

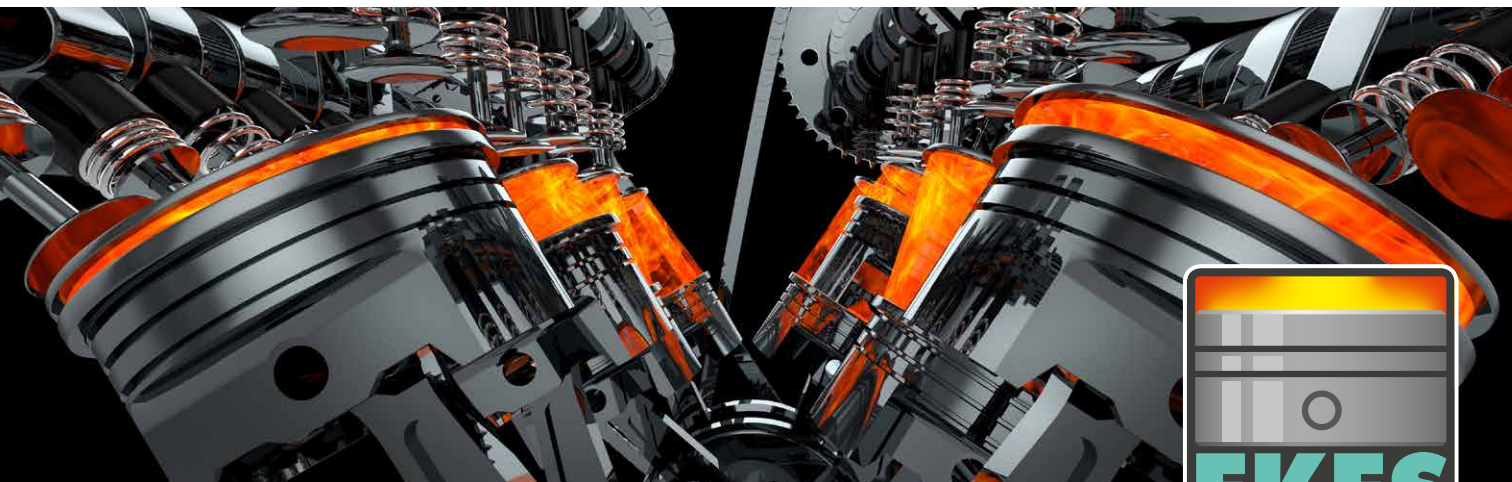


FAHRZEUGANTRIEBE

DER FKFS **USERCYLINDER®**

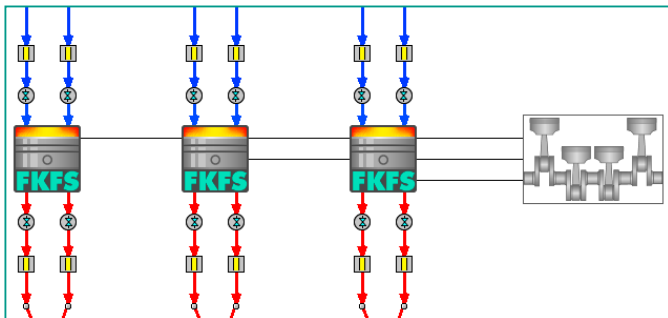
Leistungsfähige Brennraummodelle
für GT-Power

RESEARCH IN MOTION.



EFFEKTIVE BRENNRAUM-SIMULATION MIT DEM FKFS USERCYLINDER[®]

Der UserCylinder ist ein Plug-in für die 1D-Strömungssimulations-Software GT-Power und ersetzt dort das reguläre Zylinderobjekt. Während einer GT-Power-Simulation wird der gesamte Hochdruckteil im Zylinder (Kompressions- und Arbeitstakt) fortan über FKFS eigenen Code berechnet. Innerhalb eines Gesamtmotormodells ermöglicht dies detailliertere und schnellere Vorhersagen der Vorgänge im Brennraum. Als Beispiele der wichtigen Ergebnisgrößen aus dem Zylinder sind Brennverlauf, Kraftstoffverbrauch, Zylinderdruckverlauf, Emissionen und Klopfen zu nennen.



Der Standard-Zylinder wird in GT-Power durch den FKFS UserCylinder ersetzt.

EINSATZBEREICHE DES FKFS USERCYLINDER[®]

Während der Konzeptphase:

- » beim Vergleich verschiedener Aufladekonzepte hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und Transientverhalten
- » bei der Optimierung des Verdichtungsverhältnisses im Zielkonflikt zwischen Teillast- und Vollastverbrauch (Klopfen)
- » zur Abschätzung des Potenzials und der notwendigen Anpassungen beim Einsatz von synthetischen Kraftstoffen oder Wasserstoff

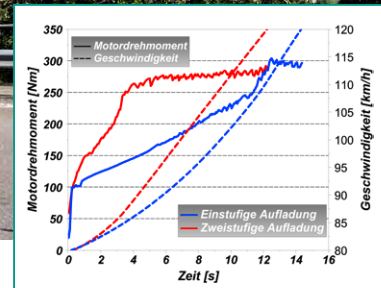
In der Funktionsentwicklungs-, Applikations- und Testphase von Steuergeräten:

- » bei der Abschätzung von Lauf- oder Klopfgrenzen
- » bei der Optimierung von transienten Betriebszuständen am Otto- oder Dieselmotor
- » durch die Möglichkeit zum Testen von Steuergerätfunktionen an einem virtuellen Motor



Der FKFS UserCylinder eignet sich ebenfalls ideal zur Simulation transienter Vorgänge (Realfahrten mit Beschleunigungs- und Bremsmanövern).

Präzise Vorhersage des Beschleunigungsvermögens.



Der FKFS UserCylinder ermöglicht sowohl in Forschungsprojekten als auch in der Lehre den Aufbau von virtuellen Versuchsträgern, die qualitativ und quantitativ sinnvoll auf Änderung der Randbedingungen reagieren.

Hierdurch wird ein tieferes Verständnis für die Vorgänge im Brennraum sowie die Gesamtzusammenhänge im Motor gewonnen. Dies gilt besonders, wenn die Auswirkungen von abgeänderten Randbedingungen im Brennraum auf die Verbrennung und Emissionsentstehung untersucht werden sollen.

Zudem nutzt der UserCylinder die vertraute GT-Oberfläche zur Bedienung, wodurch sich auch langjährige GT-Power Anwender schnell in dem Tool zurechtfinden. Die, um die Ergebnisgrößen der FKFS-Untermodule erweiterten Simulationsergebnisse des Zylinders sind in GT-Post verfügbar. Die Oberfläche steht Ihnen auf Deutsch und Englisch zur Verfügung, ebenso wie die Anleitung, die auf über 250 Seiten viele Hintergründe zu den enthaltenen Berechnungsmodellen beschreibt.

Um die Abläufe im Brennraum während des Hochdruckteils so realistisch wie möglich abzubilden, verfügt der UserCylinder über verschiedene Kalorik-, Wandwärme-, Einspritz-, Verbrennungs- und Emissionsmodelle. Da es sich um phänomenologische Modelle handelt, kann nach einmaliger Abstimmung an den jeweiligen Motor, jeder beliebige Betriebszustand simuliert werden, auch wenn keine Messdaten dazu vorliegen. Trotz dieser Vorhersage-

fähigkeit sind die Rechenzeiten vergleichbar zu den einer Simulation mit Vibe-Brennverläufen.

NEU! Beim Erwerb einer UserCylinder-Lizenz erhalten Sie die Lizenz für den FKFS RapidCylinder® kostenlos dazu.

Dieses weitere Zylinderobjekt für GT-Power ermöglicht Ihnen die Nutzung von UserCylinder-Ergebnissen für eine schnelle, flexible und exakte RDE-Simulation. Dadurch können Sie bereits während der Konzeptphase ohne Prüfstandsdaten eine erste RDE-Bewertung von konventionellen oder hybridisierten Antriebssträngen durchführen. Des Weiteren kann der RapidCylinder aufgrund seiner nochmals deutlich geringeren Rechenzeit zur Erzeugung von Trainingsdaten für KI-Methoden eingesetzt werden.

HISTORIE

Arbeitsprozessrechnung, phänomenologische Verbrennungsmodellierung und 1D-Strömungssimulation gehören seit über 20 Jahren zu den Kernkompetenzen des Bereichs Fahrzeugantriebe am FKFS.

Der UserCylinder für GT-Power wird seit 2008 im größeren Umfang kommerziell vertrieben und sowohl im deutschsprachigen Raum, als auch im europäischen Ausland sowie den USA und Japan von einer Vielzahl an OEMs, Zulieferern, Simulationsdienstleistern und Universitäten eingesetzt.



SIMULATION VON OTTOMOTOREN

Phänomenologisches Brennratenmodell

- » Entrainmentansatz mit hemisphärischer Flammenausbreitung, in deren Berechnung die laminare Flammgeschwindigkeit und die spezifische Turbulenz im Brennraum eingehen.
- » Berechnung der Flammgeschwindigkeit von beliebigen flüssigen und gasförmigen Kraftstoffen basierend auf detaillierten Reaktionsmechanismen.
- » Kombination von Turbulenz- und Brennratenmodell ermöglicht eine exakte Abbildung der Verbrennung, abhängig vom Zustand der Zylinderladung bei Einlass-Schließt.

Quasidimensionales Ladungsbewegungs- und Turbulenzmodell

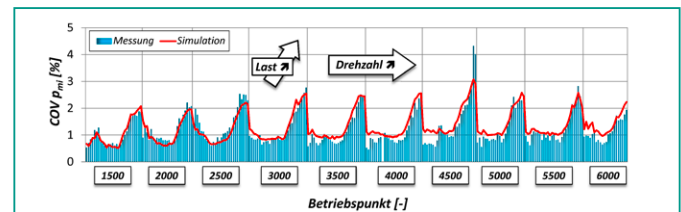
- » Die stationären Tumblezahlen der Einlasskanäle werden zur Berechnung des beim Einströmen generierten Tumbles herangezogen (Beschreibung als Taylor-Green-Wirbel).
- » Berücksichtigung der direkt am Ventilsitz generierten Turbulenz.
- » Im Brennraum erfolgt eine Bilanzierung der Turbulenz auf Basis von Produktions- und Dissipationstermen.

» Klopfmodell

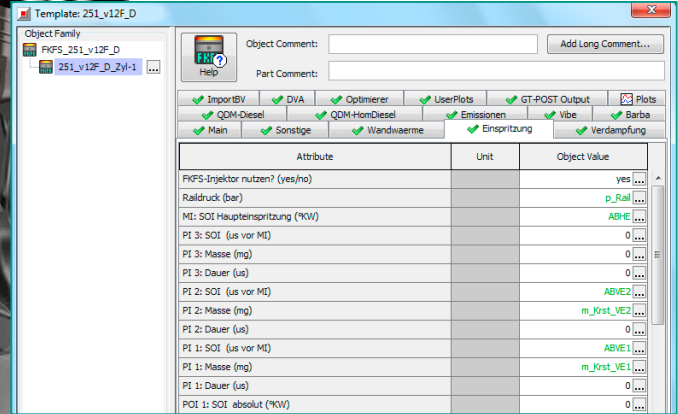
- » Abbildung des zweistufigen Zündverhaltens von Benzin auf Basis detaillierter Reaktionsmechanismen unter Berücksichtigung der Kraftstoffeigenschaften.
- » Klopfkennung basierend auf dem unverbrannten Massenanteil in der wandnahen Grenzschicht.
- » Interne Zündzeitpunktregelung ermöglicht eine robuste und sehr schnelle Einregelung der wirkungsgradoptimalen Schwerepunktlage in jedem Betriebspunkt unter Berücksichtigung der Spitzendruck- und Druckgradientengrenze sowie der Klopfneigung des untersuchten Motors.
- » Bei transienten Rechnungen ist eine reale Antiklopfregelung möglich (Rücksprung bei Klopfen).

Zyklenschwankungsmodell

- » Variation von Entflammungsdauer und Flammenausbreitung im Brennratenmodell.
- » Brennratenmodell reagiert entsprechend den allgemeinen Randbedingungen des untersuchten Betriebspunkts.
- » Auswertung der Auswirkungen auf integrale Betriebsgrößen (pmi, be, pmax,...). Hierdurch Vorhersage eines Kraftstoffverbrauchs unter Berücksichtigung der Zyklenschwankung möglich.
- » Unterschiede zwischen den Ergebnissen des mittleren Arbeitsspiels und des Mittelwerts aller Arbeitsspielvariationen werden dargestellt und können als Signal für einen Drosselklappenregler verwendet werden.



Der FKFS UserCylinder ermöglicht schnelle und exakte Vorhersagen der Zyklenschwankungen.



Individuelle Bedatung von UserCylinder Modellen

SIMULATION VON DIESELMOTOREN

FKFS-Injektor

- » Ermöglicht die einfache Modellierung eines Ersatz einspritzverlaufs als Eingangsgröße für Brennraten- und Emissionsmodell.
- » Parametrierung von Einspritzbeginn und wahlweise Einspritzmenge oder Einspritzdauer.
- » Oft direkte Übernahme von Einspritzkennfeldern aus der ECU-Bedatung möglich.

Phänomenologisches Brennratenmodell

- » Vorgabe der Einspritzrate mit beliebiger Anzahl an Vor- und Nacheinspritzungen wahlweise über GT- oder FKFS-Injektor.
- » Zündverzugsberechnung über gekoppelten Arrhenius- und Magnussen-Ansatz.

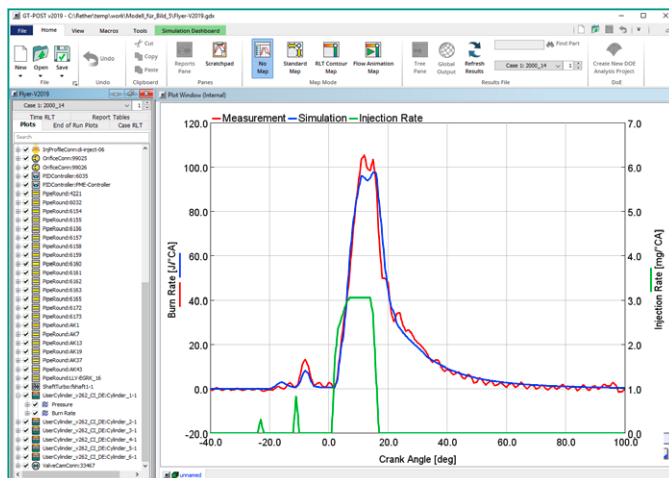
- » Entsprechend dem Einspritzverlauf und dem Zündzeitpunkt erfolgt die Aufteilung in Premixed- und Diffusionsanteil.
- » Berücksichtigung des lokalen Gemischzustands bei der Premixed-Verbrennung.
- » Abbildung der Vermischung von Kraftstoff und Luft während der Diffusionsverbrennung über einen Scheibenansatz mit überlagerter Lambda-Verteilung.

Phänomenologisches Stickoxid- und Rußmodell

- » Reagiert physikalisch korrekt auf Änderungen der Randbedingungen/Betriebszustände, beispielsweise Gastemperatur, Druck, Einspritzstrategie, AGR, Ladungsbewegung (Drall).
- » Aufteilung der verbrannten Zone in mehrere Unterzonen zur Berücksichtigung des Wandtemperatureinflusses, sowie der reduzierten NO-Bildung bei lokalem Luftmangel, während transienten Vorgängen.

IHRE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- » Der UserCylinder bietet vorhersagefähige Brennraummodelle für Otto- und Dieselmotoren aller Bauarten und Größen, die sich auf dem höchsten Entwicklungsstand in dieser Modellklasse befinden.
- » Durch die fortlaufende Weiterentwicklung können auch zukünftige Trends, wie die Verbrennung von synthetischen Kraftstoffen oder Wasserstoff, abgebildet werden.
- » Einbindung der Ergebnisse in eine schnelle RDE-Simulation mittels RapidCylinder.
- » Einfache Bedienung dank voller Integration in GT-Suite inklusive GT-Post.
- » Möglichkeit zur automatisierten Modellabstimmung auf gemessene Zylinderdruckverläufe.
- » Anleitung in Deutsch und Englisch.
- » Schneller und kompetenter Support zu allen Aspekten der Brennraumsimulation (support@fkfsusercylinder.de).



Übersichtlicher Zugriff auf die FKFS UserCylinder Ergebnisse über GT-Post

ERGÄNZENDE DIENSTLEISTUNGEN

Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung können wir Fragestellungen zu fast allen Aspekten der OD/1D-Simulation schnell, zuverlässig und kompetent beantworten. Gerne führen wir Konzeptstudien für Sie durch oder übernehmen Aufgaben aus Ihrem Tagesgeschäft. Bei der Bearbeitung der Kundenaufträge greifen wir nicht nur auf die gängige Software der OD/1D-Simulation zurück, sondern setzen zusätzlich unsere eigenentwickelten Tools, wie den UserCylinder®, ein. Dadurch sind wir in der Lage die wesentlichen Einflussfaktoren der Verbrennung besser zu verstehen und kundenindividuelle Lösungen anzubieten.

Das FKFS bietet folgende Dienstleistungen rund um die GT-Suite und den UserCylinder® an:

- » Aufbau von GT-Modellen anhand von CAD-Daten oder Vermessung von Bauteilen
- » Erstellung schnelllaufender GT-Modelle (FRM) mit und ohne FKFS RapidCylinder®
- » Abstimmung von GT-Power Modellen mit und ohne FKFS UserCylinder®
- » Verbrennungsentwicklung & -analyse inklusive Emissionsprognosen
- » Ladungswechselanalyse & -entwicklung
- » Vergleich unterschiedlicher Aufladungskonzepte
- » Gesamtfahrzeug- & Längsdynamiksimulation
- » Thermomanagement & Kühlkreislaufsimulation, Abgasrestwärmenutzung
- » Aufbau und Simulation von Öl- und Kraftstoffkreisläufen
- » Entwicklung von Hybridstrategien

Gerne beraten wir Sie zu unseren Dienstleistungen rund um die Simulation.



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

FKFS UserCylinder:

Dr.-Ing. Dominik Rether

Tel. +49 711 685 68510

dominik.rether@fkfs.de

Simulationsdienstleistungen:

Dr.-Ing. Michael Grill

Tel. +49 711 685 65611

michael.grill@fkfs.de



Forschungsinstitut für
Kraftfahrwesen und
Fahrzeugmotoren
Stuttgart

FKFS

Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart

Pfaffenwaldring 12 • 70569 Stuttgart • Telefon +49 711 685-65888

Fax +49 711 685-65710 • info@fkfs.de • www.fkfs.de