



# *Quarks Script*

Script zur WDR-Sendereihe „Quarks & Co“

**WDR** FERNSEHEN

**Mindestens  
haltbar bis...**

# Inhalt

1. „Lebendige“ Lebensmittel	4
2. Guter Schimmel, schlechter Schimmel	8
3. Kampf den Salmonellen	10
4. Schiffszwieback & Co – Der Speiseplan der alten Seefahrer	14
5. Hundert Jahre Konservierung	17
6. Haltbarmachen – die Methoden heute	20
7. Lesetipps	26
8. Index	27



Impressum:  
Text: Angela Bode, Tina Afting,  
Jan Krüger, Mike Schäfer, Tanja Winkler  
Redaktion: Thomas Hallet  
Copyright: WDR 1999

Internet: Weitere Informationen erhalten  
Sie unter <http://www.quarks.de>

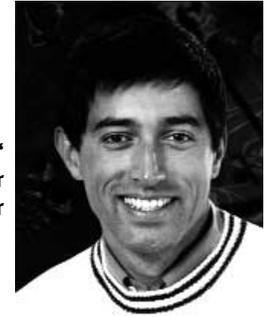
Gestaltung:  
Designbureau Kremer & Mahler, Köln

Bildnachweis:  
S. 6 u. Aribert Jung; S. 8 Manfred  
Kage; S. 11 u. Fresenius Institut;  
S. 18 Key; alle anderen WDR

Illustrationen und Grafiken:  
Designbureau Kremer & Mahler,  
Vera Vinitski

Diese Broschüre wurde auf  
100 % chlorfrei gebleichtem  
Papier gedruckt.

„Hauptsache, es schmeckt.“  
„Quarks“-Moderator  
Ranga Yogeshwar



## Liebe Zuschauerinnen und Zuschauer!

Als wir die Sendung „Quarks & Co: Mindestens haltbar bis ...“ produzierten, machten wir einen beeindruckenden Versuch. Wir verfolgten mit Zeitraffer-Kameras, was sich auf einem Frühstückstisch tut, wenn man ihn vier Wochen sich selbst überlässt. Die entsprechenden Filmszenen sind ein beeindruckender Beleg für die Allgegenwart von Pilzen und Bakterien. Es ist ein Futterneid der besonderen Art, denn was den Mikroben (noch) schmeckt, wird für uns Menschen oft gefährlich ungenießbar. Die hohe Kunst der Konservierung besteht daher in einer geschmackvollen Verteidigungsstrategie unseres Futters. Die entsprechenden Konservierungsmethoden reichen von Zucker, Salz, Stickstoff und Kälte bis hin zu modernen Verfahren der Druckkonservierung, die uns Kunden ein reiches Aroma versprechen. In diesem Skript gehen wir auf einige dieser Verfahren genauer ein und erklären ihre Wirkungsweise. Doch beim Thema „Haltbarkeit“ zeigt sich auch unsere menschliche Widersprüchlichkeit. Da wird im Restaurant für die frischen Erdbeeren geworben, und als Alternative zum Dessert ohne Konservierungsstoffe bietet man uns schimmeligen Käse an. Oder, nach dem frisch gepressten Orangensaft zum Frühstück, beenden wir den Tag mit einem zehnjährigen Rotwein. Haltbarkeit ist also nicht nur eine Frage der Chemie und Mikrobiologie, sie hat auch mit unserer Kultur zu tun. Wie heißt es doch so schön: Hauptsache, es schmeckt! Mit oder ohne Konservierungsstoffe.

In diesem Sinne

Ihr

Ranga Yogeshwar

Übrigens: Die Herstellung des „Quark-Scripts“ wird durch Ihre Rundfunkgebühren ermöglicht. Ich hoffe, auch dieses Heft wird für Sie ein nützlicher Service und eine gute „Geldanlage“.

# 1. „Lebendige“ Lebensmittel

## Das Frühstückstisch-Experiment



Was geschieht auf einem gedeckten Frühstückstisch, wenn man ihn drei Wochen lang nicht abräumt? Im Alltag möchte diesen Test niemand durchführen, aber für unsere Sendung haben wir ein recht aufwendiges Experiment veranstaltet.

### Die Zusammenstellung:

- Frisch gepresster Apfelsaft
- Graubrot (lt. Verpackung ohne Konservierungsmittel)
- Toast (mit Sorbinsäure konserviert)
- Frische Leberwurst
- Salami (konserviert mit Pökelsalz)
- Apfelhälfte
- eine ganze Tomate
- ein mit Butter und Marmelade beschmiertes Brot
- Butter
- Marmelade
- Rosinen-Vollkorn-Müsli mit Milch

Raumtemperatur: 23 Grad  
Luftfeuchtigkeit: 45%

## Erste Woche

Bereits am zweiten Tag riecht die Milch leicht säuerlich. Bei Zimmertemperatur vermehren sich viele Bakterien in der Milch sehr schnell und bilden Milchsäure. Wenn die Säurekonzentration zu hoch ist, „kippt“ die Milch. Das Eiweiß koaguliert, es verklumpt. Die Fetttropfchen sind nicht mehr fein in der wässrigen Eiweißlösung verteilt, sondern fließen ineinander und schwimmen oben auf.

Der Apfelsaft riecht schon am dritten Tag nach Alkohol. Der Saft scheint ein Schlaraffenland für Pilze, wie z. B. die einzellige Hefe zu sein. Er enthält Zucker und sehr viel Wasser. Eine „Kahmhaut“ hauptsächlich aus Pilzen überwächst die Oberfläche. Darunter wird der Sauerstoff knapp. Deshalb vergären die Hefen Zucker zu Alkohol und Kohlendioxid. Ab dem vierten Tag steigen Blasen auf. Das Brot und die Wurst rollen sich ein und werden trocken. Die Luftfeuchtigkeit von unter 50 Prozent schränkt bei allen Lebensmitteln, die nicht von Natur aus Wasser enthalten, das Wachstum von Bakterien und Pilzen ein.

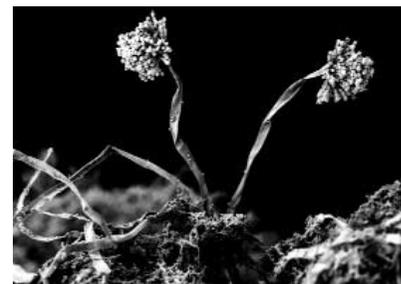
Der Apfel wird braun. An der Oberfläche reagiert Luftsauerstoff mit Inhaltsstoffen der Frucht zu braunen Farbstoffen. Der Hintergrund dieses rein physikalischen Vorgangs ist folgender: Sauerstoff reagiert mit vielen Inhaltsstoffen von Lebensmitteln. Er oxidiert sie. Und je größer die Oberfläche, desto größer die Angriffsfläche für das reaktionsfreudige Gas. Geriebener Apfel oder Apfelsaft werden schnell braun, wenn man sie nicht mit „Antioxidantien“, wie z. B. Ascorbinsäure (Vitamin C), schützt. Zitronensaft enthält viel Vitamin C und schützt vor Bräunung. Jeder kennt dieses alte Hausrezept.

Zurück zum Apfel auf unserem Versuchstisch. Er schrumpelt zwar; aber da er nicht genug Wasser enthält, wachsen – im Gegensatz zum Saft – hier keine Schimmelpilze. Bakterien, Hefen und Pilze brauchen Wasser zum Leben. Je trockener das Obst wird, desto sicherer ist es vor Keimen. Deshalb bleiben getrocknete Früchte oft wochenlang keimfrei.

## Zweite Woche

Auf dem Müsli ist ein bunter Pilzrasen gewachsen. Mehrere Schimmelpilzarten fühlen sich in dieser Mischung aus Wasser, Stärke, Zucker und Eiweiß sehr wohl. Der häufigste Vertreter im Befall von Lebensmitteln ist *Aspergillus niger*. Zu Beginn sieht er weißlich aus. Erst die abgeschnürten Sporen, sogenannte Konidien, die sich im späteren Wachstum bilden, geben dem Pilz seine charakteristische schwarze Farbe. Die Butter verliert langsam ihre gelbe Farbe.

Unter dem warmen Licht der Scheinwerfer schmilzt das Fett der Salami.



Ein Schimmelpilz unterm Elektronenmikroskop. Oben die Sporen (Konidien), darunter der schlauchartige Pilzkörper, der meist im Inneren der Nahrungsmittel wächst.

Die Leberwurst verliert ihre zarte rosa Färbung, wird grau. Inzwischen

riecht die Wurst leicht ranzig. Unter Licht- und Sauerstoffeinfluß sind nämlich die langen Fettmoleküle in Bruchstücke gespalten worden. Diese riechen unangenehm.

„Licht fangende“ Pflanzenfarbstoffe, sogenannte Sensibilisatoren, beschleunigen das Ranzigwerden. Chlorophyll und Riboflavin bzw. Vitamin B2 kommen unter anderem in der Milch vor. Olivenöl (Chlorophyll) oder Schokolade (Riboflavin) sollte man deshalb immer vor Licht geschützt aufbewahren.

Die Kahmhaut des Apfelsaftes ist verschwunden. Die Alkoholkonzentration ist so hoch, dass die Pilze sterben. Nun kommen Fruchtfliegen und naschen von der zuckerhaltigen Flüssigkeit. Erst scheinen sie den Alkohol gut zu vertragen. Doch bereits nach wenigen Tagen schwimmen die ersten tot in der stinkenden Brühe. Ob sie an Alkoholvergiftung oder Langeweile gestorben sind – wir wissen es nicht.

## Dritte Woche

Auf den ersten Blick scheint Ruhe eingekehrt zu sein.

Das Brot ist trocken, der Saft verdunstet. Die Tomate schrumpelt nur ein wenig. Die Apfelhälfte ist dunkelbraun, die Oberfläche ist runzlig. Das Müsli ist ausgetrocknet, die Schimmelpilze in sich zusammengesunken. Rot und keimfrei wie am ersten Tag: die Marmelade. Sie enthält über 50 Prozent Zucker. Das hemmt das Wachstum der Keime. Zucker oder große Mengen Salz binden das Wasser. So sind die Wassermoleküle nicht mehr frei verfügbar. Die Mikroorganismen können es nicht nutzen und „verdursten“.



**Der Apfel trocknet aus und schrumpelt. Die dunkle Färbung entsteht durch eine Reaktion mit Sauerstoff.**

Wir beenden das Experiment. Beim Abdecken entdecken wir auf der Unterseite der Leberwurst einen wattigen, bunten Schimmelflaum. Hier konnte sich die Feuchtigkeit halten, denn diese Seite war vor der Verdunstung geschützt. Die Schimmel- und Bakterienkultur auf der Rückseite der Leberwurst riecht faulig. Dieser Geruch entsteht, wenn Mikroorganismen Eiweiß zersetzen. Unter dem sichtbaren Schimmel haben sich viele verschiedene Bakterien vermehrt. Die mikrobiologische Untersuchung ergibt, dass es vor allem Darmbakterien sind – Verwandte von *Escherichia coli*, die nicht nur beim Schwein, sondern auch bei uns im Darm vorkommen können. Die Leberwurst ist also ungenießbar. Andere krank machende Lebensmittelkeime wie Salmonellen, Listerien oder der „Fleischkeim“ *Clostridium botulinum* wurden nicht gefunden.

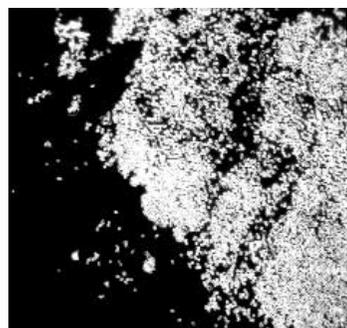
## Unsere Mitbewohner im Vorratsschrank

Überall in unserer Umgebung leben Mikroorganismen. Auch auf unseren Lebensmitteln sind sie weit verbreitet und das in großer Vielfalt. Viele von ihnen sind nützlich und kommen in der Lebensmittelindustrie zum Einsatz. Milchsäurebakterien leben in unserer Milch und lassen Joghurt entstehen, Schimmelpilze sind in Käse oft erwünscht, man denke an den Camembert oder den Blauschimmelkäse. Es gibt zahlreiche Beispiele nützlicher Bakterien, auch auf unserem Körper.

Die Darmbakterien leisten große Arbeit in der Aufnahme der Nährstoffe in unseren Körper, ohne sie würden wir vieles nicht verdauen können. Sie haben also auch ihre gute Seite. Auf der anderen Seite bilden sie auch

Substanzen, die in Mensch und Tier Krankheiten wie z. B. Durchfall hervorrufen können.

Viele dieser Bakterien lieben warme Bedingungen, die meisten benötigen Sauerstoff und ohne Wasser ist kein Leben möglich. Wenn man den Keimen alles bietet, was sie



**Milchsäurebakterien lassen die Milch sauer werden.**

zum Leben brauchen, vermehren sie sich schnell und bilden die schädlichen Substanzen. Eine wichtige Ausnahme in punkto Sauerstoffbedarf: der „Fleischkeim“ *Clostridium botulinum*. Er lebt ohne das Gas und taucht deshalb z. B. in Fleisch- und Wurst Dosen auf.

### Was uns stinkt

Der typische Fäulnisgeruch entsteht, wenn Bakterien und Pilze Eiweiße und Zucker abbauen. Im Fruchtsaft entsteht aus den Zuckern Alkohol, in der Milch steigt durch die wachsende Anzahl an Milchsäurebakterien der Säuregehalt und die Milch „kippt“, das heißt die Eiweiße verklumpen.

### Was tun im Kampf gegen das Verderben?

Am besten sollten alle Lebensmittel so frisch wie möglich gegessen und sorgfältig zubereitet werden. Je weniger Keime wir an den Nahrungsmittel haben, um so besser. Sauberkeit spielt die größte Rolle bei der Zubereitung, aber auch die Lagerung ist wichtig. Wenn wir es den Bakterien im Kühlschrank kalt, trocken und ungemütlich machen, verhindern wir die schädliche Vermehrung. Angeschnittene und zermahlene Lebensmittel sollten eingepackt und schnell verzehrt werden, da sie durch ihre große Oberfläche von viel Sauerstoff umgeben sind.

### Motten und Mäuse

Gehen wir einen Schritt weiter von den Mikroorganismen zu größeren Schädlingen.

Motten und Mäuse mögen neben zuckerhaltigen Lebensmitteln vor allem Getreideprodukte, wie Mehl, Reis, Nudeln und Grieß. Auch Nüsse, Gewürze oder Rosinen sind vor ihnen nicht sicher. Ein erster Hinweis auf einen Befall sind oft Frassschäden. Mehlmotte & Co sind an sich für Menschen nicht giftig. Doch sie hinterlassen Urin, Kot oder Häutungsreste. Diese Verunreinigungen können Krankheiten und Allergien auslösen. Ihre Exkremente enthalten Bakterien und Pilze, die ihrerseits die Lebensmittel verderben und Krankheiten übertragen können.



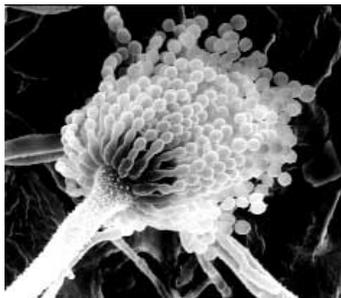
Die Mehlmotte kann man mit bloßem Auge sehen. Ihre Eier jedoch nicht. Mehl und andere Getreide- und Backwaren sollte man sofort nach dem Kauf in dicht schließende Vorratsgefäße füllen. Fliegengitter sind vielleicht nicht schön, aber effektiv. Wenn die Schädlinge erst einmal eingezogen sind, helfen nur die Entsorgung der betroffenen Lebensmittel und ein Großputz. Hormonfallen für Mehlmotten und Klebestreifen für Stubenfliegen sind für Menschen unschädlich. Wenn das alles nicht hilft: Der Kammerjäger (Schädlingsbekämpfer; Gelbe Seiten) weiß sicher Rat.

## 2. Guter Schimmel – schlechter Schimmel

### Schimmelpilze sind Pilze

Auch wenn sie keine Ähnlichkeiten miteinander haben, Schimmelpilze gehören in dieselbe Gruppe wie Champignons und Hefen. Schimmelpilze sind ubiquitär verbreitet. Das bedeutet, sie kommen überall vor, auf allen Kontinenten, in der Luft, im Wasser und im Boden. Heute kennt man mehrere tausend Arten.

### Rasante Vermehrung



Die Sporen dienen der Vermehrung der Pilze.

Schimmelpilze können fast auf jedem Lebensmittel wachsen. Wenn es warm und ein bißchen feucht ist, wachsen sie besonders schnell. Der farbige und sichtbare Teil des Pilzes ist die Vermehrungswerkstatt der Pilze. Die runden Sporen (Konidien) fliegen durch die Luft oder werden zum Beispiel durch den Menschen verschleppt. Auf einer geeigneten Nahrungsgrundlage keimt die Spore aus und wächst in das Lebensmittel hinein. Verborgen und fast unsichtbar wächst der schlauchartige Pilzkörper

im Inneren, bis sich nach einigen Tagen wieder Sporen an der Oberfläche gebildet haben. Um einen erneuten Pilzbefall zu vermeiden, müssen verschimmelte Lebensmittel möglichst schnell von anderen getrennt und in den Müll geworfen werden.

### Giftig oder ungiftig?

Die Schimmelpilzkörper an sich sind ungiftig, sie schmecken nur meistens muffig. Aber einige von ihnen bilden Mykotoxine (Pilzgifte), die auch für den Menschen giftig sind. Bekannte Pilzgifte, die Krebs erregen können, sind das Aflatoxin B<sub>1</sub> und Ochratoxin A. Bisher kennt man rund 400 Pilzgifte. Experten vermuten aber, dass noch lange nicht alle Mykotoxine bekannt sind. Mit bloßem Auge sind Pilzgifte nicht sichtbar. Meist kann nicht einmal ein Experte unter dem Mikroskop erkennen, ob ein Pilz Gift bildet oder nicht. Es kann nämlich durchaus sein, dass sich zwei Kulturen einer Pilzart, die in unterschiedlichen Umgebungen leben, in der Mykotoxinbildung unterscheiden. Der eine bildet Gift, der andere nicht. In unseren Breitengraden kommen Giftbildner zwar nicht so häufig vor wie in den Tropen, das gesundheitsgefährdende Potential ist aber zu hoch, um verschimmelte Lebensmittel noch zu essen. Deshalb: Weg damit!

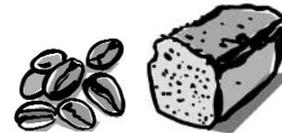
### Mehr Geschmack durch Schimmel

Einigen Lebensmittel wie Camembert, Brie, Blauschimmelkäse oder Salami werden gezielt Schimmelpilze zugesetzt, um den typischen Geschmack zu erzielen. Sie zersetzen die Nahrung, besonders Fette und Eiweiße, und sorgen so für das



Aroma. Die aromabildenden Pilze sind in der Regel getestet und bilden für den Menschen unschädliche Mykotoxine. Allerdings kommen hier Pilze zum Einsatz, die schon lange Zeit verwendet werden und bei denen man lediglich aufgrund der positiven Erfahrungen vermutet, dass sie ungiftig sind. Auch die herkömmlichen Testmethoden können nicht immer einwandfreie Garantien geben. In der Regel wurden die Pilze nur auf Nährmedien gezüchtet und auf Gifte untersucht. Ein so getesteter Pilz könnte aber auf einem anderen Nährboden wie zum Beispiel einem Lebensmittel Gifte bilden, obwohl er es unter Laborbedingungen nicht getan hat. Mit neuen Methoden untersucht man daher die Pilze unter den Bedingungen, unter denen sie auch gegessen werden.

### Kleine Mengen – große Wirkung



Problematischer sind die Pilzgifte, die bereits in der Nahrung enthalten sind, wenn sie auf dem Tisch des Verbrauchers landen. Der Pilzbefall und damit die Giftproduktion fand vorher auf den Feldern oder bei der Lagerung statt und ist dem fertigen Produkt nicht mehr anzusehen. Die Gifte können aber bestimmte Verarbeitungswege überstehen, so dass sie sich beispielsweise im Brot oder im Kaffee nachweisen lassen. Ein Pilzgift, das bei uns eine große Rolle spielt, ist das Ochratoxin A, das von einigen Pilzen wie zum Beispiel *Penicillium verrucosum* und *Aspergillus ochraceus* produziert wird. Studien belegen, dass fast jeder Bundesbürger und jede Bundesbürgerin schon mit

diesem Gift in Kontakt kam. Das Gift verursacht im Tierversuch Nierenkrebs und gilt nach den heutigen Erkenntnissen auch für den Menschen als stark gesundheitsgefährdend. Um die Verbraucher zu schützen, versucht die EU, Grenzwerte für dieses Gift festzulegen. Für die bekannteren und ebenfalls krebserregenden Aflatoxine gibt es bereits in über 60 Ländern Höchstmengenverordnungen.

### TIPP

1. Wir können uns nur vor den Pilzgiften schützen, die durch den sichtbaren Pilzbefall verursacht werden. Da die Pilze nicht eindeutig als giftig oder ungiftig identifizierbar sind, gehören verschimmelte Lebensmittel grundsätzlich in den Mülleimer.
2. Behälter, in denen schimmelige Lebensmittel aufbewahrt wurden und die glatte Oberflächen wie Kunststoff oder Metall haben, sollten gründlich mit Spülmittel oder Essigwasser ausgewaschen werden. Das entfernt in der Regel alle Giftstoffe und Sporen. Bei offenporigen Materialien wie Holz oder Ton können die Pilzkörper in den Behälter einwachsen und sind deshalb nicht so einfach zu entfernen. Wiederholt sich der Schimmelbefall in kurzen Abständen, sollte man das Gefäß nicht mehr verwenden.
3. Vorsicht bei Salamis, die nicht gleichmäßig verschimmelt sind oder verschiedene Farben aufweisen. Diese Würste können potentiell giftige Pilze enthalten, da sie nicht gezielt mit Schimmelsporen einer Art besprüht worden sind, sondern einfach unter unsterilen Bedingungen in Häusern oder Küchen heranreifen. Diese Schimmelpilzkulturen aus der Luft sind nicht kontrollierbar.

### 3. Kampf den Salmonellen

#### Was Salmonellen anrichten

Mit rund 100.000 gemeldeten Fällen pro Jahr führen die Salmonellen die Liste der Durchfallerreger an. Die Dunkelziffer soll ungefähr fünf- bis zehnmals so hoch sein. Ein paar Salmonellen im Essen sind im Prinzip nicht krankheitserregend, denn für eine Infektion müssen in der Regel 100.000 – 1.000.000 Salmonellen mit der Nahrung aufgenommen werden. Die meisten von Ihnen überleben den sauren pH-Wert des Magens nicht. Die Bakterien, die die Magenpassage überleben, nisten sich in der Schleimhaut des Dünndarms ein und lösen damit das Krankheitsbild aus. Das klingt erschreckend, aber das Immunsystem von gesunden Erwachsenen kann die Salmonellen in der Regel effektiv bekämpfen. Für Menschen mit geschwächtem Immunsystem, ältere Menschen oder Kinder sieht die Sache allerdings anders aus. Für sie können Salmonellen lebensbedrohlich werden.

#### Wo sie vorkommen

Eine wichtige Übertragungsquelle von Salmonellen sind Eier und Geflügelfleisch. Hier können sie sich durch die Massentierhaltung schnell ausbreiten. Aber auch in Schweinefleisch

und in verschiedenen Gewürzen können die Keime nachgewiesen werden. In jedem Fall ist Hitze ein sehr wirksames Mittel gegen Salmonellen. Wer sein Frühstücksei kocht und das Fleisch gut durchbrät schaltet diese Infektionsquellen aus. Für Speisen mit rohen Eiern sollte man ausschließlich frische Eier verwenden. Eier sollten immer kühl gelagert werden. Vor allem in warmer Umgebung können sich auch in relativ frischen Eiern die Salmonellen vermehren. Im Kühlschrank oder in gefrorenem Fleisch sterben Salmonellen zwar nicht, ihr Wachstum ist jedoch stark gehemmt. Beim Auftauen der Tiefkühlprodukte kann man der Übertragung ebenfalls vorbeugen. Taut man ein Hähnchen auf, befinden sich die Bakterien vor allem im Tauwasser. Dieses belastete Wasser sollte deshalb nicht mit anderen Lebensmitteln in Kontakt kommen.

#### Wie man sie aufspürt

Das bisherige Nachsverfahren dauert mindestens sechs Tage, da immer mit lebenden Bakterien gearbeitet werden muss. Das bedeutet, dass immer wieder Wartezeiten entstehen, in denen die Bakterien sich zunächst vermehren müssen, bevor sie nachgewiesen werden können. Dieses Verfahren kann nur in Stichproben und bei Verdacht auf Salmonellen angewendet werden. Ziel ist aber vorbeugend einzugreifen, indem man zum Beispiel schon an den Schlachthöfen oder in den verarbeitenden Betrieben die geschlachteten Tiere untersucht – also bevor sie zum Verbraucher kommen. Wissenschaftler sind deshalb auf der Suche nach schnelleren Methoden. Erste schnellere Verfahren

werden bereits angewendet. Eine neue Methode braucht die lebenden Salmonellen nur für die ersten Schritte. Sie werden angereichert und aus der Probe herausgefiltert. Dann wird ihnen ihr Erbgut, die DNA, entnommen. Im nächsten Schritt wird gezielt nur die DNA der Salmonellen vermehrt. Waren keine Salmonellen in der Probe, wird überhaupt keine DNA vermehrt. Nach einigen Zwischenschritten kann die DNA unter einer ultravioletten Lampe sichtbar gemacht und fotografiert werden. Das Foto zeigt das Ergebnis. Und das steht bereits nach etwa 30 Stunden fest.

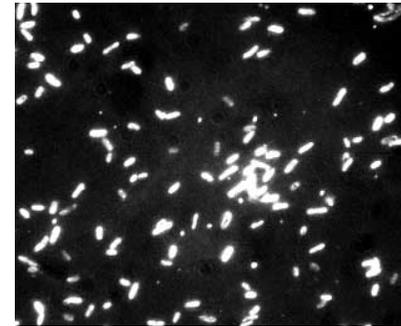


#### Andere krankheitserregende Bakterien

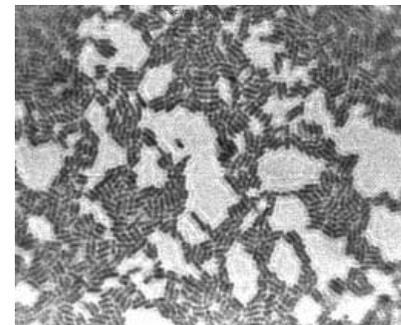
EHEC-Bakterien (Enterohämorrhagische *Escherichia coli*) sind nahe Verwandte unserer nützlichen Darmbewohner *Escherichia coli*. Sie sind aber nicht harmlos, sondern können vor allem bei Menschen mit schwacher Immunabwehr wie zum Beispiel bei Kindern Nierenschäden oder sogar Nierenversagen auslösen.

Im Gegensatz zu Salmonellen sind die EHEC-Bakterien relativ säurefest. Sie überstehen also die Magenpassage. Deswegen reicht eine Menge von rund 20 Bakterien aus, um eine Infektion auszulösen. Neuere Untersuchungen deuten darauf hin, dass diese Bakterien nicht in erster Linie durch Nahrungsmittel, sondern von Mensch zu Mensch übertragen werden. Ein gesunder Erwachsener kann EHEC-Bakterien ausscheiden, ohne selbst krank zu sein. Vergißt derjenige nach dem Toilettengang das Händewaschen, kann das schon ausreichen, um andere zu infizieren.

*Clostridium botulinum* heißt der Erreger des Botulismus. Hierbei ist nicht das Bakterium selber gefährlich, sondern das Gift, das es produziert. Dieses Botulinumgift wird mit der Nahrung aufgenommen und gelangt über den Magen-Darm-Trakt und das Blut zu



Salmonellen sind Krankheitserreger, die durch Eier und Geflügel übertragen werden.



Das Darmbakterium *Escherichia coli* ist normalerweise harmlos, kann aber auch krank machen.





den Nerven. Die Nerven werden durch die Substanz gelähmt, was sich zum Beispiel durch Schluck- und Sprechschwierigkeiten und Doppelsehen äußert. Die Lähmung kann auch auf die Atemmuskulatur übergreifen und so zum Tod führen. Die Bakterien bilden das Gift ausschließlich unter Sauerstoffausschluß, also zum Beispiel in Fleischkonserven. In den Industrienationen kommt Botulismus aufgrund des hohen hygienischen Standards äußerst selten vor. Übrigens: Die Schönheitsindustrie hat das Botulinumgift (Botox) für sich entdeckt. So werden Stirnfalten durch das Einspritzen des Giftes in die Nerven der Stirnmuskeln „einfach weggelähmt“. Das Risiko anderer Gesichtslähmungen soll dabei allerdings hoch sein.

## TIPP

1. Die meisten Infektionen mit Salmonellen finden in der eigenen Küche statt.

Zur Vermeidung kann man auf Großmutter's Regeln zurückgreifen:

- Fleisch und Fisch durcherhitzen
- Rohmilch, die direkt vom Bauern kommt, abkochen
- Für Speisen mit rohen Eiern nur frische Eier verwenden. Die Speisen und die Eier gut kühlen, denn im Kühlschrank

haben Salmonellen kaum Chancen, sich zu vermehren.

- Hände und Arbeitsgeräte unter fließendem heißen Wasser gut spülen, bevor damit Speisen verarbeitet werden, die roh gegessen werden sollen.
2. Für Menschen mit geschwächtem Immunsystem, ältere Menschen oder Kinder sind Speisen mit rohen Eiern absolut tabu!
  3. Essensreste im Kühlschrank aufbewahren und schnell verzehren. Beim Wiederaufwärmen muß die Temperatur sehr heiß (70 °Celsius) sein, damit die Bakterien abgetötet werden. Leichte Erwärmung kann die Salmonellen im Wachstum sogar noch unterstützen.

## Schädliche Bakterien: Ein Steckbrief

Diese Übersicht zeigt die bekanntesten Krankheitserreger, die über die Nahrung in unseren Körper gelangen. Dort vermehren sie sich und sondern schädliche Stoffe ab. Diese sogenannten Toxine können Krankheiten, wie beispielsweise Durchfall, auslösen. Aufgeführt sind die Nahrungsmittel, auf denen die Bakterien vorkommen, sowie die Wachstumstemperatur und der

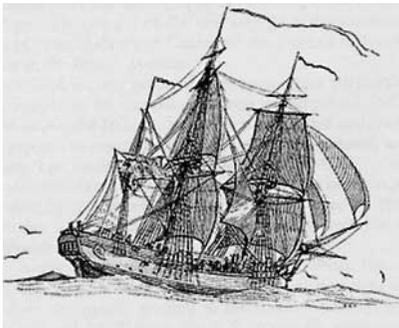
Sauerstoffbedarf. Je wärmer die Umgebung, um so schneller wachsen die Bakterien. Es gibt jedoch auch einige Vertreter, wie z.B. *Listeria* oder *Vibrio*, die sich bei Kühlschranktemperaturen vermehren können. Fast alle Krankheitserreger benötigen Sauerstoff. *Clostridium botulinum*, der ohne Sauerstoff lebt, kann auch durch Konserven auf den Menschen übertragen werden.

	Übertragung durch		Wachstumstemperatur	benötigt Sauerstoff
<i>Campylobacter jejuni</i>	Fleisch, Geflügel, Rohmilch, Wasser		Optimum 30–37 °C	ja
<i>Clostridium botulinum</i>	Fleisch, Konserven		Optimum 30–37 °C	nein
<i>Escherichia coli</i>	Trinkwasser, Fleisch, Joghurt, Käse		7–50 °C (Opt. 37 °C)	ja
<i>Listeria monocytogenes</i>	Weichkäse, Milch, Wasser		1–45 °C (Opt. 37 °C)	ja
<i>Salmonella enteritidis</i>	Geflügel, Eier, Fleisch, rohe Produkte		Opt. 37 °C	ja
<i>Shigella dysenteriae</i>	Wasser, Salat, Milch		Opt. 37 °C	ja
<i>Staphylococcus aureus</i>	Schinken, Salat, Backwaren, Milch		Optimum 30–37 °C	ja
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Fisch, Muscheln, Shrimps		5–44 °C	ja
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Schweinefleisch, Milch, Gemüse		Optimum 30–37 °C	ja

## 4. Schiffszwieback und Co

### Konservierung zu Zeiten der Seefahrer

Monatelang auf hoher See, viele tausend Meilen weg von der Heimat, und weit und breit kein Land in Sicht; die Vorräte begrenzt und der Hungertod vor Augen – für die Seefahrer gehörte das bis vor etwa 150 Jahren zum Berufsrisiko. Vor jeder Reise stellte sich die lebenswichtige Frage: was sollte man mitnehmen, um unterwegs nicht elend zu verhungern oder zu verdursten ...



### Reisen in Mittelalter und Antike

Bis ins 15. Jahrhundert wurde Seefahrt fast ausschließlich entlang bekannter Küsten betrieben. Man segelte von Hafen zu Hafen oder kannte Orte, an denen die Vorräte an Trinkwasser und Lebensmitteln aufgefrischt werden konnten. Hungersnöte an Bord oder das Auftreten von Mangelkrankheiten wie Skorbut (Vitamin-C-Mangel) blieben daher die Ausnah-

me. Bemerkenswert ist allerdings, dass sich in der Übersetzung eines Textes aus dem 13. Jahrhundert schon Ratschläge für die Behandlung von Skorbut finden – Hinweise, deren Beachtung Tausenden von Seeleuten in den folgenden Jahrhunderten das Leben gerettet hätten.

### Die Entdeckungsfahrten

Ende des 15. Jahrhunderts änderte sich die Situation: Vasco da Gama umfuhr auf der Suche nach dem Seeweg nach Indien ganz Afrika – einen bis dahin unerforschten Kontinent. Christoph Kolumbus hatte, als er 1492 mit westlichem Kurs auf den offenen Atlantik hinausfuhr, nur eine vage Ahnung, wann er überhaupt auf Land stoßen würde – unterwegs keine Chance auf frisches Wasser oder Lebensmittel. Wie da Gama oder Kolumbus hatten die frühen Entdecker bis ins 19. Jahrhundert mit besonderen Schwierigkeiten zu kämpfen.

Erstens: Für die schwerfälligen Schiffe braucht man eine sehr große Mannschaft, die auf engstem Raum zusammenlebte. Die Dauer der Reisen war von vielen unbekannt Faktoren abhängig, und deshalb war der Bedarf häufig nicht zu kalkulieren: Oft war die Versorgung unzureichend.

Zweitens: Die feuchten dunklen Laderäume waren ideale Brutstätte für Ungeziefer und Fäulnis. Einzige Verpackung, die dem Seegang standhält, war zu jener Zeit das Holzfaß – kein steriles Behältnis ...

Drittens: Das Wissen über die Nahrung war noch sehr beschränkt. Vitamine waren völlig unbekannt. Skorbut (Vitamin-C-Mangel) oder Beriberi (Vitamin-B-Mangel) war an der Tagesordnung. Die Ursache war den meisten nicht klar – einige vermuteten eine Ansteckung, andere machten die salzige Seeluft verantwortlich.

### Was kommt mit auf die Reise?

Die Vorräte mussten platzsparend unterzubringen und möglichst lange haltbar sein. Deshalb war Schiffsvorrat, kulinarisch gesehen, keine Offenbarung:

Schiffszwieback („panis nauticus“) war seit der Antike das Grundnahrungsmittel der Seefahrer. Richtig gelagert fast unbegrenzt haltbar; wurde er in kaputten Fässern bald feucht und schimmelig. Parasiten wie Würmer, aber auch Mäuse und Ratten nisteten sich ein.

Die andere Hauptkalorienquelle war eingesalzenes und gepökeltes Fleisch vom Schwein oder Rind. Durch das Einsalzen wird den Bakterien das Wasser entzogen, zugesetzte Pökelsalze wie Kaliumnitrit wirkten zusätzlich sterilisierend.

Desweiteren gingen getrocknete Hülsenfrüchte, Stockfisch, Butter oder Öl mit auf die Reise.

Ein besonderes Problem auf hoher See war das Trinkwasser, wenn über längere Zeit kein Regenwasser gesammelt werden konnte. In den mitgeführten Holzfässern faulte es schnell, es wurde gelb und stank ekelhaft. Mit ausgekohlten Fässern oder verschiedenen

Chemikalien hatte man (meist erfolglos) versucht, dies zu verhindern. Größerer

Beliebtheit erfreuten sich seit dem Altertum Bier, Wein und natürlich der Rum – durch den

hohen Alkoholgehalt kaum anfällig für die Fäulnisbakterien.

Die Kalorienversorgung über Zwieback und Salzfleisch war in der Regel ausreichend, aber lebenswichtige Spurenelemente und Vitamine fehlten.

### „Nichts als Mäuse und Sägespäne“

Augenzeugenbericht über die Reise Fernando Magellans im Frühjahr 1521, nach der Durchquerung der



Fernando Magellan (um 1480 – 1521)

Magellanstraße und nach über drei Monaten auf hoher See, aufgezeichnet von Antonio Pigafetta:

*„Der Zwieback, den wir aßen, war kein Zwieback mehr, sondern nur noch Staub, der mit Würmern und dem Unrat von Mäusen vermischt war und unerträglich stank. Auch das Wasser, das wir zu trinken gezwungen waren, war faulig und übelriechend. Oft blieb uns nichts anderes übrig, als Sägespäne zu essen, und selbst Mäuse, so sehr sie der Mensch verabscheut, waren eine so gesuchte Speise geworden, dass für eine bis zu einem halben Dukaten bezahlt wurde. Das war aber noch nicht alles. Ein noch größeres Unglück sollte uns treffen: eine Krankheit, durch die unseren Leuten das Zahnfleisch im Ober- und Unterkiefer derart anschwell, daß es die Zähne bedeckte und der Erkrankte außerstande war, Nahrung zu sich zu nehmen. Viele verspürten so heftige Schmerzen in den Armen, in den Beinen und in anderen Teilen des Körpers, dass sie sich nicht aufrecht halten und keine Arbeit verrichten konnten.“*

## Fortschritte im 18. Jahrhundert

Erst Anfang des 18. Jahrhunderts gab es erste systematische Versuche, die Situation der Seeleute zu verbessern: Der englische Schiffsarzt James Lind bewies 1747 in einem aufsehenerregenden Versuch, dass mit Hilfe von frischem Obst die „Pest des Seefahrers“, der Skorbut, praktisch vollständig geheilt werden kann. Auch andere Lebensmittel wie z. B. das durch Milchsäurebakterien vergorene und damit haltbar gewordene Sauerkraut konnte das Auftreten der Vitamin-C-Mangelkrankheit verhindern.

### Captain Cook

Einer der ersten, die Linds Ratschläge beherzigten, war 1769 der englische Kapitän und Weltumsegler James Cook. Er befahl seinen Männern,



**James Cook verordnete den Matrosen Sauerkraut.**

neben anderen Neuheiten wie einer Art Instant-Rinderbrühe, Malzextrakt und Karottenmarmelade, eine tägliche Ration Sauerkraut. Die Mannschaft weigerte sich zunächst, mit dem vergorenen Kraut konnte sie nichts anfangen. Erst als Cook mit seinen Offizieren den Anfang machte, fanden die Seeleute Geschmack an dem haltbaren Kraut – und schon bald war es so beliebt, dass die Rationen beschränkt werden mussten.

### Proviantliste eines Segelschiffs im 17. Jahrhundert (berechnet für 190 Mann und drei Monate)



**Aus Cooks Tagebuch:**  
*„Donnerstag, 13. April 1769. Das Sauerkraut stieß zunächst auf Ablehnung, bis ich eine Methode anwendete, die, wie ich wusste, bei Seeleuten nie versagt: dies war, jeden Tag davon in der Offiziersmesse zu servieren. Ich ließ es daraufhin den anderen Männern freigestellt, davon zu kosten oder es zu lassen. Schon nach einer Woche war es nötig, das Sauerkraut zu rationieren. Denn so sind die Seeleute: was immer ihnen auf dem gewöhnlichen Wege vorgesetzt wird, so gut es auch sein mag, erntet keinen Dank und man hört nichts als Beschwerden gegen den, der es eingeführt hat. In dem Augenblick jedoch, da sie sehen, dass ihre Vorgesetzten Wert darauf legen, wird es das Kostlichste auf Erden – und der Erfinder ein ordentlicher Kerl.“*

## 5. Hundert Jahre Konservierung

### Konservierung anno dazumal

Sich auch im Winter ausgewogen und gesund ernähren zu können, ist für die meisten von uns selbstverständlich. Dabei sind die Zeiten gar nicht so lange her, in denen die Vorratshaltung für die kalte Jahreszeit recht mühselig war. Einfacher wurde es erst durch die vielen technischen Erneuerungen auf dem Gebiet der Konservierung. Das Weckglas tritt Anfang unseres Jahrhunderts seinen Siegeszug durch deutsche Küchen an. Endlich kann die Hausfrau einfach und perfekt selbst Konserven herstellen, die praktisch ein Leben lang genießbar blieben.

1911 meldet der dänische Fischexporteur Ottesen ein Patent zum Tiefgefrieren von ganzen Fischen im Solebad an – das erste industriemäßig nutzbare Verfahren. 1925 gründet

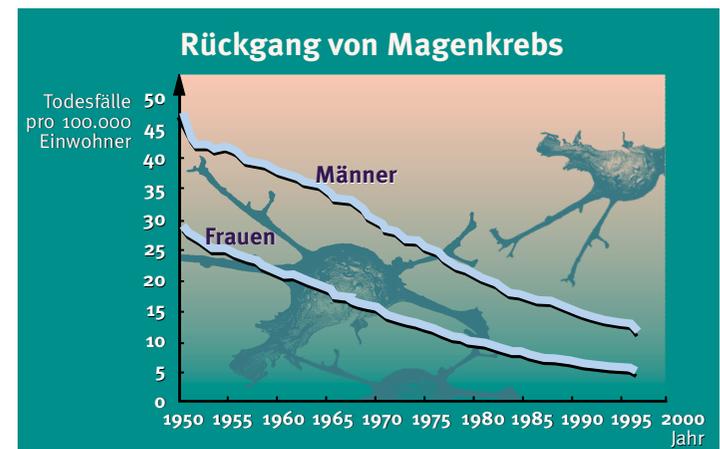
Dr. Walter Schlien das erste deutsche Tiefkühlunternehmen. 30 Jahre später, 1955, wird auf der ANUGA zum ersten Mal Tiefkühlkost ausgestellt.

In den 50ern gibt es bereits in den meisten Haushalten einen Kühlschrank. Seinen Einfluß auf die Volksgesundheit schätzen Experten hoch ein: Weniger Schimmel, mehr Vitamine, weniger geräucherte und gepökelte Lebensmittel – den drastischen Rückgang des Magenkrebses weltweit führen Fachleute auch auf die Verbreitung des Kühlschranks zurück.

In den 60ern und 70ern werden die Verbraucher mit immer neuen Konservierungsmethoden konfrontiert: Gefriertrocknen, Vakuumverpackung, Tetrapak, Frischhaltefolie und Tupperware.

Doch die Begeisterung am Fortschritt bleibt nicht ungetrübt: Chemische Konservierungsmittel geraten in Verruf, der Aufdruck „Ohne Konservierungsmittel“ wird zum Qualitätssiegel.

Die Bestrahlung von Lebensmitteln und die Anwendung gentechnologischer Verfahren zur Haltbarkeits-



Der Rückgang des Magenkrebses wird u.a. auf die Verbreitung des Kühlschranks zurückgeführt.

verlängerung werden bis heute sehr kontrovers diskutiert. Trotz aller Hightech-Verfahren: Das gute alte Weckglas ist immer noch im Einsatz. Viele schwören einfach darauf, dass selbst Eingemachtes besser schmeckt!

### Das „Einmachen“: Physik im Kochtopf



Früher ein gewohntes Bild: Das Einkochen von Obst und Gemüse in der eigenen Küche ...

Vorratsregale mit Einmachgläsern, selbstgemachter Kompott und Marmeladen, eingelegtes Gemüse – nur noch selten stößt man in Kellerregalen heute noch auf „Eingekochtes“. Die Glanzzeit dieses Konservierungsprinzips liegt schon einige Jahrzehnte zurück. Dabei hat das physikalische Prinzip, das dieser Idee zu Grunde liegt, noch immer uneingeschränkte Gültigkeit. Davon zeugen unter anderem auch Einmachgläser, die inzwischen älter als hundert Jahre sind und deren Inhalt immer noch genießbar ist.

### Was passiert beim „Einmachen“?

Bevor das erste Einmachglas konstruiert werden konnte, mussten sich Forscher mit zwei physikali-

schen Prinzipien befassen: mit dem Vakuumverschluss und mit dem Sterilisieren durch Hitze.

Otto von Guericke (1602–1686) und Dennis Papin (1647–1712) entwickelten den heute oft verwendeten Vakuumverschluss. Er verhindert das Eindringen von Mikroorganismen in das verschlossene Glas. Aber auch an den zum Einkochen verwendeten Früchten leben Bakterien, die beim Einkochvorgang abgetötet werden. Die Allgegenwart von Bakterien und deren Abtötung durch Erhitzen (Sterilisation) wurden erstmals durch den französischen Chemiker Louis Pasteur (1822–1895) wissenschaftlich beschrieben.

Beim Einmachen werden zunächst die vorhandenen Mikroorganismen durch Erhitzen abgetötet und ein weiteres Eindringen der Keime (Rekontamination) durch einen luftdichten Verschluss verhindert. Die Chancen, die in der Verbindung der beiden beschriebenen Prinzipien liegen hat Francois Nicolas Appert (1752–1841) erkannt. Er kann deshalb auch als der Erfinder des Einmachglases gelten. Eine Erfindung, für die ihn seinerzeit Kaiser Napoleon I. mit einem stattlichen Geldpreis belohnte ...

### Wie wird eingemacht?

Früchte werden mit großen Mengen Zucker versetzt und stehen gelassen, damit der Zucker sich lösen und in die Früchte eindringen kann. Das Einmachgut wird aufgekocht und so die vorhandenen Keime getötet. Anschließend wird die Masse in sehr saubere Gläser gefüllt. Die Gläser werden mit einem Gummiring und einem Deckel lose verschlossen. Das Erhitzen der Früchte bewirkt auch eine physikalische Ausdehnung durch Wärme. Beim

Abkühlen der Früchte geht die Wärmeausdehnung zurück. Die warme Luft zieht sich beim Erkalten zusammen und der Deckel wird durch die Gummidichtung angepresst. Im Inneren des Glases entsteht ein Unterdruck, der für einen festen luftdichten Verschluss sorgt und das erneute Eindringen von Bakterien verhindert. Eine weitere Möglichkeit des Einkochens besteht darin, die Früchte



Seit fast hundert Jahren populär: das Einkochen.

oder das Gemüse direkt in Gläser zu füllen und im Wasserbad aufzukochen. Der lose verschlossene Deckel fungiert während des Kochvorgangs als Überdruckventil und verschließt – wie oben beschrieben – durch das anschließende Abkühlen das Glas luftdicht.



### Warum Zucker?

Bakterien müssen über Wasser verfügen können, um zu überleben. Dabei ist nicht die Menge, sondern der Zustand des

Wassers entscheidend. Bakterien können sich nur von frei verfügbarem Wasser ernähren. In Lebensmitteln kommt Wasser nicht ausschließlich frei verfügbar vor, es ist vielmehr in unterschiedlicher Art (chemisch oder physikalisch) gebunden. Wasser bindet beispielsweise an Zucker, Salz oder an Alkohol.

Durch Zugabe von Zucker beim Einmachen oder auch durch Salz beim Pökeln ist für die noch vorhandenen Organismen weniger Wasser verfügbar und ihr Überleben wird damit erschwert.

### Wenn Konserven schlecht werden

Sollten im Glas trotz Aufkochens Bakterien oder Pilzsporen überlebt haben, können einige von ihnen unter den gegebenen Bedingungen weiterwachsen. Dabei produzieren sie durch ihren Stoffwechsel Gase. Durch die Gasentwicklung verschwindet der Unterdruck im Glas, die Gummidichtung löst sich und das ausströmende Gas hebt den Deckel. Die gleiche Beobachtung der Gasentwicklung macht man bei verdorbenen aufgebälhten Konservendosen.

Also: Finger weg von diesen Gläsern und Dosen, es könnte eine Lebensmittelvergiftung drohen!

Es gibt viele verschiedene Erfahrungswerte für das „richtige“ Einkochen. Beeren werden beispielsweise nach Möglichkeit nur auf 90 °C erhitzt, um ein Zerkochen zu verhindern. Die Kochdauer entscheidet über den Vitaminverlust, aber auch über das Überleben von Bakterien. Tipps zur richtigen Kochdauer aber auch andere nützliche Tricks finden sich in verschiedenen Büchern und im Internet (siehe Lesetipps).

TIPP

## 6. Haltbar machen – die Methoden heute

### Was der Verbraucher wissen sollte

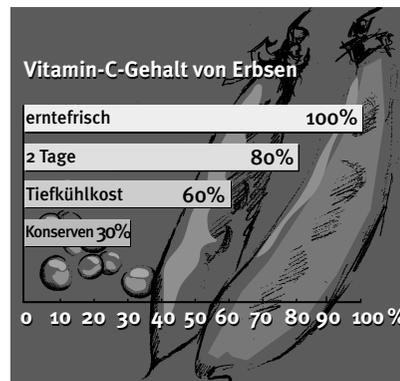
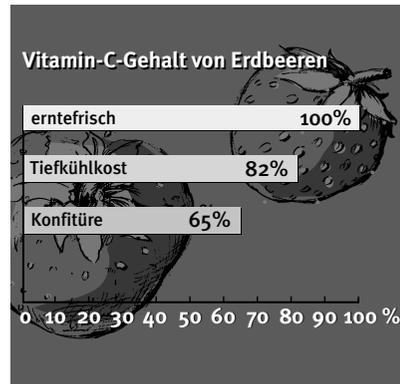
Bereits aus Großmutter's Zeiten kennt jeder die Handgriffe, die man verwendet, um Nahrungsmittel haltbar zu machen: erhitzen, kühlen, einkochen, einlegen, pökeln oder zuckern. In diesem Jahrhundert sind weitere Methoden der Konservierung von Lebensmitteln hinzugekommen. Viele von ihnen kommen hauptsächlich in der Lebensmittelindustrie zum Einsatz, doch auf was muss der Verbraucher achten?

### Kühlen und Gefrieren

Kühlschränke bieten eine Lagertemperatur von ca. 2–8 °C. In dieser Kälte legt man den Stoffwechsel der Bakterien und Pilze, die auf den Nahrungsmitteln leben, „auf Eis“. Eine Vermehrung und Giftproduktion der Keime findet nicht statt, viele biochemische Reaktionen laufen in Zeitlupe ab.

Aber auch im Kühlschrank gibt es Temperaturunterschiede. In der Kühlschranktür, auf dem obersten Rost und im Gemüsefach liegt die Temperatur oft etwas höher. Hier können Getränke, Butter, Obst und Gemüse problemlos gelagert werden. Empfindliche Lebensmittel wie Fisch- oder Fleischwaren halten länger auf der unteren Platte (oft Glas), da es hier meist am kältesten ist. Sobald man Fleisch, Fisch oder andere Tiefkühlwaren aus dem Kältefach holt, beginnen sie vom Rand her zu tauen. Während es im Kern

noch frostig kalt ist, hat sich der Randbereich bereits auf Zimmertemperatur erwärmt. Bis das ganze gefrorene Stück aufgetaut ist, können sich Keime, denen die Kälte nichts anhaben konnte, im Randbereich wieder vermehren. Oft unterscheidet sich die Menge an Mikroorganismen vor und nach dem Frieren kaum. Also nie zu lange warten und das aufgetaute Fleisch möglichst sofort nach dem Auftauen erhitzen oder braten.



Beim Konservieren gehen Vitamine und andere Inhaltsstoffe verloren.

Wer versehentlich zu viel aufgetaut hat, kann den Rest ruhig wieder einfrieren. Das Fleisch- oder Fischstück, Wurst oder Gemüse dürfen jedoch nicht lange bei Zimmertemperatur aufbewahrt werden. Die Keimkonzentration erhöht sich von Stunde zu Stunde. Das muss vor allem auch beim erneuten Auftauen beachtet werden. Einfrieren und erneutes Auftauen, Waschen, Erwärmen und alle anderen Arten der Zubereitung, zerstören immer Vitamine, Aromen und wertvolle Inhaltsstoffe.

### Chemische Konservierungsstoffe

In Deutschland sind nur wenige chemische Verbindungen zur Konservierung zugelassen. Es gelten hier strenge Regeln. So darf nicht jedes Lebensmittel chemisch konserviert werden und die verwendeten Stoffe müssen auf der Packung angegeben werden. Dies geschieht entweder namentlich oder unter Verwendung ihrer E-Nummer (E 200 – E 299 sind Konservierungsstoffe). Die gängigsten Konservierungsstoffe sind im folgenden aufgeführt:

**Benzoessäure und Benzoessäure-Ester (E 210 – E 219)** sind in den zugelassenen Konzentrationen zwar ungiftig, können aber Allergien auslösen.

**Sorbinsäure** gilt als unbedenklich und wirkt eher gegen Schimmelpilze und Hefen als gegen Bakterien. Oft bietet es sich deshalb an, Sorbinsäure (E 200) und ihre Salze (Sorbate; E 201 – 203) mit geringen Konzentrationen anderer Mittel zu kombinieren.

**Propionsäure** und ihre Salze (E 280 – E 283) waren bis 1993 in Deutschland nicht zugelassen, weil einige Toxikologen es für bedenklich halten.

Im Rahmen der EU-Richtlinie ist es europaweit wieder zugelassen.

**Schwefel und Schwefeldioxid (E 220 – E 228)** wirken nicht nur keimtötend, sondern verhindern auch farbverändernde und oxidative Abbauprozesse. Schwefel greift jedoch im menschlichen Körper in verschiedene Stoffwechselprozesse ein und zerstört u. a. Vitamin B<sub>1</sub> (Thiamin). Damit ist es nur begrenzt einsetzbar.

**Nitrate bzw. Pökelsalz** (Kaliumnitrat E 251 und Nitritpökelsalz E 250) werden zur Konservierung und zur Verbesserung der Farbe und des Geschmacks von Fleisch eingesetzt. Nitrat wird im Körper zu dem giftigen Nitrit umgewandelt. Dieses bindet an den Blutfarbstoff (Hämoglobin) und verschlechtert die Sauerstoffversorgung. Außerdem können sich im Magen-Darmtrakt zusammen mit Eiweißstoffen (Aminen) die stark Krebs erregenden Nitrosamine bilden. Nitrate sollen daher nur noch gegen den gefährlichen Botulismus-Keim *Clostridium botulinum* eingesetzt werden. Nur hier scheint das Risiko gerechtfertigt.

**Apfel-, Fumar- und Ascorbinsäure (Vitamin C) (E 296 – 300)** gelten als unbedenkliche Säuerungs- und damit Konservierungsmittel. Andere Säuren haben E-Nummern ab 300.

Die Schale von Zitrusfrüchten darf gegen Schimmel- und Fäulnisbefall behandelt werden (E 230, E 231, E 232, E 233). Der Hinweis „zum Verzehr nicht geeignet“ ist heute nicht mehr vorgeschrieben.

Antimikrobiell wirksame und Sauerstoff abhaltende Gase: Stickstoff (N<sub>2</sub>; E 941), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>; E 290) und Räucherrauch.



## Druckkonservierung

Bei der Hochdruckkonservierung nutzt man den sogenannten hydrostatischen Druck, um Mikroorganismen abzutöten. Dabei werden Drücke eingesetzt, die fünf- bis

achtmal höher sind als der Druck auf dem tiefsten Meeresgrund, also 500 – 800 Megapascal MPa (ein Megapascal entspricht 0,1 bar). Man vermutet, dass die Enzyme und Transportmoleküle der Zellwände beschädigt werden, und so vergiften sich die Keime mit ihren eigenen Stoffwechselprodukten. Salmonellen und andere übliche Erreger sterben ab ca. 300–400 MPa sicher ab. Wie nach dem Erhitzen sind die Produkte nach der Behandlung keimfrei und mehrere Wochen auch ohne Kühlung haltbar. Einige Bakterien bilden jedoch stabile Dauerformen, die sogenannten Sporen. Diese können dem hohem Druck standhalten und auch bei hoher Temperatur überleben.

Die Lebensmitteltechnologien und -chemiker müssen für jedes einzelne Produkt testen, ob die Druckkonservierung geeignet ist. Sie bietet gegenüber der Behandlung mit Hitze große Vorteile. Zum einen werden Farbe, Vitamine, krebsverhindernde Substanzen und andere temperaturempfindliche Inhaltsstoffe weniger stark zerstört. Oft bleibt sogar das natürliche frische Aroma erhalten. Zum anderen sind die mit Druck behandelten Lebensmittel ohne Kühleinrichtung auch einige Zeit haltbar. Vor allem für flüssige Obst- und Gemüsesäfte und Marmeladen mit Süßstoffen, aber auch für einige Fleischprodukte scheint die Druckbehandlung geeignet. In Japan, Frankreich,

Spanien und den USA sind bereits druckkonservierte Produkte auf dem Markt. In Deutschland ist die Methode noch für kein Lebensmittel zugelassen.

## Ionisierende Strahlen

Die Bestrahlung von Lebensmitteln hat sich in Deutschland nicht durchgesetzt. Das hat vor allem zwei Gründe: Einerseits sind die Investitionskosten für eine Strahlenquelle sehr hoch, andererseits gilt diese Methode nicht als unbedenklich. Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt nach mehreren Studien die Nutzung von Strahlen mit möglichst niedrigen Dosen (bis 10 kGy [Kilo Gray]) für bestimmte Lebensmittel, und nur dann, wenn keine unbedenklichen Alternativverfahren zur Verfügung stehen.



Man unterscheidet die Behandlung mit niedrigen, mittleren und hohen Strahlendosen. Bei niedriger Dosis wird das Auskeimen verhindert, Insekten und grössere Parasiten sterben. Bei mittleren Dosen werden empfindliche Bakterien ausgeschaltet, das entspricht dem Pasteurisieren. Erst bei hohen Dosen kann man von „Sterilisieren“ sprechen. Zur Zeit ist die Bestrahlung in 37 Ländern zugelassen und wird in 24 auch tatsächlich angewandt. Zum Beispiel gibt es in Japan einen Cobalt<sup>60</sup>-Strahler. Mit ihm werden Kartoffeln bestrahlt, die dann nicht mehr so schnell auskeimen. Dafür sind nur geringe Strahlenmengen nötig. In Frankreich und den USA darf im Kampf gegen Salmonellen gefrorenes Hähnchenfleisch mit

Strahlen behandelt werden. Oft ist die Bestrahlung von Gewürzen und von Krusten- und Schalentieren erlaubt.

Für die Bestrahlung kommen theoretisch Röntgen-, Gamma- und Elektronenstrahlen in Frage. Die Strahlen stoßen Elektronen aus deren Umlaufbahn um den Atomkern. Es entstehen u. a. geladene Teilchen, sogenannte Ionen und freie Radikale. Sie sind energiereich und instabil. Je größer das Molekül, desto empfindlicher ist es gegenüber der Bestrahlung. Wird so die Erbsubstanz der Keime, die sogenannte Desoxyribonukleinsäure (DNA) und Ribonukleinsäure (RNA) zerstört, sterben die Mikroorganismen. Um Viren, Sporen oder Enzyme zu inaktivieren, sind Strahlendosen nötig, die den Geschmack und die Qualität der Lebensmittel erheblich beeinträchtigen können. Vitamine, Eiweiße und Kohlenhydrate werden dann ebenfalls zerstört. Das Aroma verändert sich.



## HELP: „High Electric Field Pulses“

Diese Konservierungsmethode funktioniert mit Hochspannung. Kurze Stromstöße von 30 000 Volt durchlöchern die Zellhüllen der Mikroorganismen. Aber auch Zellen fester Nahrung wie Obst, Gemüse oder Fleisch werden zerstört. Daher ist das Verfahren, ähnlich wie die Hochdruckbehandlung, eher für flüssige oder breiige Lebensmittel geeignet. Noch wird diese Methode nicht industriell genutzt.

## Kombiniere...



Immer häufiger versuchen Lebensmitteltechnologien, die unterschiedlichen Methoden geschickt zu kombinieren. Vor allem „Problemkeime“ und Sporen lassen sich so unschädlich machen.

Zum Beispiel können Sporen „wach gekitzelt“ werden, indem man sie kurz mit ca. 1 000 bar unter Druck setzt. Danach sind die Sporen sensibel für herkömmliche Behandlungen mit Hitze oder auch hohen Drücken.

Wenn man Schinken oder Frühstücksfleisch in Dosen sterilisieren möchte, könnte die Verbindung von Hitze und Strahlen sinnvoll sein (in Ländern, in denen die Nutzung von ionisierenden Strahlen erlaubt ist). Die Hitze greift zunächst am Rand an, die Strahlendosis ist im Kern am höchsten. Eine Kombination der beiden Verfahren vermeidet also eine Überhitzung der äusseren Ränder.

An der TU in Berlin wird eine Methode getestet, bei der Wärme (Thermo) mit Druck (Mano) und Ultraschall (Sonication) kombiniert wird: die Mano-Thermo-Sonication (MTS). Bei Temperaturen von 70 °Celsius, einem Druck von drei bar – der normale Luftdruck beträgt etwa ein bar – und Ultraschall wird fast die gleiche Wirkung erzielt wie bei herkömmlicher Hitzebehandlung. Im Gegensatz zur MTS müssen bei der herkömmlichen Methode aber wesentlich höhere Temperaturen über einen längeren Zeitraum eingesetzt werden.



## Das „Quarks“ Lexikon der Konservierung

### Antioxidationsmittel

Diese Zusatzstoffe fangen den Sauerstoff ab und verhindern so, dass z. B. Fett ranzig werden kann.

### Dickungsmittel

Dickungsmittel sind nicht Fett lösliche Quellstoffe pflanzlichen Ursprungs.

### E-Nummern

Diese Bezeichnungen für Zusatzstoffe gelten in allen Ländern der EU und teilweise weltweit. Zugelassen sind derzeit 305 Stoffe. Konservierungsstoffe sind zwischen E 200–E 299 zu finden, Säuerungsmittel und Antioxidantien zwischen E 300 (Vitamin C) und E 385.

### Emulgatoren

Sie verbinden Fett und Wasser lösliche Bestandteile einer Lösung. Es entstehen Emulsionen.

### Farbstoffe

Farbstoffe dienen ausschließlich der optischen Aufwertung von Nahrungsmitteln.

### Hochdruckkonservierung

Unter hohem hydrostatischem Druck sterben Mikroorganismen.

### Ionisierende Strahlung

Energiereiche Strahlen, die Atome und Moleküle zu Ionen oder Radikalen machen. In lebendem Gewebe werden die Zellfunktionen gestört. Keime können getötet, Zellen geschädigt und zerstört werden. Nebenwirkungen durch schädliche Reaktionsprodukte sind nicht ganz auszuschließen. Mit Strahlen behandelte Lebensmittel strahlen selber jedoch nicht.

### Konservierungsstoffe

Konservierungsstoffe behindern Mikroorganismen wie Bakterien, Pilze und Hefen in ihrer Wirksamkeit.

### Lebensmittelgesetz

„Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz“ („Gesetz über den Verkehr mit Lebensmitteln, Tabakwaren, kosmetischen Mitteln und sonstigen Bedarfsgegenständen“). Es regelt den Umgang mit Lebensmitteln, Zusatzstoffen, zulässige Höchstmengen, Pestizide und schreibt regelmäßige

ärztliche Untersuchungen von Menschen vor, die in der Lebensmittelindustrie arbeiten.

### Natriumnitrit

E 250 Nitritpökelsalz  
Nur für gepökelte Fleischerzeugnisse zugelassen. Es entsteht der kochbeständige Pökelfarbstoff Nitrosomyoglobin (eine Verbindung aus dem Blutfarbstoff im Fleisch und dem Salz) und der „Pökelgeschmack“. Nitrit hemmt das Wachstum des Botulismus-Keims.

### Pasteurisieren

15–20 Sekunden auf 72–75 °C erhitzen. Viele Krankheitskeime werden getötet, Nährwerte und Geschmack bleiben relativ gut erhalten.

### Pökeln

Einsalzen

### Säuerungsmittel

Die meisten Mikroorganismen sind säureempfindlich. Säuerungsmittel dienen meist, diese zu hemmen.

### Sterilisieren

Steril bedeutet keimfrei. Nach dem Deutschen Arzneibuch: „Abtöten oder Entfernen aller lebensfähiger Vegetativ- (=lebend)- oder Dauerformen von pathogenen (krank machenden) und apathogenen Mikroorganismen“.

### (Ultra)-hocherhitzen

Mindestens eine Sekunde auf 135–150 °C. Bei Milch z. B. (H-Milch), sie behält ihren Nährwert und ist nahezu keimfrei, damit ungeöffnet mehrere Wochen haltbar.

### Zuckeraustauschstoffe

Fruchtzucker (Fructose), Sorbit, Xylit, Isomalt, Lactit, Mannit. Sie haben Kalorien, werden aber langsamer aufgenommen als normaler Haushaltszucker (Saccharose). Sie sind deshalb für Diabetiker geeignet.

### Süßstoffe

Sie sind künstlich hergestellt, haben keine Vorbilder in der Natur. Der Körper kann nichts mit ihnen „anfangen“, deshalb haben sie kaum bis keinen Brennwert, keine Kalorien.

## 7. Lesetipps



Robert Grün (Hrsg.)

**Antonio Pigafetta: Die erste Reise  
um die Erde – ein Augenzeugenbericht  
von der Weltumsegelung Magellans  
1519-1522**

Erdmann-Verlag

*Eine Chronologie der tragischen Reise, mit  
überraschenden Einblicken in die politischen  
Wirrnisse des 16. Jahrhunderts.*

J.R. Hale

**Zeitalter der Entdeckungen**

TIME-LIFE- Verlag

*Ein spannendes Buch über die verschiedenen  
Entdecker und die Zeitumstände; mit einem  
Abschnitt über die Lebenssituation an Bord  
der Schiffe*

A. Grenfell Price

**Captain James Cook:  
Entdeckungsfahrten im Pazifik**

Erdmann-Verlag

*Die Logbücher der Reisen von 1768 bis 1779*

Firma Weck (Hrsg.:)

**Das Weck -EinkochbuchHrsg. oder unter  
www.weck.de**

(Bezug über Tel. 07761/30 14)

*Ein kompakter praktischer Ratgeber*

Brigitte

**Einkochen und Einlegen**

Goldmann Verlag

14,90 DM

*Ein kompakter praktischer Ratgeber*

Stiftung Warentest

**Test Spezial: „Ernährung“**

Berlin, 1999

12,80 DM

*Eine übersichtliche Broschüre rund ums Ein-  
kaufen. Von „functional food“ über Kinder-  
kost bis zu Salmonellen & Co. Viele Tipps für  
den Alltag. Teilweise etwas viel „Zeigefinger“*

Auswertungs- und Informationsdienst  
für Ernährung, Landwirtschaft  
und Forsten e.V. (AID)

**Mindestens haltbar bis ...**

Ausstellungskatalog

Bonn 1998

4,50 DM

*Eine Übersicht über Konservierungs-  
methoden im Wandel der Zeit. Wirkt grafisch  
und inhaltlich etwas unsortiert*

Rudolf Heiss, Karl Eichner

**Haltbarmachen von Lebensmitteln**

Springer-Verlag, Berlin 1994

*Wissenschaftliches Standardwerk zum*

*Thema Lebensmittelkonservierung.*

*Sehr detailliert und technisch*

Verbraucher Zentrale Nordrhein-  
Westfalen e.V.

**Was bedeuten die E-Nummern?**

Düsseldorf, 1998

*Tabellarische Auflistung aller Lebensmittel-*

*Zusatzstoffe mit biochemischen*

*und rechtlichen Erläuterungen*

## 8. Index

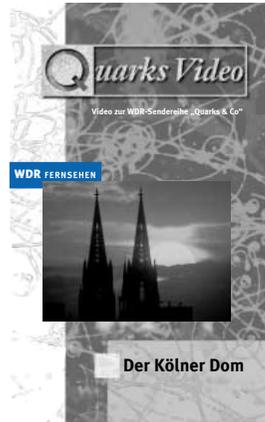
Apfelsaft	4ff.	Weck-Glas Wurst	18f. 4ff., 13
Brot	4ff.	Zucker	5, 19
Bakterien, krankheitserregend	6, 11, 13, 19, 21		
Druckkonservierung	22		
Einmachen	18f.		
E-Nummern	21, 23		
Fleisch	10, 13		
HELP – High Electric Field Pulses	23		
Joghurt	6, 13		
Käse	8f., 13		
Konserven	13, 18f.		
Konservierung	17ff., 24		
Konservierungsstoffe	21, 24		
Krebs	17		
Kühlschränke	17, 20		
Marmelade	4ff.		
Mäuse	7, 15		
Mehlmotte	7		
Milch	4ff., 13		
Müsli	4ff.		
Nachweisverfahren	10		
Salmonellen	10ff.		
Sauerkraut	16		
Schiffszwieback	14ff.		
Schimmelpilze	4f., 8f.		
Seefahrten	14ff.		
Skorbut	14f.		
Sporen, Pilzsporen	5, 8		
Strahlung, ionisierend	20		
Tiefkühlen	20		
Tiefkühlprodukte	10, 20f.		
Toxine	9		
Vitamine	4, 14, 20		

Das **Quarks-Video** zur preisgekrönten Sendung „Der Kölner Dom“:

**Quarks & Co** lädt Sie ein zu einer besonderen Entdeckungsreise in ein großartiges Bauwerk: Was weiß man über die Entstehung des Kölner Doms? Was ist das Geheimnis seiner Stabilität? Was wird getan, um das Gestein und die Fenster vor Verwitterung zu schützen?

**Quarks & Co** zeigt Ihnen spannende Spuren aus der Vergangenheit und mit Computeranimationen können Sie zurückblicken in die Baugeschichte des Kölner Doms. Ob Sie ihn schon gesehen haben oder nicht – Sie werden staunen.

*Bitte verwenden Sie das umseitige Bestell-Formular.*



**Das Quarks-Dom-Video**  
DM 24,90  
plus  
Versand DM 5,-

*Ausgezeichnet mit dem Deutschen Preis für Denkmalschutz 1998*

Jetzt erhältlich:  
**Das offizielle „Q“-Shirt.**  
Blau mit goldgelber Aufschrift, Vorderseite **Q**, Rückseite **Quarks & Co**, zwei Größen, zum Preis von DM 22,90 plus Versand DM 5,-.



*Bitte verwenden Sie das umseitige Bestell-Formular.*

**Hiermit bestelle ich das „Q“-Shirt**

Preis: DM 22,90 plus einmalig DM 5,- Versandkosten

**Hiermit bestelle ich das Video „Der Kölner Dom“**

Preis: DM 24,90 plus einmalig DM 5,- Versandkosten

Bitte in Druckschrift ausfüllen

Größe T-Shirt: \_\_\_\_\_ L \_\_\_\_\_ XL \_\_\_\_\_

Anzahl, T-Shirt: \_\_\_\_\_ Anzahl, Video: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_ Straße: \_\_\_\_\_

PLZ, Ort: \_\_\_\_\_ Telefon: \_\_\_\_\_

Verrechnungsscheck ist beigelegt:

Schecknr.: \_\_\_\_\_ Kontonr.: \_\_\_\_\_

BLZ: \_\_\_\_\_ Betrag, DM: \_\_\_\_\_

Lastschriftverfahren, Abbuchung vom Konto:

Kontonr.: \_\_\_\_\_ BLZ: \_\_\_\_\_

Bank: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_

Und nun das Ganze an:

**Maus & Co**  
**Der WDR-Laden**  
**50608 Köln**

Wir liefern per Post. Nachnahmesendungen sind uns leider nicht möglich.

## „Gutes Wissen“: Unsere Quarks-Scripte

In der Reihe „Quarks-Script“ sind bisher Broschüren zu folgenden Themen erschienen:

Elektrosmog 

Vorsicht Parasiten! 

Kopfschmerz 

Das Wetter 

Allergie 

Die Wissenschaft vom Bier 

Wenn das Gedächtnis streikt 

Eine Reise durch Magen und Darm 

Die Wissenschaft vom Wein 

Die Geheimnisse des Kochens 

Die Datenautobahn 

Vorsicht, Fett! 

Unsere Haut 

Aus der Apotheke der Natur 

Gesünder Essen 

Unser Schweiß



Abenteuer Fahrrad



Krebs – Ein Frage-Antwort-Katalog



Das Herz 

Faszination Kaffee 

Kernenergie – Ein Frage-Antwort-Katalog 

Gute Zähne – schlechte Zähne 

Schokolade – Die süße Last 

Die Börse – einfach erklärt 

Kampf dem Schmutz 

Das Wunder Haar 

Und so bestellen Sie das „Quarks-Script“: Beschriften Sie einen C-5-Umschlag mit Ihrer Adresse und mit dem Vermerk „Büchersendung“ und frankieren Sie ihn mit 1,50 DM. Schicken Sie den Umschlag in einem normalen Briefkuvert an:

WDR  
Quarks & Co.  
Stichwort „Thema des Scripts“  
50612 Köln

