



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 2 381 413 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
26.10.2011 Patentblatt 2011/43

(51) Int Cl.:  
G06Q 99/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 11152413.8

(22) Anmeldetag: 27.01.2011

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
BA ME

(30) Priorität: 25.02.2010 DE 102010002348

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder:

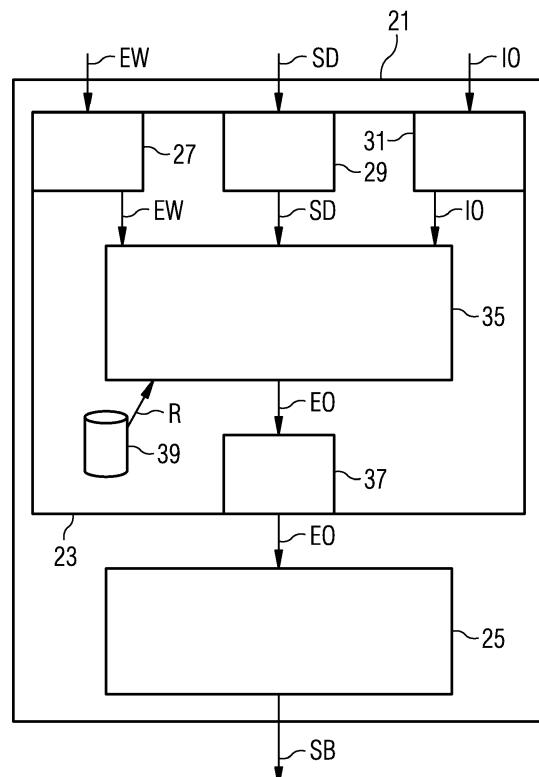
- Althen, Sebastian  
81543, München (DE)
- Mathias, Paul  
52072, Aachen (DE)

(54) **Verfahren und Ermittlungssystem zur automatischen Ermittlung von Emissionsorten, sowie darauf basierendes Verfahren und Verkehrssteuerungssystem zur immissionsabhängigen Verkehrssteuerung**

(57) Verfahren und Ermittlungssystem zur automatischen Ermittlung von Emissionsorten, sowie darauf basierendes Verfahren und Verkehrssteuerungssystem zur immissionsabhängigen Verkehrssteuerung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren (F) zur automatischen Ermittlung von Emissionsorten (19a, 19b,..., 19n) ausgewählter Emissionsstoffe ausgehend von einem ausgewählten Immissionsort (11). Dabei erfolgt auf Basis von Eingangswerten (EW), die sich direkt oder indirekt auf die Emissionsstoffe beziehen, unter Anwendung von definierten Regeln (R) einer zu einer Ausbreitungs-ermittlung der Emissionsstoffe geeigneten Ausbreitungsmodells eine räumliche Rückverfolgung der Emissionsstoffe unter Angabe von Verteilungswerten. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verkehrssteuerungsverfahren sowie ein Ermittlungssystem (23) zur Durchführung des Ermittlungsverfahrens (F) und ein Verkehrssteuerungssystem (21) zur Durchführung des Verkehrssteuerungsverfahrens.

FIG 5



## Beschreibung

**[0001]** Verfahren und Ermittlungssystem zur automatischen Ermittlung von Emissionsorten, sowie darauf basierendes Verfahren und Verkehrssteuerungssystem zur immissionsabhängigen Verkehrssteuerung

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatischen Ermittlung von Emissionsorten ausgewählter Emissionsstoffe ausgehend von einem ausgewählten Immissionsort und damit verbunden ein Ermittlungssystem für denselben Zweck. Außerdem betrifft sie ein Verfahren und ein Verkehrssteuerungssystem zur immissionsabhängigen Verkehrssteuerung in einem Verkehrsbereich, bei denen das vorgenannte Verfahren zum einen und das vorgenannte Ermittlungssystem zum anderen einsetzbar sind.

**[0003]** Verkehrsbedingt entstehende Emissionen haben je nach Art der Stoffe einen großen Anteil an den durch Verbrennung erzeugten umweltrelevanten Schadstoffen. Die Emissionen von Feinstaub und Russpartikeln beispielsweise stammten 1999 in Deutschland zu etwa 90% aus dem Verkehr, die der Stickoxide zu über 50%. Die Auswirkungen dieser Emissionen sind als Immissionen oftmals an anderen Orten, den Immissionsorten, zu verzeichnen als an den Emissionsorten, an denen sie emittiert wurden.

**[0004]** Die Ausbreitung von Schadstoffen, insbesondere von Luftschaadstoffen erfolgt in Abhängigkeit von der Art der Stoffe und von den Wind- und Wetterverhältnissen sowie vom Relief einer Landschaft inklusive der vorhandenen Bebauung und Bepflanzung. Mit Hilfe von komplexen Ausbreitungsmodellen kann die Immissionssituation auf Basis der Emissionssituation und ggf. weiteren komplexen Einflussfaktoren berechnet werden. Es lässt sich also eine Immissionslandkarte erstellen, wenn die Ausstoßmengen und Orte von Emissionen bekannt sind. Auf dieser Landkarte sind dann für verschiedene Schadstoffe sogenannte Hotspots, d. h. Brennpunkte mit einer besonders hohen Konzentration der jeweiligen Schadstoffe auszumachen.

**[0005]** Eine andere Art der Ermittlung solcher Hotspots ist die Emissionsmessung mittels Messgeräten. Diese Geräte werden über ein Messgebiet verteilt und ermitteln lokal die Schadstoffkonzentrationen. Ein bekannter solcher Hotspot ist beispielsweise in Deutschland eine Messstelle an der Landshuter Allee in München, an der oftmals Übertretungen der zulässigen Feinstaubkonzentrationen gemessen werden.

**[0006]** Bei Überschreitung von Grenzwerten entsteht ein Handlungsbedarf zum Schutz der Bevölkerung und Umwelt. Es werden daher heute verkehrsregelnde Maßnahmen eingesetzt, etwa in Deutschland die Einführung der Feinstaubplakette in sogenannten Umweltzonen. Diese Maßnahmen greifen jedoch nur sehr diffus an der Ursache der Immissionen an, denn es können bisher nur pauschal Eingriffe durchgeführt werden, von denen erhofft wird, dass sie die Immissionssituation am Hotspot lindern. Um eine zielgerichtete und effektivere

Möglichkeit der Entgegenwirkung von grenzwertüberschreitenden Immissionssituationen zu bewirken, müsste erkannt werden, woher die Emissionen röhren, die die Immissionssituation hervorrufen.

**5** **[0007]** Eine solche Methode ist jedoch bisher weder im Einsatz noch bekannt, weshalb es Aufgabe der Erfindung ist, Möglichkeiten zur Durchführung einer solchen Methode bereitzustellen und in der Folge auch, eine verbesserte umweltdatenabhängige Verkehrssteuerung zu ermöglichen.

**10** **[0008]** Diese Aufgaben werden durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und ein Ermittlungssystem gemäß Anspruch 13 sowie durch ein Verkehrssteuerungsverfahren gemäß Anspruch 10 und ein Verkehrssteuerungssystem gemäß Anspruch 14 gelöst.

**15** **[0009]** Entsprechend erfolgt bei einem Verfahren zur automatischen Ermittlung von Emissionsorten ausgewählter Emissionsstoffe ausgehend von einem ausgewählten Immissionsort auf Basis von Eingangswerten, die sich direkt oder indirekt auf die Emissionsstoffe beziehen, unter Anwendung von definierten Regeln eines zu einer Ausbreitungsermittlung der Emissionsstoffe geeigneten Ausbreitungsmodells eine räumliche Rückverfolgung der Emissionsstoffe unter Angabe von Verteilungswerten.

**20** **[0010]** Sowohl Emissions- als auch Immissionsorte werden in diesem Kontext generell als Ortsangaben beliebig wählbarer Erstreckung definiert. Dies bedeutet, dass es sich bei solchen Orten um Punkte, beispielsweise Messpunkte, handeln kann, aber auch beispielsweise um Straßenabschnitte, sogenannte Netzlinks, oder gar um Stadtviertel.

**25** **[0011]** Als Emissionen bzw. Immissionen werden im Kontext der Erfindung bevorzugt umweltrelevante Schadstoffe definiert. Schadstoffe wiederum sind all jene Stoffe und/oder Stoffgemische, die nach wissenschaftlicher, aber auch nach subjektiver Meinung dazu angetan sind, Schaden an Mensch und/oder Natur und/oder Gebäuden und/oder für die Entwicklung der Erdatmosphäre

**30** zu bewirken. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf den Schadstoffen, die solche Schäden am Immissionsort verursachen können. Das erfindungsgemäße Verfahren berücksichtigt dabei bevorzugt solche Schadstoffe, die von Verkehrsmitteln ausgestoßen werden, besonders von

**35** Landverkehrsmitteln und hier insbesondere von solchen, die von Verbrennungsmotoren angetrieben werden. Ein ganz besonderes Augenmerk fällt dabei auf den Individual-Landverkehr. Diese Konzentration röhrt einerseits daher, dass der landgebundene Individualverkehr zum Einen ein Hauptverursacher für Immissionen ist, die an Immissionsorten in Bodennähe gemessen werden können und die daher die oben genannten Schäden verursachen können. Andererseits kann Schadstoffausstößen gerade dieser Verkehrsmittel durch geeignete Verkehrssteuerungsmaßnahmen besonders effektiv begegnet werden. Grundsätzlich kann das erfindungsgemäße Ermittlungsverfahren auch bei industriell bedingten Emissionen angewendet werden bzw. kann das Verfah-

ren solche Emissionen berücksichtigen.

**[0012]** Als Eingangswerte zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine Vielzahl von Daten verwendet werden. Als direkt auf die Emissionsstoffe bezogen werden solche Eingangswerte aufgefasst, die Emissions- und/oder Immissionsangaben umfassen. Hierbei kann es sich sowohl um Messwerte als auch um Werte aus Simulationen bzw. Modellen handeln. Indirekt auf Emissionsstoffe bezogen sind all jene Eingangswerte, aus denen sich durch Berechnungsverfahren, beispielsweise anhand von Emissionsmodellen und/oder Emissionsangaben ableiten lassen. Insbesondere wird bevorzugt, dass diese Eingangswerte mindestens teilweise verkehrsbezogen sind. Sie können daher Emissionswerte umfassen, die mindestens teilweise auf verkehrsbedingte Schadstoffe zurückzuführen sind, und/oder beispielsweise Verkehrs-Zähl- und/oder Schätzwerte wie Autozahlen oder Geschwindigkeitsverteilungen umfassen.

**[0013]** Die Erfindung verwendet diese Eingangswerte und wendet Regeln eines geeigneten Ausbreitungsmodells für die Emissionsstoffe an, auf die Bezug genommen wird. Die Regeln dieses Ausbreitungsmodells werden jedoch nicht zwangsläufig zur Ermittlung einer Emissionsausbreitung verwendet. Sie können stattdessen auch in einer Art Zurück-Rechnung verwendet werden, um vom Wirkungsort des Schadstoffe, dem Immissionsort, aufgrund der Logik des Modells auf den Ort ihrer Verursachung, also den Emissionsort rückzuschließen. Dies kann beispielsweise durch eine Umkehr der Regeln erfolgen, d. h. die Verwendung der inversen Regeln dieses Ausbreitungsmodells, ggf. ergänzt durch weitere Regeln, die der Verfeinerung des Ermittlungsverfahrens dienen. Alternativ oder ergänzend kann eine Markierung von Emissionsstoffen in Abhängigkeit von ihrer Herkunft erfolgen (siehe unten), so dass nach Anwendung des Ausbreitungsmodells aufgrund der Markierungen erkannt werden kann, woher die Emissionen ursprünglich stammen.

**[0014]** Eine dritte Variante, die ebenfalls alternativ oder ergänzend zu den vorgenannten Varianten zum Einsatz kommen kann, besteht darin, Emissionswerte an Emissionsorten und Immissionswerte an mindestens einem Immissionsort durch Messung und/oder Simulation zu ermitteln und dann ein Ausbreitungsmodell auszuwählen, das die Ausbreitung der ermittelten Emissionen in Richtung der Immissionsorte abbildet. Dadurch kann zumindest mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit eine richtige Zuordnung von Emissions- und Immissionsorten erfolgen.

**[0015]** Es existiert eine Vielzahl von Ausbreitungsmodellen, deren Regeln zur Verwendung im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens angewandt werden können. Beispiele hierfür sind:

- das Modell MISKAM, das neben anderen ebenfalls nutzbaren Modellen in dem Artikel Lohmeyer, A. et al: Modelle zur Berechnung der Luftqualität und ihre

Anwendung, erhältlich unter <http://www.lohmeyer.de/aireia/models/modelleindeutschland.htm> näher beschrieben ist.

- das dem Programm WinKFZ zugrunde liegende Modell, dessen Funktionen beispielsweise unter [http://www.schorling.net/en/data/media/docs/winkfz\\_72\\_ov\\_erview-de.pdf](http://www.schorling.net/en/data/media/docs/winkfz_72_ov_erview-de.pdf) detaillierter aufgeführt sind.
- das Modell IMMIS, näher beschrieben unter [http://www.ivu-umwelt.de/front\\_content.php?idcat=80](http://www.ivu-umwelt.de/front_content.php?idcat=80) und den damit verbundenen Unterseiten.

**[0016]** Diese Referenzen sollen als Teil der Offenbarung der vorliegenden Patentanmeldung gelten. Solche Modelle können eine Vielzahl von Faktoren für die Ausbreitung von durch Luftströme transportierten Schadstoffen berücksichtigen. Hierzu zählen unter anderem Faktoren der Meteorologie (Windrichtung und -geschwindigkeit, Temperatur, Inversionswetterlagen uvm.), der Straßen (Relief, Straßenkategorie uvm.), der Emissionen selbst (beispielsweise gemäß dem HBEFA - Handbuch für Emissionsfaktoren des Umweltbundesamts), von baulichen Elementen (Gebäude, Lärmschutzmassnahmen uvm., die die Ausbreitung von Schadstoffen beeinflussen, uvm.), der Topografie im Untersuchungsbereich, sowie der Rezeptoren und der zu berechnenden Schadstoffe selbst. An dieser zusammenfassenden Aufzählung ist ersichtlich, dass die Modellbildung in diesem Anwendungsbereich eine gewisse Feinheit erreicht hat, die die Erfindung nun zur Rückverfolgung nutzt.

**[0017]** Allgemein wird im Rahmen der Erfindung der Begriff des Modells von dem des Berechnungs- bzw. Simulationsverfahrens dadurch abgegrenzt, dass ein Modell die logischen Grundlagen zur Durchführung eines Berechnungs- bzw. Simulationsverfahrens bereitstellt.

**[0018]** Es basiert hierfür auf Regeln, mit Hilfe derer Eingangsdaten, beispielsweise Emissionswerte oder - im Falle eines Emissionsmodells - Verkehrsdaten, weiterverarbeitet werden können. Zusätzlich können bereits im Modell Grundannahmen hinterlegt sein, etwa Angaben zur Topografie eines Untersuchungsgebiets uvm. Im Falle eines Ausbreitungsmodells werden als Eingangsdaten zum Beispiel die oben erwähnten Einflussfaktoren im Modell verwendet.

**[0019]** Die Emissionsstoffe werden räumlich zurückverfolgt. Dabei werden Verteilungswerte ermittelt und angegeben, die einen Benutzer darüber informieren, zu wie viele Emissionsstoffe, die an einem definierten Immissionsort ermittelbar sind, von einem bestimmten Emissionsort herstammen. Solche Verteilungswerte können beispielsweise als Wahrscheinlichkeitsangaben vorgelegt werden, aus denen hervorgeht, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Schadstoffpartikel oder eine Gruppe solcher Partikel, von dem Emissionsort herstammt. Alternativ und/oder ergänzend können absolute Werte in Form einer Mengenangabe zu Schadstoffen aus einem Emissionsort und/oder relative Werte im Sinne von Mengenanteilsangaben vorgelegt werden. Die Wahl des untersuchten Parameters (Wahrscheinlichkeit, absolute

oder relative Angaben etc.) hängt dabei vor allem vom gewählten Ausbreitungsmodell und dem benutzten konkreten Rückverfolgungsverfahren ab, wie weiter unten noch gezeigt werden wird.

**[0019]** Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es nun also möglich, in Abhängigkeit von einem Immissionsort einen oder mehrere Emissionsorte auszumachen, von denen eine messtechnisch ermittelte und/oder durch Simulation berechnete Immission bzw. Emission herrührt. Das Verfahren bedient sich dabei einer bereits vorliegenden Logik, nämlich der des jeweils gewählten Ausbreitungsmodells, so dass keine komplett neue Modellbildung notwendig ist, um zu den gewünschten Erkenntnissen zu gelangen. Es ist daher relativ einfach und kostengünstig bereitzustellen und kann bei entsprechender Programmierung auch ebenso einfach durchgeführt werden. Die Verlässlichkeit der generierten Ermittlungsdaten hängt im Wesentlichen von der Genauigkeit des gewählten Ausbreitungsmodells ab; sie kann also bei Verwendung eines hochgenauen Ausbreitungsmodells mindestens ähnlich hoch sein wie das Ausbreitungsmodell selbst. Zudem bewirkt eine weitere Verfeinerung eines gewählten Ausbreitungsmodells praktisch automatisch eine Erhöhung der Genauigkeit der Ergebnisse des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0020]** Die Erfindung umfasst zudem ein Verfahren zur immissionsabhängigen Verkehrssteuerung in einem Verkehrsbereich, bei dem Steuersignale zur Steuerung eines Verkehrs an einem Emissionsort generiert werden, die automatisch ausgehend von einem Immissionsort ermittelt werden, an dem Emissionsstoffe dieses Emissionsorts als Immissionen ermittelbar sind.

**[0021]** Das Novum dieses Verkehrssteuerungsverfahrens besteht also ganz prinzipiell darin, ausgehend von einem Immissionsort die entsprechenden Emissionsorte zu ermitteln und nicht wie bisher Verkehrssteuerungsmaßnahmen entweder am Immissionsort oder unspezifisch in einem großräumigen Verkehrsbereich durchzuführen. Die Verkehrssteuerung geschieht stattdessen mindestens prioritär, d. h. schwerpunktmäßig am ermittelten Emissionsort, bei mehreren ermittelten Emissionsorten bevorzugt an diesen mehreren Orten, besonders bevorzugt mit einer Gewichtung in Abhängigkeit von ermittelten Verteilungswerten der Emissionen auf die einzelnen Emissionsorte. Zusätzlich kann vorgesehen sein, die Verkehrssteuerung schwerpunktmäßig oder ausschließlich an ausgewählten ermittelten Emissionsorten durchzuführen, insbesondere dann, wenn nur in diesen Bereichen ausreichende Mittel zur entsprechenden Verkehrssteuerung vorhanden sind.

**[0022]** Besonders bevorzugt wird der Emissionsort im Rahmen des erfindungsgemäßen Verkehrssteuerungsverfahrens durch Anwendung eines erfindungsgemäßen Ermittlungsverfahrens ermittelt, da, wie oben erläutert, die Logik dieses Verfahrens einfach und genau die notwendigen Daten zum Emissionsort zur Verfügung stellt.

**[0023]** Ein erfindungsgemäßes Ermittlungssystem zur automatischen Ermittlung von Emissionsorten ausge-

wählter Emissionsstoffe ausgehend von einem ausgewählten Immissionsort umfasst mindestens

- 5 - eine Eingangsschnittstelle für Eingangswerte der oben erwähnten Art, die sich direkt oder indirekt auf die Emissionsstoffe beziehen, und
- eine Ermittlungseinheit, die im Betrieb Regeln eines zu einer Ausbreitungsermittlung der Emissionsstoffe geeigneten Ausbreitungsmodells dazu verwendet,
- 10 auf Basis der Eingangswerte eine räumliche Rückverfolgung der Emissionsstoffe unter Angabe von Verteilungswerten durchzuführen,
- bevorzugt eine Ausgangsschnittstelle zur Aufgabe der Verteilungswerte und/oder von Ortsangaben zu
- 15 den ermittelten Emissionsorten.

**[0024]** Zusätzlich hierzu kann das Ermittlungssystem auch eine Auswahl Daten-Eingangsschnittstelle zur Einspeisung von Auswahl Daten zu ausgewählten Emissionsstoffen umfassen. Diese kann als Benutzereingangsschnittstelle realisiert sein, jedoch auch als Eingangsschnittstelle für Auswahl Daten aus einer Datenbank, in der etwa vorgehalten ist, dass für einen bestimmten Untersuchungsbereich bestimmte Emissionsstoffe abgeprüft werden sollen. Die Datenbank kann auch innerhalb des Ermittlungssystems angeordnet sein, beispielsweise in Form eines Datenspeichers.

**[0025]** Weiterhin kann das Ermittlungssystem eine Immissionsort-Auswahlseinheit zur Auswahl eines Immissionsorts aufweisen, die bevorzugt automatisch einen geeigneten Immissionsort, etwa einen Hotspot der oben ausgeführten Art, auswählt, auf Basis dessen die Ermittlung des Emissionsorts erfolgen soll.

**[0026]** Ein erfindungsgemäßes Verkehrssteuerungssystem zur immissionsabhängigen Verkehrssteuerung in einem Verkehrsbereich weist eine Steuerungseinheit auf, die im Betrieb Steuersignale zur Steuerung eines Verkehrs an einem Emissionsort generiert, und ein Ermittlungssystem, das so ausgebildet ist, dass es im Betrieb automatisch den Emissionsort ausgehend von einem Immissionsort ermittelt, an dem Emissionsstoffe vom Emissionsort als Immissionen messbar sind.

**[0027]** Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verkehrssteuerungsverfahrens wird daher auch bevorzugt ein Computerprogrammprodukt verwendet, welches direkt in einen Prozessor einer Rechnereinrichtung ladbar ist, mit Programmcodemitteln, um alle Schritte eines solchen Verkehrssteuerungsverfahrens auszuführen.

**[0028]** Besonders bevorzugt gilt, dass das erfindungsgemäßes Verkehrssteuerungssystem ein erfindungsgemäßes Ermittlungssystem umfasst.

**[0029]** Sowohl in einem erfindungsgemäßem Ermittlungssystem als auch in einem erfindungsgemäßem Verkehrssteuerungssystem kann insbesondere die Ermittlungseinheit sowohl als allein stehende Einzelkomponente hardware- und/oder softwaretechnisch ausgeführt als auch gemeinsam mit anderen Einheiten innerhalb ei-

nes elektronischen Prozessorbausteins integriert sein. Sie kann ganz oder teilweise auf einem Rechner des Verkehrssteuerungssystems realisiert werden. Außerdem können die Eingangsschnittstelle und ggf. weitere Schnittstellen sowohl als Hardware in Form von Eingangs- bzw. Ausgangsbuchsen bzw. drahtlose Schnittstellen eines Geräts ausgebildet sein als auch in Form von Software bzw. als Kombination von Hard- und Software-Komponenten. Schnittstellen können beispielsweise in Form von reinen Software-Schnittstellen auch direkt Daten vom Verkehrssteuerungssystem oder vom Ermittlungssystem übernehmen, wenn beispielsweise das Ermittlungssystem auf dem gleichen Rechner wie das Verkehrssteuerungssystem angeordnet ist. Die Schnittstellen können weiterhin kombiniert als Input-/Output-Schnittstelle ausgebildet sein.

**[0030]** Ein Aufbau des Ermittlungssystems und/oder des Verkehrssteuerungssystems in Form von Software hat den Vorteile einer schnellen und kostengünstigen Realisierung. Daher wird zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt ein Computerprogrammprodukt verwendet, welches direkt in einen Prozessor einer Rechnereinrichtung ladbar ist, mit Programmcode mitteln, um alle Schritte eines jeweiligen solchen Verfahrens auszuführen.

**[0031]** Weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch aus den abhängigen Ansprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung. Dabei können die erfindungsgemäßen Verfahren auch entsprechend den abhängigen Ansprüchen zum den Systemen weitergebildet sein und umgekehrt, wobei auch die Merkmale der Verfahren zur Weiterbildung der beiden Systeme verwendet werden können und umgekehrt, außer wenn explizit anders verlautbart ist.

**[0032]** Bevorzugt wird der Immissionsort aus einer Aufstellung einer Mehrzahl von bestimmten Immissionsorten ausgewählt, deren zugeordnete Immissionswerte auf Grundlage einer Anwendung desselben Ausbreitungsmodells ermittelt wurden. Das Ausbreitungsmodell dient also sowohl der Bestimmung von Immissionsorten und zur Ermittlung von an diesen Immissionsorten vorliegenden Immissionswerten als auch der Ermittlung der mit diesen Immissionsorten korrespondierenden Emissionsorte. Die Immissionswerte beziehen sich dabei auf Mengen-, Volumen- bzw. Anteilsangaben zu bestimmten Emissionsstoffen, wie sie am Immissionsort ermittelbar, d. h. durch Messung oder geeignete Berechnungsverfahren herleitbar sind.

**[0033]** Wie erwähnt, liegt einer der Vorteile der Erfindung darin begründet, dass ein bereits existentes Ausbreitungsmodell dazu verwendet werden kann, Emissionsorte zu ermitteln. Die Verwendung ein und desselben Modells dient nicht nur der Einsparung von Ressourcen, sondern trägt vor allem entscheidend dazu bei, eine hohe Konsistenz und Stringenz in den Aussagen zu erzielen. Dabei werden besonders bevorzugt bei der Anwendung des Ausbreitungsmodells als Eingangswerte basierend

auf Messdaten ermittelte und/oder simulierte örtlich zugeordnete Emissionswerte verwendet. Solche Emissionswerte können direkt auf realen Messungen an den Emissionsquellen basieren. Sie können aber auch aus anderen Messdaten, im Straßenverkehr etwa Verkehrs-Messdaten wie der Verkehrsichte unter Verwendung von Emissions-Simulationsverfahren hergeleitet werden. Ein hierfür verwendbares Simulationsmodell bietet beispielsweise das oben erwähnte HBEFA:

**[0034]** Das Umweltbundesamt veröffentlicht in regelmäßigen Abständen das Handbuch für Emissionsfaktoren. Diese umfangreiche Datenbank zu den Emissionen von Luftschatdstoffen des Straßenverkehrs stellt Emissionsfaktoren von Kraftfahrzeugen für die wichtigsten Luftschatdstoffe und den Kraftstoffverbrauch zusammen. Die Daten sind nach zahlreichen technischen und verkehrlichen Parametern wie Fahrzeugart (Pkw, Lkw, Bus etc.), Abgasreinigung (geregelter, ungeregelter Katalysator etc.), Antriebsart (Otto, Diesel) sowie Verkehrssituatonen (Stadtverkehr, Landstraße, Autobahn etc.) gegliedert. Zudem können die unterschiedlichen Anteile von Güter- und Personenverkehr an den Schadstoffemissionen nachvollzogen werden. Darüber hinaus kann mit der Version für Deutschland auch der Flottenmix auf deutschen Straßen graphisch oder tabellarisch angezeigt werden.

**[0035]** Als besonders vorteilhaft, weil von der Datenbasis her besonders verlässlich, hat es sich erwiesen, wenn die Eingangswerte real ermittelte Verkehrs-Messdaten einer Verkehrssituation umfassen. Diese Verkehrs-Messdaten, beispielsweise Angaben zur Anzahl und/oder Geschwindigkeit von Fahrzeugen, zu Stauungen uvm., werden bevorzugt aus aktuellen Verkehrsmessungen bezogen. Alternativ oder ergänzend können auch in Datenbanken gespeicherte reale Messdaten verwendet werden, insbesondere solche, die in möglichst zahlreichen Bezugsparametern (z. B. Tageszeit, Wochentag, Wetterlage) deckungsgleich mit der aktuellen Situation zum Zeitpunkt der Ermittlung des Emissionsorts sind. Aus den Verkehrs-Messdaten wird dann eine Emissionssituation abgeleitet und daraus mittels des Ausbreitungsmodells eine Immissionssituation. Aus dieser Immissionssituation ergeben sich für einen Benutzer und/oder eine Erkennungsautomatik die Immissionsorte, für die eine Ermittlung der zugehörigen Emissionsorte besonders wichtig ist.

**[0036]** Bei der Anwendung des Ausbreitungsmodells wird bevorzugt eine Immissionskarte, d. h. insbesondere eine Immissionslandkarte, oder eine Immissionsmatrix erstellt, aus der jeweils die Immissionswerte an bestimmten Immissionsorten hervorgehen. Dies vereinfacht einem Benutzer die Auswahl eines für sein Erkenntnisinteresse geeigneten Immissionsorts und beschleunigt das Verfahren zudem. Insbesondere Immissionskarten sind intuitiv bedienbar und zeigen oft auf einen Blick, wo sich beispielsweise Hotspots der oben erwähnten Art finden.

**[0037]** Ein besonderer Erkenntnisvorteil ergibt sich

dann, wenn die Auswahl eines Immissionsorts - bevorzugt automatisch - aufgrund von an diesem Immissionsort vorliegenden und/oder errechneten lokalen oder regionalen Belastungswerten einer Anzahl der Emissionsstoffe erfolgt. Diese Anzahl kann aus einem einzelnen Stoff bestehen oder aus einer Gruppe von Stoffen, die bevorzugt einer gemeinsamen Schadstoffgruppe zuzuordnen sind. Es werden also beispielsweise in Bezug auf einzelne zu berücksichtigende Immissionen Hotspots und/oder Orte ermittelt, an denen Belastungs-Grenzwerte überschritten werden. Ausgehend von solchen Orten mit hohen oder gar Spitzenbelastungen können Emissionsorte ermittelt werden, in denen ein Ausstoß von Schadstoffen erfolgt, der besonders stark zur Überschreitung von Grenzwerten und daher zu Schädigungen allgemein beiträgt.

**[0038]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden bei Anwendung des Ausbreitungsmodells Emissionen gemäß ihrer Herkunft mit, besonders bevorzugt eindeutigen, Markierungen versehen. Diese können beispielsweise als Kennzahlen oder in Form von Identifikationsnummern, vorteilhafterweise ergänzt durch Angaben zum Zeitpunkt des Ausstoßes der Emissionen, vorgehalten werden. Sie können sich dabei auf Partikelwolken bzw. -cluster beziehen und auch nach Partikelart (Größe, Gewicht o.ä.) und/oder Partikelgruppe (insbesondere Stoffgruppe) aufgeschlüsselt sein. Besonders bevorzugt werden einzelner Partikel mit von ihrem Emissionsort abhängigen Herkunfts-Markern markiert. Somit ist jedes Partikel einfach auch wieder rückverfolgbar, was die Quantifizierung in Form der Verteilungswerte und die örtliche bzw. räumliche Zuordnungsgenauigkeit zu den Emissionsorten bedeutend erhöhen kann. Zudem ist die Rückverfolgbarkeit der Emissionen sehr einfach: Die Emissionen bzw. Partikel können in einem Histogramm nach Herkunftsart aufgetragen werden.

**[0039]** Ein positiver Zusatzeffekt kann außerdem erzielt werden, wenn zusätzlich zu den Emissionsorten Klassen von Emittenden der ausgewählten Emissionsstoffe ermittelt werden. Diese Klassen können sich beispielsweise auf Fahrzeugklassen des Kraftfahrtbundesamts beziehen, bzw. auf Antriebs- bzw. Motorenklassen oder gar heruntergebrochen auf einzelne Fahrzeugtypen, ggf. sogar gestaffelt nach Zulassungsdaten uvm. Mit einer solchen Verfeinerung der Zuordnung von Emissionen wird die Datenbasis bereitgestellt, die beispielsweise zu einer noch zielgerichteteren Verkehrssteuerung genutzt werden kann. Zur Ermittlung von Fahrzeugklassen ist die Verwendung eines Ausbreitungsmodells auf Basis der oben erwähnten Herkunftsmarkierungen besonders vorteilhaft, da auch die Herkunft nach Fahrzeugen in einer Markierung kodiert werden kann.

**[0040]** Außerdem können zusätzlich zu den Emissionsorten und ggf. den Fahrzeugklassen Emissionszeiten der ausgewählten Emissionsstoffe ermittelt werden. Dies führt zu einer Darstellbarkeit des zeitlichen Emissionsverlaufs, was vor allem für Einschätzung der Effektivität

verkehrssteuernder Massnahmen eine bedeutende Rolle spielen kann. So können Schadstoffe zum Beispiel bei Windstille an einem Immissionsort zu einem Zeitpunkt gemessen werden, der lange nach dem Verursachungszeitpunkt liegt. Ein aktueller Eingriff in die Verkehrssituation am Emissionsort kann daher ggf. überhaupt keinen Sinn machen. Andererseits können auch Zeitkurven ermittelt werden, aus denen im Vorgriff auf mögliche Grenzwertüberschreitungen zu einem späteren Zeitpunkt schon vorbeugende verkehrssteuerende Maßnahmen abgeleitet werden können.

**[0041]** Was die ermittelten Emissionsorte betrifft, so können diese vorteilhafterweise grafisch auf einer Landkarte hervorgehoben werden, bevorzugt durch die Farbbzw. Kontrastgebung in Abhängigkeit von ihrem Anteil an den Gesamtmissionen am Immissionsort kodiert. In Kombination mit der Darstellung von mehreren Immissionsorten auf einer solchen Landkarte kann daraus eine übersichtliche Darstellung für einen Benutzer abgeleitet werden, aus der er zum Beispiel erkennen kann, welche Emissionsorte eine hohe Relevanz für mehrere Immissionsorte besitzen. Eine solche Landkarte kann auch über eine Benutzerschnittstelle interaktiv ausgebildet sein, etwa dadurch, dass ein Benutzer mit einem Mauszeiger einen Immissionsort auf der Karte markiert und hierzu automatisch Informationen zu den korrespondierenden Emissionsorten dargestellt erhält.

**[0042]** Zudem kann es im Rahmen des Verfahrens vorteilhaft sein, eine Mehrzahl an Immissionsorten auszuwählen und wie einen einzelnen Immissionsort für die Ermittlung von Emissionsorten zu behandeln. Das Ergebnis ist dann eine Aufstellung, welche Emissionsorte dieser Mehrzahl von Immissionsorten zugeordnet werden können, so dass eine Verkehrssteuerung nicht nur zur Abmilderung der Immissionssituation an einem einzelnen ausgewählten Hotspot erfolgt. Eine Verkehrssteuerung mit globaleren und dennoch gezielt wirkenden Maßnahmen kann hieraus resultieren.

**[0043]** Was das erfindungsgemäße Verkehrssteuerungsverfahren angeht, so ist es bevorzugt, dass die Steuersignale auch zusätzliche Informationen an durch die Verkehrssteuerung betroffene Verkehrsteilnehmer, vorzugsweise am Emissionsort, und/oder Anwohner, vorzugsweise am Immissionsort, betreffend eine Quantifizierung und/oder eine Ausbreitungsdarstellung auf Basis einer räumlichen Rückverfolgung der Emissionsstoffe umfassen. Die Verkehrsteilnehmer erhalten so Informationen, die ihnen den Sinn der verkehrstechnischen Steuerungsmaßnahme plausibel macht, was zu einer Erhöhung des Befolgsgrads der Verkehrsregeln führen dürfte. Die Anwohner bekommen vermittelt, welche Maßnahmen gezielt für sie ergriffen werden, beispielsweise um eine momentane Verschmutzungssituation schnell zu beseitigen.

**[0044]** Die Erfindung wird im Folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Figuren anhand von Ausführungsbeispielen noch einmal näher erläutert. Dabei sind in den verschiedenen Figuren gleiche Komponenten mit iden-

tischen Bezugsziffern versehen. Es zeigen:

FIG 1 eine schematische Landkarte einer Siedlung mit zwei sich kreuzenden Straßen mit grauwertkodierter Darstellung von Schadstoffbelastungen, FIG 2 eine schematische Landkarte eines Ballungsgebiets mit Darstellung von Emissionsorten und Richtungsanzeigen eines Ausbreitungsmodells, FIG 3 eine schematische Blockdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Ermittlungsverfahrens, FIG 4 eine schematische Blockdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verkehrssteuerungsverfahrens, FIG 5 eine schematische Blockdarstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verkehrssteuerungssystems mitsamt einem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Ermittlungssystems, FIG 6 eine schematische Blockdarstellung von Abläufen innerhalb eines Verkehrsmanagementsystems unter Zuhilfenahme der erfindungsgemäßen Ermittlungs- und Verkehrssteuerungssysteme.

**[0045]** FIG 1 zeigt einen Landkartenausschnitt, in dem der Tagesmittelwert einer Feinstaubkonzentration, gemessen in  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ , grauwertkodiert (vgl. die schematische Grauwertskala an der Seite) dargestellt ist. Die Landkarte 13 ist in Nord-Süd-Ausrichtung dargestellt. Die Windrichtung ist durch einen Richtungspfeil 7 dargestellt. Sie verläuft hier von West nach Ost. Zu erkennen sind drei Straßen 5a, 5b, 5c von denen die erste Straße 5a und die dritte Straße 5c in etwa in Ost-West-Richtung verlaufen und die zweite Straße 5b in etwa in Nord-Süd-Richtung, so dass sich zwei Kreuzungen ergeben, eine der ersten Straße 5a mit der zweiten Straße 5b und eine der dritten Straße 5c mit der zweiten Straße 5b. Oberhalb der dritten Straße 5c, beidseits der zweiten Straße 5b befindet sich eine Siedlung, bestehend aus mehreren Gebäuden 3.

**[0046]** Schadstoffe wie Kohlenmonoxid, Stickoxide, Feinstaubpartikel, Ruß, Schwefeldioxid uva., die durch den Verkehr auf den beiden Straßen 5a, 5b, 5c hervorgerufen werden, breiten sich aus. Dies erfolgt aufgrund einer Ausbreitungslogik, die in Form einer Anzahl von Ausbreitungsregeln in einem Ausbreitungsmodell abbildbar ist. Die Schadstoffe können mittels Schadstoffsensoren 1, 1a, 1b ermittelt werden, die entlang der Straßen 5a, 5b, 5c platziert sind. In der Regel wird nur eine deutlich geringere Anzahl solcher Sensoren in einem solch kleinen Verkehrsbereich aufgestellt sein. Ein entscheidender Faktor für die an einem Schadstoffsensor 1, 1a, 1b messbare Schadstoffmenge ist sein Aufstellungsplatz. Dies ist erkennbar am Beispiel der beiden Schadstoffsensoren 1a, 1b, die an der zweiten Straße 5b gegenüberliegend an den beiden Straßenseiten aufgestellt sind. Der weiter westlich aufgestellte Schadstoffsensor 1a steht im Windschatten eines Gebäudes 3 und misst in der hier vorliegenden Windsituation nur eine sehr

geringe Feinstaubkonzentration. Hingegen ermittelt der weiter östlich aufgestellte Schadstoffsensor 1b nur einige Meter entfernt vom Schadstoffsensor 1a eine Feinstaubkonzentration von mindestens  $50 \mu\text{g}/\text{m}^2$ , also mehr als zehnmal so viel wie auf der gegenüberliegenden Straßenseite.

**[0047]** Dieses instruktive Beispiel veranschaulicht, warum die Ermittlung von Schadstoffkonzentrationen heute nicht mehr ausschließlich von Sensorsystemen durchgeführt wird. Oftmals werden stattdessen oder ergänzend Ausbreitungsmodelle, die beispielsweise einen durch ein Gebäude 3 verursachten Windschatten, bei der Zuweisung von virtuellen Schadstoffmesswerten mitberücksichtigen, eingesetzt.

**[0048]** FIG 2 zeigt eine schematische Landkarte eines Verkehrsbereichs 15 eines Ballungsraums, in der mehrere Straßenabschnitte als Emissionsorte 19a, 19b, ..., 19n hervorgehoben sind. Zudem sind Richtungspfeile 17 aufgetragen, die schematisch die Logik eines Ausbreitungsmodells für Emissionen repräsentieren. Aufgrund dieses simulatorisch ermittelten Ausbreitungsverhaltens ergibt sich eine besondere hohe Schadstoffkonzentration an einem Hotspot 11. Dieser Hotspot 11 kann im Rahmen des erfindungsgemäßen Ermittlungsverfahrens als Ausgangspunkt verwendet werden, um die Emissionsorte zu bestimmen, von denen her mit (bestimmten bzw. zu bestimmenden) Anteilen die als Immissionen am Hotspot 11 messbaren Schadstoffe herkommen.

**[0049]** Dies erfolgt bei einer Variante der Erfindung durch eine Rückverfolgung der Schadstoffströme mit derselben Logik wie der des verwendeten Ausbreitungsmodells. Bildhaft gesprochen verfolgt diese Logik die dargestellten Pfeile in umgekehrter Richtung bis sie auf den dazugehörigen Emissionsort 19a, 19b, ..., 19n stößt. Im Endeffekt kann mit Hilfe des Ausbreitungsmodells und seiner Anwendung in umgekehrter Richtung zu jedem als Emissionsort auf der Landkarte definierten Ort eine Anzahl von Emissionsorten zugeordnet werden. Zusätzlich dazu können die Anteile, prozentual und/oder absolut der Emissionen von einem bestimmten Emissionsort bestimmt und angezeigt werden, die für die Gesamtimmisionen am Emissionsort verantwortlich sind. Eine andere Variante der Rückverfolgung von Schadstoffen stellt die oben beschriebene Markierung von Emissionen gemäß ihrer Herkunft und die nachträgliche Aufstellung dieser Emissionen in einem Histogramm dar.

**[0050]** In einem Visualisierungsbeispiel kann einem Benutzer eine Immissionskarte auf einer graphischen Benutzerschnittstelle dargestellt werden. Bei Platzierung eines Markierungsinstruments wie einem Computermauszeiger an einem beliebigen Ort, etwa einem Hotspot, auf der Benutzerschnittstelle würden all jene Straßenabschnitte, d. h. Emissionsorte hervorgehoben, die einen relevanten Anteil an der Immissionsbelastung an diesem Emissionsort beisteuern. Je nach Anteil an der Gesamtbelastung kann eine Farb- bzw. Kontrastkodierung der Emissionsorte durchgeführt werden, beispielsweise auf einer grün-gelb-rot-Skala.

**[0051]** Aus der Erkenntnis, von welchen Emissionsorten Immissionen an einem bestimmten Hotspot herrühren, können für die Emissionsorte Verkehrssteuerungsmaßnahmen abgeleitet werden, etwa:

- eine Verflüssigung des Verkehrsflusses auf den entsprechenden Strecken durch Minimierung der Fahrzeughalte, etwa durch entsprechende Lichtsignalsteuerung, und/oder
- eine Verschiebung von Verkehrsflüssen von einer Strecke in andere, für die Schadstoffbelastung des Hotspots weniger kritische Bereiche durch Lichtsignalanlagen, variable Beschilderung und Verkehrsinformationsdienste.

**[0052]** Aus der Kenntnis der Emissionsorte lassen sich also sehr gezielte Abstellaßnahmen gegen eine Überschreitung von Schadstoffkonzentrationen an bestimmten Immissionsorten bewirken. Wird bereits zur Ermittlung der Immissionsorte ein feines Ausbreitungsmodell verwendet, so kann zudem sichergestellt werden, dass die Untersuchung tatsächlich die richtigen Hotspots ermittelt und nicht solche, die in Wirklichkeit nicht das volle Ausmaß einer Immissionssituation in einem Verkehrsbereich wiedergeben.

**[0053]** FIG 3 zeigt in einem schematischen Blockdiagramm den Ablauf eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens F zur Ermittlung von Emissionsorten 19a, 19b, ... 19n. In einem Schritt A werden Eingangswerte in das Verfahren eingebracht, beispielsweise in Form von Verkehrsdaten. Optional kann in einem Schritt B zusätzlich eine Auswahl getroffen werden, welche Emissionsstoffe bei dem Verfahren berücksichtigt werden sollen. Schritt C beinhaltet die Eingabe bzw. Definition eines Immissionsorts 11, beispielsweise eines Hotspots, zu dem im Folgenden Emissionsorte 19a, 19b, ... 19n ermittelt werden sollen. Diese Definition kann automatisiert erfolgen oder durch eine Benutzereingabe. In Schritt D werden auf Basis der Regeln eines geeigneten Emissions-Ausbreitungsmodells durch Rückverfolgung die Emissionsorte 19a, 19b, ... 19n ermittelt, von denen die Immissionen am Immissionsort 11 herstammen. Diese werden in einem Schritt E an einen Benutzer ausgegeben.

**[0054]** FIG 4 zeigt schematisch den Ablauf eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Verkehrssteuerungsverfahrens. Dabei werden zunächst in einem Schritt F Emissionsorte 19a, 19b, ... 19n ermittelt, die einem ausgewählten Immissionsort zuzuordnen sind. Für diese Emissionsorte 19a, 19b, ... 19n, mindestens aber für einen der Emissionsorte 19a, 19b, ... 19n werden in Schritt G Steuersignale generiert und ausgegeben, durch die dort in den Verkehr steuernd eingegriffen wird.

**[0055]** FIG 5 zeigt eine schematische Blockdarstellung von Ausführungsbeispielen eines erfindungsgemäßen Verkehrssteuerungssystems 21 und eines erfindungsgemäßen Ermittlungssystems 23. Das Ermittlungssystem 23 bildet zusammen mit einer Steuerungseinheit

25 das in Form von Softwaremodulen auf einem Prozessor realisierte Verkehrssteuerungssystem 21.

**[0056]** Das Ermittlungssystem 23 weist eine Eingangsschnittstelle 27 zur Einspeisung von Eingangswerten EW auf sowie eine Eingangsschnittstelle 29 zur Einspeisung von Schadstoffdaten SD. Die Schadstoffdaten SD beinhalten Informationen darüber, welche Schadstoffarten in einer Untersuchung berücksichtigt werden sollen. Eine dritte Eingangsschnittstelle 31 dient der Einspeisung von Auswahlwerten IO zu zu untersuchenden Immissionsorten. In einer Ermittlungseinheit 35 werden auf Basis dieser Eingaben EW, SD, IO und unter Verwendung von in einem Speichermedium 39 vorgehaltenen Regeln eines Emissions-Ausbreitungsmodells 15 Emissionsortangaben EO generiert. Diese Angaben beinhalten Informationen darüber, welche Emissionsorte dem jeweils ausgewählten Immissionort zugeordnet werden können und mit welchen Verteilungswerten. Über eine Ausgangsschnittstelle 37 werden die Emissionsortangaben EO an die Steuerungseinheit 25 weitergeleitet, die darauf basierend für einen oder mehrere der ermittelten Emissionsorte Steuerungssignale SB ableitet, die der gezielten Verkehrssteuerung in diesem Bereich dienen.

**[0057]** FIG 6 zeigt eine Ablauflogik innerhalb eines Verkehrsmanagementsystems unter Zuhilfenahme der erfindungsgemäßen Verfahren. Verkehrsdetektoren generieren Verkehrsdetektor-Messwerte DW, aus denen über ein Verkehrsumlegungsmodell oder einen Verkehrszustandsschätzer VZ Verkehrsdaten VD abgeleitet werden. Die Verkehrsdaten VD repräsentieren einen Verkehrszustand in einem Verkehrsbereich, z. B. auf einem Straßenabschnitt. Auf Basis der Verkehrsdaten VD werden mit Hilfe eines geeigneten Emissionsmodells EM 35 Schadstoffkonzentrationen SK an bestimmten Immissionsorten, z. B. den Hotspots, im Endeffekt also Immissionsdaten generiert. Diese fließen in die Ermittlung von Emissionsorten ein, woraus Emissionsangaben EO resultieren, die Angaben beinhalten, wie wieviele Anteile 40 der Schadstoffkonzentrationen SK an einem Immissionsort von einem bestimmten Emissionsort herrühren. Diese finden Eingang in die Erarbeitung einer übergeordneten Verkehrsmanagementstrategie VStrat. Hieraus entsteht eine Wechselwirkung, da die Verkehrsmanagementstrategie VStrat Auswirkungen auf die Emissionsorte zeitigt. Die Umsetzung der Strategien wird durch Steuersignale SB durchgeführt.

**[0058]** Es wird abschließend noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei den vorhergehend detailliert beschriebenen Verfahren sowie bei den dargestellten Systemen lediglich um Ausführungsbeispiele handelt, welche vom Fachmann in verschiedenster Weise modifiziert werden können, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. Weiterhin schließt die Verwendung der unbestimmten Artikel "ein" bzw. "eine" nicht aus, dass die betreffenden Merkmale auch mehrfach vorhanden sein können. Außerdem können "Einheiten" aus einer oder mehreren, auch räumlich verteilt angeordneten, Kompo-

nenten bestehen.

### Patentansprüche

1. Verfahren (F) zur automatischen Ermittlung von Emissionsorten (19a, 19b, ..., 19n) ausgewählter Emissionsstoffe ausgehend von einem ausgewählten Immissionsort (11), wobei auf Basis von Eingangswerten (EW), die sich direkt oder indirekt auf die Emissionsstoffe beziehen, unter Anwendung von definierten Regeln (R) eines zu einer Ausbreitungsermittlung der Emissionsstoffe geeigneten Ausbreitungsmodells eine räumliche Rückverfolgung der Emissionsstoffe unter Angabe von Verteilungswerten erfolgt.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Immissionsort (11) aus einer Aufstellung einer Mehrzahl von bestimmten Immissionsorten ausgewählt wird, deren zugeordnete Immissionswerte auf Grundlage einer Anwendung desselben Ausbreitungsmodells ermittelt wurden.
3. Verfahren gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Anwendung des Ausbreitungsmodells als Eingangswerte (EW) basierend auf Messdaten ermittelte und/oder simulierte örtlich zugeordnete Emissionswerte verwendet werden.
4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eingangswerte (EW) auf Messdaten basierende Verkehrs-Daten einer Verkehrssituation umfassen.
5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Auswahl eines Immissionsorts (11) aufgrund von an diesem Immissionsort (11) vorliegenden und/oder errechneten lokalen oder regionalen Belastungswerten einer Anzahl der Emissionsstoffe.
6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Anwendung des Ausbreitungsmodells Emissionen gemäß ihrer Herkunft mit Markierungen versehen werden.
7. Verfahren gemäß Anspruch 6, **gekennzeichnet durch** die Markierung einzelner Partikel mit von ihrem Emissionsort (19a, 19b, ..., 19n) abhängigen Herkunfts-Markern.
8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich zu den Emissionsorten (19a, 19b, ..., 19n) Klas-

sen von Emittenden der ausgewählten Emissionsstoffe ermittelt werden.

9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich zu den Emissionsorten (19a, 19b, ..., 19n) Emissionszeiten der ausgewählten Emissionsstoffe ermittelt werden.
10. Verfahren zur immissionsabhängigen Verkehrssteuerung in einem Verkehrsbereich (15), bei dem Steuersignale (SB) zur Steuerung eines Verkehrs an einem Emissionsort (19a, 19b, ..., 19n) generiert werden, die automatisch ausgehend von einem Immissionsort (11) ermittelt werden, an dem Emissionsstoffe dieses Emissionsorts (19a, 19b, ..., 19n) als Immissionen ermittelbar sind.
11. Verfahren zur Verkehrssteuerung gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Emissionsort (19a, 19b, ..., 19n) durch Anwendung eines Ermittlungsverfahrens (F) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 ermittelt wird.
12. Verfahren zur Verkehrssteuerung gemäß Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuersignale (SB) Informationen an durch die Verkehrssteuerung betroffene Verkehrsteilnehmer und/oder Anwohner betreffend eine Quantifizierung und/oder eine Ausbreitungsdarstellung auf Basis einer räumlichen Rückverfolgung der Emissionsstoffe umfassen.
13. Ermittlungssystem (23) zur automatischen Ermittlung von Emissionsorten (19a, 19b, ..., 19n) ausgewählter Emissionsstoffe ausgehend von einem ausgewählten Immissionsort (11) mindestens umfassend
  - eine Eingangsschnittstelle (27) für Eingangswerte (EW), die sich direkt oder indirekt auf die Emissionsstoffe beziehen, und
  - eine Ermittlungseinheit (35), die im Betrieb Regeln (R) eines zu einer Ausbreitungsermittlung der Emissionsstoffe geeigneten Ausbreitungsmodells dazu verwendet, auf Basis der Eingangswerte eine räumliche Rückverfolgung der Emissionsstoffe unter Angabe von Verteilungswerten durchzuführen.
14. Verkehrssteuerungssystem (21) zur immissionsabhängigen Verkehrssteuerung in einem Verkehrsbereich (15) mit einer Steuerungseinheit (25), die im Betrieb Steuersignale (SB) zur Steuerung eines Verkehrs an einem Emissionsort (19a, 19b, ..., 19n) generiert, und einer Ermittlungssystem (23), das so ausgebildet ist, dass es im Betrieb automatisch den Emissionsort (19a, 19b, ..., 19n) ausgehend von ei-

nen Immissionsort (11) ermittelt, an dem Emissions-  
stoffe vom Emissionsort als Immissionen messbar  
sind.

15. Verkehrssteuerungssystem gemäß Anspruch 14, 5  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Verkehrs-  
steuerungssystem ein Ermittlungssystem (23) ge-  
mäß Anspruch 13 umfasst.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

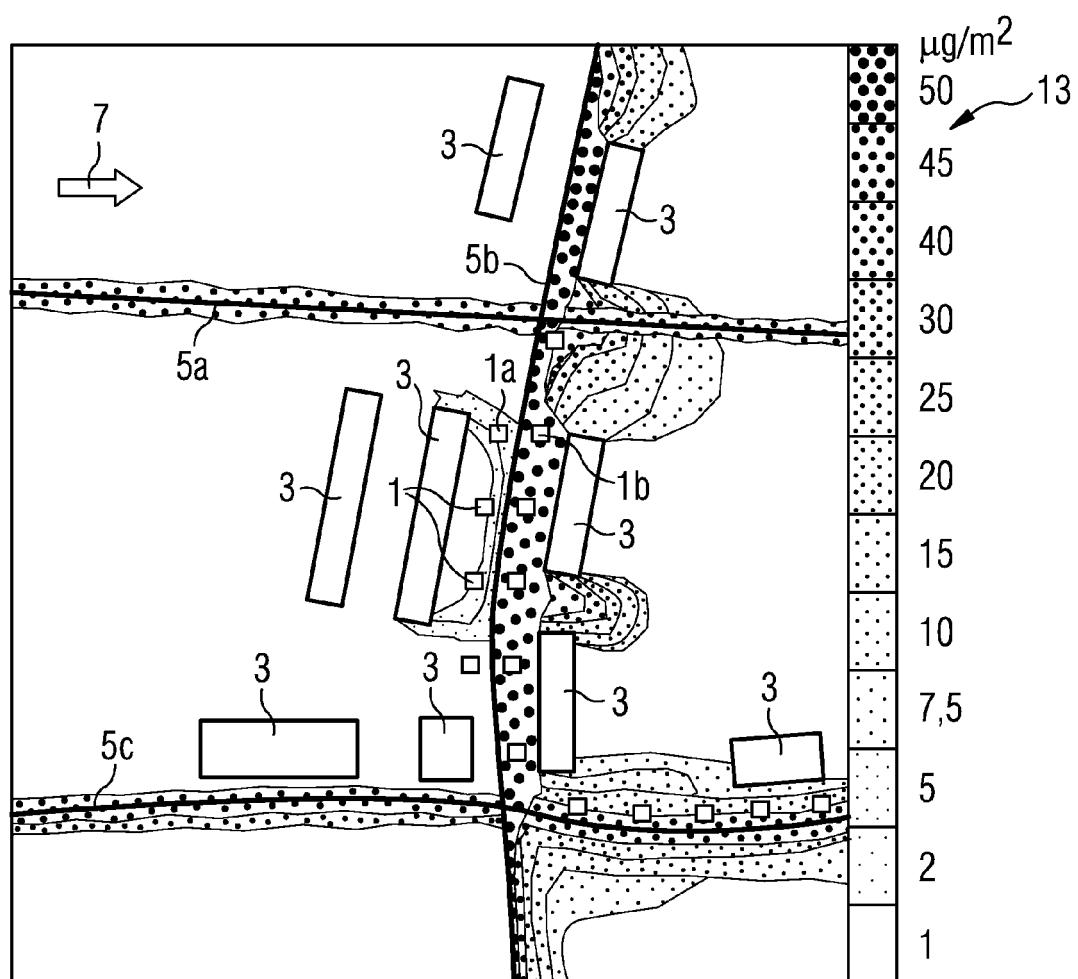


FIG 2

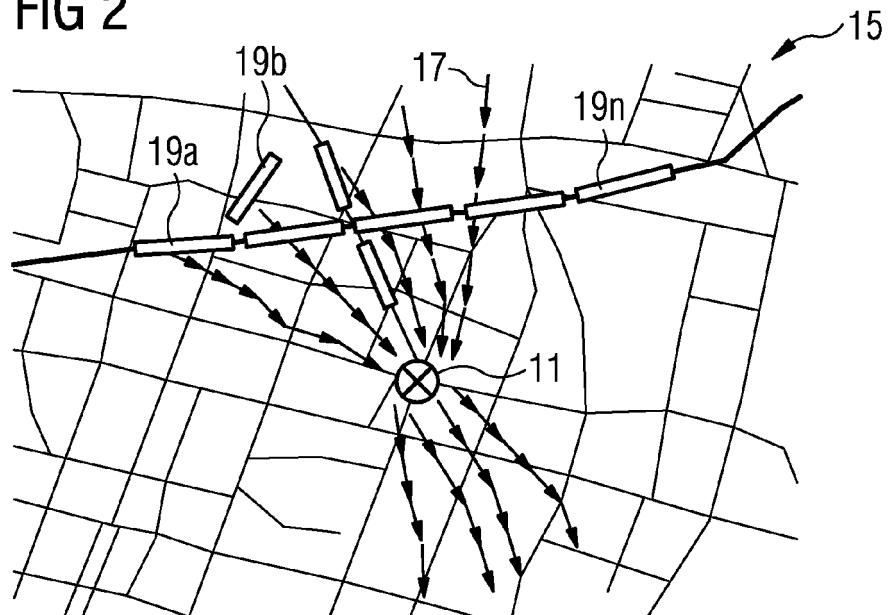


FIG 3

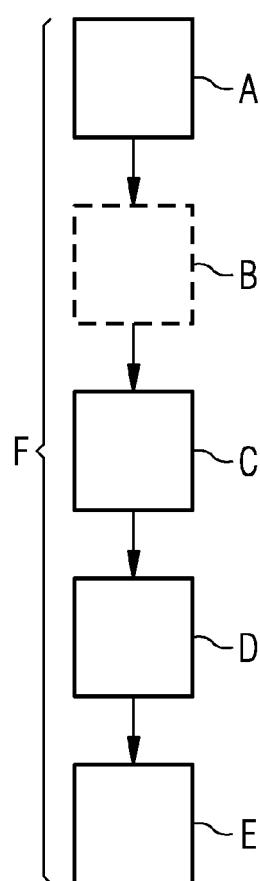


FIG 4

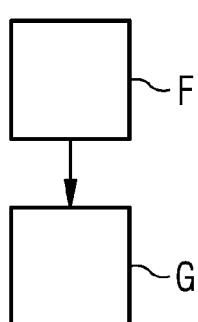


FIG 5

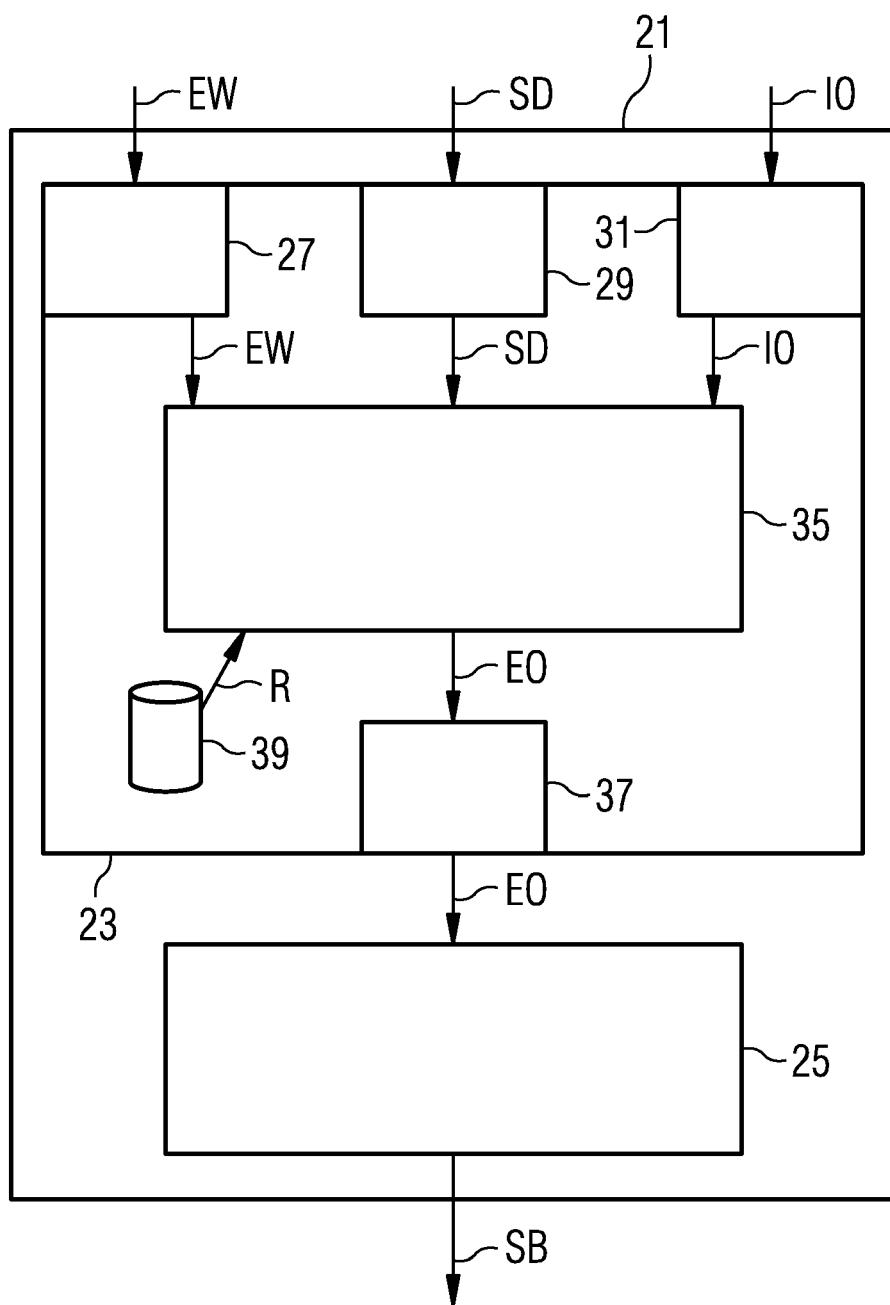
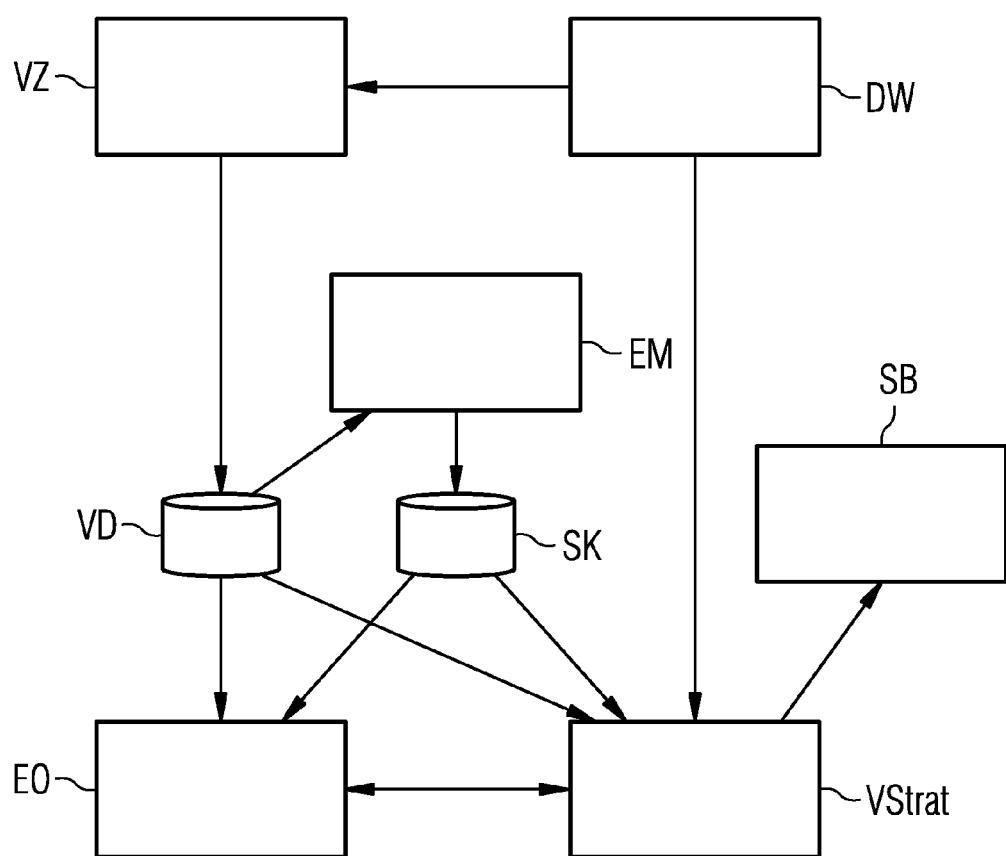


FIG 6





## ERKLÄRUNG

die nach Regel 63 des Europäischen Patentübereinkommens für das weitere Verfahren als europäischer Recherchenbericht gilt

Nummer der Anmeldung

EP 11 15 2413

Die Recherchenabteilung ist der Auffassung, daß die vorliegende Patentanmeldung den Vorschriften des EPÜ in einem solchen Umfang nicht entspricht, daß sinnvolle Ermittlungen über den Stand der Technik auf der Grundlage aller Patentansprüche nicht möglich sind.

Grund:

Der beauftragte Prüfer schließt sich bezüglich der instandesetzenenden Offenbarung (Art. 83 EPÜ), d.h. der Nacharbeitbarkeit, und bezüglich der Abwesenheit einer jedweglichen technischen Lehre (Art. 52(1)-(3)) vollinhaltlich den Feststellungen des DPMA in ihrem Schreiben vom 8.3.2010 an. Bei dem vorgebrachten Material handelt es sich konkret um nichts als eine unausgegorene, gedankliche Tätigkeit, ohne jedes konkreten Umsetzungspotenzial. Die Idee Emittenten gerade dort nicht zu betreiben, wo sie auf aufgrund von Emissionstransport an bestimmten, möglicherweise anderen Orten zu hohen Belastungen führen, z.B. in Deutschland keine Verbrennungskraftwerke, die westlich oder sonst wie in der Hauptrichtung stehen von bereits belasteten Großstädten stehen, ist nicht nur eine gedankliche Tätigkeit, sondern auch ein banale und keinesfalls patent- oder sonst wie schützenswerte, wie die eines Rauchers seine Zigarette nicht in Windrichtung von Nichtrauchern zu konsumieren, sondern anderswo. Nichts in der Anmeldung und noch weniger in den Ansprüchen geht über diese banalen gedanklichen Überlegungen hinaus und In Abwesenheit einer konkreten technisch definierten Lehre in der gesamten ursprünglichen Offenbarung ist eine technischer Vergleich mit dem Stande der Technik und damit eine Recherche im Sinne des Art. 92 EPÜ nicht möglich. Gemäß EPÜ aber dient eine Recherche ausschließlich der Beurteilung der Neuheit und erfinderischen Tätigkeit, siehe R. 61(1) EPÜ, und nicht beispielsweise des Beleges

-/-

4

## KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)

INV.  
G06Q99/00

| Recherchenort | Abschlußdatum      | Prüfer        |
|---------------|--------------------|---------------|
| München       | 20. September 2011 | Beker, Harald |

**ERKLÄRUNG**

Nummer der Anmeldung

EP 11 15 2413

die nach Regel 63 des Europäischen Patent-  
übereinkommens für das weitere Verfahren als  
europäischer Recherchenbericht gilt

Die Recherchenabteilung ist der Auffassung, daß die vorliegende Patentanmeldung den Vorschriften des EPÜ in einem solchen Umfang nicht entspricht, daß sinnvolle Ermittlungen über den Stand der Technik auf der Grundlage aller Patentansprüche nicht möglich sind.

Grund:

der Durchführbarkeit. Somit ist vor diesem Amt eine Recherche auch nicht erforderlich.

Dem Argument der Anmelderin in ihrem Schreiben vom 30.6.2001 das DPMA hätte eine Recherche durchgeführt, wäre erstens für das EPA nicht verbindlich, und zweitens unzutreffend. Die beiläufige Verweis des dortigen Prüfer im letzten Absatz seiner Mitteilung vom 3.10.2011 ist nicht als eine Aussage zur Neuheit und/oder erforderlichen Tätigkeit auslegbar. Vielmehr vertritt auch er die hier zitierte Ansicht des Mangels an instandesetzender Offenbarung einer technischen Lehre.

Da sich diese Feststellungen nicht nur auf die derzeit vorliegenden Ansprüche, sondern auf die ursprüngliche Offenbarung in ihrer Gesamtheit, die gemäß Art. 123(2) EPÜ die einzige gültige Grundlage für Änderungen darstellt, ist im gegenständlichen Falle nicht davon auszugehen, dass die in folgender automatisch generierten Rechtsauskunft genannten Umstände, die zu einer Recherche zu einem späteren Zeitpunkt führen könnten, eintreten könnten.

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, dass im Zuge der Prüfung eine Recherche durchgeführt werden kann, sollten die einer Erklärung gemäß Regel 63 EPÜ zugrundeliegenden Mängel behoben werden sein (Vgl. EPA-Richtlinien C-VI, 8.2).

**KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)**

4

EPO FORM 1504 (P04F39)

| Recherchenort | Abschlußdatum      | Prüfer        |
|---------------|--------------------|---------------|
| München       | 20. September 2011 | Beker, Harald |

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur**

- **LOHMEYER, A. et al.** *Modelle zur Berechnung der Luftqualität und ihre Anwendung*, <http://www.lohmeyeer.de/aireia/models/modelleindeutschland.htm>  
[0015]