



独Energiewende(エネルギー大転換)

2015年独電力市場の姿

【独シンクタンクAGORA Energiewende社の報告書より抜粋】

2016年1月26日

(株)国際社会経済研究所

研究主幹 安孫子賢一

情報入手元リンク：“2015 was a record year for renewable energies, power production and power exports in Germany”【検索】
<http://www.agora-energiewende.de/en/press/agoranews/news-detail/news/2015-was-a-record-year-for-renewable-energies-power-production-and-power-exports-in-germany/News/detail/>

1. 再エネ電力比率が大幅増、史上初の32.5%を達成：

風力発電量が前年比50%増などもあり、再エネ全体で全電力消費の1/3近くのシェア（32.5%）を獲得。他のすべての電源のシェアを凌駕。（発電量ベースでは30%）

2. 石炭火力発電電力の国外輸出が過去の最高値を更新：

再エネ発電量が記録的な増加を見せる中、石炭（褐炭・石炭）火力発電量も前年と変わらぬ発電量を記録。そのほとんどは国外に輸出され、輸出された電力は過去最高の60TWh、前年比50%増となった。輸出量は独全体の発電量の10%を記録。

3. エネルギーシステムの脱炭素化は停滞：

2015年のCO2排出量は2014年とあまり変わらず、石炭火力発電所の稼働も影響してエネルギー関連CO2排出量の数値を取ると、前年比若干の増。
今後の電力、熱、交通部門における脱炭素化の動きを加速しないと、気候変動対応のCO2排出量目標に到達しない恐れ大。

4. 卸売電力価格はさらに下降：

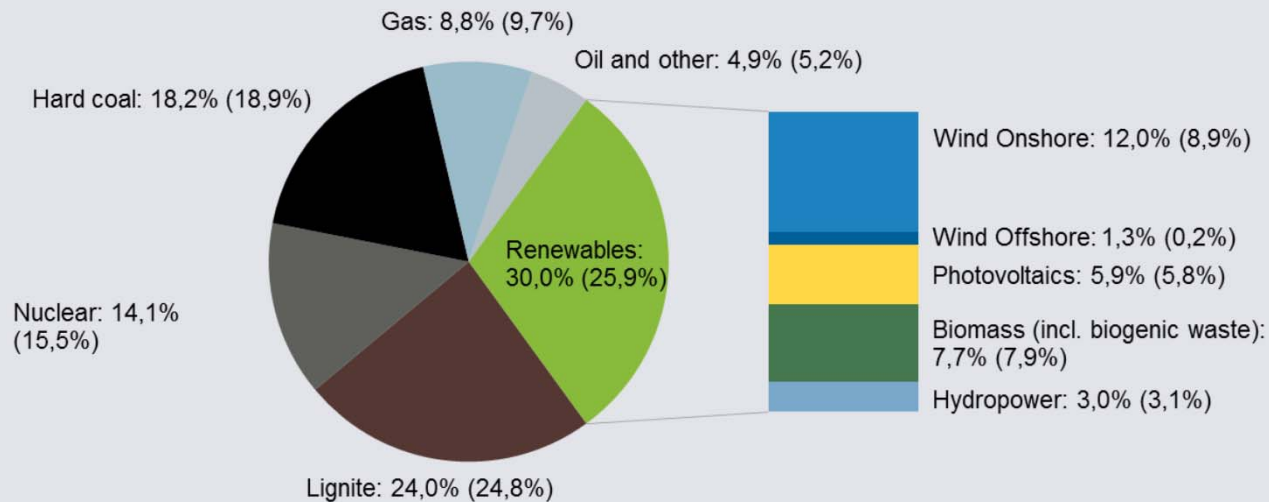
2015年にメガワット時平均31.60ユーロを記録したドイツの電力卸売り価格は北欧の価格に次いで、欧州で2番目に安い価格となった。今後は30ユーロ迄下降することを予測。家庭向け電力価格は、2016年には2014年レベルに再び若干のアップ。

主要10ポイント（2015年）

- 1. 再生電力の比率が最高値** : 再生全体で全電力消費の32.5%。全発電量の30%を記録。特に風力発電が前年比5割増。
- 2. 電力消費量** : 2014年比若干増。連邦政府の電力消費量削減目標は2008年から2020年までに10%削減なのでさらなる削減努力が必要。
- 3. 従来の発電** : 原子力、ガス発電量は前年比減。ただし石炭褐炭発電はほぼ前年並み。再生電力が国内消費に充てられている中、石炭褐炭発電電力の多くは国外に輸出する傾向が加速している。
- 4. 気候変動対応** : CO2排出量は前年比横ばい。温室効果ガスは前年比若干増。1990年比26%の減になっているが、2020年までに40%削減の目標の達成が危ぶまれる状況に。
- 5. 電力輸出** : 欧州内では二番目に安い電力卸売価格を記録しているドイツ電力市場からは、オランダ、オーストリア、フランスに大量の電力が輸出され、前年比5割増の61TWhの電力が輸出された。
- 6. 電力価格** : MWh当たり平均卸売電力価格が31.60ユーロを記録。2016年には30ユーロに到達を予測。
- 7. 電力の調整** : 余剰電力の調整のため、マイナス価格で取引を行った時間は2014年の64時間に対し、2015年は、126時間と倍増。マイナス価格レベルは2014年の平均マイナス15.55ユーロから9ユーロに回復。
- 8. 記録的な一日** : 2015年8月23日午後1時～2時にかけて再生電力のシェアが83.2%の最高値を達成。全電力需要を充足。2015年3月20日部分日食の日であっても、ドイツ全土の太陽光発電は順調に稼働することを実証。
- 9. 世論調査** : 90%の国民がドイツのエネルギー政策（Energiewendeエネルギー大転換）を重要、大変重要と評価。太陽光発電には85%、風力発電には77%が支持。原子力、石炭発電には5%の国民のみが支持。
- 10. 2016年の見込み** : 原子力発電がシェアをさらに落とす一方、再生電力のシェアは風力発電の増により、さらに拡大。卸売電力価格はさらに下落するが、FITへの補助などがあるため、家庭用電気料金は、少し上がり2014年のレベルに。

電力需給 (1) 発電源別シェア

- 再エネ発電のシェアが全発電量の30%の最高値を達成。
- 褐炭火力発電等を抑え、電源としてNo 1の位置を堅持。
- 再エネ発電源の中では風力発電が2014年比50%増と大幅増。太陽光発電その他はほぼ横ばい。

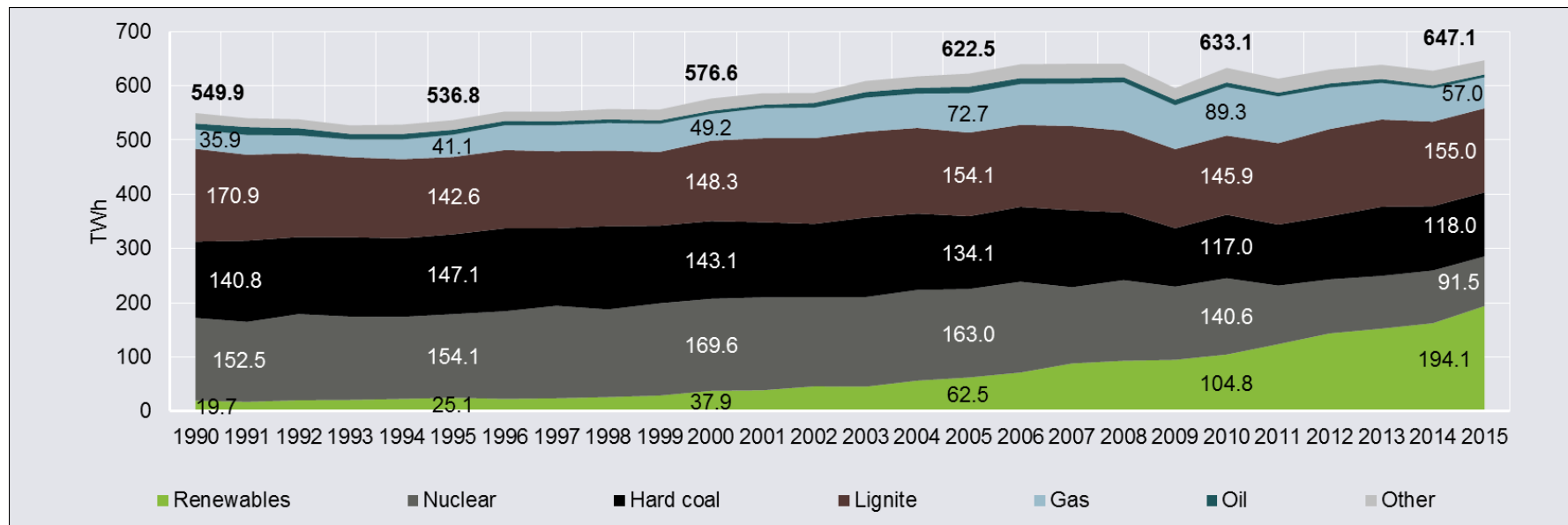


()内は2014年実績

出典: AG Energiebilanzen 2015

電力需給 (2) 発電量の推移

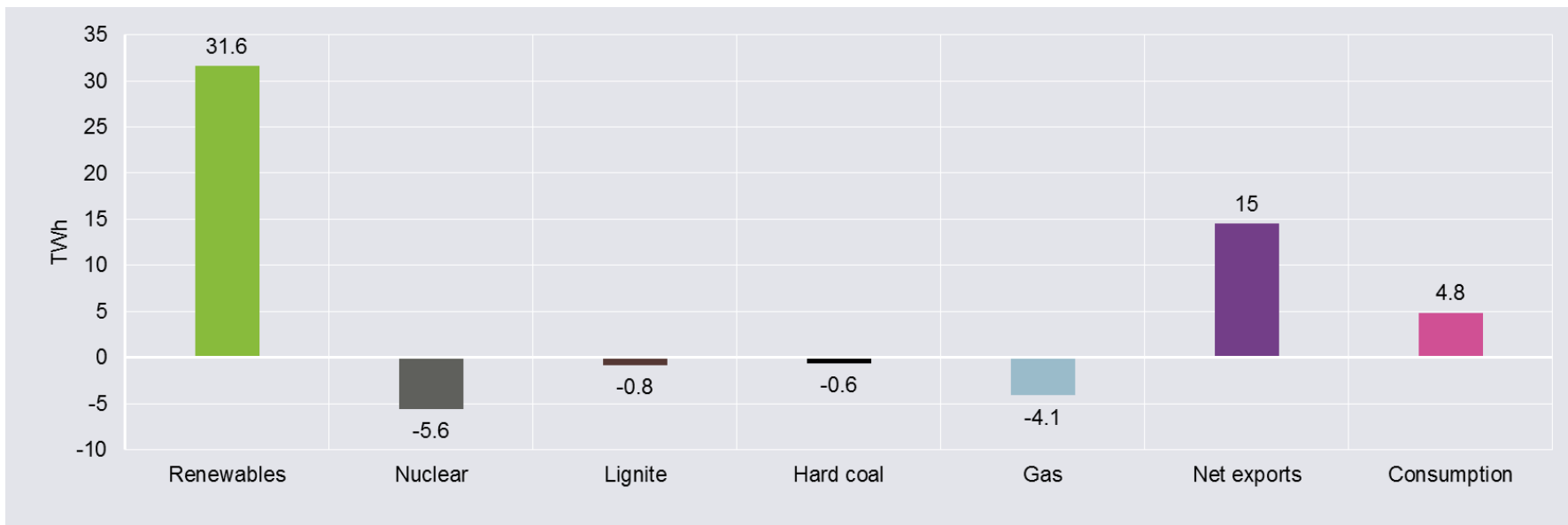
- 2015年発電総量は、647.1TWhと今までの最高値を記録。(2014年比3%増)
- 再生エネルギー発電量は原子力発電のピーク時の発電量を越えるまでに拡大。
- 褐炭/石炭発電がほぼ横ばいの中、原子力発電はさらに発電量を減らし、ガス火力発電は褐炭・石炭発電のコストと比べ、割高なため、発電量をさらに落とすこととなった。



出典: AG Energiebilanzen 2015

電力需給 (3) 2014年から2015年への変化

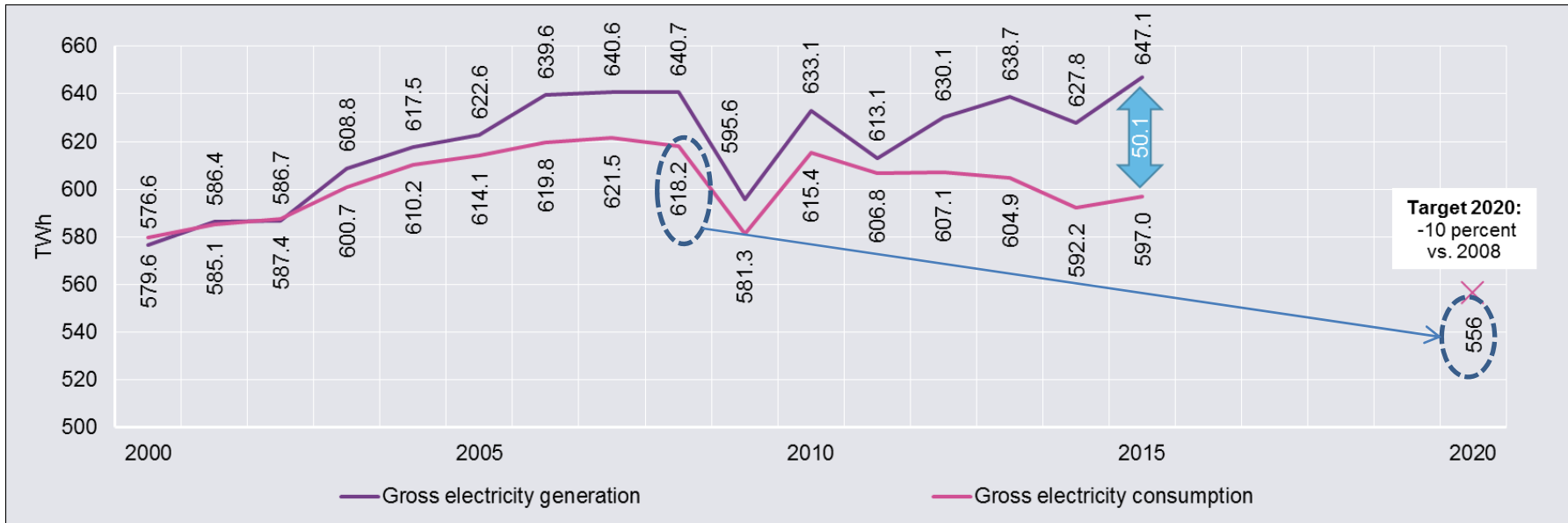
- 2014年から2015年の発電量の電源別変化をみると、再エネが大幅な増加を記録する中、原子力、ガス火力発電が発電量を大きく落とした。
- 褐炭・石炭火力発電は、依然として安価な褐炭・石炭と、低迷するEU排出権取引価格を使うことによりメリットオーダー市場（限界コストの安い電力から取引が実施される市場）でも、取引が成立し、その多くは国外に輸出された。



出典: AG Energiebilanzen 2015

電力需給 (4) 発電量と消費量の相関

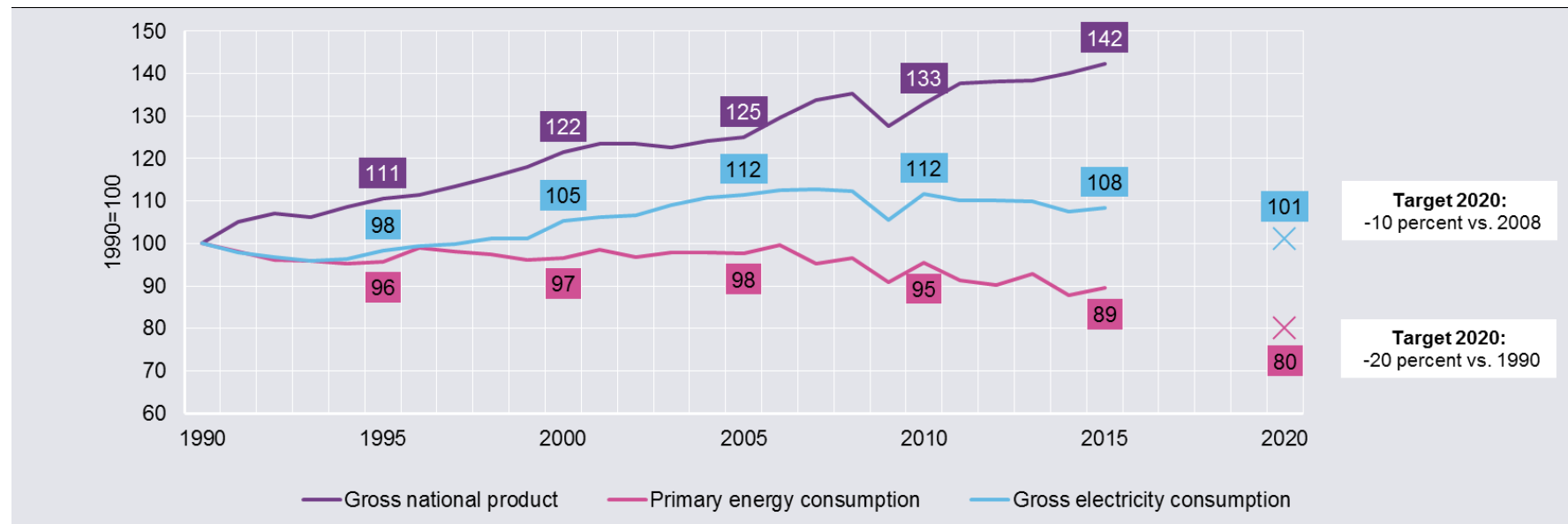
- 発電量が最高記録（647.1TWh）を記録する中、電力国内消費は2014年比、冬の気温が低かったため、2015年は若干増えたものの、傾向としては、消費量（2014年597TWh）が減る傾向は変わらず、発電量と消費量の差は拡大することになった。
- この差の拡大はドイツよりの電力輸出の増と言う形となった。
- ドイツ政府は2020年までに2008年比、10%の電力消費削減を目標としている。



出典：AG Energiebilanzen 2015

電力需給 (5) デカップリングの進展

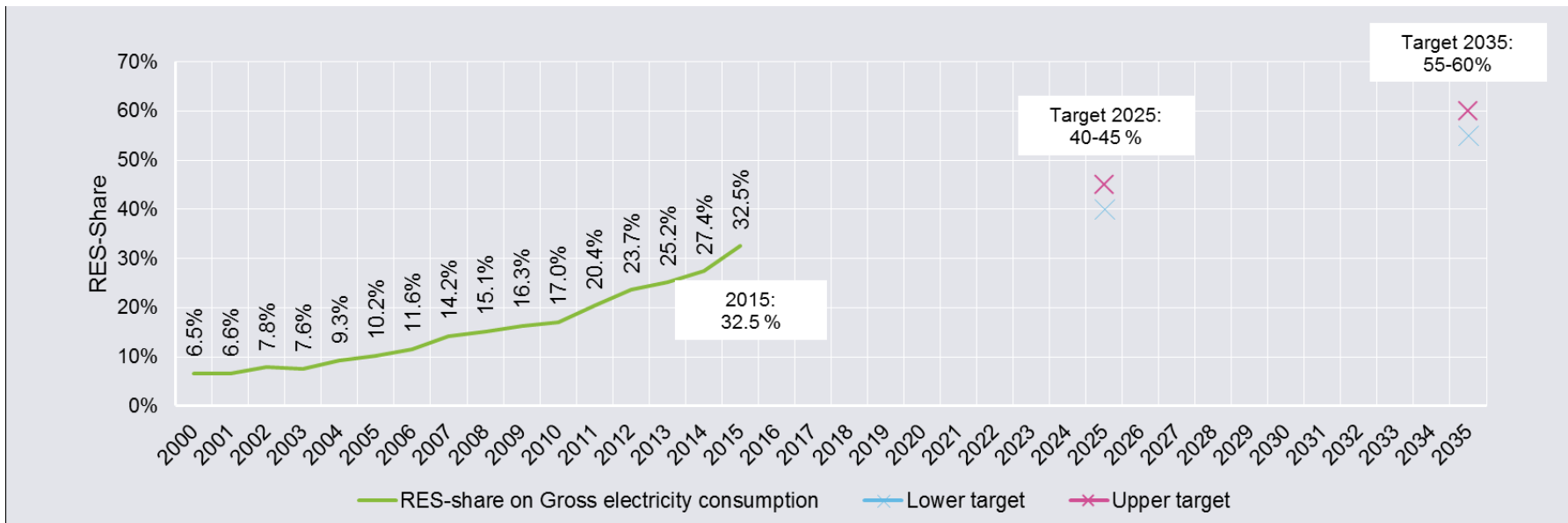
- ドイツ政府は経済成長（GNP）を継続しながら、一次エネルギー【および電力消費量】を削減させる「デカップリングDe-Coupling政策」（経済成長とエネルギー消費をどんどん離していく）をとっている。
- 右肩上がりの経済成長（紫色）の線に対し、電力消費量（水色）の線と一次エネルギー消費量（赤）の線が右肩下がりになっていて、デカップリングが伸展していることがわかる。
- エネルギーの効率化、省エネルギー化を進展させようというのはEUとしてもエネルギー政策の基本。



出典: AG Energiebilanzen 2015

電力需給 (6) 電力消費に占める再エネ電力の比率

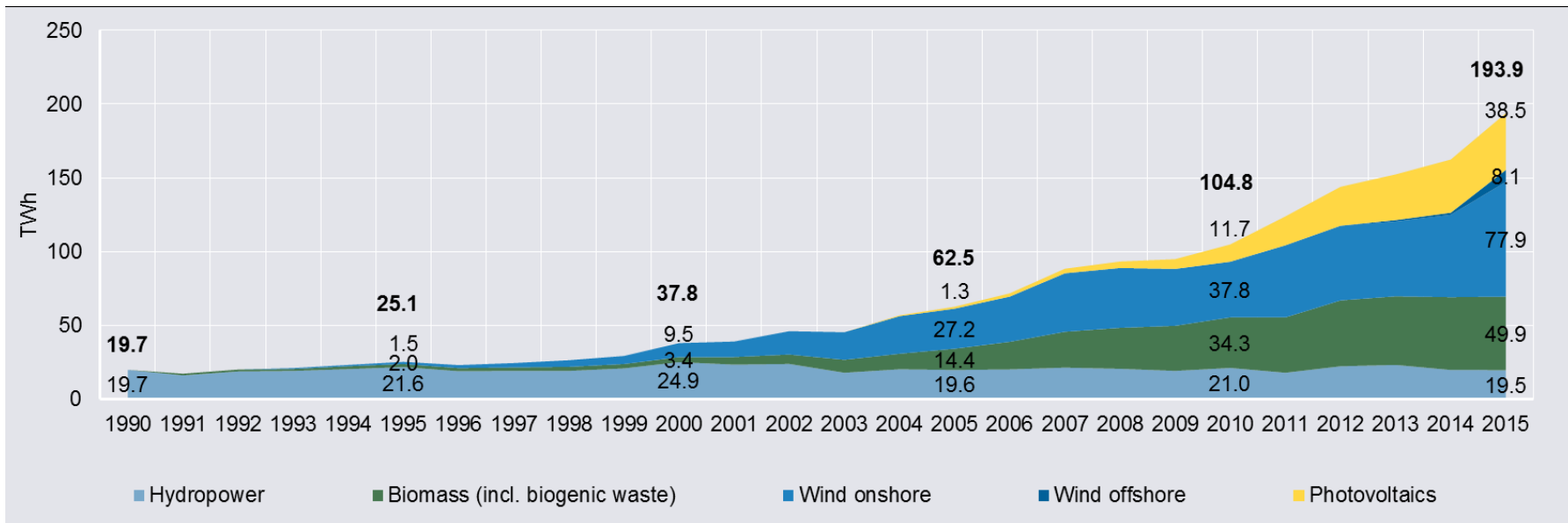
- 2000年に再エネ促進のための固定価格買取制度を導入した時点では、電力消費量に占める再エネ発電量のシェアは6.5%だったが、2015年は2014年比5ポイントアップの32.5%と最高値を記録。
- ドイツ政府の大目標は2050年時点で再エネ電力のシェアを80%であるが、中間目標として2025年の時点では40~45%、2035年の時点では55~60%と設定されている。



出典: AG Energiebilanzen 2015

電力需給 (7) 再生電力の内訳 (1990年～2015年)

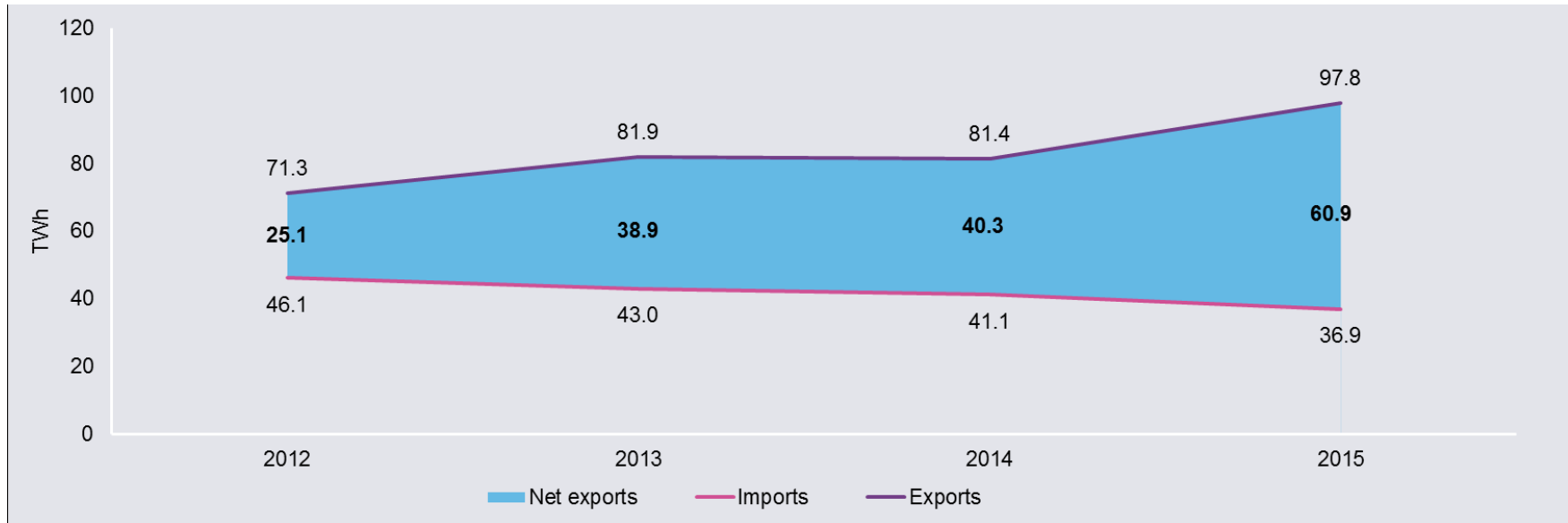
- 1990年時点での再生電力(19.7TWh) との比較で、2015年にはその10倍に近い193.9TWhの再生電力を記録している。
- 独政府はその中でも風力発電の促進を図っており、その方針に沿って風力発電は2014年の57.3TWhの50%増となる86.0TWhを記録している。
- 再生電力の中では風力発電（陸上洋上）が44%、太陽光発電が20%、バイオマスが26%、水力発電が10%という構成比になっている。



出典: AG Energiebilanzen 2015

電力取引 (1) 輸出入バランス

- 2015年中、ドイツの電力純輸入量が36.9TWhだったのに対し、電力純輸出量97.8TWhとなり60.9TWhの電力が国外に輸出された。
- ドイツの2015年発電総量は、647.1TWhであったので、総発電量の10%は国外への輸出されたことになる。(商用ベース)
- ドイツは隣国との間で太い連携線を維持しているため、中継地として、例えばフランスからドイツを通過して、スイスに電力が物理的に流れると言った数字を公表している統計資料もあるので注意が必要。

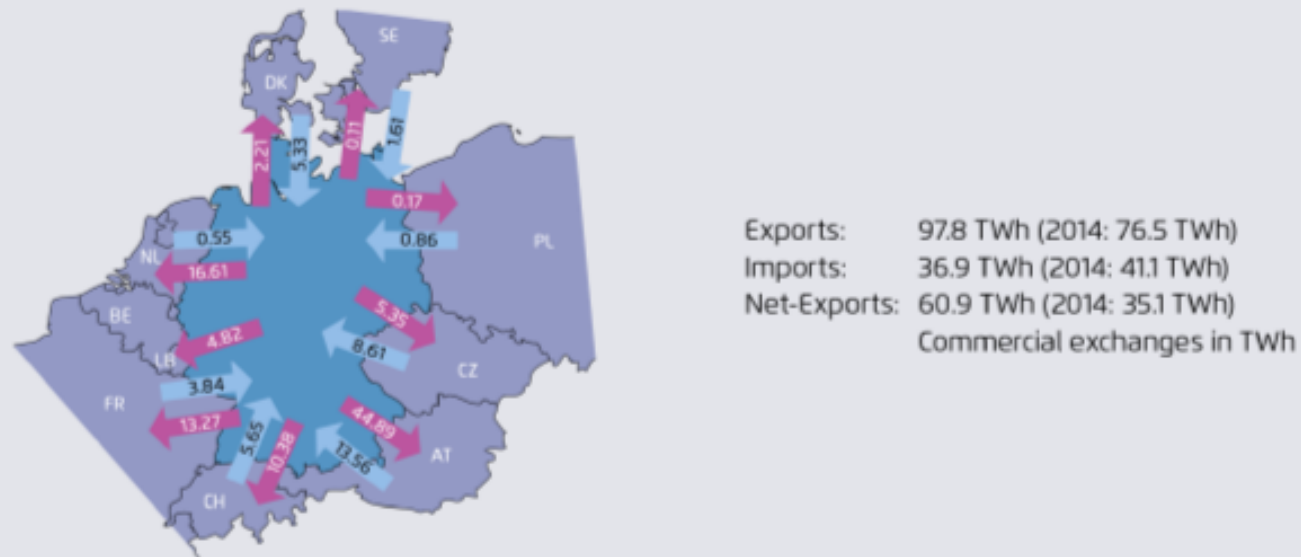


出典: ENTSO-E 2015に基づき作成: 物理的な電力の流れではなく、商用取引対象の電力の流れ

電力取引 (2) 隣国との取引

- 隣国との電力取引のバランスを表した地図であるが、ドイツからの輸出先としては、オーストリア (44.89TWh)、オランダ (16.61TWh)、フランス (13.27TWh) が三大輸出国となっている。
- 【安孫子注記】よく一部の論評ではドイツは大量にフランスの原子力発電電力を輸入しているということが言われるが、商用ベースの取引はドイツが9.43TWhの大幅輸出超過となっている。
【この誤解は「ただ物理的に」フランスから、ドイツを経由してスイスやイタリアに流れる電力を含めて計算しているケースが多い】

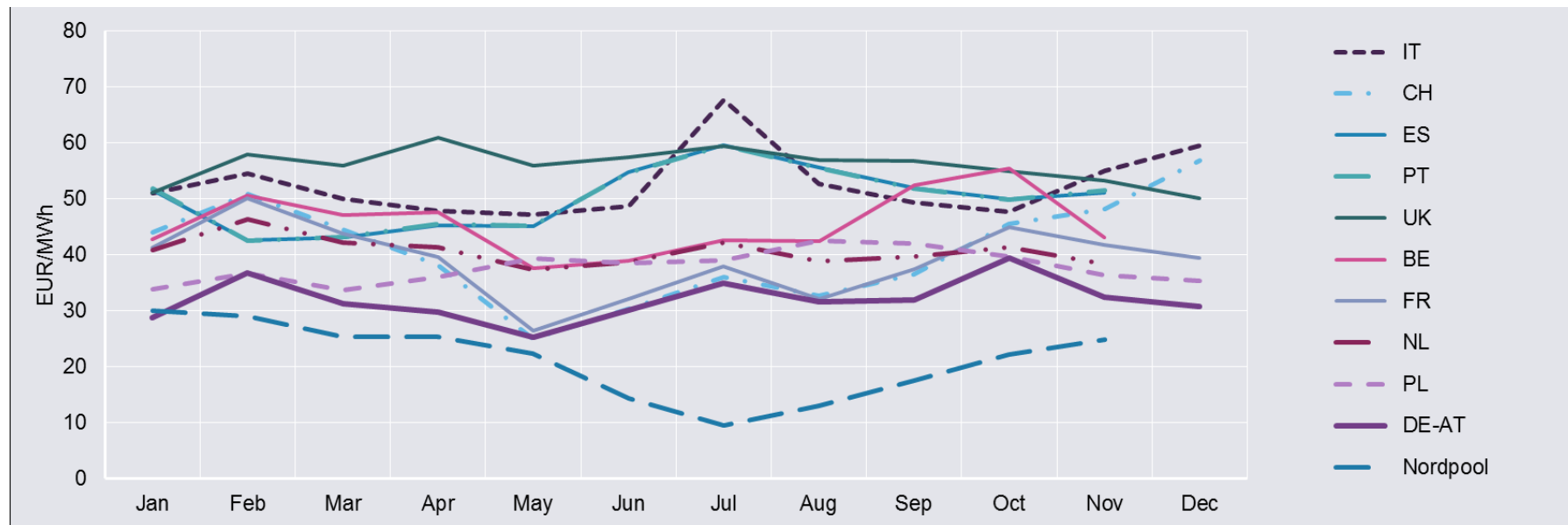
Trade flows with neighbouring countries 2015



出典：ENTSO-E 2015に基づき作成： 物理的な電力の流れではなく、商用取引対象の電力の流れ

- 欧州各国で運用されている電力市場における卸売電力価格の年間推移を比較を行った下図をみるとドイツが参加している電力市場（DE-ATと表記されているEPEX市場で、ドイツ以外に、フランス、オーストリア、スイス、ルクセンブルグが参加）の卸売電力価格は北欧諸国のNordpool市場における価格に次いで欧州内で二番目に低い価格になっていることが分かる。
- ドイツ電力が低価格で取引されていることが、ドイツの電力輸出増の理由となっている。

欧州電力市場における卸売電力価格（翌日渡し）

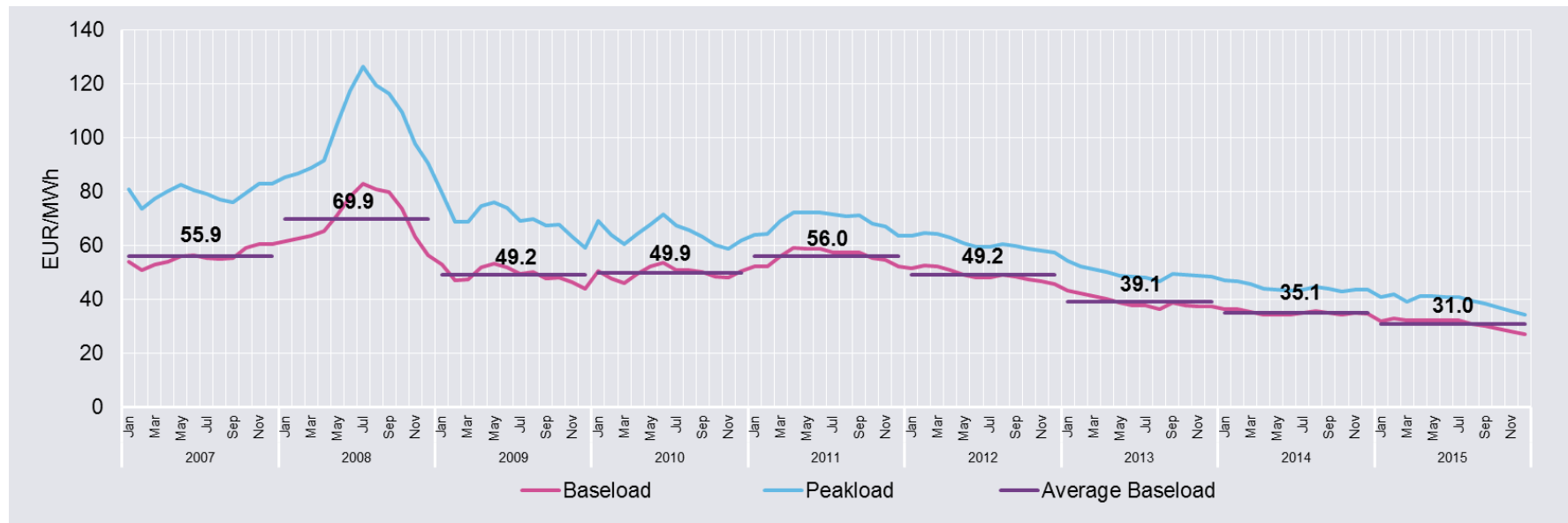


電力市場：EPEX 2015 BELPEX 2015, OMEL 2015, GME 2015, Nordpool2015, APX Power 2015, PolPX2015, Quandl2015

電力取引 (4) 卸売1年先物電力価格の推移

- 電力市場における卸売電力価格の2007年からの推移をみると、2008年時点の平均価格メガワット時69.9ユーロから、毎年継続して下降線をたどり、2015年には31ユーロにまで平均価格が減少して来ている。
- 先物市場の価格の動向をみていると、2016年にはさらに価格が下がり、メガワット時30ユーロに到達することが予想されている。

独電力市場における卸売電力価格（先物渡し）

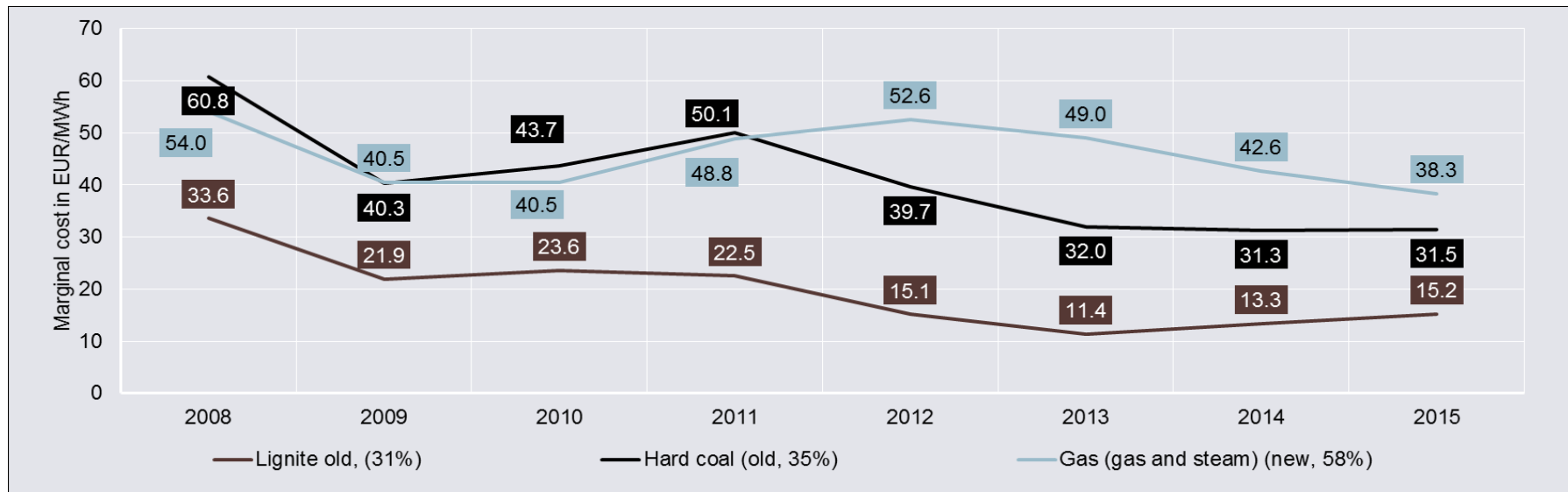


出典: AG Energiebilanzen 2015

電力取引 (5) メリットオーダー市場における価格比較

- ドイツの電力市場はメリットオーダー制度で運用されていて、古い火力発電所（褐炭、石炭）がコストの安い褐炭、石炭を使い、また安値で取引されるEUCO2排出権証書（CO2 1トン当たり7.5ユーロ）を購入し、操業を継続し、市場では再エネ、原子力に次ぐ位置を確立している。
【EU排出権証書の価格が高騰すれば、限界コストがアップするため、操業ができなくなると予想されている】
- CO2排出の比較的少ないガス火力発電はコスト面で石炭火力発電に追いつかず苦戦している。

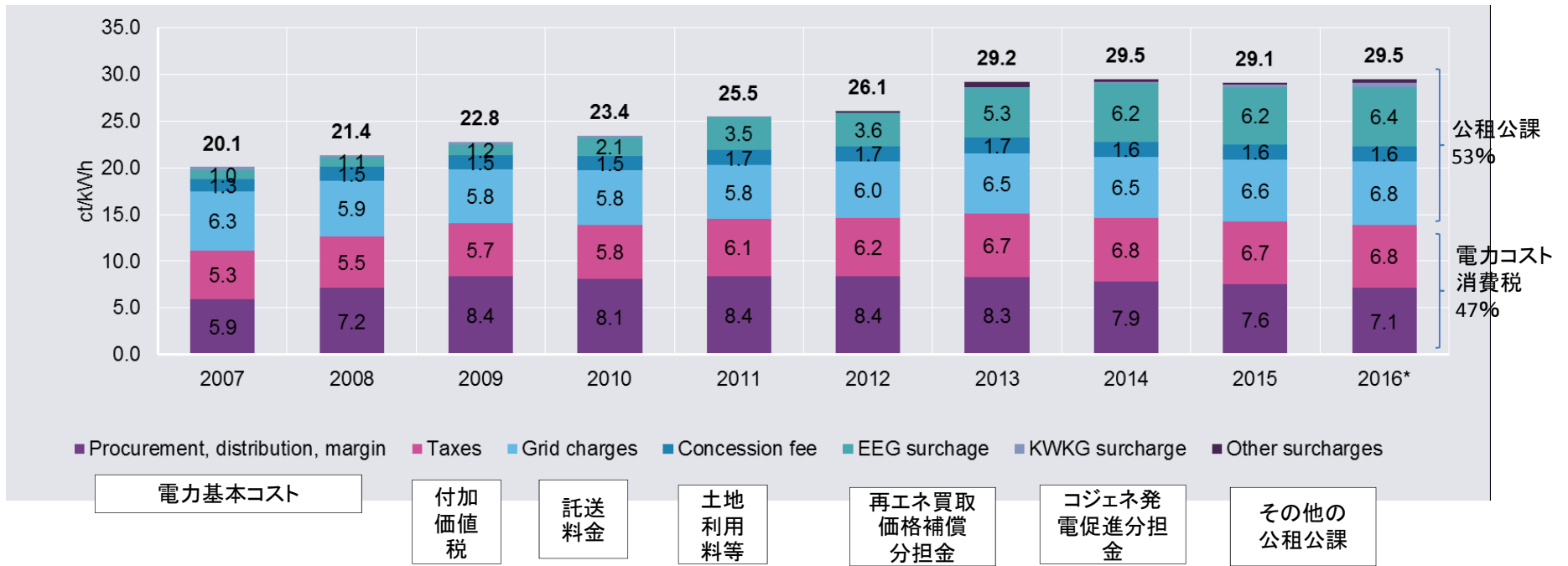
注記：メリットオーダー（merit order）とは、様々な種類の発電所を発電コストの安い順に並べたものを指す。このときの発電コストとは、経済用語で言うところの「限界コスト（発電量を一単位（1kWh）だけ増加させたときの増加費用）」であり、主として火力発電所の燃料コストが相当する。1日の中で刻々と変化する電力需要を満たすには、発電コストの安い発電所から順番に運転することが最も経済的であるため、電力会社は特別な理由がない限り、メリットオーダーによる発電を行う。実際のメリットオーダーの並びを見ると、まったく燃料費の掛からない水力発電や風力・太陽光・地熱発電が最初に置かれ、続いて原子力発電が来る。火力発電はその次であり、燃料種別や発電効率により細かな順序が決まるが、おおまかには石炭火力、ガス火力と続き、最後に重油火力の順番となる。<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/WORD/20130121/261302/?rt=nocnt>より引用。



出典：BAFA 2015b, BAFA 2015c, DEHSt2015, EEA 2015, Lazard2015, Statistisches Bundesamt 2015, UBA 2015より作成

電力取引 (6) 一般家庭用電力価格の構成と推移

- 家庭用電力の価格は固定価格買取経費他の公租公課賦課金が増えているため、電力コストが年々減少してはいるが、全体では2016年は再び若干の増加が予測されている。
 - 電力コスト【含む消費税】は全体の47%であり、その他の公租公課が53%と構造的に再エネ発電推進のための分担金等の負担が重くなっている。【再エネ買取価格補償の分担金だけ見ても2016年には6.8ユーロセントをみており、全体の23%を占めている。】
- (全体の傾向はこの図で良いと思うが、構成要素の数字が若干安孫子の理解と異なるところがあるため次のスライドでbdew (ドイツエネルギー水道事業連盟) 発表の別の資料で内容の確認を行うこととする。)



出典: BNetzA2015資料より独自作成

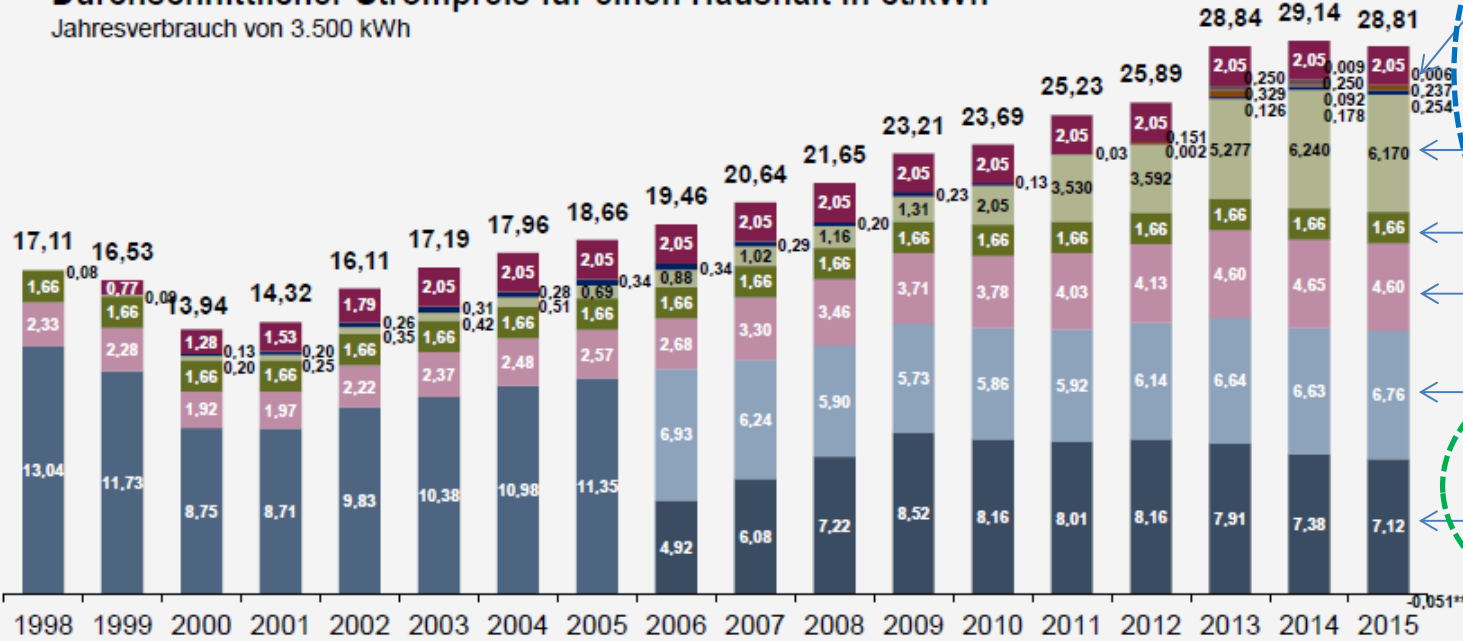
電力取引 (6) 一般家庭用電力価格の構成と推移

参考資料



Strompreis für Haushalte

Durchschnittlicher Strompreis für einen Haushalt in ct/kWh
Jahresverbrauch von 3.500 kWh



公租公課 (52%)

- その他の公租公課
 - 電力税 (2.05)
 - 洋上風力促進割増 (0.006)
 - 19条割増 (0.237)
 - コジェネ促進割増 (0.254)
- 再エネ買取価格補償 EEG-分担金 (6.170)
- 土地利用料 (1.66)
- 付加価値税 (4.60)

電力コスト (48%)

- 送電グリッド費 (6.76)
- 電力基本コスト (7.12)

■ Beschaffung, Netzentgelt, Vertrieb
 ■ Netzentgelt inkl. Messung, Abrechnung, Messstellenbetrieb
 ■ Konzessionsabgabe
 ■ KWK-Aufschlag
 ■ Offshore-Haftungsumlage
 ■ Stromsteuer

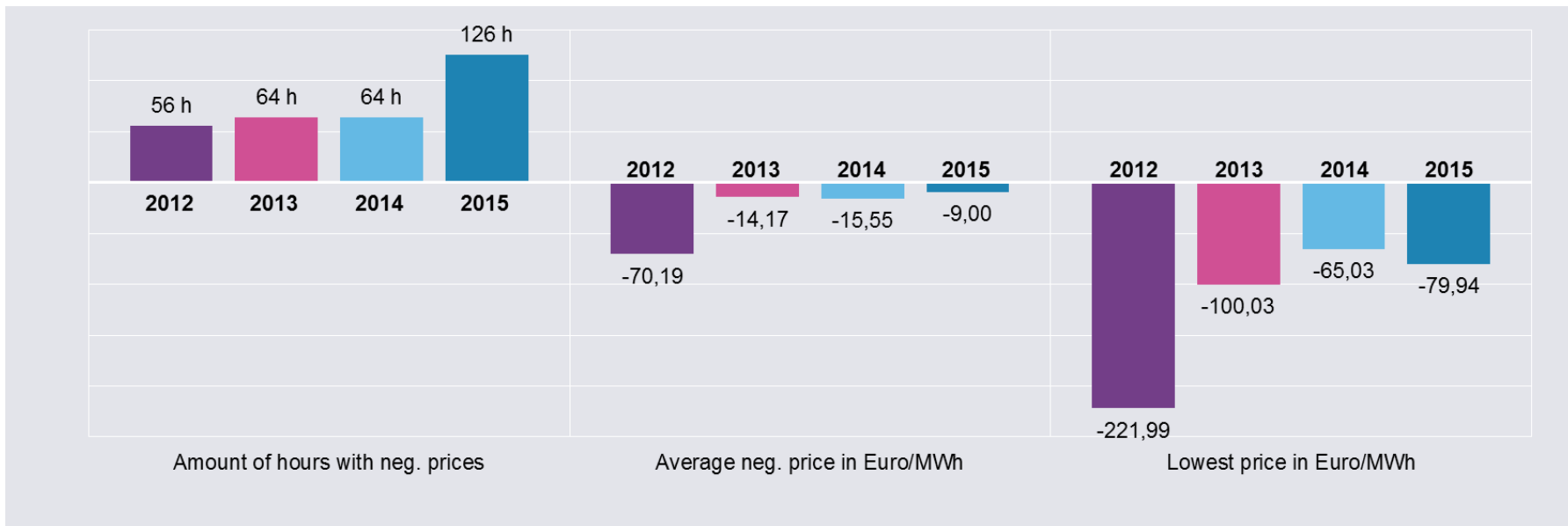
■ Beschaffung, Vertrieb
 ■ MwSt.
 ■ EEG-Umlage*
 ■ §19 StromNEV-Umlage
 ■ Umlage f. abschaltbare Lasten

* ab 2010 Anwendung AusgleichMechV **Offshore-Haftungsumlage wegen Nachverrechnung negativ Quelle: BDEW, Stand: 02/2015

BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

電力取引 (7) マイナス価格での取引時間と価格レベル

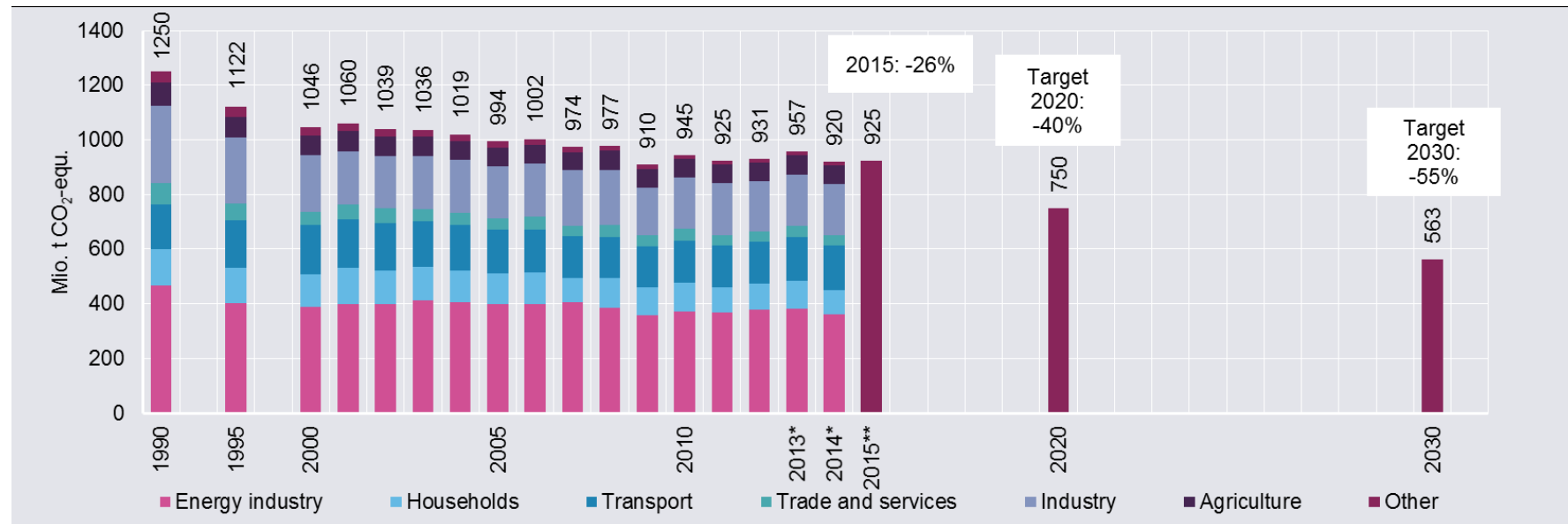
- 2015年におけるマイナス価格での電力取引を実施した時間は126時間に達し、前年比2倍となった。
- ただしマイナス価格の平均は、前年よりもさらに減少し、マイナス価格の影響を少なくする結果となった。



出典: EEX 2015

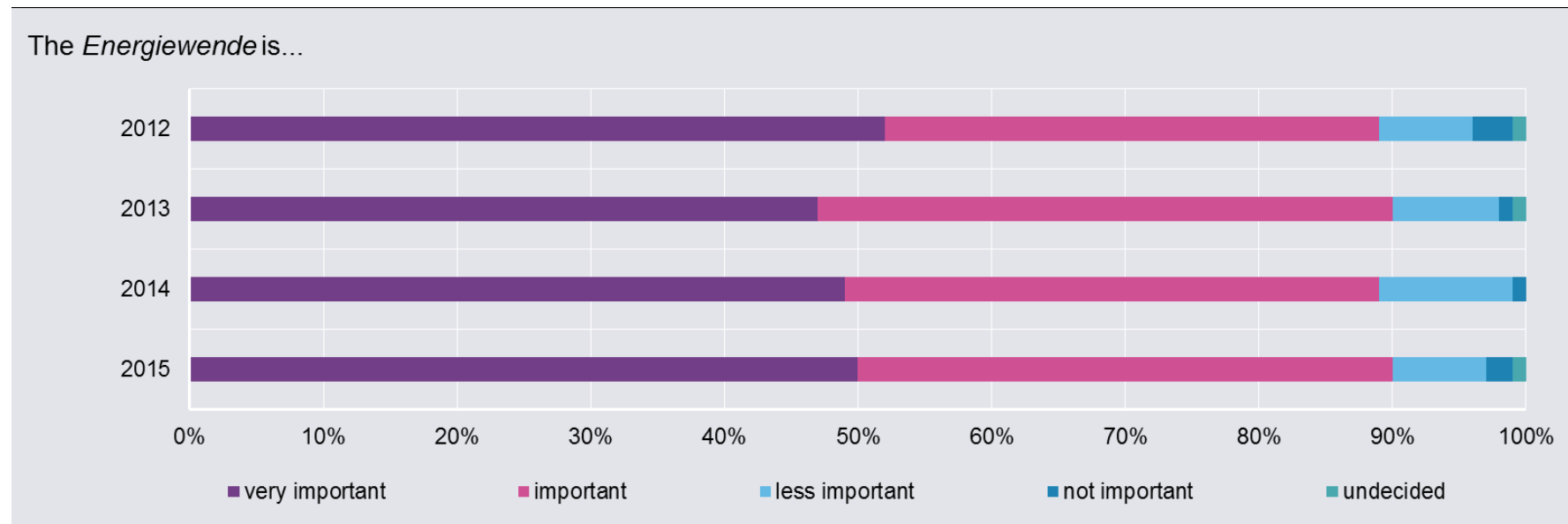
気候変動対応 (1) 温室効果ガス排出量の推移

- ドイツ連邦政府は温室効果ガスの排出量の削減目標を。1990年比、2020年の時点で40%、2030年の時点で55%と設定している。
- 2015年の温室効果ガスの排出量は、厳しい冬の影響もあり、925百万トンとなり、前年比増を記録。
- 発電部門、家庭での断熱、交通部門におけるエネルギー消費の削減、脱炭素化が一層求められる状況となっている。(発電部門ではCO₂を大量に排出する褐炭・石炭火力発電所の操業抑制が大きな課題である。)



出典: UBA 2015b

- 家庭向け電力等の高騰はあるが、ドイツのエネルギー政策（Energiewendeエネルギー大転換）に対する支持は、90%と安定した率を保っている。

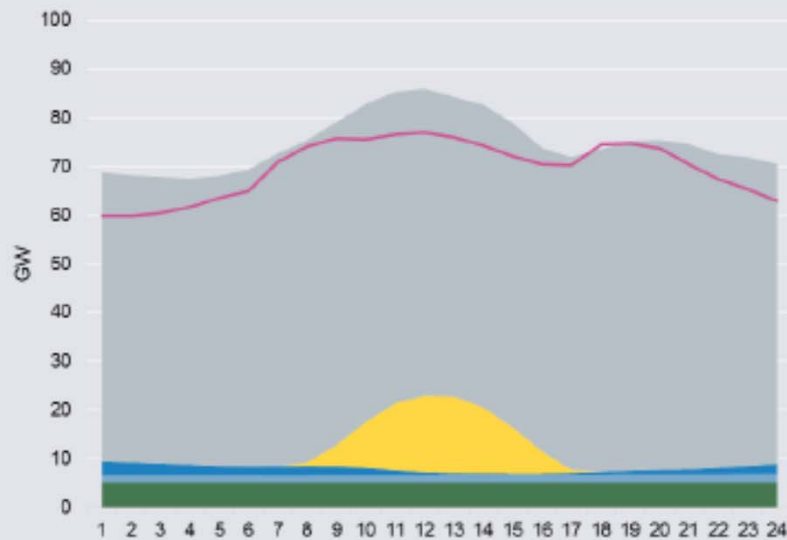


出典：BDEW Energiemonitor 2012, 2013, 2014, 2015

再エネの電力需要に占めるシェア（2015年最低値/最高値）

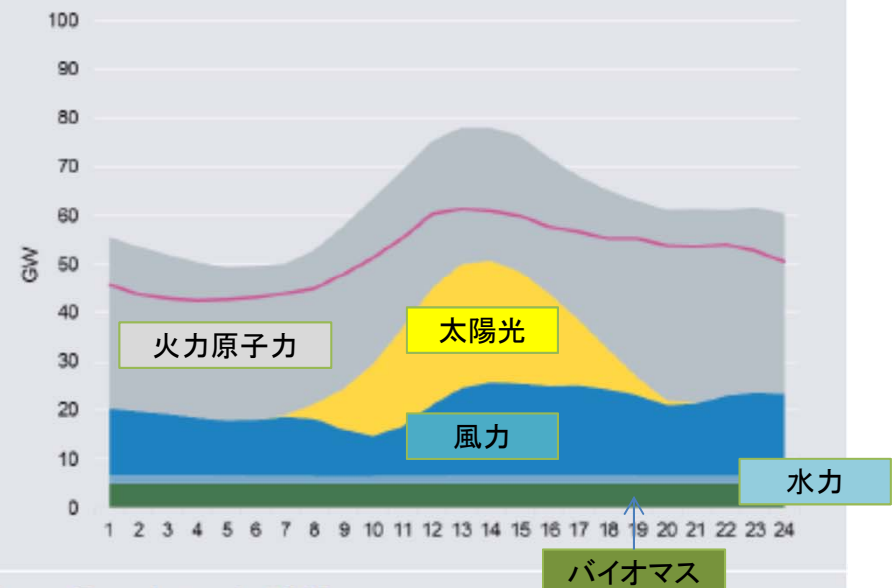
- 2015年における再エネ電力の占めるシェアの最高値と最低値は：
 - 最高値： 83.2% （史上最高） 2015年8月23日
 - 最低値： 9.9% 2015年11月3日

Minimum renewables share on 3 November, 5pm: 9.9 percent



Agora Energiewende 2015

Maximum renewables share on 23 August, 1pm: 83.2 percent



Agora Energiewende 2015