



FLUOR TECHNIK SYSTEM GMBH

*kleine
Fluor Fibel*

» Warum Oberflächenvorbehandlung?

Kunststoffe haben viele Vorteile:

- Sie sind leicht.
- Sie rosten nicht.
- Sie sind preisgünstig herstellbar.
- Sie sind leicht modellierbar.

Daher werden immer mehr Kunststoffe verarbeitet.

Wichtige Auswahlkriterien für die Kunststoffe sind:

- mechanische Eigenschaften
- thermische Eigenschaften
- Verarbeitbarkeit
- Preis

Ist ein geeignetes Material gefunden worden, ist es oft der Fall, dass die Oberfläche nicht den geforderten Ansprüchen genügt. Das gilt insbesondere für die preiswerten Polyolefine PE und PP.

Die Oberfläche ist die einzige Materialeigenschaft, die unabhängig von den anderen verändert werden kann!

Dadurch ist die Oberflächenvorbehandlung häufig die Alternative zu aufwendiger Materialsuche oder sogar die einzige Möglichkeit, angestrebte Ziele zu erreichen.

Für viele Anwendungen hat sich die Fluorierung als leistungsstarke Vorbehandlung erwiesen.

Beispiele sind:

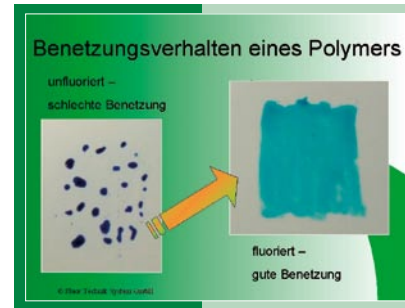
- Dekorieren (Lackieren und Bedrucken)
- Verkleben (Beflocken und Kaschieren)
- Erreichen vorgegebener Reibungskoeffizienten
- Minimierung von Diffusion und Permeation

Die durch die Fluorierung erzielten Oberflächeneigenschaften sind langzeitstabil. Die Fluorierung wird in unterschiedlichen Bereichen erfolgreich eingesetzt:

- Verpackungen
- Medizintechnik
- Bauhandwerk
- Luft- und Raumfahrt
- Automobil
- Textil
- Elektrogeräte

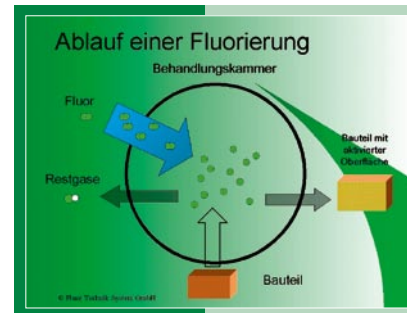
Die Fluorierung

Bei der Fluorierung wird die Oberfläche der zu behandelnden Kunststoffteile Fluorgasgemisch ausgesetzt. Fluor führt aufgrund seiner hohen Reaktivität zu den gewünschten Oberflächenänderungen. Es muss nicht durch Energiezufuhr angeregt werden. Dadurch ist der Prozess sehr einfach und sicher zu überwachen.



Prozessablauf

Das Material wird in die Behandlungskammer eingebracht. Ein Fluor/Stickstoffgemisch im Verhältnis



10/90 strömt bis auf die benötigte Konzentration in die Kammer ein. Die Kontaktzeit zwischen Gasgemisch und Materialoberfläche ist frei wählbar. Im Anschluss

wird die Behandlungskammer mehrmals mit Luft gespült und das fertig behandelte Material kann entnommen werden.

Alle relevanten Prozessparameter wie,

- Konzentration
- Behandlungsdauer
- Temperatur

werden automatisch geregelt.

» Maßgeschneiderte Oberflächen

Als sehr effektive Oberflächenvorbehandlung hat sich die Fluorierung bewährt. Durch sie erhalten Oberflächen:

- eine bessere Benetzbarkeit
- Adhäsivität
- geeignete Reibungskoeffizienten
- Barriereeigenschaften

Für die Oberflächeneigenschaften lassen sich folgende Grenzfälle aufzeigen:

nicht benetzbar \longleftrightarrow vollständig benetzbar
antiadhäsiv \longleftrightarrow adhäsiv
klebrig \leftarrow stumpf \rightarrow reibungsarm

Diese Eigenschaften resultieren aus der Oberflächenenergie, der Polarität der Oberfläche sowie der Härte des Materials.

Häufig stehen bei der Materialauswahl zunächst die mechanischen und thermischen Eigenschaften im Mittelpunkt. Ist ein Material gefunden, entspricht die Oberfläche nicht immer den gestellten Anforderungen.

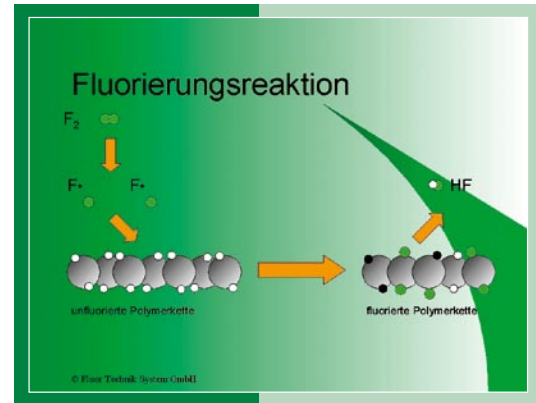
Durch die Fluorierung ist es möglich, die Oberflächeneigenschaften zu verändern, ohne die mechanischen und thermischen Materialeigenschaften zu beeinflussen.

Spezielle Anforderungen an die Oberflächen sind:

- verklebbar
- bedruckbar
- lackierbar
- benetzbar
- definierte Reibungswerte
- Minimierung von Diffusion und Permeation

Der Fluorierungsprozess ist geeignet für alle Kunststoffe. Die Homogenität während der Behandlung ist gewährleistet.

Dieses produktschonende Verfahren beeindruckt durch ein Höchstmaß an Sicherheit, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit.



Reaktion:

Bei der Fluorierung von Kunststoffen läuft eine schrittweise Substitution der Wasserstoffatome durch Fluoratome ab.

Die Anzahl der substituierten Atome kann durch die Prozessführung gesteuert werden. Sie ist auch ausschlaggebend für das Ausmaß der erzielten Oberflächeneffekte.

Durch gezielte Reaktionsführung kommt man von partiell fluorierten zu beinahe perfluorierten Kohlenstoffatomen.

Die Eindringtiefe der Fluoratome in das Substrat liegt im molekularen Bereich. Sie kann in der Einheit Angström gemessen werden. Man ändert so gezielt die Oberflächeneigenschaften, ohne Auswirkungen auf die Basis-eigenschaften.

Die Bindungsenergie der Kohlenstoff-Fluor-Verbindung ist außerordentlich hoch, weshalb die Fluorierung ein nicht reversibler Prozess ist.

Durch die Anbindung des Fluoratoms mit der Elektronegativität 4.0 wird die Bindung stark polar. Das resultierende Dipolmoment bewirkt nach außen den starken Anstieg des polaren Anteils der Oberflächenenergie.

» Offline – Verfahren

Bei der Gasphasenfluorierung wird je nach Produkt mit dem **Inline- oder Offline-Verfahren** gearbeitet.

Dreidimensionale Formteile werden Offline in einem Vakuumverfahren behandelt. Dabei werden die Oberflächeneigenschaften wie Oberflächenspannung, Permeation und Gleiteigenschaften beeinflusst.

Als Trockenverfahren angewandt, werden neueste technologische Erkenntnisse und Verfahrensoptimierungen umgesetzt für:

- hohe Umweltverträglichkeit
- produktschonende Behandlung
- verbesserten wirtschaftlichen Einsatz

Im Verfahrensablauf wird Fluor/Stickstoff-Gemisch 10/90 eingesetzt. In der Vakuumkammer wird das Fluorgasgemisch auf die für das Produkt ausgelegte Konzentration verdünnt.

Wichtig für das Mischverfahren ist, dass ein Konzentrationsprofil über den Behandlungszyklus eingesetzt wird.

Entscheidend für die Behandlung der Kunststoffteile ist auch, dass die Homogenität in der Kammer jederzeit während des Prozessablaufes gewährleistet ist, d.h. dass sowohl Temperaturengleich wie auch Konzentrationsausgleich stattfindet.

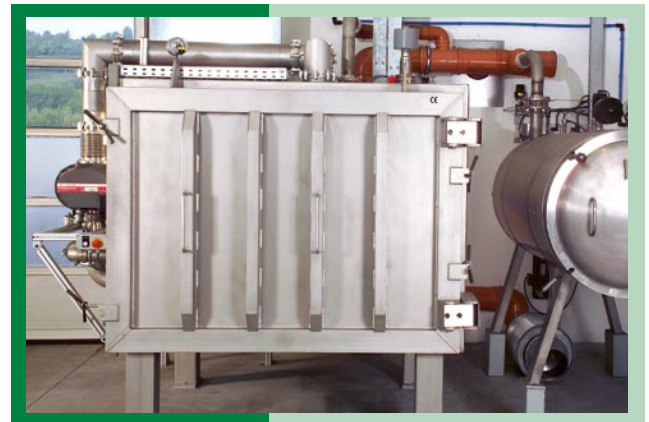
Die Behandlungsdauer und das entsprechende Konzentrationsprofil werden gemeinsam mit dem Kunden auf das Produkt abgestimmt und in Vorversuchen verifiziert.

Die entsprechenden Parametersätze werden dann in der SPS-Steuerung als Rezept hinterlegt, damit diese jederzeit reproduzierbar sind.

Nach mehrmaligem Vakuumpumpen und Belüften kann die Kammer gefahrlos geöffnet werden.



SPS-Steuerung



Offline-Anlage

» Inline – Verfahren

Beim Inline-Verfahren kann Bahnenware kontinuierlich fluoriert werden.

Fluorierbar sind Folien, Textilien und auch Schäume verschiedenster Materialherkunft.

Die maximale Breite und Dicke des Materials ist durch die jeweilige Anlage begrenzt. Die Länge des Materials ist nur durch den jeweils vorhandenen Wickler begrenzt.

Durch die Fluorierung werden spezielle Effekte in Bezug auf Polarität und Langzeitstabilität erzielt, die mit alternativen Verfahren nicht erreicht werden.

Über ein Schleusensystem wird die Ware der Behandlungskammer zugeführt. Im Inneren der Behandlungskammer wird die für das Produkt und den Anwendungszweck benötigte Fluorkonzentration eingestellt.

Die Überwachung der Fluorkonzentration erfolgt mittels optischer Messung im UV-Bereich. Über ein Ventilsystem wird entsprechend der Messung Fluorgasgemisch nachdosiert oder abgezogen.

Über die aktive Länge der Behandlungskammer und die Fahrgeschwindigkeit wird die Behandlungsdauer festgelegt.

Nach einem weiteren Schleusensystem mit Spülzone wird die Ware abgezogen und aufgewickelt.

Anwendung:

Hydrophilierung von Kunststoffbahnen vor dem Beschichten, Verkleben oder Lackieren

wie z.B.:

- Schäume
- technische Textilien
- Gewebe
- Profile



Inline-Anlage



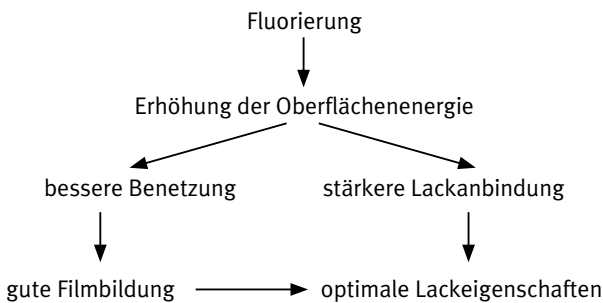
Inline-Anlage Detail

» Lackieren

Beim Lackieren sind es drei Größen, die letztendlich die Lackqualität am fertigen Bauteil wesentlich beeinflussen:

- Benetzung
- Filmbildung
- Adhäsion

Alle drei Eigenschaften werden durch die Fluorierung positiv beeinflusst.



Kosteneinsparungen können resultieren durch:

- Einsparen des Primers
- Einsatz von Hydrolacken
- Einsatz von preiswerteren Lacksystemen
- Einsparen von Lackschichten

Auch bei komplexen Geometrien führt die Fluorierung zu einem absolut gleichmäßigen Vorbehandlungsergebnis.

Hinterschnitte, Vertiefungen und Umgriffe werden homogen erfasst.

Das führt zu einer gleichmäßig hohen Lackqualität bis in die hintersten Winkel des Bauteils.



Rohteil



lackiertes Teil



Zylindrischer Vakuumreaktor

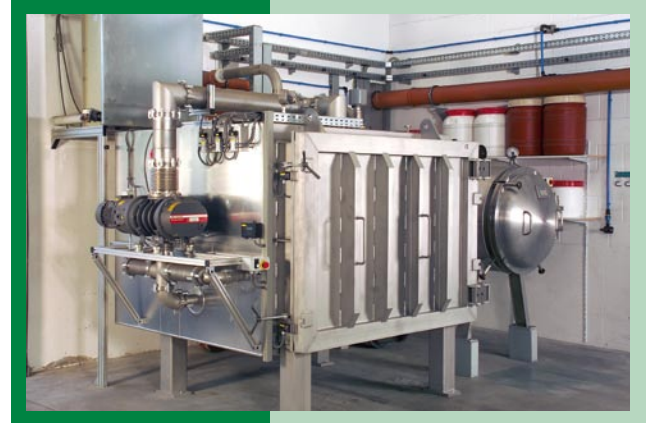
» Beflocken

Das Beflocken von Teilen ist im weitesten Sinne ein Klebevorgang, der sehr hohe Adhäsionskräfte benötigt.

Auf das Substrat wird Klebstoff voll- oder teilflächig aufgetragen. In einem elektrischen Feld schießt der Flock senkrecht zur Oberfläche ein. Je nach Verwendungszweck besteht der Flock aus verschiedensten kleinen Fasern, wie z.B. Polyamid, Viskose, Polyester etc. Nach dem Trocknen und Fixieren ist der Flock mit dem Substrat fest verbunden.

Alle diese Anwendungen benötigen eine hervorragende Haftung des Klebstoffes auf dem Substrat.

Unzureichende Haftkräfte auf verschiedenen Kunststoffen können durch die Fluorierung verbessert werden.



Rechteckiger Vakuumreaktor

Anwendungsgebiete:

- Reibungsminimierung:
 - z.B. Glasscheiben im Automobil laufen in beflockten Dichtprofilen,
 - biegsame Wellen als Betätigungszüge,
 - Führungen von Sonnendächern
- Abdichtungen:
 - z.B. Fensterführungsprofile,
 - Staubabdichtungen
- Geräuschminimierung:
 - z.B. beflockte Handschuhkästen,
 - Armaturenverkleidungen,
 - Kofferraumauskleidungen



Vakuumreaktoren

» Gleitreibung minimieren

Viele Bauteile aus Elastomeren, z.B. NBR, EPDM oder andere Kautschuktypen neigen aufgrund ihrer Oberflächeneigenschaften zu Klebrigkeit.

Die stumpfe und zugleich haftfreudige Oberfläche dieser Bauteile schränkt die Montagefähigkeit sehr ein.

Desweiteren treten bei vielen Formteilen im Einsatzfall Knarrgeräusche auf, da die Losbrechkraft zwischen Gummi und Reibpartner zu überwinden ist.

Durch eine intensive Fluorierung dieser Bauteile unter bestimmten Bedingungen werden sehr viele Fluoratome in die Oberfläche eingelagert. So kann eine deutliche Verringerung der Gleitreibung erzielt werden.

Durch eine Zunahme der Rauigkeit der elastomeren Oberfläche wird dieser Effekt zusätzlich verstärkt.

Dieser erzielte Oberflächeneffekt lässt die kautschuk-technologischen Eigenschaften unbeeinflusst und bleibt über lange Zeiträume stabil.

Untersuchungen mit dem Rasterelektronenmikroskop erlauben Aussagen über Fluoreindringtiefe und Topographie der Oberfläche. Die Aufnahmen verdeutlichen, dass die Eindringtiefe über die Haltezeit zunimmt.

Durch die umweltfreundliche Fluorierung können die an die Oberfläche migrierenden Gleitmittel und Additive ersetzt werden. Die möglichen Einsparungen in der Gummirezeptur lassen die Fluorierung sehr wirtschaftlich werden.

Jüngste Versuche und Auswertungen zeigen, dass sich auch bei Silikonen deutliche Verbesserungen im Hinblick auf die Minimierung der Reibwerte erzielen lassen.



Gaszirkulation

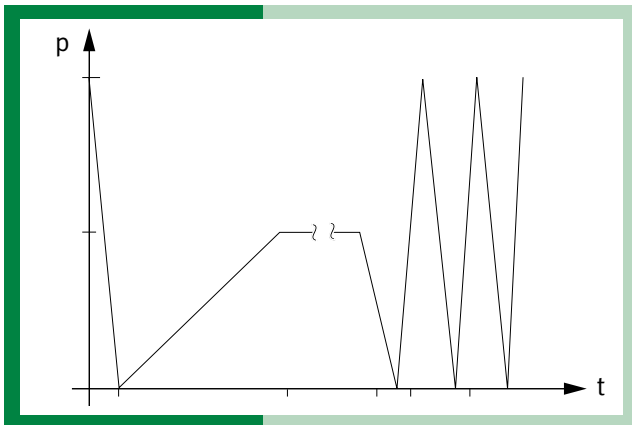
» Permeationssperren

Kunststoffe sind von Natur aus durchlässig gegenüber bestimmten Gasen und Flüssigkeiten.

Aus diesem Grunde verflüchtigen sich die Inhaltsstoffe eines Kunststoffbehälters im Laufe der Zeit. Man bezeichnet diesen Vorgang als Permeation.

Besonders betroffen sind Behälter für unpolare kurzket-tige Lösemittel und Benzine. Dies zeigt sich beginnend mit einer leichten Geruchsbelästigung bis hin zu mas-sivem Gewichtsverlust.

Diese Permeation kann durch eine starke Fluorierung verringert werden. Typischerweise werden die Kunst-stoffkraftstoffbehälter (KKB) im Automobilbereich fluo-riert, damit die Permeation von Benzin minimiert wird.



Prozessablauf Druck gegen Zeit



Fluor - Versorgung

Diese Art der Fluorierung bildet Sperrschichten aus, die weitere nützliche Effekte bewirken.

Typischerweise kann auch die Migration von Weichmachern und anderen Additiven in Elastomeren begrenzt werden.

Man verhindert damit, dass zu viele Weichmacher an die Oberfläche diffundieren und der Kunststoff versprödet.

Auch die Weichmacherwanderung in PVC kann dadurch minimiert werden.

Durch diese Sperrschichten wird auch ein besonderer Schutz der Oberfläche erzielt. Die Chemikalienbeständigkeit gegenüber Säuren und Laugen wird verbessert.

» QM – Management

Für ein gut funktionierendes QM - System benötigt man die folgenden Schritte:

1. Definierte Parametersätze

Diese werden in Zusammenarbeit mit dem Kunden und seinem Produkt und seiner Anwendung in der Bemusterungsphase festgelegt.

Diese Parametersätze werden später als Rezept in der SPS-Steuerung hinterlegt.

2. Definierter Prozessablauf

Der Prozessablauf während der Fluorierung ist voll automatisiert. Abweichungen werden durch die SPS erkannt und gemeldet.

3. Dokumentation

Der Prozessablauf wird vollständig dokumentiert. Abweichungen der Ist-Werte von den eingestellten Soll-Werten werden erfasst.

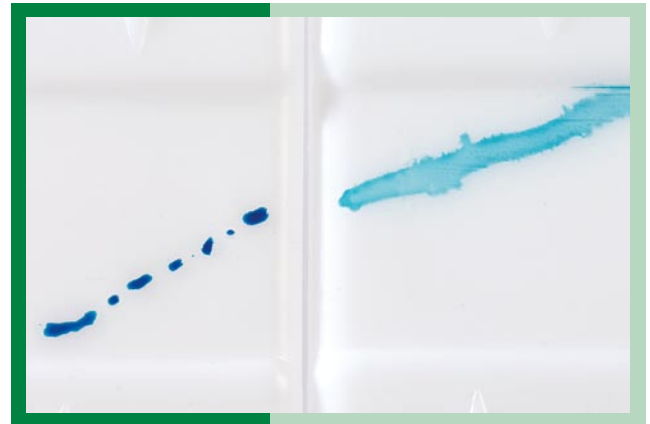
4. Messung der Oberflächenspannung

Die Messung der Oberflächenspannung kann mit einem Randwinkelmessgerät oder mit Testtinten nach DIN ISO 8296 erfolgen.

Die Messung mit Testtinte ist ein schneller und handlicher Test direkt an der Anlage. Oft ist dies die günstigere Alternative gegenüber Labormessgeräten.

Wir sind zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2000 von der TÜV CERT- Zertifizierungsstelle des TÜV Hessen:

Zertifikat-Nr. 73 100 145



Messung der Oberflächeneffekte

» Arbeitsschutz

Fluor ist das reaktionsfähigste Element in unserem Periodensystem. Daher ist Fluor giftig und korrosiv.

In der Natur kommt Fluor nur im gebundenen Zustand vor, z.B. als Fluorapat (CaF_2). Zur Gewinnung von Fluor benutzt man die Elektrolyse von Fluorwasserstoff (HF).

Die Verarbeitung von Fluor und Fluorgasgemischen unterliegt gesetzlichen und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften, die von Land zu Land variieren können.

In unseren Anlagen werden nur Fluorgasgemische F_2/N_2 10/90, d.h. 10 % Fluor in 90 % Stickstoff verarbeitet.

Für diese Gemische gibt es bauartlich zugelassene Ventile und Druckminderer.

Die Lagerung von F_2/N_2 -Gemischen ist seit vielen Jahren Stand der Technik. Die entsprechenden Lieferfirmen können zur Sicherheit von F_2/N_2 - Gemischen in Hochdruckflaschen detaillierte Angaben machen.

Eine ausführliche Gefährdungsanalyse führt dazu, den Bereich der Gasversorgung separat auszuführen. Er wird vom eigentlichen Bereich des Maschinenbedieners abgetrennt.

Alle Ventile in fluorführenden Leitungen werden redundant, d.h. doppelt, ausgeführt. Im Falle einer Leckage steht somit immer noch ein zweites Ventil im Hintergrund.

Persönliche Schutzausrüstung und eine entsprechende Schulung für die Mitarbeiter sind vorgeschrieben.

Der MAK-Wert für Fluor beträgt 0,1 ppm. Dieser Wert wird kontinuierlich gemessen und ausgewertet. Im Falle des Überschreitens erfolgt ein sofortiger Alarm, und die Fluorzufuhr wird automatisch unterbrochen.



MAK-Wert Messung



MAK-Wert Messung

» Umweltschutz

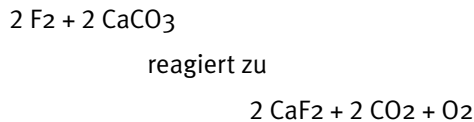
Die Vorgaben zum Betreiben von Fluorieranlagen sind in der TA-Luft (Kapitel 3.1.6., Klasse II) klar definiert.

Die maximal zulässige Konzentration in der Abluft darf den derzeitigen Grenzwert von 3 mg/m^3 HF nicht übersteigen.

Dazu wird die Abluft des Vakuumpumpsatzes und der Fluorversorgung über einen Kalziumkarbonatabsorber geführt.

In dem Absorber wird das fluorhaltige Restgas über ein Bett aus Kalziumkarbonatsplitt (CaCO_3) geleitet.

Beim Durchströmen des Kalkbettes entsteht Kalziumfluorid (CaF_2), auch Flussspat genannt, nach der folgenden Formel:



Kalziumfluorid CaF_2 ist ein natürlich vorkommendes, ungiftiges Mineral mit sehr geringer Wasserlöslichkeit.

Die Kalziumkarbonatabsorber werden auf jeden Fall so ausgelegt, dass die derzeitigen und die in Zukunft zu erwartenden Grenzwerte der TA-Luft eingehalten werden.

Eine Kontrolle der Abluft ist durch die am Kamin angebrachten Messstutzen über eine Wartungsplattform jederzeit möglich.



Kalziumkarbonatabsorber



Wartungsplattform

» Fluorierung von Kunststoffen

Ihre Vorteile:

- **Langzeitstabil**
Die erzielten Oberflächeneffekte sind je nach Material Monate bis hin zu Jahren stabil.
- **Gleichmäßig**
Durch die gleichmäßige Verteilung des Gases in der Behandlungskammer wird jede offenliegende Oberfläche absolut gleichmäßig vorbehandelt.
- **Geometrieunabhängig**
Selbst tiefliegende Nuten, Hinterschnitte oder Innenräume werden gleichmäßig vorbehandelt.
- **Reproduzierbar**
Bedingt durch den vollautomatisierten Prozessablauf werden sehr gute reproduzierbare Ergebnisse erzielt.

» Fordern Sie uns!

Wir helfen bei der Lösung Ihrer Probleme durch qualifizierte Beratung und zugeschnittene Problemlösungen von der Kleinserie bis zur Massenproduktion.

Wir freuen uns auf eine gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Fluor Technik System GmbH
Altebergstrasse 25-27
D- 36341 Lauterbach



Tel. + 49 (0) 6641 96 85 0
Fax + 49 (0) 6641 96 85 50

info@fts-de.com • www.fts-de.com