

Versuche zur Unterscheidung tierischer und pflanzlicher Fette

Autor(en): **Staub, M.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **38 (1947)**

Heft 4-5

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-983032>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Versuche zur Unterscheidung tierischer und pflanzlicher Fette

Von *M. Staub*

(Mitteilung aus dem kantonalen Laboratorium Zürich)

Die Beurteilung der Speisefette hinsichtlich ihrer Genussfähigkeit und das Aufstellen einer Haltbarkeitsprognose im Hinblick auf ihre Lagerfähigkeit werden nicht nur in Mangelzeiten für die Schweiz eine wichtige Rolle spielen. Schon vor dem letzten Weltkrieg über die Haltbarkeit von Speisefetten durchgeführte Versuche liessen uns vermuten, dass gewisse Verschiedenheiten in der Empfindlichkeit gegen Belichtung zur Unterscheidung tierischer und pflanzlicher Fette beigezogen werden könnten. Die nachstehend beschriebenen Ergebnisse möchten wir als Anregung zu weiteren systematischen Forschungen betrachtet wissen.

Bei der Beurteilung von Speisefetten und Ölen ist es üblich, vor allem auf den Ausfall der Kreisreaktion und die Höhe der Lea-Zahl abzustellen. Wir konnten nun bei zahlreichen derartigen Prüfungen feststellen, dass z. B. Speiseöle mit Lea-Zahlen bis zu 12 und stark positiver Kreisreaktion geschmacklich noch nicht zu beanstanden waren. (Nach Angaben von *Viollier* und *Iselin*¹⁾ wird bei einer Lea-Zahl von 5 die Ranziditätsgrenze durch Geruch und Geschmack schon erkennbar.)

Aus zahlreichen Literaturangaben ist ersichtlich, dass der Bestimmung der von einem Fett oder Öl peroxydisch gebundenen Menge Sauerstoff eine grosse Bedeutung für den Nachweis beginnender Verdorbenheit zukommt. Bei systematischen Untersuchungen nach den Ursachen, die zu einer der häufigsten Verdorbenheitserscheinung, nämlich dem Talgigwerden Veranlassung geben könnten, kamen wir zum Ergebnis, dass es vor allem die Belichtung sein muss, die das Talgigwerden einleitet und verstärkt. Dabei konnten einige Beobachtungen gemacht werden, die von den bisherigen Anschauungen teilweise abweichen. (Unter Talgigkeit wollen wir den an Kerzen oder Unschlitt erinnernden Geruch und Geschmack verstehen. Im Gegensatz zum Ranzigwerden spielen beim Talgigwerden bakterielle Prozesse vermutlich keine oder eine nur untergeordnete Rolle.)

I. Belichtungsversuche

1. Einfluss der Lagerung auf den Säuregrad:

Drei Proben Rindsfett wurden in verschlossenen Blechbüchsen aufbewahrt.

| | Probe | I | II | III |
|-------------------------|-------|-----|-----|-----|
| Säuregrad am 4. Juni | | 3,4 | 1,4 | 3,0 |
| Säuregrad am 19. August | | 3,5 | 1,8 | 3,1 |

Die Proben I und II waren talgig geworden. Die Höhe des Säuregrades steht, wie an zahlreichen weiteren Versuchen festgestellt werden konnte, mit dem Talgigwerden eines Fettes offensichtlich in keinem Zusammenhang.

2. Versuche mit der Analysenquarzlampe:

Achtstündiges Belichten von Rindsfett unter der Quarzlampe verändert das Fett hinsichtlich Talgigkeit nicht stärker als gewöhnliches, diffuses Tageslicht. Es ist bekannt, dass die Oxydation von Pyrogallol durch violette Strahlen verzögert, durch rote aber beschleunigt wird. Ein Zusammenhang dieser Tatsache mit unsern Befunden ist vielleicht nicht ganz von der Hand zu weisen.

3. Versuche mit diffusem Tageslicht:

Lässt man Rindsfett in einem offenen Becherglas am Fenster 24 Stunden lang stehen, dann verfärbt es sich weiss und wird talgig. Wir möchten darauf hinweisen, dass beim Talgigwerden immer eine Weissfärbung des Fettes beobachtet werden konnte. Bei Sonnenschein werden oft schon nach 6 Stunden Belichtungsdauer Veränderungen festgestellt. Beim Prozess des Talgigwerdens konnten wir auch schon eine leichte Abnahme des Säuregrades wahrnehmen.

4. Versuche unter Lichtabschluss und mit verschieden gefärbten Gläsern:

Wird Rindsfett in offenem Glas, aber in einem dunkeln Kasten aufbewahrt, so tritt die Talgigkeit viel langsamer auf trotz der Gegenwart von Luftsauerstoff.

Es ist eine bekannte Tatsache, dass das infolge Belichtung beschleunigte Verderben von Fetten beim Aufbewahren in gefärbten Gläsern verlangsamt werden kann. Wir haben dabei beobachtet, dass weniger die Farbe des Glases massgebend ist, als vielmehr die Farbtiefe. Ein dunkelbraunes Glas ist somit ein besserer Lichtschutz als ein hellblaues usw. In diesem Zusammenhange dürfte es interessieren, dass nach *Davies*²⁾ paraffiniertes Papier an sich für aktive Strahlen undurchlässig sein soll, hingegen bei Berührung mit Fett flüchtige Stoffe bilde, die auf Autoxydation des Paraffins zurückzuführen seien. Diese Stoffe sollen ihrerseits die Autoxydation des Fettes anregen. Ferner weist der Autor auf die enge Beziehung hin zwischen der Geschwindigkeit der Autoxydation der Fette und der Farbtintensität der Cellophanpackung, wobei die Autoxydationsgeschwindigkeit von der Art der Farbe unabhängig ist. Nur die Farbtiefe ist von Bedeutung.

Bei unsern zahlreichen Haltbarkeitsversuchen konnten wir dann die alte Erfahrungstatsache bestätigen, dass sich Fett in glasierten Steinguttöpfen ausgezeichnet aufbewahren lässt. Den besten Schutz bieten aber wohl beidseitig schwarz lackierte Porzellantöpfe, wie sie von Apothekern für Salben verwendet

werden³⁾. Nach Versuchen von *Kälin*⁴⁾ sind weisse Porzellantöpfe stark lichtdurchlässig. Erstaunlich ist, dass einseitig schwarz glasierte Porzellantöpfe fast ebensoviel Licht durchlassen sollen, während beidseitig schwarz glasierte Töpfe wie erwähnt sehr guten Lichtschutz gewähren.

II. Der Prozess des Talgigwerdens

Allgemein wird das Talgigwerden eines Fettes oder Öles auf oxydativen Abbau, eventuell auch auf Umlagerungen und Polymerisationen zurückgeführt. Nach unsern Versuchen ist die Belichtung von massgebendem Einfluss auf diesen Vorgang. So wird z. B. Rindsfett am hellen Tageslicht schon innert einiger Stunden deutlich talgig, wobei mit diesem Vorgang stets eine Farbänderung von Gelb zu Weiss verbunden ist. Es darf wohl auch als gesicherte Tatsache angenommen werden, dass mit dieser Erscheinung eine Peroxydbildung parallel geht.

Wie wir nachträglich feststellen konnten, ist unsere eingangs skizzierte Idee ungefähr zur nämlichen Zeit auch von andern Autoren für die Unterscheidung verschiedener Fette diskutiert worden. So besteht nach *Strohecker*, *Uaubel* und *Tenner*⁵⁾ eine enge Verbundenheit zwischen talgigem Geschmack, Geruch und der Anwesenheit von Peroxydsauerstoff. Die genannten Autoren benutzen die Tatsache, dass Trane bei Belichtung viel Peroxyd bilden, zum Nachweis von Schweineschmalz, das bei kurzer Belichtungszeit nur wenig oder fast kein Peroxyd bildet. Letztere Beobachtung konnten wir ebenfalls bestätigen.

Neben den positiven Reaktionen auf Peroxyde wird die Aufnahme von Sauerstoff noch durch folgende Beobachtungen erhärtet: mit der Waage kann man die Sauerstoffaufnahme genau verfolgen. Pro Gramm Fett nimmt das Gewicht innert 10 Tagen bis zu 2 mg zu. (Über Gewichtszunahme belichteter Fette berichten *Horowitz*, *Katschanowa* und *Tkatschew*⁶⁾). Hier müsste aber noch durch Versuche unter Feuchtigkeitsausschluss genau geprüft werden, ob es sich nicht um Erscheinungen der Hygroskopizität handelt. Es ist bemerkenswert, dass ein im evakuierten Exikkator belichtetes frisches Fett viel weniger rasch verdirbt als an Luft. Offenbar besteht ein funktioneller Zusammenhang zwischen Sauerstoffdruck und Talgigwerden. Einfach sind aber diese Verhältnisse sicher nicht, da wir feststellen konnten, dass Zubereitung und Herkunft eines Fettes ebenfalls von Einfluss auf die Haltbarkeit sind. Es konnte ferner gezeigt werden, dass sich infolge der Oxydationsvorgänge schwerer schmelzbare Produkte bilden. Nach der Belichtung lag der Klarpunkt tierischer Fette einige Zehntelgrade höher. Ebenso verändert sich die Jodzahl: in einem Rindsfett sank sie nach 3 Wochen Belichtung von 35,8 auf 30,8.

Viele Forscher haben nun versucht, diese Oxydationsvorgänge quantitativ zu erfassen, um den Grad des jeweiligen Verderbenheitszustandes eines Fettes festzustellen. Wir möchten hier nur einige der neueren Arbeiten erwähnen.

So weisen Högl, Flam und Schanzer⁷⁾ nach, dass beim Ranzig- und Talgigwerden der Fette die Oxydierbarkeit des Wasserdampfdestillates deutlich ansteigt. Es ist ihnen sogar möglich gewesen, Grenzzahlen für die Qualität eines Fettes anzugeben. Nach Mayrhofer⁸⁾ soll es sich dabei um Aldehyde und superoxydische Verbindungen handeln. Viollier⁹⁾ weist darauf hin, dass zur Erkennung der ersten Phase der Autoxydation die Bestimmung des Peroxydsauerstoffs, auch aktiver Sauerstoff genannt, diene. Iselin¹⁰⁾ gibt eine umfassende Darstellung der verschiedenen Arten des Fettverderbes. Er kommt zum Schluss, dass ein hoher Peroxydgehalt ein charakteristisches Merkmal für einen autoxydativ bedingten Fettabbau sei, welcher letzterer in den meisten Fällen für das Verderben der Speisefette und Speiseöle verantwortlich sei. Die Bestimmung der Peroxydzahl soll die erste Stufe dieser Autoxydation in der sogenannten «Induktionsperiode» auswerten, um den Frischezustand und die Lagerfestigkeit beurteilen zu können, bevor ein sinnenphysiologisches Verderben einen Ausschlag gibt.

III. Versuche mit der Titansulfatreaktion

Seit etwa 10 Jahren benutzen wir zum Nachweis der in den Fetten sich bildenden Peroxyde den Übergang des vierwertigen farblosen Titansulfats in die sechswertige gelbe Stufe ($\text{Ti}(\text{SO}_4)_2 \longrightarrow \text{TiO}_3^*$).

Auf Grund zahlreicher Versuche halten wir diese Reaktion für die zuverlässigste zum Erkennen der beginnenden Fettverderbnis, weil in Fetten mit anfänglich negativer Reaktion schon nach wenigen Stunden Belichtung am diffusen Tageslicht eine deutlich positive Titansulfatreaktion auftritt. Die Parallelität zwischen talgigem Geschmack und positiver Reaktion konnten wir immer feststellen, im Gegensatz zu Lea-Zahl und Kreis-Reaktion, die oft hoch, resp. stark positiv sind, obschon geschmacklich das betreffende Fett noch nicht be- anstandet werden könnte. Diese Reaktion erlaubt also, eine sehr frühe Haltbarkeitsdiagnose zu stellen; denn wir haben beobachtet, dass nach der Einleitung der Autoxydationsvorgänge das Verderben auch im Dunkeln weiterschreiten kann.

Versuche mit der von uns modifizierten Titansulfatreaktion:

Herstellung des Reagens: 1 g Titansulfat wird in 100 g 20 % Schwefelsäure heiss gelöst. Die mit dest. Wasser auf 1000 cm³ verdünnte Lösung wird nach dem Filtrieren im Dunkeln aufbewahrt. Ausführung der Reaktion: in ein Reagenzglas mit eingeschliffenem Glasstopfen gibt man 5 g Fett, das im Wasserbad geschmolzen wird. Nach Zusatz von 5 cm³ Reagens wird das verschlossene Reagenzglas in einem vorgewärmten Glaszylinder während 1/2 Stunde in der

*) Über die stufenphotometrische Bestimmung des aktiven Sauerstoffs siehe Strohecker, Uabel und Tenner¹¹⁾.

Maschine geschüttelt. Hierauf stellt man das Reagenzglas mit dem noch fast völlig flüssigen Fett für 10 Minuten in ein Wasserbad von 60° C. Dann schüttelt man noch 5 Minuten lang kräftig von Hand und trennt die Emulsion durch Einstellen des Glases in warmes Wasser. Sodann wird die Fettschicht durch Eiskühlung zum Erstarren gebracht und durchstossen, so dass das Reaktionsgemisch zur Beobachtung in ein frisches Reagenzglas umgegossen werden kann.

| | |
|---|----------------------|
| | Reaktion |
| Frisches Rindsfett | negativ |
| Rindsfett, 1 Tag am Fenster belichtet | positiv |
| Rindsfett, 2 Mon. verschlossen im Dunkeln aufbewahrt | stark positiv |
| Schweinefett, 1 Tag bei starker Sonne belichtet | negativ |
| Schweinefett nach 2 ¹ / ₂ Tagen | negativ |
| Schweinefett, 2 ¹ / ₂ Tage belichtet; | negativ |
| nach 9 Monaten Aufbewahrung in verschlossener Schublade | stark positiv |
| Walfett, 1 Tag an starker Sonne belichtet | sehr stark positiv |
| Erdnussfett, 1 Tag am Fenster belichtet | negativ |
| Frisches Arachidöl | negativ |
| Arachidöl, 1 Tag belichtet | praktisch negativ |
| Arachidöl, 4 Tage belichtet | ganz schwach positiv |
| Gehärtetes Rapsöl, frisch | negativ |
| Gehärtetes Rapsöl, 1 Tag am Fenster belichtet | negativ |
| Olivenöl, frisch | negativ |
| Olivenöl, 1 Tag am Fenster belichtet | stark positiv |

Nach kurzer Belichtungszeit geben stark positive Reaktion: Rindsfett, Walfett, Olivenöl. Gegen Belichtung viel widerstandsfähiger sind: Schweinefett und gehärtete Öle.

Liegen nun Fette nicht in Gemischen vor, so dürfte es möglich sein, nach eintägiger Belichtung mit Hilfe der Titansulfatreaktion Rindsfett, Walfett, Olivenöl von Schweinefett und gehärteten Ölen zu unterscheiden unter der Voraussetzung, dass Schweinefett und die gehärteten Öle vorher nicht übermässig belichtet waren, da auch sie dann eine positive Reaktion geben würden. Es dürfte sich zweifelsohne lohnen, durch quantitative Auswertung der Reaktion im Stufenphotometer die Methode noch zu verfeinern. Bei Einzelfetten kann nach eintägiger Belichtung bei negativem Ausfall der Reaktion auf Abwesenheit von Rinds- und Walfett und Olivenöl geschlossen werden.

Es wurde nun auch versucht festzustellen, ob in Bouillon- und vegetabilen Suppenpräparaten tierische und pflanzliche Fette mittels der Titansulfatreaktion unterschieden werden könnten. Als Hauptschwierigkeit erwies sich dabei der Umstand, dass die extrahierten Fette oft noch eine schwach positive Reaktion

zeigten, die offenbar von gewissen Gemüse- und andern Bestandteilen der Suppenpräparate herrührten, oder dass die Fette an sich schon leicht gelb gefärbt waren. Das Prinzip der etwas umständlichen Fettextraktion ist kurz folgendes: das nach dem Aufschliessen von 150—200 g Suppenmasse mit konz. Salzsäure erhaltene Rohfett wird mit Benzol extrahiert, durch Kieselgur filtriert und mit Blutkohle entfärbt. Nach dem Abdestillieren des Benzols wird das nur die Eigenfarbe aufweisende Fett (5—10 g), das natürlich negative Ti-Reaktion zeigen muss, in dünner Schicht während eines Tages am Fenster belichtet.

Versuche:

a) genau bekannte Präparate

1. Aus vegetabiler, nur Erdnussfett enthaltender Würfelmasse extrahiertes Fett gab nach eintägiger Belichtung immer negative Reaktion.
2. Frische Bouillonmasse (nur Rindsfett enthaltend): sofort nach der Extraktion negative Reaktion.
3. Suppenmasse ($\frac{1}{2}$ Rindsfett + $\frac{1}{2}$ Erdnussfett) nach 1 Tag Belichtung: positive Reaktion.
4. Suppenmasse ($\frac{1}{3}$ Rindsfett + $\frac{2}{3}$ Erdnussfett) nach 1 Tag Belichtung: negative Reaktion.
5. Suppenmasse (2 Teile Rindsfett + 3 Teile Erdnussfett) nach 1 Tag Belichtung: negative Reaktion.

Beträgt der Anteil des tierischen Fettes weniger als die Hälfte, so kann letzteres nicht mehr erkannt werden. Hierüber müssten Versuche angestellt werden, ob durch Verlängerung der Belichtungsdauer das Ziel doch noch erreicht werden könnte.

b) Produkte aus dem Handel

6. «Pflanzenbrühe»: Reaktion vor und nach der Belichtung negativ; also vermutlich Pflanzenfett.
7. «Vegetabile Kraftbrühe»: Reaktion vor und nach der Belichtung negativ. Der Schmelzpunkt des Fettes von 25° schliesst Schweinefett aus.
8. «Vegetabile Suppenwürfel»: Reaktion vor Belichtung negativ, nachher ganz schwach positiv. Vermutlich etwas Rindsfett anwesend.
9. «Vegetabile Würfel»: Reaktion vor und nach Belichtung negativ.
10. «Soja-Pflanzenwürfel»: Reaktion vor und nach Belichtung negativ.

Unter Bezug des Glyceridschmelzpunktes, der Kristallisationsform der Fette und der Titansulfatreaktion sollte es möglich sein, tierische und pflanzliche Fette in Gemischen erkennen zu können in denjenigen Fällen, wo die Ti-Reaktion negativ oder nur ganz schwach positiv ist

Ergebnisse

1. Speiseöle mit Lea-Zahlen bis zu 12 und stark positiver Kreisreaktion sind oft geschmacklich noch nicht zu beanstanden.
2. Für das Talgigwerden von Speisefetten und -ölen ist vor allem die Belichtung von massgebendem Einfluss, indem der Prozess eingeleitet und verstärkt wird.
3. Die Höhe des Säuregrades steht mit dem Talgigwerden in keinem Zusammenhang.
4. Diffuses Tageslicht bewirkt in gleichem Masse Talgigkeit wie ultraviolettes Licht.
5. Der Prozess des Talgigwerdens ist immer mit einer Weissfärbung des Fettes verbunden. Rindsfett kann schon innert 6 Stunden Belichtungsdauer am Sonnenlicht talgig werden.
6. Gefärbtes Glas schwächt den Lichteinfluss ab, wobei vor allem die Farbtiefe und nicht die Farbe an sich massgebend ist.
7. Auch der Sauerstoffdruck spielt beim Talgigwerden unter Lichteinfluss eine Rolle. Der Schmelzpunkt steigt, die Jodzahl sinkt.
8. Für den Nachweis der beginnenden Talgigkeit ist die Überführung der vierwertigen farblosen in die gelbe sechswertige Stufe des Titansulfates sehr empfindlich und scheint zuverlässiger zu sein als Lea-Zahl und Kreisreaktion.
9. Nach kurzer Belichtungszeit geben starke Titanreaktion: Rindsfett, Waldfett, Olivenöl. Viel widerstandsfähiger sind Schweinefett und gehärtete Öle. Nach eintägiger Belichtung können diese Fette, wenn sie ursprünglich noch unverdorben waren, mit Hilfe der Titanreaktion unterschieden werden.
10. In gewissen Fällen kann die Titanreaktion Dienste leisten, um in Bouillon- und vegetabilen Suppenmassen tierische und pflanzliche Fette unterscheiden zu können.

Zusammenfassung

Es wurde versucht, mit Hilfe der Titansulfatreaktion den Beginn des Talgigwerdens von Fetten und Ölen frühzeitig zu erkennen. Da gewisse Fette, besonders tierische, schon nach kurzer Belichtungszeit talgig werden, kann dieser Umstand zur Unterscheidung verschiedenartiger Fette mit Hilfe der Titansulfatreaktion benutzt werden.

Résumé

On a essayé de reconnaître à son début, au moyen de la réaction au sulfate de Titane, l'apparition du goût de suif dans les graisses et les huiles. Certaines graisses, en particulier les graisses animales, acquièrent un goût de suif déjà après une courte exposition à la lumière, ce qui permet, grâce à la réaction au sulfate de Titane, de les reconnaître dans des mélanges.

Literatur

- 1) Diese Mitt. **32**, 197 (1941).
- 2) C. 1935. I. 2615.
- 3) Schweiz. Apoth. Ztg. **75**, 469 (1937).
- 4) Schweiz. Apoth. Ztg. **74**, 113, 329 (1936).
- 5) Z.U.L. **76**, 388 (1938).
- 6) Z.U.L. **69**, 409 (1935).
- 7) Diese Mitt. **31**, 130 (1940).
- 8) Z.U.L. **1**, 552 (1898).
- 9) Diese Mitt. **34**, 318 (1943).
- 10) Diese Mitt. **35**, 113 (1944).
- 11) Z.U.L. **76**, 388. (1938) & Z. anal. Ch. **113**, 66 (1938).

Anmerkung: Der experimentelle Teil der vorliegenden Arbeit wurde zur Hauptsache in der Untersuchungsanstalt der Aktiengesellschaft Alimentana in Kempttal ausgeführt, wobei der Verfasser sich der geschickten Mitarbeit von Frl. S. Dannacher, dipl. sc. nat. E.T.H., erfreuen durfte, wofür er ihr hier bestens dankt.

Zur Bestimmung der Gesamtsäure im Wein

Von *B. Melcher*

(Aus dem Kantonalen Laboratorium in Chur)

Zur Bestimmung der Gesamtsäure wird im Schweiz. Lebensmittelbuch Azolitminpapier vorgeschrieben, das ein Umschlagsgebiet von PH 6,0—8,0 besitzt. Azolitmin ist bekanntlich ein gereinigter Lakmus. Dieser enthält verschiedene noch nicht genauer bekannte Farbstoffe, von denen bei der Reinigung einzelne mehr oder weniger gut entfernt werden. Es zeigt sich daher, dass je nach der Herstellungsart diese Papiere sehr verschieden empfindlich sind, d. h. dass zur Hervorbringung der Blaufärbung verschieden grosse Laugenüberschüsse in der Lösung vorhanden sein müssen.

Aber auch beim Arbeiten mit dem gleichen Papier treten subjektive Fehler auf, weil verschiedene Personen nicht auf eine gleiche Stärke der Blaufärbung titrieren. Dieser Fehler kann bis 0,4 g/l Weinsäure betragen. So wurden für den gleichen Wein von 4 Personen folgende Werte angegeben:

| | A | B | C | D |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| I. Bestimmung: | 6,8 g/l | 6,6 g/l | 6,9 g/l | 6,7 g/l |
| II. Bestimmung: | 6,8 g/l | 6,6 g/l | 7,0 g/l | 6,9 g/l |

Von einem Laboratorium zum andern, wo sich die beiden Fehler summieren können, sind Abweichungen der Resultate bis 0,7 g/l festgestellt worden.