



# INFORMATION

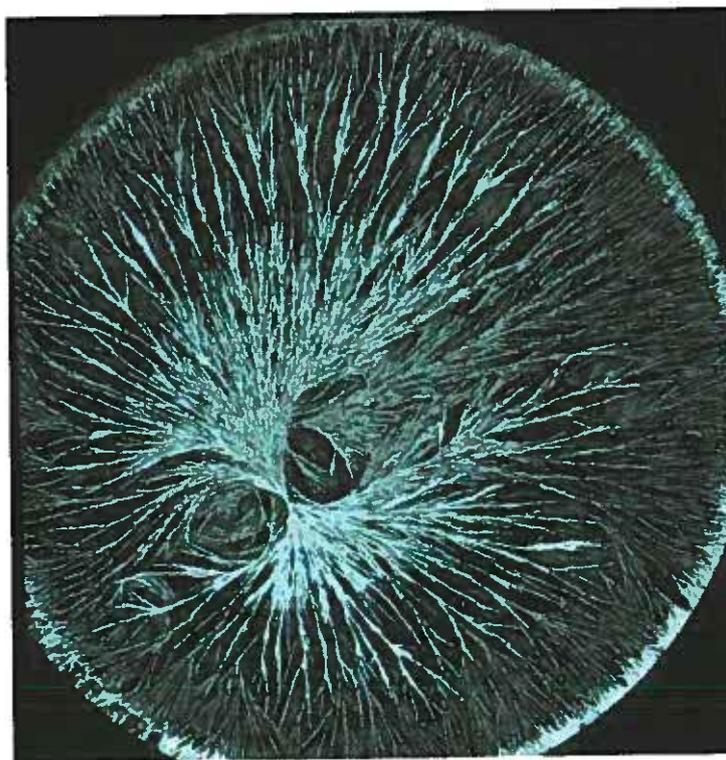


<sup>1)</sup> Eidgenössische Forschungsanstalt  
für Milchwirtschaft, Liebefeld  
CH-3003 Bern

<sup>2)</sup> Forschungsinstitut für  
Vitalqualität  
Ackerstrasse  
CH-5070 Frick

Februar 2000 / 391 P

## Analytische und bildschaffende Methoden in der Untersuchung von Milchprodukten Vitalqualitätsuntersuchung Joghurt



Kupferchloridkristallisation Joghurt

U. Balzer-Graf <sup>2)</sup>, P.U. Gallmann <sup>1)</sup>

## **Inhalt:**

1. Einleitung
2. Problemstellung und Zielsetzung
3. Material und Methoden
4. Ergebnisse und Diskussion aus den chemisch physikalischen Untersuchungen
  - 4.1 Trockenmasse und Viskosität
  - 4.2 Hitzebelastung
  - 4.3 Fermentation
  - 4.4 Geschmack
5. Ergebnisse und Diskussion Bildschaffende Methoden
  - 5.1 Rohstoff
  - 5.2 Joghurtmilch
  - 5.3 Joghurt frisch
  - 5.4 Joghurt gelagert
  - 5.5 Gesamtbeurteilung der Ergebnisse
6. Schlussfolgerungen
7. Dank
8. Literatur

# 1. Einleitung

Innere Qualität oder Vitalqualität sind neue Begriffe, an die man sich in der Forschung erst langsam gewöhnt. Mit zunehmender Bedeutung emotionaler Verkaufsargumente ist die Forschung auch mit der Beurteilung entsprechender neuer Qualitäten konfrontiert und herausgefordert.

Bei den vorliegenden Untersuchungen handelt es sich um den Versuch, diesen Bereich mit der bildschaffenden Analyse anzugehen. Um Skepsis und Misstrauen gegenüber dieser Methode abzubauen wurden die bildschaffende Analytik im Blindversuch durchgeführt.

## 2. Problemstellung und Zielsetzung

Die Frage zur Beurteilung der sogenannten inneren Qualität von Produkten ist seitens BIO - Organisationen klar gestellt worden. Begriffe zur „inneren Qualität“ sind in Abbildung 1 aufgelistet. Auch die allgemeine Öffentlichkeit ist an diesem Thema durchaus interessiert. Die vorhandenen Kenntnisse und Möglichkeiten auf diesem Gebiet sind limitiert. Deshalb drängte sich eine enge Zusammenarbeit mit entsprechenden Fachspezialisten auf. Mit den vorliegenden Versuchen soll die FAM erste Erfahrungen im Bereich „Innere Qualität“ sammeln und dokumentieren können. Gleichzeitig sind einzelne Kundengruppen und Partnerorganisationen an entsprechendem Dokumentationsmaterial zu den Produkten bzw. zu Prozessschritten interessiert.

- Vitalkräfte (Lebenskräfte)
- Frische
- strukturgebende Kräfte
- Reife
- Alterung
- Denaturierung
- Vitalqualität

**Abbildung 1:** Begriffe zur „Inneren Qualität“

Im Rahmen der DOK - Versuche von FAC und FIBL (Vergleich von biologisch-dynamischen, biologischem und konventionellem Anbau) erwiesen sich die bildschaffenden Methoden des Forschungsinstituts für Vitalqualität (fiv) als einzige aussagekräftige Methode zur Unterscheidung der Produkte aus unterschiedlichen Anbaumethoden (Balzer-Graf, 1994; Balzer-Graf, 1996; Balzer-Graf et al., 1997; Mäder et al., 1993; Weibel et al., 1998).

Die Anwendung der bildschaffenden Analysen in der Beurteilung des Pasteurisationsprozesses ergab gut interpretierbare Resultate (FAM IB 46/1998).

Der Prozess der Joghurtherstellung beinhaltet in der Regel eine oder mehrere thermische Behandlungen (Hochpasteurisation) zur Denaturierung des  $\beta$ -Lactoglobulins, eine Trockenmasseerhöhung um ca. 10 %, die Fermentation mittels thermophiler Joghurtkultur sowie Abfüllung. Die Haltbarkeit beträgt 2 – 3 Wochen. Mittels Nacherhitzung kann diese für spezielle Anwendungen zusätzlich verlängert werden.

Die interessierenden Schritte sind die **Trockenmasse (TS)-Erhöhung** (Eindampfen, Zusatz Magermilchpulver (MMP) bzw. Magermilch-Konzentrat aus Ultrafiltration (UF)), die **Fermentation und Gellierung** und eventuell die **Nacherhitzung** bei pasteurisiertem Joghurt, sowie das Lagerverhalten.

## Ziele

- Aussagekraft der bildschaffenden Analyse zur Beurteilung des Einflusses der Joghurtechnologie, insbesondere der verschiedenen Methoden der Trockenmasseerhöhung ist bekannt.
- Bildmaterial (bildschaffende Analysen) für typische Milchverarbeitungsprozesse als Dokumentation zuhanden Demeter ist verfügbar.

## 3. Material und Methoden

### 3.1 Versuchsaufbau

Rohstoff: Demeter Milch, roh

TS-Erhöhung: a) ohne, b) Eindampfen, c) Pulverzusatz und d) UF (Tabelle 1)

Joghurt kalt gerührt: parallele Fermentation der obigen 4 Varianten a - d

Nacherhitzung: Die UF Variante wurde zusätzlich noch nachpasteurisiert

Die Versuche wurden gemäss Tabelle 1 durchgeführt. Die Details der Anordnung sind aus Tabelle 2 zu entnehmen.

**Tabelle 1:** Versuchsaufbau

|                        |   |
|------------------------|---|
| Trockenmasse Erhöhung: | 1. Einkochen 95 °C/ ca. 30 min.<br>2. MM Pulver Zusatz (BIO)<br>3. UF 10 % eindicken<br>4. Ohne TS – Erhöhung |
| Nacherhitzung          | ja, nein  |

### 3.2 Versuchsdurchführung

Versuchsanlagen

Piloterhitzungsanlage APV, UF: Pall-Filtron (3000d),  
Chargenerhitzer

Rezeptur:

Standard Joghurt mit Varianten der TS-Erhöhung

Rohstoffe:

Demeter-Milch (roh), 160 Lt

Hilfsstoffe:

Kulturen Wisby 702, direkt

Produktionsparameter  
(Abweichungen von  
Rezeptur):

- Fabrikation von Rohmilch ausgehend
- ohne Homogenisation
- Joghurt in gerührter Form

**Tabelle 2:** Tabellarische Darstellung des Versuchaufbaues (Zuteilung der Einheitsnummern und der Versuchsvarianten bzw. der Faktoren/Stufen-Kombination)

| Nr | Produkt                        | Verfahren TS Erh.                   | Proteindenat. | Säuerung              | Bemerkung                |
|----|--------------------------------|-------------------------------------|---------------|-----------------------|--------------------------|
| 01 | Rohmilch                       |                                     |               |                       | Demeter                  |
| 02 | Joghurtmilch a                 | ohne                                | 90 °C/10 min. |                       |                          |
| 03 | Joghurtmilch b                 | Eingekocht, 20 min. 95 °C 9-10 % TS |               |                       | Ausgehend von Rohmilch   |
| 04 | Joghurtmilch c                 | MMP-Zusatz 10%                      | 90 °C/10 min. |                       |                          |
| 05 | Joghurtmilch d                 | UF Konzentrierung bis 9-10 % TS     | 90 °C/10 min. |                       |                          |
| 06 | Joghurt a                      | ohne                                | 90 °C/10 min. | Kulturen W 702 2-4- % |                          |
| 07 | Joghurt b                      | Eingekocht, 30 min. 95 °C 9-10 % TS |               | Kulturen W 702 2-4- % |                          |
| 08 | Joghurt c                      | MMP-Zusatz 10%                      | 90 °C/10 min. | Kulturen W 702 2-4- % |                          |
| 09 | Joghurt d                      | UF Konzentrierung bis 9-10 % TS     | 90 °C/10 min. | Kulturen W 702 2-4- % |                          |
| 10 | Joghurt d nacherhitzt          | UF Konzentrierung bis 9-10 % TS     | 90 °C/10 min. | Kulturen W 702 2-4- % | Wasserbad 65 °C / 30 min |
| 11 | Joghurt a gelagert             | ohne                                | 90 °C/10 min. |                       | 3 Wochen Lagerung (4 °C) |
| 12 | Joghurt b gelagert             | Eingekocht, 20 min. 95 °C 9-10 % TS |               |                       | 3 Wochen Lagerung (4 °C) |
| 13 | Joghurt c gelagert             | MMP-Zusatz 10 %                     | 90 °C/10 min. |                       | 3 Wochen Lagerung (4 °C) |
| 14 | Joghurt d gelagert             | UF Konzentrierung bis 9-10 % TS     | 90 °C/10 min. |                       | 3 Wochen Lagerung (4 °C) |
| 15 | Joghurt d nacherhitzt gelagert | UF Konzentrierung bis 9-10 % TS     | 90 °C/10 min. |                       | 3 Wochen Lagerung(4 °C)  |

### 3.3 Untersuchungen

- Produktionskontrolle
- standardmässige Datenerfassung der Erhitzungsbedingungen und Fermentation
- Sensorische Charakterisierung
- Methode der TS-Erhöhung (Rangfolge bezüglich Produktbelastung)
- Chemische, mikrobiologische und physikalische Prüfmerkmale

Dabei kamen die Methoden in Tabelle 3 zur Anwendung.

**Tabelle 3:** Untersuchungsmethoden

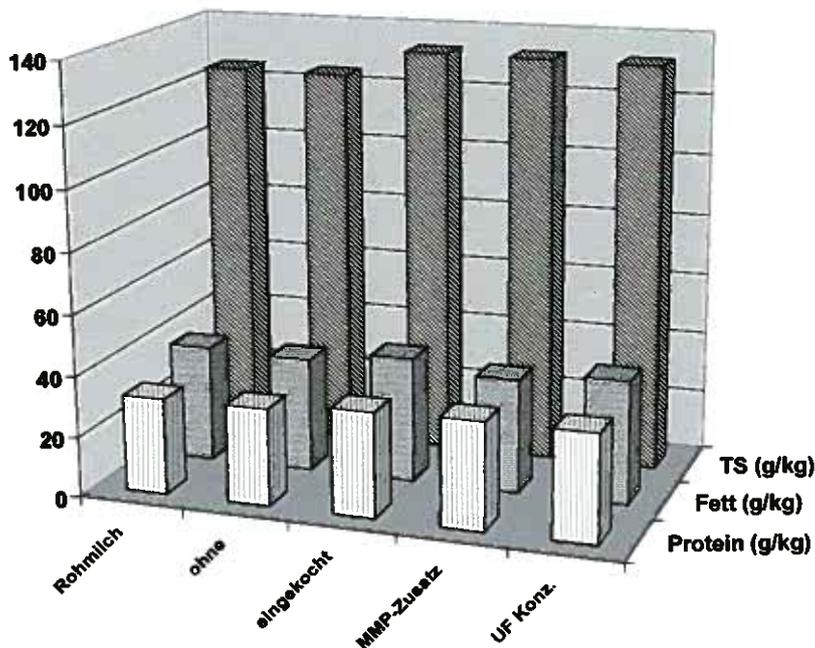
|                         |  |
|-------------------------|--|
| Protein                 | Kjeldahl (IDF 20B: 1993)   |
| Fett                    | Butyrometrisch (nach Gerber) ISO 2446:1976   |
| β-Lactoglobulin         | IDF Standard 178 :1996   |
| Lactulose               | enzymatisch  |
| D-/L- Lactat            | enzymatisch  |
| Furosin                 | Resmini P. et al 1990  |
| Viskosität              | Visco F  |
| Bildschaffende Analyse* | Kupferchloridkristallisation nach Pfeiffer (Engquist, 1970)<br>Steigbild nach WALA (Balzer-Graf, 1987)<br>Rundfilterchromatogramm nach Pfeiffer Pfeiffer, 1960; Bangert, 1993) |
| Sensorik                | FAM Panel Konsistenz Geruch und Geschmack (Noten-Skala 1-5),   |

\* Untersuchungen im Blindtest

## 4. Ergebnisse und Diskussion aus den chemisch physikalischen Untersuchungen

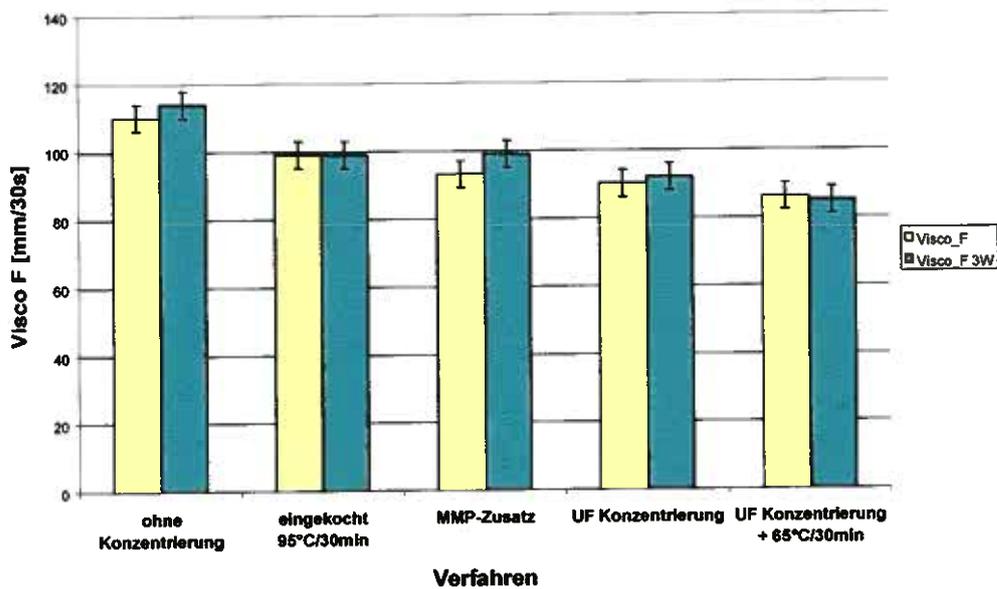
### 4.1 Trockenmasse und Viskosität

Die Trockenmasse der Joghurtmilch - Varianten wird mittels Fettgehalt, Protein, bzw. Lactose bei den Verfahren Pulverzusatz und Einkochen um ca. 10 % erhöht (Abbildung 2)

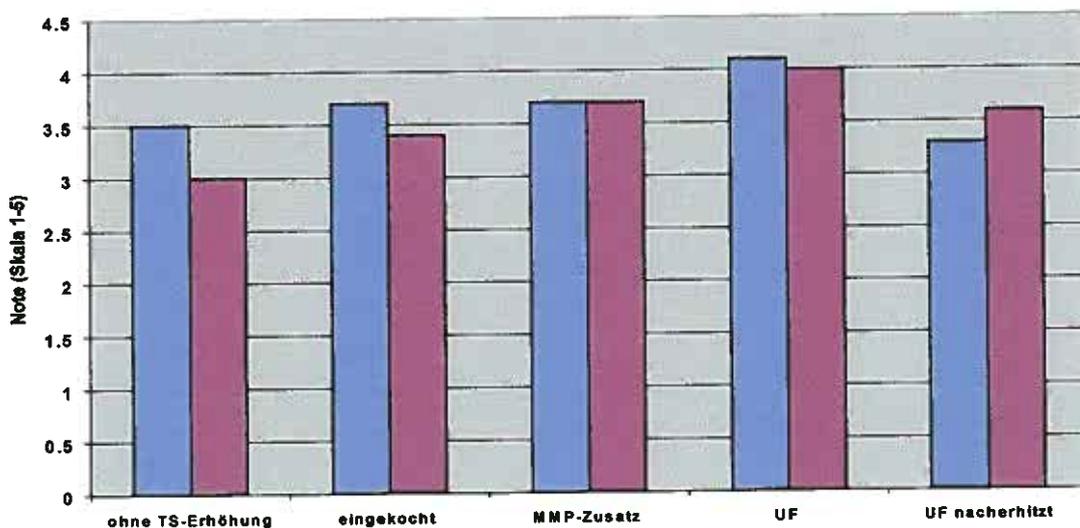


**Abbildung 2:** Trockensubstanz-, Fett- und Proteingehalte von Rohmilch und Joghurtmilch aus den verschiedenen Versuchsvarianten

Die Joghurts wiesen aufgrund der angewendeten Verfahren und der resultierenden Trockenmasse eine deutlich unterschiedliche Textur auf. Die Viskosität ist bei nicht konzentrierten Varianten deutlich flüssiger (Abbildung 3). Die entsprechende sensorische Wahrnehmung der Textur ist ähnlich ausgeprägt (Abbildung 4). Einzig die nacherhitzte Variante wird in der Textur schlechter beurteilt als die instrumentelle Messung es erwarten lässt. Hier spielen offensichtlich noch andere Wahrnehmungen als die reine Viskosität hinein.



**Abbildung 3:** Fließgeschwindigkeit (Visco F) der Joghurtvarianten frisch und 3 Wochen gelagert (3 W)

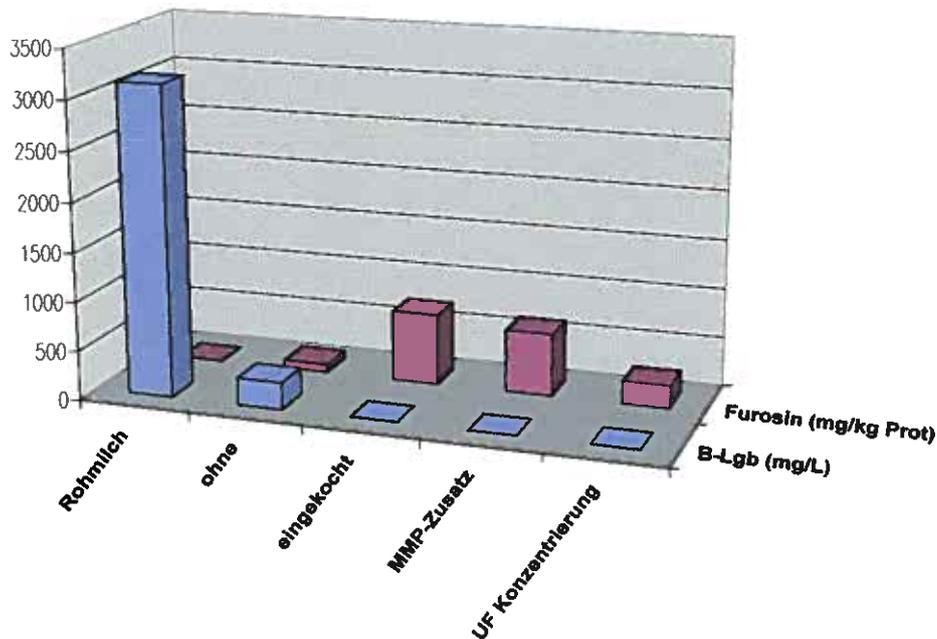


**Abbildung 4:** Sensorische Konsistenzwahrnehmung der Joghurtvarianten in frischer und 3 Wochen gelagerter Form

## 4.2 Hitzebelastung

Als Indikatoren für die Hitzebelastung wurden  $\beta$ -Lactoglobulin und Furosin gewählt. In Abbildung 5 ist die Reduktion des löslichen  $\beta$ -Lactoglobulin aufgrund der Hochpasteurisation ersichtlich. Die Temperatur/Zeitkombination wurde so angelegt, dass theoretisch 90 %  $\beta$ -Lactoglobulin denaturiert werden müssten. Die Furosinbildung wird bereits beim Hochpasteurisieren aktiviert. Einkochen ergibt Gehalte von über 1000 mg pro kg Protein. Über das Milchpulver wird ebenfalls Furosin eingetragen. Bei der

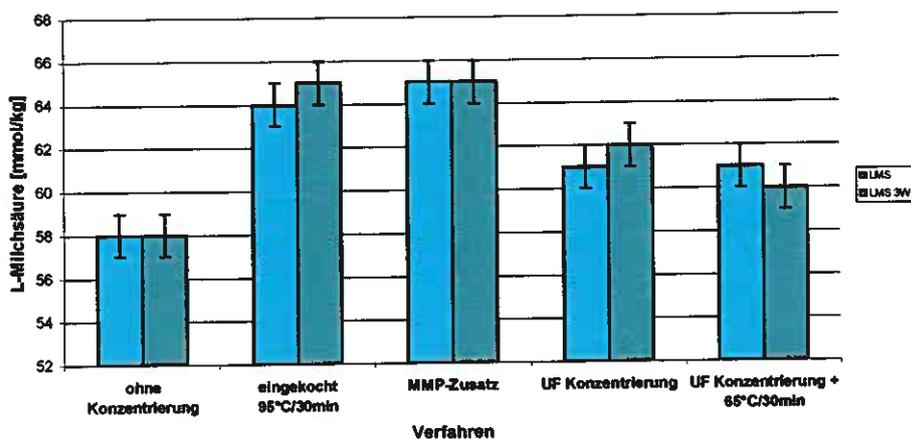
Ultrafiltration wird das Furosin offensichtlich aufkonzentriert. Inwiefern die Nacherhitzung auch zum Furosin Gehalt beiträgt, ist aus der Versuchsanordnung nicht ersichtlich.



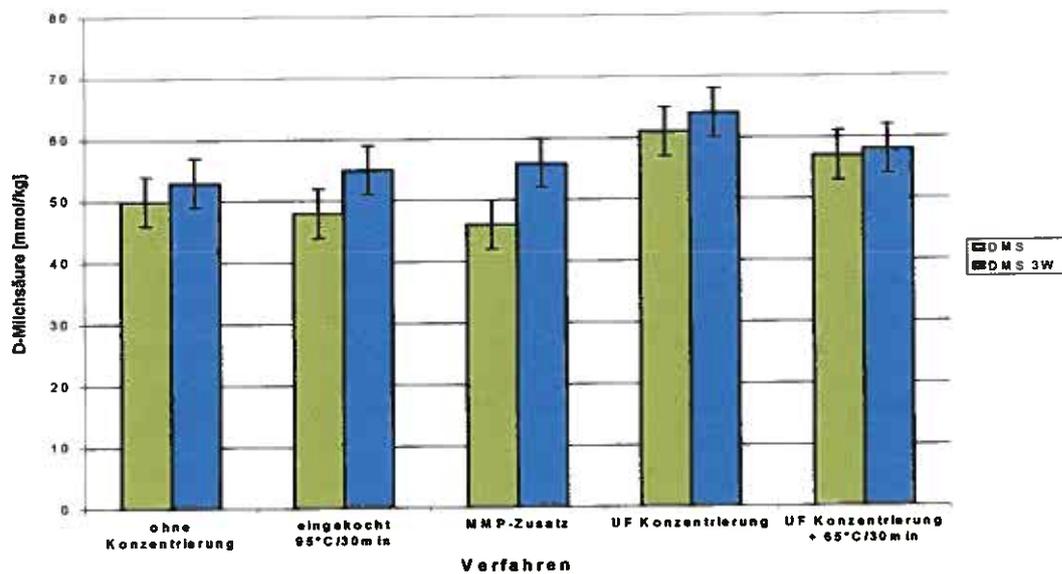
**Abbildung 5:** Hitzebelastung von Joghurtmilch durch den TS-Erhöungsprozess anhand der Indikatoren Denaturierung von  $\beta$ -Lactoglobulin und Bildung von Furosin

#### 4.3 Fermentation

Die Milchsäurebildung ist offensichtlich von der Art des TS-Erhöungsprozesses beeinflusst. Zwar sind die Unterschiede zwischen den Prozessvarianten bezüglich Gesamtmilchsäure gering (Tabelle 4). Die Isomere werden aber recht unterschiedlich gebildet (Abbildung 6 und Abbildung 7).

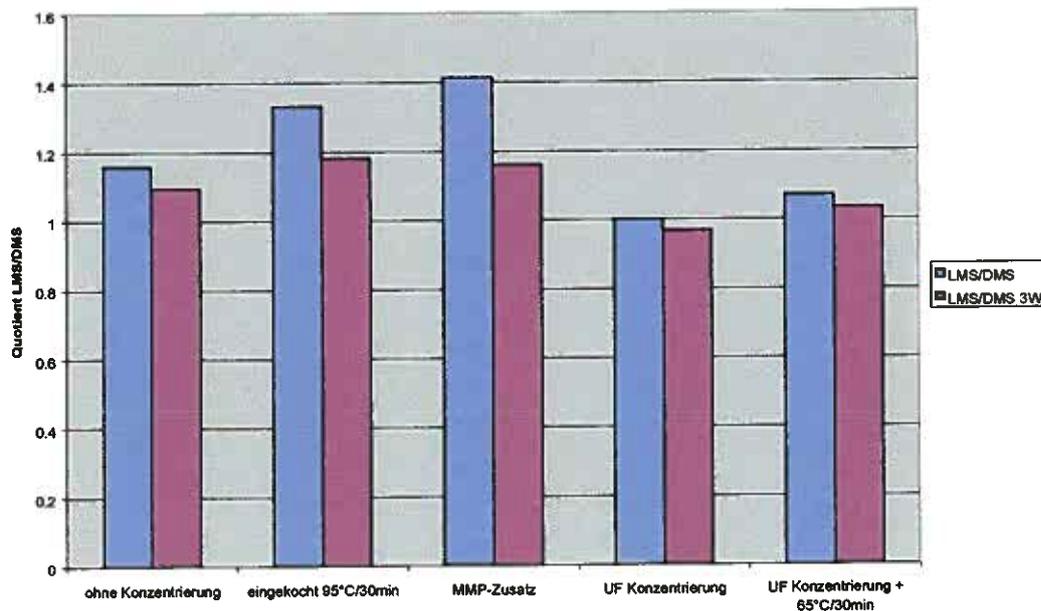


**Abbildung 6:** L-Milchsäure (LMS) in Joghurt frisch bzw. 3 Wochen gelagert (3W) in Abhängigkeit des TS-Erhöungsprozesses



**Abbildung 7:** D-Milchsäure (DMS) in Joghurt frisch bzw. 3 Wochen gelagert (3W) in Abhängigkeit des TS-Erhöungsprozesses

Die Prozesse Einkochen und Milchpulverzusatz beeinflussten die Fermentation offensichtlich durch Milieuverbesserung für das Streptococceen-Wachstum, was sich in einem deutlich höheren L-Milchsäureanteil im Vergleich zu den andern Prozessen manifestiert (Abbildung 8).



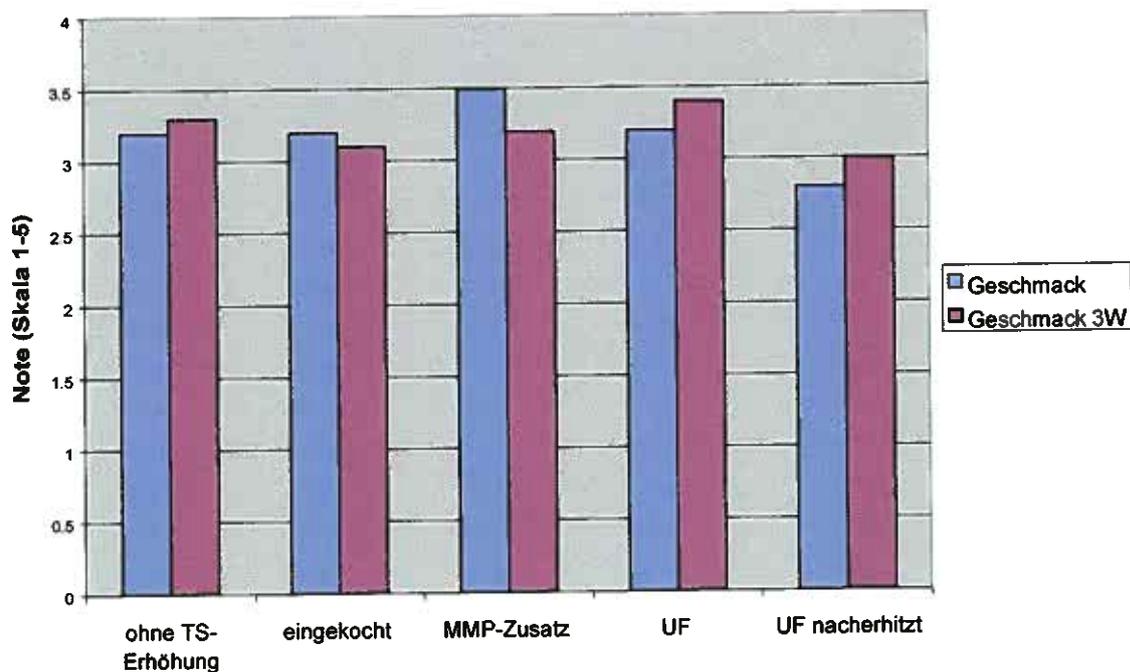
**Abbildung 8:** Verhältnis L-Milchsäure zu D-Milchsäure in Abhängigkeit des Verfahrens TS-Erhöung im frischen und gelagerten Joghurt

**Tabelle 4:** Milchsäure (GMS) in Joghurt (frisch bzw. 3 Wochen gelagert) in Abhängigkeit des TS-Erhöungsprozesses

| Prozess<br>Trockenmasseerhöhung  | Milchsäure (mmol/kg) | Milchsäure (mmol/kg) nach<br>3 W Lagerung |
|----------------------------------|----------------------|---|
| ohne Konzentrierung              | 108                  | 111                                       |
| eingekocht 95°C/30min            | 112                  | 120                                       |
| MMP-Zusatz                       | 111                  | 120                                       |
| UF Konzentrierung                | 122                  | 126                                       |
| UF Konzentrierung<br>nacherhitzt | 118                  | 118                                       |

### 4.3 Geschmack

Bezüglich Geschmack sind keine grossen Unterschiede feststellbar. In der Tendenz ist die marktgängige Variante der TM-Erhöhung mittels Magermilchpulver die favorisierte (Abbildung 9).



**Abbildung 9:** Sensorische Beurteilung Joghurtvarianten frisch und nach 3 Wochen Lagerung (3W)

## 5. Ergebnisse Bildschaffende Methoden

### Vorbemerkung

Die Proben sind in folgender Anordnung codiert untersucht worden (in kursiver Schrift sind die Zuordnungen zu den Verfahren, die sich nach der Decodierung ergeben haben, ergänzend eingefügt):

| <b>Untersuchungs-Nr.</b> | <b>Code</b> | <b>(Decodierung)</b> |
|--------------------------|-------------|----------------------|
| <b>Rohmilch:</b>         |             |                      |
| 1                        | -           | -                    |
| <b>Joghurtmilch:</b>     |             |                      |
| 1                        | Alois       | («ohne»)             |
| 2                        | Kurt        | (eingekocht)         |
| 3                        | Nelly       | (MMP)                |
| 4                        | Sandra      | (UF)                 |
| <b>Joghurt frisch:</b>   |             |                      |
| 1                        | Helen       | («ohne»)             |
| 2                        | Isidor      | (MMP)                |
| 3                        | Karin       | (UFn)                |
| 4                        | Ursula      | (UF)                 |
| 5                        | Pius        | (MMP)                |
| 6                        | Walter      | (eingekocht)         |
| <b>Joghurt gelagert:</b> |             |                      |
| 1                        | Lotti       | (MMP)                |
| 2                        | Peter       | (eingekocht)         |
| 3                        | Pia         | (UF)                 |
| 4                        | Ueli        | (UFn)                |
| 5                        | Werner      | («ohne»)             |

Es ist bekannt gewesen, dass bei den frischen Joghurts ein Verfahren in Doppelprobe im Probenensemble enthalten sein wird. Der nachfolgende Untersuchungsbericht ist bezüglich der bildschaffenden Methoden „blind“ erstellt worden.

### 5.1 Rohstoff (Rohmilch frisch, gealtert)

Die Rohmilch für die Joghurtherstellung (Probe vom 23.06.98) zeigt eine typische Qualität für Rohmilch (Abb. 10).

Die grünlich-blau gefärbten, differenziert geformten Mittelzonen und gebogenen Fahnen im Steigbild, die sehr differenziert gegliederten Innen-/Mittelzonen im Rundbild, die kräftigen und reich verzweigten, reich verästelten, gut durchstrahlenden Nadelzüge im Kristallbild fallen auf.

Nach drei Tagen Kühlagerung fällt im Steigbild der Farb- und Formverlust in der Mittelzone auf. Im Rundbild sind die Innen-/Mittelzonen auch deutlich gröber gegliedert. Im Kristallbild tritt eine geringere Durchstrahlung der Nadelzüge, eine leicht stärkere Filzbildung im Zentrum hervor.

Nach sechs Tagen Lagerung sind die Qualitätsveränderungen noch deutlicher (Abb. 11). Die Mittelzonen in den Steigbildern sind noch weniger stark blau gefärbt, weniger fein gegliedert. Im Rundbild vergrößert sich die Gliederung der Innen-/Mittelzone stark. Die Mittelzonenformen werden spitzer. Die Intensität der Graufärbung in der Mittelzone nimmt zu. Im Kristallbild fällt der Verlust der feinen Auffächerungen im Aussenbereich sowie der weitere Rückgang der Durchstrahlung der Nadelzüge auf. Die Kristallbilder weisen stärker filzig ausgebildete Innenbereiche auf.



**Abbildung 10:** Bildbeschreibungen «*Rohmilch frisch*» (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)



**Abbildung 11:** Bildbeschreibungen «*Rohmilch gelagert*» (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)

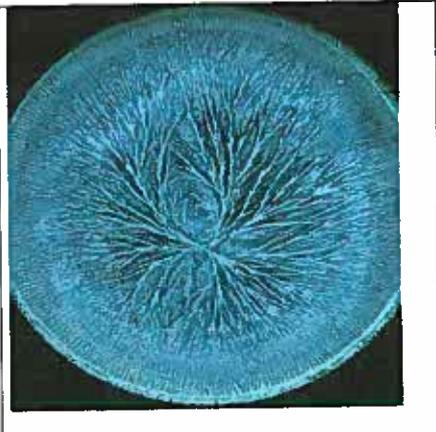
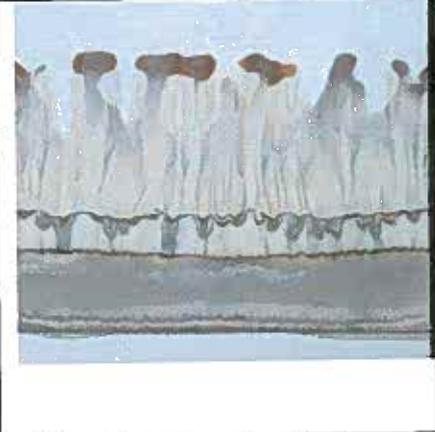
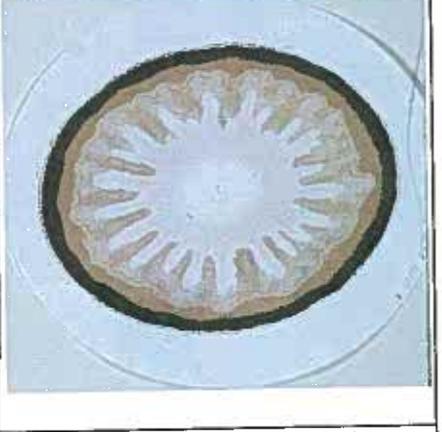
**5.2. Joghurtmilch** (Abb. 12 «ohne» [1]; Abb. 13 «UF» [4]; Abb. 14 «MMP» [3]; Abb. 15 «eingekocht» [2])

Die Joghurtmilchproben unterscheiden sich deutlich von der Rohmilch. Sie weisen aber doch noch eine «süßere» Milch verwandte Vitalqualität auf.

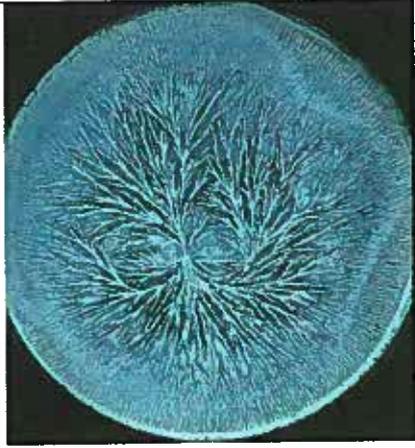
In der Steigbilduntersuchung erweist sich Probe 1 als noch am stärksten rohmilchverwandt. Es finden sich noch etwas gebogene Fahnen und regelmässig ausgebildete Tropfengirlanden im oberen Bildbereich. Die tropfenartigen Strukturen in der Mittelzone sind klein, nicht mehr ausgeprägt blau gefärbt. Bei den Steigbildern der Probe 2 und 4 sind die tropfenartigen Mittelzonen grösser ausgebildet. Dies gilt ganz besonders für die Steigbilder von Probe 2. Die Fahnen verlaufen aber bei den Steigbildern der Proben 2 und vor allem 4 gerader. Bei den Steigbildern der Probe 3 ergeben sich schmalere Bildsockel (Steighemmungen), diffus ausgebildete Mittelzonen mit blass-braunen, tropfenartigen Strukturen. Sehr gerade ausgebildete, wenige Fahnen prägen den oberen Bildbereich.

Bei den Rundbildern fallen vor allem bei Probe 1, aber auch bei Probe 4 differenzierter, regelmässiger ausgebildete, rosafarbene Mittelzonen auf. Bei der Probe 4 zeigt sich ausserdem eine intensivere, aber etwas weniger differenzierte Formkraft. Die Rundbilder der Proben 2 und 3 fallen mit besonders einfachen, wenig differenzierten, unregelmässig ausgebildeten Innen-/Mittelzonenformen auf. Die Intensität der Gestaltung nimmt ab. Der Mittelzonenbereich ist dunkler grau gefärbt, ganz besonders bei den Chromas der Probe 2.

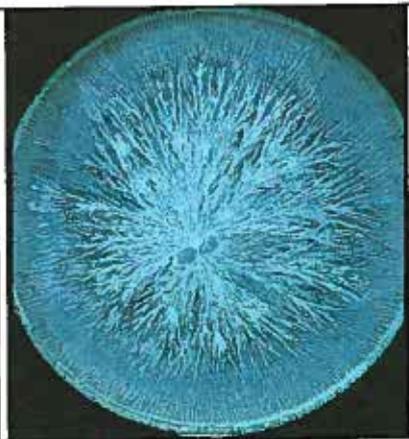
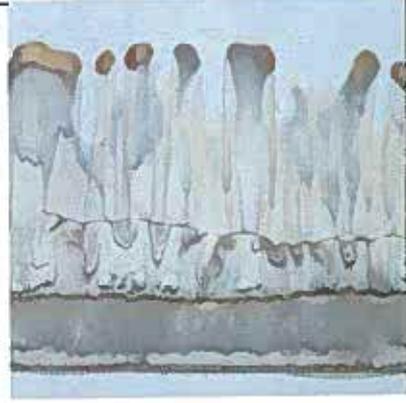
Bei den Proben 1 («ohne») und vor allem 4 («UF») fallen mittelkräftige, weitwinklig verzweigte, etwas starre Nadelzüge im Kristallbild auf. Die Kristallbilder der Proben 2 («eingekocht») und 3 («MMP») fallen durch stark filzige Mittelzonen und eine schwache Durchstrahlung der Nadelzüge auf. Bei den Kristallbildern der Probe 2 sind die Nadelzüge besonders starr ausgebildet.

|   |   |   |
|---|---|---|
|    |   |  |
| <p>leicht gebogene, ziemlich regelmässig ausgebildete und angeordnete, straffe, leicht starre, relativ grob verzweigte und verästelte, wenig aufgefächerte Nadelzüge; Hohlformen am Bildzentrum</p> | <p>nicht mehr ausgeprägt blaue, unregelmässige, kleine, tropfenartige Mittelzonenformen; zahlreiche, leicht gebogene Fahnen, relativ regelmässig ausgebildete, helle Tropfengirlande am oberen Bildsaum</p> | <p>relativ fein gegliederte, mittel differenzierte Mittelzone</p>                     |

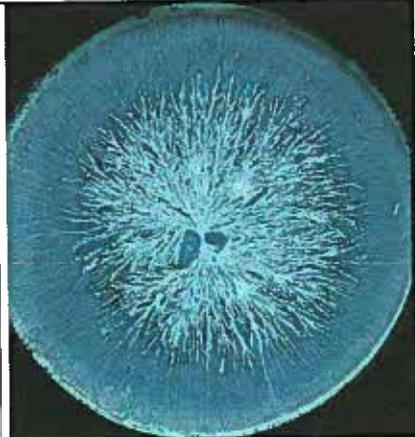
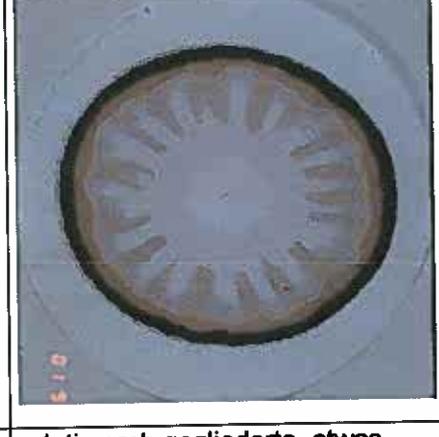
**Abbildung 12:** Bildbeschreibungen Joghurtmilch «ohne» (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)

|  |   |   |
|--|---|---|
|   |   |  |
| <p>leicht gebogene, ziemlich regelmässig ausgebildete, leicht ungleich angeordnete, straffe, leicht starre, leicht unregelmässig verzweigte, stark verästelte Nadelzüge; Hohlformen am Bildzentrum</p> | <p>wenig blau gefärbte, leicht unregelmässige, diffuse, rel. grosse tropfenartige Mittelzonenformen; relativ viele, gerade verlaufende Fahnen; unregelmässig ausgebildete, helle Tropfengirlande am obereren Bildrand</p> | <p>mittel bis stark gegliederte, mittel differenzierte, gedrungene Mittelzone</p>   |

**Abbildung 13:** Bildbeschreibungen Joghurtmilch, *konzentriert mittels Ultrafiltration «UF»* (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)

|   |   |  |
|---|---|--|
|    |   |   |
| <p>kaum gebogene, unregelmässig ausgebildete, regelmässig angeordnete, starre, relativ grob verzweigte und verästelte, im Zentrum aufgefächerte Nadelzüge; kleine Hohlformen am Bildzentrum</p> | <p>schmäler Bildsockel; diffus ausgebildete Mittelzone mit grossen, blass-braunen, tropfenartigen Strukturen; gerade, wenige Fahnen; diffus ausgebildete, unregelmässige helle Tropfengirlande am oberen Bildsaum</p> | <p>relativ grob gegliederte, etwas unregelmässige, wenig differenzierte Mittelzone</p> |

**Abbildung 14:** Bildbeschreibungen Joghurtmilch, hergestellt mittels *Magermilchpulver-Zusatz «MMP»* (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)

|  |   |   |
|--|---|---|
|   |   |    |
| <p>wenig gebogene, ungleich ausgebildete, regelmässig angeordnete, starre, wenig verzweigte und verästelte, im Zentrum aufgefächerte Nadelzüge</p> | <p>blau gefärbte, mittelgrosse, diffuse, tröpfchenartige, rel. grosse Formen in der Mittelzone; zahlreiche, gerade verlaufende Fahnen: unregelmässig ausgebildete, helle Tropfenzone am oberen Bildrand</p> | <p>relativ grob gegliederte, etwas unregelmässige wenig differenzierte Mittelzone</p> |

**Abbildung 15:** Bildbeschreibungen Joghurtmilch «eingekocht» (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)

### 5.3 Joghurt frisch (Abb. 16 «ohne» [1]; Abb. 17 «MMP» [2/5]; Abb. 18 «UFn» [3]; Abb. 19 «UF» [4]; Abb. 20 «eingekocht» [6])

Die Joghurtproben weisen gegenüber den Joghurtmilchproben eine völlig veränderte Vitalqualität auf. Sie ist als «fruchtbetonter» einzustufen. Es werden generell höhere Substanzmengen gebraucht, um zu gut gestalteten Bildern zu kommen.

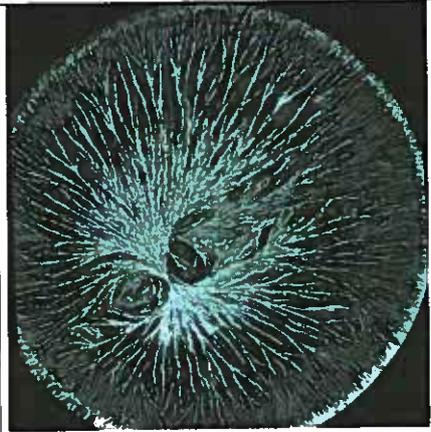
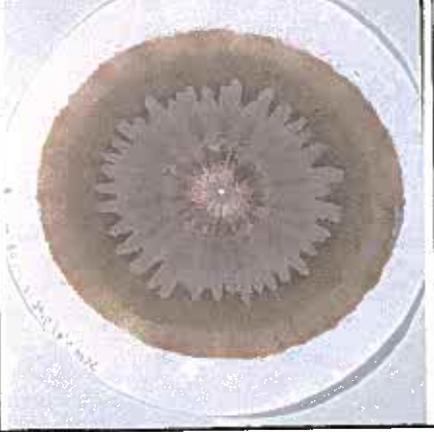
In der Steigbilduntersuchung fällt bei allen Joghurtproben gegenüber den Joghurtmilchproben eine völlige Verwandlung des Bildcharakters auf. Die hellen, rosa-bläulichen Bildsockel, die schalenartigen rosafarbenen Mittelzonen fallen auf. Durch eine schmale, weisse Zone sind sie vom Sockel getrennt. Die oberen, hellen Bildzonen sind mit zahlreichen, gelblich-rosafarbenen, zarten Fahnen gegliedert. Eine mittelgrosse, weissliche Tropfenzone, teilweise unten von braunen Ausfällungen umschlossen, bildet den oberen Bildabschluss.

Bei den Steigbildern der Probe 1 fallen relativ grosse, schmale, besonders kräftig rosa gefärbte, klar konturierte Mittelzonenformen und besonders zahlreiche, lange, stärker gelblich gefärbte Fahnen auf. Die Steigbilder der Proben 2 und 5 zeigen auch grosse, aber breitere und blasser rosa gefärbte, weniger klar konturierte Mittelzonenformen. Die weniger zahlreichen Fahnen sind ferner blasser, weniger zart, kürzer ausgebildet. Die Steigbilder der Probe 6 zeigen sich dem für die Proben 2 und 5 beschriebenen Bildcharakter verwandt, die Intensität der formenden Aktivität ist aber deutlich geringer (kleinere Mittelzonenformen, längere Fahnen). Die Steigbilder der Proben 3 und 4 zeigen sich den Steigbildern der Probe 1 verwandt. Dies gilt vor allem für Probe 4. Die Intensität der formenden Aktivität ist aber erheblich geringer. Zahlreichere braune Ausfällungen am oberen Bildrand, weniger differenziert ausgebildete, längere Fahnen, kleinere

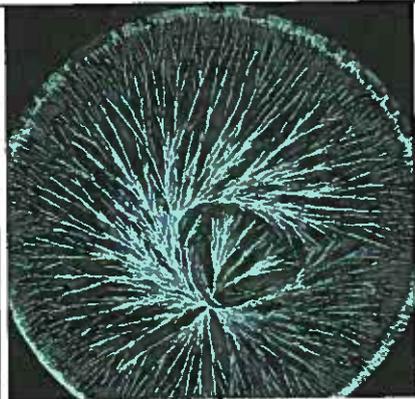
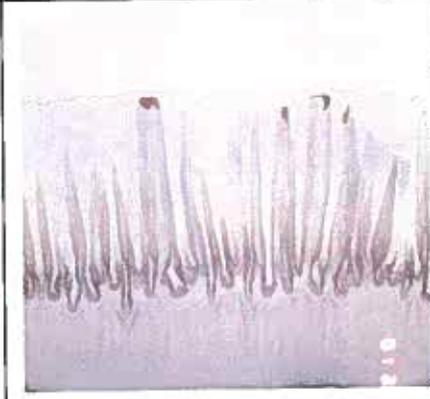
Mittelzonenformen fallen auf. Zudem ist bei den Steigbildern von Probe 3 der weisse Saum unter den Mittelzonenformen besonders deutlich ausgebildet.

Bei den Rundfilterchromatogrammen fällt auch die gegenüber dem Rohstoff völlig verwandelte Bildgestalt auf. Die Zentral- und Innenzonen sind deutlich rosa-braun gefärbt. Die Mittelzonen sind rötlich bis rötlich-blau gefärbt. Breite, braun-graue bzw. hellbräunliche Aussenzonen schliessen die Bilder aussen ab.

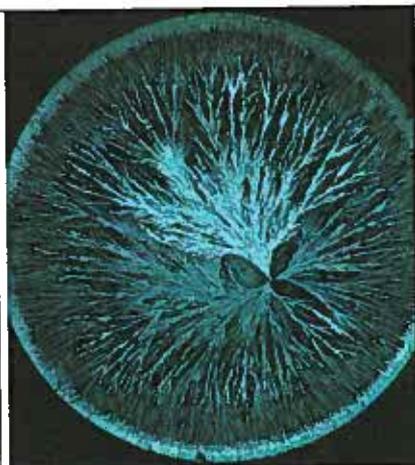
Die Rundbilder der Probe 1 zeichnen sich durch breitere Innen-/Zentralzonen aus sowie durch stärker, leuchtender gefärbte, besonders stark radial gegliederte Mittelzonen. Die Rundbilder der Proben 2 und 5 zeigen einen ähnlichen Bildaufbau. Die Grössen der Zentral-/Innenzonen sind jedoch reduziert. Ebenso tritt die Intensität der Färbung und Gliederung der Mittelzonen zurück. Bei den Rundbildern der Proben 3, 4 und 6 fallen die klein ausgebildeten und stärker braun gefärbten Zentral-/Innenzonen auf. Die Mittelzonen sind ebenfalls schmaler, stumpfer, blasser gefärbt und wenig bis sehr wenig (4, 6) bzw. extrem wenig (3) radial gegliedert.

|  |  |   |
|--|--|---|
|    |   |   |
| <p>gebogene, ungleich ausgebildete, regelmässig angeordnete, straffe, gut durchstrahlende, wenig verzweigte und verästelte, im Zentrum leicht aufgefächerte Nadelzüge; grosse, symetrische Hohlformen am Bildzentrum</p> | <p>schalenartige, grosse, schmale, kräftig rosa-grau gefärbte, klar konturierte, differenzierte Mittelzonenformen; zahlreiche, lange, stark gelb gefärbte Fahnen</p> | <p>bläulich rosafarbene, deutlich und fein radial gegliederte Mittelzonen; margeritenartig; relativ grosse rosa-braune Zentral- und Innenzone</p> |

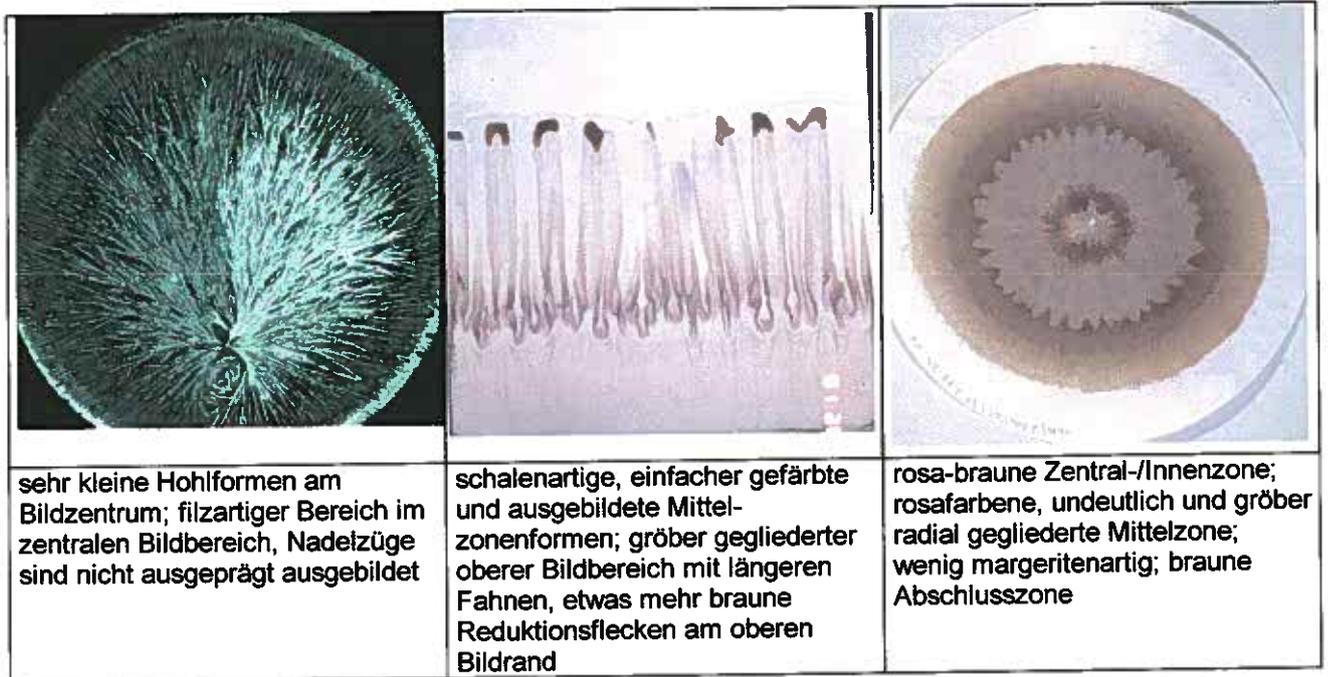
**Abbildung 16:** Bildbeschreibungen Joghurt frisch, *hergestellt ohne TS-Erhöhung «ohne»* (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)

|  |  |  |
|--|--|--|
|   |    |   |
| <p>gebogene, ungleich ausgebildete, leicht ungleich angeordnete, straffe, mittel durchstrahlende, wenig verzweigte und verästelte, im Zentrum leicht aufgefächerte Nadelzüge; grosse, unsymmetrische Hohlformen; Ansätze zu Kreuzzentren</p> | <p>schalenartige, grosse, breitere, blasser rosa gefärbte, weniger klar konturierte, wenig differenzierte Mittelzonenformen; weniger zahlreiche, blässere, weniger zarte, kürzere Fahnen</p> | <p>blau-rosafarbene, weniger leuchtend gefärbte, mässig radial gegliederte Mittelzonen; mittelgrosse, rosa-braune Zentral- und Innenzone; weniger deutlich margeritenartig</p> |

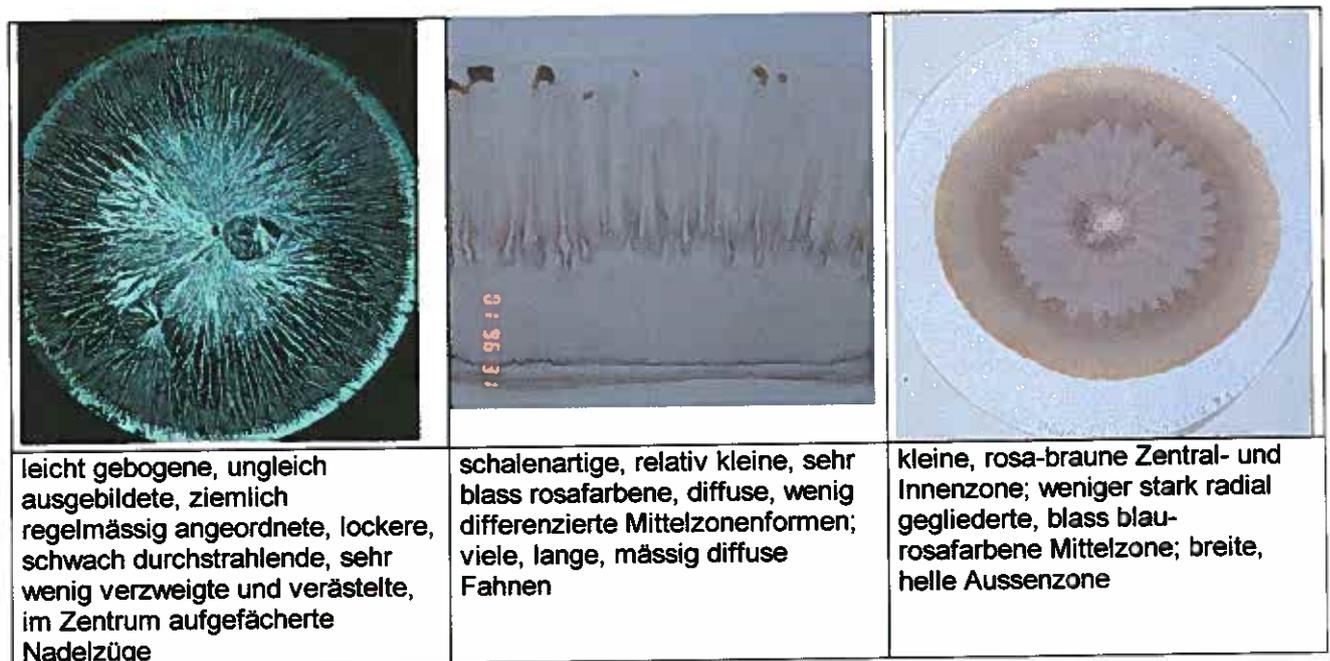
**Abbildung 17:** Bildbeschreibungen Joghurt frisch *hergestellt mit Milchpulverzusatz «MMP»* (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)

|  |  |   |
|--|--|---|
|   |    |    |
| <p>wenig gebogene, ungleich ausgebildete, ziemlich regelmässig angeordnete, lockere, schwach durchstrahlende, sehr wenig verzweigte und verästelte, im Zentrum stark aufgefächerte Nadelzüge</p> | <p>schalenartige, relativ kleine, blass rosa-graue, wenig differenzierte Mittelzonenformen; lange Fahnen, braune Ausfällungen am oberen Bildrand, ausgeprägte weisse Linie unter den Mittelzonenformen; rötlicherer Bildsockel</p> | <p>klein ausgebildete, stark braun gefärbte Zentral-/Innenzone; stumpf gefärbte, rosa-blaue, extrem wenig radial gegliederte Mittelzone</p> |

**Abbildung 18:** Bildbeschreibungen Joghurt frisch, *hergestellt mit Ultrafiltration und nacherhitzt «UFn»* (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)



**Abbildung 19:** Bildbeschreibungen Joghurt frisch, hergestellt mittels Ultrafiltration «UF» (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)



**Abbildung 20:** Bildbeschreibungen Joghurts frisch, hergestellt mittels Einkochen «eingekocht» (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)

Gegenüber dem Rohstoff sowie der Joghurtmilch sind deutliche Veränderungen in der Ausbildung der Kristallbilder festzustellen. Die Verzweigung und Verästelung der Nadelzüge, die Strukturen im Randbereich bilden sich zurück. Die Intensität der formenden Aktivität nimmt ab.

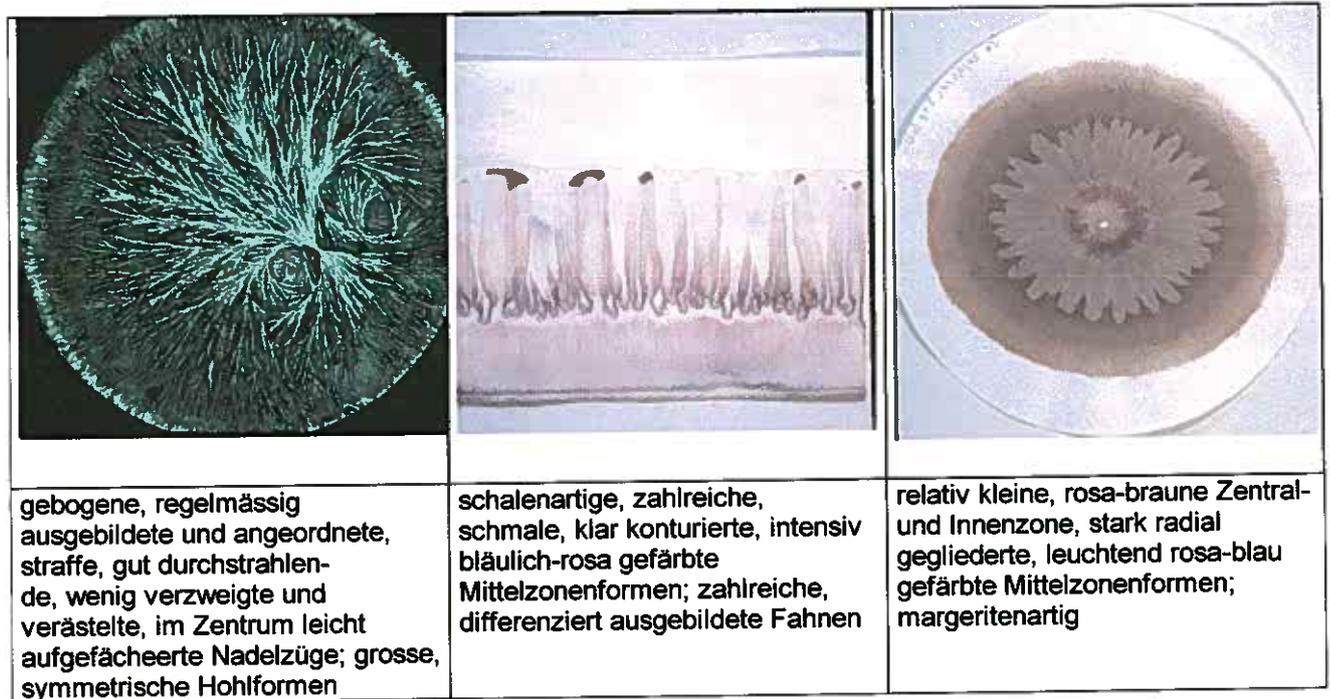
Bei den Kristallbildern ergeben sich bei den Proben 1 (*ohne*), 2 (*MMP*) und 5 (*MMP*) im unteren Konzentrationsbereich stärker gebogene, stärker durchstrahlende Nadelzüge. Bei den Proben 3 (*UFn*), 4 (*UF*) und 6 (*eingekocht*) strahlen die Nadelzüge in den Kristallbildern viel weniger gut durch, sie sind brüchiger. In der Innenzone finden sich filzartige Bereiche.

**5.4. Joghurt gelagert** (Abb. 21 «*ohne*» [5]; Abb. 22 «*MMP*» [1]; Abb. 23 «*UFn*» [4], Abb. 24 «*UF*» [3]; Abb. 25 «*eingekocht*» [2])

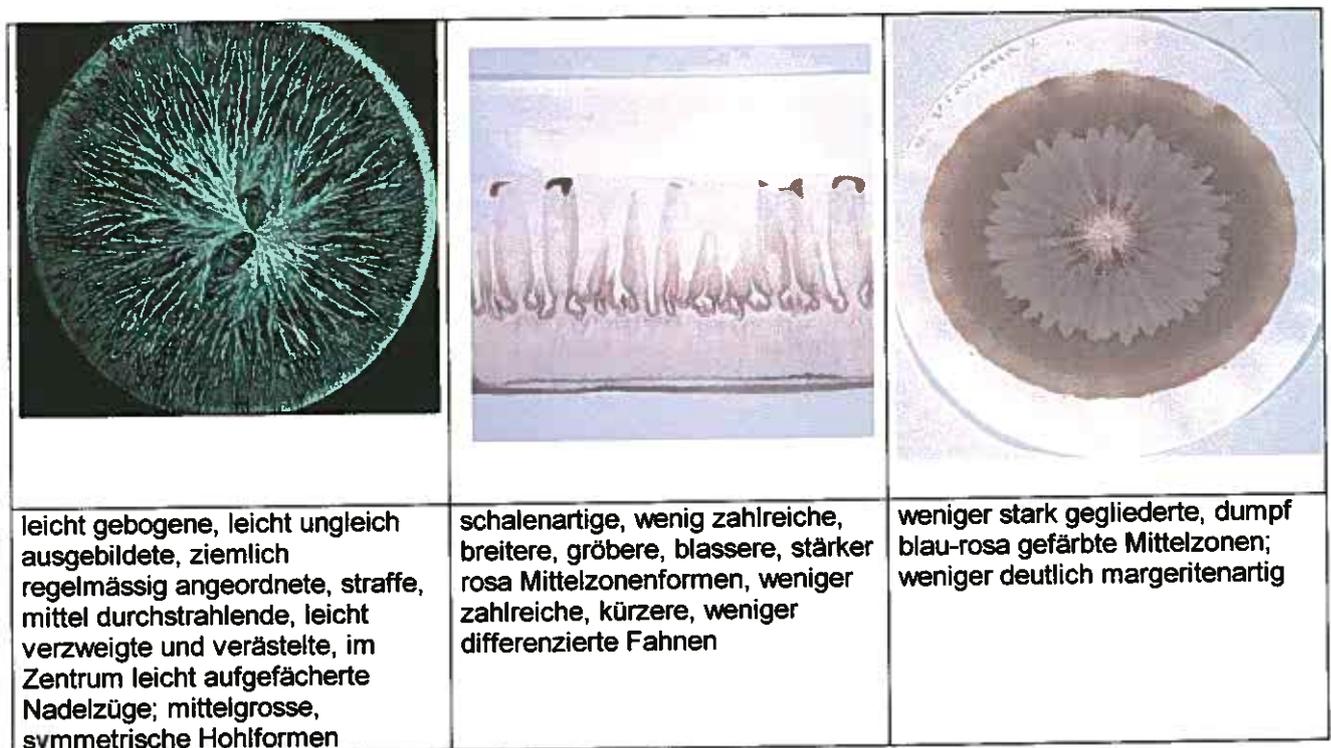
Die Steig-, Kristall- und Rundbilder der gelagerten Proben unterscheiden sich nur mässig stark von den Bildern der frischen Proben. Die Joghurts erweisen sich als recht haltbar. Die Qualitätsveränderungen, die sich durch den Prozess der Joghurtherstellung ergeben, sind wesentlich ausgeprägter als die lagerungsbedingten Qualitätsveränderungen bei den Joghurts.

Bei den Steigbildern der gelagerten Joghurts fallen insgesamt schmalere, deutlicher vom Sockel getrennte Mittelzonenformen, gelblicher gefärbte Fahnenzonen, leicht schmalere Tropfengirlanden am oberen Bildsaum auf. Die Steigbilder der Probe 5 fallen durch zahlreiche, schmale, klar konturierte, stärker gefärbte Mittelzonenformen und zahlreiche, differenziert ausgebildete Fahnen auf. Bei den Steigbildern der Probe 1 ergeben sich weniger zahlreiche, röttere, breitere, gröbere, blässere Mittelzonenformen. Die Fahnen sind weniger zahlreich, kürzer, weniger differenziert ausgebildet. Bei den Steigbildern der Proben 3 und vor allem 4 sind die Mittelzonenformen klein, diffus. Besonders lange, zahlreiche, mässig differenziert ausgebildete Fahnen gliedern den oberen Bildbereich. Die Bildsockel sind bei den Steigbildern von Probe 4 leicht rötlicher getönt. Ähnliche Steigbilder wie bei den Proben 3 und 4 finden sich auch bei Probe 2. Die Mittelzonenformen sind aber grösser, die Fahnen kürzer und die obere Bildzone ist blässer gelb gefärbt. Bei den Steigbildern der Proben 3 und 4 fallen gelber gefärbte obere Bildzonen auf.

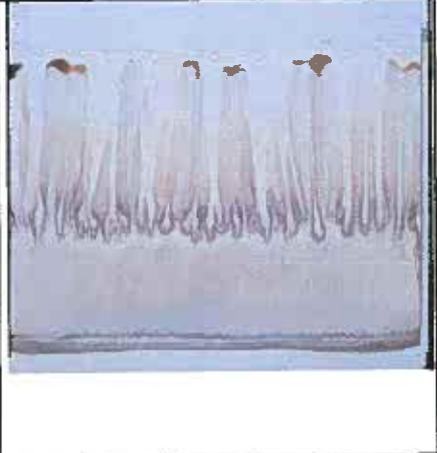
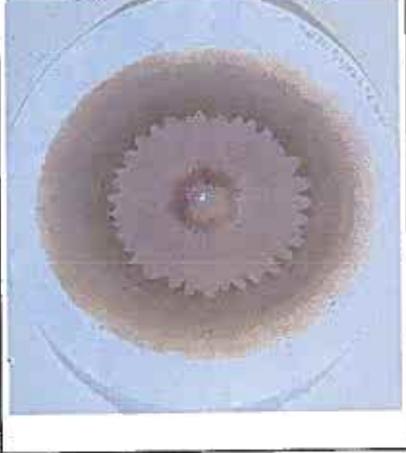
Die Rundbilder der Probe 5 fallen durch stark gegliederte, leuchtend gefärbte Mittelzonenformen auf. Ziemlich stark gegliedert, aber dumpfer gefärbt sind die Mittelzonen der Chromas der Probe 1. Bei den Proben 3 und 4 fallen schmalere, weniger stark radial gegliederte Mittelzonen sowie besonders breite, hellbraune Aussenzonen auf. Leicht stärker gegliederte und intensiver gefärbte Mittelzonen finden sich bei den Rundbildern der Probe 2. Die Chromas der Probe 3 neigen in der Ausbildung der Mittelzone bereits leicht zu den Chromas der Probe 2.



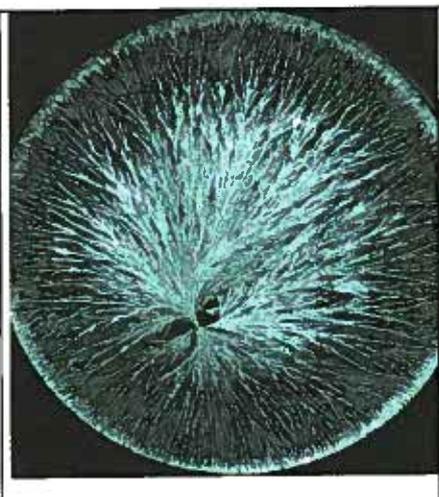
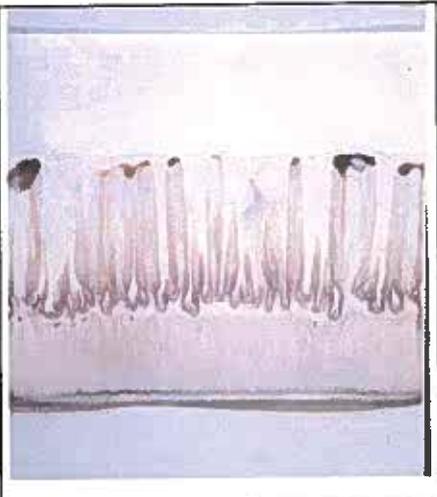
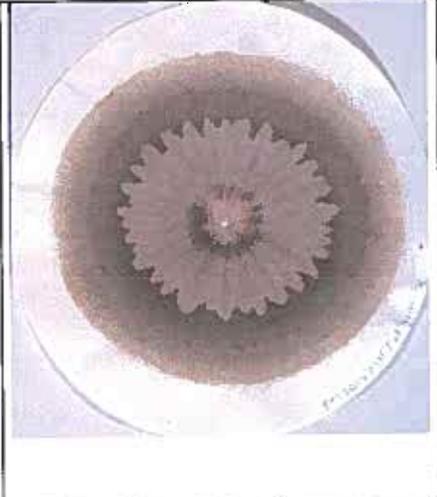
**Abbildung 21:** Bildbeschreibungen Joghurts gelagert, *ohne TS-Erhöhung* «ohne» (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)



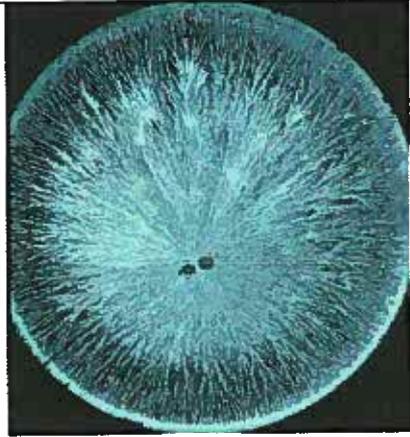
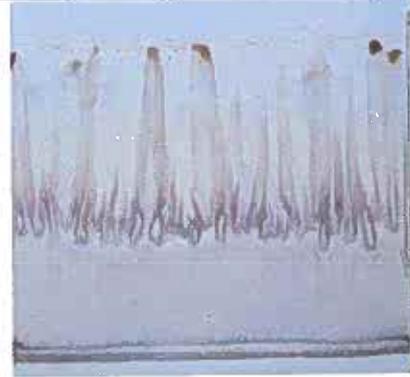
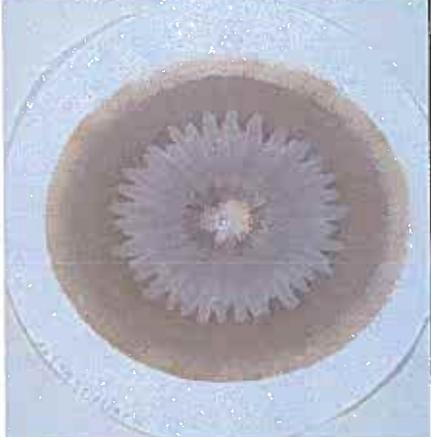
**Abbildung 22:** Bildbeschreibungen von gelagertem Joghurt (3 Wochen), *hergestellt mittels Magermilchpulverzusatz* «MMP» (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)

|  |   |   |
|--|---|---|
|   |   |    |
| <p>wenig gebogene, ungleich ausgebildete, ziemlich regelmässig angeordnete, lockere, schwach druchstrahlende, sehr wenig verzweigte und verästelte, im Zentrum aufgefächerte Nadelzüge</p> | <p>schalenartige, relativ kleine, wenig differenzierte, stark rötlich gefärbte Mittelzonenformen, lange Fahnen; rötlicherer Bildsockel ; gelbe Färbung der Fahnenzone</p> | <p>klein ausgebildete, stark braun gefärbte Zentral-/Innenzone; stumpf gefärbte, rosa-blaue, wenig bis sehr wenig radial gegliederte Mittelzone, sehr wenig margeritenartig</p> |

**Abbildung 23:** Bildbeschreibungen Joghurts gelagert, *hergestellt mittels Ultrafiltration und nachpasteurisiert «UFn»* (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)

|   |  |   |
|---|--|---|
|    |    |    |
| <p>wenig gebogene, ungleich ausgebildete, regelmässig angeordnete, locker-starre, schwach druchstrahlende, sehr wenig verzweigte und verästelte, im Zentrum aufgefächerte Nadelzüge</p> | <p>schalenartige, kleine, diffuse, blaue-rosafarbene Mittelzonenformen; mittlere bis lange, mässig differenzierte Fahnen; blass gelbe Färbung der Fahnenzone</p> | <p>kleine, braune Zentral- und Innenzone, leicht radial gegliederte, mässig stumpf rosa gefärbte Mittelzonenformen; wenig margeritenartig</p> |

**Abbildung 24:** Bildbeschreibungen von gelagertem Joghurt (3 Wochen), *hergestellt mittels durch Ultrafiltration «UF»* (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)

|   |   |   |
|---|---|---|
|    |                                 |                                        |
| <p>wenig gebogene, ungleich ausgebildete, regelmässig angeordnete, starre, schwach durchstrahlende, sehr wenig verzweigte und verästelte, im Zentrum aufgefächerte Nadelzüge; kleine Hohlformen</p> | <p>schalenartige, relativ kleine, wenig differenzierte Mittelzonenformen; viele, kurze, mässig diffuse Fahnen</p> | <p>schmale, wenig radial gegliederte, blau-rosafarbene Mittelzone; breite, helle Aussenzone; ziemlich margeritenartig</p> |

**Abbildung 25:** Bildbeschreibungen Joghurts gelagert, hergestellt mittels *Einkochen* «eingekocht» (1. Spalte Kristallbild, 2. Spalte Steigbild und 3. Spalte Rundbild)

Generell neigen die Nadelzüge in den Kristallbildern stärker zu Auffächerung (reifend-alternd). Die Kristallbilder der Proben 5 (*ohne TS-Erhöhung*) und 1 (*MMP*) fallen mit strafferen, besser durchstrahlenden, leicht gebogenen Nadelzügen auf. Die Proben 3 (*UFn*), 4 (*UF*) und 2 (*eingekocht*) ergeben Kristallbilder mit dünnen, weniger gut durchstrahlenden Nadelzügen. Besonders grosse, filzige Bereiche im Zentrum zeichnen sie ferner aus. Die Nadelzüge der Kristallbilder von Probe 3 sind als besonders starr einzustufen.

## 5.5 Gesamtbeurteilung der Ergebnisse der bildschaffenden Methoden

Die Rohmilchprobe zeigt eine rohmilchtypische Qualität. Die deutlich grünlich-bläulich gefärbten Mittelzonen im Steigbild, die relativ gebogenen Fahnen fallen auf. Im Rundbild ergeben sich sehr differenziert ausgebildete Innen-/Mittelzonen. Die Kristallbilder weisen gebogene, straffe Nadelzüge auf. Die Steigbildgestalten weichen durch die Ausbildung wenig intensiv blau gefärbter Mittelzonen leicht von derjenigen der Rohmilch aus dem Pastmilchversuch ab. Das kann einerseits damit zusammenhängen, dass die Rohmilchprobe für die Joghurtherstellung frischer (nur wenige Stunden nach dem Melken) untersucht werden konnte. Die Rohmilchqualität schwankt ausserdem generell.

Die untersuchten vier Joghurtmilchproben unterscheiden sich deutlich. Insgesamt ist die Vitalqualität noch milchverwandt, aber doch schon mehr oder weniger deutlich denaturiert. Die Proben 1 (*ohne TS-Erhöhung*) und 4 (*UF*) stehen dem Rohstoff in der Vitalqualität noch am nächsten (geringere Denaturierung), die Proben 2 (*eingekocht*) und 3 (*MMP*) sind stärker von Alterung geprägt.

Insgesamt ergibt sich ein deutlicher Qualitätsabfall von Probe 1 über die Probe 4 zu den Proben 3 und 2. Die Joghurtmilch von Probe 2 (*eingekocht*) ist besonders stark von verdichtenden Prozessen geprägt. Die Joghurtmilch aus Probe 3 (*MMP*) hat einen formlos-lebendigen Charakterzug.

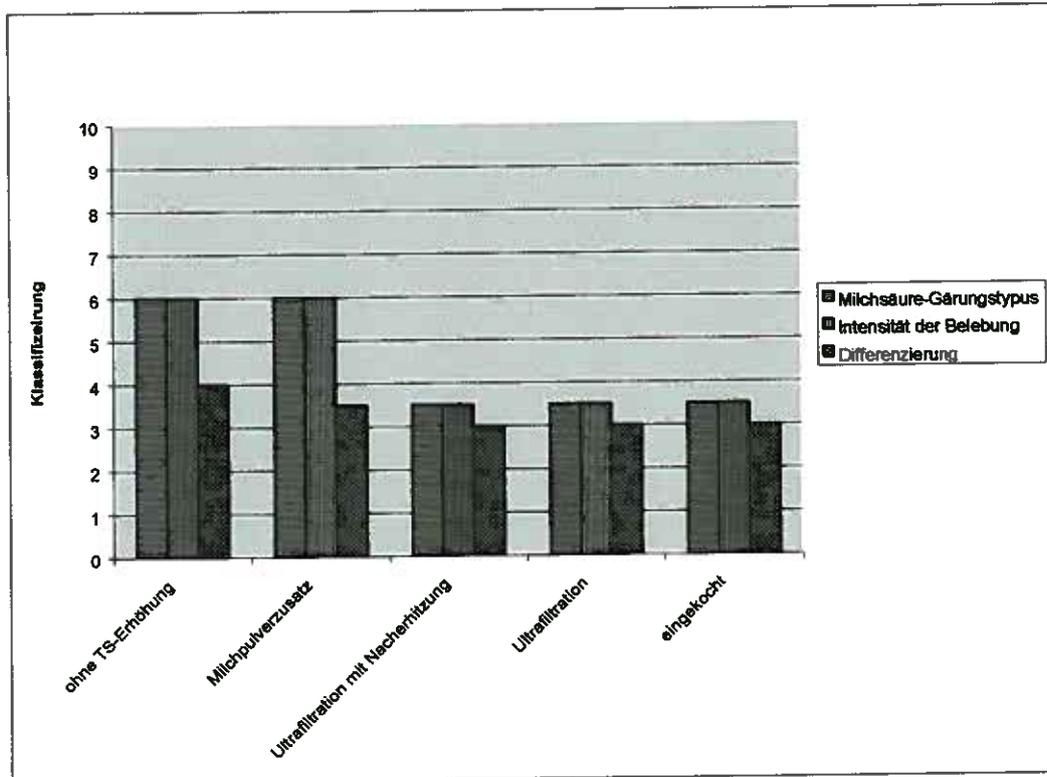
Die Vitalqualität der Joghurts unterscheidet sich deutlich von der Joghurtmilch. Der samenartige, sehr vitale Charakterzug von Milch bildet sich zurück. Die Vitalqualität ist als «fruchtartiger» einzustufen. Generell wird mehr Substanz benötigt, um zu gestalteten Bildern zu gelangen. Dies ist für stärker von fruchtartigen Prozessen geprägte Substanzen typisch.

Die sechs Proben des frischen Joghurts lassen sich qualitativ deutlich unterscheiden. Dabei bilden die Proben 1 (*ohne*), 2 (*MMP*) und 5 (*dito MMP*) eine erste Hauptgruppe, die Proben 6 (*eingekocht*), 4 (*UF*) und 3 (*UFn*) eine zweite. Insgesamt ergibt sich ein Qualitätsgradient von der Probe 1 über die Proben 2, 5 sowie 3 und 4 zur Probe 6.

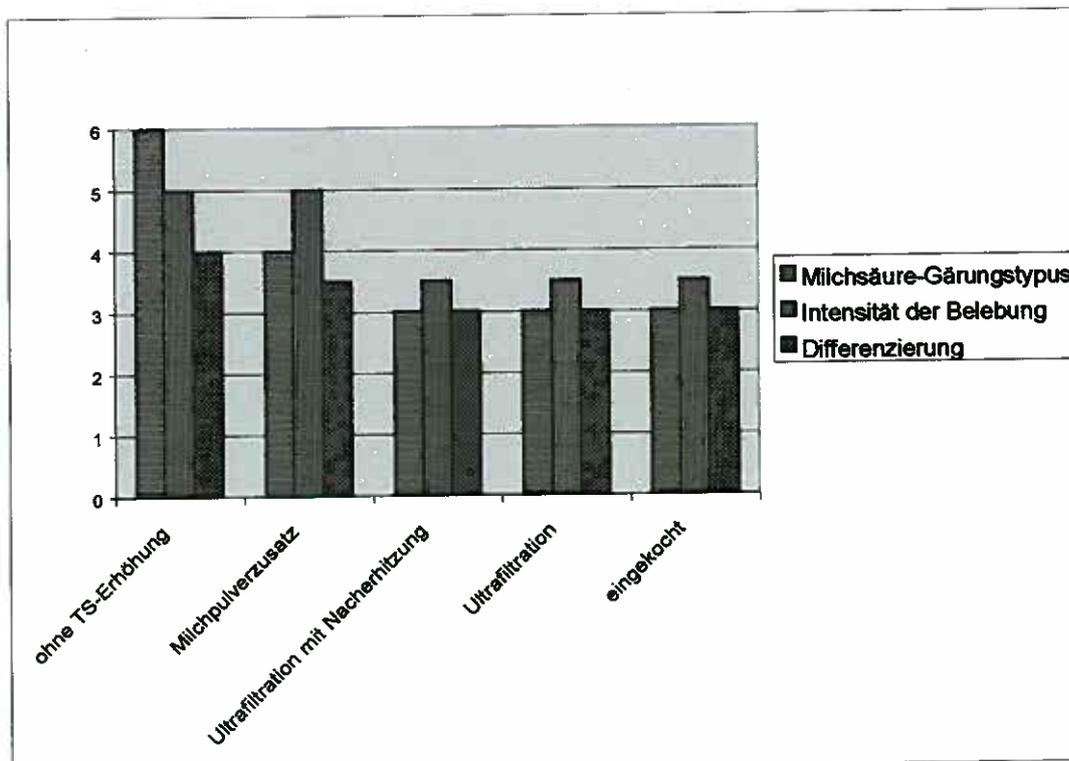
Die gelagerten Joghurts sind ausser von fruchtartigen noch zusätzlich von reifend-alternden Prozessen geprägt. Bei den gelagerten Joghurts lassen sich in der Vitalqualität wiederum zwei Gruppen bilden. Die Proben 5 (*ohne*) und 1 (*MMP*) sind der ersten, die Proben 2 (*eingekocht*), 3 (*UF*) und 4 (*UFn*) der zweiten zuzuordnen. Die Qualität der ersten Gruppe ist als günstiger einzustufen.

Die Differenzierung der Vitalqualitäten der frischen Joghurts aus den Proben 2, 3 und 6 sowie der gelagerten Joghurts aus den Proben 2, 3 und 4 ist schwierig. Es finden sich hier schwer verständliche Kombinationen vitaler Eigenschaften. Untersuchungen der Einwirkung von Milchpulverzusatz ohne Homogenisation sowie der Ultrafiltration auf die Vitalqualität von Joghurts sind bislang noch nicht durchgeführt worden. Es ist deshalb denkbar, dass möglicherweise gerade die Vitalqualitäten der Joghurts aus diesen Verfahren schwierig zu beurteilen sind.

In den Abb. 26 und 27 ist eine graphische Übersicht der oben diskutierten Ergebnisse dargestellt.



**Abbildung 26:** Beurteilung des frischen Joghurts mittels Bildschaffender Analyse in Bezug auf die Verfahren zur Trockenmasseerhöhung; 0=extrem geringe, 10= extrem gute Ausprägung der Eigenschaften



**Abbildung 27:** Beurteilung des gelagerten (3 Wochen) Joghurts mittels Bildschaffender Analyse in Bezug auf die Verfahren zur Trockenmasseerhöhung; 0=extrem geringe, 10= extrem gute Ausprägung der Eigenschaften

## 6. Schlussfolgerungen

Die Proben konnten im Blindversuch mittels bildschaffender Analyse eindeutig den vorgegebenen Prozessschritten zugeordnet werden. Die Qualität der Prozesse kann somit klar differenziert werden. Durch Vertiefung der Erfahrung lässt sich die Charakterisierung der hier geprüften Prozesse mit Sicherheit weiter präzisieren.

Die Quantität der Produktschonung bzw. die Produktbelastung durch den einzelnen Fabrikationsschritt kann mittels konventioneller Analyse eindeutiger beurteilt werden, weil auf gewohnte Messgrößen und Skalierungen zurückgegriffen werden kann. Die qualitative Bewertung der einzelnen Prozesse beziehungsweise der entsprechenden Produktbelastung fällt bei den beiden Methoden unterschiedlich aus. So wird der Eingriff in die Produktmatrix am Beispiel der Ultrafiltration mit bildschaffender Methode mindestens im Joghurt als stark belastend (Verlust von Vitalqualität) gewertet, während konventionell dieser Prozess als schonend zu beurteilen ist. Diese unterschiedliche Beurteilung ist eine wissenschaftliche Herausforderung.

Insgesamt sind die Resultate vielversprechend und man sollte versuchen, die bildschaffende Methoden breiter anzuwenden. Dazu sind aber noch technische Verbesserungen, insbesondere in der Auswertung wünschenswert. Zudem sind wissenschaftliche Grundlagen der Methoden durch Klärung der Beziehungen zwischen den bildwirksamen Elementen und chemischer und biologischer Parameter im Produkt zu erarbeiten.

Erst dann wird es möglich sein, die Interpretationen wirklich abzusichern. Und erst unter diesen Voraussetzungen kann die Methodik wohl in Bereichen wertvolle Dienste leisten, wo die konventionelle Analytik heute ansteht.

## 7. Dank

Diese Versuche konnten dank grosszügiger Beteiligung des Schweizerischen Vereins für biologisch-dynamische Landwirtschaft, des *fiv* und des Qualis-Labors durchgeführt werden. Spezieller Dank gebührt Herrn Steinemann für die zur Verfügung gestellte Milch.

## 8. Literatur

- BANGERT, D., 1993, Zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Chroma-Boden-Testes als bildschaffender Methode, Diplomarbeit, Institut für Landschaftsökonomie TU, Berlin, 205 S.
- BALZER-GRAF, U., 1987, Vitalaktivität von Nahrungsmitteln im Spiegel bildschaffender Methoden, Elemente der Naturwissenschaft, 46, S. 69-92
- BALZER-GRAF, U., 1994, Die Qualität ökologisch erzeugter Produkte, in MAYER et al. (Hrsg.), Ökologischer Landbau - Perspektive für die Zukunft!, SÖL-Sonderausgabe Nr. 58, SÖL, Weinstr. Süd 51, Bad Dürkheim, S.261-90
- BALZER-GRAF, U., 1996, Qualität ein Erlebnis, Vitalqualität von Nahrungsmitteln im

Spiegel bildschaffender Methoden, 8 A3-Blätter, Bezug fiv, Ackerstrasse, CH-5070 Frick

- BALZER-GRAF, U., HOPPE, H. und STRAUB, M., 1997, Vergleichende Untersuchung zur Vitalqualität von Äpfeln aus ökologischem und biologisch-dynamischem Anbau, 8. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau, Weinsberg, S. 145-157
- ENGQVIST, M., 1970, Gestaltkräfte des Lebendigen, Vittorio Klostermann Verlag, Frankfurt
- MÄDER, P., PFIFFNER, L., NIGGLI, U., BALZER-GRAF, U., BALZER, F., PLOCHBERGER, A., VELIMIROV, A., BOLTZMANN, L. and BESSON, J.-M., 1993, Effects of three cultivation systems (bio-dynamic, bio-organic, conventional) on yield and quality of beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *esculenta* L.) in a seven year rotation, *Acta Horticulturae*, 339, 10-31
- PFEIFFER, E.E., 1960, Chromatograms of grain and flour, *Bio-Dynamics*, 54, p. 2-15
- RESMINI P., PELLEGRINO L. AND BATTELLI G. (1990). Accurate quantification of furosine in milk and dairy products by a direct HPLC method. *Ital. J. Food Sci.* 2 173-183
- WEIBEL, F., BICKEL, R., LEUTHOLD, S., ALFÖLDI, T. and BALZER-GRAF, U., 2000, Are organically grown apples tastier and healthier? A comparative field study using conventional and alternative methods to measure fruit quality, XXV International Horticultural Congress, 1998, Brussels (will be published in April 2000)