

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Vortrag auf der Jahresfachtagung der VKU-
Landesgruppe Hessen/Rheinland-Pfalz/Saarland

Ressourcenfrage<-> Klimaschutzfrage

Saarbrücken, den 22. September 2017

Prof. Dr. Uwe Leprich
Umweltbundesamt: Abteilung I 2 Klimaschutz und Energie

Agenda

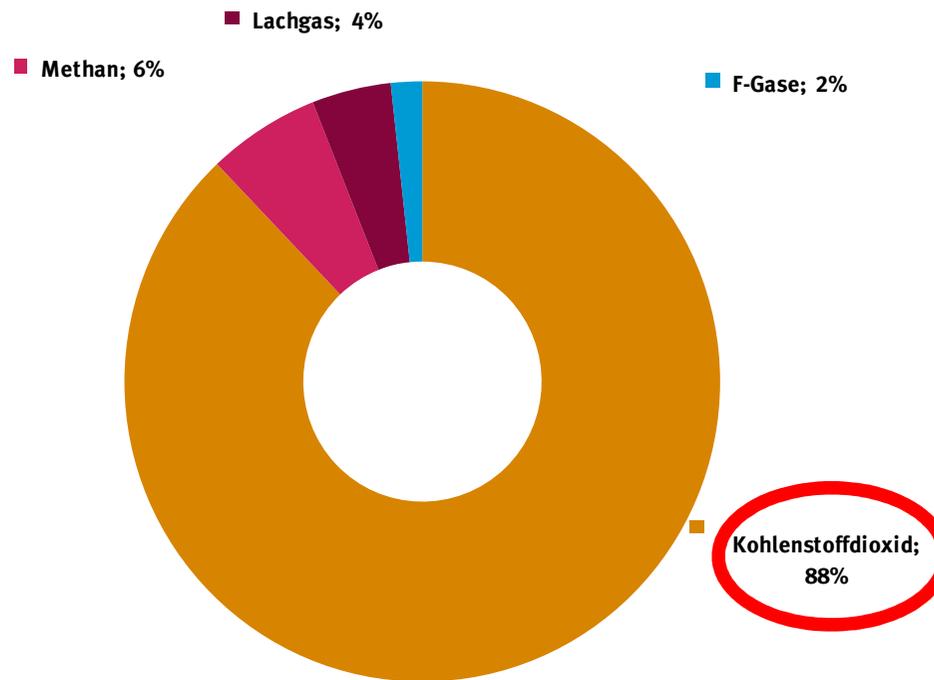
1. Klimaschutz in Deutschland: Ist-Situation und Ziele
2. Klimaschutz-Szenarien zur Erreichung der Klimaschutzziele
3. Zur Rolle der biogenen Abfall- und Reststoffe für den Klimaschutz
4. Zur Rolle von Deponie- und Klärgas sowie der energetischen Müllverwertung für den Klimaschutz
5. Klimaschutz und Ressourcenfrage
6. Ausblick

1. Klimaschutz in Deutschland: Ist-Situation und Ziele

Anteile der unterschiedlichen Treibhausgase an den THG-Emissionen in Deutschland

Anteile der Treibhausgase an den Emissionen 2016*

Anteile auf Basis der CO₂-Äquivalente

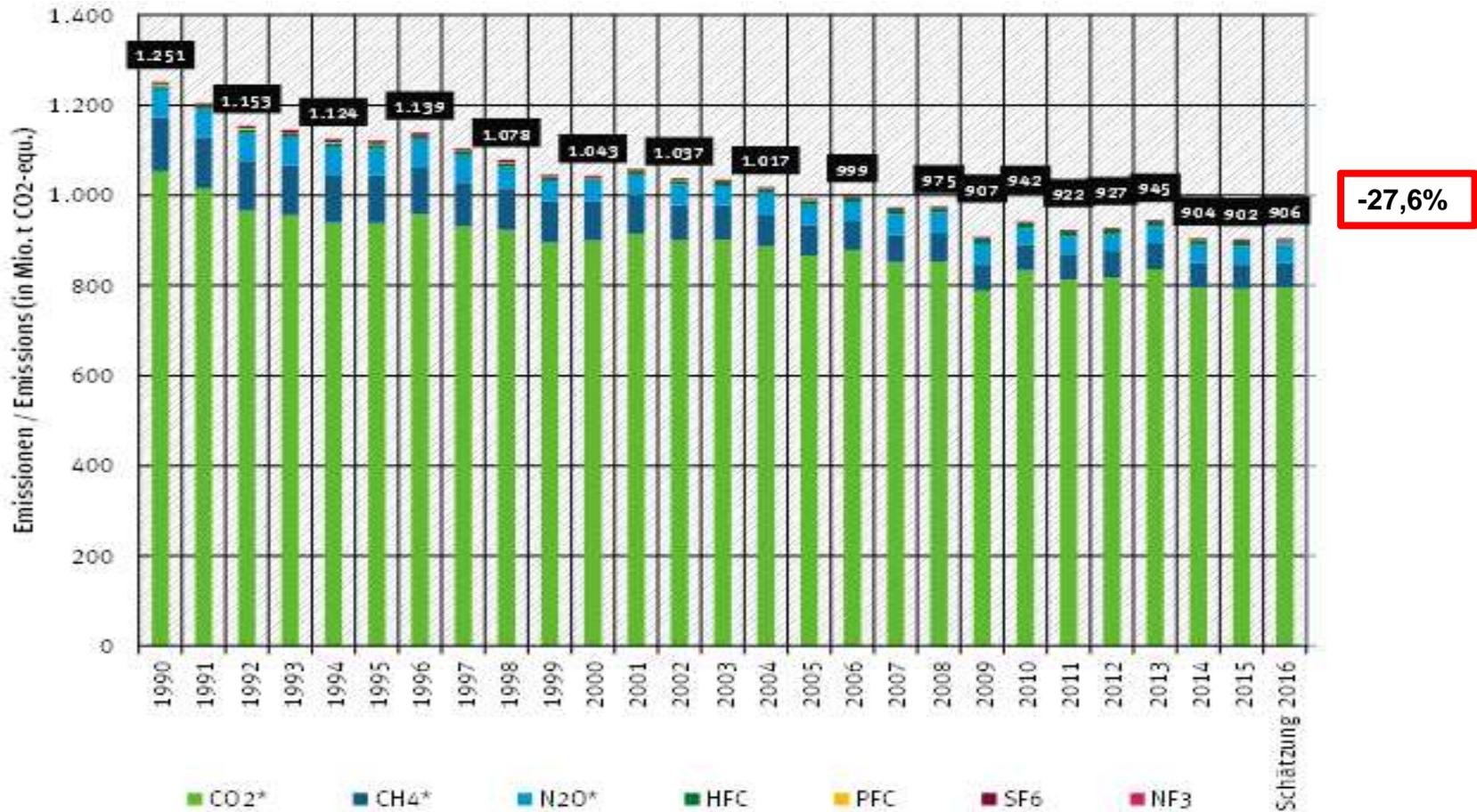


* Prognose

Quelle: UBA

Quelle: UBA 2017

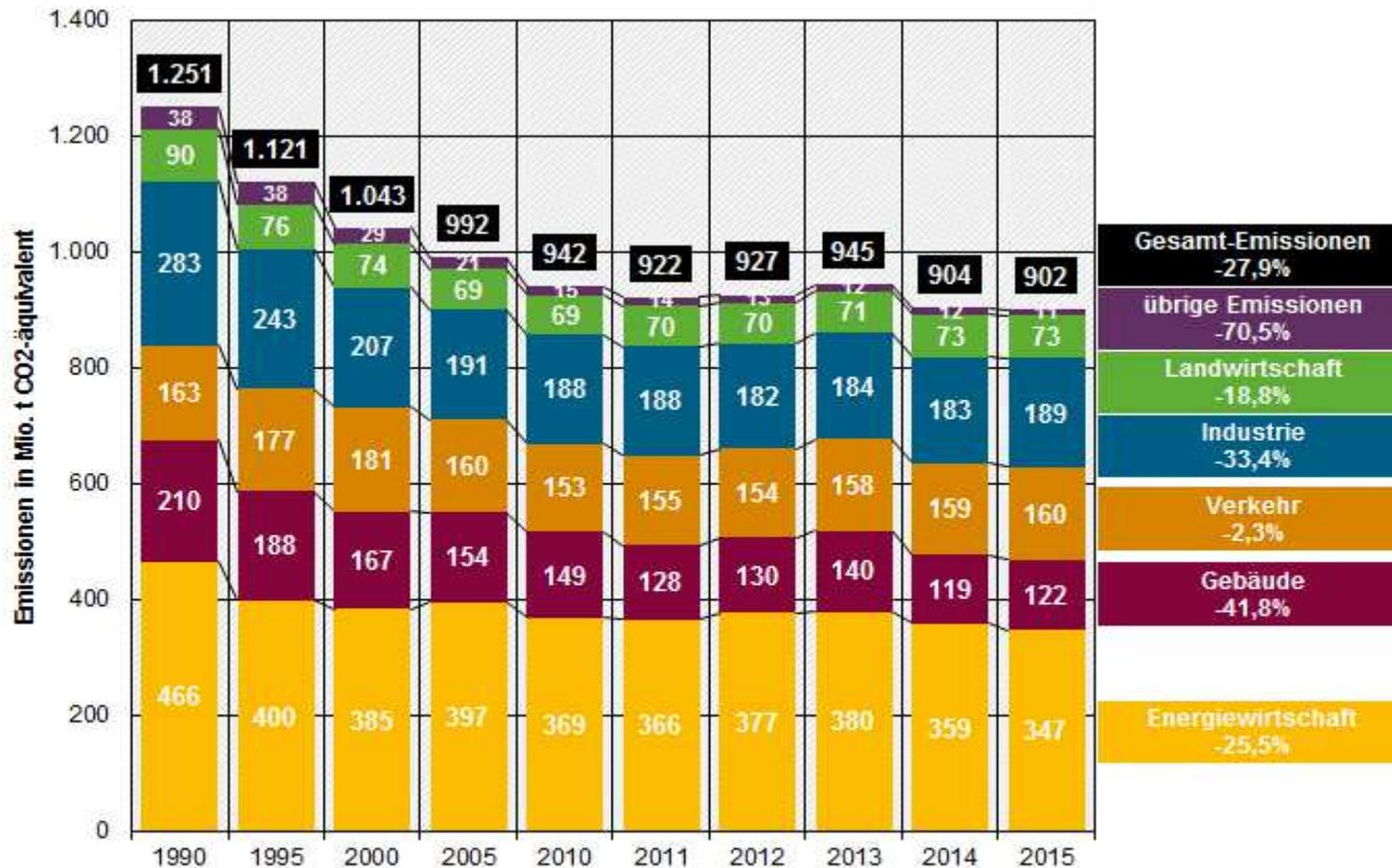
Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990



Quelle: UBA 2017

Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990

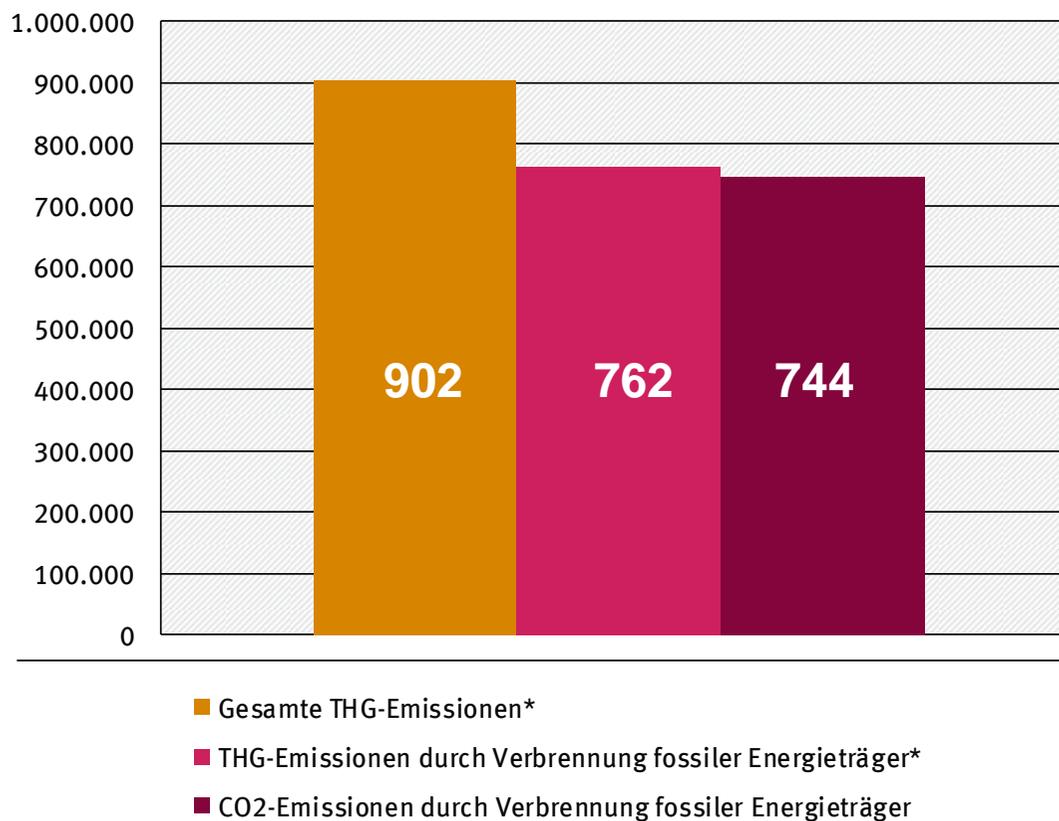
nach Sektoren des Aktionsplanes Klimaschutz 2020



Quelle: UBA 2017

THG-Emissionen im Vergleich 2015 (CO₂-Äquivalente)

THG-Emissionen 2015 in Kilotonnen



* CO₂-Äquivalente

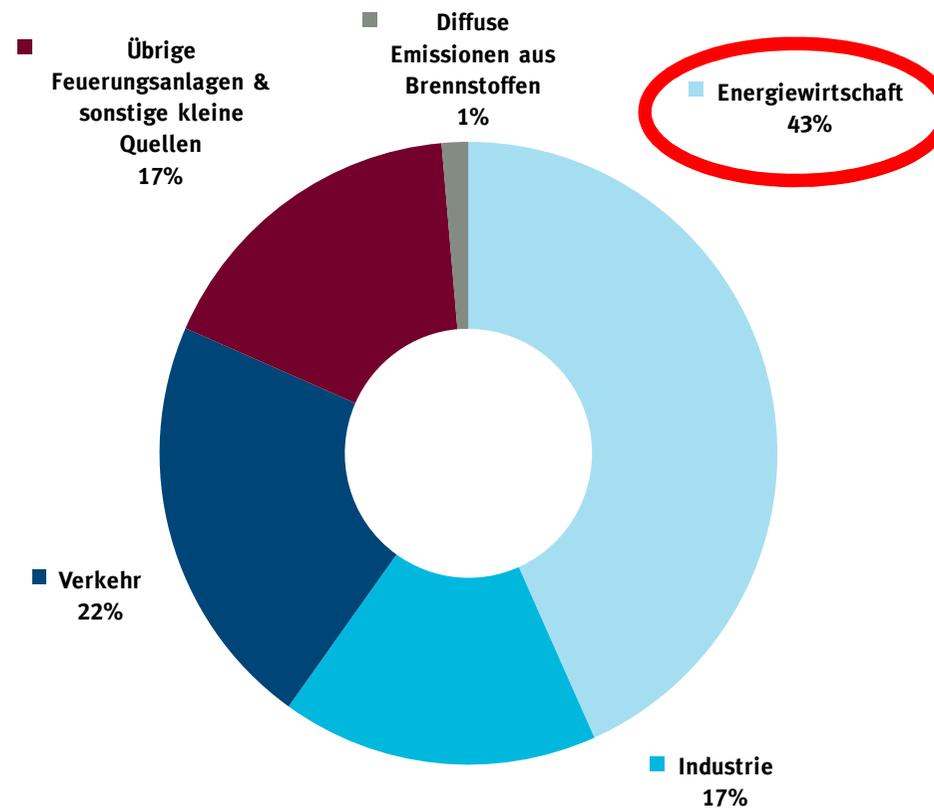
Quelle: UBA, Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar, Stand 04/2017.

Quelle: UBA 2017

Anteil der Quellgruppen an den energiebedingten THG

Anteil der Quellgruppen an den energiebedingten THG 2016*

Prognose der energiebedingten THG 2016: 766,7 Mio. t



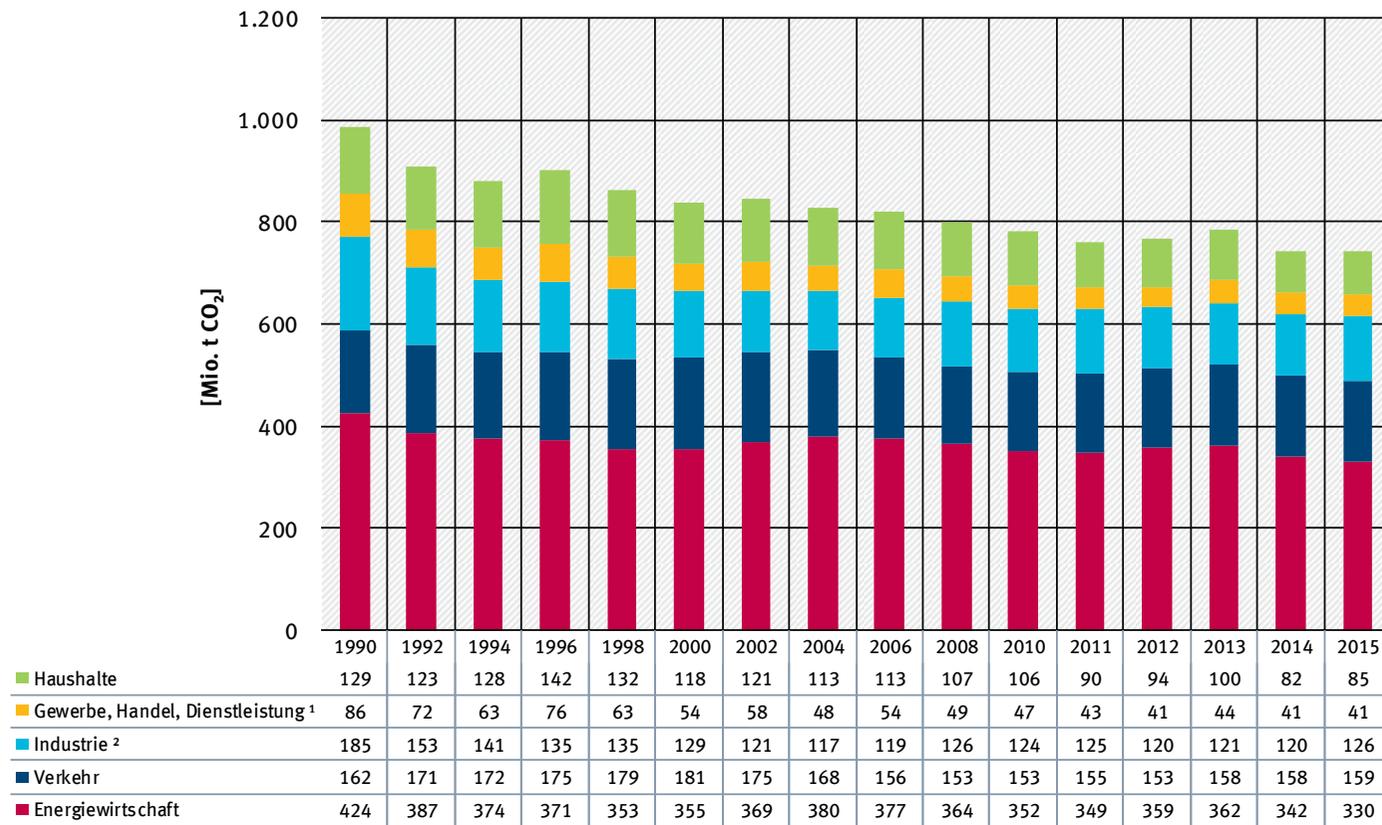
Quelle: UBA 2017

* Prognose

Quelle: UBA

Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen

Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen 1990-2015

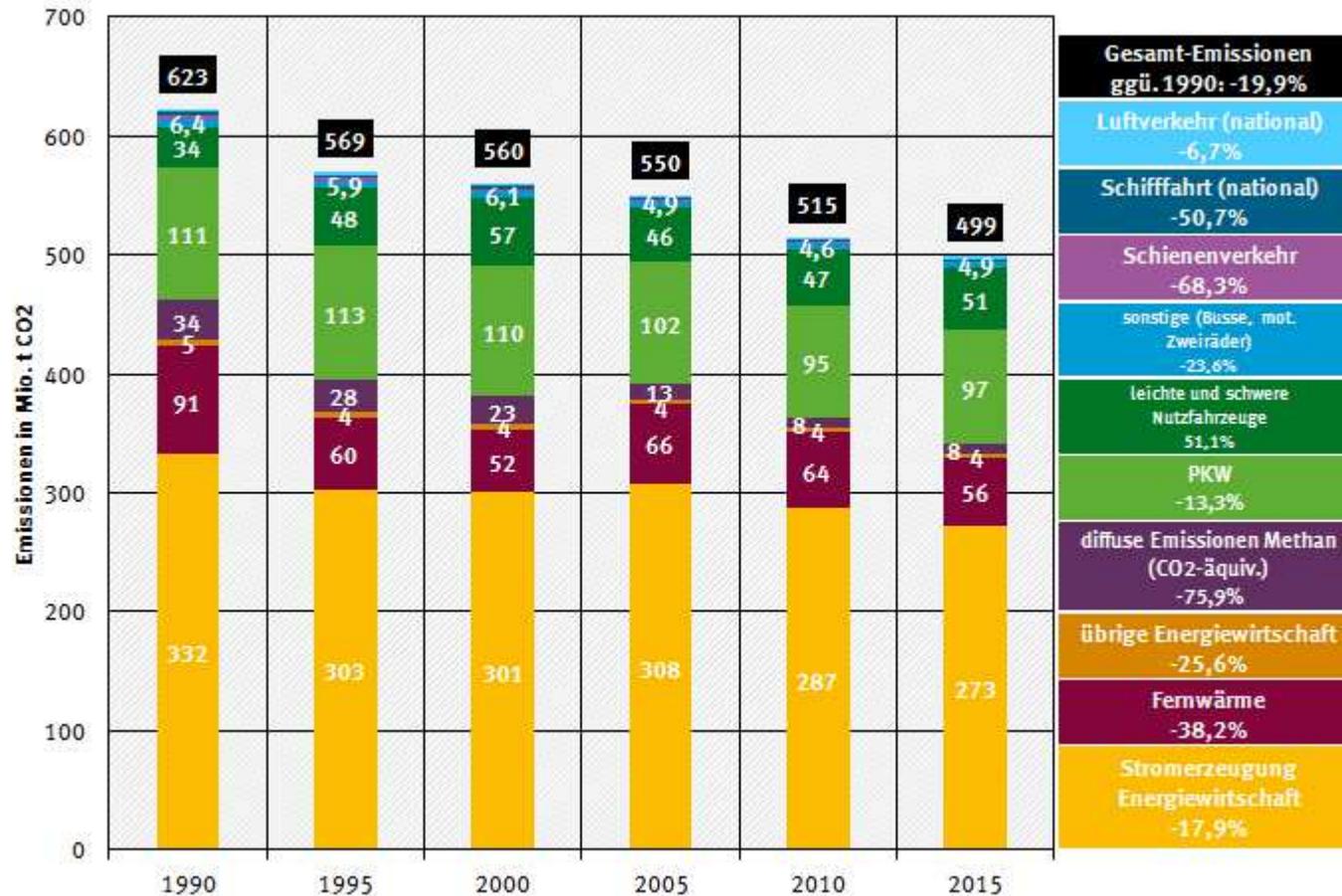


Angaben ohne diffuse Emissionen bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung von Brennstoffen.
 1 einschließlich Militär und Landwirtschaft (energiebedingt)
 2 enthält nur Emissionen aus Industriefeuerungen, keine Prozessemissionen

Quelle: Umweltbundesamt: Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2015, Stand 01/2017

Quelle: UBA 2017

CO₂-Emissionen Energiewirtschaft und Verkehr



Quelle: UBA 2017

Die Zielmatrix der Bundesregierung

| | 2015 | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
|---|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|--|---------------|
| TREIBHAUSGASEMISSIONEN | | | | | |
| Treibhausgasemissionen (ggü. 1990) | -27,2 %* | mind. -40 % | mind. -55 % | mind. -70 % | -80 bis -95 % |
| ERNEUERBARE ENERGIEN | | | | | |
| Anteil am Bruttoendenergieverbrauch | 14,9 % | 18 % | 30% | 45% | 60% |
| Anteil am Bruttostromverbrauch | 31,6 % | mind. 35 % | mind. 50 % EEG 2025: 40 bis 45% | mind. 65 % EEG 2035: 55 bis 60 % | mind. 80 % |
| Anteil am Wärmeverbrauch | 13,2 % | 14 % | | | |
| Anteil im Verkehrsbereich | 5,2 % | 10 %** | | | |
| EFFIZIENZ UND VERBRAUCH | | | | | |
| Primärenergieverbrauch (ggü. 2008) | -7,6 % | -20 % | -50 % | | |
| Endenergieproduktivität (2008-2050) | 1,3 % pro Jahr (08-15) | 2,1% pro Jahr (2008-2050) | | | |
| Bruttostromverbrauch (ggü. 2008) | -4,0 % | -10 % | ≥25 % | | |
| Primärenergiebedarf Gebäude (ggü. 2008) | -15,9 % | ≥80 % | | | |
| Wärmebedarf Gebäude (ggü. 2008) | -11,1 % | -20 % | | | |
| Endenergieverbrauch Verkehr (ggü. 2005) | 1,3 % | -10 % | ≥40 % | | |

Quelle: Eigene Darstellung Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 12/2016. * Vorläufiger Wert für 2015. **EU-Ziel.

Quelle: BMWi 2017

Die Sektoralziele des Klimaschutzplans 2050

| | 1990 | 2015 | 2015 | 2030 | 2030 |
|-------------------|------------------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Handlungsfeld | (in Mio.t CO ₂ -Äquiv.) | | Änderung ggü. 1990 in % | in Mio. t CO ₂ - Äquiv. | Änderung ggü. 1990 in % |
| Energiewirtschaft | 466,4 | 347,3 | -25,5 | 175-183 | 62-61 |
| Gebäude | 209,7 | 122,0 | -41,8 | 70-72 | 67-66 |
| Verkehr | 163,3 | 159,6 | -2,3 | 95-98 | 42-40 |
| Industrie | 283,3 | 188,6 | -33,4 | 140-143 | 51-49 |
| Landwirtschaft | 90,2 | 73,2 | -18,8 | 58-61 | 34-31 |
| übrige Emissionen | 38,0 | 11,2 | -70,5 | 5 | 87 |
| Summe THG | 1250,9 | 901,9 | -27,9 | 543-562 | 56-55 |

Quelle: KSP 2050

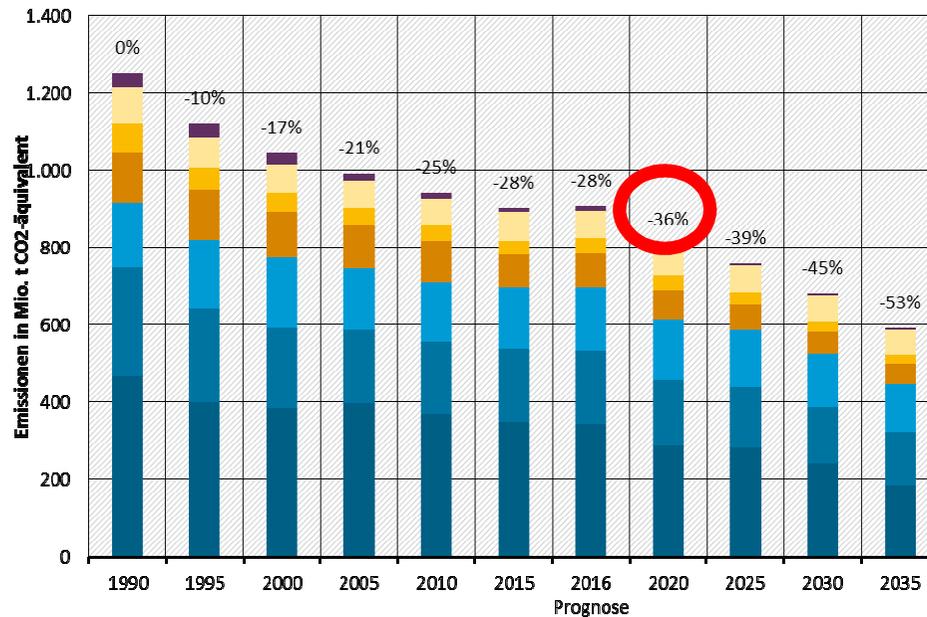
Zwischenfazit

- Die ehrgeizigen Klimaschutzziele der Bundesregierung stehen aktuell in starkem Kontrast zur tatsächlichen Zielerreichung.
- Das 2020-Ziel einer 40%igen THG-Reduzierung wird aller Voraussicht nach sehr klar verfehlt werden.
- Der Verkehrssektor trägt am stärksten zur Zielverfehlung bei; aber auch der bisherige Beitrag der Energiewirtschaft ist nicht ausreichend und muss gesteigert werden.

2. Klimaschutz-Szenarien zur Erreichung der Klimaschutzziele

Projektionsbericht 2017 – vorläufige Ergebnisse

Treibhausgase im “Mit-Maßnahmen-Szenario”:



Das Ziel für 2020 wird klar verfehlt!

■ Energiewirtschaft
 ■ Industrie
 ■ Verkehr
 ■ Haushalte
 ■ GHD
 ■ Landwirtschaft
 ■ Abfall & Abwasser

- 1 **Ohne weitere Maßnahmen wird Deutschlands Klimaschutzziel für 2020 drastisch verfehlt.** Der Ausstoß von Treibhausgasen wird im *Business-as-Usual*-Szenario bis 2020 gegenüber 1990 nicht um 35 Prozent zurückgehen, wie bisher von der Bundesregierung angenommen, sondern lediglich um 30 bis 31 Prozent. Es bleibt eine Lücke von rund 120 Millionen Tonnen CO_{2e} im Jahr 2020 zum Ziel.
- 2 **Die wesentlichen Ursachen für höhere Emissionen: Niedrige CO₂- und Ölpreise, höheres Wachstum.** Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum fallen bis 2020 stärker aus als prognostiziert, demgegenüber sind die Preise für CO₂, Diesel, Benzin und Heizöl deutlich niedriger als erwartet. Die Folge: In allen Sektoren sind die Emissionen 2020 höher als bislang offiziell prognostiziert, da mehr Kohle verstromt wird, mehr Pkw und Lkw auf den Straßen fahren, die Industrie stärker wächst und in Gebäuden weiterhin mit Ölheizungen geheizt wird.



Wichtige bundesweite Szenarien

| Szenario | THG-Minderungsziel in 2050 | Abkürzung |
|---|---|---|
| Referenzszenarien: Entwicklung der Energiemärkte - Energierferenzprognose, Referenzszenario Trendszenario Klimaschutzszenarien 2. Runde, Aktuelle Maßnahmen Szenario | - - | ERP-Ref KSZ-AMS |
| Zielszenarien: Entwicklung der Energiemärkte - Energierferenzprognose, Zielszenario Klimaschutzszenarien 2. Runde, Klimaschutzszenario 80 Klimaschutzszenarien 2. Runde, Klimaschutzszenario 95 Klimaschutzszenarien 1. Runde, Klimaschutzszenario 90 Leitstudie 2011, Szenario A Leitstudie 2011, Szenario THG95 Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050 | 80% ⁽¹⁾ 80% 95% 90% 80% 95% ⁽²⁾ 95% | ERP-Ziel KSZ-KS80 KSZ-KS95 KSZ-KS90 LS 2011-A LS 2011-THG95 THGND |
| 1) nur energiebedingte Emissionen 2) Ziel wird erst in 2060 erreicht | | |

Quelle: Prognos, EWI, GWS (2014); Öko-Institut und Fraunhofer ISI (2015); DLR, Fraunhofer IWES, IFNE (2012); UBA (2013)

Primärenergieverbrauch im KS-Szenario 80

| | 2008 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | PJ | | | | | |
| Kernenergie | 1.623 | 1.533 | 729 | 0 | 0 | 0 |
| Braunkohle | 1.566 | 1.516 | 1.115 | 705 | 306 | 36 |
| Steinkohle | 1.817 | 1.773 | 1.188 | 852 | 619 | 407 |
| Öl | 3.948 | 3.745 | 2.923 | 2.116 | 1.193 | 636 |
| Erdgas | 3.020 | 3.128 | 2.647 | 2.145 | 1.533 | 821 |
| Müll und sonstige | 190 | 231 | 252 | 220 | 185 | 153 |
| Biomasse ^a | 923 | 1.182 | 1.624 | 1.242 | 1.194 | 1.237 |
| Wasser | 74 | 75 | 80 | 85 | 88 | 90 |
| Wind | 146 | 136 | 453 | 718 | 960 | 1.239 |
| Solar | 16 | 42 | 245 | 407 | 508 | 732 |
| Geothermie und Umweltwärme | 0 | 0 | 102 | 350 | 658 | 947 |
| Synthetische Brennstoffe ^b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Stromaustauschsaldo | -81 | -64 | -131 | 0 | 164 | 238 |
| Primärenergie ^c | 13.241 | 13.298 | 11.228 | 8.840 | 7.408 | 6.534 |
| <i>Nachr.:</i> | | | | | | |
| <i>Veränderung gegenüber 2008</i> | 0,0% | 0,4% | -15,2% | -33,2% | -44,1% | -50,7% |
| <i>Anteil erneuerbare Energien^d</i> | 8,8% | 10,8% | 22,3% | 31,7% | 46,0% | 65,0% |

Anmerkungen: ^a einschließlich organische Anteile des Mülls. ^b nur Import synthetischer Brennstoffe relevant. ^c ohne Brennstoffeinsatz des internationalen Seeverkehrs (Hochseebunkerungen) und ohne nichtenergetischen Verbrauch. ^d ohne erneuerbaren Anteil der Importe von Strom und synthetischen Brennstoffen.

Quelle: Berechnungen Öko-Institut und Fraunhofer ISI

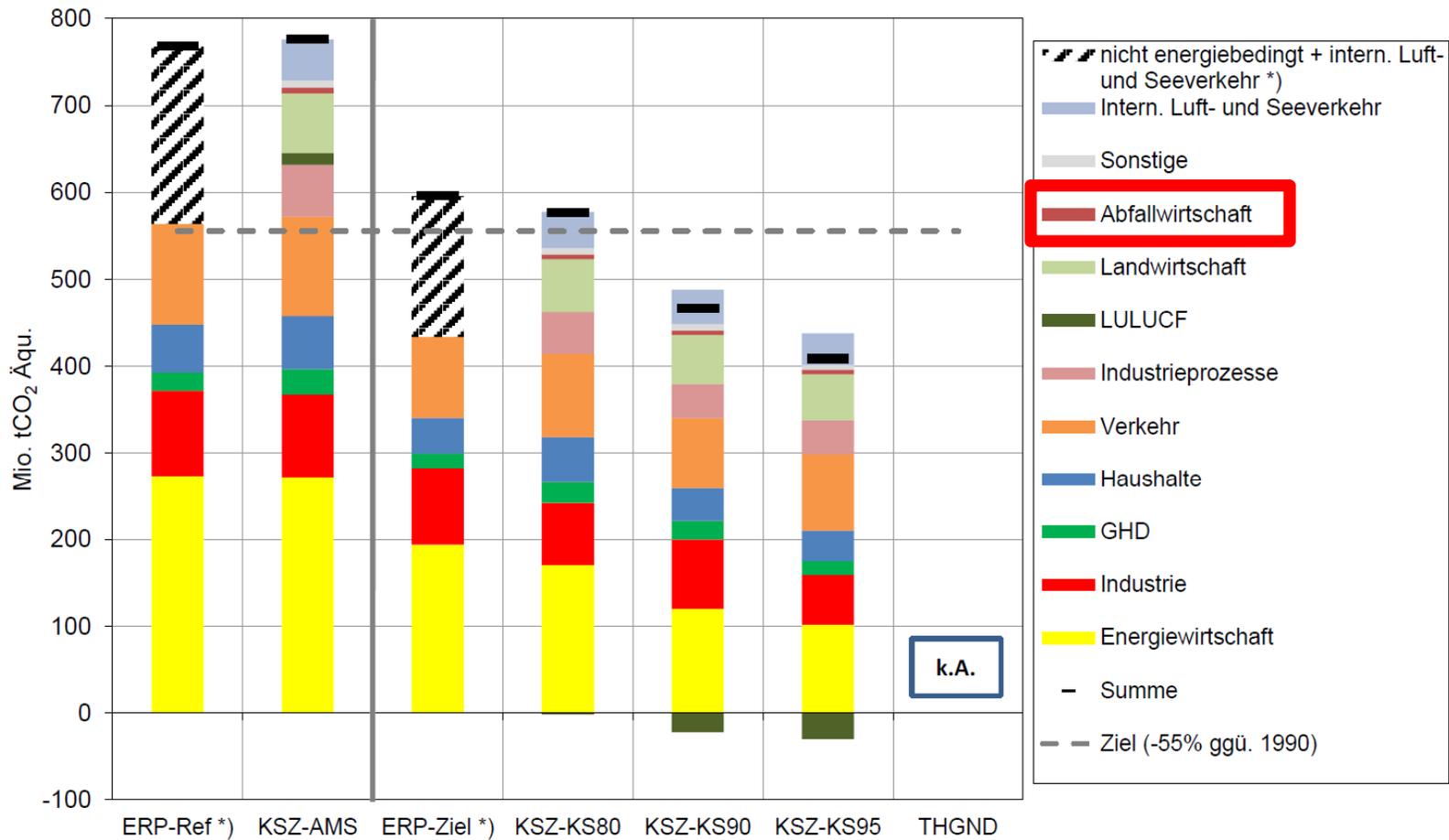
Primärenergieverbrauch im KS-Szenario 95

| | 2008 | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | PJ | | | | | |
| Kernenergie | 1.623 | 1.533 | 728 | 0 | 0 | 0 |
| Braunkohle | 1.566 | 1.516 | 747 | 77 | 101 | 9 |
| Steinkohle | 1.817 | 1.773 | 1.085 | 686 | 416 | 153 |
| Öl | 3.948 | 3.745 | 2.813 | 1.897 | 666 | 151 |
| Erdgas | 3.020 | 3.128 | 2.512 | 1.839 | 1.053 | 286 |
| Müll und sonstige | 190 | 231 | 258 | 216 | 176 | 140 |
| Biomasse ^a | 923 | 1.182 | 1.368 | 1.331 | 1.253 | 1.107 |
| Wasser | 74 | 75 | 80 | 85 | 88 | 90 |
| Wind | 146 | 136 | 453 | 740 | 1.350 | 2.057 |
| Solar | 16 | 42 | 246 | 456 | 593 | 790 |
| Geothermie und Umweltwärme | 0 | 0 | 126 | 388 | 701 | 980 |
| Synthetische Brennstoffe ^b | 0 | 0 | 0 | 0 | 122 | 143 |
| Stromausgleichssaldo | -81 | -64 | 1 | 77 | 171 | 29 |
| Primärenergie ^c | 13.241 | 13.298 | 10.418 | 7.792 | 6.689 | 5.936 |
| <i>Nachr.:</i> | | | | | | |
| <i>Veränderung gegenüber 2008</i> | 0,0% | 0,4% | -21,3% | -41,2% | -49,5% | -55,2% |
| <i>Anteil erneuerbare Energien^d</i> | 8,8% | 10,8% | 21,8% | 38,5% | 59,6% | 84,7% |

Anmerkungen: ^a einschließlich organische Anteile des Mülls. ^b nur Import synthetischer Brennstoffe relevant. ^c ohne Brennstoffeinsatz des internationalen Seeverkehrs (Hochseebunkerungen) und ohne nichtenergetischen Verbrauch. ^d ohne erneuerbaren Anteil der Importe von Strom und synthetischen Brennstoffen.

Quelle: Berechnungen Öko-Institut und Fraunhofer ISI

Sektorale Aufteilung der verbleibenden THG-Emissionen in 2030



*) ERP-Ref: Inklusive nicht energiebedingter Emissionen, LULUCF und intern. Luft- und Seeverkehr gemäß KSZ-AMS. ERP-Ziel: Inklusive nicht energiebedingter Emissionen, LULUCF und intern. Luft- und Seeverkehr gemäß KSZ-KS80.

Quelle: Prognos, EWI, GWS (2014); Öko-Institut und Fraunhofer ISI (2015)

Das aktuelle Langfristszenario: Basis-Szenario (80%)

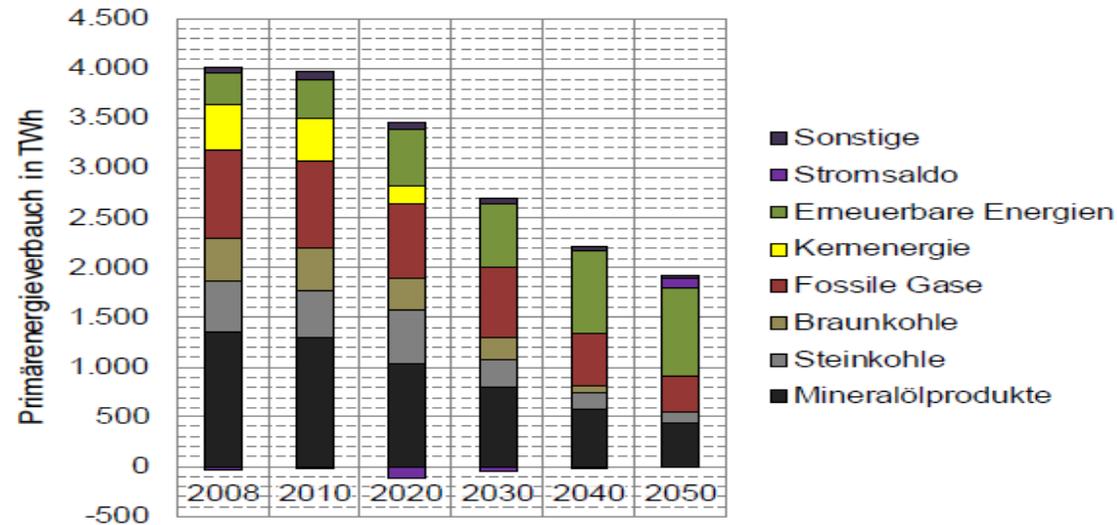


Abbildung 145: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs im *Basisszenario* in TWh

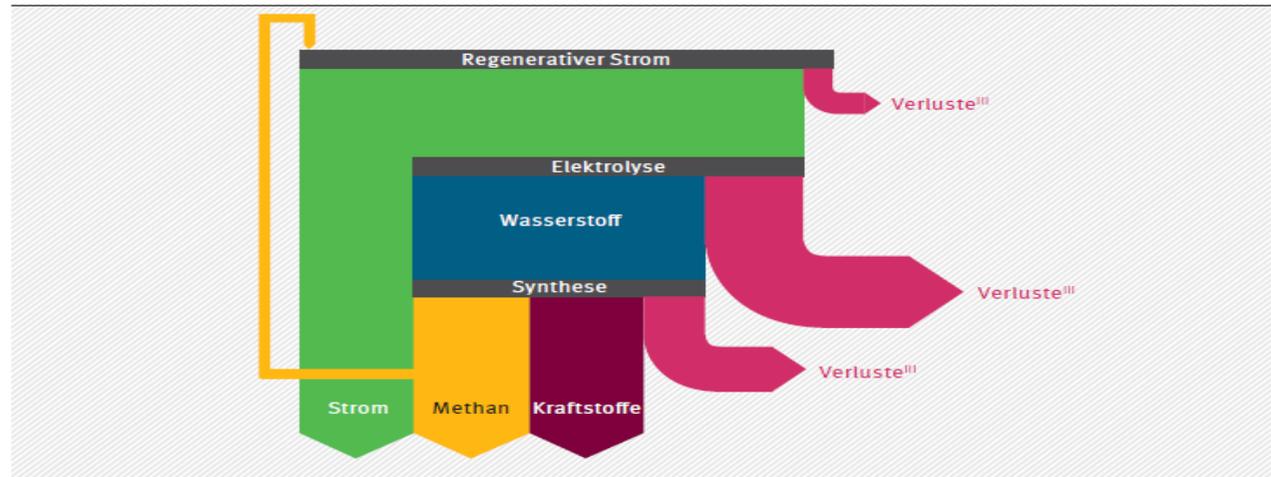
Tabelle 81: Relative Entwicklung des Primärenergieverbrauchs nach Energieträger gegenüber 2008 im *Basisszenario*

| | 2010 | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 |
|--------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Mineralölprodukte | - 4 % | - 24 % | - 41 % | - 57 % | - 68 % |
| Steinkohle | - 5 % | + 6 % | - 45 % | - 68 % | - 78 % |
| Braunkohle | - 3 % | - 27 % | - 49 % | - 84 % | - 99 % |
| Fossile Gase | - 2 % | - 15 % | - 21 % | - 40 % | - 59 % |
| Kernenergie | - 6 % | - 60 % | - 100 % | - 100 % | - 100 % |
| Erneuerbare Energien | + 23 % | + 75 % | + 99 % | + 157 % | + 177 % |
| Außenhandels saldo Strom | - 21 % | + 405 % | + 105 % | - 17 % | - 568 % |
| Sonstige | + 21 % | + 36 % | + 3 % | - 30 % | - 57 % |
| Gesamtverbrauch | - 1 % | - 16 % | - 34 % | - 45 % | - 52 % |

Quelle: Fraunhofer ISI u.a. 2017

Das visionäre Szenario: Studie „Treibhausgasneutrales Deutschland“

Qualitative Darstellung des Energieflusses im UBA THGN D 2050 Szenario^{I,II}



I Inklusive des Bedarfs an regenerativen Einsatzstoffen für die chemische Industrie.
 II Die Darstellungen der Energieströme sind proportional zu den notwendigen Energieströmen.
 III einschließlich Leitungsverluste, der Verluste aus der Methan-Rückverstromung und der Verluste der Biomassenutzung und Strombereitstellung)

Quelle: Umweltbundesamt, 2013



**Basis: rund 3.000 TWh
Nettostromerzeugung**

Tabelle B-14: Gesamter Endenergieverbrauch im UBA THGN D 2050 – Szenario

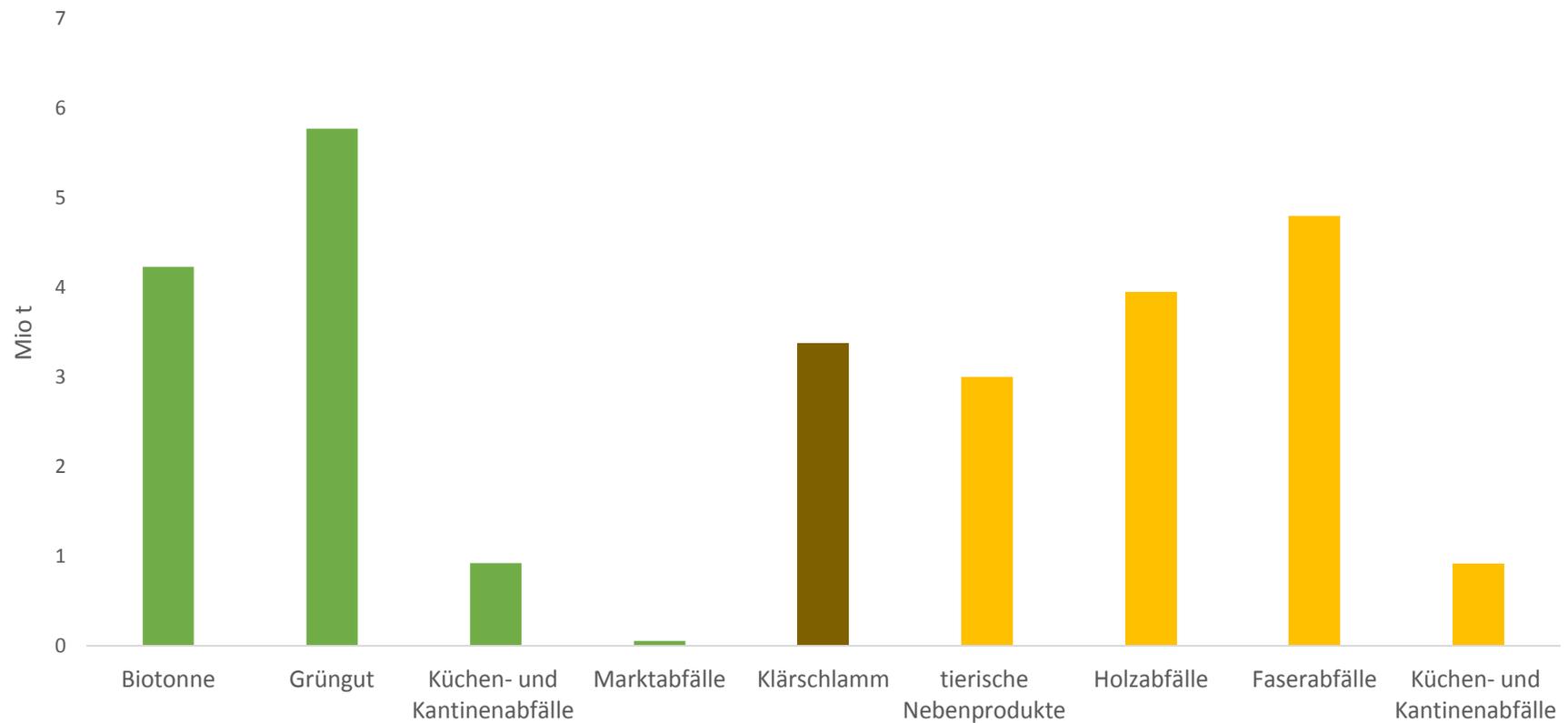
| | Strom in TWh | regeneratives Methan in TWh | flüssige regenerative Kraftstoffe in TWh |
|--|--------------|-----------------------------|--|
| private Haushalte | 104,7 | 44,5 | 0 |
| GHD | 90,3 | 62,4 | 18,6 |
| Industrie ^{LXXXIX, XC} | 179,7 | 198,8 | 0 |
| Verkehr | 91,1 | 0 | 533,3 |
| Summe energetisch | 465,8 | 305,7 | 551,9 |
| | | 1323,4 | |
| Industrie stofflich | | 282 | |
| Summe energetisch und stofflich | | 1605,4 | |

Zwischenfazit

- Sämtliche Klimaschutzszenarien gehen als Ziel-Szenarien davon aus, dass die erneuerbaren Energien – und hier insbesondere Wind- und Solarenergie – zu den tragenden Säulen des Energiesystems werden.
- Sehr hohe Anteile lassen sich aber nur erreichen, wenn die Energieeffizienzpotenziale ausgeschöpft werden.
- Die (anorganische) Müllverwertung wird in allen Szenarien betrachtet, spielt aber in keinem Szenario eine spürbare Rolle.

3. Zur Rolle der biogenen Abfall- und Reststoffe für den Klimaschutz

Aktuelles Aufkommen biogener Abfälle



Aufkommen in Festmeter 2015 laut Abfallbilanz (destatis 2017)

Klärschlamm (destatis 2017)

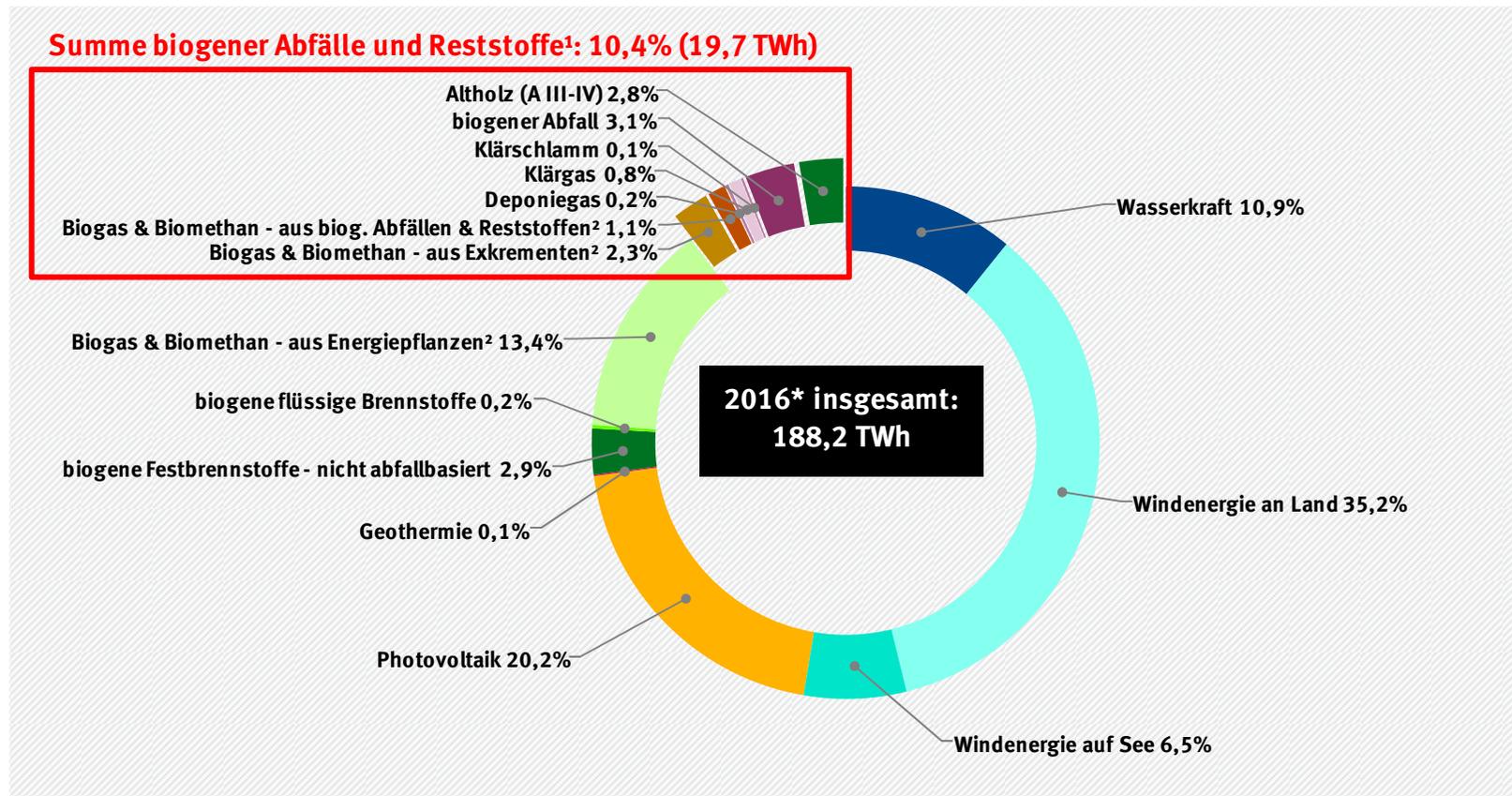
Gewerbeabfälle nach Branchen (grobe Schätzung)

Quelle: UBA 2017

Bruttostromerzeugung aus biogenen Abfall- und Reststoffen

Bruttostromerzeugung aus biogenen Abfällen & Reststoffen¹ und aus erneuerbaren Energien insgesamt in 2016*

Anteile an der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Prozent [%]



* vorläufige Werte

¹ Summe von Altholz (A III-IV), biogenem Abfall, Klärschlamm, Klärgas, Deponiegas sowie Biogas & Biomethan - aus Exkrementen und biog. Abfällen & Reststoffen²

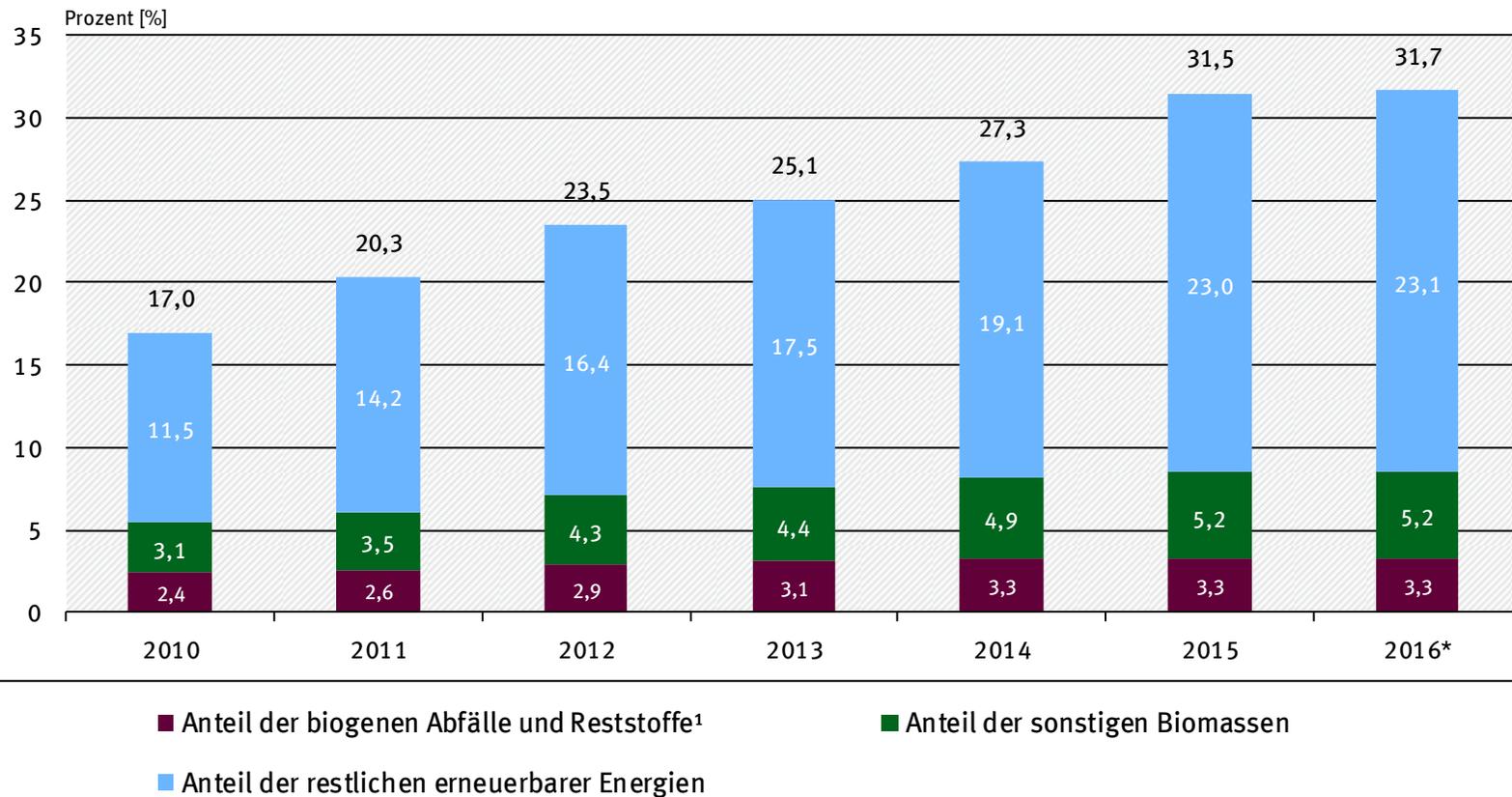
² auf Basis der Substratanteile gemäß DBFZ

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 08/2017

Quelle: UBA 2017

Entwicklung der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Entwicklung des Anteils der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien insgesamt sowie aus biog. Abfällen & Reststoffen¹ und aus sonstigen Biomassen am Bruttostromverbrauch 2010-2016*



* vorläufige Werte

¹ Summe von Altholz (A III-IV), biogenem Abfall, Klärschlamm, Klärgas, Deponiegas sowie Biogas & Biomethan - aus Exkrementen und biog. Abfällen & Reststoffen (auf Basis der Substratanteile gemäß DBFZ)

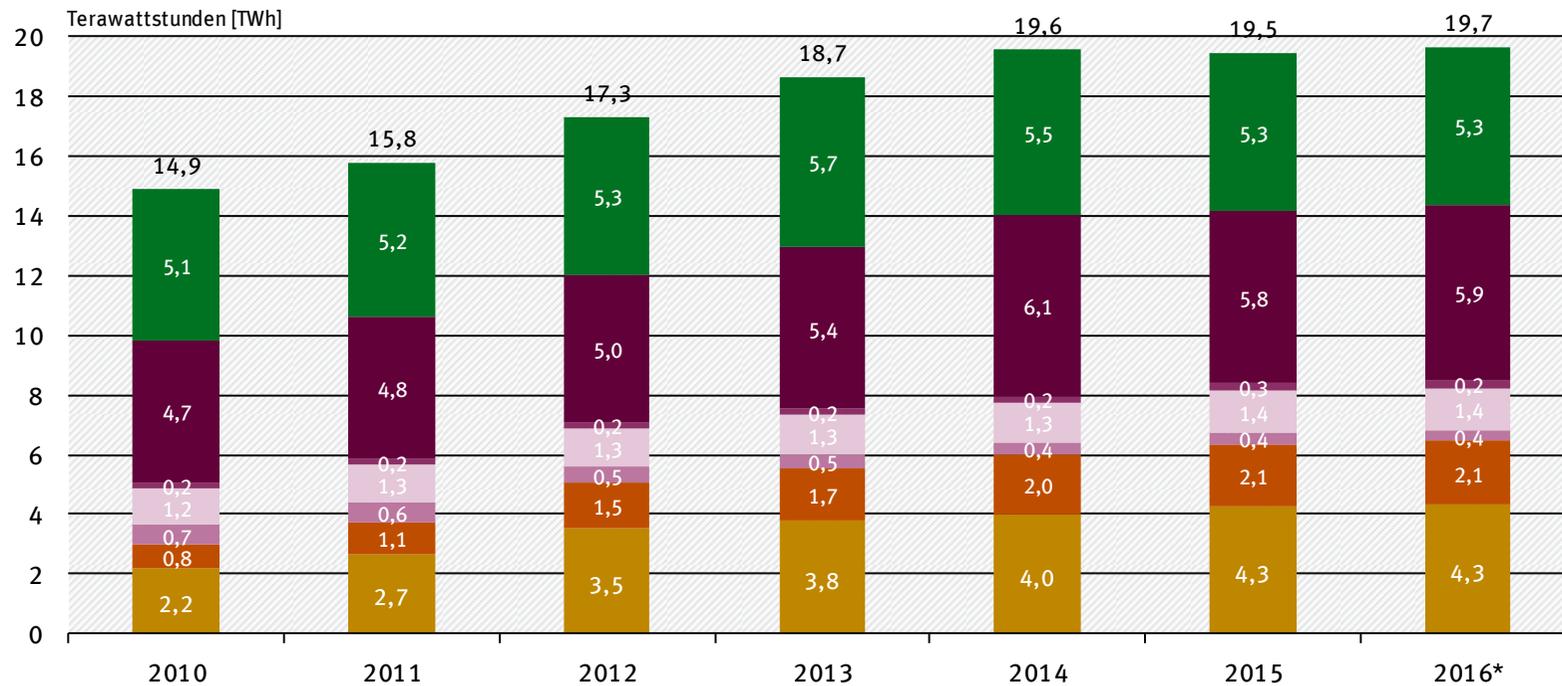
Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 08/2017

Quelle: UBA 2017

Entwicklung der Bruttostromerzeugung aus biogenen Abfällen & Reststoffen 2010-2016

Bruttostromerzeugung aus biogenen Abfällen & Reststoffen¹

Entwicklung von 2010 bis 2016



■ Altholz (A III-IV)

■ Klärschlamm

■ Deponiegas

■ Biogas & Biomethan - aus Exkrementen²

■ biogener Abfall

■ Klärgas

■ Biogas & Biomethan - aus biog. Abfällen & Reststoffen²

* vorläufige Werte

¹ Summe von Altholz (A III-IV), biogenem Abfall, Klärschlamm, Klärgas, Deponiegas sowie Biogas & Biomethan - aus Exkrementen und biog. Abfällen & Reststoffen²

² auf Basis der Substratanteile gemäß DBFZ

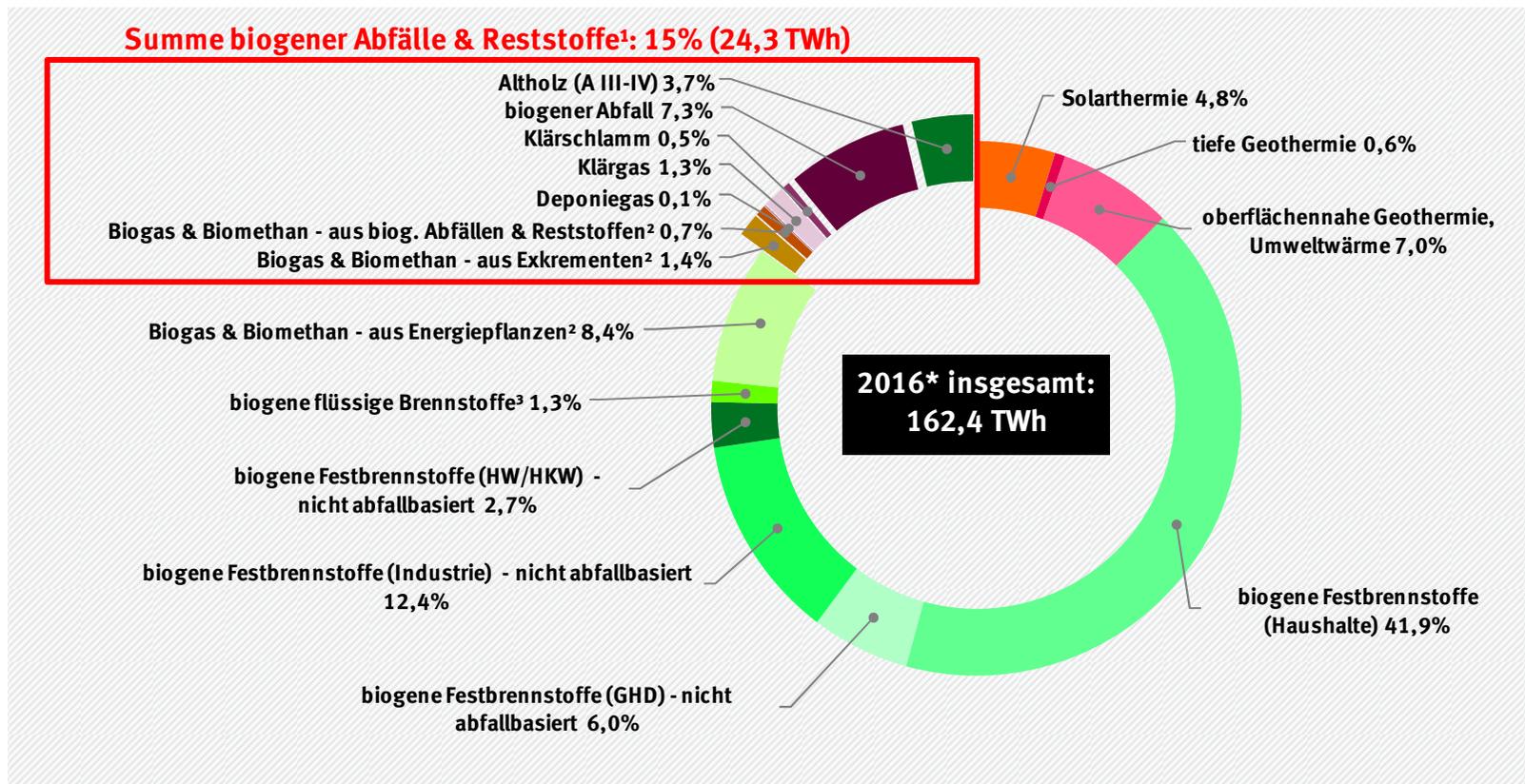
Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 08/2017

Quelle: UBA 2017

Wärme & Kälte aus biogenen Abfall- und Reststoffen

Endenergieverbrauch biog. Abfälle & Reststoffe¹ und erneuerbarer Energien insgesamt für Wärme & Kälte in 2016*

Anteile in Prozent [%]



* vorläufige Werte

¹ Summe von Altholz (A III-IV), biogenem Abfall, Klärschlamm, Klärgas, Deponiegas sowie Biogas & Biomethan - aus Exkrementen und biog. Abfällen & Reststoffen²

² auf Basis der Substratanteile gemäß DBFZ

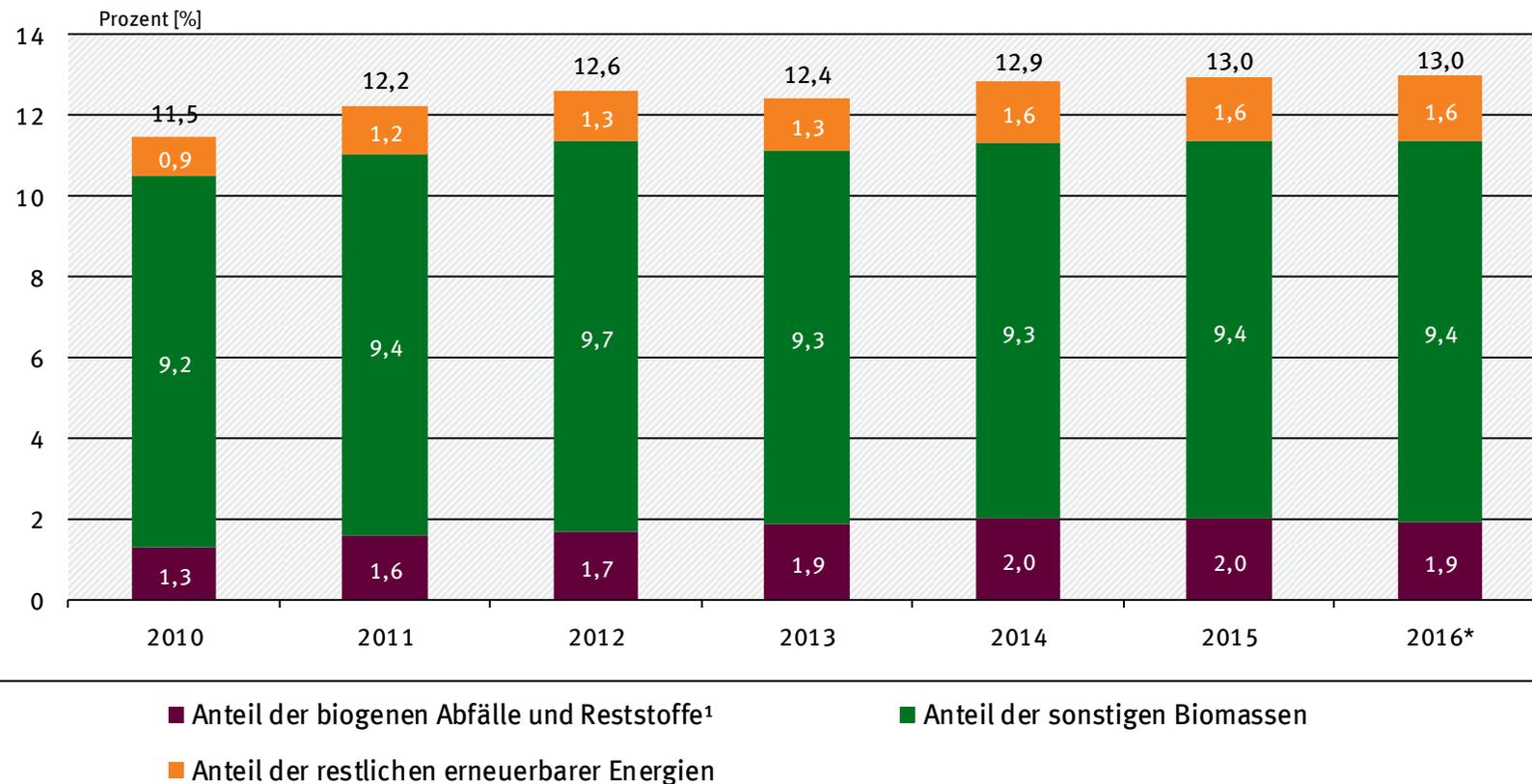
³ inkl. Biodieselselbr. LWS

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 08/2017

Quelle: UBA 2017

Wärme & Kälte aus erneuerbaren Energien

Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien insgesamt sowie der biogenen Abfälle & Reststoffe¹ und der sonstigen Biomassen am Endenergieverbrauch für Wärme & Kälte 2010-2016*



* vorläufige Werte

¹ Summe von Altholz (A III-IV), biogenem Abfall, Klärschlamm, Klärgas, Deponiegas sowie Biogas & Biomethan - aus Exkrementen und biog. Abfällen & Reststoffen (auf Basis der Substratanteile gemäß DBFZ)

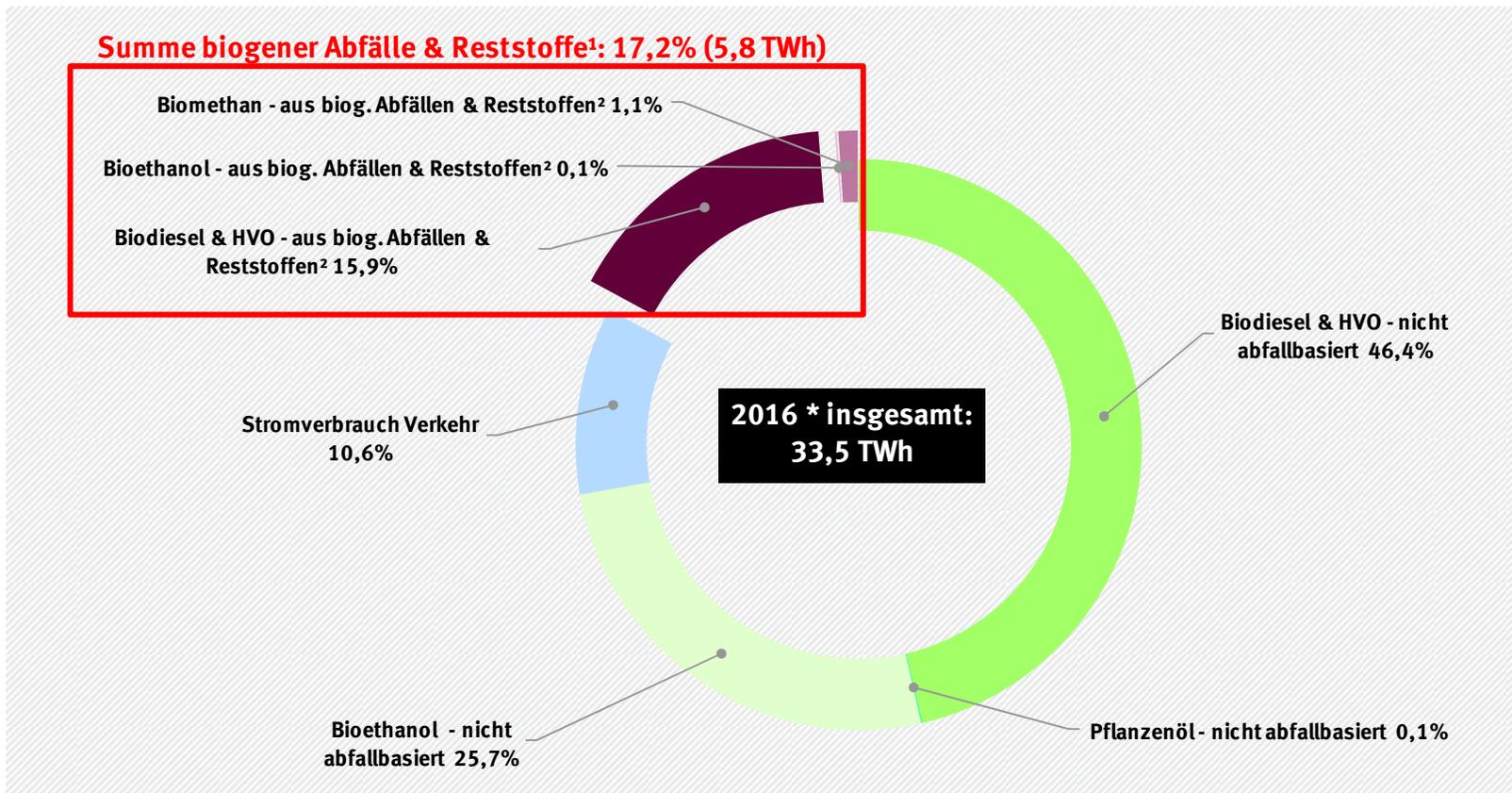
Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 08/2017

Quelle: UBA 2017

Endenergieverbrauch biogener Abfall- und Reststoffen im Verkehrssektor

Endenergieverbrauch biog. Abfälle & Reststoffe¹ und erneuerbarer Energien insgesamt im Verkehrssektor in 2016*

Anteile in Prozent [%]



* vorläufige Werte

¹ Summe der Anteile von Biodiesel, Bioethanol und Biomethan aus biog. Abfällen & Reststoffen²

² auf Basis der Substratanteile gemäß BLE

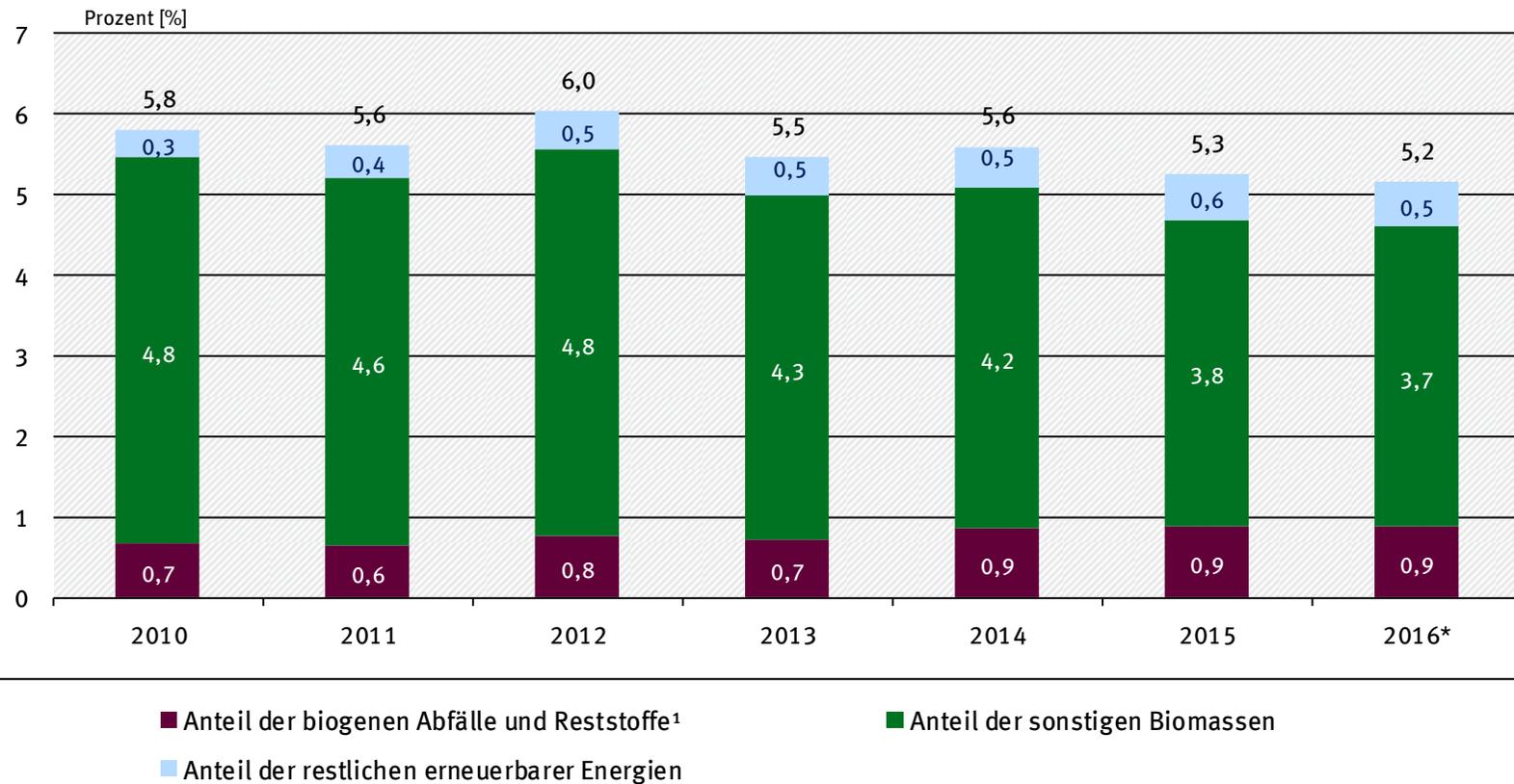
Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat

Stand 08/2017

Quelle: UBA 2017

Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien im Verkehrssektor

Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien insgesamt sowie der biogenen Abfälle & Reststoffe¹ und der sonstigen Biomassen am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor 2010-2016*



* vorläufige Werte

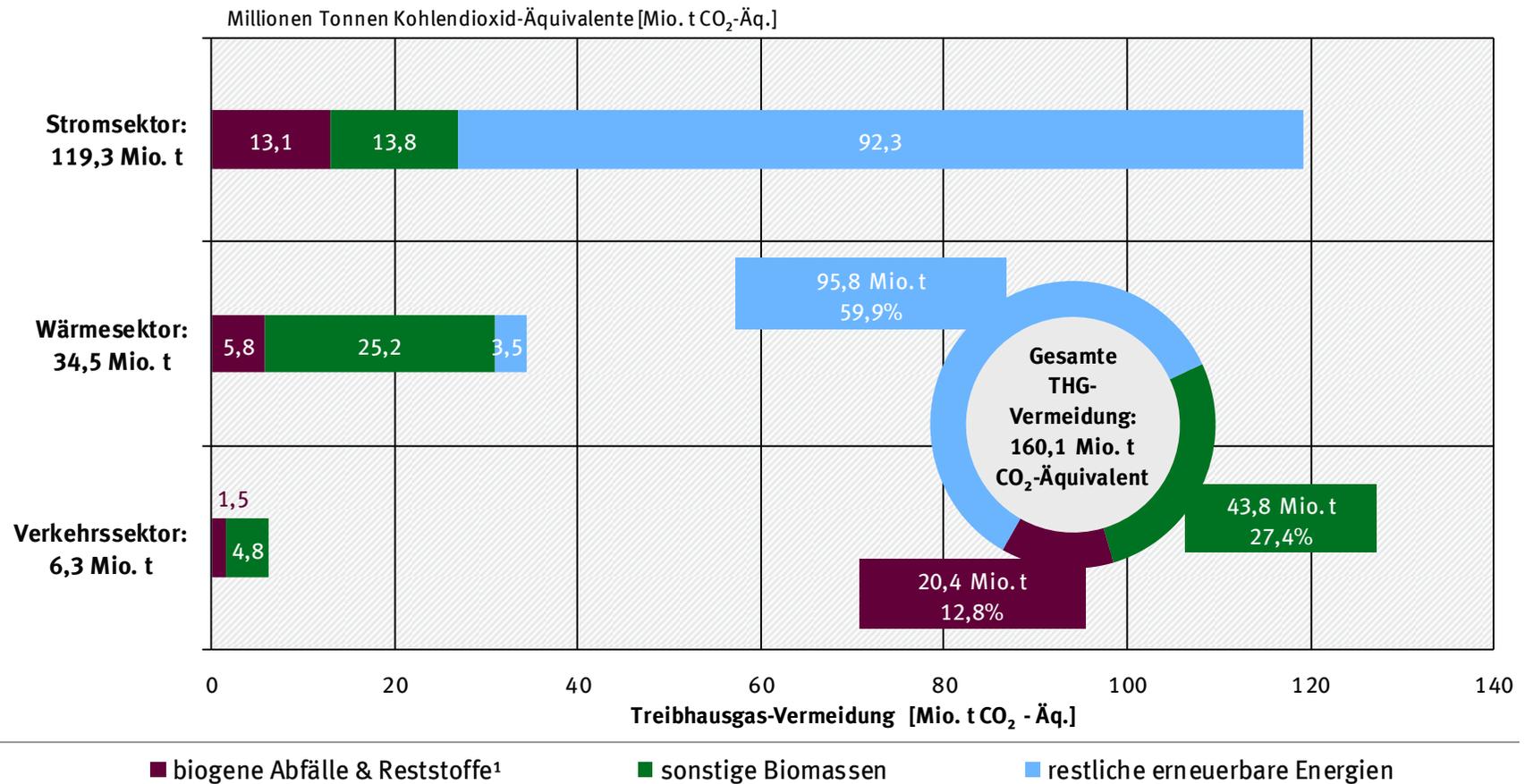
¹ Summe der Anteile von Biodiesel, Bioethanol und Biomethan aus biog. Abfällen & Reststoffen (auf Basis der Substratanteile gemäß BLE)

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 08/2017

Quelle: UBA 2017

Vermiedenen THG-Emissionen durch die Nutzung biogener Abfall- und Reststoffe

Netto-Bilanz der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien insgesamt sowie durch die Nutzung biogener Abfälle & Reststoffe¹ und sonstiger Biomassen in 2016*



* vorläufige Werte

¹ Summe von Altholz (A III-IV), biog. Abfall, Klärschlamm, Klärgas, Deponiegas sowie den Anteilen von Biogas, Biomethan, Biodiesel und Biomethan aus Exkrem., biog. Abfällen & Reststoffen (auf Basis der Substratanteile gemäß DBFZ/BLE)

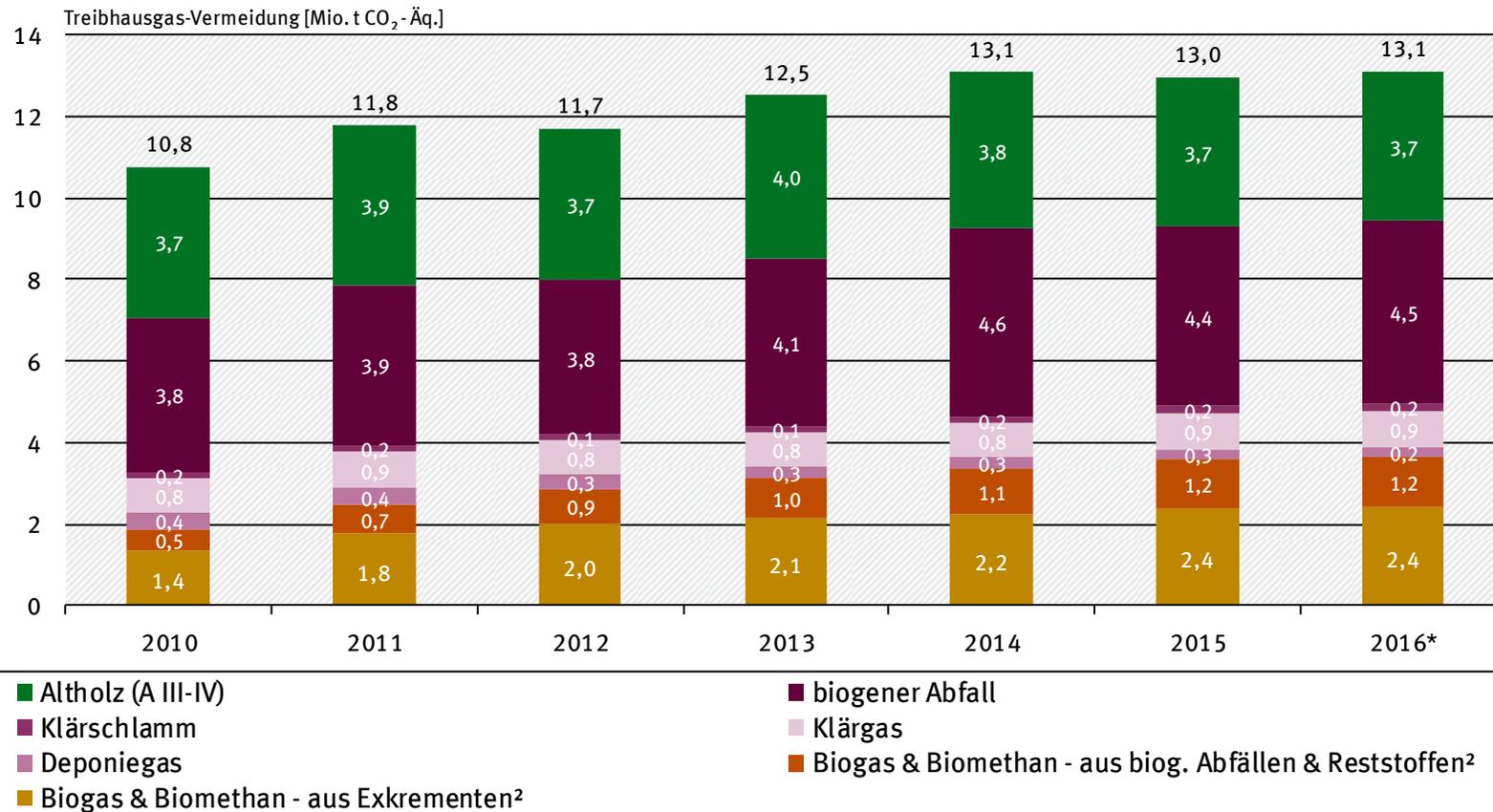
Quelle: Umweltbundesamt, Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger unter Verwendung von Daten der AGEE-Stat Stand 08/2017

Quelle: UBA 2017

Entwicklung der netto vermiedenen Treibhausgas-Emissionen aus biogenen Abfällen & Reststoffen im Stromsektor 2010-2016

Netto-Bilanz der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen aus biogenen Abfällen & Reststoffen¹ im Stromsektor

Entwicklung von 2010 bis 2016



* vorläufige Werte

¹ Summe von Altholz (A III-IV), biogenem Abfall, Klärschlamm, Klärgas, Deponiegas sowie Biogas & Biomethan - aus Exkrementen und biog. Abfällen & Reststoffen²

² auf Basis der Substratanteile gemäß DBFZ

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat
Stand 08/2017

Quelle: UBA 2017

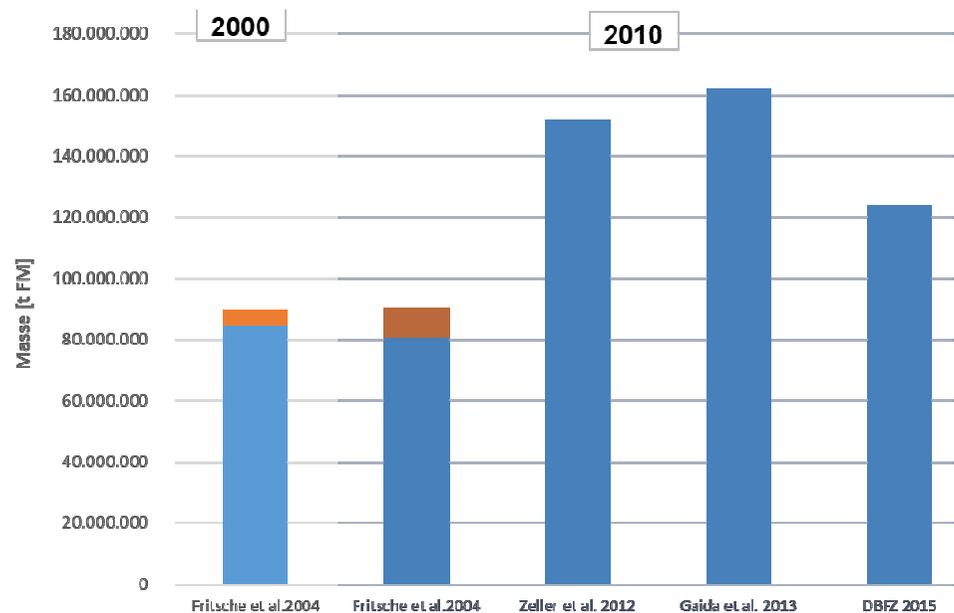
Potenziale biogener Reststoffe

Landwirtschaftliche Reststoffe, v.a.

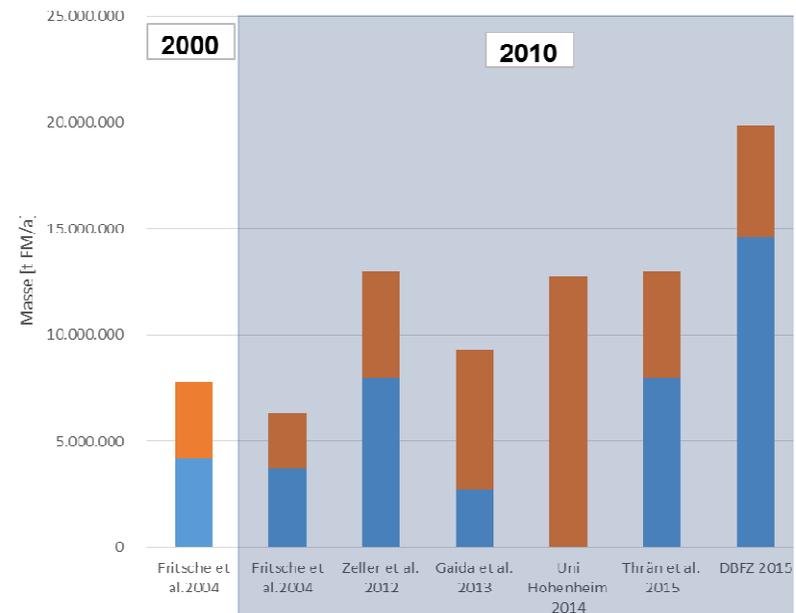
- Tierische Exkrememente (Gülle, Mist)
- Stroh

Forstliche Reststoffe

Quelle: UBA 2017



Identifizierte Bandbreite für Tierische Exkrememente (Minimal blau, Maximal orange); vorläufige Projektergebnisse

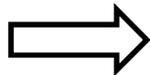


Identifizierte Bandbreite für Stroh (Minimal blau, Maximal orange); vorläufige Projektergebnisse

Energetische Nutzung biogener Abfall- und Reststoffe – Szenarien I

Potenzialbildende Faktoren für die Abfall- und Reststoffbasis in Szenarien sind u.a.:

- Bevölkerungsentwicklung, Verhaltensänderung (z.B. Ernährung)
- Erfassbarkeit und Lenkbarkeit des Stoffstroms
- Erfüllung der Abfallhierarchie
- Veränderung der Flächennutzung
- Berücksichtigung von Natur- und Umweltschutz
- Gewährleistung geschlossener Stoffkreisläufe
- Bedarf für die stoffliche Nutzung (Stichwort Bioökonomie), Kaskadennutzung



Work in progress (UFOPLAN-Vorhaben zu Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem):

Neu-Definition des energetisch nutzbaren Potenzials
und
Bewertung der Nutzungsoptionen

Energetische Nutzung biogener Abfall- und Reststoffe – Szenarien II

Annahmen in verschiedenen **Szenarien für 2050**

| | Anbau-BM | Abfall-BM | | Import |
|------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | Festbrennstoff | Biogas | |
| | (Mio ha) | (PJ _{th} /a) | (PJ _{th} /a) | (PJ _{th} /a) |
| UBA | 0 | 581 ¹ | 143 ¹ | 0 |
| Öko-Inst. ² | 1,5 bis 2 | 628 | 170 | 0 |
| IWES | 2 | 625 ³ | | 0 |

In der **UBA-Studie „Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen“** wurden nur die vergärbaren Abfälle und Reststoffe und Klärgas zur Zielerreichung benötigt. Insgesamt wurden im Szenario dadurch **23 TWh_{el} pro Jahr** bereitgestellt (ca. 15% davon Klärgas).

¹ Naturschutz-Plus-Szenario in DLR/IFEU/WI 2004

² 2. Modellierungsrunde

³ beschreibt das energetisch genutzte Potenzial in 2050 (50-100% des technischen Potenzials, das Literaturstudie beruht)

Zwischenfazit

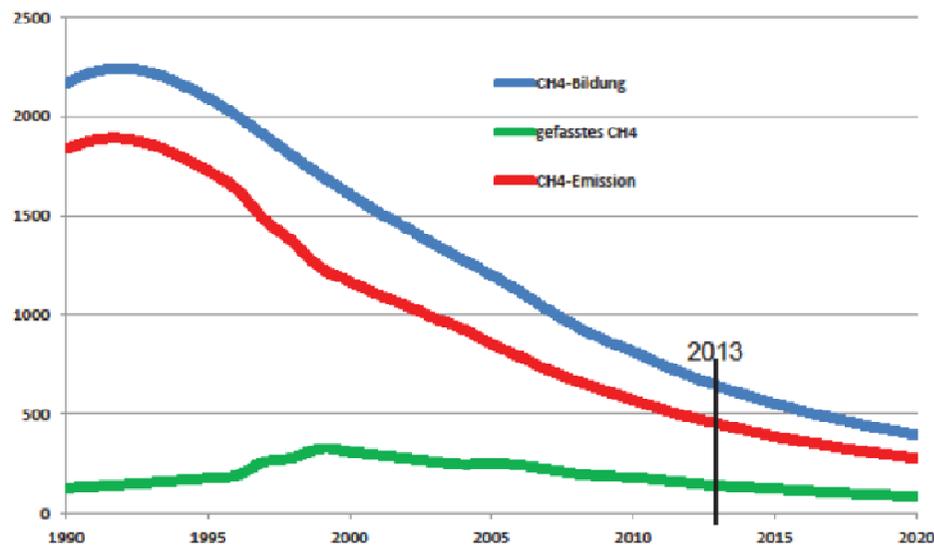
- Der Beitrag biogener Abfall- und Reststoffe zur THG-Minderung ist mit rund 20 Mio. t sehr gering.
- Er konnte insbesondere bei der Stromerzeugung in den letzten 15 Jahren gesteigert werden; allerdings sind seit 2011 keine signifikanten Steigerungen mehr zu verzeichnen.
- Im ehrgeizigen UBA-Szenario werden im Jahre 2050 nicht einmal 1% der dann notwendigen Stromerzeugung durch biogene Abfall- und Reststoffe plus Klärgas bereit gestellt.

4. Zur Rolle von Deponie- und Klärgas sowie der energetischen Müllverwertung für den Klimaschutz

Deponie- und Klärgaspotenzial

- Klärgas ist vielfältig einsetzbar (flexibilisierte Verstromung, Einspeisung ins Gasnetz)
- Bei **Kläranlagen** gibt es noch ungenutzte Potenziale von ca. **2 TWh/a** (Hüesker et al. (2016), Haberkorn et al. (2006))
- Deponiegaspotenzial stark rückläufig wegen des Verbots der Deponierung unbehandelter Abfälle seit 2005; Erfassung und Nutzung des Deponiegases wird mittelfristig durch sinkenden Methangehalt erschwert

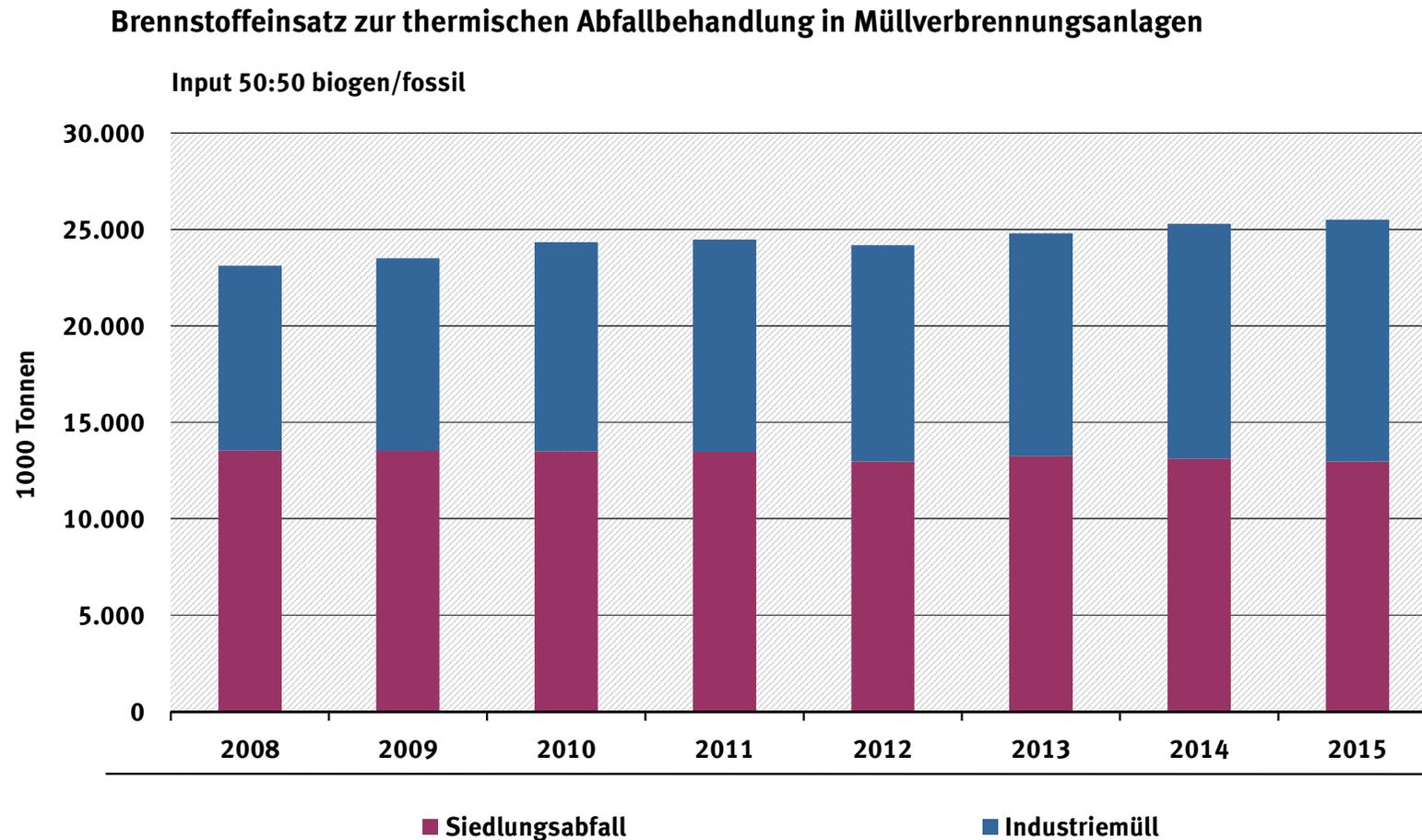
Ergebnisse (in 1000 t CH₄/Jahr):



Der Anteil der durch Deponie- und Klärgas bereitstellbare Energie ist insgesamt sehr gering!

Quelle: UBA eigene Berechnungen (Butz 2016)

Brennstoffeinsatz in Müllverbrennungsanlagen (MVAs): keine Wachstumsstory



Quelle: Statistisches Bundesamt: Abfallstatistik Fachserie 19 Reihe 1

Quelle: UBA 2017

Zwischenfazit

- Weder die Nutzung von Deponie- und Klärgas noch die energetische Müllverwertung spielen für die deutsche Klimaschutzpolitik eine Rolle.
- Zudem zeichnet sich ab, dass die Verfügbarkeit von Deponiegas relativ rasch abnehmen wird und weder beim Klärgas noch bei der energetischen Müllverwertung Zuwächse erwartet werden können.
- Zudem trägt die energetische Müllverwertung nur dann zum Klimaschutz bei, wenn sie CO₂-reiche Brennstoffe für die Strom- und Wärmebereitstellung ersetzt. Das wird künftig immer weniger der Fall sein.

5. Klimaschutz und Ressourcenfrage

Erneuerbare Energien als Klimaschutzsäulen

Figure 15. Solar PV Global Capacity and Annual Additions, 2006-2016

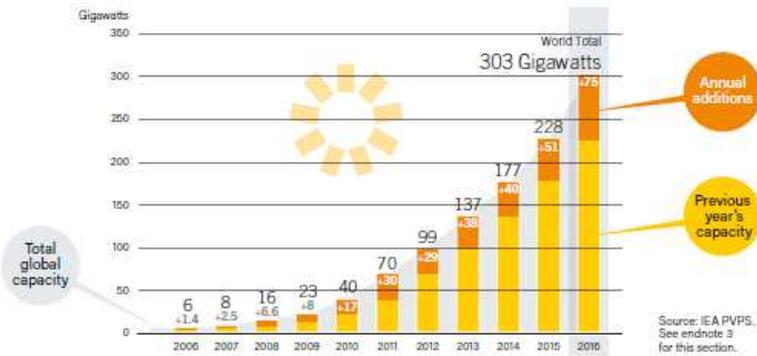
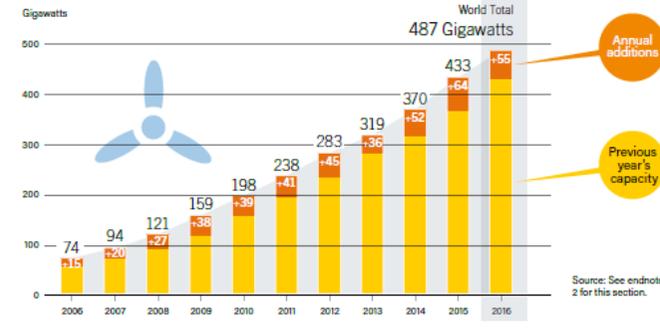
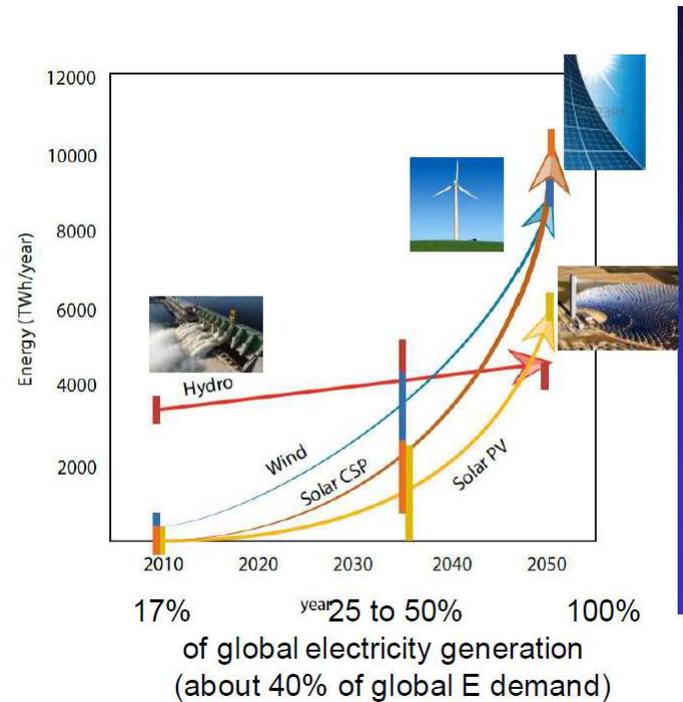
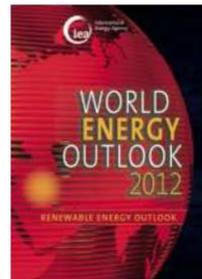


Figure 26. Wind Power Global Capacity and Annual Additions, 2006-2016



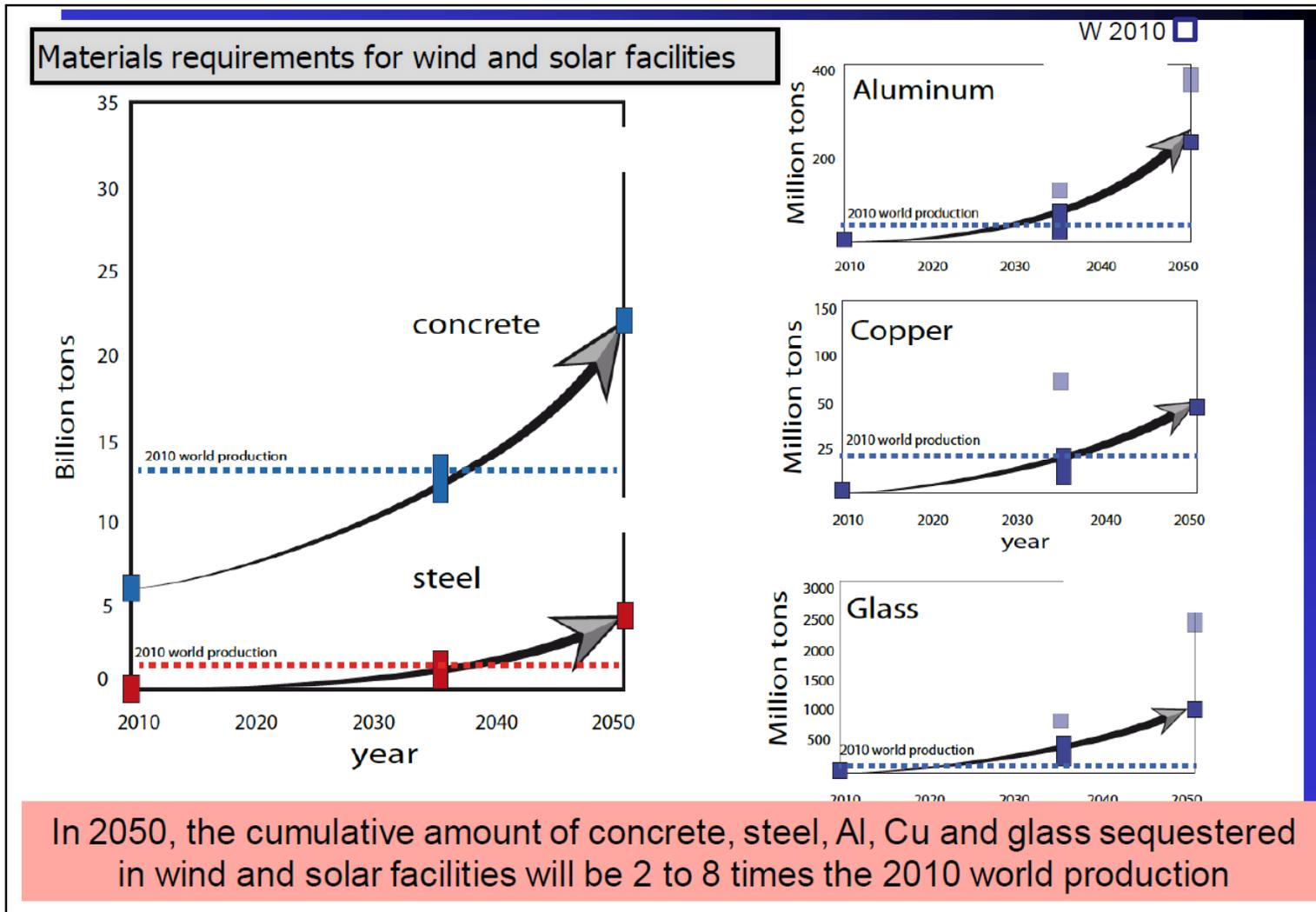
The scenarios of the IEA and Ecofys (WWF) rely on a strong increase in the share of solar and wind energy



Quelle: REN 21, 2017

Quelle: Vidal 2014

Ressourcenbedarf in der erneuerbaren Welt



Quelle: Vidal 2014

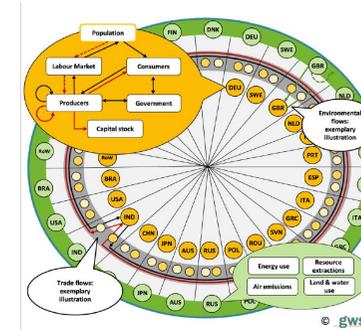
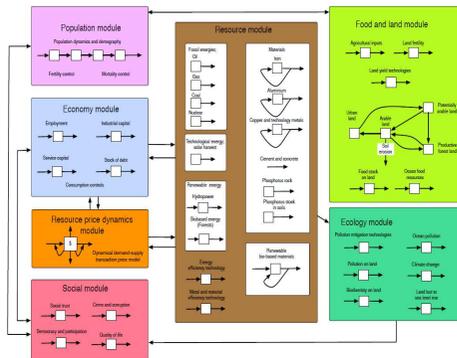
Globale Modellierung der Nachhaltigkeit

• WORLD 6 model

- System dynamics model
- Global level, top-down, society system model, linked supply of materials, metals, phosphorus, food, energy and economy
- Demographics, social dynamics, population
- Global market supply-side and market price estimation

• GINFORS³ model

- Account-based transaction matrix model
- Bottoms-up regional aggregation
- Commodity transactions (60) and services (40) model, globally agglomerated from 40 regional sub-models.
- Bottom-up demand-side estimation



| | Energy Source is | Materials use is | Environmentally | Production and use is (socially) | Totally |
|------------------|---------------------|------------------|------------------|----------------------------------|---------|
| | sustainable? | | | | |
| Photovoltaic | Yes | Limits | Yes | Yes | Limits |
| Wind energy | Yes | Limits | Can be by design | Can be by design | Limits |
| Electric vehicle | Can be by design | Limits | Can be by design | Yes | Limits |
| Fuel cells | Can be by design | No | Limits | Yes | No |

Quelle: Sverdrup 2016

Das Umweltbundesamt arbeitet an dem Thema

RTD

**Transformationsprozess zum
Ressourcenschonenden und
Treibhausgasneutralen Deutschland**



INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG



Fraunhofer
IWES



Sustainable Solutions
Germany-Consultants
GmbH



CONSIDEO

Zwischenfazit

- Klimaschutzstrategien lassen sich nicht losgelöst von Ressourcenfragen entwickeln
- Der Lösungsraum für Klimaschutzoptionen wird durch die Ressourcenfrage eingeengt
- Kreislauf-, Recycling- und Stoffstrommanagementsysteme sind daher unverzichtbare Elemente jeder globalen Klimaschutzstrategie

Ausblick

- Der Abfallbereich spielt weder bei organischen noch bei anorganischen Abfällen eine signifikante Rolle für den Klimaschutz in Deutschland.
- Das wird sich auch in Zukunft nicht ändern.
- Allerdings kann die Frage der Ressourcenverfügbarkeit das technische Portfolio der Klimaschutzoptionen einschränken; hier wird es entscheidend darauf ankommen, inwieweit Kreislauf- und Recyclingprozesse diese Einschränkungen minimieren.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Prof. Dr. Uwe Leprich

uwe.leprich@uba.de