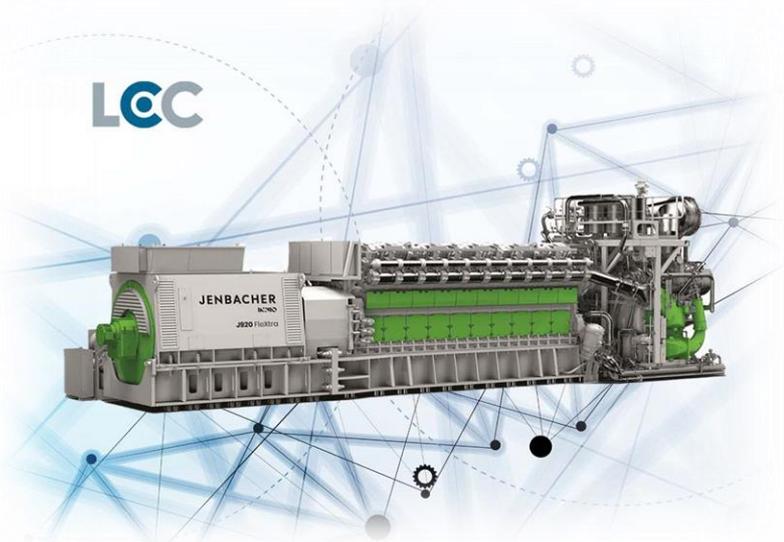


**LEC HybTec
Hybrid Technologies for Enhanced Reliability of Ultra High-performance Engines**

Programm: COMET – Competence Centers for Excellent Technologies

Förderlinie: COMET-Modul

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



VIRTUELLE SENSORIK ALS KOSTENGÜNSTIGE ALTERNATIVE FÜR DIE OPTIMALE MOTORREGELUNG

MESSWERTE VON BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN KOMBINIERT MIT NEURONALEN NETZEN LIEFERN EINE KOSTENGÜNSTIGE UND ZUVERLÄSSIGE ALTERNATIVE ZU TEUREN UND WARTUNGSINTENSIVEN ZYLINDERDRUCKSENSOREN.

Insbesondere beim Einsatz von klimaneutralen Kraftstoffen wie Wasserstoff und Ammoniak ermöglicht die optimale Steuerung des Verbrennungsprozesses eines Motors niedrigste Emissionen sowie höchste Effizienz. Für eine geschlossene Regelungsstrategie sind auf Basis des Zylinderdrucks abgeleitete thermodynamische Größen von entscheidender Bedeutung. Die Erfassung des Zylinderdrucks erfolgt in der Regel durch Drucksensoren, die direkt im Brennraum verbaut werden. Die dabei auftretenden hohen Belastungen führen zu einer geringen Lebensdauer und zu hohem Wartungsaufwand. Der Einsatz virtueller Sensoren auf Basis von Messinformationen außerhalb des Brennraums kann hier eine vielversprechende Alternative darstellen. Im Rahmen des COMET-Modul LEC HybTec Projekt „Ultra-fast Knock Prediction“ wurden

verschiedene Konzepte zur Rekonstruktion des Zylinderdrucks auf Basis von Beschleunigungssensoren, im konkreten Fall Klopfensensoren, unter Einsatz maschinellen Lernens entwickelt und erfolgreich an verschiedenen Großgasmotorendatensätzen getestet.

Entwicklung eines virtuellen Drucksensors

Für die Rekonstruktion des Zylinderdrucks auf Basis des Beschleunigungssignals eines Klopfensors wurden zwei unterschiedliche Methoden abgeleitet, die Regressionen mittels maschinellen Lernens und weiterer datenbasierter Methoden miteinander kombinieren. Die als Basis für Motorregelungskonzepte eingesetzten Modelle unterscheiden sich grundsätzlich

SUCCESS STORY

durch die Art der Signalaufbereitung und Ergebnisausgabe. Beide Methoden konnten bereits erfolgreich in Fachzeitschriften veröffentlicht werden.

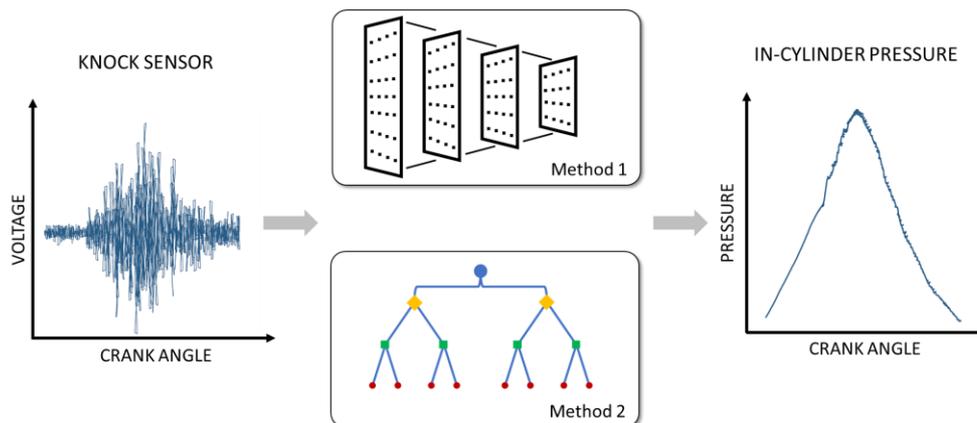
Method 1 – Verzweigtes 1D-Convolutional Neural Network: Dieser Ansatz verbindet zwei Signalzweige in einem Convolutional Neural Network, wobei ein Zweig das rohe, und der zweite das hochpassgefilterte Klopfensorsignal verwendet. Durch Einführen einer angepassten Fehlerfunktion konnte ein optimiertes Trainingsverhalten des Netzwerks erzielt werden. Die Methode ermöglicht die Rekonstruktion des gesamten Zylinderdruckverlaufs im Hochdruckteil des Motorprozesses.

Method 2 – Statistische Größen und Entscheidungsbäume: Der zweite Ansatz zielt auf die direkte Vorhersage skalarer thermodynamischer Größen wie Spit-

zendruck und Umsetzungsrate ab. Dazu werden statistische Eigenschaften des Klopfensorsignals als Eingangsgrößen eines Regressionsmodells verwendet. Im vorliegenden Fall wurde ein Modell auf Basis einer Kombination von Entscheidungsbäumen (XGBoost) verwendet. Durch die direkte Vorhersage der skalaren Größen kann auf das nachträgliche Auswerten des Zylinderdrucks verzichtet werden.

Virtuelle Sensoren zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit von Großmotoren

Die entwickelten Methoden zur Vorhersage des Zylinderdruckverlaufs sowie wichtiger Größen für die Motorregelung weisen ein hohes Potential zur Kostenreduktion im Motorbetrieb auf, da der Einsatz von kosten- und wartungsintensiven Zylinderdrucksensoren zur Motorsteuerung entfällt.



Methoden zur Ermittlung des Zylinderdrucksignals aus dem Klopfensorsignal, 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 EvoLET

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 EvoLET und das COMET-MODUL LEC HybTec werden im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch BMK, BMDW, Steiermark, Tirol und Wien gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt. Weitere Informationen zu COMET: www.ffg.at/comet