

Endbericht

Feldversuch zum Thema:

Erhöhung der Infiltrationsleistung von Böden durch die Applikation von unterschiedlichen Kalkarten



2014

Zusammenfassung und Ergebnis

Der Versuch zeigt, dass die Niederschlagswasserinfiltration auf einem Ackerboden mit oberflächlich applizierten Branntkalk, um bis zu 60 % höher ist als auf einem unbehandelten Boden. Dies deckt sich mit diversen Literaturquellen, welche zum Teil noch deutlich höhere Infiltrationsraten von, mit Kalk behandelten Ackerflächen, aufweisen. Die anderen getesteten Kalksorten zeigten im Versuchszeitraum keine wesentlichen Unterschiede zur Null-Parzelle.

1. Empfehlungen zur Kalkanwendung als Erosionsschutz

Mais:

Eine Vorsaatkalkung mit 800 - 1000 kg/ha ist empfehlenswert. Die Kalkung kann mit Branntkalk 0-4 mm oder mit gekörntem Branntkalk erfolgen. Um eine ausreichende Stabilisierung der obersten Bodenschicht zu erreichen, soll der Branntkalk max. 1-5 cm tief eingearbeitet werden (z.B.: die Kalkausbringung vor dem Bearbeiten mit der Kreiselegge).

Um einen verschlammten und verkrusteten Boden wieder auf zu brechen, eignet sich gekörnter Branntkalk (1-3 mm oder 3-8 mm) ausgebracht mit dem herkömmlichen Schleuderstreuer mit einer Menge von 500 - 800 kg/ha am besten. Die Ausbringung muss bei abgetrocknetem Bestand (kein Morgentau) erfolgen. Die Anwendung kann bis zum Reihenschluss erfolgen.

Zum Aufbrechen der Kruste kann auch Branntkalk 0-4 mm bis zum 3 Blattstadium auf abgetrockneten Beständen angewandt werden. Da die meisten Kalkstreuer eine Arbeitsbreite von 6 m aufweisen eignet sich gekörnter Branntkalk als Kopfkalkung besser. Mit Verätzungen ist, bei trockenen Beständen, nicht zu rechnen.

Zuckerrübe:

Eine Vorsaatkalkung mit 500 - 800 kg/ha ist empfehlenswert. Die Kalkung kann mit Branntkalk 0-4 mm oder mit gekörntem Branntkalk erfolgen. Um eine ausreichende Stabilisierung der obersten Bodenschicht zu erreichen, soll der Branntkalk max. 1-5 cm tief eingearbeitet werden (z.B.: die Kalkausbringung vor dem Bearbeiten mit der Kreiselegge).

Um einen verschlammten und verkrusteten Boden wieder auf zu brechen, sind dieselben Maßnahmen anzuwenden wie bei Mais.

Sojabohne:

Eine Vorsaatkalkung kann gleich erfolgen wie bei Mais.

Um einen verschlammten und verkrusteten Boden wieder auf zu brechen, eignet sich gekörnter Branntkalk (1-3 mm oder 3-8 mm) ausgebracht mit dem herkömmlichen Schleuderstreuer mit einer Menge von 500 - 800 kg/ha am besten. Die Ausbringung muss bei abgetrocknetem Bestand (kein Morgentau) erfolgen. Die Anwendung kann bis zum Reihenschluss erfolgen. Mit Verätzungen ist, bei trockenen beständen, nicht zu rechnen.

2. Einleitung

In einem Gespräch im Frühjahr 2014 mit der Boden.Wasser.Schutz Beratung (BWSB) der OÖ Landwirtschaftskammer in Linz wurde von Hr. DI Hölzl vorgeschlagen, die Vorteile des Branntkalkes auf den Boden durch einen Kleinversuch zu testen. Herr Ing. Gebeshuber erklärte sich bereit auf seinem Betrieb in Nußbach OÖ Flächen für den Versuch zur Verfügung zu stellen.

Die Fa. Bodenkalk beauftragt ihren Mitarbeiter Hr. DI Kamptner den Versuch zusammen mit Hr. Gebeshuber durchzuführen und danach einen Kurzbericht mit den Ergebnissen der LK-OÖ zu übermitteln. In einer Gesprächsrunde mit der BWSB OÖ werden die Ergebnisse mit dem Ziel diskutiert, Beratungsempfehlungen für die Praxis in den Bericht aufzunehmen.

Um die Ergebnisse weiter abzusichern und Interessierten zu veranschaulichen, ist geplant, im Frühjahr 2015 weitere Versuchsflächen anzulegen und eventuell im Rahmen von Feldbegehungen mittels Beregnungsversuche zu testen.

3. Versuch

Ziel dieses Versuches ist, zu untersuchen ob Kalk als Strukturbildner die Infiltrationsleistung eines Bodens verbessern kann. Weiters soll geklärt werden, welche Kalkart die Infiltration am stärksten beeinflusst.

3.1. Kalkarten

Zur Versuchsdurchführung wurden folgende Kalkarten in den angeführten Mengen aufgebracht:

| Kalkart | Einarbeitungstiefe | Streumenge |
|-----------------------------------|--------------------|------------|
| Branntkalk 0-4 mm | 10 cm | 1500 kg/ha |
| Branntkalk 0-4 mm (oberflächlich) | 1 – 3 cm | 700 kg/ha |
| Mischkalk 60 (Mika) | 10 cm | 1500 kg/ha |
| Kohlensaurer Kalk (Koka) | 10 cm | 1500 kg/ha |
| Boka Sulf | 10 cm | 750 kg/ha |
| Naturgips | 10 cm | 1000 kg/ha |

3.2. Zeitlicher Ablauf

- 14.7.2013 Ernte Wintergerste
- 01.8.2013: Anbau Zwischenfrucht
(Alexandrinerklee, Senf, Sommerfutterraps, Futtererbse)
- 20.3.2014: Kalkstreuen mit einem Schneckenstreuer
- 20.3.2014: Bearbeiten der Fläche Branntkalk mit einem Grubber in einer Tiefe von 10 cm
- 06.4.2014: Bearbeiten sämtlicher Flächen mit einem Grubber in einer Tiefe von 10 cm + Kreiselegge
- 07.4.2014: Bearbeitung sämtlicher Flächen mit der Kreiselegge
- 08.4.2014: Anbau Mais
- 14.4.2014: Aufbringen von ca. 500 kg/ha Branntkalk auf wenigen m²
+ händisches Einarbeiten
- 24.4.2014: Infiltrationsvorversuch auf Null- und Branntkalkparzellen
- 21.5.2014: Infiltrationsversuch auf allen Parzellen
- 23.5.2014: Infiltrationsversuch auf allen Parzellen

3.3. Bodenanalyse

Vor der Ausbringung der Kalke wurde der Boden beprobt (0 – 20 cm) und analysiert. Lt. eBod Datenbank befindet sich im oberen Bereich (neben der Straße) ein Typischer Pseudogley (TP), welcher durch stauende Bedingungen und wechselnden Wasserverhältnissen geprägt ist (siehe Abbildung 1). Die Bodenart ist lehmiger Schluff. Die Versuchspartellen wurden in diesem Bereich angelegt.



Abbildung 1: Bodentyp

Die BoWaSan Bodenanalyse weist einen mittelschweren Boden mit einem gutem Wasserspeichervermögen ($500 \text{ m}^3/\text{ha}$ bzw. 150 mm nFK) aus. Die Aggregatstabilität ist mittel. Der pH –Wert (H_2O) liegt mit 7,1 im schwach alkalischen, der pH-Wert (KCl) liegt mit 6,1 im leicht sauren Bereich. Die pH – Werte liegen im günstigen Bereich für die Pflanzenversorgung mit Nährstoffen. Es ist kein freier Kalk im Boden vorhanden.

Die Spatenprobe zeigte folgenden Bodenzustand:

- Starke Durchwurzelung
- Starke Regenwurmvermittlung vorhanden
- Hoher Regenwurmbesatz
- Kein Skelettanteil (keine Steine $> 2 \text{ mm}$)
- Aggregatstruktur: Krümelstruktur
- Kanten der Bodenteile abgerundet
- Ab 25 cm: Verdichtung – Hinweis aus Pflugsohle
- Bei 15 cm: Schicht mit sehr lockerer Lagerung und nicht verrotteten Getreidestrohresten, Hinweis auf Bearbeitungshorizont durch Grubber

3.4. Sorptionskomplex

3.4.1. Sorptionskomplex vor der Kalkung

Die Analyse des Sorptionskomplexes vor der Kalkung (siehe Abbildung 2) weist eine potentielle Kationenaustauschkapazität (KAK) von 14,93 mmolc aus. Davon werden 58,27 % tatsächlich von basischen Kationen belegt. Der optimale Bereich läge bei 70 – 90 % der potentiellen KAK. 41,65 % werden von potentiellen Säuren (z.B.: Kohlensäure, Ameisensäure, etc.) belegt. Daher sind die absoluten Gehalte an Kalzium, Magnesium und Kalium am Sorptionskomplex zu gering. Die Verhältnisse von Ca:Mg:K:Na zueinander sind jedoch mit 82 : 14 : 3 : 1 im optimalen Bereich.

Sorptionskomplex

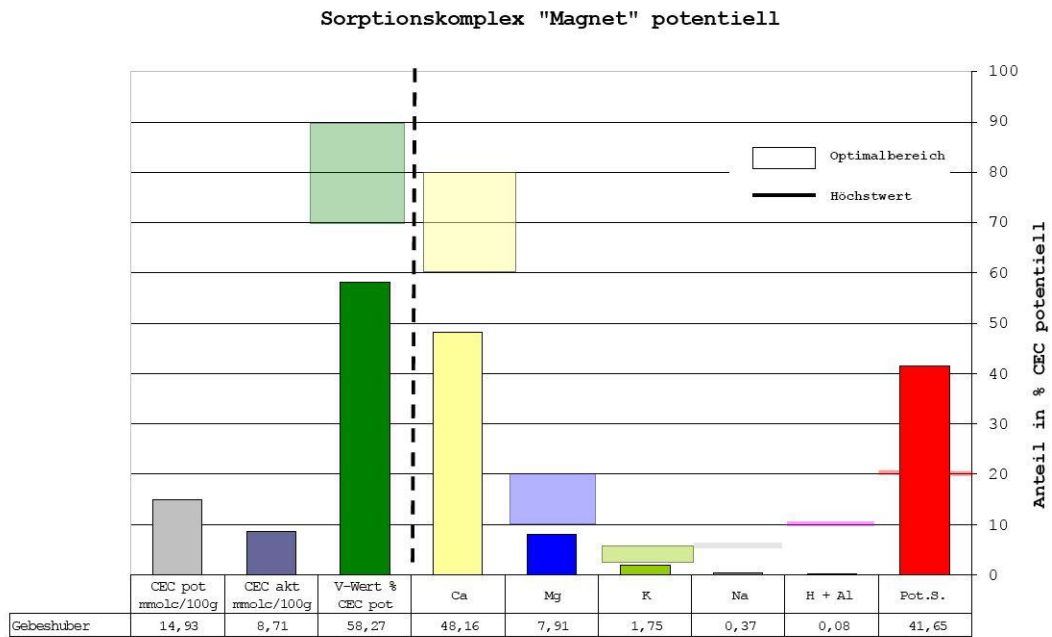


Abbildung 2: Sorptionskomplex vor der Kalkung

3.4.2. Sorptionskomplex nach der Kalkung

Durch die Ausbringung von Branntkalk wurden die potentiellen Säuren vom Sorptionskomplex verdrängt und neutralisiert (siehe Abbildung 3). Die Basensättigung (V-Wert) steigerte sich somit auf 87,53 % und liegt damit im Optimalbereich. Die Belegung mit Kalzium wurde durch die Ausbringung von Branntkalk auf 68,21 % erhöht und ebenfalls in den optimalen Bereich gebracht. Die Erhöhung des Kaliumanteils resultiert aus ausgebrachten Düngemitteln und der Gülle. Sie liegt über dem optimalen Bereich. Die leichte Erhöhung der H^+ und Al^{+++} -Ionen weist auf eine rege Mikroorganismen-tätigkeit hin.

Sorptionskomplex

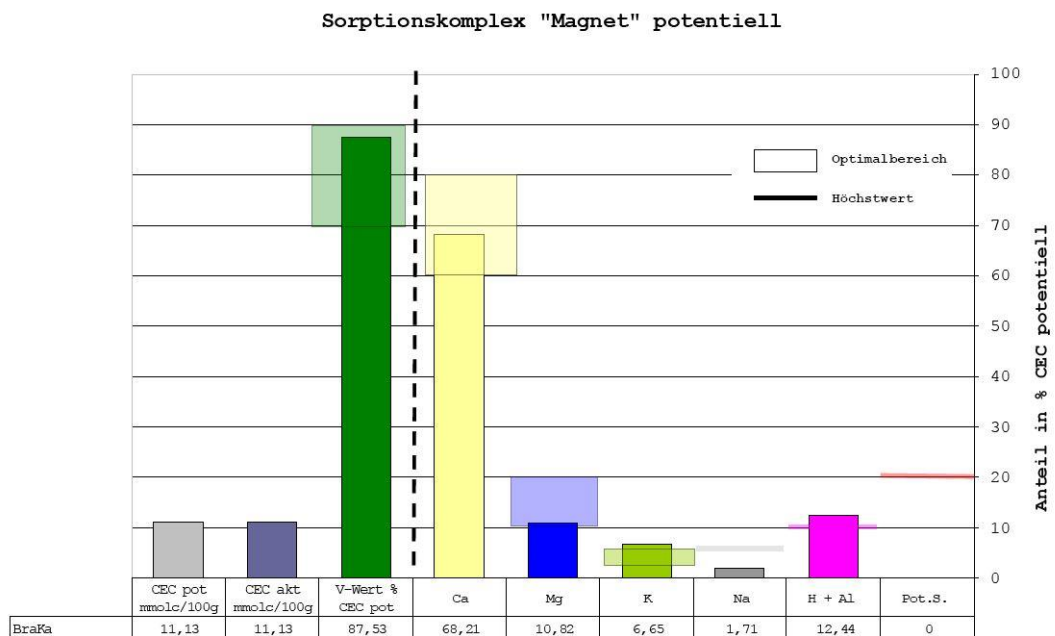


Abbildung 3: Sorptionskomplex nach der Kalkung

3.5. Versuchsanordnung

Es wurden ca. 550 m² große Parzellen angelegt, mit GPS vermessen und mit Markierstangen gekennzeichnet (siehe Abbildung 5). Die Nullparzelle wurde quer zu den Kalkparzellen angelegt. Anschließend wurden die Kalke mit einem Schneckenstreuer aufgebracht (siehe Abbildung 4).



Abbildung 4: Kalkausbringung mit Schneckenstreuer

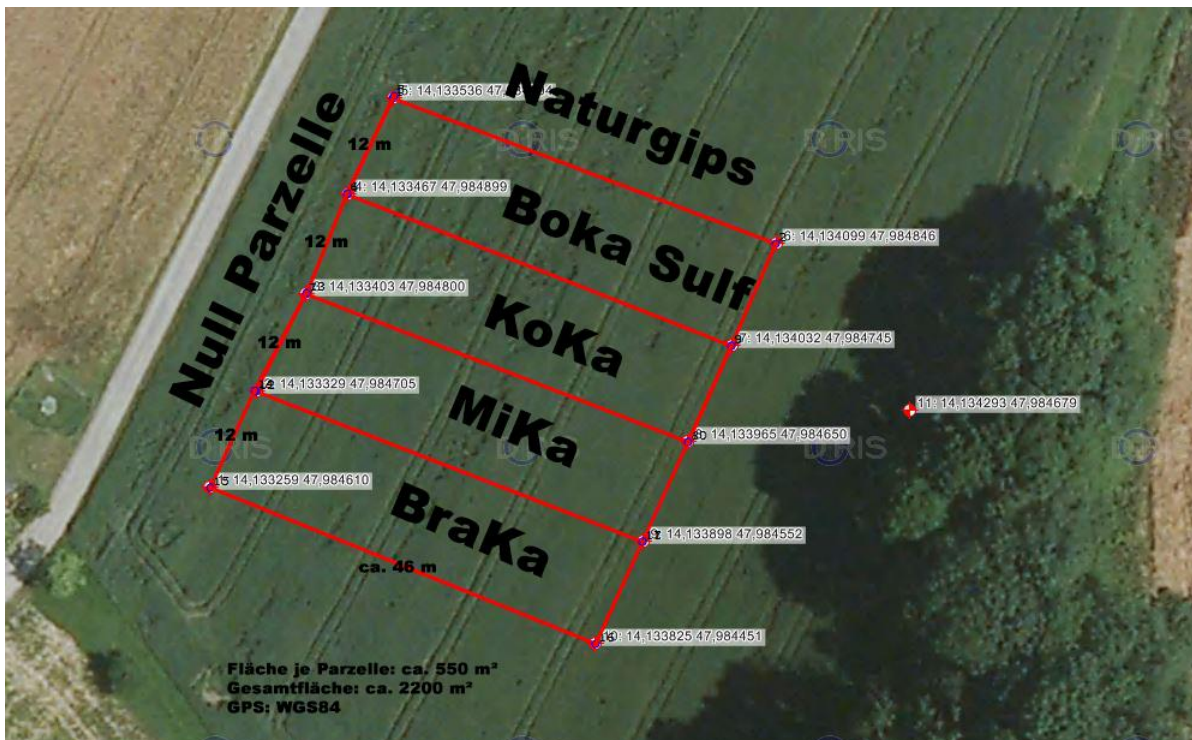


Abbildung 5: Versuchspartzellen mit Kalkarten

3.6. Erosion und die Wirkung von Kalk

3.6.1. Verschlämmung und Erosion

„Maßgebend für den Verlauf einer Infiltration ist in erster Linie die Wasserleitfähigkeit der Bodenoberfläche. Sobald diese durch Zerstörung der Aggregate, Verschlämmung und Krustenbildung herabgesetzt wird, nimmt die Infiltration stark ab. Infolgedessen entsteht bei hoher Wasserzufuhr Oberflächenwasser und es steigt die Erosionsgefahr in geneigtem Gelände. Daher sind die Zusammenhänge zwischen Aggregatgröße und Mikrorelief nach Aggregatzerfall wichtige Einflussgrößen“ (SCHEFFER UND SCHACHTSCHABEL, 2010).

Wie Abbildung 6 zeigt, können in dieser Region in den Monaten Mai und Juni bis zu 50 mm/m² Regen in 24 h fallen. Bei offenem Boden und der vorherrschenden Bodenart (lehmgiger Schluff), kann es leicht zu oberflächigen Bodenverschlämmungen und Verkrustungen kommen.

Diese Verschlämmung verschließt die Grob- und Mittelporen und reduziert somit die Infiltrationsleistung. Der Niederschlag kann nicht mehr schnell genug versickern und fließt oberflächlich ab. Dabei können feinste Bodenteile und Nährstoffe abtransportiert werden (siehe Abbildung 7).

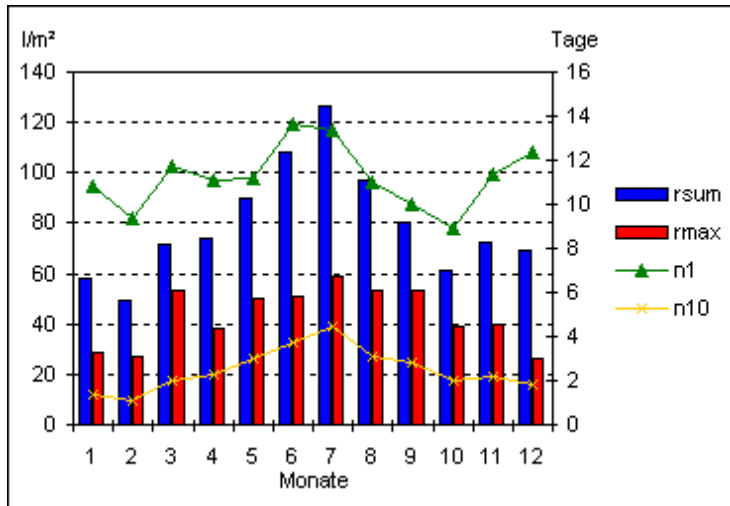


Abbildung 6: Niederschlagsverteilung Kremsmünster

(rsum: Mittlere Monatssumme des Niederschlags l/m²; rmax: Größte Niederschlagssumme in 24 Stunden l/m²; n1: Zahl der Tage mit Niederschlagssumme ≥ 1 mm; Zahl der Tage mit Niederschlagssumme ≥ 10 mm) (Quelle: ZAMG 2014)



Abbildung 7: Verschlammung bzw. Verkrustung der Oberfläche

3.6.2. Wirkung von Kalk

Kalk wird im Boden durch das Bodenwasser (bei Brannt- und Mischkalk) und durch die im Boden vorhandenen Säuren (z.B.: Kohlensäure) in Ca^{2+} und OH^- Ionen dissoziiert. Die OH^- Ionen verbinden sich mit H^+ Ionen zu H_2O und erhöhen somit den pH – Wert des Bodens (siehe Abbildung 8).

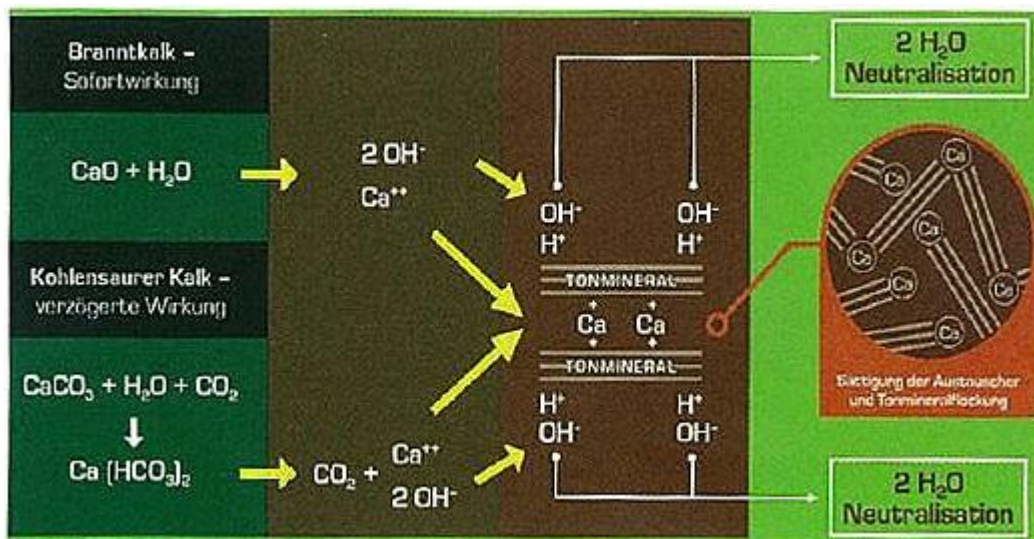


Abbildung 8: Dissoziierung von Kalk im Boden (SCHMIDT (2013))

Die Ca^{2+} Ionen verbinden die Tonfraktion und dem Humus zu Ton-Humus-Komplexen, stabilisieren so die Bodenstruktur und erhöhen die Aggregatstabilität (siehe Abbildung 9). Aufgrund dieser Stabilisierung werden die Bodenaggregate durch auftreffende Regentropfen bzw. deren kinetische Energie nicht bzw. weniger stark zerstört. Die Verschlammung wird reduziert und damit die Infiltrationsleistung aufrechterhalten bzw. erhöht. Das Erosionsrisiko sinkt und die Tragkraft des Bodens steigt.

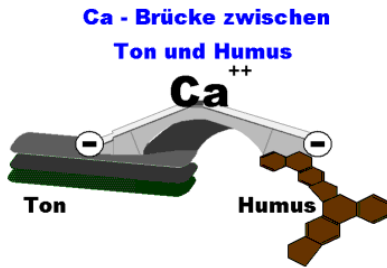


Abbildung 9: Ton Humus Komplex

(Quelle: <http://bisz.suedzucker.de/Duengung/Fachbegriffe/Ton-Humus-Komplex>)

3.7. Methode

Zur Messung der Infiltrationsleistung wurde ein Metallring mit einem Durchmesser von 60 cm und einer Höhe von 30 cm, ca. 10 cm tief in den Boden versenkt (siehe

Abbildung 10). Anschließend wurden 10 L (bei der ersten Probemessung) bzw. 20 L Wasser auf die, durch den Ring begrenzte Fläche mit einem Gießkannenkopf verregnet. 10 L bzw. 20 L entsprechen einem Niederschlag von 35,3 bzw. 70,6 mm bzw. L/m². Zu diesem Zweck wurde eine spezielle Apparatur konstruiert (siehe Abbildung 11). Um die Infiltrationsleistung feststellen zu können, wurde die Zeit welche das Wasser zum Infiltrieren benötigt gemessen.



Abbildung 10: Infiltrationsring



Abbildung 11: Apparatur Beregnung

3.8. Infiltration

Die Infiltrationsmessungen auf den Parzellen Branntkalk oberflächlich, Branntkalk 10 cm und der Nullparzelle ergab folgende Daten (siehe Tabelle 1):

Tabelle 1: Infiltrationsdauer in Minuten

| Parzelle | 24.4.2014 | 21.5.2014 | 23.5.2014 |
|----------------------------|-----------|------------|------------|
| Null | 9,0 (10L) | 12,0 (20L) | 11,0 (20L) |
| Branntkalk (oberflächlich) | 4,5 (10L) | 7,5 (20L) | 25,5 (20L) |
| Branntkalk 10 cm | 8,5 (10L) | 13,0 (20L) | - |

Mit Ausnahme der Messung am 23.5.2014, zeigt sich eine schnellere Infiltration des aufgebrachtten Wassers, auf der Parzelle "Branntkalk oberflächlich". Bei der Messung am 23.5.2014 ergab eine gemeinsame Begutachtung des Bodens der Parzelle "Branntkalk oberflächlich", dass eine stark verdichtete, punktuelle Sperrschicht das Versickern des Wassers verhinderte. Ein Grund für die Sperrschicht könnte z.B.: eine nicht sichtbare Traktorspur an der Messstelle gewesen sein. Daher wird diese Messung in den weiteren Erläuterungen nicht mehr mit einbezogen.

Bei der Betrachtung der Messungen vom 24.4.2014 und 21.5.2014, zeigt die Parzelle "Branntkalk oberflächlich" eine, um 4,5 Min., schnellere Infiltrationsleistung als die "Null" und die "Branntkalk 10 cm" Parzellen (siehe Abbildung 12).

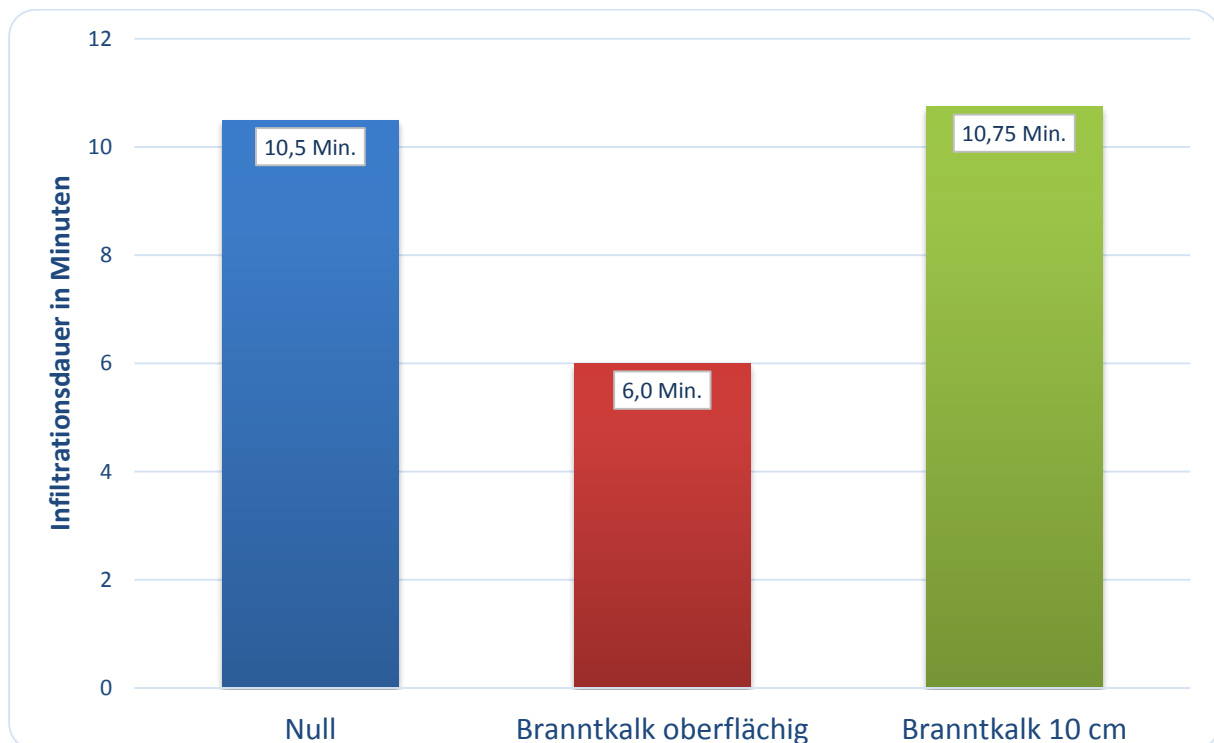


Abbildung 12: Infiltrationsdauer in Minuten

Durch die Lösung des seicht eingearbeiteten Branntkalkes in den oberen Zentimetern, wird eine große Anzahl an Ca-Ionen frei. Diese Ca-Ionen können die Feinschluff-, Ton- und Humsteilchen zu stabilen Aggregaten verbinden. Das Verschlämmen der Bodenoberfläche wird reduziert und die Infiltrationsleistung bleibt länger aufrecht. Daraus zeigt sich, dass die Infiltrationsleistung durch Branntkalk am besten bei einer seichten Einarbeitung (wenige cm) verbessert werden kann.

3.9. Ertragsschätzung

Von Hr. Ing. Gebeshuber wurde eine Abschätzung des Ertrages angeregt. Da die Kalkparzellen quer zur Anbauichtung angelegt waren, konnte mit dem Mähdrescher keine Ertragsmessung durchgeführt werden. Eine optische Begutachtung der Parzellen zeigte am 26.6.2014 einen besseren Wuchs auf der Branntkalk Parzelle als auf der Nullparzelle (siehe Abbildung 13).



Abbildung 13: Wachstumsunterschied Parzellen

4. Literatur

Im Jahr 2003 wurde auf 4 Standorten in Oberösterreich von der Firma ÖKO Datenservice im Auftrag von Bodenkalk, ein Infiltrationsversuch durchgeführt (siehe Abbildung 14). Dabei wurden 1000 kg/ha Branntkalk vor der Aussaat von Zuckerrübe auf die Flächen ausgebracht und oberflächlich eingearbeitet. Es zeigte sich bei einem Infiltrationsversuch mit einem Doppelringinfiltrometer, dass auf jene Flächen, die mit Branntkalk behandelt wurden (Fläche 1000) nach 30 Minuten um ca. 30 % mehr Wasser versickert war als auf der unbehandelten Fläche (Fläche 0). Die Linie mit der Bezeichnung "Fläche 1000/TSp" stellt den Infiltrationsverlauf auf einer Fläche mit einer verdichteten Traktorspur mit 1000 kg vorher aufgebrachtem Branntkalk dar.

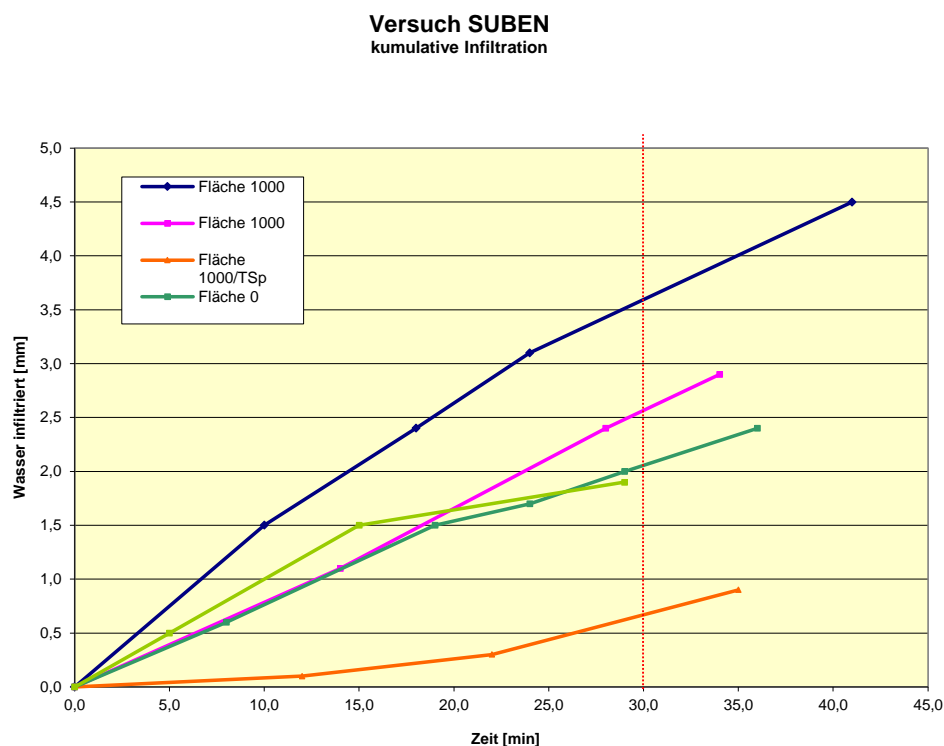


Abbildung 14: Infiltrationsversuch 2003, Infiltrationsleistung kumuliert

SAULYS UND BASTIENE (2006) haben festgestellt, dass schwere Böden die mit Kalk behandelt wurden, eine 1,5-mal höhere Oberflächeninfiltration auswiesen, als die Vergleichsflächen ohne Kalk. Wie in Abbildung 15 ersichtlich ist die Infiltrationsleistung (Drainage coefficient in Meter je Tag) auf Flächen mit Kalk (CaO) generell höher und sinkt bei zunehmenden Bodenwassergehalt wesentlich langsamer ab als auf Flächen ohne Kalk. Die Infiltrationsleistung bleibt bei gekalkten Flächen länger aufrecht.

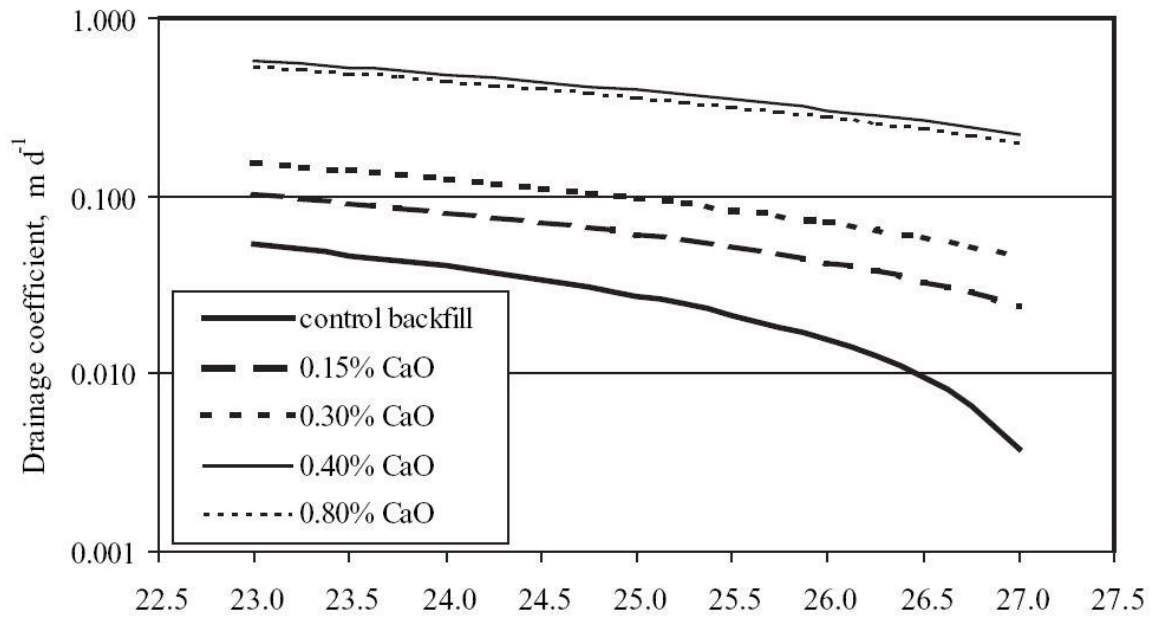


Abbildung 15: Infiltrationsleistung in Abhängigkeit des Bodenwasser- und Kalkgehaltes (SAULYS UND BASTIENE(2006))

MAX SCHMIDT (2013) weist in seinem Buch: "Kalkdüngung" darauf hin, dass durch eine optimale Kalkversorgung die Gefügestabilität um 47 % und die Wasserdurchlässigkeit um 163 % gesteigert werden können. DR. GUTSER (1993) von der TU München konnte eine starke Erhöhung der Wasserinfiltration bei einer Applikation von Kalk zeigen (siehe Abbildung 16).

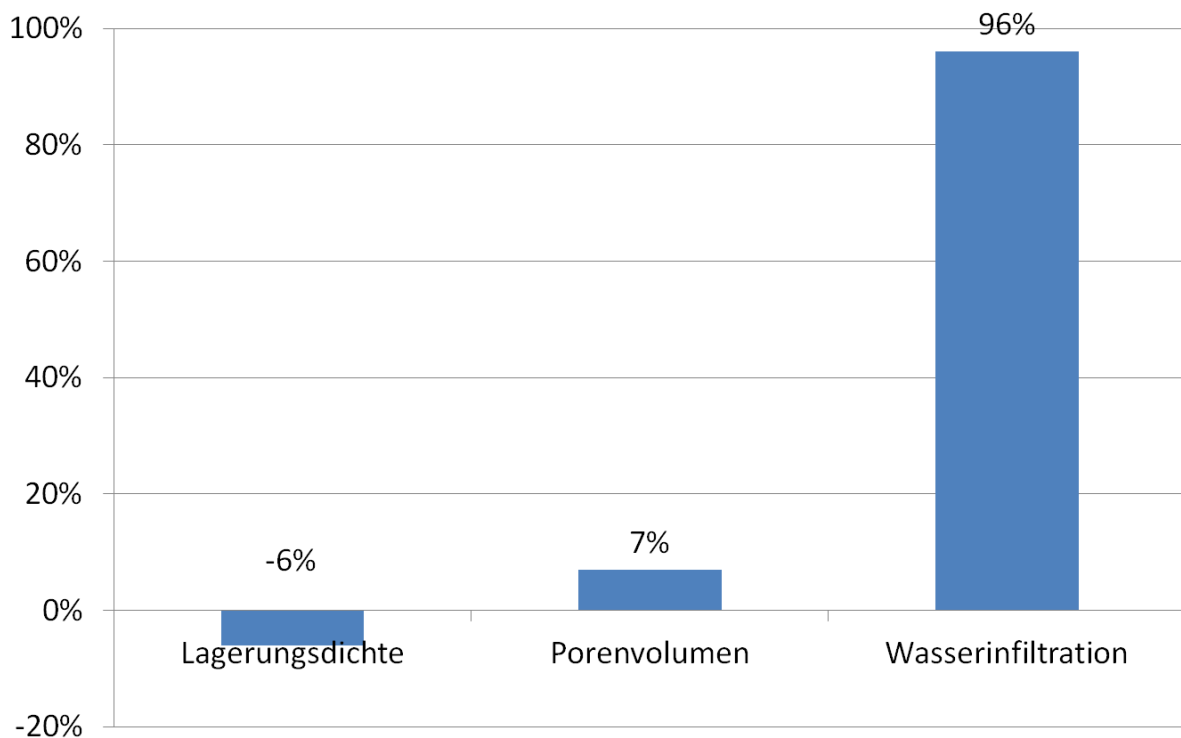


Abbildung 16: Veränderung Lagerungsdicht, Porenvolumen und Wasserinfiltration durch Kalkung Quelle: GUTSER (1993) TU München

5. Quellen

SAULYS, V. UND BASTIENE, N. (2006): The effect of lime admixture to trench backfill on the functioning of tile drainage in heavy soils. Irrigation and drainage. Lithuania

SCHEFFER, F.; SCHACHTSCHABEL, P. (2010): Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg

SCHMIDT, M.; (2013): Kalkdüngung. DLG Verlag. Frankfurt am Main.

UNTERFRAUNER, H. (2003): Bericht zur Untersuchung bodenphysikalischer Kennwerte auf Standorten mit Vorsaatkalkung und Vergleichsflächen ohne Applikation. ÖKO Datenservice im Auftrag von Bodenkalk. Leobersdorf.