

## Einfluß von Beregnung und Stickstoffdüngung auf agronomische Eigenschaften von Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.)

SIEGFRIED SCHITTENHELM und ERNST SOMMER

Institut für Pflanzenbau

### Einleitung

Während der 80er Jahre waren die Arbeiten an Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) am oben genannten Institut sehr stark auf die züchterische Verbesserung ausgerichtet (Schittenhelm, 1987). Parallel dazu wurde aber auch versucht wichtige pflanzenbauliche Fragen zu beantworten. In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse eines Experimentes vorgestellt, bei dem an einem genetisch breiten Sortiment untersucht wurde, wie sich eine unterschiedlich intensive Wasser- und Stickstoffversorgung auf den Knollenertrag und andere agronomische Eigenschaften von Topinambur auswirkt.

Die inulinhaltigen Knollen der Topinambur eignen sich u.a. für die Herstellung von Fruktose, hochprozentigem Fruktosesirup, verschiedenen von der Fruktose abgeleitete Chemikalien und Ethanol (Fuchs, 1986). Da ein wesentlicher Teil der Kosten für die Erzeugung dieser Produkte auf die Bereitstellung des pflanzlichen Rohmaterials entfällt, muß, anstelle eines Maximalertrages um jeden Preis, ein hoher Ertrag mit möglichst geringen Kosten angestrebt werden. Zwei der wichtigsten und gleichzeitig teuersten Produktionsfaktoren sind Wasser und Stickstoffdünger.

Es gibt verschiedene Hinweise in der Literatur wonach die Topinambur relativ geringe Ansprüche an die Stickstoffversorgung stellt. Das optimale N-Düngungsniveau lag in einer Untersuchung von Barloy und Poulain (1987) auf einem leichten Boden bei 100 und auf einem schweren Boden bei 150 kg N ha<sup>-1</sup>. Sah et al. (1987) fanden den höchsten Knollen- und Krautertrag bei 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Dorrell und Chubey (1977) konnten für den Knollenertrag keinen positiven Effekt einer N-Düngung mit 103 kg N ha<sup>-1</sup> gegenüber der ungedüngten Kontrolle feststellen die 102 kg N ha<sup>-1</sup> bodenbürtigen Stickstoff aufwies. Dagegen erzielten Hurdac et al. (1987) auf einem Boden mit hoher natürlicher Fruchtbarkeit den höchsten Knollenertrag mit 200 kg N ha<sup>-1</sup>. Leible (1986) fand bei steigenden Stickstoffgaben eine kontinuierliche Zunahme der Knollenzahl. Während sich der Anteil kleiner Knollen (< 30 mm) in einem Versuchsjahr mit steigender N-Düngung leicht verringerte, war im anderen Versuchsjahr ein starker Anstieg dieser Sortierfraktion zu verzeichnen. Die Bedeutung einer guten Wasserversorgung für den Knollenertrag wird durch mehrere Experimente belegt. Sprague et al. (1935) stellten fest, daß Lehm Böden in trockenen Jahren, sandige Böden dagegen in niederschlagsreichen Jahren überlegen sind. Conde et al. (1988) beobachteten eine Ertragsreduktion um 44% in den Parzellen, die nur ein Viertel der Wassermenge der nicht unter Wasserstreß stehenden Kontrolle erhielten.

### Material und Methoden

Das Experiment wurde in den Jahren 1988 und 1989 als Spaltanlage mit vier Faktoren und zwei Wiederholungen auf einem anlehmigen Sandboden (30-35 Bodenpunkte) in Braunschweig-Völkenrode durchgeführt. Die Großteilstücke trugen die Wasserversorgungsstufen W1 und W2, sowie die Stickstoffdüngungsstufen N1 und N2. Jedes Großteilstück bestand aus zwei Kleinteilstücken die im Herbst bzw. Frühjahr geerntet wurden. Zehn Genotypen waren innerhalb der Kleinteilstücke zufällig verteilt.

In der W2-Variante wurde beregnet, sobald die Pflanzen erste Wassermangelsymptome zeigten. Aufgrund der Ergebnisse einer jeweils kurz vor dem Auspflanzen durchgeführten N<sub>min</sub>-Untersuchung wurden die N1- und N2-Varianten auf 70 bzw. 140 kg N ha<sup>-1</sup> aufgedüngt. Die untersuchten Genotypen stammten aus Deutschland ('Bianka', 'Waldspindel', BS-83-6, BS-83-21 und BS-83-22), Frankreich ('Violet de Rennes', 'Medius' und 2071-63), Jugoslawien ('Bela'), und Ungarn (BT3). Bei den 'BS'-Nummern handelt es sich um Zuchtstämme, die am Institut für Pflanzenbau entwickelt wurden. Die Parzellen hatten eine Größe von 4,95 m<sup>2</sup> und bestanden aus einer Reihe mit 20 Pflanzen. Der Pflanzenabstand zwischen und innerhalb Reihen betrug 75 bzw. 33 cm. Die Pflanzung erfolgte per Hand am 13. April 1988 bzw. 4. April 1989. Die Herbstternte wurde im ersten Versuchsjahr am 31. Oktober und die Frühjahrsernte am 8. März vorgenommen. Die entsprechenden Termine für das zweite Versuchsjahr waren der 27. November bzw. 12. März.

Folgende Merkmale wurden erfaßt: Wuchshöhe (cm), Knollenzahl (pro Pflanze), Knollengewicht (g), Knollenertrag (dt ha<sup>-1</sup>), TS-Gehalt Knollen (%), Krautertrag (dt ha<sup>-1</sup>), TS-Gehalt Kraut (%) und Harvest Index (prozentualer Anteil des TS-Ertrag Knollen am gesamten TS-Ertrag, d.h. Knollen und Kraut). Die Verrechnung der Daten erfolgte mit dem Computerprogramm PLABSTAT (Utz, 1986). Alle Effekte, mit Ausnahme der Jahre und Wiederholungen, wurden als fixiert und sämtliche Interaktionen zwischen fixierten und zufälligen Effekten, sowie zufälligen Effekten untereinander, als zufällig betrachtet.

### Ergebnisse

Die natürlichen Niederschläge während der Vegetationsperiode lagen 1988 und 1989 um 128 bzw. 148 l m<sup>-2</sup> unter dem langjährigen Mittelwert. Die W2-Variante wurde im ersten Versuchsjahr 8x mit insgesamt 148 l m<sup>-2</sup> und im zweiten Versuchsjahr 11x mit insgesamt 250 l m<sup>-2</sup> beregnet (Abbildung 1).

Von der gesamten Wassermenge stammten 35 bzw. 45 % aus künstlicher Beregnung. Im zweiten Versuchsjahr war der Wasserstreß Ende Juli aufgrund der niedrigen natürlichen Niederschläge und der schlechten Wasserhaltefähigkeit des Bodens so groß, daß in der unberechneten Variante die Blätter aller Genotypen zu vertrocknen begannen. Da die akute Gefahr für einen völligen Verlust der Assimilationsfläche bestand, wurde im August, entgegen der ursprünglichen Planung, auch die W1-Variante mit insgesamt  $100 \text{ l m}^{-2}$  bewässert.

Die Varianzanalyse ergab für die meisten Merkmale in beiden Versuchsjahren signifikante Unterschiede zwischen den Wasserversorgungsstufen (Tabelle 1). Der Effekt der zusätzlichen Stickstoffdüngung war dagegen vergleichsweise gering. Lediglich bei den Ertragskomponenten Knollenzahl und Knollengewicht waren in beiden Versuchsjahren signifikante Unterschiede zwischen den N-Varianten zu verzeichnen. Abgesehen vom TS-Gehalt Knollen im ersten Versuchsjahr bestand keine statistisch gesicherte Wechselwirkung zwischen der Wasser- und Stickstoffversorgung. Die genotypische Varianz war für sämtliche Merkmale in beiden Versuchsjahren signifikant. Zwischen Wasserversorgung und Genotypen bestanden, mit Ausnahme vom Knollenertrag im ersten Versuchsjahr, signifikante Wechselwirkungen. Die Stickstoff x Genotyp-Interaktion war dagegen nur in wenigen Fällen statistisch gesichert.

Sämtliche untersuchten Merkmale variierten in einem weiten Bereich (Tabelle 2). Die höchsten Knollenerträge wurden von 'Medius' und BS-83-6 erzielt. Diese beiden Genotypen hatten allerdings ungünstige Ertragsstrukturen, d.h. hohe Knollenzahlen bei gleichzeitig niedrigen mittleren Knollengewichten. Zwischen den beiden Reifegruppen bestanden deutliche Unterschiede. Die mittel-spätreifenden Genotypen waren wüchsiger, hatten einen höheren Knollen- und Krautertrag, höheren TS-Gehalt Knollen und niedrigeren TS-Gehalt Kraut. Innerhalb der Gruppe der frühreifenden Genotypen fiel der Zuchtstamm BS-83-22 durch einen vergleichsweise hohen TS-Gehalt Knollen auf. Im Versuchsjahr 1989 waren Wuchshöhe und Krautertrag geringer, der Harvest Index dagegen höher als 1988.

Da sich die Genotypen in ihrer Reaktion auf Bewässerung und Stickstoffdüngung in den Jahren 1988 und 1989 unterschieden, sind in Abbildung 2 die Ergebnisse beider Versuchsjahre wiedergegeben. In den Fällen, wo signifikante Merkmalsänderungen durch Bewässerung und zusätzliche N-

Düngung auftraten, waren diese Änderungen meist bei allen Genotypen gleichgerichtet.

Die Bewässerung bewirkte eine durchweg signifikante Zunahme in der Wuchshöhe. Im Gegensatz dazu hatte die zusätzliche Stickstoffgabe bei zwei Genotypen einen statistisch gesicherten negativen Effekt. Während durch Beregnung und höheren Stickstoffeinsatz die Knollenzahl meist erhöht wurde, war beim mittleren Knollengewicht eine gegensätzliche Wirkung zu verzeichnen. Die Zusatzberegnung wirkte sich vorteilhaft, die Stickstoffdüngung dagegen nachteilig auf das Knollengewicht aus. Eine durchweg positive Wirkung hatte die Bewässerung auf den Knollenertrag. Mit Ausnahme einiger mittel-spätreifender Genotypen im ersten Versuchsjahr waren die Ertragsteigerungen auch signifikant. Im Gegensatz zur Bewässerung war die zusätzliche Stickstoffdüngung kaum ertragswirksam. Im ersten Versuchsjahr wurde der Knollenertrag von 'Medius' durch die höhere Stickstoffdüngung sogar reduziert. Der TS-Gehalt Knollen wurde sowohl durch Beregnung als auch erhöhte Stickstoffdüngung negativ beeinflusst. Der Krautertrag wurde durch Beregnung insbesondere bei den mittel-spätreifenden Genotypen stark erhöht, wogegen die Stickstoffdüngung praktisch keinen Effekt hatte. Bei den meisten Genotypen nahm der TS-Gehalt Kraut durch Beregnung ab und durch höhere N-Düngung zu. Sowohl die Beregnung als auch die erhöhte Stickstoffdüngung wirkten sich in den meisten Fällen negativ auf den Harvest Index aus.

## Diskussion

Die bei der maschinellen Ernte von Topinambur nicht erfaßten Knollen führen zur Verunkrautung der Folgefrucht. Durch einen mehrjährigen Topinamburanbau läßt sich dieses Problem zwar aufschieben. Eine Dauerkultur ist wegen der Zunahme von Krankheiten und Bodenverdichtungen sowie des raschen Überschreitens der optimalen Bestandesdichte allerdings nur für etwa drei Jahre möglich (Soltnner, 1991). Der Anteil der Verlustknollen läßt sich durch den Einsatz großknolliger Sorten reduzieren. Die in dieser Arbeit verwendeten Genotypen hatten mittlere Knollengewichte von 29 bis 46 g. Die vorliegende Untersuchung hat aber auch gezeigt, daß die Knollengröße durch pflanzenbauliche Maßnahmen beeinflusst werden kann. So wurde das Knollengewicht durch künstliche Bewässerung um durchschnittlich 7 g (22 %) erhöht, durch Steigerung der Stickstoffdüngung von 70 auf  $140 \text{ kg N ha}^{-1}$  dagegen um 4 g (12 %) vermindert. Es empfiehlt

Abbildung 1: Regen und Bewässerung während der Vegetationsperiode in den beiden Versuchsjahren

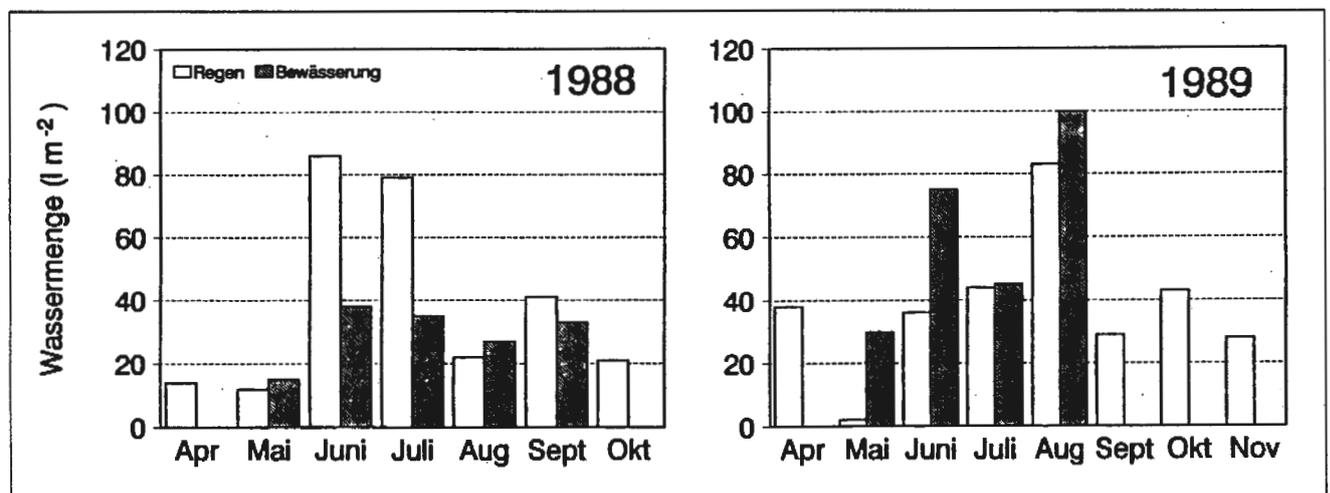


Tabelle 1: Signifikanz der mittleren Abweichungsquadrate einiger ausgewählter Varianzursachen. Obere Zeile: Versuchsjahr 1988; untere Zeile: Versuchsjahr 1989

Varianzursache	Wuchshöhe	Knollenzahl	Knollengewicht	Knollenertrag	TS-Gehalt Knollen	Kraut-ertrag	TS-Gehalt Kraut	Harvest Index
Wasser (W)	**	ns	**	**	**	**	ns	ns
	**	**	*	**	ns	**	**	**
Stickstoff (N)	ns	+	*	+	ns	ns	ns	ns
	ns	*	+	ns	ns	ns	**	ns
W x N	ns	ns	ns	ns	+	ns	ns	ns
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Genotypen (G)	**	**	**	**	**	**	**	**
	**	**	**	**	**	**	**	**
W x G	**	*	**	ns	**	*	**	**
	*	**	**	**	*	**	**	**
N x G	ns	**	ns	**	**	ns	ns	**
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	+	**

+, \*, \*\*, ns Signifikant bei P = 0,1, 0,05, 0,01 bzw. nicht signifikant (F-Test).

Tabelle 2: Merkmalsmittelwerte für zehn Genotypen über sämtliche Behandlungsstufen. Obere Zeile: Versuchsjahr 1988; untere Zeile: Versuchsjahr 1989

Reifegruppe Genotyp	Wuchshöhe (cm)	Knollenzahl (pro Pfl.)	Knollengewicht (g)	Knollenertrag (dt ha <sup>-1</sup> )	TS-Gehalt Knollen (%)	Kraut-ertrag (dt ha <sup>-1</sup> )	TS-Gehalt Kraut (%)	Harvest Index (%)
<b>Früh</b>								
'Bianka'	205	15,4	35,6	226	20,4	52	71,4	54
	108	22,9	37,9	342	19,2	30	72,6	76
BS-83-21	184	21,6	34,9	300	21,3	51	72,9	63
	103	21,3	35,5	306	20,0	24	69,2	79
BS-83-22	285	25,3	28,4	289	23,0	93	67,9	52
	158	24,8	31,6	315	21,6	45	69,3	70
2071-63	220	18,4	33,5	246	21,7	51	67,3	62
	125	22,7	40,4	370	19,8	32	64,6	80
'Bela'	212	14,7	36,3	218	21,1	55	69,2	54
	115	24,0	40,9	395	19,8	34	72,9	78
<b>Mittel bis spät</b>								
'Waldspindel'	307	32,1	29,4	374	25,8	156	53,7	58
	226	23,5	34,4	323	24,6	68	64,7	66
'Medius'	280	33,4	33,1	442	23,0	142	52,6	62
	195	31,5	33,4	421	21,7	54	67,1	73
BS-83-6	279	36,2	29,6	419	25,0	172	54,5	58
	218	33,4	28,7	384	23,0	67	66,1	69
'Violet de Rennes'	251	16,1	39,3	250	23,3	169	42,2	48
	189	22,3	51,7	466	21,6	107	47,2	69
BT3	248	13,6	43,2	238	22,7	150	43,6	49
	203	14,2	45,9	264	22,4	70	56,1	64
<b>Mittel</b>	247	22,7	34,3	300	22,7	109	59,5	56
	164	24,1	38,0	359	21,4	53	65,0	72
LSD 0,05	12	3,3	3,5	47	0,4	20	3,1	3
	13	3,3	3,4	48	0,4	12	4,0	3

Abbildung 2: Wirkung von Beregnung und zusätzlicher Stickstoffdüngung auf verschiedene Merkmale von zehn Genotypen in den Jahren 1988 und 1989. Frühreifende Genotypen: 'Bianka' (1), BS-83-21 (2), BS-83-22 (3), 2071-63 (4), 'Bela' (5); mittel-spätreifende Genotypen: 'Waldspindel' (6), 'Medius' (7), BS-83-6 (8), 'Violet de Rennes' (9) und BT3 (10)

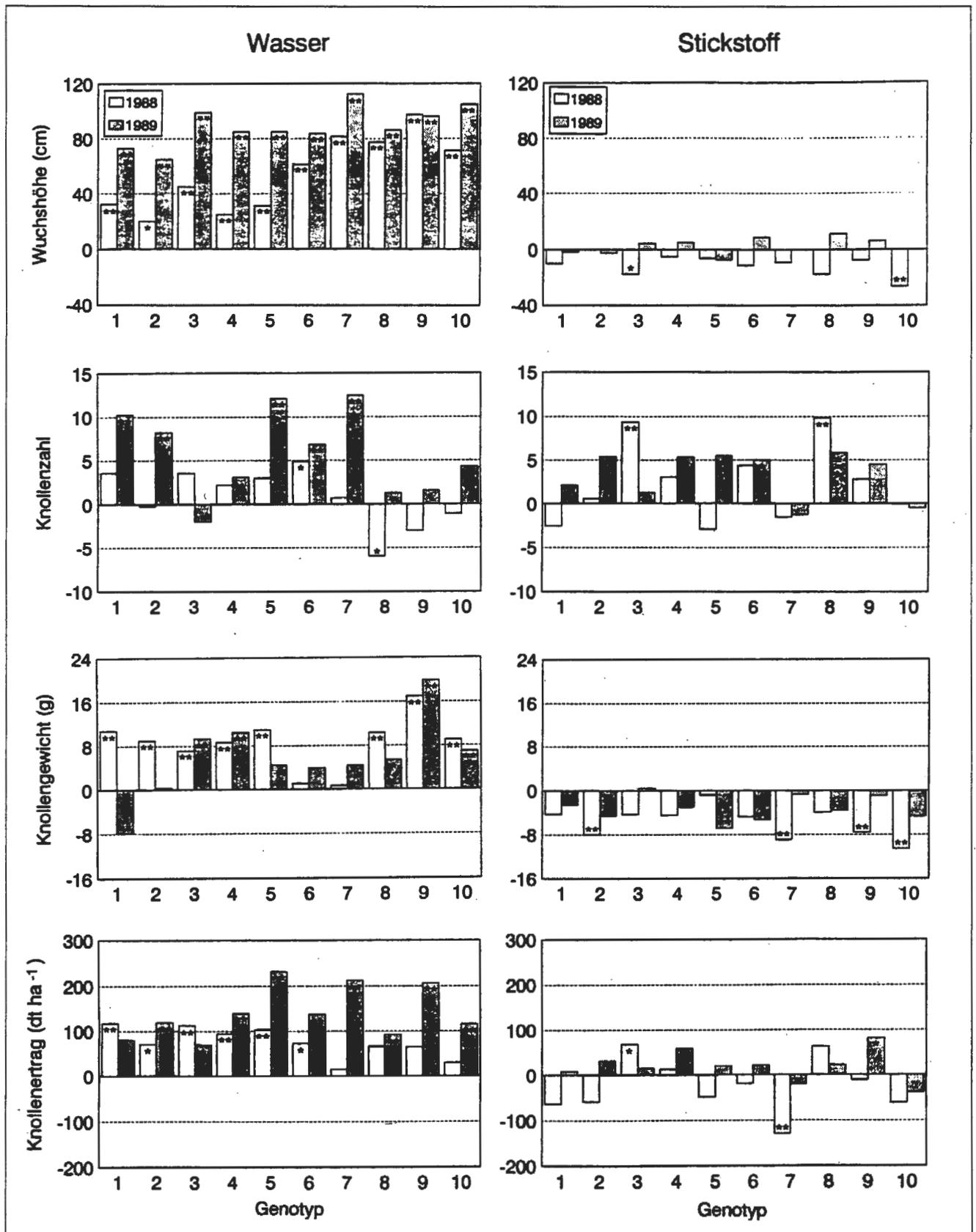
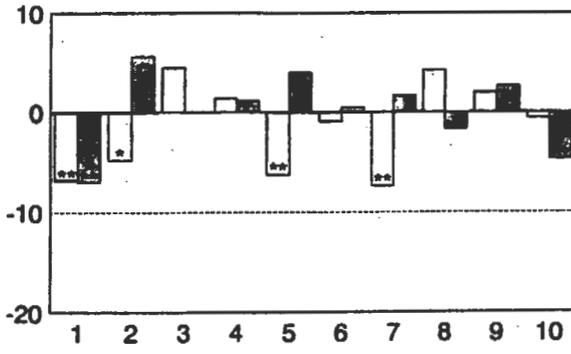
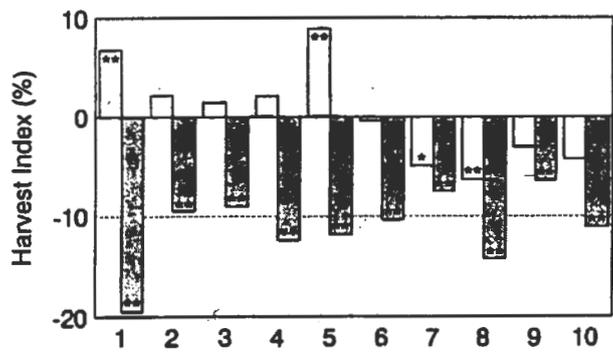
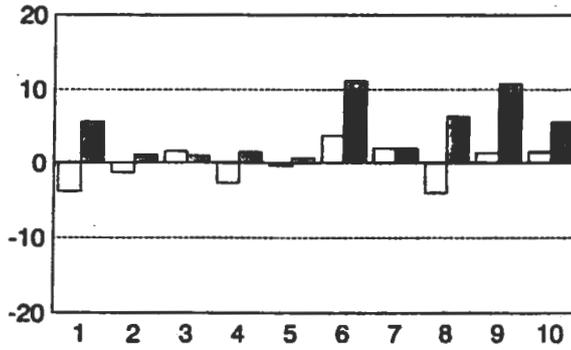
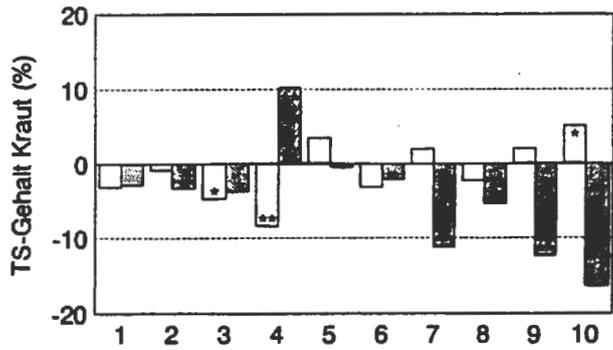
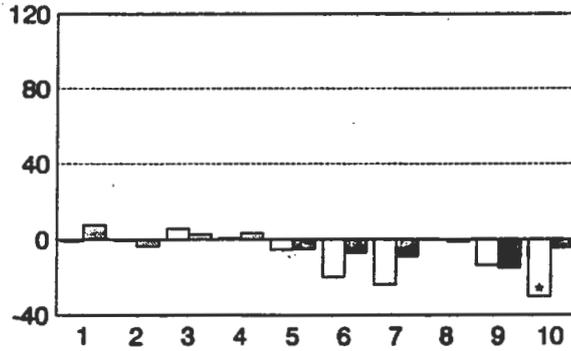
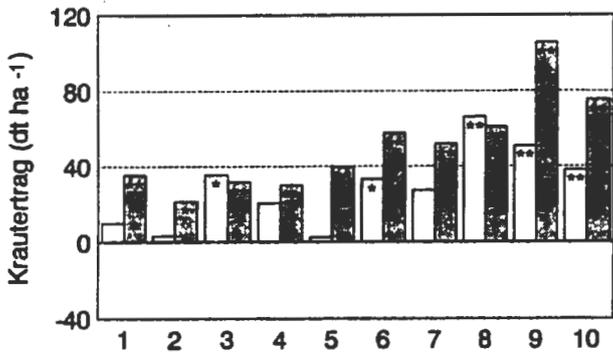
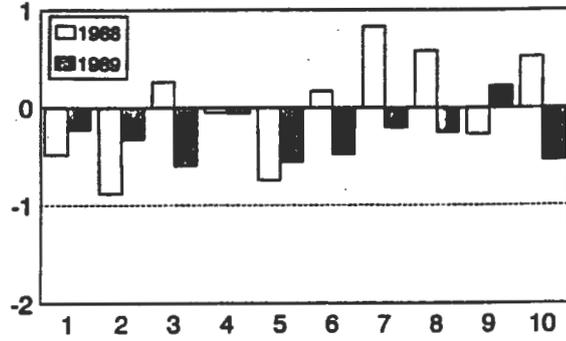
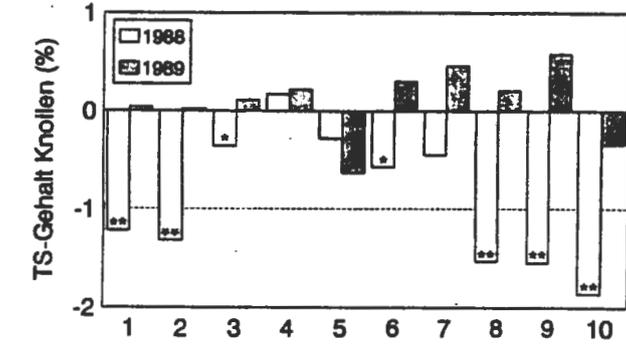


Abbildung 2 (Fortsetzung)

Wasser

Stickstoff



\*,\*\* Signifikant bei P = 0,05 bzw. 0,01 (F-Test).

sich daher die Stickstoffdüngung sehr vorsichtig zu bemessen und, falls möglich, wann immer notwendig zu bewässern.

Zwischen den Versuchsjahren war ein deutlicher Unterschied im Harvest Index zu verzeichnen (Abbildung 3). Im Versuchsjahr 1988 war der Knollenertrag, trotz jeweils niedrigerem Krautertrag, gleich hoch (W1-Variante) bzw. höher (W2-Variante) als 1989. Dies legt den Schluß nahe, daß die Ausbildung eines umfangreichen Krautapparates nicht unbedingt notwendig ist um einen hohen Knollenertrag zu erzielen. Eine mögliche Erklärung für den stark unterschiedlichen Harvest Index in den beiden Versuchsjahren liegt in der ungleichen Niederschlagsverteilung, wodurch der Kraut- und Knollenertrag unterschiedlich beeinflusst wurden. Während die Bildung des Krautapparates bis Ende Juli weitgehend abgeschlossen ist, steht die Knollenentwicklung zu diesem Zeitpunkt erst am Anfang (Höppner, 1991). Zwar waren die Niederschlagssummen im Zeitraum von Anfang April bis Ende Juli mit 279 (1988) und 270 mm (1989) in etwa vergleichbar. Da jedoch 1989 ein wesentlich größerer Teil der Wassermenge aus künstlicher Beregnung stammte, war vermutlich ein geringerer Teil dieses Wassers auch für die Pflanzen verfügbar. Der 1989 höhere Knollenertrag erklärt sich aus der Tatsache, daß in der Hauptphase der Knollengewichtszunahme von Anfang August bis Ende September die Summe der Niederschläge deutlich höher lag als 1988 (255 versus 144 mm).

Bei durchgezüchteten Pflanzenarten wie dem Getreide, beobachtet die Steigerung des ökonomischen Ertrages im wesentlichen auf der Verbesserung des Harvest Index (Bhatt, 1980). In dem vergleichsweise niedrigen Harvest Index von Topinambur kommt die Tatsache zum Ausdruck, daß diese Pflanze bislang eine nur geringe züchterische Bearbeitung erfahren hat. Darüber hinaus wurde die Topinambur in einigen Zuchtprogrammen, mit Blick auf ihre Verwendung als Futterpflanze, gezielt auf hohen Krautertrag selektiert (Stelzner und Schwarze, 1939). Aufgrund der großen genotypi-

schen Unterschiede im Harvest Index (56,5 bis 71 %) bestehen gute Chancen einer züchterischen Verbesserung. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die frühreifenden Genotypen mit einem gegenüber dem mittel-spätreifenden Material günstigeren Harvest Index interessant.

### Zusammenfassung

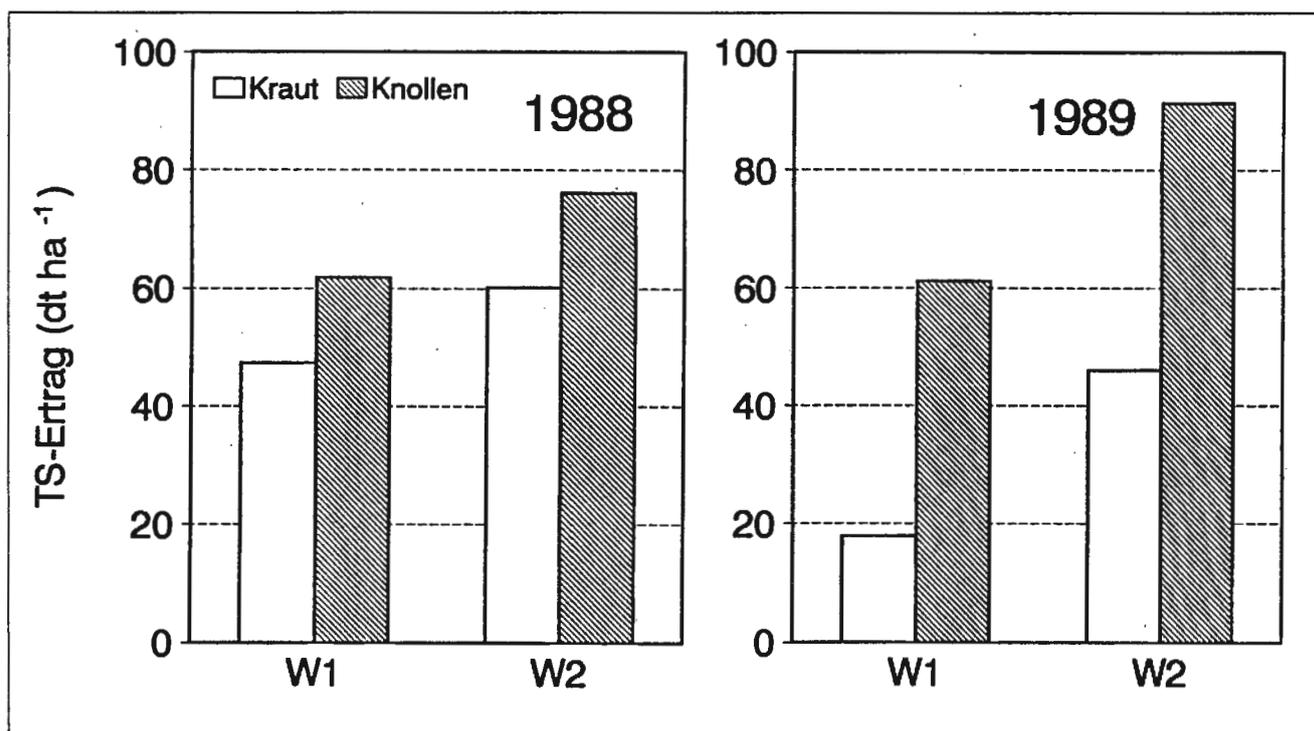
Mit der vorliegenden Untersuchung sollte der Einfluß von Bewässerung und Stickstoffdüngung auf verschiedene agronomisch wichtige Eigenschaften von Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) bestimmt werden. Fünf frühreifende und fünf mittel-spätreifende Genotypen wurden in den Jahren 1988 und 1989 mit zwei Stufen der Wasserversorgung (unbewässert und bewässert) und zwei Stufen der Stickstoffversorgung (70 und 140 kg N ha<sup>-1</sup>) auf einem anlehmnigen Sandboden in Braunschweig-Völkenrode untersucht.

Obleich sich die Genotypen im Ausmaß ihrer Reaktion auf ein höheres Wasser- und Stickstoffangebot unterschieden, waren die Änderungen meist gleichgerichtet. In beiden Versuchsjahren führte die Beregnung zu einer beträchtlichen Zunahme von Wuchshöhe, Knollenzahl, Knollengewicht und Krautertrag. Der Knollenertrag wurde durch Bewässerung um 39 % erhöht. Im Gegensatz zur Bewässerung hatte die zusätzliche Stickstoffdüngung keine ertragssteigernde Wirkung. Gleichwohl führte sie zu einem Anstieg der Knollenzahl um 13 % und einem Rückgang im Knollengewicht um 12 %.

### Effect of irrigation and nitrogen fertilization on agronomical traits of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.)

The aim of this study was to determine the effects of irrigation and nitrogen application on agronomically important traits of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). Early and late maturing genotypes, five in each case, were investigated in 1988 and 1989 under two levels of water supply

Abbildung 3: TS-Ertrag von Knollen und Kraut in Abhängigkeit von der Wasserversorgung



(unirrigated and irrigated) and two levels of nitrogen supply (70 and 140 kg N ha<sup>-1</sup>) on a light sandy soil in Braunschweig-Völkenrode.

Although the genotypes differed in the magnitude of their responses to higher levels of water and nitrogen supply, the direction of these changes were generally the same. In both years irrigation resulted in a considerable increase in plant height, tuber number, tuber weight and haulm yield. The tuber yield increased under irrigation by 39 %. In contrast to irrigation the additional supply of nitrogen did not cause an increase in tuber yield. However, the number of tubers per plant increased by 13 % and the mean tuber weight decreased by 12 %.

### Danksagung

Für die finanzielle Unterstützung des Forschungsvorhabens EN3B-0155-D 'Productivity of *Helianthus tuberosus* under low versus high input conditions' sei der Europäischen Gemeinschaft gedankt.

### Literatur

Barloy, J. und D. Poulain (1987): Ecophysiological studies on Jerusalem artichoke and agricultural implications, S. 47-58. - In: Kisgea und U. Wünsche (eds.): Producing agricultural biomass for energy. - CNRE Bulletin No. 17, FAO.

Bhatt, G.M. (1980): Early generation selection criteria for yield in wheat. - J. Aust. Inst. Agric. Sci. 46, S. 14-22.

Conde, J.R., J.L. Tenorio, B. Rodriguez-Maribona, R. Lansac und L. Ayerbe (1988): Effect of water stress on tuber and biomass productivity, S. 59-64. - In: G. Grassi und G. Gosse (eds.) Topinambour (Jerusalem artichoke). - ECSC-EEC-EAEC, Brussels, Luxembourg.

Dorrell, D.G. und B.B. Chubey (1977): Irrigation, fertilizer, harvest dates and storage effects on the reducing sugar and fructose concentrations of Jerusalem artichoke tubers. - Can. J. Plant Sci. 57, S. 591-596.

Fuchs, A. (1986): Processing and utilization of inulin-containing plants. S. 171-205. - In: D. Schliephake und P. Krämer (eds.) 'Agricultural Surpluses', Part 3: Starch containing plants, starch related products resp. in research and development. - Oberursel.

Höppner, F. (1991): Fruktanspeicherung in Sproß und Knolle von Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) sowie Einfluß der Wasserversorgung auf Wachstum und Ertrag. - Dissertation Universität Gießen.

Hurduc, N., E. Serbanescu und V. Benea (1987): Experimental results concerning energy crops. S. 69-77. - In: Kisgea und U. Wünsche (eds.): Producing agricultural biomass for energy. - CNRE Bulletin No. 17, FAO.

Leible, I. (1986): Ertragspotentiale von Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.), Zuckerhirse (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) und Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.) für die Bereitstellung fermentierbarer Zucker resp. Öl unter besonderer Berücksichtigung der N-Düngung. - Dissertation Universität Hohenheim.

Sah, R.N., S. Geng, Y.P. Puri und V.E. Rubatzky (1987): Evaluation of four crops for nitrogen utilization and carbohydrate yield. - Fertilizer Research 13, S. 55-70.

Schittenhelm, S. (1987): Preliminary results of a breeding programme with Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). S. 209-219. - In: Evaluation of genetic resources for industrial purposes. - Proceedings of a workshop held in Braunschweig.

Soltner, H.-J. (1991): Mechanisierung des Produktionsverfahrens bei *Helianthus tuberosus* unter besonderer Berücksichtigung eines mehrjährigen Anbaus in Beetkultur. - Dissertation Gesamthochschule Kassel.

Sprague, H.B., N.F. Farris und W.G. Colby (1935): The effect of soil conditions and treatment on yields of tubers and sugar from the American artichoke (*Helianthus tuberosus*). - J. Am. Soc. Agronomy, S. 392-399.

Stelzner, G. und P. Schwarze (1939): Untersuchungen zur Züchtung des Topinamburs (*Helianthus tuberosus*). - Züchter 11, 14-17.

Utz, H.F. (1988): PLABSTAT - Ein Computerprogramm zur statistischen Analyse von pflanzenzüchterischen Experimenten, Version 2C. - Institut für Pflanzenzüchtung, Saatgutforschung und Populationsgenetik der Universität Hohenheim.

Verfasser: Schittenhelm, Siegfried, Dr. agr.; Sommer, Ernst, LTA; Institut für Pflanzenbau der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Leiter: Dir. und Prof. Dr. agr. Manfred Dambroth.