

Über den Nährwert des Rohzuckers

Von *H. Aebi* und *M. Goldblatt*, Bern

Unsere Ernährung hat im Verlauf der letzten 100 Jahre eine grundlegende Umwandlung erfahren, welche sich im wesentlichen auf die folgenden drei Faktoren zurückführen läßt:

1. ist der Weg der Nahrungsmittel vom Produzenten zum Verbraucher als Folge der Verstädterung und Industrialisierung um ein Vielfaches länger geworden.

2. hat die Zusammensetzung der Nahrung dadurch eine Änderung erfahren, daß bestimmte Nahrungsmittelklassen in stetig zunehmendem Maße bevorzugt werden (Fleisch, Süßigkeiten!) und daß die Zubereitungsmethoden andere geworden sind.

3. hat die fortschreitende Mechanisierung und Motorisierung eine deutliche Abnahme des effektiven Nahrungsmittelbedarfes mit sich gebracht.

Eine der Konsequenzen dieser Umstellung besteht in einer wesentlichen Zunahme des Anteiles an raffinierten, das heißt zum Zwecke der Haltbarmachung und Konzentrierung speziell aufbereiteten Nahrungsstoffen. Da einerseits infolge der geringeren körperlichen Arbeit weniger gegessen wird (bzw. werden sollte), und die Nahrung andererseits im ganzen genommen pro zugeführte Kalorie schutzstoffärmer geworden ist, hat die Gefahr eines latenten Mangels an Mineralsalzen, Vitaminen und Spurelementen wesentlich zugenommen. Es ist daher sehr zu begrüßen, wenn heute alle erdenklichen Anstrengungen zur Verbesserung dieser Situation unternommen werden.

Rund zwei Drittel des Kalorienbedarfes werden durch Kohlehydrate gedeckt. Während diese Menge früher zum überwiegenden Teil oder fast ausschließlich in Form von stärkehaltigen Nahrungsmitteln zugeführt wurde, ist an deren Stelle in immer größerem Ausmaß der reine Zucker getreten. Die Frage ist daher an sich berechtigt, ob es nicht durch Anwendung eines weniger weitgehenden Reinigungsprozesses möglich ist, ein Zuckerprodukt zu erhalten, welches neben der chemisch reinen Saccharose noch bestimmte Mengen an Schutzstoffen (Vitamine, Spurelemente, Mineralstoffe) enthält. Da aus den eben hier genannten Erwägungen heraus gelegentlich Rohzucker empfohlen wird, und dabei der Anschein einer wissenschaftlichen Begründung erweckt wird, soll hier ein experimenteller Beitrag zur Klärung dieser Frage geleistet werden. Es handelt sich um Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung verschiedener Zuckersorten sowie um Fütterungsversuche, welche als Unterlage für die vorliegende Stellungnahme dienen sollen. Diese Betrachtungen wären indessen unvollständig, wenn neben den ernährungsphysiologischen Aspekten zum Schluß nicht auch auf volkswirtschaftliche Gesichtspunkte eingegangen würde.

1. Die chemische Zusammensetzung der verschiedenen Zuckerarten und ihrer Ausgangsmaterialien

Um die Ursache und die Bedeutung von Unterschieden in der chemischen Zusammensetzung von Zuckern verstehen zu können, ist die Kenntnis der zur Zuckergewinnung angewandten Verfahren Voraussetzung. Es sei vorweggenommen, daß «Rohzucker» gleich wie der «raffinierte» Zucker das Produkt eines langwierigen Aufbereitungsverfahrens darstellt. Dabei werden die im Saft des Zuckerrohres oder die in den Rübenschnitzeln vorhandenen Begleitprodukte in einer Reihe von Reinigungsstufen schrittweise eliminiert. Dies erfolgt zunächst durch Alkalisierung des erwärmten Rohsaftes ($40^{\circ} \rightarrow 90^{\circ}\text{C}$) mittels Kalkmilch und Filtration des durch CO_2 -Einheiten annähernd neutralisierten Gemisches. Das dabei entstandene CaCO_3 bzw. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dient zugleich als Adsorbens und Filterhilfsmittel. Nach einer weiteren Reinigung mit Aktivkohle wird der gereinigte Saft konzentriert und die Saccharose aus der nun übersättigten Lösung zur Kristallisation gebracht. «Rohzucker» erhält man dann, wenn die bei der ersten Kristallisation gewonnenen Saccharosekristalle durch Zentrifugation von der Mutterlauge befreit werden. Es wird demnach auf eine nochmalige Auflösung in Wasser und anschließende zweite Kristallisation verzichtet, wie dies bei der Darstellung von «reinem» Zucker durchgeführt wird. Der «Rohzucker» zeichnet sich somit gegenüber dem «reinen» Zucker dadurch aus, daß bei diesem die einzelnen Kristalle von einem braunen Häutchen eingetrockneter Mutterlauge – der Melasse – überzogen sind.

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, enthält der frische Rohrzuckersaft nebst Saccharose eine große Anzahl weiterer organischer Bestandteile. Beim Saft aus Zuckerrohr handelt es sich vor allem um Zuckeralkohole (Mannit, Inosit), Uronsäuren, Aconitsäure, Purine, Nucleoside und Aminosäuren. In geringerer Menge finden sich zum Beispiel auch Lipide, Sterine und Wachse. Da der eingedickte Saft während längerer Zeit einer alkalischen Reaktion und erhöhten Temperatur ausgesetzt ist, kommt es als Folge der Maillard-Reaktion und anderer Sekundärreaktionen des Zuckers zur Bildung von sogenannten «Bräunungsprodukten», welche in der End-Melasse in Mengen bis zu 10% angereichert sind. Der Gehalt des frischen Saftes an Mineralsalzen und an Vitaminen entspricht etwa demjenigen von Früchten und Gemüsen. Vergleicht man die Zusammensetzung von Rohr-Rohzucker mit derjenigen des frischen Rohrzuckersaftes, so ergibt sich, daß im käuflichen Rohzucker nur noch ein sehr kleiner Bruchteil davon zu finden ist. Die Beurteilung dieses Vergleiches wird zwar dadurch erschwert, daß die Zusammensetzung beider Produkte je nach Provenienz, Gewinnungsart und eventueller Lagerungsbedingungen beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist. Selbst bei Berücksichtigung eines großen Streubereiches muß die im Rohr-Rohzucker vorhandene Wirkstoff-«Garitur» (Vitamine + Spurelemente + Mineralsalze) als relativ bescheiden bezeichnet werden. Aus

den in Tabelle 1 angeführten Gehaltsangaben geht hervor, daß selbst in 100 g Rohrzucker Vitaminmengen enthalten sind, welche größenordnungsmäßig einige Prozente des täglichen Bedarfes ausmachen (vgl. 2, 5, 11). Bei Rohrzucker, dargestellt aus Rüben, ergeben sich ähnliche Werte; im allgemeinen sind diese noch etwas kleiner. Demgegenüber ist es verständlich, daß Melassepräparate etwas mehr Mineralsalze und Vitamine enthalten.

Tabelle 1

Chemische Zusammensetzung von Rohrzuckersaft, Rohrzuckermelasse und Rohr-Rohrzucker. Alle Gehaltsangaben sind ausgedrückt in g pro 100 g Trockensubstanz (Vitamine in $\gamma/100$ g). Daten aus [2], [5], [10].

	Rohrzuckersaft (Trockengewichts- anteil etwa 17%)	Rohrzucker- Endmelasse; «Blackstrap» (Trockengewichts- anteil etwa 80%)	Rohr-Rohrzucker (Wassergehalt etwa ½%)
Kohlehydrate total	83 -92	70 -85	96-98
Saccharose	78 -84	37 -47	
Andere Zucker	4 - 8	20 -32	
Zuckerderivate	0,5- 1	12 -14	
Organische Säuren total	2 - 4	7 - 8	0,01 -0,04
Aconitsäure	0,3- 2	1 - 5	
N-Verbindungen total (als N)	bis 0,2	0,4- 1,4	
Mineralsalze, Asche total	1,5-3,5	etwa 10	0,1 -0,2
Na	0,05		0,001-0,003
K	1,5		0,01 -0,06
Ca	0,1		0,02 -0,08
Mg	0,2		0,01
Fe	0,01		< 0,001
Vitamine			
B ₁	50-100	800	0- 12
B ₂	30- 50	250	3- 8
B ₆	20-200	600	-
PPF	40-500	2000	20- 30
Pantothensäure	100-500	2000	5- 40
Biotin	20-200	200	-
Ascorbinsäure	-	-	200-1200

Um über die Zusammensetzung der in der Schweiz erhältlichen Rohrzucker- und Melasse-Sorten Aufschluß zu erhalten, wurde eine Reihe von Proben auf ihre chemische Zusammensetzung untersucht (vgl. Tabelle 2). Aus diesen Daten geht hervor, daß die Zusammensetzung des im Handel befindlichen Rohrzuckers

starken Schwankungen unterworfen ist. Es sei hier vor allem auf diejenigen Begleitstoffe der Saccharose eingegangen, denen möglicherweise biologische Bedeutung zukommt. Mengenmäßig dominieren die Mineralsalze, in ihrer Gesamtheit als «Asche» erfaßt. Zum überwiegenden Teil sind es Kaliumsalze, welche in Obst, Gemüsen und Fleisch bereits reichlich vorhanden sind. Hinsichtlich Kaliumversorgung besteht somit eher Gefahr eines unerwünschten Überangebots; ein Mangel ist dagegen kaum zu befürchten. Bei der Untersuchung der Aschenbestandteile ist besonders auf das Vorkommen essentieller Spurelemente geachtet worden. Die spektroskopische Analyse hat ergeben, daß der Gehalt an Eisen, Mangan, Kupfer und Kobalt minim ist, während nachweisbare Mengen von Zink und Molybdän überhaupt nicht zu finden sind. Vergleicht man diese Spurelementgarnitur mit derjenigen anderer Nahrungstoffe, stellt man zum Beispiel fest, daß Leber etwa das 50fache an Eisen und Kupfer aufweist und daß in den meisten Gemüsen etwa gleich viel Kobalt und wesentlich mehr Mangan enthalten ist (vgl. 1, 5). Es ist daher sehr fraglich, ob den im Rohzucker vorhandenen Spurelementen irgendwelche ernährungsphysiologische Bedeutung für den Menschen zukommt.

Tabelle 2

Chemische Zusammensetzung einiger Proben von Kristallzucker, Rohzucker und Melasse. Die Proben wurden in Detaillebensmittelgeschäften (Bern) bezogen. Ausführung der Analysen im Laboratorium des Kantonschemikers Bern (Zuckerbestimmung nach Poterat-Eschmann; Bestimmung der Aschen konduktometrisch; Bestimmung der Alkalien und Schwermetalle flammenphotometrisch bzw. spektroskopisch).

	Kristallzucker	Rohzucker			Melasse	
		A	B	C	D	E
Wassergehalt (%)	0,03	0,30	0,55	0,38	23,0	19,7
Saccharose (%)	99,6	96,8	96,2	97,2	40,1	20,5
red. Zucker (%)	0	0,65	1,06	1,0	13,7	33,9
Stickstoff (als N) (%)	0,009	0,03	0,02	0,04	0,28	0,08
Asche; total (%)	0,03	0,46	1,17	0,33	9,32	1,26
Natrium (%)	0,0027	0,0037	0,0026	0,0009	0,30	0,15
Kalium (%)	0,0028	0,061	0,29	0,029	1,15	0,17
Eisen p. p. m.	2	5	5	—	400	8
Mangan p. p. m.	< 0,1	0,5	0,25	—	10	0,25
Kupfer p. p. m.	0,3	1,5	0,8	—	15	2,5
Kobalt p. p. m.	< 0,3	0,8	0,8	—	8	0,8

Zum selben Schluß gelangt man bei der Beurteilung des Vitamingehaltes der untersuchten Rohzuckerproben. Die vom Vitamininstitut, Basel, ausgeführten Analysen haben einen Aneuringehalt von 12 γ /100 g und einen Lactoflavingehalt von 8 γ /100 g ergeben. Die für Rohrzucker-Melasse ermittelten Werte sind höher (33 γ /100 g Vitamin B₁ bzw. 47 γ /100 g Vitamin B₂). Selbst diese Mengen liegen noch in einer Größenordnung, bei welcher ein nennens-

werner Anteil an der Deckung des Bedarfes unwahrscheinlich ist. Etwas größer ist zwar der Gehalt an anderen Faktoren des Vitamin-B-Komplexes, wie Nikotinsäureamid, Pyridoxin und Pantothenensäure (vgl. Tabelle 1). Bei einer einigermaßen ausgeglichenen Kost und normal tätiger Darmflora ist die Versorgung mit diesen Vitaminen jedoch derart günstig, daß auch diese Mengen praktisch keine Rolle spielen dürften.

Obwohl dem Rohzucker bereits auf Grund dieser Analysenresultate eine praktische Bedeutung als Wirkstoffträger – wenigstens hinsichtlich Spurelemente und Vitamine – abgesprochen werden könnte, sollen hier noch zwei weitere Faktoren erwähnt werden, von denen möglicherweise eine biologische Wirkung ausgehen kann: Bakterienflora und die Stickstoff-Fraktion. Im mehr oder weniger feuchten Melassehäutchen sind stets massenhaft Bakterien vorhanden. Die geringen Mengen von N-Substanzen (Aminosäuren usw.) und Salzen sind zwar für die Ernährung des Menschen irrelevant, genügen indessen, um zahlreichen Arten von Bakterien und eventuell Pilzen hinreichende Lebensbedingungen zu bieten. Nach Angaben der Literatur [6] enthält Rohzucker $1-50 \cdot 10^6$ Keime/g, wobei es sich vorwiegend um thermophile Mikroorganismen handelt (zum Beispiel *B. subtilis*). Zwar ist auch der «weiße» Zucker nicht frei von Keimen; es ergeben sich hier jedoch Keimzahlen, welche im Mittel rund zehnmal kleiner sind. – Die chemische Zusammensetzung der Stickstoff-Fraktion aus Rohr-Rohzucker bzw. Melasse ist relativ gut untersucht (vgl. [2]), weniger dagegen diejenige der aus Zuckerrüben dargestellten Produkte. Während in beiden Fällen eine annähernd komplette Garnitur von freien Aminosäuren zu finden ist, enthält die Rübenzuckermelasse ansehnliche Mengen von Glycocoll-Betain, das heißt erschöpfend N-methyliertem Glycocoll. Während von den freien Aminosäuren – soweit es sich um die regulären Eiweißbausteine handelt – in den vorliegenden Mengen keine besondere Wirkung ausgehen dürfte, ist dies beim Betain denkbar: Rübenmelasse enthält nämlich etwa 8% Betain (= zwei Drittel des Total-N-Gehaltes). Um diese Möglichkeit zu prüfen, sind zur Ergänzung der chemischen Untersuchungen die folgenden Fütterungsversuche ausgeführt worden.

2. Fütterungsversuche mit reiner Saccharose, Rohzucker und Melasse

Da – soweit bekannt – noch keine biologischen Experimente vorliegen, welche Anhaltspunkte für die behaupteten Vorzüge des Rohzuckers liefern, wurde in Zusammenarbeit mit P. Ebnöter und M. Goldblatt eine Reihe derartiger Ernährungsversuche ausgeführt [3, 4]. Bei der Wahl der Versuchsanordnung wurden absichtlich extreme Bedingungen gewählt, um eine eventuelle Wirkung der gefütterten Zuckerart manifest werden zu lassen. Das Interesse galt dabei vor allem dem Betain, welches – wie bereits erwähnt – im Rohzucker bzw. der Zuckerrübenmelasse enthalten ist. Von den im Betain

vorhandenen Methylgruppen ist bekannt, daß sie – gleich wie jene des Cholins – biologisch labil sind, das heißt im Organismus auf bestimmte Verbindungen übertragen werden können. Besteht nun ein Mangel an solchen Methyl-Donoren, kommt es zu gut faßbaren Schädigungen. So sind zum Beispiel Ratten gegen Cholinmangel relativ empfindlich, indem es zu einer Wachstumsverzögerung und zu einer Leberverfettung kommt. Die ersterwähnte dieser Wirkungen wurde im Wachstumsversuch untersucht, die zweite mit Hilfe der Methodik von Kosterlitz (vgl. [8]); ein Verfahren, bei welchem die Wirkung einer bestimmten Ernährungsart durch ihren Einfluß auf die Zusammensetzung der Leber zu erfassen versucht wird.

Für die Wachstumsversuche wurden Ratten gleichen Alters und gleicher Herkunft in Gruppen von 8 bzw. 4 Stück unterteilt. Sie erhielten ein Futter, bestehend aus 20% Kasein, 10% Fett (Schweineschmalz), 4% Salzgemisch (Mac Collum), 1% Vitamingemisch, enthaltend alle wasser- und fettlöslichen Vitamine (außer Cholin) und 65% Kohlehydrat. Jeder Gruppe wurde als Kohlehydratquelle ein anderer Zucker verabreicht. Neben zwei verschiedenen Rohzuckerproben und reiner Saccharose wurde einer weiteren Gruppe zwecks Kontrolle reine

Tabelle 3

Wachstumsgeschwindigkeit junger Ratten bei Ernährung mit einem Futter, enthaltend 65% Zucker. Serie I, 8 Ratten, Serie II, 4 Ratten pro Gruppe. Versuchsdauer 31 Tage.

	Mittlerer Futterverzehr pro Tag in g	Mittlere Gewichtszunahme pro Tag in g	Mittleres Körpergewicht in g		
			bei Versuchsbeginn	bei Versuchsende	Differenz
I. Saccharose	7,8	2,39	53,1	127,2	74,1
Rohzucker A	7,9	2,38	52,6	126,5	73,9
Rohzucker B	7,6	2,27	52,0	122,5	70,5
Saccharose + 5% Melassekonzentrat	8,1	2,51	52,6	130,7	78,1
II. Saccharose	9,3	2,22	62	131	69
Rohzucker A	8,5	2,19	64	132	68
Rohzucker B	8,6	2,25	68	138	70
Saccharose + Betain	9,9	2,51	68	146	78
Rohzucker A + Betain	9,4	2,12	75	141	66
Rohzucker B + Betain	9,1	2,29	65	136	71
Saccharose + Cholin	9,5	1,90	71	132	61
Rohzucker A + Cholin	9,1	2,03	66	129	63
Rohzucker B + Cholin	9,2	2,32	58	130	72

Saccharose mit einem 5%igen Zusatz von (zuckerfreiem) Melassekonzentrat¹ verfüttert. Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, nahm das Körpergewicht sämtlicher Ratten im gleichen Ausmaß zu, und zwar um etwa 70 g während der 31tägigen Versuchsdauer. Eine signifikante Abweichung des Futterverzehr oder der mittleren Gewichtszunahme konnte bei keiner Gruppe beobachtet werden. Eine ähnliche Versuchsanordnung wurde bei etwas größeren Ratten (etwa 70 g) angewendet. Ein und dieselbe Zuckerart wurde indessen unter drei verschiedenen Bedingungen getestet und zwar a) ohne Cholinzusatz zum Grundfutter, b) mit Cholinzulage (34 mg/Tag) und c) mit Betainzulage (68 mg/Tag). Auch unter diesen Bedingungen konnten bei den einzelnen Gruppen keine gesicherten Unterschiede hinsichtlich Wachstumsgeschwindigkeit oder im Verhalten der Versuchstiere beobachtet werden.

Da die chemische Zusammensetzung der Leber durch diätetische Maßnahmen beeinflusst werden kann, ist auf diesem Wege versucht worden, Anhaltspunkte für eine besondere Wirkung der im Rohzucker und in der Melasse vorhandenen Begleitstoffe zu gewinnen. Das hierfür angewandte Verfahren von Kosterlitz ist zwar ursprünglich für die Bestimmung der biologischen Wertigkeit von Eiweiß ausgearbeitet worden. Das ihm zugrundeliegende Prinzip erlaubt indessen auch eine Prüfung der zwischen Kohlehydrat- und Eiweißhaushalt bestehenden Wechselwirkungen (vgl. [3]). Die Annahme erscheint berechtigt, daß auch eine wesentliche Änderung der Versorgung mit lipotropen Faktoren mit Hilfe dieser Methode aufgedeckt werden kann. – Das praktische Vorgehen besteht darin, daß Ratten (von etwa 150 g) während einer achttägigen Versuchsperiode mit einer Standardkost gefüttert werden und anschließend Lebergewicht, sowie Eiweiß-, Fett- und Glykogengehalt der Leber bestimmt werden. Was die Abhängigkeit des sogenannten «labilen Lebercytoplasmas» von der Art und Menge der zugeführten Nahrung anbelangt, so sei auf die früheren Arbeiten verwiesen [8, 7, 3]. Im Rahmen der hier gestellten Frage interessiert nun, ob es durch Fütterung verschiedener Zuckerarten möglich ist, Unterschiede in der Zusammensetzung der Leber, speziell bezüglich Fettgehalt zu erzielen. Wie aus der Zusammenstellung in Tabelle 4 hervorgeht, ist dies unter den hier gewählten Versuchsbedingungen nicht der Fall. Ob als Kohlehydratquelle (65% des Futters) reine Saccharose, Rohzucker oder mit 5% «Melassekonzentrat» versetzte Saccharose verabreicht werden, ist ohne faßbaren Einfluß. In allen drei Versuchsserien resultiert fast genau dasselbe Durchschnittsgewicht der Leber. Bei den mit reiner Saccharose gefütterten Ratten zeigt die Leber zwar den höchsten Fettgehalt und enthält auch am meisten Glykogen. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß die einzelnen Werte innerhalb der neun

¹ Dieses zuckerfreie Melassekonzentrat wurde durch Verdünnen von Zuckerrübenmelasse und alkoholische Vergärung des darin enthaltenen Zuckers hergestellt. Nach Einengen resultierte ein zähflüssiger Rückstand, welcher neben 30% Wasser noch etwa 1% Saccharose und 3% reduzierende Zucker enthielt.

Tiere umfassenden Gruppen eine beträchtliche Streuung aufweisen und daß diese an sich geringen Unterschiede der Mittelwerte in keiner Weise signifikant sind. Ein analog durchgeführter Versuch, bei welchem die Zuckerfütterung auf drei Wochen ausgedehnt wurde, führte zum gleichen Ergebnis. Es ist somit im Tierversuch unter Anwendung zweier verschiedener Versuchsanordnungen und Wahl einseitiger Ernährungsbedingungen nicht gelungen, biochemisch faßbare Unterschiede zwischen den hier getesteten Zuckersorten nachzuweisen.

Tabelle 4

Chemische Zusammensetzung der Leber nach Fütterung verschiedener Zuckerarten. Angegeben sind jeweiligen Mittelwert \pm Standardabweichung des Einzelwertes, sowie - in Klammern - die Extremwerte (Gruppen zu je 9 Ratten).

Kohlehydratanteil im Futter	I Reine Saccharose	II Rohzucker	III Reine Saccharose + 5% Melasse- konzentrat
Relatives Lebergewicht: <i>Lebergewicht</i> in % des Körpergewichts	3,77 \pm 0,30 (3,30-4,28)	3,93 \pm 0,30 (3,37-4,26)	3,80 \pm 0,37 (3,38-4,37)
Trockengewichtsanteil im Lebergewebe, <i>Trockengewicht</i> in % des Feuchtgewichts	30,73 \pm 1,02 (29,50-32,85)	30,24 \pm 0,74 (29,20-31,50)	29,89 \pm 0,73 (28,30-30,85)
Gesamtfett in %	3,06 \pm 1,12 (2,10-5,40)	2,88 \pm 0,52 (2,36-3,91)	2,91 \pm 0,54 (2,48-4,25)
Glykogen in %	3,15 \pm 1,29 (0,84-5,43)	2,41 \pm 1,07 (0,92-3,85)	2,74 \pm 0,92 (1,45-3,97)
Proteine + Nucleinsäuren, erfaßt als N.N.S. (= Non- lipid-Non-glycogen-Solids) in mg/100 g Körpergewicht	934 \pm 74 (789-1019)	985 \pm 81 (851-1088)	925 \pm 88 (812-1027)

Nach der ernährungsphysiologischen Betrachtung des Rohzuckers soll nun abschließend noch auf einige volkswirtschaftliche Aspekte der Frage Rohzucker oder «raffiniertes» Zucker eingetreten werden. Ganz allgemein ist zunächst festzustellen, daß der Zuckerverbrauch pro Kopf der Bevölkerung im Laufe der letzten 100 Jahre wesentlich zugenommen hat. Er beträgt gegenwärtig in der Schweiz etwa 45 kg pro Kopf und Jahr, das heißt etwa 120 g (\sim 500 Kal.) pro Tag. Diese Zunahme dürfte die praktische Bedeutung der hier diskutierten Frage zur Genüge unterstreichen. Zahlreiche Faktoren sind für diese Zunahme verantwortlich zu machen: Einerseits solche, die als Verbrauchslenkung durch den Konsumenten selbst aufzufassen sind: 1. Der stetig zunehmende «Drang»

nach Süßem jeglicher Art; wird doch der überwiegende Teil des Zuckers entweder als Süßstoff in Getränken (Kaffee, Tee) oder als Bestandteil von Zuckerwaren, Konfitüre und Schokolade eingenommen. 2. Ebenso sehr dürfte auch der niedrige Preis des Zuckers zu seiner Popularisierung beigetragen haben. Wird ein Preis von 80 Rp. pro kg angenommen, dann kommen 1000 Kal. ($\sim \frac{1}{3}$ des täglichen Energiebedarfes) auf 20 Rappen zu stehen. Dies ist der billigste Energieträger, gefolgt von der Kartoffel und dem (künstlich verbilligten!) dunklen Brot. Andererseits dürften dabei auch die folgenden ökonomischen Gesichtspunkte eine Rolle gespielt haben: 3. die Tatsache, daß Zucker in chemisch reiner Form praktisch unbegrenzt haltbar ist und sich daher für die Vorratshaltung sehr gut eignet. Als 4. Argument wäre zu erwähnen, daß bei der Anpflanzung von Zuckerrüben ein maximaler Ertrag hinsichtlich Kalorien pro Bodenfläche (nach Schneider [11] etwa 50 000 Kal./Hektare/Tag) resultiert, das heißt etwa das Doppelte im Vergleich zum Kartoffelanbau.

So verständlich diese Umstände, welche zu einer starken Erhöhung des Zuckerverbrauches geführt haben, auch sein mögen, so wird diese Entwicklung gleichwohl von vielen Ernährungsforschern mit gemischten Gefühlen verfolgt¹. Dies, weil der Anteil gereinigter, chemisch aufbereiteter Nahrungsstoffe dadurch eine weitere Erhöhung erfährt. Es besteht jedoch kein Grund zu ungerechtfertigter Schwarzmalerei; jedenfalls dann nicht, wenn die sich aufdrängenden Konsequenzen zur Gewährleistung einer hinreichenden Versorgung mit Vitaminen, Spurelementen und Mineralsalzen gezogen werden. Daß nun der Ersatz des reinen Zuckers durch Rohzucker ein denkbar untaugliches Mittel ist, um die Schutzstoffversorgung zu verbessern, geht bereits aus den oben mitgeteilten Gehaltsangaben hervor. Wenn schon die Frage Rohzucker *oder* weißer Zucker gestellt wird, dann fällt dieser Vergleich auch noch in anderer Hinsicht zu ungunsten des Rohzuckers aus: Die starke bakterielle Besiedelung und die dadurch bedingte beschränkte Haltbarkeit sind Argumente, welche vom wirtschaftlichen bzw. hygienischen Standpunkt aus dem Rohzucker entgegengehalten werden müssen. Vor allem aber ist der dafür verlangte Preis zu beanstanden, der sich durch die darin enthaltenen Begleitstoffe in keiner Weise rechtfertigen läßt. Von zahnärztlicher Seite wird ferner auf den Umstand hingewiesen, daß die deutlich verminderte Süßkraft des Rohzuckers zu einem Mehrverbrauch verleitet. Der salzig-bittere Geschmack gewisser Begleitstoffe (zum Beispiel Kaliumsalze, Bräunungsprodukte) macht sich so in unerwünschter Weise bemerkbar. Andererseits wird dem Rohzucker gerade wegen dieser Begleitstoffe ein angenehm «aromatischer» Geschmack zugeschrieben – das einzige Positivum, das hier zugunsten des Rohzuckers vorgebracht werden kann!

¹ Es sei darauf hingewiesen, daß hier ausschließlich die Auswirkungen des Zuckers auf den Organismus *als Ganzes* untersucht worden sind. Auf die ebenfalls viel diskutierte Frage nach der Bedeutung des Zuckers und anderer Kohlehydrate für die Entstehung der Zahnkaries kann im Rahmen dieser Arbeit nicht eingetreten werden.

Der sicherste und zweckmäßigste Weg, den Bedarf an Wirkstoffen sicherzustellen, besteht vielmehr darin, die Nahrung möglichst abwechslungsreich zu gestalten und den unveränderten Nahrungsmitteln, welche eine reiche « Wirkstoffgarnitur » aufweisen (frisches Obst, Gemüse, Milch, Leber), nach Möglichkeit den Vorzug zu geben. Durch Kombination gereinigter, wirkstoffarmer Nahrungsstoffe mit solchen Vitamin- und Spurelementträgern sollte es möglich sein, dem Gesetz des Minimums in jeder Hinsicht Genüge zu tun. Es sei in diesem Zusammenhang daran erinnert, daß fast alle Polysaccharide und freien Zucker in ihrer natürlichen Umgebung von denjenigen Co-Faktoren begleitet werden, welche der Organismus zu ihrer Umsetzung benötigt (besonders Vitamin-B-Komplex). Darin besteht die große Überlegenheit aller unveränderten Zuckerquellen. Beim Vorgang der Raffinierung wird nun aber der Zucker nicht nur von unerwünschten Begleitstoffen abgetrennt, sondern es gehen auch die Wirkstoffe weitgehend verloren. Diese Feststellung trifft für *alle* Zuckerprodukte zu. Auch Rohzucker ist somit – gleich wie der weiße Zucker – als Vitaminträger und Quelle von Spurelementen praktisch bedeutungslos. Bis heute liegen jedenfalls noch keine Befunde vor, welche die gelegentlich behauptete Sonderstellung des Rohzuckers in überzeugender Weise zu erklären vermögen.

Zusammenfassung

1. Ausgehend von der Feststellung, daß bei den heutigen Ernährungsgewohnheiten eine Verbesserung der Schutzstoff-Versorgung zu fordern ist (mehr Vitamine, Spurelemente und Mineralsalze pro zugeführte Kalorie), wird die in diesem Zusammenhang empfohlene Verwendung von Rohzucker einer kritischen Betrachtung unterzogen.

2. Chemische Untersuchungen, speziell auf Vitamine und Spurelemente, haben ergeben, daß die Zusammensetzung des käuflichen Rohzuckers großen Schwankungen unterworfen ist und daß dieser als Wirkstoffquelle praktisch nicht in Frage kommt. Im Hinblick auf den Betaingehalt durchgeführte Fütterungsversuche an Ratten zur Prüfung auf eine mögliche lipotrope Wirkung führten zu einem negativen Ergebnis.

3. Auf Grund dieser Befunde darf der Schluß gezogen werden, daß die gelegentlich behauptete Vorzugsstellung des Rohzuckers jeglicher wissenschaftlichen Begründung entbehrt.

Résumé

1. En partant de l'idée qu'il est nécessaire d'augmenter la teneur en substances protectrices (vitamines, oligo-éléments, sels minéraux) de l'alimentation actuelle, on procède à une étude critique de la propagande en faveur de la consommation du sucre brut.

2. Des analyses chimiques spécialement orientées sur les oligo-éléments et les vitamines ont montré que la consommation du sucre brut du commerce est soumise à de grosses variations et qu'on ne pouvait en fait le considérer comme source de vitamine et d'oligo-élément. Les essais alimentaires pratiqués sur des rats, qui prenaient en considération la teneur en bêtaïne et visaient à démontrer une éventuelle action lipotrope, ont donné un résultat négatif.

3. Sur la base de ces expériences, on peut conclure que la réclame sur les avantages du sucre brut est dépourvue de tout fondement scientifique.

Literatur:

- [1] *Aebi H.*: Die Bedeutung der Spurelemente für die Ernährung des Menschen. Zschr. f. Präventivmedizin 1, 137 (1956).
- [2] *Binkley W. W.* und *Wolfrom M. L.*: Composition of cane juice and cane final molasses. Advances in Carbohydrate Chemistry 8, 291 (1953).
- [3] *Ebnöter P.* und *Aebi H.*: Die Wirkung verschiedener Zuckerarten auf den Eiweißgehalt der Leber. Int. Zschr. f. Vitaminforschung 26, 147 (1955).
- [4] *Goldblatt M. H.*: The effect of raw and refined sugars on growth rate and nitrogen content in the liver of albino rats. Inaugural-Dissertation, Universität Bern (1958).
- [5] *Gonnelle H.* und *Panlais R.*: Der Rohzucker – ein Unfug auf dem Ernährungssektor (Deutsche Übersetzung). Zucker 9, 111 (1956).
- [6] *Hall H. H.* und *Tennisson J. D.*: Biological studies on (beet) sugars of 1947. Report Nr. AIC – 193; U.S. Dept. of Agriculture (1948).
- [7] *Harper A. E.* und *Monson W. J.*: Influence of carbohydrates and proteins on liver fat deposition in rats. Fed. Proc. 12, 416 (1953).
- [8] *Kosterlitz H. W.* und *Campbell R. M.*: The assay of the nutritive value of protein by its effect on liver cytoplasm. J. Physiol. 107, 383 (1948).
- [9] *Richet C.*: Die Bedeutung des Zuckers in der menschlichen Ernährung (Deutsche Übersetzung). Zucker 7, 477 (1954).
- [10] *Rogers D.* und *Mickelson M. N.*: Vitamin B contents of sugar beets and by products. Ind. Eng. Chem. 40, 527 (1948).
- [11] *Schneider F.*: Weißzucker und Ernährung. Zucker 6, 207 (1953).

Referate

Internationaler Tag der Milch

Die Milch als Säuglingsnahrung

Von Dr. med. *E. Ziegler*, Kinderarzt, Winterthur

Bei den Reptilien und Vögeln finden sich schon im Ei alle jene Nährstoffe, die das Jungtier für seinen Aufbau während der ersten Phase seines Lebens benötigt. Bei den Säugetieren dagegen ist es die Milch, die sie ihm fortlaufend zuführt. Die Milch, dieses ursprünglichste aller Nahrungsmittel, weist darum bei jeder Tierart eine ganz besondere, den Bedürfnissen vorzüglich angepaßte Zusammensetzung auf. Trotzdem gelten für alle Milcharten gewisse allgemein gültige Grundprinzipien. In Form von biologisch hochwertigen Eiweißstoffen, die im Gegensatz zu den pflanzlichen Eiweißen auch alle lebenswichtigen, sog. essentiellen Aminosäuren enthalten, sowie der Mineralsalze und schließlich auch des Wassers enthalten sie die Bausteine für den Aufbau der körpereigenen Zellen und Gewebe. Daneben weisen sie aber stets auch die beiden energiespendenden Betriebsstoffe, den Milchzucker und die Milchfette, auf. Aber auch ihnen scheinen darüber hinaus noch gewisse besondere Aufgaben zuzukommen, indem sie vielleicht am Aufbau bestimmter Substanzen in den Nervenzellen beteiligt sind.

Auch für den menschlichen Säugling gibt es im Grunde genommen nur eine einzige ihm wirklich angepaßte Milch, die Frauenmilch. Dies dürfen wir nie vergessen, selbst wenn wir heute mit einem gewissen Recht sagen, das Problem der künstlichen Säuglingsernährung sei weitgehend gelöst. Dank der raschen Entwicklung der Kinderheilkunde und