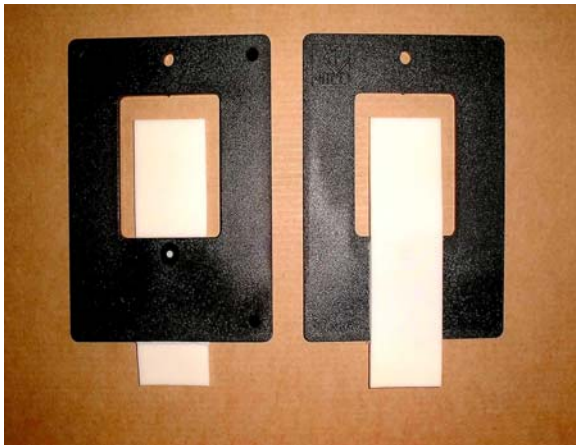


Haftungsprüfung für den Hart-Weich-Verbund zwischen TPE und steifen Thermoplasten

Schälprüfkörper im Vergleich, u.a. VDI Richtlinie 2019

Stand der Technik

Seit mehr als 12 Jahren sind Schälprüfrahmen, wie sie von PTS und anderen führenden Rohstoffherstellern (z.B. EMS-Grivory und Polyone) verwendet werden, Stand der Technik, um die Haftung von verschiedenen TPEs an thermoplastischen Substraten zu überprüfen.



PTS-Haftungsprüfrahmen für Hart-Weich-Verbund mit TPE



TPE-Schältest für 2K-Verbundhaftung gemäß DIN EN 1464

Diese Prüfrahmen sind einfach herzustellen und ermöglichen die Verwendung einer Rollenschälprüfvorrichtung in Anlehnung an DIN EN 1464.

Die Entstehung dieser erfolgreichen Prüfung kann unter "Literatur" => "Downloads" => "Haftungsprüfung" nachgelesen werden.

Nachfolgend werden die drei Prüfkörper vom VDI, von PTS und vom SKZ (Süddeutsches Kunststoffzentrum) verglichen:

1.) VDI-2019 "Prüfung der Haftung von thermoplastischen Elastomeren (TPE) an Substraten. Spritzgegossene Substrate"

Auf der K-Messe 2010 in Düsseldorf hat der VDI (Arbeitskreis 311) einen Entwurf der Richtlinie 2019 vorgestellt. Dabei wurden die Erfahrungen der u.g. führenden TPE-Polymerhersteller und TPE-Compounder nicht berücksichtigt.

Der auf der K-Messe gezeigte "Prüfkörper mit Anguss" widerspricht einer Reihe von Grundlagen der Verarbeitung von Thermoplasten und Thermoplastischen Elastomeren.

Deshalb haben die Rohstoffhersteller

KURARAY
BAYER MATERIAL SCIENCE
EMS GRIVORY
POLYONE
TEKNOR APEX
PTS Plastic Technologie Service

gemeinsam Einspruch gegen diesen Entwurf erhoben und Vorschläge zur Verbesserung eingereicht.

Weitere Einsprüche wurden z.B. vom SKZ oder WB-Engineering eingereicht.

Mit Schreiben vom 21. Juni 2011 hat der VDI-Arbeitskreis 311 den Gemeinschaftseinspruch der oben genannten Hersteller im Wesentlichen abgelehnt.

Hauptargument war: "Der Anguss ist nicht Bestandteil der Richtlinie."

Seit mehr als 20 Jahren, seit es CAMPUS gibt, weiß man, dass ein Prüfkörper ohne Angussfestlegung und ohne Verfahrenbeschreibung wertlos ist.

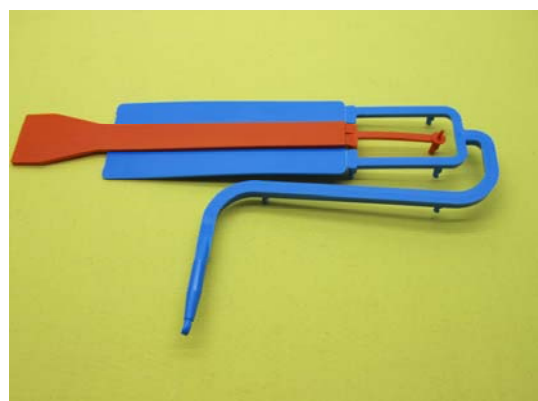
Der "Prüfkörper mit Anguss", wie er vom VDI auf der K-Messe vorgestellt wurde beinhaltet eine Reihe von nicht kunststoffgerechten Details, die eine reproduzierbare Schälprüfung unmöglich machen.

1.1) Kommentar zum VDI-2019 Prüfkörper

In der Richtlinie VDI 2019 werden die Fehlerbilder Freistrahlbildung unter a) und Einfallstellen unter b) dargestellt. Diese sind jedoch durch den verwendeten (wenn auch in der Richtlinie nicht beschriebenen) Anguss nicht zu vermeiden (siehe Demo-Werkzeug K2010, Düsseldorf).



Detail: Anguss Hart/Weich



VDI 2019 Prüfkörper mit Anguss (K-Messe 2010 / Düsseldorf)

1.1.1) Hartkomponente VDI 2019

Anguss/Anschnitt:

Mit dem gegebenen Anguss/Anschnitt sind keine verzugsfreien Prüfkörper zu spritzen.

Ein ca. 240 mm langer Kaltverteiler mündet in zwei Filmangüsse mit ca. 1 mm Dicke stirnseitig (Freistrahlbildung) an einer Prüfplatte von 2 mm Wandstärke.

Es bildet sich im Prüfkörper eine ca. 146 mm lange Bindenaht, die signifikanten Einfluss auf Verzug, Ausschwemmung von Gleitmitteln in der Bindenaht und Glasfaserorientierung hat.



Warum wählt man einen ca. 240 mm langen Anguss, um einen 146 mm langen Prüfkörper zu füllen?

Positiv an diesem Prüfkörper ist der lange Schälweg, leider überlagert von vielen negativen Einflüssen (ungeeignete Angüsse, Bindenähte usw.).

Lange Fließwege bringen den Nachteil, dass hochviskose Polymere möglicherweise nicht geprüft werden können.

Oberfläche der überspritzten Hart-Komponente:

Eine diesbezügliche Empfehlung der Einspruchsallianz wurde vom VDI als einzige Verbesserung übernommen.

1.1.2) Wandstärkenauswahl Hart/Weich VDI 2019

Man hat für die Hartkomponente 2 mm Wandstärke gewählt, für die Weichkomponente 2 mm (alternativ 3 mm).

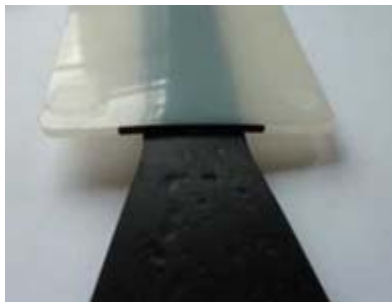
Es ist allgemein bekannt, dass dieses Wandstärkenverhältnis stark in die Haftungsergebnisse eingeht. Eine dünne Hartkomponente mit einer dicken Weichkomponente bringt bessere Ergebnisse als umgekehrt. Ein 2 mm Vorspritzling ist labil und muss großflächig abgestützt werden.

1.1.3) Weichkomponente VDI 2019

Die Prüfgeometrie ist ca. 20 mm x 3(2) mm x 146 mm.

Am Ende des Fließweges expandiert das Volumen des Prüfkörpers auf einen Querschnitt von ca. 40 mm x 3(2) mm (Verdoppelung).

Der daraus resultierende Druckabfall in der Prüfgeometrie ist ungünstig für den Hart/Weich-Verbund, vor allem nach drei Engstellen in Düse/Anguss/Anschnitt. Daraus resultieren Einfallstellen.



Die VDI-Richtlinie selbst zeigt auf Seite 4 Bild d), e) und f) die unvermeidlichen Einfallstellen.

Das Formteil muss immer am größten Querschnitt angebunden werden!

Düse:

Warum wählt man eine Düse mit Durchmesser 1,2 mm bei 2-3 mm Formteil-Wandstärke und langem Fließweg von 206 mm (Messe K2010)?

Polare TPEs wie TPA, TPC und TPU werden durch zu hohe Scherung geschädigt.

Anguss:

Kaltverteiler sollten, zumindest bei einfachen Prüfkörpern, annähernd rund sein und dicker als der Prüfkörper. Auch dies ist hier, vor allem in der 3 mm Prüfkörperversion, nicht der Fall.

Anschnitt:

Der ca. 206 mm lange Weich-Prüfkörper mit Querschnitt 20 x 2-3 mm wird stirnseitig mit zwei dünnen Filmangüssen angebunden, einmal ca. 8 mm x 1,5 mm, einmal 8 mm x 0,5 mm (Messe K2010).



Dies ergibt eine lange Bindenaht durch Freistrahlbildung und vollkommen asymmetrische Prüfkörper.

Die Kombination 1,2 mm Düse / 2,8 mm Kaltanguss / 0,5 bzw. 1,5 mm Filmanschnitt ist ungünstig für scherempfindliche Werkstoffe wie TPU, TPC, TPA und viele Blends.

1.1.4) Zusammenfassung VDI 2019-Prüfkörper:

Anguss und Anschnitt sind nicht Gegenstand der Norm, aber wesentlich verantwortlich für die Eigenschaften des Prüfkörpers.

Allein deshalb wird es keine vergleichbaren Werte geben.

Damit ist die Prüfaussage wertlos, da die Werkzeugtechnik dem jeweiligen Werkzeugbauer überlassen wird.

Die ca. 35 mm auseinander liegenden Filmangüsse (Hart) bei einem ca. 60 mm breiten Prüfkörper, ergeben sehr ungünstige Prüfkörper, die nicht dem Stand der Technik entsprechen (Bindenaht).

Der Anguss bzw. Anschnitt ist für die Mehrheit der Technischen Thermoplaste und TPEs nicht geeignet.

Scherempfindliche Polymere werden durch die hohen Scherungen abgebaut, und daraus resultieren mögliche Eigenschaftsveränderungen.

Es ist sogar möglich, dass die Haftung (durch Abbau) besser wird, die Eigenschaften jedoch teilweise verloren gehen.

Zur Beurteilung der Hart/Weich-Verbindung PP/TPS oder PP/TPV(EPDM-PP) ist selten ein Prüfkörper notwendig, weil diese Verbindungen unkritisch sind (von sehr weichen TPS- und TPV-Typen abgesehen).

Zu prüfen wären jedoch Hart/Weich-Verbindungen mit:

Hart: **PA6 / PA66 / PA11 / PA12 / PBT / PC / PC-ABS / PC-PBT / PBT-ASA / PA-ABS / PS/ABS / usw.**

Weich: **TPU-ARES / TPU-ARET / TPU-AREE / TPU-ALET / TPU-ARCE / TPU-Blends / TPC/TPA-ET(PA6 u.PA12-Basis) / TPV/TPS(SEBS, SEEPS, SBS, SBBS, SEBS)**

Die meisten der genannten Werkstoffe sind in diesem Werkzeug kaum kunststoffgerecht zu verarbeiten.

1.2.) Prüfvorrichtung

Der Rollenschälversuch nach DIN 1464 hat Walzen mit 25 mm Durchmesser.

Eine Schälprüfvorrichtung mit einem Radius von 5 mm ist für Shore D Werkstoffe ungeeignet (VDI 2019).

Die meisten TPA, TPC, TPU-Werkstoffe liegen zwischen 25 Shore D und 70 Shore D. Damit ist die VDI-Prüfvorrichtung nur für die weichen TPS- und TPV-Typen geeignet.



VDI 2019 Schälvorrichtung / K 2010

2. PTS-Schälprüfrahen

PTS hat sich für eine 3 mm Hartkomponente und 2 mm Weichkomponente entschieden. So entsteht ein stabiler Prüfkörper, der die beim Schältest auftretenden Kräfte ohne zusätzliche Stützvorrichtung aufnehmen kann.

Die mit einem sehr kurzen Heißkanal angebundene Weichkomponente ist mittig, mit einer für polare und unpolare TPEs geeigneten Düse mit ausreichendem Durchmesser (3 mm bei 2 mm TPE-Wandstärke), angespritzt.

Aufgrund des Durchspritzens der Weichkomponente direkt durch die Hartkomponente entsteht keine Wärmeableitung, wie dies bei Schälprüfkörpern mit langer Einspannlasche unvermeidlich ist. Dies wurde bereits 2001 in der Broschüre "PTS-Haftungsprüfung" beschrieben.

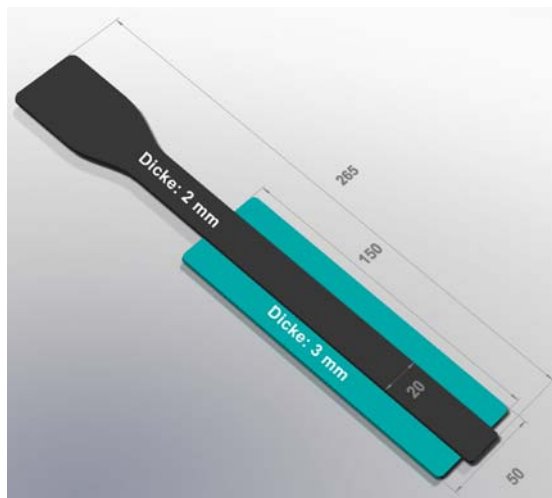
Begrenzung: Gelegentlich werden längere Schälstrecken gewünscht.

Bei PTS sind Stand Juli 2011 bereits mehr als 1.600 Hart/Weich-Verbindungen geprüft worden.

3. SKZ Schälprüfkörper

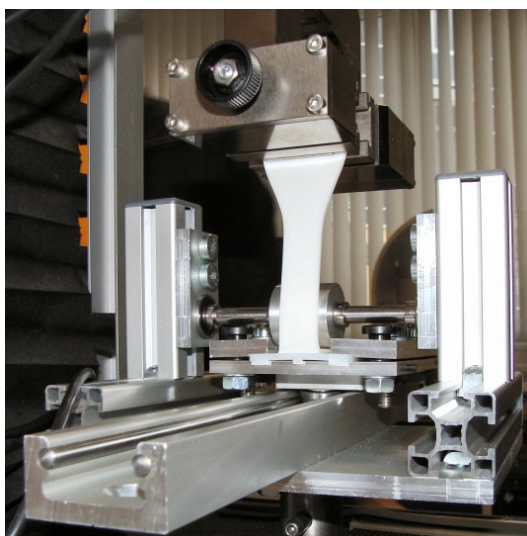
Auf den ersten Blick erscheint der SKZ-Schälprüfkörper der VDI 2019 Richtlinie sehr ähnlich. Die wesentlichen Unterschiede sind folgende:

- Der 3 mm Vorspritzling und die 2 mm Weichkomponente ergeben stabile Prüfkörper.



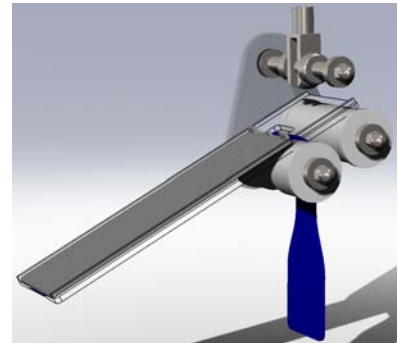
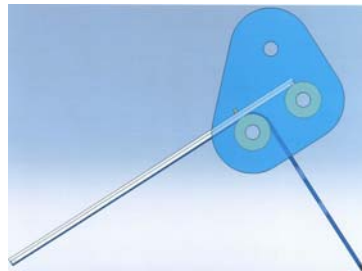
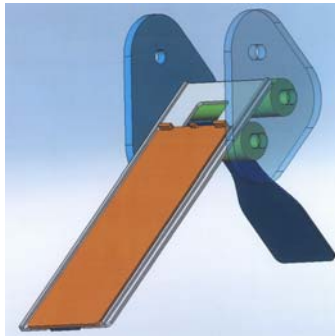
- Durch die gewählte Anbindung der beiden Komponenten ergeben sich keine Bindenähte.

- Die Weichkomponente ist am größten Querschnitt angebunden.



- Der Rollen-Durchmesser der Abzugsvorrichtung ist ausreichend, womit Shore A und Shore D TPEs geprüft werden können.

Außerdem kann dieser Prüfkörper mit einer einfachen Stützvorrichtung auch in die bewährten Rollenschäl-Vorrichtungen eingelegt werden. Diese sind ebenfalls für Shore A und Shore D geeignet (z.B. DIN EN 1464).



Kurzfassung

Das Angussssystem der Weichkomponente (VDI 2019/K2010) ist eine "Reihenschaltung" von 5 Grundlagenfehlern der Thermoplast-Verarbeitung.

- 1) Düse zu klein für polare TPEs
- 2) Kaltverteiler zu dünn
- 3) Freistrahle ohne Notwendigkeit
- 4) Scherung durch zwei dünne Filmangüsse
- 5) Anbindung am kleinsten Querschnitt

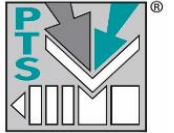
Die Freistrahlbildung bei der Hartkomponente ist ungeeignet für brauchbare Qualität des Vorspritzlings.

Die Abzugsvorrichtung ist nach VDI 2019 nicht für Shore D geeignet.

Empfehlung:

Verwenden Sie die bewährten Schälprüfrahmen oder Prüfkörper der führenden TPE-Lieferanten, die für vergleichende Prüfungen deutlich besser geeignet sind, als Prüfkörper mit undefinierten oder sogar ungeeigneten Angüssen.

Wünschen Sie die neutrale Prüfung eines Instituts, empfehlen wir den oben dargestellten Schälprüfkörper des SKZ Süddeutsches Kunststoffzentrum, Würzburg.



Quellenhinweise:

- SKZ TPE-Tagung, Würzburg 06./07. März 2002
Vorstellung der Haftungsprüfung mit PTS-Schälrahmen
- Patentschrift von Ticona DE 10 2004 047 200 B4
Verbundkörper aus Polyacetal und thermoplastischem Vulkanisat-Elastomer
(PTS-Schälprüfkörper)
- PTS-Broschüre Haftungsprüfung
PTS Homepage -> Literatur -> Downloads
- SKZ Fachtagung, Würzburg 25/26. Mai 2011 - Thermoplastische Elastomere
Herstellung von 2K-Schälprüfkörpern und Ermittlung des Schälwiderstandes
Dipl.-Ing. Christian Deubel
- SKZ TPE-Tagung, Würzburg 06./07. März 2002, Vorstellung der Haftungsprüfung
mit PTS-Schälrahmen