**Liebe Leserinnen, liebe Leser,**



von vielen Seiten wird gefordert, im naturwissenschaftlichen Unterricht die Lebenswelt und den Alltag unserer Schülerinnen und Schüler stärker als bisher in den Mittelpunkt zu stellen und durch eine größere Methodenvielfalt im Unterricht mehr Anschaulichkeit und neue Lernanreize zu schaffen.

Für einen abwechslungsreichen und interessanten Unterricht im Sinne dieser neuen Anforderungen benötigen Sie aktuelles und entsprechend ausgestaltetes Unterrichtsmaterial. Wir möchten mit dazu beitragen und haben für Sie eine **Informationsserie „Wasch- und Reinigungsmittel“** zusammengestellt.

Die Informationsserie besteht aus Kopiervorlagen, Arbeitsblättern, schulpraktischen Hintergrundinformationen, Hinweisen zum Umgang mit den Materialien sowie Literatur- und Internet-Tipps. Die Materialien sind so gestaltet, dass sie im Sinne eines modularen Systems möglichst breit im Chemieunterricht eingesetzt werden können – vom Anfangsunterricht bis zum Leistungskurs. Sie wählen aus einem breiten Angebot an Kopiervorlagen und Arbeitsblättern die für Ihren Unterricht geeigneten Materialien aus. Die Hintergrundinformationen sollen Ihnen dabei helfen, sich schnell in das Thema einzuarbeiten.

Wir haben die Informationsserie, die 2002 in der ersten Auflage erschienen ist, 2013 noch einmal grundlegend überarbeitet und aktualisiert. Die Bedieneroberfläche ist nun komfortabler und übersichtlicher. Ebenso sind die Druckfunktionen vereinfacht worden.

Der Themenkreis „Wasch- und Reinigungsmittel“ hat seinen festen und wichtigen Stellenwert im Chemieunterricht, weil dieses Thema vielfältige und enge Bezüge schafft zwischen den fachwissenschaftlichen Grundlagen der Chemie, deren Anwendungen im täglichen Leben und deren Bedeutung für Umwelt, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Darüber hinaus eignet sich der Themenkreis „Waschen und Reinigen“, um Bezüge für eine nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung der Gesellschaft exemplarisch und handlungsorientiert aufzuzeigen.

Viel Freude beim Lesen und neue Anregungen für einen lebensnahen und abwechslungsreichen Unterricht wünscht Ihnen

Ihr

Günter Wagner

# Allgemeine Hinweise zur Informationsserie „Wasch- und Reinigungsmittel“

Die hier vorliegende Informationsserie möchte Ihnen Hilfen für einen lebensnahen Chemieunterricht zur Verfügung stellen und Ihren Unterricht zum Themenkreis Wasch- und Reinigungsmittel auf mehrere Weise ergänzen:

- ☞ Mit Hilfe eines didaktischen Basisartikels zur Behandlung des Themenkreises Wasch- und Reinigungsmittel im Chemieunterricht können Sie sich schnell in dieses Thema einarbeiten.
- ☞ Kopiervorlagen dienen dazu, Informationen, Phänomene und Modellvorstellungen aus dem Bereich der Wasch- und Reinigungsmittelchemie anschaulich zu präsentieren.
- ☞ Sie erhalten aktuelles Zahlenmaterial über Wasch- und Reinigungsmittel und zu den Waschgewohnheiten heute, das sorgfältig recherchiert wurde und in dieser Breite bisher nicht öffentlich zugänglich war.
- ☞ Sie finden reichhaltige Informationen zu den Inhaltsstoffen der Wasch- und Reinigungsmittel.
- ☞ Arbeitsblätter für die Hand der Schülerinnen und Schüler können direkt im Unterricht verwendet werden.
- ☞ Umfangreiche Literaturhinweise und Internetadressen ermöglichen es Ihnen, weitergehende Studien zu betreiben.

Wir haben die Form einer CD-ROM gewählt, weil es nur auf diesem Wege möglich war, Ihnen die hier präsentierte große Vielzahl von Folienvorlagen und zusätzlichen Materialien zur Verfügung zu stellen und weil wir davon ausgehen, dass eine CD-ROM zeitgemäß ist, weil heute Computer zum täglichen Handwerkszeug der Lehrerinnen und Lehrer gehören.

## Die Inhalte im Einzelnen

Sie finden auf dieser CD-ROM

- **Allgemeine Hinweise zur Informationsserie „Wasch- und Reinigungsmittel“**

- **Einen einführenden Text zur Behandlung des Themenkreises Wasch- und Reinigungsmittel“ im Chemieunterricht: *„Waschmittel – eine Unterrichtseinheit im Wandel“* von Günter Wagner**

Der Text bietet einen Überblick über die Bedeutung des Themenkreises „Waschmittel“ im Chemieunterricht und zeigt Querverbindungen zum Themenkreis „Reinigungsmittel“ auf. Der Themenkreis „Waschmittel“ gehört zu den Schlüsselthemen eines alltags- und lebensweltorientierten Chemieunterrichts. Dafür ist es notwendig, auch fachübergreifende Aspekte angemessen im Unterricht zu berücksichtigen. Es werden mögliche Leitfragen zum Einstieg in eine Unterrichtseinheit „Waschmittel“ entwickelt und damit Alternativen zum üblichen Beginn über das Thema Seife aufgezeigt. Aus den Bereichen Chemie, Umwelt, Technik und Kulturgeschichte werden konkrete Anregungen für projektorientiertes und fachübergreifendes Arbeiten gegeben. An den entsprechenden Stellen wird auf Querverbindungen zu den Kopiervorlagen dieser Informationsserie hingewiesen.

- **89 Kopiervorlagen für Overheadfolien aus allen Bereichen der Wasch- und Reinigungsmittel**

Die Folienvorlagen können gedruckt auf Transparentfolie zur Overhead-Projektion oder ausgedruckt auf Papier als Kopiervorlage für den Unterricht genutzt werden. Sie dienen aber auch gleichermaßen zu Ihrer persönlichen Information über ein bestimmtes Thema aus dem Bereich der Wasch- und Reinigungsmittel. Eine hinreichend große Anzahl von Abbildungen stellt sicher, dass ein möglichst breites Spektrum von Einsatzmöglichkeiten und Anwendungen besteht und für alle Jahrgangsstufen vom Chemieanfangsunterricht bis zum Leistungskurs etwas zu finden ist.

Die 89 Kopiervorlagen sind nach 10 Themengebieten gegliedert und auf der CD-ROM in den gleichnamigen Verzeichnissen zu finden:

1. Warenkunde der Waschmittel (6 Kopiervorlagen)
2. Tenside und Grenzflächenaktivität (15 Kopiervorlagen)
3. Waschmittelinhaltsstoffe und ihre Funktion beim Waschprozess (8 Kopiervorlagen)
4. Waschmittelrezepturen (4 Kopiervorlagen)

5. Waschgewohnheiten in Deutschland und Europa (10 Kopiervorlagen)
6. Waschmaschinen (5 Kopiervorlagen)
7. Waschmittel und Umwelt (11 Kopiervorlagen)
8. Reinigungsmittel – Warenkunde und Verbraucherverhalten (13 Kopiervorlagen)
9. Geschirrspülen heute (10 Kopiervorlagen)
10. Reinigungsmittel und Gesundheit (7 Kopiervorlagen)

Die komplette Themenliste der Folienvorlagen finden Sie auf den folgenden Seiten sowie auf der CD-ROM.

- **17 Arbeitsblätter für Schülerinnen und Schüler**

Eine kleine Auswahl von Arbeitsblättern ist als Ergänzung zu den Kopiervorlagen gedacht. Die Arbeitsblätter sind mit Arbeitsaufträgen für die Schülerinnen und Schüler versehen und als Kopiervorlage für Unterrichtszwecke freigegeben. Sie können also direkt im Unterricht eingesetzt werden. Die Arbeitsblätter können sowohl in der Sekundarstufe I als auch in der Sekundarstufe II Verwendung finden. Die Eignung für den Unterricht richtet sich nach den unterrichtlichen Erfordernissen sowie Vorkenntnissen und Leistungsstand der Schülerinnen und Schüler. Zusätzlich gibt es für die Lehrkräfte zu jedem Arbeitsblatt Hinweise und Lösungen.

- **Literaturhinweise und Internetadressen**

Sie finden auf der CD-ROM eine Zusammenstellung wichtiger Literatur zum Themenkreis „Wasch- und Reinigungsmittel“ und entsprechende Internetadressen zum Thema.

Als Basisliteratur zur Ergänzung der Informationsserie „Wasch- und Reinigungsmittel“ wird empfohlen:

- G. Wagner: Waschmittel – Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit. Verlag, Wiley VCH, Weinheim, 4. Auflage 2010
- H. G. Hauthal, G. Wagner (Hrsg.): Reinigungs- und Pflegemittel im Haushalt. Verlag für chemische Industrie, Augsburg 2007
- Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie. Themenheft „Rund um die Waschmittel“. NiU-Chemie 12(2001), Heft 63

## Impressum

## Herausgeber:

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e.V. (IKW)
Mainzer Landstraße 55
60329 FRANKFURT AM MAIN
Rufnr.: 069 2556-1322 Faxnr.: 069 237631
E-Mail: info@ikw.org
Internet: www.ikw.org

**Mit freundlicher Unterstützung vom**

Forum Waschen
c/o Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e.V. (IKW)
E-Mail: forum-waschen@ikw.org

Internet: www.forum-waschen.de

Auflage: August 2013

Alle Rechte vorbehalten

## Autor:

OStD Günter Wagner
[Schulleiter der Elisabeth-Knipping-Schule in Kassel, Leiter Projektgruppe Schule im Forum Waschen]

## Bildquellennachweis:

Wir danken folgenden Unternehmen und Organisationen für die Bereitstellung von Bildmaterial und Graphiken:
Henkel AG & Co. KGaA (Kopiervorlagen 2.9, 2.15, 3.7, 3.8, 4.1, 4.2, 6.4, 7.1, 9.7)
Procter & Gamble (Kopiervorlage 1.6)
Reckitt Benckiser (Kopiervorlage 9.7)
Ernst Klett Verlag Stuttgart (Kopiervorlagen 2.7, 2.8)
Fonds der chemischen Industrie (Kopiervorlagen 2.1, 2.2, 2.3, 2.10, 2.11)
Neil Palmer [http://www.flickr.com/photos/ciat/4386967292/in/photostream] (Kopiervorlage 2.15)

## Konzept und Gestaltung:

Dipl.-Math. OStR Kai Schaub
[Lehrer an der Elisabeth-Knipping-Schule in Kassel]

# Verzeichnis der Arbeitsblätter inkl. Lehrerhinweise


| | |
|---|---|
| Arbeitsblatt 1 | Seite 1: Vergleich der Waschverfahren früher und heute |
| | Seite 2: Vergleich der Waschverfahren früher und heute |
| Arbeitsblatt 2 | Seite 1: Waschmittelwerbung im Wandel der Zeit |
| | Seite 2: Waschmittelwerbung im Wandel der Zeit |
| Arbeitsblatt 3 | Bestandteile von Wäscheschmutz |
| Arbeitsblatt 4 | Aufbau von Textilfasern |
| Arbeitsblatt 5 | Welches Waschmittel wofür? |
| Arbeitsblatt 6 | Waschmittelinhaltsstoffe und ihre Funktion beim Waschprozess |
| Arbeitsblatt 7 | Struktur der Tenside |
| Arbeitsblatt 8 | Struktur der Tenside – Übungen |
| Arbeitsblatt 9 | In der Natur vorkommende Tenside |
| Arbeitsblatt 10 | Die Synthese von Seife |
| Arbeitsblatt 11 | Die Synthese eines Aniontensids |
| Arbeitsblatt 12 | Die Synthese eines Niotensids |
| Arbeitsblatt 13 | Die Grenzflächenaktivität von Tensiden |
| Arbeitsblatt 14 | Der Mechanismus der Schmutzablösung |
| Arbeitsblatt 15 | Seite 1: Methoden der Wasserenthärtung |
| | Seite 2: Methoden der Wasserenthärtung |
| Arbeitsblatt 16 | Ökobilanz des Waschens |
| Arbeitsblatt 17 | Energiebilanz des Waschens |

# Verzeichnis der Kopiervorlagen


### Warenkunde/Geschichte
1.1 Klassifizierung der Wasch- und Waschhilfsmittel
1.2 Kleine Warenkunde der Waschmittel
1.3 Welches Waschmittel wofür?
1.4 Verschmutzungsgrad von Textilien
1.5 Entwicklung der Waschmitteltypen in Deutschland
1.6 Wirkungsweise von Textilerfrischern

### Tenside und Grenzflächenaktivität
2.1 Wassertropfen auf einer hydrophoben Oberfläche
2.2 Wassertropfen auf einer Textiloberfläche vor und nach Tensidzugabe
2.3 Wasserläufer
2.4 Zwischenmolekulare Kräfte in einem Wassertropfen
2.5 Was ist ein Tensid?
2.6 Typische Eigenschaften von Tensiden
2.7 Orientierung von Tensidmolekülen in wässeriger Lösung
2.8 Mechanismus der Schaumbildung
2.9 Waschwirkung von Tensiden
2.10 Modelldarstellung eines Tensidanions
2.11 Tensidklassen
2.12 Formeln wichtiger Tenside: Aniontenside
2.13 Formeln wichtiger Tenside: Niotenside
2.14 Kationtenside: Formeln von Weichspülerwirkstoffen früher und heute
2.15 Tenside aus Palmkern- oder Kokosöl und Zucker (Alkylpolyglucoside)

### Waschmittelinhaltsstoffe und ihre Funktion beim Waschprozess/Rezepturen
3.1 Waschmittelinhaltsstoffe und ihre Funktion beim Waschprozess
3.2 Wichtige Enthärtersysteme im Wandel der Zeit
3.3 Eigenschaften von Enthärtersystemen
3.4 Bleichsysteme
3.5 Enzyme in Wasch- und Reinigungsmitteln
3.6 Wirkungsweise von Cellulasen (elektronenmikroskopische Aufnahme)
3.7 Wirkungsweise von Soil Release Polymeren (SRP)
3.8 Effekt von Verfärbungsinhibitoren am Beispiel von Polyvinylpyrrolidon (PVP)

### Rezepturen
4.1 Beispielhafte Rezeptur eines Vollwaschmittels in Wandel der Zeit
4.2 Beispielrezepturen Vollwaschmittel und Colorwaschmittel
4.3 Zusammensetzung von Waschmittel-Tabs 2012
4.4 Rezepturen flüssiger Vollwaschmittel

### Waschgewohnheiten in Deutschland und Europa
5.1 Zahlen zum Waschaufwand in Deutschland 2011
5.2 Veränderungen der Waschmitteldosierung 1979 bis 2013
5.3 Waschmittelverbrauch in Deutschland 1984 bis 2012
5.4 Anteil der verschiedenen Vollwaschmitteltypen in Deutschland (bis 2011)
5.5 Angebotsformen von Vollwaschmitteln in Europa 2011
5.6 Anteil farbiger Textilien in der Wäsche 1956 bis 2011
5.7 Wasserhärteverteilung in Deutschland
5.8 Der europäische Markt der Wasch- und Reinigungsmittel 2012
5.9 Sechs goldene Regeln zum Waschen
5.10 Sechs goldene Regeln zum Wäschetrocknen und Bügeln

## Waschmaschinen

6.1 Aufbau einer Trommelwaschmaschine
6.2 Verbrauchswerte von Waschmaschinen 1970 bis 2010
6.3 Waschtemperaturen in deutschen Haushalten 1972 bis 2012
6.4 Waschkosten bei unterschiedlichen Waschtemperaturen
6.5 Pflegekennzeichen von Textilien

## Waschmittel und Umwelt

7.1 Schaumberge auf Gewässern Ende der 1950er Jahre
7.2 Die biologische Abbaubarkeit von Tensiden
7.3 Schema der aquatischen Nahrungskette
7.4 Begriffe der biologischen Abbaubarkeitsbewertung am Beispiel Fettalkoholsufat (FAS)
7.5 Tensidkonzentrationen im Rhein 1958 bis 2007
7.6 Beispiele für die Substitution problematischer Inhaltsstoffe in Waschmitteln
7.7 Nachwachsende Rohstoffe als Teil des geschlossenen Kreislaufs der Biosphäre
7.8 Ökobilanz des Waschens
7.9 Begriffsklärung nachhaltige Entwicklung
7.10 Dimensionen der Nachhaltigkeit
7.11 Wasch- und Reinigungsmittel – das Prinzip der Nachhaltigkeit konkret umsetzen

## Reinigungsmittel – Warenkunde und Verbraucherverhalten

8.1 Produktgruppen bei Reinigungs- und Pflegemitteln (Übersicht)
8.2 Produktgruppen bei Reinigungs- und Pflegemitteln (Küche)
8.3 Produktgruppen bei Reinigungs- und Pflegemitteln (Bad und Toilette)
8.4 Kleine Warenkunde der Reinigungs- und Pflegemittel - 1
8.5 Kleine Warenkunde der Reinigungs- und Pflegemittel - 2
8.6 Kleine Warenkunde der Reinigungs- und Pflegemittel - 3
8.7 Kleine Warenkunde der Reinigungs- und Pflegemittel - 4
8.8 Faktoren beim Reinigen im Haushalt (Waschkreis)
8.9 Inhaltsstoffe von Reinigungs- und Pflegemitteln und ihre Funktion – Teil 1
8.10 Inhaltsstoffe von Reinigungs- und Pflegemitteln und ihre Funktion – Teil 2
8.11 pH-Wert und Reinigungswirkung
8.12 pH-Wert und Reinigungswirkung (Produktbeispiele)
8.13 Lösemittel

## Geschirrspülen heute

9.1 Der Waschkreis:Spülen von Hand und mit der Maschine im Vergleich
9.2 Rezepturen von maschinellen Geschirrspülmitteln im Wandel der Zeit – 1962 bis 1991
9.3 Rezepturen von maschinellen Geschirrspülmitteln im Wandel der Zeit – 1992 bis 2013
9.4 Wichtige Innovationen bei maschinellen Geschirrspülmitteln
9.5 Temperatur- und pH-Wert-Verlauf während eines Normal-Spülprogramms (Haushaltsspülmaschine)
9.6 Verlauf des Spülprogramms einer Haushaltsspülmaschine (Text)
9.7 Ökologisch-ökonomischer Vergleich Handspülung – Maschinenspülung
9.8 Marktentwicklung bei Geschirrspülmaschinen 1960 bis 2012
9.9 Sechs goldene Regeln zum Geschirrspülen per Hand
9.10 Sechs goldene Regeln zum Geschirrspülen in der Maschine

## Reinigungsmittel und Gesundheit

10.1 Der Schutz der Haut
10.2 Hygienerisiken im Haushalt
10.3 Maßnahmen zur Hygiene im Haushalt
10.4 Antimikrobielle Wirkstoffe
10.5 Wie viel Hygiene in Privataushalten?
10.6 Händehygiene
10.7 Hygiene beim Waschen

# Literaturverzeichnis


**Bücher, Informationsschriften**

[1] Bohmert, F.: Hauptsache sauber? - Vom Waschen und Reinigen im Wandel der Zeit. Stürtz, Verlag, Henkel KGaA, Düsseldorf 1988

[2] Hauthal, H. G./Wagner, G.: Reinigungs- und Pflegemittel im Haushalt – Chemie, Anwendung, Ökologie und Verbrauchersicherheit. Verlag für Chemische Industrie, Augsburg 2003, Neuauflage 2007

[3] Industrieverband Körperpflege und Waschmittel e.V. (IKW)
Broschüren:
- Waschen & Geschirrspülen - Tipps und Informationen für nachhaltiges Handeln bei der täglichen Hausarbeit
- Hygiene – gesunde Sauberkeit nach Maß
- Haushalt & Pflege - Putz- und Pflegemittel für Reinheit, Hygiene und Werterhalt
- IKW Nachhaltigkeitsbericht (jährlich)
Weitere Informationsschriften sind über die Website www.ikw.org erhältlich

[4] Stiftung Warentest: Verschiedene Beiträge

[5] Wagner, G.: Waschmittel – Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit. Verlag Wiley VCH, 4. Auflage, Weinheim 2010

[6] Wagner, G. (Autor), SEPAWA (Hrsg.): Experimentierset Seifen und Waschmittel. Ein Experimentierkoffer.5. Auflage, LD Didactic, Hürth 2013 (mit vielen Experimentiervorschriften und Lehrerhinweisen)

**Zeitschriften/Zeitschriftenartikel für den Chemieunterricht**

[7] Büttner, M./Wagner, G.: Raabits Chemie. 9. Ergänzungslieferung: „Rund ums Waschen – ein Lernzirkel“. Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH, Stuttgart 2005

[8] Wagner, G. (Hrsg): Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie: Themenheft „Rund um die Waschmittel“. NiU - Chemie 12(2001), H. 63

[9] Wagner, G./Münzinger, W. (Hrsg.): Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie: Themenheft „Nachwachsende Rohstoffe“. NiU - Chemie 9(1998), H. 45

[10] Lutz, B./Plaß, C. (Hrsg.): Naturwissenschaften im Unterricht - Chemie: Themenheft „Seifen und Waschmittel“. NiU-Chemie 5(1994), Heft 21

[11] Duvinage, B. (Hrsg.):Praxis der Naturwissenschaften - Chemie: Themenheft „Waschmittel und Tenside“. PdN-Ch, 45(1996), Heft 1

[12] Naturwissenschaften im Unterricht - Chemie: Sammelband „Chemie im Alltag“. Friedrich Verlag, Seelze-Velber 2005

# Nützliche Internetadressen zum Themenkreis Wasch- und Reinigungsmittel Stand 05/2013

| | |
|---|---|
| http://www.forum-waschen.de | Das Forum Waschen ist eine deutschlandweite Initiative für nachhaltiges Handeln beim Waschen, Spülen und Reinigen im Haushalt.<br><br>Auf der Website finden Sie viele interessante Informationen, Tipps, Aktionen und Empfehlungen zum nachhaltigen Wäschewaschen, Pflegen und Reinigen, darunter Antworten auf häufig gestellte Fragen und einen „Waschrechner“ zur Berechnung der Verbrauchskosten im eigenen Haushalt. |
| http://forum-waschen.de/aktionstag-nachhaltig-ab-waschen.html | Jeweils am 10. Mai eines Jahres findet der Bundesweite Aktionstag – Nachhaltiges Waschen statt. Hierzu finden Sie Informationen und viele nützliche Hinweise. |
| http://www.oeko.de/publikationen | Publikationen und Forschungsberichte des Öko-Instituts in Freiburg, darunter die Studie „Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung Wäschewaschen“ von 2006. |
| http://www.heraproject.com | Im Rahmen des HERA-Projekts werden Sicherheitsbewertungen für Inhaltsstoffe von WPR-Mitteln erstellt, sowohl in Bezug auf Auswirkungen auf den Menschen als auch auf die Umwelt. (Englisch) |
| http://uk.cleanright.eu/ | Auf dieser Website finden Sie eine Vielzahl nützlicher Informationen über Wasch-, Reinigungs- und Pflegemittel für den privaten Gebrauch.<br><br>**Cleanright** ist eine gemeinsame Initiative des internationalen Verbandes der Hersteller von Wasch-, Pflege- und Reinigungsmitteln (Association Internationale de la Savonnerie, de la Détergence et des Produits d’Entretien/A.I.S.E.) und des europäischen Chemieverbandes (European Chemical Industry Council/Cefic). Deren Mitgliedsverbände in Deutschland sind der Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel (www.ikw.org) und der Verband der Chemischen Industrie e.V. (www.vci.de). |
| http://www.ikw.org | Viele Informationen und Fakten über Wasch- und Reinigungsmittel vom Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e. V. (IKW). |
| http://www.aise.eu/ | Die A.I.S.E. (= international Association for Soaps, Detergents and Maintenance Products) ist das offizielle Vertretungsorgan der europäischen Wasch- und Reinigungsmittelindustrie. Auf der Homepage finden sich viele Informationen zum Waschen und Reinigen (Englischsprachig) |

| | |
|---|---|
| http://www.washright.com/ | Hier finden Sie nützliche Tipps zum umweltgerechten Waschen und eine detaillierte Beschreibung der Initiative der europäischen Waschmittel-Industrie Code of Good Environment Practice (Code Umweltgerechtes Handeln). |
| http://www.sustainable-cleaning.com/ | Hier finden Sie aktuelle Informationen über das Nachhaltigkeitsprojekt CHARTER FOR SUSTAINABLE CLEANING/CHARTER NACHHALTIGES WASCHEN UND REINIGEN der europäischen Wasch- und Reinigungsmittelindustrie<br><br>Die Wasch- und Reinigungsmittelindustrie hat eine europaweite Initiative gestartet, die "Charter Nachhaltiges Waschen und Reinigen". Mit der Teilnahme an der Charter bekennen sich Unternehmen zu immer nachhaltigerem Handeln. Nachhaltiges Handeln beruht auf der Balance von ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten wie z. B. Verbrauchersicherheit, Umweltschonung und Innovation. |
| http://www.germanfashion.net/ | Website des **Modeverbandes Deutschland e.V., der d**ie Interessen der Mitgliedsunternehmen der Modebranche gegenüber Gesetzgeber, Behörden, Marktpartnern und anderen Organisationen vertritt.<br><br>GINETEX Germany ist seit 1977 zuständig für die Pflegekennzeichnung von Textilien in Deutschland. Die Pflegekennzeichen in Bekleidung und Wäschestücken informieren über die angemessene Pflege (z. B. Waschtemperatur, Waschprogramm, Trocknung, Bügeln). |
| http://www.textilkennzeichnungsverordnung.de/<br><br>http://www.code-knacker.de/textilkennzeichnung.htm | Hier finden Sie Informationen zur Kennzeichnung von Textilien und textilen Fasern. |
| http://www.henkel.de<br><br>http://www.persil.de<br><br>http://www.theoprax.de | Internetauftritt der Fa. Henkel KgaA<br><br>Viele Informationen über Wasch- und Reinigungsmittel der Fa. Henkel KgaA |
| http://www.pg.com/de_DE<br><br>http://www.ariel.de/<br><br>http://www.scienceinthebox.com | Internetauftritt der Fa. Procter und Gamble<br><br>Der Internetauftritt "Science in the Box" bietet ein Informationsportal zu den Reinigungsprodukten für den Haushalt und den Waschmitteln von Procter & Gamble (P&G). Darüber hinaus bietet diese Website einen Zugang zu den Sicherheitsdatenblättern der Produkte. |

## Unterrichtsmaterialien (kleine Auswahl)

| | |
|---|---|
| http://www.chemieunterricht.de/dc2/medangebot/ | Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie<br><br>Unter den Suchbegriffen „Seifen und Waschmittel“ und „Haushalt“ viele Hinweise.<br><br>Unterrichtsmaterialien zum Thema „Chemie im und ums Haus“. |
| http://www.educ.ethz.ch/ | Das ETH-Kompetenzzentrum für Lehren und Lernen, EducETH, engagiert sich an der Schnittstelle von Hochschule und Gymnasium. Das Ziel von EducETH ist es, einen Beitrag zu leisten zur wissenschaftlich begründeten Optimierung des schulischen Lernens und Lehrens.<br><br>Unter dem Stichwort „Für Ihren Unterricht“ findet man unter „Spezielle Themen“ findet man verschiedene Unterrichtsmaterialien:<br>„Seifen und Waschmittel“ (Puzzle);<br>„Waschmittel“ (Leitprogramm);<br>„Wirkungsweise von Seifen“ (Vortrag) |
| http://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/ | Unter dem Stichwort „Chemie fürs Leben“ finden Sie u. a. Experimente mit „Oxi-Reinigern“, (enthalten Natriumpercarbonat), Zitronensäure und verschiedenen Reinigungsmitteln zum Download. |
| http://www.elisabeth-knipping-schule.de/ | Im Downloadbereich der Website finden Sie eine Unterrichtseinheit in Form von Lernstationen: „Das Geheimnis der weißen Weste - Ein Lernzirkel rund ums Waschen“. |

# Waschmittel – Eine Unterrichtseinheit im Wandel

**Von Günter Wagner**

## Der Chemieunterricht im Spannungsfeld zwischen Alltagsorientierung und Fachsystematik

Der Chemieunterricht ist dabei, sich grundlegend zu verändern. Fachübergreifende und ganzheitliche Unterrichtsansätze, verknüpft mit neuen, schüler- und handlungsorientierten Arbeitsformen halten zunehmend Einzug in die Unterrichtspraxis.
Dafür ist es notwendig, die Lebenswelt und den Alltagsbezug der Schülerinnen und Schüler wesentlich stärker als bisher zu einem tragenden Element des Unterrichts zu machen und parallel dazu durch eine größere Methodenvielfalt und mehr Schülerorientierung neue Lernanreize zu bieten. **Abb. 1** zeigt die Anforderungen an einen zeitgemäßen Chemieunterricht im Überblick.

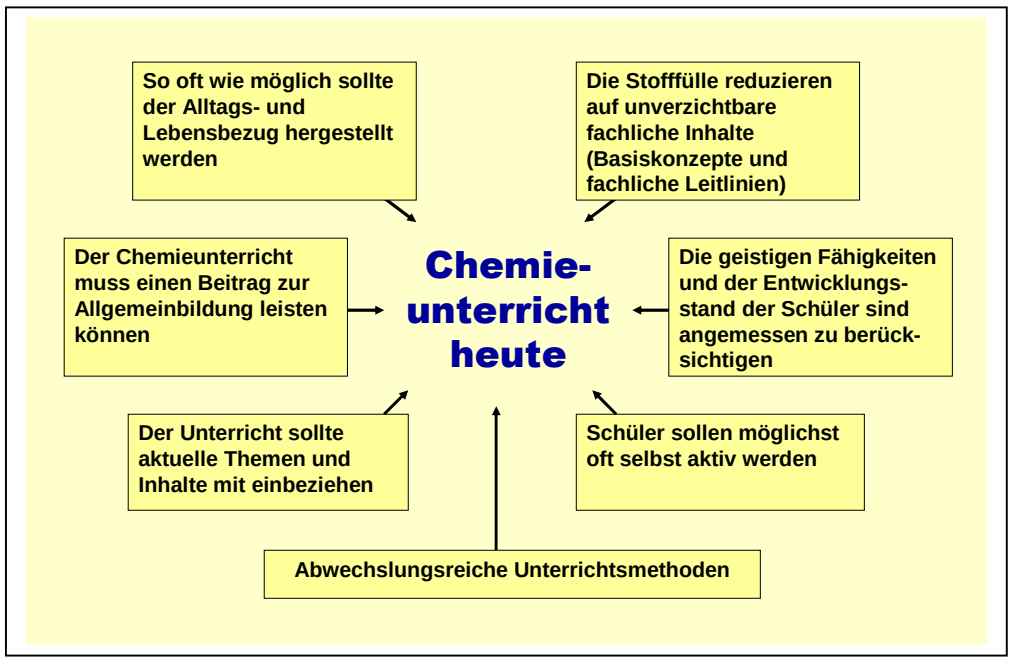



**Abb. 1: Voraussetzungen für einen lebensnahen und attraktiven Chemieunterricht**

- Durch Alltags- und Lebensweltbezüge lassen sich Schülerinnen und Schüler neu für naturwissenschaftlich-technische Fragestellungen motivieren und interessieren. Die Akzeptanz des Chemieunterrichts kann dadurch wesentlich erhöht werden.
- Durch Problemstellungen aus der Lebenswelt der Schüler kann im Unterricht die gesellschaftliche Dimension des naturwissenschaftlich-technischen Fortschritts stärker thematisiert werden. Kritisches Denken und Denken in komplexen Zusammenhängen werden dadurch ermöglicht und geschult. Dies ist auch vor dem Hintergrund zu sehen, dass Kompetenz und Urteilsfähigkeit bezüglich naturwissenschaftlich-technischer Fragestel-

lungen in zentralen Bereichen unseres Lebens immer wichtiger werden, das Interesse daran aber abnimmt. Das gilt sowohl für die persönlich zu gestaltenden Bereiche wie Gesundheit, Ernährung, Hygiene, Waschen und Reinigen als auch für die langfristige Bewahrung unserer Lebensgrundlagen.

- Vermehrt fließen neuere Ansätze zur Lerntheorie in die Fachdidaktik ein. Da Lernen häufig assoziativ verläuft, kann durch Verknüpfungen von chemischen Sachverhalten mit bekannten Strukturen aus der Lebenswelt der Schüler die Lerneffizienz gesteigert werden. Auch die Hinwendung zu einem methodisch vielfältigen schülerorientierten Unterricht mit mehr Möglichkeiten einer individuellen Gestaltung des Lernens hat neben einer verbesserten Motivation auch lerntheoretische Gründe.

Wenn man diesen Ansatz in der Schulpraxis realisieren will, so ist dazu u. a. eine erhebliche Reduzierung der Stofffülle im Chemieunterricht erforderlich. Es muss Raum zur Realisierung neuer und zeitgemäßer Konzepte geschaffen werden. Eine Reduktion des Stoffes auf wenige grundlegende und unverzichtbare Prinzipien des Chemieunterrichts (fachliche Leitlinien und Basiskonzepte), die sich in jedem Unterricht wiederfinden lassen, ist dafür ein geeigneter Ansatz **[Abb. 2]**. Ideen dazu finden sich z. B. in [1].

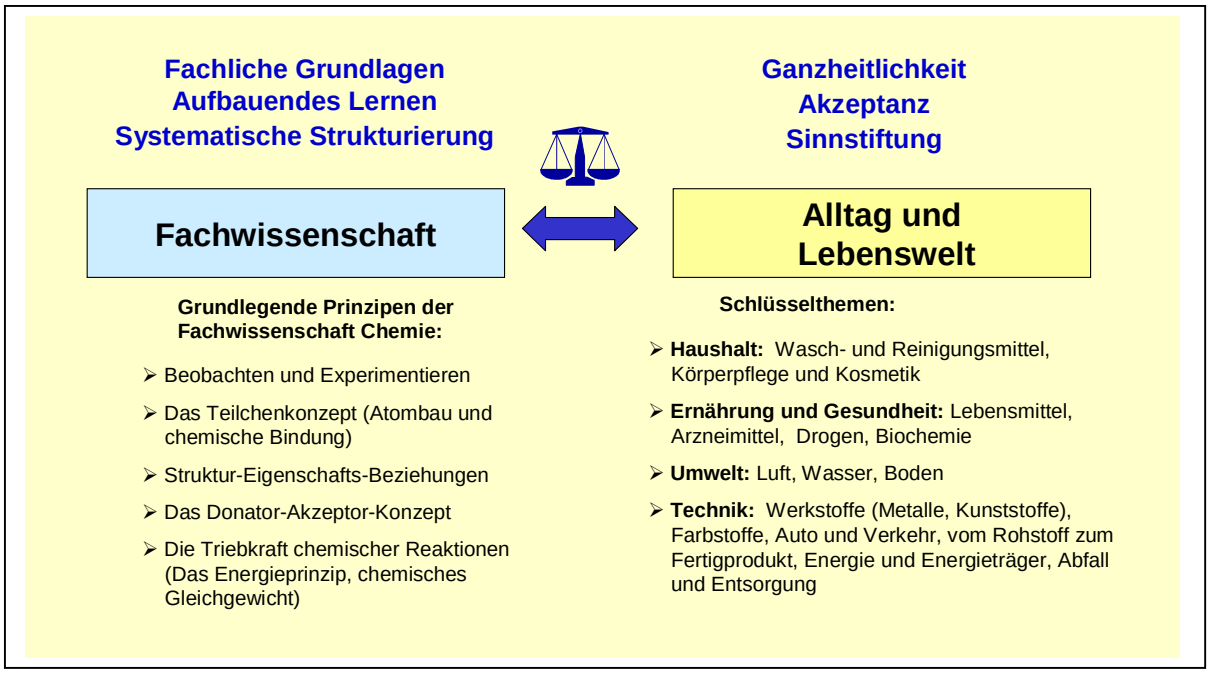



**Abb. 2: Chemieunterricht im Spannungsfeld**

Vergleichbar bedeutend für die Neuorientierung des Chemieunterrichts wie die Reduzierung der Stofffülle sind die Schlüsselthemen des Chemieunterrichts („Erschließungsbereiche“), die sich im besonderen Maße für einen alltags- und lebensweltorientierten Unterricht eignen.

Diese Erschließungsbereiche können nicht beliebig sein. Sie sind dadurch ausgezeichnet, dass sie

- im Leben der Schülerinnen und Schüler eine herausragende Rolle spielen.
- enge Bezüge zu den grundlegenden Prinzipien der Chemie aufweisen.
- über einen längeren Zeitraum zu einem tragenden Element des Unterrichts werden können.

Derartige Erschließungsbereiche sind in **Abb. 2** aufgeführt. Dabei ist es erforderlich, diese Schlüsselthemen fachübergreifend und ganzheitlich im Unterricht zu behandeln. Alltags- und lebensweltliche Aspekte müssen gleichberechtigt neben fachsystematische Unterrichtsinhalte treten. Bereits betont wurde, das dabei einem handlungs- und projektorientierten Unterricht eine wichtige Bedeutung zukommt, der Raum schafft für eine autonome Lerngestaltung durch die Schülerinnen und Schüler.

## Der Themenkreis Waschmittel – ein Schlüsselthema eines ganzheitlichen Chemieunterrichts

Der Themenkreis Waschmittel gewinnt im Zusammenhang mit der Neuorientierung des Chemieunterrichts eine neue Aktualität durch seine engen Bezüge zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler.

Zwar gehört der Themenkreis Waschmittel schon seit vielen Jahren zum Kernbestand des Chemieunterrichts und hat schon lange Eingang in die Schulbücher gefunden, doch überwiegt dort immer noch ein überwiegend fachsystematischer Unterrichtsgang. Dabei beinhaltet der Themenkreis „Waschmittel“ ausgesprochen wichtige fachübergreifende Aspekte und gehört mit zu den oben genannten Schlüsselthemen eines alltags- und lebensweltorientierten Chemieunterrichts. Dafür gibt es gute Gründe:
Der Themenkreis Waschmittel...

- ☞ spricht viele grundlegende Prinzipien der Fachwissenschaft Chemie an.
- ☞ verknüpft chemisches Grundwissen mit dem Alltag und der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler auf besonders anschauliche und vielfältige Weise.
- ☞ ist auf allen Anspruchsebenen von der Primarstufe bis zur Sekundarstufe II zu vermitteln.
- ☞ bietet sehr viele und breit gefächerte experimentelle Möglichkeiten.
- ☞ liefert wichtige Anknüpfungspunkte für übergeordnete Aufgaben und Ziele des Chemieunterrichts: Schülerorientierung; Ganzheitlichkeit durch interdisziplinäres Denken, Lernen und Handeln; Erziehung zur Verantwortlichkeit für die Umwelt.
- ☞ eignet sich gut für einen handlungs- und projektorientierten Unterricht.

Der klassische, fachsystematische Unterrichtsgang ist hinreichend skizziert und beschrieben worden und spiegelt sich sowohl in den Schulbüchern als auch in der fachdidaktischen Literatur wider [2-9]. Im Folgenden werden deshalb die chemischen Aspekte nur gestreift, fachübergreifende und methodische Aspekte stehen im Mittelpunkt der Betrachtungen.

**Abb. 3** zeigt wichtige Themenschwerpunkte zu Waschmitteln im Sinne eines fachübergreifenden, ganzheitlich orientierten Unterrichtskonzeptes. Alle dort aufgeführten Aspekte sind von Bedeutung, jedoch können aufgrund der Breite des Themas nur ausgewählte Teilthemen im Unterricht behandelt werden.

| **Chemie** | **Umwelt** |
|---|---|
| - Vom Fett zur Seife<br>- Grenzflächenphänomene<br>- Moderne Tenside<br>- Enthärter<br>- Bleichmittel und Optische Aufheller<br>- Experimente | - Abwasserreinigung<br>- Biologische Abbaubarkeit<br>- Ökotoxikologie<br>- Ökobilanzen<br>- Ökologische Verträglichkeit von Waschmittelinhaltsstoffen<br>- Umweltbewusst Waschen |
| **Technik** | **Alltag und Lebenswelt, Kulturgeschichte und Gesellschaft** |
| - Warenkunde/Produkttypen<br>- Inhaltsstoffe moderner Waschmittel<br>- Rezepturen<br>- Herstellung von Waschmitteln<br>- Nachwachsende Rohstoffe | - Waschgewohnheiten früher und heute<br>- Warenkunde und Verbraucherinformationen<br>- Verbrauchersicherheit<br>- Werbung<br>- Nachhaltige Entwicklung |

**Abb. 3: Der Themenkreis Waschmittel aus Sicht eines ganzheitlichen Unterrichtskonzeptes**

Zu beobachten ist, dass bei der traditionellen Behandlung des Themenkreises Waschmittel im Chemieunterricht die Seife sehr häufig im Mittelpunkt der Betrachtungen steht. Ihren Stellenwert hat die Behandlung der Seife durch ihre lange Kulturgeschichte und die verhältnismäßig leichtverständliche chemische Struktur, die es erlaubt, mit einfachen schulischen Mitteln Struktur und Wirkungsweise von Tensiden zu veranschaulichen und Modellvorstellungen dazu zu entwickeln.

Das kann aber dazu führen, dass die Waschmittel dann, abgeleitet von der Seife, eher als Ergänzung des Unterrichts denn als Mittelpunkt erscheinen. Wichtige fachübergreifende und aktuelle Gesichtspunkte zum Themenkreis Waschmittel kämen dann zu kurz, denn die Seife spielt in modernen Waschmitteln keine nennenswerte Rolle mehr. (Sie wird nur noch in Form besonders langkettiger Seifen als Schauminhibitor und als Enthärterbestandteil in flüssigen Waschmitteln verwendet.) Auch die gesamte Entwicklungsgeschichte der Waschmittel ist schon seit über 40 Jahren von der Thematik Seife abgekoppelt.

Warum stellt man also nicht die Frage an den Anfang des Unterrichts, was Schülerinnen und Schüler aber auch Lehrerinnen und Lehrer am Thema Waschmittel interessiert? Aus dieser Frage können sich Unterrichtseinstiege und -schwerpunkte u. U. ganz anders entwickeln als über den Themenkreis Seife. Nach meinen Erfahrungen kristallisieren sich die folgenden vier Leitfragen heraus:

- **Wie sind Waschmittel chemisch aufgebaut? Welche Funktion und Wirkungsweise haben die einzelnen Inhaltsstoffe der Waschmittel?**
- **Wie groß ist die Umweltbelastung beim Waschen heute?**
- **Wie wasche ich heute richtig und umweltschonend? Welches Waschmittel verwende ich für welchen Zweck und wie kann ich die große Produktvielfalt bei Waschmitteln richtig nutzen?**
- **Wie haben die Menschen in früheren Zeiten gewaschen?**

Es empfiehlt sich, darauf aufbauend eine der genannten Leitfragen in den Mittelpunkt des Unterrichts zu stellen. Durch eine exemplarisch vertiefende Betrachtung können Zusammenhänge besser verdeutlich werden als in einer summarischen Abhandlung aller Themenkreise.




**Abb. 4: Anknüpfungspunkte und Themengebiete zur Behandlung des Themas Wasch- und Reinigungsmittel im Chemieunterricht in verschiedenen Jahrgangsstufen**

Grundsätzlich kann der Themenkreis „Waschmittel“ durch ein entsprechendes Anspruchsniveau und Schwerpunktsetzungen vom Sachunterricht in der Primarstufe [z B. 8] bis zum Leistungskurs der gymnasialen Oberstufe behandelt werden [**Abb.4**]. Man muss sich auch nicht auf eine Jahrgangsstufe oder Unterrichtseinheit beschränken, sondern kann im Sinne eines Spiralcurriculums die Waschmittel mit steigender Komplexität wiederholt zum Unter-

richtsthema machen. Als in sich geschlossene Unterrichtseinheit findet sich der Themenkreis Waschmittel am häufigsten in der Jahrgangsstufe 10 sowie in der gymnasialen Oberstufe.

## Der Themenkreis „Waschmittel“ im Einzelnen

### Die Chemie

Waschmittel bieten viele Ansätze zur Behandlung grundlegender Themenkreise der Chemie. Dazu gehören u. a.: Das Thema „Stoffe und ihre Eigenschaften“ aus dem Anfangsunterricht Chemie, die Behandlung der Grenzflächenphänomene, die Wasserhärte und das Carbonatgleichgewicht und die Schulung des Denkens in Modellen. Diese Themenkreise können in den zugehörigen Klassenstufen entweder über Fragestellungen aus dem Bereich der Waschmittelchemie neu erarbeitet werden oder durch praxisrelevante Beispiele aus dem Waschmittelbereich vertieft werden [**Abb. 5**].

| | |
|---|---|
| **Komplexbildung und Ionenaustausch** | **→ Enthärter (Gerüststoffe)** |
| **Redox-Reaktionen** | **→ Bleichmittel** |
| **Org.-chem. Synthesen** | **→ Tensidsynthesen** |
| **Ester, Fette und Öle** | **→ Seifenherstellung, Seife** |
| **Farbstoffe und Farbigkeit, Fluoreszenz** | **→ Optische Aufheller** |
| **Polymerchemie** | **→ Textilfasern, Polymere in Waschmitteln (Farbübertragungsinhibitoren, Vergrauungsinhibitoren, Polycarboxylate)** |
| **Biochemische Reaktionen und Katalyse** | **→ Enzyme, Mechanismen des biologischen Abbaus** |
| **Nachwachsende Rohstoffe** | **→ Zuckertenside** |

**Abb. 5: Basisthemen der Chemie – veranschaulicht am Themenkreis Waschmittel**

Die Behandlung der Tenside und der Grenzflächenaktivität mit den darauf fußenden Phänomenen wie Schaumbildung, Emulgier- und Suspendiervermögen sowie Waschwirkung sind ein zentrales Unterrichtsthema. Grenzflächenphänomene spielen in derart vielen Bereichen der Chemie eine wichtige Rolle, dass ihre Behandlung im Chemieunterricht zwingend erscheint. Hier finden sich auch sehr anschauliche Beispiele zur Schulung des Struktur-Eigenschafts-Prinzips.

[➔ **Kopiervorlagen 2.1 bis 2.15**]

Weiterhin beinhaltet der Themenkreis „Waschmittel“ besonders in der Sekundarstufe II viele Zugänge für weitere Themengebiete aus dem Bereich der anorganischen und organischen Chemie, die durch Beispiele aus der Praxis der Waschmittelchemie veranschaulicht werden können [s. **Abb. 5**].

Nur wenige Themenkreise der Chemie bieten eine so breite experimentelle Basis wie der Themenkreis „Waschmittel“. Einen Überblick über die Vielfalt der Schulexperimente zum Themenkreis Waschmittel bietet **Abb. 6** und ein Artikel von G. Wagner [9].

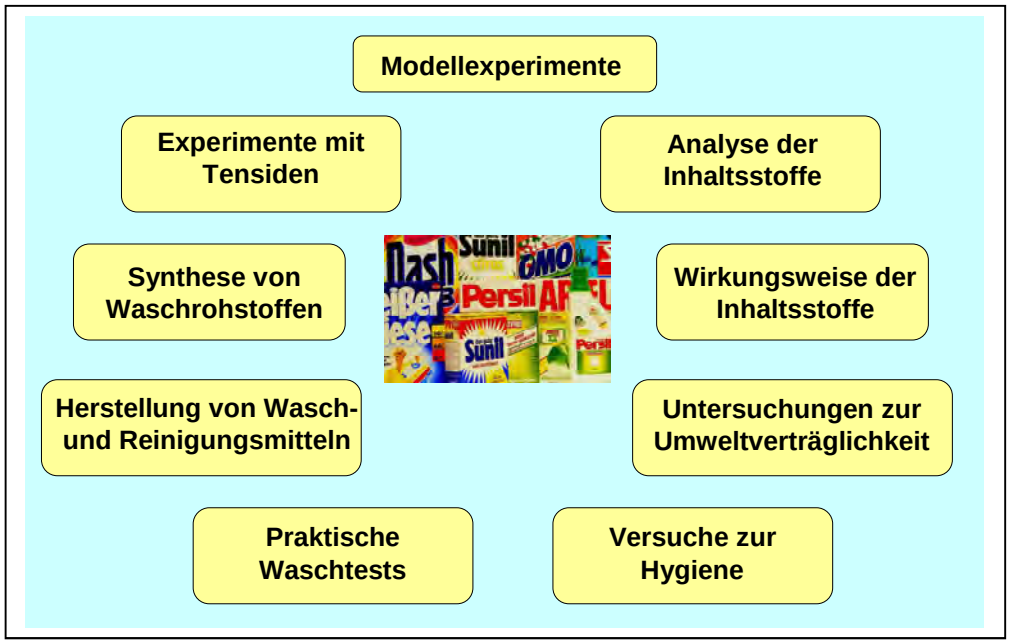



**Abb. 6: Experimente mit Waschmitteln**

**Die Technik**

Was unterscheidet die einzelnen Waschmittel? Was ist das Besondere am Colorwaschmittel und an den Waschmitteltabs? Sind „Megaperls“ wirklich etwas Neues? Welchen Vorteil haben flüssige Waschmittel? Wie wirken Weichspüler? Derartige Fragen werden häufig von Verbrauchern und auch von Lehrkräften gestellt und obwohl Schülerinnen und Schüler ja im allgemeinen noch nicht selbst waschen, sind diese Fragen auch für sie interessant und in ihrer Bedeutung für das richtige Handeln im Alltag einsichtig, denn gewaschen wird schließlich in jedem Haushalt.

Zur Beantwortung der Fragen können die Inhaltsstoffe der Waschmittel und ihre Funktion für den Waschvorgang im Unterricht näher beleuchtet werden [4,10]. Darauf aufbauend können Rezepturen und Inhaltsstoffe der verschiedenen Waschmitteltypen miteinander verglichen werden. Daran kann sich die auch Frage anschließen, wie Waschmittel heute hergestellt werden. Immerhin werden in Europa jährlich fast 4 Millionen t Waschmittel produziert. Evt. ergibt sich auch eine Gelegenheit, einen entsprechenden Produktionsbetrieb mit den Schülerinnen und Schülern zu besichtigen.

[➔ **Kopiervorlagen 1.1 und 1.2, 3.1 bis 3.8**]

Die damit zusammenhängenden Fragestellungen zum Energieverbrauch, zum Rohstoffeinsatz und zur Produktionstechnologie können dann zum Thema „Waschmittel und Umwelt“ überleiten. Am Beispiel der Tenside können z. B. die Rohstoffquellen Erdöl und Nachwachsende Rohstoffe verglichen und ihre jeweiligen Vor- und Nachteile diskutiert werden [10].

**Die Umwelt**

Die Umweltverträglichkeit der Waschmittel sowie des Waschens insgesamt ist heute die zentrale Problemstellung bei Waschmitteln. Dementsprechend hat die Umweltdiskussion die Entwicklungen und Innovationen bei Waschmitteln entscheidend geprägt. Zusammenfassend kann dazu gesagt werden:

- Waschmittel sind in den letzten 15 Jahren wesentlich umweltverträglicher geworden. Stark umweltbelastende Bestandteile sind zumindest in deutschen Waschmitteln nicht mehr enthalten.
- Durch die riesigen Verbrauchsmengen führen Waschmittel zwangsläufig zu einer Belastung der Umwelt. Allein in Deutschland gelangen jährlich 600 000 t Waschmittel, 100 000 t Waschhilfsmittel sowie über 400 000 t Reinigungsmittel ins Abwasser.
- Priorität hat heute eine Erhöhung der Stoff- und Energieeffizienz beim Waschen, d. h. Reduktion des Waschmittelverbrauches, des Verpackungsmaterials und des Energieaufwandes beim Waschen.
- Das Verbraucherverhalten hat maßgeblichen Einfluss auf die Umweltverträglichkeit des Waschens. Dem umweltbewussten Verhalten im Haushalt kommt daher eine ganz entscheidende Bedeutung zu.

Aufgrund dieser Bedeutung hat die Umweltthematik auch einen wichtigen Stellenwert im Chemieunterricht. Auch hier bieten sich viele Ansatzpunkte für einen handlungsorientierten Unterricht. Elemente des Unterrichts könnten dabei sein:

- Die Umweltverträglichkeit von Tensiden (biologischer Abbau und Ökotoxizität);
- Phosphatfreie Waschmittel, ein wichtiger Fortschritt für die Umwelt;
- „Von der Wiege bis zur Bahre“ - Ökobilanzen und Lebensweganalysen von Waschmitteln;
- Wie wasche ich umweltbewusst und nachhaltig?

Der letzte Aspekt ist besonders wichtig, denn Verhaltensgewohnheiten tradieren sich überwiegend in der Kindheit und im Jugendalter. Die Waschgewohnheiten werden im Allgemeinen auch heute noch, wenn überhaupt, von der Mutter – noch immer ist Waschen überwiegend Frauenarbeit – an die Kinder weitergegeben. Wenn sich die Waschgewohnheiten in Richtung zu mehr Umweltbewusstsein verändern sollen, kommt der Schule eine entscheidende Bedeutung zu. Dort können gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern neue Verhaltensweisen entwickelt, erprobt und in die Familien getragen werden. Schon wenige

Regeln reichen aus, um die Umweltauswirkungen beim Waschen deutlich zu reduzieren und gleichzeitig Kosten zu sparen (Kopiervorlagen 5.9 und 5.10).

[➔ **Kopiervorlagen 7.1 bis 7.11**]

**Geschichte und Gesellschaft**

Die Kulturgeschichte der Waschmittel bietet so viele interessante Aspekte, dass man dies unbedingt im Unterricht nutzen sollte. Ein historischer Einstieg ist gerade in den unteren Klassenstufen gut geeignet. Über die Geschichte können Verknüpfungen zum heutigen Verbraucherverhalten entwickelt werden. Dies ist wichtig, denn damit relativiert sich die eigene Lebensweise. Verhaltensweisen werden nicht mehr als selbstverständlich hingenommen, sondern können reflektiert und kritisch hinterfragt werden. Durch Gespräche mit den Großeltern können Schülerinnen und Schüler aus erster Hand erfragen, wie zum Beispiel vor 50 Jahren gewaschen wurde und wie die heute völlig anderen Waschgewohnheiten den Lebensrhythmus und den Tagesablauf der Frauen seit damals grundlegend verändert haben. Ein Anstoß kann auch eine historische Waschmittelwerbung [7,11] oder ein altes Waschmittelpaket sein.

Im Themenheft „Waschmittel“ der Zeitschrift *„Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie“* [4, S. 7] findet sich als Kopiervorlage ein historisches Waschmittelpaket von 1939. Auf Pappe oder dickes Papier kopiert lässt sich daraus das Paket in Originalgröße nachbauen. Aus dem Packungstext lassen sich grundlegende Informationen entnehmen, wie damals gewaschen und das Wasser enthärtet wurde.

Waschgewohnheiten heute können Schülerinnen und Schüler z. B. durch Interviews oder Recherchen zu Hause analysieren. Man wird feststellen, wie wichtig es ist, den Verbraucher über die Innovationen bei Waschmitteln hinreichend zu informieren. Hier besteht vielerorts noch große Unkenntnis und viel Informationsbedarf. Einige grundlegende Hinweise zum richtigen Waschen können im Unterricht entwickelt und diskutiert werden:

- Ein universelles Waschmittel für alle Waschbelange gibt es heute nicht mehr. Dazu ist das Textilangebot zu differenziert. Deshalb ist die Wahl des richtigen Waschmittels und das Vorsortieren der Wäsche nach Farbe, Textilart und Verschmutzungsgrad wichtig.
- Noch immer bereitet die richtige Waschmitteldosierung Schwierigkeiten. Wie kann die Dosiersicherheit verbessert werden? Sind Tabs hier ein Fortschritt?
- Die volle Ausnutzung der Waschmaschinenkapazität spart Geld und schont die Umwelt.
- Die Kenntnis der Wasserhärte im Haushalt ist zwar wichtig, allerdings sind die Dosierunterschiede bei hartem oder weichem Wasser heute wesentlich geringer geworden. Viel wichtiger ist der Verschmutzungsgrad der Wäsche. Dieser bestimmt heute ganz maßgeblich die Waschmitteldosierung. Wird das vom Verbraucher hinreichend berücksichtigt?

- Heute kann bei zunehmend tieferen Temperaturen gewaschen werden. Auf Kochwaschgang und Vorwäsche kann völlig verzichtet werden. Wäscht man jedoch überwiegend oder ausschließlich bei tieferen Temperaturen (20°- bis 40°-Wäsche) und mit bleichmittelfreien Waschmitteln (Colorwaschmittel, Feinwaschmittel), so ist eine hinreichende Keimverminderung in der Waschmaschine nicht mehr automatisch gewährleistet [➔ **Kopiervorlage 10.7**]. Ökologie in Form von Energiesparen und Hygiene stehen damit in einem gewissen Spannungsfeld zueinander und müssen gegeneinander abgewogen werden. Grundkenntnisse über Hygiene im Haushalt werden damit immer wichtiger.

Die Bezüge zur Ökologie sind bei fast allen Punkten offensichtlich. Eine Studie des Ökoinstituts Freiburg [12, 13] zeigt, dass sich damit auch Geld sparen lässt. Ökologie und Ökonomie zeigen beim Waschen wichtige Synergieeffekte, die im Unterricht erarbeitet werden können. Gleichzeitig lassen sich aber auch die Grenzen des ökologischen Handelns thematisieren. Sie sind häufig da erreicht, wo Ökologie Geld kostet, zu persönlichen Einschränkungen führt oder mit Mehraufwand verbunden ist. Ein gutes Beispiel dafür sind die Baukastensysteme, die sich trotz ihrer ökologischen Vorteile und intensiver Empfehlung seitens der Umwelt- und Verbraucherschutzorganisationen nicht am Markt durchsetzen konnten.

[➔ **Kopiervorlagen 1.5, 5.1 bis 5.10**]

## Zur Unterrichtsorganisation

In welchem Umfang der Themenkreis „Waschmittel“ an der jeweiligen Schule aufbereitet werden kann, hängt von den konkreten Rahmenbedingungen an der jeweiligen Schule ab:

- Vorkenntnisse und Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler
- Zur Verfügung stehende Unterrichtsstunden
- Anforderungen des Lehrplans
- Persönliches Interesse der Schülerinnen und Schüler
- Möglichkeiten der Teamarbeit und der fachübergreifenden Zusammenarbeit innerhalb des Kollegiums
- Ausstattung der Schule (Möglichkeiten des experimentellen Arbeitens)

Dem hier diskutierten ganzheitlichen Unterrichtskonzept gerecht zu werden, ist im herkömmlichen Chemieunterricht mit einer Unterrichtseinheit „Waschmittel“ vermutlich nur schwer möglich. Wie lässt sich aber ein handlungs- und schülerorientierter Unterricht in der Praxis verwirklichen?

An den Schulen bieten sich verschiedene Alternativen zum bisher üblichen Chemieunterricht. In **Abb. 7** sind einige Möglichkeiten aufgeführt, die im folgenden Kapitel näher konkretisiert werden. Inwieweit man dafür die nötige Unterstützung im Kollegium und seitens der Schulleitungen bekommt, hängt natürlich von den konkreten Rahmenbedingungen an den einzelnen Schulen ab. Einen Versuch wäre es sicher wert.

Für den Erfolg der in **Abb. 7** skizzierten alternativen Unterrichtsformen sind eine funktionierende Teamarbeit und der persönliche Kontakt der Lehrerinnen und Lehrer untereinander eine wichtige Basis.

- **Klassischer Unterrichtsgang**
  **(Unterrichtseinheit von ca. 8 bis 16 U.-Stunden)**
- **Fachübergreifender Ansatz**
  **(Ganzheitliche Behandlung im Unterricht mit fachübergreifenden Aspekten)**
- **Fächerverbindender Ansatz**
  **(Zeitgleiche Behandlung in zwei Fächern oder Koordinierung von zwei Fächern zu einem gemeinsamen Unterricht)**
- **Projektorientierter Ansatz**
  **(Organisation eines Unterrichtsprojektes im Unterricht oder als Projektwoche)**
- **Chemie-AG**
- **Schüler-Jahresarbeit oder Facharbeit**

**Abb. 7: Mögliche Formen der Unterrichtsorganisation zum Themenkreis Waschmittel**

**Fachübergreifend und fächerverbindend unterrichten**

Aufgrund der vielen interdisziplinären Aspekte des Themenkreises „Waschmittel“ lassen sich ausreichend Anknüpfungspunkte mit anderen Schulfächern finden. Dabei ist sowohl ein fachübergreifendes als auch ein fächerverbindendes Unterrichten denkbar [14].

- **Fachübergreifend** unterrichten kann man durch geeignete Themenwahl im Chemieunterricht.
- Beim **fächerverbindenden** Unterricht wird ein Unterrichtsthema parallel in zwei (oder auch mehr) Schulfächern unter den jeweils unterschiedlichen fachlichen Aspekten behandelt oder es werden zwei (oder auch mehr) Fächer zu einem gemeinsamen Unterricht zusammengefasst. Unterrichtet wird in diesem Fall von einer Lehrkraft, die fachlich die entsprechenden Fächer abdecken kann oder im Teamteaching gemeinsam mit mehreren Lehrkräften.

Verknüpfungen mit dem Fach **Biologie** bieten sich über Umweltaspekte oder den Verbraucherschutz an mehreren Stellen an. Die biologische Abbaubarkeit, die Techniken der Abwassereinigung und ökotoxikologische Aspekte erfordern biologisches Grundwissen. Weitere wichtige Nahtstellen bieten die Themenkreise Hygiene und Toxikologie (z. B. der Schutz der

Haut). Dementsprechend findet man auch häufiger Veröffentlichungen in Biologiezeitschriften zu den Themen „Tenside“ und „Waschmittel“ [z. B. 15-17].

Auch das Fach **Physik** kann einiges zum Themenkreis „Waschmittel“ beitragen. Dort können Betrachtungen zum Energiebedarf der Haushalte und Möglichkeiten zum Energiesparen und zu einer verbesserten Energienutzung (Energieeffizienz) in den Unterricht einfließen. Die Messung der Oberflächenspannung kann ebenfalls im Physikunterricht durchgeführt werden.

Im Fach **Geschichte** bietet die Kulturgeschichte des Waschens, Reinigens und der Körperpflege viele Verknüpfungsmöglichkeiten mit dem Chemieunterricht. Aus der neueren Geschichte ist die Epoche der industriellen Revolution eng mit dem Aufbau der chemischen Industrie und damit auch mit der Entwicklung der modernen Waschmittel und Waschrohstoffe verknüpft. Insgesamt könnten sich ausreichend Aspekte zum Themenkreis „Waschmittel“ finden lassen, die sowohl in den Chemie- als auch in den Geschichtsunterricht passen. Bisher ist allerdings eine Kooperation von Chemie- und Geschichtslehrkräften wohl eher noch die Ausnahme.

**Projektorientiert unterrichten**

Ein reiner Projektunterricht ist aufwendig und wird deshalb an den Schulen eher selten durchgeführt. Ein projektorientierter Unterricht bietet mehr methodische Freiheiten und erlaubt es trotzdem, weitgehend auf Schülerinteressen einzugehen und handlungsorientiert im Unterricht zu arbeiten [18, 19].

Der Themenkreis „Waschmittel“ eignet sich ausgezeichnet für ein projektorientiertes Arbeiten, denn die Themen können gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern ausgewählt werden. Häufig schafft ein projektorientierter Unterricht trotz des wesentlich größeren Aufwandes auch bei den Lehrkräften eine neue Motivation, wenn Schülerinnen und Schüler anfangen, selbstständig zu arbeiten und wieder vermehrt Interesse an naturwissenschaftlichen Fragen entwickeln. Man findet deshalb diese Unterrichtsmethode beim Themenkreis Waschmittel auch zunehmend häufiger an den Schulen. Auf ein Beispiel aus der eigenen Unterrichtspraxis soll hier kurz hingewiesen werden, ein Rollenspiel „Waschmittel“ [20]. Zusätzlich bieten Projektwochen, die heute an vielen Schulen schon mehr oder weniger regelmäßig durchgeführt werden, eine Chance, ein Unterrichtsprojekt zum Thema „Waschmittel“ durchzuführen.

**Handlungsorientierung im Unterricht**

Handlungsorientiertes Lernen bedeutet, im Unterricht auf vielfältige Weise zu lernen - wie Pestalozzi so treffend sagte, mit Kopf, Herz und Hand - und ebenso durch Lernprozesse Einfluss auf das eigene Handeln zu nehmen. Dabei wird immer auch die emotionale Ebene des Lernenden angesprochen.

Konkretisiert auf den Themenkreis „Waschmittel“ bieten sich eine Reihe von Möglichkeiten, handlungsorientiert zu unterrichten. Es kann ein selbst hergestelltes Reinigungsmittel sein [21], eine Präsentation in Form von Info-Tafeln oder am Computer oder ein selbst produzierter Film. Es können auch Informationsblätter zum richtigen Waschen erstellt werden. Gern werden zu diesem Themenkreis Umfragen in der Schule, im häuslichen Umfeld oder in der Bevölkerung durchgeführt und anschließend ausgewertet. Oder Schüler spielen „Stiftung Warentest“ und führen eigene Waschversuche zu Hause oder in der Schule durch. Die dadurch erlangten Kenntnisse über Waschmittel können in der Familie diskutiert werden, durchaus auch in Form einer verbindlichen Hausaufgabe.

Es ist für Schülerinnen und Schüler häufig eine neue Erfahrung, ihre im Unterricht erlangte naturwissenschaftliche Kompetenz auch im Alltag einzusetzen. Diese Orientierung auf ein Produkt und ein nach außen präsentierbares Ergebnis ist im Chemieunterricht (leider) nur an einigen Stellen möglich. Umso wichtiger sind Unterrichtsthemen, die ein derartiges handlungsorientiertes Arbeiten ermöglichen. Der Themenkreis „Waschmittel“ gehört sicher dazu.

## Abschließende Bemerkungen

In diesem Artikel werden schwerpunktmäßig unterrichtliche Aspekte zum Themenkreis „Waschmittel“ diskutiert, es soll aber noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass der angrenzende Themenkreis „Reinigungsmittel“ ebenso eine Fülle unterrichtlicher Möglichkeiten bietet [22]. Beispiele aus der Unterrichtspraxis finden sich dazu [21, 23, 24].

[➔ **Kopiervorlagen 8.1 bis 8.13, 10.1 bis 10.6**]

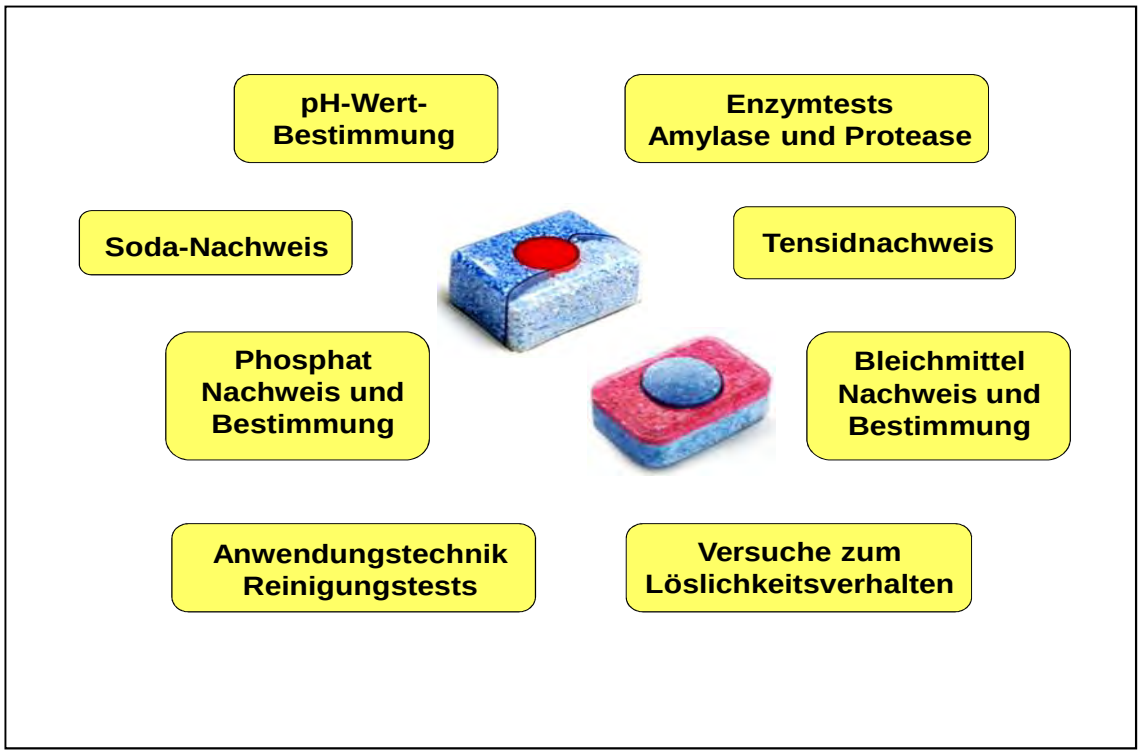



**Abb. 8: Experimente mit Geschirrspülmitteln**

Zum Experimentieren sind die maschinellen Geschirrspülmittel eine interessante Ergänzung zu den Waschmitteln [**Abb. 8**], weil dort die gleichen oder ähnliche Inhaltsstoffe bzw. Wirkstoffgruppen wie in Waschmitteln eingesetzt werden, damit aber eine neue Produktgruppe mit eigenen Bezügen zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler erschlossen werden kann. Dort hat auch die Thematik „Phosphate und Umwelt“ ihren Platz, denn die meisten maschinellen Geschirrspülmittel, egal ob Pulver oder Tabs, enthalten im Durchschnitt etwa 30 bis 50% Phosphat. In Waschmitteln sind Phosphate in Deutschland schon seit Ende der achtziger Jahre nicht mehr zu finden.

[➔ **Kopiervorlagen 9.1 bis 9.10**]

Hier können nur einige Anregungen und Anstöße für den Unterricht und Schülern auf großes gegeben werden. Es hat sich immer wieder gezeigt, dass der Themenkreis „Waschmittel“ bei Schülerinnen Interesse stößt. Gerade Mädchen, die häufiger ein eher distanziertes Verhältnis zu den Naturwissenschaften haben, lassen sich damit verstärkt für den Chemieunterricht interessieren. In Verbindung mit vielen Experimenten bieten sich bei diesem Thema für Lernende und Lehrende viele Chancen für einen spannenden und motivierenden naturwissenschaftlichen Unterricht.

**Aktualisierter und ergänzter Artikel nach einer Veröffentlichung in der Zeitschrift „Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie“, Heft 63 „Rund um die Waschmittel“, NiU-Chemie 12(2001), S. 4-10**

**Literatur:**


[1] MNU – Deutscher Verein zur Förderung des math. und naturw. Unterrichts e. V.: Chemieunterricht der Zukunft – Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. MNU, 53/3, 15.4.2000

[2] Naturwissenschaften im Unterricht – Physik/Chemie: Themenheft „Waschen und Waschmittel". NiU – Ph/Ch 30(1982), Heft 2

[3] Naturwissenschaften im Unterricht - Chemie: Themenheft „Seifen und Waschmittel". NiU-Chemie 5(1994), Heft 21

[4] Naturwissenschaften im Unterricht-Chemie: Themenheft „Rund um die Waschmittel". 12(2001), Heft 63

[5] Praxis der Naturwissenschaften - Chemie: Themenheft „Waschmittel". PdN-Ch, 37(1988), Heft 2

[6] Praxis der Naturwissenschaften - Chemie: Themenheft „Waschmittel und Tenside". PdN-Ch, 45(1996), Heft 1

[7] Dietrich, V.: Vom Waschen. Volk und Wissen Verlag, Berlin 2000

[8] Kaiser, A./Zeschmar-Lahl, B.: Gesundes Waschen – Ein Thema für die Grundschule. Praxis Grundschule 12993/ H. 3, 22-37

[9] Wagner, G.: Experimentieren mit Waschmitteln. NiU-Chemie, 12(2001), H. 63, 16-22

[10] Wagner, G.: Waschmittel – Chemie und Ökologie. Klett Verlag, 2. Auflage, Stuttgart 1997 (Vergriffen. Seit 2005 in stark erweiterter und veränderter Neugestaltung erschienen bei Wiley VCH. G. Wagner : Waschmittel – Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit, Weinheim 2005)

[11] Henkel KgaA: Verschiedene Firmenschriften und Informationsmaterialien zum Thema Waschen, Düsseldorf

[12] Grießhammer/Bunke/Gensch: Produktlinienanalyse Waschen und Waschmittel. Öko-Institut Freiburg im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin 1996]

[13] Grießhammer, R./Eberle, U: Ökobilanzierung zu Wasch- und Reinigungsmittelrohstoffen und deren Anwendung in der gewerblichen Wäscherei. Öko-Institut Freiburg im Auftrag des Umweltbundesamtes. UBA-Texte 43/01, Berlin 2001

[14] Obst, H.: Fächerübergreifender Unterricht. NiU-Chemie 8(1997), H. 40, 4-8

[15] Graf, Erwin: Fleckenentfernung durch Enzyme. Unterricht Biologie, 22 /1998/ 238, S. 19-21

[16] Theiss-Seuberling, Heide-B.; Hopp, C.: Einfluss von Detergentien auf Grünalgen - Einfache Schülerexperimente. Praxis der Naturwissenschaften. Biologie, 34 /1985/ 6, S. 35-37

[17] Paul, Roland: Weiße Wäsche - reines Gewissen? Pflanzenphysiologische Effekte bei Keimlingen, hervorgerufen durch Waschmittelinhaltsstoffe. Praxis der Naturwissenschaften. Biologie, 41 /1992/ 5, S. 41-48

[18] Demuth, R.: Projektorientierter Chemieunterricht. NiU-Chemie 2(1991), H. 6, 4-7

[19] Wollweber, K.: Scientific Literacy: Kooperatives Lernen als Lösungsversuch. Zur Didaktik der Physik und Chemie, Leuchtrum Verlag, Darmstadt 2000, S. 185-187

[20] Büttner, Monika; Wagner, Günter: Sauberkeit um jeden Preis? Der Themenkreis Waschmittel als Rollenspiel im Chemieunterricht der Sekundarstufe II. Praxis der Naturwissenschaften. Chemie, 46 /1997/ 8, S. 37-40

[21] Wagner, G.: Das Reinigungsmittelprojekt. NiU-Chemie, 12(2001), H. 63, 41-44

[22] Naturwissenschaften im Unterricht – Physik/Chemie: Themenheft „Alltagschemie". NiU – Ph/Ch 35(1987), Heft 25

[23] Lutz, B.: Textilerfrischer eliminiert Geruch – Wie ein Industrieprodukt im Unterricht erschlossen werden kann. NiU-Chemie, 12(2001), H. 63, 31-35

[24] Puvogel, W.: Zitronen – mehr als Zitrusfrische. NiU-Chemie, 12(2001), H. 63, 37-40

# 1.1 Klassifizierung der Wasch- und Waschhilfsmittel

| Produkttypen | Angebotsformen |
|---|---|
| Vollwaschmittel | Pulver, Flüssigkeit, Gel, Tabs, Flüssigtabs, Baukastensysteme |
| Colorwaschmittel | Pulver, Flüssigkeit, Gel, Tabs, Flüssigtabs |
| Feinwaschmittel | Pulver, Flüssigkeit |
| Spezialwaschmittel | |
| - Wollwaschmittel | Pulver, Flüssigkeit |
| - Gardinenwaschmittel | Pulver, Flüssigkeit |
| - Waschmittel für die Handwäsche, Reisewaschmittel | Pulver, Paste, Flüssigkeit |
| - Waschmittel mit Zusatznutzen | Pulver, Paste, Flüssigkeit |
| Parfümfreie Waschmittel, Duftintensiv-Waschmittel, Sensitiv-Waschmittel, Spezialwaschmittel für schwarze oder weiße Wäsche, Bügelerleichterungswaschmittel, Hygiene-Waschmittel, UV-Schutz-Waschmittel, Sport-Waschmittel, Ökowaschmittel, Daunen-Waschmittel, Med.-Waschmittel u. a. | |

# 1.2 Kleine Warenkunde der Waschmittel

**Verschiedene Waschmitteltypen**
Praktisch alle Waschmitteltypen enthalten als Grundbestandteil Tenside zur besseren Schmutzentfernung sowie bestimmte Enzyme zur Schmutzentfernung und Gewebeschonung.

**Voll- oder Universalwaschmittel**
enthalten Bleichmittel (nur feste, pulverförmige Produkte) und optische Aufheller. Sie sind für alle weißen und farbechten Textilien aus Baumwolle, Leinen und Mischgewebe bei allen Waschtemperaturen geeignet.

**Color- oder Buntwaschmittel** enthalten keine Bleichmittel und keine optischen Aufheller. Sie enthalten Farbübertragungsinhibitoren und eignen sich daher besonders gut für eine farbschonende Reinigung von bunten Textilien aus Baumwolle, Leinen und Mischgewebe bis 60 °C.

**Feinwaschmittel** beinhalten Tenside, die einen feinporigen Schaum erzeugen sowie oft Pflegekomponenten, die einen besonderen Faser- und Farbschutz (Farbübertragungsinhibitoren) bieten, und sind auch für farbige Textilien (z. B. aus Kunstfasern) im (Spezial-) Schonwaschgang geeignet.

**Wollwaschmittel** werden für Wolle, Seide und Daunen für den Handwasch- und Spezialschonwaschgang angeboten. Häufig enzymfrei, einige Produkte enthalten spezielle faserschonende Proteasen.

**Gardinenwaschmittel** kommen für weiße und helle Gardinen, aber auch für andere weiße Textilien aus Mischgewebe und Synthetik im Spezialschonwaschgang zum Einsatz.

**Hand-/Reisewaschmittel** besitzen eine hohe Waschkraft und sind für die Wäsche zwischendurch oder auf Reisen geeignet. Für die Waschmaschine sind diese Waschmittel mit hohem Tensidanteil aufgrund der starken Schaumbildung nicht geeignet.

**Weitere Spezialwaschmittel** können für bestimmte Textilien und Anwendungsgebiete eingesetzt werden (z. B. Funktions-/Sporttextilien, schwarze oder dunkle Wäsche).

Quelle: Forum Waschen 2013

# 1.3 Welches Waschmittel wofür?




- **Voll-/Universalwaschmittel, Pulver oder Tabs**
  - Für weiße und stark verschmutzte Textilien. Wirkt keimreduzierend und geruchstilgend.
- **Voll-/Universalwaschmittel, flüssig**
  - Für weiße Textilien. Flüssigwaschmittel sind leistungsstark bei fetthaltigen Verschmutzungen.
- **Colorwaschmittel flüssig oder Pulver**
  - Für farbige Textilien. Weniger geeignet bei farbintensiven, bleichbaren Flecken. Flüssigwaschmittel sind leistungsstark bei fetthaltigen Verschmutzungen.
- **Feinwaschmittel**
  - Für alles leicht Verschmutzte und Feine.
- **Wollwaschmittel**
  - Für Wolle und Seide, weil pH-neutral.

# 1.4 Verschmutzungsgrad von Textilien

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

## Leicht



Keine Verschmutzungen und Flecken* erkennbar. Einige Kleidungsstücke haben Körpergeruch angenommen.

Beispiele:
Leichte Sommer- und Sportkleidung (wenige Stunden getragen), T-Shirts, Hemden, Blusen (bis zu 1 Tag getragen), Gästebettwäsche und -handtücher (1 Tag benutzt)

## Normal



Verschmutzungen sichtbar und/oder wenige leichte Flecken* erkennbar.

Beispiele:
T-Shirts, Hemden, Blusen (durchgeschwitzt beziehungsweise mehrfach getragen), Unterwäsche (1 Tag getragen), Handtücher, Bettwäsche (bis zu 1 Woche benutzt), Gardinen ohne Nikotinverschmutzungen (bis zu ½ Jahr Gebrauch)

## Stark



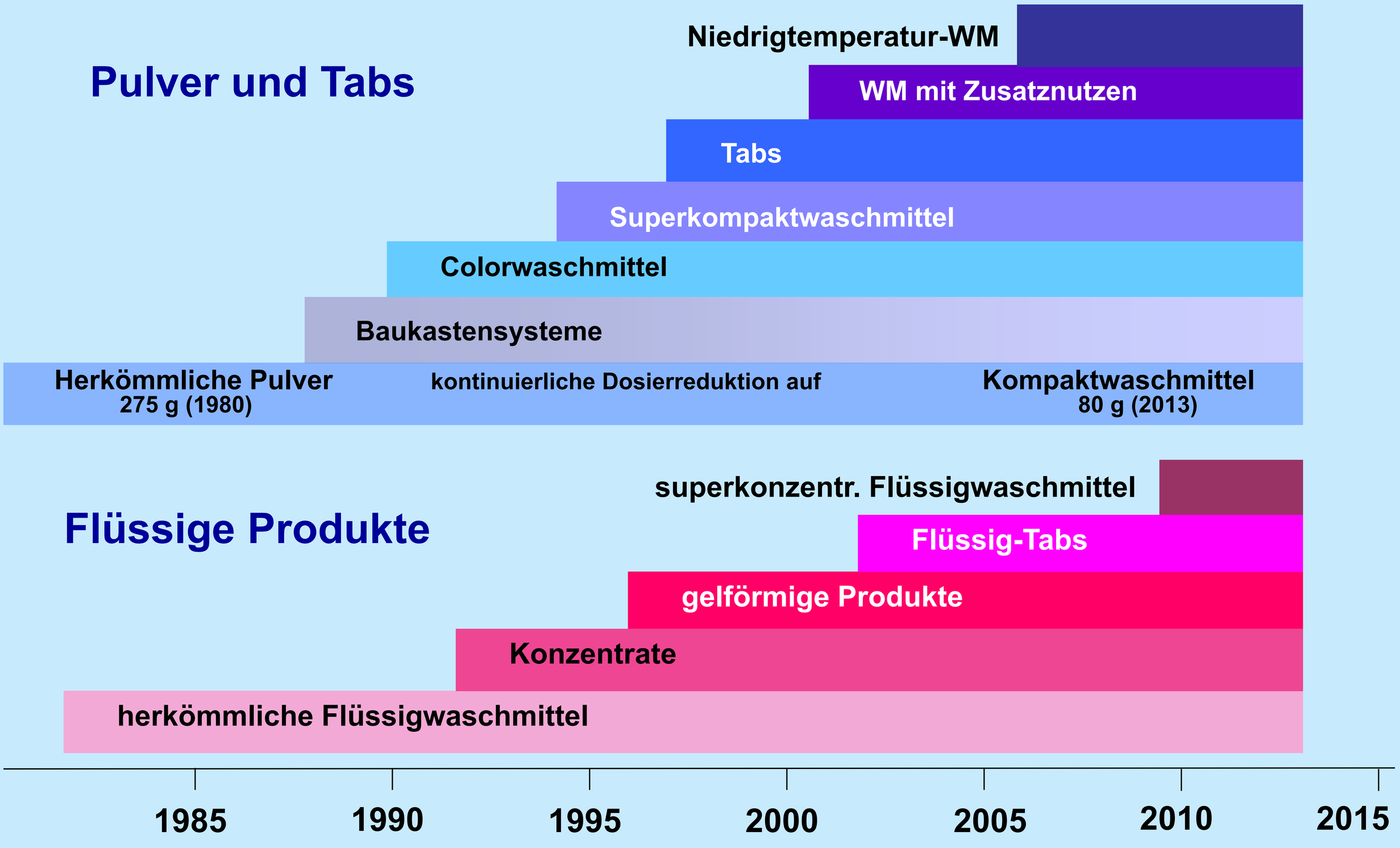
Verschmutzungen und/oder Flecken* deutlich erkennbar.

Beispiele:
Geschirr- und Küchenhandtücher, Stoffservietten, Babylätzchen, Kinder- und Fußballbekleidung (mit Gras und Erde verschmutzt), Tenniskleidung (mit Kieselrot verschmutzt), Berufskleidung (im Haushalt waschbar wie Schlosseranzug, Bäcker- und Metzgerkleidung)

* Typische Flecken: **Bleichbar:** Tee, Kaffee, Rotwein, Obst, Gemüse · **Fett-/ölhaltig:** Hautfett, Speiseöle/-fette, Soßen, Mineralöl, Wachse · **Eiweiß-/kohlenhydrathaltig:** Blut, Ei, Milch, Stärke · **Pigment:** Ruß, Erde, Sand · Bei einer Fleckenvorbehandlung der Wäsche kann die Waschmittelmenge entsprechend reduziert werden!

Quelle (2008): Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e.V. (IKW)

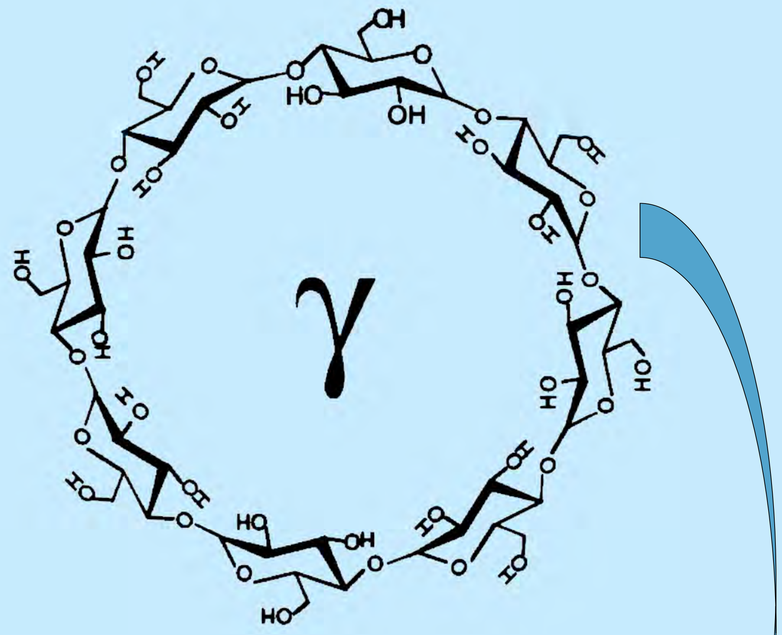
# 1.5 Entwicklung der Waschmitteltypen in Deutschland

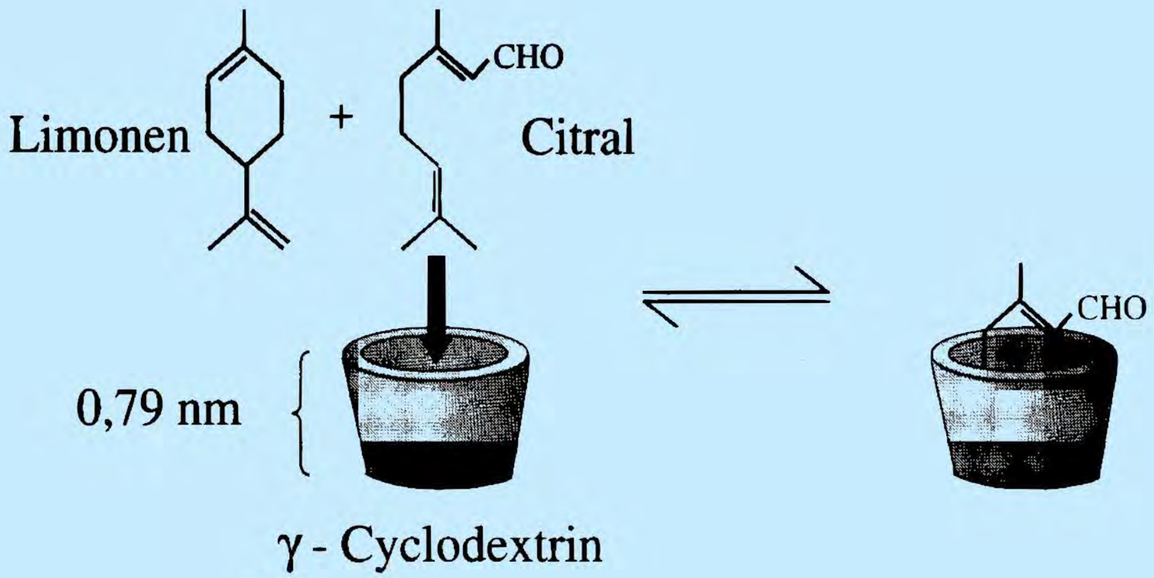


HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

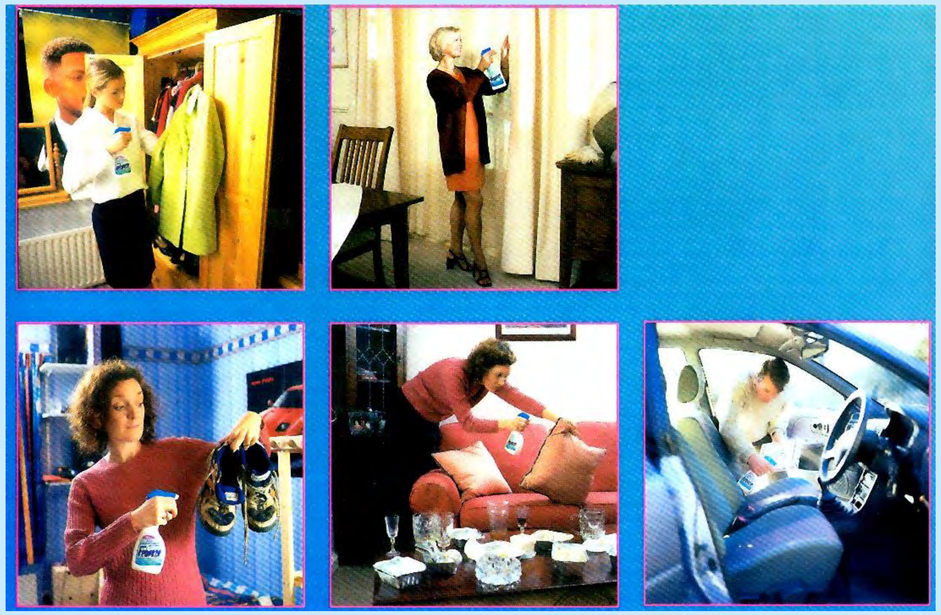
## Wirkstoff:

## Cyclodextrine



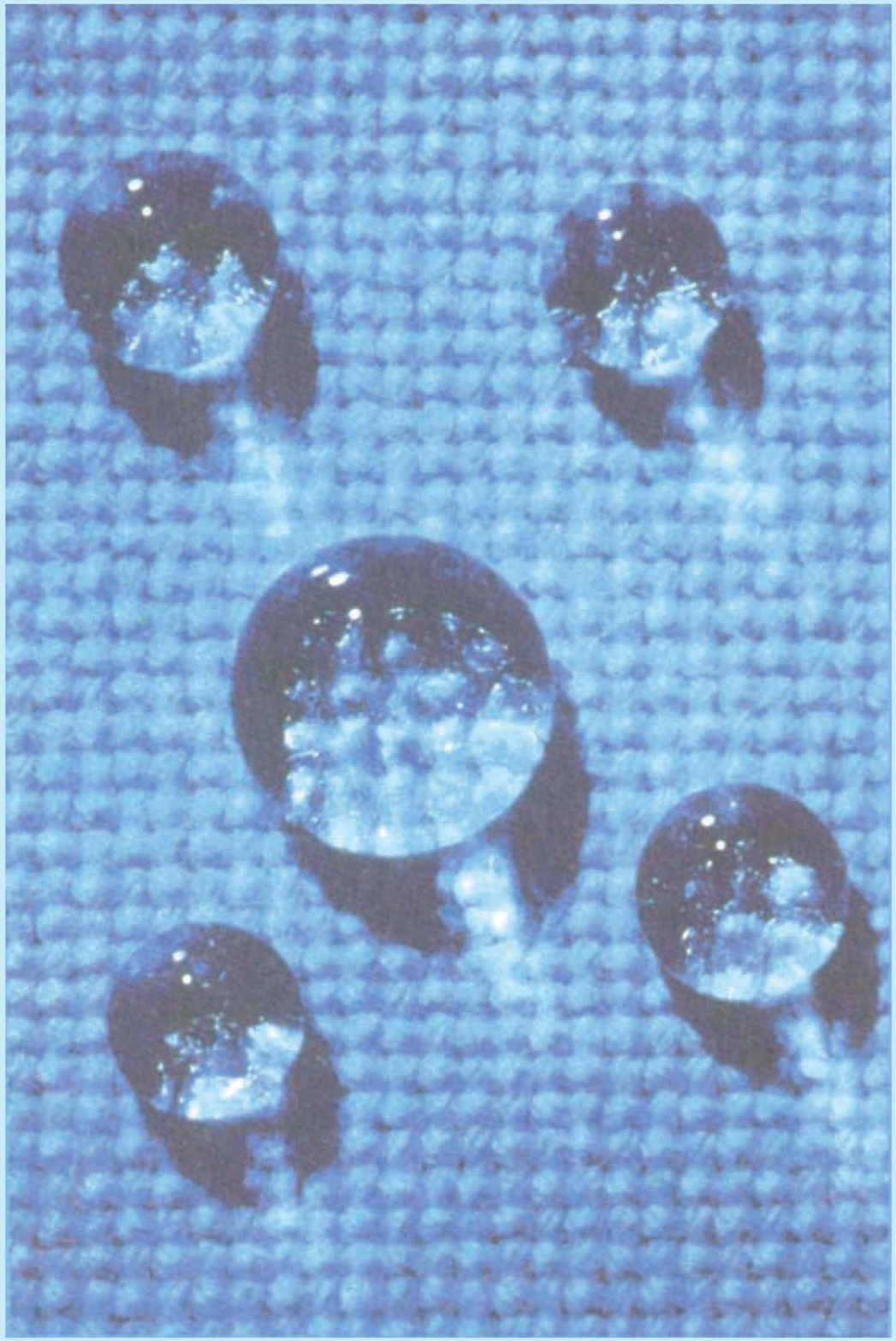

## Anwendungsgebiete

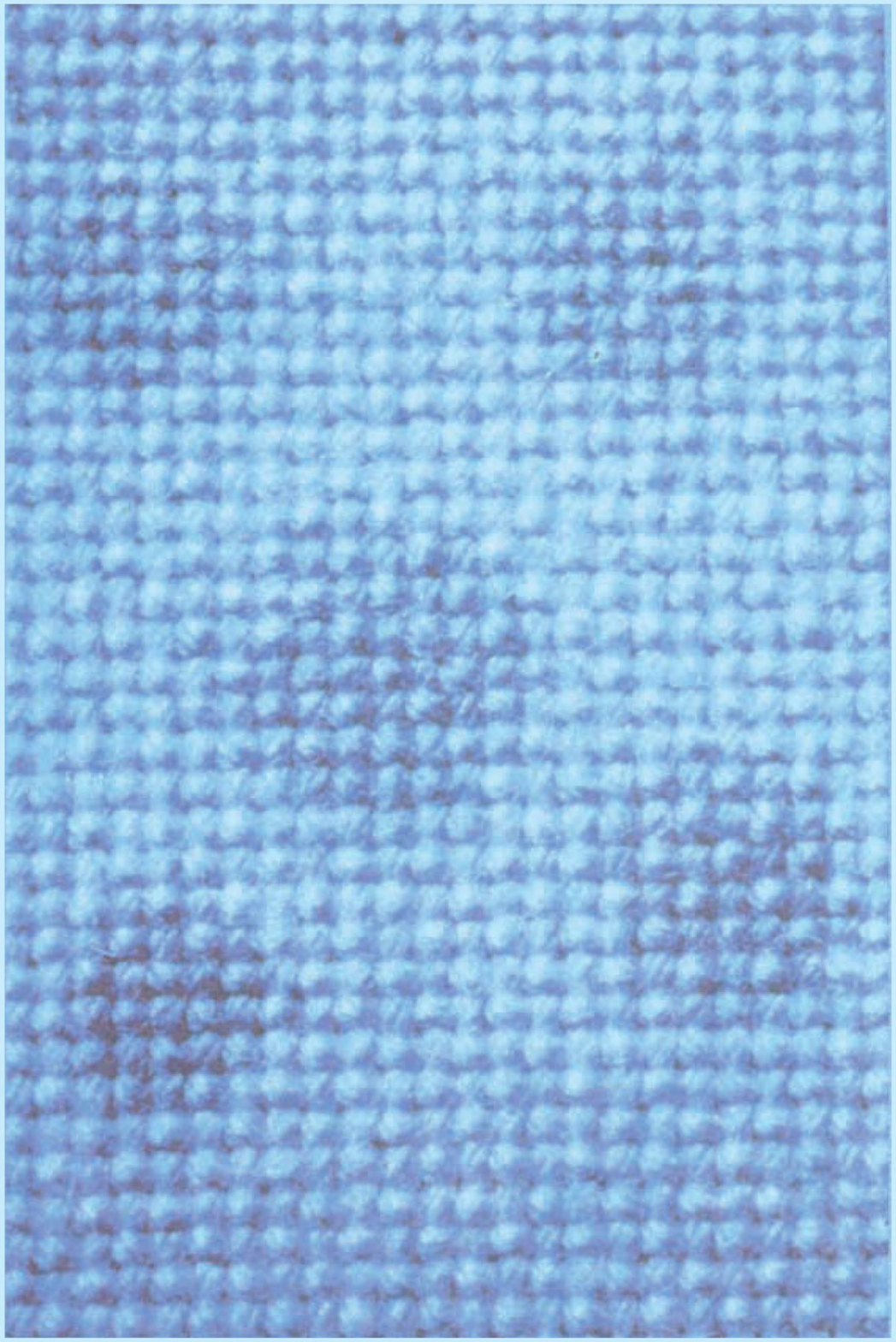


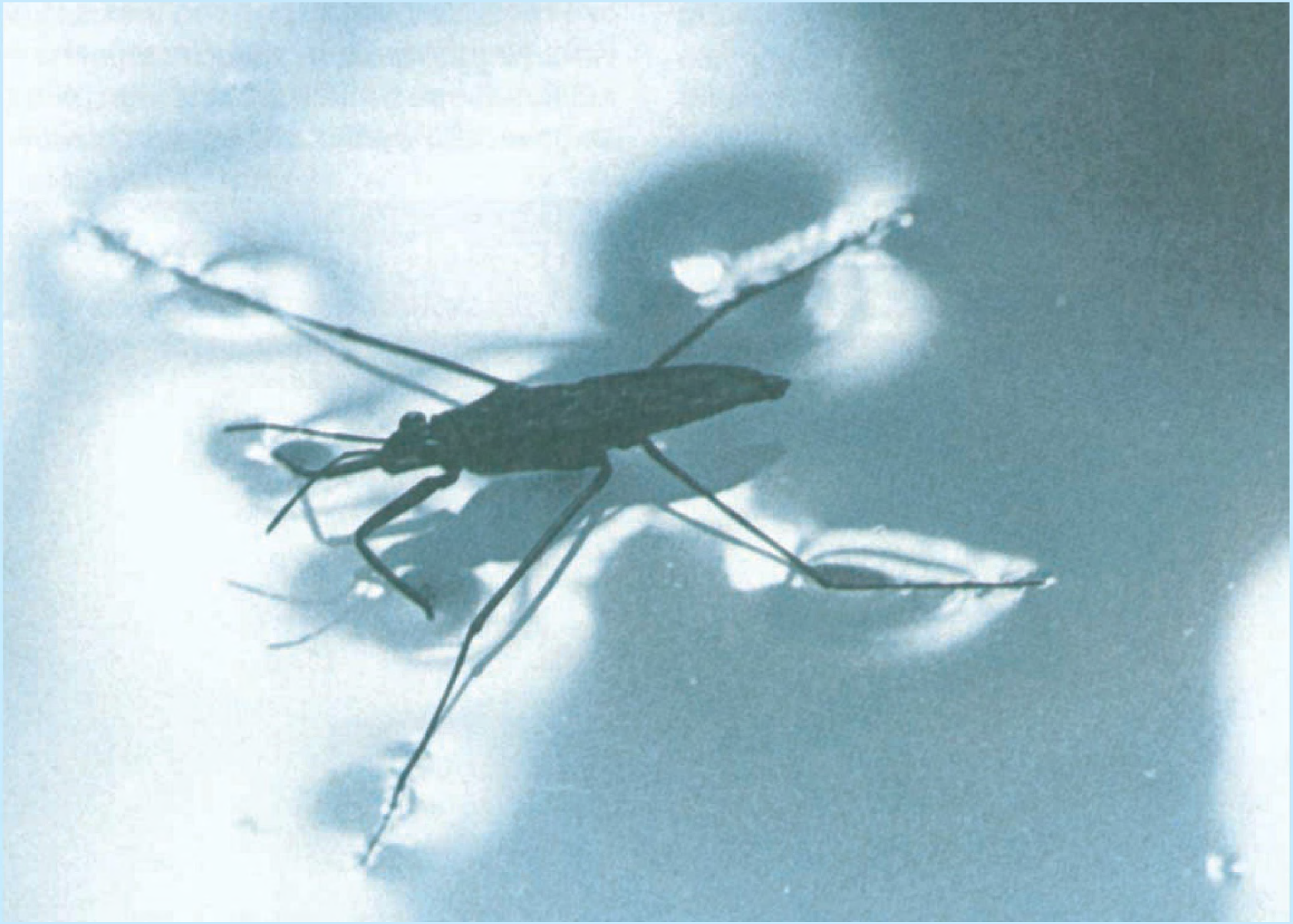
# 2.1 Wassertropfen auf einer hydrophoben Oberfläche



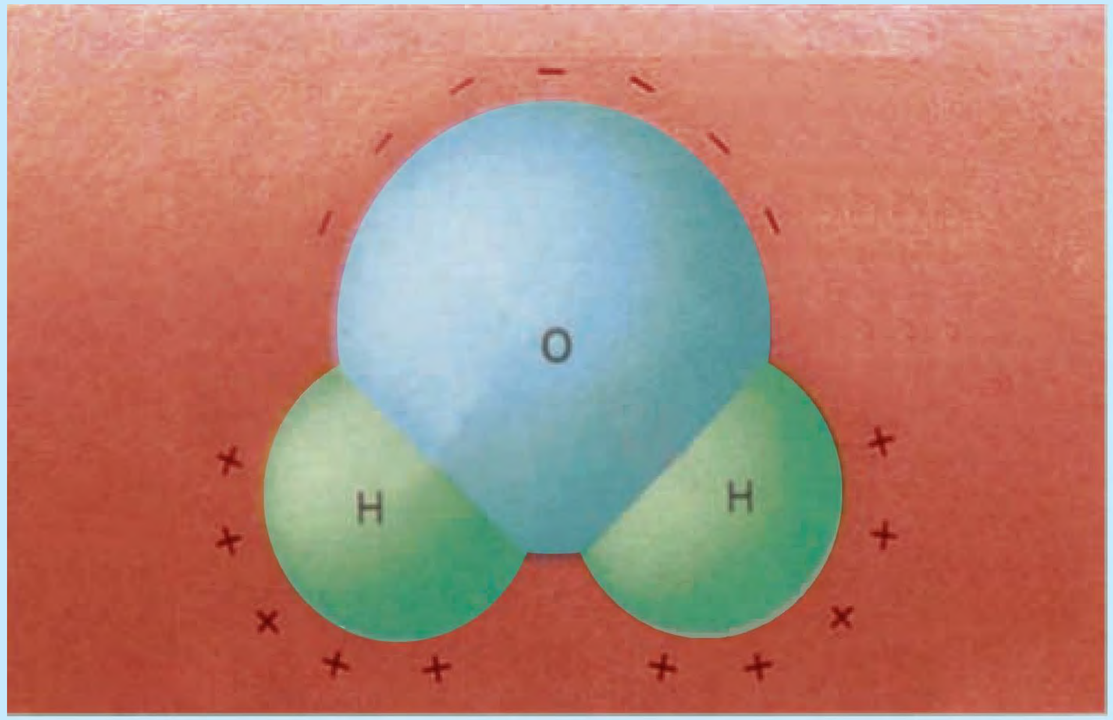
# 2.2 Wassertropfen auf einer Textiloberfläche vor und nach Tensidzugabe



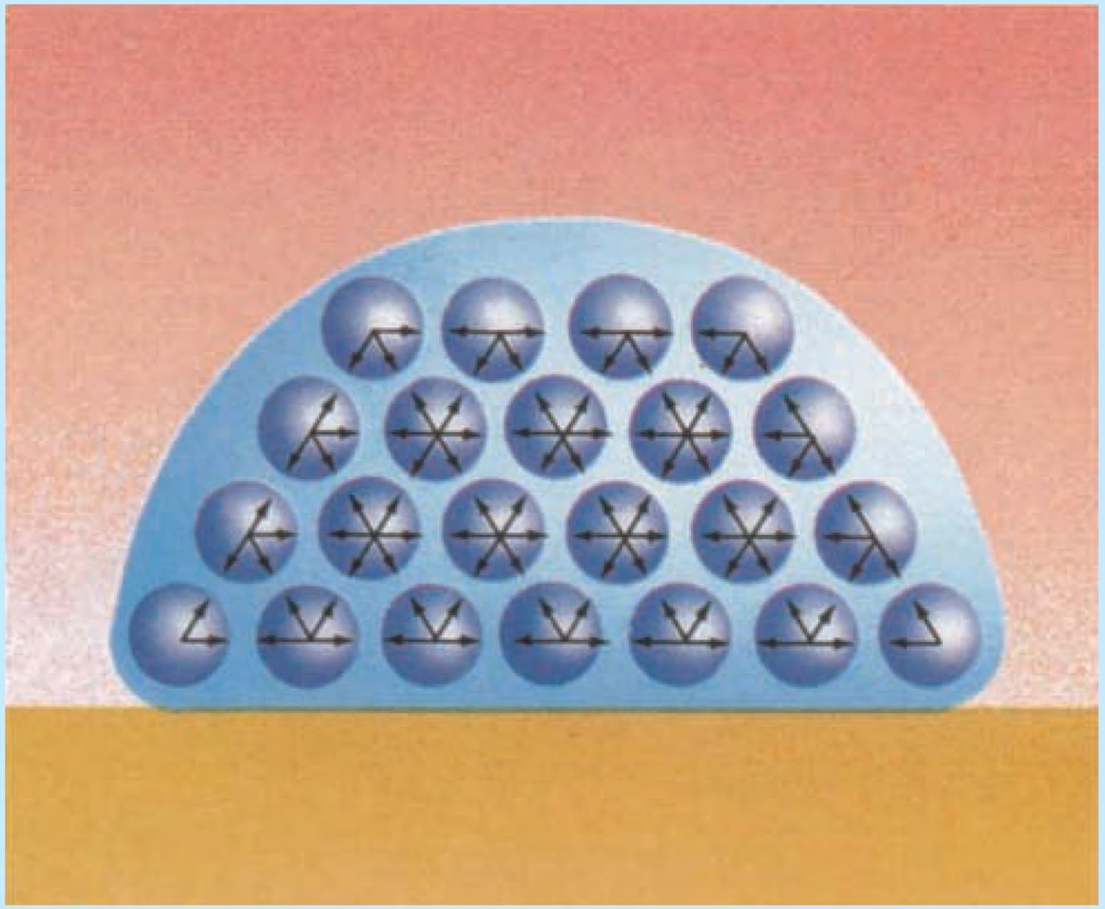




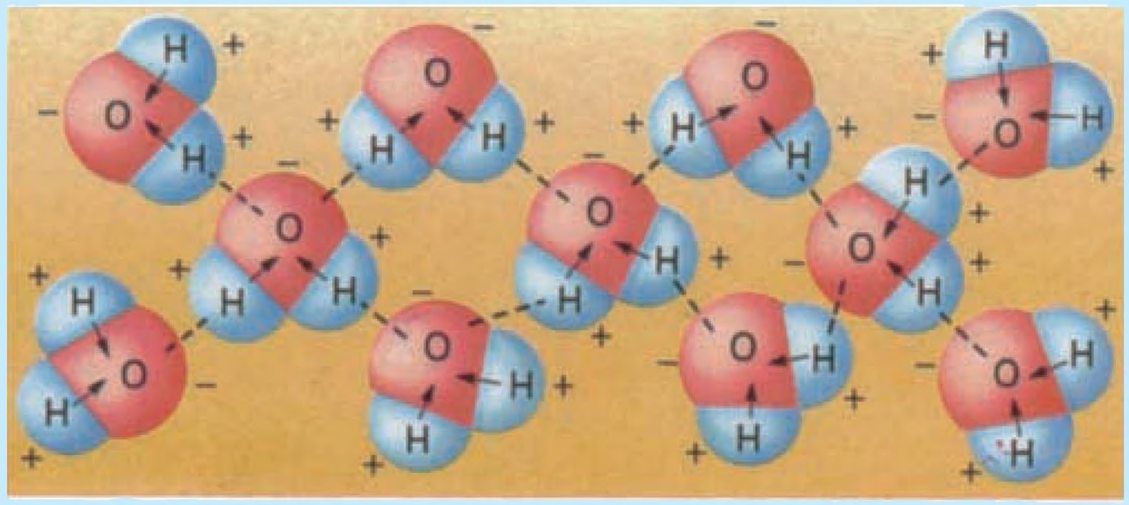
# 2.4 Zwischenmolekulare Kräfte in einem Wassertropfen




Ladungsverteilung im Wassermolekül



Oberflächenspannung

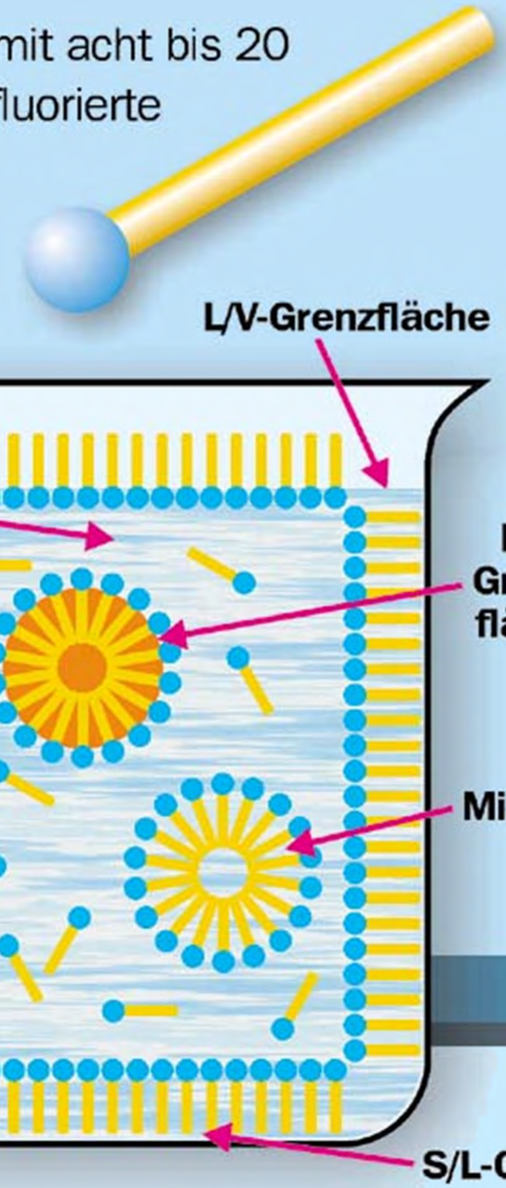


Anziehungskräfte zwischen Wassermolekülen

Stofflich ist ein Tensid eine amphiphile (bifunktionelle) Verbindung mit einem hydrophoben und einem hydrophilen Molekülteil.

Der hydrophobe Rest ist zumeist eine – lineare – Kohlenwasserstoffkette mit acht bis 20 Kohlenstoffatomen. Spezielle Tenside haben auch Siloxanketten oder perfluorierte Kohlenwasserstoffketten als hydrophoben Molekülteil.

Der hydrophile Rest ist entweder eine negativ und/oder positiv elektrisch geladene (hydratisierbare) oder neutrale polare Kopfgruppe.



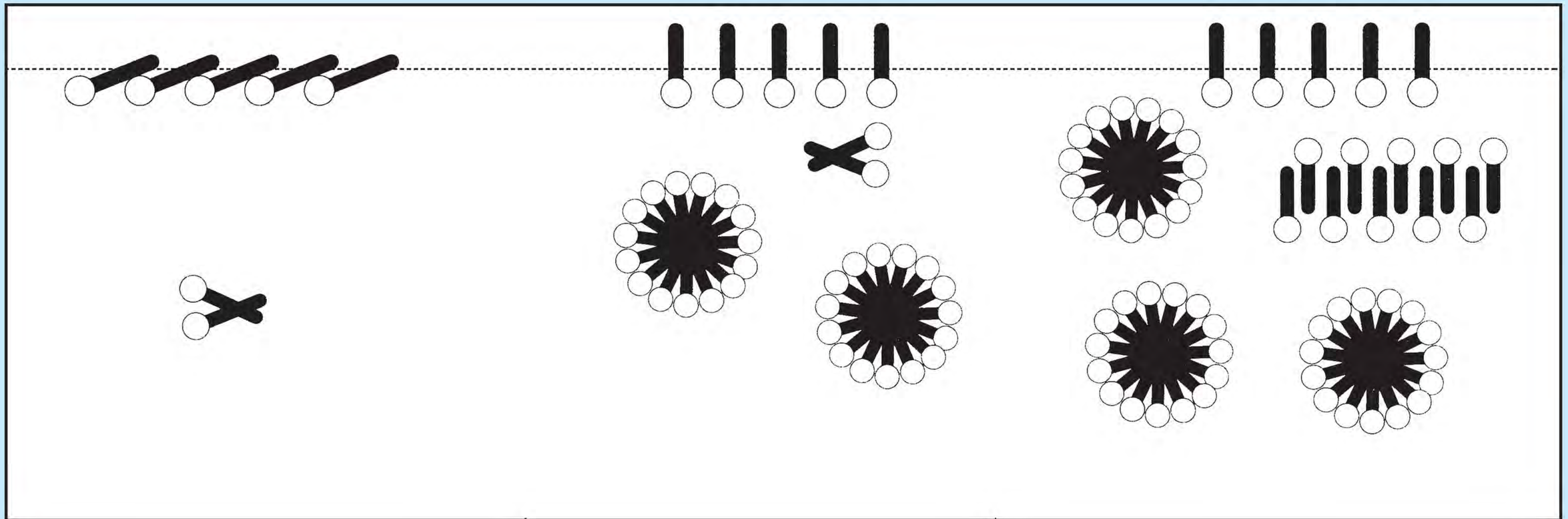

**Basiseigenschaften der Tenside sind**

- orientierte Adsorption an Grenzflächen
- Aggregation zu Mizellen und lyotropen Phasen

**Tenside...**

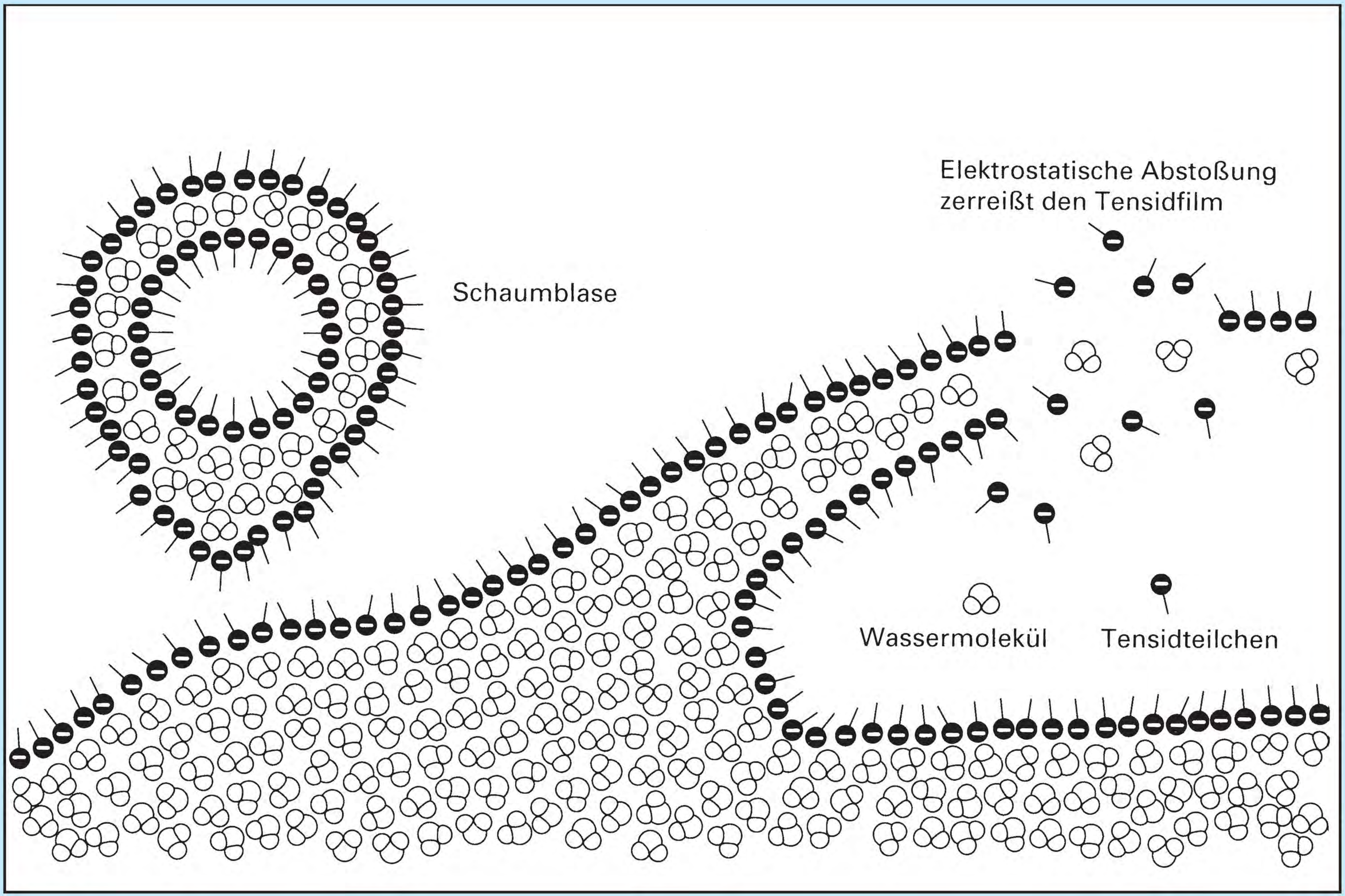
- **setzen die Oberflächenspannung des Wassers herab.**
- **besitzen ein Schaumvermögen.**
- **besitzen ein Schmutzablöse- und Schmutztragevermögen.**
- **bilden in wässriger Lösung Micellen.**

# 2.7 Orientierung von Tensidmolekülen in wässeriger Lösung



| | | |
|---|---|---|
| sehr geringe Tensidkonzentrationen | geringe bis mittlere Tensidkonzentrationen | mittlere bis hohe Tensidkonzentrationen |
| bevorzugte Orientierung der Tensidmoleküle an der Oberfläche; nur sehr wenig Tensidteilchen innerhalb der Lösung | die Oberfläche ist mit Tensidmolekülen gesättigt; innerhalb der Lösung beginnt die Bildung von Micellen | die Oberfläche ist mit Tensidmolekülen gesättigt; überwiegend Tensidmoleküle innerhalb der Lösung in Form von Kugel- und Stabmicellen |

# 2.8 Mechanismus der Schaumbildung



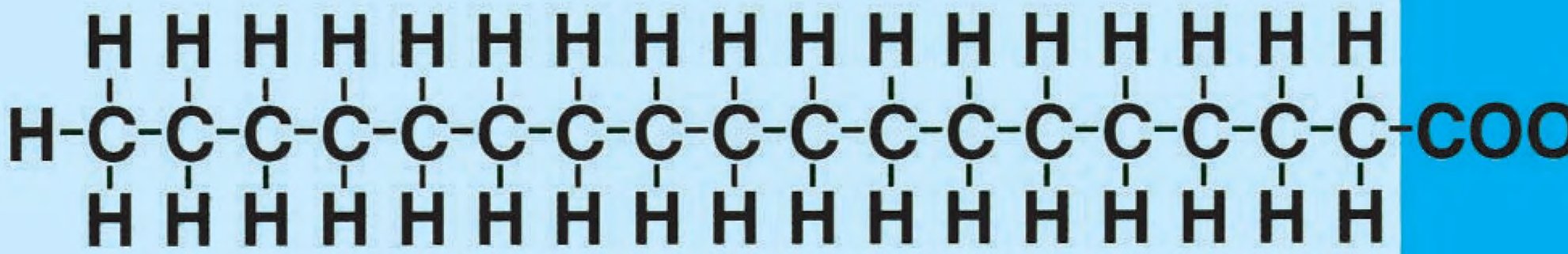
# 2.9 Waschwirkung von Tensiden

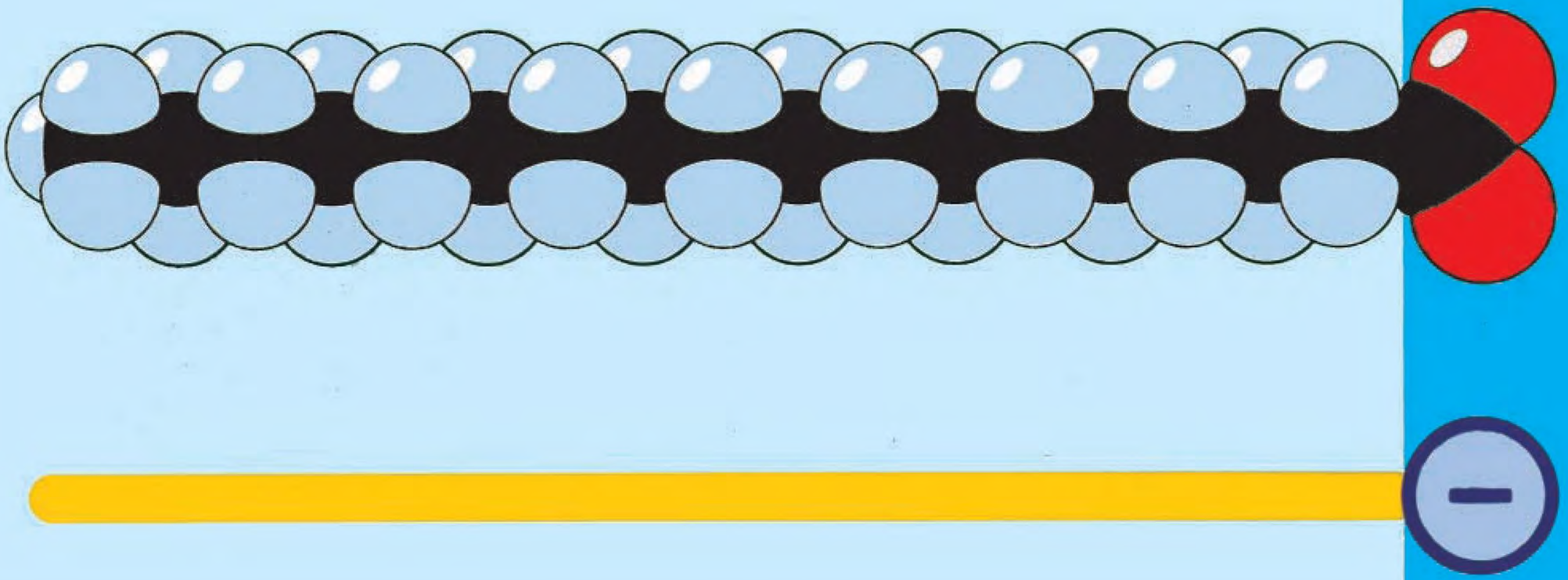


# 2.10 Modelldarstellung eines Tensidanions

Hydrophobe Baugruppe

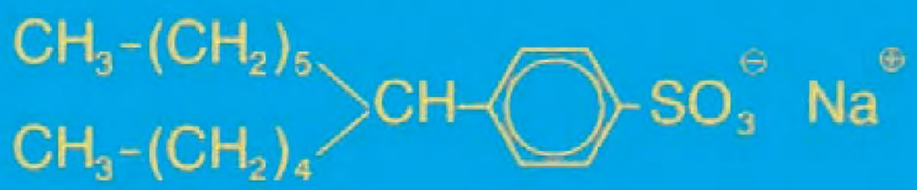
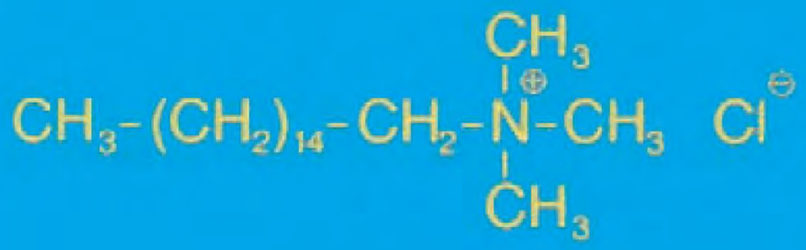
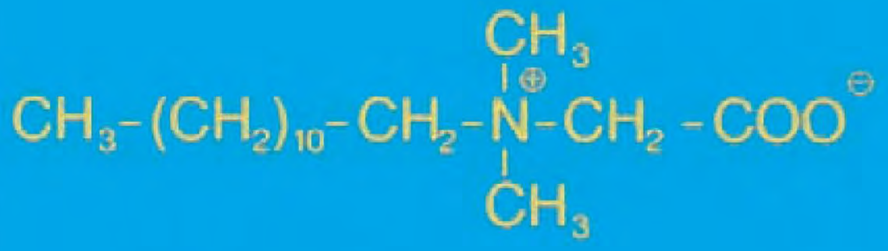
Hydrophile Baugruppe



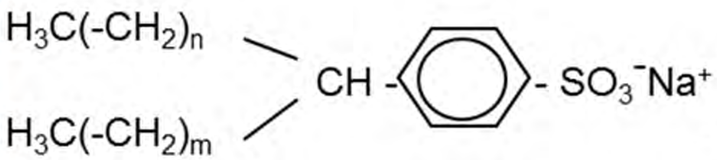
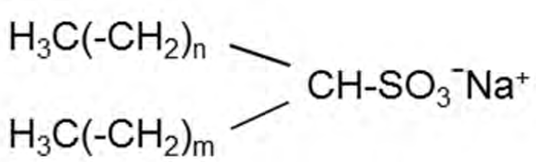



# 2.11 Tensidklassen

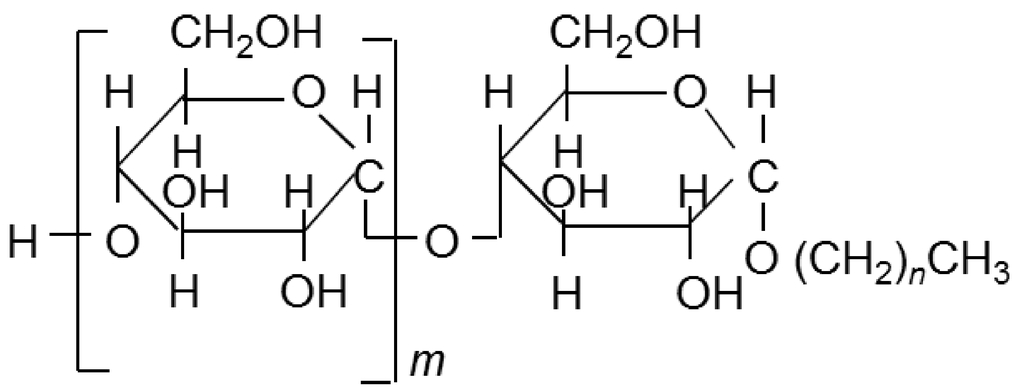
HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

| Tensidklasse | Modell | Beispiel |
|---|---|---|
| Anionische Tenside |  |  |
| Kationische Tenside |  |  |
| Amphotere Tenside |  |  |
| Nichtionische Tenside |  |  |

# 2.12 Formeln wichtiger Tenside: Aniontenside

| Aniontenside | | Anwendungen (Beispiele) | Gebräuchliche Abkürzung |
|---|---|---|---|
| $H_3C(-CH_2)_n-COO^-Na^+$<br>$n$ = 10 bis 20 | Seifen | Handwasch- und Toilettenseifen, Flüssigwaschmittel, Schaum-inhibitoren für Waschmittel ($C_{18}$ bis $C_{22}$) | |
| <br>$n + m$ = 7 bis 10 | Lineare Alkylbenzol-sulfonate | Waschmittel, Geschirrspülmittel, Haushaltsreiniger | **LAS** |
| <br>$n + m$ = 10 bis 14 | Sekundäre Alkan-sulfonate | Flüssigwaschmittel, Geschirrspülmittel, Haushaltsreiniger | **SAS** |
| $H_3C(-CH_2)_n-O-SO_3^-Na^+$<br>$n$ = 11 bis 17 | Fettalkoholsulfate | Waschmittel, Feinwaschmittel, Schaumbäder, Shampoos | **FAS** |
| $H_3C(-CH_2)_n-O(-CH_2-CH_2-O)_m-SO_3^-Na^+$<br>$n$ = 11 bis 15<br>$m$ = 2 bis 3 | Fettalkoholether-sulfate | Geschirrspülmittel, Feinwaschmittel, Schaumbäder, Shampoos | **FAES** |

# 2.13 Formeln wichtiger Tenside: Niotenside

| Niotenside | | Anwendungen (Beispiele) | Gebräuchliche Abkürzung |
|---|---|---|---|
| $H_3C\ (-CH_2)_n-O(-CH_2-CH_2-O)_m-H$<br><br>$n$ = 9 bis 17<br>$m$ = 3 bis 15 | Fettalkoholethoxylate | Wasch- und Reinigungsmittel, Emulgatoren | ***FAEO*** |
|  | Alkylpoly-glucoside<br>$n$ = 11 bis 13<br>$m$ = 0 bis 5 | Flüssigwaschmittel, Geschirrspülmittel, Reinigungsmittel, Schaumbäder, Shampoos | ***APG*** |

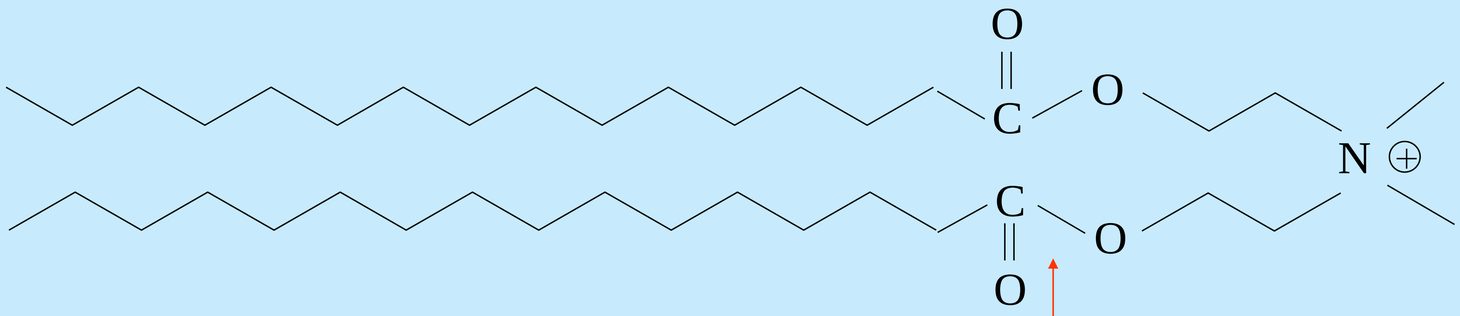
# 2.14 Kationtenside: Formeln von Weichspülerwirkstoffen früher und heute

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

**<u>heute</u>**

biologisch leicht und vollständig abbaubar

**Esterquats**
(Quaternäre
Dialkylammoniumester)




Fettsäurerest aus
tierischen Fetten

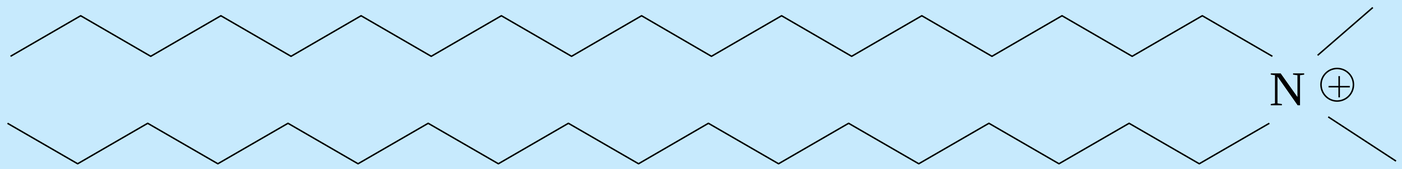
**Sollbruchstelle**
**für den biologischen Abbau**

kationischer
Tensid-“Kopf”

<u>Früher (wird seit Anfang der 1990er Jahre nicht mehr verwendet!)</u>

verzögerter biologischer Abbau

**DSDMAC**
(Distearyldimethyl-
ammoniumchlorid)

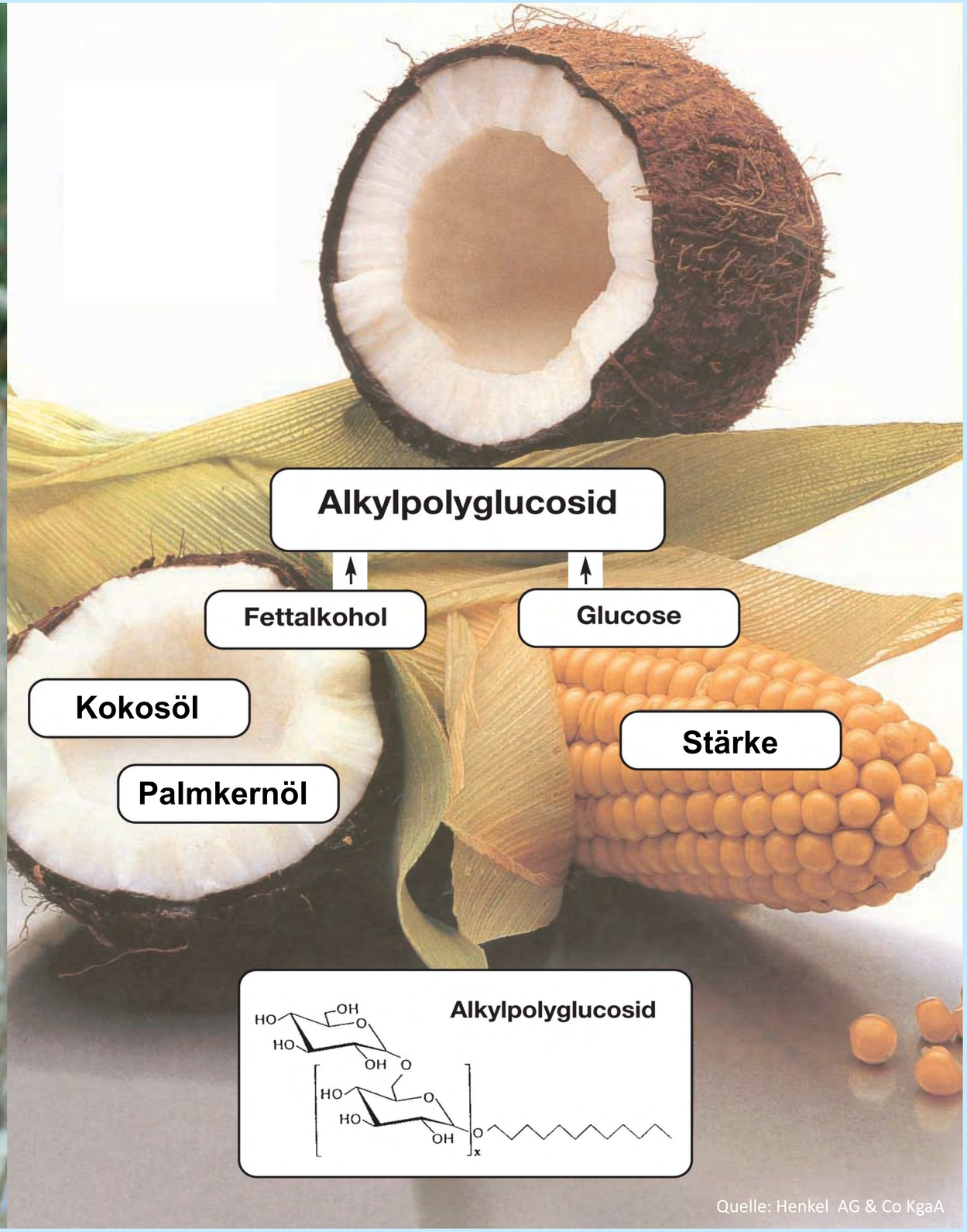


# 2.15 Tenside aus Palmkern- oder Kokosöl und Zucker (Alkylpolyglucoside)

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW



Quelle: Neil Palmer (http://www.flickr.com/photos/ciat/4386967292/in/photostream)




Quelle: Henkel AG & Co KgaA

# 3.1 Waschmittelinhaltsstoffe und ihre Funktion beim Waschprozess

| Inhaltsstoffe | Funktion |
|---|---|
| Tenside | lösen den Schmutz von der Faser (Primärwaschwirkung) und verhindern die Wiederablagerung auf dem Gewebe (Sekundärwaschwirkung). |
| Enthärter (Gerüststoffe) | beseitigen die Wasserhärte. Sie sind in der Lage, mit Calcium- und Magnesium-Ionen, den Härtebildnern des Wassers, zu reagieren und sie für die Dauer des Waschvorganges zu binden, so dass sich keine Ablagerungen auf Textilien oder Maschinenbauteile bilden. Darüber hinaus unterstützen sie die Waschwirkung der Tenside und sorgen für einen alkalischen pH-Wert der Waschflotte. |
| Bleichmittel | oxidieren die im Wäscheschmutz vorkommenden organischen Farbstoffe und entfärben sie dadurch. Bleichaktivatoren erhöhen die Wirksamkeit von Bleichmitteln bei niedrigen Temperaturen. Sie tragen zur Hygiene und Entfernung von Geruchsschmutz bei. |
| Enzyme | Proteasen zum Beseitigen von eiweißhaltigem Schmutz; Amylasen zum Entfernen von stärkehaltigen Anschmutzungen; Lipasen zum Spalten natürlicher Fette; Mannanasen zum Ablösen von galactomannanhaltigen Verdickern; Cellulasen zum Glätten von Baumwollfasern und damit zur Erhaltung der Farbbrillanz und der Textilstruktur. |

| Inhaltsstoffe | Funktion |
|---|---|
| Hilfsstoffe | besitzen unterschiedliche Funktionen:<br>Optische Aufheller zur Erzeugung eines strahlenden Weißtones der Wäsche; Stabilisatoren (Komplexbildner) zur Bindung störender Schwermetall-Ionen; Korrosionsinhibitoren gegen Metallkorrosionen; Vergrauungsinihibitoren zur Verhinderung der Wiederablagerung bereits abgelösten Schmutzes; Soil-Release-Polymere zur Erleichterung der Entfernung von Fett- und Ölschmutz; Schauminhibitoren zur Schaumsteuerung; Farbübertragungsinhibitoren zur Verminderung von Farbübertragungen; Duft- und Farbstoffe zur besseren Produktakzeptanz.<br>Sprengmittel zum schnellen Zerfall tablettenförmiger Produkte; wasserlösliche Folien zur Herstellung von Flüssig-Tabs; Konservierungsstoffe zur Verbesserung der Haltbarkeit wasserhaltiger Produkte, Geruchsabsorber als Zusatzstoff für Spezialwaschmittel. |
| Füllstoffe | werden vorwiegend zur Strukturverbesserung von pulverförmigen Waschmitteln eingesetzt. |
| Lösungsmittel/ Lösungs-vermittler | Bei flüssigen Waschmitteln dient Wasser als Lösungsmittel. Zugesetzte Alkohole und Lösungsvermittler verbessern die Homogenität und Lagerstabilität flüssiger Produkte. In Flüssig-Tabs dienen Alkohole als Lösungsmittel. |

# 3.2 Wichtige Enthärtersysteme im Wandel der Zeit

| bis 1960 | 1960 bis 1990 | 1990 bis heute |
|---|---|---|
| **Soda** (Natriumcarbonat) | **Phosphat** (Pentanatrium-triphosphat) | **Zeolith A und P** und/oder **Schichtsilikate** **Soda** **Polycarboxylate** |
| **Wirksam gegen Calcium- und Magnesium-Ionen durch** | | |
| **Fällenthärtung** | **Komplexbildung** | **Ionenaustausch** |

- **Eliminierung der Wasserhärte (Calcium- und Magnesium-Ionen)**
- **Unterstützung der Schmutzablösung von polaren Schmutzteilchen**
- **Gutes Schmutztragevermögen**
- **Gute technologische Eigenschaften**
- **Wirtschaftlichkeit**
- **Gesicherte Rohstoffbasis**
- **Ungiftig bei der Anwendung**
- **Ökologische Unbedenklichkeit**

# 3.4 Bleichsysteme

| Bleichsysteme bestehen aus | Verwendete Inhaltsstoffe | Wirkungsweise |
|---|---|---|
| **Bleichmittel** | **Natriumpercarbonat** | Setzt in wässriger Lösung Wasserstoffperoxid ($H_2O_2$) frei<br><br>Sind nur oberhalb 60°C ausreichend wirksam |
| **Bleichaktivatoren** | **TAED**<br><br>(Tetraacetylethylendiamin) | TAED setzt in wässriger Lösung in Gegenwart von Wasserstoffperoxid (Bleichmittel) Peressigsäure ($CH_3COOOH$) frei<br><br>Verstärkt dadurch die Bleichwirkung bei 30°C und 40°C |
| **Bleichstabilisatoren** | **Phosphonate**<br><br>(z. B. Ethylendiamintetramethylen-phosphonsäure, Natriumsalz) | Verhindern den Zerfall des Bleichmittels beim Lagern |

**Heute werden häufig gentechnisch modifizierte Enzyme mit veränderter, neuartiger Proteinsequenz („protein engineering“) eingesetzt (s. Abbildung)**

**Proteasen** beseitigen eiweißhaltigen Schmutz

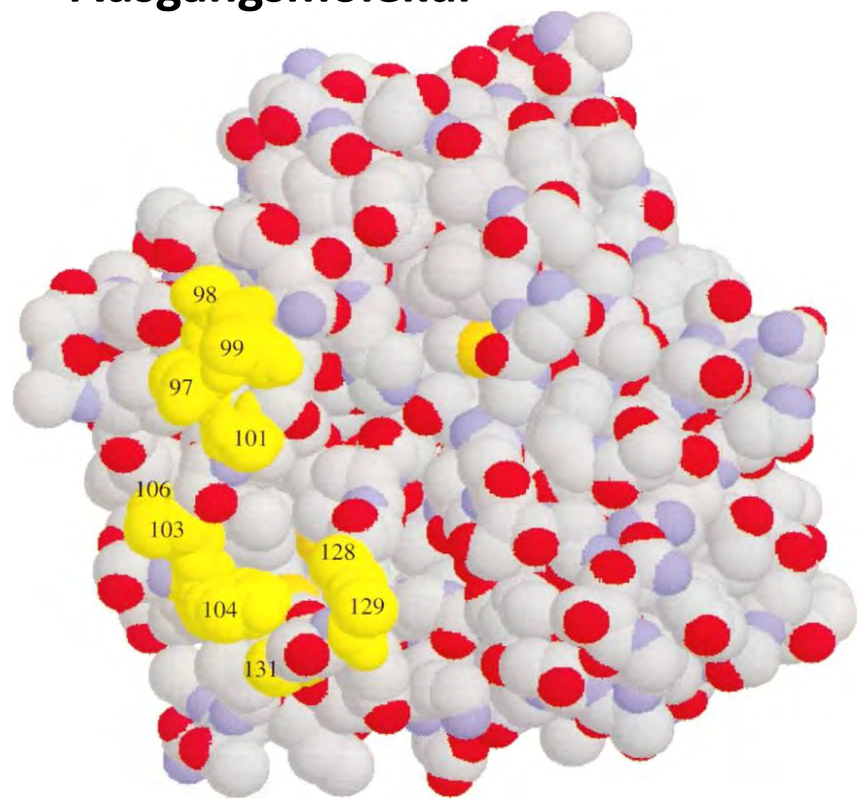
**Amylasen** entfernen stärkehaltige Verschmutzungen

**Lipasen** spalten natürliche Fette und Öle

**Cellulasen** glätten Baumwollfasern und erhalten die Farbbrillanz

**Mannanasen** bewirken Spaltung von Verdickern (Guar, Johannisbrotkernmehl) bei industriell hergestellten Lebensmitteln

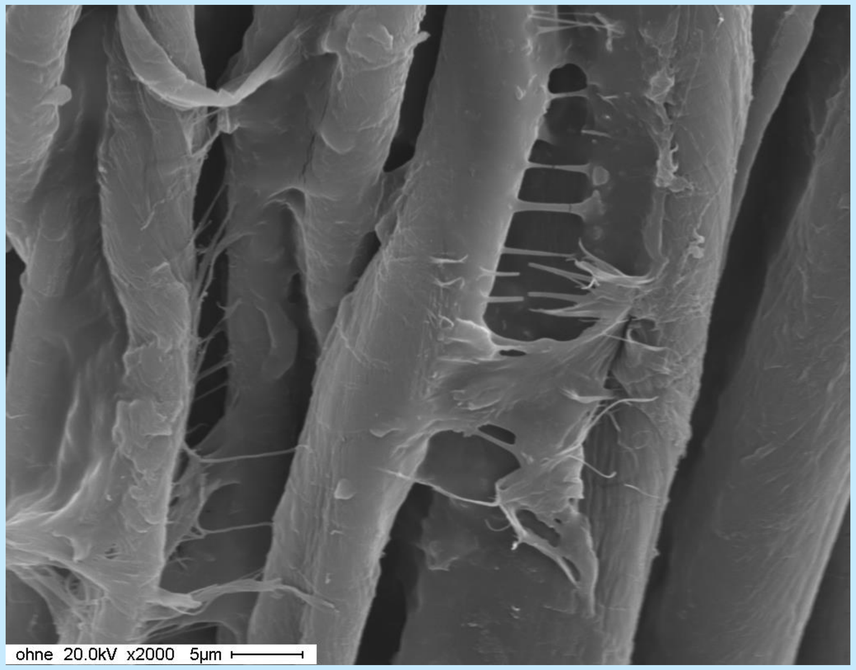
**Gentechnisch ausgetauschte Aminosäuren im Vergleich zum Ausgangsmolekül**



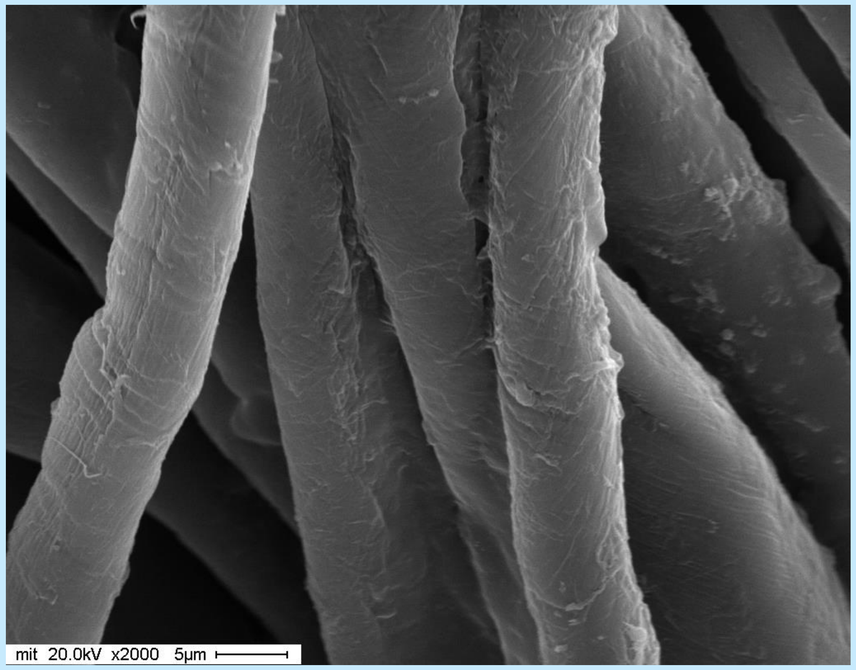
# 3.6 Wirkungsweise von Cellulasen (elektronenmikroskopische Aufnahme)

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

**Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen eines neuen Baumwoll-Textils nach 25maligem Waschen mit einem Colorwaschmittel bei 40°C**



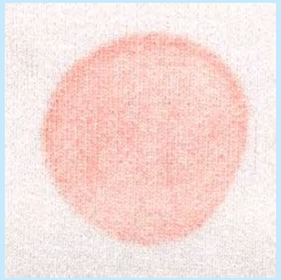
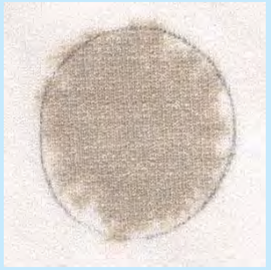

**ohne Cellulase**




**mit 0,5% Cellulase**

# 3.7 Wirkungsweise von Soil Release Polymeren (SRP)

**Für den Waschversuch wurden die Textilien 3x mit der jeweiligen SRP-Konzentration bei 40°C mit einem Vollwaschmittel vorgewaschen, angeschmutzt und erneut gewaschen**

| Anschmutzung | Ausgangswert | ohne SRP | mit 0,25% SRP |
|---|---|---|---|
| Lippenstift |  |  |  |
| Crème Rouge |  |  |  |
| Motoröl, gebr. |  |  |  |

# Beide Textilien wurden mit einem Colorwaschmittel bei 40°C in Gegenwart farbiger Textilien gewaschen



ohne PVP



mit 0,4% PVP



ohne PVP



mit 0,4%  PVP

# 4.1 Beispielhafte Rezeptur eines Vollwaschmittels in Wandel der Zeit

| Funktion | Inhaltsstoffe | 2012 | 1907 |
|---|---|---|---|
| Tenside | Lineares Alkylbenzolsulfonat (LAS) | 12 | |
| | Fettalkoholethoxylat (FAEO) | 4 | |
| | Seife | 1 | 32 |
| Gerüststoffe | Soda | 24 | 24 |
| (Enthärter) | Polycarboxylat | 4 | |
| Bleichmittel | Natriumpercarbonat | 14 | 9 |
| | Tetraacetylethylendiamin (TAED) | 4 | |
| Enzyme | Proteasen | + | |
| | Lipasen | + | |
| | Amylasen | + | |
| | Cellulasen | + | |
| | Mannanasen | + | |
| Hilfsstoffe/ Sonstige Inhaltsstoffe | Phosphonate | 1 | |
| | Siliconöl/Paraffinöl (Schauminhibit.) | 0.5 | |
| | Carboxymethylcellulose | 1 | |
| | Soil Release Polymere | + | |
| | Optische Aufheller | 0.1 | |
| | Natriumsilicat | 6 | 3 |
| | Duftstoffe | < 0.5 | |
| | Farbstoff | + | |
| | Natriumsulfat | 25 | |
| | Wasser | Rest | Rest |

+ = in geringen Mengen enthalten (< 1%)

Quelle: IKW

# 4.2 Beispielrezepturen Vollwaschmittel und Colorwaschmittel

| Inhaltsstoffe | | Vollwaschmittel, Pulver | Colorwaschmittel, Pulver |
|---|---|---|---|
| Lineares Alkylbenzolsulfonat (LAS) | | 11 | 12 |
| Fettalkoholsulfat (FAS) | | - | - |
| Fettalkoholethoxylat (FAEO) | | 4 | 4 |
| Seife | | - | - |
| Zeolith A | | 4 | 4 |
| Soda | | 25 | 33 |
| Polycarboxylate | | 4 | 4 |
| Natriumcitrat | | - | 2 |
| Natriumsilicat | | 2 | 2 |
| Natriumpercarbonat | | 14 | - |
| Tetraacetylethylendiamin (TAED) | | 4 | - |
| Enzyme | Proteasen | + | + |
| | Lipasen | + | + |
| | Amylasen | + | + |
| | Cellulasen | + | + |
| | Mannanase | + | + |
| Phosphonate | | 1 | 1 |
| Siliconöl/Paraffinöl (Schauminhibitoren) | | 0.1 | 0.1 |
| Carboxymethylcellulose | | 1 | 1 |
| Optische Aufheller | | 0.1 | - |
| Verfärbungsinhibitoren (PVP und PVP-Derivate) | | - | 0.5 |
| Soil Release Polymere | | - | - |
| Duftstoffe | | < 0.5 | < 0.5 |
| Farbstoff | | - | - |
| Natriumsulfat (produktionsbedingt) | | 25 | 32 |
| Wasser | | Rest | Rest |

Gehaltsangaben in %

+ = in geringen Mengen enthalten (< 1 %) , - = nicht

Stand: 2012 (Quelle: IKW)

# 4.3 Zusammensetzung von Waschmittel-Tabs 2012



## Rahmenrezeptur, phosphatfrei

| | |
|---|---|
| Tenside (FADS, LAS, FAEO, APG) | 13 – 18% |
| Bleichmittel | 13 – 15% |
| TAED | 2 – 7% |
| Zeolithe | 15 – 30% |
| Schichtsilicate | 0 – 9% |
| Polycarboxylate | 2 – 5% |
| Enzyme | 1 – 4% |
| Zerfallsmittel | 5 – 17% |

**Weitere Inhaltsstoffe:**
Soda, Silicate, Phosphonate, Optische Aufheller, Vergrauungsinhibitoren, Soil-release-Polymere, Parfümöle, Farbstoffe, Entschäumer

## Zerfallsmittel für Waschmittel-Tabs

- **Brausemittel**
  Hydrogencarbonat/Citronensäure
- **Quellmittel**
  PVP (schwach vernetzt), Carboxymethyl-stärke, Cellulose
- **Gut lösliche Salze**
  Natriumacetat, Natriumcitrat
- **Wasserlösliches Coating**
  Dicarbonsäuren, Carboxymethylcellulose

## Von flüssigen Produkten zu Gel-Waschmitteln

**Zusammensetzung in %**

| **Inhaltsstoffe (2012)** | **Konventionell** | **Gel** |
|---|---|---|
| Anionische Tenside | 7 – 18 | 10 – 20 |
| Nichtionische Tenside | 15 – 30 | 3 – 15 |
| Seifen | 10 – 22 | 2 – 8 |
| Gerüststoffe (Builder) | 0 – 8 | 0 – 5 |
| Alkohole/Lösungsmittel | 4 – 15 | 2 – 10 |
| Enzyme | + | + |
| Optische Aufheller | 0,05 – 0,2 | 0,05 – 0,2 |
| Stabilisatoren | + / - | + |
| Rest, Wasser | 30 – 50 | 20 – 80 |

# 5.1 Zahlen zum Waschaufwand in Deutschland 2011

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

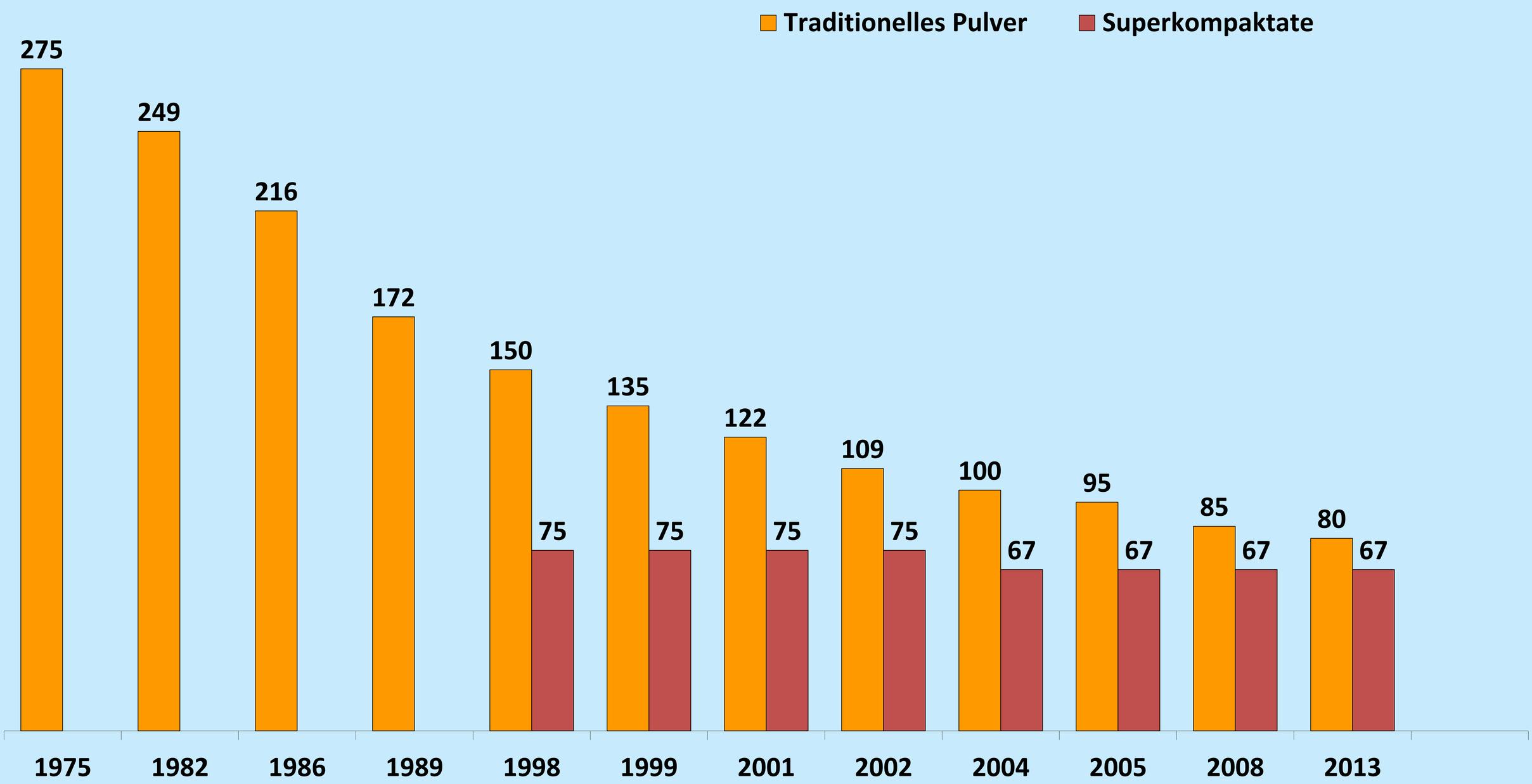
<table>
<tr><td>Bevölkerung in Deutschland</td><td>80,3 Mill. Einwohner<br>40,4 Mill. Haushalte<br><br><table><tr><th>in</th><th>leben</th><th></th><th>Haushalte</th></tr><tr><td>1-Personen-Haushalten</td><td>19,9%</td><td rowspan="4">≙</td><td>16,3 Mill.</td></tr><tr><td>2-Personen-Haushalten</td><td>34,0%</td><td>13,9 Mill.</td></tr><tr><td>3- u. 4-Personen-Haushalten</td><td>37,3%</td><td>8,8 Mill.</td></tr><tr><td>5 und mehr Pers.-Haushalten</td><td>8,8%</td><td>1,4 Mill.</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>Verbrauch Waschmittel<br><br>Verbrauch an Waschhilfsmitteln</td><td>613.000 Tonnen<br>(7,5 kg/Kopf)<br>260.000 Tonnen</td></tr>
<tr><td>Gewaschene Wäsche</td><td>ca. 5,9 kg/pro Person und Woche<br>25 Mio. Tonnen jährlich</td></tr>
<tr><td>Durchschnittliche Zahl der Waschgänge</td><td>165 pro Haushalt und Jahr<br>(260 in 4-Personen-Haushalten)</td></tr>
<tr><td>Durchschnittliche Beladung der Waschmaschine</td><td>3,2 kg</td></tr>
<tr><td>Wasserverbrauch beim Waschen</td><td>11 L/Person·Tag<br>Ca. 330 Mio. $m^3$/Jahr</td></tr>
<tr><td>Durchschnittlicher Wasserverbrauch pro Waschgang</td><td>50 L</td></tr>
<tr><td>Durchschnittliche Waschtemperatur</td><td>46 °C</td></tr>
<tr><td>Durchschnittliche Energie pro Waschgang</td><td>0,87 kWh</td></tr>
<tr><td>Verbrauch elektrische Energie beim Waschen</td><td>ca. 6 Mrd. kWh/Jahr</td></tr>
<tr><td>Verbrauch elektrische Energie beim Trocknen</td><td>ca. 4 Mrd. kWh/Jahr</td></tr>
<tr><td>Verbrauch elektrische Energie beim Bügeln</td><td>ca. 2 Mrd. kWh/Jahr</td></tr>
<tr><td>$CO_2$-Emission (Waschen, Trocknen, Bügeln elektr.)</td><td>9.000.000 t/Jahr</td></tr>
<tr><td>Durchschnittliche Kosten des Waschens (Waschmittel, Strom, Wasser, Waschmaschine)</td><td>150,- Euro<br>pro Haushalt und Jahr</td></tr>
</table>

Stand 06/2012: Quellen: Prof. Dr. Rainer Stamminger 2007, 2009; Stat. Bundesamt www.destatis.de; IKW Nachhaltigkeitsbericht 2012; Umweltbundesamt; ältere Zahlen wurden für 2011 extrapoliert

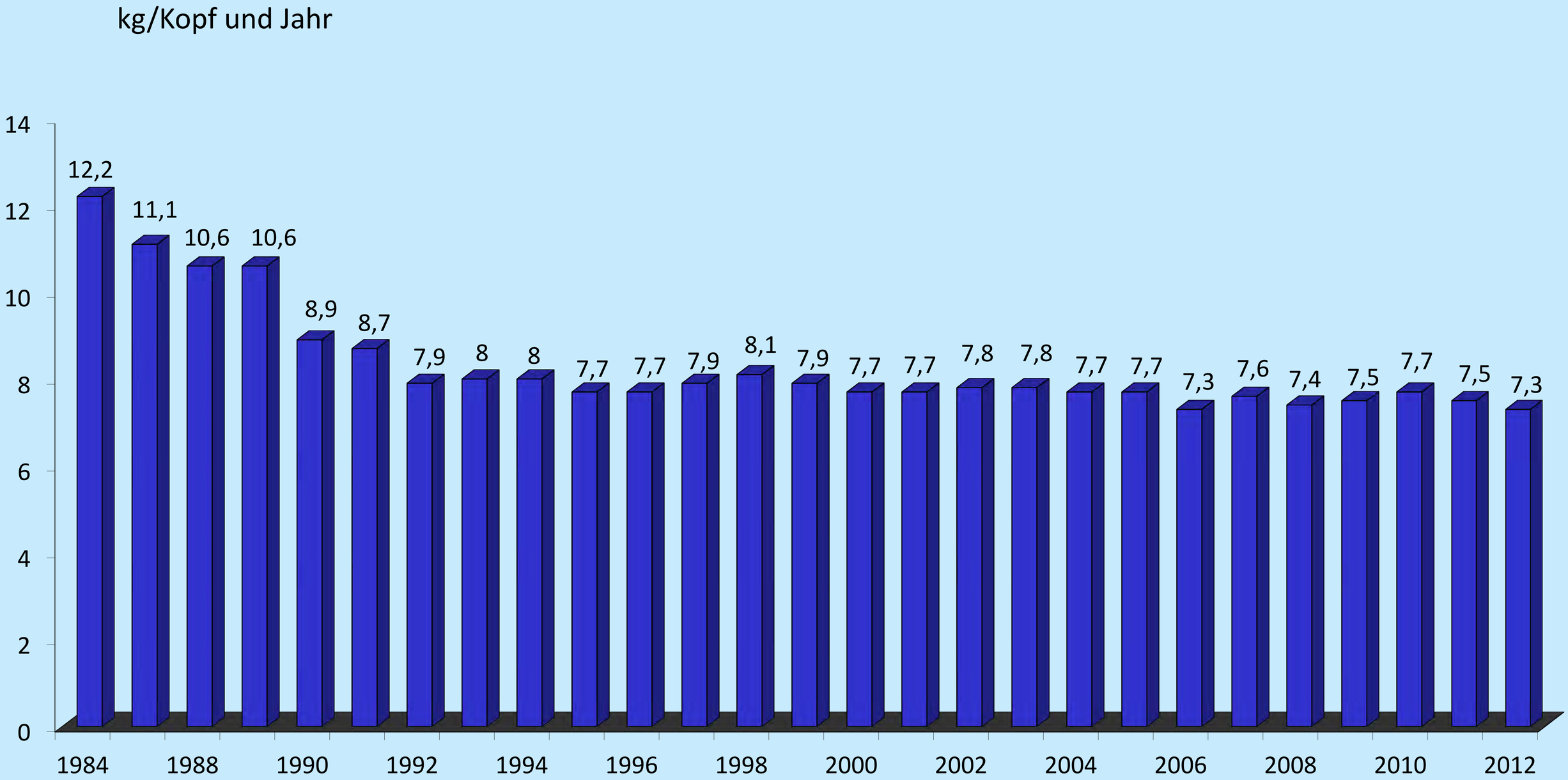
# 5.2 Veränderungen der Waschmitteldosierung 1975 bis 2013

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

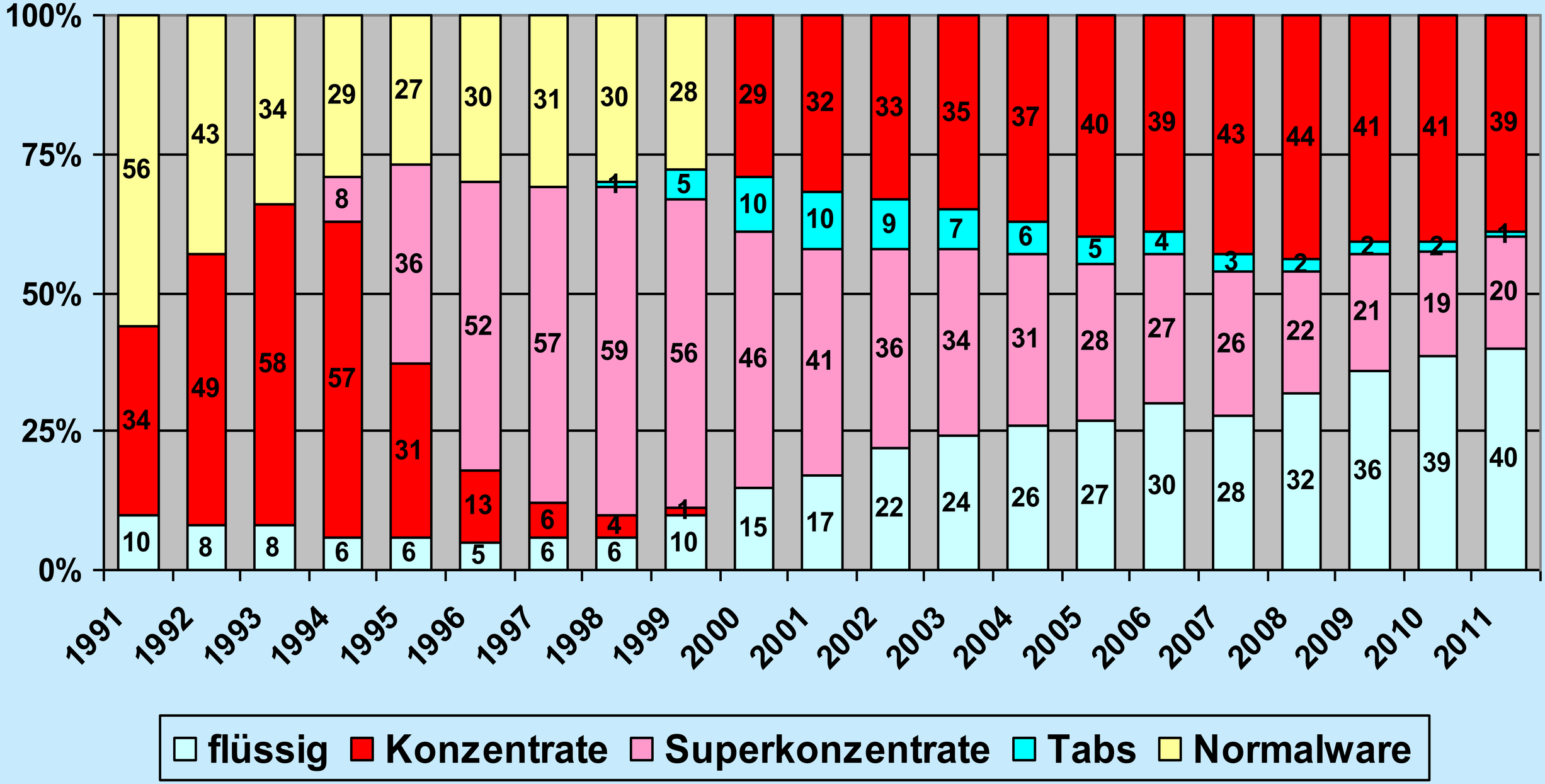
## Pulver in g/Waschgang (normal verschmutzt, Härtebereich II)



# 5.3 Waschmittelverbrauch in Deutschland 1984 bis 2012

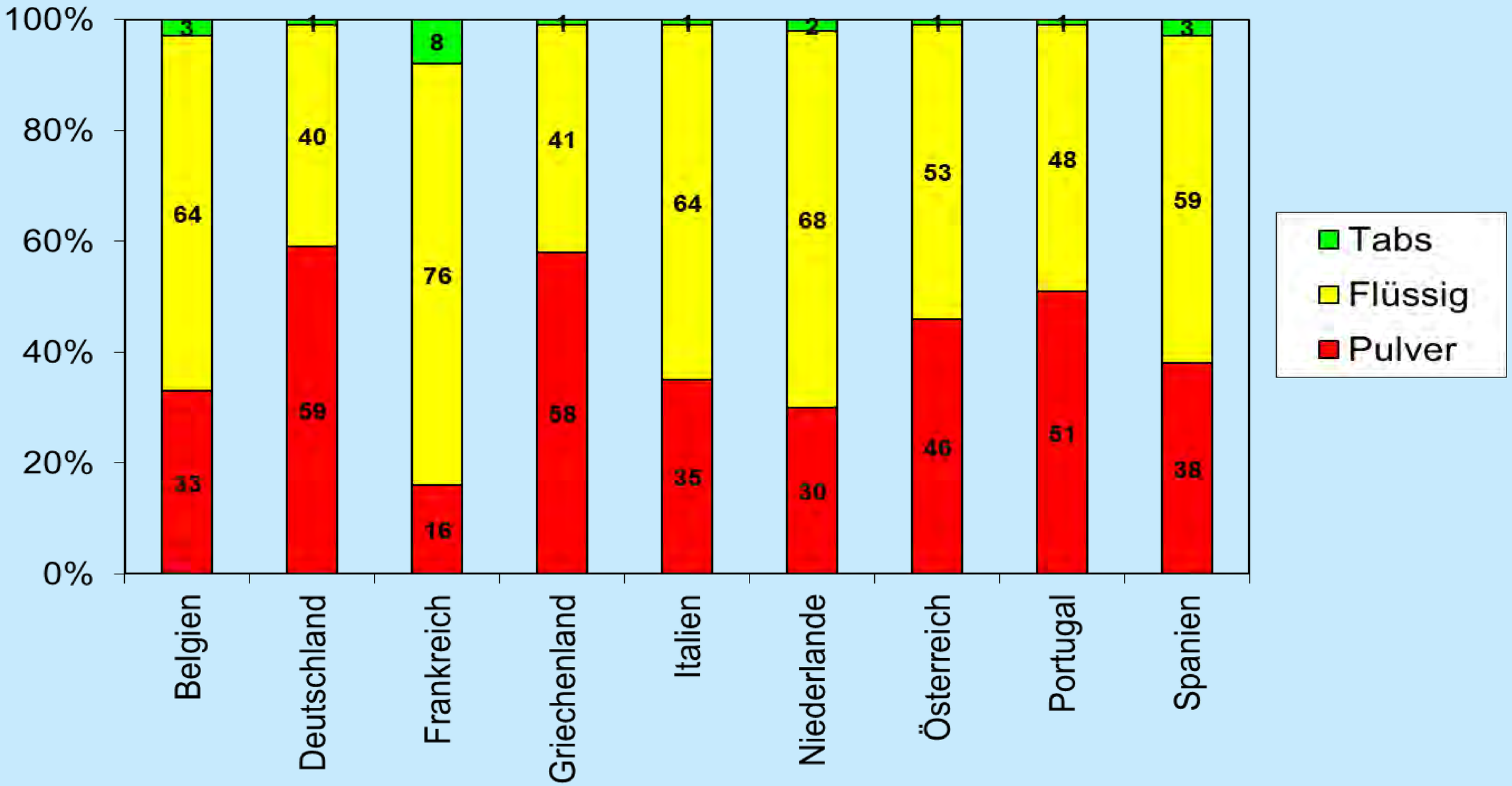


# 5.4 Anteil der verschiedenen Vollwaschmitteltypen in Deutschland (bis 2011)

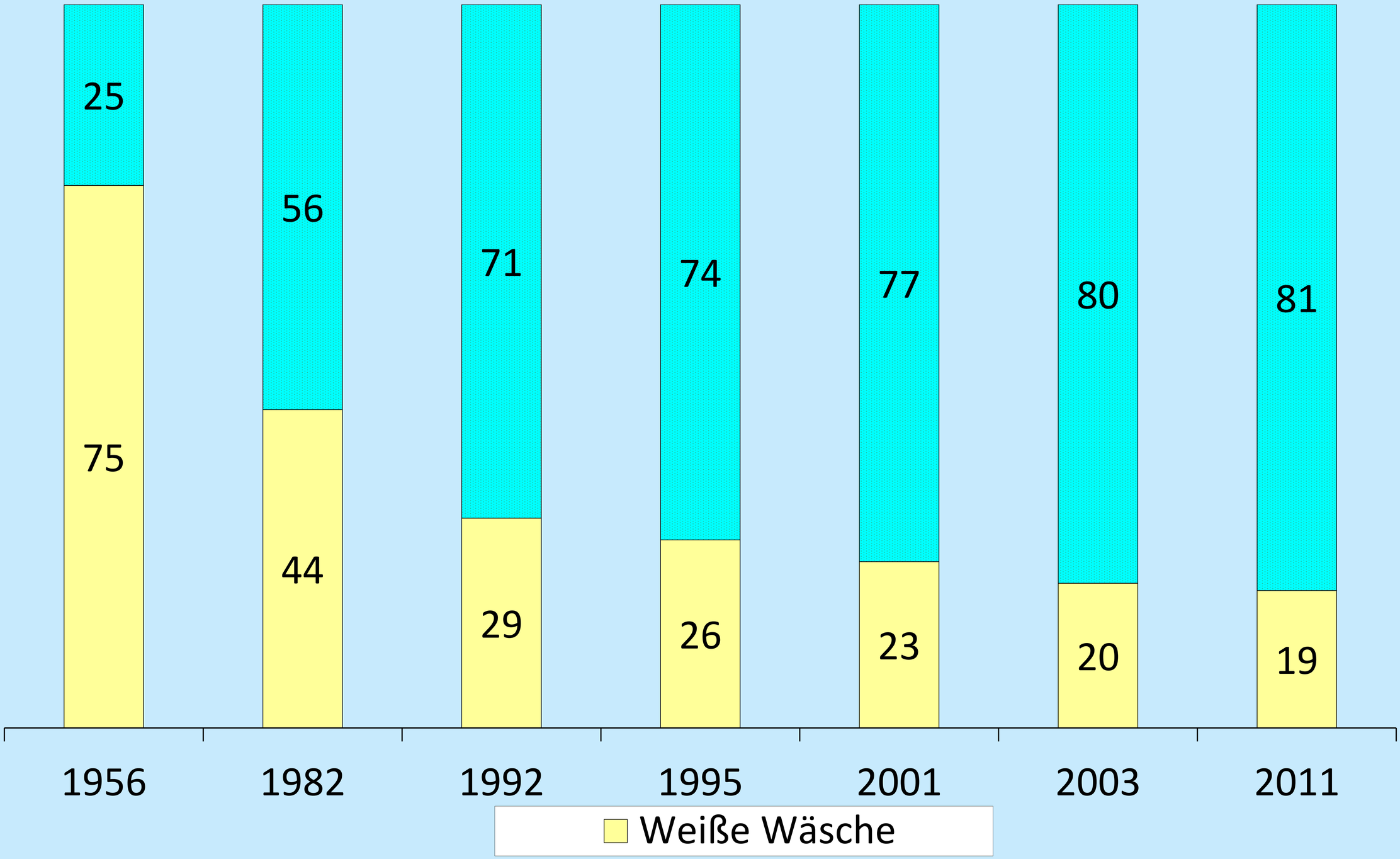



Quelle: Henkel AG & Co. KGaA

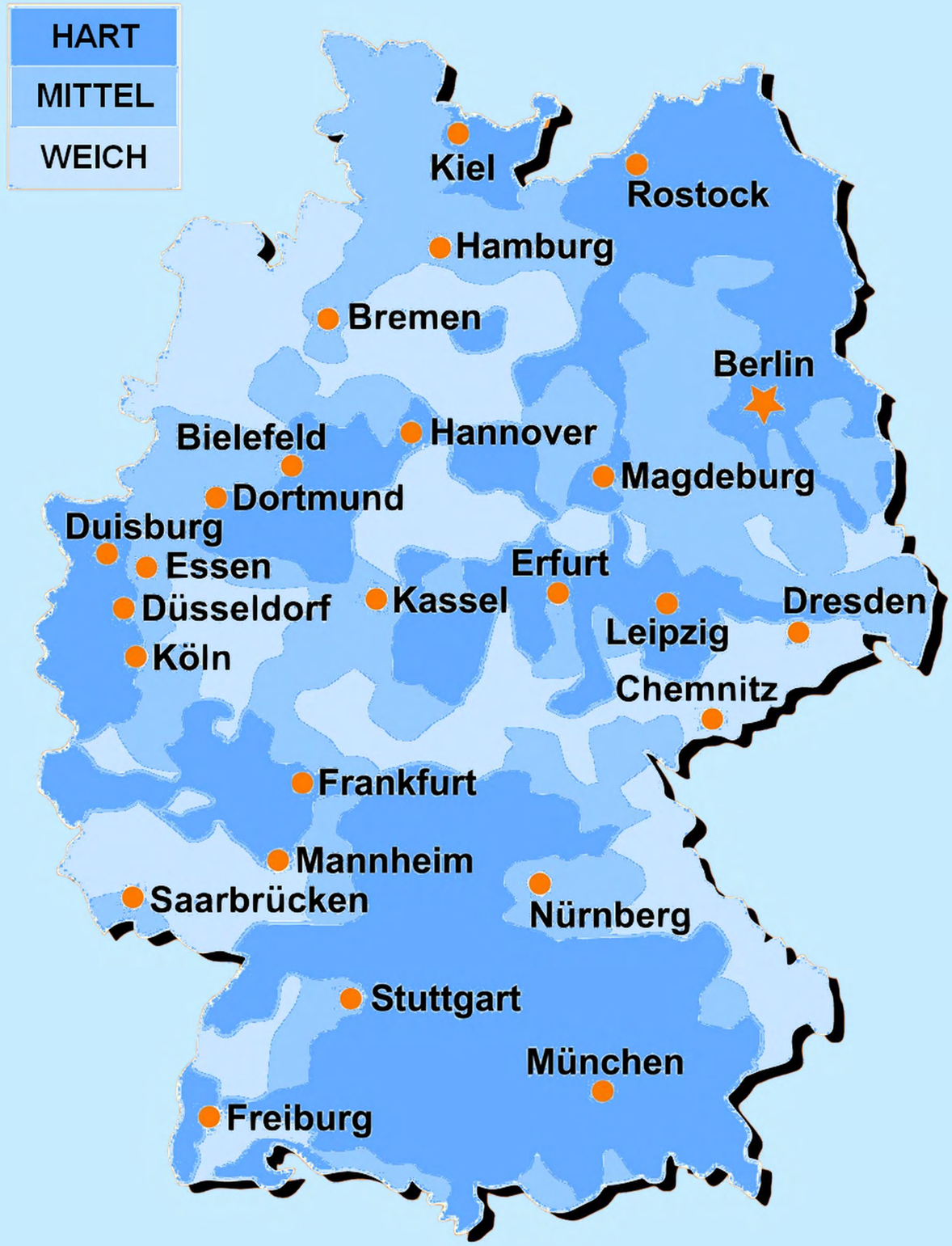
# 5.5 Angebotsformen von Vollwaschmitteln in Europa 2011



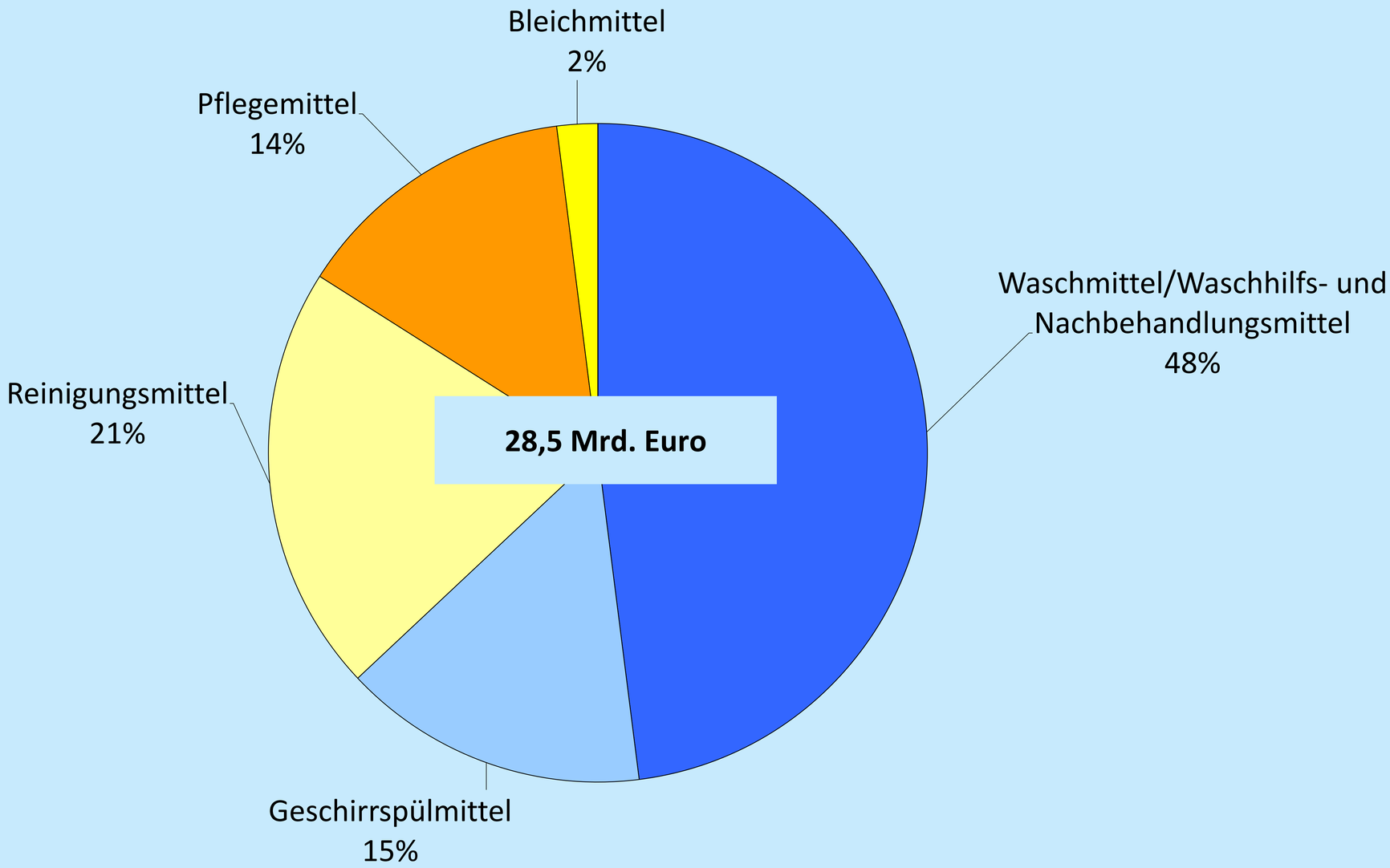
# 5.6 Anteil farbiger Textilien in der Wäsche 1956 bis 2011



# 5.7 Wasserhärteverteilung in Deutschland



# 5.8 Der europäische Markt der Wasch- und Reinigungsmittel 2012




Quelle: A.I.S.E.

# 5.9 Sechs goldene Regeln zum Waschen

1. Wäsche sortieren - nach weiß, bunt, fein
2. Pflegehinweise in den Textilien beachten
3. Waschmaschine möglichst voll beladen - ausgenommen Fein- und Wollwäsche
4. Je nach Wäscheart das entsprechende Waschmittel wählen (Voll-, Color-, Feinwaschmittel) und die jeweilige Dosieranweisung beachten
5. Mit möglichst niedriger Temperatur waschen. Für Weiß- und Buntwäsche maximal 60 °C wählen. Je nach Verschmutzung reichen auch 40 °C oder sogar 30 °C aus
6. Bevorzugt konzentrierte Waschmittel in Nachfüllpackungen einkaufen

# 5.10 Sechs goldene Regeln zum Wäschetrocknen und Bügeln

1. Die Wäsche mit möglichst hoher Drehzahl schleudern, denn je weniger Wasser enthalten ist, umso weniger Energie und Zeit wird zum Trocknen benötigt

2. Bei vielen pflegeleichten Textilien reicht es, sie nach dem Schleudern einfach auf einen Bügel zu hängen und trocknen zu lassen

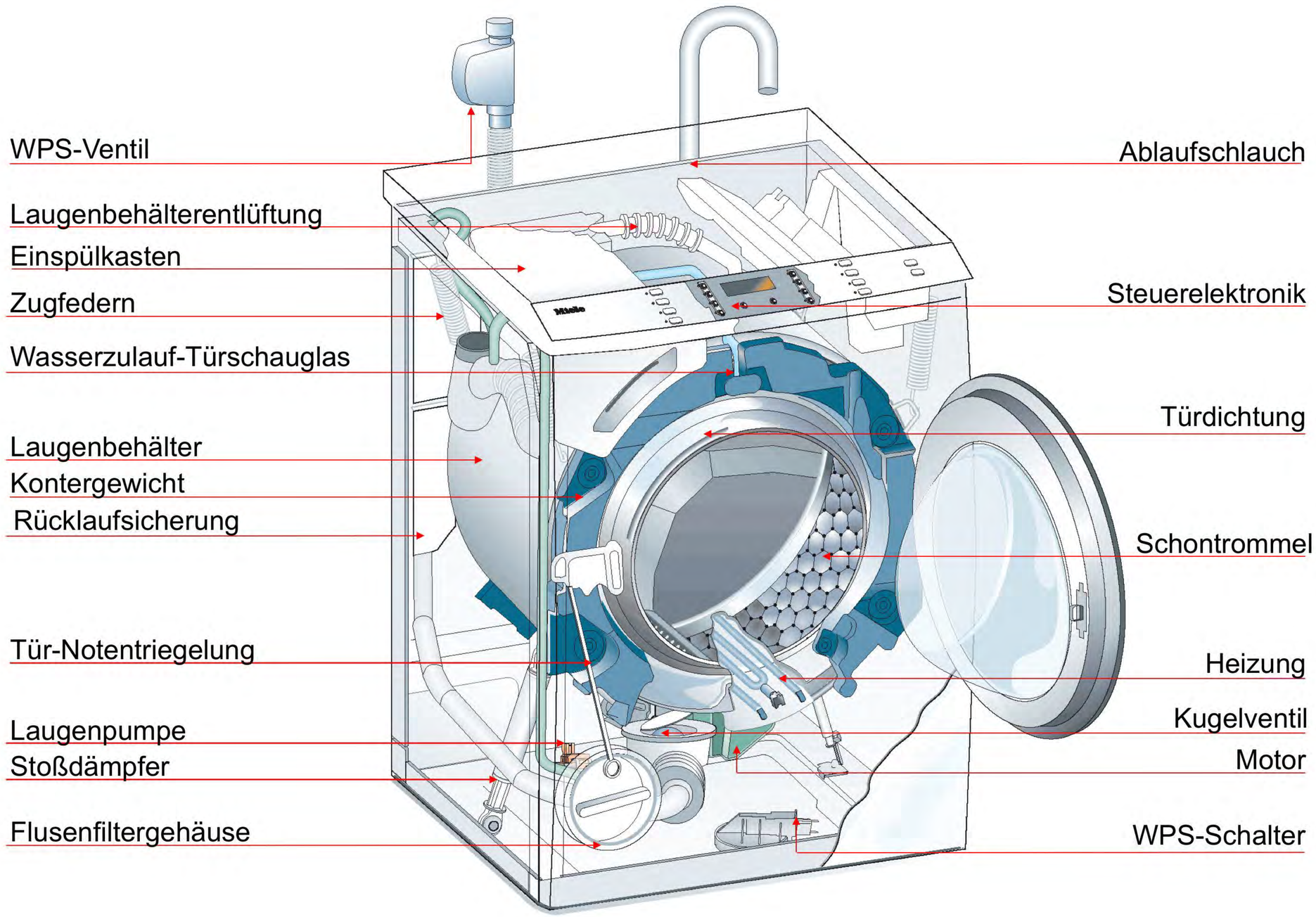
3. Wenn möglich, die Wäsche im Freien an der frischen Luft trocknen lassen

4. Ansonsten die Wäsche in einem unbeheizten Raum oder einem Wäschetrockner trocknen, denn in einem beheizten Raum wird meist mehr Energie zum Trocknen verbraucht als in einem Wäschetrockner

5. Wäsche nur bis zur gewünschten Restfeuchte trocknen und nicht "übertrocknen", das spart Energie und erleichtert das Bügeln

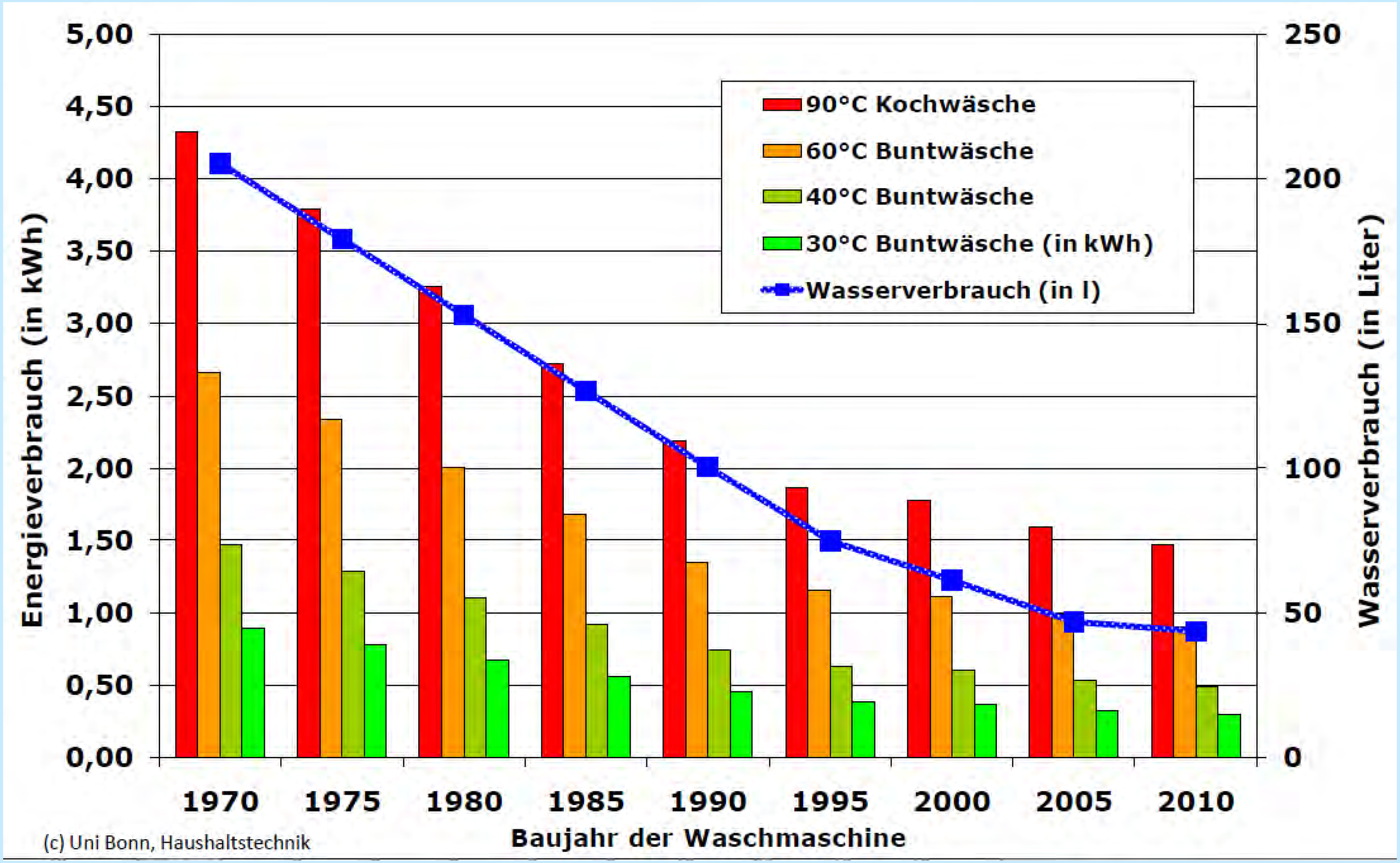
6. Als Wäschetrockner möglichst ein feuchtegesteuertes Gerät der Energieeffizienzklasse "A" einsetzen

# 6.1 Aufbau einer Trommelwaschmaschine




Quelle: Miele AG

# 6.2 Verbrauchswerte von Waschmaschinen 1970 bis 2010

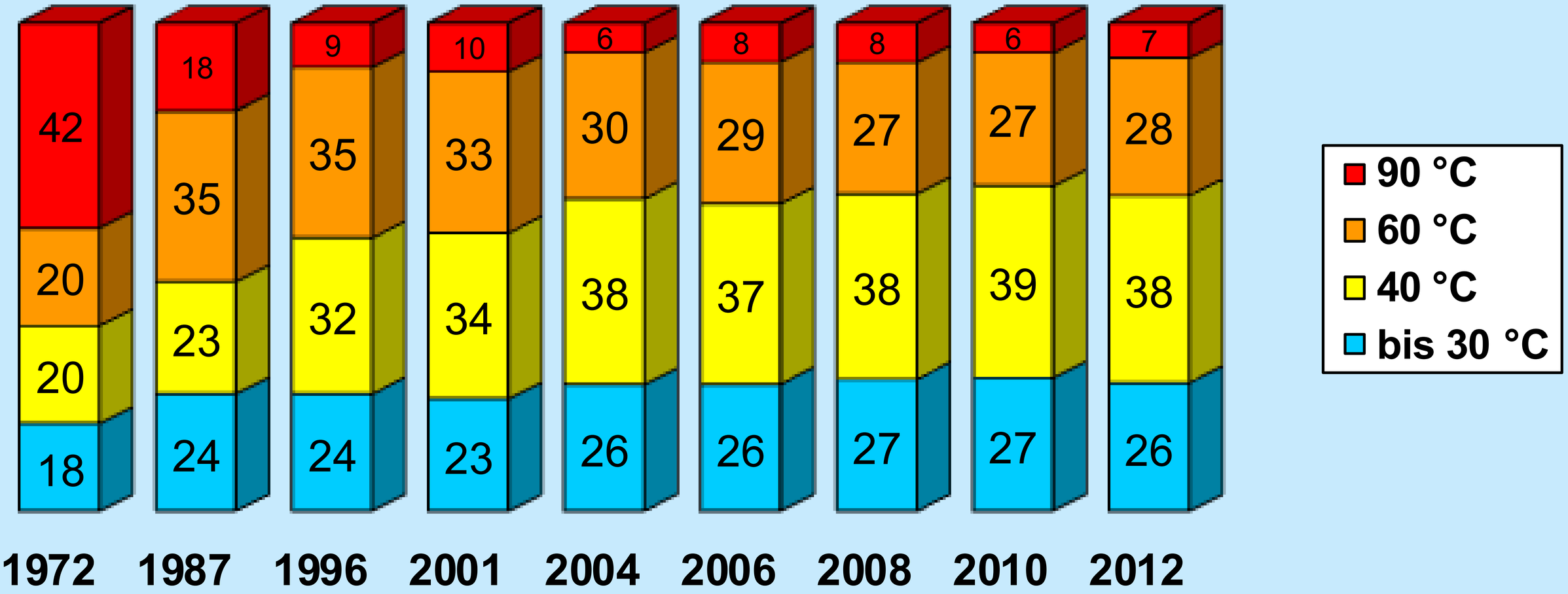



(c) Uni Bonn, Haushaltstechnik

# 6.3 Waschtemperaturen in deutschen Haushalten 1972 bis 2012

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

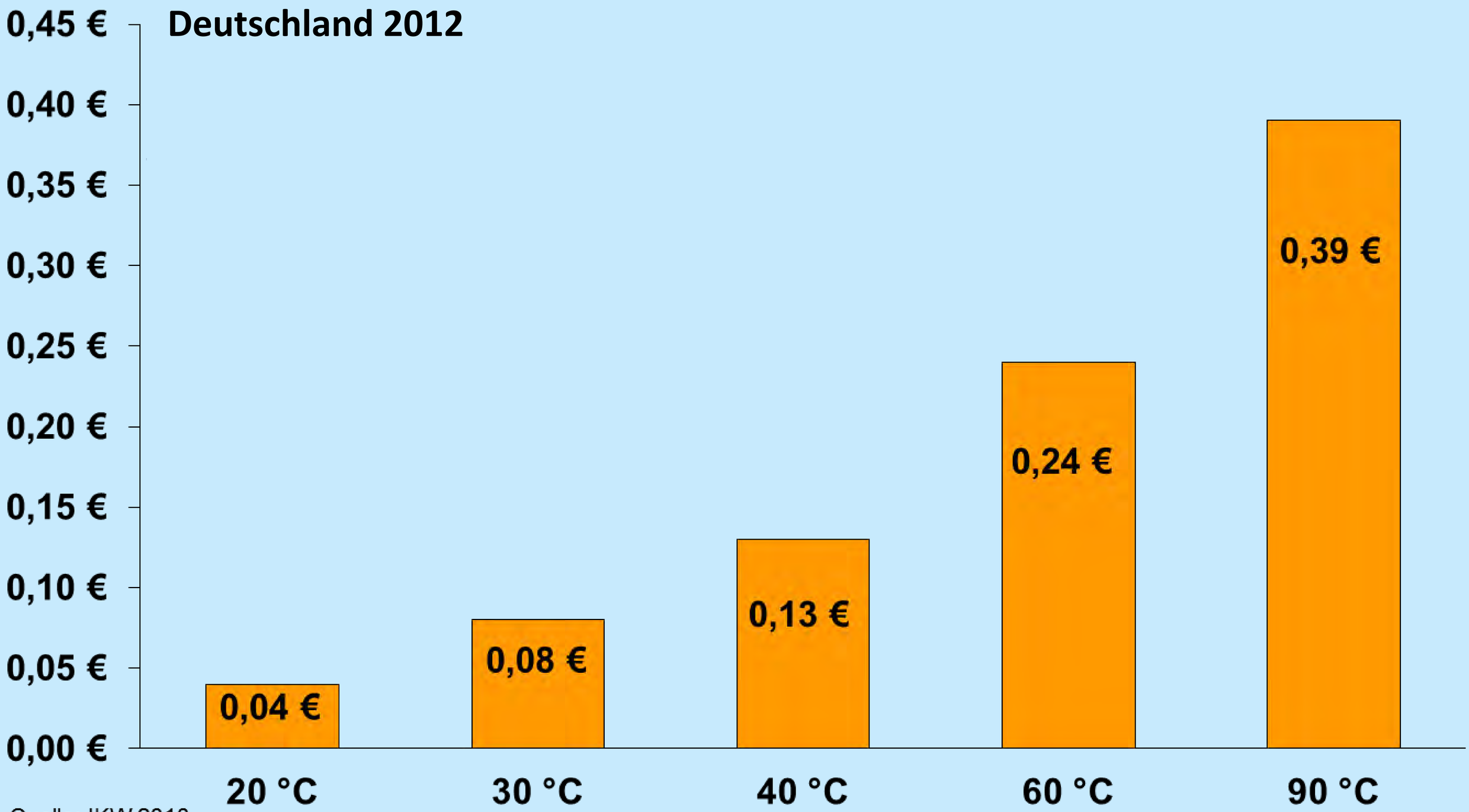
## Waschtemperaturen
(in % der Waschgänge insgesamt)




Quelle: Forum Waschen (www.forum-waschen.de), Universität Bonn (Auswertung: Online-Waschrechner unter www.aktionstag-nachhaltiges-waschen.de)
IKW Bericht Nachhaltigkeit in der Wasch-, Pflege- und Reinigungsmittelbranche in Deutschland

# 6.4 Waschkosten bei unterschiedlichen Waschtemperaturen

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW




Quelle: IKW 2010

# 6.5 Pflegekennzeichen von Textilien

Die Zahlen im Waschbottich entsprechen den maximal empfohlenen Waschtemperaturen in Grad Celsius.

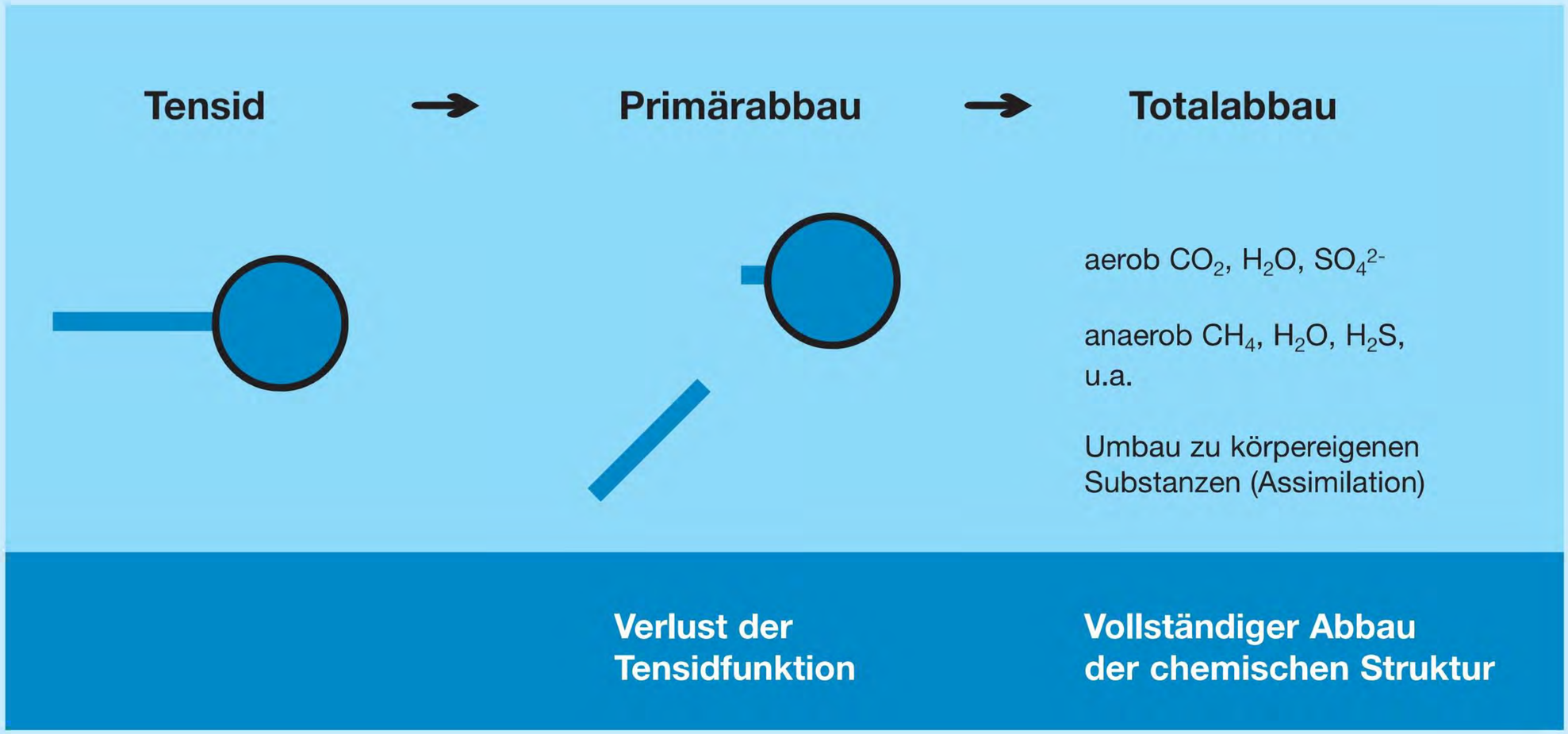



Quelle: IKW Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel

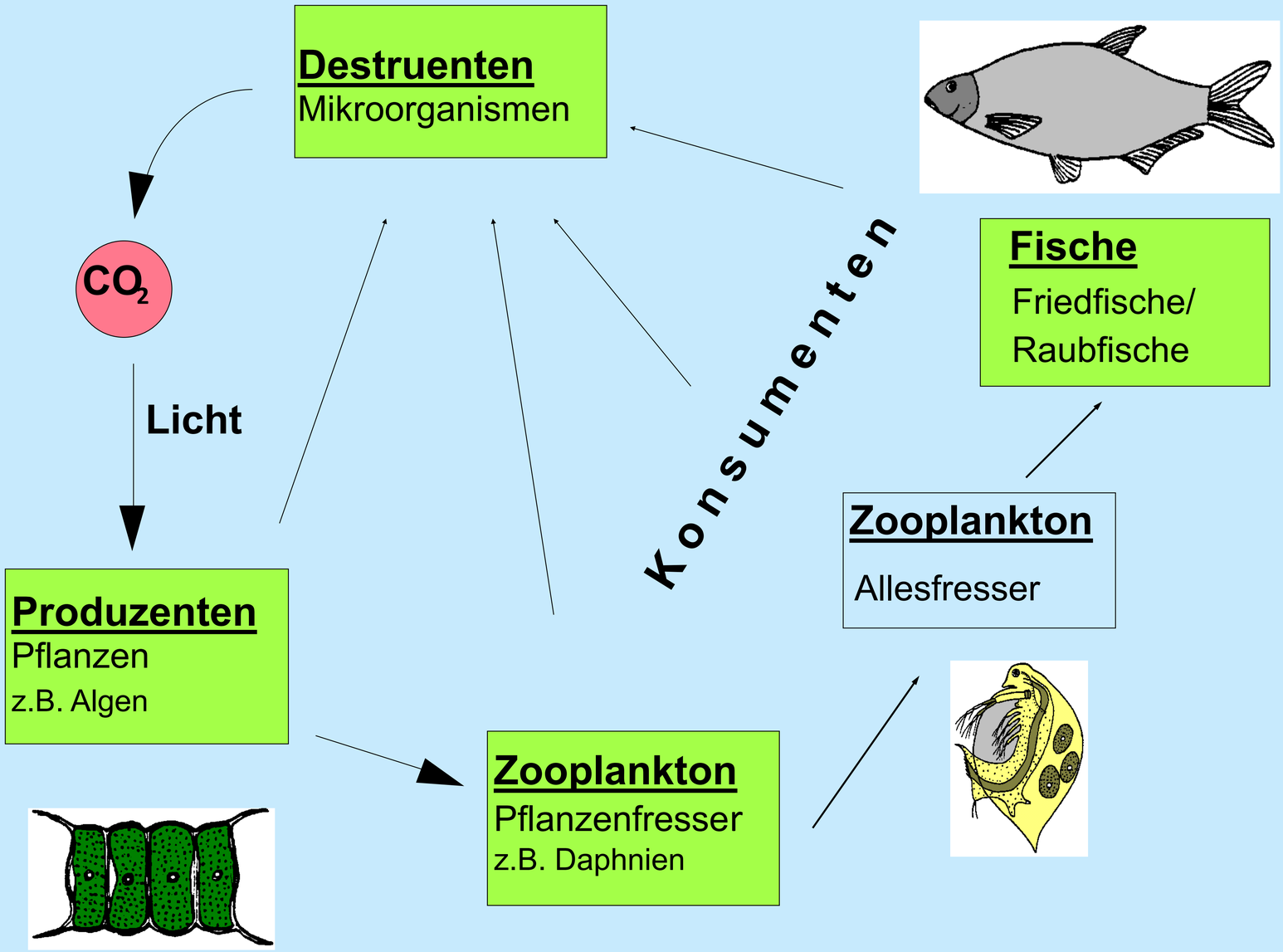
# 7.1 Schaumberge auf Gewässern Ende der 1950er Jahre

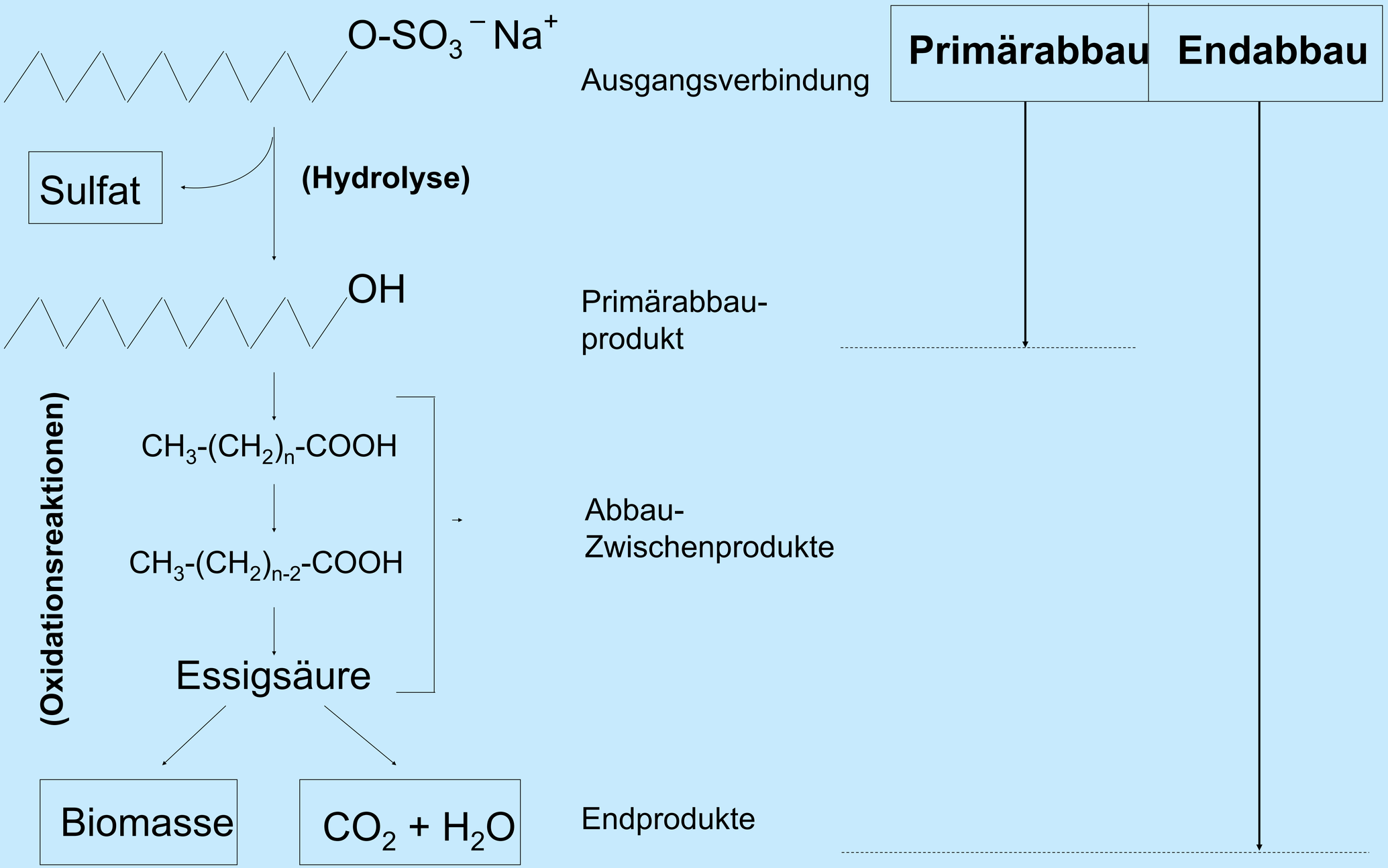


# 7.2 Die biologische Abbaubarkeit von Tensiden

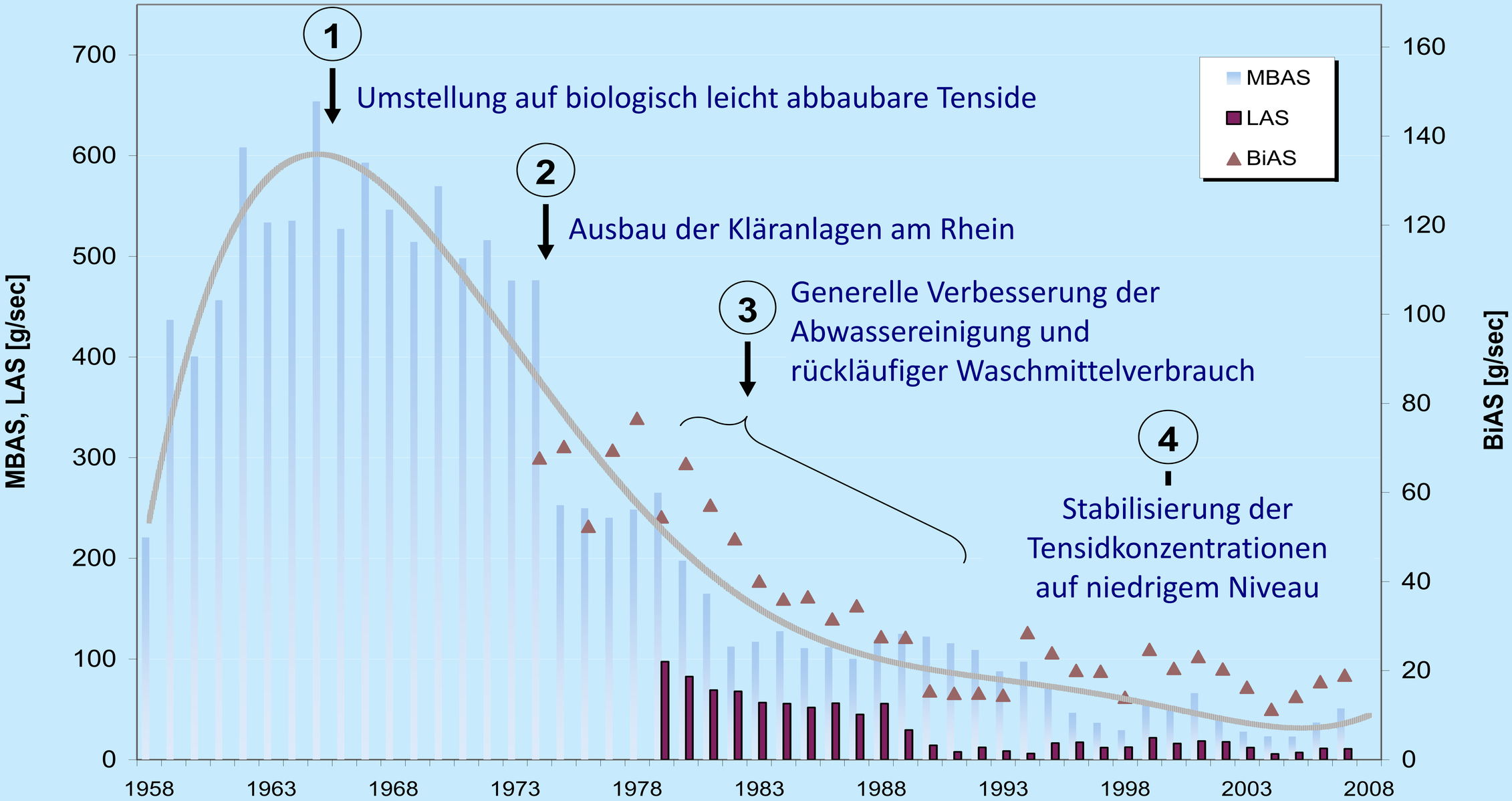


# 7.3 Schema der aquatischen Nahrungskette




O-SO3 − Na+
Ausgangsverbindung
Primärabbau
Endabbau
Sulfat
(Hydrolyse)
OH
Primärabbau-
produkt
(Oxidationsreaktionen)
CH3-(CH2)n-COOH
CH3-(CH2)n-2-COOH
Abbau-
Zwischenprodukte
Essigsäure
Biomasse
CO2 + H2O
Endprodukte

# 7.5 Tensidkonzentrationen im Rhein 1958 bis 2007

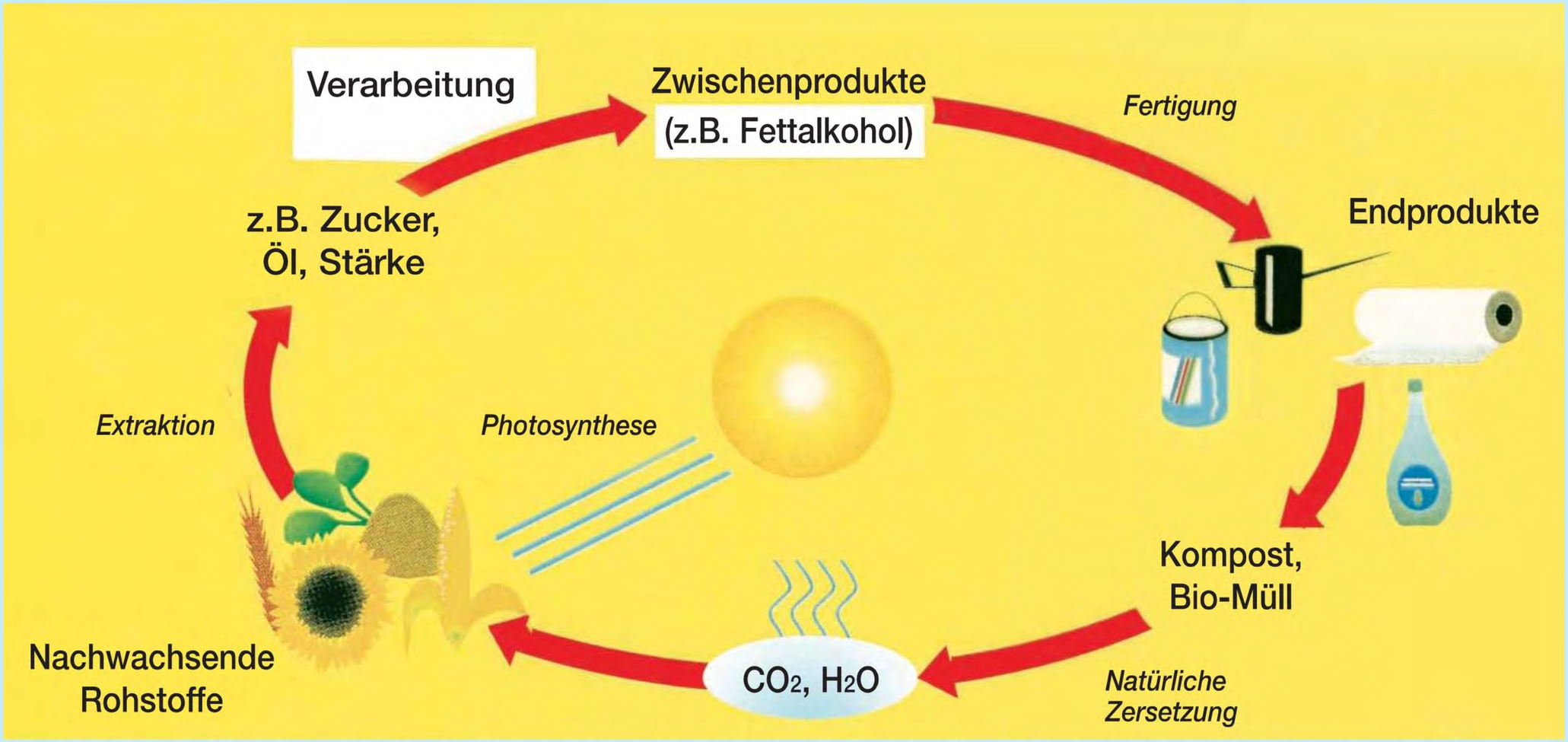



Hellbau und durchgezogene Linie: Summe der anionischen Tenside (gemessen als Methylenblauaktive Substanz MBAS)
Dunkelrote Balken: Lineares Alkylbenzolsulfonat (LAS)
Dreiecke: Summe der nichtionischen Tenside (gemessen als Bismutaktive Substanz BiAS)

Quelle: T. Wind/J: Steber/J. Tolls: Tenside Surf. Det. 45(2008), H. 3, 144-152

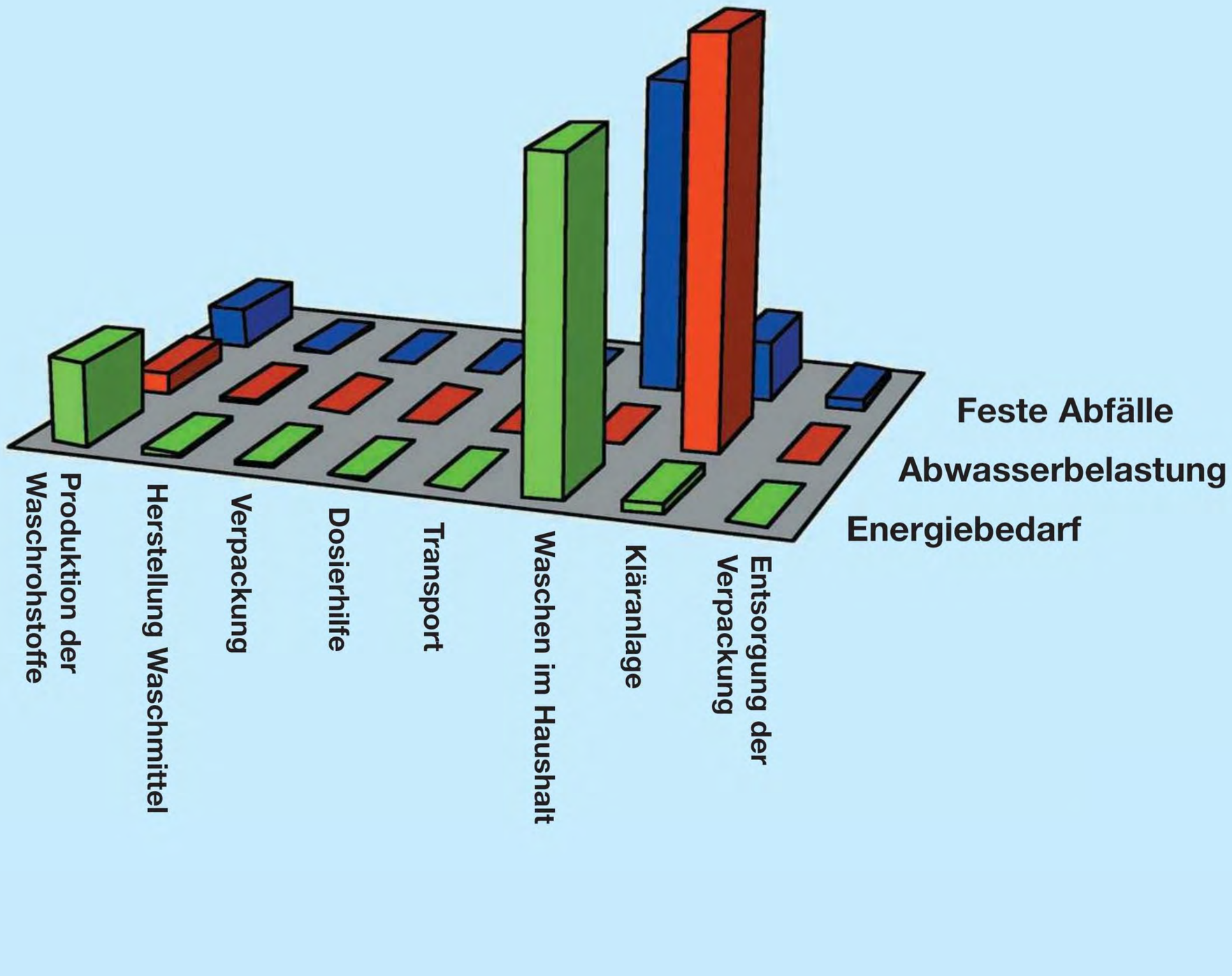
# 7.6 Beispiele für die Substitution problematischer Inhaltsstoffe in Waschmitteln

| Wirkstoffgruppe | Problematische Inhaltstoffe | Ersatzstoffe | Begründung |
|---|---|---|---|
| **Nichtionische Tenside** | APEO (Alkylphenolethoxylate) | FAEO (Fettalkoholethoxylate) | Geringere Giftigkeit für Gewässerorganismen; Verbesserte biologische Abbaubarkeit |
| **Kationische Tenside (Weichspülerwirkstoffe)** | DSDMAC (Distearyldimethyl-ammoniumchlorid) | Esterquats | Verbesserte biologische Abbaubarkeit |
| **Gerüststoffe** | Phosphat | Zeolith, Schichtsilikate, Soda, Polycarboxylate | Vermeidung von Nährstoffzufuhr (Phosphat) |
| **Komplexbildner (Bleichstabilisatoren)** | EDTA (Ethylendiamintetra-essigsäure und ihre Salze) | Phosphonate | Verbessertes Verhalten gegenüber Remobilisierung von Schwermetallen |
| **Duftstoffe** | Nitromoschusduftstoffe | Andere Duftstoffe | Verbesserte biologische Ab-baubarkeit, keine Anreicherung in der Nahrungskette |




Herstellung und Abbau von Produkten aus pflanzlichen Rohstoffen verlaufen weitgehend Kohlenstoffdioxid-neutral; es entsteht ein Kreislauf.

# 7.8 Ökobilanz des Waschens



**Nachhaltige Entwicklung ist eine dauerhafte Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.**

(Weltkommission für Umwelt und Entwicklung, Brundtland-Bericht von 1987)

# 7.10 Dimensionen der Nachhaltigkeit

**Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen**

**Energieeinsparung**

**Sparsamer Umgang mit Rohstoffen**

**gesunde Lebensbedingungen**

**Verbraucherschutz**

**Arbeitsschutz**

**preiswerte Produkte**

**angemessene Arbeitslöhne**




**Wirtschaftlichkeit**

**Innovationen**

**Investitionen**

**Arbeitsplätze**

## Verantwortung der Hersteller

- ✓ Ökologische Sicherheit der Inhaltsstoffe optimieren
- ✓ Verantwortung für den gesamten Lebensweg der Produkte übernehmen
- ✓ Produkte preiswert anbieten
- ✓ Arbeitsplätze sichern
- ✓ Innovationen umsetzen
- ✓ Handhabung und zeitsparenden Einsatz erleichtern (Convenience)
- ✓ Arbeitsschutz sicherstellen

## Verantwortung der Verbraucher

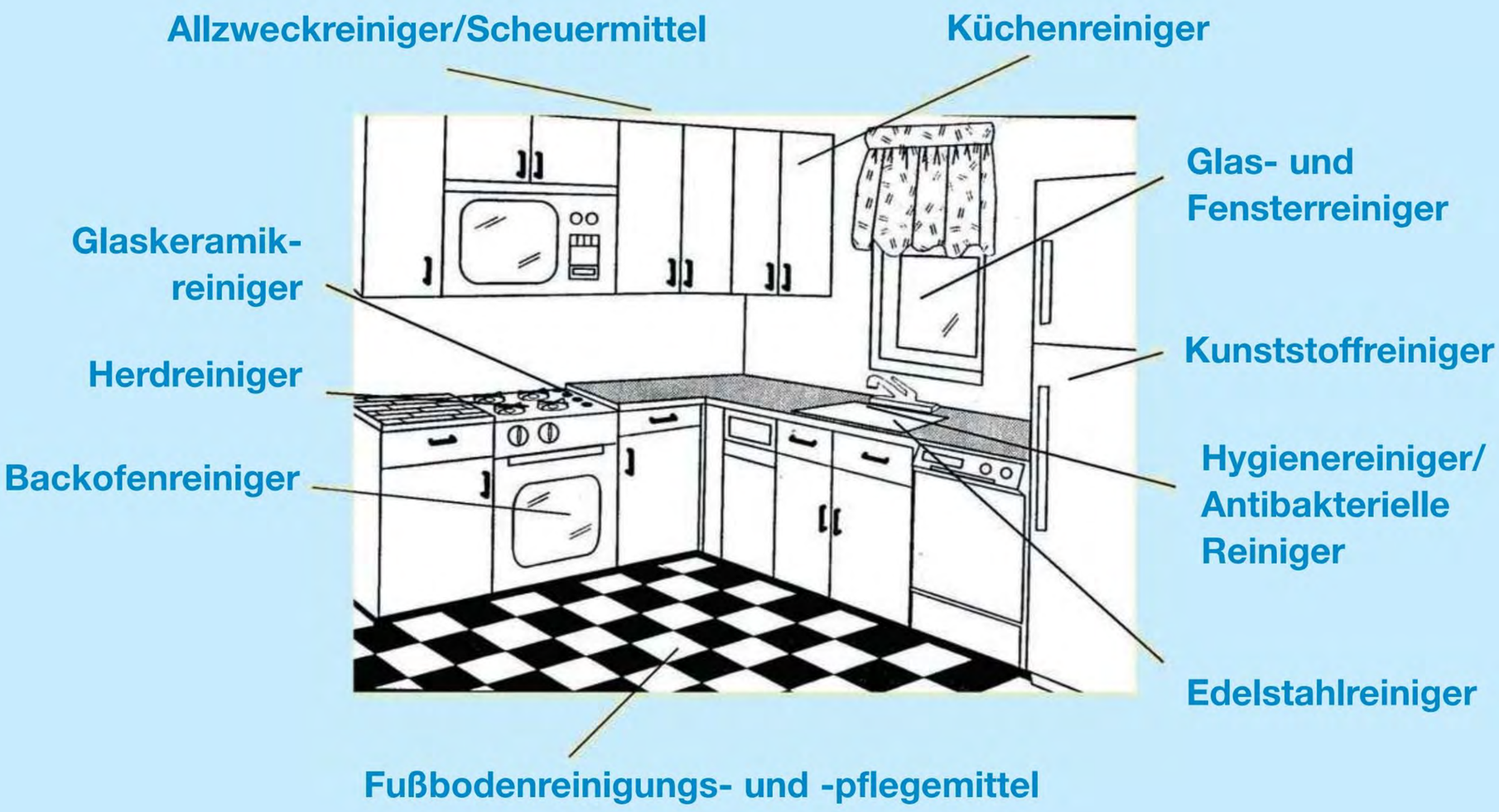
- ✓ Ressourcenschonend waschen und reinigen
- ✓ Anwendungs- und Sicherheitshinweise beachten
- ✓ Wasch- und Reinigungsmittel entsprechend Beladung, Wasserhärte, Verschmutzungsgrad dosieren
- ✓ Möglichst niedrige Waschtemperatur wählen
- ✓ Waschmaschine voll beladen
- ✓ Verbrauchergewohnheiten und Lebensweise kritisch überprüfen und gegebenenfalls ändern

# 8.1 Produktgruppen bei Reinigungs- und Pflegemitteln (Übersicht)

| Anwendungsbereiche | Produktgruppen |
|---|---|
| Geschirrspülmittel | • Handgeschirrspülmittel<br>• Maschinengeschirrspülmittel (Reiniger)<br>• Klarspüler<br>• Duftspüler<br>• Regeneriersalz<br>• Maschinenpfleger |
| Allgemeine Oberflächenreinigung | • Allzweckreiniger<br>• Scheuermittel<br>• Reinigungstücher antibakteriell |
| Küchenreinigung und -pflege | • Küchenreiniger<br>• Herdreiniger<br>• Backofen- und Grillreiniger<br>• Glaskeramik-Reiniger<br>• Entkalker<br>• Metallputzmittel |
| Für das Bad | • Badreiniger, Wannenreiniger, Duschkabinenreiniger<br>• WC-Reiniger<br>• Automatische Duftspüler und Spülreiniger<br>• Hygienereiniger<br>• Abflussreiniger |
| Glas- und Fensterreinigung | • Glasreiniger |

| Anwendungsbereiche | Produktgruppen |
|---|---|
| Fußbodenreinigung und –pflege | • Fußbodengrundreiniger<br>• Schmierseife<br>• Seifenreiniger<br>• Wischpflegemittel<br>• Selbstglanzemulsionen mit und ohne reinigende Wirkung<br>• Spezialreiniger für glatte Fußböden<br>• Reiniger für textile Beläge (Teppichreiniger) |
| Möbelpflege | • Möbelpolitur<br>• Kunststoffreiniger und –pflegemittel<br>• Polstershampoos |
| Fleckentfernung | • Oxidierende Fleckentferner<br>• Reduzierende Fleckentferner<br>• Lösemittelhaltige Fleckentferner<br>• Fleckseifen (Gallseifen)<br>• Spezialfleckmittel |
| Lufterfrischung, Duftverbesserung | • Raumbedufter<br>• Geruchsabsorber<br>• Textilerfrischer |

# 8.2 Produktgruppen bei Reinigungs- und Pflegemitteln (Küche)



# 8.3 Produktgruppen bei Reinigungs- und Pflegemitteln (Bad und Toilette)



Badreiniger
(Duschkabinenreiniger, Wannenreiniger)

Glasreiniger

Hygienereiniger

Wasserkastensteine

WC-Spüler-Gele
WC-Spülsteine

Allzweckreiniger

WC-Reiniger
WC-Tabs

Fußbodenreinigungs-
und -pflegemittel

Abflussreiniger

# 8.4 Kleine Warenkunde der Reinigungs- und Pflegemittel - 1

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

## Allzweckreiniger

Für die allgemeine Reinigung harter Oberflächen. Universell einsetzbar.

Breite Produktpalette in Pulverform oder als Flüssigkeit. Flüssige Mittel in verschiedenen Angebotsformen als Normalware, Konzentrat, antibakteriell oder mit etherischen Ölen versetzt („Orangenreiniger“). Im allgemeinen liegt der pH-Wert in der Nähe des neutralen Bereichs, aber flüssige Mittel werden auch sauer („Essigreiniger“, „Zitronenreiniger“) angeboten. Pulverförmige Produkte sind sodahaltig und deshalb immer alkalisch eingestellt.

## Reinigungstücher

Feuchte Einmal-Reinigungstücher dienen der schnellen und bequemen Reinigung von Oberflächen. Sie wirken gleichzeitig desinfizierend.

## Scheuermittel

Gut geeignet für starke Verschmutzungen. Enthalten als Hauptwirkstoff Abrasivstoffe (Schleif- und Polierstoffe). Als Scheuerpulver oder Scheuermilch (Suspension) erhältlich. Scheuermilch wirkt milder aufgrund weicherer Putzkörper und ist bequemer zu handhaben.

Nicht geeignet für kratzempfindliche Oberflächen.

## Badreiniger

Optimiert für die Reinigung von Badezimmeroberflächen aus Fliesen, Keramik, Emaille, Glas, Kunststoff und Metall-Armaturen. Zum Beseitigen fetthaltiger, kalkseifenhaltiger und kalkhaltiger Rückstände. Überwiegend schwach sauer eingestellte Mittel auf Basis moderner Tenside.

Nicht geeignet für Marmoroberflächen.

Große Angebotsvielfalt: flüssige Mittel, Konzentrate, Sprays, Schaumsprays. Teilweise auch spezialisierte Produkte in Sprayform als Wannen- oder Duschkabinenreiniger.

## WC-Reiniger

Zum Beseitigen hartnäckiger kalkhaltiger Verschmutzungen („Urinstein“) im WC-Becken. Sorgen durch länger haftende Duftstoffe für einen frischen Geruch.

Stark sauer eingestellte Mittel. Enthalten teilweise antimikrobielle Zusätze auf Aktivsauerstoffbasis. Flüssige Mittel sind hochviskos oder gelförmig und haften dadurch lange an der Oberfläche.

WC-Becken-Tabs werden direkt in das WC-Becken gegeben und lösen sich sprudelnd im Abflussrohr auf. Wirken kalklösend, keimabtötend und sorgen für einen angenehmen Duft. Enthalten Aktivsauerstoff und antimikrobiellen Wirkstoff.

# 8.5 Kleine Warenkunde der Reinigungs- und Pflegemittel - 2

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

## Hygienereiniger (Sanitärreiniger/ desinfizierende Reiniger/ Schimmelentferner)

Zum Reinigen und Desinfizieren. Sorgen durch länger haftende Duftstoffe für einen frischen Geruch.

Enthalten als desinfizierende Wirkstoffe Aktivchlor, Aktivsauerstoff oder Kationtenside. Aktivchlorhaltige Mittel sind immer alkalisch, Mittel mit anderen Wirkstoffen überwiegend sauer eingestellt.

Aktivchlorhaltige Mittel (enthalten Hypochlorit) dürfen nie zusammen mit sauren Mitteln verwendet werden (Chlorgasentwicklung).

Hypochlorithaltige Mittel sind gut geeignet zum Reinigen schimmelhaltiger Silikonfugen. Sie sind deshalb teilweise auch als Schimmelentferner ausgewiesen.

## Automatische Spülreiniger (WC-Erfrischer)

Werden direkt im WC-Becken oder im Wasserkasten plaziert. Sie geben beim Spülen ständig reinigende und/oder desodorierende Substanzen an das Spülwasser ab. Typisch ist ein frischer, länger anhaltender Duft.

Breite Angebotsvielfalt: Wasserkastensteine, WC-Spüler-Gele, WC-Spülsteine

## Abflussreiniger

Zum Lösen von Verstopfungen in Abflussrohren. Enthalten als Wirkstoffe Natriumhydroxid, Aluminiumkörnchen und teilweise noch Aktivsauerstoffträger. Bei der Anwendung kommt es in Gegenwart von Wasser zu einer chemischen Reaktion des Aluminiums mit Natriumhydroxid, dadurch Wärme- und Gasentwicklung (Wasserstoff).

Seit einiger Zeit werden auch nichtätzende, langsam wirkende Mittel auf Enzym- und Tensidbasis angeboten.

Beim Umgang mit stark ätzenden Mitteln sind Warnhinweise und Dosiervorschriften unbedingt zu beachten.

## Entkalker

Dienen zum Entfernen von Kalkrückständen auf Haushaltsgeräten und Kochgeschirr.

Enthalten als Wirkstoff eine kalklösende Säure.

## Backofen- und Grillreiniger

Stark alkalische Mittel zum Beseitigen hartnäckiger Fettverschmutzungen und Verkrustungen im Backofen. Enthalten fettlösende Glykolether zur Verstärkung der Reinigungswirkung.

Häufig als Spray angeboten.

## Herdreiniger

Geeignet für alle Herd- und Ofenoberflächen außer Glaskeramik (Ceranfelder). Alkalisch oder sauer eingestellte Mittel mit Abrasivstoffen und Lösemitteln zum Beseitigen hartnäckiger Verschmutzungen. Zur Pflege von Elektroherdplatten werden ruß- und graphithaltige Mittel angeboten.

# 8.6 Kleine Warenkunde der Reinigungs- und Pflegemittel - 3

## Küchenreiniger

Dienen zum Entfernen von fetthaltigen Verschmutzungen auf Arbeitsflächen, Dunstabzugshauben und anderen Küchenoberflächen.

Von der Rezeptur her ähnlich aufgebaut wie Allzweckreiniger aber zusätzlich mit stark fettlösenden Lösemitteln, z. B. Glykolethern.

## Glaskeramik-Reinigungs- und -Pflegemittel

Reinigungsemulsionen mit einem Polierkörper zur schonenden Reinigung und Pflege von Glaskeramik-Kochfeldern. Schwach saure, tensidhaltige Mittel.

Pflegemittel enthalten Silikonöle, die einen schmutzabweisenden Film auf der Glaskeramikoberfläche bilden.

## Metallputzmittel

Werden optimiert für einen Metalltyp angeboten. Edelstahlreiniger sind schwach sauer eingestellt. Sie enthalten Lösemittel zur Beseitigung fetthaltiger Verschmutzungen und einen sehr feinen Polierkörper zur Erhöhung der Oberflächenglanzes. Kupfer- und Buntmetallreiniger sind schwach alkalisch eingestellt und beseitigen dunkle Verfärbungen (Oxidschichten).

Silberputzmittel, sauer eingestellte Mittel, enthalten einen Komplexbildner (Thioharnstoff) zur Ablösung der schwarz angelaufenen Silberschichten aus Silbersulfid.

## Glasreiniger, Fensterreiniger

Zum Beseitigen von fetthaltigem Schmutz und Rückständen aller Art auf Glasoberflächen.

Überwiegend neutrale Mittel mit einem hohen Anteil an Alkohol zur streifen- und rückstandsfreien Reinigung.

Als Flüssigkeit, Spray, Pumpsprüher, und neuerdings auch als flüssiger 2-Phasen-Reiniger angeboten.

## Wischpflegemittel

Zum Reinigen und Pflegen von harten Fußböden aller Art. Enthalten Tenside und zusätzlich Wachse oder fein verteilte Polymere, die als Schutz auf dem Fußboden verbleiben.

## Fußbodengrundreiniger

Entfalten eine starke Reinigungswirkung zum Beseitigen von Wachsen und alten Polymerschichten auf Fußböden. Wirken stark alkalisch und enthalten Glykolether als Lösemittel für alte Pflegeschichten.

Fußbodengrundreiniger dürfen nicht für alkaliempfindliche Fußböden, z. B. Linoleum, verwendet werden. Gebrauchsanleitungen sind zu beachten.

## Schmierseife und Seifenreiniger

Schmierseife ist stark alkalisch. Sie hinterlässt einen dünnen Schutzfilm aus Kalkseife auf behandelten Oberflächen. Sehr empfindlich gegenüber hartem Wasser. Seifenreiniger enthalten Seife in Kombination mit modernen Tensiden und häufig noch Alkohol. Sie dienen zur Reinigung und Pflege von Fußbodenoberflächen und hinterlassen einen dünnen Schutzfilm aus Kalkseife. Nicht so alkalisch und härteempfindlich wie reine Schmierseife.

## Selbstglanzemulsionen

Zum Pflegen (und Reinigen) von harten Fußböden. Enthalten Tenside und zusätzlich feinverteilte Polymere, die als Schutz auf dem Fußboden verbleiben und ohne Polieren einen Glanz erzeugen. Selbstglanzemulsionen werden mit und ohne reinigende Wirkung angeboten. Selbstglanzemulsionen werden bei der Erstanwendung zunächst unverdünnt aufgetragen, um einen stabilen Oberflächenfilm zu erzeugen, der später bei verdünnter Anwendung nur aufgefrischt wird. Die Polymerschichten sind empfindlich gegenüber alkalischen Reinigungsmitteln.

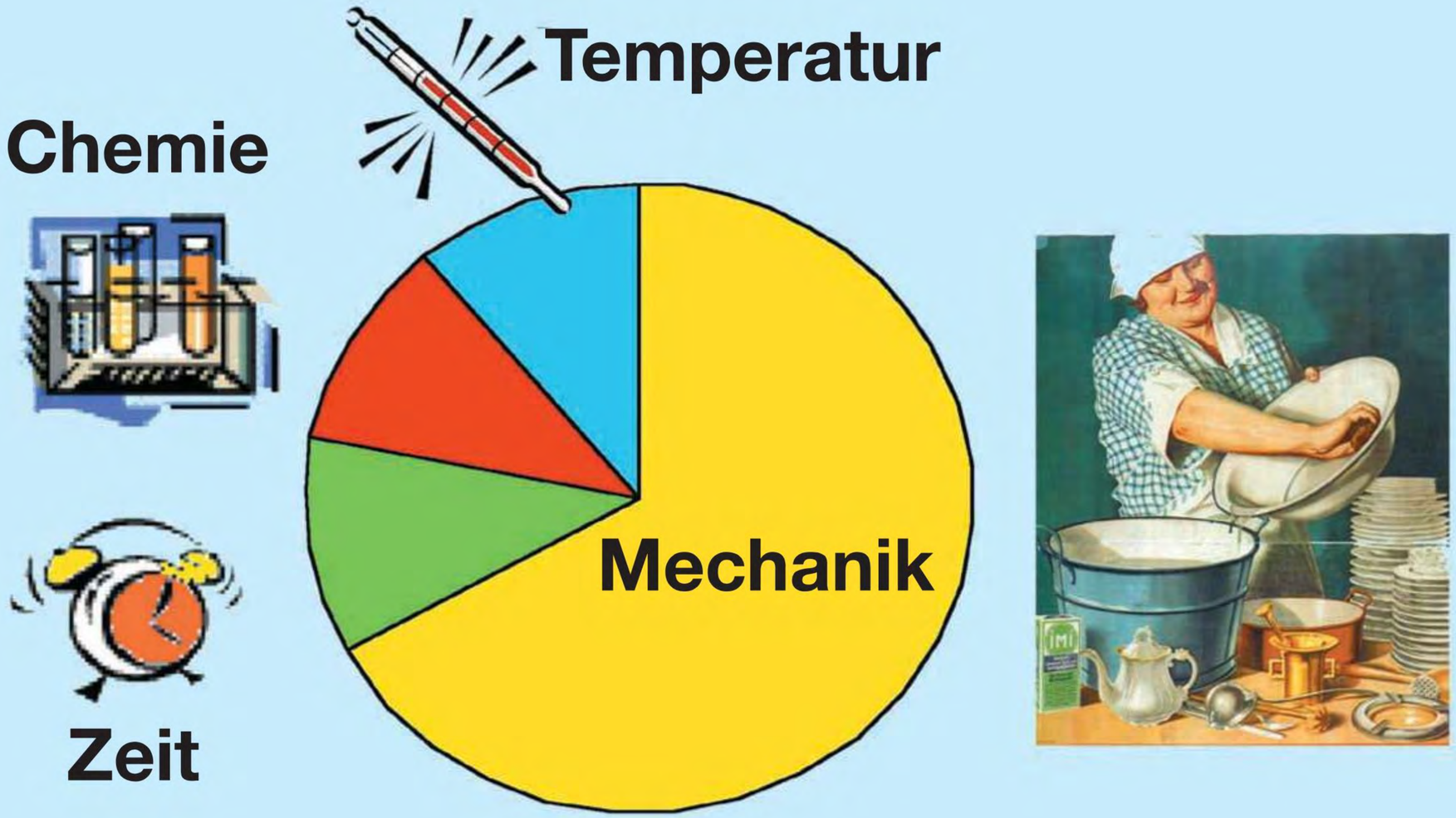
## Reinigungs- und Pflegemittel für spezielle Fußbodenbeläge

- Bohnerwachs: Zum Pflegen von Holzoberflächen auf unbehandelten Fußböden. Enthalten als Wirkstoff Wachse, meist Bienenwachs, und ein Lösungsmittel, welches nach der Anwendung verdunstet. Bohnerwachs muss nach dem Auftragen poliert werden. Angeboten als Paste oder Flüssigkeit.
- Parkettreiniger und -pfleger
- Reiniger für Korkböden
- Steinfußbodenreiniger und -pfleger
- Zementschleierentferner dienen zum Entfernen von Zementrückständen bei neu verlegten Fliesen- und Natursteinböden. Sie sind stark sauer eingestellt und nicht für kalkhaltige Oberflächen (z. B. Marmor) geeignet.

## Reiniger für textile Oberflächen (Teppichreiniger)

Zum Säubern von Teppichböden aller Art. Schaum- und Pulverreiniger werden feucht aufgetragen oder aufgeschäumt und nach dem Trocknen abgesaugt. Enthalten als Wirkstoffkomponenten Tenside zum Ablösen des Schmutzes und Polymere, z. B. Cellulose, die als Schmutzträger wirken und hinterher mit dem Schmutz abgesaugt werden. Sprühextraktionsreiniger werden nass mit speziellen Maschinen aufgetragen und nass abgesaugt. Tensidhaltige Mittel, die häufig noch einen Aktivsauerstoffträger zum Beseitigen von farbigen Flecken enthalten.

# 8.8 Faktoren beim Reinigen im Haushalt (Waschkreis)



# 8.9 Inhaltsstoffe von Reinigungs- und Pflegemitteln und ihre Funktion – Teil 1

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

## Tenside

- Lösen Schmutz von der Oberfläche
- Halten den Schmutz in der Schwebe
- Besitzen ein Schaumvermögen

## Säuren

- Lösen mineralische Verschmutzungen, z. B. kalkhaltigen Schmutz

## Alkalien

- Erleichtern die Ablösung von fetthaltigem Schmutz
- Unterstützen die Reinigungswirkung von Tensiden und Lösemitteln

## Lösemittel

**Wasserlösliche Lösemittel**
- Unterstützen die reinigende Wirkung der Tenside
- Sorgen für Rückstandsfreiheit auf Oberflächen
- Wirken als Konservierungsmittel
- Dienen als Lösungsvermittler für nicht mischbare Inhaltsstoffe

**Wasserunlösliche Lösemittel**
- Lösen hartnäckigen fettähnlichen Schmutz auch ohne Tenside
- Dienen als Lösemittel für Wirkstoffe und Pflegekomponenten

## Polymere

**In Reinigungsmitteln**
- Bilden dünne schmutzabweisende Schichten auf Oberflächen und erleichtern dadurch eine erneute Reinigung

**In maschinellen Geschirrspülmitteln**
- Polycarboxylate verhindern das Kristallwachstum von Kalkkristallen

**In Pflegemitteln**
- Bilden nach Behandlung widerstandsfähige und selbstglänzende Schutzfilme aus
- Ältere Pflegefilme müssen nach einiger Zeit mit Grundreinigern entfernt werden

## Wachse

- Werden in Pflegemitteln eingesetzt
- Bilden polierfähige schützende Schichten auf den damit behandelten Oberflächen aus
- Bilden einen schmutzabweisenden Film auf Oberflächen und erleichtern die erneute Reinigung

# 8.10 Inhaltsstoffe von Reinigungs- und Pflegemitteln und ihre Funktion – Teil 2

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

## Komplexbildner

- In Maschinengeschirrspülmitteln werden sie als Gerüststoffe, Builder oder Enthärter bezeichnet, binden die Härtebildner (Calcium- und Magnesium-Ionen) und erleichtern die Schmutzablösung von kalkhaltigen Verschmutzungen
- In Reinigungsmitteln erleichtern Komplexbildner die Schmutzablösung von kalkhaltigen Verschmutzungen und halten mineralische Schmutzteilchen in der Schwebe
- Starke Komplexbildner sorgen für die Stabilität und Haltbarkeit von empfindlichen Inhaltsstoffen

## Bleichmittel

(Auf Basis von Aktivsauerstoff oder Aktivchlor)

- Entfärben farbintensive Flecken und beseitigen hartnäckige Verschmutzungen
- Töten Mikroorganismen ab und tragen dadurch zur Hygiene bei
- In Geschirrspülmitteln verstärken Bleichaktivatoren die Bleichwirkung von Aktivsauerstoff bei niedrigen Temperaturen

## Abrasivstoffe, Poliermittel

- Dienen als mechanische Schleif- und Polierhilfe und verbessern dadurch die Reinigungsleistung
- Sind nicht für kratzempfindliche Oberflächen geeignet

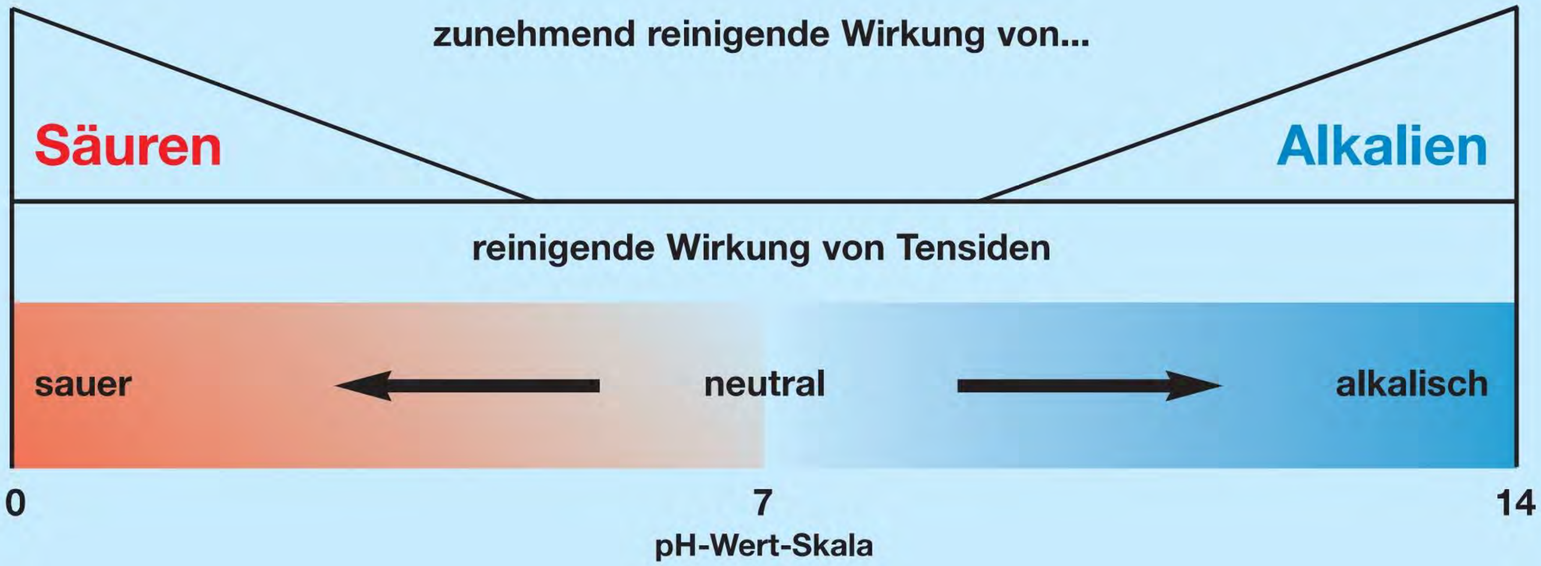
## Weitere Inhaltsstoffe (kleine Auswahl)

- Enzyme werden in maschinellen Geschirrspülmitteln verwendet. Sie spalten Stärke und Eiweiß
- Konservierungsmittel verhindern das Wachstum von Bakterien und Pilzen und sorgen für die Haltbarkeit der Produkte
- Antimikrobielle Wirkstoffe töten Mikroorganismen ab und tragen dadurch zur Hygiene bei
- Lösungsvermittler (Hydrotrope) erhöhen die Löslichkeit der eingesetzten Tenside und sorgen für ein klares, trübungsfreies Produkt
- Verdickungsmittel erhöhen die Viskosität des Produktes und wirken als Emulgierhilfsmittel
- Fette und Öle überziehen Oberflächen mit einer Schutzschicht und weisen Wasser ab
- Treibgase dienen als Treibmittel für Sprühsysteme
- Aluminium sorgt in Abflussreinigern für Wärme- und Gasentwicklung
- Duftstoffe sorgen für einen angenehmen Duft und tragen wesentlich zur Produktakzeptanz bei
- Farbstoffe dienen zur besseren Produktakzeptanz

# 8.11 pH-Wert und Reinigungswirkung

**Beseitigung von kalkhaltigen Verschmutzungen**

**Beseitigung von fetthaltigen Verschmutzungen**




**Empfindliche Materialien gegenüber**

**sauren Mitteln:**

PVC-Belag
Polyamid
Marmor
Beton
Klinker
Cellulosefasern (Baumwolle)

**alkalischen Mitteln:**

Dispersionsfarben
Klebstoff
Lackierte Flächen
Linoleum
Wolle, Seide

# 8.12 pH-Wert und Reinigungswirkung (Produktbeispiele)

**Allzweckreiniger**
**Handgeschirrspülmittel**

**neutral**

**Klarspüler (Spülmaschinen)**
**Edelstahlreiniger**
**WC-Reiniger**
**Bad-Reiniger**
**Entkalker**

**maschinelle Spülmittel**
**Backofenreiniger**
**Abflussreiniger**
**Fensterreiniger**
**chlorhaltige Sanitärreiniger**
**Schmierseife**

**sauer** — **alkalisch**

**Wirkstoffe (Auswahl):**

| | |
|---|---|
| Phosphorsäure | Natriumhydroxid (Natronlauge) |
| Amidosulfonsäure | Kaliumhydroxid (Kalilauge) |
| Natriumhydrogensulfat | Soda (Natriumcarbonat) |
| Ameisensäure | Metasilikate |
| Essigsäure | Kaliseifen |
| Citronensäure | Ammoniak |
| | Triethanolamin |

# 8.13 Lösemittel

## Wasserlösliche Lösemittel

unterstützen die reinigende Wirkung der Tenside, sorgen für Rückstandsfreiheit auf Oberflächen, dienen als Lösungsvermittler für nicht mischbare Inhaltsstoffe und wirken als Konservierungsmittel.

| Stoffklasse | Beispiele |
|---|---|
| - Alkohole | Ethanol, Isopropanol |
| - Glykole | Ethylenglykol, Glycerin |
| - Glykolether | 2-Butoxyethanol (Butylglykol)<br>2-(2-Butoxyethoxy)-ethanol (Butyldiglykol) |
| - Ketone | Aceton |

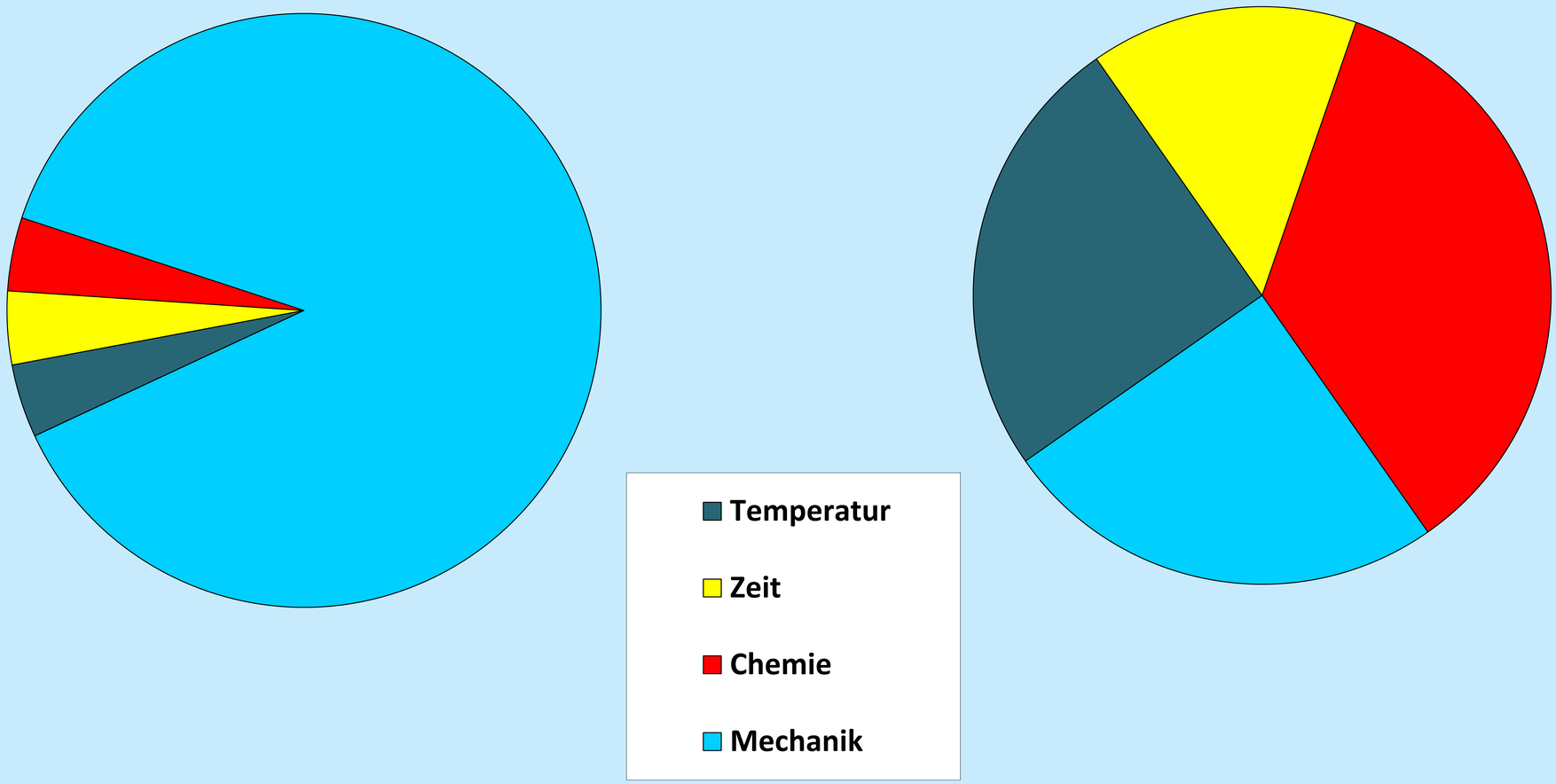
## Wasserunlösliche Lösemittel

lösen fettähnlichen Schmutz auch ohne Tenside. In Pflegemitteln dienen sie als Lösemittel für Wirkstoffe und Pflegekomponenten. Sie verdunsten nach Gebrauch.

| Stoffklasse | Beispiele |
|---|---|
| - Aliphatische Kohlenwasserstoffe | Benzin, verzweigte Alkane (Isoaliphaten) |
| - Etherische Öle | Orangenöl, Limonen |
| - Ester | Ethylacetat, Butylacetat |
| - Aromatische Kohlenwasserstoffe | Toluol, Xylol |
| - Halogenhaltige Kohlenwasserstoffe[1] | Perchlorethylen |

[1] Chlorierte Kohlenwasserstoffe werden in Reinigungsmitteln aufgrund ihrer starken Umweltbelastung heute nicht mehr eingesetzt. (Ausnahme: Chemische Reinigungen mit geschlossenen Anlagen)

# Einfluss verschiedener Faktoren

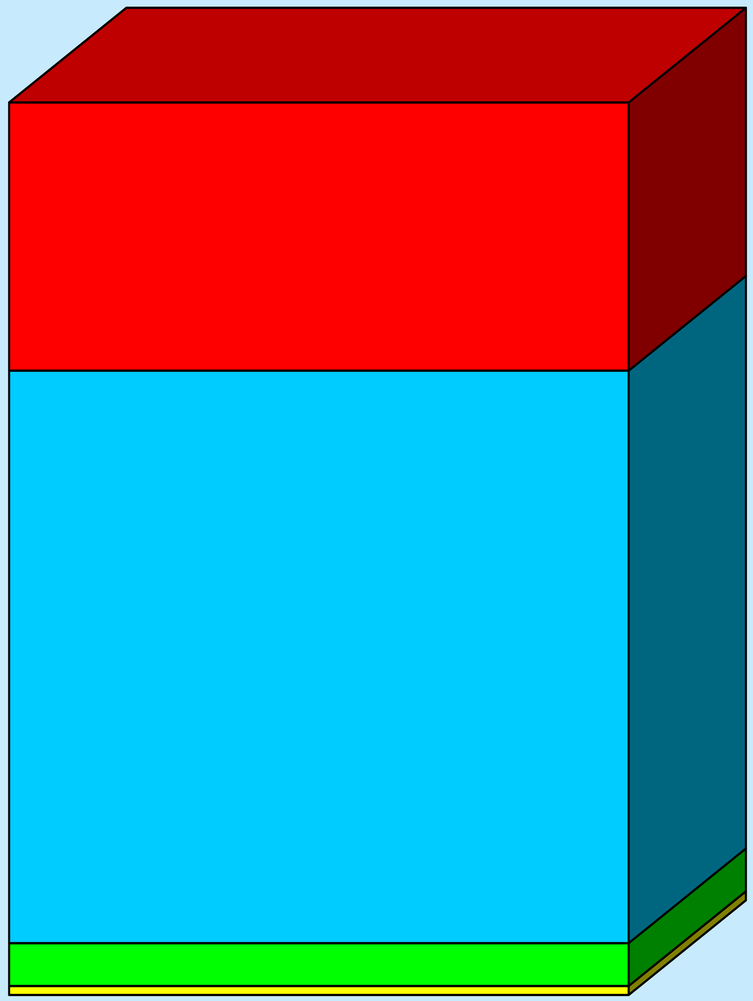



**Spülen von Hand**

**mit Geschirrspülmaschine**

# klassische hochalkalische Reiniger

## pH-Wert (1%ige Lsg.) = 12 - 13



Phosphat

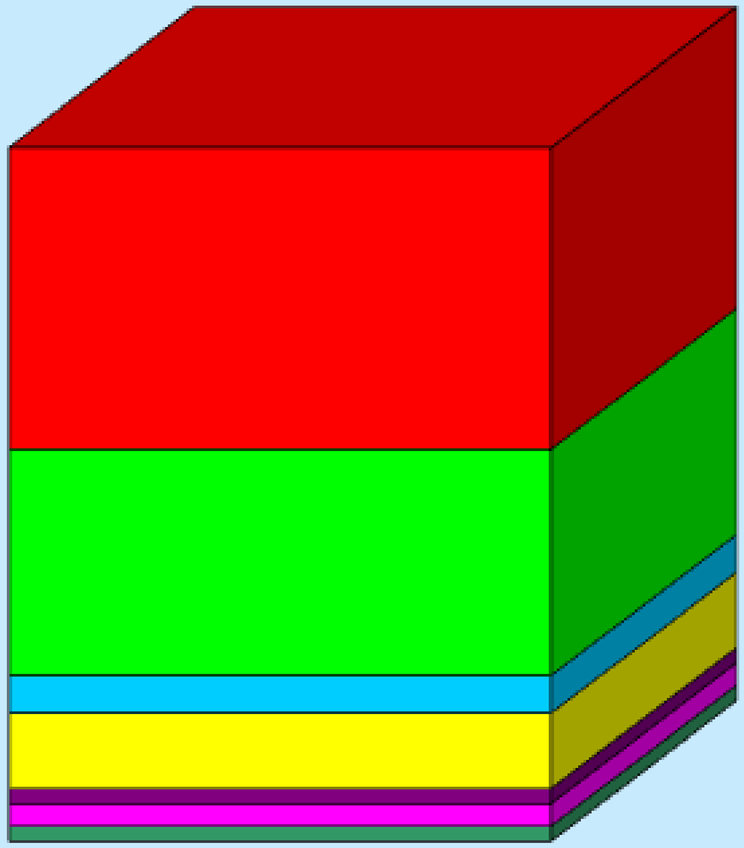
Metasilikat

Soda

Chlorbleiche
(Aktivchlorträger)

# moderne niederalkalische Reiniger
# - phosphathaltig –

## pH-Wert (1%-ige Lsg.) = 9 - 11



**Phosphat**
**+**
**Polycarboxylat (< 5%)**

**Soda**

**Disilikat**

**Percarbonat + TAED**
**+ Bleichkatalysator**

**Enzyme**

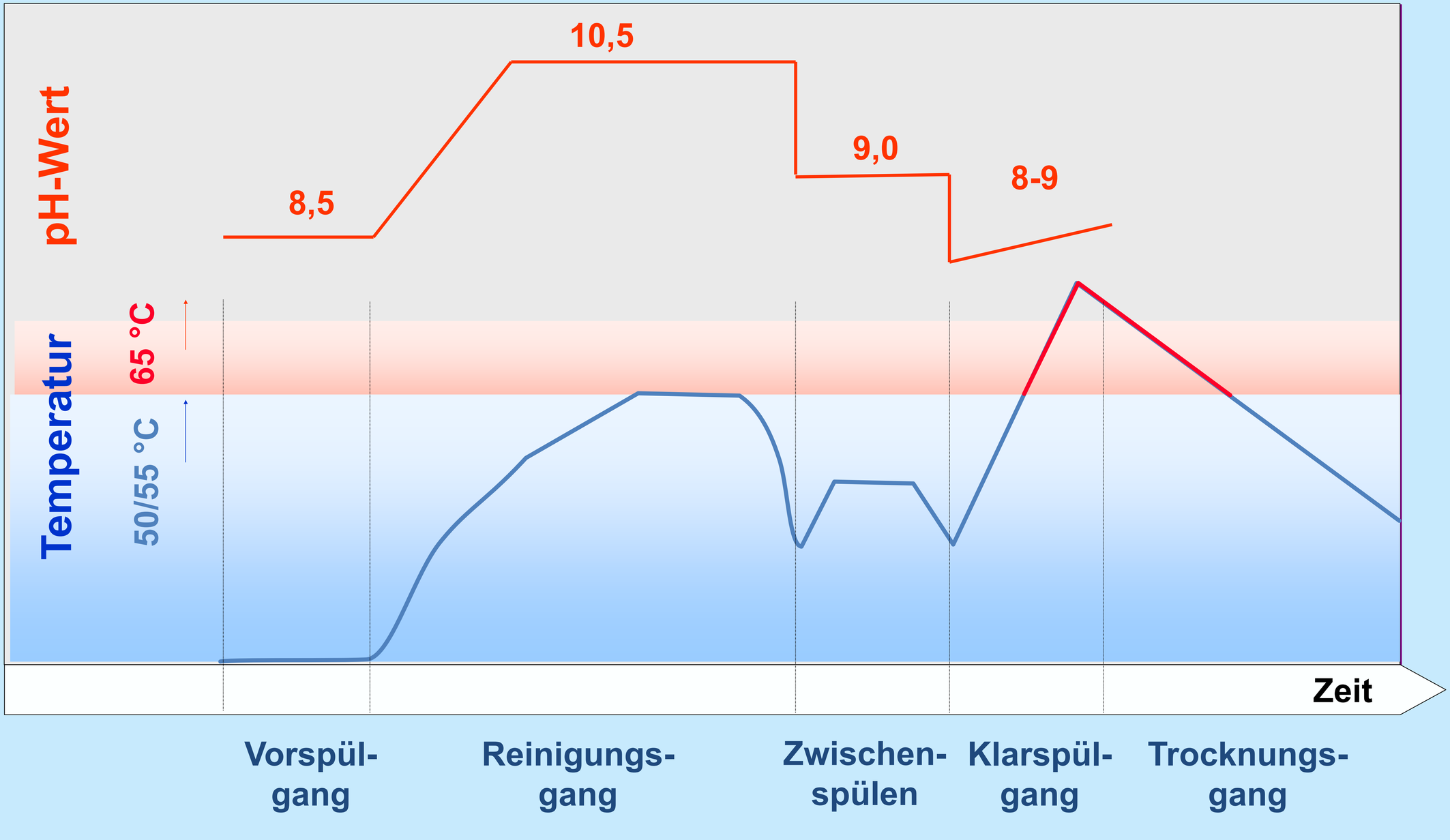
**Tenside**

+ Silberschutzmittel
+ Duftstoffe
+ Hilfsstoffe

# 9.4 Wichtige Innovationen bei maschinellen Geschirrspülmitteln

| | |
|---|---|
| 1962 | Erste maschinelle Geschirrspülmittel |
| 1990 | Erste Reinigertablette mit klassischer Rezeptur |
| 1991 | Phosphatfreie und niederalkalische Reiniger der 1. Generation |
| 1995 | Erste 2-Schichten-Tablette |
| 1996 | Erneute Umstellung auf verbesserte phosphathaltige Rezepturen |
| 1999 | 2-in-1-Tabs mit integriertem Klarspüler |
| 2001 | 3-in-1-Tabs mit integriertem Klarspüler und Salzersatzfunktion |
| 2005 | Wasserlösliche Verpackungen |
| 2006 | Multifunktionstabs mit Niedrigtemperaturaktivator |
| 2009 | Multifunktionstabs mit Trocknungssystem |
| 2011 | Multifunktionstabs mit besonders schneller Löslichkeit |

# 9.5 Temperatur- und pH-Wert-Verlauf während eines Normal-Spülprogramms (Haushaltsspülmaschine)



# 9.6 Verlauf des Spülprogramms einer Haushaltsspülmaschine (Text)

**Vorspülen**
Im Vorspülprogramm des Normal- oder Universalprogramms werden die mit Wasser leicht entfernbaren Speisereste mit kaltem Wasser, bei Intensivprogrammen mit bis zu zwei Vorspülgängen abgespült.

**Reinigen**
Der Reinigungsgang beginnt mit vorenthärtetem Wasser, das entsprechend der Programmwahl auf 35° bis 70° C erhitzt wird. Anschließend wird ohne Heizen noch circa 10 Minuten nachgespült, wobei sich die Reinigungsflotte langsam abkühlt. Die Reinigerzugabe erfolgt über die Reiniger-Dosierkammer zu Beginn des Reinigungsgangs, wobei sich automatisch die Klappe öffnet. Der Reinigungsgang dauert circa 30 Minuten, bei modernen energiesparenden Maschinen zum Teil auch wesentlich länger, und endet mit dem Abpumpen der Reinigungsflotte.
Spülmaschinen der jüngeren Generation verfügen teilweise über intelligente Technologien, die den Verschmutzungsgrad der Spülflotte erkennen. Situativ steuern diese Spülmaschinen dann den weiteren Verlauf des Spülprogramms beispielsweise hinsichtlich der Temperatur, Reinigungsdauer und der Zahl der Zwischenspülgänge.

**Zwischenspülen**
Der Zwischenspülgang hat die Aufgabe, die auf dem Geschirr verbliebenen Laugen- und Schmutzreste zu entfernen und damit das Geschirr für den nachfolgenden Klarspülgang vorzubereiten. Das Wasser läuft kalt, bei Warmwasseranschluss und Maschinen mit Wärmetauschern vorgewärmt, in den Spülraum ein. Die Heizung ist nicht eingeschaltet. Die Laufzeit beträgt circa 5 bis 10 Minuten.

**Klarspülen**
Nach dem Wasserzulauf wird in den Normalprogrammen das Wasser auf 65° C, bei Schonprogrammen auf 50° C, erhitzt. Während des Aufheizens wird automatisch Klarspüler (je nach Geräteeinstellung 2 bis 6 ml) über die Dosiereinrichtung zugegeben. Benutzt man Multifunktionsprodukte erübrigt sich die Zugabe von Klarspüler, da in diesen Produkten der Klarspüler integriert ist. Zum Klarspülen benötigt die Maschine circa 15 Minuten.

**Trocknen**
Die gespeicherte Wärme aus dem Klarspülgang unterstützt die Trocknung des Geschirrs. Der Trocknungsgang kann von 10 bis 40 Minuten dauern. Die Spülmaschine sollte einige Minuten nach Programmende für 1 bis 2 Minuten einen spalt- breit geöffnet werden. Nach Erkalten kann das Spülgut ausgeräumt werden. Man beginnt mit dem unteren Geschirrkorb, damit keine Wasserreste aus Bodenvertiefungen von Gläsern und Tassen aus dem oberen Korb tropfen können.

**Regenerieren**
Bestandteil aller Programme ist die automatische Regenerierung des eingebauten Wasserenthärters mit Spezial-Salz (hochreines Kochsalz). Das Regenerieren erfolgt mittels der Regeneriersalzlösung aus dem Vorratsgefäß je nach Spülmaschinentyp als Bestandteil des Programmablaufs. Beim Benutzen von Reinigern mit integrierter Klarspül- und Salzfunktion kann bis zu einer bestimmten Wasserhärte auf die Zugabe von Regeneriersalz verzichtet werden. Eine Angabe dazu findet sich auf der Reinigerpackung.

# 9.7 Ökologisch-ökonomischer Vergleich Handspülung – Maschinenspülung

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

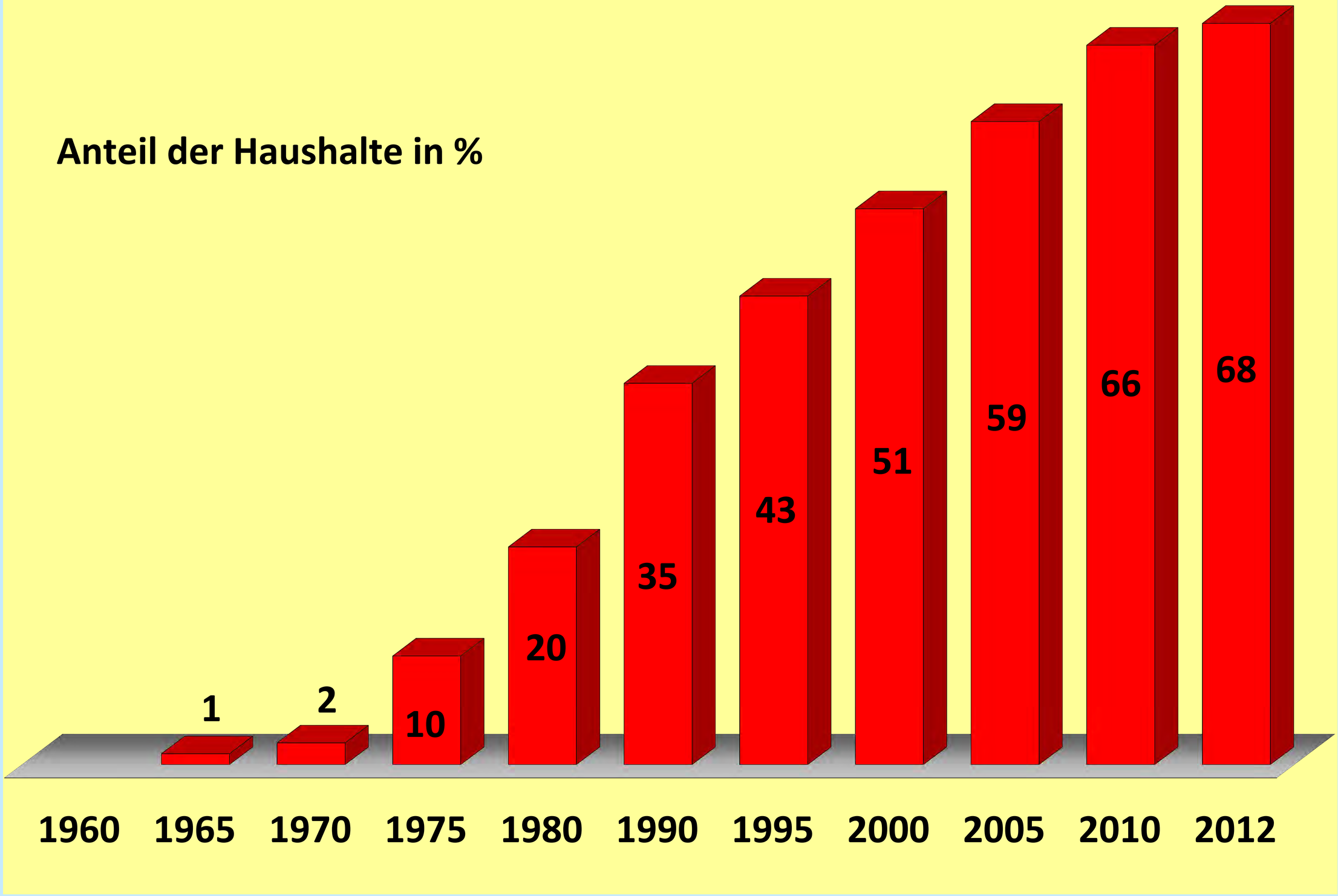
| Aufwand an Energie, Wasser und Chemie pro Spülgang (12 Maßgedecke, moderne Spülmaschine) | Handspülung | Maschinenspülung |
|---|---|---|
| Wasserverbrauch | 45 L | 13 L |
| Energie | ca. 2 kWh | 1,1 kWh |
| Chemie | Spülmittel 3 - 6 g | Reiniger 20 g bis 25 g<br>Klarspüler 2 g bis 3 g<br>Salz 20 g bis 30 g |

| Betriebsaufwand (pro Jahr) | Handspülung | Maschinenspülung |
|---|---|---|
| Energiekosten | 125,- Euro | 70,- Euro |
| Kosten für Wasser | 50,- Euro | 15,- Euro |
| Kosten Spülmittel | 10,- Euro | 23,- Euro |
| Spülutensilien (Spültuch, Handschuhe, Bürste, Handtücher incl. Reinigung u. a.) | 60,- Euro | - |
| Amortisation Geschirrspülmaschine (Anschaffungskosten ca. 500,00 €; Nutzungsdauer 10 Jahre; Instandhaltungskosten pauschal 5% pro Jahr) | - | 55,- Euro |
| Summe | 245,- Euro | 163,- Euro |

Randbedingungen:

250 Spülgänge/Jahr
Energiekosten: 0,25 Euro/kWh
Wasserkosten: 4,50 Euro/$m^3$

# 9.8 Marktentwicklung bei Geschirrspülmaschinen 1960 bis 2012



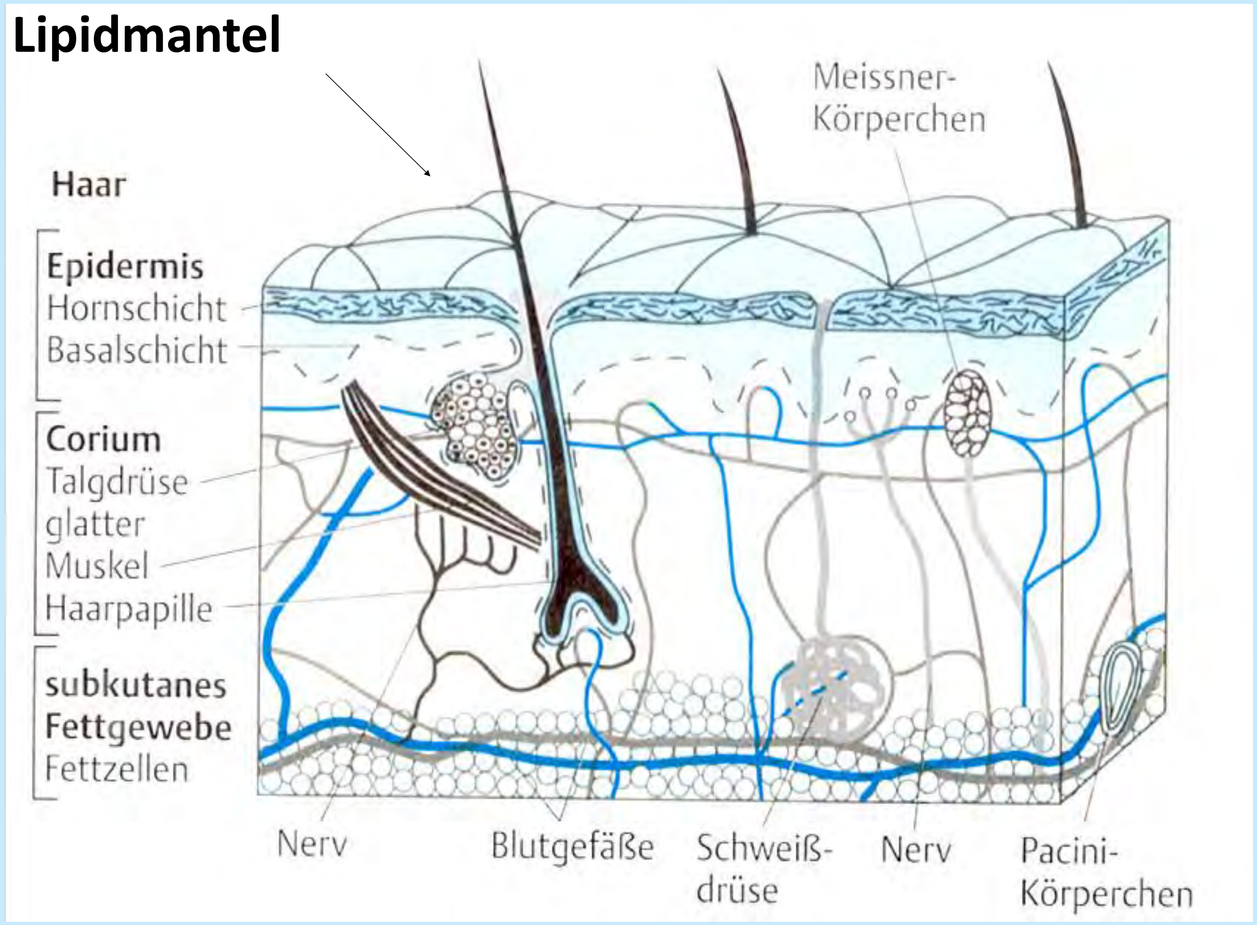
# 9.9 Sechs goldene Regeln zum Geschirrspülen per Hand

1. Grobe Speisereste in den Abfall entsorgen
2. Angetrocknetes und Eingebranntes in möglichst heißem Wasser mit wenig Spülmittel einweichen
3. In einem halb mit heißem Wasser gefüllten Becken und nicht unter fließendem Wasser reinigen. Geschirrteile zum Spülen ansammeln
4. Die vom Hersteller empfohlene Menge an Spülmittel erst nach dem Einlassen des Wassers ins Becken geben, da durch den Schaum Schmutz übertragen werden kann
5. Nach dem Reinigen: Nachspülen in einem mit kaltem Wasser gefüllten Becken oder in einer Schüssel
6. Geschirr an der Luft trocknen lassen. Spültuch/Schwamm ggf. täglich wechseln und bei 60 °C waschen

# 9.10 Sechs goldene Regeln zum Geschirrspülen in der Maschine

1. Grobe Speisereste in den Abfall entsorgen
2. Geschirr nicht von Hand vorspülen
3. Geschirr so einräumen, dass alle Flächen von den Wasserstrahlen getroffen werden können
4. Geschirrspüler möglichst voll beladen, dabei Berührung der Geschirrteile untereinander vermeiden
5. Reiniger, Klarspüler und Regeneriersalz einzeln oder als Systemprodukt entsprechend der Herstellerempfehlung einsetzen
6. Spülprogramm und -temperatur nach Geschirrart und Verschmutzungsgrad mit Hilfe der Herstellerangaben auswählen

## Aufbau der Haut




## Die hautreizende Wirkung von Tensiden

- **Tenside wirken fettlösend. Sie beseitigen vorübergehend den Lipidmantel der Haut.**
- **Ionische Tenside reagieren mit den Proteinen der Haut. Sie sind deshalb im allgemeinen hautreizender als nichtionische Tenside.**
- **Tenside können in tiefere Hautschichten eindringen.**
- **Tenside können die Durchlässigkeit der Haut für Schadstoffe erhöhen.**

## Küche

☞ Lebensmittelbedingte Durchfallerkrankungen durch Salmonellen, Campylobacter, Listerien, EHEC-Keime, Viren (bei Kleinkindern). Gefahr der Kreuzkontamination.

## Bad

☞ Infektionsrisiken im allgemeinen sehr gering, bei Erkrankungen in der Familie höheres Risiko.

## Wäsche und Textilien

☞ Candida-Hefepilze, Dermatophyten (Fuß-, Haut- und Nagelpilze).

## Schimmelpilze

☞ Starke Vermehrung in feuchten Innenräumen (über 60% rel. Luftfeuchte) und auf feuchten Stellen in der Wohnung.

## Hausstaubmilben

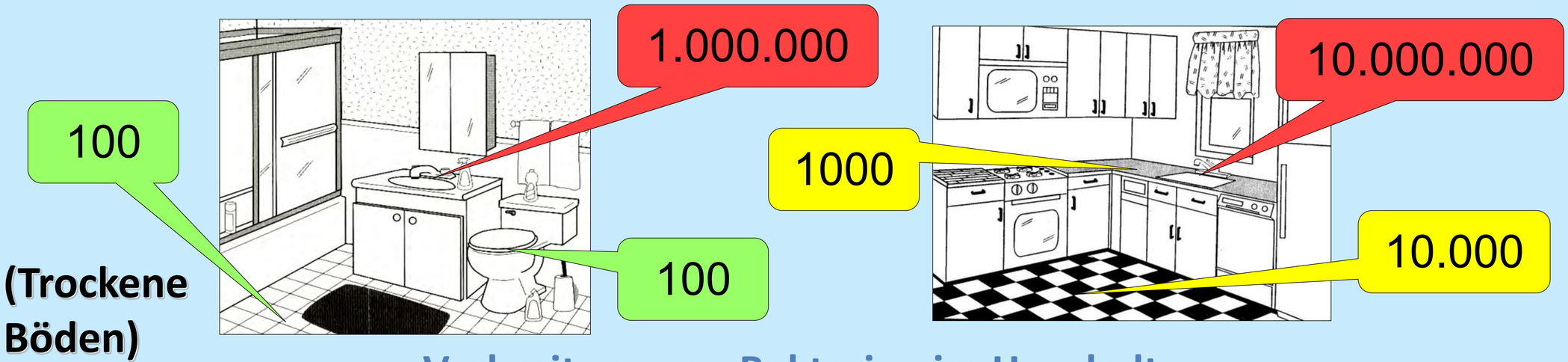
# 10.3 Maßnahmen zur Hygiene im Haushalt

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

➔ **Bakterien und Pilze benötigen zum Wachsen eine feuchte, warme und nährstoffreiche Umgebung.**

➔ **Stark mit Bakterien und Pilzen kontaminiert sind deshalb z. B. feuchte Wischlappen und Schwämme, feuchte Handtücher, Abflüsse in Bad und Küche, Armaturen in Bad und Küche, feuchte Oberflächen und feuchte Silikonfugen im Bad.**

☞ **Die Kontrolle und Beseitigung von Feuchtigkeit ist eine der wichtigsten Hygienemaßnahmen im Haushalt.**




Verbreitung von Bakterien im Haushalt
(Angaben in Bakterien/cm² - Durchschnittswerte)

- **Alkohole (Ethanol, Isopropanol)**
- **Aktivsauerstoff-Träger (z. B. Wasserstoffperoxid)**
- **Aktivchlor-Träger (z. B. Natriumhypochlorit)**
- **Organische Säuren (z. B. Salicylsäure)**
- **Etherische Öle (z. B. Geraniol)**
- **Kationtenside („Quats“, z. B. Benzalkoniumchlorid)**
- **Aldehyde (Formaldehyd, Glutardialdehyd)**
- **Phenole (z. B. p-Chlor-m-kresol)**

**Reinigungsmittel, die antimikrobiell wirken können, wenn sie entsprechende Wirkstoffe enthalten:**

**Handgeschirrspülmittel, Allzweckreiniger, Hygienereiniger,**

**WC-Reiniger, Badreiniger, feuchte Reinigungstücher**

# 10.5 Wie viel Hygiene in Privataushalten?

HAUSHALTSPFLEGE"
KOMPETENZPARTNER IM IKW

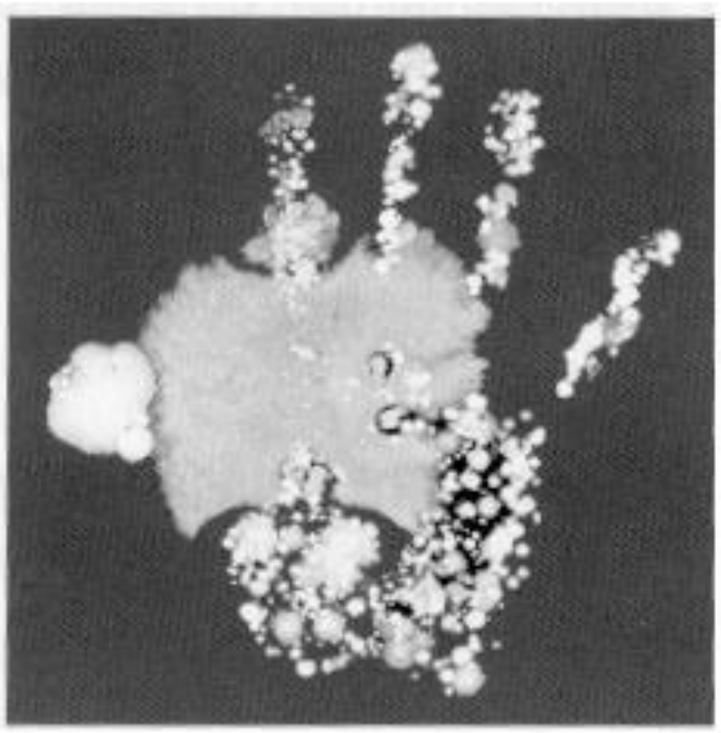
\+ **Gezielte antimikrobielle Maßnahmen können die Haushaltshygiene verbessern und Gesundheitsrisiken vermindern.**

☝ **Die richtige Anwendung antimikrobieller Mittel erfordert Kenntnisse über ihre Wirkungsweise. Desinfizierende Maßnahmen können nicht das Reinigen ersetzen.**

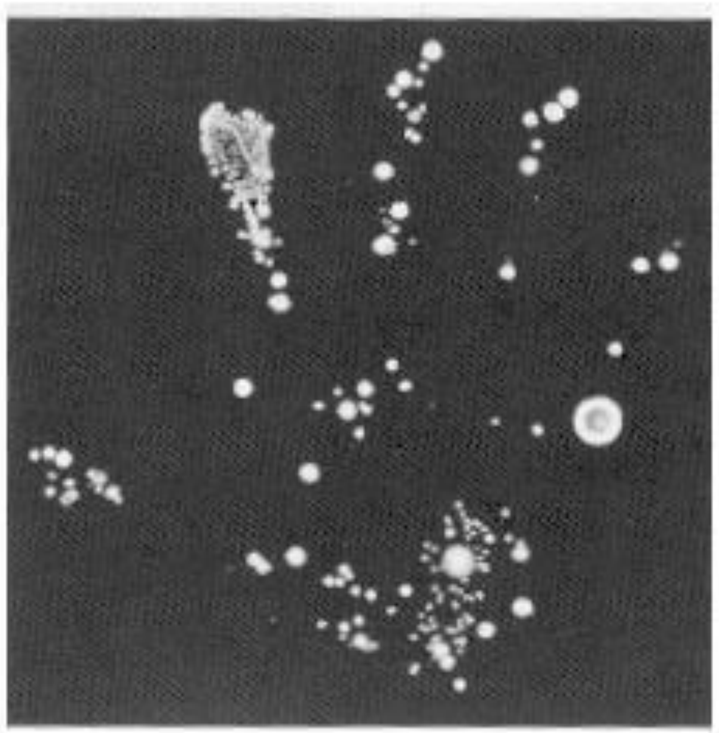
☝ **Auf eine routinemäßige Anwendung antimikrobieller Wirkstoffe sollte verzichtet werden.**

— **Erhöhte Allergieanfälligkeit durch mangelndes „Training“ des Immunsystems aufgrund zu geringer Mikrobenvielfalt.**

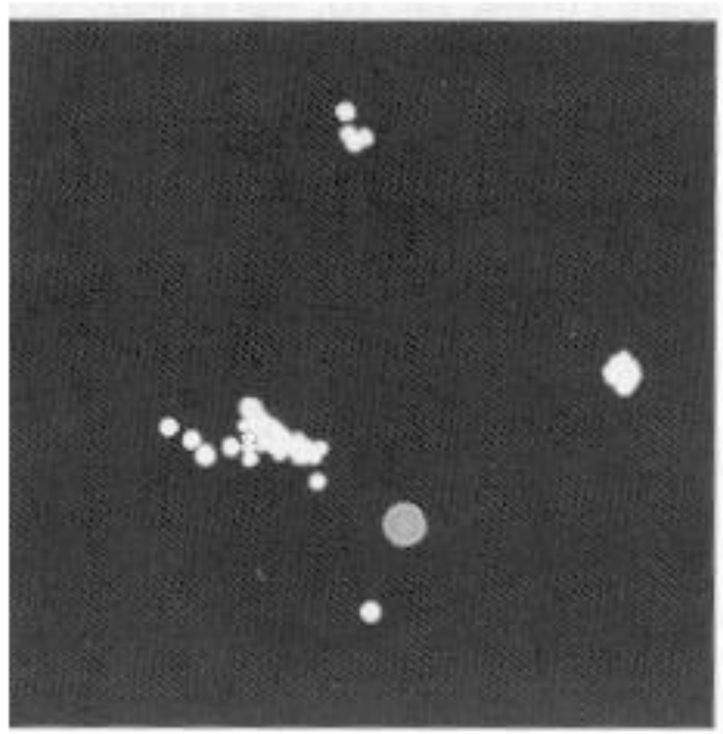
# 10.6 Händehygiene



ungewaschene Hand



gewaschene Hand



desinfizierte Hand

☞ **Eine Keimzahlreduktion beim Waschen findet statt durch**

- **<u>Mechanische Reduktion</u>**
  **Keime werden beim Waschen von den Textilien gelöst und mit dem Schmutzwasser entfernt (Verdünnungseffekt).**

- **<u>Thermische Reduktion</u>**
  **Das Abtöten von Keimen wird durch eine ausreichend hohe Waschtemperatur erreicht. Eine spürbare thermische Reduktion von Keimen tritt erst oberhalb von 40°C ein.**

- **<u>Chemisch antibakterielle Wirkung</u>**
  **Eine starke Verminderung der Keimzahl wird durch bleichmittelhaltige Waschmittel erreicht. Je höher der Anteil an Bleichaktivator (TAED), desto geringer die wirksame Waschtemperatur.**

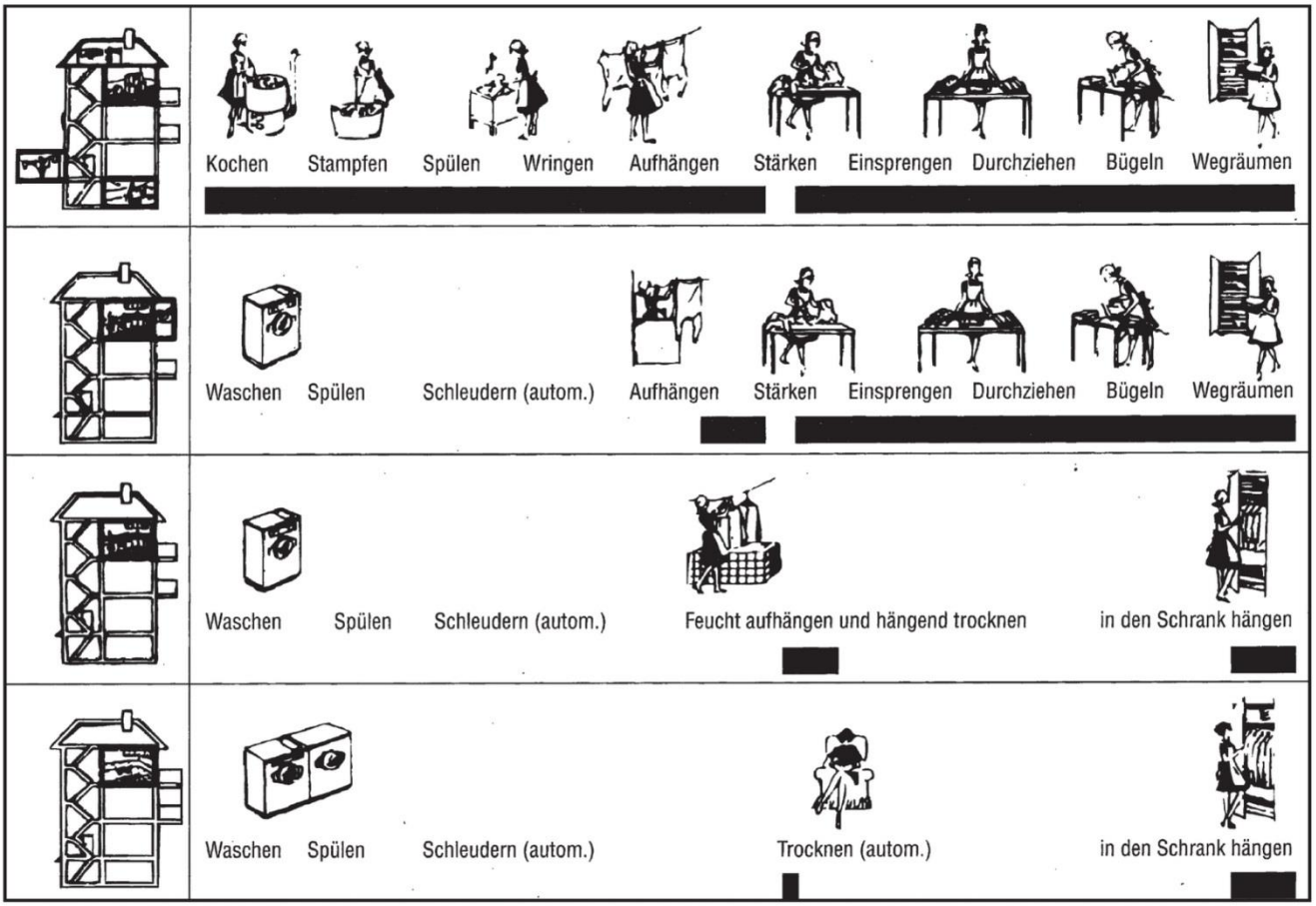


1 Eine Waschküche um 1920. Die Einrichtung mit einem Wäschewringer, der mit der Hand gedreht werden mußte, veränderte sich jahrzehntelang kaum.



2 Waschen im Jahre 1958 an der Victoria-Fachschule in Berlin

Quelle: Henkel AG & Co. KGaA, Konzernarchiv




Quelle: R. Weber Textilveredlung 15 (1980), 380 ff.

3 Aufwand beim Waschen und Nachbereiten der Wäsche im Wandel der Zeit

Bis etwa 1950 waren elektrische Waschmaschinen im Haushalt noch eine Ausnahme. Das Waschen war mühsam und zeitaufwendig. Gewaschen wurde nicht in der Wohnung, sondern in der Waschküche. Die Wäsche wurde über einen längeren Zeitraum gesammelt. Das Waschen selbst nahm dann oft mehrere Tage in Anspruch. Mit der Einführung der elektrischen Haushaltswaschmaschinen wurde das Waschen wesentlich erleichtert. Waschmaschinen, wie sie Anfang der sechziger Jahre auf den Markt kamen, waren noch sehr einfach gebaut, sie übernahmen aber die mühsame „Handarbeit“ beim Waschen. Weil die Waschmaschine in der Wohnung aufgestellt werden konnte, entfielen die weiten Wege zur Waschküche. Die Nachbereitung der Wäsche (Trocknen, Glätten, Bügeln, Sortieren, Einräumen) nahm aber noch sehr viel Zeit in Anspruch. Dies änderte sich etwa Mitte der sechziger Jahre. Es kamen nun pflegeleichte Textilien auf den Markt, die eine weitere Erleichterung des Waschens mit sich brachten. Viele der damals eingeführten Waschartikel, z.B. Nylonhemden, sind mittlerweile wegen ungünstiger Trageeigenschaften wieder vom Markt verschwunden, andere pflegeleichte Textilien kamen neu hinzu. In den siebziger Jahren kamen die Wäschetrockner auf den Markt. 1980 besaßen 8 % der bundesdeutschen Haushalte ein solches Gerät, 2008 waren es bereits 38,5%. Das Waschen und Trocknen kann nun vollständig in der Wohnung stattfinden, spezielle Trockenräume werden nicht mehr gebraucht.

**Aufgaben:**

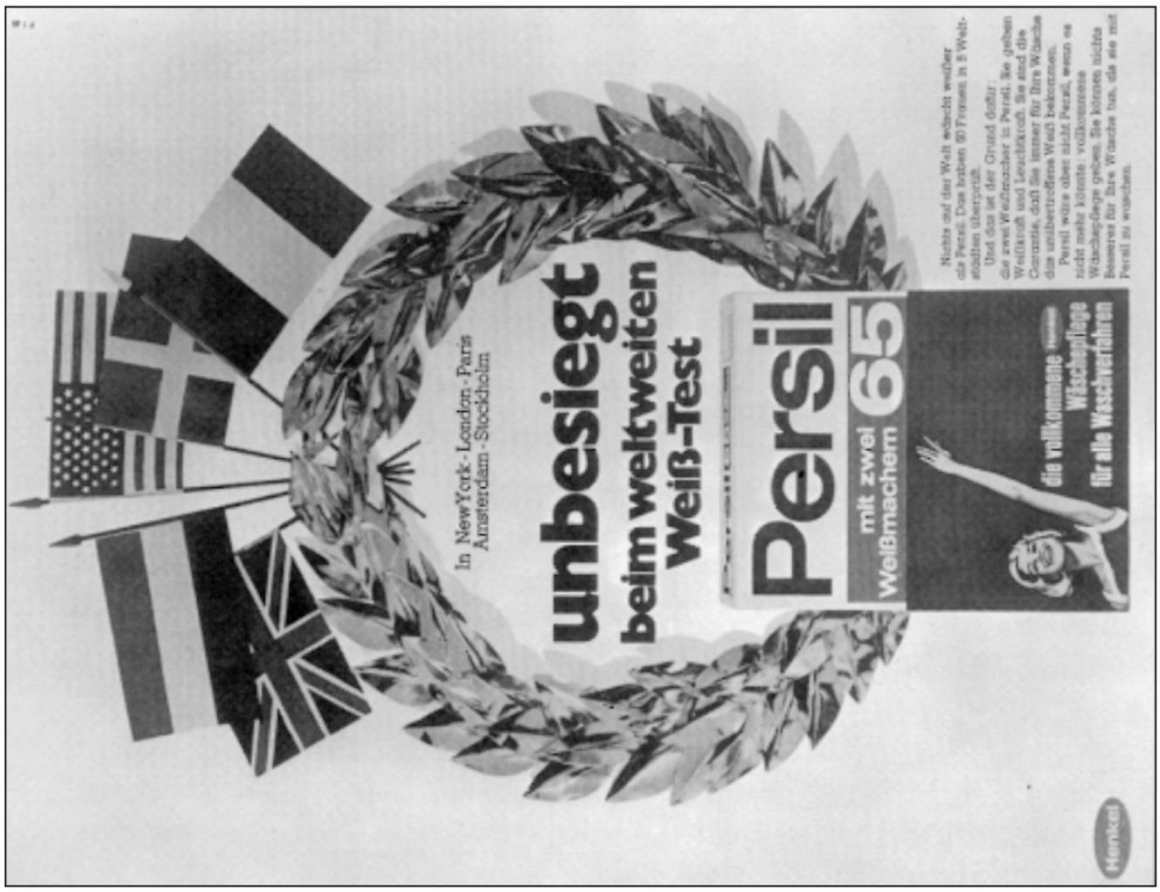
1. Das Waschen ist ein komplexer Vorgang. Fünf „Partner beim Waschprozess“ müssen zusammenwirken, damit die schmutzige Wäsche wieder sauber wird. Nennen Sie diese „Partner beim Waschprozess“.
2. Fragen Sie in Ihrer Familie oder bei Bekannten nach, wie vor 1960 gewaschen wurde.
3. Welche Bedeutung hat das Wäschewaschen hinsichtlich Zeit- und Arbeitsaufwand in einem modernen Haushalt?

1. Die 5 Partner beim Waschprozess sind:
   Textilien, Schmutz, Wasser, Waschgerät (Mechanik), Waschmittel.
2. In den letzten dreißig Jahren hat sich das Waschen im Haushalt stark verändert. Gerade Jugendliche sollten diesen Entwicklungsprozess kennenlernen.
3. Obwohl das Wäschewaschen wesentlich vereinfacht wurde, gehört es auch heute noch zu den wichtigen Tätigkeiten im Haushalt. Addiert man den Aufwand für das Sortieren der Wäsche nach Waschprogrammen, für das Einkaufen der Waschmittel und für die gesamte Nachbereitung der Wäsche, so nimmt es auch heute noch genügend Zeit in Anspruch. Weiterhin ist es immer noch eine Domäne der Frauen – trotz gewachsener Gleichberechtigung. Nur eine kleine Minderheit der Männer übernimmt in den Familien das Waschen der Wäsche!

1911




1965




Die vier historischen Werbeplakate von Persil aus den Jahren 1911, 1965, 1970 und 1987 zeigen stellvertretend die historische Entwicklung der modernen Waschmittel.

Quelle: Henkel AG & Co. KGaA, Konzernarchiv

1970




1987




Welche Inhaltsstoffe des Waschmittels werden in den Werbeaussagen besonders herausgestellt?

Quelle: Henkel AG & Co. KGaA, Konzernarchiv

1911: Neben Soda als Fällenthärter (siehe Arbeitsblatt „Methoden der Wasserenthärtung“) enthält Persil Natriumperborat als Bleichmittel.

1965: Optische Aufheller

1970: Enzyme

1987: Phosphatfreies Waschmittel auf Basis von Zeolith A. Enthält das Enthärtersystem Zeolith A/Soda/Polycarboxylate (vergleiche das Arbeitsblatt „Methoden der Wasserenthärtung“).

**Anmerkung zur Waschmittelwerbung von 1911:** Bei Henkel’s Bleich-Soda handelt es sich um eine Mischung aus Natriumsilicat (23%) und Soda (77%). Bleich-Soda wurde dem Waschwasser vor Zugabe der Wäsche zugesetzt und diente in erster Linie der Wasserenthärtung (Fällenthärtung). Da auch Eisensalze ausgefällt wurden, konnte ein Vergilben der Wäsche, das durch die gelb bis braun gefärbten Eisensalze verursacht wurde, vermieden werden – daher auch der Name „Bleich-Soda“. Bleich-Soda ist nicht mit Persil identisch, es wurde also auf der Packungsangabe von 1911 zusätzlich für ein anderes Produkt geworben.

| Bestandteile | Massen-anteil in % | Herkunft |
|---|---|---|
| Kochsalz, Harnstoff | 15 – 20<br>5 – 7 | |
| Fette/Öle | 5 – 10 | |
| Eiweiße | 20 – 25 | |
| Kohlenhydrate | ca. 20 | |
| Farbstoffe | stark wechselnd | |
| Pigmente | 25 – 30 | |

Die Tabelle zeigt wichtige Bestandteile des Wäscheschmutzes und ihren Massenanteil in %. Die Werte sind statistisch gemittelt und können im Einzelfall je nach Verschmutzungsgrad natürlich stark unterschiedlich ausfallen. Der prozentuale Anteil der Farbstoffe läßt sich nicht angeben, da viele Schmutzbestandteile von Natur aus gefärbt sind. In der Natur vorkommende organische Farbstoffe spielen mengenmäßig meist keine Rolle, machen sich aber durch ihre intensive Färbung besonders störend bemerkbar.

**Aufgaben:**

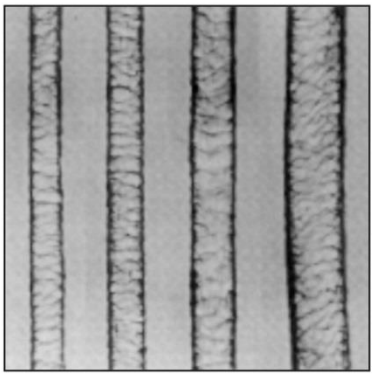
1. Nennen Sie Beispiele zur Herkunft der jeweiligen Schmutzbestandteile und tragen Sie diese in die Tabelle ein.
2. Warum ist es wichtig, über die Bestandteile des Wäscheschmutzes Bescheid zu wissen? Was folgt daraus für die Zusammensetzung von Waschmitteln?

| Bestandteile | Massen-anteil in % | Herkunft |
|---|---|---|
| Kochsalz, Harnstoff | 15 – 20<br>5 – 7 | **Schweißrückstände, Speisereste, Urin** |
| Fette/Öle | 5 – 10 | **Hautfett, Mineralöl, Speisen, Kosmetika** |
| Eiweiße | 20 – 25 | **Hautschuppen, Blut, Ei, Kakao, Milch** |
| Kohlenhydrate | ca. 20 | **Stärke, Cellulose** |
| Farbstoffe | stark wechselnd | **Rotwein, Obst, Gras, Tee, Kaffee** |
| Pigmente | 25 – 30 | **Straßenstaub, Ruß, Asche, Erde** |

Für die Entfernung des Schmutzes von der Faser ist es wichtig zu wissen, ob der Schmutz einen hydrophilen oder hydrophoben Charakter hat. Nur ein geringer Teil des Schmutzes ist wasserlöslich. Aufgrund des extrem unterschiedlichen Charakters der Schmutzbestandteile enthalten moderne Waschmittel immer eine Kombination verschiedener Inhaltsstoffe, die wasserunlöslichen Schmutz von der Wäsche entfernen und gezielt gegen die unterschiedlichen Schmutzarten wirken:

- Tenside lösen fetthaltigen Schmutz ab.
- Enzyme entfernen Eiweiß und Stärke.
- Bleichmittel beseitigen Farbstoffe.
- Enthärtersysteme (Builder) erleichtern die Ablösung von Pigment-Schmutz

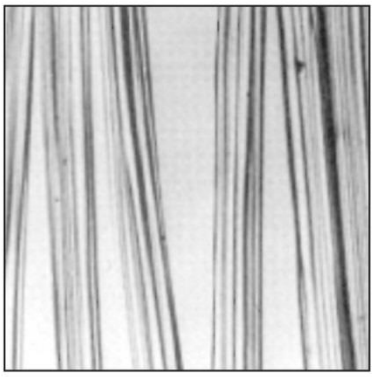
Die Abbildungen zeigen verschiedene Fasern unter dem Mikroskop. Der unterschiedliche Aufbau der Fasern ist deutlich zu erkennen.



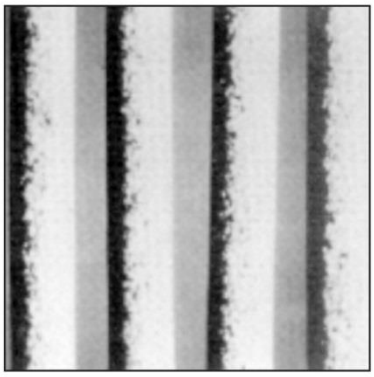
1 Wolle



2 Baumwolle



3 Viskosefaser



4 Polyamid

Quelle: Henkel AG & Co. KGaA

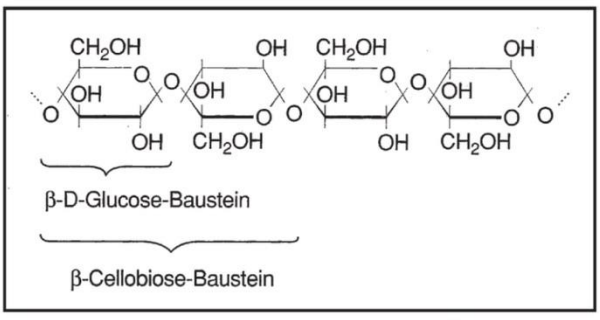
**Aufgaben:**

1. Beschreiben Sie die in der Abbildung sichtbaren Unterschiede zwischen den verschiedenen Fasern. Worauf sind diese Unterschiede zurückzuführen und was bedeutet dies für die Wäschepflege?
2. Nennen Sie Beispiele aus dem Bereich der Naturfasern und der Chemiefasern.
3. Erläutern Sie den unterschiedlichen chemischen Aufbau von Baumwolle und Wolle.
4. Die synthetischen Fasern Polyamid und Polyester sind Kondensationsprodukte. Was versteht man unter dem Begriff Polykondensation und welche Verbindungen werden bei der Bildung von Polyester und Polyamid aus den Monomeren abgespalten?
5. Welche charakteristischen Unterschiede müssen beim Waschen von Baumwolle, Wolle und Synthesefasern beachtet werden?

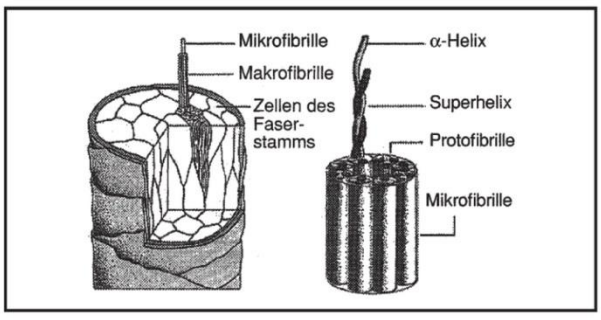
1. Die Baumwollfaser ist korkenzieherartig gedreht und hat eine mehr oder weniger rauhe Oberfläche. Wolle hat eine stark geschuppte Oberfläche und ist je nach Feinheit unterschiedlich stark gekräuselt. Polyamid und Viskose besitzen relativ glatte Oberflächen. Die Beschaffenheit der synthetischen Fasern wird durch die Art ihrer Herstellung – Durchpressen durch dünne Düsen mit anschließender Streckung – festgelegt. Dadurch erhält man eine glatte, regelmäßige Faseroberfläche. Naturfasern sind wesentlich komplexer aufgebaut. Die Struktur ist der ursprünglichen Funktion, z.B. Schutz- oder Stützfunktion, optimal angepaßt. Naturfasern sind, bedingt durch ihren Aufbau, wesentlich pflegeintensiver als Chemiefasern. Während des Waschvorganges können sich Faseroberfläche und Länge der Fasern ändern. Deshalb können Textilien aus Naturfasern einlaufen, knittern oder verfilzen. Dies ist bei Chemiefasern nicht der Fall, man bezeichnet daher Textilien aus Chemiefasern als pflegeleicht.

2. **Naturfasern:** ***Pflanzliche Herkunft:*** Baumwolle, Leinen, Ramie, Hanf, Kokos.
   ***Tierische Herkunft:*** Schafwolle, Angorawolle, Kaschmirhaar, Seide.
   **Chemiefasern:** ***Cellulosefasern:*** Viskose, Cupro, Acetat.
   ***Synthesefasern:*** Polyester, Polyamid, Polyacryl, Polyurethan.

3. Baumwolle ist eine Pflanzenfaser, die nahezu aus reiner Cellulose besteht. Cellulose ist ein Polysaccharid, das aus D-Glucoseeinheiten aufgebaut ist, die über ß-1,4-glykosidische Bindungen miteinander verknüpft sind (Abb.1). Bis zu 14.000 D-Glucosebausteine bilden fadenförmige Riesenmoleküle, die zu Nachbarmolekülen Wasserstoffbrückenbindungen ausbilden. Auf diese Weise entstehen Molekülbündel von etwa 30 Cellulosemolekülen, die sogenannten Elementarfibrillen. Diese Bündel sind zu seilähnlichen Strukturen verdrillt, die sich zu Fasern zusammenlagern. Wolle ist eine Eiweißfaser, die aus fibrillären Proteinen (Skleroproteinen), den Keratinen, besteht. Grundbausteine sind 18 Aminosäuren, die über Peptidbindungen miteinander verknüpft sind. Keratine liegen als spiralförmiges Molekül (α-Helix) vor. Zwei Proteinketten sind zu einer Superhelix verdrillt, zwei Superhelices bilden eine Protofibrille. Je 8 Protofibrillen schließen sich zu einer Mikrofibrille zusammen. Mehrere hundert Mikrofibrillen bilden eine Makrofibrille. Makrofibrillen wiederum lagern sich in Längsrichtung der Wollfaser zusammen (Abb. 2).



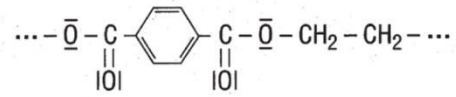
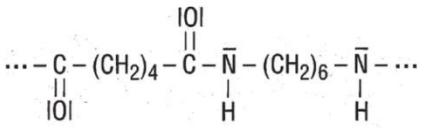

1 Ausschnitt aus einem Cellulosemolekül




2 Aufbau einer Wollfaser

**Anmerkung:** Die Helixstruktur ist die Ursache der großen Faserelastizität. Bei Belastung können die gedrillten Proteinketten in einen gestreckten Zustand übergehen. Tritt Entlastung ein, bildet sich die ursprüngliche Helixstruktur zurück. In den Hohlräumen der Helixstruktur ist ausreichend Platz für die kleinen Wassermoleküle, dadurch kann Wolle größere Mengen Wasser speichern, ohne sich feucht anzufühlen. Durch freie Amino- und Carboxylgruppen in den Seitenketten sind Wollfasern sehr hydrophil. Die wichtigste Wollfaser ist die Schafwolle, doch sind Wollfasern und andere Tierhaare in ihrem chemischen Aufbau im Prinzip gleich.

4. Monomere, deren Moleküle mindestens zwei funktionelle Gruppen besitzen, sind zur Polykondensation fähig. Bei dieser Reaktion werden einfache Verbindungen, z.B. Wasser oder Ammoniak, abgespalten. Sowohl bei der Polykondensation, die zum Polyester führt, als auch bei der entsprechenden Reaktion zum Polyamid aus den dargestellten Monomeren, wird Wasser abgespalten.

| Monomere | Polykondensationsprodukt | Handelsnamen |
|---|---|---|
| <br>Terephthalsäure<br>$HO-CH_2-CH_2-OH$<br>1,2-Ethandiol | <br>linearer Polyester | Trevira ®<br>Diolen ®<br>Dacron ® |
| $HOOC-(CH_2)_4-COOH$<br>Hexandisäure (Adipinsäure)<br>$H_2N-(CH_2)_6-NH_2$<br>1,6-Diaminohexan<br>(Hexamethylendiamin) | <br>Polyamid | Nylon ® |

Chemischer Aufbau von synthetischen Fasern

**Anmerkung:** Polyamide enthalten als Strukturelemente Peptidbindungen, Polyester enthalten als wichtigste funktionelle Gruppe die Estergruppe. Trotz der formalen Ähnlichkeit mit Wolle aufgrund der Peptidbindungen zeigen Polyamide wie alle Chemiefasern grundsätzlich andere Eigenschaften als Naturfasern. So sind sie immer stark hydrophob und können keine größeren Mengen Wasser speichern. Dies ist für die Trage- und Waschеigenschaften der Textilien von großer Bedeutung.

5. Weiße Baumwolle kann im Kochwaschgang (95 °C) gewaschen werden, gefärbte Textilien aus diesem Material können meistens bei 40 °C bis 60 °C gewaschen werden. Wäsche aus Baumwolle kann einlaufen. Wolle ist sehr empfindlich gegenüber Temperatur, hohem pH-Wert und starker mechanischer Beanspruchung. Nicht besonders ausgerüstete Wolltextilien dürfen daher nur schonend und zügig mit der Hand und mit speziellen, pH-neutralen Wollwaschmitteln gewaschen werden. Wolle neigt bei unsachgemäßer Behandlung zum Verfilzen. Filzarm ausgerüstete Wolle ist für den Wollwaschgang bei 30 °C in der Waschmaschine geeignet. Synthetische Fasern dürfen nur bei niedrigen Temperaturen gewaschen werden. Die Temperaturobergrenze ist 60 °C, meist ist der Schonwaschgang vorgeschrieben, d.h. verminderte Beladung und mechanische Bewegung sowie höherer Wasserstand in der Waschmaschine. Genaue Anweisungen zum Waschen von Textilien sind aus den Pflegesymbolen ersichtlich, die in der Kleidung eingenäht sind.

—> s. auch Kopiervorlage 46: Pflegekennzeichen von Textilien

| | | Was ist drin? | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produkttyp** | **Welches Waschmittel wofür?** | Anionische Tenside | Nichtionische Tenside | Kationische Tenside | Enthärter | Bleichmittel | Enzyme | Optische Aufheller | Farbübertragungs inihbitoren |
| **Vollwaschmittel Pulver oder Tabs** | | | | | | | | | |
| **Colorwaschmittel Pulver oder Tabs** | | | | | | | | | |
| **Vollwaschmittel flüssig** | | | | | | | | | |
| **Colorwaschmittel flüssig** | | | | | | | | | |
| **Feinwaschmittel Pulver oder flüssig** | | | | | | | | | |
| **Wollwaschmittel** | | | | | | | | | |
| **Weichspüler** | | | | | | | | | |

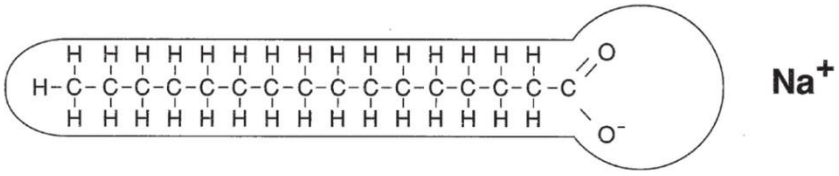
| | | Was ist drin? | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produkttyp** | **Welches Waschmittel wofür?** | Anionische Tenside | Nichtionische Tenside | Kationische Tenside | Enthärter | Bleichmittel | Enzyme | Optische Aufheller | Farbübertragungsinhibitoren |
| **Vollwaschmittel Pulver oder Tabs** | Für weiße und stark verschmutzte Textilien. Wirkt keimtötend und geruchstilgend. | + | + | | + | + | + | + | |
| **Colorwaschmittel Pulver oder Tabs** | Für farbige Textilien, weil ohne Bleichmittel und Optische Aufheller. Nicht für Wolle geeignet. | + | + | | + | | + | | + |
| **Vollwaschmittel flüssig** | Für weiße Textilien. Nicht für Wolle geeignet. Weniger geeignet bei farbintensiven, bleichbaren Flecken. Flüssigwaschmittel leistungsstark bei fetthaltigen Verschmutzungen. | + | + | | | | + | + | |
| **Colorwaschmittel flüssig** | Für farbige Textilien, weil ohne Bleichmittel und Optische Aufheller. Nicht für Wolle geeignet. | + | + | | | | + | | + |
| **Feinwaschmittel Pulver oder flüssig** | Für alles leicht Verschmutzte und Feine. | + | + | | + | | + | | |
| **Wollwaschmittel** | Für Wolle und Seide, weil pH-neutral und faserschonend. | + | + | | | | | | |
| **Weichspüler** | Nachhandlungsmittel zum Weichspülen der Wäsche. | | | + | | | | | |

**Anmerkung:** Aus Platzgründen wurden nicht alle marktüblichen Waschmitteltypen mit in das Arbeitsblatt aufgenommen.

| Inhaltsstoffe | Funktion |
|---|---|
| Anionische Tenside | |
| Nichtionische Tenside | werden in Waschmitteln zusammen mit anionischen Tensiden eingesetzt. Sie steigern die Waschkraft bei tiefen Waschtemperaturen. |
| Kationische Tenside | |
| Enthärter | beseitigen die . Sie sind in der Lage, mit – und Magnesium-Ionen, den Härtebildnern des Wassers, zu reagieren und sie für die Dauer des Waschvorganges , so dass sich keine auf Textilien oder Maschinenbauteilen bilden. |
| Bleichmittel | die im Wäscheschmutz vorkommenden Farbstoffe und sie dadurch. Bleichaktivatoren erhöhen die Wirksamkeit von Bleichmitteln bei niedrigen Temperaturen. Sie tragen zur Hygiene und Entfernung von Geruchsschmutz bei. |
| Enzyme | **Proteasen** zum Beseitigen von ; **Amylasen** zum Entfernen von ; **Lipasen** zum Spalten ; **Cellulasen** zum Glätten von und damit zur Erhaltung der |
| **Hilfsstoffe** | |
| Optische Aufheller | Zur Erzeugung eines strahlenden der Wäsche |
| Farbübertragungs-inhibitoren | Vermindern auf andere Wäscheteile. |

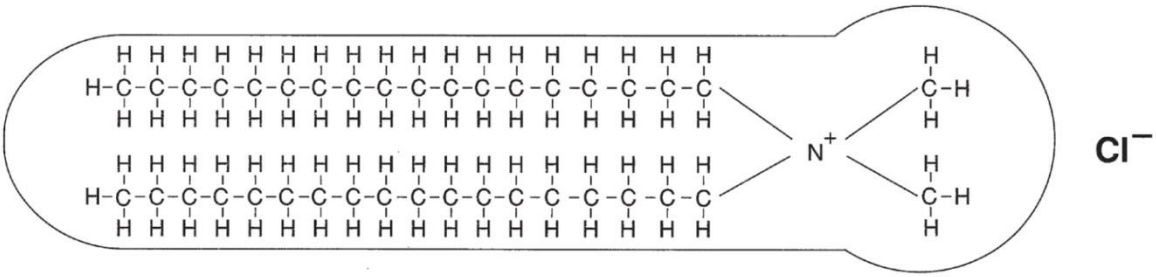
| Inhaltsstoffe | Funktion |
|---|---|
| Anionische Tenside | *lösen den Schmutz von der Faser (Primärwaschwirkung) und verhindern die Wiederablagerung auf dem Gewebe (Sekundärwaschwirkung).*<br>*Sie sind die am häufigsten verwendeten waschaktiven Substanzen in modernen Wasch- und Reinigungsmitteln* |
| Nichtionische Tenside | werden in Waschmitteln zusammen mit anionischen Tensiden eingesetzt. Sie steigern die Waschkraft bei tiefen Waschtemperaturen. |
| Kationische Tenside | *haben keine Waschwirkung. Sie beeinflussen aber die Oberflächenbeschaffenheit der Fasern so, dass die Wäschestücke weich werden. Deshalb werden sie in Weichspülern eingesetzt.* |
| Enthärter | beseitigen die *Wasserhärte*. Sie sind in der Lage, mit *Calcium* – und Magnesium-Ionen, den Härtebildnern des Wassers, zu reagieren und sie für die Dauer des Waschvorganges *zu binden*, so dass sich keine *Ablagerungen* auf Textilien oder Maschinenbauteilen bilden. |
| Bleichmittel | *oxidieren* die im Wäscheschmutz vorkommenden Farbstoffe und *entfärben* sie dadurch. Bleichaktivatoren erhöhen die Wirksamkeit von Bleichmitteln bei niedrigen Temperaturen. Sie tragen zur Hygiene und Entfernung von Geruchsschmutz bei. |
| Enzyme | **Proteasen** zum Beseitigen von *eiweißhaltigem Schmutz*; **Amylasen** zum Entfernen von *stärkehaltigen Anschmutzungen*; **Lipasen** zum Spalten *natürlicher Fette*; **Cellulasen** zum Glätten von *Baumwollfasern* und damit zur Erhaltung der *Farbbrillianz* |
| **Hilfsstoffe** | |
| Optische Aufheller | Zur Erzeugung eines strahlenden *Weißtones* der Wäsche |
| Farbübertragungs-inhibitoren | Vermindern *die Farbübertragung* auf andere Wäscheteile. |

## Anionisches Tensid



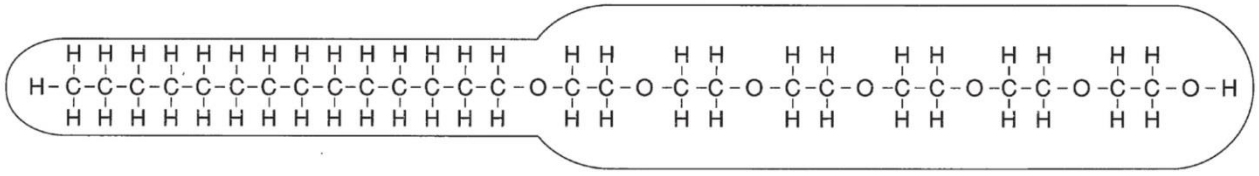

Beispiel: Seife

## Kationisches Tensid



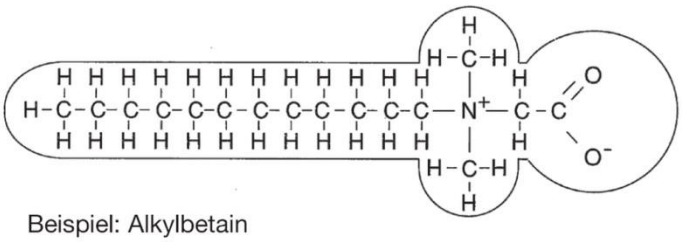

Beispiel: Distearyldimethylammoniumchlorid

## Nichtionisches Tensid



Beispiel: Fettalkoholethoxylat

## Amphoteres Tensid



Beispiel: Alkylbetain

**Aufgaben:**

1. Nennen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Aufbau der verschiedenen Tensidarten.
2. Worauf beruht die Waschwirkung der verschiedenen Tensidarten?

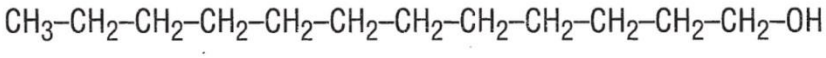
1. Das der Seife zugrundeliegende Strukturprinzip ist allen Tensiden gemeinsam: Die Teilchen besitzen sowohl ein polares als auch ein unpolares Ende. Der polare Teil bestimmt die Zuordnung zur Tensidart: Bei den anionischen Tensiden endet das Teilchen mit einer negativ geladenen Gruppe, bei den kationischen Tensiden mit einer positiv geladenen Gruppe. Die amphoteren Tenside sind Zwitterionen, die nichtionischen Tenside haben keinen Ionencharakter.

**Anmerkung:** Da hydrophober und hydrophiler Molekülanteil in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen müssen, ist bei nichtionischen Tensiden die hydrophile Gruppe aufgrund fehlender elektrischer Ladungen wesentlich voluminöser als die der anderen Tensidarten.

2. Alle Tenside lagern sich bevorzugt an Grenzflächen an und erniedrigen die Grenzflächenspannung des Wassers. Dadurch begünstigen sie die Benetzung hydrophober Flächen und ermöglichen die Schmutzablösung. Trotz dieser Gemeinsamkeiten gibt es beim Waschvorgang zwischen den einzelnen Tensidarten deutliche Unterschiede. Der unpolare, hydrophobe Rest der **anionischen Tenside** tritt mit anderen unpolaren Stoffen, z.B. dem Schmutz oder der Textilfaser, in Wechselwirkung. Der polare und hydrophile „Kopf“ der anionischen Tenside ragt in die wässrige Lösung. Schmutz und Faser werden von einer hydrophilen Schicht umgeben. Dadurch wird eine Ablösung des Schmutzes ermöglicht (vgl. auch Arbeitsblatt 14 „Der Mechanismus der Schmutzablösung“). **Nichtionische Tenside** verhalten sich ähnlich, denn die fehlende elektrische Ladung wird bei nichtionischen Tensiden durch eine bedeutend größere hydrophile Gruppe ausgeglichen. **Amphotere Tenside** zeigen genau wie anionische und nichtionische Tenside eine sehr gute Waschaktivität. **Kationische Tenside** zeigen keine Waschwirkung. Sie orientieren sich aufgrund der elektrischen Anziehungskräfte mit ihrer positiven Ladung in Richtung negativ geladener Grenzflächen. Da die Textilfasern unter den üblichen Waschbedingungen meist negativ geladen sind, ragt also der hydrophobe Anteil zumindest teilweise in Richtung wässrige Lösung, die Schmutzablösung wird nicht gefördert, sondern erschwert.

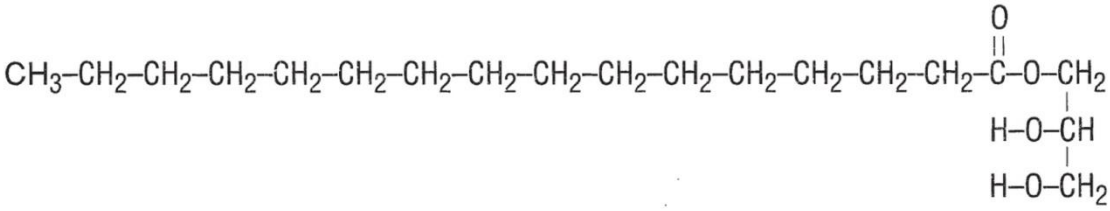
Folgende Substanzen sollen auf Ihre Eignung als Tensid überprüft werden:

A



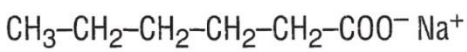
1-Dodecanol (Laurylalkohol)

B



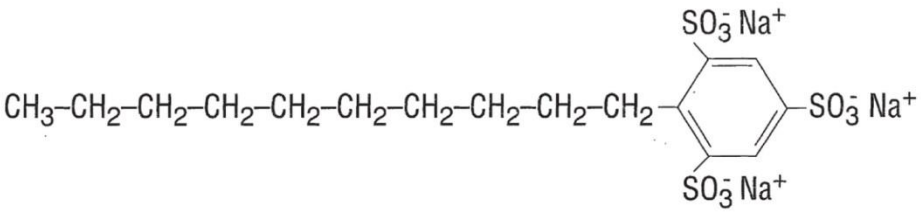
2,3-Dihydroxipropyl-hexadecanoat (Monoester des Glycerins mit Palmitinsäure)

C



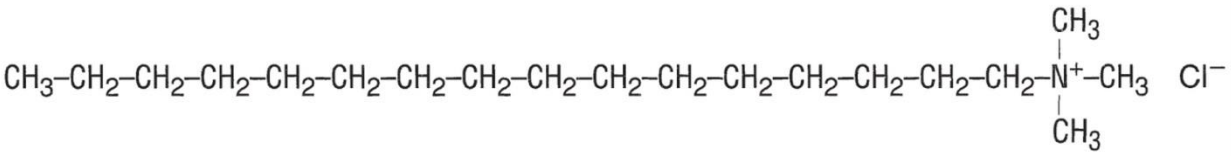
Natrium-hexanoat (Natriumsalz der Hexansäure)

D



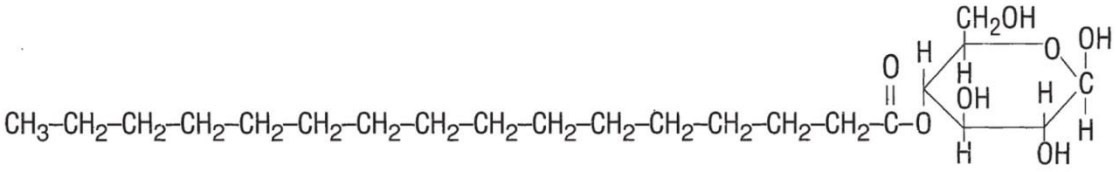
Trinatrium-2-decylbenzol-1,3,5-trisulfonat

E



Hexadecyltrimethylammoniumchlorid

F



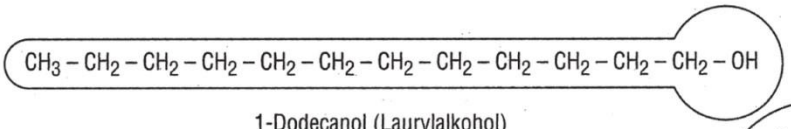
Glucose-4-palmitat (Palmitinsäureglucosid)

**Aufgaben:**

1. Kennzeichnen Sie hydrophile und hydrophobe Anteile im Molekül.
2. Begründen Sie, welche Substanzen als Tensid geeignet sind und welche nicht.
3. Ordnen Sie die als Tenside erkannten Substanzen den entsprechenden Tensidklassen (anionische, kationische oder nichtionische Tenside) zu.

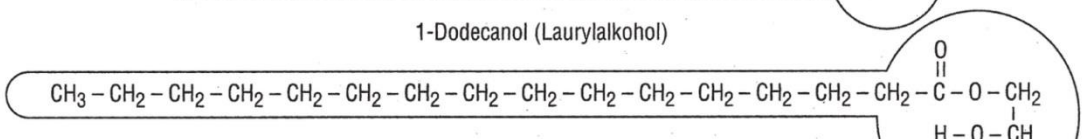
1

A



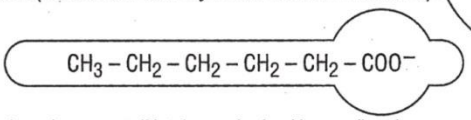

1-Dodecanol (Laurylalkohol)

B



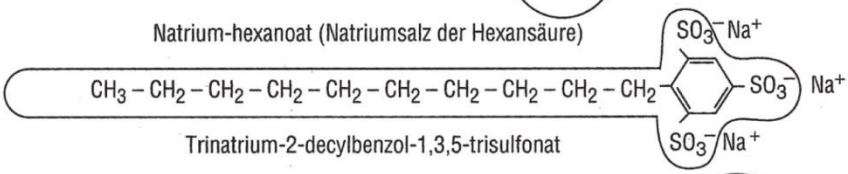

2,3-Dihydroxipropyl-hexadecanoat (Monoester des Glycerins mit Palmitinsäure)

C



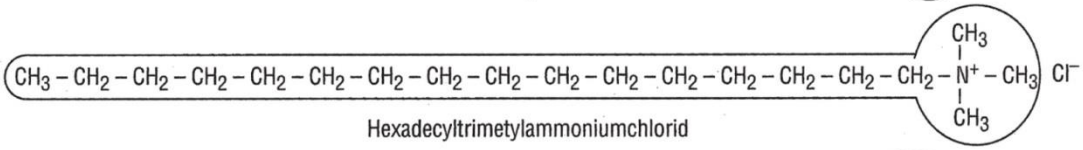

Natrium-hexanoat (Natriumsalz der Hexansäure)

D



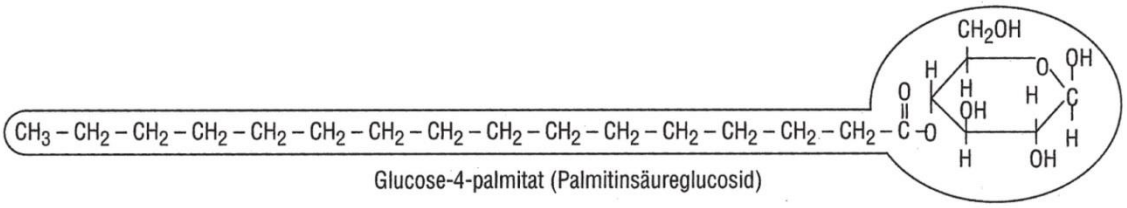

Trinatrium-2-decylbenzol-1,3,5-trisulfonat

E




Hexadecyltrimetylammoniumchlorid

F




Glucose-4-palmitat (Palmitinsäureglucosid)

2./3. A Zu kleine hydrophile Gruppe:
kein Tensid.

B Ausgewogenes Verhältnis von hydrophiler und hydrophober Gruppe:
nichtionisches Tensid.

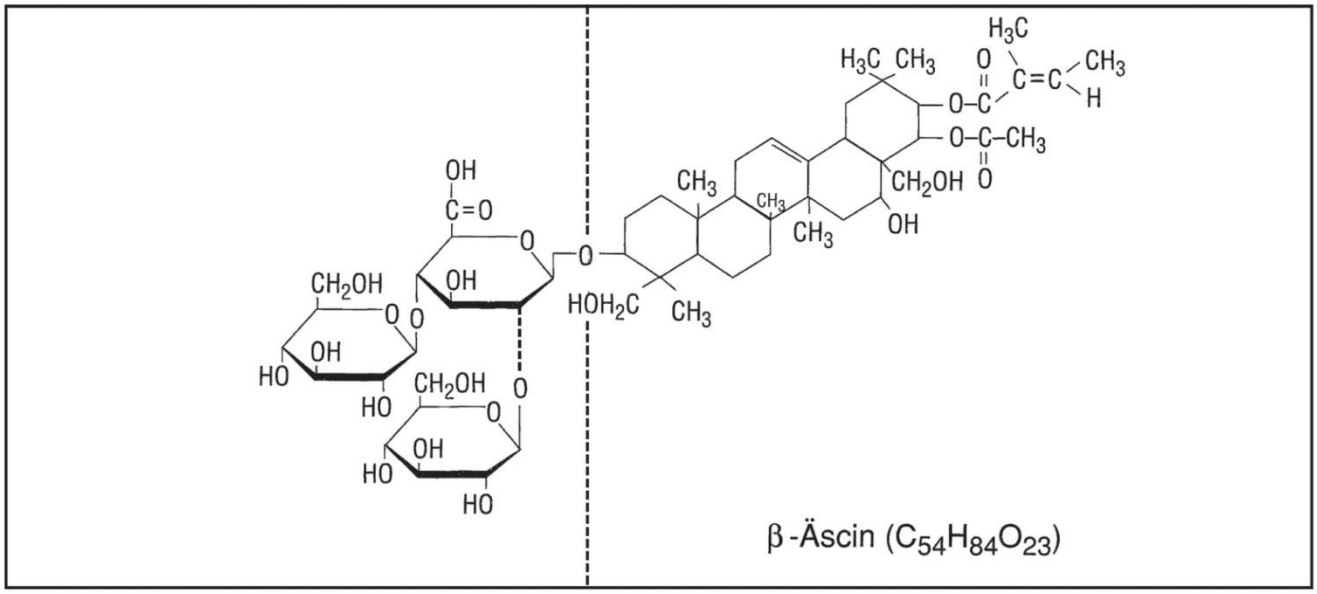
C Zu kurzer hydrophober Rest, hydrophiler Charakter überwiegt:
kein Tensid.

D Zu starke hydrophile Eigenschaften durch drei anionische Gruppen:
kein Tensid.

E Ausgewogenes Verhältnis von hydrophiler und hydrophober Gruppe:
kationisches Tensid.

F Ausgewogenes Verhältnis von hydrophiler und hydrophober Gruppe:
nichtionisches Tensid.

Im Herbst 1984 stieß ein Schüler in einem Naturkundebuch zufällig auf einen Hinweis über die Eignung von Rosskastanien als „alternativem“ Waschmittel. Literaturrecherchen ergaben, daß die waschaktive Substanz der Rosskastanie zur Gruppe der Saponine gehört, Äscin genannt wird und zu ca. 10 % in der Rosskastanie enthalten ist. Diese Thematik wurde dann Ausgangspunkt einer Arbeit zum Wettbewerb „Jugend forscht“. Dort wurden die Eigenschaften von Äscin untersucht und praktische Tests zum Waschverhalten durchgeführt.




Strukturformel von Äscin

**Rezept zum Waschen mit Rosskastanien:**
Sieben mittelgroße Rosskastanien werden mit Hilfe eines Messers von der harten Schale befreit. Anschließend werden sie in einer Nuss- oder Mandelmühle gemahlen. Die geriebenen Kastanien werden in ein Leinensäckchen oder einen zugeknoteten Strumpf gefüllt und direkt mit der Wäsche in die Waschtrommel gelegt. Das gewünschte Waschprogramm wird eingestellt, weitere Zusätze sind nicht erforderlich.

**Aufgaben:**

1. Zeigen Sie mit Hilfe der Strukturformel, inwieweit Äscin Grenzflächenaktivität zeigen kann. Welcher Gruppe der Tenside ist Äscin zuzuordnen?
2. Erkennen Sie in der Natur vorkommende Bausteine im Molekül wieder?
3. Welche Schwierigkeiten werden beim Einsatz von Rosskastanien bzw. Rosskastanienextrakt als Waschmittel auftreten?

1. Charakteristisch für Äscin wie für alle Saponine ist ein stark hydrophiler Kohlenhydratrest, der mit einem unpolaren polycyclischen Kohlenwasserstoffrest verbunden ist. Aufgrund dieser Struktur ist Äscin den nichtionischen Tensiden zuzuordnen.

**Anmerkung:** Von den synthetischen Tensiden zeigen Alkylpolyglucoside (APG) eine gewisse strukturelle Verwandtschaft mit Äscin.

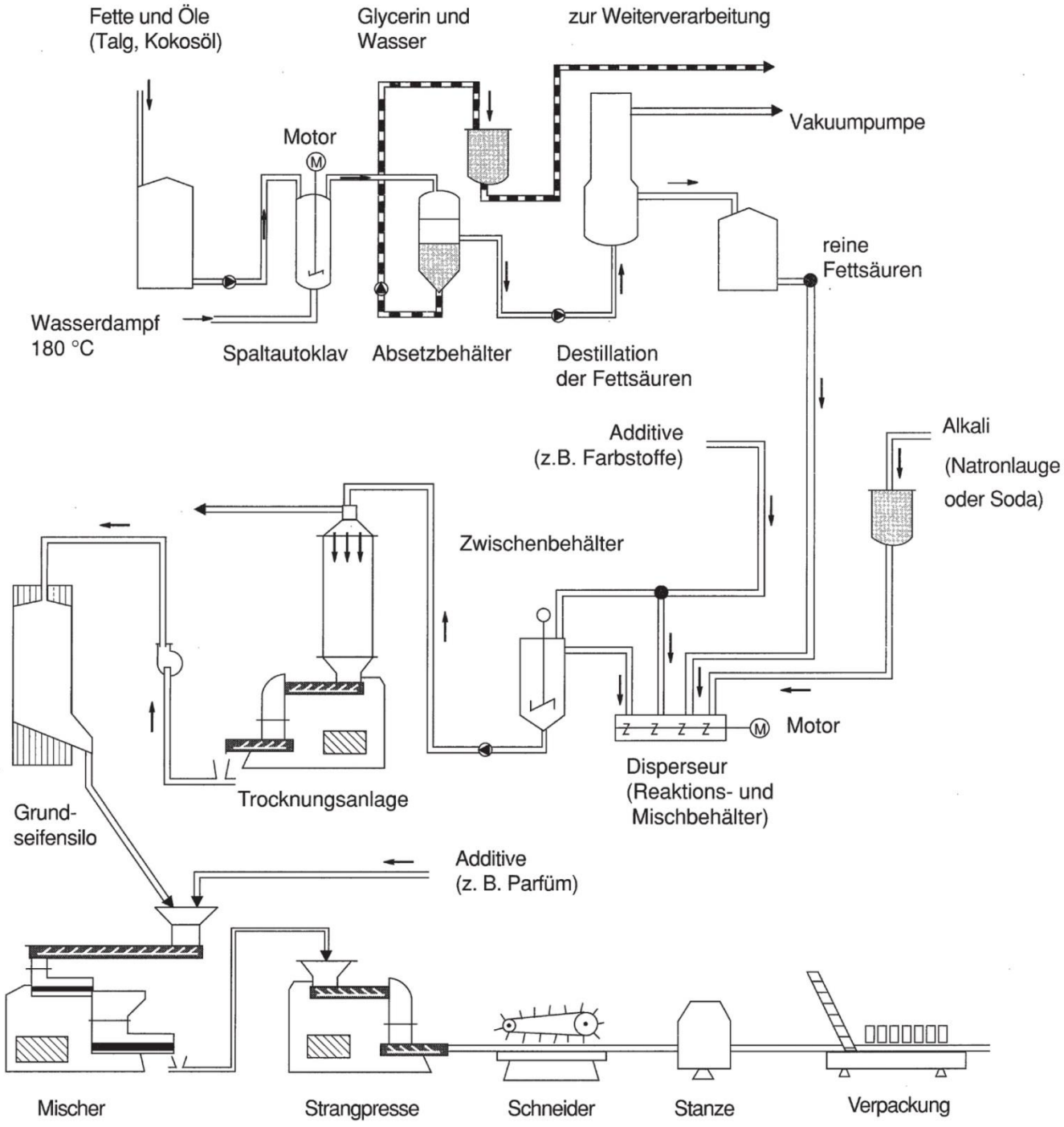
2. Äscin enthält zwei Glucosereste, die an Glucuronsäure gebunden sind. Glucuronsäure ist über eine glucosidische Bindung mit dem polycyclischen Kohlenstoffgerüst verbunden. Dieser kompliziert aufgebaute Molekülteil ist charakteristisch für Äscin und zeigt durch die typische Anordnung der Ringstrukturen Verwandtschaft mit Naturstoffen, die sich vom Triterpen ableiten (z.B. β-Amyrin). Auch eine Ähnlichkeit mit den Steroidderivaten, zu diesen gehören Cholesterol, männliche und weibliche Sexualhormone und die Hormone der Nebennierenrinde, ist zu erkennen.

**Anmerkung:** Die Ähnlichkeit mit körpereigenen Substanzen darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß Äscin aufgrund seiner Grenzflächenaktivität wie alle Tenside stark toxisch auf Gewässerorganismen wirkt. Bekannt ist bei Saponinen weiterhin eine starke hämolytische Wirkung.

3. Ein modernes Waschmittel muß folgende Forderungen erfüllen:

   – Gute Waschleistungen bei jeder Wasserhärte
   – Günstiger Preis
   – Ausreichende Lagereigenschaften und gleichbleibende Produktqualität

   Diese Grundvoraussetzungen werden von Rosskastanien nicht erbracht.

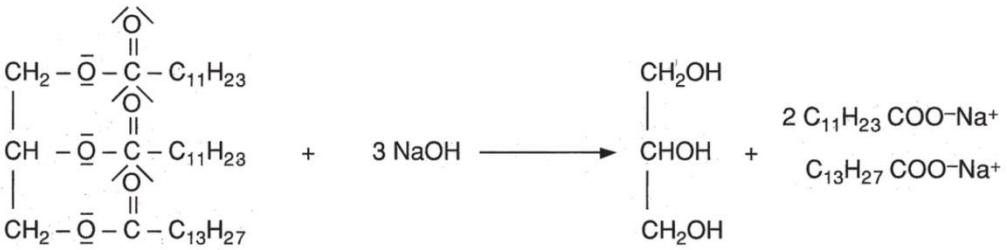



1 Schematische Darstellung der Herstellung von Seife

**Aufgaben:**

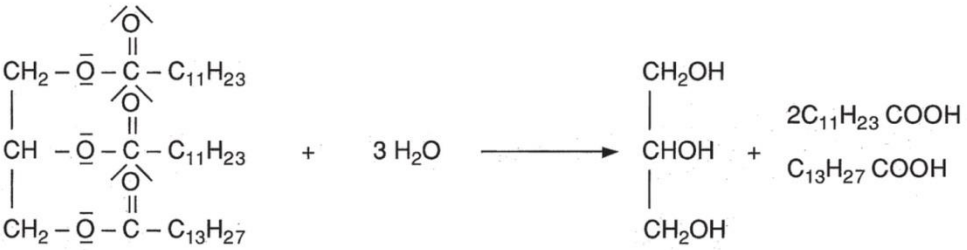
1. Stellen Sie die Reaktionsgleichungen zur Bildung von Seife aus Natronlauge und Fett auf (historisches Herstellungsverfahren). Was unterscheidet Natrium- und Kaliseifen?
2. Moderne großtechnische Verfahren zur Seifenherstellung arbeiten in einem mehrstufigen Verfahren. Die wichtigsten Stationen sind: Spaltautoklav, Destillation und Disperseur. Entnehmen Sie der Abbildung, welche Prozesse in den genannten Stationen ablaufen. Welche Funktion besitzt die Vakuumpumpe?
3. Vergleichen Sie die moderne Seifenproduktion mit der historischen Seifensynthese nach Art der Seifensieder. Welche Vorteile bieten die modernen Verfahren?

1. Beim Erhitzen von Fetten oder Ölen mit Lauge erfolgt eine Spaltung der Fette in Glycerin und die Anionen der am Aufbau des Fettes beteiligten Fettsäuren:

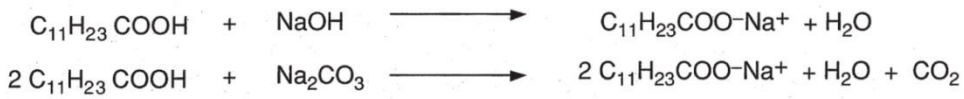



Die Verseifung mit Natronlauge führt zu festen Seifen, den **Kernseifen**, dagegen bilden sich mit Kalilauge die weicheren **Schmierseifen.**

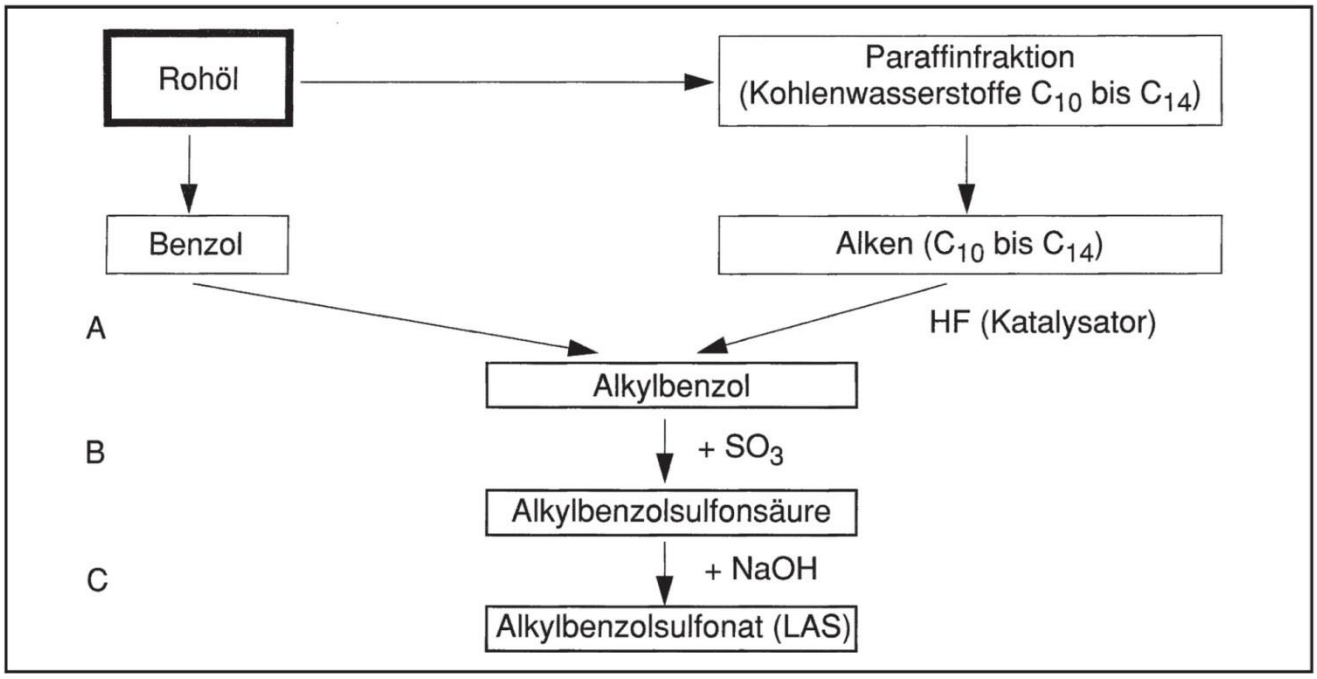
2. **Spaltautoklav:** Hydrolytische Spaltung der Fette in Fettsäuren und Glycerin durch überhitzten Wasserdampf. (Unter hohem Druck bei etwa 180 °C). Die **Destillation** der Fettsäure ist notwendig, um Verunreinigungen zu entfernen. Das Anlegen eines **Vakuums** ist erforderlich, um die hohen Siedetemperaturen der Fettsäuren herabzusetzen.




**Disperseur:** Neutralisation der Fettsäuren mit Soda oder Natronlauge.




3. Nach dem historischen Verfahren werden Fette oder Öle mit Natron- oder Kalilauge direkt verseift. Durch „Aussalzen“ mit konzentrierter Natriumchloridlösung scheidet sich die Seife nach beendeter Reaktion ab und kann von überschüssiger Lauge, Wasser und Glycerin abgetrennt werden. Die moderne großtechnische Seifensynthese verläuft in zwei Schritten. Zuerst werden die Fette und Öle hydrolytisch gespalten. Das Glycerin wird abgetrennt. Im zweiten Schritt findet eine Neutralisation der Säuren mit Natronlauge oder Soda statt (zur Herstellung von Schmierseife wird Kalilauge verwendet). In weiteren Verarbeitungsprozessen kann die Rohseife durch Zusätze, z.B. Duft- oder Farbstoffe, verfeinert und dem speziellen Verwendungszweck angepaßt werden. Vorteile: Es handelt sich um ein kontinuierliches Verfahren. Die Abtrennung des wertvollen Rohstoffes Glycerin ist wesentlich einfacher, die Reaktionsbedingungen lassen sich genauer kontrollieren und steuern.




Fließschema zur Synthese von linearen Alkylbenzolsulfonaten (LAS) aus Erdöl

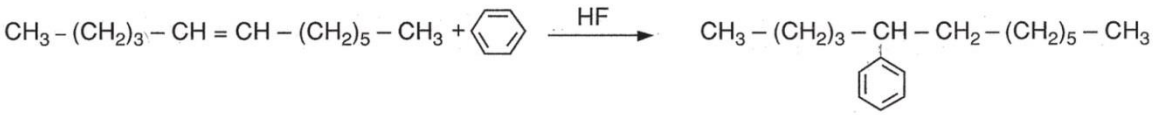
Im Fließschema sind die Reaktionsschritte, die zur Bildung von LAS führen, angedeutet. Bei der Herstellung von LAS spielen klassische Reaktionstypen der organischen Chemie eine wichtige Rolle.

**Aufgaben:**

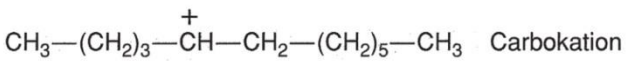
Auf der Kopiervorlage 18 „Formeln wichtiger Tenside: Aniontenside“ ist die allgemeine Formel von linearen Alkylbenzolsulfonaten (LAS) wiedergegeben. Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen zu den Reaktionsschritten A bis C ausgehend von einem geradekettigen C12-Alken (Dodecen, $C_{12}H_{24}$), wobei die nachfolgenden Fragen der schrittweisen Erarbeitung der einzelnen Gleichungen dienen.

1. Was versteht man unter einer Friedel-Crafts-Alkylierung? Welche Rolle spielt der Katalysator Fluorwasserstoff?
2. Im Reaktionsschritt B findet eine Zweitsubstitution am Benzolring statt. Welchen Einfluss haben Erstsubstituenten auf die Zweitsubstitution? Wie kann man erklären, daß die Sulfonsäuregruppe ausschließlich in para-Stellung dirigiert wird?
3. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung zu Reaktionsschritt C.

1. Die Friedel-Crafts-Alkylierung ist eine wichtige elektrophile Substitution an aromatischen Systemen. Sie ermöglicht es, Wasserstoffatome im Benzolring durch Alkylreste zu ersetzen. Als Alkylierungsreagenz kann entweder ein Halogenalkan oder ein Alken eingesetzt werden. Die Reaktion von Dodecen, $C_{12}H_{24}$, mit Benzol verläuft nach folgender Reaktionsgleichung:



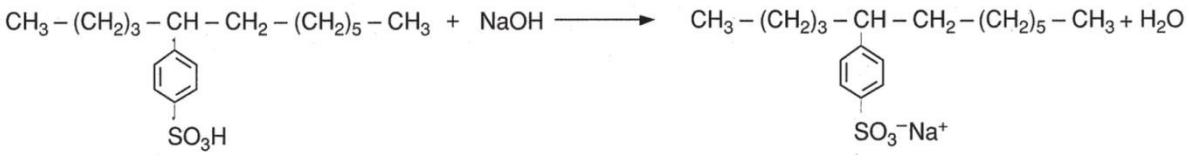

**Anmerkung:** Die obige Reaktionsgleichung ist ein exemplarisches Beispiel einer möglichen Reaktion. Dodecen besteht aus einer Anzahl isomerer Verbindungen, insgesamt 6, je nach Lage der Doppelbindung. Es ist daher die Bildung von insgesamt 6 isomeren Alkylbenzolen möglich. Als Katalysator findet Fluorwasserstoff (HF) Verwendung. Er reagiert mit dem Alken in einem vorgelagerten Reaktionsschritt unter Bildung eines Carbokations (auch Carbeniumion genannt). Diese Reaktion führt zur Bildung eines starken Elektrophils, welches nun am Benzolring angreifen kann.



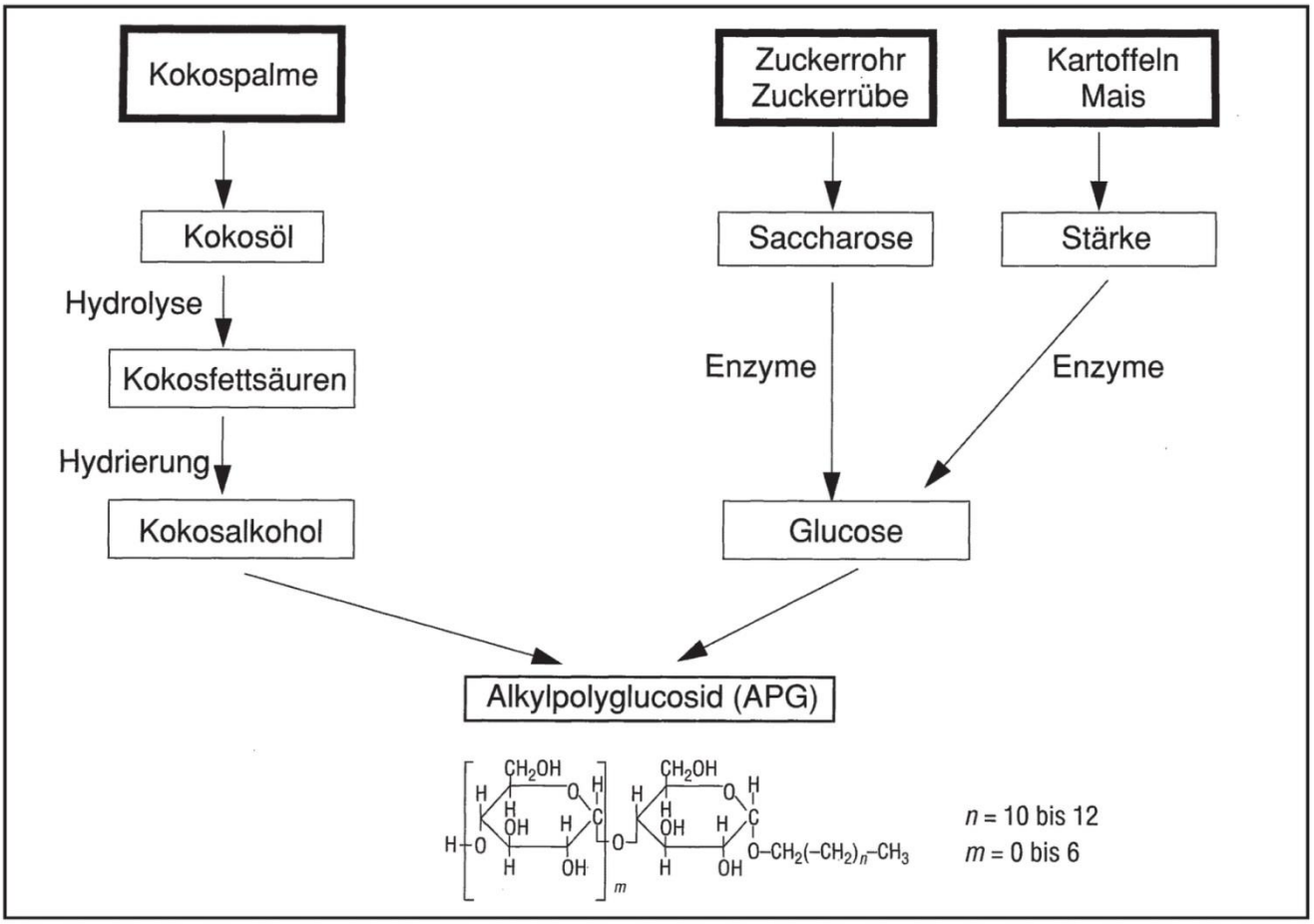

2. Schwefeltrioxid enthält aufgrund der drei stark elektronegativen Sauerstoffatome ein positiv polarisiertes Schwefelatom. Es ist genügend elektrophil, um direkt mit dem Benzolring zu reagieren.




3. Der langkettige Alkylrest gehört genau wie eine Methylgruppe (-$CH_3$) zu den Substituenten 1. Ordnung. Diese Substituenten dirigieren bevorzugt in ortho- und para-Stellung. Eine Reaktion in ortho-Stellung ist nicht möglich, wenn zwei räumlich ausgedehnte funktionelle Gruppen wie die Sulfonsäuregruppe und ein langkettiger Alkylrest miteinander reagieren. In diesem Fall bildet sich fast ausschließlich eine para-Alkylbenzolsulfonsäure.



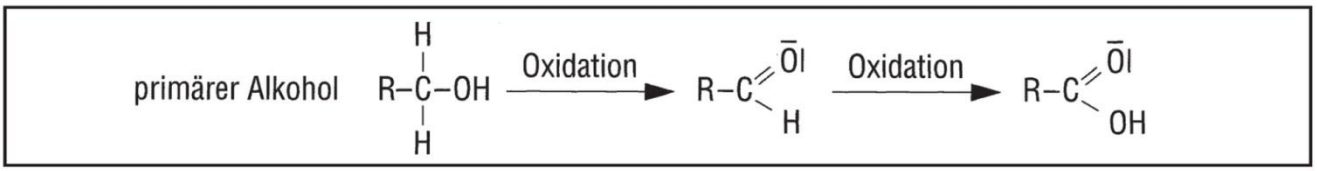

**Anmerkung:** Neben dem Salz, dem Alkylbenzolsulfonat, entsteht Wasser. Will man reines LAS erhalten, so muß dieses erst wieder abgetrennt werden. In der Technik geschieht dies nicht, sondern LAS kommt als etwa 60 %ige Lösung in den Handel. Bei der Herstellung von pulverförmigen Waschmitteln wird das überschüssige Wasser während des Produktions- und Mischprozesses entfernt.




Fließschema zur Synthese von Alkylpolyglucosiden (APG) aus nachwachsenden Rohstoffen

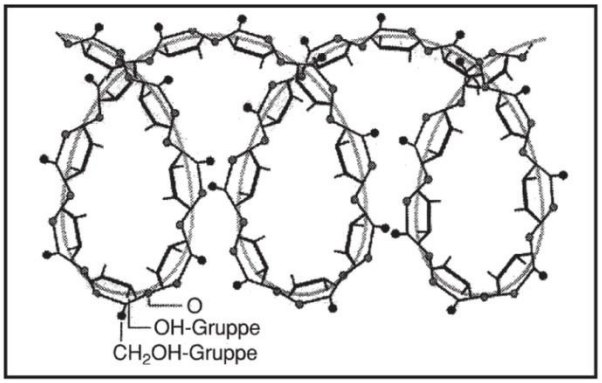
**Aufgaben:**

1. Beschreiben Sie den chemischen Aufbau von Stärke. Wie läßt sich Stärke in Glucose überführen?
2. Primäre Alkohole können zu Carbonsäuren oxidiert werden. Tragen Sie in die Tabelle die jeweiligen Oxidationszahlen des Kohlenstoffatoms ein. Nennen Sie geeignete Oxidationsmittel zur Durchführung der Oxidation von Alkoholen. Wie läßt sich die Reaktion umkehren, das heißt, wie können aus Carbonsäuren primäre Alkohole hergestellt werden?

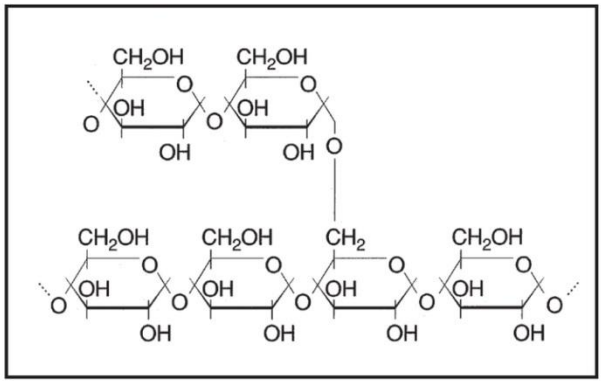



3. Nennen Sie Tenside, die überwiegend aus Rohöl bzw. überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden.

1. Stärke läßt sich durch Verhältnisformel $C_6H_{10}O_5$ beschreiben. Sie besteht aus Amylose und Amylopektin. Beide Stärkearten bestehen aus $\alpha$-D-Glucose, unterscheiden sich jedoch in ihren Eigenschaften und ihrer Struktur. Amylose ist in warmem Wasser löslich, Amylopektin bleibt ungelöst. Amylose bildet lange Ketten von 100 bis 1400 Glucose-Einheiten, die ausschließlich über 1,4-glycosidische Bindungen verknüpft sind. Amylopektin besitzt zusätzlich noch Seitenketten von 15 bis 18 Glucoseeinheiten, die über eine 1,6-glycosidische Bindung mit dem Hauptstrang verbunden sind.



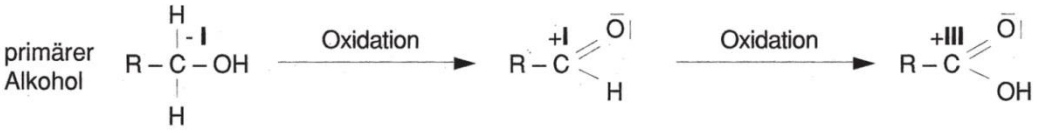

1 Ausschnitt aus einem Amylosemolekül




2 Verzweigungsstelle eine Amylopektinmoleküls

Stärke läßt sich durch hydrolytische Spaltung unter dem Einfluß von Säuren oder Enzymen (Amylasen) in Glucose überführen. Großtechnisch erfolgt die Spaltung durch Enzyme.

2.

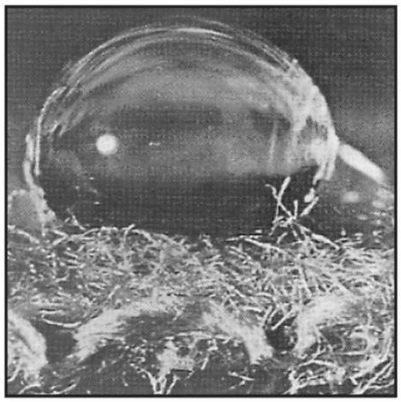



Alkohole lassen sich mit Kupfer (II)-oxid (CuO) oder Kaliumchromat ($K_2CrO_4$) oxidieren. Zur Umkehrung dieser Reaktion benötigt man ein starkes Reduktionsmittel, geeignet ist elementarer Wasserstoff (Hydrierung). Aus Carbonsäuren lassen sich auf diese Weise primäre Alkohole herstellen, der Wasserstoff reagiert mit dem Sauerstoff der Carboxylgruppe zu Wasser.

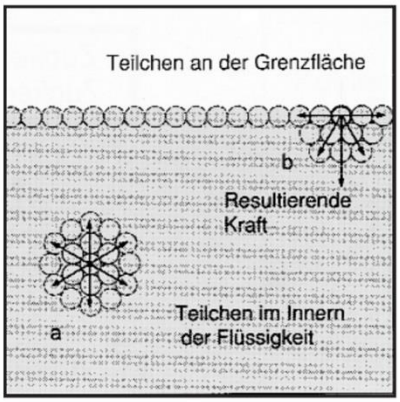
**Anmerkung:** Diese Reaktion verlangt in der Praxis recht drastische Bedingungen von etwa 260 °C. Dabei entstehen viele unerwünschte Nebenprodukte. Schonender läßt sich die Hydrierung durchführen, wenn anstelle der freien Carbonsäuren die entsprechenden Methylester eingesetzt werden. Die technische Synthese von Fettalkoholen wird daher heute überwiegend aus Fettsäuremethylestern durchgeführt. C-C-Doppelbindungen werden ebenfalls hydriert, so dass sich nach der genannten Methode ausschließlich gesättigte Fettalkohole herstellen lassen.

3. **Überwiegend aus Erdöl:** Alkylbenzolsulfonate (LAS), sekundäre Alkansulfonate (SAS).

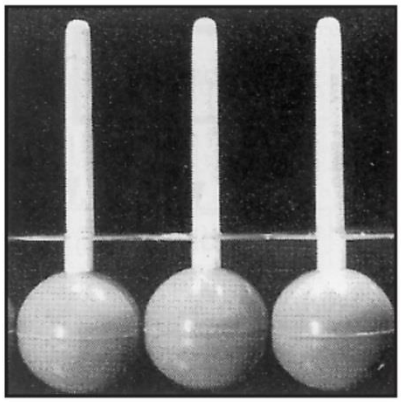
**Überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen**: Seife, Fettalkoholsulfate (FAS), Fettalkoholethersulfate (FES), Fettalkoholethoxylate (FAEO), Alkylpolyglucosid (APG), Alkylbetain.



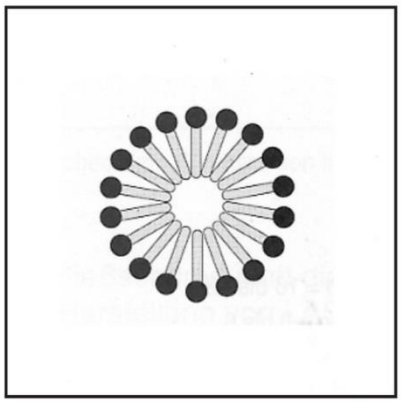
1 Wassertropfen auf hydrophobem Gewebe



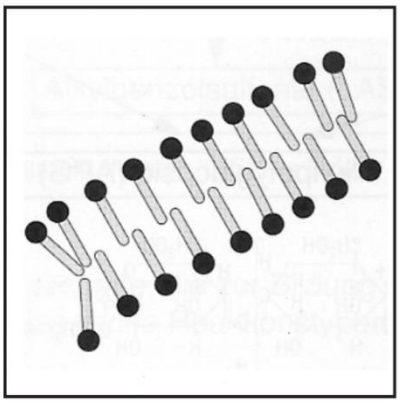

2 Wirkung zwischenmolekularer Kräfte im Inneren (a) und an der Oberfläche (b) einer Flüssigkeit



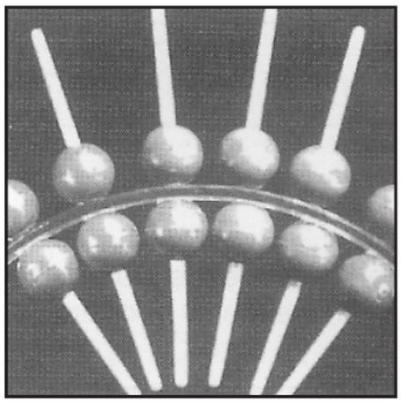
3 Modelle von Tensidanionen an der Wasseroberfläche



4 Eine Kugelmicelle



5 Eine Stabmicelle



6 Eine Tensidlamelle mit Modellen von Tensidanionen

| sehr geringe Tensidkonzentrationen | geringe bis mittlere Tensidkonzentrationen | mittlere bis hohe Tensidkonzentrationen |
|---|---|---|
| Bevorzugte Orientierung der Tensidionen bzw. - moleküle an der Oberfläche. Nur sehr wenig Tensidteilchen innerhalb der Lösung. | Die Oberfläche ist mit Tensidionen bzw. - molekülen gesättigt. Innerhalb der Lösung beginnt die Bildung von Micellen. | Die Oberfläche ist mit Tensidionen bzw. - molekülen gesättigt. Überwiegend Tensidteilchen innerhalb der Lösung in Form von Kugel- und Stabmicellen. |

7 Angaben zur Orientierung von Tensidmolekülen in wässriger Lösung

**Aufgaben:**

1. Kommentieren Sie die Abbildungen 1 und 2.
2. Gegeben sind die Oberflächenspannungen einiger Flüssigkeiten bei 20 °C: Quecksilber: 470 $mN \cdot m^{-1}$; Wasser: 73 $mN \cdot m^{-1}$; n-Hexan: 18 $mN \cdot m^{-1}$; wäßrige Seifenlösung: 26 $mN \cdot m^{-1}$. Warum unterscheiden sich die Oberflächenspannungen von Quecksilber, Wasser und n-Hexan?
3. Begründen Sie die Herabsetzung der Oberflächenspannung des Wassers durch eine Tensidlösung (Abbildung 3).
4. Abbildung 4 zeigt eine Kugelmicelle, Abbildung 5 eine Stabmicelle. Erklären Sie mit Hilfe von Tabelle 7 den Begriff kritische Micellbildungskonzentration.
5. In Abbildung 6 ist eine Tensidlamelle mit Modellen dargestellt. Das Plexiglas stellt eine dünne Wasserschicht dar. Erklären Sie mit Hilfe von Abbildung 6, warum alle Tensidlösungen beim Schütteln stark schäumen.

1. Der Zusammenhalt der Flüssigkeit beruht auf den zwischen den Wassermolekülen wirkenden Anziehungskräften, den Kohäsionskräften. Ein Molekül im Inneren einer Flüssigkeit ist überall von Nachbarmolekülen umgeben. Die zwischen den Molekülen wirkenden Kräfte heben sich deshalb auf (a). Ein Molekül an der Oberfläche, der Grenzfläche zu Luft, ist dagegen nur an den Seiten und dem Inneren der Flüssigkeit von Nachbarmolekülen umgeben. Die anziehenden Kräfte heben sich deshalb nicht auf, sondern setzen sich zu einer resultierenden Kraft zusammen, die senkrecht zur Oberfläche in das Flüssigkeitsinnere gerichtet ist (b). Als Folge davon versucht jede Flüssigkeit, eine möglichst geringe Oberfläche einzunehmen, es entsteht die typische Tropfenform.

2. Die Größe der Oberflächenspannung wird durch die Stärke der Kohäsionskräfte festgelegt. Zu diesen gehören: van-der-Waals-Kräfte, Dipolkräfte, Wasserstoffbrückenbindungen, metallische Bindungen. Die Kohäsionskräfte im Quecksilber sind wegen der metallischen Bindung sehr stark. Zwischen den Wassermolekülen herrschen ebenfalls, verursacht durch Wasserstoffbrückenbindungen, große Anziehungskräfte. Die Größe der van-der-Waals-Kraft steigt mit der Molekülgröße. Bei kleinen, unpolaren Molekülen wie n-Hexan mit einer molaren Masse unter 100 $g \cdot mol^{-1}$ ist die Anziehungskraft der Moleküle untereinander wesentlich geringer als dies bei den anderen genannten Kohäsionskräften der Fall ist.

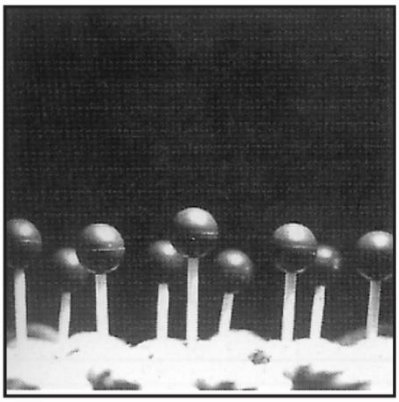
3. Aufgrund ihrer besonderen Struktur (siehe Arbeitsblatt „Struktur der Tenside“) und der daraus resultierenden Grenzflächenaktivität halten sich Tensidionen (der anionischen, kationischen und amphoteren Tenside) und Tensidmoleküle (der nichtionischen Tenside) bevorzugt an der Wasseroberfläche auf. Der hydrophobe Teil ragt aus der Lösung, der hydrophile Anteil wird von einer Hydrathülle umgeben. Dadurch wird der starke Zusammenhalt der Wassermoleküle untereinander gestört. Die Oberflächenspannung wird herabgesetzt.

4. Alle Tensidionen bzw. -moleküle, die an der Oberfläche keinen Platz finden, bilden in wässriger Lösung Micellen. Diese sind so strukturiert, daß der hydrophile Anteil der Tenside in Richtung wässrige Lösung ragt. Oberhalb der kritischen Micellbildungskonzentration (c.m.c.) kommt es zur Ausbildung der Micellen. Erkennbar ist dies durch den Tyndalleffekt.

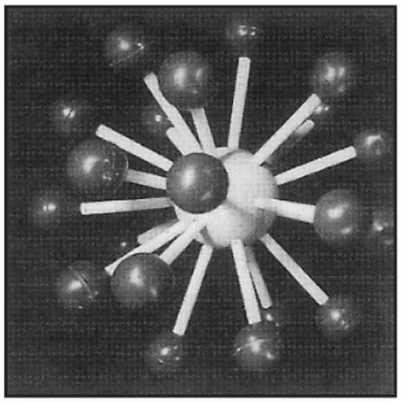
**Anmerkung:** Micellen bestehen im Durchschnitt aus etwa 50 bis 1000 Tensidionen bzw. -molekülen, wobei nichtionische Tenside größere Micellen als ionische Tenside bilden. Diese Anordnung ist energetisch wesentlich günstiger als eine gleichmäßige molekulare Verteilung in der Lösung.

5. Tenside halten sich bevorzugt an Grenzflächen auf. Wird die Oberfläche des Wassers durch starke mechanische Bewegung vergrößert, so wird sie sofort von Tensidanionen belegt. Tenside begünstigen also die Ausbildung einer großen Oberfläche. Eine Schaumlamelle entsteht durch eine Tensiddoppelschicht. Eine dünne Wasserschicht wird dabei von beiden Seiten von einer Tensidschicht umgeben. Starke polare Anziehungskräfte zwischen den Wassermolekülen und dem hydrophilen Anteil der Tenside einerseits, van-der-Waals-Kräfte zwischen den unpolaren Tensidanteilen andererseits stabilisieren die Lamelle. Verdunstet die dünne Wasserschicht, so stoßen sich die gleichsinnig geladenen Tensidanionen ab, die Schaumblase platzt.

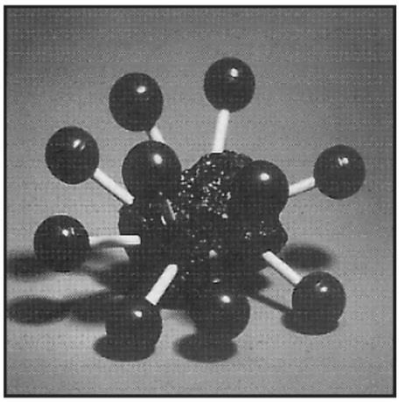
—>Vergl. auch Kopiervorlage 13.



1

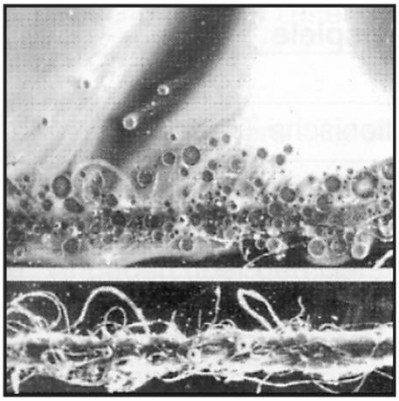


2

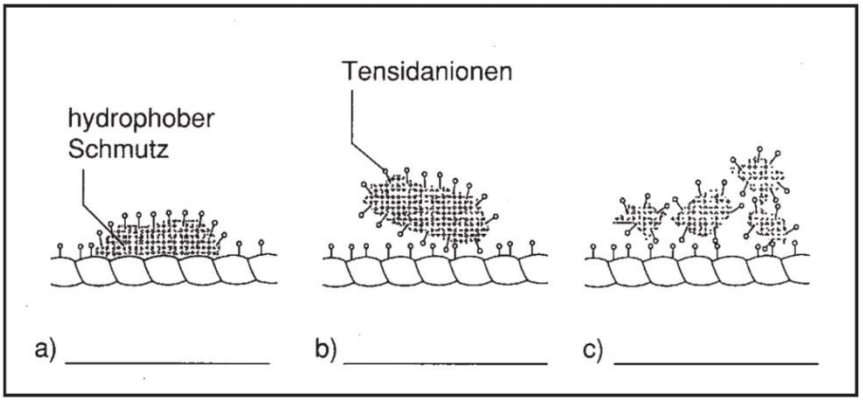


3

Modelle von Tensidanionen zeigen das Verhalten von Tensiden gegenüber textilen Grenzflächen (1) und gegenüber fettigem Schmutz (2) und Pigmentschmutz (3)



4 Ölige Fasern in Tensidlösung und in Wasser




5 Schematische Darstellung des Waschvorgangs

**Aufgabe:**

1. Der Schmutzablöseprozess läßt sich in verschiedene Phasen einteilen. Beschreiben Sie die Rolle der Tenside bei jeder dieser Phasen und tragen Sie die wichtigsten Begriffe in Abbildung 5 ein.

1. **a) Benetzen**

   Benetzungsvermögen einer Tensidlösung: Tenside erniedrigen die Grenzflächenspannung des Wassers, so daß eine Tensidlösung leicht in das Gewebe eindringen und Schmutz und Faser benetzen kann.

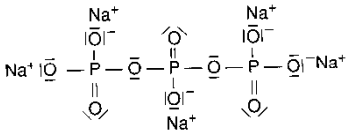
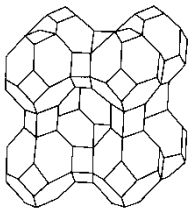
   **b) Ablösen**

   Schmutzablösevermögen einer Tensidlösung: Schmutzteilchen und Faser werden von Tensidanionen umhüllt. Der hydrophobe Anteil der Tenside orientiert sich dabei in Richtung Schmutz bzw. Gewebe, der hydrophile Anteil ragt in Richtung wässrige Lösung. Durch die Belegung der Grenzflächen mit Tensidanionen wird der Schmutz von der Unterlage, der Faser, verdrängt.

   **c) Zerteilen (Dispergieren, Emulgieren)**

   Dispergier- und Emulgiervermögen einer Tensidlösung: Begünstigt durch mechanische Bewegung wird der Schmutz ganz vom Gewebe gelöst und in kleinere Partikel geteilt, die sofort von einer Tensidschicht umgeben und dadurch stabilisiert werden. Feste Bestandteile werden suspendiert, flüssige Bestandteile emulgiert.

## Wichtige Enthärtersysteme im Wandel der Zeit

| bis 1960 | 1960 bis 1990 | 1990 bis heute |
|---|---|---|
| **Soda**<br>(Natriumcarbonat) | **Phosphat**<br>(Pentanatriumtriphosphat) | **Zeolith A**<br>**oder andere Silikate**<br>**+ Soda**<br>**+ Polycarboxylate** |
| $Na_2CO_3$ |  | $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2\ SiO_2 \times H_2O$<br>Zeolith A  |

### Wirksam gegen Calcium- und Magnesium-Ionen durch

#### Fällenthärtung

Das Wasser wird durch Zusatz von Soda zum Waschwasser vor Zugabe der Wäsche enthärtet. Die dadurch verursachte Erhöhung des pH-Wertes erleichtert die Schmutzablösung, aber die wichtigste Funktion ist die Ausfällung des schwerlöslichen Calciumcarbonats.

Beim anschließenden Waschen wird dadurch die Bildung von Kalkseifen verhindert. Dies verbessert die Reinigungswirkung der Seife erheblich. Beim Spülen werden die schwerlöslichen Carbonate ausgefällt, schlagen sich auf der Wäsche nieder und führen zu Verkrustungen.

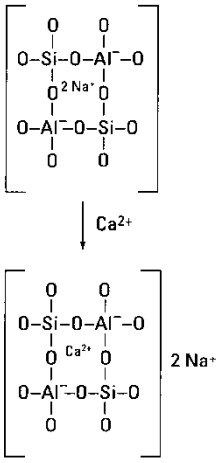
#### Komplexbildung

Erdalkali-Ionen bilden mit starken Komplexbildnern wie dem mehrzähnigen Liganden $P_3O_{10}^{5-}$ im Stoffmengenverhältnis 1:1 stabile, wasserlösliche Komplexe.

Calcium- und Magnesium-Ionen verändern durch die Komplexbildung ihre Eigenschaften grundlegend und können mit den anwesenden Carbonat- oder härteempfindlichen Tensid-Ionen keine schwerlöslichen Verbindungen mehr bilden.

#### Ionenaustausch

Im Kristallgitter von Zeolith A befinden sich Natrium-Ionen, die in wässriger Lösung gegen unerwünschte Calcium-Ionen ausgetauscht werden können.




Wirkungsweise von Enthärtersystemen:

- Zeolith A bindet Calcium- und Magnesium-Ionen
- Polycarboxylate verzögern das Kristallwachstum von Kalkkristallen
- Soda sorgt für einen alkalischen pH-Wert der Waschlauge

Die Wasserhärte wird durch die Calcium- und Magnesium-Ionen im Wasser hervorgerufen. Diese bilden mit Carbonat-Ionen ($CO_3^{2-}$) die schwerlöslichen Salze Calciumcarbonat (Kalk, $CaCO_3$) und Magnesiumcarbonat ($MgCO_3$), die beim Waschen störend wirken, weil sie sich auf den Textilien und den Heizstäben der Waschmaschine ablagern können.

Man bezeichnet Wasser mit hohem Gehalt an Calcium- und Magnesium-Ionen als hart, solches mit geringem Gehalt daran als weich. Die zahlenmäßige Festlegung geschieht in Form von Härtegraden (Grad deutsche Härte °d).

**Wasserhärtebereiche gemäß Wasch- und Reinigungsmittelgesetz v. 29.04.2007:**

| Härtebereich | Beschreibung |
|---|---|
| Weich | Weniger 1,5 Millimol Calciumcarbonat je Liter<br>(entspricht bis 8,4 Grad deutscher Härte - °dH) |
| Mittel | 1,5 bis 2,5 Millimol Calciumcarbonat je Liter<br>(entspricht 8,4 bis 14 °dH) |
| Hart | Mehr als 2, 5 Millimol Calciumcarbonat je Liter<br>(entspricht mehr als 14 °dH) |

**Die Kenntnis der Wasserhärte im eigenen Haushalt ist notwendig, um das Waschmittel in der Waschmaschine richtig dosieren zu können!**

Die Wasserhärte wird einmal im Jahr allen Haushalten bekannt gegeben (meist als Bestandteil der Wasserjahresabrechnung). Sie kann bei den örtlichen Wasserwerken jederzeit erfragt werden.

Im Chemieunterricht kann die Wasserhärte auf verschiedene Weise gemessen werden:

•Mit Teststäbchen.
•Mit Fertig-Test-Methoden, z. B. Fertig-Test Gesamthärte der Fa. Merck (Aquamerck).
•Durch maßanalytische Bestimmung.

Früher, bei der Wäsche im Waschkessel, benutzte man zum Waschen möglichst Regenwasser oder Wasser aus Flüssen und Seen. Dies war lange Zeit die einzige Möglichkeit, weiches Wasser zu bekommen. Später benutzte man Soda zur Enthärtung.

Modernere Waschmittel enthielten bis Anfang der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts Phosphat als Wasserenthärter. Phosphat kann, wenn es in größeren Mengen in die Oberflächengewässer gelangt, zur Überdüngung der Gewässer führen. Wegen dieser umweltschädlichen Wirkung ist es heute in vielen Ländern durch ein phosphatfreies Enthärtersystem aus Zeolith A, Polycarboxylaten und Soda ersetzt worden.

**Aufgaben**

1. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Fällenthärtung mit Soda.
2. Warum bilden Calcium- und Magnesium-Ionen besonders stabile Komplexe mit Pentanatriumtriphosphat?
3. Stellen Sie Vor und Nachteile der drei Enthärtersysteme zusammen

**Aufgaben**

**1. Formulieren Sie die Reaktionsgleichung für die Fällenthärtung mit Soda.**

$CO_3^{2-}$ + $Ca^{2+}$ → $CaCO_3 \downarrow$

Carbonat-Anion + Calcium-Ion → Calciumcarbonat (schwerlöslich)

**2. Warum bilden Calcium- und Magnesium-Ionen besonders stabile Komplexe mit Pentanatriumtriphosphat?**

Liganden, die über mehrere Atome mit demselben Zentralatom verbunden sind, bezeichnet man als „mehrzähnige“ Liganden. Derartige Liganden können Chelatkomplexe ausbilden. In Chelatkomplexen bilden die Liganden ringähnliche Strukturen mit dem Zentralatom aus. Chelatkomplexe sind deshalb besonders stabil. Pentanatriumtriphosphat kann mit Calcium- und Magnesium-Ionen einen Chelatkomplex bilden.

**3. Stellen Sie Vor und Nachteile der drei Enthärtersysteme zusammen**

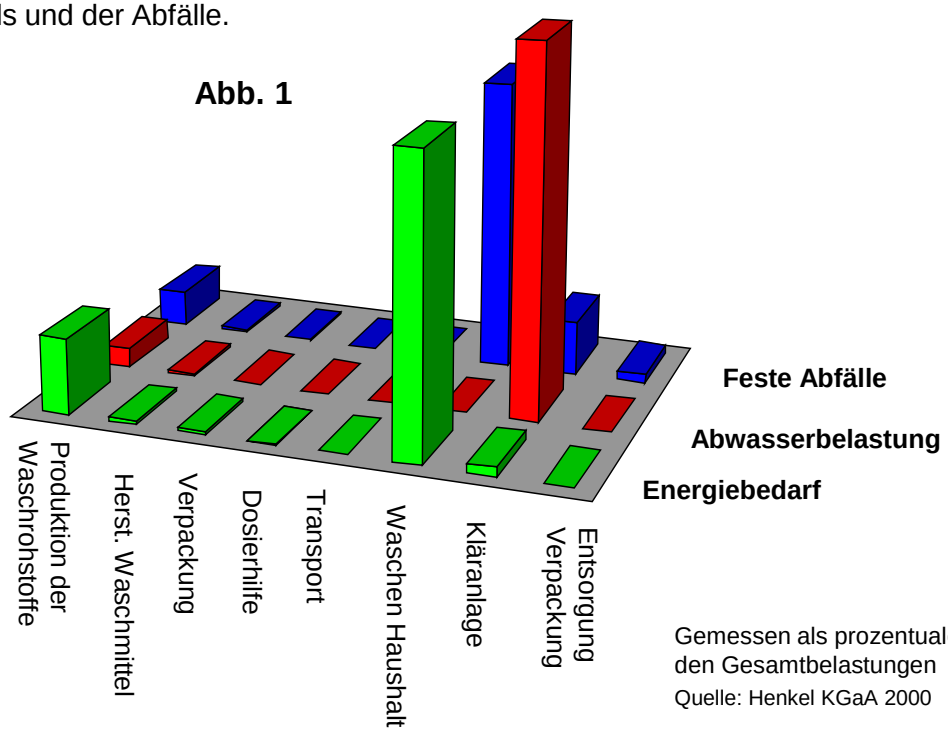
Soda allein ist in Waschmaschinen als Wasserenthärter grundsätzlich ungeeignet, weil es schwerlösliches Calciumcarbonat bildet, das zu Verkrustungen auf der Wäsche und in der Waschmaschine führt.

Pentanatriumtriphosphat hat als Wasserenthärter in Waschmitteln eine sehr gute Wirkungsweise. Es wird in Deutschland (und vielen weiteren Ländern) in Waschmitteln seit Anfang der neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts nicht mehr eingesetzt aufgrund negativer Umwelteigenschaften. Phosphate führen zur Überdüngung von Gewässern.

Zeolith allein ist kein ausreichender Wasserenthärter. In Kombination mit Polycarboxylaten und Soda ist es in der Wirksamkeit mit Phosphaten vergleichbar. Enthärtersysteme auf Zeolith- oder Silikatbasis sind wesentlich umweltverträglicher als Phosphate.

**Abb. 1** veranschaulicht als Ergebnis einer Ökobilanz die Umweltauswirkungen durch das Wäschewaschen im Haushalt (Energiebedarf, Abwasserbelastung, Abfälle) bezogen auf den gesamten Lebensweg des Waschmittels: Entnahme der Rohstoffe aus der Natur und Produktion der Waschrohstoffe, Herstellung des Waschmittels durch Mischen und Verarbeiten der Rohstoffe, Herstellung der Verpackung und der Dosierhilfe, Waschen im Haushalt und Entsorgung des Waschmittels und der Abfälle.

**Abb. 1**




Gemessen als prozentualer Anteil an den Gesamtbelastungen
Quelle: Henkel KGaA 2000

Die **Abwasserbelastungen** werden zu über 90% durch die Waschmittelinhaltsstoffe im häuslichen Abwasser verursacht. Demgegenüber sind die Abwasserbelastungen bei der Produktion der Waschrohstoffe und der Herstellung des Waschmittels gering. Wie viel davon in die **Umwelt** gelangt, hängt ab vom Stand der Abwasserreinigung (Qualität der Kläranlagen).

Bei den **festen Abfällen** fällt der größte Teil (über 70%) nur indirekt durch das Waschen im Haushalt an, es sind Schlacken und Filterstäube, die im Kraftwerk anfallen. Weitere Abfälle werden bei der Klärschlammentsorgung gebildet. Demgegenüber fällt der Abfall im Haushalt durch die leere Waschmittelpackung mit wenigen % kaum ins Gewicht.

**Aufgaben:**

1. Erläutere die einzelnen Stationen einer Ökobilanz des Waschens mit eigenen Worten.
2. An welchen Stellen des Lebensweges eines Waschmittels (Herstellung, Gebrauch, Entsorgung) treten die Hauptbelastungen für die Umwelt auf?
3. Was können die Verbraucher tun, um die Abwasserbelastungen und Abfälle durch das Wäschewaschen zu verringern? Stelle Tipps zum umweltverträglichen Waschen zusammen.
4. Literaturarbeit: Nenne Inhaltsstoffe von Waschmitteln, die für die Abwasserbelastung von besonderer Bedeutung sind. Ziehe dazu ein Schulbuch oder weitere Informationen aus dem Internet zu Rate.

**Aufgabe 1**

**Produktion der Waschrohstoffe:** Aus unterschiedlichen Rohstoffquellen (mineralische Rohstoffe, Erdöl, nachwachsende Rohstoffe) werden die verschiedenen Waschrohstoffe produziert. Dazu gehören Tenside, Gerüststoffe, Bleichmittel, Enzyme und die weiteren Inhaltsstoffe der Waschmittel.

**Herstellung Waschmittel:** Waschmittelproduzenten kaufen die verschiedenen Waschrohstoffe ein. Nur von den großen Firmen werden die Waschrohstoffe zum Teil im eigenen Werk produziert. Aus den Waschrohstoffen wird durch verschiedene Mischungsprozesse und weitere Verarbeitungsschritte das fertige Waschmittel produziert und in die Waschmittelverpackung abgefüllt.

**Verpackung:** Die Waschmittelverpackung wird in papier- bzw. kunststoffverarbeitenden Betrieben hergestellt.

**Dosierhilfe:** Die Produktion der Dosierhilfe geschieht in kunststoffverarbeitenden Betrieben.

**Transport:** Die verschiedenen Rohstoffe müssen zu den Waschrohstoffproduzenten transportiert werden. Von dort gelangen die Waschrohstoffe dann zur Waschmittelproduktionsanlage. Das fertige Waschmittel wird zu den Großhändlern und anschließend zum Einzelhandel transportiert. Die Transporte werden hauptsächlich über die Straße und die Schiene abgewickelt, die Rohstoffe zum Teil auch auf dem Seeweg transportiert.

**Waschen im Haushalt:** Zum Waschen im Haushalt wird Waschmittel, Wasser und Energie benötigt. Evtl. kommen noch ein Wäscheweichspülmittel oder andere Waschhilfsmittel hinzu. Je nach dem benutztem Waschmittel und dem gewähltem Waschprogramm sind Energieaufwand und Abwasserbelastungen unterschiedlich. Die Energie wird im Wesentlichen für das Aufheizen des Waschwassers benötigt. Wird ein Wäschetrockner verwendet, so steigt der Enerqiebedarf für das Waschen deutlich an.

**Kläranlage:** Waschmittel und Wäscheschmutz gelangen nach dem Waschen bestimmungsgemäß ins Abwasser und von dort in die Kläranlage. Die org.-chem. Abwasserbelastung kann summarisch als chemischer Sauerstoffbedarf CSB, biochemischer Sauerstoffbedarf BSB oder Gesamtkohlenstoffgehalt (TOC) bestimmt werden, die anorg.-chem. Abwasserbelastung z. B in Form der Leitfähigkeit oder des Abdampfrückstandes (Gesamtsalzgehalt). (In Arbeitsblatt 16 wird die summarische Abwasser-belastung in Form des CSB angegeben.) Die Abwasserbelastungen durch das Waschen und Reinigen im Haushalt sind erheblich, doch kann in modernen Kläranlagen der überwiegende Teil der Inhaltsstoffe von Wasch- und Reinigungsmitteln entweder weitgehend vollständig biologisch abgebaut werden (z. B. die Tenside) oder über den Klärschlamm entfernt werden {z. B. Zeolith A). Ein Teil der Inhaltsstoffe, z. B. leichtlösliche Salze, gelangt in die Oberflächengewässer.
Feste Abfälle entstehen in der Kläranlage durch den Klärschlamm, der anschließend entweder deponiert oder verbrannt wird oder, wenn die Höchstgrenzen an Schadstoffen gemäß Klärschlammverordnung nicht überschritten werden, auch als Dünger für landwirtschaftlich genutzte Felder genutzt werden kann.

**Entsorgung der Verpackung:** Fester Abfall fällt im Haushalt durch die Waschmittelverpackung an, der entweder gesammelt und weiterverwertet werden kann oder in Müllverbrennungsanlagen verbrannt wird. Im letzteren Fall kann die dabei freiwerdende Heizenergie genutzt werden.

**Aufgabe 2**

Die Hauptumweltbelastungen durch das Waschen treten im Haushalt auf. Der Verbraucher hat somit eine zentrale Verantwortung. Er kann durch seine Waschgewohnheiten die Höhe der Umweltbelastungen durch das Waschen maßgeblich beeinflussen.
Daneben treten größere Abwasser- und Abfallmengen bei der Produktion der Waschrohstoffe auf. In den anderen Bereichen (Verpackung, Dosierhilfe, Transport, Kläranlage, Entsorgung, Verpackung) sind die auftretenden Umweltbelastungen demgegenüber gering.

**Aufgabe 3**

Die 6 goldenen Regeln zum richtigen Waschen lauten:
1. Wäsche sortieren - nach weiß, bunt, fein
2. Pflegehinweise in den Textilien beachten
3. Waschmaschine möglichst voll beladen - ausgenommen Fein- und Wollwäsche
4. Je nach Wäscheart das entsprechende Waschmittel wählen (Voll-, Color-, Feinwaschmittel) und die jeweilige Dosieranweisung beachten
5. Mit möglichst niedriger Temperatur waschen. Für Weiß- und Buntwäsche maximal 60 °C wählen. Je nach Verschmutzung reichen auch 40 °C oder sogar 30 °C aus
6. Bevorzugt konzentrierte Waschmittel in Nachfüllpackungen einkaufen

**Aufgabe 4**
Beispiele für ökologische Auswirkungen von Waschmittelinhaltsstoffen:

| | |
|---|---|
| Tenside | hohe Giftigkeit für Gewässerorganismen |
| Polycarboxylate | fehlende biologische Abbaubarkeit |
| Phosphonate | fehlende biologische Abbaubarkeit |
| Natriumcarbonat, Natriumsulfat | Beitrag zur Salzfracht der Gewässer |
| Duftstoffe | teilweise fehlende biologische Abbaubarkeit |

## Erläuterungen:

Für das Waschen wird ein erheblicher **Energiebedarfs** benötigt. In Deutschland sind das ca. **6 Mrd. kWh/Jahr** für das Waschen und ca. **6 Mrd. kWh/Jahr** für das Trocknen und Bügeln der Wäsche. Proportional zum Energiebedarf entstehen $CO_2$-Emissionen, die den Treibhauseffekt verstärken.

**Abb. 1**

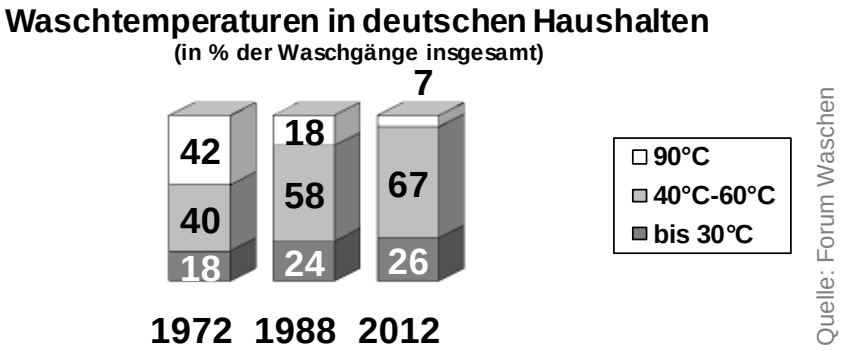
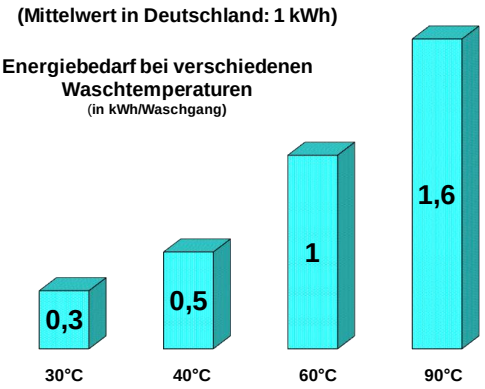



**Abb. 2**




## Aufgaben:

1. Der Anteil der Kochwäsche (90°C) ist in den letzten Jahren stark zurückgegangen (**Abb. 1**). Welche Gründe könnten dafür maßgeblich sein?

2. Bei der Erzeugung von 1 kWh elektrischer Energie werden durchschnittlich 590 g Kohlenstoffdioxid $CO_2$ in die Luft emittiert.
   **2.1** Wie viel Tonnen $CO_2$ könnten jährlich eingespart werden, wenn der Energiebedarf für das Waschen um 5% sinkt?
   **2.2** Wenn in Deutschland überwiegend bei 40°C und nur mit modernen Waschmaschinen gewaschen würde, könnte man den Energiebedarf pro Waschgang auf durchschnittlich 0,6 kWh senken. Wie viel Tonnen $CO_2$ könnten dann jährlich eingespart werden?

3. Stelle Tipps für die Verbraucher zusammen, wie der Energiebedarf beim Waschen verringert werden könnte.

4. Warum sollte die Wäsche nicht ausschließlich bei niedrigen Temperaturen (20 °C oder 30°C) gewaschen werden?

5. Frage zu Hause nach, bei welchen Temperaturen in eurem Haushalt überwiegend die Wäsche gewaschen wird? Wird noch eine Kochwäsche durchgeführt?

**Aufgabe 1**

Den mit Abstand größten Beitrag zum umwelt- bzw. klimaschonenden Waschen kann man aufgrund des geringeren Stromverbrauchs durch das Waschen bei niedrigeren Temperaturen erzielen. Die meiste Energie (also Strom) wird beim Waschen in der Waschmaschine zum Aufheizen des Wassers benötigt. Je geringer die Waschtemperatur ist, desto geringer sind der Energieaufwand und damit der Bedarf von Strom aus Kohle oder aus anderen Energiequellen. Für den Privathaushalt sinken die Kosten für Strom. Moderne Waschmittel sind in den letzten Jahren deutlich leistungsstärker bei niedrigeren Waschtemperaturen geworden (60°C und tiefer). Oberhalb von 65 °C werden die für die Waschleistung wichtigen Proteasen unwirksam.
Der Kochwaschgang ist heute völlig überflüssig geworden, es sei denn er wird aus medizinischen Gründen (z. B. bei Infektionskrankheiten oder Menschen mit geschwächtem Immunsystem) empfohlen.

**Aufgabe 2**

**2.1** Bei rund 6 Mrd. kWh Gesamtenergiebedarf für das Waschen lassen sich bei einer Reduktion um 5 % ca.300 Millionen kWh jährlich einsparen. Umgerechnet sind dies 177.000 t $CO_2$.
**2.2** Eine Reduktion von 1 kWh auf 0,6 kWh pro durchschnittlichen Waschgang bedeutet eine Reduktion um 40%. Dadurch ließen sich jährlich 2,4 Milliarden kWh einsparen. Das entspricht einer Reduktion der $CO_2$-Emissionen um rund 1,416 Millionen t jährlich.

**Aufgabe 3**

Aktivitäten, die die Umweltbelastungen durch das Waschen verringern, führen im Allgemeinen auch gleichzeitig zu einer Verringerung des Energiebedarfes. Entweder direkt durch Einsparungen elektrischer Energie im Haushalt, oder indirekt, indem weniger Waschmittel produziert und transportiert werden muss. Wichtig sind die 6 goldenen Regeln zum Waschen. Sie lauten (s. auch Kopiervorlage 5.9):

1. Wäsche sortieren - nach weiß, bunt, fein
2. Pflegehinweise in den Textilien beachten
3. Waschmaschine möglichst voll beladen - ausgenommen Fein- und Wollwäsche
4. Je nach Wäscheart das entsprechende Waschmittel wählen (Voll-, Color-, Feinwaschmittel) und die jeweilige Dosieranweisung beachten
5. Mit möglichst niedriger Temperatur waschen. Für Weiß- und Buntwäsche maximal 60 °C wählen. Je nach Verschmutzung reichen auch 40 °C oder sogar 30 °C aus
6. Bevorzugt konzentrierte Waschmittel in Nachfüllpackungen einkaufen

**Aufgabe 4**

Beim ausschließlichen Waschen bei 30 °C werden Mikroorganismen nicht ausreichend abgetötet (vergl. Kopiervorlage 88 ,,Hygiene beim Waschen"). Geschieht dies über einen längeren Zeitraum, so können sich Bakterien und Pilze in der Waschmaschine vermehren und dort zu hygienischen Problemen, sogenannten „Biofilmen“ und Geruchsbelästigungen führen.
Bestimmte Wäschestücke sollten aus Hygienegründen nicht bei niedrigen Temperaturen gewaschen werden. Hierzu zählen z. B. Unterwäsche, Servietten, Bettwäsche, Spüllappen und Handtücher sowie Wäsche, die mit (Haus)-Tieren in Berührung gekommen ist.

Sehr hartnäckige Flecken lassen sich bei Temperaturen unterhalb von 30 °C nur dann zufriedenstellend entfernen, wenn sie vorbehandelt worden sind.

Nicht geeignet ist die Wäsche bei niedrigen Temperaturen für die Wäsche von Personen, die z. B. Hausstaubmilben-Allergiker oder Salmonellen-Dauerausscheider sind. In solchen Fällen sollen die Unterwäsche, Bettwäsche und Handtücher bei mindestens 60 °C mit einem bleichmittelhaltigen Voll- bzw. Universalwaschmittel gewaschen werden; auf ärztlichen Rat ggf. auch bei noch höherer Temperatur. Auch bei besonders empfindlichen Personen (z. B. immunsupprimierte Personen wie alten Menschen, Säuglingen und Schwangeren) können ggfs. zusätzliche Hygienemaßnahmen sinnvoll sein.

In Waschsalons oder anderen Gemeinschaftswascheinrichtungen sollte die erste Wäsche vorsichthalber mindestens bei 40 °C mit einem bleichmittelhaltigen pulverförmigen Voll- bzw. Universalwaschmittel erfolgen oder bei 60 °C mit einem Colorwaschmittel. Direkt im Anschluss an diese Wäsche kann dann in derselben Waschmaschine bei 20 °C gewaschen werden.

(Quelle: Forum Waschen; Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e. V. IKW)

**Aufgabe 5**

Eine Tabelle mit den durchschnittlichen Waschtemperaturen in deutschen Haushalten ist in Kopiervorlage 46 aufgeführt.