

KULTUREN VON ALP – EINE AKTUELLE ÜBERSICHT

Diskussionsgruppen



Inhalt

1	Einleitung	3
2	Ablauf der Kulturenentwicklung bei ALP	3
3	Das Kulturenangebot von ALP	4
4	Die Qualitätssicherung	5
5	Kulturenversand	6
6	Kulturenherstellung im Milchverarbeitungsbetrieb	6
6.1	Umfeld für die Kulturenherstellung	6
6.2	Gebräuchliche Verfahren zur Erhitzung der Magermilch	7
6.3	Impfen der Betriebskultur	7
6.4	Bebrütung	8
6.5	Kulturenzüchtung auf UHT-Milch	8
6.6	Kulturenzüchtung in Grossgebinden	8
6.7	Beimpfung auf Vorrat	10
7	Phagen	10
7.1	Vermehrung von Bakteriophagen	10
7.2	Auswirkung einer Phagenkontamination in Säuerungskulturen	11
7.3	Phagenpegel in der Käseerei	12
7.4	Massnahmen zur Verhinderung von Phagenstörungen	12
8	Ergebnisse aus der Routineprüfung von Starterkulturen (RMK, MK)	13
8.1	Resultate aus der Emmentalerfabrikation (Uettiligen)	13
8.2	Resultate aus der Gruyèrefabrikation (Moudon)	15
9	Eignung und Einsatz der Kulturen von ALP	16
9.1	Trends beim Einsatz von ALP-Kulturen	17
9.2	Spezielle Eigenschaften einiger ALP-Kulturen	18
10	Ergebnisse aus dem Projekt Proteolyseprognose	19
11	Versuche zur Beeinflussung des Käsearomas durch ALP-Kulturen	20
12	Aktuelle Projekte von ALP im Kulturen-Bereich	20
12.1	Mesophile Starterkulturen - MMK 501	20
12.2	AOC-Kulturen	23

1 Einleitung

Die Kulturen sind ein wesentlicher Erfolgsfaktor in der Käsefabrikation. Ihr optimaler Einsatz erfordert Know-how bezüglich der Kulturenwahl und Sorgfalt bei der Herstellung. Als Herstellerin von Kulturen betreibt ALP viel Aufwand für die Sicherstellung einer einwandfreien und konstanten Qualität. Auch der Käser trägt mit der sorgfältigen Herstellung der Betriebskultur wesentlich dazu bei, dass die Kulturen während der Käseherstellung und -reifung die erwartete Wirkung entfalten.

Der vorliegende Diskussionsgruppenstoff soll einen Überblick über die Kulturenproduktion von ALP vermitteln. Ein weiteres Kapitel ist der Herstellung der Betriebskulturen gewidmet. Es werden Ergebnisse aus der käseertechnischen Prüfung der Rohmischkulturen und Praxiserfahrungen mit ALP-Kulturen zusammengefasst. Den Abschluss macht ein Ausblick auf aktuelle Projekte im Bereich der Kulturenentwicklung von ALP.

2 Ablauf der Kulturenentwicklung bei ALP

Die Entwicklung einer neuen Käseereikultur ist mit viel Forschungsaufwand verbunden und nimmt mindestens zwei bis drei Jahre in Anspruch. Der allgemeine Ablauf kann wie folgt zusammengefasst werden:

1. Forschungsauftrag
2. Planung
3. Isolation von potentiell geeigneten Mikroorganismen aus Rohmilch, Fettsirtenkulturen, Käse etc., sofern die Stammsammlung von ALP zu wenig «Kandidaten» bietet.
4. Charakterisierung / Vorprüfung (Wachstum, Stoffwechsel, Antibiotikaresistenzen usw.)
5. Auswahl der Mikroorganismen
6. Pilot-Plant-Versuche (Vorselektion)
7. Versuche in Versuchskäserei (Uettligen, Moudon)
8. Praxisversuche
9. Freigabeverfahren
10. Einführung (Produktionsplanung, Dokumentation, Kundenorientierung)

Nur ein Bruchteil der jeweils geprüften Stämme oder Kulturen geht erfolgreich aus diesen Tests hervor. Beispiel: Bei der Entwicklung der ersten Rohmischkulturen in den Siebzigerjahren bestanden nur gerade acht der 186 geprüften Rohmischkulturen.

3 Das Kulturenangebot von ALP

ALP bietet neben mesophilen, thermophilen und gemischten Starterkulturen auch Reifungskulturen (PROP, «Fak Het»), Schmierekulturen (OMK) und Spezialitätenkulturen (RSW, Joghurt) an. Seit der Einführung der ersten käseunabhängigen Kulturen vor gut 30 Jahren hat sich

das Angebot an Kulturen beträchtlich vergrössert. Und jährlich kommen neue hinzu.

Jüngste Beispiele:

Die exklusiv für die Herstellung Gruyère AOC angebotene Rohmischkultur AOC-G1 sowie die Oberflächenkultur OMK 704.

Liste der ALP-Kulturen (Stand 22. Oktober 2004)



Die **fett geschriebenen Kulturen** entsprechen den Richtlinien der BIO SUISSSE und dürfen mit ihrem Logo, der Knospe, gekennzeichnet werden.
Bio-Zertifizierung: SCES 006

<p>Thermophile Mischkulturen (<i>Sc. salivarius subsp. thermophilus</i> und <i>Lb. delbrueckii subsp. lactis</i>) AOC-G1^{1, 2)} RMK 101 RMK 105 RMK 115 RMK 124 RMK 150 RMK 164 RMK 190 RMK 202²⁾ RMK 203 RMK 280 RMK 291 RMK 292 RMK 302 RMK 305 MK 170 (3 Stämme <i>Sc.</i> und 10 Stämme <i>Lb.</i>) MK 172 (3 Stämme <i>Sc.</i> und 4 Stämme <i>Lb.</i>) MK 650 (3 Stämme <i>Sc.</i> und 6 Stämme <i>Lb.</i>)</p>	<p>Thermophile / mesophile Gemische MK 401 (Mischung von RMK 202, <i>Lc. lactis</i> 17 und <i>Lc. lactis</i> MR) MK 420 (Mischung von RMK 280 und 2 Stämmen von <i>Lc. lactis</i>) MK 2020 (Mischung von MK 401 und MK 3008)</p>
	<p>Kulturen für Joghurt (<i>Sc. salivarius subsp. thermophilus</i> und <i>Lb. delbrückii subsp. bulgaricus</i>) Joghurt B1 Joghurt B4</p>
	<p>Fakultativ heterofermentative Laktobazillen MK 3008 (<i>Lb. casei subsp. casei</i>) MK 3010 (<i>Lb. casei subsp. casei</i>) MK 3012 (<i>Lb. rhamnosus</i>)</p>
	<p>Propionsäurebakterienkulturen PROP 01 PROP 96 PROP 97</p>
<p>Thermophile Streptokokken (<i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus</i>) Sc abf (3 Stämme)</p>	<p>Oberflächenkulturen OK 701 <i>Geotrichum candidum</i> OMK 702 OMK 703 OMK 704</p>
<p>Mesophile Streptokokken (<i>Lactococcus lactis</i>) Lc L1 Lc 17 (1 Stamm) Lc MR (Rohgemisch) Rahmsäurewecker 901</p>	<p>Kulturen für Alpbetriebe (nur während der Saison im Angebot) J Käse (Joghurt-Kultur) MK 409 (Mischung von RMK 292, <i>Lc. lactis</i> 17, <i>Lc. lactis</i> MR und MK 3008)</p>

¹⁾ Lieferung exklusiv an Hersteller von Gruyère AOC

²⁾ enthält unterschwellig *Lb. helveticus*

Abkürzungen: *Sc.* = *Streptococcus*, *Lb.* = *Lactobacillus*,
Lc. = *Lactococcus*

4 Die Qualitätssicherung

Qualitätssicherung wird bei ALP gross geschrieben. Denn der Kunde muss sich auf die Qualität der eingesetzten Kulturen unbedingt verlassen können. Leider reagieren lebende Mikroorganismen sehr sensibel auf alle möglichen Umwelteinflüsse. Die Kulturenherstellung bei ALP erfolgt darum unter genau kontrollierten Bedingungen und unterliegt einem mehrstufigen System der Qualitätssicherung (Tab. 1).

Was	Häufigkeit	Wie
Gefriergetrocknete Kultur (Neue « Lyocharge ») Freigabeproofung	ca. alle 10 Jahre fällig	Käsereiversuche Umfangreiche chemische, biochemische und sensorische Prüfungen
Gefrorene Flüssigkultur « Kryokonserven » (neue Charge) Freigabeproofung	ca. alle 10-12 Monate fällig	Säuerungsaktivität mikrobiologische Reinheit, Mikroskopie, D/L-Laktat
Versandkulturen Routineprüfung	1-2x pro Jahr parallele Prüfung	Käsereiversuche pH, °SH, D/L-Laktat, LAP, TS, Sensorik, PROP zusätzlich flüchtige Fettsäuren
Versandkulturen Freigabeproofung	Wöchentlich (PROP 1x pro Monat)	Säuerungsaktivität (Versandkultur + simulierte Betriebskultur) Keimzahl mikrobiologische Reinheit, Mikroskopie D/L-Laktat Säuerungsaktivität nach Versand (extern)

5 Kulturenversand

Die flüssigen Milchsäurebakterienkulturen von ALP werden aufgrund der eingegangenen Bestellungen wöchentlich frisch produziert. Nach erfolgreicher Qualitätskontrolle gehen sie am Mittwoch und Donnerstag in den Postversand. Der Postversand stellt einen Unterbruch in der Kühlkette dar. Sorgfältige Abklärungen haben aber gezeigt, dass die normale Aktivität der Kultur dennoch für mindestens 8 Tage ab Versandtag gewährleistet ist. Probleme können auftreten, wenn ein Kulturpaket auf dem Postweg hängen bleibt und erst zwei oder mehr Tage nach der Postaufgabe beim Empfänger eintreffen. Oder wenn Kulturenfläschli aus anderen Gründen mehr als 24 h ungekühlt bleiben. Darum...

Bestellung der Kultur:

bis spätestens Dienstag, 12 Uhr.

- Nur so kann der termingerechte Versand der Kultur garantiert werden.

Wenn die Kultur eintrifft

- Paket sofort öffnen und die Kultur(en) in den Kühlschrank überführen.

Wenn die Kultur am üblichen Auslieferungstag nicht eintrifft

- Rückfrage bei der Post
- Meldung an Kulturenbestelldienst von ALP
- ALP wird nötigenfalls umgehend Ersatz liefern.

6 Kulturenherstellung im Milchverarbeitungsbetrieb

Die Herstellung der Betriebskulturen wirkt sich entscheidend auf deren Qualität aus. Es empfiehlt sich,

die einzelnen Arbeitsschritte periodisch zu hinterfragen und wenn nötig, Anpassungen zu machen.

6.1 Umfeld für die Kulturenherstellung

- Sind meine räumlichen Voraussetzungen in Ordnung?
- Arbeite ich in sauberen, trockenen und gut durchlüfteten Räumen?
- Wann führe ich welche Arbeiten aus?

Abb. 1
Arbeitsplatz zur Kulturenherstellung



Punkte, die speziell zu beachten sind:

Kulturfラスchen

- einwandfreie Glasflaschen und Deckelmaterial einsetzen
- die Glas- und Deckelqualität von Fruchtflaschen entsprechen nicht der Qualität von Laborglasflaschen und müssen dementsprechend häufiger ausgewechselt werden
- nur Flaschenbürsten einsetzen, welche das Glas nicht verletzen

Reinigung

- sofort nach Gebrauch gut spülen – in Lauge legen – reinigen – spülen – in Säure legen (nicht in Wickelbad oder Presswanne) – gut spülen
- keine Reinigungsmittel mit Netzmitteln oder quarternären Ammoniumverbindungen (QAV) verwenden
- Konzentration der Reinigungsmittel-Lösungen einhalten
- Flaschen sofort verwenden oder mit Öffnung nach unten an einem geeigneten Standort lagern

Nährmedium, Füllen der Flaschen

- frisch zentrifugierte Magermilch oder Pulvermagermilch (9 Liter Wasser und 1 kg Instant-Magermilchpulver)
- Füllhöhe: Das Normvolumen der Flasche möglichst ausnutzen, aber genügend Luftraum für die Wärmeausdehnung des Mediums lassen.

→ Magermilch immer frisch sterilisieren

frische Milch
=
tiefere Keimbelastung
=
besserer Sterilisationserfolg.

6.2 Gebräuchliche Verfahren zur Erhitzung der Magermilch

Für die Sterilisation hat sich die Erhitzung im Dampfkochtopf oder im Autoklav sehr gut bewährt. Als Massstab für die Erhitzungstemperatur und -zeit gilt die Bräunung der Milch nach der Sterilisation. Die Milch soll nur eine schwache Bräunung aufweisen. Sowohl beim Sterilisieren im Dampfkochtopf als auch im Autoklav sind unbedingt die Sicherheitsvorschriften einzuhalten, wie z.B. Wasserstand und vor dem Öffnen genügend abkühlen lassen. Neuere Autoklaven lassen sich meist erst nach Abkühlen auf 80 °C öffnen.

Seit einigen Jahren wird in verschiedenen Käsereien auf eine Sterilisation im eigentlichen Sinn verzichtet. Die Milch wird während 90–120 Minuten bei 95–98 °C erhitzt (Bertschinger Kochtopf, siehe Abb. 2). Versuche bei ALP haben gezeigt, dass auch dieses Verfahren eine sichere Kulturenherstellung erlaubt, obwohl die Milch nicht absolut steril ist. Bedingung ist aber, dass

- Magermilch bzw. Milchpulver mit geringer Sporenbelastung eingesetzt wird
- das Medium nach der «Sterilisation» gut gekühlt und rasch verwendet wird (Gefahr auskeimender, ev. psychrotropher Sporen).

Die Sterilisation mit Heissluft (z.B. Memmertschrank) wird nicht empfohlen.

Gründe:

- unterschiedliche Erhitzung (erkennbar an der Bräunung) innerhalb einer Charge
- Arbeitssicherheit. In den hermetisch geschlossenen Flaschen kann ein enormer Überdruck entstehen! Bei Erschütterungen können sich explosionsartige Siedeverzüge entladen.

**Idealerweise wird
die erhitzte Magermilch
bis zum Gebrauch
im Kühlraum gelagert!**

Abb. 2
Arbeitsplatz zur Kulturenherstellung



6.3 Impfen der Betriebskultur

- trockener, hygienisch einwandfreier Standort im Freien oder in einem geeigneten, von der Produktion unabhängigen Raum
- Kulturen entweder am Morgen als erste Arbeit oder nach der Käseproduktion geduscht und umgezogen impfen
- Desinfektion der Hände und des «Impfumfeldes». Geeignet sind Alkohol 80 Vol-% oder Isopropanol 70 Vol-% bei einer Einwirkungszeit von mindestens 1 Minute während derer die Fläche gut befeuchtet sein muss.

Wird die Sterilmilch vor dem Beimpfen auf die Bebrütungstemperatur eingestellt, muss diese mindestens während 12 Stunden im Wärmeschrank zur Temperatureinstellung gelagert werden. Wird die unbeimpfte Milch im Wasserbad auf die Temperatur eingestellt, wird das mikrobiologische Kontaminationsrisiko erheblich erhöht (nasse Flaschen). In vielen Betrieben wird die Sterilmilch darum kalt beimpft.

Empfehlungen zum Beimpfen der kalten Sterilmilch:

- Die Gebinde soweit vorwärmen, dass sich kein Kondenswasser mehr darauf niederschlägt (Kontaminationsgefahr)
- Die beimpften Gebinde im Wasserbad auf die gewünschte Temperatur erwärmen und bebrüten.

6.4 Bebrütung

Es ist entscheidend, dass während der ganzen Bebrütungszeit die gewünschte Temperatur eingehalten wird. Je nach Standort im Wasserbad oder Brutschrank und Belegung können die Temperaturunterschiede innerhalb einer Kulturrecharge beträchtlich sein. Zwischen den einzelnen Flaschen oder Packungen muss unbedingt genügend Zwischenraum gelassen werden, damit das Heizmedium zirkulieren kann (siehe Abb. 3).

Nach Abschluss der Kulturenbebrütung sind die Kulturen sofort mit Wasser zu kühlen und anschliessend im Kühlraum aufzubewahren, sofern diese nicht unmittelbar für die Fabrikation eingesetzt werden.

6.5 Kulturenzüchtung auf UHT-Milch

Zur Herstellung von Betriebskulturen wird teilweise UHT-Magermilch in Einwegpackungen verwendet. Dies bringt eine gewisse Arbeitseinsparung.

Die Stammkultur wird mit sterilen Einwegspritzen geimpft. Die Einstichstelle ist vorgängig zu desinfizieren und nach der Beimpfung zu verkleben, vorzugsweise mit einer Heissklebepistole. Eine Bebrütung im Wasserbad ist bei entsprechender Einrichtung (siehe Abb. 3.) sehr zu empfehlen. Fehlt ein Ständer, der die Packungen in stabiler Lage hält, ist das Aufwärmen und Bebrüten im Wasserbad aus Kontaminationsgründen nicht zu empfehlen. In diesem Falle sind die Packungen bereits vor dem Beimpfen genau auf die Bebrütungstemperatur einzustellen.

Erfahrungsgemäss ist die Säureentwicklung der Kulturen in UHT-Magermilch schneller als in sterilisierter Magermilch (weniger Maillardprodukte). Die nicht transparente Verpackung ermöglicht keine visuelle Kontrolle während der Bebrütung.

Abb. 3 Wasserbad zum Bebrüten von UHT-Magermilch (vollautomatische Befüllung, Bebrütung und Kühlung mit Frischwasser) mit Stützgitter für Milchpackungen.

6.6 Kulturenzüchtung in Grossgebinden

In der Rohmilchkäserei hat sich die Betriebskulturenherstellung in Liter-Glasflaschen sehr gut bewährt. Mit steigender Betriebsgrösse werden die kleinen Flaschen zunehmend unpraktisch. Eine Alternative stellt die Verwendung grosser Laborflaschen («Schott-Flaschen») oder von Chromstahlbehältern dar (Abb. 4.).

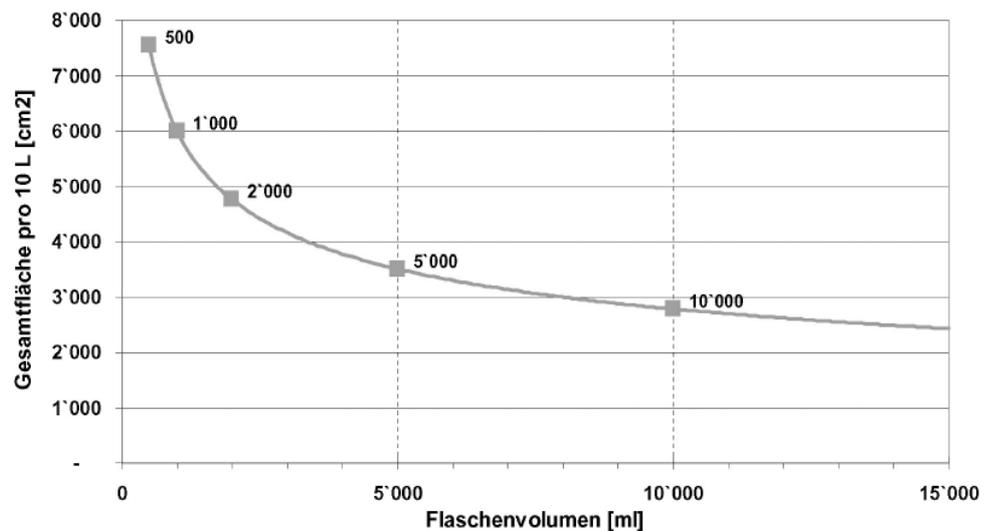


Abb. 4 Einsatz von 2, 5 oder 10 Liter Glasflaschen (SCHOTT DURAN) und Chromstahlbehältern 15 Liter in der Kulturenproduktion



Beim Einsatz von grösseren Gebinden ist unbedingt zu beachten, dass sich der Zeitbedarf für das Erhitzen auf Sterilisationstemperatur und die spätere Abkühlung deutlich verlängert, da die Wärmeaustauschfläche im Verhältnis zum Volumen abnimmt (Abb. 5).

Abb. 5 Beziehung zwischen Flaschengrösse und Gesamtoberfläche wenn 10 Liter Medium zu sterilisieren sind. Mit zehn 1L-Flaschen anstelle einer 10L-Flasche steht rund die doppelte Wärmeaustauschfläche zur Verfügung.



In Grossgebinden ergibt sich wegen der längeren Verweilzeit bei Temperaturen über 80°C eine insgesamt höhere Hitzebelastung der Milch, die sich aber vor allem auf die chemischen Veränderungen in der Milch auswirkt und weniger auf den Sterilisationseffekt. Denn die Sporenabtötung setzt erst nahe dem Kochpunkt richtig ein, während die chemische Reaktionen schon bei tieferen Temperaturen einsetzen. Bei Sterilisation der Milch in Grossgebinden beobachtet man daher im Allgemeinen eine stärkere Bräunung, die nicht als bessere Sterilität interpretiert werden darf.

Tipps

- Sterilisationsbedingungen sorgfältig austesten (Erreichung der Sterilisationstemperatur)
- Auf geringe Keimbelastung des Ausgangsmaterials (Magermilch, Pulver) achten.
- Sterilisiertes Medium rasch verwenden. Die längere Verweilzeit bei Temperaturen zwischen 10 °C und 60 °C ermöglicht das Auskeimen überlebender Sporen. Gewisse aerobe Sporenbildner sind zudem psychrotroph (z.B. *Bacillus* spp.).

6.7 Beimpfen auf Vorrat

Aus hygienischen Gründen und wegen des Aktivitätsverlusts der Stammkultur hat es sich in vielen Betrieben bewährt, Sterilmagermilch für eine Woche oder mindestens für mehrere Tage vorzubereiten. Das heisst, diese kalt zu beimpfen und bis zur Bebrütung im Kühlraum zu lagern.

Vorteile

- Das Fläschli mit der Stammkultur muss idealerweise nur ein Mal geöffnet werden.
- Die Aktivität der Milchsäurebakterien bleibt beim pH der Sterilmilch besser erhalten als beim tiefen pH der Stammkultur.

Kritische Punkte

- Die Beimpfung muss mit grösster Sorgfalt erfolgen (Gefahr einer Infektion mit Psychrotrophen).
- Höhere Anforderungen an die Sterilität des Nährmediums (psychrotrophe Sporenbildner).
- Kontrollierte Bebrütungsbedingungen nur bei Erwärmung im Wasserbad (siehe 6.3).

7 Phagen

Infektionen mit Phagen sind vermutlich die Hauptursache für Säuerungsstörungen in Starterkulturen und im Käse.

7.1 Vermehrung von Bakteriophagen

Der lytische Vermehrungszyklus

Da Bakteriophagen keinen eigenen Stoffwechsel besitzen, benötigen sie eine Wirtszelle, die sie für ihre Zwecke umprogrammieren:

- In der Adsorptions-Phase heftet sich der Phage mit seinen Schwanzfasern und Spikes an die Zellwand des Wirtsbakteriums (Abb. 6).
- Danach lösen Enzyme des Phagen wie Lysozym die Zellwand der Wirtszelle an der Kontaktstelle auf und der Phage injiziert die Phagen-Erbsubstanz (DNS) in das Bakterium.
- Die Phagen-DNS übernimmt nun das Kommando im Wirtsbakterium und sorgt dafür, dass Phagenbestandteile synthetisiert werden.
- Die Phagenbestandteile organisieren sich schliesslich zu neuen Bakteriophagen. Pro Wirtszelle entstehen 100 bis 400 neue Phagen.
- Sind die Phagen reif, löst die Phagen-DNS die Produktion von Lysozym aus: Die Zellwand löst sich auf. Die sterbende Zelle setzt die Phagen frei.
- Die freien Phagen befallen nun wiederum Bakterienzellen.
- usw. ...

Lytische Phagen zerstören die befallenen Wirtszellen.

Lysogene oder temperente Phagen bauen ihre Erbinformation in die Wirts-DNA ein, diese bleibt aber inaktiv, der Phage verschwindet scheinbar. Mit solch schlummernden Phagen infizierte Bakterienzellen bezeichnet man auch als Prophagen. Durch Stress (z.B. Hitze, chemische Reize) kann die Phagen-DNS eines Prophagen plötzlich angeschaltet werden, so dass eine lytische Vermehrung einsetzt.

Die Vermehrung der Bakteriophagen (lytischer Vermehrungszyklus)

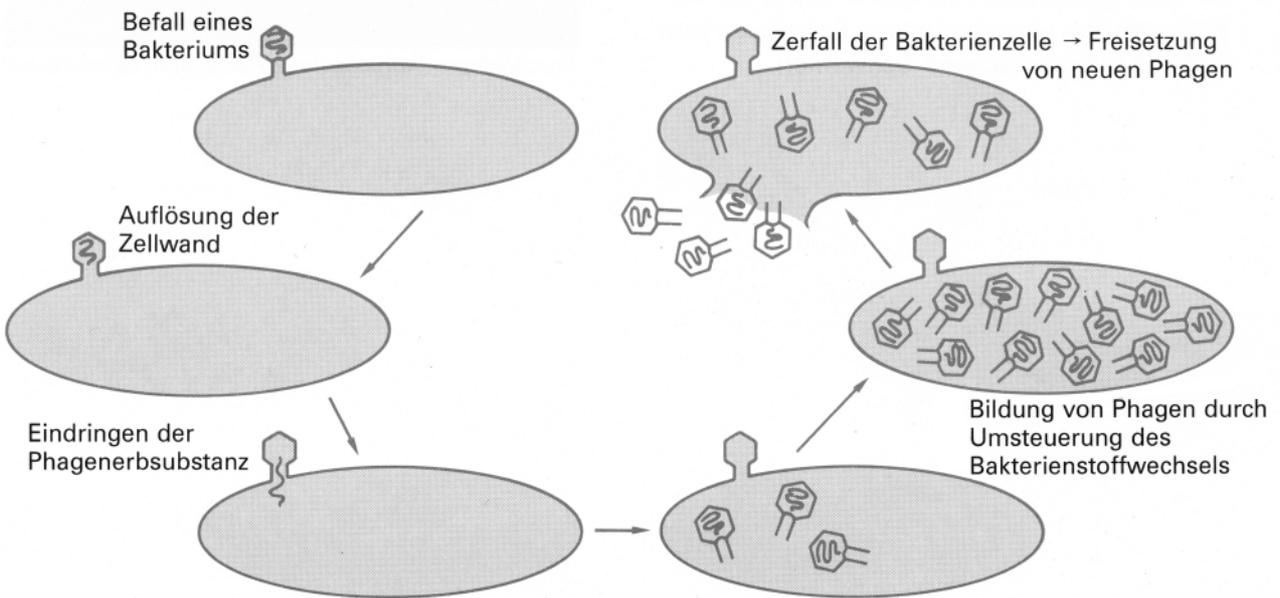


Abb. 6 Vermehrung von Bakteriophagen (Quelle: Milchkunde - Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, 3052 Zollikofen)

7.2 Auswirkung einer Phagenkontamination in Säuerungskulturen

Abbildung 7 zeigt die Auswirkung eines Phagenbefalls in einer Einstammkultur von Milchsäurebakterien.

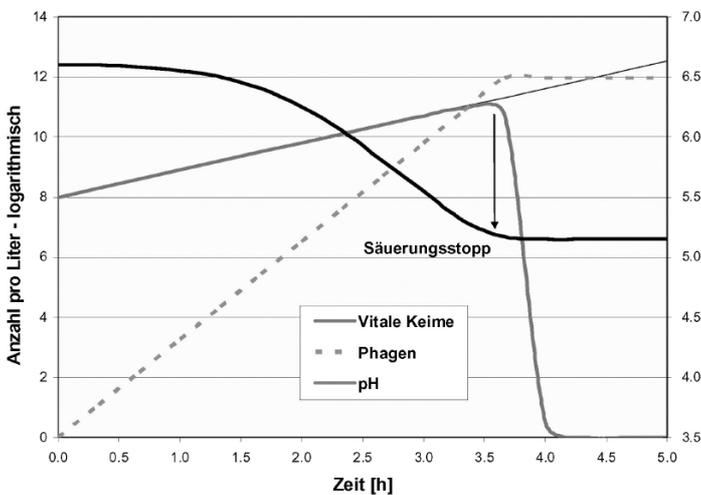


Abb. 7 Entwicklung einer Säuerungsstörung durch Phagenbefall in einer Einstamm-Starterkultur (Modellrechnung)

Annahmen

Inokulationsdichte: 100'000 KBE pro ml (10^8 Keime pro Liter)

Generationszeit der Bakterien: 20 min

Kontaminationsdichte: 1 Phage pro Liter

Replikationszeit der Phagen: 40 min

Wurfgrösse: 150 Phagen pro befallene Bakterienzelle

- Phagen vermehren sich rund 100 mal schneller als die Wirtszellen.
- Phagen sind in der Regel sehr stammspezifisch.

In Mischkulturen kommt es bei Phagenbefall meist nicht zu einem Säuerungsstopp, sondern zu einer vorübergehenden Abschwächung der Säuerung bis andere, gegen den Phagen resistente Stämme in die Lücke gesprungen sind.

7.3 Phagenpegel in der Käserei

Phagen sind in einer Käserei immer und überall präsent. Wie hoch die allgemeine Phagenbelastung ist, hängt von der betrieblichen Hygiene ab. Die für die Kulturenherstellung bedeutende Phagenbelastung der Luft schwankt im Tagesablauf.

Arbeiten, die mit besonders hohem Phagenpegel in der Luft verbunden sind

- Auspacken der Käse aus der Form
- Ausrühren und Abfüllen des Käsebruches
- Molkenentrahmung (bei Zentrifugen mit offenem Auslauf)
- Molkenausgabe (Abfüllen in Kannen)
- Reinigungsarbeiten, die mit Aerosolbildung verbunden sind (Hochdruckreiniger!)

7.4 Massnahmen zur Verhinderung von Phagenstörungen

Qualitätskontrolle bei der Kulturenherstellung

- Mehrstammkulturen statt Monokulturen
- Selektion von Stämmen, die frei von lytischen oder lysogenen Phagen sind
- Selektion von MSB-Stämmen mit geringer Phagenempfindlichkeit

In der Käserei

Vorbeugende Massnahmen:

- Fabrikationsparameter einhalten
- Strikte Hygiene bei der Kulturenbeimpfung
- Beimpfen der Betriebskulturen nicht im Fabrikationsraum
- Aerosolverfrachtung innerhalb des Gebäudes (Zugluft) vermeiden
- Keine Molken- und Schottenreste im Betrieb
- Retourschotte hochpasteurisieren (bei 72 °C werden Phagen kaum inaktiviert)
- Kein Hochdruckreiniger im Fabrikationsraum einsetzen (Aerosolbildung)

Bei Säuerungsstörungen zusätzlich überprüfen:

- Kulturenherstellung
- Milchqualität
- Reinigung und Entkeimung im Betrieb
- Kulturenrotation

Empfehlungen für die Kulturenrotation bei Phagenstörungen

Bei massiven Störungen ist die Erfolgchance grösser, wenn sämtliche Starterkulturen ausgewechselt werden.

Die ALP Starterkulturen weisen allgemein eine gute Phagenresistenz auf. Die Wahl der Kulturen soll in erster Linie betriebsspezifisch getroffen werden. **Als besonders resistent gelten die RMK 105, 124 und 302.**

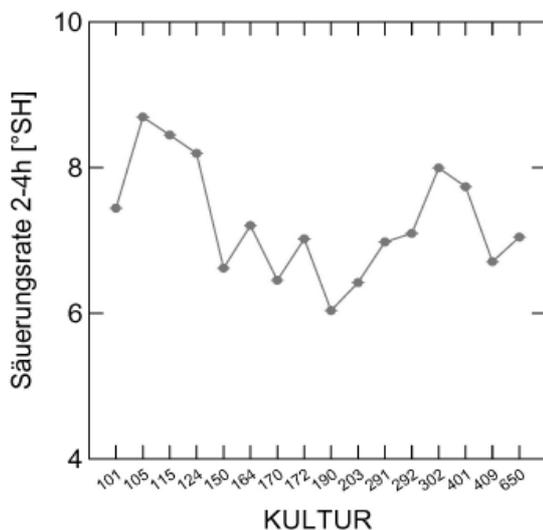
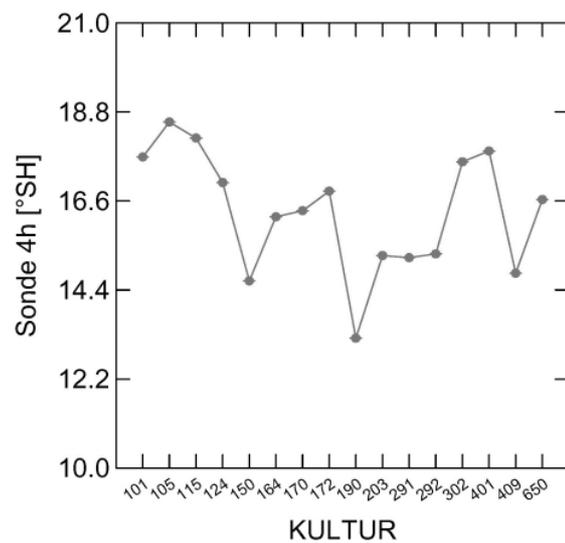
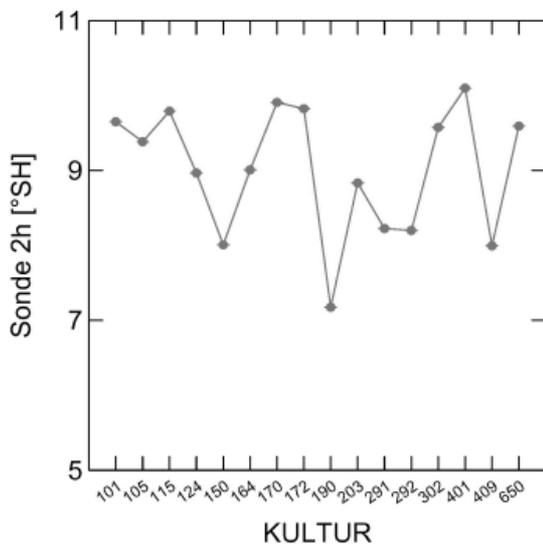
8 Ergebnisse aus der Routineprüfung von Starterkulturen (RMK, MK)

Seit 1997 werden die Starterkulturen in den Versuchskäsereien Uettligen und Moudon routinemässig, d.h. ein bis zwei Mal jährlich, unter Praxisbedingungen geprüft. Die Resultate dieser Messreihen wurden nun ausgewertet und seien im Folgenden vorgestellt.

8.1 Resultate aus der Emmentalerfabrikation (Uettligen)

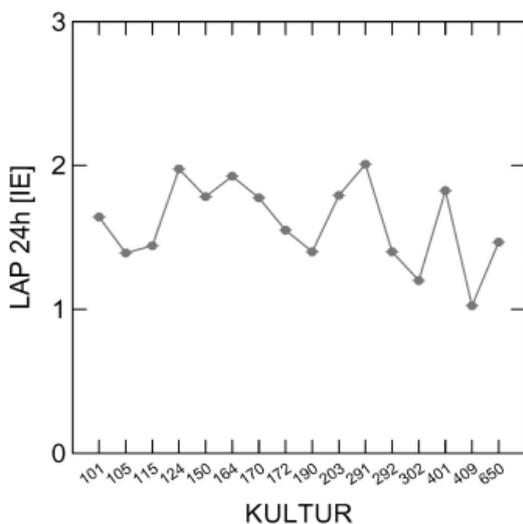
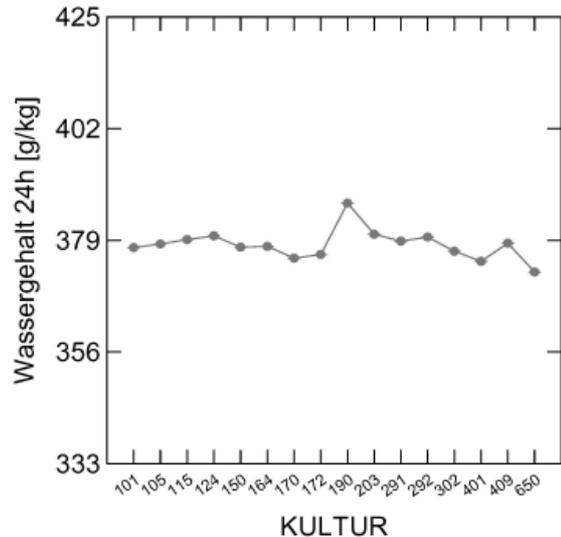
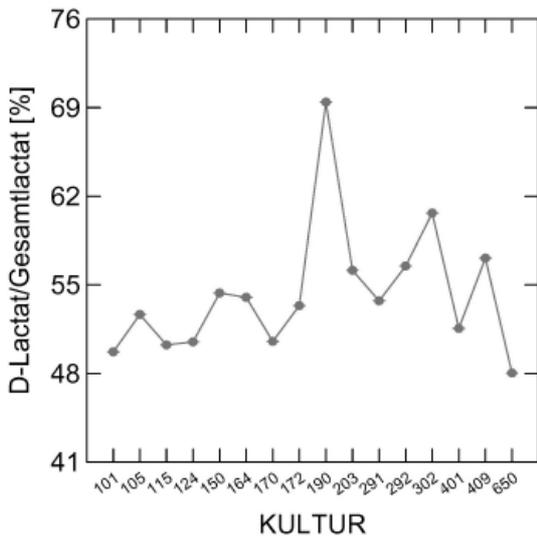
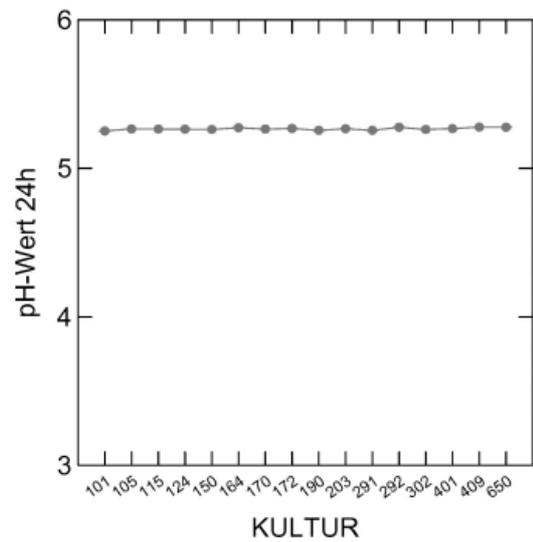
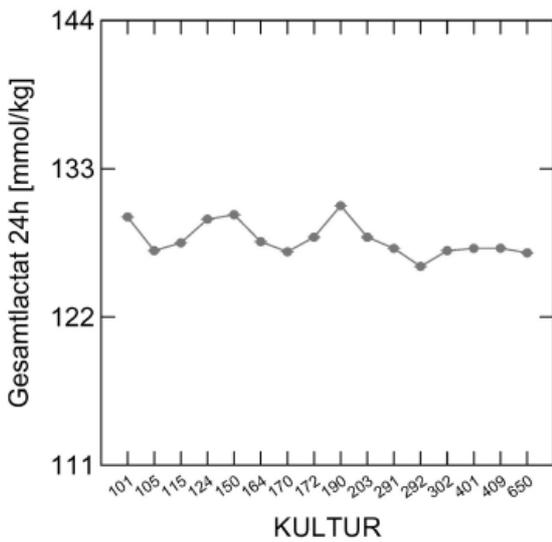
(Zusammenfassung aus 12 Versuchsreihen: April 1996-2002)

a) Säuerung



- **Starke Anfangssäuerung**
(hohe Werte nach 2h und 4h)
RMK 101, 105, 115, 170, 172, 302
MK 401, 650
- **Schwache Anfangssäuerung**
RMK 150, 190, 409
- Nach 4 h werden die Unterschiede in der Säuerungsrate kleiner

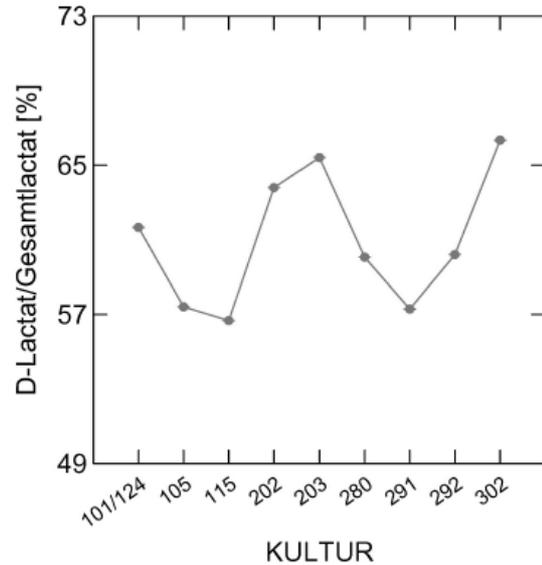
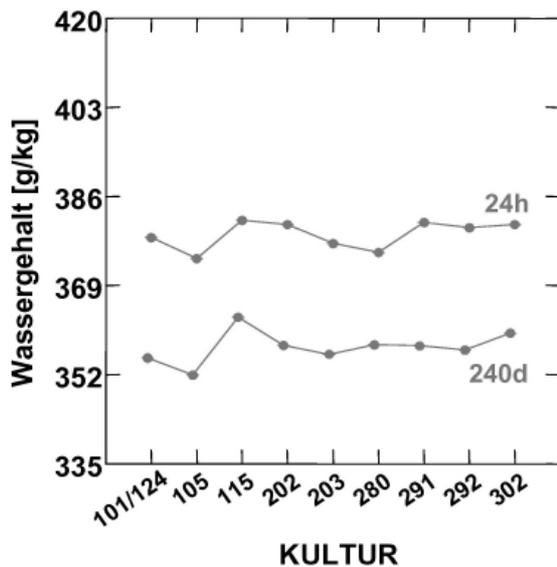
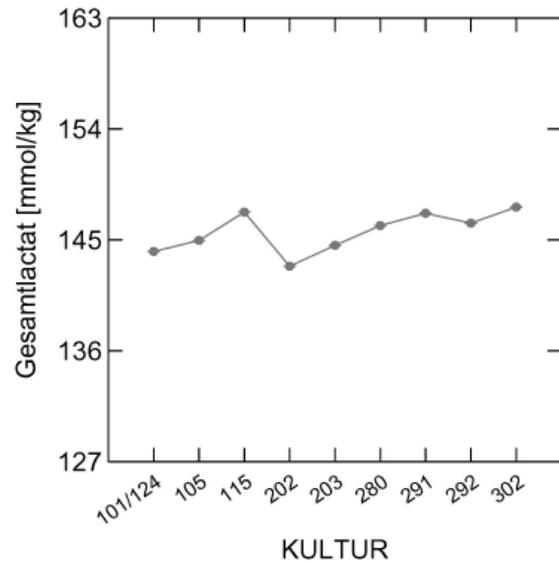
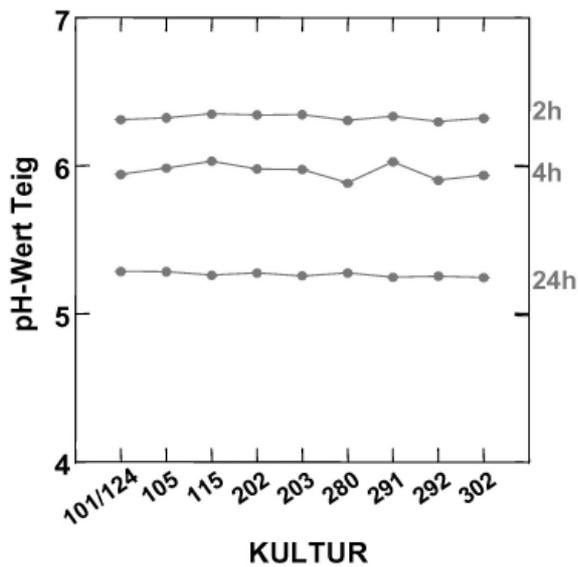
b) Säureverhältnisse, Wassergehalt und LAP-Wert im Käse nach 24 Stunden



- **Minimale Unterschiede bzgl. pH und Gesamtmilchsäure im 24 Std.-Käse**
→ Entscheidend ist die Menge Gärmaterial, nicht die Kultur
- **Signifikant höhere D-Laktatwerte mit RMK 190 und RMK 302**
→ mehr Laktobazillen
- **Signifikant höherer Wassergehalt mit RMK 190**
- **Geringe Unterschiede im LAP**

8.2 Resultate aus der Gruyèrefabrikation (Moudon)

(Zusammenfassung aus 10 Versuchsreihen: Juni 1997- Juli 2002)

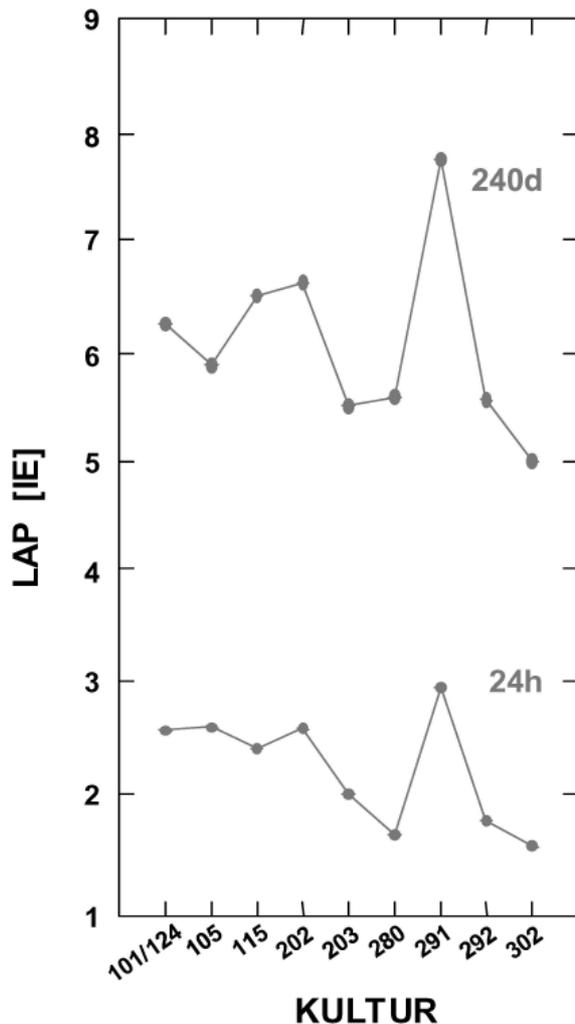


- Etwas schnellere Säuerung mit RMK 280
- Etwas langsamere Säuerung mit RMK 291
- Höhere D-Laktatwerte mit RMK 202, 203 und 302
Übereinstimmender Befund in Emmentaler-Versuchen für RMK 105, 115, 291, 302; RMK 203 zeigt beim Gruyère einen höheren D-Laktat-Anteil als im Emmentaler)

9 Eignung und Einsatz der Kulturen von ALP

Resultate aus der Gruyèrefabrikation (Moudon) (Fortsetzung)

Grundsätzlich eignen sich alle Starterkulturen für eine gute Milchsäuregärung der Käse in den ersten 24 Stunden. Je nach Zweck (Vorreifung, Aromabildung) und Temperaturverlauf während der Käseherstellung sind rein mesophile, rein thermophile MSB-Kulturen oder Gemische davon einzusetzen.



Für die Stabilisierung der Milchsäuregärung setzen heute die meisten Käsereien 2-4 Starterkulturen ein. Betriebsspezifische Beobachtungen (Säuerung, Reifegrad der Kessmilch, Griffentwicklung), die Kultursorte und die Käsequalität sind für den Käser Entscheidungshilfen, ob und welche Kultur als junge, «mittlere» oder alte Kultur eingesetzt wird. Die junge Kultur weist einen Säuregrad von 37 bis 42°SH, die alte einen Säuregrad von 48 bis max. 55°SH auf.

Die Höhe der **Schüttmenge** ist einerseits von der Milchsäuregärung abhängig und andererseits Käsesorten spezifisch, d.h....

...beim Gruyère und Halbhartkäse 1-1.5‰, beim Emmentaler und Sbrinz 1.5-2.2‰ und bei gewissen Spezialkäsen 3-8‰.

- Im reifen Käse ca. 3x höhere LAP-Werte als nach 24 Stunden
- **Höhere LAP-Werte mit RMK 291**
- **Tiefere LAP-Werte mit RMK 203, 280, 292 und 302**
- Diese Ergebnisse decken sich mit jenen aus den Emmentaler-Versuchen.

9.1 Trends beim Einsatz von ALP-Kulturen

Die am häufigsten eingesetzten Kulturen sind (jeweils in absteigender Reihenfolge):

Emmentaler

- **Starterkulturen**
RMK 150, 101, 105, 190, 115, 2020; weiter (R)MK 302, 170 124, 401, 650,164, 420, 172
- **Mesophile Streptokokkenkulturen**
Lc 17,Sc abf
- **FH-Kulturen**
MK 3008, 3012, 3010
- **PROP-Kulturen**
PROP 96, PROP 01, PROP 97 (wenig)

Gruyère

- **Starterkulturen**
RMK 291, 202, 203, AOC-G1, 280, 292
- **Schmierkulturen**
OMK 702

Appenzeller / Tilsiter / Bergkäse

- **Starterkulturen**
Joghurt Käse, MK401, RMK 105, 150, MK 650, RMK 115, 302
- **andere MSB-Kulturen**
(Hilfskulturen für verbesserte Haltbarkeit/Lochbildung)
Lc L1, MK 2020, MK 3008
- **Schmierkulturen**
OMK 704, 702, 703

Sbrinz

- **Starterkulturen**
RMK 302, 105, 202, 305, 190

Spezialitätenkäse

- **Starterkulturen**
 - für Käse mit mesophiler Temperaturführung: MK 401, 420, vereinzelt RMK 291
 - für Käse mit thermophiler/mesophiler Temperaturführung: (R)MK 291, 401, 420, 280, 150, 650, 203, Joghurt Käse
- **Schmierkulturen**
OMK 701, 702, 703, 704

Die Gründe für den vielfältigen Einsatz der ALP-Kulturen sind unter anderem eine gute Aktivität beim Züchten und im Käse, die hohe Stabilität gegenüber Phagen, eine gute Vorreifung der Kessimilch, eine optimale Steuerung der Propionsäuregärung und eine gute Aromabildung.

9.2 Spezielle Eigenschaften einiger ALP-Kulturen

Kultur	Beobachtungen
RMK 101/105	<ul style="list-style-type: none"> • L-Laktat-Anteil relativ hoch (~60%) • langsam reifende Käse • RMK 105: gute Phagenresistenz
RMK 150	<ul style="list-style-type: none"> • als <u>junge</u> Kultur: aktive Säuerung • als alte Kultur: gibt Aroma • fördert Proteolyse
RMK 190	<ul style="list-style-type: none"> • gute Lb-Kultur • fördert Proteolyse • höherer Wassergehalt im Käse • kann Ausreifbarkeit im Sbrinz verbessern
RMK 202	<ul style="list-style-type: none"> • stark in der Anfangssäuerung bei Sbrinz, phagenresistent
RMK 291	<ul style="list-style-type: none"> • gute Lb-Kultur, ideal für Gruyère und Spezialitätenkäse
RMK 302	<ul style="list-style-type: none"> • sehr stark in der Anfangssäuerung und Endsäuerung, phagenresistent
RMK 305	<ul style="list-style-type: none"> • gibt Aroma im Sbrinz • mehr Aroma im Emmentaler
RMK 401	<ul style="list-style-type: none"> • gute Vorreifungskultur für KM • bestens geeignet für Halbhartkäse (jung / alt)
RMK 420	<ul style="list-style-type: none"> • stark in der Anfangssäuerung (Alternative zu RMK 401)
MK 3008 / MK 2020	<ul style="list-style-type: none"> • hemmt Propionsäuregärung rel. stark • verbessert Ausreifbarkeit • kann Lochbildung fördern (HH-Käse)
MK 3012	<ul style="list-style-type: none"> • reduziert Propionsäuregärung mässig • verbessert Ausreifbarkeit
PROP 96	<ul style="list-style-type: none"> • gute Propionsäuregärung • keine Aspartatverwertung • gibt ausreifbare Käse • längere Heizungsdauer
PROP 01	<ul style="list-style-type: none"> • verwertet Asparaginsäure • intensivere Propionsäuregärung • Lochansatz tendenziell höher • kürzere Heizungsdauer
OMK 702	<ul style="list-style-type: none"> • unterstützt Schmierebildung • trocknet Schmiere ab
OMK 704	<ul style="list-style-type: none"> • rasche, intensive Schmierebildung • trocknet Schmiere ab • «färbt» Schmiere dunkelbraun-rötlich
Lc L1	<ul style="list-style-type: none"> • fördert Lochbildung kombiniert mit MK 3008 / 3012 (betriebsspez.)

10 Ereignisse aus dem Projekt Proteolyseprognose

Im Rahmen des Projektes «Proteolyseprognose» wurden Emmentalerproben aus der ganzen Schweiz erhoben und auf den Gehalt an wasserlöslichem Stickstoff (WLN) und freien Aminosäure (OPA-Wert) untersucht. Da die jeweils verwendeten Kulturen ebenfalls erhoben wurden, konnte der Einfluss auf die Proteolyse ermittelt werden. Wesentliche Einflüsse konnten bezüglich des OPA-Wertes festgestellt werden (Tab. 2).

Kultur	OPA-Wert nach 90d [mmol/kg]
Gesamtdurchschnitt (alle Kulturen)	163
RMK 101	179
RMK 105	171
RMK 150	188
RMK 190 + RMK 101	200
RMK 190 + RMK 150	216

Tab. 2 Einfluss der Starterkultur auf den Gehalte an freien Aminosäuren (OPA-Wert) in Emmentalerkäse nach 90 Tagen Reifung (Proben aus total 54 Betrieben).

Die Werte zeigen: Die RMK 101, 105 und 150 führen zu leicht bis deutlich überdurchschnittlicher Proteolyse. Eine besonders starke Proteolyse wird beobachtet, wenn die RMK 101 oder die RMK 150 zusammen mit der RMK 190 eingesetzt wird.

11 Versuche zur Beeinflussung des Käsearomas durch ALP-Kulturen

Die Praxis wünscht Kulturen zur Steuerung der Aromabildung in Käse. ALP hat das Anliegen aufgenommen und beabsichtigt, der Praxis aromabildende Kulturen anzubieten.

In Uettligen wurden 2 Kulturen zur verstärkten Aromabildung bei Emmentaler getestet (Tab. 3)

Varianten

2 ‰ RMK 305 alt in Abendmilch,
Lagertemperatur 16 °C
5 dl MMK 501 / Laib in Abendmilch,
Lagertemperatur 16 °C

Der Kulturenzusatz in die Abendmilch bei einer Lagertemperatur von 16 °C führte im Vergleich mit den Kontrollkäsen zu leicht grösserer Aromaintensität, ohne die Lagerfähigkeit negativ zu beeinflussen.

Tab. 3 Ergebnisse des Praxisversuchs zum Einsatz der MMK 501 als aromabildende Kultur in der Fabrikation von Emmentaler

		2% RMK 305		5 dl MMK 501 / Laib	
		Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch
Sonde	2 Std.	8.8 ± 0.5	10.8 ± 2.2	10.9 ± 0.4	9.7 ± 1.3
GMS	mmol/kg	122	122	124	120
Wasser 5 Mte.	g/kg	361 ± 0.8	362 ± 2.1	365 ± 1.6	369 ± 4.0
WLN	g/kg	9.3 ± 03	9.8 ± 03	9.7 ± 0.1	10.3 ± 0.2
NPN	g/kg	5.4 ± 0.2	6.3 ± 0.1	5.6 ± 0.2	5.9 ± 0.2
Qualitätsnote Aroma	4 = genügend 6 = sehr gut	4.9 ± 0.2	5.3 ± 0.2	4.9 ± 0.3	5.1 ± 0.3
Aroma- intensität	4 = normal 6 = sehr aromat.	3.9 ± 0.3	4.3 ± 0.4	4.4 ± 0.5	4.8 ± 0.4
Fehlaroma	0 = kein 1 = leicht	0.4 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.4 ± 0.2	0.3 ± 0.0

12 Aktuelle Projekte von ALP im Kulturen-Bereich

12.1 Mesophile Starterkulturen - MMK 501

In der Praxis werden für die Herstellung von Hartkäse fast ausschliesslich ALP-Kulturen oder betriebseigene Fettsirtenkulturen verwendet. Dies trifft auch für viele Halbhartkäse aus nicht pasteurisierter Milch zu. Bei anderen Käsesorten werden vorwiegend Kulturen von internationalen Anbietern verwendet. Im Hinblick auf die bessere Differenzierung gegenüber ausländischem Käse wären aber einheimische Kulturen durchaus willkommen. Um diesem Bedürfnis besser zu entsprechen, entwickelt ALP neue mesophile Starterkulturen. Sie sollen dereinst auch in konservierter Form für den Direkteinsatz angeboten werden können. ALP hat in diesem Jahr die MMK 501 (Mesophile Mischkultur 501) entwickelt, getestet und wird diese bald ins Kulturenangebot aufnehmen. Vorerst wird sie in gewohnt flüssiger Form angeboten werden.

Praxisversuche mit der MMK 501

Die MMK 501 wurde zur Herstellung von Raclette, Pasttilsiter und Weichkäse (schimmel- und schmie-regereifte) getestet. Als Vorreifungskultur bei der Emmentalerherstellung wurde die MMK 501 ebenfalls geprüft und führte zu aromatischeren Käsen (siehe Abschnitt 10).

Versuche mit Raclettekäse und Tilsiter

Die Kultur MMK 501 wurde in 3 Raclettekäseereien und einer Tilsiterkäseerei im Vergleich zur Standard-Kultur getestet. MMK 501 wurde zu mindestens 50% der Schüttmenge der Normalfabrikation und bei einer der pasteurisierten Tilsiter Chargen sogar zu 100% eingesetzt.


LIEBEFELD-POSIEUX



Sprosse-Lizenznehmer:
ALP, CH-3003 Bern
Bio-Zertifizierung: SCES 006

MMK 501

Produktspezifikationen

Mesophile Milchsäurebakterienkultur (Starterkultur)

Beschreibung	Mesophile Starterkultur mit homo- und heterofermentativen Milchsäurebakterien für die Herstellung von Halbhartkäse und Weichkäse. Die Kultur wird produziert nach den Richtlinien der BIO SUISSE.
Zusammensetzung	Gemisch von insgesamt 5 Stämmen verschiedener Subspezies von <i>Lactococcus lactis</i> Medium: Biomagermilch, 0.03% Antischaummittel
Einsatzgebiet	Raclettekäse und andere Halbhartkäse sowie Weichkäse.
Eigenschaften	Die Kultur baut Milchzucker zu Milchsäure. Die heterofermentativen Stämme bilden zusätzlich CO ₂ und Aromastoffe wie Diacetyl. Die optimale Wachstumstemperatur liegt bei 25 - 30°C
Herstellung der Betriebskultur	Medium: - Sterile oder hochpasteurisierte Voll- oder Magermilch (Hochpasteurisation bei 90 - 95°C während 15 - 30 Minuten) Fermentation: - Impfmenge: 0.5 - 1 % - Impf- und Bebrütungstemperatur: 25 - 30 °C - Bebrütungsdauer: 15 - 20 Stunden - Säuregrad der Betriebskultur: 40 - 45° SH
Säuerungsfähigkeit	30 °Th (12 °SH) bei 30°C / 5 h (Blindwert - unbeimpfte Milch - nicht abgezogen) <small>[Medium: sterile (1 bar, 45 min) rekonstituierte Pulvermagermilch, Impfmenge: 1‰, Bebrütungstemperatur: 38°C/30°C (± 0.2°C), Bebrütungszeit 5 Stunden]</small>
Simulation der Betriebskultur	85 - 100 °Th (34 - 40 °SH) bei 30°C / 18 h (Blindwert - unbeimpfte Milch - nicht abgezogen) <small>[Medium: sterile (1 bar, 45 min) rekonstituierte Pulvermagermilch, Impfmenge: 1‰, Bebrütungstemperatur: 38°C/30°C (± 0.2°C), Bebrütungszeit 18 Stunden]</small>
Anwendung	Bebrütungsbedingungen und Schüttmenge müssen im Betrieb unter Praxisbedingungen zu optimieren. Je nach Käsesorte wird eine Schüttmenge von 0.5 bis 1 Promille gewählt.
Angebotsform	Flüssigkultur in braunem PET-Fläschli mit Pipette (ca. 80 ml Inhalt)
Lagerung, Haltbarkeit	Die Versandkultur nach Erhalt sofort auspacken und vor Licht geschützt bei 3 bis 7°C lagern. Unter diesen Bedingungen bleibt die normale Vermehrungsfähigkeit der Kultur bis zum angegebenen Haltbarkeitsdatum (ca. eine Woche ab Produktion) erhalten.
Beratung	Fachliche Unterstützung bezüglich Kulturenwahl und -einsatz bieten die Käseerei-beratung von ALP und MIBD.

Eidgenössische Forschungsanstalt
für Nutztiere und Milchwirtschaft (ALP)
Schwarzenburgstrasse 161
CH-3003 Bern
www.alp.admin.ch e-Mail: info@alp.admin.ch
Tel. 031 323 82 68 Fax 031 323 82 27


Seite 1/2
MMK501_Spezifikationen.doc/V 07-2004

Zusammenfassung der Ergebnisse

- Der Versuch bestätigt die Erfahrung aus den Modellkäseversuchen: mit MMK 501 konnten Raclette Käse und Tilsiter von guter Qualität hergestellt werden.
- Die Kultur MMK 501 zeigte ein mit der Kontrolle vergleichbares Säuerungsverhalten. Teilweise konnte eine etwas schnellere Säuerung in den ersten paar Stunden verzeichnet werden. Dies kann über technologische Anpassungen korrigiert werden.
- Die Raclette Käse mit MMK 501 haben einen höheren viskosen und elastischen Anteil in der rheometrischen Untersuchung. Die Unterschiede konnten jedoch in der sensorischen Beurteilung nicht bestätigt werden. Auch im Gesamteindruck waren die Käse mit resp. ohne MMK 501 vergleichbar (Abb. 8).

Die Resultate lassen erkennen, dass ...

- a) der Betriebseinfluss wesentlich höher ist als jener der Kultur
- b) die MMK 501 eine gleichwertige Alternative zu anderen in der Herstellung von Halbhartkäse eingesetzten Kulturen darstellt.

Versuche mit Weichkäse

Die MMK 501 sollte sich auch für Herstellung von Weichkäse eignen. Entsprechende Versuche werden zurzeit durchgeführt. Aufgrund der unterschiedlichen Oberflächenreifung wurden Reblochon und zwei schimmeligereifte Käse gewählt. Die Versuchskäse werden ausschliesslich mit MMK 501 hergestellt.

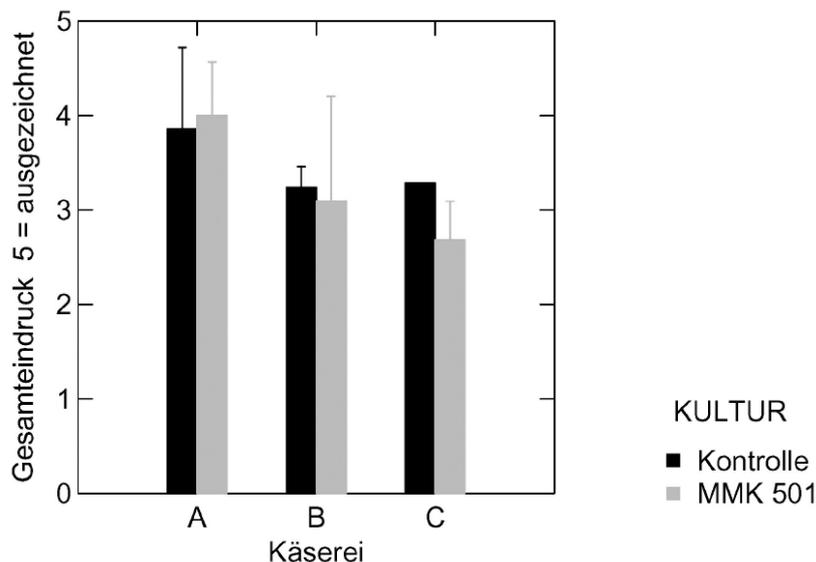


Abb. 8 Einsatz der MMK 501 in der Versuchsfabrikation von Raclettekäse: Sensorische Beurteilung der Versuchskäse (Gesamteindruck)



12.2 AOC-Kulturen

AOC steht für traditionelle, in der angestammten Herstellungsregion verwurzelte Produkte. In einer Zeit globalisierter Märkte mit zunehmend industrieller Produktion beginnt eine wachsende Zahl von Konsumenten originäre Produkte mit unverwechselbarem Charakter und traditioneller Herstellungsweise wieder zu entdecken. Vielen Produkten gelang es, ihren Marktanteil unter dem AOC-Label zu steigern. AOC wird darum in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen.

Die bei der Käseherstellung eingesetzten Kulturen und deren Herstellungs- und Einsatzweise prägen den Charakter eines Käses in entscheidender Weise. AOC-Käse, hergestellt mit Hilfe gefriergetrockneter, aus fernen Ländern importierter und weltweit verkaufter Kulturen passen schlecht zur AOC-Philosophie.

Mit der exklusiv für die Herstellung von Gruyère AOC angebotenen Kultur AOC-G1 hat ALP eine erste AOC-Kultur eingeführt. Weitere AOC-Kulturen sind derzeit in Entwicklung. Auch der Entwurf zum Pflichtenheft für Emmentaler AOC sieht die Verwendung von Kulturen regionalen Ursprungs vor.

Die reiche Sammlung von Kulturen und Mikroorganismen, die teilweise vor Jahrzehnten aus Schweizer Käsereien und Käsesorten isoliert wurden und in den Tiefkühlagern von ALP lagern, stellen eine reiche Fundgrube für die Entwicklung neuer Kulturen dar.

Kulturen als Mittel zur Überprüfung der Authentizität geschützter Käsesorten

Traditionelle, aus der Herstellungsregion stammende Kulturen, bieten neben ihrem Beitrag zum unverwechselbaren Charakter eines Käses noch weitere Vorteile: Sie erlauben aufgrund ihres genetischen «Fingerabdruckes» die eindeutige Identifizierung eines Käses und dessen Unterscheidung von Imitaten. Parallel zur Entwicklung von AOC-Kulturen arbeitet ALP darum an molekularbiologischen Methoden für die Authentizitätsprüfung. Im Falle einer zweifelhaften Emmentalerprobe aus den USA konnte bereits eine erfolgreiche Abklärung durchgeführt werden:

Es war tatsächlich ein Schweizer Emmentaler!