

# LÖSEMITTEL

Lösemittel, leicht flüchtige, organische Verbindungen, sind **Verarbeitungshilfsmittel** für Farben und Lacke. Sie helfen, feste Farbkomponenten zu lösen und verbessern die Streich- und Verlaufeigenschaften.

Sie gehen nach dem Gebrauch unwiederbringlich verloren.

Der größte Anteil verdampft in die Atmosphäre. Der Rest gelangt ins Abwasser (Auswaschen von Pinseln etc.) oder wird mit dem Hausmüll, wohl selten als Sondermüll entsorgt.

Eine Reduktion des Lösemittelverbrauchs schont Ressourcen. Ohne eine gründliche Folgenabschätzung kann sie jedoch wertlos sein.

So erhalten lösemittelreduzierte Lacke, mit einem Lösemittelgehalt unter 10%, zwar den „Blauen Umweltengel“ und bei der Verarbeitung geben sie auch weniger Lösemittel in die Umwelt ab. Bei Renovierungsarbeiten müssen diese Lacke aber wegen ihrer hohen Beständigkeit mit zusätzlichen Lösemitteln entfernt werden, was die Einsparung zunichte macht (Sell, J. 1986).

Lösemittel sind für den größten Teil der toxischen Wirkungen von Farben und Lacken, sowohl bei der Produktion als auch bei der Verarbeitung verantwortlich.

Man unterscheidet:

## **Natürliche Lösemittel**

Balsamterpentinöl

Zitrusfruchtschalenöl

## **Synthetische Lösemittel**

Isoaliphaten

Testbenzin (Terpentinersatz)

## **Produktlinienanalyse eine Methode zur Bewertung von Produkten.**

Für die Bewertung von Produkten unter ökologischen Gesichtspunkten ist es notwendig, nicht nur einen Ausschnitt, sondern ihre gesamte Lebenslinie zu betrachten.

Die Produktlinie beschreibt die unterschiedlichen Stadien im Lebenslauf eines Produktes. Sie spannt einen Bogen von der Rohstoffbeschaffung über die Transportwege, die Herstellungsprozesse, die Vermarktung und den Gebrauch bis hin zur Nachnutzung. Jedes einzelne Stadium muß nach folgenden Kriterien analysiert werden:

Umweltbelastung  
Rohstoffverbrauch  
Arbeitsplatzbedingungen  
Stoffströme (Abfall, Möglichkeiten des Recyclings)  
Einsatz von Technik  
Sozialverträglichkeit

## Gewinnung

Die natürlichen Lösemittel werden aus nachwachsenden Naturstoffen, unter geringem technischem Aufwand und energiesparend hergestellt.

Bei ihrer Entstehung unter Sonneneinstrahlung wird Kohlendioxid verbraucht.

Synthetische Lösemittel hingegen müssen erst in mehreren, oft aufwendigen Reaktionsschritten aus Erdöl hergestellt werden.

Dementsprechend ist der Energieeinsatz höher als bei der Gewinnung der natürlichen Lösemittel.

Weiterhin fällt nicht weiter zu verwendender Chemiemüll an.

## Balsamterpentinöl

Die Terpentinöle werden je nach Gewinnungsmethode als:

### **Balsamterpentinöl**

Wurzelterpentinöl

Kienöl

Sulfat- und Sulfitterpentinöl

bezeichnet.

In Naturfarben wird ausschließlich Balsamterpentinöl verwendet. Dieses wird so gewonnen, daß aus angeschnittenen Bäumen (I.d.Regel Pinus-Arten) der Balsam abgezapft und nachdem er von groben Verunreinigungen befreit worden ist mit Wasserdampf destilliert wird. Das so gewonnene Terpentinöl ist farblos und hat einen charakteristischen Geruch.

Hauptinhaltsstoffe sind:

$\alpha$ -Pinen,  $\beta$ -Pinen und, in Balsamterpentinöl selten, delta 3-Caren.

Die Pflanzenart, das Herkunftsgebiet und die Gewinnungsmethode bestimmen ganz wesentlich die Zusammensetzung eines Terpentinöls.

## Zitrusfruchtschalenöle

Die Zitrusfruchtschalenöle werden aus den Schalen von Zitrusfrüchten (Orangen, Zitronen, Mandarinen, Grapefruits, Limetten, Bergamotten) und zwar in der Regel durch Kaltpressen gewonnen.

Sie fallen z.B. als Nebenprodukt bei der Orangensaftherstellung an.

Hauptinhaltsstoff ist d-Limonen.

Daneben sind auch  $\alpha$ -Pinen und  $\beta$ -Pinen enthalten.

Wie bei den Terpentinölen wird auch bei den Zitrusfruchtschalenölen die genaue Zusammensetzung von der Pflanzenart, dem Herkunftsgebiet und der Gewinnungsmethode bestimmt.

(Ullmann, 1981; Römpf, 1988/90, Leung.A. 1980)

## Isoaliphaten

Isoaliphaten werden in vielen Reaktionsschritten, unter Einsatz von Isobutan, Fluorwasserstoff und Butylen, aus Erdöl synthetisch hergestellt. Dabei fällt Chemiemüll an, der nicht aufgearbeitet werden kann.

Isoaliphaten mit 11 bis 13 Kohlenstoffatomen werden zunehmend als Lösemittel eingesetzt, weil ein Flammpunkt von 55°C überschritten ist und somit ein Gefahrensymbol entfällt.

## Testbenzin

Testbenzin wird durch Erdölsplattung, Destillation und anschließende chemisch-katalytische Hydrierung gewonnen.

Testbenzine haben je nach DIN-Norm einen unterschiedlichen Aromatengehalt. Auch sogenannte entaromansierte Qualitäten weisen noch einen Restgehalt an aromatischen Verbindungen auf, zu denen Ethylbenzol, Toluol und Xylol gehören können. ( Gerstenberger, M. und Kruse, D. 1984).

## Verbleib nach Gebrauch Photochemischer Smog, Treibhauseffekt

Der größte Teil der in Farben und Lacken enthaltenen Lösemittel verdampft in die Atmosphäre.

Aus Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden bildet sich unter Sonneneinstrahlung Ozon, das zum photochemischen Smog beiträgt (Bulfani, J. 1979; Chameides, W. et al. 1988; Finlayson, B. und Pitts, J. 1976).

Das gebildete Ozon findet man nicht nur in den Ballungszentren, sondern auch in sogenannten Reinluftgebieten, in die die Luftschadstoffe über Feintransport verfrachtet werden.

Terpene und andere Kohlenwasserstoffe aus den natürlichen Lösemitteln tragen ebenso wie Isoaliphaten und Testbenzine zur Ozonbildung in der Atmosphäre bei, wenn sie verdunsten. Dabei reagieren die Terpene aufgrund ihrer Struktur schneller und werden auch schneller abgebaut.

Erstere sind dem natürlichen Kreislauf nur entnommen und verstärken daher die sowieso vorhandenen Emissionen biogener Kohlenwasserstoffe nicht.

**Nach ihrer Verwendung als Lösemittel werden sie dem natürlichen Kreislauf wieder zugefügt.**

Isoaliphaten und Testbenzin hingegen werden aus Erdöl hergestellt, das geologischen Deponien entnommen wird und tragen zu einer nur vom Menschen verursachten anthropogenen Ozonbildung bei.

Lösemittel werden in jedem Fall letztendlich zu Kohlendioxid und Wasser abgebaut. Dies geschieht zum größten Teil durch Reaktionen in der Atmosphäre. Der Abbau durch Mikroorganismen oder in Müllverbrennungsanlagen macht nur einen sehr geringen Anteil aus. Beim Abbau der natürlichen Lösemittel wird genau soviel Kohlendioxid wieder frei, wie vorher zu ihrer Bildung von der Pflanze der Atmosphäre entnommen wurde. Die Kohlendioxidbilanz der Erde wird durch die Verwendung von Terpenen also nicht beeinflusst.

Durch die Verwendung und den Abbau synthetischer Lösemittel wird dagegen in geologischen Deponien festgesetztes Kohlendioxid reaktiviert und zusätzlich vom Menschen in die Atmosphäre gebracht. Die Kohlendioxidbilanz der Erde wird negativ beeinflusst. Dies bedeutet, daß die natürlichen Lösemittel den Treibhauseffekt nicht verstärken, wohl aber die synthetischen Lösemittel.

## **Gesundheitliche Aspekte**

Alle leicht flüchtigen, organischen Verbindungen, zu denen die Lösemittel zählen sind geeignet, die Gesundheit zu beeinträchtigen.

So wirken Lösemittel immer mehr oder weniger hautentfettend und können dadurch Ekzeme, etc. verursachen.

Natürliche Lösemittel können, bedingt durch ihre variable und vielkomponentige Zusammensetzung, Allergien auslösen.

Eine kanzerogene Wirkung konnte für keines der besprochenen Lösemittel sicher festgestellt werden.

Im Tierversuch lösten Isoaliphaten, Testbenzin und auch d-Limonen bei männlichen Ratten Nierenschäden bis hin zu bösartigen Nierentumoren aus. Diese kanzerogene Wirkung der genannten Stoffe konnte auf ein bei Ratten Testosteron-abhängig gebildetes, also in männlichen Tieren, in sehr viel höheren Konzentrationen als in weiblichen Tieren vorliegendes Transporteiweiß der Niere, zurückgeführt werden. Dieses Eiweiß konnte beim Menschen nicht nachgewiesen werden (DFG 1989, „d-Limonen“).

Es kann als gesichert angesehen werden, daß die in Farben und Lacken enthaltenen Lösemittel das zentrale Nervensystem des Menschen schädigen können. Betroffen davon sind insbesondere Maler, Anstreicher und andere Angestellte des Baugewerbes, die über Jahre hinweg relativ hohen Lösemittel-Emissionen ausgesetzt sind. Aufgrund der komplexen Zusammensetzungen von Farben und Lacken, der vielen verschiedenen eingesetzten Lösemittel(gemische), und aufgrund der schlecht zu rekonstruierenden Exposition der betroffenen Personen, ist nur für wenige Lösemittel sicher bekannt, ob sie Schäden am Nervensystem des Menschen hervorrufen können oder nicht. Toluol, das in Testbenzin enthalten sein kann, ist z.B. ein Stoff für den dies als gesichert gilt. (Dauderer, M. 1986; Deutsche Apothekerzeitung 1989; Orbaek, P. und Lindgren, M. 1988; Triebig, G. 1896).

**Ein starker Eigengeruch von leicht flüchtigen, organischen Verbindungen in Farben und Lacken ist daher in jedem Fall positiv zu bewerten, da er eine natürliche Warnfunktion ausübt**

## Balsamterpentinöl

Terpentinöle wirken stark hautentfettend und können bei Hautkontakt häufig Allergien auslösen. Diese äußern sich als juckende Ekzeme der betroffenen Hautregion(en) (Cachao.P. et al. 1986; Pirilä,V. et al. 1969).

Hauptsächlich dafür verantwortlich ist das Hydroperoxid des delta-3-Carens, und es ist daher wichtig, delta-3-Carenarme Balsamterpentinöle als Lösemittel zu verwenden, wie es die meisten Naturfarbenhersteller auch tun. Dadurch lassen sich Allergien zu einem großen Teil vermeiden.

So werden in der Medizin zur äußeren (Einreiben) und inneren (Inhalieren) Anwendung ebenfalls nur delta-3-Carenarme Balsamterpentinöle verwendet (Steinegger,E. und Hänsel,R. 1988).

Und in der Kosmetikverordnung der Republik Österreich wird Lärchenterpentinöl sogar als Inhaltsstoff kosmetischer Produkte in Konzentrationen bis zu 4.5 g/100 g in Produkten, die „auf der Haut verbleiben“ und in Konzentrationen bis zu 5.0 g/100 g in Duschbädern zugelassen .

Der MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatzkonzentration) für Terpentinöle aller Qualitäten beträgt 100 ppm. Bei einer Konzentration von etwa 200 ppm können (abhängig von der genauen Zusammensetzung) Reizung der Schleimhäute, Kopfschmerzen oder Schwindel eintreten. Ab 200 ppm kann Terpentinöl aber bereits geruchlich wahrgenommen werden, und somit einer gesundheitlichen Schädigung durch längere Einwirkung entgangen werden. Dieser MAK-Wert ist aber viel zu undifferenziert, da er für Terpentinöle aller Qualitäten gilt. Für Sulfatterpentinöle mit delta-3-Caren Gehalten bis zu 70% ist er sicher notwendig. Nicht aber für fast oder sogar vollständig delta-3-Caren freie Balsamterpentinöle, die wesentlich weniger Augen- und Schleimhautreizend sind.

Dennoch hat die niedrige Einstufung daneben auch einen positiven Effekt Sie hat zur Folge, daß Terpentinöl als Inhaltsstoff einer Farbe oder eines Lackes deklariert werden muß. D.h. eine gegen Terpentinöl allergische Person kann auf ein anderes Produkt ausweichen bzw. Schutzmaßnahmen ergreifen (Hautschutz, Lüften,..etc.).

## Zitrusfruchtschalenöle

Zitrusfruchtschalenöle zeigen verglichen mit den Balsamterpentinölen selten allergene Wirkung.

Nach der Gefahrstoffverordnung vom 26.8.1986 gelten Zitrusfruchtschalenöle und d-Limonen **nicht** als hautirritierende Substanzen (Protzen,K. 1989).

Die in manchen Ölen enthaltenen Fucocumarine können phototoxisch wirken. D.h. sie erzeugen bei Einwirkung von UV-Strahlen auf der Haut braune Flecken (Leung,A. 1980). Bei Verwendung der Zitrusfruchtschalenöle als Lösemittel in Innenraumfarben kann dieser Nachteil jedoch unberücksichtigt bleiben, wenn die Haut vor der Einwirkung von Farbe geschützt wird.

Eine krebserregende Wirkung kann ihnen nicht nachgewiesen werden.

Zur Bestimmung der kanzerogenen Wirkung von Zitrusfruchtschalenölen und deren Hauptinhaltsstoff d-Limonen wurden zahlreiche Versuche durchgeführt, diese lieferten aber kein positives Ergebnis.

Die MAK-Kommission und auch die FEMA-Expertengruppe, die d-Limonen auf die Liste der GRAS (= generally recognized as safe)-Stoffe setzte, stufen d-Limonen als nicht krebserregend ein (Bardock.G. et al. 1990; DFG 1989; Roe.F. und Field.W. 1965).

Weder für Zitrusfruchtschalenöle noch für d-Limonen gibt es einen MAK-Wert, da die der MAK-Kommission bisher vorliegenden Daten, speziell über d-Limonen, zur Festlegung eines Grenzwertes nicht ausreichen.

Aufgrund ihres starken Eigengeruchs haben auch Zitrusfruchtschalenöle, wie Balsamterpentinöl, eine natürliche Warnfunktion.

### **Isoaliphaten**

Für Isoaliphaten gibt es bisher keinen MAK-Wert, obwohl Daten über die Kurzzeittoxikologie vorliegen. Über die Langzeittoxikologie ist wenig bekannt, was aber keinesfalls bedeutet, daß diese Stoffe unbesorgt als harmlos für den Menschen und die Umwelt angesehen werden können.

Isolaliphaten wirken nur leicht hautentfettend und sind, soweit bekannt, nicht allergen.

Isoaliphaten sind fast völlig geruchsfrei und es fehlt somit der Geruch als Warnfunktion, um einer Schädigung des Organismus und insbesondere des Nervensystems vorzubeugen. Dies ist insbesondere in Anbetracht der schnellen Verdunstung (Isoaliphaten sind nach etwa 6 Stunden vollständig aus dem Anstrichfilm verschwunden; Leinos, 1988) und der Tatsache, daß manche Produkte einen hohen Isoaliphatengehalt aufweisen, als gefährlich anzusehen.

### **Testbenzin**

Testbenzin wirkt ebenfalls hautentfettend und kann Allergien auslösen.

Reste von Toluol und Xylol können in diesem Lösemittel enthalten sein. Beide Stoffe stehen in dem Verdacht Krebs zu erzeugen und fruchtschädigend zu wirken. Weiterhin konnte für Toluol sicher nachgewiesen werden, daß es das Zentrale Nervensystem des Menschen schädigt (DFG, 1989; Triebig, G. 1988).

Für Testbenzin gibt es noch keinen MAK-Wert. Die MAK-Werte-Kommission „konnte sich nicht entschließen, einen MAK-Wert für Benzin anzugeben“, und zur Bewertung der einzelnen, relativ genau definierten Stoffgemische wie Testbenzin, Vergaserkraftstoffe, etc. fühlt sich die Kommission erst dann „berechtigt, wenn ihr die Ergebnisse der Untersuchungen definierter Benzin-Dampfgemische vorliegen“ (DFG 1989).

**Dies heißt aber nicht, daß Testbenzine unschädlich für die menschliche Gesundheit sind,** sondern daß sich ein notwendiger Vorsorgewert- gegen die Machtinteressen der Mineralölindustrie nicht durchsetzen ließen.

Der typische Eigengeruch des Benzins hilft warnend einer Schädigung des Nervensystems vorzubeugen.

## Zusammenfassender Lösemittel-Vergleich

**Die natürlichen Lösemittel Balsamterpentinöl und Zitrusfruchtschalenöl sind den Isoaliphaten oder dem Testbenzin vorzuziehen.**

*I. Sie werden aus nachwachsenden Naturstoffen gewonnen; sie sind dem natürlichen Kreislauf sozusagen nur entliehen. Sie tragen nicht durch eine zusätzliche CO<sub>2</sub>-Belastung zum Treibhauseffekt bei.*

*II. Die Herstellung der Lösemittel und die Beseitigung von Resten können ohne hohen Energieaufwand und ohne zusätzliche ökologische Nachteile bewerkstelligt werden.*

*III. Da sowohl Isoaliphate als auch Testbenzin Naturharze nur schlecht lösen, werden sie zusammen mit Balsamterpentinöl oder Zitrusfruchtschalenölen in Naturfarben als Lösemittel eingesetzt.*

*D.h. das einzige Argument für die Verwendung synthetischer Lösemittel, das Fehlen des allergenen Potentials, wird durch die Praxis zunichte gemacht. Denn für die Allergiker/Innen sind selbst kleinste Konzentrationen des Allergens ausreichend, um erneut eine allergische Reaktion auszulösen.*

*Durch Deklaration der Inhaltsstoffe kann er/sie auf alternative Produkte (z.B. mit Zitrusfruchtschalenöl als Lösemittel oder lösemittelfreie Produkte) ausweichen oder sich durch entsprechendes Verhalten schützen.*

*Weiterhin kann durch die Verwendung delta-3-Caren armer Qualitäten das allergene Potential der Balsamterpentinöle erheblich gesenkt werden.*

*Die Verwendung von nicht natürlichen Materialien als eine der Hauptkomponenten in der Rezeptur von Produkten, die den Anspruch der Natürlichkeit vorgeben, trägt zur Täuschung von VerbraucherInnen bei.*

## Literatur

Bardock,G.,Wagner,B.,Smith,R., Munro,I und Newberne,P. 1990  
"15 GRAS-Substances"  
Food Technology 2, 78,

Bericht der Krebsforschungskommssion der WHO  
Deutsche Apothekerzeitung 1989

BulfamJ.1975  
"Factors in Summer Ozone Production in the San Francisco Air Basin"  
Science 203.81

Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich  
30. August 1984  
337. Verordnung: Kosmetikverordnung

Cachao, P., Menezes-Brandao, F., Carmo,M., Frazao, S. und Silva,M.1986  
„Allergie to Oil of Turpentine in Portugal“  
Contact Dermatitis 14, 205

Chameides,W./Lindsay,R.,Richardson,J. und Kiang, C. 1988  
"The Role of Biogenic Hydrocarbons in Urban Photochemical Smog - Atlanta as a Case Study"  
Science 241,1473.

Dauderer,M. 1986 „Klinische Toxikologie“  
ecomed Verlag

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft 1989  
Toxikologische, Arbeitsmedizinische Begründungen  
Verlagsgemeinschaft mbH Weinheim

Finlayson,B. und PittsJ. 1976  
"Photochemistry of the Polluted Troposphere"  
Science 192, 111

Gerstenbearger, M. und Kruse,D. 1984  
"Entaromatisierte und Synthetische Kohlenwasserstoffe - eine Neue Generation von Lösemitteln“  
Farbe+Lack 90/1, 30

Leinos Naturfarben  
Rundschreiben Nr.3, 8.6.1988

Leung, A. 1980  
"Encyclopedia of Common Natural Ingredients"  
J.Wiley and Sons Inc. N.Y.

Orbaek, P. und Lindgren,M. 1988  
"Prprospective Clinical and Psychometric Investigation of Patients with Chronic Toxic Encephalopathy Induced by Solvents"  
Scand.Journ. Work Environm. Health 14, 37

Pirilä,V., .Kilpio, A,  
Olkonnen,A., Pirilä,L. und Siltanen, E. 1969  
"On the Chemical Nature of the Eczematogenic Agent in Oil of Turpentine"  
Dermatologica 139, 183

Protzen, K-D. 1989  
Kennzeichnung, Verpackung beim Umgang mit und Transport von Citrusfruchtschalenterpenen“  
Parfümerie und Kosmetik 170/5, 264

Roe,F. und Field, W. 1965  
„Chronic Toxicity of Essential Oils and Certain Other Products of Natural Origin“  
Food Cosm. Toxicology 3., 311

Shell, J. 1987  
„Wasserverdünnbare Anstrichstoffe – Chancen und Probleme für das Holzfenster“  
Impulsprogramm Holz  
Bundesamt für Konjunkturfragen, Schweiz 980/2

Steinegger, R. und Hänsel,E. 1988  
„Lehrbuch der Pharmakognosie und Phytopharmazie“  
Springer Verlag

Triebieg,G.1986  
"Gesundheitsgefährdungen durch Organische Lösenmittel"  
Arbeitsmedizin Aktuell 18,5, 33

"Ullmanns Enzyklopädie der Technischen Chemie"  
Verlag Chemie 1981,Band22

## KATALYSE

Institut für angewandte Umweltforschung  
Dr.Wolfgang Linden  
Engelbertstr. 41  
5000 Köln 1  
Telefon (0221)235963  
Telefax (0221) 24 38 20

Rechtsform: Eingetragener Verein • Bankverbindung: Postgiroamt Köln BLZ 370 100 50 - Kto.-  
nr. 74 75-500. Mitglied der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute