



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

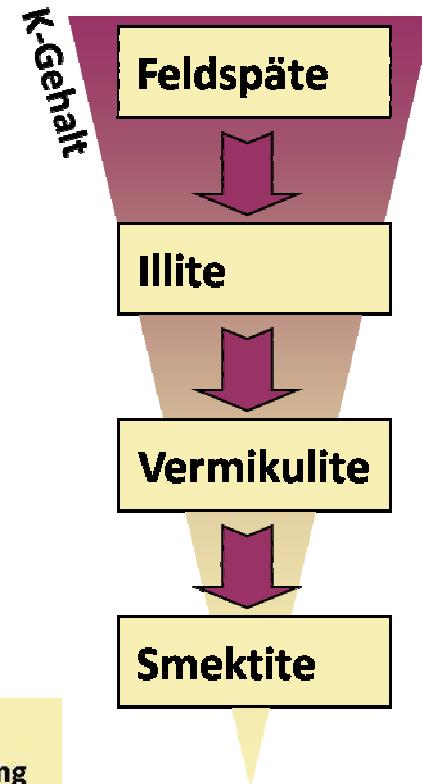
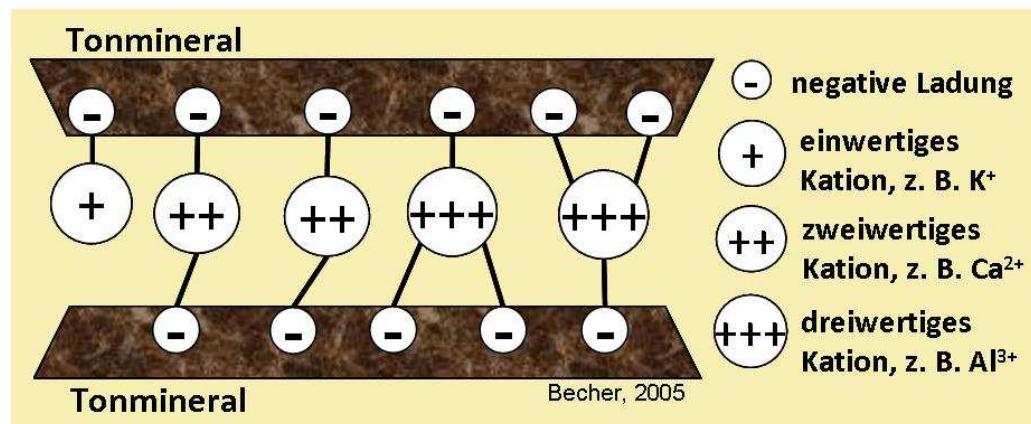
4 Fazit



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.
 - Kaliummanglerscheinungen 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 verschlämmungsfördernde Wirkung zugeschrieben.
- Auch über die Wurzelentwicklung bei differenzierten Bodenkaliumgehalten 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

Fruchfolge: Zuckerrüben – Sommergerste –
Körnermais – Winterweizen –
Wintergerste

Kaliumdüngestufen: ohne
100 kg K₂O (60er Kali)
50 kg K₂O (Kornkali)
100 kg K₂O (Kornkali)
150 kg K₂O (Kornkali)



2 Versuchsstandort

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

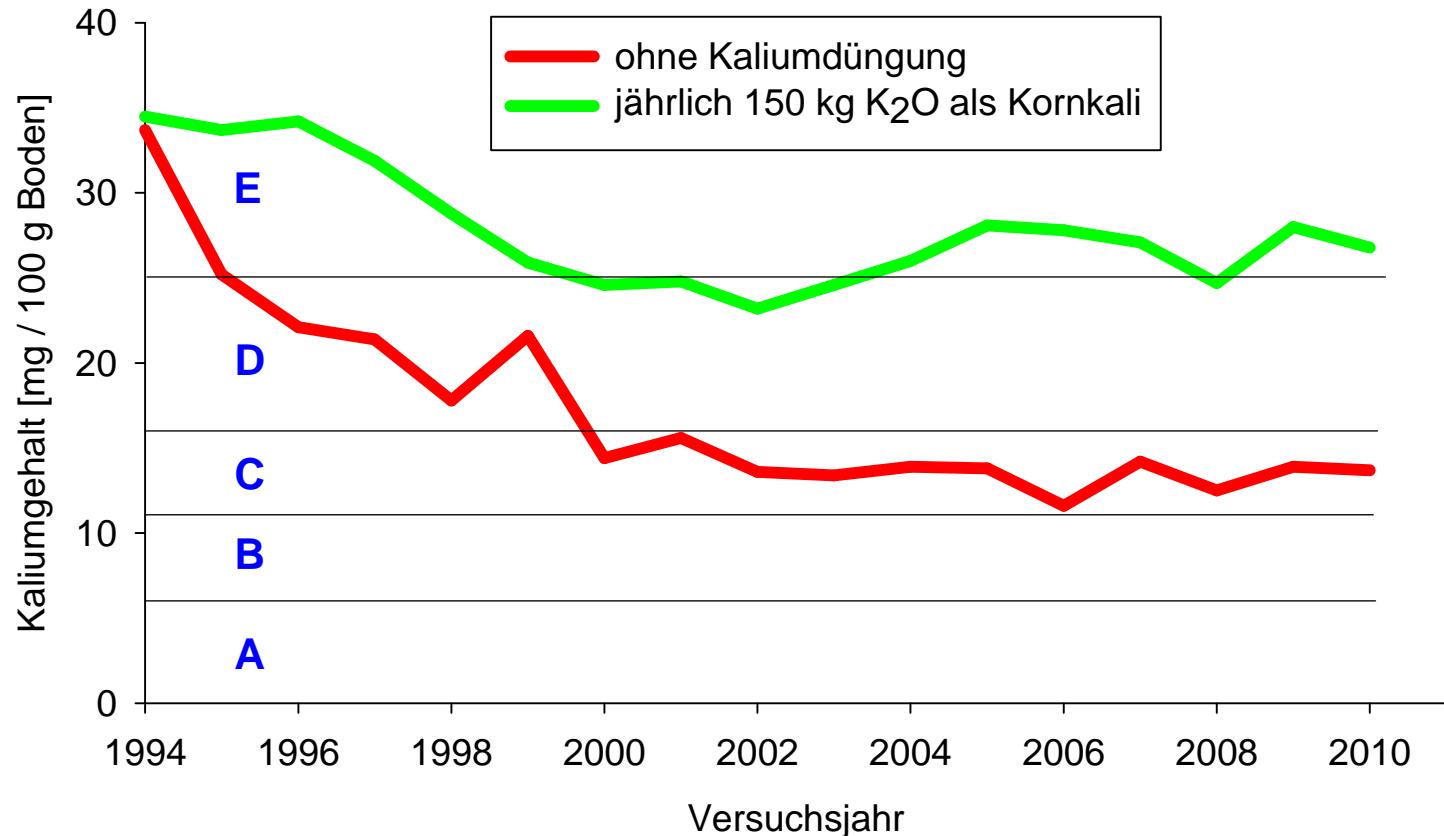


Abb.1: Entwicklung von Bodenkaliumgehalten nach 16 Jahren unterlassener Kaliumdüngung.



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 | 50 – 10 | 10 – 0,2 | < 0,2 | max. Wasser- kapazität |
| Sicker- wasser | schnell bewegl. | langsam bewegl | Mittel- poren | Totwasser | Luftkapazität |
| | | | | | Nutzbare Feld- kapazität |
| | | | | | Feld- kapazität |
| | | | | | |

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) 27,1 (D) | 8-14 | 37,1 a | 15,4 a | 21,9 a | 100 |
| | | 39,3 b | 15,9 b | 23,4 b | 107 |
| 14,2 (C) 27,1 (D) | 18-24 | 37,8 a | 15,4 a | 22,4 a | 100 |
| | | 40,4 b | 15,9 b | 24,3 b | 109 |

Signifikante Unterschiede sind mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben gekennzeichnet.

Bei einer Krumenmächtigkeit 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 Bodenkaliumgehalte wirken sich positiv auf Wasserhaushaltsparameter aus.
- Der pflanzenverfügbare Anteil des Wassers im Boden steigt an.



3 Ergebnisse

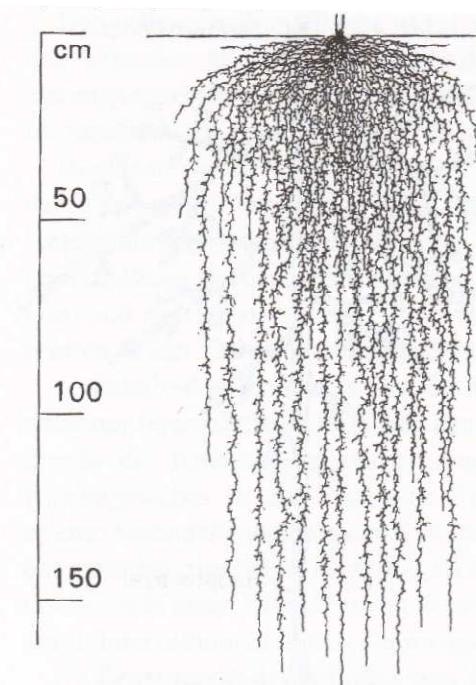
3.2 Einfluss auf das Wurzelwachstum

Versuchspflanzen:

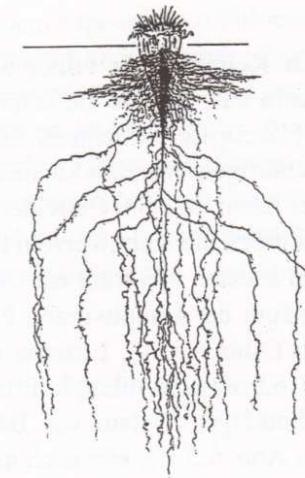
- Zuckerrüben
- Körnermais
- Sommergerste
- Wintergerste

Versuchszeitraum:

- *Vegetationsperiode
2009, 2010*



Wintergerste



Zuckerrübe

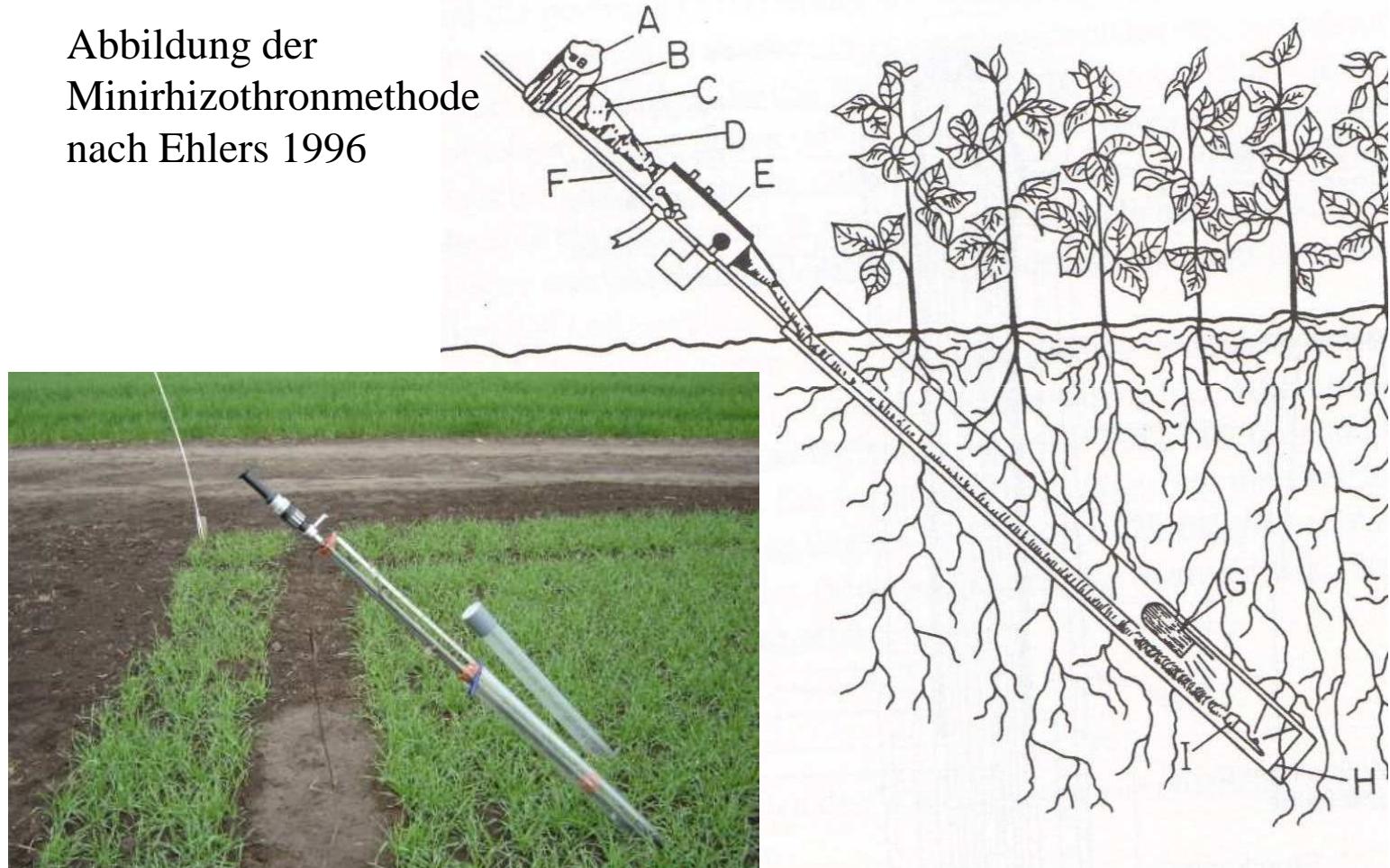
Abbildungen nach Kutschera 1960



3 Ergebnisse

3.2 Einfluss auf das Wurzelwachstum

Abbildung der
Minirhizotronmethode
nach Ehlers 1996



Messung des Wurzeltiefgangs von
Sommergerste mit dem Minirhizotron



3 Ergebnisse

3.2 Einfluss auf das Wurzelwachstum

Zuckerrüben, Versuchsjahr 2010

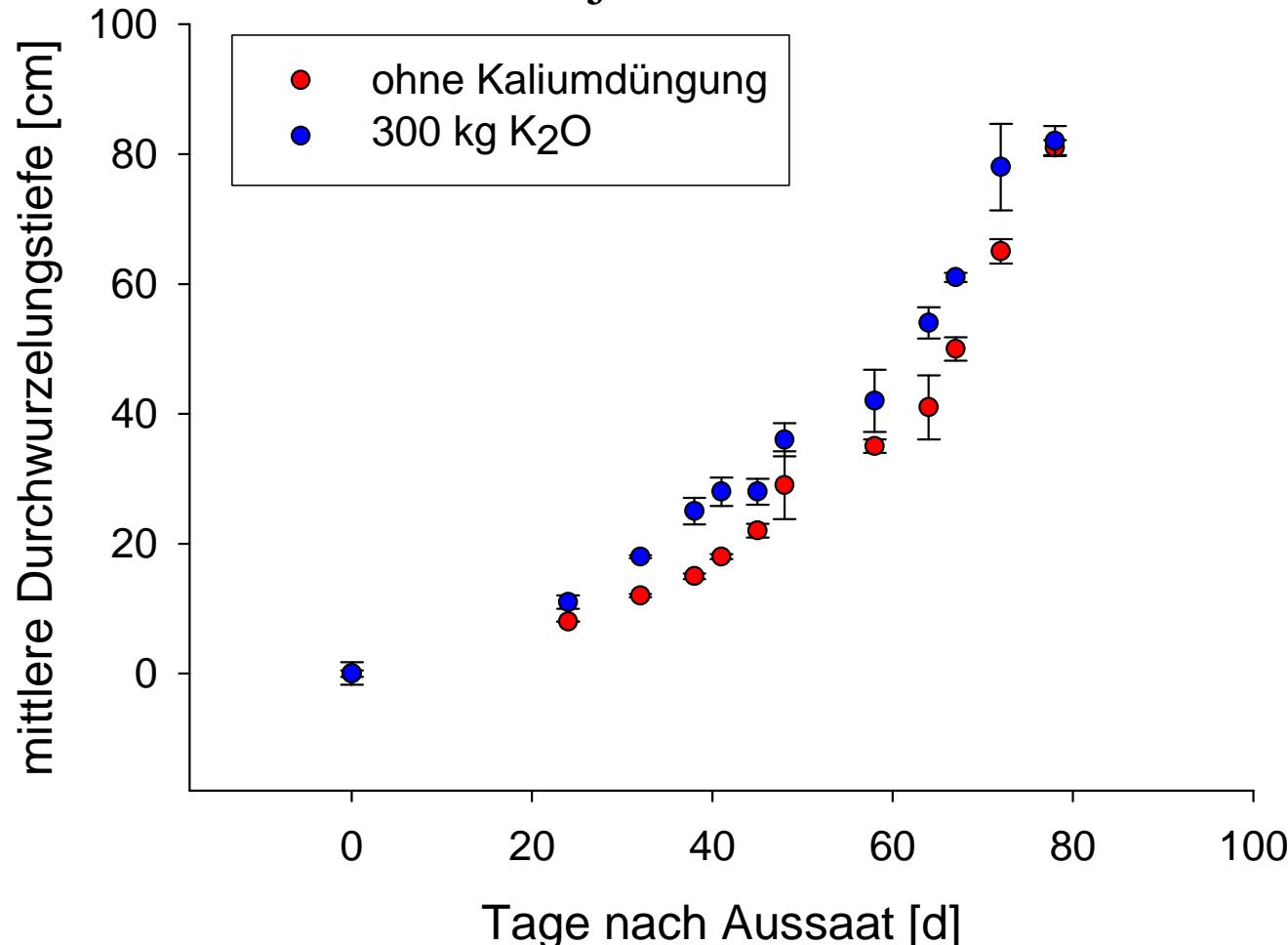


Abb.3: Einfluss differenzierter Bodenkaliumgehalte auf die mittlere Durchwurzelungstiefe von Zuckerrüben.



3 Ergebnisse

3.2 Einfluss auf das Wurzelwachstum

Sommergerste, Versuchsjahr 2010

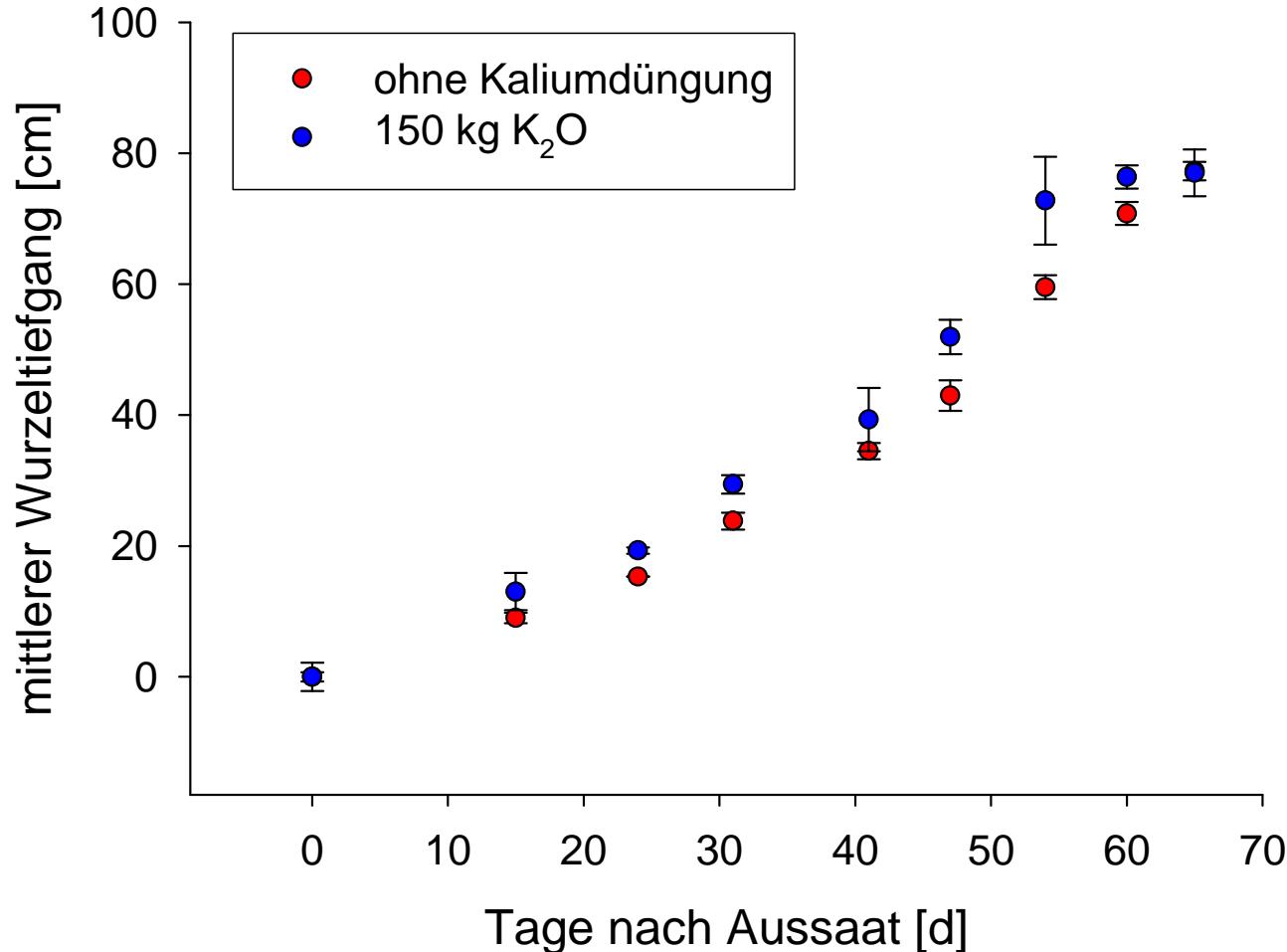


Abb.4: Einfluss differenzierter Bodenkaliumgehalte auf die mittlere Durchwurzelungstiefe von Sommergerste.



3 Ergebnisse

3.3 Erträge

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

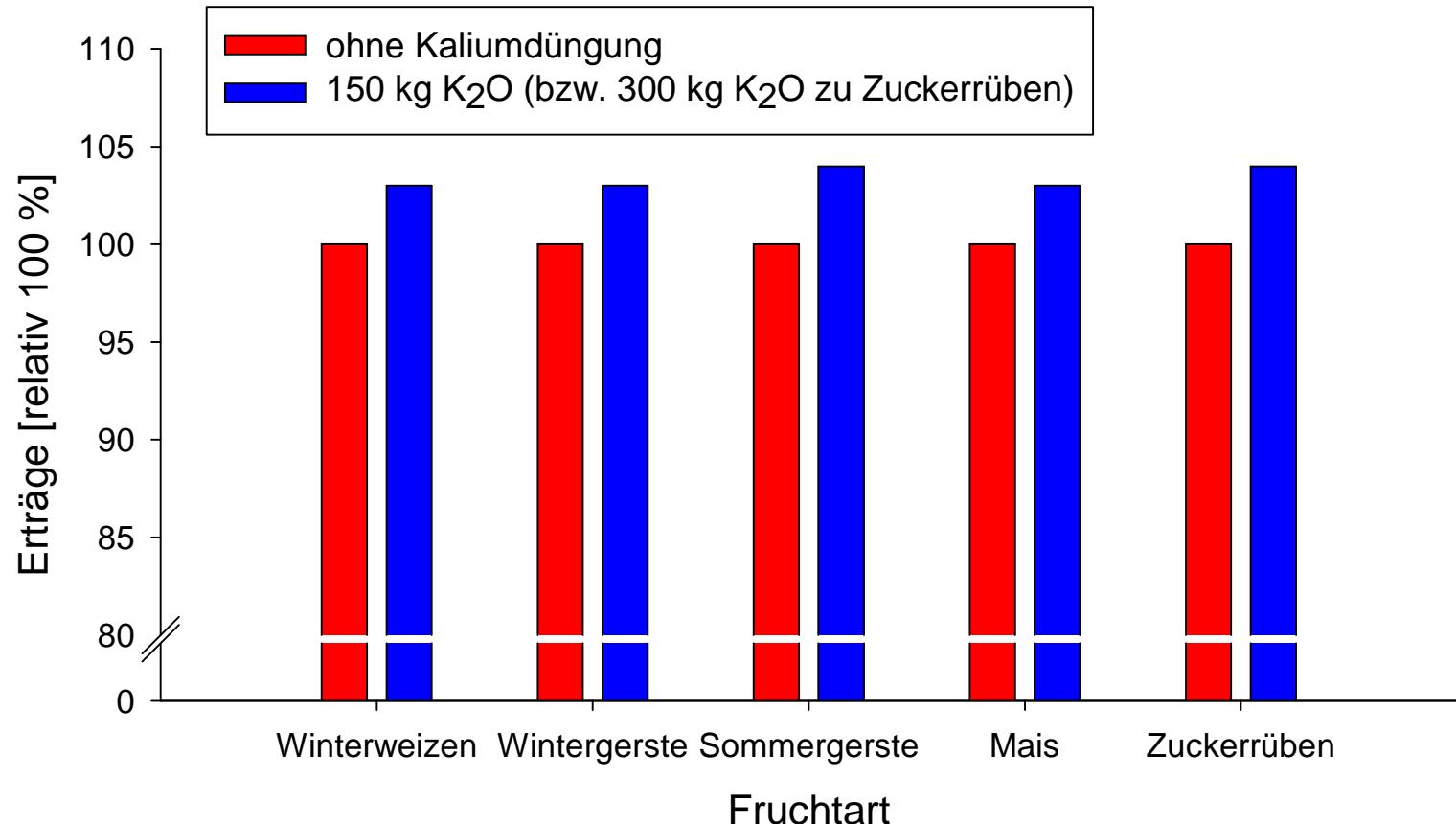


Abb.5: Einfluss differenzierter Bodenkaliumgehalte auf die mittleren Erträge verschiedener Fruchtarten im gesamten Versuchszeitraum.



3 Ergebnisse

3.3 Erträge

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

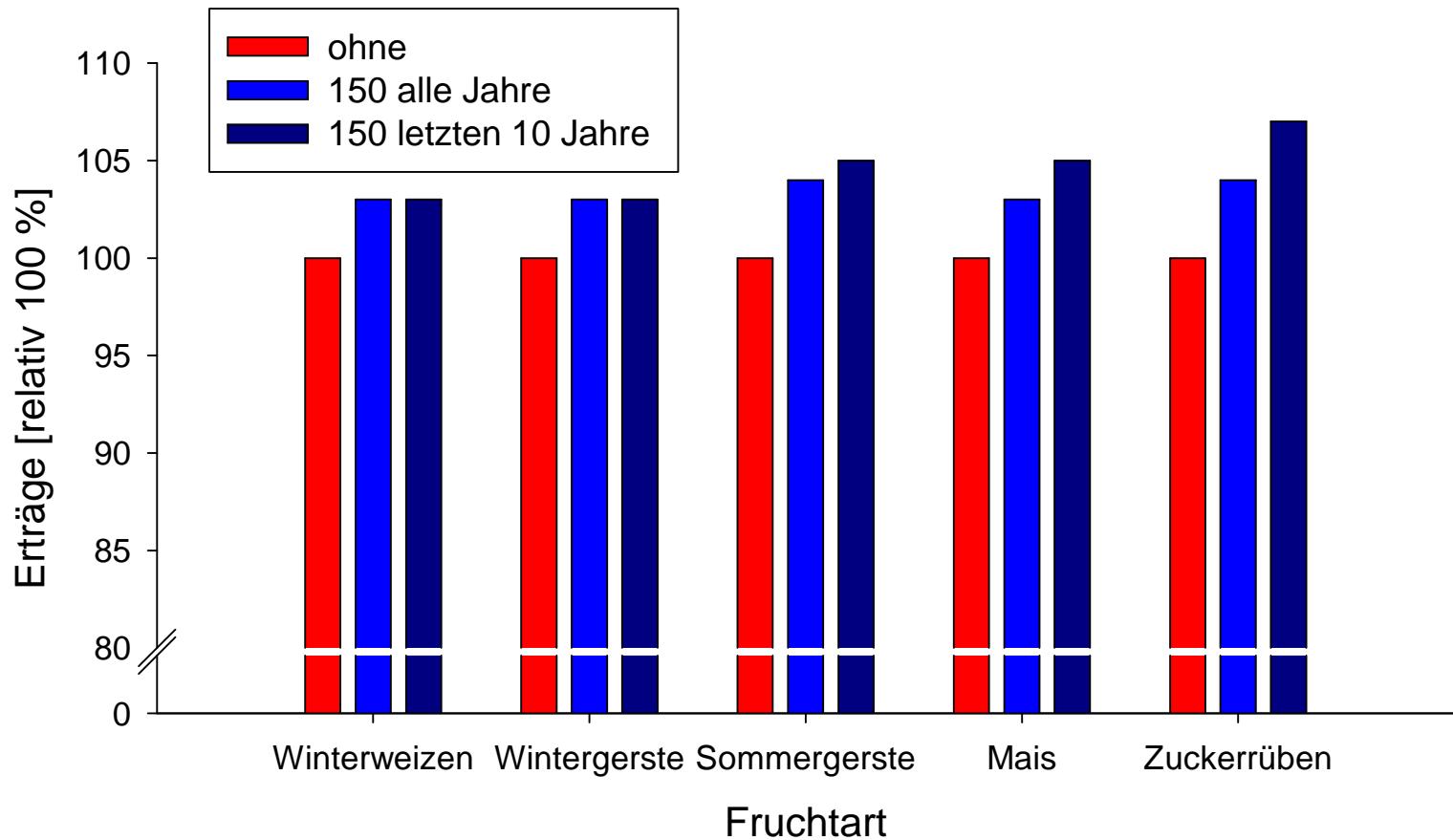


Abb.6: Einfluss differenzierter Bodenkaliumgehalte auf die mittleren Erträge verschiedener Fruchtarten im gesamten Versuchszeitraum und in den letzten 10 Versuchsjahren.



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 winteranuelle Pflanzen.

Ursachen

- kurze Vegetationszeit sommeranueller 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.



**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.