

HAUG Ionisation

Funktionsweise aktiver Ionisatoren

Steffen Ulrich Homolka
Diplom-Ingenieur
HAUG GmbH & Co. KG



Ionisationssysteme



®

Funktionsweise aktiver Ionisatoren

Steffen Ulrich Homolka
Diplom-Ingenieur

Statische Elektrizität

Das Thema dieser Ausführungen sind die sogenannten Ionisatoren. Ionisatoren sind mit statischer Elektrizität verknüpft. Wie ist nun statische Elektrizität definiert? Man versteht darunter eine ruhende elektrische Ladung. Statische Elektrizität kann in Nicht-Leitern oder in gegen Erde isoliert aufgestellten Leitern auftreten.

Statische Elektrizität findet man auch in der Natur. Eine Wolke kann sich zum Beispiel in einem Gewitter so stark statisch aufladen, dass es zu einer Entladung gegen die Erde kommt. Eine Entladung kann auch auftreten, wenn eine positiv und eine negativ geladene Wolke zusammentreffen. Diese Entladungsvorgänge nehmen wir als Blitze wahr.

Auch bei Herstellungsprozessen in verschiedenen technischen Bereichen kommt es häufig zu unerwünschten elektrostatischen Aufladungen. Dieses physikalische Phänomen beobachtet man bei der Papier- und Folienverarbeitung, in der kunststoffverarbeitenden Industrie sowie in der Textilindustrie. Die wichtigste Einflussgröße für die Höhe der statischen Aufladung ist die elektrische Leitfähigkeit des betreffenden Materials. Weitere Parameter sind die Verarbeitungsgeschwindigkeit und die Luftfeuchtigkeit.

Im technischen Bereich kann statische Elektrizität durch erhöhte Luftfeuchtigkeit, durch Wässern, durch Beflammen oder durch Ionisatoren verringert oder beseitigt werden.

Die Firma HAUG hat sich auf die Herstellung von Ionisationssystemen spezialisiert und produziert in der Schweiz und in Deutschland Geräte zur Beseitigung von statischer Elektrizität sowie Geräte, die Materialien gezielt aufladen (sogenannte Aufladegeneratoren).

Entstehung elektrostatischer Aufladungen

Früher hat man versucht, die Entstehung statischer Elektrizität auf Reibungsvorgänge zurückzuführen (Triboelektrizität).

Heute liefert die Halbleiterphysik folgende Theorie: Bringt man zwei Materialien in engen mechanischen Kontakt, so kommt es innerhalb der gemeinsamen Grenzschicht aufgrund unterschiedlicher Elektronenaustrittsarbeiten zu einem Elektronenübertritt. An der gemeinsamen Grenzschicht, der sogenannten Helmholtz-Doppelschicht, ist eine Spannung von wenigen Millivolt wirksam (Grafik 1).

Die Grenzschichten der beiden Materialien können als Plattenkondensator aufgefasst werden, dessen Spannung U sich nach

$$U = \frac{Q}{C} \quad (2.1)$$

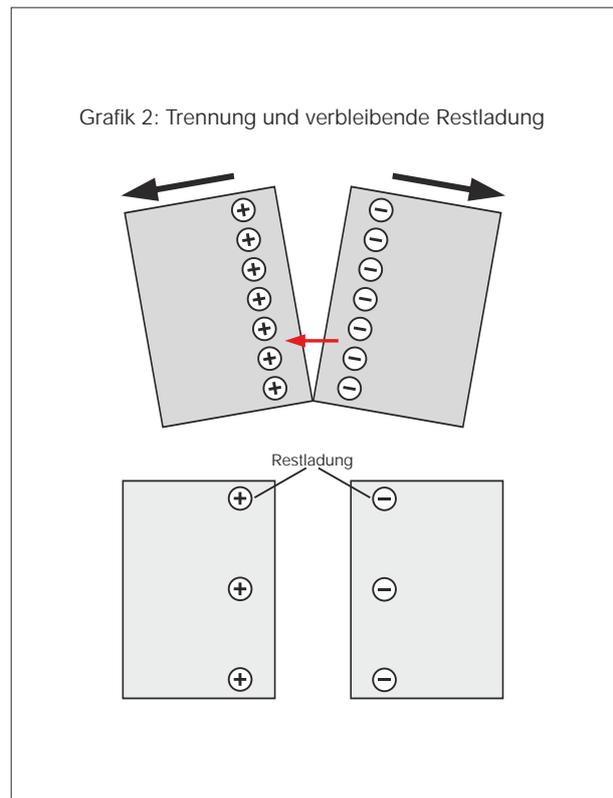
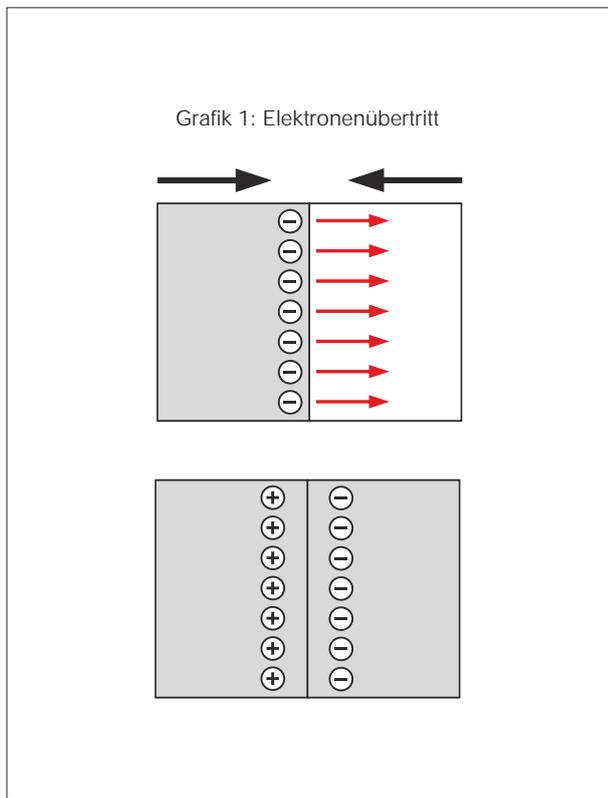
bestimmen lässt. Dabei ist Q die Ladung und C die Kapazität des Kondensators. Bei einer Trennung der beiden Werkstücke vergrößert sich ihr Abstand um mehrere Größenordnungen. Gemäß der Beziehung

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d} \quad (2.2)$$

verringert sich die Kondensatorkapazität entsprechend.

Dabei ist $\epsilon_0 = (8,859 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ J}^{-1} \text{ m}^{-1})$ die Dielektrizitätskonstante und ϵ_r die Dielektrizität der Zwischenschicht. A ist die Fläche der Kondensatorplatten. Es handelt sich also um ein Kontaktphänomen. So lässt sich auch der Einfluss der Reibung erklären, da die Reibung die Größe der Kontaktfläche beeinflusst.

Bei einer Trennung der beiden Werkstücke steigt die Spannung beträchtlich an (bis 10 kV und mehr) falls es nicht zu einem Ladungsausgleich kommt (Grafik 2).





Messung statischer Elektrizität

Statische Elektrizität kann man indirekt messen, indem man die von ihr ausgehenden Wirkungen registriert. Man benutzt heutzutage Feldstärkemessgeräte, die die Influenz- oder Modulationsmessmethode benutzen. Diese Geräte arbeiten berührungslos und messen das elektrische Feld nach Betrag und Vorzeichen.

Influenzmessgeräte messen Influenzladungen, die durch die Wirkung des elektrostatischen Feldes eines aufgeladenen Körpers erzeugt werden.

Modulationsmessgeräte überführen durch mechanische Modulation das zeitlich konstante elektrostatische Feld in eine Wechselgröße, die gemessen wird. Nach diesem Prinzip arbeitet das Rotationsvoltmeter, das auch unter dem Namen Feldmühle bekannt ist. Beim Rotationsvoltmeter wird durch einen rotierenden Flügel eine Kapazität moduliert. Bekanntlich ist die Ladung Q eines Plattenkondensators gemäß

$$Q = C \cdot U \quad (3.1)$$

der an den Kondensator angelegten Spannung U proportional.

Dabei ist C die Kapazität des Kondensators. Differenziert man Gleichung (3.1) nach der Zeit, so erhält man

$$\frac{dQ}{dt} = i = \frac{dC}{dt} \cdot U + C \cdot \frac{dU}{dt} \quad (3.2)$$

Beim Kondensator ist die angelegte Spannung U mit der elektrischen Feldstärke E des Feldes zwischen den Platten durch die Gleichung

$$U = E \cdot d \quad (3.3)$$

verknüpft. Der Abstand der Platten ist d . Bei konstanter Spannung erhält man aus (3.2) und (3.3)

$$i = \frac{dC}{dt} \cdot E \cdot d \quad (3.4)$$

Der auf die Kapazität fließende (ebenfalls modulierte) Strom i ist also proportional zur Feldstärke E .

Störungen durch elektrostatische Ladungen

In der Textilindustrie sind elektrostatische Aufladungen aus verschiedenen Gründen unerwünscht:

Spulengatter

Hier entstehen hohe elektrostatische Aufladungen bei der Trennung des Fadens vom Spulenwickel. Beim Durchlaufen des Fadens von Führungsösen entsteht zusätzliche statische Elektrizität. Das aufgeladene Material zieht Schmutzpartikel aus der Umgebung an. Gleichnamig aufgeladene Fäden stoßen sich gegenseitig ab und Fäden mit Ladung entgegengesetzter Polarität ziehen sich an. Die Fäden flattern und vermehrte Fadenbrüche sind die Folge.

Abtafeleinrichtung

Eine statisch aufgeladene Warenbahn lässt sich nur ungleichmäßig abtafeln. Die Kräfte, die durch Aufladung entstehen, können dazu führen, dass die Ware sich um Walzen und Rollen wickelt.

Bedienpersonal

Personen, die sich elektrostatisch aufgeladener Ware nähern, können sehr unangenehme elektrische Schläge erleiden.



Ionisatoren

Ionisatoren erzeugen Ionen, also elektrisch geladene Atome und Moleküle. Bei einem elektrisch neutralen Atom ist die Zahl der Protonen im Atomkern identisch mit der Zahl der Elektronen in der Atomhülle. Bei einem Ion ist demgegenüber die Zahl der Elektronen erhöht oder erniedrigt. Da die Elektronen Träger der negativen Ladung sind, entsteht ein negatives Ion, wenn sich die Zahl der Elektronen in der Atomhülle vergrößert. Ein positives Ion hat ein oder mehrere Elektronen weniger als ein entsprechendes elektrisch neutrales Atom.

Ionisiert werden die gasförmigen Luftbestandteile. Feste Teilchen und Wasserdampf in der Luft werden aufgeladen.

Ionisatoren gibt es in verschiedenen Bauformen. Am häufigsten werden stabförmige Ionisatoren verwendet.

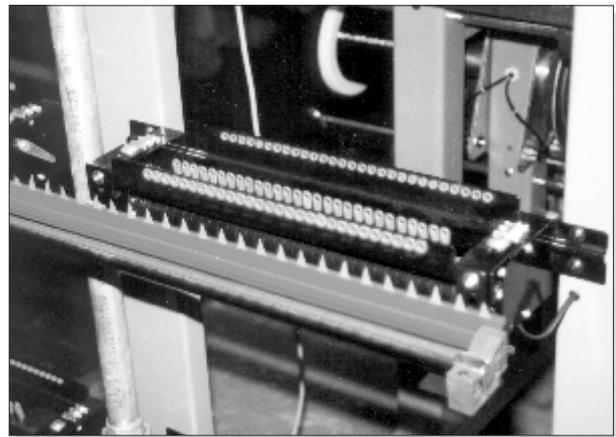


Bild 1: Passiver Ionisator an einer Schärmaschine



Bild 2: HAUG-Hochspannungsnetzteil und Ionisationsstab



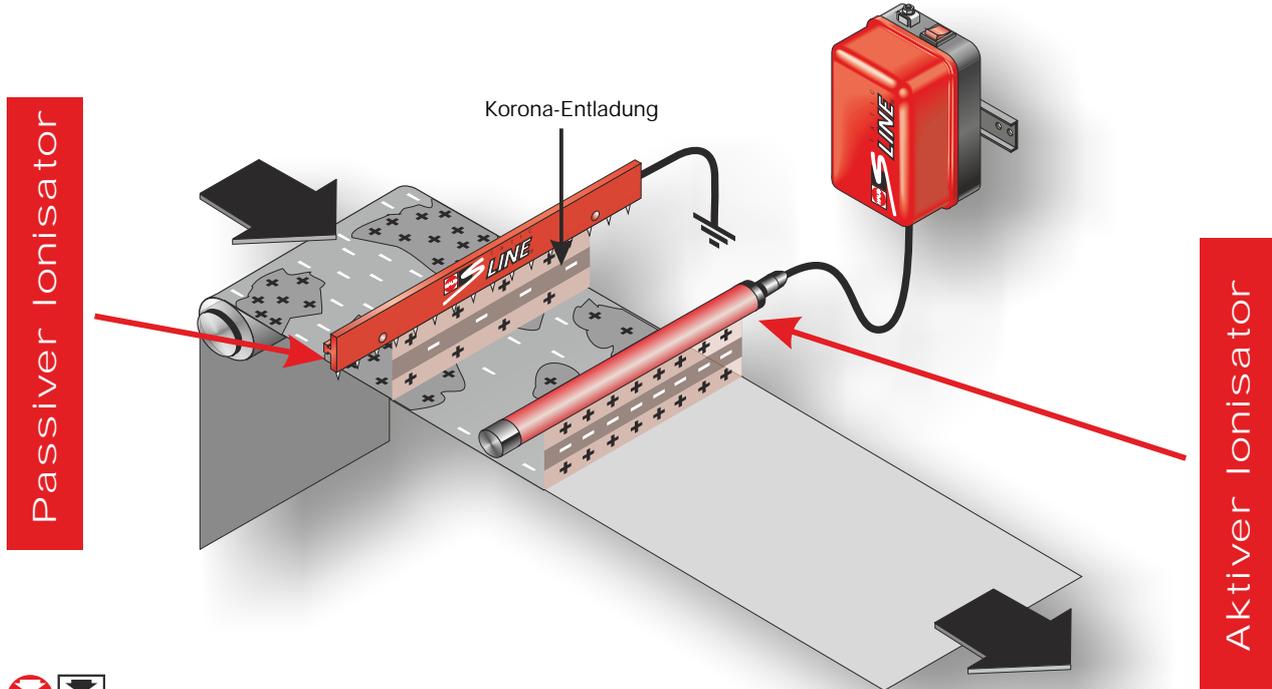
Passive Ionisatoren

Passive Ionisatoren sind so aufgebaut, dass metallische Spitzen mit der Erde verbunden sind. Wird ein solcher Ionisator in die Nähe eines geladenen Materials gebracht, so wird in den Spitzen des Ionisators eine Korona-Entladung induziert, die wiederum Ionen erzeugt.

Die Wirkung von passiven Ionisatoren ist beschränkt. Sie werden in der Regel nur in Verbindung mit aktiven Ionisatoren eingesetzt.

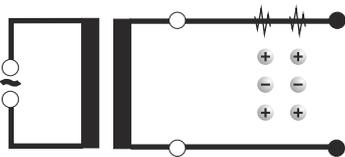


Bild 3: Passiver Ionisator



Aktive Ionisatoren

Aktive Ionisatoren werden nach verschiedenen Bauprinzipien hergestellt. Am häufigsten werden Wechselspannungsgeräte eingesetzt. Die HAUG-Spannungserzeuger arbeiten mit Netzfrequenz (50 Hz) und generieren eine Spannung von ca. 7 kV.



Grafik 3: Prinzip eines aktiven Ionisators

Bei Ionisationsstäben liegt die Hochspannung an vielen Spitzen an. Bei HAUG-Ionisationsstäben sind die Spitzen nicht direkt mit der Hochspannung verbunden; sie sind vielmehr galvanisch von ihr getrennt. Dadurch sind die HAUG-Ionisationsstäbe berührungssicher. An jeder Spitze werden im Takt der Netzfrequenz positive und negative Ionen erzeugt (Grafik 3), und zwar in der positiven Halbwelle der Wechselspannung positive Ionen und in der negativen Halbwelle negative Ionen. Diese Ionen neutralisieren Ladungen, die sich auf einem Material unterhalb des Ionisationsstabes befinden, da die Ionen von Ladungen entgegengesetzter Polarität angezogen werden. Überzählige Ionen fließen über den Mantel des Stabes an die Erde ab. Somit können keine unerwünschten Ladungen aufgebracht werden. Ein aktiver Ionisator der beschriebenen Bauart ist selbstregelnd.



Bild 4: Aktiver Ionisator an einem Schlauchbeutelautomaten



Aktive Ionisatoren mit Luftunterstützung

Ionisatoren der im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Bauart haben einen systembedingten Nachteil: ihre Reichweite ist relativ eng beschränkt (10 mm bis max. 200 mm). Da Ionen beider Polarität erzeugt werden, rekombinieren die generierten Ionen in einer gewissen Entfernung vom Ionisator. Die Ionen werden also in einer größeren Distanz neutralisiert. Dieses Phänomen kann verringert werden, indem man die Ionen mit Druckluft vom Ionisator wegbefördert. Auf diese Art kann der Wirkbereich eines Ionisators auf bis zu maximal ca. 70 cm vergrößert werden.

Druckluft wird vor allem dann eingesetzt, wenn eine Oberfläche zu reinigen ist. Die ionisierte, komprimierte Luft löst besonders wirkungsvoll Staub- und Schmutzpartikel. Die Ionisation hebt dabei die elektrostatischen Bindungskräfte zwischen den Partikeln und der Oberfläche auf (Bild 5 / 6).

HAUG bietet Ionisatoren mit Luftunterstützung in vielerlei Bauformen an. Es gibt ringförmige Ionisatoren mit Luftunterstützung für den Handbetrieb und für den stationären Einbau. Stabförmige Ionisatoren können durch eine Blasluftleiste ergänzt werden oder man kombiniert sie mit einem Rohr, das mit Düsen versehen ist.

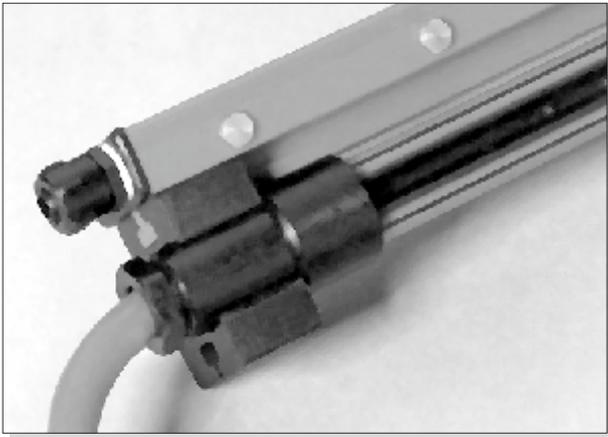


Bild 6: Ionisationsstab, kombiniert mit luftunterstütztem "Jet-Streamer" zur Abreinigung von Oberflächen und zum Transport erzeugter Ionen auf größerem Abstand.



Bahnreiniger

Heutzutage werden bei der Papier-, bei der Kartonagen- und bei der Textilverarbeitung immer höhere Anforderungen an die Sauberkeit des Materials gestellt. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Materialbahn einer Weiterverarbeitung zugeführt werden soll und wenn die Qualitätsanforderungen hoch sind.

In solchen Fällen kommen Bahnreinigungsanlagen zum Einsatz. Bei Bahnreinigern werden verschiedene Techniken kombiniert. Das Ziel ist, Fasern, Puder und Staub von der Materialbahn zu entfernen. Die an der Materialoberfläche haftenden Partikel werden durch die ionisierte Blasluft aufgewirbelt und anschließend abgesaugt. Unter Umständen wird der Schmutz zusätzlich durch rotierende Bürsten vom Material entfernt.

HAUG bietet verschiedene Bahnreinigungsanlagen mit Absaugbreiten von 30 cm bis 2 m an. Grafik 4 zeigt eine Bahnentstaubung, die mit zwei Ionisationsstäben ausgerüstet ist. Ein zwischen den Stäben strömender Luftstrahl leitet die positiven und negativen Ionen unter einem Neigungswinkel auf die Materialoberfläche. Die aufgewirbelte Luft mit den darin enthaltenen Staubteilchen wird dort angesaugt, wo der Ionenstrahl die Oberfläche trifft.



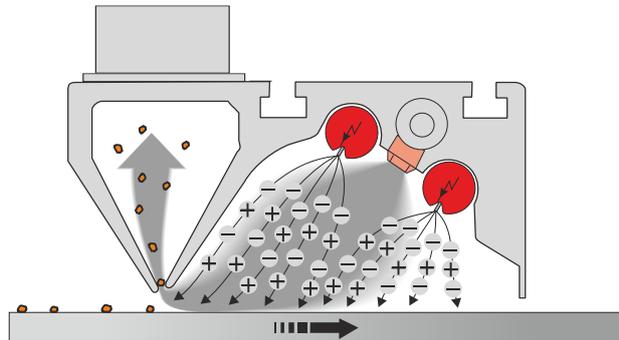
Bild 5: HAUG-Nadelionisator mit Luftunterstützung und Absaugung zur Flaschenreinigung

Literatur

Gärtner, R.: *Elektrostatische Aufladung und Entladung*
Universität der Bundeswehr München, 1991

Gerthsen, Kneser, Vogel: *Physik*
Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 14. Auflage 1982

Lüttgens, G., Glor, M.: *Elektrostatische Aufladungen begreifen und sicher beherrschen*, Expert-Verlag, 2. Auflage, 1988



Grafik 4: HAUG Statik-Air, System Dr. Escherich, zur Abreinigung auf Bahnen und Platten



Bild 7: Bahnentstauber



HAUG GmbH & Co. KG Deutschland

Friedrich-List-Str. 18
D-70771 Leinf.-Echterdingen
Telefon: +49 711 / 94 98-0
Telefax: +49 711 / 94 98-298

www.haug.de
E-mail: info@haug.de

HAUG Biel AG Schweiz

Johann-Renfer-Str. 60
CH-2500 Biel-Bienne 6
Telefon: +41 32 / 344 96 96
Telefax: +41 32 / 344 96 97

www.haug-ionisation.com
E-mail: info@haug-biel.ch

HAUG North America Kanada

Limited Partnership
1200 Aerowood Drive, Units 14 & 15
Mississauga, ON L4W 2S7, Canada
Telefon: +1 905 / 206 97 01
Telefax: +1 905 / 206 08 59

www.haug-static.com
E-mail: info@haug-static.com