

ÖSTERREICHISCHE KLIMA- UND ENERGIESTRATEGIE

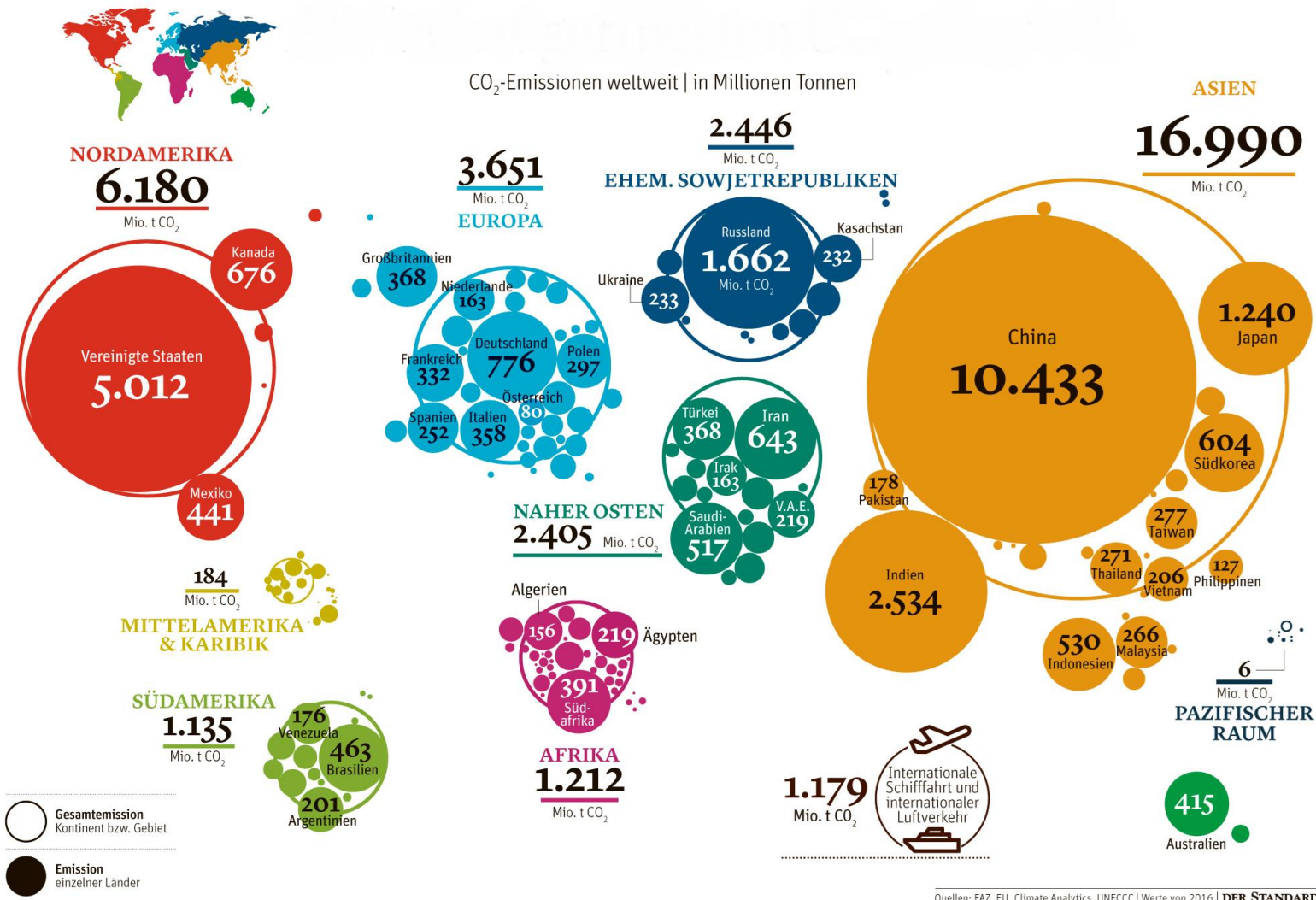
Herausforderungen für die Umsetzung aus elektrizitätswirtschaftlicher Sicht

Assoz.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Udo Bachhiesl

Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation
Technische Universität Graz/Österreich

25.01.2019

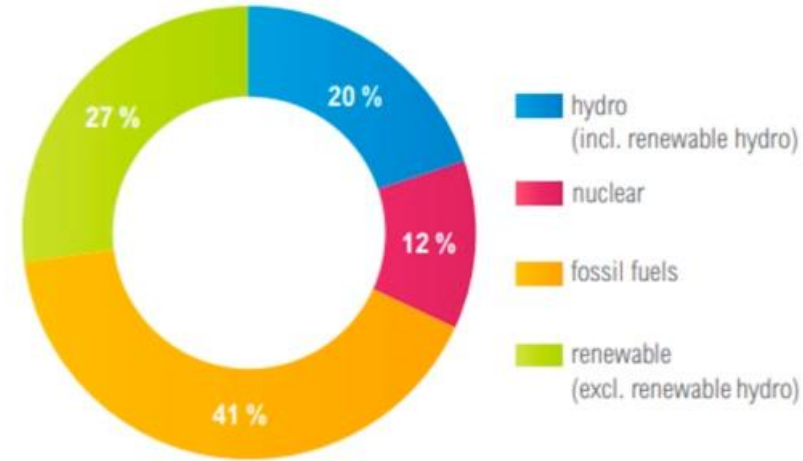
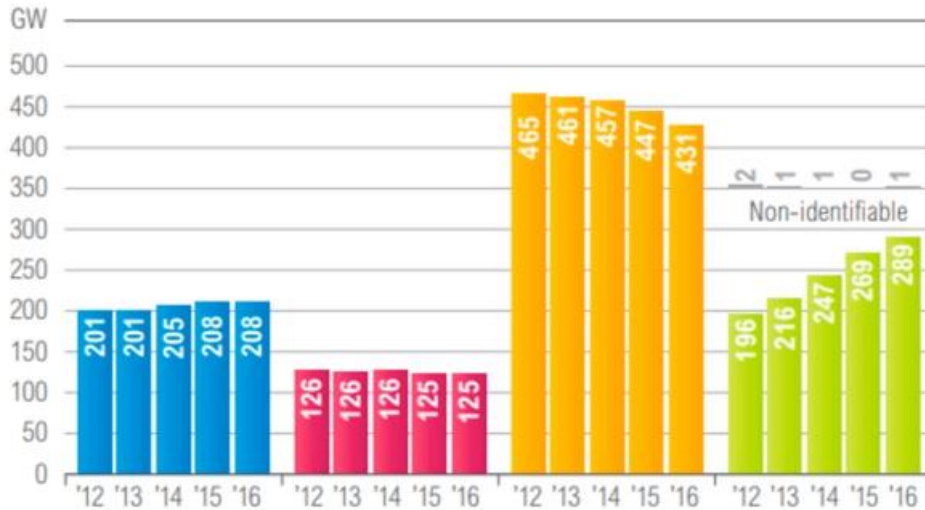
Globale Ausgangslage



Bevölkerung:
 China: 1,4 Mrd.
 Indien: 1,4 Mrd.
 Afrika: 1,2 Mrd.
 EU: 512 Mio.
 USA: 325 Mio.

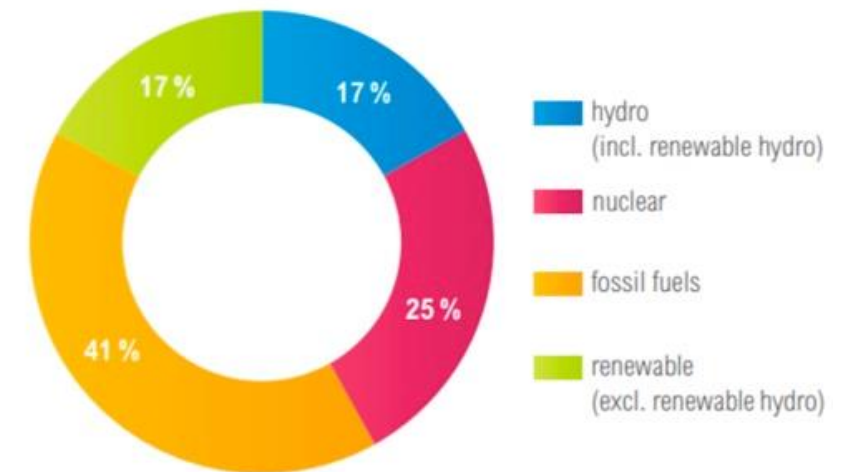
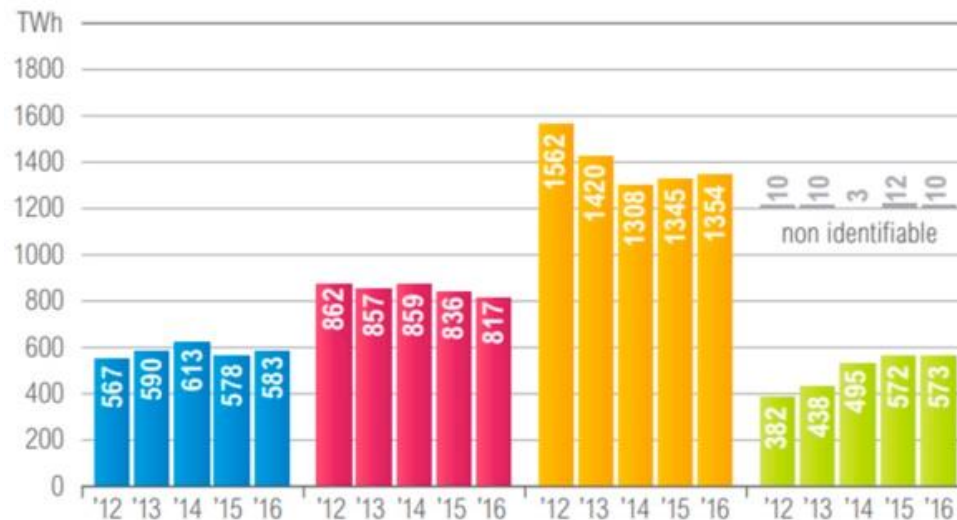
Quellen: FAZ, EU, Climate Analytics, UNFCCC | Werte von 2016 | DER STANDARD

Europäischer Rahmen

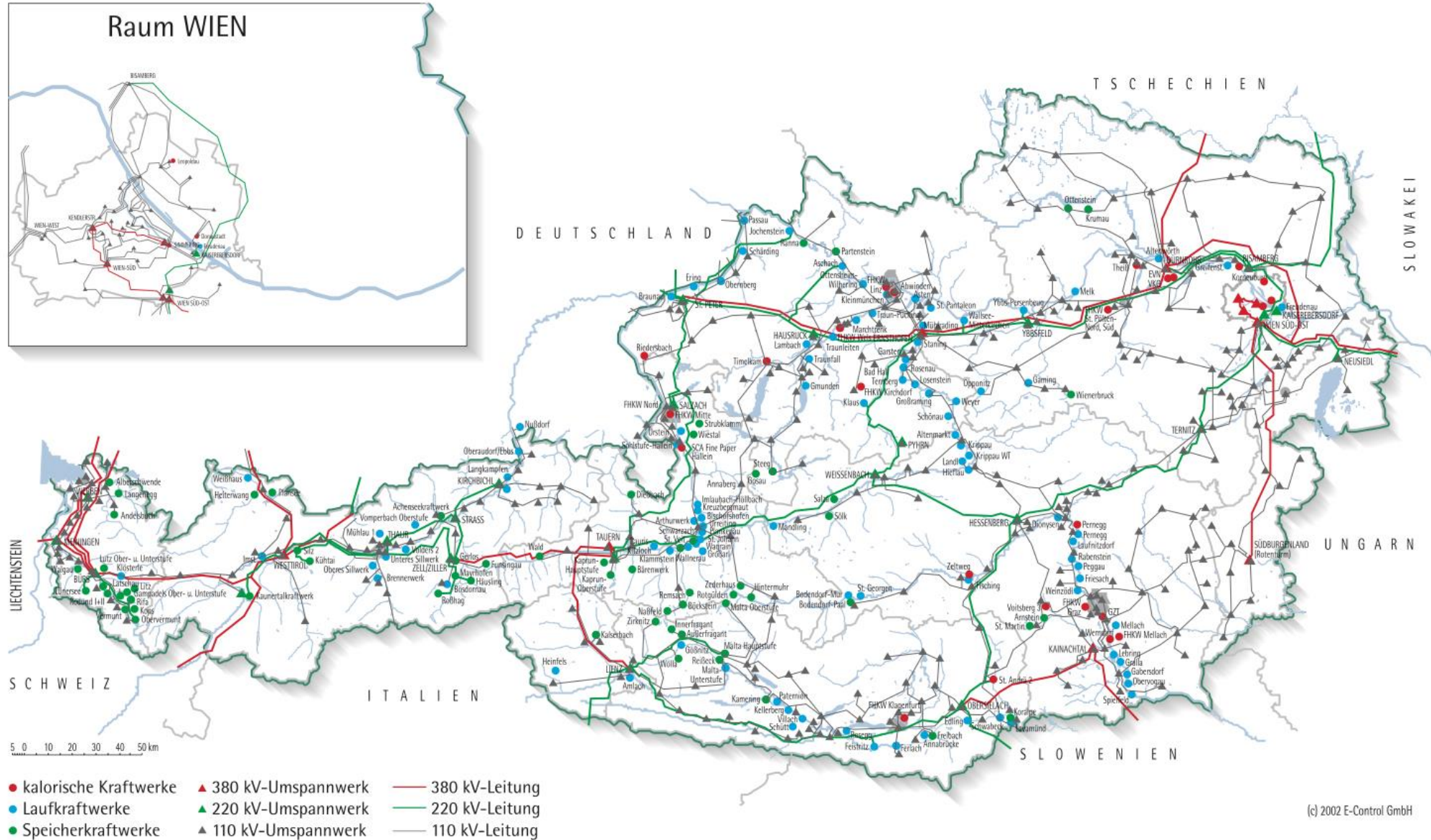


EU-Ziele für:

- 2020
- 2030
- 2050



Quelle: ENTSO-E



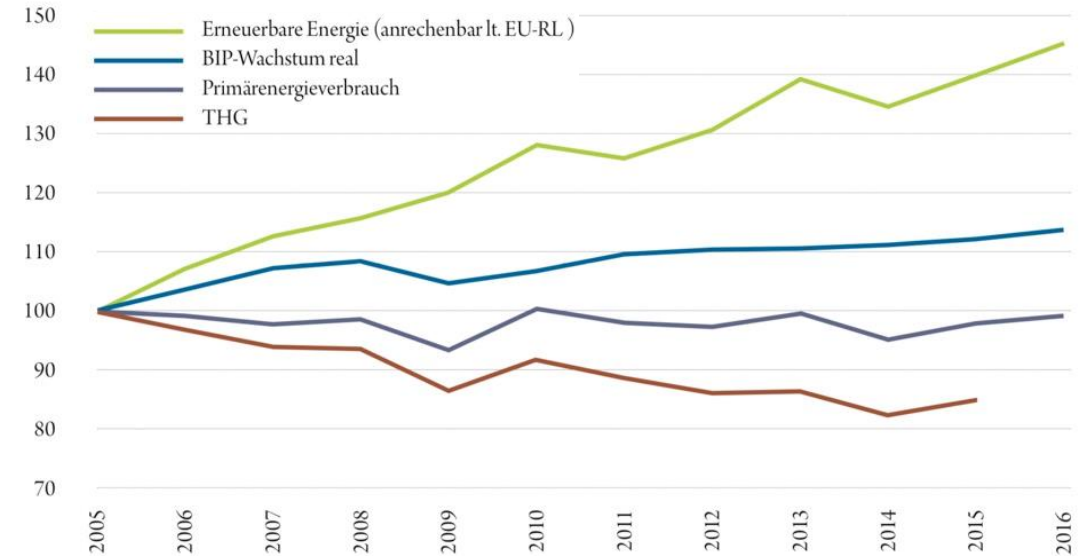
Klima- und Energiestrategie in Österreich (#mission2030)

Ausgangslage

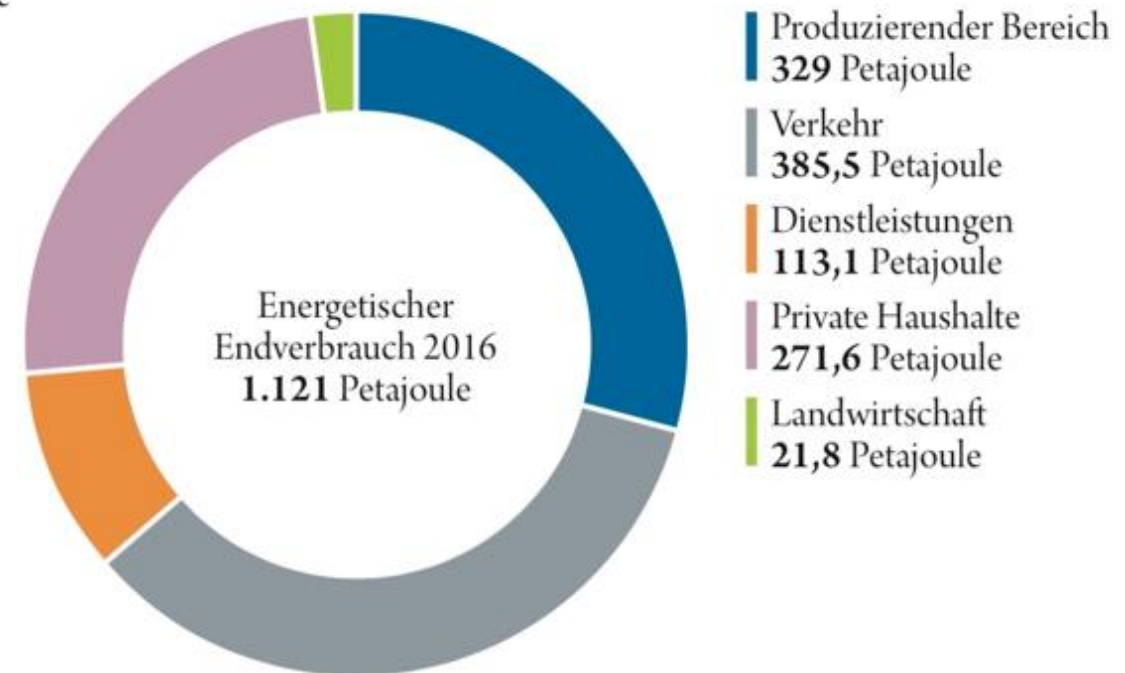
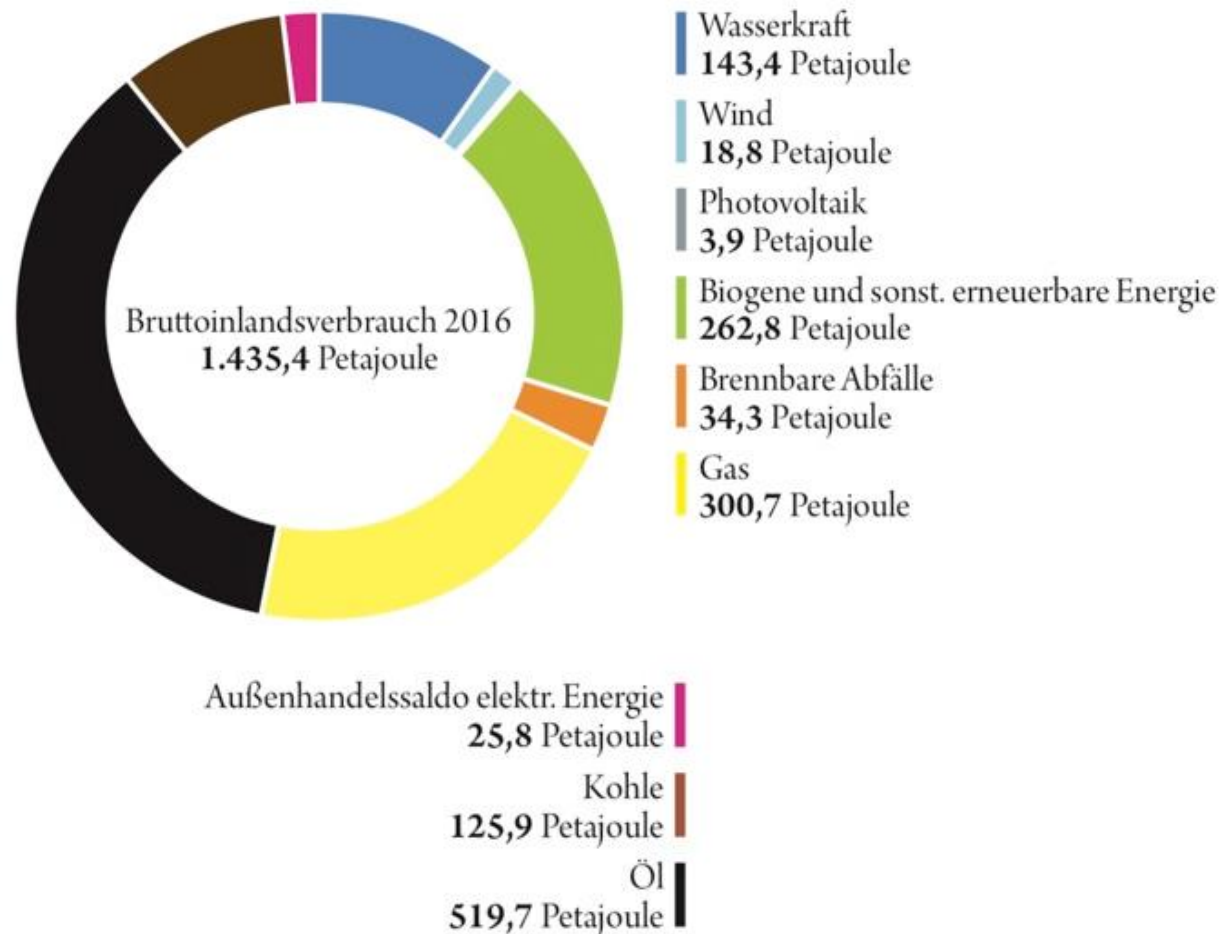
- Anteil erneuerbarer insgesamt bei 35,5%
- Anteil erneuerbarer im Strombereich bei 72%
- Energieimporte: Anteil ca. 90%, ca. 9 Mrd.€/a

Zielsetzung

- Reduktion Treibhausgasemissionen um 36% (2005)
- Langfristiger Dekarbonisierungspfad bis 2050

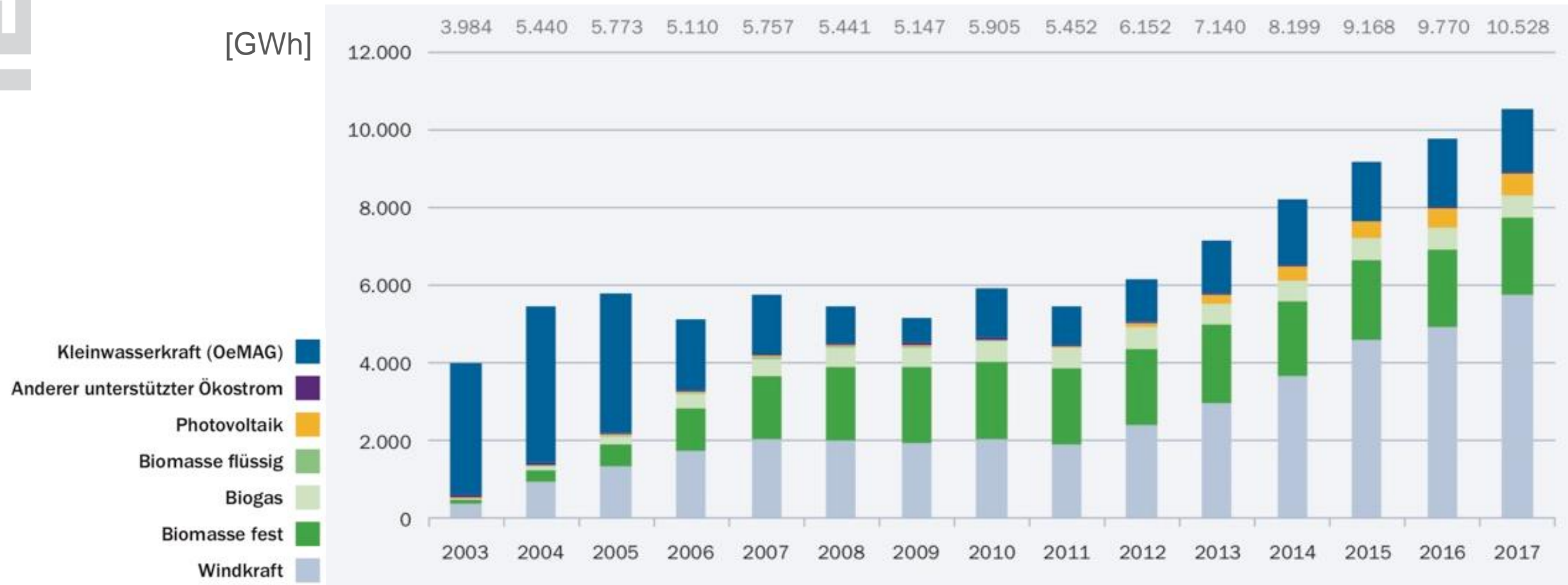


Ausgangslage in Österreich



Entwicklung Ökostrom in Österreich

[GWh]



Quelle: e-control

#mission2030: Leitlinien

- Energie als Gesamtsystem (Sektorkopplung)
- Erhalt effizienter Bestandsanlagen
- Dekarbonisierung ohne Atomstrom
- Emissionsarme Mobilität der Zukunft
- Technologieneutralität auf dem Dekarbonisierungspfad bis 2050
- Standort – Wachstum und Arbeitsplätze schaffen und sichern
- Forschung und Innovation als Triebkraft
- Digitalisierung als Chance
- Bürokratieabbau, Strukturen schaffen
- Synergien zwischen Gebietskörperschaften nutzen
- Fördereffizienz und Nutzung von Marktkräften
- Nachhaltige Finanzen
- Starker Heimmarkt

Wichtigste Handlungsfelder

- Infrastruktur für ein nachhaltiges Österreich ausbauen
- Notwendige ökonomische Rahmenbedingungen schaffen für Investitionen
- Gezielte Anpassung des Förder- und Abgabensystems zur Erreichung der Ziele
- Rechtliche Rahmenbedingungen für ein klimafreundliches Österreich
- Forschung und Innovation als Schlüssel für erfolgreichen Standort
- Verantwortung für jede und jeden – Bildung für eine nachhaltige Zukunft und Bewusstsein schaffen
- Technologien für die Dekarbonisierung nutzen
- Den urbanen und ländlichen Raum klimafreundlich gestalten

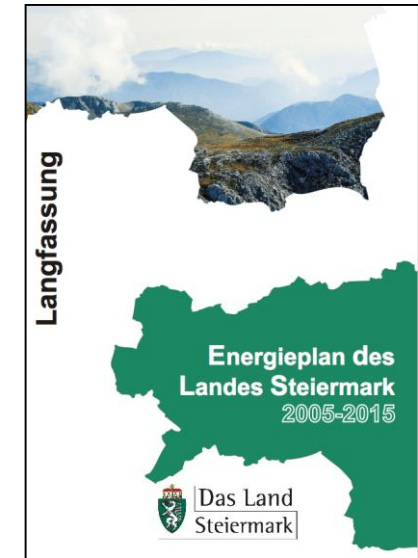
Leuchtturmprojekte

- Leuchtturm 1: Effiziente Güterverkehrslogistik
- Leuchtturm 2: Stärkung des schienengebundenen öffentlichen Verkehrs (ÖV)
- Leuchtturm 3: E-Mobilitätsoffensive
- Leuchtturm 4: Thermische Gebäudesanierung
- Leuchtturm 5: Erneuerbare Wärme
- Leuchtturm 6: 100.000-Dächer-Photovoltaik- und Kleinspeicher-Programm
- Leuchtturm 7: Erneuerbarer Wasserstoff und Biomethan
- Leuchtturm 8: Green Finance
- Leuchtturm 9: Energieforschungsinitiative 1 – Bausteine für die Energiesysteme der Zukunft
- Leuchtturm 10: Energieforschungsinitiative 2 – Programm Mission Innovation Austria
- Leuchtturm 11: Kommunikation – Bildung und Bewusstsein schaffen für eine nachhaltige Zukunft
- Leuchtturm 12: Bioökonomie-Strategie

Erstellungsprozess aus Sicht Energieinnovation

Offene Punkte

- Quantifizierungen
- Kostenplan
- Zeitplan
- Verantwortlichkeiten/ Zuständigkeiten
- Promotoren
- Stärkere Einbindung Bevölkerung



ENERGIE-Flussbild Österreich

Aufkommen:
1689,2 PJ

Öl: 695,7 PJ

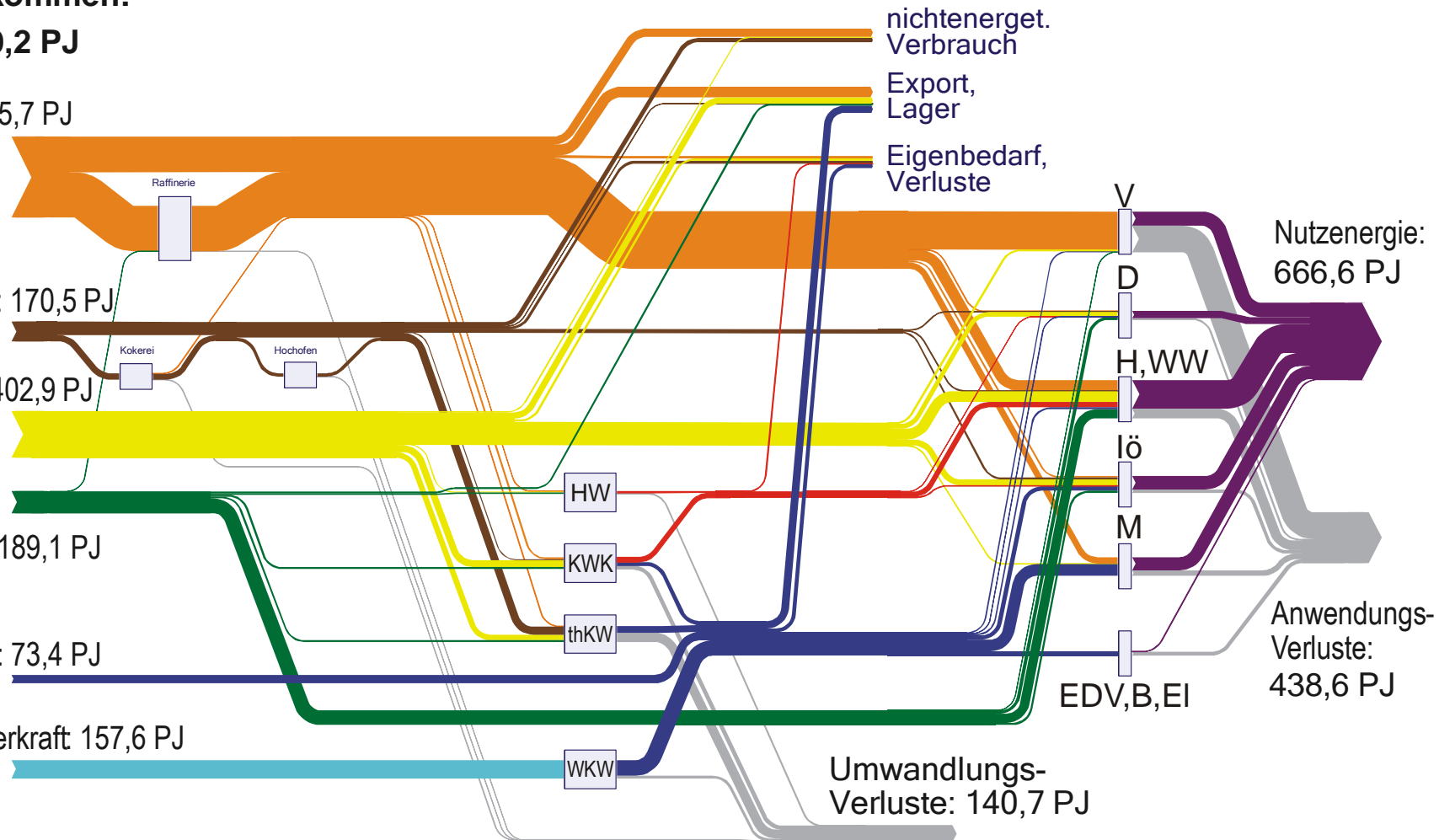
Kohle: 170,5 PJ

Gas: 402,9 PJ

RES: 189,1 PJ

Strom: 73,4 PJ

Wasserkraft 157,6 PJ



EXERGIE-Flussbild Exergieflussbild

Aufkommen:
1741,5 PJ

Öl: 729 PJ

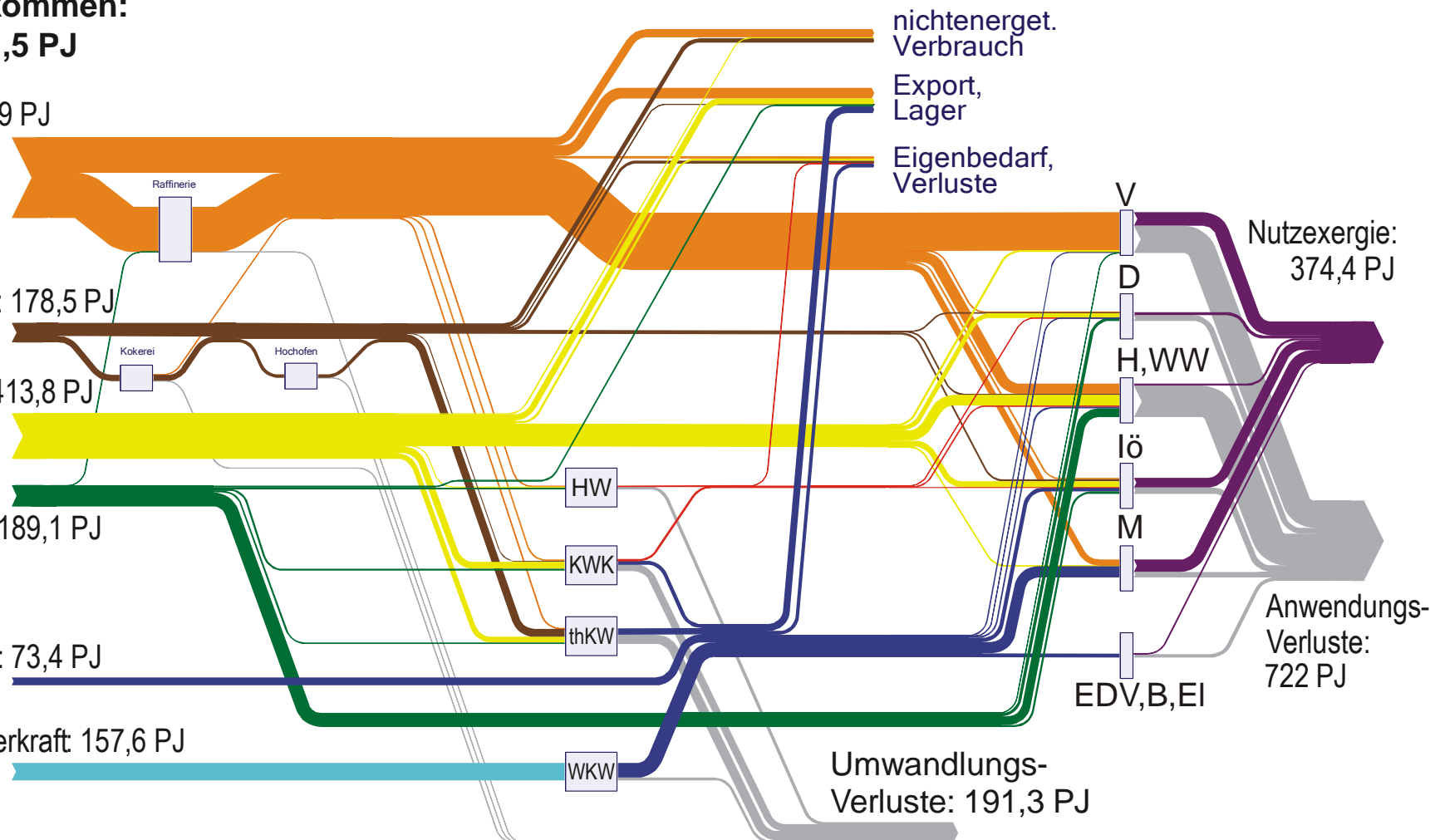
Kohle: 178,5 PJ

Gas: 413,8 PJ

RES: 189,1 PJ

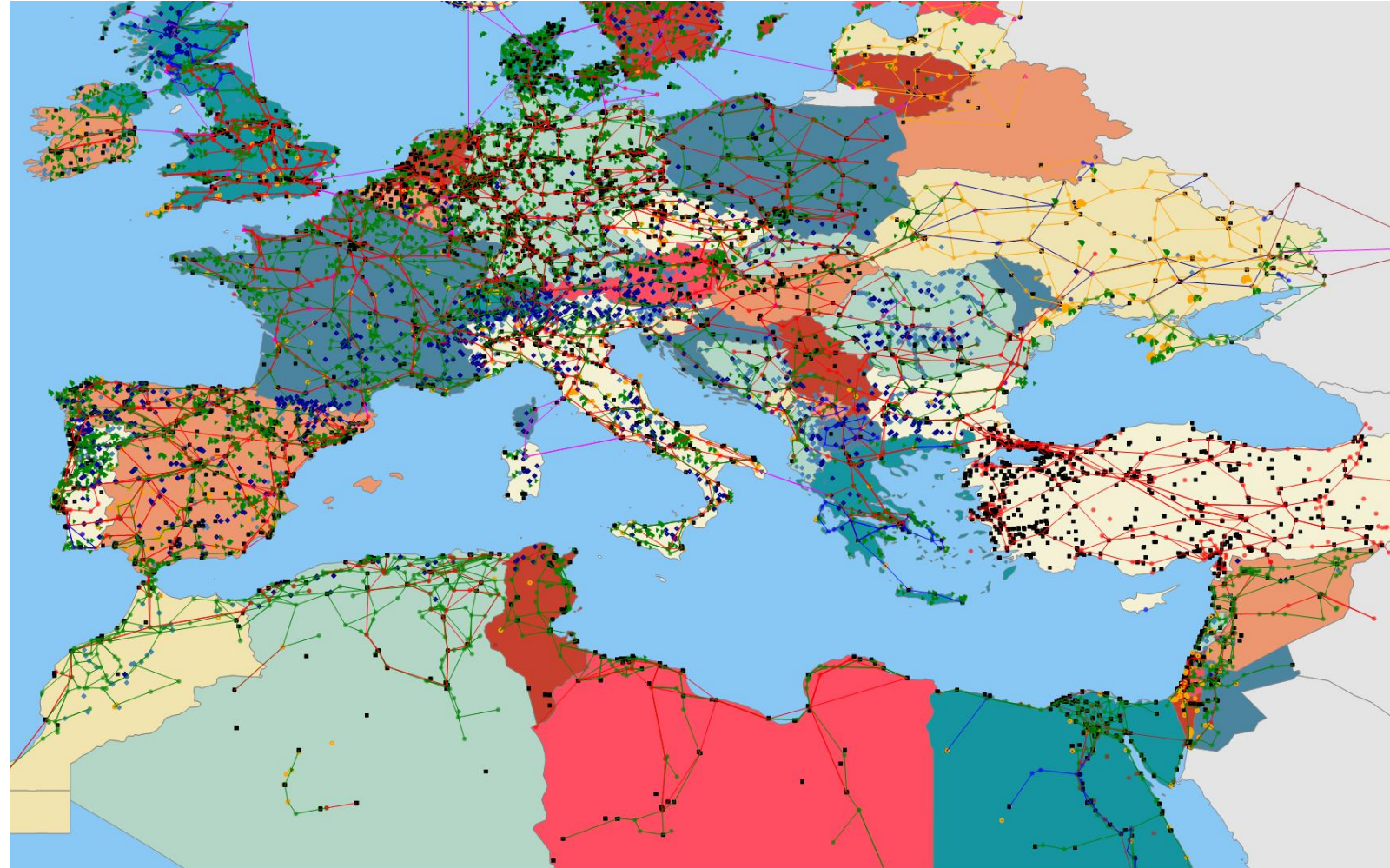
Strom: 73,4 PJ

Wasserkraft 157,6 PJ



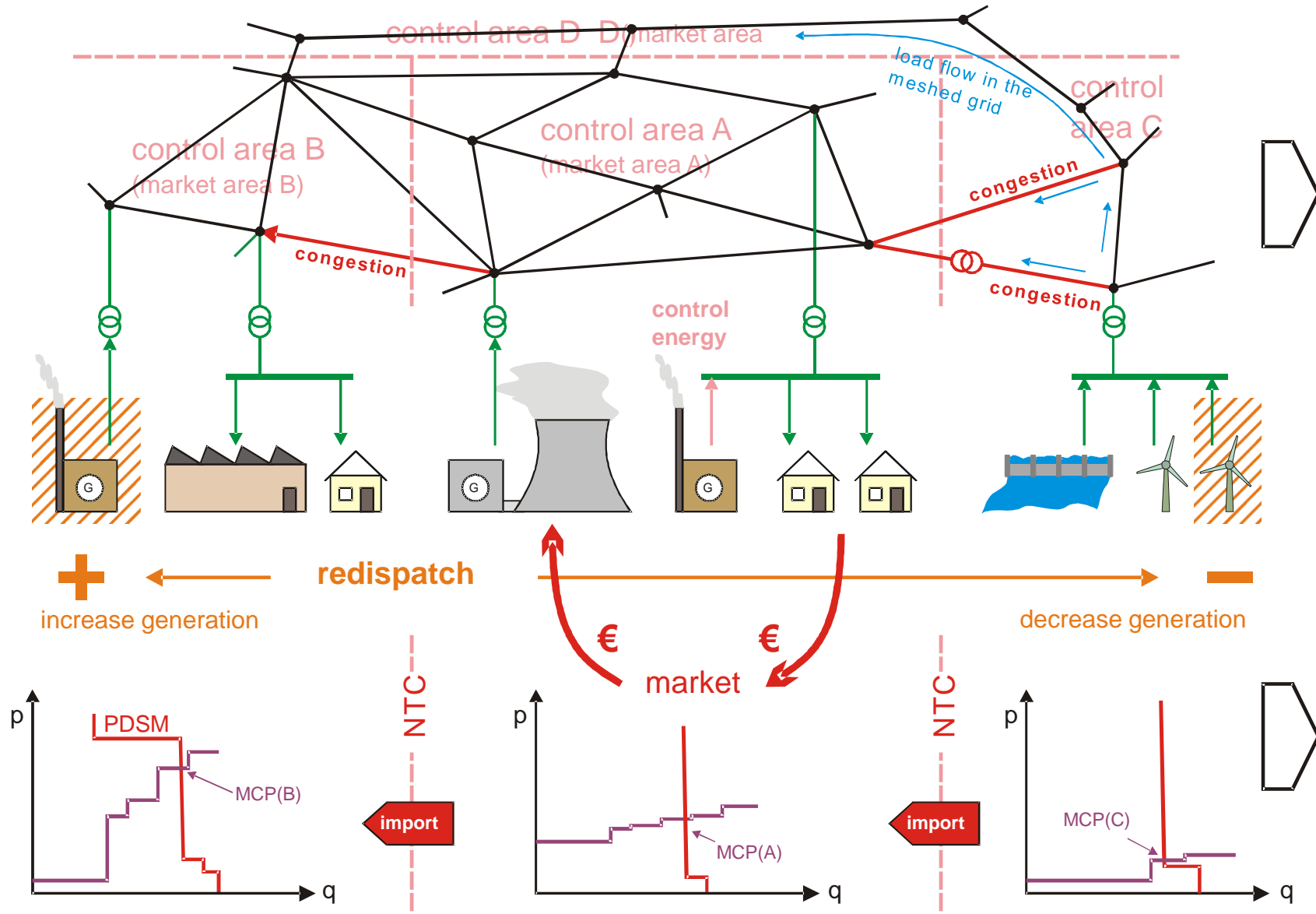
Gesamtsystemische interdisziplinäre Betrachtung der Elektrizitätswirtschaft

- ATLANTIS:
Modell der (europäischen)
Elektrizitätswirtschaft
- Das Modell baut Ende 2018
GIS-genau auf diese Basis:
 - 24.400 Kraftwerke (à 20 Daten)
 - 5.700 Knoten (GIS; Verbrauch)
 - 9.500 Leitungen (à 11 Daten)
 - 160 HGÜs (Winkel)
 - 1.900 Trafos (P; Winkel)
 - 32 Länder



electrical **engineering**, physics,
weather, climate, emissions ...

markt **design**,
economics, ...



development of companies over the time
(facilities, trading, financial statements, ...)

Simulationsprozess in ATLANTIS



Simulationsperiode
2006 bis 2050 (max.)

≈48 Perioden + 2 Jahreshöchstlastrechnungen
p.a.

>2160 Lastflussrechnungen

2160 × Börsenrechnungen

2160 × Redispatch

Simulationsdauer: ≈48 h

Informationsumfang: ≈10 GB

Modellrechenarten

▪ Marktmodelle ohne Lastfluss

- Keine leitungsgebundenen Übertragungsrestriktionen
- Berechnung des kostenminimierenden Kraftwerkseinsatzes auf Basis von Angebot- & Nachfragekurven

➤ Börsenmodell (A)

➤ Zonenpreismodell (B)

▪ Marktmodelle mit Lastfluss

- Mit leitungsgebundenen Restriktionen
- DC optimized power flow (**DC-OPF**)
 - DC Lastfluss ausreichend für Langzeituntersuchungen
 - 70% Kriterium als vereinfachtes (n-1)-Prinzip

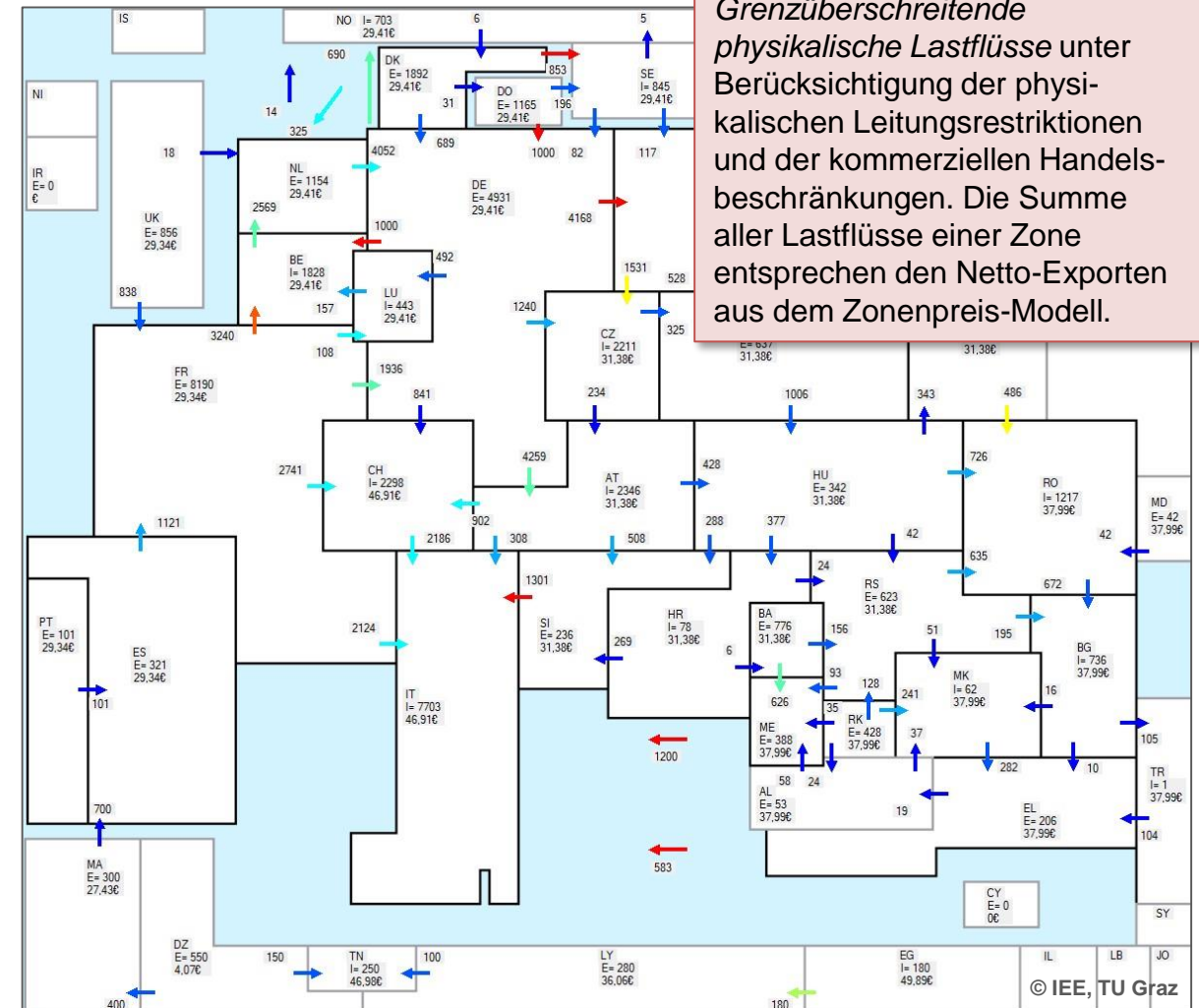
➤ Gesamtmarktmodell (C)

➤ Redispatch-Zonenpreismodell (D)

Redispatch-Zonenpreismodell mit Lastfluss (D)

- berücksichtigt
 - physikalische Leitungsrestriktionen (therm. Limits)
 - kommerzielle Handelsergebnisse (-beschränkungen) aus dem Zonenpreis-Modell

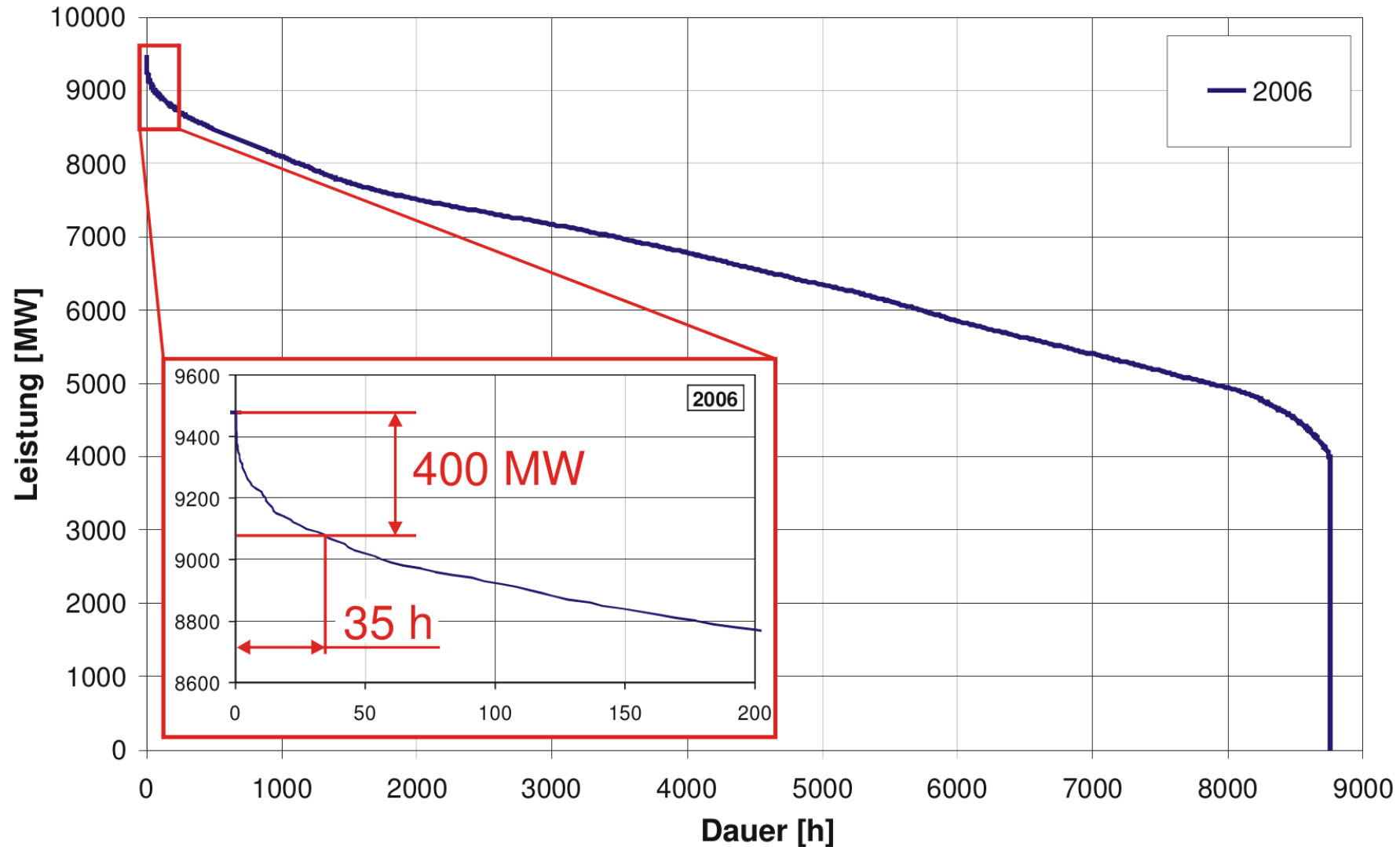
- Ergebnisse
 - Kostenminimierender Lastfluss
 - Leitungsauslastung (%)
 - Kraftwerksauslastung (%) und produzierte Energie je Kraftwerk (MWh)
 - “Positiver” sowie “negativer” Redispatch je Kraftwerk (MWh)



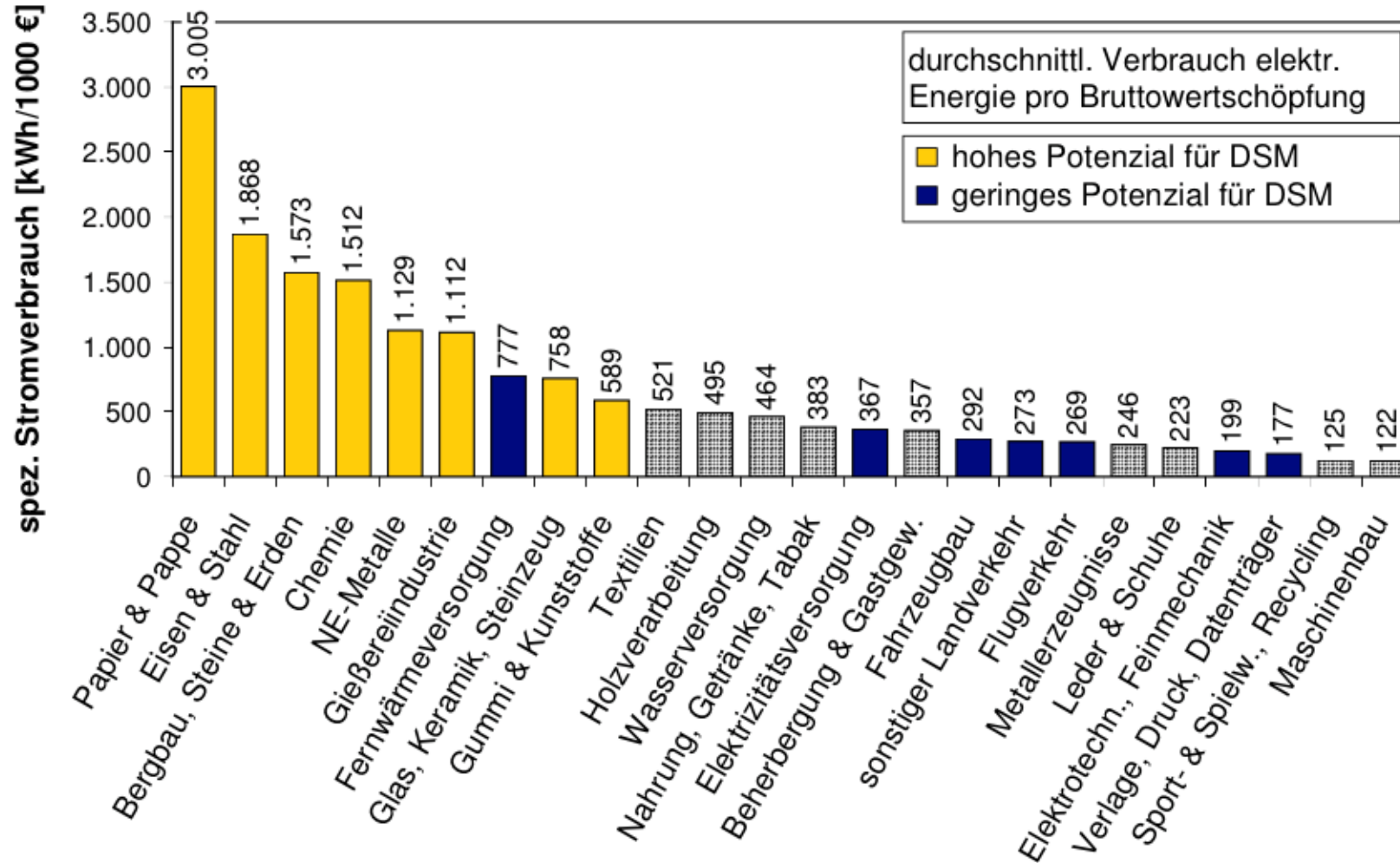
Untersuchungsszenarien und Anwendungsmöglichkeiten

- Verbrauch
 - Änderung der geographischen Verbrauchsverteilung
 - Elektromobilität, Wärmepumpen...
 - Power-DSM
 - ...
- Kraftwerksszenarien
 - Kohleausstieg, Atomausstieg, Speicherkraftwerke
 - optimaler Mix aus RES und konventionellen Technologien
 - Brennstoffpreise, CO₂-Preise
 - Nutzen der Laufwasserkraftwerke
 - ...
- Leitungen
 - Nutzen bestimmter Leitungen (z.B. Salzburgleitung)
 - HGÜ-Leitungen
 - ...
- Marktregelung und -analysen
 - NTC
 - Abregelung von RES
 - Kapitalstockanalysen
 - VWL Input-Output-Analysen
 - ...

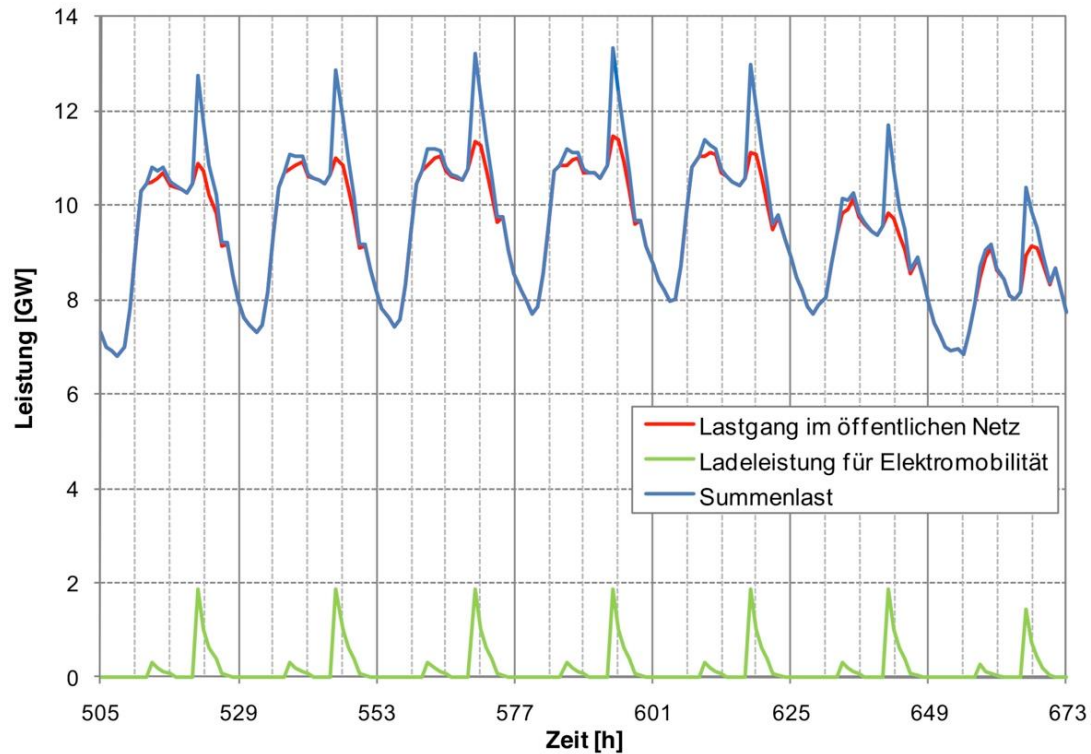
Flexibilisierung im Stromsystem - EDLS



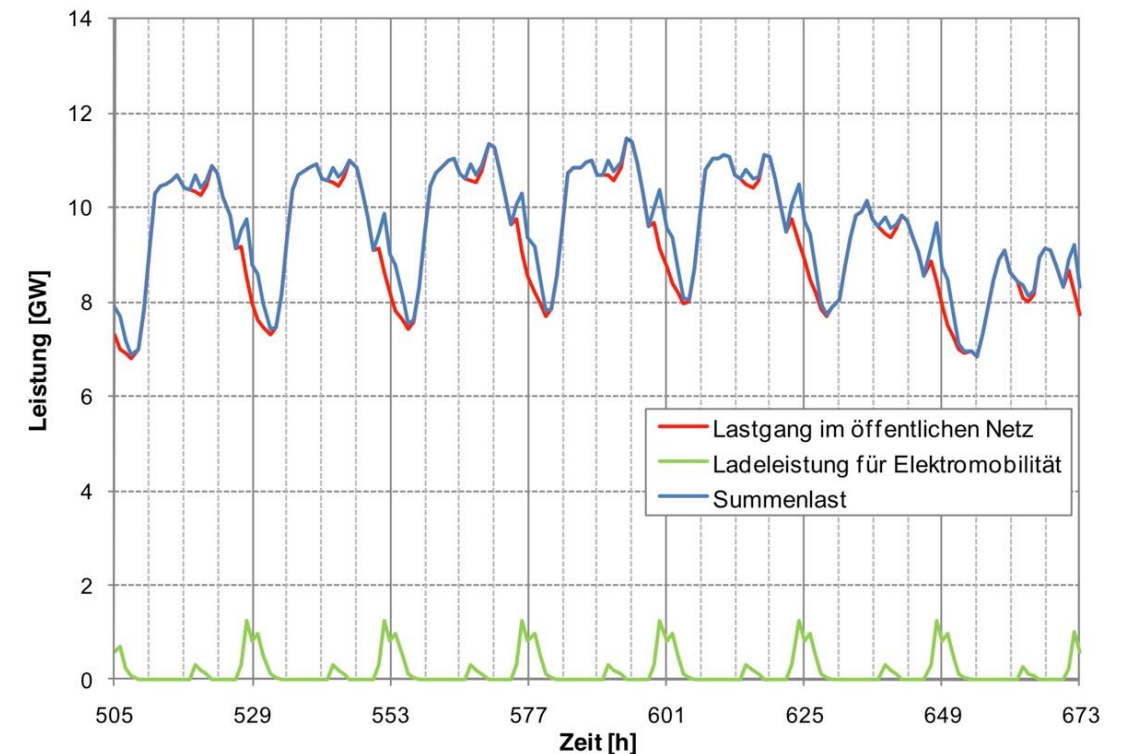
Power-DSM in der Industrie



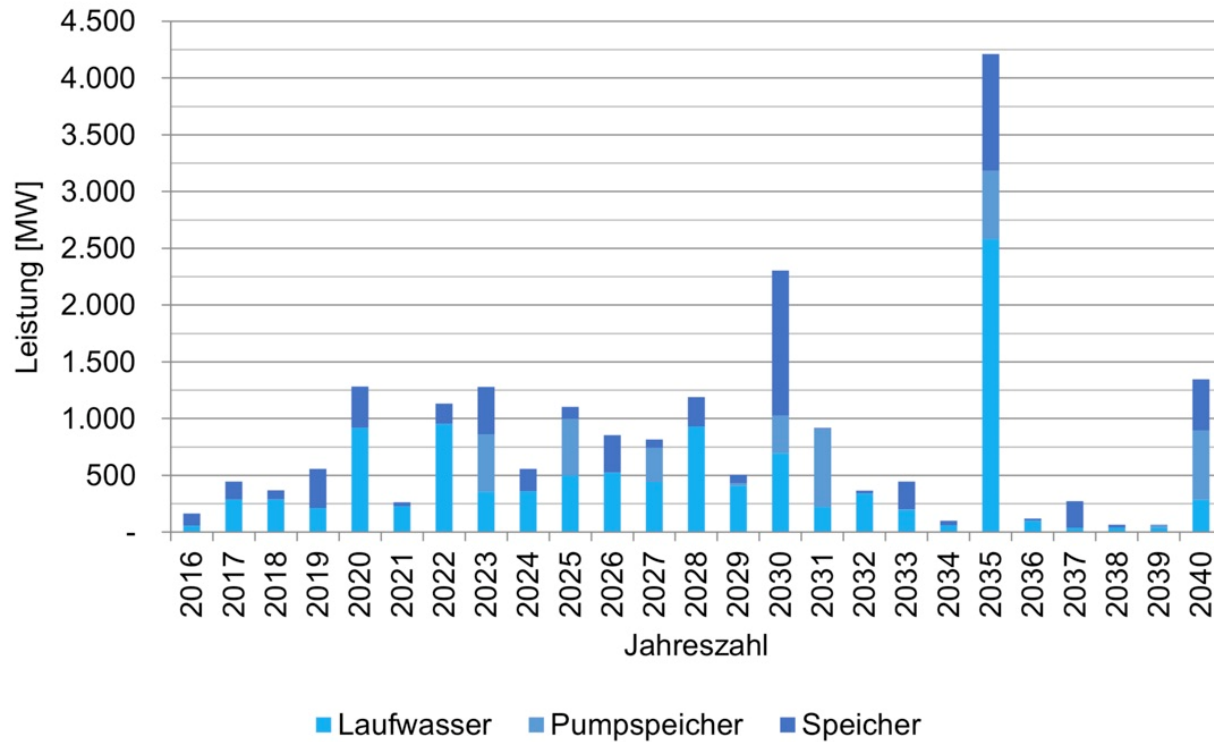
E-Mobility in Österreich



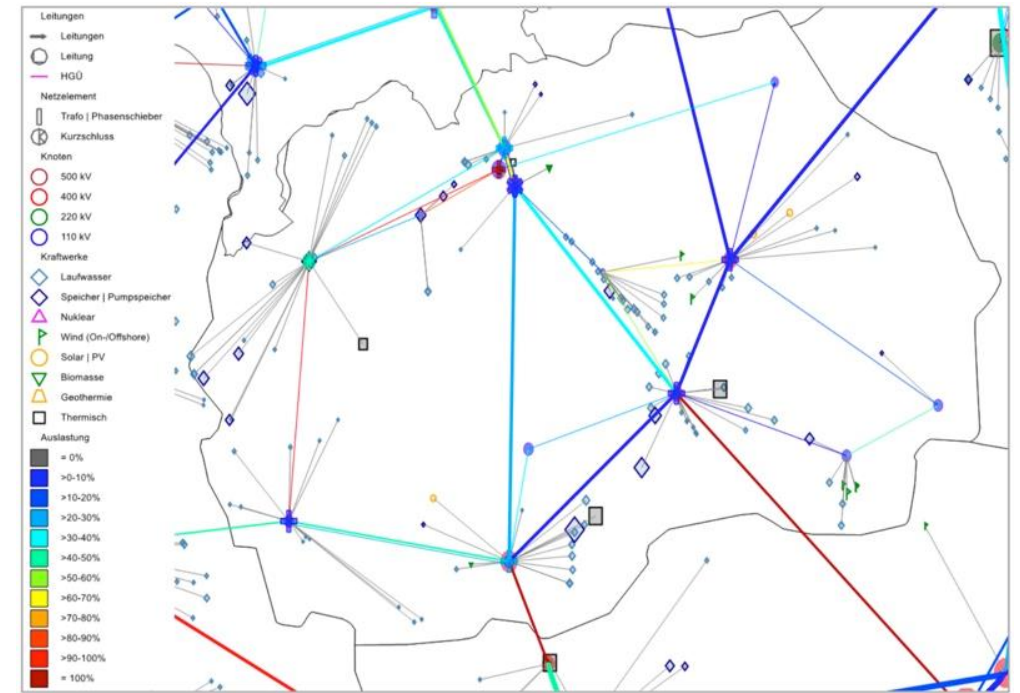
- Derzeit ca. 16.000 e-Fahrzeuge (BEV)
- 1 Mio. e-Fahrzeuge bis 2030 (ca. 1/4)
- + 1.000 GWh (+1,5%)
- + 2.000 MW Spitzenlast



Entwicklung der Wasserkraft im Balkanraum



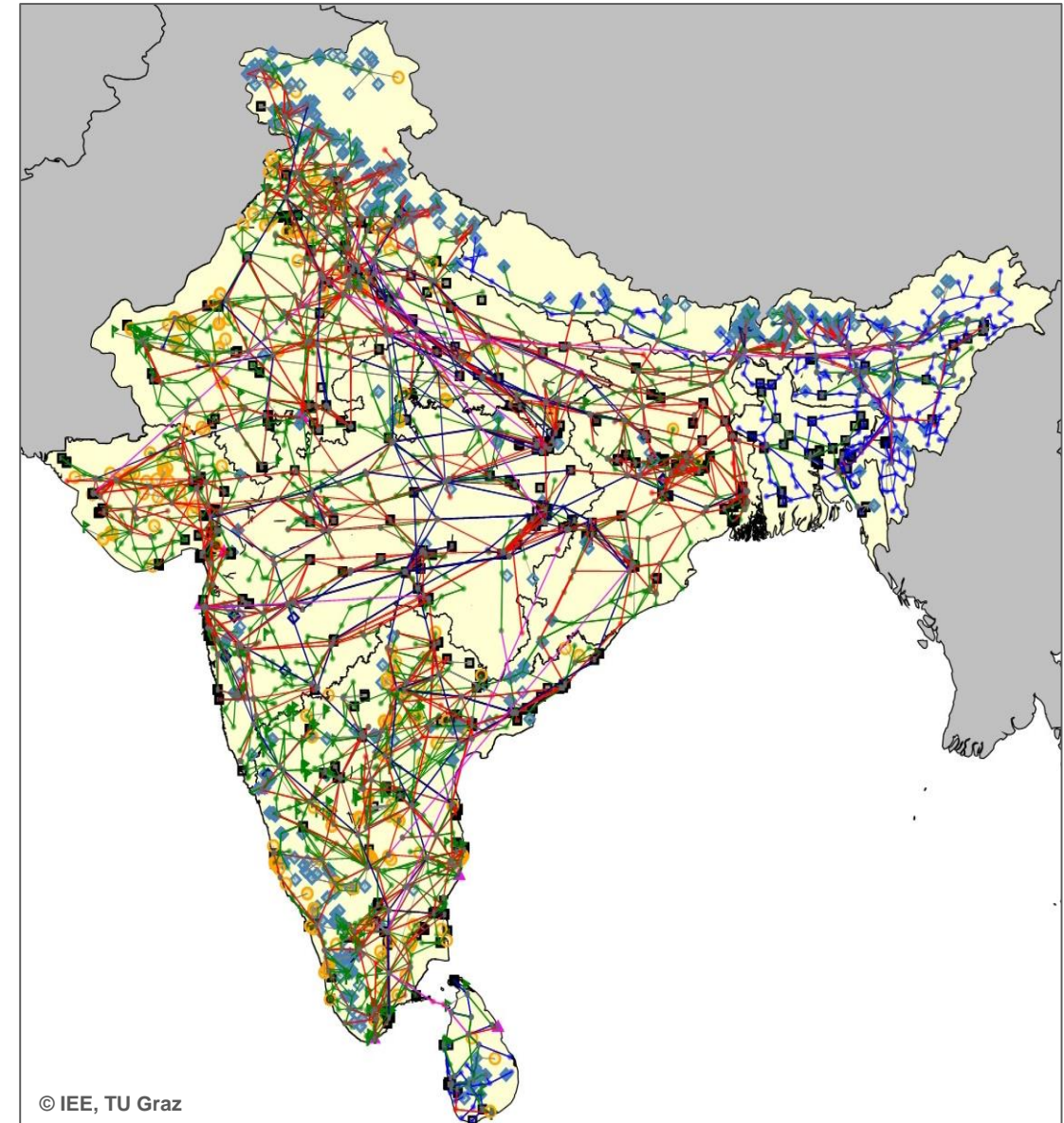
- ca. 20.000 MW bis 2040
- etwa Verdopplung der Wasserkrafterzeugung



Szenario 2	LKW	SKW	PSKW	Ländersumme
	[Mrd. €]	[Mrd. €]	[Mrd. €]	[Mrd. €]
Albanien	2,798	3,711	0,000	6,509
BuH	5,035	1,477	0,335	6,847
Bulgarien	1,353	0,957	0,147	2,457
Kroatien	3,425	1,615	0,001	5,041
Montenegro	1,718	7,841	0,000	9,559
Mazedonien	2,389	1,322	1,083	4,794
Kosovo	1,223	0,814	0,000	2,037
Rumänien	12,846	0,987	1,130	14,962
Serbien	12,279	0,953	5,187	18,419
Slowenien	26,287	0,122	8,013	34,422
Gesamt	69,352	19,800	15,897	105,049

Modellierung Indien

- Basisdaten
 - 6.000 Leitungen
 - 3.750 Kraftwerke
 - 3.000 Knoten
- 6,9% Verbrauchszuwachs pro Jahr
- Abhängigkeit von Kohle
- Paris Abkommen: 30% Reduktion in CO₂-Emissionen
- 125 GW Solar, PV und Wind bis 2025



Vielen Dank für Ihr Interesse

Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.
Udo Bachhiesl

Graz University of Technology
Institute of Electricity Economics and Energy Innovation
Inffeldgasse 18
A-8010 Graz

Tel.: +43 316 873 7903
Fax: +43 316 873 107903

Email: Bachhiesl@TUGraz.at
Web: www.IEE.TUGraz.at



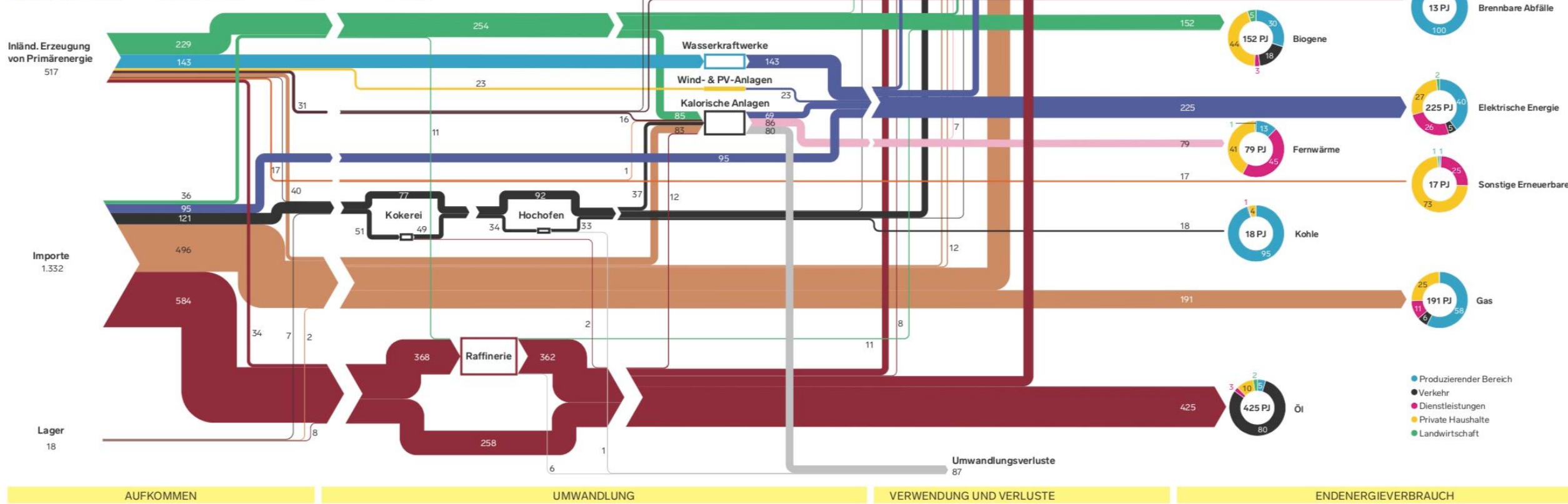
ENERGIEFLUSSBILD

Energiefluss in Österreich 2016

in Petajoule auf Basis der vorläufigen Energibilanz 2016

Übersicht der Energieträger

- Biogene
- Wasserkraft
- Windkraft & Photovoltaik
- Sonstige Erneuerbare (z.B. Solarthermie, Geothermie)
- Brennbare Abfälle
- Gas
- Kohle
- Öl
- Elektrische Energie
- Fernwärme
- Verluste



Bilanzen & Gewinn- und Verlustrechnungen

- **Jahresabschlüsse** für mehr als 100 europäische Unternehmen
 - Stromhandel (zwischen Unternehmen)
 - Vereinfachte Bilanzen
 - Gewinn- und Verlust-Rechnungen

		Jahr+n
		Jahr+1
Aktiva	Passiva	Jahr
Anlagevermögen* ...aus KW-Park errechnet bestehende KWe neue KWe	Eigenkapital $EK_{(t-1)} + \text{einbeh. Gewinn}$ $t = 0: \text{Bilanzsumme} - FK$	
Umlaufvermögen $t = 0: \text{aus Bilanz (realer Jahresabschl.) bernommen}$	Fremdkapital Bilanzsumme - EK $t = 0: \text{aus Bilanz (realer Jahresabschl.) übernommen}$	

* Bilanzierung nach hist. Anschaffungswertprinzip (vgl. UGB)

		Jahr+n
		Jahr+1
Aufwendungen	Erträge/Erlöse	
Abschreibungen aus KW-Park berechnet	Stromerlöse (End)kunden wird „angepasst“ um den geforderten Gewinn zu erzielen: $= \Sigma \text{Aufwend.} + \text{Gewinn}$ $- \text{Erlöse}_{(\text{Großhandel})} - \text{Erträge}_{(\text{CO}_2)}$ in weiterer Folge: $\text{Erlöse}_{(\text{Kunden})} / \text{gelieferte Arbeit}$ $= \text{erf. Mindeststrompreis [€/MWh]}$ $\Rightarrow \text{„Eigenwirtschaftlichkeit“}$	
FK-Zinsen $FK_{(1.\text{Jan.})} * \text{FK-Zinssatz}$		
Personal + Administration aus GuV (realer JA) übernommen		
Brennstoff + Betriebsstoffe aus Kraftwerkseinsatz	Stromerlöse Großhandel aus Deckungsrechnung $MCP * (\text{Erzeugung} - \text{Eigenbedarf})$	
Stromzukauf aus Deckungsrechng. $MCP * (\text{Eigenbedarf} - \text{Erzeugung})$		
Aufwand aus CO₂-Zertifikaten $\text{CO}_2\text{-Ausstoß} * \text{EZ-Preis}$	Erträge aus CO₂-Zuteilung Allokation * EZ-Preis	
Gewinn = $EK(1.\text{Jan.}) * \text{EK-Zinssatz}$		