

Globale und nationale Herausforderungen



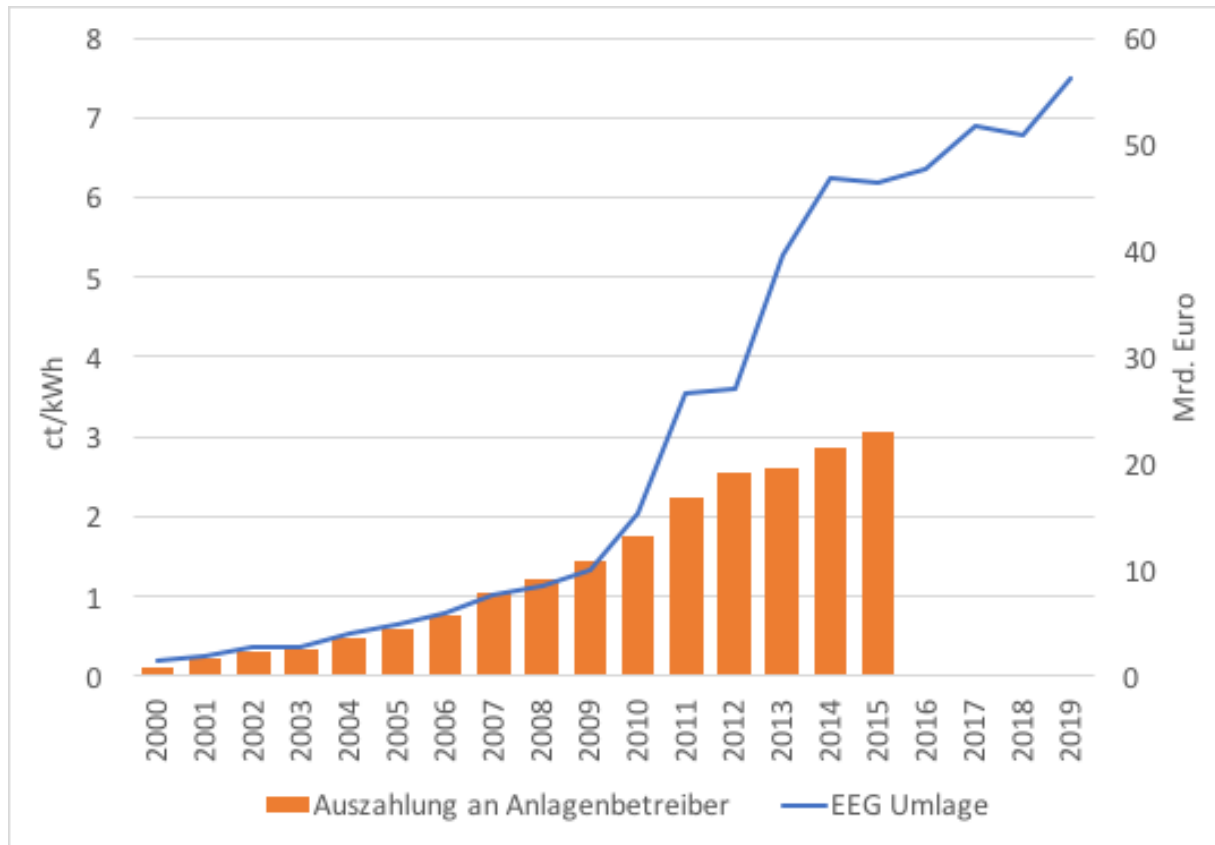
- Energiewende
- Kreislaufwirtschaft



- Hauptinstrument zur Umsetzung
 - Stromeinspeisungsgesetz (1991)
 - Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) (seit 2000)
 - Vorrangige Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien
 - Garantierte Vergütungssätze über dem Marktpreis (durch Umlage auf (fast) alle Stromkunden)
 - Biomasse: 6 - 14,3 ct/kWh (geringer bei Neuanlagen)
 - Wind: 13 - 15 ct/kWh
 - Photovoltaik: 13,5 - 19,5 ct/kWh (geringer bei Neuanlagen)
- Ziel
 - Anteil an Strom aus erneuerbarer Energie soll bis 2020/2030/2050 auf 35/50/80% ansteigen



■ Entwicklung der EEG Umlage



Garantierte
Zahlungen
alleine
für bereits
installierte
Solaranlagen
betragen
mehr als 100
Mrd. €



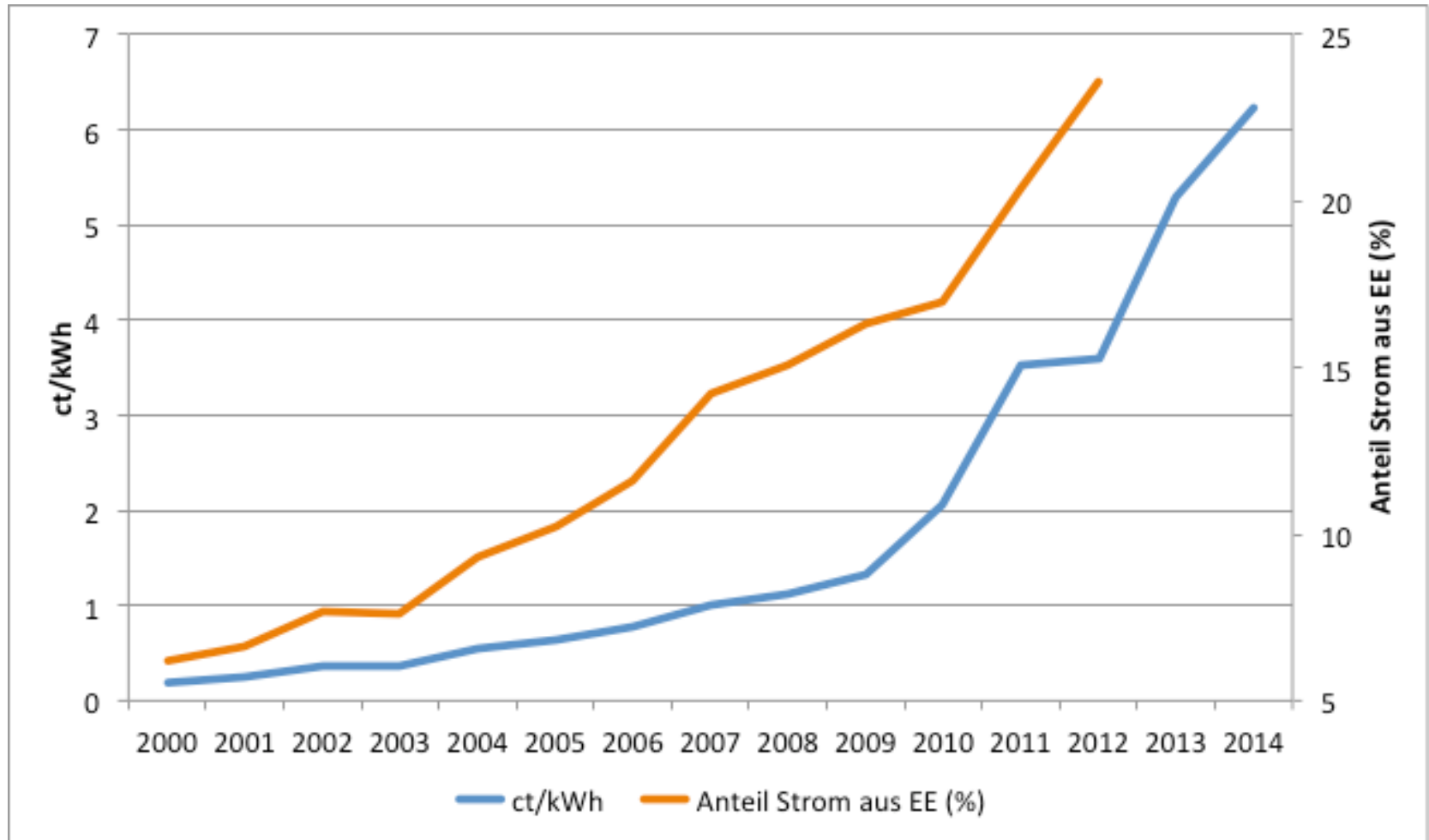
- Erhalt des Produktivpotentials vs. Wahrung der Handlungs- und Entwicklungschancen
 - Die Mehrkosten durch die EEG Umlage führen für Haushalte sowie KMU zu einer deutlichen Verteuerung der Strompreise gegenüber den europäischen Mitbewerbern (29,19 ct/kWh in DE vs. 14,72 ct/kWh in FR)
 - Bei Haushalten und Unternehmen, die nicht von der Umlage befreit sind, könnte dies einen Rückgang des Konsums bzw. der Investitionen zur Folge haben.
 - Umgekehrt könnten die hohen Kosten aber auch zu neuen Investitionen in stromsparende Technologien führen.
 - Außerdem führt das EEG zu einer Erhöhung der Einnahmen bei den Produzenten von Strom aus erneuerbaren Energien was wiederum in steigenden Ausgaben für Konsum und Investitionen resultiert (Einkommensgerechtigkeit?)



- Erhalt des Produktivpotentials vs. Wahrung der Handlungs- und Entwicklungschancen
 - Umgekehrt könnten die hohen Kosten aber auch zu neuen Investitionen in stromsparende Technologien führen.
 - Außerdem führt das EEG zu einer Erhöhung der Einnahmen bei den Produzenten von Strom aus erneuerbaren Energien was wiederum in steigenden Ausgaben für Konsum und Investitionen resultiert (Einkommensgerechtigkeit?)
 - Seit der Ausgleichsmechanismusverordnung von 2010 entkoppelt sich die Umlage von der Auszahlung an die Produzenten. Seither hat nur noch die Einspeisung aber nicht mehr der Verbrauch Vorrang. Bei Bedarf kann also auch billiger Kohlestrom zugeschaltet werden. In der Folge sinken die Marktpreise an der Strombörse, auch für erneuerbare Energie. Um die garantierte Einspeisevergütung zu erhalten muss daher die Umlage steigen.

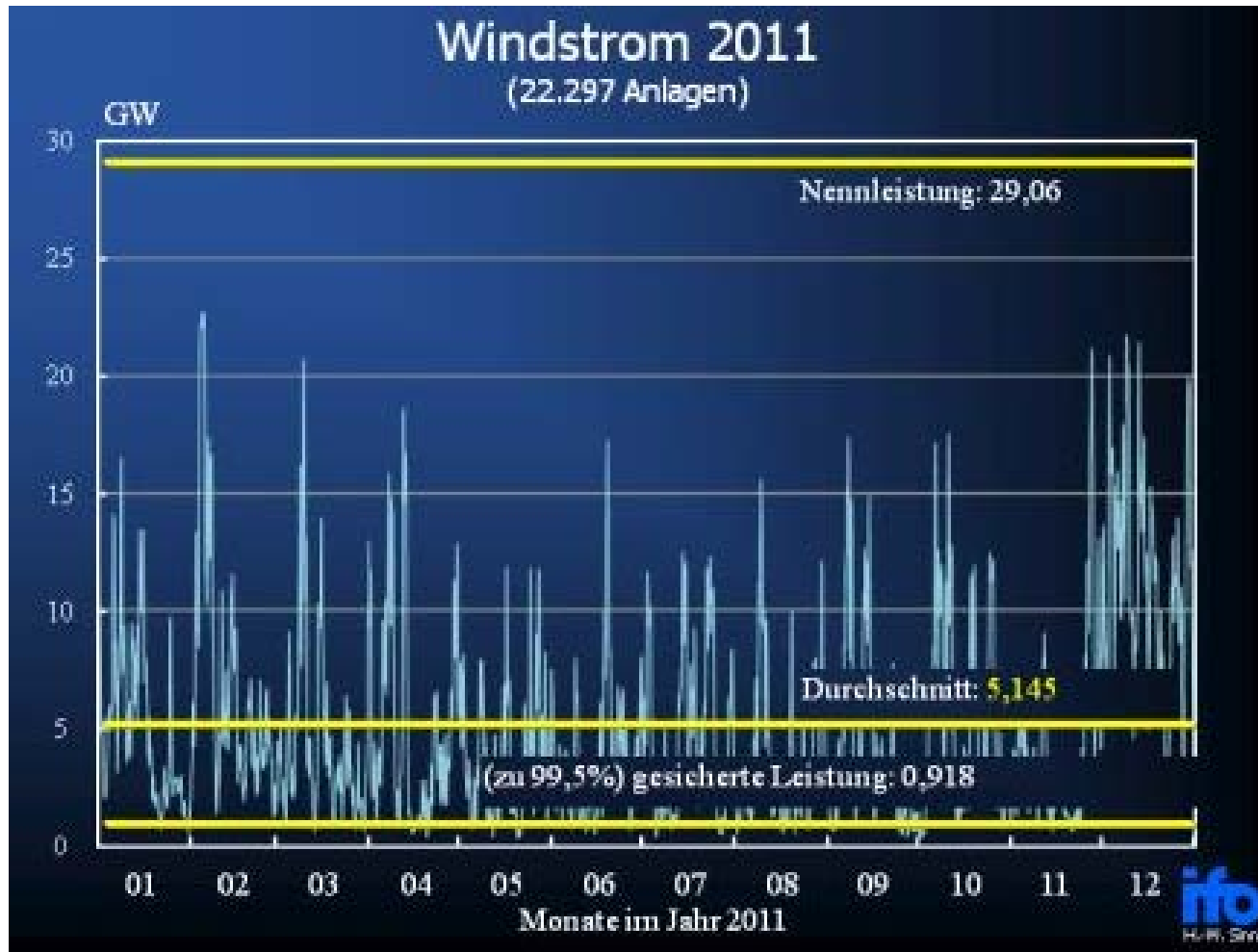


■ Entwicklung der EEG Umlage und des Anteils Strom aus EE





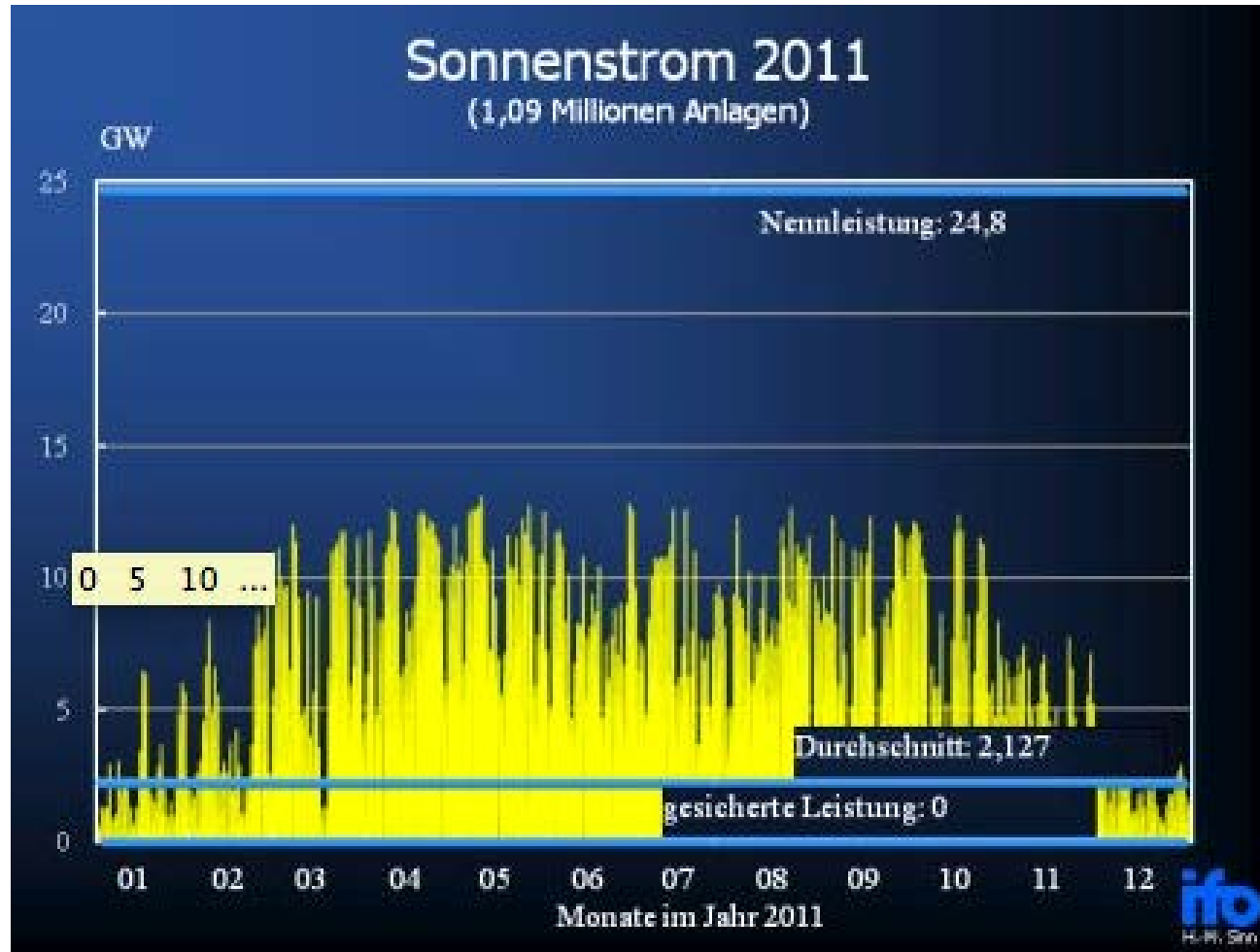
■ Volatilität von Wind und Sonne



Quelle: CES ifo, München, Vortrag Prof. Sinn: Energiewende ins Nichts



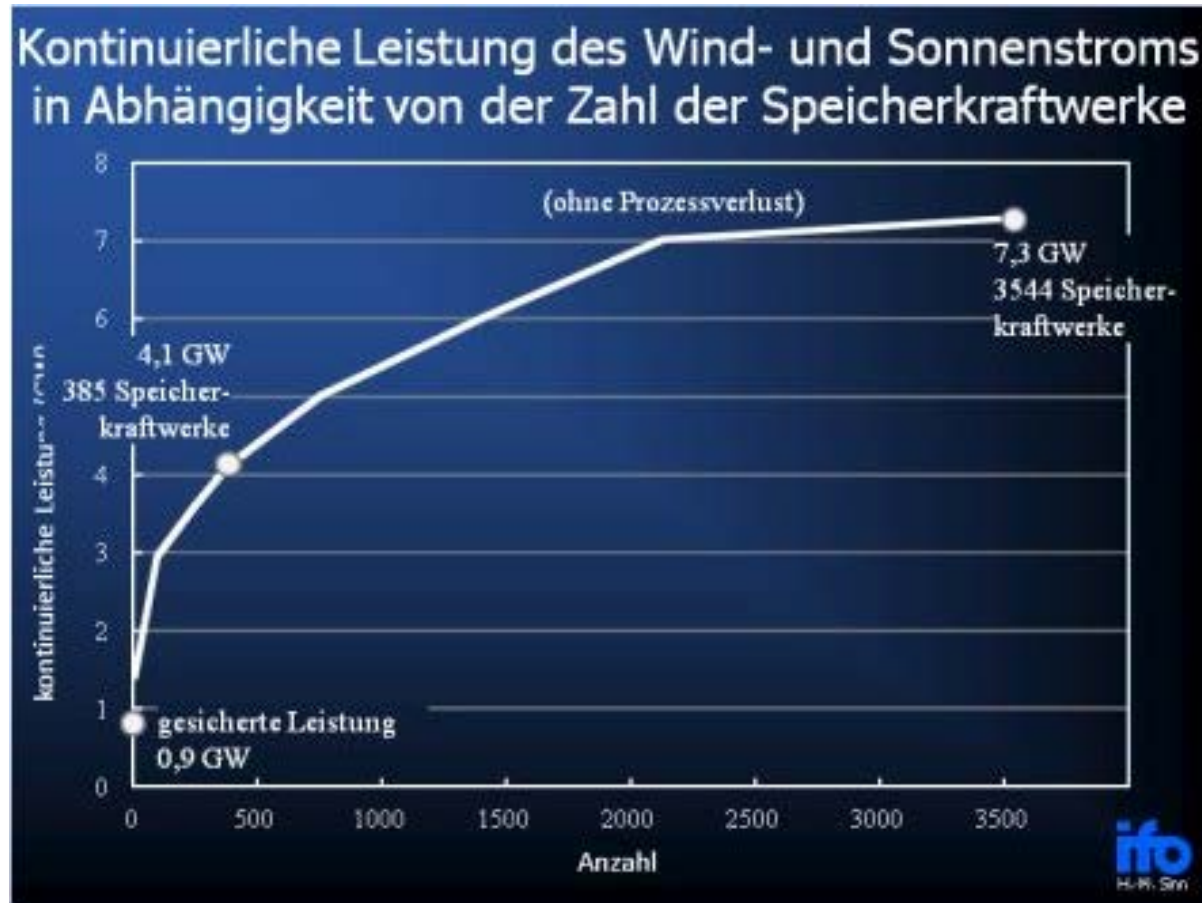
■ Volatilität von Wind und Sonne



Quelle: CES ifo, München, Vortrag Prof. Sinn: Energiewende ins Nichts



- Benötigte Pumpspeicherkraftwerke zur kontinuierlichen Nutzung von Wind und Sonnenenergie



Quelle: CES ifo, München, Vortrag Prof. Sinn: Energiewende ins Nichts



- Alternativ zu Pumpspeicherkraftwerken könnte die Energie auch mittels anderer Medien gespeichert werden
 - Power to Gas
 - Windenergie zur Erzeugung von Wasserstoff, welcher wiederum in Gas (Methan) umgewandelt wird.
 - Wärmespeicherkraftwerke
 - Energie wird in Form von Wärme gespeichert (Energieabfuhr z.B. mittels konventioneller Dampfturbinen)
 - Drehmassenspeicher
 - Energie wird für kurze Zeit in Form von Rotationsenergie vorgehalten

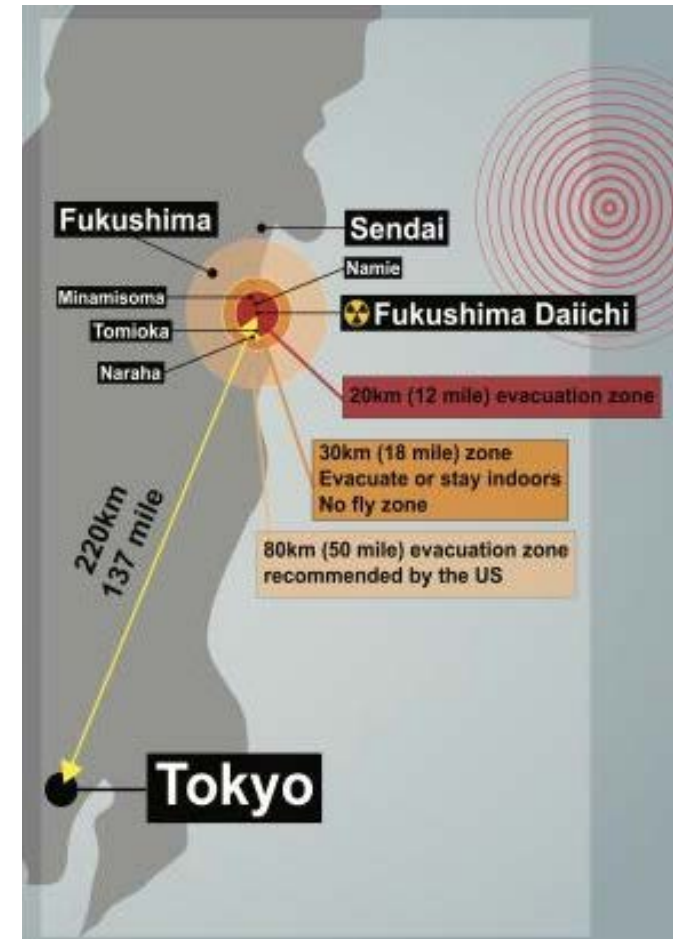


- Zwischenfazit (Strom)
 - Die Kosten der Energiewende sind enorm und gehen zu Lasten der privaten Haushalte sowie kleiner und mittelständischer Unternehmen
 - Die Überführung von installierter in gesicherter Leistung ist alleine mit regenerativer Energie nur schwer darstellbar. Hierzu müsste entweder der Anteil der grundlastfähigen Biomasse zur Stromerzeugung stark zunehmen (entgegen aktueller Incentivierung) oder effizientere Speichermethoden zur Anwendung kommen,
 - Aus heutiger Sicht scheint ein Anteil der erneuerbaren Energie von 50%, wie er im EEG bis 2030 vorgesehen ist, bei gleichzeitigem Ausstieg aus der Kernenergie nicht mit vertretbaren Kosten darstellbar.

Energiewende



- Den immensen Kosten der Energiewende stehen gleichwohl potentiell enorme Kosten des Klimawandels oder eines Reaktorunglücks entgegen
- Abgesehen von unabsehbaren Folgen für die Gesundheit der betroffenen Bevölkerung wären Häuser und Produktionsstätten in einem Umkreis von ca. 80 km nicht mehr nutzbar.



National Geographic, 14.11.2011

Energiewende



- Heute ist in Namie (der größte Ort in der Region Fukushima) wieder so etwas wie Alltag eingekehrt.
- Die Menschen sind zurückgekehrt und leben mit der Strahlung.
- Eine monetäre Bewertung der Einschränkungen ist kaum denkbar.



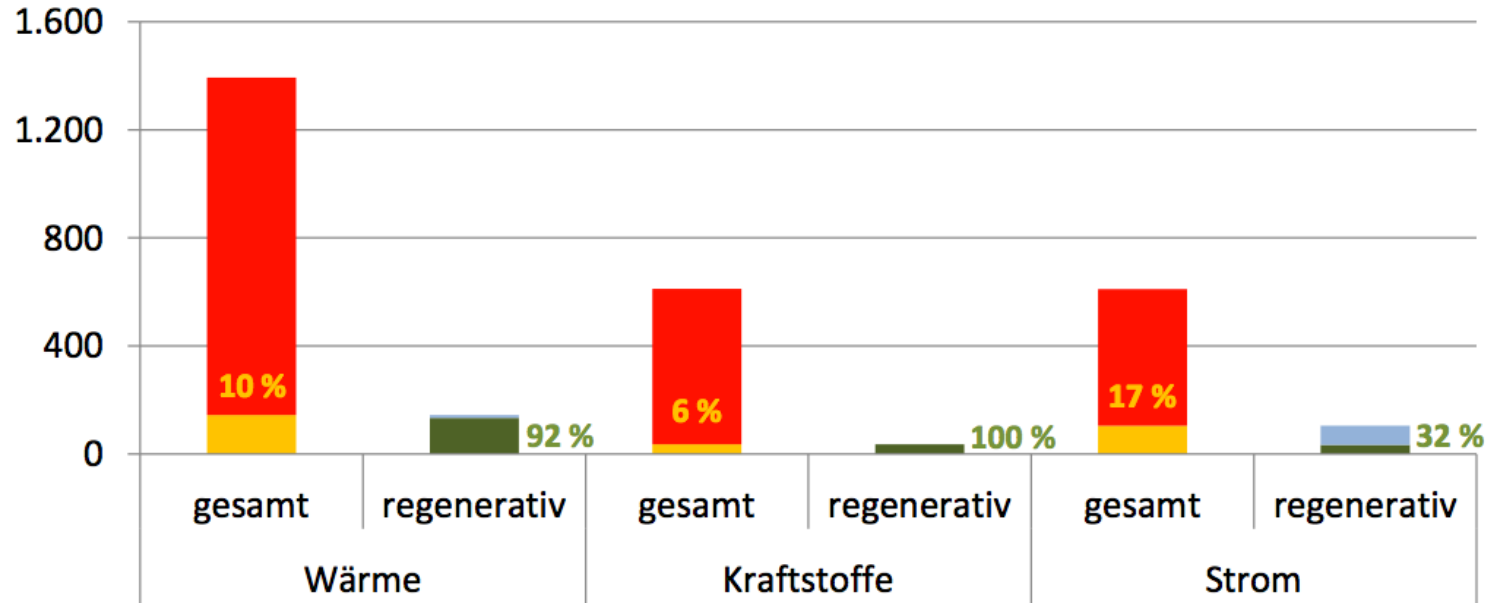
Greenpeace, Jeremy Sutton-Hibbert



- Obwohl die Stromerzeugung im Fokus der Öffentlichkeit steht, bezieht sich die Energiewende auch auf die Bereiche Wärme und Kraftstoffe.
- Die Anteile der erneuerbaren Energien fallen sowohl bei der Wärme- als auch der Kraftstoffbereitstellung geringer als bei der Stromerzeugung aus (10% bzw. 5,8%). In beiden Fällen basiert die Bereitstellung auf Biomasse (Land- und Forstwirtschaft)
- Aufgrund der hohen Bedeutung der Wärmebereitstellung ist die Endenergiebereitstellung (gemessen in TWh) jedoch vergleichbar (vgl. Folien im Anschluss)
- Ein weiterer Ausbau ist zwar vorgesehen. Die zunehmende Flächennutzungskonkurrenz in der Landwirtschaft und eine Nutzungskonkurrenz in der Forstwirtschaft begrenzen jedoch den weiteren Ausbau



Endenergiebereitstellung in Deutschland



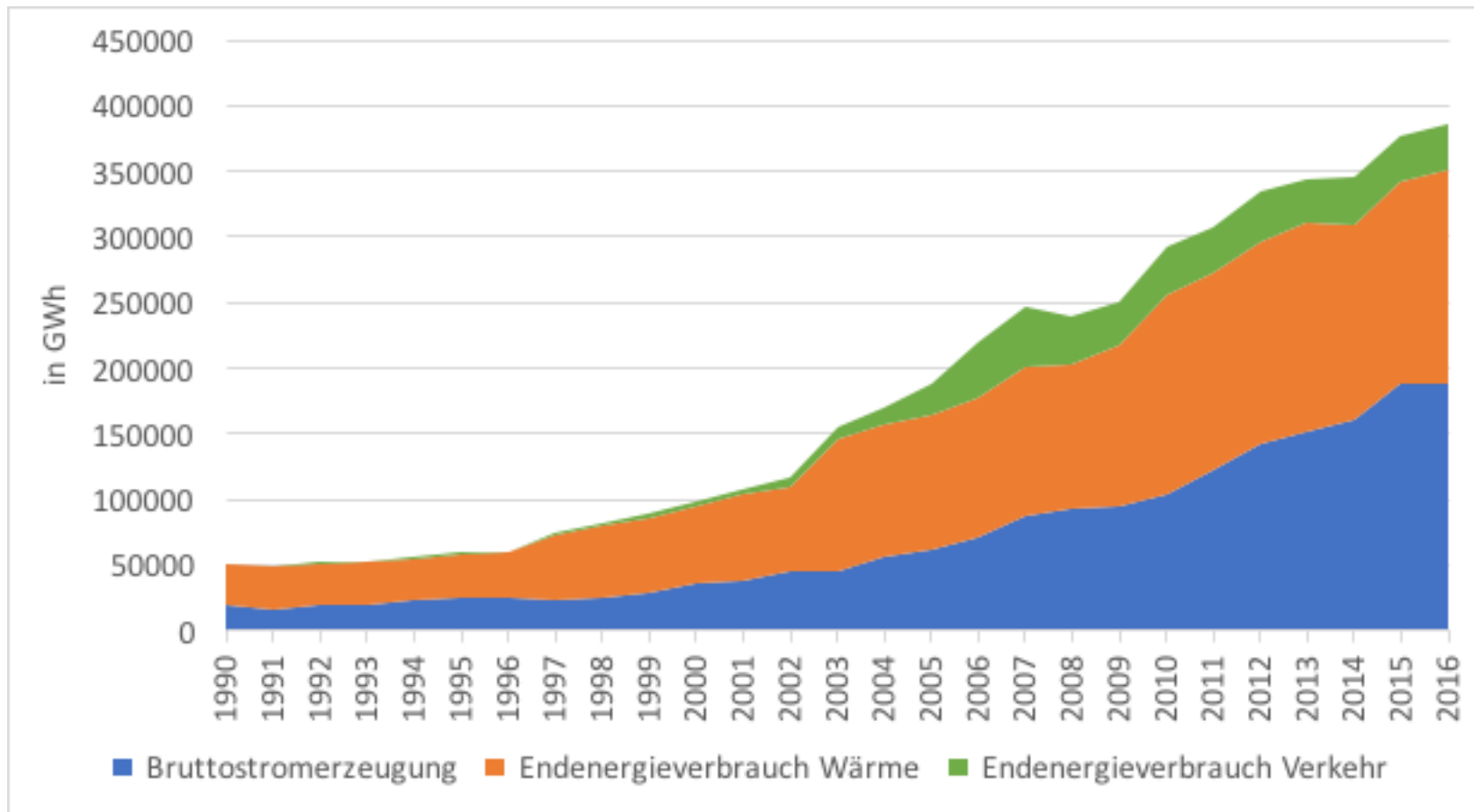
■ Erneuerbare Energieträger gesamt
■ Biomasse

■ Nicht erneuerbare Energieträger
■ Sonstige EE

Energiewende



Entwicklung der Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland

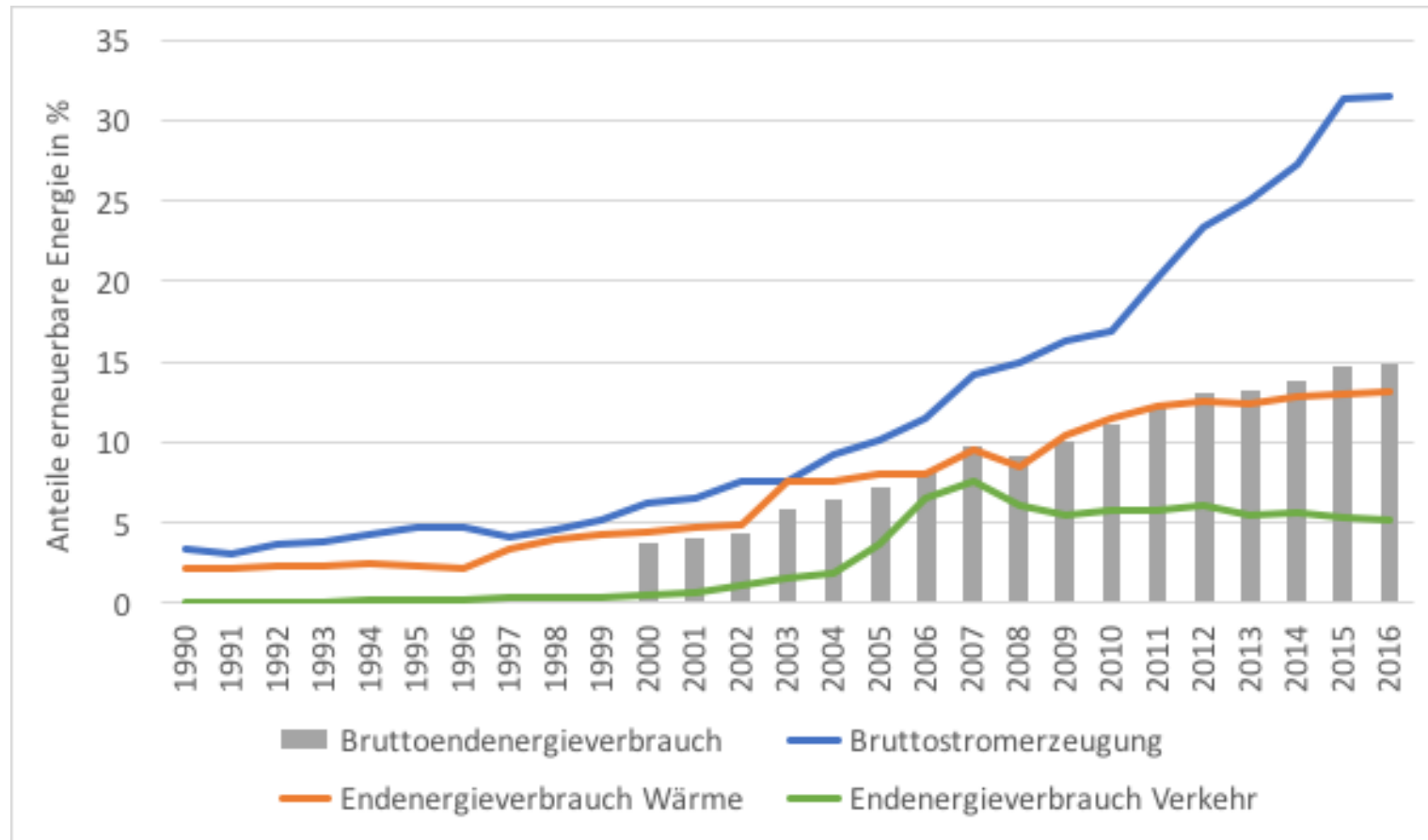


Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien - Statistik

Energiewende



Entwicklung der Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland

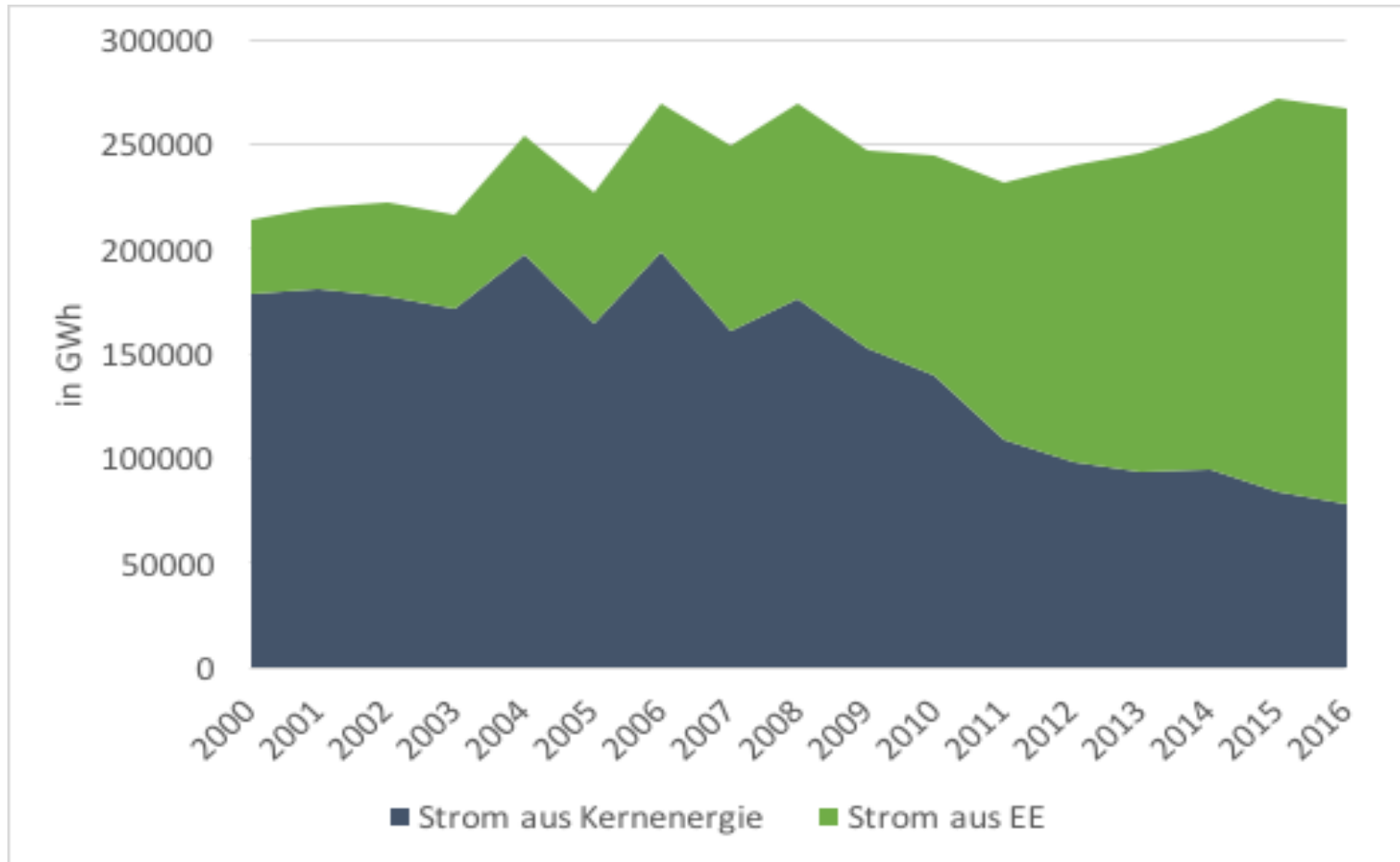


Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien - Statistik

Energiewende



Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und aus Kernkraft in Deutschland

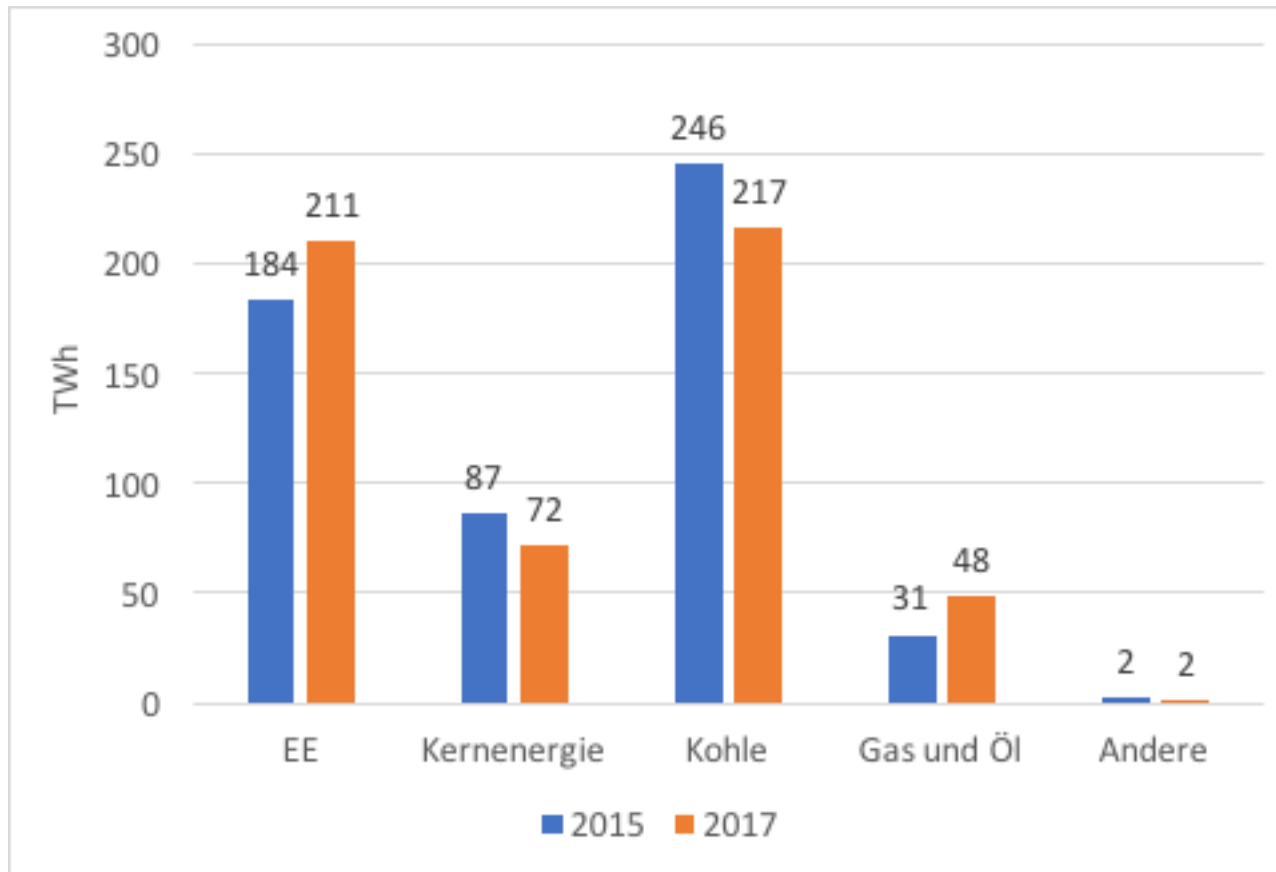


Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien - Statistik

Energiewende



Strommix in DE 2015 und 2017



Quelle: Fraunhofer ISE



■ Fazit

- Die Entwicklung in Deutschland zeigt Chancen und Grenzen erneuerbarer Energien auf.
- Zwar gibt es einige (kleinere) Länder, die aufgrund Ihrer geographischen Lage noch stärker auf erneuerbare Energien setzen (Norwegen, Österreich) aber dies ist für viele Länder nicht denkbar.
- Prinzipiell steht weltweit genügend Ackerfläche zur Verfügung, um einen Großteil der Kraftstoffe über den Anbau von Energiepflanzen zu produzieren. Allerdings steht dieser Anbau in Konkurrenz zum Anbau von Nahrungsmittelpflanzen (Verschärfung des Konflikts durch ökologischen Anbau)



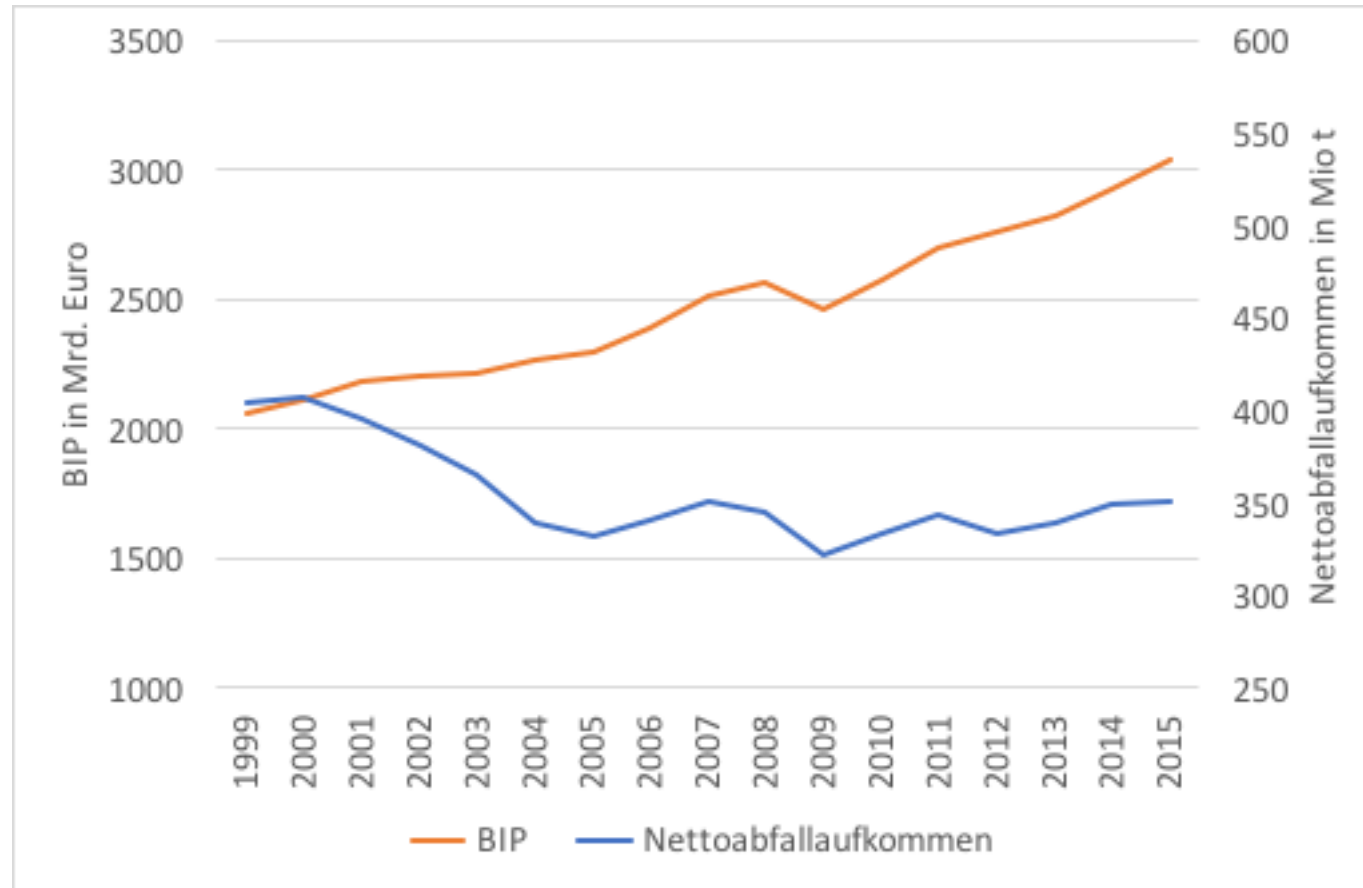
■ Fazit

- Die globale Wirtschaft befriedigt in immer stärkerem Maße ihre eigenen Produktionsbedürfnisse und (relativ betrachtet) in immer geringerem Maße elementare Bedürfnisse
 - Ein Großteil der Kraftstoffe im Güterverkehr wird für den Transport von Kohle und Öl verwendet
 - Die Stärkung dezentraler erneuerbarer Energien bringen hier also eine doppelte Dividende
- Eine Fokussierung auf regionale (und im Lebensmittelbereich saisonale) Produkte würde zudem Handelsströme reduzieren.
- Eine völlige Umstellung wird vermutlich nicht gelingen, aber ohne Stärkung erneuerbarer Energien (oder der Kernkraft) können die Folgen des Klimawandels die Handlungsoptionen zukünftiger Generationen erheblich einschränken.

Abfall- und Kreislaufwirtschaft in Deutschland und der EU



■ Nettoabfallaufkommen in Deutschland



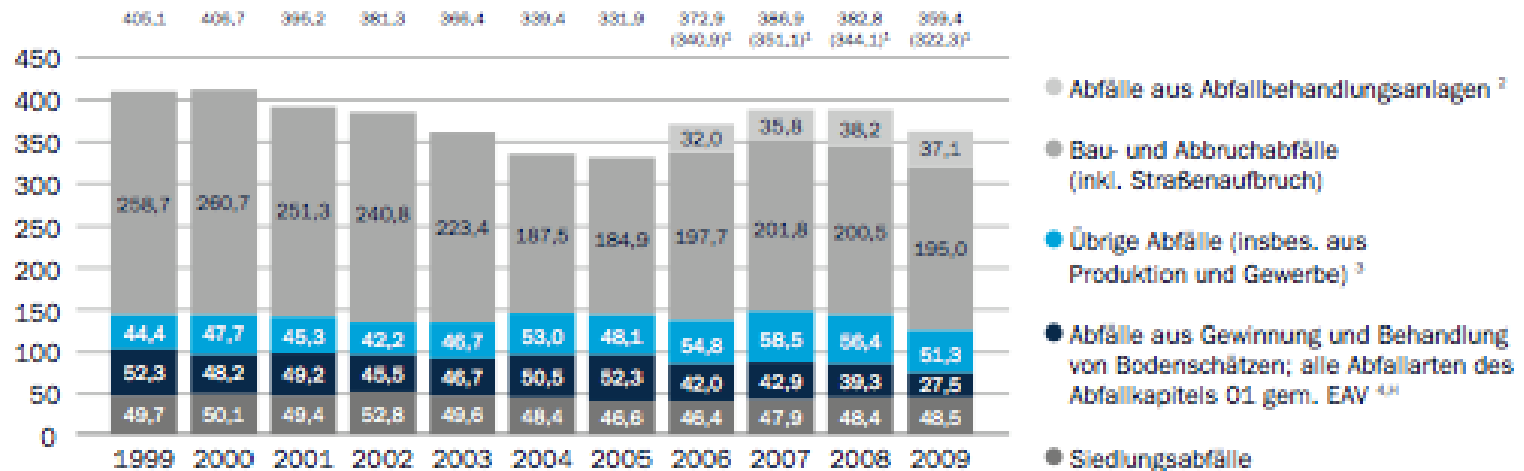
Quelle: Statistisches Bundesamt



■ Abfallaufkommen in Deutschland

Abfallaufkommen einschließlich gefährlicher Abfälle

(in Mio. Tonnen)



Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallbilanz 2009, 2011.

¹ Ohne Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen (EAW 1908), Abfälle aus der Zubereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch oder industriellem Brauchwasser (EAW 1909), Abfälle aus der Sanierung von Böden und Grundwasser (EAW 1913) und Sekundätabfälle, die als Rohstoff/Produkt aus dem Entsorgungsprozess herausgehen.

² Bis 2008: Abfälle aus Produktion und Gewerbe

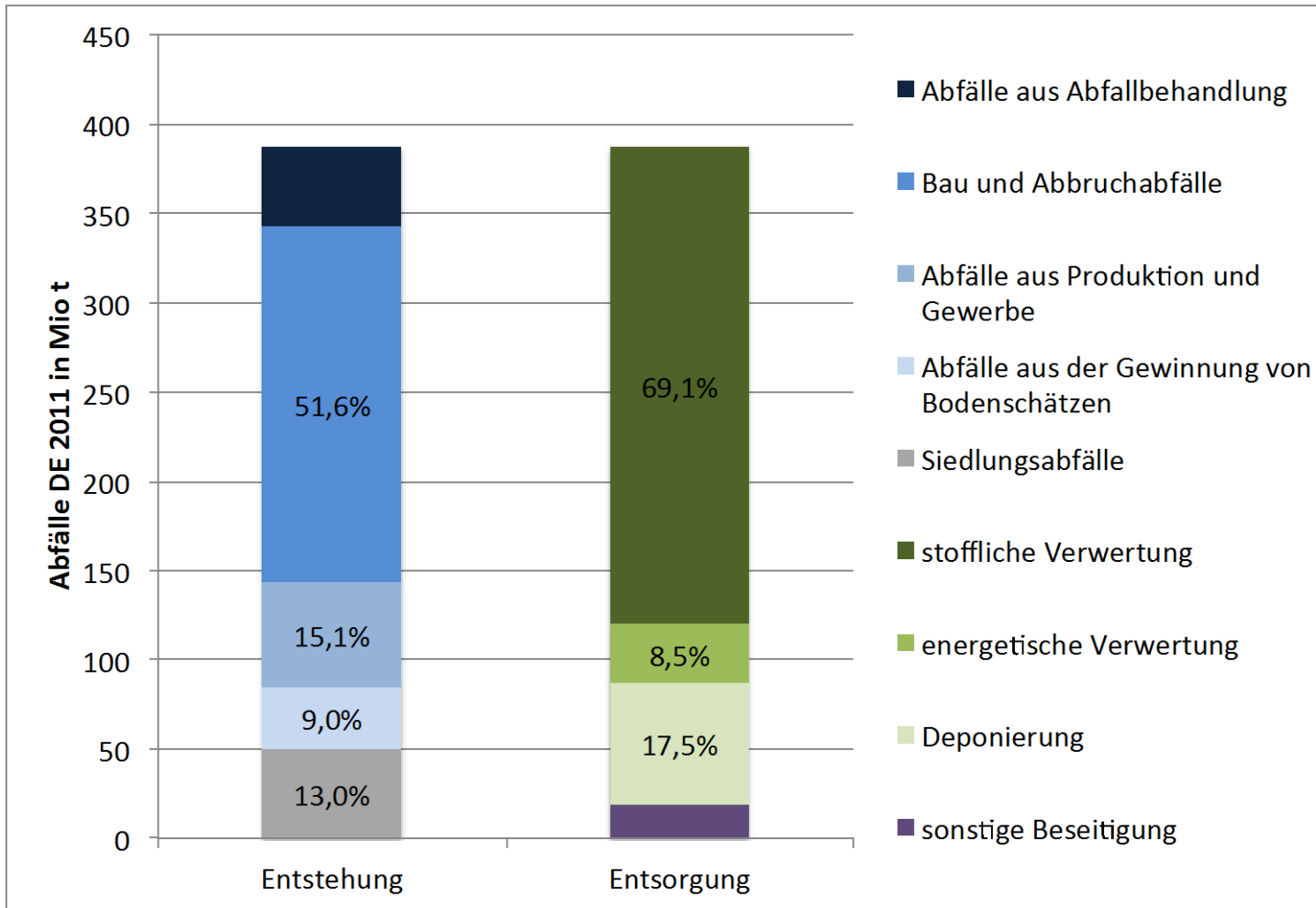
³ Bis 2008: Bergematerial aus Bergbau (nicht gefährliche Abfälle).

⁴ Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallbilanz 2009, Wiesbaden 2011.

Abfall- und Kreislaufwirtschaft in Deutschland und der EU



Abfallstatistik 2011

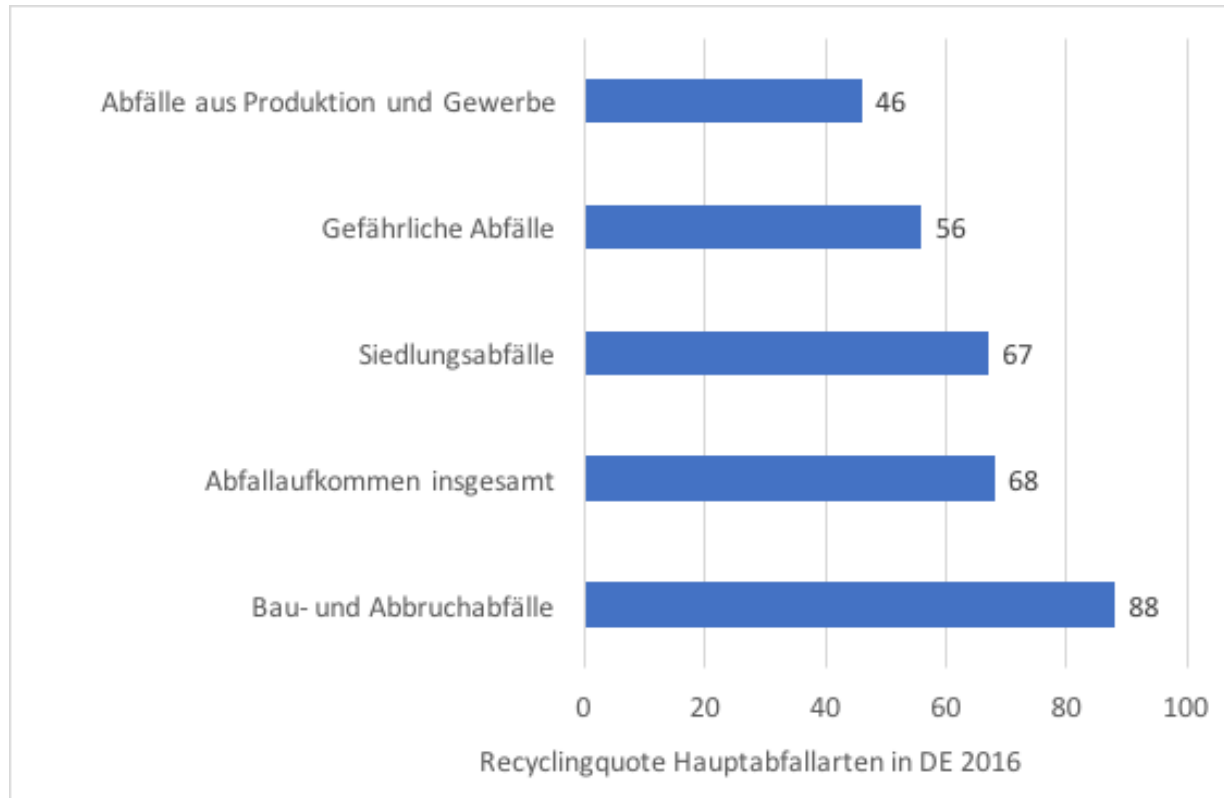


Vgl. Destatis: https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2013/05/PD13_170_321pdf.pdf?__blob=publicationFile



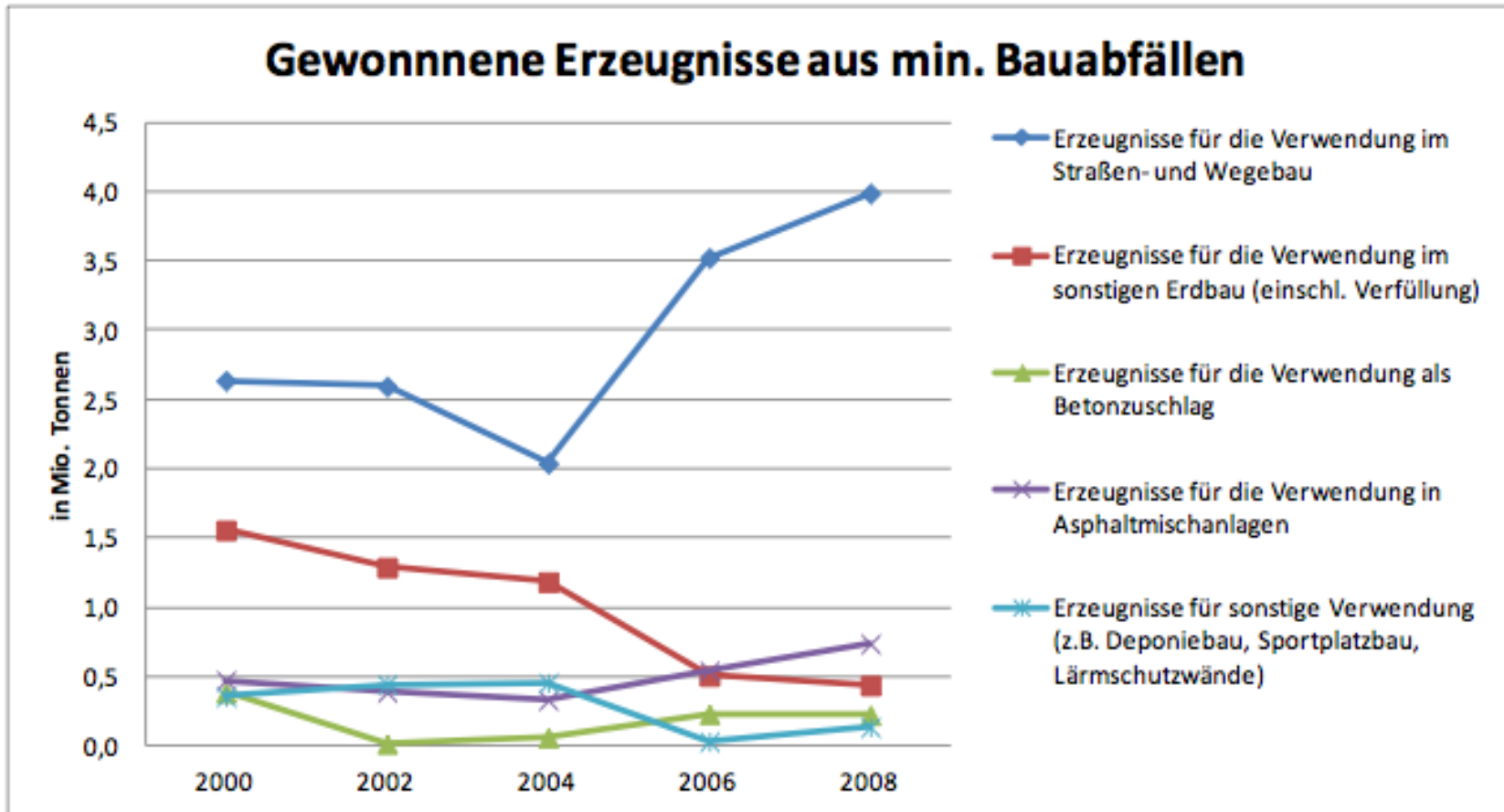
■ Bauabfälle

- Das Abfallaufkommen wird durch Bau- und Abbruchabfälle dominiert (ca. 70-80%)
- Diese Abfälle werden zu ca. 90% recycelt
- Wiederverwendung insbesondere für Straßen- und Wegebau





■ Wiederverwertung von Bauabfällen



Quelle: ifeu, Optimierung des Stoffstrommanagements für gemischten Bauschutt



- Siedlungsabfälle in Deutschland
 - Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz 1995
 - Vermeidung vor Verwertung vor Beseitigung
 - Abfallablagerversordnung
 - Verbot der Ablagerung unbehandelter Siedlungsabfälle auf Deponien ab 2005
- Europäische Abfallrahmenrichtlinie
 - Systematisierung der Anstrengungen zur Abfallvermeidung (Verpackungen)
 - Priorisierung der stofflichen gegenüber der energetischen Verwertung (Fokus auf Recycling)



- Energetische vs. stoffliche Verwertung (beispielhaft für das Land Ba-Wü, 2008)

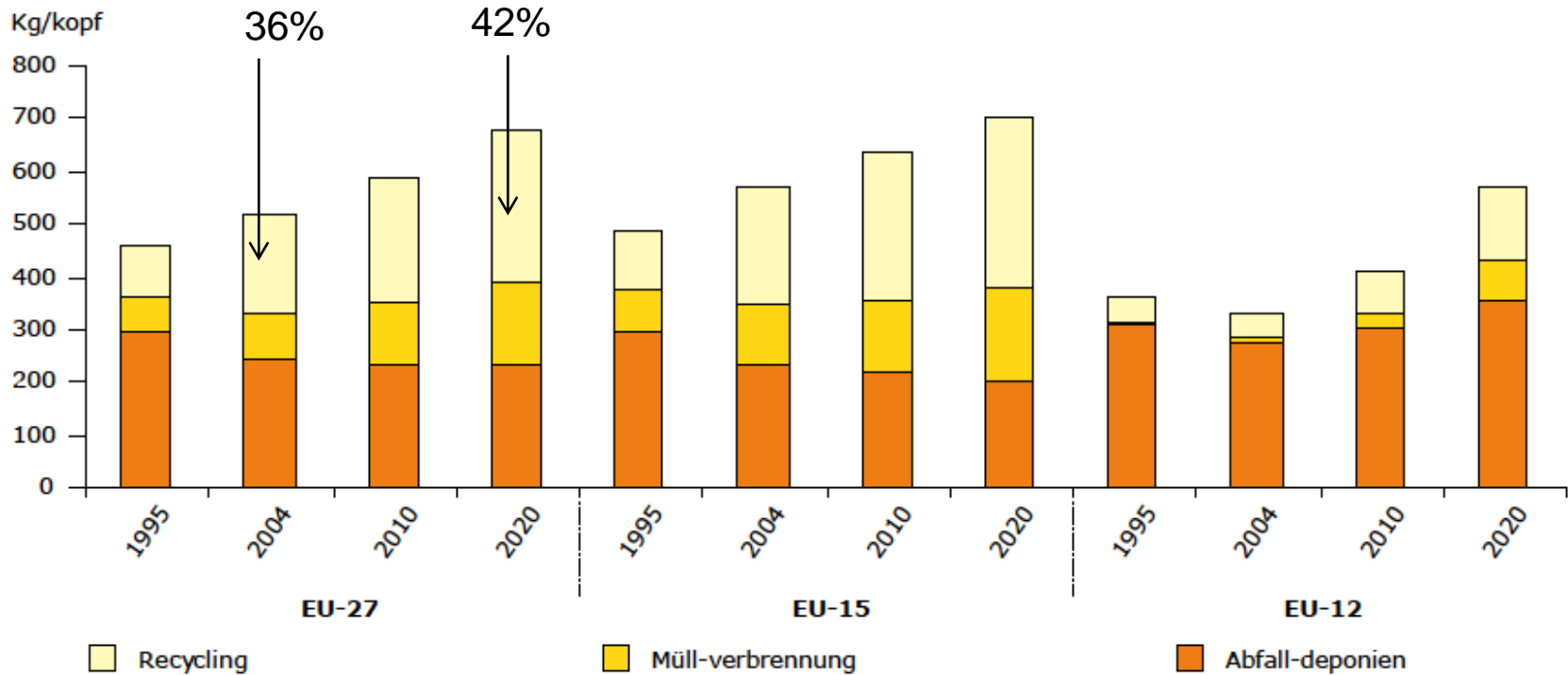
Abfallart	Im Land entsorgte/ behandelte Menge (Herkunft aus Baden- Württemberg)	Davon		Recycling quote
		Beseitigt/ energetisch verwertet (D + R1 Verfahren)	stofflich, biologisch verwertet (Verfahren R2 bis R13)	
		Tonnen		%
Siedlungsabfälle insgesamt	4 331 807	1 428 696	2 903 111	67,0
davon				
Haushaltsabfälle	3 893 868	1 215 667	2 678 202	68,8
Sonstige Siedlungsabfälle	437 939	213 029	224 909	51,4



- Siedlungsabfälle in der EU
 - 1995 produzierte jeder EU Bürger durchschnittlich 460kg Siedlungsabfälle
 - Anstieg bis 2004 auf 520kg pro Person (EU15: 570kg p. P.)
 - Prognostizierter Anstieg bis 2020 auf 680kg pro Person
 - Entsorgung
 - Abfalldéponien
 - Müllverbrennung
 - Recycling

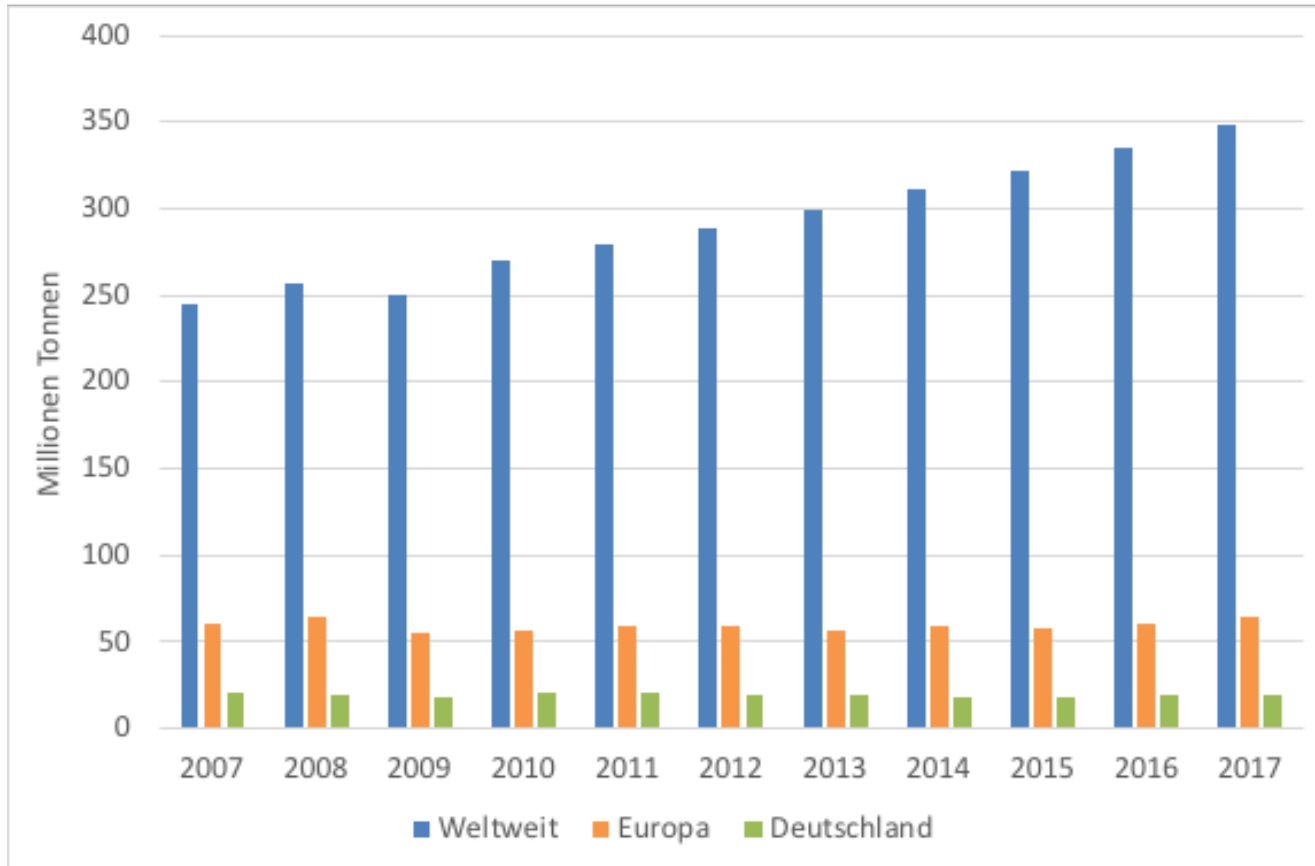


■ Entwicklung des Recyclings von Siedlungsabfällen in der EU





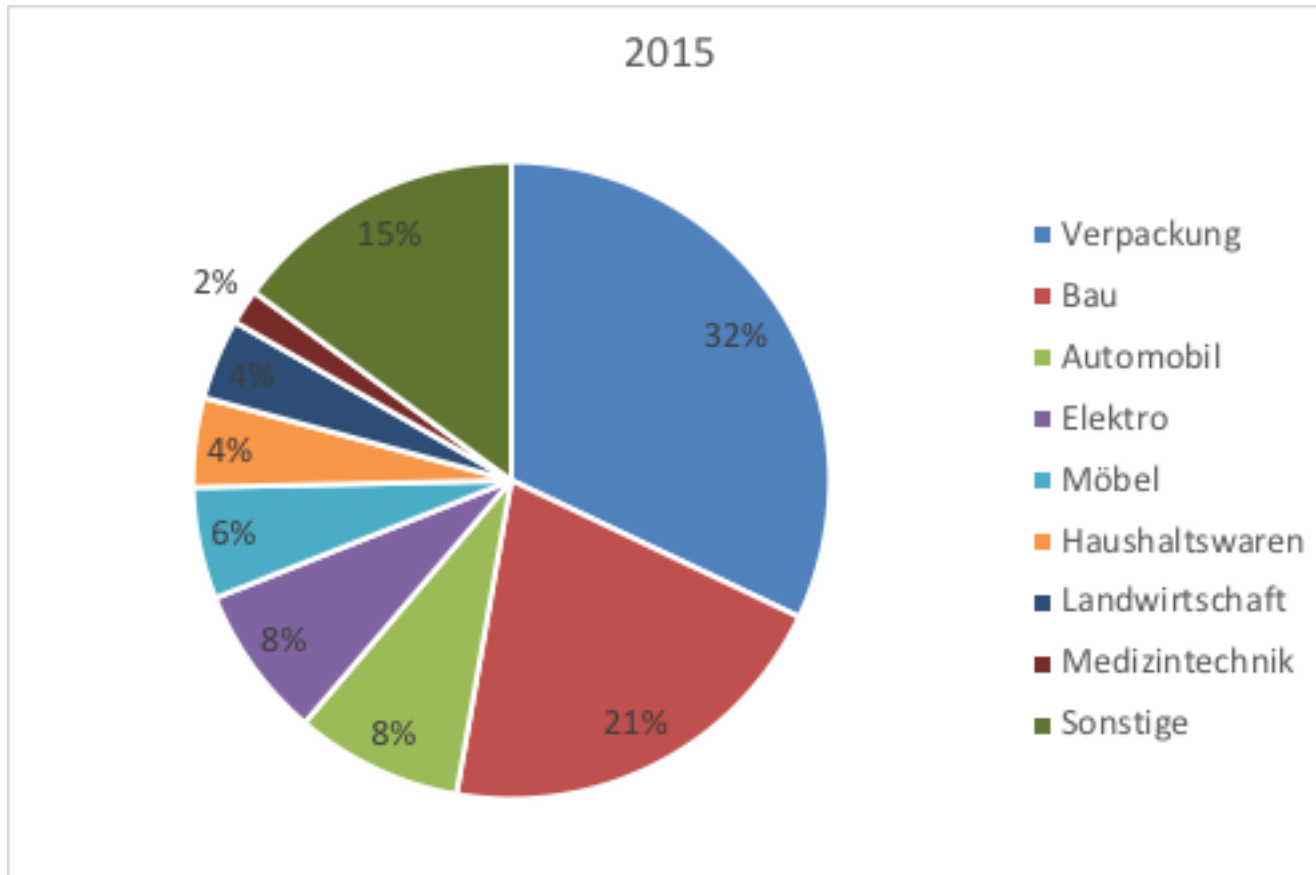
■ Produktionsmenge von Kunststoff



Quelle: DeStat, PlasticsEurope



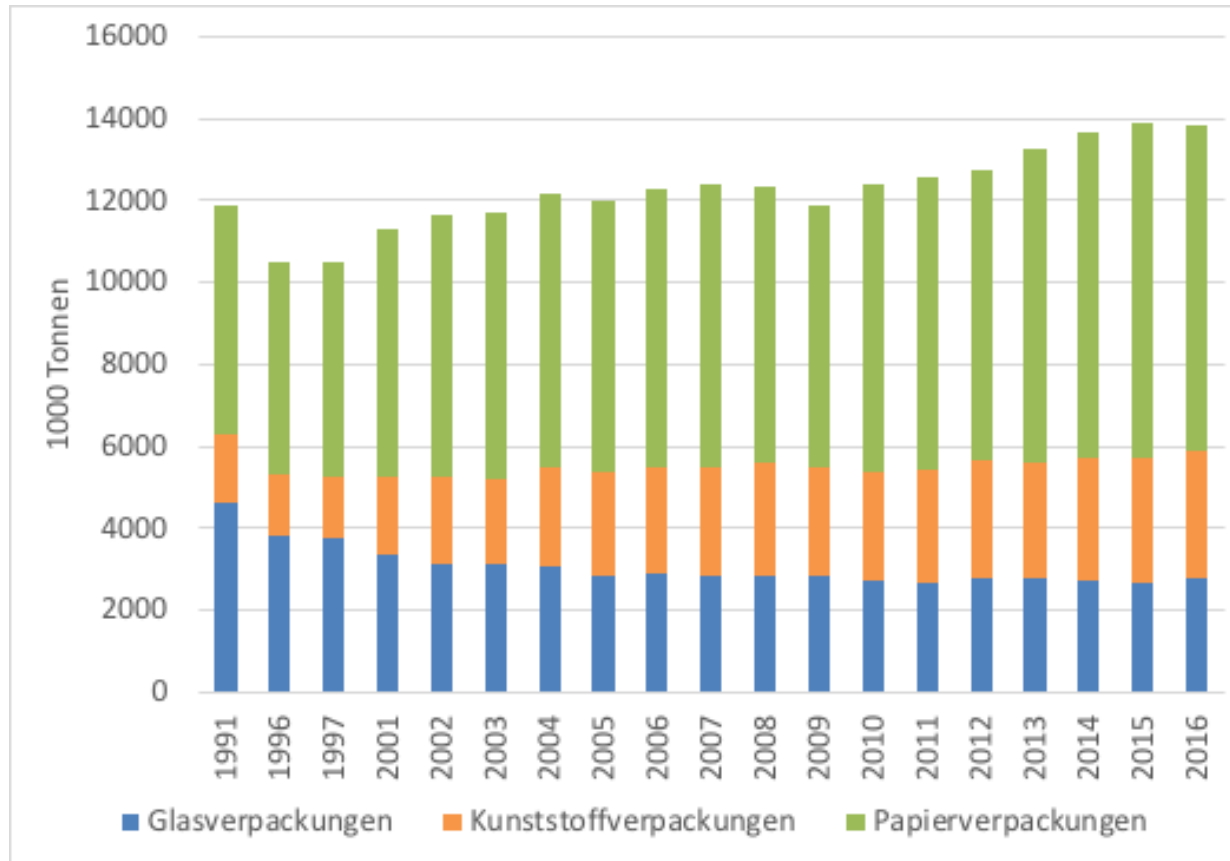
■ Verarbeitung von Kunststoff



Quelle: DeStat, PlasticsEurope



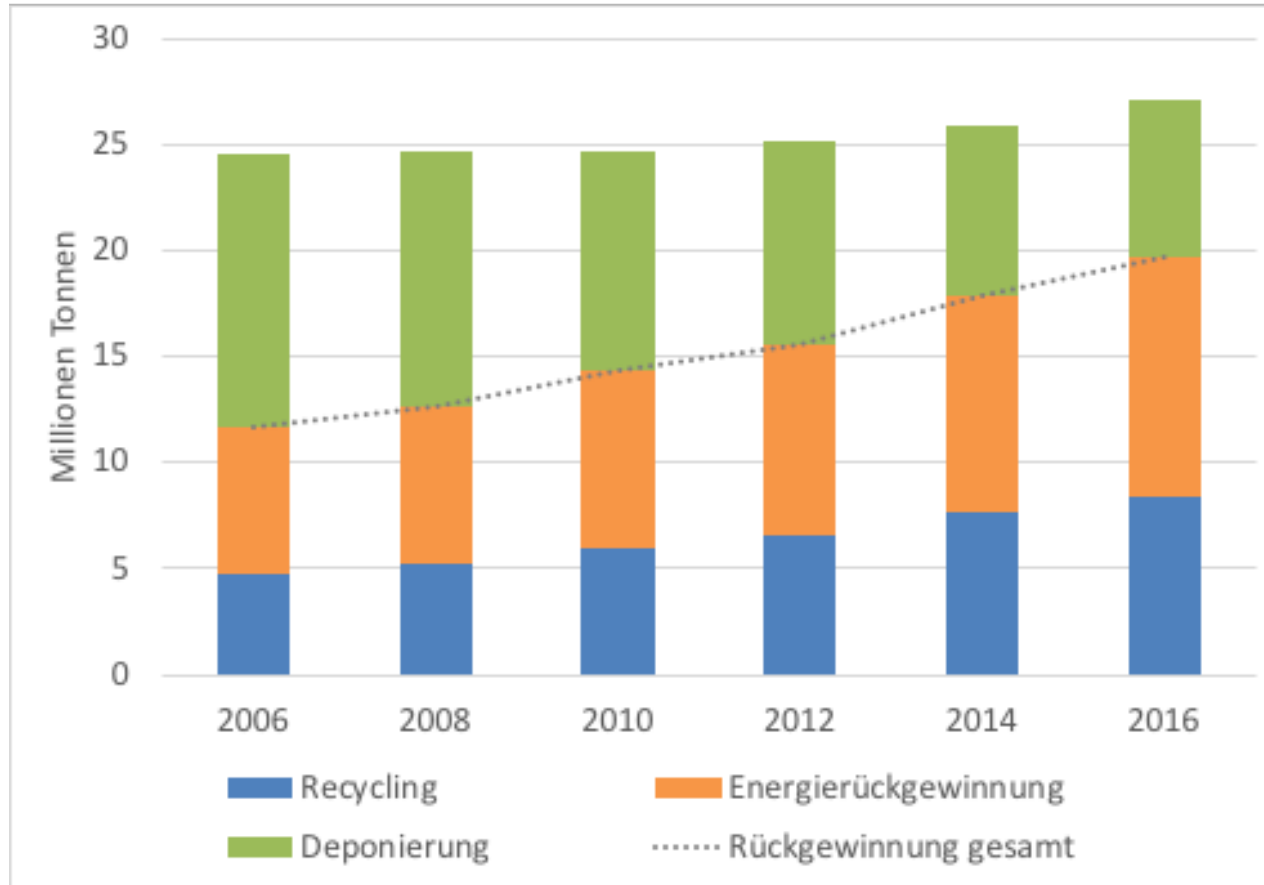
■ Verarbeitung von Kunststoff



Quelle: DeStatis, PlasticsEurope



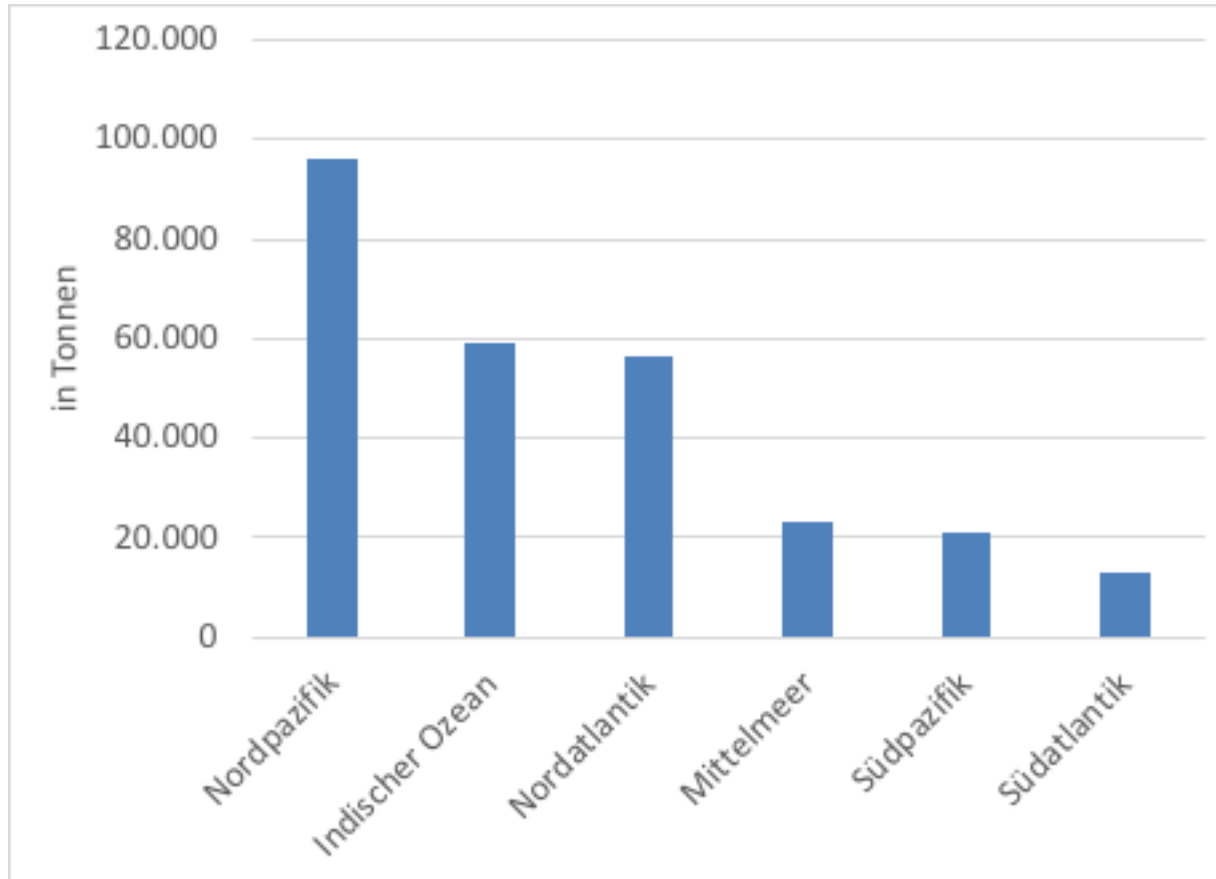
Kunststoffabfallaufkommen



Quelle: DeStatis, PlasticsEurope



■ Geschätztes Gewicht der Plastikteilchen in den Ozeanen



Quelle: Statista

Abfall- und Kreislaufwirtschaft in Deutschland und der EU

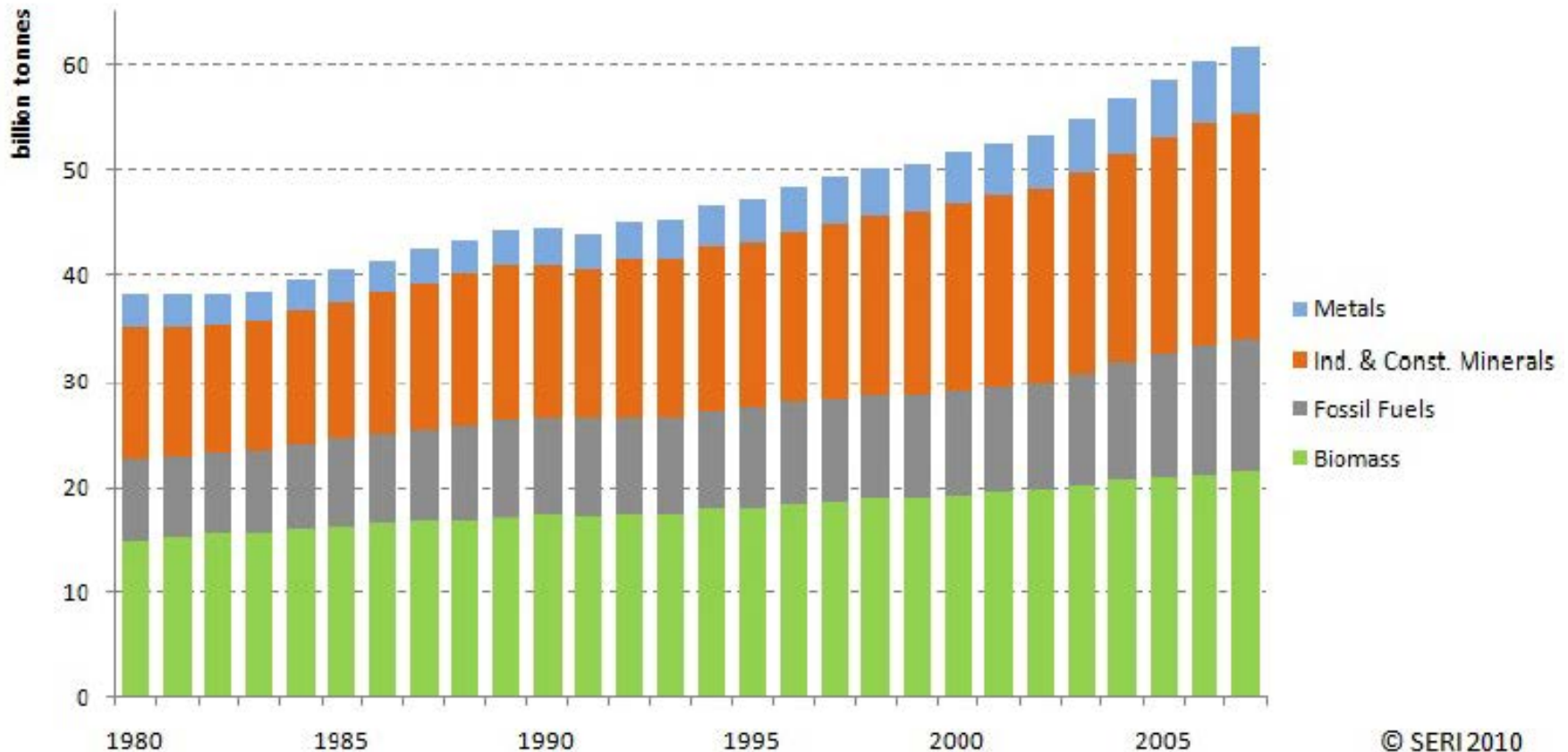


- 7 Punkte Plan der europäischen Umweltagentur zur Reduzierung von Plastikmüll
 1. Priorität der Müllvermeidung, Alternativen schaffen zu Wegwerfartikeln
 2. Weitreichende Ziele zum Müllmanagement (mit Priorisierung auf stofflicher Verwertung)
 3. Öffentliche Vergabe auch (oder in erster Linie) nach Umweltprinzipien nicht nur nach Kosten
 4. Standardisierung für bessere Produktregulierung
 5. Etablierung effizienterer Mülltrennsysteme
 6. Ausweitung des Pfandsystem auf alle Plastikflaschen und andere Plastikartikel (z.B. Landwirtschaftsfolien)
 7. Weitere Forschung zu Bioplastik, das aktuell noch nicht als umweltfreundlich gilt (verrottbare Kunststoffe werden meist von Kompostieranlagen gar nicht angenommen, einige Biokunststoffe werden mit Hilfe von genmanipuliertem Saatgut erstellt)

Abfall- und Kreislaufwirtschaft in Deutschland und der EU



■ Globaler Ressourcenverbrauch nach Materialkategorien





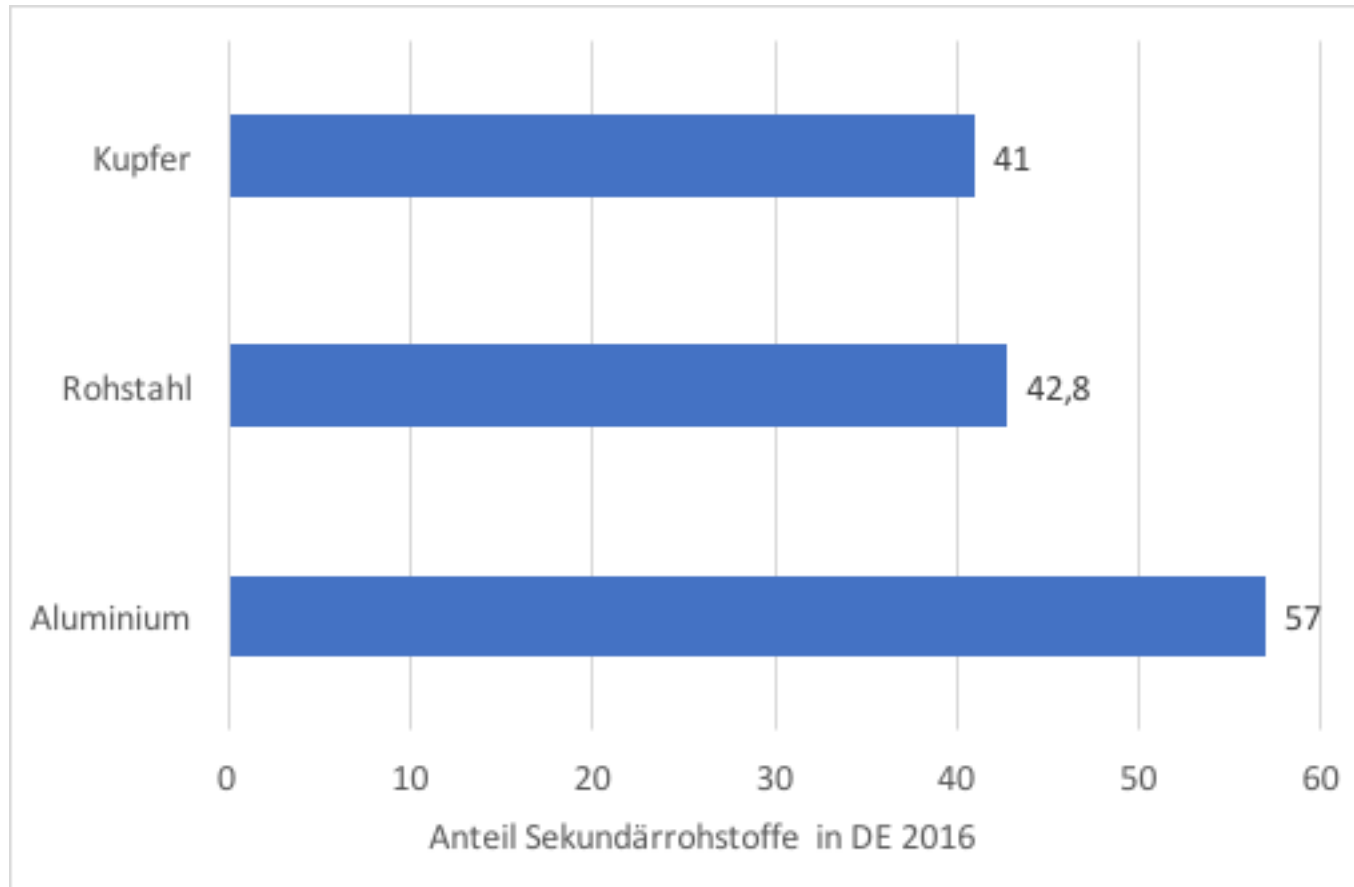
■ Förderung und Reichweite von Basismetallrohstoffen

	Förderung	Reserven	Ressourcen	Reichweite in Jahren	
	in Mio. t	in Mio. t		Reserven	Ressourcen
Bauxit	159,0	25 000	>55 000	157	>346
Blei	3,15	67	>1.500	21	>476
Eisenerz	1 340,0	160 000	>800 000	119	>597
Kupfer	14,6	470	>2 300	32	>158
Nickel	1,4	62	140	44	100
Zink	9,4	220	1 900	23	202
Zinn	0,26	6,1	>11	23	>42

Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften, Fraunhofer ISI, RWI Essen, 2006



■ Förderung und Reichweite von Basismetallrohstoffen



Quelle: Statistisches Bundesamt



■ Förderung und Reichweite von Edelmetallen

	Förderung	Reserven	Ressourcen	Reichweite in Jahren	
	in t		in t	Reserven	Ressourcen
Gold	2 430	42 000	>90 000	17	>37
Platinmetalle	402	71 000	100 000	177	249
Silber	19 700	270 000	>570 000	14	>29

Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften, Fraunhofer ISI, RWI Essen, 2006



■ Förderung und Reichweite von Edelmetallen

	Förderung	Reserven	Ressourcen	Reichweite in Jahren	
	in t		in t	Reserven	Ressourcen
Cadmium	18 800	600 000	6 000 000	32	319
Gallium	63	k.A.	1 000 000	k.A.	15 873
Germanium	87	450	>500	5	>6
Indium	405	2 800	>6 000	7	>15
Tantal	1 510	43 000	150 000	38	99

Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften, Fraunhofer ISI, RWI Essen, 2006

Germanium: Verwendung als Halbleiter, ersetzbar durch Silicium

Indium: Beschichtung von Stahl, Blei zum Schutz gegen Korrosion

Abfall- und Kreislaufwirtschaft in Deutschland und der EU

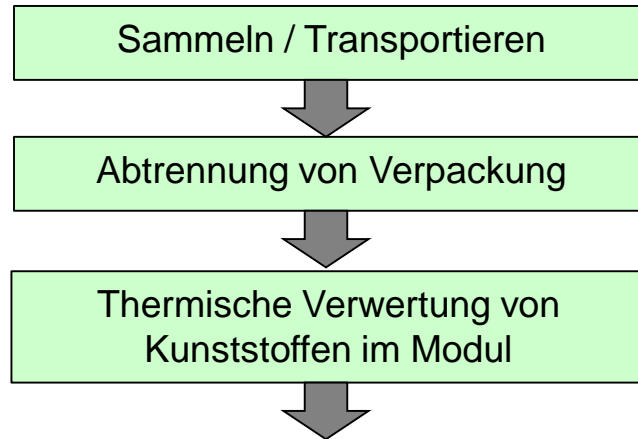


- Stärkstes Wachstum beim Ressourcenverbrauch ist für Metalle beobachtbar (+115% zwischen 1980 und 2007)
- Dieser starke Anstieg der Nachfrage geht mit einer zunehmenden Verknappung einiger Metalle und einer entsprechenden Verteuerung einher (z.B. Platin)
- Die Wiedergewinnung dieser Rohstoffe ist daher ein zentrales Element moderner Recyclingkonzepte

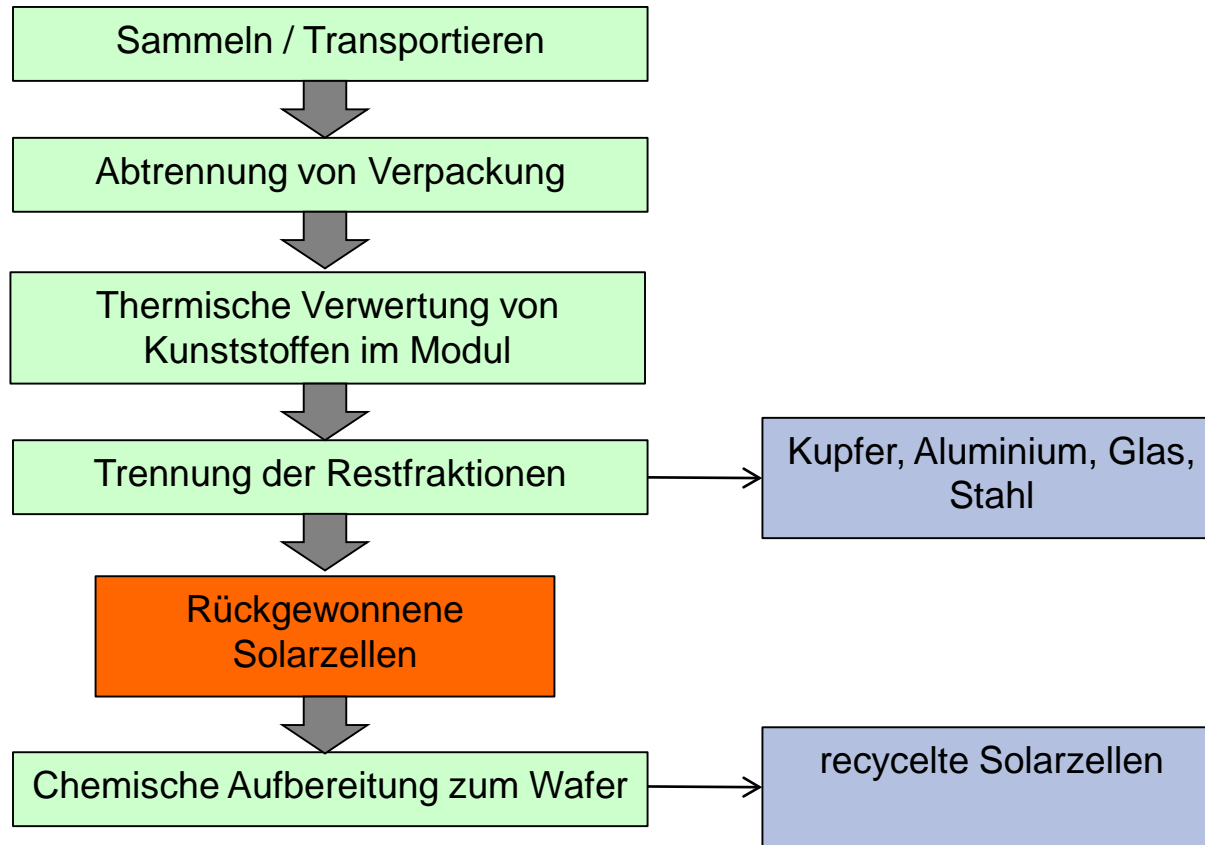


- Recyclingkonzept für Solarmodule
 - Moderne Solaranlagen mit einer Lebensdauer von ca. 25 Jahren weisen bei Ihrem Einsatz in Deutschland eine durchschnittliche Energierückgewinnungszeit von 3,5 bis 5 Jahren auf. Der Erntefaktor liegt somit zwischen 5 und 7.
 - Dieser Faktor lässt sich durch die Wiederverwertung einzelner Teile weiter erhöhen.

Solarmodulrecycling



Solarmodulrecycling





■ Fazit

- Recycling von wertvollen Metallen liegt sowohl im Interesse einer ganzheitlichen Sicht (da die Umweltschäden beim Abbau mit zunehmender Knappheit ansteigen), als auch im Interesse der Unternehmen (da ggf. Kosten gespart werden können)
 - Die Aufbereitung von Solarmodulen mit kristallinem Silicium wird von den meisten Experten als rentabel eingeschätzt.
 - Problematisch gestaltet sich der schnelle technologische Wandel. So ist mit einem nennenswerten Aufkommen an alten Modulen frühestens um das Jahr 2020 zu rechnen. Bis dahin ist diese Technik aber vermutlich veraltet und ein Einsatz der Wafer nicht mehr interessant.

Fazit



- Modernes Recycling stellt eine wichtige Möglichkeit dar den kontinuierlich ansteigender Abfallmengen zu begegnen
- Die stoffliche Verwertung hat dabei Vorrang vor der thermischen Verwertung
- Recycling stellt weiterhin eine Möglichkeit dar knappe Materialien aufbereitet mehrmals einzusetzen und dadurch die Kosten für diese Rohstoffe zu senken
- Entscheidend ist neben der Technologie zur Aufbereitung eine funktionierende Logistik (Sammeln, Sortieren, Zerlegen, Transport)
- Die Grenzen sind zum einen durch den energetischen Aufwand gegeben.
- Außerdem geht die Aufbereitung häufig mit einem sinkenden Wertstoffgehalt einher.