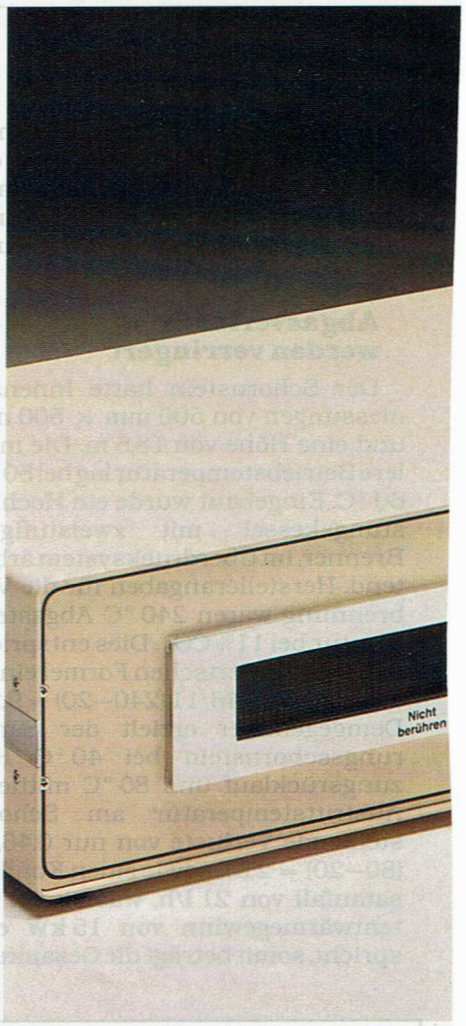
Potentiale abbauen

Elektrostatische Aufladungen lassen sich verhindern mit der Druckstoßionisation



Elektrostatische Aufladungen können in der Industrie zu erheblichen Störungen oder Gefährdungen führen. Andererseits ist ein „Anketten" von Mitarbeitern zum Ableiten von Aufladungen häufig nicht praktikabel, weil der Bewegungsspielraum eingeschränkt wird. Eine Möglichkeit, Aufladungen abzubauen oder ein Neuentstehen zu verhindern, ist die Druckstoßionisation. Derartige Geräte lassen sich mobil oder stationär verwenden. Ein Beispiel ist der Einbau von Druckstoßionisationsgeräten in die Lüftungsschächte von Klimaanlagen.

MM Maschinenmarkt

Es ist allgemein bekannt, daß im Bereich der Elektronik die Elektrostatik als große Fehlerquelle anzusehen ist (Bild 1). Die Elektrostatik tritt meist dann auf, wenn sie vernachlässigt oder unterschätzt wird. Andererseits ist es unzumutbar, Mitarbeiter angekettet arbeiten zu lassen, denn es ist damit oft nicht möglich, gewisse Bewegungsabläufe frei zu gestalten. Ebenso treten elektrostatische Erscheinungen in der Filmtechnik auf. Dort ist die Ausschußrate sehr hoch.

Man kann heute in der Technik fehlerfrei arbeiten, ohne die Sorgen haben zu müssen, daß sich Staubpartikelchen oder Schwebeteilchen infolge Aufladung auf der Folie anlagern und haften bleiben. Denn dort kann ein Staubkorn dann mehrere Leiterbahnen beim Belichten abdekken. Das Resultat ist Ausschuß. Elektrostatische Aufladungen kann man heute ohne große Schwierigkeiten kompensieren mit dem Verfahren der schadstofffreien Ionisation.

Es gibt sehr viele Einflußgrößen der Elektrostatik, wie elektrische Leitfähigkeit, Dielektrizitätszahl, Zahl und Dichte der Berührungspunkte, Geschwindigkeit der Vorgänge und Änderungen der Gefüge, wie Dehnen und Stauchen der Oberfläche. Die elektrische Leitfähigkeit der Werkstoffe ermittelt sich aus der Ladungstrennung. Um das Gleichgewicht oder ein potentialfreies Feld zu erhalten, gilt es die elektrische Leitfähigkeit zu erhöhen. Das ist die wichtigste Einflußgröße. Ein Verfahren ist die Druckstoßionisation. Die Druckstoßionisation hat alle Varianten der Kompensation in einer Wirkungsweise in sich vereinigt.

Tobla ist Projektleiter einer technisch-medizinischen Firma in Buxtehude.

Zum klaren Veranschaulichen noch ein paar Daten der Elektrostatik. Die Elektrostatik ist grundsätzlich unbeweglich. Das bedeutet, daß oft nur ein Teil an Entladungen erfolgt. Die anderen Restpotentiale bleiben bestehen. Deshalb ist das Anketten von Mitarbeitern nur ein kleiner Beitrag zum Eliminieren der Elektrostatik. Das in etwa gleiche Resultat ist das Eliminieren mit Bürsten in der Filmtechnik. Die Potentiale werden nicht restlos kompensiert. Daneben können sich sofort wieder neue Potentiale bilden. Auch gibt es die Möglichkeit, mit Ionisation die Potentiale zu kompensieren, dies ist bis jetzt nur teilweise gelungen, weil die sogenannte Spitzenentladung Verwendung fand. Man spricht vom Koronaeffekt. Es wird bei diesem Verfahren eine sehr große Feldstärke gebildet und damit die Feldverläufe manipuliert. Die wenigen Ionen, die die Leitfähigkeit erhöhen sollen, werden sofort rekombiniert. Daher ist nur eine äußerst geringe Erhöhung der Leitfähigkeit festzustellen [1].

Um wirklich konstant und wirkungsvoll den Luftleitwert auf nahezu 1 zu bringen und zu halten, wird die Druckstoßionisation verwendet

(Bild 2). Dies ist mit der heutigen Technik machbar. Die Druckstoßionisation beinhaltet zwei physikalische Vorgänge, die zu einem Vorgang zusammengefaßt werden. Um ionisieren zu können, wird vorrangig eine bestimmte definierte Spannungs-Frequenz benötigt. Diese wird als unelastische Ionisationsspannung bezeichnet. Sie alleine reicht aber nicht aus, um eine Ionisation aufrechtzuerhalten oder zu starten. Deshalb ist noch ein statischer Überdruck von wenigen mbar erforderlich.

Rekombinationszeit ist entscheidend

Dieses Verfahren ist relativ neu, denn erstmals werden Kleinionen negativ oder/und positiv schadstofffrei gebildet. Sie tragen auch zur Gesundung des Klimas oder der Gesundung des Menschen bei [2].

In erster Linie wird in der Industrie die Ionisation gezielt angewendet. Sie arbeitet, ohne daß Schadstoffe entstehen, wenn man die Druckstoßionisation nutzt. Schadstoffe, wie Ozon und Stickstoffdioxid, sind äußerst giftige Atemgase. Diese Gase oder Oxidationen der Luft gehen radikale Verbindungen ein. Deshalb sind Spitzenentladungsionisatoren äußerst verpönt in der Anwendung. Die Spitzenionisatoren haben noch einen weiteren Nachteil. Es ist erwiesen, daß die Spitzen erodieren und Metallionen emittieren. Sie sind äußerst unerwünscht, weil sie in der C-MOS-Fertigung die Ausschußrate kontinuierlich hochhalten, sobald die Emission fortgeschritten ist. Von Schadstoffgasen ganz zu schweigen. Es ist bis heute nicht möglich, und es wird es auch nie sein, mit Spitzenionisatoren so zu arbeiten wie mit der Druckstoßionisation.

Was sind Ionen, wie werden diese gewonnen? Ionen werden in drei Größen eingeteilt, in Klein-, Mittel- und Großionen (Tafel 1). Anhand der „Lebensdauer" kann man klar erkennen, wie lange die Rekombinationszeiten sind. Je kürzer sie sind, um so wichtiger sind diese für die Elektrostatik. Denn Groß- und Mittelionen werden genug und relativ leicht erzeugt. Währenddessen sind Kleinionen schwierig zu erzeugen. Im allgemeinen geschieht das mit Reibung, Hitze, Strahlung (Wärme), Strahlung (radioaktiv) und elektrische Entladungen. Die Ausbeute ist leider gering, noch reicht sie unbegrenzt. Kleinionen rekombinieren sich nach etwa 18 s, das heißt, sie haben ihre eigene Größe verloren und sich elektrisch neutralisiert. Zum Teil werden Mittelionen daraus, weil sie sich anlagern und Cluster bilden, die damit eine höhere Potentialdifferenz bilden und somit wertlos werden. Das sind wiederum die kleinen Übeltäter, die die Elektrostatik aufrechterhalten können. Großionen kann man schon sehen. Sie sind Schwebepartikelchen mit relativ großen Potentialen. Diese sind völlig wertlos.

Das Anwenden von Druckstoßionisatoren ist unbegrenzt möglich. Die Geräte sind nach den jeweiligen Anforderungen konzipiert. Sie lassen sich mobil und stationär anwenden.

Tafel 1: Einteilung von Ionen nach ihrer Größe

Ionenart / Merkmale	Kleinionen	Mittelionen	Großionen
Lebensdauer	8 bis 18 s	maximal 30 min	Tage bis Wochen
Größe Å	10	50	1000

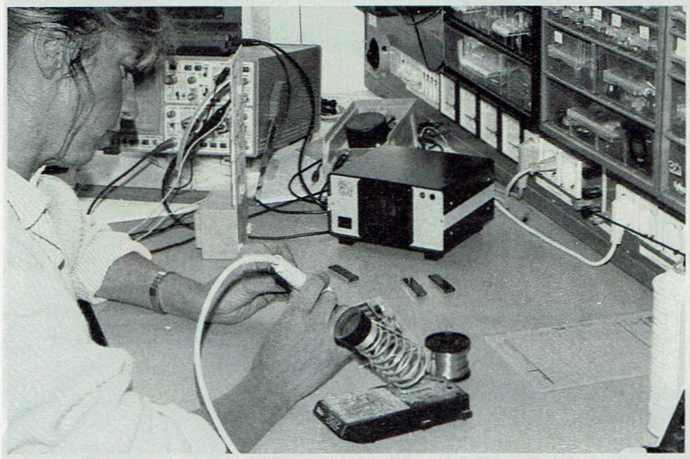


Bild 1: Elektronische Bausteine wie integrierte Schaltkreise reagieren zum Teil sehr empfindlich auf elektrostatische Auf- und Entladungen

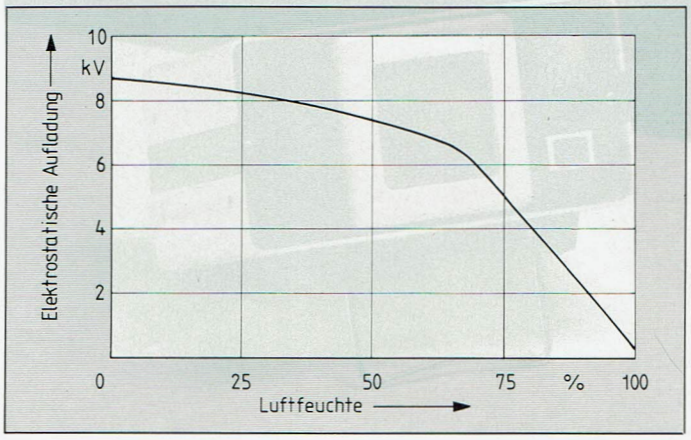


Bild 2: Abhängigkeit des Luftleitwertes von der statischen Aufladung und der Luftfeuchte

Bild 3: Messen der statischen Aufladung an einem Bildschirm kurz nach dem Einschalten. Es wird eine positive Ladung von 2,3 kV ermittelt

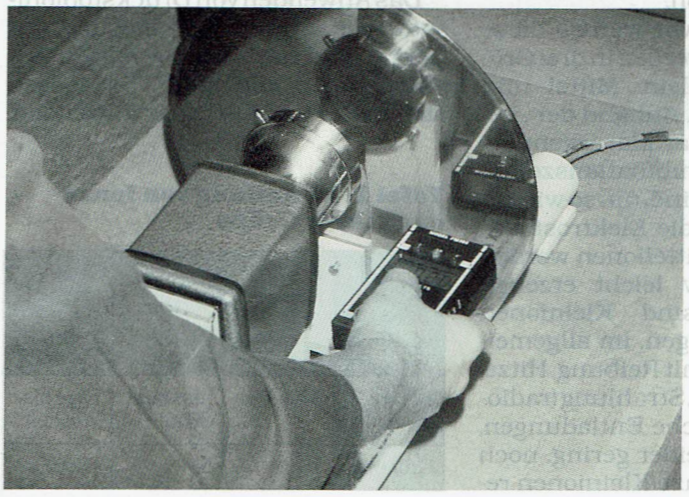


Bild 4: Versuch zum Abbau von statischen Aufladungen mit Hilfe druckstoßionisierter Luft

Auch ist der Luftdurchsatz unterschiedlich gestaltet. Bei den mobilen Geräten ist der Luftdurchsatz regelbar. Die stationären Geräte werden von Zentrallüftungen mit dem Medium Luft gespeist. Die Luft ist im allgemeinen gefiltert, das heißt, es werden relativ saubere Moleküle zum Ionisieren vorgefunden.

Wie wird ionisiert? Wird ein Elektron von einem O_2-Molekül mit „Beschuß" entfernt, so ist das Molekül positiv geladen. Das entfernte Elektron schießt wieder ein oder mehrere Elektronen ab. So bleibt bei konstanter unelastischer Ionisationsspannung die Ionisation in Gang, vorausgesetzt, die Spannung ist positiv. Ist diese negativ, ist die Ionisation negativ, das heißt, ein Elektron muß zugeführt werden. Weil aber wieder ein Elektron von einem Molekül entfernt werden muß, ist dies kurzfristig positiv. Wie man erkennen kann, ist es das Problem, die negative Ionisation aufrechtzuerhalten. Dies ist nur mit der Druckstoßionisation möglich. Spitzenentladungsionisatoren liefern positiv-negative Ionen, daher geringe Luftleitwerte. Die Rekombinationszeit liegt also bei fast 0 s, aber der Schadstoffanteil ist dafür äußerst hoch. Klar ausgedrückt bedeutet dies eine positiv-negative Ionisation. Diese ist aber nicht haltbar, weil zum Eliminieren von Elektrostatik auch nur reine Polaritäten benötigt werden. Um diese Polaritäten der Ionen messen zu können, benötigt man ein Ionenmeßgerät (Bild 3). Es gibt auf dem Markt nur drei Hersteller. Zwei davon in der Bundesrepublik Deutschland, einen in den USA. Eines davon ist amtlich anerkannt! Es müssen definierte Größen physikalisch erfaßt sein. Diese sind durch die Bauart sowie Anzeige in Ionen je cm^3/s gewährleistet.

Die Ionisation der Raumluft läßt auch Feldlinienmessungen zu. Diese sind in V/cm gemessen. Es gibt eine Meßvorrichtung, die dies ermöglicht, Ionisation genau und zeitlich definiert zu erfassen. Es wird über eine Spitzenelektrode eine Ladung von 12 000 V auf eine polierte und entgratete Scheibe abgegeben. Diese nimmt die Ladung Q_e auf. Jetzt kann über das Feldlinienmeßgerät die Elektrostatikspannung gemessen werden. Diese Oberflächenspannung hält sich unter üblichen Umständen viele Stunden (Luftfeuchtigkeit ~50%, 20 °C) lang. Wird jetzt mit dem Druckstoßionisator die Scheibe angeblasen (2 m Entfernung V_{Luft} = 0,5 m/s), so ist die Scheibe in etwa 1,5 s potenti-

alfrei! Für die Fertigungstechnik ist dies von enormer Bedeutung (Bild 4). In Japan sind inzwischen für eine Materialschleuse Druckstoßionisatoren installiert worden, die für die C-MOS-Fertigung verwendet werden. Die Funktion ist einwandfrei, und der Vorausschuß soll sich bis zu 80 bzw. 85% gesenkt haben, weil die statischen Aufladungen laufend und kontinuierlich eliminiert werden; die Mitarbeiter klagen auch nicht über Ozongeruch oder ähnliches. Wie man sieht, gibt es gravierende Unterschiede der Spitzenentladung der Druckstoß-Ionisation. Die Vorteile überwiegen für die Druckstoß-Ionisatoren.

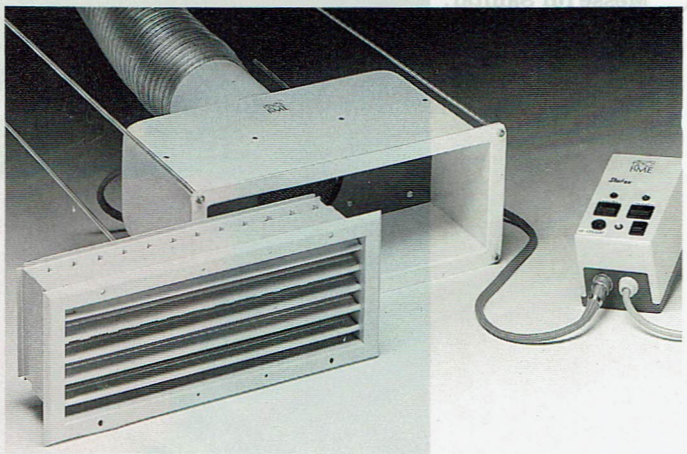


Bild 5: Druckstoßionisationsgeräte werden häufig direkt in die Lüftungsschächte von Klimaanlagen integriert

Ionisationsgerät in Klimaanlage integriert

Die Druckstoß-Ionisation erzeugt polare Ionen, während die Spitzenentladungsionisatoren eine sehr gute Feldstärke und Büschelentladungen erzeugt. Die Druckstoß-Ionisation erhöht als einzige den Luftleitwert Lambda (Bild 5). Gleichzeitig werden die benötigten Ionen für den menschlichen Organismus in den Raum abgegeben. Die Anwendungen der Ionisatoren sind vielfältig.

Sie reichen vom privaten Raum bis zur Arbeitsplatzionisation. Die stationäre Anwendung findet dort statt, wo es auf totale potentialfreie Zonenbelüftung ankommt, wie in Reinlufträumen und Reinluftflowboxen (laminare Belüftung). Häufig werden Druckstoßionisationsgeräte gleich in die Lüftungsschächte von Klimaanlagen integriert (Bild 5). Ebenso sind in Räumen für Kommunikation, Computerterminals, Fertigungstechnik, Fördertechnik und Lagertechnik stationäre Anwendungen unumgänglich.

Schrifttum

[1] Richtlinien Berufsgenossenschaft Chemie.
[2] Blach, T.: Raumluftbedingungen verbessern mit Ionisationsgeräten. Maschinenmarkt 92 (1986) 44, S. 46–49.