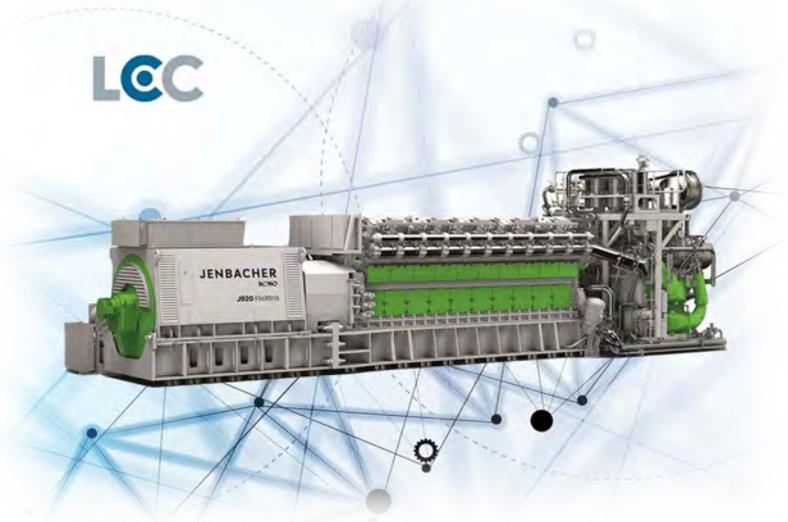


**LEC HybTec
Hybrid Technologies for Enhanced Reliability of Ultra High-performance Engines**

Programm: COMET – Competence Centers for Excellent Technologies

Förderlinie: COMET-Modul

Projekttyp: strategisch
Kurtztitel: LEC HybTec
Laufzeit: 2020 – 2023



DATENBASIERTER ANSATZ ZUR KLOPFVORHERSAGE

DER EINSATZ VON DATENBASIERTEN METHODEN ZUR BESTIMMUNG DER KLOPFNEIGUNG BEI MOTOREN UNTERSTÜTZT DIE TRANSFORMATION ZU NACHHALTIGEN HOCHLEISTUNGS-ENERGIESYSTEMEN UND ERNEUERBAREN KRAFTSTOFFEN.

Die Transformation von konventionellen zu erneuerbaren Kraftstoffen stellt Entwickler von motorischen Energiesystemen vor große Herausforderungen. Auch die Steigerung des Wirkungsgrads und im Fall von konventionellen Kraftstoffen die Reduktion der CO₂-Emissionen bleiben weiterhin wichtige Aspekte. Zur Erreichung dieser Ziele sind teilweise extreme Betriebsstrategien nahe an der Stabilitätsgrenze des Motors notwendig, die wiederum eine unerwünschte klopfende Verbrennung begünstigen. Um einen stabilen Motorbetrieb zu gewährleisten ohne in eine motorschädigende klopfende Verbrennung zu geraten, ist die Vorhersage der Klopfneigung in Abhängigkeit vom jeweiligen Motorbetriebspunkt zwingend erforderlich. Dabei spielen experimentelle Untersuchungen an Einzylinder-Motorprüfständen eine wichtige Rolle, da dabei eine Vielzahl von Betriebszuständen unter kontrollierten Bedingungen analysiert werden können. Da experimentelle Ressourcen insbesondere

bei Großmotoren begrenzt sind, ist ein gut strukturierter Ansatz zur effizienten Vorhersage der Klopfneigung obligatorisch. Datenbasierte Methoden bieten dazu großes Potenzial, das mit der entwickelten Methode effektiv genutzt werden kann.

Innovative Methode zur Klopfneigungsvorhersage

Mit der entwickelten Methode ist es möglich, die Klopfwahrscheinlichkeit eines Motorbetriebspunkts vorherzusagen. Ziel war es, aus einer begrenzten Anzahl von Messungen am Motorprüfstand ein datenbasiertes Regressionsmodell abzuleiten, das die empirische Klopfwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von relevanten Motorbetriebsparametern wie Luftverhältnis, Zündzeitpunkt oder Ladedruck beschreibt. Die Generierung des erforderlichen Datensatzes für den Trainingsprozess des Modells basiert auf einem

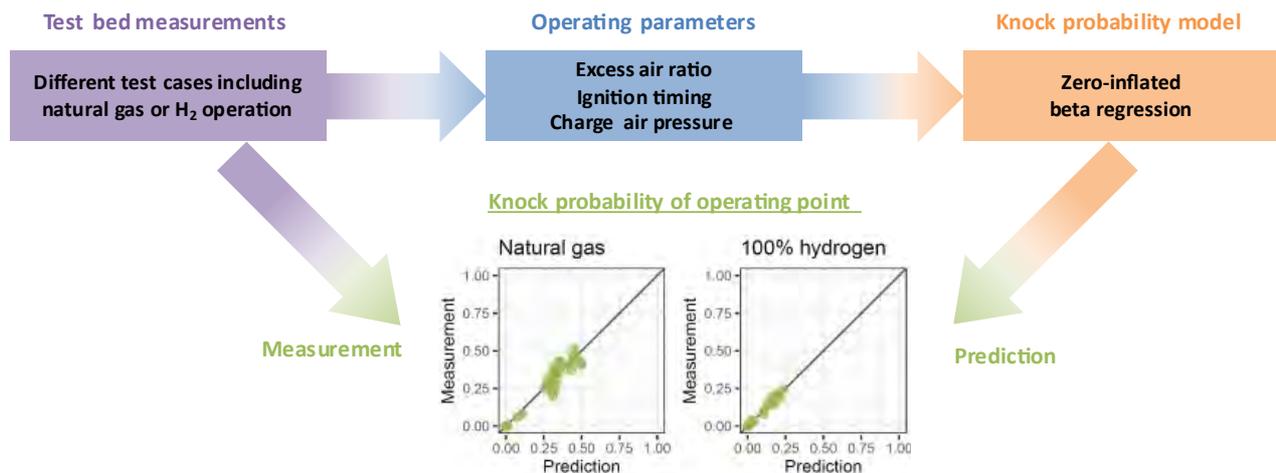
SUCCESS STORY

Design-of-Experiments-Ansatz. Zur Reduktion des experimentellen Aufwands für die Modellerstellung wurden Korrelationen zwischen den Motorbetriebsparametern bei der Versuchsplanerstellung berücksichtigt, wodurch die Anzahl der zu messenden Betriebspunkte reduziert werden konnte. Für das Regressionsmodell ist die zugrundeliegende Verteilungsannahme zur Korrelation der Klopfwahrscheinlichkeit mit den relevanten Regelungs- und Betriebsparametern entscheidend. Eine geeignete Verteilung muss einerseits in der Lage sein, die klopfenden Betriebspunkte möglichst genau zu modellieren, darf aber andererseits durch den überproportionalen Anteil nicht klopfender Betriebspunkte in den Datensätzen in Ihrer Genauigkeit nicht negativ beeinflusst werden. Eine Zero-inflated Beta-Regression erwies sich als ideal für das empirische Klopfwahrscheinlichkeitsmodell. Die Validierung der vorgeschlagenen Me-

thode zeigte auch im Wasserstoffbetrieb sehr gute Ergebnisse bei verschiedenen Testfällen mit realen Großmotoren.

Einsatz der Methode für nachhaltige Anwendungen im Großmotorensektor

Die entwickelte Methode ermöglicht die Vorhersage der Klopfneigung des Motors mit einer reduzierten Anzahl von Messungen am Motorprüfstand. Dadurch können kostenintensive Experimente vermieden werden und die nachgewiesene hohe Vorhersagegenauigkeit ermöglicht in der Praxis einen Motorbetrieb nahe der Klopfgrenze, was großes Potenzial zur Reduzierung der CO₂-Emissionen bietet. Darüber hinaus ist die erfolgreiche Anwendung des Modells auch bei Wasserstoffbetrieb ein weiterer Schritt in Richtung kohlenstofffreier Motortechnologien.



Methode zur Vorhersage der Klopfneigung – Copyright © LEC GmbH

Projektkoordination

Dr. Gerhard Pirker
 Projektleiter COMET Modul
 LEC GmbH
 T +43 (0) 316 873 30130
gerhard.pirker@lec.tugraz.at

K1 COMET Zentrum LEC GETS

LEC GmbH
 Inffeldgasse 19/2
 8010 Graz
 T +43 (0) 316 873 30101
office@lec.at - www.lec.at

Projektpartner

- INNIO Jenbacher GmbH & CO OG,
 Jenbach, Österreich

- AVL List GmbH, Graz, Österreich
- KNOW-Center GmbH, Graz, Österreich
- Technische Universität Graz, Österreich

Diese Success Story wurde von der Zentrumsleitung zur Veröffentlichung auf der FFG Website freigegeben. Das COMET-Zentrum LEC GETS und das COMET-MODUL LEC HybTec werden im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch BMK, BMDW und die Länder Steiermark, Tirol und Salzburg gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt. Weitere Informationen zu COMET: www.ffg.at/comet