

IER

Frankfurter Allgemeine

Netzagentur warnt: Gasverbrauch steigt zu stark

AKTUALISIERT AM 06.10.2022 - 12:03



TAGESSPIEGEL



Deutschland das Licht ausgeht

Können die Kraftwerke in diesem Winter ausreichend Strom erzeugen? Droht Deutschland ein Blackout - und kann man sich darauf vorbereiten?

Quelle: https://www.tagesspiegel.de/politik/moglicher-blackout-imwinter-wenn-in-deutschland-das-licht-ausgeht-8647879.html

Bundestag verabschiedet Gebäudeenergiegesetz

Monatelang stritt die Ampel über das Gebäudeenergiegesetz. Das Bundesverfassungsgericht verbot in einem Eilverfahren eine Verabschiedung vor der Sommerpause. Nun verabschiedete der Bundestag die Reform. Die Opposition lehnt das Heizungsgesetz ab.

08.09.2023







Quelle:

https://www.deutschlandfunk.de/heizung-habeckerdwaerme-gas-oel-102.html

Quelle:

https://www.zeit.de/politik/deutschland/2020-09/co2-emissionen-eukommission-frans-timmermans-klimaschutz

Quelle: https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/gasverbrauch-steigt-zu-

Vorjahren. Das gilt vor allem für private Haushalte. Die Bundesnetzagentur warnt

stark-laut-bundesnetzagentur-18366730.html

und ruft nochmals zum Sparen auf.



IER K. Hufendiek: Übersichtsvortrag GKM M.Sc./B.Sc.

11.10.2022

2

Agenda

- Bedeutung der Energiesystemanalyse
- Zukünftige Entwicklungen im Energiesystem
- Lehrangebot IER

Agenda

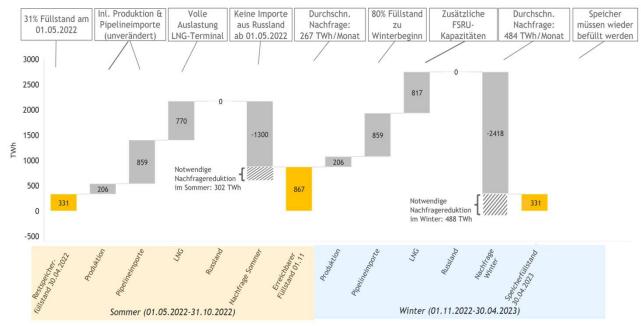
- Bedeutung der Energiesystemanalyse
- Zukünftige Entwicklungen im Energiesystem
- Lehrangebot IER

Wegfall Gasimporte aus Russland in Europa - Optionen

Gasimporte aus Russland sind nicht durch alternative Quellen zu schließen

- Betrachtung muss Europa einbeziehen
- Ergebnisse der Kurzanalyse des EWI Köln mit wichtigen Einschränkungen
 - Mögliche Netzengpässe nicht berücksichtigt (außer Spanien & Portugal)
 - LNG Verfügbarkeit nicht gesichert
 - Wettereinfluss
- Günstiger Fall: Verbleibende Gaslücke ca. 800 TWh (20%)

Quelle: EWI Kurzanalyse 2.5.2022 abgerufen unter: https://www.ewi.uni-koeln.de/de/aktuelles/gasanalyse/



Optionen zum Schließen der Gaslücke:

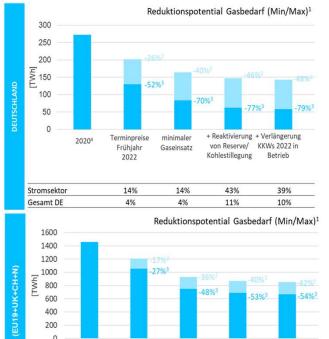
- Erschließung von Ersatzquellen bei der Belieferung, insbesondere LNG (in EWI Kurzanalyse bereits enthalten)
- Nutzung möglicher Energieträgersubstitution (Erdgas durch Öl, Kohle und Kernenergie)
- Reduktion der Nachfrage

Flexibilität im Strom-/Fernwärmesektor (inkl. Industriekraftwerke)

Abschätzung mit optimalem Dispatch Strom/Wärme für 2023 in Europa



- **Deutschland** hat höchstes Flexibilitätspotential im Sektor mit **europaweit** wichtigstem Reduktionspotential (-40² bis -70³% Gas im Sektor)
- 25² bis 50³% Potential zur Reduktion der Nachfrage des Sektors in D (-17² bis -27³% in Europa) bereits **durch Marktreaktionen** möglich
- Verzögerung Kohleausstieg/Reaktivierung Reserven für Markt ermöglicht europaweit zusätzliche Substitution von Erdgas
- Verlängerung Kernenergienutzung in D mit nur geringer zusätzlicher Gasreduktion (-4 TWh/a), kurzfristige Klimagas-Mehremissionen aber reduzierbar (zeitintegral durch EU ETS aber neutral, nur "Entlastung")
- Für D Potential zur Reduktion Gesamtgasbedarf bis zu 20³%
- Reduktion 250² bis 750³TWh des Gasbedarfs in Europa ohne Spanien & Portugal würde Gaslücke aus EWI-Studie zu 30² bis 90³% kompensieren
- Kurzfristig höhere Emissionen, müssen innerhalb EU ETS über der Zeit kompensiert werden (solange Cap bestehen bleibt), dann kein Nachteil bei Klimaschutz, aber Anstieg "Anspannungsgrad"





DUKES (UK), BfE (CH)

Diese Arbeiten wurden im Rahmen des Projekts Ariadne vom BMBF gefördert

Bundesministerium für Bildung und Forschung

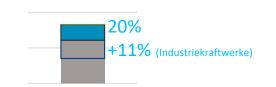
¹ Eigene Berechnung IER mit E2M2-Modell mit Dateninput von ffe, nationale Netzengpässe nicht berücksichtigt

² pessimistischer Extremfall: Annahme, dass keine Energieträgersubstitution bei Wärmeerzeugung nicht möglich ⁴ Quelle: Eigene Abschätzung auf Basis AGEB Energiebilanz und BMWi Auswertetabellen 2020 bzw. Eurostat,

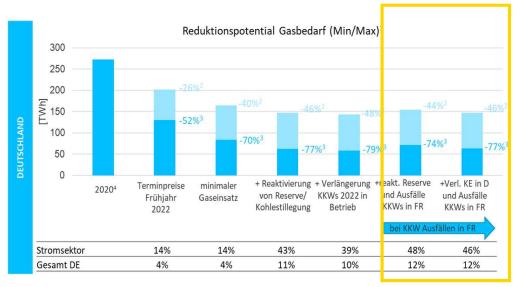
³ optimistischer Extremfall: Annahme, dass auch bei Wärmeerzeugung volle Energieträgerflexibilität möglich

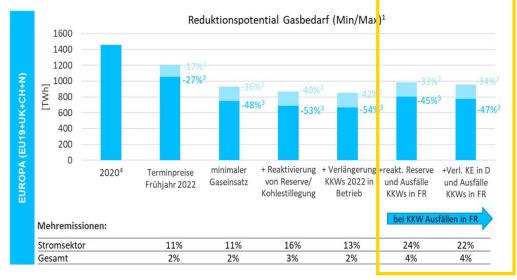
Flexibilität im Strom-/Fernwärmesektor (inkl. Industriekraftwerke)

Auswirkungen geringere Verfügbarkeit Kernkraftwerke in Frankreich



- Annahme andauernder Verfügbarkeitsprobleme der französischen Kernkraftwerke in Q1 und Q2 von zusätzlich -10 bis -4 GW⁵
 - Erhöht Gasbedarf in D bzw. EU für Verstromung erheblich (8 TWh in D bzw. 110 TWh in Europa entspricht ca. 3 bzw. 8 %-Punkte)
 - Dennoch bei unterstellter Kältewelle analog Jahr 2012 in zahlreichen Stunden keine Lastdeckung in F und teilweise in B möglich
 - Weiterbetrieb der Kernkraftwerke in D verringert fehlende Lastdeckung und Gasbedarf wieder (6 bzw. 24 TWh, ca. 2-3 %-Punkte)





^{1, 2, 3, 4} Fußnoten vgl. Folien 10 und 11

⁵ Eigene Annahme: Schrittweise Abnahme erhöhte Nichtverfügbarkeit auf Basis REMIT Daten und Prognose EQ Case study 22/08/2022 https://www.energyquantified.com/blog/french-nuclear-outages-winter-2022-23-and-power-balance-outlook

Flexibilität in den anderen Sektoren

Zusätzliches Substitutionspotential vor allem in Industrie verbunden mit Wettbewerbsrisiken



- Nutzung vor allem im Bereich Gebäudewärme
- Die meisten Kunden sind geschützte Kunden
- Potential durch Verhaltensänderung vorhanden
 - Auswirkungen Preissensitivität unklar
 - Instrumentierung zur Begrenzung Gasnachfrage ist schwierig
- Risiko der Überlastung elektrischer Verteilnetze bei Substitution durch elektrische Heizlüfter



- Industriekraftwerke und KWK bei Strom/FW erfasst
- Verlagerung und Substitution in Teilen der chemischen Industrie einfach möglich, z. B.
 - Import von Ammoniak statt Erdgas
 - Substitution von Erdgas durch Naphta
- Risiko der mittelfristigen Abwanderung der gesamten Wertschöpfungskette
- Risiko des Umstiegs auf Kohlebasis (China, Australien) statt lokales Erdgas (USA, Katar, ...)
- Risiko massiver Störungen von Wertschöpfungsketten

Transformationspfade Energiewende

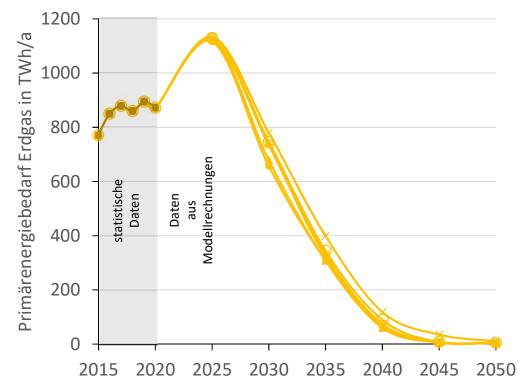
Umbau zu einem erneuerbaren Energiesystem über Zwischenlösung Erdgas

- Klimaschutzziele des KSG 2021 und EU Green Deal erfordern erhebliche Transformation bereits bis 2030
- Mehrzahl der existierenden
 Transformationsszenarien setzen auf
 - massiven Ausbau erneuerbare Erzeugung
 - schnelle Konversion von Kohle zu Gas



Vorübergehend erheblich ansteigender Bedarf von Erdgas als Primärenergie

- Kritisch im Hinblick auf Versorgungssicherheit
- Hochlauf und Wirtschaftlichkeit alternativer Erdgasinfrastrukturen auf Zeitachse schwierig

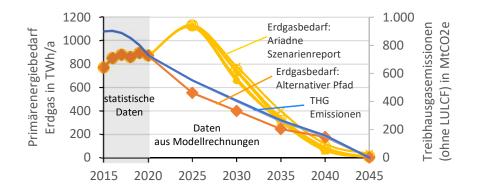


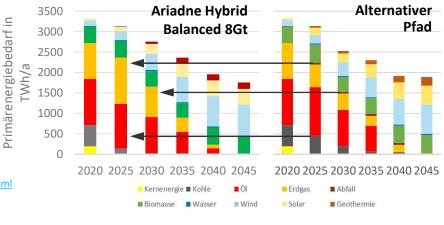
Datenquellen: BMWi Energiedaten 2022 http://www.bmwi.de/Navigation/DE/Themen/energiedaten.html
Ariadne Szenarienexplorer https://ariadneprojekt.de/news/szenarienexplorer/

Anpassungsoptionen der mittel- bis langfristigen Transformationspfade

Reduktion Erdgasbedarf bei gleichbleibenden zeitintegralen Treibhausgasemissionen

- Klassische Transformationspfade weisen hohen Erdgasbedarf im Zeitbereich 2025 – 2030 auf
 - Beschleunigter Kohleausstieg durch Umstieg von Kohle auf Erdgas in Stromerzeugung und KWK
- Alternativer Transformationspfad mit deutlich reduziertem Erdgasbedarf
 - Kohleausstieg verzögert und direkter Umstieg auf Großwärmepumpen und Solar bei Fernwärme
 - Zunächst verzögerte Elektrifizierung Wärme und Verkehr dadurch Einsparung fossiler Brennstoffe
 - Ähnliche THG-Minderungen zeitintegral möglich



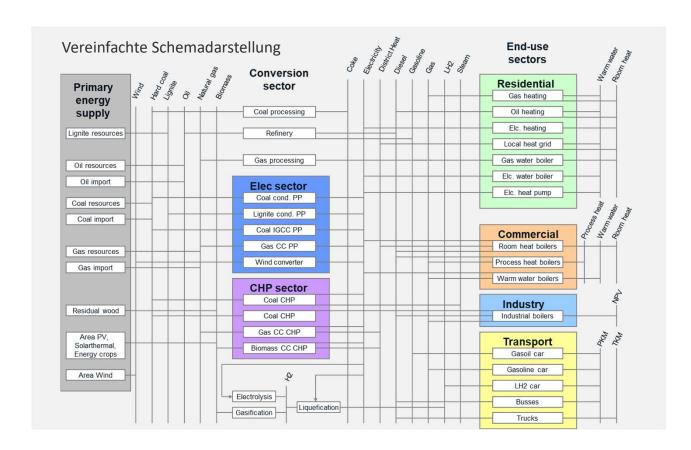


Datenquellen: Statistische Daten: BMWi Energiedaten 2022 http://www.bmwi.de/Navigation/DE/Themen/energiedaten.html Ariadne Hybrid Szenarien: Ariadne Szenarienexplorer https://ariadneprojekt.de/news/szenarienexplorer/ Alternativer Pfad: Rechnungen IER mit TIMES PanEU im Ariadne-Projekt 08/2022

Wie können solche Analysen durchgeführt werden?

Energiesystemmodellierung

- Unterschiedliche Modelle (Beispiele)
 - Energiesystemmodell
 - Elektrizitätssystemmodell
 - Strommarktmodell
- Was wird dafür benötigt?
 - · Verständnis der Technologien
 - Verständnis des Energiesystems und der Energiewirtschaft
 - Technische Grundlagen Energiewandlung und -übertragung
 - Systemtechnische und systemwissenschaftliche Ansätze
 - Ökonomische Grundlagen
 - Mathematische Verfahren



Herausforderungen an ein zukünftiges Energiesystem

Nachhaltigkeit

3 Dimensionen der Nachhaltigkeit: Gleichberechtigt und gleichwertig behandelt



Keine Eskalation von Konflikten

- Verteilungsgerechtigkeit
- Generationengerechtigkeit
- Akzeptanz
- Präferenz

Umweltinanspruchnahme nur soweit die Regeneration möglich

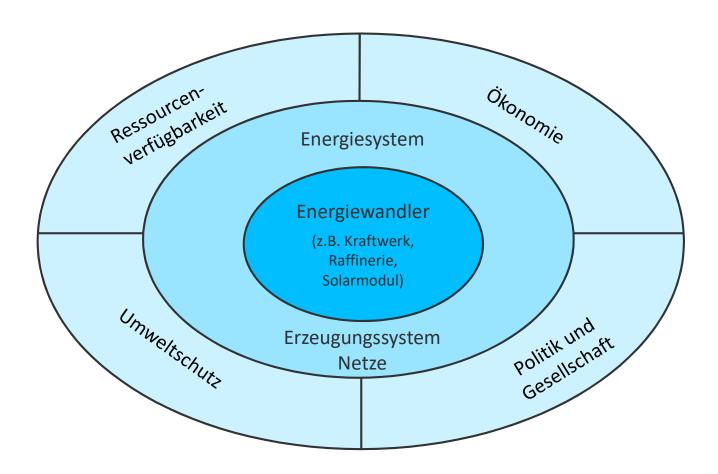
- Umweltschutz
- Klimaschutz

Nutzung ökonomischer Faktoren auf dauerhaft möglichem Niveau

- Wirtschaftlichkeit
- Kapitalbedarf
- Versorgungssicherheit

Betrachtung des Gesamtsystems notwendig: Systemanalyse

Multidimensionale Betrachtung in multiplen Ebenen



Agenda

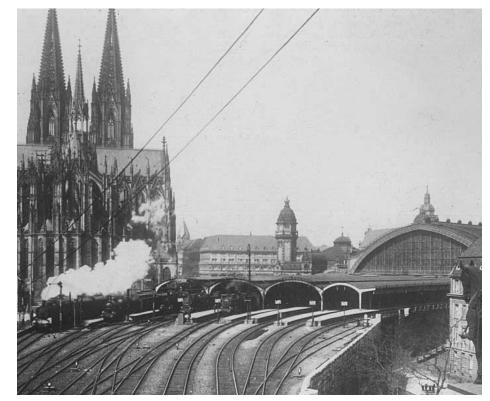
- Bedeutung der Energiesystemanalyse
- Zukünftige Entwicklungen im Energiesystem
- Lehrangebot IER

Intelligente dezentrale Energiesysteme – eine von mehreren neuen Optionen

Analogie: Entwicklungsgeschichte Verkehr

Eisenbahnzeitalter

- Einziges System zum Massentransport
- Aufwendige Infrastruktur
- Fahrpläne und zentrale Steuerung
- Effizient



Quelle: http://www.drehscheibe-online.de/foren/read.php?17,7309223,page=all

Intelligente dezentrale Energiesysteme

Effektives Ausnutzen der bereits bestehenden Infrastruktur

Automobilzeitalter

- Bietet Individualisierung
- Hohe Autonomie
- Verdrängt Eisenbahn an vielen Stellen
- Eisenbahnsystem bleibt bestehen und wird in spezieller Rolle benötigt
- System Automobil ist teurer



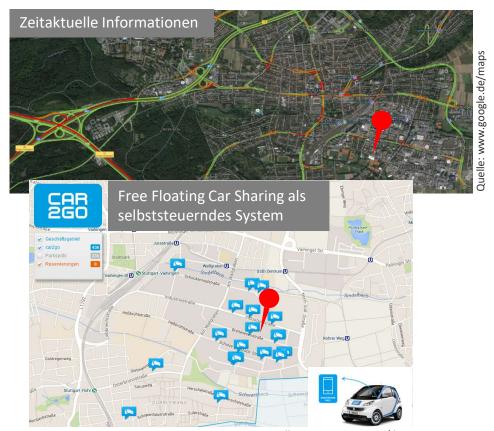
Quelle: BMVBS



Durch intelligentes Ausnutzen der bestehenden Infrastruktur können Individualität und Kosteneffizienz vereint werden.

Intelligente dezentrale Energiesysteme

Vernetzte und autonome Systeme



Quelle: www.car2go.com/de



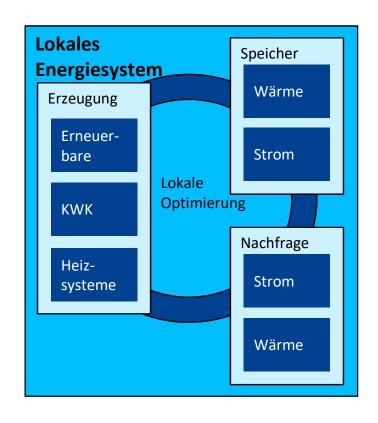
Quelle: www.googlewatchblog.de

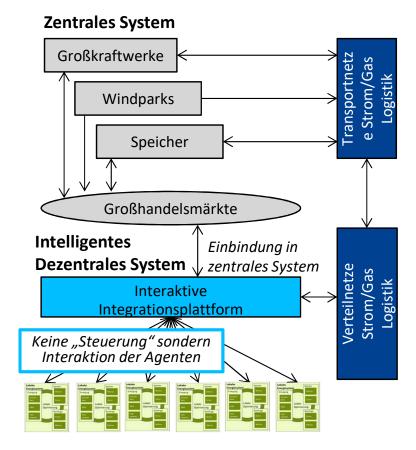


Quelle: http://www.autohaus.de/nachrichten/umfrage-intelligente-autos-lassen-unfallzahlen-sinken-1370225.html

Intelligente dezentrale Energiesysteme

Interaktiv verbundene Agenten mit Einbindung ins Gesamtsystem





Beispiel: BMWi-SINTEG-Projekt c/sells

Forschung an einer zellulären Struktur





Wichtig:

Das ist nur ein Beispiel: Zukünftiges Energiesystem wird vielfältig gestaltet sein, z.B. Wasserstoff, synthetische Fuels, etc.

Agenda

- Bedeutung der Energiesystemanalyse
- Zukünftige Entwicklungen im Energiesystem
- Lehrangebot IER

Bachelor Maschinenbau/Technologiemanagement (ggf. Master)

Pflichtmodul mit Wahlmöglichkeit Gruppe 3

Modul: Grundlagen der Energiewirtschaft und -versorgung (6 LP)

Vorlesung/Übung Energiewirtschaft und Energieversorgung (Hufendiek) (SWS 3+1Ü)

Schriftliche Prüfung 120 min

In anderen Studiengängen als Ergänzungsmodul

Physikalische u. technische Grundlagen der Energiewandlungs- und -nutzungsprozesse

Energiewirtschaftliche Themen (Energievorräte, -nachfrage, ökonomische Aspekte)

- Technische Grundlagen Energielehre
- Grundlagen Wirtschaftlichkeitsrechnung
- Energienachfrage und Energieversorgungsstrukturen
- Mineralöl
- Erdgas
- Kohle
- Kernenergie
- Regenerative Energieträger
- Elektrizität und Fernwärme
- Wasserstoff und synthetische Brennstoffe
- Energie und Umwelt

Bachelor Maschinenbau/Technologiemanagement

Ergänzungsmodul

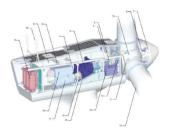
Modul: Erneuerbare Energien (6 LP)

Vorlesung Grundlagen der Nutzung Erneuerbare Energien I (Hufendiek/Eltrop) (SWS 2 WiSe)

Vorlesung Grundlagen der Nutzung Erneuerbare Energien II (Eltrop) (SWS 2 SoSe)

Seminar Erneuerbare Energien (Eltrop) (5 Termine entweder WiSe/SoSe)

Schriftliche Prüfung 120 min



- Photovoltaische Stromerzeugung
- Windtechnische Stromerzeugung
- Stromerzeugung aus Wasserkraft
- Geothermische Energiegewinnung
- Speichertechnologien
- Bereitstellung biogener Festbrennstoffe
- Direkte thermische Umwandlung durch Verbrennung/Thermochem. Veredelung
- Biogas Gewinnung und Nutzung
- Ökonomische und ökologische Aspekte

Master Maschinenbau/Energietechnik/Technologiemanagement

Vertiefungsmodule: Pflichtmodule mit Wahlmöglichkeit (6 LP)

Vom IER angebotene Module

- Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung V/Ü (Hufendiek/Radgen)
- Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung V (Radgen/Blesl/Kessler)

zusätzliche vom IER angebotene Wahlmöglichkeiten für Master Energietechnik

- Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung V/Ü (Hufendiek) falls nicht im Bachelor schon absolviert
- Planungsmethoden in der Energiewirtschaft V/Ü/Laborpraktikum (Hufendiek)
- Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung V/Ü (Blesl)
- Energiemärkte und Energiehandel V/Ü/Planspiel (Hufendiek)

Master Energietechnik/Maschinenbau/Technologiemanagement etc.

Spezialisierungsmodul in der Gruppe Energietechnik: Effiziente Energienutzung (18 LP)

Kernfächer mit 6 LP

- Nachhaltige Energieversorgung und rationelle Energienutzung V/Ü (Hufendiek/Radgen)
- Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung V (Radgen/Blesl/Kessler)¹
- Innovationsmanagement in Energiesystemen V/Ü (Staiß)

Kern-/Ergänzungsfächer mit 6 LP

- Nachhaltige Energieversorgung und rationelle Energienutzung V/Ü (Hufendiek/Radgen)
- Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung V (Radgen/Blesl)
- Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte V (Blesl/Jennes)
- Energiemärkte und Energiehandel V/Ü/Planspiel (Hufendiek)
- Innovationsmanagement in Energiesystemen V/Ü (Staiß)
- Berechnung von Wärmeübertragern V/Ü (Spindler/Heidemann)

Spezialisierungsfachprofessoren:

Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen (IER)

Ergänzungsfächer mit 3 LP

- Energieeffizienz I Querschnittstechnologien V (Radgen) 1, 2
- Energieeffizienz II Branchentechnologien V (Blesl/Radgen)^{1, 2}
- Energiemanagement nach ISO 50001 V (Radgen)¹
- Druckluft und Pneumatik (Radgen)
- Analyse und Optimierung Industrieller Energiesysteme (Radgen)
- Sector Coupling for the Energy Transition (Radgen)¹
- Wärmepumpen V (Heidemann)
- Energetische Optimierung der Produktion V (Sauer)
- Kältetechnik V (Heidemann)
- Elektrochemische Energiespeicherung V (A. Friedrich)
- Wasserstofftechnologie V (Stergiaropoulos)

Praktikum Techniken zur effizienten Energienutzung

¹ Modul ist auch im Spezialisierungsfach Techniken zur rationellen Energieanwendung enthalten

² Die beiden 3 LP Module bilden das 6 LP Modul Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung *IER* K. Hufendiek: Übersichtsvortrag GKM M.Sc./B.Sc

Master Maschinenbau/Technologiemanagement/Energietechnik

Spezialisierungsmodul in der Gruppe Energietechnik: Energiewirtschaft und Energiesysteme (18 LP)

Kernfächer mit 6 LP

- Nachhaltige Energieversorgung und rationelle Energienutzung V/Ü (Hufendiek/Radgen)
- Planungsmethoden in der Energiewirtschaft V/Ü/Laborpraktikum (Hufendiek/Fahl)
- Energiemärkte und Energiehandel V/Ü/Planspiel (Hufendiek)
- Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung V (Radgen/Blesl)
- Innovationsmanagement in Energiesystemen V/Ü (Staiß)

Kern-/Ergänzungsfächer mit 6 LP

- Alle Kernfächer
- Grundlagen der Erneuerbaren Energien V/Ü/S (Hufendiek/Eltrop)
- Methoden und Anwendungen in der Energiesystemmodellierung V/Ü
 (Blesl)
- Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte V (Blesl/Jennes)
- Brennstoffzellentechnik Grundlagen, Technik, Systeme V (A. Friedrich)

Spezialisierungsfachprofessor:

Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek (IER)

Ergänzungsfächer mit 3 LP

- Regulierungsmanagement in der Energiewirtschaft (C. Müller)
- Energieeffizienz I Querschnittstechnologien V (Radgen)¹
- Energieeffizienz II Branchentechnologien V (Blesl/Radgen)¹
- Energiemanagement nach ISO 50001 V (Radgen)
- Energie und Umwelt V (Hufendiek/Fahl)
- Druckluft und Pneumatik (Radgen)
- Analyse und Optimierung Industrieller Energiesysteme (Radgen)
- Elektrische Verbundsysteme V (Tenbohlen)
- Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien V (A. Friedrich)
- Energetische Optimierung der Produktion V (Sauer)
- Kältetechnik V (Heidemann)
- Elektrochemische Energiespeicherung V (A. Friedrich)

Praktikum Energiesysteme

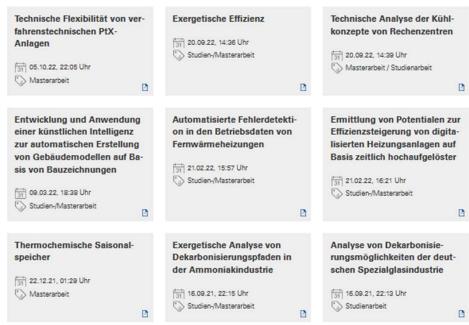
¹ Die beiden 3 LP Module bilden das 6 LP Modul Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung

Bachelorarbeiten, Studienarbeiten, Masterarbeiten

Beispiel am IER

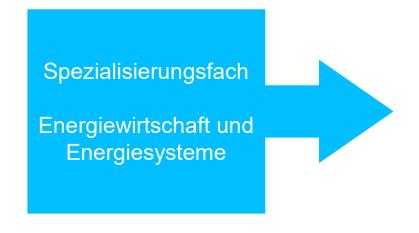
 Aktuell angebotene
 Aufgabenstellungen auf der IER-Homepage (Auszug) Ausführlichere Informationen zu Aufgabenstellung und Arbeitsablauf erhalten Sie von dem/der Betreuer/in.
Für weitere Fragen, die nicht mit dem Betreuer oder Betreuerin geklärt werden können, nutzen Sie bitte die <u>Sprechstunde</u>.

Aktuelle Themen für studentische Arbeiten am IER



https://www.ier.uni-stuttgart.de/lehre/studentischearbeiten/

...und danach?



- Wissenschaft: Promotion am IER 😊
- Wirtschaft:
 - Energieversorger
 - Netzbetreiber
 - Energietechnik-Unternehmen
 - Ingenieurbüros
 - (Strategie)-Beratungen
- Öffentlicher Dienst:
 - Umwelt- & Wirtschaftsministerien
 - UBA
 - KEA
 - IEA



Vielen Dank!



Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek

E-Mail kai.hufendiek@ier.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685- 87801

Fax +49 (0) 711 685- 87873

Universität Stuttgart

IER - Institut für Energiewirtschaft und Rationelle

Energieanwendung

Heßbrühlstraße 49a

70565 Stuttgart