

**Zeitschrift:** Energieia : Newsletter des Bundesamtes für Energie  
**Herausgeber:** Bundesamt für Energie  
**Band:** - (2012)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Dieselmotor mit Intelligenz ausstatten  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-640614>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Dieselmotor mit Intelligenz ausstatten

Nachdem ein bekanntes Mineralölunternehmen vor einigen Jahren noch den Tiger in den Tank packte, will das Team um Professor Konstantinos Boulouchos von der ETH Zürich nun Intelligenz in den Motor bringen. Die unter anderem vom Bundesamt für Energie unterstützten Forschungsarbeiten haben zum Ziel, Mess- und Modellierungsinstrumente zu entwickeln, mit deren Hilfe der Betrieb eines Dieselmotors permanent erfasst und optimiert werden kann. Der Treibstoffverbrauch und die Schadstoffemissionen könnten so erheblich reduziert werden.

Zuerst die gute Nachricht: Der durchschnittliche Treibstoffverbrauch der neu zugelassenen Personenwagen in der Schweiz geht Jahr für Jahr zurück. 2011 lag er bei 6,39 Litern pro 100 Kilometer, das entspricht einer Verringerung von 3,5 Prozent gegenüber 2010. In den letzten zehn Jahren hat sich der Verbrauch um nahezu 23 Prozent reduziert. Eine direkte Folge davon ist der Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Der steigende Anteil an Dieselfahrzeugen trägt wesentlich dazu bei, denn Dieselmotoren sind effizienter als Benzinmotoren.

Nun die weniger gute Nachricht: Obschon sie weniger CO<sub>2</sub> produzieren, stossen Dieselmotoren mehr Schadstoffe aus als Benzinmotoren. Die wachsende Zahl von Dieselmotoren verursacht eine höhere Luftverschmutzung in Form von Feinstaubpartikeln und Stickoxid (NO<sub>x</sub>). In den letzten zehn Jahren sind aber grosse Fortschritte erzielt worden, insbesondere dank der weitgehenden Verwendung der Common-Rail-Direkteinspritzung (übrigens von der ETH Zürich entwickelt), der Einführung von Russpartikelfiltern und der neuesten Technik der selektiven katalytischen Reduktion (SCR), die für den Abbau der Stickoxide sorgt.

### Permanente Steuerung der Verbrennung

Die technologischen Fortschritte haben zu einer erheblichen Verringerung der Schadstoffemissionen von Dieselmotoren geführt. Allerdings sind sie auch dafür verantwortlich, dass deren elektronische Steuerung zunehmend

komplexer wird und immer mehr Parameter nötig sind, um den reibungslosen Betrieb des Motors zu gewährleisten. So kann es passieren, dass ein Motor im stationären Betrieb durchaus effizient ist, unter veränderten Bedingungen, zum Beispiel bei einer starken Beschleunigung, aber sofort an Wirkungsgrad einbüsst und mehr Schadstoffe ausstösst.

### «Über das genaue Verhalten des Motors zu einem bestimmten Zeitpunkt wissen wir erst sehr wenig.»

Konstantinos Boulouchos, ETH Zürich.

An diesem Punkt kommen Professor Boulouchos und sein Team vom Laboratorium für Aerothermochemie und Verbrennungssysteme der ETH Zürich ins Spiel. «Wir verfügen zwar über ein recht gutes theoretisches Wissen über den Verbrennungsvorgang in Dieselmotoren, über das genaue Verhalten des Motors zu einem gegebenen Zeitpunkt wissen wir aber nur sehr wenig», erklärt der Professor. Eigentlich sollte der Motor durchgehend optimal eingestellt sein, was aber heute nicht der Fall sei, so Boulouchos. «Unser Ziel ist es deshalb, den Motor mit Intelligenz ausstatten.»

### In weniger als 20 Millisekunden

«Dazu entwickeln wir neue Messmethoden, um im Motor Informationen zu sammeln. Dann erarbeiten wir Berechnungsmodelle, um diese Informationen im Hinblick auf eine

permanente automatische Motoroptimierung zu verwerten. Die Sammlung der Informationen und die Verwertung der Daten muss in einer extrem kurzen Zeitspanne erfolgen, nämlich in 10 bis 20 Millisekunden, entsprechend der durchschnittlichen Zeit eines Verbrennungszyklus im Motor», erklärt Konstantinos Boulouchos. Schliesslich sollte das System zur

Datenauswertung im Auto integriert werden. Die Algorithmen für die Berechnung müssen sowohl einfach wie auch wirkungsvoll sein, denn die eingebaute Rechnerleistung in einem Personenwagen ist geringer als in einem herkömmlichen Computer.

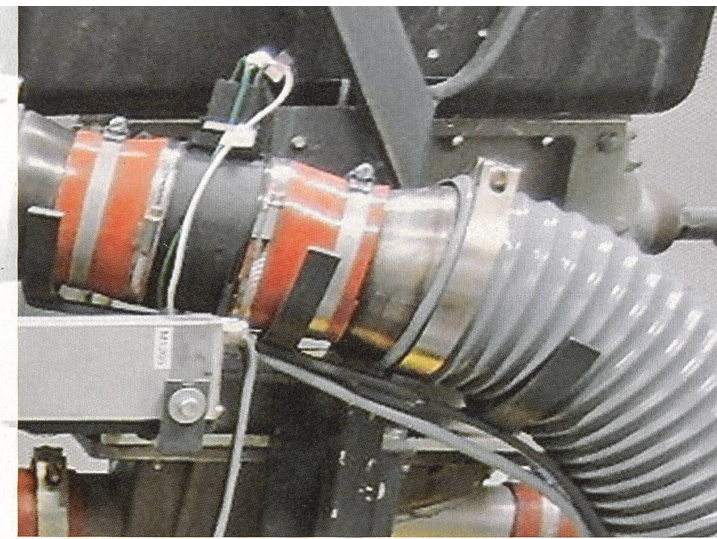
### Mit der Unterstützung deutscher Autobauer

Die Zürcher Forscher haben das ambitionierte Forschungsprojekt 'nach fast vier Jahren abgeschlossen. Die Arbeiten fand zwischen 2008 und 2011 statt und wurden vom Bundesamt für Energie, dem Bundesamt für Umwelt, dem Kompetenzzentrum Energie und Mobilität der ETH sowie der deutschen Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen FVV unterstützt. Dass er von dieser prestigeträchtigen Vereinigung, der die namhaftesten Automobilbauer angehören, unterstützt worden

«Entwicklung schneller Mess- und Rechenverfahren für die Charakterisierung energieeffizienter Dieselmotoren an der Nahtstelle zur Abgasnachbehandlung». Mehr Informationen unter: [www.bfe.admin.ch/forschungsverbrennung](http://www.bfe.admin.ch/forschungsverbrennung)

ist, erfüllt Professor Konstantinos Boulouchos mit Stolz – er sieht darin eine Anerkennung der Qualität der Arbeiten. «Die Mitglieder der FVV treffen sich jeweils und legen die wichtigen Themen für die nächsten zehn Jahre fest, anschliessend schreiben sie Forschungsprojekte aus und laden Wissenschaftler aus aller Welt ein, ihnen Forschungsangebote zu unterbreiten.»

Die Automobilindustrie nutzt die Resultate der Forschungsprojekte (siehe Kasten) für die Entwicklung neuer Anwendungen. «Wir bewegen uns in der angewandten Forschung mit einem Zeithorizont von fünf bis acht Jahren», erklärt der Forscher. Inzwischen verfolgen die Zürcher Wissenschaftler ihre Spitzenforschung weiter. Eines ihrer neuesten Projekte ist die digitale Simulation der Verbrennung in einem Dieselmotor mit einer sogenannten ab-initio-Methode, d.h. ohne die Zuhilfenahme von vereinfachten Modellen, sondern einzig durch die Anwendung der Grundlagen der Chemie und Physik. «Um die Verbrennung während eines sehr kurzen Zeitraums simulieren zu können, braucht es mehrere Wochen dauernde Berechnungen auf einem Supercomputer», meint der Wissenschaftler. «Wir stecken aber noch mitten in der Grundlagenforschung, meilenweit entfernt von der Anwendung im Automobil. Die Grundlagenforschung treibt aber die angewandte Forschung voran. Es ist wichtig, beides zu tun.» (bum)



## Die fünf Arbeitsschritte des Forschungsprojekts

### 1) Aufbau eines Dieselmotor-Prüfstands

Der erste Arbeitsschritt umfasste den Aufbau eines Prüfstands im Untergeschoss des Maschinenlabors der ETH Zürich. Als Versuchsträger diente ein Vier-Zylinder-Heavy Duty-Dieselmotor des Typs Liebherr D924 mit 6,6 Liter Hubraum. Der Motor wurde mit einer Reihe von Sensoren ausgerüstet, um das Verhalten des Dieselmotors im laufenden Betrieb untersuchen zu können.

### 2) Entwicklung und Applikation des schnellen Gasentnahmeventils

Im zweiten Schritt wurde ein schnelles Gasentnahmeventil entwickelt um während der Verbrennung Gasproben aus dem Zylinder zu entnehmen (Öffnungszeit weniger als 2ms). Das Ventil konnte erfolgreich im Auspuff eingesetzt werden, zeigte hingegen unter den im Zylinder herrschenden Bedingungen Schwächen, die verbessert werden konnten.

### 3) Schnelle Messung der Russ- und Stickoxid-Bildung

Im dritten Arbeitsschritt wurde jeder Zylinder mit einem Drucksensor und einem miniaturisierten Pyrometer ausgestattet. Damit konnten die Verbrennung und die Russformation Zylinder-individuell zeitaufgelöst untersucht werden. Letzteres ist deshalb von Bedeutung, weil die Bedingungen sowohl von Zylinder zu Zylinder als auch für jede einzelne Verbrennung variieren, weshalb die Verbrennung für jeden Zylinder einzeln geregelt werden muss.

### 4) Virtueller Russensor

Im vierten Arbeitsschritt wurde ein zuverlässiges und einfaches Berechnungsmodell entwickelt, das in der Lage ist, die Russmissionen für jeden Zylinder und Verbrennungszyklus vorauszusagen und für die Regelung der Verbrennung verwendbar ist. Ziel der Automobilindustrie ist, einerseits nicht direkt messbare Grössen mittels schneller Modelle (virtueller Sensoren) zu berechnen, andererseits teure Sensoren durch solche zu ersetzen.

### 5) Digitale Simulation der Stickoxidreduktion in einem selektiven katalytischen Reduktionssystem (SCR)

Im fünften Schritt wurde ein Modell für die einfache und schnelle Simulation der Stickoxid-Reduktion in einem Ammonia SCR-Katalysator entwickelt. Mit dieser Technologie, die bereits auf dem Markt ist, werden Stickoxidemissionen von Dieselmotoren reduziert.