

Fritz Kroker

Über das Vitamin C in Kuh- und Frauenmilch und die Möglichkeit der Herstellung einer Vitamin C-Milch

*Als Inaugural-Dissertation
von der Medizinischen Fakultät der Universität Leipzig angenommen.*

16. September 1939.

Referent: Herr Professor Dr. Scheunert.

ISBN 978-3-662-28122-2
DOI 10.1007/978-3-662-29630-1

ISBN 978-3-662-29630-1 (eBook)

Milchwirtschaftliche Forschungen, Band 19, Heft 5, 1938

Meinen Eltern

(Aus dem Veterinär-Physiologischen Institut der Universität Leipzig. —
Direktor: Prof. Dr. A. Scheunert.)

Über das Vitamin C in Kuh- und Frauenmilch und die Möglichkeit der Herstellung einer Vitamin C-Milch.

Von
F. Kroker.

Mit 1 Textabbildung.

(Eingegangen am 24. Mai 1938.)

Aus dem Sammelreferat²⁷ über den Einfluß der Aufbewahrung und der Methoden der Haltbarmachung auf die Zusammensetzung, insbesondere den Vitamingehalt der Milch, geht hervor, daß die Angaben über den Vitamin C-Gehalt der Milch sehr verschieden sind. Dies gilt auch von den biologischen Untersuchungen der Milch auf ihre Skorbutschutzwirkung.

Tabelle 1. Vitamin C-Gehalt der rohen Kuhmilch.

Autor	mg% Vitamin C	Anzahl der Kubikzentimeter, die einer Meer-schweinchenschutzdosis entsprechen	Milch-zulage in % des Körper-gewichtes
<i>Baumann</i> ¹	Durchschnitt 1—1,6 maximal 1,6—2	—	—
<i>Birch, Harris und Ray</i> ³	1,9—2,5	—	—
<i>Blumenberg</i> ⁴	—	60—75	—
<i>Chakraborty</i> ⁵	0,7	—	—
<i>Correns</i> ⁷	0,85—2,89	—	—
<i>De Caro und Speier</i> ⁸	0,48—1,45	180	—
<i>Dutcher, Eckles, Dahle, Mead v. Schaeffer</i> ⁹	—	20—60	—
<i>Ferdinand</i> ¹²	1,3 im Winter 1,1 im zeitigen Frühjahr	—	—
<i>Freytag (Wachholder)</i> ⁵²	2—3 im Sommer 1 im Winter	—	—
<i>Fujita und Ebihara</i> ¹³	0,52	—	—
<i>Gabathuler</i> ¹⁴	—	40	—
<i>Ghosh und Guha</i> ¹⁶	1,0	—	—
<i>Harris und Ray</i> ¹⁸	1,3—2,8	—	—
<i>Hart, Steenbock und Ellis</i> ¹⁹	—	50—100	—
<i>Hess, Unger und Supplee</i> ²⁰	—	80	—
<i>Hottinger (Neuweiler)</i> ³⁵	—	50—100	—
<i>Hume, Chic und Scelton (Neuweiler)</i> ³⁵	—	100—150	—
<i>Kieferle, Zeiler und Hoch</i> ²²	—	45	—
<i>Kon und Watson</i> ^{25, 26}	1,88—2,56	—	—
	nach Weidefütterung 2,35	—	—
	nach Stallfütterung 2,06	—	—

Tabelle 1 (Fortsetzung).

Autor	mg% Vitamin C	Anzahl der Kubikzentimeter, die einer Meer-schweinchen-schutzdosis entsprechen	Milch-zulage in % des Körper-gewichtes
<i>Levy und Fox</i> ²⁸	0,3—1,1	—	—
<i>Lojander</i> ²⁹	0,2—3,1	—	—
<i>MacLeod (Neuweiler)</i> ³⁵	—	49	17
<i>Meulemans und De Haas</i> ^{32, 33}	1,5—1,8	—	—
	1,6—1,8	—	—
<i>Neuweiler</i> ³⁵	0,07—2,2	—	—
<i>Oertel und Kieferle</i> ³⁶	—	Silagemilch 45—60	—
<i>Olson und Copeland (Neuweiler)</i> ³⁵	—	Trocken- futtermilch 15—60	—
<i>Ranganathan</i> ³⁷	0,4	—	—
<i>Rasmussen, Guerrant, Shaw, Welch, Bech- del</i> ³⁸	0,88—1,31	—	—
<i>Reyher</i> ³⁹	—	20—30	10
<i>Riddell, Whitnah, Hughes, Lienhardt</i> ⁴⁰	nach Weidefütterung 2,65 nach Stallfütterung 2,58—2,68	—	—
<i>Rundberg</i> ⁴¹	—	über 50	—
<i>Saleck</i> ⁴²	—	—	15
<i>Schlemmer, Bleyer und Cahnmann</i> ⁴⁵	0,07—2,2	—	—
<i>Seelemann und Haldenfeldt</i> ⁴⁶	—	—	13—17
<i>Szlendakowa</i> ⁵¹	—	75	—
<i>Whitnah und Ridde</i> ^{55, 56, 57}	2,59	—	—
	Oktober—Jan. 2,36—2,92	—	—
	Februar—März 2,22—2,60	—	—
	2,33—2,57	—	—

Übereinstimmend stellten die Autoren einen relativ viel höheren Vitamin C-Gehalt der Frauenmilch gegenüber der Kuhmilch des Handels fest (Tab. 2).

Zwar gaben also *Widenbauer, Baumann* und *Rappolt* sowie *Gaethgens* einen teilweise recht geringen Vitamin C-Gehalt bei Frauen armer Volksteile und bei Ammen an. Übereinstimmend aber betonen sie, daß diese Frauenmilch dann bezüglich ihres Vitamin C-Gehaltes als insuffizient angesprochen werden muß. Nach *Baumann* und *Rappolt*² ist ein Vitamin C-Gehalt in Frauenmilch von unter 4 mg% ein Zeichen dafür, daß der mütterliche Organismus in seinen Geweben eine Vitamin C-Verarmung aufweist. *Gaethgens*¹⁵ fordert, daß die Frauenmilch mindestens 5—6 mg% enthalten soll, da sonst die optimale Versorgung des Säuglings mit Vitamin C nicht mehr möglich ist. Er betont die Not-

Tabelle 2. Vitamin C-Gehalt der Frauenmilch.

Autor	mg%	Autor	mg%
Baumann ¹ sowie Baumann und Rappolt ²		Kasahara ²¹	4,5
bei Müttern	3,0—5,0	Neuweiler ³⁵	4,0—7,0
bei Ammen	0,5—2,5	Schlemmer, Bleyer und Cahnmann ⁴⁵	4,0—5,0
Chakraborty ⁶	3,5	Selleg und King ⁴⁷	
Correns ⁷		3—6 Tage post partum	5,5
Colostrum	3,79—6,0	Stoerr ⁴⁸	3,0
4—16 Tage post partum	5,65—11,49	Sung und Chu ⁵⁰	
6 Monate post partum	2,8—5,1	bei Krankenhauskost	3,6—5,3
De Haas und Meulemans ¹⁷		bei vitamin C-armer Kost	1,1—3,8
Colostrum	5,0	bei vitamin C-armer Kost + zusätzlicher Ascorbinsäure	8,7
Ferdinand ¹²		Wachholder ⁵²	4,2—5,6
im Winter	2,5	bei Amme	3,5
im zeitigen Frühjahr	1,3	Widenbauer ⁵³	
Fujita ¹³	3,1	bei Ammen	0,1—2,0
Gaethgens ¹⁵	1,8—7,1		
Harris und Ray ¹⁸	2,7—8,5		

wendigkeit, daß stillende Frauen eine sehr reichliche Vitamin C-Aufnahme haben müssen (evtl. durch Gabe von synth. Vitamin C).

In den Kinderkliniken und Säuglingsheimen ist es längst zur Selbstverständlichkeit geworden, den Kindern eine Vitamin C-reiche Zusatznahrung zu geben. Es ist aber weder unbedingt wünschenswert, noch durchführbar, daß alle Mütter den Kindern, die nicht oder nicht mehr gestillt werden, zur Deckung des Vitamin C-Bedarfs Apfelsinen- oder Citronensaft oder andere geeignete höchstwertige Vitamin C-Träger geben. In einem Großteil der Fälle wird der Rat des Arztes schon wegen der entstehenden hohen Kosten nicht beachtet werden. Außerdem treten unter Umständen durch die Frucht- oder Gemüsesäfte Durchfälle ein. Deshalb stellte sich der Verf. die Aufgabe, näher zu untersuchen, ob die Herstellung einer Kindermilch, der Vitamin C zugesetzt wird, durchführbar und gerechtfertigt erscheint.

Methodisches.

Voraussetzungen zu den Untersuchungen war die Ausarbeitung einer einwandfreien Methode. Als erste wurde die Methode von Schlemmer, Bleyer und Cahnmann⁴⁵ geprüft. Diese Autoren stellten ein Milchserum her durch Fällung mit Bleiacetat und Beseitigung des Bleiüberschusses mit Natriumsulfat. Die Autoren geben an, daß in 25 Minuten (solange benötigen sie bis zur Beendigung der Titration) bereits etwa 25% Vitamin C zerstört werden. Dadurch, daß in den eigenen Versuchen die Zentrifuge zum Klären des Serums nach der Fällung benutzt wurde, konnte die Zeitdauer bis zum Ende der Titration auf 10 Minuten verkürzt werden. Neuweiler³⁵ verzichtete in seinen Untersuchungen auf eine Enteiweißung und entfernte nur das Fett durch Zentrifugieren und Abrahmen. Die Titration gestattet aber nur sehr schwer die Festlegung eines scharfen Endpunktes. Weiterhin ist durch die Untersuchungen vieler Autoren ja bekannt, daß die Titration mit dem 2.6-Dichlorphenolindophenol nach Tillmans nicht absolut spezifisch ist, sondern,

daß auch eine Reihe anderer Stoffe wie z. B. das Cystein den Farbstoff entfärben. Erst bei sehr niederem p_H sind diese Fehlerquellen weitgehend ausgeschaltet. *Neuweiler* betont zwar, daß in der Milch sehr wenig Cystein enthalten ist, trotzdem hielt es der Verfasser dieser Arbeit für notwendig, in seinen eigenen Versuchen bei sehr niederem p_H zu arbeiten. In der Tat wurden dabei auch etwas niedrigere Werte erhalten, als wenn die erstgenannten Methoden verwandt wurden. In Anlehnung an die Methodik von *Wachholder*⁵² wurde schließlich wie folgt verfahren:

15 ccm Milch wurden im Zentrifugenglas mit 30 ccm doppelt destilliertem Wasser verdünnt. (Durch die Verdünnung sollte verhindert werden, daß das Eiweiß bei der Fällung deutliche Mengen Vitamin C mitreißt.) Dann wurden 5 ccm 22proz. Sulfosalicylsäure unter ständigem Umrühren zugesetzt. Durch Zentrifugieren konnte in wenigen Minuten ein absolut klares Serum erhalten werden. Von diesem Serum wurden 2mal 20 ccm titriert. Bei der Titration ergaben sich keinerlei Schwierigkeiten. Auch stimmten beide Titrationsen praktisch völlig überein.

Es interessierte ferner, ob durch die Fällung mit Hg-Acetat, wie sie *Emmerie* und *van Eekelen*¹⁰ für Gewebsextrakte vorschlugen, ein anderer Reduktionswert gefunden werden konnte. Es wurden deshalb 40 ccm Serum nach dem Neutralisieren mit Calciumcarbonat mit 1 ccm 20proz. Hg-Acetat versetzt, zentrifugiert und das überschüssige Hg-Acetat durch H_2S ausgefällt. Dann wurde filtriert und nach 24 Stunden stehen lassen mit H_2S wurde der Schwefelwasserstoff durch Stickstoff vertrieben. Der neue Titrationswert lag dann bei frischer Milch etwa 5—10% unter dem direkt bestimmbareren Wert, aber bis zu 20% unter dem Wert, der durch Schwefelwasserstoffreduktion ohne vorherige Hg-Acetatfällung erhalten werden konnte. Die Reduktion mit H_2S wurde ferner stets dann angewendet, wenn neben der reduzierten Ascorbinsäure noch die Dehydroascorbinsäure, die ja noch biologisch wirksam ist, bestimmt werden sollte. In Anbetracht der Tatsache, daß die Angaben der verschiedenen Autoren sehr stark auseinandergehen und selbst *Wachholder*⁵², der ja ebenfalls bei so niederem p_H untersucht, den Titrationswert für zu hoch hält, wurde versucht, die Methylenblaumethode nach *Martini* und *Bonsignore*³¹ anzuwenden. Das Milchserum ergibt aber mit dem Methylenblau keine reinen Blaufärbungen, sondern einen grünlichen Farbton. Dadurch wurde die Durchführung einer Ablesung der Vergleichsfarbe so ungenau, daß auf diese Methode verzichtet werden mußte.

Der Vollständigkeit halber seien noch Versuche erwähnt, durch Fällung mit n-Schwefelsäure, wie sie *Lojander*³⁰ für eine Schnellmethode zur Festlegung von Überschlagswerten vorschlug, und mit n_{10} -Schwefelsäure, wie sie *Sharp*⁴⁸ anwandte, das Serum herzustellen. Als unbedingt notwendig erwies sich auch hier eine Verdünnung der Milch, wenn nicht deutliche Mengen Vitamin C mitgerissen werden sollten. Es stellte sich ferner heraus, daß erst bei Verwendung von relativ großen Mengen der stärkeren Säure rasch ein klares Serum zu erhalten war (15 ccm Milch + 27 ccm H_2O erforderten 8 ccm n- H_2SO_4). In diesem Falle aber zerstört die Säure merkliche Mengen Farbstoff schon in 2 Minuten (1—2 Minuten dauert im allgemeinen eine Titration).

Besondere Schwierigkeiten traten später bei der Untersuchung der Frauenmilch auf. Es konnte hier auf die genannte Weise noch kein klares Serum erhalten werden. *Wachholder*⁵² setzte deshalb nach dem Zentrifugieren noch festes Ammonsulfat zu. Bessere Ergebnisse unter gleichzeitiger Umgehung mehrerer Fehlerquellen wurden jedoch dadurch erreicht, daß die Frauenmilch nicht mit Wasser, sondern mit

einer gesättigten Lösung von Ammonsulfat verdünnt wurde. Im übrigen wurde genau wie bei der Kuhmilch verfahren. Es wurde erreicht, daß allein durch das Zentrifugieren und notfalls noch durch das Filtrieren (dieses geht sehr rasch) ein völlig klares Serum erhalten wird. (An Kuhmilch wurden Vergleichsbestimmungen gemacht, um zu sehen, ob das Ammonsulfat den Titrationswert etwa beeinflußt. Es konnte gezeigt werden, daß ein solcher Einfluß nicht besteht, wenn die Zeitdauer des Untersuchungsganges nicht länger als etwa 15 Minuten dauert. Übrigens ergibt ein Milchserum, das mit Ammonsulfat vorbehandelt ist, mit Hg-Acetat keine Fällung mehr.)

Die Titrationsergebnisse mit dem 2,6-Dichlorphenolindophenol sollten, um sicher zu gehen, durch den biologischen Versuch geprüft werden. Bei dieser Festlegung mußte folgendes beachtet werden: Nach amerikanischen Autoren besitzt der biologische Versuch eine Streuung bis zu 20%. Ferner wurden sehr verschiedene Vitaminmengen als Skorbutschutzdosis des Meerschweinchens angegeben. Diese liegen zwischen 0,5 und 1,5 mg% Vitamin C. *A. Scheunert* (Leipzig) konnte aber mit seinen Mitarbeitern in vielfachen Untersuchungen immer wieder feststellen, daß im 35 Tage dauernden Versuch bei Gabe von 0,35 mg synth. Ascorbinsäure pro Tag weder Blutungen, noch Gelenkverdickungen noch sonstige makroskopisch bei der Sektion feststellbare Skorbutmerkmale auftraten. Von dieser Feststellung wurde ausgegangen, um die Titrationswerte zu prüfen und den evtl. Fehlergrad zu bestimmen. Es wurde deshalb rohe Markenmilch sofort nach Lieferung (morgens 7 Uhr) direkt titriert und die errechneten Milchmengen, wie in Tab. 3 angegeben, den Tieren zugeteilt. (Um zu vermeiden, daß allzugroße Milchmengen gefüttert werden mußten, erhielten die Gruppen, die Milch mit 0,45 und 0,60 mg Ascorbinsäure erhalten sollten, nur Milch mit 0,40 bzw. 0,45 mg Vitamin C, und der Rest von 0,15 mg Ascorbinsäure wurde in Form von reiner synth. Ascorbinsäure per oral verabreicht.)

Die Käfige standen in einem nur mäßig erleuchteten Raum, um den Einfluß des Lichtes auf die Milch möglichst weitgehend auszuschalten. Als Grundfutter erhielten die Meerschweinchen eine von *Scheunert*⁴⁴ etwas modifizierte Futtermischung des Lister-Institutes, autoklaviertes Heu und autoklavierte Milch. Morgens wurde den Tieren die rohe Milch zugeteilt. Um zu vermeiden, daß unkontrollierbare Mengen verschüttet wurden, oder daß Torfmüll des Käfigs hineinfiel, wurden die Tiere in Glaskäfige gesetzt, bis sie ausgetrunken hatten. Etwa von der 2. Woche des Versuches an trank die überwiegende Mehrzahl der Tiere die Milch in der ersten Stunde völlig aus. In den ersten Tagen hingegen mußten fast alle Tiere einen Teil der Milch zwangsweise erhalten. Dies geschah 3 Stunden nach dem Verteilen der Milch mit einer Art „Pipettenfütterung“, indem nämlich die restliche Milch mit einer Rekordspritze aufgesaugt und den Tieren in das Maul geträufelt wurde. Dabei geschah die Nahrungsaufnahme noch mehr oder weniger freiwillig (Fütterung mit der Schlundsonde bedeutet einen zu großen

Tabelle 3.

Meer- schweinchen	Tagesdosis	Durch- schnitt- liche Tages- dosis	Körper- gewicht		Versuchs- dauer in Tagen	Sektionsbefund				
			Anfangs- gewicht	End- gewicht		Blutungen an den Präflik- tionsstellen	Gelenk- ver- dickungen	Rosenkranz- bildung	Kiefer- brüchigkeit	Lockerung der Backzähne
Nr.	ccm	ccm	g	g						
Milch mit titr. 0,50 mg Ascorbinsäure.										
3518	23,0—43,2	27,2	318	402	35	0	0	0	0	0
3519	23,0—43,2	27,2	312	375	35	0	0	0	0	0
3520	23,0—43,2	27,2	339	383	35	+	+	0	0	0
3521	23,0—43,2	27,2	297	365	35	++	+	+	0	0
3522	23,0—43,2	27,2	316	380	35	(+)	0	0	0	0
Milch mit titr. 0,45 mg Ascorbinsäure.										
3523	20,7—38,8	24,5	346	416	35	0	0	0	0	0
3524	20,7—38,8	24,5	315	278	35	0	0	0	0	0
3525	20,7—38,8	24,5	377	285	35	0	0	0	0	0
3526	20,7—38,8	24,5	378	393	35	+	0	0	0	0
3527	20,7—38,8	24,5	334	384	35	0	0	0	0	0
3528	20,7—38,8	24,5	343	388	35	++	++	0	0	0
3529	20,7—38,8	24,5	374	420	35	0	0	0	0	0
3530	20,7—38,8	24,5	343	360	35	0	0	0	0	0
3531	20,7—38,8	24,5	341	403	35	(+)	0	0	0	0
3532	20,7—38,8	24,5	352	397	35	0	0	0	0	0
Milch mit titr. 0,40 mg Ascorbinsäure.										
3533	18,5—34,5	21,7	349	330	35	0	0	0	0	0
3534	18,5—34,5	21,7	327	352	35	++	+	0	0	0
3535	18,5—34,5	21,7	339	349	35	0	0	0	0	0
3536	18,5—34,5	21,7	284	363	35	++	+	0	0	0
3537	18,5—34,5	21,7	365	353	35	++	0	++	0	0
3538	18,5—34,5	21,7	361	442	35	0	0	0	0	0
3539	18,5—34,5	21,7	362	342	35	(+)	0	0	0	0
3540	18,5—34,5	21,7	299	374	35	0	0	0	0	0
3541	18,5—34,5	21,7	332	372	35	0	0	0	0	0
3542	18,5—34,5	21,7	301	341	35	0	0	(+)	0	0
Milch mit titr. 0,35 mg Ascorbinsäure.										
3543	16,1—30,2	19,0	332	418	35	(+)	0	0	0	0
3544	16,1—30,2	19,0	284	355	35	++	+	++	+	0
3545	16,1—30,2	19,0	304	380	35	0	0	0	0	0
3546	16,1—30,2	19,0	373	338	35	0	0	0	0	0
3547	16,1—30,2	19,0	359	355	35	0	0	0	0	0
3548	16,1—30,2	19,0	269	340	35	+	+	0	0	0
3549	16,1—30,2	19,0	298	281	35	0	0	0	0	0
3550	16,1—30,2	19,0	306	332	35	0	0	0	0	0
3551	16,1—30,2	19,0	302	374	35	0	0	0	0	0
3552	16,1—30,2	19,0	295	312	35	0	0	0	0	0

Tabelle 3 (Fortsetzung).

Meer- schweinchen Nr.	Tagesdosis ccm	Durch- schnitt- liche Tages- dosis ccm	Körper- gewicht		Versuchs- dauer in Tagen	Sektionsbefund				
			Anfangs- gewicht g	End- gewicht g		Blutungen an den Prädefek- tionsstellen	Gelenk- ver- dickungen	Rosenkranz- bildung	Kiefer- brüchigkeit	Lockerung der Backzähne
Milch mit titr. 0,30 mg Ascorbinsäure.										
3553	13,8—25,9	16,3	315	343	35	+	0	+	0	0
3554	13,8—25,9	16,3	310	328	35	++	++	0	0	0
3555	13,8—25,9	16,3	314	343	35	0	0	0	0	0
3556	13,8—25,9	16,3	351	395	35	0	0	++	0	0
3557	13,8—25,9	16,3	316	342	35	+	0	0	0	0
3558	13,8—25,9	16,3	332	308	35	++	++	+	0	0
3559	13,8—25,9	16,3	321	383	35	++	+	0	0	0
3560	13,8—25,9	16,3	342	352	35	+++	++	0	0	0
3561	13,8—25,9	16,3	316	334	35	++	++	0	0	0
3562	13,8—25,9	16,3	311	364	35	++	++	0	0	0
Milch mit titr. 0,25 mg Ascorbinsäure.										
3563	11,5—21,6	13,6	314	317	35	++	+	+	0	0
3564	11,5—21,6	13,6	311	361	35	++	+	+	0	0
3565	11,5—21,6	13,6	255	310	35	0	0	0	0	0
3566	11,5—21,6	13,6	295	276	35	++	++	0	0	0
3567	11,5—21,6	13,6	286	309	35	+	+	+	0	0
Milch mit titr. 0,40 mg Ascorbinsäure + 0,15 mg Ascorbinsäure.										
3568	18,5—34,5	21,7	262	327	35	0	0	0	0	0
3569	18,5—34,5	21,7	300	375	35	0	0	0	0	0
3570	18,5—34,5	21,7	323	391	35	0	0	0	0	0
3571	18,5—34,5	21,7	291	359	35	0	0	0	0	0
3572	18,5—34,5	21,7	352	364	35	0	0	0	0	0
Milch mit titr. 0,45 mg Ascorbinsäure + 0,15 mg Ascorbinsäure.										
3573	20,7—38,8	24,5	281	286	35	0	0	0	0	0
3574	20,7—38,8	24,5	291	424	35	0	0	0	0	0
3575	20,7—38,8	24,5	291	378	35	0	0	0	0	0
3576	20,7—38,8	24,5	294	392	35	0	0	0	0	0
3577	20,7—38,8	24,5	300	394	35	0	0	0	0	0
0,35 mg Ascorbinsäure.										
3578	.	.	329	382	35	0	0	0	0	0
3579	.	.	350	382	35	0	0	0	0	0
3580	.	.	330	368	35	++	+	++	0	0
3581	.	.	303	381	35	0	0	0	0	0
3582	.	.	295	318	35	0	0	0	0	0
Negative Kontrollen (gestorben).										
3583	.	.	345	201	34	+	+	+++	++	+++
3584	.	.	341	218	32	+	+	+++	++	+++
3585	.	.	359	191	29	++	+	+++	+++	+++

Eingriff und wurde vermieden). In den Nachmittagsstunden wurde den Tieren die noch nicht getrunkene autoklavierte Milch fortgenommen, um die Aufnahme der rohen Milch am nächsten Morgen zu erleichtern.

Aus der vorstehenden Tabelle (3) ergibt sich folgendes Bild: Die Erwartung, daß Milch mit titrierten 0,35 mg Ascorbinsäure vor Skorbut völlig schützen würde, erfüllte sich nicht, da die Tiere 3543, 3544 und 3548 noch deutliche Skorbutanzeichen besaßen. Auch die Tiere 3550 und 3552 hatten noch je eine stecknadelkopfgroße Blutung an einem Hinterschenkel. Sehr auffällig an der Tabelle ist die Tatsache, daß auch in den 3 nächst höheren Gruppen noch Skorbutfälle enthalten waren. Andererseits ist der relativ geringe Skorbutgrad in den Gruppen, die 0,30 und 0,25 mg erhielten, hervorzuheben. In Anbetracht dieser letztgenannten Tatsache und der Beobachtung, daß es sich bei den Skorbuttieren der höheren Gruppen ausnahmslos um Tiere handelt, die sehr schlecht tranken und denen zum großen Teil bis zuletzt beträchtliche Milchmengen zwangsweise gefüttert werden mußten, darf wohl behauptet werden: Der Titrationswert, der auf die anfangs geschilderte Weise erhalten wurde, konnte im biologischen Versuch bestätigt werden. Die Streuung des biologischen Versuchs war allerdings beträchtlich, da ein Teil der Tiere die Milch nur sehr schlecht vertrug und vielleicht im Verdauungstrakt das Vitamin C nicht quantitativ resorbiert wurde. Auf einer Störung der Resorptionsverhältnisse kann auch nur der Ausfall des Tieres 3580 beruhen, das nur synth. Ascorbinsäure erhielt.

Rückblickend ergibt sich noch folgender Hinweis für zukünftige Milchversuche an Meerschweinchen: Es ist zweckmäßig, die Tiere bereits etwa 8 Tage vor Beginn des Versuches in die Einzelkäfige zu setzen und die Fütterung von roher Kuhmilch wie im zukünftigen Versuch vorzunehmen. Soweit Mengen von über 20 ccm gegeben werden müssen, empfiehlt es sich, diese in 2 Raten zu geben. Nach Zwangsfütterung in den ersten Tagen kann erreicht werden, daß die weit überwiegende Mehrzahl der Tiere die Milch später sehr rasch freiwillig trinkt. Die wenigen Tiere, die dies nicht tun, dürfen nicht mit in den Versuch genommen werden. In dieser ersten Woche, die noch nicht unter die Versuchsdauer fällt, muß den Tieren eine Vitamin C-reiche Grundkost gegeben werden. Nach meinen Erfahrungen wird ein so angelegter Milchversuch an Meerschweinchen auch keine oder nur noch eine sehr geringe biologische Streuung aufweisen.

Der Vitamin C-Gehalt der rohen Kuhmilch in Leipzig.

In einem Zeitraum von 6 Wochen von Ende Februar bis Mitte April wurde die rohe Markenmilch vom Rittergut Leisenau untersucht. Diese Milch wird auf dem Gut in Flaschen gefüllt, mit Aluminiumkapseln

verschlossen und am gleichen Abend in eine Leipziger Molkerei geschickt. Hier wird sie in Kühlzellen aufbewahrt und gelangt am nächsten Morgen zum Verbraucher. In der ersten Woche enthielt diese Milch, die täglich untersucht wurde, durchschnittlich 1,74 mg%, in der 2. Woche 1,90 mg%, in der 3. Woche 1,73 mg%, in der 4. Woche 1,63 mg%, in der 5. Woche 1,73 mg% und in der 6. Woche 1,64 mg%. Der niedrigste Gehalt betrug in diesen 6 Wochen 1,16 mg% und der beste Befund lautete 2,16 mg%. Im Tierversuch wurde diese Milch nur in den ersten 4 Wochen verwandt. In der 4. Woche (in der das Wetter schon sommerlich warm war) enthielt die Milch einmal nur 1,16 mg% reduzierte Ascorbinsäure. Um aber mit möglichst kleinen Milchmengen für die Tiere auszukommen, wurde in der 5. Woche Vorzugsmilch des Leipziger Tierzuchtinstitutes verwandt. Diese Milch war jeweils am gleichen Morgen ermolken worden und enthielt durchschnittlich 2,14 mg% Vitamin C. In 14 Tagen schwankte der Wert zwischen 2,04 mg% und 2,23 mg%.

Es wurde dann begonnen, die Milch einzelner Kühe im Gegensatz zu der vermischten Verkaufsmilch zu untersuchen. Dabei wurden bei einigen Kühen Proben zu Anfang und am Ende des Gemelkes entnommen. Es konnte dabei keine Gesetzmäßigkeit ermittelt werden; denn bei einigen Kühen war der Gehalt zu Ende des Gemelkes zwar

Tabelle 4.

Kuh Nr.	Rasse	Gekalbt	Belegt	4 Uhr 30 Min. ermolkene Milch		16 Uhr 30 Min. ermolkene Milch	
				Milch- menge kg	Ascor- bin- säure mg%	Milch- menge kg	Ascor- bin- säure mg%
1	Mitteldeutsches Rotvieh . . .	27. II. 1938	unbelegt	—	—	7,3	2,45
2	Höhenfleckvieh	13. XII. 1937	11. IV. 1938	7,5	2,13	6,8	2,18
3	Schwarzbuntes Niederungsvieh	6. XII. 1937	5. III. 1938	8,7	2,22	7,3	2,33
4	Allgäuer Höhenvieh	31. I. 1938	16. III. 1938	3,8	2,55	2,9	2,65
5	Schwarzbuntes Niederungsvieh	13. XI. 1937	14. XII. 1937	5,9	2,09	5,6	2,20
6	„ „	9. IX. 1937	30. XI. 1937	9,5	2,22	9,0	2,36
7	„ „	3. XII. 1937	4. III. 1938	9,6	2,36	9,9	2,59
8	„ „	27. XII. 1937	11. IV. 1938	6,0	2,12	4,8	2,24
9	Höhenfleckvieh	1. VIII. 1937	20. IX. 1937	2,7	2,37	—	—
10	Schwarzbuntes Niederungsvieh	25. X. 1937	5. I. 1938	9,9	2,10	9,5	2,39
11	„ „	11. VI. 1937	4. V. 1938	7,0	2,29	—	—
12	„ „	4. III. 1938	unbelegt	—	—	6,0	2,02
13	„ „	15. III. 1938	„	11,0	2,14	—	—
14	„ „	1. X. 1937	27. XII. 1937	3,9	2,23	—	—
15	„ „	7. X. 1937	11. I. 1938	6,5	2,44	5,4	2,60
16	„ „	14. XI. 1937	unbelegt	5,7	2,14	4,5	2,19
17	„ „	18. XI. 1937	22. IV. 1938	5,8	2,43	—	—
18	„ „	31. I. 1938	4. V. 1938	8,6	1,74	6,3	1,94

deutlich um einige Prozent niedriger, in anderen Fällen aber war kein deutlicher Unterschied feststellbar, und in einzelnen Fällen war der Wert zu Ende des Gemelkes sogar etwas höher. Dann wurde die Milch von 18 Kühen untersucht, Tag der letzten Kalbung, Dauer der neuen Tragzeit und Milchmenge registriert. Alle diese Faktoren besaßen keinen deutlichen Einfluß. Es fällt höchstens bei Tab. 4 auf, daß die Kuh mit dem höchsten Vitamin C-Gehalt von über 2,6 mg% auch nur wenige Liter Milch liefert. Bei einem Vergleich des Vitamingehaltes in der Morgen- und in der Abendmilch zeigte sich, daß die Milchmenge morgens etwas größer und der prozentuale Vitamin C-Gehalt etwas geringer war als nachmittags. (Die Kühe, die in einem Gemelk über 9 l Milch lieferten, waren übrigens auch mittags gemolken worden. In der Tabelle ist die Milchmenge von mittags und nachmittags addiert.)

Bei einer Anzahl dieser Kühe wurde die Milch an mehreren Tagen untersucht. Es wurden dabei Schwankungen beobachtet, die bis zu 15% betragen. Zu beachten ist ferner, daß die Tiere kein Grünfutter, sondern ein relativ sehr Vitamin C-armes Futter erhielten. Der relativ hohe Vitamingehalt der Milch ist also eine Bestätigung der beträchtlichen Vitamin C-Eigensynthese der Kuh.

Von besonderem Interesse war die Frage, wie hoch der Vitamin C-Gehalt der in *Leipzig* zum Verbraucher gelangenden rohen Markenmilch ist. Es wurden deshalb 20 Proben roher Markenmilch, die von verschiedenen anderen Gütern stammten und von mehreren Milchverkaufsstellen bezogen wurden, untersucht. Hierbei wurden außerordentlich große Verschiedenheiten beobachtet.

Tabelle 5.

Probe Nr.	mg%	Probe Nr.	mg%	Probe Nr.	mg%
1	1,07	8	0,48	15	0,66
2	0,73	9	0,00	16	1,80
3	1,25	10	0,37	17	0,00
4	1,17	11	1,29	18	1,47
5	0,84	12	1,34	19	0,36
6	0,38	13	0,29	20	0,87
7	0,51	14	0,78	Durchschnitt	0,78

Einfluß der Erhitzung auf den Vitamin C-Gehalt der Kuhmilch

Für die Milchversorgung der Großstädte ist eine Pasteurisierung unerlässlich. Den verschiedenen Befunden anderer Autoren (vgl. Sammelbericht 27) sollten eigene Ergebnisse, die die Verhältnisse in Leipzig näher charakterisieren, gegenübergestellt werden. Es wurde rohe Kuhmilch einmal kurz aufgekocht. Dies genügt im Haushalt, um die pathogenen Keime sicher abzutöten. Dabei stellte sich in mehrfachen

Versuchen heraus, daß Verluste von 8,1—10,2% des Vitamin C eintraten. Dies bedeutet also eine gute Übereinstimmung mit den Befunden von *de Caro* und *Speier*⁸; *Kieferle* und *Eisenreich*³⁰ sowie *Schlemmer*, *Bleyer* und *Cahnmann*⁴⁵. — Bei der *Kurzzeiterhitzung* der Milch, wie sie z. B. der Leipziger Milchhof anwendet, tritt nur eine geringfügige Schädigung des Vitamin C-Gehaltes ein (*King* und *Waugh*, *Kieferle* und *Eisenreich*²³, *Hertel*, *Whitnah*, *Riddel* und *Caulfield*⁵⁷, sowie *Sharp*⁴⁸), wenn der Einfluß schädlicher Metalle vermieden wird. (Nähere Einzelheiten vgl. Sammelbericht 27.) Hier sei nur darauf hingewiesen, daß das Kupfer extrem schädlich ist. Nicht so stark ist die zerstörende Wirkung des Eisens und der Nickellegierungen. Bei reinem Nickel, Chrom und Zink ist der schädliche Einfluß nicht sehr bedeutend, aber nur bei Aluminium und vielleicht noch bei V₂A-Stahl tritt praktisch kein Verlust an Vitamin C mehr durch die in Lösung gegangenen Metalle ein.

Eine große Bedeutung besitzt in Leipzig außer der Kurzzeiterhitzung noch die *Dauerpasteurisierung*. Es wurden deshalb in Laboratoriumsversuchen Milch im offenen Becherglas auf etwa 63—65° erhitzt und dann eine halbe Stunde in den Brutschrank bei gleicher Temperatur gestellt. Es zeigte sich dabei, daß nur Verluste von 4—6% eingetreten waren. Diesen Befunden entsprechen aber nicht die Ergebnisse, die

Tabelle 6.

	Kurzzeiterhitzte Flaschenmilch mg%	Dauerpasteurisierte Flaschenmilch mg%	Dauerpasteurisierte Kannenmilch mg%
1	0,71	0,52	—
2	1,17	0,51	—
3	1,37	0,47	—
4	0,83	0,38	—
5	1,51	0,23	—
6	1,05	0,79	—
7	1,47	0,55	—
8	0,99	0,43	—
9	1,26	0,26	1,21
10	1,43	0,49	0,97
11	1,29	0,21	1,03
12	1,67	0,38	1,10
13	0,49	0,29	0,84
14	1,14	0,06	0,87
15	1,43	0,35	1,02
16	0,62	0,64	1,13
17	0,94	0,14	1,04
18	0,78	0,45	0,63
19	1,39	0,29	1,09
20	1,21	0,55	0,94
Durchschnittswert	1,14	0,40	0,99

u. a. von *de Caro* und *Speier*⁸ in dauerpasteurisierter Handelsmilch festgestellt worden waren. Die eigenen vergleichenden Untersuchungen kurzzeiterhitzter Milch und dauerpasteurisierter Milch von 20 Tagen zeigt Tab. 6. Bei der dauerpasteurisierten Milch wurde sowohl Milch, die in Flaschen geliefert worden war, als auch solche, die aus verzinnnten Kannen entnommen wurde, untersucht. Es war nämlich aufgefallen, daß im Monat Februar und Anfang März auch in der dauerpasteurisierten Milch Werte von über 1 mg% gefunden worden waren. Im April und Anfang Mai lag der Wert in der Flaschenmilch aber stets viel tiefer. Bei der Besichtigung der Molkerei erfuhr der Verf., daß die Abfüllung der Milch in Kannen und Flaschen aus gleichen Bottichen am Tage nach der Pasteurisierung von morgens 2 Uhr an erfolgt. Daraus scheint sich der Unterschied zwischen der Flaschenmilch, die im Februar untersucht wurde, und den späteren Proben zu erklären. Im Februar nämlich kam die Milch entsprechend der Jahreszeit praktisch nicht mit dem Tageslicht in Berührung, während sie in den Sommermonaten in dem Zeitraum, der mit dem Abfüllen und Versenden vergeht, dem Licht ausgesetzt ist.

Es sei hier noch darauf hingewiesen, daß die Titration bei der dauerpasteurisierten Milch etwas ziehend verlief. Dies legt den Verdacht nahe, daß aus den Pasteurisierungs- und Aufbewahrungsbottichen Zinn in Lösung gegangen ist und einen zu hohen (!) Titrationswert vortäuscht. Selbst dann, wenn der gesamte Titrationswert der dauerpasteurisierten Milch ein Vitamin C-Wert ist, fällt der geringe Vitamin C-Gehalt dieser Milch verglichen mit frischer Rohmilch auf. Da, wie bereits klargelegt wurde, auch die Dauerpasteurisierung nur sehr wenig Vitamin C zerstört, so kann wohl angenommen werden, daß bei der technischen Durchführung der Dauerpasteurisierung besonders leicht schädliche Metallspuren in Lösung gehen und damit zu dem niederen Vitamin C-Gehalt führen. (Die Durchführung der Bearbeitung der Milch, die dauerpasteurisiert wird, geschieht in verzinnnten Kupferapparaturen, in denen es wohl auch praktisch nicht zu vermeiden geht, daß an einzelnen kleinen Stellen die Milch direkt mit dem Kupfer in Berührung kommt.)

Der Einfluß der Aufbewahrung im Dunkeln bei 0—3° und bei Zimmertemperatur auf den Vitamin C-Gehalt.

Im folgenden sollte nachgeprüft werden, warum in einem Stalle, wo die Kühe nur eine sehr Vitamin C-arme Kost erhielten, dieser Vitamin Gehalt doch viel höher war als in den Durchschnittsproben der rohen Markenmilch des Handels. Es wurde deshalb frische rohe Morgenmilch untersucht und in 2 Teile geteilt, von denen jeder einen 200 ccm-Erlenmeyerkolben völlig füllte. Der eine Teil wurde in der Kühlzelle bei

0—3° und der andere bei Zimmertemperatur in einem dunklen Schrankfach aufbewahrt.

Tabelle 7.

		Anfangs- gehalt	Nach			
			2 Stunden	4 Stunden	8 Stunden	24 Stunden
I	Kühlzelle	2,35	2,35	2,34	2,33	2,30
	Zimmer .	2,35	2,30	2,26	2,14	1,81
II	Kühlzelle	1,98	1,97	1,95	1,94	1,91
	Zimmer .	1,98	1,92	1,84	1,75	1,30

Die Tab. 7 zeigt nur 2 Beispiele. In anderen Untersuchungen waren die Ergebnisse allein durch den anderen Anfangsgehalt etwas verschieden. Das allmähliche Absinken des Wertes der reduzierten Ascorbinsäure trat aber fast im gleichen Verhältnis ein. Es ergibt sich daraus folgender Schluß: Es muß angenommen werden, daß die Milch von anderen Gütern keinen niedrigeren (soweit Silage gefüttert wird, vielleicht eher einen höheren) Anfangs-Vitamin C-Gehalt besitzt. Wenn der Wert in der Milch des Handels so niedrig liegt, wie er sehr oft gefunden wurde, so müssen noch andere Ursachen dafür verantwortlich gemacht werden. Diese sind mindestens zu einem beträchtlichen Teil in dem Einfluß des Lichtes zu erblicken, worauf im folgenden noch näher eingegangen werden soll.

Im Zusammenhang mit den Meerschweinchenversuchen wurde auch untersucht, wie sich das Vitamin C verhält, wenn die Milch in kleinen Mengen bei Zimmertemperatur in offenen Gefäßen stehen gelassen wird. Es zeigte sich, daß hier offenbar durch den erleichterten Sauerstoffzutritt in den ersten 6 Stunden ein Verlust von 5—6% je Stunde eintrat. In 6 Stunden wurden also bereits etwa 30—35% der reduzierten Ascorbinsäure oxydiert. Handelte es sich um sehr geringe Mengen, so konnte schon in 3 Stunden ein Verlust von bis zu 25% eintreten.

Einfluß des Lichtes auf den Vitamin C-Gehalt der Milch.

Der Einfluß von Lichtarten verschiedener Wellenlänge war bereits von *Mattick* und *Kon*^{31b}, *Booth* und *Kon*^{4b} und *Kon* und *Watson*²⁶ erforscht und von *Lojander*²⁹ bestätigt worden. Tab. 8 zeigt nach eigenen Untersuchungen 2 Gegenüberstellungen von Milch, die bei Zimmertemperatur im Dunkeln und solcher, die in gedämpftem Tageslicht (also vor Sonnenlicht sorgfältig geschützt) gestanden hatte.

Es konnten also die Angaben der früheren Autoren bestätigt werden, daß nämlich das Vitamin C unter dem Einfluß des Lichtes sehr rasch oxydiert wird. Es ist einleuchtend, daß bei jeder Wiederholung des Versuches die Tabelle deutlich verschieden ausfallen

Tabelle 8.

		Anfangsgehalt	1 1/2	3	4 1/2	6
			Stunden danach			
I	im Dunkeln .	2,10	2,10	2,10	2,09	2,09 mg% red. A.
	im Licht . .	2,10	1,14	0,81	0,37	0,06 mg% red. A.
II	im Dunkeln .	1,98	1,97	1,97	1,96	1,95 mg% red. A.
	im Licht . .	1,98	1,42	0,83	0,61	0,32 mg% red. A.

mußte, da ja das „diffuse Tageslicht“ stets verschieden war. Ferner war zu untersuchen, wie weit diese Oxydation nur bis zur Bildung der Dehydroform der Ascorbinsäure (die noch biologisch wirksam ist) gegangen war und inwieweit es sich bereits um die Bildung irreversibel oxydierter Ascorbinsäure handelte. Diese Verhältnisse galt es besonders zu berücksichtigen, als die Milch dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt wurde. Es wurde die Milch in Mengen von 40 ccm in Zentrifugengläsern verschieden lange in die Sonne gestellt. Nach dem Enteiweißen wurde ein Teil des Serums mit H₂S reduziert, es ergaben sich die in Abb. 1 graphisch dargestellten Verhältnisse.

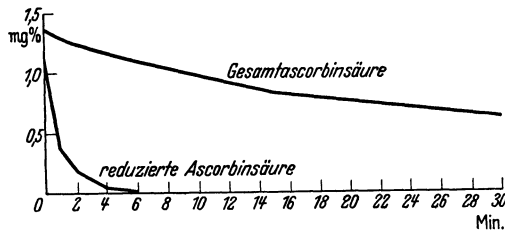


Abb. 1.

Nachdem nun der extrem große Einfluß des Sonnenlichtes auf den Vitamin C-Gehalt der Milch nachgewiesen worden war, wurden je 40 ccm Milch in Porzellanschalen gefüllt, mit farbigen Glasscheiben zugedeckt und 20 Minuten in die Sonne gestellt. Es ergab sich folgendes Bild:

Tabelle 9.

		Anfangs- gehalt	Filterfarbe					
			blau	lila	grün	rot	rotbraun	ohne
I	red. Ascorbinsäure . .	1,46	0,05	0,10	1,02	1,43	1,35	0,00
	ges. Ascorbinsäure . .	1,71	0,70	0,87	1,34	1,68	1,67	0,59
II	red. Ascorbinsäure . .	2,03	0,00	0,00	0,97	1,82	1,91	0,00
	ges. Ascorbinsäure . .	2,25	1,07	1,48	1,61	2,14	2,03	0,61

Es konnten also die Ergebnisse von *Kon* und *Watson*²⁶ bestätigt werden, daß eine rote oder braune Färbung der Glasflaschen den Vita-

min C-Gehalt weitgehend erhalten kann. Nun wurde weiter untersucht, wie sich synth. Ascorbinsäure, die der Milch zugesetzt wurde, verhält. Dabei sollte gleichzeitig mit beobachtet werden, ob man die Färbung so hell wählen kann, daß eine Kontrolle der hygienisch einwandfreien Sauberkeit durch das Auge mühelos erfolgen kann, denn es war von vornherein klar, daß einem nur mangelhaft kontrollierbaren Personal auf den Gütern, das die rohe Markenmilch selbst einfüllt, nicht fast undurchsichtige Flaschen überlassen werden dürfen. Gerade bei der rohen Markenmilch ist ja größte Sauberkeit Voraussetzung für Haltbarkeit und Wert. Es wurden deshalb zu pasteurisierter Milch mit einem Anfangsgehalt von 1,48 mg% bzw. 1,94 mg% 10 mg synth. Ascorbinsäure auf 100 ccm Milch zugesetzt. Dann wurden je 40 ccm in besprochener Weise $\frac{1}{2}$ Stunde in die Sonne gestellt (zeitweise war in Versuch I die Sonne allerdings von Wolken verdeckt). Es ergab sich:

Tabelle 10.

	Anfangsgehalt	Dunkelrot	Hellbraun	Hell-Rotbraun	ohne
I	11,50	11,08	7,87	10,23	0,17
II	11,94	11,21	7,23	9,97	0,00

Es genügt also eine relativ helle Färbung der Glasflaschen, um den Vitamin C-Gehalt ausreichend zu schützen.

Weiterhin sei in diesem Zusammenhang auf einen Mißstand hingewiesen, der verschiedentlich auffiel. In Leipzig ist es aus hygienischen Gründen verboten, Milch in Kannen in offenen Wagen zu den Verbrauchern zu fahren. Diese Vorschrift wird befolgt. Ein Teil der Milchverteiler stellt aber auf das Dach des kleinen Handwagens die in Flaschen abgefüllte Milch. An drei verschiedenen sonnigen Tagen wurde deshalb rohe Markenmilch gekauft, die auf solch einem Wagen gestanden hatte. In keinem Falle war noch reduzierte Ascorbinsäure enthalten. Nach Reduktion mit H_2S konnte die Menge der erst reversibel oxydierten Ascorbinsäure angegeben werden. Diese betrug bei Milch, die morgens gegen 9 Uhr gekauft worden war, noch 0,53 mg% und bei den anderen Milchproben war der Wert noch niedriger. Der Geschmack dieser 3 Milchproben war völlig einwandfrei.

Der Vitamin C-Gehalt der Frauenmilch.

Den Ergebnissen, die bezüglich des Vitamingehaltes der Kuhmilch gefunden worden waren, wollte ich nun eine Anzahl eigener Untersuchungen an Frauenmilch gegenüberstellen. Es wurde bereits erwähnt, daß dabei die Milch nicht mehr mit Wasser, sondern mit gesättigter Ammonsulfatlösung verdünnt wurde. Es sei noch hinzugefügt, daß vorwiegend Frauen in den ersten 10 Tagen post partum untersucht

wurden. Da in dieser Zeit die Milchproduktion noch recht gering ist, wurden nur 10 ccm und in Einzelfällen auch nur 5 ccm Milch mit einer entsprechend größeren Menge Ammonsulfatlösung verdünnt. Bei den meisten Frauen wurde die Milch von mehreren Tagen untersucht. Dabei zeigten sich teilweise sehr erhebliche Schwankungen. So schwankte bei einer Patientin der Vitamin C-Gehalt, der alle 2—3 Tage bestimmt worden war, im Laufe von 4 Wochen zwischen 1,53 und 3,3 mg% bei einem Durchschnittswert von 2,21 mg%. In der folgenden Tab. 12 sind die Durchschnittsvitamin-C-Gehalte von 12 untersuchten Frauen aufgeführt. Die Frauen stammten aus wenig bemittelten Kreisen und dürften in ihrer üblichen Kost wohl kaum — zumal die Untersuchungen am Ende des Winters durchgeführt wurden — optimale Vitamin C-Mengen aufgenommen haben. Auch die Klinikkost konnte nicht als sonderlich Vitamin C-reich angesprochen werden.

Tabelle 11.

	Frau Nr.										Ammen
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
mg% Vit. C	3,21	2,39	8,70	2,21	3,34	2,70	4,20	3,87	3,80	3,93	1,02—1,67

In Anbetracht der doch relativ geringen Zahl von untersuchten Frauen wäre es wohl falsch, daraus einen Mittelwert ziehen zu wollen. Es kann also nur gesagt werden: Den niedrigsten Vitamingehalt besaß eine schon längere Zeit stillende Amme. Der beste Vitamin C-Gehalt von 8,70 mg% wurde bei einer Frau gefunden, die sich in ganz ausgezeichnetem Ernährungs- und Körperzustand befand. Bei der Aufbewahrung verhielt sich die Frauenmilch so, daß die Vitamin C-Verluste schneller verliefen als bei der Kuhmilch. In 4 Stunden traten bei Zimmertemperatur bis zu 20% Verluste ein.

Besonders beachtenswert erschienen die Ergebnisse von *Catel*⁵, der bei Verfütterung sterilisierter Sammelfrauenmilch (15 Minuten auf 100° erhitzt) an Frühgeburten nicht nur eine verschlechterte Gewichtszunahme, sondern bald auch Verdauungsstörungen und eine Schädigung des Gesamtbefindens beobachtete. Die Ergebnisse wurden später noch durch *Bessau* bestätigt. Da zur Zeit der Frage der Frauenmilchsammelstellen, wo die Milch 10—15 Minuten auf 100° erhitzt wird, einige Beachtung geschenkt wird, interessiert die Frage, ob die Ergebnisse von *Catel* wohl auf eine auffällige Verminderung des Vitamin C-Gehaltes durch die Erhitzung zurückzuführen sind. Drei verschiedene Milchproben wurden bis zum Aufwallen erhitzt und dann auf kleiner Flamme so weiter erhitzt, daß die Temperatur immer am Siedepunkt lag, ohne daß jedoch eine starke Schaumbildung stattfand.

Die 3 untersuchten Proben zeigten eine Verminderung von 6—13% in 10 Minuten und von 9—17% nach 15 Minuten. Die Milch verschiedener Frauen verhielt sich also etwas verschieden. In allen Fällen aber war der Vitamin C-Verlust so gering, daß in ihm wohl auch nicht der Grund für die Ergebnisse von *Catel* und *Bessau* gesucht werden kann. — An Meerschweinchen wurden diese Ergebnisse vom Verf. nicht geprüft. Es sei aber die gute Übereinstimmung mit den Befunden von *Neuweiler*³⁵ betont. *Neuweiler* fand übrigens nach längerem Kochen (30 Minuten) wieder einen Anstieg der Titrationswerte, der naturgemäß nicht auf einer Vitamin C-Neubildung beruhen konnte. Dieser Anstieg trat sowohl bei entrahmter wie bei nichtentrahmter Milch ein. Bei der nur 10—15 Minuten dauernden Erhitzung dürfte aber diese Neubildung reduzierender Stoffe wohl noch keine praktisch bedeutsame Rolle spielen. Es handelt sich bei diesen reduzierenden Stoffen vielleicht um eine H₂S-Abspaltung aus dem Eiweiß wie *Kauke* (*Wachholder*⁵²) annimmt oder um Produkte, die aus dem Milchzucker entstehen, was *Neuweiler*³⁵ auch noch für möglich hält.

Der Einfluß der Nahrung auf den Vitamin C-Gehalt der Milch.

Nachdem der Einfluß der verschiedenen Faktoren, die den Vitamin C-Gehalt der Milch vermindern, näher untersucht war und ferner bestätigt werden konnte, daß die Frauenmilch selbst ganz frischer Kuhmilch in bezug auf den Vitamin C-Gehalt im allgemeinen überlegen ist, sollte die Frage näher untersucht werden, ob der Vitamin C-Gehalt der Milch durch geeignete Nahrung verbessert werden kann. An Frauenmilch hatte u. a. *Gaethgens*¹⁵ beobachtet, daß bei Zusatzverabreichung von 100 mg Ascorbinsäure täglich der Vitamin C-Gehalt der Milch nur sehr langsam und sehr wenig anstieg, da offenbar vorher ein Vitamin C-Defizit des Körpers bestanden hatte. — An einer Frau wurden diese Beobachtungen vom Verf. wiederholt. Es stellte sich heraus, daß trotz täglicher Gabe von 200 mg Ascorbinsäure der Vitamin C-Gehalt in 6 Tagen von 3,58 mg% nur auf 4,67 mg% anstieg.

Bei der Kuh dürfte in Anbetracht ihrer Eigensynthese keine Verarmung des Organismus eintreten. Wenn das Futter bei der Kuh überhaupt einen Einfluß besitzt, so muß sich dieser also sehr bald nach einem Futterwechsel zeigen. Nach den in Tab. 1 angegebenen Befunden anderer Autoren waren die Unterschiede zwischen Stall- und Weidefütterung allerdings meist nur gering. In den Eigenbeobachtungen wurden den Ergebnissen des Tierzuchtinstitutes auch Milchuntersuchungen eines Gutes gegenübergestellt, wo den ganzen Winter hindurch Silage in beträchtlicher Menge verfüttert worden war. Seit etwa 3 Wochen vor Beginn der Untersuchungen hatten die Kühe ein Futter erhalten, das aus je 30 kg Silage + 30 kg Grünfutter (Luzerne) + Kraft-

futter bestand. Es zeigte sich, daß in der Nachmittagsmilch von 15 Kühen des Tierzuchtinstituts durchschnittlich 2,30 mg% Vitamin C enthalten waren, während die Milch von 8 Kühen des anderen Gutes, an die Silage + Grünfütterung verfüttert worden war, im Durchschnitt sogar nur 2,11 mg% enthielt.

Tabelle 12.

Kuh Nr.	mg%	Kuh Nr.	mg%
1	2,09	5	1,98
2	1,73	6	2,36
3	2,29	7	2,08
4	1,88	8	2,52

Ferner wurde untersucht, ob der Übergang von dem Kraftfutter des Winters zu einem Futter, das vorwiegend aus frischem Futterroggen bestand, einen deutlichen Einfluß besaß. Die Ergebnisse zeigt Tab. 13. Untersucht wurde aller 2 Tage. Die erste Angabe bezieht sich

Tabelle 13.

Kuh Nr.	1	2	3	4	5	6
1	2,33	2,37	2,38	2,35	2,20	2,28
2	2,80	2,88	2,89	2,87	2,68	2,78
3	2,30	2,36	2,59	2,57	2,54	2,34
4	2,26	2,32	2,36	2,48	2,22	2,23

auf die Milch nach Fütterung von Winterfutter. Die zweite Angabe gibt die Wirkung eines Futters an, das einen Übergang bildete, und die weiteren Angaben beziehen sich darauf, daß die Kühe fast nur noch Futterroggen erhielten.

Auch in diesem Falle wurde also der Vitamin C-Gehalt der Milch durch die Grünfütterung praktisch nicht verbessert.

„Vitamin C-Milch“.

Durch Fütterung gelingt es, wie oben gezeigt wurde, keinesfalls, die Kuhmilch in bezug auf ihren Vitamin C-Gehalt einer guten Frauenmilch anzugleichen. Deshalb sollte die Frage der Haltbarkeit künstlich zur Milch zugesetzter Ascorbinsäure näher untersucht werden.

Tabelle 14.

	Anfangsgehalt	Nach				
		8 Stunden	24 Stunden	32 Stunden	48 Stunden	
I {	roh	12,01	11,18	9,91	9,12	7,85 mg%
	past.	11,50	11,07	10,25	9,82	9,03 mg%
II {	roh	7,00	6,40	5,30	4,80	3,70 mg%
	past.	6,48	6,09	5,30	4,94	4,12 mg%

Es wurden 10 mg% bzw. 5 mg% Ascorbinsäure zu roher und zu pasteurisierter Kuhmilch zugesetzt. Dann wurde die Beständigkeit dieses Vitamin C bei Aufbewahrung bei Zimmertemperatur geprüft.

Es zeigte sich also, daß das synth. Vitamin C selbst bei Zimmertemperatur in Milch, die im Dunkeln steht, außerordentlich stabil ist. Dabei ist die Haltbarkeit in der pasteurisierten Milch noch etwas besser als in der rohen Milch. Eine Geschmacksbeeinflussung durch den Vitamin C-Zusatz trat nicht ein.

In dem Sammelreferat²⁷ war die Frage aufgeworfen worden, ob es praktisch durchführbar und zweckmäßig ist, zunächst in den Städten, in denen eine zentrale Milchversorgung besteht, eine besondere Kindermilch in den Handel zu bringen. Diese Milch müßte aus einwandfreier möglichst frischer Markenmilch bestehen, die nach dem, in bezug auf die Vitamine, verlustlosestem Verfahren (also der Kurzzeiterhitzung) pasteurisiert wurde und der außerdem synthetische Ascorbinsäure zugesetzt wurde. Will man bei einem Anfangsgehalt der frisch pasteurisierten Milch von 1,5 mg% den Wert auf etwa 6,5 mg% erhöhen (dies würde einen Angleich an Frauenmilch mit guten Vitamin C-Gehalt bedeuten), so müssen also zu einem Liter Milch 50 mg Ascorbinsäure zugesetzt werden. Setzt man als Preis für 1 kg Ascorbinsäure 660,— RM an, so würde sich der Preis dieser Milch also für $\frac{1}{2}$ l nur um 3,3 Pfg. durch die Ascorbinsäurekosten erhöhen. Da diese Milch ja vor dem Verkauf pasteurisiert wurde, ist ein Aufkochen im Haushalt überflüssig und schädlich. Es genügt, diese Milch auf die gewünschte Trinktemperatur zu erwärmen. Selbstverständlich muß diese Milch in roten oder braunen Glasflaschen verkauft werden.

Zusammenfassung.

1. Es wird eine Methode der Vitamin C-Bestimmung in der Milch angegeben und im biologischen Versuch bestätigt.
2. In ganz frischer Kuhmilch ist meist über 2 mg% Vitamin C enthalten.
3. Morgenmilch enthält einen etwas geringeren Prozentgehalt an Vitamin C als die Abendmilch.
4. In roher Markenmilch des Handels wurde oft nur ein sehr geringer Vitamin C-Gehalt gefunden.
5. Aufkochen und Dauerpasteurisierung bewirkten im Laboratorium niemals Verluste von über 10%. In dauerpasteurisierter Milch des Handels wurde im allgemeinen weniger Vitamin C als in kurzzeiterhitzter Milch des Handels gefunden.
6. Im Dunkeln sinkt der Vitamin C-Gehalt selbst bei Zimmertemperatur nur sehr langsam.

7. Schon diffuses Tageslicht zerstört in 6 Stunden alle reduzierte Ascorbinsäure. Bei Sonnenlicht geht diese Oxydation bei kleinen Milchmengen schon in wenigen Minuten vor sich.

8. Rote und braune Glasflaschen können das Vitamin C in der Milch fast völlig vor Schädigungen durch das Licht bewahren.

9. Es genügt eine relativ helle Einfärbung der Gläser.

10. Frauenmilch enthält im allgemeinen mehr Vitamin C als frische Kuhmilch.

11. Auch 15 Minuten lange Erhitzung der Frauenmilch auf 100° bewirkte im Höchstfall eine Verminderung um 17% des Vitamin C.

12. Durch Grünfütterung kann der Vitamin C-Gehalt der Kuhmilch nicht wesentlich verbessert werden.

13. Synth. Ascorbinsäure ist in Milch selbst bei Zimmertemperatur sehr beständig.

14. Da auch die Kosten nur gering sind, um pasteurisierte Kuhmilch in ihrem Vitamin C-Gehalt dem einer guten Frauenmilch anzugleichen, so sollte in den Städten, wo eine staatliche Kontrolle möglich ist, solche Milch hergestellt und in den Handel gebracht werden. Es könnte damit erreicht werden, daß den Kindern, die nicht oder nicht mehr gestillt werden, eine Milch gegeben werden kann, die in einem sehr wesentlichen Bestandteil — denn dies ist das Vitamin C — der Frauenmilch gleichwertig ist.

Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung durch den Reichsminister für Ernährung und Landwirtschaft durchgeführt.

Literaturverzeichnis.

- ¹ *Baumann, Th.*, Schweiz. med. Wschr. **1937** **II**, 962—965. — ² *Baumann u. Rappolts*, Z. Vitaminforsch. **6**, 1—50 (1937). — ³ *Birch, C. E., L. J. Harris u. S. N. Ray*, Biochemic. J. **27**, 590 (1933). — ⁴ *Blumenberg*, Z. Kinderheilk. **40**, 177 (1925). — ^{4b} *Booth und Kon*, Nature **134**, 536 (1934). — ⁵ *Catel, W.*, Dtsch. med. Wschr. **1935**, H. 25. — ⁶ *Chakraborty, R. K.*, Indian J. med. Res. **23**, 347 (1935). — ⁷ *Correns, A. E.*, Klin. Wschr. **16**, 81 (1937). — ⁸ *De Caro, L.*, u. *I. Speier*, Quad. Nutriz. **2**, 171 (1935). — ⁹ *Dutcher, Eckles, Dahle, Mead u. Schaeffer*, J. of biol. Chem. **45**, 119 (1920). — ¹⁰ *Emmerie u. van Eekelen*, Biochemic. J. **28**, 1153—1154 (1934). — ¹¹ *Fenton, F., D. K. Tressler u. C. G. King*, J. Nutrit. **12**, 285 (1936). — ¹² *Ferdinand, H.*, Klin. Wschr. **15**, 1311 (1936). — ¹³ *Fujita, A.*, u. *T. Ebihara*, Biochem. Z. **290**, 201 (1937). — ¹⁴ *Gabathuler*, Z. Vitaminkde **16**, 1 (1931). — ¹⁵ *Gahtgens, G.*, Medizinische Praxis. **24**. Der Vitaminhaushalt in der Schwangerschaft. Theodor Steinkopf 1937. — ¹⁶ *Ghosh, A. R.*, u. *B. C. Guha*, Indian med. Gaz. **70**, 382 (1935). — ¹⁷ *De Haas, J. H.*, u. *O. Meulemans*, Geneesk. Tijdschr. Nederl.-Indie **77**, 279—288 (1937). — ¹⁸ *Harris, L. J.*, u. *S. N. Ray*, Lancet **228**, 71 (1935). — ¹⁹ *Hart, Steenbock, Ellis*, J. of biol. Chem. **42**, 383 (1920). — ²⁰ *Hess, Unger u. Supplee*, Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. **18**, 39 (1920). — ²¹ *Kasahara, M.*, u. *K. Kawashima*, Z. Kinderheilk. **58**, 191 (1936). — ²² *Kieferle, Zeiler u. Hoch*, Milchwirtsch. Forsch. **3**, 21 (1926). — ²³ *Kieferle u. Eisenreich*, Milchwirtsch. Forsch. **15**, 237—260; **16**, 1—18 (1933). — ²⁴ *Kon, S. K.*, u. *M. B. Watson*, Milk a. Nutrition

- 1, 52—56 (1937). — ²⁵ *Kon, S. K.*, u. *M. B. Watson*, Biochemic. J. **31**, 223 (1937). — ²⁶ *Kon, S. K.*, u. *M. B. Watson*, Milchwirtsch. Weltkongreß Berlin **3**, 220—223 (1937). — ²⁷ *Kroker, F.*, Milchwirtsch. Forsch. **19**, 157—172 (1938). — ²⁸ *Levy, L. F.*, u. *F. W. Fox*, S. afric. J. med. **9**, 181 (1935). — ²⁹ *Lojander, W.*, Acta Soc. Medic. fenn. Duodecim **8**, H. 1 (1935). — ³⁰ *Lojander, W.*, Milchwirtsch. Forsch. **18**, 189 bis 195 (1936). — ³¹ *Martini* u. *Bonsignore*, Biochem. Z. **273**, 170 (1934). — ^{31b} *Mattick* u. *Kon*, Nature **132**, 446 (1933). — ³² *Meulemans, I. O.*, u. *J. H. De Haas*, Geneesk. Tijdschr. Nederl.-Indie **1936**, 2987—2997 u. engl. Zusammenfassung 2997—2998. — ³³ *Meulemans, O.*, u. *J. H. De Haas*, Indian J. Pediatr. **4** (1937). — ³⁴ *Neuweiler, W.*, Z. Vitaminforsch. **4**, 39 (1935). — ³⁵ *Neuweiler, W.*, Die Vitamine der Milch unter besonderer Berücksichtigung der Frauenmilch. Bern: Med. Verl. Hans Huber 1936. — ³⁶ *Oertel* u. *Kieferle*, Münch. med. Wschr. **1925**, 2097. — ³⁷ *Ranganathan, S.*, Indian J. med. Res. **22**, 239 (1935). — ³⁸ *Rasmussen, R.*, *N. B. Guerrant*, *A. O. Shaw*, *R. C. Welch* u. *S. I. Bechdel*, J. Nutrit. **11**, 425 (1936). — ³⁹ *Reyher*, Arch. Kinderheilk. **77**, 161 (1926). — ⁴⁰ *Riddell, W. H.*, *C. H. Whitnah*, *J. S. Hughes* u. *H. F. Lienhardt*, J. Nutrit. **11**, 47 (1936). — ⁴¹ *Rundberg, G.*, Acta paediatr. (Stockh.) **15**, 357—373 (1934). — ⁴² *Saleck*, Milchwirtsch. Forsch. **6**, 464 (1928). — ⁴³ *Scheunert, A.*, u. *M. Schieblich*, Vitamine der Milch. Handbuch der Milchwirtschaft, herausgegeben von Grimmer, Weigmann u. Winkler. Wien: Julius Springer 1930. — ⁴⁴ *Scheunert, A.*, u. *M. Schieblich*, Vitamine. Handbuch der Lebensmittelchemie, herausgegeben von Bömer, Juckenaack u. Tillmans. **2**, 1529. Berlin: Julius Springer 1935. — ⁴⁵ *Schlemmer, Bleyer* u. *Cahnmann*, Biochem. Z. **254**, 187 (1932). — ⁴⁶ *Seelemann* u. *Haldenfeldt*, Berl. tierärztl. Wschau **41**, 765 (1925); **42**, 225 (1926). — ⁴⁷ *Selleg, I.*, u. *C. G. King*, J. Nutrit. **11**, 599 (1936). — ⁴⁸ *Sharp, P. F.*, Science (N. Y.) **84**, 461—462 (1936). — ⁴⁹ *Stoerr, E.*, Rev. franç. Pédiatr. **12**, 427 (1936). — ⁵⁰ *Sung, C.*, u. *F. T. Chu*, Chin. med. J. **51**, 315 (1937). — ⁵¹ *Szlendakowa*, Ref. Z. Vitaminforsch. **231** (1934). — ⁵² *Wachholder*, Klin. Wschr. **1936**, 593. — ⁵³ *Widenbauer*, Klin. Wschr. **94**, 815 (1936). — ⁵⁴ *Van Wijngaarden, J. C. H.*, Acta brev. neerl. Physiol. etc. **4**, 49 (1934). — ⁵⁵ *Whitnah, C. H.*, u. *W. H. Riddell*, Science (N. Y.) **83**, 162 (1936). — ⁵⁶ *Whitnah, C. H.*, u. *W. H. Riddell*, J. Dairy Sci. **20**, 9 (1937). — ⁵⁷ *Whitnah, C. H.*, *W. H. Riddell* u. *W. J. Caulfield*, J. Dairy Sci. **19**, 373 (1936).

Mein besonderer Dank gilt meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Scheunert, der mir die Durchführung der Versuche ermöglichte und ihnen stets großes Interesse entgegenbrachte. Ferner möchte ich nicht versäumen, der Universitätsfrauenklinik, mit deren Unterstützung die Frauenmilchuntersuchungen durchgeführt werden konnten, zu danken.

Lebenslauf.

Ich, Johannes Fritz Kroker, wurde am 30. 12. 1913 als Sohn des Sparkassendirektors Fritz Kroker und seiner Ehefrau Johanna geb. Neumann in Zittau geboren. Ostern 1920 trat ich in die 1. Bürgerschule ein. Ab Ostern 1924 besuchte ich das Staatsrealgymnasium mit Höherer Handelsschule zu Zittau. Nach bestandener Reifeprüfung genügte ich meiner Arbeitsdienstpflicht in Königsbrück im Sommer 1934.

Im Wintersemester 1934/35 begann ich das Studium der Medizin in Tübingen. Nach bestandenem Vorphysikum siedelte ich im Wintersemester 1935/36 nach Leipzig über.

Mein vorklinisches Studium beendete ich im Wintersemester 1936/37 mit dem Physikum. Nach insgesamt 10 Semestern beendete ich mein Studium im Herbst 1939 mit dem Staatsexamen.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren bzw. Dozenten:

In Tübingen: Geiger, Harms, Holtgrave, Jakoby, Kliegl, Knoop, Kohlrausch, Lehmann, Oertel, Reihlen.

In Leipzig: Bredt, Bürger, Catel, Clara, Döllken, Dresel, Fahrenholz, Flügel, Gildemeister, Gros, Hauenstein, Hochrein, Hueck, Jeß, Keller, Kirchhoff, Kuntzen, Lange, Langenbeck, Loeweneck, Mancke, Payr, Raestrup, Rauh, Rieder, Schede, Scheunert, Schmitt, Schopper, P. Schröder, R. Schröder, Seyfarth, Siedentopf, Sonntag, Spiethoff, Strack, Thomas, Tietze, Uebermuth, Voß.
