

# KÜNSTLICHE **INTELLIGENZ**

MIT DEM FKFS RAPIDCYLINDER® IN DIE ANTRIEBSSTRANGENTWICKLUNG 4.0

RESEARCH IN MOTION.



Wer in dem asiatischen Brettspiel »Go«, das als das schwierigste Spiel der Welt gilt, einen Sieg erringen möchte, muss strategisch denken und vorausschauend handeln können. Anders als beim Schach, war hier die menschliche Intelligenz der künstlichen noch jahrelang überlegen, denn »Go« galt aufgrund seiner vielen möglichen Spielzüge bis zuletzt als viel zu komplex für Computer. 2016 gelang es jedoch dem Algorithmus AlphaGo mit Methoden der künstlichen Intelligenz den Großmeister Lee Sedol im Rahmen eines mehrtägigen Turniers im »Go« zu schlagen. AlphaGo war hierbei mit neuronalen Netzen ausgestattet, die ihrerseits aus zahlreichen, »verdeckten« Schichten (»Deep Learning«) bestanden. Diese tiefen, neuronalem Netze enthielten die Erfahrung menschlicher Großmeister aus vielen vergangenen Go-Partien.

Im Jahr 2017 kam es dann zu einem einschneidenden Durchbruch: dem neuen Go-Programm »AlphaGo Zero« wurden keine menschlichen Erfahrungen mehr antrainiert. Stattdessen wurde es nur noch mit den Grundregeln des »Go«-Spiels ausgestattet. Danach spielten zwei mit dieser Software ausgestattete Computer gegeneinander und sammelten dadurch Erfahrungen, die ebenfalls in die »Deep Learning«-Netze einverleibt wurden. Nach nur 8 Stunden Training erreichte das Programm die Spielstärke von Lee Sedol. Nach wenigen Tagen überstieg die Spielstärke bei weitem alle menschlichen Möglichkeiten.

### EIN COMPUTER, KLÜGER ALS DER MENSCH?

Viele Fragen der transienten Optimierung und Regelung im Bereich der Antriebsstrangentwicklung lassen sich mit klassischen Reglern nur schwer bewältigen. Diese Instrumente sollten in einem komplexen Umfeld langfristige Ziele verfolgen, stoßen jedoch inzwischen an ihre Grenzen. Ein gutes Beispiel hierfür liefert die Auslegung einer Betriebsstrategie in einem hybridisierten Antriebsstrang. Hier muss zu jedem Zeitpunkt entschieden werden, ob es sich lohnt die in der Batterie vorhandene elektrische Arbeit für Antriebsleistung zu nutzen oder ob es sinnvoller ist, diese für einen späteren, günstigeren Zeitpunkt zu bevorraten.

Aber auch schon die Ansteuerung der AGR- und VTG-Steller bei einer mehrstufigen Aufladung im Beschleunigungsfall ist eine Problemstellung, bei der klassische Regelungsansätze versagen und stattdessen eine Ansteuerung auf Basis menschlicher Erfahrung und »Bauchgefühl« genutzt wird.





Wenn wir jedoch dieses »Bauchgefühl« des Ingenieurs durch künstliche Intelligenz ersetzen würden, könnten wir weitere Wirkungsgrad- und Emissionspotentiale anheben und den Entwicklungsprozess effizienter gestalten.

### MOTOR- UND ANTRIEBSSTRANGAUSLEGUNG

Bei der Auslegung und Dimensionierung eines Verbrennungsmotors oder eines elektrifizierten Antriebsstrangs ergibt sich aus der Sicht eines Mathematikers ein hochdimensionales Optimierungsproblem mit hunderten Freiheitsgraden. Ein Ingenieur löst dieses Problem in der Regel, indem er eine Vielzahl der Auslegungsparameter aufgrund seiner Berufserfahrung festlegt und nur wenige tatsächlich optimiert.

Dieser Lösungsansatz weist jedoch einige Schwachstellen auf. Unter anderem den Wissensverlust durch Personalfluktuation sowie den Erfahrungsverlust durch die begrenzte Speicherkapazität des menschlichen Gehirns. Bei Maßnahmen der »Modellpflege«, bei den Fertigungslinien nur geringfügig angepasst werden sollen, ist eine derartige Vorgehensweise durchaus hilfreich. Bei technologischen Umbrüchen, die zu einer kompletten Neuauslegung und Neudimensionierung führen sollen, führt dieser Ansatz jedoch zu keiner optimalen Lösung.

### VIRTUELLER ASSISTENT

Daher wäre es spannend und hilfreich Vorerfahrungen in der Auslegung von Antriebssträngen über Ansätze des »Deep Learning« maschinell zu speichern, um auf diese Weise dem Ingenieur einen virtuellen Assistenten zur Seite zu stellen. Der virtuelle Assistent würde keine Vorerfahrung vergessen und wäre in der Lage schnellstens gute Kombinationen zu finden sowie Querverbindungen im Raum, bestehend aus Hunderten von Dimensionen, herzustellen.

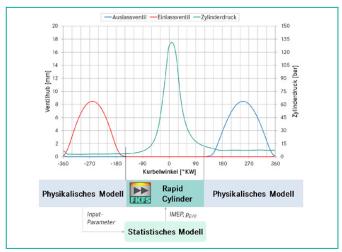
### **BIG DATA**

Die meisten Methoden der künstlichen Intelligenz benötigen »Big Data«, d.h. einen großen Datenpool aus dem sie lernen können. Zwar ist in der Antriebsstrangentwicklung eine Vielzahl an Daten vorhanden, beim Wort Vielzahl ist jedoch Vorsicht angebracht. Soll beispielsweise die AGR- und Heizstrategie für RDE-Anforderungen mit Hilfe künstlicher Intelligenz optimiert werden, reichen 100 RDE-Testfahrten für einen Ansatz wie das »Reinforcement Learning« des »AlphaGo Zero« leider nicht aus. In diesem Zusammenhang bedeutet »Big Data« 100.000 oder 1.000.000 Testfahrten.

### **RAPIDCYLINDER®**

Um das Potential der Nutzung von Daten vom Motor- und Antriebsstrangprüfstand mit Methoden der künstlichen Intelligenz zu erhöhen, können Modelle eingesetzt werden. Diese dienen an dieser Stelle als Multiplikator für »Big Data«. Abgestimmt auf 50 reale Testfahrten, können Modelle 50.000 oder 500.000 virtuelle Testfahrten simulieren und so ein »Big Data« für die künstliche Intelligenz erzeugen.

Aber Vorsicht: »Big Data« darf nicht nur eine riesige Datenmasse sein. Die Modelle, mit welchen »Big Data« erzeugt wurde, müssen eine hohe Ergebnisqualität und Vorhersagefähigkeit bei akzeptablen



Das Grundprinzip zum Einsatz des RapidCylinder®

Rechenzeiten aufweisen. Und das Tool, das in der Lage ist solche Modelle bereitzustellen, heißt RapidCylinder<sup>®</sup>. Als Plug-in für die 1D-Strömungssimulationssoftware GT-Power ermöglicht Ihnen der RapidCylinder<sup>®</sup> viele sinnvolle KI-Anwendungen in der Antriebsstrangentwicklung.



### KI OHNE BIG DATA

Viele Simulationsmodelle, die im Rahmen einer Produktauslegung eingesetzt werden, beruhen auf einer sehr feinen, örtlichen Diskretisierung. Vor allem bei Aufgaben, wie Gestaltung und Bewertung von Geometrien, kann auf diese nicht verzichtet werden. Daraus ergibt sich ein hoher Rechenzeitbedarf, der im Vergleich zur Echtzeit schnell 10² bis 106 mal langsamer ausfallen kann. Bei transienten Vorgängen, deren Prozess in Echtzeit bereits 2 bis 120 Minuten dauert, würde eine Optimierung mit diesen Ansätzen mehrere Jahre benötigen. Gleichzeitig würde die Lösung derartiger Fragestellungen, mit den auf »Big Data« beruhenden KI-Ansätzen, die Rechenleistung der heutigen Hochleistungs-Clustern noch um etliche Größenordnungen überschreiten.

Für solche Anwendungen sind daher Ansätze der KI, die kein »Big Data« benötigen, hoch interessant. Als Beispiel können hier heuristische Suchen genannt werden, die auch in der Routenplanung eingesetzt werden.



### **FORSCHUNGSKOOPERATIONEN**

Wir haben uns auf den Weg gemacht unsere Vision von »Antriebsstrangentwicklung 4.0« zu verwirklichen. Mit unserem Rapid-Cylinder® haben wir ein Werkzeug entwickelt, das dabei helfen soll, hinreichend große und hochwertige Datenmengen zu erzeugen. Wenn Sie ebenfalls daran Interesse haben, die Antriebsstrangentwicklung in Ihrem Haus mit Hilfe von KI-Methoden zu optimieren, kontaktieren Sie uns für weitere Details der Lizenzbedingungen zur Nutzung von RapidCylinder® sowie zur Unterstützung bei dessen Einsatz.

Zwar haben wir inzwischen eine klare Vorstellung davon, wie unser Weg zur Antriebsstrangentwicklung der Zukunft aussehen soll.

Wir wissen aber auch, dass auf diesem noch viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit vor uns liegt.

Sollten Sie diesen Weg mit uns gemeinsam gehen wollen und nach einem kompetenten Partner für eine Forschungskooperation oder Auftragsforschung suchen, dann freuen wir uns auf Ihre Kontaktaufnahme! Am FKFS steht Ihnen eine Vielzahl engagierter und hochqualifizierter Mitarbeiter zur Verfügung, die Sie gerne bei der Erarbeitung von Lösungen zu komplexen Fragestellungen im Bereich Antrieb unterstützen.

### CONSULTING

Gleichermaßen besteht am FKFS eine lange Tradition in der Programmierung und Entwicklung von Simulationssoftware sowie in der Entwicklung und Dimensionierung von Antriebssträngen und Motoren. Wir sind gewissermaßen schon immer eine Schnittstelle zwischen Informatikern und Ingenieuren gewesen. Genau diese fundierten Kenntnisse aus beiden Welten machen unsere Produkte, wie den UserCylinder® und den RapidCylinder® so einzigartig und erfolgreich.

Auch beim Einsatz von Technologien der künstlichen Intelligenz fühlen wir uns in beiden Welten zuhause.

Genau aus dieser Schnittstellenfunktion heraus beraten wir Sie gerne bezüglich der Möglichkeiten aber auch Grenzen und Ungewissheiten des Einsatzes von neuen Technologien. Unser Team unterstützt Sie bei der strategischen Ausrichtung und Investitionsplanung sowie in der methodischen Weiterentwicklung.

### Wir freuen uns auf Ihre Anfrage!

### **IHRE VORTEILE AUF EINEN BLICK:**

- » Ausgewiesene Kompetenz für Motoren und Antriebstränge aller Baugrößen
- » Zwei Jahrzehnte Erfahrung in der Entwicklung von Softwarewerkzeugen für Ingenieure
- » Der ideale Partner um ingenieurmäßiges Handeln in KI-Methoden zu überführen
- » Mit dem FKFS RapidCylinder® verfügen wir über ein leistungsfähiges Werkzeug zum Erzeugen von Trainingsdaten
- » Geheimhaltung und Datensicherheit kann durch die Nutzung des hauseigenen High-Performance-Clusters garantiert werden
- » Erfahrung im Aufbau und Betrieb von High-Performance-Clustern zum KI-Training
- » Engagierte und hochqualifizierte Mitarbeiter, mit enger Anbindung an die universitäre KI-Forschung



### **VISIONEN**

Der Sieg von »AlphaGo« über Lee Sedol zeigt uns, wie künstliche Intelligenz auch bei Aufgaben, die strategisches Denken und vorausschauendes Handeln erfordern, der menschlichen Intelligenz weit überlegen sein kann.

Der Einsatz der künstlichen Intelligenz in der Antriebsstrangentwicklung ist eine herausfordernde und überaus komplexe Aufgabe. Nur wenn sie von der menschlichen Intelligenz gestaltet, gesteuert und beherrscht wird, hat diese eine Chance erfolgreich zu sein. Der virtuelle Assistent wird keinem Ingenieur die Arbeit »wegnehmen«, vielmehr wird sich die Art des Arbeitens bei der Anwendung derartig leistungsfähiger Werkzeuge verändern.

Wer in einem internationalen Wettbewerb im Bereich der Antriebsstrangentwicklung nicht nur bestehen, sondern zu den besten der Welt gehören möchte, darf auf den Einsatz der künstlichen Intelligenz in der Produktentwicklung nicht verzichten.

## FKFS DAS UNTERNEHMEN



Das Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart FKFS wurde 1930 gegründet.

Eine Vielzahl engagierter und hochqualifizierter Mitarbeiter steht zur Verfügung, um Forschungs- und Entwicklungsprojekte in den Bereichen Antrieb, Fahrzeug- und Kraftfahrzeugmechatronik durchzuführen. Zahlreiche hoch spezialisierte Prüfstände, eigene, am FKFS entwickelte Mess-, Prüf- und Simulationsverfahren ermöglichen die Lösung komplexer und anspruchsvoller Problemstellungen.

### **KONTAKT**

Dr.-Ing. Michael Grill Leiter OD/1D-Simulation Tel. +49 711 685 65611 michael.grill@fkfs.de



Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart