

**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 63 (1972)

**Heft:** 2

**Artikel:** Änderungen des Glukose-, Fruktose- und Saccharosegehalts in verschiedenen Kartoffelsorten während der Lagerung

**Autor:** Trautner, K. / Somogyi, J.C.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-982794>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Aenderungen des Glukose-, Fruktose- und Saccharosegehalts in verschiedenen Kartoffelsorten während der Lagerung

K. Trautner und J. C. Somogyi

Institut für Ernährungsforschung Rüschlikon-Zürich  
(Direktor: Prof. Dr. J. C. Somogyi)

Den reduzierenden Zuckern der Kartoffelknollen kommt bei der industriellen Verarbeitung der Kartoffeln z. T. eine besondere Bedeutung zu, da sie zusammen mit bestimmten Aminosäuren an der Ausbildung der Farbe (Bräunung) der Produkte beteiligt sind (*Hoover und Xander, 1961*) (1), *Shallenberger* und Mitarb. (1959) (2). Auch das Disaccharid Saccharose ist nicht nur als wesentliches Ausgangs- und Endprodukt des Auf- und Abbaus der Stärke in der Knolle von Interesse (*Fekete und Cardini, 1964*) (3), *Hassid* (1967) (4), sondern ist gleichzeitig wichtige Quelle für die reduzierenden Zucker Glukose und Fruktose (*Moll, 1968*) (5).

Doch nicht nur der Technologe, auch der Stoffwechselphysiologe ist am Gehalt der Kartoffelknollen an einzelnen Zuckern und vor allem ihren Veränderungen während der Lagerung interessiert, z. B. im Hinblick auf mögliche Zusammenhänge zwischen dem Stoffwechsel der Zucker und dem des Vitamins C. Denn es nimmt einerseits der Gehalt an Vitamin C während der mehrmonatigen Lagerung — verglichen mit entsprechenden Aenderungen in anderen pflanzlichen Produkten — nur sehr langsam ab (*Somogyi und Schiele, 1966*) (6) und es sind andererseits bestimmte Zucker bzw. Zuckerderivate als Ausgangssubstanzen für die Vitamin-C-Biosynthese seit langem bekannt (*Loewus, 1961*) (7). Auch der Diätetiker und Arzt bedarf in zunehmendem Maße exakter Angaben über den Gehalt unserer Nahrungsmittel an bestimmten Zuckern. Daß dies auch für die Kartoffel zutrifft, zeigt sehr eindrucksvoll eine kürzlich erschienene Arbeit von *Klimmt* und Mitarb. (1968) (8).

Es liegen bereits eine Anzahl von Arbeiten vor, in denen Ergebnisse von Untersuchungen über Größe, Veränderungen und Beeinflußbarkeit der Zuckergehalte von Kartoffeln mitgeteilt werden. *Schwimmer* und Mitarb. (1954) (8a) bestimmten den Glukose-, Fruktose- und Saccharosegehalt verschiedener amerikanischer Kartoffelsorten, die bis zu 18 Wochen bei verschiedenen Temperaturen gelagert worden waren. Aehnliche Untersuchungen sind später auch von *Burton* (1969) (9) sowie *Ronsen* und *Frogner* (1969) (10) publiziert worden; diese Autoren befaßten sich vor allem mit dem Einfluß der Kaltlagerung und anschließenden Konditionierung auf den Zuckergehalt der Knollen. Die Sortenabhängigkeit des Zuckergehaltes wurde von *Moll* (1966) (11) und *Stricker* (1969) (12) beschrieben, und auch eine Abhängigkeit der Zuckergehalte von der Lage des Anbauortes, der Düngung usw. ist bekannt (*Moll, 1965*) (13), (1967) (13a); *Swiniarski* und *Ladenberger* (1970) (14).

Die erwähnten Untersuchungen sind fast alle unter dem Aspekt des Zusammenhangs zwischen dem Zuckergehalt der Knollen und ihrer Eignung für die

industrielle Verarbeitung durchgeführt worden. Dementsprechend wurden die Lagerungstemperaturen und -dauer gewählt, erstreckten sich die Untersuchungen nur in wenigen Fällen über mehrere Jahre und es sind in manchen Arbeiten nur Vergleichswerte für verschiedene Sorten oder Bedingungen, aber keine absoluten Zahlen der Zuckergehalte mitgeteilt worden. Ebenfalls fehlen detaillierte Angaben über Veränderungen der Zuckergehalte während der Lagerung.

Diese Lücke schließen zu helfen, war das Ziel der hier beschriebenen Untersuchungen. Uns interessierte neben anderem auch die Frage, ob der Verlauf der Änderungen der Zuckergehalte während der Lagerung mehr sortenspezifisch und reproduzierbar oder mehr durch Umweltfaktoren wie z. B. Klima und Düngung beeinflußt wird und ob zwischen den Änderungen der Zuckergehalte und den Änderungen im Vitamin-C-Gehalt während der Lagerung Beziehungen zu erkennen sind. Wir bestimmten deshalb im Verlauf von drei Lagerungsperioden (1967/68; 1968/69; 1969/70) bei 6 Sorten des Schweiz. Richtsortimentes die Gehalte an Glukose, Fruktose und Saccharose sowie Vitamin C in etwa monatlichen Abständen.

Die Veränderungen der Vitamin-C-Gehalte verschiedener Kartoffelsorten während der Lagerung und die Frage des Zusammenhangs zwischen Vitamin-C-Gehalt und Anbauort soll in einer weiteren Arbeit behandelt werden.

### *Material und Methoden*

Zur Untersuchung gelangten die Sorten Bintje, Fina, Maritta, Ostara, Sirtema und Urgenta aus der Eidg. Forschungsanstalt für Landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz (im folgenden kurz als «Reckenholz» bezeichnet). Die Untersuchungen wurden bei noch unreifen, Anfang August und Anfang September geernteten Knollen begonnen und erstreckten sich bis fast über das Ende der Lagerungsfähigkeit bis in den Juni des folgenden Jahres. Bei den Sorten Bintje und Maritta wurden ferner Untersuchungen durchgeführt in Knollen, die wir von der Versuchsanstalt Domaine des Barges, Vouvry (Wallis), der Eidg. Forschungsanstalt Zürich-Reckenholz und von der Landwirtschaftlichen Schule Rütti, Zollikofen (Bern), erhalten hatten (nachfolgend «Barges» bzw. «Rütti» genannt). Die Lagerung aller Proben erfolgte in Holzgestellen bei einer Temperatur von 9 °C und 85 % rel. Luftfeuchtigkeit.

Für die Untersuchungen wurden je 30 Kartoffeln gewaschen, geschält, und der Länge nach halbiert. Für die Extraktion der Zucker wurde aus 30 Hälften insgesamt 200 g Material herausgeschnitten und mit 300 ml Aethanol (96 %) im elektrischen Mixgerät zerkleinert; unter Berücksichtigung des Wassergehaltes der Knollen betrug die Endkonzentration an Aethanol 75—80 %. Anschließend wurde durch ein Faltenfilter filtriert, der Rückstand mehrmals aus dem Filter mit Aethanol (75 %) nachgewaschen und die vereinigten Filtrate auf ein bestimmtes Volumen aufgefüllt. Die Bestimmung der drei Zucker Glukose, Fruktose und Saccharose erfolgte enzymatisch nach der von Bergmeyer und Klotzsch (1962) (15) beschrieben und von uns leicht modifizierten Methode (Trautner, 1969) (16).

Tabelle 1 Änderungen der Gehalte an Glukose, Fruktose, Saccharose und

Sorte		August	September	Oktober	November
		mg/100 g Frischgewicht			
Bintje	Glukose	238	167	164	100
	Fruktose	173	123	102	80
	Saccharose	418	298	105	148
	Gesamt	829	588	471	328
	Vitamin C	36,7	25,3	22,6	
Fina	Glukose	316	221	218	140
	Fruktose	297	176	153	184
	Saccharose	532	404	377	289
	Gesamt	1144	804	748	713
	Vitamin C	40,4	29,8	27,0	
Maritta	Glukose	204	81	104	89
	Fruktose	183	64	95	84
	Saccharose	630	418	349	297
	Gesamt	1016	563	548	470
	Vitamin C	34,8	22,9	19,4	
Ostara	Glukose	232	113	245	108
	Fruktose	196	101	191	102
	Saccharose	620	264	226	157
	Gesamt	1047	478	662	367
	Vitamin C	40,4	29,8	26,7	
Sirtema	Glukose	231	198	75	365
	Fruktose	163	129	72	210
	Saccharose	469	191	236	198
	Gesamt	863	518	383	773
	Vitamin C	41,7	30,0	22,5	
Urgenta	Glukose	241	156	145	208
	Fruktose	195	123	132	164
	Saccharose	289	232	221	214
	Gesamt	725	511	498	586
	Vitamin C	34,2	25,4	19,5	

Vitamin C in verschiedenen Kartoffelsorten während der Lagerung 1967/68

Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
mg/100 g Frischgewicht						
76	195	98	43	85	54	210
65	106	59	32	52	40	120
97	116	76	93	91	154	295
238	417	233	168	228	248	625
17,4	15,4	16,0	12,6	12,6	9,9	11,0
303	283	271	345	285	395	382
181	201	182	235	172	256	205
157	161	107	176	140	175	214
641	645	560	756	597	826	801
22,4	19,3	15,6	12,7	13,6	10,1	11,9
70	93	80	65	52	40	70
80	80	75	55	49	41	65
140	126	116	144	124	212	470
290	299	271	264	225	293	605
16,6	14,5	15,3	10,5	10,8	8,4	9,4
123	138	191	158	185	138	143
100	119	148	134	132	101	110
119	112	109	159	140	165	226
342	369	448	451	457	404	479
19,4	19,8	18,5	14,3	12,7	10,3	11,5
261	158	306	355	307	290	354
160	132	234	265	206	207	278
118	99	116	174	157	175	297
539	389	665	794	670	672	929
19,7	14,5	13,3	10,8	9,3	9,3	9,8
177	316	227	164	87	247	363
153	214	154	100	69	209	313
86	140	99	172	128	285	763
416	670	480	436	284	741	1439
15,9	13,9	13,8	10,3	10,2	9,3	11,5

Tabelle 2 Änderungen der Gehalte an Glukose, Fruktose, Saccharose und

Sorte		August	September	Oktober	November
		mg/100 g Frischgewicht			
Bintje	Glukose	50	46	123	228
	Fruktose	31	27	68	149
	Saccharose	153	117	165	145
	Gesamt	234	190	356	522
	Vitamin C	22,7	20,6	19,1	18,6
Fina	Glukose	93	86	117	122
	Fruktose	35	32	126	99
	Saccharose	228	126	157	69
	Gesamt	356	244	460	290
	Vitamin C	22,6	24,3	20,0	19,4
Maritta	Glukose	36	20	72	155
	Fruktose	17	18	61	134
	Saccharose	102	107	172	231
	Gesamt	155	145	305	520
	Vitamin C	23,5	23,4	17,5	17,4
Ostara	Glukose	44	47	124	243
	Fruktose	19	21	76	181
	Saccharose	124	109	117	150
	Gesamt	187	177	317	574
	Vitamin C	21,8	19,0	16,5	15,1
Sirtema	Glukose	150	204		
	Fruktose	96	78		
	Saccharose	147	117		
	Gesamt	393	399		
	Vitamin C	22,5	17,7		
Urgenta	Glukose	41	29	88	165
	Fruktose	22	15	71	143
	Saccharose	108	93	116	157
	Gesamt	171	137	275	465
	Vitamin C	23,3	21,9	17,7	17,0

Vitamin C in verschiedenen Kartoffelsorten während der Lagerung 1968/69

Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
mg/100 g Frischgewicht						
152	148	149	102	87	134	52
117	109	100	66	65	103	46
89	60	35	80	112	171	138
358	317	284	248	264	408	236
	14,3		13,4			
295	334	291	282	281	417	527
225	255	239	189	209	281	391
110	95	82	91	101	178	294
630	684	612	562	591	876	1212
	16,3		12,6			
82	115	139	101	67	153	81
73	108	108	83	64	140	82
150	65	98	92	96	186	275
305	288	345	276	227	479	438
	14,4		11,0			
274	248	214	207	263	265	230
213	182	162	151	189	191	177
102	120	91	92	83	124	143
588	550	467	450	535	580	550
	11,1		11,5			
326	128	246	268	225	303	230
223	90	180	191	188	234	189
124	58	43	102	124	221	236
673	276	469	561	537	758	655
	11,8		10,3			
140	134	98	125	103	245	202
115	109	82	90	87	205	179
107	84	69	76	69	168	211
362	327	249	291	259	618	592
	11,7		10,9			

Tabelle 3 Aenderungen der Gehalte an Glukose, Fruktose, Saccharose und

Sorte		August	September	Oktober	November
		mg/100 g Frischgewicht			
Bintje	Glukose	16	86	43	37
	Fruktose	16	66	29	28
	Saccharose	274	124	81	71
	Gesamt	306	276	153	136
	Vitamin C	32,8	36,3	17,8	
Fina	Glukose	142	141	127	262
	Fruktose	38	89	71	139
	Saccharose	538	170	209	158
	Gesamt	718	400	407	559
	Vitamin C	36,4	28,1	21,9	
Maritta	Glukose	14	96	30	51
	Fruktose	9	80	22	34
	Saccharose	176	216	99	107
	Gesamt	199	392	151	192
	Vitamin C	35,8	26,7	16,1	
Ostara	Glukose	182	103	50	51
	Fruktose	56	65	28	36
	Saccharose	213	134	97	107
	Gesamt	451	302	175	194
	Vitamin C	38,6	20,0	15,1	
Sirtema	Glukose	48	130	122	129
	Fruktose	18	70	61	74
	Saccharose	191	92	92	89
	Gesamt	257	292	275	292
	Vitamin C	35,7	21,6	17,8	
Urgenta	Glukose	21	66	37	43
	Fruktose	15	46	34	41
	Saccharose	130	112	96	96
	Gesamt	166	224	167	180
	Vitamin C	31,4	21,7	15,9	

Vitamin C in verschiedenen Kartoffelsorten während der Lagerung 1969/70

Dezember	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
mg/100 g Frischgewicht						
	54	109	116		83	225
	50	87	82		76	175
	122	125	96		198	297
	226	321	294		357	697
	13,6		11,5		10,8	
	375	426	436		508	659
	258	276	292		324	415
	188	131	196		251	399
	821	833	924		1083	1473
	16,1		11,1		11,2	
	96	56	78		125	191
	80	61	75		111	169
	125	122	135		245	511
	301	239	288		481	871
	10,9		9,7		8,8	
	258	421	308		311	370
	192	297	229		262	304
	261	204	178		168	201
	711	922	715		741	875
	10,8		10,5		8,9	
	240	363	248		453	584
	165	266	186		326	426
	175	155	158		181	280
	580	784	592		960	1290
	11,1		8,8		8,0	
	206	137	216		234	268
	174	127	209		208	236
	191	122	185		161	511
	571	386	610		603	1015
	11,6		10,1		7,5	

Für die Extraktion des Vitamins C wurden aus den anderen 30 Hälften insgesamt 100 g Material herausgeschnitten, mit 200 ml Metaphosphorsäure (2 %) im elektrischen Mixgerät zerkleinert, filtriert und im Filtrat der Gesamtvitamin-C-Gehalt (Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure) titrimetrisch mit der modifizierten Dichlorphenolindophenol Methode nach Zonneveld (1963) (17) bestimmt.

### Ergebnisse

#### 1. Änderungen der Zuckergehalte in den sechs Sorten aus Reckenholz

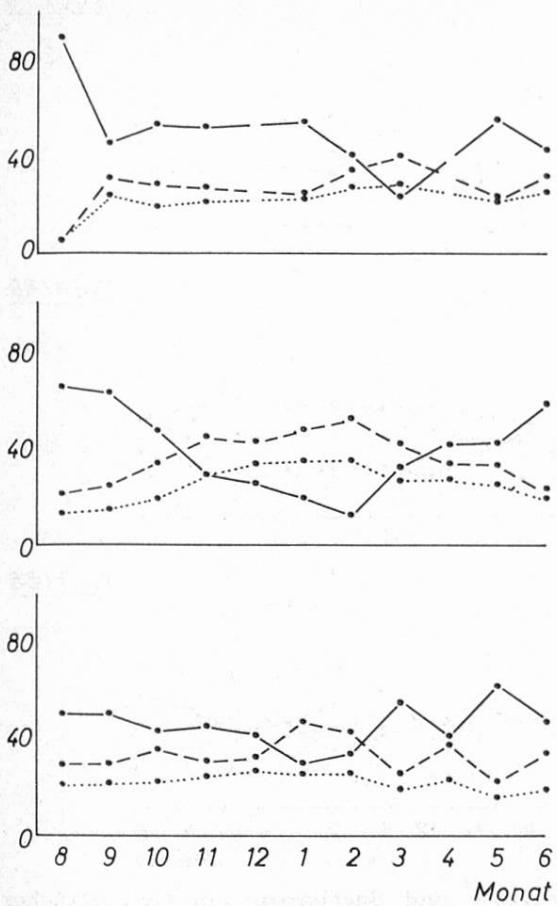
Die wichtigsten Ergebnisse dieser Versuche sind in den Tabellen 1—3 zusammengefaßt. Ein Vergleich des Gesamtzuckergehaltes (Summe Glukose + Fruktose + Saccharose) zeigt zum Teil erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten, die während der ganzen Untersuchungsperiode vorhanden sein können. Die Sorte *Fina* z. B. hatte während der drei Jahre in allen Monaten — mit Ausnahme des November 1968 — im Vergleich der sechs Sorten den höchsten oder zweithöchsten Zuckergehalt, während die Sorte *Bintje* am häufigsten den niedrigsten Zuckergehalt aufwies. Auch *Maritta* hatte etwa ab Dezember einen niedrigeren Zuckergehalt als die meisten anderen Sorten, während sich bei *Ostara*, *Sirtema* und *Urgenta* keine so ausgeprägten Tendenzen in der Rangfolge erkennen ließen.

Die absoluten Werte der Zuckergehalte (mg Zucker / 100 g Kartoffeln) der sechs Sorten zeigten zu Beginn der drei Untersuchungsperioden im August/September, d. h. bei den noch nicht ausgereiften Knollen, und im letzten Untersuchungsmonat Juni erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren. So waren die Werte vom August 1967 bei allen sechs Sorten höher als 1968 und 1969, und — mit Ausnahme von *Sirtema* — im August 1968 niedriger als 1967 und 1969. Vom Oktober bis April jedoch pendelten die Werte in allen drei Untersuchungsperioden für jede Sorte innerhalb gewisser Grenzen: für *Bintje* und *Maritta* zwischen 200 und 500 mg/100 g; für *Ostara* und *Urgenta* zwischen 300 und 700 mg/100 g; für *Fina* und *Sirtema* zwischen 400 und 800 mg/100 g. Zum Ende der Lagerungsperioden stiegen in der Mehrzahl der Fälle die Zuckergehalte wieder an.

Die Verteilungsmuster, d. h. die prozentualen Anteile der drei Zucker am Gesamtzuckergehalt, wiesen teilweise charakteristische Unterschiede, teilweise auch Uebereinstimmungen zwischen den Sorten auf, wie in den Abbildungen 1—3 dargestellt ist. So war in allen Fällen außer einem — *Sirtema* 1968 — der Anteil der Saccharose am Gesamtzuckergehalt im August und September höher als der von Glukose oder Fruktose und zeigte anschließend eine stärker oder schwächer ausgeprägte sinkende Tendenz, so daß etwa im Januar der Anteil der Saccharose niedriger war als der Glukose- oder Fruktoseanteil. Bei der Sorte der *Fina* blieb dann der Saccharoseanteil bis zum Ende der Lagerungsperiode in diesem niedrigen Bereich, bei den Sorten *Bintje* und *Maritta* dagegen stieg dieser nach dem Erreichen des Minimums deutlich wieder an bis zum Ende der Lagerungsperiode. Bei den anderen drei Sorten ähnelten die Veränderungen teils mehr dem einen, teils mehr dem anderen «Typ», doch wiesen sie keine solche Einheit-

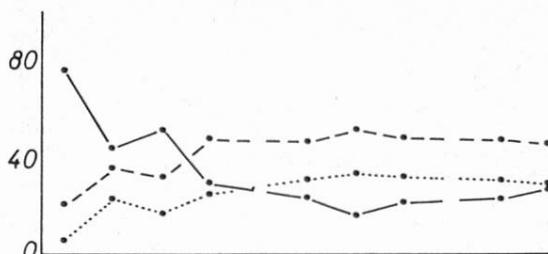
BINTJE

% des Gesamtzuckers

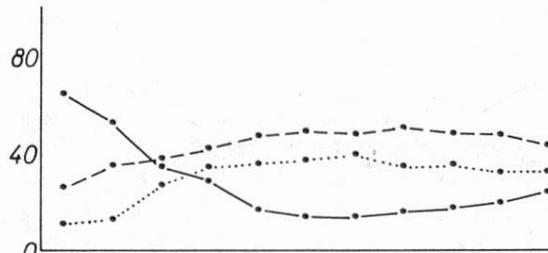
FINA

% des Gesamtzuckers

1969/70



1968/69



1967/68

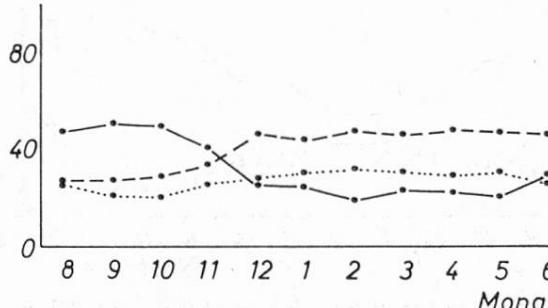


Abbildung 1. Änderungen der Anteile von Glukose, Fruktose und Saccharose am Gesamtzucker in verschiedenen Kartoffelsorten während der Lagerung.

● — ● Glukose      ● - - - ● Fruktose      ● - · - ● Saccharose

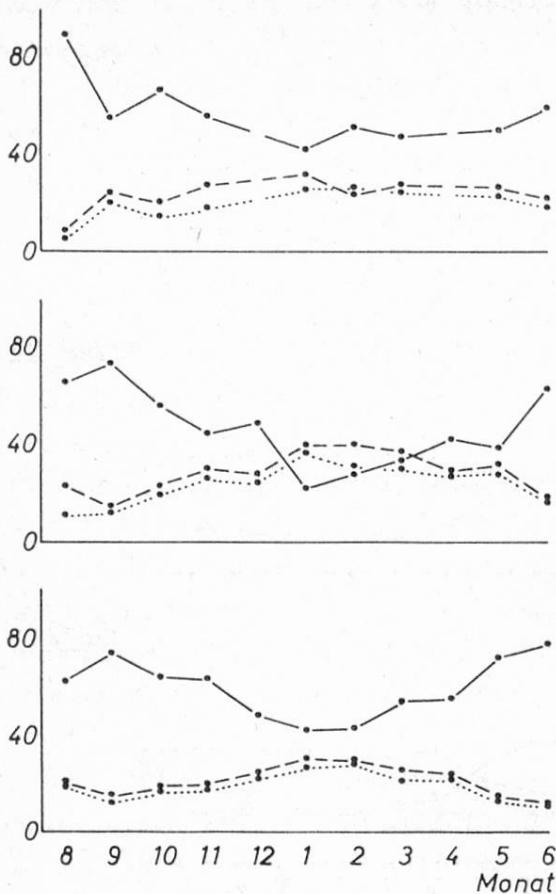
\* Monat 8 = August; Monat 9 = September usw.

lichkeit in den drei Untersuchungsperioden auf. In vielen Fällen war ein Anstieg des Saccharoseanteils am Ende der Lagerungsperiode (Mai/Juni) besonders stark ausgeprägt. Die Anteile an Glukose und Fruktose veränderten sich fast stets gleichsinnig und natürlich reziprok zu den Änderungen des Saccharoseanteils.

## 2. Vergleich der Änderungen im Zucker- und Vitamin-C-Gehalt der Sorten Bintje und Maritta aus drei verschiedenen Anbaugebieten

Die wichtigsten Analysendaten sind in den Tabellen 4—6 zusammengefaßt. Ein Vergleich der Gesamtzuckergehalte zeigt zum Teil bemerkenswerte Übereinstimmungen zwischen den beiden Sorten und ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den drei Untersuchungsperioden auf. So waren in den Jahren 1967/68 und 1968/69 die Zuckergehalte der in Reckenholz angebauten Kartoffeln immer deutlich höher als die der in Barges angebauten und nicht niedriger als die der aus Rütti bezogenen Knollen, während 1969/70 in allen untersuchten Proben der Sorte Bintje und 2 von 3 Proben der Sorte Maritta die in Barges angebauten

MARITTA  
% des Gesamtzuckers



OSTARA  
% des Gesamtzuckers

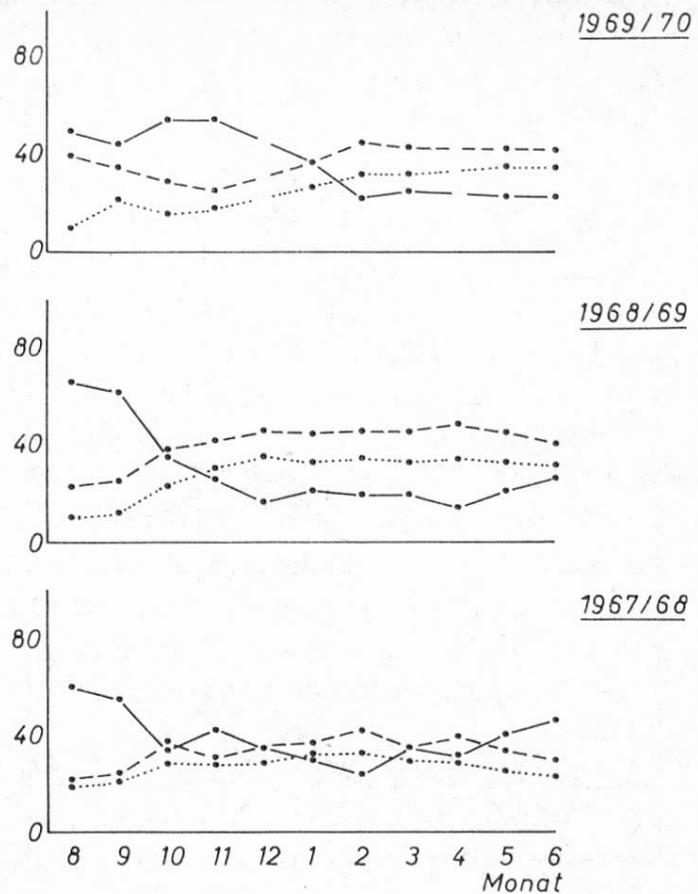


Abbildung 2. Änderungen der Anteile von Glukose, Fruktose und Saccharose am Gesamtzucker in verschiedenen Kartoffelsorten während der Lagerung.

● — — ● Glukose      ● ..... ● Fruktose      ● — — ● Saccharose

\* Monat 8 = August; Monat 9 = September usw.

Kartoffeln mehr Zucker enthielten als die aus Reckenholz bezogenen Knollen. Das Ausmaß der Differenzen in den Zuckergehalten ist bei beiden Sorten außerordentlich variabel, auch innerhalb der einzelnen Untersuchungsperioden. In Abbildung 4 sind die Verhältnisse graphisch dargestellt. In den Vitamin-C-Gehalten der Knollen aus den drei Anbauorten waren dagegen praktisch keine Differenzen festzustellen.

Auch im Bezug auf die Verteilungsmuster der drei Zucker sind Übereinstimmungen zwischen den beiden Sorten und Unterschiede zwischen den Untersuchungsperioden zu erkennen (Tabellen 4—6). So wiesen in der Untersuchungsperiode 1967/68 bei beiden Sorten die in Rütti angebauten Knollen ohne Ausnahme den höchsten Saccharoseanteil auf und die in Reckenholz angebauten einen niedrigeren oder etwa gleich hohen Anteil an Saccharose wie die von Barges bezogenen Kartoffeln. In der Untersuchungsperiode 1969/70 dagegen war bei den in Reckenholz angebauten Knollen der Anteil der Saccharose am Gesamtzucker fast stets am höchsten und am niedrigsten bei den aus Barges bezogenen Kartoffeln.

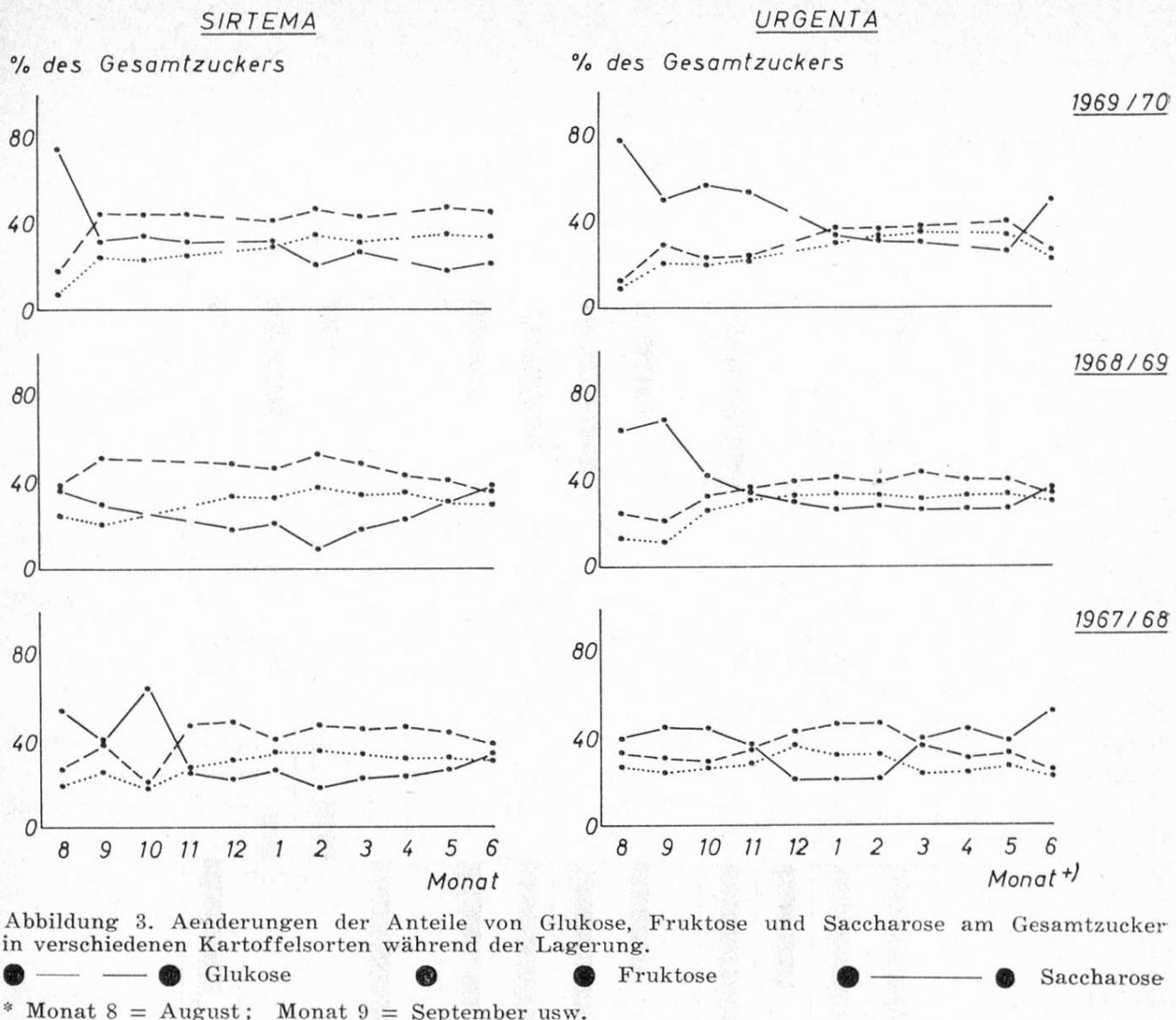


Abbildung 3. Änderungen der Anteile von Glukose, Fruktose und Saccharose am Gesamtzucker in verschiedenen Kartoffelsorten während der Lagerung.

### Diskussion

Wie aus den Tabellen 1—3 hervorgeht, wiesen die absoluten Werte sowohl für den Gesamtzucker als auch für die einzelnen Zucker erhebliche Unterschiede zwischen den drei Untersuchungsperioden auf. So betrug der durchschnittliche Zuckergehalt aller sechs Sorten nach der Ernte (Oktober) 1967 / 1968 / 1969: für Gesamtzucker 551 / 532 / 221 mg/100 g; für reduzierende Zucker (Glukose und Fruktose) 281 / 211 / 109 mg/100 g; für Saccharose 269 / 140 / 112 mg/100 g. Diese abnehmende Tendenz konnte bei jeder einzelnen Sorte — mit Ausnahme der Sorte *Sirtema* für reduzierende Zucker — festgestellt werden.

Der Grund für diese Differenzen zwischen den drei Untersuchungsperioden könnte darauf zurück geführt werden, daß die *klimatischen Bedingungen* in den einzelnen Jahren sehr unterschiedlich waren. So herrschten 1967 während des Sommers gute Wachstumsverhältnisse und trockenes Erntewetter; der Sommer 1968 war sehr niederschlagsreich und kühl, zur Zeit der Ernte gab es starke Regenfälle,

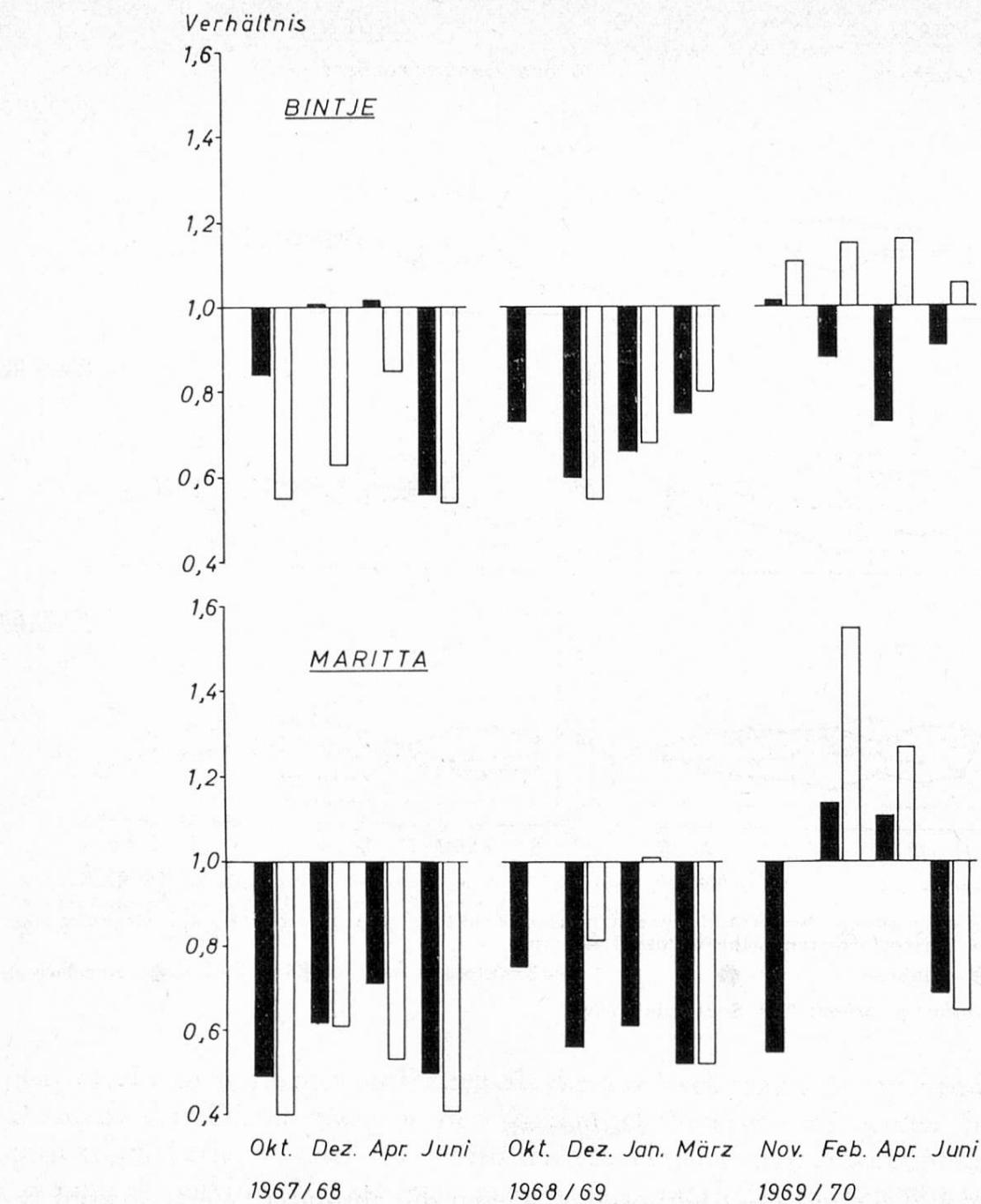


Abbildung 4. Vergleich der Gesamtzuckergehalte der Sorten Bintje und Maritta aus den Anbaugebieten Reckenholz, Rütti und Les Barges.

Zuckergehalte der Knollen aus Reckenholz = 1 gesetzt

Zuckergehalte der Knollen aus Rütti



Zuckergehalte der Knollen aus Les Barges



die teilweise eine Ueberschwemmung der Felder zur Folge hatten; 1969 herrschte im Juli/August eine starke Trockenperiode und das Erntewetter war wieder gut (Tätigkeitsbericht SSV, 1967 (18), 1968 (19), 1969 (20)).

Auch durch die Art der Düngung kann der Zuckergehalt beeinflußt werden. So hat Moll (1967) (13a) in Gefäßversuchen zeigen können, daß hohe Kaligaben

Tabelle 4

Aenderungen der Gehalte an Zucker und Vitamin C in Kartoffeln aus verschiedenen Anbaugebieten während der Lagerung 1967/68

Sorte Anbauort		Oktober		Dezember		April		Juni	
		mg <sup>+</sup>	% <sup>++</sup>	mg	%	mg	%	mg	%
Bintje Reckenholz	Glukose	99	30,4	76	31,9	85	37,2	210	33,6
	Fruktose	80	24,2	65	27,3	52	22,8	120	19,2
	Saccharose	148	45,4	97	40,6	91	40,0	295	47,2
	Gesamt	328		238		228		625	
	Vitamin C	22,6				12,6		11,0	
Bintje Rütti	Glukose	60	21,6	59	24,4	63	26,5	50	14,2
	Fruktose	45	16,3	54	22,6	55	23,1	50	14,2
	Saccharose	173	62,1	128	53,0	120	50,4	253	71,6
	Gesamt	278		241		238		353	
	Vitamin C	22,9				10,4		10,4	
Bintje Barges	Glukose	43	24,2	48	32,2	63	32,5	111	32,8
	Fruktose	37	20,5	43	29,2	52	26,8	80	23,6
	Saccharose	99	55,3	58	38,6	79	40,7	148	43,6
	Gesamt	179		149		194		339	
	Vitamin C	21,9				11,8		10,6	
Maritta Reckenholz	Glukose	89	18,9	70	24,2	52	23,1	70	11,6
	Fruktose	84	18,0	80	27,5	49	21,8	65	10,7
	Saccharose	197	63,1	140	48,3	124	55,1	470	77,7
	Gesamt	370		290		225		605	
	Vitamin C	19,4				10,8		9,4	
Maritta Rütti	Glukose	35	14,9	26	14,5	5	3,1	15	4,9
	Fruktose	32	13,9	26	14,5	7	4,4	22	7,2
	Saccharose	165	71,2	128	71,0	148	92,5	268	87,9
	Gesamt	232		180		160		305	
	Vitamin C	20,5				9,7		9,4	
Maritta Barges	Glukose	35	18,4	35	19,4	16	13,3	37	14,8
	Fruktose	32	17,7	41	23,2	17	14,2	37	14,8
	Saccharose	115	63,9	100	57,4	87	72,5	177	70,4
	Gesamt	182		176		120		251	
	Vitamin C	16,5				9,8		9,8	

mg<sup>+</sup> = mg/100 g Frischgewicht; %<sup>++</sup> = Prozent des Gesamtzuckers.

*Tabelle 5*  
*Aenderungen der Gehalte an Zucker und Vitamin C in Kartoffeln  
aus verschiedenen Anbaugebieten während der Lagerung 1968/69*

Sorte Anbauort		Oktober		Dezember		Januar		März	
		mg <sup>+</sup>	% <sup>++</sup>	mg	%	mg	%	mg	%
Bintje	Glukose	123	34,5	152	42,5	148	46,6	102	41,0
	Fruktose	68	19,2	117	32,6	109	34,4	66	26,6
	Saccharose	165	46,3	89	24,9	60	19,0	80	32,4
	Gesamt	356		358		317		248	
	Vitamin C	19,1				14,3		13,4	
Reckenholz	Glukose	74	28,4	57	26,6	56	26,6	64	31,0
	Fruktose	57	21,8	58	27,1	53	25,4	56	27,0
	Saccharose	130	49,8	99	46,2	100	48,0	87	42,0
	Gesamt	261		214		209		207	
	Vitamin C	17,9				12,1		10,0	
Rütti	Glukose			56	28,0	87	40,0	45	26,3
	Fruktose			72	36,0	93	42,8	47	27,5
	Saccharose			72	36,0	37	17,2	79	46,2
	Gesamt			200		217		171	
	Vitamin C					14,7		10,7	
Barges	Glukose								
	Fruktose								
	Saccharose								
	Gesamt								
	Vitamin C								
Maritta	Glukose	72	23,5	82	26,9	115	40,0	101	36,6
	Fruktose	61	20,0	73	24,0	108	37,5	83	30,1
	Saccharose	172	56,5	150	49,1	65	22,5	92	33,3
	Gesamt	305		305		288		276	
	Vitamin C	17,5				14,4		11,0	
Reckenholz	Glukose	38	16,7	27	15,9	26	14,7	15	10,5
	Fruktose	30	13,0	27	15,9	27	15,3	17	12,0
	Saccharose	162	70,3	116	68,2	123	70,0	113	77,5
	Gesamt	230		170		176		145	
	Vitamin C	18,5				13,0		11,5	
Rütti	Glukose			42	17,6	46	15,7	15	10,3
	Fruktose			29	11,8	42	14,3	19	12,7
	Saccharose			174	70,8	202	70,0	112	77,0
	Gesamt			245		290		146	
	Vitamin C					13,6		11,5	
Barges	Glukose								
	Fruktose								
	Saccharose								
	Gesamt								
	Vitamin C								

mg<sup>+</sup> = mg/100 g Frischgewicht; %<sup>++</sup> = Prozent des Gesamtzuckers.

Tabelle 6

Aenderungen der Zuckergehalte in Kartoffeln aus verschiedenen Anbaugebieten während der Lagerung 1969/70

Sorte Anbauort		November		Februar		April		Juni	
		mg <sup>+</sup>	% <sup>++</sup>	mg	%	mg	%	mg	%
Bintje	Glukose	37	27,0	109	34,1	170	34,4	225	32,0
	Fruktose	28	20,6	87	27,0	134	27,0	175	25,3
	Saccharose	71	52,4	125	38,9	191	38,6	297	42,7
	Gesamt	136		321		495		697	
Reckenholz	Glukose	43	31,0	122	43,2	139	38,6	217	34,2
	Fruktose	32	23,0	74	26,4	80	22,2	151	23,8
	Saccharose	64	36,0	86	30,3	142	39,2	267	42,0
	Gesamt	139		282		361		635	
Rütti	Glukose	44	29,2	172	46,4	235	40,9	318	42,9
	Fruktose	35	23,0	116	31,4	169	29,4	231	31,3
	Saccharose	72	47,8	82	22,2	171	29,7	191	25,8
	Gesamt	151		370		575		740	
Barges	Glukose	44	29,2	172	46,4	235	40,9	318	42,9
	Fruktose	35	23,0	116	31,4	169	29,4	231	31,3
	Saccharose	72	47,8	82	22,2	171	29,7	191	25,8
	Gesamt	151		370		575		740	
Maritta	Glukose	51	26,6	56	23,3	61	26,2	191	22,0
	Fruktose	34	17,6	61	25,5	63	27,0	169	19,4
	Saccharose	107	55,8	122	51,2	109	46,8	511	58,6
	Gesamt	192		239		233		871	
Reckenholz	Glukose	20	19,0	75	27,4	80	30,7	151	25,0
	Fruktose	16	15,6	63	23,0	71	27,4	142	23,6
	Saccharose	69	65,4	135	49,6	109	41,9	310	51,4
	Gesamt	105		273		260		603	
Rütti	Glukose	20	19,0	75	27,4	80	30,7	151	25,0
	Fruktose	16	15,6	63	23,0	71	27,4	142	23,6
	Saccharose	69	65,4	135	49,6	109	41,9	310	51,4
	Gesamt	105		273		260		603	
Barges	Glukose			122	32,9	108	36,8	155	27,2
	Fruktose			106	28,7	99	32,5	148	26,0
	Saccharose			142	38,4	88	29,7	267	46,8
	Gesamt			370		295		570	

mg<sup>+</sup> = mg/100 g Frischgewicht; %<sup>++</sup> = Prozent des Gesamtzuckers.

den Gehalt an reduzierenden Zuckern in der Knolle senken, während er durch starke Stickstoff- und Phosphordüngung gesteigert wird. Doch ein Vergleich der Zuckergehalte der Knollen und der Art der Düngung in den drei Untersuchungsjahren (Tabelle 7) läßt für die hier mitgeteilten Befunde derartige Zusammenhänge nicht erkennen. So waren in Reckenholz 1969 die Kaligaben geringer, die Stickstoff- und Phosphorgaben dagegen etwas höher als in den Vorjahren. Ausgehend von den Angaben *Moll's* hätte man also in den Knollen der Ernte 1969 die höchsten Gehalte an reduzierenden Zuckern erwarten sollen, tatsächlich jedoch waren die Glukose- und Fruktosegehalte nach der Ernte wesentlich geringer als in den beiden anderen Untersuchungsperioden. Doch *Moll* selber weist schon auf die vielen Widersprüche in der Literatur bezüglich der Angaben über Zusammenhänge zwischen Düngung und Zuckergehalte der Kartoffeln hin und schränkt ein, daß ihre Gefäßversuche «sich sicher nicht immer in Feldversuchen reproduzieren lassen». Vielleicht waren auch die Unterschiede in der Düngung einfach zu gering, um im Zusammenspiel der vielen, Wachstum und Stoffwechsel der Knollen beeinflussenden Faktoren ihre Wirkung auf den Zuckerhaushalt erkennbar werden zu lassen.

*Tabelle 7 N-P-K-Düngung in den verschiedenen Anbauorten*

Jahr	Reckenholz	Barges	Rütti	
1967	N	110	83	kg/ha
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	60	90	kg/ha
	K <sub>2</sub> O	240	360	kg/ha
1968	N	120	146	kg/ha
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	60	93	kg/ha
	K <sub>2</sub> O	300	276	kg/ha
1969	N	120	96	kg/ha
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	80	96	kg/ha
	K <sub>2</sub> O	180	160	kg/ha

Doch trotz der unterschiedlichen Ausgangswerte zu Beginn der Lagerungsperioden variierten die Zuckergehalte während der Lagerung von Oktober/November bis April/Mai nur innerhalb gewisser, für die einzelnen Sorten typischen Grenzen. Während zu Beginn der Lagerungsperiode 1967/68 die Zuckerwerte zunächst eine fallende Tendenz aufwiesen, stiegen sie am Anfang der Lagerungsperiode 1969/70 an. Diese Befunde über eine gewisse Sortenabhängigkeit der

Zuckergehalte während der Lagerung ergänzen die Mitteilungen über sortenspezifische Unterschiede der Gehalte an Monosacchariden und Saccharose, wie sie u. a. von *Moll* (1966) (11), (1968) (5) veröffentlicht wurden. Dagegen können wir die Beobachtung dieser Autorin, daß «im Laufe der Lagerung keine Veränderung des Saccharosespiegels auftreten», für unsere Untersuchungen nicht bestätigen. Vielmehr sank der Saccharosegehalt während der Lagerung meistens auf weniger als die Hälfte des Ausgangswertes ab und stieg zum Frühjahr eben so deutlich wieder an. Eine bedeutende Abnahme des Saccharosegehaltes nach der Ernte fand auch *Pressey* (1970) (21) bei amerikanischen Kartoffelsorten, die bei 18 °C gelagert wurden. Er führte dies auf eine Aktivitätsverminderung oder Abnahme der Sucrose-Synthetase zurück. Die Untersuchungen dieses Autors erstreckten sich jedoch nur über eine Lagerungsdauer von acht Wochen, somit ist die Frage offen, ob der in unseren Untersuchungen gefundene Anstieg des Saccharosegehaltes im Frühjahr auch von einem Anstieg der Sucrose-Synthetase-Aktivität begleitet ist.

Wie *Pressey* und *Shaw* (1966) (22) in früheren Untersuchungen zeigen konnten, ist der bekannte Anstieg reduzierender Zucker während der Kaltlagerung von Kartoffeln durch ein Zusammenspiel des Enzyms Invertase und eines Invertase-Inhibitors bedingt. Wie weit dieses Enzym-Inhibitor-Paar auch für Veränderungen der Gehalte an reduzierenden Zuckern während der Lagerung unter den von uns angewandten Temperaturen verantwortlich ist, ist jedoch unbekannt.

Die Bestimmungen der Zuckergehalte in den Sorten *Bintje* und *Maritta* aus drei verschiedenen Anbauorten über drei Lagerungsperioden hinweg gaben ein sehr wechselhaftes Bild, das kaum zu interpretieren ist. Während *Moll* (1966) (11) bei der Bestimmung des Gehaltes reduzierender Zucker über drei Jahre eine gleichsinnige Reaktion verschiedener Kartoffelsorten auf die Anbauorte fand, konnten wir eine solche Feststellung kaum treffen. Zwar wiesen in den meisten Fällen die in Reckenholtz angebauten Knollen die höchsten Zuckergehalte auf, doch gab es vor allem 1969/70 zahlreiche Ausnahmen. Wie weit die gefundenen Schwankungen von Jahr zu Jahr durch Unterschiede im Klima oder auch in der Düngung bedingt sein können, lässt sich nicht feststellen. Auch hier stimmen die von *Moll* (1967) (13a) und anderen Autoren mitgeteilten Zusammenhänge zwischen Düngung und Zuckergehalt der Kartoffelknollen mit unseren Befunden nicht überein. So war z. B. 1967 die Kalidüngung in Barges 360, in Reckenholtz 240 und in Rütti 210 kg/ha. Demnach sollten die aus Rütti bezogenen Knollen den höchsten, die aus Barges bezogenen den niedrigsten Gehalt an Monosacchariden aufweisen. Bei der Sorte *Bintje* aber hatten die Knollen aus Reckenholtz sowohl absolut als auch prozentual den höchsten Anteil an reduzierenden Zuckern. Bei der Sorte *Maritta* waren die Mengen Glukose und Fruktose in den Knollen aus Barges und Rütti gleich hoch, ungeachtet der Tatsache, daß in Barges wesentlich mehr Kalidünger gegeben worden war als in Rütti. Auch in den anderen Jahren lassen sich keine Zusammenhänge zwischen Düngung und Zuckergehalt erkennen.

Ein Vergleich der Veränderungen der Zuckergehalte der sechs Sorten aus Reckenholz mit den Änderungen des Vitamin-C-Gehalts während der Lagerung läßt keine direkten Zusammenhänge erkennen. Der Vitamin-C-Gehalt nahm stets vom Herbst zum Frühjahr kontinuierlich ab, unabhängig von der Höhe des Zuckergehaltes und den Tendenzen seiner Veränderung.

Ein Vergleich der Differenzen der Zucker- und Vitamin-C-Gehalte in den Knollen aus den drei verschiedenen Anbauorten deutet an, daß die Zuckergehalte wesentlich stärker durch exogene Faktoren beeinflußt werden als der Gehalt an Vitamin C.

Diese Arbeit wurde mit der Unterstützung der Eidgenössischen Alkoholverwaltung Bern durchgeführt, wofür wir unseren besten Dank aussprechen.

### Zusammenfassung

In den Kartoffelsorten Bintje, Fina, Maritta, Ostara, Sirtema und Urgenta wurden während der Lagerungsperioden 1967/68, 1968/69 und 1969/70 in etwa monatlichen Abständen der Gehalt an Glukose, Fruktose und Saccharose enzymatisch bestimmt. Bei einem Teil der Proben wurde zusätzlich der Vitamin-C-Gehalt ermittelt. Bei den Sorten Bintje und Maritta sind diese Untersuchungen ferner in Knollen aus drei verschiedenen Anbaugebieten durchgeführt worden.

Der Gehalt an Saccharose, Glukose und Fruktose war zu Beginn der drei Untersuchungsperioden von Jahr zu Jahr verschieden. Während der Lagerung selbst variierten jedoch die Zuckergehalte nur innerhalb bestimmter, für die einzelnen Sorten typischer Grenzen. Der Anteil der Saccharose am Gesamtzucker sank in der Regel während der ersten Hälfte der Lagerung; bei Bintje und Maritta stieg er gegen Ende der Lagerungsperiode wieder an, bei der Sorte Fina blieb dieser bis zum Ende der Lagerung auf einem niedrigen Stand. Die übrigen Sorten verhielten sich in den drei Untersuchungsperioden uneinheitlich.

Ein Vergleich der Zuckergehalte in Abhängigkeit vom Anbauort zeigte deutliche Unterschiede zwischen den drei Untersuchungsperioden. Zusammenhänge zwischen den Änderungen des Zucker- und des Vitamin-C-Gehalts während der Lagerung waren nicht zu erkennen.

### Summary

The contents of sucrose, glucose and fructose were determined enzymatically in the potato varieties Bintje, Fina, Maritta, Ostara, Sirtema and Urgenta at monthly intervals during the storage periods 1967/68, 1968/69 and 1969/70. In addition the vitamin C content (ascorbic acid and dehydroascorbic acid) was measured in some of the experiments. In the varieties Bintje and Maritta these investigations were carried out in tubers grown in three different cultivation areas.

The content of sucrose, glucose and fructose was different from year to year, at the beginning of each of the three periods of storage. During the storage itself the sugar contents themselves varied only within certain small limits typical for the different varieties. The proportion of sucrose, of the total sugar, decreased generally during the

first half of storage; in Bintje and Maritta it increased again towards the end, in Fina sucrose remained at a low level until the end of storage. The other varieties showed a non-uniform behaviour during the three periods of investigation.

A comparison of the sugar contents in relation to cultivation areas shows distinct differences between the three observation periods. A correlation between the changes of the sugar- and the citamin C content during storage could not be observed.

### Literatur

1. Hoover E. F. and Xander P. A.: Potato composition and chipping quality. Am. Potato J. **38**, 163—170 (1961).
2. Shallenberger R. S., Smith O. and Treadway R. H.: Role of the sugars in the browning reaction in potato chips J. Agric. Food Chem. **7**, 274—277 (1959).
3. De Fekete M.A.R. and Cardini C. E.: Mechanism of glucose transfer from sucrose into starch granule of sweet corn Arch. Biochem. Biophys. **104**, 173—184 (1964).
4. Hassid W. Z.: Transformation of sugars in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. **18**, 253—280 (1967).
5. Moll A.: Die Saccharose im Stoffwechsel der Kartoffelknolle. Flora **159**, 277—292 (1968).
6. Somogyi J. C. und Schiele K.: Der Vitamin-C-Gehalt verschiedener Kartoffelsorten und seine Abnahme während der Lagerung. Int. Z. Vitaminforsch. **36**, 337-359 (1966).
7. Loewus F. A.: Aspects of asorbic acid biosynthesis in plants. Ann. N. Y. Acad. Sci. **92**, 57—72 (1961).
8. Klimmt G., Hübschmann K. und Gmyrek D.: Untersuchungen zur Verminderung des Fructosegehaltes der Kartoffel — ein Beitrag zur diätetischen Behandlung der hereditären Fructoseintoleranz. Monatsschr. Kinderheilk. **116**, 21—24 (1968).
- 8a. Schwimmer S., Bevenue A., Weston W. J. and Potter A. L.: Survey of major and minor sugars and starch components of the white potato. J. Agric. Food. Chem. **2**, 1284—1290 (1954).
9. Burton W. G.: The sugar balance in some British potato varieties during storage. Eur. Potato J. **12**, 81—95 (1969).
10. Ronsen K. and Frogner S.: The influence of storage and conditioning on the content of reducing sugars in potatoes grown in Norway. Eur. Potato J. **12**, 122—133 (1969).
11. Moll A.: Untersuchungen zum Einfluß von Sorte und Anbauort auf die Eignung von Kartoffelknollen für die Chipsherstellung. Eur. Potato J. **9**, 226—241 (1966).
12. Stricker H. W.: Der Gehalt an reduzierenden Zuckern bei Kartoffelsorten und Zuchstämmen in Abhängigkeit von der Lagertemperatur. Eur. Potato J. **12**, 161—172 (1969).
13. Moll A.: Der Zuckergehalt von Kartoffelknollen in Abhängigkeit von der Sorte und von Umwelteinflüssen im Hinblick auf eine Veredlung der Knollen. Dissertation, Rostock (1965).
- 13a. Moll A.: Der Einfluß der N-P-K-Düngung und der Bodenfeuchtigkeit auf den Zuckergehalt von Kartoffelknollen. Z. Pflanzenern. Bodenkunde **118**, 35—43 (1967).
14. Swiniarski E. and Ladenberger D.: The sugar content of potato tubers grown with different rates of nitrogen application. Potato Res. **13**, 114—118 (1970).
15. Bergmeyer H.-U. und Klotzsch H.: Enzymatische Bestimmung von Saccharose und Fructose; in Bergmeyer (Hrsg.): Methoden der enzymatischen Analyse. Verlag Chemie, Weinheim 1962.

16. Trautner K.: Enzymatische Zuckerbestimmungen. Z. Ernährungswiss., Suppl. 8, 40—45 (1969).
17. Zonneveld H.: Bestimmung von Vitamin C in Früchten, Fruchtsäften, Gemüse und Konserven nach der Methode nach Tillmans unter Ausschaltung reduzierender Stoffe. Z. Lebensmitt. Untersuch. Forsch. 119, 319—333 (1963).
18. 31. Tätigkeitsbericht der Vereinigung Schweiz. Versuchs- und Vermittlungsstellen für Saatkartoffeln, Zürich 1967.
19. 32. Tätigkeitsbericht der Vereinigung Schweiz. Versuchs- und Vermittlungsstellen für Saatkartoffeln, Zürich 1968.
20. 33. Tätigkeitsbericht der Vereinigung Schweiz. Versuchs- und Vermittlungsstellen für Saatkartoffeln, Zürich 1969.
21. Pressey R. and Shaw R.: Effect of temperature on invertase, invertase inhibitor, and sugars in potato tuber. Plant. Physiol. 41, 1657—1661 (1966).
21. Pressey R.: Changes in sucrose synthetase and sucrose phosphate synthetase activities during storage of potatoes. Am. Potato J. 47, 245—251 (1970).

## La numération microscopique appliquée aux plaques de Petri

Par Emile Novel

Service d'hydrobiologie et de microbiologie des denrées alimentaires  
Institut d'hygiène, Genève

### *Introduction*

Lorsque le matériel à analyser quantitativement, qu'il s'agisse d'eaux de consommation, minérales ou autres, voire d'eaux résiduaires, qu'il s'agisse de laits (de commerce, pasteurisés, upérisés, etc. . .), de crèmes, de beurre ou de n'importe quel produit alimentaire — et il y a encore bien d'autres multiples applications dans le domaine de la microbiologie médicale notamment — pouvant être extrêmement riche en micro-organismes (de quelques millions ou de milliards de germes par ml), l'on peut avoir recours à diverses techniques, à savoir:

1. à l'examen microscopique direct. Dans ce cas l'on dénombrera la totalité des bactéries, sans faire de distinction entre les microbes morts et les microbes vivants;
2. à la numération indirecte après culture, en ayant fait préalablement la dilution du matériel àensemencer;
3. à la numération directe après culture, mais sans dilution préalable obligatoire, par l'examen microscopique des boîtes de Petri. Dans les cas 2 et 3 l'on ne pourra compter, en conséquence, que les germes vivants, susceptibles de se reproduire dans le milieu nutritif (ordinaire ou spécial) et les conditions (aérobiose, anaérobiose, pH, température, etc.) choisies.