

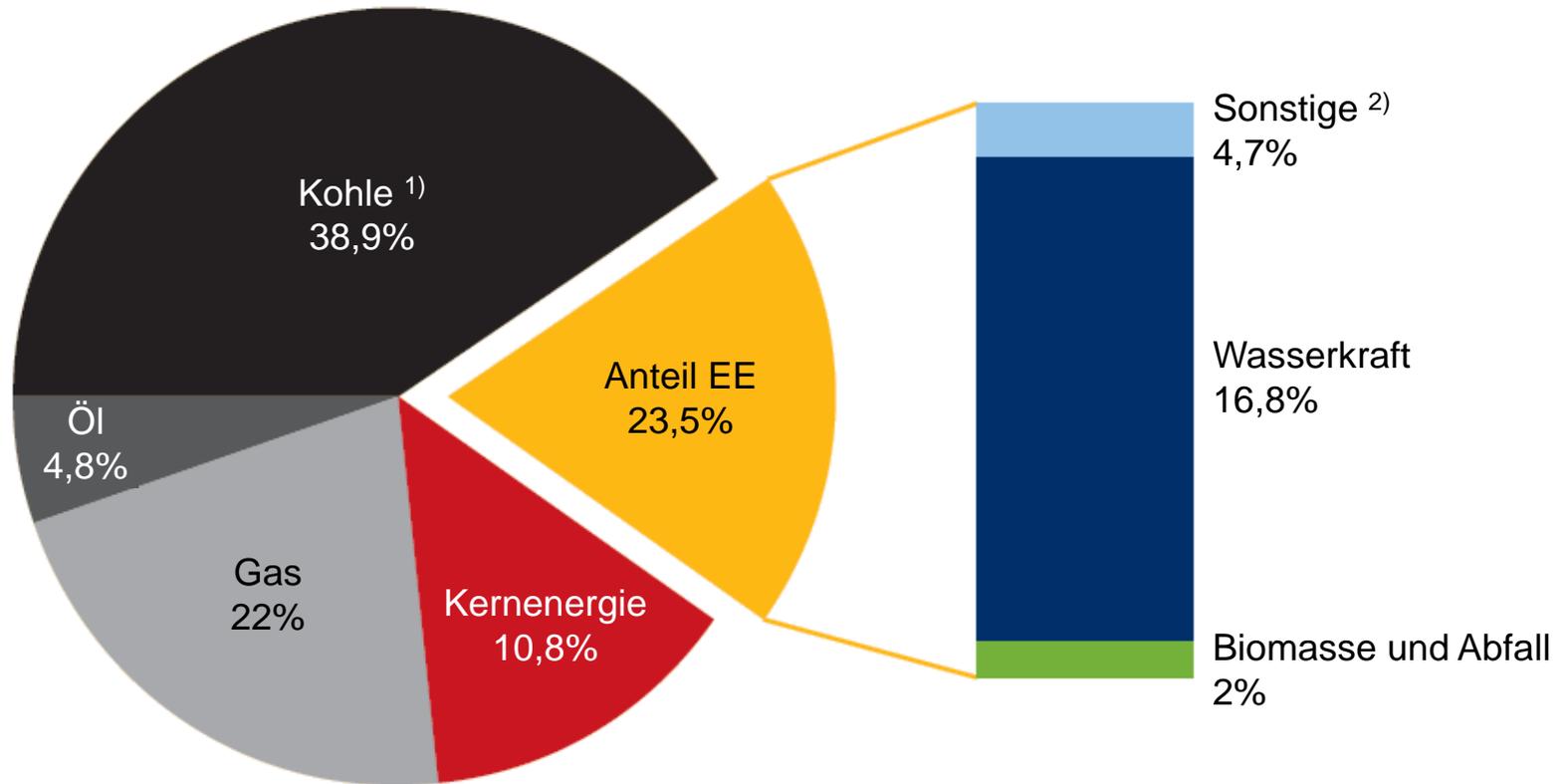
Wie hoch ist das technische Ausbaupotenzial der Wasserkraft in Hessen, Deutschland und europaweit? Welche anderen Faktoren begrenzen diese Potenziale?

Prof. Dr. Stephan Theobald

Universität Kassel, Wasserbau und Wasserwirtschaft

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Anteile der Energieträger an der globalen Stromerzeugung in 2014



1) enthält den Anteil von sonstigen nicht erneuerbaren Energieressourcen (gesamt 0,3 Prozent) zum Beispiel nicht erneuerbarer kommunaler Abfall

2) Geothermie, Sonne-, Wind-, Meeresenergie

Quelle: IEA, The World Bank, modifiziert

Kernenergie

Harrisburg

- März 1979 - Ursache: Wartungsarbeiten → Fehlfunktion der Steuerung



Tschernobyl

- April 1986 - Ursache: Simulation eines Stromausfalls am Kernreaktor
- 40 % der Gesamtfläche Europas wurden kontaminiert
- 30 km Sperrzone



Fukushima

- März 2011 - Ursache: Erdbeben und Tsunami
- Kernschmelze von 3 Reaktorblöcken
- 20 km Sperrzone



Endlagerproblematik Deutschland

- Morsleben, Asse II, Schacht Konrad, Salzstock Gorleben



Erdöl

Nigerdelta

- 8. größter Öl-Exporteur
- 7.000 km veraltete Ölpipelines
- 40.000 t Rohöl/a laufen aus oder werden gestohlen



Exxon Valdez

- 24.03.1989 vor Alaska auf Grund gelaufen
- 37.000 t Rohöl ausgelaufen und 2.000 km Küste verseucht



Erdöl

Ölschiefer

- Gewinnung im Tagebau bis 40m Tiefe
- Größten Vorkommen in der Green-River-Formation, USA
- Nicht immer wirtschaftlich Förderbar

Quelle: greenpeace.de



Quelle: focus.de

Ölsand

- Gewinnung im Tagebau und durch in-situ-Verfahren
- Größten Vorkommen in Venezuela und Kanada
- Nicht immer wirtschaftlich Förderbar

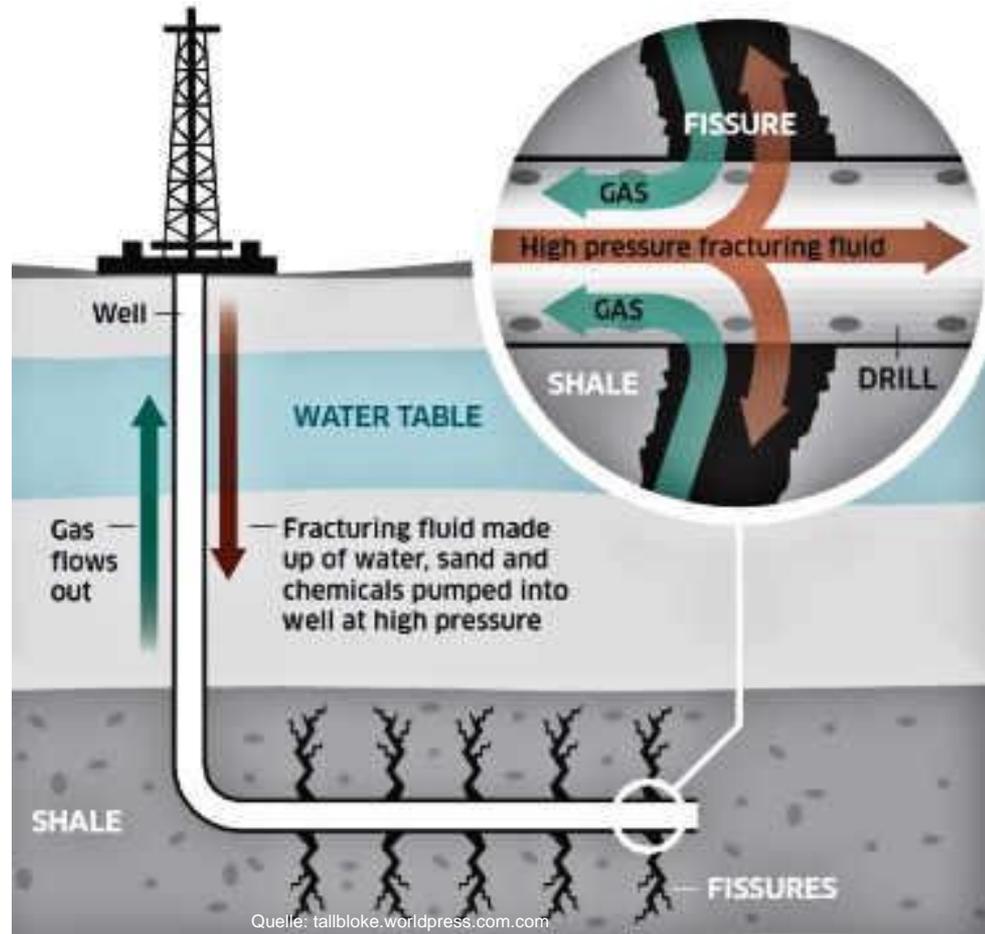


Quelle: goldinvest.de

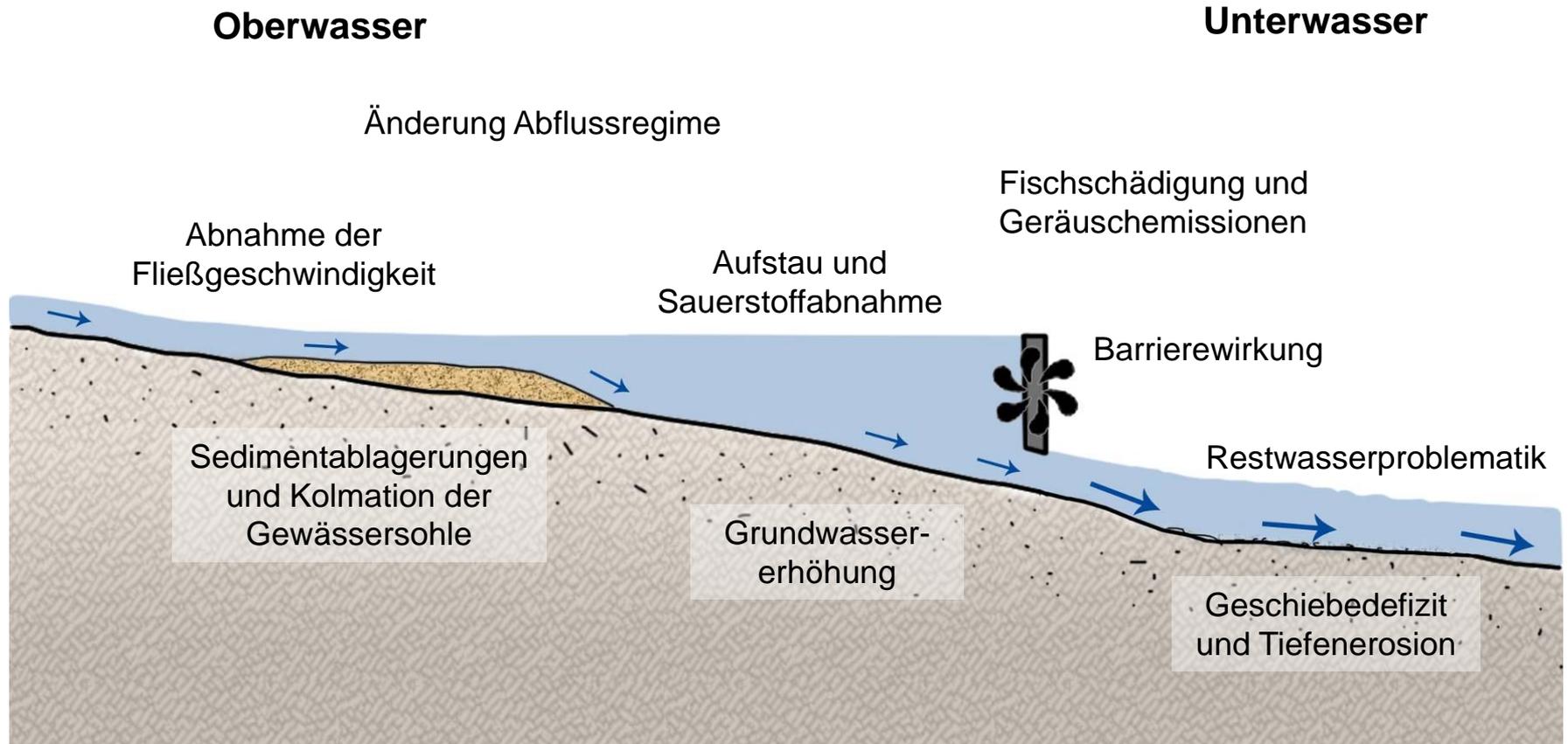
Erdgas

Unkonventionelle Lagerstätten

- Gewinnung durch Fracking
- Gas gelagert in Gesteinsporen in Tiefen bis 5.000 m
- Methode ist sehr umstritten
- Mögliche Gefahren von Grundwasserverunreinigung, Erdbeben sind ungewiss



Umweltbelastungen infolge Wasserkraftnutzung



→ Abhängig von Fließgewässer und Dimension der Staubauwerkes

Umweltbelastungen infolge Wasserkraftnutzung



Barrierewirkung



Fischschädigung



Verändertes
Abflussregime und
Ausleitungsstrecken

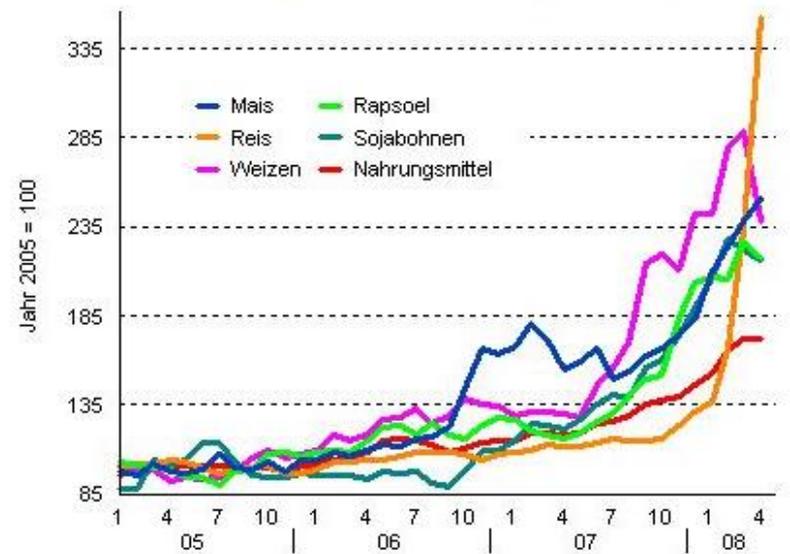
Erneuerbare Energien

Biomasse

- Biogas zur Strom und Wärmeerzeugung
- Biodiesel als Treibstoff
- Für manche Energie, für andere Nahrung



07255: Entwicklung von Nahrungsmittelpreisen



Quelle: IWF



Erneuerbare Energien

Solarenergie

- Verfügbarkeit
- Solarparks verändern Landschaftsbild
- Herstellungskosten führen zu hohen Co2-Bilanzen
- Zukünftige Entsorgung bisher unklar



Erneuerbare Energien

Windkraft

- Verfügbarkeit
- Beeinflussung des Landschaftsbildes („Verspargelung“) und der Umwelt
- Räumliche Begrenzung der nutzbaren Flächen durch Abstandsregelung
- Verbraucherferne Produktion
- Netzproblematik bei Offshore



Quelle: offshorepark Lillgrund, conradgroupinc.com

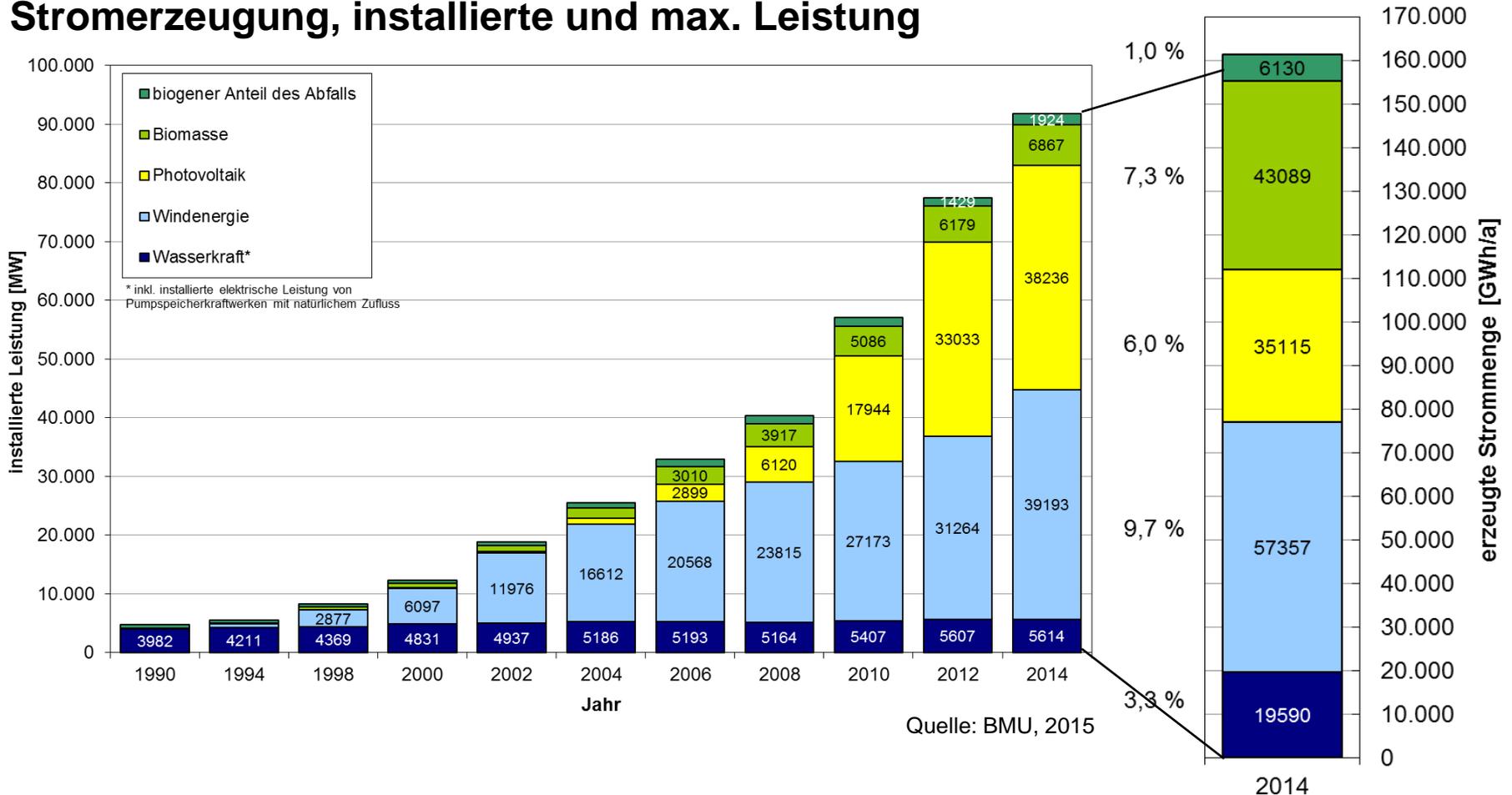


Quelle: onshorepark Heltershain, conradgroupinc.com

Regenerative Stromerzeugung in Deutschland

Anteil EE an Gesamterzeugung: 27,4 %

Stromerzeugung, installierte und max. Leistung



Rekordtage Wind + Solar (2015): (Daten: agora-energiewende)

min. 0,5 GW (03.11.)

max. 42,8 GW (23.08.)

Auslastung:

Biomasse ~ 6.400 h/a

Wasserkraft ~ 4.000 h/a

Windenergie ~ 1.500 h/a

Photovoltaik ~ 820 h/a



CO₂-Bilanz

CO₂-Bilanzen verschiedener Energieträger

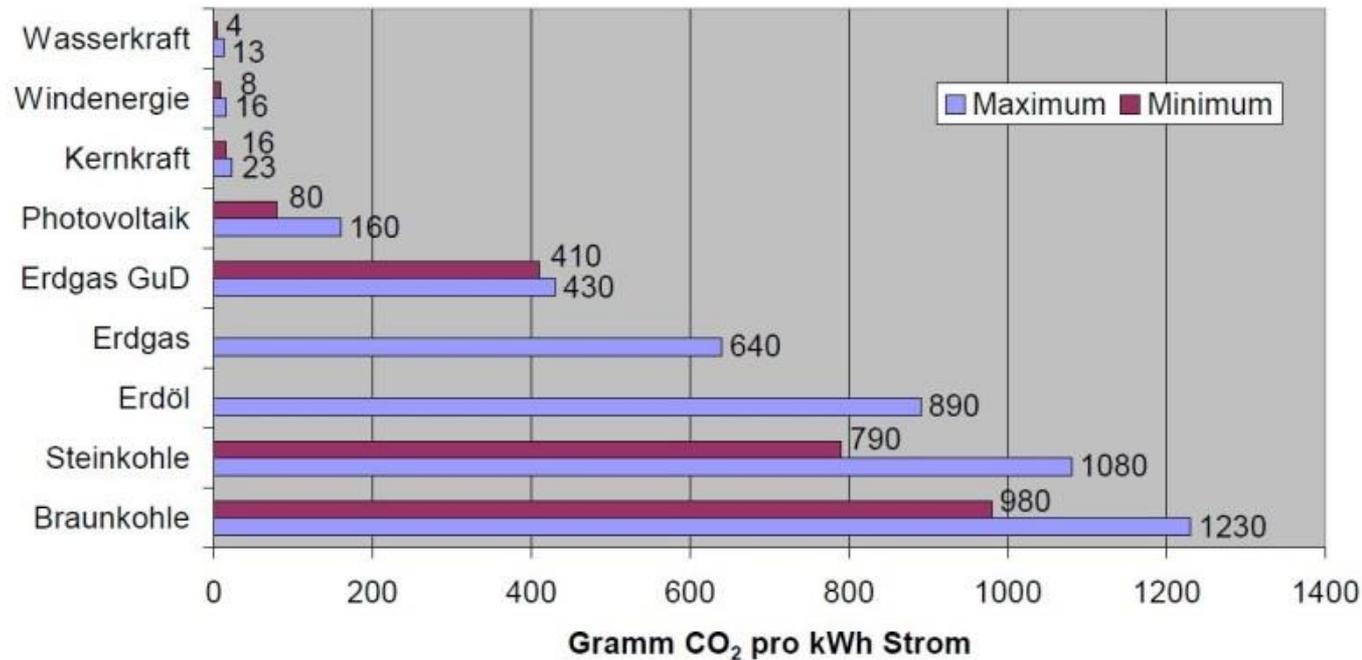


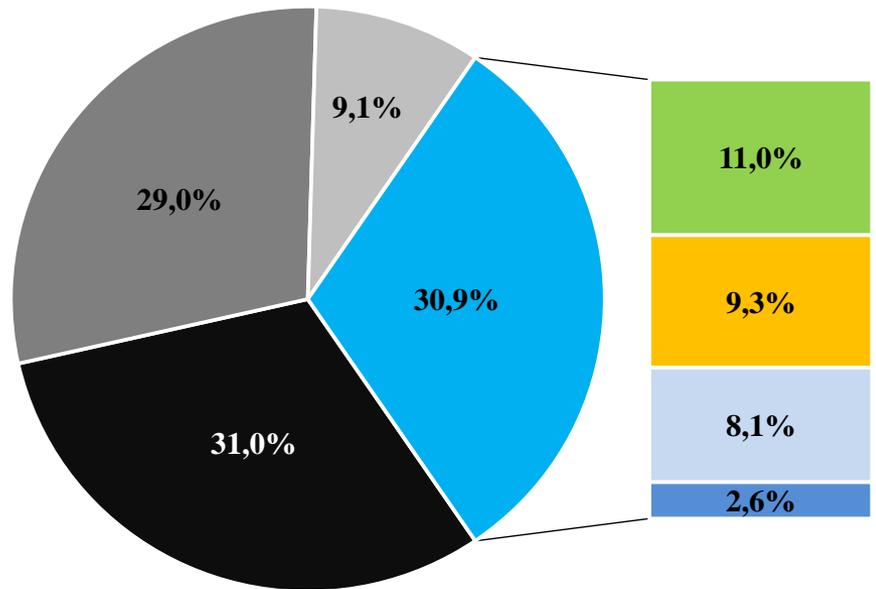
Abbildung 1: Erste Überblicksdarstellung der CO₂-Bilanzen verschiedener Energieträger. (Datenquelle: SZ 2007).

→ Fazit: Politik und Gesellschaft entscheiden über die zu nutzenden Energieträger

Stromerzeugung aus Wasserkraft

regionale Gegenüberstellung

Stromerzeugung in Hessen 2013
(Gesamt: 14,9 TWh)

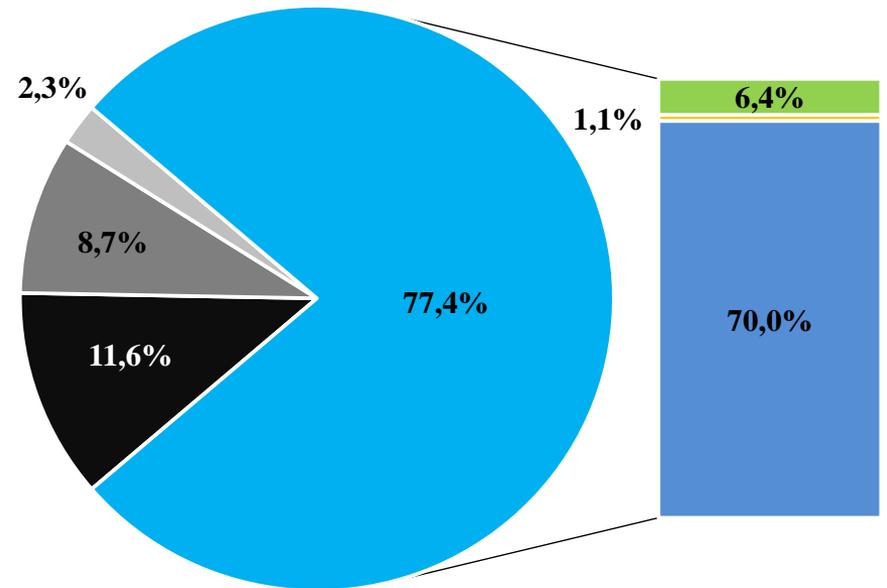


- Kohle
- Erdgas
- sonstige
- Biomasse, Biogas und Biogen
- Photovoltaik
- Windenergie
- Wasserkraft

Quelle: Zahlen aus Monitoringbericht 2015, HVWVL

Brutto-Stromverbrauch 2013: 37,9 TWh

Stromerzeugung in Oberösterreich 2013
(Gesamt: 15,13 TWh)



- Kohle
- Erdgas
- sonstige
- Biomasse, Biogas und Biogen
- Wind und Photovoltaik
- Wasserkraft

Quelle: Energiebericht Land Oberösterreich

Brutto-Stromverbrauch 2013: 14,5 TWh



Stromerzeugung aus Wasserkraft

- Mehrfachnutzungen an Stauanlagen (z. B. Schifffahrt, Bewässerung, Hochwasserschutz)
- Große Spannweite und Individualität des jeweiligen Anlagenstandortes
- Autarke Energieerzeugung, Energiespeicher (PSW) zur Netzstabilisierung und Versorgungssicherheit
- Auch Technik schafft Natur:
Große Staubeiche entwickelten sich z. T. zu Natur- und Vogelschutzgebieten (Affoldener See, Inn-Stauseen am unteren Inn)



Quelle: Tourismus-braunau.at

Ansatzpunkte zur Reduktion der Umweltbelastungen

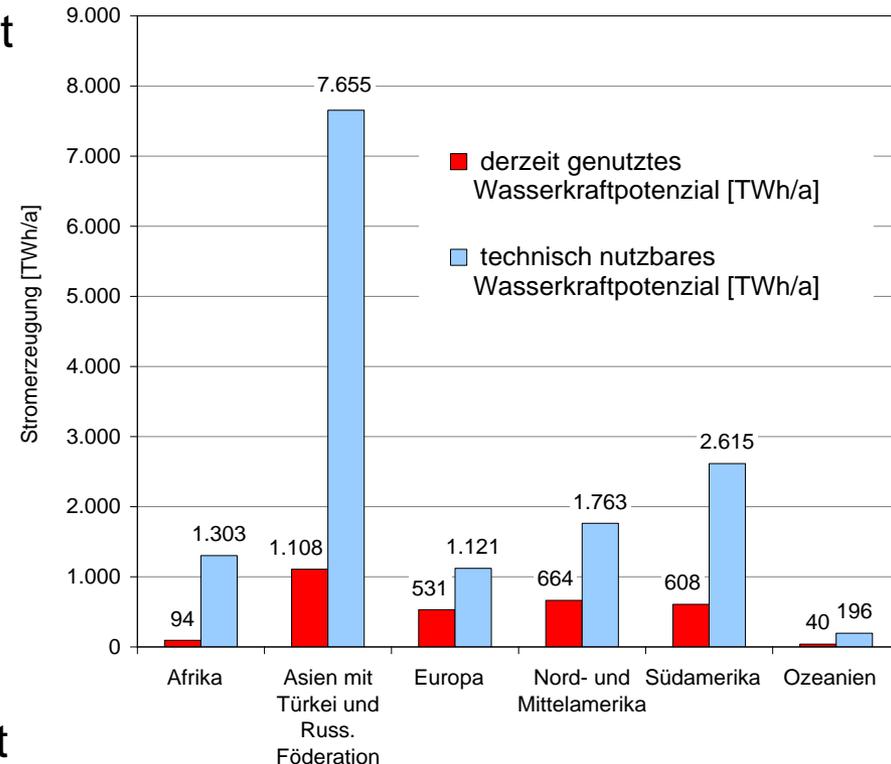
Gewässerökologische Anforderungen zur Reduktion der Umweltbelastungen

- Abgabe von Restwasser in die Ausleitungsstrecken
- Bau von Fischaufstiegsanlagen
- Maßnahmen zum Fischschutz und Fischabstieg



Stromerzeugung aus Wasserkraft

- Weltweit forcierter Ausbau der Wasserkraft (z. B. Asien, Südamerika, Afrika)
- Länder mit großen Anteilen Wasserkraft bei der Stromerzeugung (z. B. Norwegen, 99 %, Brasilien 76 %) bezeichnen die Wasserkraft als „Umweltfreundliche Energieerzeugung“
- Förderung eines Ausbaus der Wasserkraft



Beispiel:

Reaktivierung von Standorten in Baden-Württemberg

Erteilung einer Bewilligung von 60 Jahren → Planungssicherheit

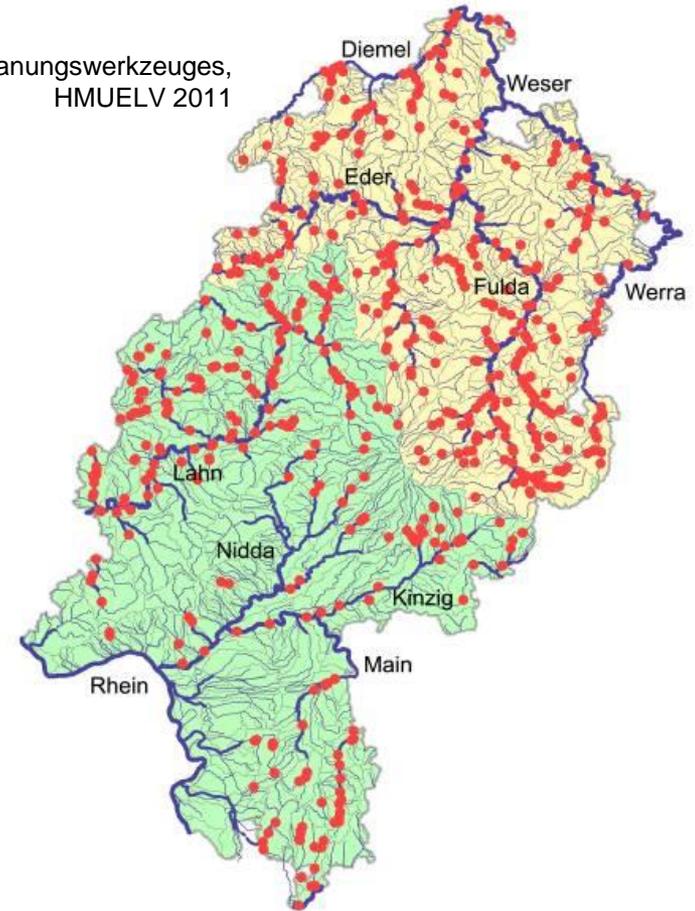
Keine Grundsatzdiskussionen über Wasserrechte (Altrechte)

Finanzielle Förderungen möglich

Wasserkraftpotenzial in Hessen, Deutschland und Europa?

Hessen Quelle: Analyse der hessischen Wasserkraftnutzung und Entwicklung eines Planungswerkzeuges, HMUELV 2011

- 621 Wasserkraftanlagen in Betrieb
- 609 Kleinwasserkraftanlagen ($P < 1$ MW)
- Standortbezogene Ermittlung des Wasserkraftpotenzials in Hessen
- Neubaustandorte an bestehenden Anlagen mit mind. 50 kW Ausbauleistung
- Berücksichtigung einer Restwasserabgabe
- ca. 23 % zusätzliches Potenzial



	Istzustand	Neubau / Reaktivierung	Ausbau/ Modernisierung	Summe
Leistung [MW]	92	8	16	116
Jahresarbeit [GWh]	425	39	57	521

Wasserkraftpotenzial in Hessen, Deutschland und Europa?

Deutschland Quelle: Potentialermittlung für den Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland, BMWi 2010

	Istzustand	Neubau	Mittleres Zubaupotenzial	Summe
Jahresarbeit [TWh]	20,9	1,3 + 0,44	2,7 + 0,56	~ 25,9

- Berücksichtigung von Restriktionen bzw. Schutzvorschriften und ökologischer Abflüsse

Europa Quelle: The hydropower sector's contribution to a sustainable and prosperous Europe, DNV GL 2015

	Istzustand	Ausbaupotenzial bis 2030	Ausbaupotenzial bis 2050
Jahresarbeit EU-28 [TWh]	380	7%	19%
Jahresarbeit Europa [TWh]	600	20%	31%

Welche Wirkungen haben Wasserkraftanlagen auf das Stromnetz?

Prof. Dr. Stephan Theobald

Universität Kassel, Wasserbau und Wasserwirtschaft

Welche Wirkungen haben Wasserkraftanlagen dabei im Netz?

- Grundlastfähigkeit (>4.500 Volllaststunden pro Jahr) und Hochverfügbar (>8.000 Betriebsstunden pro Jahr)
- Autarke, verbrauchsnahe und stetige Erzeugung (→ Reduzierung des Netzausbau auf Verteilernetzebene)
- Regelbarkeit zur lokalen Spannungshaltung bis hin zum Inselbetrieb → Sonderfall: Bereitstellung von neg. Regelleistung
- Spitzenlast (Pumpspeicherkraftwerke)
 - wachsender Anteil der erneuerbaren Energien → volatile Stromerzeugung
 - flexible und schnell regelbare Leistung (Versorgungssicherheit)
 - Europa: 220 TWh Speicherkapazität und 150 GW gesicherte Leistung (Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke)

Welche ökonomischen Potenziale hat die Wasserkraft in einer zukünftigen Energieversorgung?

Prof. Dr. Stephan Theobald

Universität Kassel, Wasserbau und Wasserwirtschaft

Welche ökonomischen Potentiale hat damit die Wasserkraft?

- 24 Mrd. € Ersparnis aufgrund vermiedener Importe fossiler Energieträger in die EU-28
- Beitrag von 25 Mrd. € zum BIP der EU-28 und 38 Mrd. € zum BIP Europas
- rund 80.000 Arbeitsplätze in EU-28 (120.000 in Europa)

Quelle: The hydropower sector's contribution to a sustainable and prosperous Europe, DNV GL 2015





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!