



BUNDESPATENTGERICHT

15 W (pat) 55/04

(Aktenzeichen)

Verkündet am
10. April 2008

...

BESCHLUSS

In der Beschwerdesache

betreffend das Patent 198 51 949

...

...

hat der 15. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 10. April 2008 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dr. Feuerlein, der Richterin Schwarz-Angele, der Richter Dr. Egerer und Dr. Maksymiw

beschlossen:

Der Beschluss des Patentamts wird aufgehoben.

Das Patent wird beschränkt aufrecht erhalten auf Grundlage von Ansprüchen 1 bis 11, überreicht in der mündlichen Verhandlung, Beschreibung und Figuren gemäß der erteilten Fassung.

Gründe

I

Auf die am 11. November 1998 eingereichte Patentanmeldung 198 51 949.4-52 hat das Deutsche Patent- und Markenamt das Patent 198 51 949 mit der Bezeichnung „Sensor für die Untersuchung von Abgasen und Untersuchungsverfahren“ erteilt. Die Veröffentlichung der Patenterteilung ist am 5. Oktober 2000 erfolgt.

Gegen die Erteilung des Patents ist Einspruch erhoben worden.

Im Einspruchsverfahren erfolgte mit Erklärung vom 13. August 2001 die Teilung des Patents. Abgetrennt wurde der Gegenstand der erteilten Verfahrensansprü-

che 13 bis 24. Die im Streitpatent verbliebenen, auf einen Sensor für strömende Abgaskomponenten gerichteten Patentansprüche 1 bis 12 lauten:

- „1. Sensor für strömende Abgaskomponenten, der mit Mitteln für die Grenzstrommessung ausgestattet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine erste Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase und eine zweite Grenzstrompumpe für oxidierbare Gase vorgesehen sind, wobei die Grenzstromsonde für oxidierbare Gase in Diffusionsrichtung hinter der Grenzstromsonde für reduzierbare Gase angeordnet ist, und daß die Elektroden der ersten Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase hinsichtlich ihrer Morphologie und ihres Materials katalytisch inaktiv sind derart, daß diese die Reaktion zwischen oxidierbaren und reduzierbaren Gasen nicht zu katalysieren vermögen.
2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektrodenmaterial aus Platin-Gold besteht.
3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzstrompumpen mindestens je eine innere Pumpelektrode (10, 11, 71, 73, 75) und mindestens eine äußere Pumpelektrode (9, 70) umfassen und daß diese Pumpelektroden (9, 10, 11, 70, 71, 73, 75) auf einem Festelektrolyten (5) aufgebracht sind.
4. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzstrompumpe für oxidierbare Gase mit konstanter Pumpspannung betrieben werden kann.

5. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase mit konstanter Pumpspannung oder mit vom Grenzstrom abhängiger Pumpspannung betrieben werden kann.
6. Sensor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung entsprechend der Gleichung
$$U_p = a + b \cdot I_{gr}$$
elektronisch gesteuert ist.
7. Sensor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß er mit einer Nernstzelle kombiniert ist.
8. Sensor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Nernstzelle im Kathodenraum angeordnet ist.
9. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Pumpzellen für oxidierbare Gase vorgesehen sind, wobei deren Elektrodenmaterialien im Hinblick auf ihre Zusammensetzung und gegebenenfalls ihre Morphologie so ausgewählt sind, daß in den – in Diffusionsrichtung – vor der letzten Zelle liegenden Zellen nur jeweils eine oxidierbare Abgaskomponente zersetzt wird.
10. Sensor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Pumpzellen für den Anodenraum vorgesehen sind.
11. Sensor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektrodenmaterial der – in Diffusionsrichtung – ersten Pumpe einen Cobalt-Chrom-Spinell enthält.

12. Sensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Spinell ein Cobalt-Chrom-Mangan-Spinell ist.“

Die Einsprechende beantragte, das Patent zu widerrufen, da der Patentgegenstand nicht patenfähig sei, insbesondere keine Neuheit aufweise, zumindest jedoch nicht auf erfinderischer Tätigkeit beruhe.

Zur Begründung des Einspruches wurden folgende Dokumente herangezogen:

- D1 SOMOV, S. I. und GUTH, U.: „A parallel analysis of oxygen and combustibles in solid electrolyte amperometric cells“, in: Sensors and Actuators B, 1998, Bd. 47, S. 131-138
- D2 SOMOV, S., u. a.: Gas analysis with arrays of solid state electrochemical sensors: implications to monitor HCs and NOx in exhausts“, in: Sensors and Actuators B, 1996, Bd. 35-36, S. 409-418

Aus dem Erteilungsverfahren liegt außerdem noch die folgende Druckschrift vor:

- D3 WIEDEMANN, H.-M., u. a.: „EXHAUST GAS SENSORS“, in: JURGEN, R., ed., „Automotive Electronics Handbook“, 1994, McGraw-Hill, New York, S. 6.1-6.23

Nach Prüfung des Einspruchs wurde das Patent mit Beschluss der Patentabteilung 52 vom 17. Juni 2004 widerrufen.

Dem Beschluss lag der am 14. August 2001 eingegangene Anspruch 1 zugrunde. Dieser Anspruch hat folgenden Wortlaut:

- „1. Sensor für strömende Abgaskomponenten, der mit Mitteln für die Grenzstrommessung ausgestattet ist, der eine erste

Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase und eine zweite Grenzstrompumpe für oxidierbare Gase aufweist, wobei die Grenzstromsonde für oxidierbare Gase in Diffusionsrichtung hinter der Grenzstromsonde für reduzierbare Gase angeordnet ist und wobei die Elektroden der ersten Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase hinsichtlich ihrer Morphologie und ihres Materials katalytisch inaktiv sind derart, dass diese die Reaktion zwischen oxidierbaren und reduzierbaren Gasen nicht zu katalysieren vermögen, dadurch gekennzeichnet, dass durch einen an eine Elektrode (10) der Grenzstrompumpe (12) für reduzierbare Gase angelegten kathodischen Grenzstrom I_{gr1} die Summe der Anteile an reduzierbaren Gasen bestimmbar ist.“

Begründet wurde der Widerruf damit, dass der Sensor gemäß dem geltenden Anspruch 1 nicht patentfähig sei, weil sich dieser unter Berücksichtigung des üblichen Wissens und Könnens des Fachmanns, der ein Diplom-Ingenieur der Messtechnik, insbesondere der Gasanalyse, sei, in nahe liegender Weise aus dem in den Druckschriften D1 und D2 beschriebenen Stand der Technik ergebe und somit nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit beruhe.

Gegen diesen Beschluss richtet sich die Beschwerde der Patentinhaberin.

Die Patentinhaberin verteidigt ihr Patent auf der Grundlage der in der mündlichen Verhandlung überreichten neuen Ansprüche 1 bis 11, die folgenden Wortlaut haben:

- „1. Sensor für strömende Abgaskomponenten, der mit Mitteln für die Grenzstrommessung ausgestattet ist, wobei eine erste Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase und eine zweite Grenzstrompumpe für oxidierbare Gase vorgesehen sind,

wobei die Grenzstromsonde für oxidierbare Gase in Diffusionsrichtung hinter der Grenzstromsonde für reduzierbare Gase angeordnet ist und wobei die Elektroden der ersten Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase hinsichtlich ihrer Morphologie und ihres Materials katalytisch inaktiv sind, derart, dass diese die Reaktion zwischen oxidierbaren und reduzierbaren Gasen nicht zu katalysieren vermögen, dadurch gekennzeichnet, dass die Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase mit einer vom Grenzstrom abhängigen Pumpspannung betrieben wird.

2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektrodenmaterial aus Platin-Gold besteht.
3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzstrompumpen mindestens je eine innere Pumpelektrode (10, 11, 71, 73, 75) und mindestens eine äußere Pumpelektrode (9, 70) umfassen und dass diese Pumpelektroden (9, 10, 11, 70, 71, 73, 75) auf einem Festelektrolyten (5) aufgebracht sind.
4. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Grenzstrompumpe für oxidierbare Gase mit konstanter Pumpspannung betrieben werden kann.
5. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung entsprechend der Gleichung

$$U_p = a + b \cdot I_{gr}$$

elektronisch gesteuert ist.

6. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß er mit einer Nernstzelle kombiniert ist.
7. Sensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Nernstzelle im Kathodenraum angeordnet ist.
8. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Pumpzellen für oxidierbare Gase vorgesehen sind, wobei deren Elektrodenmaterialien im Hinblick auf ihre Zusammensetzung und gegebenenfalls ihre Morphologie so ausgewählt sind, daß in den - in Diffusionsrichtung - vor der letzten Zelle liegenden Zellen nur jeweils eine oxidierbare Abgaskomponente zersetzt wird.
9. Sensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Pumpzellen für den Anodenraum vorgesehen sind.
10. Sensor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Elektrodenmaterial der - in Diffusionsrichtung - ersten Pumpe einen Cobalt-Chrom-Spinell enthält.
11. Sensor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Spinell ein Cobalt-Chrom-Mangan-Spinell ist.“

Der Vertreter der Patentinhaberin führt aus, im Abgas sei lediglich ein geringer Anteil an oxidierbaren Substanzen vorhanden, z. B. unverbranntes Benzin. H_2O , CO_2 und O_2 seien auch vorhanden, wodurch es zu einer Störung der Messung der oxidierbaren Substanzen komme. Deshalb werde nach dem Streitpatent in der ersten Zelle O_2 eliminiert, so dass in der zweiten Zelle die oxidierbaren Bestandteile wesentlich genauer bestimmt werden könnten. Der Vertreter der Patentinhaberin betont, dass es beim Patent nicht darum gehe, den O_2 -Gehalt zu

messen. Vielmehr gehe es um eine sichere Entfernung des Sauerstoffs selbst bei hohen Abgasgeschwindigkeiten und hoher O_2 -Konzentration und unter Vermeidung der Reduktion von H_2O und CO_2 . Bei einem hohen O_2 -Gehalt könne mit einer kleinen Pumpspannung jedoch nicht die gesamte O_2 -Menge entfernt werden, so dass patentgemäß eine Anpassung der Pumpspannung in Abhängigkeit des gemessenen Grenzstromes der ersten Zelle erfolge. Gegenständlich drücke sich dies in einer Rückkopplungsschaltung aus, die mit dem Sensor integriert sein könne, und die den aktuell gemessenen Pumpstrom zur Nachführung der Pumpspannung verwende. Demgegenüber werde beim Stand der Technik die Pumpspannung zwar manuell eingestellt bzw. verändert, um eine Optimierung des Sensors zu erreichen. Im Betrieb bleibe die Pumpspannung aber stets konstant, ein Eingriff in den laufenden Betrieb erfolge nicht. Eine Rückkopplung des Pumpstroms auf die Pumpspannung finde erst recht nicht statt. Schließlich sei die Nachführung der Pumpspannung in Abhängigkeit vom Pumpstrom im Patent zwar nicht ausdrücklich dargestellt, dem Fachmann sei aber klar, wie er dies mit einer in der Beschreibung erwähnten, konventionellen elektronischen Schaltung verwirklichen könne.

Der Vertreter der Patentinhaberin stellt demgemäß den Antrag,

den Beschluss des Patentamts aufzuheben und das Patent aufrecht zu erhalten gemäß Ansprüche 1 bis 11, überreicht in der mündlichen Verhandlung.

Der Vertreter der Einsprechenden stellt dagegen den Antrag,

die Beschwerde zurückzuweisen.

Nach Auffassung der Einsprechenden sei die Lehre nicht vollständig. So werde nicht gesagt, wie die Abgaszusammensetzung sei, und auch nicht, was konkret zu tun sei. Insbesondere fehle die Beschreibung einer geeigneten elektroni-

schen Steuerung. Der Zusammenhang zwischen Grenzstrom und Pumpspannung sei bekannt, beispielsweise aus der Figur 12 (B) auf S. 102 des in der mündlichen Verhandlung überreichten Auszuges aus „Chemical Sensor Technology Vol. 3“ oder der Figur 1.24 auf S. 42 des überreichten Auszuges aus „Techniques and Mechanisms in Gas Sensing“. Daraus gehe hervor, dass durch Erhöhung von U der Grenzstrom I stufenweise ansteige. Das Anpassen der Pumpspannung sei deshalb naheliegend. Insbesondere beschreibe die D2 auf S. 417 im Abschnitt .2.8., dass bei einem einschlägigen Sensor eine Optimierung der Arbeitsparameter Potential und Temperatur erfolge, um die Selektivität zu verbessern.

Wegen weiterer Einzelheiten wird auf die Streitpatentschrift und den Inhalt der Akten verwiesen.

II.

Die zulässige Beschwerde der Patentinhaberin gegen den Beschluss des Deutschen Patent- und Markenamts vom 17. Juni 2004 ist teilweise begründet (PatG § 79 Abs. 1). Der Beschluss des Deutschen Patent- und Markenamts war aufzuheben und das Patent war beschränkt aufrecht zu erhalten, weil der Gegenstand des geltenden Patentanspruchs 1 patentfähig ist und die Widerrufsgründe insoweit nur einen Teil des Patents betreffen (PatG § 21 Abs. 2).

1. Mit Gliederungspunkten versehen lautet der Patentanspruch 1 folgendermaßen:

- M1 Sensor für strömende Abgaskomponenten,
- M2 der mit Mitteln für die Grenzstrommessung ausgestattet ist,
- M3a wobei eine erste Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase
und

M3b eine zweite Grenzstrompumpe für oxidierbare Gase vorgesehen sind,

M3c wobei die Grenzstromsonde für oxidierbare Gase in Diffusionsrichtung hinter der Grenzstromsonde für reduzierbare Gase angeordnet ist und

M3d wobei die Elektroden der ersten Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase hinsichtlich ihrer Morphologie und ihres Materials katalytisch inaktiv sind, derart, dass diese die Reaktion zwischen oxidierbaren und reduzierbaren Gasen nicht zu katalysieren vermögen,

dadurch gekennzeichnet,

M4 dass die Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase mit einer vom Grenzstrom abhängigen Pumpspannung betrieben wird.

2. Dem Patent liegt die Aufgabe zugrunde, die Möglichkeit zu schaffen, den oxidierbaren Anteil von Abgasen in Gegenwart des reduzierbaren Anteils mit der gesetzlich geforderten Genauigkeit zu bestimmen (DE 198 51 949 C1, Sp. 1 Zn. 57, 58 i. V. m. Zn. 50 bis 53).

3. Der hier zuständige Fachmann ist ein Diplom-Physiker, der in der Entwicklung von Abgassensoren für die Anwendung im Kraftfahrzeugbereich tätig ist, und dessen Arbeitsschwerpunkt somit insbesondere elektrochemische Festelektrolyt-Sensoren sind. Insoweit gehören zum Umfang seines Wissens und Könnens insbesondere auch die amperometrischen Gasdiffusions-Zellen, wie sie in der Lehre des Streitpatents zum Einsatz kommen und bei denen sich infolge der Begrenzung des Stofftransportes auf den Vorgang der Diffusion, etwa durch poröse Barrieren, bei einem an eine Arbeitselektrode angelegten festen Potential ein den Diffusionswiderstand widerspiegelnder Grenzstrom einstellt (vgl. beispielsweise D1, Abschnitt 2. „Basic principles of simultaneous measurement of O₂ and combustibles by means of multi-electrode amperometric cells“, D2,

Abschnitt "2. Basic potentiometric and amperometric cells" ab S. 410, D3, Kapitel 6.2.4 bis 6.2.6). Darüber hinaus sind dem Wissen und Können des Fachmanns allein schon von seiner Ausbildung her fundierte Kenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiet der schaltungstechnischen Ausgestaltung von Messgeräten zuzurechnen.

4. Die Patentansprüche sind formal zulässig, denn sie finden sowohl in der Streitpatentschrift als auch in den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ihre Grundlage. So sind die im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale im erteilten Anspruch 1 bzw. dem ursprünglichen Anspruch 1, dieser i. V. m. der am Anmeldetag eingereichten Beschreibung S. 4 Abs. 3 und S. 7 Abs. 2, offenbart. Das kennzeichnende Merkmal geht zurück auf den erteilten bzw. ursprünglichen Anspruch 5.

5. Das Patent offenbart die Erfindung so deutlich und vollständig, dass ein Fachmann sie ausführen kann (PatG § 34 Abs. 4). Der Fachmann, an den sich die in dem Patent offenbarte Lehre richtet, kennt den Aufbau und die Funktionsweise von amperometrischen Grenzstromsonden genau, wie bereits zum Fachmann unter Punkt 3. ausgeführt worden ist. Insbesondere entnimmt dieser Fachmann der Beschreibung der Streitpatentschrift in Sp. 2 Zn. 13 bis 26, dass der patentgemäße Sensor sowohl die Summe einerseits der Anteile an reduzierbaren Gasen und andererseits der oxidierbaren Gase im Abgas bestimmen kann. Gemessen wird mit zwei Grenzstromzellen bzw. Grenzstrompumpen 12 bzw. 13 des Sensors, wobei die erste Grenzstrompumpe 12 für reduzierbare Gase und die zweite Grenzstrompumpe 13 für oxidierbare Gase ausgelegt ist. Wie aus Sp. 4 Zn. 43 bis 47 dargelegt, werden alle reduzierbaren Gase des Abgases, also der reduzierbare Anteil, in der Grenzstrompumpe 12 – der in Diffusionsrichtung ersten Grenzstrompumpe – durch einen kathodischen Grenzstrom abgesaugt, wobei diese Grenzstrompumpe so beschaffen ist, dass die reduzierbaren Gase, insbesondere Sauerstoff, und die sonst noch im Abgas vorhandenen oxidierbaren Bestandteile nicht miteinander reagieren (Sp. 4 Zn. 50 bis 52). Wie die

Patentinhaberin überzeugend darlegen konnte, kommt es bei der ersten Grenzstrompumpe darauf an, dass einerseits die angelegte Pumpspannung groß genug ist, um auch bei hohen Raumgeschwindigkeiten und einer ggf. höheren O₂-Konzentration des Abgases den Sauerstoff vollständig entfernen zu können, und andererseits diese Spannung niedrig genug gehalten wird, damit die Reduktion von H₂O und CO₂ verhindert werden kann (vgl. Patentschrift Sp. 5 Zn. 6 bis 13), weshalb nach der Lehre des Patentanspruchs 1 bei der Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase mit einer vom resultierenden Grenzstrom abhängigen Pumpspannung gearbeitet wird. Diese Abhängigkeit der angelegten Pumpspannung vom gemessenen Grenzstrom gegenständlich in die Praxis umzusetzen, ist für den Fachmann eine Aufgabe, die er ohne großen Aufwand bewältigt. Denn allein schon aus seiner Ausbildung zum Diplom-Physiker, in der er stets auch mit Fragen der schaltungstechnischen Umsetzung messtechnischer Probleme konfrontiert ist, kennt er die Beeinflussung einer Eingangsgröße durch eine zugehörige Ausgangsgröße, beispielsweise bei der Gegenkopplung des Ausgangs eines Operationsverstärkers auf dessen Eingang, und weiß, dass dies mit geeigneten Rückkopplungsgliedern zu bewerkstelligen ist. Insoweit reicht die Angabe in der Patentschrift, dass sich die Abhängigkeit der Pumpspannung vom Grenzstrom – gegenständlich - durch eine konventionelle elektronische Schaltung (Sp. 4 Zn. 24, 25) erzielen lässt, nämlich mit einer geeigneten Rückkopplung, aus, damit der Fachmann die patentierte Lehre ausführen kann.

Die im diffundierenden Gasstrom verbleibenden oxidierbaren Gase, insbesondere Kohlenwasserstoffe, wie etwa unverbranntes Benzin, wie die Patentinhaberin erläuterte, werden in der zweiten Grenzstromzelle 13 anodisch oxidiert, wobei aus dem gemessenen anodischen Grenzstrom schließlich die Summe der Konzentrationen der oxidierbaren Gase bestimmt wird (Sp. 5 Zn. 20 bis 24). Genauere Angaben zur Zusammensetzung der Abgasanteile sind der Patentschrift nicht zu entnehmen, wie die Einsprechende zutreffend einwendet. Dies spielt jedoch entgegen der Auffassung der Einsprechenden keine Rolle, denn angesichts der dem Patent zugrunde liegenden Aufgabe (Sp. 1 Zn. 57, 58 i. V. m.

Sp. 1 Zn. 50 bis 54) ist dem Fachmann klar, dass es bei der patentgemäßen Lehre darum geht, den oxidierbaren Anteil von Abgasen in Gegenwart des reduzierbaren Anteils mit einer durch die gesetzlichen Abgasbestimmungen vorgegebenen Genauigkeit zu bestimmen, ohne dass hierzu eine genaue Kenntnis der Abgaszusammensetzung erforderlich wäre. Dass die Bestimmung des oxidierbaren und reduzierbaren Anteils durch die Messung des jeweiligen Grenzstroms als Summensignal für das Erreichen des patentgemäßen Zieles ausreicht, geht schließlich aus Sp. 2 Zn. 9 bis 19 hervor, denn dort ist ausgeführt, dass der in der Streitpatentschrift angegebene Sensor sogar für OBD-Zwecke (on board diagnosis) geeignet ist. Somit steht auch das Fehlen näherer Angaben zur Zusammensetzung des Abgases der Ausführbarkeit des patentierten Sensors nicht entgegen.

6. Der Sensor gemäß Patentanspruch 1 ist patentfähig (PatG § 1). Insbesondere ist dieser gewerbliche Gegenstand gegenüber dem gesamten in Betracht gezogenen Stand der Technik neu und beruht auch auf erfinderischer Tätigkeit.

Der Gegenstand des Patentanspruchs 1 ist neu, denn aus keiner der in Betracht zu ziehenden Entgegenhaltungen ist es bekannt, dass die Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase mit einer vom Grenzstrom abhängigen Pumpspannung betrieben wird, wie es im Gliederungspunkt M4 angegeben ist. Weitere Einzelheiten hierzu ergeben sich aus den nachfolgenden Ausführungen zur erfinderischen Tätigkeit.

Der Gegenstand des Patentanspruchs 1 beruht auf erfinderischer Tätigkeit.

So konnte die Entgegenhaltung D1 (SOMOV, S. I. und GUTH, U.: „A parallel analysis of oxygen and combustibles in solid electrolyte amperometric cells“, in: Sensors and Actuators B, 1998, Bd. 47, S. 131-138), die dem Gegenstand des Patentanspruchs 1 am Nächsten kommt, dem zuständigen Fachmann hinsichtlich

der Lösung der dem Patent zugrunde liegenden Aufgabe keine Anregung zu einer Lehre vermitteln, wie sie im Patentanspruch 1 angegeben ist.

Wie bereits dem Titel und der Zusammenfassung der D1 zu entnehmen ist, geht es dort um die Messung von Sauerstoff und verbrennbaren Komponenten zur Regelung der Abgase von Automobilen, wobei im letzten Absatz auf S. 138 beschrieben ist, dass die dargestellten Ergebnisse eine Möglichkeit zur Entwicklung von Sensoren zum gleichzeitigen Messen von unterschiedlichen Abgas-komponenten bereit stellen. Da außerdem im letzten Absatz des Abschnittes „3. Experimental“ auf S. 134 in der re. Sp. angegeben ist, dass der verwendeten, in Figur 3 dargestellten Gasdiffusionszelle Gasgemische mit einer Flussrate von $100 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ zugeführt werden, bedeutet dies nichts anderes, als dass sich aus der D1 ein Sensor für strömende Abgaskomponenten erschließt (M1).

Da es sich bei dem in Figur 3 dargestellten Sensor um eine Gasdiffusionszelle handelt, bei der das zu messende Gas durch einen Diffusionskanal („Diffusion channel“) in die Messzelle eindiffundiert, basiert der Sensor offensichtlich auf dem Prinzip der Grenzstrommessung (vgl. auch S. 132 re. Sp. Abs. 2: „limiting current mode“), so dass funktionsgemäß Mittel zur Durchführung dieser Grenzstrommessung vorhanden sein müssen (M2).

Auf S. 135 ist in der re. Sp. im Abschnitt 4.2., Abs. 1, des Weiteren beschrieben, dass in einer bestimmten Betriebsweise eine erste Elektrode als Sauerstoffkathode und die zweite Elektrode als Anode für die Oxidation von brennbaren Gasen vorgesehen ist, was im Zusammenhang mit der in Figur 3 dargestellten amperometrischen Festelektrolytzelle nichts anderes bedeutet, als dass eine erste Grenzstromzelle für Sauerstoff, also einem reduzierbaren Gas, und eine zweite Grenzstromzelle für oxidierbare Gase vorhanden ist (M3a und M3b), wobei die Grenzstromsonde für oxidierbare Gase funktionsgemäß in Diffusionsrichtung hinter der Grenzstromsonde für den - reduzierbaren - Sauerstoff angeordnet ist (M3c).

Aus dem die Seiten 132 und 133 umgreifenden Satz geht schließlich auch noch hervor, dass die Elektroden keine nennenswerte katalytische Aktivität im Hinblick auf Reaktionen der direkten chemischen Oxidation von Brennstoffgas haben dürfen, was bekanntlich die katalytisch bedeutsamen Eigenschaften der Morphologie und des Materials der Elektroden betrifft (M3d).

Insoweit ist die D1 gattungsbildend.

Ein Betrieb der Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase mit einer vom Grenzstrom abhängigen Pumpspannung wird dort jedoch weder ausdrücklich beschrieben, noch gibt es irgendeinen Hinweis in Richtung dieser patentgemäßen Lösung. Dort wird zwar auch die an der jeweiligen Grenzstrompumpe angelegte Spannung über einen bestimmten Wertebereich variiert, wie aus den in den Figuren 1 und 4 dargestellten Strom-Spannungskurven (Polarisationskurven) zu ersehen ist, und der sich bei jedem Spannungswert einstellende Grenzstrom wird gemessen, wie dies in der hier vorliegenden, dem Fachmann geläufigen amperometrischen Grenzstrommessung üblich ist (vgl. beispielsweise D1 Abschnitt „2. Basic principles of simultaneous measurement of O₂ and combustibles by means of multi-electrode amperometric cells“, insbesondere S. 132, re. Sp. Zn. 1 bis 6) und was sich in den aus diesen Polarisationskurven ersichtlichen einzelnen Messpunkten ausdrückt. Die D1 richtet sich jedoch lediglich auf die Messung des Grenzstroms I als Funktion der an eine Grenzstrompumpe angelegten Pumpspannung U, und zwar für verschiedene reduzierbare Gase, wie etwa CO, Methan, Propen in Gegenwart von Sauerstoff (vgl. Figuren 1 und 8), um damit auf die Möglichkeit einer parallelen quantitativen Analyse von Gasgemischen aus verschiedenen oxidierbaren Komponenten und Sauerstoff für die Entwicklung von Sensoren zur gleichzeitigen Bestimmung gefährlicher Komponenten in Abgasen hinzuweisen (S. 137 li. Sp. le. Abs. Zn. 1 bis 5 und S. 138 li. Sp. le. Satz). Von einer über die Rolle der Messgröße bei der Analyse von Gasgemischen durch Grenzstrommessung hinausgehende Bedeutung des gemessenen Grenzstromes ist dort nirgends die Rede. Erst recht findet sich kein Hinweis etwa in Richtung einer Rückwirkung bzw.

Rückkopplung des gemessenen Grenzstromes auf die angelegte Pumpspannung i. S. eines patentgemäßen Betriebs einer Grenzstrompumpe mit einer vom Grenzstrom abhängigen Pumpspannung. Insgesamt kann somit von der D1 keine Anregung zu der im Patentanspruch 1 beschriebenen Lehre ausgehen.

Auch die anderen Entgegenhaltungen können keinen Anstoß in Richtung des durch sämtliche im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale festgelegten Sensors geben. Insbesondere ist dort ebenfalls nirgends ein Hinweis dahingehend zu finden, bei einer Grenzstrompumpe den gemessenen Grenzstrom für eine über die bloße Erfassung von Gasen hinausgehende Zielrichtung zu nutzen, insbesondere um eine Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase mit einer vom Grenzstrom abhängigen Pumpspannung zu betreiben.

So ist in der D2 für amperometrische Sensoren mit zwei Pumpelektroden (Figur 7 i. V. m. Abschnitt „5.2.2. Simultaneous measurement of O₂ and NO“ ab S. 414) im Zusammenhang mit dem Nachweis von NO in Anwesenheit von O₂ ausgeführt, dass u. a. das Potential an der den Sauerstoff reduzierenden - ersten - Elektrode geeignet eingestellt werden muss, um den Sauerstoff vollständig zu entfernen (S. 415 re. Sp. Abs. 2), worauf die Einsprechende zutreffend hinweist. Die Bedeutung dieser Optimierung erschließt sich aus der Figur 8 i. V. m. S. 415 li Sp. Abs. 3: Wie aus dem oberen Zeichnungsbereich der Figur 8 hervorgeht, ergeben sich an der ersten Elektrode („Electrode 1“) mit einer - optimierten - Spannung „U = -300mV“ für zunehmende Sauerstoffgehalte stufenweise ansteigende, stabile Grenzstromsignale, das sind die jeweils zu den waagrechten Kurvenabschnitten gehörenden Stromwerte. Das verbleibende sauerstofffreie NO wird dann an der zweiten Elektrode reduziert, was sich in den im unteren Zeichnungsabschnitt der Figur 8 dargestellten Signalen ausdrückt. Dabei ist die Spannung an dieser zweiten Elektrode („Electrode 2“) auf einen Wert „U=-550mV“ eingestellt, der, wie sich aus dem Abschnitt 5.2.8. auf S. 417, re. Sp. ergibt, ebenfalls einen - in diesem Fall hinsichtlich der Selektivität für NO - optimierten Spannungswert darstellt. Der Fachmann fasst dies insgesamt nicht anders auf, als dass er die Pumpspannung

an der Elektrode 1 auf einen solchen optimierten - konstanten - Wert einzustellen hat, bei dem sich für sämtliche auftretende Sauerstoffgehalte jeweils stabile Gleichgewichtssignale des Grenzstromes ergeben, und an der Elektrode 2 einen solchen, ebenfalls konstanten, Spannungswert einstellen muss, bei dem sich eine optimale Selektivität gegenüber NO ergibt. Entgegen der Auffassung der Einsprechenden, wonach der Fachmann aus diesem Stand der Technik aufgrund des funktionalen Zusammenhangs zwischen dem Potential und dem Grenzstrom den entscheidenden Hinweis zur patentgemäßen Lösung erhalte, geht indes eine Optimierung der Spannung - im laufenden Betrieb - dahingehend, dass diese nicht mehr konstant ist, sondern vom Grenzstrom abhängen soll, nicht hervor.

Die D3 befasst sich mit Abgassensoren für den Einsatz in Kraftfahrzeugen, insbesondere λ -Sensoren, die das Luft-Brennstoff-Verhältnis („A/F-ratio“) messen. Dabei geht diese Entgegenhaltung in den Kapiteln 6.2.4 bis 6.2.6 (Seiten 6.8 bis 6.11) insbesondere auf solche A/F-Sensoren ein, die auf der Grenzstrommessung basieren (z. B. Unterschrift zur Figur 6.6: „Limiting current sensor“) und bei denen eine äußere Spannung an zwei auf einem ZrO_2 -Elektrolyten angeordnete Elektroden angelegt wird, um Sauerstoff von der Kathode zur Anode zu pumpen, während eine Diffusionsbarriere den Fluss von O_2 -Molekülen aus dem Abgas zur Kathode begrenzt (S. 6.8, Kapitel 6.2.4, „Sensing Mechanism“, insbesondere Figur 6.6(b)). Es handelt sich somit um einen Sensor für strömende Abgaskomponenten, der mit Mitteln für die Grenzstrommessung ausgestattet ist, wobei eine Grenzstrompumpe für reduzierbare Gase, nämlich Sauerstoff, vorhanden ist (vgl. Merkmale M1 bis M3a). Auf S. 6.9 ist im Abschnitt „Principles of Operation“ ausgeführt, dass die Pumpspannungen stets so gewählt werden müssen, dass die Grenzstrombedingung erfüllt ist. Diese Grenzstrombedingung spiegelt sich in der in Figur 6.6(c) dargestellten Kennlinie wider. Daraus geht hervor, dass sich für zunehmende Werte der Sauerstoffkonzentration im Spannungsbereich zwischen der jeweiligen Anstiegsphase und dem Beginn der H_2O -Zersetzung („start of H_2O -decomposition“), also beispielsweise bei der durch die senkrecht eingezeichnete strichpunktierte Linie gekennzeichneten - konstanten - Spannung, stufenweise

ansteigend, jeweils stabile Grenzstromsignale einstellen. Insbesondere ergibt sich bei einer derart gewählten, konstanten Spannung - über dem normierten A/F-Verhältnis λ aufgetragen - eine Pumpstromkurve, wie sie in Figur 6.6(d) dargestellt ist. Im besonderen Fall eines A/F-Sensors mit einer Doppelzelle, bei der die Grenzstrommessung gegen eine Nernst-Zelle als Referenz gemessen wird (Figur 6.7), ist schließlich zwar von einer elektronischen Schaltung die Rede, mit der der Grenzstrom so geregelt wird, dass im Messraum zwischen den Pumpelektroden eine konstante Gaszusammensetzung (beispielsweise $\lambda = 1$), entsprechend einer Nernst-Zellen-Spannung von $U_N \approx 450$ mV, aufrecht erhalten wird. Das bedeutet aber nichts anderes, als dass die an die Grenzstrompumpe angelegte, den Grenzstrom hervorrufende Pumpspannung so variiert wird, dass λ gleich 1 ist. Auf eine Abhängigkeit der Pumpspannung vom Grenzstrom deutet allerdings auch hier nichts.

An dieser Feststellung kann auch der Einwand der Einsprechenden, der Zusammenhang zwischen Grenzstrom und Pumpspannung sei bekannt, wie aus der Figur 12 (B) auf S. 102 des Auszuges aus „Chemical Sensor Technology Vol. 3“ oder der Figur 1.24 auf S. 42 des Auszuges aus „Techniques and Mechanisms in Gas Sensing“ hervorgehe, nichts ändern. Denn diese Kennlinien von amperometrischen Festelektrolytsensoren sagen nichts anderes aus, als dass der gemessene Grenzstrom für Gasgemische bzw. H₂O-Gas-Gemische einen stufenförmigen Verlauf zeigt, wobei der jeweils mittlere Kurvenabschnitt einem stabilen Grenzstromsignal entspricht, wie oben bereits im Zusammenhang mit D2, Figur 8 oder D3, Figur 6.6(c) erörtert worden ist. Ein Hinweis auf eine Rückwirkung des Grenzstromes auf die angelegte Pumpspannung fehlt.

Da in den im Verfahren befindlichen Entgegnungen somit Angaben und Hinweise in Richtung des Merkmals M4 nicht nachgewiesen werden konnten, führt auch eine zusammenschauende Betrachtung dieses Standes der Technik insgesamt zu keinem anderen Ergebnis.

7. In Verbindung mit Anspruch 1 haben auch die darauf rückbezogenen Ansprüche 2 bis 11 Bestand, denn diese Ansprüche beschreiben vorteilhafte und nicht selbstverständliche Ausführungsformen des Gegenstandes des Patentanspruchs 1.

Feuerlein

Schwarz-Angele

Egerer

Maksymiw

Na