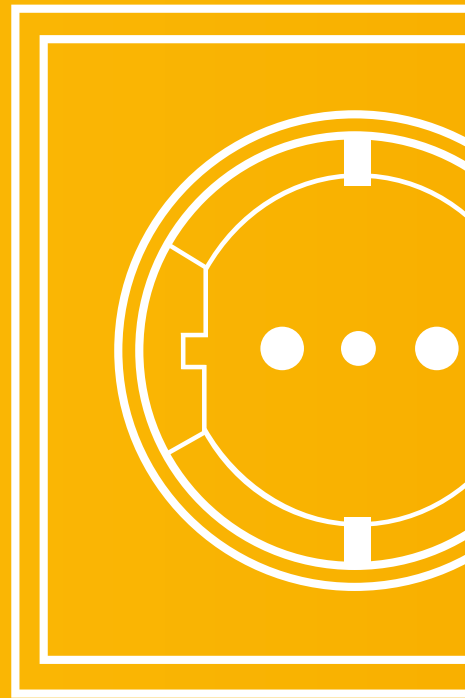
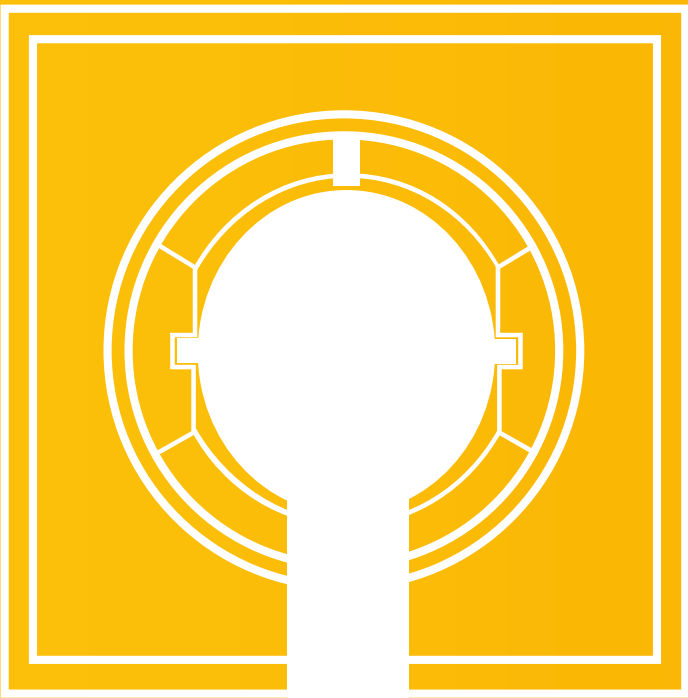
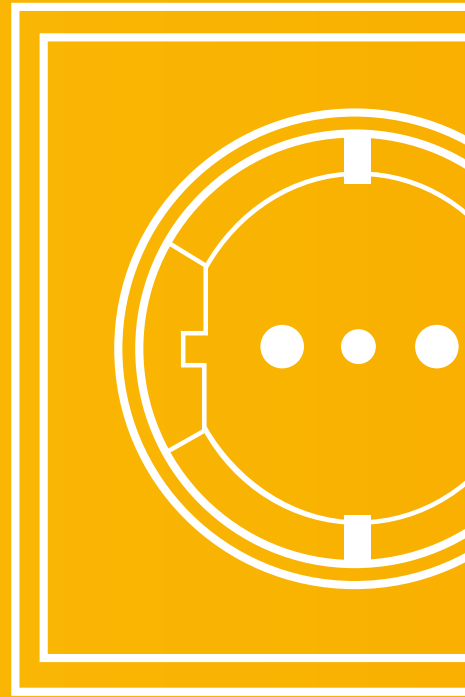
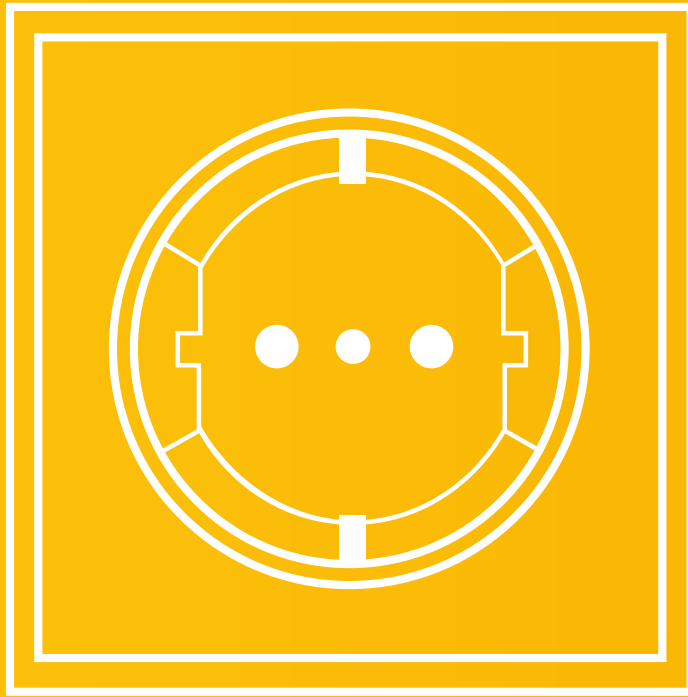


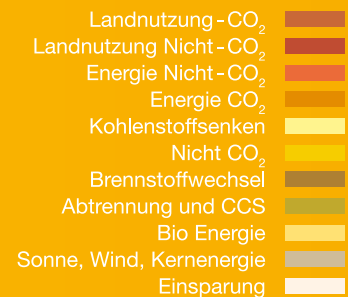
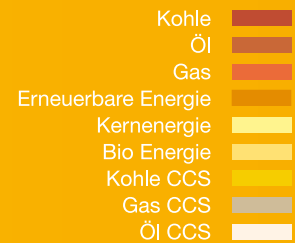
Gas geben beim Wirkungsgrad

Das Kraftwerk der Zukunft verbrennt Gas aus Kohle oder Biomasse. TUM-Forscher arbeiten an effizienteren Technologien und an Methoden zur Kohlendioxidabscheidung

Link

www.es.mw.tum.de





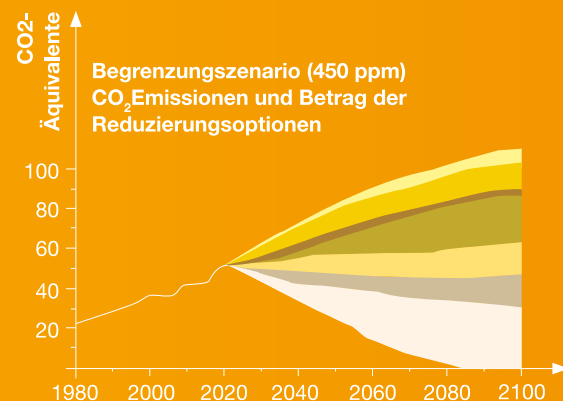
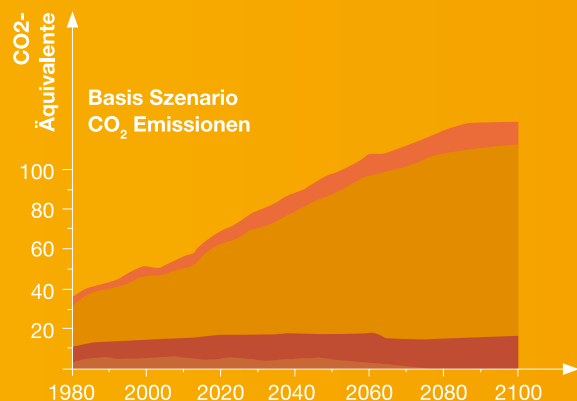
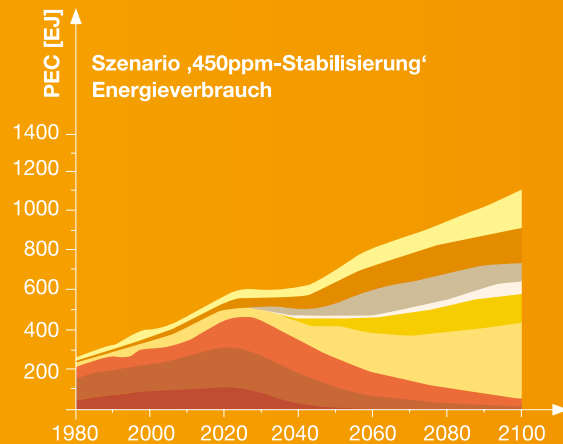
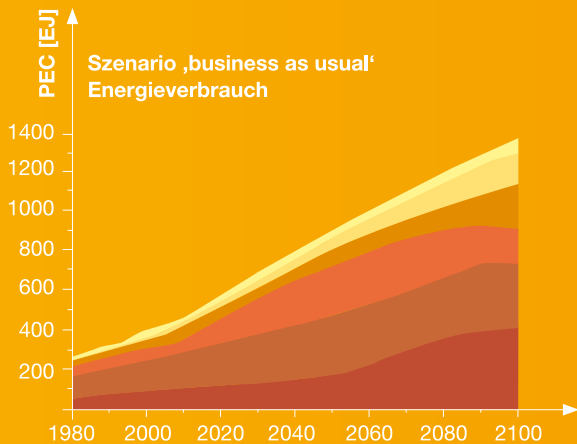
Auf die Frage nach dem drängendsten Thema der Menschheit würden die meisten Befragten derzeit wohl die „weltweite Finanz- und Wirtschaftskrise“ nennen. Vor gut einem Jahr dagegen lautete die Antwort mehrheitlich: „der Klimawandel“. Und es braucht nicht viel Phantasie um sich auszumalen, dass dieses Thema die Öffentlichkeit in Zukunft wieder stärker beschäftigen wird. Denn der Ausstoß von Kohlendioxid und anderer Treibhausgasen gefährdet das Klima weltweit – und langfristig die ganze Menschheit. Fakt ist: Der Energiebedarf der Menschheit steigt weiter – nicht nur in Ländern wie China und Indien. Das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) geht davon aus, dass sich der weltweite Energieverbrauch bis 2050 verdoppeln wird, wenn nicht massiv gegengesteuert wird. Und: Ein Großteil dieses Bedarfs wird auch in Zukunft aus der Verbrennung fossiler Rohstoffe gedeckt werden – mit der bekannten Folge, dass immer mehr Kohlendioxid in die Luft gelangt. Fakt ist aber auch, dass der Gehalt an Kohlendioxid in der Atmo-

sphäre nicht noch weiter steigen darf: Das IPCC empfiehlt eine Stabilisierung auf 450 ppm (parts per million), damit die weltweite Erwärmung auf zwei Grad Celsius begrenzt wird. Dies gilt unter Wissenschaftlern als ein noch beherrschbares Maß.

Energie: effizient und ohne Kohlendioxid

Um die 450-ppm-Grenze einzuhalten, gilt es zunächst, die Steigerung des Energieverbrauchs soweit möglich zu reduzieren. „Eine unserer wichtigsten Energiequellen ist die Energieeinsparung“, sagt Prof. Hartmut Spliethoff, Inhaber des Lehrstuhls für Energiesysteme an der Technischen Universität München. „Allein das Einsparpotenzial durch Effizienzverbesserungen ist enorm.“ Spliethoff muss es wissen: Ein Forschungsgebiet seines Lehrstuhls ist die Effizienzsteigerung von Kohlekraftwerken. „Auf die Kohle als günstigen und im Vergleich zu Öl und Gas noch erheblich länger verfügbaren Energieträger wird die Menschheit vorerst noch nicht verzichten können“, sagt Spliethoff. „Ziel muss es deshalb sein,

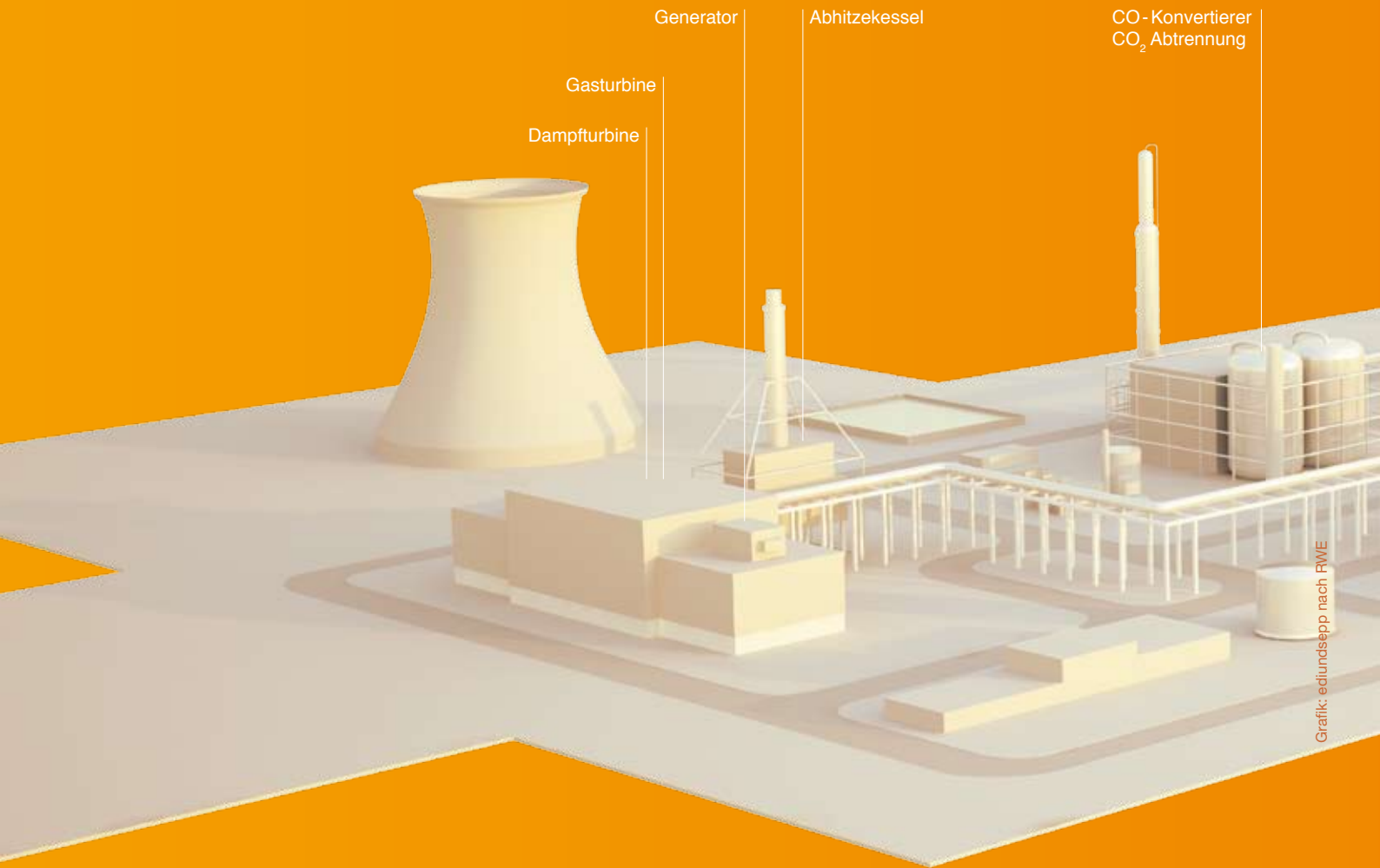
Szenarien des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) zur Entwicklung von Energieverbrauch und Kohlendioxid ausstoß weltweit



Grafik: edlundsepp nach IPCC

den Brennstoff möglichst gut auszunutzen.“ Doch Effizienzsteigerungen alleine reichen nicht. Das IPCC geht in seinem „450-ppm-Szenario“ zwar davon aus, dass sich der Anstieg des Energieverbrauchs mit entsprechenden Anstrengungen bremsen lässt, aber für das Jahr 2050 rechnen die Wissenschaftler auch dann noch mit einem gegenüber heute um rund die Hälfte gewachsenen weltweiten Energieverbrauch. Das bedeutet: Um das gesteckte 450-ppm-Ziel zu erreichen, muss nicht nur gespart werden, sondern die Energie muss ohne oder zumindest mit geringerem Ausstoß von Kohlendioxid erzeugt werden. „Deshalb suchen wir nicht nur nach Lösungen zur Effizienzsteigerung, sondern wir forschen auch an der Technik für das Kohlendioxid-arme Kraftwerk“, sagt Spliethoff. Das Stichwort lautet: Integrated Gasification Combined Cycle, kurz IGCC, kombiniert mit Carbon Capture and Storage, kurz CCS. Ein IGCC-Kraftwerk ist zunächst ein normales Gas- und Dampfkraftwerk. Das heißt, es besteht aus einer Gasturbine und zusätzlich einem Dampfkreislauf, der die Ener-

gie des heißen Abgases der Gasturbine nutzt. Allerdings wird das IGCC-Kraftwerk nicht mit Erdgas befeuert, sondern mit Kohle oder anderen festen Brennstoffen, etwa Biomasse. Diese müssen dazu in einem vorge-schalteten Prozess zunächst vergast werden. Das dabei entstehende Rohgas besteht im Wesentlichen aus Wasserstoff, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid, außerdem enthält es je nach Prozessbedingungen Aschenpartikel, Teer, Schwefel und andere Spurenstoffe. Diese Stoffe müssen aus dem Gas entfernt werden, bevor es in der Gasturbine verbrannt werden kann. Zusätzlich kann in Zukunft an dieser Stelle CCS ins Spiel kommen: Dabei wird das Kohlendioxid aus dem Gas abgetrennt und einer sicheren Lagerung zugeführt, zum Beispiel in ausgedienten Erdgaslagerstätten, so dass es nicht in die Atmosphäre entweicht. Auf diese Weise kann die Kohlendioxid-Bilanz des Brennstoffs deutlich verbessert werden. Im Fall von Biomasse wäre sie sogar negativ, das heißt, der Atmosphäre wird durch den Prozess Kohlendioxid entzogen. ▸



Grafik: edlundsepp nach RWE

Stromerzeugung der Zukunft – das IGCC-Kraftwerk mit Kohlendioxidabscheidung: Die kombinierte Gas- und Dampftechnologie ermöglicht einen hohen Wirkungsgrad, während die Kohlendioxidabscheidung und -endlagerung eine klimafreundliche Nutzung des reichlich vorhandenen Rohstoffs Kohle ermöglicht

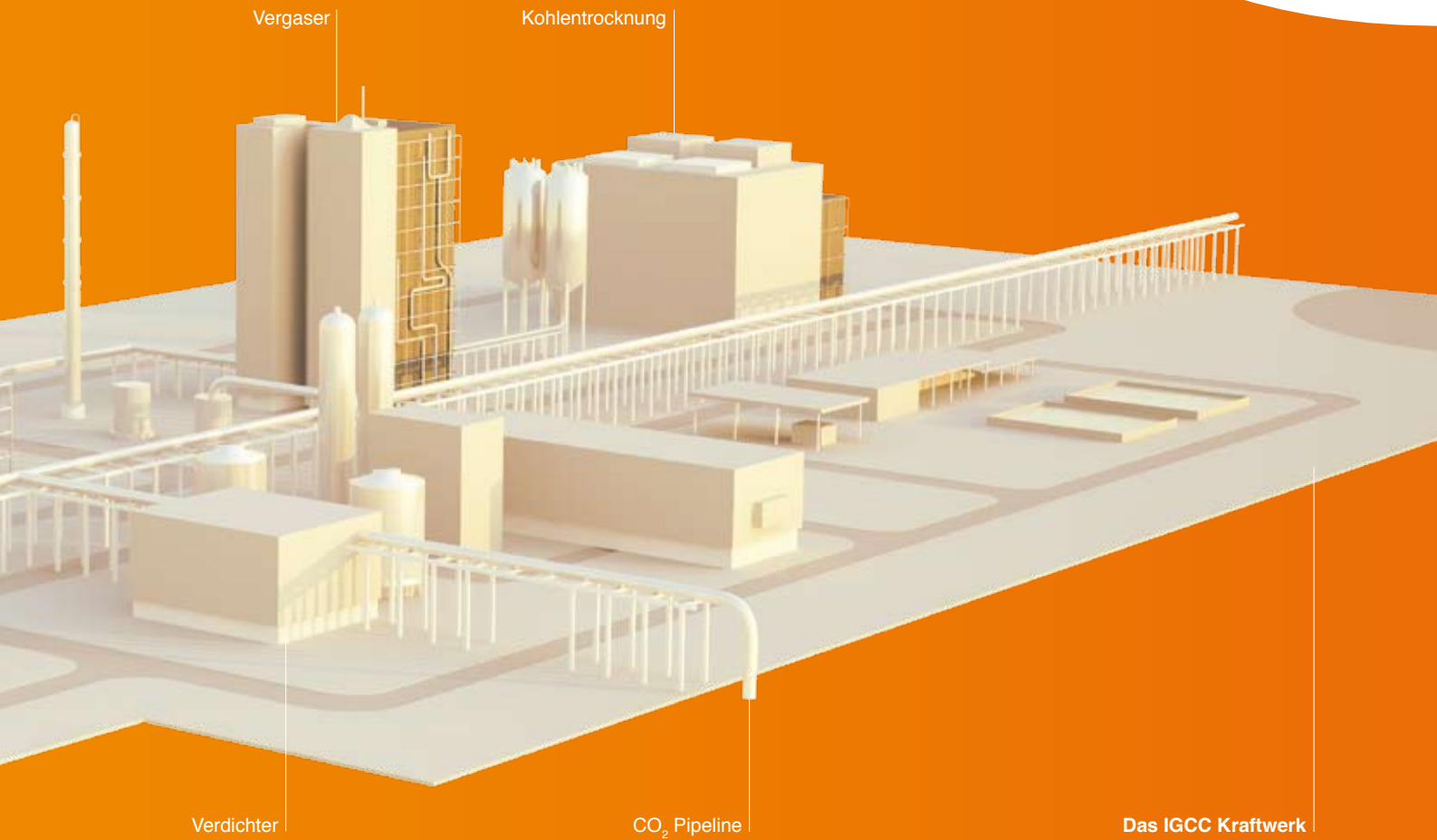
IGCC-Kraftwerke haben einen deutlich höheren elektrischen Wirkungsgrad als normale Kohlekraftwerke: Derzeit liegt er bei etwa 45 Prozent (ohne CCS). „Durch eine weitere Verbesserung der klassischen Einzelkomponenten eines Gas- und Dampfkraftwerks können wir in einigen Jahren auf über 50 Prozent kommen“, sagt Prof. Spliethoff. „Zusätzlich besteht großes Verbesserungspotenzial in der gesamten Prozesskette - von der Vergasung über die Reinigung des Rohgases bis hin zur effizienten Abscheidung des Kohlendioxids.“

Wie wird aus Biomasse Gas?

Genau daran arbeiten Spliethoff und seine Mitarbeiter: Das Institut für Energiesysteme der TUM hat die Federführung bei dem vom Bundesforschungsministerium

und sechs Industriepartnern finanzierten Verbundforschungsprojekt „HotVeGas“. Die Abkürzung steht für „Grundlegende Untersuchungen zur Entwicklung zukünftiger Hochtemperaturvergasungs- und -gasreinigungsprozesse für IGCC-Kraftwerke und zur Herstellung synthetischer Energieträger“. Denn die Technik zur Vergasung von Kohle und anderen Festbrennstoffen ist zwar schon alt, doch die grundlegenden Prozesse der Vergasung sind bis heute nicht ausreichend wissenschaftlich erforscht.

Neben den TUM-Wissenschaftlern sind die TU Freiberg sowie das Forschungszentrum Jülich an „HotVeGas“ beteiligt, Industriepartner sind EON, RWE, EnBW, Vattenfall sowie Siemens und GTT. Damit ist „HotVeGas“ gegenwärtig das größte Forschungsprojekt zur Ver- ▶



Brennstoffzuführung

Reaktionsrohr

optische Zugänge

Heizer

Isolierung

Abkühlstrecke



Experimente im großtechnischen Maßstab

Der TUM-Versuchsreaktor: Mit ihren Messinstrumenten können die Forscher „zuschauen“, wie bei 1800 Grad Celsius und 50 Bar aus Kohle Gas entsteht

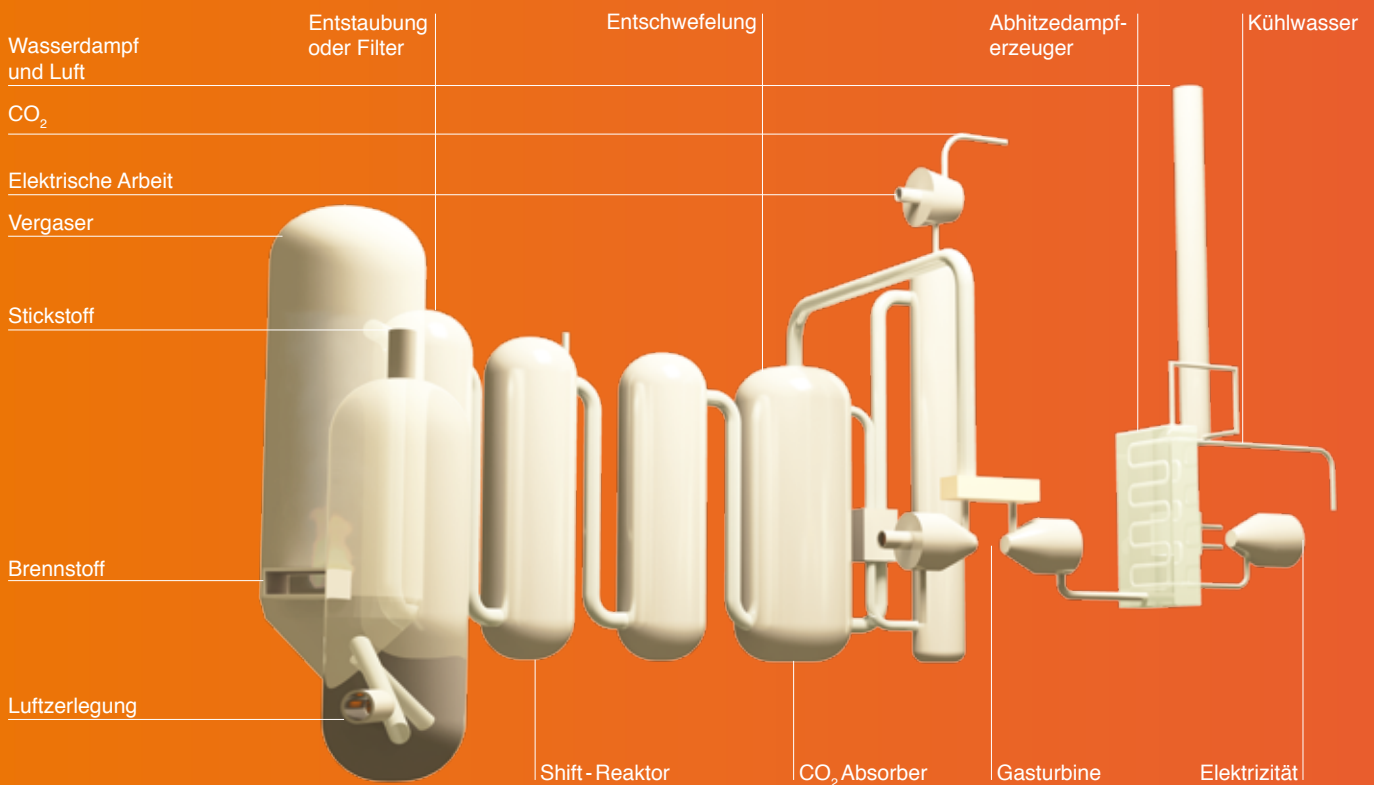
gasung in Deutschland. Es soll die notwendigen wissenschaftlichen Grundlagen schaffen, auf deren Basis praxistaugliche Technologien zur Vergasung, Gasreinigung, Kohlendioxidabscheidung und zur Herstellung synthetischer Kraftstoffe entwickelt werden können.

Am Institut für Energiesysteme hat man mehrjährige Erfahrungen mit einem Vergasungsreaktor im Versuchsmaßstab. Hier forschen die Wissenschaftler an der Vergasung von Biomasse und ihrer Anwendung für dezentrale Anlagen zur Energie- und Wasserstoffversorgung. Für „HotVeGas“ hat das Institut 2009 einen neuen, erheblich größeren Hochtemperaturflugstromvergaser installiert. Damit werden physikalische und chemische Vorgänge bei der Vergasung unterschiedlicher Kohlearten und bei unterschiedlichen Temperaturen und Drücken untersucht werden – experimentell,

aber im großtechnischen Maßstab. Zur Untersuchung der Vorgänge innerhalb des Reaktors kommen optische Messverfahren zum Einsatz, da die Prozesse möglichst ungestört durch Messtechnik ablaufen sollen.

Sauberkeit kontra Wirkungsgrad

Mit Hilfe einer an den Reaktor angeschlossenen Abkühlstrecke untersuchen die Wissenschaftler zudem das Verhalten von Spurenstoffen bei der Abkühlung des Gases. „Das Verständnis dieser Prozesse ist eine wichtige Voraussetzung, um die Gasaufbereitung zu optimieren“, sagt Spliethoff. Bisher durchläuft das Rohgas zur Reinigung von Aschepartikeln, Schwefel und anderen unerwünschten Spurenstoffen ein aufwendiges Verfahren, in dessen Verlauf es mehrfach abgekühlt und wieder aufgeheizt wird. „Das kostet Energie und senkt ▶



Grafik: edlundsepp nach Vattenfall

Komplexes Verfahren – von der Kohle zum Strom: Im IGCC-Kraftwerk wird Kohle zunächst vergast; den dazu nötigen reinen Sauerstoff liefert eine Luftzerlegungsanlage. Das Rohgas wird in mehreren Prozessen von Schwefel, Staub und Kohlendioxid befreit und dann in einer Gasturbine verbrannt. Deren Abgas erhitzt zusätzlich Dampf, der eine Dampfturbine antreibt. Beide Turbinen sind mit Stromgeneratoren gekoppelt



E.ON Future Award 2009

Wissenschaftspreis für herausragende Dissertationen und Abschlussarbeiten an der Technischen Universität München.

Bei uns wird Kreativität und Innovation belohnt:

Die drei besten Dissertationen werden mit je 10.000 Euro prämiert!

Für die sechs besten Abschlussarbeiten gibt es 5.000 Euro!

Der E.ON Future Award wird in Kooperation mit der TU München verliehen. Schirmherren sind Prof. Dr. Dr. h. c. Wolfgang A. Herrmann, Präsident der TU München, und Bernhard Fischer, Mitglied des Vorstands der E.ON Energie AG.

Ihre Energie gestaltet Zukunft.



Bewerben Sie sich jetzt bis zum

31. August 2009

unter: www.eon-future-award.com

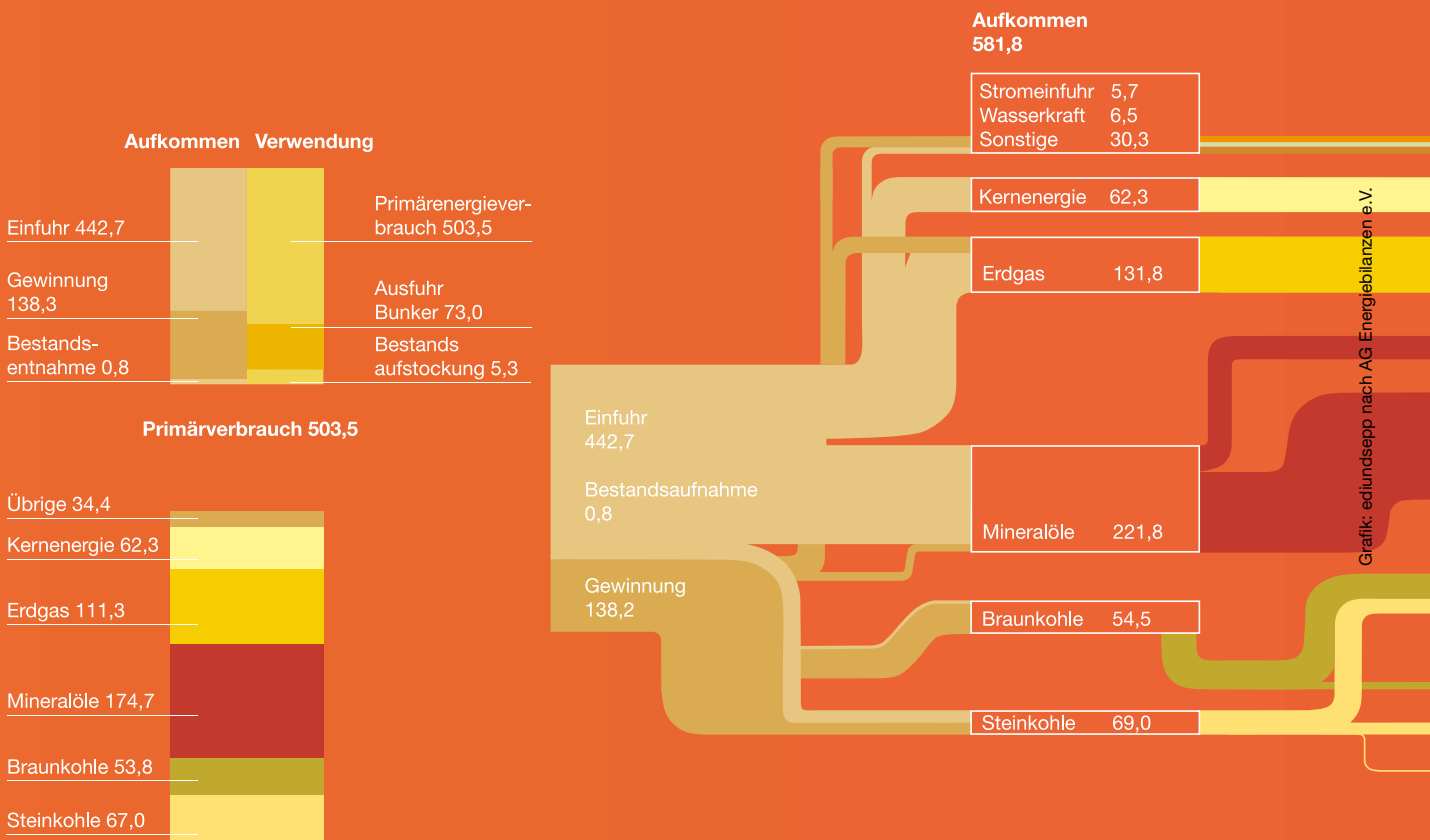
In Kooperation mit:





Illustration: edlundsapp

Energieflussbild der Bundesrepublik Deutschland



Grafik: edlundsapp nach AG Energiebilanzen e.V.

den Wirkungsgrad des Gesamtsystems. Deshalb suchen wir nach neuen Methoden, um das Gas ohne größere Temperaturänderungen zu reinigen.“

Effizientere Technologien

Auch die Kohlendioxidabscheidung kostet derzeit noch massiv Wirkungsgrad. „Ein IGCC-Kraftwerk mit CCS hat einen um rund zehn Prozentpunkte schlechteren Wirkungsgrad als das gleiche Kraftwerk ohne CCS“, sagt Spliethoff. Deshalb sucht die „HotVeGas“-Forschungsgruppe auch hier nach effizienteren Technologien, etwa Heißgasreinigung und Membranen. Um ihre Forschungsergebnisse für die Praxis verwertbar zu machen, entwickeln die Forscher zudem Computational Fluid Dynamics (CFD)-Modelle, mit denen sich die Prozesse bei der Vergasung sowie das Verhalten von Partikeln und Spurenstoffen im Vergaser und bei der Abkühlung des Rohgases berechnen lassen. Anhand der experimentell ermittelten Daten werden diese Modelle dann auf Richtigkeit überprüft. Ziel ist es, die komplexen Wechselwirkungen zwischen dem Feststoff und dem

entstehenden Gas sowie die Strömungen innerhalb des Vergasers nachbilden zu können, damit die Computermodelle für großtechnische Vergasungsprozesse eingesetzt werden können.

Last but not least befasst sich „HotVeGas“ nicht nur mit der Vergasung, sondern betrachtet auch den komplexen Gesamtprozess des IGCC-Kraftwerks. Denn um den Wirkungsgrad zu verbessern, müssen alle Komponenten der Anlage optimal aufeinander abgestimmt sein. Auch über zusätzliche Verwendungsmöglichkeiten für das Gas denken die Wissenschaftler nach: So könnten IGCC-Kraftwerke in Zukunft nicht nur Strom erzeugen, sondern nebenbei auch synthetische Kraftstoffe für die Nutzung in Kraftfahrzeug-Verbrennungsmotoren produzieren.

Sofern dies in Kombination mit CCS passiert oder statt Kohle Biomasse als Rohstoff dient, ließe sich so ein Teil der Kohlendioxid-Emissionen des Individualverkehrs vermeiden – und das ehrgeizige Klimaziel des IPCC würde dank der Forschungen der TUM-Wissenschaftler wieder ein Stück näher rücken. *Matthias Hopfmüller*

