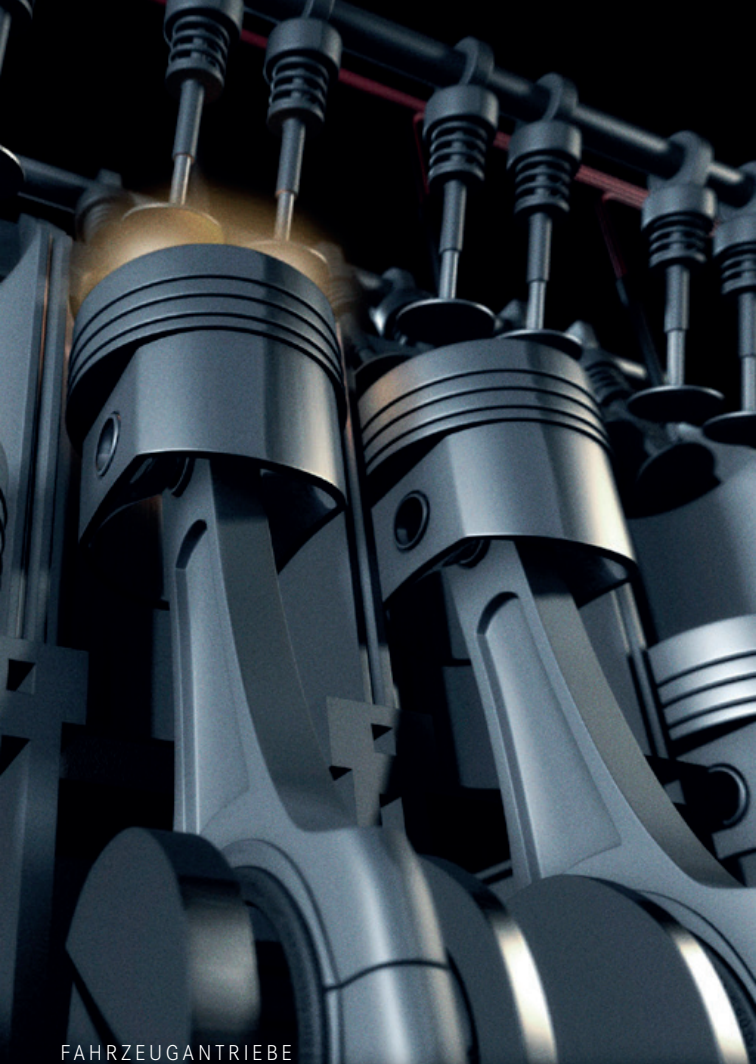




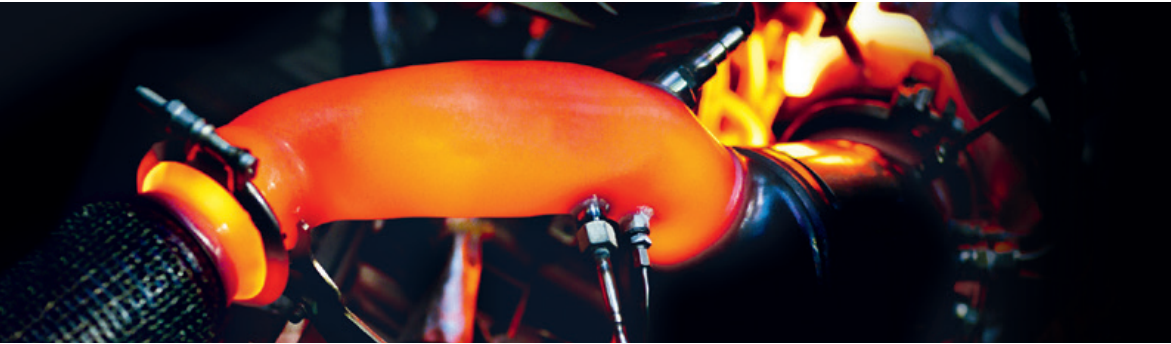
FAHRZEUGANTRIEBE

DER FKFS USERCYLINDER

Brennraummodelle für GT-Power

RESEARCH IN MOTION.

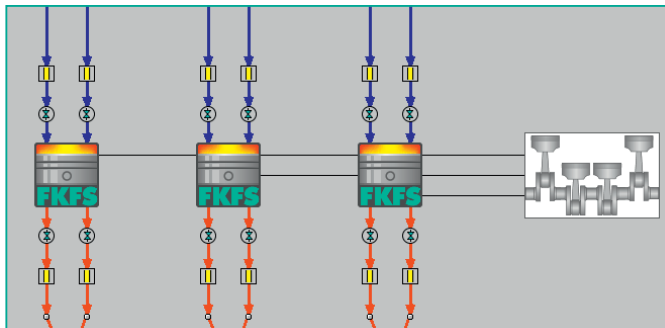
DER FKFS USERCYLINDER



Das FKFS UserCylinder Plug-In verbessert die Vorhersage der motorischen Verbrennung.

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 FKFS UserCylinder ersetzt den Standard-Zylinder in GT-Power.

EINSATZBEREICHE DES FKFS USERCYLINDERS

Der Einsatz des UserCylinders ist in verschiedenen Phasen der Motorentwicklung sinnvoll.

Während der Konzeptphase:

- » beim Vergleich verschiedener Aufladekonzepte hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und Transientverhalten
- » bei der Optimierung des Verdichtungsverhältnisses im Zielkonflikt zwischen Teillast- und Volllastverbrauch (Klopfen)
- » bei der Variation von Ventilsteuerzeiten oder Ventilhubverläufen, durch korrekte Abbildung der Auswirkungen auf die Verbrennung

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

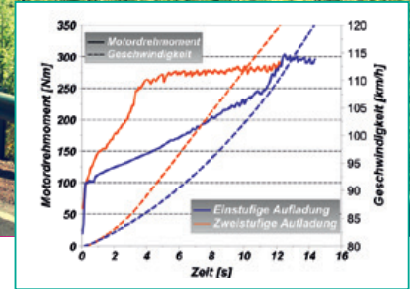
- » bei der Abschätzung von Lauf- oder Klopfgrenzen
- » bei der Optimierung von transienten Betriebszuständen am Otto- oder Dieselmotor
- » durch die Möglichkeit zum Testen von Steuergerätefunktionen an einem virtuellen Motor

DER FKFS USERCYLINDER



Der FKFS UserCylinder eignet sich ebenfalls ideal, um transiente Vorgänge, also Realfahrten mit Beschleunigungs- und Bremsmanövern, zu simulieren.

Präzise Vorhersage des Beschleunigungsvermögens.



In Forschungsprojekten und in der Lehre ermöglicht der UserCylinder 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.

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

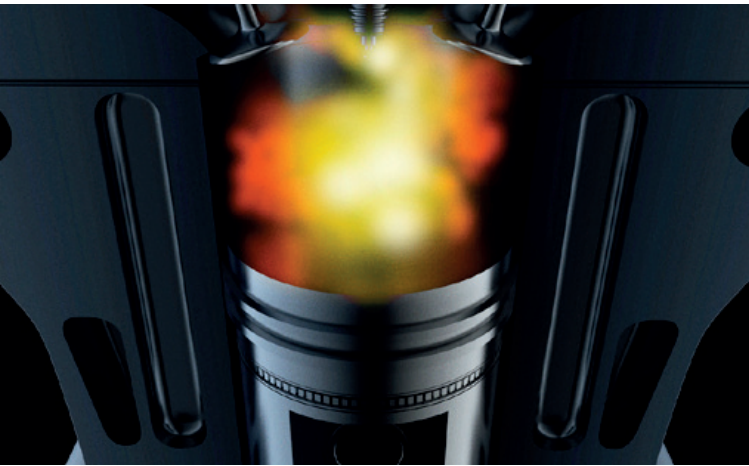
Um die Abläufe im Brennraum während des Hochdruckteils so realistisch wie möglich abzubilden, verfügt der UserCylinder über verschiedene Kalorik-, Wandwärme-, Einspritz-, Verbrennungs- und Emissionsmodelle. Da es sich um phänomenologische Modelle handelt, kann nach einmaliger Abstimmung an den jeweiligen

Motor, jeder beliebige Betriebszustand simuliert werden, auch wenn keine Messdaten dazu vorliegen. Trotz dieser Vorhersagefähigkeit sind die Rechenzeiten durch eine sehr gute Optimierung des Programmcodes äußerst kurz. Ein Verlust an Rechengeschwindigkeit im Vergleich zu einer Simulation mit Vibe-Brennverläufen ist oft nicht wahrnehmbar.

HISTORIE

Arbeitsprozessrechnung, phänomenologische Verbrennungsmodellierung und 1D-Strömungssimulation sind seit über 15 Jahren ein Eckpfeiler des Bereichs Fahrzeugantriebe am FKFS. Im Jahr 2003 begann die Entwicklung des UserCylinders für GT-Power. Seit 2008 wird er im größeren Umfang kommerziell vertrieben. Sowohl im deutschsprachigen Raum, als auch im europäischen Ausland sowie den USA und Japan, wird der UserCylinder von einer Vielzahl an OEMs, Zulieferern und Simulationsdienstleistern eingesetzt.

DER FKFS USERCYLINDER



SIMULATION VON OTTOMOTOREN

Phänomenologisches Brennratenmodell

- » Entrainmentansatz mit hemisphärischer Flammenausbreitung, in deren Berechnung die laminare Flammengeschwindigkeit und die spezifische Turbulenz im Brennraum eingehen.
- » Kann sowohl bei flüssigen als auch gasförmigen Kraftstoffen eingesetzt werden.
- » Kombination von Turbulenz- und Brennratenmodell ermöglicht eine exakte Abbildung der Verbrennung, abhängig vom Zustand der Zylinderladung bei Einlass-Schließt.

Quasidimensionales Ladungsbewegungs- und Turbulenzmodell

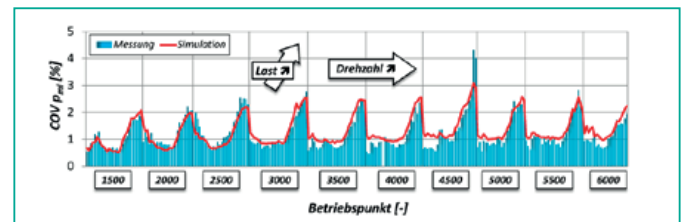
- » Die stationären Tumblezahlen der Einlasskanäle werden zur Berechnung des beim Einströmen generierten Tumbles herangezogen (Beschreibung als Taylor-Green-Wirbel).
- » Berücksichtigung der direkt am Ventilsitz generierten Turbulenz.
- » Im Brennraum erfolgt eine Bilanzierung der Turbulenz auf Basis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

FKFS-Klopffmodell

- » Berücksichtigung des Turbulenzeinflusses auf die Temperatur im unverbrannten Endgas.
- » Untermodell für Hot-Spots an der Wand.
- » Interne Zündzeitpunktregelung ermöglicht eine robuste und sehr schnelle Einregelung der wirkungsgradoptimalen Schwerpunktlage in jedem Betriebspunkt unter Berücksichtigung der Klopfneigung des untersuchten Motors.
- » Bei transienten Rechnungen kann der Zündzeitpunktregler die Wirkungsweise einer realen Antiklopffregelung abbilden (Rücksprung bei klopfenden Arbeitsspielen).

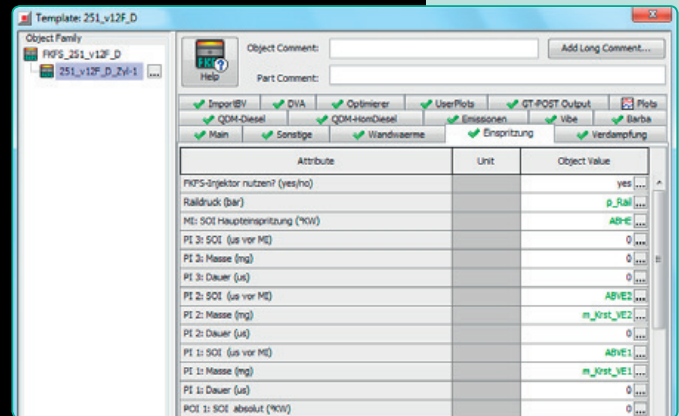
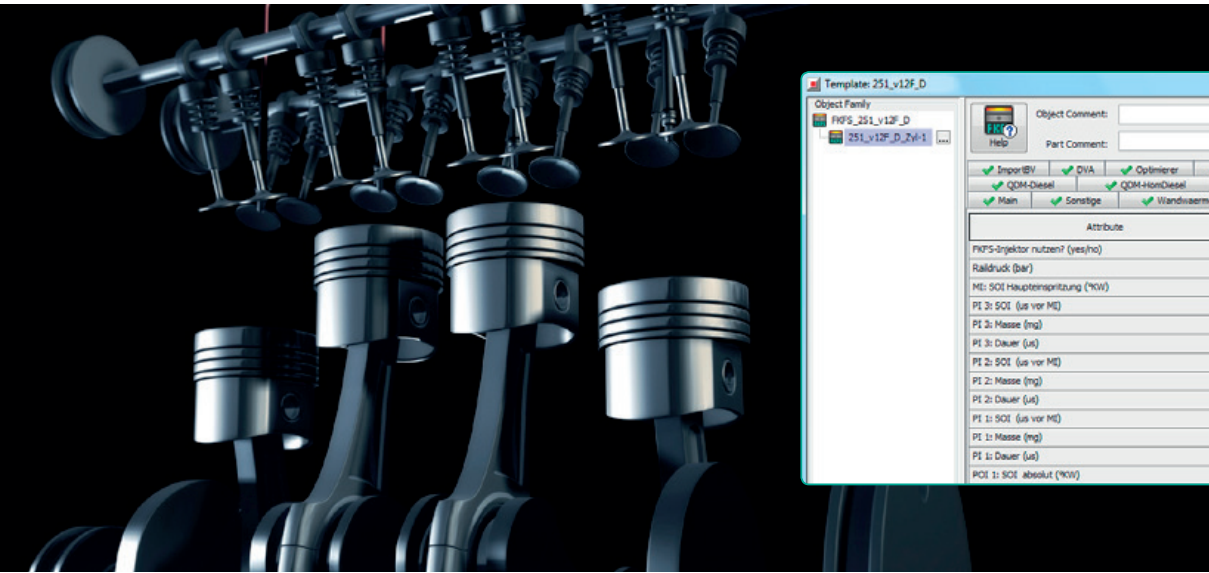
Zyklenschwankungsmodell

- » 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.

DER FKFS USERCYLINDER



Individuelle Bedatung von
UserCylinder Modellen

SIMULATION VON DIESELMOTOREN

FKFS-Injektor

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

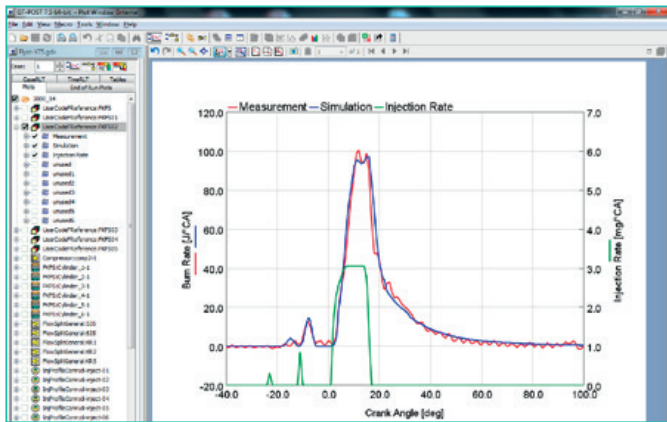
Phänomenologisches Stickoxid- und Rußmodell

- » 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.

DER FKFS USERCYLINDER

IHRE VORTEILE AUF EINEN BLICK

- » Der UserCylinder bietet vorhersagefähige Brennraummodelle für Otto- und Dieselmotoren, die sich auf dem höchsten Entwicklungsstand in dieser Modellklasse befinden.
- » Die Modelle wurden an sehr vielen Motoren unterschiedlichster Bauart entwickelt und fortlaufend validiert: Vom Motorrad über Pkw bis hin zu Nutzfahrzeugen und Großmotoren.
- » Einfache Bedienung dank voller Integration in GT-Suite inklusive GT-Post.
- » Möglichkeit zur automatisierten Modellabstimmung auf gemessene Zylinderdruckverläufe.
- » Anleitung in Deutsch und Englisch.
- » FKFS bietet schnellen und fundierten 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 0D/ 1D-Simulation schnell, zuverlässig und kompetent beantworten. Wir führen Konzeptstudien durch oder übernehmen Aufgaben aus dem Tagesgeschäft unserer Kunden. Durch die Nutzung des FKFS UserCylinders sind wir dabei häufig in der Lage, Hintergründe besser zu verstehen und darzustellen. 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)
- » 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 (Kontakt umseitig).



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

Simulationsdienstleistungen:

Dr.-Ing. Michael Grill

Tel. +49 711 685 65611

michael.grill@fkfs.de



Forschungsinstitut für
Kraftfahrwesen und
Fahrzeugmotoren
Stuttgart