

# Statische Elektrizität in der Textilindustrie

Autor(en): **Petersen, Heino**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa**

Band (Jahr): **83 (1976)**

Heft 9

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-677698>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Statische Elektrizität in der Textilindustrie

### Ueber statische Elektrizität, deren Ursache und ihre Messung

In nicht geringem Masse erweist das physikalische Phänomen der statischen Elektrizität seinen qualitäts- und leistungsmindernden Einfluss auf viele Produktionsabläufe in der Textilindustrie. Die Klärung der physikalischen Zusammenhänge und die Definition der Begriffe sollte den Massnahmen vorausgehen, die mit Hilfe verschiedenster technischer Einrichtungen wirksam werden können, um die Leistungsfähigkeit einer Maschine voll auszuschöpfen.

Elektrostatic aufgeladenes Material ist in jedem Textilbetrieb als Störfaktor hinreichend bekannt, sei es nun — um nur einige zu nennen — an Zettel-, Schär- oder Schlichtmaschinen, am Webmaschinen, an Druck- und Beschichtungsmaschinen, beim Abtafeln, an Legemaschinen und überall dort, wo aufgewickelt wird und sich durch Kumulation extrem hohe Ladungen bilden können. Diese Gegebenheiten haben namentlich in jüngerer Zeit dazu geführt, dass man sich in der Textilindustrie und deren Forschungszweigen in zunehmendem Masse mit der Elektrostatik befasst.

#### Was ist statische Elektrizität?

Statische Elektrizität war schon den alten Griechen bekannt. Während die Väter des Abendlandes dem merkwürdigen Phänomen vermutlich mehr das spielerische Interesse abgewonnen haben dürften, findet es der Praktiker an der Maschine gar nicht so lustig, wenn die Maschine nicht das macht, was sie nach dem Willen des Maschinenkonstruktors eigentlich tun sollte.

1733 entdeckte Charles F. Du Fay, dass es zwei Arten von Elektrizität gibt, die aufgrund eines Vorschlages von Lichtenberg im Jahre 1778 als positiv und negativ unterschieden wurden. Vorgängig Gesagtes mag verdeutlichen, dass statische Elektrizität keine «Entdeckung» der Neuzeit ist.

Fragt man nach den Ursachen der statischen Elektrizität, oder der Elektrizität allgemein, so führt sie zu den Bausteinen der Elemente, den Atomen. Atome sind unsichtbar; ihr Durchmesser kann nicht genau angegeben werden. Es wird von  $10^{-8}$  bis  $3 \times 10^{-8}$  mm ausgegangen. Der Kern ist rund 10 000 mal kleiner ( $\varnothing = 10^{-12}$  mm). Um sich ein besseres Bild von der Grössenordnung machen zu können, sei gesagt, dass sich ein Atom gegenüber einem Apfel, wie dieser zum Erdball verhält.

Das einfachste Atom, welches wir kennen, ist das Wasserstoffatom. Abbildung 1 zeigt das Bohrsche<sup>1</sup> Atommodell vom Wasserstoff. (Atommodelle sind bildliche Darstellungen vom Aufbau der Atome zur Veranschaulichung; ihr Wahrheitsgehalt ist jedoch beschränkt.) Es besteht aus einem positiv geladenen Atomkern, dem Proton,

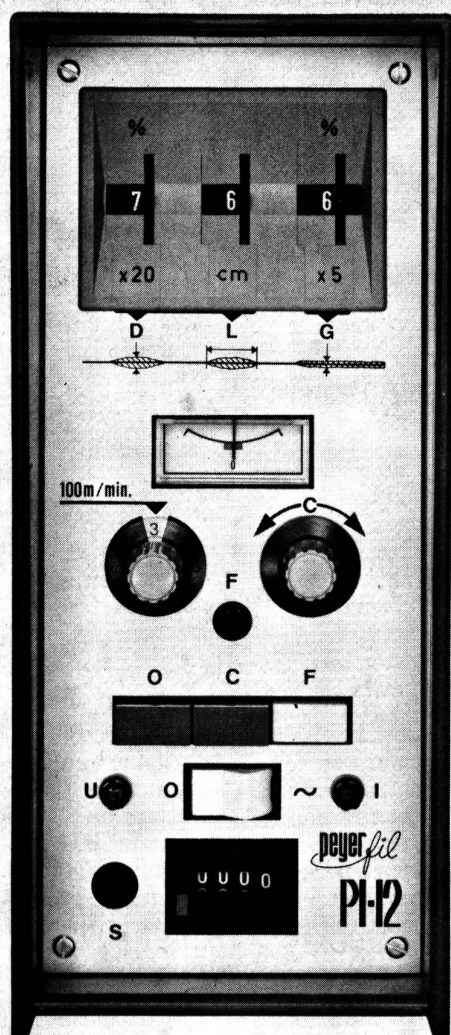


Abbildung 2 Steuergerät PI-12

Die wichtigsten Daten des PEYERfil PI-12 G Reinigers sind:

- Einsatzbereich Nm 1—10, 1000—100 tex, an handbedienten Präzisions-Kreuzspulmaschinen und je nach Platzverhältnis auch an Spulautomaten.
- Optisch-elektronische Messung mit LED (GaAs Diode) als Lichtquelle, von Garnmaterial und Fremdlicht unabhängig.
- Hochleistungs-Schneideeinrichtung mit Drehamboss.
- Steuergerät PI-12 für 1 bis max. 12 PI-12 G Reiniger.
- Selektive Einstellmöglichkeit für die Erfassung der in Teppichgarnen spezifischen Fehler wie Dickstellen, Langzeitabweichungen und Dünnstellen.
- Festsetzung der Reinigungsgrenze nach Peyer-Digitex, auf jeder PI-12 G Anlage reproduzierbar. Ausweis für gleichbleibende Reinigung.

welches ein umlaufendes, negativ geladenes Elektron — aufgrund der elektrischen Anziehungskraft (Coulomb-Kraft<sup>2</sup>) — auf der Bahn hält. Nach aussen hin wirkt das Atom elektrisch neutral, weil sich die Kraft der positiven Ladung des Protons und die negative (Flieh-)Kraft des Elektrons gegenseitig aufheben.

Ungleichnamige Ladungen ziehen sich gegenseitig an, gleichnamige stossen sich ab (Abbildung 2).

Die Zahl der Protonen, Neutronen (für elektrische Vorgänge nicht von Bedeutung, da sie keine elektrischen Ladungen tragen) und Elektronen sind bei den einzelnen Elementen (wir kennen 92) verschieden. In elektrisch neutralem Zustand ist die Zahl der Protonen im Atomkern gleich der Zahl der Elektronen, die den Atomkern in einem Abstand von ca.  $10^{-8}$  mm und einer Geschwindigkeit von 2000 km/sec umkreisen.

Rechnerisch wurde herausgefunden, dass es insgesamt sieben Bahnen bzw. — dreidimensional betrachtet — Schalen gibt, in denen Elektronen den Kern umgeben. Durch erweiterte Theorien und auch experimentell nachgewiesen wurde zudem, dass auf jeder Schale (Bahn) nur eine ganz bestimmte Anzahl von Elektronen Platz haben. Die Schalen werden von innen nach aussen mit Elektronen aufgefüllt. Für elektrostatische Vorgänge sind ausschliesslich die Elektronen auf der äussersten Schale — es können nicht mehr als acht sein —, die sogenannten Valenzelektronen, von Bedeutung.

Gehen wir davon aus, dass sich die Ladungen der Grundbausteine der Materie in elektrisch neutralem Zustand befinden: Die Zahl der positiv geladenen Atomkerne (Protonen) und der negativ geladenen elektrischen Elementarteilchen (Elektronen) ist konstant. Durch beispielsweise Reibung ist es jedoch möglich, aus einem Stoff nicht gebundene, freie Elektronen zu entfernen oder ihm solche zuzuführen. Geschieht dies, so weist der Körper nach aussen hin einen elektrischen Zustand auf, er ist statisch. Aus dieser Gegebenheit resultieren vielfach hohe Spannungen, die bis in die Millionen Volt gehen können, aber verhältnismässig schwache Ströme.

Nicht in neutralem Zustand befindliche «Atome» und Moleküle oder sonstige Ladungsträger im molekularen Bereich werden als Ionen bezeichnet — die positiven Kationen, die negativen Anionen.

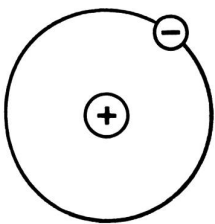


Abbildung 1 Bohrsches Atommodell vom Wasserstoff

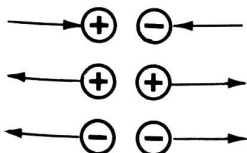


Abbildung 2 Ungleichnamige Ladungen ziehen sich gegenseitig an, gleichnamige stossen sich ab

Aus den bisherigen Feststellungen lässt sich ableiten, dass man weiss, was statische Elektrizität ist; man könnte sie als Ungleichgewicht im Elektronenhaushalt von Materialien umschreiben. Verschiedene Zusammenhänge des physikalischen Phänomens sind bis heute jedoch noch nicht ausreichend geklärt, es existieren nur Denkmodelle. Einmal liegt dies daran, dass die Problematik vielschichtiger — und «verwirrender» — Natur ist, zum anderen daran, dass die zur Untermauerung der theoretischen Vorstellungen vorgenommenen (vorzunehmenden) Versuche unter einer schlechten Reproduzierbarkeit leiden. Man stelle sich hierzu vor, dass sich beispielsweise die zur elektrostatischen Aufladung des Druckträgers führenden Vorgänge in einer Druckmaschine ständig wiederholen. Ausserdem ändern sich aber auch unablässig die zur Aufladung der Materialbahn führenden Parameter (hierunter versteht man eine veränderliche Hilfsgrösse), wie Andruck- und Trenngeschwindigkeit, Zug- und Druckspannung, Oberflächenwiderstände, die mikrogeometrische Struktur der Kontaktpartner Druckträger, Schablone, Zylinder, Maschinenteile usw., Temperaturunterschiede zwischen den beteiligten Oberflächen, Umgebungsbedingungen, wie Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Ionengehalt der Luft.

Elektrostatische Aufladungen treten unter zwei Vorzeichen auf, positiv oder negativ. Bei einem Elektronenüberschuss (Elektronen sind negativ geladen) spricht man von negativer, bei einem Elektronenmangel von positiver elektrostatischer Aufladung.

Statische Elektrizität ist elektrische Ladung in Ruhe; es ist kein geschlossener Stromkreis vorhanden. Sie ist meist nur in einem Nichtleiter (vorwiegend Kunststoff) anzutreffen, da in diesem Ladungen nicht oder nur äusserst schwer transportiert werden können, kann aber auch in einem isoliert aufgestellten Leiter (Metall) vorkommen. Die Weiterführung ist die Elektrodynamik, deren Gesetze Zusammenhänge bei bewegten Ladungen ergeben.

### Definition von statischer Elektrizität

Statische Elektrizität ist die Anhäufung von ruhenden Ladungen gleichen Vorzeichens — örtlich oder im ganzen — auf einem Körper (Stoff).

### Ursachen elektrostatischer Aufladungen

Von Bedeutung sind für den Praktiker in erster Linie statische Aufladungserscheinungen, die als Folge eines Kontaktes zweier Materialien und anschliessender Trennung entstehen. Hierbei kann es zu einem Elektronenaustausch kommen (Abbildung 3).

Die Höhe der Aufladung ist abhängig von verschiedenen Faktoren, die noch nicht alle restlos geklärt sind. Als bedeutendste und wichtigste Einflussgrössen können angesehen werden:

- Elektrische Leitfähigkeit
- Dielektrizitätskonstante
- Zahl und Dichte der Berührungspunkte (Andruck-Trennung)
- Geschwindigkeit der Vorgänge
- Gefügeänderungen, wie Zug- und Druckspannung
- Temperaturunterschiede zwischen den beteiligten Oberflächen
- Umgebungsbedingungen, wie relative Luftfeuchtigkeit, wie Ionengehalt der Luft usw.

<sup>2</sup> Coulomb, Charles Augustin de, französischer Ingenieur und Physiker, 1736–1806

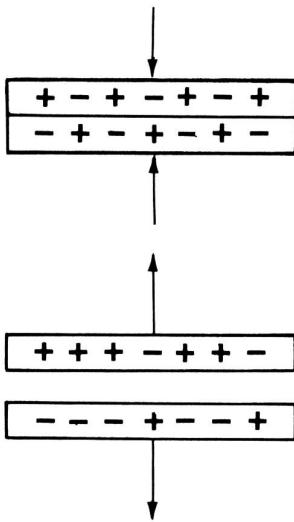


Abbildung 3 Zwei elektrisch neutrale Materialien kommen miteinander in Kontakt. Nach der Trennung ist das eine positiv und das andere negativ elektrostatisch aufgeladen.

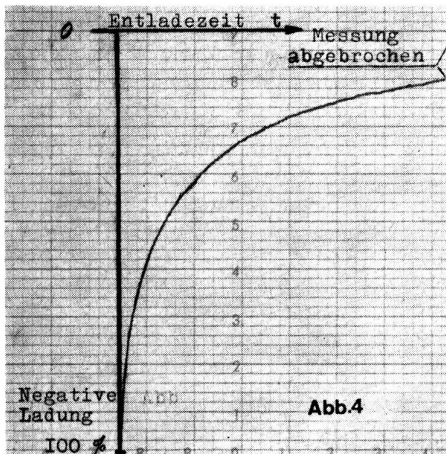


Abbildung 4 Halbwertzeit eines Nichtleiters

Die elektrische Leitfähigkeit hängt mit der unterschiedlichen chemischen Zusammensetzung der Stoffe zusammen. Die Isolation liegt um so höher, je langsamer sie ihre Ladung wieder ableiten. Die Geschwindigkeit der Ableitung wird mit der sogenannten Halbwertzeit angegeben. Diese gibt an, nach welcher Zeit die Ladung auf die Hälfte des Ausgangswertes abgesunken ist. Abbildung 4 zeigt die Halbwertzeit eines gängigen Nichtleiters.

Sind die beteiligten Stoffe gut leitfähig, geht die vollständige Wiedervereinigung praktisch gleichzeitig mit der Ladungstrennung vonstatten. Das besagt, dass Aufladungen nur dann entstehen können, wenn mehr Ladungen getrennt als wiedervereinigt werden. In der Regel muss hierzu mindestens eines der Materialien eine schlechte Leitfähigkeit aufweisen.

Sind beide Partner schlechte elektrische Leiter, kann oder ist nach erfolgter Ladungstrennung der eine positiv und der andere negativ aufgeladen. Die Höhe der Aufladung sowie das Vorzeichen ist ein Charakteristikum eines jeden Stoffes und erfolgt nach der Stellung derselben in der elektrostatischen Spannungsreihe, in die man die Stoffe einzuordnen versucht. (Es existieren mehrere Spannungsreihen, die alle untereinander etwas

variieren; nachstehende Tabelle zeigt drei derartige Reihen.) Am positiven Ende dieser Reihen stehen u. a. Glas, Nylon und Wolle, am negativen diverse Kunststoffe (Polyäthylen).

Nach der sogenannten Coehnschen Regel lädt sich beim Berühren (und anschließender Trennung) zweier Stoffe der in der Reihe voranstehende — mit der grösseren Dielektrizitätskonstante (DK) — positiv und der andere negativ. Die Ladungshöhe steht dabei in Abhängigkeit von der Differenz der Grösse der Dielektrizitätskonstanten. Aus der Regel erklärt sich auch die von vielen Praktikern gemachte Erfahrung — sofern gemessen wird —, dass zum Beispiel ein Stoff nach dem Kontakt mit Metall, Gummi, Holz oder Kunststoff mit anderem Vorzeichen aufgeladen sein kann (die Polarität schlägt um).

Ergänzend zur Coehnschen Regel sei noch gesagt, dass sie in der Fachwelt umstritten ist; aber es gibt auch keine bessere.

#### Elektrostatische Spannungsreihen

Spannungsreihe 1	Spannungsreihe 2	Spannungsreihe 3
positiv	positiv	positiv
Asbest	Wolle	Wolle
Glas	Nylon	Nylon
Glimmer	Seide	Viskose
Wolle	Viskose	Baumwolle
Katzenfell	Kord	Seide
Blei	menschliche Haut	Celluloseacetat
Seide	Glasfasern	Lucite
Aluminium	Baumwolle	Polyvinylalkohol
Papier	Glas	Dracon
Baumwolle	Acele	Orlon
Siegelwachs	Dracon	Dynel
Ebonit	Chrom	Velon
Messing	Orlon	Polyäthylen
Schwefel	Polyäthylen	Teflon
Gummi		
negativ	negativ	negativ

#### Messung und Nachweis von statischer Elektrizität

Eingangs wurde bereits gesagt, dass in der Textilindustrie und deren Forschungszweigen der statischen Elektrizität vermehrt Beachtung zufällt. Sie tritt beispielsweise störend bei der Erzeugung und Verarbeitung nichtleitender Materialien auf und muss daher gemessen und durch geeignete Massnahmen reduziert beziehungsweise eliminiert werden.

Bei der Manipulation mit Explosivstoffen, brennbaren Gasen, Staub-Luft-Gemischen, entstehen oft so starke elektrische Felder, dass es durch Funkenbildung zu Explosionen (Bränden) und schweren Unfällen kommen kann. Ferner können bei Berührung elektrisch aufgeladener Teile durch physische Schockwirkung Unfälle verursacht werden.

Aus diesen wenigen Beispielen wird schon ersichtlich, dass zur Vermeidung von Gefahren und Störungen sowie für Forschungszwecke eine zuverlässige Messung elektrostatischer Felder mittels eines handlichen und leicht zu bedienenden Gerätes unerlässlich ist. Eine zuverlässige Messung ist die mittels eines Feldstärkemessgerätes.

welches eine berührungslose Messung gestattet und das elektrische Feld der Coulomb-Ladungen entsprechenden Vorzeichens anzeigt.

Abbildung 5 zeigt ein das dem neuesten Stand der Technik entsprechendes Gerät. Die E-Feldmeter werden nach verschiedenartigen Messprinzipien (nach Prof. Schwenkhagen bzw. mit radioaktiven Isotopen) gebaut und bedürfen keiner behördlichen Umgangsgenehmigung.

Das empfindlichste Gerät erlaubt eine Feldstärkemessung, selbst wenn von 100 Milliarden Atomen nur eines an der Aufladung beteiligt ist.

Eine absolute Neuheit auf dem Weltmarkt ist ein Ex-Messgerät (mit PTB- und SEV-Prüfung), mit dem man beispielsweise direkt im Auftragswerk einer Veredlungsmaschine messen kann. Jeder Sicherheitsbeauftragte (Betriebs-Ingenieur) sollte über ein derartiges Gerät verfügen können.

Für den «blossen» Nachweis von statischer Elektrizität stehen verschiedene Methoden und Geräte zur Verfügung. So können statische Aufladungserscheinungen durch die Kraftwirkungen — Anziehung und Abstossung — nachgewiesen werden, die von Ihnen ausgehen. Vielfach hört, sieht oder spürt man Entladungsvorgänge. Starke Aufladungen lassen Glimmlampen (Phasenprüfer) aufleuchten. Mit elektrostatischen Voltmetern können die Spannungen gemessen werden. Das Abhören von Hochfrequenzschwingungen (Prasseln) als Ursache von Entladungsvorgängen ist eine weitere Methode.

Auch durch die Verwendung eines speziellen Pulvergemisches (Schwefel und Mennige) — mit dem das zu untersuchende Material bestreut wird — kann der Nachweis von statischer Elektrizität geführt werden. Durch Schütteln (Coehnsche Regel) laden sich die Schwefel negativ und die Mennige positiv auf. Die Schwefelteilchen haften an den positiv und die Mennige an den negativ geladenen Stellen der Oberfläche. Auf diese Weise lässt sich auch sichtbar machen, dass Materialien auf der einen Seite möglicherweise positiv



Abbildung 5 Eltex-E-Feld-Messgerät EM 01. Handliches Kleingerät mit separater Messsonde zum Messen elektrostatischer Aufladungen an Fäden und Bahnen.

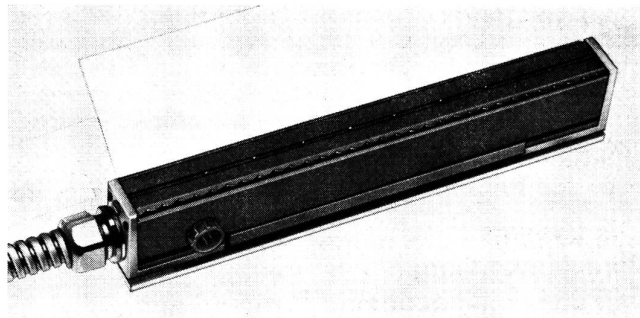


Abbildung 6 Eltex-Ionisationselektrode R 22. Elektronisch regelbarer, kurzschlussfester Ionisator für die hohen Ansprüche der Textilindustrie.

und auf der anderen negativ aufgeladen sein können. Weiter lässt sich feststellen, dass Ladungen leiten können — und zwar in willkürlicher Anordnung und Dichteverteilung.

Heino Petersen, 3097 Liebfeld-Bern

## Chemiefasern

### Zwei neue Swiss Polyamid Grilon-Fasern für den textilen Bodenbelagssektor

Die Grilon SA in Domat/Ems, Schweiz (Verkaufsgesellschaft der Textilprodukte der Emser Werke AG), hat ihr vielfältiges Faserangebot erneut um zwei Fasertypen erweitert. So hat sie neu in das Programm der seit Jahren im Markt bewährten «Swiss Polyamid Grilon CS 3 Faser» (mediumset Type) eine spinn-schwarz-düsengefärbte Faser in 17 dtex halbmatt, rund aufgenommen. Diese Faser bildet eine hervorragende Rohstoffbasis zur Herstellung von zwei- und dreidimensionalen genadelten Teppichböden für den Automobil- und Objektsektor. Neben den bekannten qualitativen Vorteilen hinsichtlich Echtheit und Verarbeitungsmöglichkeiten bietet die Spinnmassefärbung auch ökologische Vorteile. Sie wird deshalb vermehrt zur Abdeckung des Rohstoffbedarfes an preisgünstigen Grundfarben herangezogen.

Im Bestreben, die Vorteile der beiden Färbesysteme sinnvoll zu nutzen und in den Dienst der Teppichfabrikation zu stellen, bietet die Grilon SA die oben erwähnte CS 3 Faser in 17 dtex, halbmatt oder glänzend, rund oder multilobal auch flockegefärbt an. Diese Färbung wird dank ihrer grösseren Flexibilität für kleinere Mengen in der Lage sein, den modischen Bereich abzudecken.

Um den vielschichtigen Kundenwünschen soweit als möglich Rechnung zu tragen, kann nach Vorlagemustern jede beliebige Menge eingefärbt werden. Wird auf eine prompte Lieferung Wert gelegt, empfiehlt es sich, Standardfarben zu wählen.