

## **Ausnutzung des natürlichen Wasserangebots in einer Fruchtfolge mit Silomais und Luzerne**

K. Schmalzer

Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Pflanzenbauwissenschaften,  
Invalidenstraße 42, D-10115 Berlin, Email: [katrin.schmalzer@agrar.hu-berlin.de](mailto:katrin.schmalzer@agrar.hu-berlin.de)

### **Einleitung und Problemstellung**

Unter Freilandbedingungen wird das Wasserangebot durch den Niederschlag und den Bodenwasservorrat im Wurzelraum bestimmt. Im nordostdeutschen Tiefland weisen die Böden nur ein geringes bis mittleres Bodenwasserbereitstellungsvermögen auf (ROTH *et al.*, 1987). Die Ertragshöhe ist stark vom Niederschlagsangebot während der Vegetationszeit abhängig. Mais weist als C4-Pflanze zwar eine günstige Ausnutzung des Wasserangebots auf, reagiert allerdings auf Wassermangel besonders vor und nach dem Termin der weiblichen Blüte mit Ertrags- und Qualitätseinbußen (SCHMALER *et al.*, 2003). Die Luzerne hat wie der Mais einen hohen Anspruch an das Wärmeangebot und vermag durch ihr tiefreichendes Wurzelsystem Trockenperioden relativ gut zu tolerieren. Unter dem Gesichtspunkt des Klimawandels (OTTE, 2008) könnten beide Arten von einem höheren Wärmeangebot und verlängerten Vegetationsperioden auf Standorten mit Ackerzahlen >30 profitieren. Als Entscheidungsgrundlage für die Zusatzbewässerung auf diesen Standorten ist von Interesse, wann die Futterpflanzen einen besonders hohen Wasserbedarf haben und in welchem Ausmaß sie das verfügbare Bodenwasser verwerten können. Dazu wurden für einen Versuchsstandort umfangreiche Bodenfeuchte-Messungen ausgewertet.

### **Material und Methoden**

Am Standort Berge (Bundesland Brandenburg, sickerwasserbestimmter Tieflehm, Ackerzahl 40, 9,2 °C, 502 mm) wurden in einer seit dem Jahre 1990 bestehenden dreifeldrigen Fruchtfolge mit Silomais, Winterweizen und Wintergerste die Trockenmasse- bzw. die Kornerträge (86 % TM) bestimmt. Seit dem Jahre 1994 wurde wöchentlich auf einem Schlag die Bodenfeuchte nach dem Prinzip der Time-Domain-Reflectometry (TOPP *et al.*, 1980) in den Messtiefen 15, 45, 75 und 105 cm mit 16 Wiederholungen bestimmt. Nach jeweils drei Jahren stand wieder die gleiche Fruchtart auf dem Schlag (Abb. 1). Die Luzerne wurde hier erstmalig im Jahre 2005 als Springschlag eingeordnet (Einsaat in Sommergerste, Ganzpflanzenernte). Für das Fruchtfolgefeld mit Mais liegen zusätzlich Messwerte aus 15, 45 und 75 cm Tiefe vor (ohne Jahre 1993, 1995 und 1998). Die Versuchsanlage diente in den Jahren 1993 bis 1998 zur Prüfung von umweltschonenden Verfahren des Silomaisanbaus im nordostdeutschen Tiefland (RICHTER, 1999). Am Standort beträgt die pflanzenverfügbare Bodenwassermenge für Silomais und Getreide 155 mm (Schicht von 0...80 cm) sowie für Luzerne 204 mm (Schicht von 0...100 cm). Diese Bodenschichten sind für die

Fruchtarten und vergleichbare Standorte nach ROTH *et al.* (1987) als „effektiver Wurzelraum“ definiert (Abb.1).

### Ergebnisse und Diskussion

Aus den über 58.000 Messwerten zur Bodenfeuchte lassen sich die Schichtwassermengen im Vegetationsverlauf verfolgen. Das dabei registrierte Wassergehaltsminimum im Boden lieferte die Information, wie viel Wasser die verschiedenen Arten in den Jahren aus dem Boden aufgenommen haben (Abb. 1). Die entsprechenden Trockenmasseerträge von Silomais und Luzerne sowie die Kornerträge der Getreidearten sind in Tab. 1 für den Versuchsschlag im Vergleich zum 14-jährigen Mittelwert für alle Fruchtfolgefelder dargestellt.

**Tab. 1:** Trockenmasse- bzw. Kornerträge (dt ha<sup>-1</sup>) in der Fruchtfolge

Erntejahre	Silomais	Winterweizen	Wintergerste
1994...1996	123,8	76,4	41,4
1997...1999	136,2	78,1	78,6
2000...2002	160,6	83,5	74,5
2003...2005	101,7	90,7	Luzerne-Einsaat
Mittelwert (Schlag)	130,6	82,2	64,8
Mittelwert (n = 14)	151,0	76,0	69,2
Luzerne	Ansaatjahr	1. Hauptnutzungsjahr	2. Hauptnutzungsjahr
2005...2007	121,1	123,7	186,1

Die Trockenmasseerträge von Silomais und die Abnahme der Bodenwassermenge sind in Abb. 2 in Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge dargestellt, welche in den Jahren zwischen 114 bis 481 mm von Aussaat bis Ernte variierte (Abb.2). Der Mais verbrauchte je kg Trockenmasse im Mittel der Jahre 215 l Wasser. Mit einer Niederschlagssumme von 765 mm wurde im Jahre 2007 am Standort Berge der bisher höchste Jahreswert festgestellt. Diesem stand mit nur 1,7 mm die geringste Menge für den Monat April gegenüber, die seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahre 1951 am Standort vorlag. Das Wassergehaltsminimum im Boden unter Luzerne wurde in der ersten Maidekade erreicht und 82 mm Bodenwasser verbraucht (Abb. 1). Die folgenden Niederschläge von 527 mm führten bis zum letzten Schnitt zum Anstieg der Bodenwasserhalte unter der Luzerne, aber noch nicht zum Entstehen einer Sickerfront. Im 2. Hauptnutzungsjahr (2007) lieferte die Luzerne Trockenmasseerträge von 186 dt ha<sup>-1</sup> (Tab. 1) und verbrauchte je kg Trockenmasse 328 l Wasser aus dem Niederschlags- und Bodenangebot, und damit etwa 100 l mehr als der Silomais. Nach der niederschlagsreichen Hauptsickerperiode der Jahre 2007/2008 erreichte die Niederschlagsmenge im Mai 2008 mit nur 10,3 mm nach dem Jahre 1988 den zweitniedrigsten Wert seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Der Bodenwasservorrat unter Luzerne war vor dem 2. Schnitt bereits um 114 mm reduziert (Abb. 1). Der Trockenmasseertrag lag in der Summe der ersten beiden Aufwüchse bei 92 dt ha<sup>-1</sup>, wobei je 1 kg Trockenmasse 213 l Wasser verbraucht wurden.

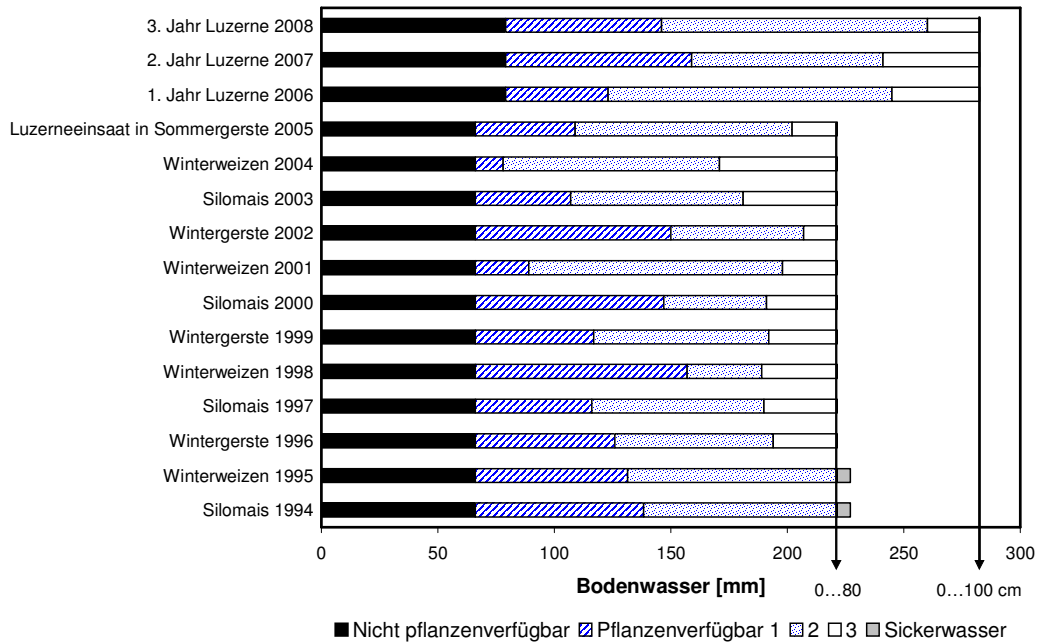


Abb. 1: Bodenwasserangebot in der Fruchtfolge (Silomais, Getreide in der Bodenschicht 0...80 cm, Luzerne in der Bodenschicht 0...100 cm) und Anteile des pflanzenverfügbaren Bodenwassers, die bei Erreichen des Bodenfeuchte-Minimums in der Vegetationszeit noch vorlagen (1), die von 1. Aprilwoche bzw. Maisaussaat bis zu diesem Termin verbraucht waren (2) und die in der 1. Aprilwoche bzw. zur Maisaussaat bereits nicht mehr verfügbar waren (3)

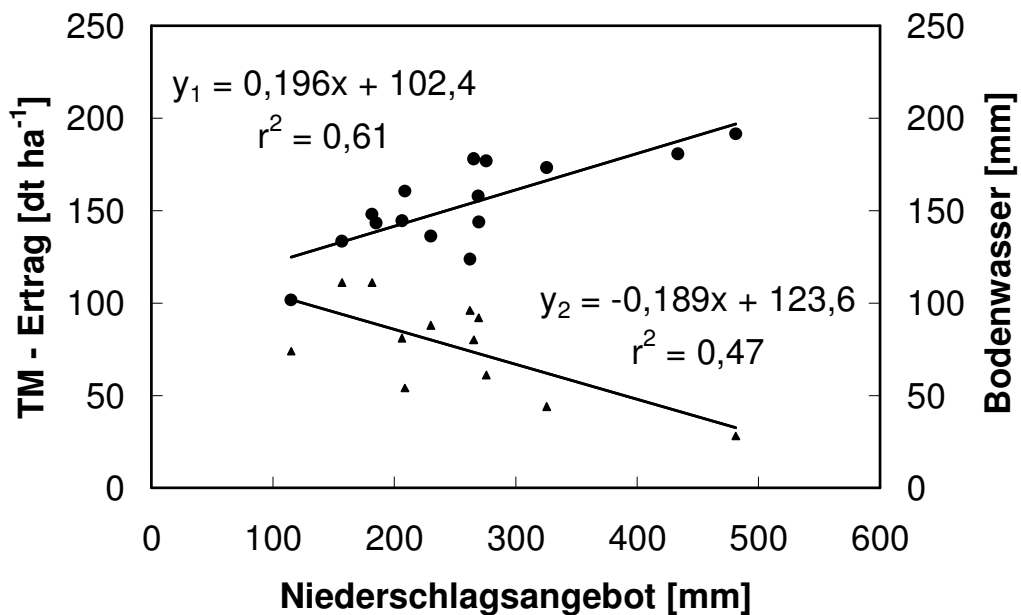


Abb. 2: Trockenmasseerträge von Silomais ( $y_1$ ) und Abnahme des Bodenwasserangebots ( $y_2$ ) in Abhängigkeit vom natürlichen Niederschlagsangebot von Aussaat bis Ernte in den Jahren 1993 bis 2007

## Schlussfolgerungen

Die Winterniederschläge haben im Versuchszeitraum von 1994 bis 2008 in der Mehrzahl der Jahre zum Auffüllen der Bodenwasservorräte ausgereicht. Für die Futterpflanzen Silomais und Luzerne lagen die Bodenwassergehalte zur Aussaat bzw. in der ersten Aprilwoche noch bei über 80 % der nutzbaren Feldkapazität. Bis zum Beginn des Rispschiebens von Mais (Anfang Juli) nimmt der Bodenwasservorrat in der Mehrzahl der Jahre zunächst langsam ab und wird erst danach zügig bis zur Hälfte des pflanzenverfügbaren Vorrates verbraucht. Bei sehr hohen klimatischen Wasserbilanzdefiziten in der Vegetationszeit sinkt der Bodenwasservorrat nicht nur in der Krume, sondern im gesamten Wurzelraum auf <30 % der nutzbaren Feldkapazität ab (Schmaler *et al.*, 2003). Unter Luzerne war dagegen der Bodenwasservorrat in den Jahren 2006 bis 2008 bereits von Anfang Mai bis Mitte Juni deutlich reduziert. Im Gegensatz zu Mais nimmt ein etablierter Luzernebestand in größerem Umfang Wasser aus den Bodenschichten unterhalb von 75 cm Tiefe auf. Der Boden trocknet so bei ausbleibenden Niederschlägen nachhaltig aus. Die Trockenmassebildung von Luzerneaufwüchsen nach dem 2. Schnitt hängt ab Anfang Juli zunehmend vom Niederschlagsangebot ab. Auf Trockenperioden in den Jahren 2003 und 2006 reagierte nicht nur der Silomais, sondern auch die Luzerne mit sehr geringen Erträgen. Die Futterpflanzen erreichten andererseits nach überdurchschnittlich hohen Niederschlägen im Jahre 2007 die bislang höchsten Trockenmasseerträge in der Versuchsserie. Für die Standortbedingungen ist nach diesen Ergebnissen auch bei Futterpflanzen über den Einsatz der Bewässerung zu entscheiden. Der Mais kann in mindestens 50 % der Jahre unter Bewässerung sehr hohe Mehrerträge erreichen (Schmaler *et al.*, 2003). Bei weiter steigenden Maisanteilen in den Fruchtfolgen sind die Aspekte der N-Düngung (Kostenfaktor), der Nitratverlagerung und des Humusabbaus kritisch zu hinterfragen. In diesem Zusammenhang ist die Einordnung von Luzerne in Fruchtfolgen mit Mais günstig zu bewerten.

## Literatur

- OTTE, U. (2008): Das Klima ändert sich. Verändert sich auch die Landwirtschaft? *Mais* 35, H. 2, 40-43.
- RICHTER, K. (Hrsg.) (1999) Grundlagen umweltschonender Bodennutzungsstrategien im nordostdeutschen Tiefland. Abschlussbericht zum interdisziplinären DFG-Projekt 640-Ri. 1999. *Ökologische Hefte der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät* 6, Heft 11, 228 S.
- ROTH, D., WERNER, D., KRUMBIEGEL, D. & WENDLING, U. (1987) Modellparameter und Modellberechnungen zur Ermittlung des Niederschlags- und Zusatzwasserbedarfes landwirtschaftlicher Fruchtarten in Abhängigkeit von Standort und Witterung. *Arch. Acker-Pflanzenbau Bodenkd.* 31, 531-541.
- SCHMALER, K., KRÜGER, U. & RICHERT, H. (2003): Ertrag und Qualität von Silomais in Abhängigkeit vom Wasserangebot. *Archives of Agronomy and Soil Science* 49, 357-374.
- TOPP, G. C., DAVIS, J. L. & ANNAN, P. N. (1980): Electromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines. *Water Resources Research* 16, 574-582.