

Juni 1999 / 373 P/W

Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld  
CH-3003 Bern

# **Viren in Milch und Milchprodukten – Versuch einer Risikobeurteilung**

U. Spahr

# Viren in Milch und Milchprodukten - Versuch einer Risikobeurteilung

Urs SPAHR, Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft Liebefeld (FAM), CH-3003 Bern  
Auskünfte: Urs Spahr, e-mail: urs.spahr@fam.admin.ch, Fax +41 (0)31 323 82 27, Tel +41 (0)31 323 84 18

**Für rund 20 verschiedene Viren ist eine Übertragung auf den Menschen über Milch oder Milchprodukte vorstellbar. Es sind einerseits milchoriginäre Viren und andererseits Viren, die mit Wasser in die Milch oder Milchprodukte gelangen könnten. Aufgrund der Datenlage ist es zurzeit lediglich möglich, das Risiko einer Kontamination von Milch und Milchprodukten durch Viren qualitativ abzuschätzen. Über eine mögliche Gefährdung von Konsumentinnen und Konsumenten durch diese Viren gibt es im Moment keine Anhaltspunkte.**

Viren werden zunehmend als wichtige Ursache von lebensmittelbedingten Erkrankungen erkannt. Die bekanntesten lebensmittelbedingten Viruserkrankungen sind die infektiöse Hepatitis durch das Hepatitis A-Virus und die akute virale Gastroenteritis, die durch enteropathogene Viren wie das Norwalk-, Rota-, Adenoviren und das Hepatitis E-Virus verursacht werden. Gemäss den Bulletins des Bundesamtes für Gesundheit liegen Rotaviren in der Reihenfolge der gemeldeten Infektionserreger nach den Salmonellen auf Platz 3. Hepatitis A- und Enteroviren folgen auf Rang 5 und 6. Viren dürften aber weit häufiger die Ursache von Gastroenteriserkrankungen sein, als es die Statistik ausweist. Da die Symptome meist mild verlaufen, suchen die Patientinnen und Patienten nur selten ärztliche Hilfe auf. Zudem werden virale Gastroenteriden selten durch eine Labordiagnose bestätigt und es besteht auch keine Meldepflicht für diese Erkrankungen.

Erkrankungen von Menschen durch Viren in Milch und Milchprodukten wurden in den letzten Jahrzehnten nur vereinzelt beschrieben, so für Polio-, Hepatitis A-, Norwalk- und Zeckenzephalitisviren. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, aufgrund aller verfügbaren Daten aus der Literatur das Kontaminationsrisiko für Rohmilch und Milchprodukte durch Viren zu beurteilen, die die menschliche Gesundheit in irgendeiner Weise beeinträchtigen könnten.

## Viren mit human-pathogenem Potenzial

In der Tabelle 1 sind die Viren aufgelistet, die nach dem heutigen Wissensstand den

Menschen via Milch oder Milchprodukte gefährden können. Sie können in zwei Gruppen unterteilt werden. Die Gruppe der Primärkontaminanten enthält Viren, die direkt oder indirekt (Insektenstiche) von Tier zu Tier übertragen und im Verlauf der Erkrankung mit der Milch ausgeschieden werden. Die Gruppe der Sekundärkontaminanten enthält menschliche enteropathogene Viren, die via Trinkwasser prozessbedingt oder technisch (un)vermeidbar in Milchprodukte gelangen oder die infolge einer Kontamination durch Virusausscheider in der Verarbeitung via Milchprodukte auf Menschen übertragen werden können.

## Was sind Viren?

Viren sind Kleinstlebewesen in der Grössenordnung von 0,025-0,3  $\mu\text{m}$  (siehe Abb.1). Es sind genetische Minimalisten, die bloss über die Information zur Replikation der eigenen Nukleinsäuresequenz (RNA oder DNA) und den Aufbau der Virusstrukturproteine verfügen. Als obligate Parasiten verfügen sie über keinen eigenständigen Stoffwechsel, sie können sich ausserhalb ihrer Wirtszellen nicht vermehren.

Viren sind in der Natur weit verbreitet bei Tieren, Pflanzen und in Wasser. Viren können beim Menschen verschiedenste Krankheiten auslösen. Sie sind zum Beispiel die Erreger von Grippe- und Erkältungskrankheiten, von Kinderkrankheiten wie Masern und Röteln. Sie sind ebenfalls verantwortlich für die Bildung von Warzen und lästigen Hautbläschen bis hin zu gewissen Krebsformen. Eine Reihe von Viren, die enteropathogenen Viren oder Enteritisviren, verursachen Gastroenteritis (Magen-Darm-Entzündungen).

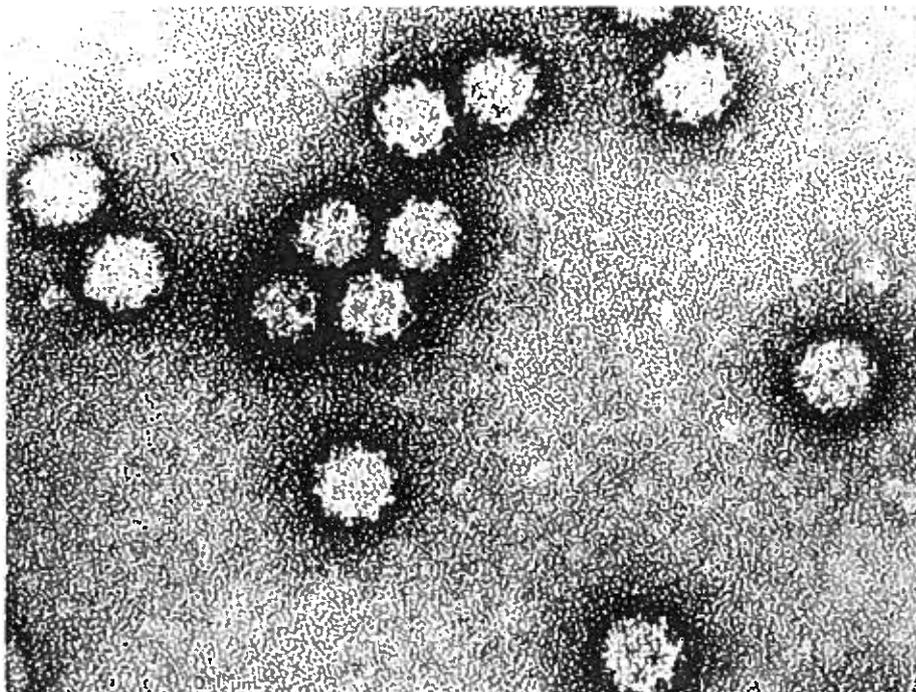


Abb. 1. Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Calicivirus. Die Grösse der Partikel beträgt etwa 0,035  $\mu\text{m}$  (Bild: USDA, APHIS).

**Tab. 1. Kontaminationsrisiko von Rohmilch und Milchprodukten durch Viren**

Gefahr (hazard)	Vorkommen in CH			Risiko Rohmilch	Resistenz pH/Temperatur Chlor	Tenazität des Virus	Kritische Milchprodukte	Risiko Milchprodukte
	Natürl. Wirt	Mensch (1997)	Trinkwasser					
<b>Primärkontaminanten</b>								
Central European encephalitis virus (CEEV)	ja	ja (123)	?	ja	Pasteurisation kritisch	2 Monate in Butter, Rahm	Rahm, Butter Joghurt, Quark aus Rohmilch	ja
Russian spring summer encephalitis virus (RSSEV)	nein	nein	?	nein				nein
Louping-ill virus	nein	nein	nein	nein	?	?	?	nein
Powassan virus	nein	nein	nein	nein	?	?	?	nein
Virus der vesikulären Stomatitis	nein	nein	nein	nein	Pasteurisation sicher	einige Tage	Alle unpast. mit Konsum <1 Woche nach Fabr.	nein
Tollwutvirus	ja	ja (21)+	nein	nein	säurelabil	extrem kurz	keine	nein
Rifttalfebbervirus	nein	nein	nein	nein	UHT empfohlen	mehrere Monate	Alle ausser UHT-Milch	nein
<b>Sekundärkontaminanten</b>								
Polio-Virus	nein	nein	?	nein	säurestabil; >50°C tötet ab	einige Wochen bei 5°C	Produkte mit Wasserzusatz	nein
Hepatitis-A-Virus	ja*	ja (276)	nein	nein	säurestabil; überlebt Past.	einige Wochen bei 5°C	Alle ausser UHT-Milch	nein
Rotavirus	ja*	ja (1067)	ja	ja	?, chlorresistent	einige Tage	Produkte mit Wasserzusatz	ja
Norwalk -/Norwalk-like virus	ja*	?	?	ja	säurestabil; chlorresistent	3 Tage auf Oberflächen	Produkte mit Wasserzusatz	ja
Coxsackievirus	ja*		?	ja	überlebt Past.	sehr lang	Produkte mit Wasserzusatz	ja
Echovirus	ja*		?	ja	überlebt Past.	sehr lang	Produkte mit Wasserzusatz	ja
Numm. Enteroviren 68-71	ja*	ja (175)	ja	ja	überlebt Past.	sehr lang	Produkte mit Wasserzusatz	ja
Calicivirus	ja*	Entero-viren	ja	ja	?	Jahre	Produkte mit Wasserzusatz	ja
Parvovirus	ja*		?	ja	?	?	Produkte mit Wasserzusatz	ja
Astrovirus	ja*		?	ja	säurestabil; >50°C tötet ab	?	Produkte mit Wasserzusatz	ja
Humanes Adenovirus	ja*	ja (471)	?	nein	?	?	Produkte mit Wasserzusatz	ja
Hepatitis-E-Virus	ja*	?	?	nein	?, Chlor wirksam	?	Produkte mit Wasserzusatz	ja

\*Personen, die nach einem Kontakt mit einem möglicherweise an Tollwut erkrankten Tier prophylaktisch behandelt wurden. \*natürlicher Wirt ist der Mensch. ? keine Angaben verfügbar/kann nicht eindeutig beantwortet werden

**Vorkommen in CH:** Kommt ein Virus in der CH mit Sicherheit nicht vor, so darf das Risiko als „0“ angesehen werden. Dazu wurden drei Fragen abgeklärt: 1. Vorkommen des Virus in seinem natürlichen Wirt in der Schweiz; 2. Anzahl der gemeldeten Krankheitsfälle beim Menschen 1997 in ( ) gemäss BAG-Statistik; 3. Untersuchungen an Grund- und Trinkwasser in der Schweiz. **Resistenz pH/Temperatur/Chlor:** Resistenz der Viren bei Temperatur- und pH-Werten, die für die Milchverarbeitung typisch sind. **Wirksamkeit der Trinkwasserchlorierung.** **Tenazität des Virus:** Überlebensfähigkeit des Virus ausserhalb des Wirts. **Kritische Milchprodukte:** Milchprodukte, in denen Viren den Verarbeitungsprozess überleben oder während der Verarbeitung durch Wasserzusatz in das Produkt gelangen können. In den Spalten **Risiko Rohmilch** und **Risiko Milchprodukte** bedeuten: Ja = eine Kontamination ist möglich, Nein = eine Kontamination ist unwahrscheinlich.

## Virusquellen für Milch und Milchprodukte

Die Abbildung 2 zeigt die möglichen Quellen, aus denen Viren in die Milch oder in Milchprodukte gelangen können. Eine primäre Quelle ist das Nutztier, von dem die Milch gewonnen wird. Viren können dabei von infizierten Tieren direkt mit

der Milch ausgeschieden werden oder gelangen aus Hautbläschen und Aphthen<sup>1</sup> oder aus dem Kot in die Milch. Auch aus der Umgebung des Nutztiers können Viren in die Milch gelangen, zum Beispiel mit Staub von Silage und Futter. Grasfut-

<sup>1</sup>Aphthen: Ausschlag der Lippen und Mundschleimhaut in Form von linsenkorngrossen, rot umrandeten Geschwüren mit gelblichem Belag.

ter kann durch die Düngung mit Gülle und Klärschlamm mit Viren kontaminiert sein.

Angestellte in der Produktion (Hof, Molkerei, Käserei) und im Vertrieb (Verpackung, Verkauf) stellen eine weitere Quelle dar. Sie können die Produkte bei ungenügender Hygiene über Hände und Gerätschaften kontaminieren.

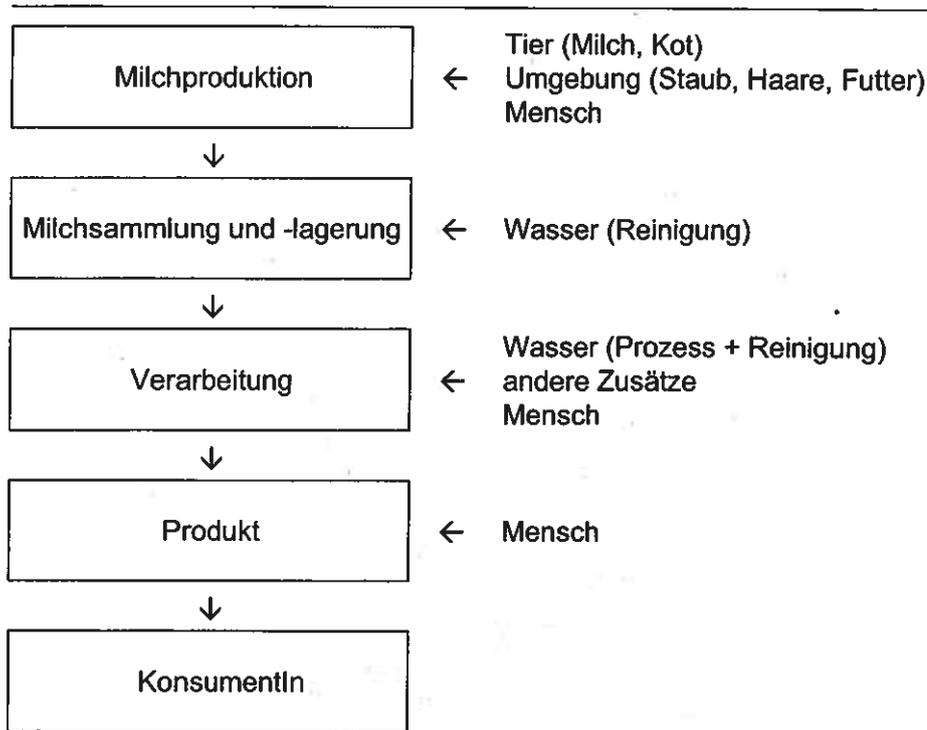


Abb. 2. Kontamination von Milch und Milchprodukten mit Viren.

Rückstände von Reinigungs- und Spülwasser in Milchgeschirr, Kannen, Tankwagen, Lagertanks und Produktionsanlagen können auf allen Stufen von der Milchproduktion bis zur Verarbeitung unter Umständen einige Prozent der Milchmenge ausmachen und so für einen gewissen Viruseintrag verantwortlich sein.

Eine Viruskontamination während der Verarbeitung von Milchprodukten durch Zusatzstoffe tierischer Herkunft ist zwar vorstellbar, aber vernachlässigbar. Tierische Gelatine zum Beispiel wird verschiedenen Milchprodukten als Bindemittel zugesetzt und kann auch in Fruchtgrundstoffen enthalten sein. Die Herstellungsverfahren von tierischer Gelatine sind aber mit Sicherheit viruzid. Labextrakt aus Kälbermagen birgt theoretisch ein gewisses Risiko für die Übertragung von tierischen Viren, die sich im Labmagen vermehren können. Das Herstellungsverfahren beinhaltet Schritte wie Trocknung und pH-Wert-Einstellung auf 5,4 bis 6,0, die nicht viruzid wirken. Die mikrobiologisch oder biotechnologisch hergestellten milchkoagulierenden Enzyme sind bezüglich Viruskontamination unbedenklich.

### Der Wasserzusatz ist ein kritischer Punkt

Bei einer Reihe von Milchprodukten wird beim Herstellungsverfahren Wasser in irgendeiner Form zugesetzt. Trinkwasser kann mit Viren kontaminiert sein, wobei

die Kontamination durch eine Verunreinigung mit Abwasser oder durch Gülle erfolgen kann. In neueren Untersuchungen konnten verschiedene enteropathogene Viren in Proben von Grund- und Brunnenwasser, gereinigtem Abwasser sowie in Seen und Flüssen nachgewiesen werden. Bei nicht aufbereitetem Trinkwasser wie zum Beispiel direkt genutztes Quell- und Grundwasser ist bei Produkten mit einem hohen Wasserzusatz von einem Risiko für eine Kontamination von Milchprodukten auszugehen. Aber auch aufbereitetes Trinkwasser birgt ein gewisses Risiko, da nicht alle Viren durch die übliche Behandlung (Chlor, Ozon, UV-Strahlung) inaktiviert werden. Bei Rota- und Norwalkviren

zum Beispiel ist die Chlorierung nicht wirksam. In der Tabelle 2 werden die Risiken einer Viruskontamination durch Wasser beschrieben.

### Einfluss technologischer Faktoren

Während der Verarbeitung der Milch zu Milchprodukten sind allenfalls vorhandene Viren verschiedenen Prozessfaktoren ausgesetzt, die ihr Überleben beeinflussen.

**pH-Wert:** Viren sind unterschiedlich resistent gegenüber pH-Werten, die vom physiologischen Bereich abweichen. Die meisten Viren werden bei pH-Werten von 5 bis 6 inaktiviert. Rota- und viele Picornaviren überleben selbst die sauren Bedingungen des Magens.

**Temperatur:** Die meisten Viren werden durch Temperaturen von über 60 bis 70°C inaktiviert. Die üblicherweise angewendeten Temperatur-Zeit-Kombinationen für die Pasteurisation sind ausreichend, um die meisten milchoriginären Viren zu inaktivieren. Bei den Viren, die aus der Umgebung oder über den Menschen in die Milch gelangen können, überleben allerdings das Hepatitis A-, das Norwalk-Virus sowie einige Enteroviren. UHT-Verfahren töten Viren mit Sicherheit ab. Die Temperaturen, die bei der Fabrikation von Hart- und Halbhartkäsen aus Rohmilch eingesetzt werden, sind nicht viruzid.

**Organische Säuren:** Im Käse werden organische Säuren wie Milch-, Essig- Zitronen- und Propionsäure als Zwischen- oder Endprodukte des Gärungsstoffwechsels gebildet. Vor allem die Milchsäure wirkt bakteriostatisch bis bakterizid und trägt so zur Haltbarkeit von Käse bei. Ihre Konzentration beträgt im reifen Käse ca. 0,5

Tab. 2. Risiko einer Viruskontamination durch die Wasserzugabe

Produkt	Wasserzusatz	Risiko
UHT-Milch	Beim direkten Verfahren wird die Milch mit 150°C heissem Dampf erhitzt. Solches Wasser ist durch seine Temperatur virusfrei. Beim indirekten Verfahren erfolgt der Wärmeaustausch mit Platten in einer Anordnung und Druckführung, dass kein Wasser in die Milch eindringen kann.	nein
Proteinpulver	Bei Spezialpulvern wie z.B. laktosearme Molkenpulver wird zur Gehalteeinstellung Wasser zugesetzt. Darin allenfalls enthaltene Viren werden durch die Temperaturführung (150-260°C) bei der Verpulverung zerstört.	nein
Käse	Lab und Säuerungskulturen werden in wenigen Litern Wasser verdünnt der Kessmilch beigegeben. Zur Steuerung der Milchsäuregärung werden während des KäSENS je nach Käsesorte 5 bis 40 % Wasser der ursprünglichen Kessmilch zugesetzt. Dazu darf nur Wasser in einwandfreier Trinkwasserqualität verwendet werden. Bei Pastmilchkäsen wird dieses Wasser zudem vor der Zugabe pasteurisiert.	extrem klein
Butter	Etwa 10 % der Butter werden im Fertigungsverfahren mit zweimaligem Waschen hergestellt. Dazu darf nur Wasser in einwandfreier Trinkwasserqualität verwendet werden.	nein

bis 1,5 %. Über die Wirkung dieser Säuren auf Viren sind in der Literatur keine Angaben verfügbar.

**Ultrafiltration:** Bei der Ultrafiltration werden Porengrößen von 0,001 bis 0,1 µm eingesetzt, womit Viren zum Teil im Retentat zurückgehalten werden.

**Reinigung und Desinfektion:** Hitze ist die am häufigsten angewandte und wirksamste Methode, um Viren in Lebensmitteln zu inaktivieren. Die viruzide Wirkung von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln ist je nach Virus ganz unterschiedlich.

## Risikobeurteilung der Kontamination

Das Kontaminationsrisiko für Rohmilch und Milchprodukte durch Viren kann lediglich qualitativ beurteilt werden (Tab. 1). Die vielen Fragezeichen in der Tabelle weisen auf fehlende Angaben hin. Es ist deshalb äusserst schwierig, die Risiken auch nur einigermaßen quantitativ zu schätzen.

Weitere wichtige Fakten für eine quantitative Risikobeurteilung sind völlig unbekannt und in der Tabelle 1 gar nicht erfasst: die Kontaminationshäufigkeit und der Kontaminationsgrad. Solche Aussagen könnten erst gemacht werden, wenn entsprechende Untersuchungen zu einzelnen Produkten gemacht würden.

**Rohmilch:** Für fast alle milchoriginären Viren (Primärkontaminanten) kann von einem Null-Risiko ausgegangen werden, da diese Krankheiten beziehungsweise Viren in der Schweiz nicht bekannt sind. Dies bietet aber nur eine relative Sicherheit, denn sobald eines dieser Viren auftritt, muss die Situation neu beurteilt werden. Für das Virus der Zeckenenzephalitis (CEEV) besteht in endemischen Gebieten ein hypothetisches Risiko, das aber durch die Biologie des Virus stark relativiert wird. Ein Risiko besteht für verschiedene Sekundärkontaminanten, die durch die technische Wässerung in die Rohmilch gelangen könnten.

**Milchprodukte:** Bei den Primärkontaminanten besteht lediglich ein hypothetisches Risiko für das Virus der Zeckenenzephalitis (CEEV) in endemischen Gebieten, wenn Produkte aus Rohmilch oder unpasteurisiertem Rahm hergestellt werden. Bei den Sekundärkontaminanten besteht für Produkte mit einem hohen Wasserzusatz ein gewisses Risiko für enteropathogene Viren. Dies könnte der Fall sein für Weich- und Halbhartkäse, denen unbe-

handeltes Wasser zugesetzt wird, deren Brenntemperatur keine viruzide Wirkung erreicht, oder die nach einer kurzen Reifungszeit von wenigen Wochen konsumiert werden. Bei den Hartkäsen aus Rohmilch dürften die hohen Brenntemperaturen und die längere Reifungszeit die meisten Viren zumindest in ihrer Anzahl reduzieren.

## Kein Gesundheitsrisiko

Die vorliegende Risikobeurteilung kann nur eine Aussage darüber machen, ob Konsumentinnen und Konsumenten in einem gegebenen Milchprodukt mit Viren konfrontiert werden könnten oder nicht. Wie ernst die konkrete Gefährdung einer Infektion durch diese Viren ist, kann daraus aber nicht abgeleitet werden. Dazu müssten weitere Informationen mitberücksichtigt werden, die zum Teil aber nicht vorhanden sind: Die Anzahl infektiöser Viruspartikel pro Gramm Lebensmittel und die infektiöse Dosis beim Menschen.

Es gibt aber gute Gründe dafür, dass die Gefährdung von Konsumentinnen und Konsumenten durch die hier diskutierten Viren in Milch und Milchprodukten als äusserst klein eingestuft werden darf:

1. Viren können sich in Lebensmitteln nicht vermehren;
2. Die diskutierten Viren können als harmlos eingestuft werden: sie verursachen meist nur milde, selbstheilende Formen von Gastroenteritis;
3. Trinkwasser ist vermutlich selten derart stark kontaminiert, dass Viren in Milchprodukten mit Wasserzusatz eine Anzahl im Bereich der infektiösen Dosis erreichen können;
4. Der allgemeine Hygienestandard von Anlagen und Personal in schweizerischen Käsereien und Molkereien verhindert in der Regel die Sekundärkontamination von Lebensmitteln.

## LITERATUR

Das vollständige Literaturverzeichnis ist beim Autor erhältlich.

## DANK

Der Autor dankt Christian Griot und Peter Mani vom Institut für Viruskrankheiten und Immunprophylaxe in Mittelhäusern für die kritische Durchsicht des Manuskripts und ihre wertvollen Anregungen.

## RÉSUMÉ

### Les virus dans le lait et les produits laitiers: un risque pour la santé?

Environ 20 sortes de virus peuvent se transmettre à l'homme par le lait ou les produits laitiers. Il s'agit d'une part de virus d'origine lactique et d'autre part de virus entéropathogènes humains qui peuvent parvenir dans le lait ou les produits laitiers au travers de l'eau contaminée. En raison du manque de connaissances, il est très difficile d'évaluer le risque qu'encourent les consommateurs. Il semblerait cependant que celui-ci soit extrêmement petit. Ces virus sont la plupart du temps inoffensifs pour l'homme et présents en petite quantité. En outre, le fait qu'ils ne peuvent se reproduire dans les aliments permet de qualifier le lait et les produits laitiers de très sûrs.

## SUMMARY

### Viruses in milk and milk products - A hazard for human health?

There are approximately 20 viruses which might be transmitted to humans by contaminated milk or milk products. Among them are milk borne viruses and enteric viruses which could contaminate milk products through process water during manufacture. Because of the lack of relevant data it is very difficult to assess the risk for consumers health. But the fact that the viruses in question are most likely only present in low numbers and that they are not able to multiply in foods lead to the conclusion that milk and milk products are very safe.

**KEY WORDS:** virus, risk assessment, milk, dairy products