

# Aspekte autoregulativer pH-Wert-Normalisierung im Boden – Offene Fragen hinsichtlich des Modells und der Bestimmungsgründe eines wichtigen Bodenparameters

Hartmut Heilmann

Gesellschaft für Boden, Technik, Qualität (BTQ), Arbeitskreis Standortphysiologie, Birkenstr. 10, D-74592 Kirchberg/J., hartmut.heilmann@t-online.de

Natürliche Prozesse und industrielle Umwelteinflüsse in Mittel- und Nordeuropa fördern normalerweise niedrige pH-Werte im Boden. Ihr Jahresgang zeigt autoregulative Aspekte. Der Einsatz des Bodenelektrolyten TERRALYT PLUS<sup>®</sup> als Testsubstanz (Dieser Pflanzenhilfsstoff ist international erhältlich bei der Firma Biesterfeld international GmbH, Ferdinandstr. 41, 20095 Hamburg, Tel.: 040-32008329, Fax: 040-32008311) fördert das mikrobiologische Leben und unterstützte in landwirtschaftlichen Praxisversuchen die autoregulative Normalisierung der pH-Werte. Zur Diskussion gestellte Ergebnisse legen Fragen hinsichtlich des Modells von den Bestimmungsgründen des pH-Wertes sowie Versuche auf anderen geeigneten Problemstandorten nahe.

Natural processes and industrial environmental influences in middle and Northern Europe normally lead to low pH-values in the soil. Their path during the year shows autoregulative aspects. In agricultural trials the use of TERRALYT PLUS<sup>®</sup> as an electrolyte promoted microbial life and thus supported the normalisation of pH-values. These results suggest questions concerning the model on determining factors of the pH-Value in the soil as well as trials on suiting problem areas.

---

## 1 Problemstellung und Einführung

Niedrige pH-Werte beeinträchtigen in Garten-, Land- und Waldbau die Frohwüchsigkeit fast aller Pflanzen. Sie verringern die Nährstoffverfügbarkeit und behindern den elektrochemischen Austausch zwischen Wurzel und Boden. Deshalb wird der Einhaltung eines Normalbereiches für eine geordnete Landwirtschaft eine große Bedeutung beigemessen, wobei auf tonreichen Böden pH-Wertbereiche um 7, auf lehmigen zwischen 6 und 7 und auf sandigen um 6 angestrebt werden. Dem wissenschaftlichen Modell und der praktischen Regulierung lag bisher das Modell eines Gleichgewichtes zwischen Anionen und Kationen zugrunde. Nach diesem Paradigma gilt Kalken regelmäßig dann als nötig, wenn die pH-Werte des Boden absinken.

Sechs Hauptgründe gelten im feucht-gemäßigten Klima für Verbreitung und Entwicklung niedriger Boden-pH-Werte und damit für die Notwendigkeit der Kalkung als verantwortlich:

1. Wenn Pflanzen wachsen, scheiden ihre Wurzeln Protonen und organische Säuren aus.
2. Der Stickstoffmetabolismus im Boden endet mit der sukzessiven Oxidation freigesetzter Eiweiße als Nitrat und wirkt sauer.

3. Der natürliche Niederschlag enthält immer einen Anteil an CO<sub>2</sub>, so dass stärker durchwaschene Böden in ihrem Kationengehalt verarmen.
4. Im Industriezeitalter werden hohe Säuremengen aus der Atmosphäre eingetragen.
5. Ammonium- und harnstoffhaltige Handelsdünger können eine saure Wirkung ausüben.
6. Auf entsprechenden Standorten im Wald kann Rohhumus Hauptwirkungsträger der sauren pH-Werte sein.

Auch auf Kalkverwitterungsböden günstigster pH-Werte finden sich in Pfützen oder auf Strukturschäden schon innerhalb von Wochen säurezeigende Pflanzen wie Binsen oder Sauergräser, ohne dass anzunehmen wäre, hier könnte so schnell Kalkmangel entstanden sein. - Ältere Untersuchungen unseres Mitgliedes Ulrich Kröner zeigten, dass sich auf Weiden sorptionschwacher Standorte Norddeutschlands Harnschäden zeigten, wo die Kühe uriniert hatten. Die pH-Werte dieser Standorte waren zwar nach Bodenuntersuchung „offiziell“ in Ordnung. Seiner Untersuchung nach fehlte jedoch verfügbarer Kalk, der die Entwicklung von Nitrat auf den Harnstellen hätte abpuffern können.

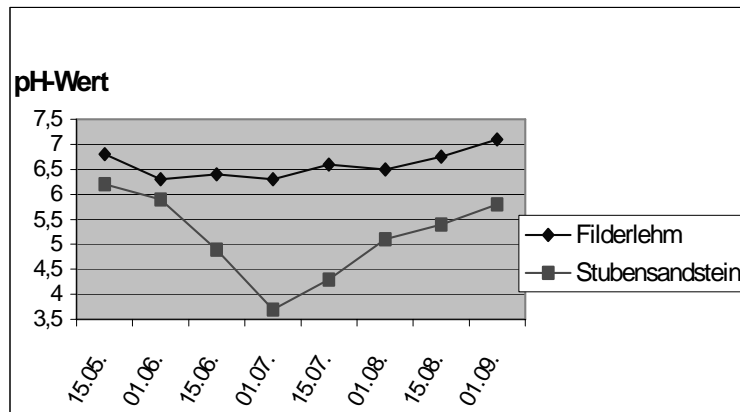


Abb. 1: Der Standort „Filderlehm“ war 1948 mit Winterweizen, der „Stubensandstein“ mit Roggen eingesät. (nach ELLENBERG 1950).

Einerseits ist also unstrittig, dass zu tiefe pH-Werte mit Kalkungsmaßnahmen schnell gehoben werden können, andererseits scheint es aus bezeichneten Gründen nicht unproblematisch, eine pH-Wert-Messung allgemein - ohne nähere Untersuchung - als „Kalkzustand“ zu interpretieren.

Der jährliche pH-Wertverlauf hängt von der Puffer-Kapazität eines Standortes ab und neigt im Frühjahr und Sommer zu niedrigeren Werten, welche sich später im Herbst wieder erhöhen. (Abb. 1)

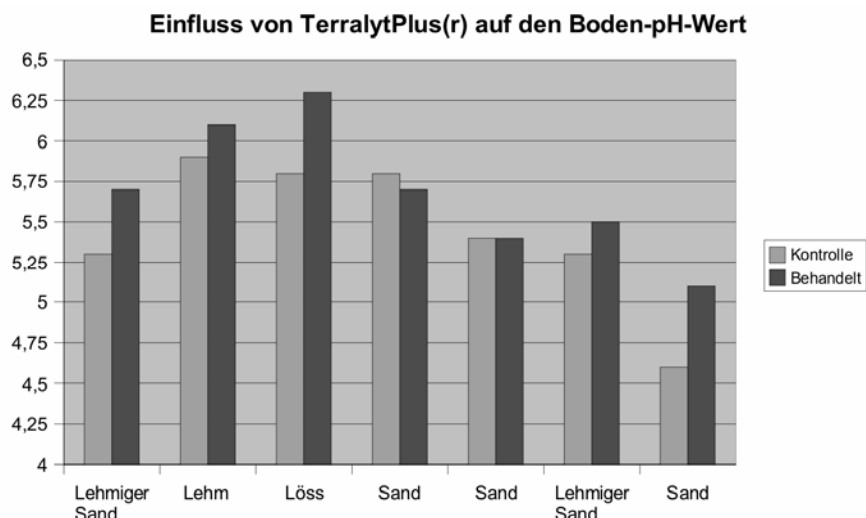
## 2 Untersuchung, Material und Methoden

In 7 landwirtschaftlichen Praxisversuchen mit TERRALYT PLUS® an Kartoffeln wurden bei der Ernte 2002 nicht nur wirtschaftliche Mehrerträge und eine bessere Sortierung festgestellt, sondern auch Bodenverbesserungen, beispielsweise auch in der Krümelung. Der Bodenelektrolyt bewirkte auf den beteiligten meist sandigen Standorten Norddeutschlands oft eine deutliche Verbesserung der pH-Werte (Abb. 2). (T-Test: 0,04%, bzw. 4% Irrtumswahrscheinlichkeit). Die Veränderung hing von der Bodenart ab. So besitzen zum Beispiel Löss- und Lehmböden ein höheres natürliches Optimum. Die Messungen (KCl) wurden von der LUFA Hohenheim durchgeführt.

Bezeichneter Bodenelektrolyt besteht aus einer natriumhaltigen Komplexverbindung mit Zucker und Essigsäure, welche in einer Dosierung von 400 g / ha (40 ml / m<sup>2</sup>) ausgebracht wird. Seine Ausbringung erfolgte im Zeitraum der Kartoffelpflanzung, die Entnahme der Bodenproben während der Kartoffelernte.

## 3 Ergebnis und Diskussion

Das Spiel organischer pH-Wertverläufe kann offensichtlich als Aspekt organischen Regelverhaltens angesehen werden. Erfahrungen im ökologischen Landbau legen nahe, dass gute Humuspflüge und Kompostierung den Boden stabilisieren; jedenfalls macht - ohne nähere Kenntnis von Gründen - diese Bewirtschaftsform eine regelmäßige Kalkung meist unnötig. Eine eigene, von dem „offiziellen“ Kalkungsbedürfnis abweichende Theoriebildung hinsichtlich der Bestimmungsgründe für Boden-pH-Werte erübrigte sich in der ökologischen Agrarwissenschaft bisher weitgehend. Interessanterweise „hat“ der Boden keinen pH-Wert; er zeigt einen von verschiedenen Faktoren abhängiges Säure-Basen-Verhältnis. Im von Ellenberg untersuchten Beispiel liegen Einflußfaktoren in Jahreszeit und Bodenart. Insofern stellt sich das Modell der pH-Wert-Determinierung im Boden als dynamisch dar. Wenn man den Standort nach Gesichtspunkten eines Ökosystemmodelles versteht, kann genanntes Regelverhalten als Teil langfristiger Normalisierung angesehen werden. Bei Rekultivierungen in Tagebaugebieten, deren Standorte zu niedrigen pH-Werten tendieren, pflegen sich die pH-Werte mit der Entwicklung der Makrofauna im Boden zu normalisieren (Pflug 1998). Es ist anzunehmen, dass im Ackerbau der Abbau saurer Rohumusformen die pH-Werte hebt. In die Frage der pH-Wert-Determinierung durch die Stoffe des Bodens haben sich in der Diskussion mittlerweile auch organische Substanzen als bedeutend erwiesen. So berichtet SCHUBERT u.a. (1997) von organischen Kationen, deren Wirkung bisher unterschätzt wurde.



**Abb. 2: Der Einfluss von TERRALYT PLUS® auf den Boden-pH. Die Boden-pH-Werte hängen vom Bodentyp ab und ändern sich praktisch nicht, wenn sie schon optimal sind.**

#### 4 Konsequenzen und offene Fragen

1. Die alleinige Erfassung des pH-Wertes zur Bestimmung des Kalkbedarfes scheint wenig zielführend.
2. Bodenuntersuchungen sollten je nach Fragestellung in der Vegetationsruhe oder zum Höchststand der Vegetation durchgeführt werden.
3. Zur Interpretation müssen wegen der jahreszeitlichen pH-Wert-Dynamik Probengewinnungsdatum, Kultur und Düngungsmaßnahmen mit dokumentiert werden.
4. Bis zur Erarbeitung näherer Kenntnisse müssen die Befunde mit dezidierten Untersuchungen auf freien Kalk und seine Reserve gekoppelt werden.
5. Die Forschung muss die Rolle der Veratmung saurer Nährhumusformen und den Aufbau organischer Kationen berücksichtigen.
6. Die Forschung muss die Rolle der Pufferung der vom Bodenleben gebildeten Schleime erfassen.
7. Es ist zu klären, ob eine pH-Wert-Normalisierung in der Landwirtschaft aus der Richtung zu hoher pH-Werte (Böden mediterraner und tropischer Regionen) auch auf niedrigere standortgemäße Niveaus erfolgen kann.
8. Es muss geprüft werden, ob diese Erfahrungen auch für Böden gelten, die aufgrund von

Rekultivierungslasten zu hohe (Braunkohlenasche!) oder zu niedrige pH-Werte (Pyritgehalt!) aufweisen.

Entsprechende Versuche sind in Auftrag gegeben

## 5 Literatur

- AMBERGER, A. (1979): Pflanzenernährung. Stuttgart.
- ELLENBERG, H.(1950): Unkrautgemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden. (Eugen Ulmer) Stuttgart.
- HEILMANN, H.(2002): Ist Bodenversauerung autoregulativ normalisierbar? – Zeitschrift „Ökologie und Landbau“, 123, 3: S. 49
- MENGEL, K. (1991): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Jena.
- PFLUG, W. (1998): Braunkohlentagebau und Rekultivierung. Berlin.
- SCHUBERT, S. & YAN, F. (1997): Nitrate and ammonium nutrition of plants: effects on acid/base balance and adaptation of root cell plasmalemma  $H^+$  ATPase. – Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 160, 275–281.
- YAN, F., SCHUBERT, S. & MENGEL, K. (1996): Soil pH changes during legume growth and application of plant material. – Biol. Fertil Soils 23:236–242.
- YAN, F., SCHUBERT, S. & MENGEL, K. (1996): Soil pH increase due to biological decarboxylation of organic anions. – Soil Biol. Biochem. Vol 28, No 4/5 pp. 617–624.
- YAN, F. & SCHUBERT, S. (2000): Soil pH changes after application of plant shoot material of faba bean and wheat. – Plant and Soil 220: 279–287.