

## Lebensmittel und Arzneimittel\*)

Von Prof. Dr. med. F. HAFFNER

Pharmakologisches Institut der Universität Tübingen

Mingey, 23. Februar 1938

Nach § 1 des Lebensmittelgesetzes sind Lebensmittel im Sinne dieses Gesetzes alle Stoffe, die dazu bestimmt sind, in unverändertem oder zubereitetem oder verarbeitetem Zustand von Menschen gegessen oder getrunken zu werden, soweit sie nicht überwiegend zur Beseitigung, Linderung oder Verhütung von Krankheiten bestimmt sind. Alle Stoffe, die auf dem sog. natürlichen Wege dem Menschen einverleibt werden, sind nach dieser Begriffsbestimmung entweder Lebensmittel oder Arzneimittel. Ein Mittelding, etwa eine Genußmittel- oder Diätmittelgruppe, gibt es vor dem Auge der staatlichen Aufsicht nicht.

Wir stehen heute vor der bemerkenswerten Tatsache, daß Lebensmittel in mancher Beziehung, z. B. hinsichtlich der Deklaration, schärferen staatlichen Vorschriften und Kontrollen unterworfen sind als viele Arzneimittel. Gegenüber einem früheren Zustande mag dies erstaunlich erscheinen; aber schließlich sind, von der Volksgesundheit aus gesehen, Lebensmittel wichtiger als Arzneimittel. Andererseits unterliegen Lebensmittel gewissen Beschränkungen, z. B. in ihrer Zusammensetzung, die für Arzneimittel untragbar wären, und die auch schon bei den gesetzlich als Lebensmittel behandelten Diätmitteln Schwierigkeiten bereiten können.

Solange man nun typische, d. h. in gewissem Sinne extreme Vertreter der beiden Gruppen vor sich hat, bietet die Festsetzung ihrer Zweckbestimmung und damit ihre gesetzliche Einordnung keine Schwierigkeit. Heute stehen wir aber mitten in einer Bewegung, die die Grenzen zwischen Lebens- und Arzneimitteln von Grund aus auflockern muß. Einerseits werden in der natürlichen Nahrung mehr und mehr Stoffe von hoher pharmakologischer Wirksamkeit gefunden; ihr Mangel in der Nahrung ist als entscheidende Krankheitsbedingung erkannt. Dadurch können Nahrungsmittel, die reich an solchen Stoffen sind, unter Umständen wichtigste arzneiliche Aufgaben erfüllen. Zum andern werden heute bewußter und auf gesicherterer Grundlage als früher physiologische Faktoren („Heilkräfte der Natur“) in das ärztliche Handeln einbezogen; naturgemäß wird dabei besonders der Nahrung eine krankheitsbekämpfende Bedeutung zugewiesen. Diese Entwicklung verlangt eine erneute Überprüfung der Grenzfragen zwischen Lebensmitteln und Arzneimitteln. Oberregierungsrat Dr. Merres hat auf der vorletzten Tagung des Vereins Deutscher Lebensmittelchemiker die Diskussion über diese Fragen eröffnet<sup>1)</sup>, und ich bin ihm dankbar, heute in der Fachgruppe für Lebensmittel- und gerichtliche Chemie des VDCh die Stellungnahme eines Pharmakologen darlegen zu können.

Arzneiliche Wirkstoffe sind der Menschheit wahrscheinlich vielfach erstmals durch ihre zufällige Beimischung zur Nahrung bekanntgeworden. Die Einstellung der Menschen zur Arznei hat sich seitdem nach 2 Extremen entwickelt: Die einen schwören auf den natürlichen Weg

durch den Magen und sind einer arzneilichen Behandlung um so zugänglicher, je mehr die Arznei der gewohnten Nahrung gleicht; die anderen trauen einer Arznei erst dann etwas zu, wenn sie die traditionelle Bitternis besitzt oder in besonderer Zubereitung als Pille, mystisch gefärbtes Dragée, als Injektion oder dgl. verabreicht wird. — Daß die ärztliche Verordnung von Pulvern, Tropfen, Injektionen usw. auch andere, wichtige sachliche Gründe hat (Haltbarkeit des Wirkstoffes, genaue Dosierung, Raschheit der Wirkung usw.), braucht hier nicht näher ausgeführt zu werden. Bei Schwerkranken spielt erfahrungsgemäß die Frage der „Natürlichkeit“ des Arzneimittels keine besondere Rolle; für Leichtkranke und Kinder wird dagegen vor allem bei den kleinen Alltagsstörungen der Gebrauch von Arzneimitteln in der äußeren Form von Lebensmitteln immerhin erhebliche praktische Bedeutung besitzen und auch vom ärztlichen Standpunkte aus durchaus sinnvoll sein können. Für die Resorption schwerlöslicher Stoffe, z. B. von Kalksalzen, muß schon ihre Dispersion im Kolloidreichtum der natürlichen Nahrung Bedeutung haben. Als Beispiele solcher Arzneien in Lebensmittelform seien nur folgende genannt: Abführmittel als Konfekt, Keks, in Puddingform, als Brotaufstrich, Brauselimonade, Tee; Stomachika, Tonika, in weinartiger oder likörartiger Zubereitung; arsen-, jod-, kalk-, alkalihaltige Mineralwässer. Trotz ihrer unarzneilichen Form scheint die verwaltungsmäßige Einordnung solcher Mittel in die Gruppe der Arzneimittel ohne weiteres klar zu sein. Aber so fließend der Übergang der Lebensmittelformen zu den klassischen Arzneiformen ist, so fließend ist auch der Übergang einer lebensmittelmäßigen Verwendung zur therapeutischen, so schwer kann es schon sein, auch nur die überwiegende Zweckbestimmung eines Mittels zu entscheiden. Dasselbe Mineralwasser, das bei entzündlichen Zuständen der Harnwege große therapeutische Bedeutung besitzt, ist zugleich beliebtes Tafelwasser. Und wo ist die Grenze zwischen dem therapeutisch gedachten und dem als tägliches Getränk dienenden „Tee“? Das Reichsgesundheitsamt selbst hat in einem Merkblatt Kräutermischungen für den Haushalt empfohlen, die auch arzneilich vielbenutzte Drogen enthalten.

Die größeren Schwierigkeiten kommen aber von seiten der Lebensmittel. Seit grauer Vorzeit sucht man am häuslichen Herde Schmackhaftigkeit, Verdaulichkeit und Nutzwert der Rohkost mit wechselndem Erfolge zu verbessern. Wenn moderne Technik diese Nahrungsbearbeitung noch weiter treibt, die Geschmackswerte in „Würzen“ konzentriert oder in „Diätmitteln“ die Calorienzahl oder einzelne als wertvoll erachtete Nahrungsstoffe besonders anreichert, so sind auch hierbei in erster Linie Gesunde als Objekte solcher Fürsorge ins Auge gefaßt. Auch die Kräftigungsmittel und besonderen Nährmittel für Säuglinge, Alte, Genesende, Schwangere usw. werden in der Begründung des Lebensmittelgesetzes als Lebensmittel erklärt; dasselbe gilt für gewisse, nur für Kranke bestimmte Nahrungsmittel, z. B. die verschiedenen Diätetika für Diabetiker. Aber auch hier sind alle Übergänge denkbar, von diesen diätetischen Nährmitteln — gewissermaßen Lebensmitteln

\*) Vorgetragen in der Fachgruppe für Lebensmittelchemie, Gewerbehygiene u. gerichtliche Chemie auf der 50. Hauptversammlung des VDCh in Frankfurt a. M. am 9. Juli 1937.

<sup>1)</sup> Verh. der 32. Hauptvers. d. V.D.L. 1935, S. 48; vgl. auch Merres, Dtsch. Nahrungsmittel-Rdsch. 1935, S. 27.

in arzneilicher Form — zu den arzneilichen Diätmitteln, die eindeutig als Mittel zur Verhütung oder Behandlung bestimmter Krankheiten gedacht sind. Die Verquickung beider Zwecke wird besonders eng, wenn Diätetika als Träger besonderer Wirkstoffe benutzt werden, wenn z. B. für Fälle eines unabweisbaren Einsatzes bis zum letzten ein leicht und rasch nutzbar zu machender Nahrungsstoff mit einem ermüdungsbekämpfenden Pharmakon kombiniert würde. Eine besondere Bedeutung könnten solche Zusätze für die sog. Genußmittel und auch deren Ersatzstoffe gewinnen, sobald man anerkennt, daß ihr Geruchs- und Geschmackswert, der begehrt und bezahlt wird, in der Regel nur die Kulisse ist vor der im Grunde gewünschten, sehr viel materielleren Wirkung ihrer pharmakologisch wohlbekannten Inhaltsstoffe.

Die Hauptschwierigkeit stammt aber, wie schon einleitend erwähnt, aus neuen Kenntnissen und Vorstellungen von der physiologischen Bedeutung der Nahrung. Was daran heute gesichert, z. T. auch schon praktisch bewährt ist, fällt unter den Begriff der sog. akzessorischen Nahrungsstoffe. Wie die experimentelle Ernährungsforschung im Laufe der letzten Jahrzehnte festgestellt hat, müssen neben den für den groben Aufbau und Betrieb des Körpers in größeren Mengen notwendigen Kohlenstoffverbindungen, Stickstoffsubstanzen und Mineralsalzen zur Erhaltung von Leben und Gesundheit noch bestimmte weitere schon in kleineren Mengen ausreichend wirksame „Ergänzungsstoffe“ (der Nahrung) laufend zugeführt werden. Ihre stoffliche Natur ist sehr verschiedenartig; es gehören nicht nur organische, sondern auch anorganische Substanzen hierher. Bei den anorganischen wird i. allg. eine scharfe Abtrennung gegenüber den schon bekannten mineralischen Nahrungsstoffen nicht gemacht, und tatsächlich kann man eine fortlaufende Reihe aufstellen von Kalk über Eisen, Kupfer, Jod, Brom, Fluor bis zu jenen „Minimstoffen“ der tierischen Asche, deren physiologische Bedeutung noch nicht mit voller Sicherheit erwiesen ist. Die organischen Ergänzungsstoffe hat man unter dem Begriff der Vitamine zusammengefaßt, was vielleicht nicht in jeder Beziehung zweckmäßig ist, da es sich um chemisch und daher wohl auch funktionell recht verschiedenartige Stoffe handelt. Die Anzahl dieser verschiedenen lebensnotwendigen Ergänzungsstoffe ist noch nicht abzuschätzen. Mit Bestimmtheit läßt sich aber heute schon sagen: Die naturgegebenen Nahrungsmittel sind keineswegs überall und immer im Vollbesitz der bei ihnen erwarteten Ergänzungsstoffe<sup>2)</sup>. Noch weniger darf Vollwertigkeit bei der Zwangskost angenommen werden, die der Menschheit in steigendem Maße von der Zivilisation aufgenötigt wird. Annäherndes oder vollkommenes Fehlen der Ergänzungsstoffe wird man in denjenigen Nahrungsmitteln voraussetzen müssen, die durch Reinigung aus Naturprodukten oder gar durch künstliche Darstellung gewonnen werden. Sicherlich ist die Angst vor Vitaminmangel oft zu weit gegangen<sup>3)</sup>. Nachgewiesene Mängel der gegebenen Nahrung durch entsprechende Ergänzungsstoffe auszugleichen, muß, worauf auch kürzlich Flößner in einem Vortrag über Ernährungsfragen im Rahmen des Vierjahresplanes<sup>4)</sup> hingewiesen hat, aber unbedingt als eine höchst biologische Forderung anerkannt werden. Andererseits

<sup>2)</sup> Unsere bisherigen Kenntnisse über den Vitamingehalt der deutschen Nahrungsmittel verdanken wir vor allem den grundlegenden Arbeiten von Prof. Scheunert, Leipzig.

<sup>3)</sup> Und noch schlimmer ist, daß sich sehr bald ein übler Mißbrauch mit der Bezeichnung „Nahrungsergänzungsmittel“ entwickelt hat. Unter Ausnutzung der Lücken der bisherigen Arzneimittelgesetzgebung werden ungeeignete und wertlose Erzeugnisse (z. B. Verreibungen von Salzen mit Milchzucker) als „Nahrungsergänzungsmittel“ in Verkehr gebracht zu Preisen, die nicht weniger unberechtigt und übertrieben sind, wie die dafür aufgezogene, von keiner Hemmung angekränkelte Propaganda.

<sup>4)</sup> Flößner, Öffentl. Gesundheitsdienst 1937, S. 183.

beschränkt sich die Bedeutung der Ergänzungsstoffe nicht auf die Schaffung vollwertiger Nahrungsmittel; die ersten praktischen Erfahrungen mit Vitaminen waren ausgesprochen therapeutischer Art: bei bereits vorhandenen Erkrankungen schwerster Natur konnte durch reichliche Zufuhr dieser Stoffe rasche Heilung erzielt werden.

Wir stehen so vor der Frage: Wann sind solche auf künstlichem Wege ergänzten Lebensmittel als Lebensmittel, wann als Arzneimittel anzusprechen? Man könnte daran denken, die Zuordnung eines durch Vitamin ergänzten Lebensmittels zu einer der beiden strittigen Gruppen von einer Konzentrationsgrenze abhängig zu machen, die etwa dem natürlicherweise vorkommenden Höchstwert des Vitamins in dem betreffenden Nahrungsmittel entspräche. Wie wäre aber dann die Entscheidung zu treffen, wenn der Tagesbedarf an einem bestimmten Ergänzungsstoff durch Einnahme einer kleinen Menge eines an diesem Stoff übernormal angereicherten Nahrungsmittels gedeckt würde (jodiertes Vollsalz!), oder wenn aus volkswirtschaftlichen Gründen die Zuführung von Ergänzungsstoffen durch Nahrungsmittel geschehen müßte, denen von Natur aus diese Ergänzungsstoffe abgehen (Margarine?). Andererseits muß aber unbedingt für die tägliche Nahrung eine obere physiologische Grenze ihres Gehaltes an Ergänzungsstoffen festgesetzt werden; es sei nur an die Bedenklichkeit zu hoher D-Vitamingaben, an die Gefährlichkeit unvorsichtiger Joddosen erinnert.

Eine Trennung von Lebensmitteln und Arzneimitteln nach der äußeren Form oder nach qualitativ oder quantitativ festzulegenden stofflichen Eigenschaften ist somit ganz aussichtslos. Es muß dabei bleiben, daß Lebensmittel und Arzneimittel ebenso wie Gifte nicht durch ihre stoffliche Natur, sondern nur durch ihre biologische Wirkung bzw. Zweckbestimmung gekennzeichnet werden können. Es wird aber auch die Entscheidung nach der Zweckbestimmung, die, wie wir gesehen haben, selbst bei ausgesprochen arzneilichen Zusätzen mitunter auf Schwierigkeiten stößt, bei Zusätzen physiologischer Ergänzungsstoffe in der Mehrzahl der Fälle unmöglich sein. Es gibt, wie am Beispiel von Kalk, Jod, C-Vitamin leicht gezeigt werden kann, alle Übergänge von der physiologischen Ergänzung eines Lebensmittels durch kleinste Zusätze zur Erhaltung der Gesundheit über die Zufuhr erhöhter Gaben zur Deckung eines physiologischer- oder pathologischerweise erhöhten Bedarfes bis zur Heilwirkung durch eine überschwemmende Dosierung, so wie umgekehrt fast jede Therapie ohne scharfe Grenzen in die vorbeugende Kur und diese in die gesundheitlich ausgerichtete Lebensführung übergehen kann. Auch der sonst so wertvolle Gesichtspunkt des Lebensmittelgesetzes, die überwiegende Zweckbestimmung eines Mittels als Unterlage für seine Einordnung zu benutzen, wird in den zur Entscheidung stehenden Fällen nur selten zum Ziel führen, zumal wenn die Dosierung je nach dem beabsichtigten Zweck vom Verbraucher selbst vorgenommen wird.

Eine gesetzliche Klärung dieser Lage ist dringend notwendig. Allgemeine Begriffsbestimmungen werden dabei aber kaum helfen können; die Entscheidung im Einzelfall würde dabei zu sehr der jeweiligen Auslegung überlassen bleiben. Im Interesse einer einheitlichen Durchführung des Gesetzes wird wohl nichts anderes übrigbleiben, als möglichst viele Einzelfragen von zentraler Stelle aus zu entscheiden.

Dieser Zustand ist gewiß nicht ideal; aber zweifellos noch bedenklicher als diese verwaltungsmäßigen Unvollkommenheiten sind die sachlichen Folgen der verschiedenen gesetzlichen Stellung von Lebens- und Arzneimitteln. Diese sachlichen Schwierigkeiten sind aber offensichtlich hauptsächlich deshalb vorhanden, weil die eine

Gruppe weniger überwacht ist als die andere. Die einfache Lösung der Schwierigkeiten liegt somit auf der Hand, und es wäre sehr zu wünschen, daß es für den Verbraucher wenigstens in gesundheitlicher Beziehung recht bald gleichgültig sein müßte, ob ein Mittel verwaltungsmäßig zu den Arzneimitteln oder zu den Lebensmitteln gezählt wird. Wenn einmal eine gleichwertige Überwachung beider Gruppen besteht, würde für die Aufsichtsbehörden sicherlich manche wenig befriedigende Arbeit wegfallen. Auch den durch ihre tatsächliche Sonderstellung bedingten Schwierigkeiten gewisser Diät- und Genußmittel könnte dann ohne Schaden durch eine besondere Regelung Rechnung getragen werden.

Das Problem „ergänzender“ Zusätze zur Nahrung ist, wie zu erkennen ist, ein Problem der Nahrungsgewinnung überhaupt. Aus diesem Grunde werden auch wichtiger als Begriffsbestimmungen diejenigen Bestimmungen sein, durch welche die praktischen Maßnahmen bei der Gewinnung von Lebensmitteln geregelt werden. Denn sicherlich ist bei Lebensmitteln wie Arzneimitteln ihre Schaffung noch wichtiger als ihre Kontrolle. Die zukünftige Entwicklung der Nahrungsbeschaffung ist noch in keiner Weise zu übersehen; bestimmt ist mit neuartigen Lösungen und wahrscheinlich auch zwangsläufig mit einer künstlichen Teil- oder Vollerzeugung von Nahrungsmitteln

zu rechnen. So wenig durch gesetzliche Vorschriften zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten auf diesem Gebiete verbaut werden dürfen, so scharf müssen alle wilden Verbesserungsexperimente an unserer täglichen Nahrung unterbunden werden. Daß man in die naturgegebene Nahrung nur aus zwingenden Gründen und nur mit allergrößter Vorsicht eingreifen darf, hat die Geschichte schon zur Genüge gelehrt. Wir wissen, daß unsere verantwortlichen Stellen darüber mit besonderem Ernst wachen. Die erfolgreiche Durchführung dieser doppelten Aufgabe, Lebensmittelgewinnung und Lebensmittelverkehr zu leiten und zu überwachen, wird aber nur sichergestellt sein, wenn die Führung über einen Stab erfahrener Forscher und eine Fronttruppe allseitig ausgebildeter Chemiker und Biologen verfügen kann. Um auch in Zukunft den sich zwangsläufig fort und fort steigenden sachlichen und persönlichen Anforderungen gewachsen zu sein, muß der chemischen und biologischen Ernährungswissenschaft an den Stätten wissenschaftlicher Forschung und Ausbildung weit mehr Raum als bisher zugewiesen werden. Was im Kampf um den Bestand der Nation die deutsche Wissenschaft auf dem Gebiet der Ernährung leistet, ist Pionierarbeit für die Zivilisation überhaupt: Die Sorge um Nahrung ist die Sorge der Welt. [A. 15.]

## Untersuchungen über den Röstvorgang der Bastfaserpflanzen\*)

Von Dr. MAX LÜDTKE

Aus dem Deutschen Forschungsinstitut für Bastfasern, Sorau

Eingep. 29. Oktober 1937

Für den Ablauf des Röstvorganges sind neben der Art und Weise des Abröstens und des damit zusammenhängenden stärkeren oder schwächeren Luftzutritts drei Faktoren von besonderer Bedeutung: Temperatur, Eigenschaften des Wassers und Zusammensetzung des Stengelmaterials einschl. der darauf befindlichen Mikroflora. Von ihnen hängen Röstdauer, Röstreife, Röstverlust, ferner Säuregehalt und sonstige Eigenschaften des Röstwassers sowie die Eigenschaften der Faser ab. Die nachstehenden Ausführungen beschäftigen sich mit den Veränderungen, die beim Röstvorgang unter verschiedenen Bedingungen im Wasser auftreten und die der Stengel sowie die Faser durch ihn erleiden.

Ein Teil der Untersuchungen wurde in zwei für diesen Zweck gebauten Steinzeugbehältern vorgenommen (1,5 m Länge, 0,5 m Tiefe und 0,3 m Breite), die mit elektrischer Heizung, Wärmeregler, Rührwerk, Thermographen, Gaseinblasrohren und Vorrichtungen zum Zu- und Abführen des Wassers von der Oberfläche oder vom Boden her ausgerüstet sind. Das Wasser, das für diese Versuche Verwendung fand, hatte folgende Zusammensetzung: Härte 9° dH; freie Kohlensäure 8,8 mg/l; gebundene Kohlensäure 49,6 mg/l; freie aggressive Kohlensäure (berechnet) 4,9 mg/l; Eisen 0,10 mg/l; Mangan 0,05 mg/l; pH-Wert 6,94; Keime waren nicht vorhanden. Ein anderer Teil der Versuche ging in den Betonröstbecken unserer Versuchsanstalt für Flachs in Christianstadt am Bober vor sich. Die Prüfung auf Röstreife wurde an kleinen Proben ausgeführt, die von Zeit zu Zeit dem Becken entnommen, künstlich getrocknet, ausgeschwungen und auf Fasermenge und -güte geprüft wurden. Die Bewertung der Güte erfolgte durch Festlegung von Faserlänge, Farbe, Feinheit und Festigkeit.

### A. Veränderungen des Röstwassers während des Röstvorganges bei verschiedenen Temperaturen und Bedingungen.

In Tab. 1 sind die Ergebnisse zusammengestellt, die durch Messung der pH-Zahlen und durch potentiometrische Titration der Säuremenge des Röstwassers

\*) Über die Flachsreste unterrichtet der Aufsatz von M. Lüdtkke, diese Ztschr. 50, 291 [1937].

an dem gleichen Material bei einer Temperatur von 30° unter verschiedenen Röstbedingungen erhalten wurden, Bedingungen, wie sie auch in der Praxis vorkommen. Die Abröstung erfolgte in stehendem Wasser (a), mit 6stündigem Auslaugen zu Beginn des Röstprozesses (b) und unter Entnahme einiger Bündel während des Röstens (c). Das Flottenverhältnis war 1:20 bis 1:22. Die schräg gestellten Zahlen stellen das Material zur Zeit der Röstreife dar.

Tabelle 1.  
Veränderungen im Röstwasser bei Verwendung desselben Flachsstrohes und verschiedener Art der Abröstung.

a) Flachs bei 30° in stehendem Wasser abgeröstet			b) Flachs in Wasser von 30° 6 h ausgelaut, dann in stehendem Wasser bei 30° abgeröstet			c) Flachs bei 30° ohne Auslaugen abgeröstet, von Zeit zu Zeit eine Probe entnommen		
h	pH	cm <sup>3</sup> N/10 NaOH auf 100 cm <sup>3</sup> Röstwasser	h	pH	cm <sup>3</sup> N/10 NaOH auf 100 cm <sup>3</sup> Röstwasser	h	pH	cm <sup>3</sup> N/10 NaOH auf 100 cm <sup>3</sup> Röstwasser
0	7,48		0	7,48		0	7,06	
11	5,70	5,22	11	6,55	1,00	16	5,91	
24	5,31	7,50	24	5,71	3,46	28	5,42	
35	5,02	11,46	35	5,11	7,02	40	5,18	10,20
48	4,88	15,42	48	4,90	10,40	50	5,08	12,44
60	4,82	16,72	60	4,78	12,70	64	5,04	12,90
71	4,79	16,82	72	4,68	13,80	75	5,04	12,68
81	4,76	17,08	81	4,67	13,96	88	5,02	11,06
95	4,74	18,26	85	4,64	14,72	100	5,22	9,00
107	4,73	20,78	107	4,62	15,50			
120	4,74	19,88	120	4,62	15,62			
144	4,77	20,34	145	4,67	15,30			
171	4,85	17,98	169	4,77	13,80			
192	4,92	16,92	192	4,79	12,34			
216	4,94	16,10						

Es ergibt sich, daß die Röste mit Auslaugen nicht einen kleineren Säuregrad aufweist als in Fall a, wie vielfach angenommen wird, sondern nur eine geringere Säuremenge. Die Säuren müssen also stärker dissoziiert sein als im Falle des Abröstens ohne Auslaugen. Durch die Entnahme von Proben (c), wobei die Oberflächenflora häufig gestört wird und Luft in höherem Maße in das Röstwasser eintreten kann als bei den anderen beiden Versuchen, sind Säuregrad und Säuremenge kleiner geworden als bei Abröstung a und b. Auch liegt der Punkt der Röstreife früher. Weiter muß auf den Rückgang von pH-Zahl und Alkaliverbrauch im Zustand