

## Die Bakterienflora

Von Dominic Schüler

*Keimfrei (steril) ist der Mensch in seinem ganzen Leben nur bis kurz vor der Geburt. Bereits während der Geburt werden alle Körperoberflächen eines Neugeborenen, mit Bakterien besiedelt. Die Besiedelung rekrutiert sich durch Hautkontakte und durch Anflugkeime aus der direkten Umgebung. Von diesem Zeitpunkt an lebt der Mensch in Symbiose mit einer permanenten, hauteigenen Bakterienflora. Diese Keimbesiedlung des menschlichen Körpers ist ganz natürlich und lebensnotwendig.*

Die Geschichte von der Erforschung der Hautflora ähnelt jener von der Erforschung der Darmflora. Anfang des 20. Jahrhunderts suchte man in der medizinischen Fachliteratur den Begriff "Darmflora" vergeblich. Erst zu Beginn der 80er Jahre setzten sich zunächst Heilpraktiker mit der Darmflora auseinander. Allmählich begann dann auch die Schulmedizin mehr und mehr mit der Erforschung der Darmfunktion. Inzwischen ist allgemein anerkannt, dass einer gesunden Darmflora eine zentrale Rolle für die Funktion des Darmes zukommt, und ihre intakte Funktion für unser Wohlbefinden wie für das Immunsystem unverzichtbar ist. So werden die Belange unserer Darmflora bei der Ernährungsplanung wie auch bei medizinischen Behandlungen berücksichtigt. "Nützlich für Darmflora und Immunabwehr" ist heute sogar Verkaufsargument und selbstverständlicher Bestandteil der Werbung, z. B. für Molkereiprodukte und Nahrungsergänzungsmittel. Das Thema 'Darmflora' vollzog damit in den letzten 20 Jahren eine Entwicklung vom "Tabuthema" zum festen Bestandteil medizinischer und immunologischer Betrachtungsweisen des menschlichen Organismus'.

Für die Hautflora bleibt ein ähnlicher "Erfolg" bisher nur zu hoffen. Denn gegenwärtig verhält es sich für die Hautflora wie für die Darmflora vor 20 Jahren: in 90% der aktuellen dermatologischen Fachliteratur wird die Mikroflora der gesunden Haut überhaupt nicht erwähnt. Das Erfassen der komplexen Abläufe in diesem lebendigen System und wie sie in Wechselbeziehung mit ihrer Mikro- und Makroumwelt stehen, wäre eine der verdienstvollsten Aufgaben der modernen Forschung.

Als Grenzflächenorgan zwischen menschlichem Organismus und Umwelt beherbergt die Haut eine Vielzahl von Mikroorganismen. Zusammenfassend werden diese als "Hautflora" bezeichnet. Der Begriff "Hautflora" bedeutet streng übersetzt "Pflanzenwelt der Haut". Diese Bezeichnung entstammt einer Zeit, als man Bakterien noch nicht als eigenständige Lebensform verstand, sondern zu den Pflanzen zählte.

Entsprechend der Dauer ihrer Anwesenheit auf der Haut unterscheidet man für die Hautflora grundsätzlich drei Gruppen von Keimen: die Gruppe der "residenten Keime" (engl. "domain bacteria" ~ "häusliches Bakterium"),

welche als Ureinwohner der Haut gelten können. Die Angehörigen dieser Gruppe sind im Normalzustand immer und ausgewogen vertreten. In ihrem Zusammenspiel gewährleisten sie die Funktionen der intakten Bakterienflora.

Eine zweite Gruppe bilden die "transienten Keime". (engl. "host bacteria" ~ "Gast-Bakterium") Dies sind Anflug- bzw. Durchgangskeime, die sich zwar vorübergehend auf der Haut finden lassen, dort aber keine stabilen Bakterienkolonien ausbilden können. Die dritte Gruppe bilden die "temporär residenten Keime". Diese Keime können sich unter bestimmten Bedingungen an der Haut anheften und sich dort für eine begrenzte Dauer auch vermehren.

Residente Bakterien leben als kleine Kolonien auf der Oberfläche des stratum corneum sowie innerhalb der äußeren Epidermisschichten. Ihre Bakterienstämme vermehren sich dort in relativ gleichmäßiger Anzahl und Zusammensetzung. Dabei regelt sich ihre "Bevölkerungsdichte" über ein komplexes Zusammenspiel sich gegenseitig bedingender und begrenzender Faktoren (s. Artikel S. 2). Dabei steht die Mikroflora in enger Verbindung mit den Stoffwechselprozessen der Haut. Die physiologische Hautflora

setzt sich zusammen aus koagulase negativen Staphylokokken, Mikrokokken, aeroben und anaeroben coryneformen Stäbchen (u.a. Propionibakterien), Brevibakterien, gramnegativen Stäbchen (u.a. Acinetobakter) und Pityrosporum. Als stabile mikrobiotische Gemeinschaft sind sie in der Lage, sowohl transiente wie auch temporär residente Keime über verschiedene Mechanismen abzuwehren.

Einige Keime der residenten Flora können unter bestimmten Umständen selbst pathogen (krankmachend) werden. Beispielsweise sind Staphylokokken und Streptokokken residente Bewohner einer gesunden Haut. Sie können sich zwar vermehren, werden aber normalerweise von der übrigen Hautflora so eingeschränkt, dass sie apathogen bleiben.

Insgesamt bildet die Beziehung zwischen Mensch, hauteigener Bakterienflora und Umwelt ein komplexes, sich gegenseitig beeinflussendes System. Dieses System sichert ein natürliches Gleichgewicht. Erst wenn dieses System von außen gestört wird oder sich nicht im Gleichgewicht befindet bietet unsere Haut eine Angriffsfläche für pathogene Keime.

*resident pathogen:*

### Staphylokokkus aureus

Der Staph. aureus gehört in geringem Maße zu unserer normalen Hautflora. Sein Wachstum wird jedoch bei einem Ungleichgewicht der Bakterienflora, wie z.B. beim atopischen Ekzemen oder bei psoriatischen Herden, begünstigt. Immer öfter treten vom Staph. aureus sog. multiresistente Bakterienstämme auf, gegen die keine Antibiotika wirken. Eine Infektion mit einem derartigen Bakterienstamm führt zum Tod durch Blutvergiftung.

*lästig:*

### Corynebakterien

Sie befinden sich besonders unter den Achseln und sind ursächlich für den Schweißgeruch. Durch Antibiotika und Desinfektionsmittel in den Desodorantien entstehen bakterielle 'Lücken', wodurch sich die Corynebakterien massiv vermehren können.

*Wechselspiel der Stoffwechsel:*

### Propionibakterien

Sie treten bevorzugt in öligen, follikelreichen Gegenden auf. Sie besiedeln das Innere der Talgdrüsen (ideale Wohnung, sauerstoffarm). Ihre Stoffwechselenergie beziehen die Bakterien aus der Umwandlung von Glycerin zu Pyrovat. Die dabei anfallenden Wasserstoffatome bewirken eine Reduktion des Pyrovats zu Propionat (Salz der Propionsäure). Dieses wirkt wiederum als Hemmstoff für andere Mikroorganismen, z.B. für Schimmelpilze.

Beim Stoffwechsel der Propionibakterien werden die Triglyceride des Talgs durch Lipasen in Diglyceride und Fettsäuren umgewandelt. Diglyceride wirken als Emulgator und helfen den Schweiß mit dem Talg zu verbinden. Dadurch kann diese Emulsion leichter an die Hautoberfläche transportiert werden und ist dort ein wichtiger Teil unseres Hydrolipidfilms. Die aus den Fetten des Talgs freigesetzten Fettsäuren hemmen zudem das Wachstum anderer Mikroben.

# Die Mikroflora der menschlichen Haut und ihre Ökologie

Von Dr. med. Frederique Heim-Glod

*Die Haut bildet mit dem Darm das größte Abwehrorgan des menschlichen Körpers. Hier findet der Kontakt mit fremden Bakterien, Pilzen, Viren, chemischen Substanzen und physikalischen Einflüssen statt. Ein wichtiges Abwehrsystem der menschlichen Haut ist die hauteigene Mikroflora. Sie besiedelt alle Oberflächen, die mit der Außenwelt in Kontakt kommen. Welche zentrale Bedeutung der Bakterienflora für das Abwehrverhalten der Haut zukommt, ist noch lange nicht vollständig erforscht. Zur Zeit sind weder die Stoffwechselprozesse der Hautflora vollständig erforscht noch das genaue Ausmaß der biologischen Vielfalt dieses ökologischen Systems.*

Die residente Mikroflora ist eine mikrobiotische Gemeinschaft, die sich weitgehend dem Biotop Haut angepasst hat. Das Fehlen oder eine gestörte residente Flora kann pathogenen Keimen Freiräume eröffnen und ermöglicht Infekte. Bei der Abwehr von Fremdkeimen bedient sich die Bakterienflora eines komplexen Zusammenspiels einander bedingender und begrenzender Faktoren.

## Die Ökologie der Hautflora

### Nährstoffangebot

Der wichtigste Regelfaktor der mikrobiellen Population ist das Nährstoffangebot. Die mikrobielle Besiedelung kann nur erfolgen, wenn für die Vermehrung und Kolonisierung der Mikroorganismen ausreichend Nährstoffe zur Verfügung stehen. Auf der Haut sind das neben Zuckern auch Aminosäuren, Milchsäure, Harnstoff, Mucoproteine, Harnsäure, Vitamine, sowie Fette im Talg und abgestoßene Hornzellen. Zu diesen Nährstoffen zählen auch: von außen zugeführte Stoffe (z.B. Kosmetika) und ihre enzymatischen Spaltprodukte.

### Feuchtigkeit

Die meisten Mikroorganismen bevorzugen ein Milieu mit mehr als 90% relativer Luftfeuchtigkeit. Dies ist in den Achselhöhlen, Hautfalten und im äußeren Ohrkanal der Fall.

Wird die Feuchtigkeit auf der Haut erhöht z. B. künstlich durch das Abdecken mit Plastikfolie (auch Polyacryl- oder Silikongele) oder durch das Verquellen der oberen Hautschicht, z. B. mit Feuchtigkeitscremes, so lassen sich ein dramatischer Anstieg der Keimzahl wie auch qualitative Veränderungen in der Hautflora feststellen.

Es gibt aber auch Keime, wie den Staph. aureus, die bei sehr geringer Feuchtigkeit wachsen können, z. B. erhöhte Rate bei Neurodermitis und Psoriasis.

### Sauerstoffkonzentration und pH-Wert

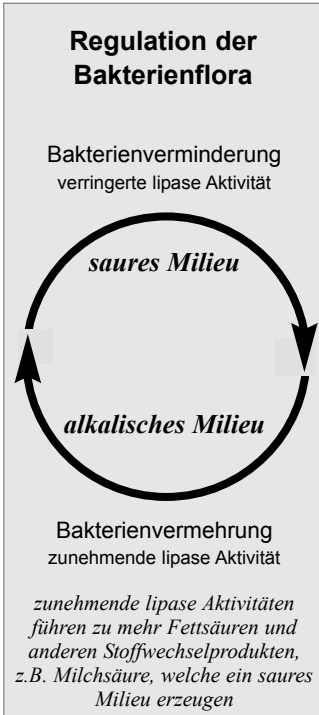
Ein entscheidender Regelfaktor der Bakterienflora ist die Sauerstoffkonzentration in den verschiedenen Siedlungsgebieten. Man unterscheidet aerobe und anaerobe Bakterien. Die anaeroben Bakterien (z. B. Propioni) sind besonders sauerstoffempfindlich und können sich in sauerstoffangereichertem Milieu nur schlecht vermehren.

Einen **aeroben Stoffwechsel** haben Staphylokokkus, Mikrokokkus, Corynebakterien und Brevibakterium epidermidis. Sie verstoffwechseln die auf der Hautoberfläche vorhandenen Nährstoffe (Aminosäuren, Lactat und Fettsäuren) mit Hilfe von Luftsauerstoff zu überwiegend CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O.

Einen **anaeroben Stoffwechsel** haben u.a. die Propionibakterien, die in den Haar- und Talgfollikeln siedeln. Als Nahrungsquelle dient ihnen überwiegend Glycerin, das sie mit Hilfe eigener Lipasen aus den Fetten des Talgs erzeugen.

Der physiologische pH-Wert der Haut liegt im sauren Bereich zwischen 4,6 und 6,5. Er wirkt auf die transiente Flora stärker selektiv als auf die residente Flora. Die meisten Bakterien können bei einem pH-Wert unter 5 nicht überleben.

Eine Alkalisierung der Haut (pH-Wert >7), z. B. durch das Waschen mit Seife, begünstigt das Wachstum der hauteigenen Bakterien. Beim Waschprozeß wird die Anzahl der Bakterien verringert. Gleichzeitig wird der pH-Wert erhöht (Alkalisierung). Während der nächsten 1-2 Stunden steigt die Population hauteigener Bakterien wieder an. Durch die damit verbundene Zunahme der sauren Stoffwechselprodukte sinkt der pH-Wert wieder bis zu ei-



Keimen in die Dermis. In diesem Zusammenhang sei auch auf das Problem von Neurodermitis und dem Wachstum von Staphylokokken hingewiesen.

**Abstoßen der oberen Hornschicht**

Die von den Basalzellen ausgehende Proliferation der Epidermisschicht sowie die Abschilferung der Hornschicht bewirken eine ständige Erneuerung der Hornschicht. Deshalb ist die Zeitdauer für die Invasion von Fremdkeimen begrenzt. Die verstärkte Abschilferung der Hornschicht wird von der Haut als Abwehrmaßnahme beim Befall von Pilzen und anderen pathogenen Keimen eingesetzt. Die residente Flora dagegen bleibt durch Reattachment (Wiederanhaftung) bestehen.

Unsere Hautbakterienflora bildet eine durch nichts zu ersetzende Verteidigungslinie gegen fremde, krankmachende Invasionskeime. Das Fehlen der residenten Flora - z. B. beim Neugeborenen - eröffnet pathogenen (krankmachenden) Keimen Freiräume und erklärt u.a. die Infektanfälligkeit der Neugeborenen. Bei der Abwehr von Fremdkeimen wirkt die haut-eigene Bakterienflora durch verschiedene Regelmechanismen.

Einer dieser Mechanismen basiert auf der so genannten **Nährstofflimitation**. Invasionskeime brauchen ein ausreichendes Nährstoffangebot für ihre Vermehrung. Die residente Flora hat jedoch auf der Haut einen Standortvorteil und gewinnt so in den meisten Fällen die Konkurrenz um die verfügbaren Nährstoffe (Substratkonkurrenz).

Über ihre **Metaboliten** (Stoffwechselprodukte), z.B. Wasserstoffperoxid, freie

Fettsäuren und Milchsäure, verändert unsere Bakterienflora das Milieu auf der Haut so, dass es für andere Mikroorganismen unattraktiv wird.

Etwa 25 % der Residentflora bilden diverse **Antibiotika** (z. B. Bakteriozine), die gegen andere Keime aber nicht gegen die eigene Spezies wirken. Dabei ist bemerkenswert, dass auf kranker Haut der Anteil der Bakteriozinproduzenten ansteigt und so auf natürliche Weise zur Verhütung einer Sekundärinfektion beiträgt.

Die residente Flora ist desweiteren in der Lage, fremde Keime auch durch ihre Kolonisierungspriorität abzuwehren. Dabei besetzt sie jene freien Plätze (Bindungsseiten) auf der Haut, welche fremde Bakterien für eine Besiedlung der Haut bedürfen. Dies führt dazu, dass fremde Keime keinen Platz zum Siedeln finden. Dieser Mechanismus wird auch als **kompetitive Hemmung der Bindungsseiten** bezeichnet.

Aus dieser Aufstellung einiger Faktoren wird deutlich, wie komplex die Regelmechanismen der Bakterienflo-

ra miteinander verwoben sind. Ist die Mikroflora in ihrem natürlichen Gleichgewicht und frei von äußeren Einflüssen, regelt sie ihre Qualität und Quantität zu unserem Vorteil. Sie wehrt nicht nur pathogene Keime ab, sondern regelt auch den Feuchtigkeitshaushalt unserer Haut, gewährleistet die reibungslose Abschilferung der Hornschicht und bildet einen Schutzwall.

Das Stören der natürlichen Ordnung dieses "Biotops" hat Konsequenzen für den gesamten Organismus. So erklärt zum Beispiel das Fehlen einer residenten Bakterienflora die erhöhte Infektanfälligkeit bei Kleinkindern. Übermäßige Körperhygiene kann der Bakterienflora großen Schaden zufügen. Aggressive "waschaktive" Substanzen oder gar bakteriozid wirkende Desinfektionsmittel können wie ein Kahlschlag auf die Mikroflora wirken. Sie eröffnen ein weites Angriffsfeld für pathogene Keime und zerstören den Feuchtigkeitshaushalt der Haut. Gleiches gilt auch bei der Anwendung von antibakteriell wirkenden Desodorants.

nem Wert, bei dem das Bakterienwachstum gehemmt wird. Die Keimzahl normalisiert sich.

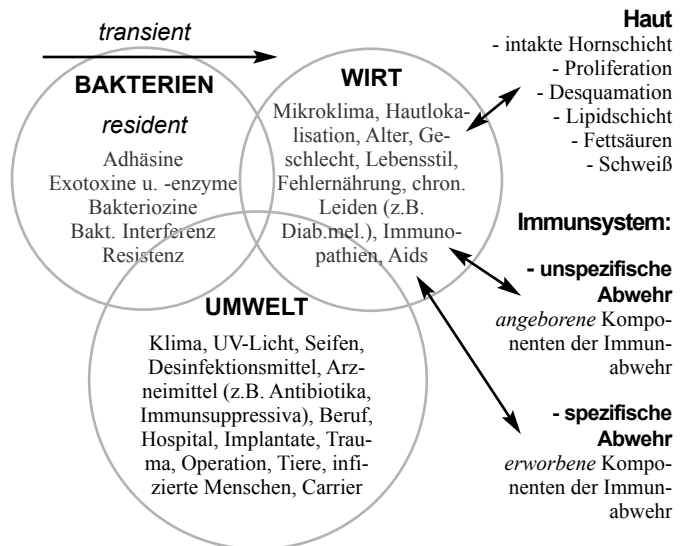
**Mechanismen der Keimabwehr**

**Die Lipidschicht**

Der Hydrolipidmantel der Haut entsteht durch Imprägnierung der Hornschicht mit sauren Bestandteilen der Epidermiszellen, z. B. freie Fettsäuren, polare Lipide und Glycosphingolipide, die im Interzellularraum vorkommen.

Die sauren Lipide haben eine wichtige antimikrobielle Aktivität gegen Bakterien, insbesondere gegen Staphylokokken. Die Annahme jedoch, dass der saure pH-Wert allein ein wichtiger Abwehrmechanismus gegen Bakterien wäre, ist inzwischen verworfen.

Eine Entfettung der Haut durch Tenside und organische Lösungsmittel begünstigt zum Teil das Wachstum pathogener Keime doch vor allem das Eindringen von



Grafik nach: U.F. Hausteil (1989): „Haut als Abwehrorgan“

# Die Mikroflora - unsere "Haustierbakterien"

Kommentar von R. Heim-Schüler

*Jahrelang haben wir gelernt, dass Bakterien üble Zeitgenossen sind. Jetzt lernen wir, dass dieselben Bakterien uns beschützen, dass wir ohne sie gar nicht leben können. Deshalb sollen wir sie behüten, pflegen und ihre Siedlungsplätze nicht zerstören.*

*Tatsache ist, dass es bei dem Thema Bakterien kein entweder/oder gibt. Vielmehr können die gleichen Bakterien unter bestimmten Umständen gut und nützlich sein, unter anderen Umständen aber böse und krankmachend.*

Die Symptome bakterieller Infektionen der Haut sind gut zu erkennen. Fast täglich sind wir als Kosmetikerin mit dem Erscheinungsbild der äußeren Entzündung der Haut konfrontiert. Dabei ist nicht immer klar, dass ein "Pickel" uns anzeigt, dass die Außenabwehr unserer Haut in diesem Fall ihren Kampf verloren hat. An dieser Niederlage sind wir nicht immer unschuldig. Oft sind es die Fehler einer gutgemeinten Hautpflege, die der Abwehr die entscheidende Schwächung zufügen.

**Beispiel Reinigung:**  
Noch immer fühlen sich die meisten Menschen nicht "richtig" sauber, wenn die Haut nicht nach dem Waschen spannt. Dieses Gefühl bedeutet aber, dass wir unsere gesamte Außenverteidigung - Lipidschicht, freie Fettsäuren, Schweiß und Bakterienflora und zum Teil sogar die Barriere der Hornschicht - geschwächt wenn nicht zerstört haben. Je öfter wir dies tun, desto weniger besteht die Chance, dass sich unsere äußeren Verteidigungslinien wieder geordnet schließen.

**Beispiel gut gemeinte Pflege:**  
Viele Pflegeprodukte - vor allem die Feuchtigkeitscremes - enthalten Stoffe, die zu einer Verquellung der Hornschicht führen. Die Haut kann dann "messbar mehr Feuchtigkeit speichern", so die Werbeaussage - aller-

dings auf Kosten der Funktion der Mikroflora. In den verquollenen Hautschichten kommt es zu einer Verschiebung der Bakterienflora zugunsten von Bakterien, die sich in "Feuchtigkeitsgebieten" besonders wohl fühlen. Pathogene Bakterien finden ideale Siedlungsplätze und Eintrittspforten in die Epidermis. Auch Hefen und Pilze fühlen sich in derartigen "Sumpflandschaften" besonders wohl. Zumal ihre natürlichen Feinde fehlen. Die Konsequenz sind Krankheitsbilder wie die periorale Dermatitis (scherzhaft auch "Stewardessen-Krankheit" genannt, denn der Aufenthalt in klimatisierten Räumen macht die Haut besonders anfällig für "Feuchtigkeitscremes") oder das seborrhoische Ekzem.

Auch die tägliche Anwendung von Hautcremes, die mit keimtötenden Konservierungsstoffen haltbar gemacht werden, lässt der Bakterienflora nur wenig Überlebenschancen. Dabei können resistente Kolonien pathogener Keime entstehen.

Diese Beispiele sollen nicht dazu verleiten, Bakterien auf unserer Haut generell als harmlos zu erachten. Vielmehr ist es oft eine Frage des Milieus, die darüber entscheidet, ob Bakterien "gut" d. h. für die Außenverteidigung unserer Haut nützlich und notwendig, oder "böse" d. h. krankmachend sind.

Zum Beispiel sind Propriobakterien für uns lebenswichtige Dauerbewohner unserer Haut. Sie sind wesentlich an der Verarbeitung unseres Hauttalg beteiligt und ihre Stoffwechselprodukte hemmen die Vermehrung anderer, potenziell pathogener Mikroorganismen. Wenn Propriobakterien allerdings zusammen mit dem Talg in die Dermis gelangen, verursachen sie Entzündungen, die von der Fremdkörperreaktion bis zur Antikörpervermittelten Immunreaktion reichen.

Auch der Staphylokokkus aureus bleibt - wenn er im Verbund der Mikroflora mengenmäßig im Gleichgewicht gehalten wird - ein harmloser Gast auf unserer Haut. Wird sein Wachstum jedoch durch das Milieu (Neurodermitis) oder eine Selektion (Antibiotika) begünstigt, sind die Schäden, die er anrichten kann, groß.

Im Laufe der Evolution haben sich so komplexe Systeme wie die Mikroflora unserer Haut entwickelt. Unsere Hautbakterien leben mit uns in einer Symbiose zum beiderseitigen Nutzen.

Wenn wir versuchen, die Zusammenhänge zu verstehen und die Natur zu respektieren, können wir Fehler vermeiden. Für die Kosmetikerin bedeutet das vor allem, nicht in "die Falle des Kurzzeitdenkens" zu tappen. Ist die Bakterienflora erst ein-

mal aus dem Gleichgewicht, ist der Weg sehr schmal, den wir gehen müssen, um einerseits das weitere Ausbreiten pathogener Keime zu verhindern, andererseits aber die Wiederherstellung einer ausgewogenen Bakterienflora zu unterstützen. Dazu brauchen wir Geduld, viel Geduld und verantwortungsbewusstes Arbeiten.

## IMPRESSUM:

nature+science  
die zeitschrift

erscheint vierteljährlich  
im Kairos Verlag  
und Werbegesellschaft mbH  
Tübingen

mit Unterstützung der Firma  
Rosel Heim GmbH.

Redaktionsanschrift:  
Kairos Verlag und Werbegesellschaft, Gartenstr. 41,  
72074 Tübingen  
kairos@kairos-verlag.de

Redaktion:  
Dominic Schüller, MA  
Tobias Sender  
Dr. Frederique Glod-Heim

Wissenschaftlicher Beirat:  
Dr. phil. nat. Nana Heim  
Rosemarie Heim-Schüler

Druck:  
Müller & Bass, Tübingen

Für den Inhalt der Artikel ist  
der jeweilige Autor verantwortlich.

ISSN Nr. 1618 - 4394

Preis für die einzelne Ausgabe:  
Euro 6,-