

Fadenprobe, auch Doppelfadenprobe, Lamellenmethode

Prinzip Bimetall



Peter Trautsch

Vortrag von Peter Trautsch bei der VDG Fachtagung 2024

Um zu prüfen, ob zwei Gläser unterschiedliche Ausdehnung haben, werden diese aufeinandergelegt, erhitzt und ohne zu verdrehen zu einem Faden auseinandergezogen. Das Glas größerer Ausdehnung zieht sich mehr zusammen. Dadurch krümmt sich der Glasfaden. Je größer der Unterschied, desto größer die Krümmung.

Um zwei Gläser auf ihre Verschmelzbarkeit, Haltbarkeit nach dem Fügen zu prüfen, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten:

- Glasart an Glasfarbstich im Profil, beim Blick auf die Wandung, einschätzen
- Beobachten des Viskositätsverhaltens (des Fließverhaltens) beim Zusammenschmelzen (evtl. bei einer Probe) der Gläser
- Beobachtung der Fügestelle beim / nach dem Abkühlen (entstehen Risse im Umfang; hält die Verbindung zusammen oder bricht)
- Sichtkontrolle, Fühlen der Ansatzstelle nach dem Abkühlen (Verschmelzring, -kerbe, -wulst, -naht, Überlappungen, Lichtkante)

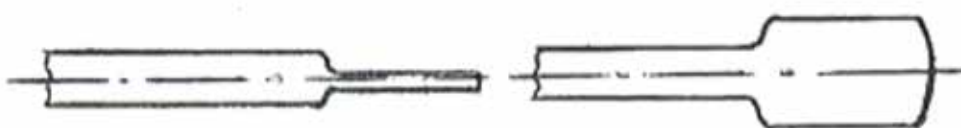
- Beurteilung der Fügestelle im Spannungsprüfer
- kalte Fügestelle einem Temperaturschock aussetzen (z.B. mit heißem Wasser)
- Durchführung der Fadenprobe (Lamellenmethode, Doppelfadenmethode)

Mit der Fadenprobe können aber auch:

- der Unterschied bei der Wärmedehnung, der Ausdehnungskoeffizienten zwischen zwei Gläsern näherungsweise ermittelt werden
- und mit diesem Unterschied kann der Ausdehnungskoeffizient des unbekanntes Glases zweier Fügepartner ermittelt werden

Versuchsablauf Fadenprobe (Empfehlung):

1. Zwei Glasstäbe (4-6mm) werden an einem (sauberen) Ende in der Flamme erhitzt, das Glas zu einer Kugel gesammelt und anschließend mit einer Quetschzange flach gedrückt (Scheibe etwas länglich, etwa 15mm, max. 3mm dick). Stäbe vorher an der kalten Seite markieren, kennzeichnen, mindestens das bekannte Glas.



2. Die gequetschten Scheiben werden (in der Flamme) aufeinander geheftet (keine Lufteinschlüsse) und zusammengesmolzen. Dabei bleiben die Scheiben übereinandergelegt und dürfen nicht verdreht werden!



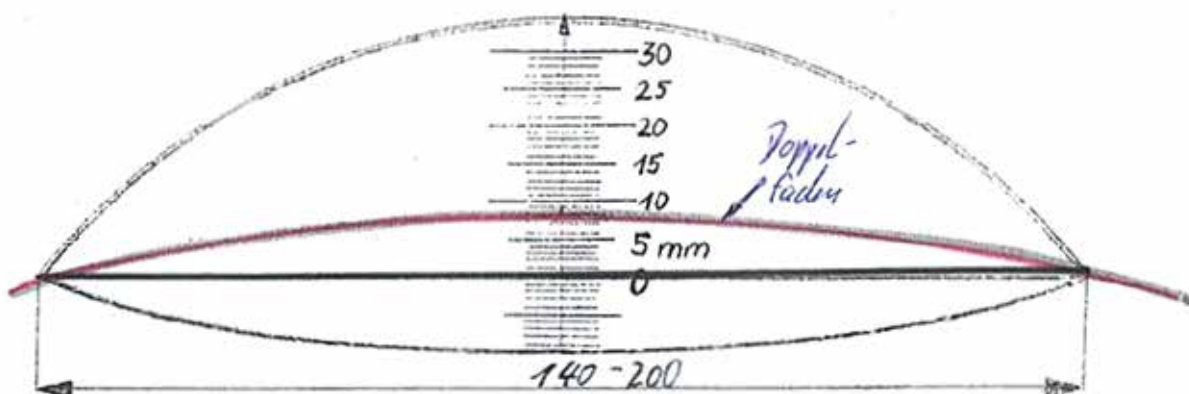
Eine zu starke Erwärmung des Glasstabes neben einer Scheibe sollte man vermeiden, besonders bei einem Glas mit geringerer Erweichungstemperatur. Es kann sonst passieren, dass sich der Stab an dieser Stelle ungewollt auszieht und nicht wie beabsichtigt an der Überlappung.

3. Die Überlappung wird zu einem Glasfaden auseinandergezogen. Auch hierbei dürfen die Gläser nicht gegeneinander verdreht werden. Die Länge des dünnen Glasfadens sollte zwischen 200 und 500mm, der Durchmesser zwischen 0,2 und 0,5mm liegen.

4. Nach dem Ausziehen kann an einer Seite der schwere Glasstab abgeschmolzen werden und den Doppelfaden ablegen. So kann er sich ohne zusätzlichen, mechanischen Einfluss krümmen (wenn er möchte).



5. Die Größe der Krümmung kann durch Auflegen auf eine Schablone ermittelt werden. Dabei ist die größte Höhe (= h) der Krümmung bei einer Länge des Doppelfadens (auch als Sehne bezeichnet) von 140mm bis 200mm (= L+L) zu messen.

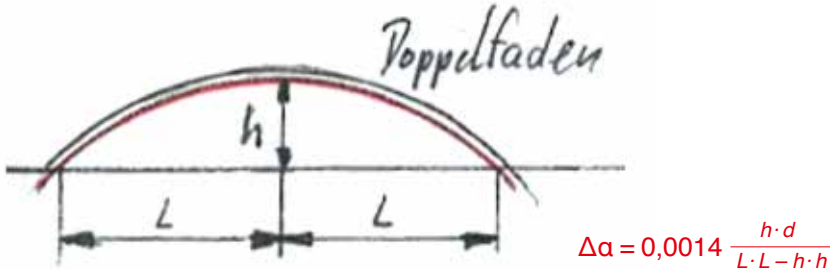


Fortsetzung Fadenprobe

Allgemein kann man davon ausgehen, dass eine haltbare Verbindung nur bis zu einer Pfeilhöhe (=h) < 7mm möglich ist, eine dauerhafte Verbindung aber nur bis zu einer Pfeilhöhe (=h) < 4mm.

Berechnung des Unterschiedes der Ausdehnungskoeffizienten

Der Unterschied kann wie folgt berechnet werden:



h = Bogenhöhe in mm

L = halbe Sehnenlänge, Doppelfadenlänge, sollte ≥ 100mm sein

d = Durchmesser des Doppelfadens in mm, sollte 0,2 bis 0,5mm sein

Δα = linearer Ausdehnungskoeffizient in K⁻¹

Berechnung des linearen Ausdehnungskoeffizienten eines unbekanntes Glas - Fügepartners

Bei dieser Berechnung muss berücksichtigt werden, dass das Glas mit dem größeren Ausdehnungskoeffizienten immer im Bogen innen liegt.

α₁ = bekanntes Glas, Vergleichspartner

α₂ = unbekanntes Glas

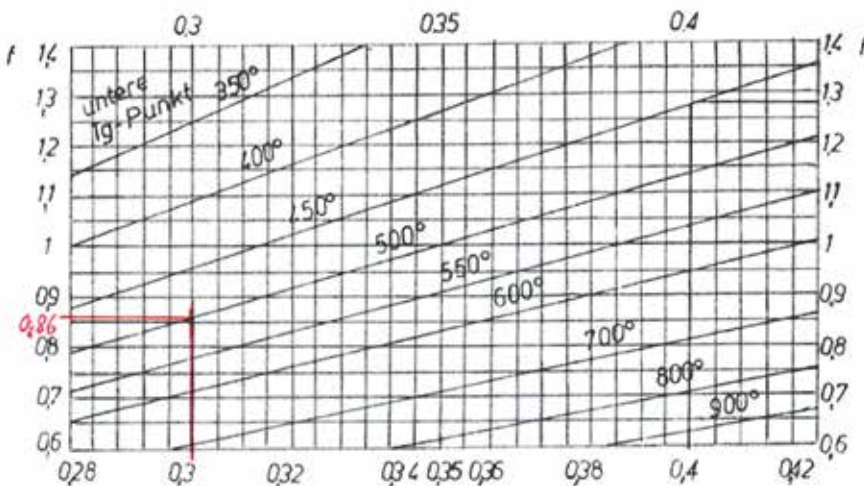
Δα = mit Fadenprobe ermittelter Unterschied der Ausdehnungskoeffizienten

α₂ = α₁ + Δα wenn das Glas im Bogen innen gesucht wird, weil größerer α-Wert

α₂ = α₁ - Δα wenn das Glas im Bogen außen gesucht wird, weil kleinerer α-Wert

Berechnung mit Korrektortabelle

Mit dieser Tabelle können Faktoren zur genaueren Ermittlung des Unterschiedes der Ausdehnungskoeffizienten ermittelt werden, Faktoren für einen Ausgleich verschiedener Doppelfadendurchmesser und T_g Punkte.



z.B.: T_g = 5000°C

α₁ = 4 · 10⁻⁶K⁻¹

d = 0,3mm

Δα = 5 · 10⁻⁶K⁻¹ (aus Fadenprobe)

Korrekturfaktor f aus der Tabelle = 0,86

Δα_K = Δα · f = 5 · 10⁻⁶K⁻¹ · 0,86 = 4,3 · 10⁻⁶K⁻¹

α₂ = α₁ + Δα_K = 4 + 4,3 = 8,3 · 10⁻⁶K⁻¹

+Δα_K weil gesuchtes Glas im Bogen innen