

Einfluss von Sorte und Erntetermin auf Ertragspotenzial und Kohlehydratmuster bei ausgewählten Topinambursorten

P. LIEBHARD

Einleitung und Problemstellung

Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) ist eine alte, in Zentralamerika (Niederungen des Mississippi und Mexiko) beheimatete Kulturpflanze mit hohem Kraut- und Knollenertragspotential. Sie kam bereits im Jahr 1607 nach Europa und wies im 17. und 18. Jahrhundert eine größere Verbreitung auf als die Kartoffel. Ähnlich der Kartoffel bildet sie neben einem bedeutenden oberirdischen Aufwuchs (sonnen-blumenartig) auch unterirdisch Sprossknollen aus, in denen große Mengen des Polyfructans Inulin synthetisiert und als Reservekohlenhydrat eingelagert werden.

Die zumeist linear strukturierte Molekülkette besteht aus einer im Verlauf der Vegetationszeit variierenden Anzahl von Fructoseeinheiten, welche in furanosider Form vorliegen und fast ausschließlich (α -1)-glycosidisch miteinander verknüpft sind. Inulin und Fructose-Oligosaccharide sind Fructane, die aus α -1,6 verknüpften Fructoseeinheiten mit einem Glucosebaustein bestehen. Die Kettenlänge liegt zwischen 2 und 60. Diese Polymere beeinflussen vielfach positiv unterschiedliche Körperfunktionen wie Stimulierung des Wachstums der Bifidobakterien im Dickdarm, erhöhen die Verfügbarkeit der Mineralien, stimulieren das Immunsystem und zeigen einen positiven Effekt auf den Lipid Metabolismus.

Für Topinambur gibt es zahlreiche Verwertungs- und Vermarktungsmöglichkeiten. Die bedeutendsten sind:

- Futtermittel (Wildäsung, Freiland-schweinehaltung, Präbiotikum in der Ferkelaufzucht)
- Nahrungsmittel (Gemüseersatz, Topinamburmehl, Topinambursirup,

Fructosesirup, Füllsubstanz, essbarer Ballaststoff als Lebensmittelzusatz)

- Arzneimittel
- Spirituosenherstellung
- Industriegrundstoff (Hochfructoseprodukte, Ethanolproduktion, chemische Industrie)

Die Anforderungen von Topinambur an die standortbezogenen natürlichen Produktionsfaktoren Klima und Boden sind zur Erreichung von wirtschaftlich befriedigenden Erträgen mit entsprechender Ertragssicherheit viel größer als in der (älteren) Literatur angeführt.

In Österreich sind die geologischen und klimatischen Voraussetzungen in den ackerbaulichen Hauptproduktionsgebieten sehr unterschiedlich und daher ist eine relativ große Zahl von Versuchstandorten erforderlich, um sowohl die günstigen Produktionsräume als auch die Grenzlagen des Anbaues erfassen zu können. In einem weiteren mehrjährigen Versuch wurden unter semiariden Klimabedingungen Sorten mit unterschiedlicher Reifezeit bei verschiedenen Erntezeitpunkten auf Kraut- und Knollenertrag geprüft. Weiters wurde der Gehalt an Inulin und das Verhältnis der Kohlenhydrate zueinander ermittelt, die sich aufgrund der sortenabhängigen unterschiedlich langen Vegetationszeit und im Besonderen wegen der langen Ernteperiode verändern.

Material und Methoden

Die sechs Standorte für die Ermittlung des Ertragspotentials wurden so gewählt, sodass die wesentlichen boden- und klimabedingten Unterschiede in den österreichischen Ackerbaugebieten erfasst wurden (*Tabelle 1; Abbildung 1*).

Grundlage der umfassenden Laboranalysen waren die Ernteproben der Vege-

tationsjahre 1999 und 2000. Die Feldversuche wurden auf der Außenstelle der Universität für Bodenkultur Wien, am Versuchsfeld Jedlersdorf, am nordöstlichen Stadtrand von Wien, durchgeführt (*Abbildung 1*: Versuchsstandort 5). Die landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Flächen befinden sich in halboffener Lage, auf 170 m Seehöhe und gehören zum Produktionsgebiet Nörderterrasse des Marchfeldes. Das trockene pannonische Klima ist in dieser Region besonders ausgeprägt. Im lang-jährigen Durchschnitt fallen 520 mm Niederschlag, die mittlere Jahrestemperatur liegt zwischen 9,2 und 9,8 °C. Die mittlere Niederschlagsverteilung ist meist ungünstig. Außerdem verschärfen die austrocknenden Winde die sommerlichen Dürreperioden. Tiefe Wintertemperaturen sowie geringe Schneedecken verursachen vielfach Kahlfröste.

Der Boden des Versuchsfeldes ist ein mitteltiefgründiger Tschernosem (ca. 90 bis 120 cm bis zur Schottergrenze) mit hoher Wasserspeicherkapazität. Die Bodenart der Bearbeitungskrume (bis 30 cm) ist ein mittelhumoser sandiger Schluff mit guter Durchwurzelbarkeit und hoher biologischer Aktivität. Der Versuch wurde als einfaktorielle Blockanlage (sechs Sorten und fünf Erntetermine) in dreifacher Wiederholung angelegt. Bruttozellengröße 9 m² (3m x 3m, Parzellenbreite 4 Reihen, Reihenabstand 0,75 m, Pflanzabstand 0,33 m). Geerntet wurden jeweils nur sechs hintereinanderfolgende Pflanzen der mittleren zwei Reihen.

Die Bodenbearbeitung und Pflanzbettvorbereitung erfolgte nach der guten fachlichen Praxis wie bei Kartoffel. Pflanztermin war jeweils die zweite Aprilhälfte. Gedüngt wurde immer unmittelbar vor dem Auspflanzen (50 kg

Autor: A.o. Univ.-Prof. Dr. Peter LIEBHARD, Universität für Bodenkultur, Institut für Pflanzenbau, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 WIEN

Tabelle 1: Kurzbeschreibung der Versuchsstandorte für Topinambur der Sorte „Violet de Rennes“ geordnet nach Bundesland, Klimaraum und Produktionsgebiet sowie Bodentyp

Versuchsstandort	Langjähriger Niederschlag in mm		Klimaraum/Landw. Produktionsgebiet	Bodentyp
	Temperatursumme 1. März bis 31. Okt.			
1- St. Florian/Oberösterreich	844	3 248	Semihumid Oberösterr. Zentralraum	Pseudovergleyte kalkfreie Braunerde
2- Atzenbrugg/Niederösterreich	733	3 156	Semihumid-pannonisch Tullnerfeld	Kalkhaltige Lockersediment Braunerde
3- Maissau/Niederösterreich	580	3 024	Übergangsbereich Kontinental Westl. Weinviertel-Waldviertel	Entkalkte Lockersediment Braunerde
4 - Markgraf-neusiedl/Niederösterreich	515	3 286	Pannonisch Marchfeld	Mitteltiefgründiger Tschernosem
* - Steinbrunn/Burgenland	573	3 481	Pannonisch-kontinental	Kalkhaltige Lockersediment Braunerde
7- Ilz/Steiermark	874	3 285	Illyrisch Oststeirisches Flach- und Hügelland	Kalkfreier brauner Auboden

* Versuchsstandort 5: siehe Versuch Sortencharakteristik

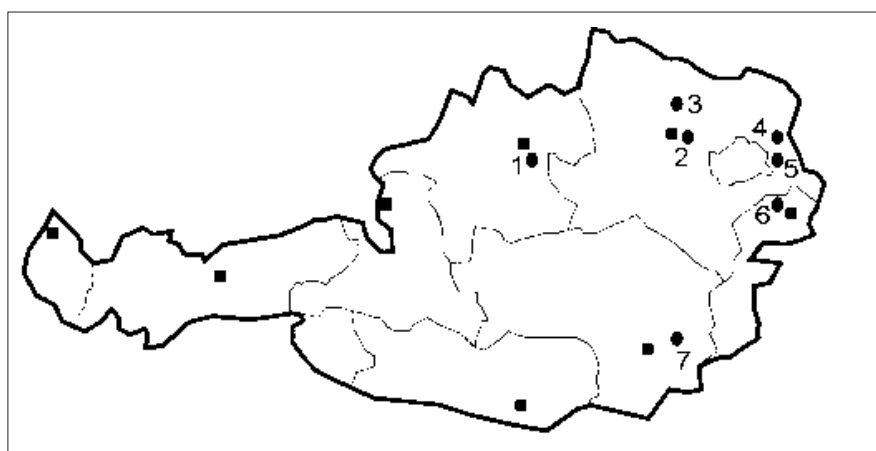


Abbildung 1: Standorte für die Topinambur-Feldversuche

N, 40 kg P₂O₅ und 120 kg K₂O ha⁻¹. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS Version 10,07.

Ergebnisse und Diskussion

Für die Beurteilung des Ertrags-Leistungspotentials für Topinambur in den bedeutendsten Ackerbaugebieten Österreichs werden die Kraut und Knollenerträge bei der Sorte „Violet de Rennes“ zu den praxisausgerichteten Ernteterminen Mitte Oktober, Mitte November und Anfang-Mitte März gegenübergestellt (Tabellen 3 - 5)

Tabelle 2: Sortencharakteristik

Sorte	Knollenfarbe	Knollenform	Reifezeit
Bella	Hell (braun)	Rund, oval	Früh
Bianka	Hellbeige	Länglich, starke Verdickung zum Ende, rund	Früh
Topstar	Hellbeige	Oval, stark verknorpelt	Mittel
Gigant	Hellbeige (bis braun)	Stark verknorpelt, buschig	Mittel
Violet de Rennes	Rötlichbraun	Walzenförmig bis rund	(Mittel)Spät
Rote Zonenkugel	Hellviolett - rot	Länglich oval, rund	(Mittel)Spät

Tabelle 3: Knollen-, Restpflanzen- und Trockensubstanzertrag in kg /ha sowie totalfermentierbare Zucker in % (Knolle) der Sorte Violet de Rennes, Erntetermin Mitte Oktober, Mittelwert aus de Anbaujahren 1986 - 1989

Standort	Ø Knollenertrag kg/ha	TS in%	Ø TS-Ertrag Knollen kg/ha	TFZ in%	Ø Restpflanzen-Ertrag kg/ha	TS in%	Ø TS-Ertrag Restpflanze kg/ha
St. Florian	41.930	20,3	11.070	14,2	48.100	26,1	12.550
Maissau	30.900	29,6	9.150	14,6	30.210	30,2	9.130
Atzenbrugg	29.960	28,4	8.510	15,7	38.470	27,8	10.680
Markgraf-Neusiedl	32.000	29,7	9.500	16,9	29.530	28,4	8.390
Steinbrunn	32.460	30,3	9.040	17,6	29.940	32,1	9.610
Ilz	27.660	27,5	7.610	15,8	46.730	28,4	13.270

Die Knollenerträge streuen aufgrund der sehr unterschiedlichen standort- und witterungsabhängigen Produktionsbedingungen stark. Bei einer zu frühen – vorzeitigen - Knollenernte bei der Spätsorte „Violet de Rennes“ ergab die statistische Verrechnung einen hochsignifikanten Standort- und einen signifikanten Jahreseinfluss (Oktoberernte). Die höchsten Knollenerträge werden bei einer Spätherbsternte Mitte November erreicht (Tabelle 4, im Mittel über 36 t/ha). Auch zu diesem Erntetermin zeigt sich ein signifikanter Jahres- und Standorteinfluss. Das Absinken der Knollenerträge von der Spätherbsternte zur Frühjahrsernte ist auf Fraßschäden verschiedener Wildarten zurückzuführen und daher im höchsten Ausmaß standort- und jahresbedingt (Tabelle 5). Der Krautertrag (=Restpflanze) streut im Vergleich zum Knollenertrag sowohl bei der Oktober- wie auch bei der Novemberernte weniger stark (Tabelle 3 und 4). Mitte

Oktober wurden bei der Spätsorte im Durchschnitt der untersuchten Jahre 37,16 t/ha Kraut und im November nur mehr 30,89 t/ha Grünmasse geerntet. Auch hier zeigt sich ein hochsignifikanter Standort- und Jahreseinfluss. Der Trockensubstanzgehalt wie auch der Trockensubstanzertrag im Kraut sind im Vergleich zu anderen Kulturpflanzen sehr hoch.

Der Gehalt an freifermentierbaren (Werte nicht angeführt) und totalfermentierbaren Zuckern in der Knolle nimmt bei einer späteren Ernte zu. Beachtlich hoch ist auch der Gehalt an umsetzbaren Kohlenhydraten im Kraut. Je stärker das Kraut ausreift, umso geringer wird der Gehalt an fermentierbaren Inhaltsstoffen (Tabellen 3 – 5). Bei Einbezug von Sorten unterschiedlicher Reifezeit (Versuchsstandort 5 Wien-Jedlersdorf) ergaben sich extreme Unterschiede bezüglich Wuchshöhe, Blühbeginn, Anzahl der Verzweigungen. In Abhängigkeit vom

Erntezeitpunkt gab es hohe Unterschiede im Kraut- und Knollenertrag (Tabellen 6 und 7).

Topinambur ist eine rasch wachsende Pflanze und die früh reifenden Sorten „Bella“ und „Bianka“ erreichen bereits Ende Juli ihre höchste Wuchshöhe und Ende August auch bereits den höchstmöglichen Krautertrag (Tabelle 6). Die Sorten „Topstar“ und „Gigant“ weisen im Vergleich zu anderen Sorten einen scheinbar schwächeren Krautwuchs auf. Erwartungsgemäß erreichten in allen Prüfjahren die Spätsorten die höchsten Wuchshöhen und ab Ende September auch die höchsten absoluten Krauterträge. Generell war während der Hauptwachstumszeit das Krautwachstum stark vom Wasserangebot abhängig. Der Krautertrag war im Mittel der Jahre bei den Frühsorten geringfügig niedriger als bei den mittelfrühen Sorten. Die signifikant höchsten Krauterträge wurden bei den Spätsorten sowohl bei der Spätherbsternte

Tabelle 4: Knollen-, Restpflanzen- und Trockensubstanzertrag in kg /ha sowie totalfermentierbare Zucker in % (Knolle) der Sorte Violet de Rennes, Erntetermin Mitte November, Mittelwert aus den Anbaujahren 1986 - 1989

Standort	Ø Knollenertrag kg/ha	TS in%	Ø TS-Ertrag Knollen kg/ha	TFZ in%	Ø Restpflanzen-Ertrag kg/ha	TS in%	Ø TS-Ertrag Restpflanze kg/ha
St. Florian	52.700	28,9	15.230	17,9	42.370	30,2	13.800
Maissau	34.600	30,4	10.520	19,7	26.040	34,3	8.930
Atzenbrugg	34.970	29,2	10.210	18,3	30.830	31,2	9.620
Markgraf-Neusiedl	33.200	29,8	9.890	21,4	22.060	33,4	7.370
Steinbrunn	39.470	30,7	12.120	22,8	25.890	36,1	9.350
Ilz		29,6	10.670	18,7	38.170	32,3	12.330

Tabelle 5: Knollen-, Restpflanzen- und Trockensubstanzertrag in kg /ha sowie totalfermentierbare Zucker in % (Knolle) der Sorte Violet de Rennes, Erntetermin Mitte März, Mittelwert aus den Anbaujahren 1986 - 1989

Standort	Ø Knollenertrag kg/ha	TS in%	Ø TS-Ertrag Knollen kg/ha	TFZ in%	Ø Restpflanzen-Ertrag kg/ha	TS in%	Ø TS-Ertrag Restpflanze kg/ha
St. Florian	40.400	27,9	11.270	67,1	15.930	34,8	5.540
Maissau	28.800	29,8	8.580	68,8	12.530	44,7	5.600
Atzenbrugg	26.230	28,7	7.530	69,7	12.600	40,9	5.150
Markgraf-Neusiedl	29.800	29,4	8.760	68,2	12.370	43,2	5.340
Steinbrunn	32.630	29,9	9.760	70,3	13.500	48,4	6.530
Ilz	31.030	29,1	9.030	71,8	14.200	40,1	5.690

Tabelle 6: Einfluss der Sorte und des Erntezeitpunktes auf den Krautertrag (Stängel und Blätter), FM - Frischmasse t/ha, % TM - %; Trockenmasse im Kraut und t TM - Krauttrockenmasse t/ha, Mittelwert aus den Jahren 1999, 2000 und 2001

Sorte	Erntezeitpunkt														
	25.August			25.September			05.November			15.Dezember			10.März		
	FM t	% TM	t TM	FM t	% TM	t TM	FM t	% TM	t TM	FM t	% TM	t TM	FM t	% TM	t TM
Bella	14,0	55,2	7,73	13,4	57,2	7,66	5,6	80,2	4,21	5,5	79,6	4,37	5,3	80,3	4,26
Bianka	13,8	52,5	7,25	9,9	70,1	6,94	6,4	73,1	4,68	5,4	83,1	4,49	5,1	79,6	4,06
Topstar	17,2	42,9	7,38	12,6	61,2	7,71	7,6	72,5	5,51	6,4	83,6	5,35	6,3	78,4	4,94
Gigant	17,5	46,8	8,19	11,8	68	8,02	7,9	71,8	5,67	6,5	87,2	5,67	6,3	81,3	5,12
Violet de Rennes	30,9	21,7	6,7	21,6	31,5	6,80	15,1	50,2	7,58	9,8	83,2	8,15	7,5	81,3	6,1
Rote Zonenkugel	25,0	20,1	5,25	20,6	33,0	6,80	20,3	43,1	8,75	10,8	77,5	8,37	8,1	77,6	6,29

te als auch bei der Frühjahrsernte erzielt (Tabelle 6). Topinambur bildet an unterirdisch wachsenden Seitentrieben, den Stolonen, endständig Sprossknollen aus. Das Knollenwachstum bei Topinambur wird generell in zwei Phasen unterteilt. Die „Anfangsphase“ weist ein langsames Knollenwachstum auf.

In der zweiten „Schnellen Knollenwachstumsphase“ werden kurzzeitig die eingelagerten Kohlenhydrate in die Knollen umgelagert. Für eine maschinelle Ernte ist ein vorausgehender Zerfall der Stolonen erforderlich, damit sich die Knollen von der Mutterknolle und der anhaftenden Erde lösen. Die Knollenerträge der unterschiedlich früh reifenden Sorten zu verschiedenen Ernteterminen zeigt Tabelle 7. Die Frühsorten „Bella“ und „Bianka“ erreichen erwartungsgemäß ihre höchsten Knollenerträge bereits

im September (Tabelle 7). Die in der Literatur auch häufig noch als frühreifend geführten neuen Sorten „Topstar“ und „Gigant“ erzielten am angeführten Standort die höchsten Knollenerträge ab Mitte Oktober. Die (mittel)späten Sorten „Violet de Rennes“ und „Rote Zonenkugel“ erreichten im Spätherbst (Ende November-Anfang Dezember) die höchsten Knollenerträge. Auch bei der Frühjahrsernte waren auf diesen Parzellen die Knollenerträge gesichert am höchsten (Tabelle 7).

Der höchste Trockensubstanzgehalt in den Knollen wird bei den Frühsorten Bella und Bianka bereits Ende September (19,6 %) erreicht. Bei den mittelfrühen Sorten Topstar und Gigant liegt er von allen angeführten Sorten am höchsten (bis 24,6 %) und nimmt mit zunehmender Vegetationszeit und späterem

Erntetermin geringfügig ab. Bei den Spätsorten Violet de Rennes und Rote Zonenkugel steigt er bis Vegetationsende im Herbst an (21,4 %) und bleibt bis zum spätesten Erntetermin beinahe auf gleicher Höhe (Tabelle 7).

In der Kohlenhydratzusammensetzung unterscheiden sich die Sorten bezüglich des Erntetermins stark. Der Glucosegehalt steigt bei den frühen und mittelfrühen Sorten bis Anfang November auf maximal 0,4 % an, bei den späten Sorten fällt er mit zunehmender Knollenreife ab. Der Fructoseanteil liegt höher, bei maximal 1,4 % in der TS, und verhält sich während der möglichen Erntezeit gleich dem Glucosegehalt. Saccharose und Inulin ergeben eine Gesamtmenge von 60 bis 70 % der TS. Mit Zunahme des Saccharosegehaltes bis zum spätestmöglichen Erntetermin (vor allem bei

Tabelle 7: Einfluss der Sorte und des Erntezeitpunktes auf Knollenertrag (Frischmasse t/ha, % Trockenmasse in der Knolle und Knollen-trockenmasse t/ha), Mittelwert aus den Jahren 1999, 2000 und 2001

Sorte	Erntezeitpunkt														
	25.August			25.September			05.November			15.Dezember			10.März		
	FM t	% TM	t TM	FM t	% TM	t TM	FM t	% TM	t TM	FM t	% TM	t TM	FM t	% TM	t TM
Bella	35	18,8	6,58	45	20,4	9,18	39	21,2	8,27	36	21,2	7,63	30	20,1	6,03
Bianka	47	19	8,93	48	20,6	9,89	48	20,9	9,89	46	20,9	9,61	38	19,4	7,37
Topstar	37	24,6	9,1	47	24,6	11,56	45	24,5	11,03	42	24,5	10,29	40	24,3	9,72
Gigant	28	22,5	6,3	43	23,4	10,06	47	23,8	11,19	47	23,5	11,05	46	23,7	10,9
Violett de Rennes	15	16,4	2,46	28	18,9	5,29	40	23,5	9,4	52	22,4	11,65	49	23	1,27
Rote Zonenkugel	10	18	1,8	18	19,3	3,47	40	22,8	9,12	53	22	11,66	52	21,9	1,39

Tabelle 8: Einfluss der Sorte und des Erntetermins auf Glucose-, Fructose-, Saccharose- und Inulingehalt in Gramm je 100 g Trockensubstanz

Sorte		Erntetermin: 25. August	25. Sept.	5. Nov.	15. Dez.	10. März
Bella	Glucose	0,2	0,32	0,35	0,26	0,22
	Fructose	0,77	1,08	1,09	0,87	0,62
	Saccharose	5,78	9,21	19,48	26,82	26,16
	Inulin	64,72	55,42	41,2	27,64	18,45
Bianka	Glucose	0,19	0,27	0,46	0,29	0,19
	Fructose	0,64	0,88	1,41	0,82	0,64
	Saccharose	5,74	9,78	21,98	28,09	27,67
	Inulin	65,65	55	34,71	28,61	28,62
Topstar	Glucose	0,21	0,27	0,38	0,22	0,2
	Fructose	0,51	0,61	1,07	0,89	0,76
	Saccharose	5,57	9,51	14,25	19,34	17,47
	Inulin	67,11	59,21	48,15	44,16	43,31
Gigant	Glucose	0,24	0,25	0,28	0,16	0,13
	Fructose	0,63	0,71	0,86	0,82	0,61
	Saccharose	4,57	6,46	12,04	23,81	17,76
	Inulin	63,88	63,07	51,32	48,8	42,32
Violet de Rennes	Glucose	0,48	0,29	0,22	0,2	0,22
	Fructose	1,05	0,84	0,71	0,66	0,54
	Saccharose	7,24	8,42	10,01	16,86	18,55
	Inulin	51,48	53,23	49,55	40,77	40,76
Rote Zonenkugel	Glucose	0,26	0,35	0,29	0,22	0,16
	Fructose	0,5	0,84	1,12	0,7	0,63
	Saccharose	3,94	5,08	9,41	17,64	14,88
	Inulin	53,18	56,73	48,97	45,44	44,17

den Frühsorten) vermindert sich der Inulin Gehalt (Tabelle 8).

Schlussfolgerung

Das Ertragspotential wird bei günstigen Standortbedingungen bei den frühen Sorten bereits Ende September erreicht, bei den mittelfrühen und späten Sorten vor Wintereinbruch bzw. bei der Frühjahresernte. Häufig wird aber über den Winter ein Teil der Knollen durch Wild und Kleintiere gefressen oder durch Fäulnis beschädigt.

Die löslichen Kohlenhydrate Glucose, Fructose, Saccharose und Inulin haben ernährungsphysiologisch und für viele weitere Verwertungsarten eine große Bedeutung. Nach Beendigung der Pho-

tosynthese und Absterben der oberirdischen Pflanzenteile kommt es je nach Sorte zu unterschiedlich starken Umlagerungsprozessen und zur Repolymerisation des hochmolekularen Inulins zu niederen Inulin-Oligosacchariden und Saccharose sowie zum Aufbau neuer Inhaltsstoffe wie Pektine, Hemizellulose und Lignin.

Literatur

- CHYTIL, K. und W. HEIN, 2000: Alternativkulturen – Topinambur. Abschlussbericht von Versuchsergebnissen 1986 – 1989. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien und BAL Gumpenstein, Eigenverlag, 1-11.
- KOCSISOVA, L., 1999: Ertragspotential und Kohlenhydratmuster von ausgewählten Topinambursorten (*Helianthus tuberosus* L.) im Verlauf

einer Vegetationsperiode. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur Wien.

- LIEBHARD, P., 1991: Kulturartenvergleich von Nutzpflanzen als Rohstoff für die industrielle Verarbeitung und zur alternativen Energieversorgung. Zusammenfassende Ergebnisse dreijähriger Feldversuche von 1986 bis 1988 bezüglich des Einflusses von Standort, Witterung und Produktionstechnik auf den Rohstoff-ertrag und einige verwertbare Inhaltsstoffe. Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien, Wien, 1-253.
- LIEBHARD, P., 1991: Pflanzenbauliche Versuche zur Produktion von Alternativpflanzen als Rohstoff für eine industrielle Verarbeitung. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 1-158.
- STOLZENBURG, K., 2002: Anbau und Verwertung von Topinambur. Versuchsbericht 1994 – 2001. Informationen für die Pflanzenproduktion. Sonderheft 1/2002. Herausgeber: Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim. Druck Eigenverlag

