

Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit
Band: 43 (1952)
Heft: 4

Artikel: Untersuchungen von rohen Frucht- und Gemüsesäften
Autor: Hoffmann, S.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-982648>

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: 28.01.2026

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

MITTEILUNGEN

AUS DEM GEBIETE DER

LEBENSMITTELUNTERSUCHUNG UND HYGIENE

VERÖFFENTLICHT VOM EIDG. GESUNDHEITSAMT IN BERN

Offizielles Organ der Schweiz. Gesellschaft für analytische und angewandte Chemie

TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE ET D'HYGIÈNE

PUBLIÉS PAR LE SERVICE FÉDÉRAL DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE À BERNE

Organe officiel de la Société suisse de chimie analytique et appliquée

ABONNEMENT:

Schweiz Fr. 17.— per Jahrgang (Ausland Fr. 22.—) Preis einzelner Hefte Fr. 3.— (Ausland Fr. 4.—)
Suisse fr. 17.— par année (étranger fr. 22.—) Prix des fascicules fr. 3.— (étranger fr. 4.—)

BAND 43

1952

HEFT 4

Untersuchungen von rohen Frucht- und Gemüsesäften

Von S. Hoffmann, Gesundheitsinspektor, St.Gallen

1. Problemstellung

Rohe Frucht- und Gemüsesäfte sind insofern Lebensmittel besonderer Art, als ihnen spezielle physiologische Wirkung und besonderer therapeutischer Wert zukommt. Dies wird in der Kinderheilkunde seit langem mit gutem Erfolg ausgenützt.

In den USA leitet man heute praktisch alle Mahlzeiten mit Säften ein, so dass sie dort als eigentliche Volksgetränke zu betrachten sind. Sie werden in modern eingerichteten Fabriken hergestellt, in Flaschen oder Büchsen abgefüllt und durch Erhitzen entkeimt.

In unserem Lande beginnen sich die Obst- und Gemüsesäfte erst jetzt, nachdem ihre Gewinnung im kleinen technisch gelöst ist, richtig einzubürgern. Säfte sind heute in Restaurants und Läden erhältlich, in denen sie auf Bestellung hin konsumiert oder über die Gasse verkauft werden.

Aus dieser Fabrikationsweise erwachsen der *Lebensmittelkontrolle* neue wichtige Aufgaben, die vorwiegend mikrobiologischer Art sind. Dabei dürfen wir wohl von der Tatsache ausgehen, dass die Bakterien hier weniger in medizinischer als in hygienischer Beziehung eine Rolle spielen. Jedenfalls ist es höchst

unwahrscheinlich, dass — wie bei der Milch — pathogene Keime darin enthalten sind. Dagegen verraten uns hier die Mikroorganismen, ob bei der Säftengewinnung die notwendige Sorgfalt und Reinlichkeit beachtet worden ist. Diesen Sachverhalt haben wir besonders geprüft. Ferner haben wir untersucht, ob sich die Mikroorganismen in den Säften vermehren, inwiefern sich die Keime durch Waschen des Obstes und Gemüses und Pasteurisieren der Säfte reduzieren lassen und wie die Zentrifugen zweckmässig zu kontrollieren sind. Neben Untersuchungen mikrobiologischer Art befassten wir uns mit der Sinnenprüfung, haben pH- und Vitamin C-Werte ermittelt und Formolzahlen bestimmt.

2. Grundsätzliches zur Saftgewinnung

Es gibt unseres Wissens 2 gebräuchliche Arten der Saftgewinnung im kleinen: das *Auspressen* und das *Ausschleudern*. Mit den *Haushaltpressen* werden die Säfte von Beeren direkt, die von Rübli, Sellerie, Rettichen usw. nach vorherigem Raffeln gewonnen. Apfel und Birnen sind überraschenderweise nicht auspressbar, da ihr zerriebenes Fruchtfleisch als Brei die Sieblöcher passiert. Auch alle Blattgemüse sind hier von der Saftgewinnung ausgeschlossen. Bei den modernen *Saftzentrifugen* wird das Obst und Gemüse in der Zentrifuge selbst durch eine rasch rotierende Raffelscheibe zerrissen, mehr oder weniger als Brei in den mit der Raffel kombinierten Siebkorb befördert und ausgeschleudert. Gegenüber dem Pressprinzip liegt hier ein wesentlicher Vorteil darin, dass der ganze Vorgang in einem Zuge und ungeheuer schnell vor sich geht, so dass der Kontakt mit der Luft auf ein Minimum beschränkt wird. Da in unserem Kontrollgebiet (Stadt St.Gallen) ausschliesslich die Turmix-Zentrifuge gebraucht wird, haben wir, um im Laboratorium ungestört Versuche durchführen zu können, eine solche für längere Zeit gemietet.

3. Einige Saftausbeute-Versuche

Die Saftausbeute ist sowohl vom ökonomischen wie auch vom diätetischen Standpunkt aus betrachtet von Interesse. Idealerweise sollte nur die reine Zellulose übrig bleiben (Trester). *Heun*¹⁾ macht allerdings darauf aufmerksam, dass insofern mit der Zellulose Eiweisse, Zucker- und Mineralstoffe, Vitamine u.a.m. zurückbleiben können, als diese in den Zellwänden fixiert sind. Nach unsern Versuchen bleiben nun aber nicht bloss Zellsubstanzen, sondern, je nach Frucht- und Gemüseart, auch mehr oder weniger Saft und mit diesem Nähr- und Wirkstoffe zurück. Auch das Zentrifugat besteht (vgl. Tabelle 16) nicht einseitig aus Saft, sondern aus einem Gemisch von Flüssigkeit und Faserstoffen, so dass die Bedenken *Heuns* u.E. weitgehend zerstreut werden. Über die Ergebnisse der Ausbeuteversuche gibt uns Tabelle 1 Auskunft.

Die Saftausbeute ergab sich aus der genauen Wägung der zu verarbeitenden Ware, der Saftmenge und des Tresters. Bei den Versuchen mit der Haushalt-

Tabelle 1

	Wassergehalt	Saftausbeute	
		Turmix-Zentrifuge	Haushaltspresse
	%	%	%
Äpfel	86,80	63,2	—
Birnen	86,05	66,7	—
Trauben	78,10	76,6	46,6
Kirschen	80,91	74,4	67,2
Himbeeren	87,90	56,5	—
Johannisbeeren	86,07	61,2	55,9
Erdbeeren	91,30	92,4	—
Heidelbeeren	85,06	72,5	—
Tomaten	95,41	77,3	45,4
Kartoffeln	74,92	45,5	45,0
Sellerie	87,82	43,8	37,8
Rettich	95,80	61,2	59,6
Rübli	90,77	54,3	53,9
Kabis *)	90,15	47,5	—
Kohl *)	90,30	36,1	—
Spinat **)	87,90	31,3	—

*) ohne Störzen **) ohne Stiele

presse wurden, mit Ausnahme der Trauben und Tomaten, alle Früchte und Gemüse vorerst auf der Bircherraffel zerkleinert und dann ausgepresst. Wie bereits erwähnt, eigneten sich hier die Äpfel und Birnen nicht zur Saftgewinnung.

Aus obiger Tabelle geht hervor, dass die Früchte und Tomaten entschieden saftlössiger sind als die Gemüse. Elastische oder lose Blätter leisten den Raffelzähnen ungenügend Widerstand, so dass sie nur mangelhaft zerrissen werden und die Saftausbeute entsprechend gering ist. Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf die Ausbeutezahlen beim Kabis und beim Kohl bzw. Spinat. Gut geeignet zur Saftgewinnung sind die Kirschen. Bei den Beeren ergeben sich bisweilen einige Schwierigkeiten: Das locker gebaute Fleisch der Erdbeeren passiert die Trommellöcher fast vollständig, so dass kaum Trester zurückbleiben. Es resultiert infolgedessen mehr ein Mark als ein eigentlicher Saft. Bei den Himbeeren, Johannisbeeren und Heidelbeeren werden die Trommellöcher entweder durch die Kernchen verstopft oder durch die Häute verklebt, was ein wiederholtes Loslösen des Tresters und erneutes Zentrifugieren notwendig macht. Da sich die Beeren erfahrungsgemäss mit einer Gabel leicht und vollständig zerdrücken lassen, erübrigt sich im Grunde genommen — Sonderfälle wie Krankheit usw. ausgenommen — die Saftgewinnung mit der Zentrifuge.

4. Mikrobiologische Untersuchungen von Rohsäften

A. Die epiphytische Keimflora

Vor einiger Zeit wurde in der Presse auf den enorm hohen Keimgehalt in Rübensäften aufmerksam gemacht und diesem die Keimzahlen von Milch gegenübergestellt. Zu diesem Vergleich ist einiges zu bemerken. Den Keimen in der Milch wird insofern besondere Aufmerksamkeit geschenkt, als darunter vom Tier herrührende humanpathogene Mikroorganismen (Tuberkulose, Bang) sein können. Bei den vegetabilischen Säften fallen diese Befürchtungen weg, da pathogene Keime höchstens durch bazillenträgende Personen (Scharlach, Diphtherie, Typhus) hineingelangen können. Dieses Risiko besteht praktisch bei allen Lebensmitteln. Was nun aber die allgemeine Keimzahl dieser Säfte betrifft, die nach der erwähnten Zeitungsnotiz in die Millionen gehen soll, müssen wir auch hier mit völlig andern Voraussetzungen rechnen als bei der Milch. Diese kann nämlich durch aseptische Kautelen praktisch keimfrei gemolken werden. Bei den «Gewächsen der Felder und Wiesen» haben wir nun aber nach *Löhnis*²⁾ nicht nur mit sogenannten Bodenorganismen, die durch die Luft, durch Insekten usw. übertragen worden sind, zu rechnen, sondern mit einer eigentlichen, sehr beachtlichen *epiphytischen Mikroflora*. So hat *Burri*³⁾ die «Bakterienvegetation auf der Oberfläche normal entwickelter Pflanzen» eingehend geprüft und festgestellt, «dass das Bild der Bakterienflora einer Pflanze . . . nicht die Summe der durch Luftströmung, Insekten, Düngung usw. auf die Pflanzen gelangenden Bakterien darstellt, sondern der Hauptsache nach das Ergebnis einer während des Wachstums der Pflanze auf der Oberfläche derselben stattgefundenen lebhaften Bakterienentwicklung ist». *Burri* ist bei verschiedenen frischgrünen Gemüsen zu folgenden Keimzahlen gelangt:

Tabelle 2
*Epiphytische Keimflora auf Gemüse nach Burri*³⁾

Gemüseart	Keime pro g
Kohl	340 000
Kohl	12 800 000
Kohl	500 000
Blaukohl	52 000
Wirsing	1 140 000
Bohnenblatt	480 000
Bohnenblatt	14 400 000
Salatblatt	1 160 000
Salatblatt	17 000 000

Es überrascht, auf Blättern eine derart stark entwickelte epiphytische Keimflora anzutreffen. Auf 1 g Blatt entfallen nach diesen Ergebnissen rund 5 Millionen Mikroorganismen; auf Salat, der roh konsumiert wird, wurden sogar rund 9 Millionen Keime festgestellt. Dass es sich dabei tatsächlich um die epiphytische Keimflora handelt, hat *Düggeli* ⁴⁾ in einer ebenfalls sehr gründlichen Arbeit nachgewiesen. Er hat Samen in sterilen Sand, unter Ausschluss der Aussenluft und unter Begiessen mit sterilem Wasser, zum Keimen gebracht und dabei festgestellt, dass «die auf den Keimpflanzen sich befindende Bakterienflora . . . der Hauptsache nach das Ergebnis einer während des Wachstums der Pflanze auf derselben stattgefundenen Bakterienentwicklung ist». Vorzugsweise konnten hier *B. herbicola aureum* und *B. fluorescens* gefunden werden.

Wie gewaltig die Vermehrung der sich auf Samen befindenden Bakterien während des Keimungsvorganges ist, geht aus folgenden Beispielen, die den umfangreichen Tabellen *Düggelis* entnommen sind, hervor:

Tabelle 3

Die Entwicklung der epiphytischen Keimflora auf dem Keimling nach Düggeli ⁴⁾

Pflanzenspezies	Keime pro Same	Keime auf dem ganzen Keimling
Triticum spelta	8 300	721 000
Triticum spelta	43 300	816 000
Triticum vulgare	3 100	31 180 000
Triticum vulgare	83	3 501 000
Beta vulgaris	23 000	22 640 000
Beta vulgaris	53	4 020 000
Dact. glomerata	7	13 500
Mittel	11 120	8 984 500

Bereits die trockenen Samen sind über Erwarten keimreich. Auf den Pflänzchen selbst scheinen sehr günstige Bedingungen für die Keimvegetation zu herrschen, befinden sich doch auf diesen rund 800mal mehr Mikroorganismen als auf dem Samen! Dass die Bodenflora hier unbeteiligt ist, bzw. dass es sich um eine spezifische Blattflora handelt, bewies *Düggeli* damit, dass er für diese Keimungsversuche sterilen Sand verwendete. Aber auch wenn unbehandelte Gartenerde benützt wurde, dominierten deutlich *B. herbicola aureum* und *B. fluorescens*, trotzdem sie in der betreffenden Erde nicht nachgewiesen werden konnten.

Die erwähnten Feststellungen von *Burri* und *Düggeli* sind wesentlich für die Beurteilung der eigenen Befunde. Wir haben demnach auf Gemüse und zweifellos auch auf Früchten von vorneherein mit einer *üppig entwickelten Keimflora*

zu rechnen, die sich offenbar auf wenige spezifische Arten beschränkt. Bei der Saftbeurteilung müssen diese Ergebnisse unbedingt berücksichtigt werden.

B. Der Keimgehalt von Säften aus dem Handel

In den von uns sachbezüglich kontrollierten 18 Restaurants und Läden werden die Frucht- und Gemüsesäfte nicht auf Vorrat gehalten, sondern auf Bestellung hin stets frisch zubereitet. Während in Betrieben mit Wirtschaftspatent der Konsum an Ort und Stelle stattfindet, darf der Verkauf in Läden nur über die Gasse erfolgen. Dies wirkt sich auf die Nachfrage, aber auch auf die Qualität der Säfte entschieden nachteilig aus. Für den bakteriologischen Untersuch haben wir die vegetabilische Tranksame in unserem Beisein herstellen lassen, sie in sterile Fläschchen aufgefangen und in der Regel nach einer halben Stunde auf Nährböden verarbeitet. Die Resultate gehen aus der folgenden Tabelle hervor:

Tabelle 4
Keimzahlen einiger aus dem Handel erhobenen Säfte

Saftart	Proben	Keimzahlen pro cm ³ Saft			
		Minimum	Maximum	Mittel	Coli-Titer *)
Rübli	42	3 600	132 000 000	9 690 000	0—0,001
Randen/Sellerie	4	140 000	17 900 000	6 827 000	0—0,001
Gurken	3	920 000	15 560 000	7 102 000	0,01—0,001
Salat	2	4 300 000	10 480 000	7 390 000	0,01—0,001
Beeren	14	43 000	1 340 000	599 000	0,01—0,001
Kirschen	3	351 000	1 770 000	1 032 000	0—0,001
Orangen/ Grapefruit **)	5	480	9 000	4 490	1—0,1

*) Coli-Titer hier nur bis max. 0,001 angelegt **) ausgepresst mittelst der Glaspresse

Nach dieser Zusammenstellung sind die im Handel befindlichen Säfte meist sehr keimreich und weisen einen hohen Colit-Titer auf. Damit ist jedoch über den *Infektionsgrad noch gar nichts ausgesagt*, da wir vorläufig die Keimzahlen sorgfältig gewonnener Säfte noch nicht kennen. Immerhin haben wir bei unsern Kontrollen einige Feststellungen gemacht, die uns sehr missfallen haben: In einem Laden ist in Zersetzung begriffenes Gemüse zu Saft verarbeitet worden. In einem Restaurant war der unsauber versorgte Siebkorb der Zentrifuge verschimmelt. Oft wurden die Trester während Stunden, ja sogar über Nacht in der Zentrifuge gelassen, wobei sich die Keime ungeheuer vermehrten und das

Aggregat entsprechend infizierten. Auch geschälte Rübli wurden stundenlang, bisweilen ebenfalls über Nacht im Wasser aufbewahrt, wodurch nicht nur eine teilweise Auslaugung der Salze, sondern durch Bakterien auch eine Trübung der Flüssigkeit und Schleimbildung erfolgte. Wie die Erfahrung lehrt, bietet aber auch eine für das Auge tadellos scheinende Zentrifuge keine absolute Gewähr, dass die Säfte nicht doch massgeblich infiziert werden. Erst die Probe aufs Exempel beweist uns objektiv die tatsächliche Sauberkeit. Das zweckmässige Vorgehen für diese Prüfung ist im Abschnitt E näher beschrieben.

C. Einige grundsätzliche Bemerkungen zum Coli-Titer

Mit der allgemeinen Keimzahl haben wir auch den Coli-Titer, und zwar nach der Methode des Schweiz. Lebensmittelbuches durch Mannitvergärung bei 43° C, bestimmt. In letzter Zeit ist diese Methode wiederholt kritisiert worden. So hat *Novel* ⁵⁾ festgestellt, dass die Eigenschaft, Mannit unter Gasentwicklung zu vergären, nicht allein dem *B. coli* intest. zukommt, sondern auch einer Anzahl der Arten *Klebsiella* und *Aerobacter*. *Thomann* ⁶⁾ ist nach seiner soeben erschienenen Arbeit zur Einsicht gelangt, dass Gasbildung in Mannitbouillon nicht unbedingt von *Escherichia coli* herrühren muss. Er empfiehlt Ricinoleat-Formiat-Bouillon als Anreicherungssubstrat und anschliessend Weiterzüchtung auf Endo- oder Eosinmethylenblau-Agar. In den «Amerikanischen Einheitsverfahren zur Untersuchung von Wasser und Abwasser» ⁷⁾ ist die Bezeichnung «Bacterium-coli-Gruppe» durch «Coliforme-Gruppe» abgelöst worden. Die coliforme Gruppe soll alle «Aerobier und fakultativ Anaerobier, gram-negativen, nicht sporenbildenden Bazillen, die Laktose mit Gasbildung vergären», umfassen. Hierin sind sowohl die sogenannten «Fäkal»- wie auch die «Nichtfäkal-Typen» eingeschlossen. Es wird jedoch «jeder Versuch, ein Trinkwasser auf der Grundlage einer Unterscheidung zwischen den beiden Arten auszuwerten, als unverantwortlich angesehen». Es scheint somit Tatsache zu sein, dass keine Methode die Selektion eigentlicher Fäkal-Coli-Typen gewährleistet, dass vielmehr einfach eine grössere Gruppe «coliformer Mikroorganismen» ausgeschieden wird. Damit scheint der Feststellung *Kästli* ⁸⁾, dass bei einer katarrhalischen Reizung der Darmschleimhaut eine starke Virulenzsteigerung der Darmbakterien, vor allem der gasbildenden Coli-Aerogenes-Bakterien stattfindet, besondere Bedeutung zuzukommen. Mit der Virulenzsteigerung geht auch eine erhöhte Toxinbildung einher, was die bekannten Brechdurchfälle beim Kind zur Folge haben soll. Es scheinen somit sekundäre Faktoren (katarrhalische Reizung der Darmschleimhaut) entscheidend zu sein, ob die betreffenden Coli-Aerogenes-Stämme pathogen sind oder nicht. Dieser Sachverhalt wiederum lässt es sehr fraglich erscheinen, ob es methodisch möglich ist, die verschiedenen Typen hinreichend zuverlässig auseinanderzuhalten.

Sodann erscheint es dem Verfasser seit einiger Zeit immer fraglicher, ob den Mikroorganismen der «coliformen Gruppe» tatsächlich die ihnen zugeschriebene

hygienische Bedeutung zukommt! Diese Gruppe ist nämlich in verschiedensten Lebensmitteln sehr stark verbreitet. So hat sie Verfasser letzthin in Wurstbrät (Coli-Toxine sind nach *Kästli* ⁸⁾ hitzestabil und sollten deshalb auch in gekochten Würsten wirken), seinerzeit in Speiseeis ⁹⁾, ferner in Milch und neuerdings in den Obst- und Gemüsesäften festgestellt. Es ist zu bedenken, dass es allgemein üblich ist, dem Kleinkind bereits vom sechsten Monat an als erste zusätzliche Nahrung Obst- und Gemüsesäfte zu verabfolgen, und zwar, wie verschiedene Kinderärzte bestätigen, ohne dass krankhafte Reaktionen ausgelöst würden. Neuerdings hat auch ein Kollege des Verfassers, der sich gegenwärtig mit der Coli-Frage befasst, seinem 1½-jährigen Kind Rüblisäfte mit einem Coli-Titer zwischen 0,00001—0,00003 (ermittelt in Ricinoleat und weitergezüchtet auf Eosinmethylenblauagar) verabfolgt, ohne dass irgendwie negative Wirkungen die Folge gewesen wären. Aber selbst wenn gelegentlich ein Durchfall auftritt, darf er nicht ohne weiteres mikrobiologischen Einflüssen zugeschrieben werden, da verschiedene Säfte mit hypertonen Eigenschaften dieselben Erscheinungen auslösen können.

D. Der Keimgehalt von im Laboratorium gewonnenen Säften

Es handelt sich hier um den Versuch, jegliche Infektion bei der Saftgewinnung auszuschliessen. Die so ermittelte Keimzahl wäre als die sogenannte «Normalkeimzahl» zu betrachten, die mit der epiphytischen Keimflora so ziemlich identisch sein dürfte. Um eine Sekundärinfektion zu vermeiden, mussten zuerst die Gerätschaften entkeimt werden. Zu diesem Zwecke wurden die Haushaltspresse und die leicht abnehmbaren Teile der Zentrifuge wie Deckel, Siebkorb, Raffel, Schraube und Holzstöpsel in siedendes Wasser gelegt. Die festen Partien der Zentrifuge wie Auffangrinne, Drehscheibe und Auslauf sind mit ca. 2 Litern Wasser von 100° übergossen worden. Die wieder zusammengesetzte und rotierende Maschine wurde alsdann mit sterilem Wasser ausgespült. Beim aufgefangenen Spülwasser ergaben sich in 9 Versuchen im Mittel 1570 Keime pro cm³, die im Vergleich zur Keimzahl der Säfte von untergeordneter Bedeutung sind.

Zur Feststellung der Normalkeimzahl war es auch notwendig abzuklären, ob die Keime nicht etwa infolge der Zentrifugalbeschleunigung durch Zerreißen der Streptokokken und Bakterienkonglomerate vermehrt werden. Zu diesem Zwecke wurden je ca. 1000 g der Vegetabilien je in 2 Hälften geteilt. Von der einen Hälfte ist der Saft mit der Haushaltspresse, von der andern durch Auszentrifugieren gewonnen worden. Das Ergebnis dieser Prüfung zeigt die folgende Zusammenstellung:

Tabelle 5
Keimzahlen pro cm³ von ausgepressten und auszentrifugierten Säften

	Turmix-Zentrifuge	Haushaltspresse	Zu- bzw. Abnahme
Johannisbeeren	100	4 000	+
Heidelbeeren	42 200	20 000	—
	24 800	109 000	+
Brombeeren	9 800	2 700	—
	7 500	3 400	—
Trauben	110 000	7 500	—
	5 600	12 000	+
	196 000	121 600	—
Tomaten	198 000	6 100	—
	15 000	18 000	+
	3 700	19 800	+
Gurken	3 100	2 300	—
Rübli	104 000	12 000	—
	387 000	402 000	+
Mittel	79 000	52 900	

Bei der Beurteilung von diesen wie auch noch später folgenden Ergebnissen ist unbedingt zu berücksichtigen, dass es sich um bakteriologisch sehr *inhomogenes Untersuchungsmaterial* handelt. Trotz gutem Vermischen können nämlich in den beiden Hälften sehr unterschiedlich infizierte Gemüse und Früchte sein. Diese Ungenauigkeiten waren leider nicht zu umgehen. Von den 14 halbierten Proben haben 8 nach Verlassen der Zentrifuge und 6 nach dem Abpressen mehr Keime aufgewiesen. Sowohl dieses Verhältnis wie auch die durchschnittlichen Keimzahlen in den beiden Kolonnen lassen auf keinen grossen oder entscheidenden Einfluss der Zentrifuge auf den Keimgehalt schliessen.

Wir können uns deshalb nunmehr der eingangs zu diesem Abschnitt aufgeworfenen Frage zuwenden: Wie hoch ist die Keimzahl in Obst- und Gemüsesäften, wenn Sekundärinfektionen ausgeschaltet werden (= Normalkeimzahl bzw. epiphytische Keimflora)? Die zu diesem Zwecke frisch auf dem Markt gekauften Vegetabilien sind sofort verarbeitet worden. Da Beeren und Gemüse häufig mehr oder weniger Erdspritzer aufweisen, haben wir sämtliches Untersuchungsmaterial unter dem laufenden Hahnen ganz kurz abgespült. Die Zentrifuge wurde jedesmal vor dem Passieren einer neuen Gemüse- bzw. Obstsorte in der bereits beschriebenen Weise mit siedendem Wasser gereinigt. Die Resultate ergeben sich aus der folgenden Tabelle:

Tabelle 6
Keimgehalt von im Laboratorium gewonnenen Säften

Obst, Gemüse	Proben	Keimzahlen			
		Minimum	Maximum	Mittel	Coli-Titer
Johannisbeeren	4	640	58 000	15 400	0—0,1
Erdbeeren	4	7 000	24 700	15 800	0—0,1
Heidelbeeren	5	4 700	183 000	74 000	0,1—0,1
Brombeeren	4	6 000	186 000	96 000	0,1—0,1
Himbeeren	2	329 000	483 000	383 000	0,0001
Kirschen	4	24 000	92 000	56 300	1—0,01
Äpfel	9	90	32 200	8 270	0—0,1
Trauben	9	770	229 900	44 100	0—0,1
Citrusfrüchte *)	24	10	1 480	198	0
Tomaten	6	12 700	240 000	101 900	0,1—0,0001
Rübli	11	12 000	7 190 000	1 022 700	0—0,0001
Rübli geschält	6	22 000	93 000	54 800	1—0,001
Rettich/Randen **)	10	34 000	3 790 000	869 000	0—0,0001
Kartoffeln ***)	4	43 000	220 000	160 000	0—0,0001
Kohl/Kabis	8	221 000	5 120 000	2 018 000	0—1
Spinat	3	2 010 000	10 640 000	5 340 000	1—0,1
Saftgemische *****)	4	215 000	8 420 000	3 166 000	1—0,0001

*) auf der sterilen Zitronenpresse gewonnen **) zum Teil geschält ***) alle geschält
*****) verschiedene Gemüsesäfte

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich folgende Abstufung der Keimgehalte der Obst- und Gemüsesäfte:

Tabelle 7

Obst- und Gemüsesäfte	Keime pro cm ³	Obst- und Gemüsesäfte	Keime pro cm ³
Citrusfrüchte	198	Kartoffeln	160 000
Äpfel	8 270	Randen/Rettiche	869 000
Trauben	44 100	Rübli	1 022 000
Beeren *)	50 300	Blattgemüse	3 679 000
Tomaten	101 940	Saftgemische	3 166 000

*) die Himbeeren ausgenommen

Die Citrusfrüchte befinden sich eigentlich ausserhalb unserer Betrachtung, da ihr Fleisch bzw. ihr Saft durch eine feste Schale geschützt ist und die Saftgewinnung nicht in der Turmix erfolgte. Immerhin genügt das Durchschneiden der Früchte mit einem Messer und das Auspressen auf einer sterilen Glaspresse, dass sich auch hier Mikroorganismen nachweisen lassen. Von je 6 Untersuchungen wurden bei den Orangen 141, bei den Mandarinen 320, bei den Zitronen 18 und bei den Grapefruits 386 Keime pro cm^3 ermittelt. Bei den übrigen Früchten und bei den Gemüsen darf wohl angenommen werden, dass es sich in der Hauptsache um die epiphytische Keimflora handelt. Aus der Tabelle ergibt sich sodann, dass die Äpfel weitaus am keimärmsten sind. Es folgen dann die Trauben und Beeren mit rund 50 000 Keimen. Wir haben hier die extrem hohen Keimzahlen der Himbeeren nicht berücksichtigt. Sie fallen völlig aus dem normalen Rahmen und hätten somit ein falsches Bild über den mittleren Keimgehalt der Beerensäfte vermittelt. Die Ursache dieser Erscheinung dürfte auf die grosse Saftlässigkeit der Himbeeren zurückzuführen sein, wodurch die Keimvermehrung sehr begünstigt wird.

Es folgen die Gemüse, wobei die Tomaten bereits bemerkenswert keimreich sind. Da die Knollen- und Wurzelgewächse in engstem Kontakt mit dem keimreichen Erdboden stehen, ist es nur natürlich, dass sie bereits um eine Million herum Keime aufweisen. Zu beachten ist, dass *geschälte* Rübli erheblich keimärmer sind. Das setzt allerdings voraus, dass sie gut gewaschen und sorgfältig geschabt werden. Die Blattgemüse nun weisen eine besonders üppige epiphytische Keimflora auf. Dass es sich nicht um eine Infektion von aussen handelt, geht daraus hervor, dass beim Kohl und beim Kabis die ersten 3—4 sehr eng anliegenden Blätter vor dem Verarbeiten entfernt worden sind. Der Spinat schliesslich hält trotz Waschen den Rekord.

Beim Coli-Titer ist bemerkenswert, dass er in den Säften der Wurzel- und Knollengewächse (Erdfektion!) und überraschenderweise im Tomatensaft sehr hoch ist. Die Säfte der Citrusfrüchte haben nie und die der übrigen Früchte, Himbeeren ausgenommen, mässig reagiert. Überraschend ist sodann, dass die Blattgemüsesäfte trotz ihren hohen Keimzahlen einen niederen Titer aufgewiesen haben.

E. Die mikrobiologische Verunreinigung der Säfte während der Gewinnung

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse von im Laboratorium behandeltem Material und der Ergebnisse von aus dem Handel erhobenen Säfte ergibt folgendes Bild:

Tabelle 8

Vegetabilien	Keimgehalt pro cm ³		Verhältnis
	Laborsäfte	Handelssäfte	
Johannisbeeren	15 000	105 000	1 : 7
Erdbeeren	16 000	1 145 000	1 : 71
Heidelbeeren	74 000	373 000	1 : 5
Kirschen	56 000	1 060 000	1 : 19
Rübli	1 022 000	8 830 000	1 : 8
Rettiche/Randen	869 000	5 100 000	1 : 6
Mittel			1 : 19

Diese Zusammenstellung zeigt, dass sich die Keime während dem sehr kurzen Moment der Herstellung zwar unterschiedlich, im Durchschnitt aber doch erheblich vermehren. Es schien uns deshalb wesentlich zu sein, mit einer *exakten Methode objektiv die mikrobiologische Verunreinigung der Zentrifugen feststellen zu können*. Nach einigen Versuchen haben wir folgendes Verfahren als geeignet gefunden:

Wir haben schätzungsweise 3 kg Rübli geschält, halbiert und in 1,5—2 cm lange Stücke geschnitten, sie dann in einem Gefäss mit siedendem Wasser so übergossen, dass sie gerade überdeckt wurden. Durch fortwährendes Rühren mit einem Löffel sorgten wir dafür, dass alle Stücke gleichmässig überdeckt blieben. Die Temperatur des Wassers sank rasch auf 70° und blieb während ca. 5 Minuten auf 65—60°. Dann wurde mit kaltem Wasser die Hitzeeinwirkung kuppiert. Dieses Vorgehen kommt einer Pasteurisation gleich. Zwei Versuche zeigten denn auch, dass die Keime auf 220 bzw. 370 pro cm³ reduziert worden waren. Durch das schonende Erhitzen blieb der Rohcharakter der Rübli weitgehend erhalten, so dass sie in der Zentrifuge wie rohe geraffelt werden konnten. Von diesem Testmaterial wurden dann je 200—300 g in ausgekochte Bechergläser abgefüllt und mit Cellophanpapier überdeckt. Zur Prüfung der Zentrifugen liessen wir die beinahe keimfreien Rübli passieren, fingen den Saft in sterile Fläschchen auf und verarbeiteten ihn kulturell. Die unterschiedlichen Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 9

Prüfung der Zentrifugen auf den Reinheitsgrad mittelst entkeimten Rübli

Saftherkunft	Versuch I		Versuch II	
	Keimgehalt pro cm ³	Coli-Titer	Keimgehalt pro cm ³	Coli-Titer
Test-Rübli	220	0	370	0
Reformgeschäft 1	12 240 000	0,01	4 820 000	0,1
Reformgeschäft 2	5 160 000	0,0001	230 000	0,001
Früchteladen	580 000	0,001	385 000	0,0001
Restaurant 1	24 000	0,1	46 000	0
Restaurant 2	7 680 000	0,001	12 400 000	0,001
Restaurant 3	11 000	0,1	1 100 000	0
Restaurant 4	9 920 000	0,1	2 170 000	0
Restaurant 5	80 000	0,1	136 000	0,01

Die Zahlen bestätigen, dass die Säfte unter Umständen enorm infiziert werden können, und erklären, weshalb die im Handel erhobenen Säfte erheblich keimreicher sind als die im Laboratorium gewonnenen. Für die *Lebensmittelkontrolle* ist damit das zweckmässige Vorgehen gezeichnet: Es sind nämlich *vorab die Gerätschaften, insbesondere die Zentrifugen bakteriologisch zu kontrollieren* und erst in *zweiter Linie die Säfte*. Diese enthalten in der Regel eine epiphytische Keimflora, die einige Millionen Keime pro Gramm betragen kann und *für die der Saftproduzent keine Verantwortung trägt. Zur Rechenschaft gezogen werden muss er hingegen für die sogenannten Infektionskeime*, die auf die beschriebene Weise ermittelt werden können.

Wichtig ist auch, dass Anleitung gegeben wird, wie die Zentrifugen zu reinigen sind: Mindestens zweimal pro Tag muss eine Generalreinigung erfolgen, und zwar über Mittag und unmittelbar nach Ladenschluss (nicht erst am folgenden Morgen!). Dabei sind alle abnehmbaren Teile (Deckel, Siebkorb, Schraube, Holzstopfen) in siedendes Wasser zu legen und die fixierten (Drehscheibe, Sammelrinne und Auslauf) mit 1—2 Litern siedendem Wasser zu übergiessen. Wesentlich ist, anschliessend alle Teile an der frischen Luft trocknen zu lassen. Wegen starker Vermehrung der Keime dürfen auch die Trester nicht längere Zeit in der Zentrifuge verbleiben. Wenn das Aggregat nicht unmittelbar wieder gebraucht wird, sind sie sofort zu entfernen. Dabei ist der Siebkorb auszuwechseln oder, mit den festen Bestandteilen der Zentrifuge, mit sauberem Wasser abzuspielen.

F. Die Obst- und Gemüsesäfte als Nährboden für die Mikroorganismen

Wir wissen, dass sich die Keime in der Milch nach der bakteriziden Phase ungehemmt vermehren. Wie verhalten sie sich nun aber in den Säften? *Ursula Scholz*¹⁰⁾ hat in ihrer Dissertation auf den entwicklungshemmenden Einfluss sauren Milieus hingewiesen. Nach ihren Untersuchungen liegt die Wachstumsgrenze zwischen den pH-Werten 6,5 und 5,6, wobei die Versuchskeime (*B. subtilis*) nicht abgetötet, sondern bloss gehemmt wurden. Diese Versuche sind mit einer mit Apfelsäure angesäuerten Bouillon durchgeführt worden. In unverdünnten Säften von Johannisbeeren, Sauerkirschen und Äpfeln wurden Typhus-, Paratyphus A- und Kruse-Sonne (E)- und Ruhrbazillen sofort, Paratyphus B-Enteritis-, Gärtner- und Coli-Bazillen nach einem Tag vernichtet. Weitere Versuche bewiesen der Autorin, dass allein die Fruchtsäuren und nicht irgendwelche andere Elemente in den Säften bakterizid wirken.

Unsererseits haben wir uns gefragt, ob sich die Keime im allgemeinen in den Säften vermehren. Es sind also keine speziellen Keimarten zugesetzt, sondern lediglich die darin bereits vorhandenen sachbezüglich beobachtet worden. Ihr Verhalten ist einmal entscheidend für die Haltbarkeit der Säfte. Sodann spielt ihre Reaktion eine Rolle in Bezug auf die Bewertung des Infektionsgrades, da eine erfolgte Keimvermehrung eine unsaubere Gewinnungsweise vortäuschen könnte.

In der folgenden Tabelle sind die ermittelten pH-Werte, ferner der Keimgehalt frisch, nach 24 und teilweise nach 48 Stunden notiert. Die Säfte sind bei Zimmertemperatur aufbewahrt worden.

Die Resultate der nachstehenden Tabelle belegen, dass ein niederer pH-Wert nicht unbedingt bakterizid wirkt, jedenfalls nicht auf die epiphytische Keimflora. So haben sich die Keime in den Brombeer- (pH 3,7), in den Heidelbeer- (pH 3,4) und in den Tomatensäften (pH 4,0) innert 24 Stunden im Mittel um das 44fache vermehrt. In den Säften der Orangen, Mandarinen und Grapefruits ist vorerst ein Abnehmen, dann nach 48 Stunden eine deutliche Vermehrung der Mikroorganismen bemerkbar. Im Zitronensaft bleibt die Keimzahl konstant niedrig. Die Säure hat demnach bei den Citrusfrüchten doch einen gewissen Einfluss. In den Traubensäften scheint ebenfalls ein Element bakterizid zu wirken. Deutlich war in 6 von 9 Proben der Keimgehalt nach 24 Stunden zurückgegangen. Ob hier nicht vielleicht, trotz gründlichem Abwaschen der Beeren, kupferhaltige oder andere Spritzmittel nachwirken? Trotz einem pH um den Neutralpunkt herum, hatten sich die Mikroorganismen auch im Rettichsaft nach 24 und 48 Stunden vermindert. Ganz ausgezeichnete Bedingungen hingegen (pH 6,7) müssen für die Bakterien bei den Rüblisäften vorliegen, haben sie sich doch innert 24 Stunden um rund das 250fache vermehrt! Infolgedessen fällt der Saft dieses

Tabelle 10

Keimgehalt frisch, nach 24 und 48 Stunden bei Zimmertemperatur

Saftart	pH-Wert	Keimgehalt pro cm ³		
		frisch	nach 24 Stunden	nach 48 Stunden
Brombeeren	3,7 *)	186 000	6 720 000	—
		340 000	19 200 000	—
Heidelbeeren	3,4 *)	183 000	7 440 000	—
Trauben	3,8	9 500	9 260 000	—
		26 000	848 000	—
		25 000	1 800	—
		5 600	88 000	—
		104 000	26 000	—
		111 000 (Hefen)	15 200 (Hefen)	—
		120 000	100	—
		1 400	600	—
		25 000	1 800	—
Orangen	3,4	140	20	38 000
Mandarinen	3,6	990	160	8 300
Zitronen	2,9	10	10	10
Grapefruit	3,1	730	130	6 200
Tomaten	4,0	240 000	11 040 000	—
Rettiche	6,5	2 500 000	292 000	—
		288 000	197 000	174 000
Rüben	6,7	666 000	33 700 000	—
		1 025 000	38 900 000	—
		98 000	5 250 000	—
		237 000	228 600 000	—
		666 000	164 000 000	—
		2 660 000	384 000 000	—

*) Diese pH-Werte sind einer Arbeit *Mary Goldmanns*¹¹⁾ entnommen worden; alle andern wurden im eigenen Laboratorium bestimmt.

Gemüses auch leicht der Verderbnis anheim. Wir haben hier einen typischen Parallellfall zur Milch, und zwar nicht nur was das Wachstum der Keime anbelangt, sondern, wie die nachstehende Tabelle zeigt, auch punkte Säurebildung:

Tabelle 11
Keimvermehrung und Säurebildung in Rüblisäften

Probe Nr.	Frisch		Nach 24 Stunden	
	Keimgehalt pro cm ³	Säuregrad *)	Keimgehalt pro cm ³	Säuregrad *)
1	666 000	7,8	33 700 000	23,4
2	1 025 000	7,4	38 900 000	33,5
3	98 000	7,5	5 200 000	30,0
4	237 000	7,2	228 300 000	31,0
5	620 000	7,7	164 000 000	29,5
6	134 000	7,3	78 100 000	26,3

* titriert mit n/4-Lauge

Interessanterweise stimmt der Säuregrad im Frischzustand sehr genau mit demjenigen der Milch überein. Auch die Säuregrade nach 24 Stunden entsprechen ungefähr der normalen Aciditätszunahme in der Milch (bei Zimmertemperatur). Zudem flockt auch der Rüblisafft mit zunehmender Säure aus, ein Sachverhalt, der uns später noch beschäftigen wird.

G. Versuche zur Reduktion der Keimzahl durch Waschen der Vegetabilien und durch Pasteurisieren der Säfte

a) Der Einfluss des Waschens auf die Keimzahl

Es dürfte allgemein üblich sein, das Obst und Gemüse vor dem Verarbeiten in der Küche oder vor dem Rohessen abzuwaschen. Vielfach werden Tomaten, Äpfel, Birnen, dann aber auch Steinfrüchte mittelst der Hand oder einem Tuch (Taschentuch) «gereinigt». Beim Salat verfolgt das Waschen auch den Zweck, eventuell vorhandene Wurmeier abzuschwemmen.

Inwieweit nun die Mikroflora durch den Reinigungsversuch zahlenmässig beeinflusst wird, stellt die folgende Tabelle dar. Wir haben auch hier von den zu prüfenden Früchten, Tomaten und Spinatblättern je die Hälfte gewaschen und die andere ungewaschen, die Rübli nur gewaschen und gewaschen *und* geschält verarbeitet. Da der Spinat sehr häufig verschmutzt ist, gelangte er ebenfalls nur gut abgespült zur Saftgewinnung. Beim Waschen legten wir die betreffenden Früchte und Gemüse während 10 Minuten in Wasser und erneuerten dieses zwei- bis dreimal.

Tabelle 12

Der Einfluss des Waschens der Früchte und Gemüse auf den Keimgehalt

	Keimgehalt pro cm ³		Reduktion bzw. Zunahme (+)
	ungewaschen	gewaschen	
Johannisbeeren	58 000	700	98,8
Heidelbeeren	183 000	109 000	40,5
Kirschen	67 000	43 000	35,9
Brombeeren	9 800	7 500	25,5
	2 700	3 400	+
	5 320 000	3 310 000	37,8
	186 000	340 000	+
Himbeeren	438 000	167 000	61,8
	329 000	166 000	49,6
Trauben	970	6 100	+
	120 000	7 800	93,5
	5 600	57 000	+
	22 000	215 000	+
	25 000	121 000	+
	9 800	26 000	+
Tomaten	12 000	6 100	49,2
	18 700	66 400	+
	240 000	19 800	91,8
	1 177 000	34 000	97,2
	226 000	44 000	80,5
Rübli *)	38 000	65 000	+
	1 644 000	93 000	94,2
	402 000	42 000	89,6
	12 000	63 600	+
	104 000	22 300	78,9
Spinat	—	3 370 000	—
	—	2 010 000	—
	—	10 640 000	—
Mittel I **)	426 000	201 400	52,8
Mittel II ***)	686 000	271 400	60,5

*) Rübli gewaschen und gewaschen und geschält verarbeitet.

**) Mittel der Keimzunahmen und Keimabnahmen ohne Spinat.

***) Mittel ausschliesslich der Keimabnahmen ohne Spinat.

Bei der Beurteilung des Wascherfolges ist, wie bereits zu Tabelle 5 gesagt, die *Inhomogenität des Materials* zu beachten. Es ist also möglich, dass gelegentlich Keimzu- oder Keimabnahmen bloss vorgetäuscht worden sind. Durchschnittlich sind die Keime um 50—60 % reduziert worden, wobei das Minimum 25 %, das Maximum rund 98 % beträgt. Der Effekt ist eigentlich nicht überwältigend, hätte man doch erwartet, dass mit dem Schmutz und Staub wesentlich mehr Mikroorganismen entfernt würden. Vermutlich werden nun aber die Keime gelegentlich sogar vermehrt. Unwahrscheinlich ist diese Erscheinung, die beispielsweise bei den Trauben mehr oder weniger konstant ist, ausschliesslich der Inhomogenität des Ausgangsmaterials zuzuschreiben. Vielmehr scheinen gelegentlich Bakterienkonglomerate durch das Wasser aufgelöst und auseinandergeschwemmt zu werden, so dass bei der kulturellen Prüfung die Einzelindividuen ausgezählt worden sind. Die Rübli können insofern nicht ohne weiteres mit den übrigen Resultaten verglichen werden, als sie einerseits gewaschen und andererseits gewaschen *und* geschält geprüft wurden.

Zu etwas andern Ergebnissen gelangten wir bei folgendem Vorgehen: Wir zerschnitten Salat, Spinat und Kohl, wobei jede Art unter sich gut vermischt wurde. Je eine Hälfte davon (ca. 10 g) zerrieben wir mit einigen cm³ physiologischer NaCl-Lösung zu einem feinsten Brei, füllten mit der Kochsalzlösung auf 100 cm³ auf und beimpften damit die Nährböden. Den andern Teil gaben wir, *zerschnitten* aber nicht zerrieben, in einen Erlenmeyer und versuchten, den Waschvorgang nachahmend, die Keime abzuschwemmen. Nach wiederholtem Schütteln wurden Platten angelegt, die folgende Ergebnisse vermittelten:

Tabelle 13

	Im Mörser zerrieben	Im Waschwasser vorhanden	Keimreduktion durch Waschen
	pro cm ³	pro cm ³	%
Spinat I	99 264 000	34 651 000	34,9
Spinat II	46 150 000	25 800 000	55,9
Spinat III	37 603 000	6 581 400	17,4
Salat I	305 200	161 900	53,0
Salat II	874 700	508 000	58,1
Kohl	6 890	990	14,3
Mittel			38,9

Wir nehmen an, dass wir den Keimgehalt im zerriebenen Material ziemlich vollkommen ermitteln konnten, so dass sich aus diesem und der Keimzahl im Waschwasser die auf den Blättern erzielte Keimreduktion errechnen lässt. Sie beträgt nun bei diesem Vorgehen bloss rund 40 % gegenüber 50—60 %, wenn gewaschene und ungewaschene Früchte und Gemüse direkt verarbeitet werden.

Es wird damit der Eindruck verstärkt, dass die Wirkung des Waschens im allgemeinen stark überschätzt wird.

b) Der Einfluss des Erhitzens auf den Keimgehalt

In diätetischer Hinsicht ist der Versuch, die Säfte mit Hitze zu behandeln, zweifellos heikel. Die Vorteile einer Säftekur liegen ja gerade darin, dass dem Organismus natürliche, unveränderte und deshalb vollwertige Nahrung zugeführt wird! In ihr sind nun aber biokatalytische Prinzipien von ausgesprochener Hitzeempfindlichkeit enthalten. Zudem lassen sich selbst bei schonender Erhitzung geschmackliche Einbussen nicht vermeiden. Sie sind weniger auf eigentlichen Kochgeschmack zurückzuführen, als auf das Verflüchtigen aromatischer Bestandteile. Die Säfte werden dadurch oft schal und geschmacklich mehr oder weniger atypisch.

Trotz der erwähnten *Sinnwidrigkeit* unternahmen wir den Versuch, festzustellen, von welchen Wärmegraden an die Keime reduziert werden und weitere Veränderungen auftreten. Auf Vorschlag eines Kinderarztes haben wir vorerst ganze Rübli in siedendes Wasser getaucht und deren Saft auf den Entkeimungseffekt hin untersucht:

Tabelle 14

Keimgehalt von Rüblisaft nach Eintauchen der ganzen Rübli in siedendes Wasser

Zeit*) Sek.	Versuch I		Versuch II		Versuch III	
	Keimgehalt pro cm ³	Coli-Titer	Keimgehalt pro cm ³	Coli-Titer	Keimgehalt pro cm ³	Coli-Titer
roh	1 644 000	0,0001	93 000	0,001	38 000	0,0001
10	—	—	31 800	0,1	14 000	0,0001
20	19 000	0,001	16 800	0,001	16 800	0,01
30	66 200	0,001	850	0,1	20 000	0,1
60	29 600	0,01	4 160 000	0	83 600	0,001
120	4 100	0,01	6 100	0	—	—

*) Zeit des Eintauchens des ganzen Rüblis in siedendes Wasser.

Die Resultate der 3 Versuche beweisen die Unzulänglichkeit dieser Methode. Dies ist eigentlich selbstverständlich, da erfahrungsgemäss jedes Rübli unterschiedliche Keimzahlen aufweist (= die bakteriologische Inhomogenität). Im Versuch III beispielsweise weist der Saft des rohen Rübli 38 000, der Saft der 60 Sekunden lang erhitzten 83 000 Keime pro cm³ auf. Im Versuch II waren im Saft der ebenfalls 60 Sekunden lang erhitzten Karotte über 4 Millionen Mikroorganismen nachweisbar. An der Wurzelspitze befand sich hier ein 3,5 cm langer,

stricknadeldicker Kanal, in den das siedende Wasser nicht einzudringen vermochte. Auf diese Weise blieben die Mikroben unbehelligt.

Die unbefriedigenden Erfahrungen bewogen uns, die *Säfte direkt zu erhitzen*. Zu diesem Zwecke füllten wir je 5 cm³ Saft in Reagensröhrchen ab und erhitzen ihn im Wasserbad während 3 Minuten auf 45—75°. Wiederholte Messungen ergaben, dass die gewünschte Temperatur im Saft nach 55—60 Sekunden erreicht war, so dass die Maximaltemperatur rund 2 Minuten einwirken konnte. Nach dem Erhitzen erfolgte augenblickliche Abkühlung in Eiswasser und sofortige Verarbeitung auf Nährböden. Wir notieren nachstehend die Resultate der mit Saftgemischen durchgeführten Versuche:

Tabelle 15
Erhitzen von Saftgemischen während 3 Minuten auf 45—75°

3 Min. bei	Mischsaft I		Mischsaft II		Mischsaft III	
	Keimgehalt pro cm ³	Coli-Titer	Keimgehalt pro cm ³	Coli-Titer	Keimgehalt pro cm ³	Coli-Titer
roh	3 540 000	0,01	488 000	0,1	8 420 000	0,001
45°	3 000 000	0,01	568 000	0,1	8 520 000	0,001
50°	774 000	0,01	141 000	0,1	230 000	0,001
55°	466 000	0	30 100	0	8 000	0,1
60°	5 400	0	3 600	0	600	1
65°	1 300	0	340	0	400	0,1
70°	140	0	—	—	100	0
75°	130	0	—	—	90	0

Diese Zusammenstellung zeigt, dass bereits bei 50° eine erhebliche, zwischen 55 und 60° die entscheidende Keimreduktion eintritt. Nach einer Erhitzung auf 65° sind die Säfte praktisch keimfrei. Leider ist nun aber diese elegante Methode von unangenehmen Erscheinungen begleitet. Durch die Erhitzung flocken nämlich die Gemüsesäfte aus, was bei 50° einsetzt und mit steigender Temperatur immer deutlicher wird. So werden die Säfte unansehnlich und eignen sich nicht mehr zum Direktkonsum. Bei Schoppen spielt dies keine Rolle, wenn durch die erwähnte Koagulation nicht etwa auch die Verdaulichkeit beeinträchtigt wird.

5. Weitere Untersuchungen und Versuche mit Obst- und Gemüsesäften

A. Ergebnisse der Sinnenprüfung

Die mit der Turmix-Zentrifuge gewonnenen Obst- und Gemüsesäfte sind, unmittelbar nach ihrer Gewinnung, ausnahmslos von trüber Beschaffenheit. Die übrigen Merkmale zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle 16
Aussehen, Geruch und Geschmack einiger Rohsäfte

Saftart	Aussehen des Rohsaftes	Geruch und Geschmack
Erdbeeren	markreich, blassrot	typisch *)
Himbeeren	markreich, dunkelrot	typisch
Johannisbeeren	markreich, rot-hellrot	typisch
Kirschen	markreich, dunkelrot-schwarz	typisch
Brombeeren	markreich, blau-schwarz	typisch
Äpfel	markhaltig, gelblich	nach Süssmost
Trauben	gallertiges Mark, rötlich bzw. gelblich-grünlich; Kernbestandteile	nach Traubenmost
Orangen	flockig, gelblich-rötlich	typisch
Mandarinen	flockig, orange	typisch
Zitronen	flockig, blass-grünlichgelb	typisch
Grapefruit	flockig, blass-gelblichgrau	typisch
Tomaten	gallertiges Mark, rötlichgelb	typisch
Rübli	flockig, orange	ausgesprochen süss
Rettich	flockig, weisslichgrau	scharf, leicht stinkend
Kartoffeln	rahmfarbig, weisses Sediment (Sediment = Stärkekörner)	unangenehm nach rohen Kartoffeln
Kohl	flockig, gelblichgrün	typischer Kohlgeruch
Kabis	flockig, weisslichgelb	unangenehm, leicht stinkend
Spinat	tiefgrün, leicht fluoreszierend, leicht ölig (an Fichtennadelöl erinnernd)	herb, bitterlich

*) „Typisch“ = dem gewohnten Geschmack des Ausgangsproduktes entsprechend.

Nach dieser Zusammenstellung sind Frucht- und Gemüsesäfte nie klar, vielmehr entweder markhaltig (Beeren, Kirschen, Äpfel), flockig (Citrusfrüchte und Gemüse) oder gallertig (Trauben, Tomaten). Die Farben entsprechen mehr oder

weniger den Ausgangsprodukten, wobei jedoch die Rahmfarbe des Kartoffelsaftes und das Tiefgrün des Spinatsaftes hervorzuheben sind. Geschmacklich erwiesen sich sämtliche *Fruchtsäfte* als angenehm und mehr oder weniger typisch. Die Gemüsesäfte dagegen schmeckten sehr unterschiedlich. Während die zuckersüssen Rüblisäfte von gross und klein geschätzt werden, sind die Säfte der übrigen Gemüse nicht nach jedermanns Geschmack. Diesem Übelstand kann durch Mischen mit aromatischen Säften, vorzugsweise Zitronensaft, abgeholfen werden (Säfte-Coctail).

An der Luft verändern sich die Rohsäfte, mit Ausnahme des Apfel- und Kartoffelsaftes, nicht sichtbar. Die festen Bestandteile im Apfelmast verfärben sich braun, und der Kartoffelsaft nimmt braune bis tintenschwarze (!) Töne an. Erfolgt die Saftgewinnung bei den Rüben ohne vorheriges Schälen (Schaben), so tritt auch hier eine Verfärbung ins bräunliche ein. In allen diesen Fällen dürfte es sich um typische Oxydationserscheinungen handeln, die meist mit Einbüssen an bioregulativen Stoffen verbunden sind. Bei längerem Stehen an der Luft büssen die Säfte auch geschmacklich ein. Ihr volles Aroma besitzen sie unmittelbar nach der Gewinnung. Später verflachen dann die nuancenreichen Geschmack- und Geruchstoffe, und zwar besonders die angenehmen, während die scharfen und stinkigen mehr und mehr hervortreten.

B. Die Wirkung der Filtration auf die Säfte

Im Interesse der Volksgesundheit ist zu hoffen, die Nahrungsmittelindustrie komme nie auf die Idee, die Säfte zur Verbesserung der Haltbarkeit und zur gefälligeren Aufmachung zu *schönen*. Die mit der Zentrifuge gewonnenen Obst- und Gemüsesäfte sind, wie bereits erwähnt, ausnahmslos trüb. Dies ist vom diätetischen Standpunkt aus betrachtet insofern sehr zu begrüßen, als die Trübstoffe Vitamine, Fermente, Eiweisstoffe usw. enthalten. *Abderhalden* ¹²⁾ weist überdies darauf hin, dass durch die Filtration auch ein Hemmungsstoff entfernt werde, dem die Aufgabe zufalle, das Vitamin C zu schützen. Da keine Gewähr geboten ist, dass nicht eines schönen Tages zum Weissbrot, zum chemisch reinen Zucker und zu den gereinigten Fetten auch ein kristallklarer (denaturierter) Saft kommt, haben wir geprüft, ob die Säfte filtrierbar sind und sich durch die Filtration sinnlich wahrnehmbar verändern. Die Ergebnisse dieser (mit S & S Filtern Nr. 588 durchgeführten) Versuche haben wir in der folgenden Tabelle registriert:

Tabelle 17
Filtrationsversuche mit Rohsäften

Früchte- und Gemüsesäfte	pH	Vor der Filtration	Nach der Filtration	
		Aussehen	Aussehen	Geruch / Geschmack
<i>Gruppe I</i>				
Erdbeeren	3,4	trüb, markreich blassrot	kristallklar ziegelrot	typisch, jedoch leicht fad
Himbeeren	3,2	trüb, markreich dunkelrot	kristallklar dunkelrot	typisch, normal aromatisch
Johannisbeeren	3,0	trüb, markreich rot-hellrot	kristallklar rot	
Kirschen	3,1*)	trüb, markreich schwarzrot	kristallklar schwarzrot	
Äpfel	3,2	trüb, markhaltig braungelb	kristallklar gelb	leichte Einbusse an Aroma
<i>Gruppe II</i>				
Orangen (blut)	3,4	trüb, flockig orange-rötlich	kristallklar rosarot	Aroma ziemlich erhalten
Orangen (blond)	3,4	trüb, flockig gelb	kristallklar <i>farblos</i>	diese Säfte sind im Aussehen, in Geruch und Ge- schmack <i>aty-</i> <i>pisch</i> ; es fehlen die Geruch- und Geschmackstoffe praktisch voll- ständig; alle ± sauer
Mandarinen	3,6	trüb, flockig orange	kristallklar <i>farblos</i>	
Grapefruit	3,1	trüb, flockig graugelblich	kristallklar <i>farblos</i>	
Zitronen	2,9	trüb, flockig gelblichgrünlich	kristallklar <i>farblos</i>	
Tomaten	4,0	trüb, markreich rötlichgelb	kristallklar <i>farblos</i>	
<i>Gruppe III</i>				
Rübli	6,7	trüb, flockig orange	<i>trüb</i> orange	sehr süß
Rettiche	6,5	trüb, flockig weisslichgrau	<i>trüb</i> weisslichgrau	im allgemeinen kommen die un- angenehmen Ge- ruch- und Ge- schmackstoffe mehr zum Aus- druck
Kohl	6,7	trüb, flockig gelblichgrünlich	<i>trüb</i> gelbgrün	
Kabis	6,5	trüb, flockig weisslichgelblich	<i>trüb</i> weisslichgelb	
Kartoffeln	6,7	trüb rahmfarbig	<i>trüb</i> , rasch verfärbend	
Spinat	6,6	trüb, flockig tiefgrün	<i>trüb</i> tiefgrün	

*) Der pH-Wert des Kirschsafte wurde der Arbeit M. Goldmanns¹¹⁾ entnommen.

Nach der Filtration waren sämtliche Fruchtsäfte und der Tomatensaft kristallklar. Während sodann die Säfte der *Früchtegruppe I* (Beeren, Kirschen, Apfel) ihre ursprüngliche Fruchtfarbe und ihr Aroma im grossen und ganzen beibehielten, verloren die Säfte der *Früchtegruppe II* (Citrusfrüchte und Tomaten) nicht nur ihre Farbe, sondern auch die typischen Geruch- und Geschmacksstoffe vollständig; sie waren einförmig sauer. So vermochten 6 Personen im Blindversuch die ursprüngliche Frucht nicht mehr herauszufinden. Eine Ausnahme war der Saft der Blutorangen. Bei der *Gruppe III* (Säfte der Wurzel-, Knollen- und Blattgemüse) fiel auf, dass ihre Säfte auch nach der Filtration *trübe blieben* und dass sie an Geruch- und Geschmacksstoffen einbüssten, was die unangenehmen Geruchstoffe eher hervortreten liess.

Die *filtrierbaren Trübstoffe* in den Gemüsesäften veranlassten uns zu weiteren Versuchen. Es ist aus Tabelle 17 ersichtlich, dass für die Klarheit der *pH-Wert* eine entscheidende Rolle spielt: Sämtliche Säfte mit einem niederen pH liessen sich klar filtrieren, was bei den Frucht- (pH 2,9—3,6) und Tomatensäften (pH 4,0) zutraf. Bewegt sich der pH jedoch um den Neutralpunkt herum, wie bei den Gemüsesäften mit pH-Werten zwischen 6,5 und 6,7, dann bleiben die Trübungen bestehen. Vermutlich handelt es sich um *kolloid gelöste Eiweissstoffe*. Tatsächlich koagulieren diese, unter gleichzeitigem und vollständigem Klären des Serums, wenn durch Hinzufügen einer 1%igen Milchsäurelösung der pH nach unten verschoben wird. Schon geringfügige Veränderungen in der Wasserstoffionenkonzentration vermögen diesen Prozess auszulösen, so beispielsweise beim Rübensaft bei einem pH von 6,0, beim Kabissaft bei einem solchen von 5,5 und beim Spinatsaft bei einem pH von 6,2. Der Kartoffelsaft weicht hier insofern ab, als er nach dem kräftigen Ausflocken eines gelben Sedimentes *trübe bleibt*.

Dieselben Erscheinungen — Koagulieren, Sedimentieren, Klären des Serums — können hervorgerufen werden, wenn an Stelle einer pH-Verschiebung eine *Erhitzung* erfolgt. Auch dieses Ansprechen bezeugt den Eiweisscharakter der Trübstoffe. Dabei wird zwischen 50 und 60° ein schlierenartiges bis wolkiges Sediment ausgeschieden und gleichzeitig das Serum vollständig geklärt. Dieser Vorgang beschleunigt sich mit zunehmender Temperatur erheblich. Beim Spinatsaft fällt besonders viel Sediment aus, das sein Tiefgrün beibehält, während das Serum intensiv orange wird.

Wir kommen abschliessend nochmals auf den *Kartoffelsaft* zurück, der bei *Säurezusatz* zwar koaguliert, jedoch, im Gegensatz zu den übrigen Trübsäften, *stark trübe bleibt*. Wird nun aber Kartoffelsaft mit *unverändertem pH* auf 60° erhitzt, bildet sich eine ausserordentlich dichte Wolke von ausgeschiedenem Eiweiss, das sich allmählich setzt und über sich ein klares Serum zurücklässt. Wird der *angesäuerte* Kartoffelsaft mit dem gelben, bereits sedimentierten Eiweiss erwärmt, so ergibt sich eine abermalige Gerinnung, und zwar von einem weissen Eiweiss. Es finden somit in einem *angesäuerten* und später noch *erhitzten* Kartoffelsaft folgende Schichtungen im klaren Serum statt:

1. bei der *Saftgewinnung* ausgetretene weisse *Stärkekörner*, die eine kompakte, sandig anzufühlende Masse bilden und auf Jod positiv reagieren;
2. *gelbe*, beim *Säurezusatz* ausgeschiedene *Eiweissart*, von sehr lockerer Konsistenz (Jodreaktion negativ);
3. *weisse*, beim *Erhitzen* ausgeschiedene *Eiweissart*, von sehr lockerer Konsistenz (Jodreaktion negativ).

C. Der Vitamin C-Gehalt und seine Bestimmung in Rohsäften

Die Früchte und Gemüse sind unsere eigentlichen Vitamin C-Quellen. Trotzdem jedoch dieses Vitamin weit verbreitet ist und reichlich vorkommt, ist seine ausreichende Zufuhr keineswegs gesichert! Einmal ist sein Bedarf auffallend gross (70—100 mg gegenüber 1—2 mg Vi B₁ und ca. 5 mg Vi A), und sodann treten seiner Wasserlöslichkeit und seiner grossen Hitzeempfindlichkeit bzw. seiner leichten Oxydierbarkeit wegen leicht erhebliche Verluste ein.

Sein *Nachweis* kann sowohl nach biologischen wie spektroskopischen oder chemischen Methoden erfolgen. Gebräuchlich vor allem sind die relativ leicht auszuführenden chemischen Verfahren, die sich im Prinzip auf das *Reduktionsvermögen* dieses Vitamins stützen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Vitamin C nicht unbedingt als Ascorbinsäure vorzuliegen pflegt, sondern auch in der oxydierten, aber reversiblen Form als Dehydroascorbinsäure vorkommen kann. Dieser kommt im biologischen Test volle Vitamin C-Wirkung zu. In der Pflanze sind beide Formen nebeneinander enthalten. *Geiger*¹³⁾ konnte beispielsweise in frisch geernteten Äpfeln ein Verhältnis von Ascorbinsäure zur Dehydroascorbinsäure von 2:1 nachweisen. Durch weitere Oxydationen, wobei Licht, Fermente (Oxydasen) oder Spuren gewisser Schwermetalle katalytisch wirken, wird die Dehydroascorbinsäure in 2,3-Diketo-1-gulonsäure übergeführt, die sich jedoch nicht mehr reduzieren lässt, somit auch keine antiskorbutische Wirkung mehr ausübt.

Im Prinzip wird die Ascorbinsäure durch direkte Titration des Saftes in 2%iger Trichloressigsäure mit 2,6-Dichlorphenol-indophenol bestimmt. Die Ascorbinsäure und die Dehydroascorbinsäure werden nach einem von *von Fellenberg*¹⁴⁾ modifizierten Verfahren durch Ausfällen fremder reduzierender und färbender Begleitsubstanzen mit Mercuriacetat und anschliessender Reduktion der Lösung mittelst Schwefelwasserstoff bestimmt. Wir haben die relativ einfache Methode der *direkten Titration* angewendet, mit der Absicht, ihre Zuverlässigkeit und Zweckmässigkeit zu prüfen. Da der Farbumschlag in gefärbten Säften nicht feststellbar ist (weshalb *von Fellenberg* mit Mercuriacetat ausfällt), haben wir das von der Firma *Hoffmann-La Roche* ausgearbeitete Verfahren¹⁵⁾ mit gutem Erfolg angewendet. Hier wird der Farbumschlag dadurch sichtbar, dass nach jeder Zugabe der Farbstofflösung und tüchtigem Umschwenken ca. 1 cm³ des titrierten Saftes in ein Reagensglas gebracht und mit dem gleichen

Volumen peroxydfreiem Äther überschichtet wird. Nach erfolgter Trennung der Schichten wird im Äther ein rötlicher Ton sichtbar, wenn noch unreduziertes, extrahiertes Dichlorphenol vorhanden ist.

Unsere Ergebnisse publizieren wir, in Verbindung mit solchen anderer Autoren, nachstehend:

Tabelle 18
Vitamin C-Gehalt einiger Früchte und Gemüse und deren Säften

	Proben	Hoffmann**)	v. Fellenberg ¹⁶⁾	Droese-Bramsel ¹⁷⁾	Heupke ¹⁸⁾	Schall ¹⁹⁾
		mg 0/0	mg 0/0	mg 0/0	mg 0/0	mg 0/0
Äpfel	12	6,7	18,0	5,9	7	2—15
Erdbeeren	7	47,6	51,5	30,0	60	50
Himbeeren	4	33,1	32,3	—	30	25
Johannisbeeren	5	40,8	17,4	—	20	16
Heidelbeeren	4	9,8	15,0	6,5	7	10
Kirschen	11	10,2	13,2	7,7	10	15
Orangen	6	60,9	—	50 (49)***)	50	50—100
Mandarinen	6	37,2	—	29 (32)	25	25
Grapefruit	5	45,2	—	50 (47)	50	50—100
Zitronen	6	59,2	—	45 (50)	50	50—100
Tomaten	6	21,3	34,8	24	15	15
Spinat	3	114,0	66,3	44	80	8
Kopfsalat	—	—	15,9	6	15	9
Rübli	13	5,6	5,6/29,0	8	4	3,5
Rettich	4	12,5	—	87	10	10
Grünkohl	4	47,6	56,0	23	80	75
Weisskabis	4	37,5	42,1	46	40	45
Kartoffeln	4	1,8	22,7	13	30	10

*) Die Anzahl Proben beziehen sich nur auf die eigenen Untersuchungen.

**) Die Ergebnisse des Verfassers beziehen sich auf die *Säfte*, diejenigen der andern Autoren auf die *Früchte und Gemüse*.

***) Vitamin-C-Gehalt der *Säfte*.

Die Gegenüberstellung der Resultate in vorstehender Tabelle zeigt, dass die von uns angewendete Methode der direkten Titration (Modifikation Hoffmann-La Roche) die Vitamin C-Werte — mit 2 Ausnahmen — zuverlässig erfasst hat und dass die Säfte gegenüber den Früchten und Gemüsen kein Vitamin C eingebüsst haben. Gerade in Bezug auf letzten Punkt liegen Ergebnisse neuester Versuche des Physiologisch-chemischen Instituts der Universität Basel vor, die im Auftrage der Techag mit der Turmix-Fruchtpresse durchgeführt worden sind, und die wir mit Erlaubnis der Auftraggeberin nachstehend wiedergeben:

Tabelle 19

Vitamin C-Gehalt bei unterschiedlicher Gewinnungsweise der Säfte
(ermittelt durch das Physiologisch-chemische Institut Basel)

Saftart	Gewinnungsweise	Vitamin-C-Gehalt mg %
Zitronen	Glaspresse	45,6
Zitronen	Turmix	46,8
Orangen	Glaspresse	39,4
Orangen	Turmix	38,6
Lauch	im Mörser zerrieben	10,5
Lauch	Turmix	14,5
Rüben	im Mörser zerrieben	5,1
Rüben	Turmix	4,6

Diese Ergebnisse bestätigen ebenfalls, dass tatsächlich nur methodisch bedingte Vitamin C-Verluste eintreten. Auch *Hellström*²⁰⁾ weist darauf hin, dass beispielsweise bei Zerkleinerung von Weisskohl und Tomaten im Turmixapparat nur kleine Vitamin C-Mengen verloren gehen, die aber sehr rasch anwachsen, sobald das fein verteilte Material *aufbewahrt* wird. «Dies ist», schreibt *Hellström*, «in besonders hohem Grade der Fall, wenn der pH-Wert in der Nähe des Neutralpunktes liegt, wo die oxydierenden Enzyme sehr aktiv sind und wo die Dehydroascorbinsäure leicht inaktiviert werden kann.» Wir müssen uns natürlich klar darüber sein, dass der Vitamin C-Gehalt in den Pflanzen nicht etwa standardisiert ist, sondern je nach Sorte, Provenienz und Reifegrad variieren kann. Wir belegen dies durch folgende eigene Versuche:

Tabelle 20

*Vitamin C-Gehalt von Kirschen verschiedener Sorten,
unterschiedlicher Farbe und Reife*

Sorten	Farbe und Reifegrad	Vitamin-C-Gehalt mg %
Basler Kirschen	tiefschwarz, gut ausgereift	11,9
Basler Kirschen	schwarz, ungenügend gereift	6,5
Basler Kirschen	rot, gut ausgereift	5,4
Solothurner Kirschen	tiefschwarz, gut ausgereift	13,4
Thurgauer Kirschen	schwarz, gut ausgereift	8,5
Thurgauer Kirschen	rot, gut ausgereift	4,3

Von Fellenberg¹⁴⁾ kam bei ungleich reifen Früchten zu ähnlichen Ergebnissen. Er fand bei Himbeeren 14,9—38,0 mg⁰/o, bei Stachelbeeren 19,3—42,6 mg⁰/o, in Äpfeln desselben Baumes («Schöner von Boskop») 11,8—22,3 mg⁰/o. Nach von Fellenberg können Gehaltsdifferenzen sogar in ein und demselben Apfel vorkommen. So enthielt ein «Menznauer Jäger» in der roten Hälfte von innen nach aussen 10,3—142,3 mg⁰/o und in der grünen Hälfte bloss 11,8—59,1 mg⁰/o. Dass schliesslich auch die Art der Düngung von Einfluss auf den Vitamin C-Gehalt ist, hat Gisiger²¹⁾ anhand von Versuchen nachgewiesen. Dann gibt es aber auch wieder Vegetabilien mit auffallend konstanten Vitaminwerten. So notierten wir in eigenen Versuchen bei Rübli verschiedener Herkunft und zu verschiedenen Jahreszeiten: 5,8, 5,5, 5,7, 5,8, 5,7, 5,3 mg⁰/o Ascorbinsäure.

In Berücksichtigung der natürlichen Vitamin C-Schwankungen, sind unsere Ergebnisse in Tabelle 18 als gut übereinstimmend mit denjenigen der zitierten Autoren zu betrachten. Dies würde dafür sprechen, dass sich die von uns benützte Methode der *direkten Titration* (Modifikation nach Hoffmann-La Roche) gut eignet für die Bestimmung der Ascorbinsäure. Versagt hat hingegen dieses Verfahren bei den *Äpfeln* und bei den *Kartoffeln*. Von beiden ist bekannt, dass sie sich zerkleinert, ganz besonders aber geraffelt rasch braun verfärben. Es dürfte sich hier um Oxydasen handeln, die die Ascorbinsäure augenblicklich zu Dehydroascorbinsäure oxydieren, weshalb sie mit der direkten Titration nicht mehr erfasst werden kann. Von Fellenberg¹⁴⁾ hat bei Kartoffeln, die auf einer Glasraspel innert 2 Minuten verrieben wurden, einen Ascorbinsäureverlust von 22,7 auf 3,0 mg⁰/o festgestellt. Nach Lauersen²²⁾ beträgt der Anteil der Dehydroascorbinsäure in der ganzen Kartoffel bis zu 45 %/o. Er weist darauf hin, dass die Ascorbinsäurewerte je nach Forscher zwischen 1—50 mg⁰/o schwanken.

Bei den Äpfeln ergeben sich dieselben Schwierigkeiten. Nach Tabelle 18 sind, von Fellenberg ausgenommen, allgemein niedrigere Vitamin C-Werte gefunden worden. Auch aus anderer Literatur erfährt man, dass die Äpfel schlechte Ascorbinsäurequellen sein müssen. So ist in der «Ernährungslehre» von Demole²³⁾ bloss 1 mg⁰/o Ascorbinsäure angegeben. Von Fellenberg¹⁶⁾ und Geiger¹³⁾ haben nun aber ganz erklecklich höhere Werte gefunden, so ersterer in 14 Sorten im Durchschnitt 18 mg⁰/o und Geiger in 80 verschiedenen Sorten 20 mg⁰/o. Beide Forscher haben die modifizierte Methode nach von Fellenberg (Quecksilberfällung und Reduktion durch H₂S) angewendet und damit die Ascorbin- und die Dehydroascorbinsäure erfasst. Der Ascorbinsäuregehalt allein betrug bei Geiger 11,4 mg⁰/o gegenüber 20 mg⁰/o Gesamtgehalt. Im übrigen bestätigt Geiger, dass auch hier grosse Schwankungen vorkommen können (Landsberger Reinette 14 mg⁰/o, Freiherr von Berlepsch 40 mg⁰/o), ihre Ursache jedoch nicht bekannt sei. Es scheint ihm die Auffassung richtig, «dass zwischen dem Gehalt an Oxydationsfermenten und dem Vitamin C ein gewisser Zusammenhang besteht».

Wenn der tägliche Bedarf des Menschen tatsächlich 70—100 mg⁰/o Vitamin C ausmacht, wie die medizinische Wissenschaft heute behauptet, dann wird bei einigermassen reichlichem Konsum von *rohem* Obst und Gemüse dieses homöo-

pathische Quantum gedeckt. Die ergiebigsten Quellen sind die Citrusarten, denen allerdings unsere einheimischen Früchte nur wenig nachstehen. In diesem Zusammenhang könnte höchstens in die Waagschale geworfen werden, dass die Orangen, Grapefruits und Mandarinen zu einer Jahreszeit käuflich sind, in der die übrigen Vitamin C-Spender (Beeren, Salate) mehr oder weniger fehlen. Auch unter den Gemüsen finden wir hervorragende Ascorbinsäurequellen, wobei vorab die (leicht verpönten!) Kohl- und Kabisarten, der Spinat u.a. zu nennen sind.

D. Prüfung der Säfte auf Echtheit (Formolprobe)

In einem Zirkularschreiben an die amtlichen Lebensmitteluntersuchungsanstalten hat der Chef der Lebensmittelkontrolle im Eidg. Gesundheitsamt angeregt, die *Formolzahl* zur Echtheitsbestimmung der Säfte heranzuziehen. Diese «beruht auf der Bestimmung der in den natürlichen Säften enthaltenen Aminosäuren durch die Formoltitration. Kunstprodukte ergeben keinen oder nur geringen Laugenverbrauch, während Naturprodukte, nach Neutralisation der vorhandenen freien Säuren und Zugabe von neutralisiertem Formalin, je nach Art des Saftes auf 100 cm³ 8—50 cm³ n-10-Lauge weiter verbrauchen. Diesen Wert bezeichnet man als Formolzahl.» Als Arbeitsvorschrift ist diejenige von *Sciacca*, Messina (Privatmitteilung an das EGA), angegeben und von uns verwendet worden. Da unseres Wissens in dieser Zeitschrift später und von anderer Seite näher auf die Formolzahlbestimmung eingetreten wird, verzichten wir auf die Beschreibung der Methode und geben in Tabelle 21 nur die gefundenen Werte wieder.

Wir sehen, dass die Gemüsesäfte Formolzahlen zwischen 11,8 bis 63,7, im Mittel 31,4, die Obstsäfte solche zwischen 3,2 bis 19,9, im Mittel 11,7, aufwiesen. Wie weit sich mit den Formolzahlen Verfälschungen abklären lassen, ist hier nicht näher geprüft worden. Unsere Resultate sind bloss als *Beitrag* zur Lösung dieses Problems aufzufassen. Offen bleibt auch, ob die Formolzahl in diätetischer Hinsicht etwas auszusagen vermag.

Tabelle 21
Formolzahlen einiger Obst- und Gemüsesäfte

Saft von	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5	Probe 6	Mittel
Rübli	24,5	29,5	22,1	25,6	21,6	23,2	24,4
Rettiche	15,0	6,6	13,2	14,3	9,9	—	11,8
Grünkohl	31,6	31,6	31,0	31,6	—	—	31,4
Weisskabis	35,4	28,5	35,2	31,0	—	—	32,5
Spinat	28,8	28,5	29,0	—	—	—	28,8
Kartoffeln ¹	67,9	57,0	66,2	63,5	—	—	63,7
Tomaten	28,3	20,0	27,4	29,6	31,9	—	27,4
Trauben ²	6,0	5,5	8,8	3,2	6,6	3,2	5,5
Äpfel ³	3,2	3,1	3,2	—	—	—	3,2
Orangen ⁴	15,5	19,0	11,8	18,4	16,9	17,7	16,5
Mandarinen ⁵	9,3	14,2	14,3	14,2	14,1	—	13,2
Zitronen	11,6	14,5	11,8	11,1	12,0	10,7	11,9
Grapefruits	24,8	16,4	18,9	20,0	19,7	—	19,9

1 Sorten: Erdgold, Böhms, Frühsorten, Pintje.

2 Proben: 1—3 blaue, 4 weiße Trauben.

3 Probe 1: Gravensteiner, Proben 2 und 3: gemischte Sorten.

4 Proben: 1 und 4 Blond-, 2, 3 und 4: Blutorange.

5 Probe 1: gewöhnliche Mandarine, Proben 2 bis 4: Paterno-Mandarinen.

6. Schlussfolgerungen

Die Obst- und Gemüsesäfte werden heute auch in unserem Lande zunehmend geschätzt. Sie passen ausgezeichnet zur Tendenz des modernen Menschen, den Zivilisationschäden entgegenzuwirken, und in die Hand des fortschrittlichen Arztes, der sie mit Erfolg am Krankenbett verwendet.

Leider sind nun aber die Säfte aus der lebenden Pflanzenzelle nicht nur dem Menschen, sondern auch den Mikroorganismen zugänglich. Wie unsere Untersuchungen ergeben haben, enthalten die Frucht- und Gemüsesäfte meist einige Hunderttausend bis Millionen Bakterien pro cm³. Da man sich in diesem Zusammenhang an das gelegentliche Vorkommen pathogener Keime in der Milch erinnert, drängt sich die Frage auf, inwiefern auch hier vom hygienischen Standpunkt aus betrachtet Bedenken am Platze sind und was für Massnahmen zu ergreifen wären, um eventuelle Gefahren abzuwenden.

Aus Arbeiten von *Burri* und *Düggeli* haben wir gezeigt, dass es sich primär um die sogenannte *epiphytische Keimflora* handelt. Jedoch werden auch bei der Gewinnung Mikroorganismen in die Säfte hineingebracht. Dass es sich nicht

um pathogene handelt, kann daraus abgeleitet werden, dass wir mit jedem Salat, den meisten Früchten und vielen andern Lebensmitteln Milliarden Keime aufnehmen. Es ist sogar wahrscheinlich, dass sie zu unserer Darmflora gehören und damit zur Verdauung notwendig sind. Auch konsumieren bereits im zartesten Alter unzählige Kleinkinder Säfte und zerdrückte Früchte, ohne dass es auffallend zu gesundheitlichen Störungen kommen würde.

Auf Grund dieser Überlegungen sollte eine *Pasteurisation* der Säfte nicht erwogen werden. Es würden dadurch nicht nur gewisse Eiweisse ausflocken, sondern zweifellos auch weitere lebenswichtige Stoffe vernichtet oder zumindest geschädigt. Dadurch hätten wir ein *denaturiertes* Lebensmittel *mehr* auf unserem Speisezettel, was im Interesse der Volksgesundheit unbedingt zu vermeiden ist.

Hingegen ist es Aufgabe der *Lebensmittelkontrolle*, sich entschlossen dafür einzusetzen, dass die Säfte *ohne die eigentlichen Infektionskeime* in den Verkehr gelangen, also mit der grösstmöglichen Sorgfalt gewonnen und behandelt werden. Dabei sind bereits die Früchte und Gemüse sorgfältig auszuwählen. Auch dürfen sie nur frisch, gewaschen und unverdorben verarbeitet werden. Sodann ist den Geräten, insbesondere der Zentrifuge, grösste Aufmerksamkeit zu schenken und dafür zu sorgen, dass die Rückstände (Trester) nach jedem Gebrauch entfernt, die Zentrifugenbestandteile täglich wiederholt abgespült und mindestens zweimal pro Tag mit siedendem Wasser übergossen werden. Zur Beurteilung der Sauberkeit genügt der Augenschein nicht, vielmehr ist die Probe aufs Exempel zu machen, wozu sich die in dieser Arbeit beschriebene Methode gut eignet.

Was schliesslich die Zentrifuge als solche anbelangt, bewährt sich zweifellos das hier angewendete *Prinzip* zur Säftegewinnung. Unsere Erfahrungen beziehen sich auf die Turmix-Zentrifuge, die in allen von uns erfassten Betrieben gebraucht wird, und mit der wir ein Vierteljahr im Laboratorium in jeder Beziehung störungsfrei gearbeitet haben. Es hat sich auch gezeigt, dass sich Infektionen ausschalten lassen, sofern die angeführten Punkte beachtet werden.

Zusammenfassung

1. Nach Versuchen über die Saftausbeute ist vor allem die mikrobiologische Beschaffenheit der Obst- und Gemüsesäfte untersucht worden.
2. Die auf Früchten und Gemüse stets vorhandene epiphytische Keimflora verunmöglicht das Ableiten des Infektionsgrades aus dem Keimgehalt des Rohsaftes. Schlüsse auf die bei der Gewinnung angewendete Sorgfalt lassen sich nur bei direkter bakteriologischer Kontrolle der Zentrifugen ziehen.
3. Versuche, die Keimzahl zu reduzieren, ergaben, dass durch Waschen der Früchte und Gemüse die Mikroorganismen um 40 bzw. 50—60 % vermindert werden. Hingegen wird der gewünschte Effekt durch Pasteurisation erreicht, wobei allerdings Säfte mit einem pH-Wert um den Neutralpunkt herum (Gemüsesäfte) ausflocken.

4. Sämtliche Säfte sind trübe und enthalten mehr oder weniger Zellbestandteile. Beim Filtrieren zeigte sich, dass nur Säfte mit einem niederen pH-Wert (Früchte und Tomaten) klar werden, und dass zum Teil erhebliche geschmackliche Einbussen und Farbverluste erfolgen. Bei den Gemüsesäften bleibt die Trübung auch nach der Filtration. Dass es sich hier um Eiweisstoffe handelt, beweist die Tatsache ihres Koagulierens beim Erhitzen oder Ansäuern.
5. Vitamin C-Bestimmungen ergaben die bedingte Zuverlässigkeit der direkten Titrationmethode. Weiterhin zeigte sich, dass die Früchte- und die Gemüsesäfte im allgemeinen gute Vitamin C-Quellen sind. Es wird auf die Variabilität des Vitamin C-Gehaltes hingewiesen und an einem Beispiel erläutert, dass Sorte, Farbe, Reifegrad u.a. mitentscheidend sind für den Gehalt.
6. Als Beitrag zur Echtheitsprüfung der Säfte sind einige Formolzahlen bestimmt worden.

Résumé

1. On a déterminé les rendements en jus obtenus à partir de fruits et de légumes divers, puis on a examiné ces jus principalement au point de vue microbiologique.
2. La flore des germes épiphytes qu'on rencontre toujours sur les fruits et les légumes ne permet pas d'établir le degré d'infection d'un jus brut en se basant simplement sur sa teneur en germes. Ce n'est que par le contrôle bactériologique direct des centrifuges qu'on peut tirer des conclusions quant aux soins apportés à l'obtention des jus.
3. Les essais effectués en vue de réduire le nombre des germes ont montré que le lavage des fruits et des légumes en abaisse la teneur de 40 ou même de 50 à 60 %. L'effet désiré est par contre atteint par pasteurisation, mais ce traitement a pour effet de provoquer une précipitation dans les jus dont le pH est voisin de la neutralité (jus de légumes).
4. Tous les jus sont troubles et contiennent une quantité plus ou moins grande de constituants cellulaires. On a observé que seuls les jus à bas pH (fruits et tomates) se laissent filtrer clairs et qu'il en résulte en partie un affaiblissement considérable de la saveur et des pertes de couleur. Dans le cas des jus de légumes le trouble persiste aussi après la filtration. Le fait qu'il s'agit ici d'albumines est démontré par leur coagulation lors du chauffage ou de l'acidification.
5. Des dosages de vitamine C ont montré que la sûreté de la méthode de titrage direct est relative. En outre on a vu que les jus de fruits et les jus de légumes sont généralement de bonnes sources de vitamines C. On attire l'attention sur la variabilité de la teneur en vitamine C et, en se basant sur un exemple, on montre qu'entre autres l'espèce, la couleur et le degré de maturité influent sur elle.
6. Quelques indices de formol ont été déterminés à titre de contribution à la recherche de l'authenticité des jus.

Literatur

- 1) *E. Heun*, Die Rohsäftekur, Hippokrates-Verlag, Stuttgart 1951.
- 2) *F. Löhnis*, Handbuch der landwirtschaftlichen Bakteriologie, Verlag Bornträger, Berlin 1910.
- 3) *R. Burri*, Zentralbl. für Bakt., II. Abt., Nr. 24/25 (1903).
- 4) *M. Dügge*, Zentralbl. für Bakt., II. Abt., Nr. 19/21, 22/24 (1904).
- 5) *E. Novel*, diese Mitt., Bd. 38, 361 (1947).
- 6) *O. Thomann*, diese Mitt., Heft 6, 517 (1951).
- 7) Die amerikanischen Einheitsverfahren zur Untersuchung von Wasser und Abwasser, Verlag Oldenburg, München 1951.
- 8) *P. Kästli*, Schweiz. Zentralbl. für Milchwirtschaft, Nr. 4 (1951).
- 9) *S. Hoffmann*, diese Mitt., Heft 1 (1947).
- 10) *Ursula Scholz*, Diss. Universität Marburg, 1943.
- 11) *Mary Goldmann*, Food Research, 275 (1949).
- 12) *E. Abderhalden* und *G. Mouriquand*, Vitamine und Vitamintherapie, Medizinischer Verlag Huber, Bern 1948.
- 13) *A. Geiger*, Schweiz. Landw. Monatshefte, Heft 11 (1945).
- 14) *Th. von Fellenberg*, diese Mitt., Bd. 32, 135 (1941).
- 15) Analysenmethode zur Bestimmung des Vitamins C in Fruchtsäften. Beziehbar in Fa. Hoffmann-La Roche, Basel.
- 16) *Th. von Fellenberg*, diese Mitt., Bd. 33, 212 (1942).
- 17) *W. Droese* und *H. Bramsel*, Vitamintabellen der gebräuchlichsten Nahrungsmittel, Verlag Barth, Leipzig 1941.
- 18) *W. Heupke* und *G. Rost*, Was enthalten unsere Nahrungsmittel, Umschau-Verlag, Frankfurt am Main 1950.
- 19) *H. Schall*, Nahrungsmittel-Tabellen, Verlag Barth, Leipzig 1941.
- 20) *U. Hellström*, Vår föda, Nr. 5 (1951).
- 21) *L. Gisiger*, Gesundheit und Wohlfahrt, 11, 500 (1950).
- 22) *F. Lauersen*, Die Speisekartoffel, Verlag Steinkopff, Dresden 1944.
- 23) *M. Demole*, *A. Fleisch*, *Ch. Petitpierre*, Ernährungslehre und Diätetik, Medizinischer Verlag Huber, 237 (1948).
- 24) «Roche», Vitamin-Vademecum, 1952.