

Maßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz und Minderung von Nitratausträgen

Bewertungsmatrix

Projekt Landwirtschaft und Grundwasserschutz



Die Bewertungsmatrix wurde von den Projektpartnern TUM, LfL und LfU auf der Grundlage der Untersuchungsergebnisse im Projekt Hohenthann gemeinsam erarbeitet und abgestimmt.

Sie zeigt die wichtigsten Maßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz und zur Minderung von Nitratausträgen und gibt einen Überblick über die Untersuchungsschwerpunkte.



Maßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz

Bewertungsmatrix



	Umsetzbarkeit	Effizienz	Kosten	zuständig
1 Tierhaltung und Fütterung				
1.1 Optimierung der Fütterung	+++	+++	++	LfL/TUM
1.2 Ausbau der Güllelagerkapazität	+++	+++	+++	LfL
1.3 Begrenzung des Viehbesatzes	+	++++	++++	LfL/TUM
1.4 Gülleabgabe	++++	++++	++	LfL/TUM



Maßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz

Bewertungsmatrix



	Umsetzbarkeit	Effizienz	Kosten	zuständig
2 Gülledüngung				
2.1 Gülleanalysen	++	+++	+	LfL
2.2 Verlustarme Ausbringtechnik	++++	+++	++	LfL
2.3 Keine Gülledüngung im Herbst zu Getreide	++++	++++	+	TUM
2.4 Keine zeitgleiche Applikation von Gülle- und Mineral-N im Frühjahr	++++	++	0	TUM



Maßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz

Bewertungsmatrix



	Umsetzbarkeit	Effizienz	Kosten	zuständig
3 Mineraldüngung				
3.1 Sorgfältige Düngeplanung	+++	++	+	LfL
3.2 Ertragsangepasste Düngung				
<i>3.2.1 Schlagspezifisch</i>	+++	++	+	TUM
<i>3.2.2 Teilschlagspezifisch</i>	++	+++	++	TUM
3.3 Anwendung von Düngesystemen (DSN, BEFU)	+++	++	++	TUM/LfL



Maßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz

Bewertungsmatrix



	Umsetzbarkeit	Effizienz	Kosten	zuständig
3 Mineraldüngung				
3.4 Stickstoffsensoren				
<i>3.4.1 Sensorgestützte Düngung (TUM)</i>	+	++++	+++	TUM
<i>3.4.2 Sensorgestützte Düngung (übrige)</i>	+	++	+++	TUM
3.5 Keine Unterfußdüngung bei Mais	++++	+	0	LfL



Maßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz

Bewertungsmatrix



	Umsetzbarkeit	Effizienz	Kosten	zuständig
4 N-Salden und N_{min}-Vorräte der Böden				
4.1 N-Salden				
<i>4.1.1 N-Salden auf Schlagebene</i>	++++	++++	++	TUM
<i>4.1.2 N-Salden auf Betriebsebene (Hoftor)</i>	++++	+++	+	TUM/LfL



Maßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz

Bewertungsmatrix



	Umsetzbarkeit	Effizienz	Kosten	zuständig
4 N-Salden und N_{\min}-Vorräte der Böden				
4.1 N-Salden				
<i>4.1.1 N-Salden auf Schlagebene</i>	++++	+++	++	TUM
<i>4.1.2 N-Salden auf Betriebsebene (Hoftor)</i>	++++	+++	+	TUM/LfL
4.2. N_{\min}-Vorräte und N_{\min}-Proben				
<i>4.2.1 im Herbst</i>	++	++	+++	TUM
<i>4.2.2 im Frühjahr</i>	+++	++	+++	LfL
<i>4.2.3 nach der Ernte</i>	++	0	+++	TUM



Maßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz

Bewertungsmatrix



	Umsetzbarkeit	Effizienz	Kosten	zuständig
5 Fruchtfolgegestaltung				
5.1 Fruchtarten				
<i>5.1.1 Verringerung des Maisanteils</i>	+	++	++++	TUM
<i>5.1.2 Verringerung des Rapsanteils</i>	+	+	++++	TUM
5.2 Zwischenfruchtanbau	++++	++	+	TUM



Maßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz

Bewertungsmatrix



	Umsetzbarkeit	Effizienz	Kosten	zuständig
6 Beratung				
6.1 Intensive einzelbetriebliche Beratung	++	+++	++++	LfL
6.2 Fütterungsberatung	+++	++	++	LfL
6.3 Schulung der Landwirte	++	++	++	LfL



Maßnahmen zur Erhöhung der Stickstoffeffizienz

Bewertungsmatrix



	Umsetzbarkeit	Effizienz	Kosten	zuständig
6 Beratung				
6.1 Intensive einzelbetriebliche Beratung	++	+++	++++	LfL
6.2 Fütterungsberatung	+++	++	++	LfL
6.3 Schulung der Landwirte	++	++	++	LfL
7 Kontrolle				
7.1 Einhaltung der Düngeverordnung	++	+++	+++	LfL
7.2 Einhaltung der Wirtschaftsdünger- verbringungsverordnung	++	+++	+++	LfL

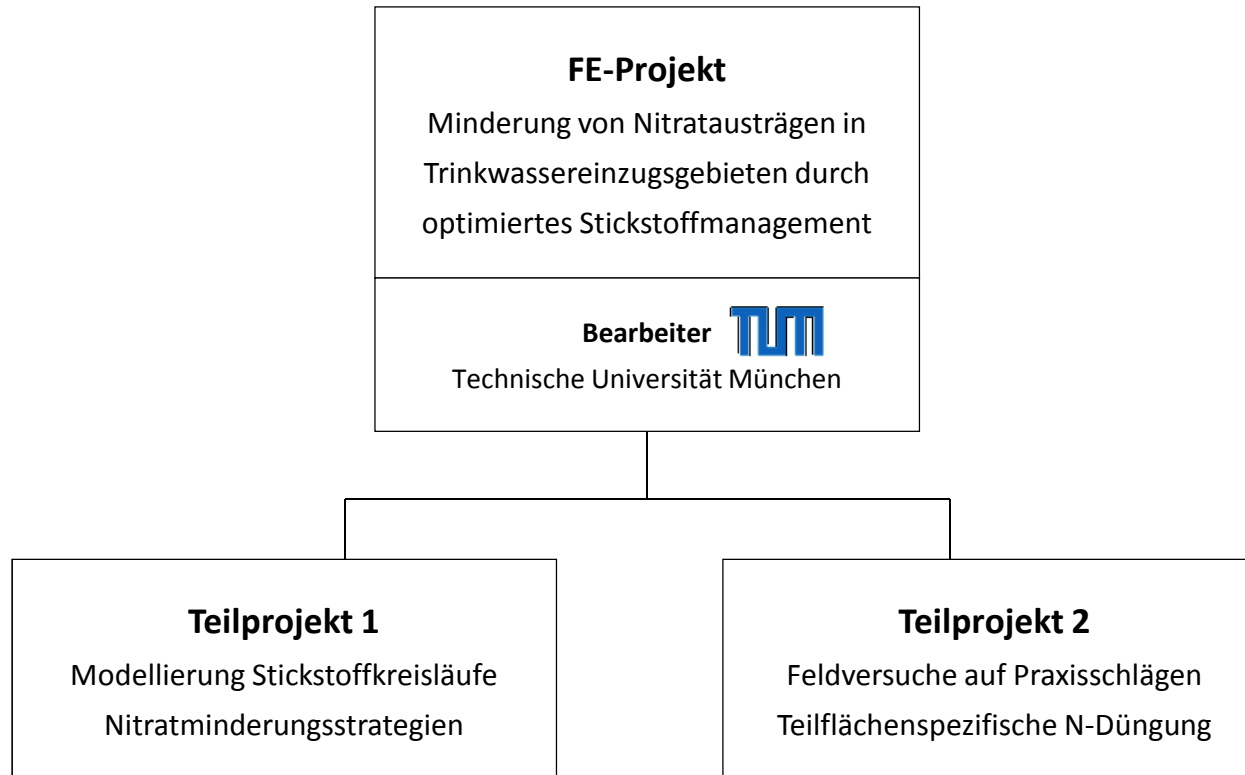
Minderung von Nitratausträgen in Trinkwassereinzugsgebieten durch optimiertes Stickstoffmanagement

Projekt Landwirtschaft und Grundwasserschutz

Informationsveranstaltung zum Abschluss des Forschungsprojekts am 05. Juli 2017 in Hohenthann



Struktur Forschungsprojekt Hohenthann



gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium für
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten





Projektleitung

- Prof. Dr. Kurt-Jürgen Hülsbergen
- Dr. Franz Xaver Maidl

Doktoranden

- Felix Forster, M.Sc., Josef Prücklmaier, M.Sc.

Wissenschaftlich-technische Mitarbeiter

- Dr. Ludwig Nätscher (Labor)
- Dipl. Ing.(FH) Andreas Kern (Feldversuche)
- Iris Leineweber (Feldversuche, Probenahme)

Bachelor- und Masterarbeiten, Studentische Hilfskräfte



- **Bereitstellung von Flächen für Versuche**
- **Bereitstellung von Betriebsdaten für Stickstoffbilanzen**
- **Sensorgestützte Analyse der Erträge und N-Entzüge**
- **Übergabe der Untersuchungsergebnisse**
- **Auswertung und Diskussion der Ergebnisse**



Untersuchungskonzept, Teilprojekt 1

Analyse des Nitrataustragspotenzials und Nitratminderungsstrategien



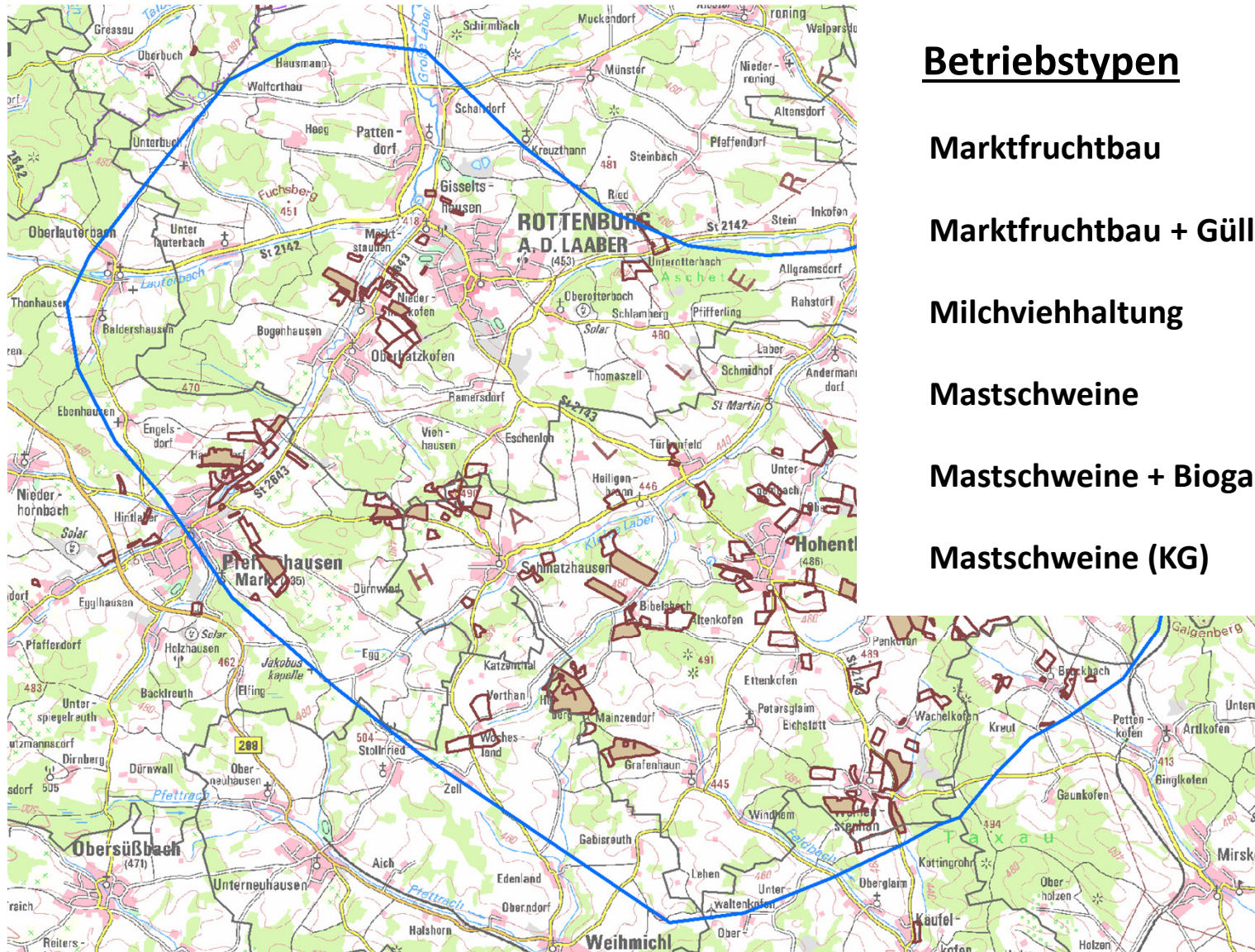
Untersuchung der Zusammenhänge zwischen

- **Landwirtschaft** (Fruchtfolge, Tierbesatz, Technik, ...)
- **Standort** (Boden, Witterung, Sickerwasserbildung, ...)
- **Nitrataustragspotenzial (Modellwerte)**
- **Nitratgehalt und -vorrat in Böden (Messwerte)**



Untersuchungsgebiet und Untersuchungsflächen

Projekt Hohenthann



Betriebstypen

Marktfruchtbau

Marktfruchtbau + Gülle

Milchviehhaltung

Mastschweine

Mastschweine + Biogas

Mastschweine (KG)

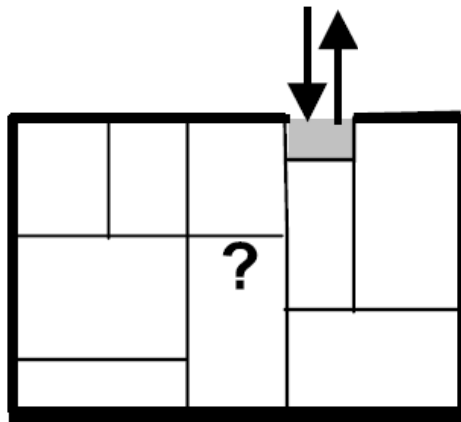


Methoden der Stickstoffbilanzierung

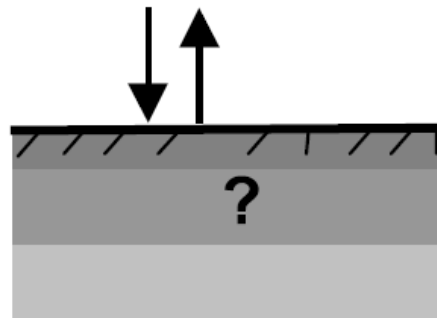
(nach OENEMA et al. (2003): Europ. J. Agronomy 20, 3-16)



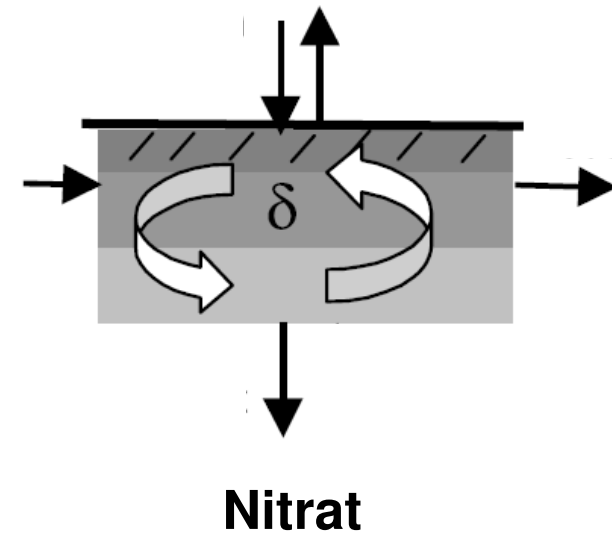
Hoftorbilanz



Flächenbilanz

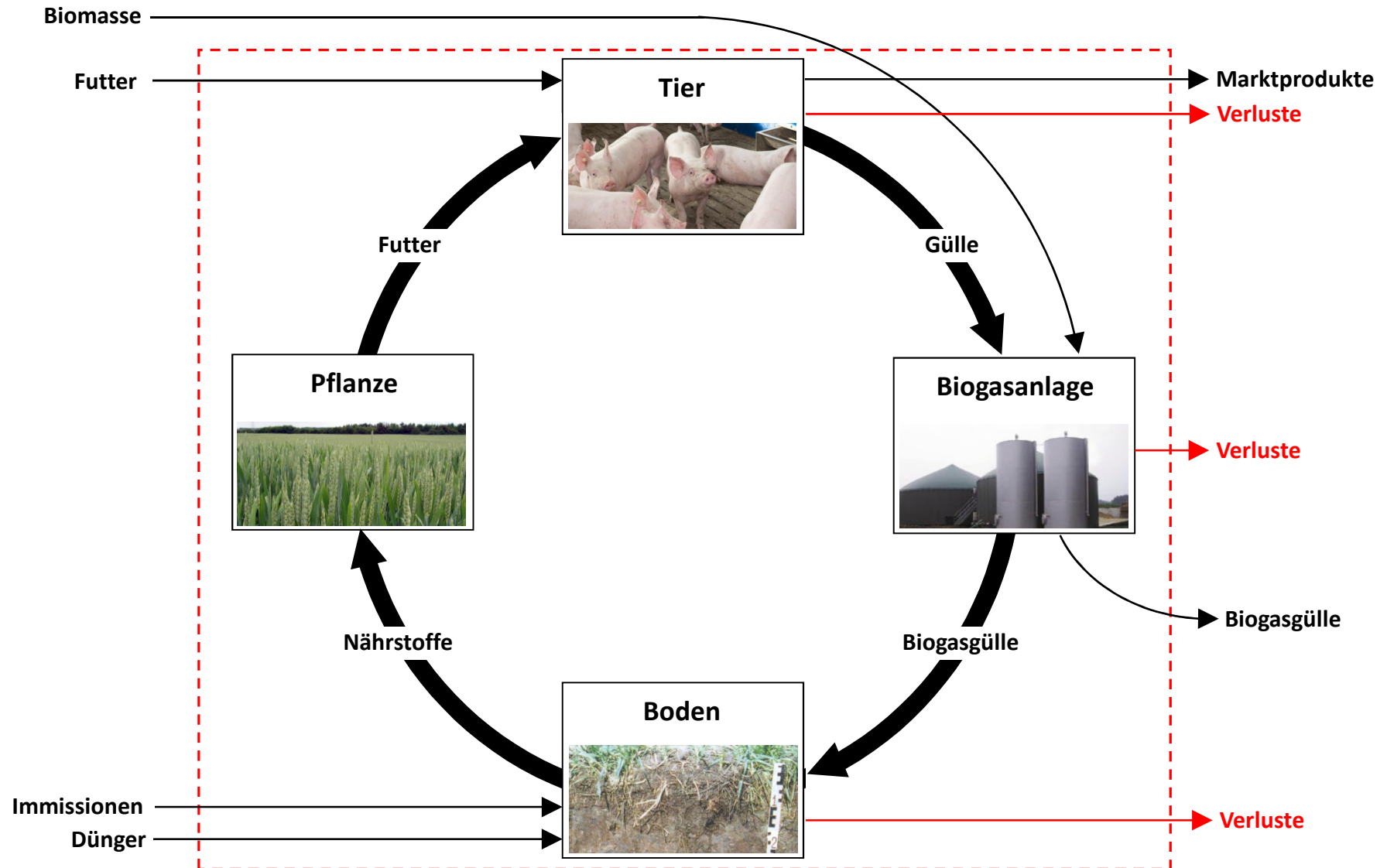


Stickstoffumsatz





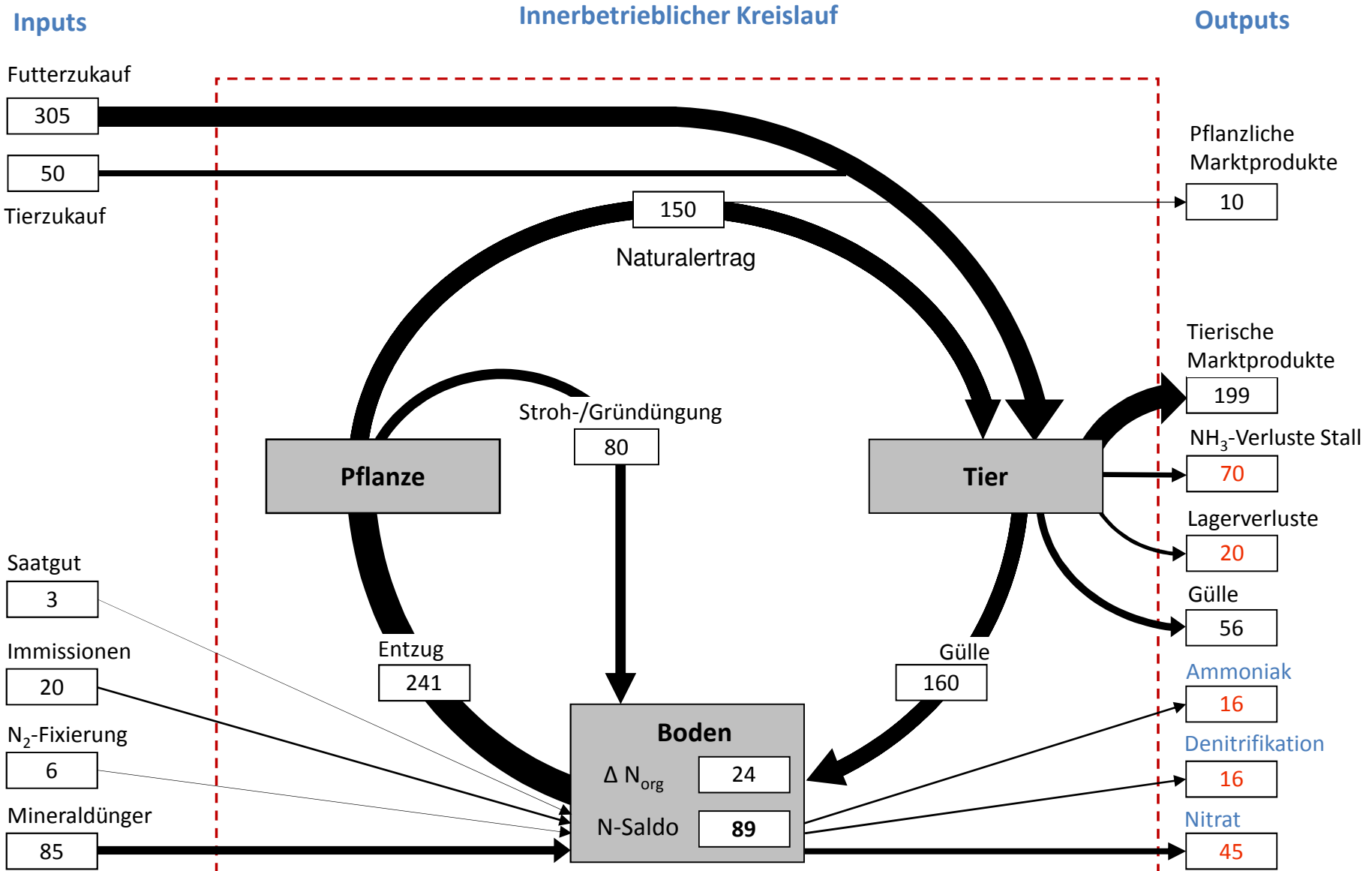
Stickstoffkreislauf im Landwirtschaftsbetrieb





Stickstoffkreislauf, Schweinemast

(kg N ha⁻¹ a⁻¹), Untersuchungsjahr: 2013 – 2015, Forster (2017)





Ergebnisse der flächenbezogenen Stickstoffbilanzierung

2013 – 2015 (Forster 2017)



Parameter	kg ha ⁻¹
N-Input	228 – 323
Gülle-N	18 – 205
Mineral-N	85 – 186
N-Entzug	139 – 207



Ergebnisse der flächenbezogenen Stickstoffbilanzierung

2013 – 2015 (Forster 2017)



Parameter	kg ha ⁻¹
N-Input	228 – 323
Gülle-N	18 – 205
Mineral-N	85 – 186
N-Entzug	139 – 207
ΔN_{org}	-42 – 24
N-Saldo*	67 – 135

* mit ΔN_{org} , ohne NH₃-Emissionen



Ergebnisse der flächenbezogenen Stickstoffbilanzierung

2013 – 2015 (Forster 2017)



Parameter	kg ha ⁻¹
N-Input	228 – 323
Gülle-N	18 – 205
Mineral-N	85 – 186
N-Entzug	139 – 207
ΔN_{org}	-42 – 24
N-Saldo*	67 – 135
<i>Ammoniakverluste</i>	6 – 32
<i>Denitrifikationsverluste</i>	16 – 22
Nitratverluste	42 – 104

* mit ΔN_{org} , ohne NH₃-Emissionen



Ergebnisse der Stickstoffbilanzierung

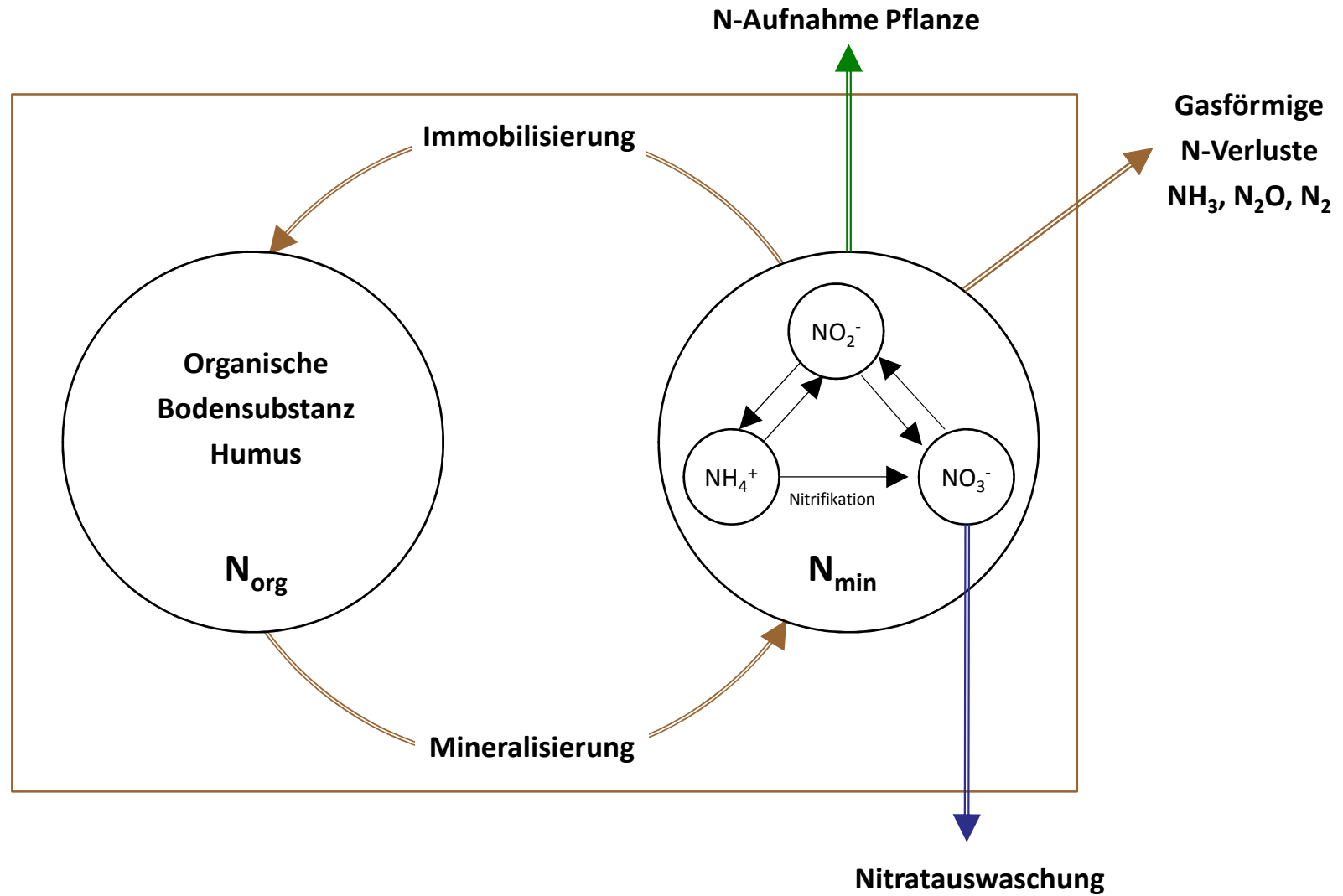
2013 – 2015 (Forster 2017)



N-Effizienz	%
Betrieb	33 – 67
Tierhaltung	22 – 37
Pflanzenbau	45 – 67

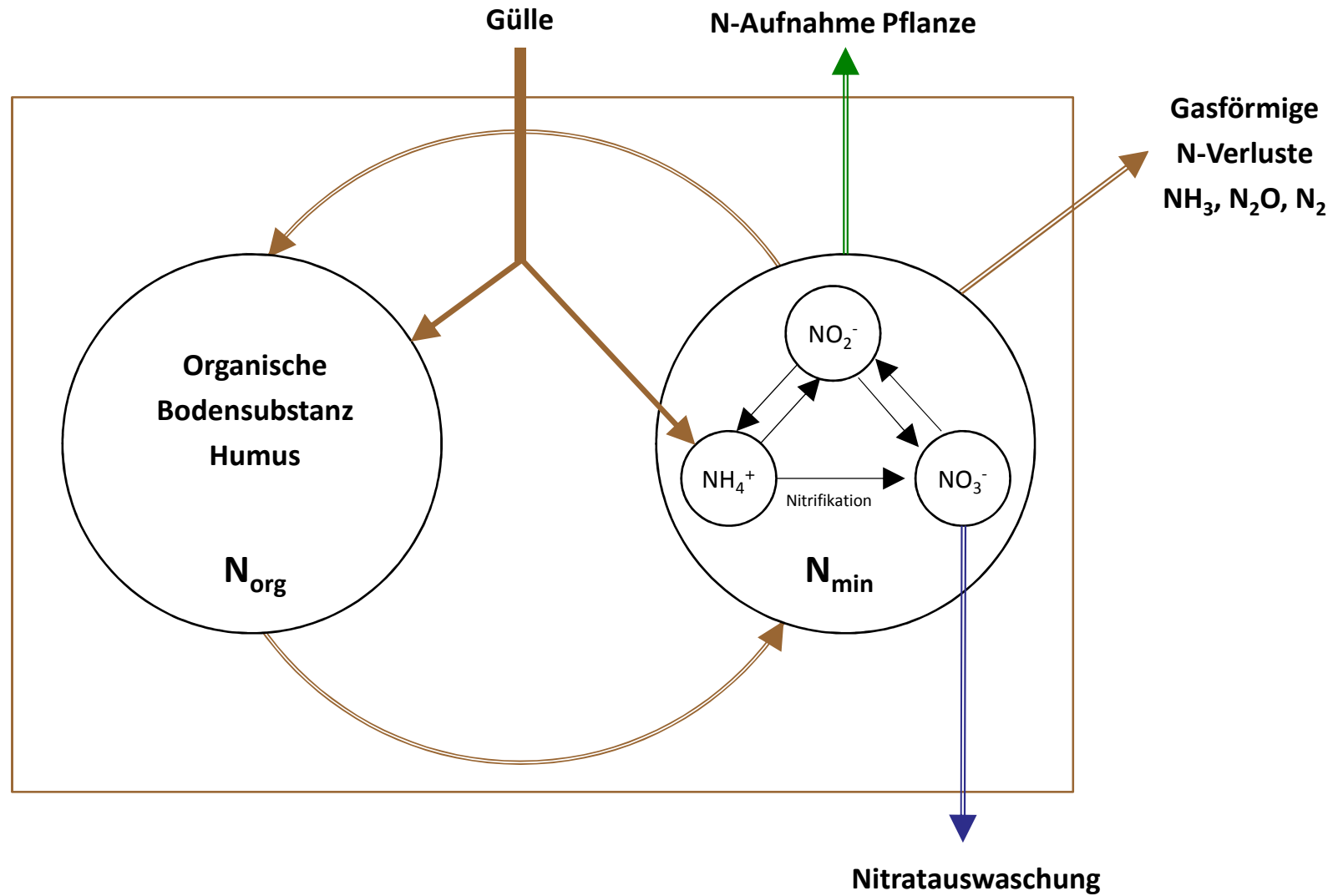


Stickstoffkreislauf im Boden



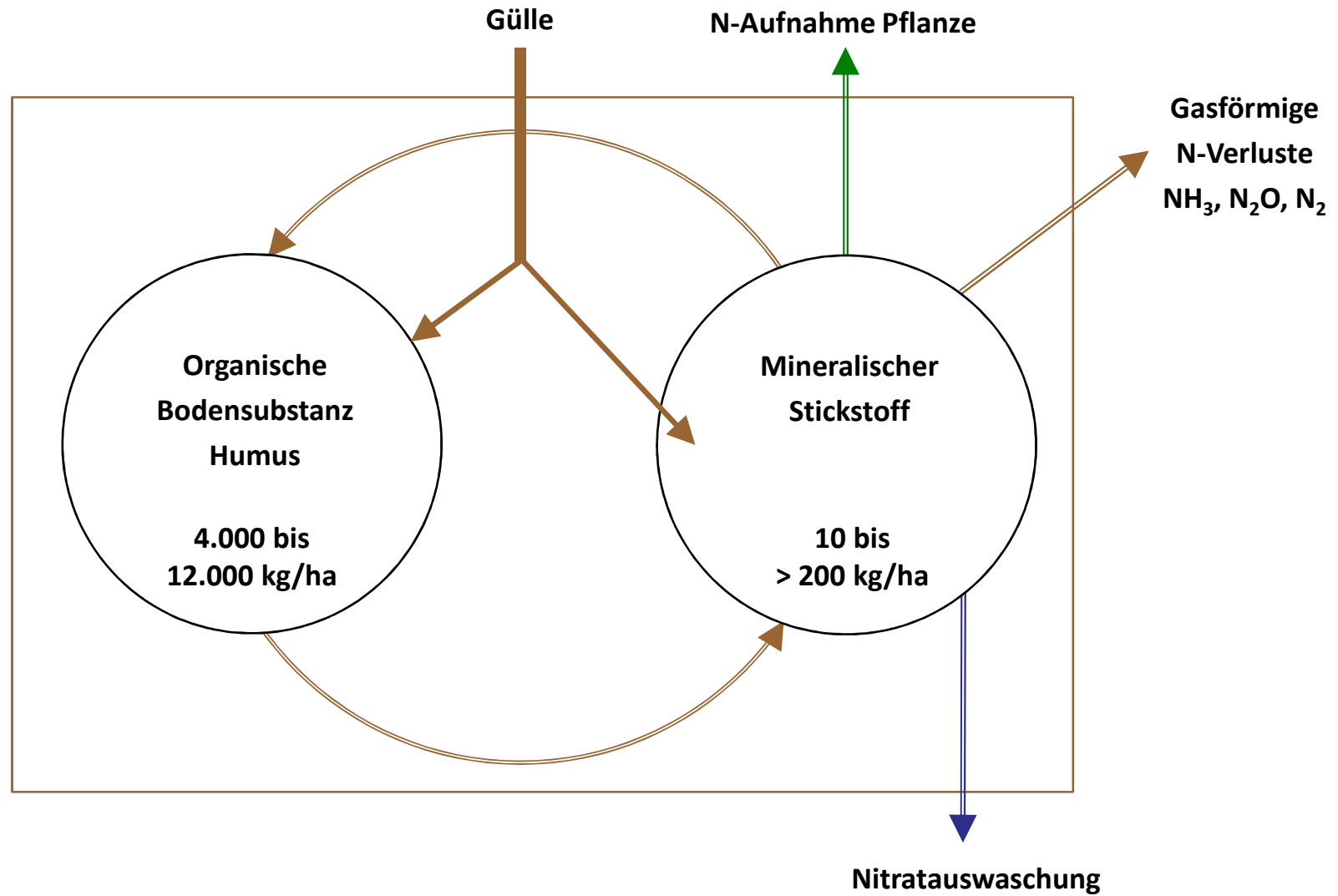


Stickstoffkreislauf im Boden





Stickstoffkreislauf im Boden





Erträge und N-Entzüge ungedüngter Parzellen

Winterweizen, 2015 (Prücklmaier 2017)



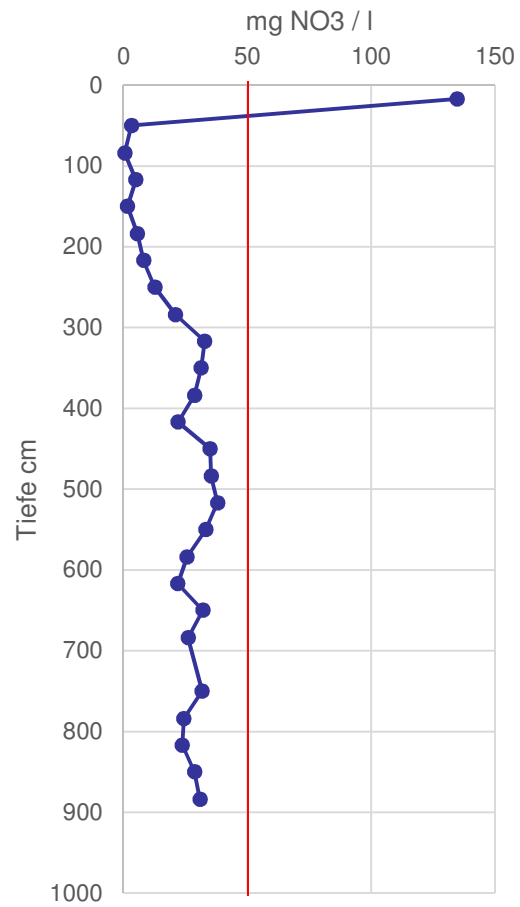
Ertrags- potenzial	Mineralisations- potenzial	Ertrag dt ha ⁻¹	N-Entzug kg ha ⁻¹
hoch	hoch	108,1	134
niedrig	hoch	86,4	107
hoch	niedrig	56,5	78
niedrig	niedrig	51,1	53



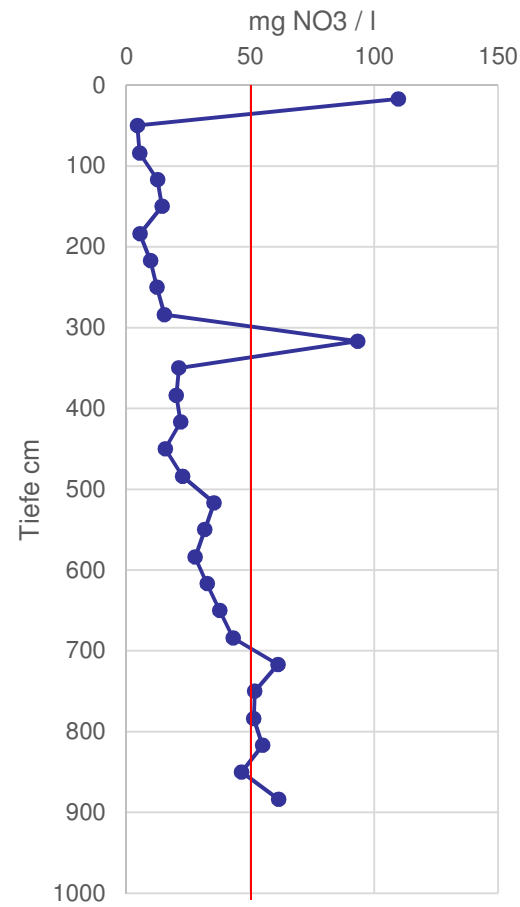
Ergebnisse der Tiefenbohrungen (Forster 2016)



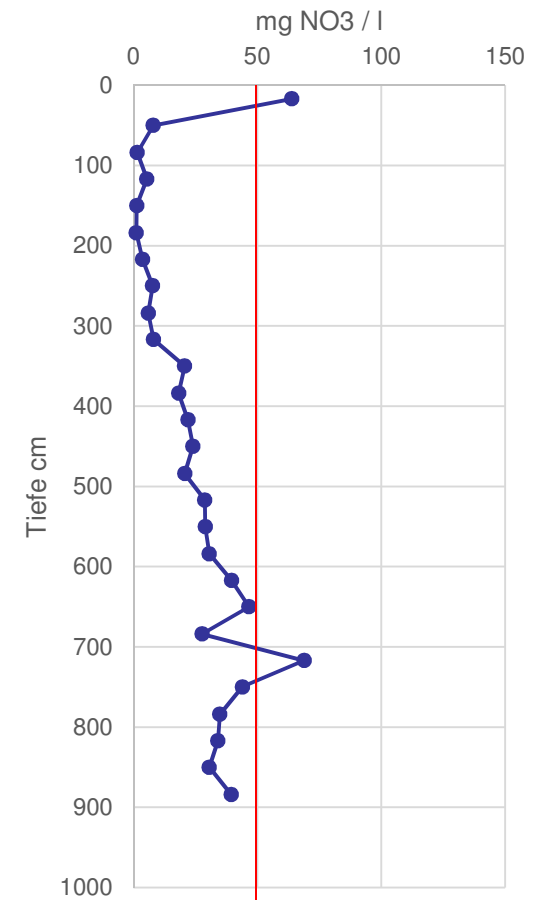
Parzelle 8



Parzelle 9



Parzelle 10

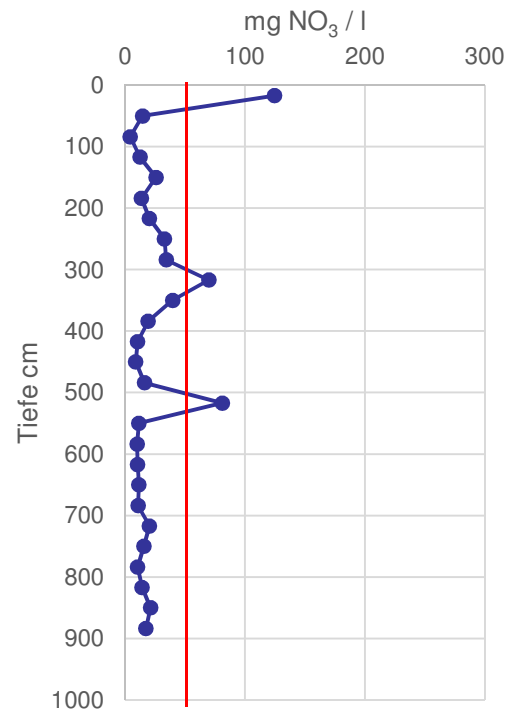




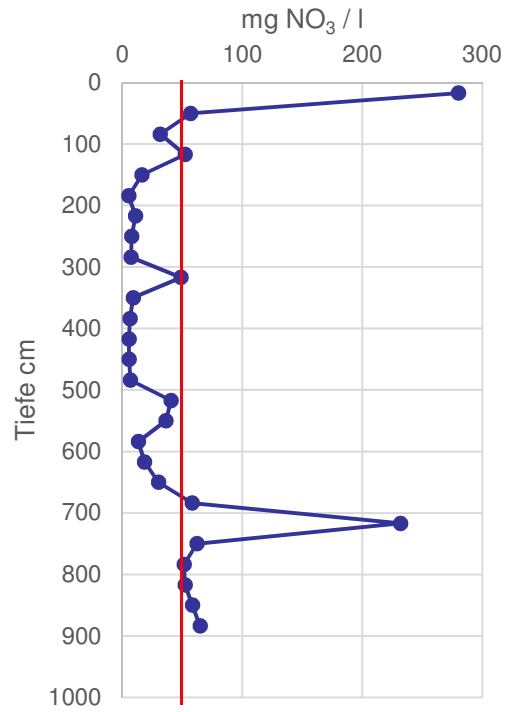
Ergebnisse der Tiefenbohrungen (Forster 2016)



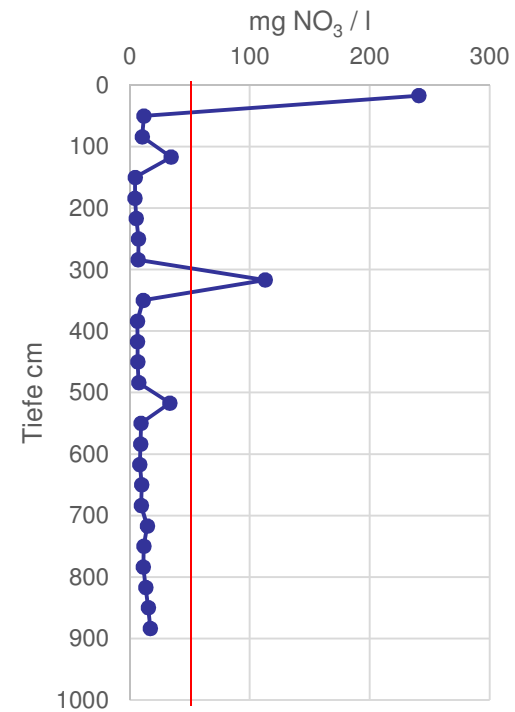
Parzelle 6



Parzelle 7



Parzelle 8





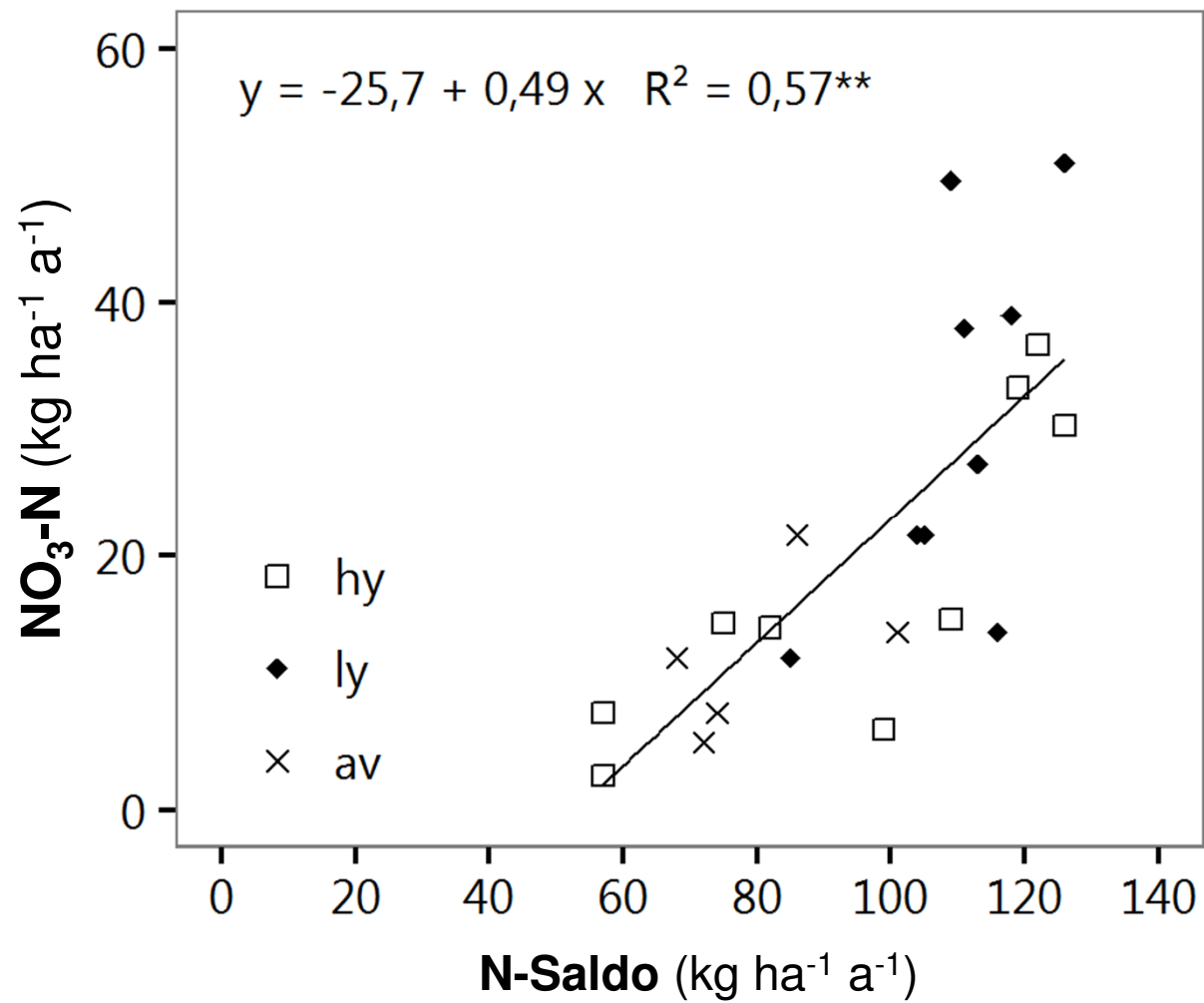
Tiefenbohrungen (Rammkernsonden, bis 9 m)

Die im Boden unterhalb der durchwurzelten Zone gemessenen Nitratgehalte liegen überwiegend unter 50 mg l⁻¹.



Beziehung zwischen N-Saldo und Nitratverlusten

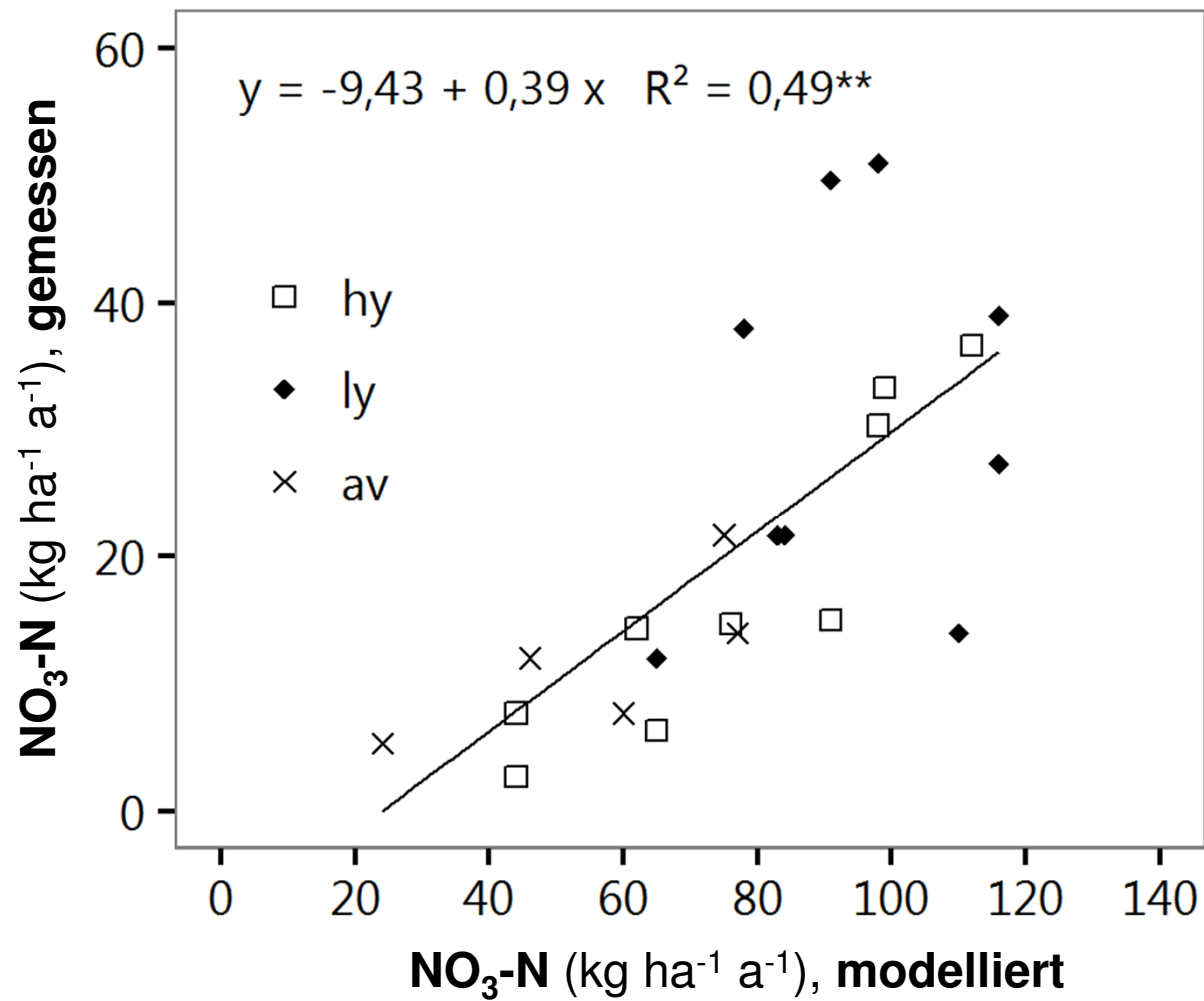
ermittelt mit Tiefenbohrungen (Forster 2017)





Beziehung zwischen modellierten und gemessenen Nitratverlusten

ermittelt mit Tiefenbohrungen (Forster 2017)





Stickstoffkreisläufe

In allen Betriebstypen (Marktfrucht, Milch, Schwein, Biogas)
bestehen Möglichkeiten zur

- Einsparung von Stickstoff
- Erhöhung der N-Effizienz
- Reduzierung der N-Salden und der Nitratausträge.

Optimierungsansätze

- Tierhaltung (proteinreduzierte Fütterung)
- Pflanzenbau (Zwischenfrüchte, bedarfsgerechte Düngung)
- Gesamtbetrieb (Begrenzung Futterzukauf, Gülleabgabe)



**Auch bei intensiver Landwirtschaft (Schweinehaltung) können
die N-Salden auf $< 50 \text{ kg N/ha}$
die Nitratverluste auf $< 30 \text{ kg N/ha}$
die Nitratgehalte auf $< 50 \text{ mg/l}$
begrenzt werden.**

Voraussetzungen

- **Effiziente Gülleverwertung**
- **Berücksichtigung der N-Nachlieferung aus den Böden**
- **Pflanzenbedarfsgerechte Mineral-N-Düngung**



- **Flächendeckende, räumlich differenzierte Stickstoffbilanzierung**
- **Ökonomische Bewertung von Nitratminderungsmaßnahmen**
- **Trinkwasserschutz durch sensorgestützte N-Düngung**
- **Analyse der Denitrifikationsverluste (N_2 , N_2O)**
- **Umstellung auf Ökologischen Landbau**