



# BUNDESPATENTGERICHT

7 W (pat) 371/05

---

(AktENZEICHEN)

Verkündet am  
10. Juni 2009

...

## BESCHLUSS

In der Einspruchssache

betreffend das Patent 100 20 448

...

hat der 7. Senat (Technischer Beschwerdesenat) des Bundespatentgerichts auf die mündliche Verhandlung vom 10. Juni 2009 unter Mitwirkung des Vorsitzenden Richters Dipl.-Ing. Tödte sowie der Richter Dipl.-Ing. Univ. Harrer, Schwarz und Dipl.-Ing. Hilber

beschlossen:

Das Patent DE 100 20 448 wird widerrufen.

## **Gründe**

### **I.**

Gegen die am 4. Mai 2005 veröffentlichte Erteilung des Patents 100 20 448 mit der Bezeichnung "Verfahren und Vorrichtung zur Optimierung des Betriebs eines Verbrennungsmotors" ist am 1. August 2005 Einspruch erhoben worden.

Der Einspruch ist mit Gründen versehen und auf die Behauptung gestützt, dass der Gegenstand des Patents wegen fehlender Neuheit, zumindest mangelnder erfinderischer Tätigkeit nicht patentfähig sei.

Zum Stand der Technik hat die Einsprechende folgende Druckschriften genannt:

D1: Onder, C. H.; Geering H. P.: "Model-Based Engine Calibration for Best Fuel Efficiency", 1995 SAE International Congress, SAE-Paper 950983, Detroit, MI, March 1995, mit dem Nachweis der Offenbarung in

D1a: "Annual Index/Abstracts of SAE Technical Papers 1995", S. 137, Abs. 1

- D2: Mitterer, A.; Fleischhauer, T.; Zuber-Goos, F.; Weicker, K.: "Modellgestützte Kennfeldoptimierung an Verbrennungsmotoren", VDI-Berichte 1470, Mess- und Versuchstechnik im Fahrzeugbau, Kongress 29./30. April 1999 in Mainz
- D3: Fischer, M.; Röpke, K.: "Time to Market - Applikationsmethoden in der Serienentwicklung von Verbrennungsmotoren", Haus der Technik, Essen, September 1999
- D4: Ertl, Ch.; Kranawetter, E.; Stütz, W.: "Simulation des dynamischen Verhaltens von Dieselmotoren mit elektronischem Management", MTZ 58 (1997), Nr. 10
- D5: Nefischer, P.; Honeder, J.; Kranawetter, E.; Landerl, Ch.: "Simulation instationärer Betriebszustände von Fahrzeugen mit aufgeladenen Dieselmotoren", Mitteilungen des Instituts für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik, Tagungsreihe "Der Arbeitsprozess des Verbrennungsmotors", Heft 77, Oktober 1999
- D6: "INCA V2.1 Benutzerhandbuch", S. 1 - 2 und 41 - 60, ETAS GmbH & Co. KG, Stuttgart, 1999
- D7: Onder, C. H.: "Modellbasierte Optimierung der Steuerung und Regelung eines Automobilmotors", Dissertation ETH Zürich, Nr. 10323, 1993.

Im Prüfungsverfahren sind außerdem folgende Druckschriften berücksichtigt und im Streitpatent in den Absätzen [0007] und [0009] abgehandelt worden:

P1: Kampelmühler, F.T.: Automatische Motormanagement-Abstimmung, ATZ/MTZ Sonderheft Motor und Umwelt, 1992, S. 46 - 48

P2: Bredenbeck, J. et al.: Verkürzung der Entwicklungszeiten für moderne Antriebe durch VEGA, ATZ/MTZ Sonderausgabe System Partners, 1997, S. 90 - 93.

Die Einsprechende beantragt,

das Patent zu widerrufen.

Die Patentinhaberin hat beantragt,

das Patent aufrechtzuerhalten,  
hilfsweise gemäß den am 9. Februar 2007 eingeg. Ansprüchen 1 bis 12 mit noch anzupassender Beschreibung.

Beide Beteiligten haben schriftsätzlich ihre Nichtteilnahme an der mündlichen Verhandlung mitgeteilt und um Entscheidung nach Aktenlage gebeten.

Der erteilte Anspruch 1 lautet:

Verfahren zur Optimierung des Betriebs eines Verbrennungsmotors, insbesondere hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Zielgrößen,

- wobei der Verbrennungsmotor mehrere Aktuatoren aufweist, die von einem Steuergerät in Abhängigkeit von Kennfeldern betätigt werden,
- wobei die Kennfelder für eine Vielzahl von Betriebspunkten des Verbrennungsmotors Stellgrößen für die Aktuatoren enthalten,

mit folgenden Schritten:

- A: für jeden Betriebspunkt werden für jeden Aktuator von vorbestimmten Belastungsgrenzen des Verbrennungsmotors abhängige Einstellgrenzen für die Stellgrößen in eine Datenbank eingelesen,
- B: für jeden Betriebspunkt wird für eine bestimmte Anzahl von Variationen der Stellgrößen der Verbrennungsmotor betrieben, wobei die Zielgrößen für den Motorbetrieb gemessen und in der Datenbank gespeichert werden,
- C: mit den Variationen der Stellgrößen und den dazu ermittelten Zielgrößen wird ein die Abhängigkeit der Zielgrößen von den Stellgrößen beschreibendes physikalisches Motormodell kalibriert,
- D: für jeden Betriebspunkt werden mit dem kalibrierten physikalischen Motormodell in Abhängigkeit von einstellbaren Kriterien für die Zielgrößen und innerhalb der Einstellgrenzen diejenigen Stellgrößen berechnet und in der Datenbank gespeichert, die für den jeweiligen Betriebspunkt die eingestellten Kriterien optimal erfüllen,
- E: die Kennfelder des Steuergerätes werden in Abhängigkeit der berechneten optimalen Stellgrößen bedatet.

Der erteilte nebengeordnete Anspruch 10 lautet:

Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

- mit einem Motorprüfstand (26), in dem der Verbrennungsmotor (27) betrieben werden kann,
- mit einer Sensorik, die zum Messen der Zielgrößen des Motorbetriebs geeignet ist,
- mit einer Datenverarbeitungsanlage (29) umfassend
  - eine Datenbank (35),
  - eine Modelleinheit (33), die eine das physikalische Motormodell beschreibende Programmierung enthält,
  - eine Kalibriereinheit (32), die eine zur Kalibrierung des physikalischen Motormodells geeignete Programmierung enthält,
  - einen Rechner (30).

Der Anspruch 1 nach Hilfsantrag lautet:

Verfahren zur Optimierung des Betriebs eines Verbrennungsmotors, insbesondere hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Zielgrößen,

- wobei der Verbrennungsmotor mehrere Aktuatoren aufweist, die von einem Steuergerät in Abhängigkeit von Kennfeldern betätigt werden,
- wobei die Kennfelder für eine Vielzahl von Betriebspunkten des Verbrennungsmotors Stellgrößen für die Aktuatoren enthalten,

mit folgenden Schritten:

- A: für jeden Betriebspunkt werden für jeden Aktuator von vorbestimmten Belastungsgrenzen des Verbrennungsmotors

abhängige Einstellgrenzen für die Stellgrößen in eine Datenbank eingelesen,

- B: für jeden Betriebspunkt wird für eine bestimmte Anzahl von *Variationen* der Stellgrößen der Verbrennungsmotor betrieben, wobei die Zielgrößen für den Motorbetrieb gemessen und in der Datenbank gespeichert werden,
- C: mit den *Variationen* der Stellgrößen und den dazu ermittelten Zielgrößen wird ein die Abhängigkeit der Zielgrößen von den Stellgrößen beschreibendes physikalisches Motormodell kalibriert,
- D: für jeden Betriebspunkt werden mit dem kalibrierten physikalischen Motormodell in Abhängigkeit von einstellbaren Kriterien für die Zielgrößen und innerhalb der Einstellgrenzen diejenigen Stellgrößen berechnet und in der Datenbank gespeichert, die für den jeweiligen Betriebspunkt die eingestellten Kriterien optimal erfüllen,
- E: die Kennfelder des Steuergerätes werden in Abhängigkeit der berechneten optimalen Stellgrößen bedatet,
  - wobei für den Verbrennungsmotor ein Seriensteuergerät als Steuergerät verwendet wird, das einen Datenrahmen und einen Funktionsrahmen aufweist,
  - wobei der Datenrahmen die Kennfelder enthält,
  - wobei der Funktionsrahmen eine vorbestimmte Verknüpfung der Stellgrößen der Aktuatoren enthält, so dass die Verstellung der Stellgröße eines Aktuators bei wenigstens einem anderen Aktuator die Verstellung der zugehörigen Stellgröße bewirkt,
  - wobei für die Bedatung der Kennfelder des Seriensteuergerätes die Kennfelddaten des Datenrahmens für jeden Betriebspunkt solange variiert werden, bis die vom Funktionsrahmen generierten und miteinander verknüpften

Stellgrößen den mit dem kalibrierten physikalischen Motormodell berechneten optimalen Stellgrößen entsprechen.

Der nebengeordnete Anspruch 8 nach Hilfsantrag lautet:

Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

- mit einem Motorprüfstand (26), in dem der Verbrennungsmotor (27) betrieben werden kann,
- mit einer Sensorik, die zum Messen der Zielgrößen des Motorbetriebs geeignet ist,
- mit einer Datenverarbeitungsanlage (29) umfassend
  - eine Datenbank (35),
  - eine Modelleinheit (33), die eine das physikalische Motormodell beschreibende Programmierung enthält,
  - eine Kalibriereinheit (32), die eine zur Kalibrierung des physikalischen Motormodells geeignete Programmierung enthält,
  - einen Rechner (30),
- wobei die Vorrichtung ein Seriensteuergerät (47) aufweist, das einen Datenrahmen und einen Funktionsrahmen aufweist,
- wobei der Datenrahmen die Kennfelder enthält,
- wobei der Funktionsrahmen eine vorbestimmte Verknüpfung der Stellgrößen der Aktuatoren enthält, derart, dass die Verstellung der Stellgröße eines Aktuators bei wenigstens einem anderen Aktuator die Verstellung der zugehörigen Stellgröße bewirkt,
- wobei die Datenverarbeitungsanlage (29) eine Adaptionseinheit (41) aufweist, die eine Programmierung enthält, die für

die Bedatung der Kennfelder des Seriensteuergerätes (47) die Kennfelddaten des Datenrahmens für jeden Betriebspunkt solange variiert, bis die vom Funktionsrahmen generierten und miteinander verknüpften Stellgrößen den mit dem kalibrierten physikalischen Motormodell berechneten optimalen Stellgrößen entsprechen.

Weiterbildungen der Verfahren der jeweiligen Ansprüche 1 sind in den darauf erteilten rückbezogenen Ansprüchen 2 bis 9 bzw. rückbezogenen Ansprüchen 2 bis 7 nach Hilfsantrag angegeben. Weiterbildungen der Vorrichtungen des erteilten Anspruchs 10 bzw. des Anspruchs 8 nach Hilfsantrag sind in den darauf erteilten rückbezogenen Ansprüchen 11 bis 16 bzw. rückbezogenen Ansprüchen 9 bis 12 nach Hilfsantrag angegeben.

Für weitere Einzelheiten wird auf den Akteninhalt verwiesen.

## II.

1. Der Senat ist für die Entscheidung im vorliegenden Einspruchsverfahren auch nach der - mit Wirkung vom 1. Juli 2006 erfolgten - Aufhebung der Übergangsvorschriften des § 147 Abs. 3 PatG auf Grund des Grundsatzes der "perpetuatio fori" gemäß § 261 Abs. 3 Nr. 2 ZPO analog i. V. m. § 99 Abs. 1 PatG analog zuständig (vgl. BGH, Beschluss vom 9. Dezember 2008 – X ZB 6/08 - Ventilsteuerung).
2. Der zulässige, insbesondere frist- und formgerecht erhobene Einspruch ist begründet. Der Gegenstand des Streitpatents stellt keine patentfähige Erfindung i. S. d. §§ 1 bis 5 PatG dar.

3. Das Streitpatent betrifft ein Verfahren zur Betriebsoptimierung eines Verbrennungsmotors aufgrund eines ermittelten physikalischen Motormodells (Hauptanspruch) und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zur Betriebsoptimierung in Form eines Motorprüfstands mit entsprechender Ausrüstung (Nebenanspruch).

Zur Verringerung der Abgas- und Geräuschemissionen aus ökologischen Gründen sowie des Kraftstoffverbrauchs aus ökonomischen Gründen – im Streitpatent als "Zielgrößen" bezeichnet - werden in der Motorenentwicklung die veränderlichen Parameter – im Streitpatent als "Stellgrößen" bezeichnet - der den Motorbetrieb beeinflussenden Aktuatoren unter Berücksichtigung der motorischen Grenzwerte (und der nach dem Lastenheft geforderten Leistungsklasse) für jeden Motorbetriebspunkt, der gekennzeichnet ist durch Last und Drehzahl, im Motorprüfstandsbetrieb ermittelt.

Den Motorbetrieb beeinflussende Aktuatoren sind bei Otto- und Dieselmotoren i. W. für die Kraftstoffzufuhr die Einspritzventile mit variablen Öffnungszeiten und die Einspritzpumpe mit variablem Einspritzdruck, für die Frischluftzufuhr die Gaswechselventile mit variablen Hüben und Öffnungszeiten sowie die sog. differenzierte Sauganlage (DISA) mit variablen Längen und Volumina der Leitungen, für die Abgasrückführung das AGR-Ventil mit variabler Durchflussmenge und Abkühlungstemperatur; bei Ottomotoren zusätzlich die Drosselklappe für die Luftmenge, das Kraftstoff-Luft-Verhältnis sowie der Zündwinkel; bei aufgeladenen Motoren zusätzlich die Turboladerschaufel-Verstellung, die Ladelufttemperaturregelung, das Abblaseventil usw..

Jeder der Aktuatoren wird mit den im Motorprüfstandsbetrieb ermittelten optimalen Stellgrößen für jeden Motorbetriebspunkt in Abhängigkeit von Kennfeldern oder Kennlinien gesteuert oder geregelt betätigt. Diese Betätigung erfolgte früher mittels mechanischer Antriebe, heute mittels elektrischer

Stellantriebe (Aktuatoren), die von einem Steuergerät angesteuert werden, das mit den ermittelten Stellgrößen "bedatet" worden ist.

Die Ermittlung der Kennfelder oder Kennlinien für jeden Aktuator in jedem Motorbetriebspunkt durch Prüfstandsversuche ist hoch, da bei jeder geänderten Einstellung einer Stellgröße nicht nur der stationäre Motorbetriebszustand abgewartet werden muss, sondern insbesondere die Änderung der Stellgröße eines Aktuators i. d. R. die ermittelten Stellgrößen anderer Aktuatoren beeinflusst, was eine gegenseitige Abhängigkeit der Stellgrößen-Kennfelder bedeutet.

In den Anfängen der Motorentwicklung ging üblicherweise der Versuchingenieur – noch ohne Rechnerunterstützung - nach der im Streitpatent (Abs. [0005]) beschriebenen sogenannten "Rasterfahndung" vor. Dabei werden zur Suche des Optimums einer Zielgröße alle möglichen Stellgrößen eines Aktuators eingestellt. Da in der Funktion "Zielgröße in Abhängigkeit von den Aktuatoreinstellungen" mehrere Minima entstehen können, genügten nicht die Messdaten von drei Einstellungen im Prüfstandsbetrieb, sondern es mussten wenigstens fünf unterschiedliche Aktuatoreinstellungen zur Ermittlung einer zuverlässigen Kennlinie ermittelt werden. Da ein Kennfeld mehrere Hunderte von Betriebspunkten umfassen kann, war trotz des Aufwandes mit der "Rasterfahndung" keine optimale Einstellung aller Aktuatoren gewährleistet.

Zur Zeit- und damit Kosteneinsparung war es daher schon seit langem ein Ziel in der Motorenentwicklung, die geschilderte aufwendige Prüfstandsarbeit des Versuchingenieurs (oder "Appliqueurs") durch Rechenprogramme zu unterstützen bzw. in Teilbereichen der Kennfelder zu ersetzen. Dies entspricht der dem Streitpatent (Abs. [0012]) zugrundeliegenden Aufgabe.

Eine der früheren Lösungen zur rechnerischen Unterstützung sind die im Streitpatent (Abs. [0006]) beschriebenen sogenannten "Ansatzfunktionen".

Dabei werden die funktionalen Zusammenhänge zwischen den Stellgrößen und den Zielgrößen mittels empirisch durch Approximation ermittelter Polynome mathematisch beschrieben. Die Polynom-Koeffizienten werden dabei für jeden Betriebspunkt durch mehrere voneinander unabhängige Stellgrößenvariationen berechnet, um den mittels des Polynoms beschriebenen Zusammenhang im jeweiligen Betriebspunkt beurteilen zu können, was eine umfangreiche, in Motorversuchen ermittelte Datenbasis voraussetzt. Damit stößt aber bei einer größeren Anzahl von Aktuatoren, wie oben für Otto- und Dieselmotoren beispielhaft angegeben, die Methode der "Ansatzfunktion" an ihre Grenzen, noch dazu bei der genannten gegenseitigen Abhängigkeit der Aktuatoreinstellungen.

Eine neuere Methode zur rechnerischen Unterstützung stellt die im Streitpatent (Abs. [0007]) beschriebene "automatische Motormanagement-Abstimmung" nach der P1 dar. Dabei erfolgt am Motorprüfstand in bestimmten Betriebspunkten in einem groben Raster die Variation aller Stellgrößen. Danach wird das Optimum der Zielfunktionen mittels der Methode der kleinsten Fehlerquadrate - unter Berücksichtigung der motorischen Grenzwerte - berechnet. Ist die Berechnung sinnvoll, erfolgen weitere Optimierungszyklen nach dieser Methode in kleineren Rastern – bis ein Grenzwert erreicht ist. Danach werden – auch dreidimensionale - Aktuator-Kennfelder erstellt und in das Motorsteuergerät eingegeben. Nachteilig ist jedoch gemäß Streitpatent (Abs. [0008]), dass bei jeder Stellgrößenvariation der stationäre Motorbetriebszustand abgewartet werden muss und die Optimierung des Betriebskennfeldes auch nach dieser Methode On-Line, also zeitaufwendig erfolgt, bevor das Steuergerät bedatet wird.

Eine weitere Methode zur Reduzierung der Prüfstandsarbeit ist die im Streitpatent (Abs. [0009]) beschriebene "Verkürzung der Entwicklungszeiten für moderne Antriebe durch VEGA" nach der P2. Bei diesem Berechnungsverfahren erfolgt die Verkürzung der Entwicklungszeit für Verbrennungsmo-

tore mittels modellgestützter Optimierung, das sich durch den Einsatz eines Datenmanagers zwischen dem Optimierungs-Algorithmus und dem Motorprozess auszeichnet. Fordert der Optimierungs-Algorithmus noch nicht ermittelte und somit noch nicht – als Motormodell - gespeicherte Messwerte für Stellgrößen-Kombinationen, werden weitere Prüfstandsversuche notwendig. Somit ist - wie nach der Methode gemäß der P1 - nachteilig, dass die Zielgrößen für unbekannte Stellgrößen bei neuem oder konstruktiv geändertem Motor On-Line, also zeitaufwendig ermittelt werden müssen, bevor das Steuergerät bedatet wird (Streitpatent (Abs. [0010] und [0011]).

Fachmann für derartige Probleme ist ein Dipl.-Ing. für Maschinenbau mit besonderen Kenntnissen und Erfahrungen in der Entwicklung sowie im Versuchsbetrieb von Verbrennungsmotoren, der einen Mathematiker oder Informatiker hinzuzieht.

Dieser Fachmann erkennt bei den genannten rechnerischen Verfahren zur Motorbetrieboptimierung als nachteilig, dass die Zielgrößen für unbekannte Stellgrößen weiterhin im zeitaufwendigen Prüfstandsbetrieb (On-Line) ermittelt werden müssen (Streitpatent, Abs. [0005] bis [0011]).

Demnach liegt dem Streitpatent die Aufgabe zugrunde, den Zeitaufwand für die Optimierung des Betriebs eines Verbrennungsmotors zu verkürzen (Abs. [0012]).

Die Lösung der Aufgabe soll mit dem Verfahren nach dem jeweiligen Hauptanspruch und mit der Vorrichtung nach dem jeweiligen Nebenanspruch der folgenden Fassungen erfolgen:

### 3.1 Ansprüche 1 und 10 in der erteilten Fassung

Dem erteilten Anspruch 1 wird folgende Merkmalsgliederung zugrunde gelegt, die i. W. derjenigen der Einsprechenden entspricht (s. ihren Schriftsatz vom 1. August 2005, S. 3):

- a) Verfahren zur Optimierung des Betriebs eines Verbrennungsmotors, insbesondere hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Zielgrößen,
- b) wobei der Verbrennungsmotor mehrere Aktuatoren aufweist, die von einem Steuergerät in Abhängigkeit von Kennfeldern betätigt werden,
- c) wobei die Kennfelder für eine Vielzahl von Betriebspunkten des Verbrennungsmotors Stellgrößen für die Aktuatoren enthalten, mit folgenden Schritten:
- d) A: für jeden Betriebspunkt werden für jeden Aktuator von vorbestimmten Belastungsgrenzen des Verbrennungsmotors abhängige Einstellgrenzen für die Stellgrößen in eine Datenbank eingelesen,
- e) B: für jeden Betriebspunkt wird für eine bestimmte Anzahl von Variationen der Stellgrößen der Verbrennungsmotor betrieben, wobei die Zielgrößen für den Motorbetrieb gemessen und in der Datenbank gespeichert werden,
- f) C: mit den Variationen der Stellgrößen und den dazu ermittelten Zielgrößen wird ein die Abhängigkeit der Zielgrößen von den Stellgrößen beschreibende physikalisches Motormodell kalibriert,
- g) D: für jeden Betriebspunkt werden mit dem kalibrierten physikalischen Motormodell in Abhängigkeit von einstellbaren Kriterien für die Zielgrößen und innerhalb der Einstellgrenzen diejenigen Stellgrößen berechnet und in der Datenbank gespeichert, die für den jeweiligen Betriebspunkt die eingestellten Kriterien optimal erfüllen,
- h) E: die Kennfelder des Steuergerätes werden in Abhängigkeit der berechneten optimalen Stellgrößen bedatet.

Sowohl dieser erteilte Anspruch 1 als auch der erteilte nebengeordnete Anspruch 10 sind zulässig.

Abgesehen von redaktionellen Änderungen stimmen die erteilten Ansprüche 1 und 10 mit den ursprünglich eingereichten Ansprüchen 1 und 10 überein.

Das Verfahren des erteilten Anspruchs 1 mag zwar neu sein, ist aber mangels erfinderischer Tätigkeit nicht patentfähig.

Denn die D2 beschreibt bereits ein Verfahren zur modellgestützten Kennfeldoptimierung an Verbrennungsmotoren mit dem erfindungsgemäßen Ziel, den Zeitaufwand für die Optimierung des Motorbetriebs zu verkürzen, vgl. S. 22, letzter Abs., letzter Satz. Dazu wird On-Line für mehrere Betriebspunkte des Verbrennungsmotors eine Datenbasis erstellt, die mit einem Motormodell die Abhängigkeit zwischen den Stellgrößen und den Zielgrößen beschreibt, was der Fachmann der D2, S. 27, letzter Abs., Satz 1, entnimmt, wonach "das Ziel der Datenauswertung das Erfassen des Zusammenhangs zwischen Eingangs- und Zielgrößen in Form eines Modells ist mit anschließender Bestwertsuche an diesem Modell". Dem entnimmt der Fachmann auch die Optimierung der Stellgrößen in Abhängigkeit der Zielgrößen mittels des Motormodells, mit dem in bestimmten Betriebspunkten die theoretischen Optima bezogen auf die Stellgrößen numerisch ermittelt werden, was der Fachmann der S. 23, Abs. 2, Satz 6, entnimmt.

Somit ist das Verfahren des Anspruchs 1 im Wesentlichen aus der D2, insbesondere Fig. 1 und 10 i. V. m. zugehöriger Beschreibung, vorbekannt bzw. vom Fachmann ohne erfinderisches Zutun zu entnehmen.

Im Einzelnen sind die Merkmale a) bis h) des Anspruchs 1 in der D2 wie folgt offenbart.

Aus D2, S. 22, insbesondere letzter Abs., letzter Satz, wonach bei der "modellbasierten Kennfeldoptimierung (von Verbrennungsmotoren) die Basis-kennfelder der ECU (electronic control unit) im Vergleich zur konventionellen Vorgehensweise mit deutlich geringerem Aufwand bestimmt werden", er-

schließt sich dem Fachmann ohne weiteres das Merkmal a) des Anspruchs 1.

Aus D2, S. 22, Abs. 1 i. V. m. Fig. 1, wonach der Verbrennungsmotor im Laufe seiner Entwicklung zunehmend mehrere Aktuatoren wie zuletzt aufgelistet für Zündwinkel, Einspritzzeit, Einlasspreizung, Auslasspreizung, DISA, Einspritzbeginn, Ventilhub usw., entnimmt der Fachmann das Merkmal b) des Anspruchs 1.

Aus D2, S. 34, Fig. 10, i. V. m. S. 22, Abs. 1 und Fig. 1, ergibt sich für den Fachmann, dass die Kennfelder, dargestellt für den Zündwinkel, die Einlasspreizung und die Auslasspreizung, für eine Vielzahl von Betriebspunkten Stellgrößen für die zugehörigen Aktuatoren - entsprechend dem Merkmal c) des Anspruchs 1 - enthalten.

Das Merkmal d) des Anspruchs 1, von Belastungsgrenzen abhängige Einstellgrenzen zu berücksichtigen, ist für den Fachmann selbstverständlich, wie außerdem beispielsweise hervorgeht aus D2, S. 25, Abs. 3, Satz 3, wonach "die physikalisch möglichen und sinnvollen Einstellbereiche festgelegt werden müssen", und aus D2, S. 27, Abs. 2, Sätze 2 und 3, wonach "im hohen Lastbereich – meistens aufgrund der hohen Abgastemperatur - bestimmte Spreizungskombinationen nicht eingeregelt werden können".

Entsprechend dem Merkmal e) des Anspruchs 1 wird nach D2, S. 25, Abs. 3, Satz 10, der Verbrennungsmotor für jeden Betriebspunkt für eine bestimmte Anzahl von Variationen der Stellgrößen (beispielsweise für Drehzahl, Last, Einlass- und Auslasspreizung) betrieben und nach D2, S. 26, Abs. 1, Sätze 3 und 4, i. V. m. Fig. 3, werden dabei die Zielgrößen gemessen und - für den Fachmann selbstverständlich – gespeichert.

Nach der D2 wird entsprechend dem Merkmal f) mit den Variationen der Stellgrößen und den dazu ermittelten Zielgrößen auch ein die Abhängigkeit der Zielgrößen von den Stellgrößen beschreibendes Motormodell erstellt, in D2, S. 27, letzter Abs., Satz 1, als "Motorabbild" bezeichnet. Demgegenüber liegt ein Unterschied im Merkmal f.) des Anspruchs 1 darin, dass nach Punkt C des Anspruchs 1 das Modell aus einem "physikalischen Motormodell" be-

steht, das nach dem Streitpatent (Abs. [0015] und [0034]) die thermo- und strömungsdynamischen Zusammenhänge berücksichtigt, allerdings auch "halbempirische Näherungsfunktionen" enthält. In der D2 ist der Umfang dieses Modells zwar nicht derart beschrieben, sondern beruht auf Ansatzfunktionen, die nach dem Streitpatent (Abs. [0006]) nicht oder nur bedingt geeignet seien. Aber aufgrund der genannten "halbempirischen Näherungsfunktion" für das beanspruchte "physikalische Motormodell" beim erfindungsgemäßen Verfahren sieht der Fachmann darin keinen signifikanten Unterschied zu den bekannten Ansatzfunktionen. Vielmehr liegt es in seinem Belieben, mit welchen mathematischen Mitteln er welches Motormodell erstellt bzw. - in der Terminologie des Streitpatents - "kalibriert".

Das Merkmal g) des Anspruchs, wonach für jeden Betriebspunkt mit dem Motormodell in Abhängigkeit von einstellbaren Kriterien für die Zielgrößen (beispielsweise Kraftstoffverbrauch) und innerhalb der Einstellgrenzen die optimalen Stellgrößen errechnet werden, entnimmt der Fachmann der D2, S. 29, Abs. 1, Satz 1, i. V. m. S. 30, Abs. 2, und S. 32, wonach die Zündwinkel- und Spreizungskennfelder so zu füllen sind, dass unter Einhaltung der Randbedingungen wie Abgaswerte, Laufruhe und der Abgastemperatur der Kraftstoffverbrauch minimal wird.

Aus D2, S. 33, letzter Abs., vorletzter Satz, wonach ein Up- bzw. Download problemlos möglich ist, aus D2, S. 32, Abs. 2, Satz 1, wonach die Optima-kandidaten zusammengefasst werden, aus D2, S. 32, Abs. 4, Satz 3, wonach weitere Kennfelder mit den validierten Optima bestimmt werden können, sowie aus D2, S. 32, letzter Abs., letzter Satz, wonach der neue Datenstand generiert wird, entnimmt der Fachmann ohne weiteres auch das letzte Merkmal h) des Anspruchs 1.

Die Patentinhaberin wendet ein, dass nach D2 die Zusammenhänge zwischen Stell- und Zielgrößen durch Regressionsrechnung bzw. neuronale Netze gebildet werden, was unter dem Begriff der seit langem bekannten "Ansatzfunktionen" sublimiert werden könne, welche gerade mit dem Verfahren

des Anspruchs 1 verbessert werden sollen. Nach D2 werde in der 3. Phase das Rechenmodell gebildet, was nach Anspruch 1 bereits vorhanden sei und mit weniger Messdaten kalibriert werde. Dies überzeugt nicht, da auch das erfindungsgemäße "physikalische Motormodell" irgendwann gebildet worden ist und nur die behauptete geringere Anzahl von Messdaten keine erfinderische Leistung begründen kann. Im Übrigen erscheint für den Fachmann auch mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine signifikante Zeitersparnis für Prüfstandsversuche erschwert, da auch dabei die als aufwendig genannten On-Line-Ermittlungen durchgeführt werden müssen.

Somit verbleibt als wesentlicher Unterschied zwischen dem bekannten Verfahren nach der D2 und demjenigen nach dem erteilten Anspruch 1 die Wahl des Motormodells, was im Belieben des Fachmannes liegt und keines erfinderischen Zutuns bedarf.

Die Vorrichtung des erteilten nebengeordneten Anspruchs 10 ist ebenfalls mangels erfinderischer Tätigkeit nicht patentfähig.

Die Merkmale des Anspruchs 10 stellen nämlich für den hier zuständigen Fachmann die Standard-Ausrüstung eines Motorprüfstands zur Durchführung von Motorversuchen zur Kennfeldoptimierung dar, da ein derartiger Motorprüfstand selbstverständlich eine Sensorik und eine EDV-Anlage mit Datenbank, Programmierung und Rechner enthält.

Im Übrigen entnimmt der Fachmann der D2 mit Formulierungen wie "verbesserte Prüfstandsumgebung mit hohem Automatisierungsgrad" (S. 22, Abs. 2, Satz 2) oder "Ergebnisse der Kennfeldoptimierung basierend auf realen Prüfstandsmessungen" (S. 33, Abs. 1, Satz 7) bereits Hinweise auf eine Prüfstands-Ausrüstung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 10.

### 3.2 Ansprüche 1 und 8 nach Hilfsantrag

Der Anspruch 1 nach Hilfsantrag weist gegenüber seiner erteilten Fassung folgende hinzugefügten Merkmale i) bis l) auf:

- i) - wobei für den Verbrennungsmotor ein Seriensteuergerät als Steuergerät verwendet wird, das einen Datenrahmen und einen Funktionsrahmen aufweist,
- j) - wobei der Datenrahmen die Kennfelder enthält,
- k) - wobei der Funktionsrahmen eine vorbestimmte Verknüpfung der Stellgrößen der Aktuatoren enthält, so dass die Verstellung der Stellgröße eines Aktuators bei wenigstens einem anderen Aktuator die Verstellung der zugehörigen Stellgröße bewirkt,
- l) - wobei für die Bedatung der Kennfelder des Seriensteuergerätes die Kennfelddaten des Datenrahmens für jeden Betriebspunkt solange variiert werden, bis die vom Funktionsrahmen generierten und miteinander verknüpften Stellgrößen den mit dem kalibrierten physikalischen Motormodell berechneten optimalen Stellgrößen entsprechen.

Sowohl dieser Anspruch 1 als auch der nebengeordnete Anspruch 8 jeweils nach Hilfsantrag sind zulässig.

Der Anspruch 1 nach Hilfsantrag basiert auf den erteilten Ansprüchen 1, 3 sowie 5 und der Anspruch 8 nach Hilfsantrag auf den erteilten Ansprüchen 10, 14 sowie 15, die jeweils mit den ursprünglich eingereichten Ansprüchen übereinstimmen.

Auch das Verfahren des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag ist mangels erfinderischer Tätigkeit nicht patentfähig.

Denn die – Steuergeräte betreffende - D6 (INCA V2.1 Benutzerhandbuch), gibt dem Fachmann Hinweise sowohl auf die – entsprechend dem erteilten

Anspruch 3 - hinzugefügten Merkmale i) bis k) des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag zum inneren Aufbau eines Seriensteuergerätes mit unveränderbarem "Funktionsrahmen" für die Steuer- und Regelfunktionen sowie mit veränderbarem "Datenrahmen" (D6, S. 41, Abs. 3) als auch auf das – entsprechend dem erteilten Anspruch 5 – weitere hinzugefügte Merkmal l) des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag zum "Variieren der Kennfelddaten für die Bedatung", da das Seriensteuergerät bei Platzmangel für ein Entwicklungssteuergerät (ETK) mittels "zusätzlicher Software" appliziert wird (D6, S. 47, Kap. 3.1.4).

Im Übrigen ist es für den Fachmann nahe liegend - bzw. er hat bei Verzicht auf ein Entwicklungssteuergerät gar keine andere Wahl - bei der Bedatung eines Seriensteuergerätes, über das er keine weitere Kenntnis als dessen "veränderbaren Datenrahmen" hat, - entsprechend dem Merkmal i) des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag - durch gezieltes Variieren der Kennfelddaten dieses Datenrahmens die gewünschten, vom kalibrierten "physikalischen Motormodell" berechneten Stellgrößen für die Aktuatoren zu erreichen.

Die Patentinhaberin wendet ein, dass nach D6 die Applikation On-Line erfolge, wogegen dies erfindungsgemäß Off-Line stattfinden könne. Das überzeugt nicht, da nach D6 die geänderten Stellgrößen zwar erst On-Line ermittelt werden. Sind diese aber – beispielsweise durch eine Modellrechnung bereits vorhanden – wird auch nach D6 keine On-Line-Bedatung benötigt.

Außerdem wendet die Patentinhaberin ein, es sei abwegig, dass der Fachmann ein Seriensteuergerät ohne erfinderisches Zutun verwende, weil die Verwendung eines Seriensteuergerätes zur Optimierung des Motorbetriebs ein Umweg sei. Dies überzeugt nicht, da es für den Fachmann üblich ist, beispielsweise im Kundeneinsatz im Steuergerät ein "Motorupdate" aufgrund neuerer "optimaler" Zuordnung zwischen Kennfeld und – beispielsweise bei Bauteiländerung oder sonstiger neuer Erkenntnisse – geänderten Stellgrößen vorzunehmen. Dem Fachmann bleibt als nahe liegender Weg nichts anderes als den veränderbaren Datenrahmen zu variieren, bis die gewünschten Stellgrößendaten erreicht sind. Um nicht bei jedem Kundenfahrzeug selbst

optimierend zu variieren, wird vor Herausgabe des Motorupdates das Variieren üblicherweise in der Motorenentwicklung des Herstellers vorgenommen, so dass das herausgegebene Motorupdate fix ist, also kein Variieren der Kennfelddaten in diesem Fall nötig ist.

Aus diesen Gründen bedarf auch die – keine unerwartete Wirkung ergebende - Zusammenfassung der Maßnahmen des Anspruchs 1 nach Hilfsantrag für den Fachmann keines erfinderischen Zutuns.

Auch die Vorrichtung des nebengeordneten Anspruchs 8 nach Hilfsantrag ist mangels erfinderischer Tätigkeit nicht patentfähig.

Die nach Hilfsantrag zu den Merkmalen des erteilten Anspruchs 10 hinzugefügten Merkmale aus den erteilten Ansprüchen 14 und 15 betreffen die Verwendung eines Seriensteuergeräts und einer Adaptionseinheit in der EDV-Anlage zum Variieren der Kennfelddaten.

Auch mit dieser Merkmalskombination stellt die Vorrichtung des Anspruchs 8 nach Hilfsantrag für den hier zuständigen Fachmann die Standard-Ausrüstung eines Motorprüfstands zur Durchführung von Motorversuchen zur Kennfeldoptimierung nach dem Verfahren des Hauptanspruchs dar, beschränkt auf die Verwendung eines "Seriensteuergeräts", wie sie im serienmäßigen Fahrzeug verbaut sind. Für den Fachmann ist es selbstverständlich, eine "Adaptionseinheit" als Bindeglied zwischen der EDV-Anlage und dem zu programmierenden Seriensteuergerät zur Datenübermittlung vorzusehen.

Somit treffen die zum Anspruch 1 nach Hilfsantrag, insbesondere zum Merkmal I) dargelegten Ausführungen, also hinsichtlich des Variierens der Kennfelddaten für die Bedatung, auch auf die Vorrichtung des Anspruchs 8 nach Hilfsantrag zu, wonach der Fachmann in nahe liegender Weise auch zur Vorrichtung des Anspruchs 8 nach Hilfsantrag gelangt.

### 3.3 Rückbezogene Ansprüche

Mit den jeweiligen Haupt- und Nebenansprüchen beider Antragsfassungen fallen auch die – ihrer ursprünglich eingereichten Fassung entsprechenden - rückbezogenen Ansprüche, soweit sie nicht schon in den Ansprüchen 1 und 8 nach Hilfsantrag weiterverfolgt worden sind, da sie nur Weiterbildungen des jeweiligen Haupt- oder Nebenanspruchs ohne eigenen erfinderischen Gehalt – was auch nicht geltend gemacht wurde - kennzeichnen.

Tödte

Harrer

Schwarz

Hilber

Hu