Laborbericht

Titel	**Verdunstungsverhalten von epple-Verdünnungen**
Bearbeiter	Dr. Udo Seemann
Datum	11.12.2008

Zuordnung 4

1. Einleitung

Zum Reinigen der Fügeteile vor dem Verkleben werden häufig verschiedene Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemische eingesetzt. Hierbei tritt immer wieder die Frage nach der Geschwindigkeit auf, mit der diese Lösungsmittel verdunsten. Die vorliegende Arbeit untersucht nach vergleichbaren Kriterien das Verdunstungsverhalten verschiedener epple-Verdünnungen.

Es wurden folgende Verdünnungen aus dem Technischen Datenblatt untersucht:

epple 10, epple 11, epple 12, epple 13, epple 14, epple 413, epple 456, epple 457, epple 467, epple 470, epple 477.

Nicht untersucht wurde epple Reiniger 04060 da dieser Reiniger so langsam ablüftet, dass praktisch immer noch ein weiterer Verdünner mit eingesetzt wird, um die Reste von Reiniger 04060 zu entfernen.

2. Lösungsmittel

Alle in der Einleitung genannten Verdünnungen sind gemäß den Sicherheitsdatenblättern aus einigen wenigen Lösungsmitteln aufgebaut. Diese sind:

Aceton, Toluol, Methylethylketon, Isopropanol, Ethylacetat und Benzin.

Einige wichtige physikalische Eigenschaften dieser Lösungsmittel sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Benzin wurde hierbei nicht erfasst, da es sich um eine Mischung aus verschiedenen Kohlenwasserstoffen mit 5 bis 12 C-Atomen handelt und keine einheitlichen, physikalischen Eigenschaften aufweist.

E. Epple & Co. GmbH
Dichtstoffe // Klebstoffe // Gießharze
Hertzstraße 8
D-71083 Herrenberg
Tel +49 (0) 70 32 / 97 71-0
Fax +49 (0) 70 32 / 97 71-50
E-Mail info@epple-chemie.de

3. Verfahren zur Bestimmung der Verdunstungsgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit, mit der ein Lösungsmittel oder ein Lösungsmittelgemisch verdunstet hängt von einer ganzen Reihe von Faktoren ab:

- Temperatur
- Luftdruck
- Luftfeuchtigkeit
- Sättigung der Umgebungsluft mit dem Lösungsmittel
- Größe der Oberfläche
- Verhältnis Menge / Oberfläche
- Luftbewegung
- Bewegung der Oberfläche

Da es im Rahmen einer anwendungstechnisch orientierten Untersuchung wenig sinnvoll erscheint, den Einfluss aller Faktoren zu bestimmen und deren Einfluss isoliert zu betrachten, wurde ein Konventionsverfahren festgelegt. Mit diesem Verfahren ist eine experimentell abgesicherte Abstufung der Verdunstungsgeschwindigkeiten innerhalb der Verdünnungen möglich.

In eine Aluminiumschale mit einem Durchmesser von 55 mm (=2,75 cm) wird eine Menge von 1,5 g der Verdünnung gegeben. Hieraus ergibt sich eine anfängliche Füllhöhe von 0,8 mm bei einer angenommenen Dichte von ca. 0,8 g/cm³.

Diese Menge Verdünnung wird dann mit dem Halogentrockner HB 43 der Fa. Mettler-Toledo im ersten Versuch bei 50 °C verdunstet und im zweiten Versuch bei 60 °C. Die verdunsteten Mengen der Verdünnungen werden in Prozent relativ zur Anfangsmenge über der Zeit aufgezeichnet. Das Intervall beträgt 30 s. Durch die Verwendung eines Halogentrockners werden sowohl eine definierte Temperatur wie auch definierte

Umgebungsbedingungen bezüglich Luftbewegung und Sättigung der Umgebungsluft mit den Verdünnungen erreicht.

E. Epple & Co. GmbH

Dichtstoffe // Klebstoffe // Gießharze
Hertzstraße 8
D-71083 Herrenberg

Tel +49 (0) 70 32 / 97 71-0
Fax +49 (0) 70 32 / 97 71-50
E-Mail info@epple-chemie.de

4. Ergebnisse

In den Abbildungen 1 und 2 sind die Verdunstungskurven bei 50 °C und bei 60 °C der epple-Verdünnungen zusammengestellt. Betrachtet man die Zeit bis zur vollständigen Verdunstung, so erkennt man bei beiden Temperaturen die im Wesentlichen gleiche Abfolge der Verdunstungsgeschwindigkeiten der Verdünnungen:

12 → 14 → 10 → 470 → 456 ~ 13 → 413 → 11 ~ 457 ~ 477 → 467
langsam → schnell

Interessant ist hierbei, dass besonders bei Verdünnung 470 und in etwas abgeschwächter Form auch bei Verdünnung 456 und 413 zunächst eine schnelle Verdunstung erfolgt, dann aber gegen Ende eine deutlich langsamere Verdunstung erfolgt. Dies führt dazu, dass bei diesen Verdünnungen die Gefahr besteht, dass bei einer zu schnellen Weiterverarbeitung unbemerkte Reste auf den Fügeteilen verbleiben.

Am schnellsten verdunsten die rot eingezeichneten Verdünnungen 11, 457, 477 und 467. Durch die hohe Verdunstungsgeschwindigkeit bei diesen Verdünnungen besteht hierbei die Gefahr, dass sich die Fügeteile abkühlen, da für die Verdunstung der Umgebung Wärme entzogen wird. Dies führt zu einer Bildung eines dünnen, praktisch nicht sichtbaren, Films von Kondenswasser auf den Fügeteilen, was bei einer sofortigen Weiterverarbeitung zu Störungen in der Verklebung führen kann.

Der Vergleich der Verdunstungsgeschwindigkeiten und insbesondere die Wirkung einer Temperaturerhöhung kann in einem gewissen Umfang noch dadurch quantifiziert werden, dass die Fläche unter der jeweiligen Verdunstungskurve untersucht wird. In Tabelle 2 sind die Flächen zusammengestellt und zwar so, dass die kleinste Fläche zu 100 gesetzt wird. Die Integration der Messkurven erfolgte mit der Software Origin.

Untersucht man die Flächen, so stellt man abhängig von der Temperatur folgende Reihenfolgen fest:

E. Epple & Co. GmbH

Dichtstoffe // Klebstoffe // Gießharze
Hertzstraße 8
D-71083 Herrenberg

Tel +49 (0) 70 32 / 97 71-0
Fax +49 (0) 70 32 / 97 71-50
E-Mail info@epple-chemie.de

60 °C : 12 → 14 → 10 → 13 → 456 → 470 → 11 → 413 → 457 → 467 → 477
50 °C : 12 → 14 → 10 → 13 → 456 → 470 → 413 → 11 → 457 → 477 → 467
langsam → schnell

Man erkennt, dass die Reihenfolge im Wesentlichen gleich ist und auch weitgehend mit der eher qualitativ bestimmten Reihenfolge übereinstimmt.

Das Verhältnis der Flächen bei 50 °C und bei 60 °C gibt einen Anhaltspunkt dafür, wieviel schneller die Verdunstung bei einer Temperaturerhöhung um 10 °C abläuft. Man erkennt, dass die Verdunstung etwa um den Faktor 1,3 bis 1,5 schneller verläuft und bei den Verdünnungen immer ähnlich ist. Die stärkste Beschleunigung erfährt die Verdünnung 456 und die geringste Verdünnung 11.

5. Zusammenfassung

Die Untersuchung der Verdunstungsgeschwindigkeiten mit dem angewandten Konventionsverfahren erbrachte eine semiquantitative Möglichkeit, eine Reihenfolge der Verdünnungen aufzustellen:

qualitativ: 12 → 14 → 10 → 470 → 456 ~ 13 → 413 → 11 ~ 457 ~ 477 → 467
60 °C : 12 → 14 → 10 → 13 → 456 → 470 → 11 → 413 → 457 → 467 → 477
50 °C : 12 → 14 → 10 → 13 → 456 → 470 → 413 → 11 → 457 → 477 → 467
langsam → schnell

Bei der Anwendung ist zu berücksichtigen, dass eine positiv erscheinende schnelle Verdunstung bedingt durch die Abkühlung der Fügeteile die Bildung eines dünnen Feuchtigkeitsfilms bewirken kann, der sich dann negativ auf die Verklebung auswirkt. Bei einer langsamen Verdunstung der Verdünnung ist die Einwirkungsdauer größer, sodass ein besserer Reinigungseffekt erwartet werden kann. Es können jedoch Reste von Lösungsmittel zurück bleiben, die dann wiederum die Verklebung negativ beeinflussen.

E. Epple & Co. GmbH
Dichtstoffe // Klebstoffe // Gießharze
Hertzstraße 8
D-71083 Herrenberg
Tel +49 (0) 70 32 / 97 71-0
Fax +49 (0) 70 32 / 97 71-50
E-Mail info@epple-chemie.de

Tabelle 1: Eigenschaften einiger Lösungsmittel

Eigenschaft	Dimension	Aceton	Toluol	Methylethylketon	Isopropanol	Ethylacetat
alternative Bezeichnungen	-	2-Propanon, Propan-2-on, Dimethylketon	Methylbenzol, Anisen, Phenylmethan	Butanon, 2-Butanon MEK	Isopropylalkohol, Propan-2-ol 2-Propanol	Essigsäureethylester, Essigester, Essignaphta
CAS-Nr.	-	67-64-1	108-88-3	78-93-3	67-63-0	141-78-6
Farbe	-	farblos	farblos	farblos	farblos	farblos
Geruch	-	süßlich	aromatisch	süßlich	alkoholartig	fruchtig
Molmasse	g/mol	58,08	92,14	72,11	60,10	88,11
Schmelzpunkt	°C	-95	-95	-86	-88	-83
Siedepunkt	°C	+56	+111	+80	+82	+77
Dichte	g/cm³ / bei 20°C	0,79	0,87	0,81	0,78	0,90
relative Gasdichte	Luft=1	2,00	3,18	2,48	2,07	3,04
Dampfdruck bei 20°C	mbar	228	29	105	43	98
Dampfdruck bei 30°C	mbar	360	51	167	76	148
Dampfdruck bei 50°C	mbar	814	123	370	229	379
Flammpunkt	°C	<-20	6	-10	12	-4
Verdunstungszahl	Diethylether=1	2,1	6,1	-	-	2,9
Wasserlöslichkeit	g/l	vollständig mischbar	0,47	353	vollständig mischbar	86

Tabelle 2 : Flächen unter den Verdunstungskurven (relative Einheiten)

Verdünnung	Fläche		Verhältnis 50 °C / 60 °C
	50 °C	60 °C	
477	139,8	100,0	1,40
467	133,3	100,2	1,33
457	163,9	109,9	1,49
413	183,4	134,1	1,37
11	181,1	138,5	1,31
470	187,9	142,7	1,32
456	228,5	149,4	1,53
13	249,0	167,1	1,49
10	327,5	223,2	1,47
14	441,6	305,8	1,44
12	521,9	384,1	1,36

Abbildung 1 : Verdunstung bei 50 °C

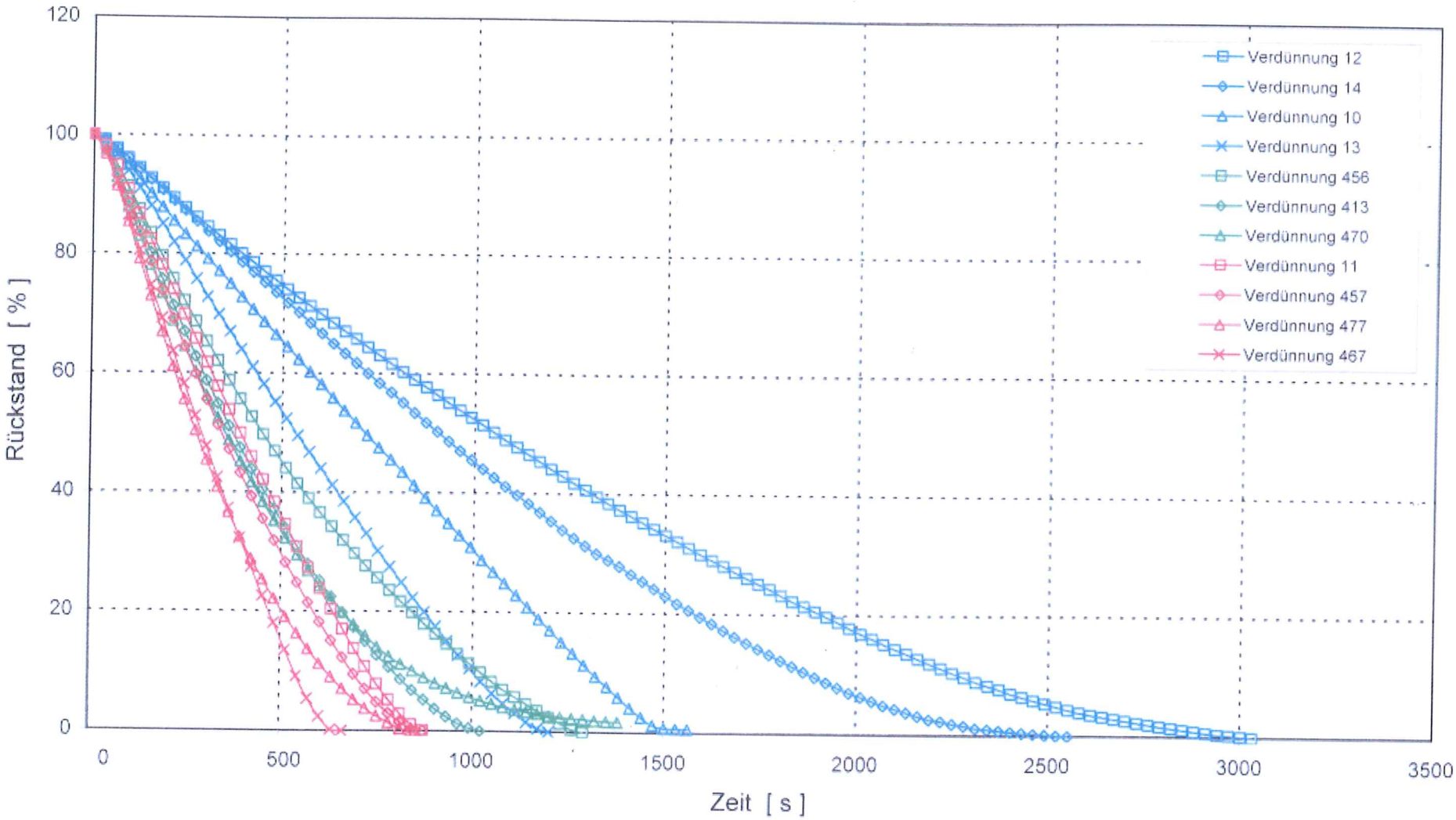


Abbildung 2 : Verdunstung bei 60°C

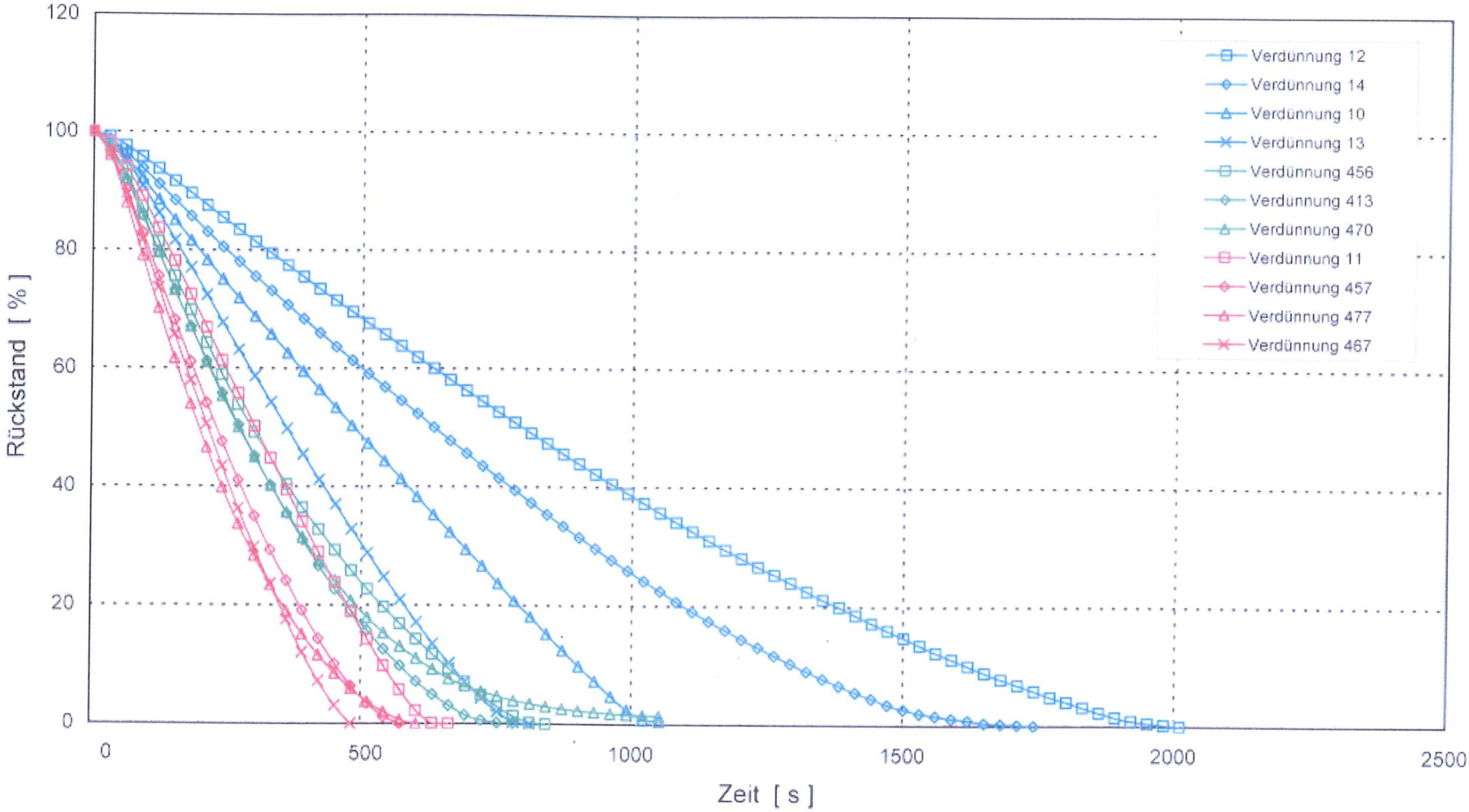


Abbildung 3 : Flächen unter den Verdunstungskurven

