

Universität Stuttgart

IER Institut für Energiewirtschaft
und Rationelle Energieanwendung

Übersichtsvortrag

Erneuerbare Energien/ Energiesysteme und Energiewirtschaft

B.Sc. Technische Kybernetik

Kerstin Haller,
M.Sc.

IER

Frankfurter Allgemeine

„LAGE KANN SEHR ERNST WERDEN“

Netzagentur warnt: Gasverbrauch steigt zu stark

AKTUALISIERT AM 06.10.2022 - 12:03



Auch in der vergangenen Woche war der Gasverbrauch höher als in den Vorjahren. Das gilt vor allem für private Haushalte. Die Bundesnetzagentur warnt und ruft nochmals zum Sparen auf.

Quelle: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/gasverbrauch-steigt-zu-stark-laut-bundesnetzagentur-18366730.html>

Trotz teils gestiegener Emissionen

Deutschland erreicht Klimaziel 2022

Stand: 15.03.2023 14:55 Uhr

Deutschland hat sein Klimaziel für das Jahr 2022 geschafft und weniger Treibhausgase ausgestoßen als im Jahr zuvor. Zu verdanken ist das vor allem einem Rückgang bei der Industrie - Sektoren wie Verkehr und Energie emittierten dagegen mehr.

Quelle:

[Deutschland erreicht Klimaziel 2022 | tagesschau.de](https://www.tagesschau.de)

TAGESSPIEGEL



Drohender Blackout im Winter? Wenn in 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-im-winter-wenn-in-deutschland-das-licht-ausgeht-8647879.html>

EU-Klimaschutzgesetze

Ausweitung von CO2-Handel beschlossen

Stand: 18.04.2023 13:48 Uhr

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

StZPlus Klimaschutz in Baden-Württemberg

Land scheitert bei Klimaneutralität

19.03.2023 - 13:26 Uhr

Quelle:

[Klimaschutz in Baden-Württemberg: Land scheitert bei Klimaneutralität \(stuttgarter-zeitung.de\)](https://www.stuttgarter-zeitung.de)

ZEIT ONLINE

Suche

Politik Gesellschaft Wirtschaft Kultur • Wissen Digital Campus • Arbeit Entdecken Sport ZEITmagazin mehr •

CO2-Emissionen

EU-Kommission will soziale Folgen der Klimapolitik beachten

Das strengere Klimaziel könnte Ärmere stärker belasten, sagt Kommissionsvize Frans Timmermans. Die Politik müsse darum gegensteuern.

17. September 2020, 18:42 Uhr / Quelle: ZEIT ONLINE, dpa, ae / 46 Kommentare /

Quelle:

<https://www.zeit.de/politik/deutschland/2020-09/co2-emissionen-eu-kommission-frans-timmermans-klimaschutz>

welt

Ticker Suche Anmelden ABONNEMENT

NEUE ÄRA AM STROMMARKT? SO WILL BRÜSSEL JETZT DIE PREISE SENKEN



Die EU will jetzt gemeinsam gegen die steigenden Energiepreise vorgehen

Quelle: Getty Images

Quelle:

<https://www.welt.de/wirtschaft/article241447055/Bundesnetzagentur-Gasverbrauch-steigt-zu-stark-Lage-kann-sehr-ernst-werden.html>

Gliederung

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

Gliederung

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

Bedeutung von Energie

Technisch-naturwissenschaftliche, ökonomische und gesellschaftliche Dimension

- **„Energie ist die Fähigkeit eines Systems, äußere Wirkungen hervorzubringen“** (Max Planck)
- Aus Energie lässt sich Arbeitsfähigkeit zum **Aufbau nützlicher, dem Leben dienender Ordnungszustände** gewinnen.
- **Leben** ist notwendigerweise mit dem Verbrauch von Ordnungszuständen, d. h. auch mit dem **Verbrauch von aus Energie gewonnener Arbeitsfähigkeit** verbunden.
- Die Bedeutung der Energie für den Produktionsbereich resultiert aus ihrer Möglichkeit, **Veränderungen von Zuständen** und auch an der Materie zu bewirken und damit Zustände höherer Ordnung zu schaffen.
- Energie ist ein wichtiger **volkswirtschaftlicher Produktionsfaktor**.
- Die **Versorgung unserer Gesellschaft und Wirtschaft** mit ausreichender und geeigneter Energie ist daher ein **wichtiges Feld von Politik und Regierungshandeln**.
- Nutzung und Bereitstellung von Energie verursacht **Kosten und Umweltauswirkungen**.

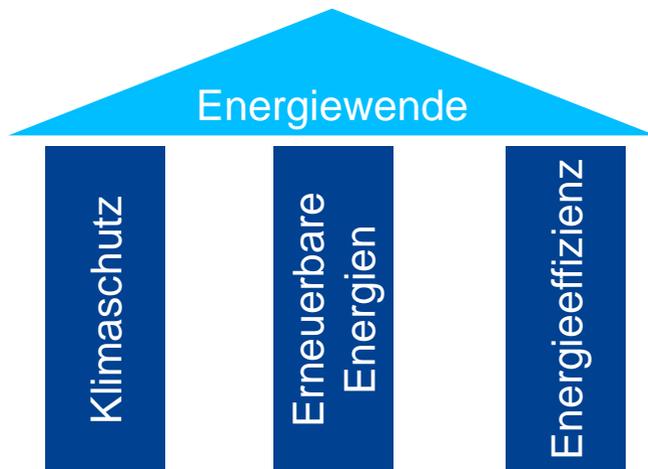
Herausforderungen an ein zukünftiges Energiesystem

Energiewende

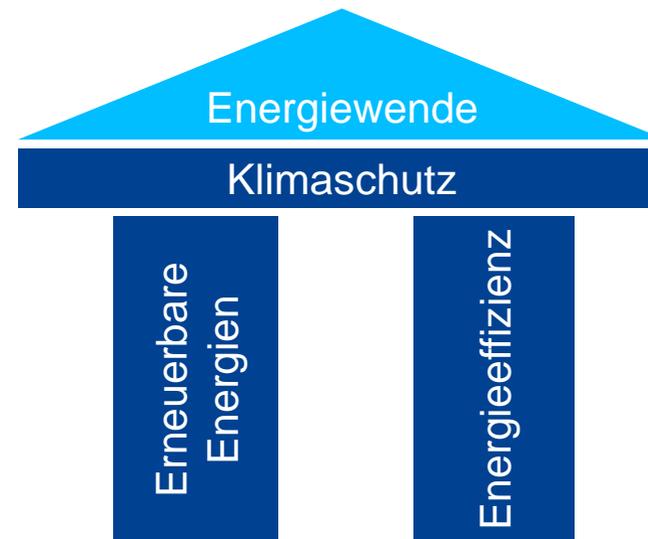
Die 3 Ziele der Energiewende:



Klimaschutz-Ziel durch Paris auf internationaler Ebene bekräftigt:



Bei gleichzeitigem Ausstieg aus der Kernenergienutzung



Bei gleichzeitigem Ausstieg aus der Kernenergienutzung

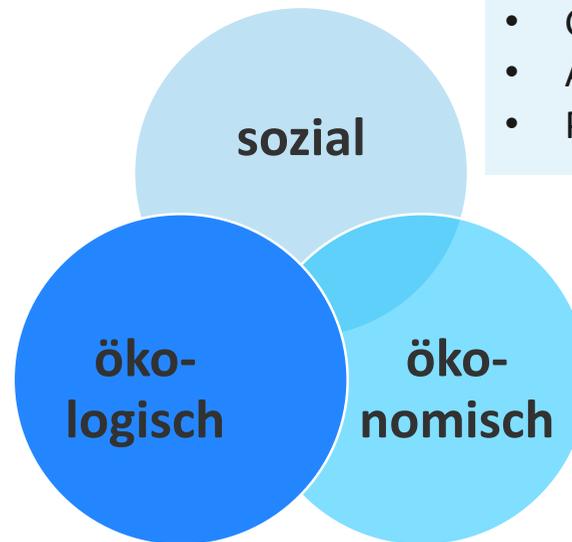
Klimaschutz ist primäres Ziel.

Ziele zu Erneuerbaren Energien und Energieeffizienz sind Unterziele.

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

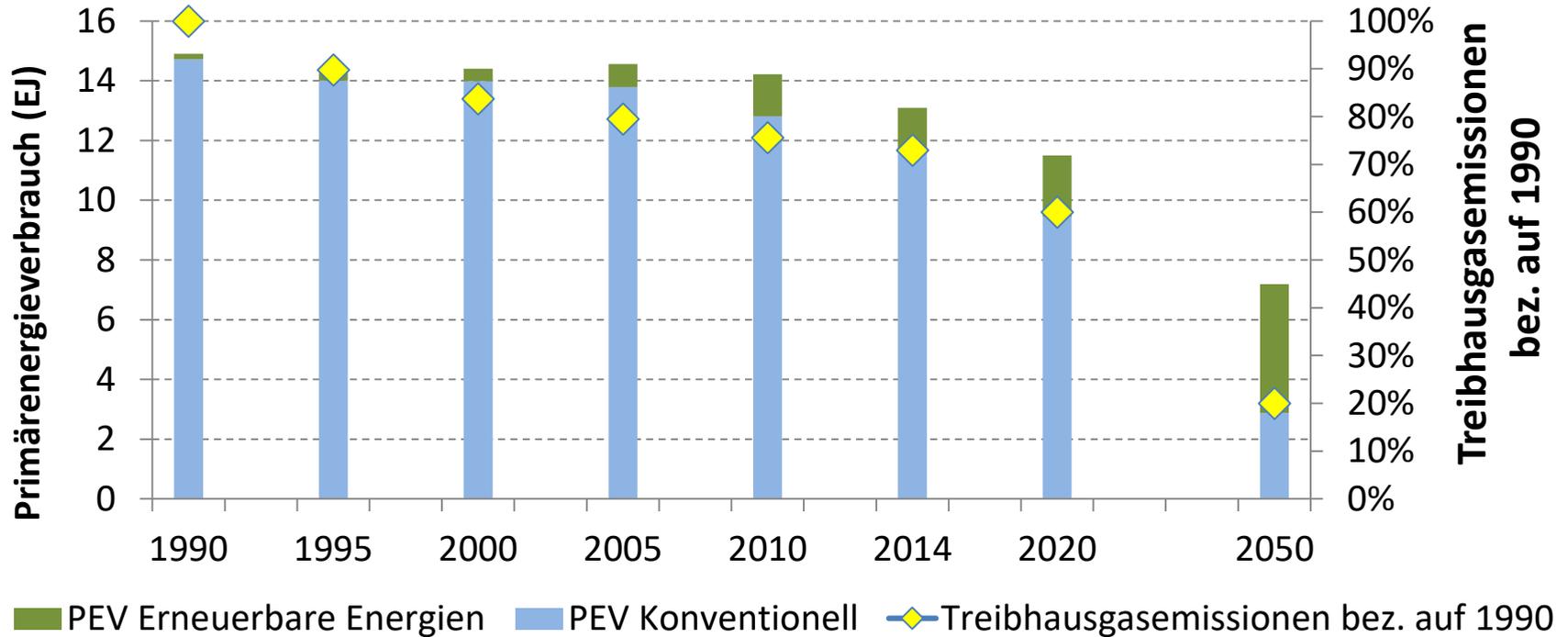
- Umweltschutz
- Klimaschutz

Nutzung ökonomischer Faktoren auf
dauerhaft möglichem Niveau

- Wirtschaftlichkeit
- Kapitalbedarf
- Versorgungssicherheit

Energiewende

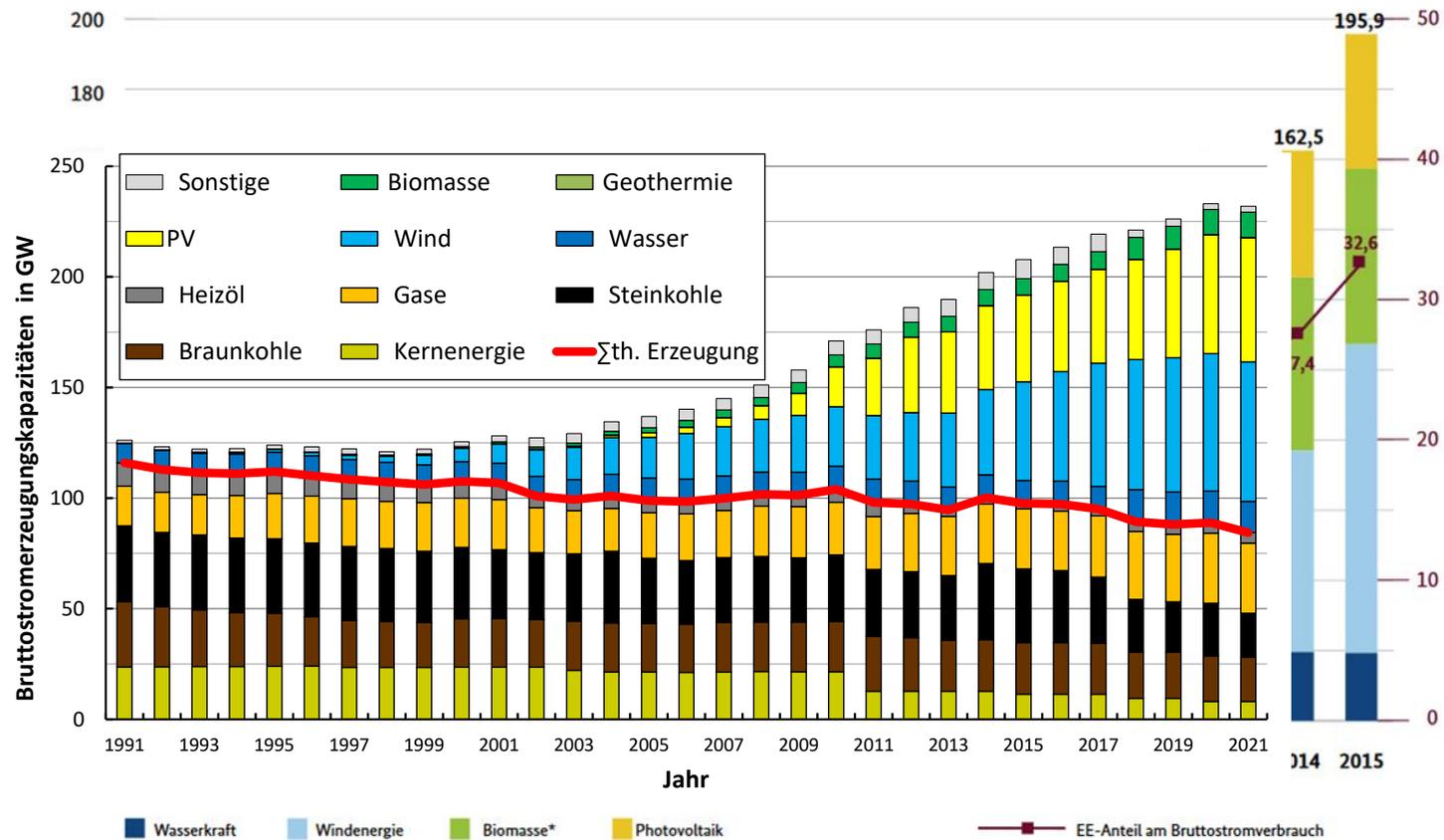
Wo stehen wir?



Wir haben schon einiges erreicht, der größere Teil liegt allerdings noch vor uns.

Entwicklung Erneuerbare Energien in D

Anteil Erneuerbare Energien am Bruttostromverbrauch



Geothermische Stromerzeugung aufgrund geringer Strommengen nicht separat dargestellt.

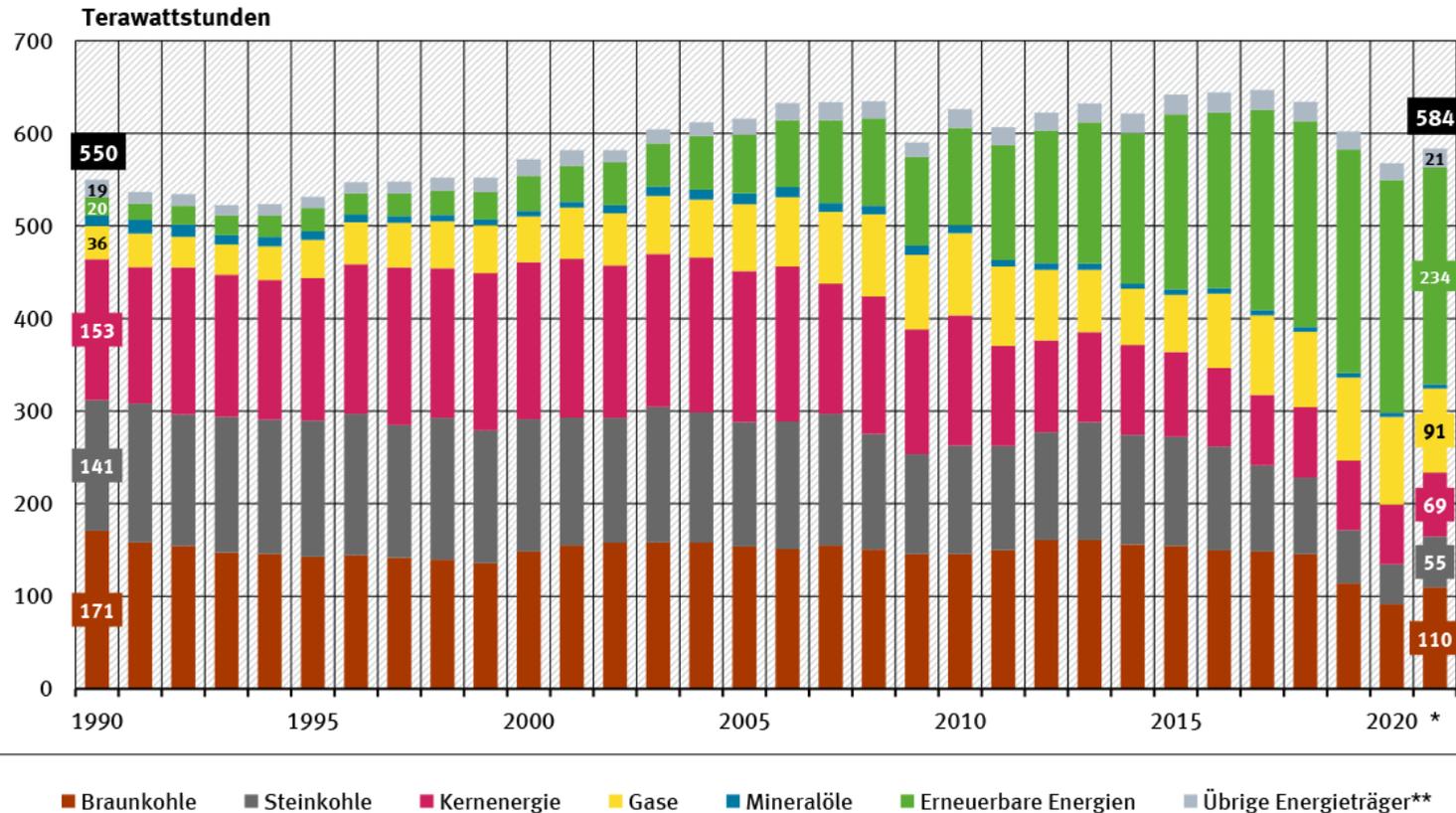
*inkl. feste und flüssige Biomasse, Biogas, Biomethan, Klär- und Deponiegas und dem biogenen Anteil des Abfalls, ab 2013 inkl. Klärschlamm

Quelle: Erneuerbare Energien, BMWi, 2015

Das Stromsystem verändert sich: In 2015 waren die Erneuerbaren Energieträger mit 33 % erstmalig der Energieträger mit dem höchsten Anteil am Bruttostromverbrauch.

Bruttostromerzeugungskapazitäten in Deutschland (GW)

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern



* vorläufige Angaben

** Ohne Pumpstromerzeugung aus Pumpspeichern ohne natürliche Zuflüsse

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Statistik (AGEE-Stat, erneuerbare Energieträger) bzw. AG Energiebilanzen, Tabelle Stromerzeugung nach Energieträgern, Stand 09 / 2022

Quelle: BMWK Energiedaten 2022

IER Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung

Forschungsprofil

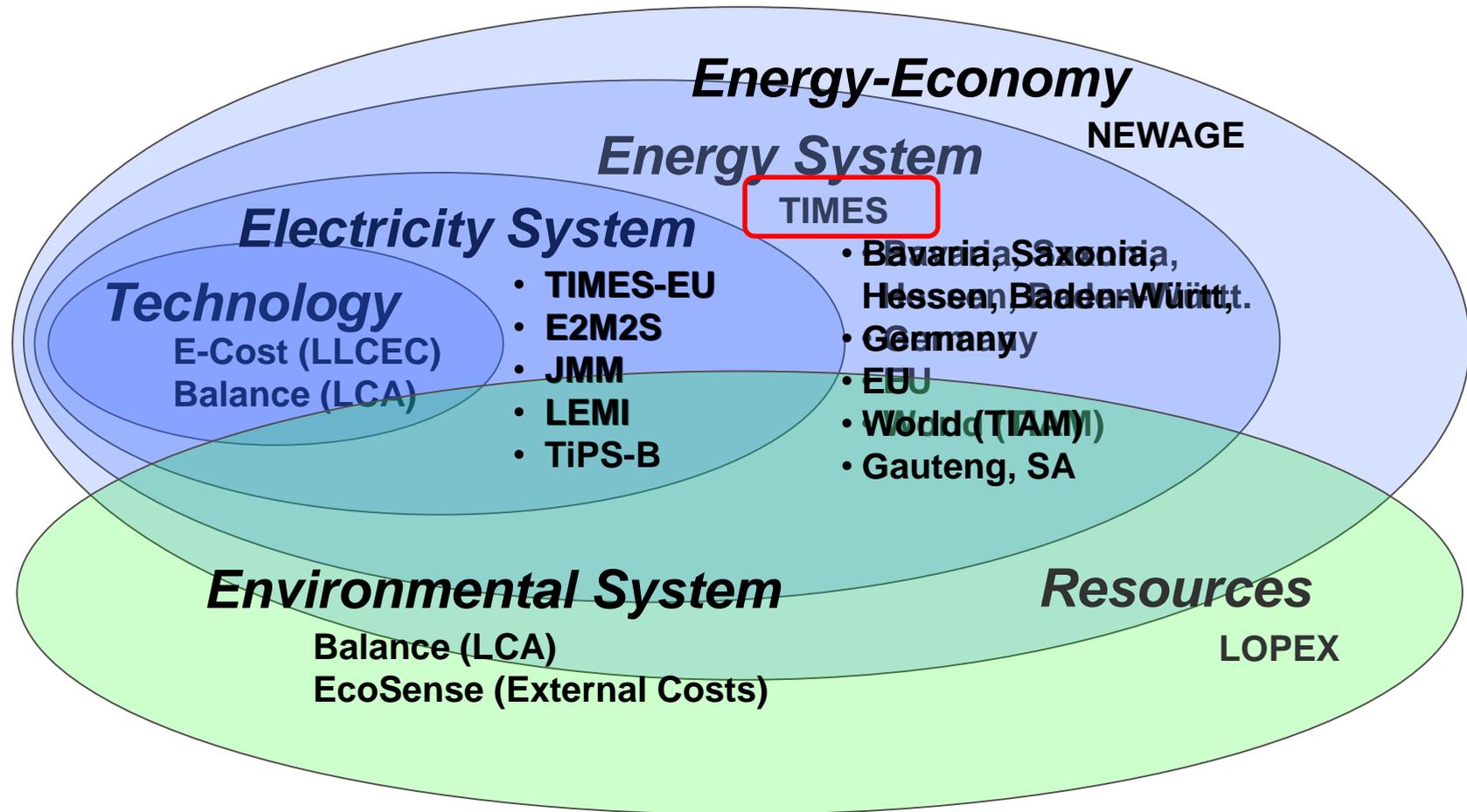
Das IER unterstützt die Gestaltung eines zukunftsfähigen nachhaltigen Energiesystems mit seinen Teilsystemen Strom, Wärme/Kälte, Mobilität.

Dies erfolgt insbesondere durch die Bereitstellung von innovativen Ansätzen in folgenden Feldern:

Besondere Schwerpunkte in der anwendungsbezogenen Forschung	Werkzeuge für Systembetrieboptimierung	Analysen von Energiemärkten	Ganzheitliche Systemanalysen	Ganzheitliche Bewertungen
	Integration von hohen Anteilen erneuerbarer Energieträger zur Strom-, Wärme-/Kälte- und Mobilitätsbereitstellung einschließlich Speichern und energieträgerübergreifenden Optionen			
	Nutzung der Bioenergie insbesondere auch ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Auswirkungen, Nutzenkonkurrenz, Kaskadennutzung sowie andere Erneuerbare Energieträger wie z. B. Solarenergie, Geothermie			
	Intelligente dezentrale Energielösungen unter Integration von Nachfrage, Energiebereitstellung und Anbindung an das Gesamtsystem			
	Determinanten des Energiebedarfs und effiziente Energienutzung in Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen mit Schwerpunkten im Bereich Querschnitts- und Prozesstechnologien und Wärme/Kälte-Versorgung			
	Empirische Validierung von Technologien und Systemen unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer, ökologischer und sozialwissenschaftlicher Aspekte durch Messungen, Labor- und Feldversuche			

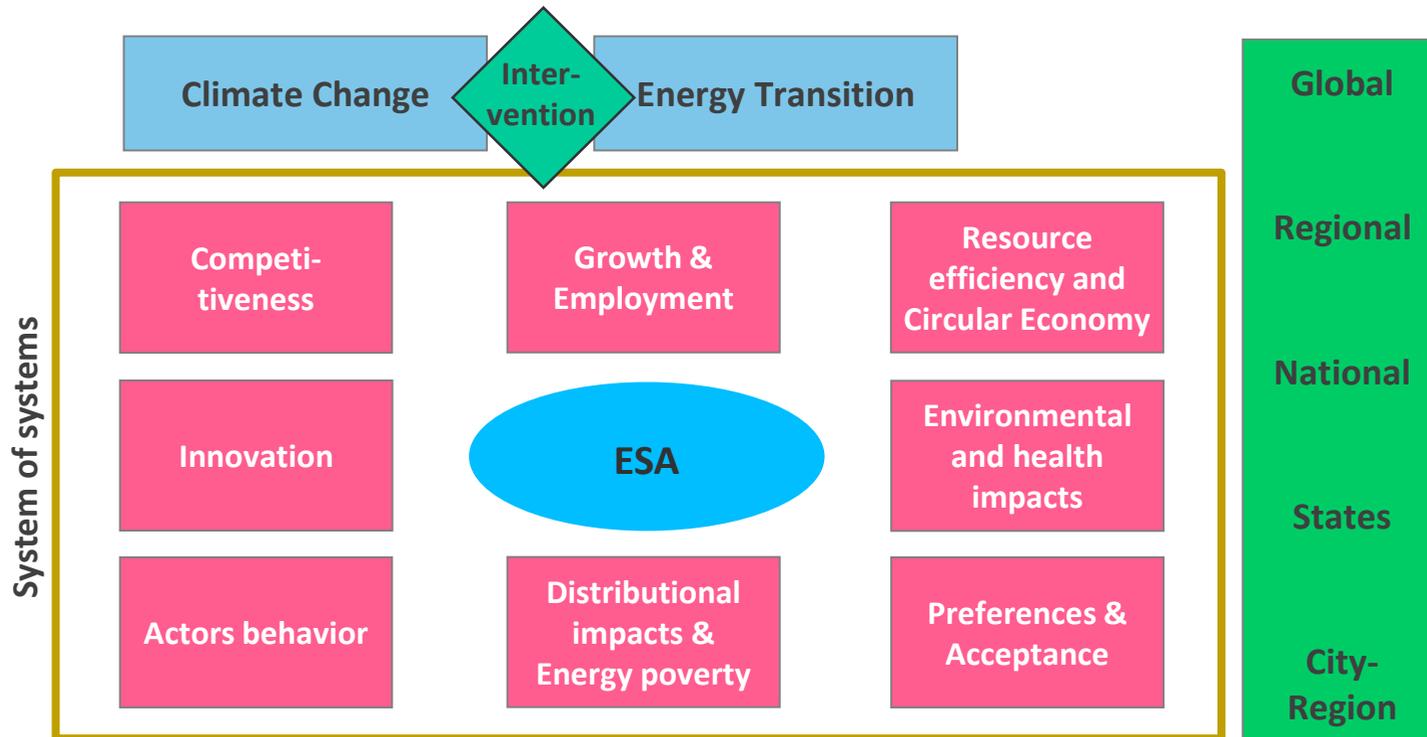
IER Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung

Modellfamilien



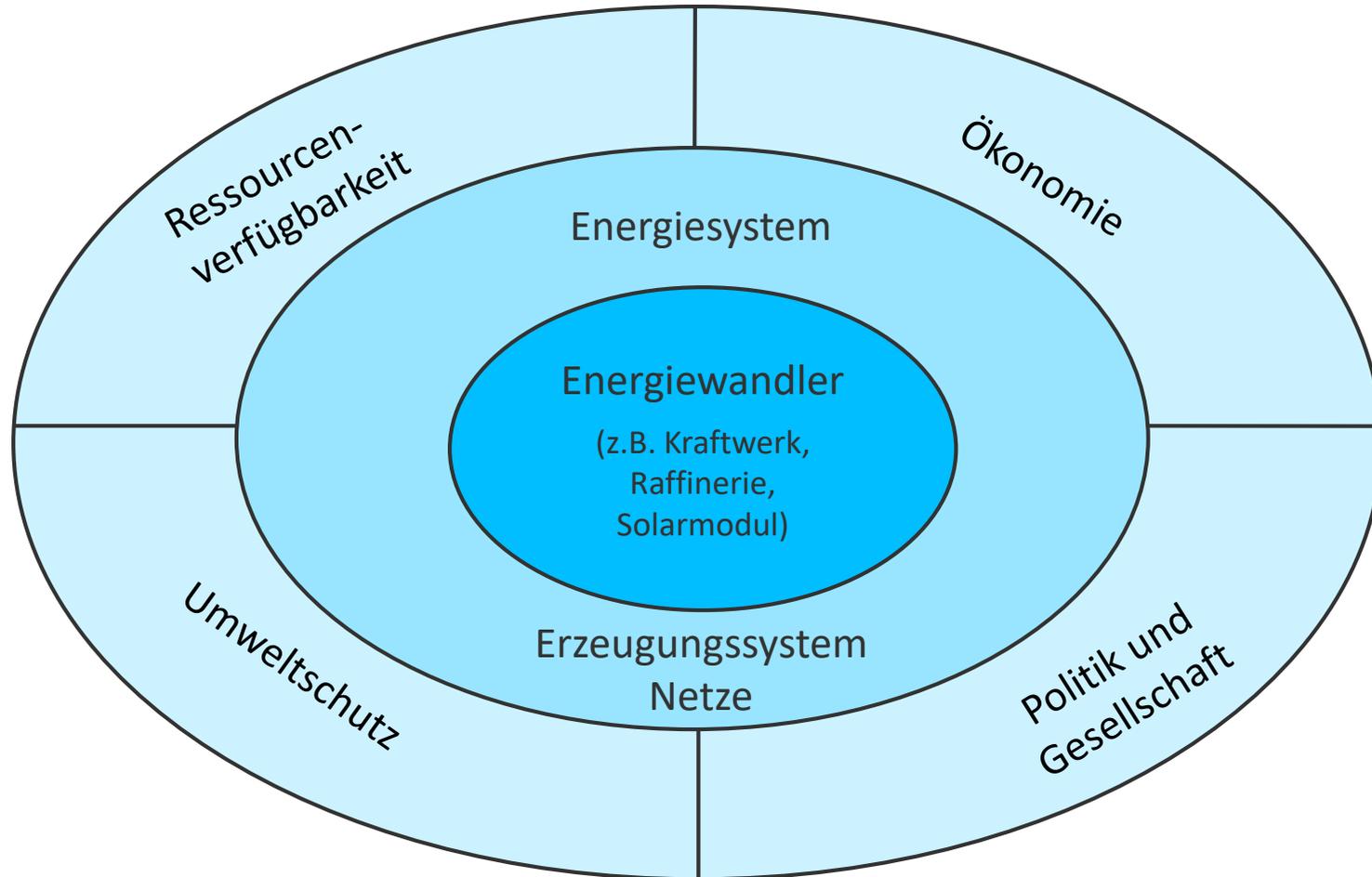
Energiewirtschaft und Sozialwissenschaftliche Analysen

Forschungsprofil



Betrachtung des Gesamtsystems notwendig: Systemanalyse

Multidimensionale Betrachtung in multiplen Ebenen

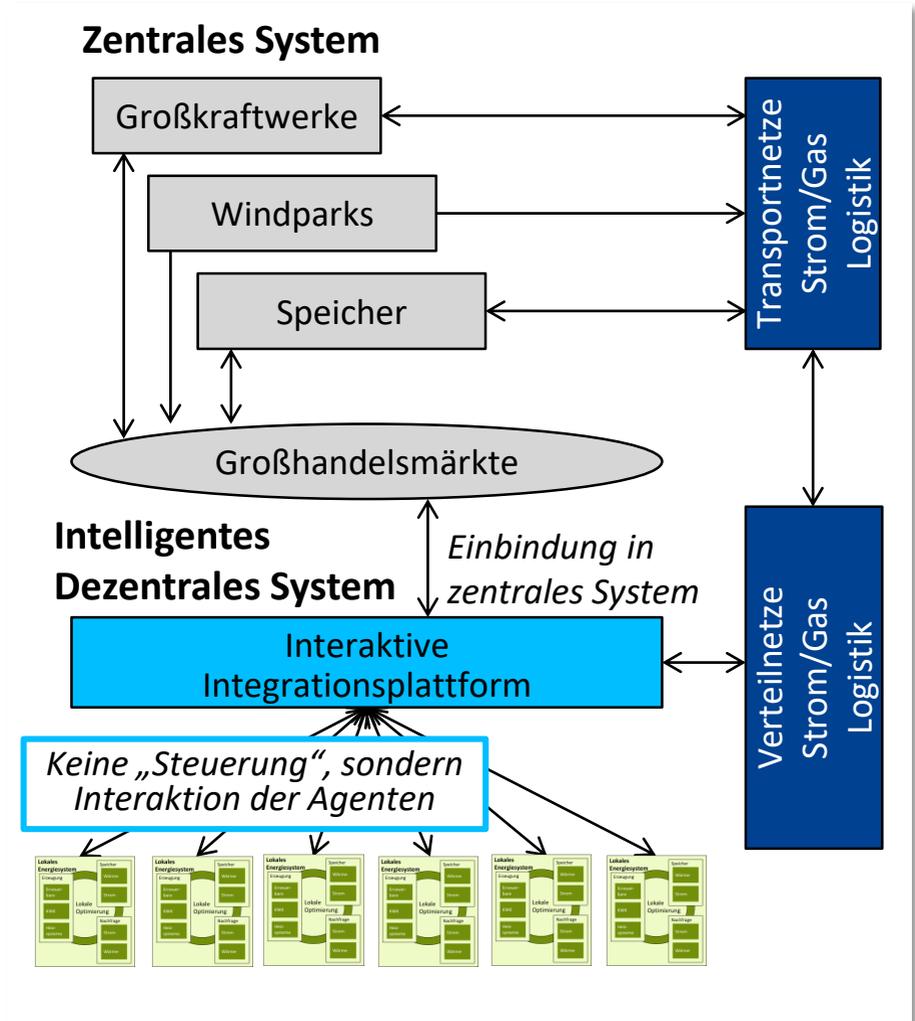
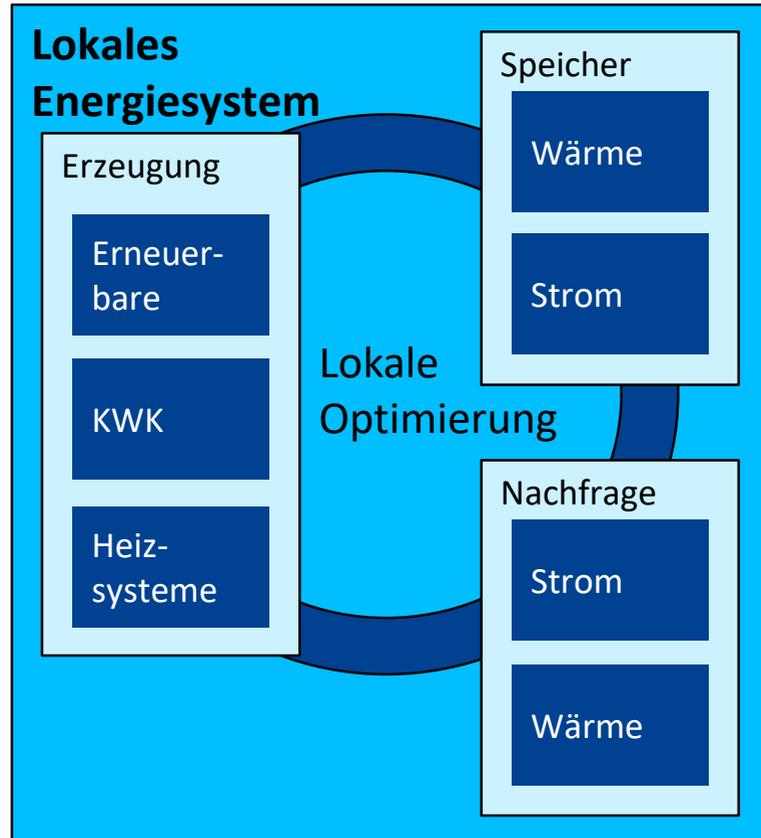


Gliederung

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

Intelligente dezentrale Energiesysteme

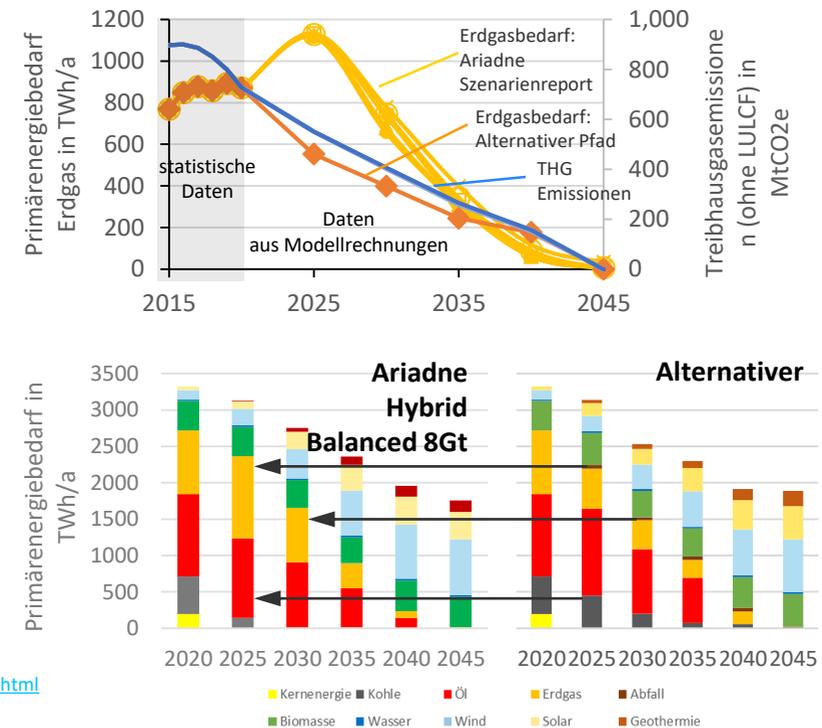
Interaktiv verbundene Agenten mit Einbindung ins Gesamtsystem



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

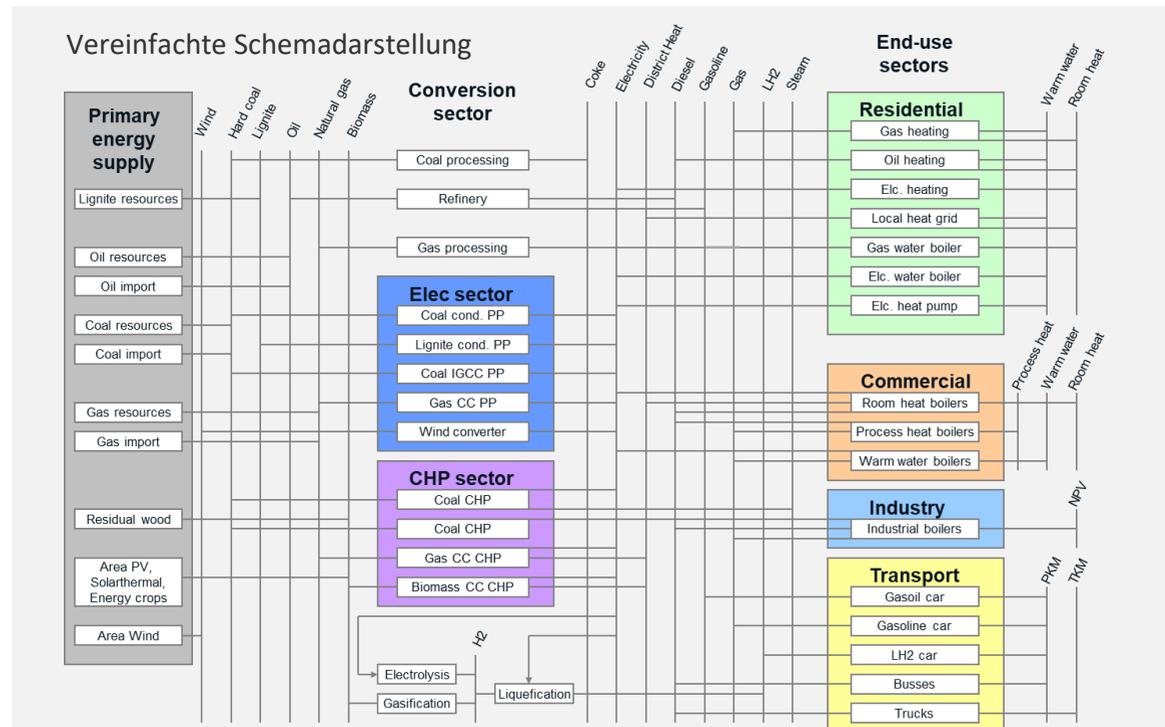


Datenquellen: Statistische Daten: BMWi Energiedaten 2022 <http://www.bmwi.de/Navigation/DE/Themen/energiedaten.html>
 Ariadne Hybrid Szenarien: Ariadne Szenariexplorer <https://ariadneprojekt.de/news/szenariexplorer/>
 Alternativer Pfad: Rechnungen IER mit TIMES PanEU im Ariadne-Projekt 08/2022

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



Gliederung

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

Bachelor Technische Kybernetik

Wahlbereich Anwendungsfach Energiesysteme - Energietechnik

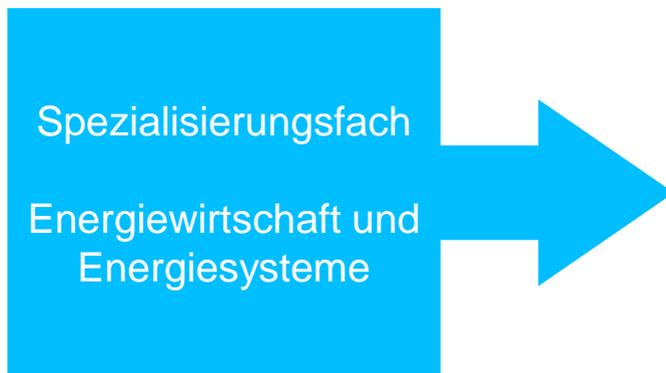
Pflichtmodul

- Grundlagen der Energiewirtschaft und Energieversorgung (Hufendiek) – 13950

Wahlmodule

- Energie- und Umwelttechnik (Scheffknecht) – 13940
- Grundlagen der Heiz- und Raumluftechnik (Stergiaropoulos) – 13060
- Grundlagen der thermischen Strömungsmaschinen (Voigt) – 14070
- Hydraulische Strömungsmaschinen in der Wasserkraft (Riedelbauch) – 14100
- Kerntechnische Anlagen zur Energieerzeugung (Starflinger) - 14110

...und danach?



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

Ausblick Master Technische Kybernetik

Spezialisierungsfach Energiesysteme und Energiewirtschaft (18 LP)

Module

Themenfeld Energiesystemanalyse

- Planungsmethoden in der Energiewirtschaft V/Ü/S (Hufendiek/Fahl) – 6LP
- Methoden und Anwendungen der Energiesystemmodellierung V/Ü/Planspiel (Blesl) – 6LP

Themenfeld Energiewirtschaft/-politik

- Energiehandel & Energiemärkte V/Ü/Planspiel (Hufendiek) – 6LP
- Energiepolitik V (Pfeiffer) – 3LP
- Strategische Unternehmensplanung in der Energiewirtschaft V (Mattis) – 3LP
- Energiewirtschaft in elektrischen Verbundsystemen V (Joswig) – 3LP
- Energie und Umwelt V/Ü-Online (R. Friedrich) – 3LP

Themenfeld Effiziente Energienutzung

- Nachhaltige Energiesysteme und effiziente Energieanwendung V/Ü (Hufendiek/Radgen) – 6LP
- Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung V (Radgen/Blesl/Kessler) – 6LP
- Energieeffizienz I – Querschnittstechnologien V (Radgen) – 3LP
- Energieeffizienz II – Branchentechnologien V (Blesl/Kessler) – 3LP
- Energiemanagement nach ISO 50001 V (Radgen) – 3LP
- Druckluft und Pneumatik (Radgen) – 3LP
- Energetische Optimierung der Produktion V (Sauer) – 3LP

Themenfeld Energietechnologien

- Erneuerbare Energien V/S (Hufendiek/Eltrop) – 6LP
- Kraft-Wärme-Kopplung und Versorgungskonzepte V (Blesl/Jennes) – 6LP
- Brennstoffzellentechnik – Grundlagen, Technik und Systeme V (A. Friedrich) – 6LP
- Elektrochemische Energiespeicherung in Batterien V (A. Friedrich) – 3LP

Bachelorarbeiten, Studienarbeiten, Masterarbeiten

Beispiel am IER

- Aktuell angebotene Aufgabenstellungen auf der IER-Homepage (Auszug)

Aktuelle Themen für studentische Arbeiten am IER

<p>Entwicklung einer Systematik zur Quantifizierung von ETS-Einflussfaktoren</p> <p>25.05.23, 11:55 Uhr Bachelor-/Studienarbeit</p>	<p>Entwicklung einer Simulationsumgebung zur Quantifizierung des Flexibilitätspotentials</p> <p>08.12.22, 16:05 Uhr Forschungs-/Masterarbeit</p>	<p>Weiterentwicklung verschiedener LabVIEWProgramme zum Betrieb vom IER-Druckluftprüfstand</p> <p>11.04.23, 17:12 Uhr Masterarbeit</p>
<p>Analytische und numerische Analyse von Schallsignaturen mithilfe idealisierter Prüfkörper</p> <p>11.04.23, 17:13 Uhr Studien-/Forschungsarbeit</p>	<p>Analytische und numerische Analyse von Schallsignaturen mithilfe realer Prüfkörper</p> <p>11.04.23, 17:13 Uhr Studien-/Forschungsarbeit</p>	<p>Simulation von Bündeln energetischer Modernisierungsmaßnahmen zur Lebenszykluskostenbewertung bei Nichtwohngebäuden</p> <p>22.03.23, 16:02 Uhr Studien-/Masterarbeit</p>
<p>Systematischer Vergleich von Transformationspfaden</p> <p>02.05.23, 18:18 Uhr Studien-/Forschungsarbeit</p>	<p>Technologischer Wandel in der globalen Schiff und Luftfahrt - Techno-ökonomische Bewertung der Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff und e-Fuels</p> <p>16.03.23, 14:39 Uhr Studien-/Masterarbeit</p>	<p>Erweiterung und Optimierung eines Berechnungsmodell für die ökonomische Analyse der Abwärmenutzung aus Rechenzentren</p> <p>11.04.23, 17:12 Uhr Studienarbeit/Masterarbeit</p>



Universität Stuttgart

IER Institut für Energiewirtschaft
und Rationelle Energieanwendung

Vielen Dank!



Kerstin Haller, M.Sc.

E-Mail Kerstin.Haller@ier.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685- 87822

Fax +49 (0) 711 685- 87873

Universität Stuttgart

IER-ESA (Energiewirtschaft und Sozialwissenschaftliche Analysen)

Heißbrühlstraße 49a – 70565 Stuttgart