

1. Einleitung

Wurzeluntersuchungen sind nach wie vor ein Stiefkind der ökologischen Forschung (BÖHM 1978). Die Wurzel kann als Verbindung zwischen Pflanze und Boden aber als einer der wichtigsten Orte für den Austausch von organischer und anorganischer Masse betrachtet werden (SMUCKER 1993). Sie dient der Wasser- und Nährstoffaufnahme, wobei zwischen Wurzel und übriger Pflanze ein funktionales Gleichgewicht besteht (BROUWER 1967, KUPERS 1978). Während die Wurzel den Sproß mit Wasser und Nährstoffen versorgt, ist diese wiederum auf den Assimilatgewinn des Sprosses angewiesen. Zudem ist die Wurzel Produktionsort zahlreicher Phytohormone (TORREY 1976) sowie Funktionsort verschiedener Synthesen (ALTAY 1984, MÄCK 1988).

Die Kenntnisse über die zeitliche und räumliche Entwicklung des Wurzelsystems sind insbesondere bei Zuckerrüben gering (BROWN und DUNHAM 1986, VAN NOORDWIJK und DE WILLIGEN 1986). Zwar liegen über die Ertragsbildung bei Zuckerrüben zahlreiche Untersuchungen vor (BEIß und WINNER 1975, SCOTT und JAGGARD 1978, MILFORD et al. 1988), jedoch wird das Faserwurzelsystem und dessen Bedeutung für die Ertragsbildung nicht berücksichtigt. Erkenntnisse zum Wurzelwachstum intensiver untersuchter Kulturarten, beispielsweise Getreide, sind auf die Zuckerrübe nur schwer übertragbar, weil diese zum einen Rübe und Pfahlwurzel ausgebildet und zum anderen mit einem wesentlich weiteren Reihenabstand angebaut wird.

In der vorliegenden Arbeit sollen deshalb zunächst anhand hoher zeitlicher Beprobungsdichte grundsätzliche Erkenntnisse zum Faserwurzelsystem der Zuckerrübe vom Feldaufgang bis Vegetationsende erlangt werden. Weiterhin sollen mögliche Unterschiede in der Durchwurzelungsintensität in und zwischen der Rübenreihe untersucht werden. Ferner sollen durch eine Analyse der Entwicklung der Gesamtpflanze Wachstumsbeziehungen zwischen Sproß und Wurzel dargestellt und so die Bedeutung von Menge und Verteilung der Wurzeln für die Ertragsbildung der Zuckerrübe ermittelt werden.

Nach VAN NOORDWIJK und DE WILLIGEN (1986) kann ein relativ kleines Wurzelsystem für eine gute Nährstoffversorgung ausreichend sein. Voraussetzung dafür ist aber ein genügend großes Wasser- und Nährstoffangebot im Boden. Für Zuckerrüben existiert keine Quantifizierung der Beziehung zwischen Wurzelsystem und Nährstoffaufnahme; in der vorliegenden Arbeit soll daher exemplarisch der Zusammenhang am Beispiel der Nitrataufnahme erfolgen, welche für die N-Ernährung der Zuckerrübe von besonderer Bedeutung ist (BURBA et al. 1984).

Neben der Wurzellängendichte kommt dem Verlauf der Durchwurzelungstiefe für die Nitratauswaschung eine besondere Bedeutung zu, weil Nitrat aufgrund hoher Beweglichkeit leicht in nicht mehr durchwurzelte tiefere Bodenschichten eingewaschen werden kann (RINGE et al. 1992, BAUMGÄRTEL und ENGELS 1994). In Zuckerrüben kann die Gefahr einer Auswaschung, insbesondere auf sandigen Böden, relativ groß sein, da die höchste Stickstoffmineralisation des Bodens der höchsten Nährstoffaufnahme voraussetzt (WINNER et al. 1976) und durch ein ungleichmäßig verteiltes Wurzelsystem, beispielsweise in und zwischen der Reihe, diese Gefahr noch erhöht werden kann. Andererseits konnten STREBEL und DUYNISVELD (1989) in Zuckerrüben auf einer Löß-Parabraunerde bis in 150 cm eine Nitrataufnahme nachweisen, führten jedoch keine Wurzelmessungen bis in diese Tiefe durch. Es soll deshalb in der vorliegenden Arbeit der Zusammenhang zwischen Nitratdynamik des Bodens und N-Aufnahme der Zuckerrübe durch eine intensive Beprobung sowohl in als auch zwischen der Reihe bis in hohe Durchwurzelungstiefen erfolgen.

2. Material und Methoden

2.1 Standorte

Zweijährig wurden Feldversuche auf den Schlägen Kuhle (1992) und Rehlsfeld (1993) in Göttingen durchgeführt. Die Bodenart beider Schläge war eine Parabraunerde aus Löß (Abb. 1). Die Bodenzahl lag auf dem Rehlsfeld bei 73 und auf der Kuhle bei 78.

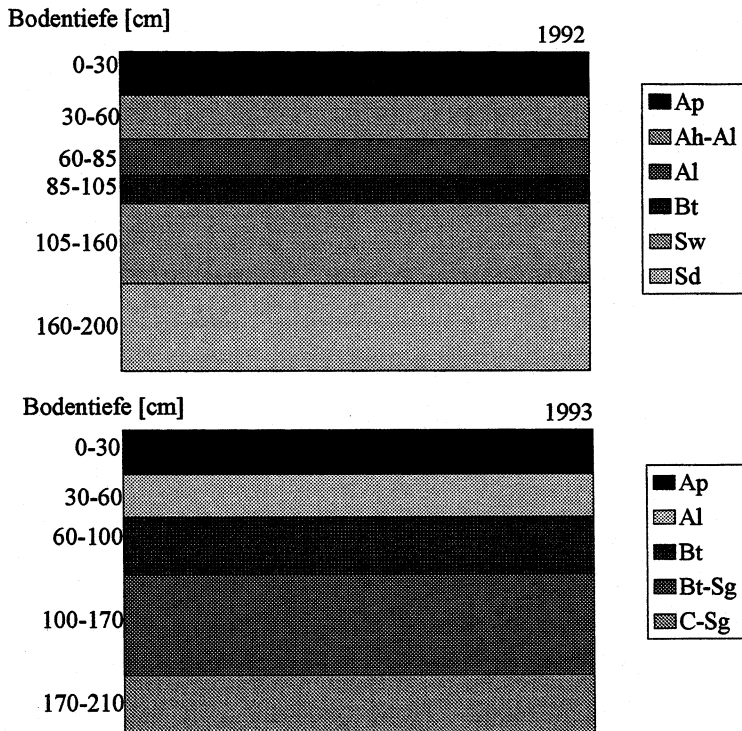


Abb. 1: Bodenprofile der Versuchsstandorte Kuhle(1992) und Rehlsfeld (1993), Ap = Pflughorizont, Ah = durch Huminstoffe gefärbter A-Horizont, Al = tonverarmerter Horizont, Bt = tonangereicherter Horizont, Sw = Stauwasserleiter, Sd = marmorierte Stauwassersohle, C = Ausgangsgestein, Sg = Haftnässepseudogley (nach TEIWES 1992 und 1993)

Die Höhenlage über NN beträgt 168 m (Rehlsfeld) sowie 159 m (Kuhle). Auf der Kuhle befindet sich in 2 m Bodentiefe eine Tonschicht, über der es im Frühsommer 1992 zu Stauwasserbildung kam.

2.1.1 Bodenchemische Kenndaten

Die Nährstoffgehalte und pH-Werte der Böden können Tabelle 1 entnommen werden.

Tab. 1: pH-Werte und Gehalte von Bodennährstoffen sowie mineralische Düngung auf den Versuchsflächen, Göttingen 1992 und 1993

| | 1992 | 1993 | 1992 | 1993 |
|--|----------|----------|------------------------------|------|
| | | | mineralische Düngung [kg/ha] | |
| pH-Wert | 6,6 | 6,9 | - | - |
| NO ₃ -N ² | 52 kg/ha | 46 kg/ha | 108 | 144 |
| P ₂ O ₅ ¹ | E | D | 92 | 135 |
| K ₂ O ¹ | C | C | 120 | 160 |
| MgO ¹ | C | C | 15 | 20 |

¹ Gehaltsklasse nach LUFA Hameln zur Ernte Vorfrucht, ² vor Aussaat

2.1.2 Pflanzenbauliche Maßnahmen

Auf beiden Schlägen war die Fruchtfolge Zuckerrüben-Winterweizen-Wintergerste. Auf die Stoppel der Vorfrucht wurde Grunddünger (Phosphor, Kalium und Magnesium) nach den Ergebnissen der Bodenuntersuchung (Tab. 1) ausgebracht. Aufgrund des ausreichend hohen pH-Wertes erfolgte in beiden Jahren keine Kalkung. Nach einer Stoppelbearbeitung im Sommer schloß sich eine Herbstpflugfurche an, und unmittelbar vor der Aussaat erfolgte ein doppeltes Vorarbeiten mit einer Saatbettkombination. Die Höhe der Stickstoffdüngung erfolgte nach Bodenuntersuchung (0-90 cm, März); 1992 wurde auf den Sollwert 160 kg N je ha, 1993 aufgrund eines technischen Fehlers auf 190 kg N je ha aufgedüngt. Aus versuchstechnischen Gründen wurde die gesamte Menge in Form von Ammonium-Nitrat-Harnstoff-Lösung nach Saat appliziert.

2.1.3 Witterung

Die langjährigen Witterungsdaten (Abb. 2 und 3) entstammen der Wetterstation auf dem Institutsgelände. 1992 wurden die Werte auf dem Versuchsfeld, 1993 der Niederschlag auf dem Versuchsfeld, die Temperatur auf einem 5 km entfernten Standort

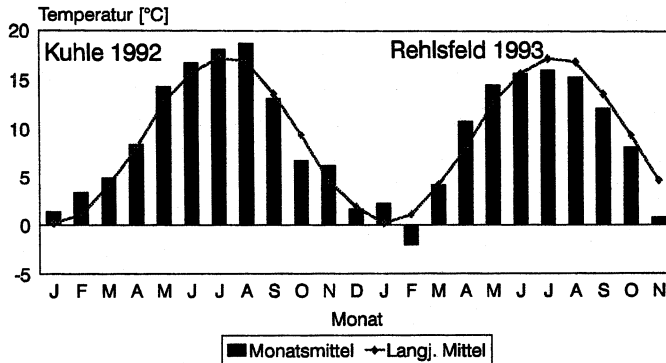


Abb. 2: Monatsmittel und langjähriges Mittel (1953-1992) der Lufttemperatur, Göttingen, 1992 und 1993

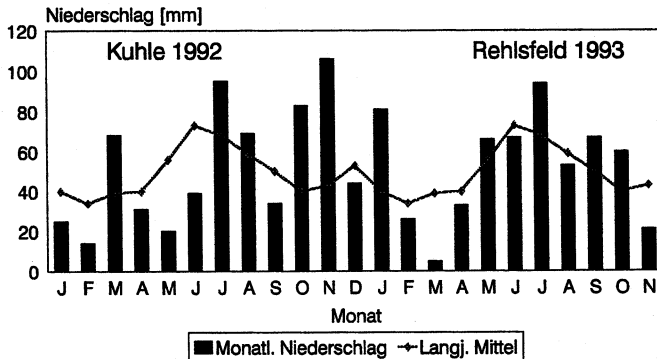


Abb. 3: Monatssumme und langjähriges Mittel (1953-1992) der Niederschläge, Göttingen 1992 und 1993

ermittelt. Die Witterung beider Versuchsjahre war sehr unterschiedlich. 1992 lag die Temperatur von Januar bis Februar und April bis August über dem langjährigen Mittel, 1993 lediglich in den Monaten April bis Juni. Die hohen Temperaturen im