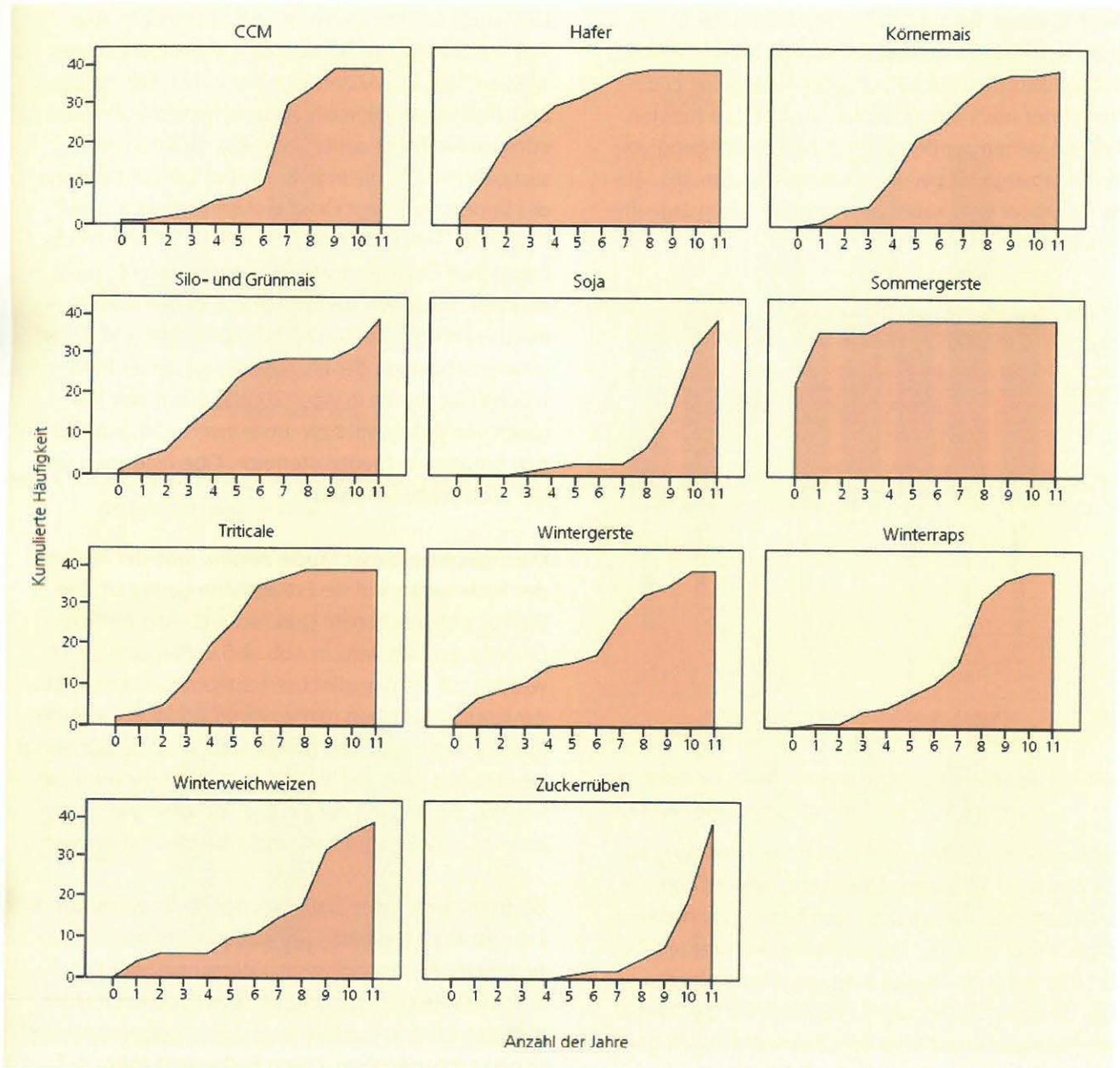


Abb. 4-3: Kumulierte Häufigkeit der Gemeinden mit steigendem Vorkommen von „hoher Ertragslage“ in den Jahren 2001-2011

Auch bei wpa (2008a) wurde im Rahmen einer Auswertung von Versuchs- und Untersuchungsdaten festgestellt, dass eine mittlere Ertragslage bei den meisten Kulturen einen häufigen Fall darstellt, wenngleich in einzelnen Jahren bei fast allen Kulturen in den meisten Gemeinden hohe Erträge durchaus auftreten können.

Zum Zeitpunkt der Düngung besteht daher aus Sicht des Landwirts in den meisten Fällen ein Potenzial für hohe Erträge, das zwar nicht jedes Jahr tatsächlich realisiert wird, ihn jedoch bei der Düngung von einer hohen Ertragslage ausgehen lassen.

Diese Aussage wird durch die Ergebnisse der Befragung bestätigt, bzw. lässt sich aus dieser der Schluss ziehen, dass die Einschätzung der Ertragslage in der Praxis eher noch optimistischer ausfällt. Die meisten Betriebe gehen zur Bemessung ihrer N-Düngung von der Ertragslage h2 bei den meisten Kulturen aus. Außer bei Hafer wird kaum eine mittlere Ertragslage angenommen.

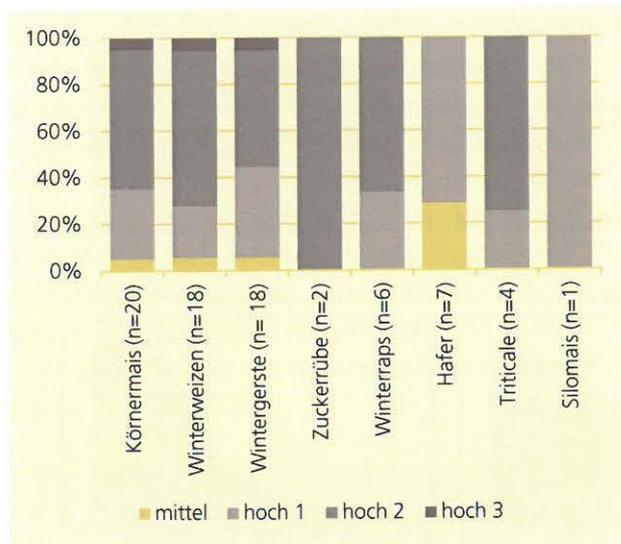


Abb. 4-4: Einschätzung der Ertragslage durch die befragten Landwirte für die Bemessung der N-Düngegaben

Anzumerken ist dazu, dass die Ertragsermittlung auf nur 8 von 20 Betrieben mittels Abwaage erfolgt, die restlichen Betriebe schätzen den Ertrag üblicherweise. Folglich sind 60% der Betriebsleiter ihre exakten Erträge nicht bekannt. Daraus kann abgeleitet werden, dass die Einschätzung der Ertragslage für die Düngemessung in erster Linie von Zielvorstellungen geprägt ist, die von prinzipiell möglichen aber, wie die Daten der Statistik Austria zeigen, keineswegs durchaus üblichen Erträgen ausgehen.

4.1.2 Zusammenhang zwischen Bodenbonität und Ertrag

Für landwirtschaftlich genutzte Böden niedriger Bonität besteht gemäß den Richtlinien für die sachgerechte

Düngung die Einschränkung, dass höchstens eine mittlere Ertragslage bei der Düngung angenommen werden darf. Die Annahme einer hohen Ertragslage und in weiterer Folge ein entsprechender Stickstoffdüngaufwand ist daher auf diesen Flächen nicht sachgerecht. Die niedrige Bodenbonität wird anhand des Bodenwerts (laut Österreichischer Bodenkartierung), der Ackerzahl oder anhand der Bodenklimazahl (beide laut Österreichischer Finanzbodenschätzung) definiert. Inwiefern die Erträge von diesen Bodenbewertungsmethoden tatsächlich abhängen und daher eine Einschätzung der Ertragslage auf dieser Basis möglich ist, wurde in wpa (2008a) durch den Vergleich von Ackerzahl bzw. Bodenwert und gemessenen Erträgen in Niederösterreich, Oberösterreich und der Steiermark untersucht.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass der Einfluss des Bodenwerts auf die Ertragshöhe gering ist. Die Erträge entsprechen im Durchschnitt einer mittleren Ertragslage. Dies wird in Abb. 4-5 verdeutlicht. Hier wurden die Erträge aller betrachteten Kulturen relativ zur Grenze zwischen mittlerer und hoher Ertragslage (gemäß den Richtlinien für die sachgerechte Düngung) gesetzt, das heißt der Wert 1 entspricht genau dieser Grenze. Ein Anstieg der Erträge von geringwertigem zu hohem Ackerland kann nicht beobachtet werden.

Bei Betrachtung des Einflusses des Bodenwerts auf die Ertragszahlen der einzelnen Kulturen zeigen sich unterschiedliche Ergebnisse. Bei Winterweizen folgt die durchschnittliche Ertragshöhe dem Bodenwert (Abb. 4-6). Die Erträge von Wintergerste hingegen verlaufen genau entgegengesetzt dem Bodenwert (Abb. 4-7).

Die Ertragshöhe von Mais erreicht lediglich auf geringwertigem Ackerland hohe Ertragslage, auf Böden besserer Bonität fallen die Erträge niedriger aus (Abb. 4-8).

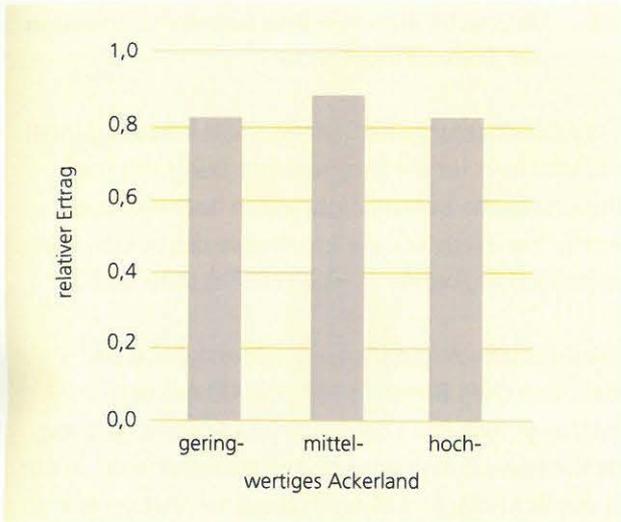


Abb. 4-5: Geschätzte Randmittel der Relativerträge je nach Bodenwert (wpa, 2008a)

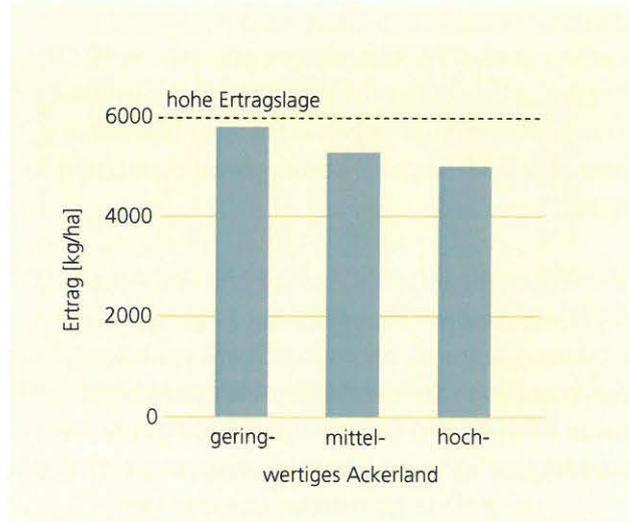


Abb. 4-7: Geschätzte Randmittel der Wintergerstenerträge je nach Bodenwert (wpa, 2008a)

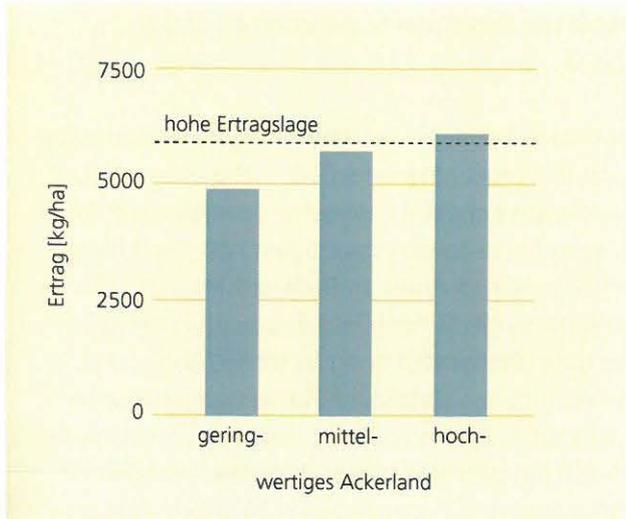


Abb. 4-6: Geschätzte Randmittel der Winterweizenerträge je nach Bodenwert (wpa, 2008a)

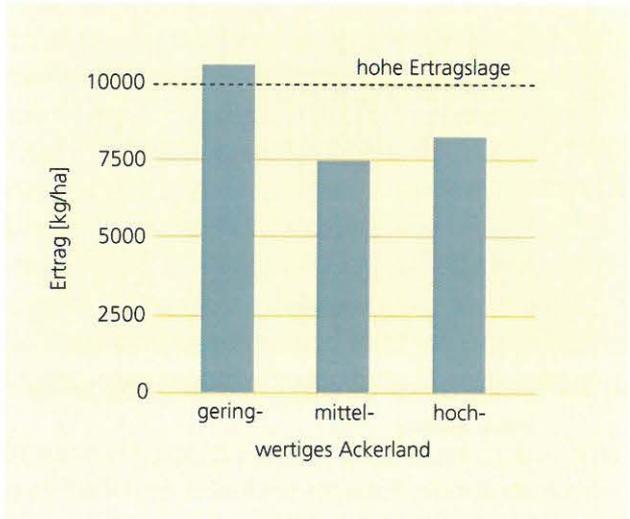


Abb. 4-8: Geschätzte Randmittel der Maiserträge je nach Bodenwert (wpa, 2008a)

Auch die Ackerzahl wurde hinsichtlich ihres Einflusses auf die Ertragshöhe untersucht und in einem Streudiagramm dargestellt. Der Ertrag wurde, wie bereits oben beschrieben, in Relation zur Grenze zwischen mittlerer und hoher Ertragslage gesetzt. Der Zusammenhang

zwischen Ackerzahl und Ertrag ist laut statistischer Berechnung zwar hochsignifikant, aber mit $r = 0,094$ sehr gering. Eine getrennte Betrachtung der einzelnen Kulturen brachte zum Teil etwas bessere Ergebnisse, wobei aber auch negative Korrelationen beobachtet wurden.

Generell besteht zwischen Ertragshöhe und Ackerzahl bzw. Bodenwert nur ein schwacher Zusammenhang. Für einzelne Kulturen zeichnen sich etwas bessere Zusammenhänge ab, welche für eine ausreichend genaue Abschätzung des Ertrages allerdings unzureichend sind.

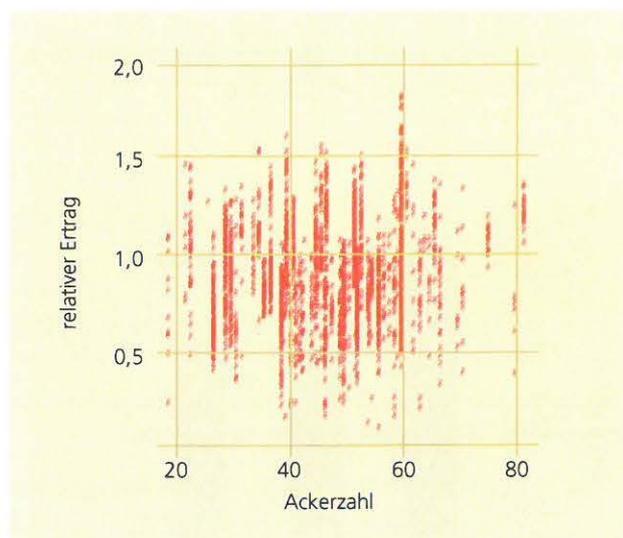


Abb. 4-9: Relative Erträge bei unterschiedlichen Ackerzahlen (wpa, 2008a)

4.1.3 Übersicht über die Bonitätsverhältnisse in der Traun-Enns-Platte

Für die Einschätzung der Bodenbonität können gemäß den Richtlinien für die sachgerechte Düngung zwei unterschiedliche Bewertungsansätze herangezogen werden. Inwiefern sich die Ergebnisse der beiden Methoden decken, wurde in wpa (2008a) untersucht.

In dieser Studie zeigte die Gegenüberstellung der Österreichischen Bodenkarte 1:25.000 mit den Schätzungsreinkarten der amtlichen Bodenschätzung, dass die Bewertung „geringwertiges Ackerland“ in nur 3% der Ackerflächen in der Traun-Enns-Platte vorliegt und Bodenzahlen ≤ 30 nur sehr vereinzelt in einigen Katastralgemeinden vorkommen. Bodenklimazahlen ≤ 30 treten ebenfalls lediglich bei 1% der Ackerfläche auf. Es dominieren Bodenklimazahlen zwischen 50 und 60. Etwa 94% der Ackerflächen in der Traun-Enns-Platte haben Werte zwischen 40 und 70 (Abb. 4-10).

Der direkte Vergleich der Bewertung in der Bodenkarte mit den Ergebnissen der Bodenschätzung zeigt, dass es zahlreiche Katastralgemeinden gibt, die einen höheren Anteil an geringwertigem Ackerland haben, allerdings keinen Anteil an Bodenzahlen ≤ 30 . Nur in den Katastralgemeinden Fischlham und Pucking I ist eine gute Übereinstimmung zu sehen (Abb. 4-11). Weiters ergaben statistische Auswertungen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den Flächenanteilen mit geringwertigem Ackerland und den Flächenanteilen mit Bodenzahlen ≤ 30 in den Katastralgemeinden.

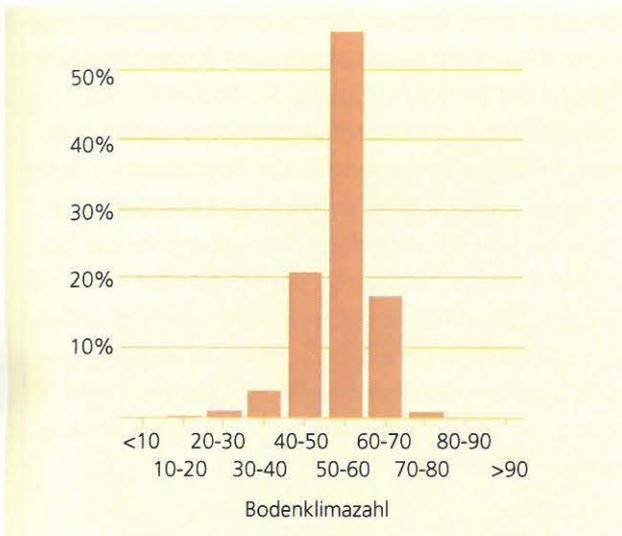


Abb. 4-10: Flächenanteile je nach Bodenklimazahl (wpa, 2008a)

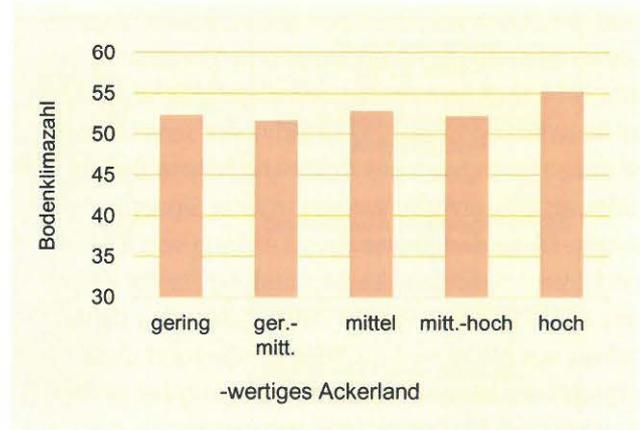


Abb. 4-12: Flächengewichtete Mittelwerte der Bodenklimazahl nach Bodenwerten auf der TEPL (wpa, 2008a)

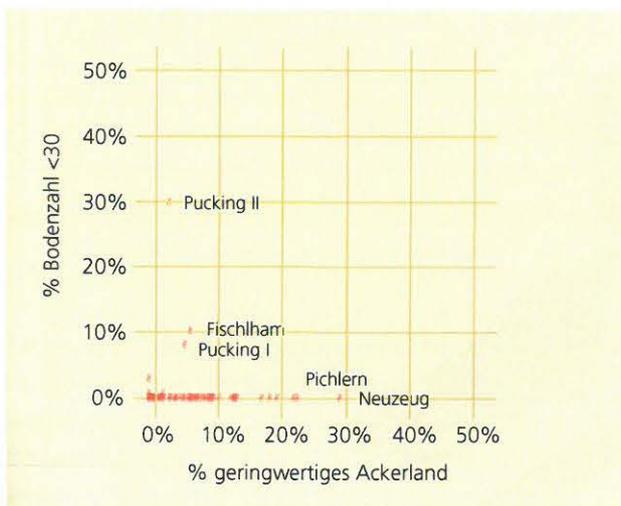


Abb. 4-11: Vergleich Bodenkarte und Bodenschätzung (wpa, 2008a)

Bei einem Vergleich der Bodenklimate mit dem Bodenwert aus der Österreichischen Bodenkarte 1:25.000 wurde ersichtlich, dass in weniger als 0,1% der Fläche eine Bodenklimate von ≤ 30 und die Bewertung geringwertiges Ackerland zusammenfallen. Etwa 4% erfüllen eines der Kriterien. In Abb. 4-13 ist der Vergleich grafisch dargestellt. Dunkelblaue Balken symbolisieren, dass beide Bedingungen zutreffen. Bei den hellblauen Balken trifft keine der beiden Bedingungen zu. Rotbraune Balken zeigen, dass nur eine der Bedingungen zutrifft und somit die Ergebnisse der beiden Bewertungsmethoden nicht übereinstimmen.

In weiterer Folge ist in dieser Graphik erkennbar, dass geringwertiges Ackerland am häufigsten Bodenklimate zwischen 50 und 60 aufweist, Bodenklimate zwischen 20 und 30 werden meistens als mittelwertiges Ackerland ausgewiesen. Der flächengewichtete Mittelwert der Bodenklimate ergibt bei hochwertigem Ackerland 55, bei mittelwertigem Ackerland 53 und bei geringwertigem Ackerland ergibt dieser Wert 52 (Abb. 4-12). Es ist somit ein Unterschied zwischen den Bodenzahlen des hochwertigen Ackerlands und den restlichen Böden gegeben, dieser ist allerdings sehr gering. Demzufolge ist nur ein schwacher

Zusammenhang zwischen den beiden Bewertungsmethoden erkennbar. Die kartografische Darstellung in Abb. 4-14 zeigt, wo sich die jeweiligen Flächen aus der Auswertung in Abb. 4-13 befinden. Jene Flächen, bei denen geringwertiges Ackerland höhere Bodenzahlen als 30 aufweist, werden in roter Signatur dargestellt. Diese sind überwiegend entlang von Bächen und Flüssen zu finden. Als Begründung für die Diskrepanz in der Bewertung liegt daher nahe, dass diese Flächen aus Alluvionen gebildet wurden und diese aufgrund der besseren Wasserversorgung bei der Bodenschätzung oft besser bewertet werden als das angrenzende Diluvium. In der Bodenkarte existiert diesbezüglich kein zwingendes Kriterium, sodass dieser Aspekt meist unberücksichtigt bleibt.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Bewertung der Bodenzahl und die davon abgeleitete Bodenklimatezahl aufgrund der Berücksichtigung der Bodenart, des Grobanteils und der Entstehungsart eher nachzuvollziehen ist als die Bewertung in der Bodenkarte. Zuletzt Genannte berücksichtigt lediglich die Definition „Geringwertig sind Flächen, deren Ertragsverhältnisse bei normaler Bewirtschaftung an der Grenze der Rentabilität liegen oder die einen überhöhten Aufwand verlangen, um Ernten in genügender Höhe zu liefern“, wodurch zwischen der Bodenkarte und der Amtlichen Bodenschätzung ein nur sehr grober Zusammenhang besteht.

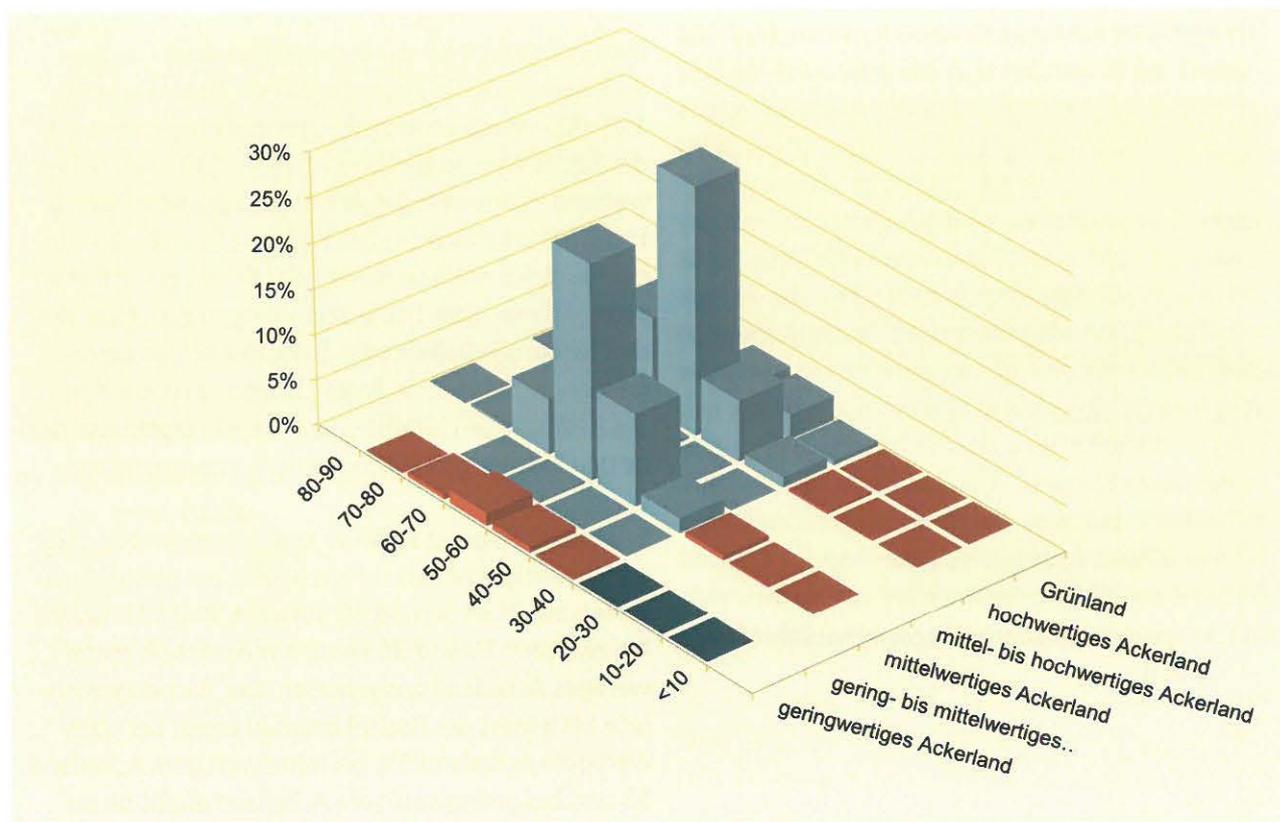


Abb. 4-13: Vergleich von Bodenwert und Bodenklimatezahl in der Traun-Enns-Platte (wpa, 2008a)

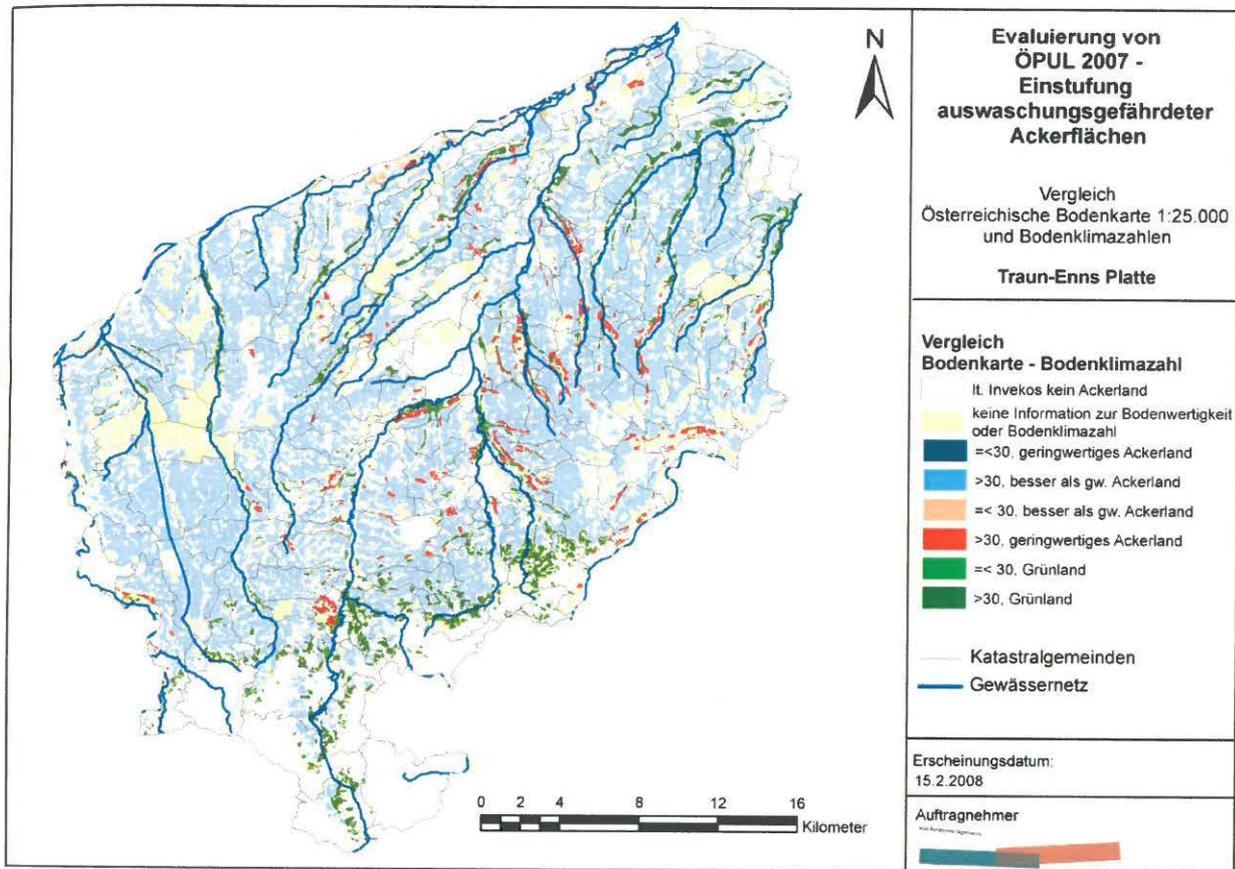


Abb. 4-14: Vergleich Österreichische Bodenkarte 1:25.000 und Bodenklimatezahlen (wpa, 2008a)

Tatsache ist, dass die Bonitätsverhältnisse in der TEPL laut Österreichischer Bodenkarte meistens als mittelwertig oder hochwertig eingestuft sind, laut Amtlicher Bodenschätzung befindet sich ein Großteil der Werte zwischen 40 und 70. Trotz des schwachen Zusammenhangs der beiden Bewertungsmethoden lassen beide die generelle Aussage zu, dass mittlere bis gute Bonitäten dominieren und die Streuung der Bodenbonität gering ist.

4.1.4 Bewertung der Auswirkung der Kulturführung auf den Ertrag

Neben der Bodenbonität und der im folgenden Kapitel 4.1.5 diskutierten Düngung wirken sich eine Reihe von Bewirtschaftungsmaßnahmen und -formen, sowie die damit zusammenhängende Kulturführung auf den Ertrag aus. Somit haben sie auch Auswirkungen auf den N-Saldo, sowie im Weiteren auf den im Boden verbleibenden Reststickstoff (N_{\min}) und die Nitratauswaschung (Abb. 4-15). Die im Folgenden getroffenen Aussagen beruhen einerseits auf wissenschaftlichen Untersuchungen und andererseits auf Erfahrung aus einer Vielzahl an Versuchen. Sie stellen Handlungsoptionen dar. Zur Ermittlung des Stickstoffsalden der Landwirtschaft in Kapitel 4.1.6 wurden sie nicht herangezogen.

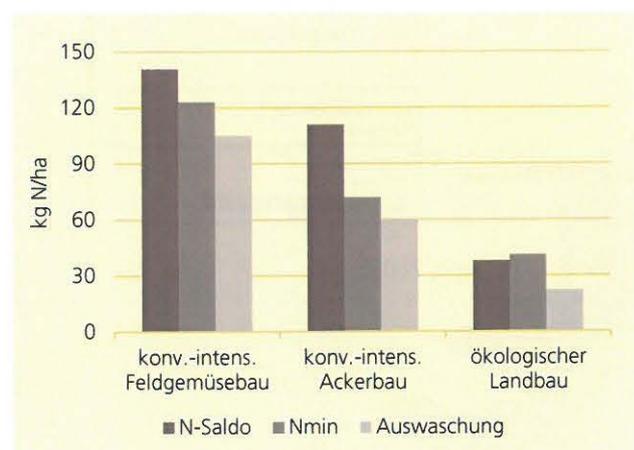


Abb. 4-15: Mittelwerte der Salden der Stickstoffflächenbilanz, Nmin-Werte und Auswaschung von Stickstoff für verschiedene ackerbauliche Landnutzungsformen in Deutschland (Kolbe, 2000)

Biologischer Landbau

Die Erträge im biologischen Landbau sind im Vergleich zum konventionellen Anbau 10 bis 40% niedriger, wobei die Ertragsrückgänge bei der Tierhaltung geringer ausfallen als bei der Pflanzenproduktion. In der Pflanzenproduktion wirkt sich je nach Standort der Verzicht auf chemisch-synthetische Dünger- und

Pflanzenschutzmittel stärker aus. Besonders groß sind die Ertragsunterschiede bei Kartoffeln und Weizen (Mindererträge bis zu 50%), dagegen sind sie bei Roggen und Hafer eher gering. In der Regel sinkt der Ertrag kurz nach der Umstellung deutlich ab, um sich dann wieder auf einem höheren Niveau zu stabilisieren. Trotz geringerer Erträge ist auf Grund der verringerten Stickstoffzufuhr im biologischen Landbau (dieser ist im Wesentlichen auf organische Dünger und symbiotische Stickstoffbindung durch Leguminosen beschränkt) das Risiko einer Nitratauswaschung geringer als in der konventionellen Landwirtschaft (Wilbois et al., 2007 und Kolbe, 2004). Für die Traun-Enns-Platte spielt der Anteil der biologischen Landwirtschaft mit 4,1% der Betriebe und 4,9% der landwirtschaftlichen Nutzfläche (2011) in Summe nur eine untergeordnete Rolle. Die Betriebe liegen im südlichen und nordöstlichen Teil des Gebiets.

Konventionelle Landwirtschaft

Neben den Standortfaktoren hängt der Ertrag natürlich auch von der gewählten Bewirtschaftungsart ab. Eine nach dem Stand der Technik und dem Standort angepassten Bewirtschaftung kann prinzipiell Erträge im Bereich h2 bzw. h3 erzielen, welche als grundwasserschonend bezeichnet werden können, wenn dabei ausgeglichene Nährstoffbilanzen erzielt werden.

Neben dem damit verbundenen Risiko des nicht vorhersehbaren Witterungsverlaufs, der die Ertragshöhe wesentlich zu einem Zeitpunkt beeinflusst, wo der Einsatz potenziell grundwassergefährdender Betriebsmittel großteils bereits erfolgt ist, hängt das Ertragsniveau jedoch auch vom Stand der Technik und des Wissens am jeweiligen Betrieb ab. Als kritische Punkte sind hier vor allem ein nicht angepasstes (zu hohes) Düngenniveau, die (ggf. ungünstige) Wahl des Düngzeitpunkts, die (Nicht-) Beachtung der Bodenverhältnisse und der Pflanzenschutz zu nennen. Bewirtschaftungsfehler in diesem Bereich bewirken, dass trotz hohem Einsatz von Düngemittel und weiterer

Betriebsmittel das angestrebte Ertragsniveau nicht erzielt wird. Überschüsse aus dem Nährstoff- (und sonstigem Mittel-)aufwand resultieren dann in Emissionen, die zur Belastung von Gewässern führen können.

Extensivwirtschaft verursacht grundsätzlich niedrigere Schadstoffein- und abträge weil das Potenzial, das heißt die Höhe des Nährstoff- und Wirkstoffeinsatzes und deren Gehalte im Boden niedriger sind. Aber auch hier gilt es, die Wirtschaftsweise dem Ertragsniveau anzupassen und den richtigen Zeitpunkt für den Einsatz der Betriebsmittel zu wählen.

Anzumerken ist, dass die in den Richtlinien für die sachgerechte Düngung angegebenen Erträge auch mit geringerem als dem dort angegebenen maximal möglichen Düngereinsatz erreichbar sind. Dies gilt hauptsächlich für viehhaltende Betriebe, bei denen mit einer Nachwirkung des Wirtschaftsdüngers zu rechnen ist.

Bodenbearbeitung

Grundsätzlich beeinflusst die Art der Bodenbearbeitung die Höhe der Nährstofffreisetzung im Boden, vor allem jene von Stickstoff. Dieser Prozess ist jedoch maßgeblich abhängig von Bodenart und -zustand, Witterung und Jahreszeit. Daher können nur grundsätzliche Bewertungen vorgenommen werden.

Bei Direktsaat, also Anbau ohne vorherige Bodenbearbeitung wird entsprechend weniger Stickstoff freigesetzt, als dies bei Pflug und Saatbettbereitung der Fall ist. Die Erträge sind naturgemäß in den Anfangsjahren geringer als bei konventioneller Bewirtschaftung. Erhöhen sich jedoch nach einigen Jahren auf ein relativ hohes Niveau. Grundsätzlich sind solche Systeme effizienter hinsichtlich der Nährstoffausnutzung. Dies und der Aspekt, dass so gewachsene Böden stabiler sind, lassen einen verminderten Austrag und Abtrag annehmen. Eine Auswertung für das Jahr 2007 ergab, dass die Maßnahme Mulch- und Direktsaat im Bereich

der Traun-Enns-Platte auf 19% der Ackerfläche umgesetzt wurde. Welcher Anteil davon auf die Direktsaat entfällt ist der Datengrundlage nicht zu entnehmen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der bei weitem überwiegende Anteil auf Mulchsaat entfällt und Direktsaat nur zu einem kleineren Teil vorkommt.

Mehrmals wurde nachgewiesen, dass sich die Winterfurche nicht unbedingt ertragssteigernd auswirken muss. Nachhaltig im Sinne von Bodenerhaltung ist diese nicht, das Risiko von Nährstoffverlusten steigt. Aus den in Kap. 4.2.1 dargestellten Auswertungsergebnissen ist ersichtlich, dass bei den flächenmäßig dominierenden Fruchtfolgen der Traun-Enns-Platte zumindest die Hälfte aus Winterfrüchten besteht. Weitere 30% der Ackerfläche sind mit Zwischenfruchtvarianten begrünt, die erst im Frühjahr umgebrochen werden dürfen. Der für eine Winterfurche in Frage kommende Flächenanteil beträgt somit höchstens 20%.

4.1.5 Abschätzung des N-Düngeaufwands

Abschätzung auf Basis der Ertragsdaten der Statistik Austria

Für die Berechnung des N-Salden aus der Bilanz wurde aus den Ergebnissen des Kap. 4.1.1 der Schluss gezogen, dass in jenen Gemeinden, wo hohe Erträge auftreten, die jeweilige Kultur auch entsprechend einer hohen Ertragslage (h1) gedüngt wird, in allen anderen Gemeinden entsprechend einer mittleren Ertragslage (vgl. Kap. 3.4.3). Aus Abb. 4-2 lässt sich somit ableiten, dass in den meisten Gemeinden für einige der flächenmäßig bedeutendsten Kulturen von einer Düngung entsprechend einer hohen Ertragslage bei fast allen Kulturen auszugehen ist, nämlich für Winterweichweizen, Körnermais und Winterraps. Bei einigen Kulturen wird der Schluss gezogen, dass fallweise die Düngemenge nach mittlerer Ertragslage bemessen wird. Das ist bei Sommerhafer, Wintergerste und Wintertriticale, Silomais und CCM-Mais der Fall. Die Kultur Sommergerste erreicht in über 50% der Gemeinden maximal mittlere Ertragslage und wird demnach in nur 16 Gemeinden hoch gedüngt. Für Sojabohne wurde angenommen, dass keine Stickstoffdüngung erfolgt.

Düngung durch die befragten Landwirte

Wie bereits in Kap. 4.1.1 ausgeführt, ist sowohl die Einschätzung der Ertragslage durch die befragten Landwirte als auch deren Angaben zur Düngung eher höher, als die im Rahmen dieser Studie getroffene Einschätzung auf Basis der Daten der Statistik Austria ergibt. Die Ertragserwartung und auch die Angaben zu den erreichten Erträgen befinden sich bei den befragten Betrieben überwiegend im Bereich hoch 2, gefolgt von hoch 1 (Einstufung entsprechend den Ertragslagen gem. RL f.d.sg.D). Es wurde mehrheitlich angegeben, dass die erwarteten Erträge auch erwirtschaftet wurden. Nach Angaben der Landwirte wird auf 40% der Betriebe das Erntegut verworfen. Das bedeutet, dass

60% nicht exakt wissen, welcher Ertrag erwirtschaftet wird, sondern vielmehr eine Einschätzung wiedergeben. Die Betriebsleiter orientieren sich bei fast allen Kulturen an der maximal möglichen Düngerobergrenze. Eine Vorfruchtwirkung wird nur bedingt und nur von fünf Betriebsleitern angerechnet.

Es ist anzumerken, dass die in der Befragung angegebene Ertragslage gem. Richtlinien für die sachgerechte Düngung zum Teil eine höhere Stickstoffdüngung ergeben würde, als von den Befragten angegeben wird (vgl. Abb. 4-16). Winterraps (6 Betriebe) wurde stets entsprechend einer hohen Ertragslage (h1) gedüngt, Winterweizen und Wintergerste (je 18 Betriebe) und Körnermais (20 Betriebe) überwiegend entsprechend einer hohen (meist h1, teilweise auch h2 und h3), zu einem geringeren Teil gemäß einer mittleren Ertragslage. Eine deutlichere Abweichung ist bei Zuckerrübe und Silomais feststellbar, zu der jedoch nur sporadische Befragungsergebnisse vorliegen.

In Summe kann aus der Befragung geschlossen werden, dass die Annahmen zur Düngung für die Bilanzierung eher konservativ getroffen wurden.

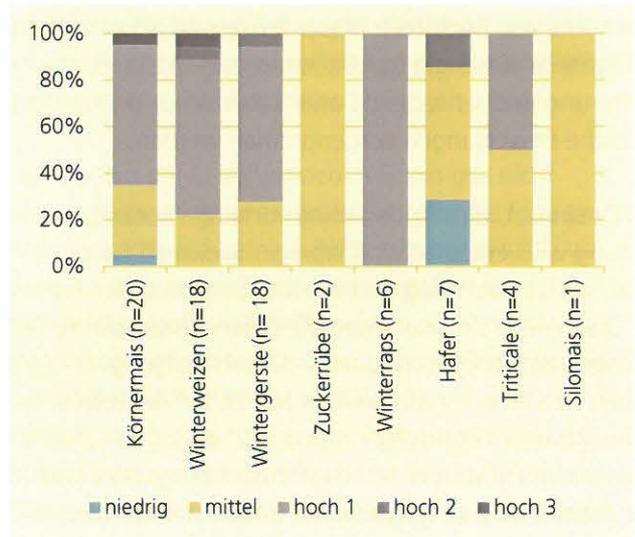


Abb. 4-16: In der Befragung angegebene Düngemengen (Einstufung entsprechend den Ertragslagen gem. RL f.d.sg.D)

Düngung in ausgewerteten Untersuchungs- und Versuchsergebnissen und Auswirkungen auf den Ertrag

Auch die Auswertung vorhandener Untersuchungs- und Messergebnisse aus dem Gebiet der Traun-Enns-Platte bestätigt im Wesentlichen die zur Bilanzierung berechneten Düngemengen. Da aus diesen Untersuchungen neben den Düngemengen auch die erzielten Erträge zur Verfügung stehen, wurde der Zusammenhang von Düngehöhe und Ertrag ausgewertet.

Bei der Kultur Körnermais wurde ein Einfluss der Düngung auf den Ertrag festgestellt. Dieser ist allerdings mit einem Bestimmtheitsmaß von ca. 5% sehr gering. Die Ertragshöhe bei Körnermais hängt somit überwiegend von anderen Faktoren ab.

In Abb. 4-17 wird die Abhängigkeit des Ertrags von der Höhe des Düngeniveaus anhand eines Streudiagramms dargestellt. Die vertikale Ansammlung von Daten in dieser Graphik erklärt sich durch die große Datenmenge von Versuchsflächen, welche alle mit einer Stickstoffmenge von 190 kg N/ha gedüngt wurden.

Im Durchschnitt der ausgewerteten Versuche wurde bei Körnermais 169 kg N/ha aufgebracht. Abb. 4-18 zeigt dazu eine Häufigkeitsverteilung der Stickstoffdüngemenge in den Versuchen. Zu erkennen sind zwei Maxima: Das erste liegt um den Wert 150-158 kg N/ha. Hier werden hauptsächlich Daten des Nitratinformationsdiensts abgebildet, welche durch spezielle Beratung der Landwirte anhand von N_{min} -Untersuchungen entstanden sind und daher vermutlich niedriger sind als im Durchschnitt für die TEPL angenommen werden muss. Das zweite Maximum befindet sich im Bereich 184-192 kg N/ha. Hier werden wie bereits oben erwähnt die Daten von Versuchsflächen abgebildet.

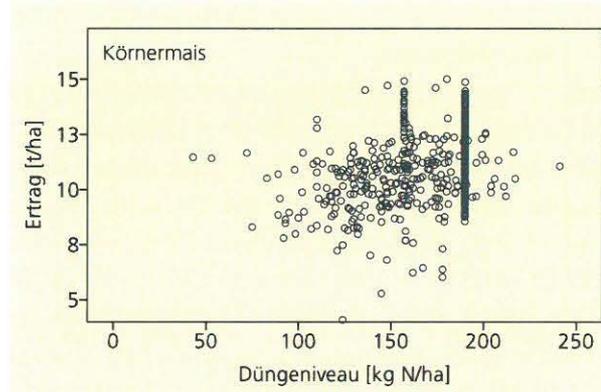


Abb. 4-17: Ertrag bei verschiedenen Düngeniveaus, Körnermais

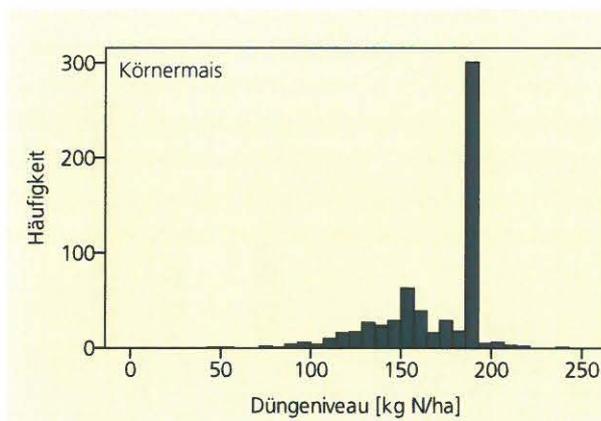


Abb. 4-18: Histogramm des Düngeniveaus bei Körnermais

Die Dünge- und Ertragsdaten von Winterweichweizen zeigen eine deutlich höhere Korrelation. Die Höhe des Ertrags hängt zu 45% vom Düngeniveau ab. Im Streudiagramm in Abb. 4-19 ist die Verteilung der Daten dargestellt. Die Datenhäufungen bei 154, 165 und 174 kg N/ha kommen durch die Auswertung von Daten aus Versuchen mit jeweils gleich hoher Düngemenge zustande. Abb. 4-20 stellt die Häufigkeit der vorhandenen Daten von Winterweichweizen dar. Die durchschnittlich aufgebrachte Düngemenge der betrachteten Versuche beträgt 162 kg N/ha.

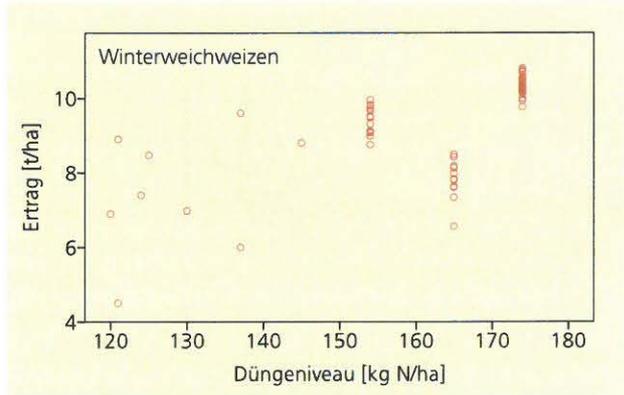


Abb. 4-19: Ertrag bei verschiedenen Düngeneiveaus, Winterweichweizen

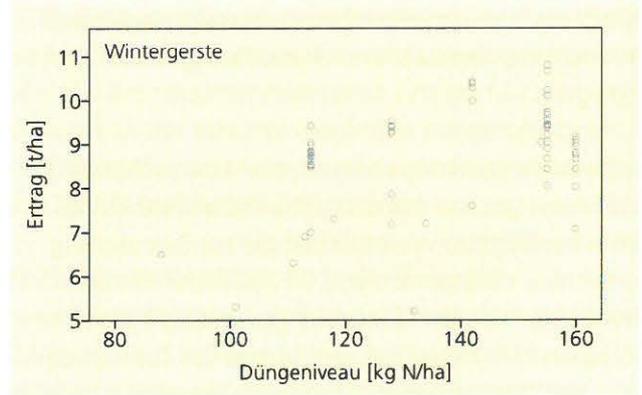


Abb. 4-21: Ertrag bei verschiedenen Düngeneiveaus, Wintergerste

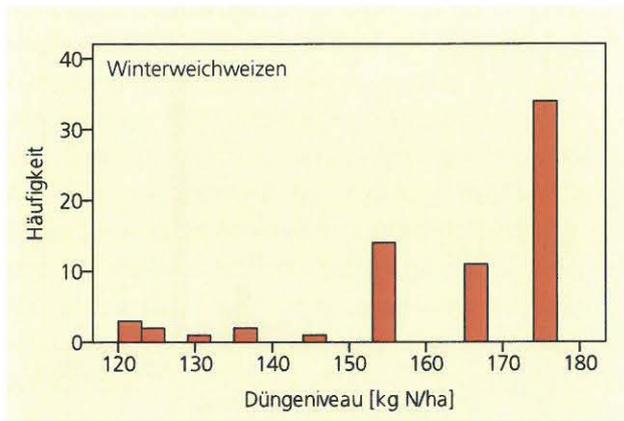


Abb. 4-20: Histogramm des Düngeneiveaus bei Winterweichweizen

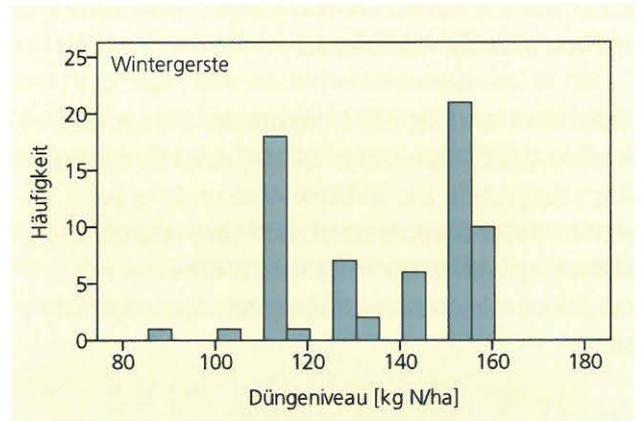


Abb. 4-22: Histogramm des Düngeneiveaus bei Wintergerste

Das Bestimmtheitsmaß bei Wintergerste beträgt 20% (Abb. 4-21). Als durchschnittliche Stickstoffdüngemenge wurde ein Wert von 137 kg N/ha errechnet. Wie bereits oben erwähnt, kommt die hohe Anzahl an Daten mit gleicher Düngehöhe durch das Miteinbeziehen mehrerer Versuchsdaten zustande. In Abb. 4-22 wird die Häufigkeit der Düngeneiveaus bei den einzelnen Versuchen und Untersuchungen dargestellt.

Bei Winterraps wurde ein sehr hohes Bestimmtheitsmaß von 68% errechnet. Dieser Wert ist allerdings etwas zu relativieren, da die Anzahl der vorhandenen Daten gering war und mit einer Ausnahme von 2 Werten die Daten aus nur 2 Versuchen stammten. Bei diesen Versuchen wurde jeweils immer dieselbe Düngemenge aufgebracht. Die Streuung der Daten ist in Abb. 4-23 dargestellt und die Häufigkeit je Düngeneiveau in Abb. 4-24.

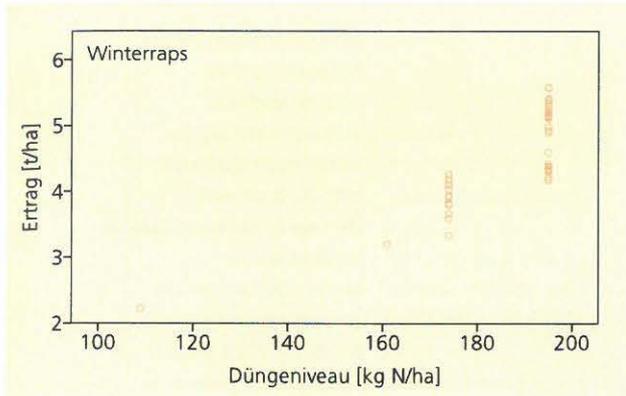


Abb. 4-23: Ertrag bei verschiedenen Düngeniveaus, Wintererbsen

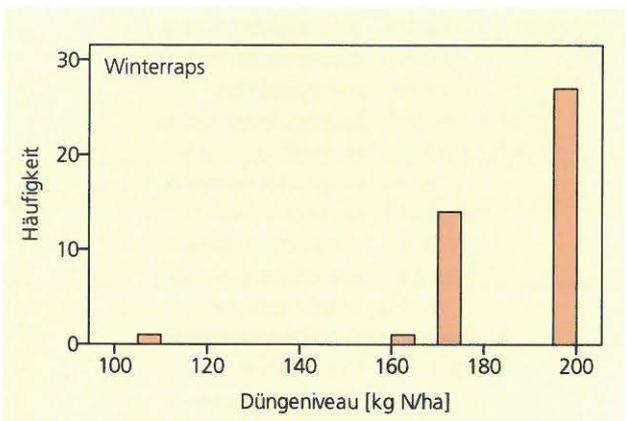


Abb. 4-24: Histogramm des Düngeniveaus bei Wintererbsen

In Summe zeigen die Auswertungen, dass zwar im Rahmen von Versuchen, bei denen andere Einflussfaktoren kontrolliert werden, die Düngung eine deutliche Wirkung auf die Ertragshöhe hat, in der Praxis aber zahlreiche weitere Einflussfaktoren eine Rolle spielen. Dies führt dazu, dass, wie zum Beispiel an Abb. 4-18 erkennbar, hohe Erträge bei Mais (>10 t/ha) auch bei einer Düngung erzielbar sind, die unter den Empfehlungen der Richtlinien für die sachgerechte Düngung für eine hohe Ertragslage liegen (also unter 150 kg N/ha), umgekehrt aber durchaus auch mittlere Erträge (<10 t/ha) in Fällen auftreten, bei denen entsprechend einer hohen Ertragslage gedüngt wurde (>150 kg N/ha).

4.1.6 Stickstoffsaldo

Der durchschnittliche Stickstoffsaldo aus der Düngemessung (Bewertung des gedüngten Stickstoffs mit der Jahreswirksamkeit) der landwirtschaftlichen Fläche in der Traun-Enns-Platte bewegt sich in den Jahren 2001 bis 2010 zwischen 35 und 47 kg N/ha. Darin enthalten sind 19 kg N/ha, die über die atmosphärische Deposition und die nicht symbiontische Stickstofffixierung eingetragen werden. Der N-Überschuss inkl. Nährstoffüberschuss aus der Tierhaltung und dem organischen Anteil im Wirtschaftsdünger beträgt 50 bis 62 kg N/ha (Abb. 4-25).

Wie in Kap. 3.4.4 ausgeführt, kommt es im Umkreis von 2 km Entfernung einer Emissionsquelle zu einem lokalen Wiedereintrag der gasförmigen NH₃ Verluste in der Höhe von 2 - 60% (Loubet et al., 2009), wobei die Höhe der Emissionsquelle, atmosphärische Druckverhältnisse, Windgeschwindigkeit, Struktur der umgebenden Pflanzendecke, deren Blattfläche und Feuchtigkeit Einfluss auf die Höhe der Redeposition haben.

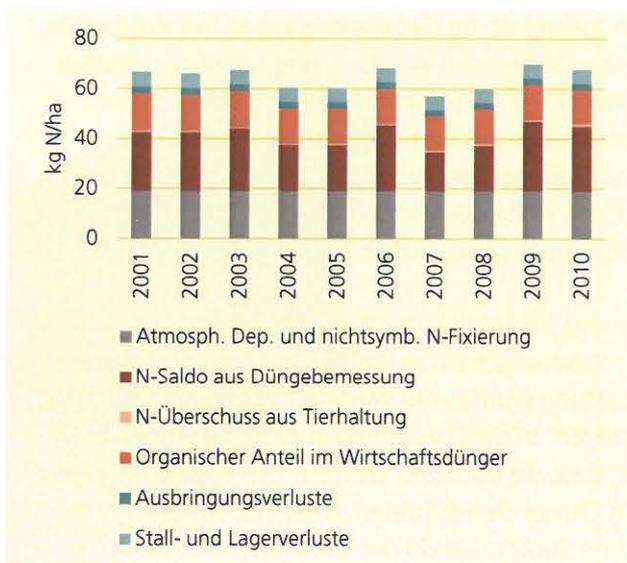


Abb. 4-25: Stickstoffüberschüsse auf den landwirtschaftlichen Flächen der Traun-Enns-Platte in den Jahren 2001-2010.

Ohne genauere Kenntnis der genannten Einflussfaktoren wird angenommen, dass eine lokal wirksame Redeposition von 30% der Ausbringungsverluste bzw. der Stall- und Lagerverluste erfolgt. Dies ergibt einen Stickstoffsaldo zwischen 57 und 70 kg N/ha. Die jährlichen Unterschiede werden in erster Linie durch Ertragsschwankungen hervorgerufen.

Räumlich betrachtet weisen die Salden der einzelnen Gemeinden im Durchschnitt der Jahre eine noch viel stärkere Variabilität auf (Abb. 4-26 und Abb. 4-27). Die höchsten Werte treten in Fischlham, Wartberg und Steinhaus auf mit Werten um 80 kg N/ha landwirtschaftlicher Nutzfläche, niedrige Werte (40 – 50 kg N/ha LN) in St. Florian, Niederneukirchen und Hofkirchen. Abb. 4-26 zeigt, in welchem Ausmaß die einzelnen Stickstoffeintragsquellen in den jeweiligen Gemeinden Einfluss auf die Höhe des N-Überschusses haben. So weisen Gemeinden wie Niederneukirchen und St. Florian sehr niedrige Überschüsse aus der Tierhaltung und der Redeposition auf. Der Grund liegt darin, dass der durchschnittliche Viehbesatz an den Betrieben in diesen Gemeinden mit 0,4-0,7 GVE/ha sehr gering ist. Im Gegensatz dazu ist der Viehbesatz in den Gemeinden Wartberg und Steinhaus deutlich höher (1,8-2 GVE/ha) und diese weisen auch hohe Überschüsse aus dem organischen Anteil im Wirtschaftsdünger, der Ausbring-, Stall- und Lagerverluste auf. Die Höhe des Viehbesatzes beeinflusst somit die Höhe des N-Überschusses stark.

Für eine Bewertung der Relevanz des Stickstoffsalden der Landwirtschaft im Hinblick auf eine Grundwasserbelastung wurden die Werte auf die Gemeindefläche bezogen. In der Darstellung in Abb. 4-29 ist erkennbar, dass die höchsten Werte in den westlich gelegenen Gemeinden auftreten. Diese haben sowohl einen hohen Stickstoffsaldo der landwirtschaftlichen Fläche als auch einen hohen Anteil landwirtschaftlicher Flächen am Gemeindegebiet. (Abb. 4-28).

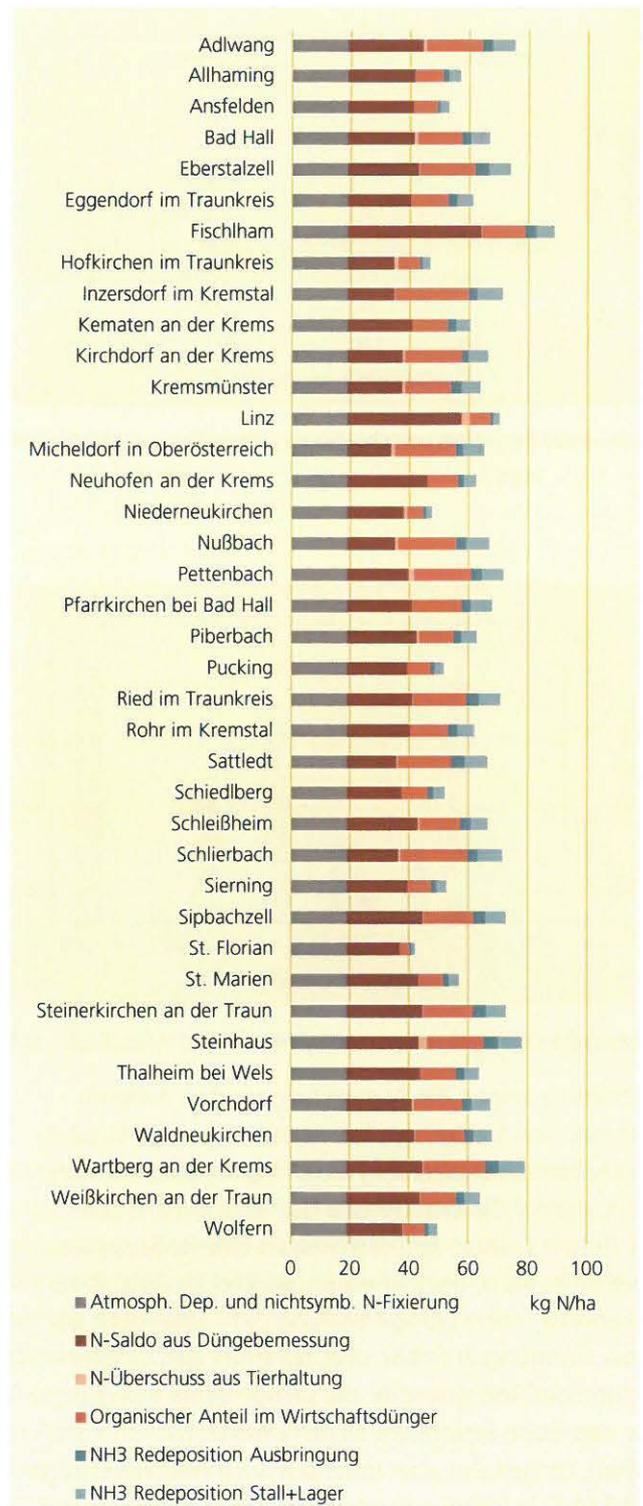


Abb. 4-26: Durchschnittliche Stickstoffsalden der landwirtschaftlichen Fläche pro Gemeinde

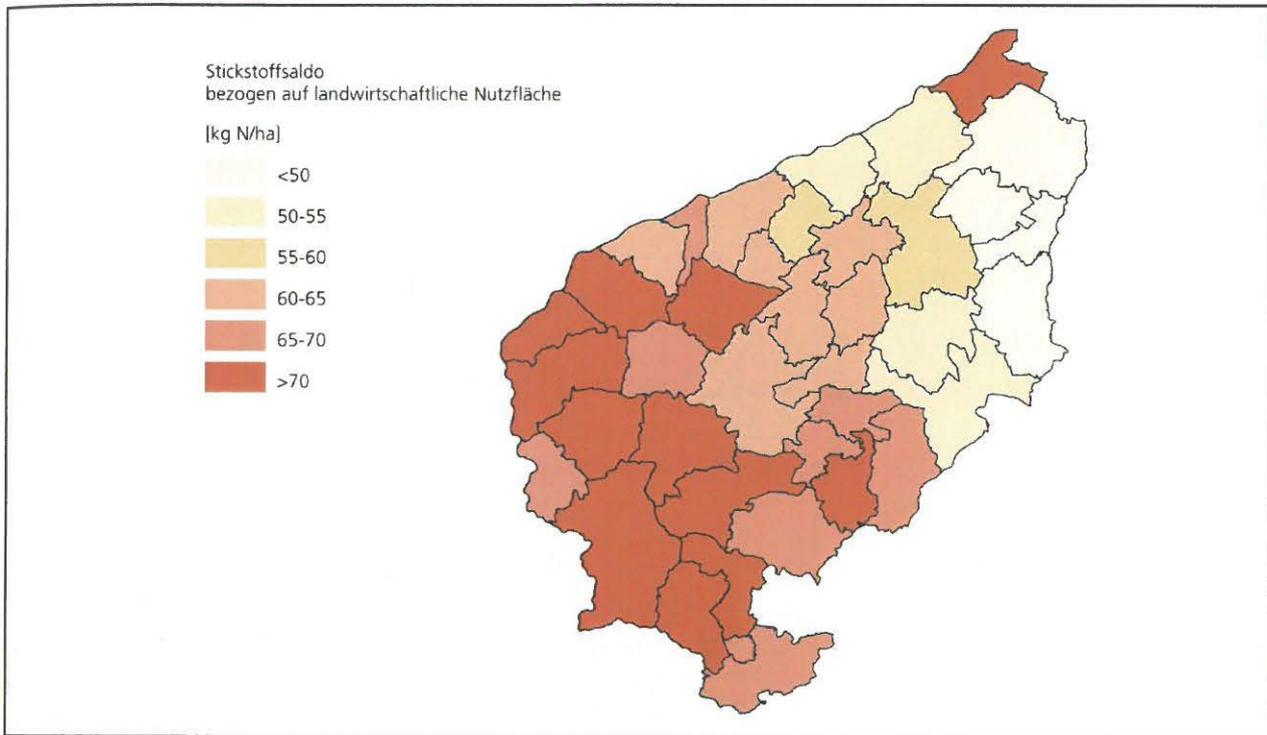


Abb. 4-27: Stickstoffsaldo der Landwirtschaft bezogen auf die Landwirtschaftliche Fläche

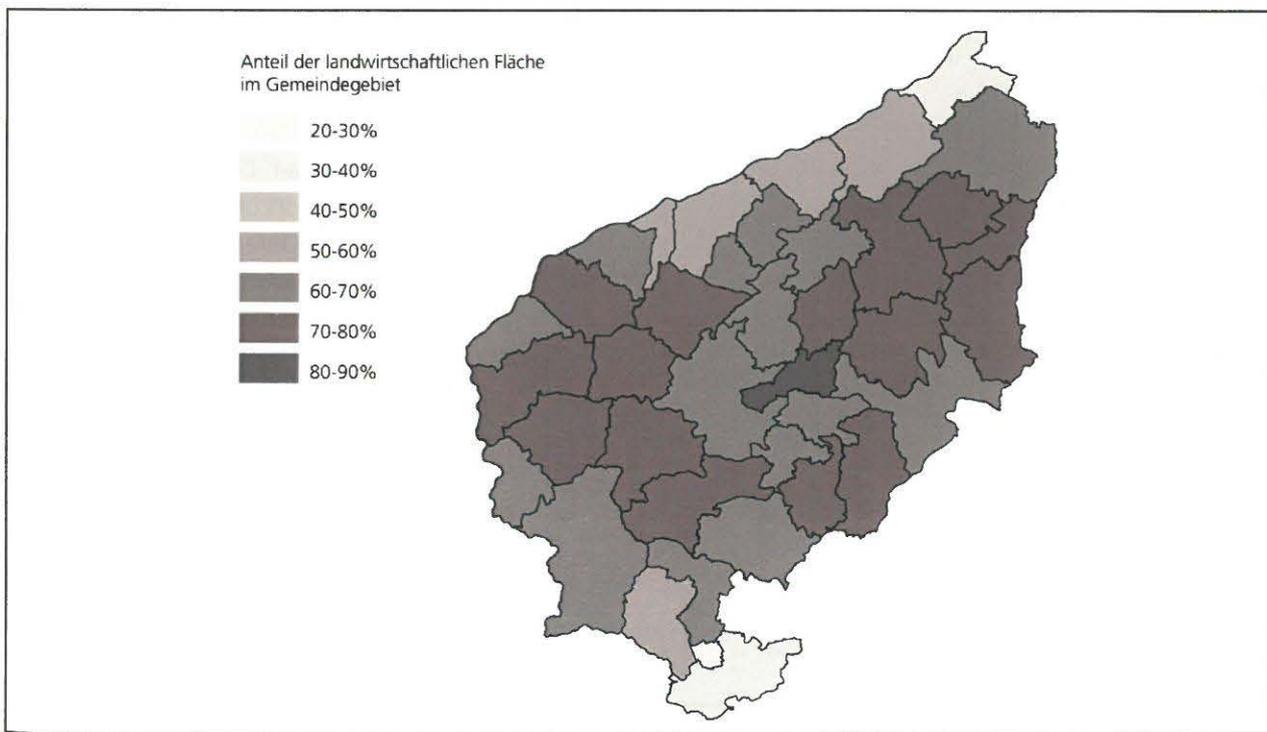


Abb. 4-28: Anteil der landwirtschaftlichen Fläche im Gemeindegebiet in Prozent

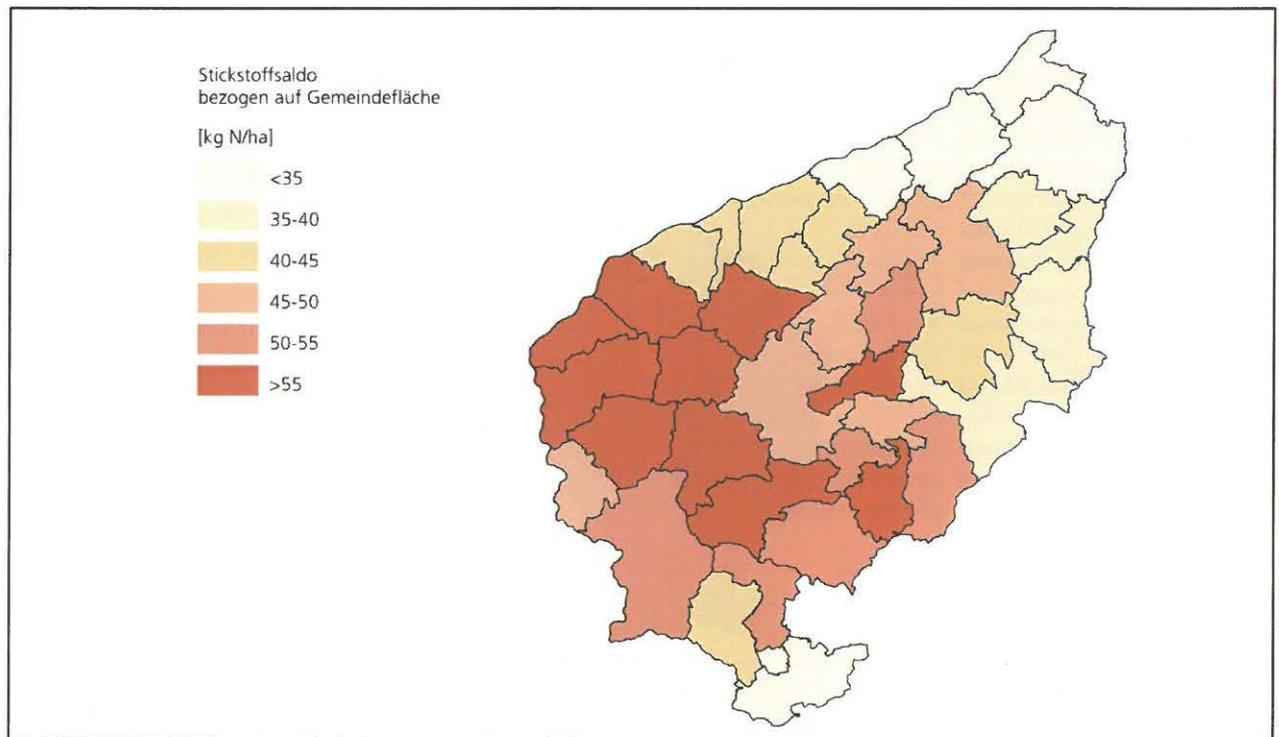


Abb. 4-29: Stickstoffsaldo der Landwirtschaft bezogen auf die Gemeindefläche

4.1.7 Nitratbelastung des Grundwassers

Aus dem in Abb. 4-29 dargestellten Stickstoffsaldo der Landwirtschaft und der Sickerwassermenge wurde eine Nitratbelastung des Sickerwassers berechnet. Als Maß für die Sickerwassermenge wurde die Abflusshöhe aus dem Hydrologischen Atlas eingesetzt (Abb. 4-30). Diese nimmt von Südwesten nach Nordosten ab.

Hohe Nitratbelastungen des Sickerwassers treten demnach im westlichen Teil zwischen Wels und Wartberg auf und in einem zentral-östlich gelegenen Bereich (Abb. 4-31). Im Westen ist für die hohe Nitratbelastung der hohe Saldo aus der Bilanzierung verantwortlich. Im östlichen Bereich wird der

Nitrateintrag ins Grundwasser aufgrund niedrigerer Abflusshöhen weniger stark verdünnt und es kommt trotz niedrigerer N-Überschüsse zu hohen Nitratkonzentrationen im Sickerwasser. Der umgekehrte Fall tritt in Gemeinden wie Vorchdorf und Pettenbach ganz im Westen der TEPL auf. Deren Stickstoffsalden sind vergleichsweise hoch, die Nitratbelastung ist allerdings aufgrund des Verdünnungseffekts durch die große Abflusshöhe gering.

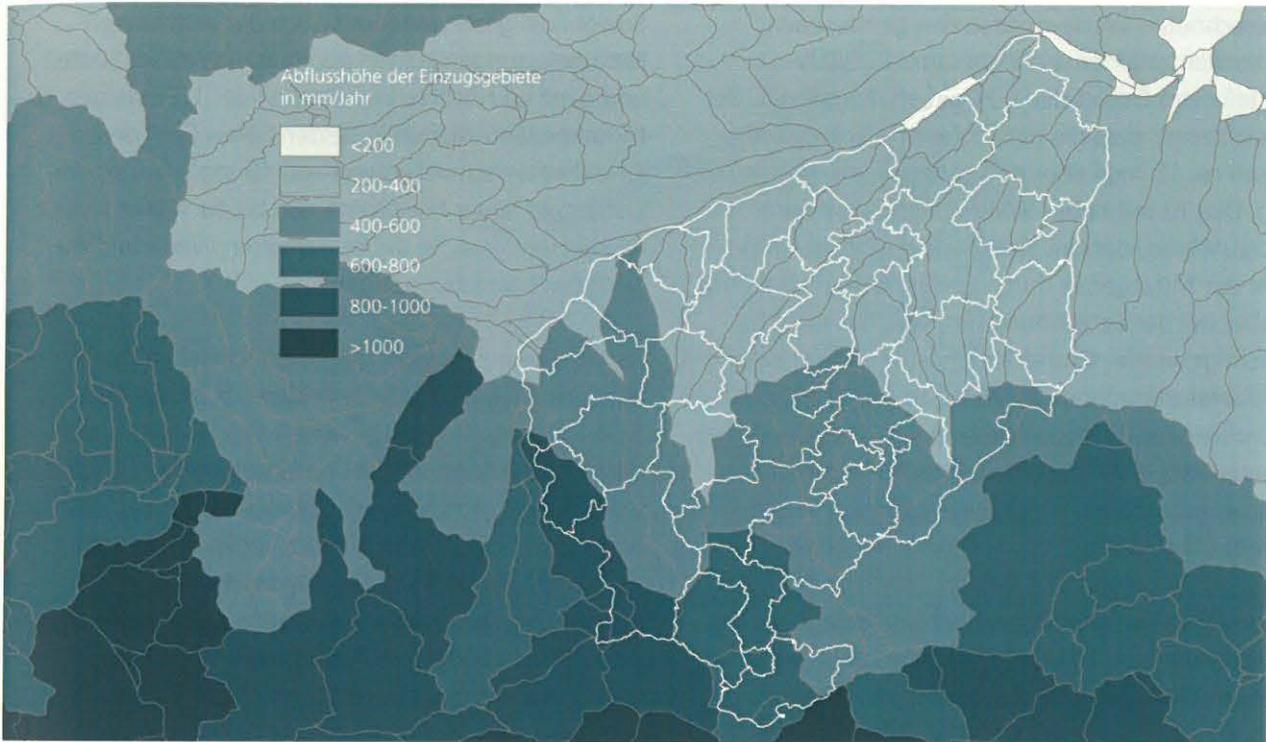


Abb. 4-30: Abflusshöhe der Einzugsgebiete im Gebiet der Traun-Enns-Platte (Hydrologischer Atlas Österreich)

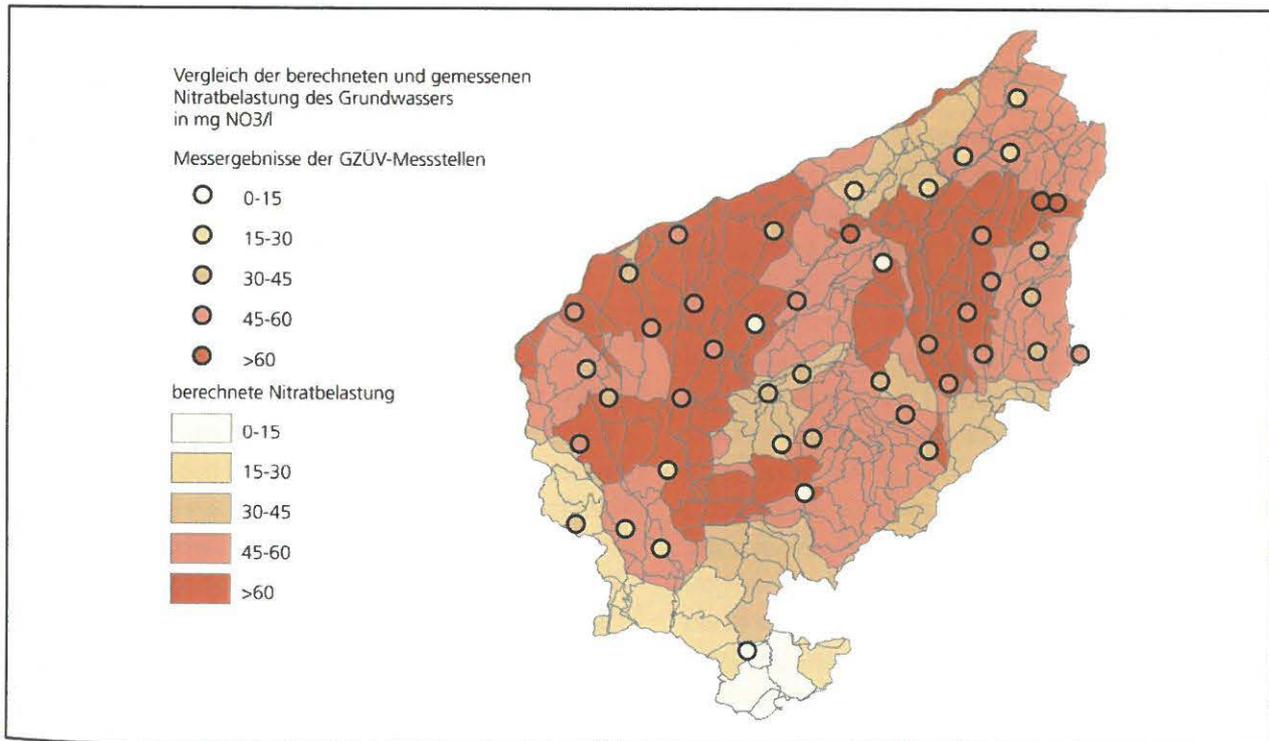


Abb. 4-31: Vergleich der berechneten und gemessenen Nitratbelastung des Grundwassers

Die berechneten Werte wurden den gemessenen Nitratkonzentrationen aus insgesamt 45 GZÜV-Messstellen im Gebiet der TEPL gegenübergestellt. Der Vergleich zeigt, dass die berechneten Werte systematisch um ca. 15 mg/l über den gemessenen Werten liegen. Dies ist mit hoher Wahrscheinlichkeit darauf zurückzuführen, dass im Sickerwasser und im Grundwasser der Nitratgehalt durch Denitrifikation abnimmt, dies aber bei der Berechnung des N-Saldos nicht berücksichtigt wurde. Grundsätzlich ist allerdings eine gute Übereinstimmung der Werte zu erkennen, denn der Großteil der Datenpunkte in einem Streudiagramm liegt innerhalb einer Streubreite von 30%, wenn die Ideallinie um die bereits genannten 15 mg/l verschoben wird (Abb. 4-32).

Die Denitrifikation würde demnach, umgelegt auf den flächenbezogenen N-Saldo, je nach Sickerwasseranfall ca. 15 kg N/ha/Jahr betragen. Im Projekt Analyse der Nährstoffströme in oberösterreichischen Einzugsgebieten nach unterschiedlichen Eintragspfaden für strategische Planungen (TU Wien, wpa, UBA, 2011) wurde eine Denitrifikationsrate in der Traun-Enns-Platte von 10 – 30 kg N/ha/Jahr berechnet.

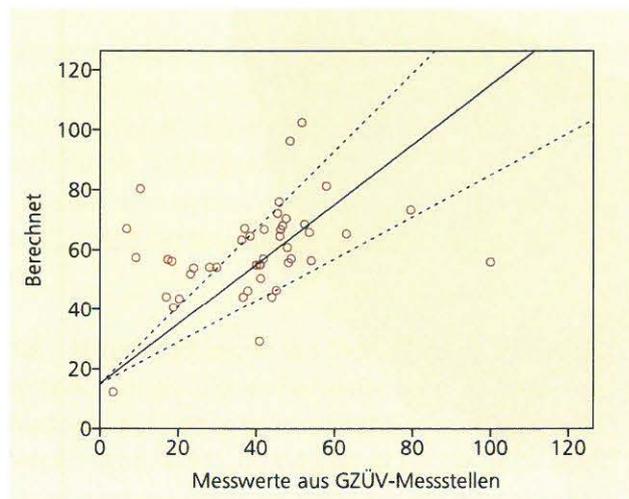


Abb. 4-32: Vergleich der berechneten mit den gemessenen Nitratkonzentrationen aus GZÜV-Messstellen

Sowohl die gemessenen als auch die errechneten Nitratbelastungen zeigen geringere Werte im Südteil und ganz im Norden. Im Mittelteil der TEPL steigen die Nitratkonzentrationen in beiden Fällen über den Grundwasserschwelienwert von 45 mg NO₃/l an. Im Osten sind sogar Messwerte von bis zu 100 mg NO₃/l anzutreffen, welche die berechneten Werte in dieser Region weitaus übersteigen.

Bei der Beurteilung des Vergleichs zwischen den Messwerten im Grundwasser und der berechneten Sickerwasserbelastung ist neben den Einträgen aus dem Sickerwasser an einer bestimmten Stelle auch die Vorbelastung aus dem Anstrombereich zu berücksichtigen. Für die Traun-Enns-Platte liegen nur sporadische Informationen über die Grundwasserströmungsverhältnisse vor, es ist jedoch von einer Hauptströmungsrichtung von Süden oder Südwesten nach Norden bzw. Nordosten auszugehen (vgl. Abb. 4-33).

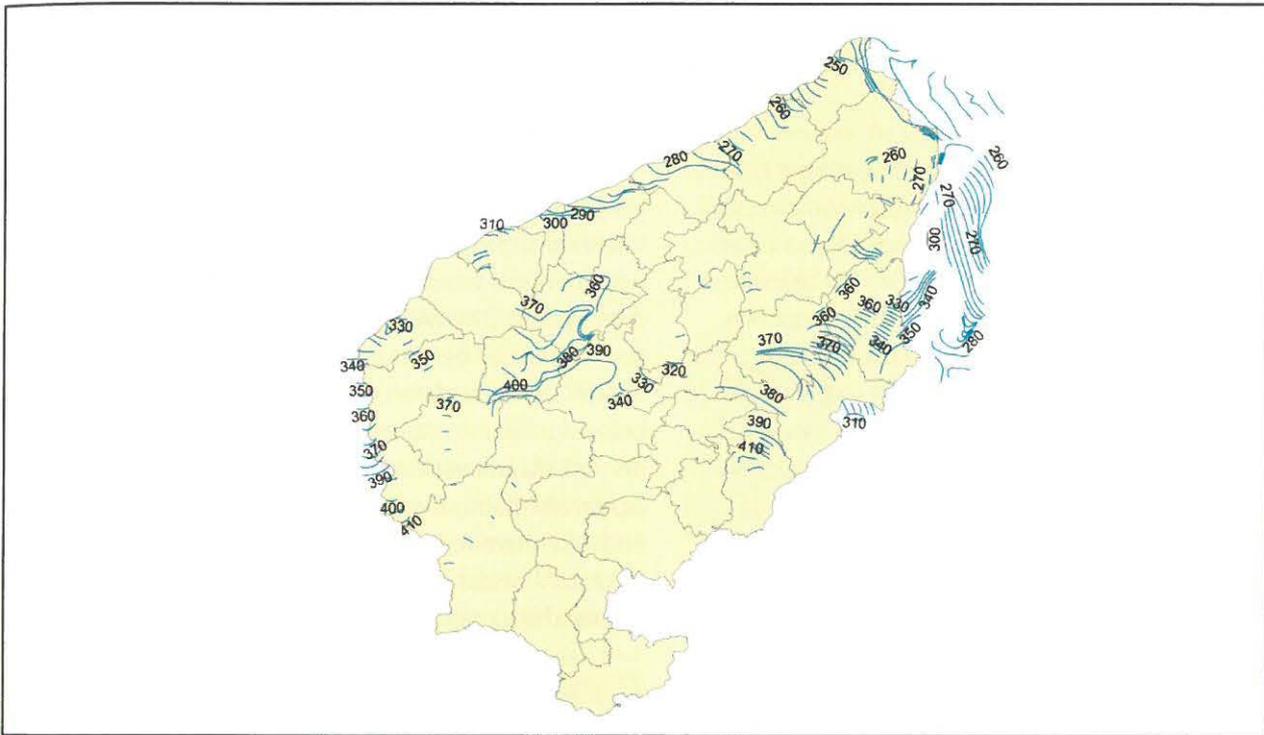


Abb. 4-33: Grundwasserschichtenlinien aus dem Projekt „Wasserwirtschaftliches Grundsatzgutachten Traun-Enns-Platte“ aus dem Geoinformationssystem des Landes Oberösterreich (doris.ooe.gv.at/fachinfo/wasser)

4.1.8 Zusammenhang zwischen Bodeneigenschaften und Nitratauswaschung

Auswertung der Ergebnisse diverser Studien

Der Einfluss von unterschiedlichen Bodeneigenschaften ist in der Literatur (Stenitzer & Hösch, 2004, Stenitzer & Hösch, 2005, Warstat, 1985, Murer, 2003) häufig beschrieben und durch Lysimeterversuche und Modellrechnungen (Stenitzer & Hösch, 2004, Stenitzer & Hösch, 2005) nachgewiesen. Wesentlichen Einfluss auf die Nitratauswaschung haben die Bodeneigenschaften Wasserspeicherfähigkeit und -durchlässigkeit, welche wiederum von der Bodenart und Gründigkeit des Bodens abhängen (Amberger & Schweiger, 1973, zit. nach Stauffer & Spiess, 2007).

Bei tiefgründigen schweren Böden mit hoher Feldkapazität (hohem Wasserspeichervermögen) verläuft die Nitratauswaschung über einen längeren Zeitraum und auf einem niedrigeren Niveau als bei seichtgründigen Böden. Langjährige Lysimetermessungen auf zwei tiefgründigen und einem seichtgründigen Boden zeigen dies deutlich und sind in Abb. 4-34 dargestellt (Daten aus wpa & IKT, 2001-2012). Bei hohen Niederschlagsereignissen kann es allerdings zu präferentiellem Fluss kommen. Tritt dieses Ereignis kurz nach der Düngergabe auf, werden die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser kurzfristig angehoben. Die Nitrataustragungsspitzen sind aber infolge der langen Verweilzeit durch die hohe Speicherfähigkeit sowie der Diffusion weniger hoch. Dies konnte durch einen Tracer-Versuch mit Bromid in wpa & IKT (2001-2012) gezeigt werden und ist in Abb. 4-35 dargestellt. Verglichen wurden zwei tiefgründige Böden mit einem seichtgründigen

Boden (es handelt sich um die selben Lysimeter, an denen auch die in Abb. 4-34 dargestellte Nitratauswaschung gemessen wurde).

Bei seichtgründigen leichten Böden mit geringer Feldkapazität wird bei hohen Niederschlagsereignissen die geringe Wasserspeicherfähigkeit schnell überschritten und mit dem Sickerwasser das im Boden vorliegende Nitrat rasch in tiefere Bodenschichten ausgewaschen. Es treten hohe Austragsspitzen der Nitratkonzentration auf. Der bereits oben erwähnte Tracerversuch zeigt, dass bei einem seichtgründigen Boden innerhalb der ersten 3 Monate nach Ausbringung die höchsten Bromidkonzentrationen auftraten. In weiterer Folge führte das zu einer 70%igen Auswaschung nach 6 Monaten (Abb. 4-35). Aus diesem Grund ist die Wahl des Düngezeitpunktes besonderes auf solchen Böden entscheidend, um das Nitrataustragsrisiko zu vermindern (wpa & IKT, 2001-2012). Der im Herbst in seichtgründigen Böden mineralisierte Stickstoff, wird über die Wintermonate in tiefere Bodenschichten verlagert, welche die Pflanzenwurzeln nicht mehr erreichen. Dieser Stickstoff kann somit von den Pflanzen nicht mehr aufgenommen werden und wird mit der Zeit ausgewaschen (Murer, 1999).

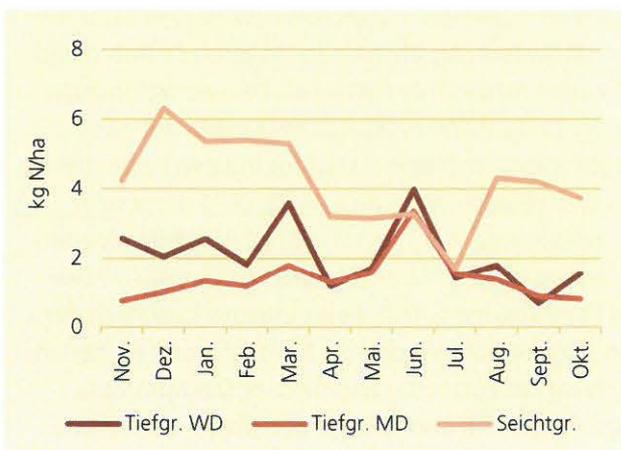


Abb. 4-34: Gemittelte monatliche Nitratauswaschung an den drei Standorten von Herbst 2001-Herbst 2011

Nachteil der tiefgründigen Böden sind allerdings ihre fallweise größeren Vorräte an organischem Stickstoff, der mineralisiert und nitrifiziert werden kann und in weiterer Folge ausgewaschen werden könnte.

Ob die Ackerzahl ein entscheidendes Kriterium für Versickerung und in weiterer Folge für die Nitratauswaschung ist, wurde durch Modellrechnungen mit dem System SIMWASER/STOTRASIM bei wpa (2008b) nur tendenziell bestätigt. Durch Auswertung bestehender Lysimeterdaten wurde in dieser Studie generell keine signifikante Abhängigkeit der Versickerung von der Ackerzahl bestimmt. Grund dafür ist, dass die Ackerzahl die für die Versickerung entscheidenden Bodenkennwerte nur unzureichend wiedergibt. Die Ackerzahl ist daher für die Bestimmung der Nitratauswaschung nicht ausreichend.

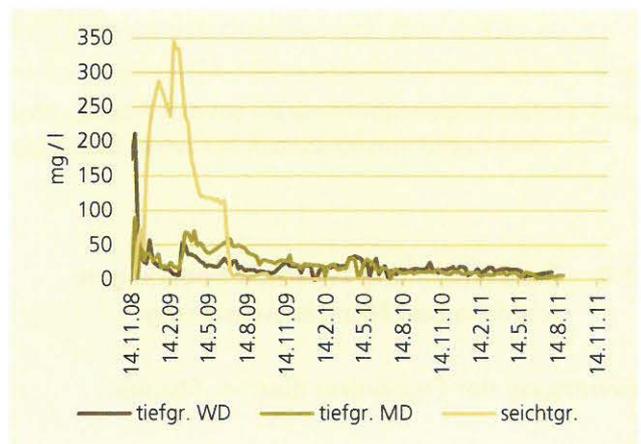


Abb. 4-35: Bromidkonzentrationen nach einem Tracerversuch an 3 unterschiedlichen Standorten (Kuderna et al. 2012)

Ist ein Boden in der Lage große Wassermengen zu speichern ist dessen Sickerwassermenge geringer und folglich das Nitratrückhaltevermögen größer als bei Böden mit geringer Wasserspeicherfähigkeit. Anhand der Wasserspeicherkapazität, oder auch Feldkapazität, lässt sich somit die Höhe der Nitratauswaschung abschätzen (Warstat, 1985). Pollak (2002) und wpa & IKT (2003a) verwendeten für die Einstufung des Nitrataustragsrisikos die Feldkapazität im effektiven Wurzel-

raum. Diese ist ein Maß für die Wasserspeicherkapazität in jener Bodentiefe, die für die Pflanzenwurzeln zugänglich ist. Der Quotient aus durchschnittlicher jährlicher Sickerwassermenge und Feldkapazität wird Austauschhäufigkeit genannt und gibt Auskunft über das Nitrataustragsrisiko. Je größer die Sickerwassermenge im Vergleich zur Feldkapazität ist, desto größer ist das Risiko. Diese Methode ergibt für oberösterreichische Verhältnisse sehr gute Ergebnisse.

Ergänzende Modellrechnung

Um den Einfluss der Bodeneigenschaften auf die Nitratauswaschung zu verdeutlichen, wurden Modellrechnungen mit den Bodeneigenschaften des Lysimeters mit tiefgründigem Boden und des Lysimeters mit seichtgründigem Boden durchgeführt. Die jeweiligen Bodentypen sind in Pettenbach eine tiefgründige Parabraunerde und in Pucking eine seichtgründige Lockersedimentbraunerde.

In Abb. 4-36 ist die durch die Modellrechnung ermittelte mittlere jährliche Sickerwassermenge, der Nitratstickstoffaustrag und der Nitratgehalt abgebildet. Die drei linken Säulenpaare stellen die Ergebnisse des tiefgründigen Standorts in Pettenbach dar, aufgeteilt nach den 3 Fruchtfolgetypen, wie in Kapitel 4.2.1 beschrieben. Auf der rechten Seite befinden sich die Ergebnisse des Lysimeters in Pucking mit einem seichtgründigen Boden. Die Streuung der berechneten Werte über die Jahre (gerechnet wurde mit den Daten der Jahre 2002-2011) ist anhand der Fehlerindikatoren zu erkennen.

Während sich die mittleren Sickerwasserwerte aller Fruchtfolgen beim tiefgründigen Boden bei etwa 280 mm befinden, steigen die Werte beim seichtgründigen Boden auf fast das Doppelte an (530 mm). Der Nitratstickstoffaustrag verhält sich ähnlich. Auch der Nitratgehalt im Sickerwasser ist beim seichtgründigen Boden im Mittel höher. Der seicht-

gründige Boden weist somit deutlich höhere Nitratauswaschungswerte auf als der tiefgründige Boden.

Folglich zeigen die Ergebnisse, dass zwischen den Standorten die Unterschiede der Sickerwassermenge und des Nitrataustrages größer sind als die der jährlichen Schwankungen infolge der Witterung und Fruchtfolge.

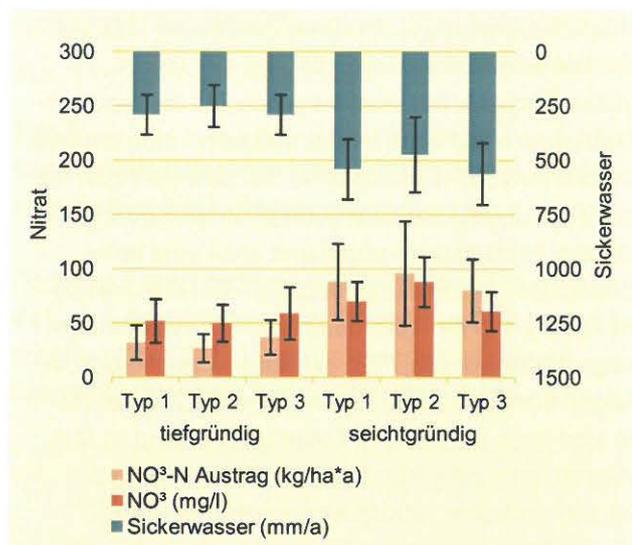


Abb. 4-36: Mittlere Jährliche Sickerwassermenge und Nitratstickstoffaustrag der Lysimeter 3 und 4

Relevante Bodeneigenschaften

Grundsätzlich stellt sich die Frage, welches Bodenkriterium für die Einschätzung der Nitratauswaschung herangezogen werden soll. Die Gründigkeit des Bodens wie sie in der Österreichischen Bodenkarte 1:25.000 zu finden ist, lässt zwar tendenziell eine Einschätzung zu, es fehlen allerdings Informationen zur Bodenart (Darstellung für die Traun-Enns-Platte siehe Abb. 3-5). Die Durchlässigkeit ist grundsätzlich ein gutes Kriterium für die Nitratauswaschung, die Bewertung der Durchlässigkeit, wie sie in der Österreichischen Bodenkarte durchgeführt wird, liegt allerdings sehr in der Betrachtung des Kartierers, weshalb diese ebenfalls

nicht für die Abschätzung herangezogen werden kann (Darstellung für die Traun-Enns-Platte siehe Abb. 3-7). Da sich die in der Bodenkarte betrachtete nutzbare Feldkapazität bis in 1 m Bodentiefe in etwa mit der Feldkapazität im effektiven Wurzelraum deckt, welche in bisherigen Studien gute Ergebnisse brachte, ist diese für die Bewertung der Nitratauswaschung zu empfehlen.

In Kap. 3.4.6 wurde ausgeführt, dass in der TEPL tiefgründige Böden dominieren (94,4% der landw. genutzten Flächen). Der überwiegende Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche besitzt außerdem eine mittlere bis hohe nutzbare Feldkapazität. Ein sehr geringer Teil der Fläche (6,4%) hat eine geringe bis sehr geringe nutzbare Feldkapazität und damit auch eine hohe Nitrataustragsgefährdung. Bezüglich der Durchlässigkeit kommen in der TEPL hauptsächlich mäßig durchlässige Böden vor (66,7%), gefolgt von gering durchlässigen Böden (31,1%). Die restlichen 2,2% der Fläche sind hoch durchlässig. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass ein verbreitetes Vorkommen von Böden, die ein hohes Nitrataustragsrisiko aufweisen, nicht als Ursache für eine flächenhafte Nitratbelastung in der Traun-Enns-Platte in Frage kommt sondern solche Böden allenfalls sehr punktuell eine Ursache darstellen.

4.2 Düngzeitpunkt

4.2.1 Definition von Standardkulturen und -fruchtfolgen

Die Clusterzentrenanalyse (vgl. Kap. 3.5) ergab eine Aufgliederung der Betriebe in der Traun-Enns-Platte in folgende 3 Fruchtfolgetypen:

Typ 1: Körnermais-Winterweizen-Wintergerste-ZF (Senf)

Dem Fruchtfolgetyp 1 werden im Gebiet der Traun-Enns-Platte 1191 Betriebe zugeordnet, welche 46% der Ackerfläche in diesem Gebiet bewirtschaften (27.933 ha). Der durchschnittliche Grünlandanteil dieser Betriebe liegt bei etwa 8%. In Abb. 4-37 wird die Häufigkeitsverteilung des Grünlandanteils mit einer Klassenbreite von 2,5% dargestellt.

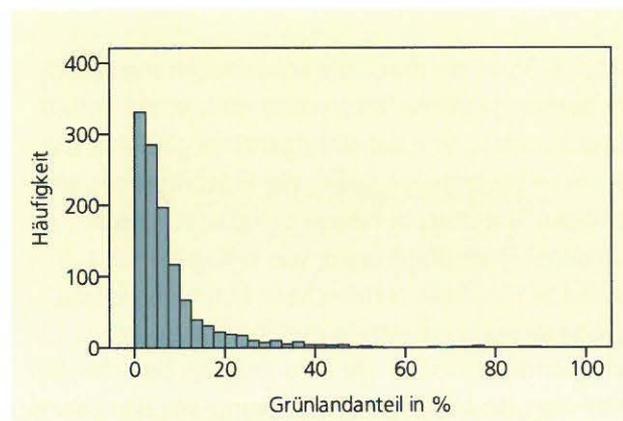


Abb. 4-37: Histogramm des Grünlandanteils bei Typ 1

Die Ackerkulturen betreffend zeichnet den Typ 1 ein hoher Maisanteil von ca. 1/3 der Ackerfläche aus (Abb. 4-38). Wintergerste und Winterweizen machen je etwa 1/6 aus. Auf den restlichen Flächen werden Sojabohnen, Sommerhafer und andere Kulturen angebaut. Demnach wurde als Standardfruchtfolge die Reihung Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - Zwischenfrucht (Senf) festgelegt.

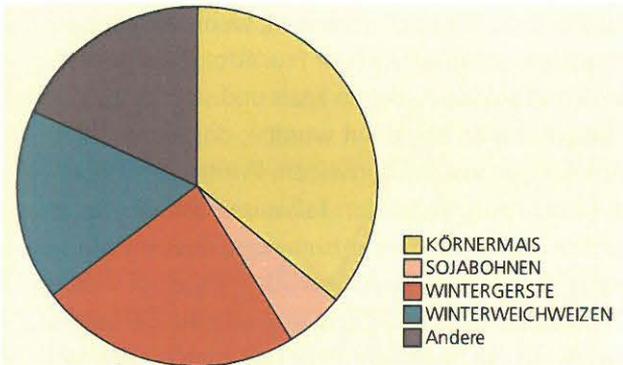


Abb. 4-38: Ackerkulturen bei Typ 1

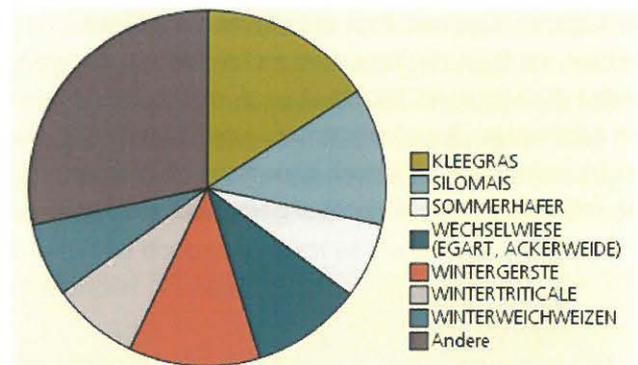


Abb. 4-40: Ackerkulturen bei Typ 2

**Typ 2:
Silomais-Wintergerste-Klee gras**

Dem Fruchtfolgetyp 2 sind 447 Betriebe zugehörig. Das entspricht 5.762 ha Ackerfläche in der Traun-Enns-Platte (10%). Der Grünlandanteil ist mit 40% vergleichsweise hoch (Abb. 4-39) und der Feldfutterbau überwiegt. Neben Silomais und Klee gras wird Wintergerste, Sommerhafer und Winterweizen angebaut. Die Nutzungsart Wechselwiese findet sich in diesem Fruchtfolgetyp ebenfalls. Flächenanteilmäßig jeweils gering fällt der Anbau von Körnermais, Sojabohnen und anderen Kulturen an. Als Standardfruchtfolge wurde die Reihung Silomais - Wintergerste - Klee gras festgelegt.

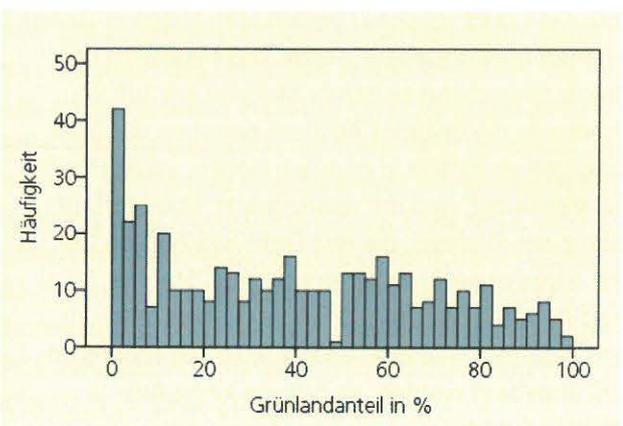


Abb. 4-39: Histogramm des Grünlandanteils bei Typ 2

**Typ 3:
Körnermais-Winterweizen-Wintergerste-ZF(Senf)-Alternative (Soja, Raps)**

Dem Typ 3 entsprechen 1054 Betriebe, welche ca. 44% der Ackerfläche in der Traun-Enns-Platte bewirtschaften (26.175 ha). Der Grünlandanteil dieses Fruchtfolgetyps liegt bei ca. 8% (Abb. 4-41).

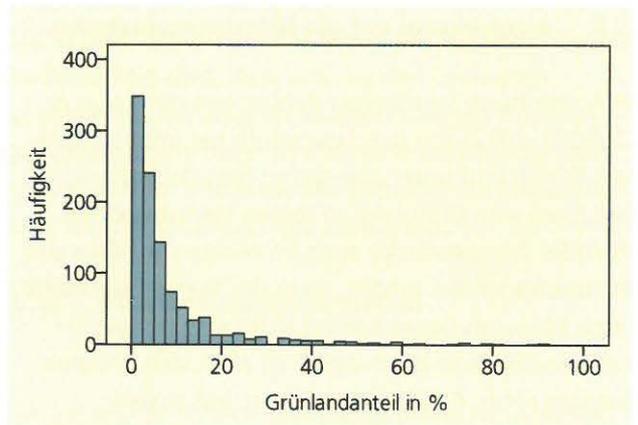


Abb. 4-41: Histogramm des Grünlandanteils bei Typ 3

Etwa 15% der Fläche wird mit Mais in Form von Körnermais und Corn-Cob-Mix kultiviert (Abb. 4-42). Weitere 15% entfallen auf Wintergerste und etwa ein Drittel auf Winterweizen, Sojabohnen, Winterraps, Sommerhafer sowie weitere flächenanteilmäßig gering angebauten Kulturen treten ebenfalls auf. Demzufolge wurde die Reihung der Fruchtfolge auf Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - (Zwischenfrucht Senf) - Alternative (Soja, Raps) festgelegt, wobei

die Kulturen Soja und Raps alternierend angebaut werden. Da Raps im Gegensatz zu Soja bereits im Herbst des Vorjahres angebaut wird, ist in den Jahren mit Alternative „Raps“ der Anbau einer Zwischenfrucht nicht möglich. Jedoch kann Raps im Rahmen des ÖPUL als Zwischenfrucht angerechnet werden.

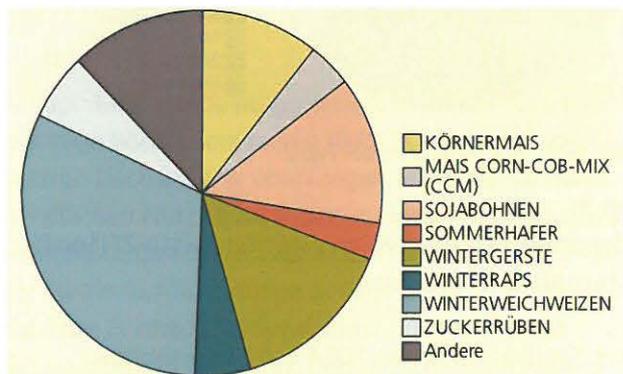


Abb. 4-42: Ackerkulturen bei Typ 3

4.2.2 Auswirkung auf die Nitratauswaschung

Die Auswertung jahrelanger Beobachtungen (wpa & IKT, 2001-2012) von drei Lysimetern mit unterschiedlichen Böden und unterschiedlicher Bewirtschaftung zeigt, dass eine Düngung im späten Herbst und bei fehlender Pflanzendecke auch im zeitigen Frühjahr das Nitrataustragsrisiko erhöht, da in der Traun-Enns-Platte in den Monaten Dezember bis März eine höhere Sickerwasserbildung zu erwarten ist als in den anderen Monaten (Abb. 4-43). Insbesondere auf auswaschungsgefährdeten Böden findet in diesem Zeitraum daher der Großteil der Stickstoffverlagerung statt (vgl. Abb. 4-34 auf S. 42).

Auf den beiden tiefgründigen Lysimeterstandorten fällt abweichend dazu in Abb. 4-34 eine Auswaschungsspitze im Juni auf. Am tiefgründigen Standort mit Wirtschaftsdünger ist weiters im Vergleich zum tiefgründigen Standort mit Mineraldünger zu erkennen, dass die Auswaschung über die Wintermonate höher ist und im März ein Maximum aufweist. Die

Ursache dazu lässt sich erkennen, wenn die Beobachtungsjahre entsprechend der Fruchtfolge aufgeteilt werden in solche, in denen Mais und solche, in denen andere Kulturen angebaut wurden, das waren i.d.R. Winterungen wie Winterweizen, Wintergerste oder am Mineraldüngerstandort fallweise auch Winterraps. Zur Bewirtschaftung ist anzumerken, dass vor Mais an beiden Standorten Zwischenfrüchte angelegt wurden (ÖPUL Variante D) und der Wirtschaftsdüngerbetrieb sowohl auf die Zwischenfrüchte als auch zu den Winterungen Schweinegülle ausbrachte.

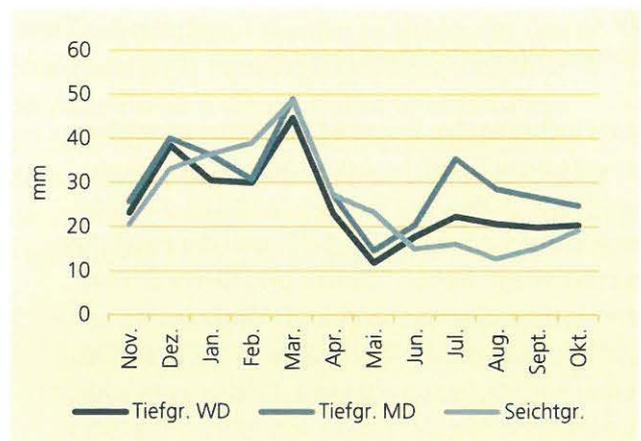


Abb. 4-43: Gemittelte monatliche Sickerwassermengen an den drei Standorten von Herbst 1994 - Herbst 2012

Abb. 4-44 zeigt, dass auf beiden Standorten in Jahren, in denen Mais angebaut wurde, das Maximum der Nitratauswaschung zwischen Mai und Juli auftrat. Ursache ist der zeitliche Abstand zwischen der Düngung, die, aufgeteilt in mehrere Gaben, im April und Mai stattfindet, und der relativ späten Stickstoffaufnahme der Pflanzen, die erst Ende Juni/Anfang Juli eine nennenswerte Höhe erreicht (vgl. Stauffer & Enggist, 1990, Stauffer, 1993). Im selben Zeitraum fand in Jahren, in denen andere Kulturen (Winterungen) angebaut wurden, so gut wie keine Auswaschung statt.

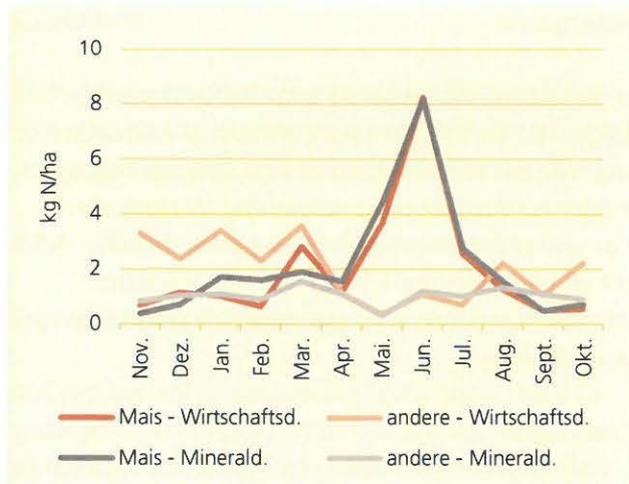


Abb. 4-44: Gemittelte monatliche Nitratauswaschung der Jahre mit Mais und anderen Kulturen auf den Standorten mit Wirtschaftsdünger und Mineraldünger

Während die Auswaschung von April bis Juli am Mineraldüngerstandort und am Wirtschaftsdüngerstandort sowohl in „Maisjahren“ als auch in Jahren mit anderen Kulturen nahezu deckungsgleich verläuft, können für die anderen Monate zum Teil beträchtliche Unterschiede festgestellt werden. In Maisjahren fällt am Wirtschaftsdüngerstandort ein Maximum im März auf. Dies dürfte auf den Umbruch der Begrünung zurückzuführen sein, welche über die Herbst- und Wintermonate den Stickstoff aus dem Wirtschaftsdünger zwar gut aufgenommen und konserviert hatte, dann aber aufgrund des Umbruchs wieder freisetzt. Der dadurch freigesetzte Stickstoff kann aufgrund des fehlenden Pflanzenbestandes nicht mehr verwertet werden. Am Mineraldüngerstandort erfolgte keine Düngung der Zwischenbegrünung. Trotz des Unterschieds im Jahresverlauf ist jedoch festzuhalten, dass die in Summe in Maisjahren ausgewaschene Stickstoffmenge auf dem Wirtschaftsdüngerstandort und dem Mineraldüngerstandort gleich hoch ist (durchschnittlich 24 bzw. 26 kg N/ha).

In Jahren mit Winterungen fällt auf, dass im Herbst und Winter die Nitratauswaschung am Wirtschaftsdüngerstandort deutlich über jener am Mineraldü-

gerstandort liegt. Als Ursache ist hier die Herbstdüngung mit Gülle am Wirtschaftsdüngerstandort zu sehen. Am mit Mineraldünger bewirtschafteten Standort wurden Winterungen im Herbst nicht gedüngt. Dies führt dazu, dass die Nitratauswaschung in diesen Jahren am Wirtschaftsdüngerstandort mit durchschnittlich 24 kg N/ha doppelt so hoch ist wie am Mineraldüngerstandort (12 kg N/ha).

Der Unterschied zur Auswaschung in den Jahren mit Begrünungen im Herbst (vor Mais) verdeutlicht, dass die noch im August angelegten Zwischenfrüchte den Stickstoff des Wirtschaftsdüngers noch ausreichend verwerten konnten, während das beim deutlich später angebauten Wintergetreide offensichtlich nicht mehr oder nur unzureichend der Fall war.

Obwohl die generell höhere Auswaschung bei Wirtschaftsdüngeranwendung von Autoren teilweise auf die schlechte Ausnutzung des organischen Stickstoffs in der Gülle zurückgeführt wird (vgl. Stauffer & Spiess, 2005) bzw. dessen Nachwirkung, die nur ungenügend berücksichtigt wird, lässt sich aus den Lysimeteruntersuchungen ableiten, dass ungünstige Ausbringungszeitpunkte offensichtlich eine wesentliche Rolle spielen dürften und diese auf Betrieben zu erwarten sind, die Wirtschaftsdünger verwerten.

4.2.3 Pflanzenbaulich sinnvolle Düngezeitpunkte

Um zu zeigen, ob eine pflanzenbauliche Notwendigkeit einer Düngung im Herbst bzw. im zeitigen Frühjahr bei den unterschiedlichen Kulturen besteht, werden in diesem Kapitel die pflanzenbaulich sinnvollen Düngezeitpunkte der vorherrschenden Kulturen in der TEPL angeführt (Sturm et al, 1994, Alsing, 2002 und Aigner & Altenburger, 2007). In weiterer Folge werden die daraus abgeleiteten Düngezeitpunkte für die Modellrechnung in Kapitel 4.1.8 verwendet.

Wie bereits in Punkt 4.2.1 erwähnt, werden hauptsächlich die Kulturen Mais, Winterweizen, Wintergerste, Winterraps, Sojabohne und Klee gras angebaut. In Anlage C sind die Anbau-, Dünge- und Erntetermine der einzelnen Fruchtfolgen tabellarisch aufgelistet.

Mais

Angebaut wird Mais ab Mitte April. Die Nährstoffausnutzung ist während des Jugendstadiums relativ schlecht, deshalb müssen die Nährstoffe in dieser Zeit in leicht löslicher Form gegeben werden. Empfohlen werden daher eine N-Düngung kurz vor dem Anbau und/oder eine Unterfußdüngung zur Ansaat.

Die intensivste Zeit der Nährstoffaufnahme hat Mais in der Zeit von 3 Wochen vor bis 4 Wochen nach dem Rispschieben, sprich ca. Ende Juni bis Mitte August. Deshalb ist eine N-Gabe Ende Mai/Anfang Juni notwendig.

Die Kulturart Mais wird sowohl als Körnermais als auch als Silomais genutzt. Bezüglich des Düngezeitpunkts ergeben sich allerdings keine Unterschiede.

Winterweizen

Winterweizen wird im Oktober gesät. Eine Grunddüngung vor oder zur Saat ist nur in Ausnahmefällen notwendig wenn z.B. zu spät angebaut wurde. Ansonsten findet Winterweizen generell genügend Stickstoff vor.

Im Frühjahr nach dem Abtrocknen der Felder benötigt Weizen eine Bestockungsdüngung (ca. Mitte März). Darauf folgen noch die Schossdüngung im April und eine sogenannte Spätdüngung zur Qualitätsförderung Mitte Mai.

Wintergerste

Der Anbau von Wintergerste sollte Mitte September erfolgen, da sie sich noch vor dem Winter bestocken muss. Wie bei Winterweizen ist eine Grunddüngung vor oder zur Aussaat nicht notwendig. Wichtig allerdings sind eine N-Düngung Anfang März, Anfang April und eine weitere Anfang Mai. Bei schlechter Bestandsentwicklung wird eine Spätdüngung Ende Mai empfohlen.

Winterraps

Der beste Anbauzeitpunkt für Winterraps liegt um den 20. August. Obwohl Raps im Herbst dem Boden noch einiges an Stickstoff entzieht, wird nicht generell zu einer N-Düngung im Herbst geraten. Notwendig ist sie allerdings, wenn zu spät gesät wurde oder das Wachstum schlecht vorangeht, denn die Pflanzen sollten zum Überwintern ins „Rosettenstadium“ übergegangen sein. Im Gebiet der Traun-Enns-Platte ist eine Herbstdüngung aus diesem Grund erfahrungsgemäß sinnvoll und daher gerechtfertigt.

Im Frühjahr benötigt Raps sehr früh große Stickstoffmengen. Dies ist Mitte Februar der Fall. Eine weitere geringere N-Gabe sollte ca. 3 bis 4 Wochen danach erfolgen.

Klee gras

Eine Klee grasmischung mit einem Kleeanteil von mehr als 75% benötigt im Hauptnutzungsjahr keine N-Düngung. Allerdings ist bei mehrjähriger Nutzung eine N-Gabe zu jedem Aufwuchs sinnvoll um den Grasanteil zu fördern. Generell steuert die Düngung das Klee-Gras Verhältnis, sprich hohe N-Mengen verursachen höheren Grasanteil.

Sojabohne

Beim Anbau der Sojabohne wird kein N-Dünger ausgebracht, da sich die Pflanze als Leguminose mit Stickstoff selbst versorgt.

4.2.4 Tatsächliche Ausbringungspraxis

Ergebnisse der Befragung

Auf den befragten Betrieben ist zwar theoretisch Lagerraum für sechs oder mehr Monate vorhanden, es wurde aber von mehreren Landwirten erwähnt, dass zur Sicherheit im Herbst Wirtschaftsdünger ausgebracht wird. Begründung war, genug Lagerraum im Frühjahr zu haben, falls ein Jahr mit verzögerter Ausbringungsmöglichkeit folgt. Es wurden auch Aussagen hinsichtlich Knappheit der Lagerräume getätigt.

Im Wesentlichen bestätigt dies die Beobachtung, dass zwar rechnerisch (unverdünnt berechnet) genügend Lagerraum vorhanden ist, aber durch diverse Umstände (Waschwasser, Einleitungen,...) dieser knapp werden kann und eine Ausbringung im Herbst aus der Sicht des Betriebs erforderlich erscheint. Immerhin mehr als die Hälfte der auf den befragten Betrieben kultivierten Feldfrüchte erhalten eine Herbstdüngung (Tab. 4-1).

Die Düngung von Zwischenfrüchten vor Mais mit Wirtschaftsdünger wird immerhin auf mehr als 50% der Betriebe (11 der 20 Betriebe) praktiziert (10 - 66 kg N_{jw} /ha). Winterraps wird von 6 Betrieben kultiviert und auch gedüngt (40 - 90 kg N_{jw} /ha). Dazu ist anzumerken, dass es aus pflanzenbaulicher Sicht kaum einen Grund gibt, Winterraps im Herbst mit mehr als 40 kg N/ha anzudüngen.

Auf 28% der befragten Betriebe wird Winterweizen nach wie vor im Herbst in der Höhe von 32 - 58 kg N_{jw} /ha gedüngt. 56% der befragten Betriebslei-

ter düngen Wintergerste in der Höhe von 18 - 60 kg N_{jw} /ha.

Eine Herbstdüngung mit Handelsdünger findet nicht statt.

Tab. 4-1: Höhe der Herbstdüngung in kg N_{jw} /ha zu den Feldfrüchten Körnermais, Winterweizen, Zuckerrübe, Winterraps, Hafer, Kümmel, Triticale, Silomais und Sojabohne laut Befragung der 20 Betriebe

Betrieb	KM	WW	WG	ZR	WR	HA	KÜM	TRI	SM	SO
1	30	0	0	30	45	-	-	-	-	-
2	66	0	60	-	-	-	-	-	-	-
3	0	35	35	-	-	-	-	-	-	-
4	10	0	29	-	-	-	-	-	-	-
5	50	32	32	-	-	-	-	-	-	-
6	0	0	0	-	40	-	-	0	0	0
7	35	0	35	-	-	0	-	-	-	-
8	0	0	0	-	-	0	-	-	-	-
9	22	-	0	-	-	0	25	0	-	-
10	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
11	0	0	-	-	90	-	-	-	-	-
12	0	0	39	-	-	-	-	0	-	-
13	40	40	-	0	-	-	-	-	-	-
14	27	-	18	-	45	0	-	-	-	-
15	0	0	0	-	-	0	-	-	-	-
16	50	0	34	-	43	-	-	0	-	-
17	33	0	33	-	-	-	-	-	-	-
18	0	0	0	-	67	-	-	0	-	-
19	40	40	0	-	-	0	-	-	-	-
20	0	58	58	-	-	-	-	-	-	-

Einschätzung der Situation

Grundsätzlich entsprechen die erhobenen, oben wiedergegebenen Daten weitestgehend der allgemeinen Praxis, jedenfalls bei Nichtteilnehmern an den Arbeitskreisen Wasserschutz der Oö. Wasserschutzberatung (geringere Bewusstseinsbildung).

Größere Defizite sind nach wie vor in der Einarbeitung von Wirtschaftsdüngergaben zu sehen. Die Notwendigkeit flüssige Wirtschaftsdünger möglichst sofort einzuarbeiten ist noch nicht Stand der Technik. Dementsprechend wird die Nährstoffanrechnung in der Praxis nicht in dem Ausmaß stattfinden wie dies notwendig wäre, da erfahrungsgemäß Verluste mitkalkuliert werden.

Technik

Laut wpa (2012) kommt in fast 40% der viehhaltenden Betriebe in der Traun-Enns-Platte eine bodennahe Ausbringung des Wirtschaftsdüngers zur Anwendung. Erstaunlich war daher die sehr gute Ausstattung bzw. Anwendung von verlustminimierender Technik bei den befragten Betrieben. 13 Betriebe wenden Injektor bzw. Schleppschlauch an, drei davon sogar mit Verschlauchung. Angegeben wurde durchwegs, dass verlustminimierende Ausbringung der Hauptmotivationsfaktor dafür ist. Konträr dazu zeigt sich die Düngepraxis. Wie oben beschrieben werden die Kulturen im großen Ausmaß im Herbst gedüngt, was wiederum hohe Verluste nach sich zieht.

Gegenüberstellung mit Kap. 4.2.3

Es kann der Schluss gezogen werden, dass auf viehhaltenden Betrieben die Herbstausbringung von Wirtschaftsdünger weit verbreitete Praxis ist und diese zumindest teilweise im Zusammenhang mit einem zu begrenzten Lagerraum zu sehen ist.

4.3 Lagerraumbedarf

4.3.1 Ausarbeitung von Betriebstypen

Anhand der Fruchtfolgetypen in Kapitel 4.2.1 wurde in weiterer Folge der Viehbesatz und die gehaltenen Tierarten pro Betriebstyp ausgewertet. Diese werden für die Darstellung der vorhandenen Lagerkapazität der Betriebe benötigt.

Typ 1: Körnermais-Winterweizen-Wintergerste-ZF(Senf)

Dem Fruchtfolgetyp 1 entsprechen insgesamt 1191 Betriebe in der Traun-Enns-Platte. 261 Betriebe davon wirtschaften viehlos (<0,5 GVE/ha). Der weitaus größere Anteil (930 Betriebe) weist einen Viehbesatz von mehr als 0,5 GVE/ha auf (Abb. 4-45), wobei diese Betriebe zum Großteil Schweinehalter sind (Abb. 4-46). Im Durchschnitt kommen die tierhaltenden Betriebe auf einen Viehbesatz von 1,88 GVE/ha. Grundsätzlich handelt es sich bei diesem Typ hauptsächlich um Schweinemäster mit einem relativ hohen Viehbesatz.

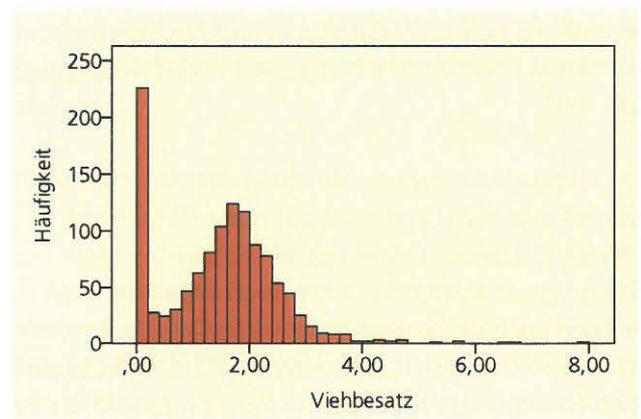


Abb. 4-45: Histogramm des Viehbesatzes in GVE/ha bei Typ 1

Bei einem Vergleich des Viehbesatzes mit der Gesamtfläche am Betrieb, konnte eine nur geringe Korrelation der beiden Werte festgestellt werden (Korrelation mit

0,147). In Abb. 4-47 wird durch die Darstellung eines Streudiagramms verdeutlicht wie hoch sich der jeweilige Viehbesatz der Betriebe in Bezug auf die Gesamtfläche erweist. Die meisten befinden sich im Bereich von 5 - 50 ha Gesamtfläche und 0,8 - 2,8 GVE/ha. Kleinere Betriebe mit wenig Gesamtfläche weisen öfters auch einen höheren Viehbesatz auf, Betriebe mit größerer Gesamtfläche werden von Betrieben mit geringem Viehbesatz bewirtschaftet.

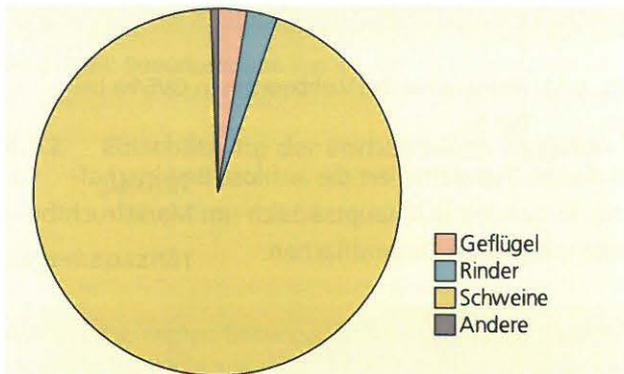


Abb. 4-46: Prozentuale Verteilung der GVE von Tierarten bei Typ 1

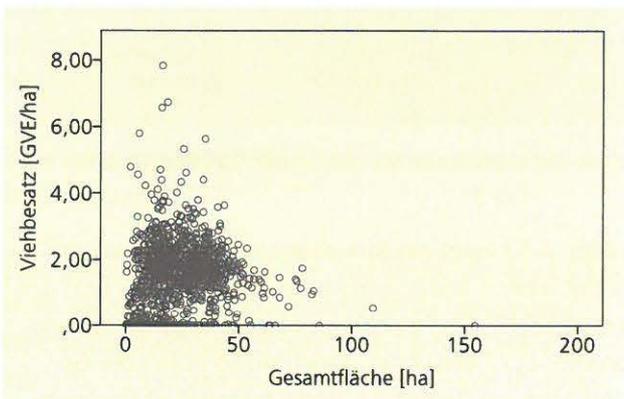


Abb. 4-47: Streudiagramm Typ 1

**Typ 2:
Silomais-Wintergerste-Klee gras**

Dem Fruchtfolgetyp 2 sind 447 Betriebe in der TEPL zugehörig. Davon kommen 110 Betriebe auf einen Viehbesatz von unter 0,5 GVE/ha. Die übrigen 337 Betriebe haben einen durchschnittlichen Viehbesatz von 1,66 GVE/ha (Abb. 4-48).

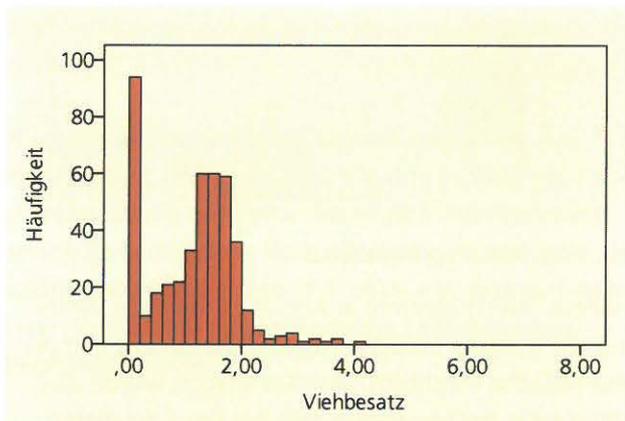


Abb. 4-48: Histogramm des Viehbesatzes in GVE/ha bei Typ 2

Die viehhaltenden Betriebe besitzen häufig Rinder, auch einige Schweinehalter sind in diesem Typ anzutreffen (Abb. 4-49).

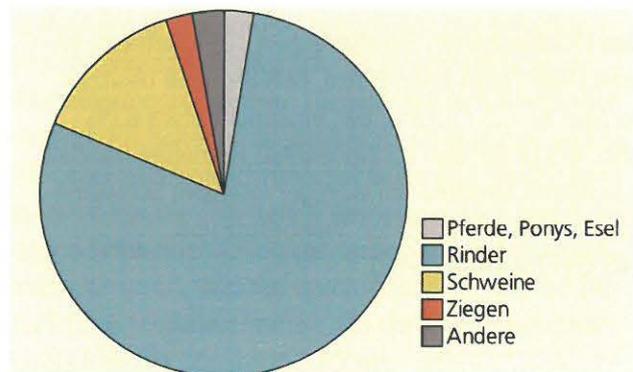


Abb. 4-49: Prozentuale Verteilung der GVE von Tierarten bei Typ 2

Die relativ große Anzahl an viehlosen Betrieben bei diesem sehr feldfutterbetonten Fruchtfolgetyp lässt sich dadurch erklären, dass es sich hier hauptsächlich

um kleine Betriebe mit wenig Ackerfläche handelt. Diese wird vermutlich von anderen Betrieben mitbewirtschaftet.

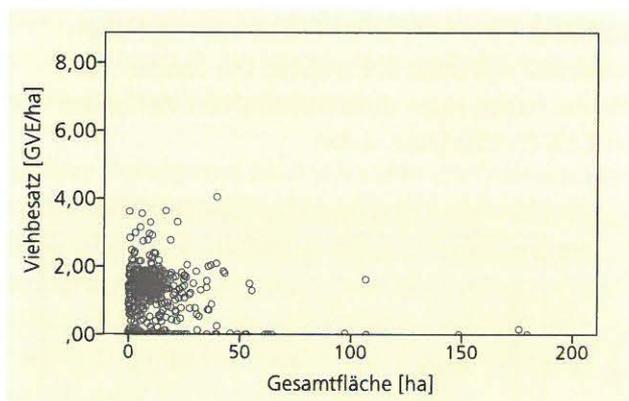


Abb. 4-50: Streudiagramm Typ 2

In einem Streudiagramm in Abb. 4-50 wird die Verteilung der Betriebe bezüglich ihres Viehbesatzes und der Gesamtfläche ersichtlich. Eine Korrelation wurde statistisch nicht nachgewiesen. Wie bei Typ 1 tendieren größere Betriebe zu kleinerem Viehbesatz und umgekehrt.

Typ 3:
Körnermais-Winterweizen-Wintergerste-ZF(Senf)-
Alternative (Soja, Raps)

Dem Fruchtfolgetyp 3 entsprechen 1054 Betriebe im Gebiet der Traun-Enns-Platte. 668 Betriebe besitzen weniger als 0,5 GVE/ha, das entspricht etwa 63% (Abb. 4-51). Bei den restlichen 386 Betrieben handelt es sich zum Großteil um weniger intensive Schweinehalter mit einem mittleren Viehbesatz von 1,46 GVE/ha (Abb. 4-52).

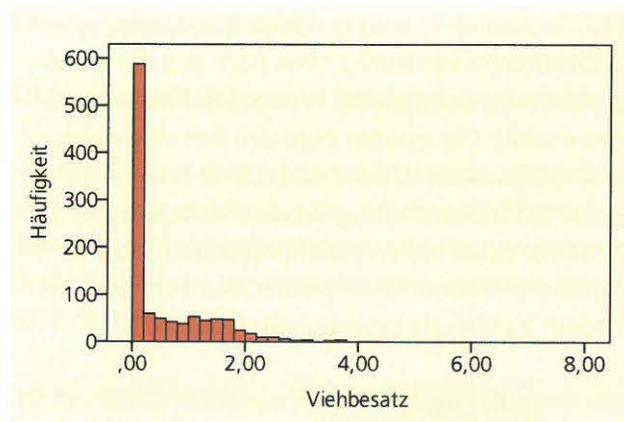


Abb. 4-51: Histogramm des Viehbesatzes in GVE/ha bei Typ 3

Bei diesem Typ dominiert die viehlose Bewirtschaftung. Es handelt sich hauptsächlich um Marktfruchtbetriebe mit großen Gesamtflächen.

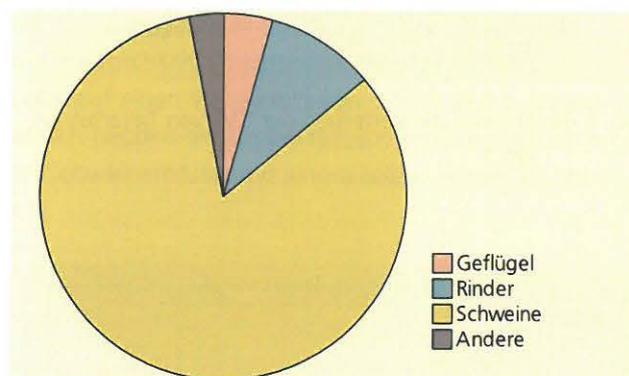


Abb. 4-52: Prozentuale Verteilung der GVE von Tierarten bei Typ 3

In Abb. 4-53 zeigt ein Streudiagramm die Verteilung der Betriebe in Abhängigkeit des Viehbesatzes und der Gesamtfläche. Statistisch wurde eine negative Korrelation von -0,77 errechnet, sprich umso höher die Gesamtfläche am Betrieb ist, desto geringer ist der Viehbesatz.

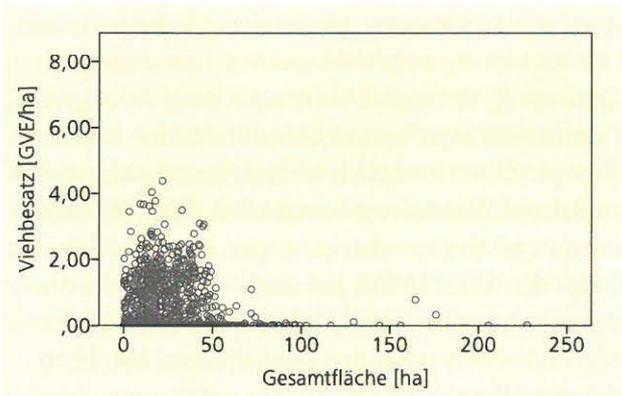


Abb. 4-53: Streudiagramm Typ 3

4.3.2 Einschätzung der vorhandenen Lagerkapazität

Lagerkapazität

Auf den befragten Betrieben wurde eine Lagerkapazität für Wirtschaftsdünger zwischen 6 und 12 Monaten erhoben, mit einem Median von 8 Monaten (vgl. Anlage B). Daraus lässt sich eine Einschätzung zur Spannweite vorkommender Lagerkapazitäten ableiten, ein Schluss, wie viele Betriebe in der Traun-Enns-Platte über mehr als die mindestens geforderte Lagerkapazität für 6 Monate verfügen, lässt sich jedoch nicht treffen.

Einschätzung möglicher Problemursachen bei der Berechnung

Laut gesetzlichen Richtlinien sind sechs Monate Lagerraum verpflichtend. Dazu existieren Anfallszahlen, welche durchschnittlich den tatsächlich anfallenden Wirtschaftsdüngermengen gut entsprechen (Aktionsprogramm Nitrat 2012). Problematisch gestaltet sich die Abschätzung und Anrechnung von zusätzlichen „Abwässern“. Diese können Waschwasser der Stallreinigung, Oberflächenwasser der Hofstätte, Hausabwässer, Abwässer der Milchproduktion, Silagesicker-säfte und Niederschlagswasser bei offenen Gruben sein. Eine Einleitung zu den Wirtschaftsdüngern ist

grundsätzlich als positiv zu bewerten, weil der Wirtschaftsdünger verdünnt und dadurch boden- und pflanzenverträglicher wird (ÖKL-Merkblatt Nr. 24, Düngersammelanlagen für Wirtschaftsdünger). Eine ausreichende Anrechnung des zusätzlichen Lagerraumes wird allerdings oftmals verabsäumt. Oft wird der Wirtschaftsdüngeranfall unverdünnt oder nur mit geringem Wasseranteil für die Lagerstättenbemessung berechnet. Dadurch ergeben sich Lagerraumprobleme und die Notwendigkeit im Herbst verstärkt auszubringen.

Auch aus der Befragung (siehe Anhang B) hat sich das Bild ergeben, dass trotz einem rechnerisch ausreichenden Lagerraum doch eine hinsichtlich des Grundwasserschutzes bedenkliche Herbstdüngung zu diversen Kulturen stattfindet (Tab. 4-1, Seite 49), was von mehreren Landwirten mit der knappen Lagerkapazität begründet wurde.

Auswirkung auf die Herbstdüngung

Für eine Herleitung zwingender Ausbringungszeiträume für Wirtschaftsdünger, die von den pflanzenbaulich sinnvollen Düngezeitpunkten abweichen, wurde daher vom ungünstigsten Fall ausgegangen, dass nur der gesetzlich vorgeschriebene Mindestlagerraum vorhanden ist. Da sowohl hinsichtlich der Schaffung von Lagerkapazität als auch der Einschränkung von Ausbringungszeiträumen flüssiger Wirtschaftsdünger deutlich kritischer zu beurteilen ist als Festmist, wurde die Lagerraumbetrachtung auf Gülle und Jauche fokussiert. Für die ermittelten Betriebstypen 1 und 3, bei denen Schweinehaltung mit überwiegend Schweinemast dominiert, wurden durchschnittlich $4,23 \text{ m}^3$ pro GVE für 6 Monate ermittelt, für den Typ 2, bei dem Rinderhaltung dominiert $3,55 \text{ m}^3$.

Für den Betriebstyp 1 resultiert aus 6 Monaten Lagerraum, dass etwas mehr als 1/3, nämlich ca. 34% des anfallenden flüssigen Wirtschaftsdüngers im Herbst ausgebracht werden müssen. Dieser Wert ist von der

Höhe des Viehbesatzes (bei gleicher Zusammensetzung) unabhängig, da ja der Mindestlagerraum vom Viehbesatz abhängt und daher an diesen anzupassen ist. Prinzipiell ist eine Ausbringung im Herbst für einige der bei Typ 1 typischerweise vorkommenden Ackerkulturen möglich (Wintergerste, Winterweizen, Zwischenfrucht; vgl. Kap. 4.3.1), pflanzenbaulich sinnvoll ist es jedoch nicht (vgl. Kap. 4.2.3). Grünland, als mögliche Verwertungsalternative, kommt bei Betrieben dieses Typs nicht oder nur in geringem Ausmaß vor.

Für den Betriebstyp 2 resultiert aus 6 Monaten Lagerraum, dass 1/4 (ca. 25%) des anfallenden flüssigen Wirtschaftsdüngers im Herbst verwertet werden muss. Eine pflanzenbaulich sinnvolle Verwertung ist hier jedoch aufgrund des typischerweise erheblichen Grünlandanteils und des Kleegrases in der Fruchtfolge möglich.

Für den Betriebstyp 3 resultiert aus 6 Monaten Lagerraum, dass ebenfalls 1/4 (ca. 25%) des anfallenden flüssigen Wirtschaftsdüngers im Herbst verwertet werden muss. Eine pflanzenbaulich sinnvolle Verwertung ist hier zum Teil im Rahmen des Rapsanbaus möglich. Der Anteil hängt in diesem Fall vom Viehbesatz ab und beträgt bei 1 GVE/ha ca. 14%, bei 2 GVE ca. 8%, bei 3 GVE/ha ca. 7%.

4.3.3 Ableitung der erforderlichen Lagerkapazität

Die erforderliche Lagerkapazität wurde aus den Vorgaben zu den pflanzenbaulich optimalen Düngzeitpunkten (vgl. Kap. 4.2.3 und Anhang C) abgeleitet. Für den bis dahin anfallenden Wirtschaftsdünger muss ausreichende Lagerkapazität vorhanden sein. Die für die Berechnung benötigten Parameter und die Ergebnisse sind in Anhang D zu finden.

Der Betriebstyp 1 mit der Fruchtfolge Mais-Winterweizen-Wintergerste benötigt daher einen Mindestlagerraum für den anfallenden flüssigen Wirtschafts-

dünger von 10 Monaten, wobei eine Ausdehnung auf 11 bis 12 Monate empfehlenswert ist, um etwaige ungünstige Witterungsverläufe oder Veränderungen im Viehbesatz abpuffern zu können. Werden in die Güllelagerstätten zusätzlich andere Flüssigkeiten wie zum Beispiel Waschwasser eingeleitet, muss der Lagerraum (ausgehend von den geltenden Bewertungsregeln für den Standardfall) auf mindestens 13 Monate ausgedehnt werden. Hervorzuheben ist, dass in der Traun-Enns-Platte unter den viehhaltenden Betrieben Typ 1 dominiert.

Bei Betriebstyp 3 (Mais-Winterweizen-Wintergerste-Winterraps/Soja) beträgt der erforderliche Mindestlagerraum für flüssigen Wirtschaftsdünger, abhängig vom Viehbesatz, ca. 8 Monate. Um ein Auslangen des Lagerraums unter den oben genannten Gesichtspunkten sicherzustellen ist eine Ausdehnung auf 9-10 Monate sinnvoll. Wird zusätzlich Waschwasser eingeleitet erhöht sich der Mindestlagerraum auf 13 Monate. Anzumerken ist, dass bei Betriebstyp 3 in der Traun-Enns-Platte Marktfruchtbetriebe dominieren.

Bei Betriebstyp 2 (Silomais-Wintergerste-Klee gras) war kein Lagerraumproblem festzustellen, da diese aufgrund ihrer Fruchtfolge und des Grünlandanteils den anfallenden Wirtschaftsdünger pflanzenbaulich sinnvoll verwerten können. Die gesetzliche Mindestanforderung von 6 Monaten Lagerraumbedarf ist für diese Betriebstypen somit ausreichend.

4.3.4 Bewertung des Beitrags zur Nitratauswaschung

Modellrechnung

Um die Auswirkung einer eingeschränkten Lagerkapazität für Wirtschaftsdünger auf die Nitratauswaschung und die Nitratkonzentration zu quantifizieren, wurden die beiden Fälle „optimaler Lagerraum“ (gem. Kap. 4.3.3) und „gesetzlich vorgeschriebener Lagerraum“ (gem. Kap. 4.3.2) verglichen. Die Annahmen zur

Herbstdüngung für den Fall des gesetzlich vorgeschriebenen Lagerraums sind in Anhang E dargestellt. Die Auswirkung der unterschiedlichen Düngungszeitpunkte auf die Nitratauswaschung wurden mit einer Modellrechnung mit dem Modellsystem SIMWASER/STOTRASIM bewertet. Dabei wurde zusätzlich die Auswirkung eines unterschiedlichen Viehbesatzes und der Verdünnung des Wirtschaftsdüngers berücksichtigt.

Auswirkungen ließen sich vor allem beim Betriebstyp 1 ermitteln, der auf Grund seiner Fruchtfolge keine Möglichkeit einer pflanzenbaulich sinnvollen Verwertung im Herbst bietet. Beim Betriebstyp 3 ist eine Herbstaubringung aus pflanzenbaulicher Sicht teilweise gerechtfertigt, sodass die Modellrechnung Auswirkungen nicht abbildet. Für Betriebstyp 2 ist der gesetzliche Mindestlagerraum ausreichend, sodass keine Bewertung einer Lagerräumausweitung erfolgte.

Abb. 4-54 zeigt für Betriebstyp 1, dass sich die mittlere Nitratauswaschung bei einer ausreichenden Lagerkapazität im engen Bereich zwischen 37 und 38 kg N/ha bewegt (hellrot). Im Vergleich dazu wird beim begrenzten Lagerraum (dunkelrot) abhängig vom Viehbesatz, eine 6% bzw. 13% höhere Nitratauswaschung modelliert. Im Falle eines Viehbesatzes von 2 GVE/ha und einer zusätzlichen Einleitung durch Waschwasser erhöht sich die Nitratauswaschung um 18% und erreicht im Mittel 45 kg N/ha. Die erhöhten Nitratkonzentrationen werden dadurch hervorgerufen, dass aufgrund des eingeschränkten Lagerraums bereits im Herbst eine Düngung bei Winterweizen und Wintergerste erfolgen muss und dies bei zusätzlicher Einleitung von Waschwasser in einem höheren Ausmaß erforderlich ist.

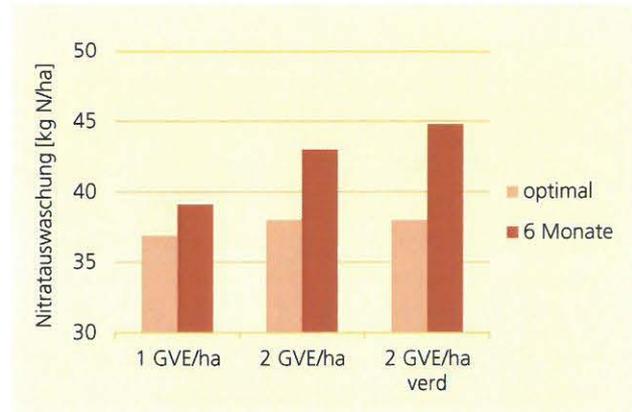


Abb. 4-54: Mittlere Nitratauswaschung des Betriebstyps 1 je nach Wirtschaftsdüngerlagerkapazität

Lysimetermessungen

Die im Laufe der Jahre beobachteten Nitratauswaschungen und -konzentration der Lysimeter untermauern die Ergebnisse aus der Modellrechnung. Wie bereits in Kapitel 4.2.2 beschrieben, ist der Einfluss der Herbstdüngung (als Resultat einer zu geringen Lagerkapazität) im Vergleich der Nitratauswaschung der beiden tiefgründigen Lysimeterstandorte deutlich zu sehen. In Abb. 4-55 werden jene Jahre von 2000-2012 der tiefgründigen Standorte mit Wirtschaftsdünger und Mineraldünger nochmals gesondert betrachtet, in welchen Winterungen (Wintergerste, Winterweizen, teilweise Winterraps) kultiviert wurden. Es ist deutlich zu erkennen, dass sich die Nitratauswaschung im Zeitraum von November bis März bei Anwendung einer Herbstdüngung mehr als verdoppelt. In Summe kommt es zu einer Auswaschung von 24 kg N/ha im Jahr im Gegensatz zu 12 kg N/ha, wenn auf eine Herbstdüngung verzichtet wird. Bezogen auf die gesamte Fruchtfolge (unter Einbeziehung aller weiteren Fruchtfolgeglieder) ist die Nitratauswaschung dadurch um ca. 25% höher.

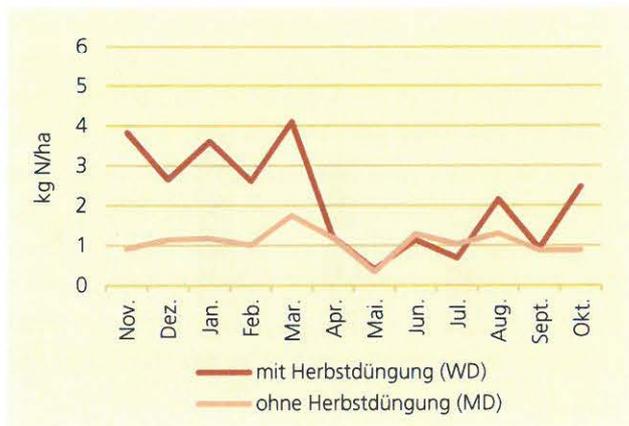


Abb. 4-55: Gemittelte monatliche Nitratauswaschung der Jahre mit Winterungen auf den Standorten mit Wirtschaftsdünger (mit Herbstdüngung) und Mineraldünger (ohne Herbstdüngung)

4.4 Arrondierung

4.4.1 Einschätzung zur maximalen Entfernung für die WD-Verbringung

Ob Wirtschaftsdünger auch über weitere Distanzen verbracht wird um eine gleichmäßige Verteilung über alle Schläge eines Betriebes zu erreichen, hängt grundsätzlich von der Einstellung des Betriebsleiters ab. Die Problematik der Überfrachtung von hofnahen Flächen wird erfahrungsgemäß ab rund 4 km Distanz zu den Feldstücken schlagend. Oftmals wird aus Kostengründen und des höheren Arbeitszeitbedarfs für die längeren Strecken die gleichmäßige Verteilung der Wirtschaftsdünger hintangestellt.

Im Pilotprojekt Grundwasserschonende Gülleverbringung am Beispiel der Gemeinde Sattledt (Oö WSB, 2006) wurde u.a. erhoben, wie weit Gülle im Rahmen einer überbetrieblichen Umverteilung verbracht wird. Im Durchschnitt der Jahre 2004 und 2005 wurde in der Gemeinde Sattledt ca. 3000 m³ Gülle rund 4 km weit verbracht. Einschränkend muss erwähnt werden, dass in diesem Projekt die Verbringung koordiniert wurde, um die Wegstrecken möglichst zu reduzieren.

Die Befragung von 20 Landwirten (vgl. Kapitel 3.3) ergab folgendes Ergebnis: Vier Betriebsleiter beantworteten die Frage, ob hofnahe Flächen intensiver mit Wirtschaftsdünger gedüngt werden als hofferne mit ja, der Rest mit nein. Diese vier Betriebe haben weitere Distanzen zu Pachtbetrieben (zwei, jedoch einen Viehbesatz von nur rund 0,8 GVE/ha) bzw. eine Kooperation mit einem Partnerbetrieb. Einer dieser Betriebe gibt Gülle ab.

Bei den restlichen 16 Betrieben haben 14 Betriebe eine maximale Distanz von 5 km zu den Schlägen, die durchschnittliche Distanz beträgt 0,5 – 1 km. Nur 2 Betriebe fahren 6 bzw. 10 km aber durchschnittlich ebenfalls maximal 1 km.

Grundsätzlich kann, durch die auf den meisten Betrieben erfolgte Arrondierung davon ausgegangen werden, dass alle Flächen mit den gleichen Wirtschaftsdüngermengen befrachtet werden.

Stürmer et al. (2008) gibt die Kosten für den Gülletransport bis 5 km mit 2,5 – 3 €/m³ Gülle an (Mittelwert aus verschiedenen Techniken). Die für den Gülletransport anfallenden Kosten unterstützen obige Aussagen, dass die maximale Distanz der Verbringung grundsätzlich bei rund 5 km liegt.

Auch Pöllinger (2006) nennen 5 km als Grenze für die Fassausbereitung, darüber hinaus sind Transporte mit Zubringerfahrzeugen günstiger. Die Kosten belaufen sich bei schlechter Auslastung auf bis zu 5 €/m³ flüssigen Wirtschaftsdünger bei einer Distanz von 5 km.

4.4.2 Abschätzung des Arrondierungsgrades

In den Diagrammen in Abb. 4-56 bis Abb. 4-58 werden aufgeteilt nach Betriebstyp (vgl. Kapitel 4.2.1) und abhängig vom Viehbesatz der Prozentanteil eines Betriebes jener Flächen dargestellt, welche außerhalb eines Umkreises von 4 km Luftlinie liegen. 24,5% der Betriebe des Betriebstyps 1 besitzen Flächen außerhalb der 4 km-Grenze. Bei Betriebstyp 2 sind 24,6% und bei Betriebstyp 3 sind 22,4% davon betroffen.

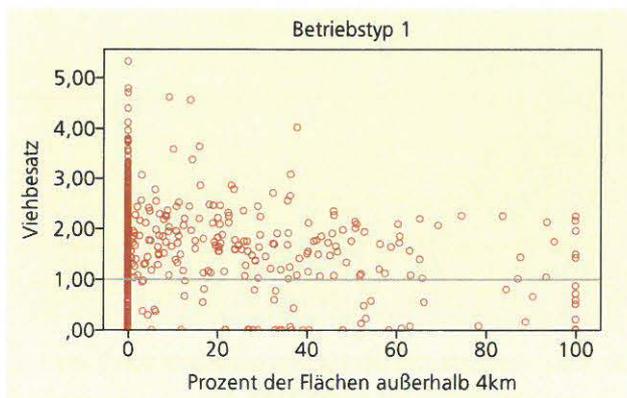


Abb. 4-56: Prozentanteil der Flächen außerhalb von 4 km pro Betrieb des Betriebstyps 1

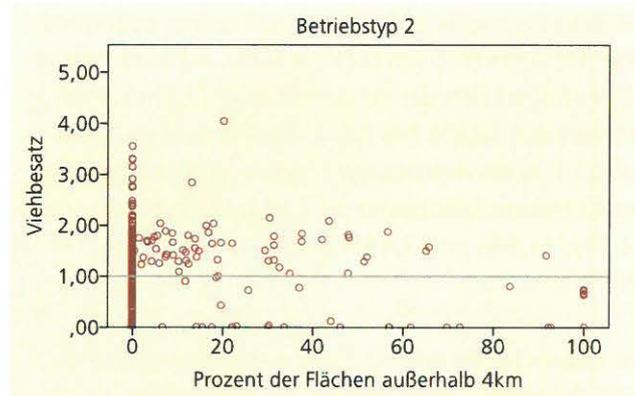


Abb. 4-57: Prozentanteil der Flächen außerhalb von 4 km pro Betrieb des Betriebstyps 2

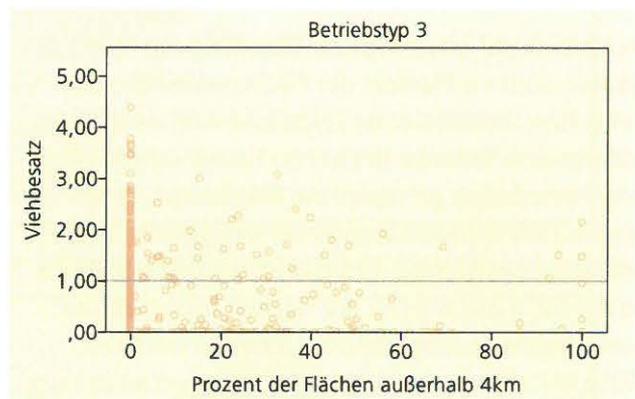


Abb. 4-58: Prozentanteil der Flächen außerhalb von 4 km pro Betrieb des Betriebstyps 3

Wird die Betrachtung auf Betriebe mit einem Viehbesatz größer 1 GVE/ha eingeschränkt, da für diese die Wirtschaftsdüngerverwertung auf hoffernen Flächen eher kritisch sein könnte, reduziert sich der Anteil auf 19,1% bei Typ 1, 16,4% bei Typ 2 und auf nur 5,1% bei Typ 3. Wo sich diese Betriebe räumlich verteilt im Gebiet der TEPL befinden, ist in Abb. 4-62 dargestellt. Die Bereiche direkt um die eingezeichneten Betriebsstandorte können daher von einer Überdüngung betroffen sein. Zu erkennen ist, dass sich die Betriebe mit schlechter Arrondierung eher im Westen von Steinhäus bis Eberstälzell und im Südteil bei Nussbach und Adlwang befinden.

Bei Betrachtung jener Betriebe mit Flächen außerhalb einer Distanz von 5 km Luftlinie (Abb. 4-59 bis Abb. 4-61) verringert sich der Prozentanteil der betroffenen Betriebe auf 18,8% bei Typ 1, 19,6% bei Typ 2 und auf 17,1 % bei Betriebstyp 3, unter Miteinbeziehung des Kriteriums Viehbesatz >1 GVE/ha weiter auf 14,1%, 11,9% und 3,4% bei den Betriebstypen 1, 2 und 3.

Die räumliche Verteilung dieser Betriebe wird in Abb. 4-63 dargestellt. Abermals stellen die Gebiete um Steinhaus im Westen und Nussbach bzw. Adlwang im Süden die beiden Zentren dar.

Im Hinblick auf eine mögliche Überdüngung hofnaher Flächen dürfte außerdem der Flächenanteil betriebsnaher bzw. betriebsferner Feldstücke eine wesentliche Rolle spielen. Betriebe mit hohen Flächenanteilen in ihrer Nähe haben prinzipiell die Möglichkeit, einen höheren Wirtschaftsdüngeranteil sachgerecht auch hofnahe zu verwerten. Umgekehrt werden sich Betriebe mit mehr als ca. 60% der Flächen außerhalb der Ausbringgrenze Möglichkeiten schaffen um ihren Wirtschaftsdünger auch auf fernen Flächen ausbringen zu können. Weiters dürfte bei Betrieben mit einem hier errechneten Flächenanteil außerhalb der Ausbringgrenze von 100% der Wirtschaftsdünger nicht an jenem Ort anfallen, der zur Berechnung verwendet wurde. Es ist daher anzunehmen, dass hauptsächlich Betriebe mit einem Prozentsatz von etwa 20-60% hofnaher Flächen von einer Überdüngung ihrer hofnahen Flächen betroffen sein könnten.

Im Falle der WD-Verbringungsgrenze bei 5 km kommen insgesamt daher nur 2,9% der Betriebe in Frage. Bei einer Verschiebung dieser Grenze auf 4 km erhöht sich dieser Prozentsatz auf 5,5%. Dementsprechend stellt eine schlechte Arrondierung nur lokal ein Problem für Überdüngung und folglich hohe Nitratauswaschung in der TEPL dar. Eine Modellrechnung zur Einschätzung der Auswirkung auf die Nitratauswaschung wurde daher nicht durchgeführt.

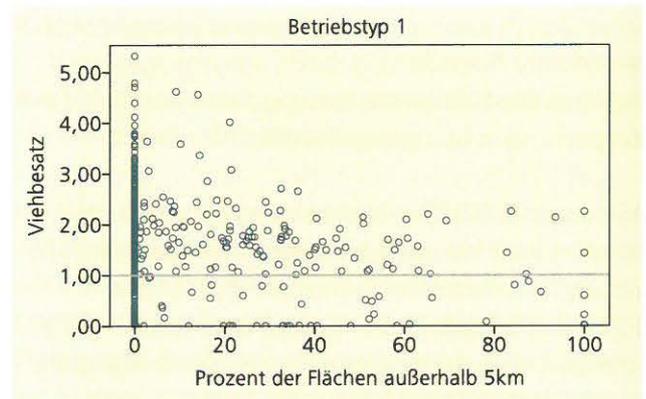


Abb. 4-59: Prozentanteil der Flächen außerhalb von 5 km pro Betrieb des Betriebstyps 1

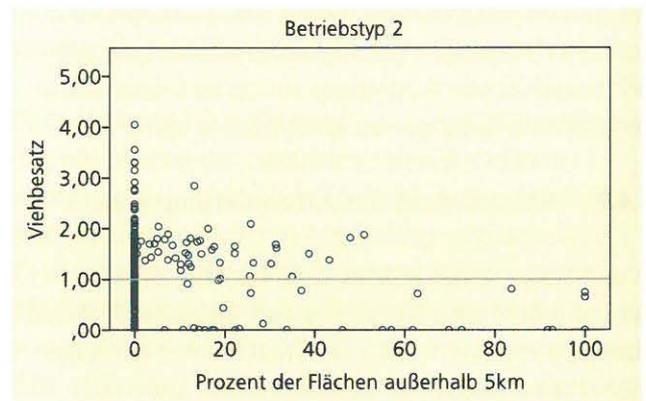


Abb. 4-60: Prozentanteil der Flächen außerhalb von 5 km pro Betrieb des Betriebstyps 2

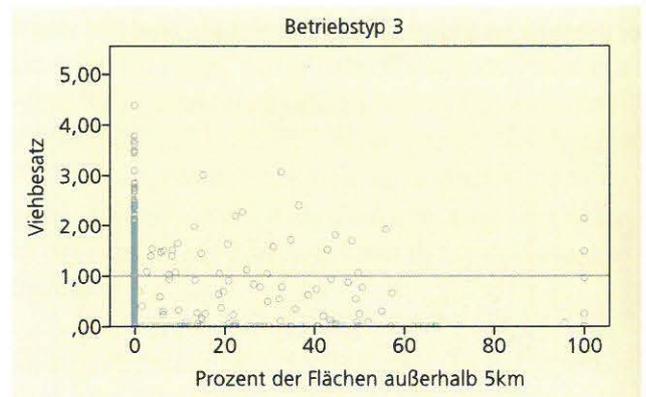


Abb. 4-61: Prozentanteil der Flächen außerhalb von 5 km pro Betrieb des Betriebstyps 3

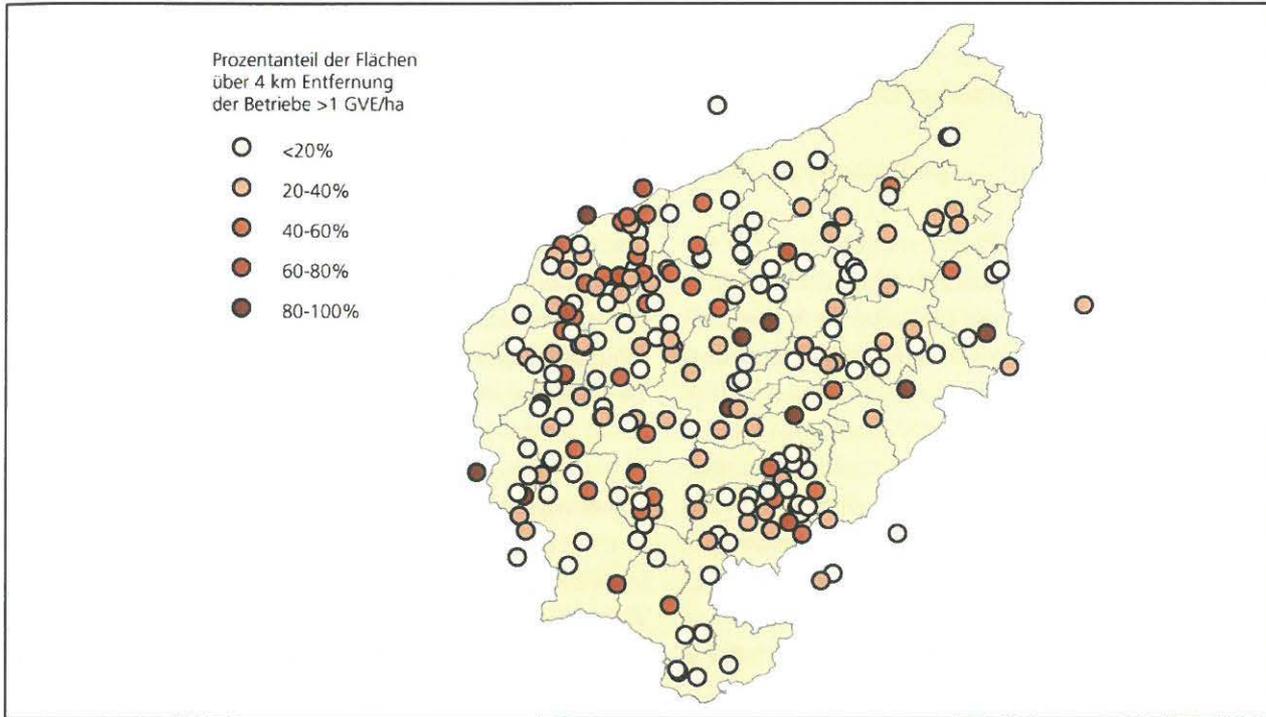


Abb. 4-62: Betriebsstandort mit Prozentanteil der Flächen über 4 km Entfernung der Betriebe mit einem Viehbesatz >1 GVE/ha

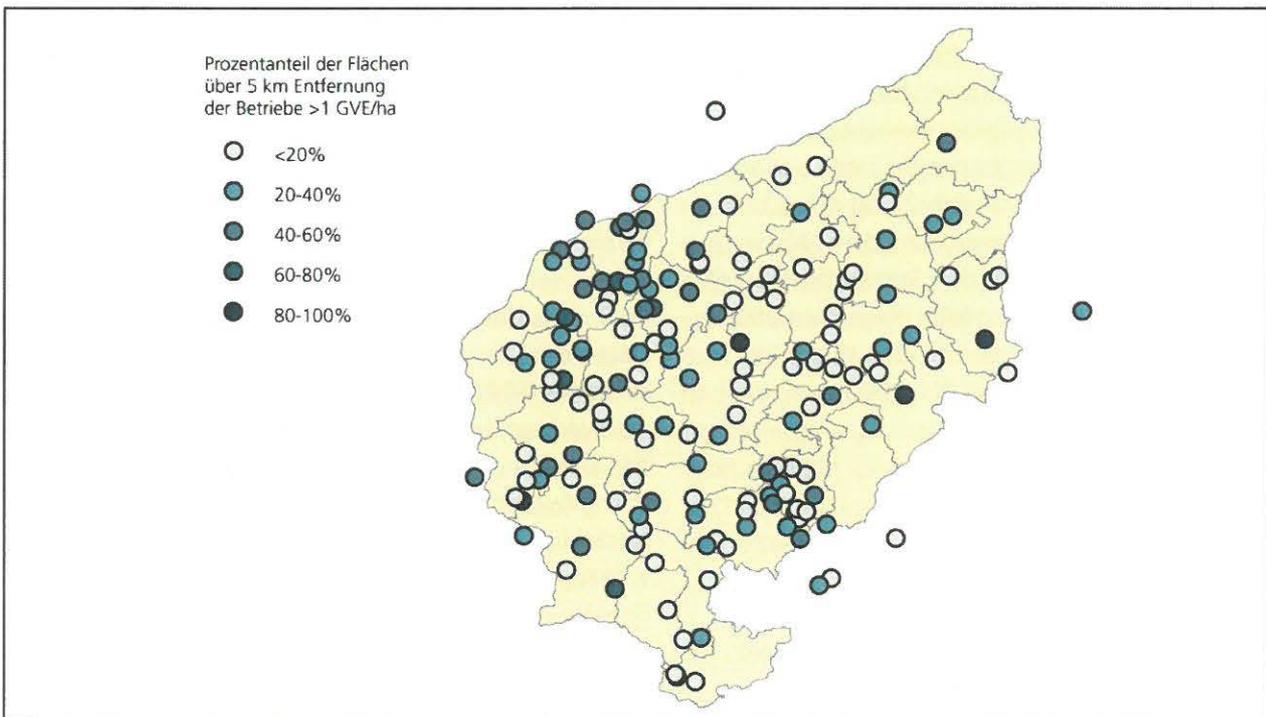


Abb. 4-63: Betriebsstandort mit Prozentanteil der Flächen über 5 km Entfernung der Betriebe mit einem Viehbesatz >1 GVE/ha

5 Schlussfolgerungen

5.1 Ursachen und Verursachensanteile im Vergleich

5.1.1 Stickstoffsalden

Als wesentlichste Ursache für die Nitratbelastung des Grundwassers in der Traun-Enns-Platte ist die Höhe der Stickstoffsalden aus der Bodenbewirtschaftung zu nennen, die mehrere Ursachen hat.

Düngebemessung

Positive Stickstoffsalden entstehen zu einem erheblichen Teil dadurch, dass bei der **Düngebemessung** von **optimistischen Annahmen der Ertragslage** ausgegangen wird (meist hoch 1 oder hoch 2). Erträge in der Höhe einer hohen Ertragslage treten zwar bei den flächenmäßig bedeutendsten Ackerkulturpflanzen in den meisten Gemeinden der Traun-Enns-Platte regelmäßig, aber keineswegs durchgängig auf. Da die Düngung jedes Jahr zu einem Zeitpunkt erfolgt, zu dem der Ertrag noch nicht feststeht, führen insbesondere Jahre mit mittleren Erträgen zu erheblichen Stickstoffüberschüssen. Im Durchschnitt der Jahre beträgt der Saldo aus diesem Punkt jährlich **22 kg N/ha**, bzw. wenn die unvermeidlichen atmosphärischen N-Einträge (einschl. nicht symbiontischer Stickstofffixierung) hinzugerechnet werden, 41 kg N/ha. Regional treten deutliche Unterschiede auf, die höchsten Werte in einer Gemeinde liegen bei 45 kg N/ha bzw. 64 kg N/ha.

N-Überschuss aus der Tierhaltung

Bei einigen Betrieben übersteigt der Anfall an jahreswirksamen Stickstoff den Bedarf, der sich aus der Düngebemessung ergeben würde. In Summe leistet dies nur einen kleinen Beitrag zum N-Saldo in der Höhe von weniger als 1 kg N/ha. Im Einzelfall kann

dies jedoch problematisch sein, falls der überschüssige Wirtschaftsdünger nicht abgegeben wird.

Organischer Anteil im Wirtschaftsdünger

In Gemeinden mit starkem Viehbesatz führt der **organische Anteil des Wirtschaftsdüngers**, der bei der Düngebemessung zu den einzelnen Kulturen nicht bewertet wird, zu weiteren erheblichen Stickstoffüberschüssen. Diese betragen im Durchschnitt jährlich **14 kg N/ha**, in einzelnen Gemeinden bis zu 25 kg N/ha.

Lokal wirksame Redeposition der NH₃

Diese stellt eine weitere Eintragsquelle dar, die aus der Viehhaltung und dem Wirtschaftsdünger stammt. Die NH₃ Emissionen entstehen sowohl im Stall und am Wirtschaftsdüngerlager als auch bei der Ausbringung. Die Höhe liegt im Bereich von **9 kg N/ha**, wovon 6 kg auf die Emissionen von Stall und Lager entfällt und 3 auf die Ausbringung. Anzumerken ist, dass diese lokale Redeposition nicht in den Einträgen, die aus dem Ferntransport stammen, enthalten ist. Auch bei Berücksichtigung der Redeposition in der angenommenen Höhe bleibt die Traun-Enns-Platte ein Nettoexporteur für den Ferntransport von gasförmigen Stickstoffverbindungen.

Im Durchschnitt wurde für die landwirtschaftliche Fläche der Traun-Enns-Platte ein jährlicher Stickstoffsaldo von **64 kg N/ha** berechnet, der prinzipiell emissionswirksam werden kann, und, wie ein Vergleich mit den Daten zur Grundwassergüte und der Oberflächengewässergüte zeigt, auch mittel- bis langfristig tatsächlich emissionswirksam wird. Denitrifikationsvorgänge führend mit der Zeit zu einer teilweisen Verringerung des emittierten Stickstoffs. Für diese wurde eine durchschnittliche Höhe von 15 kg N/ha geschätzt.

5.1.2 Düngezeitpunkt und Lagerkapazität

Ungünstige Düngezeitpunkte stellen eine weitere wesentliche Ursache für die Nitratbelastung des Grundwassers dar. Ein Grund dafür ist die **Wirtschaftsdüngerausbringung im Herbst** wegen beschränkter Lagerkapazität, die auch zu Kulturen erfolgt, für die keine pflanzenbauliche Notwendigkeit besteht. Dieses Problem tritt überwiegend bei schweinehaltenden Betrieben (überwiegend Schweinemastbetriebe) auf, die vor allem Mais, Wintergerste und Winterweizen anbauen, also Kulturen, die keine Herbstdüngung benötigen. Diese Betriebe bewirtschaften mehr als ein Drittel der landwirtschaftlichen Fläche. Werden jene hinzugerechnet, die in nennenswertem Umfang auch alternative Kulturen anbauen, steigt ihr Anteil auf die Hälfte. Die Höhe der Emissionen, die durch eine Herbstdüngung verursacht werden liegt im Vergleich zu einer Fläche ohne Herbstdüngung bei **12 kg N/ha**. Bei einer Relevanzbetrachtung für die gesamte Traun-Enns-Platte ist zu berücksichtigen, dass **flächenmäßig nur ein Drittel bis zur Hälfte der Betriebe** als Verursacher in Frage kommt und diese **nur auf einen Teil ihrer Kulturen** im Herbst Wirtschaftsdünger ausbringen. In Summe ist dieser Verursachensanteil somit deutlich geringer als die meisten Beiträge zum Stickstoffsaldo, die in Kap. 5.1.1 genannt sind.

Ungünstige Düngezeitpunkte haben aber ihre Ursachen nicht nur in der Wirtschaftsdüngerlagerkapazität sondern auch im Wissenstand der Landwirte und damit letztlich auch in der Beratung. Ein erheblicher Anteil der Nitratauswaschung erfolgt in Jahren, in denen **Mais** angebaut wird, als Folge einer **zeitigen Düngung im April und Mai**, da die Stickstoffaufnahme des Mais erst ab Ende Juni nennenswerte Ausmaße erreicht. Stickstoffemissionen aus Maisflächen haben in Folge eine ähnliche Höhe wie im Herbst gedüngte Getreideflächen. Während eine Mineraldüngerausbringung zu Getreide im Herbst nicht als gängige Praxis erhoben werden konnte, trifft das Problem der zeitigen Düngung zu Mais **auch auf Be-**

triebe zu, die **mineralisch düngen** und dürfte daher möglicherweise eine größere Flächenwirksamkeit haben als die Herbstdüngung.

5.1.3 Arrondierung

Die Arrondierung im Gebiet der Traun-Enns-Platte ist weitgehend als gut zu bezeichnen. Nur in wenigen Fällen kann es aufgrund der hohen Distanzen zu den landwirtschaftlichen Flächen und der folglich Nichtausbringung des Wirtschaftsdüngers auf diese Flächen zur Überdüngung hofnaher Flächen kommen. Deshalb stellt eine schlechte Arrondierung **höchstens lokal ein Problem** für hohe Nitratauswaschungen dar, als allgemeine Ursache für die hohe Nitratbelastung in der TEPL kann diese allerdings nicht gesehen werden.

5.1.4 Böden

Prinzipiell kann die Nitratauswaschung je nach Bodeneigenschaften sehr stark variieren und beträgt bei einem typischen tiefgründigen Boden der Traun-Enns-Platte nur die Hälfte eines seichtgründigen Bodens unter den dort herrschenden klimatischen Bedingungen. Eine Auswertung der Bodenverhältnisse in der Traun-Enns-Platte ergab jedoch, dass **Böden mit hohem Auswaschungsrisiko** nur in einem lokal begrenzten Ausmaß von insgesamt **6,4% der landwirtschaftlichen Fläche** auftreten (hauptsächlich entlang von Fließgewässern). Deshalb ist es unwahrscheinlich, dass allein mit Maßnahmen auf diesen Böden eine flächenhafte Belastung des Grundwassers in der Traun-Enns-Platte nachhaltig vermindert werden kann, obwohl spezielle Bewirtschaftungsauflagen für solche Böden lokal begrenzt einen wesentlichen Beitrag leisten können.

6 Maßnahmen

6.1 Ursachenspezifische Maßnahmen

6.1.1 Düngebemessung

Eine **generelle Beschränkung der Düngung auf dem Niveau einer mittleren Ertragslage**, außer bei **Nachweis über die Erntemenge der letzten 5 Jahre** in Kombination mit einer **intensiven Beratung**, könnte zu einer Verringerung von Überschüssen führen, die auf eine Düngung zurückzuführen sind, die auf zu optimistischen Ertragserwartungen basiert. Eine Umsetzung wäre sowohl im Rahmen gesetzlicher Anordnungen als auch im Rahmen von Umweltprogrammen denkbar. Diese ist jedoch nur in Kombination mit dem Führen aussagekräftiger Aufzeichnungen sinnvoll.

Wesentlicher Beratungsinhalt sollte in diesem Zusammenhang sein, dass eine Düngung entsprechend einer bestimmten Ertragslage keineswegs bedeutet, dass damit auch der in den Richtlinien angegebene Ertrag erzielt wird. Die Auswertung von Düngungs- und Ertragsdaten im Gebiet ergab teilweise nur einen sehr losen Zusammenhang (vgl. Abb. 6-1).

Gegenüber der Option einer generellen **Düngebeschränkung** ist es aus mehreren Gründen **nicht zielführend**, diese auf die **Bodenbonität** abzustellen. Erstens konnte kein ausreichender Zusammenhang zwischen Ertragshöhe und Bodenbonität festgestellt werden. Zweitens bewegen sich die Bodenbonitäten der Traun-Enns-Platte sowohl in der Bewertung der Finanzbodenschätzung als auch in der Einschätzung durch die Bodenkartierung in einem relativ engen mittleren bis gehobenen Bereich, Böden geringer Bonität, für die Einschränkungen der Düngung zu formulieren wären, kommen kaum vor. Drittens ist festzuhalten, dass die Bonitätsbewertung in den beiden genannten Unterlagen insbesondere bei Böden niedri-

ger Bonität, für die Düngeeinschränkungen zu formulieren wären, stark divergiert.

Abb. 6-1 zeigt am Beispiel von Mais, dass in einem erheblichen Ausmaß Erträge entsprechend einer hohen Ertragslage in der Traun Enns Platte erzielt wurden, obwohl nur auf dem Niveau einer mittleren Ertragslage gedüngt wurde. Es wird daher empfohlen, angewandte **Forschungsprojekte und Wettbewerbe** durchzuführen, deren Ziel es ist, **hohe Erträge bei beschränktem Düngeeinsatz** zu erreichen und die dafür notwendigen Voraussetzungen (Bewirtschaftungsmaßnahmen) herauszufinden. Die Ergebnisse wären aus der Sicht des Gewässerschutzes vordringliche Beratungsinhalte. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse könnte das empfohlene Düngenniveau für hohe Erträge revidiert werden.

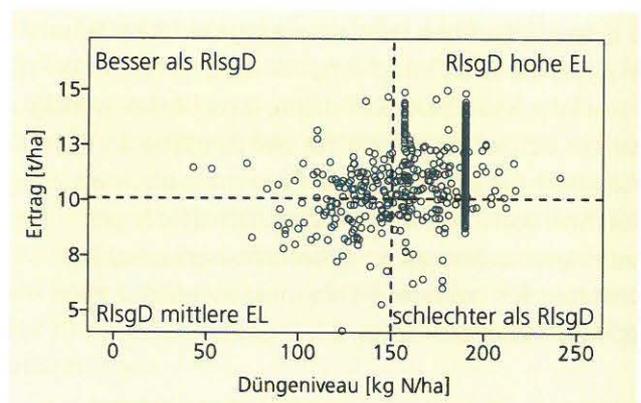


Abb. 6-1: Auswertung von Ertrags- und Düngedaten zu Mais in der Traun-Enns-Platte

6.1.2 Organischer Anteil im Wirtschaftsdünger

Da mit einer Mineralisierung eines Großteils des organischen Stickstoffs aus dem Wirtschaftsdünger gerechnet werden muss, wird empfohlen eine **stärkere Berücksichtigung des organischen Stickstoffs** bei der Bewertung des Wirtschaftsdüngers einzuführen, da damit zu rechnen ist, dass dieser mineralisiert und damit sowohl potenziell düngewirksam als auch aus-

waschungsgefährdend wird. Die geltenden Bewertungsregeln sind in Österreich allgemein gültig, für Teilnehmer am laufenden Umweltprogramm jedoch schärfer gefasst. Daraus lassen sich mögliche Ansatzpunkte für die Umsetzung dieser Maßnahme identifizieren.

Zusätzlich oder stattdessen könnte eine **Berücksichtigung der Nachlieferung**, z.B. anhand der **Nmin Sollwertmethode** im Rahmen eines **Nitratinformationsdienstes**, zu einer Nutzung und damit Verringerung dieser Überschüsse führen (Übleis & Rechner, 2008). Eine derartige Maßnahme könnte im Rahmen von Programmen zur ländlichen Entwicklung verankert werden.

Aufgrund der dadurch reduzierten Düngung mit Wirtschaftsdünger könnte ein **Programm zur Wirtschaftsdünger(um-)verteilung** geschaffen werden, um diesen bereits vorhandenen Dünger bestmöglich auszunützen. Zum Beispiel könnte eine Maßnahme mit **Mineraldüngerverzicht** die WD-Verteilung forcieren.

6.1.3 Lokal wirksame Redeposition von NH_3

Eine Verminderung dieser Einträge könnte durch eine **verlustarme Ausbringung** (bodennahe Ausbringung, sofortige Einarbeitung) aber auch durch **Maßnahmen bei der Fütterung, im Stall und am Wirtschaftsdüngerlager** erzielt werden, wie z.B. Zusätze zu Futter oder Einstreu, Abdeckung bzw. Erfassung der Abluft der Güllegrube oder Abreinigen der Stallluft. Voraussetzung jedoch wäre, dass die daraus resultierenden **höheren N-Gehalte im Wirtschaftsdünger** bei der Düngebemessung zu **berücksichtigen** wären.

6.1.4 Veränderung der Düngezeitpunkte

Für Kulturen mit später Entwicklung, in der Traun-Enns-Platte insbesondere für Mais, wird empfohlen, die erste Düngung später als derzeit üblich vorzunehmen

und insbesondere einen größeren Anteil der Düngemenge für eine zweite Gabe vorzusehen. Zeitliche Düngebeschränkungen könnten in einem gewissen Rahmen Inhalt einer gesetzlichen Anordnung sein (z.B. keine Maisdüngung vor Mitte April), darüber hinausgehende wichtige Änderungen der Düngegewohnheiten werden als vordringliche Beratungsinhalte empfohlen. Eventuell erforderliche Anpassungen in der technischen Ausstattung (z.B. Geräte zur Wirtschaftsdüngerausbringung in den Maisbestand) könnten Inhalt einer Investitionsförderung sein oder eine solche Ausbringung (ähnlich wie im derzeitigen ÖPUL) gefördert werden.

Eine Verlängerung zeitlicher Ausbringungsverbote nach vorne (also auf einen früheren Zeitpunkt im Herbst) wäre einerseits als Inhalt einer gesetzlichen Anordnung denkbar oder als freiwillige Maßnahme für Betriebe, die bereits eine ausreichende Lagerkapazität aufweisen. Jedenfalls ist auch hier Beratungsbedarf identifizierbar. Eine Ausweitung der Lagerkapazität im Zuge eines geförderten zeitlichen Ausbringungsverbots dürfte nicht realisierbar sein, da die denkbaren Fördersätze jedenfalls zu gering sind.

6.1.5 Ausweitung der Lagerkapazität

Eine **Ausweitung des Wirtschaftsdüngerlager-raums auf eine Lagerkapazität von 10 - 12 Monate** wäre eine wesentliche Voraussetzung damit die Herbstdüngung durch viehhaltende Betriebe unterbleibt. Eine Umsetzung wäre sowohl im Rahmen gesetzlicher Anordnungen als auch im Rahmen einer Investitionsförderung denkbar. Im Falle einer Förderung könnte diese ein Verbot einer Herbstausbringung als Auflage enthalten.

6.1.6 Auswaschungsgefährdete Böden

Ein hohes bodenbürtiges Austragsrisiko sollte anhand der als Information verfügbaren Feldkapazität in 1 m identifiziert werden, die ein Maß für die Wasser-

speicherfähigkeit und damit die Nitratspeicherfähigkeit des Bodens darstellt. Die Bodenbonität ist zur Bewertung des Austragsrisikos ungeeignet. Eine geeignete Maßnahme zur Reduzierung des Nitrataustrags von solchen Böden wäre ein vollständiger Verzicht auf stickstoffhaltige Düngemittel sowie eine durchgehende Bodenbedeckung. Eine Nutzung des Aufwuchses wäre prinzipiell wünschenswert, eine Stilllegungsbranche daher nicht erforderlich. Es wäre dennoch zweckmäßig, dafür zu sorgen, dass die im Rahmen der landwirtschaftlichen Förderung erwartbaren verpflichtenden Stilllegungsanteile auf Flächen mit auswaschunggefährdeten Böden realisiert werden.

6.1.7 Alternativen zur Lagerraumerweiterung

Die Möglichkeiten von Alternativen zur Lagerraumerweiterung sind beschränkt. Es bestehen nur wenig Möglichkeiten die Situation der Lagerraumproblematik zu entschärfen.

Anbau von Stickstoffzehrern

Auf Betrieben mit Leguminosenanbau kann durch Änderung der Fruchtfolge auf Nichtleguminosen mehr Wirtschaftsdünger ausgebracht werden. Als Beispiel sei hier die Substitution von Soja durch Raps genannt. Zu beachten ist dabei, dass Raps als sehr gute Vorfrucht gilt und bilanzbezogen sehr viel Stickstoff (abhängig von Düngenniveau und Ertrag) auf dem Feld zurückbleibt. Ein Starkzehrer oder eine ungedüngte Zwischenfrucht muss als Kultur folgen.

Düngung von Zwischenfrüchten

Es erscheint bei vielen Betrieben üblich, dass Zwischenfrüchte gedüngt werden. Mehr als 50% der befragten Landwirte praktizieren dies ebenso. Dabei sollte die Biomasse der Zwischenfrüchte den verbleibenden Stickstoff im Boden binden und nicht noch zusätzlicher Nährstoff eingebracht werden. Bei erfahrungs-

gemäßer Erosion bzw. Erosionsgefahr ist eine moderate Düngung denkbar.

Die „Auslagerung von Lagerraum in die Zwischenfruchtbestände“, dh. die übermäßige Düngung derselben, erhöht das Auswaschungspotential massiv.

Wirtschaftsdüngerabgabe

Grundsätzlich sollten Güllebanken auf Gemeinde- oder Regionsebene gegründet werden. Hier könnte das Problem des Einzelbetriebes entschärft werden, der abnehmende Betrieb muss den Nährstoff jedoch ausreichend anrechnen. Auf Regionen bezogen könnten so der Input an Nährstoffen gelenkt und insgesamt reduziert werden. Voraussetzung ist die innerbetriebliche Optimierung der Nährstoffkreisläufe.

Ein Pilotprojekt zur Gülleverbringung der Oö. Wasser-schutzberatung hat gezeigt, dass dies möglich ist (Oö WSB, 2006). Allerdings braucht es eine Institution, um die Verbringung sinnvoll zu gestalten. Auf kurze Strecken sollte dabei Wert gelegt werden.

Anmietung von leerstehendem Lagerraum

Dies erscheint als die sinnvollste Variante für eine kostengünstige und ökologisch verträgliche Alternative zur Lagerraumerweiterung. Auf Betrieben ohne Tierhaltung sind vielfach leerstehende Güllegruben vorhanden die genutzt werden können. Oft geschieht dies schon auf Basis der Nachbarschaftshilfe. Auch hier wäre eine Organisation der Nutzung angebracht.

Sonstige Verarbeitung

Die Trennung der festen und flüssigen Bestandteile der Wirtschaftsdünger und die Klärung des flüssigen Anteils erscheinen auf Grund des hohen Energieeinsatzes und der Kosten nicht sinnvoll.

6.1.8 Verzicht auf Mineraldüngereinsatz

In Regionen mit hohem Viehbesatz, insbesondere jedoch im Bereich von Betrieben, deren Stickstoffanfall aus der Tierhaltung den Düngebedarf bereits deckt oder übersteigt, könnte eine freiwillige Maßnahme zum Mineraldüngerverzicht bei entsprechender Teilnahme wirksam die Stickstoffemissionen regional reduzieren. Dabei wäre sowohl denkbar, dass viehstarke Betriebe selbst auf den Mineraldüngereinsatz verzichten, als auch, dass im Rahmen einer Wirtschaftsdüngeverbringung viehschwache oder viehlose Betriebe diese Maßnahme eingehen.

6.1.9 Biologische Wirtschaftsweise

Da im biologischen Landbau der Einsatz von schnell wirkenden mineralischen Düngemitteln nicht zulässig ist, ist der Stickstoffeinsatz in Summe gegenüber einer konventionellen Landwirtschaft deutlich reduziert. Eine Folge sind deutlich geringere Nitratausträge (vgl. auch Abb. 4-15 auf S. 30). Die Maßnahme wird im Rahmen von Umweltprogrammen gefördert. Die Teilnahme ist in der Traun-Enns-Platte unterdurchschnittlich, so dass ein Steigerungspotenzial vermutlich gegeben ist.

6.2 Unspezifische Maßnahmen

Generell sind eine Reihe weiterer Maßnahmen gut geeignet, die Nitratbelastung des Grundwassers in der Traun-Enns-Platte zu vermindern. Sie werden hier unter „unspezifische Maßnahmen“ genannt, da sie nicht unmittelbar an eine der identifizierten Ursachen anknüpfen, sondern ev. an mehrere oder ihre Wirkung auf andere Weise entfalten.

6.2.1 Bewusstseinsbildende Maßnahmen

Änderungen in den Düngegewohnheiten erfordern bewusstseinsbildende Maßnahmen insbesondere deshalb, da eine lückenlose Kontrolle von Düngeauflagen kaum denkbar ist. Zu bewusstseinsbildenden Maßnahmen zählen zum Beispiel:

- Austausch von best practice Beispielen unter den Landwirten
- Versuche am eigenen Betrieb
- Verbesserte Steuerung des Einsatzes von wassergefährdenden Betriebsmitteln durch Eigenkontrolle (Planung, Aufzeichnung, Bilanzierung)
- Weiterbildungsveranstaltungen
- Einzelbetriebsberatung

Das Land Oberösterreich ist bereits beispielgebend für die Umsetzung der genannten Maßnahmen im Rahmen von eigens geschaffenen Beratungsinstrumenten (Wasserschutzberatung, Wasserbauern, Arbeitskreise). Die Fortführung oder der Ausbau der genannten Instrumente kann empfohlen werden. Eine Verpflichtung zur Inanspruchnahme von Beratungsleistungen als Bedingung für den Erhalt von Förderungen wird ebenfalls empfohlen.

6.2.2 Begrünung

Begrünungen können den Nitrataustrag ins Grundwasser wirkungsvoll reduzieren, und mildern unter bestimmten Umständen die Auswirkungen einer

Herbstdüngung ab. Voraussetzung ist, dass sich die Pflanzenbestände ausreichend stark entwickeln und daher in der Lage sind, den ausgebrachten Stickstoff zu verwerten. Eine weitere Voraussetzung ist, dass für die Düngebemessung der nachfolgenden Kultur eine ausreichende Bewertung jenes Stickstoffs erfolgt, welcher nach dem Umbruch der Begrünung freigesetzt wird.

Die Maßnahme ist in der Traun-Enns-Platte im Rahmen des ÖPUL eingeführt und gut akzeptiert. Die Begrünung wirkt allerdings nur auf jenem Teil der Flächen, wo sie angelegt ist. Einer zusätzlichen Ausweitung der Maßnahme in einem größeren Ausmaß stehen Einschränkungen entgegen, die sich aus der Fruchtfolge ergeben. Eine zukünftige Beibehaltung ist aus Gründen des Grundwasserschutzes dennoch anzustreben, wobei jedoch die Vorfruchtwirkung der Begrünungen auf die nachfolgende Kultur Berücksichtigung finden sollte.

7 Literatur

- Aigner, J., Altenburger, J. (2007). Pflanzenbau. Ein Lern- und Arbeitsbuch für land- und forstwirtschaftliche Schulen und für die Berufsausbildung. 6. Auflage, Österreichischer Agrarverlag, Wien.
- Alsing, I. (Hrsg.) (2002). Lexikon Landwirtschaft. 4. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Büchter, M., Wachendorf, M., Taube F. (2001). Nitrat- auswaschung unter Silomais in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsform und der N-Düngungsintensität - Ergebnisse aus dem N-Projekt Karkendamm, Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, Band 3, 75-77.
- eBOD (2009). Österreichische Bodenkartierung. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), Wien.
- Feichtinger, F. (1998). STOTRASIM – Ein Modell zur Simulation der Stickstoffdynamik in der ungesättigten Zone eines Ackerstandortes. – Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Band 7, S. 14-41.
- Hydrologischer Atlas Österreichs (2007). BLMFUW (Hrsg.), Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau der Universität für Bodenkultur Wien; 3. Lieferung.
- Kolbe, H. (2000). Landnutzung und Wasserschutz: Der Einfluss von Stickstoff-Bilanzierung, Nmin-Untersuchung und Nitratauswaschung sowie Rückschlüsse für die Bewirtschaftung von Wasserschutzgebieten in Deutschland. WLV Wissenschaftliches Lektorat & Verlag, Leipzig.
- Kolbe, H. (2004). Wasserschutz und Ökologischer Landbau. 29. SIGÖL-Fortbildungskurs 2004, Bad Dübren.
- Kuderna, M., Wolkerstorfer, G., Murer, E. (2007). Forschungsprojekt Lysimeter - Langfristige Lysimeteruntersuchungen in Oberösterreich - Berichtszeitraum 1995-2006. Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz.
- Loubet, B., Asman, W., Theobald, M., Hertel, O., Tang, S., Robin, P., Hassouna, M., Dämmgen, U., Genermont, S., Cellier, P., Sutton, M. (2009). Ammonia Deposition near Hot Spots: Processes, Models and Monitoring Methods. In: Sutton M., Reis S., Baker, S. (Editors): Atmospheric Ammonia. Detecting emission changes and environmental impacts. Springer Background Document Working Group 3: UNECE Expert Workshop on NH3, 4-6 December 2006, Edinburgh.
- Murer, E. (1998). Die Ableitung der Parameter eines Bodenwasserhaushalts- und Stofftransportmodells aus den Ergebnissen der Bodenkartierung. – Modelle für die gesättigte und Bodenzone. – Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, 7, S. 89-103.
- Murer, E. (1999). Nitrataustrag eines seichtgründigen Standortes in Pucking, OÖ. 8. Gumpensteiner Lysimetertagung „Stoffflüsse und ihre regionale Bedeutung für die Landwirtschaft“, 13.-14.4.1999, 179-180.
- Murer, E. (2003). Abschätzung des Nitratrückhaltevermögens der landwirtschaftlich genutzten Böden Österreichs. Schriftenreihe des BAW, Band 19, 70- 79.
- Murer, E. (2011). Bericht über die ÖPUL-Evaluierung - Wirksamkeit von ÖPUL-Maßnahmen zur Vermeidung von Bodenverdichtung. Projektbericht des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Petzenkirchen.
- Nievergelt, J., (2002). Nitrat und Fruchtfolgen 20 Jahre lang beobachtet. Agrarforschung 9, 28-33.

Oö WSB, (2006). PILOTPROJEKT Grundwasserschonende Gülleverbringung am Beispiel der Gemeinde Sattledt, Endbericht, Linz.

Oö WSB (2011). Versuchsbericht 2010, Verein Oö Wasserschutzberatung, Linz.

Oö WSB (2012). Versuchsbericht 2011, Verein Oö Wasserschutzberatung, Linz.

Pollak, M.A., (2002). Abschätzung des Nitrataustragsrisikos landwirtschaftlich genutzter Böden anhand von Bodendaten. Diss. Univ. für Bodenkultur, Wien.

Pöllinger, A. (2006). Technische Herausforderungen und aktuelle Entwicklungen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern. 12. Alpenländisches Expertenforum 2006, HBLA Raumberg-Gumpenstein, Irdning.

Richtlinien für die sachgerechte Düngung - Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft (2006): Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; 6. Auflage; Wien.

Stauffer, W. (1993). Einfluss von Bepflanzung, Gülleanwendung und Güllegrubengröße auf die Nitratauswaschung in einem Lysimeterversuch, Schweiz. Landw. Fo., 32 (1/2), 229-234.

Stauffer, W., Enggist, A. (1990). Einfluss von Gülleausbringetermin, Kultur und Wiesenumbruch auf die Nitratauswaschung in einem Lysimeterversuch. Landw. Schweiz 3, 373-379.

Stauffer, W., Spiess, E. (2005). Einfluss unterschiedlicher Nutzung und Düngung auf Sickerwassermenge und Nitratauswaschung, 11. Gumpensteiner Lysimetertagung 5. und 6. April 2005, Irdning.

Stenitzer, E. (1988). SIMWASER – Ein numerisches Modell zur Simulation des Bodenwasserhaushaltes und des Pflanzenenertrages eines Standorts. Mitt. der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Nr. 31, Petzenkirchen.

Stenitzer, E., Hösch, J. (2004). Die Auswirkungen der Klimaänderung auf den Bodenwasserhaushalt und die Erträge im Marchfeld – eine Simulationsstudie. Bericht der ALVA Jahrestagung 2004. „Klimawandel - Auswirkungen auf Umwelt- und Agrarproduktion“. ALVA Jahrestagung Wien, 17.-19.5. 2004, 37-40.

Stenitzer, E., Hösch, J. (2005). Grundwasserneubildung im Marchfeld - Lysimetermessungen und Modellrechnungen, Bericht über die 11. Lysimetertagung, Gumpenstein 2005, 41-44.

Sturm, H., Buchner, A., Zerulla, W. (1994). Gezielter düngen. Integriert - wirtschaftlich - umweltgerecht. 3. Auflage, Verlagsunion Agrar.

Stürmer, B., Eder, M., Hopfner-Sixt, K., Bauer, A. (2008). Optimierung der Beschaffungs- und Distributionslogistik auf Biogasanlagen, Tagungsband Biomassekonferenz 2008. Universität für Bodenkultur, Wien.

TU Wien, wpa, UBA (2011). Analyse der Nährstoffströme in oberösterreichischen Einzugsgebieten nach unterschiedlichen Eintragungspfaden für strategische Planungen (Nährstoffströme Oberösterreich), Modul 1, Endbericht. Im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz.

TU Wien, wpa, UBA (2012). Analyse der Wirkung von Maßnahmen zur Reduktion von Nährstoffeinträgen in oberösterreichischen Einzugsgebieten nach unterschiedlichen Eintragungspfaden für strategische Planungen, Endbericht. Im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz.

Übleis, T., Rechberger, C. (2008). N_{min} -Sollwert- und EUF-Methode als Grundlage für eine sachgerechte und grundwasserschonende Maisdüngung - Zusammenfassung mehrjähriger Versuchsergebnisse. In: LFZ Raumberg Gumpenstein, BMLFUW (2008). Umwelt-ökologisches Symposium, Sachgerechte Düngung im Blickfeld von Untersuchungsergebnissen, 4. und 5. März 2008, S.67-72, Irdning.

Venohr, M., Behrendt H, Hirt, U., Hofmann, U., Opitz, D., Gericke, A., Wetzig, A., Ortelbach, K., Natho, S., Neumann, F., Hürdler, J. (2009). Das Modell System MONERIS – Version 2.14.1vba. Leibnitz Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei im Forschungsverbund e.V., Berlin.

Warstat, M. (1985). Auswertung von Bodenkarten bezüglich der Nitrataustragsgefährdung von Böden. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 43/II, 1009-1014.

Wilbois, K.P., Szerencsits, M., Hermanowski, R. (2007). Eignung des ökologischen Landbaus zur Minimierung des Nitrataustrags ins Grundwasser. Grundlagenstudie Juni 2007. Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frankfurt.

wpa (2008a). ÖPUL Evaluierung - Einstufung auswaschungsgefährdeter Ackerflächen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

wpa (2008b). ÖPUL Evaluierung - Nitrataustrag aus auswaschungsgefährdeten Ackerflächen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

wpa (2012). OÖ Regionalprojekt, Grundwasser 2010, Monitoring 5.Jahr, 2011. Land Oberösterreich, Linz.

wpa, IKT (2001-2012). Forschungsprojekt Lysimeter. Technische Endberichte der Jahre 2001 bis 2011. Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz.

wpa, IKT (2003a). ÖPUL Evaluierung - Themenbereich Grundwasserschutz Nutzung des STOTRASIM/SIMWASSER Modellansatzes zur Nitrataustragsgefährdung zur Beantwortung der wasserspezifischen Evaluierungsfragen VI.1.B.1/ VI.1.B.2/ VI.1.B.3/ VI.1.B.4, Endbericht. . Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

wpa, IKT (2003b). ÖPUL-Evaluierung - Analyse der Ursachen für das Sinken von Nitratbefrachtungen im Grundwasser, Endbericht. Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

8 Anlagenverzeichnis

- Anlage A Übersichtsliste der Gemeinden und
Katastralgemeinden in der TEPL

- Anlage B Ergebnisse der Befragung

- Anlage C Pflanzenbaulich optimale
Düngezeitpunkte

- Anlage D Erforderliche Lagerkapazität

- Anlage E Verschiebung der Düngezeitpunkte
bei limitierter Lagerkapazität

Anlage A: Übersichtslisten der Gemeinden und Katastralgemeinden in der TEPL

Gemeinde	Katastralgemeinde	Gemeinde	Katastralgemeinde	
Adlwang	Adlwang	Kremsmünster	Wolfgangstein	
	Emsenhub		Linz	Ebelsberg
	Weißbach			Mönchgraben
Allhaming	Allhaming	Wambach		
	Laimgräben	Pichling		
Ansfelden	Ansfelden	Ufer		
	Fleckendorf	Markt Sankt Florian	Enzing	
	Kremsdorf		Fernbach	
	Nettingsdorf		Gemering	
Rapperswinkel	Mickstetten			
Bad Hall	Bad Hall	Niederfraunleiten		
	Großmengersdorf	Oberweidlham		
	Hehenberg	Rohrbach		
Eberstallzell	Eberstallzell	Samesleiten		
	Mayrsdorf	St. Florian Markt		
	Wipfing	Taunleiten		
Eggendorf im Traunkreis	Eggendorf	Tillysburg		
Fischlham	Fischlham	Unterweidlham		
	Forstberg	Micheldorf in OÖ	Mittermicheldorf	
Hofkirchen im Traunkreis	Harmannsdorf		Untermicheldorf	
	Hofkirchen im Traunkreis	Neuhofen an der Krems	Dambach	
Inzersdorf im Kremstal	Mitterinzersdorf		Fischen	
	Unterinzersdorf		Gries	
Kematen an der Krems	Achleiten	Lining		
	Burg	Neuhofen an der Krems		
	Kematen an der Krems	Weißenberg		
	Kiesenberg	Niederneukirchen	Dörfel	
	Kirchdorf an der Krems		Grünbrunn	
Kremsmünster	Au	Niederneukirchen		
	Dirnberg	Ruprechtshofen		
	Kirchberg	Nussbach	Dauersdorf	
	Kremsegg		Göritz	
	Kremsmünster	Mandorf		
	Krift	Sinzendorf		
	Mairdorf	Pettenbach	Gundendorf	
Sattledt II	Hammersdorf			
Unterbürgfried	Lungendorf			

Gemeinde	Katastralgemeinde	Gemeinde	Katastralgemeinde	
Pettenbach	Mitterndorf	Schlierbach	Unterschlierbach	
	Pettenbach		Sierning	Gründberg
	Pratsdorf			Hilbern
	Seisenburg			Neuzeug
	Unterdürndorf			Oberbrunnern
Pfarrkirchen bei Bad Hall	Feyregg	Pichlern		
	Möderndorf	Sierning		
	Mühlgrub	Sierninghofen		
	Pfarrkirchen bei Bad Hall	Sipbachzell	Leombach	
Piberbach	Brandstatt		Schnarrendorf	
	Piberbach		Sipbachzell	
Pucking	Pucking I	Steinerkirchen an der Traun	Almegg	
	Pucking II		Hammersedt	
	St. Leonhard I		Oberaustall	
	St. Leonhard II		Schnelling	
Ried im Traunkreis	Ried im Traunkreis		Steinerkirchen an der Traun	
	Rührndorf	Steinhaus	Oberschauersberg	
	Voitsdorf		Steinhaus	
	Zenndorf		Thalheim bei Wels	Aschet
Rohr im Kremstal	Fierling	Ottsdorf		
	Rohr	Thalheim		
Sankt Marien	Droissendorf	Vorchdorf	Adlhaming	
	Kimmersdorf		Mühltal	
	Kurzenkirchen		Theuerwang	
	Nöstlbach	Waldneukirchen	Eggmair	
	Oberndorf		Pesendorf	
	Pichlwang		St. Nikola	
	Tiestling		Steinersdorf	
Weichstetten	Waldneukirchen			
Sattledt	Sattledt I	Wartberg an der Krems	Dipersdorf	
	Schiedlberg		Droissendorf	Penzendorf
Matzelsdorf			Schachadorf	
Thanstetten		Strienzing		
Schleißheim	Dietach		Wartberg an der Krems	
	Schleißheim	Weißkirchen an der Traun	Grassing	
Schlierbach	Maisdorf		Sinnersdorf	
	Mitterschlierbach		Weißkirchen	

Anlage B: Ergebnisse der Befragung

Betrieb	Körnermais				Winterweizen				Wintergerste			
	Ertrags- erwartung	Dünge- menge N _{jw}	tatsächl. Ertrag [t]	Bewertung	Ertrags- erwartung	Dünge- menge N _{jw}	tatsächl. Ertrag	Bewertung	Ertrags- erwartung	Dünge- menge N _{jw}	tatsächl. Ertrag [t]	Bewertung
1	hoch 1	160	11,0	ok	hoch 1	150	7,0	ok	hoch 1	130	7,0	ok
2	hoch 2	178	11,5	ok	hoch 2	164	7,5	ok	hoch 2	148	7,5	ok
3	hoch 2	180	13,0	ok	hoch 2	165	7,0	Er<	hoch 2	150	7,5	ok
4	hoch 1	150	11,0	ok	hoch 1	140	6,5	ok	hoch 1	130	6,0	ok
5	hoch 3	201	10,5	Dü>, Er<	hoch 3	165	7,5	ok	hoch 3	157	7,0	ok
6	hoch 1	160	12,0	ok	hoch 1	150	6,5	ok	hoch 1	135	6,0	ok
7	hoch 2	180	13,0	ok	hoch 2	165	7,0	Er<	hoch 1	135	6,5	ok
8	hoch 1	156	11,0	ok	hoch 1	144	6,5	ok	hoch 1	113	6,3	ok
9	hoch 2	180	12,0	ok	-	-	-	-	hoch 2	148	7,5	ok
10	hoch 2	140	11,0	ok	hoch 2	175	7,5	Dü>	hoch 2	148	7,0	Er<
11	hoch 2	180	13,0	ok	hoch 2	160	8,2	ok	-	-	-	-
12	hoch 2	172	12,0	ok	hoch 2	140	7,0	ok,x	hoch 1	135	7,0	ok
13	hoch 2	176	12,0	ok	hoch 2	150	9,5	ok	-	-	-	-
14	hoch 2	147	12,0	ok	-	-	-	-	hoch 2	120	8,0	ok
15	hoch 1	150	11,0	ok	hoch 2	146	7,5	ok	hoch 1	130	6,5	ok
16	hoch 2	178	12,0	ok	hoch 2	160	8,5	ok	hoch 2	155	9,0	ok
17	hoch 2	165	11,5	ok	hoch 2	160	8,5	ok	hoch 2	150	7,5	ok
18	hoch 1	153	10,5	ok	hoch 2	160	7,3	Er<	hoch 2	147	6,9	Er<
19	hoch 2	150	11,0	ok, x	hoch 2	189	7,8	Dü>	hoch 2	140	7,0	ok,x
20	mittel	100	?	-	mittel	110	?	-	mittel	142	?	Dü>

Betrieb	Sojabohne				vorhandender Lagerraum	
	Ertrags- erwartung	Dünge- menge N _{iw}	tatsächl. Ertrag [t]	Bewertung	Lagerraum [m ³]	Lagerungszeitraum [Monate]
1	0	-	3,0	ok	850	8
2	-	-	-	-	1400	6
3	-	-	-	-	940	8
4	0	-	3,0	ok	700	7
5	-	-	-	-	650	7
6	-	-	-	-	400	12
7	-	-	-	-	960	8
8	0	-	3,5	ok	1000	12
9	0	-	3,0	ok	600	8
10	-	-	-	-	1700	12
11	-	-	-	-	750	7
12	-	-	-	-	1324	9
13	-	-	-	-	650	7
14	-	-	-	-	1000	9
15	-	-	-	-	1200	12
16	-	-	-	-	1800	9
17	-	-	-	-	1500	11
18	-	-	-	-	650	7
19	-	-	-	-	800	12
20	-	-	-	-	600	7

Abkürzungen:

- ok Düngemenge entspricht den Richtlinien für die Sachgerechte Düngung
- Dü> Düngemenge wurde zu hoch gewählt
- Er< erreichter Ertrag entspricht nicht der Ertragserswartung
- x Ertragserswartung höher als tatsächlicher Ertrag, Düngung wurde allerdings dem Ertrag angepasst

Anlage C: Pflanzenbaulich optimale Düngzeitpunkte

Fruchtfolgetyp 1:

Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - ZF(Senf)

Körnermais	Düngemenge [kg N/ha]	Termin
vor dem Anbau	60	15.04.
Anbau	-	16.04.
2. Gabe	110	30.05.
Ernte	-	30.09.
Summe	170	
Winterweizen	Düngemenge [kg N/ha]	Termin
Anbau	-	15.10.
1. Gabe	50	15.03.
2. Gabe	45	15.04.
3. Gabe	65	15.05.
Ernte	-	20.07.
Summe	160	
Wintergerste	Düngemenge [kg N/ha]	Termin
Anbau	-	05.09.
1. Gabe	60	01.03.
2. Gabe	45	01.04.
3. Gabe	40	01.05.
Ernte	-	25.06.
Summe	145	
Zwischenfrucht		
Senf		

Fruchtfolgetyp 2:

Silomais - Wintergerste - Klee gras

Silomais	Düngemenge [kg N/ha]	Termin
vor dem Anbau	75	30.04.
Anbau	-	01.05.
2. Gabe	120	30.05.
Ernte	-	30.09.
Summe	195	
Wintergerste	Düngemenge [kg N/ha]	Termin
Anbau	-	01.10.
1. Gabe	60	01.03.
2. Gabe	45	01.04.
3. Gabe	40	01.05.
Ernte	-	25.06.
Summe	145	
Klee gras	Düngemenge [kg N/ha]	Termin
Anbau	42	15.08.
1. Schnitt	42	14.10.
2. Schnitt	42	30.04.
3. Schnitt	42	30.06.
4. Schnitt	42	30.08.
5. Schnitt	-	14.10.
Umbruch	-	15.04.
Summe	210	

Fruchtfolgetyp 3:

Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - (ZF) -

Alternative (Soja oder Raps)

Körnermais	Düngemenge [kg N/ha]	Termin
vor dem Anbau	60	15.04.
Anbau	-	16.04.
3. Gabe	110	30.05.
Ernte	-	30.09.
Summe	170	
Winterweizen	Düngemenge [kg N/ha]	Termin
Anbau	-	15.10.
1. Gabe	50	15.03.
2. Gabe	45	05.05.
3. Gabe	65	15.05.
Ernte	-	20.07.
Summe	160	
Wintergerste	Düngemenge [kg N/ha]	Termin
Anbau	-	05.09.
1. Gabe	60	01.03.
2. Gabe	45	01.04.
3. Gabe	40	01.05.
Ernte	-	25.06.
Summe	145	
Zwischenfrucht		
Senf	-	
Soja	Düngemenge [kg N/ha]	Termin
Anbau	-	15.04.
Ernte	-	20.09.
Winterraps	Düngemenge [kg N/ha]	Termin
Anbau	-	20.08.
1. Gabe	30	15.09.
2. Gabe	80	15.02.
3. Gabe	60	15.03.
Ernte	-	15.07.
Summe	170	

Anlage D: Erforderliche Lagerkapazität

Betriebstyp 1:						Viehbesatz:		1,8 GVE/ha		Anfallsmenge kg N _{jw} /GVE:		31,5 kg N/GVE	
Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - ZF(Senf)						Anfallsmenge/6 Monate:		4,23 m ³ /GVE		Anfallsmenge kg N/m ³ :		3,72 kg N/m ³	
1,8 GVE/ha						Anfallsmenge/Monat:		0,71 m ³ /GVE					
Monat	Anfallsmenge [m ³]	Verwertung [m ³]	Verwertung [kg N]	Güllelager [m ³]	erf. Monate	Körnermais		Winterweizen			Wintergerste		
						Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]	Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]	Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]		
April		0	0	0,0	0,0								
Mai	126,9	0	0	126,9	1,0	30.05.	NAC 110	15.05.	NAC 65	01.05.	NAC 40		
Juni	126,9	0	0	253,8	2,0								
Juli	126,9	0	0	380,7	3,0								
August	126,9	0	0	507,6	4,0								
September	126,9	0	0	634,5	5,0								
Oktober	126,9	0	0	761,4	6,0								
November	126,9	0	0	888,3	7,0								
Dezember	126,9	0	0	1015,2	8,0								
Jänner	126,9	0	0	1142,1	9,0								
Februar	126,9	0	0	1269,0	10,0								
März	126,9	985	3667	411,1	3,2			15.03.	WD 50	01.03.	WD 60		
April	126,9	537	2000	0,9	0,0	15.04.	WD 60	15.04.	NAC 45	01.04.	NAC 45		
				mind.	10,0	Monate							

Erforderliche Lagerkapazität

Anlage D / Blatt 3 von 8

Betriebstyp 1:						Viehbesatz:		2,0 GVE/ha		Anfallsmenge kg N _{jw} /GVE:		31,5 kg N/GVE		
Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - ZF(Senf)						Anfallsmenge/6 Monate:		4,23 m ³ /GVE		Anfallsmenge kg N/m ³ :		3,72 kg N/m ³		
2,0 GVE/ha						Anfallsmenge/Monat:		0,71 m ³ /GVE						
Monat	Anfallsmenge [m ³]	Verwertung [m ³]	Verwertung [kg N]	Güllelager [m ³]	erf. Monate	Körnermais			Winterweizen			Wintergerste		
						Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]		Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]		Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]	
April		0	0	0,0	0,0									
Mai	141	0	0	141,0	1,0	30.05.	NAC	90	15.05.	NAC	65	01.05.	NAC	45
Juni	141	0	0	282,0	2,0									
Juli	141	0	0	423,0	3,0									
August	141	0	0	564,0	4,0									
September	141	0	0	705,0	5,0									
Oktober	141	0	0	846,0	6,0									
November	141	0	0	987,0	7,0									
Dezember	141	0	0	1128,0	8,0									
Jänner	141	0	0	1269,0	9,0									
Februar	141	0	0	1410,0	10,0									
März	141	985	3667	566,2	4,0				15.03.	WD	50	01.03.	WD	60
April	141	716	2667	-9,0	-0,1	15.04.	WD	80	15.04.	NAC	45	01.04.	NAC	40
				mind.	10,0	Monate								

Betriebstyp 1:						Viehbesatz:		2,0 GVE/ha		Anfallsmenge kg N _{jw} /GVE:		31,5 kg N/GVE		
Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - ZF(Senf)						Anfallsmenge/6 Monate:		4,23 m ³ /GVE		Anfallsmenge kg N/m ³ :		3,72 kg N/m ³		
2,0 GVE/ha; verdünnt						Anfallsmenge/Monat:		0,71 m ³ /GVE		inkl. Verdünnung m ³ /Monat		183,3 m ³ /Mon		
Monat	Anfallsmenge [m ³]	Verwertung [m ³]	Verwertung [kg N]	Güllelager [m ³]	erf. Monate	Körnermais			Winterweizen			Wintergerste		
						Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]		Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]		Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]	
April				0,0	0,0									
Mai	183,3	0	0	183,3	1,3	30.05.	NAC	90	15.05.	NAC	65	01.05.	NAC	40
Juni	183,3	0	0	366,6	2,6									
Juli	183,3	0	0	549,9	3,9									
August	183,3	0	0	733,2	5,2									
September	183,3	0	0	916,5	6,5									
Oktober	183,3	0	0	1099,8	7,8									
November	183,3	0	0	1283,1	9,1									
Dezember	183,3	0	0	1466,4	10,4									
Jänner	183,3	0	0	1649,7	11,7									
Februar	183,3	0	0	1833,0	13,0									
März	183,3	1280	3667	736,1	5,2				15.03.	WD	50	01.03.	WD	60
April	183,3	931	2667	-11,6	-0,1	15.04.	WD	80	15.04.	NAC	45	01.04.	NAC	45
				mind.	13,0	Monate								

Erforderliche Lagerkapazität

Betriebstyp 3:						Viehbesatz:		1,0 GVE/ha		Anfallsmenge kg N _{jw} /GVE:		31,5 kg N/GVE	
Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - (ZF) - Alternative (Soja oder Raps)						Anfallsmenge/6 Monate:		4,23 m ³ /GVE		Anfallsmenge kg N/m ³ :		3,72 kg N/m ³	
1,0 GVE/ha						Anfallsmenge/Monat:		0,71 m ³ /GVE					
Monat	Anfallsmenge [m ³]	Verwertung [m ³]	Verwertung [kg N]	Güllelager [m ³]	erf. Monate	Körnermais		Winterweizen		Wintergerste		Winterraps	
						Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]
April				0,0	0,0								
Mai	70,5	0	0	70,5	1,0	30.05.	NAC 110	15.05.	NAC 65	01.05.	NAC 60		
Juni	70,5	0	0	141,0	2,0								
Juli	70,5	0	0	211,5	3,0								
August	70,5	0	0	282,0	4,0								
September	70,5	101	375	251,8	3,6							15.09.	WD 35
Oktober	70,5	0	0	322,3	4,6								
November	70,5	0	0	392,8	5,6								
Dezember	70,5	0	0	463,3	6,6								
Jänner	70,5	0	0	533,8	7,6								
Februar	70,5	168	625	436,4	6,2							15.02.	WD 50 NAC 30
März	70,5	168	625	339,1	4,8			15.03.	NAC 50	01.03.	WD 25	15.03.	NAC 60
April	70,5	403	1500	6,7	0,1	15.04.	WD 60	15.04.	NAC 45	01.04.	NAC 60		
				mind.	7,6	Monate							

Betriebstyp 3:						Viehbesatz:		1,8 GVE/ha		Anfallsmenge kg N _{jw} /GVE:		31,5 kg N/GVE	
Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - (ZF) - Alternative (Soja oder Raps)						Anfallsmenge/6 Monate:		4,23 m ³ /GVE		Anfallsmenge kg N/m ³ :		3,72 kg N/m ³	
1,8 GVE/ha						Anfallsmenge/Monat:		0,71 m ³ /GVE					
Monat	Anfallsmenge [m ³]	Verwertung [m ³]	Verwertung [kg N]	Güllelager [m ³]	erf. Monate	Körnermais		Winterweizen		Wintergerste		Winterraps	
						Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]
April				0,0	0,0								
Mai	126,9	0	0	126,9	1,0	30.05.	NAC 110	15.05.	NAC 65	01.05.	NAC 40		
Juni	126,9	0	0	253,8	2,0								
Juli	126,9	0	0	380,7	3,0								
August	126,9	0	0	507,6	4,0								
September	126,9	101	375	533,8	4,2							15.09.	WD 30
Oktober	126,9	0	0	660,7	5,2								
November	126,9	0	0	787,6	6,2								
Dezember	126,9	0	0	914,5	7,2								
Jänner	126,9	0	0	1041,4	8,2								
Februar	126,9	269	1000	899,7	7,1							15.02.	WD 80
März	126,9	739	2750	288,0	2,3			15.03.	WD 50	01.03.	WD 60	15.03.	NAC 60
April	126,9	403	1500	12,1	0,1	15.04.	WD 60	15.04.	NAC 45	01.04.	NAC 45		
				mind.	8,2	Monate							

Erforderliche Lagerkapazität

Betriebstyp 3:						Viehbesatz:		2,0 GVE/ha		Anfallsmenge kg N _{jw} /GVE:		31,5 kg N/GVE	
Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - (ZF) - Alternative (Soja oder Raps)						Anfallsmenge/6 Monate:		4,23 m ³ /GVE		Anfallsmenge kg N/m ³ :		3,72 kg N/m ³	
2,0 GVE/ha						Anfallsmenge/Monat:		0,71 m ³ /GVE					
Monat	Anfallsmenge [m ³]	Verwertung [m ³]	Verwertung [kg N]	Güllelager [m ³]	erf. Monate	Körnermais		Winterweizen		Wintergerste		Winterraps	
						Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]
April				0,0	0,0								
Mai	141	0	0	141,0	1,0	30.05.	NAC 95	15.05.	NAC 65	01.05.	NAC 35		
Juni	141	0	0	282,0	2,0								
Juli	141	0	0	423,0	3,0								
August	141	0	0	564,0	4,0								
September	141	101	375	604,3	4,3							15.09.	WD 30
Oktober	141	0	0	745,3	5,3								
November	141	0	0	886,3	6,3								
Dezember	141	0	0	1027,3	7,3								
Jänner	141	0	0	1168,3	8,3								
Februar	141	269	1000	1040,7	7,4							15.02.	WD 80
März	141	806	3000	376,0	2,7			15.03.	WD 50	01.03.	WD 70	15.03.	NAC 60
April	141	504	1875	13,4	0,1	15.04.	WD 75	15.04.	NAC 45	01.04.	NAC 40		
				mind.	8,3	Monate							

Betriebstyp 3:						Viehbesatz:		2,0 GVE/ha		Anfallsmenge kg N _{jw} /GVE:		31,5 kg N/GVE	
Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - (ZF) - Alternative (Soja oder Raps)						Anfallsmenge/6 Monate:		4,23 m ³ /GVE		Anfallsmenge kg N/m ³ :		3,72 kg N/m ³	
2,0 GVE/ha; verdünnt						Anfallsmenge/Monat:		0,71 m ³ /GVE		inkl. Verdünnung m ³ /Mon		183,3 m ³ /Monat	
Monat	Anfallsmenge [m ³]	Verwertung [m ³]	Verwertung [kg N]	Güllelager [m ³]	erf. Monate	Körnermais		Winterweizen		Wintergerste		Winterraps	
						Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]
April				0,0	0,0								
Mai	183,3	0	0	183,3	1,3	30.05.	NAC 100	15.05.	NAC 65	01.05.	NAC 35		
Juni	183,3	0	0	366,6	2,6								
Juli	183,3	0	0	549,9	3,9								
August	183,3	0	0	733,2	5,2								
September	183,3	131	375	785,6	5,6							15.09.	WD 30
Oktober	183,3	0	0	968,9	6,9								
November	183,3	0	0	1152,2	8,2								
Dezember	183,3	0	0	1335,5	9,5								
Jänner	183,3	0	0	1518,8	10,8								
Februar	183,3	349	1000	1352,9	9,6							15.02.	WD 80
März	183,3	1091	3125	445,2	3,2			15.03.	WD 50	01.03.	WD 75	15.03.	NAC 60
April	183,3	611	1750	17,5	0,1	15.04.	WD 70	15.04.	NAC 45	01.04.	NAC 35		
				mind.	10,8	Monate							

Anlage E: Verschiebung der Düngzeitpunkte bei limitierter Lagerkapazität

Verschiebung der Düngzeitpunkte bei limitierter Lagerkapazität

Anlage E / Blatt 1 von 6

Betriebstyp 1:						Viehbesatz:		1,0 GVE/ha		Anfallsmenge kg N _{jw} /GVE:		31,5 kg N/GVE	
Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - ZF(Senf)						Anfallsmenge/6 Monate:		4,23 m ³ /GVE		Anfallsmenge kg N/m ³ :		3,72 kg N/m ³	
1,0 GVE/ha						Anfallsmenge/Monat:		0,71 m ³ /GVE					
Monat	Anfallsmenge [m ³]	Verwertung [m ³]	Verwertung [kg N]	Güllelager [m ³]	erf. Monate	Körnermais		Winterweizen		Wintergerste			
						Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]	Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]	Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]		
April				0,0	0,0								
Mai	70,5	0	0	70,5	1,0	30.05.	NAC 130	15.05.	NAC 70	01.05.	NAC	46	
Juni	70,5	0	0	141,0	2,0								
Juli	70,5	0	0	211,5	3,0								
August	70,5	0	0	282,0	4,0								
September	70,5	0	0	352,5	5,0								
Oktober	70,5	295	1100	127,6	1,8					13.10.	WD	33	
November	70,5	0	0	198,1	2,8								
Dezember	70,5	0	0	268,6	3,8								
Jänner	70,5	0	0	339,1	4,8								
Februar	70,5	0	0	409,6	5,8								
März	70,5	179	667	301,0	4,0				NAC 45	01.03.	WD	20	
April	70,5	358	1333	13,4	0	15.04.	WD 40		NAC 45	01.04.	NAC	46	
				ca.	6,0	Monate							

Betriebstyp 1:						Viehbesatz:		2,0 GVE/ha	Anfallsmenge kg N _{iw} /GVE:		31,5 kg N/GVE			
Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - ZF(Senf)						Anfallsmenge/6 Monate:		4,23 m ³ /GVE	Anfallsmenge kg N/m ³ :		3,72 kg N/m ³			
2,0 GVE/ha						Anfallsmenge/Monat:		0,71 m ³ /GVE						
Monat	Anfallsmenge [m ³]	Verwertung [m ³]	Verwertung [kg N]	Güllelager [m ³]	erf. Monate	Körnermais			Winterweizen			Wintergerste		
						Düngetermin	[kg N _{iw} /ha]		Düngetermin	[kg N _{iw} /ha]		Düngetermin	[kg N _{iw} /ha]	
April				0,0	0,0									
Mai	141	0	0	141,0	1,0	30.05	NAC	90	15.05.	NAC	65	01.05.	NAC	35
Juni	141	0	0	282,0	2,0									
Juli	141	0	0	423,0	3,0									
August	141	0	0	564,0	4,0									
September	141	0	0	705,0	5,0									
Oktober	141	582	2167	264,1	1,9				13.10.	WD	30	13.10.	WD	35
November	141	0	0	405,1	2,9									
Dezember	141	0	0	546,1	3,9									
Jänner	141	0	0	687,1	4,9									
Februar	141	0	0	828,1	5,9									
März	141	403	1500	566,2	4,0				15.03.	WD	25	01.03.	WD	20
													NAC	20
April	141	716	2667	-9,0	-0,1	15.04	WD	80	15.04.	NAC	40	01.04.	NAC	35
				ca.	6,0	Monate								

Verschiebung der Düngezeitpunkte bei limitierter Lagerkapazität

Anlage E / Blatt 3 von 6

Betriebstyp 1:						Viehbesatz:		2,0 GVE/ha		Anfallsmenge kg N _{jw} /GVE:		31,5 kg N/GVE		
Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - ZF(Senf)						Anfallsmenge/6 Monate:		4,23 m ³ /GVE		Anfallsmenge kg N/m ³ :		3,72 kg N/m ³		
2,0 GVE/ha; verdünnt						Anfallsmenge/Monat:		0,71 m ³ /GVE		inkl. Verdünnung m ³ /Monat		183,3 m ³ /Mon		
Monat	Anfallsmenge [m ³]	Verwertung [m ³]	Verwertung [kg N]	Güllelager [m ³]	erf. Monate	Körnermais			Winterweizen			Wintergerste		
						Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]		Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]		Düngetermin	[kg N _{jw} /ha]	
April				0,0	0,0									
Mai	183,3	0	0	183,3	1,3	30.05.	NAC	110	15.05.	NAC	60	01.05.	NAC	40
Juni	183,3	0	0	366,6	2,6									
Juli	183,3	0	0	549,9	3,9									
August	183,3	0	0	733,2	5,2									
September	183,3	524	1500	392,8	2,8							15.09.	WD	45
Oktober	183,3	466	1333	110,6	0,8				13.10.	WD	40			
November	183,3	0	0	293,9	2,1									
Dezember	183,3	0	0	477,2	3,4									
Jänner	183,3	0	0	660,5	4,7									
Februar	183,3	0	0	843,8	6,0									
März	183,3	524	1500	503,3	3,6				15.03.	WD	25	01.03.	WD	20
April	183,3	698	2000	-11,6	-0,1	15.04.	WD	60	15.04.	NAC	35	01.04.	NAC	40
				ca.	6,0	Monate								

Betriebstyp 3:						Viehbesatz:		1,0 GVE/ha		Anfallsmenge kg N _{jw} /GVE:		31,5 kg N/GVE	
Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - (ZF) - Alternative (Soja oder Raps)						Anfallsmenge/6 Monate:		4,23 m ³ /GVE		Anfallsmenge kg N/m ³ :		3,72 kg N/m ³	
1,0 GVE/ha						Anfallsmenge/Monat:		0,71 m ³ /GVE					
Monat	Anfallsmenge [m ³]	Verwertung [m ³]	Verwertung [kg N]	Güllelager [m ³]	erf. Monate	Körnermais		Winterweizen		Wintergerste		Winterraps	
						Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]
April				0,0	0,0								
Mai	70,5	0	0	70,5	1,0	30.05.	NAC 115	15.05.	NAC 65	01.05.	NAC 40		
Juni	70,5	0	0	141,0	2,0								
Juli	70,5	0	0	211,5	3,0								
August	70,5	0	0	282,0	4,0								
September	70,5	218	813	134,3	1,9					15.09.	WD 15	15.09.	WD 35
Oktober	70,5	0	0	204,8	2,9								
November	70,5	0	0	275,3	3,9								
Dezember	70,5	0	0	345,8	4,9								
Jänner	70,5	0	0	416,3	5,9								
Februar	70,5	269	1000	218,2	3,1							15.02.	WD 80
März	70,5	0	0	288,7	4,1			15.03.	NAC 45	01.03.	NAC 50	15.03.	NAC 55
April	70,5	369	1375	-10,1	-0,1	15.04.	WD 65	15.04.	NAC 50	01.04.	NAC 40		
				ca.	6,0	Monate							

Verschiebung der Düngezeitpunkte bei limitierter Lagerkapazität

Anlage E / Blatt 5 von 6

Betriebstyp 3:						Viehbesatz:		2,0 GVE/7ha		Anfallsmenge kg N _{jw} /GVE:		31,5 kg N/GVE	
Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - (ZF) - Alternative (Soja oder Raps)						Anfallsmenge/6 Monate:		4,23 m ³ /GVE		Anfallsmenge kg N/m ³ :		3,72 kg N/m ³	
2,0 GVE/ha						Anfallsmenge/Monat:		0,71 m ³ /GVE					
Monat	Anfallsmenge [m ³]	Verwertung [m ³]	Verwertung [kg N]	Güllelager [m ³]	erf. Monate	Körnermais		Winterweizen		Wintergerste		Winterraps	
						Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]
April				0,0	0,0								
Mai	141	0	0	141,0	1,0	30.05.	NAC 110	15.05.	NAC 65	01.05.	NAC 30		
Juni	141	0	0	282,0	2,0								
Juli	141	0	0	423,0	3,0								
August	141	0	0	564,0	4,0								
September	141	134	500	570,7	4,0					15.09.	WD 25	15.09.	WD 40
Oktober	141	168	625	543,9	3,9			13.10.	WD 20				
November	141	134	500	550,6	3,9								
Dezember	141	0	0	691,6	4,9								
Jänner	141	0	0	832,6	5,9								
Februar	141	269	1000	705,0	5,0							15.02.	WD 80
März	141	571	2125	275,3	2,0			15.03.	WD 25	01.03.	WD 60	15.03.	NAC 50
April	141	403	1500	13,4	0,1	15.04.	WD 60	15.04.	NAC 50	01.04.	NAC 30		
				ca.	6,0	Monate							

Betriebstyp 3:						Viehbesatz:		2,0 GVE/ha verd.		Anfallsmenge kg N _{jw} /GVE:		31,5 kg N/GVE	
Körnermais - Winterweizen - Wintergerste - (ZF) - Alternative (Soja oder Raps)						Anfallsmenge/6 Monate:		4,23 m ³ /GVE		Anfallsmenge kg N/m ³ :		3,72 kg N/m ³	
2,0 GVE/ha verdünnt						Anfallsmenge/Monat:		0,71 m ³ /GVE		inkl. Verd. m ³ /Monat		183,3 m ³ /Mon	
Monat	Anfallsmenge [m ³]	Verwertung [m ³]	Verwertung [kg N]	Güllelager [m ³]	erf. Monate	Körnermais		Winterweizen		Wintergerste		Winterraps	
						Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]	Termin	[kg N _{jw} /ha]
April				0,0	0,0								
Mai	183,3	0	0	183,3	1,3	30.05.	NAC 110	15.05.	NAC 40				
Juni	183,3	0	0	366,6	2,6								
Juli	183,3	0	0	549,9	3,9								
August	183,3	0	0	733,2	5,2								
September	183,3	567	1625	349,1	2,5					15.09.	WD 40	15.09.	WD 50
Oktober	183,3	262	750	270,6	1,9			13.10.	WD 30				
November	183,3	0	0	453,9	3,2								
Dezember	183,3	0	0	637,2	4,5								
Jänner	183,3	0	0	820,5	5,8								
Februar	183,3	306	875	698,3	5,0							15.02.	WD 70
März	183,3	524	1500	357,9	2,5			15.03.	NAC 50	01.03.	WD 60	15.03.	NAC 50
April	183,3	524	1500	17,5	0,1	15.04.	WD 60	15.04.	NAC 40	01.04.	NAC 45		
				ca.	6,0	Monate							