

14.12.22

Frank Hertwig

Kali-Düngung unter den aktuellen Rahmenbedingungen

LfULG Wurzen

Regionalberater



Christoph Weidemann
Mobil +49 176 12348345
christoph.weidemann@k-plus-s.com



Bernd Frey
Telefon +49 3925 320783
Mobil +49 176 12348353
bernd.frey@k-plus-s.com



Lukas Bangert
Mobil +49 152 5673 8037
lukas.bangert@k-plus-s.com



Dr. Steffen Leidel
Telefon +49 38853 33843
Mobil +49 176 12348357
steffen.leidel@k-plus-s.com



Frank Hertwig
Telefon +49 30 40056643
Mobil +49 176 12349332
frank.hertwig@k-plus-s.com



Dr. Ludwig Lichtenegger
Telefon +49 9471 6012014
Mobil +49 176 12347930
ludwig.lichtenegger@k-plus-s.com

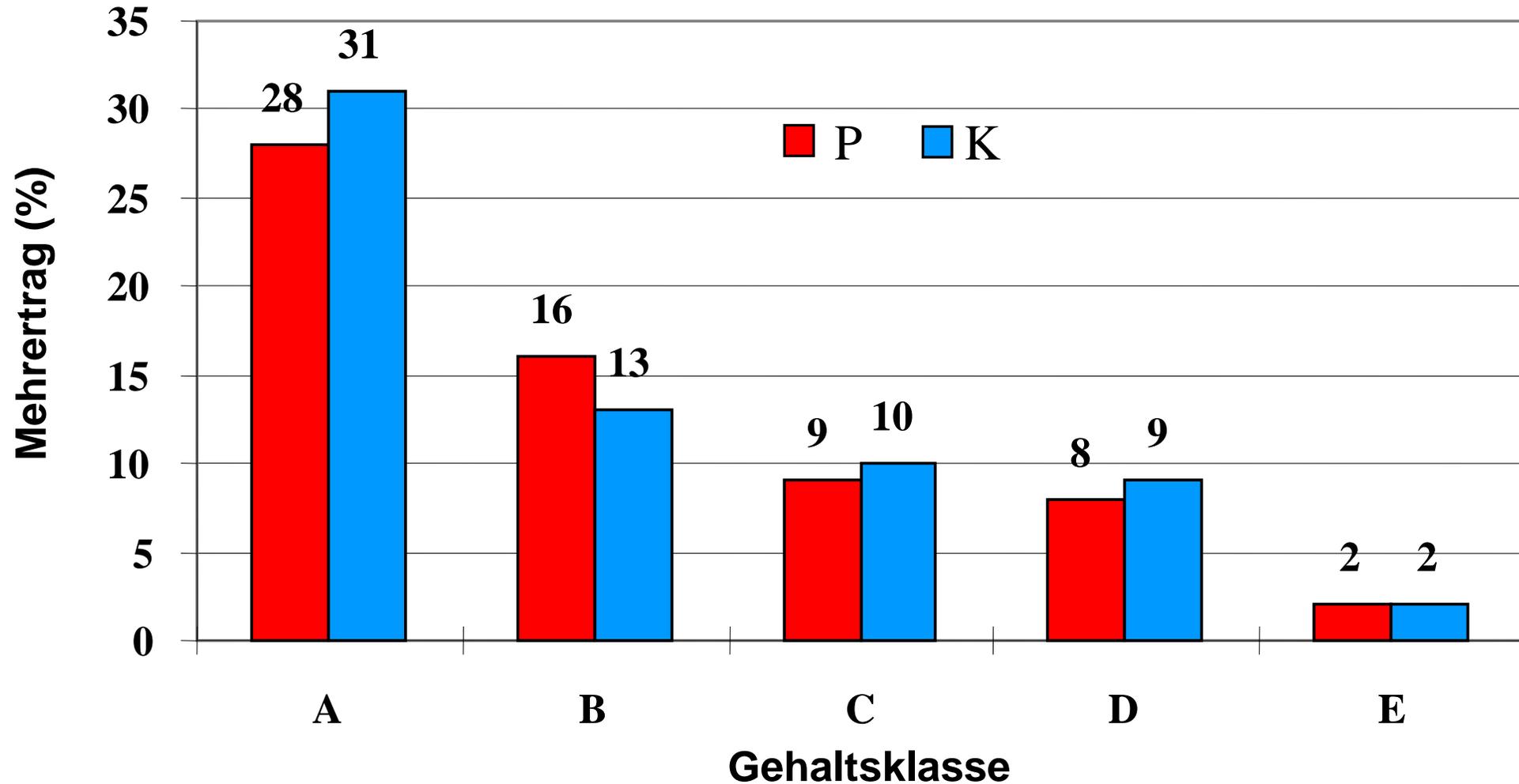
K+S

Düngungsempfehlung

VDLUFA-Düngungsempfehlung

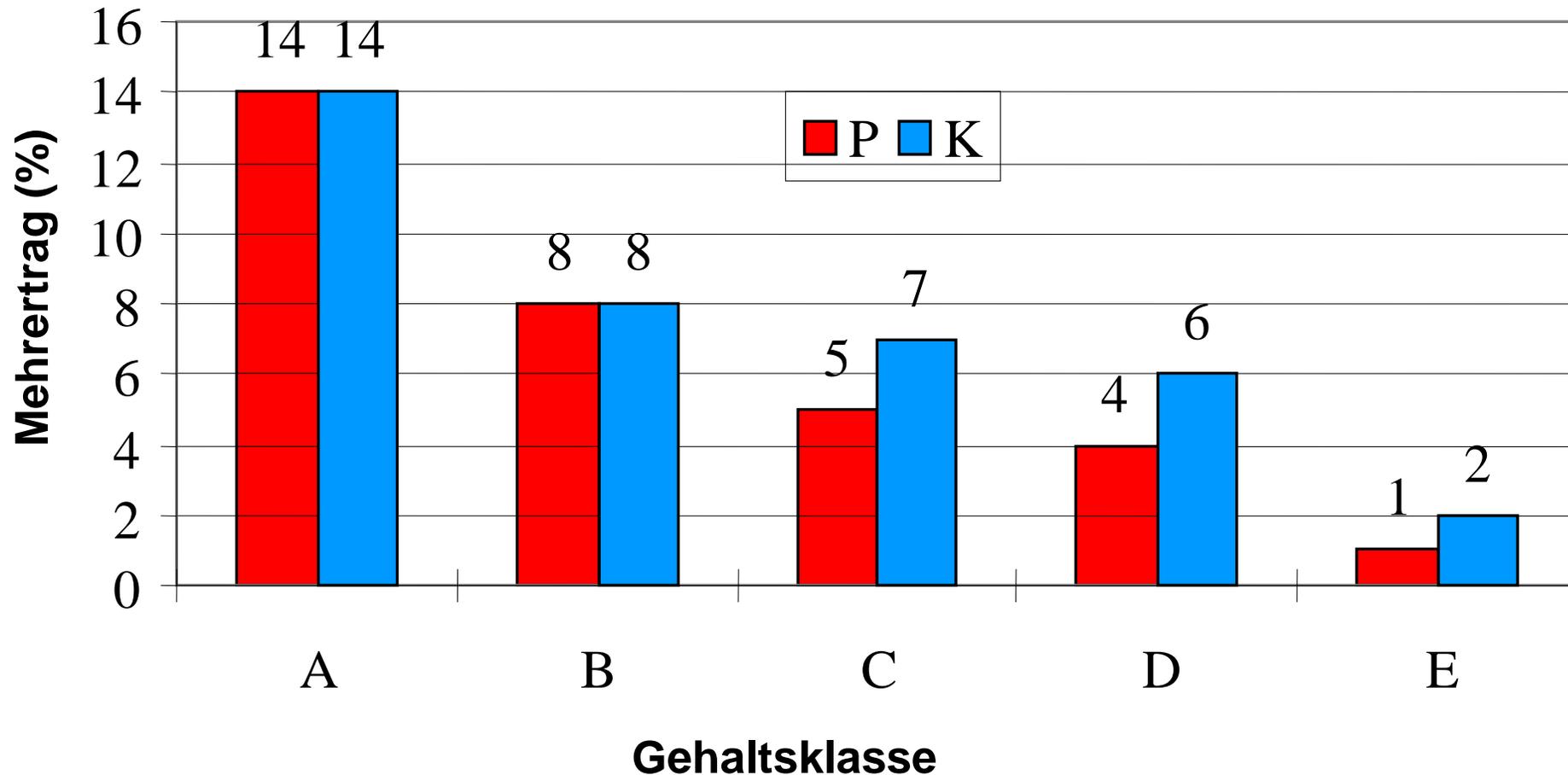
Gehaltsklasse	Düngungsempfehlung	Ziel der Düngung: Gehaltsklasse C
A (niedrig)	stark erhöhte Düngung	<p>C= Erhaltungs- düngung</p> <p>Zeit</p>
B (mittel)	mäßig erhöhte Düngung	
C (hoch)	Erhaltungsdüngung	
D (sehr hoch)	1/2 Erhaltungsdüngung	
E (besonders hoch)	z. Zt. keine Düngung	

Mehrerträge durch P- und K-Düngung (leichte und mittlere Standorte)



Quelle: Kerschberger, TLL, 1532 Versuche

Mehrerträge durch P- und K-Düngung (schwere Standorte)



Quelle: Kerschberger, TLL, 1532 Versuche

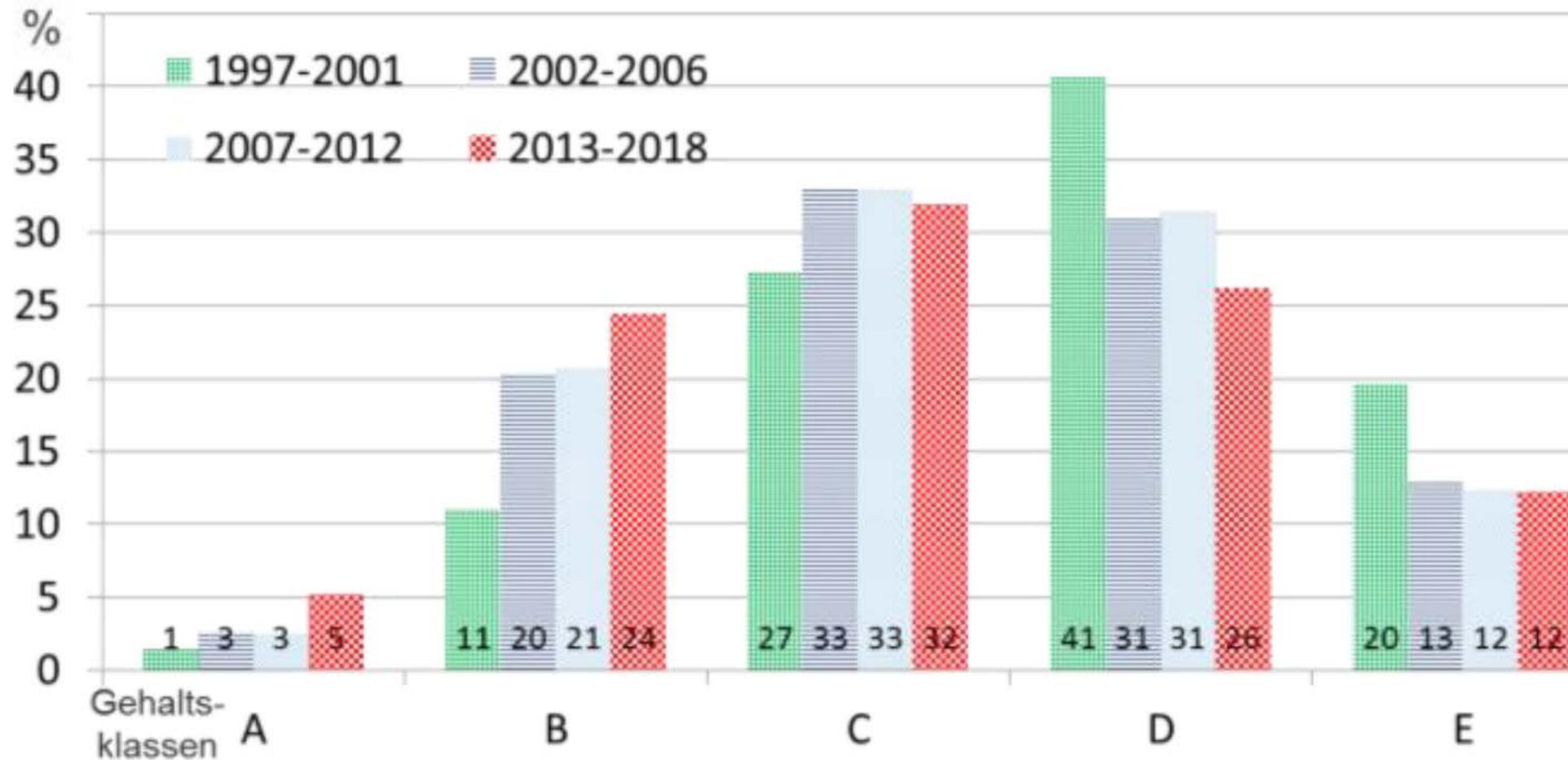
Mehrerträge durch K-Düngung in Abhängigkeit von der Gehaltsklasse

K-Gehaltsklasse	Pflanzenart	Mehrertrag
A	Rüben / Kartoffeln	40%
	Mais	28%
	Getreide / Raps	23%
B	Rüben / Kartoffeln	16%
	Mais	14%
	Getreide / Raps	13%

Quelle: Kerschberger, TLL Jena

K-Bodengehalt

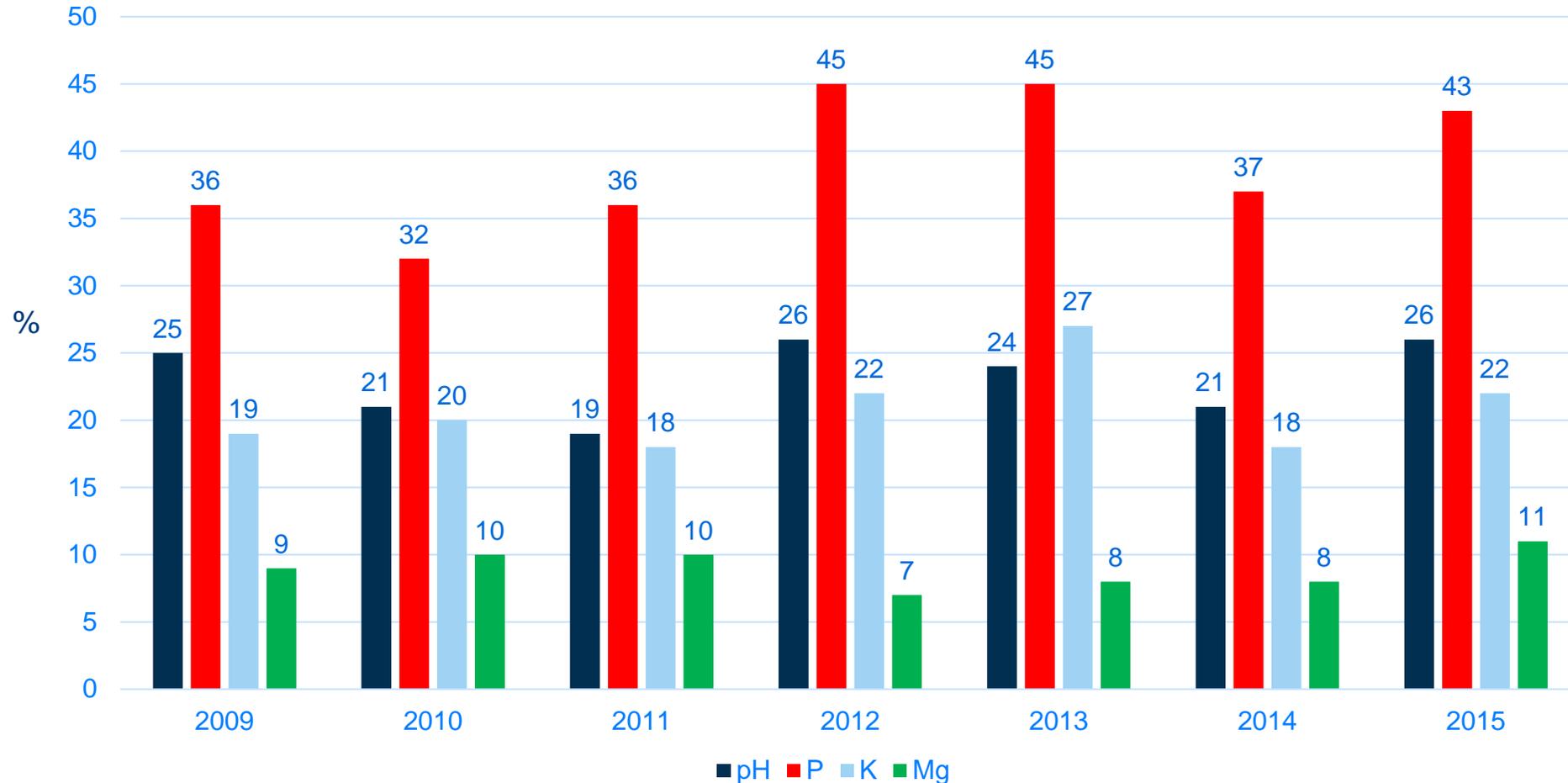
K-Versorgung Ackerland Sachsen



Quelle: Dr. Grunert, LfULG

Bodenanalysen Monitoring Thüringen (n=1.589)

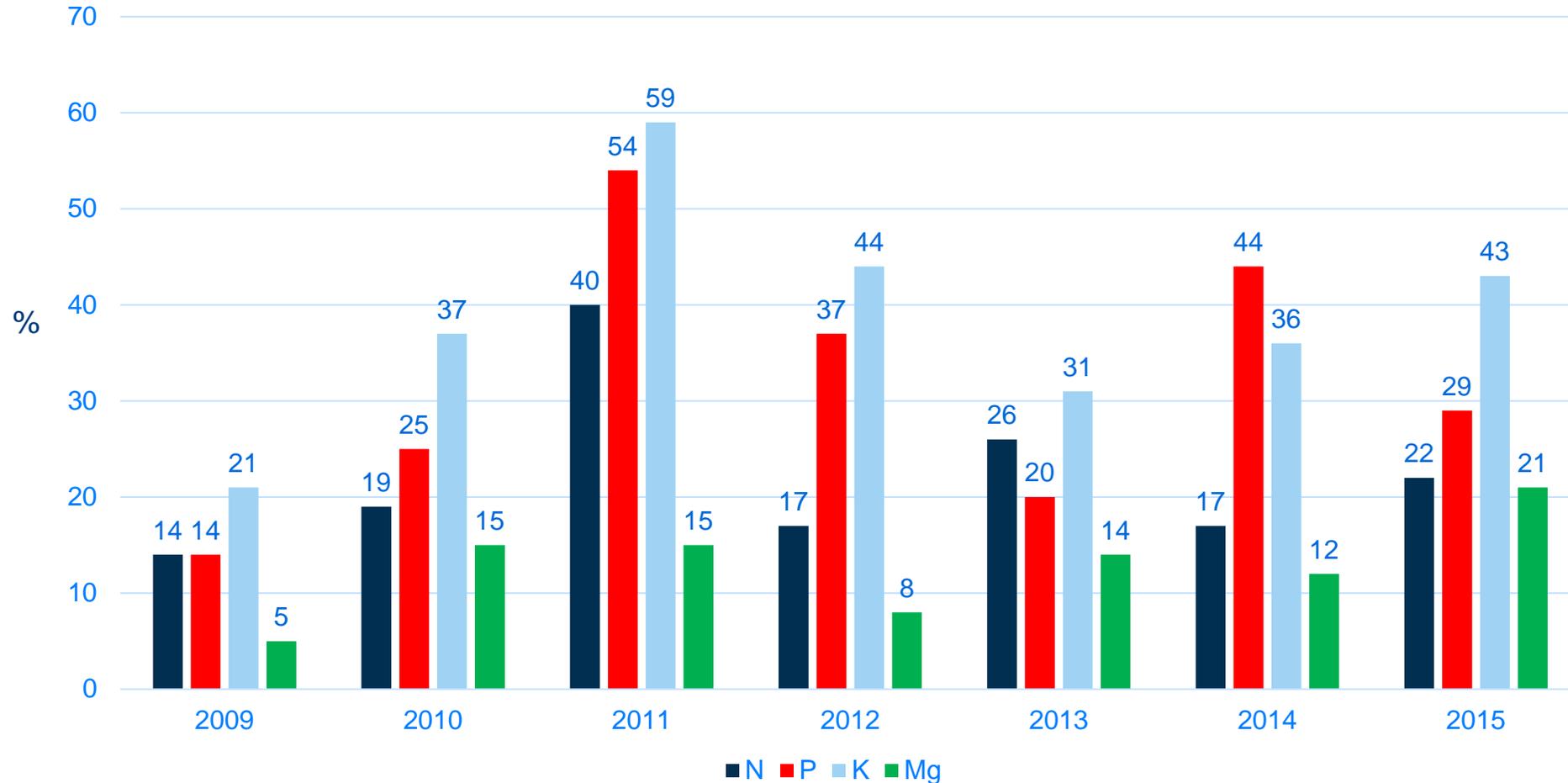
Anteil der Proben in GK A+B



Quelle: Dr. W. Zorn, TLL Jena

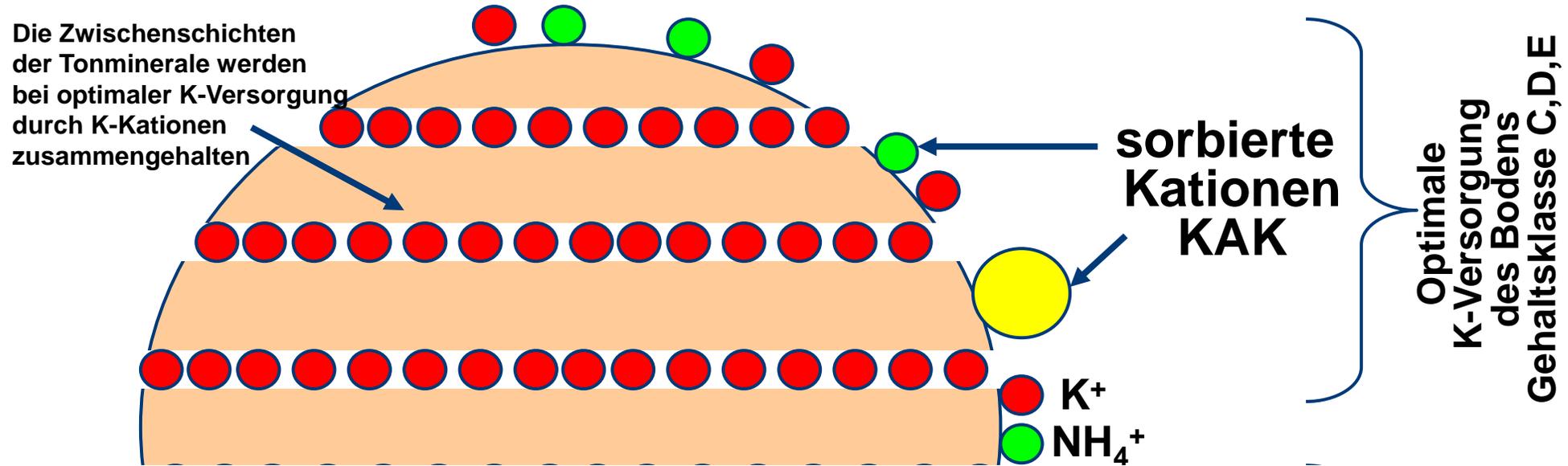
Pflanzenanalysen Monitoring Thüringen (n=1.589)

Anteil der Proben mit unzureichendem Ernährungszustand

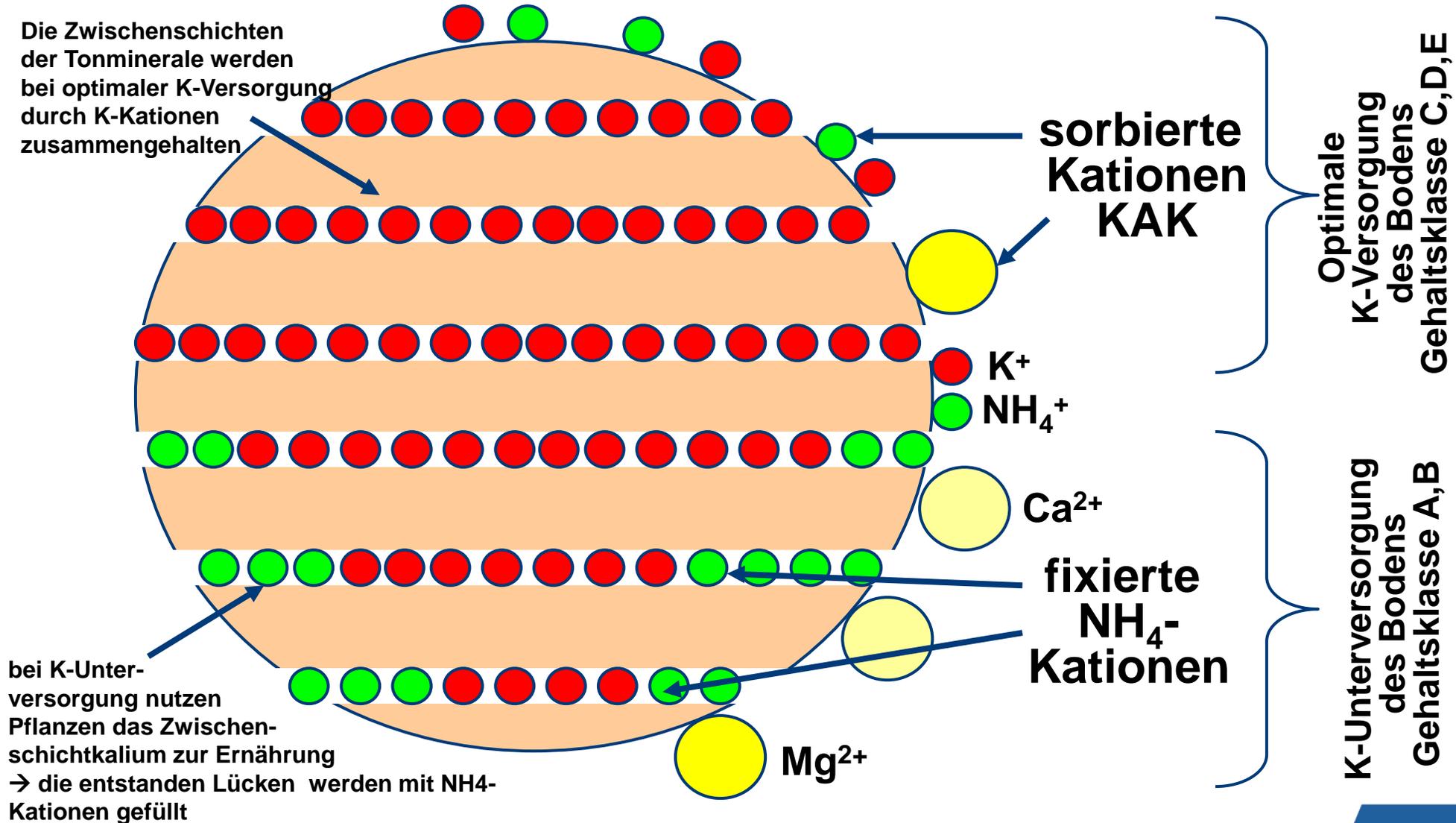


Quelle: Dr. W. Zorn, TLL Jena

K-Versorgungszustand des Bodens beachten



K-Versorgungszustand des Bodens beachten



K-Gehaltsklassen Sachsen

Tab. 3: Kalium-Gehaltsklassen für Ackerland (mg K_{CAL} / 100 g Boden)¹⁾

Bodenart	A (= sehr niedrig)	B (= niedrig)	C (= optimal)	D (= hoch)	E (= sehr hoch)
S Sand	≤ 2,9	3,0 – 6,9	7,0 – 10,9	11,0 – 15,9	≥ 16,0
SI anlehmiger Sand IS lehmiger Sand	≤ 3,9	4,0 – 7,9	8,0 – 11,9	12,0 – 18,9	≥ 19,0
SL stark lehmiger Sand sL sandiger Lehm	≤ 4,9	5,0 – 9,9	10,0 – 14,9	15,0 – 22,9	≥ 23,0
L Lehm	≤ 5,9	6,0 – 10,9	11,0 – 16,9	17,0 – 25,9	≥ 26,0
IT lehmiger Ton T Ton	≤ 7,9	8,0 – 14,9	15,0 – 23,9	24,0 – 36,9	≥ 37,0
Mo anmoorig, Moor	≤ 4,9	5,0 – 9,9	10,0 – 16,9	17,0 – 24,9	≥ 25,0

1) =Bestimmung im Calcium-Acetat-Lactat (CAL)-Auszug

Quelle: Dr. Grunert, LfULG Nossen

Erforderliche Düngemengen zur Erhöhung des Bodengehalts

K

K-Düngemengen
zusätzlich zum Ent-
zug zur Erhöhung
des Gehalts um 1
mg K/100g Boden
(DL*)

Bodenart	Ackerland	Grünland
leicht	110-120	50-70
mittel	90-110	50-70
schwer	80-100	50-70
Moor	Keine Versuche	30-50

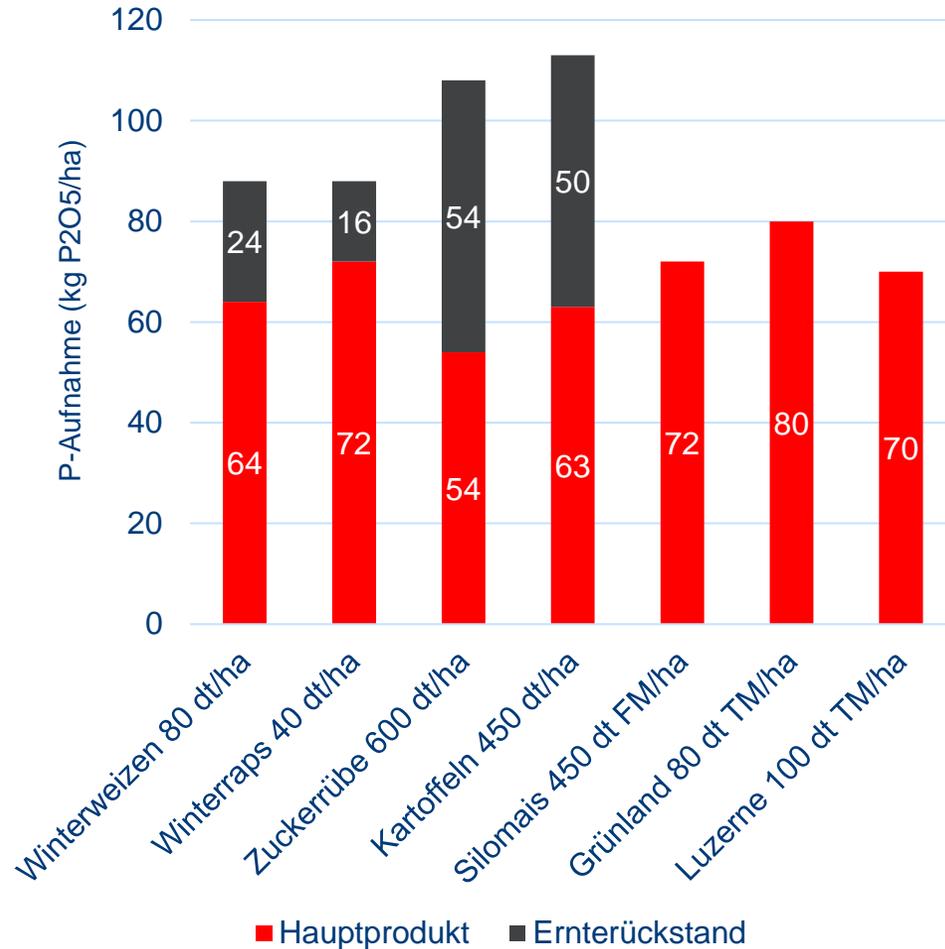
*Extrahiert mit Doppellactat

Quelle: Kerschberger, M. u. Schröter, H.; VDLUFA
Schriftenreihe 42/1996

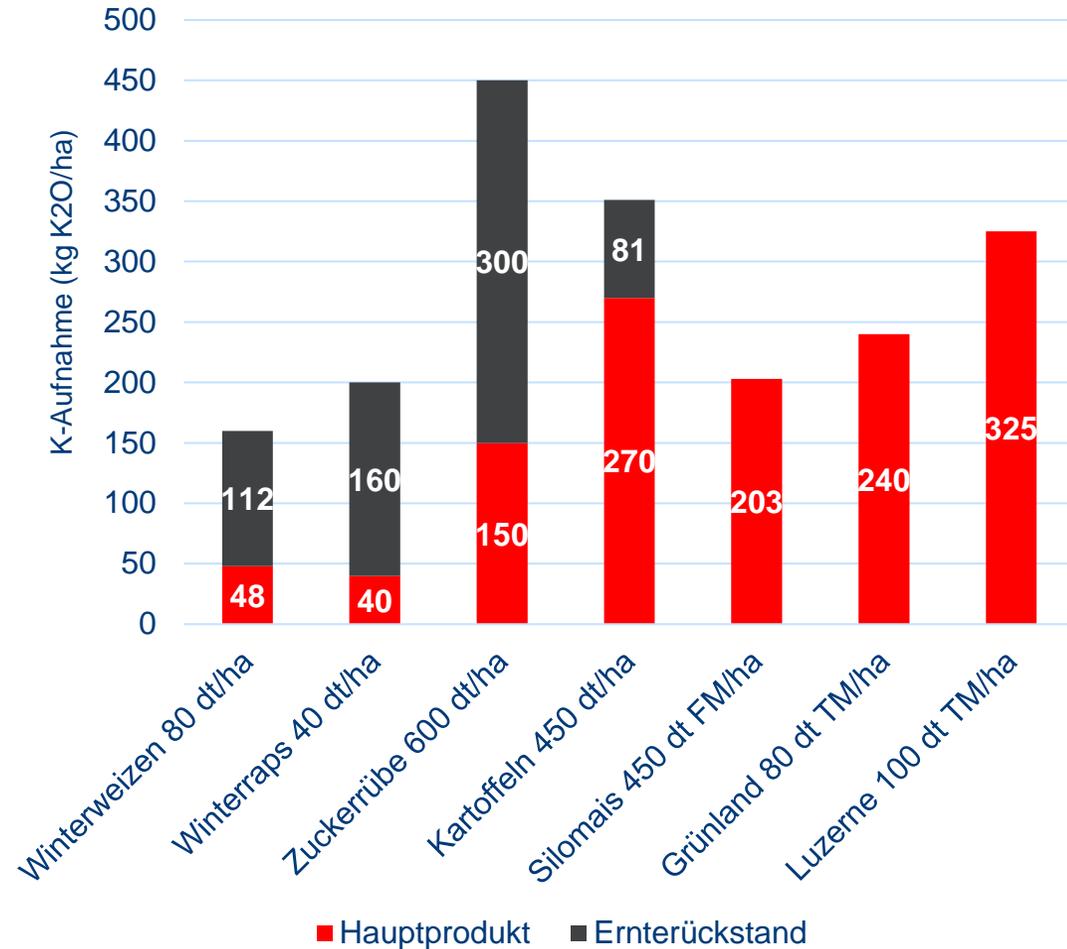
Nährstoffbedarf

Nährstoffentzüge

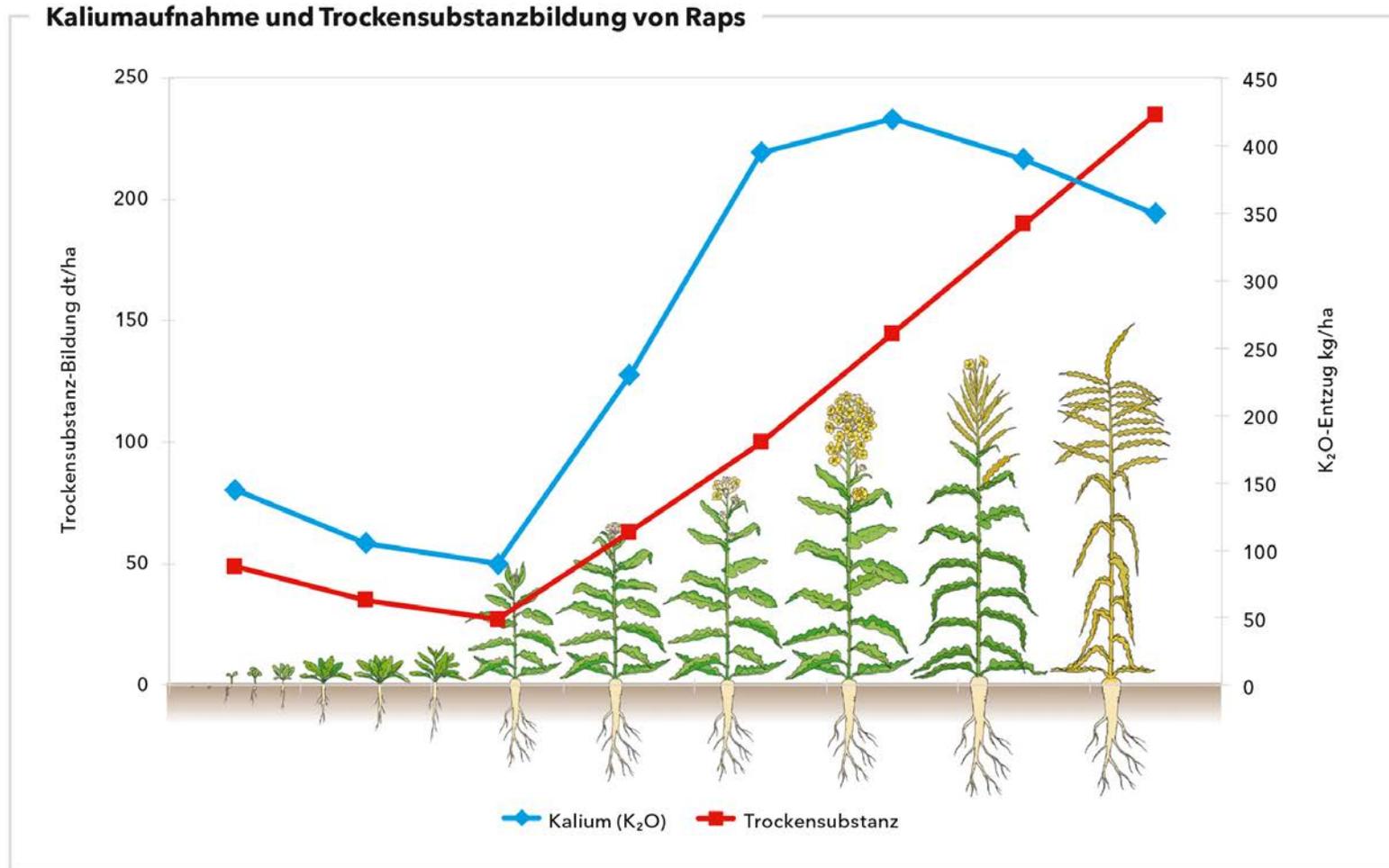
Phosphor



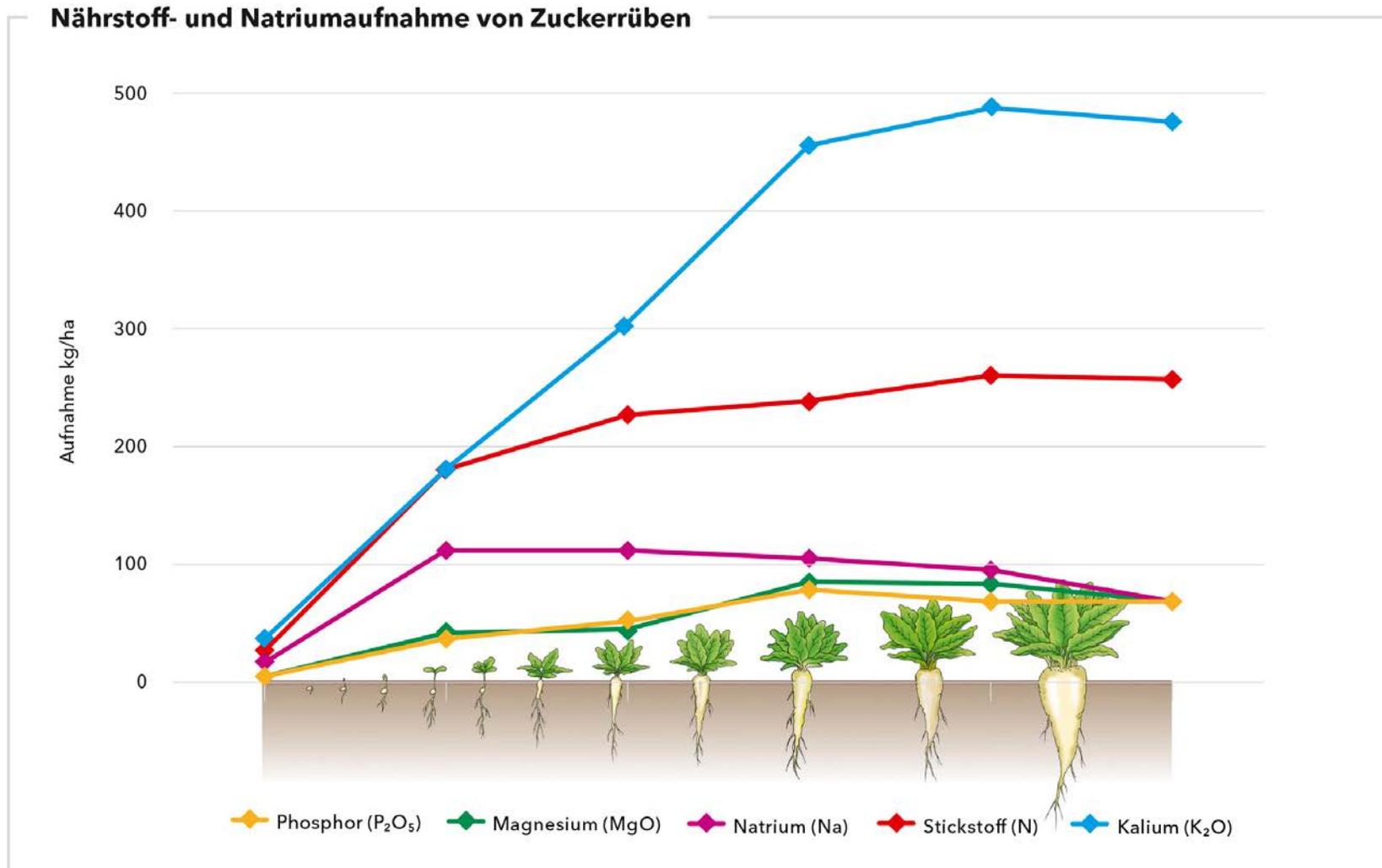
Kalium



K-Aufnahme Raps

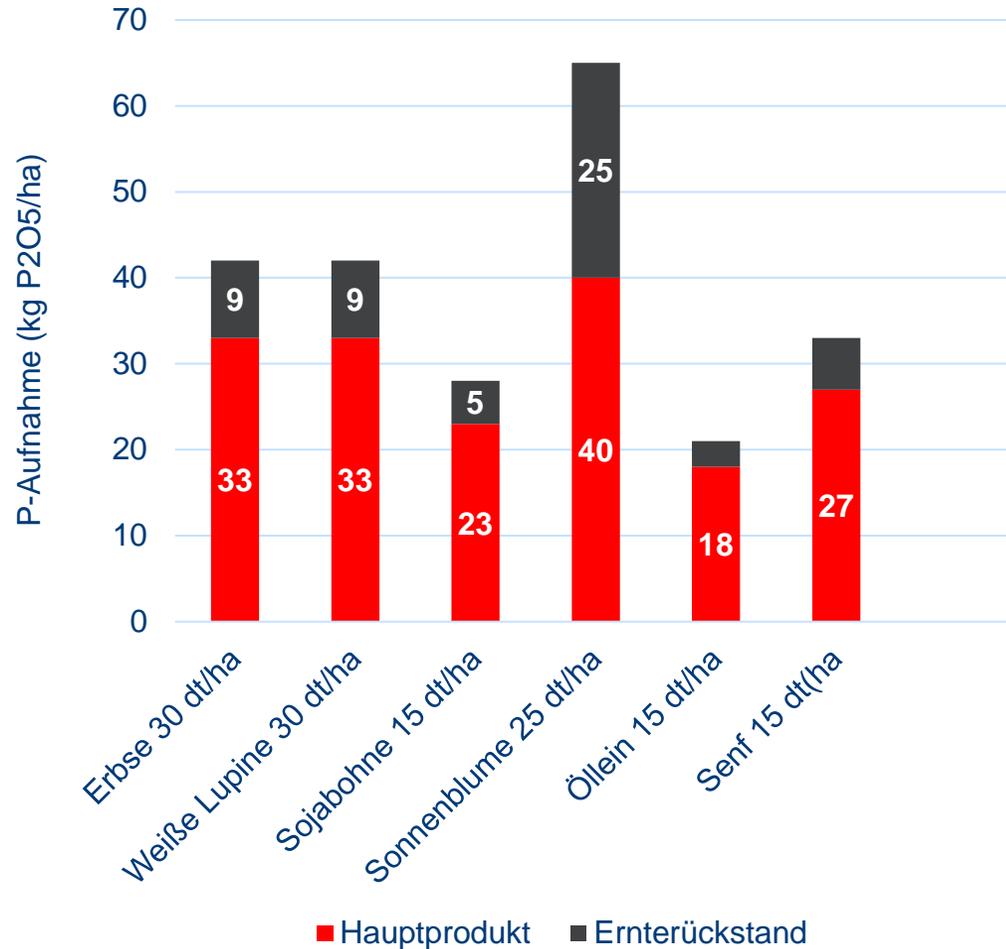


Nährstoffaufnahme Zuckerrübe

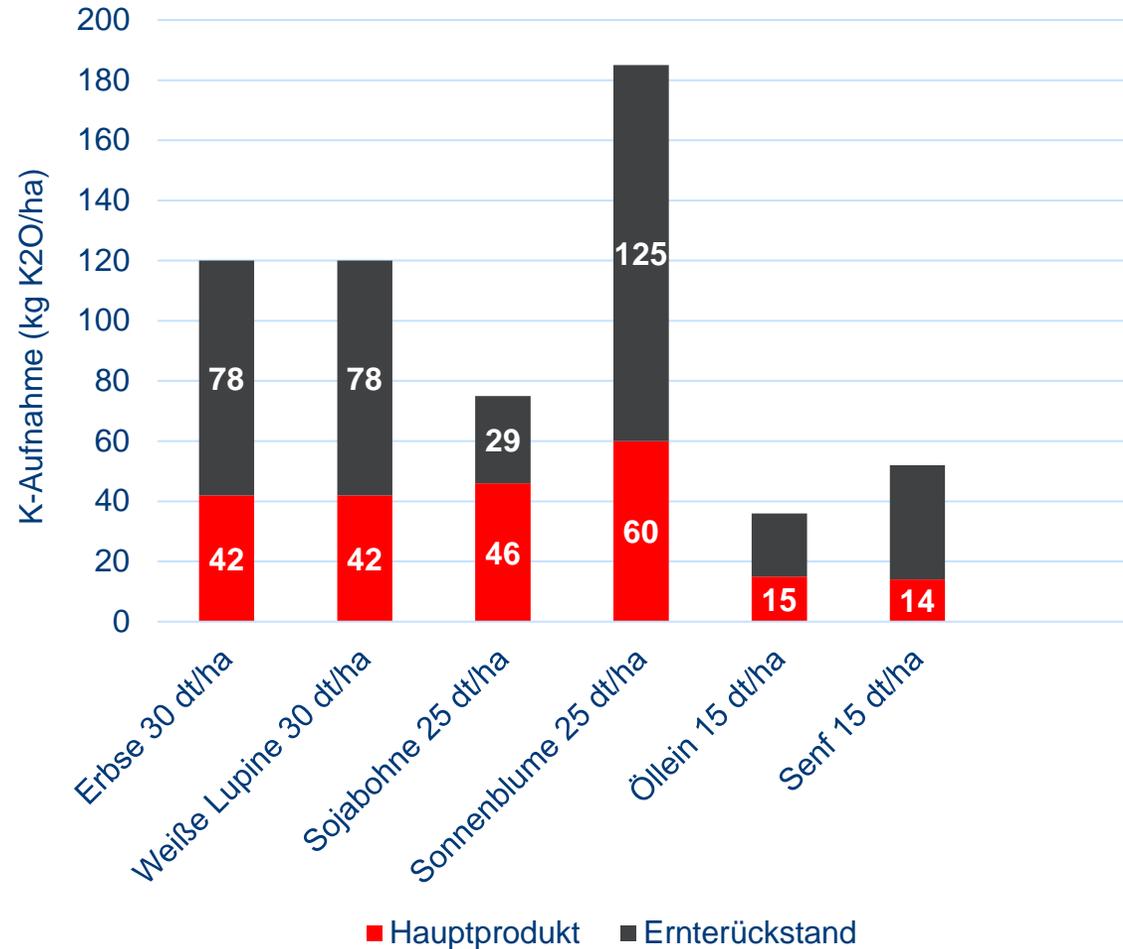


Nährstoffentzüge

Phosphor



Kalium



Organische Düngung

Nährstoffgehalt in Gärresten

Nährstoffgehalte (kg/t Frischsubstanz)	Nährstoffverfüg- barkeit (CaCl ₂)	Bewertung
Stickstoff (N): 4–5	40– 60 %	mittel
davon Ammonium (NH ₄ -N): 2–3	70– 90 %	hoch
Phosphor (P ₂ O ₅)	60– 70 %	mittel–hoch
Kalium (K ₂ O): 4,5–5,5	90–100 %	sehr hoch
Magnesium (MgO): 0,6–1,0	15– 20 %	niedrig
Schwefel (S): 0,3–0,4	–	sehr niedrig!

Nährstoffausgleich bei Magnesium und Schwefel erforderlich

Abb. 1: n= 249 Proben; 2005–2008 (ergänzt nach Kluge 2009)

Nährstofflücken organischer Düngung

Abfuhr:

18 t TM/ha bei 1,1 % K/kg TM
=> ~ 240 kg K₂O/ha
(1,1 % * 1,2 (K₂O-Faktor) * 18 t/ha)



Zufuhr:

40 m³ Gülle/BGR mit Ø 4 kg K₂O/m³
=> 160 kg K₂O/ha

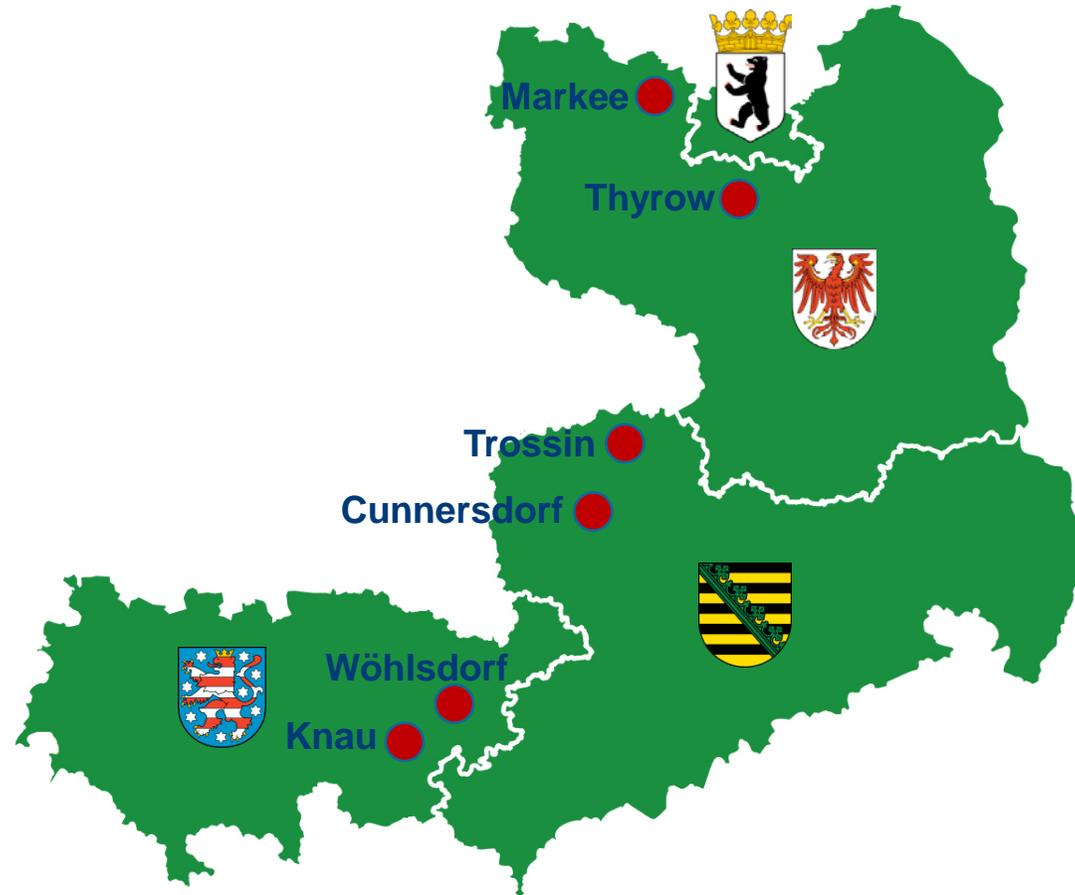


Versorgungslücke:

Die Differenz zwischen Abfuhr und Zufuhr an Kalium beträgt ~ **80 kg K₂O/ha** bei mittlerer Gehaltsklasse C, ohne dass Auswaschungsverluste berücksichtigt sind. Nur eine mineralische Ergänzungsdüngung kann die Versorgungslücke schließen.

Düngungsversuche

Dauerdüngungsversuche



Versuch Cunnersdorf

Standort Cunnersdorf

- **Lage: Landkreis Leipzig**
- **Geologische Herkunft: weichseleiszeitlicher Sandlöss**
- | | USDA | DIN |
|----------------------|-------------|-------------|
| Ton (%) : | 9,2 | 9,2 |
| Schluff (%) : | 37,7 | 39,3 |
| Sand (%) : | 53,1 | 51,6 |
- **Bodenart: mittel lehmiger Sand IS3** (Labor: BioChem)
- **AZ: 41**
- **Höhenlage: 130 m**
- **Temperatur: Ø 9,5 °C**
- **Niederschlag: Ø 614 mm**

Versuch Cunnersdorf – ca. Nettoentzug (Ø 27 Jahre)

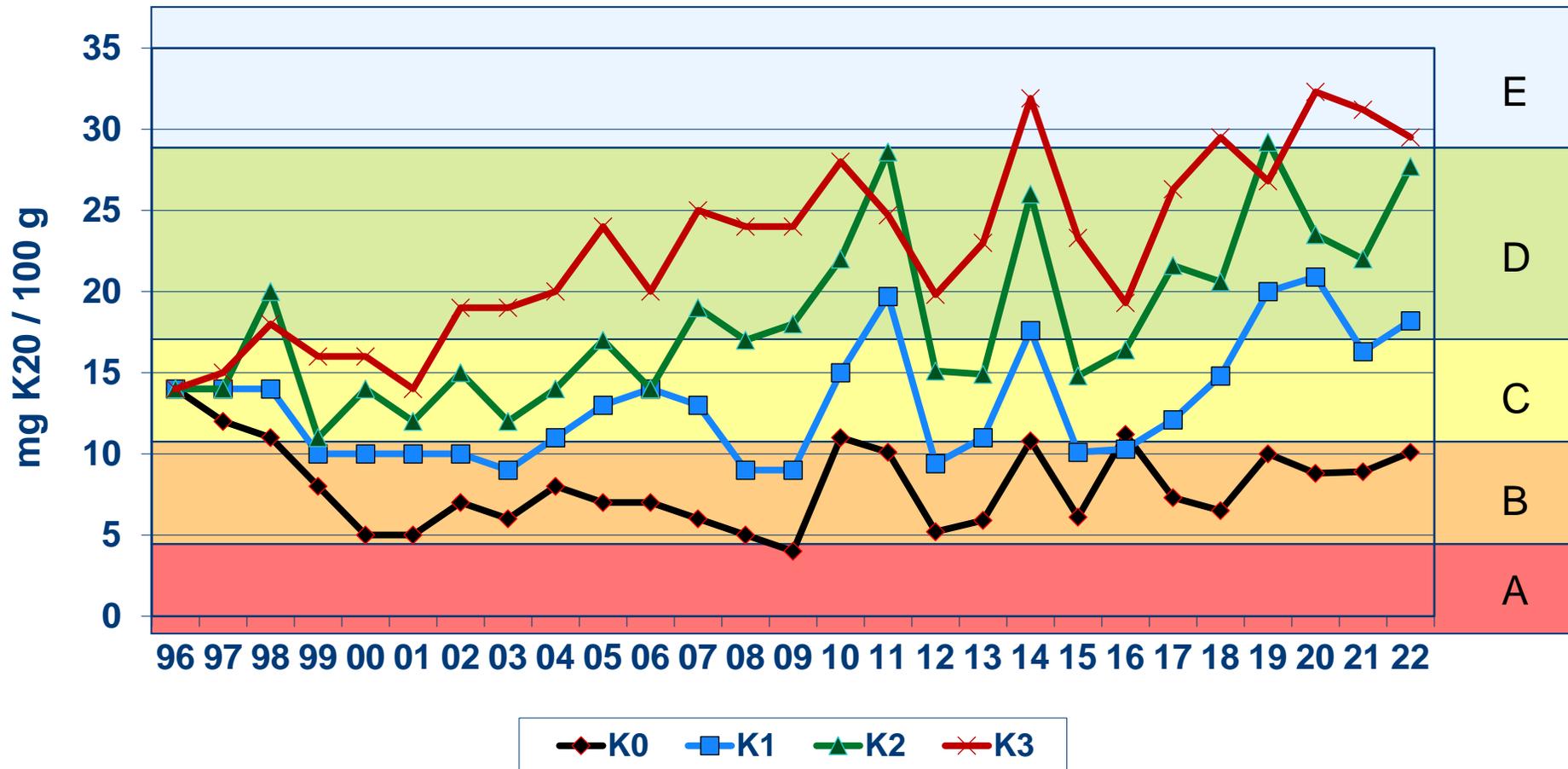
	Düngungsstufe				Ertrag (Mittel 7 Jahre) (dt/ha)				Nährstoffgehalt	Nettoentzug (kg K ₂ O/ha)			
	(kg K ₂ O/ha)												
Fruchtart	K0	K1	K2	K3	K0	K1	K2	K3	(kg/dt FM)	K0	K1	K2	K3
Zuckerrübe	0	200	300	400	535	637	639	617	0,25	134	160	160	154
Sommergerste	0	80	120	160	52	57	58	56	0,6	31	34	35	34
Kartoffel	0	120	240	360	467	521	533	519	0,6	280	313	320	311
Winterweizen	0	80	120	160	94	96	100	99	0,6	56	58	60	59
Fruchtfolge	0	480	780	1080						501	565	575	558

Bilanz (FF): - 85 + 215 + 522 kg K₂O/ha

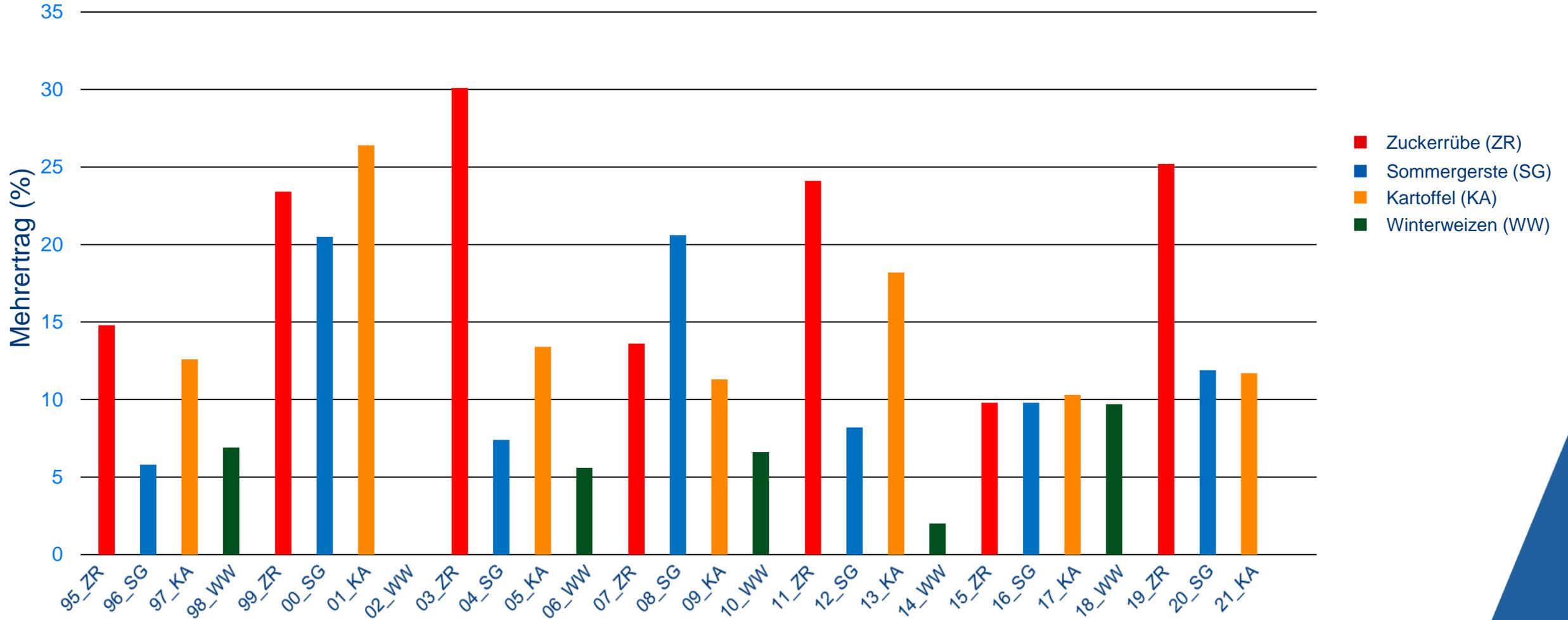
Bilanz (27 Jahre): - 574 + 1.451 + 3.523 kg K₂O/ha

Bilanz K0 27 Jahre: - 3.381 kg K₂O/ha

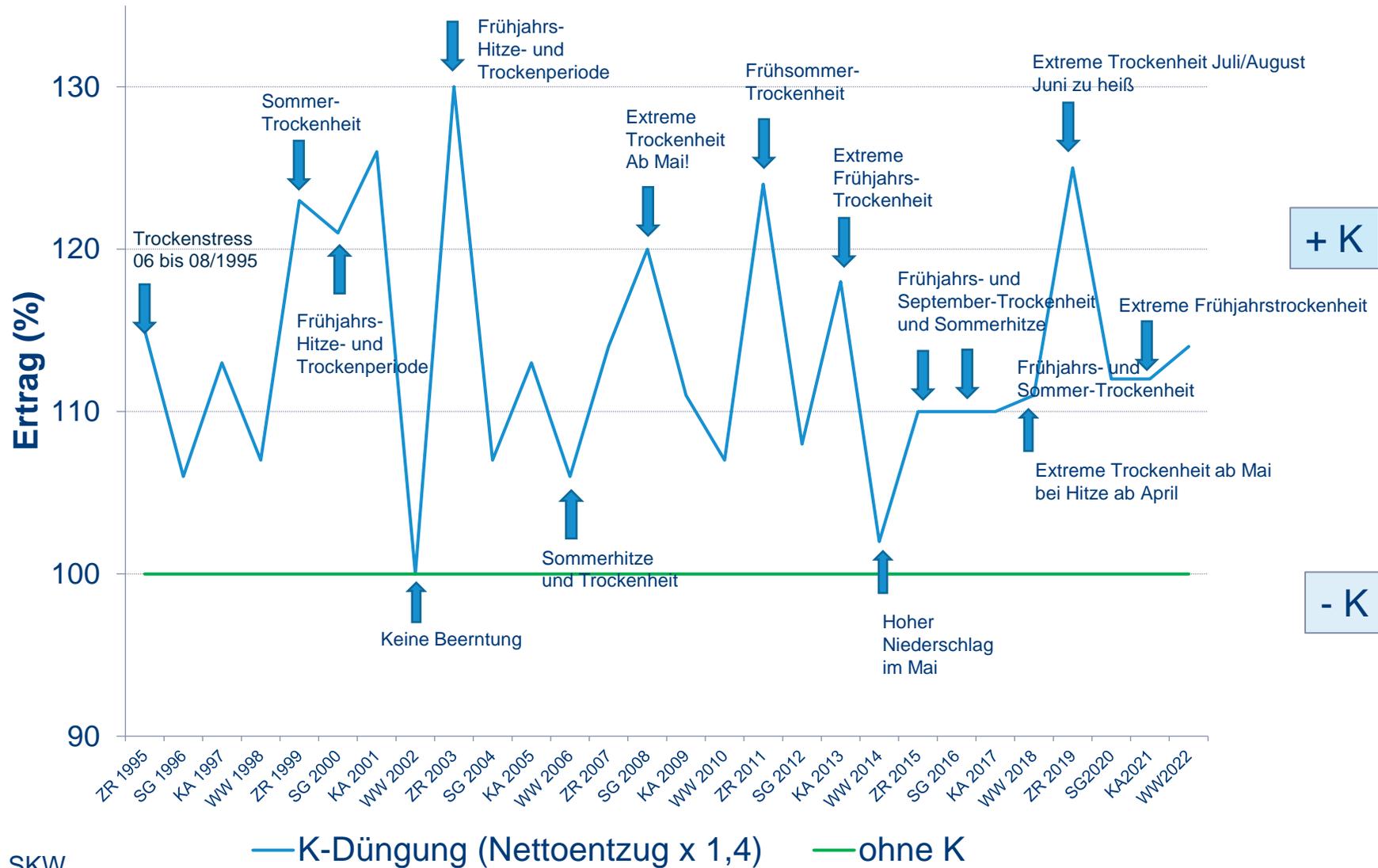
K-Gehalte des Bodens im Versuch Cunnersdorf



Relative Mehrerträge durch K-Düngung (K2) im Versuch Cunnersdorf (1995-2021)



Einfluss der Witterung auf die Ertragswirkung der K-Düngung Versuch Cunnersdorf (1995-2022)

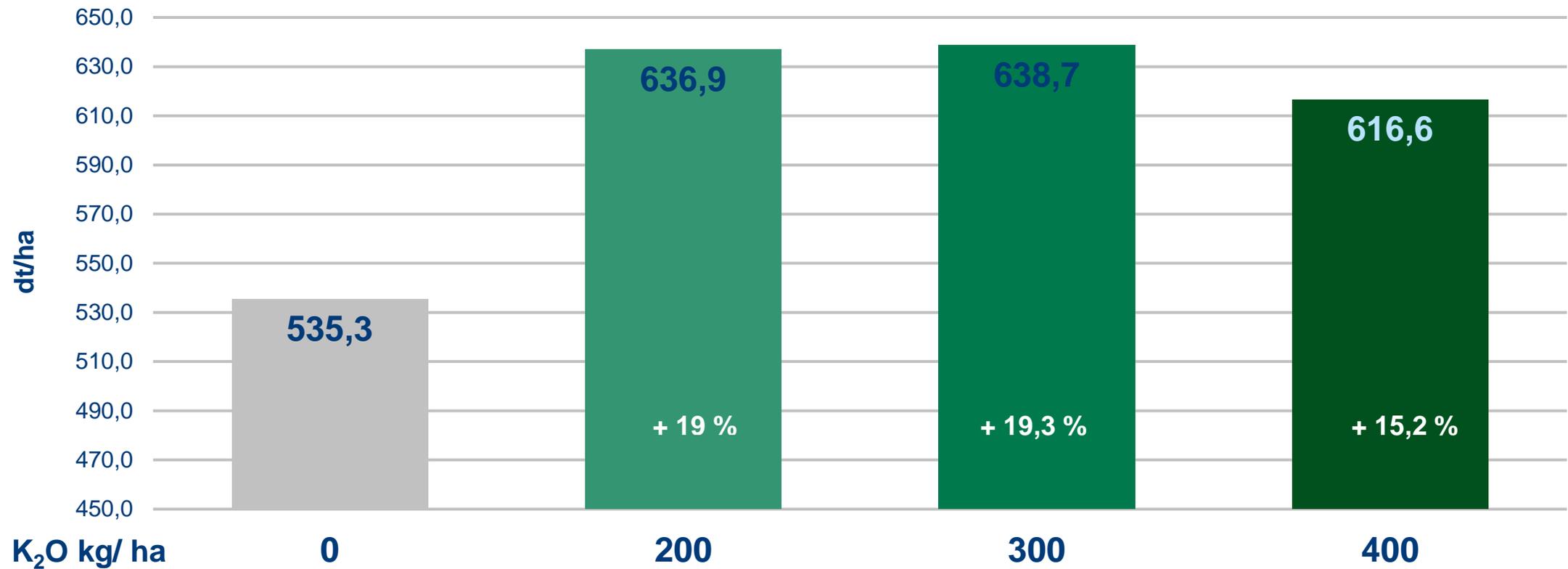


Versuchsansteller: SKW

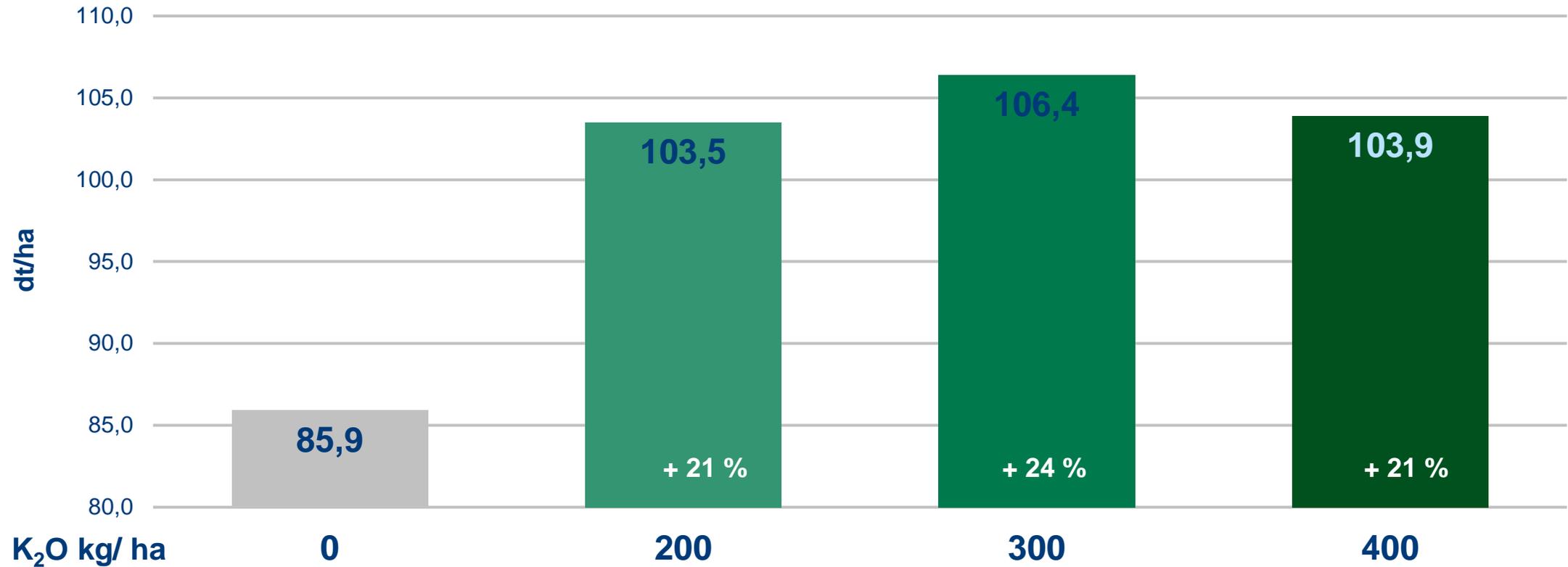
14.12.2022, Kali-Düngung, LfULG Wurzen, Frank Hertwig

Zuckerrüben

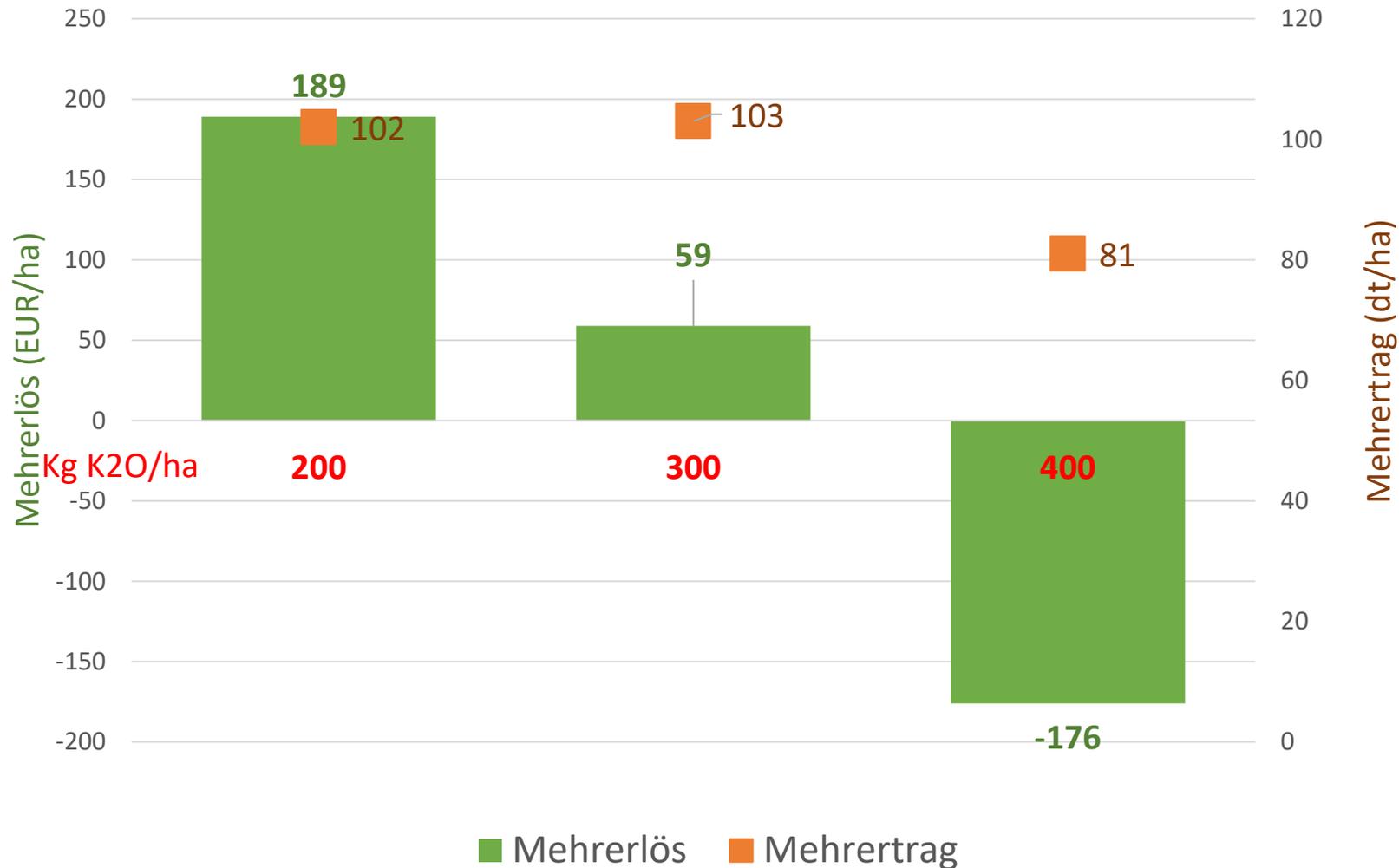
Versuch Cunnersdorf – Ø 7 Jahre Zuckerrüben



Versuch Cunnersdorf – Ø 6 Jahre Zuckerrüben - BZE



Wirtschaftlichkeit der K-Düngung zu Zuckerrüben (n=7)



Kalkulationsbasis:

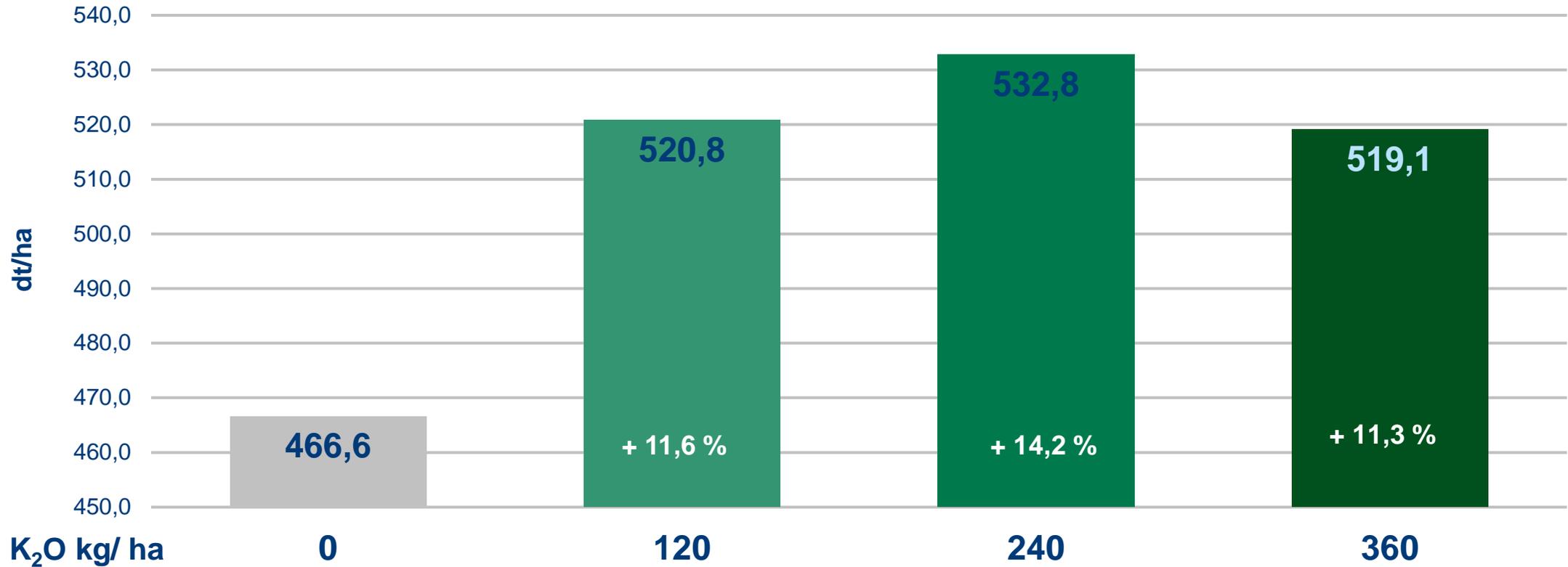
- Versuch Cunnersdorf
- Durchschnittlicher Mehrertrag von 7 Jahren
- Preis Zuckerrüben: 45 EUR/t
- Düngerkosten: 1,35 EUR/kg K₂O
- Ø Ertrag Kontrolle: 535 dt/ha

Versuch Cunnersdorf – ca. Nettoentzug (Ø 27 Jahre)

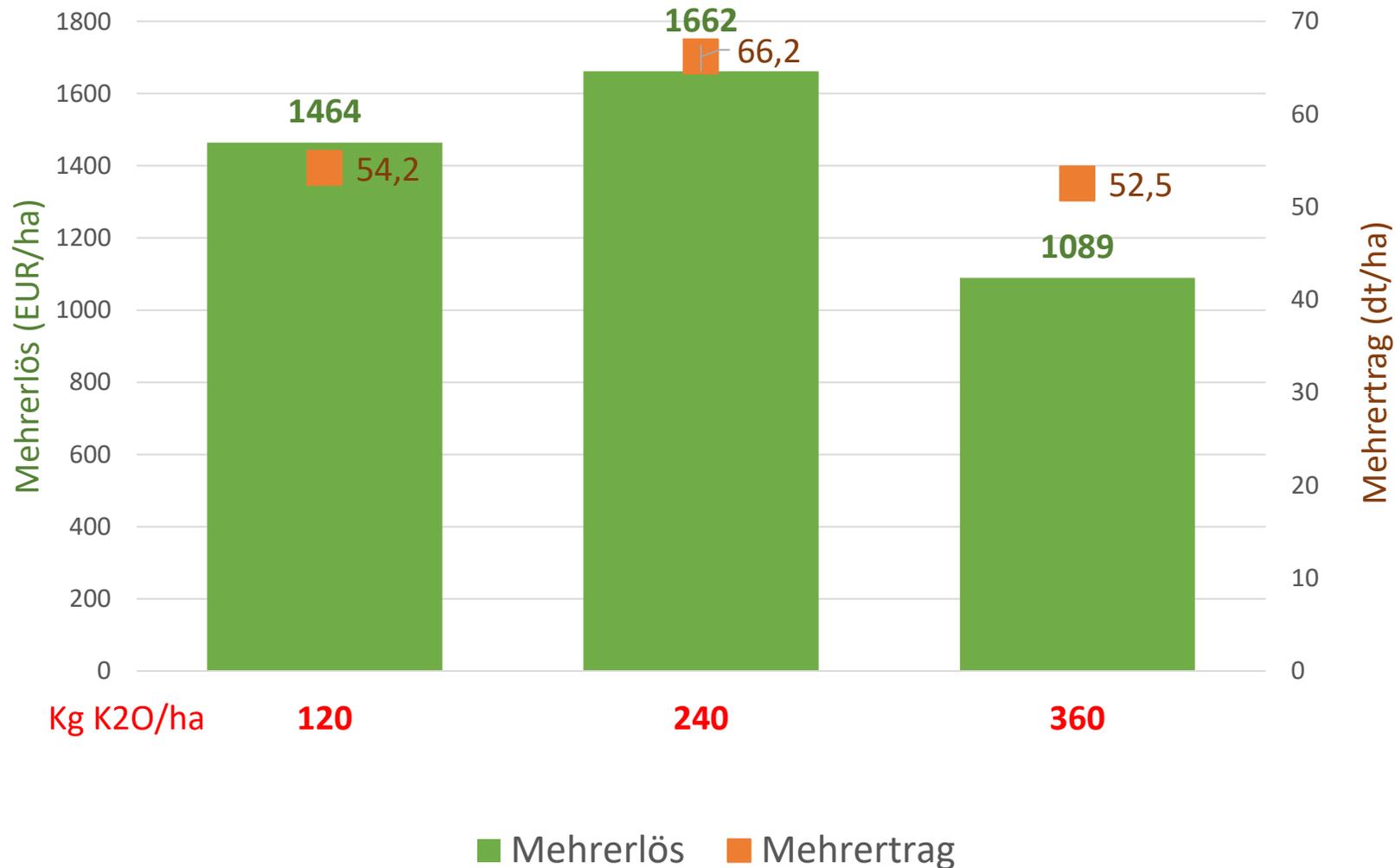
	Düngungsstufe				Ertrag (Mittel 7 Jahre) (dt/ha)				Nährstoffgehalt	Nettoentzug (kg K ₂ O/ha)			
	(kg K ₂ O/ha)												
Fruchtart	K0	K1	K2	K3	K0	K1	K2	K3	(kg/dt FM)	K0	K1	K2	K3
Zuckerrübe	0	200	300	400	535	637	639	617	0,25	134	160	160	154
Sommergerste	0	80	120	160	52	57	58	56	0,6	31	34	35	34
Kartoffel	0	120	240	360	467	521	533	519	0,6	280	313	320	311
Winterweizen	0	80	120	160	94	96	100	99	0,6	56	58	60	59
Fruchtfolge	0	480	780	1080						501	565	575	558

Kartoffeln

Versuch Cunnersdorf – Ø 7 Jahre Kartoffeln



Wirtschaftlichkeit der K-Düngung zu Kartoffeln (n=7)



Kalkulationsbasis:

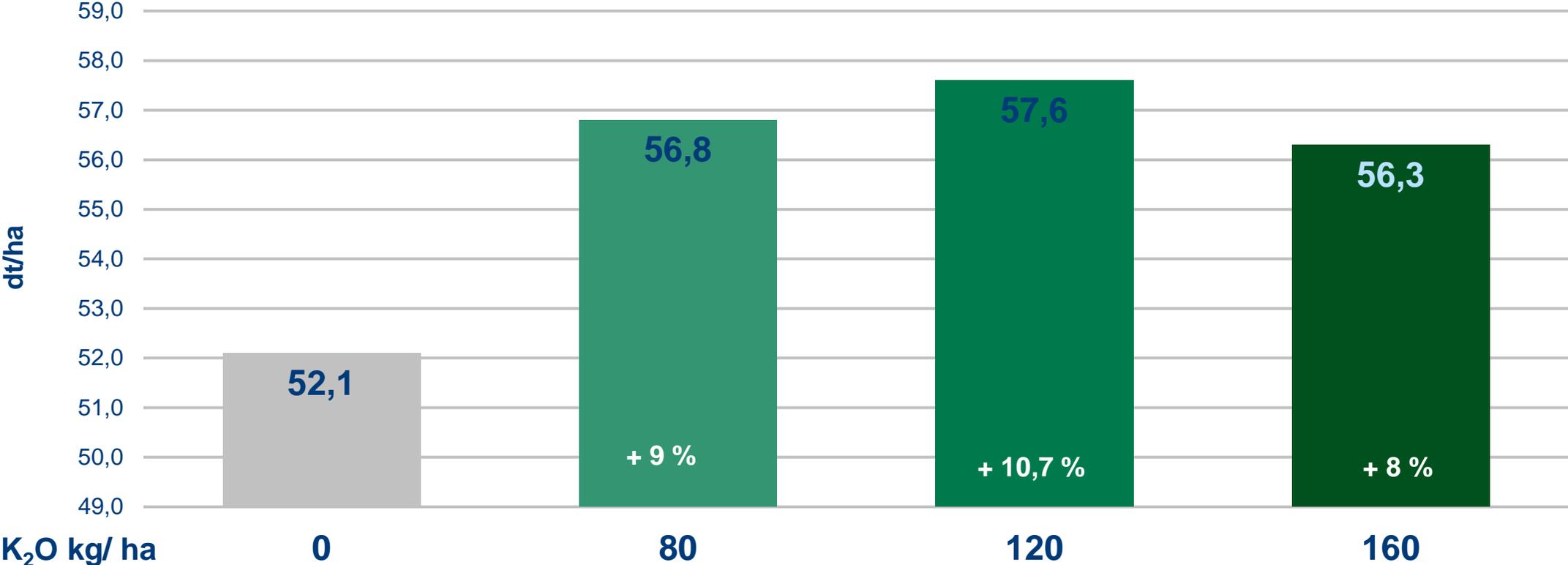
- Versuch Cunnersdorf
- Durchschnittlicher Mehrertrag von 7 Jahren
- Preis Kartoffeln: 30 EUR/dt
- Düngerkosten: 1,35 EUR/kg K₂O
- Ø Ertrag Kontrolle: 467 dt/ha

Versuch Cunnersdorf – ca. Nettoentzug (Ø 27 Jahre)

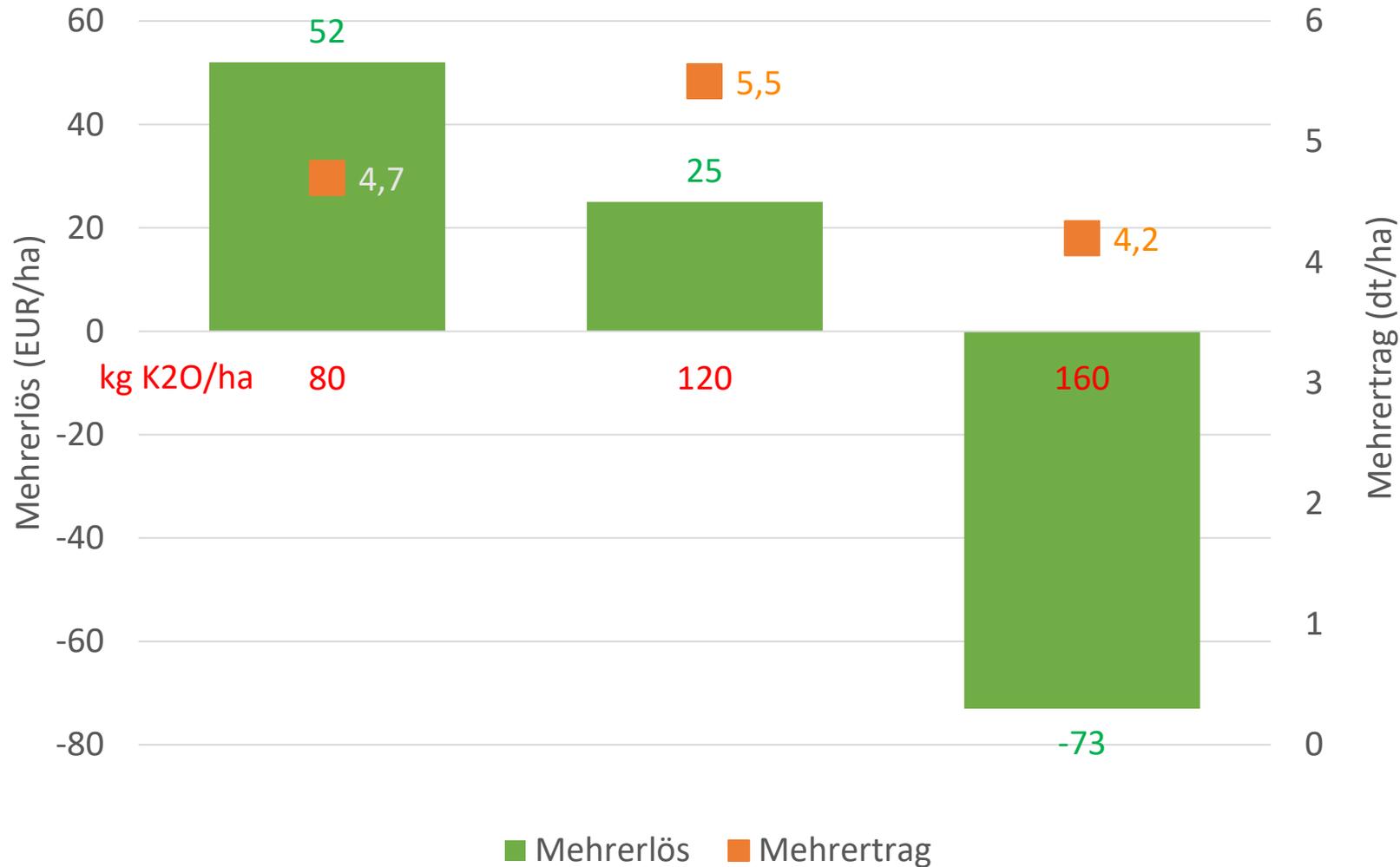
	Düngungsstufe				Ertrag (Mittel 7 Jahre) (dt/ha)				Nährstoffgehalt	Nettoentzug (kg K ₂ O/ha)			
	(kg K ₂ O/ha)												
Fruchtart	K0	K1	K2	K3	K0	K1	K2	K3	(kg/dt FM)	K0	K1	K2	K3
Zuckerrübe	0	200	300	400	535	637	639	617	0,25	134	160	160	154
Sommergerste	0	80	120	160	52	57	58	56	0,6	31	34	35	34
Kartoffel	0	120	240	360	467	521	533	519	0,6	280	313	320	311
Winterweizen	0	80	120	160	94	96	100	99	0,6	56	58	60	59
Fruchtfolge	0	480	780	1080						501	565	575	558

Sommergerste

Versuch Cunnersdorf – Ø 7 Jahre Sommergerste



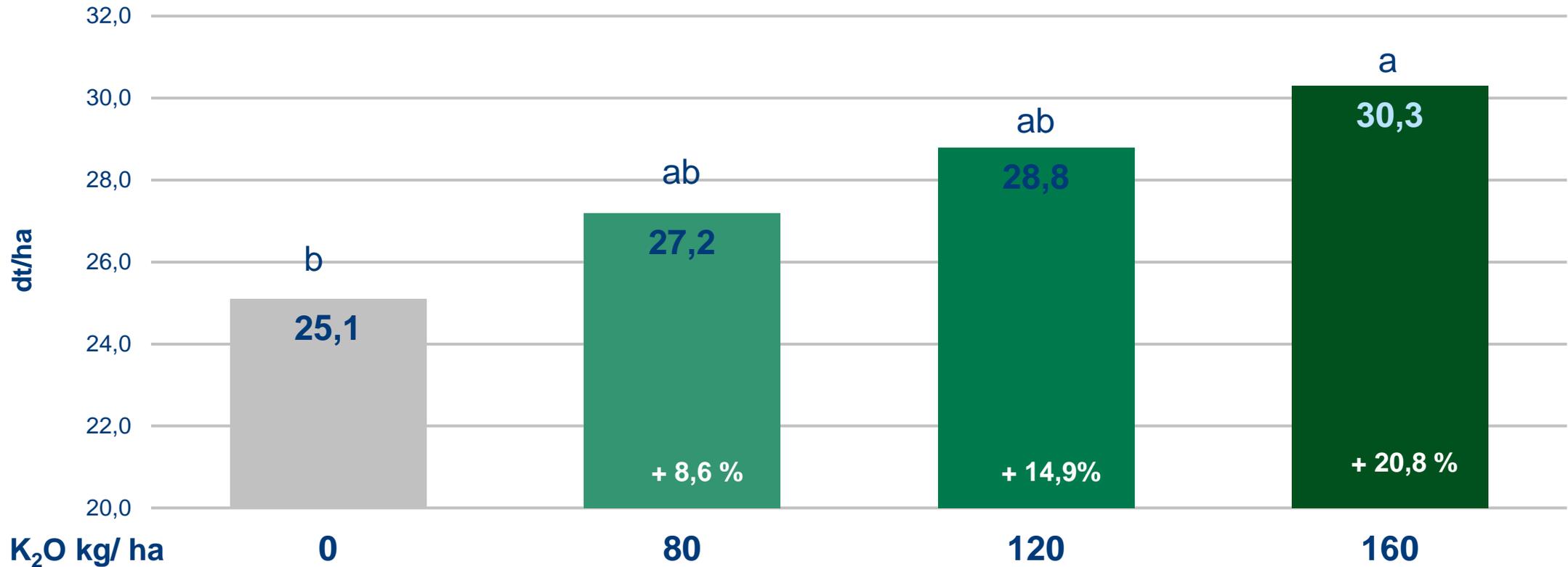
Wirtschaftlichkeit der K-Düngung zu Sommergerste (n=7)



Kalkulationsbasis:

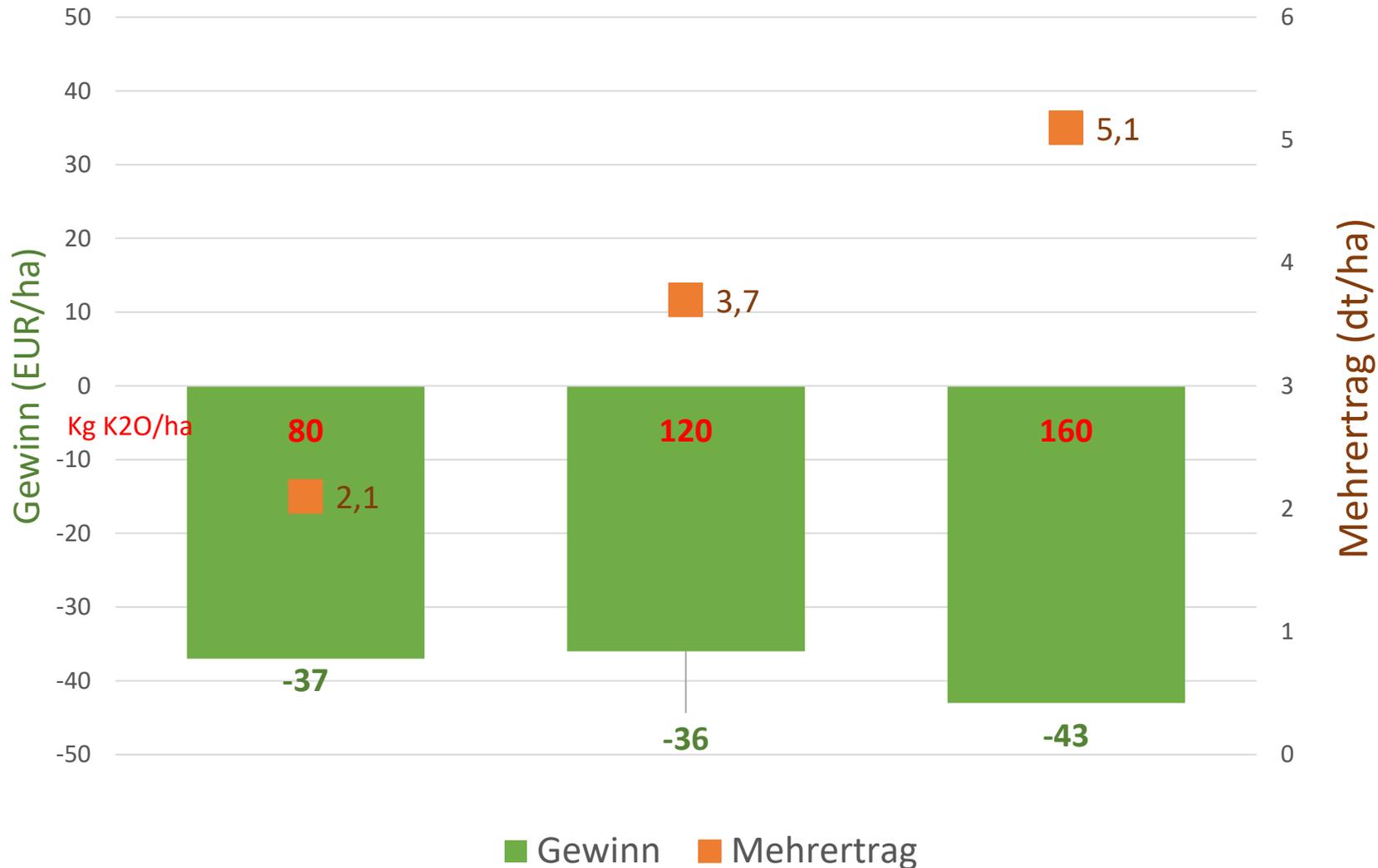
- Versuch Cunnersdorf
- Durchschnittlicher Mehrertrag von 7 Jahren
- Preis Sommergerste: 34 EUR/dt
- Düngerkosten: 1,35 EUR/kg K₂O
- Ø Ertrag Kontrolle: 52,1 dt/ha

Versuch Trossin – Sommergerste 2022



K-Gehaltsklasse C zu Versuchsbeginn 2016

Wirtschaftlichkeit der K-Düngung zu Sommergerste 2022

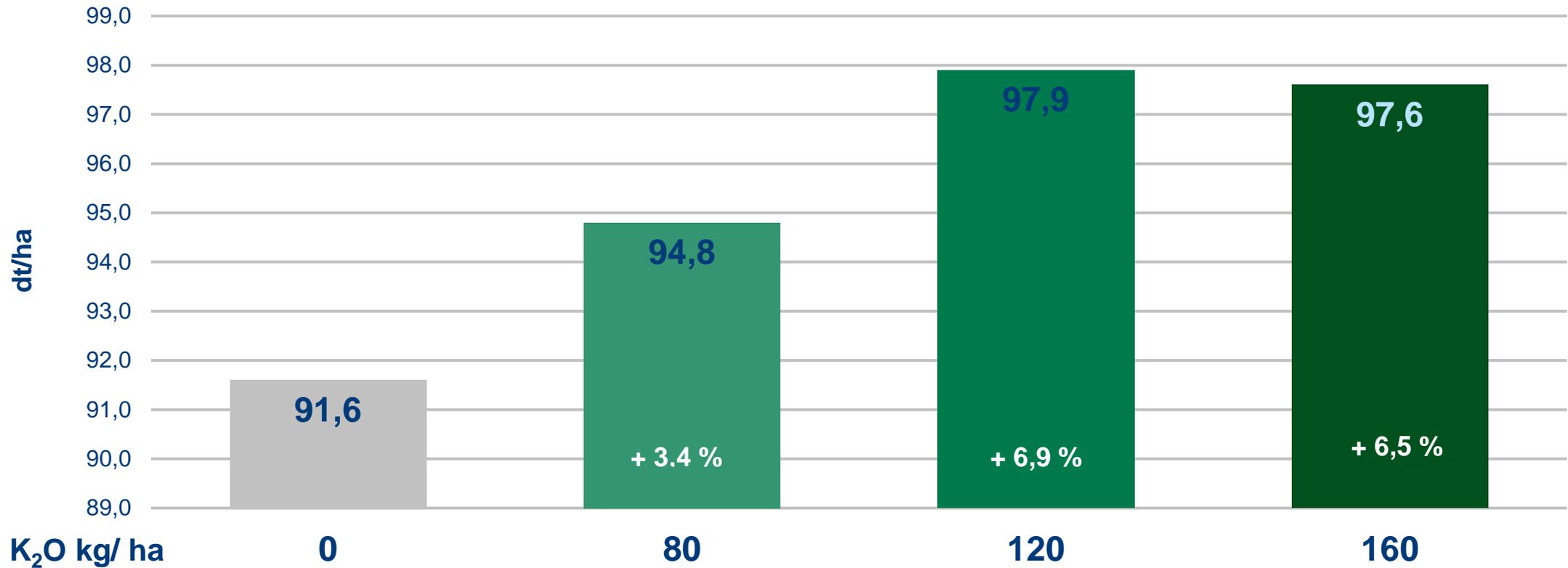


Kalkulationsbasis:

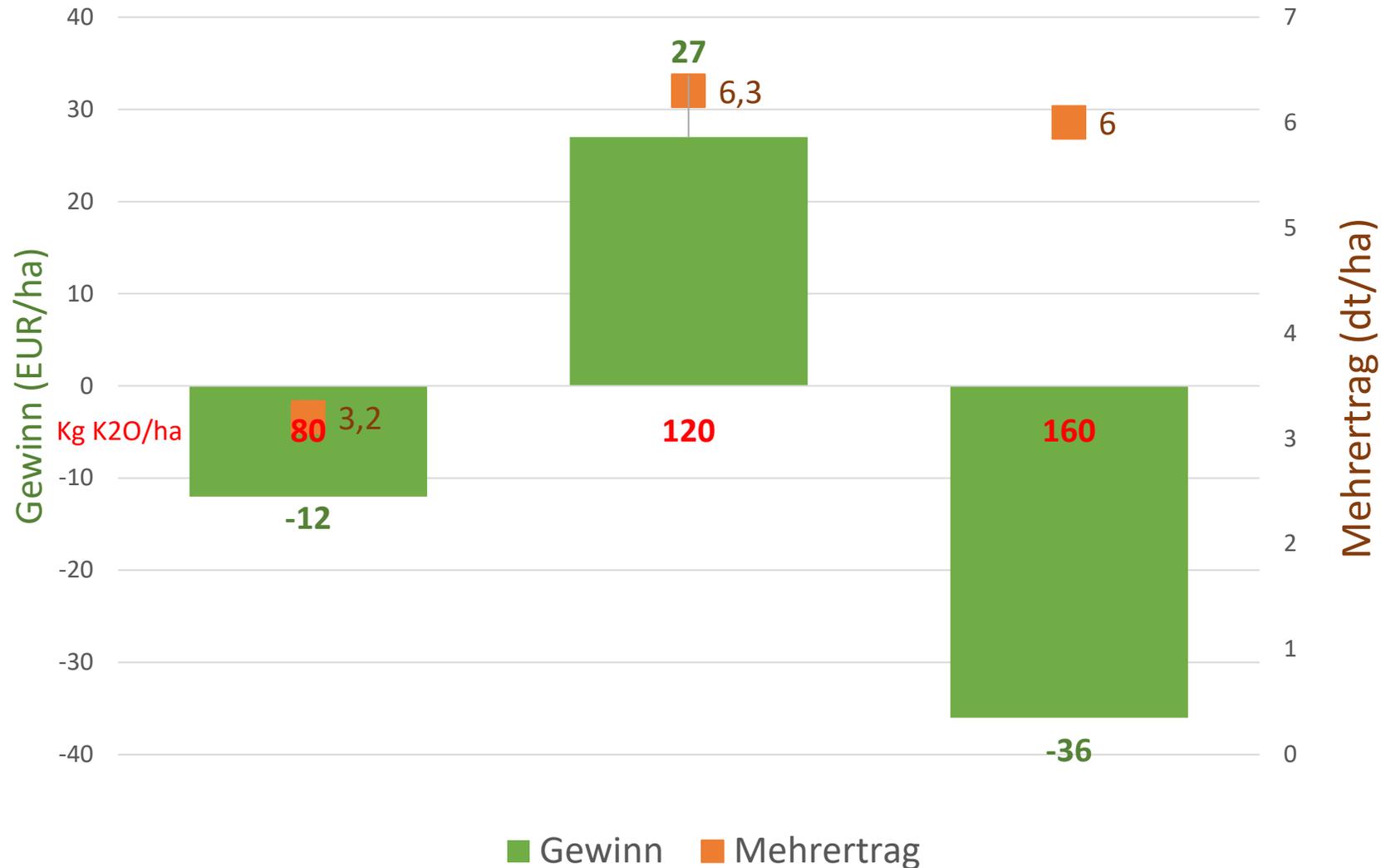
- Versuch Trossin 2022
- Preis Sommergerste: 34 EUR/dt
- Düngerkosten: 1,35 EUR/kg K₂O

Winterweizen

Versuch Cunnersdorf – Ø 6 Jahre Winterweizen



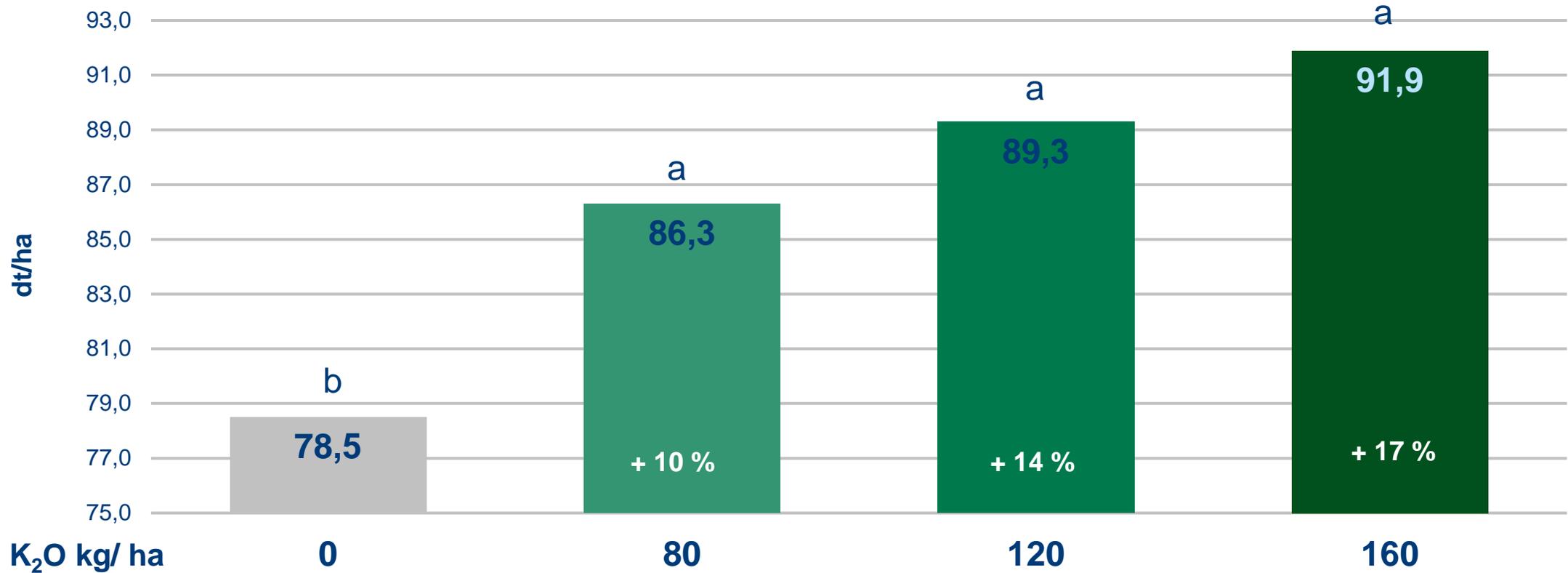
Wirtschaftlichkeit der K-Düngung zu Winterweizen (n=6)



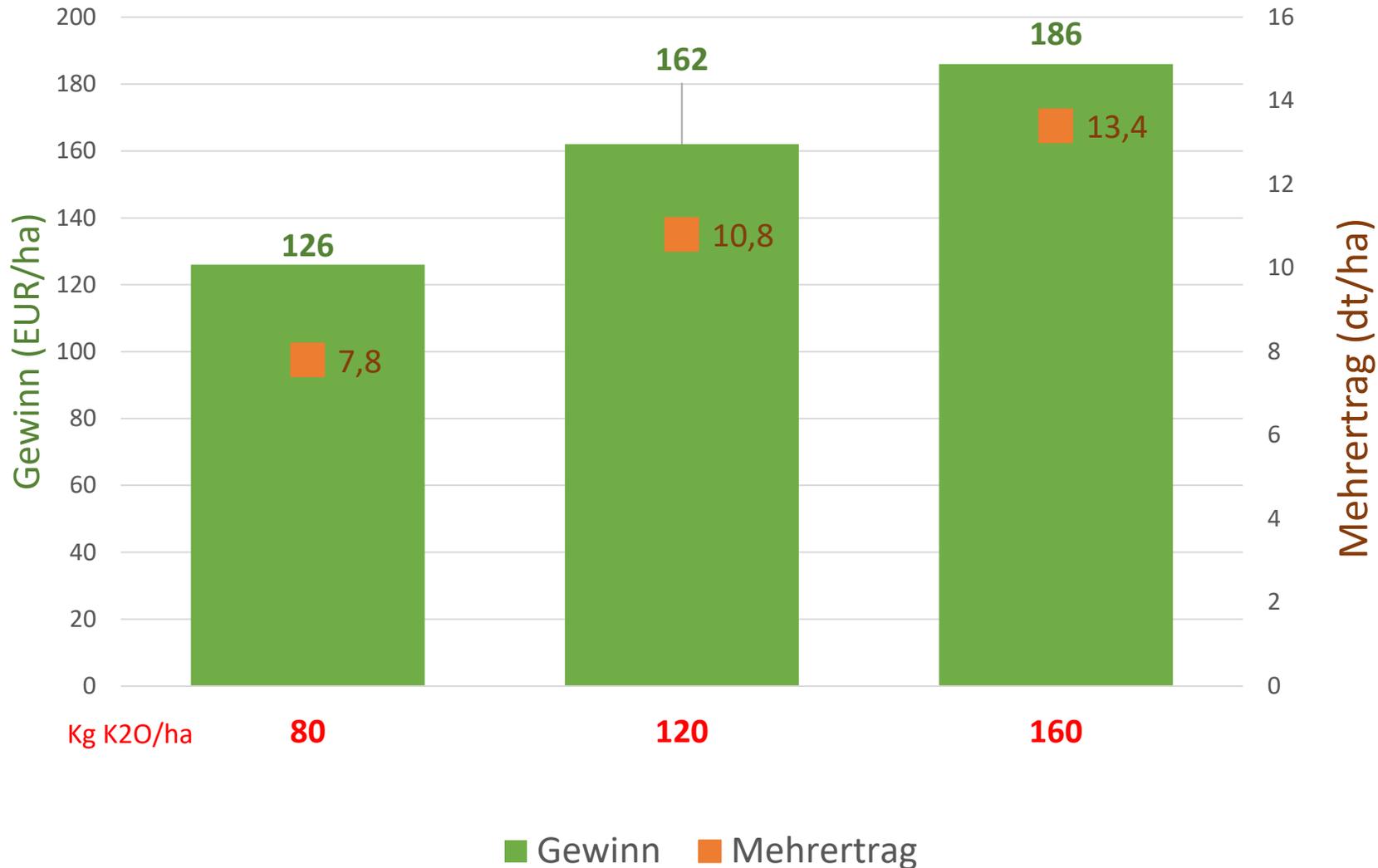
Kalkulationsbasis:

- Versuch Cunnersdorf
- Durchschnittlicher Mehrertrag von 6 Jahren
- Preis Winterweizen: 30 EUR/dt
- Düngerkosten: 1,35 EUR/kg K₂O

Versuch Cunnersdorf – Winterweizen 2022



Wirtschaftlichkeit der K-Düngung zu Winterweizen 2022

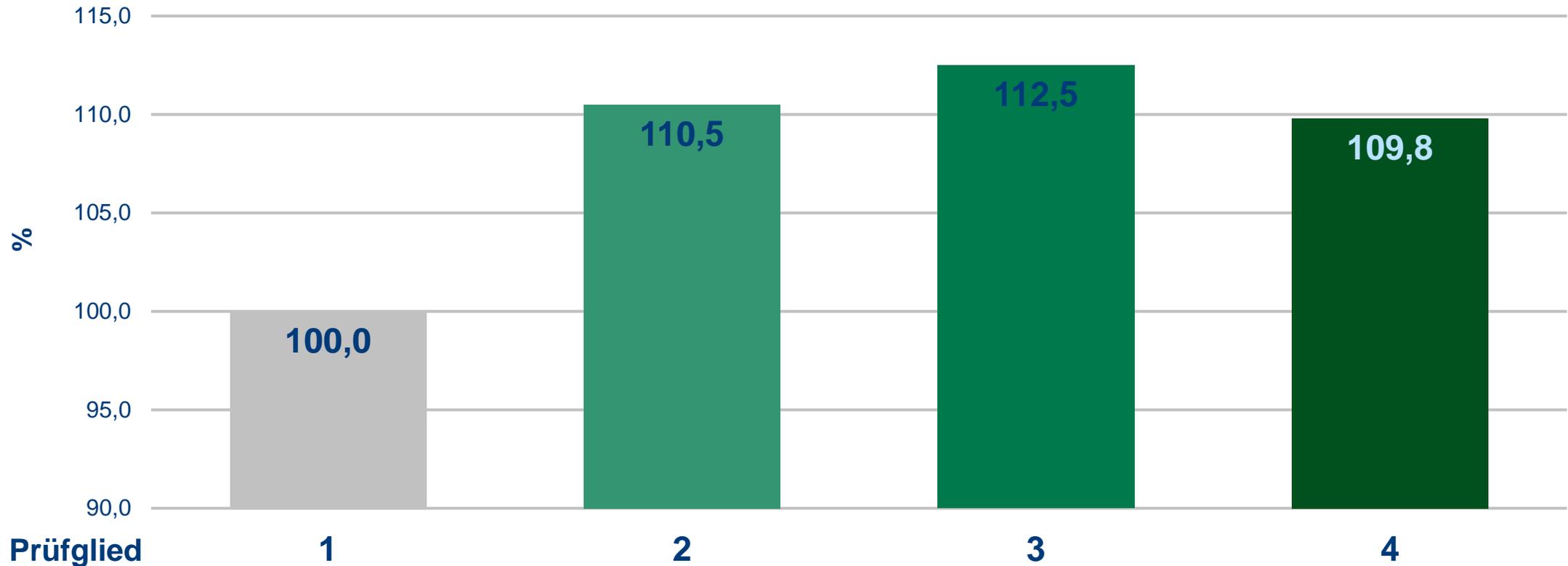


Kalkulationsbasis:

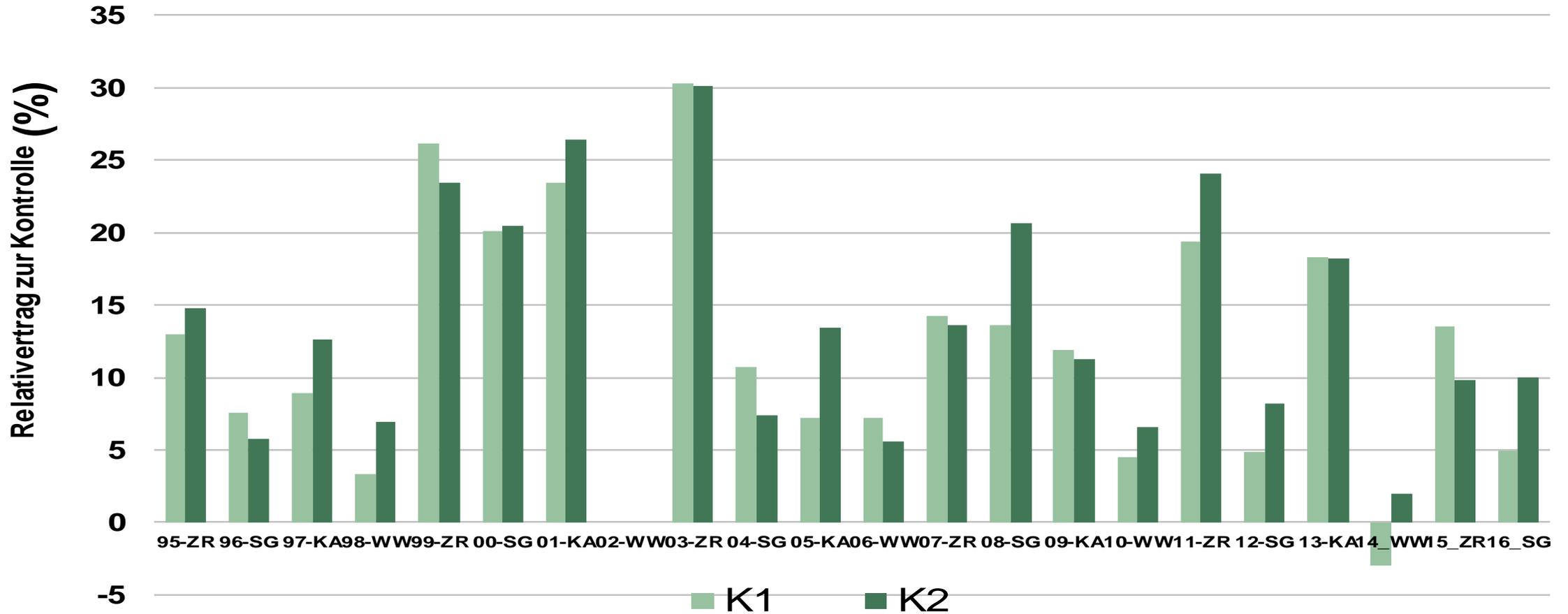
- Versuch Cunnersdorf 2022
- Preis Winterweizen: 30 EUR/dt
- Düngerkosten: 1,35 EUR/kg K₂O

Alle Kulturen

Versuch Cunnersdorf – Mittelwert aller Kulturen 1995-2021 (n=26) Relativerträge (Kontrolle = 100)



Relative Mehrerträge durch K-Düngung im Versuch Cunnersdorf (1995-2016)



WW/SG:	80	kg K ₂ O/ha	120
KA:	120		240
ZR:	200		300

Wirtschaftlichkeit der K-Düngung in GK C

Beispiel: mittlere und leichte Standorte, Ertragsniveau 50 dt GE/ha
 nach KERSCHBERGER durch K-Düngung ca. 10 % Mehrertrag = **5,0 dt/ha**
 Entzugsdüngung mit **100 kg K₂O/ha**

■ 01/2007
■ 01/2008
■ 09/2008

Produktpreis (EUR/dt GE)	Mehrerlös (EUR/ha)	Kalipreis (EUR/kg K ₂ O)	Düngerkosten (EUR/ha)
30	150	0,35	35
25	125	0,40	40
20	100	0,45	45
15	75	0,50	50
10	50	0,55	55
5	25	0,60	60
		0,70	70
		0,80	80
		1,00	100
		1,35	135

Wirtschaftlichkeit der K-Düngung in GK C

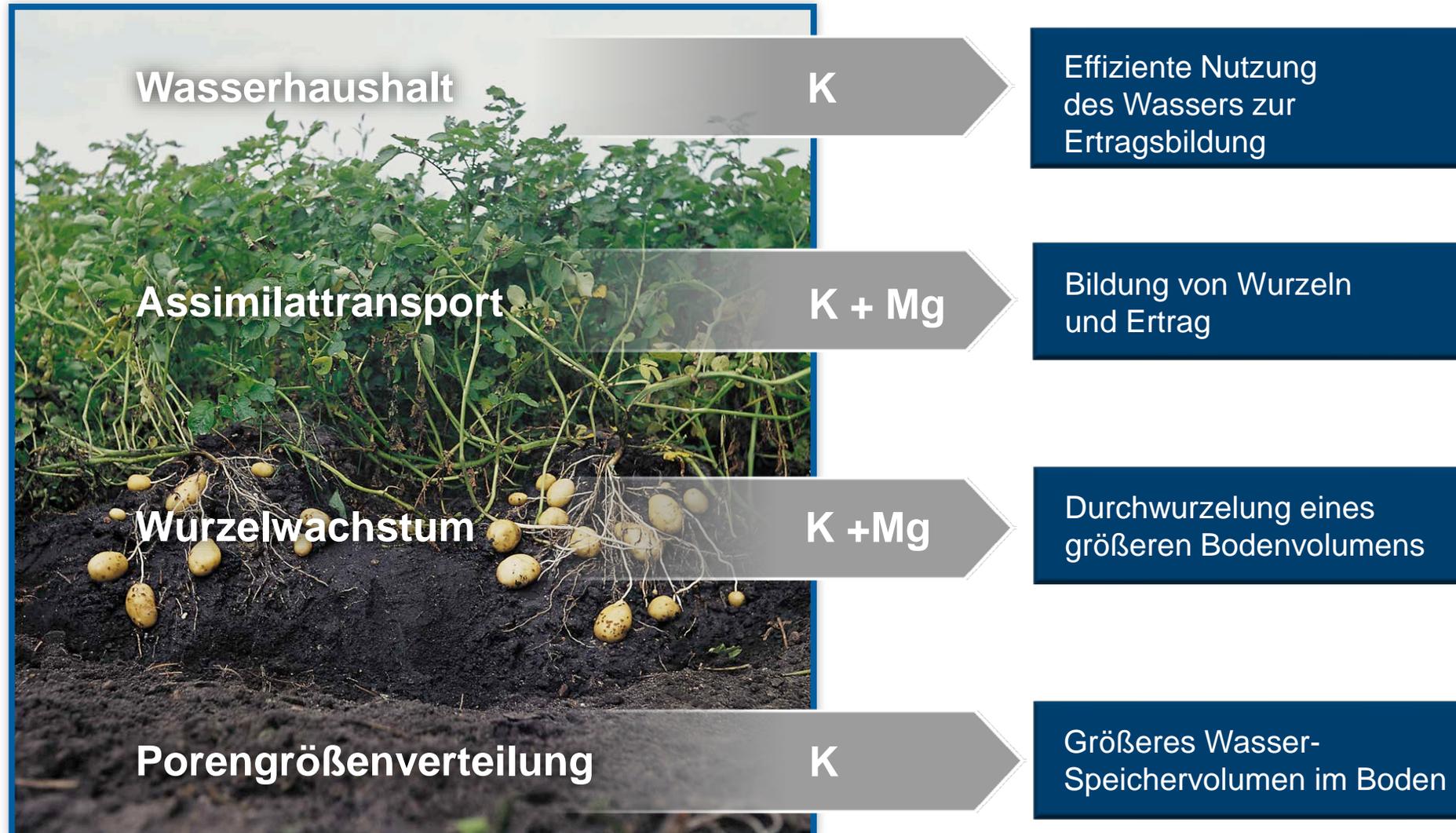
Beispiel: bessere Standorte, Ertragsniveau 80 dt GE/ha
 nach KERSCHBERGER durch K-Düngung ca. 7 % Mehrertrag = **5,6 dt/ha**
 Entzugsdüngung mit **140 kg K₂O/ha**

■ 01/2007
■ 01/2008
■ 09/2008

Produktpreis (EUR/dt GE)	Mehrerlös (EUR/ha)	Kalipreis (EUR/kg K ₂ O)	Düngerkosten (EUR/ha)
30	168	0,35	49
25	140	0,40	56
20	112	0,45	63
15	84	0,50	70
10	56	0,55	77
5	28	0,60	84
		0,70	98
		0,80	128
		1,00	140
		1,35	189

Wassernutzungseffizienz

Kalium mit Magnesium spart Wasser – vier Funktionen

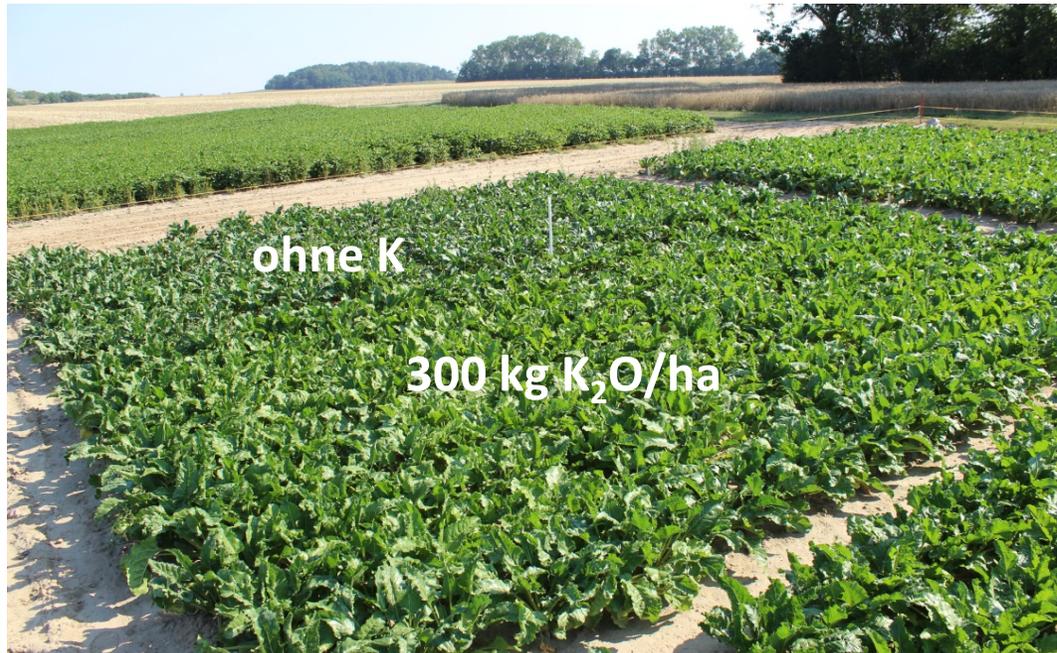


Projekt K+S / DWD / IAPN / CAU / SKW (seit 2013)

- DWD: wöchentliche Messungen der Bodenfeuchte während der Wachstumsperiode
- Uni Kiel und DWD: Bodenstrukturanalysen
- Uni Göttingen: Messungen der Transpiration am Blatt und im Bestand

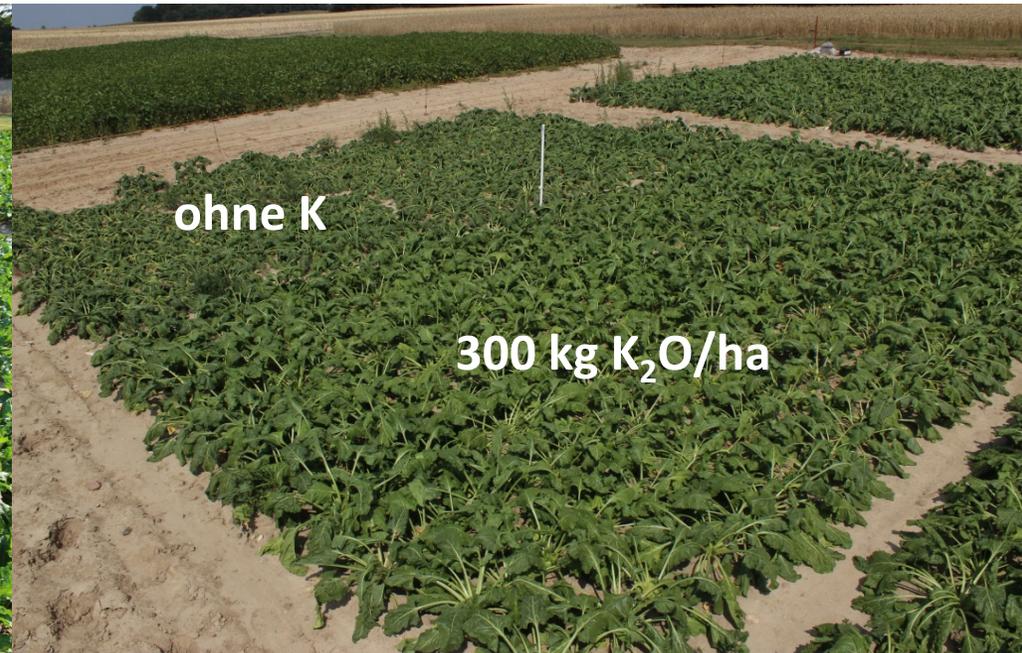


Sichtbare Effekte differenzierter K-Düngung



9 Uhr bei 20°C

04.08.2015



14 Uhr bei 35°C

Versuch Cunnersdorf am 04.08.2015
Quelle: IAPN Göttingen

Welketracht bei K-Mangel



Kali-Dauerdüngungsversuch 2016

Schwarzerde aus Löß, K-GK D

Zuckerrüben am 25. August, 8.00 Uhr



ohne Kali



50%



100%



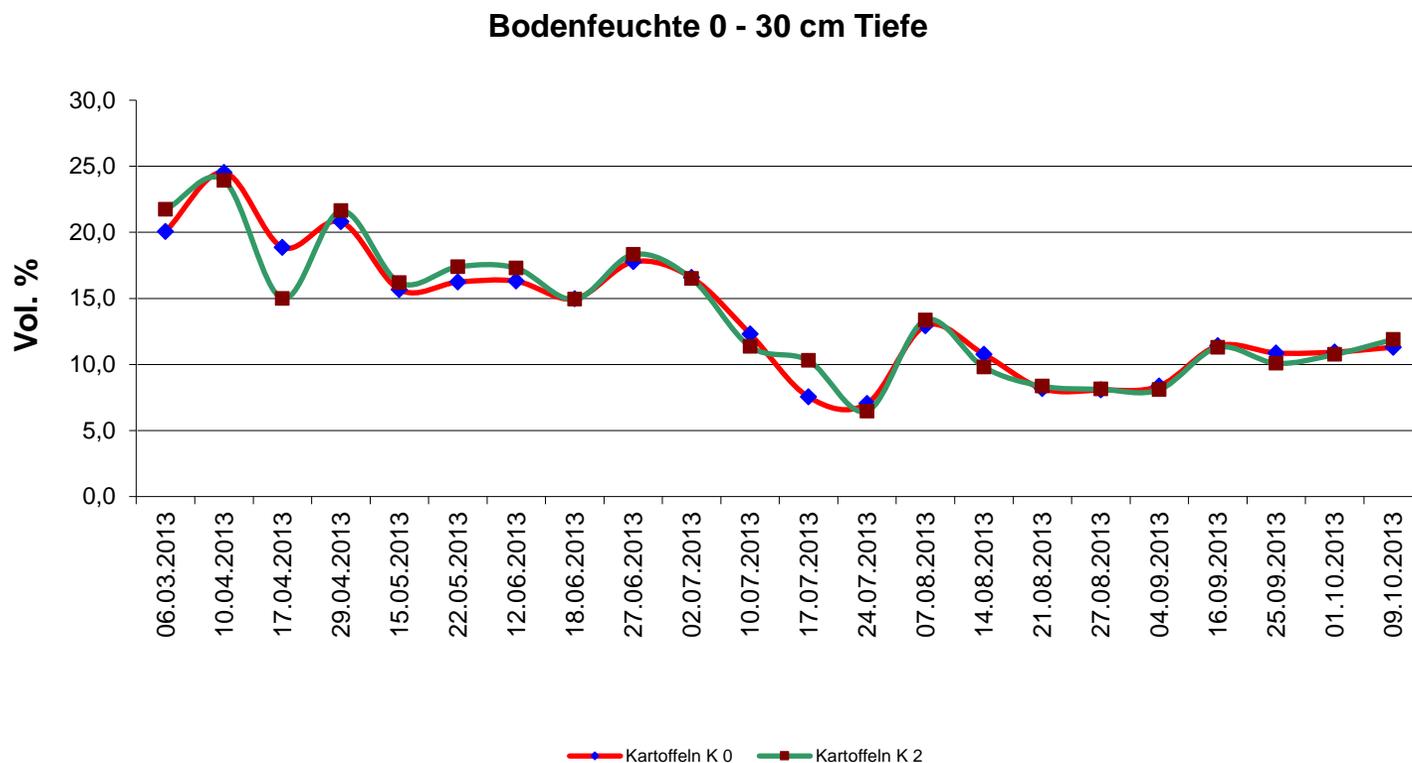
150%

des Pflanzenentzuges als Kornkali

Quelle: Prof. Deubel, HS Anhalt 2017

K+S-Versuch Cunnersdorf, 2013: Kartoffel

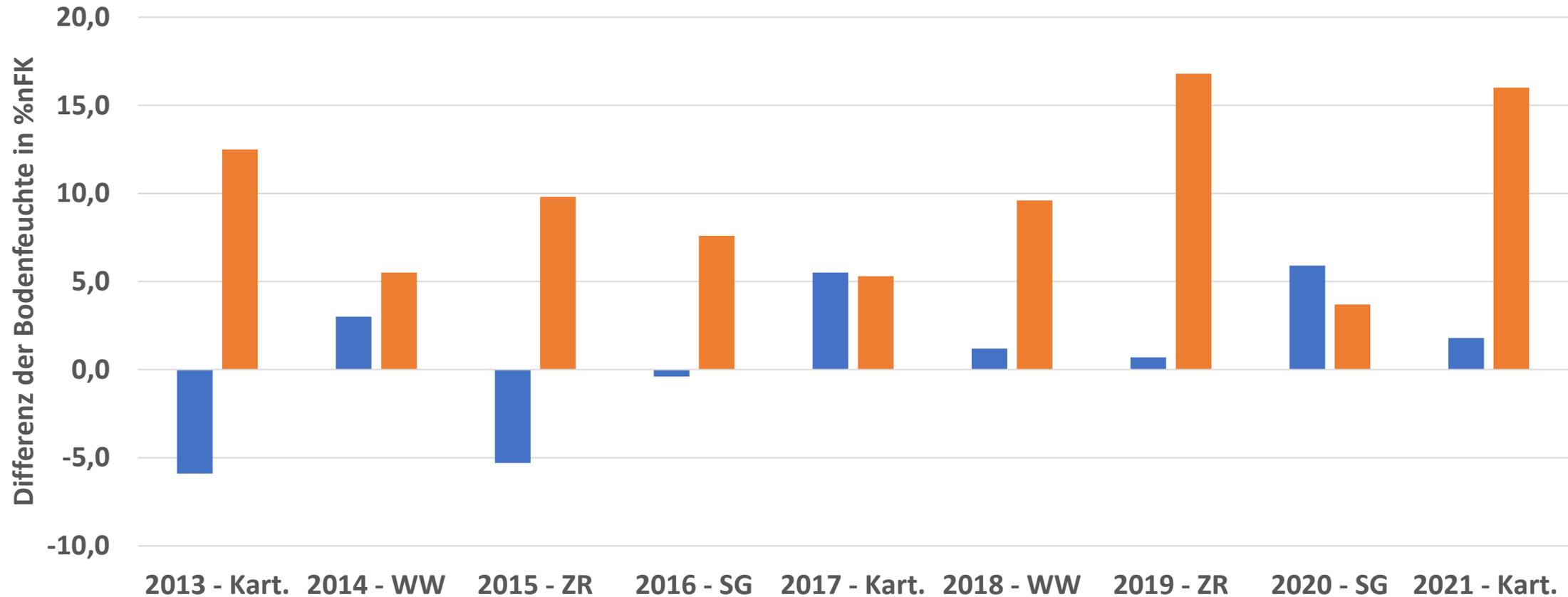
Messungen im Zeitraum 06.03.-09.10.13; Bodentiefe: 0-30cm



K0 ohne Düngung
K2 240 kg/ha K₂O

	K0	K2
Wasserverbrauch (mm)	414,3	419,5
Ertrag (t/ha)	27,2	32,14
WnE (kg ha-1mm-1)	65,65	76,62
WnE (l/kg)	152,31	130,52

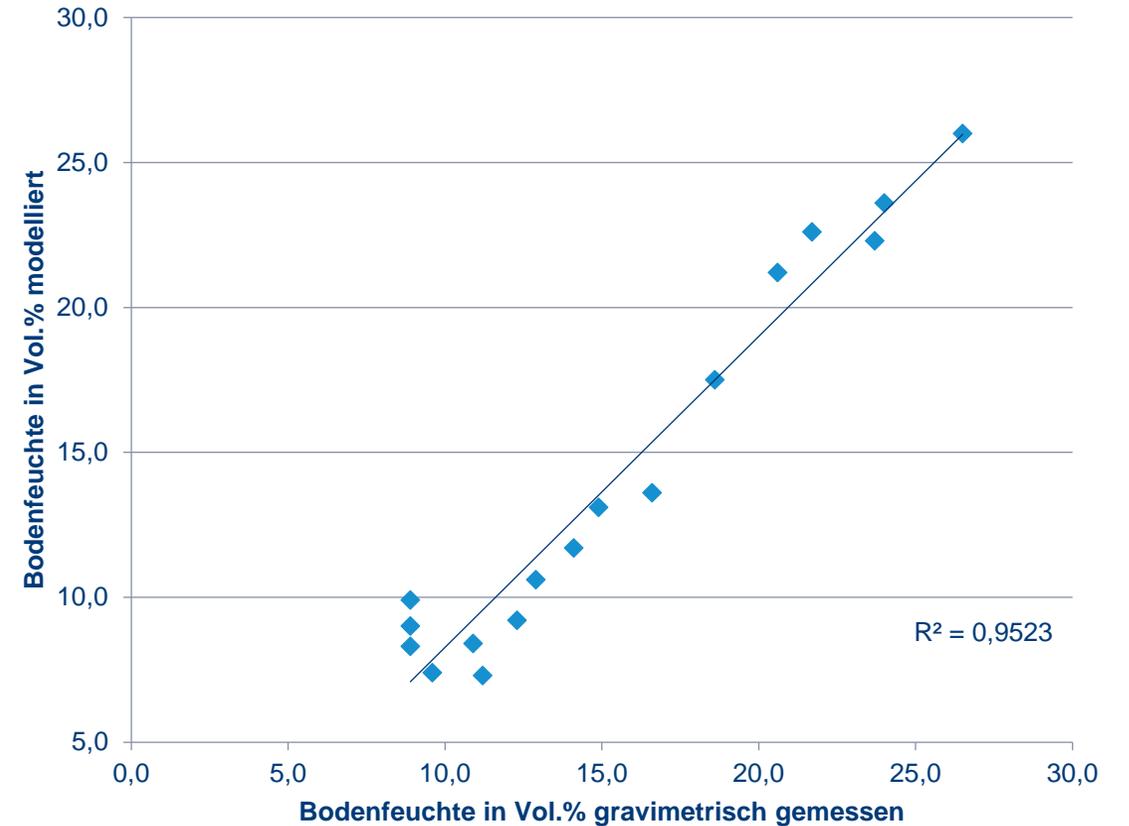
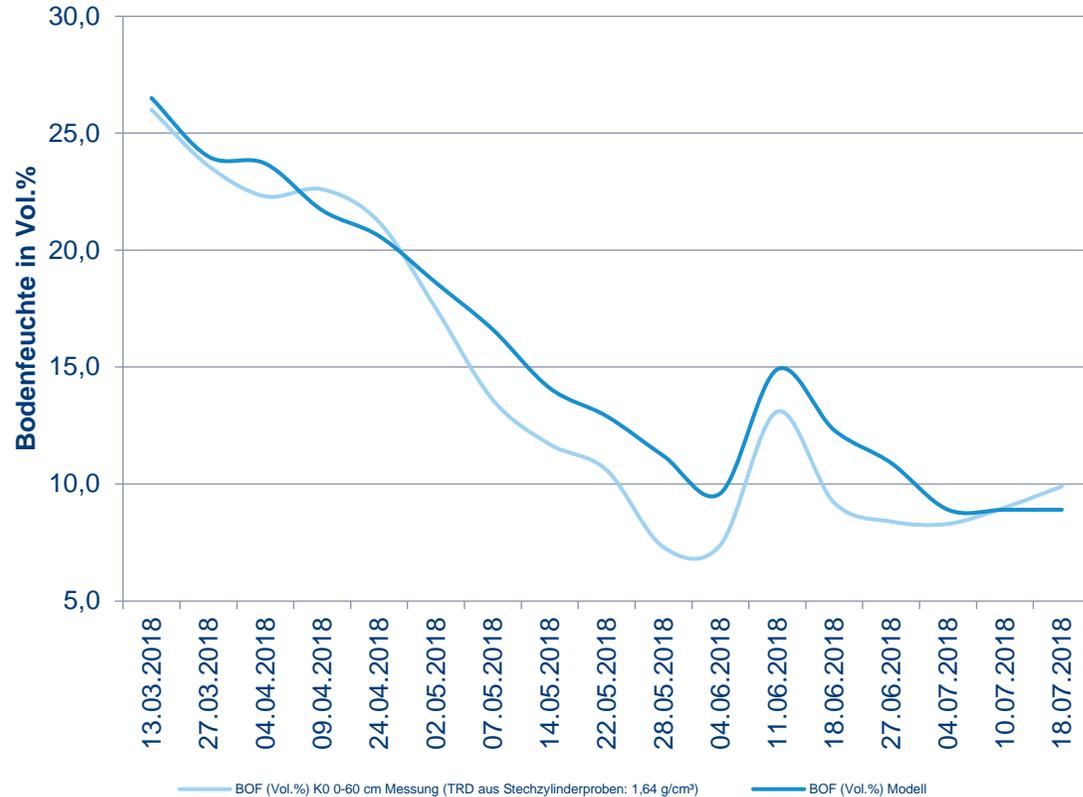
Differenzen der Bodenfeuchte zu Vegetationsbeginn und vor Ernte zwischen K0 und K2 (Cunnersdorf)



Quelle: Falk Böttcher, DWD Leipzig

■ Differenz VB ■ Differenz vor Ernte

Bodenfeuchte Modell und Messung 2018 (DWD)



Quelle: Falk Böttcher, DWD Leipzig (Winterweizen / 0-60 cm)

Das aktuelle KALI Akademie Webinar-Programm

Jetzt anmelden unter:
webinare.kali-akademie.de

Leguminosen

Wie Sie den Nährstoffbedarf zuverlässig decken



14. November 2022



19:30 Uhr

Trockenstress

Wie Sie Ihre Anbaustrategie anpassen können



14. Dezember 2022



19:30 Uhr

Düngesprechstunde I

Unsere Regionalberater beantworten Ihre Fragen



12. Januar 2023



10:00 Uhr

Düngesprechstunde II

Unsere Regionalberater beantworten Ihre Fragen



23. Januar 2023



19:30 Uhr

Sonnenblume

Was Sie über Anbau und Düngung wissen müssen



25. Januar 2023



10:00 Uhr

Soja

Was Sie über die Düngung wissen müssen



16. Februar 2023



10:00 Uhr

1x1 der Mangelsymptome

Erkennen, beheben, profitieren



22. Februar 2022



10:00 Uhr

K+S

**Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!**