

Bodenwasserausschöpfungsvermögen verschiedener Gemüsearten auf einem tiefgründigen Braunerde-Tschernosem

S. KNOBLAUCH

Zusammenfassung

Zwischen den geprüften Gemüsearten gibt es deutliche Unterschiede im Bodenwasserausschöpfungsvermögen und der Wirksamkeit des Bodenwassers für die Ertragsbildung. Zwiebeln nehmen zwar bis aus 110cm Tiefe Bodenwasser auf, die entzogene Bodenwassermenge von 47mm reicht aber nicht aus, um das Wasserdefizit in der Beregnungsperiode zu kompensieren, wodurch es zu einem signifikanten Ertragsrückgang kommt. Im Unterschied hierzu vermochte Weißkohl im Zusammenhang mit einer geringen Zusatzwassermenge 86mm Bodenwasser auszuschöpfen ohne dabei die Ertragsbildung einzuschränken. Die Ergebnisse zeigen das genotypische Potential unter günstigen Standortverhältnissen.

Das Literaturverzeichnis hinterliegt beim Autor.

Abstract

Between the vegetable sorts there are great differences in the root water uptake and the effectiveness of soil water for the yield formation. Onions take in soil water till a depth of 110 centimeters, but the amount of extracted soil water of 47mm is not sufficient to balance the water deficit in the irrigation period by which it comes to a significant yield decline. In contrast to that cabbage was able to take in a soil water amount of 86mm in connection with a low addition quantity of irrigation water without reducing the yield. The results show the genotypic potential in root water uptake under favourable soil conditions.

1. Einleitung

Da Wasser in manchen Regionen schon jetzt zur knappen Naturressource geworden ist, ist Zusatzwasser für die Bereg-

nung so sparsam wie möglich einzusetzen. Um im Gemüseanbau sichere Erträge und vor allem Produktqualitäten zu erzielen, sollte in Zeiträumen mit hohem Wasserbedarf das Wasserdefizit aus Niederschlag und potentieller Evapotranspiration des Pflanzenbestandes möglichst vollständig ausgeglichen werden. Unter den klimatischen Verhältnissen Thüringens ist für die häufig angebauten Feldgemüsearten mit Wasserdefiziten von -70...-160mm zu rechnen (ROTH et al., 1999). Der Ausgleich des Wasserdefizits kann über Zufuhr von Beregnungswasser und/ oder Inanspruchnahme von Bodenwasser geschehen.

Im folgenden Beitrag soll am Beispiel drei verschiedener Feldgemüsearten über das Bodenwasserausschöpfungsvermögen und die Wirksamkeit des Bodenwassers für die Biomassebildung berichtet werden.

2. Material und Methoden

Der Versuchsstandort ist durch eine Jahresniederschlagssumme von 550mm und

eine Jahresmitteltemperatur von 8,2°C (30-jährige Messreihe von 1951...80) gekennzeichnet.

Als Versuchsboden diente ein tiefgründiger Braunerde-Tschernosem aus schluffig-lehmigen Löß, der aufgrund seines Nadelstichporengefüges, seiner Grobporengehalte von >10 Vol.% bis in 110cm Tiefe, >8 Vol.% bis in 140cm Tiefe und >5Vol.% bis in 200cm Tiefe, seiner Bodendichten von 1,27...1,53g/cm³ bis in 110cm Tiefe und 1,59...1,67g/cm³ bis in 200cm Tiefe sowie seiner nutzbaren Feldkapazität von 9,3...15,5 Vol.% (pF_{2,0}) bzw. 134mm/1m günstige Bedingungen für die Durchwurzelung und die Wasserversorgung bietet.

Versuchspflanzen waren Zwiebeln (1997), Weißkohl (1999) und Blumenkohl (2000). Die Wasserdefizite betragen in Zeiträumen mit hohem Wasserbedarf, den Beregnungsperioden, -68 (7-Blatt...beginnende Vergilbung des Zwiebellauches), -46 und -170mm (12-Blatt...kurz vor Ernte des Kohlkopfes) und lagen bei Zwiebeln und Weißkohl

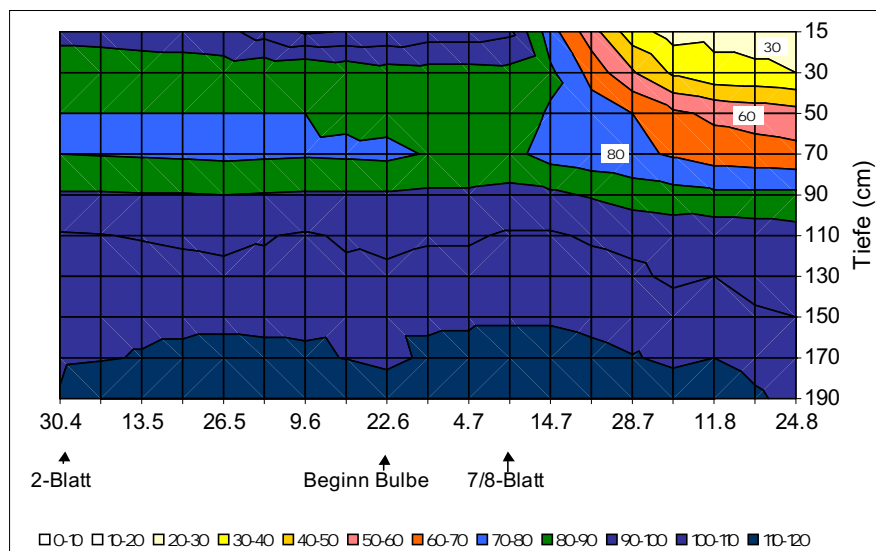


Abbildung 1: Bodenwasserausschöpfung durch Zwiebeln (Isoplethen der Bodenfeuchte in % nFK)

Autor: Dr. Steffi KNOBLAUCH, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Str. 98, D-07743 JENA

unter dem Normalwert und bei Blumenkohl über dem Normalwert.

Für die Untersuchungen dienten die Feldlysimeter der Versuchsstation Großobringen (ROTH et al., 1994). Sie weisen eine Oberfläche von 2m² und eine Tiefe von 2m auf, sind monolithisch befüllt, kontinuierlich wägbare, werden in 2,3m Tiefe über eine tensionsgesteuerte Saugsondenanlage entwässert und befinden sich zur Vermeidung von Oaseneffekten inmitten eines Feldschlages (nähere Angaben s. GÜNTHER, 2003). Die Bodenfeuchte wurde in 20cm-Tiefenabstufungen bis in 2m Tiefe mit Hilfe der Neutronenprobe ermittelt. Ein Vergleich der durch Lysimeterwägung ermittelten Evapotranspiration (ET) mit der aus der Bodenfeuchteänderung abgeleiteten ET ergab eine Abweichung von 0,1mm/d.

Die Lysimetervariante I zielte auf die näherungsweise Bestimmung der potentiellen Evapotranspiration (PET), indem der Bodenwassergehalt durch Zusatzwasser auf > 80% nFK gehalten wurde. Die Lysimetervariante II wurde entweder unter natürlichen Niederschlagsverhältnissen belassen (Zwiebel) oder zur Aufrechterhaltung von 80% der potentiellen Evapotranspiration mit geringen Zusatzwassermengen versorgt (Weißkohl und Blumenkohl). Die Pflanzen sollten bei dieser Variante ihr genotypisches Potential zur Aufnahme von Bodenwasser soweit wie möglich ausnutzen.

3. Ergebnisse

3.1 Verlauf, Tiefe und Intensität der Bodenwasseraus-schöpfung

Zwiebeln beginnen nach einer trockenwarmen Jugendperiode erst ab 7-8-Blatt-Stadium, 3 Wochen nach Beginn der Bulbenbildung (Produktwachstum) Bodenwasser aus 30cm Tiefe aufzunehmen. Bis zur Ernte setzt sich die Ausschöpfung bis in 110cm Tiefe fort und werden insgesamt 47mm entzogen (Abbildung 1). Damit einher geht ein signifikanter Rückgang des Ertrages im Vergleich zum berechneten Lysimeter I (Tabelle 1).

Weißkohl nimmt während seines Jugendstadiums unter dem Einfluss einer kühlfeuchten Witterung bis aus 30cm Tiefe Bodenwasser auf. Ab Beginn Kopfbil-

Tabelle 1: Einfluss differenzierter Wasserversorgung auf den Ertrag von Zwiebeln (19.4. bis 24.8.1999)

	berechnet (I)	unberechnet (II)	GD _{Tukey,5%}
Niederschlag (mm)	254	250	
Beregnung (mm)	76	0*	2,15
Evapotranspiration (mm)	351	291*	36,6
Frischmasseertrag (dt/ha)			
Zwiebel	776	618*	14,4
Lauch	23,4	24,8	15,3
Anteil Marktware (%)	95	90	11,2

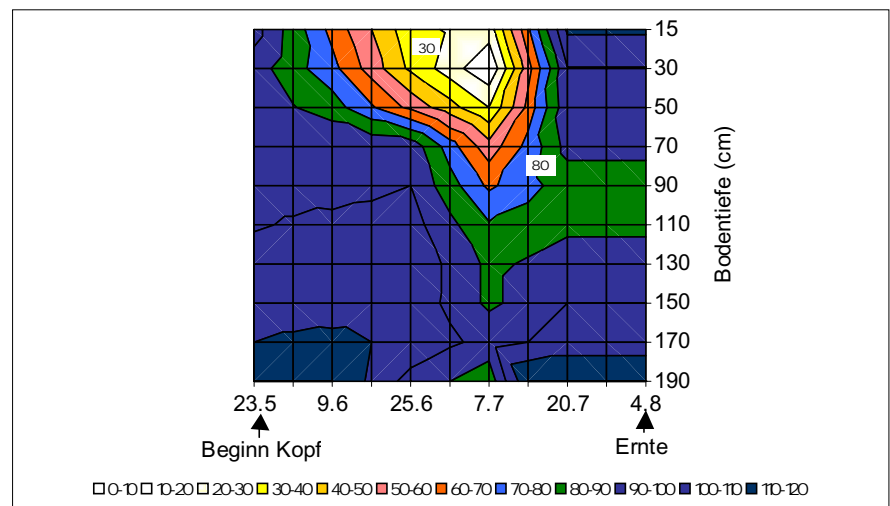


Abbildung 2: Bodenwasseraus-schöpfung durch Weißkohl (Isoplethen der Bodenfeuchte in %nFK)

dung (Produktwachstum) setzt die Tiefenaus-schöpfung ein (Abbildung 2). Im Verlauf des Produktwachstums steigt das Wasserdefizit auf -110mm an und das Bodenwasser wird bis in 150cm Tiefe erschlossen. Die Evapotranspiration unterschreitet zu keinem Zeitpunkt 80% der PET. Demzufolge wird auch kein Zusatzwasser verabreicht, abgesehen von einer Qualitätsgabe kurz vor der Ernte. Insgesamt werden 86mm Bodenwasser entzogen. Im Vergleich zum Lysimeter I, dass mit einer höheren Zusatzwassermenge versorgt worden ist, hat die stärkere Inanspruchnahme des natürlichen Bodenwasserdargebotes keinen Ertragsrückgang zur Folge (Tabelle 2).

Blumenkohl wächst während seiner Jugendperiode unter ausgesprochen trockenwarmen Witterungsverhältnissen auf. Das Bodenwasser wird während der Jugendperiode bis in 30cm Tiefe in Anspruch genommen (Abbildung 3). Ab 12-Blatt-Stadium beginnt die Tiefenaus-schöpfung. Während des Übergangs vom System- zum Produktwachstum (Blatt- zu Kopfwachstum) wird bereits

eine Entzugstiefe von 100cm erreicht. Kurz vor Abschluss des Systemwachstums fällt die AET auf 70% der PET, woraufhin Zusatzwasser verabreicht wird. Im weiteren Wachstumsverlauf wird ein nochmaliges Absinken unter 80% nFK nicht mehr zugelassen.

Insgesamt ergibt sich daraus eine Beregnungsmenge von 73mm. Das Wasserdefizit sinkt nicht unter -60mm. Trotzdem wird das Bodenwasser bis zur Ernte noch bis in 1,7m Tiefe erschlossen. Insgesamt werden 77mm Bodenwasser entzogen. Im Vergleich zum Lysimeter I mit höherer Zusatzwassermenge, ist der Gesamtertrag des reduziert berechneten Lysimeters II aber signifikant niedriger (Tabelle 2). Das betrifft im wesentlichen den Blattertrag.

Offenbar ist die Pflanze während des Systemwachstums nicht in der Lage, genug Bodenwasser aufzunehmen, um das Wasserdefizit ohne Ertragseinbuße auszugleichen. Die erste Beregnungsgabe kommt zu spät, um dies zu kompensieren. Der Bodenwassergehalt beträgt zu diesem Zeitpunkt 55% nFK in der 1m-

Tabelle 2: Einfluss differenzierter Wasserversorgung auf den Ertrag von Weißkohl (10.4. bis 24.7.1997) und Blumenkohl (11.4. bis 26.6.2000)

	berechnet (I)	Weißkohl reduziert berechnet (II)	GD _{Tukey,5%}	berechnet (I)	Blumenkohl reduziert berechnet (II)	GD _{Tukey,5%}
Niederschlag (mm)	246	262		99	102	
Beregnung (mm)	113	70*	19,8	124	80*	7,8
Evapotranspiration (mm)	246	306	8,9	265	241*	9,6
Frischmasseertrag (dt/ha)						
Kopf	1218	1265*	27,0	372	336	132
Blatt	662	632	98,0	644	480	289
Gesamt				1016	816*	163

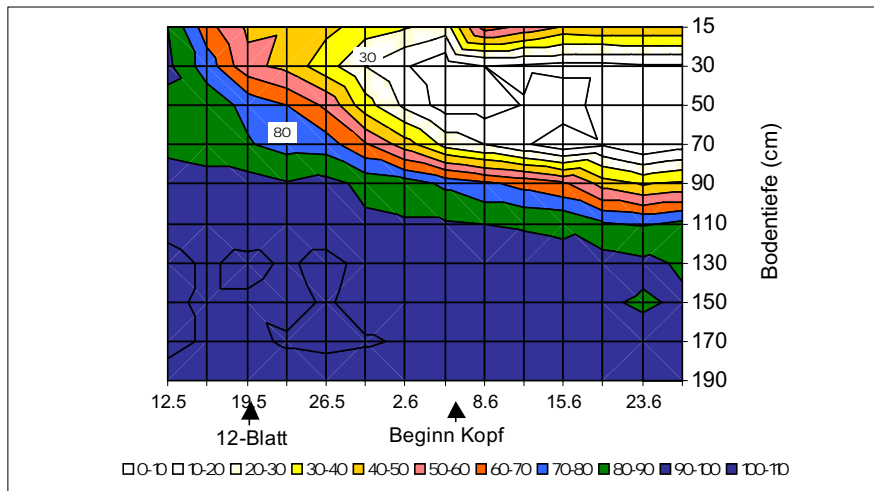


Abbildung 3: Bodenwasserausschöpfung durch Blumenkohl (Isoplethen der Bodenfeuchte in %nFK)

Bodenzone. Der Blattertrag des reduziert berechneten Lysimeters II reicht nicht aus, um den Blumenkohl-Kopf vor einer Gelbfärbung durch Sonnenstrahlen zu schützen, wodurch die Produktqualität vermindert wird.

3. Diskussion

Im Gemüsebau sollte der Bodenwassergehalt im Interesse einer hohen Ertragsicherheit und Produktqualität in der Beregnungsperiode nach PASCHOLD (1993) nicht wesentlich unter 70% nFK sinken, bei Kopfsalat sogar nicht unter 100% nFK. Demnach würde dem pflanzlichen Bodenwasserausschöpfungsvermögen nur eine geringe Bedeutung zukommen. Die Ergebnisse zeigen, dass dies offenbar nicht auf alle Gemüsearten zutrifft. Die drei geprüften Gemüsearten waren in der Lage, bis unter 1m Tiefe Bodenwasser zu erschließen. Dies war begünstigt durch die nahezu uneingeschränkte Durchwurzelbarkeit des tiefgründigen Braunerde-Tschernosem. Zwiebeln vermochten zwar 47mm Bo-

denwasser aufzunehmen. Im Vergleich zum berechneten Lysimeter ging diese Ausschöpfung aber mit einem signifikanten Ertragsrückgang einher. Die Evapotranspiration sank im frühen Produktwachstum schon ab einem Bodenwassergehalt von 80% nFK in der 30cm-Bodenzone unter die potentielle ET (KNOBLAUCH, 2000). Wenn die Transpiration auch häufig eher als die Photosynthese eingeschränkt wird (BERGMANN et al., 1982), deuten die Ergebnisse daraufhin, dass der von PASCHOLD (1993) angegebene Grenzwert von 70% nFK für die Zwiebel zuzutreffen scheint. Blumenkohl erschloss gegen Ende des Systemwachstums innerhalb kurzer Zeit das Bodenwasser bis in 1m Tiefe. Hier ist vermutlich von einem stresskonditionierenden Effekt der trockenen Witterung in der Jugendperiode auszugehen (BERGMANN et al., 1982). Unter dem Einfluss eines anhaltend hohen Verdunstungsanspruchs wird das Bodenwasser noch bis in 150cm Tiefe erschlossen. Im Zusammenhang mit einer ab Produkt-

wachstum einsetzenden Beregnungssteuerung auf 80% PET werden insgesamt 77mm Bodenwasser entzogen. Der Kopfertrag wurde dadurch nicht signifikant vermindert, dafür aber der Blattertrag und die Produktqualität. Offenbar war die Blumenkohl-Pflanze nicht in der Lage, das Wasserdefizit während des Systemwachstums durch Aufnahme von Bodenwasser ertragsneutral zu kompensieren. Der Abfall der Evapotranspiration auf 70% der PET deutet daraufhin, dass der zu diesem Zeitpunkt erreichte Bodenwassergehalt von 55% nFK in der 1m-Bodenzone dem Grenzwert für eine Einschränkung in der Biomassebildung nahe kommt. Weißkohl vermochte das Wasserdefizit zu einem hohen Anteil über den natürlichen Bodenwasservorrat zu kompensieren. Die Evapotranspiration fiel zu keinem Zeitpunkt unter die ET des mit höherer Zusatzwassermenge versorgten Pflanzenbestandes, obwohl der Bodenwassergehalt in der 1,2m-Bodenzone bis auf 44% nFK zurückging (KNOBLAUCH, 2000). Im Unterschied zur Zwiebel können die Kohlarten das Wasserdefizit zu einem deutlich höheren Anteil über die Aneignung von Bodenwasser ausgleichen. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass mit der Aufnahme von Unterbodenwasser offenbar kein Nährstoffmangel entstanden ist. Aufgrund der geringen Verlagerungsgeschwindigkeit des Bodenwassers verbleibt auf diesem Standort überschüssig zugeführter Stickstoff über mehrere Jahre in der Wurzelzone und kann damit auch den Unterboden mit mineralischen Stickstoff anreichern.

Literatur

BERGMANN, H. et al., 1982: Der Einfluss eines zeitlich begrenzten Wasserdefizits auf die Wasserausnutzung von Kulturpflanzen, insbesondere

- re Sommergerste. In: Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd., 26 (4) S. 217...225.
- GÜNTHER, R., 2003: Zur Wasserausnutzung landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturen. In: BAL-Bericht der 10. Gumpensteiner Lysimetertagung, im Druck.
- KNOBLAUCH, S., 2000: Tiefe und Intensität der Bodenwasserausschöpfung durch Winterweizen, Weißkohl und Zwiebel in Beziehung zur Evapotranspiration auf einem tiefgründigen Braunerde-Tschernosem. In: VDLUFA-Schriftenreihe Teil 2, S. 121...130.
- PASCHOLD, P.-J. und K.H. ZENGERLE, 1993: Steuerung der Wasserversorgung nach Verdunstungswerten am Beispiel Kopfsalat und Brokkolie. In: Neustadter Hefte (6), S. 459...471.
- ROTH, D., R. GÜNTHER und S. KNOBLAUCH, 1994: Technische Anforderungen an Lysimeteranlagen als Voraussetzung für die Übertragbarkeit von Lysimeterergebnissen auf landwirtschaftliche Nutzflächen. In: BAL-Bericht der 4. Gumpensteiner Lysimetertagung, S. 9...11.
- ROTH, D. et al., 1999: Richtwerte zum Zusatzwasserbedarf und Beregnungseinsatz im Feldgemüsebau Thüringens. Forschungsbericht der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 75 S.