

# Globaler Wandel am Beispiel der Luftfahrt

## Klima, Ressourcen, Globalisierung und Demographie

### Kapitel 3

## Wasser- und Energieeinsatz am Hauptsitz der MTU Aero Engines in München

Unterrichtsmaterial  
für die Oberstufe am Gymnasium in Bayern  
Geographie

Jürgen Patzke  
Diplom-Geograph und Studienrat  
Lehrer in der Wirtschaft 2012/13

München 2013

### 3 Wasser- und Energieeinsatz am Hauptsitz der MTU Aero Engines in München 3.1

#### Bedingungen am Standort

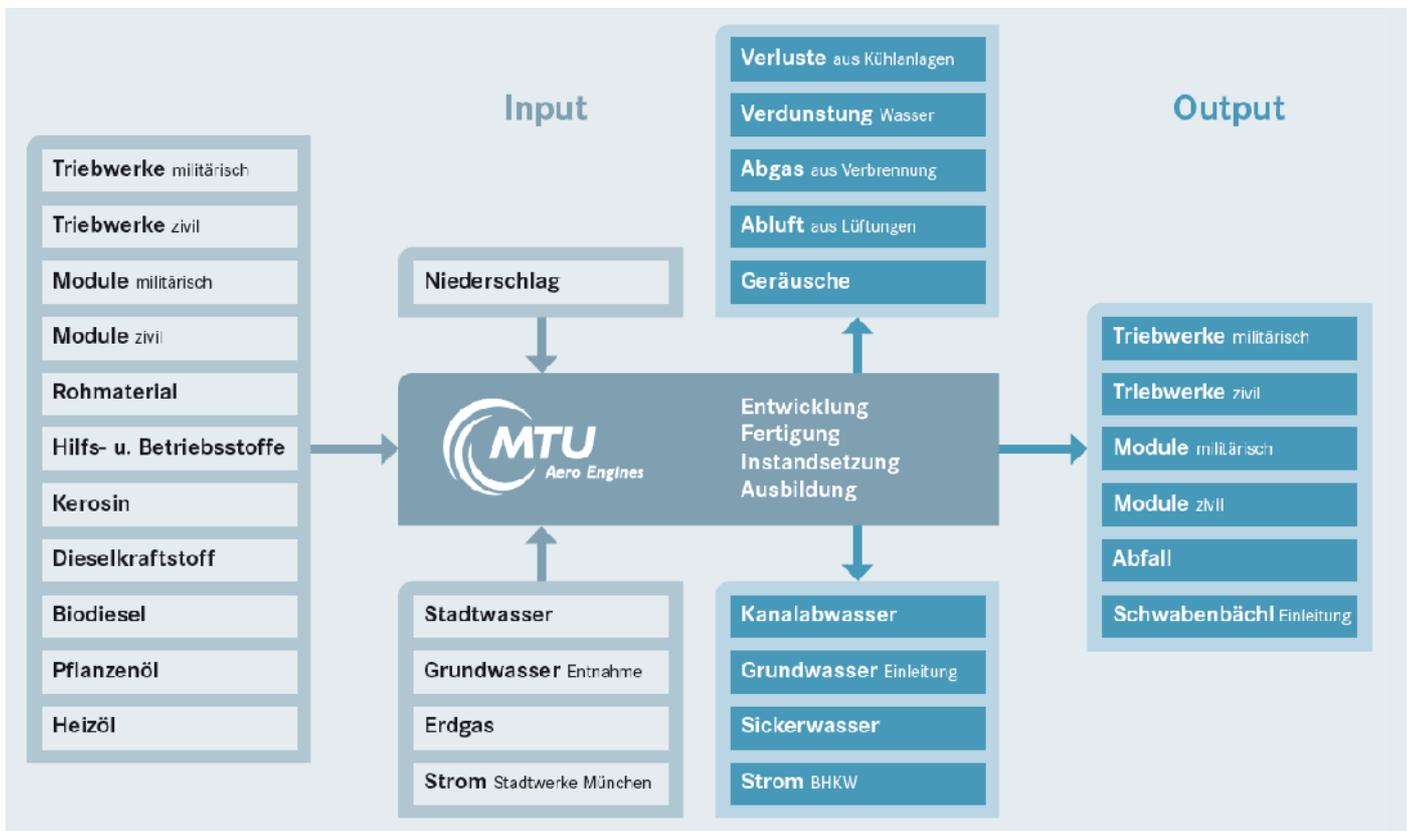
Die Konzernzentrale der MTU Aero Engines befindet sich am Stadtrand von München. Am Standort nördlich des Allacher Forsts startete 1936 der Aufbau der Flugmotorensparte von BMW, welche 1965 vom Fahrzeug- und Maschinenbauer MAN übernommen wurde und aus der die Motoren- und Turbinen-Union (MTU) 1969 hervorging. Der nordwestliche Teil des Industriegeländes (M1) gehört seither der MAN, die am Standort Lastkraftwagen produziert. Die südöstliche Hälfte liegt an der A99 und der Dachauer Straße und ist der Hauptsitz der MTU Aero Engines. Am etwa 500.000 qm großen Standort mit seinen etwa 4.600 Beschäftigten befinden sich der Vorstand und die Verwaltung des international vertretenen Unternehmens. Außerdem sind dort die Entwicklung, Fertigung, Prüfung und Vermarktung ziviler und militärischer Triebwerkskomponenten und –subsysteme konzentriert. Schließlich werden auch militärische Triebwerke montiert und instandgehalten.

Welche Stoffe, Rohteile, Energieträger und sonstigen Mittel in das Unternehmen hineingelangen, und was die MTU daraus macht, zeigt die qualitative Darstellung der Input-Output-Analyse (M2).

Ankommende Triebwerke werden geprüft und instandgesetzt, und Industriegasturbinen werden gewartet, wofür auch Kerosin nötig ist. Mit Rohmaterial, Hilfs- und Betriebsstoffen produziert die MTU ihre Bauteile, die mit ankommenden Modulen zu größeren Baugruppen oder ganzen Triebwerken montiert werden. Der Energie- und Wasserbedarf des Werks wird aus verschiedenen Quellen gedeckt. Die bei der MTU endmontierten Triebwerke gehen an den Flugzeughersteller, fertige Module liefert man den Partnern in der Triebwerksproduktion. Abfälle und Abwässer werden entsorgt und ebenso wie die Emissionen minimiert. Das Blockheizkraftwerk speist Strom in das öffentliche Netz ein.



M1: Satellitenbild des MTU-Standorts München (blau umrandet) mit Umgebung  
(Quelle: Bayerische Vermessungsverwaltung – [www.geodaten.bayern.de](http://www.geodaten.bayern.de))

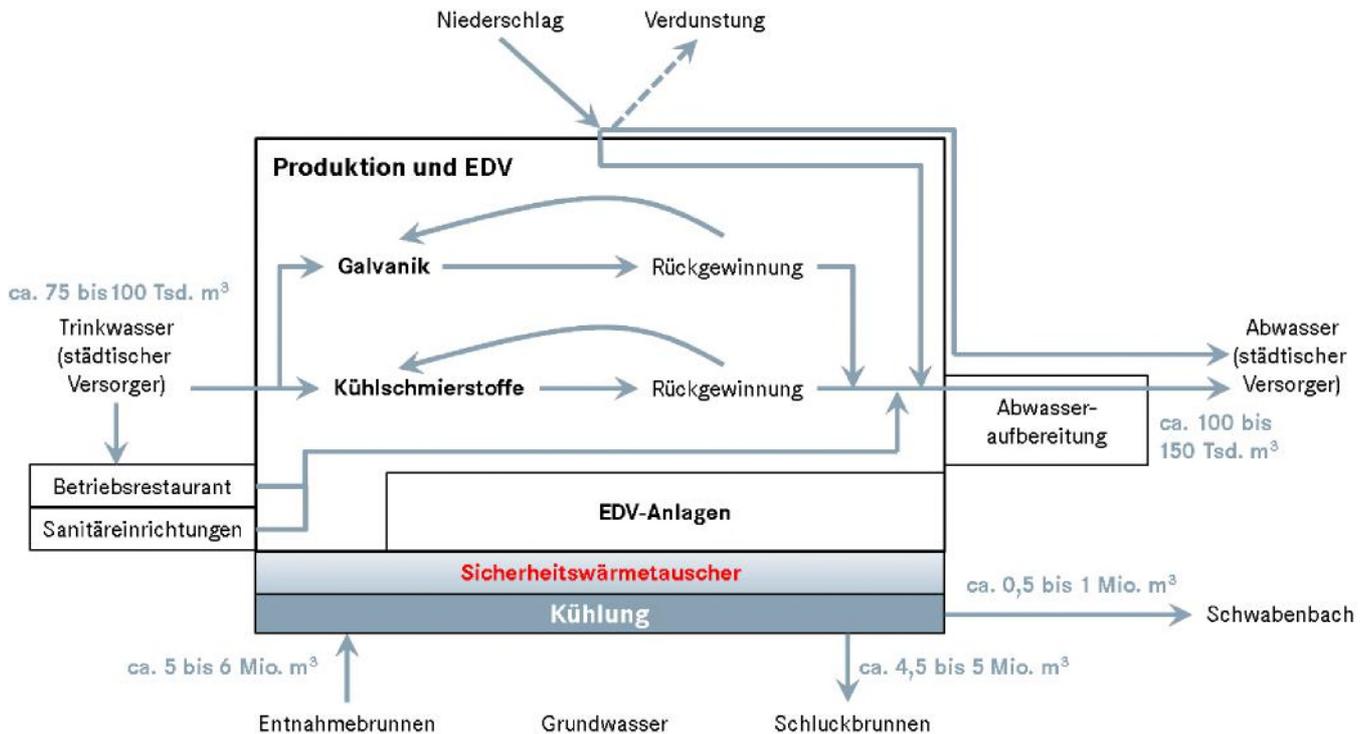


M2: Input-Output-Analyse am MTU-Standort München (Quelle: MTU Aero Engines)

#### AUFGABEN

- A1: Verorten Sie das Werksgelände (M1) auf einer kleinmaßstäblichen Altaskarte – oder bei Erlaubnis mittels Mobiltelefon!
- A2: Erklären Sie anhand einer Nutzungsskizze die Struktur des abgebildeten Landschaftsausschnitts (M1) und unter Zuhilfenahme einer Atlaskarte die erkennbaren Gunst- und Ungunstfaktoren aus der Sicht der Wohnbevölkerung und der MTU!
- A3: Die Input-Output-Analyse (M2) umfasst die durch die Leistungserstellung in den eigenen Anlagen bedingten Stoff- und Materialströme bzw. Emissionen. Den Pendlerverkehr der Beschäftigten enthält sie nicht. Schätzen Sie in Partnerarbeit ab, wieviele Kilometer in Summe von den Beschäftigten der MTU im Jahr im individuellen Personenverkehr zurückgelegt werden! Treffen Sie dazu plausible Annahmen bezüglich: Arbeitstage bei 40 Urlaubs- und Feiertagen pro Jahr, Anteil der Teilzeitkräfte mit drei bzw. vier Arbeitstagen pro Woche, Anteil der Mitarbeiter mit durchschnittlich 10 km, 30 km und 50 km Anfahrtsweg, Anteile der benutzten Verkehrsmittel, durchschnittlicher Krankenstand (Prozentsatz der Beschäftigten, die krankheitsbedingt abwesend sind).
- A4: Umreißen Sie drei Ansätze zur Reduktion des individuellen motorisierten Pendlerverkehrs und diskutieren Sie die Umsetzbarkeit!

### 3.2 Produktionsfaktor Wasser



M1: Wasserhaushalt des Werks München (Quelle: MTU Aero Engines)

Der Trinkwasserbedarf der MTU Aero Engines (M1) entsteht überwiegend in der Produktion, insbesondere bei den galvanischen Verfahren und bei der Bereitstellung von Kühlschmierstoffen.

In der Galvanik werden Bauteile gereinigt und anschließend in Tauchbädern beschichtet, um einen Oxidations- bzw. Verschleißschutz zu erreichen. Das Wasser dient als Medium für die Ionen, welche auf die Bauteiloberfläche aufgebracht werden. Dafür muss das Münchener Trinkwasser zunächst entsalzt werden, um die Anwesenheit prozessfremder Ionen zu vermeiden. Nach der Benutzung werden die in der Galvanik angefallenen Flüssigkeiten in Rückgewinnungsanlagen aufbereitet. So waren 2012 insgesamt 450.000 m<sup>3</sup> Galvanikwasser im Kreislauf, wovon nur 13.000 m<sup>3</sup> als Abwasser entsorgt werden mussten.

Kühlschmierstoffe (KSS) braucht man bei vielen Metallbearbeitungsverfahren, um die Reibung zwischen Werkzeug und Bauteil zu reduzieren, die Wärme abzuführen sowie Staub zu binden (M2). KSS bestehen aus Wasser und Ölen, sie werden ebenfalls intern gereinigt und mehrmals wiederverwendet.

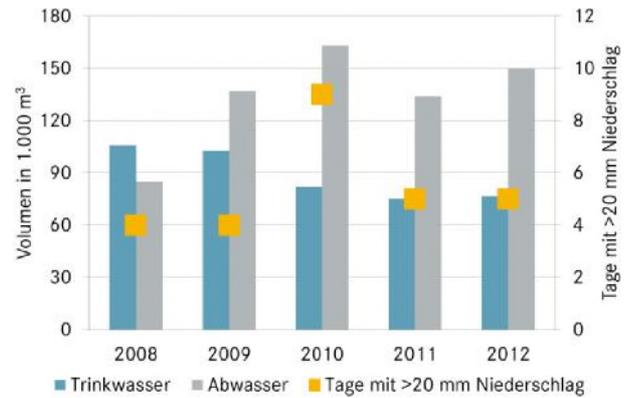


M2: Einsatz von KSS beim Entgratfräsen (Quelle: MTU Aero Engines)

Neben den Maßnahmen zur Wassereinsparung wird großer Wert auf die Wasserreinhaltung gelegt. Der Gesetzgeber senkt die Grenzwerte für Schadstoffe entsprechend dem technischen Fortschritt laufend. Die MTU Aero Engines unterschreitet alle Grenzwerte deutlich.

## AUFGABEN

- A1: Ordnen Sie das Schema des Wasserhaushalts der MTU Aero Engines (M1) in den allgemeinen Wasserkreislauf (Lehrbuchdarstellung) ein. Beschreiben Sie, worin die Unterschiede zu einem für Wohn- oder Agrarfunktionen genutzten Landschaftsausschnitt bestehen!
- A2: Erklären Sie mit Hilfe von M1 und M3, warum mehr Abwasser anfällt, als Trinkwasser bezogen wird!
- A3: Diskutieren Sie die Vorteile und Nachteile der Verschärfung des Wasserrechts aus Sicht der Bürger und der Unternehmen!



M3: Trinkwasserbedarf, Abwasser und Starkregen  
(Quellen: MTU Aero Engines; Deutscher Wetterdienst für die Station München-Flughafen)

### 3.3 Produktionsfaktor Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen

**Interview mit Burkhard Oesten**  
(Leiter Umweltschutz)

*Wieso benutzen Sie sieben unterschiedliche Energieträger?*  
Den Strom verwenden wir hauptsächlich für unsere Maschinen und Beleuchtung, das Erdgas für die Heizung. Die kleinen Mengen an Heizöl, Diesel und Biodiesel fallen für unsere Notversorgung und die werksinternen Fahrzeuge an. Im Blockheizkraftwerk verfeuern wir Pflanzenöl.

Der Flugkraftstoff wird für Triebwerkstests benötigt. In den Jahren 2009 und 2010 waren einige Triebwerke in der Entwicklung und mussten entsprechend den Vorschriften geprüft werden.

Abgesehen vom Flugkraftstoff haben wir den Energieverbrauch über die letzten Jahre in der Tendenz leicht senken können.

*Was tun Sie zur Reduktion des Energiebedarfs?*

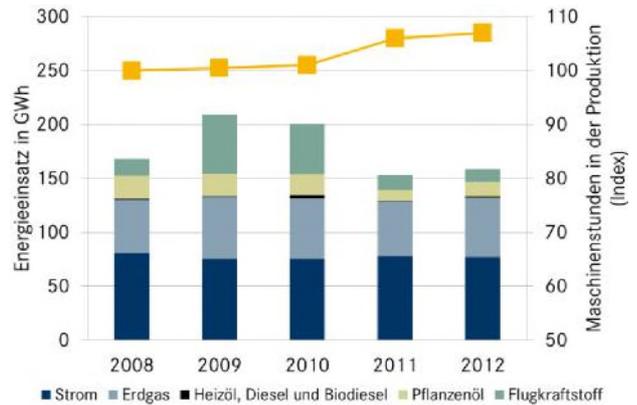
Bereits 2006 haben wir ein eigenes Blockheizkraftwerk in Betrieb genommen, mit dem 15 % des Standortbedarfs an Wärme gedeckt wird – und das CO<sub>2</sub>-neutral mit Kraft-Wärme-Kopplung. Damit lassen sich jährlich 7.400 Tonnen CO<sub>2</sub> einsparen.

In den Produktionshallen wurden Rotationswärmetauscher zur Wärmerückgewinnung installiert, was 1.500 Tonnen im Jahr einspart.

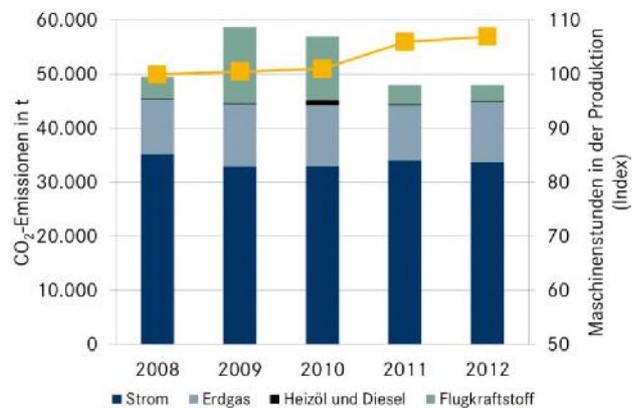
Und ganz entscheidend ist natürlich die Kühlung unserer EDV und mehrerer Gebäude mit Grundwasser (M3). Somit werden jährlich über 3.000 Tonnen im Vergleich zum Einsatz von elektrischen Kühlaggregaten vermieden. Wir haben eigene Grundwasserbrunnen. Der neueste wurde 2011 mit einer Förderleistung von bis zu 140 Litern pro Sekunde in Betrieb genommen. Wir pumpen das erwärmte Wasser zurück in den Grundwasserleiter, der nach Norden fließt. Das Wasser darf um maximal 6 K erwärmt werden, wobei die Temperatur bei der Wiedereinleitung in den Grundwasserstrom auf höchstens 20 °C begrenzt ist.



M3: Grundwasserbrunnen (blau) mit Schluckbrunnen (grün)  
(Quelle: MTU Aero Engines)



M1: Energieeinsatz und Produktion (Quelle: MTU Aero Engines)



M2: CO<sub>2</sub>-Emissionen und Produktion (Quelle: MTU Aero Engines)

#### AUFGABEN

- A1: Erklären Sie anhand von M1 und M2, inwiefern die Energienutzung im Zeitverlauf effizienter geworden ist! Errechnen Sie dazu auch eine geeignete Kennzahl!
- A2: Entwickeln Sie in Partnerarbeit drei Ideen für noch mehr Nachhaltigkeit bei der Wahl und dem Einsatz der Energieträger!
- A3: Begründen Sie, warum in M2 im Vergleich zu M1 das Pflanzenöl in der Aufstellung fehlt!
- A4: Am Flughafen München wurden im Jahr 2011 etwa 400.000 Tonnen CO<sub>2</sub> durch Flugzeuge im Landing-and-take-off-Zyklus (LTO-Zyklus unterhalb 3.000 Fuß) freigesetzt (Quelle: Flughafen München 2012). Errechnen Sie, nach wievielen Tagen des Jahres 2011 am Flughafen soviel CO<sub>2</sub> angefallen ist wie bei den Triebwerkstests der MTU Aero Engines im ganzen Jahr!
- A5: Recherchieren Sie die Auswirkungen der Erwärmung von Grundwasser auf 20 °C und bewerten Sie die Nutzung des Grundwassers zu Kühlzwecken!