



**Erfnungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑯ Gesuchsnummer: 7059/81

⑰ Inhaber:  
ELTAC Nogler und Daum KG, Innsbruck (AT)

⑯ Anmeldungsdatum: 04.11.1981

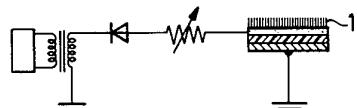
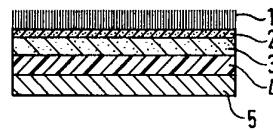
⑰ Erfinder:  
Oppitz, Hans, Mils (AT)

⑯ Patent erteilt: 15.12.1986

⑰ Vertreter:  
Bovard AG, Bern 25

⑯ Elektrode und Gerät für elektrostatische Anwendungsbereiche.

⑯ Die Elektrode umfasst einen polymeren Flor (1) mit geringen Faserleitwerten und eine auf der einen Seite des Flors (1) angeordnete elektrisch leitende Kleberschicht (2). An die Kleberschicht (2) schliessen sich ein hochohmiger Schichtgemischwiderstand (3) und eine Isolierschicht (4) an. Über eine an den Schichtwiderstand (3) verbundene Stromzuführung kann eine elektrische Spannung an den Flor (1) angelegt werden. Auf der dem Flor (1) abgewandten Seite der Isolierschicht (4) ist zum Bilden eines Kondensators eine elektrisch leitende Schicht (5) angeordnet. Der genannte Kondensator dient zur Glättung der angelegten Spannung. Mit dieser Elektrode kann über eine grosse Fläche ein gleichförmiges elektrisches Feld aufgebaut werden.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrode für elektrostatische Anwendungsbereiche, insbesondere zum Ionisieren eines Gases oder Gasgemisches, dadurch gekennzeichnet, dass ein polymerer oder textiler Flor (1) oder ein natürliches Material mit geringen Faserleitwerten auf der Anschlussseite über einen hochohmigen Schichtgemischwiderstand (2, 3) mit der Stromzuführung oder Stromableitung verbindbar ist und dass der Schichtgemischwiderstand (2, 3) auf einem festen oder biegsamen Isolator (4) aufgebracht ist.

2. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das natürliche Material ein natürliches Fell ist.

3. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Flor (1) polymere Fasern, insbesondere solche, die sich zur elektrostatischen Beflockung eignen, enthält oder Gewebe aus diesen Fasern ist.

4. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Flor (1) hochpolymere Fasern, insbesondere solche, die sich zur elektrostatischen Beflockung eignen, enthält oder Gewebe aus diesen Fasern ist.

5. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Flor (1) Mischmaterialien oder Mischgewebe enthält

6. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Leitwert des Flors (1) bzw. der Fasern des Flors (1) durch vorzugsweise chemische Behandlung bestimmte Werte aufweist.

7. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an der Rückseite des Isolators (4), auf den der Schichtgemischwiderstand (2, 3) aufgebracht ist, eine weitere leitende Schicht (5) aufgetragen ist.

8. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schichtgemischwiderstand (2, 3) durch einen leitfähigen Lack gebildet und auf den Flor (1), vorzugsweise textiles Gewebe oder Teppichgewebe aufgebracht ist.

9. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschluss des Flors (1) vorzugsweise eines festen Kunstfasergewebes, über ein mit leitfähigem Lack behandeltes gitter-, netz- oder folienförmiges Material erfolgt.

10. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Flor auf einer rotationsfähigen Rolle angeordnet ist.

11. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Flor über die Stromzuleitung an Masse angeschlossen ist.

12. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schichtgemischwiderstand als Kleber ausgebildet ist.

13. Gerät zum Reinigen von Luft mit wenigstens einer Elektrode gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrode Durchbrüche aufweist, und dass auf der Rückseite der Elektrode ein Behältnis (7; 11; 16; 21) zur Aufnahme von elektrostatischen Abscheidungen angeordnet ist.

14. Gerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Elektroden einander gegenüberliegend angeordnet sind und aus einem Schichtgemischwiderstand (2, 3) und dem Flor (1) bestehen, wobei der Flor (1) zumindest einer der beiden Elektroden (10) auf einem Gitter bzw. einen Steg gelagert ist und dieser ein z. B. polaritätsgleiches Behältnis zur Aufnahme der elektrostatischen Abscheidungen zugeordnet ist.

15. Gerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zum Aufbau möglichst inhomogener Felder eine von zwei Elektroden (8, 9, 10; 15, 17; 19, 20; 24, 25) wesentlich kleiner ist als die andere oder mit schmalen, weit auseinanderliegenden mit Flor beschichteten Stegen ausgebildet ist.

16. Gerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Flor von Elektroden, die z. B. flächig ausgeführt sind, an den Randzonen gegengepolzt ist, wobei der Flor im zentralen Teil der Elektrode und im Randteil elektrisch getrennt ist.

17. Gerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere mit Flor beschichtete Elektroden unter dem Dach von Gewächshäusern angeordnet und vorzugsweise positiv gepolt sind.

18. Gerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen zwei mit Flor beschichtete Elektroden (24, 25) ein aufladbares Blatt (26) angeordnet ist.

15

Die Erfindung betrifft eine Elektrode gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und ein Gerät gemäß dem 20 Oberbegriff des Patentanspruches 13.

Die Erfindung befasst sich mit der Herstellung und Anwendung von Elektroden zur Abgabe oder Aufnahme elektrischer Ladungen, wie sie zum Beispiel in Gasreinigungsanlagen, wie auch im Bereich der Bioelektronik und Raumklimatisierung Verwendung finden. Die Elektrode ist auch in weiteren überwiegend elektrostatisch orientierten Aufgabenbereichen einsetzbar, wie z. B. bei Abbau elektrostatischer Ladungen auf Kunststoffoberflächen oder für verschiedene Reinigungszwecke.

30 In zunehmendem Masse werden bei der Gas- und Luftreinigung elektrostatische Filter verwendet. Elektrofilter bieten gegenüber den mechanischen Filtern einige Vorteile. So entfällt das Unbrauchbarwerden und der dadurch erzwungene Austausch der Filterelemente. Vor allem aber können mit 35 elektrostatischen Filtern auch Partikel mit einer Korngrösse von weniger als einem Mikrometer abgeschieden werden. Solche Teilchen würden die üblichen mechanischen Filter ungehindert passieren. Dies betrifft nicht nur feinste Staubteilchen, Dämpfe und Geruchspartikel, sondern auch Mikroorganismen.

Elektrische Gasreinigungsgeräte sind im allgemeinen zweistufig aufgebaut. Im ersten Schritt werden die abscheidenden Verunreinigungen (Russ, Staubteilchen, Gase, Dämpfe etc.) ionisiert, also elektrisch aufgeladen. Die geladenen Teilchen werden sodann durch elektrostatische Kräfte an entsprechend gepolten Abscheideelektroden niedergeschlagen und können durch verschiedene Verfahren wie Abklopfen oder Abwaschen entfernt werden.

Die Ionisierung erfolgt meist mit Hilfe von SprühElektroden, die in den verschiedensten Ausführungen bekannt sind. Es wird dabei die elektrostatische Spitzenwirkung bzw. Coronaentladung ausgenützt, bei der es neben ausreichender Hochspannung lediglich auf einen möglichst kleinen Krümmungsradius der Elektrode oder von Bauteilen der Elektrode ankommt. Dementsprechend werden metallische Spalten, Kanten und Ecken oder dünne Drähte in verschiedenen Anordnungen benutzt. Die von den Spitzen abgegebenen Ladungen und durch Stossprozesse gebildete Ionen lagern sich den Verschmutzungsteilchen an. Die geladenen Teilchen werden dann an der Gegenelektrode abgeschieden. Da die von solchen Elektroden aufgebauten Felder stark inhomogen sind, können über die Polarisationswirkung (Dipolbildung) und elektrostatische Kräfte auf den Dipol) auch elektrisch neutrale Teilchen beeinflusst werden. Durch direkten Kontakt mit der Elektrode werden weitere Teilchen geladen.

Die hohe Geschwindigkeit von Elektroden und Ionen in der Umgebung der Spitzen macht jedoch auch die Bildung von Ozon durch Stossprozesse bei dieser Art der Ionisierung

unvermeidbar. Wegen der Giftigkeit des Ozons ist dieser Nebeneffekt besonders in Wohn- und Arbeitsräumen unerwünscht und von Nachteil. Da außerdem die günstige Betriebsspannung bei solchen Geräten knapp unterhalb der Überschlagungsspannung liegt, sind für den optimalen Einsatz komplizierte Stabilisierungsschaltungen für die Elektroden spannung nötig. Die beträchtlichen elektrostatischen Kräfte zwischen den einzelnen Bauteilen der Elektroden erfordern zudem relativ aufwendige Befestigungs- und Aufhängungseinrichtungen, da geänderte Abstände vermehrt zu Überschlägen führen würden. Natürlich ist bei den verwendeten Hochspannungen auch auf ausreichenden Berührungsschutz durch Strombegrenzungsschaltungen oder gesicherten Einbau zu achten. Insgesamt werden dadurch die Geräte in ihrer Bauweise recht kompliziert. Bei der Reinigung der Raumluft im menschlichen Wohn- und Arbeitsbereich gibt es insofern eine Erleichterung, als die zu beseitigenden Aerosole zum allergrößten Teil bereits aufgeladen sind. Leichte Ionen und Elektronen, die durch Ionisationsprozesse der radioaktiven Erdstrahlung, der kosmischen Strahlung u. ä. entstehen, lagern sich nämlich sehr rasch größeren Kernen, Staub- und Geruchspartikeln an.

Neuerdings werden Elektroden nach Art der oben beschriebenen Sprüh- und Spitzenelektroden auch für die elektrische Raumklimatisierung eingesetzt. Es konnte nämlich gezeigt werden, dass die Luftelektrizität, also die Zahl der Ionen in der Luft und das von ihnen erzeugt Feld und hierbei, insbesonders das Verhältnis der Zahl der positiven Ionen zur Zahl der negativen, sich auf Wohlbefinden und Gesundheit auswirkt. In der natürlichen Atmosphäre herrscht unter normalen Bedingungen ein Übergewicht an negativen Ionen und ein elektrisches Feld mit dem positiven Pol in der Ionosphäre, bei einer Feldstärke von ca. 130 V/m in Bodennähe. Abweichungen von diesen Verhältnissen wurden als schädlich erkannt und wirken in Richtung Konzentrations schwäche, rascherer Ermüdung, größerer Infektionsgefahr u. ä. So werden etwa die bekannten Föhnbeschwerden zumindest zum Teil auf luftelektrische Einflüsse zurückgeführt. In geschlossenen Räumen und Fahrzeugen sind die elektrischen Bedingungen immer mehr oder weniger gestört. Meist herrscht ein Übergewicht an positiven Ionen; das elektrische Feld wird durch Faraday-Käfige (z. B. Stahlbetonbauten) abgeschirmt. Die natürlichen elektrischen Verhältnisse wieder herzustellen ist daher die Aufgabe von Bioklimatisierungsgeräten und Ionisatoren. Der grosse Nachteil bei den bereits bekannten Geräten ist wiederum vor allem die Ozonbildung, besonders natürlich bei Spitzenelektroden, aber auch an den Rändern von Flächenelektroden.

Der Erfolg liegt die Aufgabe zugrunde, eine Elektrode zu schaffen, mit der auch über eine größere Fläche ein möglichst gleichförmiges, elektrisches Feld aufgebaut bzw. eine gleichmäßige Ionisierung erreicht werden kann. Darüberhinaus soll die Herstellung und die Einhaltung der Sicherungsmassnahmen mit einem geringen Aufwand möglich sein und ein universeller Einsatz der Elektrode für unterschiedliche Anwendungsfälle ermöglicht werden.

Diese Aufgabe der Erfahrung wird dadurch gelöst, dass ein polymerer oder textiler Flor oder ein natürliches Material mit geringen Faserleitwerten auf der Anschlussseite über einen hochohmigen Schichtgemischwiderstand mit der Stromzuführung oder Stromableitung verbindbar ist und dass der Schichtgemischwiderstand auf einem festen oder biegsamen Isolator aufgebracht ist.

Das erfundengemäße Gerät ist durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 13 definiert.

Die überraschenden Vorteile der erfundengemäss auf gebauten Elektroden liegen darin, dass zwar jede einzelne Faser einen sehr hohen Innenwiderstand zum stromführen-

den Teil der Elektrode besitzt, doch bleibt der Gesamtleitwert der grossflächigen Elektrode durch die Summe der vielen Einzelleitwerte jedoch erhalten. Während herkömmliche Elektroden Ladungen im wesentlichen nur an den Randzonen abgeben (Spitzenwirkung), werden bei der erfundengemässen Elektrode wegen der Oberflächenstruktur des Flors Ladungen gleichmäßig von der ganzen Fläche abgegeben. Wegen der Widerstandswerte der Fasern treten an den Faserenden auch keine Coronaentladungen auf. Die Produktion von Ozon wird damit vermieden. Der hohe Innenwiderstand verhindert ferner selbst bei sehr hohen Betriebsspannungen das Auftreten von unzulässigen Berührungsstromstärken. Ein hoher Widerstand des Klebers bzw. des Schichtgemischwiderstandes gibt zusätzliche Sicherheit. Weitere Schutzmassnahmen sind daher überflüssig. Aus denselben Gründen besteht auch keine Gefahr von Überschlägen. Stabilisierungsschaltungen, wie sie sonst z. B. in Elektrofiltern üblich sind, entfallen.

Nach einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Flor polymere Fasern, insbesondere solche, die sich zur elektrostatischen Beflockung eignen, enthält oder Gewebe aus diesen Fasern ist und dass der Flor hochpolymere Fasern, insbesondere solche, die sich zur elektrostatischen Beflockung eignen, enthält oder Gewebe aus diesen Fasern ist.

Vorteilhaft ist bei der Verwendung von polymeren Fasern, dass diese durch chemische Vorbehandlung auf einen gewünschten Faserleitwert eingestellt werden können und so die abgegebene Ladungsmenge der Elektrode festgelegt werden kann. Darüberhinaus zeichnet sich der Flor aus hochpolymeren Fasern durch seine Eigenschaft der Polarisationsumkehr aus, wodurch bei einem darüberstreichenden Luftstrom eine Ladungsmultiplikation und somit eine Vervielfachung der Wirkung der Elektrode erreicht werden kann.

Von Vorteil ist auch eine Ausführungsform, bei der der Flor Mischmaterialien oder Mischgewebe enthält, bzw. der elektrische Leitwert des Flors bzw. der Fasern des Flors durch vorzugsweise chemische Behandlung bestimmte Werte aufweist. Durch diese Ausbildung kann die Ladungsabgabe der Elektrode in sehr weiten Bereichen einfach variiert werden.

Es ist auch eine Ausführungsform möglich, bei der an der Rückseite des Isolators, auf den der Schichtgemischwiderstand aufgebracht ist, eine weitere leitende Schicht aufgetragen ist. Damit ist die Elektrode als Kondensator einsetzbar und kann gleichzeitig zur Glättung überlagerter Pulse herangezogen werden bzw. durch einen Gegentaktbetrieb zweier Elektroden die Wirkung derselben verdoppelt werden.

Nach einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Schichtgemischwiderstand durch einen leitfähigen Lack gebildet und auf den Flor, vorzugsweise textiles Gewebe oder Teppichgewebe aufgebracht ist. Durch diese Lösung können, insbesondere bei Geräten für Innenräume bereits vorhandene Textilbeläge wie Teppiche od. dgl. zum Aufbau des elektrischen Feldes bzw. zur Abgabe der Ladung herangezogen werden.

Nach einer weiteren Ausführungsform ist es möglich, dass der Anschluss des Flores, vorzugsweise eines festen Kunstfasergewebes, über ein mit leitfähigem Lack behandeltes gitter-, netz- oder folienförmiges Material erfolgt. Diese Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass bei Elektrofiltern bzw. Aufbereitungsanlagen für die Raumluft, das elektrische Feld rasch an unterschiedliche Gegebenheiten lediglich durch den Austausch des Flors bzw. Kunstfasergewebes angepasst werden kann.

Von Vorteil ist es weiter, wenn der Flor auf einer rotationsfähigen Rolle angeordnet ist, da die Wirkung des elekt-

trischen Feldes zur Aufnahme von Schmutzteilchen verbessert werden kann.

Es ist aber auch möglich, dass der Flor über die Stromleitung an Masse angeschlossen ist. Damit können die Elektroden gleichzeitig zur Vermeidung von statischen Aufladungen herangezogen werden. Dies bewährt sich insbesondere in Räumen mit elektronischen Geräten bzw. in Wohnräumen und es ist weiters möglich, Materialien, die zu diesem Zweck mit der Elektrode in Kontakt oder in Nähe derselben gebracht werden, von statischen Aufladungen zu befreien.

Von Vorteil ist es auch, wenn die am Flor anliegende Gleichspannung für bioelektrische Zwecke moduliert ist, und zwar vorzugsweise mit niederen Frequenzen im Bereich 5 bis 10 Hertz.

Von Vorteil ist eine Ausführung, bei der der Schichtgemischwiderstand als Kleber ausgebildet ist, da dadurch die Herstellung der Elektroden vereinfacht wird.

Weiter ist es auch möglich, dass die Elektrode Durchbrüche aufweist, und dass auf der Rückseite der Elektrode ein Behältnis zur Aufnahme von elektrostatischen Abscheidungen angeordnet ist. Damit können in einfacher Weise die auszuscheidenden Schadstoffe ausgeschieden werden, da die Teilchen im Behältnis durch die Umladeprozesse, die beim Passieren der beschichteten Stege mit der Ladung gleichen Vorzeichens wie die Elektrode belegt werden, nicht mehr aus diesen austreten können. Sie werden nämlich von den Wänden des Behältnisses, die alle das gleiche Potential besitzen wie Schadstoffteilchen, abgestossen.

Vorteilhaft ist auch eine Ausführung, bei der zwei Elektroden einander gegenüberliegend angeordnet sind und aus einem Schichtgemischwiderstand und dem Flor bestehen, wobei der Flor zumindest einer der beiden Elektroden auf einem Gitter bzw. einen Steg gelagert ist und dieser ein z.B. polaritätsgleiches Behältnis zur Aufnahme der elektrostatischen Abscheidungen zugeordnet ist, da damit die Wirkung von Elektrofiltern wesentlich erhöht werden kann.

Es kann aber auch zum Aufbau möglichst inhomogener Felder eine von zwei Elektroden wesentlich kleiner sein als die andere oder mit schmalen, weit auseinanderliegenden mit Flor beschichteten Stegen ausgebildet sein. Damit können die Vorteile der Elektroden auch in speziellen Anwendungsfällen, die aus technischen Gründen inhomogene Felder erfordern, voll genutzt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Flor von Elektroden, die z. B. flächig ausgeführt sind, an den Randzonen gegenpolig ist, wobei der Flor im zentralen Teil der Elektrode und im Randteil elektrisch getrennt ist. Damit wird verhindert, dass es zur Ablagerung von ionisierten Teilchen rund um die Elektrode kommen kann, da durch den gegengepolten Teil diese abgestossen werden.

Weiter ist es auch möglich, dass die mit Flor beschichteten Elektroden unter dem Dach von Gewächshäusern angeordnet und vorzugsweise positiv gepolt sind. Dadurch können die Elektroden zur Senkung der Anzahl von schädlichen Mikroorganismen in der Raumluft und an der Oberfläche von Gegenständen bzw. zur Förderung des Pflanzenwachstums eingesetzt werden.

Vorteilhaft ist es weiter, wenn zwischen zwei mit Flor beschichtete Elektroden ein aufladbares Blatt angeordnet ist, da dadurch eine Luftzirkulation ohne rotierende Teile und ohne mechanischen Antrieb erreicht werden kann.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese an Hand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine erfundungsgemäße Elektrode;

Fig. 2 eine Ausführungsvariante einer erfundungsgemäßen Elektrode;

Fig. 3 ein Prinzipschaltbild für den Betrieb einer erfundungsgemäßen Elektrode nach Fig. 2;

Fig. 4 eine Ausführungsvariante eines Prinzipschaltbildes beim Einsatz zweier erfundungsgemäßer Elektroden gemäß Fig. 2;

Fig. 5 eine erfundungsgemäße Elektrode mit einem dieser zugeordneten Gehäuse in Seitenansicht geschnitten;

Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Elektrofilters unter Anwendung zweier erfundungsgemäßer Elektroden;

Fig. 7 eine Anordnung von erfundungsgemäßen Elektroden für einen Luftreiniger in stark vereinfachter Ausführungsform;

Fig. 8 die Anordnung von erfundungsgemäßen Elektroden zum Aufnehmen von abzusondern Teilchen, in einem mobilen Gerät in schematischer Darstellung;

Fig. 9 eine erfundungsgemäße Elektrode in Anordnung für ein Luftreinigungsgerät;

Fig. 10 eine Ausführungsvariante eines Luftreinigungsgerätes mit erfundungsgemäß ausgebildeten Elektroden;

Fig. 11 eine schematische Anordnung der erfundungsgemäßen Elektroden zur elektrostatischen Entladung bei der Produktion von Kunststoffbahnen;

Fig. 12 eine schematische Anordnung von erfundungsgemäßen Elektroden zur Abscheidung von Schmutzteilchen und zur gleichzeitigen Erzeugung eines Luftstroms.

In Fig. 1 besteht der ladungsabgebende bzw. -aufnehmende Teil der Elektrode aus polymerem oder textillem Flor

1. Auf der Haftseite wird dieser Flor über einen hochohmigen Schichtgemischwiderstand 2 und eine leitfähige Stromzuführung aus Metall oder Schichtgemischwiderstand 3 gespeist. Als Unterlager und zur mechanischen Stützung dient das Isolationsmaterial 4, das je nach Verwendungszweck steif oder biegsam sein kann. Selbstverständlich ist jede beliebige Formgebung an Stelle der Plattenform in Fig. 1 möglich.

Der Flor 1 der Schicht kann sowohl aus halbleitenden, polymeren Fasern als auch aus natürlichen Materialien bestehen, sofern diese die entsprechenden elektrischen Eigen-

40 schaften aufweisen, wie z. B. natürliche Felle. Auch Mischmaterialien sind denkbar. Als vorzügliches Ausführungsbeispiel sei eine elektrostatisch beflockte Elektrode genannt, bei der ein entsprechend leitfähiger Kleber, z. B. auf der Basis des in der österreichischen Patentschrift Nr. 313 588 dargestellten Kunststoffes, der Stromzufuhr dient. Zur optimalen

45 Ausnutzung der angelegten Spannung kann der Faserleitwert des Flors 1 durch geeignete, vorzugsweise chemische Vorbehandlung auf den gewünschten Wert eingestellt und die von der Elektrode abgegebene Ladungsmenge so gesteuert werden. Hochpolymere bieten mit ihrer Eigenschaft der Polarisationsumkehr einen weiteren Vorteil. Durch den darüberstreichenden z. B. von einem Ventilator getriebenen Luftstrom kommt es zu einer Ladungsmultiplikation und zu einer Vervielfachung der Wirkung der Elektrode.

50 Bei den erfundungsgemäß aufgebauten Elektroden besitzt zwar jede einzelne Faser einen sehr hohen Innenwiderstand zum stromführenden Teil der Elektrode, doch bleibt der Gesamtleitwert der grossflächigen Elektrode durch die Summe der vielen Einzelleitwerte erhalten. Während her-

60 kömmliche Elektroden Ladungen im wesentlichen nur an den Randzonen abgeben – Spitzenwirkung –, werden bei der erfundungsgemäßen Elektrode wegen der Oberflächenstruktur des Flors 1 Ladungen gleichmäßig von der ganzen Fläche abgegeben. Wegen der Widerstandswerte der Fasern treten an den Faserenden auch keine Coronaentladungen auf. Die Produktion von Ozon wird damit vermieden. Der hohe Innenwiderstand verhindert ferner selbst bei sehr hohen Betriebsspannungen das Auftreten von unzulässigen Be-

rührungsstromstärken. Ein hoher Widerstand des Klebers bzw. des Schichtgemischwiderstandes 2 gibt zusätzliche Sicherheit. Weitere Schutzmassnahmen sind daher überflüssig. Aus denselben Gründen besteht auch keine Gefahr von Überschlägen. Stabilisierungsschaltunge, wie sie sonst z. B. in Elektrofiltern üblich sind, entfallen.

In Fig. 2 ist auch der Rückseite des Isolationsmaterials 4 eine weitere leitende Schicht 5 aufgebracht. Der Schichtgemischwiderstand 3, das Isolationsmaterial 4 und die Schicht 5 bilden somit einen Kondensator.

In Fig. 3 ist anhand der Prinzipschaltung gezeigt, dass die Elektrode gleichzeitig mit ihrer kapazitiven Wirkung eingesetzt werden kann, z. B. zur Glättung von überlagerten Pulsen.

In Fig. 4 ist gezeigt, wie entsprechend geschaltet zwei erfundungsgemäße Elektroden auch im Gegentakt betrieben und ihre Wirkung damit verdoppelt werden kann.

Ein Hauptanwendungsgebiet der Elektroden sind Luft- und Gasreinigungsanlagen. Als Luftfilter besonders bewährt hat sich etwa die folgende Anordnung. Eine erfundungsgemäße Elektrode wird mit hoher negativer Spannung belegt. Als Gegenelektrode und gleichzeitig als Abscheidebecken dient ein Wassergefäß, das an Erde bzw. Masse liegt und damit elektrisch positiv gegenüber der ersten Elektrode ist. Ein Ventilator bläst die zu reinigende Luft zwischen die Elektroden. Durch das Feld zwischen den beiden Elektroden und durch Umladeprozesse an der negativen Elektrode wird erreicht, dass sich die Aerosole im Wasserbad absetzen. Der Zusatz von Paraffinöl oder von organischen Ölen, z. B. gewöhnliches Speiseöl, im Wasser zur Verhinderung der Verdunstung und zur Entspannung der Wasseroberfläche erweist sich als nötig, da sonst nur ein Bruchteil der Teilchen vom Wasser aufgenommen, der grösste Teil aber reflektiert wird. An Stelle des Wasserbeckens als zweite Elektrode kann auch eine erfundungsgemäss aufgebaute, durchlöcherte Elektrode, direkt über der Wasseroberfläche als Gegenpol verwendet werden. Das Wasser kann dabei, muss aber nicht, auf demselben Potential liegen wie die Elektrode. Mit der beschriebenen Anordnung werden auch feinste Stauteilchen, Geruchspartikel, Tabakrauch, kurz alle Aerosole und Mikroorganismen nachhaltig aus der Luft entfernt. Durch geeignete geometrische Anordnung der Elektroden, z. B. negative Elektroden an der Auslassöffnung länger als das Wasserbecken, kann erreicht werden, dass der gereinigte Luftstrom mit negativen Ionen angereichert wird und so das elektrische Raumklima verbessert wird.

In Fig. 5 ist dargestellt, wie Filter mit noch geringerem Aufwand gebaut werden können. Der Flor 1 wird auf Gitter 6, Stege oder dgl. aufgebracht, die entweder selbst leitfähig sind oder mit hochohmigem Schichtgemischwiderstand, eventuell in mehreren Schichten unterschiedlicher Leitfähigkeit, versehen werden. Der dahinterliegende Raum, der von einem Gehäuse 7 kassettenförmig umschlossen wird, dient zur Aufnahme der eingeschlossenen Aerosole. Um diese im Abscheideraum zu halten, bedient man sich folgender Methode. Das Gehäuse wird an dasselbe Potential gelegt wie die Elektrode. Die Aerosole werden beim Passieren der beschichteten Stege bzw. Gitter 6 durch Umladeprozesse mit der Ladung gleichen Vorzeichens wie die Elektrode belegt. Das bedeutet, dass die Teilchen innerhalb des Abscheideraumes von allen Wänden, die alle das gleiche Potential besitzen, abgestossen werden. Die Teilchen sind in der Kassette gefangen. Das Gehäuse 7 kann dabei entweder selbst leitfähig sein oder mit Schichtgemischwiderstand allein oder mit Schichtgemischwiderstand und polymeren oder textilen Fasern beschichtet sein.

In Fig. 6 ist eine Ausführung gezeigt, mit der die Effektivität eines derartigen Filters erhöht werden kann. Der Filter

besteht im Schema aus drei Elektroden 8, 9, 10, dem Gehäuse 11 und dem Ventilator 12. Die Elektroden 8 und 9 sind positiv, die Elektrode 10 negativ gepolt. 8 und 9 können auch elektrisch leitend verbunden sein. Der Ventilator 12 bläst den Luftstrom zwischen die Elektroden 9 und 10. Die Aerosole werden vom elektrischen Feld durch die durchlöcherte Elektrode 9 in den Abscheideraum zwischen 8 und 9 befördert und nach demselben Prinzip wie oben festgehalten. Die Elektroden im Inneren des Gehäuses 11 müssen dazu nicht unbedingt mit leitendem Flor belegt sein. In einer erweiterten Ausführung kann auch die Elektrode 10 in symmetrischer Weise mit einem Abscheidekasten versehen werden.

In Räumen mit nur wenig verschmutzter Luft reicht der Betrieb eines Gerätes ohne Ventilator aus, um Staub, Tabakrauch und Mikroteilchen zu entfernen.

Die Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Gerätes mit mehreren erfundungsgemäßen Elektroden. Das Gerät wird vorteilhafterweise in mittlerer Höhe an der Wand 13 angebracht. Der Hochspannungsteil 14 liegt hinter der leicht schrägen negativen Elektrode 15. Die umgeladenen Aerosole werden im Raum 16 hinter der durchlässigen, positiven bzw. geerdeten Elektrode 17 abgelagert. Die grösste negative Elektrode gibt zusätzlich negative Ionen in den Raum ab und verbessert so das elektrische Raumklima.

Sollte das zu reinigende Gas einen hohen Anteil elektrisch neutraler Teilchen enthalten, trifft für normale Wohn- und Arbeitsräume im allgemeinen nicht zu, so kann nach folgenden Methoden vorgegangen werden. Der Gasstrom kann z. B. von Ventilator und Leiteinrichtungen so gelenkt werden, dass gesichert ist, dass jedes Teilchen zumindest einmal die Elektrode trifft und dabei aufgeladen wird. Eine andere Methode besteht darin, das elektrische Feld zwischen den Elektroden durch entsprechende Ausformung der Elektroden stark inhomogen auszulegen und die Teilchen durch Polarisationswirkung auszufiltern. In einem weiteren Schritt können, etwa in industriellen Gasreinigungsanlagen, die bekannten Spitzenelektroden oder auch Flüssigkeitszerstäuber, Lenard-Effekt, zur Ionisierung eingesetzt werden. Die erfundungsgemäße Elektrode wird dann als Abscheideelektrode, z. B. in einer Ausführung nach Fig. 5 verwendet.

Nach dem oben beschriebenen Prinzip, die abgeschiedenen Teilchen zwischen gleichgepolten Elektroden festzuhalten, können auch mobile Geräte gebaut werden, die die Funktion eines Staubsaugers erfüllen.

In Fig. 8 ist ein Schema für einen derartigen Apparat dargestellt. Der Hochspannungsteil 14 wird wahlweise über das Netz oder über Batterien oder Akkus, die im Griff 18 Platz finden, gespeist. Die Elektrode 19 mit erfundungsgemäsem Aufbau ist negativ gepolt und «saugt» Schmutzteilchen, Papierschnitzel, Staub, Mikroben etc. an. Diese werden an der Elektrode 19 umgeladen, von einer der gegengepolten, durchlöcherten Elektroden 20 angezogen und im Ablagerraum 21 festgehalten, dessen sämtliche Wände wieder das gleiche Potential tragen.

Ein derartiger Staubsauger arbeitet völlig geräuschlos, ohne verschleissende Teile und beseitigt vor allem auch jene kleinsten Partikel, die von den üblichen Staubsaugern, durch den Staubsack hindurch, wieder in den Raum geblasen werden. Er kann unabhängig vom Netz eingesetzt werden und ist auch an solchen Stellen verwendbar, an denen mit normalen Staubsaugern nicht gearbeitet werden kann, so etwa bei der Entstaubung von Zimmerpflanzen oder an Arbeitsplätzen, auf denen Papierblätter oder kleinere Bauteile herumliegen, weil nur sehr kleine und leichte Partikel diese dafür aber gründlich, entfernt werden. Entstaubung von Büchern, Schallplatten, Gläsern und ähnlich empfindlichen Materialien gehören auch zum potentiellen Arbeitsgebiet. Nach demselben Prinzip können z. B. auch Kleiderroller gebaut

werden. Die Elektrode 19 kann für solche Zwecke in Form einer Rolle, einer rotationsfähigen Bürste ausgebildet werden, die etwas über den Gehäuserand vorsteht. Die Elektroden können außer zur Filterung, wie bereits mehrfach erwähnt, auch vorteilhaft für die elektrische Raumklimatisierung, also zur Erzeugung des richtigen elektrostatischen Feldes und des Überschusses negativer Luftionen eingesetzt werden. Einfache Geräte für diesen Zweck sind dem Filter in Fig. 7 ähnlich, das ja eigentlich ein Kombinationsgerät, Filter und Ionisator, ist. Der Abscheideraum 16 und die Elektrode 17 werden für reine Klimageräte weggelassen.

Die Fig. 9 und 10 zeigen die einfachsten Ausführungen. Die Elektrode in Fig. 10 ist nur in ihrem Mittelteil negativ, an den Rändern aber positiv geladen. Damit werden etwaige restliche Randwirkungen und die stärkere Verschmutzung der Randzonen und der umgebenden Wand vermieden. Werden Elektroden nach Fig. 9 und 10 als Deckenelektroden verwendet, um die natürlichen Feldverhältnisse im Raum zu simulieren, müssen sie natürlich positiv gepolt werden. Auch solche einfachen Elektroden wirken z. T. als Luftfilter, weil die ionisierten Aerosole durch das von der Elektrode erzeugte elektrostatische Feld entweder direkt an der Elektrode oder an den Wänden und Einrichtungsgegenständen abgelagert werden.

In Versuchen wurde festgestellt, dass in Räumen mit richtig gepölt Feld und negativem Ionenüberschuss die Anzahl schädlicher Keime wesentlich unter der Keimzahl in unbehandelten Räumen liegt. Daher bieten sich ionisierende und felderzeugende Geräte z. B. für Krankenanstalten an. Sie könnten dort auch andere, bisher übliche Geräte ersetzen, die meist schädliche Nebenwirkungen haben, wie etwa UV-Strahler oder ozonproduzierende Geräte. In Lagerhallen kann auf diese Art die Haltbarkeitsdauer eingelagelter Lebensmittel verlängert werden.

In Gewächshäusern bewährt sich z. B. eine rohrförmig ausgebildete Elektrode, die unter dem Dach angebracht und positiv angesteuert wird. Als Gegenelektrode fungiert der Metallrahmen des Gewächshauses. Die Faraday-Käfig-Wirkung des Gewächshauses wird so kompensiert und im Inneren des Gewächshauses ähnliche Feldverhältnisse erzeugt, wie sie im Freien vorliegen. Das Wachstum der Pflanzen wird dadurch angeregt und außerdem werden viele Krankheiten, wie etwa Pilzbefall der Pflanzen u. ä. verhindert.

Der grösste Feldgradient tritt, wegen des kurzen Abstandes, natürlich zwischen Elektrode und Dach auf. Der Feldgradient wird hier so stark, dass kleine Insekten angezogen und getötet werden. Nach diesem Prinzip, nämlich mit stark inhomogenen Feldern, gelang es auch, wirkungsvolle Mückenfänger für Zimmer und auch Campinglätze, selbst in stark mückenverseuchten Gebieten, mit Erfolg zu betreiben.

Dass die richtigen Ionisationsverhältnisse nicht nur zur Abwehr von Krankheiten beitragen, sondern auch beim Kampf gegen Müdigkeit und Konzentrationsschwäche mitwirken, konnte in Arbeitsgrossräumen und z. B. auch in öffentlichen Verkehrsmitteln gezeigt werden. Mit der neuen erfundengemässen Elektrode sind derartige Geräte leichter und billiger herzustellen als bisher, zudem entfällt das lästige Nebenprodukt Ozon. Es können jetzt auch sehr einfache kleine Ionisierungsgeräte hergestellt werden, die auf Schreibtischen oder Nachtkästchen aufstellbar sind. Am einfachsten werden dazu Kunststoffgehäuse beliebiger Form mit einem leitfähigen Kleber bestrichen und elektrostatisch beflockt. Der elektronische Bauteil für die negative Hochspannung findet im Gehäuse Platz.

Eine zusätzliche Verbesserung des elektrischen Raumklimas erreicht man, indem man das hohe statische Potential niederfrequent moduliert. Besonders die Modulation mit 10

Hertz, die aus der natürlichen Atmosphäre bekannt ist, zeigt beste Ergebnisse, sei es für gesteigerte Konzentrationsfähigkeit, für verbessertes Wohlbefinden oder auch für beschleunigtes Pflanzenwachstum. Je nach Aufbau des elektronischen Impulsgebers kann hier die Ausführung der Elektrode als Kondensator nach Fig. 2 besonders nützlich sein.

Ausser der mehrfach erwähnten Ausführungsform der Elektrode mit elektrostatischer Beflockung eignen sich als Flor auch handelsübliche Textilfasern und Gewebe vorwiegend aus Kunststoff. Das verwobene textile Material, z. B. ein Stück Kunststoffteppich, muss dazu nur auf der Rückseite mit einem elektrisch leitenden Lack eingestrichen und dieser Lack kontaktiert werden. Es genügt aber auch, ein z. B. gitter- oder netzförmiges Material oder eine Folie, die mit dem Lack behandelt wurden, in engen Kontakt mit dem textilen Stück zu bringen. Die beiden Teile aufeinanderzulegen reicht in vielen Fällen bereits aus.

Neben der Anwendung für Elektrofilter und Ionisierungsgeräte in der weiter oben beschriebenen Art wird durch diese spezielle Ausführungsform der Elektrode ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet des Verfahrens erschlossen: Bekannt ist die Erscheinung, dass sich die meisten Kunststoffmaterialien durch Reibung elektrostatisch aufladen (z. B. durch Gehen mit Kunststoffsohlen auf Plastikböden oder Sitzen auf Sesseln mit Kunststoffüberzügen, z. B. im Auto usw.). Beim Berühren von Metallteilen, wie Türklinken, Eisengeländern etc. kommt es zu Entladungen unter unangenehmer Funkenbildung. Werden derartige Materialien in der erfundengemässen Weise mit einer elektrisch leitenden Kunststoffschicht unterlegt bzw. mit leitendem Lack eingestrichen, und diese Schicht sodann kontaktiert und geerdet oder an ein entsprechendes Potential gelegt, so wird die elektrostatische Ladung sofort abgeleitet oder kompensiert.

Die derart hergestellte Elektrode kann gleichzeitig auch zur elektrischen Raumklimatisierung herangezogen werden. Eine Verbesserung tritt allein schon dadurch ein, dass die Störfelder verschwinden, die durch statisch aufgeladene Kunststoffe erzeugt werden. Ein in der beschriebenen Weise behandelter Kunststoffteppich etwa erfüllt so in idealer Kombination mehrere Funktionen: Elektrostatische Aufladung des Materials durch Reibungselektrizität wird verhindert; der negativ gepolte Teppich stellt im Raum ähnliche Feldverhältnisse her, wie sie im Freien auftreten (130 V/m von oben nach unten); Die Elektrode arbeitet als Ionisierungsgerät und erzeugt das erwünschte Verhältnis der Ionenzahlen, nämlich Überschuss negativer Ionen. Schliesslich vermindert der Teppich als Elektrode eines Luftfilters in der beschriebenen Weise die Menge der ionisierten Aerosole in der Luft. Durch die geringen Leitwerte besteht keinerlei Sicherheitsrisiko, auch wird kein Ozon gebildet. Natürlich kann auch hier eine niederfrequente Modulation (z. B. 10 Hertz) überlagert werden.

Die erfundengemäss Elektrode kann außer für die genannten Zwecke noch für viele andere Spezialaufgaben eingesetzt werden, von denen im folgenden einige stellvertretend herausgegriffen werden: Bringt man die Elektrode an der Unterseite des Tonarmes eines Plattenspielers an, so wird dadurch die sich darunter wendrehende Schallplatte entstaubt und entladen.

In Fig. 11 ist eine Elektrode 22 bei der Produktion von Kunststoffbahnen – schematischer Querschnitt – gezeigt, bei der sich die starke elektrostatische Aufladung störend bemerkbar macht. Dort kann die Elektrode 22 ebenfalls mit Vorteil eingesetzt werden. Die zu produzierende Bahn 23 wird unter einer erfundengemässen Elektrode 22 durchgeführt, um sie zu entladen.

In Fig. 12 ist ein elektrostatischer Ventilator beschrieben, der mit den vorliegenden Elektroden leicht zu verwirklichen

ist. Zwischen den beiden Elektroden 24, 25 befindet sich ein Blatt 26, eines aufladbaren, z. B. halbleitenden Materials, das an einer Kante 27 beweglich aufgehängt ist. Das Blatt 26 wird z. B. von der negativen Elektrode 24 aufgeladen, wegen der gleichnamigen Ladung abgestossen und von der positiven Elektrode 25 angezogen. Dort findet ein Umladeprozess

statt. Das nunmehr positiv geladene Blatt 26 schlägt zur negativen Elektrode 24 zurück und so fort. Diese Pendelbewegung, bei der natürlich Ladung transportiert wird, also ein Strom fliesst, presst Luft zwischen den Elektroden 24, 25 durch und trägt somit zur Konvektion und Ventilation bei.

10

15

20

25

30

35

40

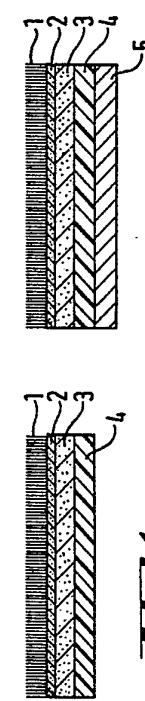
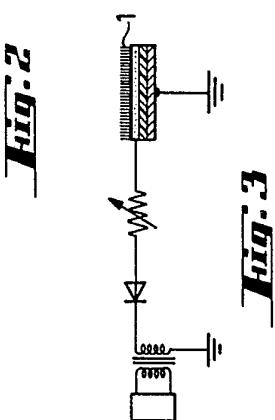
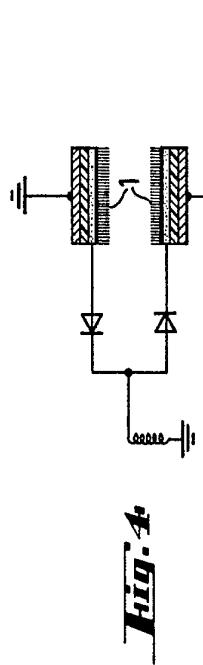
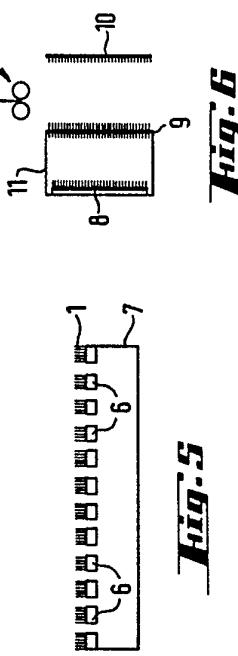
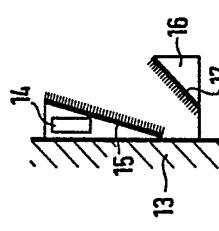
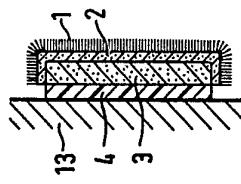
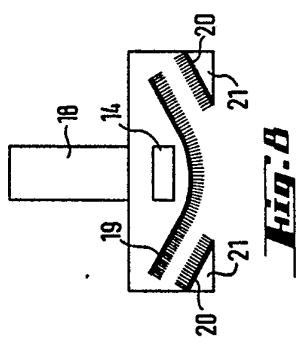
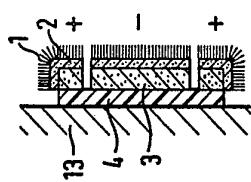
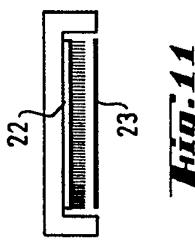
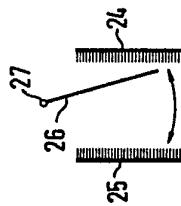
45

50

55

60

65

**Fig. 1****Fig. 2****Fig. 3****Fig. 4****Fig. 5****Fig. 6****Fig. 7****Fig. 8****Fig. 10****Fig. 11**