



Einfluss der Kaliumdüngung auf Bodeneigenschaften, Wurzelwachstum und Ertrag.

Sebastian Damm

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Vortrag zur Ackerbautagung der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
am 24. und 25. November 2010 in Bernburg und Iden



Vortragsschwerpunkte:

1 Einleitung

2 Versuchsstandort

3 Ergebnisse

3.1 Bodeneigenschaften

3.2 Wurzelwachstum

3.3 Erträge

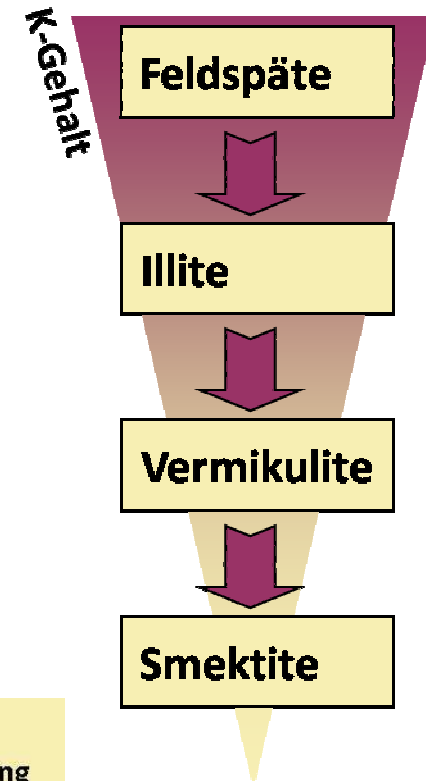
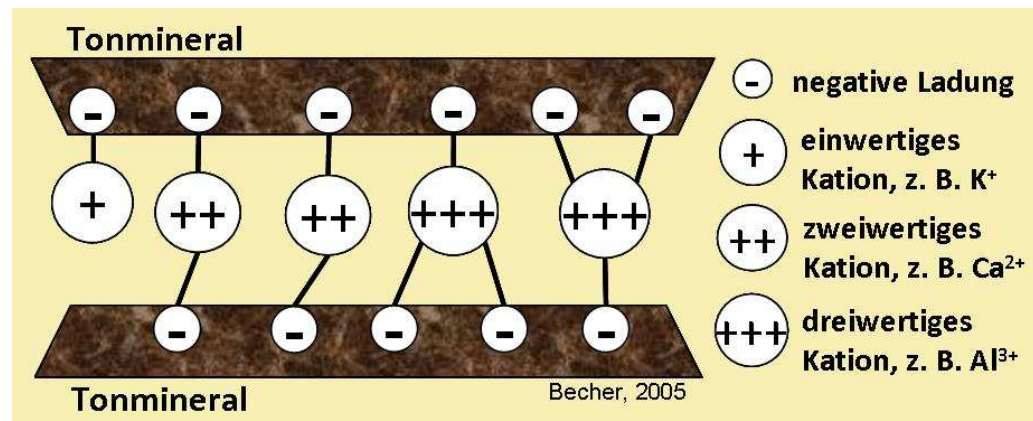
4 Fazit



1 Einleitung

➤ Kalium im Boden

- Der Kaliumgehalt von Böden liegt im Durchschnitt bei 0,3 bis 3%
- Kalium liegt fast ausschließlich in anorganischer Form vor.
- Das Kalium unterliegt im Boden einer Dynamik aus Freisetzung und Bindung.



nach Tributh (1981), Lein-Weber und Reuter (1989), Schwertmann (1964)



1 Einleitung

➤ Kaliumformen im Boden

- Kalium in der Bodenlösung
 - sofort pflanzenverfügbar
- austauschbares Kalium
 - locker an Ton oder Humusbestandteile gebunden, kann leicht nachgeliefert werden
- nicht austauschbares Kalium
 - fest zwischen Tonmineralen fixiert, nur unter bestimmten Bedingungen pflanzenverfügbar
- im Kristallgitter gebundenes Kalium
 - direkter Baustein von Bodensilikaten, nicht pflanzenverfügbar



1 Einleitung

- Die Aufnahme des Kaliums durch die Pflanze.
 - Kalium wird von der Pflanze nur als Ion aus der Bodenlösung aufgenommen.
 - Die Kaliumaufnahme der Pflanze wird beeinflusst durch:
 - Kaliumgehalt in der Bodenlösung
 - Ausmaß der Kaliumfixierung der Tonminerale.
 - Kationenaustauschkapazität und Grad der K-Sättigung
 - Innerhalb der Pflanze ist Kalium sehr gut verlagerbar.
 - Kaliummangelerscheinungen treten daher zuerst an älteren Blättern auf.



1 Einleitung

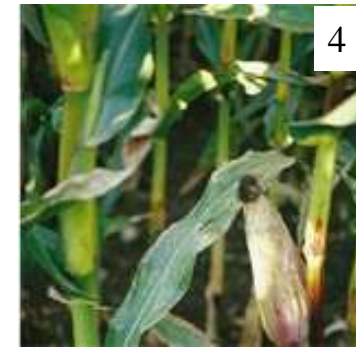
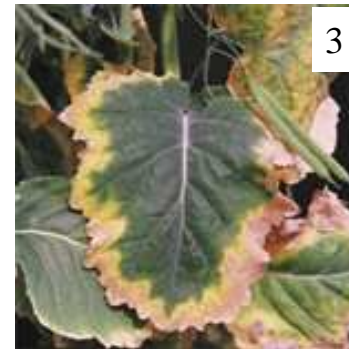
➤ Die Wirkung des Kaliums in der Pflanze.

- *Kalium steuert Vorgänge des pflanzlichen Stoffwechsels*
 - osmotische Regulation
 - Förderung der Kohlenhydratbildung
 - Stomataregulierung
- *Enzymaktivierung*
 - Kalium ist an der Aktivierung von etwa 50 Enzymen beteiligt
- *Fördert die Ausbildung des Stützgewebes*
- *Verbessert die Wasserausnutzung der Pflanzen*
- *erhöht die Frosttoleranz*



1 Einleitung

➤ Wichtige Kaliummangelsymptome an Kulturpflanzen.



Nekrosen an Getreide, Zuckerrüben, Raps und Mais



Wachstumsdepression
bei Raps und
Ackerbohnen



Welketracht bei Zuckerrüben

Foto 1; 2 und 5 Quelle: Schilling, G. (2000): Pflanzenernährung und Düngung. Stuttgart. Ulmer 464 S.

Foto 3; 4 und 7 Quelle: K+S Kali GmbH

Foto 7 Quelle: D. Reeb privat



1 Einleitung

- Wenige Erkenntnisse liegen hingegen über den Einfluss des Kaliums auf Bodeneigenschaften vor.
- In älteren Publikationen (Fiedler und Reißig, 1964; Selke, 1965; Hurtmanns, 1984; Martin,) wird dem Kalium eine verschlammungsfördernde Wirkung zugeschrieben.
- Auch über die Wurzelentwicklung bei differenzierten Bodenkaliumpgehalten liegen nur wenig Erkenntnisse vor.



1 Einleitung

Es ergeben sich nun folgende Versuchsfragen:

- Hat Kalium einen Einfluss auf die Bodenstruktur?
- Wie beeinflusst Kalium das Wurzelwachstum?
- Wirkt sich Kalium ertragswirksam aus?



2 Versuchsstandort

Versuchsstandort:	Bernburg
Bodentyp:	Norm-Tschernosem
Bodenart (Ap):	Ut4, stark toniger Schluff
Ackerkrume:	22 % Ton, 70 % Schluff, 8 % Sand
OBS-Gehalt:	2,7 %
Ackerzahl:	95
Langj. Mittl. Jahrestemp.:	9,1 °C
Langj. Mittl. Jahresnied.:	469 mm



2 Versuchsstandort

Versuchsanlage:

Anlagejahr: 1994

Fruchtfolge: Zuckerrüben – Sommergerste –
Körnermais – Winterweizen –
Wintergerste

Kaliumdüngestufen: ohne

100 kg K_2O (60er Kali)

50 kg K_2O (Kornkali)

100 kg K_2O (Kornkali)

150 kg K_2O (Kornkali)



2 Versuchsstandort

Ausgangskaliumgehalt: **33,7 mg K / 100 g Boden**
(Versorgungsstufe E)

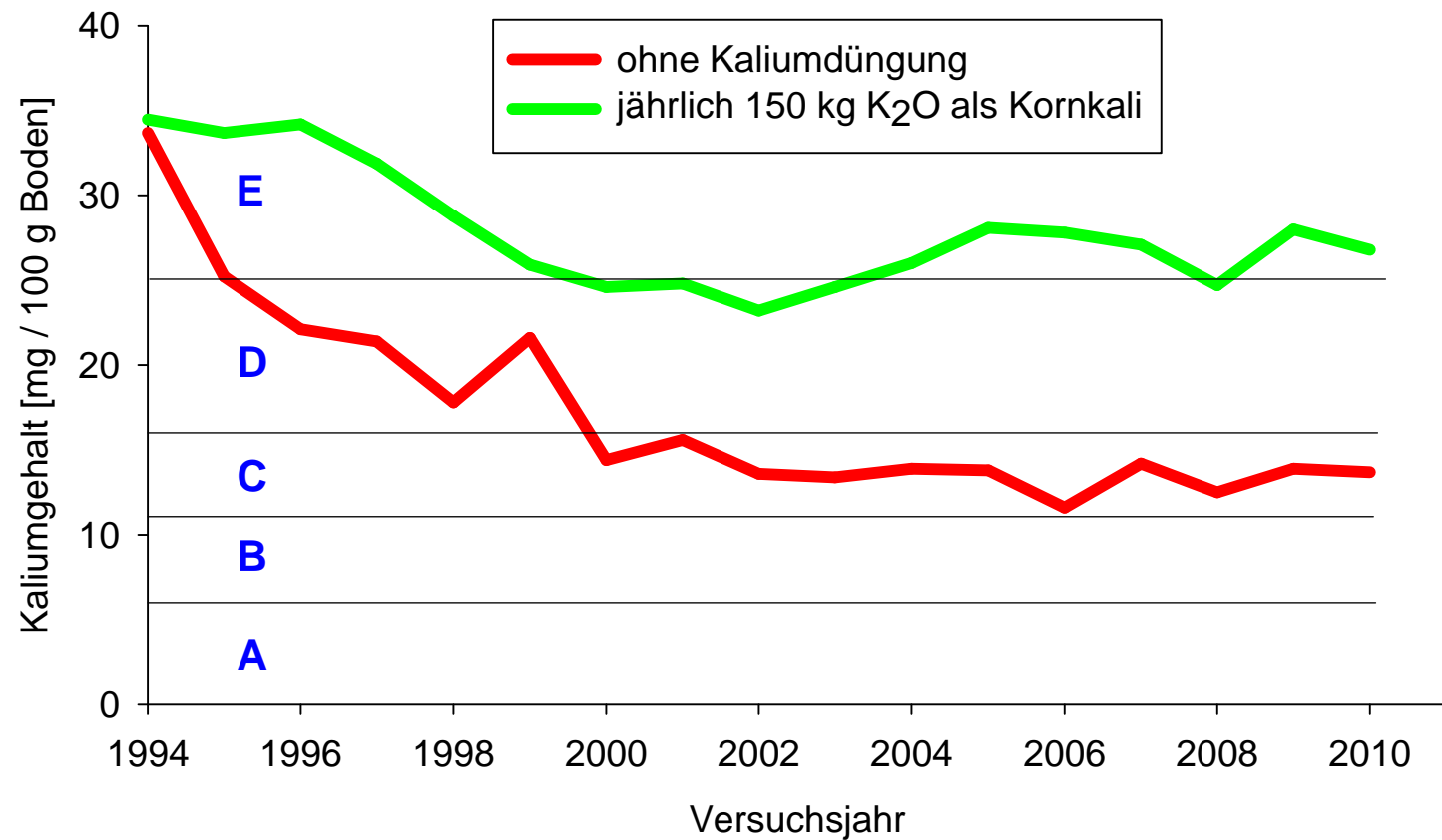


Abb.1: Entwicklung von Bodenkaliumpgehalten nach 16 Jahren unterlassener Kaliumdüngung.



3 Ergebnisse

3.1 Einfluss auf Bodeneigenschaften

Von besonderer Bedeutung sind gerade im mitteldeutschen Trockengebiet Wasserhaushaltsparameter.

- Feldkapazität
- Nutzbare Feldkapazität
- Permanenter Welkepunkt (Totwasseranteil)



3 Ergebnisse

3.1 Einfluss auf Bodeneigenschaften

Poren- durchm. [µm]	Untereinteilung Bodenwasser		Untereinteilung Speicherkapazität				
> 50	schnell bewegl.	Sicker- wasser	Luftkapazität		max. Wasser- kapazität		
50 – 10	langsam bewegl		Nutzbare Feld- kapazität	Feld- kapazität			
10 – 0,2	Mittel- poren	Haft- wasser					
< 0,2	Fein- poren						

Abb.2: Klassifizierung der unterschiedlichen Bodenwasserfraktionen.



3 Ergebnisse

3.1 Einfluss auf Bodeneigenschaften

Tab.1: Einfluss der Kaliumdüngung auf Parameter des Bodenwasserhaushaltes.

Kaliumgehalt [mg /100 g Boden] (Vers.-Stufe)	Bodentiefe [cm]	Feldkapazität [Vol.-%]	Permanenter Welkepunkt [Vol.-%]	Nutzbare Feldkapazität [Vol.-%] [rel.]	
14,2 (C)	8-14	37,1 a	15,4 a	21,9 a	100
27,1 (D)		39,3 b	15,9 b	23,4 b	107
14,2 (C)	18-24	37,8 a	15,4 a	22,4 a	100
27,1 (D)		40,4 b	15,9 b	24,3 b	109

Signifikante Unterschiede sind mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

Bei einer Krümmenmächtigkeit von 40 cm bedeutet eine Erhöhung der nutzbaren Feldkapazität um 1,7 Vol.-% fast 7 l Wasser die vom Boden gespeichert werden können und die der Kulturpflanze zur Verfügung stehen.



3 Ergebnisse

3.1 Einfluss auf Bodeneigenschaften

Fazit:

- Erhöhte Bodenkalkiumgehalte wirken sich positiv auf Wasserhaushaltsparameter aus.
- Der pflanzenverfügbare Anteil des Wassers im Boden steigt an.



3 Ergebnisse

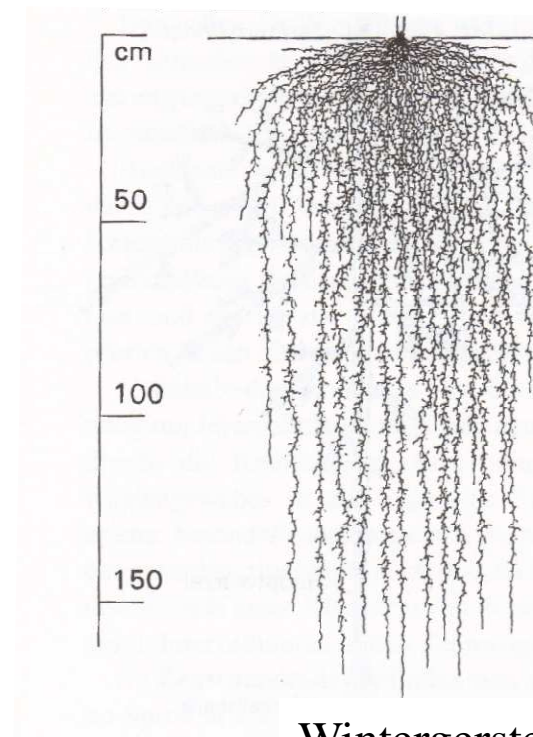
3.2 Einfluss auf das Wurzelwachstum

Versuchspflanzen:

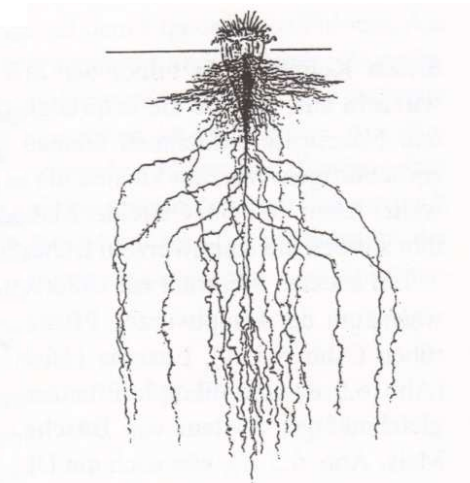
- Zuckerrüben
- Körnermais
- Sommergerste
- Wintergerste

Versuchszeitraum:

- *Vegetationsperiode*
2009, 2010



Wintergerste



Zuckerrübe

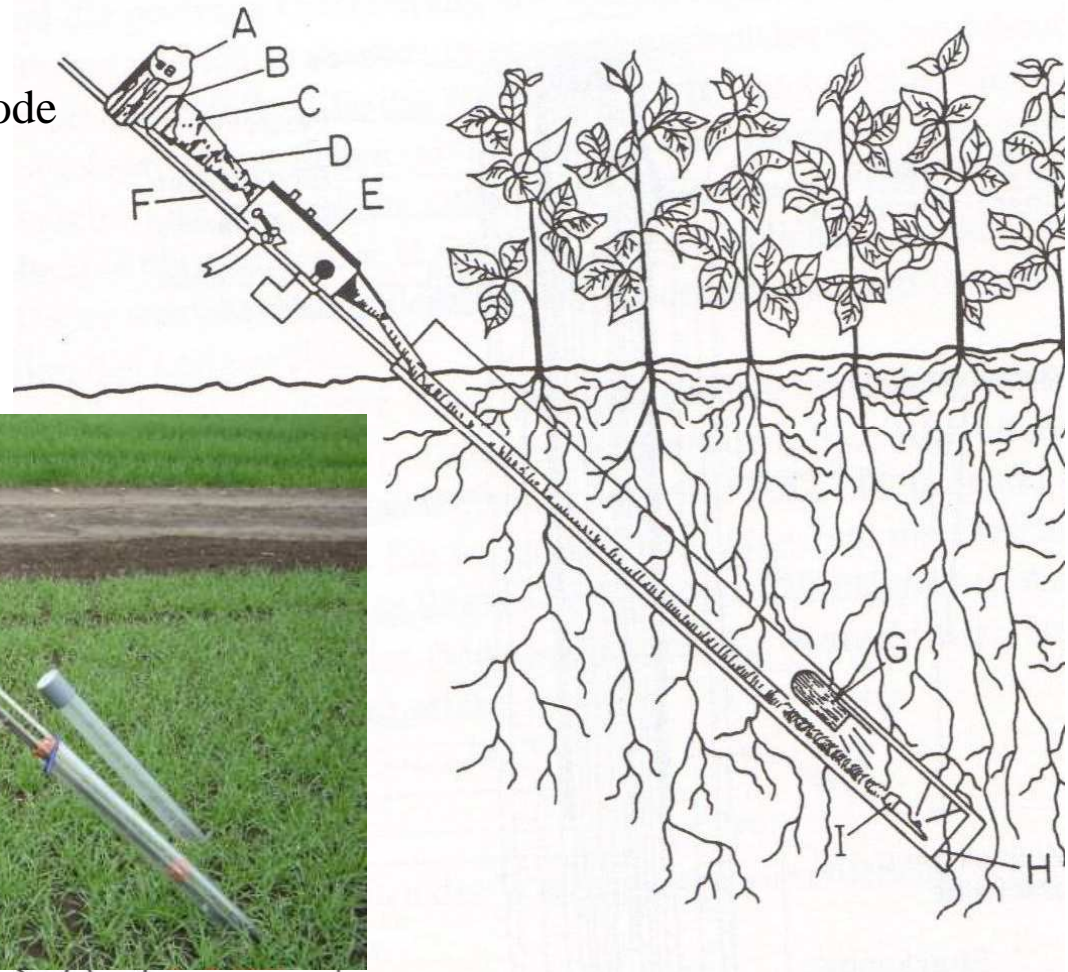
Abbildungen nach Kutschera 1960



3 Ergebnisse

3.2 Einfluss auf das Wurzelwachstum

Abbildung der
Minirhizothronmethode
nach Ehlers 1996



Messung des Wurzeltiefgangs von
Sommergerste mit dem Minirhizothron



3 Ergebnisse

3.2 Einfluss auf das Wurzelwachstum

Zuckerrüben, Versuchsjahr 2010

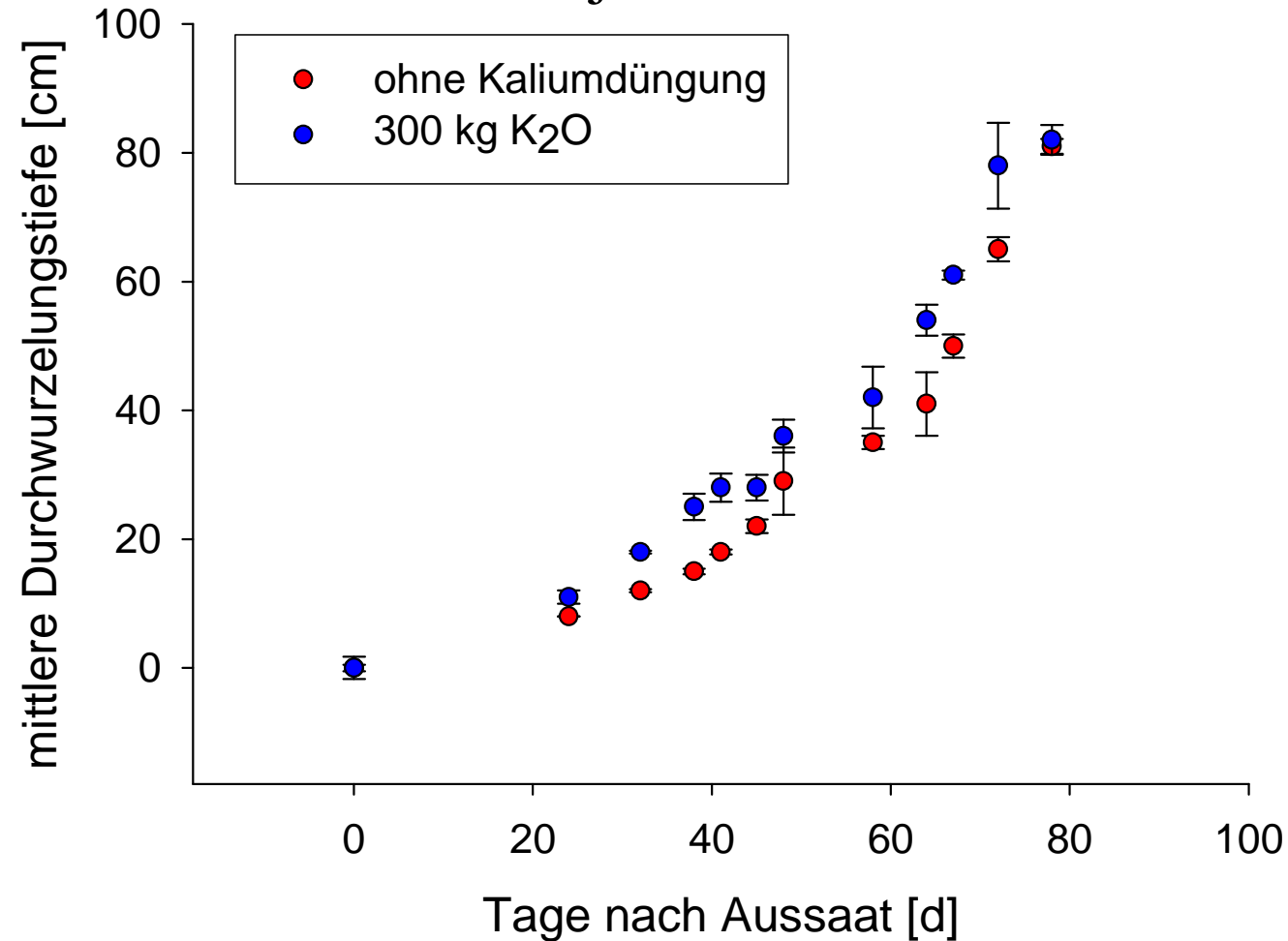


Abb.3: Einfluss differenzierter Bodenkalkumgehalte auf die mittlere Durchwurzelungstiefe von Zuckerrüben.



3 Ergebnisse

3.2 Einfluss auf das Wurzelwachstum

Sommergerste, Versuchsjahr 2010

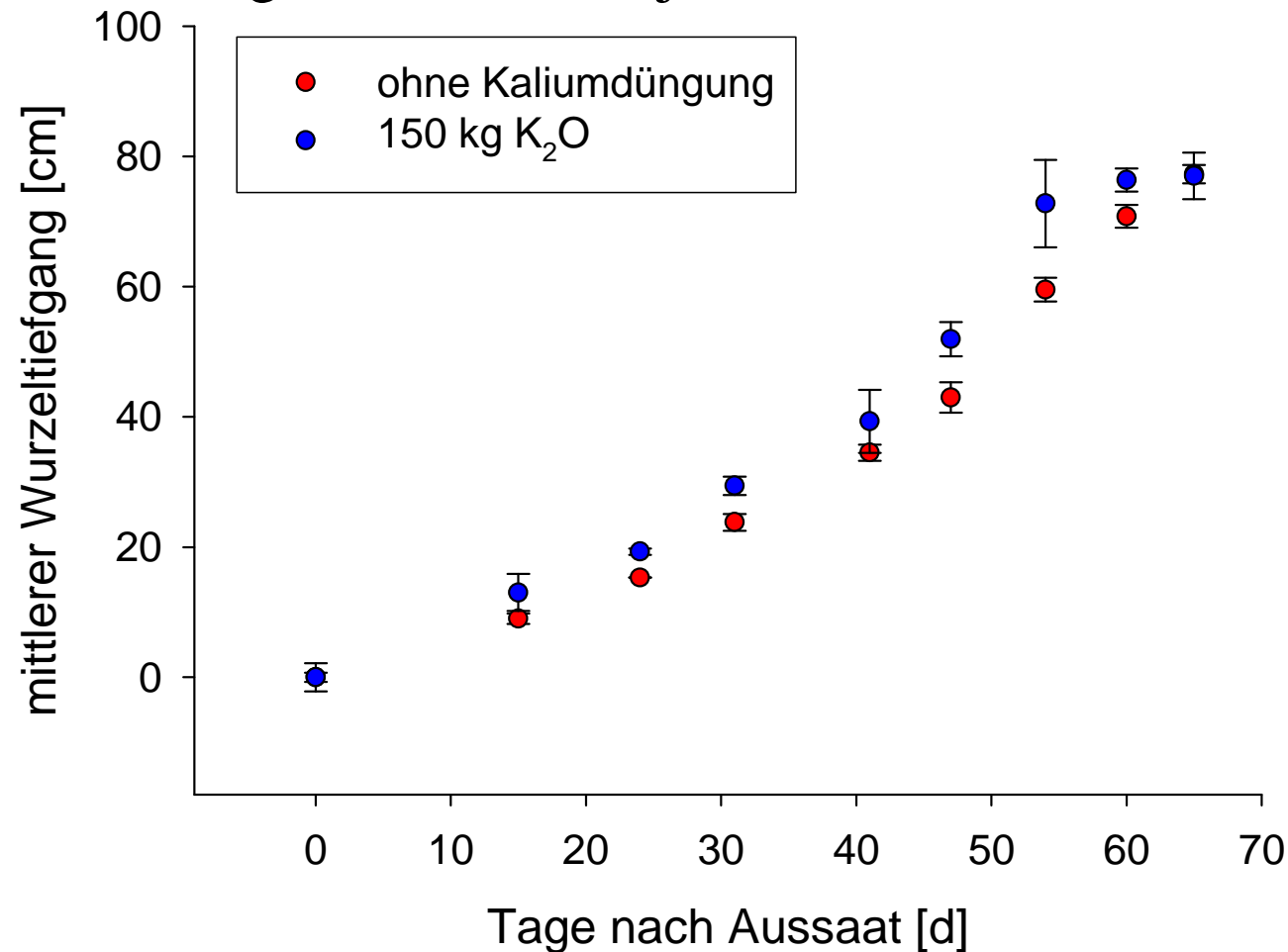


Abb.4: Einfluss differenzierter Bodenkaliumgehalte auf die mittlere Durchwurzelungstiefe von Sommergerste.



3 Ergebnisse

3.3 Erträge

- Im Mittel der Versuchsjahre gibt es einen positiven Zusammenhang zwischen Ertrag und Kaliumgabe.

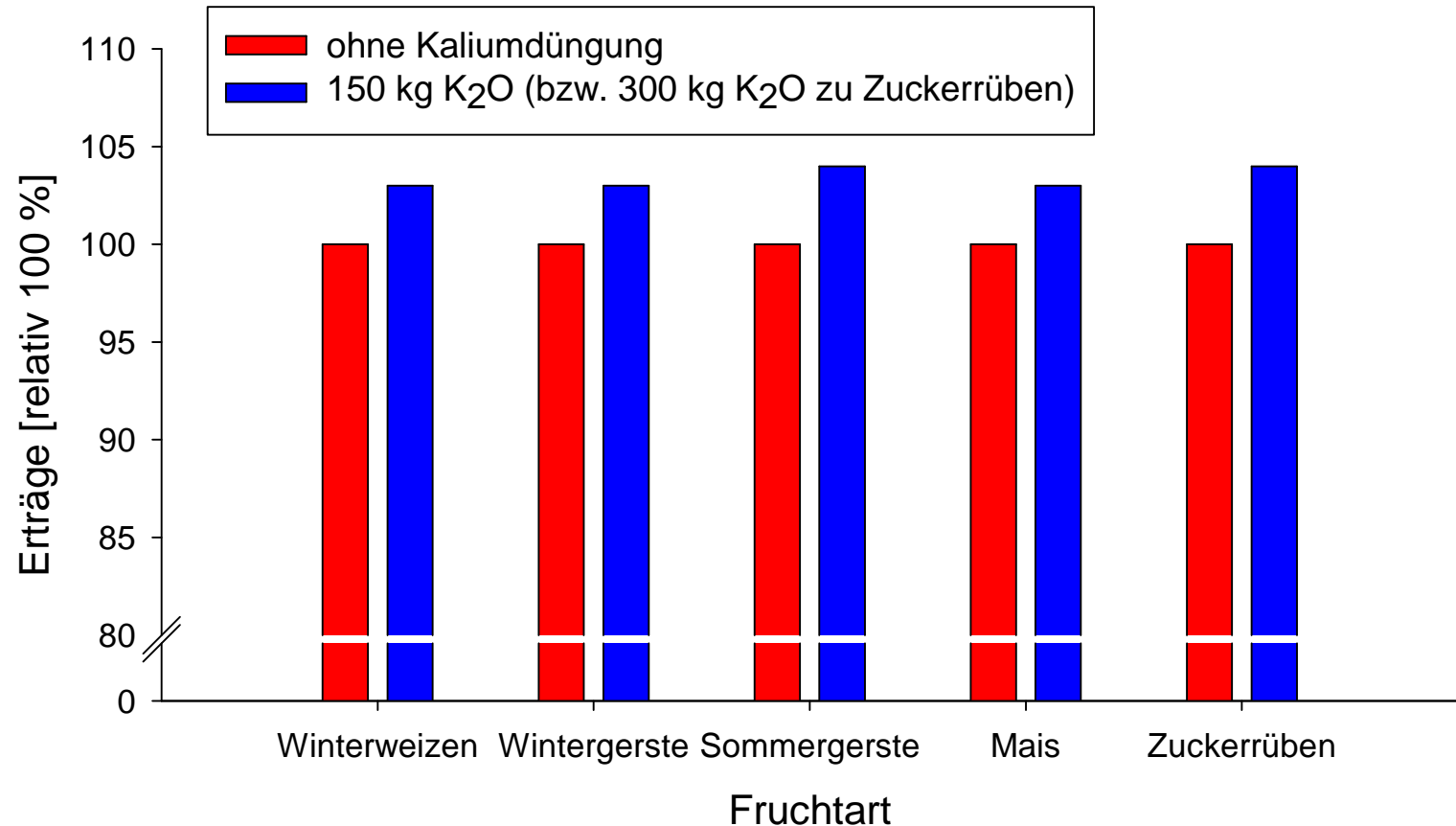


Abb.5: Einfluss differenzierter Bodenkaliumpgehalte auf die mittleren Erträge verschiedener Fruchtarten im gesamten Versuchszeitraum.



3 Ergebnisse

3.3 Erträge

- Mit zunehmender Differenzierung der Kaliumgehalte treten diese Effekte stärker hervor.

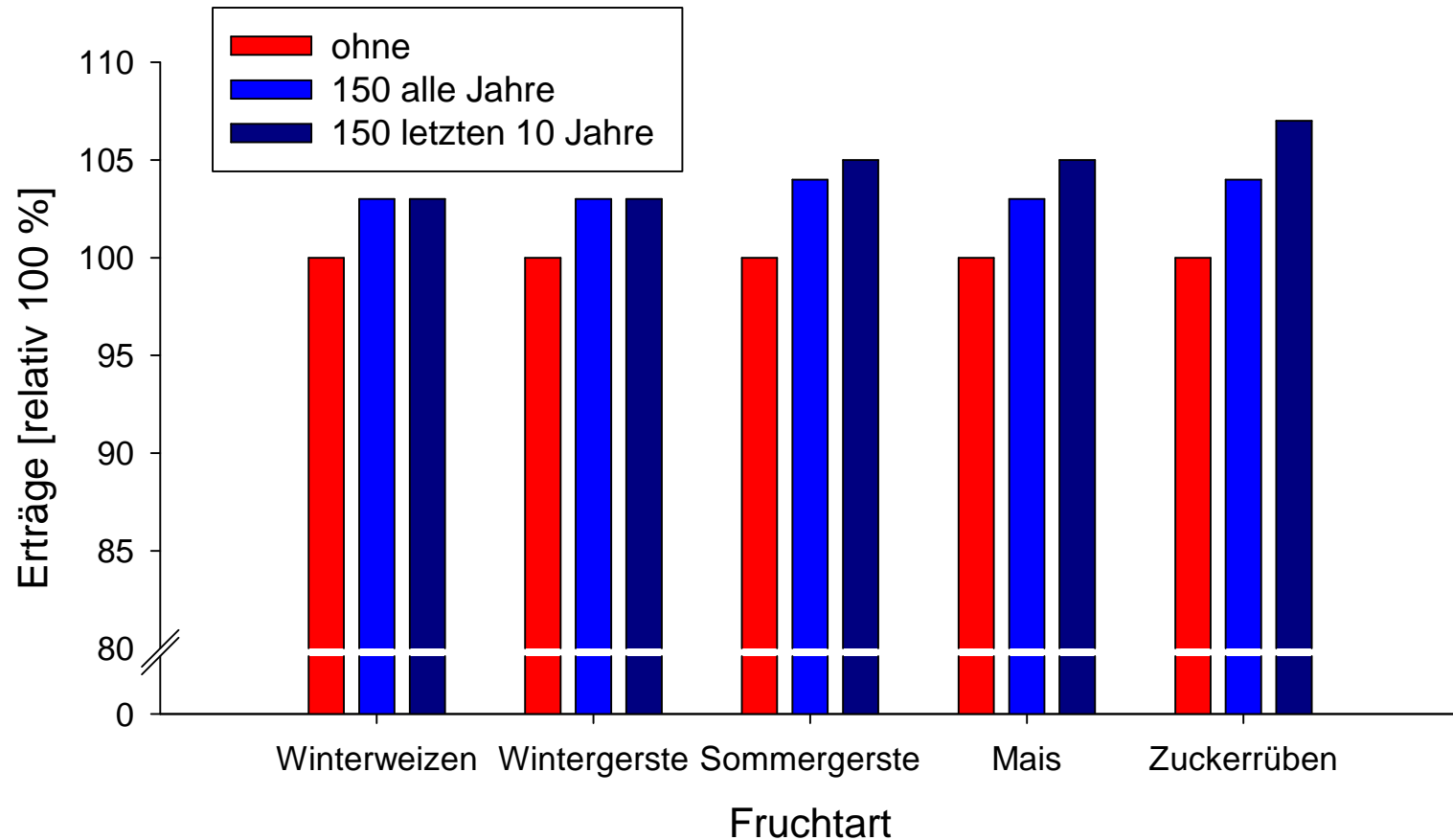


Abb.6: Einfluss differenzierter Bodenkaliumpgehalte auf die mittleren Erträge verschiedener Fruchtarten im gesamten Versuchszeitraum und in den letzten 10 Versuchsjahren.



3 Ergebnisse

3.3 Erträge – Zuckerrübe 2009

Tab.2: Einfluss der Kaliumdüngung auf Ertragsparameter und Wassernutzungseffizienz von Zuckerrüben.

	16.07.2009		30.09.2009	
	0 kg K ₂ O	300 kg K ₂ O	0 kg K ₂ O	300 kg K ₂ O
<i>Ertragsparameter:</i>				
Rübenfrischmasse [dt/ha]	163,6 a	187,7 b	542,1 a	570,4 b
ber. Zuckerertrag [dt/ha]	20,8 a	23,6 b	97,0 a	111,8 b
<i>Wassernutzungseffizienz:</i>				
Ernteertrag [l/kg FM]	137	120	67	62
Weißzuckerertrag [l/kg]	1078	955	373	321

Signifikante Unterschiede sind mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.



3 Ergebnisse

3.3 Erträge

- Sommerannuelle Kulturpflanzen reagieren stärker auf eine Kaliumdüngung als winterannuelle Pflanzen.

Ursachen

- kurze Vegetationszeit sommerannualer Pflanzen
- häufig negative Klimatische Wasserbilanzen in der Vegetationsperiode



4 Fazit

- Auch auf sehr guten Standorten tritt nach 15 Jahren ohne Kaliumdüngung eine Kaliumverarmung ein.
- Hohe Bodenkaliumgehalte beeinflussen Pflanzenbaulich relevante Wasserhaushaltsparameter langfristig positiv.
- Die mittlere Durchwurzelungsgeschwindigkeit steigt mit zunehmenden Kaliumgehalt im Boden an.



3 Fazit

- Die größten Ertragseffekte treten bei Sommerkulturen auf.
- Insbesondere bei Wasserknappheit sind optimal mit Kalium versorgte Pflanzen gegenüber weniger gut versorgten Pflanzen deutlich im Vorteil.

A photograph of a cornfield. In the foreground, a row of tall corn plants with green and yellowing leaves is visible on the left. The middle ground shows a field of golden-yellow crops, possibly wheat or barley. In the background, a line of trees is visible under a hazy sky.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Besonderer Dank gilt der K+S Kali GmbH für die Überlassung der Versuchsdaten sowie der LLFG Sachsen-Anhalt und der Hochschule Anhalt für die Hilfe bei den Felduntersuchungen.