

HYDAC

FILTERTECHNIK

Innovative
Elementtechnologie

Stat-Free®



Stat-Free®

Schutzengel
für Ihr System



1. Einleitung

Der Einsatz von modernen, umweltfreundlichen Hydraulik- und Schmierölen sowie der Trend zu kompakteren Anlagen und feinerer Filtration führte in den letzten Jahren zu einer Verschärfung der Problematik mit elektrostatischer Auf- und Entladung. Die eingebauten Komponenten in der Anlage werden dadurch in ihrer Funktion deutlich eingeschränkt oder beschädigt. Elektrostatische Entladungen zerstören Filterelemente, schädigen Ventile und Sensoren und können sogar zu Explosionen im Hydrauliktank führen. Zudem beschleunigen sie die Ölalterung.

Um einen wirtschaftlichen und gefahrlosen Betrieb der gesamten Anlage zu ermöglichen, ist der Einsatz von Filtersystemen, die die Entstehung von gefährlichen, elektrostatischen Entladungen verhindern, zwingend notwendig. Ein unplanmäßiger und kostspieliger Ölwechsel kann durch den Einsatz dieses Systems von Filtern vermieden werden.

Wir haben das langfristige Problem der elektrostatischen Entladung erkannt und durch unsere innovative **Stat-Free® Elementreihe** eine wirksame Lösung gegen die Auf- und Entladung im Hydraulik- und Schmierölkreislauf entwickelt.

Basierend auf dem eigens konzipierten, vom TÜV verifizierten **Elektrostatik-Prüfstand** und zahlreichen Feldtests waren wir in der Lage, eine Elementtechnologie zu kreieren, die das Phänomen der elektrostatischen Entladung im Filterelement verhindert und zu einer deutlichen Reduzierung der Ölaufladung führt.

Im Folgenden werden die Grundlagen und Folgen elektrostatischer Auf- und Entladung im Hydraulikkreis näher erläutert und die Vorteile der neuen Stat-Free® Elementtechnik aufgezeigt.

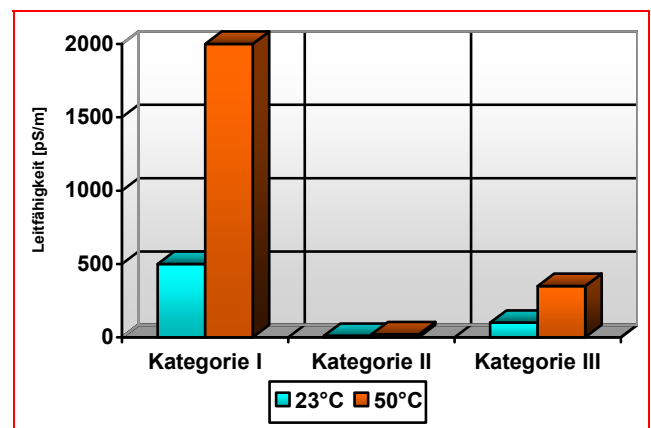
2. Trend bei Hydraulikflüssigkeiten

Die Globalisierung der Märkte zwingt die Ölhersteller weltweit verfügbare Hydraulik- und Schmieröle mit konstant hoher Qualität an die Hersteller und Betreiber von Anlagen, wie Verdichterstationen, Großgetrieben oder Maschinen zu liefern. Dies ist mit Grundölen der Kategorie I, bei denen die Molekularstruktur des Rohöls nicht verändert wird, nicht gewährleistet. Demzufolge werden verstärkt Grundöle eingesetzt, bei denen die Molekülstruktur durch das Hydrocrackverfahren zerstört und anschließend wieder gezielt und bedarfsgerecht aufgebaut wird.

Die weltweiten Raffineriekapazitäten der Ölhersteller werden momentan auf diesen Trend angepasst: in Asien und den USA werden beispielsweise überwiegend Grundöle der Kategorie II oder höher produziert.

Um die vom Ölhersteller zugesicherten Eigenschaften des Öles zu realisieren, müssen Additive (meist mehrere als Additivpaket) dem Grundöl zugemischt werden. Die Grundöle der Kategorie I enthalten Aromaten, die meist toxisch sind. Zudem enthalten die Additivpakete das Schwermetall Zink und es entsteht das Verbrennungsprodukt Asche. Sie entsprechen folglich nicht mehr den international gültigen Umweltstandards.

Hydraulik- und Schmieröle der **Kategorie II und III**, die mit geeigneten Additivpaketen hergestellt werden, enthalten keine toxischen oder krebserregenden Substanzen, sind schwermetallfrei und erzeugen beim Verbrennen keine Rückstände. Durch den fehlenden Metallanteil weisen diese Öle allerdings eine **geringe elektrische Leitfähigkeit** auf. Durchströmt dieses Öl die Filter im Hydrauliksystem, kommt es zur elektrostatischen Aufladung. Diese kann wiederum zu Funkenentladungen im System führen wodurch erhebliche Schäden an Hydraulikkomponenten auftreten können.

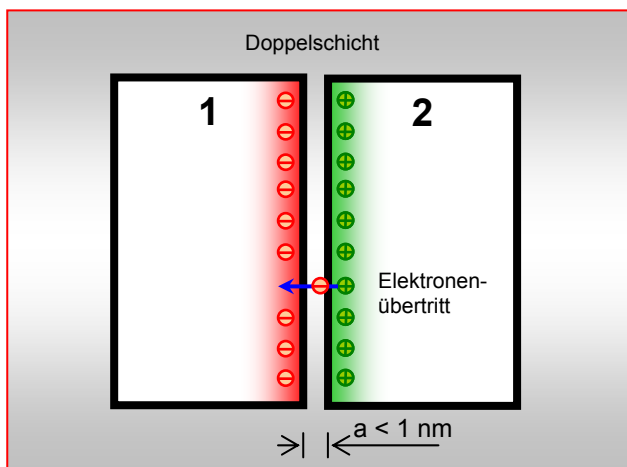


Beispiele von Leitfähigkeiten bei verschiedener Kategorien

3. Theoretische Grundlagen

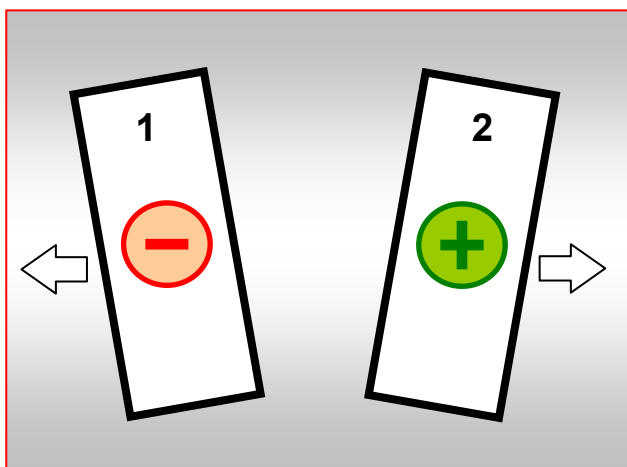
3.1 Aufladung von Festkörpern

Jeder Stoff bzw. jedes Material besitzt eine bestimmte Elektronenaustrittsarbeit, d.h. das Bestreben Elektronen abzugeben oder aufzunehmen. Werden nun zwei Materialien unterschiedlicher Elektronenaustrittsarbeit bei gleicher Temperatur zusammengeführt (Abstand $< 10^{-9}\text{m}$), treten Elektronen im Bereich der gemeinsamen Grenzschicht vom Material mit geringer Austrittsarbeit zum Material mit höherer Arbeit über. Es entsteht eine elektrische Doppelschicht mit einer gewissen Ladung Q . Dabei ist keine Reibung zwischen den beiden Materialien notwendig. Die Reibung verringert lediglich den Abstand der beteiligten Stoffe.



Entstehung der Doppelschicht

Eine Trennung der beiden Materialien und somit eine Vergrößerung des Abstandes führt zu einer Verkleinerung der Kapazität und damit zu einer Erhöhung der Potentialdifferenz (= Spannung). Die beiden Materialien sind elektrostatisch aufgeladen.



Trennung der beiden Materialien

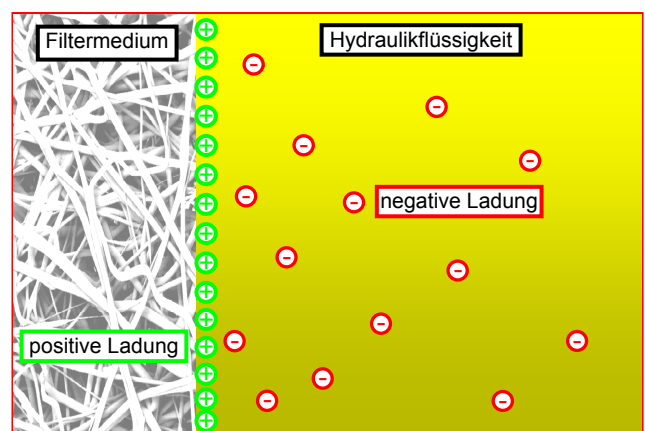
Die Höhe der Ladung ist u. a. von der Trenngeschwindigkeit abhängig. Bei einer langsamen Trennung kann ein Ladungsausgleich über letzte gemeinsame Kontaktstellen stattfinden. Je schneller die

Trennung vollzogen wird, umso höher wird die Aufladung sein.

Übersteigt die generierte Spannung den spezifischen Grenzwert der Durchschlagsfestigkeit (in Luft ca. 3 kV/mm), kommt es zu einem schlagartigen Spannungsausgleich, der meist in Form einer Funkenentladung von statten geht.

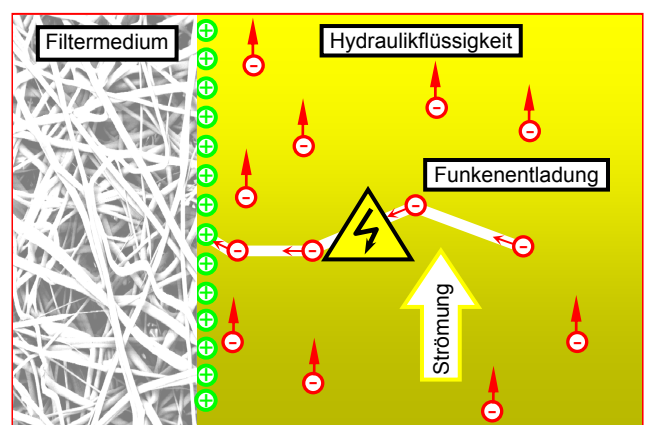
3.2 Aufladung von Flüssigkeiten

In Flüssig-Fest-Systemen, wie es in hydraulischen Systemen der Fall ist (Filtermedium/Öl), bildet sich auch hier an der Phasengrenze eine Ladungsdoppelschicht, wie in folgender Abbildung gezeigt. Diese Doppelschicht besteht in Wandnähe aus einer gebundenen Schicht Ladungsträger (hier positive Ladung). Im Öl schließt sich eine diffuse Schicht gegenpolig (negativ) geladener Ladungsträger an.



Ladungsverteilung in Flüssig-Fest-Systemen

Strömt nun die Flüssigkeit, so werden die Ladungen mitgerissen und ein Potentialunterschied entsteht. Je schneller die Flüssigkeit strömt, umso höher wird dabei die Potentialdifferenz sein. Übersteigt die Spannung die Durchschlagsfestigkeit des Öles, kommt es zu einer Funkenentladung.



Funkenentladung

Grundvoraussetzung zur Generierung der Aufladung ist dabei eine genügend kleine Leitfähigkeit des Fluids, da sonst die Ladungen der diffusen Schicht zurückfließen und sich ausgleichen können.

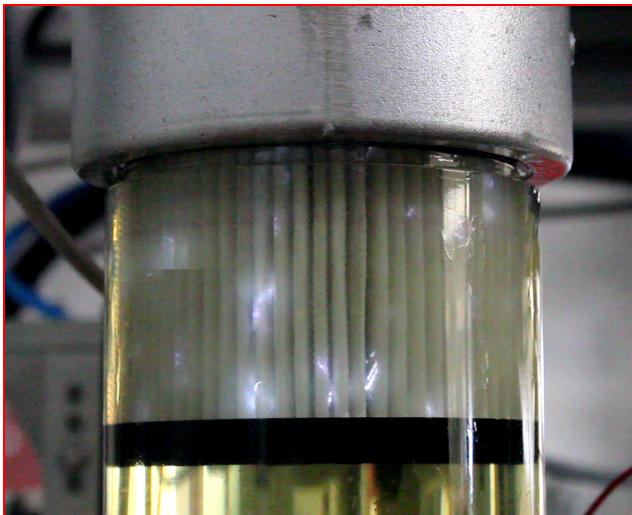
3.3 Haupteinflussfaktoren

Die Hauptfaktoren, die das elektrostatische Verhalten in Hydrauliksystemen beeinflussen:

- **Elektrische Leitfähigkeit**
Je niedriger die Leitfähigkeit, umso höher die Aufladung
- **Filtermedium**
Verschiedene Materialien führen je nach Elektrodenaustrittsarbeit zu unterschiedlicher Aufladung
- **Temperatur**
Im Allgemeinen sinkt die Aufladung mit höherer Temperatur
- **Strömungsgeschwindigkeit**
Je höher die Strömungsgeschwindigkeit, umso höher die Aufladung
- **Verschmutzung**
Leitfähige Partikel oder Wasser erhöhen die Leitfähigkeit des Fluids, daraus resultiert eine niedrigere Aufladung

4. Folgen durch Entladungen

Die Folgen elektrostatischer Entladungen können gravierende Dimensionen einnehmen.



Elektrostatische Entladungen im Filterelement

Die Funkenentladungen können beispielsweise **Löcher** in das Filtermedium brennen. Die folgende Abbildung zeigt ein Loch im Bereich von 200 μm in einem 3 μm -Filtermedium. Die geforderte Öleinheit ist somit nicht mehr realisierbar.



Brandloch im Filtermaterial

Des Weiteren kann es durch den Ladungsweitertransport im Öl zu unkontrollierten Entladungen im Hydrauliktank kommen. Je nach Öl-Luftgemisch im Tank sind gefährliche **Explosionen** möglich.



Verbrannter Belüftungsfiler durch Explosion im Tank

Die elektrostatischen Entladungen verursachen zudem **elektromagnetische Wellen**, welche empfindliche Sensoren und elektronische Bauteile in einem hydraulischen System stören und beschädigen.

Nicht nur hydraulische Komponenten, sondern auch das Hydrauliköl selbst wird durch Entladungen zerstört. Die Funkenentladungen cracken die Moleküle des Fluids und freie Radikale entstehen. Diese Radikale polymerisieren zu langen Ketten, was wiederum zu **Varnish-Formation** führt. Zudem beschleunigen die freien Radikale die Ölalterung.

5. Messmittel

5.1 Mobile Messmittel

Um das elektrostatische Verhalten einer Hydraulikanlage im Feld genauer zu untersuchen, stehen uns einige Messmittel zur Verfügung.

Mit Hilfe eines **tragbaren Leitfähigkeitsmessgerätes** gelingt es uns sehr schnell und einfach die elektrische Leitfähigkeit der Hydraulikflüssigkeit zu bestimmen. Dadurch kann eine erste Aussage getroffen werden, ob ein kritischer Grenzwert der Leitfähigkeit unterschritten wurde und es zu elektrostatischen Phänomenen kommen kann.

Des Weiteren wurde im Hause HYDAC ein spezieller Spannungssensor, der so genannte **StatStick**, entwickelt. In Verbindung mit unserem handelsüblichen Handmessgerät (HMG 3000) ist es unseren Ingenieuren vor Ort damit möglich die Spannung im Öl direkt im System zu messen.



Innovativer StatStick mit HMG 3000

Im Falle von Funkenentladungen im System kann zusätzlich auch ein Oszilloskop als Messgerät genutzt werden. Aufgrund der hohen Abtastrate des Oszilloskops sind die kurzzeitigen Entladungen als Peaks auf dem Display sichtbar.

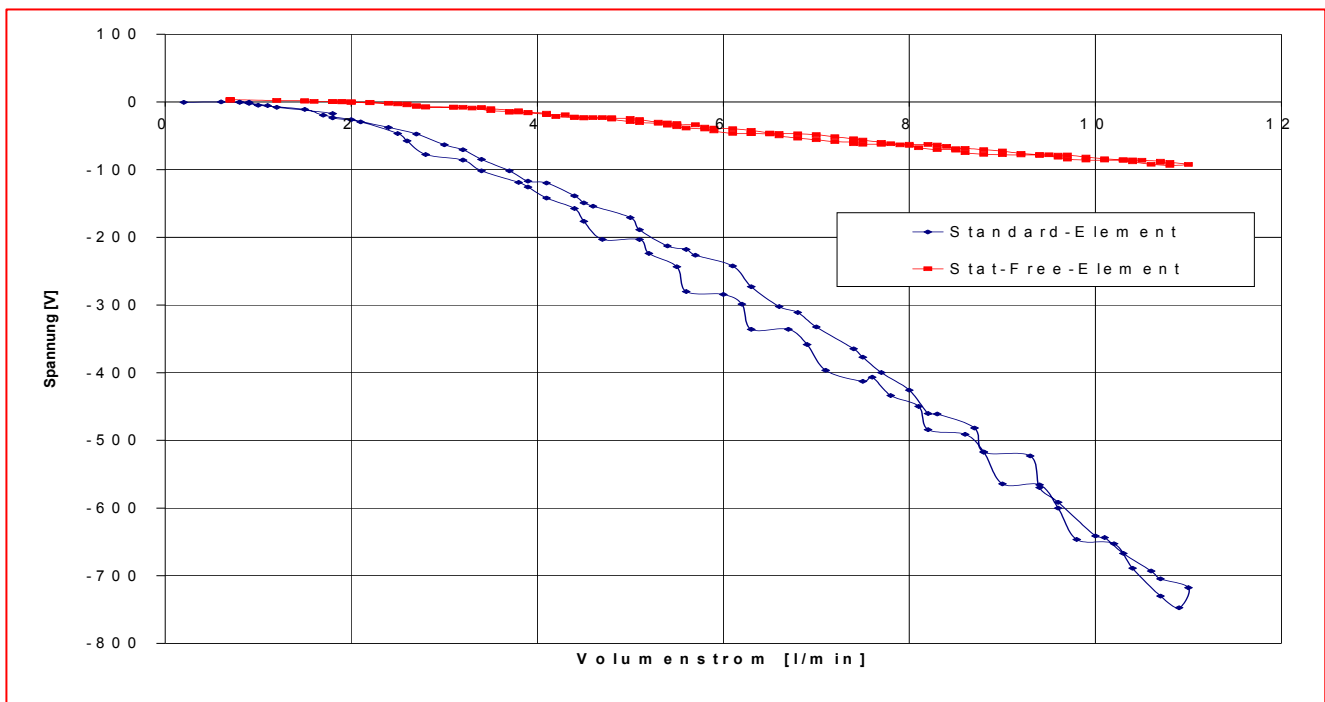
5.1 Stationärer Prüfstand

Der eigens von uns entwickelte und vom TÜV verifizierte **Prüfstand** dient zur praxisnahen Simulation kritischer Anwendungen. Mit Hilfe des Prüfstandes wurde das elektrostatische Verhalten der Hydraulikfilter in kritischen Ölen umfassend untersucht.

Daraus entwickelten wir die Stat-Free® Filterelementbaureihe, die der Problematik elektrostatischer Entladungen entgegenwirkt.



HYDAC Elektrostatik-Prüfstand



Vergleichsmessung eines Standardelementes mit Stat-Free Element am Elektrostatik-Prüfstand

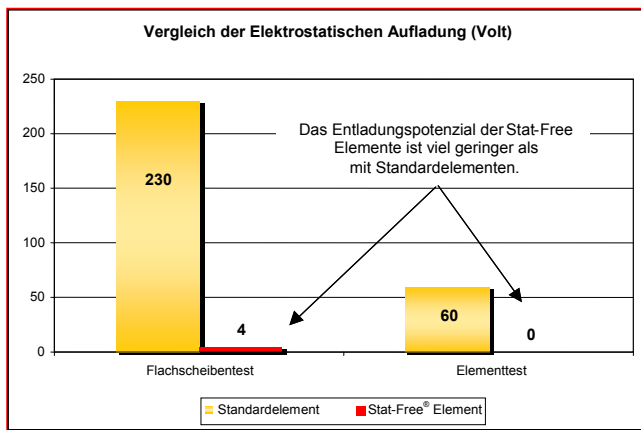
6. Die Stat-Free® Technologie

Befindet sich in einem Hydrauliksystem ein Öl mit einer **niedrigen Leitfähigkeit** und ein nichtleitfähiges Filterelement, so kann es zu einer elektrostatischen **Aufladung** des Filters und des Fluides sowie zu elektrostatischen **Entladungen** kommen.

Ein **rein leitfähiger** Aufbau, ohne spezielle Medienkombination, verhindert zwar die Funkenentladung im Element, allerdings ist das Öl weiterhin aufgeladen. Die Ladungen im Grenzbereich des Filters können abfließen, das Fluid ist sogar **höher aufgeladen**, weil kein Ladungsausgleich durch Funkenentladungen am Filter stattfindet. Das hoch aufgeladene Öl wird durch das System weiter transportiert und an anderer Stelle sind unkontrollierte Entladungen möglich, was unter Umständen schwerwiegendere Schäden zur Folge hat (z. B. Explosion im Tank).

Durch einen neuartigen Filtermatten- und Elementaufbau ist es HYDAC erstmals gelungen, hervorragende elektrostatische Eigenschaften und Filterperformance zu vereinen. Unsere Stat-Free® Elemente haben eine bisher **unerreicht niedrige Aufladung** des Filterelementes und des Fluides im Anlagenbetrieb erreicht. Außerdem sind die Stat-Free® Elemente mit leitfähigen O-Ringkappen und leitfähigen Stützrohren ausgestattet.

Die Leistungsfähigkeit der Stat-Free® Elemente wurde in ausführlichen Labor- und Feldtests abgesichert. Vergleicht man in untenstehendem Testergebnisdiagramm die Ölaufladung durch Stat-Free® Elemente mit der Aufladung durch Standardelemente, wird der Vorteil deutlich.



Vergleich der elektrostatischen Aufladung [Volt]

Die neue Stat-Free® Technologie steht für folgende HYDAC Elementmaterialien zur Verfügung:

- **Mobilemicron (MM)**
in den Feinheiten 10 und 15 µm
- **Betamicron® 4 (BN4)**
in den Feinheiten 3, 5, 10 und 20 µm
- **Lubimicron (G/HC)**
in den Feinheiten 10 und 20 µm

In diesem Fall wird der Typenschlüssel des Elementes mit der Angabe / - SFREE ergänzt.

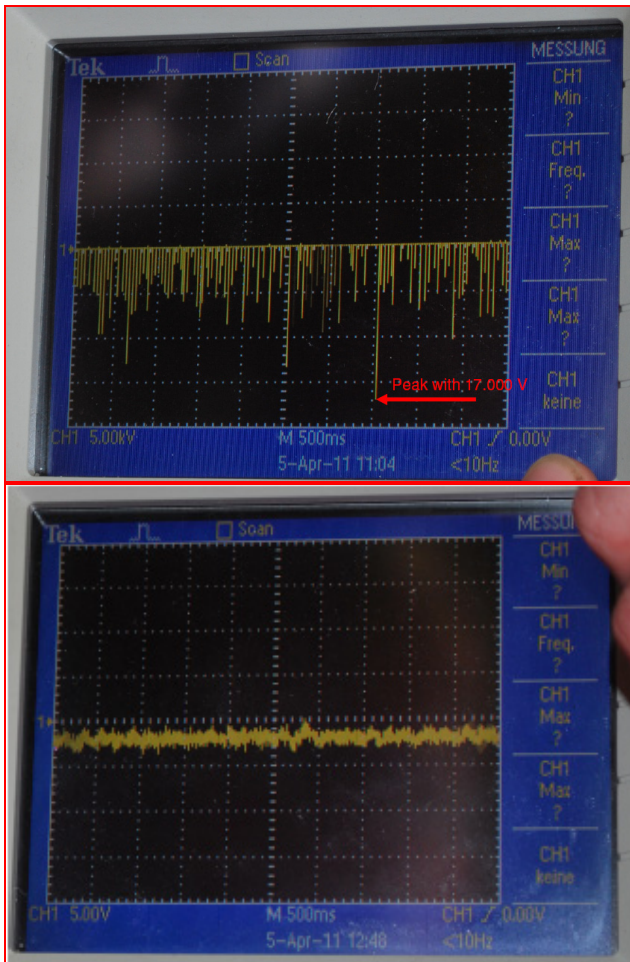
Beispiel: 2600 R 010 G/HC / - SFREE

Stat-Free® Elemente sind besonders zu empfehlen für Einsatzfälle in Kraftwerken, Gasturbinen, Kunststoffspritzgussmaschinen, Kalandern (Papierindustrie) und in der Mobilhydraulik sowie jedes weitere Hydraulik- und Schmiersystem mit neuartigen niedrig leitfähigen Ölen.

Sie garantieren eine **hohe Betriebssicherheit**, da sie Funkenentladungen, Verpuffungen und Verschlammung des Öls ausschließen. **Längere Ölwechselintervalle** können durch die schonende Filtration des Öls erreicht werden.

7. Praxisbeispiel und Referenz

Durch verbrannte Belüftungsfilter wurden wir auf mögliche Explosionen im Hydrauliktank eines Groß-Hydrauliksystems aufmerksam. Verwendet wurden nicht elektrostatisch optimierte Wettbewerbsfilter. Messungen vor Ort mit dem StatStick wiesen Spannungsspitzen **bis zu 17.000 Volt** und gefährliche Entladungsfunken im Tank auf. Nach dem Umrüsten mit Stat-Free® Elementen konnten **keine Entladungen** mehr detektiert werden und die Spannung betrug lediglich **2-3 Volt**.



Spannungsmessung mit StatStick
(oben: Wettbewerbsstandardelement Spannungsspitzen bis 17kV [Skalierung 5kV]; unten: Hydac Stat-Free Element 2-3V [Skalierung: 5V])

Einige etablierte Unternehmen aus Bereichen wie Turbinenschmierung, Pressen, Kunststoffspritzgussmaschinen und Mobilhydraulik haben HYDAC bereits als Referenz bzgl. der Lösungsfindung zur Problematik mit elektrostatischen Entladungen genannt, wie folgendes Zitat zeigt:

"Aufgrund häufig auftretender Schwierigkeiten auf aktuellen Anlagen empfehlen wir dringend den Einsatz von Filterkartuschen, welche bei Ölen mit niedriger elektrischer Leitfähigkeit eine elektrostatische Aufladung unterbinden. Diese Filter werden z. B. von Hydac unter demselben Typenschlüssel und unter der ergänzenden Bezeichnung -SFREE geführt."

8. Zusammenfassung

- Die Ladungstrennung in **niedrig leitfähigen Ölen** führt zu elektrostatischer Auf- und Entladung.
- Elektrostatische Entladungen können u. a. folgende **Schäden** verursachen:
 - Explosionen im Hydrauliktank
 - Beschleunigte Ölalterung
 - Beschädigung des Filterelementes
 - Zerstörung elektronischer Bauteile
 - Schäden an Kühlaggregate
- Ein leitfähiger Aufbau des Filterelementes genügt **nicht**, um Ölaufladung zu verringern.
- Die HYDAC **Stat-Free® Elemente** bewirken eine sehr niedrige Aufladung des Filterelementes und der Hydraulikflüssigkeit

Vorteile:

- Hohe Betriebssicherheit**
da Funkenentladungen, Verpuffungen und Verschlammung des Öles ausgeschlossen sind
- Längere Ölwechselintervalle**
durch schonende Filtration des Öls

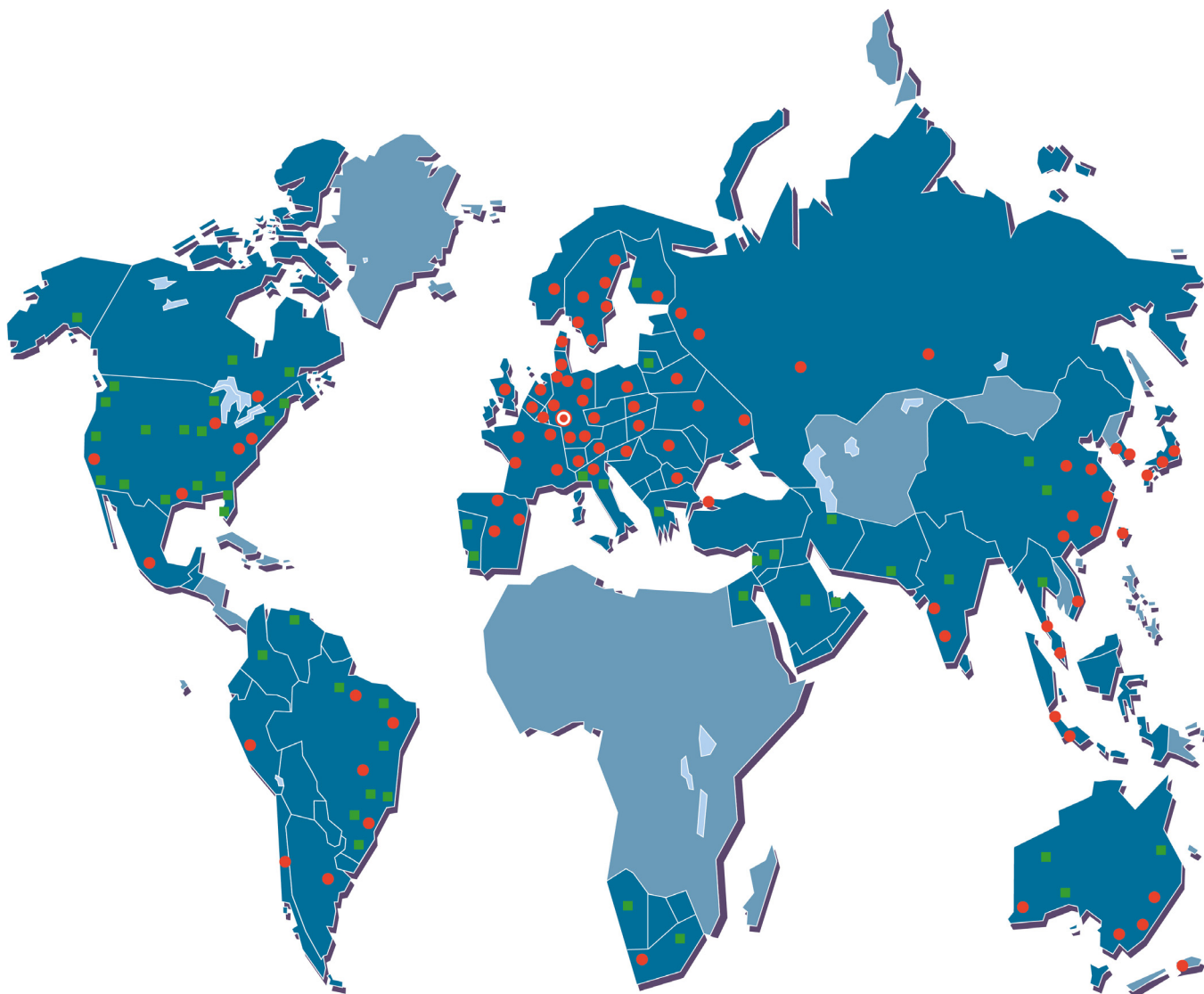
Fazit:

Mit den vorgestellten Entwicklungen beweist HYDAC, dass wir stets eine Lösung zu jedem Kundenproblem finden. Wir liefern nicht nur ein effizientes Ergebnis, sondern betreuen Sie durch den gesamten Diagnoseprozess, besonders bei schwierigen Fällen.



Wir freuen uns auf Ihre Neuprojekte!

Globale Präsenz. Lokale Kompetenz.



- HYDAC Headquarters
- HYDAC Companies
- HYDAC Distributors- and Service Partners

HYDAC FILTERTECHNIK

HYDAC Filtrertechnik GmbH

Industriegebiet
D-66280 Sulzbach/Saar

Telefon:
+49 (0)6897 - 509-01

Telefax (Vertrieb):
+49 (0)6897 - 509-300

Internet: www.hydac.com
E-Mail: filter@hydac.com