

# TI 15/10: Verarbeitung von 2-Komponenten-Systemen

Bei der Verarbeitung von 2-Komponenten-Systemen wie z. B. Lötstopplacken und Vergussmassen kommt es erfahrungsgemäß immer wieder zu Fehlern, die bei Beachtung aller Verarbeitungsparameter vermeidbar wären. Generell ist der Druck von 2-Komponenten-Lötstopplack auf Leiterplatten bzw. das Vergießen von Elektronikbauteilen einer der letzten Arbeitsschritte eines ansonsten fertigen Produktes, so dass Fehler bei der Verarbeitung dieser 2-Komponenten-Systeme einen immensen Schaden auslösen können.

Ein nicht im richtigen Mischungsverhältnis oder nicht homogen gemischtes 2-Komponenten-System führt zwangsläufig, aufgrund von Über- oder Untervernetzung, zu anderen als im Technischen Merkblatt angegebenen Eigenschaftswerten. Um Fehler bei der Verarbeitung solcher Systeme zu vermeiden, ist neben der Einhaltung der vorgegebenen Parameter auch das Verständnis der einzelnen Prozessschritte wichtig. Mit dieser Technischen Information möchten wir daher einen Überblick über die Verarbeitung von 2-Komponenten-Systemen geben.

## Inhaltsverzeichnis

Verarbeitung von 2-Komponenten-Systemen .....	2
Vorbereitung der Komponenten .....	2
Das Mischungsverhältnis .....	2
Das Ansetzen von Teilmengen .....	2
Das Mischen.....	3
Das Mischen von Hand .....	3
Das Mischen mit Haushaltsgeräten / Propellerrührern / Bohrmaschinen .....	3
Geeignete Mischorgane .....	3
Misch- und Dosieranlagen .....	4
Hersteller von Misch- und Dosieranlagen nennen wir Ihnen gerne auf Anfrage .....	4
Entgasen der fertigen Mischung .....	5
Topfzeit.....	5
Aushärtung .....	5
Temperaturverteilung .....	5
Abluft .....	5
Einbrennzeit/Objekthaltezeit .....	6
Gemeinsame Aushärtung unterschiedlicher Lacksysteme bzw. mehrerer Lackschichten.....	6
Überprüfung der Aushärtung bzw. Vernetzung – Maßnahmen zur Qualitätssicherung .....	6
Glanzgrad der Lackoberfläche .....	6
Methylenchloridtest .....	7
Bleistifthärte.....	7
Shore-Härte.....	7
Sonstige Prüfungen.....	7
Haftungsausschluss .....	7

# Verarbeitung von 2-Komponenten-Systemen

## Vorbereitung der Komponenten

- Bringen Sie die Gebinde der beiden Komponenten langsam auf die Temperatur, bei der verarbeitet wird. Vergewissern Sie sich, dass die beiden Komponenten zueinander gehören.
- Rühren Sie die Komponenten ggf. auf.

Dies ist notwendig, wenn Farbpigmente, Füllstoffe u. a. Bestandteile, enthalten sind, die sich bei längerer Lagerung absetzen können. Die Gebinde der Komponenten sind dann mit folgendem Symbol gekennzeichnet:



vor Gebrauch aufrühren

## Das Mischungsverhältnis

Bei einem 2-Komponenten-System ist die Menge Harz (Komponente A) so auf die Menge Härter (Komponente B) abgestimmt, dass ein möglichst 100%iger Vernetzungsgrad erzielt wird. Dies ist das Mischungsverhältnis, das in unseren Technischen Merkblättern und auf den Gebindeetiketten angegeben ist.

Das Mischungsverhältnis der Komponenten A und B ist in Gewichtsteilen angegeben. Die beiden Komponenten sind im richtigen Mischungsverhältnis abgepackt. Das Volumen des Behälters der Komponente A ist in der Regel ausreichend groß bemessen, so dass die gesamte Menge Komponente B aufgenommen werden kann. Bei Verwendung einer anderen Ansatzgröße ist der Punkt „Das Ansetzen von Teilmengen“ zu beachten.

## Das Ansetzen von Teilmengen

Das Mischungsverhältnis unserer 2-Komponenten-Systeme ist in Gewichtsteilen angegeben. Bei Verwendung von Teilmengen sind die Komponenten entsprechend dem Mischungsverhältnis abzuwiegen. Erfolgt die Mischung volumetrisch, müssen die entsprechenden Volumenanteile anhand des Mischungsverhältnisses und der Dichten der Komponenten A und B umgerechnet werden.

Umrechnung:  $\rho = m/V$  bzw.  $V = m/\rho$

$\rho$  = Dichte [g/cm<sup>3</sup>]

V = Volumenanteil [cm<sup>3</sup>]

M = Gewichtsanteil [g]

### Beispiel:

Vergussmasse **Wepuran VU 4457/41**: Mischungsverhältnis 4 : 1 (Gewichtsteile)

$$\rho_{\text{Komp. A}} = 1,44 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{\text{Komp. B}} = 1,21 \text{ g/cm}^3$$

$$V_{\text{Komp. A}} = \frac{4 \text{ Gew. - Teile [g]}}{1,44 \text{ [g/cm}^3]} \approx 2,7777 \text{ Vol. - Teile [cm}^3]$$

$$V_{\text{Komp. B}} = \frac{1 \text{ Gew. - Teil [g/cm}^3]}{1,21 \text{ [g/cm}^3]} \approx 0,8264 \text{ Vol. - Teile [cm}^3]$$

Mischungsverhältnis (Volumenteile) = 2,7777 : 0,8264  $\approx$  10 : 3

## Das Mischen

- Mischen Sie die beiden Komponenten im angegebenen Mischungsverhältnis.
- Mischen Sie die Komponenten A und B vollständig. Achten Sie darauf, dass auch in den Ecken von Behältern kein unvermisches Material mehr bleibt.

Wenn das Vermischen von 2-Komponenten-Systemen in den angelieferten Standardgebinden erfolgt, füllt man die Komponente B vollständig in den Behälter der Komponente A. Größere Restanhaftungen führen nicht nur zu Materialverlusten, sondern verursachen auch höhere Entsorgungskosten.

- Beachten Sie beim Vermischen lösemittelhaltiger 2-Komponenten-Systeme die Explosionschutz-Richtlinien. Sorgen Sie stets für ausreichende Lüftung und verwenden Sie ein mit Ex-Schutz ausgestattetes Rührgerät.

Auf die Vor- und Nachteile der praxisüblichen Mischmethoden wird nachstehend eingegangen.

- Verwenden Sie nach Möglichkeit ein mechanisches Rührgerät mit geeignetem Rührer.
- Achten Sie darauf, beim Mischen keine Luft einzurühren.

### Das Mischen von Hand

Das Mischen von Hand ist nicht zu empfehlen, da es in der Regel vom Anwender als sehr mühsam empfunden wird und daher die Gefahr besteht, dass nicht ausreichend bzw. zu kurz durchgerührt wird und keine homogene Durchmischung erreicht wird.

Beim Mischen von Hand besteht die Gefahr, dass der Rührstab in den Behältern nicht die Ecken, die sogenannten „Totzonen“ erfasst (siehe Abbildung 1).

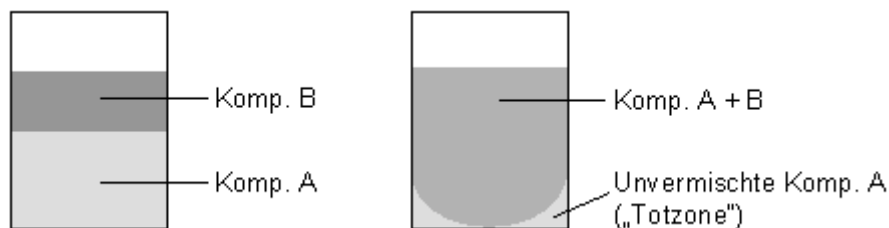


Abb. 1: Unvermisches Material „Totzonen“ nach dem Mischen

### Das Mischen mit Haushaltsgeräten / Propellerrührern / Bohrmaschinen

Haushaltsmixer, Propellerrührer und Bohrmaschinen sind ungeeignet, da beim Mischen erhebliche Mengen Luft in das System eingearbeitet werden.

### Geeignete Mischorgane

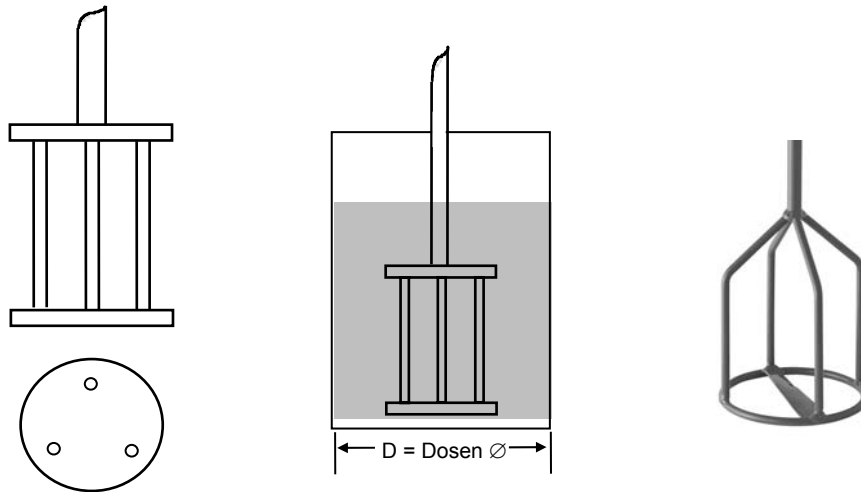
Ein geeignetes Mischorgan erfasst nicht nur die Ecken („Totzonen“) des Mischgefäßes, sondern ermöglicht auch ein Vermischen ohne viel Lufteinzug.

Zusätzlich empfiehlt sich, die fertige Mischung in ein leeres Gefäß umzuschütten und nochmals durchzumischen. Durch diese Vorgehensweise werden auch die sogenannten „Totzonen“ (siehe Abbildung 1) erfasst.

Nachfolgende Mischorgane sind zu empfehlen:

- **Rührwelle mit Korb / Korbrührer**

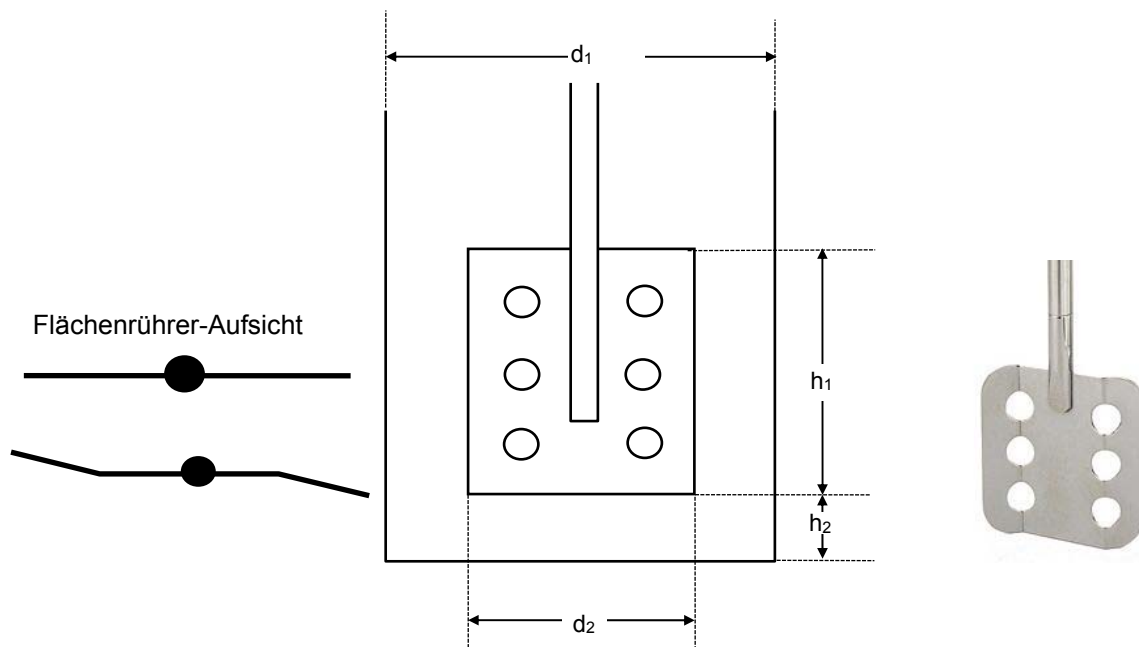
Der Durchmesser des Rührwerkkorbes ist abhängig vom Durchmesser des Mischgefäßes. In der Praxis am besten bewährt hat sich ein Durchmesser des Rührwerkkorbes, der etwa 1/3 des Durchmessers des Mischgefäßes entspricht. Die Höhe des Rührwerkkorbes sollte größer als der Durchmesser sein.



**Abb. 2: Korbrührer**

Quelle Bild rechts: Collomix Rühr- und Mischgeräte GmbH, Gaimersheim

- **Flächenrührer mit Bohrungen (gerade oder mit abgewinkelten Flächenenden)**



**Flächenrührer mit Bohrungen**

Quelle Bild rechts: Bochem Instrumente GmbH, Weilburg

Der Durchmesser des Flächenrührers ist abhängig vom Durchmesser des Mischgefäßes. In der Praxis haben sich nachfolgende Verhältnisse bewährt:

$$d_2/d_1 = 0,6$$

$$h_1/d_1 = 1,25$$

$$h_2/d_2 = 0,2$$

Lieferanten von Laborrührgeräten nennen wir Ihnen auf Anfrage gerne.

### Misch- und Dosieranlagen

Bei einem größeren Verbrauch ist der Einsatz einer Misch- und Dosieranlage ratsam. Der günstigere Bezugspreis in Großgebinden und die Vermeidung von Misch- und Wägefehlern amortisieren den Kauf dieser Anlagen bei monatlichen Verbrauchsmengen ab ca. 200 kg.

Hersteller von Misch- und Dosieranlagen nennen wir Ihnen gerne auf Anfrage.

## Entgasen der fertigen Mischung

Beim Mischen eingerührte Luft (z. B. erkennbar an einer starken Schaumbildung) führt zu Lufteinschlüssen bzw. Blasenbildung, die die Endeigenschaften von Lackschichten und Vergüssen negativ beeinträchtigen.

Wenn in lösemittelfreie Vergussmassen Luft eingerührt worden ist, muss eine Entgasung unter Vakuum (Evakuieren) erfolgen.

Bei lösemittelhaltigen Lacken, z. B. 2-Komponenten-Lötstopplacken, entweicht die Luft im Allgemeinen nach kurzem Stehen.

## Topfzeit

Nach EN ISO 4618:2006 ist die Verarbeitungszeit/Topfzeit die „maximale Zeitspanne, innerhalb der ein in mehreren Komponenten gelieferter Beschichtungsstoff nach dem Mischen der Komponenten verarbeitet sein sollte“.

Die Topfzeit wird durch die fortschreitende Vernetzung der beiden Komponenten und dem damit einhergehenden Anstieg der Viskosität begrenzt.

→ Wählen Sie die Ansatzmenge nur so groß, dass Sie sie innerhalb der Topfzeit uneingeschränkt verarbeiten können.

In unseren Technischen Merkblättern wird die Topfzeit unter dem Punkt „Kennzahlen“ angegeben. Wenn keine andere Angabe erfolgt, dann gilt die Topfzeitangabe immer für einen 500 g-Ansatz.

Kleinere Ansätze haben eine längere Topfzeit, bei größeren Ansätzen kann es, insbesondere bei lösemittelfreien Produkten und auch je nach Harz-/Härter-System, zu deutlich geringeren Topfzeiten kommen.

Bei längerer Verweilzeit im Topf sollte das 2-Komponenten-System vor der Applikation nochmals kurzzeitig gerührt werden.

## Aushärtung

Die Aushärtung bzw. Vernetzung (der zweite Begriff wird vornehmlich bei Silikonkautschuk-Vergussmassen verwendet) erfolgt durch Polyaddition der Komponenten A und B.

Das Aushärten erfolgt in einem Trockenofen oder bei kalthärtenden 2-Komponenten-Systemen bei Raumtemperatur. Die Aushärteparameter sind den jeweiligen Technischen Merkblättern zu entnehmen.

Hersteller von Trockenöfen nennen wir Ihnen gerne auf Anfrage.

Folgende Punkte sind beim Aushärten zu beachten:

## Temperaturverteilung

Die eingestellte Temperatur entspricht nicht immer der tatsächlichen Ofentemperatur (je nach Lage des Temperaturfühlers). Eine gleichmäßige Temperaturverteilung ist selbst in modernen Trocknern nicht immer gewährleistet. Um sicher zu gehen, sollte ein Temperaturprofil für jeden Trockner erstellt werden. Anhand dieses Temperaturprofils sollte dann der Trockner eingestellt werden, damit die für eine ausreichende Vernetzung erforderliche Einbrenntemperatur im gesamten Trockneraum nicht unterschritten wird.

## Abluft

Insbesondere bei lösemittelhaltigen 2-Komponenten-Systemen wie Lötstopplacken ist auf eine ausreichende Abluft zu achten:

In der Anfangsphase der Aushärtung verdunstet der größte Teil der Lösemittel. Wenn hier nicht für eine ausreichende Abluft gesorgt wird, können diese freigewordenen Lösemittel im Fall einer Sättigung in der Luft kondensieren und sich auf der Oberfläche des noch nicht ausgehärteten 2-Komponenten-Systems niederschlagen. Dabei kann der Lack teilweise wieder abgewaschen werden. Es zeigt sich dann nach dem Einbrennen ein regelrechter Gardineneffekt. Um diese Oberflächenstörung zu verhindern, sollte man die Leiterplatten nicht zu eng in den Ofen stellen und den Ofen mindestens in den ersten 10 Minuten mit Frisch- bzw. Abluft betreiben. Ist dies nicht möglich, sollte man die Leiterplatten vor dem Einbrennen ca. 15 Minuten zum Ablüften bei Raumtemperatur stehen lassen.

### **Einbrennzeit/Objekthaltezeit**

Eine zu kurze Einbrennzeit kann sich dadurch ergeben, dass man die ofenspezifische Aufheizzeit nicht berücksichtigt hat. Die von uns angegebenen Einbrennbedingungen beziehen sich auf die sogenannte Objekthaltezeit, d. h. die Aushärtezeit kann erst ab dem Zeitpunkt gerechnet werden, ab dem die Leiterplatten die Aushärtetemperatur erreicht haben. Wenn z. B. ein Trockenofen mit einer kompletten Horde Leiterplatten beschickt wird, muss der gesamte kalte Ofeninhalt - Leiterplatten und Hordenwagen - erst auf die Einbrenntemperatur aufgeheizt werden. Dies dauert erfahrungsgemäß ca. 10-15 Minuten. Diese Zeit, die jeweils empirisch ermittelt werden muss, ist der reinen Einbrennzeit hinzuzurechnen. Eine entsprechende Steuerung, mit der die vorgegebene Einbrennzeit erst dann erfasst wird, wenn der Ofen die vorher eingestellte Temperatur erreicht hat, ist zu empfehlen. Qualifizierte Hersteller von Trockenöfen sind bei der Einstellung derartiger Steuerungen gerne behilflich.

Es muss unbedingt vermieden werden, dass während der Einbrennzeit der Trockenofen geöffnet wird, um Trockengut einzubringen oder zu entnehmen.

### **Gemeinsame Aushärtung unterschiedlicher Lacksysteme bzw. mehrerer Lackschichten**

Werden Leiterplatten zweimal oder mehrmals mit Lack bedruckt oder soll auf einen Lötstopplack ein Signierlack gedruckt werden, ist folgendes zu beachten: Um eine einwandfreie Haftung der nachfolgenden Lackschicht zu erzielen, sollte der zuvor aufgedruckte Lack nur so lange eingebrannt werden, bis sich eine klebfreie Oberfläche einstellt. Nach dem letzten Druckvorgang wird die Leiterplatte einmal die volle Zeit bei der Einbrenntemperatur des zuletzt verwendeten Lackes ausgehärtet. Hierdurch spart man Zeit und verbessert gleichzeitig die Haftung zwischen den einzelnen Lackschichten.

## **Überprüfung der Aushärtung bzw. Vernetzung – Maßnahmen zur Qualitätssicherung**

Fehlerhafte Endprodukte lassen sich mit relativ einfachen Prüfmethoden feststellen.

### **Glanzgrad der Lackoberfläche**

Bei matten Lacken, z. B. matten Lötstopplacken, ist ein ungenügendes Mischen optisch nicht immer ausreichend an Hand der Lackoberfläche der Leiterplatte zu erkennen. Bei seidenmatten, seidenglänzenden oder glänzenden Lackoberflächen ist ein unzureichendes Vermischen der einzelnen Komponenten am mehr oder weniger stark ausgebildeten Glanzgradunterschied erkennbar. Da in einem solchen Fall immer von einer Über- oder Untervernetzung auszugehen ist, von der die gesamten dielektrischen Eigenschaften negativ beeinträchtigt werden können, empfiehlt sich die Kontrolle der elektrischen Eigenschaftswerte.

## Methylenchloridtest

Ein sehr einfacher und zugleich sicherer Test, um die Vernetzung zu kontrollieren, ist die Prüfung der Methylenchloridbeständigkeit. So müssen die 2-Komponenten-Lötstopplacke die im Technischen Merkblatt angegebene Lagerung in Methylenchlorid (Dichlormethan) bei Raumtemperatur aushalten, ohne hierbei angelöst zu werden bzw. zu erweichen.

Ein mehr oder weniger starkes Anlösen oder gar ein Auflösen ist ein sicheres Indiz für ungenügendes Mischen und/oder unzureichendes Aushärten.

## Bleistifthärte

Bei Lötstopplacken ist das Messen der Bleistifthärte eine schnell und einfach durchzuführende Methode zur Überprüfung.

## Shore-Härte

Durch Messung der Shore-Härte kann der Grad der Vernetzung bei Vergussmassen überprüft werden. Eine vollständige Aushärtung/Vernetzung ist dann abgeschlossen, wenn die gemessene Shore-Härte den im jeweiligen Technischen Merkblatt angegebenen Wert erreicht hat.

## Sonstige Prüfungen

Auf die einzelnen Prüfungen zur Bestimmung der mechanischen, thermischen und elektrischen Eigenschaftswerte kann im Rahmen dieser Technischen Information nicht eingegangen werden.

In den Technischen Merkblättern finden Sie Angaben zu den relevanten Eigenschaften eines Produktes mit den zugehörigen Prüfnormen.

## Haftungsausschluss

Beschreibungen und Ablichtungen unserer Ware und Produkte in technischen Unterlagen, Katalogen, Prospekten, Rundschreiben, Anzeigen, Preislisten, Webseiten, Datenblättern, Informationsblättern, insbesondere die in dieser Druckschrift genannten Informationen, sind unverbindlich soweit ihr Einbezug in den Vertrag nicht ausdrücklich vereinbart wurde. Das gilt auch in Bezug auf etwaige Schutzrechte Dritter.

Die Produkte sind ausschließlich für die im jeweiligen Merkblatt angegebenen Anwendungen vorgesehen. Sie befreien den Kunden nicht von eigenen Prüfungen insbesondere im Hinblick auf ihre Eignung für die beabsichtigten Verfahren und Zwecke. Anwendung, Verwendung und Verarbeitung unserer Produkte und der aufgrund unserer anwendungstechnischen Beratung von Ihnen hergestellten Produkte erfolgen außerhalb unserer Kontrollmöglichkeiten und liegen daher ausschließlich in Ihrem Verantwortungsbereich. Der Verkauf unserer Produkte erfolgt nach Maßgabe unserer jeweils aktuellen Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen.

Haben Sie noch Fragen?

Wir beraten Sie gerne und helfen Ihnen bei der Lösung Ihrer Probleme. Auf Anfrage senden wir Ihnen Muster und Technische Druckschriften zu.

Lackwerke Peters GmbH & Co. KG  
Hooghe Weg 13, 47906 Kempen, Deutschland

Internet: [www.peters.de](http://www.peters.de)  
E-Mail: [peters@peters.de](mailto:peters@peters.de)

Telefon +49 2152 2009-0  
Telefax +49 2152 2009-70

**peters**  
Coating Innovations  
for Electronics