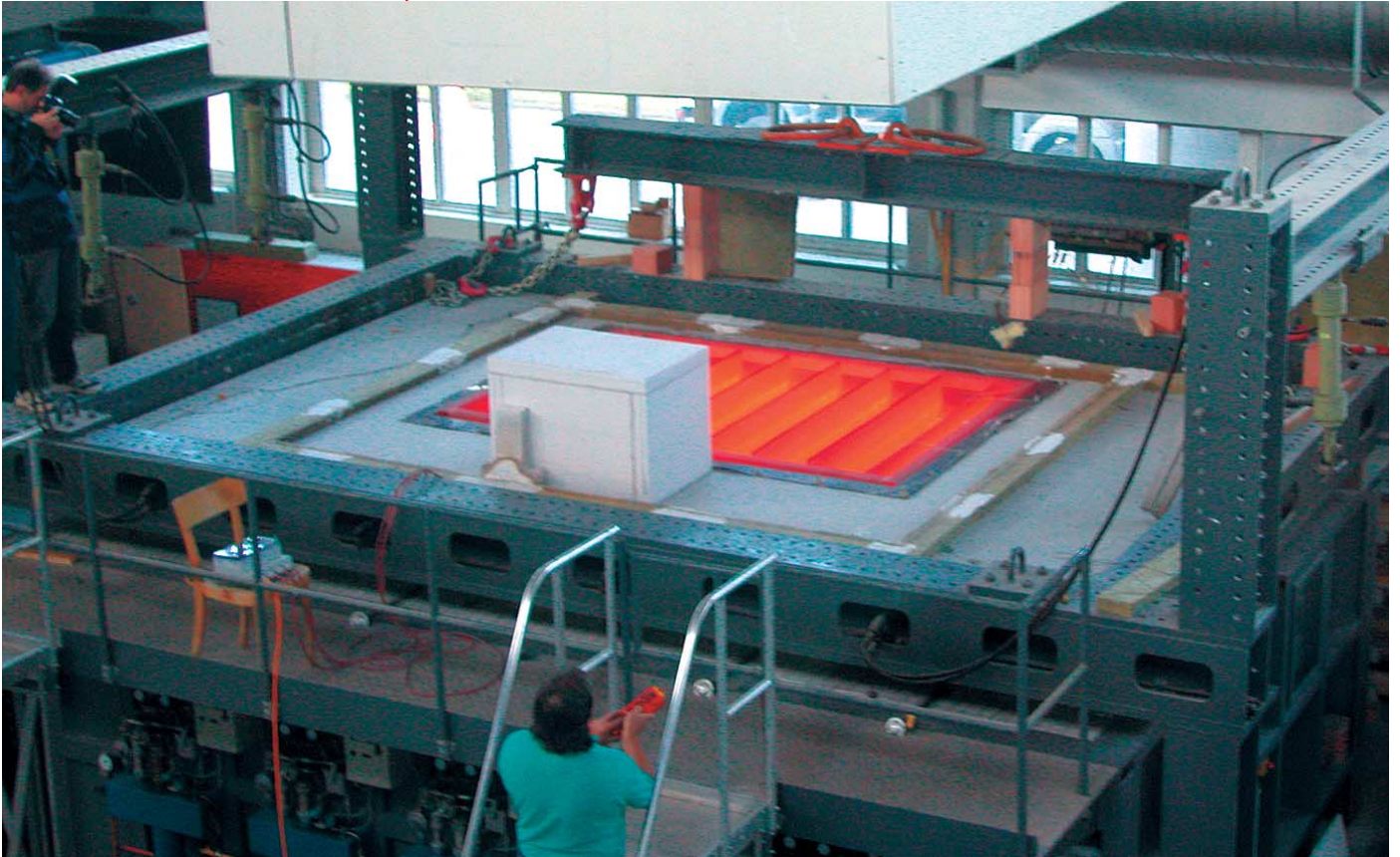


# Empa-Tunnelklappen-Brandtest mit 250°, 450°, 600° und 900° Celsius



Sonderdruck  
HeizungKlima 12-02



LUCOMA AG  
Weekendweg 5  
CH-3646 Einigen Switzerland

Tel. +41 (0)33 655 00 44  
Fax +41 (0)33 655 00 45  
Internet: [www.lucoma.com](http://www.lucoma.com)  
E-Mail: [info@lucoma.com](mailto:info@lucoma.com)

Grenzwerte der Technik:

# Empa-Tunnelklappen-Brandtest mit 250°, 450°, 600° und 900° Celsius

Die Lüftungssysteme in Auto-Tunnels, und somit auch Tunnelklappen, sind seit den bekannten Brandfällen vermehrt ein Thema. Aufgrund der hohen Anforderungen gibt es aber wenig Tunnelklappen-Hersteller. Man kennt Produkte wie Trox (England), Howden (England), AWV (USA), sirocco (Österreich) oder Lucoma (Schweiz). Letztgenannte Spezialfirma für Gliederklappen liess im November 2002 bei der Empa in Dübendorf ihre neue Tunnelklappe prüfen und erzielte dabei Spitzenwerte. HeizungKlima war bei diesem Brandtest dabei.



Hans-Peter Läng, Klosters

Obwohl Tunnelklappen in der neuen Richtlinie «Lüftung der Strassentunnel» des Astra (Bundesamt für Strassen) einen sehr geringen Platz einnehmen, sind sie für planende und ausführende Firmen der Haustechnik und Elektromechanik von Bedeutung. Für Tunnelklappen selbst gibt es jedoch wenig Festgeschriebenes, vor allem keine einheitliche Richtlinie. Offiziell gültig für ein bestimmtes Objekt ist jeweils der entsprechende Ausschreibungstext.

## Lucoma: Newcomer in der Tunnelszene

Spezialklappen aus hundertprozentiger Schweizer Herstellung in Einigen bei Spiez gibt es seit 20 Jahren. Nachfolgend einige Produktebeispiele:

- bis zu 12 G geschockte Gliederklappen für Klimakastengeräte im Bereich von Luftschutz- oder von militärischen Räumen
- in den USA auf 900 °C geprüfte Klappen für die Marine
- ebenfalls für die Marine (nach Vorschriften von British Lloyds, Register of Shipment) bei der TNO in Holland vibrierte Marineklappen
- schwere Gliederklappen für Kernkraftwerke mit Erdbebenberechnungen (weltweit im Einsatz)

– Hochtemperaturklappen für die Prozesstechnik wie Einbrennöfen.

Die Herstellung erfolgt jeweils nach Anforderung des Kunden, in jedem Material, in jedem Mass und meist sehr kurzfristig.

Qualität, Sicherheit und Funktion auf viele Jahre hinaus sind dabei vom traditionellen Berner Oberländer Unternehmen gewährleistet. Da Lucoma bis vor kurzem im Bereich der Tunnelklappen keine speziellen Tests vorweisen konnte, war dieser spezielle Markt für die firmeneigenen Produkte verwehrt. Klappen aus dem Ausland – oft inklusive teurer Abnahmen im ausländischen Werk – fanden den Vorzug. Gerhard Alber, Inhaber von Lucoma AG, schaffte nun für den ersten Teil, das technische Angebot, Abhilfe und liess seine Klappen zu Bedingungen prüfen, welche bis jetzt noch nicht erreicht respektive mit entsprechenden Unterlagen belegt/publiziert wurden.

## Der Prüfling

Testdatum war der 6. November 2002. Die Testklappe (Bild 1) weist die Abmessungen von 1,75 m x 2,572 m auf. Der Einbaurahmen war ebenfalls Bestandteil des Brandtestes. Als Antriebsdiente ein Auma-Motor in einem isoliertem Gehäuse, innerhalb des Testbereiches (in Bild 3 das weisse Gehäuse).



Bild 1: Lucoma-Tunnelklappe «TK» vor der Auslieferung zum Brandtest an die Empa. Klappe komplett aus Edelstahl 1.4571.



**Bild 2:** Der grosse Ofen bei der Empa in Dübendorf für Brandversuche bis 1200 °C. Auf dem Ofen wurde eine Betonplatte gegossen (Tunneldecke) und der Montage-rahmen mit der begehbaren Tunnelklappe liegend montiert.

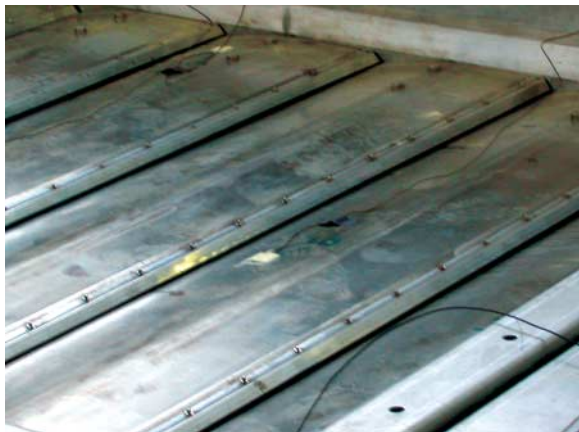


**Bild 3:** Blick auf die eingebaute, begehbare Klappe. Rechts im Bild das isolierte Gehäuse mit dem Auma-Motor und dem Antrieb auf die Klappe.



**Bild 4:** Sicht von innen bei 250 °C nach 90 Minuten nach Astra-Richtlinie. Resultat: einwandfreies Verhalten beim Öffnen und Schliessen. Supplement: eine Dichtigkeit, welche nicht verlangt und auch nicht notwendig ist.

**Bild 5:** Mehr als je erwartet. Situation nach dem dritten Test bei geschlossener Klappe und 600 °C/10 Minuten. Die einzelnen Klappenglieder widerstanden dank spezieller Konstruktion und Herstellung der Temperaturdifferenz (innen/ausser) von 500 °C!



## Die Testserie

Über Testresultate hört man im Markt vieles. Erfolgreiche belegte Ergebnisse, welche die Temperatur von 600 °C/60 Minuten überschreiten, wurden auf Nachfrage dem Berichtersteller jedoch nicht zugestellt. Wir können deshalb nicht vergleichen, sondern nur berichten. Der erste Brandtest gemäss nachfolgendem Beschrieb entspricht den Anforderungen der Astra-Richtlinie. Weitere Tests mit höheren Temperaturen sind gedacht für den Einsatz in anderen Ländern sowie für die eigene Forschung. Teste über 600 °C sind an und für sich unwirklich, da Lieferanten für anwendbare Materialien im Einsatz über 600 °C keine Aussagen machen oder spezielle Garantien abgeben. Auch im Brandfall kommen hohe Temperaturen nur dann

vor, wenn ein Brand genau unter der Luftklappe stattfindet, und auch dann nicht für sehr lange Zeit. In Anbetracht der hohen Prüfkosten und des Wissens um das Verhalten der Klappen bis 600 °C entschloss man sich vor Ort, spontan «Weltrekord zu fahren» um Erfahrungen zu sammeln.



**Bild 6:** Temperatur im Ofen erreicht, die Spannung steigt.



**Bild 7:** Aufnahme bei 904 °C in der Brennkammer. Wände und Gliederklappe sind nach 30 Minuten gleichmässig hellrot. Physikalische Grenzwerte erreicht?

vor, wenn ein Brand genau unter der Luftklappe stattfindet, und auch dann nicht für sehr lange Zeit.

In Anbetracht der hohen Prüfkosten und des Wissens um das Verhalten der Klappen bis 600 °C entschloss man sich vor Ort, spontan «Weltrekord zu fahren» um Erfahrungen zu sammeln.

## Zu den einzelnen Tests:

- 1. Brandtest:** 250 °C, 90 Min. mit Haube, Klappe offen.  
Klappe 5x öffnen, 5x schliessen.
- 2. Brandtest:** 450 °C, 30 Minuten  
Klappe geschlossen, ohne Haube.  
Temperatur-Differenzen: Klappe innen zu Klappe aussen 450 °C/100 Minuten  
Klappe 5x öffnen, 5x schliessen.
- 3. Brandtest:** 600 °C, 10 Minuten  
Klappe geschlossen (!), ohne Haube.  
Temperatur-Differenzen: Klappe innen zu Klappe aussen 520 °C  
Klappe 5x öffnen, 5x schliessen.
- 4. Brandtest:** 600 °C, 60 Minuten  
Klappe offen, mit Haube.  
Klappe 5x öffnen, 5 x schliessen.
- 5. Brandtest:** 900 °C, 30 Minuten  
Klappe offen, mit Haube.  
Klappe schliessen.



**Bild 8:** Hält sie oder hält sie nicht? Gerhard Alber (Hersteller) und Alois Badat (Konstrukteur) vor dem Öffnen der Haube beim Test mit 900 °C.

**Resultate 1. bis 4. Test in Kürze:**

Die Klappe hat sich jederzeit einwandfrei verhalten, liess sich öffnen und schliessen. Sogar die Dichtheit war mehr als genügend gewährleistet. Enorme Anforderungen entstanden bei den Tests mit **geschlossener Klappe ohne Haube**, d.h. Temperaturdifferenzen innen/aussen **von bis zu 500 °C einseitig** auf die Klappe. Aufgrund der besonderen Konstruktion der einzelnen Lucoma-Klappenglieder entstanden keine erwähnenswerten einseitigen Verwerfungen und Verbiegungen (Pfeilbogen der einzelnen Klappen). Unmit-

telbar nach dem Brandtest liess sich die Klappe jeweils 5x öffnen und 5x schliessen.

**Das Resultat des 5. Tests bei 900 °C**

Klappe, Feuerungsraum sowie die Hebel für die Kraftübertragung waren bei 900 °C gleichmässig hellrot. **Sofort nach Entfernen der Haube liess sich die Klappe schliessen!** Temperatur im Gehäuse um den Motor etwa 102 °C während 20 Minuten.

Erwartet wurde, dass die Klappenglieder einknicken könnten, d.h. sich so durchbiegen, dass sich die Klappe gar nicht mehr schliessen lässt oder dass einzelne Klappenglieder sogar in den Ofen hinunterfallen.

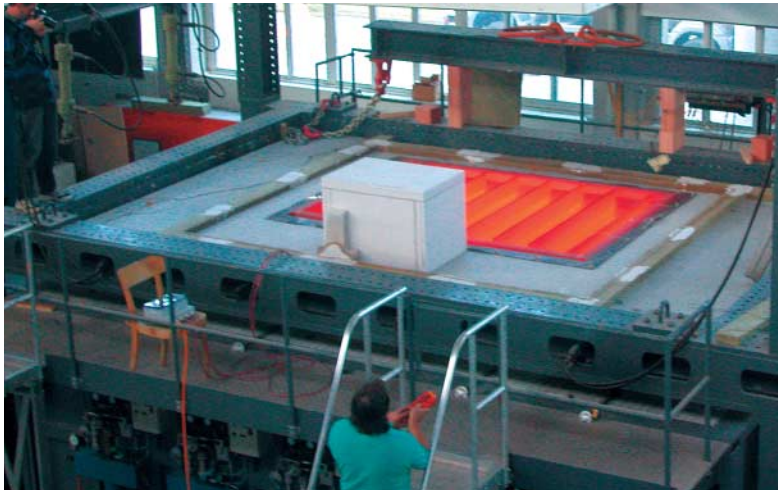
Nach Schliessen der Klappe bei 900 °C stimmte entweder der Endpunkt für das Abstellen des Motors nicht mehr oder eines der äussersten Klappenglieder klemmte am Rahmen. Auf jeden



**Bild 11:** Aus der Praxis von Qualitätsarbeit, geeignet für besondere Einsätze. Der Übergang vom Motor auf die Klappenachse erfolgt bei Lucoma-Antrieben (Bild oben) via Vierkant und perfekte, regelmässige Schweissnaht. Als Gegenbeispiel eine Klappe (gesehen an der Intertunnel 2001, Basel) lediglich mit Klemmung und Schweisspunkten, also sog. Taubensch...

und Wellen! Stahlbleche weisen je nach Herstellung und Verarbeitung Spannungen auf. Für Klappen mit spezieller Anwendung ist deshalb die Materialprovenienz und die Verarbeitung wichtig. Sei es beim Zuschneiden, Abkanten und ganz besonders beim Schweiessen.

**Bild 9: Weltrekord!** Die Klappenglieder knickten nicht durch: Die glühende Klappe liess sich (mit glühender Kraftübertragung zum Motor) schliessen. Ein Resultat, das bis jetzt weltweit in dieser Form und diesen Begebenheiten nicht erreicht wurde.



**Weiteres Vorgehen**

Bezüglich ausführlicher technischer Details muss aus Gründen des Umfanges auf den schriftlichen Bericht der Empa verwiesen werden.

**Resümee**

Der weltweit absolut einzigartige Nachweis einer ganz besonderen Produktequalität und Herstellungsart wurde in zwei verschiedenen Brandtests (Marine, Tunnel) erbracht und ist seriös belegt. Die Anwendung in der Praxis erfolgt hoffentlich nie.

Rückfragen/Auskünfte bei «gerhard.alber@lucoma.com»



**Bild 10:** Überraschende Situation nach dem Test von 900 °C: Schwergelprüfte Oberfläche der Klappe, die einzelnen Klappenglieder sind stabil geblieben (kein Pfeilbogen), die (nicht notwendige) Dichtlippe ist wenig verletzt. Die Klappe liess sich bei 900 °C noch schliessen.

Fall scherte nach erster Einschätzung schlicht und einfach die glühende Achse (Durchmesser 30 mm) ab.

Kosten dieses umfangreichen, mehrstufigen Brandtestes: 50 000 Franken, ohne die Kosten der Tunnelklappe.

**Wichtig bei extremen Situationen**

Standardklappen bei diesem Fabrikat sind normalerweise mit selbst schmierenden Büchsen aus Sinterbronze versehen. Bei besonderen Anwendungen ist dies nicht möglich. So sind denn die Lagerbüchsen bei den Tunnelklappen aus technischen Gründen lediglich aus Edelstahl 1.4571, dafür mit den richtig berechneten Toleranzen bei Büchsen