

MIKROBIELLER ABBAU VON ÖLEN UND FETTEN

# Biologische Entfettung bei der Oberflächenreinigung

Die biologische Entfettung kann einen wichtigen Beitrag zur Vermeidung von Abfällen, insbesondere aber zur Energieeinsparung durch Temperatursenkung leisten. Denn die Badtemperatur kann von 80 auf bis zu 55 °C reduziert werden, bei gleichbleibender Schmutztragekapazität.

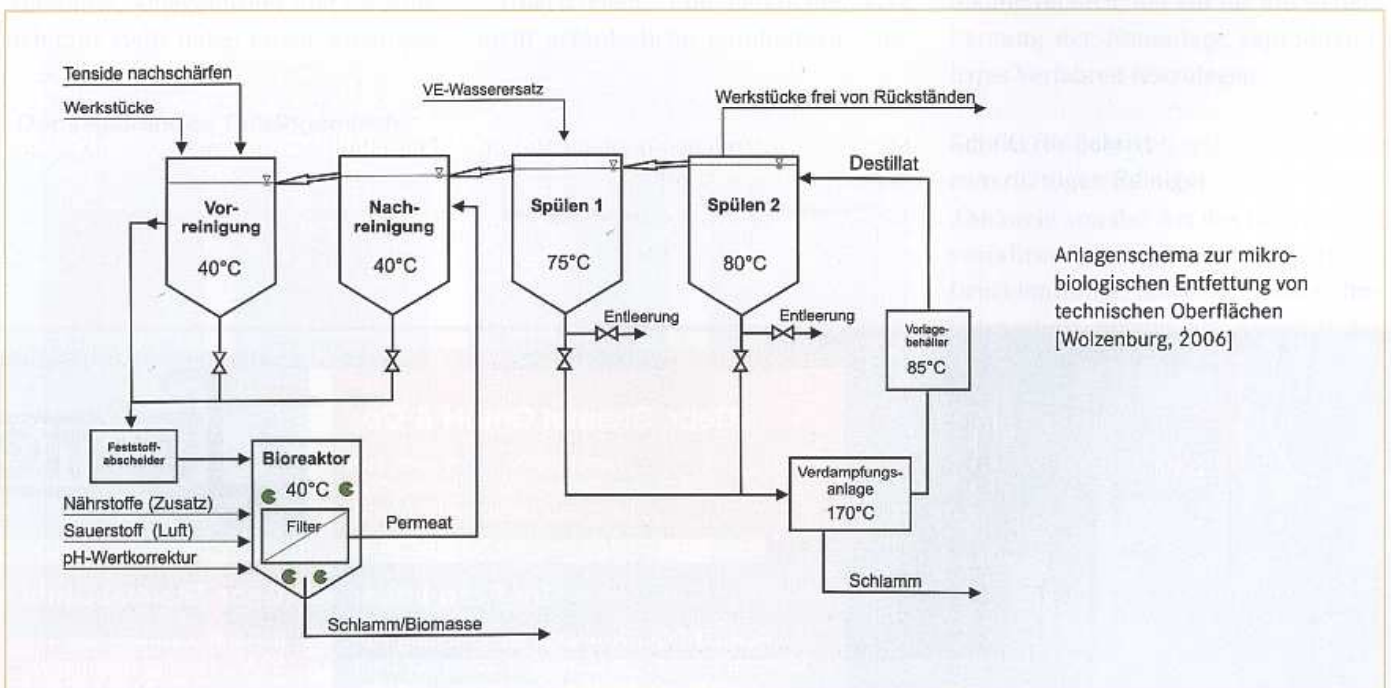
Die Entfettung ist eine der wichtigsten Aufgaben bei der Metalloberflächenbehandlung. Sie ist Voraussetzung für die Abscheidung hafter, gleichmäßiger und korrosionsbeständiger Überzüge. Die unterschiedlichsten Fette, Öle oder Wachse, die zum Schutz vor Korrosion oder bei der Bearbeitung, wie Schmierstoffe und Ziehfette aus der Umformung, beziehungsweise durch Handschweiß aufgetragen werden, müssen vor einer Metalloberflächenbeschichtung restlos entfernt werden [Lutter, 1990].

**Konventionelle Reinigung von Oberflächen**

Bei der Entfettung müssen nicht nur die Öl-/Fettmengen entfernt, sondern auch die Bindungskräfte zwischen dem Öl/Fett und dem Werkstück überwunden werden. Die Entfettung wird grundsätzlich unterstützt durch mechanisch-physikalische Effekte, die Temperatur und über die Einwirkungszeit. Zum Entfetten (wie auch zum Reinigen von Oberflächen) kommen organische und anorganische Industriereiniger auf alkalischer,

saurer und neutraler Basis zum Einsatz, wobei die alkalischen Reinigungslösungen vor allem wegen ihrer Regenerierbarkeit und langen Standzeiten häufig eingesetzt werden [Lutter, 1990].

Das Entfettungsmittel besteht aus einem abgestimmten, synergistisch wirkenden Gemisch anorganischer Salze (Builder) und organischer Verbindungen. Als wesentliche Grundchemikalien werden Natriumhydroxid, Natriumcarbonat (Soda), Silikate und Natriumphosphate eingesetzt. Sie dienen der Alkalisierung,



Anlagenschema zur mikrobiologischen Entfettung von technischen Oberflächen [Wolzenburg, 2006]

der Verseifung natürlicher Fette, zum Dispergieren von unlöslichem Schmutz und zur Wasserenthärtung. Die organischen Substanzen haben oberflächen- und grenzflächenaktive Eigenschaften (Tenside, Netzmittel) oder sie sind Komplexbildner.

Alkalische Entfettungsbäder bestehen meist aus einer Natriumhydroxidlösung mit einer Konzentration von ein bis zehn Prozent. Zugegeben werden auch andere alkalisch wirkende Stoffe (zum Beispiel Soda, Natriumsilikate, kondensierte Alkaliphosphate, Borax), spezifische Tenside, Emulgatoren und Dispergiermittel [Lutter, 1990].

### Mikroorganismen und Kohlenwasserstoffe

Kohlenwasserstoffe kommen nicht nur im Erdöl, in Kohle und im Erdgas vor, sondern sie werden verbreitet in der Natur gebildet. Alkane kommen in Pflanzen, in verschiedenen Fetten und Ölen, im Bienenwachs vor. Aromatische Kohlenwasserstoffe werden in vielen pflanzlichen Produkten, jedoch auch von vielen Mikroorganismen gebildet. Der mikrobielle Abbau von Kohlenwasserstoffen ist bereits seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts bekannt und wurde seitdem intensiv untersucht [Schlegel, 1985].

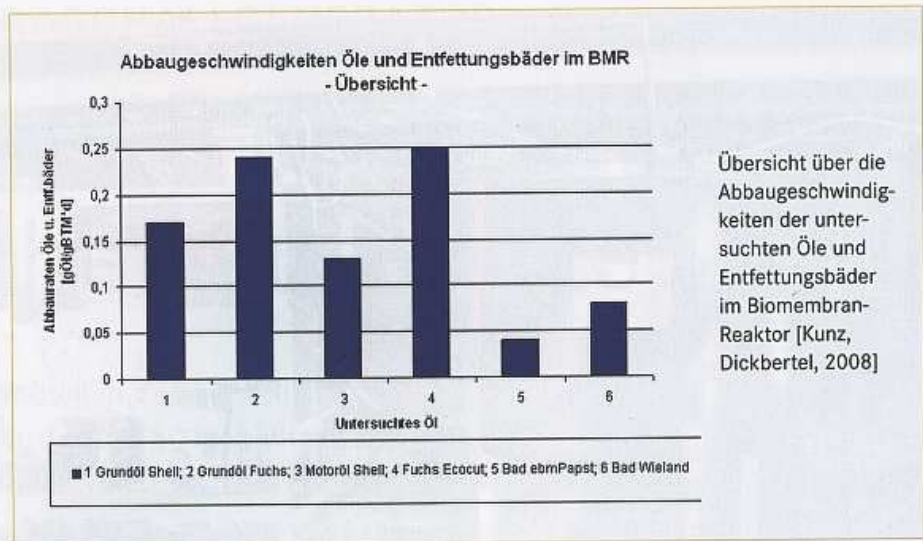
Dem Mikrobiologen stehen viele fettspaltende und ölabbauende Mikroorganismen zur Auswahl; der mikrobielle Abbau ist verhältnismäßig weit verbreitet [Wilkesman et al., 2008].

### Verfahrensansatz für die mikrobielle Entfettung

Das Verfahren beruht darauf, bereits bei der Entfettung im Betrieb

- Fette und Öle im Wesentlichen zu Kohlendioxid und Wasser umzusetzen und
- Biotenside zu produzieren, die die Fette emulgieren.

Da es für den Praktiker zunächst unvorstellbar war, seine Oberflächen mikrobi-



ell direkt zu reinigen, wurden bereits vor knapp 20 Jahren im Bereich der Feuerverzinkung sogenannte „Biologisch wirksame Spülbadentfettungsanlagen“ in Betrieb genommen.

Außerdem lag es nahe, Bioreaktoren zu betreiben, die über eine Membrantrennanlage einerseits die Mikroorganismen zurückhalten, andererseits ein vom Fett befreites Reinigungsbad mit Biotensiden als Permeat zur Verfügung stellen. Das abgelöste Fett gelangt dabei über einen Überlauf in den Bioreaktor und das Permeat wieder in das Entfettungsbad. Die Filtrationsanlage entspricht einer Sterilfiltration.

### Die biologische Heißentfettung

Nach der erfolgreichen Implementation der biologischen Spülbadentfettung in Feuerverzinkereien [siehe Kunz, 1992 und 1996] war die Aufgabe zu lösen, den Prozess der Heißentfettung biologisch zu optimieren. Dazu mussten Mikroorganismen gefunden und angereichert werden, die bei Temperaturen zwischen 50 und 80 °C leben und wachsen können.

Im Rahmen eines KVS Projektes [Kunz, Dickbertel, 2008] zur Entwicklung eines Bioreaktorsystems zur mikrobiellen Entfettung in der Metallindustrie sollten Mikroorganismen angereichert werden, welche den Abbau von Mineral-

öl Kohlenwasserstoffen zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O leisten können.

Zum Nachweis des Wachstums wurde die Trübungsmessung verwendet, um die Mikroorganismendichte bestimmen zu können, ohne die Probenmenge vermindern zu müssen. Dabei war zu erkennen, dass sich die Biomasse stetig vermehrt, sofern die notwendigen Nährstoffe vorhanden sind. Jeweils nach Ölzugabe steigt die Extinktion an, nach kurzer Zeit sinkt sie wieder ab. Dies scheint darauf hinzuweisen, dass direkt nach der Ölzugabe ein starkes Wachstum stattfindet. Ist ein Teil des Öls abgebaut, wird das Wachstum eingestellt, obwohl noch Öl als Kohlenstoffquelle zur Verfügung steht. Die Biomassen-Neubildung kann limitiert werden (durch Stickstoff- bzw. Phosphatbegrenzung), so dass Ölschlamm nicht durch Biomassenschlamm ersetzt wird, was ja kein Vorteil wäre.

### Versuche mit einem mineralischen Grundöl

Beispielhaft seien Versuche mit einem Grundöl erwähnt. Das eingesetzte Öl der Firma Shell ist ein mineralisches Grundöl ohne Additivzusatz mit der Viskositätsklasse VG 46. Die Viskositätsklasse eines Öles [mm<sup>2</sup>/s] nach DIN ISO 51519 ist entscheidend für den Temperaturbereich in dem es zur Anwendung kommt.



Biomembran-Reaktor; links isolierter Behälter mit 1 m<sup>3</sup> Reaktionsvolumen; rechts Überwachungsperipherie im F+E- Betrieb mit Keramikmembran der Firma Atech

Das Grundöl Shell ISO VG 46 kommt zum Beispiel bei der Herstellung von Hydraulikölen, Motorölen oder Kältekompressorölen zum Einsatz. Im Vorfeld der Untersuchung waren die thermophilen Mikroorganismen auf eine Biomassenkonzentration von 1,3 g/l mittels Hefeextrakt, Grundöl Shell ISO VG 46 und Nährsalzen angereichert worden.

#### Ausblick

Das Verfahren der biologischen Entfettung hat in der bisherigen Betriebsphase hervorragende Ergebnisse geliefert. Es sind bis dato keine Anzeichen einer Anreicherung von Fremdstoffen in der Entfettungsbadkaskade zu erkennen, die einen Neuansatz des Entfettungsbades oder des Spülbades notwendig machen würden. Daher kann man davon ausgehen, dass die Entfettungsbäder über viele Jahre betrieben werden können.

Die biologische Entfettung kann einen deutlichen Beitrag zur Vermeidung von Abfällen, insbesondere aber zur Energie-

einsparung durch Temperatursenkung leisten, weil die Bäder von 80 auf bis zu 55 °C herunter temperiert werden können und die Schmutztragekapazität erhalten bleibt.

Der Vorteil des Konzeptes, den Abbau der Fette in den Produktionsprozess unmittelbar zu integrieren, liegt in der Einsparung von Reinigungsmittelkomponenten und deren Entfernung aus dem Abwasser. Man benötigt also auch keine Hilfsstoffe, um andere Hilfsstoffe aus dem Wasser wieder zu entfernen.

Das Verfahren wird derzeit in verschiedenen Unternehmen erprobt und umgesetzt, um Mikroorganismenkonzentrationen, Abbaugeschwindigkeiten und optimale Betriebsparameter angeben zu können. —

#### Literatur

Erdmann, H.; K. Fritsche, M. Kordel et al.: *Ausgewählte Beispiele für die Anwendung von Lipasen in der organisch präparativen Chemie. Jahrbuch Biotechnologie Band 3, Hanser-Verlag München (1990), 353-378*

Kunz, P.: *Anlage und Verfahren zur mikrobiellen Entfettung von Oberflächen. P 42 09 052 C 2, AT 20.03.1992, OT 25.02.1993, EB 26.02.1993, Veröffentlichung 09.09.1993*

Kunz, P. M.; K. Dickbertel: *Biologische Heißentfettung in einem eigens entwickelten Membran-Bio-Reaktor. Projekt der Karl-Völker-Stiftung an der HS Mannheim. Abschlussbericht 09/2008*

Lutter, E.: *Die Entfettung - Grundlagen, Theorie und Praxis. 2. Auflage. Eugen Leuze Verlag, Saulgau (1990)*

Poremka, K.; W. Gunkel, S. Lang, F. Wagner: *Mikrobieller Ölabbau im Meer. Biologie in unserer Zeit (1989)5*

Rehm, H. J.: *Mikrobiologie und Biochemie der Kohlenwasserstoffe. Schweisfurth, R.: Angewandte Mikrobiologie der Kohlenwasserstoffe in Industrie und Umwelt. Expert Verlag, Ehningen (1988)*

Schlegel, H.G.: *Allgemeine Mikrobiologie. Thieme-Verlag (1985)*

Schweisfurth, R.: *Angewandte Mikrobiologie der Kohlenwasserstoffe in Industrie und Umwelt, Kontakt und Studium, Band 164, Expert Verlag, Ehningen 1988*

Wolzenburg, M.: *Evaluierung von produktionsintegriertem Umweltschutz mittels Biotechnologie im Bereich Metall- und Kunststoff-Verarbeitung. Diplomarbeit am IBV (2006)*

Wilkesmann, Jeff; Baier, Floria; Kurz, Liliana and Kunz, Peter M.: *Biodegradation of an emulsified oil mixture employing a Venezuelan thermophilic anoxybacillus sp. Strain. Faraute, Venezuela 11/2008*

#### Die Autoren:

Prof. Dr. Peter M. Kunz, Dipl.-Ing. (FH) Jan Benra, Dipl.-Ing. (FH) Karin Dickbertel, Dipl.-Ing. (FH) Michaela Kugel, Dipl.-Ing. (FH) Isabell Sommer

#### Kontakt:

Hochschule Mannheim,  
Prof. Dr. Peter M. Kunz,  
Tel. 0621 2926304,  
p.kunz@hs-mannheim.de