

# Biologische Abbaubarkeit

## Unterschiedliche Testmethoden von CEC und OECD im Vergleich



**1: Schaumbildung auf Flüssen und Seen nach der Einführung nicht biologisch abbaubarer Tenside in Waschmitteln [1]**

branntem Schmierstoff, wurden als extrem störend wahrgenommen (**Bild 2**).

In der Folge galt es, neue Produkte zu entwickeln, die zwar den Primärzweck erfüllten (reinigen bzw. schmieren), nicht aber im nachhinein zu diesen unansehnlichen Bildern führten. Im Falle der Waschmittel-Tenside ging es darum, solche Produkte zu entwickeln, die nach dem Gebrauch ihre Tensideigenschaften baldmöglichst verlieren und so nicht mehr zur Schaumbildung in Flüssen und Seen beitragen. Bei den Schmierstoffen war die Zielsetzung, Produkte einzusetzen, die in der Natur so rasch wie möglich die Fähigkeit verloren, auf der Wasseroberfläche einen Ölfilm zu bilden.

### Biologisch abbaubar – eine neue Anforderung

In beiden Fällen wurden in der Folge Produkte entwickelt, die in den Kläranlagen bzw. in der Natur durch Bakterien soweit verändert werden, dass sie die unerwünschten Eigenschaften Schaumbildung auf bzw. Filmbildung auf der Wasseroberfläche möglichst rasch verlieren. Es wurde sehr rasch erkannt, dass die Lösung in der Nutzung der im Abwasser und in der Natur vorkommenden Bakterien zu suchen ist.

Biologisch abbaubare Stoffe dienen den Bakterien als Nahrungsmittel, dabei werden die Stoffe chemisch so verändert, dass sie die störenden Eigenschaften verlieren. Damit war der Bedarf an biologisch abbaubaren Produkten gegeben (**Bild 3**).

Peter Rohrbach

*Der Begriff „biologisch abbaubar“ ist nicht klar definiert; der biologische Abbau geht in der Natur schrittweise vor sich. In einem ersten Schritt, dem „primären Abbau“, entstehen Bruchstücke, die für die Umwelt immer noch schädlich, bezüglich der Toxizität sogar schädlicher als das Ausgangsmaterial sein können. Beim vollständigen biologischen Abbau sind die Endprodukte für die Umwelt unschädlich, nämlich Kohlendioxid, Wasser und Biomasse. Der folgende Fachbeitrag macht die Unterschiede deutlich.*

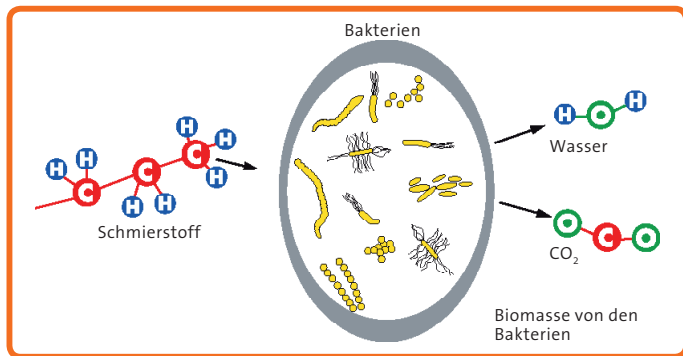
### Rückblick

Mit der Einführung neuer Tenside im letzten Jahrhundert in Waschmitteln wurde sehr rasch festgestellt, dass deren in der Waschmaschine erwünschte Eigenschaften, nämlich Schmutz zu lösen und vor allem diesen in Lösung zu halten, im Abwasser und somit in den Flüssen und Seen zu unerfreulicher Schaumbildung führten (**Bild 1**). Auch bei Zwei-Taktmotoren, die zum Antreiben von Kleinschiffen auf Seen damals breite Anwendung fanden, ergab sich ein ähnliches Problem. Die Ölspeuren auf dem Wasser, bedingt durch Leckagen nicht im Motor ver-

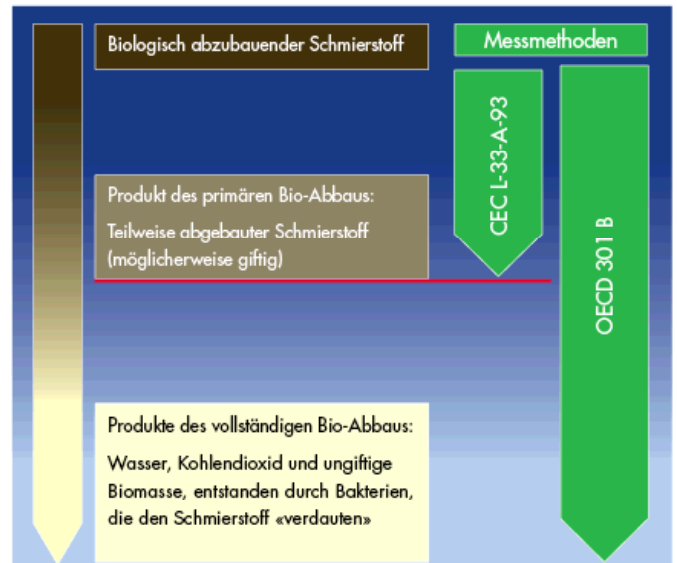


**2: Ölfilm durch Leckage eines Zwei-Taktmotors auf einem See [2]**

**Autor:** Dr. Peter Rohrbach ist Technical Consultant der PANOLIN AG, CH-8322 Madetswil, Schweiz



3: Beim vollständigen biologischen Abbau werden biologisch abbaubare Schmierstoffe größtenteils bis in Wasser und Kohlendioxid abgebaut [3]



4: Vergleich des Primären biologischen Abbaus mit dem Vollständigen biologischen Abbau eines Schmierstoffes [4]

\* in sauerstoffhaltigem Wasser mit darin lebenden Bakterien

Der Begriff „biologisch abbaubar“ ist nicht klar definiert und beschreibt die ökotoxikologischen Eigenschaften von Schmierstoffen nicht eindeutig. Der biologische Abbau geht in der Natur schrittweise vor sich. In einem ersten Schritt, dem „primären Abbau“, entstehen Bruchstücke, die für die Umwelt immer noch schädlich, bezüglich der Toxizität sogar schädlicher als das Ausgangsmaterial sein können. Beim vollständigen biologischen Abbau sind die Endprodukte für die Umwelt unschädlich, nämlich Kohlendioxid, Wasser und Biomasse. Die Bezeichnung „biologisch abbaubar“ kann sich sowohl auf den primären als auch auf den vollständigen Abbau beziehen (Bild 4).

Heute werden folgende Abbaustufen unterschieden:

- Primärer biologischer Abbau (primary biodegradability): Der biologische Abbau beginnt, es werden neue, kleinere Moleküle gebildet, deren Eigenschaften wie z. B. Wasserlöslichkeit sich deutlich von den ursprünglichen unterscheiden.

- Vollständiger biologischer Abbau (ultimate biodegradability): Der biologische Abbau geht bis zur vollständigen Entfernung der ursprünglichen Stoffe, es verbleiben keine möglicherweise umweltschädigenden Abbauprodukte im Wasser. Die unschädlichen Stoffe CO<sub>2</sub>, Wasser und Biomasse werden gebildet.

### Biologisch abbaubar – CEC-Testmethoden

Mit dem Bedarf an biologisch abbaubaren Produkten ging auch die Notwendigkeit ein-

her, die Wirkungsweise der Bakterien genau zu verstehen und Testmethoden zu entwickeln, die es erlaubten, quantitative Aussagen über die biologische Abbaubarkeit einzelner Produkte zu machen. Die Organisation Coordinating European Council (CEC) entwickelte internationale akzeptierte Testmethoden, insbesondere den für die Schmierstoffindustrie wichtigen Test CEC-L-33-T-82 (1982), der in den folgenden Jahren weiterentwickelt wurde zum CEC-L-33-A-93 (1993) bzw. CEC-L-103-A-12 (2012).

Diese Tests ermöglichen es, die Geschwindigkeit zu messen, mit der der primäre biologische Abbau soweit vonstatten geht, dass unerwünschte Eigenschaften, wie auf der Wasseroberfläche einen Ölfilm zu bilden, verloren gehen.

Die CEC-Tests machen nur eine Aussage über den primären biologischen Abbau. Die Tatsache, dass die sich bildenden Abbauprodukte umweltschädlicher sein können als die nicht abgebauten Stoffe, wird in diesem Zusammenhang nicht berücksichtigt. Aus diesem Grund akzeptieren internationale anerkannte Spezifikationen für umweltschonende Schmierstoffe oder Ökolabels wie z. B. der Deutsche Blaue Engel [4] oder der Europäische Eco-Label [5] CEC-Resultate nicht.

### Biologisch abbaubar – OECD-Testmethoden

In den letzten 30 bis 50 Jahren entwickelten sich die Ökologie- und Toxikologiewissenschaften. Dank dieser Anstren-

gungen kann sich die Industrie heute auf klar definierte und standardisierte Tests stützen, die alle ökotoxikologischen Facetten von Schmierstoffen erfassen, insbesondere vollständigen biologischen Abbau, Bioakkumulation, Toxizitäten gegen Mensch und Tier.

Eine wichtige Rolle spielt dabei die OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development), die in den letzten Jahrzehnten mit hoher wissenschaftlicher Kompetenz eine umfassende Anzahl Tests entwickelte, z. B. für die Ermittlung des vollständigen biologischen Abbaus die Testserie OECD 301 A-F und für die Toxizität von im Wasser lebenden Lebewesen die Tests OECD 201, 202, 203.

Die Forschung im Zusammenhang mit dem Umweltschutz bleibt nicht stehen, sondern bearbeitet schon heute zukunftsweisende neue Fragestellungen. Als Beispiel sei die Frage der ökotoxikologischen Eigenschaften von Produkten genannt, die beim biologischen Abbau entstehen. Damit wird die obenerwähnte Tatsache angegangen, dass die sich bildenden Abbauprodukte umweltschädlicher sein können als die nicht abgebauten Stoffe. In Japan werden solche Zusatzuntersuchungen schon routinemässig durchgeführt [6]

### Zusammenfassung

In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts nahm das Bewusstsein für die Umwelt in der Bevölkerung zu. Negative Entwicklungen wie die Verschmutzung von Gewässern durch Schmierstoffe oder

starke Schaumentwicklungen in Flüssen machten deutlich, dass Chemikalien auf ihre möglichen schädigenden Wirkungen auf die Umwelt untersucht werden müssen.

In der ersten Phase war der von der CEC (Coordinating European Council) entwickelte Test für die Bestimmung der biologischen Abbaubarkeit, CEC-L-33-T-82 (1982) ein wichtiger Beitrag zur Verhinderung von Umweltschäden. Mit dem Fortschritt der Umweltwissenschaften wurde klar, dass der Aussagewert des CEC-Tests limitiert war, weil er die Bildung von giftigen Substanzen als Folge des primären Abbaus nicht berücksichtigt. Die später erfolgten Überarbeitungen CEC-L-33-A-93 (1993) bzw. CEC-L-103-A-12 (2012) ändern nichts an dem aus heutiger Sicht sehr beschränkten Aussagewert dieser Tests für die Umwelt.

Diese Führungsrolle wurde später von der OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development) übernommen, dank deren jahrelangen wissenschaftlichen Bemühungen ein komplettes Set von Tests zur Verfügung steht, die es heute erlauben, Chemikalien umfassend auf ihre möglichen negativen Einflüsse auf die Umwelt zu erfassen. Für den Umweltschutz ist es wichtig, dass nur solche Schmierstoffe unter dem Label „biologisch abbaubar“ in den Handel kommen, die erwiesenermaßen vollständig abbaubar sind.

Heute wieder auf die CEC-Tests für die Ermittlung der biologischen Abbaubarkeit von Schmierstoffen zurückgreifen, wäre für den Umweltschutz ein nicht zu akzeptierender Rückschritt, weil diese Tests den für alle Lebewesen wichtigen Aspekt der Toxizität außer acht lassen.

#### Quellenverzeichnis:

[1] Bild 1: <http://osmerus.wordpress.com/>

[2] Bild 2:

<https://www.google.ch/search?q=oil+on+water&hl=de&tbo=u&tbn=isch&source=univ&sa=X&ei=NDazUK6eFKKh4gT2h4HACg&sqi=2&ved=0CDkQsAQ&biw=1063&bih=581>

[3] Bild 3 und 4: [http://forum.bauforum24.biz/files/partner/vdbum/pdf/1\\_2005.pdf](http://forum.bauforum24.biz/files/partner/vdbum/pdf/1_2005.pdf)

[4] Blauer Engel: [http://www.blauer-engel.de/en/products\\_brands/vergabegrundlage.php?id=88](http://www.blauer-engel.de/en/products_brands/vergabegrundlage.php?id=88)

[5] European Eco Label for lubricants: [http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/documents/User\\_](http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/documents/User_)

[Manual\\_Lubricants.pdf](#)

[6] Ecotoxicological properties of biodegradation products: [http://www.nikkakyo.org/ontai/merumaga/Challenge/OECD/TG\\_302C.pdf](http://www.nikkakyo.org/ontai/merumaga/Challenge/OECD/TG_302C.pdf)

[http://www.eawag.ch/medien/publ/eaneu/news\\_67/en67e\\_fenner.pdf](http://www.eawag.ch/medien/publ/eaneu/news_67/en67e_fenner.pdf)

CEC L-33-A-93: [http://www.cectests.org/listdoctypeforsale1.asp?subdoc\\_type=Lubricants](http://www.cectests.org/listdoctypeforsale1.asp?subdoc_type=Lubricants)

CEC-L-103-A-12 (2012): [http://www.cectests.org/newsletter-online-preview.asp?nwl\\_id=85](http://www.cectests.org/newsletter-online-preview.asp?nwl_id=85)

OECD tests: biodegradation test:

<http://www.oecd.org/chemicalsafety/testingofchemicals/34898616.pdf>