

(19)



**Europäisches Patentamt**  
**European Patent Office**  
**Office européen des brevets**

(11)

Veröffentlichungsnummer: **0 129 571**  
**B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
**21.09.88**

(51)

Int. Cl.4: **E 01 H 13/00**

(21)

Anmeldenummer: **84900053.4**

(22)

Anmeldetag: **18.12.83**

(86)

Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP 83/00343**

(87)

Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 84/02542 (05.07.84 Gazette 84/16)**

(54)

**VERFAHREN ZUR BESEITIGUNG VON NEBEL AUS DER ATMOSPHERE.**

(30)

Priorität: **23.12.82 DE 3247607**

(73)

Patentinhaber: **BOGUSLAWSKI, Zbigniew Dr.,  
Frankfurter Strasse 167, D-6078 Neu Isenburg (DE)**

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**02.01.85 Patentblatt 85/1**

(72)

Erfinder: **BOGUSLAWSKI, Zbigniew Dr.,  
Frankfurter Strasse 167, D-6078 Neu Isenburg (DE)**

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**21.09.88 Patentblatt 88/38**

(74)

Vertreter: **Eyer, Eckhardt Philipp, Dipl.-Ing.,  
Patentanwälte Eyer & Linser Robert- Bosch-  
Strasse 12a, D-6072 Dreieich (DE)**

(84)

Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE FR GB LI LU NL SE**

(56)

Entgegenhaltungen:  
**FR-A-797 862  
FR-A-1 460 540  
GB-A-449 321**

**EP 0 129 571 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beseitigung von Nebel aus der Atmosphäre durch Versprühen eines Reagenz in die durch Nebel getrübte Atmosphäre.

Nebelbildungen stellen nach wie vor eine erhebliche Gefahr für die gesamte Verkehrsabwicklung etwa in See- oder Flußhäfen, Flughäfen, an stark befahrenen Straßenkreuzungen oder dergl. bzw. eine erhebliche Behinderung von Freiluftveranstaltungen, etwa Sportveranstaltungen dar. Sie treten auf durch Auskondensierung von Wasserdampf aus der Atmosphäre bei Erreichen bzw. Überschreiten der Sättigungsgrenze an Wasser in der Atmosphäre, wobei sich die Feuchtigkeit an in der Atmosphäre befindlichen Kristallisationskeimen niederschlägt und damit Tröpfchen abscheidet, die einen Durchmesser von zwischen 0,1 und 30 Mikron aufweisen und aufgrund ihrer quasi dispers feinen Verteilung die bekannten Sichttrübungen durch Nebel bildet. Die Kristallisationskeime werden hierbei insbesondere von ionisierbaren bzw. ionisierten Salzpartikeln gebildet, die durch Meerwasserversprühung oder mit den Rauchgasen aus Verbrennungsanlagen in die Atmosphäre gelangen, so daß sich insbesondere in den dichtbesiedelten Gebieten eine hohe Konzentration an nebelbildenden Keimen findet.

Entsprechend den vorstehend geschilderten Bildungsbedingungen erfolgt die Beseitigung von vorhandenem Nebel bzw. die Verhinderung der Nebelbildung bisher durch Versprühen von Ionen bildenden Substanzen, insbesondere Silberjodid in großen Höhen, wodurch die Agglomeration der Nebeltröpfchen herbeigeführt und deren Abregnen veranlaßt werden soll (siehe z. B. GB-A-449 321). Die auf diesem Wege erzielten Ergebnisse sind in hohem Maße unbefriedigend im Hinblick darauf, daß durch die Art des Materials selbst und die Notwendigkeit seines Transports in große Höhen erhebliche, in den meisten Fällen in keinem Verhältnis zum Nutzen stehende Kosten auftreten.

Ziel der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens, mit dessen Hilfe mit einem geringeren Kostenaufwand eine Beseitigung des Nebels bis in große Höhen erreicht und eine Nebelfreiheit über einen längeren Zeitraum gewährleistet werden kann. Die Erfindung besteht darin, daß die Behandlung durch Versprühen einer Substanz in feiner Verteilung erfolgt, die mit den die Nebeltrübung bildenden Wassertröpfchen unter exothermer Reaktion ein gasförmiges Reaktionsprodukt abspaltet.

Durch die Erfindung ist ein Verfahren geschaffen, mit dessen Hilfe schnell und unter geringem Kostenaufwand eine längervährende Nebelfreiheit großer Gebiete bis in große Höhen erreicht werden kann. Die Erfindung beruht auf der Wirkung, daß einerseits durch die chemische Reaktion der Substanz mit Wasser die in

kondensierter Form vorliegende Feuchtigkeit unmittelbar gebunden und daß andererseits durch die exotherme Reaktion in Verbindung mit der Abspaltung eines gasförmigen Reaktionsproduktes in dem Sprühbereich ein Auftrieb geschaffen wird, in dem die feinstkörnigen Materialanteile in große Höhen getragen werden, so daß sich die Reaktion von der Versprühenebene aus nach oben fortsetzt. Die exothermische Reaktion hat den weiteren Vorteil, daß sich infolge der sich ergebenden Erwärmung der Luft das Wasseraufnahmevermögen der Luft wesentlich erhöht bzw. die relative Luftfeuchtigkeit verringert, was die Grundlage dafür darstellt, daß die Nebelfreiheit in dem behandelten Gebiet über längere Zeiträume erhalten bleibt.

Die Behandlung erfolgt vorteilhaft mit Hilfe einer mit Wasser chemisch reagierenden Substanz. Hierbei kommen vorzugsweise die Metallcarbide, insbesondere Calciumcarbid, einer Korngröße unter 0,3 mm, vorzugsweise unter 0,15 mm, zum Einsatz, das bei einer hohen Wärmeabgabe und preiswerter Herstellbarkeit umweltunschädliche Reaktionsprodukte bildet, nämlich einerseits Calciumhydroxid, das in einer zweckdienlichen Weise weiterhin zur Reinigung der Atmosphäre von keimbildenden Partikeln und Ionen beiträgt, und andererseits Acetylen, das aufgrund seines gegenüber Luft geringeren spezifischen Gewichtes weiterhin über die Erwärmung hinaus Auftriebskräfte erzeugt und in der Atmosphäre kurzfristig unter Einwirkung aktiver Strahlung, insbesondere UV-Strahlung der Sonne zerfällt.

Es können anstelle der Metallcarbide jedoch auch eine Reihe weiterer Substanzen, insbesondere Stickstoff und Wasserstoff enthaltende organische Substanzen zum Einsatz kommen, beispielsweise Azane, Diazane, Triazane oder Tetraazane, weiterhin Azene, Diazene, Triazene oder Tetraazene, Triazdiene oder Tetraazdiene, schließlich Azo- oder Diazomethan, Ameisensäure, Methylhydrazin, Oxalsäure, Dimethylperoxid, in reiner Form oder als Salz.

Zur Unterstützung der Wirkung können den Substanzen eine oder mehrere unter exothermer Reaktion durch Hydrolyse und/oder Hydratation wasserbindende Substanzen, insbesondere kristallwasserfreies Natriumsulfat, Natriumhydrophosphat, Natriumcarbonat, Bariumoxid, Siliziumchlorid oder dergl. in einer Menge bis zu 65-Gew.-%, vorzugsweise zwischen 15 und 35-Gew.-%, zugesetzt sein. Durch das große Wasserbindevermögen dieser Substanzen auch für nicht kondensierte Feuchtigkeit wird der Wassergehalt der Luft und damit die relative Luftfeuchtigkeit weiterhin vermindert, wodurch der Zeitraum der erzielbaren Nebelfreiheit weiterhin wesentlich erhöht wird. Es kann weiterhin aus demselben Grund der Materialeinsatz vielfach erheblich verringert werden, insbesondere in den Fällen, in denen nicht die Schaffung von Nebelfreiheit bis in

große Höhen in Rede steht, die Schaffung großer Auftriebskräfte durch Bildung großer Gasmengen und höherer Temperaturen somit nicht erforderlich ist.

In Fällen, in denen die Spontaneität der Reaktion unerwünscht ist, etwa in Fällen, in denen die plötzliche Bildung großer Acetylenmengen unerwünscht ist, können der Substanz oder dem Substanzgemisch zur Pufferung der Reaktion gegenüber Wasser indifferente Materialien, beispielsweise Alkali- oder Erdalkalikarbonate, etwa Calciumkarbonat oder Natriumkarbonat, zugesetzt werden. Aus demselben Grund kann das Versprühen der Substanz bzw. des Substanzgemisches an Stelle mit der üblicherweise eingesetzten getrockneten Luft mit getrocknetem Inertgas erfolgen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand einiger Beispiele erläutert.

### Beispiel 1

Es soll die Landebahn eines Flughafens in einer Länge von 3 000 m und einer Breite von 60 m bis in eine Höhe von 60 m nebelfrei gemacht werden. Die Übersättigung beträgt bei einer Außentemperatur von 10 Grad C 25 %. Die Sättigung bei 10 Grad C beträgt bei Luft 10 g/m<sup>3</sup>, so daß unter den gegebenen Bedingungen 2,5 g Wasser/m<sup>3</sup> Luft, d.h. insgesamt 27 000 kg Wasser aus dem vorgegebenen Luftvolumen gebunden werden müssen.

Das stöchiometrische Reaktionsverhältnis zwischen Calciumcarbid und Wasser beträgt 1 : 2, so daß insgesamt bei eines Molakulargewicht des Calciumcarbids von 64 und des Wassers von 18 für die Bindung des Wassers der Einsatz von insgesamt ca. 80 000 kg Calciumcarbid erforderlich sind, die bei der Reaktion etwa 250 000 m<sup>3</sup> Acetylen freisetzen, was eines Anteil an dem fraglichen Luftvolumen von etwa 1,4 %, d.h. einer bei weitem noch nicht gefährlichen Konzentration entspricht.

Das Versprühen erfolgt mit mehreren Staubkanonen mit getrockneter Luft bei einem Druck von 6 Atü bis in Höhen von etwa 50 m, woraus für mindestens 8 Stunden ein nebelfreier Korridor in der verlangten Ausdehnung resultiert.

### Beispiel 2

Es soll unter den gleichen äußeren Bedingungen wie in Beispiel 1 ein Sportfeld in einer Länge von 200 m und einer Breite von 150 m bis in eine Höhe von 50 m vom Nebel befreit werden. Die zu bindende Wassermenge beträgt in diesem Fall 3 750 kg. Es kommen zum Einsatz eine Substanzmischung aus 75 % Calciumcarbid und 25 % Natriumhydrophosphat, von dem 216 g Wasser pro Mol eingesetzter Substanz, entsprechend ca. 1 520 g Wasser pro kg

gebunden werden. Die eingesetzte Mischung bindet somit ca. 800 g Wasser je kg, so daß insgesamt etwa 4 687 kg Substanzmischung eingesetzt werden muß. Das Versprühen erfolgt in der in Beispiel 1 beschriebenen Weise in einer Höhe von etwa 30 bis 35 m.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Beseitigung von Nebel aus der Atmosphäre durch Versprühen eines Reagenz in die durch Nebel getrübt Atmosphäre, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung durch Versprühen einer Substanz in feiner Verteilung erfolgt, die mit den die Nebeltrübung bildenden Wassertröpfchen unter exothermer Reaktion ein gasförmiges Reaktionsprodukt abspaltet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung mit Hilfe einer mit Wasser chemisch reagierenden Substanz erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung mit einem Metallcarbid, vorzugsweise Calciumcarbid, einer Korngröße unter 0,3 mm, vorzugsweise unter 0,15 mm, erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung mit einer Stickstoff und Wasserstoff enthaltenden organischen Substanz, beispielsweise einem Azan, Diazan, Triazan oder Tetraazan, einem Azen, Diazen, Triazen oder Tetraazen, einem Triazdien oder Tetraazdien, weiterhin Azo- oder Diazomethan, Ameisensäure, Methylhadrazin, Oxalsäure, Dimethylperoxid, in reiner Form oder als Salz erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, daß die Substanz eine oder mehrere unter exothermer Reaktion durch Hydrolyse und/oder Hydratation wasserbindende Substanzen in einer Menge bis zu 65-Gew.-%, vorzugsweise zwischen 15 und 35-Gew.-% enthält.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Substanz als durch Hydrolyse bzw Hydratation Wasser bindende Substanzen kristallwasserfreies Natriumsulfat, Natriumhydrophosphat, Natriumkarbonat, Bariumoxid, Siliziumchlorid oder dergl. enthält.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Substanz zur Pufferung der Reaktion gegenüber Wasser indifferente Materialien beispielsweise Alkali- oder Erdalkalikarbonate, etwa Calciumkarbonat oder Natriumkarbonat, enthält.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Versprühen der Substanz bzw. des Substanzgemisches mit getrockneter Luft erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Versprühen der Substanz bzw. des Substanzgemisches mit getrocknetem Inertgas erfolgt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verhinderung von Rücknebelung in gewissen Zeitabständen schmale Streifen der nebelfrei zu haltenden Zone behandelt werden.

## Claims

1. Method of removing mist or fog from the atmosphere by spraying a reagent into the atmosphere which has been rendered hazy by the mist or fog, characterised in that the treatment is effected by spraying with a finely distributed material which forms, in an exothermic reaction, a gaseous reaction product with the water droplets forming the mist or fog haze.

2. Method according to claim 1, characterised in that the treatment is effected with the aid of a substance which reacts chemically with water.

3. Method according to claim 2, characterised in that the treatment is effected with a metallic carbide, preferably calcium carbide, having a particle size of less than 0.3 mm, preferably less than 0.15 mm.

4. Method according to claim 2, characterised in that the treatment is effected with an organic substance containing nitrogen and hydrogen, for example, an azane, diazane, triazane or tetrazane, an azene, diazene, triazene or tetrazene, a triazadiene or tetrazadiene, and also azo or diazomethane, formic acid, methyl hydrazine, oxalic acid, dimethyl peroxide, in a pure form or as a salt.

5. Method according to any of claims 1 to 4, characterised in that the material contains one or more substances which absorb water by hydrolysis and/or hydration during an exothermic reaction, in an amount up to 65 % by wt, preferably between 15 and 35 % by wt.

6. Method according to claim 5, characterised in that the material contains, as substances which absorb water by hydrolysis or hydration, anhydrous sodium sulphate, sodium hydrophosphate, sodium carbonate, barium oxide, silicon chloride or the like.

7. Method according to any of claims 1 to 6, characterised in that the material contains neutral substances, for example, alkali or alkaline earth carbonates, possibly calcium carbonate or sodium carbonate, to buffer the reaction with respect to water.

8. Method according to any of claims 1 to 7, characterised in that the spraying of the material or material mixture is effected utilising dried air.

9. Method according to any of claims 1 to 7, characterised in that the spraying of the material or material mixture is effected utilising a dried inert gas.

10. Method according to any of claims 1 to 9, characterised in that, to prevent the reappearance of mist within particular time intervals, narrow strips of the zone to be kept mist- or fog-free are treated.

## Revendications

1. Procédé pour éliminer le brouillard de l'atmosphère par pulvérisation d'un réactif dans l'atmosphère troublée par le brouillard, caractérisé en ce que le traitement est effectué par pulvérisation d'une substance à l'état finement divisé qui forme au cours d'une réaction exothermique un produit de réaction gazeux avec les gouttelettes d'eau constituant le brouillard.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le traitement est effectué à l'aide d'une substance réagissant chimiquement avec l'eau.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le traitement est effectué avec un carbure métallique, de préférence du carbure de calcium, ayant une granulométrie inférieure à 0,3 mm, de préférence inférieure à 0,15 mm.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le traitement est effectué avec un composé organique contenant de l'azote et de l'hydrogène, par exemple un azane, diazane, triazane ou tétraazane, un azène, diazène, triazène ou tétraazène, un triazadiène ou tétraazadiène, ainsi que l'azo- ou diazométhane, l'acide formique, la méthylhydrazine, l'acide oxalique, le peroxyde de diméthyle, à l'état pur ou sous forme de sel.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la substance contient en quantité allant jusqu'à 65 % en poids, de préférence entre 15 et 35 % en poids, une ou plusieurs substances qui fixent l'eau par hydrolyse et/ou hydratation au cours d'une réaction exothermique.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la substance contient comme substances fixant l'eau par hydrolyse ou hydratation du sulfate de sodium cristallisé anhydre, de l'hydrogénophosphate de sodium, du carbonate de sodium, de l'oxyde de baryum, du chlorure de silicium ou similaires.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la substance contient pour tamponner la réaction des matières inertes vis-à-vis de l'eau, par exemple des carbonates alcalins ou alcalinoterreux, comme le carbonate de calcium ou le carbonate de sodium.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la pulvérisation de la substance ou du mélange de substances se fait avec de l'air comprimé.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la pulvérisation de la substance ou du mélange de substances se fait avec un gaz inerte comprimé.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que, pour inhiber la formation à nouveau de brouillard, on traite des bandes étroites de la zone à débarrasser du brouillard à des intervalles de temps déterminés.