

Quantitative Bestimmung des Medieneinflusses auf Kunststoffe

T 1440

T 1440

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

S C H L U S S B E R I C H T

z u m

F o r s c h u n g s a u f t r a g

IV/1 - 5 - 372/83

Thema: Quantitative Bestimmung des Medieneinflusses auf Kunststoffe

Auftraggeber: Institut für Bautechnik, Berlin

Auftragnehmer: Dr.-Ing. Ulrich Thebing

Wagnerstraße 4

5120 Herzogenrath 3

Herzogenrath, im Oktober 1984
Thg/-

Dr.-Ing. Ulrich Thebing
Beratender Ingenieur
Wagnerstraße 4
D-5120 Herzogenrath 3
Dr.-Ing. Tel. 02407/8285

Der Bericht umfaßt:

55 Seiten

11 Abbildungen

2 Flußdiagramme

9 Tabellen

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1. Einleitung	1
2. Analyse von "Beständigkeitslisten"	2
3. Ermittlung von Werkstoffkennwerten mittels Abminderungsfaktoren	4
4. Methoden zur quantitativen Bestimmung des Medieneinflusses	7
4.1 Zeitstandbruchversuche unter Medieneinfluß	7
4.2 Simulation einer Medienbelastung an Rohren und Behältern	9
4.3 Kombination verschiedener Versuchsmethoden	10
4.4 Temperaturbeschleunigte Versuche und Lebensdauerkurven	11
5. Rechnerprogramm MEDIADATA	14
5.1 Programm EINGAB(e)	16
5.2 Programm SUCHEN	16
5.3 Programm ALMED	17
6. Ergebnisse	18
7. Ausblick	20
8. Literatur	20
9. Anhang (Bilder, Flußdiagramme, Tabellen)	22

1. Einleitung

Im Gegensatz zu herkömmlichen Werkstoffen gelten Kunststoffe gemeinhin als medienbeständig. Allerdings ist häufig eine Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften bei gleichzeitiger Medieneinwirkung nicht zu vernachlässigen. Ein Ziel der Werkstoffwissenschaften muß es daher sein, diesen Einfluß zu quantifizieren.

Zur Abschätzung der Medienbeständigkeit von Kunststoffen werden häufig sog. Medienbeständigkeitslisten herangezogen, in denen man z.B. folgende Aussagen finden kann:

"...(Die) Liste macht Aussagen über die langjährige Gebrauchstüchtigkeit von sachgemäß hergestellten GFK-Teilen... Der Begriff Beständigkeit ist dabei branchenüblich nicht im Sinne einer vollständigen Beibehaltung aller optischen und mechanischen Eigenschaften des ursprünglichen Teils zu verstehen..."

"...wenn die Biegefestigkeit innerhalb dieser Zeit" (d.h. 12 Monate)
"höchstens um 25% abgefallen war..."

"Als beständig wurden alle UP-Harz-Proben bezeichnet, bei denen nach Ablauf der sechsmonatigen Lagerung optisch keine Schäden zu beobachten waren, und ferner eine Restbiegefestigkeit von 75% des Ausgangswertes erreicht wurde..."

Die daraus resultierenden Beständigkeitsaussagen werden also nicht immer nach den gleichen Untersuchungsmethoden gewonnen. Sie erbringen zwar für sich einen Wert, erlauben aber nicht (immer) einen quantitativen Vergleich. Eine Analyse muß also den jeweiligen "Vorspann" der Medienlisten berücksichtigen und - falls kein anderes auswertbares Zahlenmaterial vorliegt - diese Angaben quantifizieren.

2. Analyse von "Beständigkeitslisten"

Um die in der Literatur bzw. in den einschlägigen Firmenschriften vorhandenen Aussagen über eine "Medienbeständigkeit" aber dennoch auswerten und für eine Quantifizierung nutzen zu können, wurden zunächst einmal Daten gesammelt und gesichtet. Dabei wurde einmal mehr deutlich, daß die dort niedergelegten Aussagen auf Ergebnissen aus den unterschiedlichsten Untersuchungsmethoden herrühren. In ihrer einfachsten Form lauten die Aussagen:

- beständig oder auch widerstandsfähig
- bedingt beständig bzw. bedingt widerstandsfähig
- nicht beständig bzw. nicht widerstandsfähig.

Diese Aussagen beruhen häufig auf Immersionsversuchen. Dabei werden Probekörper der jeweiligen Werkstoffe bei bestimmten Temperaturen ohne Lastaufgabe von außen in den Medien gelagert (d.h. allseitig beaufschlagt). Anhand der Änderung ausgewählter Eigenschaftswerte wird dann die chemische Beständigkeit - oder richtiger gesagt - chemische Tauglichkeit bzw. Widerstandsfähigkeit beurteilt.

Nachstehende Werkstoffeigenschaften werden häufig als Beurteilungskriterien genannt:

- Zugfestigkeit und Reißdehnung
- Schlagzähigkeit
- Kerbschlagzähigkeit
- Grenzbiegespannung
- Kugeldruckhärte
- Dimensionsänderung
- Gewichtsänderung

Als ergänzende Aussagen sind eventuelle Änderungen in

- Aussehen (Farbe)
- Struktur
- Transparenz

zu betrachten, da sie häufig Indikatoren für - möglicherweise - später einsetzende Änderungen der zuvor genannten Eigenschaftswerte darstellen.

Weitere Versuche, die für eine Beurteilung der Gebrauchstüchtigkeit einer Werkstoff/Medien - Kombination herangezogen werden sollten, sind

- Permeation und
- Diffusion.

Aus den hier nur kurz aufgezeigten Beurteilungsmöglichkeiten, sowie der - möglicherweise - nicht praxisrelevanten Art der Beanspruchung (beidseitiger statt einseitiger Medienangriff) werden die Schwierigkeiten eines Vergleichs der Aussagen untereinander einerseits und andererseits die Quantifizierung der a priori qualitativen Aussagen deutlich.

Die Beständigkeitslisten erlauben mit diesen Angaben kaum eine Abschätzung der Lebensdauer von Bauteilen und können daher zunächst für die quantitative Dimensionierung von Bauteilen in dieser Form nicht herangezogen werden. Es kommt aber weiter hinzu, daß Bauteile aus Kunststoffen nicht nur dem Einfluß eines mehr oder weniger aggressiven Umgebungsmediums unterliegen, sondern es wirken in der Regel zumindest noch zusätzliche mechanische Beanspruchungen.

Zusätzlich können erhöhte Temperaturen auf das Bauteil einwirken. Man muß aus Versuchen dann bestimmen, in welcher Weise sich diese Beanspruchungen auf das

Tragverhalten des Materials auswirken. Anhand dieser Ergebnisse lassen sich die Einflüsse quantitativ erfassen, und zulässige Beanspruchungen können definiert werden. Dies geschieht in einfacher Weise mittels Abminderungsfaktoren.

3. Ermittlung von Werkstoffkennwerten mittels Abminderungsfaktoren

Bei der Dimensionierung von Bauteilen wird die Summe der auftretenden Lasten mit der zulässigen Beanspruchung verglichen (z.B. Gleichung (1)):

$$\sigma_{stat} + \sigma_{Wind} = \sigma_{zul} \quad (1)$$

Analog geht man bei Stabilitätsproblemen mit dem Elastizitätsmodul bzw. den Knicklasten vor.

Der Werkstoffachmann wird also nach den Größen für σ_{zul} und E_{zul} gefragt werden. Im Einsatz unterliegt der Werkstoff unterschiedlichen Einflüssen, die bei der Ermittlung der zulässigen Beanspruchung durch sog. Abminderungsfaktoren (A) separat erfaßt werden sollen und multiplikativ verknüpft werden.

$$A_{ges} = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \quad (2)$$

Für einen bestimmten Werkstoff beinhalten diese Einzelfaktoren

- Dauerlast (A_1),
- Alterung, Medieneinfluß (A_2) und
- erhöhte Temperatur (A_3).

Für die Abminderung des Ursprungsmoduls (E_0) werden in Kurzzeit- und Kriechversuchen Abminderungsfaktoren für Instabilität (A_I) ggf. unter Temperatur- und Medieneinfluß bestimmt. Die Retardationsversuche werden im allgemeinen bei einem Spannungsniveau entsprechend der Dauergebrauchslast, d.h. bei ca. 15% der Kurzzeitfestigkeit durchgeführt. Versuchstechnisch und von der Auswertung her bereitet dies kaum Schwierigkeiten.

Die Bestimmungsgleichung für den zulässigen Elastizitätsmodul lautet dann unter Berücksichtigung eines allgemeinen, nicht werkstoffspezifischen Sicherheitsfaktors:

$$E_{zul} = \frac{E_0}{A_{gesI} \cdot S} = \frac{E_0}{A_{1I} \cdot A_{2I} \cdot A_{3I} \cdot S} \quad (3)$$

Je nach Anwendungsfall wird auch nur mit $\sqrt{A_{1I}}$ gerechnet.

Für die zulässige Spannung gilt entsprechend mit den für Bruchbeanspruchung bestimmten Abminderungsfaktoren (A_B):

$$\beta_{zul} = \frac{\beta}{A_{gesB} \cdot S} = \frac{\beta}{A_{1B} \cdot A_{2B} \cdot A_{3B} \cdot S} \quad (4)$$

Alle weiteren Betrachtungen sollen im folgenden für die Auswirkungen bei Bruchbeanspruchung durchgeführt werden, da besonders bei der Ermittlung des Medieneinflusses (A_{2B}) Schwierigkeiten zu erwarten sind.

Der Einfluß langfristig einwirkender Lasten sowie erhöhter Temperatur ist auch bei Festigkeitsproblemen experimentell relativ einfach mit Zeitstandbruchversuchen oder Kurzzeitversuchen bei verschiedenen Temperaturen zu quantifizieren:

$$A_{1B} = \frac{\beta (23^{\circ}C)}{\sigma_{LZ} (23^{\circ}C, 10^5 h)} \quad (5)$$

Z.B. bei einer Temperaturbeanspruchung von 70 °C:

$$A_{3B} = \frac{\beta (23^{\circ}C)}{\beta (70^{\circ}C)} \quad (6)$$

In kritischen Fällen können A_{1B} und A_{3B} in Zeitstandbruchversuchen bei erhöhter Temperatur wie folgt gemeinsam bestimmt werden:

$$(A_{1B} \times A_{3B}) = \frac{\beta (23^{\circ}C)}{\sigma_{LZ} (70^{\circ}C, 10^5 h)} \quad (7)$$

Diese Vorgehensweisen sind hinlänglich bekannt und in Bild 1 anhand von Zeitstandbruchkurven noch einmal prinzipiell dargestellt. Zur quantitativen Bestimmung der Abminderungsfaktoren A_{1B} und A_{3B} liegen also durchaus praktikable und oft angewandte Versuchstechniken vor.

Der Einfluß der Umgebungsmedien auf die Materialkennwerte wird jedoch wie eingangs beschrieben, meist nur qualitativ erfaßt. Damit wird dann versucht, den Abminderungsfaktor A_{2B} (Medieneinflüsse) mit Hilfe von Beständigkeitslisten, die meist auf Einlagerungsversuchen basieren, abzuschätzen. Dabei muß wegen der mit dieser unsicheren Aussage zwangsläufig verbundenen Ungewißheit die Ab-

schätzung zur sicheren Seite erfolgen. Somit wird A_{2B} meistens zu hoch angesetzt. Das führt zu höheren Wandstärken am Bauteil. Dies ist natürlich sehr unbefriedigend, und es besteht der Wunsch, für eine bestimmte Kombination von Werkstoff, Medium, Temperatur und Einsatzdauer einen Zahlenwert für A_{2B} auf der Basis von einfachen und in kurzer Zeit ausführbaren Experimenten zu bestimmen. Dieser Zahlenwert muß ausreichend abgesichert sein, den Einsatz des Werkstoffes aber nicht unnötig einschränken und eine Überdimensionierung des Bauteils vermeiden.

4. Methoden zur quantitativen Bestimmung des Medieneinflusses

Um die Auswirkung aggressiver Umgebungsbedingungen auf die Festigkeitskennwerte von GF-UP-Laminaten zu quantifizieren, sind verschiedene Methoden denkbar. Einige davon sollen im folgenden kurz erläutert und kritisch bewertet werden.

4.1 Zeitstandbruchversuche unter Medieneinfluß

Zeitstandbruchversuche unter gleichzeitiger Einwirkung von Medium und mechanischer Last werden insbesondere bei thermoplastischen Kunststoffen schon lange durchgeführt. Auch für faserverstärkte Kunststoffe ist zu erwarten, daß sich unter Medieneinwirkung ein stärkerer zeitlicher Abfall der Zeitstandbruchlasten und ein generell geringeres Bruchlastniveau als in Luftumgebung einstellen. Analog zu Bild 1 ergibt sich Bild 2.

Erhöht man zusätzlich die Versuchstemperatur, so wird man die untere Zeitstandbruchkurve in Bild 2 erhalten.

Um derartige Versuche innerhalb sinnvoller, d.h. zur Extrapolation geeigneten Versuchszeiten durchführen zu können, müssen die Belastungen der Probekörper sehr hoch sein. Bei GF-UP z. B. wird man mehr als 50% der Kurzzeitfestigkeit benötigen. Solch hohe Lasten sind aber für den Einsatz im Bauteil jedoch nicht typisch. Im Bauteil liegt vielmehr die Dauerlast meist nicht über 15% der Kurzzeitfestigkeit. Bei einem GF-UP-Laminat sind aber in senkrecht zur Belastung verstärkten Schichten bei einer Beanspruchung von mehr als 50% schon weit früher Risse entstanden. Diese Risse sind besondere Schwachpunkte des Werkstoffes gegenüber Medieneinwirkung. Es ist bekannt, daß z. B. Schwefelsäure, ausgehend von solchen Rissen, herkömmliches E-Glas verheerend schädigt und in der Regel verbunden mit glatten Trennbrüchen zerstört, was zu einem völligen Abfall der Zeitstandbruchfestigkeiten führt.

Will man bei Zeitstandbruchuntersuchungen relativ kurze Standzeiten erreichen, so müssen sogar Versuche mit Beanspruchungen von ca. 70 - 90% der Kurzzeitfestigkeit durchgeführt werden. Dann aber sind sogar schon Faserbrüche in Verstärkungsrichtung möglich.

Diese Überlegungen zeigen, daß Zeitstandbruchversuche unter Medien- und evtl. erhöhtem Temperatureinfluß sehr wohl Zahlenwerte für Abminderungsfaktoren erbringen (vergl. Bild 2), diese Versuchsbedingungen gegenüber dem realen Einsatzfall so stark verfälscht sind, daß die gemessenen Abminderungsfaktoren überhöht sein werden und daher wiederum zu sehr auf einer unwirtschaftlichen, weil zu sicheren Seite liegen. Zudem sind diese Versuche zeit- und kostenintensiv. Das Bauteil würde wiederum überdimensioniert.

4.2 Simulation einer Medienbelastung an Rohren und Behältern

Bei Rohren und Behältern wirkt das Medium nur von der Innenseite auf den Werkstoff ein. Gleichzeitig wirkt mechanische Beanspruchung. Diese Situation wird bei Relaxationsversuchen nach Bild 3 unter zeitlich konstanter Verformung und nach Bild 4 unter zeitlich konstanter Last gut simuliert.

Analog zu den Zeitstandbruchuntersuchungen (vgl. Kap. 4.1) wird auch hier die Zeit bis zum Versagen gemessen. Also müssen auch hier wie im Zeitstandbruchversuch die mechanischen Lasten so hoch gewählt werden, daß die Versuchszeiträume nicht zu lang werden. Wieder ist der Werkstoff im Versuch überbeansprucht. Aus geometrischen Bedingungen heraus eignen sich die Versuche nach Bild 3 und 4 nicht für Behälter, die wesentlich größere Durchmesser als Rohrprüfkörper aufweisen.

Häufig wird der Korrosionseinfluß auf GF-UP auch mit Hilfe des Prüfgerätes nach DIN 53393 (Prüfung von glasfaserverstärkten Kunststoffen, Verhalten bei Einwirkung von Chemikalien) untersucht (Bild 5). Auch hier wirkt das korrosive Medium nur einseitig auf den Werkstoff ein. Die Ergebnisse dieser Versuche nach der o.a. Norm dienten bisher in der Praxis für die Beurteilung des Medieneinflusses auf GF-UP. Dazu werden vorzugsweise die eingangs erwähnten Eigenschaftsänderungen herangezogen, und zwar nach mehrmonatiger Einlagerungsdauer in einem bestimmten Medium.

Bei diesem Verfahren wird jedoch der zusätzliche Einfluß einer gleichzeitig wirkenden mechanischen Beanspruchung, wie er in der Praxis fast immer vorliegt,

außer acht gelassen. Auch zur Wahl der Prüftemperaturen fehlen entsprechende Angaben.

Eine Anmerkung der DIN 53393 besagt sogar, daß häufig keine Korrelation zwischen den verschiedenen Eigenschaftswerten besteht. Z. B. kann trotz erheblicher Änderung des visuellen Erscheinungsbildes sich die Biegefestigkeit nicht oder nur unwesentlich verändert haben. Daher kann nur der Fachmann die Ergebnisse qualitativ (aber bislang nicht quantitativ) auswerten.

4.3 Kombination verschiedener Versuchsmethoden

Nach den vorläufigen Bau- und Prüfgrundsätzen für oberirdische GF-UP-Behälter und Behälterteile soll zur Bestimmung der Beständigkeit von GF-UP gegenüber Medien gleichzeitig der Einfluß von Last und Medium Berücksichtigung finden. Dieses Verfahren beinhaltet Einlagerungsversuche bei Gebrauchslast, d.h. bei etwa 15% der Kurzzeitfestigkeit und bei Gebrauchstemperatur. Vor Beginn des Kriechversuchs werden die Proben bis zur Sättigung (längstens jedoch 100 Tage) im Prüfmedium eingelagert. Daran schließt sich ein 3-Punkt-Biegekriechversuch unter gleichzeitiger Medieneinwirkung über einen Zeitraum von mindestens 1000h an. Solche Versuche werden zur Bestimmung des Abminderungsfaktors A_{gesI} , der den Einfluß gleichzeitiger Einwirkung von Last, Medium und Temperatur auf das Stabilitätsverhalten (E-Modul) ohnehin beschreibt, durchgeführt (vgl. Kap. 3). Die hier vorgeschlagene Weiterverwendung der vorbelasteten Probekörper kann Aufschluß über das Bruchverhalten nach Medieneinwirkung (A_{2B}) geben.

Nach Abschluß der Sättigungsphase (bzw. Abbruch), sowie nach 100, 300, 600, 1000h (oder ggf. mehr) Dauer des Biegekriechversuchs wird eine bestimmte Anzahl

an Probekörpern dem Medium entnommen. An diesen Proben wird dann die Restfestigkeit als Funktion der Kriechzeit ermittelt. Aus dem Verhältnis der Ausgangsfestigkeit zur extrapolierten Restfestigkeit für die vorgesehene Bauteillebensdauer errechnet man dann den Abminderungsfaktor A_{2B} (Bild 6). Durch Zeitstandbruchversuche in Luft und evtl. bei erhöhter Temperatur erhält man den zur Dimensionierung erforderlichen Abminderungsfaktor A_{1B} bzw. $(A_{1B} \times A_{3B})$.

In verschiedenen Literaturstellen kann man nun finden, daß man mit einer maßvollen Erhöhung der Versuchstemperatur sich eine chemische Wechselwirkung zwischen Werkstoff und Medium, sowie die zugehörigen Reaktionsmechanismen zunutze machen kann, um den Abminderungsfaktor A_{2B} zu quantifizieren.

4.4 Temperaturbeschleunigte Versuche und Lebensdauerkurven

Durch chemische Korrosion verändern sich Moleküle bzw. Molekülgruppen und somit auch das Molekulargewicht. Dies bewirkt gewisse Eigenschaftsänderungen des Werkstoffes. Durch reaktionskinetische Betrachtungen und die Anwendung des Arrheniusgesetzes lassen sich Eigenschaftänderungen in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur formulieren. Nach MENGES und Mitarbeitern läßt sich dieser Zusammenhang auch auf GF-UP übertragen. Danach gilt:

$$\ln \frac{\sigma_R}{\beta} = -t \cdot v_0 \cdot e^{\frac{-E_A}{RT}} \quad (8)$$

Werden für verschiedene Temperaturen die gleichen Eigenschaftswerte für verschiedene Zeiten ermittelt, so erhält man das Lebensdauergesetz

$$\ln t = \ln K + \frac{E_A}{RT} \quad (9)$$

mit

$$K = \frac{1}{V_0} \ln \frac{\beta}{\sigma_R} \quad (10)$$

Aus Gleichung (8) und (9) wird deutlich, daß sich Alterungsvorgänge bei der Wahl geeigneter Koordinaten als Geraden darstellen lassen. Trägt man die Restfestigkeit im logarithmischen Maßstab über der Einlagerungszeit (linear) auf, so müßte sich ein linearer Zusammenhang ergeben. Bei der Anwendung des Lebensdauergesetzes wird durch Wahl der reziproken absoluten Temperatur, sowie dem Logarithmus der Zeit ein linearer Zusammenhang zu erwarten sein. Dies wird von MENGES und Mitarbeitern für Polybismaleinimid nachgewiesen (Bild 7 und 8).

Die Prüfmethode kann wie folgt definiert werden:

Die Proben sollen bei mindestens drei erhöhten Temperaturen (alle oberhalb der Gebrauchstemperatur) einige 1000 Stunden im Prüfmedium eingelagert werden. Die maximale Prüftemperatur für glasfaserverstärkte ungesättigte Polyesterharze in diesem Prüfverfahren wird durch die Temperatur bestimmt, bei der der Abfall des Schubmoduls der Matrixharze gegenüber dem Wert bei Raumtemperatur nicht mehr als ca. 10 - 20% beträgt. Zusätzlich ist zu überprüfen und sicherzustellen, daß durch die Erhöhung der Prüftemperatur keine Änderung des Reaktionsmechanismus zwischen Werkstoff und Medium gegenüber dem bei Raumtemperatur eintritt. Bild 9 veranschaulicht die prinzipielle Vorgehensweise.

Nach unterschiedlichen Einlagerungszeiten (z.B. 100, 500, 1000, 2000h etc.) werden Proben entnommen und die Restfestigkeit überprüft und halblogarithmisch aufgetragen. Man wählt nun eine bestimmte Restfestigkeit (z.B. 50% in Bild 8)

aus. Diese Werte werden in ein Zeit-Temperatur-Diagramm (Lebensdauerkurve) übertragen und zu tieferen Temperaturen hin extrapoliert.

Kennt man nun die Gebrauchstemperatur und die vorgesehene Bauteillebensdauer, so erhält man einen Schnittpunkt für eine bestimmte Restfestigkeit. Damit läßt sich dann der zu erwartende Abfall der Festigkeit infolge Medienbeanspruchung feststellen (in dem dargestellten Beispiel in Bild 9 40%). A_{2B} beträgt dann in diesem Beispiel $100/40 = 2,5$.

Diese Versuchs- und Auswertungsmethode hat den Vorteil, daß Meßergebnisse, die bei den Rohstoffherstellern teilweise vorliegen, durch dieses neuartige Vorgehen doch quantitativ ausgewertet werden können.

Dies wurde anhand eines Beispiels graphisch in den Bildern 10 und 11 durchgeführt. Versuchsdaten eines deutschen Harzherstellers liefern die Stichprobe in Bild 10. Wie erwartet sind die Restfestigkeiten vor und nach Medieneinlagerung bei Raumtemperatur annähernd gleich. Der starke Abfall bei 100 °C Einlagerungstemperatur läßt den Schluß zu, daß das Harz hier bereits überfordert ist. Zeichnet man - wie in Bild 9 vorgeschlagen - die Daten um, so erhält man einen Zusammenhang, wie er in Bild 11 dargestellt ist. Im Schnittpunkt aus Gebrauchstemperatur und vorgesehener Lebensdauer interpoliert man einen Festigkeitsabfall auf 85%. Daraus folgt $A_{2B} = 1,20$, was einen durchaus realistischen Wert darstellt.

Diese Gelegenheit, vorhandene Daten zu nutzen, sollte demnach auch zur Quantifizierung einbezogen werden.

Aufgrund der Vielzahl der vorliegenden Aussagen aus den sog. "Medienbeständigkeitslisten", sowie ihrer anfangs erwähnten unterschiedlichen Inhalte bot sich die Elektronische Datenverarbeitung (EDV) als Speicher der Informationen und als Auswerteeinheit an. Durch Korrelationen der Datenfülle gelangt man so zu Interpretationen und Analysen, die eine Quantifizierung erlauben.

5. Rechnerprogramm MEDIADATA

Aus den vorgenannten Gründen wurde auf einer vorhandenen EDV-Anlage^{x)} ein entsprechendes Programmpaket geschaffen. Dabei ergaben sich wegen der anfangs geschilderten Fragestellungen folgende Aufgaben zur Programmerstellung:

- a) Programm zur Dateneingabe
- b) Programm zur Datenausgabe und Interpretation
- c) (Hilfs-) Programm zur alphabetischen Sortierung

Neben diesem Programmpaket stehen mehrere Dateien zur Verfügung, die wie folgt gegliedert sind:

MEDIUM: Abspeicherung des Mediennamens (max. 80 Zeichen) sowie der chemischen Formel (max. 40 Zeichen) und möglicher anderer Medienbezeichnungen. Es sind insgesamt bis zu 1056 Eintragungen möglich.

HARZ: Abspeicherung des Harznamens (max. 40 Zeichen)

Über Codierung wird unterschieden in

- "Reinharz" (= unverstärkte Matrix)
- Faserverbundsystem
- Harztyp (entsprechend Normenvorschlag zur DIN 00.18 820)

Insgesamt sind bis zu 200 Eintragungen möglich.

x) Das vorhandene Computersystem verwendet einen 16 bit- Mikroprozessor ZILOG Z 8001 und verfügt über einen Arbeitsspeicher von 256 kB RAM. Als externe Speicher stehen zwei 8"-Floppy-Disk-Laufwerke mit je 1 Megabyte Speicherkapazität zur Verfügung. Die Programmiersprache ist ein precompiliertes BASIC.

In zwei weiteren Dateien werden die Härtungsbedingungen (max. 6 x 40 Zeichen) und/oder der Laminataufbau (max. 8 x 40 Zeichen) mit jeweils 200 Eintragungsmöglichkeiten abgespeichert.

Die Datei BEST(ändigkeit) stellt die aufwendigste dar, da in ihr die Harz/Medien - Kombinationen und die zugehörigen Angaben über:

- Konzentration des Mediums
- Temperatur
- Beständigkeitsangabe
- Angabe über Restfestigkeiten nach 3, 6, 12, 24 Monaten
- Angaben über visuelle Veränderungen wie Farbe, Struktur und Transparenz jeweils nach 3, 6, 12, 24 Monaten

gespeichert werden. Beispiele sind in den Tabellen 1 bis 3 dargestellt (Anmerkung: Der Harzname wurde hier bewußt weggelassen.). In dieser Datei sind insgesamt bis zu 58.517 Eintragungen möglich. Um für die Eingaben und vor allem für die Suchalgorithmen den Zeitaufwand klein zu halten, wurde durch binäre Codierung eine Möglichkeit geschaffen, in überschaubaren Zeiten die jeweils gewünschten Aussagen durch das System zu erhalten.

Hinzu kommen noch einige Hilfsdateien zur Alphabetisierung der Mediendatei, sowie zur schnelleren Erkennung der jeweiligen Position in den Programmen bzw. Dateien.

Nach dieser Kurzbeschreibung der Größen und der Aufgaben der Programmteile folgen nun einige Bemerkungen zu deren Funktionsweisen.

5.1 Programm EINGAB(e)

Das Programm EINGAB erlaubt die Eingabe und Modifizierung von Harz- und Medienbezeichnungen sowie von Beständigkeitsangaben. Fehlerhafte Eintragungen in der Beständigkeitsdatei können gesucht und gelöscht werden. Die so frei werdenden Stellen in der Datei können anschließend für neue Eintragungen genutzt werden. Fehlerhafte Eintragungen in den Dateien HARZ, MEDIUM, LAMINAT(aufbau) und HAERTUNG(sbedingungen) können interaktiv auf dem Bildschirm korrigiert werden (z.B. nach einem Programmstart über "Dateneingabe" (Ebene 1), "Ändern" (Ebene 1.1) oder der Auswahl von "Harz" bzw. "Medium" (Ebene 1.1.1)). (Siehe dazu Flußdiagramm zu dem Programm EINGAB.)

Der Programmabbruch muß über die zugehörige Funktionstaste "Programmende" erfolgen, da dort die "Startkennziffern" abgelegt werden, mit deren Hilfe das Programm bei einem erneuten Start die zuletzt ausgeführte Operation ermitteln kann (Anzeige der zuletzt eingegebenen Harz/Medien - Beständigkeitsangabe sowie der erste verfügbare freie Speicherplatz in der Beständigkeitsdatei).

5.2 Programm SUCHEN

Das Programm SUCHEN ermöglicht die Ausgabe von Beständigkeitsangaben und deren Interpretation in Tabellenform. Hierzu existieren - je nach Fragestellung - unterschiedliche Tabellenformate. Die Tabellen 4 und 5 zeigen zwei Beispiele. Für die Suchdurchläufe stehen im wesentlichen vier Suchkriterien zur Verfügung:

1. Ausgabe der Beständigkeitsangaben für 1 Harz und 1 Medium
2. Ausgabe der Beständigkeitsangaben für 1 Harz und alle Medien
3. Ausgabe der Beständigkeitsangaben für alle Harze und 1 Medium

4. Ausgabe der Beständigkeitsangaben für 1 Harzgruppe und 1 Medium

Dabei können die Angaben bzgl. Medium auch spezifiziert werden hinsichtlich Konzentration und Temperatur des Mediums. Als weitere Kriterien für den Suchalgorithmus sind auch die übrigen, zuvor eingegebenen Daten möglich.

Aus den Angaben über vorliegende Restfestigkeiten wird gemäß den zuvor beschriebenen Vorschlägen (siehe Kap. 4.4) durch entsprechende Extrapolation der jeweilige A_2 - Faktor bestimmt. Liegen keine zahlenmäßigen Angaben über Restfestigkeiten vor, so wird in Anlehnung an ISO-DIN 4433 und unter Berücksichtigung der Auswertebemerkungen der jeweiligen "Medienbeständigkeitslisten" sowie des o.g. Auswerte- und Extrapolationsverfahrens ein A_2 - Faktor angegeben. Dieser Wert stellt dann jeweils den zahlenmäßig höchsten Wert für die betrachtete Harz/Medien - Kombination dar.

Der Aufbau des Programms SUCHEN ist im Flußdiagramm 2 dargestellt. Der Programmteil kann bis zu 20 Suchläufe selbständig nacheinander abarbeiten.

5.3 Programm ALMED

Das Programm ALMED dient zur alphabetischen Sortierung der Mediennamen. Dieses Programm wurde erstellt, damit auch nachträglich eingegebene Mediennamen sich in eine vollständig alphabetischen Reihenfolge einpassen lassen. Hierzu wird eine Datei mit 1000 Variablen verwaltet. Jede dieser Variablen enthält die Nummer einer Medieneintragung. Aus der monoton ansteigenden Reihenfolge dieser Variablen ergibt sich die Ordnung der Mediendatei in alphabetischer Reihenfolge. Die Startparameter für eine Nachsortierung der Mediendatei werden durch das Programm selbständig ermittelt.

6. Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 6 bis 9 dargestellt.

Tabelle 6 zeigt die in der HARZ - Datei gespeicherte Harze verschiedener Hersteller. (Weitere Eintragungen sind möglich!)

Die Harze sind nach einem Normenvorschlag zur DIN 00.18.820 nach Typen aufgeschlüsselt und in Gruppen 0 bis 6 eingeteilt (siehe Tabelle 7).

Tabelle 8 listet die bislang in die Mediendatei (MEDIUM) aufgenommenen Medien auf. (Auch hier sind weitere Eintragungen möglich.)

Sollte versehentlich ein Medium unter zwei Namen abgespeichert sein, so ist lediglich eine Suchabfrage nach beiden Namen erforderlich, um die erwünschten Angaben zu erhalten.

In den Tabellen 9a bis 9f werden die ermittelten Abminderungsfaktoren für eine größere Anzahl (133) von Medien für alle Harzgruppen sowohl bei Raumtemperatur, als auch bei 40° C aufgelistet. Diese Abminderungsfaktoren wurden aus den vorliegenden Restfestigkeiten, wie in Kap. 4.4 dargestellt, ermittelt bzw. folgendermaßen bestimmt:

Liegen keine zahlenmäßigen Angaben über Restfestigkeiten vor, so muß man z.B. die zu Beginn (Kap. 1) genannten Bemerkungen aus dem jeweiligen "Vorspann" berücksichtigen. Ähnliche Aussagen werden auch in der ISO DIN 44 33 (Entwurf 1981) Anhang C, als Beurteilungskriterien herangezogen:

- Festigkeitsabfall bis auf 75% nach 1 Jahr = widerstandsfähig

Kombiniert man diese Aussagen mit der Methode "Lebensdauergesetz" (Kap. 4.4), so erhält man für eine extrapolierte Lebensdauer von $2 \cdot 10^5$ h einen zu erwartenden Festigkeitsabfall auf minimal 70%. Das entspricht einem Abminderungsfaktor von 1,42. Da nun die Auswertung nicht für bestimmte Harze bzw. Lamine erfolgt, sich andererseits an die im Normenentwurf DIN 00.18820 enthaltene Eingruppierung der Harze in Typ 0 bis Typ 6 (siehe Tab. 7) hält, so muß die schlechteste Negativaussage als Minimalforderung zugrunde gelegt werden.

Wenn also ein Harz u./o. Laminat gerade bis 100° C beständig ist, so gilt für eben diese 100° C ein maximal zu erwartender Festigkeitsabfall von 25%, d.h. ein Abminderungsfaktor von 1,42. Der zu erwartende Abfall bei RT dürfte dann sicherlich nicht mehr als 10% (d.h. A-Faktor = 1,10) betragen. Zwischenwerte lassen sich mit Hilfe des Lebensdauergesetzes interpolieren. Sollte andererseits ein Harz u./o. Laminat nur bis RT beständig sein, so ist demzufolge eben schon bei RT ein Festigkeitsabfall von 25% zu erwarten. Daraus folgt dann wieder ein Abminderungsfaktor von 1,42.

Die angegebenen Abminderungsfaktoren stellen also den höchsten Wert in jeweils einer Harzgruppe dar. Es ist also durchaus für ein bestimmtes Harz ein besserer - sprich: geringerer - Wert möglich.

Außerdem sind noch folgende Voraussetzungen zu beachten:

- Die angegebenen Abminderungsfaktoren beruhen auf Ergebnissen aus Medienbeständigkeitsuntersuchungen an beidseitig beanspruchten (d.h. eingelagerten) dünnen (i.d.R. ca. 4mm dicken) Laborlaminaten. Bei nur einseitiger Beanspruchung und realen Waddicken sind geringere Abminderungsfaktoren in

vielen Fällen wahrscheinlich. Der Grad der Verringerung hängt u.a. von der Eindringgeschwindigkeit des Mediums (= Diffusionsgeschwindigkeit) ab.

- Die Benutzung der angegebenen Werte setzt eine optimale Verarbeitung voraus.
- Die Angaben gelten nur für das genannte Medium in einem Behälter, der ausschließlich für dieses Medium benutzt wird. Für Mischungen und Medienwechsel sind die angegebenen Faktoren nicht (ohne weiteres) zulässig.

7. Ausblick

Mit dem vorliegenden Programm MEDIADATA ist erstmals eine Möglichkeit gegeben, mit Hilfe elektronischer Datenverarbeitung aus größtenteils qualitativ vorliegenden sog. Medienbeständigkeitsaussagen durch Korrelation von bekannten Zusammenhängen zu quantitativen Werten, den A_2 - Faktoren, den Abminderungsfaktoren zur Erfassung des Medieneinflusses zu gelangen.

Dabei stellt das Programm sicher noch nicht eine Fassung mit allen Möglichkeiten dar. Es ist durchaus denkbar, daß weitergehende Analysen oder das Einbeziehen anderer als der in dieser Arbeit vorgenommenen Auswertemöglichkeiten eine verfeinerte, und damit in manchen Fällen wohl auch genauere Quantifizierung des Werkstoff/Medieneinflusses ermöglichen.

8. Literatur

Zur Auswertung gelangten folgende "Medienbeständigkeitslisten" (alphabetisch):

AVK - Tauglichkeitsliste	Hüls
BASF	ICI
BAYER	Reichold - Chemie
DOW - Chemical	Synthese
Hoechst	

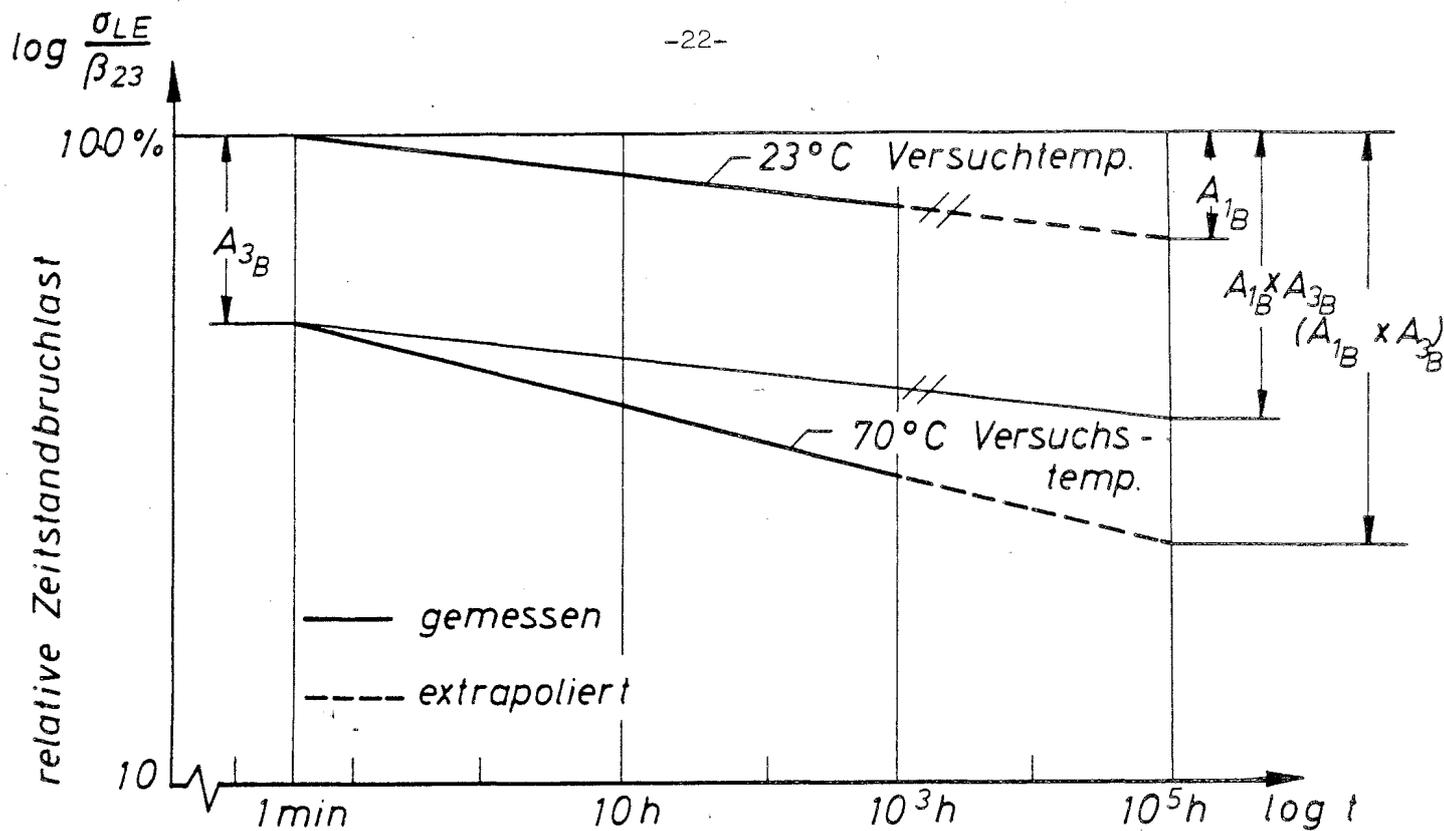


Bild 1: Ermittlung von Abminderungsfaktoren (Prinzipiskizze nach IKV)

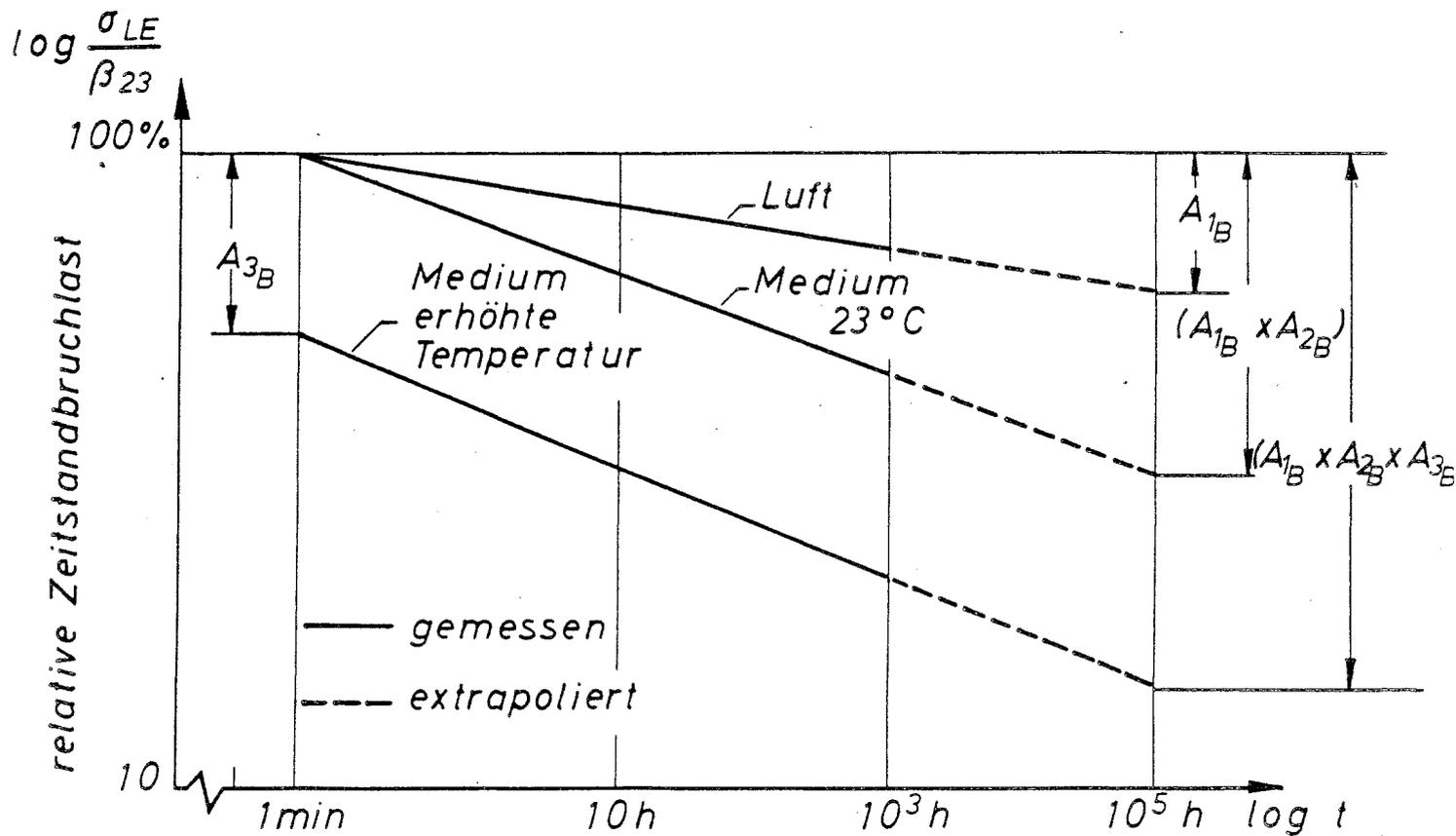


Bild 2: Ermittlung von Abminderungsfaktoren (Prinzipiskizze nach IKV)

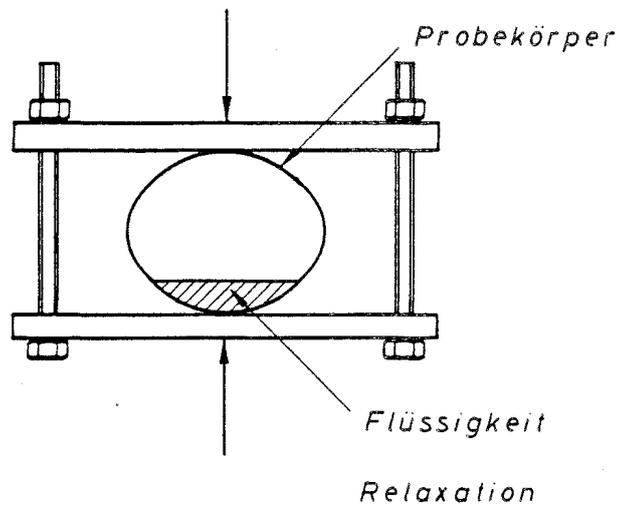


Bild 3: Prüfung der Medienbeständigkeit von Rohren nach ASTM D 3681-78
(Relaxationsversuch)

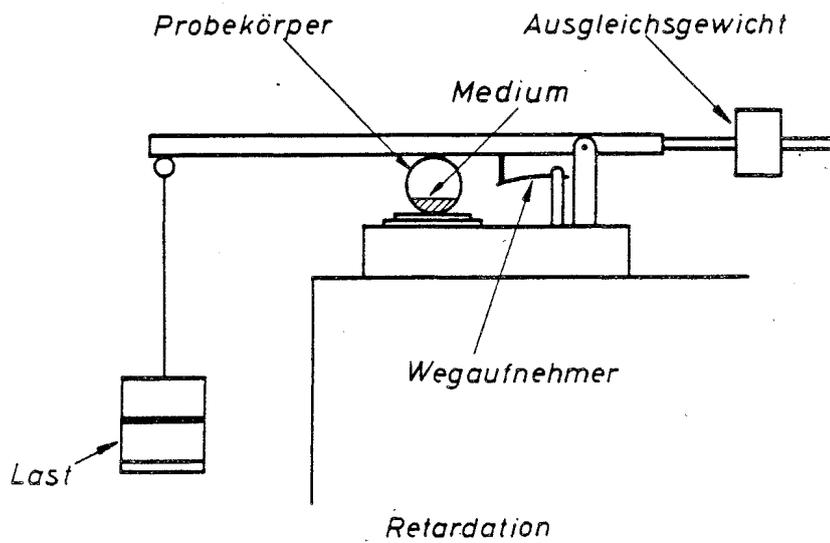


Bild 4: Prüfung der Medienbeständigkeit von Rohren nach ASTM D 3681-78
(Retardationsversuch)

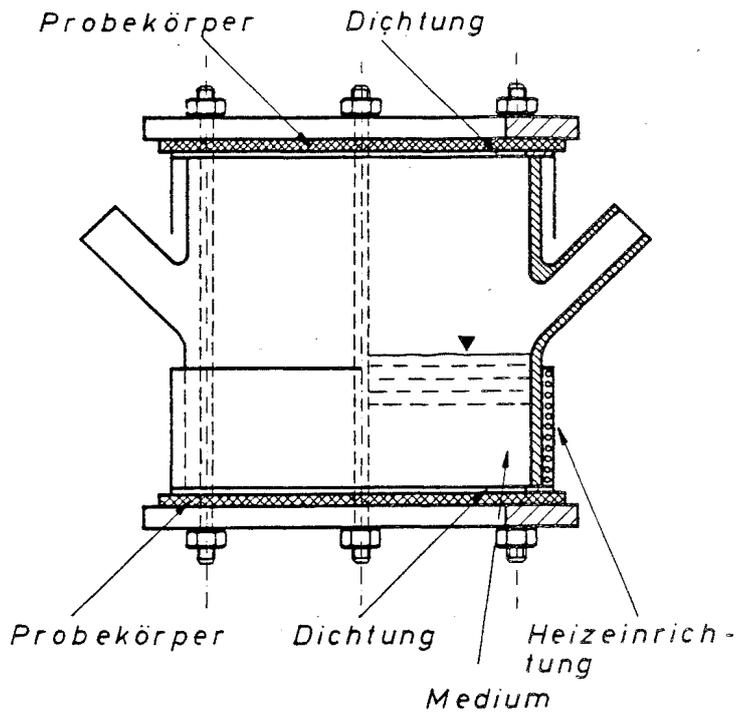


Bild 5: Prüfgerät bei einseitiger Medieneinwirkung nach DIN 53 393

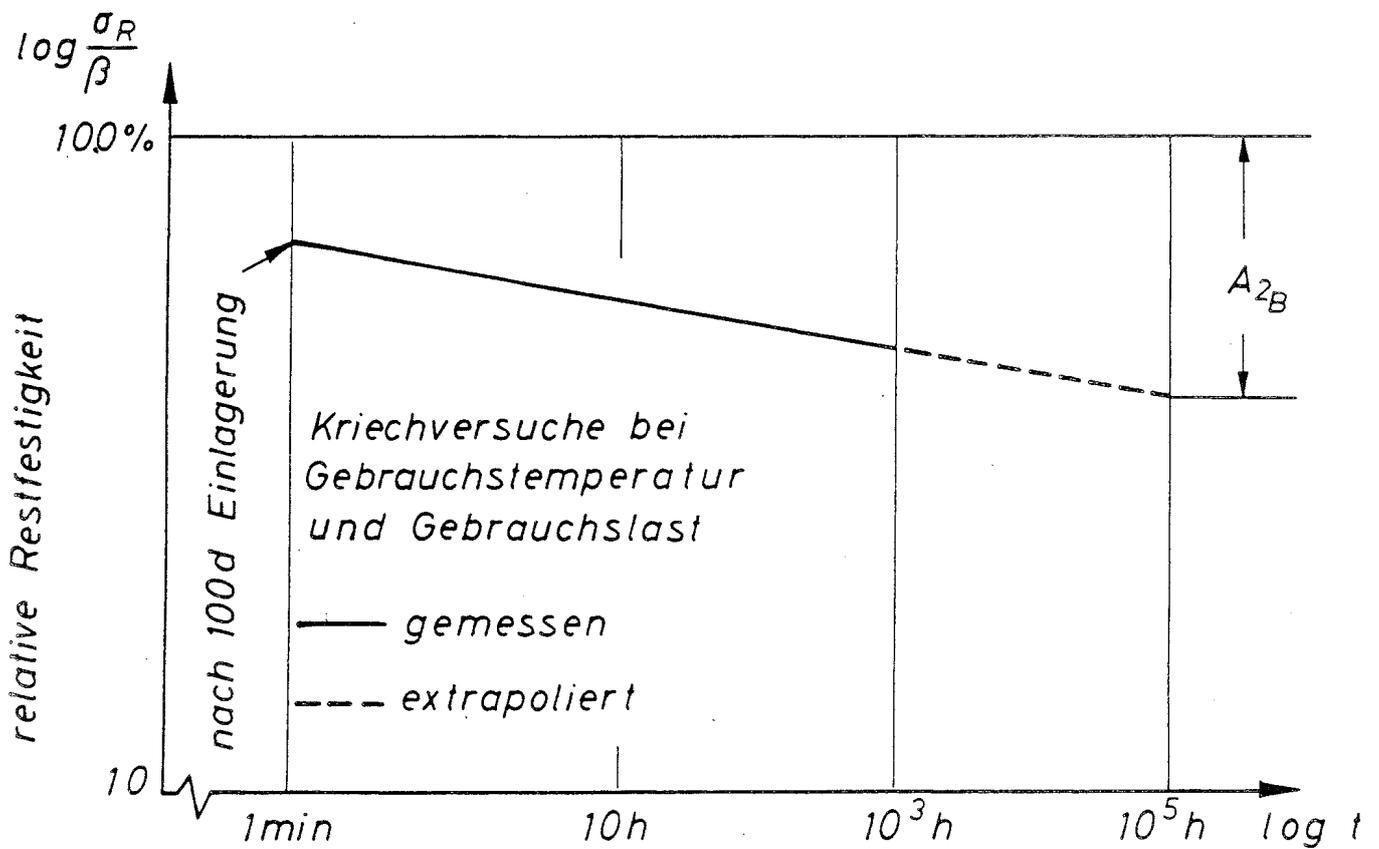


Bild 6: Bestimmung von A_{2B} unter Betriebsbedingungen (Prinzipskizze nach IKV)

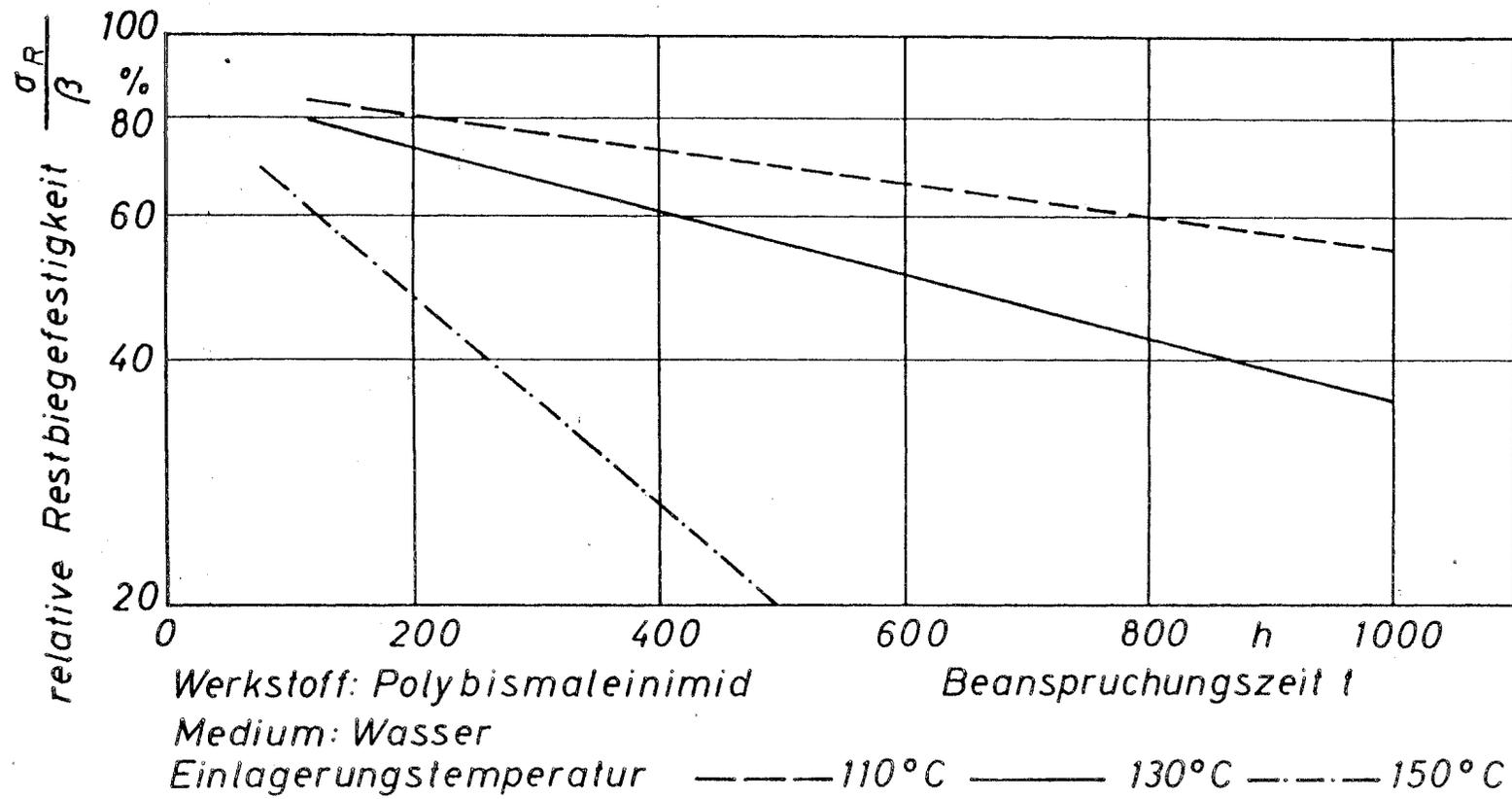


Bild 7: Abhängigkeit der relativen Restbiegefestigkeit von der Beanspruchungszeit (nach IKV)

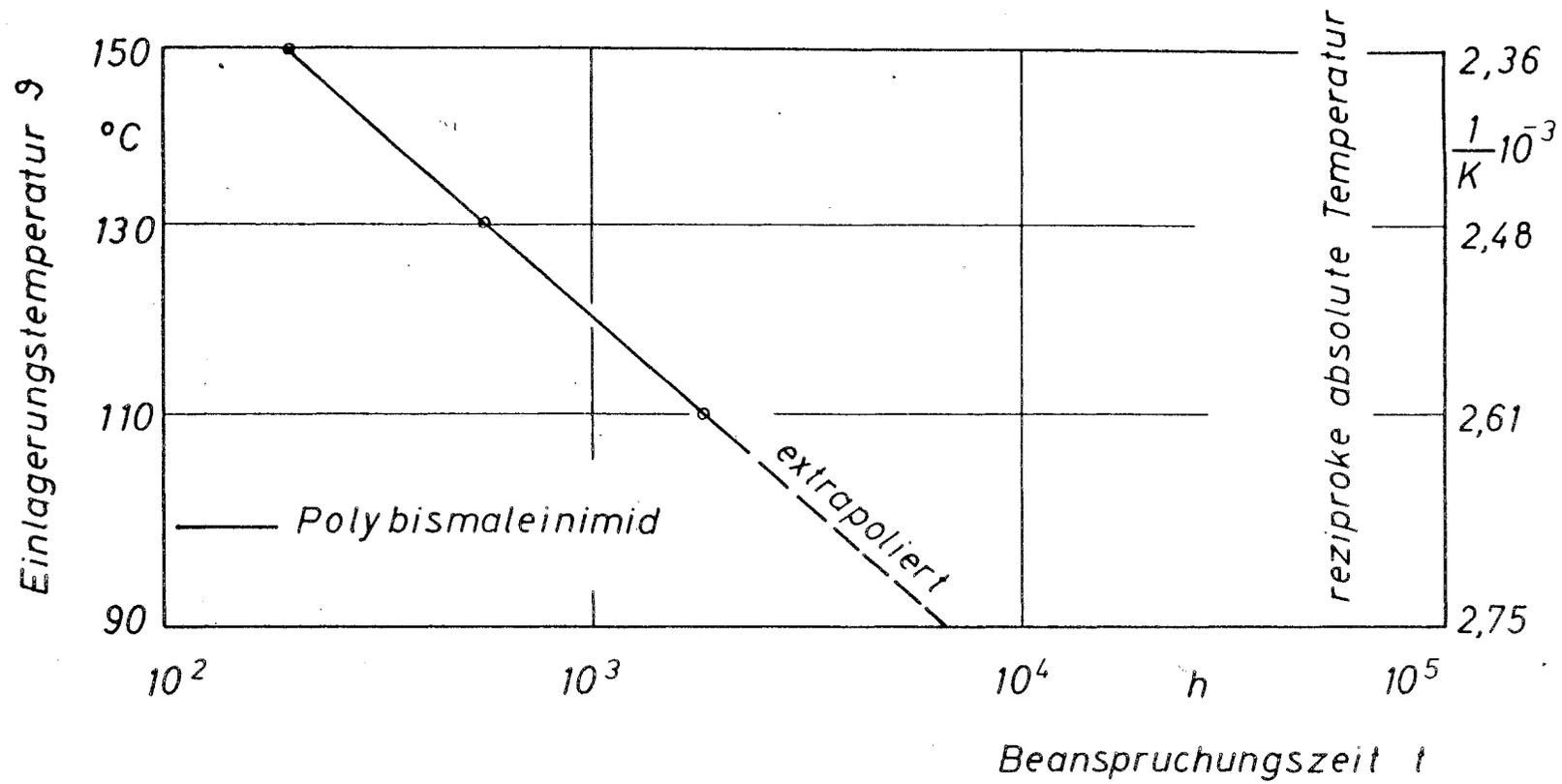
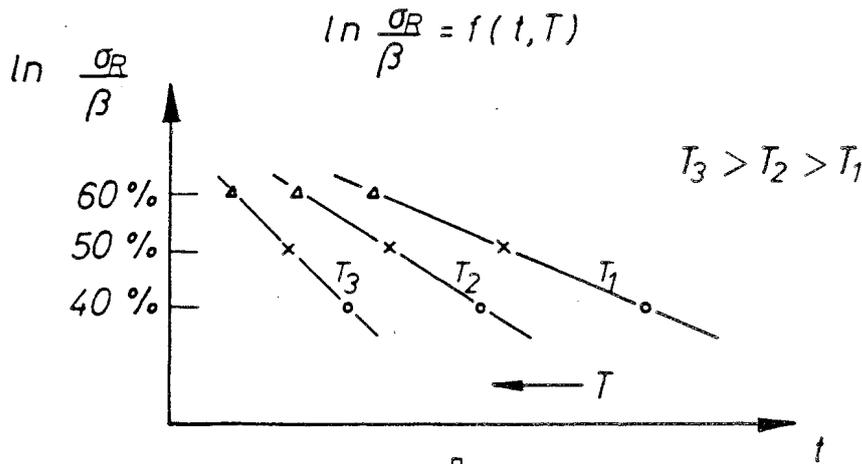


Bild 8: Abschätzung der möglichen Standzeit von Polybismaleinimid in heißem Wasser für den Abfall der Festigkeit auf 50% (nach IKV)

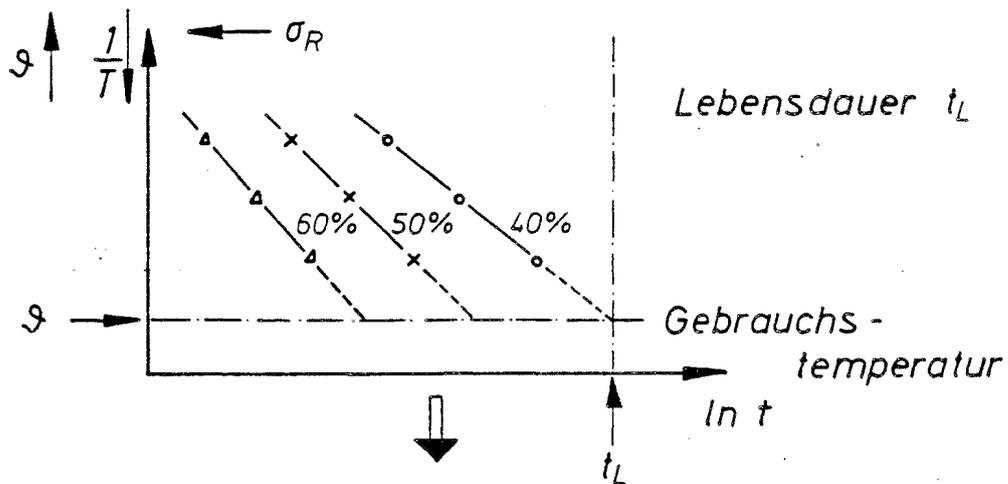
Messen



$\ln t = f\left(\frac{1}{T}, \frac{\sigma_R}{\beta}\right)$

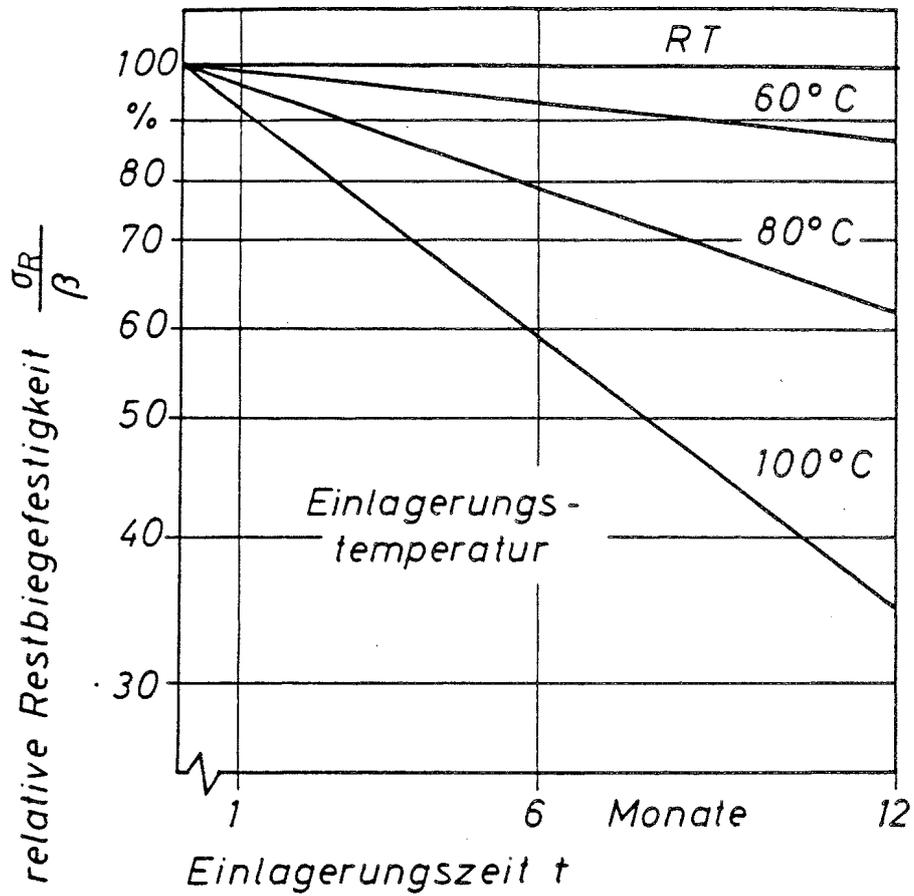
Umzeichnen

Lebensdauerkurven



Abminderungsfaktor $A_2 = 2.5$

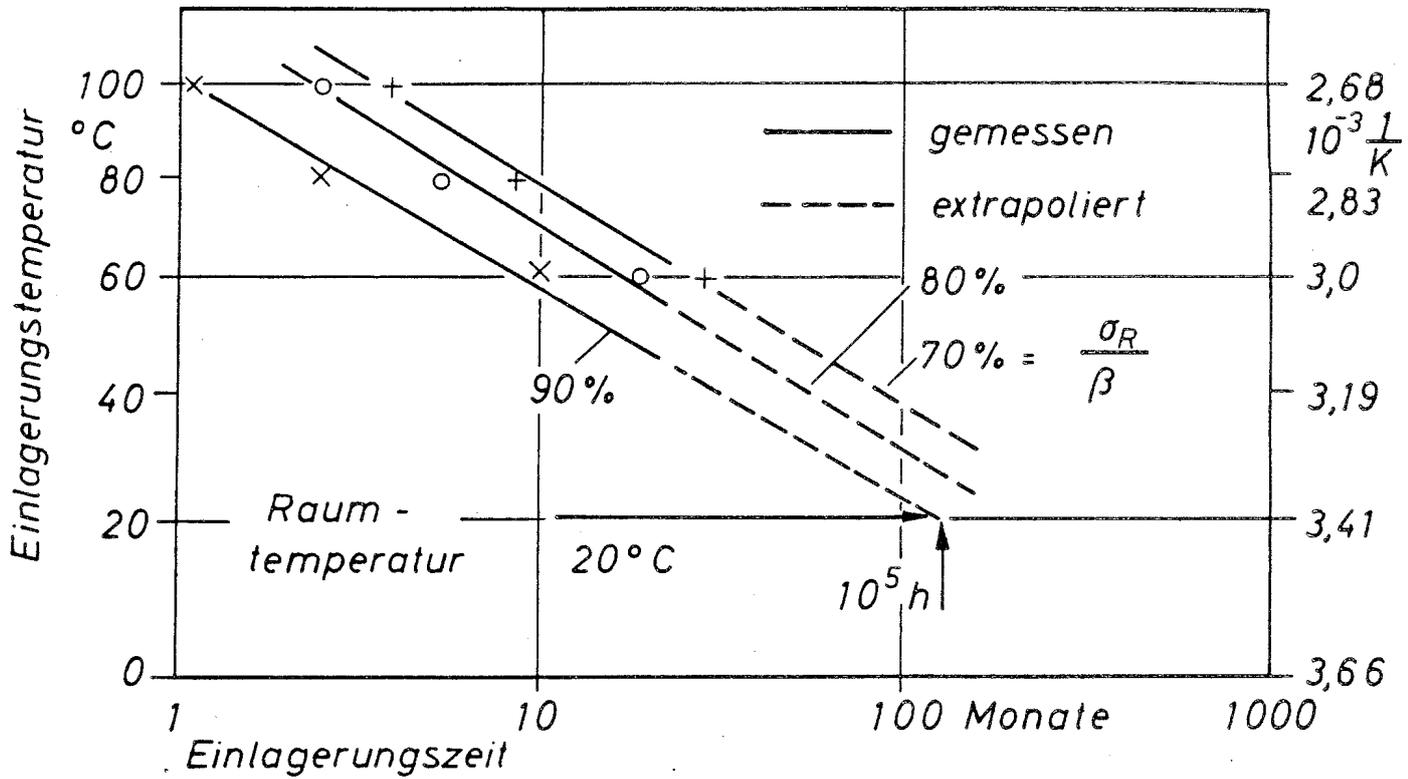
Bild 9: Vorgehensweise zur Bestimmung des A_2 - Faktors mittels Lebensdauerkurven



Harz: UP/NIP

Medium: H₂O

Bild 10: Relative Restbiegefestigkeit eines UP - Harzes als Funktion der Einlagerungszeit

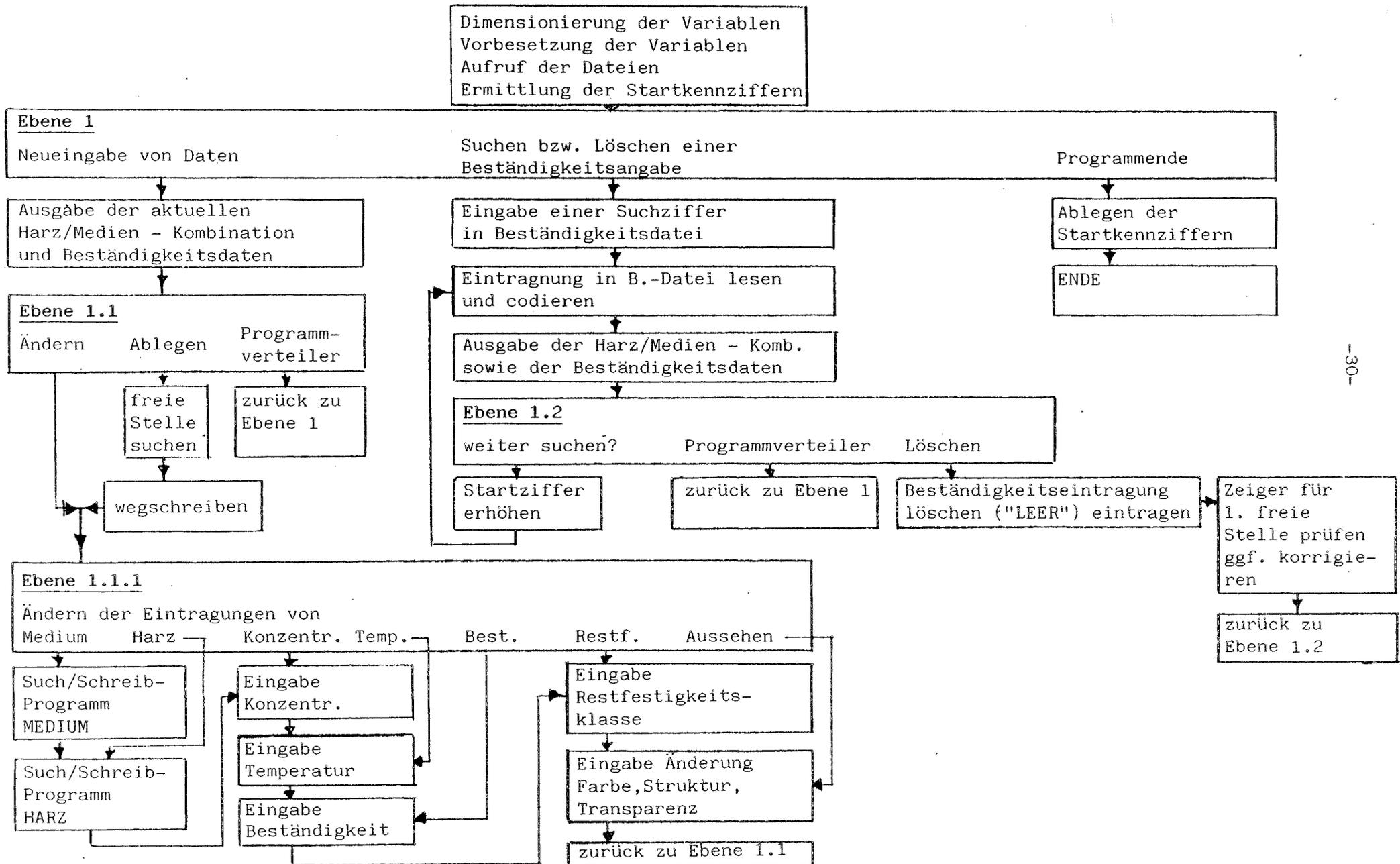


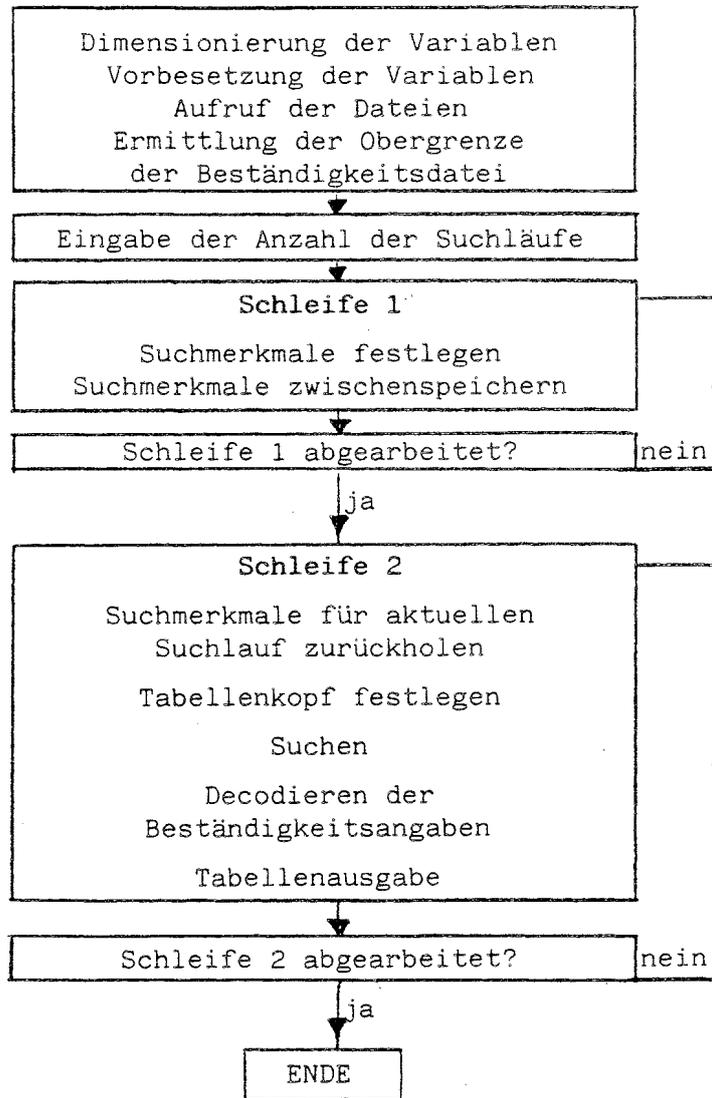
Harz: UP/NIP

Medium: H₂O

Bild 11: Ermittlung des A₂ - Faktors eines UP - Harzes mittels Lebensdauerkurven

Flußdiagramm 1: Programm EINGAB





Flußdiagramm 2: Programm SUCHEN

***** HAERTUNGSBEDINGUNGEN *****	
	100.0
MEKF 50%	2.0
CO 1%	1.0
Diethylanilin 10%	0.2
10 h bei 90 Grad C	

***** LAMINATAUFBAU *****	
1 C-Vlies	33 g/m^2
2 E-Matte	450 g/m^2
1 C-Vlies	33 g/m^2
Glasgehalt	25 %
Dicke	4 mm

Tabelle 1: Härtungsbedingungen und Laminataufbau eines Faser - Verbundwerkstoffs (Beispiel)

***** HARZ/MEDIENKOMBINATION *****	
HARZNAME:	
HARZTYPE:	Neopentylglykol,IP5 UP/NIP
HARZ/FASER-VERBUND	
MEDIENNAME:	Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure)
CHEMISCHE FORMEL:	HCl
MEDIENKONZENTRATION:	20 %
TEMPERATUR:	60 GRAD C < T <= 80 GRAD C

***** ANGABEN ZUR BESTAENDIGKEIT *****	
NICHT BESTAENDIG	
RESTFESTIGKEIT NACH 3 MONATEN:	95%<R
RESTFESTIGKEIT NACH 6 MONATEN:	85%<R<=90%
RESTFESTIGKEIT NACH 12 MONATEN:	60%<R<=65%
RESTFESTIGKEIT NACH 24 MONATEN:	45%<R<=50%
AENDERUNG VON FARBE :	NACH 3 MONATEN
AENDERUNG VON STRUKTUR :	NACH 3 MONATEN
AENDERUNG VON TRANSPARENZ:	NACH 3 MONATEN

Tabelle 2: Eingabetableau für einen Faserverbund - Werkstoff (Beispiel)

***** HARZ/MEDIENKOMBINATION *****

HARZNAME:
 HARZTYPE: Neopentylglykol, HETS UP/NHT
 REINHARZ
 MEDIENNAME: Salpetersaeure
 CHEMISCHE FORMEL: HNO3
 MEDIENKONZENTRATION: 10 %
 TEMPERATUR: 20 GRAD C < T <= 30 GRAD C

***** ANGABEN ZUR BESTAENDIGKEIT *****

BEDINGT BESTAENDIG
 RESTFESTIGKEIT NACH 3 MONATEN: KEINE ANGABE
 RESTFESTIGKEIT NACH 6 MONATEN: 80% < R <= 85%
 RESTFESTIGKEIT NACH 12 MONATEN: 65% < R <= 70%
 RESTFESTIGKEIT NACH 24 MONATEN: KEINE ANGABE
 AENDERUNG VON FARBE: KEINE ANGABE
 AENDERUNG VON STRUKTUR: KEINE ANGABE
 AENDERUNG VON TRANSPARENZ: KEINE ANGABE

SEITE 1

MEDIENBEZEICHNUNG:
 Salpetersaeure
 CHEMISCHE FORMEL: HNO3

HARZ	TYP	GR.	KONZ.	TEMP.	BEST.	A-FAKTOR
UP/NHT	3/R	10 %	RT	0	1,562	
UP/NHT	3/R	10 %	RT	0	1,562	
UP/NHT	3/R	10 %	RT	0	1,562	

Tabelle 3: Eingabetableau für ein "Reinharz" (oben), sowie die entsprechende Ausgabe der Beständigkeitsangaben (unten) anhand eines Beispiels

MEDIENBEZEICHNUNG:
Wasser (dest.)
CHEMISCHE FORMEL: H₂O

HARZ	TYP	GR.	KONZ.	TEMP.	BEST.	A-FAKTOR
UP/NIP	3/R	100 %	60 C	+	1.231	
UP/NIP	3/R	100 %	80 C	o	1.711	
UP/NIP	3/R	100 %	100 C	-	3.351	
UP/NIP	3/R	100 %	RT	+	1.067	
UP/NIP	3/F	100 %	60 C	+	1.203	
UP/NIP	3/F	100 %	80 C	o	1.711	
UP/NIP	3/F	100 %	100 C	-	3.351	
UP/NIP	3/R	100 %	60 C	+	1,42	
UP/NIP	3/R	100 %	40 C	+	1,42	
UP/NIP	3/R	100 %	RT	+	1,42	
UP/NIP	3/R	100 %	80 C	-	*	
UP/NIP	3/F	100 %	RT	+	1.067	
UP/NOP	3/R	100 %	RT	+	1,42	
UP/NOP	3/R	100 %	40 C	+	1,42	
UP/NOP	3/R	100 %	60 C	+	1,42	
UP/NOP	3/R	100 %	80 C	-	*	
UP/NOP	3/R	100 %	100 C	-	*	
UP/NOP	3/F	100 %	RT	+	1.103	
UP/NOP	3/F	100 %	60 C	+	1.271	
UP/NOP	3/F	100 %	80 C	o	1.757	
UP/NOP	3/F	100 %	100 C	o	1.944	

Tabelle 4: Ausgabeformat der Beständigkeitsangaben für 1 Medium und 1 Harzgruppe
(Auszug)

HARZTYP	HARZNAME	MEDIUM	KONZ.	TEMP.	BEST.	A-FAKTOR
UP/NIP	Neopentylglykol, IPS					
			FASERVERBUND			
		Natriumhydroxid (Natronlauge Winterlauge)	20 %	40 C	-	3.273
		Natriumhydroxid (Natronlauge Winterlauge)	20 %	60 C	-	**
		Natriumhydroxid (Natronlauge Winterlauge)	20 %	80 C	-	**
		Natriumhydroxid (Natronlauge Winterlauge)	10 %	40 C	o	1.398
		Salpetersäure	30 %	RT	+	1.067
		Salpetersäure	50 %	RT	+	1.069

Tabelle 5: Ausgabeformat der Beständigkeitsangaben für 1 Harz und alle Medien
(Auszug)

Tabelle 6: Liste der gespeicherten Harze

AUSGABE ALLER GESPEICHERTEN HARZE

Leguval W45	Derakane 411
Leguval W37	Derakane 510
Leguval W35	Derakane 470
Leguval W41	Palatal P 4
Leguval N50	Palatal P 5
Leguval K27	Palatal P 6
Leguval W16	Palatal P 8
Leguval W18	Palatal P 12
Leguval W20	Palatal P 51
Leguval W24	Palatal A 420 (KR 5400)
Leguval W25	Palatal A 410
Vestopal 145	Palatal 51-26C (KR 1392)
Vestopal 150	Palatal A 430 (KR 51-23 C)
Vestopal 400	Polylite 31-439
Vestopal 450	Polylite 31-382
Vestopal 510	Corrolite 31-348
Vestopal 530	Setarol 3008
ATLAC 382-05/05A	Setarol 3026
ATLAC 711-05A	Setarol 3027
ATLAC 4010/4010A	Setarol 5008
ATLAC 580-05	Setarol 3606 MV
ATLAC 580/6	Setarol 3636
Alpolit UP 346	
Alpolit UP 004	
Alpolit UP 303	
Alpolit UP 320	
Alpolit UP 001	
Alpolit UP 002	
Alpolit UP 010	
Alpolit VUP 2164	
Alpolit VUP 61	
Alpolit UP 706	
Alpolit UP 745	
Alpolit UP 746	
Alpolit UP 797	

Tabelle 7: Kurzbezeichnung für UP - Harztypen

<u>HARZTYP</u>	<u>Kurzzeichen</u>	<u>Harzgruppe</u>
Standardglykol, OPS, mv	UP/SOM	0
Standardglykol, OPS, hv	UP/SOH	1
Standardglykol, IPS	UP/SIP	2
Standardglykol, TPS	UP/STP	2
Neopentylglykol, HETS	UP/NHT	3
Neopentylglykol, IPS	UP/NIP	3
Neopentylglykol, OPS	UP/NOP	3
Neopentylglykol, TPS	UP/NTP	3
Dicidol, mv	UP/DCM	4
Dicidol, hv	UP/DCH	4
Bisphenol, Glycid Acrylat (Vinylester)	UP/BGA	5
Bisphenol A, ethoxiliert	UP/BAE	6
Bisphenol A, propoxiliert	UP/BAP	6

Erläuterungen:

OPS	= Orthophthalsäure
IPS	= Isophthalsäure
TPS	= Terephthalsäure
HETS	= Hetsäure
mv	= mittelvernetzt
hv	= hochvernetzt

Tabelle 8: Medienliste

Acetaldehyd
Acetamid
Aceton (Dimethylketon)
Acetonitril (Essigsäurenitril)
Acetophenon
Acetylchlorid (Essigsäurechlorid)
Acrylnitril (Vinylcyanid Acrylsäurenitril)
Acrylsäurebutylester (Butylacrylat)
Acrylsäureäthylester (Ethylacrylat)
Acrylsäure
Acrylsäuremethylester (Methylacrylat Propensäuremethylester)
Adipinsäure (Butan-1,4-dicarbonsäure Hexandisäure)
Adipinsäuredinitril
Alaun (Kaliumaluminiumsulfat Kalialaun Kaliumalaun)
Alkylaminpolyglykoether
Alkylbenzylammoniumsalz (Alkylarylammoniumsalz)
Alkylbenzolsulfonat (Alkylarylsulfonat Alkyl-naphthalinsulfonat Dodecyl)
Alkylbenzolsulfonsäure (Alkylarylsulfonsäure Alkyl-naphthalinsulfonsäure)
Alkyl-naphthalolpolyglykoether
Alkylolalkoxylat
Alkyloletherphosphat, Alkylolethersulfat
Alkylphenolpolyglykoether
Alkylphenolpolyglykoethersulfat
Alkylsulfonsäure, Alkylsulfonat
Allylchlorid (3-Chlorpropen-1 1-Chlorpropen-3 Chlorallylen)
Aluminiumchlorhydrat
Aluminiumchlorhydroxid
Aluminiumchlorid
Aluminiumcitrat
Aluminiumfluorid
Aluminiumhydroxid
Aluminiumnitrat
Aluminiumsulfat
Aluminiumtrichlorid
Ameisensäure
Aminosulfonsäure
Ammoniak (Salmiakgeist Aetzammoniak Ammoniumhydroxid)
Ammoniak gasförmig feucht
Ammoniak gasförmig trocken
Ammoniumacetat
Ammoniumbenzoat
Ammoniumbicarbonat (Ammoniumhydrogencarbonat ABC-Trieb)
Ammoniumbifluorid (Ammoniumhydrogenfluorid)
Ammoniumbisulfat (Ammoniumhydrogensulfat)
Ammoniumbromat
Ammoniumbromid
Ammoniumcarbamat (Ammoniumcarbammat)
Ammoniumcarbonat (Hirschhornsalz)
Ammoniumchlorid (Salmiak)
Ammoniumcitrat
Ammoniumdiphosphat
Ammoniumfluorid (Fluoramon)

Ammoniumnitrat (Ammonsalpeter)
Ammoniumperchlorat
Ammoniumperesulfat (Ammoniumperoxidisulfat)
Ammoniumphosphat (Ammoniummonophosphat)
Ammoniumsulfat (Schwefelsaures Ammoniak)
Ammoniumsulfid
Ammoniumsulfat
Ammoniumthiocyanat (Ammoniumrhocanid)
Ammoniumthiosulfat
Amylacetat (Essigsäurepentylester Pentylacetat)
Amylalkohol (Pentanol)
Amylchlorid (1-Chlorpentan 1-Pentylchlorid)
Anilin (Phenylamin Aminobenzol)
Anilinchlorhydrat
Anilinsulfat
Antimonpentachlorid
Antimontrichlorid (Antimonbutter)
Apfelsäure (Hydroxybernsteinsäure)
Arsenige Säure (Arsensäure 19 Beume)
Arsensäure (Orthoarsensäure)
Arsentrioxid (Arsenik Giftmehl Weissmehl)
Bariumacetat
Bariumcarbonat (Witherit)
Bariumchlorid
Bariumhydroxid (Aetzbaryt)
Bariumnitrat
Bariumnitrit
Bariumsulfat (Permanentweiss Blaue Fixe Barytweiss Schwerspat)
Bariumsulfid
Baumwollsaatöl
Benzaldehyd
Benzin (Kp 100-140 °C)
Benzochinon
Benzoesäure
Benzol
Benzolsulfonsäure
Benzotrichlorid (alpha-Trichlortoluol Phenyltrichlormethan Phenylchloro
o-Benzoylbenzoesäure form)
Benzoylchlorid (Benzoesäurechlorid)
Benzylalkohol (Phenylmethanol Phenylcarbinol)
Benzylbenzoat
Benzylchlorid (alpha-Chlortoluol)
Benzyloctyladipat
Bernsteinsäure (Aethandicarbonsäure)
Bier
Bleiacetat (Bleiszucker)
Bleicarbonat (Blei-II-Carbonat Weissbleierz)
Bleichlorid (Blei-II-Chlorid)
Bleichlorid (Blei-IV-Chlorid)
Bleichromat (Blei-II-Chromat Rotbleierz)
Bleinitrat (Blei-II-Nitrat)
Bleisulfat (Blei-II-Sulfat)
Bleisulfat (Blei-IV-Sulfat)
Blutzucker
Borax (Natriumtetraborat Dinatriumtetraborat Natriumborat)

Borfluorid-Phenol (Bortrifluoridphenol)
Borfluorwasserstoffsäure (Fluorborssäure)
Borsäure
Brennflüssigkeit
Brom (flüssig)
Bromsäure (Brom gasförmig)
Bromwasser
Bromwasserstoff (Gas feucht)
Bromwasserstoffsäure
n-Butan (Butan)
1,4-Butandiol (Butylenglykol)
Butanol (1-Butanol Butylalkohol)
Buttersäure (Butanocarbonsäure)
Butylacetat (Essigsäurebutylester Butanolacetat)
n-Butylamin (1-Aminobutan)
Butylcarbinol
n-Butylchlorid (Chlorbutan)
Butyldiglykol
Butylenoxid
n-Butylether (Dibutylether Butylether)
Butylglykol (Ethylenglykolmonobutylether 2-Butoxyethanol)
Butylglykolacetat
Butylhypochlorit
Butyraldehyd
Butyrolacton
Cadmiumchlorid
Calciumbisulfid
Calciumbisulfit (Calciumhydrogensulfit Sulfitlauge Kochsäure Sulfit
Calciumcarbonat wasser.Aufschl. (Kreide Kesselstein Kalkstein) Kochs.)
Calciumchlorat
Calciumchlorid (Calcium-II-Chlorid)
Calciumformiat
Calciumhydroxid (Kalkhydrat gelbeschter Kalk Kalkmilch Kalkwasser)
Calciumhypochlorit (12,5% akt.Chlor)
Calciumnitrat (Kalksalpeter)
Calciumsulfat (Gips)
Calciumsulfit
epsilon-Caprolactam
Caprylsäure (Oktansäure)
Carbolineum (Karbolineum LAURIL)
Chlophen (polychloriertes Biphenyl)
Chlor (flüssig)
Chlor-Gas (feucht)
Chlor-Gas (trocken)
Chloramin
Chlorbenzol (Phenylchlorid Monochlorbenzol)
Chlordioxid (Gas)
Chloressigsäure (Dichloressigsäure)
Chloressigsäure (Monochloressigsäure)
Chlorkalk wasser.Aufschl. (Calciumchloridhypochlorit)
Chloroform (Trichlormethan)
Chloroparaffin (Chloriertes Wachs)
gamma-Chlorpropionsäure
alpha-Chlorpropionsäure
Chlorsulfonsäure (Chlorschwefelsäure)

Chlorwasser
Chlorwasserstoff (Gas feucht od. trocken)
Cholinchlorid (2-Hydroxyethyltrimethylammonium Chlorocholinchlorid)
Chromsäure
Chromschwefelsäure (Mischsäure: $H_2CrO_4/H_2SO_4/H_2O$)
Chromsulfat (Chromitane Chromduole)
Crotonaldehyd (trans-2-Butenal)
Cyankali (Kaliumcyanid)
Cyanwasserstoffsäure (Bläusäure)
Cyclohexan (Hexahydrobenzol Naphithen)
Cyclohexanol (Hexahydrophenol)
Cyclohexanon (Anon)
Cyclohexylamin (Aminocyclohexan Hexahydroanilin)
Decahydro-naphthalin (Decalin Dekalin)
Diallylphthalat
Dibrombenzol
Dibrompropanol
Dibutylphthalat (Butylphthalat Phthalsäuredibutylester DBP)
Dibutylsebacat (Sebazinsäuredibutylester)
Dichloracetaldehyd
Dichlorbenzol
Dichlorbenzol
1,1-Dichloräthylen (Vinylidenchlorid 1,1-Dichloräthan)
Dichlorpropan
Dichlorpropen
Dichlorpropionsäure
Dieselkraftstoff (Petroleum)
Dieselöl
Diethanolamin
Diethylamin
Diethylanilin
Diethylbenzol
Diethylcarbonat
Diethylenglykol
Diethylentetramin (DETA)
Diethylentriamin (Bis-(2-aminoethyl)-amin DTA)
Diethylether (Ethylether Ether)
Diethylformamid
Diethylglykol
Diethylhexyladipat
Diethylhexylphosphorsäure (in Kerosin)
Diethylhexylphthalat (Phthalsäurediethylhexylester)
Diethylketon
Diethylmaleat
Diethylphthalat
Diethyleulfat (Schwefelsäurediethylester)
Diisobutyl (Isodecan)
Diisobutylen
Diisobutylphthalat
Diisopropanolamin
Diisopropylamin (Di-n-Propylamin)
Dimethylacetamid
Dimethylamin (DMA)
Dimethylanilin
Dimethylformamid (DMF)

Dimethylmorpholin
Dimethylphthalat (DMP)
Dimethylsulfat
Dimethylsulfoxid (DMSO)
2,2-Dimethylthiazolidin
Dinonylphthalat (Phthalsaeuredinonylester)
Dioctyladipat
Dioctylphthalat (Phthalsaeuredioctylester)
1,4-Dioxan (Diethylendioxytetrahydro-1,4-dioxin)
Diphenyloxid (Diphenylether Phenylether)
Dipiperazinsulfat
Dipropylenglykol
Dispersionen v. Kunststoffen (P-Dispersion)
Divinylbenzol
Dodecen
Dodecylbenzolsulfonsaeure
Duesenkreftstoff
Eau de Javelle
Eisen-II-Chlorid (Ferrochlorid Eisenchloruer)
Eisen-II-Nitrat
Eisen-II-Sulfat (Eisenvitriol)
Eisen-III-Acetat
Eisen-III-Chlorid (Eisentrichlorid)
Eisen-III-Nitrat
Eisen-III-Sulfat
Eisenaun (Eisenaluminiumsulfat)
Eisessig (=Essigsaeure, 98%)
Epichlorhydrin (Chloropropylenoxid Chloromethyl)
Erddgas aromatenfrei
Erdoel (Rohoel aromatenfrei)
Essigester (Ethylacetat Essigsaeureethylester Essigaether)
Essigsaeure
Essigsaeureanhydrid (Acetanhydrid)
Ethanol (Ethylalkohol) mit 2% Toluol vergaellt
Ethanolamin (Aminoethanol Colamin Monoethanolamin)
Ethylacetatessigester
Ethylalkohol (Ethanol Weingeist)
Ethylbenzol
Ethylbromid (Bromethan)
Ethylchlorid (Chlorethan)
Ethylcyanid (Succinonitril)
Ethylenchlorhydrin (2-Chlorethanol)
Ethylenchlorid (1,2-Dichlorethan Ethylidenchlorid)
Ethylenchloroformat
Ethylendiamin (1,2-Diaminoethan 1,2-Ethandiamin)
Ethylendiamintetraessigsaeure (EDTA)
Ethylendichlorid
Ethylenglykolacetat
Ethylglykol (Ethylenglykolmonoethylether)
2-Ethylhexanol-1 (Isooctanol 2-Ethylhexylalkohol Isooctylalkohol)
Ethylhexylacetat
Ethylsulfat (Schwefelsaeureethylester)
Ethyltoluidinsaeure
Ferricyankalium (Kaliumferricyanid Kaliumeisen-III-Cyanid Rotkali)
Ferricyannatrium (Natriumferricyanid Natriumeisen-III-Cyanid)

Ferrocyankalium (Kaliumferrocyanid Kaliumeisen-II-Cyanid Gelbkali)
Ferrocyanatrium (Natriumferrocyanid Natriumeisen-II-Cyanid)
Fettsäure (>C16) (Paraffinmonocarbonsäure, auch Fette)
Filmentwickler (Entwickler z.B. ATOMAL)
Fischtran
Fixierbad
Fluorchlorkohlenstoff
Fluorwasserstoff-Gas
Flussäure (Fluorwasserstoffsäure)
Formaldehyd (FORMALIN Methanal Formol)
Formamid (Ameisensäureamid)
Fruchtsaft (Fruchtgetränk)
Furfural (alpha-Furfuraldehyd Furan-alpha-aldehyd)
Furfurol (Furfurylalkohol)
Glucose (Dextrose Traubenzucker)
Glukonsäure (Dextronsäure)
Glutarsäure (Glutardialdehyd)
Glutaraldehyd (Glutardialdehyd)
Glutarinsäure
Glycerin (Glycylalkohol Propenylalkohol Trihydroxypropan Propantriol
Glycerintriacetat (Triacetin) (Eisessig)
Glykol (Ethylenglykol Monoethylenglykol)
Glykolsäure (Hydroxyessigsäure Oxyessigsäure)
Glyoxal
Harnstoff (Carbamid Carbonyldiamid Carbinensäureamid Kohlenstoffdioxid
Heizöl allgemein Urea
Heizöl-Additive (BYCOSIN VERCAFIT)
n-Heptan
Hexachlorcyclopentadien
Hexamethylenetetramin (Hexamin Urotropin Aminoform Formin Hexamethylenamin)
Hexandiol
Hexan
Hexylenglykol (2-Methyl-2,4-Pentandiol)
Huminsäure
Hydraulikflüssigkeit
Hydrazin (Diamid)
Hydrazinhydrat
Hydroxylaminsulfat
Hydroxylammoniumsulfat (Hydroxylaminsulfat Hydroxylammonsulfat)
Isoamylacetat
Isoamylalkohol
Isobutylalkohol
Isocyanat
Isodecanol
Isopropylalkohol (2-Propanol beta-Hydroxypropan Isopropanol)
Isopropylamin (Mono-Isopropylamin)
Isopropylmyristat
Isopropylpalmitat
Itaconsäure (Itaconsäure)
Jod, fest
Jodtinktur (alkoholische Jodlösung)
Jodwasserstoff (Jodwasserstoffsäure)
Jodwasserstoff
Kalilauge (Kaliumhydroxid Aetzkali)
Kaliumaluminat
Kaliumamylxanthat

Kaliumbicarbonat (Kaliumhydrogencarbonat)
Kaliumbifluorid (Kaliumhydrogenfluorid)
Kaliumbisulfat (Kaliumhydrogensulfat)
Kaliumbromat
Kaliumbromid (Bromkali)
Kaliumcarbonat (Pottasche)
Kaliumchlorat
Kaliumchlorid (Sylvin)
Kaliumchromat (Kaliummurochromat)
Kaliumdichromat (Kaliumbichromat)
Kaliumfluorid
Kaliumgoldcyanid (Blutlaugensalz gelb)
Kaliumjodid
Kaliumnitrat (Kalisalpeter)
Kaliumnitrit
Kaliumperchlorat
Kaliumpermanganat
Kaliumpersulfat (Kaliumperoxydisulfat)
Kaliumphosphat
Kaliumpyrophosphat (Kaliumdiphosphat)
Kaliumpyrosulfat (Kaliumdisulfat)
Kaliumsilikat (Kaliummetasilikat Kaliwasserglas)
Kaliumsulfat
Kaliumsulfid
Kampferoel
Kautschukdispersion (Latex BUNATEX)
Kerosin
Kieselfluorwasserstoffsaeure
Kieselfluorwasserstoffsaeure (Kieselfluss, Fluorkiesel, Silicofluorwasserstoff)
Kobalt-II-Chlorid (Kobaltchlorid)
Kobalt-II-Nitrat (Kobaltnitrat)
Kobaltcitrat
Koenigswasser
Kohlendioxid (Gas feucht Kohlensaure Carbondioxid)
Kohlenmonoxid (Gas feucht Carbonmonoxid)
Kohlensaure
Kokosnussoel
Kokosoel
o- m- p- Kresol (Hydroxytoluol Methylphenol)
Kresylsaeure
Kupfer-I-Chlorid (Kupferchloruer Cuprochlorid)
Kupfer-I-Sulfat (Cuprosulfat)
Kupfer-II-Acetat
Kupfer-II-Chlorid (Kupferchlorid Cuprichlorid)
Kupfer-II-Cyanid (Kupfercyanid)
Kupfer-II-Nitrat (Kupfernitratt)
Kupfer-II-Sulfat (Kupfersulfat Cuprisulfat Kupfervitriol)
Lackbenzin
Laevulinsaure (4-Oxovaleriansaeure gamma-Ketovaleriansaeure)
schwarze Lauge ("black liquor" (Papierherstellung))
gruene Lauge (green liquor (Papierherstellung))
rote Lauge (red liquor (Papierherstellung))
weisse Lauge (white liquor (Papierherstellung))
Laurinsaure (Dodecansaure)
Lauroylchlorid

Laurylalkohol (Dodecylalkohol Dodekanol)
Laurylchlorid (Dodecylchlorid)
Laurylethersulfat
Laurylaercapten
Laurilpyridiniumchlorid
Leinoel
Leinoel (Leinsamenoel)
Leinoelfettsaeure
LTTEX-Typen
Lithiumbromid
Lithiumchlorid
Lithiumhypochlorid
LYSOL (Desinfektionemittel)
Magnesiumbicarbonat (Magnesiumhydrogencarbonat)
Magnesiumbisulfid (Magnesiumhydrogensulfid)
Magnesiumcarbonat
Magnesiumchlorid
Magnesiumhydroxid
Magnesiumnitrat
Magnesiumsilicofluorid (Magnesiumsilicofluorid)
Magnesiumsulfat (Bittersalz)
Maiskeinoel
Maisoel
Maisstaerke eingedickt ("slurry")
Maiszucker (Loesung)
Maleinsaeure
Mangan-II-Chlorid (Manganchloruer Manganochlorid)
Mangan-II-Nitrat (Mangannitrat)
Mangan-II-Sulfat (Mangansulfat Manganosulfat)
Margarine
Maschinenoel
Meerwasser (Seewasser Salzwasser)
Melasse
Mercaptoessigsaeure
Methylalkohol (Methanol Holzgeist Carbinol)
Methylamin (Aminomethan Monomethylamin)
Methylchlorphenoxyessigsaeure (MCPA)
Methylchlorid (Chlormethan Chlormethyl)
Methylchlorphenoxypropionsaeure (MCPFP)
Methylenchlorid (Dichlormethan)
Methylethylketon (2-Butanon Ethylmethylketon MEK)
Methylglykolacetat
Methylglykol
Methylisobutylketon (Hexanon Hexon MIBK Pinakolin 4-Methyl-2-Pentanon)
Methylmethacrylat (Methacrylsaeuermethylester MMA)
alpha-Methylatylol
Milch (Milchprodukte)
Milchsaeure (2-Hydroxypropionsaeure)
Mineraloel
Mineralwasser
Molke (aus Milchproduktion)
Molybdaendisulfid
Molybdaensaere
Monoethylamin (Ethylamin)
Monoethylanilin

Monomethylanilin
Monomethylhydrazin
Morpholin (Tetrahydro-1,4-Oxazin)
Mororenoel (HD-0el)
Myristinsaeure
Nachtta (Schwerbenzin aromatenfrei)
Naphtha (Schwerbenzin aromatenreich)
Naphthalin
Naphthochinolin (Benzochinolin)
2-Naphthylamin-1-Sulfonsaeure (Tobiasaeure)
Naphthylaminsulfonsaeure (Naphthions)
Natriumacetat
Natriumalkylarylsulfonat
Natriumaluminat
Natriumarsenit
Natriumbenzoat (benzoesaures Natrium)
Natriumbicarbonat (Natriumhydrogencarbonat doppelkohlesaeures Natron)
Natriumbisulfat (Natriumhydrogensulfat Mononatriumsulfat Natriumhydrosulfat
Natriumbromat
Natriumbromid
Natriumbutylxanthat
Natriumcarbonat (Soda Solvaysoda)
Natriumchlorat
Natriumchlorid (Kochsalz)w.L.
Natriumchlorit (Chloritbleiche TEXTONE)
Natriumchromat
Natriumcyanid (Cyannatrium)
Natriumdichromat (Natriumbichromat)
Natriumdiphosphat (Natriumpyrophosphat)
Natriumdisulfit (Natriumbyrosulfit)
Natriumdodecylbenzolsulfonat
Natriumethylxanthat
Natriumfluorid
Natriumfluorsilicat (Natriumsilicofluorid Kieselfluornatrium)
Natriumhexametaphosphat
Natriumhydrogenfluorid (Natriumbifluorid Natriumhydrogendifluorid)
Natriumhydrogensulfid (Natriumbisulfid Natriumsulphydrat Natriumhydrosulfid
Natriumhydrogensulfit (Natriumbisulfit schwefelsaures Natrium Bisulfitlauge
Natriumhydroxid (Aetznatron Natronlauge Winterlauge)
Natriumhypochlorit w.L. (Bleichlauge Chlorbleichlauge Natronbleichlauge)
Natriumjodid
Natriumlaurylsulfat (Natriumlaurylsulfonat Natriumdodecylsulfat)
Natriumligninsulfonat
Natriummonophosphat
Natriumnitrat (Chilesalpeter Wuerfelsalpeter)
Natriumnitrit
Natriumperborat (tantarsches Salz)
Natriumperchlorat
Natriumperoxid (Natriumsuperoxid)
Natriumpersulfat
Natriumphenolat
Natriumphosphat (Trinatriumphosphat Trinatriumorthophosphat P3-Kaltreiniger
Natriumpolyacrylat
Natriumsilikat (Natronwasserglas Wasserglas Sodaglas Natriummetasilikat)
Natriumsulfat (Glaubersalz Mirabilit)

Natriumsulfid (Schwefelnatrium)
Natriumsulfit (schwefligsaures Natrium)
Natriumthiocyanat
Natriumthiosulfat (Natriumhyposulfit unterschwefligsaures Natrium)
Natriumtripolyphosphat Antichlor
Natriumxyloisulfonat
Nickel-II-Chlorid (Nickelchlorid)
Nickel-II-Nitrat (Nickelnitrat)
Nickel-II-Sulfat (Nickelsulfat)
Nikotinsäure (Nicotinsäure 3-Pyridincarbonsäure NIACIN)
Nitrilotriessigsäure (Trinatriumsalz Natriumnitrilotriacetat)
Nitrobenzol (Mononitrobenzol Mirbanoel)
Nitromethan
Nonylphenol (Natriumsalz d. ethoxilierten Schwefelsäureester)
Normalbenzin (Otto-Kraftstoff)
Octan
Octen
Octylamin
Octylchlorid
Oleinsäure (Oelsäure)
Oleum (Rauchende Schwefelsäure)
Olivenoel
Orangenöel (Apfelsinenoel)
Oxalsäure (Kleesäure Ethandisäure)
Ozon
Palmitinsäure (n-Hexadecansäure Cetylsäure)
Palmitinsäurechlorid
Palmoel
Paraffinoel
Paratoluolsulfonsäure (Toluolsulfonsäure)
Pentanatriumtriphosphat
Perchloräthylen (Tetrachlorethylen PER)
Perchlorsäure (Ueberchlorsäure)
Petrolether (Leichtbenzin)
Pflanzenoel
Phenol (Karbolsäure Hydroxybenzol Phenolöel)
Phenolsulfonsäure
Phenylethylalkohol (Phenylethanol)
Phosphate (Salze d. Phosphorsäure H₃PO₄)
Phosphorchlorid (Phosphortrichlorid)
Phosphorige Säure (orthophosphorige Säure)
Phosphoroxichlorid (Phosphoroxychlorid)
Phosphorsäure (Orthophosphorsäure)
Phthalsäure (1,2-Benzoldicarbonsäure)
Phthalsäureanhydrid
Phthalsäurebutylbenzylester (Butylbenzylphthalat)
Phthalsäuredihexylester (Dihexylphthalat)
Pikrinsäure (2,4,6-Trinitrophenol Pikringelb Pikrinit)
Piperazinmonohydrochlorid
Polyalkylenglykolether
Polyethylenglykol
Polyethylenimin
Polyphosphorsäure (115% H₃PO₄)
Polyvinylacetat
Polyvinylalkohol

Propionaldehyd
Propionsaeure
n-Propylamin (Mono-n-Propylamin)
n-Propylamin (Tri-n-Propylamin)
Propylenglykol
n-Propylpalmitat
Pyridin
Quecksilber-I-Chlorid (Kalomel)
Quecksilber
Quecksilber-II-Chlorid (Sublimat)
Quecksilber-II-Nitrat
Rizinusoel (Ricinusoel)
Rohrzucker (Loesung)
Salicylaldehyd (o-Hydroxybenzaldehyd) 2-Phenolmethylaldehyd salicylige
Salicylsaeeure (O-Hydroxybenzoesaeure) Spiraesaeure Spiroylsaeeure) Saeure
Salpetersaeure
Salpetrige Saeure
Salzsaeure (Chlorwasserstoffsaeure)
Salzsole
Schmieroel
Schwefelchlorid (Schwefeldichlorid)
Schwefeldioxid (Schwefel-IV-Oxid) - Gas
Schwefelkohlenstoff (Carbondisulfid)
Schwefelsaeure (bei ca.32% auch Akkusaeure)
Schwefeltrioxid (Schwefel-VI-Oxid) - Gas
Schwefelwasserstoff
Schweflige Saeure (SO₂ ges.w.L.)
Selensaeeure
Senf
Silbercyanid
Silbernitrat (Hoellenstein)
Siliconoel (Silikonoel Silikonfett)
Sojabonnoel
Sojaoel
chlorierte Sole
Sorbitolloesung
Spermoel
Spirituosen (Whiskey u.a.m.)
Spiritus
Staerkegummi (DEXTRIN)
Staerke
Stearinsaeeure (Talgaeure Cetylessigsaeure Bessiasaeure)
Stickoxide (nitrose Gase feucht: nitrogen tetroxide)
Styrol (Monostyrol)
Sulfaminsaeure
Sulfanilsaeure
Sulfitablauge
Sulfonylchlorid
Sulfurylchlorid
Superbenzin
Superphosphorsaeeure (105% H₃PO₄)
Talloel
Tanninsaeeure (Gerbsaeure)
Terpentin
Terpentinoel

Tetrachlorkohlenstoff (Benziniform Tetrachlormethan Kohlenstofftetra-
chlorid)
Tetrachlorpyridin
Tetrahydrofuran (Diethylenoxid Tetramethylenoxid THF)
Tetrakaliumpyrophosphat
Tetraalin
Tetraatriummethylen-diamin
Tetraatriumpyrophosphat
Tetraäthylbenzol
Thioglykolsäure (Mercaptoessigsäure)
Thionylchlorid (Schwefligsäurechlorid)
Toluol (Methylbenzol Phenylmethan)
Toluoldiisocyanat (TDI)
Transformatoröl (Trafoöl)
Tributylamin (Tri-n-Butylamin)
Tributylphosphat (Phosphorsäuretributylester)
Trichloracetaldehyd (Chloral 2,2,2-Trichlorethanal)
Trichloroessigsäure (Chloroessigsäure)
1,1,1-Trichlorethan (Methylchloroform)
Trichlorethylen (Trichlorethen TRI Chloräthylen)
Trichlorethylphosphat
Trichlorfluormethan (FRIGEN 11 FREON 11)
Trichlorphenol
Tridecylbenzolsulfonat
Triethanolamin (Triethylolamin Trihydroxutriethylamin Tricolamin TEA)
Triethanolaminsäure-sulfat
Triethylamin (auch: Triethylaminhydrochlorid)
Triethylenglykol
Trifluortrichlorethan
Trifluortrichlorethan (FRIGEN 113 FREON 113)
Trikresylphosphat (Phosphorsäuretrikresylester)
Trimethylamin
Trimethylaminhydrochlorid
Trimethylenchlorbromid
Triphenylphosphit
Unterchlorige Säure (hypochlorige Säure)
Unterphosphorige Säure (hypophosphorige od. orthohypophosphorige Säure)
URAN-Kunstdünger (Düngemittel)
Urin, frisch
Urin, zersetzt (Jauche)
Vinylacetat (Essigsäurevinylester VINO-FAN)
Vinylchlorid (Monochlorethylen Chloroethen Chloroäthylen)
Vinylpropionat
Vinylsulfonat
Vinyltoluol
Waschmittel (Detergentien Reinigungsmittel)
Waschmittelrohstoff (MARLON A)
Waschmittelrohstoff (MARLON AFM MARLON AMX MARLON TPS-3 MARLOPON)
Waschmittelrohstoff (MARLON AS3)
Wasser (dest.)
Wasser (gechlortes Wasser Schwimmbecken)
Wasserstoff
Wasserstoffperoxid (Wasserstoffsäureperoxid)
Weichmacher (LIPINOL-Typen VESTINOL-Typen) Phthalsäureester
Weinessig (Essig)
Wein

Weinsaeure (Weinsteinsaeure Dihydroxybernsteinsaeure Rechtweinsaeure)
Xylol (Dimethylbenzol)
Zimtaldehyd (Cinnamal Cinnamylwasserstoff gamma-Phenylacrolein 3-Phenyl
Zinkchlorid (Chlorzinklauge) propenal
Zinkcyanid
Zinkhydrogensulfit (Zinkhydrosulfit)
Zinknitrat
Zinkeulfat
Zinn-IV-Chlorid (Zinntetrachlorid Zinnbutter)
Zinn-II-Chlorid
Zitronensaure (Citronensaure)
Zucker (Loesung)
Zuckerruebensaft (Ruebensirup)

Tabelle 9a: Abminderungsfaktoren

Medium	Gruppe	0		1		2		3		4		5		6	
		RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°
Adipinsäure		-	-	-	-	1,28	1,37	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,25	1,34
Ammoniumbromat		1,42	-	1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42
Ammoniumbromid		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Ammoniumchlorid		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Ammoniumnitrat		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42	1,20	1,28	1,20	1,28
Ammoniumperchlorat		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34
Ammoniumphosphat		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42	1,20	1,28	1,20	1,28
Ammoniumsulfat		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,20	1,28	1,30	1,40
Arsenik		1,42	-	1,35	1,42	1,28	1,37	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28
Bariumchlorid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Bariumnitrat		1,42	-	1,35	1,42	1,28	1,37	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Benzin, Normal-		-	-	1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,35	1,42
Benzin, Super-		1,42	-	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,35	1,42	1,42	-	1,35	1,42
Benzoessäure		1,42	-	1,42	-	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Benzylöctyladipat		1,42	-	1,42	-	1,42	-	1,35	1,42	1,42	(-)	1,35	1,42	1,35	1,42
Bernsteinsäure		1,42	-	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Borax		1,42	-	1,42	-	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Borsäure		1,42	-	1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,42	(-)	1,20	1,28	1,20	1,28
Calciumchlorid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Calciumnitrat		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Calciumsulfat		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,20	1,28	1,35	1,42	1,20	1,28	1,20	1,28
Dieselöl		-	-	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,25	1,34	1,20	1,28
Diethylenglykol		1,42	-	1,28	1,37	1,25	1,34	1,20	1,28	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Ethanol	10 - 20%	1,42	-	1,42	-	1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42
Ethanol	100%	-	-	-	-	1,42	-	1,42	-	1,42	-	1,42	-	1,42	-

Tabelle 9b: Abminderungsfaktoren

Medium	Gruppe	0		1		2		3		4		5		6	
		RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°
Ferricyankalium		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28
Ferrocyanalium		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28
Fettsäuren (-C16)		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,20	1,28	1,25	1,34
Fixierbad		1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)
Fruchtsaft		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,28	1,37	1,42	(-)	1,42	(-)	1,20	1,28
Glucose		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,35	1,42	1,35	1,42	1,35	1,42
Glycerin		1,42	-	1,42	-	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28
Glykol		1,42	-	1,42	-	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28
Harnstoff		-	-	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34
Heizöl		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,28	1,37	1,28	1,37	1,20	1,28	1,20	1,28
n-Heptan		-	-	1,42	-	1,35	1,42	1,28	1,37	1,25	1,34	1,28	1,37	1,25	1,34
Hexan		-	-	1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,35	1,42	1,35	1,42
Kaliumalaun		1,42	-	1,35	1,42	1,28	1,37	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Kaliumbromat		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,35	1,42	1,20	1,28	1,25	1,34
Kaliumbromid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Kaliumcarbonat		-	-	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34
Kaliumchlorat		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,28	1,37	1,42	(-)	1,20	1,28	1,25	1,34
Kaliumchlorid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Kaliumchromat		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,28	1,37	1,42	(-)	1,20	1,28	1,25	1,34
Kaliumfluorid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,10	1,20	1,10	1,20
Kaliumjodid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,20	1,28	1,20	1,28
Kaliumnitrat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Kaliumnitrit		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Kaliumperchlorat		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,28	1,37	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28

Tabelle 9c: Abminderungsfaktoren

Medium	Gruppe	0		1		2		3		4		5		6	
		RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°
Kaliumphosphat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,10	1,20	1,10	1,20
Kaliumsulfat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Kobaltchlorid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,10	1,20
Kobaltnitrat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Kupfer-I-Chlorid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Kupfer-II-Chlorid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Kupfer-II-Nitrat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Kupfer-I-Sulfat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Kupfer-II-Sulfat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Magnesiumchlorid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Magnesiumnitrat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Magnesiumsulfat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Maleinsäure		-	-	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28
Mangan-II-Chlorid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Mangan-II-Nitrat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Mangan-II-Sulfat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Maschinenöl		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,20	1,28	1,25	1,34	1,20	1,28	1,10	1,20
Meer-, See-, Salzwasser		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Melasse		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,42	-	1,42	(-)	1,35	1,42	1,35	1,42
Milch(-produkte)		1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)
Milchsäure	10%	1,42	-	1,42	-	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,10	1,20	1,10	1,20
Milchsäure	80%	-	-	1,42	-	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,42	-	1,42	-
Mineralöl		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,42	(-)	1,25	1,34	1,20	1,28
Mineralwasser		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,28	1,37	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28

Tabelle 9d: Abminderungsfaktoren

Medium	Gruppe	0		1		2		3		4		5		6	
		RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°
Motorenöl (HD - Öl)		1,42	-	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,20	1,28	1,20	1,28
Natriumacetat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,28	1,37	1,25	1,34	1,28	1,37	1,20	1,28
Natriumbicarbonat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34
Natriumbisulfit		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,25	1,34	1,20	1,34
Natriumbromat		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)
Natriumbromid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Natriumchlorat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,20	1,28	1,42	(-)
Natriumchlorid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Natriumchlorit		1,42	-	1,42	-	1,42	-	1,42	-	1,42	(-)	1,35	1,42	1,42	-
Natriumfluorid		1,42	-	1,35	1,42	1,20	1,28	1,25	1,34	1,42	(-)	1,20	1,28	1,20	1,28
Natriumnitrat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Natriumnitrit		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Natriumperborat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,42	(-)	1,25	1,34
Natriumperchlorat		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34
Natriumphosphat		1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,42	(-)	1,20	1,28	1,20	1,28
Natriumsulfat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,20	1,28	1,20	1,28
Natriumsulfit		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,20	1,28	1,20	1,28
Natriumthiosulfat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,20	1,28	1,20	1,28
Nickel-II-Chlorid		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Nickel-II-Nitrat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Nickel-II-Sulfat		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Octan		1,42	-	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34
Octen		1,42	-	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34
Oleinsäure		1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,25	1,34	1,25	1,34

Tabelle 9e: Abminderungsfaktoren

Medium	0		1		2		3		4		5		6	
	RT	40°												
Palmitinsäure	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,20	1,28	1,42	(-)	1,25	1,34	1,20	1,28
Paraffinöl	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,20	1,28	1,42	(-)	1,20	1,28	1,10	1,20
Petrolether	1,42	-	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,25	1,34
Petroleum	-	-	1,42	-	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34
Pflanzenöl	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,25	1,34	1,25	1,34
Phthalsäure	1,42	-	1,42	-	1,28	1,37	1,25	1,34	1,20	1,28	1,25	1,34	1,10	1,20
Quecksilber	1,35	1,42	1,35	1,42	1,25	1,34	1,20	1,28	1,42	(-)	1,20	1,28	1,20	1,28
Quecksilber-I-Chlorid	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	1,20	1,28	1,20	1,28
Quecksilber-II-Chlorid	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,25	1,34	1,20	1,28
Quecksilber-II-Nitrat	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,42	(-)	1,20	1,28
Rizinusöl	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,28	1,37	1,25	1,34
Rohöl (aromatenfrei)	-	-	1,42	-	1,42	-	1,42	-	1,42	(-)	1,25	1,34	1,20	1,34
Rübensirup	1,42	-	1,35	1,42	1,20	1,28	1,25	1,34	1,42	(-)	1,20	1,28	1,20	1,28
Salzsole	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	1,20	1,28	1,20	1,28
Schmieröl	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,42	(-)	1,20	1,28
Schwerbenzin (aromatenfrei)	1,42	-	1,42	-	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,35	1,42	1,25	1,34
Schwerbenzin (aromatenreich)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	-	-	1,35	1,42
Silikonöl, (-fett)	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,20	1,28	1,10	1,20
Sorbit(-ol-Lösung)	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,25	1,34	1,25	1,34
Spermöl	1,42	-	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,20	1,28	1,42	(-)
Stärke	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,28	1,37	1,42	(-)	1,42	-	1,20	1,28
Stearinsäure	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,25	1,34	1,20	1,28
Tetralin	1,42	-	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,42	(-)	1,25	1,34	1,25	1,34
Triethylenglykol	1,42	-	1,42	-	1,25	1,34	1,25	1,34	1,42	(-)	1,20	1,28	1,20	1,28

Tabelle 9f: Abminderungsfaktoren

Medium	0		1		2		3		4		5		6	
	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°	RT	40°
Waschmittel	1,42	-	1,42	-	1,42	-	1,28	1,37	1,35	1,42	1,20	1,28	1,25	1,34
Wasser (dest.)	1,42	-	1,42	-	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,25	1,34
Wein	-	-	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,42	(-)	1,35	1,42	1,42	(-)
Weinsäure	-	-	1,42	-	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Zinkchlorid	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,25	1,34
Zinkcyanid	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	1,20	1,28	(-)	(-)
Zinkhydrogensulfit	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	1,25	1,34	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Zinknitrat	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Zinksulfat	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Zinn-II-Chlorid	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,25	1,34
Zinn-IV-Chlorid	(-)	(-)	(-)	(-)	1,25	1,34	1,42	-	(-)	(-)	-	-	1,25	1,34
Zitronensäure	-	-	1,42	-	1,25	1,34	1,20	1,28	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28
Zucker	1,42	-	1,35	1,42	1,25	1,34	1,25	1,34	1,25	1,34	1,20	1,28	1,20	1,28

Anmerkung: Eingeklammerte Angaben bedeuten, daß in diesen Fällen keine auswertbaren Daten vorliegen, bzw. daß nur bei RT geprüft wurde.