

13. P-K Symposium 2017

Kalium (Daten – Mythen - Fakten)

Univ.Lek.DI Hans Unterfrauner

Geschäftsführer DI Hans Unterfrauner
 Rochuspark, Erdbergstraße 10/33, A-1030 Wien
 office: +43 676 3641030
 mobil: +43 664 3890397
 office@bodenökologie.com
 www.bodenökologie.com

FN 430626z / Gerichtsstand Wien
 UID: AT U69409936
 Bankverbindung: Erste Bank Oesterreich
 IBAN: AT41 2011 1826 6448 0200
 BIC: GIBAAT33XXX

Kalium allgemein

Kalium (**K**) ist das **7. häufigste** Element der **Erdkruste**. Die Gesteine enthalten im Mittel 1,9% **K**. Dieses native **K** ist vorwiegend in Feldspäten und Glimmern gebunden. Im Laufe der Verwitterung und Bodenbildung wird dieses **K** zunehmend freigesetzt, teilweise ausgewaschen und in die **Meere** verfrachtet. Das „**Dünger-K**“ stammt aus Salzen, die in gigantischen Meeresbuchten vor etwa 250 Mio. Jahren ausgefällt und schichtig abgelagert wurden. Große Lagerstätten finden sich auch in Deutschland (z.B. Salzdettfurth, Bokeloh, Werra, Philippsthal, Zielitz, Staßfurt). Der erste **K Abbau** weltweit begann etwa **1850 in Staßfurt**. Der Abbau wurde monopolistisch durch die **Deutsche Kalisyndikat GmbH** betrieben. Erst in den 1960er Jahren begannen auch internationale Konzerne die **K Lagerstätten** weltweit zu nutzen. Aus dieser historischen Sichtweise ist der enge (teilweise auch emotionale) Bezug von Industrie (K&S GmbH), Händlern und Landwirten zum Nährelement **Kalium** nachvollziehbar.

Kaliumkreislauf

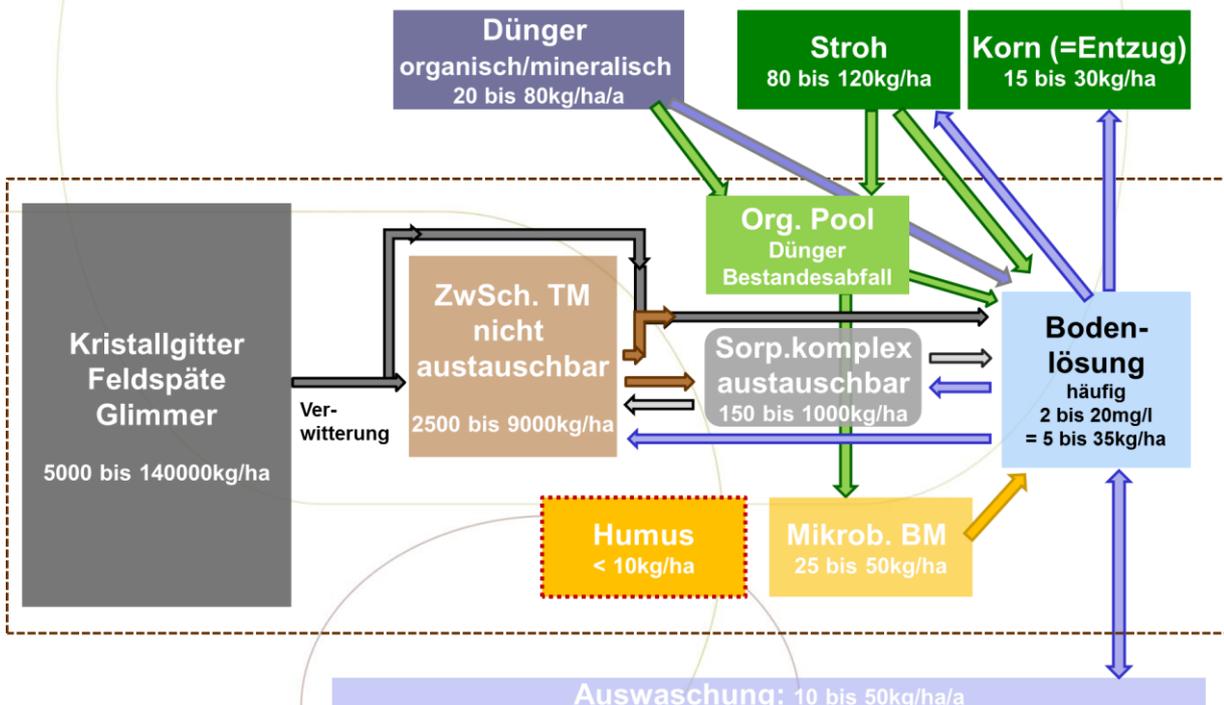


Abbildung: Kaliumkreislauf

K kommt im **Boden** in verschiedenen **mineralischen** Bindungsformen (Pools) vor. Zwischen den Pools bestehen Gleichgewichte, die über die **Bodenlösung** miteinander in Verbindung stehen. Die Übergänge finden mit unterschiedlicher Geschwindigkeit statt. Aus den **Kristallgittern** der Gesteine wird **K** zwar kontinuierlich durch Verwitterungsprozesse gelöst, die jährlich freigesetzten Mengen sind gering. Das spezifisch in den **Zwischenschichten** von Tonmineralen gebundene **K** wird durch Aufweiten der

Zwischenschichten mobilisiert. **Versauerung** und niedrige **K** Konzentrationen in der Bodenlösung fördern diesen Prozess. **K** am **Sorptionskomplex** ist austauschbar und geht **schnell** in die Bodenlösung über. **K** in der **Bodenlösung** kann von den **Pflanzen aufgenommen** oder **ausgewaschen** werden. Den Prozessen der Mobilisierung stehen Prozesse der **Fixierung** gegenüber.

Organische K Speicher wie für P, S und N gibt es nicht, **Humus ist de facto K frei!** Allerdings ist in den Mikroorganismen des Bodens **K** in den Zellen enthalten, womit ein aktiver Boden einen wichtigen Beitrag zur **K** Versorgung leistet. Durch Zufuhr von mineralischen/organischen **K** haltigen **Düngern** wird **K** in den Kreislauf des Bodens eingeschleust.

Wichtig: die Funktionen des K in der Pflanze nehmen mit zunehmender Entwicklung (Reife) ab. Mit dem Zeitpunkt der Blüte wird K von der Pflanze über die Wurzeln wieder an den Boden abgegeben (50 bis 150kg/ha).

Kaliumspeicher im Boden

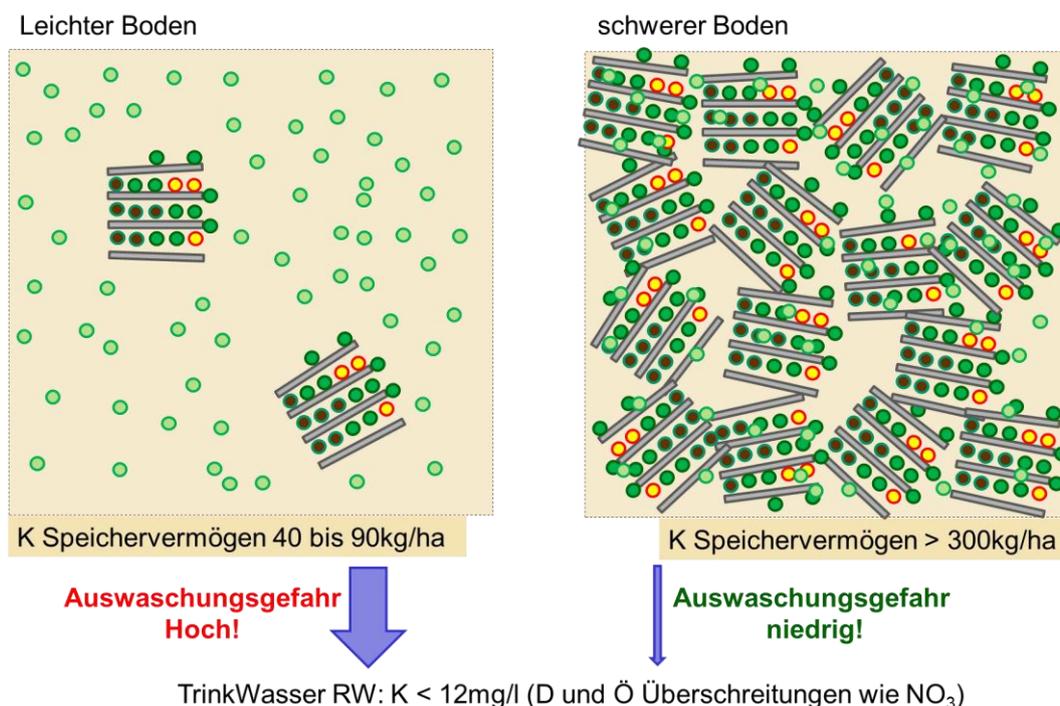


Abbildung: K Speichervermögen von leichten und schweren Böden

Sandige, leichte Böden haben ein stark **begrenzt**es **K Speichervermögen** (40 bis 90kg/ha). Wird auf solchen Standorten eine höhere Menge an **K** gedüngt (z.B. zu Mais, Kartoffel, Rübe), besteht ein sehr hohes **Risiko**, dass ein Teil des **K** mit dem Sicker- (Bewässerungs)- Wasser aus dem Oberbodenbereich **ausgewaschen, verlagert** oder in den **Grundwasserkörper** eingespeist wird. Der Trinkwasserrichtwert für **K** (<12mg/l) wird bei Kontrollbrunnen bereits ähnlich oft überschritten wie die Richtwerte für **Nitrat!**

Schwere Böden besitzen durch die große Anzahl an Tonoberflächen und Zwischenschichten ein sehr **hohes Speichervermögen** für **K**, das Risiko der Auswaschung ist gering.

Analyse und Bewertung der K Pools im Boden

Zur Bewertung der **K** Dynamik des Bodens bedarf es eines modernen ökosystemaren Ansatzes. Durch die „**Fraktionierte Analyse**“ werden verschiedene **K**- Pools erfasst. Die **K** Mengen der Pools werden zueinander und zu den Konkurrenz-Ionen (v.a. **Ca** und **Mg**) in Beziehung gesetzt und bewertet.

Es gilt: „**Mobilisieren statt Düngen!**“

Kalium in der Pflanze

K geht keine organische Bindungsform ein, seine Funktionen in der Pflanze sind an die Ionenform gebunden. Kalium „schwimmt“ als **K⁺ Ion** in wässrigen Phasen verschiedener Pflanzenteile und ist extrem leicht verlagerbar.

K Funktionen in der Pflanze:

- **K** beeinflusst Protonenpumpe
- **K** erhöht Zellinnendruck (Turgor, Zellstreckung)
- **K** aktiviert Enzyme
- **K** steuert Wasserhaushalt

Wasserhaushalt

Das Öffnen und Schließen der **Stomata** (Schließzellen) wird durch **K** gesteuert. Zum Öffnen wird **K** aus Begleitzellen in die Schließzellen verlagert (> 100.000 Atome/s), der Turgordruck steigt, die prallen Zellen öffnen sich und Wasserdampf verdunstet. Dadurch entsteht ein Unterdruck, der sich als **Transpirationssog** in Form eines zusammenhängenden Wasserfadens bis zum Wurzelbereich und der Bodenlösung fortsetzt. Zum Schließen wird **K** wieder in die Begleitzellen entlassen, der Turgordruck sinkt, die schlaffen Zellen verschließen die Spaltöffnung.

Weitere Faktoren im Wasserhaushalt die von **K** beeinflusst werden sind der **Wurzeldruck** und das **Wasserpotential der Blätter**.



Günstige K Versorgung optimiert Wasserhaushalt

Saccharosegehalt der Zuckerrübe

Es besteht eine enge Beziehung zwischen **N - K** und dem **Zuckergehalt** von Rüben. Zu viel **N** bewirkt dass über die Photosynthese gebundenes CO₂ nicht in den **Kohlenhydratstoffwechsel** (=Zuckerbildung), sondern in den **Proteinstoffwechsel** (=Eiweißbildung) eingeschleust wird.

K ist osmotisch wirksam, weshalb hohe **K** Gehalte die Zuckerbildung negativ beeinflussen. Hohe **K** Gehalte führen zu einem hohen Anteil an **löslicher Asche** und zu erhöhten Anteilen an **schädlichen Stickstoff**.



Zu hohe K / N Gaben reduzieren Zuckergehalt

Stärkegehalt der Kartoffel

Der Abtransport der Stärke aus den Blättern in die Speicherorgane wird durch das Verhältnis **Mg:K** geprägt. Hohe **K** Gehalte stören die **Protonenpumpe** und damit den Übergang der Saccharose vom Mesophyll der Blätter in das Phloem.

Untersuchungen der TLL zeigen eine **negative Korrelation** zwischen **K** und **Stärkegehalt** der **Knolle**. Ein Parzellenversuch bestätigte diese negative Wirkung des **K** auf den Stärkegehalt der Sorte „Möwe“. Zudem konnte gezeigt werden, dass die **K** Düngung keinen Einfluss auf die Neigung zur **Schwarzbeinigkeit** hatte.



Zu hohe K Gaben reduzieren Stärkegehalt

Ableitung der STRATEGIE für den Pflanzenbau

Ziel: optimale K Versorgung der Pflanzen durch gezielte Manipulation der K Pools und der dynamischen Prozesse im Boden!

✓ **Analysieren der K Pools im Boden**

- Poolgrößen erfassen
- Wechselwirkungen bewerten
- Maßnahmen ableiten



**Fraktionierte Analyse
Unterfrauner**

✓ **Bilanzieren der tatsächlichen K Abfuhr durch die Ernte**

- Getreide/Mais Korn: 20 bis 25kg/ha
- Silomais, Kartoffeln, Rübe: 90 bis 130kg/ha

✓ **K im Kreislauf halten**

- Nachlieferung aus Reserven fördern (pH Wert)
- Bedarf decken (abhängig vom EC Stadium)
- Rückgeführtes K (ab Blüte) pflanzenverfügbar bevorraten
- Speicherkapazität erhöhen



AKRA
Karner Düngerproduktion
Beratung/Produkte

AKRA - Strategie

K Nachlieferung steuern durch optimieren des pH Wertes (pH_{KCl} zwischen 5,9 und 6,9!

 **D G C** (Dolomit Gips Calk)

K Speicher erhöhen durch Zufuhr **mineralischer** Stoffe mit großer Oberfläche

 **AKRA Kombi**
(250kg/ha speichern 12,5kg Kalium)

K Speicher Mikroorganismen

 **AKRA Stroh R. + P + K**