



## LBF Lufttechnik GmbH

Industriestraße 15 36341 Lauterbach

**Internet:** [www.lbf-it.de](http://www.lbf-it.de)

### Ansprechpartner:

Herr Christof Schenkel

*E-Mail:* [c.schenkel@lbf-it.de](mailto:c.schenkel@lbf-it.de)

Tel. 0 66 41/84-202

Fax 0 66 41/84-167

## HALAR ECTFE®

HALAR ECTFE® ist ein alternierendes Copolymerisat aus Ethylen und Chlortrifluorethylen. Es wurde erstmals 1946 polymerisiert und ist als kommerzielles Produkt seit 1974 verfügbar. ECTFE wurde anfangs besonders in Prozessen der chemischen Industrie eingesetzt, bei denen die Chemikalien-Beständigkeit und gleichzeitig die hohen Festigkeitswerte, auch bei höheren Temperaturen, für den Anwender Vorteile brachten.

HALAR ECTFE® ist ein Produkt der SOLVAY SOLEXIS S.p.A. (vormals Ausimont) und findet heute vielfältige Verwendung in der Chemie-, Pharmazie-, Halbleiter-, und Solarindustrie, wie auch in anderen Bereichen, in Form von hoch-korrosionsfesten Beschichtungen und Auskleidungen, Kabeln mit höchster Brandsicherheitsklassifizierung, Bauteilen für aggressive Medien und vielem mehr.

### I. allgemeine Produkteigenschaften

*(Details und weitere Eigenschaften siehe ausführliche Literatur des Herstellers)*

- **ausgezeichnete chemische Beständigkeit**
  - gegen Säuren bis pH 0
  - gegen Alkalien bis pH 14
  - gegen die meisten organischen Medien
- **Sehr gute mechanische Eigenschaften**
  - E-Modul höher als 1200 MPa
  - sehr hohe Kerbschlagfestigkeit
- **Sehr gute Oberflächeneigenschaften**
  - hohe Oberflächenhärte (Shore D 75)
  - sehr glatte Oberfläche
- **Sehr gute thermische Eigenschaften**
  - Schmelzpunkt: 240 °C
  - Einsatztemperatur bis 150 °C
- **Sehr gut applizierbar als Beschichtung auf Stahl und Edelstahl**
  - meistverwendeter Fluorkunststoff für Beschichtungen als schwerer Korrosionsschutz in Europa, seit über 15 Jahren im Einsatz befindliche Referenzprojekte
- **Ausgezeichnete Flammwidrigkeit und sehr niedrige Rauchdichte mit folgenden Flammtests erwiesen:**
  - UL 94 der Underwriter Laboratories:

#### *Test-Erläuterung:*

Bei dieser Prüfung wirkt eine gleichbleibende, definierte Wärmemenge in Form einer Flamme auf die Prüfkörper ein.

Je dicker der Prüfkörper, umso mehr Masse ist vorhanden, um die Wärmeenergie aufzunehmen. Damit ist die Temperatur niedriger und die Rauchgas-Entwicklung geringer, das Testergebnis also günstiger.



## LBF Lufttechnik GmbH

Industriestraße 15 36341 Lauterbach

**Internet: [www.lbf-it.de](http://www.lbf-it.de)**

### Ansprechpartner:

Herr Christof Schenkel

*E-Mail: [c.schenkel@lbf-it.de](mailto:c.schenkel@lbf-it.de)*

Tel. 0 66 41/84-202

Fax 0 66 41/84-167

- 2 -

Sowohl ECTFE als auch ETFE erreichen die Einstufung nach V-0:

- ECTFE bereits bei einer Wandstärke von 180 µm
- ETFE benötigt jedoch eine Wandstärke von 1600 µm

- LOI (Limiting Oxygen Index = Sauerstoffindex, gem. ASTM D2863):  
ECTFE = 60; ETFE 30-40. Gemäß Interpretation der ASTM kann der LOI-Wert „als Richtwert für das Brandrisiko herangezogen werden, der alle Faktoren, die bei der Entflammbarkeit und beim Brand auftreten, widerspiegelt“...und weiter... „ist generell zu sagen, dass je höher der LOI ist, desto besser wird ein Material gegen Entflammung und Brand beständig sein...“
- FM 4922 und FM 4910 (Factory Mutual)  
siehe Erläuterungen unter II.

## II. HALAR ECTFE in Prozess-Abluftsystemen

### **Die Ausgangslage**

Traditionelle Werkstoffe für die Konstruktion von Abluftsystemen in der Halbleiterindustrie, wie PVC, PP, GfK erfordern in der Regel Sprinkleranlagen, um ein Minimum an Brandsicherheit zu erreichen. Unbeschichtete Edelstahlrohre bzw. -kanäle widerstehen in vielen Fällen nicht den aggressiven Medien in der Abluft (z. B. bei niedrigem pH-Wert) oder zeigen Anhaftungen/Ablagerungen von Ätz- und Zersetzungsprodukten.

### **Die auch von Versicherern empfohlene Lösung sind Fluorkunststoffbeschichtete Edelstahl-Abluftsysteme!**

Die Vorteile dieser Werkstoffkombination im Vergleich zu anderen Materialien in dieser Anwendung sind:

- weitaus höhere chemische Beständigkeit; langjährige Referenzen liegen vor, sowohl in der Halbleiterindustrie, als auch unter harschen Bedingungen in der Chemie und in Kraftwerken.
- höhere Haltbarkeit von Fluorkunststoffen bei Beanspruchung durch Wärme, UV-Strahlung, Feuchtigkeit u.a.
- keine Versprödung durch Alterung
- bessere Antihafteigenschaften
- nachgewiesen entschieden höhere Brandsicherheit (ohne Additive)
- höhere mechanische Festigkeit - die Außenseite hat die mechanische Festigkeit von Edelstahl - im Brandfall bleibt das Feuer im Abluftkanal. Die Beschichtung gewährleistet die chemische Beständigkeit:
  - Erhalt der statischen Festigkeit bei hohen Temperaturen
  - Im Brandfall schmilzt ECTFE z. B. nicht, bis zu einer Temperatur von 220°C
  - Beschichtungen mit ECTFE widerstehen einer Dauerbelastung von bis zu 150°C
  - vielfältige konstruktive Anpassungsmöglichkeiten



## LBF Lufttechnik GmbH

Industriestraße 15 36341 Lauterbach

**Internet: [www.lbf-it.de](http://www.lbf-it.de)**

### Ansprechpartner:

Herr Christof Schenkel

*E-Mail: [c.schenkel@lbf-it.de](mailto:c.schenkel@lbf-it.de)*

Tel. 0 66 41/84-202

Fax 0 66 41/84-167

- 3 -

**Daher stellen Fluorkunststoff/Edelstahlssysteme die beste Kombination dar, hinsichtlich**

- **chemischer Beständigkeit**
- **Oberflächeneigenschaften**

**kombiniert mit der Lösung des Problems**

- **Brandsicherheit**

### **Brandsicherheit - Prüfstandard**

Als Standard für die Brandsicherheit von Abluftkanälen hat sich die Prüfung nach FM 4922 des FM Research etabliert. FM Research ist ein Unternehmen der FM Global Versicherungsgruppe, die speziell als Industrieversicherer in der Halbleiterindustrie aktiv ist.

Für die Brandsicherheit in Reinräumen selbst wird der Test nach FM 4910 als Freigabekriterium zugrunde gelegt.

**HALAR ECTFE ® erfüllt - im Gegensatz zu ETFE - die Zulassungsbedingungen sowohl für FM 4922 wie auch für FM 4910.**

Obwohl ECTFE und ETFE in der Kombination mit Edelstahl die Brandprüfungen nach FM 4922 und die Anforderungen an die Rauchgasdichte erfüllen, gibt es einige Unterschiede, die in der Anwendung sehr wichtig sind:

### **Brandverhalten**

- HALAR ECTFE ® ist deutlich schlechter entflammbar als ETFE und zeigt eine geringere Rauchgas-Entwicklung.
- Sowohl ECTFE als auch ETFE bestehen die Prüfung gemäss FM 4922 Spezifikation, jedoch: Im Gegensatz zu ETFE ist die Entflammbarkeit von ECTFE relativ gering, abhängig von der Beschichtungsstärke; dies gibt dem Beschichter mehr Spielraum, einen größeren Schutz gegen Korrosion zu erreichen.
- In der FM 4922-Prüfung erreicht die Halar ETFE-Beschichtung schon bei etwa 250 µm am Ende des Prüfkanals eine Temperatur von etwa 500°C, bleibt also nur knapp unter der geforderten Höchsttemperatur von ca. 540°C (s.a. Grafik 1). Daher stellt eine Wandstärke von ca. 250 µm für ETFE die Obergrenze für eine FM-Freigabe dar.  
HALAR ECTFE erreicht sogar mit einer höheren Schichtstärke von 300 µm lediglich eine Temperatur von ca. 340°C.



# LBF Lufttechnik GmbH

Industriestraße 15 36341 Lauterbach

Internet: [www.lbf-it.de](http://www.lbf-it.de)

## Ansprechpartner:

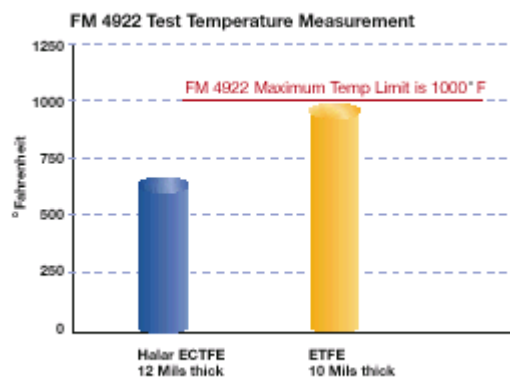
Herr Christof Schenkel

E-Mail: [c.schenkel@lbf-it.de](mailto:c.schenkel@lbf-it.de)

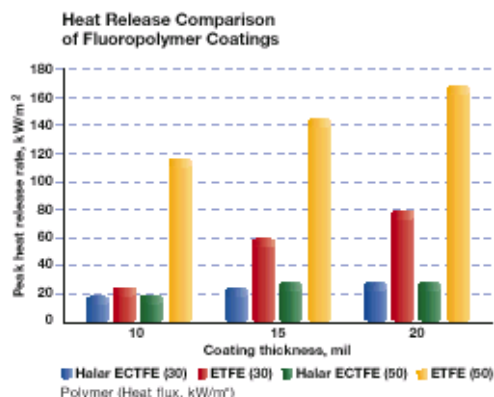
Tel. 0 66 41/84-202

Fax 0 66 41/84-167

- 4 -



Grafik 1



Grafik 2

Der Vergleich der Wärmeentwicklung im Brandfall in Grafik 2 zeigt eine nahezu gleichbleibende Brandlast für das Halar-ECTFE<sup>®</sup> selbst bei höheren Schichtstärken und bestätigt in Ergänzung mit der schlechteren Entflammbarkeit die geringere Flammausbreitung beim ECTFE.

## Sehr glatte Oberfläche

Raster-Elektronen-Mikroskop-Aufnahmen und die kalkulierte Oberflächenrauigkeit (Ra) zeigen die glattere Oberfläche von ECTFE im Vergleich mit ETFE.

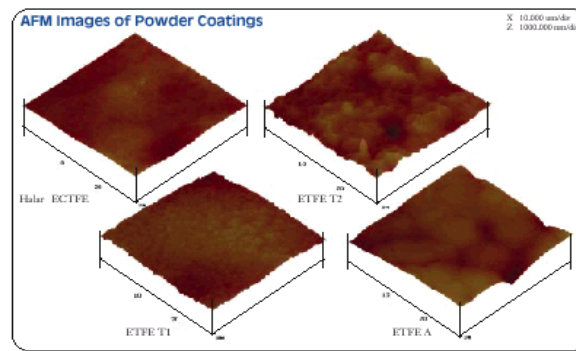
Vorteil für den Anwender:

- reduziertes Risiko von Poren in der Beschichtung
- weniger Anhaftungen von Partikeln und kaum Aufbau von Metallsalzen etc.

### Surface smoothness parameters of fluoropolymer powder coatings.

Sample	Halar ECTFE	ETFE T1	ETFE T2	ETFE A
Mean roughness (Ra), nm	21.93	59.99	63.77	53.67
	<b>SUPERIOR</b>	Average	Average	Average

Note: Results on actual powder coated samples.





## LBF Lufttechnik GmbH

Industriestraße 15 36341 Lauterbach

Internet: [www.lbf-it.de](http://www.lbf-it.de)

### Ansprechpartner:

Herr Christof Schenkel

E-Mail: [c.schenkel@lbf-it.de](mailto:c.schenkel@lbf-it.de)

Tel. 0 66 41/84-202

Fax 0 66 41/84-167

- 5 -

### Oberflächenhärte

- Die mechanischen Festigkeiten sind etwa gleich
- Die Oberflächenhärte von HALAR ECTFE ® ist im Vergleich zum ETFE höher:  
Härte Shore D: ECTFE = 75 ETFE = 67
- Kratzfestigkeit im Bleistifttest (ASTM D3363): ECTFE 2B ETFE 6B
- Kerbfestigkeit (0,25 mm Wandstärke): ECTFE =240 N ETFE 200-210 N

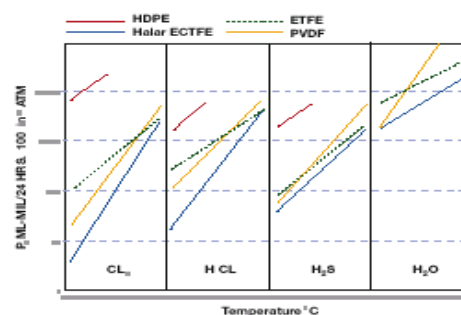
### Thermomechanische Festigkeit

- Erläuterung:*
- die Beständigkeit von Beschichtungen wird bei thermischer Beanspruchung zusätzlich durch mechanische Spannungen (aufgrund von Ausdehnung) bestimmt
  - der thermische Ausdehnungskoeffizient von ECTFE ist der niedrigste aller Fluorkunststoffe: ECTFE =  $8 \cdot 10^{-5}$  ETFE =  $10 \cdot 10^{-5}$  PFA  $12 \cdot 10^{-5}$  mm/(mm\* °C), trotz dem etwas höherem Schmelzpunkt von ETFE

### Permeationsbeständigkeit

Nicht nur für Medien, die in der Abluft in Halbleiter-Produktionen auftreten, bietet ECTFE eine hervorragende Permeationsdichtigkeit.

Das Chlor-Atom in ECTFE ist größer als das Fluor-Atom in ETFE, es ist daher besser eingebunden. Diese reduzierte Beweglichkeit, verbunden mit der Möglichkeit höherer Beschichtungsstärken, führt zu mehr Sicherheit hinsichtlich Permeation.



The chart shows simple chemistries that are components of the more complex chemistries found in exhaust duct systems.

### Chemische Beständigkeit

HALAR-ECTFE-Beschichtungen sind beständig gegen Lösemittel, Säuren und Laugen (pH 0 -14). HALAR wird erfolgreich seit 1975 im schweren Korrosionsschutz eingesetzt.

Besonders hervorzuheben ist die hervorragende Beständigkeit gegenüber:

- Flußsäure
- Salpetersäure
- Piranha
- allen Alkalien
- Schwefelsäure
- Wasserstoffperoxid
- Ozon
- Ammoniumhydroxid
- allen Ätzmitteln und Strippern



# LBF Lufttechnik GmbH

Industriestraße 15 36341 Lauterbach

**Internet:** [www.lbf-it.de](http://www.lbf-it.de)

**Ansprechpartner:**

Herr Christof Schenkel

*E-Mail:* [c.schenkel@lbf-it.de](mailto:c.schenkel@lbf-it.de)

Tel. 0 66 41/84-202

Fax 0 66 41/84-167

- 6 -

Chemische Beständigkeit von HALAR ECTFE ® in Abluftkanälen:

Medium	Bereits in HALAR beschichteten Kanälen vorgekommen?	Typische Konzentration in existierenden fabs (mg/Nmc)	Chem.Beständigki n Lab-tests @ 23 °C, 30 days,	Konzentration im Labortest
B2H6	Ja	0.05 (gesamt Bor Hydrid und Chloride)	-	-
BCl3	Ja	2.4 (gesamt HCFC und flüchtige Hydrocarbone)	-	-
C2F6	Ja		-	-
C4F8	Ja		-	-
CF4	Ja		-	-
CH2F2	Ja		-	-
CHF3	Ja		-	-
CH4	Ja		-	-
CHF3	Ja		-	-
Cl2	Ja	0.007		
CO	Ja	Nicht bekannt	-	-
HBr	Nein	-	Prüfkörper nicht beeinträchtigt	50% in Wasser
HCl	Ja	0.3	Daten @100 °C Quellung:0.9% Zugfestigkeit nicht beeinträchtigt	37% in Wasser
HF	ja	0.15	Prüfkörper nicht beeinträchtigt	50% in Wasser



## LBF Lufttechnik GmbH

Industriestraße 15 36341 Lauterbach

Internet: [www.lbf-it.de](http://www.lbf-it.de)

### Ansprechpartner:

Herr Christof Schenkel

E-Mail: [c.schenkel@lbf-it.de](mailto:c.schenkel@lbf-it.de)

Tel. 0 66 41/84-202

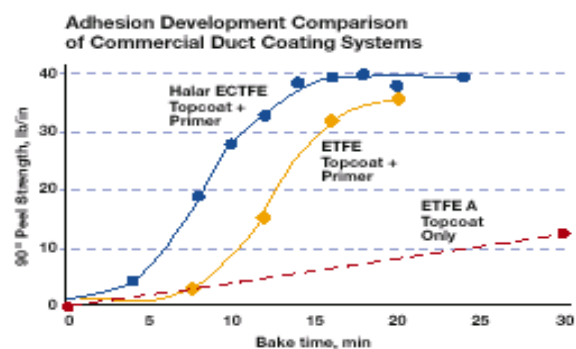
Fax 0 66 41/84-167

- 7 -

### Exzellente Haftung der Beschichtung

HALAR ECTFE®-Beschichtungen zeigen eine hervorragende Haftung, wie durch den Schältest nachgewiesen wird. HALAR ist der Fluorkunststoff mit der geringsten thermischen Ausdehnung.

Geringe thermische Ausdehnungen reduzieren die Spannungen zwischen Beschichtung und Trägermaterial, bei der Aufbringung der Beschichtung und in der Anwendung.



Adhesion test conducted using coating conditions recommended by the resin manufacturer. Halar ECTFE is processed at 275°C; ETFE at 315°C. Primers are applied to develop maximum adhesion. The manufacturer of ETFE A recommends use of topcoat only.

Weitere Details und Hintergründe stellt gerne der Hersteller des HALAR ECTFE ® zur Verfügung.

*(Text, Fotos und Diagramme wurden freundlicherweise von der Fa. Solvay Solexis S.p.A. zur Verfügung gestellt)*

\*\*\*\*