



Powered by **APCON**

# Ruderstellensysteme

## Die intelligenten Muskeln der Flugkörperlenkung

**Ruderstellensysteme übersetzen Befehle des Computers in Bewegung. Sie müssen auch unter extremen Bedingungen schnell und zuverlässig arbeiten. In der EADS/LFK werden seit Jahrzehnten Ruderstellensysteme entwickelt und in Serie gefertigt. Technologische Fortschritte fließen ständig in das Design der EADS/LFK-Produkte ein.**

**D**ie Fluggpioniere hatten es leicht: Sie bedienten die Ruder ihrer Fluggeräte noch über einfache Seilzüge. Jeder, der sich für die fliegenden Kisten interessierte, konnte nachvollziehen, was passiert, wenn der Pilot den Steuerknüppel nach hinten zieht. Schwieriger ist es schon bei modernen Flugzeugen. Und wer steuert eigentlich die Ruder eines Lenkflugkörpers, der mit sechsfacher Schallgeschwindigkeit fliegt?

Ruderstellensysteme sind die Bindeglieder zwischen Befehl und Bewegung. Sie setzen die digitalen Signale und Informationen des Flugreglers in sinngemäße Flugbahnänderungen des Lenkflugkörpers um. Sie sind gewissermaßen die 'intelligenten Muskeln' des Lenkflugkörpers. Und weil moderne Flugkörper natürlich nicht mit Seilsystemen arbeiten, sind die Ruderstellensysteme der EADS/LFK eine leistungsfähige Synthese aus Mechanik, Elektronik und Informatik.

Ruderstellensysteme werden unterschieden nach dem Prinzip, womit sie Bewegung erzeugen. Dafür gibt es elektro-mechanische, elektro-hydraulische und elektro-pneumatische Technologien. Aus der Sicht der Spezialisten für Stellsysteme aus der Abteilung 'Subsystementwicklung Flugkörper/Waffenanlagen' bei EADS/LFK ist das Potenzial von hydraulischen und pneu-

matischen Stellsystemtechnologien bei Lenkflugkörpern weitgehend ausgeschöpft. Statt dessen setzt die EADS/LFK bei der Flugkörperlenkung auf das elektro-mechanische Prinzip.

Für modernste Flugkörper bieten elektro-mechanische Stellsysteme derzeit die beste technische Lösung, und sie ermöglichen bei häufig widersprüchlichen Anforderungen in den meisten Anwendungsfällen den technisch und ökonomisch besten Kompromiss. Durch den Einsatz fortschrittlicher Komponenten und moderner Regelungsmethoden konnten Leistungsbereiche erschlossen werden, die früher ausschließlich mit hydraulischen Lösungen zu erreichen waren. Bei Ruderstellensystemen geht der Trend deshalb eindeutig zu elektro-mechanischen Lösungen mit voll digitaler Regelung. Die Vorteile dabei sind: Sie sind nahezu unbegrenzt lagerfähig, eignen sich für hohe dynamische Anforderungen, das System lässt sich mathematisch gut darstellen, es ist flexibel in der Auslegung und hat ein niedriges Gewicht.

An die Ruderstellensysteme künftiger hyperagiler Lenkflugkörper werden unter extremen Einsatzbedingungen höchste Leistungsanforderungen gestellt – und das bei massivem Kostendruck. Eine besondere Herausforderung sind dabei Hyperschallflugkörper, die bei mehrfacher Schallgeschwindigkeit immensen Kräften ausgesetzt sind.

Zur Beschleunigung eines Hyperschallflugkörpers auf Mach 7 beispielsweise ist das Zweihundertfache der Erdbeschleunigung erforderlich – eine immense Belastungsprobe für den Flugkörper. Unter dem Einfluss dieser extremen mechanischen und thermischen Beanspruchung müssen die Ruderstellensysteme trotzdem mit höchster Genauigkeit und kürzester Reaktionszeit funktionieren.

EADS/LFK kann bei der Entwicklung und Fertigung von solchen Hochleistungs-Stellsystemen auf ein langfristig und kontinuierlich erworbenes Know-how zugreifen. Seit den Siebzigerjahren entwickelt und fertigt EADS/LFK Ruderstellensysteme für Flugkörper. So wurden zum Beispiel Stellsysteme für den Seezielflugkörper Kormoran 2 und den Abstandslenkflugkörper DWS 39 entwickelt und in Serie produziert.

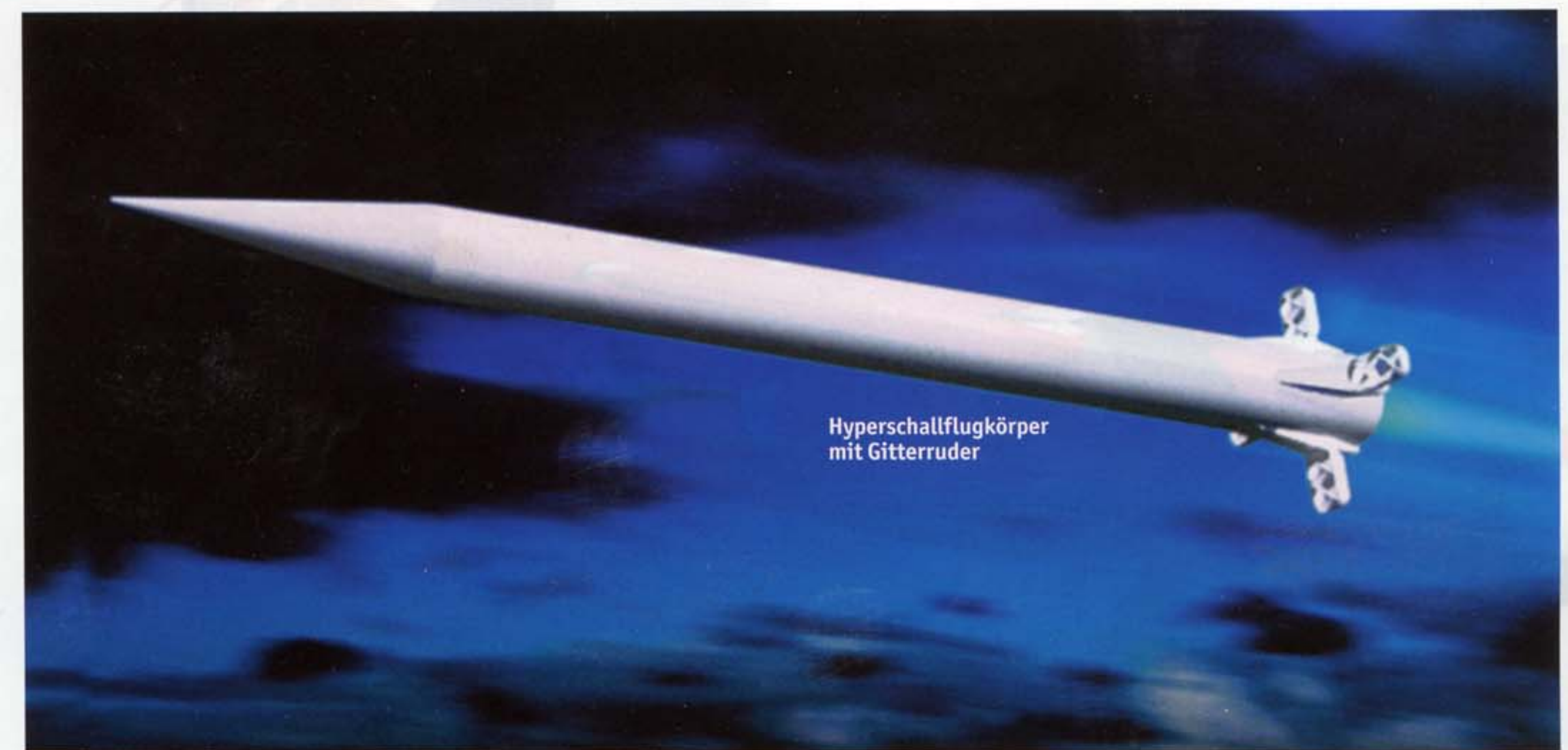
Aktuelle Stellsysteme kommen beim Abstandslenkflugkörper Taurus KEPD oder dem Mehrzwecklenkflugkörper PARS 3 LR zum Einsatz. Auch für den Hyperschallflugkörper HFK E1 hat die EADS/LFK hochdynamische Stellsysteme realisiert. Und der Lenkflugkörper Neue Generation (LFK NG) >



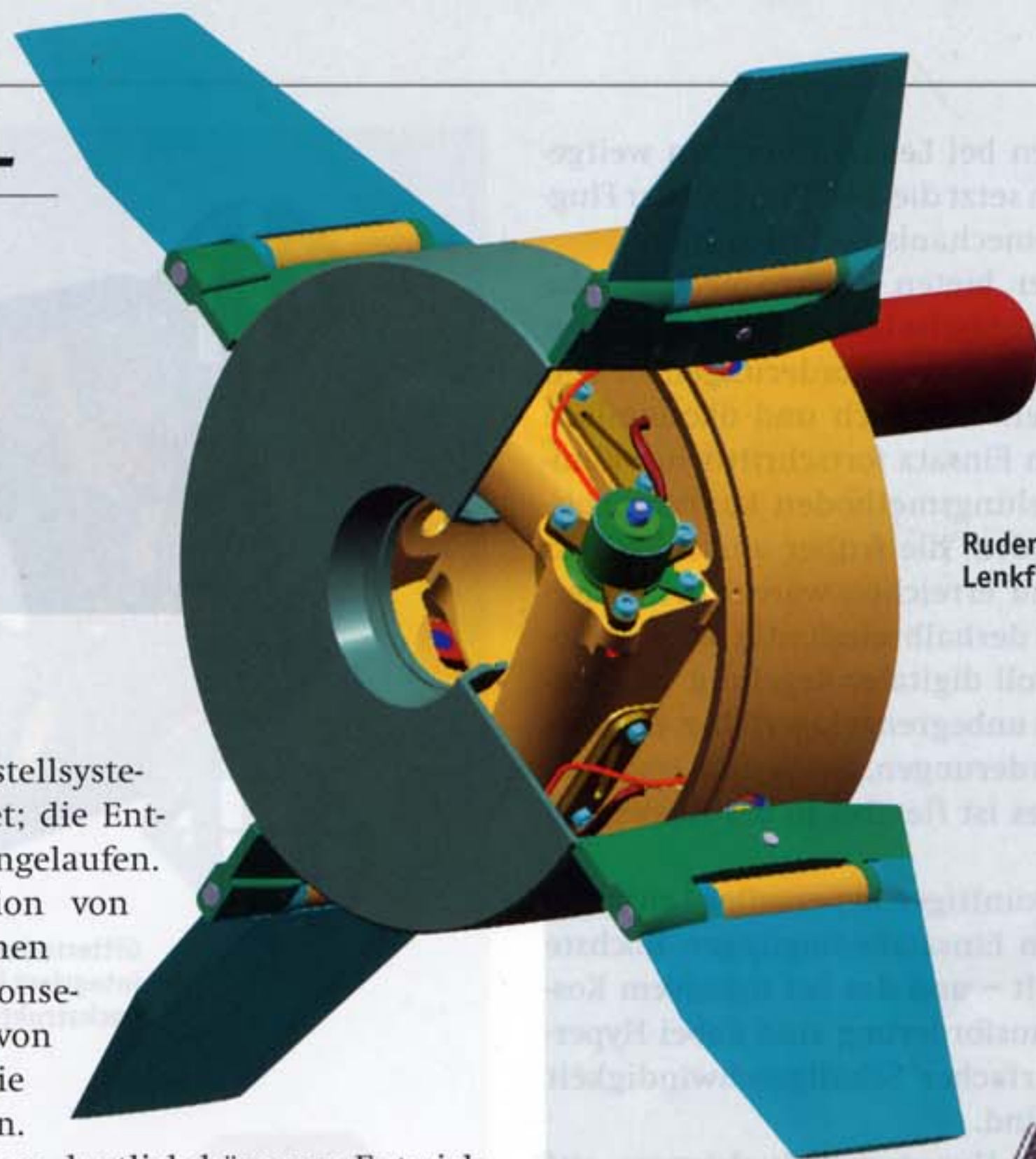
Gitterruderstellensystem integriert in Flugkörperheckstruktur



Einzelnes Stellsystem mit Gitterruder



Hyperschallflugkörper mit Gitterruder



Ruderstellsystem für Lenkflugkörper PARS 3

▷ wird ebenfalls mit Ruderstellsystemen der EADS/LFK ausgestattet; die Entwicklungsarbeiten dafür sind angelaufen.

Die moderne Konstruktion von Hochleistungs-Ruderstellsystemen erfolgt bei EADS/LFK unter konsequenter Berücksichtigung von 'Design-to-Cost'-Prinzipien sowie dem Einsatz von 3D-Werkzeugen.

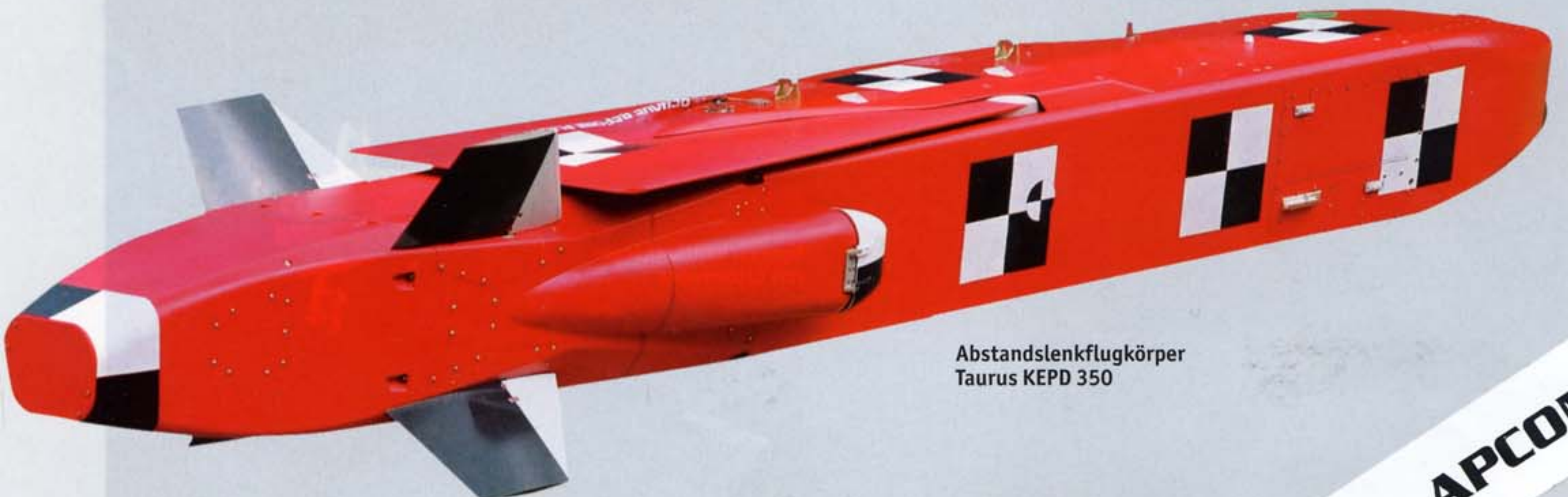
Deren Nutzung führt letztlich zu deutlich kürzeren Entwicklungszeiten und günstigen Produktionskosten. Durch die Verbindung zu Simulationsrechnern wird es schon auf der Basis der Entwürfe möglich, umfangreiche Analysen zu Festigkeit, Steifigkeit, Lastverhalten und den thermischen Verhältnissen durchzuführen.

Ohne ein Stück Hardware herzustellen, können die Entwickler das Stellsystem durch mathematisch-digitale Simulation seines Verhaltens und deren Einbindung in die Flugkörper-Gesamtsimulation so weit optimieren, dass das Produkt bei optimalen Preis-Leistungsverhältnis die Anforderungen erfüllt.

Die Leistung künftiger Lenkflugkörpersysteme wird in hohem Maße von den technischen Fähigkeiten ihrer Ruderstellsysteme mitbestimmt; diese werden also in künftigen Systemen eine leistungsbestimmende Systemkomponente bilden. Deshalb werden auch die neuesten Entwicklungstendenzen von den Ingenieuren der EADS/LFK sorgfältig beobachtet, um sie – bei wirtschaftlicher Eignung – frühzeitig in innovative Stellsystemkonzepte einzubinden.

JULIA STROHBUSCH

Rudermaschine Taurus KEPD 350



Abstandslenkflugkörper Taurus KEPD 350

Powered by **APCON**