

# FLUG-TRIEBWERKSTECHNIK - INNOVATIVE STUDIENRICHTUNG AN DER BTU COTTBUS UNTER BETEILIGUNG VON RRD, MTU UND DLR

A. Kühhorn

Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Institut für Verkehrstechnik

Lehrstuhl für Strukturmechanik und Fahrzeugschwingungen

Siemens-Halske-Ring 14

D-03046 Cottbus

## ÜBERSICHT

Im Zuge der Neuausrichtung universitärer Studiengänge und der Forderung nach mehr Praxisnähe bei dennoch gleichbleibend hohem Niveau der universitätseren Grundlagenausbildung hat die Brandenburgische Technische Universität (BTU) in Cottbus zusammen mit den Industriepartnern Rolls-Royce, MTU Aero Engines und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) eine neue Studienrichtung (Bild 1) entwickelt, die von den Studierenden begeistert angenommen wurde und deren erste Absolventen demnächst dem Arbeitsmarkt zur Verfügung stehen. Flug-Triebwerkstechnik wird sowohl als Diplomstudium angeboten, basierend auf dem allgemeinen Maschinenbaugrundstudium, als auch als alleinstehendes Masterstudium. Im folgenden werden die Rahmenbedingungen und die Inhalte kurz dargestellt und ein erstes Resümee gezogen.

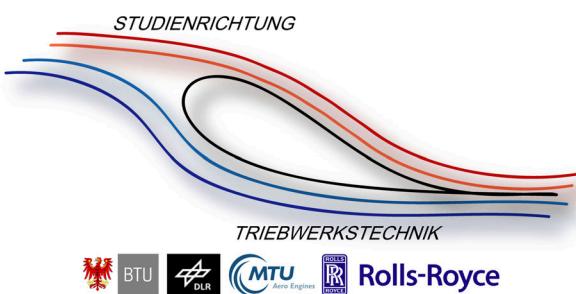


BILD 1. Studienrichtung Triebwerkstechnik

## 1. EINLEITUNG

Die 1991 neu gegründete Brandenburgische Technische Universität (BTU) in Cottbus, einzige Technische Universität des Landes Brandenburg, ist stets bestrebt, den Studierenden sowohl traditionell bewährte Ausbildungen als auch innovative und neuartige Konzepte anzubieten. Geografisch gelegen in der sogenannten Luftfahrtregion 3 (Bild 2), d. h. ca. 120 km südlich von Berlin und ca. 100 km nordöstlich von Dresden, liegen nicht nur die „Global Player“ Rolls-Royce Deutschland und MTU Ludwigsfelde in unmittelbarer Reichweite sondern auch weitere luftfahrtsspezifische KMU's wie ANECOM, GEVA, IABG, IMA, etc. und Institute des DLR.

Der zunehmende Bedarf nach höchstausbildeten aber auch praxisnahen Ingenieuren der Wachstumsbranche Luft- und Raumfahrt führte schon frühzeitig zu Überlegungen, wie man zumindest in Brandenburg diesen Anforderungen zeitnah Rechnung tragen könnte.

In den Jahren 2002 und 2003 fanden somit vielfältige Gespräche mit Entscheidungsträgern der Triebwerksindustrie und Hochschullehren statt mit dem gemeinsamen Ziel, eine innovative - vor dem Hintergrund des „Bologna Prozesses“ - neuartige Studienrichtung mit Diplom- und Masterabschlüssen zu entwerfen, die sowohl vertiefte Grundlagen universitär vermittelt als auch anwendungsnahe Wissen der industriellen Praxis bereitstellt.

Wie den Bildern 4 bis 10 zu entnehmen ist, wird somit ein erheblicher Teil dieser anwendungsnahen Fächer von hochrangigen Experten seitens Rolls-Royce, MTU Aero Engines und dem DLR vertreten. Auch das MWFK Brandenburg anerkennt und unterstützt diese Aktivitäten der BTU Cottbus mit einer Gastprofessur „Triebwerkdesign“, so dass im Wintersemester 2003 begonnen werden konnte und nun, 2006, die ersten Absolventen der Studienrichtung Triebwerkstechnik im Studiengang Maschinenbau ihr Studium erfolgreich abschließen werden.

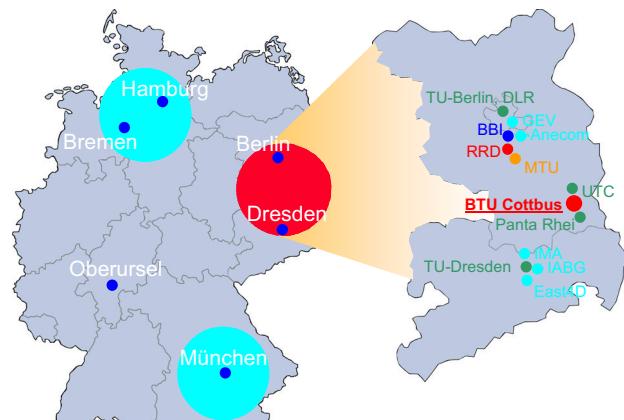


BILD 2. Luftfahrtregionen

## 2. DAS UNIVERSITÄRE DIPLOMSTUDIUM TRIEBWERKSTECHNIK

Die Studienrichtung Triebwerkstechnik ist im Studiengang Maschinenbau eingegliedert und erfordert zunächst das normale, viersemestrige Grundstudium des allgemeinen Maschinenbaus mit dem Abschluss des Vordiploms. Anschließend findet ein gegliedertes sechssemestriges Hauptstudium statt, inkl. Studien- und Diplomarbeit sowie 20 Wochen Fach- und 6 Wochen Grundpraktikum (Bild 3).

DIPLOM	
Vordiplom:	4 Semester
Hauptstudium:	6 Semester inklusive Studien- und Diplomarbeit
Praktikum:	20 Wochen Fach- und 6 Wochen Grundpraktikum

BILD 3. Struktur Diplomstudium

Das strukturierte Hauptstudium beginnt im 5. und 6. Semester mit den Kernmodulen gemäß Bild 4.

WER	MODUL	KP Winter	KP Sommer	empf. Sem.
	Pflichtfächer			
BTU	Wahlmodul Mathematik für Ingenieure		6	6
BTU	Struktur der Materie: Atome, Moleküle, Festkörper	6		5
BTU	Leichtbau und Strukturmechanik	6		5
BTU	Maschinen und Fahrzeugdynamik	6		5
BTU	Aerothermodynamik	6		5
BTU	Thermische Turbomaschinen	6		5
BTU	Grundlagen der Triebwerkskonstruktion und Leistungsrechnung		3	6
RRD	Grundlagen der Leistungsrechnung		3	
BTU	ABWL für Ingenieure		4	8
	insgesamt	46		

BILD 4. Kernmodule

Hierbei werden die notwendigen theoretischen Grundlagen bzgl. Mathematik und Mechanik zwar weiter vertieft, jedoch schon mit Blick auf spätere Anwendungen. Mit den Fächern Thermische Turbomaschinen, Grundlagen der Triebwerkskonstruktion und Leistungsrechnung wird die weitere Zielrichtung jedoch schon klar beschritten. Der industriellen Forderung nach ausreichend wirtschaftlichen Kenntnissen wird bereits hier schon mit der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure entsprochen.

Mit dem 7. Semester erfolgt eine Schwerpunktsetzung in eine eher mechanische Ausrichtung „**Triebwerksdesign und Festigkeit**“ (Bild 5), die sowohl den konstruktiven und festigkeitsrelevanten Auslegungsprozess detailliert betrachtet als auch Aspekte der Fertigung, Montage und Instandhaltung einschließt.

WER	MODUL	KP Winter	KP Sommer	empf. Sem.
	Pflichtfächer			
RRD	Kerntriebwerkskonstruktion	3	3	7 u. 8
BTU	Nichtlineare Struktur- u. Kontinuumsmechanik		6	6
RRD	Festigkeitsberechnung von Flugtriebwerken u. Verfahren in Fertigung, Montage und Instandhaltung		3	8
MTU			3	
BTU	Anwendung von Festigkeitskonzepten mit FEM		6	6/8
BTU	Schwingungen nichtlinearer Systeme		6	6
	insgesamt	30		

BILD 5. Schwerpunkt: Triebwerksdesign und Festigkeit

Demgegenüber befasst sich der eher analytisch ausgerichtete Schwerpunkt „**Triebwerksanalytik und Aerothermodynamik**“ (Bild 6) mit vertieften Inhalten bzgl. aerodynamischer Kompressorauslegung, Wärmeübertragung, Leistungsrechnung, Akustik und CFD-Methoden, vervollständigt durch Kenntnisse über Versuch, Validierung und Zertifikation.

WER	MODUL	KP Winter	KP Sommer	empf. Sem.
	Pflichtfächer			
RRD	Triebwerksleistungsrechnung	6		7
BTU	CFD-Methoden		6	6
DLR	Technische Akustik und Strömungsakustik	3	3	7 u. 8
BTU	Wärme- und Stoffübertragung	6		5
RRD	Aerodynamische Kompressorauslegung und Versuch, Validierung und Zertifikation		3	6
MTU			3	
	insgesamt		30	

BILD 6. Schwerpunkt: Triebwerksanalytik und Aerothermodynamik

Vervollständigt wird der Kanon entsprechend Bild 7 durch Wahlpflichtmodule (min 24 KP), die thematisch eng mit der Triebwerkstechnik verbunden und aus einer Liste gemäß Prüfungsordnung auszuwählen sind. Hierbei können natürlich auch Fächer des jeweils anderen Studienschwerpunktes gewählt werden.

Im nächsten, fachlich weniger stringenten Wahlmodul wird die Möglichkeit geboten, weitere Module (min. 18 KP) aus dem gesamten Bereich des Maschinenbaus, der Elektrotechnik und des Wirtschaftsingenieurwesens zu belegen.

Der fächerübergreifende Anteil (min. 6 KP) ermöglicht den Studierenden, ihr technisch ausgerichtetes Wissen mit einer breiten Palette von soziologischen, philosophischen und kulturhistorischen Angeboten zu flankieren.

• Wahlpflichtmodule	24 KP
○ es können die Module des jeweils anderen Studienschwerpunktes gewählt werden	
○ weitere gemäß Studienordnung	
• Wahlmodule	18 KP
○ aus dem Angebot der Fakultät 3	
• Fächerübergreifendes Studium	6 KP

BILD 7. Wahlmöglichkeiten und Ergänzungen

Empfohlen wird, die Studienarbeit begleitend ab dem sechsten Semester zu beginnen und nach absolviertem Praktikum und Abschluss der Vorlesungen mit der Diplomarbeit das Studium zu beenden.

Einschließlich Grund- und Fachpraktikum (22 KP) sowie Studien- (10 KP) und Diplomarbeit (24 KP) umfasst das gesamte Hauptstudium dann die universitär üblichen 180 Kreditpunkte (KP), wobei 1 KP mit einem Arbeitsaufwand von etwa 30 Stunden bemessen wird. In den oben aufgelisteten Modulen entsprechen 3 KP etwa 2 Semesterwochenstunden (SWS) und somit 6 KP in etwa 4 SWS.

### 3. DAS UNIVERSITÄRE MASTERSTUDIUM TRIEBWERKSTECHNIK

Das universitäre Masterstudium erfordert als Voraussetzung einen einschlägigen Bachelorabschluß. Inklusive der Masterarbeit und einem neunwöchigen Industriefachpraktikum erfordert es vier Semester (Bild 8).

MASTER	
Voraussetzung:	Bachelor
Masterstudium:	4 Semester inklusive Masterarbeit (18 KP)
Industriefachpraktikum:	9 Wochen (12 KP)

BILD 8. Struktur Masterstudium

Das Pflichtstudium gliedert sich in Grundlagenmodule (Bild 9), in denen ingenieurrelevante Inhalte der Mathematik, Physik und Mechanik kurz wiederholt und erweitert werden, und in Kern- und Vertiefungsmodulen (Bild 10) wie Aerothermodynamik und CFD-Methoden, Wärme- und Stoffübertragung, Thermische Turbomaschinen, Leistungsrechnung sowie Grundlagen der Triebwerkskonstruktion, Kerntriebwerkskonstruktion, Festigkeitsberechnung und Optimierung, ergänzt mit Verfahren in Fertigung, Montage und Instandhaltung.

WER	MODUL	KP Winter	KP Sommer	empf. Sem.
	<b>Erweiterte Grundlagenmodule</b>			
BTU	<b>Mathematik (Ingenieurmathematik)</b>	6		1
BTU	<b>Struktur der Materie: Atome, Moleküle, Festkörper</b>	6		1
	<b>Spezifisches erweitertes Grundlagenmodul</b>			
BTU	<b>Leichtbau und Strukturmechanik</b>	6		1
	insgesamt	<b>18</b>		

BILD 9. Grundlagenmodul Master

WER	MODUL	KP Winter	KP Sommer	empf. Sem.
	<b>Pflichtfächer</b>			
BTU	<b>Aerothermodynamik</b>	6		1
BTU	<b>Thermische Turbomaschinen</b>	6		1
RRD	<b>Kerntriebwerkskonstruktion</b>	3	3	3 u. 4
BTU RRD	<b>Grundlagen der Triebwerkskonstruktion und Grundlagen der Leistungsrechnung</b>		3 3	2
RRD MTU	<b>Festigkeitsberechnung von Flugtriebwerken u. Verfahren in Fertigung, Montage und Instandhaltung</b>		3 3	4
BTU	<b>Optimierung dynamischer Systeme</b>		6	4
BTU	<b>Wärme- und Stoffübertragung</b>	6		1
BTU	<b>CFD - Methoden</b>		6	4
	insgesamt	<b>48</b>		

BILD 10. Kern- und Vertiefungsmodule Master

Ähnlich dem Diplomstudium sind gemäß Bild 11 noch Module aus dem gesamten Spektrum des Maschinenbaus, Elektrotechnik und des Wirtschaftsingenieurwesens zu wählen, flankiert mit soziologischen, philosophischen und kulturhistorischen Angeboten.

- **Wahlmodule**
- **Fächerübergreifendes Studium**

18 KP

6 KP

BILD 11. Wahlmöglichkeiten und Ergänzungen

Die Regelstudienzeit für solch ein Masterstudium beträgt vier Semester bei insgesamt 120 KP.

### 4. ATTRAKTIVITÄT

Die Studienrichtung Triebwerkstechnik begann 2003 mit ca. 18 Studierenden, im Wesentlichen aus der lokalen Umgebung. Unsere Studenten nehmen dieses Angebot begeistert auf, denn viele streben bevorzugt einen ambitionierten Arbeitsplatz in ihrem heimatlichen Umfeld an.

Besonders der enge Kontakt zu Führungskräften und Experten der Industrie während den Vorlesungen wird außerordentlich geschätzt und vermittelt frühzeitig Einblicke in die industrielle Arbeitswelt. So entstehen beinahe zwangsläufig die Kontakte für Praktika sowie Studien- und Diplomarbeiten. Durch die hervorragende Verzahnung der Blockveranstaltungen und der regulären, universitären Vorlesungen geht nur wenig Zeit verloren, so dass ein zügiges Studium innerhalb der Regelstudienzeit erreicht werden kann.

Da die BTU Cottbus in vielfältigen Forschungscooperationen mit der Triebwerksindustrie und dem DLR verwoben ist – so ist beispielsweise an der BTU ein „Rolls-Royce University Technology Centre“ ansässig –, ergibt sich für die Studierenden auch rasch die Einbeziehung in Forschungsvorhaben.

Mit großem Enthusiasmus werden die ansprechenden Exkursionen, sei es zu Airbus nach Bremen, zu Rolls-Royce nach Dahlewitz und auch zur MTU nach München, angenommen. Bild 12 zeigt unsere Studierenden während einer zweitägigen Exkursion auf Einladung der MTU Aero Engines bei dem Besuch des Luftfahrtmuseums in Oberschleißheim.



BILD 12. Studenten der Triebwerkstechnik in Oberschleißheim vor einer DC 3

## **5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK**

In fruchtbare Zusammenarbeit von BTU Cottbus, Rolls-Royce Deutschland, MTU Aero Engines und dem DLR ist es gelungen, eine äußerst attraktive Studienrichtung der Triebwerkstechnik in der Wachstumsbranche Luft und Raumfahrt anzubieten. Der universitäre Anspruch gewährleistet fundiertes Grundlagenwissen, verbunden mit praxisnahen Inhalten und Erfahrungen, vermittelt durch eingebundene Experten der industriellen Partner.

Infolge der ambitionierten Inhalte haben diese Absolventen natürlich auch beste Voraussetzungen für andere Disziplinen des Maschinenbaus, sei es die Automobilindustrie oder die Werkzeugmaschinentechnik.

In jährlichen Zusammenkünften werden die Erfahrungen der Dozenten und Studenten ausgewertet und weitere Verbesserungen diskutiert. So bleibt zu hoffen, dass diese neue Studienrichtung Triebwerkstechnik an der BTU Cottbus weiterhin lebendig und attraktiv bleibt und somit auch Interessenten aus der weiteren Umgebung anzu ziehen vermag.

Informationen unter: [www.tu-cottbus.de/strukturmechanik](http://www.tu-cottbus.de/strukturmechanik)