

Analyse der Stickstoffbilanzen ausgewählter Betriebe und Schlussfolgerungen für einen effizienten N-Einsatz



Gliederung

- Hintergrund WRRL & Vorstellung des Projektes „Analyse des N-Managements von Praxisbetrieben“
- Grundlagen der Nährstoffbilanzierung mit BEFU & REPRO
- Ergebnisse der Nährstoffbilanzierung ausgewählter sächsischer Betriebe (IST-Zustand)
- Betriebliche Optimierung des N-Managements auf Grundlage von REPRO am Beispiel von 2 Betrieben
- Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Chemischer Zustand

Grundwasserkörper: Parameter Nitrat

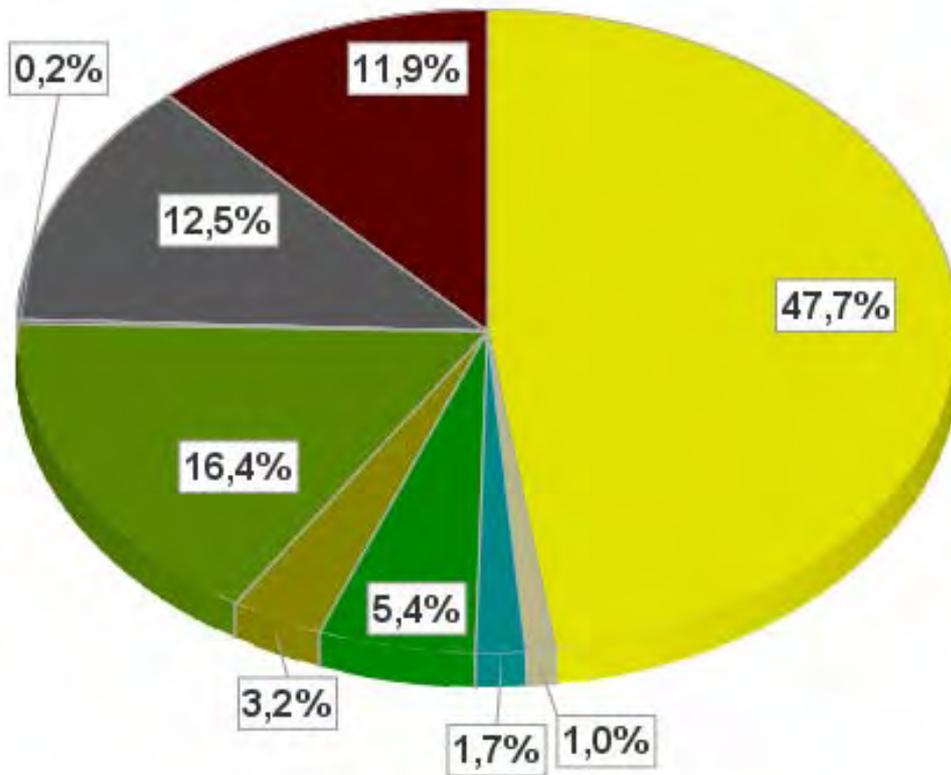


24 % der sächsischen
Grundwasserkörper
sind aufgrund ihres
Nitratgehaltes in einem
schlechten chemischen
Zustand nach WRRL

EG-Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG in Sachsen

**Chemischer Zustand der Grundwasserkörper
hinsichtlich Nitrat**

Quellenbezogene N-Emissionen in sächsische Gewässer



Relative Anteile von Stickstoff-
einträgen (Emission) aus
diffusen Quellen und Punkt-
quellen im Freistaat Sachsen

- Acker
- sonstige Flächen
- offene Wasserflächen
- Grünland
- Laubwald
- Nadelwald
- Obst-/ Weinbau
- Siedlung
- komm. KA + Ind.DE

Quelle: „Atlas der Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer“, Zeitraum 2005, LfULG 2009

Analyse des N-Managements von Praxisbetrieben in Sachsen

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Projekthalt

HINTERGRUND

WRRL → guter Zustand von Grund-
und Oberflächenwasserkörper

HAUPTZIEL

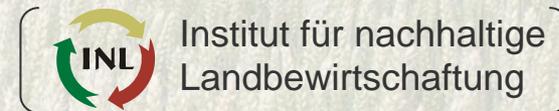
Reduktion diffuser N-Einträge aus
der landwirtschaftlichen Nutzung

ANSATZ

Verminderung von grundwasserbe-
lastenden N-Bilanzüberschüssen

VORGEHEN

- Auswahl von Praxisbetrieben (n=16)
- Analyse des Stickstoffmanagements
Bilanzzeitraum: 3 Erntejahre
Flächen- & Hoftorbilanzen nach BEFU
Anwendung des Modells REPRO



- Darstellung betrieblicher Opti-
mierungspotenziale mit REPRO

Analyse des N-Managements von Praxisbetrieben in Sachsen

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Optimierung mit REPRO

Wie kann die Bewirtschaftung in Hinblick auf den N-Saldo und eine verringerte NO_3 -Konzentration im Sickerwasser optimiert werden?

Ermittlung des IST-Zustands [Grundlage Betriebsdaten 2006-2008]

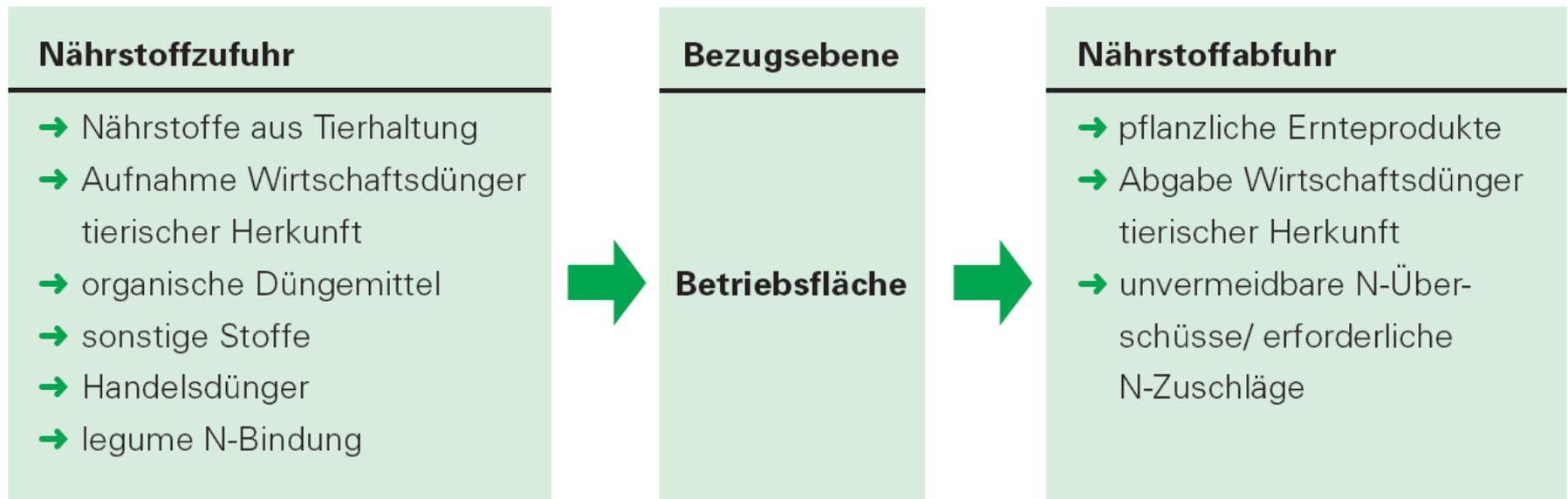
Analyse und Bewertung der
Indikatoren **N-Saldo** und
Nitratbelastung

Vergleich
IST-Zustand mit
Soll-Werten

Ableiten geeigneter Maßnahmen
Entwicklung von Szenarien [Grundlage Betriebsdaten 2006-2008]

Nährstoffbilanzierung mit BEFU

Schema Flächenbilanz nach DüV



[Umsetzung der DüV, 2007]

Nährstoffbilanzierung

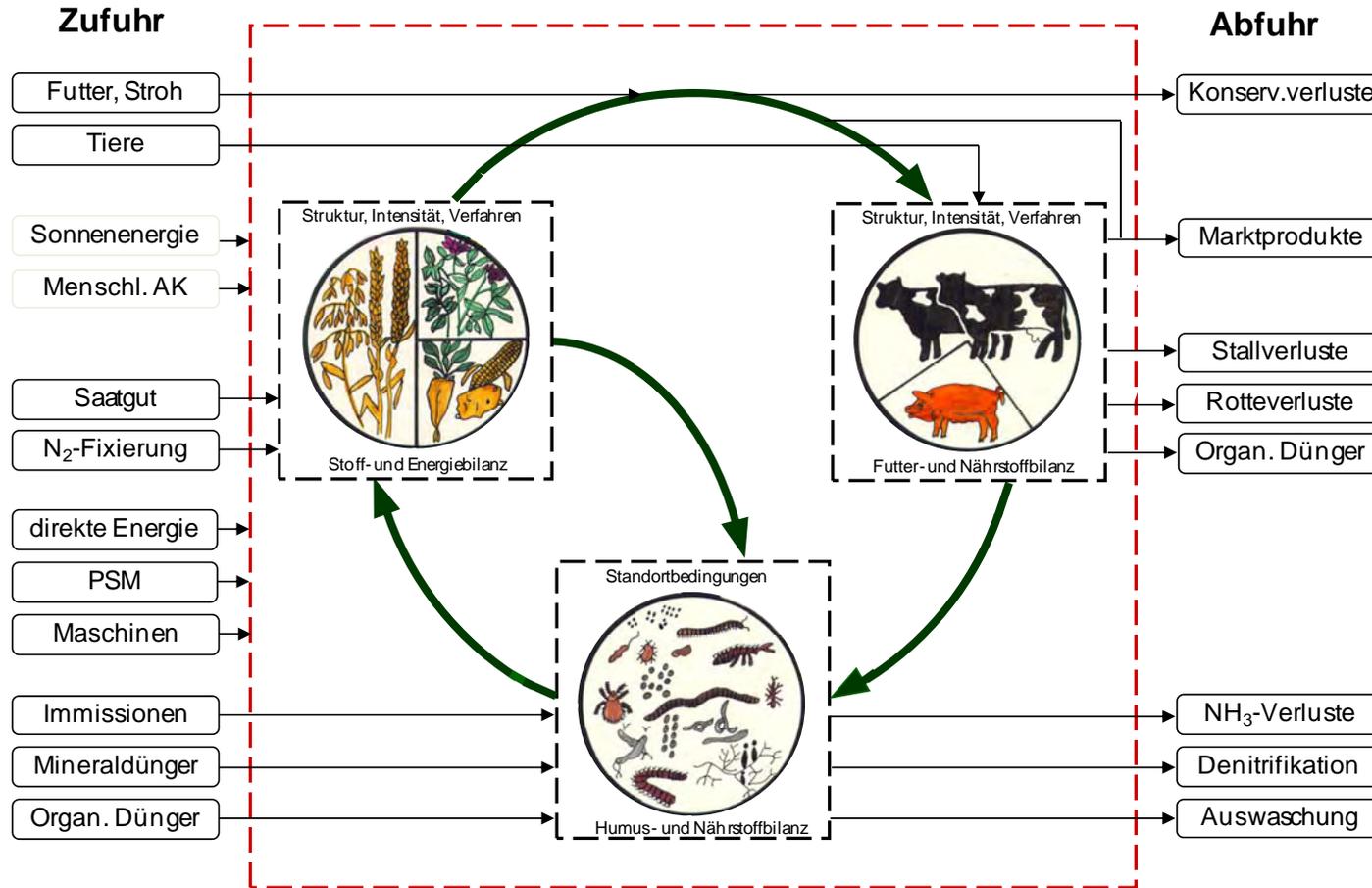
Bewertung nach Düngeverordnung

- I Grenzwerte zur Einhaltung der guten fachlichen Praxis:

Betrieblicher N-Überschuss [kg/ha]	
Zielwerte Dreijahresmittel nach DüVO §6 (2)	
2006	} 90
2007	
2008	} 80
2009	
2010	} 70
2011	
	} 60

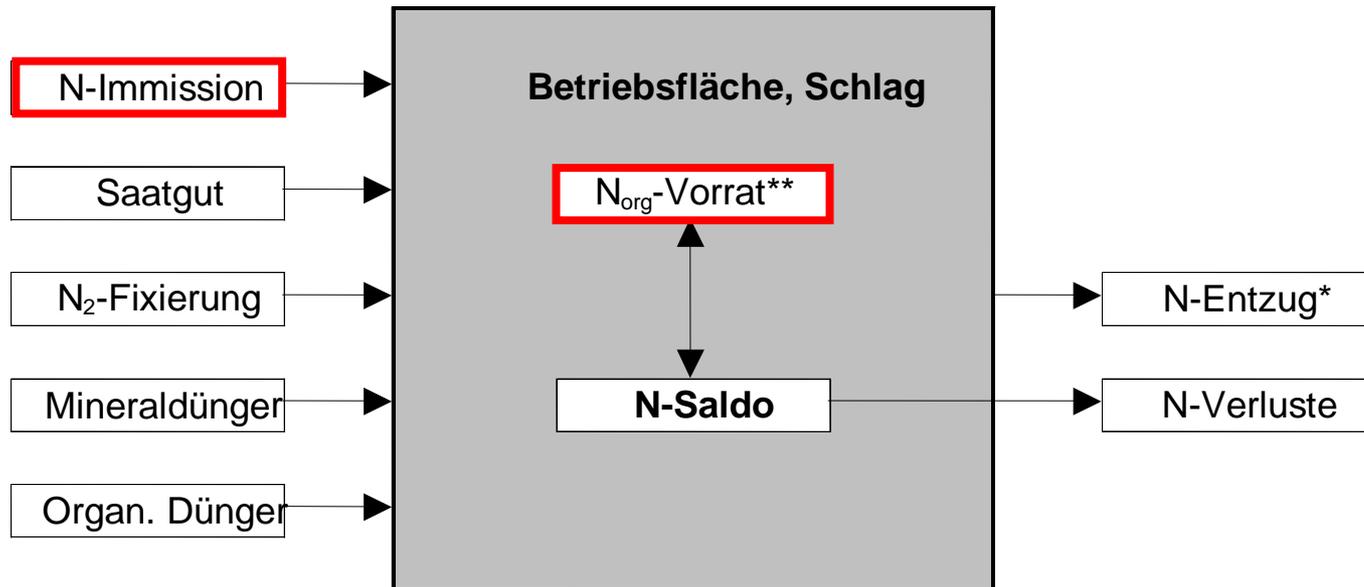
Das Modell REPRO

Landwirtschaftsbetriebes als vernetztes System



Quelle: REPRO

$$\text{N-Saldo} = \text{N-Einsatz} - \text{N-Entzug} - \Delta N_{\text{org}}$$



* N-Entzug der geernteten Haupt- und Nebenprodukte

** Veränderung der Boden-N-Vorräte (Netto-Mineralisation/-Immobilisation)

Quelle: REPRO

Betriebe N-Management

Charakterisierung Standort

Betrieb	Bodenart	AZ	Entstehung	Ø NS (mm)	Ø T (°C)
D-1	SI - IS	53	Diluvial	512 ^{c)}	10,1 ^{c)}
D-2	IS	36	Diluvial	600 ^{b)}	10,0 ^{b)}
D-3	IS - SI	46	Diluvial	512 ^{c)}	10,1 ^{c)}
D-4	IS - SI	36	Diluvial	600 ^{b)}	10,0 ^{b)}
D-5	IS	37	Diluvial	600 ^{b)}	10,0 ^{b)}
Lö-1	L	57	Löss	693 ^{a)}	8,4 ^{a)}
Lö-2	sL	61	Löss	667 ^{a)}	8,9 ^{a)}
Lö-3*	L	73	Löss	643 ^{a)}	8,1 ^{a)}
Lö-4*	L - sL	58	Löss	643 ^{a)}	8,1 ^{a)}

* ohne Tierhaltung

^{a)} 1961-1990 ^{b)} 06/2002 bis 12/2009 ^{c)} 04/1994 bis 12/2009

Betriebe N-Management

Charakterisierung Standort

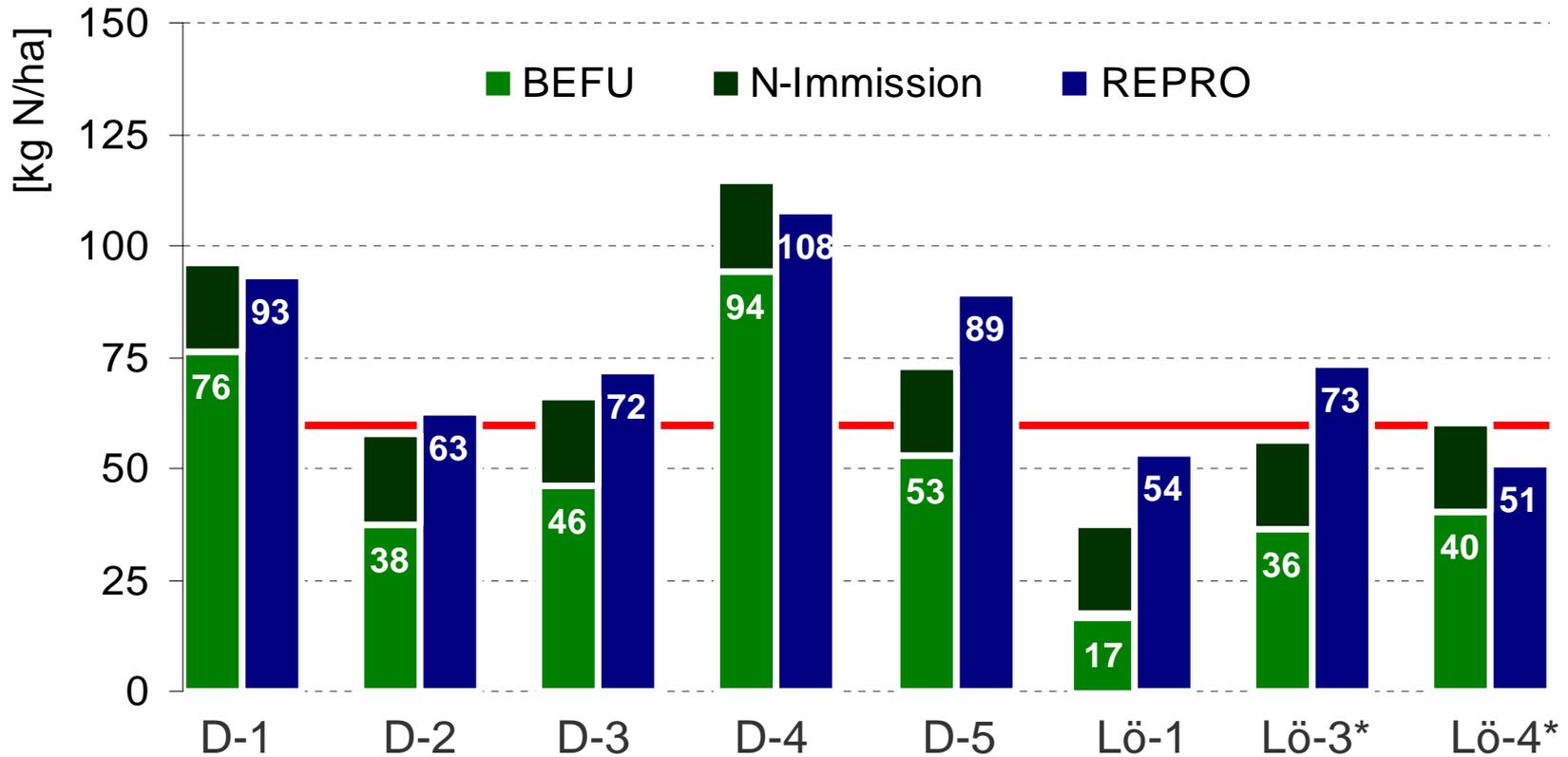
	LN [ha]	AL [% LN]	GL	Getreide [% AL]	GV/ha LN	Gülle [%]
D-1	> 2000	94	6	64	0,4	62
D-2	> 1000	81	20	65	0,4	0
D-3	> 2000	88	12	57	0,3	64
D-4	> 1000	74	26	50	1,3	94
D-5	< 1000	97	3	64	1,1	100
Lö-1	< 1000	88	12	60	0,4	90
Lö-2	< 1000	89	11	66	0,1	0
Lö-3*	< 1000	100	0	67	-	-
Lö-4*	> 1000	100	0	57	-	-

* ohne Tierhaltung

Ergebnisse

Vergleich REPRO & BEFU

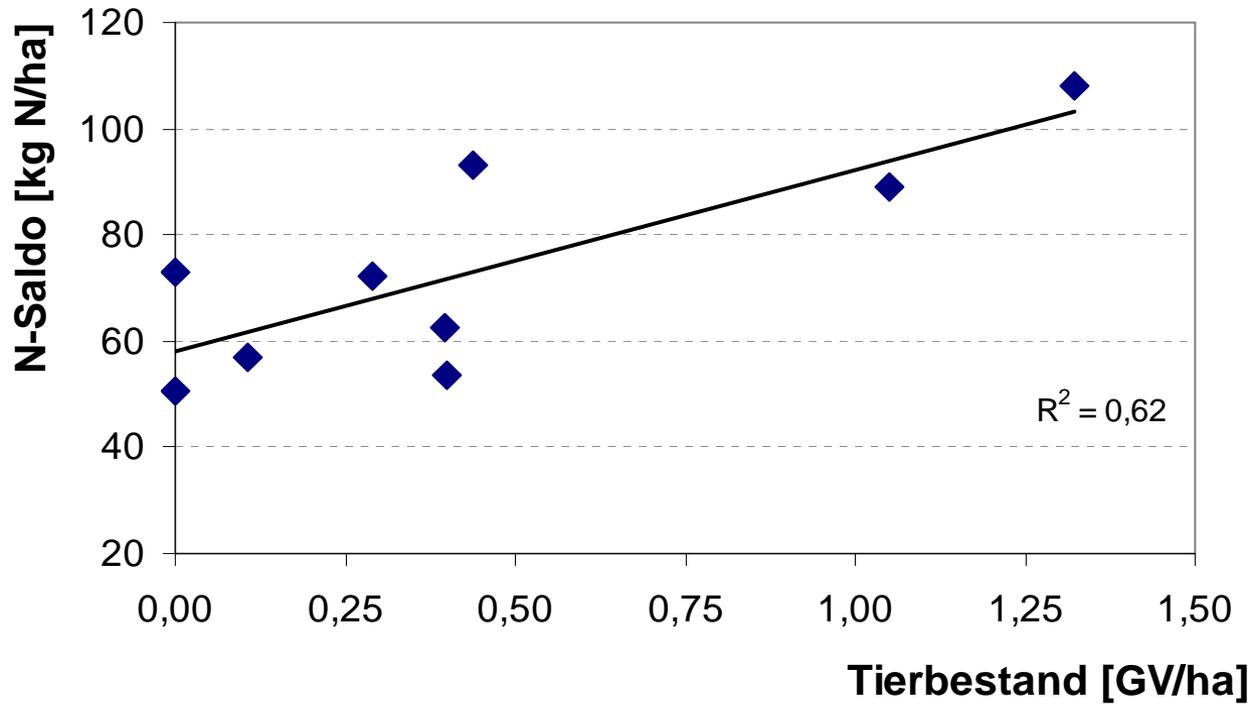
N-Saldo Betrieb Drei-Jahresmittel



Ergebnisse REPRO

Vergleich N-Saldo und Tierbestand

Drei-Jahresmittel Betrieb

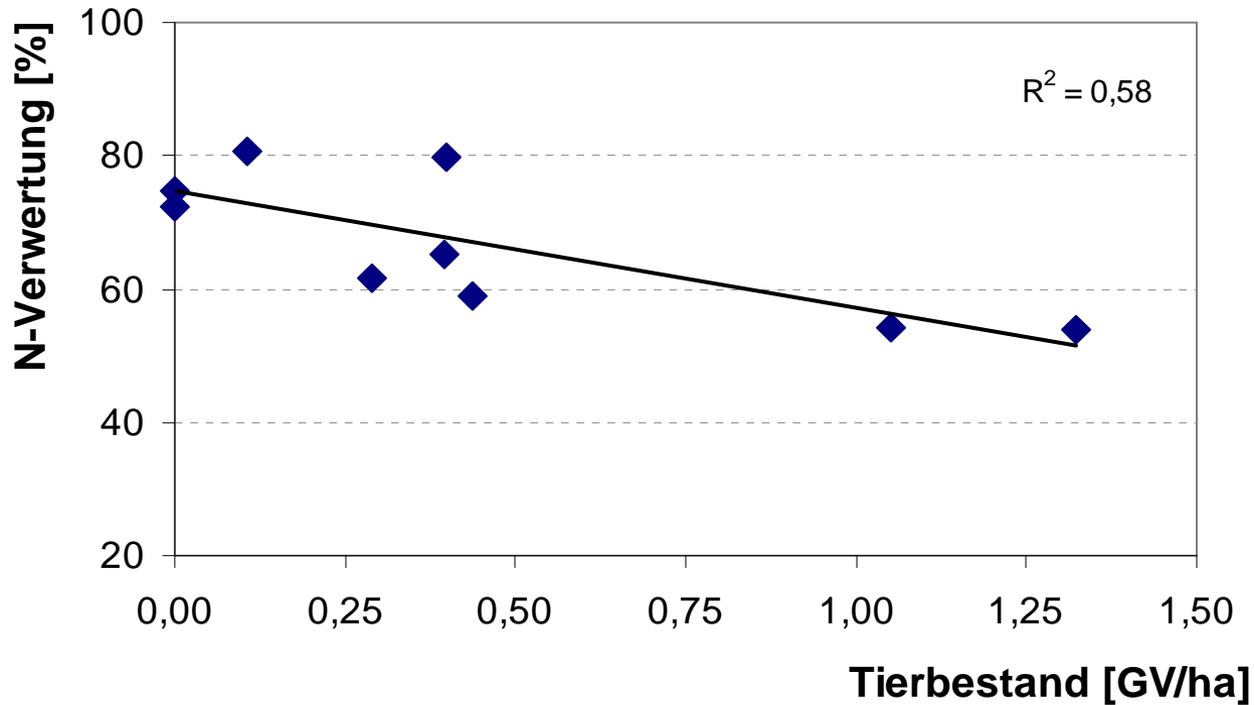


Ergebnisse REPRO

Vergleich N-Verwertung und Tierbestand



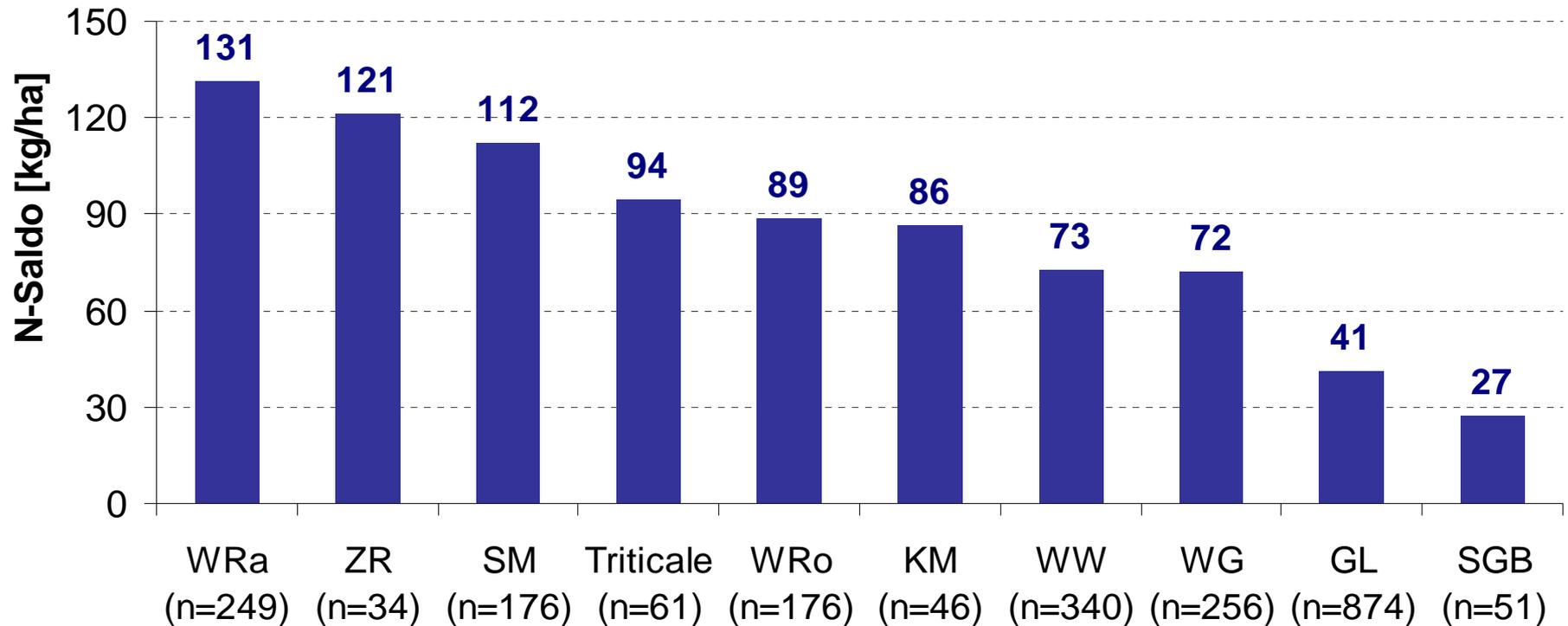
Drei-Jahresmittel Betrieb



Ergebnisse REPRO

Vergleich N-Saldo Fruchtarten

N-Saldo auf Grundlage Einzelschlagbilanzen



Ergebnisse REPRO

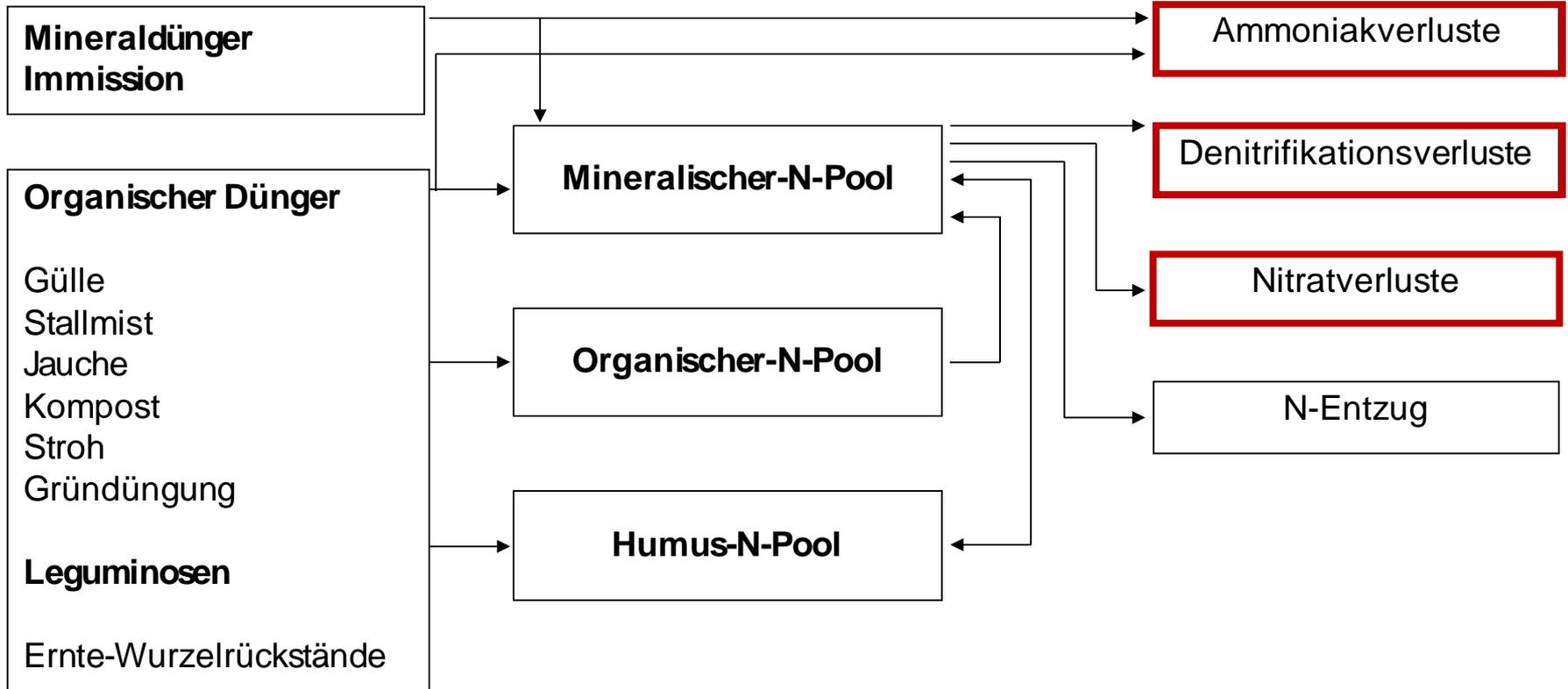
Vergleich N-Saldo Fruchtarten

N-Saldo auf Grundlage Einzelschlagbilanzen (2006-2009)

Jahr	WRa	ZR	SM	GL
Anzahl (N)	249	34	176	340
Nährstoffentzug ges.	136	251	132	129
Nährstoffentzug HP	102	115	132	129
Nährstoffentzug NP	34	136	0	0
Nährstoffzufuhr ges.	267	278	228	170
N-Immission	20	20	20	20
Symb. N-Zufuhr	0	0	0	31
Org. Düngung ges.	67	183	146	70
Stroh-/ Gründüngung	34	147	2	0
Wirtschaftsdünger	34	35	144	70
Mineraldünger	180	75	60	47
Änderung Boden-N-Vorrat	0	-94	-16	0
Nährstoffsaldo	131	121	112	41

REPRO

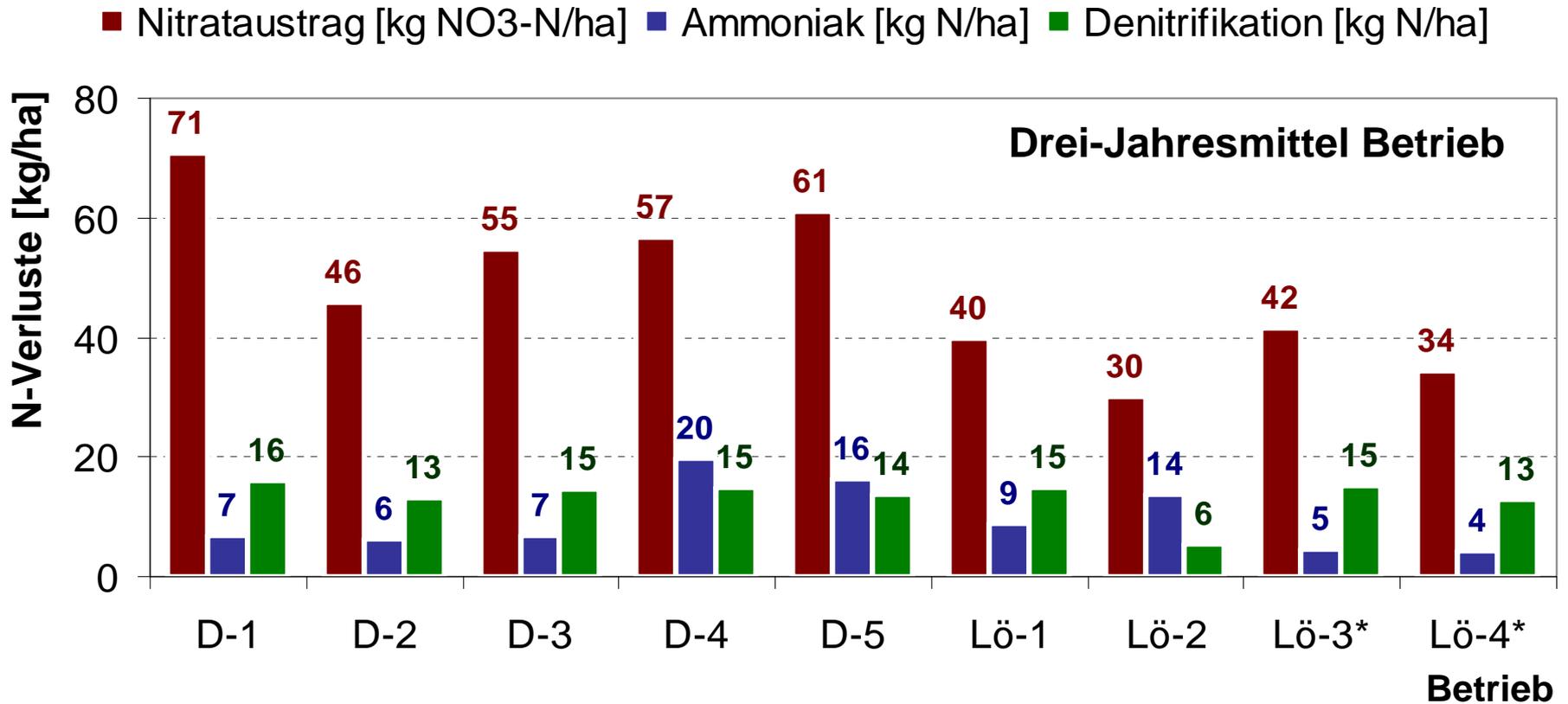
N-Flüsse im Boden



Quelle: REPRO

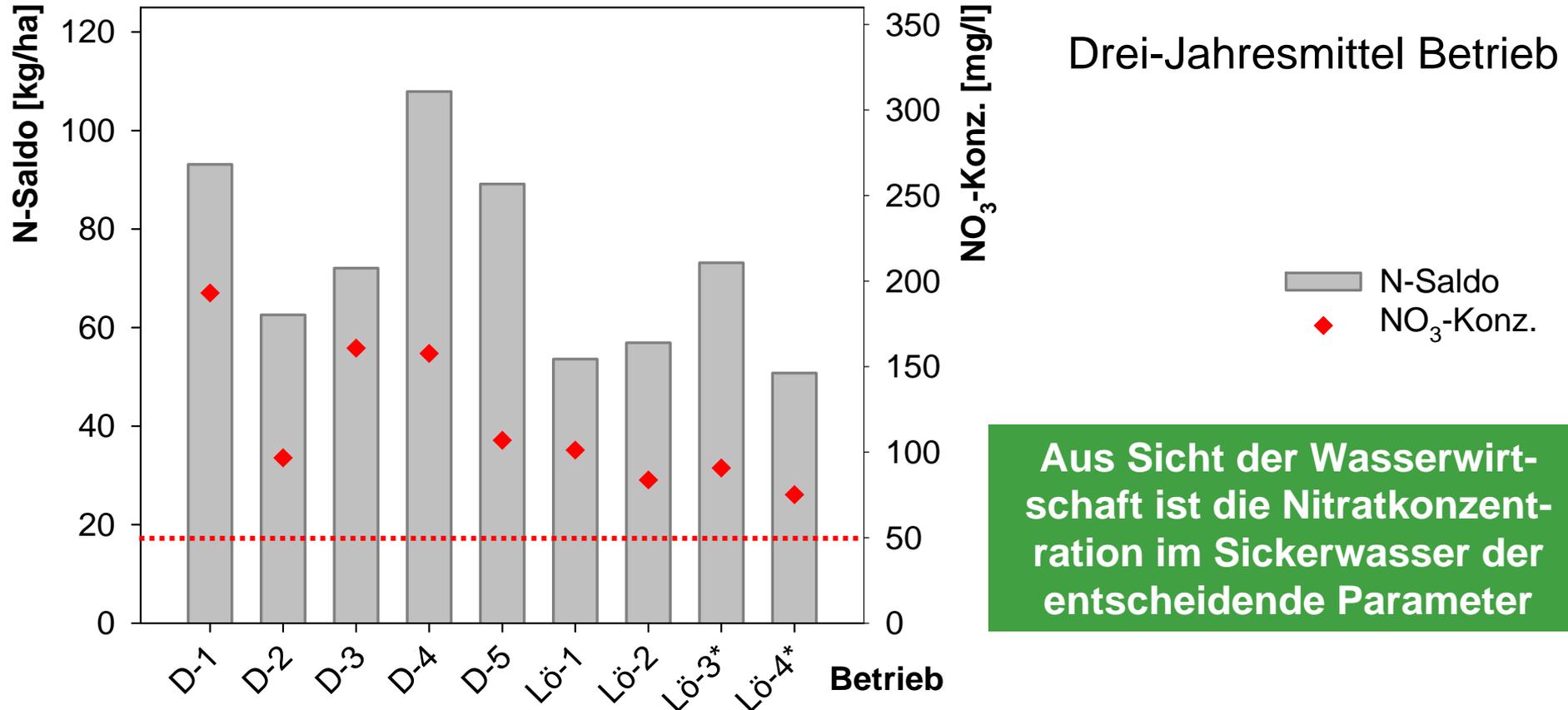
Ergebnisse REPRO

N-Verluste



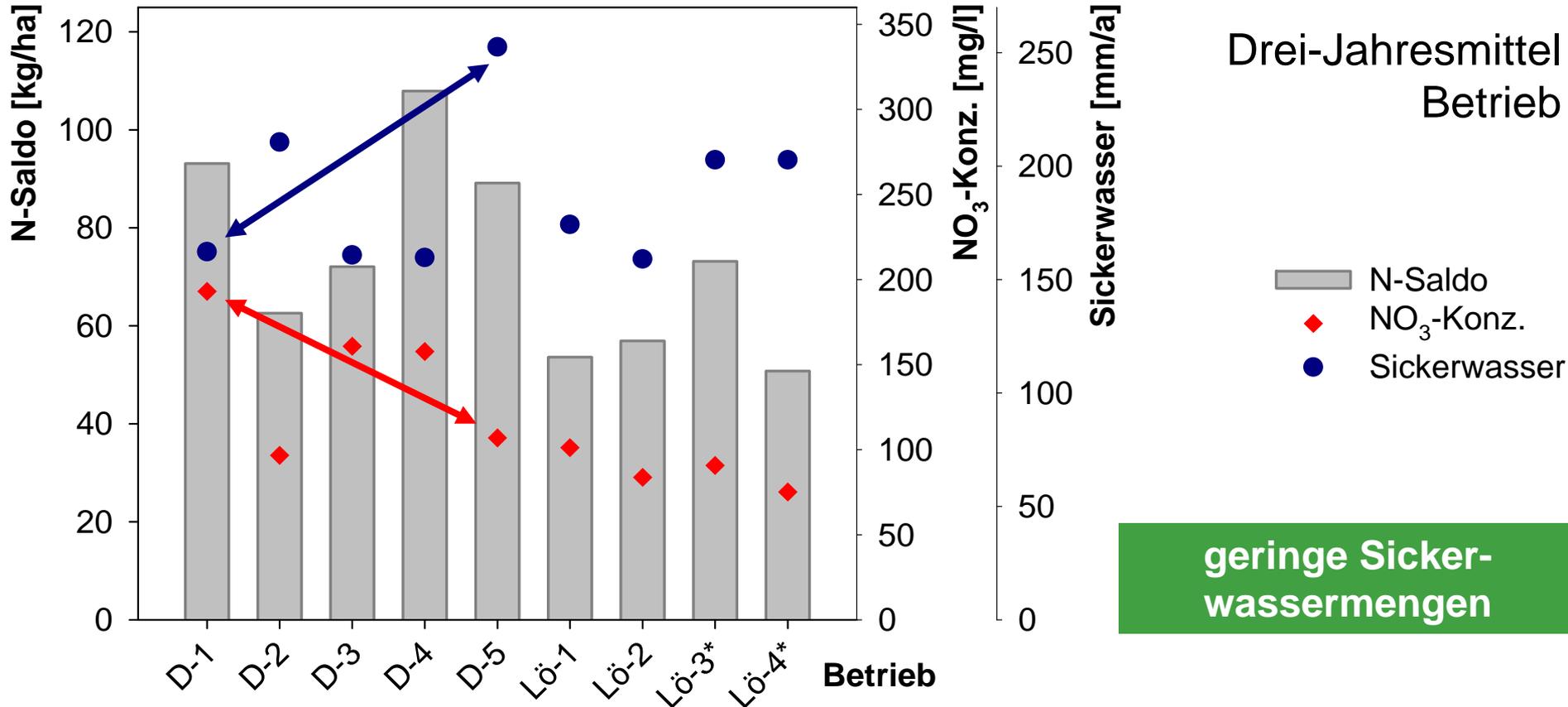
Ergebnisse REPRO

N-Saldo und NO₃-Konzentration im Sickerwasser



Ergebnisse REPRO

NO₃-Auswaschung



Optimierung mit REPRO

2 Betriebsbeispiele



		Betrieb D-1	Betrieb D-2
Agrarregion		Riesaer-Torgauer Elbtal	Sächsisches Heidegebiet
Bodenart		SI - IS	IS
AZ		53	36
Niederschlag	2006	406	490
[mm]	2007	583	776
	2008	538	683
LN	[ha]	> 2000	> 1000
GL	[% LN]	6,1	19,5
Tierbestand	[GV/ha LN]	0,4	0,4
Flüssigmist	[%]	62	0
Winterweizen	[dt/ha]	55	45
Wintergerste	[dt/ha]	68	48
Winterraps	[dt/ha]	30	26
Silomais	[dt/ha]	302	340

Optimierung mit REPRO

Betrieblicher N-Saldo D-1 und D-2

[kg N/ha]



Jahr	2006		2007		2008		2006-2008	
	D-1	D-2	D-1	D-2	D-1	D-2	D-1	D-2
Nährstoffentzug ges.	111,5	95,7	137,2	106,2	150,0	112,1	132,9	104,7
Nährstoffentzug HP	87,3	81,8	107,0	90,7	120,1	94,7	104,8	89,1
Nährstoffentzug NP	24,3	14,0	30,2	15,5	29,9	17,5	28,1	15,7
Nährstoffzufuhr ges.	225,8	154,5	228,3	153,7	220,8	174,3	224,9	160,9
N-Immission	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Nährstoffzufuhr Saatgut	2,0	1,2	1,5	1,0	1,9	1,1	1,8	1,1
Symb. N-Zufuhr	1,7	4,9	2,1	5,0	2,1	5,3	2,0	5,1
Org. Düngung ges.	51,5	42,4	55,7	42,6	50,4	45,8	52,6	43,6
Stroh-/ Gründüngung	21,8	7,6	29,4	7,7	27,4	944,0	26,2	8,2
Stalldung	14,4	24,3	11,1	22,3	6,4	19,7	10,6	22,1
Gülle	11,8	0	12,0	0	13,5	0	12,4	0
Jauche	0	1,2	0	0,5	0	1,2	0	1,0
Sonstige org. Dünger	3,5	9,3	3,2	12,2	3,2	15,5	3,3	12,4
Mineraldünger	150,6	86,0	148,9	85,0	146,4	102,2	148,6	91,1
Änderung Boden-N-Vorrat	1,3	-3,9	-1,4	-7,8	-3,1	-7,6	-1,1	-6,5
Nährstoffsaldo	113,0	62,7	92,5	55,2	74,0	69,8	93,1	62,6

Optimierung mit REPRO

N-Verluste D-1 und D-2



Jahr	2006		2007		2008		2006-2008	
	D-1	D-2	D-1	D-2	D-1	D-2	D-1	D-2
Ammoniakverluste (kg N/ha)	8	6	7	6	6	6	7	6
- Stalldung (kg N/ha)	1,0	1,9	0,6	1,5	0	1,1	0,6	1,5
- Gülle (kg N/ha)	2,6	0	1,6	0	1,9	0	2,0	0
- Jauche (kg N/ha)	0	0,3	0	0,2	0	0,3	0	0,3
- Sonstige organische Dünger (kg N/ha)	0,7	1,8	0,7	2,5	0,7	2,4	0,7	2,3
- mineralische Dünger (kg N/ha)	3,8	2,2	3,7	2,1	3,7	2,5	3,7	2,3
Denitrifikationsverluste (kg N/ha)	16	13	17	13	16	14	16	13
Sickerwasserrate (mm/a)	73	107	253	274	160	250	162	211
Austauschhäufigkeit (%/a)	52	99	147	250	101	226	100	192
Nitrataustrag (kg NO₃-N/ha)	59	44	102	45	51	48	71	46
Nitratkonzentration Sickerwasser (mg NO₃/l)	356	183	179	73	141	86	193	97

Optimierung mit REPRO

N-Verluste D-1 und D-2

Jahr	2006		2007		2008		2006-2008									
	D-1	D-2	D-1	D-2	D-1	D-2	D-1	D-2								
Ammoniakverluste (kg N/ha)	<p>tolerierbarer N-Saldo für eine Nitratkonzentration im Sickerwasser von 50 mg/l:</p> <p>→ D-1: 51 kg N/ha</p> <p>→ D-2: 43 kg N/ha</p>															
- Stalldung (kg N/ha)																
- Gülle (kg N/ha)																
- Jauche (kg N/ha)																
- Sonstige organische Dünger (kg N/ha)																
- mineralische Dünger (kg N/ha)																
Denitrifikationsverluste (kg N/ha)	<p>tolerierbarer N-Saldo für eine Nitratkonzentration im Sickerwasser von 50 mg/l:</p> <p>→ D-1: 51 kg N/ha</p> <p>→ D-2: 43 kg N/ha</p>															
Sickerwasserrate (mm/a)																
Austauschhäufigkeit (%/a)																
Nitrataustrag (kg NO₃-N/ha)									59	44	102	45	51	48	71	46
Nitratkonzentration Sickerwasser (mg NO₃/l)									356	183	179	73	141	86	193	97

Optimierung mit REPRO

Betriebsszenario [2006 bis 2008]

1. Betriebsszenario

- I **Erweiterung des Zwischenfruchtanbaus:** Senf zu allen Sommerfrüchten

	IST	Szenario 1
D-1	< 5 %	Anbau Zwischenfrüchte auf 25 % AL
D-2	0 %	Anbau Zwischenfrüchte auf 15 % AL

Optimierung mit REPRO

Betriebsszenario [2006 bis 2008]

1. Betriebsszenario

I Reduktion des mineralischen Stickstoffaufwandes [kg N/ha]

	IST		Szenario 1 (Differenz zu IST)	
	D-1	D-2	D-1	D-2
Silomais*	255	200	-15	-5
Wintergerste	145	120	-25	-25
Winterraps	205	165	-40	-20
Winterroggen	120	105	0	-15
Winterweizen	170	135	-45	-30

*organischer und mineralischer Stickstoff

Optimierung mit REPRO

Optimierungsansätze

2. Zielorientiertes Szenario

I Erhöhung der Stickstoffentzüge

- Silomais als Zweitfrucht nach Futterroggen
- → höhere Flächenerträge ermöglichen auf etwa der Hälfte der Maisfläche einen Austausch mit Ackergras
- Strohernte

I Sicherung der Humusversorgung

- Ackergras als Untersaat zu Winterweizen und Wintergerste

Optimierung mit REPRO

Zielorientiertes Szenario [2006 bis 2008]



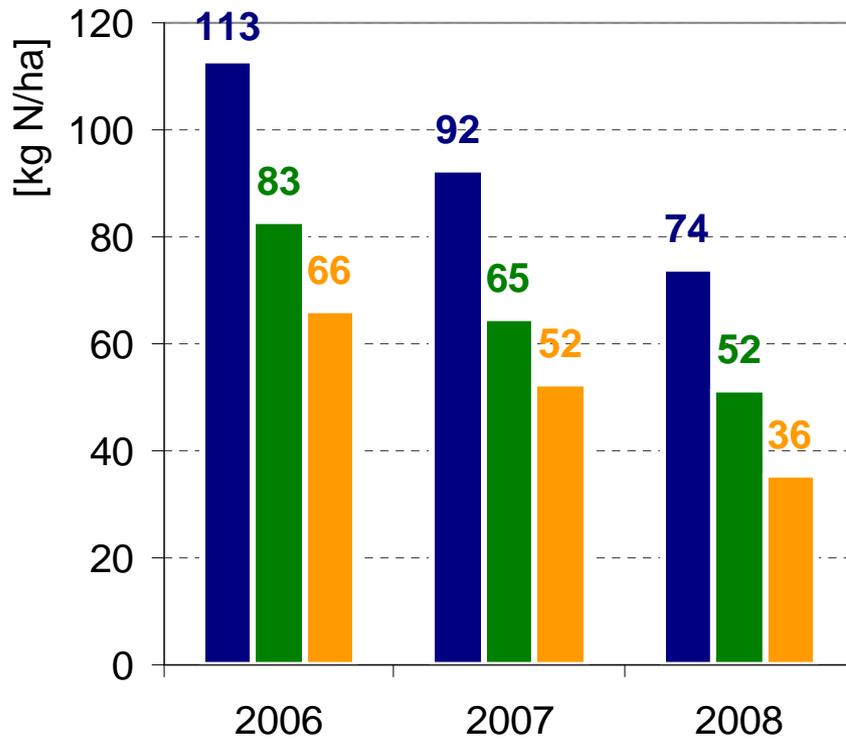
Auswirkungen der Änderungen in der Anbaustruktur

		Betrieb D-1	Betrieb D-2
Mais + Futterroggen	[% AL]	10,8	6,8
Ackergras	[% AL]	9,4	8,7
<i>Änderung zu IST</i>	[% AL]	-6,6	-7,6
Untersaat Ackergras	[% AL]	47,8	24,0
Erntemenge Stroh	[t]	4226	3826
<i>Änderung zu IST</i>	[t]	+2361	+693
N-Entzug AL	[kg/ha]	147,4	113,3
<i>Änderung zu IST</i>	[kg/ha]	+14,4	+8,8

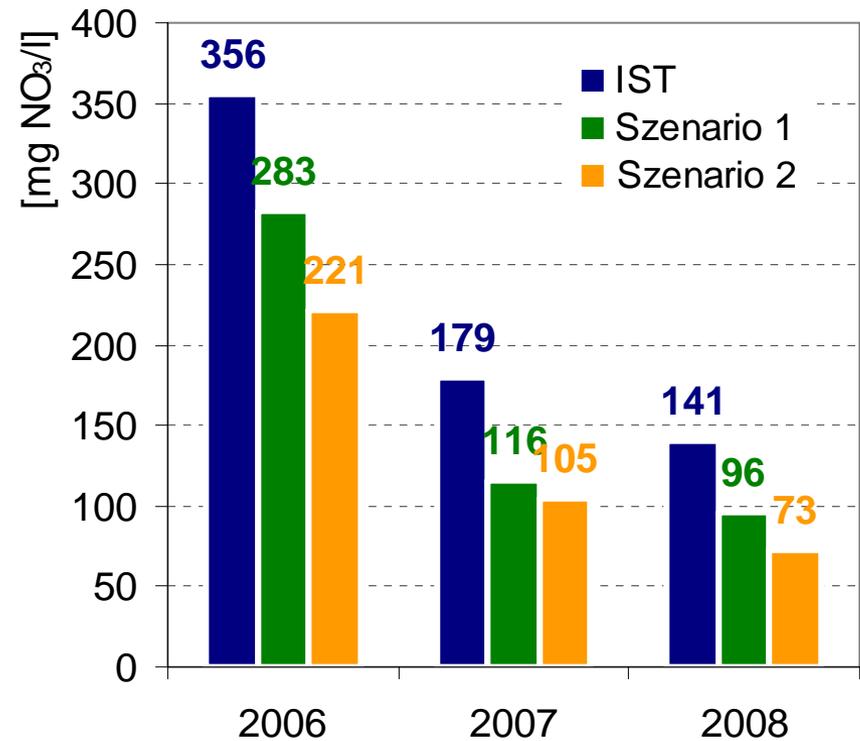
Optimierung mit REPRO

Ergebnisse D-1 [2006 bis 2008]

N-Saldo



NO₃-Konz. Sickerwasser



Optimierung mit REPRO

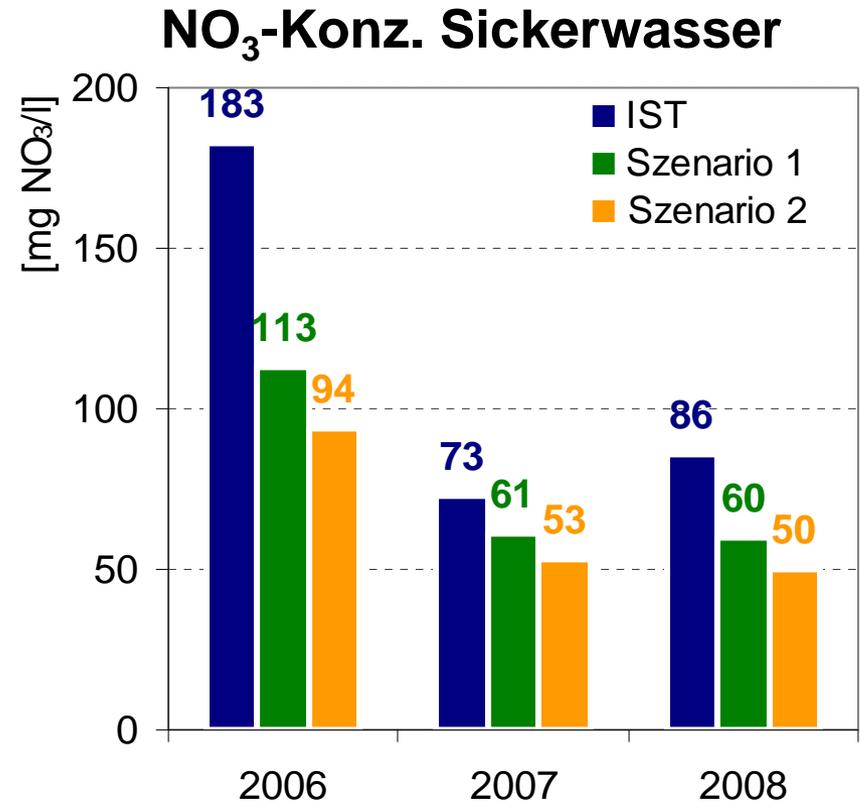
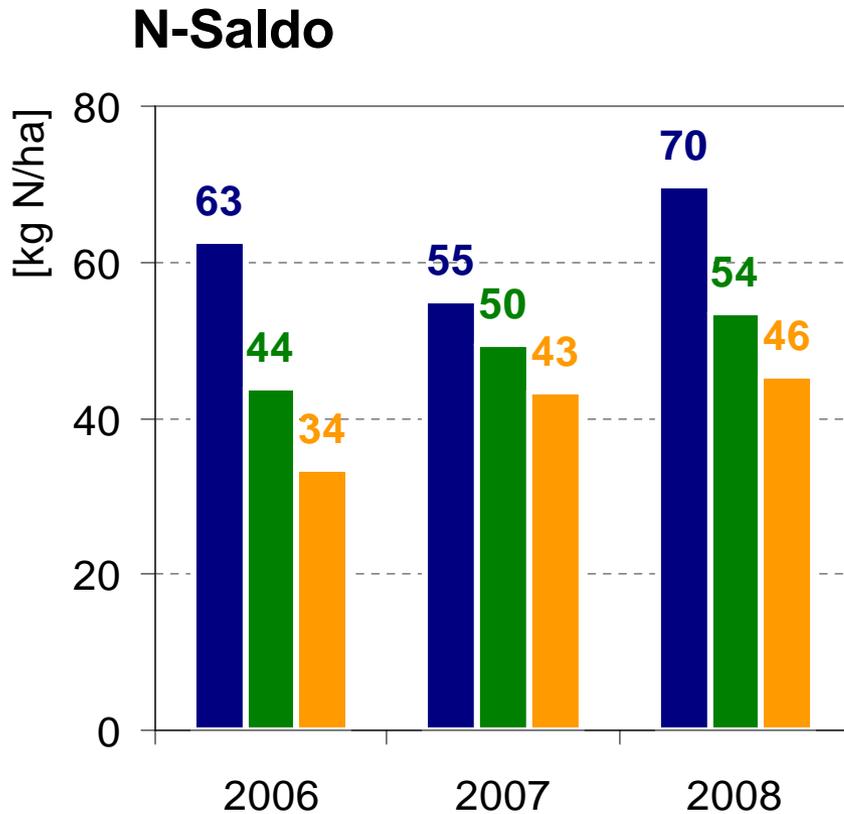
Ergebnisse D-1 [2006 bis 2008]

Übersicht zu den Wirkungen nitratreduzierender Maßnahmen (Drei-Jahresmittel Betrieb)

Parameter		IST	Szenario 1	Szenario 2
N-Saldo	[kg N/ha]	93	66	51
<i>Differenz zu IST</i>	<i>[%]</i>		-29	-45
Nitrataustrag	[kg NO ₃ -N/ha]	71	49	41
Nitratkonz. Sickerwasser	[mg NO ₃ /l]	193	134	112
<i>Differenz zu IST</i>	<i>[%]</i>		-30	-42
Humussaldo	[kg C/ha AL]	-12	12	23
P-Saldo	[kg P/ha]	-6	-6	-8

Optimierung mit REPRO

Ergebnisse D-2 [2006 bis 2008]



Optimierung mit REPRO

Ergebnisse D-2 [2006 bis 2008]

Übersicht zu den Wirkungen nitratreduzierender Maßnahmen (Drei-Jahresmittel Betrieb)

Parameter		IST	Szenario 1	Szenario 2
N-Saldo	[kg N/ha]	63	49	41
<i>Differenz zu IST</i>			-22	-35
	[%]			
Nitrataustrag	[kg NO ₃ -N/ha]	46	33	28
Nitratkonz. Sickerwasser	[mg NO ₃ /l]	97	69	59
<i>Differenz zu IST</i>			-28	-39
	[%]			
Humussaldo	[kg C/ha AL]	-87	-75	0
P-Saldo	[kg P/ha]	-8	-8	-9
K-Saldo	[kg K/ha]	-19	-19	-31

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen (1)

- N-Bilanzierung als „**Erfolgskontrolle**“ des Düngemiteleinsatzes
- **N-Saldo** = Summe potentieller umweltgefährdender N-Verbindungen
 - ➔ Beurteilung der Umweltverträglichkeit und Nachhaltigkeit eines Landnutzungssystems
- N-Saldo von **60 kg/ha** nach DüV
 - ➔ kein Garant für niedrige Nitratkonzentrationen im Sickerwasser

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen (2)

- **Zwischenfruchtanbau** und **reduzierten N-Einsatz** führt in Szenarien zu deutlich geringeren N-Salden und einem Rückgang der potentiellen Nitratauswaschung
 - durch **Steigerung der N-Entzüge** ließ sich bei Betrieb D-2 der Zielwert von 50 mg NO₃/l annähernd erreichen
 - geringe Sickerwassermengen begrenzen Reduktionspotential bei Betrieb D-1
- erhebliches **Potential zur Belastungsminderung**

VIELEN DANK FÜR
IHRE AUFMERKSAMKEIT!

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN

