

## **SZEN-15**

# **Aktuelle Szenarien der deutschen Energieversorgung unter Berücksichtigung der Eckdaten des Jahres 2014**

**Kurzexpertise**

**für den**

**Bundesverband Erneuerbare Energien e.V.**

**- Zusammenfassung -**

**Dr. Joachim Nitsch**

**Stuttgart, 19. April 2015**

## Zusammenfassung

Ein **trendorientiertes Szenario SZEN-15** beschreibt die Wirkungen der derzeit von der Bundesregierung formulierten energiepolitischen Aktionsprogramme und Planungen. Für die erforderliche verstärkte Steigerung der Energieeffizienz wird von einer zusätzlichen Wirkung des Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE) und des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 ausgegangen, jedoch wird bis 2020 maximal eine Verdopplung des bisherigen Minderungstrends unterstellt. Für den Windausbau an Land werden drei Varianten angenommen. In der Variante „**Korridor**“ wird der EEG-Korridor (2500 netto) exakt eingehalten; in der Variante „**Korridor Überschreitung**“ liegt der Nettozubau – wie auch derzeit - über den EEG-Vorgaben; in der Variante „**Korridor Unterschreitung**“ wird mit dem ab 2017 vorgesehene Ausschreibungsverfahren ein deutlicher Einbruch des Zubaus angenommen. Der sich abzeichnende Rückgang bei der Fotovoltaik und die faktische Blockade bei Ausbau der Biomassestromerzeugung werden ebenfalls modelliert; nach 2020 werden die Zubauraten sinn gemäß fortgeschrieben.

„Maßstab“ für einen erfolgreichen Umbau der Energieversorgung im Sinne eines wirksamen Klimaschutzes ist im Vergleich dazu das **Szenario SZEN-15 „100“**. Es modelliert eine Energieversorgung, die die Reduktionsziele des Energiekonzepts 2011 für die Treibhausgasemissionen (THG) mittels einer ausgewogenen Kombination von Effizienzsteigerungen und EE-Ausbau in allen Sektoren sicher erreicht und langfristig das obere Treibhausgasminderungsziel von -95% verwirklicht. Dazu ist eine nahezu 100%ige EE-Energieversorgung erforderlich.

### Ergebnisse im Überblick

Nach einem Anstieg der THG-Emissionen zwischen 2011 und 2013 ist das Emissionsniveau in 2014 wieder gesunken und beträgt 912 Mio. t/CO<sub>2äquiv</sub>/a. Die Emissionsminderung gegenüber 1990 beträgt knapp -27% (2013: -24%). Zwei Drittel der seit 1990 erreichten CO<sub>2</sub>-Minderung von 245 Mio. t CO<sub>2</sub>/a wurden durch den Ausbau der EE bewirkt und dort zu knapp 75% durch den Ausbau der EE-Stromerzeugung. In den Szenarien wird von einem zukünftigen „Aufholen“ des Effizienzbeitrags ausgegangen. Um das Reduktionsziel für 2020 von -40% gegenüber 1990 zu erreichen, muss eine weitere Emissionsminderung von 161 Mio. t CO<sub>2äquiv</sub>/a bis 2020 erfolgen. Im Szenario SZEN-15 „Korridor“ wird eine Minderung von 110 Mio. t CO<sub>2äquiv</sub>/a erzielt, das Reduktionsziel also um rund 50 Mio. t CO<sub>2äquiv</sub>/a verfehlt, da sowohl bei der Effizienzsteigerung als auch beim EE- und KWK-Ausbau die Ziele des Energiekonzepts nicht erreicht werden (**Tab. 1**).

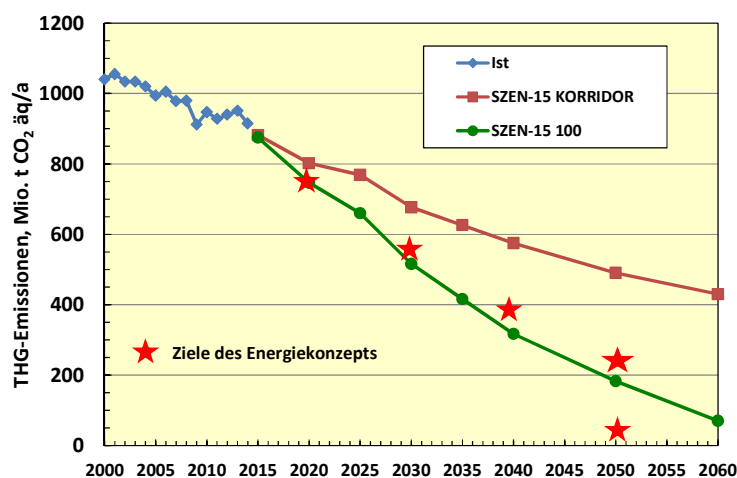
**Tabelle 1: Die wichtigsten Ziele des Energiekonzepts der Bundesregierung für 2020 und ihre Erreichung in den Szenarien**

Zielerreichung (%)	Verbrauchsminderung	Anteil EE-Gesamt	Anteil EE-Strom	Beitrag der KWK <sup>1</sup>	THG-Emissionen
Energiekonzept	-20	18	mind. 35	25	-40
SZEN-15 „Korridor“	-14	17	40	17	-35
SZEN-15 „100“	-17	20	43	19	-40

<sup>1</sup> Aktuell hat das BMWi das KWK-Ziel revidiert; der Zielwert von 25% soll sich nur noch auf die thermische (und nicht mehr auf die gesamte) Nettostromerzeugung beziehen (460 TWh/a statt bisher 570 TWh/a); dieses Ziel wird von SZEN-15 „100“ erreicht.

Im Szenario SZEN-15 „100“ wird das THG-Reduktionsziel 2020 erreicht (Abb.1). Das dynamischere Wachstum der EE kompensiert das auch in diesem Szenario bis 2020 nicht mehr erreichbare Ziel bei der Minderung des Primärenergieverbrauchs.

Bei Beibehaltung der im SZEN-15 „Korridor“ modellierten Trends wird das langfristige Klimaschutzziel 2050 mit einer Minderung von 60% erheblich verfehlt (**Abb. 1**). Ohne einen wesentlichen Beitrag der Effizienzsteigerung sind die Klimaschutzziele kaum erreichbar. Er muss innerhalb des nächsten Jahrzehnts eine ähnliche Wirkung erreichen, wie die CO<sub>2</sub>-Minderung durch den Ausbau der EE. Ändern sich die energiepolitischen Rahmenbedingungen nicht kurzfristig - insbesondere hinsichtlich wesentlich deutlicher Effizienzsteigerungen im Wärme- und im Verkehrssektor und hinsichtlich eines erheblich stärkeren Ausbaus von EE-Wärme - so werden im nächsten Jahrzehnt gravierende Kursänderungen erforderlich, um dann noch auf das angestrebte längerfristige Klimaschutzziel einschwenken zu können.



**Abbildung 1: Verlauf der gesamten THG-Emissionen und Entwicklung in den Szenarien SZEN-15 „Korridor“ und SZEN-15 „100“ im Vergleich zu den Zielen des Energiekonzepts**

## EE-Stromerzeugung

EE-Strom trägt derzeit mit rund 28% zum Bruttostromverbrauch Deutschlands bei. Das Wachstum der EE-Stromerzeugung ist nach wie vor hoch. Selbst im Szenario SZEN-15 „Korridor-Unterschreitung“ werden die angestrebten EE-Anteile der Koalitionsvereinbarung in 2025 mit 46% überschritten („Korridor“ = 48%; „Überschreitung“ = 49%) und auch noch in 2035 erreicht (**Tab. 2**). Zwar ist in den „Korridor“-Szenarien das kurzfristige Wachstum der EE-Stromerzeugung zufriedenstellend, vor dem Hintergrund der längerfristigen Zielsetzung, eine emissionsfreie Energieversorgung zu erreichen, ist dieses Wachstum jedoch unzureichend. Selbst höhere Werte im Stromsektor können die Defizite bei Wärme und Mobilität nicht kompensieren. Das zeigt der Vergleich mit dem Wachstum der EE-Stromerzeugung im Szenario SZEN-15 „100“. Hier werden in 2030 mit 417 TWh/a bereits zwei Drittel des Stromverbrauchs von EE bereitgestellt. In 2050 decken EE dann mit 794 TWh/a bereits 90% des Bruttostromverbrauchs.

Es ist festzuhalten, dass mit den Szenarien SZEN-15 „Korridor“ zwar die EE-Ziele in der Stromerzeugung erreicht werden können, die Ziele des Energiekonzepts für den gesamten Beitrag der EE (18% in 2020; 60% in 2050) aber nicht gewährleistet sind. Der Stromsektor ist der einzige Bereich, in dem die Energiewende bisher überhaupt stattgefunden hat: Im Verkehrssektor ist sie noch nicht angekommen und der Wärmemarkt wächst zu wenig. Das „De-

fizit“ an EE-Leistung (gegenüber SZEN-15 „100“) beträgt im Jahr 2020 bereits 9 GW. Es wächst bis 2030 auf 36 GW; bei länger anhaltenden Restriktionen werden es um das Jahr 2050 bereits rund 100 GW sein.

**Tabelle 2: EE-Stromerzeugung in den Szenarien und EE-Anteil am Bruttostromverbrauch**

	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2050	2060
<b>SZEN-15 „Korridor“</b>								
EE-Stromerzeug., TWh/a	161	233	285	332	365	404	478	559
Anteil an Bruttoverbrauch, %	27,8	39,7	48,3	56,2	60,2	64,8	71,2	75,6
<b>SZEN-15 „Korridor Überschreitung“</b>								
EE-Stromerzeug., TWh/a	161	237	293	344	380	417	492	574
Anteil an Bruttoverbrauch, %	27,8	40,4	49,6	58,0	62,6	66,9	73,4	77,7
<b>SZEN-15 „Korridor Unterschreitung“</b>								
EE-Stromerzeug., TWh/a	161	228	273	312	336	368	441	524
Anteil an Bruttoverbrauch, %	27,8	38,9	46,2	52,5	55,2	59,0	65,7	70,9
<b>SZEN-15 „100“</b>								
EE-Stromerzeug., TWh/a <sup>1)</sup>	161	249	332	417	496	587	794	1056
Anteil an Bruttoverbrauch, %	27,8	42,5	55,6	67,0	74,4	83,8	90,8	97,8

<sup>1)</sup> EE-Strom wird zunehmend „Primärenergie“ für Wärme- und Verkehrssektor

## Wärmesektor

Die Klimaschutzziele des Energiekonzepts erfordern längerfristig eine praktisch emissionsfreie Wärmeerzeugung. Die dafür erforderliche Veränderung der Wärmeversorgungsstruktur wird im Szenario SZEN-15 „100“ abgebildet. Die Einzelversorgung mit Heizöl und Gas verschwindet nahezu. EE-Wärme (Biomasse, Solarkollektoren, Umweltwärme und Geothermie) steigert ihren bisher geringen Anteil (10%) erheblich (**Tab.3**). Die Wärmebereitstellung mittels KWK-Anlagen in Wärmenetzen (fossil, Biomasse, Geothermie, längerfristig EE-Wasserstoff) erhöht ihren Anteil stetig auf rund 26% des Wärmebedarfs (derzeit 15%). Zusätzlich erschließt sich EE-Strom neue Nutzungsbereiche im Wärmesektor (wachsender Wärmepumpeneinsatz; verstärkter Einsatz in der industriellen Prozesswärme; Nutzung von Stromüberschüssen u.a. in Wärmenetzen) und deckt in 2060 damit ca. 30% des Wärmebedarfs.

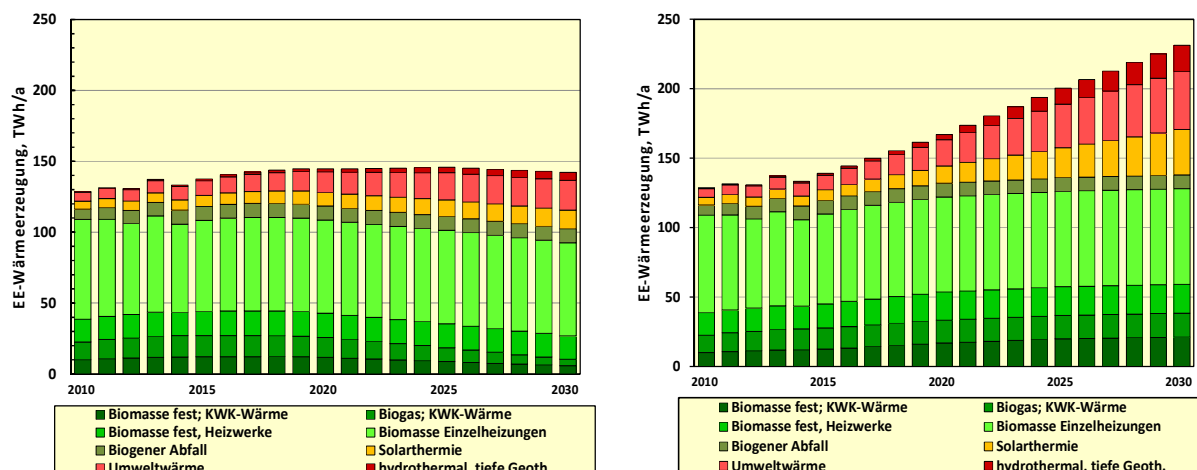
**Tabelle 3: Energieverbrauch für Wärmezwecke und zukünftige Beiträge der EE**

	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2050	2060
<b>SZEN-15 „Korridor“</b>								
Energieverbr. für Wärme (PJ/a)	4832	4575	4422	4328	4232	4135	4000	3888
Verring. gegenüber 2008 (%)	- 8,4	-13	-16	-18	-20	-22	-24	-26
EE-Wärmemenge (PJ/a)	471	515	517	510	520	542	581	633
Anteil Erneuerbare Energien (%) <sup>1)</sup>	9,8	11,3	11,7	11,8	12,3	13,1	14,5	16,3
<b>SZEN-15 „100“</b>								
Energieverbr. für Wärme (PJ/a)	4832	4323	4003	3745	3484	3223	2804	2330
Verring. gegenüber 2008 (%)	- 8,4	-18	-24	-29	-34	-39	-47	-56
EE-Wärmemenge (PJ/a)	471	597	715	828	937	1045	1185	1434
Anteil Erneuerbare Energien (%) <sup>1)</sup>	9,8	13,8	17,9	22,1	26,9	32,4	42,3	61,5

1) Ohne EE-Strom für Wärmezwecke

Mittelfristig wird das ohnehin zu geringe Wachstum des EE-Wärmemarkts durch den jetzigen Zielkorridor für Biomasse im EEG zusätzlich gebremst. Diese Entwicklung wird im Trendszenario SZEN-15 „Korridor“ abgebildet. Mit diesen Restriktionen wird der Wärmebeitrag aus KWK-Anlagen, der sich in den letzten Jahren dank wachsender Stromerzeugung aus Biomasse deutlich erhöht hat und heute 24% (27 TWh/a) der gesamten Biomassewärme darstellt, wieder sinken. (**Abb. 2**). Das unter Trendbedingungen für möglich gehaltene Wachs-

tum von Kollektoren, Umweltwärme und Geothermie kann diesen Rückgang in etwa kompensieren, ein weiteres Wachstum findet jedoch nicht statt.



**Abbildung 2: Entwicklung der EE-Wärmeerzeugung im Trendszenario SZEN-15 „Korridor“ (links) und notwendige Entwicklung (SZEN-15 „100“; rechts) zur Erreichung der Ziele des Energiekonzepts (in TWh/a; 1 TWh/a = 3,6 PJ/a)**

## Verkehrssektor

Im Verkehrssektor ist noch nichts von der Energiewende bemerkbar. Seit 2003 ist sein Energieverbrauch praktisch nicht mehr gesunken, der Verbrauch des Jahres 2014 liegt mit 2604 PJ/a sogar leicht über dem für das Energiekonzept gewählten Bezugswert des Jahres 2008. Mit 180 Mio. t CO<sub>2</sub>/a (ohne Stromanteil) stammen 22% der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verkehr, eine Reduktion dieser Emissionen ist bisher so gut wie nicht erfolgt. Auch der EE-Anteil am gesamten Endenergieverbrauch des Verkehrs ist mit 5 % noch gering.

Aus heutiger Sicht ist das Effizienzziel im Verkehr für das Jahr 2020 (-10% Minderung ggü. 2008 nicht mehr erreichbar. Für das SZEN-15 „Korridor“ wird bis 2020 ein gleichbleibender Endenergieverbrauch angenommen (Tab.4); für das Szenario SZEN-15 „100“ wird von einem leichten Rückgang um 2 % ggü. 2014 ausgegangen.

**Tabelle 4: Energieverbrauch im Verkehr und zukünftige Beiträge von Strom und von EE**

	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2050	2060
<b>SZEN-15 „Korridor“</b>								
Endenergieverbrauch, (PJ/a)	2590	2594	2568	2494	2405	2316	2100	1916
Verring. gegenüber 2008 (%)	+ 0,7	+1	0	-3	-6	-10	-18	-25
Stromeinsatz im Verkehr	42	47	62	80	94	107	140	170
EE-Kraftstoffe (PJ/a) <sup>2)</sup>	115	160	200	235	260	330	439	502
Anteil Erneuerbare Energien (%) <sup>1)</sup>	5,0	7,0	9,3	11,8	13,2	18,1	26,8	34,4
<b>SZEN-15 „100“</b>								
Endenergieverbrauch, (PJ/a)	2590	2542	2429	2227	2056	1885	1515	1253
Verring. gegenüber 2008 (%)	+0,7	-1	-5	-13	-20	-27	-41	-51
Stromeinsatz im Verkehr	42	56	78	106	122	138	176	222
EE-Kraftstoffe (PJ/a) <sup>2)</sup>	115	175	220	280	320	396	658	796
Anteil Erneuerbare Energien (%) <sup>1)</sup>	5,0	8,1	11,4	16,6	20,5	27,9	54,8	81,1

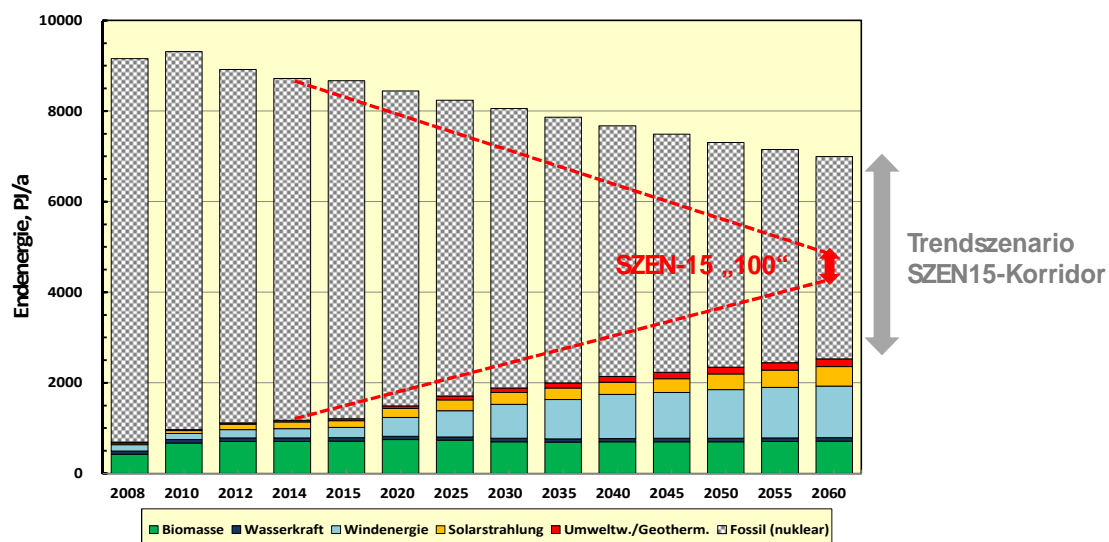
1) einschließlich EE-Strom; 2) einschließlich EE-Wasserstoff

Ein deutlicher Rückgang und damit eine substantielle Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen kann kurz- und mittelfristig nur durch eine erhebliche Effizienzsteigerung (verbunden mit Umschichtungen in der Verkehrsträgerstruktur und verändertem Mobilitätsverhalten) erfolgen;

neue Antriebe (Elektromobilität) und neue Kraftstoffe können ihre Wirksamkeit erst längerfristig entfalten.

### Fazit

Die derzeitige Energiewendepolitik lässt noch keine kohärente Strategie erkennen, mit der die großen Herausforderungen eines Komplettumbaus aller Sektoren der Energieversorgung in der notwendigen Zeit bis 2050 wirksam bewältigt werden könnten. Schon in den letzten Jahren war erkennbar, dass die Aus- bzw. Umbaudynamik in den Bereichen Effizienzsteigerung, Wärmeversorgung, KWK-Ausbau und Verkehr deutlich gesteigert werden muss, wenn das langfristige Klimaschutzziel verbindlich angestrebt wird. Die jetzt vorgelegten Aktionsprogramme und Novellierungsvorschläge dürften kurzfristig (bis 2020) nicht ausreichend wirksame Impulse entwickeln, da eine Umsetzung der dort angekündigten Maßnahmen noch weitgehend offen ist. Verstärkt sich die gesamte Umbaudynamik nicht erheblich, würden die fossilen Energieträger auch noch zur Jahrhundertmitte mit 65 – 70% Anteil das Energiesystem dominieren (**Abb.3**). Zur Verwirklichung der eigentlichen Energiewendeziele ist eine über Jahrzehnte stabile Entwicklungsdynamik gemäß Szenario SZEN-15 „100“ notwendig. Damit wären bis 2050 (2060) ein Verbrauchsrückgang um 45% (50%) und ein Beitrag der EE am gesamten Endenergieverbrauch von 70% (90%) möglich.



**Abb. 3: Umbaudynamik der Energieversorgung (am Beispiel der Entwicklung des Endenergieverbrauchs) im Trendszenario SZEN-15 „Korridor“ und anzustrebende Entwicklungsgradienten gemäß SZEN-15 „100“.**

Die derzeit angekündigten energiepolitischen Aktivitäten (Aktionsprogramm „Klimaschutz“; NAPE; Strommarkt 2.0; KWK-G-Novellierung) zeigen, dass die Politik das Problem zwar erkannt hat, aber bisher über Ankündigungen kaum hinausgekommen ist. Große Bereiche, die dringend neue und über die bisherigen Aktivitäten und Maßnahmen hinausgehende Impulse bedürften, wie die breite Mobilisierung aller Effizienzpotenziale (einschl. KWK), wirksamere Maßnahmen für den EE-Ausbau im Wärmesektor, eine schnelle Anpassung der fossilen Kraftwerksstruktur und der Versorgungsnetze an die Erfordernisse der EE sind bisher nur unzulänglich aufgegriffen worden. Die Absichtserklärungen in diesen Feldern sollte im Sinne wirksamer Maßnahmen zur Umsetzung der Klimaschutzziele rasch in konkretes Handeln überführt werden.