

Interner Verteilerschlüssel:

- (A) Veröffentlichung im ABl.
(B) An Vorsitzende und Mitglieder
(C) An Vorsitzende
(D) Keine Verteilung

**Datenblatt zur Entscheidung
vom 11. Februar 2011**

Beschwerde-Aktenzeichen: T 0065/04 - 3.3.05

Anmeldenummer: 97918968.5

Veröffentlichungsnummer: 0944428

IPC: B01D 53/94

Verfahrenssprache: DE

Bezeichnung der Erfindung:
NOx-Absorber

Anmelder:
Volkswagen Aktiengesellschaft

Stichwort:
Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine/VOLKSWAGEN AG

Relevante Rechtsnormen:
EPÜ Art. 54, 56, 123(2)

Relevante Rechtsnormen (EPÜ 1973):
-

Schlagwort:
"Neuheit (ja)"
"Erfinderische Tätigkeit (ja): keine Hinweise im Stand der
Technik, welche Effekte das unterscheidende Merkmal bewirkt"

Zitierte Entscheidungen:
-

Orientierungssatz:
-



Aktenzeichen: T 0065/04 - 3.3.05

ENTSCHEIDUNG
der Technischen Beschwerdekammer 3.3.05
vom 11. Februar 2011

Beschwerdeführer: Volkswagen Aktiengesellschaft
D-38436 Wolfsburg (DE)

Vertreter: Pohlmann, Bernd Michael
Reinhardt & Pohlmann
Patentanwälte
Rossmark 12
D-60311 Frankfurt am Main (DE)

Angefochtene Entscheidung: Entscheidung der Prüfungsabteilung des
Europäischen Patentamts, die am 21. August
2003 zur Post gegeben wurde und mit der die
europäische Patentanmeldung Nr. 97918968.5
aufgrund des Artikels 97 (1) EPÜ
zurückgewiesen worden ist.

Zusammensetzung der Kammer:

Vorsitzender: G. Rath
Mitglieder: E. Waeckerlin
C. Vallet

Sachverhalt und Anträge

I. Die Beschwerde richtet sich gegen die Entscheidung der Prüfungsabteilung, die europäische Patentanmeldung Nr. 97 918 968.5 zurückzuweisen.

II. Der Zurückweisung lagen die beiden unabhängigen Ansprüche 1 und 27 zugrunde:

*"1. Fremdgezündete Brennkraftmaschine, die unter Bildung eines sauerstoffhaltigen Abgases betreibbar ist oder Dieselmotorkraftmaschine, mit einem Abgasstrang, in dem ein Absorber (1) mit einem Trägerkörper angeordnet ist, auf dem eine von einem Abgasstrom umspülbare Absorptionsschicht aufgebracht ist, die geeignet ist, mindestens ein Stickoxid (NO_x) und / oder mindestens ein Oxid des Schwefels (SO_x) reversibel zu absorbieren und einer Steuerung (4), die eine Regeneration des Absorbers durch Einstellen bestimmter Parameter des Abgasstroms steuert, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Aufheizen des Absorbers (1) eine Verringerung der Wandstärke des Trägerkörpers, auf dem die Absorptionsschicht aufgebracht ist, auf $\leq 0,16$ mm vorgesehen ist."*

"27. Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 26 mit den Schritten:

- Betreiben der Verbrennungskraftmaschine unter Bildung eines sauerstoffhaltigen Abgasstromes;*
- Speichern des NO_x mit dem Sorbens;*
- Erhitzen des Sorbens mindestens auf eine vorbestimmte Temperatur während des Betriebs der Verbrennungskraftmaschine vor, gleichzeitig oder nach*

- Bilden eines sauerstoffarmen Abgasstroms bzw. eines Abgasstroms mit einem stöchiometrischen Überschuß an Reaktionsmittel;
- Desorbieren des NOx von dem Sorbens unter Reduktion des NOx in dem sauerstoffarmen Abgasstrom bzw. in dem Abgasstrom mit einem stöchiometrischen Überschuß an Reduktionsmittel während das Sorbens mindestens die vorbestimmte Temperatur hat;
- Bilden wieder eines sauerstoffhaltigen Abgasstroms;
- Beenden des Erhitzens des Sorbens auf die vorbestimmte Temperatur vor, gleichzeitig oder nach dem vorgenannten Schritt; und
- Wiederholen der Schritte ab: Speichern des NOx mit dem Sorbens."

III. In der angefochtenen Entscheidung wurde unter anderem folgender Stand der Technik genannt:

- D1: WO 95/21019 A;
- D2: EP 0 700 718 A1;
- D3: EP 0 512 659 A2;
- D4: US 4 849 274 A;
- D5: EP 0 749 774 A2;
- D6: EP 0 585 572 A1;
- D7: DE 43 42 062 A1;
- D8: EP 0 540 280 A1.

Die Prüfungsabteilung begründete die Zurückweisung der Patentanmeldung im Wesentlichen wie folgt:

Der geltende Anspruch 1 beziehe sich auf zwei Alternativen, nämlich einerseits eine fremdgezündete Brennkraftmaschine und andererseits eine Dieselmotorkraftmaschine. Die erste Alternative, d.h. die fremdgezündete Brennkraftmaschine, sei nicht neu gegenüber D5, da dieses Dokument alle Merkmale dieser Alternative beschreibe. Die zweite Alternative, d.h. die Dieselmotorkraftmaschine, sei zwar neu, beruhe jedoch nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Bezüglich der beanspruchten Dieselmotorkraftmaschine stelle das Dokument D7, wahlweise auch das Dokument D8, den nächstliegenden Stand der Technik dar.

Das kennzeichnende Merkmal sei die Wandstärke des Trägerkörpers des Absorbers, die weniger als 0,16 mm betrage. Demgegenüber seien weder aus D7, noch aus D8 Angaben über die Wandstärke des Trägerkörpers zu entnehmen.

Ausgehend von D7 habe sich die technische Aufgabe gestellt, einen Trägerkörper für eine Abgasreinigungsvorrichtung auszuwählen, der eine kurzzeitige Erwärmung und Abkühlung des Absorbers ermögliche.

Diese Aufgabe werde im Dokument D3 angesprochen, das dem Fachmann den Hinweis gebe, dass es vorteilhaft sei, in einer Brennkraftmaschine gemäß D7 einen Trägerkörper mit einer kleineren Wanddicke als 0,16 mm einzusetzen. Der allgemeine Stand der Technik lehre ohnehin, dass die

Wandstärke von Trägerkörpern für die Abgasreinigung von Brennkraftmaschinen üblicherweise weniger als 0,16 mm betrage. Folglich beruhe die beanspruchte Alternative im Hinblick auf die Kombination von D7 mit D3 nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Bezüglich des unabhängigen Verfahrensanspruchs 27 führte die Prüfungsabteilung aus, die Merkmale des Verfahrens seien an sich aus D7 bekannt. Der Einsatz einer Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1 im Verfahren gemäß Anspruch 27 sei deshalb nicht erfinderisch.

- IV. Der Beschwerdeführer (Anmelder) reichte zusammen mit der Beschwerdebegründung einen Satz von geänderten Ansprüchen 1 bis 27 ein. Mit Schreiben vom 19. Januar 2011 legte der Beschwerdeführer einen weiteren Satz von geänderten Patentansprüche 1 bis 27 vor.
- V. Am 11. Februar 2011 fand eine mündliche Verhandlung vor der Beschwerdekammer statt. Im Verlauf der mündlichen Verhandlung ersetzte der Beschwerdeführer die früher eingereichten Ansprüche durch geänderte Patentansprüche 1 bis 26.
- VI. Der einzige unabhängige Anspruch des geltenden Anspruchssatzes lautet wie folgt:

"1. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit den Schritten

- Betreiben der Brennkraftmaschine unter Bildung eines sauerstoffhaltigen Abgasstromes;*
- Speichern des NOx mit der Absorptionsschicht;*
- Erhitzen der Absorptionsschicht auf eine Temperatur von mindestens 500 °C während des Betriebs der*

Brennkraftmaschine vor, gleichzeitig oder nach Bildung eines sauerstoffarmen Abgasstroms bzw. eines Abgasstroms mit einem stöchiometrischen Überschuss an Reduktionsmittel;

- Desorbieren des NOx unter Reduktion des NOx in dem sauerstoffarmen Abgasstrom bzw. in dem Abgasstrom mit einem stöchiometrischen Überschuss an Reduktionsmittel während die Absorptionsschicht die Temperatur von mindestens 500 °C hat;

- Bilden wieder eines sauerstoffhaltigen Abgasstroms;

- Beenden des Erhitzens der Absorptionsschicht auf die Temperatur von mindestens 500 °C vor, gleichzeitig oder nach dem vorher genannten Schritt;

und

- Wiederholen der Schritte ab: Speichern des NOx mit der Absorptionsschicht,

wobei die Brennkraftmaschine, insbesondere fremdgezündete Brennkraftmaschine oder Diesel-

Brennkraftmaschine, einen Abgasstrang (2) umfasst, in dem ein Absorber (1) mit einem Trägerkörper angeordnet ist, auf dem eine Absorptionsschicht aufgebracht ist, die unter netto oxidierenden Bedingungen, wie sie im Abgas von Mager-Motoren vorliegen, Stickoxide (NOx) zwischenspeichern und bei einer Verringerung des Sauerstoffüberschusses und einer Temperatur von mindestens 500 °C reduzieren kann,

wobei ein keramischer Trägerkörper mit einer Wandstärke < 0,14 mm vorhanden ist."

VII. Der Beschwerdeführer widersprach der Auffassung der Prüfungsabteilung. Zur Begründung der Beschwerde führte er im Wesentlichen aus, die beanspruchte Brennkraftmaschine weise einen NOx-Absorber mit einem keramischen Trägerkörper auf, dessen Wandstärke kleiner

als 0,14 mm sei. Dieses Merkmal gehe weder aus dem Dokument D7, noch aus D8 hervor.

Ausgehend von D7 oder wahlweise D8 liege der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Brennkraftmaschine zu schaffen, welche konstruktiv einfach relativ dauerhaft mit niedrigen Stickoxid-Emissionen betrieben werden könne.

Diese Aufgabe werde dadurch gelöst, dass ein keramischer Trägerkörper mit einer Wandstärke von weniger als 0,14 mm verwendet werde. Die geringe Wandstärke ermögliche eine relativ schnelle Aufheizung, sowie anschließend auch eine schnelle Abkühlung des Absorbers im Abgas, so dass der Absorber nach erfolgter Speicherung der Stickoxide während der Regenerationsphase nur relativ kurze Zeit auf eine Temperatur von 500 °C oder mehr erhitzt bleibe.

Wie man beispielsweise aus D7 bzw. D8 ersehen könne, seien herkömmliche Katalysatoren nicht in der Lage, unter Betriebsbedingungen mit magerem Luft-Kraftstoff-Verhältnis Stickoxide zu reduzieren und auf diese Weise das Abgas zu reinigen. Da sich die Entgegenhaltungen D3, D4 und D6 mit solchen herkömmlichen Katalysatorsystemen befassten, habe der Fachmann keine Veranlassung gehabt, gerade diese Dokumente bei der Lösung der gestellten technischen Aufgabe in Betracht zu ziehen. Zum maßgebenden Zeitpunkt seien ausschließlich NO_x-Absorber mit dickwandigen Trägerkörpern verwendet worden, um die erforderliche thermische Stabilität zu erreichen. Dies sei einem *"impliziten Vorurteil"* gegen geringe Wandstärken gleichgekommen. Auf jeden Fall habe der Fachmann keine Motivation gehabt, NO_x-Absorber mit

dünnwandigen Trägerkörpern einzusetzen. Deshalb beruhe das Verfahren gemäß Anspruch 1 auf einer erfinderischen Tätigkeit.

- VIII. Der Beschwerdeführer beantragte, die Zurückweisung aufzuheben und ein Patent mit folgender Fassung zu erteilen: Patentansprüche 1 bis 26, eingereicht in der mündlichen Verhandlung.

Entscheidungsgründe

1. Änderungen - Artikel 123(2) EPÜ
 - 1.1 Der geltende Anspruch 1 bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, insbesondere einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine oder einer Dieselmotorenmaschine. Brennkraftmaschinen werden in der ursprünglichen Anmeldung, d.h. in der vom Internationalen Büro veröffentlichten Anmeldung WO 98/07504, unter anderem an folgenden Stellen erwähnt: Seite 7, Absatz 4, Zeile 1 und Seite 10, Absatz 2, Zeile 3 ("*Brennkraftmaschine*"); Ansprüche 15, 27 - 30 und Seite 1, Absatz 1, Zeile 3 ("*Verbrennungskraftmaschine*"); Seite 1, Absatz 4, Zeile 2 ("*Dieselmotorenmaschine*"); Seite 2, Absatz 2, Zeile 3 und Seite 3, Absatz 2, Zeile 3 ("*Dieselmotorenmaschine*"); Seite 6, Absatz 3, Zeilen 6 -7 ("*Otto-Motoren*"); Seite 1, Absatz 4, Zeile 2 ("*direkteinspritzende Otto-Motoren*").
 - 1.1.1 Das Merkmal im geltenden Anspruch 1, wonach im Abgasstrang ein Absorber mit einem Trägerkörper angeordnet ist, ergibt sich beispielsweise aus der

Zeichnung in Verbindung mit Seite 7, Absatz 5, Zeile 1 der ursprünglichen Anmeldung.

- 1.1.2 Dass auf dem Trägerkörper eine Absorptionsschicht aufgebracht ist, die unter den im geltenden Anspruch 1 genannten Bedingungen Stickoxide zwischenspeichern und reduzieren kann, ist auf Seite 3, Absatz 4, Zeile 1 und Seite 4, Absatz 3, Zeile 1 der ursprünglichen Anmeldung offenbart, mit Ausnahme des Merkmals, wonach die Absorptionsschicht eine *"Temperatur von mindestens 500 °C"* aufweist. Dieses Merkmal ergibt sich aus den Angaben auf Seite 9, Absatz 1, Zeilen 7 - 11 der ursprünglichen Beschreibung.
- 1.1.3 Die im geltenden Anspruch 1 angegebenen Betriebsbedingungen entsprechen dem unabhängigen Anspruch 27 der ursprünglichen Anmeldung, wiederum mit Ausnahme des Merkmals der *"Temperatur von mindestens 500 °C"*. Wie oben dargelegt (siehe Ziffer 1.1.2), ist dieses Merkmal auf Seite 9, Absatz 1, Zeilen 7 - 11 der ursprünglichen Anmeldung offenbart.
- 1.1.4 Das Merkmal im geltenden Anspruch 1, wonach ein *"keramischer Trägerkörper mit einer Wandstärke < 0,14 mm"* vorgesehen ist, lässt sich aus Seite 3, Absatz 5, Zeilen 1 - 4 der ursprünglichen Anmeldung entnehmen, wo Wandstärken kleiner oder gleich 0,14 mm (*"≤ 0,14 mm"*) angegeben werden.
- 1.2 Der geltende Anspruch 2 entspricht der zweiten Alternative im Anspruch 18 der ursprünglichen Anmeldung.
- 1.3 Die geltenden Ansprüche 3, 4 und 5 entsprechen den Ansprüchen 23, 24 bzw. 22 der ursprünglichen Anmeldung.

- 1.4 Der geltende Anspruch 6 entspricht der ersten Alternative im Anspruch 21 der ursprünglichen Anmeldung.
- 1.5 Das Merkmal des geltenden Anspruchs 7, wonach sich *"die Schichtdicke der Absorptionsschicht über mindestens 50 %, insbesondere mindestens 80 % des Absorbers erstreckt"*, ist auf Seite 6, Absatz 2, Zeilen 4 - 6 der ursprünglichen Anmeldung offenbart.
- 1.6 Das Merkmal des geltenden Anspruchs 8, wonach *"der Trägerkörper Strömungskanäle für das Abgas"*, ist auf Seite 4, Absatz 4, Zeile 2 der ursprünglichen Anmeldung offenbart.
- 1.7 Der geltende Anspruch 9 entspricht dem Anspruch 7 in Verbindung mit Seite 4, Absatz 4, Zeilen 1 - 5 der ursprünglichen Anmeldung.
- 1.8 Die geltenden Ansprüche 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 und 21 entsprechen den Ansprüchen 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 26 bzw. 25 der ursprünglichen Anmeldung.
- 1.9 Die geltenden Ansprüche 22 und 23 entsprechen den Ansprüchen 28 und 29 der ursprünglichen Anmeldung, mit Ausnahme des Merkmals der Temperatur der Absorptionsschicht von *"mindestens 500 °C"*. Dieses Merkmal ist in der Beschreibung auf Seite 9, Abschnitt 1, Zeilen 7 - 11 offenbart (siehe Ziffer 1.1.2).
- 1.10 Die geltenden Ansprüche 24, 25 und 26 entsprechen den Ansprüchen 31, 32 bzw. 35 der ursprünglichen Anmeldung.

1.11 Insgesamt ergibt sich, dass alle Gegenstände der geltenden Ansprüche 1 bis 26 eine Basis in der ursprünglichen Anmeldung haben und folglich nicht über den Inhalt der Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen. Die geänderten Ansprüche erfüllen somit die Erfordernisse des Artikels 123(2) EPÜ.

2. Neuheit - Artikel 54 EPÜ

2.1 D5 - Stand der Technik gemäß Artikel 54(3) EPÜ

2.1.1 D5 ist eine europäische Anmeldung mit dem Anmeldetag 21. Juni 1996. Dieses Datum liegt vor dem Prioritätstag der vorliegenden Anmeldung, d.h. vor dem 19. August 1996. Die Veröffentlichung von D5 erfolgte jedoch nach diesem Datum, nämlich am 27. Dezember 1996. Entsprechend gehört D5 zum Stand der Technik gemäß Artikel 54(3) EPÜ, der bei der Beurteilung der erfinderischen Tätigkeit nicht in Betracht zu ziehen ist (Artikel 56 EPÜ).

2.1.2 Im Dokument D5 wird unter anderem eine Brennkraftmaschine beschrieben ("*gasoline engine*", "*internal combustion engine*", vgl. D5, Anspruch 1; Seite 2, Zeile 26; Seite 33, Zeilen 48 - 49), die einen Abgasstrang aufweist ("*system for exhaust gas purification*", vgl. D5, Anspruch 1), in dem ein Absorber mit einem Trägerkörper angeordnet ist, auf dem eine Absorptionsschicht aufgebracht ist, die Stickstoffdioxid zwischenspeichern und freigeben kann (vgl. D5, Anspruch 1, Zeile 4: "*a substance having ... a nitrogen dioxide absorbability and releasability*"; Ansprüche 2, 3, 10, 13, 17, 19; Seite 8, Zeilen 45 - 47; 52 - 53).

- 2.1.3 Als Trägerkörper sind unter anderem monolithische Trägerkörper aus Keramik vorgesehen, deren Wandstärke 50 bis 2000 μm (d.h. 0,05 bis 2 mm) betragen kann (vgl. D5, Seite 8, Zeilen 53 - 55; Seite 9, Zeilen 2 - 3), beispielsweise Cordierit-Trägerkörper mit einer Wabenstruktur und einer Rippenstärke von 150 μm (d.h. 0,15 mm) (vgl. D5, Seite 24, Zeilen 29 - 33, "Adsorbent D"; Seite 24, Zeilen 49 - 52, "Adsorbent-Catalyst A").
- 2.1.4 Bezüglich der chemischen Zusammensetzung der Absorptionsschicht geht aus D5 hervor, dass diese ein Element enthält, welches Stickstoffdioxid absorbiert, beispielsweise ein Alkalimetall wie Lithium, ein Erdalkalimetall wie Barium, ein Element aus der Reihe der seltenen Erden wie Yttrium oder Lanthan, gegebenenfalls auch ein Aluminiumoxid, insbesondere γ -Aluminiumoxid (vgl. D5, Seite 7, Zeilen 18 - 23; Seiten 18 bis 19, Tabelle 3, Beispiele 10 - 12: "Ba"; Beispiele 19 - 22: La; Seite 20, Tabelle 4, Beispiel 25: "Li"; Beispiel 30: "Ba"; Beispiel 31: "Y"; Beispiel 34: "La"; Seite 13, Zeilen 10 - 14: " Al_2O_3 "; Seite 15, Zeilen 26 - 28 in Verbindung mit Seite 18, Zeilen 40 - 41: " $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ "). Diese Materialien stimmen mit den Absorptionsmaterialien der vorliegenden Anmeldung überein, bei denen es sich nach den Angaben in der Beschreibung um *"die üblichen absorbierenden Materialien"* handelt (vgl. Seite 2, Zeilen 8 - 10 der ursprünglichen Anmeldung). Normalerweise ist zusätzlich eine Edelmetallbeschichtung vorgesehen, insbesondere mit *"üblichen Edelmetallbeschichtungen für Dreiwegkatalysatoren"* (vgl. Seite 2, Zeilen 21 - 23 der ursprünglichen Anmeldung). Es ergibt sich somit, dass die chemische Zusammensetzung der Absorptionsschicht gemäß D5 bzw. dem vorliegenden Patent übereinstimmt.

Entsprechend ist davon auszugehen, dass die Absorptionsschicht in beiden Fällen die Eigenschaft besitzt, unter netto oxidierenden Bedingungen, wie sie im Abgas von Mager-Motoren vorliegen, Stickoxide zwischenspeichern und bei einer Verringerung des Sauerstoffüberschusses reduzieren kann (vgl. Anspruch 1).

2.1.5 Bezüglich der Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine ist dem Dokument D5 zu entnehmen, dass die im Abgas enthaltenen verbrennungsfähigen Komponenten in Gegenwart des Katalysators/Absorbers mit Stickstoffdioxid umgesetzt werden, wobei die Temperatur niedriger als die Anspringtemperatur der Oxidationsreaktion zwischen den verbrennungsfähigen Komponenten und Sauerstoff sein soll (vgl. D5, Anspruch 15). Falls erwünscht, wird dem zu reinigen Abgas entweder ein oxidierendes Gas zugesetzt, oder es wird durch die Steuerung der Zufuhr von Kraftstoff und Luft in die Brennkraftmaschine dafür gesorgt, dass der Sauerstoffgehalt des Abgases während einer bestimmten Zeit erhöht ist (vgl. D5, Anspruch 45). Solche Betriebsbedingungen treten während dem Kaltstart von Brennkraftmaschinen auf (vgl. D5, Seite 2, Zeilen 25 - 31; Seite 3, Zeilen 6 - 10; 41 - 44; Seite 5, Zeilen 28 - 42).

2.1.6 Demgegenüber betreffen die im geltenden Anspruch 1 angegebenen Betriebsbedingungen nicht den Kaltstart, sondern den stationären Betrieb der Brennkraftmaschine, der zyklisch verläuft. Zunächst werden die im Abgas enthaltenen Stickoxide (NOx) unter netto oxidierenden Bedingungen, wie sie im Abgas von Motoren im Magerbetrieb vorliegen, in der Absorptionsschicht des Absorbers eingelagert. Beim Erreichen der Sättigungsgrenze oder in vorbestimmten Zeitintervallen

wird der Absorber dann regeneriert, indem die Absorptionsschicht während des Betriebs der Brennkraftmaschine auf mindestens 500 °C erhitzt wird. Sobald die Temperatur von 500 °C erreicht ist, wird das NO_x desorbiert, wobei gleichzeitig das NO_x mit Hilfe eines sauerstoffarmen Abgasstroms oder eines Abgasstroms, der einen stöchiometrischen Überschuss an Reduktionsmittel enthält, reduziert wird. Daraufhin wird das Erhitzen der Absorptionsschicht auf eine Temperatur von mindestens 500 °C beendet, und es beginnt ein neuer Zyklus mit der Einlagerung von NO_x in die Absorptionsschicht (vgl. Patent, Anspruch 1 und Seite 8, letzter Abschnitt bis Seite 9, dritter Abschnitt).

2.1.7 Das beanspruchte Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1 des Patents unterscheidet sich vom Verfahren gemäß D5 mindestens durch die oben beschriebene zyklische Betriebsweise, d.h. Speicherung von NO_x unter netto oxidierenden Bedingungen, Erhitzen der Absorptionsschicht, Desorbieren des NO_x unter reduzierenden Bedingungen, Abkühlen der Absorptionsschicht und Wiederholung der Schritte ab Speicherung von NO_x. Ein weiterer Unterschied gegenüber dem Verfahren gemäß D5 besteht darin, dass die Temperatur, auf die die Absorptionsschicht erhitzt wird, mindestens 500 °C beträgt, und dass diese Mindesttemperatur während der Desorptions- bzw. Reduktionsphase beibehalten wird.

Entsprechend ist das beanspruchte Verfahren gemäß dem geltenden Anspruch 1 neu gegenüber D5.

2.2 Stand der Technik gemäß Artikel 54(2) EPÜ

2.2.1 Im Dokument D1 wird ein Verfahren zum Entfernen von Stickoxiden und anderen Verunreinigungen aus einem Abgasstrom einer Verbrennungsmaschine, insbesondere einer Gasturbine, beschrieben (vgl. D1, Seite 1, Zeilen 4 - 8; Seite 2, Zeilen 25 - 4; Seite 3, Zeilen 16 - 20.) Der Abgasstrang umfasst einen katalytischen Absorber, der unter anderem Stickoxide speichern kann (vgl. D1, Seite 3, Zeilen 33 - 36). Als Träger der Absorptionsschicht kommt beispielsweise ein monolithischer Keramikkörper in Betracht (vgl. D1, Anspruch 38). Zur Regeneration des teilweise oder ganz mit den Schadstoffen beladenen katalytischen Absorbers wird dieser aus dem Abgasstrang entfernt und mit einer frischen Carbonatlösung behandelt (vgl. D1, Seite 4, Zeilen 19 - 27; Seite 8, Zeile 31 bis Seite 9, Zeile 14).

D1 beschreibt hingegen nicht, dass die absorbierten Stickoxide während des Betriebs der Brennkraftmaschine desorbiert und reduziert werden können, indem die Absorptionsschicht auf eine Temperatur von mindestens 500 °C erhitzt wird, und indem entweder der Sauerstoffüberschuss im Abgasstrom verringert wird, oder ein Abgasstrom mit einem stöchiometrischen Überschuss an Reduktionsmittel gebildet wird. Ebenso wenig enthält D1 Angaben über die Wandstärke des Trägerkörpers.

Das Verfahren gemäß dem geltenden Anspruch 1 ist somit neu gegenüber D1.

2.2.2 Das Dokument D2 betrifft die Herstellung von Trägerkörpern auf der Basis von keramischen Materialien oder Molekularsieben, die sich zur Herstellung von NOx-

Absorbern eignen (vgl. D2, Spalte 1, Zeilen 43 - 52; Spalte 2, Zeilen 32 - 33), und die wabenförmig sein können (vgl. D2, Spalte 5, Zeilen 14 - 16 "*honeycombs*"). Die Wandstärke liegt üblicherweise im Bereich von etwa 0,1 bis etwa 0,9 mm (vgl. D2, Spalte 5, Zeilen 25 - 27).

Ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, das die im Anspruch 1 genannten Verfahrensmerkmale aufweist, wird in D2 nicht offenbart.

- 2.2.3 In den Dokumenten D3 und D4 werden Trägerfolien aus Metall, vorzugsweise aus rostfreiem Stahl, beschrieben, die sich für katalytische Systeme zur Behandlung von Abgasen von internen Brennkraftmaschinen eignen (vgl. D3, Spalte 1, Zeilen 1 - 7; Ansprüche 1 und 17; bzw. D4, Spalte 1, Zeilen 8 - 14; Spalte 2, Zeilen 36 - 40; Spalte 8, Zeilen 24 - 27; Anspruch 1).

Ein Verfahren zur Reduktion der Stickoxide im Abgas von Brennkraftmaschinen wird in D3 nicht offenbart.

- 2.2.4 Das Dokument D6 beschreibt unter anderem ein Verfahren zur Verminderung von Schadstoffen wie NO_x, CO und Kohlenwasserstoffen in Abgasen von mobilen oder stationären Brennkraftmaschinen (vgl. D6, Seite 2, Zeilen 4 - 7; Seite 4, Zeilen 7 - 11; Seite 5, Zeilen 7 - 10; Seite 8, Zeilen 1 - 16; Fig. 4 und 5).

Der Abgasstrang umfasst einen Trägerkörper, vorzugsweise eine Wabenstruktur (vgl. D6, Seite 5, Zeilen 13 - 17; Fig. 1), mit einer Vielzahl von durchgehenden Kanälen (vgl. D6, Seite 4, Zeilen 12 - 13 "*a multiplicity of cells extending from inlet to outlet*"). Zumindest ein Teil der Kanäle enthält eine Füllung in Form von

"aktivem Material", insbesondere Sorbentien und/oder Katalysatoren (vgl. Seite 4, Zeilen 14, 37 - 39). Die Sorbentien absorbieren bzw. desorbieren, abhängig von den genauen Bedingungen, "ausgewählte Komponenten" des Abgases (vgl. D6, Seite 4, Zeilen 39 - 47). Die nicht gefüllten Kanäle ("open cells") können mit "aktivem Material" beschichtet sein, insbesondere mit einem Katalysator, vorzugsweise einem Dreiwegkatalysator (vgl. D6, Seite 4, Zeilen 51 - 52; Seite 9, Zeilen 32 - 39; Seite 8, Zeilen 1 - 16; Fig. 4 und 5). Für das Verfahren eignen sich besonders keramische Trägerkörper aus Cordierit mit einer Wabenstruktur und einer Wanddicke im Bereich von etwa 0,1 bis etwa 0,6 mm (vgl. D6, Seite 6, Zeilen 14 - 21).

Trägerkörper, auf denen eine Absorptionsschicht aufgebracht ist, die unter den im Anspruch 1 des Patents angegebenen Bedingungen Stickoxide (NO_x) zwischenspeichern und anschließend desorbieren, wobei gleichzeitig eine Reduktion erfolgt, werden in D6 nicht beschrieben. D6 offenbart im Übrigen weder das zeitweilige Erhitzen der Absorptionsschicht auf eine Temperatur von mindestens 500 °C, noch die zyklische Abfolge von Absorptions- und Desorptions/Reduktions-Phasen während des Betriebs der Brennkraftmaschine.

Aufgrund der oben genannten Unterschiede ist das Verfahren gemäß dem geltenden Anspruch 1 neu gegenüber D6.

- 2.2.5 Im Dokument D7 wird eine Brennkraftmaschine, beispielsweise eine Diesel-Brennkraftmaschine, beschrieben, die einen Abgasstrang umfasst, in dem ein Absorber mit einem Trägerkörper angeordnet ist, auf dem

eine Absorptionsschicht aufgebracht ist (vgl. D7, Fig. 3; Bezugszeichen 10 "Verbrennungskraftmaschine"; Spalte 6, Zeilen 3 - 4 "Dieselverbrennungsmaschine"; Fig. 3, Bezugszeichen 2, 2a, 2b "Abgasrohr", "Abzweigabgasrohre"; Bezugszeichen 3a, 3b "Behälter" mit "Absorptionsmittel" 1a, 1b; Spalte 5, Zeilen 23 - 35 und 41 - 49). Die Absorptionsschicht vermag unter netto oxidierenden Bedingungen, wie sie im Abgas von Mager-Motoren vorliegen, Stickoxide (NO_x) zwischenzuspeichern und bei einer Verringerung des Sauerstoffüberschusses in Anwesenheit eines Reduktionsmittels zu desorbieren und zu reduzieren (vgl. D7, Spalte 3, Zeile 62 bis Spalte 4, Zeile 3; Spalte 5, Zeilen 49 - 54). Im weiteren offenbart D7 ein Verfahren zum Betrieb der Brennkraftmaschine, das folgende Schritte umfasst:

- Betreiben der Brennkraftmaschine unter Bildung eines sauerstoffhaltigen Abgasstroms (vgl. D7, Spalte 1, Zeilen 66 - 67; Spalte 3, Zeile 67 bis Spalte 4, Zeile 1; Spalte 6, Zeilen 1 - 6: "mageres" Luft-Kraftstoffverhältnis, d.h. Abgas mit hoher Sauerstoffkonzentration);
- Speichern des NO_x im Absorptionsmittel (vgl. D7, Spalte 6, Zeilen 6 - 9);
- Erhitzen des Absorptionsmittels während des Betriebs der Brennkraftmaschine unter Zuführung eines Reduktionsmittels (vgl. D7, Spalte 9, Zeilen 26 - 29 und 41 - 48);
- Desorbieren des NO_x unter Reduktion des NO_x im Abgasstrom mit dem Reduktionsmittel (Spalte 9, Zeilen 45 - 59);
- erneute Bildung eines sauerstoffhaltigen Abgasstroms (vgl. D7, Spalte 14, Zeilen 25 - 50), wobei die Temperatur des Absorptionsmittels sinkt;

- Wiederholen der Schritte ab dem Speichern des NO_x (vgl. D7, Spalte 14, Zeile 52 bis Spalte 15, Zeile 57; Fig. 12, 13 und 14).

Hingegen werden in D7 keine keramischen Trägerkörper beschrieben, und erst recht nicht keramische Trägerkörper mit einer Wandstärke von weniger als 0,14 mm. Eben so wenig offenbart D7, dass die Absorptionsschicht auf eine Temperatur von mindestens 500 °C erhitzt wird, und dass das Desorbieren des NO_x unter Reduktion in diesem Temperaturbereich erfolgt.

Das Verfahren gemäß dem geltenden Anspruch 1 ist demnach neu gegenüber D7.

2.2.6 Das Dokument D8 vermittelt eine ähnliche technische Lehre wie D7. So zeigt beispielsweise die Figur 5 eine Brennkraftmaschine (Bezugszeichen 18, "engine", Spalte 4, Zeile 50), die für den Betrieb mit einem mageren Luft-Kraftstoffverhältnis ausgelegt ist (Spalte 1, Zeilen 56 - 58: "*an internal combustion engine capable of fuel combustion at lean fuel-air ratios*"), also einen "Mager-Motor", der beim Betreiben einen sauerstoffhaltigen Abgasstrom erzeugt. Die Brennkraftmaschine ist mit einem Abgasstrang verbunden (Bezugszeichen 6 "exhaust conduit", Spalte 4, Zeile 35), sowie mit einem Absorber (Bezugszeichen 2, "*absorption and release material*", Spalte 4, Zeile 46), der Stickoxide (NO_x) zwischenspeichert und bei einer Verringerung des Sauerstoffüberschusses oberhalb einer bestimmten Temperatur, beispielsweise 500 °C, wieder freigibt (Spalte 2, Zeilen 1 - 7; Spalte 4, Zeilen 46 - 58). Als Absorber kommt ein keramischer, gesinterter Cordierit-Trägerkörper in Betracht, der mit einer

Absorptionsschicht auf der Basis eines Barium-Kupfer-Mischoxids beschichtet ist (vgl. Spalte 4, Zeile 58 bis Spalte 5, Zeile 2; Spalte 5, Zeilen 18 - 50). Die Absorptionsschicht wird während des Betriebs der Brennkraftmaschine mittels einer im Abgasstrang befindlichen Heizvorrichtung (vgl. Fig. 5, Bezugszeichen 24; Spalte 3, Zeilen 52 - 54; Spalte 4, Zeilen 7 - 9) auf die für die Freisetzung des NO_x erforderliche Temperatur erhitzt. Im Fall der oben erwähnten Absorptionsschicht auf Ba-Cu-O Basis wird NO_x bei Temperaturen oberhalb von etwa 500 °C desorbiert, während unterhalb dieses Temperaturbereichs Absorption erfolgt (vgl. Spalte 6, Zeilen 2 - 8; Fig. 6). Durch Verminderung des Sauerstoffgehalts im Abgas wird die Desorption des NO_x gefördert (vgl. D8, Spalte 6, Zeilen 8 - 12, "*stoichiometric air-fuel ratio or rich ratios*"). Eine Steuerungsvorrichtung sorgt für das zyklische Durchlaufen der Absorptions- bzw. Desorptionsschritte (vgl. D8, Spalte 5, Zeile 51 bis Spalte 6, Zeile 2; Spalte 6, Zeilen 8 - 12).

D8 enthält jedoch keinerlei Angaben über die Wandstärke des keramischen Trägerkörpers. Demgegenüber enthält der geltende Anspruch 1 das Merkmal, wonach die Wandstärke weniger als 0,14 mm beträgt. Folglich ist das beanspruchte Verfahren gemäß dem Anspruch 1 neu gegenüber D8.

3. Erfinderische Tätigkeit - Artikel 56 EPÜ

- 3.1 Die Anmeldung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, insbesondere ein Verfahren zum Entfernen von Stickoxiden aus dem Abgasstrom der Brennkraftmaschine. Dabei werden die Stickoxide während

des Betriebs der Brennkraftmaschine unter netto oxidierenden Bedingungen in einer Absorptionsschicht zwischengespeichert und anschließend durch Erhitzen der Absorptionsschicht und Bildung eines sauerstoffarmen Abgasstroms bzw. eines Abgasstroms mit einem Überschuss an Reduktionsmittel desorbiert und reduziert (vgl. Anspruch 1).

- 3.2 Im Dokument D8 wird ein Verfahren beschrieben, das auf demselben technischen Gebiet wie das beanspruchte Verfahren liegt, und das außerdem im Vergleich mit den übrigen Entgegenhaltungen am meisten übereinstimmende Merkmale aufweist (siehe oben, Ziffer 2.2.6). Somit bildet dieses Dokument den nächstliegenden Stand der Technik.
- 3.3 Die der Anmeldung zugrundeliegende technische Aufgabe kann im Licht des Dokuments D8 darin gesehen werden, das in D8 beschriebene Verfahren dahingehend zu verbessern, dass zum einen der Trägerkörper die starken Temperaturänderungen, die beim Erhitzen und Abkühlen des Absorbers auftreten, besonders rasch durchläuft, und dass zum anderen eine besonders hohe Speicherkapazität der Absorptionsschicht erzielbar ist. Es versteht sich von selbst, dass gleichzeitig eine gute thermische und chemische Langzeitstabilität des NO_x Absorbers gewährleistet sein muss. Diese Eigenschaften bilden ebenfalls einen Bestandteil der Aufgabe.
- 3.4 Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die vorliegende Anmeldung ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 1 vor, das dadurch gekennzeichnet ist, dass die Wandstärke des keramischen

Trägerkörpers, auf dem die Absorptionsschicht aufgebracht ist, weniger als 0,14 mm beträgt.

- 3.5 Aus der Beschreibung geht hervor, dass die Verringerung der Wandstärke des Trägerkörpers auf Werte von " $\leq 140 \mu\text{m}$ " (entsprechend $\leq 0,14 \text{ mm}$) zu einer Optimierung des Abgasabsorbers führt. Bei Verwendung von solchen dünnwandigen keramischen Trägerkörpern verläuft der Temperaturanstieg der Absorptionsschicht beim Erhitzen schneller als bei Trägern mit einer größeren Wandstärke. Entsprechend ist auch der Temperaturabfall während der Abkühlphase, d.h. nach dem Beenden des Erhitzens, schneller. Die thermische Trägheit des Absorbers ist also - bei ansonsten gleichen Betriebsbedingungen - besonders niedrig, was unter anderem bewirkt, dass auch kurze Phasen von hohen Temperaturen zum Regenerieren des NOx Absorbers ausgenutzt werden können.
- 3.5.1 Dank der geringen Wandstärke des Trägerkörpers können verhältnismäßig dicke Absorptionsschichten aufgebracht werden. Dadurch lässt sich eine höhere Speicherkapazität als mit dünnen Absorptionsschichten erzielen. Entsprechend kann eine längere Zeitspanne verstreichen, bis der Absorber regeneriert werden muss. Trotz der gelegentlich auftretenden Temperaturspitzen im Abgasstrom von verbrauchsoptimierten Verbrennungskraftmaschinen erfolgt kein "Durchschlagen" des Absorbers, d.h. die Sättigungsgrenze des Absorbers wird nicht erreicht oder gar überschritten (vgl. Seite 3, Zeilen 8 - 14 und Seite 3, Zeile 18 bis Seite 4, Zeile 5 der ursprünglichen Beschreibung).
- 3.5.2 Bezüglich der Frage, wie sich eine geringe Wandstärke des Trägerkörpers von weniger als 0,14 mm genau auf die

thermische und chemische Langzeitstabilität auswirkt, lässt sich der Beschreibung nichts entnehmen, da einschlägige Daten oder Ausführungsbeispiele fehlen. Der Fachmann ist deshalb in dieser Beziehung auf Plausibilitätsüberlegungen angewiesen.

Die Kammer geht bis zum Beweis des Gegenteils von der Annahme aus, dass die thermische und chemische Langzeitstabilität von Trägerkörpern mit geringen Wandstärken üblicherweise besser, auf jeden Fall aber nicht nennenswert schlechter ist als die Stabilität von Trägerkörpern mit dicken Wänden.

- 3.5.3 Aus den oben genannten Gründen (siehe Ziffern 3.5, 3.5.1 und 3.5.2) hält es die Kammer für glaubhaft, dass das beanspruchte Verfahren die technische Aufgabe tatsächlich löst.
- 3.6 Es bleibt demnach zu klären, ob sich das Verfahren gemäß dem geltenden Anspruch 1 in naheliegender Weise aus dem Stand der Technik ergibt.
- 3.6.1 Keramische Trägerkörper mit einer Wandstärke von weniger als 0,14 mm sind im Stand der Technik bekannt. Wie oben dargelegt wurde (siehe Ziffer 2.2.4), beschreibt das Dokument D6 keramische Trägerkörper, die aus Cordierit bestehen und deren Wabenstruktur eine Wandstärke im Bereich von etwa 0,1 mm bis etwa 0,6 mm aufweist (vgl. D6, Seite 6, Zeilen 14 - 21). Demnach stellt sich die Frage, ob es für den Fachmann nahe lag, den Trägerkörper von D6 unter den Verfahrensbedingungen einzusetzen, wie sie im Anspruch 1 angegeben sind.

- 3.6.2 D6 betrifft, ebenso wie die vorliegende Anmeldung, auf Verfahren zur Behandlung von Autoabgasen, d.h. auf die Umwandlung von NO_x, CO und Kohlenwasserstoffen in unschädliche Produkte mit Hilfe von Absorptionsmitteln und Katalysatoren (vgl. D6, Seite 5, Zeilen 7 - 10).
- 3.6.3 Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die in D6 beschriebenen Verfahrensbedingungen stark von den im Anspruch 1 genannten Bedingungen abweichen. Zum einen wird in D6 nirgends ein Trägerkatalysator beschrieben, auf dem eine Absorptionsschicht aufgebracht ist, welche unter netto oxidierenden Bedingungen, wie sie im Abgas von Motoren im Magerlaufbetrieb vorliegen, Stickoxide (NO_x) zwischenspeichert. Zum andern fehlt eine Beschreibung des Desorbierens der Absorptionsschicht, wobei NO_x unter Reduktion in einem sauerstoffarmen Abgasstrom, bzw. einem Abgasstrom mit einem Überschuss an Reduktionsmittel, freigesetzt wird. Erst recht fehlt jeglicher Hinweis auf eine zyklische Verfahrensführung mit der Abfolge von zeitweiligem Erhitzen der Absorptionsschicht auf eine Temperatur von mindestens 500 °C, gefolgt vom Beenden des Erhitzens, bzw. dem Abkühlen der Absorptionsschicht auf eine niedrigere Temperatur.
- 3.6.4 Die Unterschiede zwischen den spezifischen Verfahrensmerkmalen, wie sie im Anspruch 1 angegeben sind, und den sehr allgemein gehaltenen Angaben in D6 über die Möglichkeiten zur Verringerung der Stickoxide in Abgasströmen von Brennkraftmaschinen sind nach Auffassung der Kammer so bedeutend, dass der Fachmann keine Veranlassung hatte, die Lehre von D6 zur Lösung der technischen Aufgabe heranzuziehen. Ein Rückgriff auf D6 lag umso weniger nahe, als D6 an keiner Stelle auf

die besonderen Anforderungen eingeht, die ein Trägerkörper erfüllen muss, der zyklisch auf eine Temperatur von mindestens 500 °C erhitzt und anschließend wieder abgekühlt wird. Entsprechend konnte der Fachmann aus D6 nicht entnehmen, ob sich die dort beschriebenen keramischen Trägerkörper mit einer Wandstärke von *"etwa 0,1 bis etwa 0,6 mm"* überhaupt für Temperaturzyklen mit Spitzentemperaturen von mindestens 500 °C eignen würden. Gerade darauf kommt es im vorliegenden Fall jedoch an.

- 3.6.5 Bei dieser Sachlage kann offen bleiben, ob in der Fachwelt tatsächlich ein Vorurteil dagegen bestand, Trägerkörper mit geringer Wandstärke, etwa die in D6 beschriebenen Trägerkörper, im Bereich hoher Temperaturen von mindestens 500 °C zu verwenden. Der Beschwerdeführer machte während der mündlichen Verhandlung das Vorliegen eines solchen Vorurteils geltend, ohne jedoch einschlägige Fachliteratur oder andere Beweismittel vorzulegen. Er argumentierte, es habe ein *"implizites Vorurteil"* bestanden, also ein Vorurteil, das in den Fachkreisen nicht ausgesprochen, aber dennoch allgemein verbreitet gewesen sei. Die Kammer hält es ihrerseits nicht für erwiesen, dass ein *"implizites Vorurteil"* existierte.
- 3.6.6 In keiner der übrigen Entgegenhaltungen D1, D2, D3, D4 und D7 werden Trägerkörper mit einer Wandstärke von weniger als 0,14 mm beschrieben. Selbst wenn der Fachmann eines oder mehrere dieser Dokumente herangezogen hätte, um die technische Lehre von D8 zu modifizieren und dadurch die technische Aufgabe zu lösen, wäre er nicht zum Verfahren gelangt, wie es im Anspruch 1 angegeben wird. Entsprechend wird das

beanspruchte Verfahren durch diese Dokumente nicht nahe gelegt.

3.7 Aus allen diesen Gründen ergibt sich, dass das Verfahren gemäß Anspruch 1 auf einer erfinderischen Tätigkeit im Sinn von Artikel 56 EPÜ beruht.

3.8 Die abhängigen Ansprüche 2 bis 26 betreffen besondere Ausführungsarten des Verfahrens gemäß Anspruch 1. Sie beruhen deshalb ebenfalls auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Entscheidungsformel

Aus diesen Gründen wird entschieden:

1. Die angefochtene Entscheidung wird aufgehoben.
2. Die Sache wird an die Prüfungsabteilung zurückverwiesen mit der Anordnung, ein Patent zu erteilen auf Grundlage der Patentansprüche 1 bis 26, eingereicht in der mündlichen Verhandlung, der Zeichnung wie ursprünglich eingereicht und einer noch anzupassenden Beschreibung.

Die Geschäftsstellenbeamtin

Der Vorsitzende:

C. Vodz

G. Rath