

Pollmer, David

Der Umkehrschub an Strahltriebwerken – Gestaltung eines Konzeptes für netzbasiertes Lernen im Rahmen der Ausbildung zum Fluggerätemechaniker

2011, 80 S. - (Hannover, Univ., Bachelor-Arb., 2010)



Quellenangabe/ Reference:

Pollmer, David: Der Umkehrschub an Strahltriebwerken – Gestaltung eines Konzeptes für netzbasiertes Lernen im Rahmen der Ausbildung zum Fluggerätemechaniker. 2011, 80 S. - (Hannover, Univ., Bachelor-Arb., 2010) - URN: urn:nbn:de:0111-opus-35682 - DOI: 10.25656/01:3568

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-35682>

<https://doi.org/10.25656/01:3568>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/deed> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. der Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden. Die neu entstandenen Werke bzw. Inhalte dürfen nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergegeben werden, die mit denen dieses Lizenzvertrages identisch oder vergleichbar sind.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public and alter, transform or change this work as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work. If you alter, transform, or change this work in any way, you may distribute the resulting work only under this or a comparable license.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Bachelorarbeit



Der Umkehrschub an Strahltriebwerken – Gestaltung eines Konzeptes für netzbasiertes Lernen im Rahmen der Ausbildung zum Fluggerätemechaniker

Institut : Zentrum für Didaktik der Technik

Studiengang : Bachelor of Science in Technical Education
Sommersemester 2010

Prüfungsfach : Didaktik der beruflichen Fachrichtung

Erstprüfer : AOR Andreas Weiner

Zweitprüfer : Dipl.-Ing. Wolfgang Möller

Vorgelegt von : David Pollmer

Matrikelnr. : 2546860

Abgabedatum : 06.09.2010

1. Einleitung

Sonntag, den 22.08.2010, 14:35 Uhr. Pünktlich setzt der Flug X3 2315 von Mallorca mit etwa 260km/h auf der Landebahn des Flughafens Hannover auf. Ein kurzes Aufheulen der Triebwerke und wenige Sekunden später rollt das Flugzeug in Schrittgeschwindigkeit von der Bahn. Eine alltägliche Erscheinung. Doch wie kann eine Masse von 66 Tonnen, die sich mit einer Geschwindigkeit von 260km/h bewegt, in so kurzer Zeit so stark abgebremst werden?

Eine Fragestellung, mit der sich Auszubildende im Bereich des Fluggerätemechanikers auskennen sollten. Sie behandeln die für den Bremsvorgang mitverantwortliche Schubumkehr im vierten Ausbildungsjahr innerhalb der Fachrichtung A „Triebwerkstechnik“ im Lerngebiet „Triebwerkssysteme II“. Hier soll unter anderem ein Verständnis für den Aufbau und die Funktion von Schubumkehranlagen erlangt werden.

Diese Bachelorarbeit hat das Thema „Der Umkehrschub an Strahltriebwerken – Gestaltung eines Konzeptes für netzbasiertes Lernen im Rahmen der Ausbildung zum Fluggerätemechaniker“. In diesem Projekt wird exemplarisch für das genannte Thema ein Konzept für das netzbasierte Lernen erstellt. Zunächst wird in Kapitel zwei die Schubumkehr in den Rahmenlehrplan eingegliedert. Im dritten Kapitel werden im Rahmen einer Sachanalyse die zu dieser Einheit relevanten technischen Hintergründe zu Triebwerken und der Schubumkehr vorgestellt und erläutert.

Im vierten Kapitel folgt eine Auseinandersetzung mit dem sogenannten „eLearning“, mit seinen Vor- und Nachteilen sowie mit verschiedenen Möglichkeiten, das netzbasierte Lernen aufzubauen.

Das Konzept für netzbasiertes Lernen wird dabei mit Hilfe der Lernplattform ILIAS umgesetzt. Die Einsatzmöglichkeit und Bedienung von ILIAS wird im Rahmen der Erstellung der Lerneinheit „Schubumkehr an Strahltriebwerken“ im fünften Kapitel dargelegt. Dabei liegt der Schwerpunkt bei der Einrichtung von Kapiteln sowie dem Einbinden verschiedener Medien.

Durch einen sich an die Lerneinheit anschließenden Test kann der Wissenszuwachs überprüft werden. Ein solcher Test kann innerhalb von ILIAS eingerichtet und mit verschiedenen Fragen versehen werden. Die Einrichtung eines entsprechenden Tests auf der Lernplattform ILIAS wird im sechsten Kapitel vorgestellt.

In der Schlussbetrachtung wird ein Fazit für eine solche Lerneinheit gezogen.

Abschließend sei noch angemerkt, dass im Rahmen der besseren Lesbarkeit in der folgenden Arbeit nur die männliche Form verwendet wurde, jedoch grundsätzlich beide Geschlechter gemeint sind.

2. Eingliederung des Projektes in den Rahmenlehrplan

Das Projekt „Der Umkehrschub an Strahltriebwerken – Gestaltung eines Konzeptes für netzbasiertes Lernen im Rahmen der Ausbildung zum Fluggerätemechaniker“ kann seine Anwendung innerhalb des Berufsschulunterrichtes finden. Hierzu gibt es einen Rahmenlehrplan für Fluggerätemechaniker. Dieser Ausbildungsberuf gliedert sich in drei Fachrichtungen: Triebwerkstechnik, Instandhaltungstechnik und Fertigungstechnik. Während die Auszubildenden aller drei Fachrichtungen in den ersten beiden Ausbildungsjahren gemeinsam unterrichtet werden, erfolgt im dritten und vierten Ausbildungsjahr fachrichtungsspezifischer Unterricht.

Das ausgewählte Thema wird im vierten Ausbildungsjahr der Fachrichtung Instandhaltungstechnik im Lerngebiet Triebwerkssysteme behandelt. Der Bereich Triebwerkssysteme ist mit 110 von insgesamt 420 Stunden angesetzt, was einem Anteil von etwa 26% entspricht, und ist das Hauptlerngebiet im dritten und vierten Ausbildungsjahr.

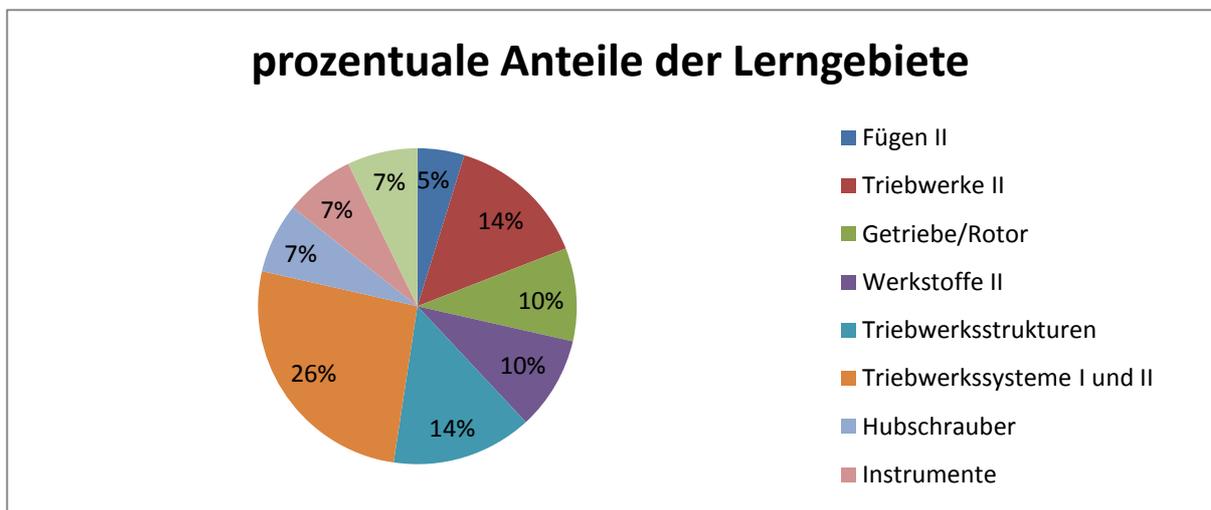


Abbildung 1: Darstellung prozentualer Anteile der Lerngebiete im dritten und vierten Ausbildungsjahr.

Das Projekt dieser Bachelorarbeit bezieht sich auf das Lerngebiet Triebwerkssysteme II. Die Auszubildenden sollen in diesem Lerngebiet den Aufbau und die Funktion von ausgewählten

Triebwerkssystemen verstehen und erklären können. Hierzu gehört unter anderem die Entstehung und Wirkung des Umkehrschubes.

Die in diesem Projekt erstellten Medien können zudem auch im Lerngebiet Triebwerkssysteme der Fachrichtung B Instandhaltungstechnik verwendet werden, da das genannte Thema auch im Rahmenlehrplan dieser Fachrichtung enthalten ist.

3. Sachanalyse

3.1 Einführung in das Thema

Ein Flugzeug kann trotz seines immensen Gewichtes auf Grund vieler technischer und struktureller Einrichtungen fliegen. Zu einer der wichtigsten Baugruppen gehören neben den Tragflächen auch die Triebwerke. Sie erzeugen den Schub, um ein Flugzeug auf der Startbahn zu beschleunigen und mit Hilfe der Tragflächen und des dort erzeugten Auftriebes abheben zu lassen. Dabei sind die Triebwerke nicht, wie beim Auto, über ein Getriebe mit der Achse und den Rädern verbunden, sondern völlig unabhängig von diesen. Zudem wirken die Triebwerke kurz nach dem Aufsetzen des Flugzeuges auf der Landebahn in Form des Umkehrschubes als Bremse. Am Beispiel eines Segelfliegers ist ersichtlich, dass zwar ein Fliegen ohne Triebwerke auf Grund der Tragflächen durchaus möglich ist, jedoch wird dabei eine externe Starthilfe, zum Beispiel in Form einer Seilwinde, benötigt. Außerdem ist ein Segelflugzeug abhängig von der Thermik und dem Wetter. Soll also ein zuverlässiger und möglichst unabhängiger Flugverkehr bei verschiedenen Wetterlagen möglich sein, ist ein Flugzeug mit eigenem Antrieb unumgänglich. Zurzeit gibt es drei verschiedene Antriebe: Den Propellerantrieb (engl.: Turboprop), das Einstrom-Strahltriebwerk (engl.: Turbojet) und das Zweistrom-Strahltriebwerk (engl.: Turbofan).

Neben diesen drei Triebwerksarten gibt es in der zivilen Luftfahrt ein Hilfstriebwerk. Dieses befindet sich am Heck des Flugzeuges und sorgt bei ausgeschalteten Triebwerken unter anderem für elektrische Energie und Druckluft. Benötigt wird dieses Hilfstriebwerk auch für den Start des Triebwerkes.

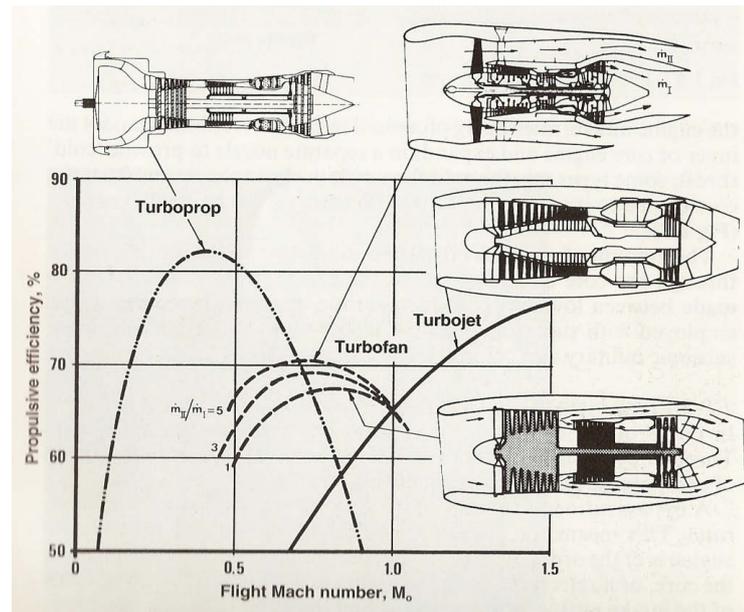


Abbildung 2: Effizienzvergleich der drei unterschiedlichen Triebwerksbauarten¹

Von der Abbildung 2 lässt sich ablesen, bei welcher Geschwindigkeit die unterschiedlichen Triebwerksarten am effizientesten arbeiten. So ist das Propellertriebwerk besonders bei niedrigen Geschwindigkeiten um Mach 0,4 (etwa 495km/h) rentabel. Da für die Bewältigung längerer Strecken damit aber unverhältnismäßig viel Zeit benötigt wird, werden Flugzeuge mit Propellerantrieb überwiegend auf Kurzstrecken eingesetzt. Die Einstrom-Strahltriebwerke sind nur bei sehr hohen Geschwindigkeiten rentabel zu betreiben. Deshalb werden sie heute fast ausschließlich im militärischen Bereich genutzt. Das Zweistrom-Strahltriebwerk hat seine höchste Effizienz bei etwa Mach 0,7 (etwa 865km/h). Bei dieser Geschwindigkeit kann aus dem verbrauchten Kerosin die optimale Leistung gewonnen werden, und das Flugzeug kann so seine höchste Effizienz erreichen. Aus diesem Grunde beträgt die Reisegeschwindigkeit eines zivilen Jetflugzeuges etwa Mach 0,7.

¹ Flugzeugtriebwerke – Ihre Technik und Funktion, 1978 [5], S.17

3.2 Aufbau und Funktion eines Triebwerkes

3.2.1 Einstrom-Strahltriebwerk

In einem Triebwerk wird der für die Fortbewegung notwendige Schub erzeugt. Am Lufteinlass eines Triebwerkes befinden sich die so genannten Fans, in der Abbildung 3 als „Air Inlet“ bezeichnet. Fans sind speziell hergestellte Schaufeln aus hitzefestem Metall. Diese sind so angeordnet, dass sie wie ein Gebläse wirken, das Luft ins Innere des Triebwerkes führt, und so die erste Verdichterstufe bilden.

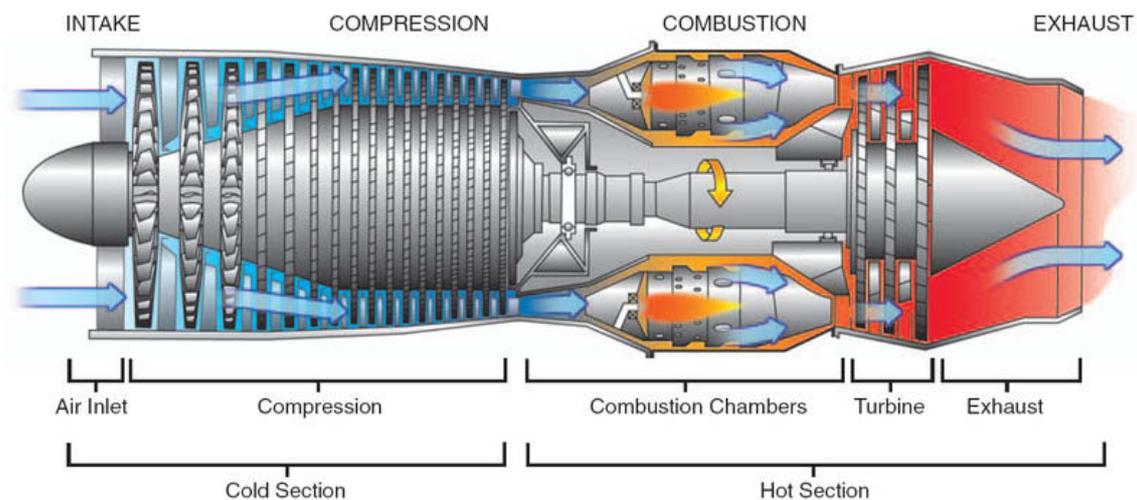


Abbildung 3: Querschnitt eines Einstrom-Strahltriebwerkes²

Die zweite Stufe der Verdichtung bildet in einem Strahltriebwerk der Axialverdichter („Compression“). In einem Axialverdichter sind abwechselnd rotierende und stationäre Schaufeln angeordnet, die die Luft zuerst beschleunigen und anschließend bis zum für die Brennkammer benötigten Druck komprimieren. Zudem nimmt die Temperatur der Luft stark zu. In der Brennkammer („Combustion Chambers“) werden etwa 20% der komprimierten Luft mit dem als feinem Tröpfchennebel eingespritzten Kerosin zusammengeführt. Die

² Airplane Flying Handbook, 2005[3], S.14-1

übrigen 80% der komprimierten Luft strömen direkt an der Brennkammer vorbei, um diese zu kühlen.

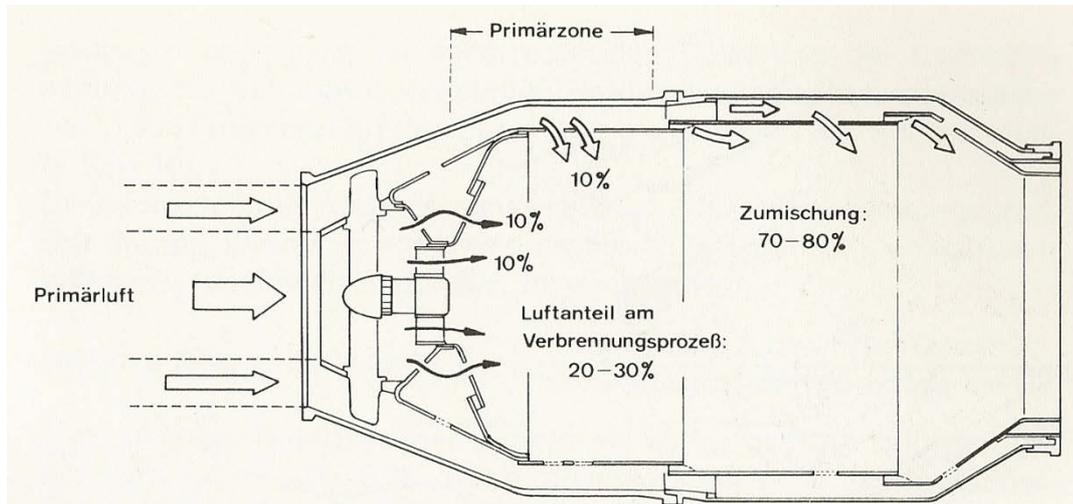


Abbildung 4: Querschnitt Brennkammer³

Einmal gezündet, wird die Reaktion dauerhaft fortgeführt, bis die Kerosinzufuhr abgestellt wird. Bei dieser Reaktion wird Wärme frei, so dass dadurch eine weitere Erwärmung der Luft erfolgt. Diese heiße Luft, nach der Reaktion nun als Abgas bezeichnet, wird in eine Turbine geleitet. Diese entnimmt dem Gas einen kleinen Teil der kinetischen Energie, um damit die Welle anzutreiben, auf der die Fans angeordnet sind. Anschließend strömen die Abgase durch eine konvergente Düse aus und erbringen den für die Fortbewegung benötigten Schub.

3.2.2 Zweistrom-Strahltriebwerk

Während das Einstrom-Strahltriebwerk nach dem im letzten Unterkapitel beschriebenen Grundprinzip funktioniert, wurden bei der Konstruktion des moderneren Zweistrom-Strahltriebwerkes einige Neuerungen vorgenommen.

³ Triebwerke – ihre Technik und Funktion, 1978 [5], S. 127

Die Grundfunktion des Triebwerkes bleibt unverändert. Das Zweistrom-Strahltriebwerk ist zusätzlich mit größeren Verdichterstufen ausgestattet. Zudem wird nicht die gesamte in das Triebwerk einströmende Luft in den Axialverdichter weitergeleitet, sondern je nach Triebwerk beträgt dieser Anteil nur etwa 15-20%.

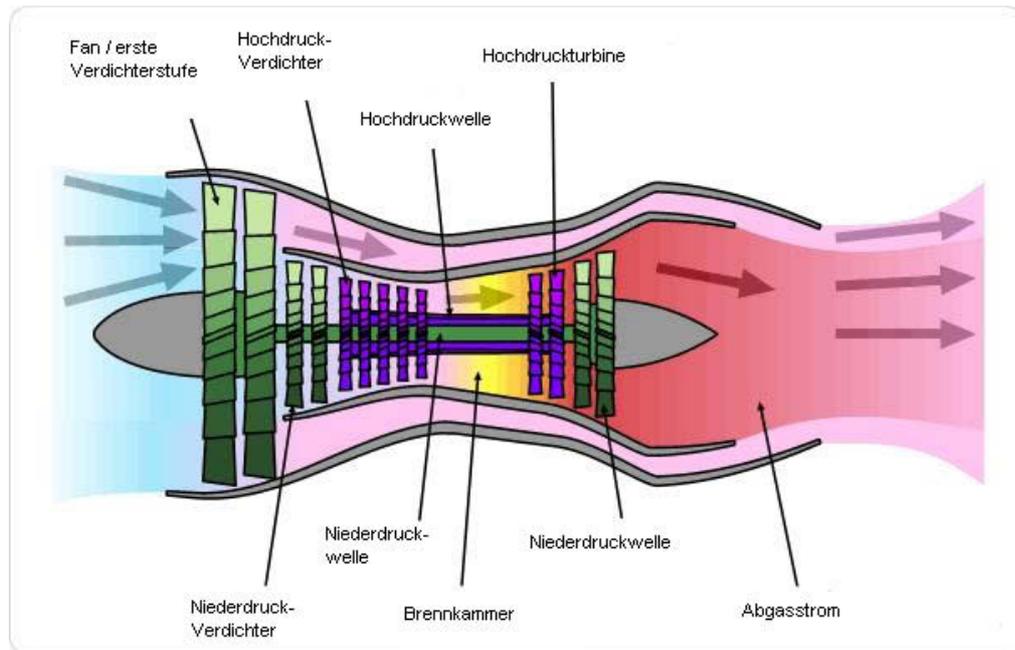


Abbildung 5: Querschnitt eines Zweistrom-Strahltriebwerkes⁴

Dieser kleine Teil des von den Fans erbrachten Luftstromes wird in eine zweite Stufe geleitet, in der die Verdichtung auf bis zu 43,9:1 steigt, zum Beispiel im Triebwerk der Airbus A 380, und die Temperatur auf etwa 600°C ansteigt. Diese erhitzte und komprimierte Luft wird in der Brennkammer mit als feinem Tröpfchennebel eingespritztem Kerosin angereichert. Die bei der Verbrennung entstehenden Abgase geben in zwei Turbinen, der Hoch- und der Niederdruckturbinen, einen Teil ihrer kinetischen Energie ab, um die jeweils dazugehörigen Wellen anzutreiben. Mit der Hochdruckwelle wird der Hochdruckverdichter unmittelbar vor der Brennkammer angetrieben. Mit der Niederdruckwelle werden die ersten beiden Verdichterstufen angetrieben, darunter auch die Fans. Hinter den beiden Turbinen strömt die Luft durch eine konvergente Düse aus.

⁴ Airplane Flying Handbook, 2005 [5], S. 15-2

Die restliche, durch die Fans komprimierte Luft, wird in den so genannten Nebenstrom geleitet. Dieser wird am inneren Triebwerk vorbeigeführt, tritt am Ende des Triebwerkes wieder aus und umhüllt den Abgasstrom. Durch diese Hülle wird der Lärmpegel des austretenden Abgasstrahles verringert. Vorteilhaft ist ebenfalls, dass weitaus weniger Kerosin für den Betrieb des Triebwerkes benötigt wird, da ein Großteil des Vorschubes aus dem Nebenstrom resultiert, der ausschließlich von den Fans beschleunigt wird. Das so genannte Nebenstromverhältnis beträgt bei einem modernen Zweistrom-Strahltriebwerk etwa 5:1. Das bedeutet, dass der Nebenstrom fünfmal so hoch ist wie der Hauptstrom, der im Triebwerk mit Kerosin gezündet wird, um die als Verdichter wirkenden Fans anzutreiben.

3.2.3 Hilfstriebwerk

Das Hilfstriebwerk (engl.: Auxiliary power unit, abgekürzt APU) dient der Strom- und Druckluftherzeugung, während die Triebwerke abgeschaltet sind. Es ist ähnlich wie ein Einstrom-Strahltriebwerk aufgebaut. Die zu komprimierende Luft wird durch Lufteinlässe in der Flugzeugzelle zum Hilfstriebwerk geführt. Die einzigen Unterschiede zum Einstrom-Strahltriebwerk sind, dass der Start des Hilfstriebwerkes mit Hilfe eines elektrischen Starters erfolgt und dass die hinten austretenden Abgase nicht zur Fortbewegung genutzt werden können. Diese Abgase werden ausschließlich zum Antrieb einer Welle erzeugt, die elektrische Energie zum Betrieb der Bordelektronik liefert. Sie treten danach ungenutzt aus dem Heck aus.

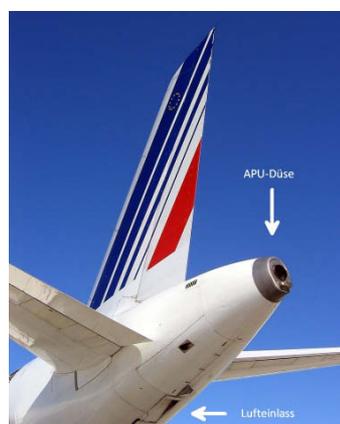


Abbildung 6: Lufteinlass und APU an einer A320-200⁵

⁵ <http://www.airliners.net/photo/Air-France/Airbus-A320-211/0748262/M/>

3.3 Start eines Triebwerkes

Während ein Triebwerk im Betrieb weitestgehend autark ist, benötigt es zum Start externe Hilfe. Die bereits genannte APU ist dabei das wichtigste Aggregat. Für das Anlaufen eines Triebwerkes wird im Verdichter der APU sogenannte Zapfluft entnommen. Diese wird über den Druckluftstarter in die Hochdruckturbine gelenkt und treibt den direkt vor der Brennkammer sitzenden Hochdruckverdichter an. Sobald die Luft in der Brennkammer einen ausreichenden Druck erreicht, wird Kerosin hinzugegeben und gezündet. Erzeugt das Triebwerk genug eigenen Luftfluss, ist die Zuführung der Zapfluft aus dem Hilfstriebwerk nicht mehr erforderlich und wird automatisch abgestellt. Die bei der Kerosinverbrennung entstehenden Abgase treiben in der Turbine die Niederdruckwelle an, auf der auch die Fans sitzen. Nach kurzer Zeit erreicht das Triebwerk seine Leerlaufdrehzahl, den so genannten „Idle“.

3.4 Der Bremsvorgang eines Flugzeuges

Ein Flugzeug leitet in der Regel etwa 25 Minuten vor dem Aufsetzen auf der Landebahn den Landeanflug ein. Dabei wird zunächst die Reiseflughöhe verlassen. In den letzten Minuten vor der Landung wird auch die ursprünglich bei etwa 865km/h liegende Geschwindigkeit reduziert. Dies geschieht mit Hilfe von Bremsklappen, die sich an den Tragflächen befinden. Während des Aufsetzens auf der Landebahn hat ein Flugzeug noch eine Geschwindigkeit von etwa 260km/h. Diese muss nun in wenigen Sekunden reduziert werden. Ein Flugzeug hat hierfür drei mögliche Bremssysteme: Die Bremsklappen an den Tragflächen, die während des Bremsvorganges am Boden den sonst auf Grund der Geschwindigkeit entstehenden Auftrieb zerstören, die Radbremsen und die Schubumkehr. Die Radbremse wird bei einer nassen Landebahn nur bedingt eingesetzt, da es auf Grund der hohen Geschwindigkeit zu Aquaplaning kommen kann. Auch im Winter wird der Einsatz der Radbremse wegen Schleudergefahr durch Glätte reduziert. Der Umkehrschub hingegen unterliegt keinen wetterbedingten Restriktionen. Einzig Lärmvorschriften an einigen Flughäfen untersagen den Einsatz des Umkehrschubes zu bestimmten Tages- und Nachtzeiten.

3.5 Die Schubumkehr

3.5.1 Grundlegende Funktion

Die Schubumkehr ist in den Triebwerken eines Flugzeuges integriert, wobei es je nach Triebwerksart unterschiedliche Konstruktionen gibt. Während des Fluges dient der gesamte Schub eines Triebwerkes der Beschleunigung bzw. Fortbewegung eines Flugzeuges. Wird im Cockpit die Schubumkehr aktiviert, werden große Teile des in Flugrichtung wirkenden Schubes entgegen der Bewegungsrichtung umgelenkt. Durch diese Wirkung wird das Flugzeug in die umgekehrte Richtung beschleunigt und somit abgebremst.

Grundlegend wird die Schubumkehr nur bei hohen Geschwindigkeiten direkt nach dem Aufsetzen des Flugzeuges eingesetzt. Zum einen entfaltet sie in diesem Moment die größte Wirkung, zum anderen ist aber ein Einsatz unter einer Geschwindigkeit von 60 Knoten (etwa 110km/h) aus Sicherheitsgründen untersagt. Durch den Luftstrahl des Umkehrschubes unterhalb dieser Geschwindigkeit könnten Steine oder im Winter Eisbrocken so aufgewirbelt werden, dass sie von den Fans des Triebwerkes wieder aufgesogen werden und dadurch Schäden im Triebwerk verursachen können.

Gesichert durch spezielle elektrische Systeme kann die Schubumkehr je nach Hersteller entweder kurz vor oder kurz nach dem Aufsetzen aktiviert werden. So wird zum Beispiel bei der Boeing 737-800 die Höhe des Flugzeuges überwacht. Ab einer Höhe von etwa drei Metern über dem Boden wird die Funktion durch den Bordcomputer freigegeben. Im Gegensatz dazu verwendet Airbus zum Beispiel in der A 330-200 einen Sensor am Hauptfahrwerk, das bei einer Landung zuerst aufsetzt. So gibt ein dort eingebauter Sensor ab einer Belastung von 2000kg ein Signal an den Bordcomputer, der die Aktivierung der Schubumkehr freigibt. Zudem müssen die Reifen am Fahrwerk mit mindestens 66% der Rollgeschwindigkeit drehen. Bei einem Einsatz der Schubumkehr während des Reisefluges könnte es zu schweren Vorfällen kommen. Ein Beispiel hierfür ist der Absturz einer Boeing 767-300 der Lauda Air im Jahre 1991. Während des Reisefluges setzte an einem Triebwerk die Schubumkehr ein. Die Maschine begann stark zu trudeln, wurde unkontrollierbar und

stürzte ab. Die genaue Ursache für den plötzlichen Einsatz der Schubumkehr ist bis heute ungeklärt.⁶

Die Schubumkehr ist die effektivste Methode, ein Flugzeug nach der Landung schnell und auf kürzester Strecke abzubremesen. Nachteilig ist jedoch, dass die Triebwerke durch die Schubumkehr an einigen Bauteilen stark belastet werden und dadurch sehr wartungsintensiv sind.

3.5.2 Die Schubumkehr am Einstrom-Strahltriebwerk



Abbildung 7: Schubumkehr an einem JT8D-Triebwerken von Pratt & Whitney⁷

Die Schubumkehr am Einstrom-Strahltriebwerk hat eine relativ einfache Wirkungsweise. Am hinteren Teil des Triebwerkes sind auf Höhe der Düse zwei Schaufeln angebracht, die bei Aktivierung der Schubumkehr in den Abgasstrahl der Düse gelenkt werden und diesen Strahl dann entgegen der Bewegungsrichtung umlenken. Hierdurch wirkt der Schub des Triebwerkes entgegen der Bewegungsrichtung und bremst somit das Flugzeug ab. Diese Schaufeln müssen auf Grund der hohen Abgastemperaturen besonders belastungsfähig sein. Sie werden deshalb zumeist aus Titan hergestellt, das mit $T=1667^{\circ}\text{C}$ einen sehr hohen

⁶ <http://www.rvs.uni-bielefeld.de/publications/Incidents/DOCS/ComAndRep/LaudaAir/LaudaRPT.html>

⁷ <http://www.airliners.net/photo/Shahen-Air/Boeing-737-201-Adv/1082317/M/>

Schmelzpunkt besitzt. Die Bedienung der Schaufeln erfolgt durch die Piloten im Cockpit über einen Hebel an den Schubreglern.

3.5.3 Die Schubumkehr am Zweistrom-Strahltriebwerk

Im Vergleich zum Einstrom-Strahltriebwerk wird am Zweistrom-Strahltriebwerk nicht der komplette Abgasstrahl umgelenkt, sondern nur der Nebenstrom, der an diesem Triebwerk hauptverantwortlich für den Schub ist (vgl. Kapitel 3.2.2). Aktivieren die Piloten die Schubumkehr, werden zum Beispiel am Rolls-Royce-Triebwerk der Airbus A 330-200 Blockierungsklappen aus dem Triebwerksmantel in den Nebenstrom gefahren. Sie leiten den Nebenluftstrom aus dem Triebwerk heraus und lenken diesen entgegen der ursprünglichen Wirkungsrichtung um. Da dieser Luftstrom entgegen der Vorwärtsbewegung des Flugzeuges wirkt, wird dieses abgebremst.

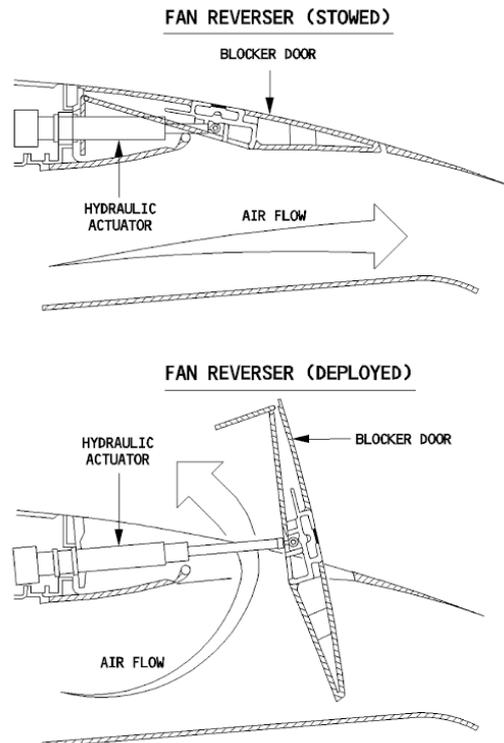


Abbildung 8: Schubumkehr an einem Rolls-Royce-Triebwerk einer A330-200⁸

⁸ Aircraft Operation Manual Airbus A330

Eine andere Bauweise ist am CFM-Triebwerk der Boeing 737-800 zu finden. Auch hier werden Blockierungsklappen in den Nebenluftstrom gefahren. Diese befinden sich in diesem Triebwerk zwischen Luftstrom und Triebwerksmantel. Fahren die Blockierungsklappen aus, öffnet sich gleichzeitig ein Teil der Triebwerksverkleidung, sodass die Luft nach außen geleitet wird. Vor dem Austreten wird die Luft in Kaskaden gelenkt, die die Richtung des Luftstromes so ändern, dass dieser entgegen der Bewegungsrichtung wirkt und damit das Flugzeug abbremst.

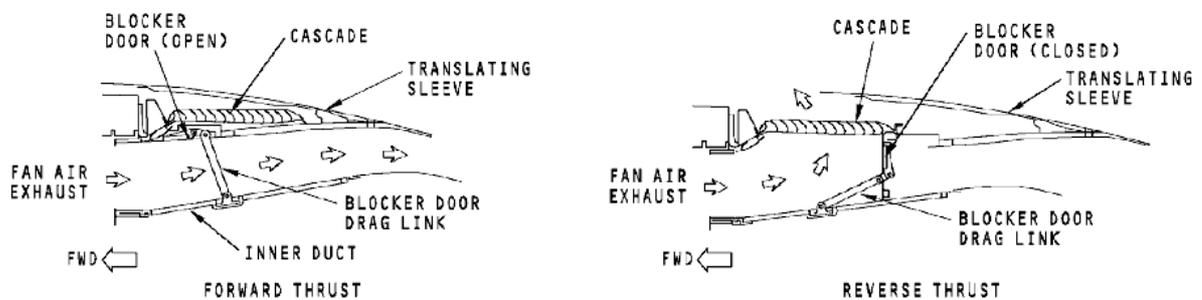


Abbildung 9: Schubumkehr am CFM-Triebwerk einer Boeing 737-800⁹

⁹ Aircraft Maintenance Manual Boeing 737NG Thrust Reverser

4. eLearning

4.1 Einleitung

Hinter dem Begriff eLearning verbirgt sich die Kurzfassung von „electronical learning“, das Lernen mit Hilfe von elektronischen Einrichtungen wie zum Beispiel Computern. Während sich Schülerinnen und Schüler in ihrer Freizeit immer mehr mit den elektronischen Medien beschäftigen, wird in der Schule vorrangig mit Büchern und Kopien gearbeitet. Mit dem eLearning gibt es eine Alternative, um Schülerinnen und Schüler durch abwechslungsreichen Medieneinsatz zu fördern und zum Lernen zu motivieren.

Ein Einsatz von eLearning im Unterricht neben Büchern und Kopien bietet sehr viele Vorteile. Jugendliche sind heute in der Regel den Umgang mit dem Computer gewohnt. Online-Bibliotheken und Hörbücher verdrängen das Buch in Papierform zunehmend. Diese Voraussetzung und auch die Motivation, am Computer zu arbeiten, sollte für das eLearning genutzt werden.

Angebotener Unterrichtsinhalt kann von jedem Lernenden in der für ihn angemessenen Schnelligkeit durchlaufen und Video- und Textsequenzen können für ein besseres Verständnis beliebig oft wiederholt werden. Gerade in der Berufsschule, in der Lerngruppen häufig durch Heterogenität in ihren Leistungsmöglichkeiten gekennzeichnet sind, bietet diese Variante des Lernens große Vorteile. Alle Lernenden können an einem für sie frei wählbaren Punkt in die Inhalte einsteigen. Ist bei einem Lernenden bereits eine Wissensbasis vorhanden, so kann er bereits bekannte Lerninhalte überspringen und die dadurch eingesparte Zeit für neue Themen nutzen. Viele Unterrichtsgegenstände können mit Hilfe von Videos oder 3D-Darstellungen anschaulicher dargestellt werden, als es an der Tafel oder auf dem Tageslichtprojektor möglich wäre. Zudem wird durch die Arbeit am Computer die Medienkompetenz des Lernenden geschult.¹⁰

Auch für die Lehrkraft bietet diese Art der Vermittlung einige Vorteile. Bei technischen Neuerungen im behandelten Lerngebiet kann der Inhalt einer Lernsequenz schnell und

¹⁰ Vergleiche DREER, Silvia: E-Learning an berufsbildenden Schulen.

unkompliziert geändert werden, da die Bearbeitung der bisher gespeicherten Dateien jederzeit erfolgen kann. Weiterhin sind die Sequenzen von zu Hause oder anderen beliebigen Orten abrufbar.

Ist innerhalb einer Lernsequenz zusätzlich noch eine Kommunikationsplattform, wie zum Beispiel ein Chat oder ein Forum, verfügbar, können sich die Lernenden auch außerhalb der Schule schnell untereinander über das Thema austauschen. Zudem ist so die Lehrkraft auch außerhalb der Schule für Fragen oder Ergänzungen erreichbar.

Bei dieser Art des Lernens ergeben sich allerdings auch einige Nachteile. Bei einer Arbeit am Computer können Jugendliche durch die Möglichkeit, im Internet zu surfen, leicht abgelenkt werden. Ist dem Lernprogramm zusätzlich ein Forum angeschlossen, so können sich die Jugendlichen verleiten lassen, sich während der Lernphase über private Themen auszutauschen. Hierfür müsste der Lehrer in diesem Forum als Moderator präsent sein.

Da das Niveau der Lerneinheit von Beginn an festgelegt ist, besteht das Risiko, manche Lernenden schon anfangs zu überfordern. Daher sollte eine Lehrkraft das vorhandene Wissen und das Abstraktionsniveau der Lernenden vor der Entwicklung / dem Einsatz der Einheit des eLearnings einschätzen können.

Insgesamt bietet das eLearning zusätzliche Möglichkeiten, den zu vermittelnden Unterrichtsinhalt aufzubereiten. Allerdings sollte diese Variante neben den in der Schule weit verbreiteten Medien, wie Bücher oder Kopien, bestehen und sie nicht vollständig ersetzen. Das eLearning sollte vielmehr eine weitere Variante zur Wissensvermittlung darstellen.

Im Folgenden werden zwei Varianten für das eLearning vorgestellt, deren Einsatz auch im Rahmen dieses Projektes denkbar ist.

4.2 Wiki

Ein Wiki (hawaiianisch: schnell) basiert auf einer Software, die es erlaubt, auf einer Online-Plattform Texte zu schreiben und abzuspeichern oder bereits bestehende Texte zu bearbeiten. Zur Erstellung eines neuen Eintrages fügt der Autor den von ihm angedachten Text in das vorgegebene Textfeld ein und lädt es auf den Server hoch. Dieser Text kann von allen Teilnehmern verändert werden, um Fehler zu beheben oder weitere Informationen hinzuzufügen. Wird ein Text versehentlich oder absichtlich gelöscht, besteht die Möglichkeit der Wiederherstellung durch andere Nutzer, da alle Versionen, die zu einem Thema entwickelt und verändert wurden, gespeichert bleiben. Bei einem Wiki ist ein gutes Layout nachrangig, da dies bei einem Eintrag einen zusätzlichen Programmierungsaufwand darstellt. Der Durchbruch der Wikis gelang im Jahr 2001, als die Online-Enzyklopädie www.wikipedia.org gestartet wurde, die mittlerweile dauerhaft unter den zehn meistbesuchten Webseiten weltweit zu finden ist.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, einen Wiki im Unterricht einzusetzen. Es kann als Online-Glossar verwendet werden, um Begriffe, die während des Unterrichts auftauchen, zu sammeln und gemeinsam zu erklären. Eine Alternative ist, wichtige Erkenntnisse des Unterrichtes und die daraus resultierenden Fragen zu dokumentieren und gegebenenfalls für einen Fragenkatalog für Prüfungen zu nutzen. Zudem kann auch zu jeder Unterrichtseinheit ein Protokoll erstellt werden, das anschließend von allen Lernenden ergänzt werden kann. So können die wichtigen Erkenntnisse einer Einheit dauerhaft gesichert und nachgeschlagen werden. Vergleichbar mit der Protokollerstellung kann auch jeder Lernende einzeln seinen Lernzuwachs dokumentieren und reflektieren. Ergeben sich weitere Fragen, so können diese von anderen hinzugefügt werden. Eine weitere Einsatzmöglichkeit besteht darin, dass die Lehrkraft bereits vorab das Thema der kommenden Unterrichtseinheit in einem Wiki mit Informationslinks und Fragen online stellt. So können sich die Lernenden auf die Einheit vorbereiten.

Auch die Erstellung eines Wikis zu einem bestimmten Oberthema ist eine alternative Lernmöglichkeit. Würden Lernende ein solches Wiki erstellen, könnten sie die Bedeutung bisher unbekannter Begriffe in Gruppen erarbeiten und das Ergebnis anschließend im Wiki niederschreiben.

Ein Wiki bietet die Vorteile, dass jeder Lernende Zugriff auf die einzelnen Einträge hat und diese bearbeiten kann. Zudem ist ein Wiki vielseitig einsetzbar. Ein großer Nachteil ist jedoch, dass die Lehrkraft einen Wiki und die darin getätigten Einträge dauerhaft auf ihre Richtigkeit überwachen muss, um eine Verbreitung von Falschinformationen zu verhindern. Gerade im Bereich der Flugzeugwartung kann die Verbreitung von falschen Informationen schwerwiegende Folgen haben.

4.3 Lernplattform

4.3.1 Grundlagen

Eine Lernplattform bietet die Möglichkeit, Lernmodule zu erstellen und so einen Wissensspeicher aufzubauen. Tests zur Lernkontrolle bzw. zur Eigenüberprüfung für den Lernenden können hierzu angelegt werden. Zudem verfügen viele Programme über ein Dialogsystem und eine Fortschrittskontrolle. Ein Dialogsystem dient der Kommunikation zwischen Lehrkraft und Lernenden sowie auch einer Kommunikation der Lernenden untereinander. Aufkommende Fragen können schnell geklärt werden, und der Lernende kann den Lernprozess ohne größere Unterbrechung fortsetzen. Durch die Fortschrittskontrolle wird überprüft, in welchem Maße das neue Wissen aufgenommen und verarbeitet wurde. Sie dient daher zum einen der Selbstkontrolle des Lernenden, zum anderen auch der Rückmeldung für die Lehrkraft. Aus den Ergebnissen können mögliche Schwächen der Lernenden herausgelesen oder noch verbesserungswürdige Bereiche im Lernmodul erkannt werden.

Eine Lernplattform zu entwickeln ist sehr zeitintensiv. Mittlerweile werden von verschiedenen Unternehmen Lernplattformen angeboten, auf denen von Autoren relativ einfach Lerneinheiten hinterlegt werden können. Aus diesem Grund bietet sich der Erwerb einer bereits erstellten Lernplattform-Software an.

Für das Projekt „Der Umkehrschub an Strahltriebwerken – Gestaltung eines Konzeptes für netzbasiertes Lernen im Rahmen der Ausbildung zum Fluggerätemechaniker“ ist bei der

Auswahl der eLearning-Software zu bedenken, dass Triebwerke stetig weiterentwickelt werden, was eine häufige Überarbeitung der zur Verfügung gestellten Information zur Folge hat. Zudem handelt es sich um ein komplexes Themengebiet, bei dem Zusammenhänge erlernt werden müssen. Eine Wissensaneignung mit falschen Informationen kann weitreichende Folgen nach sich ziehen. Somit ist es ratsam, dass dem Lernenden stets eine vollständige und informativ richtige Lernquelle zur Verfügung steht. Im Gegensatz zu einem Wiki ist eine direkte Überprüfung des Lernfortschrittes bei der Arbeit mit einer Lernplattform möglich.

Bei einem Wiki müssten die Lernenden die Informationen für die Lerneinheit selbstständig recherchieren. Jedoch verfügen nicht alle Schulen über eine ausreichende Bandbreite an Fachbüchern zu diesem Thema. Die im Internet verfügbaren Informationen sind nicht immer deckungsgleich und könnten den Lernenden verunsichern.

Vorteilhaft wäre ebenfalls, wenn die Lehrkraft durch die ausgewählte eLearning-Software die jeweiligen Stärken und Schwächen der Lernenden erkennen könnte, um Schwachstellen gezielt ausbessern zu können und somit das Niveau der Lernenden idealerweise auf einem gemeinsamen Stand halten kann.

Diese Anforderungen können von einer Lernplattform erfüllt werden, sodass sich diese hier als zu bevorzugende Möglichkeit des eLearnings darstellt und folglich für dieses Projekt ausgewählt wird.

4.3.2 ILIAS

„ILIAS ist eine elektronische Lernplattform, ein System zur Verwaltung von Lernmodulen, Tests und Übungen, ihrer Organisation in Gruppen sowie der Anwendung durch Lehrende und Lernende.“¹¹

Ein Beispiel für eine Lernplattform ist ILIAS (Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitskooperationssystem). ILIAS ist eine Open Source Software, die unter anderem von den Universitäten Hannover und Köln im Lehrbetrieb eingesetzt und vom österreichischen

¹¹ ILIAS – Die Open Source Lernplattform, 2009 [4], Buchrückseite

Bildungsministerium als Lernplattform für die Nutzung an Schulen empfohlen wird. ILIAS ist kostenfrei und die Bedienung ist für die Lehrkraft wie auch für den Lernenden einfach gehalten.

Zum Betrieb von ILIAS ist ein Administrator für die Lernplattform erforderlich. Ist die Lernplattform an der Schule bereits weit verbreitet, sollte die Administration ein EDV-Mitarbeiter oder eine Informatik-Lehrkraft übernehmen. Wird die Lernplattform nur in einzelnen Klassen oder von bestimmten Lehrkräften im Unterricht eingesetzt, ist eine der nutzenden Lehrkräfte als Administration einzusetzen.

Für die Nutzung von ILIAS ist eine Anmeldung der Lernenden erforderlich. Die Anmeldung kann grundsätzlich auf drei verschiedenen Wegen erfolgen, die der Administrator der Lernplattform in den Voreinstellungen auswählen kann.

Zur Auswahl stehen:

- Keine Registrierung möglich
- Direkte Anmeldung
- Neuanmeldung mit Überprüfung

Für eine Schule ist die Möglichkeit der Lernenden, sich selbst registrieren zu können (direkte Anmeldung), die Variante mit dem geringsten Aufwand für den Administrator. Eine Überprüfung der Neuanmeldung, zum Beispiel ein Abgleich mit einer Klassenliste, bietet jedoch die Möglichkeit, nicht erwünschte Nutzer von der Lernplattform fernzuhalten.

In ILIAS wird bei den Teilnehmern grundlegend in Dozent (Autor), Teilnehmer und Gast unterschieden. Zur Erstellung von Lernmodulen wird der Dozenten-Status benötigt. Für das Lesen und Bearbeiten einer Lerneinheit ist der Teilnehmer-Status, und bei entsprechender Freischaltung auch der Gast-Status (ansonsten nur Leserecht) ausreichend. Welcher Status bei der Anmeldung für den Nutzer vergeben wird, kann vom Administrator vorab festgelegt werden. Sinnvoll ist eine Eingruppierung in Gast oder Teilnehmer, um unerwünschte Einträge zu verhindern. Eine Statusänderung zum Autoren/Dozenten kann nur vom Administrator vorgenommen werden.

ILIAS besteht aus einem öffentlichen und einem geschützten Bereich. Der öffentliche Bereich ist für jeden Besucher auf der Startseite einsehbar. Er besteht aus dem Magazin, in dem alle Lernmodule hinterlegt sind und dort abgerufen werden können. Werden Lernmodule im öffentlichen Bereich abgelegt, kann jede beliebige Person diese nutzen. Die anderen Bereiche sind zwar sichtbar, der Besucher besitzt ohne gültigen Zugang jedoch keine Leseberechtigung.¹²

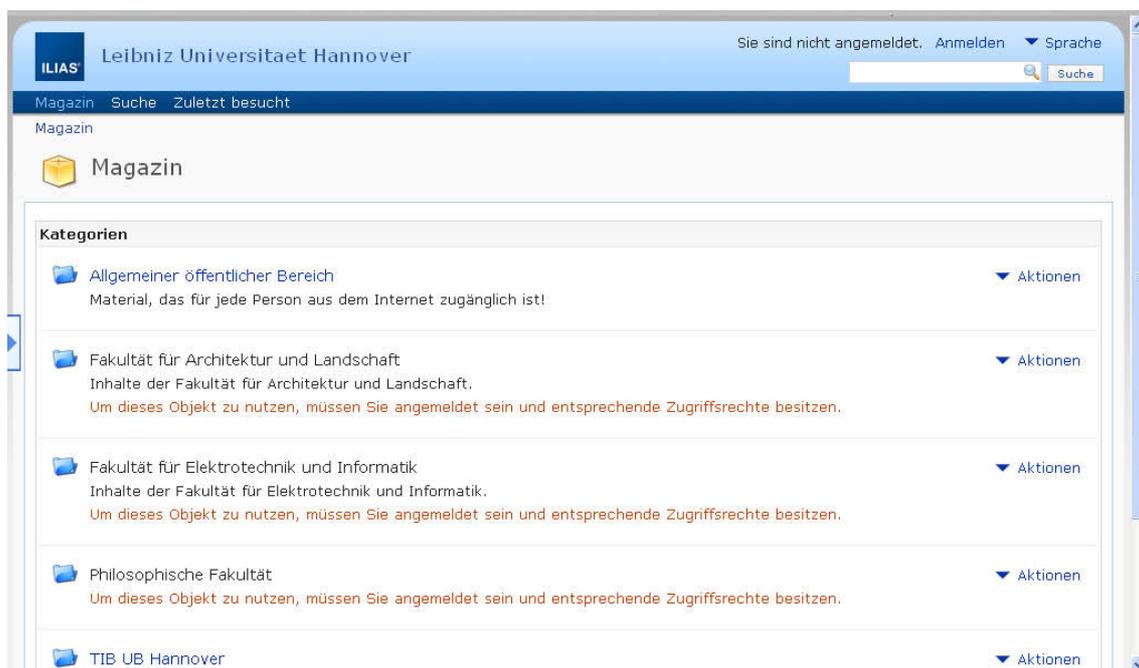


Abbildung 10: Screenshot Magazin-Übersicht ILIAS

Der geschützte Bereich ist nur nach Eingabe von Benutzername und Passwort einzusehen. Die Startseite des geschützten Bereiches wird „Persönlicher Schreibtisch“ genannt (Abbildung 11). Dort sind in einer Übersicht alle Lernmodule vermerkt, die vom Teilnehmer bisher genutzt und dort als Link hinterlegt wurden. Die nach jedem Einloggen erforderliche Suche der genutzten Module im Magazin ist somit nicht mehr notwendig.

¹² Vergl.: ILIAS – Die Open Source Lernplattform, 2009 [4], S57-61



Abbildung 11: Screenshot Übersicht persönlicher Schreibtisch ILIAS

Sucht der Teilnehmer ein noch nicht auf dem „persönlichen Schreibtisch“ hinterlegtes Lernmodul, gelangt er über den Link „Magazin“ in der oberen Taskleiste in eine Übersicht der Kategorien. Hier kann der Teilnehmer aus verschiedenen Bereichen auswählen:



Abbildung 12: Screenshot Magazin-Übersicht nach Login

Bei der Auswahl einer Kategorie, hier beispielhaft „Bachelorarbeit Pollmer“, erfolgt die Weiterleitung zu einer Übersicht aller hier hinterlegten Lernmodule.

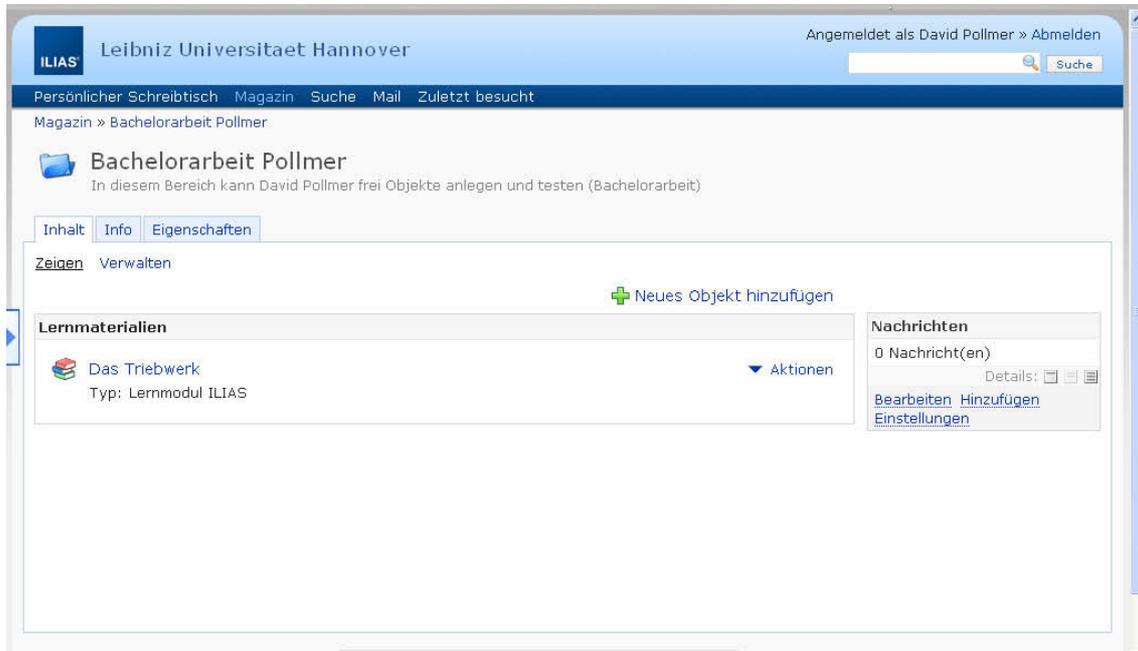


Abbildung 13: Screenshot Übersicht ausgewählter Ordner

Abschließend erfolgt die Auswahl des Lernmoduls, welches der Teilnehmer bearbeiten möchte.

5. Lernziele

5.1 Definition

Der Unterrichtsinhalt ist durch den Rahmenlehrplan vorgegeben. In diesem sind die in den Lerneinheiten zu behandelnden Themen festgelegt. Für einen strukturierten Unterricht sind die Themen zu präzisieren. Die Präzisierung erfolgt durch Lernziele, die von der Lehrkraft für den Unterricht aufgestellt werden. Diese enthalten Aussagen über den Lernzuwachs, den die Lernenden erreichen sollen. Die Lernziele sollen das erwünschte und beobachtbare Endverhalten des Lernenden und den Bedarf an Wissenszuwachs wiedergeben.

Es erfolgt eine Unterteilung in drei verschiedene Lernzielebenen:

- a) Richtziele
- b) Grobziele
- c) Feinziele

a) Richtziele

Richtziele werden übergreifend für mehrere Unterrichtseinheiten und Fachgebiete erstellt.

Beispiel: Die Lernenden sollen Medienkompetenz erwerben.

b) Grobziele

Grobziele beschreiben das Ziel einer Unterrichtseinheit oder einer Stunde.

Beispiel: Die Lernenden sollen den Umgang mit einem PC-Programm erlernen.

c) Feinziele

Feinziele stellen Lernschritte innerhalb der einzelnen Unterrichtsphasen dar.

Beispiel: Die Lernenden sollen lernen, dass für die Erstellung eines Diagramms in Excel erst Werte in einer Tabelle eingegeben werden müssen.

Die Inhalte der Lernziele werden in die kognitiven, affektiven und psychomotorischen Bereiche unterteilt. Während die kognitive Dimension die Handlungen beschreibt, die zum Beispiel mit Wahrnehmung, Lernen oder Kreativität zusammenhängen, beschreibt die affektive Dimension die Handlungen auf emotionaler Ebene. In die psychomotorische Dimension werden bewusst und unbewusst gesteuerte Bewegungen eingeordnet.

Die einzelnen Dimensionen werden in verschiedene Unterstufen gegliedert.

a) Kognitive Lernziele

- a. Kenntnisse
- b. Verständnis
- c. Anwendung
- d. Analyse
- e. Synthese
- f. Beurteilung

b) Affektive Lernziele

- a. Aufmerksam werden/Beachten
- b. Reagieren
- c. Werten
- d. Strukturierter Aufbau eines Wertsystems
- e. Erfüllt sein durch einen Wert oder eine Wertstruktur

c) Psychomotorische Lernziele

- a. Imitation
- b. Manipulation
- c. Präzision
- d. Handlungsgliederung
- e. Naturalisierung

Die Unterstufen bauen jeweils aufeinander auf. Die Lernziele sollten zielorientiert strukturiert werden.

5.2 Lernziele für das Projekt

Mit der Durchführung des Projektes sollen im Rahmen der Ausbildung zum Fluggerätemechaniker verschiedene Lernziele verfolgt werden.

- Richtziele:
 - Der Lernende soll mit Hilfe der schulischen Ausbildung die Arbeitsfähigkeit erlangen.
 - Der Lernende soll eine hohe Medienkompetenz erwerben.

- Grobziel:
 - Der Lernende soll den Aufbau und die Funktion von Schubumkehranlagen erklären.

- Feinziele:
 - Der Lernende soll den Umgang mit der Lernplattform ILIAS erläutern.
 - Der Lernende soll den Aufbau der Schubumkehr wiedergeben können.
 - Der Lernende soll die Funktion der Schubumkehranlage erklären können.
 - Der Lernende soll die besonderen Belastungen am Triebwerk, die während des Einsatzes der Schubumkehranlage auftreten, aufzeigen können.
 - Der Lernende soll den Nutzen und die Vor- und Nachteile der Schubumkehranlage wiedergeben können.
 - Die Lernenden sollen innerhalb der Aufgabenstellung die Vorgabe von Arbeitsschritten beachten können.
 - Die Lernenden sollen über einen längeren Zeitraum zielgerichtet ein vorgegebenes Lernprogramm bearbeiten können.

6. Erstellung der Lerneinheit in ILIAS

6.1 Erstellung einer neuen Lerneinheit innerhalb einer Kategorie

Zur Erstellung einer Lerneinheit in ILIAS ist der Status „Autor“ erforderlich, der vom Systemadministrator vergeben wird.

Zuerst ist im Magazin eine Kategorie auszuwählen, in der zu einem späteren Zeitpunkt die Lerneinheit zu finden sein soll.

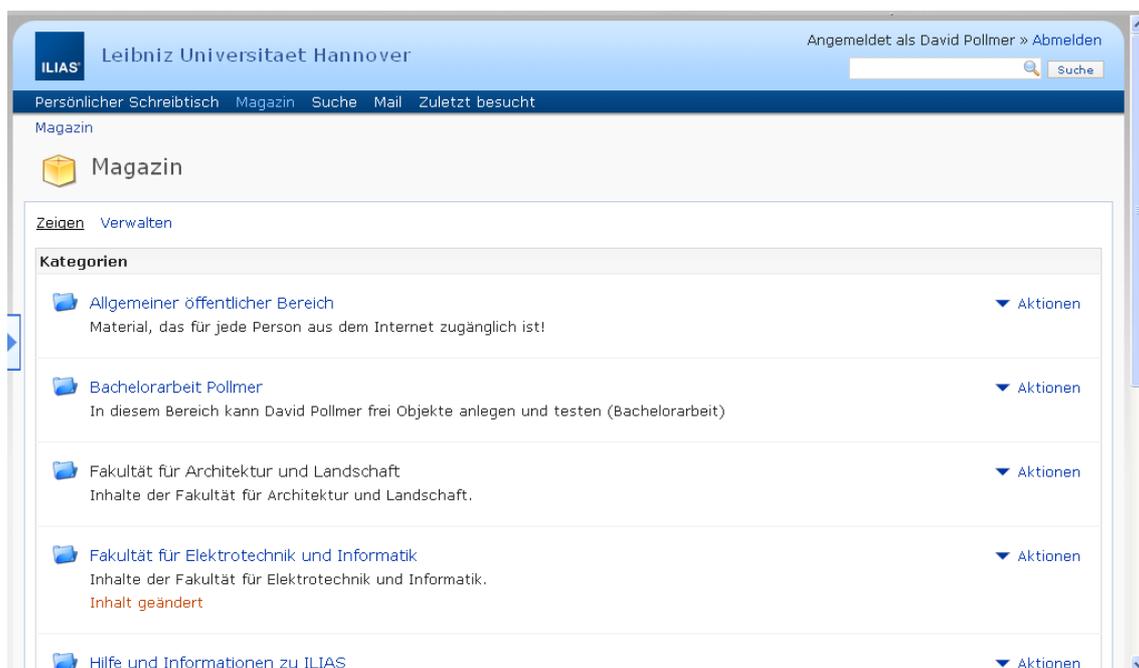


Abbildung 14: Screenshot Magazin

Hierfür wurde die Kategorie „Bachelorarbeit Pollmer“ erstellt (Abbildung 14). Über den Button „Neues Objekt hinzufügen“ (Abbildung 15) kann im nächsten Schritt aus den nunmehr vorgegebenen Objektstandards das „Lernmodul ILIAS“ ausgewählt werden.

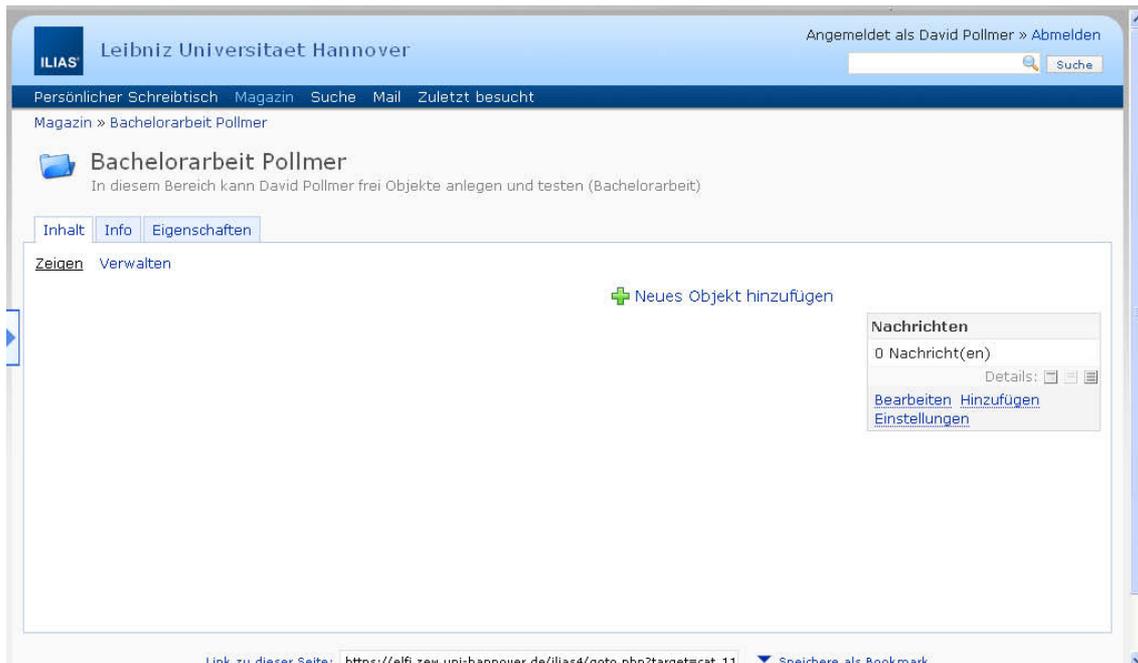


Abbildung 15: Screenshot Objekterstellung

Anschließend wird das Lernmodul benannt („Die Schubumkehr an Strahltriebwerken“) und eine Beschreibung hinzugefügt:

„In dieser Einheit kann sich der Lernende mit der Schubumkehr an Strahltriebwerken beschäftigen. Da die Schubumkehr im Triebwerk integriert ist, wird zuerst ein kurzer Einblick in den Aufbau und die Funktion eines Triebwerks gegeben. Anschließend kann der Lernende Aufbau und Funktion der Schubumkehr kennenlernen.“

Mit der Aktivierung des unter den Textfeldern befindlichen Buttons „ILIAS-Lernmodul anlegen“ öffnet sich eine Übersicht des Lernmoduls.

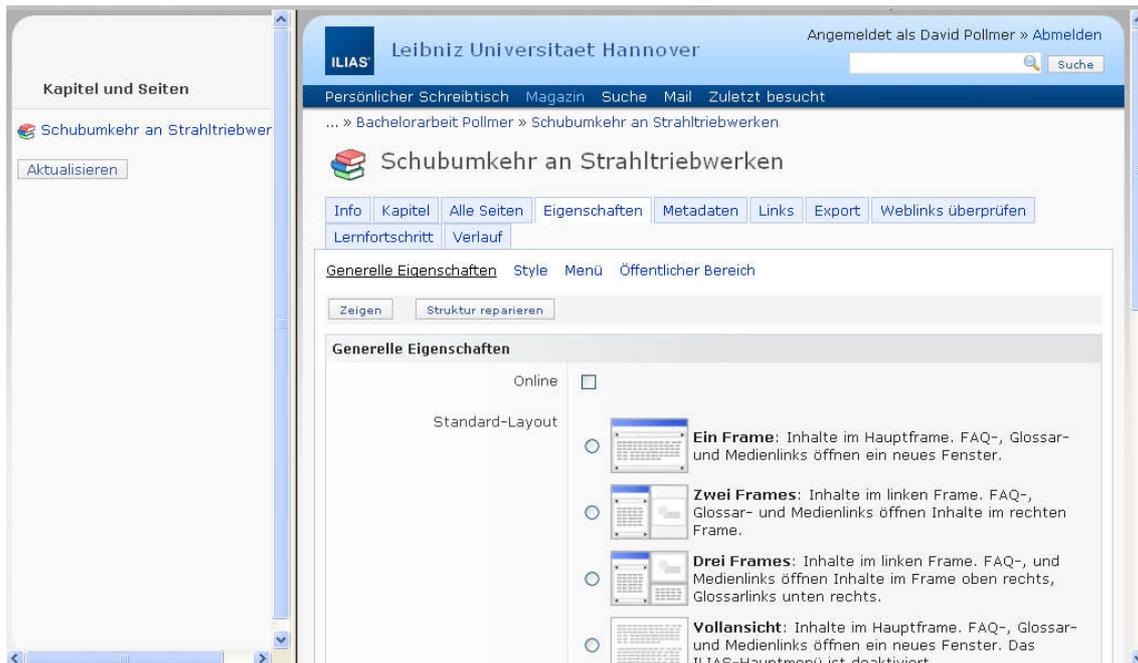


Abbildung 16: Screenshot Übersicht Lerneinheit

In dieser Übersicht lassen sich verschiedene Bereiche auf Karteireitern auswählen und bearbeiten. Der erste Reiter mit dem Namen „Info“ enthält Informationen zum eigenen Lernfortschritt sowie die Beschreibung des Moduls. Im zweiten Reiter „Kapitel“ können neue Kapitel im Lernmodul erstellt werden. Unter „Alle Seiten“ werden die im Lernmodul abgelegten Seiten aufgeführt. Im Bereich „Eigenschaften“, der auch nach Eröffnung des Lernmoduls auf dem Bildschirm angezeigt wird, kann das Layout geändert und das Hinzufügen öffentlicher Notizen durch andere Nutzer an- oder abgewählt werden. Der Reiter „Meta-Daten“ ist zusätzlich in mehrere Unterkapitel unterteilt. Wichtig ist hier der in der Vorauswahl befindliche Unterreiter „Schnellbearbeitung“. Hier lassen sich Titel und Beschreibung des Lernmoduls ändern, Schlagwörter, Autoren und Copyrightrechte hinzufügen und auch typische Lernzeiten vordefinieren, die ein Lernender mindestens zur Bearbeitung des Moduls aufwenden muss, um den Status „bearbeitet“ zu erreichen. Unter „Links“ werden verschiedene Verlinkungen innerhalb des Lernmoduls angezeigt. Der Bereich „Export“ dient dem Export einzelner Inhalte, zum Beispiel in eine Excel-Datei. Unter dem Reiter "Weblinks überprüfen" sind alle innerhalb des Lernmoduls aufgeführten Weblinks aufgelistet. Sie können hier auf ihre Gültigkeit überprüft werden. Führt ein innerhalb der Lerneinheit benutzter Link ins Leere, so wird dieses unter diesem Reiter angezeigt.

In der zweiten Zeile können die Reiter „Lernfortschritt“, „Verlauf“ und „Rechte“ ausgewählt werden. Der Bereich „Lernfortschritt“ ist in drei Unterbereiche unterteilt. Im Abschnitt „Lernfortschritt der NutzerInnen“ werden die Lernenden aufgeführt, die an diesem Lernmodul bisher teilgenommen haben. Zudem werden auch Status und Note dieser angezeigt. Des Weiteren gibt es den Unterbereich „Zugriffsstatistiken“, in dem der Autor abfragen kann, wie viele Lernende in welchem Zeitraum das Lernmodul angewählt haben. In dem Unterbereich „Einstellungen“ kann der Autor auswählen, wann der Lernende den Status „bearbeitet“ erhält. Insgesamt stehen vier verschiedene Modi zur Auswahl. Neben der kompletten Deaktivierung der Lernfortschrittsermittlung kann der Status „bearbeitet“ entweder erst nach einer bestimmten Anzahl von Aufrufen ausgegeben werden oder nach Erreichen der typischen Lernzeit. Voreingestellt ist, dass die Lernenden selbst entscheiden, ob ein Kapitel als „bearbeitet“ markiert werden kann oder nicht. Diese Einstellung wird für das Lernmodul „Die Schubumkehr an Strahltriebwerken“ gewählt. Somit obliegt die Entscheidung, ein Kapitel als „bearbeitet“ abzuschließen, beim Lernenden. Im Reiter „Verlauf“ wird hinterlegt, wann von welchem Autor an der Lerneinheit gearbeitet wurde. Im Reiter „Rechte“ können verschiedenen Benutzergruppen unterschiedliche Rechte zur Bearbeitung eingeräumt werden.

6.2 Erstellung des Kapitels „Einstrom-Strahltriebwerk“

6.2.1 Erstellung eines neuen Kapitels

Mit der Aktivierung des Reiters „Kapitel“ ergibt sich die Möglichkeit, ein oder mehrere Kapitel in einem dafür vorgegebenen Platzhalter einzufügen und zu speichern (Abbildung 17), hier: „Einstrom-Strahltriebwerke“.

Der Umkehrschub an Strahltriebwerken –
Gestaltung eines Konzeptes für netzbasiertes Lernen im Rahmen der Ausbildung zum Fluggerätemechaniker



Abbildung 17: Screenshot Kapiteleröffnung

Ein Klick auf den Platzhalter öffnet die Auswahl, wie viele neue Kapitel eröffnet werden sollen. In einem Kapitel können mehrere Unterseiten mit verschiedenen Titeln erstellt werden. Wählt man in der Navigationsleiste auf der linken Seite das neu erstellte Kapitel aus, erscheint ein Überblick über dieses (Abbildung 18).

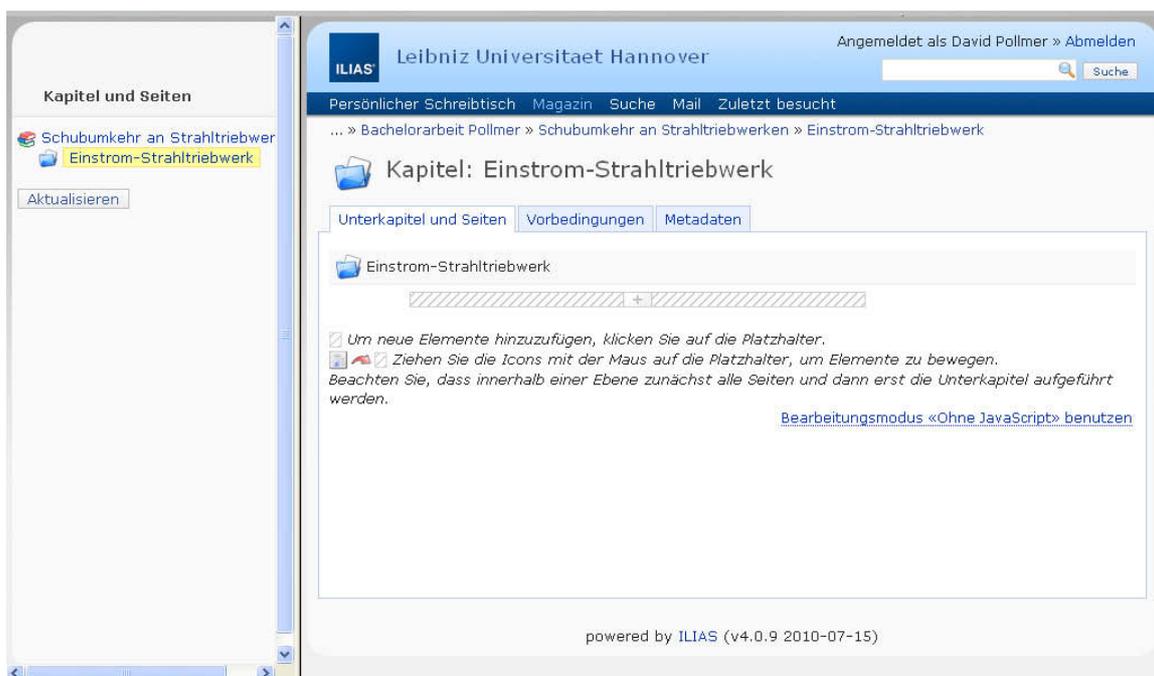


Abbildung 18: Screenshot Kapitelüberblick

Die Einrichtung von Unterkapiteln und auf der nächsten Ebene von Seiten erfolgt in gleicher Weise. Eine Darstellung der Eingaben und der Themen-Ebenen wird durch Anklicken der Kapitelbezeichnung in der Navigationsleiste ersichtlich.

Zum Unterkapitel „Einstrom-Strahltriebwerk“ wird nunmehr die Seite „Aufbau und Funktion des Einstrom-Strahltriebwerkes“ angelegt. Nach einem Klick auf den auf der neu erstellten Seite befindlichen Platzhalter wird eine Auswahl von Befehlen vorgegeben, mit denen neben Tabellen, Programmcodes und Inhaltsbausteinen auch die für dieses spezielle Projekt wichtigen Elemente wie Text- oder Bild/Audio/Video-Dateien eingefügt werden können.

6.2.2 Einfügen einer Abbildung

Zum Einfügen einer Abbildung – hier: Abbildung eines Einstrom-Strahltriebwerkes – wird der Button „Bild/Audio/Video-einfügen“ genutzt. In dem sich öffnenden Fenster (Abbildung 19) kann die gewünschte Abbildung gesucht und ausgewählt werden, um diese auf der Lernplattform zu speichern. Abbildungen und Bilder können in den Formaten .jpg, .jpeg und .tif hochgeladen werden. Ergänzend können ein Bildtitel („Einstrom-Strahltriebwerk“), der in der Lerneinheit oberhalb des Bildes angezeigt wird, und eine Bildunterschrift („Dieses ist der Aufbau eines Einstrom-Strahltriebwerkes.“), die unterhalb des Bildes angezeigt wird, hinzugefügt werden. Mit dem Button „Speichern“ wird die ausgewählte Abbildung auf der Seite abgelegt.



Abbildung 19: Screenshot zum Einfügen eines Medien-Objekts

Mit einem Klick auf den Platzhalter können weitere Medien eingefügt werden. Durch Auswahl des Buttons „Text hinzufügen“ kann die Abbildung mit einem erklärenden Text ergänzt werden.

Hier wird der folgende Text mit der Tastatur eingegeben und durch einen Klick auf "Speichern" dauerhaft hinzugefügt. Der Text kann auch durch das Verfahren „kopieren und einfügen“ aus einem anderen Dokument übernommen werden:

„Die Luft wird durch die Fans ("Intake" = Einlass) in einen Axialverdichter ("Compression" = Kompression) geleitet. Dort wird die Luft für die Brennkammer stark komprimiert. Anschließend werden 20% der Luft zum Verbrennvorgang ("Combustion" = Verbrennung) geleitet. Die restliche Luft wird zur Kühlung der Brennkammer genutzt.

Die Abgase, die durch die Verbrennung in der Brennkammer entstehen, werden in eine Turbine ("Turbine") geleitet, durch die eine Welle angetrieben wird, auf der die Fans angeordnet sind. Danach wird die Luft über eine Düse aus dem Triebwerk geleitet und dient dem Vortrieb ("Exhaust" = Abgas).“

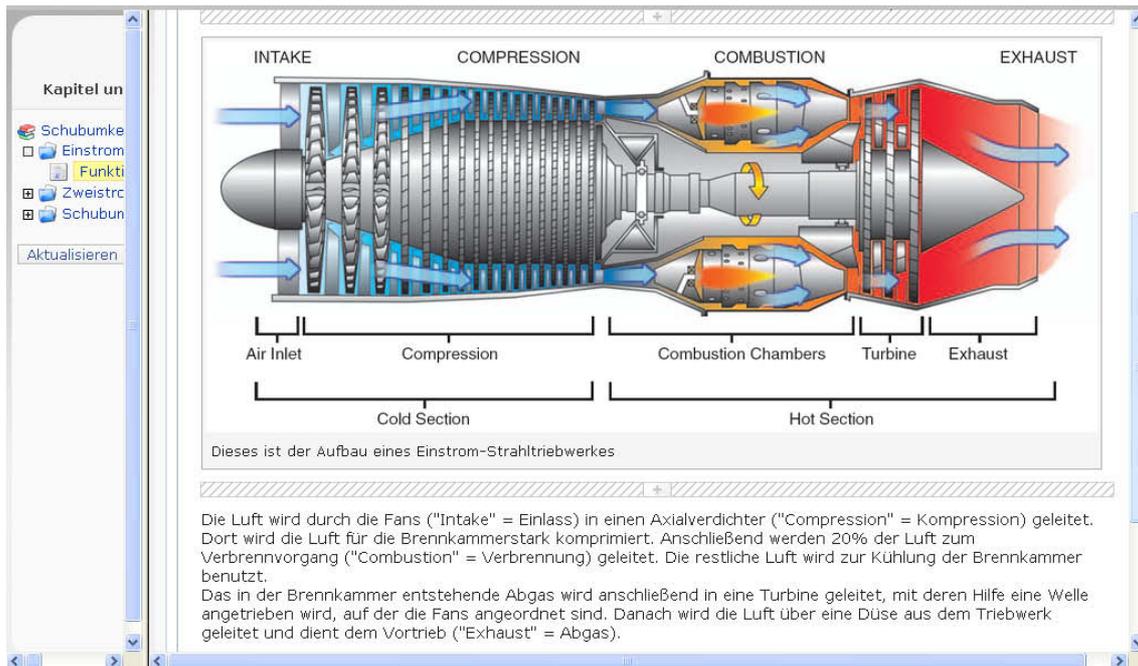


Abbildung 20: Screenshot Kapitel Einstrom-Strahltriebwerk

Damit ist die erste Seite der Lerneinheit entstanden.

6.3 Erstellung des Kapitels „Zweistrom-Strahltriebwerk“

Eine ähnliche Nachschlageseite sollte auch für das Zweistrom-Strahltriebwerk erstellt werden. Hierfür wird zunächst auf der höchsten Ebene („Schubumkehr an Strahltriebwerken“) ein neues Kapitel erstellt und benannt („Zweistrom-Strahltriebwerk (Mantelstrom-Triebwerk)“).

Nach einem Klick auf das erstellte Kapitel folgt die Eröffnung einer neuen Seite und die Eingabe des Namens („Aufbau und Funktion des Zweistrom-Strahltriebwerkes“). Diese kann in der Navigationsleiste ausgewählt werden. Durch einen Klick auf den Platzhalter kann eine Abbildung eingefügt und mit einer Bildunterschrift versehen werden. Im Anschluss wird durch einen erneuten Klick auf den Platzhalter ein Textfeld eröffnet, der Text eingegeben und gespeichert (Abbildung 21):

„Im Zweistrom-Strahltriebwerk werden nur etwa 20% der durch die Fans strömenden Luft für den Verbrennungsvorgang genutzt. Diese Luft wird durch einen Hochdruckverdichter

komprimiert und anschließend in die Brennkammer geleitet. Die bei der Verbrennung entstehenden Abgase treiben eine Turbine an, mit deren Hilfe der Hochdruckverdichter arbeitet. Anschließend wird mit den Abgasen eine weitere Turbine angetrieben, durch welche die Fans in Rotation versetzt werden.

Die nicht im Verbrennungsprozess benötigte Luft wird über den Mantel aus dem Triebwerk geleitet. Dieser Luftstrom umhüllt den heißen und geräuschintensiven Abgasstrahl und dämmt ihn somit ab.

Im Zusammenhang mit diesem Triebwerk wird oft von dem so genannten Nebenstromverhältnis gesprochen. Dieses drückt die Luft im Nebenstrom zur Luft für die Verbrennung aus. Bei einem CFM-Triebwerk der Boeing 737-800 liegt das Verhältnis etwa bei 5:1. Das bedeutet, dass ein Teil Luft in die Brennkammer geleitet wird, während fünf Teile Luft durch den Mantel an der Brennkammer vorbeigeführt werden und damit für den Vorschub sorgen.“

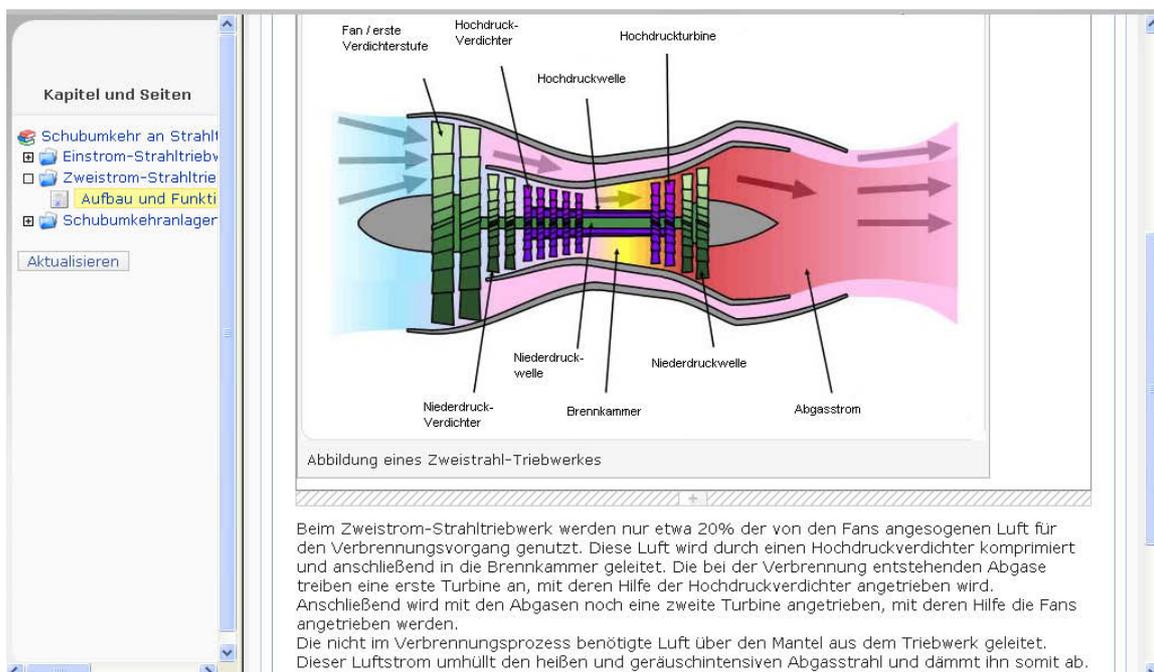


Abbildung 21: Screenshot Kapitel Zweistrom-Strahltriebwerk

6.4 Erstellung des Kapitels „Schubumkehranlagen“

6.4.1 Erstellung der Seite „Schubumkehr am Einstrom-Strahltriebwerk“

Auf der höchsten Ebene wird ein neues Kapitel eröffnet und benannt („Schubumkehranlagen“). Hier entstehen die Unterkapitel „Schubumkehr am Einstrom-Strahltriebwerk“ und „Schubumkehr am Zweistrom-Strahltriebwerk“. Durch einen Klick auf den Platzhalter und anschließend auf die „2“ können zeitgleich zwei neue Unterkapitel erstellt werden. Nach der Titel-Eingabe werden diese mit einem Klick auf die Schaltfläche „Titel speichern“ gesichert.

Zunächst wird das Unterkapitel „Umkehrschub an Einstrom-Strahltriebwerken“ erstellt. Dafür wird mittels des Platzhalters eine neue Seite eröffnet und benannt („Aufbau und Funktion der Schubumkehr am Einstrom-Strahltriebwerk“). Diese wird dann in der Navigationsleiste ausgewählt, um auf die Oberfläche dieser Seite zu gelangen, damit sie bearbeitet werden kann.

Als Seitenbeginn wird ein Foto eines Einstrom-Strahltriebwerkes mit ausgefahrenen Titanschaufeln an einer Boeing 737-200 eingefügt und mit einer entsprechenden Bildunterschrift („Ausgefahrene Titanschaufeln als Schubumkehranlage an einer Boeing 737-200.“) versehen.

Unterhalb dieses Bildes wird eine kurze Textpassage eingefügt, in der auch die in ILIAS angelegte Seite „Aufbau und Funktion des Einstrom-Strahltriebwerkes“ verlinkt werden soll.

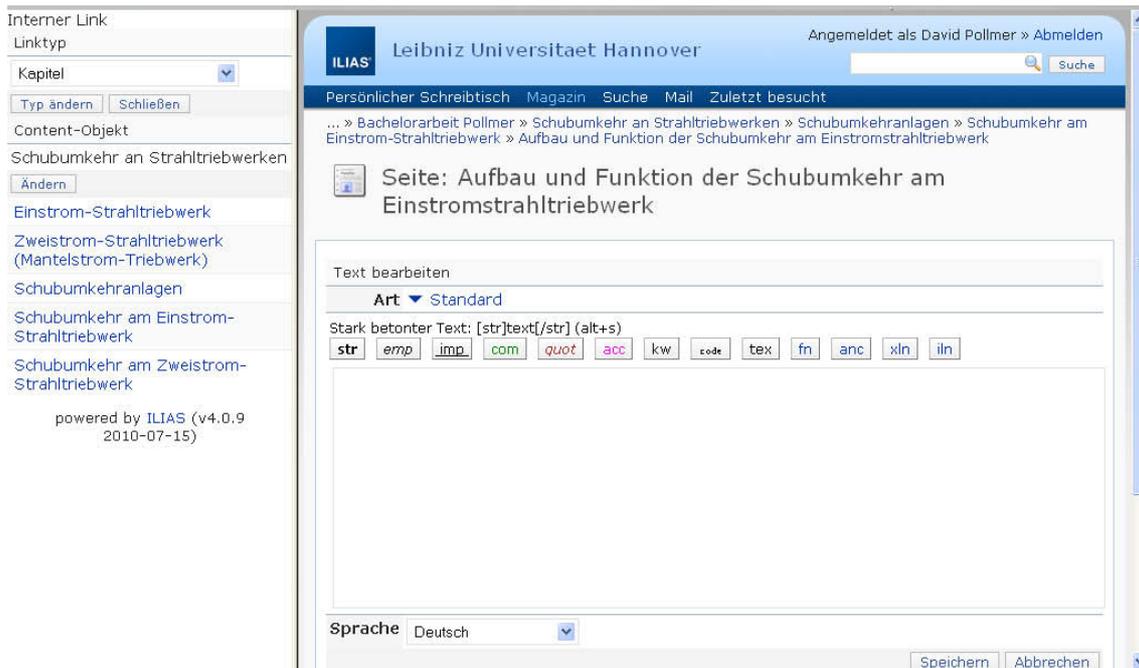


Abbildung 22: Screenshot Textfeld

Der Button für die Erstellung eines Links befindet sich oberhalb des Textfeldes. Hier sind diverse Buttons angeordnet, die folgende Bedeutungen haben:

str : Eine starke Betonung des Textes durch fett gedruckte Buchstaben

emp : Eine Betonung durch kursiv gedruckte Buchstaben

imp : Eine Betonung durch Unterstreichung des Textes

com : Anlegen eines Kommentares in grüner Schrift

quot : Anlegen eines Zitates in roter Schrift

acc : Akzentsetzung durch Hervorhebung in violettfarbener Schrift

kw : Nutzung dieses Wortes als Schlagwort für die Schlagwortsuche

code : Einfügen eines Programmcodes

tex : Einfügen eines LaTeX-Codes

fn : Einfügen einer Fußnote

anc : Setzen eines Ankers für eine darauf führende Verlinkung

xln : Einfügen eines extern abgelegten Links

iln : Einfügen eines Links innerhalb von ILIAS

Durch einen Klick auf „iln“ zum Einfügen eines internen Links öffnet sich auf der linken Seite ein Fenster mit den bereits in ILIAS angelegten Kapiteln. In diesem Fenster befindet sich oben eine Auswahl der Linktypen (Abbildung 22). Hier können unter anderem Kapitel oder Seiten ausgewählt werden. Nach Auswahl einer Seite wird im Textfeld automatisch „**[iln page="2858"][/iln]**“ eingefügt. Zwischen den zwei in eckige Klammern gesetzten Befehlen kann nun die Beschreibung des Links eingefügt werden. Dadurch entsteht folgender Quellcode für den Text:

„[iln page="2858"]Die vom Triebwerk erzeugten Abgase[/iln] treten durch die Düse aus, um den nötigen Schub zu erzeugen.

Bei der Schubumkehr werden zwei Titanschaufeln in den Abgasstrahl gefahren. Sie lenken den Abgasstrahl um.“

Die Verlinkung ist auf der fertigen Seite unterstrichen und in blau gefärbt.

Im nächsten Schritt soll ein bei YouTube abgelegtes Video eingebunden werden. Durch einen Klick auf den Platzhalter und die Auswahl des Reiters „Bild/Audio/Video einfügen“ wird die Seite erreicht, auf der ausgewählt werden kann, woher die Datei stammt. Hier muss die Auswahl auf „URL“ geändert werden. Nach Eingabe der Internetadresse und der Bildunterschrift kann das Video eingebunden werden. Es wird nicht auf die Lernplattform hochgeladen, sondern lediglich verlinkt und in einem Fenster innerhalb der entsprechenden Seite angezeigt.

Darauf folgend werden wieder ein kurzes Textfeld (**„Es entsteht ein Schub entgegen der Bewegungsrichtung und das Flugzeug wird abgebremst.“**) und ein weiteres Video auf dem bereits oben erläuterten Weg eingebunden. Das Video wird mit der folgenden Bildunterschrift versehen:

„Einsetzende Schubumkehr bei der Landung einer Boeing 737-200. Durch die nasse Runway ist die Umlenkung des Schubstrahles sehr gut ersichtlich.“

Die Seite „Schubumkehr an Einstrom-Strahltriebwerken“ ist damit erstellt.

6.4.2 Erstellung der Seiten „Schubumkehr am Zweistrom-Strahltriebwerk“

Es folgt die Erstellung der Seiten zur Schubumkehr an Zweistrom-Strahltriebwerken. Da es bei dieser Triebwerksart verschiedene Bauformen gibt, sind mehrere Seiten erforderlich. Die erste Seite soll der Übersicht der verschiedenen Bauarten dienen. Damit während der Erstellung der Übersichtsseite bereits auf die einzelnen Seiten der dargestellten Beispiele verlinkt werden kann, müssen die Links bereits vorab erstellt werden.

In der Navigationsleiste wird das Kapitel „Schubumkehr an Zweistrom-Strahltriebwerken“ geöffnet und auf dem bekannten Weg eine neue Seite erstellt: „Seite 1: Übersicht über die verschiedenen Schubumkehr-Bauarten“. In der Navigationsleiste wird anschließend die neu erstellte Seite zur Bearbeitung ausgewählt.

Zunächst wird auf dieser Seite ein Textfeld erstellt, in dem nach dem bereits ausgeführten Muster drei Verlinkungen zu verschiedenen Kapiteln und Seiten eingesetzt werden.

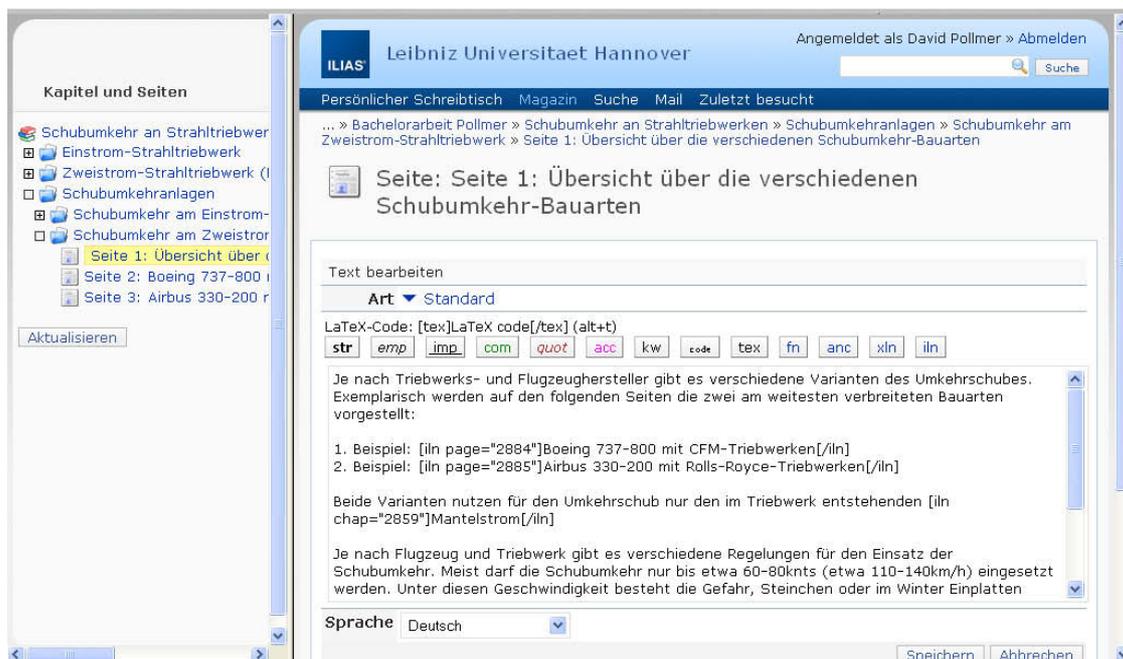


Abbildung 23: Screenshot ausgefülltes Textfeld

Zudem sollen einige grundlegende Erklärungen zur Schubumkehr in diesem Textfeld eingefügt und anschließend durch einen Klick auf „Speichern“ gesichert werden:

„Je nach Triebwerks- und Flugzeughersteller gibt es verschiedene Varianten der Schubumkehr. Exemplarisch werden auf den folgenden Seiten die zwei wichtigsten Bauarten vorgestellt:

1. Beispiel: [iln page="2884"]Boeing 737-800 mit CFM-Triebwerken[/iln]

2. Beispiel: [iln page="2885"]Airbus 330-200 mit Rolls-Royce-Triebwerken[/iln]

Beide Varianten nutzen für die Schubumkehr nur den im Triebwerk entstehenden [iln chap="2859"]Mantelstrom[/iln]

Je nach Flugzeug und Triebwerk gibt es verschiedene Regelungen für den Einsatz der Schubumkehr. Meist darf die Schubumkehr nur bis etwa 60-80knts (etwa 110-140km/h) eingesetzt werden. Unter dieser Geschwindigkeit besteht auf Grund der Bodennähe der Triebwerke die Gefahr, Steinchen oder im Winter Eisplatten aufzuwirbeln. Diese würden durch den nach vorn wirkenden Schub vor den Triebwerkseinlass geblasen und könnten durch die Fans eingesogen werden und das Triebwerk schwer beschädigen.

So hat zum Beispiel das Militärflugzeug C-17 von Boeing sehr hoch angebrachte Triebwerke. Dies hat unter anderem den Vorteil, dass der Umkehrschub auch zum Rückwärtsfahren benutzt werden kann, wie das folgende Video zeigt:“

Das einzufügende Video ist ein YouTube-Video. Es wird auf dem bereits beschriebenen Weg unterhalb des Textes eingefügt und mit folgendem Text unterhalb des Videos versehen:

„Auf diesem Video startet die C-17 und kehrt bei Minute 0:41 wieder zum Ausgangspunkt zurück. Nach der Landung ist der Einsatz des Umkehrschubes ersichtlich.“

Damit ist die erste Seite in diesem Kapitel erstellt und es können die Beispiele zur Schubumkehr folgen.

Zuerst wird die Schubumkehr mit Hilfe von Kaskaden an einer Boeing 737-800 mit CFM-Triebwerken dargestellt. Begonnen wird mit einem Textfeld:

„Am CFM-Triebwerk werden Klappen, die sich zwischen Außenhaut und Mantelstrom befinden, in den Mantelstrom gefahren. Zeitgleich schiebt sich ein Teil der Triebwerksverkleidung zurück. Hierdurch kann der Luftstrom entweichen. Dies ist im folgenden Video, aufgenommen an einer Boeing 767-400 mit baugleicher Schubumkehr, sehr gut sichtbar:“

Das angesprochene Video wird auf dem bekannten Weg als im Internet hinterlegtes Video eingefügt und mit folgender Unterschrift versehen:

„Testlauf der Schubumkehr-Verkleidung an einer Boeing 767-400. Bitte vor Beginn der Videosequenz die Lautstärke reduzieren, da die Aufnahme sehr laut ist!“

Auf das Video folgt erneut eine Textpassage:

Damit der Luftstrom nicht zur Seite entweicht, wird er in die unter der Abdeckung befindlichen Kaskaden geleitet. Diese lenken den Luftstrom nach vorne um.

Dazu wird ein Foto von Kaskaden auf dem bekannten Weg auf der Seite eingefügt. Es folgt eine weitere kurze Textpassage:

„Als letztes die Aufnahme einer Boeing 737-800 nach der Landung in Hannover. Auf diesem Bild ist die Wirkungsrichtung des Umkehrschubes auf Grund des aufwirbelnden Wassers sehr gut ersichtlich:“

Abschließend wird ein Foto einer Boeing 737-800 während des Einsatzes der Schubumkehr am Flughafen Hannover mit der Bildunterschrift „Boeing 737-800 in Hannover.“ eingefügt.

Das zweite Beispiel ist die Schubumkehr durch Umlenklappen. Hierfür wurde eine Airbus A 330-200 mit Rolls-Royce-Triebwerken ausgewählt. Auch hier wird mit einem Textfeld begonnen:

„Am Rolls-Royce-Triebwerk werden außen liegende Klappen in den Mantelstrom gefahren, wie auf dem folgenden Bild zu sehen ist:“

Diese Textpassage wird durch Abbildung der Schubumkehr und mit der Bildunterschrift „Auszug aus dem Aircraft Operation Manual von der Airbus A 330-200.“ versehen.

Danach folgt das Textfeld:

„Im Unterschied zur Schubumkehr am CFM-Triebwerk befinden sich hier keine Kaskaden am Auslass. Die Umlenkung am Rolls-Royce-Triebwerk erfolgt mit Hilfe einer Querklappe am oberen Ende der Blockierklappe. Diese Querklappe lenkt den Luftstrom entgegen der ursprünglichen Wirkrichtung um. Folgend ein Foto des Einsatzes an einer Airbus:“

Das angesprochene Foto wird auf die Lernplattform geladen und mit der Bildunterschrift „Die zur Airbus 330-200 baugleiche Schubumkehr an einer Airbus 321-200.“ der Seite zugefügt.

Zu diesem Bild wird folgender erklärender Text eingefügt:

„Auf diesem Foto ist sehr gut die Umlenkklappe (rot) erkennbar. Ferner ist auch das Gestänge zum Ausfahren der Blockierklappen ersichtlich.“

Für einen besseren Überblick über die drei Varianten der Schubumkehranlagen wird zu jeder Bauart eine Kurzzusammenfassung erstellt. Diese enthält jeweils, welchen Luftstrom das Triebwerk für den Aufbau des Umkehrschubes nutzt und mit welchem Hilfsmittel der Schub umgekehrt wird. Zur optischen Gliederung und besseren Visualisierung werden die Überschrift „Kurzzusammenfassung“ fett und die Stichpunkte kursiv hervorgehoben. Diese Funktionen können während der Texteingabe oberhalb des Schreibfeldes ausgewählt werden.

Nachfolgend genannte, bereits fertiggestellte Seiten, werden anhand der Navigationsleiste erneut aufgerufen und jeweils am Ende der entsprechenden Seiten folgende Textpassagen in die zu erstellenden Textfelder eingefügt:

„Aufbau und Funktion des Einstrom-Strahltriebwerkes“:

„[str]Kurzzusammenfassung:[/str]

[emp]- An einem Einstrom-Strahltriebwerk wirkt die Schubumkehr durch Umlenkung des Abgasstrahles.

- Die Umlenkung erfolgt durch Schaufeln.[/emp]“

„Seite 2: Boeing 737-800 mit CFM-Triebwerken“:

„[str]Kurzzusammenfassung:[/str]

[emp]- An einem CFM-Triebwerk wirkt die Schubumkehr durch Umlenkung des Mantelstromes.

- Die Umlenkung erfolgt durch Klappen und Kaskaden.[/emp]“

„Seite 3: Airbus A330-200 mit Rolls-Royce-Triebwerken“:

„[str]Kurzzusammenfassung:[/str]

[emp]- An einem Rolls-Royce-Triebwerk wirkt die Schubumkehr durch Umlenkung des Mantelstromes.

- Die Umlenkung erfolgt durch Klappen.[/emp]“

Damit ist die komplette Lerneinheit erstellt.

7. Erstellung der Testeinheit in ILIAS

7.1 Erstellung eines Fragenpools

Um den Lernenden zu ermöglichen, ihren Lernerfolg zu überprüfen, besteht die Möglichkeit, einen Test in ILIAS einzurichten. Voraussetzung hierfür ist, einen Fragenpool in ILIAS anzulegen. Aus diesen Fragen wird später der Test zusammengestellt.

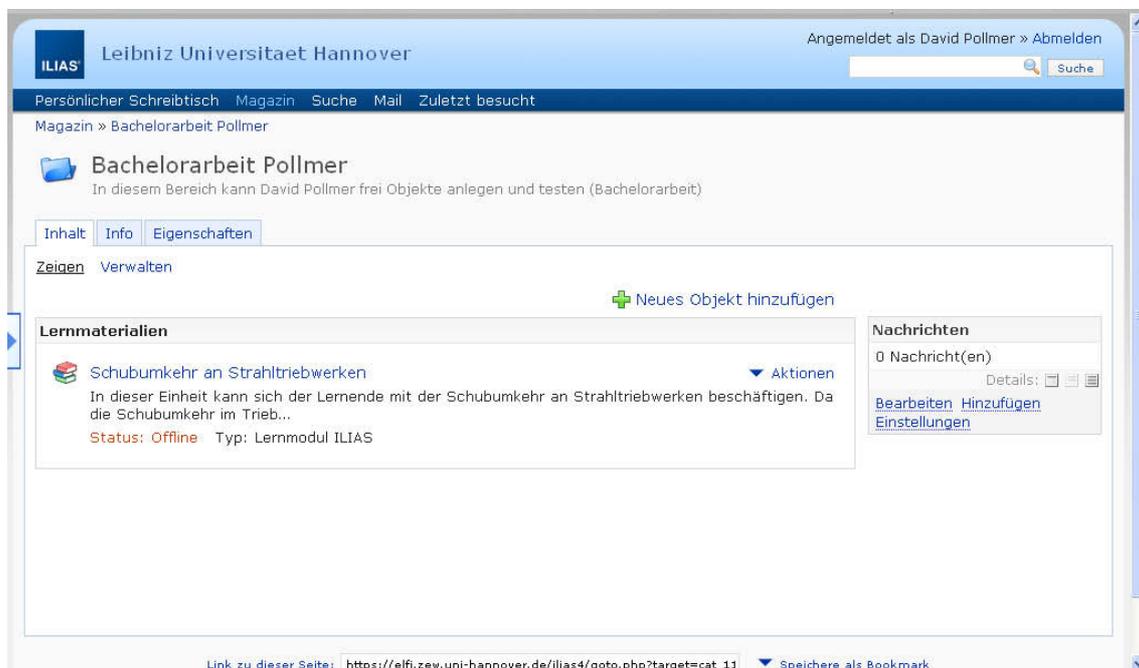


Abbildung 24: Screenshot Ordner-Übersicht „Bachelorarbeit Pollmer“

Mit einem Klick auf „Neues Objekt hinzufügen“ wird die Auswahl verschiedener Objekte angezeigt, von dem der Punkt „Fragenpool für Test“ ausgewählt wird. Es erscheint ein neues Fenster, in dem der Fragenpool benannt („Fragenpool zur Schubumkehr“) und beschrieben werden kann. Durch einen weiteren Klick auf „Fragenpool erstellen“ ist dieser eröffnet (Abbildung 25).



Abbildung 25: Screenshot leerer Fragenpool

Der Fragenpool besitzt fünf Karteireiter mit folgenden Titeln und Funktionen:

Fragen: Es erfolgt eine Auflistung aller in diesem Pool erstellten Fragen.

Eigenschaften: Der Fragenpool kann online gestellt werden.

Metadaten: Titel und Beschreibung können geändert sowie Autoren genannt werden.

Druckansicht: Auflistung der Fragen in Druckansicht.

Export: Der Fragenkatalog kann in eine exportfähige Datei (zum Beispiel eine Excel-Datei) umgewandelt werden.

Zur Erstellung einer Frage wird im Reiter „Fragen“ auf der rechten Seite im Drop-Down-Menü der Fragentyp, der gestellt werden soll, ausgewählt. Die wichtigsten Fragentypen sind Freitext-Frage, ImageMap-Frage, Single Choice Frage, Text-Teilmenge, Zuordnungsfrage und Lückentext. Ihre Erstellung und Funktion werden im Folgenden erläutert.

7.2 Erstellung der Fragen

7.2.1 Frage 1 – Freitext-Frage

Die erste Frage soll zu einer einfachen Aufzählung hinführen. Zur Darstellung wird im Drop-Down-Menü die Frageart „Freitext-Frage“ ausgewählt und mit einem Klick auf „Erstellen“ bestätigt (Abbildung 25).

In einer Freitext-Aufgabe kann der Lernende einen freien Text als Antwort schreiben. Die Bewertung dieses Textes erfolgt auf Basis von Schlagwörtern, die während der Aufgabenerstellung festgelegt werden können.

Es öffnet sich ein neues Fenster, in dem die Frage eingegeben wird. Zuerst müssen der Titel der Frage („Frage 1: Bremsarten an einem Verkehrsflugzeug“) sowie die Fragestellung eingegeben werden. Diese lautet hier:

„Benennen Sie im Folgenden bitte stichwortartig drei verschiedene Bremsarten an einem Verkehrsflugzeug.“

Unterhalb des Fragefeldes können die maximale Bearbeitungszeit sowie die maximale Zeichenzahl der Antwort eingestellt werden. Für diese Aufgabe werden die Bearbeitungszeit auf zwei Minuten und die Zeichenanzahl auf 500 Zeichen begrenzt.

Im Anschluss sind die maximale Punktzahl sowie die Schlagwörter, die bepunktet werden sollen, anzugeben. Für diese Frage gibt es drei richtige Antworten („Schubumkehr“, „Radbremsten“ und „Bremsklappen“). Demzufolge werden für diese Aufgabe maximal drei Punkte vergeben.

Pfad: p

Bearbeitungsdauer: Stunden: 0 Minuten: 2 Sekunden: 0

Maximale Anzahl von Zeichen: 500
Wenn nichts eingegeben wird, ist die maximale Anzahl von Zeichen für diese Textantwort unbegrenzt.

Punkte: 3
Minimalwert: 0

Optionale Eingabe von Schlagwörtern

Schlagwörter: Schubumkehr, Bremsklappen, Radbremsen

Um eine automatische Punktevergabe für die Freitext-Frage zu erreichen, geben Sie hier bitte eine Liste von Schlagwörtern an, die durch Leerzeichen oder Zeilenumbrüche voneinander getrennt sind. Wenn eines der Schlagwörter in dem Antworttext gefunden wird, vergibt ILIAS die für die Frage eingetragene maximale Punktezahl anstelle der üblichen Bewertung von 0 Punkten.

Methode für Textvergleiche: Zwischen Groß- und Kleinschreibung wird nicht unterschieden (ausgewählt)

* Erforderliche Angabe: Groß-/Kleinschreibung beachten, Levenshtein Abstand von 1, Levenshtein Abstand von 2, Levenshtein Abstand von 3, Levenshtein Abstand von 4, Levenshtein Abstand von 5

Speichern, Speichern und Inhalt bearbeiten

2010-07-15)

Abbildung 26: Screenshot Einrichtung Methode für Textvergleiche

Anschließend wird die Methode für den Textvergleich gewählt (Abbildung 26). Es gibt verschiedene Einstellungsmöglichkeiten. Die exakteste Erkennung ist die Einstellung „Groß-/Kleinschreibung beachten“. Hierbei müssen nicht nur die Wörter fehlerfrei eingegeben werden, sondern auch die Groß- und Kleinschreibung muss beachtet werden. Alternativ gibt es auch die Möglichkeit, zwischen Groß- und Kleinschreibung nicht zu unterscheiden.

Die weiteren Varianten beziehen sich auf den Levenshtein-Abstand von eins bis fünf. Der Levenshtein-Abstand gibt die Anzahl der Operationen an, die benötigt werden, um ein Wort in ein vorgegebenes zu ändern.

Beispiel:

Es wird „Levenshtein-Abstand von 2“ ausgewählt. Das bedeutet, dass zwei Änderungsoperationen an einem Wort durchgeführt werden können. Wird statt des Wortes „Schubumkehr“ nun „Schubumkär“ geschrieben, so sind zwei Operationen nötig, um das gesuchte Wort zu erhalten. Zum einen muss das „ä“ durch ein „e“ ersetzt werden und zum anderen hinter dem „e“ ein „h“ eingefügt werden. Somit sind zwei Operationen durchgeführt worden.

Für diese Lerneinheit wird „Levenshtein-Abstand von 2“ gewählt, um mögliche Tippfehler und leichte Rechtschreibfehler ausgleichen zu können.

Zur Fertigstellung muss anschließend auf das Feld „speichern“ geklickt werden. Die erste Frage ist somit im Fragenkatalog hinterlegt.

7.2.2 Frage 2 – ImageMap-Frage

Bei der zweiten Frage sollen die Lernenden beantworten, in welchem Bereich eines Flugzeuges die Schubumkehr zu finden ist. Hierzu sollen sie den entsprechenden Bereich auf einem Foto anklicken. Genutzt wird dafür die Frageart „ImageMap-Frage“ (Abbildung 27). Hier können in einem Bild mehrere Bereiche festgelegt werden, aus denen der Lernende das richtige Feld auswählen muss. Wird der richtige Bereich angeklickt, wird die vorher festgelegte Punktzahl vergeben.

Zur Erstellung der Frage wird im Dropdown-Menü auf der rechten Seite „ImageMap-Frage“ ausgewählt und anschließend auf „Erstellen“ geklickt (Abbildung 25).

Mit Rich-Text-Editor arbeiten | Bearbeitungsmodus setzen

ImageMap-Frage

Titel * Frage 2: Einbauort Schubumkehranlage

Autor/in * David Pollmer

Beschreibung

Frage * **B I U ABC** Absatz

Gesucht ist der Einbauort der Schubumkehranlage am folgend gegebenen Flugzeug. Klicken Sie bitte den von Ihnen gewählten Einbauort an.

Pfad: p

Bearbeitungsdauer Stunden: 0 Minuten: 2 Sekunden: 0

Bild * C:\Dokumente und Einstellungen\... | Durchsuchen...

Bitte beachten Sie bei Ihrem Dateilupload die folgende Uploadgrenze: 50.0 MB
Erlaubte Dateitypen: .jpg, .jpeg, .png, .gif

Hinweis Punkte Form Koordinaten Aktionen

ImageMap importieren | Durchsuchen...

Bitte beachten Sie bei Ihrem Dateilupload die folgende Uploadgrenze: 50.0 MB

* Erforderliche Angabe | Speichern | Speichern und Inhalt bearbeiten

Abbildung 27: Screenshot Einrichtung einer ImageMap-Frage

Ergänzend folgen die Eingaben der Überschrift („Frage 2: Einbauort Schubumkehr“) und die Aufgabe:

„Gesucht wird der Einbauort der Schubumkehranlage am folgend gegebenen Flugzeug. Klicken Sie bitte den Ort an, an dem sich die Schubumkehr befindet.“

Darauf folgend wird die maximale Bearbeitungszeit festgelegt und ein für die Frage passendes Bild hochgeladen. Dafür steht ein Eingabefeld zur Verfügung, in das der Pfad zur Datei eingegeben werden kann. Alternativ können mit dem Button „Durchsuchen“ die lokalen Speichermedien nach der passenden Datei durchsucht werden. Möglich ist der Einsatz von .jpg-, .jpeg-, .png- sowie .gif-Dateien mit einer maximalen Größe von 50 MB. Mit einem Klick auf „Speichern“ wird das ausgewählte Bild auf die Lernplattform geladen. Es folgt auf dem nächsten Bildschirm die Möglichkeit, die Bildausschnitte festzulegen.



Abbildung 28: Screenshot Einrichtung der Auswahlfelder

Unterhalb des Bildes befinden sich auf der rechten Seite drei Auswahlfelder (Abbildung 28). Mit dem Button „Rechteck hinzufügen“ können Rechtecke und mit dem Button „Kreis hinzufügen“ Kreise in das Bild eingesetzt werden. Mit dem Button „Polygon hinzufügen“ kann ein beliebiges Polygon durch Festlegung seiner Ecken mit Hilfe von Mausklicks erstellt werden. Die Begrenzung des Kreises erfolgt durch Festlegung des Mittelpunktes durch den

ersten Klick und die des Radius durch einen zweiten Klick. Für das Rechteck sind ebenfalls zwei Klicks nötig, die jeweils die linke obere und die rechte untere Ecke festlegen. Nach der Erstellung eines einzelnen Feldes kann dieses benannt und gespeichert werden. Sind alle Felder eingerichtet, werden sie im Bild angezeigt:



Abbildung 29: Screenshot fertig eingerichtetes Image-Map-Bild

Unterhalb des Bildes werden anschließend die einzelnen Felder mit den Koordinaten ihrer Ecken bzw. Mittelpunkte und Radien angezeigt. Hier kann die Verteilung der Punkte für die einzelnen Felder vorgenommen werden (Abbildung 30).

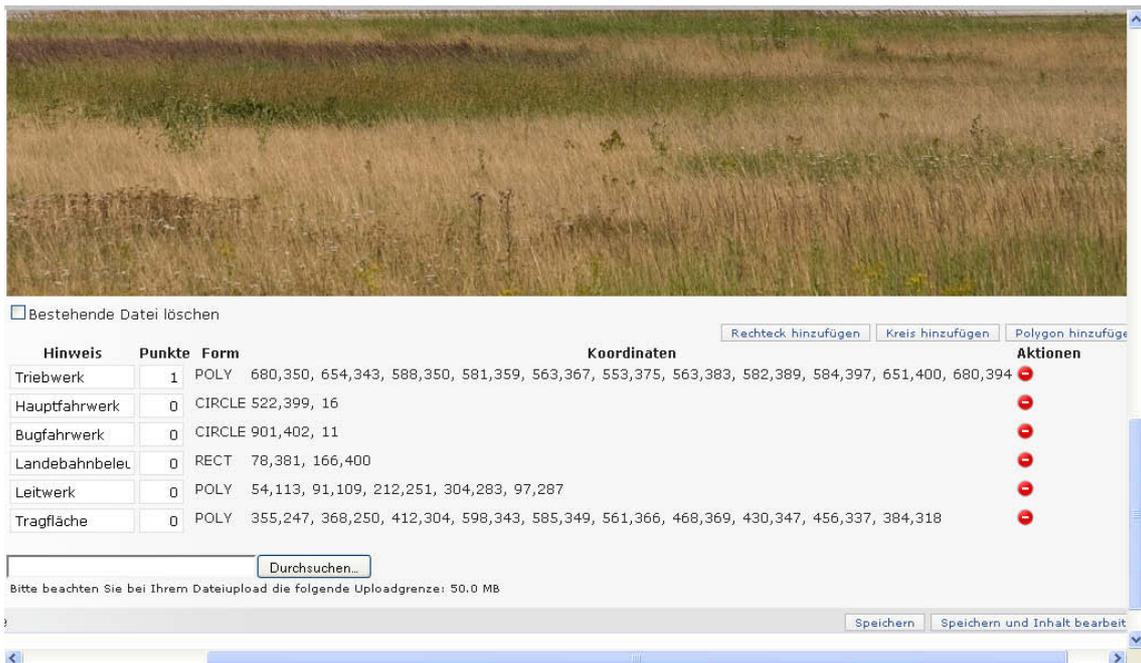


Abbildung 30: Screenshot Bewertungsauslegung ImageMap-Frage

Sollte ein Feld nicht den Vorstellungen entsprechen, so kann es über das Aktionsfeld (roter Kreis mit einem Minus-Zeichen, Abbildung 30) wieder entfernt werden.

Für die richtige Antwort auf diese Frage („Triebwerk“) gibt es einen Punkt. Zur endgültigen Erstellung der Frage wird auf „Speichern“ geklickt.

7.2.3 Frage 3 – Freitext-Frage

Nach der Auswahl von „Freitext-Frage“ im Dropdown-Menü und dem Klick auf „Erstellen“ können die Überschrift („Frage 3: Beschreibung Schubumkehr“) und die Frage („Beschreiben Sie bitte kurz, was unter „Schubumkehr“ zu verstehen ist.“) eingegeben werden. Für diese Frage wird eine Bearbeitungszeit von drei Minuten ausgewählt. Es sollen zwei Punkte vergeben werden, wenn eines der angegebenen Schlagwörter („Bremsart“, „Umlenkung“, „abbremsen“) von den Lernenden eingegeben wird. Die Zeichenmenge wird auf 500 begrenzt und als Text-Vergleichsmethode wird erneut „Levenshtein-Abstand von 2“ gewählt.

7.2.4 Frage 4 – Single Choice Frage

Die vierte Frage des Fragenpools ist eine „Single Choice Frage“, bei der eine Antwort aus mehreren gegebenen ausgewählt wird. Diese wird im Drop-Down-Menü ausgewählt und mit einem Klick auf „Erstellen“ bestätigt. Daraufhin öffnet sich ein neues Fenster, in dem die Frage erstellt werden kann (Abbildung 31). Zuerst müssen der Titel der Frage („Frage 4: Luftstrom im Einstrom-Strahltriebwerk“) sowie die Fragestellung eingegeben werden. Diese lautet:

„Die Schubumkehr benötigt einen Luftstrom, um eine Wirkung zu entfalten. Welchen Luftstrom nutzt die Schubumkehr an einem Einstrom-Strahltriebwerk?“

The screenshot shows a web-based interface for creating a question. At the top, there is a text editor with a rich text toolbar. The question text is: "Die Schubumkehr benötigt einen Luftstrom, um eine Wirkung zu entfalten. Welchen Luftstrom nutzt die Schubumkehr an einem Einstrom-Strahltriebwerk?." Below the text editor, there are settings for the question: "Bearbeitungsdauer" (0 hours, 2 minutes, 0 seconds), "Antworten mischen" (checked), "Antwort-Typen" (Einzeilige Antworten), and "Vorschaugröße" (Minimalwert: 20). At the bottom, there is a table for defining answer options:

Antwort-Text	Antwort-Grafik	Punkte	Aktionen
Abgasstrom	<input type="text"/>	1	<input type="button" value="Durchsuchen..."/> <input type="button" value="Hochladen"/>
Mantelstrom	<input type="text"/>	0	<input type="button" value="Durchsuchen..."/> <input type="button" value="Hochladen"/>
beide Ströme	<input type="text"/>	0	<input type="button" value="Durchsuchen..."/> <input type="button" value="Hochladen"/>

At the bottom of the interface, there are buttons for "Speichern" and "Speichern und Inhalt bearbeiten". A note at the bottom left states: "* Erforderliche Angabe".

Abbildung 31: Einrichtung Single Choice-Frage

Unterhalb des Fragefeldes kann anschließend die maximale Bearbeitungsdauer festgelegt werden. Im weiteren Verlauf lässt sich einstellen, ob auf diese Frage ein- oder mehrzeilige Antworten gegeben werden sollen.

Die Bearbeitungsdauer wird auf zwei Minuten und die Antwortlänge auf eine Zeile beschränkt. Am Ende der Seite werden nun die einzelnen Antworten eingegeben.

Vorgegeben ist die Zeile für eine einzelne Antwort, durch das grüne Plus-Zeichen können aber zusätzliche Antworten hinzugefügt und mit Punkten versehen werden. Für diese Frage stehen insgesamt drei Antworten zur Verfügung:

- „Abgasstrom“
- „Mantelstrom“
- „Beide Ströme“

Richtig ist nur die Antwort „Abgasstrom“. Aus diesem Grund ist auch nur bei dieser Antwort im Feld „Punkte“ die „1“ eingetragen (Abbildung 31). Nur bei dieser bekommt der Lernende einen Punkt.

7.2.5 Frage 5 – Single Choice Frage

Die fünfte Frage ist in der Art identisch mit Frage vier, jedoch wird sie für das Zweistrom-Strahltriebwerk gestellt. Dafür wird eine neue „Single Choice Frage“ erstellt und mit einer Überschrift („Frage 5: Luftstrom am Zweistrom-Strahltriebwerk“) und dem sich an die vorangehende Frage anlehrenden Text versehen:

„Die Schubumkehr benötigt einen Luftstrom, um eine Wirkung zu entfalten. Welchen Luftstrom nutzt die Schubumkehr an einem Zweistrom-Strahltriebwerk?“

Als Bearbeitungszeit werden zwei Minuten zur Verfügung gestellt und es kann ein Punkt für die richtige Antwort erworben werden. Es werden die aus Frage vier bekannten drei Antwortmöglichkeiten voreingestellt. Bei dieser Frage wird der Punkt auf die Antwort „Mantelstrom“ vergeben.

7.2.6 Frage 6 – Text-Teilmenge

In der sechsten Frage sollen drei verschiedene Typen der Schubumkehranlagen benannt werden. Dafür wird im Dropdown-Menü die Frageart „Text-Teilmenge“ ausgewählt und auf „Erstellen“ geklickt. Bei dieser Frageart soll der Lernende eine Aufzählung vornehmen.

Im neuen Fenster erfolgt die Eingabe der Überschrift („Frage 6: Schubumkehrarten“) und der Fragestellung:

„Nennen Sie bitte die drei verschiedenen in dieser Lerneinheit kennengelernten und für die Schubumkehr verantwortlichen Einbauteile.“

The screenshot shows a software interface for configuring a question. The main text area contains the question text: "Nennen sie bitte die drei verschiedenen in dieser Lerneinheit kennengelernten für die Schubumkehr verantwortlichen Einbauteile." Below this, there are settings for "Bearbeitungsdauer" (0 hours, 2 minutes, 0 seconds), "Anzahl der erwünschten Antworten" (Minimalwert: 1), "Maximal erreichbare Punktezahl" (Minimalwert: 0.25), and "Methode für Textvergleiche" (Zwischen Groß- und Kleinschreibung wird nicht unterschieden). At the bottom, there is a table for "Antworten" with columns for "Antwort-Text", "Punkte", and "Aktionen".

Antwort-Text	Punkte	Aktionen
	0	+ -
		+ -
		+ -

Abbildung 32: Screenshot Einrichtung Text-Teilmenge-Frage

Im Anschluss wird die Bearbeitungsdauer auf drei Minuten angepasst und die Anzahl der gewünschten Antworten eingetragen. Als Methode für Textvergleiche wird wieder „Levenshtein-Abstand von 2“ gewählt. Zuletzt werden die drei gesuchten Begriffe („Kaskaden“, „Klappen“ und „Schaufel“) in die Felder „Antwort-Text“ eingegeben. Für jede richtige Antwort kann eine unterschiedliche Anzahl von Punkten vergeben werden.

7.2.7 Frage 7 - Zuordnungsfrage

In der siebten Frage sollen die Lernenden Bilder von eingeschalteten Schubumkehranlagen den vorgegebenen Begriffen zuordnen. Eingerichtet wird diese Fragenart im Dropdown-Menü unter „Zuordnungsfrage“. Wird eine solche Frage erstellt, werden zunächst die Überschrift („Frage 7: Zuordnung Umkehrschub-Triebwerk“) und die Aufgabenstellung („Ordnen Sie bitte den genannten Triebwerksarten die auf den Bildern gezeigten Schubumkehranlagen zu.“) eingegeben.

The screenshot shows a web-based interface for configuring a matching question. The interface is organized into several sections:

- Header:** A text field for the question title, currently containing "Frage 7: Zuordnung Umkehrschub-Triebwerk".
- Path:** A text field labeled "Pfad p".
- Processing Time:** Three dropdown menus for "Stunden" (0), "Minuten" (1), and "Sekunden" (0).
- Answers:** A dropdown menu for "Antworten mischen" set to "Nein".
- Minimal Height:** A text field with a "Minimalwert: 20" and a descriptive note.
- Preview Size:** A text field with "100" and a "Minimalwert: 20". A note explains that the value is converted based on the aspect ratio.
- Definitions:** A table with columns "Zeile", "Text", "Bild", and "Aktionen". It contains one row with a "Durchsuchen..." button and a "Hochladen" button with a red minus sign.
- Terms:** A similar table with columns "Zeile", "Text", "Bild", and "Aktionen", also containing one row with search and upload buttons.
- Matching Pairs:** A table with columns "Definition", "Term", and "Punkte". It shows a dropdown for "Definition" (set to "bitte auswählen"), a dropdown for "Term" (set to "bitte auswählen"), and a "Punkte" field with the value "0".
- Footer:** A note "* Erforderliche Angabe" and two buttons: "Speichern" and "Speichern und Inhalt bearbeiten".

Abbildung 33: Screenshot Einrichtung Zuordnungsfrage

Unterhalb des Textfeldes wird die Bearbeitungsdauer, hier drei Minuten, ausgewählt. Darunter kann eingestellt werden, ob die Antworten gemischt werden sollen. Hierzu gibt es vier Möglichkeiten. Eine Mischung kann gänzlich unterbunden werden („Nein“), es können nur die Terme oder nur die Definitionen gemischt werden oder beides. In diesem Fall werden nur die Terme gemischt, da lediglich zwei Paare vorhanden sind. Die Vorschaugröße bleibt unverändert.

Anschließend werden für die erste Zeile die Definition und der dazugehörige Term eingegeben (Abbildung 34). Die erste Definition lautet „Einstrom-Strahltriebwerk“, der dazugehörige Term wird als Bild ausgedrückt: Ausgefahrene Titanschaukeln an einem Einstrom-

Strahltriebwerk. Über die grünen und roten Aktionsflächen können Definitionen und Terme hinzugefügt oder gelöscht werden. Für diese Frage werden insgesamt zwei Paare benötigt.

Vorschaugröße * 100
Minimalwert: 20
Geben Sie einen Wert in Bildpunkten für die maximale Vorschaugröße der Grafiken an. Abhängig vom Seitenverhältnis wird die Vorschau entweder in der Höhe oder in der Breite auf die maximale Vorschaugröße umgewandelt.

Definitionen *

Zeile	Text	Bild	Aktionen
1	Einstrom-Strahltriebwerk	<input type="text"/> <input type="button" value="Durchsuchen..."/> <input type="button" value="Hochladen"/>	<input type="button" value="Hochladen"/> <input type="button" value="Löschen"/>
2	Zweistrom-Strahltriebwerk	<input type="text"/> <input type="button" value="Durchsuchen..."/> <input type="button" value="Hochladen"/>	<input type="button" value="Hochladen"/> <input type="button" value="Löschen"/>

Bitte beachten Sie bei Ihrem Dateiupload die folgende Uploadgrenze: 50M. Erlaubte Dateitypen: .jpg, .jpeg, .png, .gif

Terme *

Zeile	Text	Bild	Aktionen
1	<input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="button" value="Durchsuchen..."/> <input type="button" value="Hochladen"/>	<input type="button" value="Hochladen"/> <input type="button" value="Löschen"/>
		 <input type="button" value="Bestehende Datei löschen"/>	
2	<input type="text"/>	<input type="text"/> <input type="button" value="Durchsuchen..."/> <input type="button" value="Hochladen"/>	<input type="button" value="Hochladen"/> <input type="button" value="Löschen"/>
		 <input type="button" value="Bestehende Datei löschen"/>	

Bitte beachten Sie bei Ihrem Dateiupload die folgende Uploadgrenze: 50M. Erlaubte Dateitypen: .jpg, .jpeg, .png, .gif

Zuordnungspaare *

Definition	Term	Punkte
Definition 1	Term 1	1 <input type="button" value="Hochladen"/> <input type="button" value="Löschen"/>
Definition 2	Term 2	1 <input type="button" value="Hochladen"/> <input type="button" value="Löschen"/>

* Erforderliche Angabe

Abbildung 34: Screenshot Einrichtung Zuordnungsfrage

Nach Erstellung der Definitionen und Terme können nun die Zuordnungs-paare ausgewählt werden. In diesem Fall gehört „Definition 1“ zu „Term 1“ und „Definition 2“ zu „Term 2“ und für die richtige Zuordnung gibt es je Paar einen Punkt. Ein Klick auf „Speichern“ hinterlegt diese Aufgabe im Fragenpool und es erfolgt eine Weiterleitung auf die Startseite des Fragenpools.

7.2.8 Frage 8 - Lückentext

Die Frage acht wird als Lückentext hinterlegt, der in diesem Fall verschiedene Aussagen zur Funktion der Schubumkehr an einem Einstrom-Strahltriebwerk enthält. Die Schlüsselworte müssen vom Lernenden eingesetzt werden. Zur Erstellung der Frage wird im Dropdown-Menü auf der rechten Seite „Lückentext“ ausgewählt und auf „Erstellen“ geklickt.

Es folgt die Eingabe des Fragentitels („Frage 8: Lückentext Schubumkehr an Einstrom-Strahltriebwerken“). Anstatt einer Aufgabe wird nun der Lückentext formuliert. Dabei sind

Worte, die in der Aufgabe als Lücke erscheinen sollen, mit einer speziellen Kombination zu umstellen. Vor dem Lückenwort wird [gap] und hinter dem Lückenwort [/gap] eingefügt. „Gap“ ist Englisch und bedeutet „Lücke“. Mit diesem Zusatz ergibt sich folgender Text:

„Die Schubumkehr an einem Einstrom-Strahltriebwerk erfolgt mit Hilfe des [gap]Abgas[/gap]stromes. Er wird mit Hilfe von [gap]Titanschaufeln[/gap] umgelenkt. Diese fahren bei Aktivierung der Schubumkehr in den genannten Strom und [gap]lenken[/gap] diesen entgegen der Bewegungsrichtung um.“

Mit einem Klick auf den Button „Lücken erzeugen“ (Abbildung 35) wird die Seite erweitert. Unterhalb des Textfeldes erscheinen nun Bearbeitungsformulare für die Lücken.

Methode für Textvergleiche	Levenshtein Abstand von 2						
Länge des Textfeldes	<input type="text"/> Minimalwert: 0 Wenn Sie einen Wert größer als 0 eintragen, werden alle Textlücken und numerischen Lücken mit der angegebenen Länge erzeugt						
Identische Bewertung	<input checked="" type="checkbox"/> Wenn ausgewählt, werden Lücken mit identischen Lösungen entsprechend der Vorgaben bewertet, selbst wenn die gleiche Lösung mehrere Male verwendet wurde. Ist das Kontrollkästchen nicht ausgewählt, wird nur die erste verwendete identische Lösung bewertet.						
Lücke 1							
Typ	Textlücke						
Werte *	<table border="1"><thead><tr><th>Antwort-Text</th><th>Punkte</th><th>Aktionen</th></tr></thead><tbody><tr><td>Abgas</td><td>0</td><td>+ -</td></tr></tbody></table>	Antwort-Text	Punkte	Aktionen	Abgas	0	+ -
Antwort-Text	Punkte	Aktionen					
Abgas	0	+ -					
Lücke 2							
Typ	Textlücke						
Werte *	<table border="1"><thead><tr><th>Antwort-Text</th><th>Punkte</th><th>Aktionen</th></tr></thead><tbody><tr><td>Titanschaufeln</td><td>0</td><td>+ -</td></tr></tbody></table>	Antwort-Text	Punkte	Aktionen	Titanschaufeln	0	+ -
Antwort-Text	Punkte	Aktionen					
Titanschaufeln	0	+ -					
Lücke 3							
Typ	Textlücke						
Werte *	<table border="1"><thead><tr><th>Antwort-Text</th><th>Punkte</th><th>Aktionen</th></tr></thead><tbody><tr><td>lenken</td><td>0</td><td>+ -</td></tr></tbody></table>	Antwort-Text	Punkte	Aktionen	lenken	0	+ -
Antwort-Text	Punkte	Aktionen					
lenken	0	+ -					

* Erforderliche Angabe

Lücken erzeugen Speichern Speichern und Inhalt bearbeiten

Abbildung 35: Screenshot Einrichtung Lückentext-Frage

Für diese Aufgabe wird „Levenshtein-Anteil von 2“ als Methode für Textvergleiche ausgewählt. Mit dem Kontrollkästchen „Identische Bewertung“ kann eine Bewertung mehrfach eingegebener Begriffe erfolgen. Füllt also ein Lernender alle Felder mit dem selben Begriff aus, wird der Begriff im richtigen Feld positiv bewertet, selbst wenn dieselbe Lösung mehrere Male verwendet wurde. Wird das Kontrollkästchen nicht aktiviert, wird jede Antwort nur bei ihrem ersten Niederschreiben bewertet.

Die einzelnen Lücken werden mit einer Punkteanzahl versehen. Zusätzlich können über die Aktionsfelder weitere Antwort-Möglichkeiten für eine einzelne Lücke hinzugefügt werden.

Ein abschließender Klick auf „Speichern“ hinterlegt die Frage im Fragenpool.

7.2.9 Frage 9 - Lückentext

Die neunte Frage wird analog zur achten Frage als Lückentext gestaltet. Dieser soll verschiedene Aussagen zur Funktion der Schubumkehr am Zweistrom-Strahltriebwerk enthalten. Im Dropdown-Menü wird erneut „Lückentext“ ausgewählt und anschließend auf „Erstellen“ geklickt. Der Titel („Frage 9: Lückentext Umkehrschub an Zweistrom-Strahltriebwerken“) wird erstellt und anschließend unter Berücksichtigung der Lückentext-Vorgaben eingegeben:

„Die Schubumkehr am Zweistrom-Strahltriebwerk erfolgt mit Hilfe des [gap]Mantel[/gap]stromes. Er wird mit Hilfe von [gap]Klappen[/gap] und [gap]Kaskaden[/gap] umgelenkt. Diese leiten den genannten Strom entgegen der Bewegungsrichtung um.“

Die maximale Bearbeitungszeit wird auf drei Minuten eingestellt, „Levenshtein-Anteil von 2“ als Textvergleichsmethode ausgewählt und „Identische Bewertung“ aktiviert.

Abschließend werden für die ausgewählten Lückenworte entsprechende Punkte vergeben und durch einen Klick auf „Speichern“ wird die Aufgabe im Fragenpool hinterlegt.

7.2.10 Frage 10 – Text-Teilmenge

Als letzte Aufgabe für diesen Pool wird eine Frage zur Arbeitssicherheit gestellt. Diese soll mit kurzen Stichworten beantwortet werden. Deshalb wird die zehnte Frage erneut als „Text-Teilmenge“-Aufgabe erstellt. Nach Eröffnung werden zunächst der Titel („Frage 10: Arbeitssicherheit“) und die Fragestellung eingegeben:

„Welche Maßnahmen hinsichtlich der Arbeitssicherheit sind bei der Wartung der Schubumkehr besonders zu beachten? Nennen Sie einen wichtigen Punkt für die Schubumkehr am Einstrom-Strahltriebwerk.“

Aufgrund der Transferleistung, die die Lernenden erbringen müssen, wird die Bearbeitungszeit auf fünf Minuten festgelegt. Die Methode des Textvergleiches wird auf „Levenshtein-Abstand von 2“ und als Anzahl der Antworten wird „1“ eingestellt. Folgende Beispiel-Antworten sind möglich:

- „Schaufeln“
- „Ausgeschaltet“

Die Antwortmöglichkeiten sind nur stichwortartig gegeben, um den Lernenden eine möglichst große Chance der Richtigkeit zu gewährleisten. Gemeint sind mit diesen Stichworten die Punkte:

- Nicht zwischen den Schaufeln hantieren, wenn man sich nicht sicher ist, dass sie nicht ausgelöst werden können.
- Kontrollieren, ob das Triebwerk auch wirklich ausgeschaltet ist.

Um aus diesem Fragenpool einen Test zu erstellen, muss der Fragenpool unter dem Reiter „Eigenschaften“ online gestellt werden.

7.3 Testerstellung

Zur Erstellung eines Tests ist zunächst die Kategorie „Bachelorarbeit Pollmer“ zu wählen. Ein Klick auf „Neues Objekt hinzufügen“ öffnet ein Auswahlfenster. In diesem ist „Test“ anzuklicken. In dem sich daraufhin öffnenden Fenster ist der Titel des Tests einzugeben. Zudem kann ein bereits bestehender Test hochgeladen werden. Ein Klick auf „Test hinzufügen“ gliedert ihn in die Kategorie „Bachelorarbeit Pollmer“ ein und öffnet ein weiteres Fenster, in dem die Einstellungen für den Test vorgenommen werden.

Der Umkehrschub an Strahltriebwerken –
Gestaltung eines Konzeptes für netzbasiertes Lernen im Rahmen der Ausbildung zum Fluggerätemechaniker

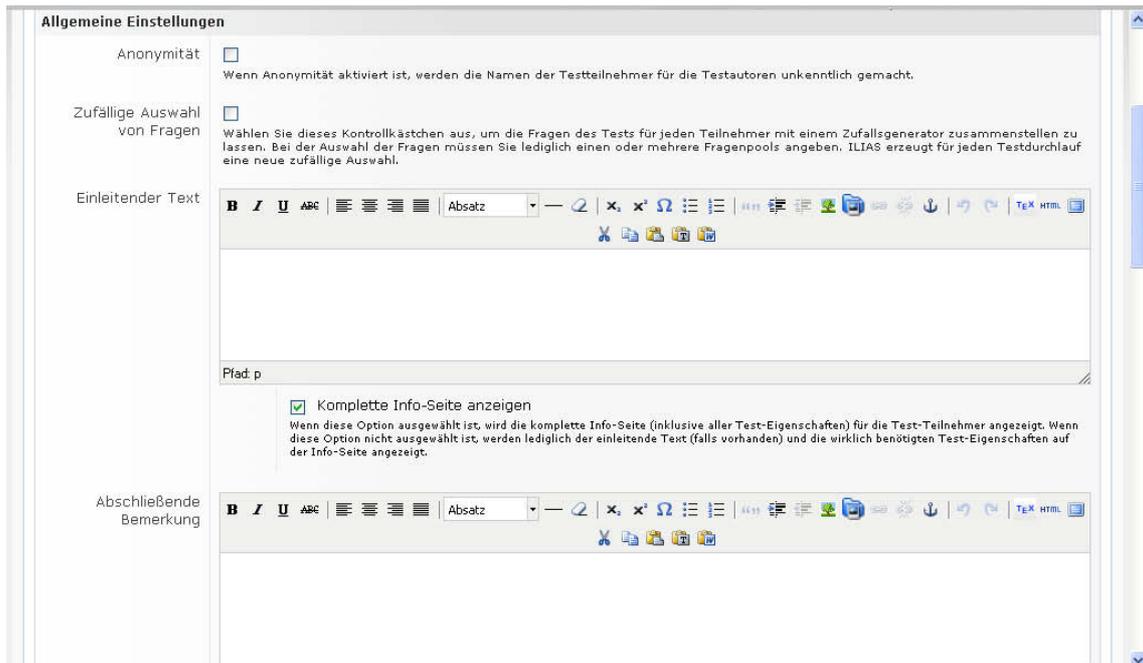


Abbildung 36: Screenshot Einrichtung des Tests

Dieser Test kann anonymisiert oder nicht anonymisiert durchgeführt werden. Für eine Schulklasse bietet es sich an, diesen Test nicht anonymisiert durchzuführen, so dass die Lehrkraft einen Überblick über die Ergebnisse der Lernenden erlangen kann. Deshalb wird das Feld „Anonymität“ nicht aktiviert. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Fragen aus einem oder mehreren Fragenpools automatisch zusammenstellen zu lassen. Da in diesem Test alle Fragen aus dem Fragenpool ausgewählt werden, wird dieses Feld nicht angeklickt. Zudem stehen die Felder „Einleitender Text“ und „Abschließende Bemerkung“ zur Verfügung. Im Feld „Einleitender Text“ wird folgendes eingefügt:

„Durch diesen Test soll der Lernende des Moduls "Umkehrschub an Strahltriebwerken" feststellen, ob er das Vorgestellte verstanden hat.“



Abbildung 37: Screenshot Einrichtung des Tests

Der Autor des Tests legt fest, ob die gestellten Fragen von den Lernenden zurückgestellt werden dürfen oder nicht. Zudem ist es möglich, die Fragen zu mischen, eine Frageübersicht mit allen Fragen anzuzeigen und es kann ausgewählt werden, ob der Lernende den Test unterbrechen darf. Für diesen Test wird der Haken am Feld „Test unterbrechen“ entfernt, damit der Lernende nicht in das Lernmodul wechseln kann, um die richtige Antwort zu suchen. Als maximale Anzahl der Testdurchläufe wurde „2“ eingetragen, „Maximale Bearbeitungsdauer“, „Startzeit“ und „Endzeit“ wurden nicht aktiviert. Die maximale Bearbeitungsdauer ist bereits durch die Bearbeitungszeit der einzelnen Fragen hinterlegt, eine Start- und eine Endzeit werden vorerst nicht vorgegeben. Je nach Bedarf kann damit ein Test zum Beispiel innerhalb einer bestimmten Zeitspanne bearbeitet werden und muss bis zu einem festgelegten Datum abgeschlossen sein.

Im Bereich der „Allgemeinen Einstellungen“ kann der Kiosk-Modus eingeschaltet werden, mit dem alle weiteren Bildelemente während des Tests ausgeblendet werden. Des Weiteren besteht die Wahl, Fragentitel und die erreichbaren Punkte, nur eines der beiden oder keines der Elemente anzuzeigen. Es kann außerdem ausgewählt werden, ob ein Test-Passwort erstellt werden soll, welches zum Bearbeiten des Tests einzugeben ist. Zudem kann

eine maximale Teilnehmer-Anzahl festgelegt werden. Zuletzt kann der Autor auswählen, ob er per eMail benachrichtigt werden möchte, wenn ein Test beendet wurde, oder ob er hierauf verzichtet.

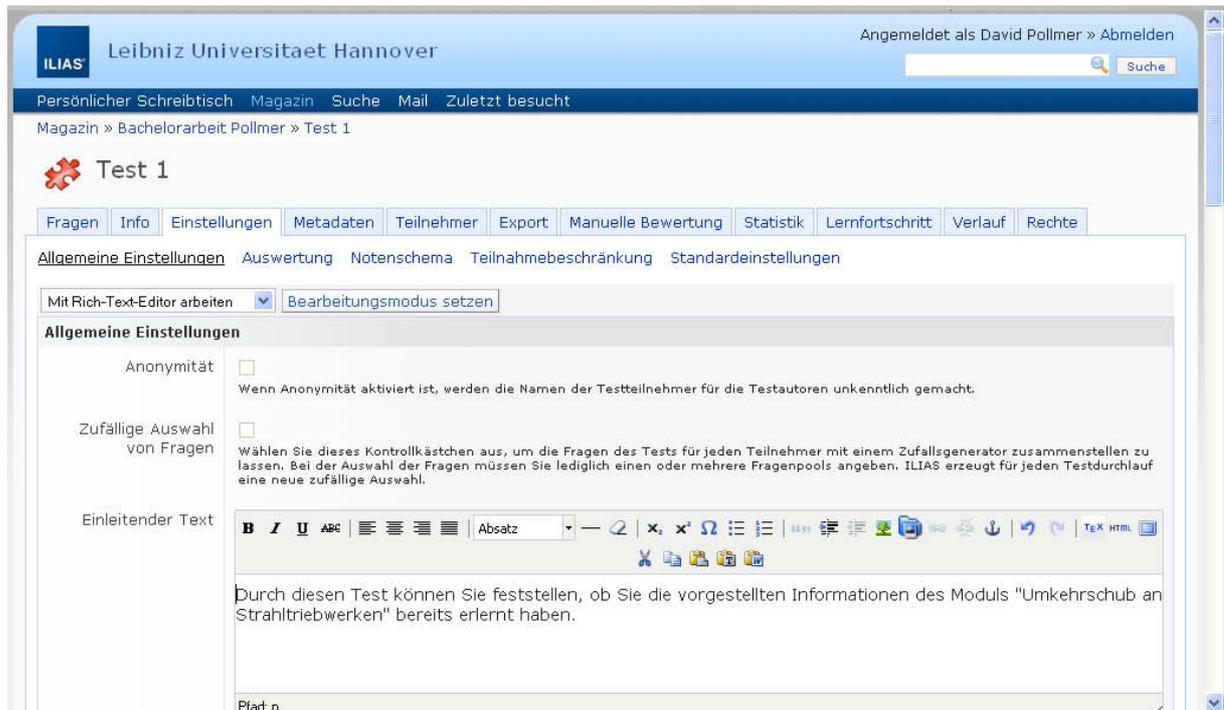


Abbildung 38: Screenshot Reiterübersicht „Einstellungen“

Der Unterreiter „Allgemeine Einstellungen“ ist im Reiter „Einstellungen“ zu finden. Die weiteren Unterreiter und ihre Funktionen sind:

„Auswertung“:

- Bestimmung, ob Teillösungen bewerten werden
- Auswahl, ob der beste oder der letzte Testdurchlauf bewertet wird
- Entscheidung, ob Punkte nach jeder einzelnen Aufgabe angezeigt werden

„Notenschema“:

- Festlegung der Mindestpunktzahl zum Bestehen
- Festlegung der jeweiligen Punktegrenzen für die einzelnen Noten

„Teilnahmebeschränkung“:

- Auswahl der Teilnahmegruppen (zum Beispiel nur feste Teilnehmer der Lerneinheit)

„Standardeinstellungen“:

- Übernahme der aktuellen Einstellungen als Standardeinstellungen

Im Reiter „Metadaten“ können Titel, Beschreibung und Autoren angegeben werden. Im Reiter „Teilnehmer“ werden alle teilnehmenden Lernenden angezeigt. Der Reiter „Export“ dient dem Export der Testfragen in ein anderes Computerprogramm, zum Beispiel als Excel-Datei. Im Reiter „Manuelle Bewertung“ kann durch den Autor eine Bewertung auf manuellem Wege erfolgen. Der Reiter „Statistik“ weist die Ergebnisse der einzelnen Lernenden aus und unter „Lernfortschritt“ kann sich der Autor anzeigen lassen, wie weit der Lernende bereits mit der Bearbeitung vorangeschritten ist. Im Reiter „Verlauf“ werden dem Autoren alle vorgenommenen Änderungen mit Datum und Uhrzeit angezeigt.

Im Reiter „Info“ können die grundlegenden Informationen wie zum Beispiel Autor, Reihenfolge der Fragen oder das Bewertungssystem eingesehen werden.

Nach der Bearbeitung der Grundeinstellungen erfolgt die Testerstellung. Dazu ist es wichtig, die im Fragenpool erstellten Fragen in den Test zu importieren. Es wird der erste Reiter „Fragen“ ausgewählt und auf den Button „Nach Fragen durchsuchen“ geklickt. In einem neuen Fenster werden alle abrufbaren Fragen angezeigt. Da für diesen Test alle Fragen ausgewählt werden, ist ein Klick auf das Feld „Alle auswählen“ unterhalb der angezeigten

Fragen sowie ein abschließender Klick auf „Speichern“ ausreichend, um den Test mit den zehn Fragen aus dem Fragenpool zu versehen (Abbildung 39).

(1 - 10 von 10)						
Titel ↑	Beschreibung	Fragentyp	Autor/in	Erzeugt	Letzte Aktualisierung	Fragenpool für Test
<input checked="" type="checkbox"/>	Frage 10: Arbeitssicherheit	Text-Teilmenge	David Pollmer	Gestern	Gestern	Fragenpool zur Schubumkehr
<input checked="" type="checkbox"/>	Frage 1: Bremsarten an einem Verkehrsflugzeug	Freitext-Frage	David Pollmer	Gestern	Gestern	Fragenpool zur Schubumkehr
<input checked="" type="checkbox"/>	Frage 2: Einbauort Schubumkehranlage	ImageMap-Frage	David Pollmer	Gestern	Gestern	Fragenpool zur Schubumkehr
<input checked="" type="checkbox"/>	Frage 3: Beschreibung Schubumkehr	Freitext-Frage	David Pollmer	Gestern	Gestern	Fragenpool zur Schubumkehr
<input checked="" type="checkbox"/>	Frage 4: Luftstrom im Einstrom-Strahltriebwerk	Single Choice Frage	David Pollmer	19. Aug 2010	19. Aug 2010	Fragenpool zur Schubumkehr
<input checked="" type="checkbox"/>	Frage 5: Luftstrom im Zweistrom-Strahltriebwerk	Single Choice Frage	David Pollmer	Gestern	Gestern	Fragenpool zur Schubumkehr
<input checked="" type="checkbox"/>	Frage 6: Schubumkehr-Arten	Text-Teilmenge	David Pollmer	Gestern	Gestern	Fragenpool zur Schubumkehr
<input checked="" type="checkbox"/>	Frage 7: Zuordnung Schubumkehr-Triebwerk	Zuordnungsfrage	David Pollmer	Gestern	Gestern	Fragenpool zur Schubumkehr
<input checked="" type="checkbox"/>	Frage 8: Lückentext Schubumkehr am Einstrom-Strahltriebwerk	Lückentext-Frage	David Pollmer	Gestern	Gestern	Fragenpool zur Schubumkehr
<input checked="" type="checkbox"/>	Frage 9: Lückentext Schubumkehr Zweistrom-Strahltriebwerk	Lückentext-Frage	David Pollmer	Gestern	Gestern	Fragenpool zur Schubumkehr
<input checked="" type="checkbox"/>	Alle auswählen					
(1 - 10 von 10)						

Abbildung 39: Screenshot einfügen der Testfragen

Mit diesem Schritt ist die Erstellung des Tests beendet. Dieser kann fortan zur Überprüfung des Lernfortschrittes herangezogen werden.

8. Schlussbetrachtung

Das Hauptziel dieses Projektes ist die Förderung der Handlungs- und Berufskompetenz. Zudem soll auch die Sozialkompetenz erweitert werden. Diese Lerneinheit ist problemlos und schnell veränderbar. Sie kann inhaltlich den jeweiligen Voraussetzungen der Lernenden durch einen Wechsel des Abstraktionsniveaus angepasst werden. Die Inhalte sowie auch die Schwerpunktsetzung können individuell an die daran arbeitende Lerngruppe angepasst werden.

Das Einsatzgebiet einer Online-Lerneinheit ist vielseitig. Sie kann zur Wissenserweiterung oder als Prüfungsvorbereitung dienen. In beiden Fällen kann aus dem zu der jeweiligen Lerneinheit angelegten Fragenpool ein Kurztest erstellt werden, um den Lernenden ihren derzeitigen Wissensstand aufzuzeigen oder aber der Lehrkraft einen Überblick über den aktuellen Leistungsstand zu geben.

Ein gezielter Wechsel der verschiedenen Sozialformen innerhalb einer Unterrichtseinheit sollte sich motivierend auf die Zielgruppe auswirken. Somit sind derartige Lernprogramme nicht als Ersatz für den Schulunterricht anzusehen, sondern als Ergänzung.

„Theorie allein bleibt intellektuelles Spiel,
erweist sich ihr Wert nicht an der Praxis“

(Bachmair)

9. Literaturverzeichnis

- [1] ARNOLD, Rolf; LERMEN, Markus: eLearning-Didaktik. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren 2006
- [2] DREER, Silvia: E-Learning an berufsbildenden Schulen. Boizenburg: Verlag Werner Hülsbusch 2008
- [3] FEDERAL AVIATION AGENCY: Airplane Flying Handbook. Oklahoma City (USA): U.S. Department of Transportation, 2004
- [4] HENNING, Jacqueline; DEWAL, Gieta; QUENZER, Monika: ILIAS – Die Open Source Lernplattform. Berlin: uni edition GmbH 2009
- [5] HÜNECKE, Klaus: Flugzeugtriebwerke – Ihre Technik und Funktion. Stuttgart: Motorbuch Verlag 1978
- [6] ISSING, Ludwig J.; KLIMSA, Paul: Informationen und Lernen mit Multimedia. Weinheim: Psychologie Verlags Union 1995
- [7] KÖNEMANN, Ludwig; Fecker, Andreas: Boarding Completed. Bath (UK): Parragon Books Ltd 2010
- [8] MAIR, Daniela: E-Learning – das Drehbuch. Heidelberg: Springer Verlag 2005
- [9] MAYER, Horst Otto; HERTNAGEL, Johannes; WEBER, Heidi: Lernzielüberprüfung im eLearning. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag 2009
- [10] MOSER, Heinz: Einführung in die Medienpädagogik. 4. Auflage Wiesbaden: GWV Fachverlage 2006
- [11] SEEL, Norbert M.; IFENTHALER, Dirk: Online lernen und lehren. München: Ernst Reinhardt GmbH & Co KG 2009
- [12] URLAUB, Alfred: Flugtriebwerke. 2. Auflage Heidelberg: Axel Springer Verlag 1995

[13] <http://www.airliners.net/photo/Air-France/Airbus-A320-211/0748262/M/>

[14] <http://www.rvs.uni-bielefeld.de/publications/Incidents/DOCS/ComAndRep/LaudaAir/LaudaRPT.html>

[15] <http://www.airliners.net/photo/Shahen-Air/Boeing-737-201-Adv/1082317/M/>

Zudem wurden die folgenden Handbücher und Manuals einbezogen:

[16] Ausbildungshandbuch Bombardier Challenger

[17] Aircraft Maintenance Manual Boeing 737NG Thrust Reverser

[18] Aircraft Operation Manual Fokker 70/100

[19] Aircraft Operation Manual Airbus A320

[20] Aircraft Operation Manual Airbus A330

[21] Aircraft Operation Manual Embraer E190

10. Anhang

10.1 Druckansicht Lerneinheit

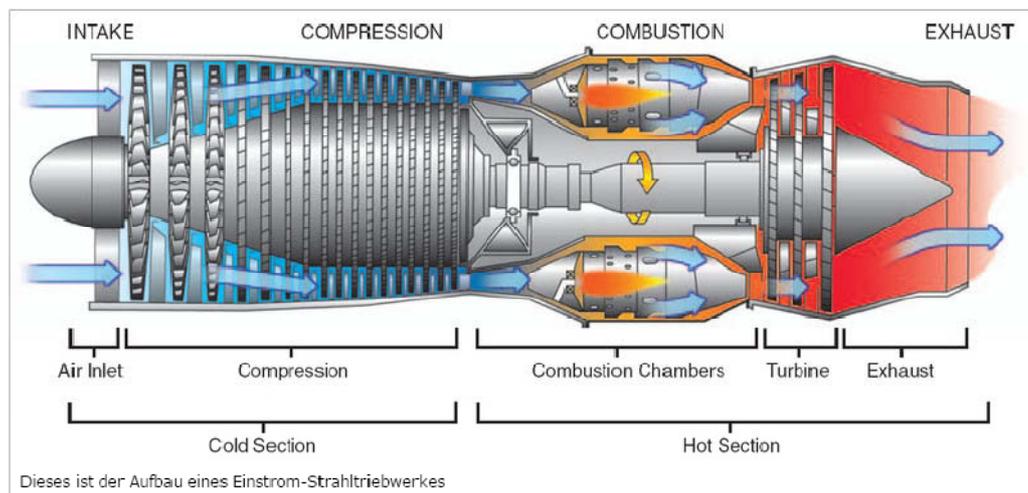
Schubumkehr an Strahltriebwerken

In dieser Einheit kann sich der Lernende mit der Schubumkehr an Strahltriebwerken beschäftigen. Da die Schubumkehr im Triebwerk integriert ist, wird zuerst ein kurzer Einblick in den Aufbau und die Funktion eines Triebwerks gegeben. Anschließend kann der Lernende Aufbau und Funktion der Schubumkehr kennenlernen.

Inhaltsverzeichnis

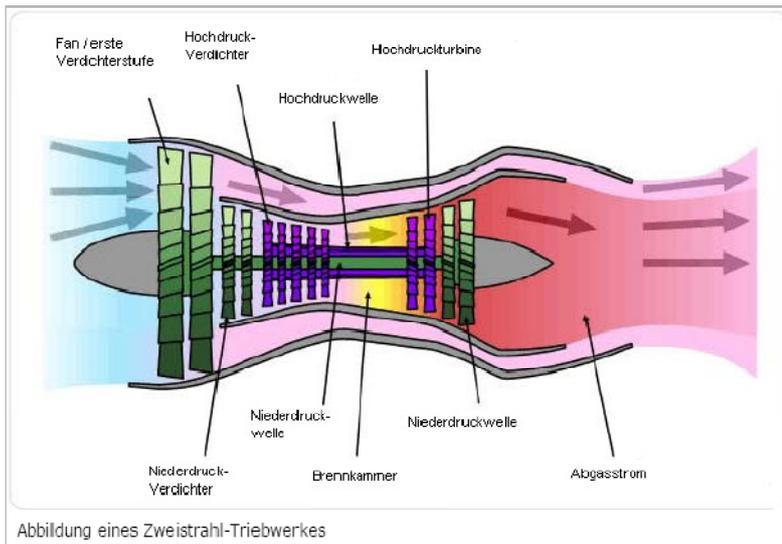
- Einstrom-Strahltriebwerk
- Zweistrom-Strahltriebwerk (Mantelstrom-Triebwerk)
- Schubumkehranlagen
 - Schubumkehr am Einstrom-Strahltriebwerk
 - Schubumkehr am Zweistrom-Strahltriebwerk

Einstrom-Strahltriebwerk



Die Luft wird durch die Fans ("Intake" = Einlass) in einen Axialverdichter ("Compression" = Kompression) geleitet. Dort wird die Luft für die Brennkammer stark komprimiert. Anschließend werden 20% der Luft zum Verbrennungsvorgang ("Combustion" = Verbrennung) geleitet. Die restliche Luft wird zur Kühlung der Brennkammer genutzt. Die Abgase, die durch die Verbrennung in der Brennkammer entstehen, werden in eine Turbine ("Turbine") geleitet, durch die eine Welle angetrieben wird, auf der die Fans angeordnet sind. Danach wird die Luft über eine Düse aus dem Triebwerk geleitet und dient dem Vortrieb ("Exhaust" = Abgas).

Zweistrom-Strahltriebwerk (Mantelstrom-Triebwerk)



Im Zweistrom-Strahltriebwerk werden nur etwa 20% der durch die Fans strömenden Luft für den Verbrennungsvorgang genutzt. Diese Luft wird durch Hoch- und Niederdruckverdichter komprimiert und anschließend in die Brennkammer geleitet. Die bei der Verbrennung entstehenden Abgase treiben eine Turbine an, mit deren Hilfe der Hochdruckverdichter arbeitet. Anschließend wird mit den Abgasen eine weitere Turbine angetrieben, durch welche die Fans in Rotation versetzt werden.

Die nicht im Verbrennungsprozess benötigte Luft wird über den Mantel aus dem Triebwerk geleitet. Dieser Luftstrom umhüllt den heißen und geräuschintensiven Abgasstrahl und dämmt ihn somit ab.

Im Zusammenhang mit diesem Triebwerk wird oft von dem so genannten Nebenstromverhältnis gesprochen. Dieses drückt das Verhältnis der Luft im Nebenstrom zur Luft für die Verbrennung aus. Bei einem CFM-Triebwerk der Boeing 737-800 liegt das Verhältnis etwa bei 5:1. Das bedeutet, dass ein Teil Luft in die Brennkammer geleitet wird, während fünf Teile Luft durch den Mantel an der Brennkammer vorbeigeführt werden und damit für den Vorschub sorgen.

Schubumkehranlagen

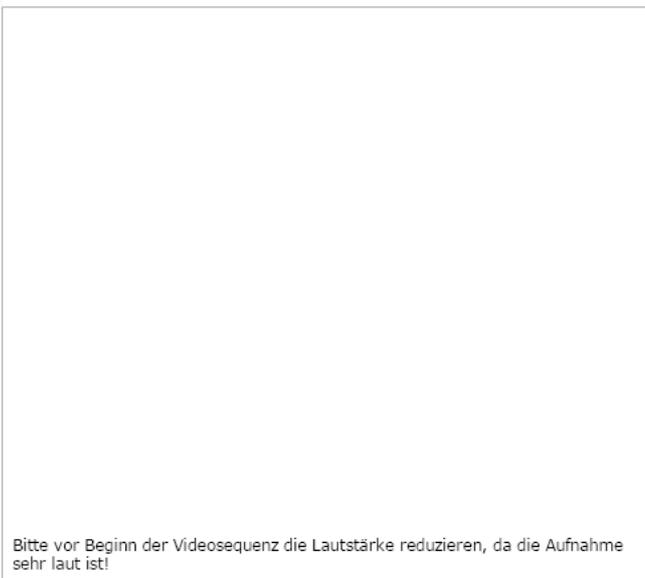
Schubumkehr am Einstrom-Strahltriebwerk



Ausgefahrene Titanschaufeln als Schubumkehranlage an einer Boeing 737-200.

[Die vom Triebwerk erzeugten Abgase](#) treten durch die Düse aus um den nötigen Schub zu erzeugen.

Bei der Schubumkehr werden zwei Titanschaufeln in den Abgasstrahl gefahren. Sie lenken den Abgasstrahl um.



Bitte vor Beginn der Videosequenz die Lautstärke reduzieren, da die Aufnahme sehr laut ist!

Es entsteht ein Schub entgegen der Bewegungsrichtung und das Flugzeug wird abgebremst.



Kurzzusammenfassung:

- An einem Einstrom-Strahltriebwerk wirkt die Schubumkehr durch Umlenkung des Abgasstrahles.
- Die Umlenkung erfolgt durch Schaufeln.

Schubumkehr am Zweistrom-Strahltriebwerk

Je nach Triebwerks- und Flugzeughersteller gibt es verschiedene Varianten der Schubumkehr. Exemplarisch werden auf den folgenden Seiten die zwei wichtigsten Bauarten vorgestellt:

1. Beispiel: [Boeing 737-800 mit CFM-Triebwerken](#)
2. Beispiel: [Airbus 330-200 mit Rolls-Royce-Triebwerken](#)

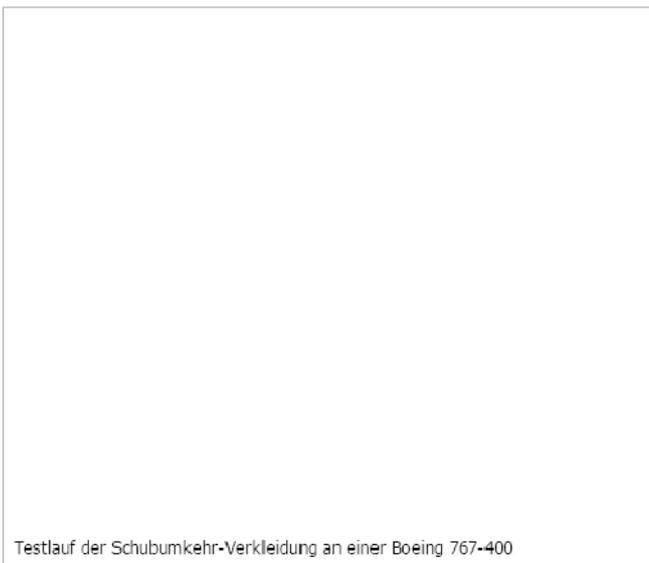
Beide Varianten nutzen für die Schubumkehr nur den im Triebwerk entstehenden [Mantelstrom](#).

Je nach Flugzeug und Triebwerk gibt es verschiedene Regelungen für den Einsatz der Schubumkehr. Meist darf die Schubumkehr nur bis etwa 60-80 knts (etwa 110-140 km/h) eingesetzt werden. Unter dieser Geschwindigkeit besteht die auf Grund der Bodennähe der Triebwerke die Gefahr, Steinchen oder im Winter Eisplatten aufzuwirbeln. Diese würden durch den nach vorn wirkenden Schub vor den Triebwerkseinlass geblasen und könnten durch die Fans eingesogen werden und das Triebwerk schwer beschädigen.

So hat zum Beispiel das Militärflugzeug C-17 von Boeing sehr hoch angebrachte Triebwerke. Dies hat unter anderem den Vorteil, dass der Umkehrschub auch zum Rückwärtsfahren benutzt werden kann, wie das folgende Video zeigt:



Am CFM-Triebwerk werden Klappen, die sich zwischen Außenhaut und Mantelstrom befinden, in den Mantelstrom gefahren. Zeitgleich schiebt sich ein Teil der Triebwerksverkleidung zurück. Hierdurch kann der Luftstrom entweichen. Dies ist im folgenden Video, aufgenommen an einer Boeing 767-400 mit baugleicher Schubumkehr, sehr gut sichtbar:



Damit der Luftstrom nicht zur Seite entweicht, wird er in die unter der Abdeckung befindlichen Kaskaden geleitet. Diese lenken den Luftstrom nach vorne um.



Kaskaden eines CFM-Triebwerks.

Als letztes folgt die Aufnahme einer Boeing 737-800 nach der Landung in Hannover. Auf diesem Bild ist die Wirkungsrichtung des Umkehrschubes auf Grund des aufwirbelnden Wassers sehr gut ersichtlich:



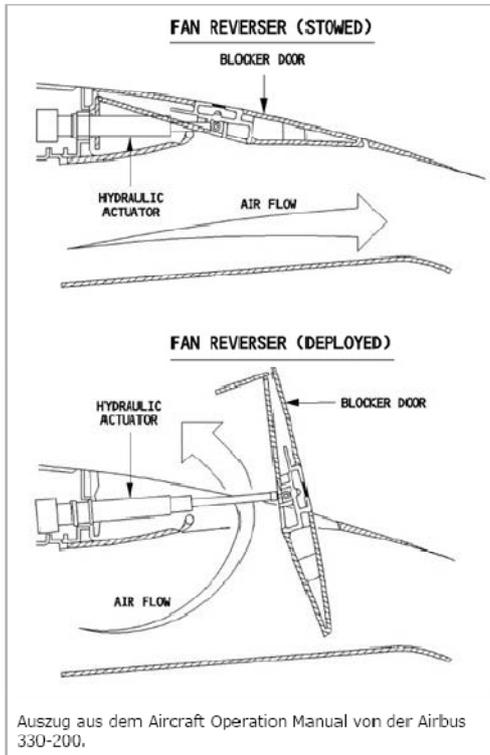
Boeing 737-800 in Hannover.

© John-Jay Bartz

Kurzzusammenfassung:

- An einem CFM-Triebwerk wirkt die Schubumkehr durch Umlenkung des Mantelstromes
- Die Umlenkung erfolgt durch Klappen und Kaskaden

Am Rolls-Royce-Triebwerk werden außen liegende Klappen in den Mantelstrom gefahren, wie auf dem folgenden Bild zu sehen ist:



Im Unterschied zur Schubumkehr am auf der vorherigen Seite behandelten CFM-Triebwerk befinden sich hier keine Kaskaden am Auslass. Die Umlenkung erfolgt am Rolls-Royce-Triebwerk mit Hilfe einer Querklappe am oberen Ende der Blockierklappe. Diese Querklappe lenkt den Umkehrschub entgegen der ursprünglichen Wirkrichtung um. Folgend ein Foto des Einsatzes an einer Airbus-Maschine:



Der zur Airbus 330-200 baugleiche Umkehrschub an einer Airbus 321-200.

Auf diesem Foto ist sehr gut die Umlenklappe (rot) erkennbar. Ferner ist auch das Gestänge zum Ausfahren der Blockierklappen ersichtlich.

Der Umkehrschub an Strahltriebwerken –
Gestaltung eines Konzeptes für netzbasiertes Lernen im Rahmen der Ausbildung zum Fluggerätemechaniker

Kurzzusammenfassung:

- An einem Rolls-Royce-Triebwerk wirkt die Schubumkehr durch Umlenkung des Mantelstromes
- Die Umlenkung erfolgt durch Klappen

10.2 Druckansicht Fragenübersicht

(1 - 10 von 10)

Titel ↑	Beschreibung	Autor/in	Fragentyp	Erzeugt	Letzte Aktualisierung
Frage 10: Arbeitssicherheit		David Pollmer	Text-Teilmenge	23. Aug 2010	27. Aug 2010
Frage 1: Bremsarten an einem Verkehrsflugzeug		David Pollmer	Freitext-Frage	23. Aug 2010	23. Aug 2010
Frage 2: Einbauort Schubumkehr		David Pollmer	ImageMap-Frage	Heute	Heute
Frage 3: Beschreibung Schubumkehr		David Pollmer	Freitext-Frage	23. Aug 2010	27. Aug 2010
Frage 4: Luftstrom im Einstrom-Strahltriebwerk		David Pollmer	Single Choice Frage	19. Aug 2010	19. Aug 2010
Frage 5: Luftstrom im Zweistrom-Strahltriebwerk		David Pollmer	Single Choice Frage	23. Aug 2010	23. Aug 2010
Frage 6: Schubumkehr-Arten		David Pollmer	Text-Teilmenge	23. Aug 2010	27. Aug 2010
Frage 7: Zuordnung Schubumkehr-Triebwerk		David Pollmer	Zuordnungsfrage	23. Aug 2010	Gestern
Frage 8: Lückentext Schubumkehr am Einstrom-Strahltriebwerk		David Pollmer	Lückentext-Frage	23. Aug 2010	23. Aug 2010
Frage 9: Lückentext Schubumkehr Zweistrom-Strahltriebwerk		David Pollmer	Lückentext-Frage	23. Aug 2010	23. Aug 2010

(1 - 10 von 10)

10.3 Testfragen

(1 - 10 von 10)					
Titel	Beschreibung	Autor/in	Fragentyp	Erzeugt	Letzte Aktualisierung
Frage 10: Arbeitssicherheit		David Pollmer	Text-Teilmenge	23. Aug 2010	27. Aug 2010
<p>Welche Maßnahmen hinsichtlich der Arbeitssicherheit sind bei der Wartung der Schubumkehr besonders zu beachten? Nennen Sie einen wichtigen Punkt für die Schubumkehr am Einstrom-Strahltriebwerk.</p> <p>1. <input type="text"/></p> <p>2. <input type="text"/></p>					
Frage 1: Bremsarten an einem Verkehrsflugzeug		David Pollmer	Freitext-Frage	23. Aug 2010	23. Aug 2010
<p>Benennen Sie im Folgenden bitte stichwortartig drei verschiedene Bremsarten an einem Verkehrsflugzeug.</p> <p><i>Bitte geben Sie nicht mehr als ein Maximum von 500 Zeichen ein. Alle weiteren Zeichen werden am Ende abgeschnitten.</i></p> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; width: 100%;"></div>					
Frage 2: Einbauort Schubumkehr		David Pollmer	ImageMap-Frage	Heute	Heute
<p>Gesucht wird der Einbauort der Schubumkehranlage am folgend gegebenen Flugzeug. Klicken Sie bitte den Ort an, an dem sich die Schubumkehr befindet.</p>					
					
Frage 3: Beschreibung Schubumkehr		David Pollmer	Freitext-Frage	23. Aug 2010	27. Aug 2010
<p>Beschreiben Sie bitte kurz, was unter "Schubumkehr" zu verstehen ist.</p> <p><i>Bitte geben Sie nicht mehr als ein Maximum von 500 Zeichen ein. Alle weiteren Zeichen werden am Ende abgeschnitten.</i></p> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; width: 100%;"></div>					

Frage 4: Luftstrom im Einstrom-Strahltriebwerk		David Pollmer	Single Choice Frage	19. Aug 2010	19. Aug 2010
<p>Die Schubumkehr benötigt einen Luftstrom, um eine Wirkung zu entfalten. Welchen Luftstrom nutzt die Schubumkehr an einem Einstrom-Strahltriebwerk?*</p> <p><input type="radio"/> Mantelstrom</p> <p><input type="radio"/> Abgasstrom</p> <p><input type="radio"/> beide Ströme</p>					
Frage 5: Luftstrom im Zweistrom-Strahltriebwerk		David Pollmer	Single Choice Frage	23. Aug 2010	23. Aug 2010
<p>Die Schubumkehr benötigt einen Luftstrom, um eine Wirkung zu entfalten. Welchen Luftstrom nutzt die Schubumkehr an einem Zweistrom-Strahltriebwerk?</p> <p><input type="radio"/> Mantelstrom</p> <p><input type="radio"/> Abgasstrom</p> <p><input type="radio"/> beide Ströme</p>					
Frage 6: Schubumkehr-Arten		David Pollmer	Text-Teilmenge	23. Aug 2010	27. Aug 2010
<p>Nennen Sie bitte die drei verschiedenen in dieser Lerneinheit kennengelernten und für die Schubumkehr verantwortlichen Einbauteile.</p> <p>1. <input type="text"/></p> <p>2. <input type="text"/></p> <p>3. <input type="text"/></p>					
Frage 7: Zuordnung Schubumkehr-Triebwerk		David Pollmer	Zuordnungsfrage	23. Aug 2010	Gestern
<p>Ordnen Sie bitte den genannten Triebwerksarten die auf den Bildern gezeigten Schubumkehranlagen zu.</p> <p>Auswählbare Terme</p> <p> Term 1: Schubumkehr 1</p> <p> Term 2: Schubumkehr 2</p> <p>Auswahl</p> <p>Einstrom-Strahltriebwerk passt zu --- bitte auswählen ---</p> <p>Zweistrom-Strahltriebwerk passt zu --- bitte auswählen ---</p>					
Frage 8: Lückentext Schubumkehr am Einstrom-Strahltriebwerk		David Pollmer	Lückentext-Frage	23. Aug 2010	23. Aug 2010
<p>Die Schubumkehr an einem Einstrom-Strahltriebwerk erfolgt mit Hilfe des <input type="text"/> stromes. Er wird mit Hilfe von <input type="text"/> umgelenkt. Diese fahren bei Aktivierung der Schubumkehr in den genannten Strom und <input type="text"/> diesen entgegen der Bewegungsrichtung um.</p>					
Frage 9: Lückentext Schubumkehr Zweistrom-Strahltriebwerk		David Pollmer	Lückentext-Frage	23. Aug 2010	23. Aug 2010
<p>Die Schubumkehr am Zweistrom-Strahltriebwerk erfolgt mit Hilfe des <input type="text"/> stromes. Er wird mit Hilfe von <input type="text"/> und <input type="text"/> umgelenkt. Diese leiten den genannten Strom entgegen der Bewegungsrichtung um.</p>					

Der Umkehrschub an Strahltriebwerken –
Gestaltung eines Konzeptes für netzbasiertes Lernen im Rahmen der Ausbildung zum Fluggerätemechaniker

