

2007 | August

www.sh.gruene.de

EnergieSCH in die Zukunft

Nachhaltiges Energieszenario für Schleswig-Holstein bis 2020 und 2050

Strom – Wärme – Verkehr

Untersuchung im Auftrag der
Fraktion Bündnis 90/Die Grünen
im Landtag Schleswig-Holstein

BÜNDNIS 90

DIE GRÜNEN

Landtagsfraktion
SCHLESWIG-HOLSTEIN

Fachliche Erarbeitung: Dr.-Ing. Valerie Wilms, Wedel
info@valerie-wilms.de
www.valerie-wilms.de



Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Inhaltsverzeichnis | 3 |
| Executive Summary | 5 |
| 1 Ausgangssituation | 7 |
| 2 Stromversorgung in Schleswig-Holstein | 8 |
| 2.1 Stromerzeugung | 8 |
| 2.1.1 Energieträger | 8 |
| 2.1.2 CO ₂ -Emissionen durch die Stromerzeugung..... | 14 |
| 2.2 Stromverbrauch..... | 14 |
| 2.3 Ergebnisse des Szenarios EnergieSCH | 16 |
| 2.3.1 Energiemix..... | 16 |
| 2.3.2 Stromverbrauch und Stromerzeugung..... | 17 |
| 2.3.3 Energieausgleich und Engpassleistung | 18 |
| 2.3.4 CO ₂ -Emissionen..... | 19 |
| 3 Wärmeversorgung in Schleswig-Holstein | 20 |
| 3.1 Wärmeverbrauch und Wärmeerzeugung | 20 |
| 3.1.1 Energieträger | 20 |
| 3.1.2 CO ₂ -Emissionen durch die Wärmeerzeugung..... | 23 |
| 3.2 Ergebnisse des Szenarios EnergieSCH | 26 |
| 3.2.1 Verbrauchsmix..... | 26 |
| 3.2.2 CO ₂ -Emissionen..... | 27 |
| 4 Energieverbrauch im Verkehr in Schleswig-Holstein | 28 |
| 4.1 Energieverbrauch und Energieträger | 28 |
| 4.1.1 Energieträger | 28 |
| 4.1.2 CO ₂ -Emissionen durch den Verkehr..... | 29 |
| 4.2 Ergebnisse des Szenarios EnergieSCH | 31 |
| 4.2.1 Verbrauchsmix..... | 31 |
| 4.2.2 CO ₂ -Emissionen..... | 31 |
| 5 Zusammenfassung | 33 |
| Literatur | 36 |
| Anhang: Vorschläge für politische Maßnahmen | 37 |

Bildverzeichnis

| | | |
|----------|---|----|
| Bild 1 : | Aufteilung des verfügbaren Stroms auf die Erzeugungsarten | 12 |
| Bild 2: | Entwicklung des Stromverbrauchs in Schleswig-Holstein | 15 |
| Bild 3: | Vorausschau des Energiemix für den verfügbaren Strom in Schleswig-Holstein..... | 16 |
| Bild 4: | In Schleswig-Holstein zur Verfügung stehender Überschuss an erzeugter elektrischer Energie oder der im Land incl. Import verfügbaren Energie bei Mitversorgung von Hamburg..... | 17 |
| Bild 5: | Vergleich des erzeugten und verfügbaren Stroms im Vergleich zum höchstens zu erwartenden Gesamtverbrauch sowie der entsprechende Stromüberschuss bei Anwendung der Verbrauchsentwicklung nach der Leitstudie 2007 des BMU | 18 |
| Bild 6: | Entwicklung der CO ₂ -Emissionen aus der Stromproduktion in Schleswig-Holstein..... | 20 |
| Bild 7: | Prognostizierte Entwicklung des Wärmeverbrauchs in der Leitstudie 2007 des BMU | 21 |
| Bild 8: | Aufteilung der in Schleswig-Holstein erzeugten Wärme auf die Endenergiearten | 22 |
| Bild 9: | Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärmeerzeugung und die damit verbundenen CO ₂ -Emissionen in Schleswig-Holstein | 24 |
| Bild 10: | Verbrauchsmix der einzelnen Energieträger für die Wärmeerzeugung | 26 |
| Bild 11: | Entwicklung der CO ₂ -Emissionen durch die Wärmeerzeugung | 27 |
| Bild 12: | Aufteilung des Energieverbrauchs für den Verkehr in Schleswig-Holstein auf die Energieträger | 29 |
| Bild 13: | Entwicklung des Energieverbrauchs für den Verkehr und die damit verbundenen CO ₂ -Emissionen in Schleswig-Holstein..... | 31 |
| Bild 14: | Verbrauchsmix der einzelnen Energieträger im Verkehr..... | 32 |
| Bild 15: | Entwicklung der CO ₂ -Emissionen durch den Verkehr | 33 |
| Bild 16: | Absenkung der CO ₂ -Emissionen des Landes Schleswig-Holstein durch das Konzept des Szenarios „ EnergieSch in die Zukunft “ | 34 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|------------|--|----|
| Tabelle 1: | Berücksichtigte Systeme zur Erzeugung und Bezug für Strom in Schleswig-Holstein | 9 |
| Tabelle 2: | Ergebnisse des Szenarios EnergieSch für die Stromerzeugung bei Entwicklung des Stromverbrauchs gemäß der Leitstudie 2007 des BMU | 13 |
| Tabelle 3: | Angewendete Verbrauchsminderungen im Szenario EnergieSch..... | 15 |
| Tabelle 4: | Verfügbare Regelenergie im Szenario EnergieSch..... | 19 |
| Tabelle 5: | Ergebnisse des Szenarios EnergieSch für die Wärmeversorgung..... | 25 |
| Tabelle 6: | Ergebnisse des Szenarios EnergieSch für den Energieverbrauch im Verkehr..... | 30 |

Executive Summary

Die Betriebsprobleme mit den beiden Atomkraftwerken Krümmel und Brunsbüttel Ende Juni 2007 haben gezeigt, dass trotz des plötzlichen Ausfalls von 2,2 GW Kraftwerksleistung ein Blackout nicht stattgefunden hat. Die Stromversorgung von Schleswig-Holstein und des Nachbarn Hamburg konnte in vollem Umfang aufrecht erhalten werden. Das politische Gerede, nur mit der Verlängerung der Laufzeiten von Atomkraftkraftwerken könne die Versorgungssicherheit bei den vielen nur unstetig liefernden Windenergieanlagen realisiert werden, hat sich als Märchen entpuppt.

Das Energieszenario „**EnergieSCH in die Zukunft**“ zeigt anhand der zur Zeit verfügbaren Daten, dass ein Ausstieg aus der fossilen Energieversorgung und der Atomkraft möglich ist, ohne dass das Land in die Steinzeit zurückversetzt wird oder neue Kohlekraftwerke gebaut werden müssen. Auch die Versorgungsaufgaben für den benachbarten Stadtstaat Hamburg können ohne Einschränkungen aufrecht erhalten werden.

1. Dazu müssen die Windenergiestandorte in Schleswig-Holstein durch Repowering konsequent ertüchtigt und die Off-shore-Windparks gebaut werden. Durch konsequenten Einbau von Objekt-BHKWs im Geschosswohnungsbau anstelle von Heizungsanlagen bei den notwendigen Heizungssanierungen und deren Zusammenschaltung zu einem smart grid als virtuelles Kraftwerk (SH-Kraftwerk) kann Regelenergie gewonnen werden ohne Zuhilfenahme von Kohlekraftwerken. Durch ein neues europaweites Hochspannungsnetz, das super grid, kann Strom aus Wasserkraft aus Norwegen oder aus Windkraft aus Spanien zusätzlich als Regelenergie zur Verfügung stehen. Begonnen werden kann mit dem VikingCable zwischen Brunsbüttel und Norwegen, mit dem überschüssiger norwegischer Strom aus Wasserkraft gegen Windkraftstrom aus Schleswig-Holstein ausgetauscht werden kann. Die Pläne für das VikingCable liegen seit 1998 vor; es kann kurzfristig realisiert werden.
2. Anstelle Lagerstätten für Kohlendioxid in Schleswig-Holstein zu suchen, in denen das CO₂ dann viele Jahrhunderte mit aufwändigen Maßnahmen sicher eingeschlossen bleiben muss, sollten Lagerstätten von Erdöl oder Erdgas auf die Eignung als Druckluftspeicher geprüft werden. Durch Entspannung der dort ungefährlich für die Umwelt gespeicherten Druckluft kann bei Bedarf wie mit einem Pumpspeicherwerk für Wasser benötigte Regelenergie emissionsfrei erzeugt werden.
3. Durch konsequente Verbrauchsreduzierung kann die Versorgungssicherheit noch weiter erhöht werden. Dazu sind sowohl Effizienzsteigerungen gerade bei industriellen Wärmeprozessen und in der Leistungselektronik möglich als auch Einsparungsmöglichkeiten durch konsequenten Verzicht auf Stand-by-Schaltungen, Ersatz aller Elektroheizungen und Elektro-Wärmepumpen außerhalb von KfW 40-Häusern.
4. In der Wärmeversorgung für Schleswig-Holstein kann durch wirksame Wärmedämmung die Hälfte der bisher benötigten Heizenergie eingespart werden. Die dann noch erforderliche Wärmeenergie kann aus Kraft-Wärme-Kopplung, Solarthermie, Tiefen-Geothermie und durch Biomasseheizwerke gewonnen werden. Das für den Betrieb der BHKW zunächst benötigte Erdgas kann sukzessive durch Biogas oder durch in Off-shore-Windenergieanlagen erzeugten Wasserstoff ersetzt werden.
5. Die Ausrüstung der Städte in Schleswig-Holstein mit einem Wärmenetz muss zukünftig Standard werden. Dazu müssen Regelungen analog dem geplanten Wärmegesetz in Baden-Württemberg auch in Schleswig-Holstein geschaffen werden. Diese müssen auch die Bestandsobjekte mit einbeziehen, damit in Schleswig-Holstein bis 2020 die Quote für die Nutzung von erneuerbaren Energien in der Wärmeerzeugung insgesamt mehr als 20 Prozent und bis 2050 mehr als 50 Prozent beträgt.
6. Im Verkehrsbereich ist eine deutliche Einsparung der bisher in Schleswig-Holstein verbrauchten Energie möglich und damit eine wirksame Reduzierung der CO₂-Emissionen, ohne dass die erbrachten Fahrleistungen wesentlich eingeschränkt werden müssen. Dies wird durch die jetzt europaweit geplanten

Vorgaben für die Effizienzsteigerung in der Antriebstechnik der Fahrzeuge möglich. Der CO₂-Ausstoss im Fahrbetrieb von PKW wird damit von zur Zeit im europäischen Mittel etwa 167 g/km auf 130 g/km sinken. Langfristig ist mit CO₂-emissionsfreien PKWs mit Elektroantrieb zu rechnen. Zur raschen Umsetzung der Einsparungsmöglichkeiten muss die CO₂-Emission ein wesentliches Entscheidungskriterium für die Neubeschaffung der Behördenfuhrparks beim Land und in den Kommunen werden.

7. Eine weitere Maßnahme ist die Nutzung von biogenen Kraftstoffen. Diese ist limitiert durch die nur im begrenzten Umfang zur Verfügung stehenden Anbauflächen aufgrund der Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion. Eine weitere Begrenzung ergibt sich durch technische Randbedingungen, um einen Anstieg der Emission weiterer Luftschadstoffe, insbesondere Feinstaub und Stickoxide, zu verhindern. In der Landwirtschaft sollten biogene Kraftstoffe vorrangig eingesetzt werden anstelle von Agrardiesel, um das Wassergefährdungspotenzial zu verringern.
8. Als Übergangsenergie für den motorisierten Individualverkehr muss in Schleswig-Holstein Erdgas vorgesehen werden, ergänzt durch entsprechend aufbereitetes Biogas. Dazu ist eine deutliche Ausweitung des Erdgas-Tankstellen-Netzes erforderlich und die Schaffung von Einspeisestellen für aufbereitetes Biogas.
9. Ab 2030 steht durch die nicht direkt mit einem Landanschluss versehenen Off-shore-Windenergieanlagen regenerativ erzeugter „blauer“ Wasserstoff zur Verfügung. Durch Umrüstung des Erdgas-Tankstellen-Netzes erfolgt dann der Umstieg auf Elektrofahrzeuge mit On-board-Stromerzeugung durch die Brennstoffzelle. Für den Nahbereich ist schon vorher der Einsatz von batteriegestützten Elektrofahrzeugen sinnvoll, z. B. in Kleintransportern oder PKW. Durch Errichtung von Ladestationen an jedem bewirtschafteten öffentlichen Parkraum kann die Umstellung auf den emissionsfreien Elektroantrieb wirksam lokal unterstützt werden.

1 Ausgangssituation

Die aktuellen Ausführungen des Weltklimarates IPCC¹ zeigen, dass eine Umkehr in der CO₂-Emission schon innerhalb der kommenden 8 Jahre bis 2015 erforderlich ist. Nur dann könnte der Temperaturanstieg in der Atmosphäre auf 2 °C begrenzt werden. für diese Energiewende sind 3 Faktoren (E³) wesentlich:

- Energie einsparen
- Energie effizient nutzen und
- erneuerbare Energien verwenden.

Mit Atomkraft kann zwar Strom weitgehend CO₂-frei erzeugt werden. Die Nutzung der Atomkraft ist aber aufgrund der ungeklärten Entsorgungssituation und den hohen Risiken für die Bevölkerung und die Umwelt durch Betriebsprobleme und Terrorgefahren unverantwortlich. Die Nutzung der Atomkraft muss daher zumindest entsprechend dem Atomkonsens enden, sofern nicht aufgrund aktueller Risikoeinschätzungen² ein vorzeitiges Abschalten angezeigt ist. Außerdem sind Atomkraftwerke auf reine Stromerzeugung ausgelegt. Ihr Wirkungsgrad beträgt nur etwa 35 Prozent. Kraft-Wärme-Kopplung und damit eine Energieausnutzung von 80 bis 90 Prozent ist mit ihnen nicht möglich.

Derzeit sind die nationalen und internationalen Energieversorgungsunternehmen dabei, neue Standorte für Kohlekraftwerke im Land zu sichern. Werden diese Kohlekraftwerke gebaut, ist mit deren Betrieb und den entsprechenden CO₂-Emissionen für mindestens 40 Jahre zu rechnen. Funktionierende CO₂-Abscheide- und Lagerungssysteme (CCS)³ sind nicht in Sicht. Erste Versuchsanlagen werden in frühestens 15 Jahren Ergebnisse zeigen. Die bisher schon schlechten Wirkungsgrade der Kohlekraftwerke werden durch die zusätzlich benötigten verfahrenstechnischen Anlagen um etwa 20 Prozent reduziert.

Die Mehrzahl der Kohlekraftwerksprojekte ist aufgrund der Standortlagen abseits von Wärmeverbrauchern nicht für Kraft-Wärme-Kopplung ausgelegt. Damit reduziert sich der Wirkungsgrad dieser neuen Kohlekraftwerke auf höchstens 44 Prozent.

Moderne kombinierte Gas- und Dampfkraftwerke (GuD)⁴ mit Kraft-Wärme-Auskopplung sind in Schleswig-Holstein trotz ihres sehr hohen Wirkungsgrades von über 80 Prozent und der nur halb so großen CO₂-Emissionen wie ein Kohlekraftwerk bei gleicher Leistung bislang nicht geplant. Sie eignen sich sowohl für die Grundlast als auch zur Spitzenlastabsicherung bei benötigter Regelenergie.

Der Ausbau der On-shore-Windeenergie durch Repowering wird derzeit durch den Netzbetreiber e.on Netz konsequent hintertrieben. Die kurzfristig benötigten 110 kV-Leitungen zur Abführung des Windstroms werden nicht als von allen akzeptierte und technisch mögliche Erdkabel gebaut. Stattdessen wird mit den im Vollkostenvergleich nicht preiswerteren Freileitungstrassen taktiert. Deren Genehmigung ist aufgrund der sehr hohen Widerstände in der Bevölkerung nicht absehbar. Die Betreiber der Windenergieanlagen werden mit einem Erzeugungsmanagement gegängelt, so dass sie gerade bei guten Winderträgen abgeschaltet werden. Damit gehen etwa 20 Prozent der mit Windkraft erzeugbaren Energie verloren. Die mittelständischen Betreiber werden damit zu Gunsten der Großkraftwerke von e.on in den Ruin getrieben.

¹ Intergovernmental Panel on Climate Change, www.ipcc.ch

² z. B. Trafobrand im AKW Krümmel am 29.06.2007, Auffinden nicht zertifizierter Dübel in Brunsbüttel im Juli 2007

³ Carbon Capture and Sequestration: Abtrennen von Kohlendioxid aus dem Abgasstrom und Ablagerung

⁴ In einem Gas- und Dampfkraftwerk werden die Prozesse einer Gasturbine und eines Dampfkraftwerks gekoppelt zur optimalen Ausnutzung der Primärenergie. Die Abgase einer mit Erdgas betriebenen Gasturbine werden zur Aufheizung des Speisewassers einer nachgeschalteten Dampfturbine genutzt. Damit ist eine hohe Ausbeute der eingesetzten Primärenergie bei schneller Reaktionsfähigkeit durch die verwendete Gasturbine gegeben. GuD-Kraftwerke eignen sich als Kraftwerke zur Bereitstellung der Regelenergie für die Minutenreserve

Schleswig-Holstein ist heute ein Exporteur von Strom. Diese Situation muss erhalten bleiben. So benötigt Hamburg mit den dort aufgrund der Stadtlage nur begrenzten Erzeugungsmöglichkeiten den Strom aus dem Norden.

Das Szenario „**EnergieSCH in die Zukunft**“ zeigt, wie die nachhaltige Strom- und Wärmeversorgung von Schleswig-Holstein und die Energienutzung im Verkehr unter Einsatz von Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und Verbrauchsminderung sowie der Verwendung von erneuerbaren Energien realisierbar ist. Ausgangsbasis sind die aktuellen Energiedaten. Ziele sind ein Ausblick auf die Jahre 2020 und 2050 in Schleswig-Holstein, sowohl von der Energieerzeugung als auch vom Energieverbrauch. Durch flankierende politische Maßnahmen kann dieses Ziel erreicht werden, ohne das die „Lichter ausgehen“. Mit **EnergieSCH** wird vielmehr die lokale Wirtschaft gestärkt im Gegensatz zum Konzept der Landesregierung⁵. Diese zementiert vielmehr die alten oligopolistischen Strukturen aus dem Dritten Reich und macht das Land in keiner Weise fit für die anstehende Wende in der Globalisierung nach Überschreiten der Fördermaxima für die fossilen Energieträger Öl, Erdgas, Kohle⁶.

2 Stromversorgung in Schleswig-Holstein

Bei der Aufstellung des Szenarios für die Stromversorgung wird als Ausgangsbasis das Jahr 2005 herangezogen. Die Daten dazu sind der schriftlichen Unterrichtung des Wirtschaftsausschusses des Schleswig-Holsteinischen Landtags [MWWV 2007a] entnommen. Für dort nicht aufgeführte Angaben werden die Daten aus der letzten veröffentlichten Energiebilanz des Landes für das Jahr 2003 herangezogen [Statistik Nord 2006] benutzt.

2.1 Stromerzeugung

2.1.1 Energieträger

Bei der Stromerzeugung im Szenario **EnergieSCH** wird unterschieden zwischen den 4 Kategorien erneuerbare Energien, fossile Energieträger, Atomkraft und sonstige Energieträger. Zwei der Kategorien werden noch weiter unterteilt in Gruppen (Tabelle 1). Unter der Gruppe „Sonstige“ werden die Energieträger Deponiegas, Klärgas und Erdöl zusammengefasst.

» **Atom**

Bei der Hochrechnung der zu erwartenden Stromerzeugung in Schleswig-Holstein für die Jahre 2020 und 2050 wird die planmäßige Abschaltung der drei Atomkraftwerke berücksichtigt. Bei der Berechnung der erzeugbaren Energie wird eine reguläre jährliche Volllastbetriebsdauer von 7650 h berücksichtigt.

» **Windkraft**

Die Weiterentwicklung der Windkraft bis 2020 wird im Szenario entsprechend den Angaben im Grünbuch⁷ berücksichtigt. Das Repowering der Windenergieanlagen wird bis 2020 abgeschlossen sein. Mit 4.000 MW stehen dann bei 2125 Volllaststunden in 2020 8.500 GWh pro Jahr zur Verfügung.

Die ausgewiesenen Offshore-Windparks stehen im Jahr 2020 mit 3.150 MW zur Verfügung. Bei 3.800 Volllaststunden werden auf See insgesamt 12.000 GWh pro Jahr durch die Windkraft erzeugt.

⁵ Schleswig-Holstein Energie 2020 – Grünbuch [MWWV 2007]

⁶ Diese Zeitpunkte werden als Peak Oil, Peak Gas bzw. Peak Coal bezeichnet. Das Eintreten von Peak Oil wird kurzfristig erwartet. Mit der dann folgenden Angebotsverknappung ist ein Explodieren der entsprechenden Rohstoffpreise zu erwarten mit den entsprechenden Folgen für die globalisierte Wirtschaft, die Transportleistungen zwingend benötigt [Ritz 2007].

⁷ Grünbuch: Seite 6

Tabelle 1: Berücksichtigte Systeme zur Erzeugung und Bezug für Strom in Schleswig-Holstein

| | | |
|---------------------------------|---------------------------|---|
| Erneuerbare Energie: | Wind onshore | <ul style="list-style-type: none"> Windenergieanlagen an Land einschließlich Repowering |
| | Wind offshore | <ul style="list-style-type: none"> Windenergieanlagen auf See in den Offshore-Gebieten in der Nordsee |
| | Photovoltaik | <ul style="list-style-type: none"> PV-Anlagen als Fassaden- oder Dachanlagen |
| | Biogas/Biomasse | <ul style="list-style-type: none"> Biogasanlagen, Holzhackschnitzelheizwerke, ... |
| | Wasserkraft | <ul style="list-style-type: none"> Laufwasserkraftanlagen, insbesondere Kleinanlagen |
| | Abfälle | <ul style="list-style-type: none"> Abfallverbrennung und Ersatzbrennstoffkraftwerke |
| Fossile Energieträger: | Steinkohle | <ul style="list-style-type: none"> Kohlekraftwerke als Kondensationskraftwerke oder mit zusätzlicher Wärmeauskopplung (KWK) |
| | Erdgas (BHKW, GuD) | <ul style="list-style-type: none"> mit Erdgas betriebene Gas- und Dampfkraftwerke oder Blockheizkraftwerke (BHKW) |
| Atom: | | <ul style="list-style-type: none"> AKW Brunsbüttel mit 806 MW/6166 GWh bis 2009 AKW Krümmel mit 1401 MW/10718 GWh bis 2017 AKW Brokdorf mit 1440 MW/11016 GWh bis 2019 |
| Sonstige Energieträger: | Sonstige | <ul style="list-style-type: none"> Deponiegas, Klärgas, Heizöl, Schweröl |
| Strombezug durch Import: | HGÜ super grid | <ul style="list-style-type: none"> neues europäisches Netz mit Hochspannungsgleichstromübertragung zum Austausch großer Energiemengen; nutzbar zum Bereitstellen von Regelenergie |

Die weitere Steigerung der Energieerzeugung durch Windkraft wird bis 2050 mit insgesamt zehn Prozent für die beiden Bereiche abgeschätzt durch Effizienzsteigerung bei modernisierten Anlagen. Weitere Ausweisung von Standorten für Windenergieanlagen sind dabei nicht berücksichtigt. Damit werden in 2050 aus Windenergie offshore 13.200 GWh und onshore 9.350 GWh erzeugt.

» **Photovoltaik**

Im Grünbuch des MWWV sind keine detaillierten Aussagen über die Entwicklung der Photovoltaik in Schleswig-Holstein enthalten. Das mögliche Potenzial in Norddeutschland wird in der Studie des Bremer Energie-Instituts für den Zukunftsrat Hamburg zur Entwicklung der Energieversorgung in Norddeutschland [BEI 2007] abgeschätzt. Dabei wird für Norddeutschland der Energieertrag von 149 GWh in 2005 auf 1.180 GWh in 2020 ansteigen⁸. Der Anteil des Landes in 2005 beträgt bei 2 GWh etwa 1,4 Prozent. Bei Fortschreibung dieses Anteil stehen dann in 2020 an Energie durch Photovoltaik-Anlagen auf Dächern und an Fassaden etwa 16 GWh zur Verfügung.

» **Biomasse und Abfälle**

Das Biomassepotenzial liegt lt. Grünbuch bei ca. 13 Prozent des Primärenergiebedarfs⁹ in Schleswig-Holstein. Im Jahre 2005 sind davon nur etwa 1 Prozent mit 20 GWh¹⁰ genutzt worden. Für 2020 wird laut Grünbuch ein Anstieg auf 4 bis 6 Prozent¹¹ mit maximal 120 GWh prognostiziert. Bei voller Ausnutzung des Potenzials ist für 2050 dann mit einem Beitrag der Biomasse an der Stromerzeugung durch Biogasanlagen oder Heizwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung von etwa 240 GWh zu rechnen.

Bei der Nutzung der Abfälle zur Stromerzeugung wird kein Anstieg der derzeit erzeugten Energiemenge unterstellt, da die Müllvermeidung im Vordergrund steht. Die bisher nur unzureichend zur Energieerzeugung genutzten biogenen Abfälle aus der Landwirtschaft, Gastronomie oder Lebensmittelproduktion sind bei der Abschätzung des Biomassepotenzials nicht mit berücksichtigt.

⁸ BEI 2007: Tabelle 22 auf Seite 55

⁹ Grünbuch: Seite 35

¹⁰ Grünbuch: Tabelle 3 auf Seite 20

¹¹ Grünbuch: Tabelle 10 auf Seite 40, Seite 41

» **Wasserkraft**

Die Wasserkraft wird in dem Szenario nur berücksichtigt, wenn es sich um Laufwasserkraftanlagen handelt. Nur diese stellen eine kontinuierliche Grundlast zur Verfügung. Pumpspeicherwerke dienen nur als zusätzliche Pufferspeicher für Regelenergie und gehen daher in die Berechnung der erzeugbaren Energiemenge nicht ein. Aufgrund der geringen Gefälle der Gewässer im Land ist mit einer großen Ausbeute nicht zu rechnen.

Mit dem Neubau von Kleinwasserkraftanlagen können durchaus noch Potenziale in Schleswig-Holstein genutzt werden. Diese stehen vor allem an vorhandenen Stauwehren zur Verfügung, bei denen mit dem Einbau der Wasserkraftanlage die ökologischen Bedingungen verbessert werden. Besonders geeignet sind dazu Wasserkraftschnecken¹², die ab einer Leistung von etwa 15 kW wirtschaftlich betrieben werden können. Da eine genaue Abschätzung nicht möglich ist, wird im Szenario die Stromausbeute aus Wasserkraft in 2020 und 2050 nicht erhöht gegenüber dem Basiswert von 2005 in Höhe von 5 GWh¹³.

» **Objekt-BHKW (virtuelles SH-Kraftwerk) und GuD-Kraftwerke**

Die Objekt-BHKW können von den örtlichen Heizungsbauern als Ersatz für klassische Heizungsanlagen in die Heizungsräume von größeren Wohnhäusern eingebaut werden. Ab etwa 40 Wohneinheiten in einem Objekt, das mit zentraler Warmwasserversorgung ausgerüstet ist, steht auch im Sommer eine ausreichende Wärmesenke zur Verfügung. Derartige Objekte eignen sich für den wirtschaftlichen Betrieb eines kleinen BHKW mit 20 kW elektrischer Leistung und 40 kW thermischer Leistung bei 70-prozentiger Auslastung durch die Wärmeversorgung. Für 6.200 Volllastbetriebsstunden im Jahr werden diese BHKW wärme gesteuert gefahren. Die so erzeugte elektrische Leistung steht im Grundlastbetrieb zur Verfügung. Durch eine überlagerte Bedarfssteuerung nach dem Strombedarf kann in der zusätzlichen möglichen Einsatzzeit der Objekt-BHKW von etwa 2.100 Stunden der Spitzenbedarf abgedeckt werden. Insgesamt werden von einem Objekt-BHKW während der gesamten Betriebsdauer von maximal 8.300 Volllaststunden etwa 166 MWh elektrischer Energie im Jahr zur Verfügung gestellt.

Laut den Angaben der Landesplanung im Innenministerium existieren in Schleswig-Holstein etwa 1,4 Mio. Haushalte¹⁴. Im Szenario wird angenommen, dass ca. 50 Prozent davon im städtischen Bereich liegen und wiederum die Hälfte davon in Mehrfamilienhäusern, die geeignet für den Einsatz von Objekt-BHKW sind. Damit existiert langfristig ein Potenzial von etwa 8.750 Objekt-BHKW. Unter der Annahme einer jährlichen Ausbauquote von 200 Objekt-BHKW pro Jahr stehen bis 2015 etwa 3.000 BHKW mit 60 MW Leistung und 498 GWh jährlich bereitgestellter Energie zur Verfügung. Bis 2050 wird der maximale Ausbaustand mit 180 MW Leistung und insgesamt 1.494 GWh bereitgestellter Energie erreicht.

Anstelle der Objekt-BHKW können im Szenario auch kleine Gas- und Dampfkraftwerke (GuD) zur Anwendung kommen. Der Betrag der insgesamt aus Erdgas umgewandelten Energiemenge verändert sich dadurch nicht.

» **Kohlekraftwerke**

Im Szenario **EnergieScH** wird im Gegensatz zum Grünbuch des MWWV kein Ausbau der Kohleverstromung vorgesehen. Basis ist die in 2002 installierte Leistung von 849 MW¹⁵ in 2002 laut dem Energiebericht der Landesregierung für 2004 [Energiebericht 2004] mit einem Beitrag an der Stromerzeugung von 4.180 GWh¹⁶. Das Gemeinschaftskraftwerk Kiel (GKK) wird im Szenario bis 2020 abgeschaltet. Die dort bereitgestellte Energie wird durch neue vernetzte BHKW erzeugt bzw. durch Einspeisung von Wasserkraft-Strom aus Norwegen über die HGÜ-Verbindung VikingCable. Die benötigte Energie für das Kieler Fernwärmenetz wird durch ein neues Holzhackschnitzelheizwerk, BHKWs und die Nutzung von Tiefen-Geothermie am dortigen Standort sichergestellt. Bei einer Leistung des GKK von 345 MW und 6.000 jährlichen Volllaststunden stehen etwa 2.070 GWh weniger zur Verfügung. Bis zum Jahr 2050 ist im Szenario die Abschaltung aller Kohlekraftwerke im Land vorgesehen.

¹² Hersteller ist die Firma Ritz-Atro in Nürnberg, www.ritz-atro.de

¹³ Grünbuch: Tabelle 3 auf Seite 20

¹⁴ Folie 26 der Präsentation des Innenministeriums zum demografischen Wandel (Übersicht „Schleswig-Holstein“) unter www.schleswig-holstein.de

¹⁵ Energiebericht 2004: Tabelle 2.1 auf Seite 67

¹⁶ Umdruck 16/2154: Tabelle auf Seite 1

» **Stromimport (HGÜ super grid)**

Ende der 90er Jahre wurde von den HEW eine direkte Kabelverbindung von Brunsbüttel nach Norwegen zum Stromaustausch geplant. Das VikingCable war ausgelegt für Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ) mit einer Übertragungsleistung von 1.000 MW. Mit diesem Konzept ist ein direkter Stromausgleich zwischen Schleswig-Holstein und Norwegen möglich. Damit kann Überschussenergie aus Windstrom nach Norwegen geliefert werden bzw. bei Flaute Strom aus Wasserkraft nach Schleswig-Holstein. Dieses Projekt kann kurzfristig wieder aktiviert werden. Es ergänzt sich hervorragend mit dem neuen von der EU-Kommission geplanten europaweiten HGÜ-Netz für den Ausgleich von Energiemengen innerhalb Europas. Damit sollen langfristig die meteorologisch begründeten Unterschiede in der Produktion von Windstrom europaweit ausgeglichen werden [Czisch 2005].

Im Szenario **EnergieSCH** wird die Einrichtung des VikingCable bis 2020 berücksichtigt. Bei der vorgesehenen Übertragungsleistung von 1.000 MW kann insgesamt im Jahr eine Energiemenge von knapp 8.000 GWh übertragen werden. Da das Kabel einen Austausch in beiden Richtungen ermöglicht, wird für 2020 eine Einspeisemöglichkeit nach Schleswig-Holstein im Umfang der halben übertragbaren Jahresenergie von 4.000 GWh berücksichtigt. Durch Ausbau des europaweiten HGÜ-Netzes wird für 2050 eine doppelt so hohe eingespeiste Energiemenge von 8.000 GWh vorgesehen.

» **Bereitstellung von Ausgleichsenergie**

Für die Bereitstellung von Ausgleichsenergie (Regelenergie) eignen sich insbesondere die in einem smart grid zu einem virtuellen Kraftwerk vernetzten Blockheizkraftwerke (BHKW). Die Vernetzung muss dabei landesweit vorgenommen werden. Mit den heutigen technischen Möglichkeiten über das Internet ist dies problemlos realisierbar. Objekt-BHKW eignen sich dafür besonders, da sie kein innerörtliches Leitungsnetz benötigen sondern nur das vorhandene Wärmenetz des Objektes benutzen. Die zentrale Steuerung könnte als SH-Kraftwerk von einer schleswig-holsteinischen Energiegesellschaft bereitgestellt werden, unter Beteiligung der Stadtwerke und der Energieagentur bei der Investitionsbank Schleswig-Holstein.

Bei Berücksichtigung dieser Parameter im Szenario **EnergieSCH** reduziert sich durch Abschaltung der Atomkraftwerke die im Land erzeugte Strommenge von 36.585 GWh um etwa 36 Prozent auf dann 23.827 GWh (Tabelle 2). Durch die Möglichkeit des direkten Stromimport über das HGÜ-Kabel nach Norwegen (VikingCable) können jährlich mindestens weitere 4.000 GWh in Schleswig-Holstein bereitgestellt werden. Die im Land zur Verfügung stehende Strommenge reduziert sich daher nur um etwa 24 Prozent auf 27.827 GWh. In 2050 erhöht sich durch den verstärkten Einsatz der zum virtuellen SH-Kraftwerk zusammenschalteten Objekt-BHKWs und den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien die Eigenproduktion im Land wieder um 1.072 GWh auf insgesamt 24.899 GWh trotz Abschaltung der Kohlekraftwerke. Durch die erweiterte Importmöglichkeit über das neue europaweite HGÜ-Netz super grid erhöht sich die verfügbare Energiemenge mit 32.899 GWh wieder auf 90 Prozent der 2005 bereitgestellten Energiemenge von etwa 36.585 GWh. Der Anteil der im Land durch erneuerbare Energien erzeugten Energiemenge steigt von 4.138 GWh in 2005 über 20.852 GWh in 2020 auf 23.038 in 2050 (Bild 1).

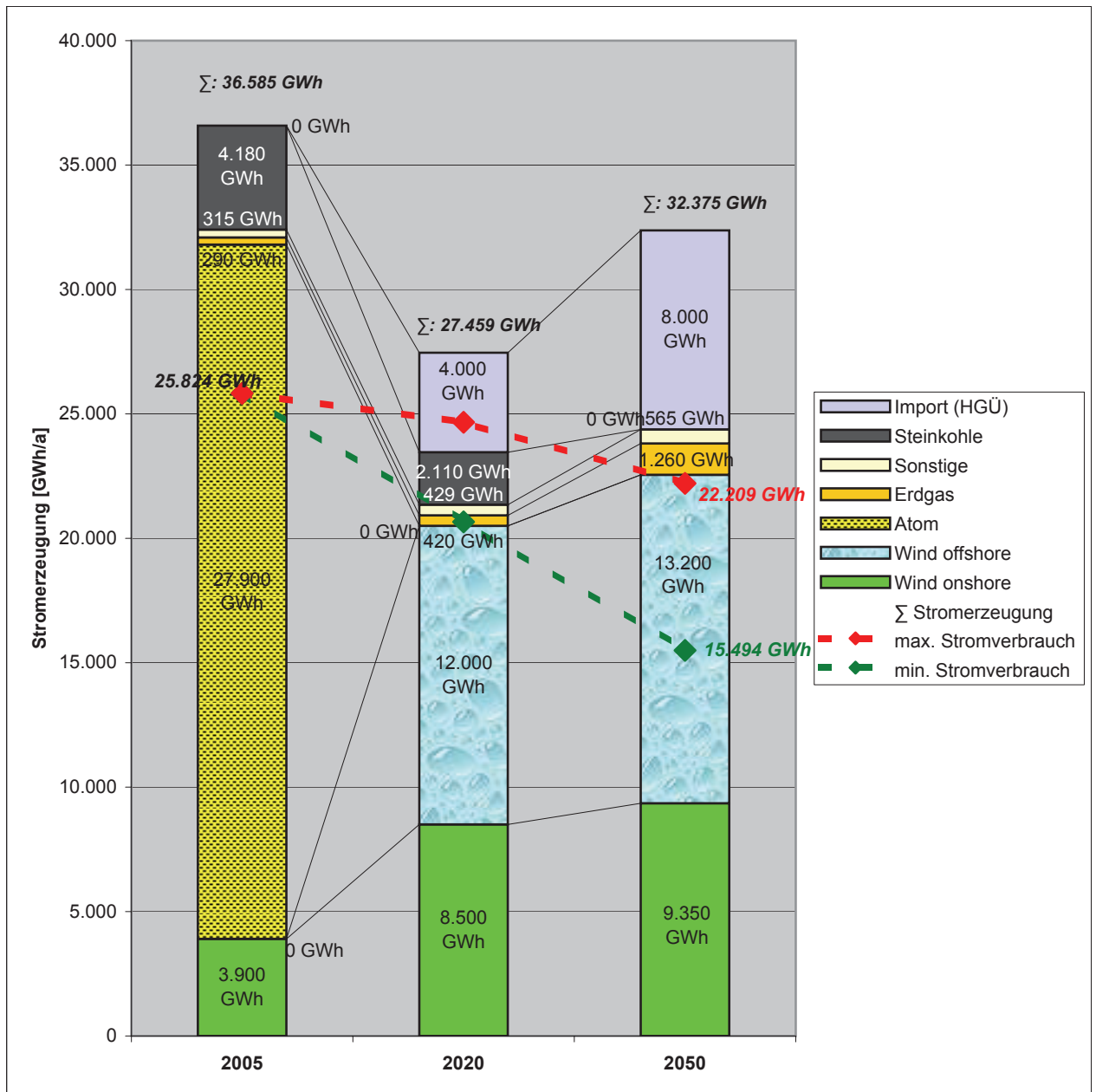


Bild 1 : Aufteilung des verfügbaren Stroms auf die Erzeugungsarten

- Erzeugung in Schleswig-Holstein und Import (HGÜ super grid)
- Zur Info ist der maximal zu erwartende Stromverbrauch nach dem Szenario der BMU-Leitstudie 2007 und der minimal zu erwartende nach dem Minderungskonzept 20% / 40% angegeben (-----)

Tabelle 2: Ergebnisse des Szenarios **EnergiSch** für die Stromerzeugung bei Entwicklung des Stromverbrauchs gemäß der Leitstudie 2007 des BMU

| | CO ₂ -Äquivalent [g/kWh] | 2005 | | | 2020 | | | 2050 | | |
|--|-------------------------------------|--------------|---------|---------------------------------|--------------|---------|---------------------------------|----------------|---------|---------------------------------|
| | | Arbeit [GWh] | Anteil | CO ₂ -Emission [t/a] | Arbeit [GWh] | Anteil | CO ₂ -Emission [t/a] | Arbeit [GWh] | Anteil | CO ₂ -Emission [t/a] |
| Erneuerbare Energie | | | | | | | | | | |
| Wind onshore | 23 | 3.900 | 10,66% | 89.700 | 8.500 | 30,55% | 195.500 | 9.350 | 28,42% | 215.050 |
| Wind offshore | 22 | 0 | 0,00% | 0 | 12.000 | 43,12% | 264.000 | 13.200 | 40,12% | 290.400 |
| Photovoltaik | 89 | 2 | 0,01% | 214 | 16 | 0,06% | 1.424 | 32 | 0,10% | 2.848 |
| Biogas/Biomasse | 0,5 | 20 | 0,05% | 10 | 120 | 0,43% | 60 | 240 | 0,73% | 120 |
| Wasserkraft | 39 | 5 | 0,01% | 195 | 5 | 0,02% | 195 | 5 | 0,02% | 195 |
| Abfälle | 530 | 211 | 0,58% | 111.724 | 211 | 0,76% | 111.724 | 211 | 0,64% | 111.724 |
| Summe EE | | 4.138 | 11,31% | 201.843 | 20.852 | 74,93% | 572.903 | 23.038 | 70,03% | 620.337 |
| Fossil | | | | | | | | | | |
| Steinkohle | 897 | 4.180 | 11,43% | 3.749.460 | 2.110 | 7,58% | 1.892.670 | 0 | 0,00% | 0 |
| Erdgas (BHKW, GuD) | 398 | 290 | 0,79% | 115.420 | 788 | 2,83% | 313.624 | 1.784 | 5,42% | 710.032 |
| Summe Fossil | | 4.470 | 12,22% | 3.864.880 | 2.898 | 10,41% | 2.206.294 | 1.784 | 5,42% | 710.032 |
| Atom | | 27.900 | 76,26% | 864.900 | 0 | 0,00% | 0 | 0 | 0,00% | 0 |
| Summe Sonstige | 530 | 77 | 0,21% | 40.863 | 77 | 0,28% | 40.863 | 77 | 0,23% | 40.863 |
| Stromerzeugung in SH | | 36.585 | 100,00% | 4.972.486 | 23.827 | 85,63% | 2.820.060 | 24.899 | 75,68% | 1.371.232 |
| Import | | 0 | 0,00% | 0 | 4.000 | 14,37% | 0 | 8.000 | 24,32% | 0 |
| Verfügbare Strom in SH <i>nachrichtlich: Konzept MWWV lt. Grünbuch</i> | | 36.585 | 100,00% | 4.972.486 | 27.827 | 100,00% | 2.820.060 | 32.899 | 100,00% | 1.371.232 |
| CO₂-Emission bezogen auf Basis 1990 mi <i>nachrichtlich: Konzept MWWV lt. Grünbuch</i> | 5.074.773 t/a | 36.585 | | 4.972.486 | 40.500 | | 55,57% | 40.500 | | 27,02% |
| Stromverbrauch in SH <i>nachrichtlich: Konzept MWWV lt. Grünbuch</i> | | 13.500 | | | 12.893 | | | 11.610 | | |
| Stromverbrauch in HH <i>nachrichtlich: Konzept MWWV lt. Grünbuch</i> | | 13.500 | | | 16.000 | | | 10.599 | | |
| | | 12.324 | | | 11.769 | | | | | |
| Stromverbrauch SH/HH | | 25.824 | | | 24.662 | | | 22.209 | | |
| Überschuss Erzeugung SH | | 10.761 | | | -835 | | | 2.690 | | |
| Überschuss verfügbarer Strom SH <i>nachrichtlich: Konzept MWWV lt. Grünbuch</i> | | 10.761 | | | 3.165 | | | 10.690 | | |
| Veränderung CO₂-Emission in SH (Basis 1990: 5.074.773 t/a) | | 10761 | | -102.287 t/a | 12730,58 | | -2.254,713 t/a | -3.703.541 t/a | | -72,98% |
| | | | | -2,02% | | | -44,43% | | | |
| CO₂-Emission in Deutschland Leitstudie 2007 bezogen auf Basis 1990 mit Anteil von SH (Basis 1990: 1,2 %) | 415.000.000 t/a | | | 315.000.000 t/a | | | 265.000.000 t/a | | | 43.000.000 t/a |
| | | | | 75,90% | | | 63,86% | | | 10,36% |
| | | | | 1,58% | | | 1,06% | | | 3,19% |

Erläuterungen: BHKW: Blockheizkraftwerk zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme
GuD: Gas- und Dampfkraftwerk
EE: Erneuerbare Energien
HGÜ super grid: Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsnetz in Europa, den bisherigen Netzen überlagert
MWWV: Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein
SH: Schleswig-Holstein, HH: Hamburg
1 GWh = 1.000 MWh = 1.000.000 kWh

2.1.2 CO₂-Emissionen durch die Stromerzeugung

Um die Wirkung der Maßnahmen auf die in Schleswig-Holstein entstehenden CO₂-Emissionen zu berücksichtigen und mit den europaweiten Vorgaben zu vergleichen, werden CO₂-Äquivalente für die verschiedenen Stromerzeugungsarten herangezogen. Dazu werden die Daten aus GEMIS¹⁷ [Öko-Institut 2007] verwendet. Sie berücksichtigen den eigentlichen Umwandlungsprozess und die vorgelagerten Prozesse wie Gewinnung und Transport, nicht aber die Entsorgung. Für das HGÜ-Netz werden keine CO₂-Emissionen in Schleswig-Holstein angenommen, da die Erzeugung nicht hier im Land stattfindet. Für Schleswig-Holstein ergibt sich damit eine CO₂-Emission durch die Stromerzeugung von knapp 5 Mio. t/a in 2005 (Tabelle 2). Sie reduziert sich in 2020 auf 2,8 Mio. t/a und in 2050 auf 1,4 Mio. t/a.

Um den Erfolg der bisherigen und künftigen Maßnahmen zur CO₂-Minderung nach dem Kyoto-Protokoll zu beurteilen, werden die Ausgangsdaten der CO₂-Emissionen des Jahres 1990 herangezogen. Laut dem Klimaschutzbericht 2004 der Landesregierung [Klima-SH 2004]¹⁸ betragen die gesamten energiebedingten CO₂-Emissionen des Landes in 1990 mit 22,8 Mio. t etwa 2,4 Prozent der CO₂-Emissionen Deutschlands von 966,7 Mio. t. Für den Umwandlungsbereich, der die Stromerzeugung enthält, ist ein Anteil von 5,1 Mio. t angegeben. Bundesweit wurden im Jahr 1990 lt. den Daten des Umweltbundesamtes [UBA 2007] durch die Stromerzeugung 415 Mio. t CO₂¹⁹ emittiert. Daran ist der Anteil des Landes mit 1,2 Prozent deutlich niedriger als an der Gesamt-CO₂-Emission. Dies ist dem bisher hohen Anteil der Atomkraft an der Stromerzeugung geschuldet.

Für die künftige bundesweite Entwicklung der CO₂-Emissionen durch die Stromproduktion werden die Daten aus der Leitstudie 2007²⁰ des BMU herangezogen. Die durch die Stromerzeugung bedingten CO₂-Emissionen in Deutschland werden sich durch die vorgeschlagenen Maßnahmen von 315 Mio. t in 2005 auf 265 Mio. t in 2020 und 43 Mio. t in 2050 reduzieren (Tabelle 2).

2.2 Stromverbrauch

Für den zu erwartenden Stromverbrauch gibt es verschiedene Ansätze. Das MWWV geht im Grünbuch von einer jährlichen Steigerung um 0,6 % aus²¹. Dabei bezieht es sich auf die Prognosen der IEA²². Diese haben bisher, auch bei Berücksichtigung des Wirtschaftswachstums, immer eine erhebliche Überbewertung des erwarteten Verbrauchs im Vergleich zu den real eingetretenen Entwicklungen gezeigt. Insbesondere die erheblichen Potenziale in Industrie, Gewerbe, Handel und bei den privaten Verbrauchern, durch Lastmanagement Strom einzusparen, werden nicht berücksichtigt. Desgleichen fehlen auch Verbrauchsreduzierungen durch Effizienzsteigerungen der Elektrogeräte wie z. B. Verzicht auf Stand-by-Schaltungen oder bessere Wärmeisolierungen. Auch die Minderungspotenziale durch den Verzicht auf die unter ökologischen Gesichtspunkten unverantwortlichen Elektroheizungen und Elektro-Wärmepumpen für Flach-Geothermie werden vom MWWV nicht berücksichtigt.

Das Szenario **EnergieScH** berücksichtigt hingegen drei mögliche Entwicklungen für die Reduktion des Stromverbrauchs (Tabelle 3). Das erste Verbrauchsszenario verwendet die Annahmen der Leitstudie des BMU²³, das zweite die der Studie des Bremer Energie-Instituts (BEI)²⁴, die auf dem Aktionsplan der EU zur Ausschöpfung von Effizienzsteigerungen basiert, und das dritte geht von erhöhten Einsparpotenzialen aus in der Größenordnung von jeweils 20 Prozent für die beiden betrachteten Zeiträume. In der BEI-Studie sind keine Abschätzungen des Verbrauchs für 2050 enthalten. Für die Fortschreibung bis 2050 wird eine deutliche Abflachung der Effizienzsteigerung angenommen auf dann insgesamt 20 Prozent.

¹⁷ Datenbank GEMIS 4.2 des Öko-Instituts, www.gemis.de

¹⁸ Klimaschutzbericht SH 2004: Anlage 4.3 auf Seite 301

¹⁹ UBA Klimaschutz in Deutschland: Bild 1 auf Seite 4 und Tabelle 3 auf Seite 20 [UBA 2007]

²⁰ BMU-Leitstudie 2007: Tabelle 10 auf Seite 88

²¹ Grünbuch: Tabelle 10 auf Seite 40

²² Internationale Energie Agentur

²³ BMU-Leitstudie 2007: Tabelle 8 auf Seite 88

²⁴ BEI-Studie: Abbildung 21 auf Seite 60

Tabelle 3: Angewendete Verbrauchsminderungen im Szenario **EnergieSCH**

| | Reduktion des Stromverbrauchs in Bezug auf 2005 | |
|----------------------------|---|----------|
| | bis 2020 | bis 2050 |
| Leitszenario BMU | - 4,5% | - 14% |
| EU-Reduktionsplan | - 13% | (- 20%) |
| Reduktion 20% / 40% | - 20% | - 40% |

Die Stromverbrauchsdaten für das Ausgangsjahr 2005 sind für Schleswig-Holstein dem Umdruck 16/2154 des MWWV entnommen mit 13.500 GWh²⁵ und für Hamburg der Energiebilanz für 2004 des Statistischen Amtes für Hamburg und Schleswig-Holstein [Statistik Nord 2007] mit 12.304 GWh²⁶.

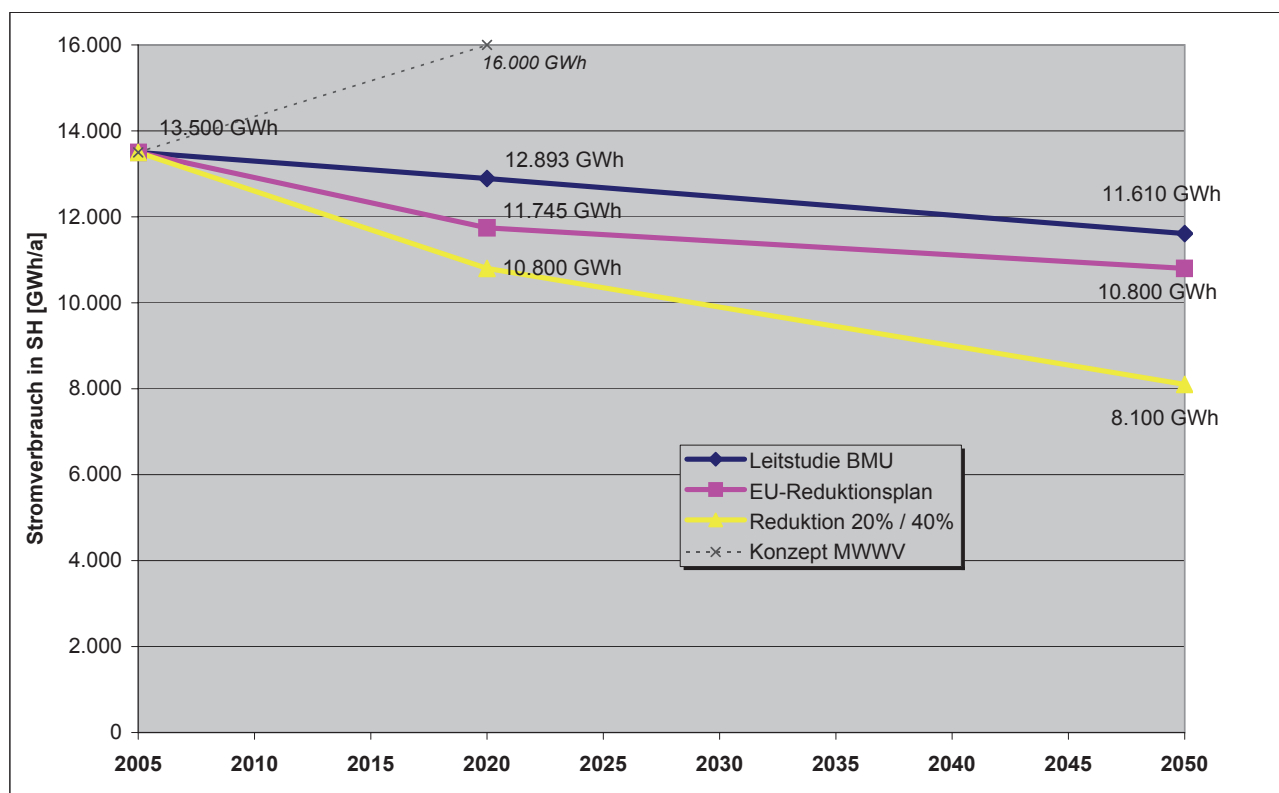


Bild 2: Entwicklung des Stromverbrauchs in Schleswig-Holstein

²⁵ Umdruck 16/2154: Tabelle auf Seite 1

²⁶ Energiebilanz HH 2004: Tabelle A3 auf Seite 13

2.3 Ergebnisse des Szenarios EnergieSch

2.3.1 Energiemix

Das Szenario **EnergieSch** zeigt, dass ohne Atomkraft und Kohlekraftwerke genügend Strom in Schleswig-Holstein und Hamburg für Industrie, Gewerbe, Handel und die privaten Verbraucher zur Verfügung steht (Tabelle 2). Mit erneuerbaren Energien und durch die europaweite wirksame Vernetzung mit einem HGÜ-Netz (super grid) werden schon 2020 etwa 87 Prozent der Energie im Stromnetz bereitgestellt (Bild 3); bis 2050 steigt dieser Anteil auf 93 Prozent.

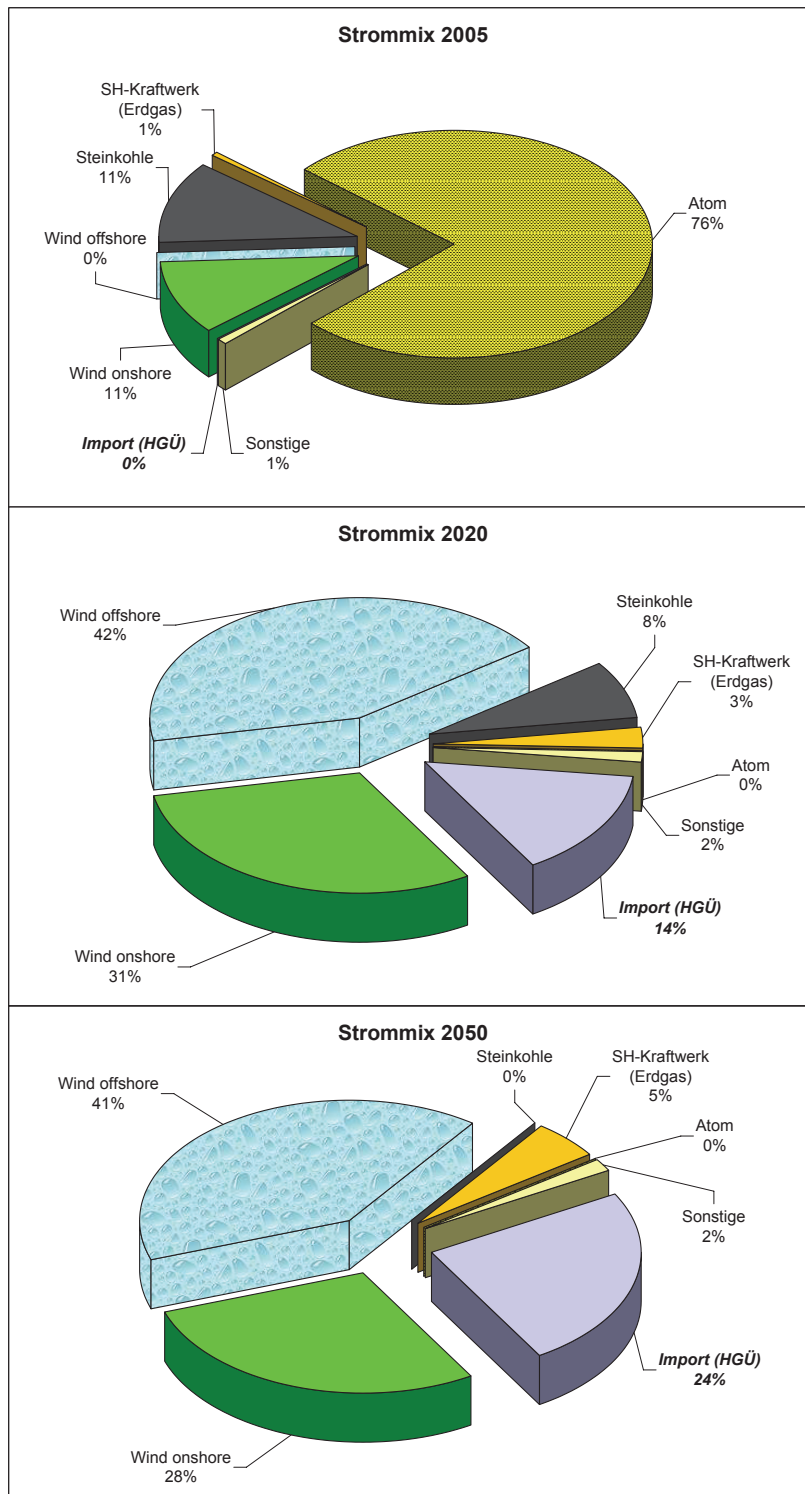


Bild 3: Vorausschau des Energiemix für den verfügbaren Strom in Schleswig-Holstein

Die Stromerzeugung in Schleswig-Holstein wird zukünftig im wesentlichen durch die Windenergie geprägt sein. Die Off-shore- Erzeugung wird mit einen Anteil von über 40 Prozent den wesentlichen Part übernehmen, die landgestützte Erzeugung etwa 30 Prozent.

2.3.2 Stromverbrauch und Stromerzeugung

Auch in der Zukunft produziert Schleswig-Holstein mehr Strom, als im Land verbraucht wird (Tabelle 2). Wird der Verbrauch von Hamburg komplett über Schleswig-Holstein abgedeckt, steht heute ein Überschuss von etwa 11.000 GWh zur Verfügung (Bild 4). Nach der Abschaltung der Atomkraftwerke und dem Verzicht auf den Neubau von Kohlekraftwerken ist in 2020 eine Unterdeckung von höchstens etwa 835 GWh zu erwarten, wenn die nur geringen Verbrauchssenkungen der BMU-Leitstudie eintreffen. Erfüllen sich hingegen die deutlich höheren Voraussagen für die Verbrauchsminderung wie beim EU-Reduktionsplan oder dem Reduktionsplan 20%/40%, ergibt sich auch in 2020 weiterhin ein Überschuss schon allein durch den im Land erzeugten Strom in Höhe von 1.360 GWh bzw. 3.168 GWh. Die tatsächlich im Land verfügbare Strommenge ist jedoch um bis zu 4.000 GWh höher durch den möglichen Stromimport über das HGÜ-Kabel von Norwegen (gestrichelte Linien in Bild 4).

Bis 2050 steigt der Überschuss durch die erheblich ausgeweitete Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien wieder an auf mindestens etwa ein Viertel des derzeitigen Umfang, je nach dem Grad der Verbrauchseinsparung. Der insgesamt verfügbare Überschuss erhöht sich noch weiter um bis zu 8.000 GWh durch den möglichen Import aus dem dann europaweit geknüpften HGÜ-Netz.

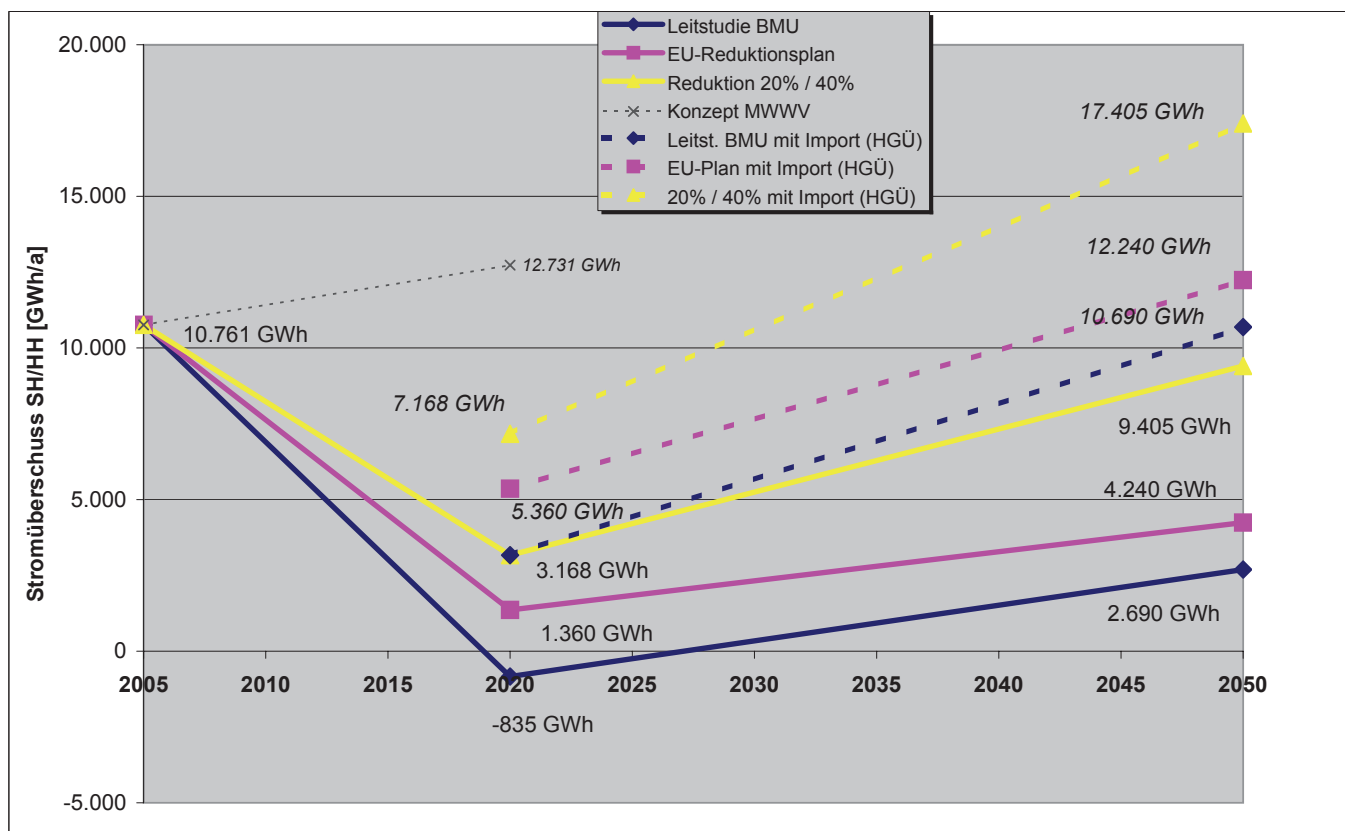


Bild 4: In Schleswig-Holstein zur Verfügung stehender Überschuss an erzeugter elektrischer Energie (—) oder der im Land incl. Import verfügbaren Energie (-----) bei Mitversorgung von Hamburg

Durch den zukünftig sehr viel einfacher möglichen Import von Strom über das zu Ausgleichszwecken vorgesehene europaweite HGÜ-Netz kann die mögliche Unterdeckung im Gesamtverbrauch von Schleswig-Holstein und Hamburg durch die eigene Stromerzeugung mehr als ausgeglichen werden (Bild 5).

Beim Konzept des MWWV würde durch den Ausbau der Kohlekraftwerke sogar bis 2020 der Stromüberschuss schon um mehr als 20 Prozent ansteigen, obwohl dafür gar kein Bedarf vorhanden ist. Dieses rückwärtsgewandte Konzept des MWWV geht am Bedarf vorbei. Es zerstört die sich im Land entwickelnden mittelständisch geprägten Strukturen der EEG-Stromerzeuger zu Gunsten der Oligopolisten.

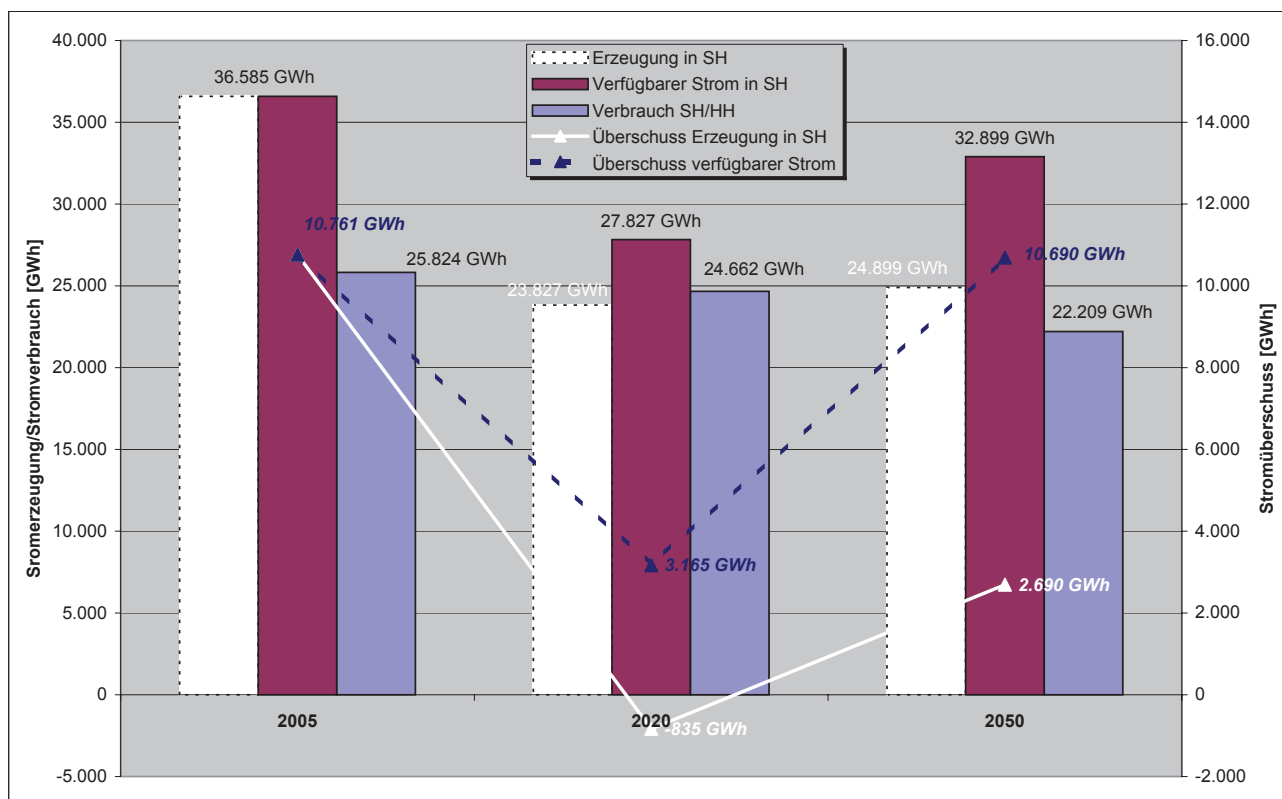


Bild 5: Vergleich der erzeugten und verfügbaren Strommenge im Vergleich zum höchstens zu erwartenden Gesamtverbrauch sowie dem entsprechenden Stromüberschuss bei Anwendung der Verbrauchsentwicklung nach der Leitstudie 2007 des BMU

2.3.3 Energieausgleich und Engpassleistung

Da Windenergie bei kleinräumiger Betrachtung nicht stetig zur Verfügung steht, wird ein Energieausgleich (Regelenergie) benötigt. Langfristig wird dieser weitgehend durch das zur Zeit von der EU geplante neue europaweite HGÜ-Netz (super grid) bereitgestellt. In 2050 stehen daraus etwa 8.000 GWh bei 2.000 MW Leistung zur Verfügung (Tabelle 4). Bis 2020 kann durch Wiederbeleben der Pläne für das HGÜ-Kabel VikingCable nach Norwegen 4.000 GWh als Ausgleichsenergie bei insgesamt 1.000 MW Leistung aus norwegischer Wasserkraft bereitgestellt werden.

Durch den Aufbau des landesweiten virtuellen SH-Kraftwerks über die zu einem smart grid verknüpften Objekt-BHKW wird ebenfalls Ausgleichsenergie zur Verfügung gestellt. Bis 2020 steht dazu ein Umfang von 498 GWh bei 60 MW Leistung bereit und später bis zu 1.494 GWh bei 180 MW. Bis 2020 stehen auch noch die vorhandenen Kohlekraftwerke mit Ausnahme des GKK in Kiel mit 2.110 GWh bei 504 MW²⁷ zur Verfügung. Im Land steht zu jedem Zeitpunkt die auch heute verfügbare Ausgleichsenergie mindestens zur Verfügung.

²⁷ Lt. Tabelle 2.1 auf Seite 67 des Energieberichtes des Landes für 2004 [Energiebericht 2004] beträgt die installierte Kraftwerksleistung durch Kohlekraftwerke in 2002 insgesamt 849 MW

Tabelle 4: Verfügbare Ausgleichsenergie und Engpassleistung im Szenario **EnergieSch**

| | 2005 | | 2020 | | 2050 | |
|---|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | Ausgleichsenergie | Engpassleistung | Ausgleichsenergie | Engpassleistung | Ausgleichsenergie | Engpassleistung |
| Kohlekraftwerke | 4.180 GWh | 849 MW | 2.110 GWh | 504 MW | 0 GWh | 0 MW |
| HGÜ-Netz super grid | 0 GWh | 0 MW | 4.000 GWh | 1.000 MW | 8.000 GWh | 2.000 MW |
| SH-Kraftwerk (als smart grid virtuell vernetzte Objekt-BHKW) | 0 GWh | 0 MW | 498 GWh | 60 MW | 1.494 GWh | 180 MW |
| | 4.470 GWh | 849 MW | 6.608 GWh | 1.564 MW | 9.494 GWh | 2.180 MW |

Kritischer sieht es mit der Engpassleistung aus. Diese würde bei komplettem Ausfall der Windenergie im Jahr 2020 die derzeitige Winterspitze im Stromverbrauch des Landes von etwa 1.900 bis 2.000 MW²⁸ nur zu etwa 80 Prozent abdecken. Dieser Fall könnte nur bei extremen Sturmverhältnissen auftreten, wenn die Windenergieanlagen schlagartig über das ganze Land abgeschaltet werden müssten. Für diesen äußerst unwahrscheinlichen Fall stehen auch schon über die bisherigen Ausgleichsmöglichkeiten im traditionellen europäischen Verbund Reserveleistungen auch bei ausschließlicher Berücksichtigung von erneuerbarer Energie zur Verfügung. Außerdem ist zukünftig durch die Absenkung des Energieverbrauchs und die gleichmäßigere Verteilung der Energieerzeugung über das Land durch die vermehrte Verwendung von BHKW eine deutliche Reduzierung der Leistungsspitzen im Verbrauch zu erwarten. In 2050 überschreitet durch das neue europäische HGÜ-Netz die verfügbare Engpassleistung mit 2.180 MW wieder die derzeitige Winterspitze.

2.3.4 CO₂-Emissionen

Aufgrund des schon 1990 hohen Anteils der Atomkraft an der Stromerzeugung in Schleswig-Holstein haben sich die CO₂-Emissionen bis 2005 nur geringfügig reduziert (Bild 6). Dieser erreichte gute Stand wird mit dem Szenario **EnergieSch** deutlich verbessert im Gegensatz zu den Ausbauplänen des MWWV für neue Kohlekraftwerke. Die unverantwortbaren Risiken aus der Atomkraft werden den Bürgern nicht noch weiterhin zugemutet. Das Abschalten der Atomkraftwerke führt zu keinem Anstieg der CO₂-Emissionen, da die fehlende Energie durch den sich jetzt schon zeigenden konsequenten Ausbau der erneuerbaren Energien aufgefangen werden kann. Es müssen dafür nur die richtigen politischen Rahmenbedingungen abgesteckt werden. Falsche Entscheidungen im Interesse der großen Energie-Oligopole können leider erst nach zwei Generationen wieder zurecht gerückt werden. Neu gebaute Kohlekraftwerke haben eine Lebensdauer von mindestens 40 Jahren.

Schleswig-Holstein kann seine führende Rolle im Bundesgebiet bei der Absenkung der CO₂-Emissionen aus der Stromerzeugung weiter festigen. Trotz Abschaltung der Atomkraftwerke und des GKK in Kiel bis 2020 sinken die Emissionen im Land mit 2,8 Mio. t auf etwa 56 Prozent des schon niedrigen Basiswerts von 1990. Bis 2050 ist sogar eine weitere Reduktion auf dann nur noch 27 Prozent zu erreichen mit 1,4 Mio. t. So werden die Vorgaben aus dem Kyoto-Protokoll und der EU konsequent umgesetzt und im Interesse der Lebensqualität der Bürger weit überschritten.

²⁸ Grünbuch: Seite 35

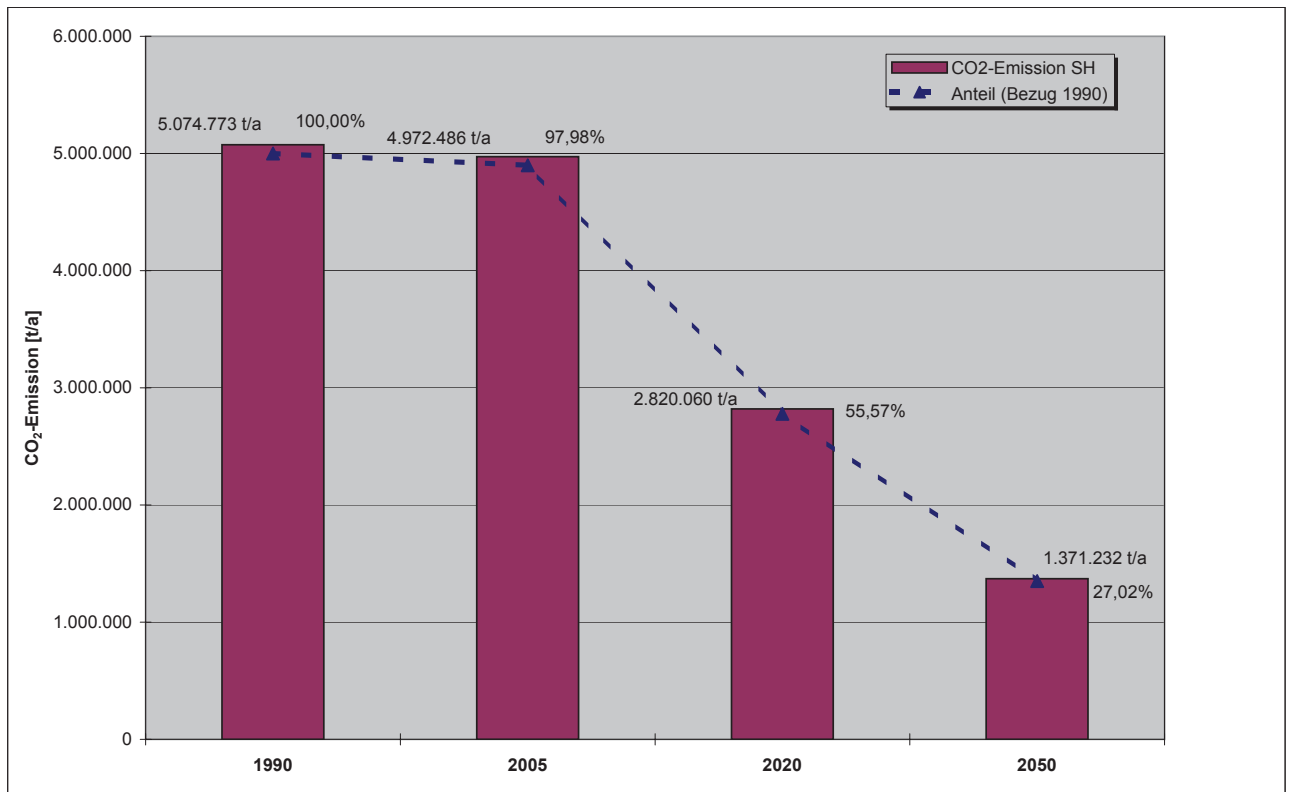


Bild 6: Entwicklung der CO₂-Emissionen aus der Stromproduktion in Schleswig-Holstein

3 Wärmeversorgung in Schleswig-Holstein

3.1 Wärmeverbrauch und Wärmeerzeugung

3.1.1 Energieträger

Im Szenario **EnergieSch** werden neun verschiedene Energieträger zur Erzeugung des Wärmebedarfs berücksichtigt (Tabelle 5). Die aktuellen Daten aus Schleswig-Holstein für den Verbrauch der verschiedenen Energieträger zur Erzeugung von Wärme für Raumheizung und Warmwasser sind der Energiebilanz 2003 des Statistischen Amtes entnommen. Herangezogen werden dabei die Verbrauchsdaten für die Energieträger aus den Bereichen Haushalt und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD)²⁹. In der Energiebilanz ist nur der gesamte Verbrauch der einzelnen Energieträger in diesen Bereichen aufgeführt. Die Energieträger Kohle, Erdgas, Heizöl, Biomasse und Fernwärme werden in diesen Bereichen praktisch ausschließlich zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Für den Energieträger Strom muss aber der Anteil für die nicht energetische Nutzung abgezogen werden. Dazu werden hilfsweise die Daten des Sachstandsberichts des Umweltbundesamtes zur nachhaltigen Wärmeversorgung verwendet [UBA 2007a]. Der Anteil am gesamten Stromverbrauch für die Erzeugung von Wärme beträgt bundesweit in 1998 etwa 8,8 Prozent; für 2010 werden 6,1 Prozent erwartet³⁰. Durch lineare Interpolation wird der Anteil für 2003 auf 7,675 Prozent des gesamten Stromverbrauchs geschätzt.

Aus diesen Daten ergibt sich ein Endenergieverbrauch in Schleswig-Holstein für die Wärmebereitstellung in Haushalten und im Bereich GHD im Jahr 2003 von 38.641 GWh (Tabelle 5). Dieser Wert korrespondiert annähernd mit den Angaben im Grünbuch zu

²⁹ Energiebilanz SH 2003: Tabelle A3 auf Seite 26-27

³⁰ UBA Wärmeversorgung: Tabelle 12 auf Seite 48

einem Verbrauch von insgesamt 2,4 Mio. t Heizöläquivalente für die Raumheizung³¹. Bei einer Heizöldichte von 0,83 kg/l und einem Faktor von 1:10 für Umrechnung von Heizöläquivalente auf kWh ergibt sich mit den Angaben des MWWV ein Jahresverbrauch von etwa 30.000 GWh. Eine detaillierte Aufteilung des Verbrauchs auf die einzelnen Energieträger hat das MWWV nicht vorgenommen.

In der BMU-Leitstudie 2007 ist ein Szenario für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs zur Wärmeerzeugung in Deutschland³² enthalten. Diese Verbrauchsentwicklung berücksichtigt die Effizienzsteigerung bei Heizungsanlagen, die Nutzung der erneuerbaren Energien und insbesondere die Einsparmöglichkeiten durch verbesserte Wärmedämmung auch im Bestand (Bild 7). Diese Entwicklung wird im Szenario **EnergieSch** auf Schleswig-Holstein übertragen. Der Gesamtverbrauch sinkt in 2020 auf 82 Prozent des Ausgangswertes und bis 2050 auf 55 Prozent.

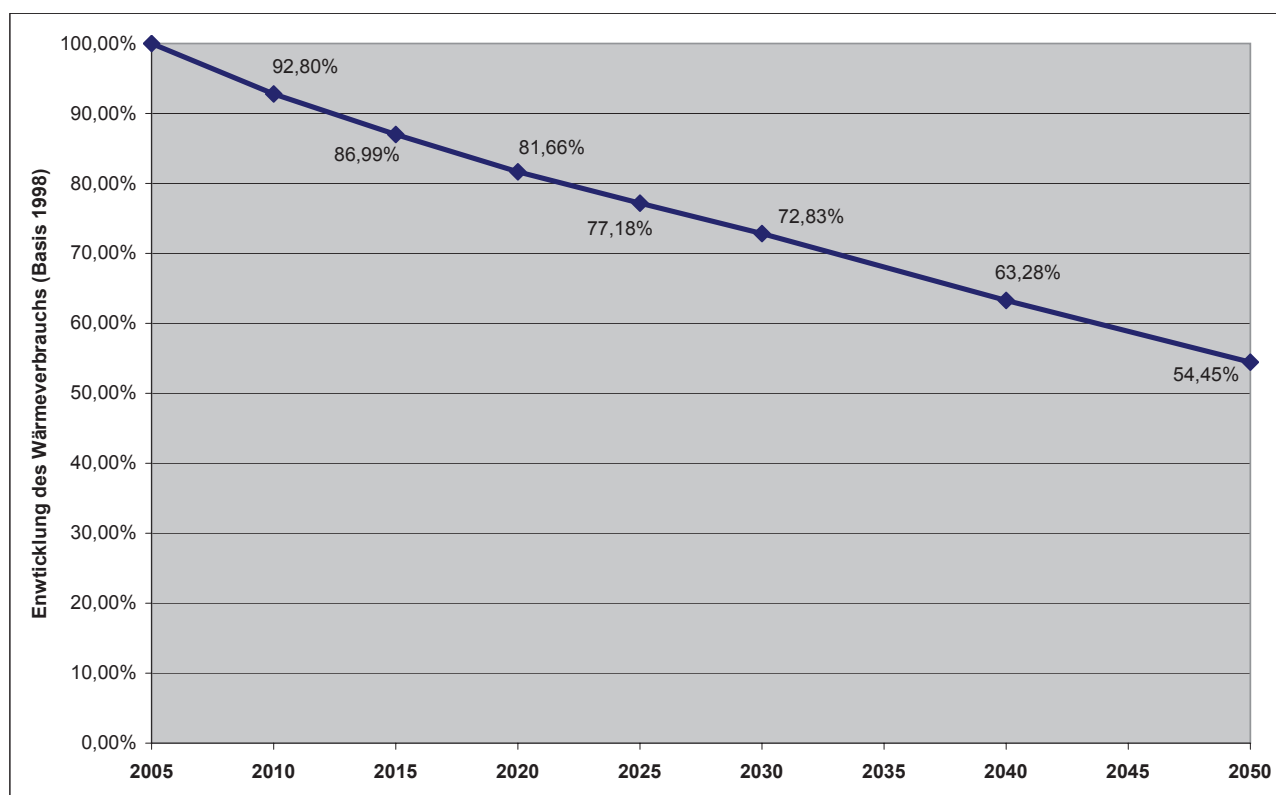


Bild 7: Prognostizierte Entwicklung des Wärmeverbrauchs in der Leitstudie 2007 des BMU

Die Leitstudie nimmt auch eine Abschätzung der Anteile der verschiedenen Energieträger im Verbrauchsmix für Deutschland vor. Diese Daten werden übernommen mit einigen Ausnahmen im Hinblick auf die Situation im Land Schleswig-Holstein (Bild 8).

³¹ Grünbuch: Tabelle 10 auf Seite 40

³² BMU-Leitstudie 2007: Abbildung 2.16 auf Seite 38

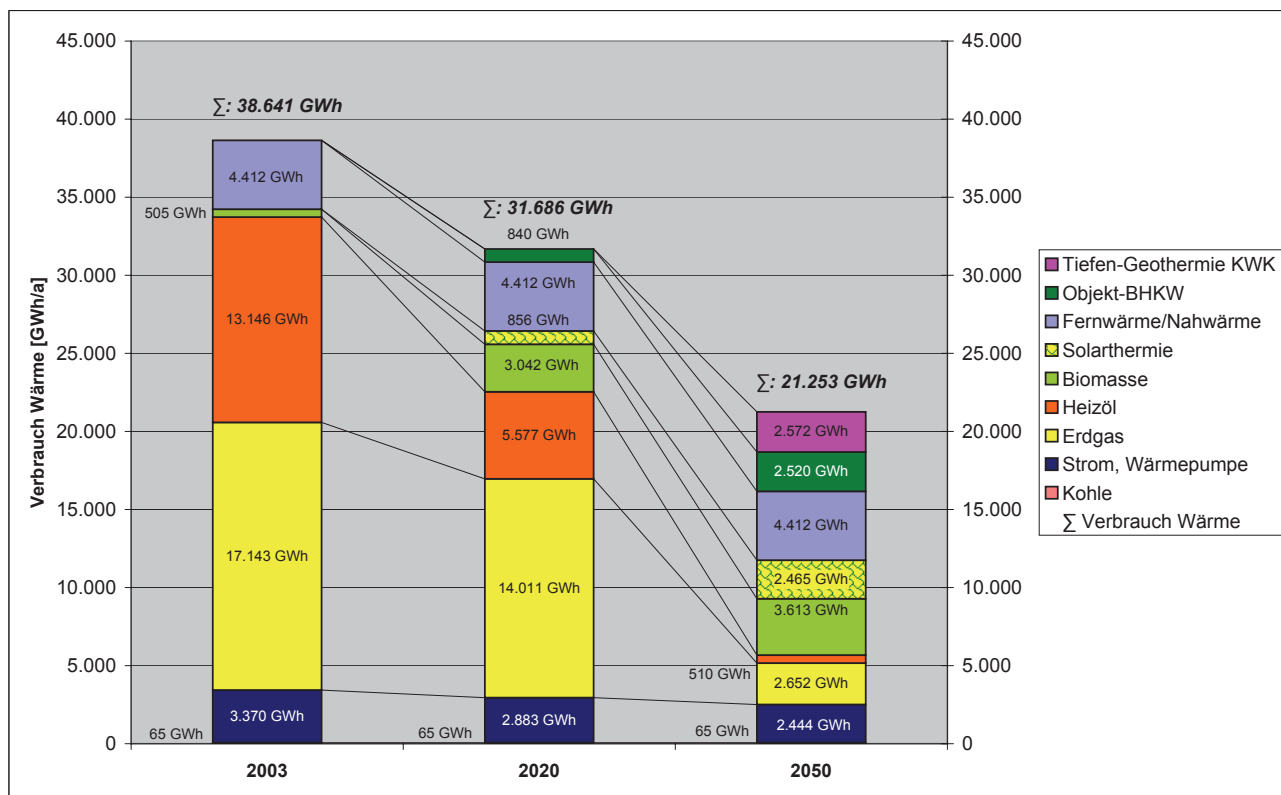


Bild 8: Aufteilung der in Schleswig-Holstein erzeugten Wärme auf die Endenergiearten

» **Fernwärme**

Der Energieträger Fernwärme weist heute schon in Schleswig-Holstein mit mehr als 11,5 Prozent einen deutlich höheren Anteil auf als die deutschlandweit vorzufindenden 8,9 Prozent. Insbesondere in Flensburg, Kiel und Neumünster ist mit den bestehenden Netzen ein guter Versorgungsgrad erreicht. Aufgrund der ländlichen Siedlungsstruktur im Land ist die Errichtung neuer Nah- oder Fernwärmenetze nur im geringen Umfang zu erwarten. Insbesondere trifft dies zu, wenn Neubauten konsequent als Niedrig-Energiehäuser oder Passivhäuser ausgeführt werden. Die durch Fernwärme erzeugte Wärmemenge wird daher als konstant über die Zeit angenommen.

» **Kohle**

Der Anteil der Kohle an der Wärmeerzeugung ist im Land mit 0,17 Prozent deutlich geringer als bundesweit. Dabei dürfte es sich überwiegend um Einzelkamine handeln, die zu dekorativen Zwecken oder in der Übergangszeit genutzt werden. Die Verbrauchsmenge wird daher im Szenario unverändert fortgeschrieben.

» **Strom und Wärmepumpen**

Der Anteil für Wärmeerzeugung durch Strom und Wärmepumpen liegt in Schleswig-Holstein mit 8,72 Prozent niedriger als bundesweit mit 11 Prozent. Unter Heranziehung der Steigerungsraten der BMU-Leitstudie ergibt sich für Schleswig-Holstein im Jahr 2020 ein Anteil von 9,1 Prozent und für 2050 von 11,5 Prozent. Ein stärkerer Anstieg wird nicht vorgesehen, da die Flach-Geothermie mit Wärmepumpen durch die schlechten Wirkungsgrade und die hohen CO₂-Emissionen in der Gesamtbilanz im Vergleich zu KWK-Anlagen³³ in Schleswig-Holstein nicht ausgebaut werden sollte.

³³ UBA Wärmeversorgung: Seite 17

» **Tiefen-Geothermie**

Nach den Untersuchungen des Landesamtes für Natur und Umwelt in 2001 [LANU 2001] ist in Schleswig-Holstein im Bereich von Kiel, Neumünster und im Hamburger Umland eine wirtschaftliche Nutzung der Tiefen-Geothermie zur Einspeisung in Fernwärmenetze wirtschaftlich möglich³⁴. In diesen Bereichen liegt der erforderliche Temperaturhorizont in nutzbaren Tiefen von 1.000 bis 2.000 m. Dort sind auch Fernwärmenetze vorhanden bzw. aufgrund der städtischen Struktur im Hamburger Umland realisierbar. Im Szenario **EnergieSCH** wird für 2050 der deutschlandweit erwartete Anteil der Tiefen-Geothermie am Gesamtverbrauch von 12,1 Prozent auch für Schleswig-Holstein herangezogen.

» **Objekt-BHKW**

Erhebliche Erweiterungen bei der Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung sind gerade in den Städten ohne eigene Fernwärmeversorgung durch den konsequenten Austausch von alten Heizungsanlagen durch Objekt-BHKW möglich. Wie bei der Stromerzeugung beschrieben, existiert ein Potenzial von etwa 3.000 Objekt-BHKW der Leistungsklasse 20 kW_{el} bis 2020 und 9.000 bis 2050. Die thermische Leistung eines BHKW dieser Leistungsklasse liegt bei etwa 40 kW_{therm}.

Für die Wärmeerzeugung wird nur die Grundlastnutzung der Objekt-BHKW über mindestens 6.200 Volllaststunden berücksichtigt, da nur diese wärmegeführt erzeugt wird. Die noch für 2.100 Volllaststunden verfügbare Spitzenlast wird im Szenario nicht herangezogen, da diese über den Strombedarf gesteuert wird. Bis 2020 stehen durch Objekt-BHKW 744 GWh und bis 2050 2.232 GWh an Heizenergie zur Verfügung. Entsprechend werden die deutschlandweit üblichen Anteile für die Erdgasheizung in den Jahren 2020 und 2050 im Szenario für Schleswig-Holstein abgesenkt.

Die Objekt-BHKW werden zunächst mit Erdgas betrieben. Eine Nutzung von Biogas ist jederzeit möglich, z. B. durch Einspeisung ins öffentliche Gasnetz oder direkte Versorgung.

3.1.2 CO₂-Emissionen durch die Wärmeerzeugung

Die CO₂-Äquivalente für die einzelnen Wärmeerzeugungsarten werden soweit verfügbar aus GEMIS³⁵ entnommen und beinhalten den gesamten Lebenszyklus des Wärmeerzeugers und Energieträgers einschließlich Material und Transport aber ohne Entsorgung. Mangels anderer detaillierter Angaben werden für die Erzeugungsart „Strom, Wärmepumpe“ näherungsweise die Daten aus GEMIS für eine Elektroheizung, die im Strommix betrieben wird, verwendet. Für Biomasse werden die Daten für Holzpellets-Heizkessel mit 50 kW Leistung und für Kohle diejenigen für Braunkohle-Brikett-Raumheizung herangezogen.

Für die Solarthermie wird ein CO₂-Äquivalent von 12 g/kWh gemäß den Ausführungen von Nitsch³⁶ [Nitsch 2001] verwendet, für die Tiefen-Geothermie die Angabe aus dem TAB-Arbeitsbericht des Deutschen Bundestags [Paschen 2003] mit 21 g/kWh bei Nutzung mit Kraft-Wärme-Kopplung³⁷.

Für Schleswig Holstein ergibt sich damit eine CO₂-Emission durch die Wärmeerzeugung von etwa 14 Mio. t/a in 2005 (Tabelle 5). Sie reduziert sich in 2020 auf 11 Mio. t/a und in 2050 auf 6,5 Mio. t/a (Bild 9).

³⁴ LANU Geothermie: Abbildung 9 und Tabelle 1 auf Seite 25, Seite 26

³⁵ Datenbank GEMIS 4.2 des Öko-Instituts, www.gemis.de

³⁶ Nitsch 2001: Abbildung 6 auf Seite 16

³⁷ TAB-Arbeitsbericht: Abbildung 25 auf Seite 85

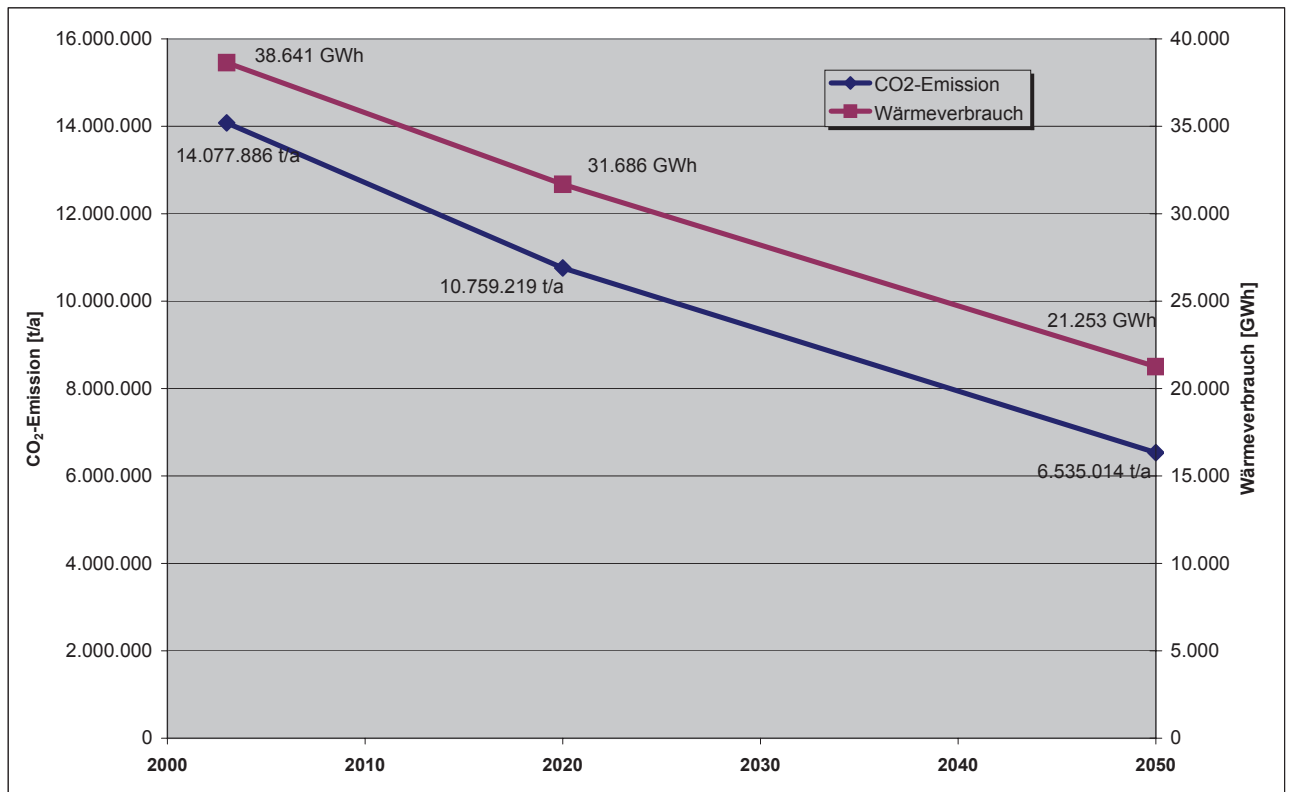


Bild 9: Entwicklung des Energieverbrauchs für die Wärmeerzeugung und die damit verbundenen CO₂-Emissionen in Schleswig-Holstein

Um den Erfolg der bisherigen und künftigen Maßnahmen zur CO₂-Minderung nach dem Kyoto-Protokoll zu beurteilen, werden die Ausgangsdaten der CO₂-Emissionen des Jahres 1990 herangezogen. Lt. dem Klimaschutzbericht 2004 der Landesregierung³⁸ betragen die energiebedingten CO₂-Emissionen des Landes in den Bereichen Haushalte, Kleinverbraucher und verarbeitendes Gewerbe insgesamt 11,5 Mio. t. Bundesweit wurden laut den Daten des Umweltbundesamtes zur Emissionsentwicklung [UBA 2007b] 371 Mio. t CO₂ durch die Wärmeerzeugung emittiert; der Anteil Schleswig-Holsteins beträgt damit für das Bezugsjahr 1990 etwa 3,1 Prozent.

Für die künftige bundesweite Entwicklung der CO₂-Emissionen durch die Wärmeerzeugung werden die Daten aus der Leitstudie 2007³⁹ des BMU herangezogen. Die CO₂-Emissionen in Deutschland sollen sich von 323 Mio. t in 2005 auf 232 Mio. t in 2025 und 90 Mio. t in 2050 reduzieren (Tabelle 5).

³⁸ Klimaschutzbericht SH 2004: Anlage 4.3 auf Seite 301

³⁹ BMU-Leitstudie 2007: Tabelle 10 auf Seite 88

Tabelle 5: Ergebnisse des Szenarios **EnergieSCH** für die Wärmeversorgung

| | CO ₂ -Äquivalent [g/kWh] | 2003 | | | 2020 | | | 2050 | | |
|---|--|---------------|----------------|---------------------------------|---------------|----------------|---------------------------------|---------------|----------------|---------------------------------|
| | | Arbeit [GWh] | Anteil | CO ₂ -Emission [t/a] | Arbeit [GWh] | Anteil | CO ₂ -Emission [t/a] | Arbeit [GWh] | Anteil | CO ₂ -Emission [t/a] |
| Erdgas | 254 | 17.143 | 44,36% | 4.354.322 | 14.107 | 44,52% | 3.583.236 | 2.940 | 13,83% | 746.673 |
| Heizöl | 329 | 13.146 | 34,02% | 4.325.034 | 5.577 | 17,60% | 1.834.724 | 510 | 2,40% | 167.810 |
| Strom, Wärmepumpe | 923 | 3.370 | 8,72% | 3.110.510 | 2.883 | 9,10% | 2.661.370 | 2.444 | 11,50% | 2.255.852 |
| Kohle | 457 | 65 | 0,17% | 29.705 | 65 | 0,21% | 29.705 | 65 | 0,31% | 29.705 |
| Biomasse | 33,7 | 505 | 1,31% | 17.019 | 3.042 | 9,60% | 102.509 | 3.613 | 17,00% | 121.756 |
| Solarthermie | 12 | | | | 856 | 2,70% | 10.266 | 2.465 | 11,60% | 29.584 |
| Fernwärme/Nahwärme | 508 | 4.412 | 11,42% | 2.241.296 | 4.412 | 13,92% | 2.241.296 | 4.412 | 20,76% | 2.241.296 |
| Tiefen-Geothermie KWK | 21 | | | | | | | 2.572 | 12,10% | 54.003 |
| Objekt-BHKW | 398 | | | | 744 | 2,35% | 296.112 | 2.232 | 10,50% | 888.336 |
| Wärmeverbrauch SH | | 38.641 | 100,00% | 14.077.886 | 31.686 | 100,00% | 10.759.219 | 21.253 | 100,00% | 6.535.014 |
| CO₂-Emission (Bezug 1990: 11.485.949 t/a) | | | | 122,57% | | | 93,67% | | | 56,90% |
| Veränderung CO₂-Emission in SH | | | | 2.591.937 t/a | | | -726.730 t/a | | | -4.950.935 t/a |
| (Basis 1990: 11.485.949 t/a) | | | | +22,57% | | | -6,33% | | | -43,10% |
| CO₂-Emission in Deutschland Leitstudie 2007 | | | | 323.000.000 t/a | | | 232.000.000 t/a | | | 90.000.000 t/a |
| bezogen auf Basis 1990 mit 370.621.200 t/a | | | | 87,15% | | | 62,60% | | | 24,28% |
| Anteil von SH (Basis 1990: 3,1 %) | | | | 4,36% | | | 4,64% | | | 7,26% |

Erläuterungen:

Objekt-BHKW: Blockheizkraftwerk in einem Objekt ohne Nahwärmenetz

KWK: Kraft-Wärme-Kopplung; gleichzeitige Erzeugung von Strom (Kraft) und Wärme

SH: Schleswig-Holstein

1 GWh = 1.000 MWh = 1.000.000 kWh

3.2 Ergebnisse des Szenarios EnergieScH

3.2.1 Verbrauchsmix

Im Szenario zeigt sich, dass die fossilen Energieträger immer weiter zurückgedrängt werden (Bild 10). Sie reduzieren sich von knapp 80 Prozent in 2005 bis auf etwa 16 Prozent in 2050. In den Vordergrund rücken die Solarthermie, die Tiefen-Geothermie und die zunächst noch mit Erdgas betriebenen Objekt-BHKW mit jeweils etwa 12 Prozent in 2050. Der absolute Verbrauch durch die ökologisch bedenklichen Elektroheizungen wird zwar um 30 Prozent reduziert. Da aber der gesamte Verbrauch für die Wärmeerzeugung durch erfolgreiche Wärmedämmung bis 2050 um etwa 50 Prozent reduziert wird, erhöht sich der relative Anteil der Stromheizungen am Verbrauchsmix von etwa 9 Prozent auf 12 Prozent.

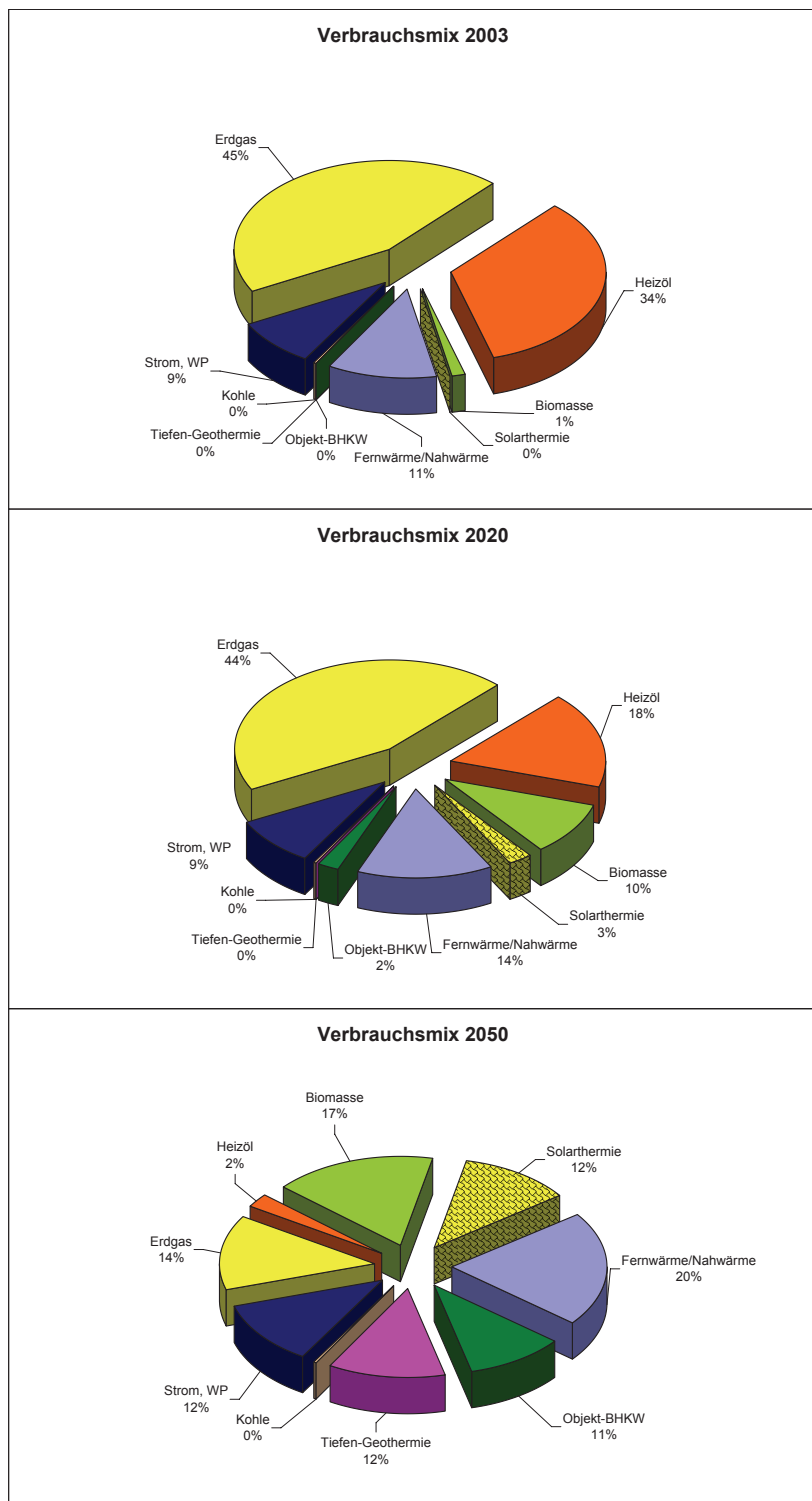


Bild 10:
Verbrauchsmix der einzelnen
Energieträger für die Wärmeerzeugung

Der Bedarf an Wärmeenergie in Schleswig-Holstein reduziert sich durch Einsparmaßnahmen und Effizienzsteigerungen bei den Wärmeerzeugern bis 2020 um 23,5 Prozent und bis 2050 um 53 Prozent (Bild 9, Tabelle 5).

3.2.2 CO₂-Emissionen

Die Verbrauchsreduktion durch verbesserte Wärmedämmung, Effizienzsteigerung bei den Wärmeerzeugern und vor allem den Umstieg auf die erneuerbaren Energien Solarthermie und Tiefen-Geothermie ermöglicht in Schleswig-Holstein bis 2050 eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um 43 Prozent vom Basiswert 1990 (Bild 11).

Dieser Erfolg ist um so bemerkenswerter, da im Zeitraum von 1990 bis 2005 die schon damals möglichen Minderungsmaßnahmen nicht angewendet wurden. Bis 2005 stiegen die CO₂-Emissionen um etwa 23 Prozent an. Bis 2020 werden sie bei konsequent umgesetzten Energiesparmaßnahmen wieder den Ausgangswert von 1990 unterschreiten. In 2020 werden mit dem Szenario „EnergieSCH in die Zukunft“ etwa 0,7 Mio. t CO₂ und bis 2050 sogar 5 Mio. t jährlich eingespart (Tabelle 5).

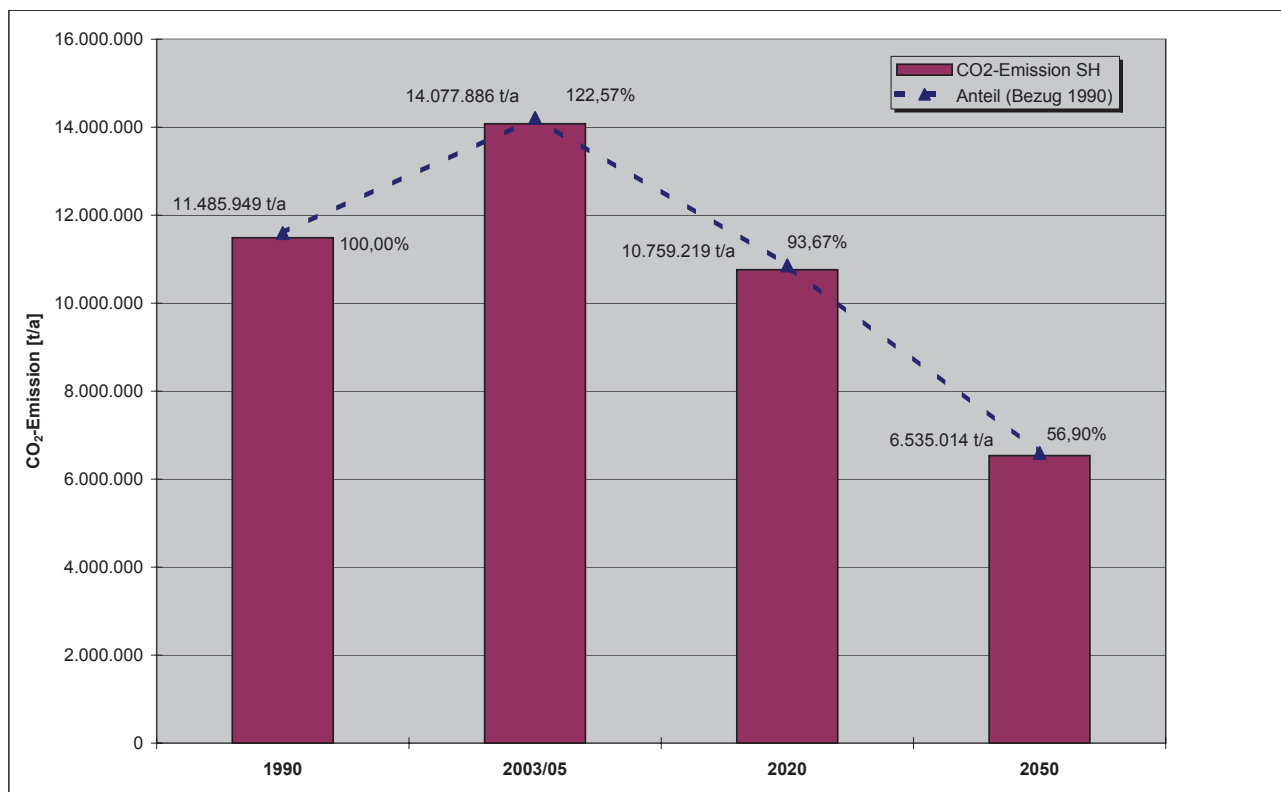


Bild 11: Entwicklung der CO₂-Emissionen durch die Wärmeerzeugung

4 Energieverbrauch im Verkehr in Schleswig-Holstein

4.1 Energieverbrauch und Energieträger

4.1.1 Energieträger

Im Szenario **EnergieSch** werden sieben verschiedene Energieträger für den Verkehrsbereich berücksichtigt, wie sie in der Leitstudie des BMU⁴⁰ verwendet werden. Die aktuellen Verbrauchsdaten an Endenergie für den Verkehr in Schleswig-Holstein werden der Energiebilanz 2003 entnommen mit insgesamt 22.148 GWh⁴¹. Berücksichtigt sind alle Verkehrsträger wie öffentlicher Verkehr und motorisierter Individualverkehr, sowohl zu Land als auch auf See und in der Luft. Die Aufteilung der verbrauchten Energiemenge auf die 7 Energieträger wird für 2003 anhand der Daten der Energiebilanz für Schleswig-Holstein vorgenommen (Tabelle 6). Dabei überwiegen die Anteile an Benzin und Dieselmotorkraftstoff mit etwa 45 bzw. 50 Prozent am Gesamtverbrauch.

Für die Fortschreibung der Verbrauchsentwicklung wird das Leitszenario 2007 des BMU herangezogen. Dort wird auf die Effizienzvariante des UBA⁴² zurückgegriffen, das eine deutliche Effizienzsteigerung im Kraftstoffverbrauch z. B. durch das Downsizing der Motoren und den Leichtbau berücksichtigt. Der Kraftstoffverbrauch sinkt dann bei bundesweiter Betrachtung von 725.024 GWh in 2005 über 665.810 GWh in 2020 auf 507.350 in 2050. Für Schleswig-Holstein wird ein gleich bleibender Anteil am deutschen Gesamtverbrauch auf der Basis des Wertes des Jahres 2005 von 3,05 Prozent unterstellt. Der Verbrauch sinkt dann in Schleswig-Holstein von 22.149 GWh in 2003 über 20.340 GWh in 2020 auf 15.499 GWh in 2050 (Tabelle 6). Eine weitere Beeinflussung des Verbrauchs durch einen anderen Modal Split oder eine Reduzierung der Fahrleistungen ist in diesem Szenario für Schleswig-Holstein nicht weiter berücksichtigt.

Für die Abschätzung der künftigen Verteilung des Gesamtverbrauchs auf die sieben verschiedenen Energieträger werden die Daten der BMU-Leitstudie herangezogen (Tabelle 6, Bild 12). Der Kerosinverbrauch in Schleswig-Holstein ist aufgrund des nur geringen Umfangs der Verkehrsfliegerei im Land mit 1,77 Prozent in 2003 deutlich geringer als der bundesweite Durchschnitt von 12,5 Prozent. Dieser geringe Anteil bleibt auch bei der Fortschreibung mit dem Szenario der BMU-Leitstudie erhalten. Er beträgt in 2020 und 2050 jeweils 2,8 Prozent am Gesamtenergieverbrauch.

Wasserstoff wird für den Zeitraum nach 2020 berücksichtigt. Dann besteht durch die Off-shore-Windenergieanlagen eine unter dem Gesichtspunkt der Treibhausgasemission sinnvolle Erzeugungsmöglichkeit für „blauen“ Wasserstoff. Bei dem prognostizierten Energieüberschuss an erzeugtem Strom in 2050 von mindestens 2.690 GWh (Tabelle 3), können bei Annahme eines Wirkungsgrades von etwa 20 Prozent für die Wasserstoffherzeugung durch Elektrolyse maximal 538 GWh „blauer“ Wasserstoff erzeugt werden. Damit könnte der prognostizierte Bedarf für Schleswig-Holstein von etwa 1.600 GWh zu einem Drittel gedeckt werden. Wird auch der verfügbare Importstrom aus erneuerbaren Energieträgern mit herangezogen im Umfang von max. 8.000 GWh, könnten noch zusätzlich 1.600 GWh Wasserstoff erzeugt werden.

⁴⁰ BMU-Leitstudie 2007: Abbildung 2.19 auf Seite 41

⁴¹ Energiebilanz SH 2003: Tabelle 8 auf Seite 16

⁴² BMU-Leitstudie 2007: Abbildung 2.19 auf Seite 41

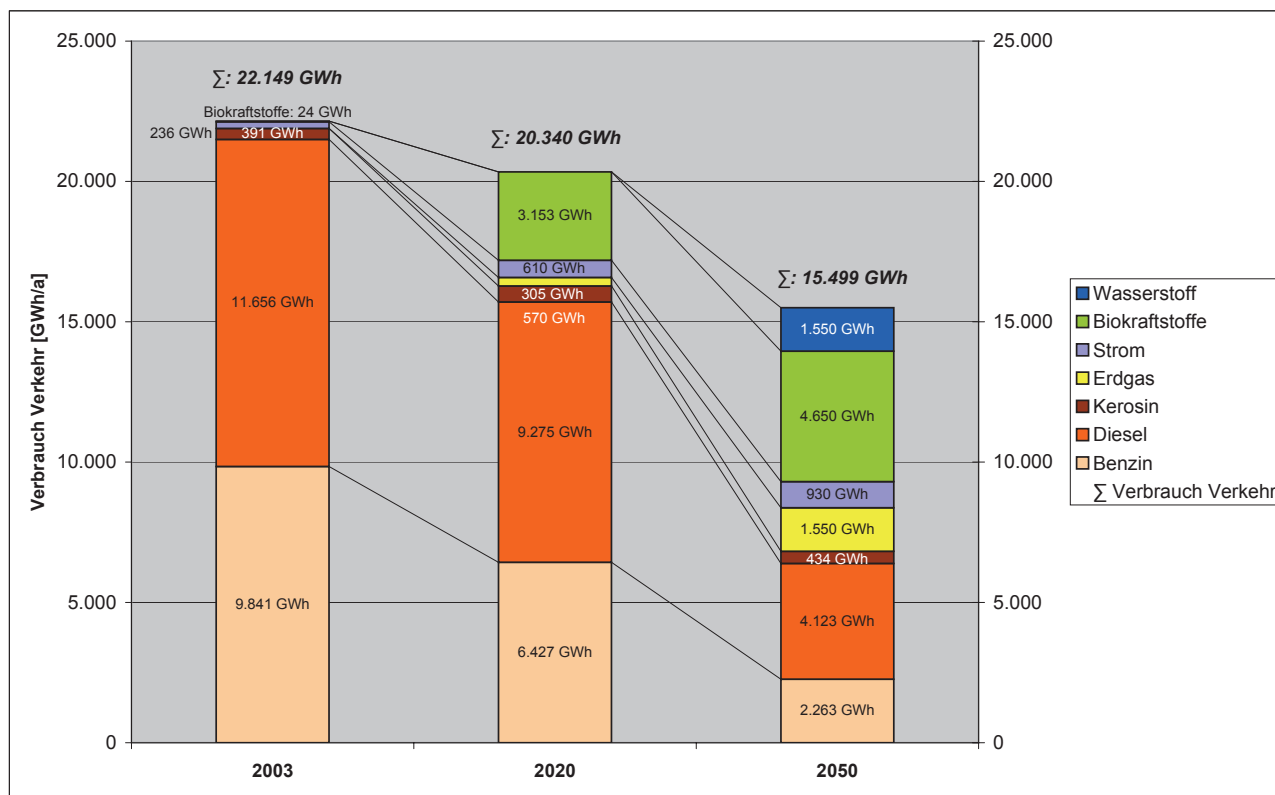


Bild 12: Aufteilung des Energieverbrauchs für den Verkehr in Schleswig-Holstein auf die Energieträger

4.1.2 CO₂-Emissionen durch den Verkehr

Bundesweit betragen die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen gemäß der Leitstudie des BMU etwa 184 Mio. t/a⁴³. Der Anteil Schleswig-Holsteins beträgt bei 6 Mio. t/a⁴⁴ etwa 3,26 Prozent. Vom BMU wird in der Leitstudie 2007 eine deutliche Absenkung der CO₂-Emissionen im Vergleich zum Energieverbrauch des Verkehrs prognostiziert. Dieser Effekt kann auf das Downsizing der Antriebssysteme, Leichtbau und Umstieg auf Kraftstoffe mit geringerem CO₂-Emissionspotenzial wie z. B. biogene Kraftstoffe oder Wasserstoff, zurückgeführt werden. Die CO₂-Emissionen sinken bis 2020 um 23 Prozent auf 142 Mio. t und bis 2050 um 63 Prozent auf etwa 68 Mio. t. Bei gleich bleibendem Anteil des Landes reduziert sich die Emission in Schleswig-Holstein in 2020 auf 4,6 Mio. t und in 2050 auf 2,2 Mio. t (Bild 13).

Um den Erfolg der bisherigen und künftigen Maßnahmen zur CO₂-Minderung nach dem Kyoto-Protokoll zu beurteilen, werden die Ausgangsdaten der CO₂-Emissionen des Jahres 1990 herangezogen. Gemäß dem Klimaschutzbericht 2004 der Landesregierung⁴⁵ betragen die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen im Land in 1990 etwa 5,6 Mio. t.

Bundesweit wurden für das Jahr 1990 lt. den Daten des Umweltbundesamtes zur Emissionsentwicklung [UBA 2007b] 163 Mio. t CO₂ durch den Verkehr erzeugt; der Anteil Schleswig-Holsteins für das Bezugsjahr 1990 beträgt 2,4 Prozent.

⁴³ BMU Leitstudie 2007: Tabelle 10 auf Seite 88

⁴⁴ Grünbuch: Seite 9

⁴⁵ Klimaschutzbericht SH 2004: Anlage 4.3 auf Seite 301

Tabelle 6: Ergebnisse des Szenarios **EnergieScH** für den Energieverbrauch im Verkehr

| | 2003 | | 2020 | | 2050 | |
|---|------------------------|----------------|------------------------|----------------|-----------------------|----------------|
| | Verbrauch [GWh] | Anteil | Verbrauch [GWh] | Anteil | Verbrauch [GWh] | Anteil |
| Benzin | 9.841 | 44,43% | 6.427 | 31,60% | 2.263 | 14,60% |
| Diesel | 11.656 | 52,63% | 9.275 | 45,60% | 4.123 | 26,60% |
| Kerosin | 391 | 1,77% | 570 | 2,80% | 434 | 2,80% |
| Erdgas | 0 | 0,00% | 305 | 1,50% | 1.550 | 10,00% |
| Strom | 236 | 1,07% | 610 | 3,00% | 930 | 6,00% |
| Biokraftstoffe | 24 | 0,11% | 3.153 | 15,50% | 4.650 | 30,00% |
| Wasserstoff | 0 | 0,00% | 0 | 0,00% | 1.550 | 10,00% |
| Kraftstoffverbrauch SH | 22.149 | 100,00% | 20.340 | 100,00% | 15.499 | 100,00% |
| CO₂-Emission (Bezug 1990: 5.600.878 t/a) | 6.000.000 | 107,13% | 4.630.435 | 82,67% | 2.217.391 | 39,59% |
| Veränderung CO₂-Emission in SH | 399.122 t/a | | -970.443 t/a | | -3.383.487 t/a | |
| (Basis 1990: 5.600.878 t/a) | +7,13% | | -17,33% | | -60,41% | |
| CO₂-Emission in Deutschland Leitstudie 2007 | 184.000.000 t/a | | 142.000.000 t/a | | 68.000.000 t/a | |
| bezogen auf Basis 1990 mit 162.487.040 t/a | 113,24% | | 87,39% | | 41,85% | |
| Anteil von SH (Basis 1990: 2,4 %) | 3,26% | | 3,26% | | 3,26% | |

Erläuterungen:
 SH: Schleswig-Holstein
 1 GWh = 1.000 MWh = 1.000.000 kWh

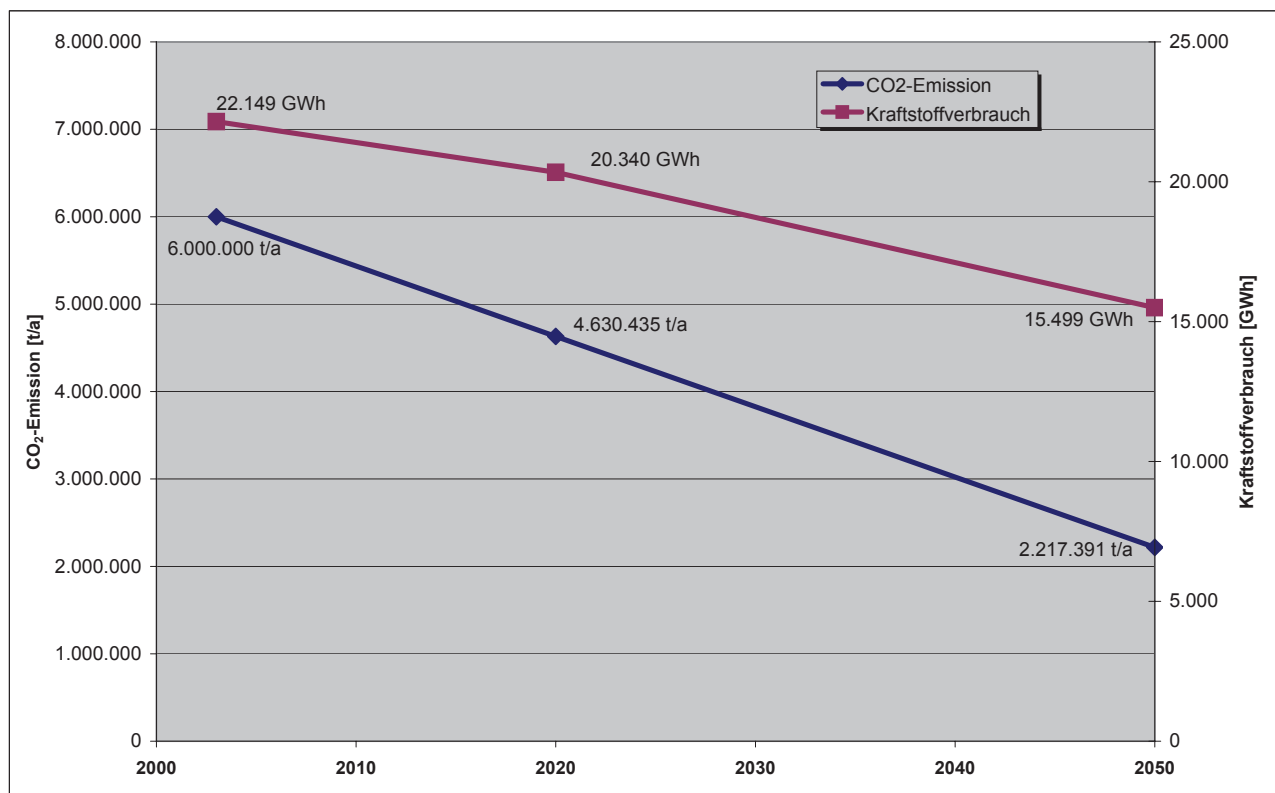


Bild 13: Entwicklung des Energieverbrauchs für den Verkehr und die damit verbundenen CO₂-Emissionen in Schleswig-Holstein

4.2 Ergebnisse des Szenarios EnergieSch

4.2.1 Verbrauchsmix

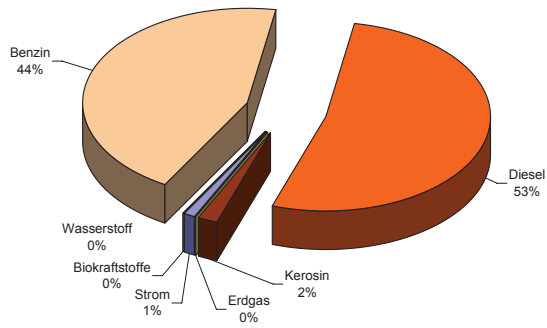
Im Szenario zeigt sich, dass im Landverkehr die fossilen Energieträger Benzin, Diesel, Erdgas immer weiter zurückgedrängt werden (Bild 14). Sie reduzieren sich von knapp 97 Prozent in 2003 bis auf etwa 51 Prozent in 2050. Abgelöst werden sie durch biogene Kraftstoffe mit einem Anteil von 30 Prozent in 2050 und durch Strom z. B. in Form von gespeicherter Energie auf dem Fahrzeug mit Batteriesystemen (6 Prozent) oder durch On-board-Erzeugung aus Wasserstoff mit Hilfe von Brennstoffzellen (10 Prozent). Ein Ersatz des fossilen Kraftstoffs Kerosin für den Luftverkehr ist auch langfristig noch nicht in Sicht.

4.2.2 CO₂-Emissionen

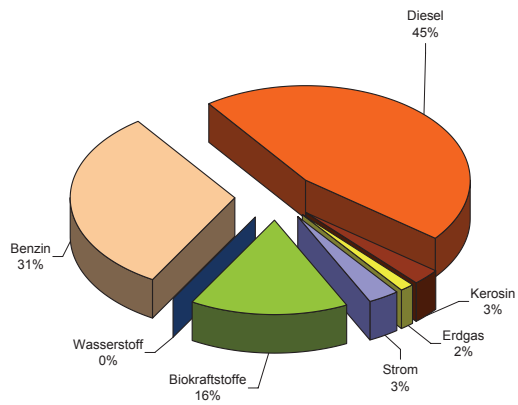
Die Verkehrsentwicklung von 1990 bis 2003 hat einen deutlichen Anstieg der CO₂-Emissionen um 7 Prozent zur Folge gehabt. Ursachen sind sowohl die erhöhten Fahrleistungen durch die gestiegenen Anforderungen an die persönliche Mobilität und den globalisierten Warenaustausch sowie der von der Autoherstellern unterstützte Trend zu immer größeren, schwereren und mit mehr Motorleistung ausgestatteten Fahrzeugen.

Mit den Maßnahmen des Szenarios „**EnergieSch in die Zukunft**“ kann der Anstieg der Emissionen aus dem Jahr 2003 künftig wieder wett gemacht werden. Die Emissionen im Land werden dann nicht mehr 107 Prozent des Referenzwertes betragen. Sie werden absinken auf 83 Prozent in 2020 und auf 40 Prozent in 2050 (Bild 15).

Verbrauchsmix Verkehr 2003



Verbrauchsmix Verkehr 2020



Verbrauchsmix Verkehr 2050

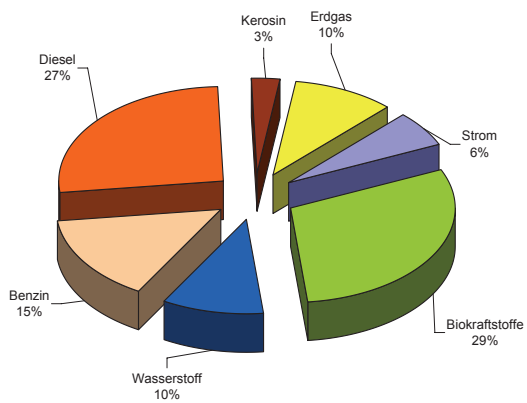


Bild 14:
Verbrauchsmix der einzelnen
Energieträger im Verkehr

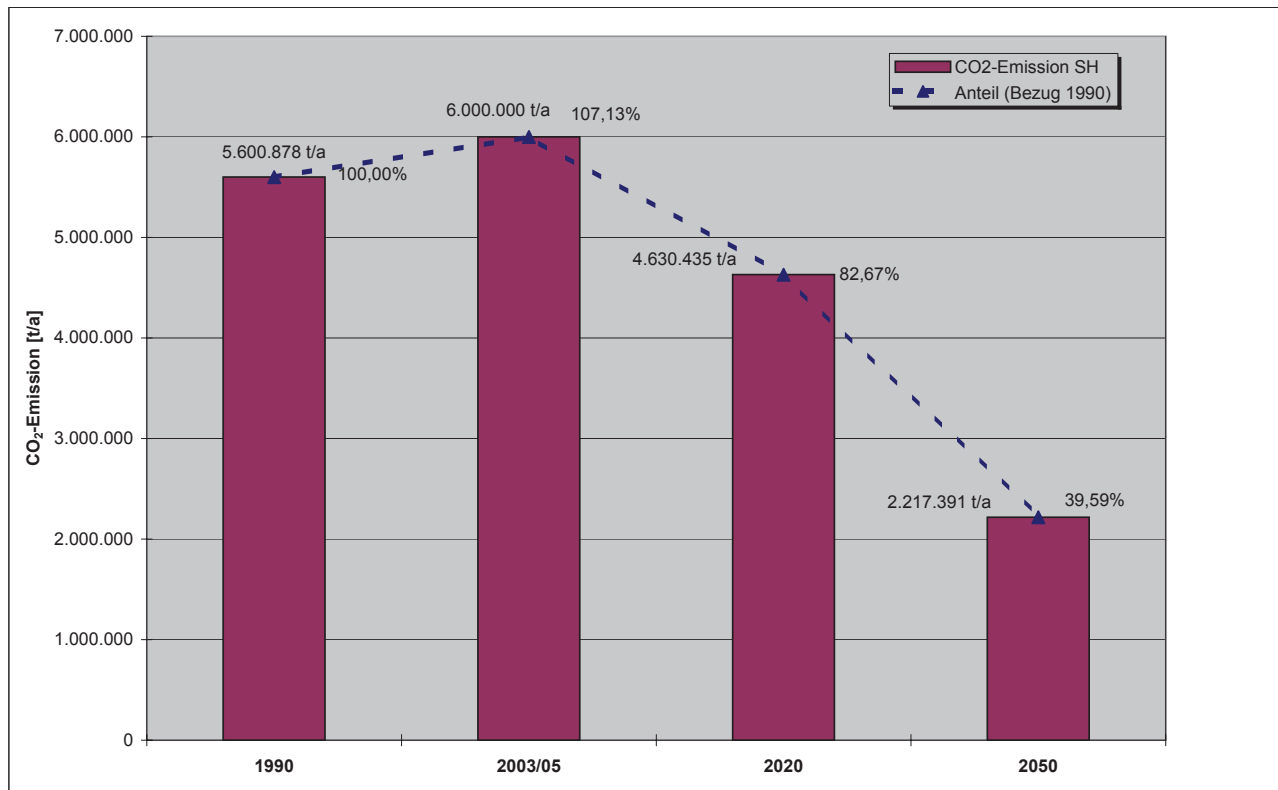


Bild 15: Entwicklung der CO₂-Emissionen durch den Verkehr

5 Zusammenfassung

Wird das Szenario „**EnergieSCH in die Zukunft**“ durch flankierende politische Maßnahmen wie Anreizprogramme oder ordnungsrechtliche Vorgaben gerade im Baurecht, bei der Landesplanung sowie der lokalen Bauleitplanung umgesetzt, steht den Bürgern und den Betrieben des Landes auch beim Versiegen der fossilen Energiequellen genug Energie zur Verfügung. Die Atom- und die Kohletechnologien werden dazu nicht benötigt.

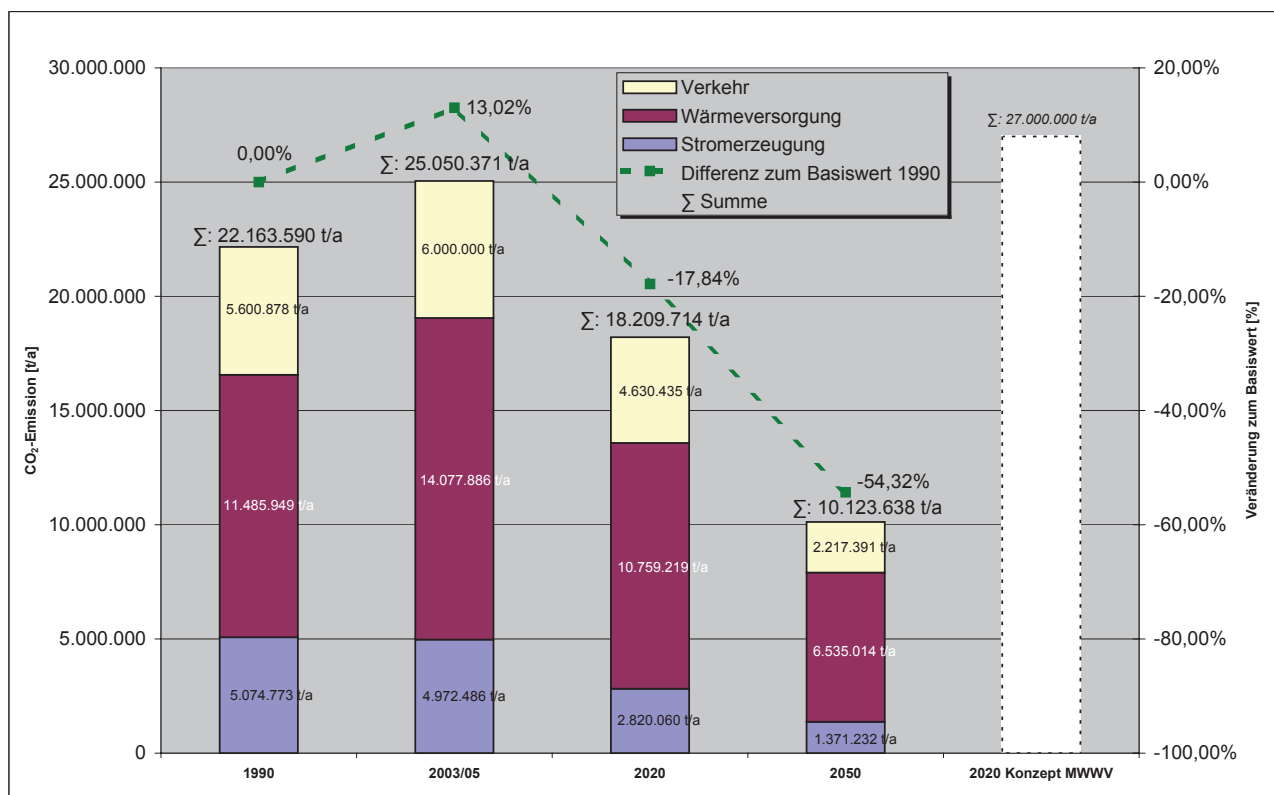
Im Vordergrund steht zunächst die Reduzierung des Energieverbrauchs durch Einsparung z. B. in Form besserer Wärmedämmung der Gebäude nicht nur im Neubau sondern auch im Bestand. Im gleichen Sinne wirkt auch die Effizienzsteigerung z. B. durch das Downsizing der Motoren oder die Wirkungsradverbesserung bei den Umwandlungsprozessen. Extrem kontraproduktiv dazu ist der von den Energie-Oligopolen bevorzugte Einsatz der CCS-Technologie. Damit verbraucht ein Kohlekraftwerk mindestens 20 Prozent mehr Energie als bisher. Außerdem wird ein weiteres Entsorgungsproblem wie bei der Atomtechnik geschaffen. Die Lagerstätten müssen noch Hunderte von Generationen nach uns sichern.

Zunächst sieht das Szenario eine verstärkte Verwendung des länger zur Verfügung stehenden Energieträgers Erdgas vor, insbesondere in Ressourcen sparenden Kraft-Wärme-Kopplungs-Prozessen. Mit dem konsequenten Einsatz von Objekt-BHKW als Ersatz für alte Heizungsanlagen und deren virtueller Vernetzung zu einem SH-Kraftwerk schaffen wir eine maximale Effizienzsteigerung bei der Bereitstellung von Strom und Wärme.

Langfristig setzt das Szenario **EnergieSCH** auf den Einsatz von erneuerbaren Energien. Gerade bei der Stromerzeugung sind dort kurzfristige Erfolge möglich, wenn die Investitionsanreize in der Neufassung des Erneuerbare Energien Gesetzes (EEG) und bei der Ausweisung von Windstandorten durch die Landesplanung richtig gesetzt werden. Beim Wärmebedarf bietet sich dafür eine ordnungsrechtliche Lösung analog dem Modell aus Baden-Württemberg an. Dabei wird zur Deckung des Wärmebedarfs

der Gebäude eine Quote für den Anteil erneuerbarer Energien oder der effizienten Kraft-Wärme-Kopplung verbindlich festgesetzt.

Bei dem künftig zu erwartenden Überschuss an regenerativ erzeugtem Strom besteht auch die Möglichkeit, den Energieträger Wasserstoff klimaneutral als „blauen“ Wasserstoff zu erzeugen. Dessen Vorteile im Hinblick auf eine klimaneutrale und praktisch



schadstofffreie Umwandlung in Fahrzeugen sichert auch langfristig die notwendige und vom ÖPNV nicht allein zu realisierende Mobilität in den ländlich strukturierten Regionen Schleswig-Holsteins.

Bild 16: Absenkung der CO₂-Emissionen des Landes Schleswig-Holstein durch das Konzept des Szenarios „EnergieSch in die Zukunft“

Mit „EnergieSch in die Zukunft“ gehen keine Lichter aus, weder im Land noch bei den Nachbarn in Hamburg. Dies hat die plötzliche Abschaltung der beiden Atomkraftwerke Krümmel und Brunsbüttel und damit der Verlust von etwa 30 Prozent der in Schleswig-Holstein installierten Kraftwerksleistung gezeigt⁴⁶. Die Mobilität für die Bürger und die Wirtschaft bleibt gewahrt.

Nur mit diesem Konzept kann das Land seinen Verpflichtungen zum Klimaschutz⁴⁷ wirksam nachkommen (Bild 16). Die CO₂-Emissionen sinken bis 2020 um knapp 20 Prozent und bis 2050 um über 50 Prozent, bezogen auf den Basiswert von 1990. Mit dem Konzept des MWWV⁴⁸ wird dies nicht erreicht, da die Emissionen auf dem Niveau von 1990 verbleiben und die bis 2005 erzielten Erfolge sogar wieder zunichte gemacht werden.

EnergieSch die Zukunft des Landes für die jetzigen und nachfolgenden Generationen zu sichern, muss daher Handlungsziel der Politik in Schleswig-Holstein auf allen Ebenen sein, im Land, im Bund über die MdB und die Landesregierung und gerade auch im kommunalen Bereich durch die Bauleitplanung und die lokale Umsetzung von Förderprogrammen.

⁴⁶ Grünbuch: In 2006 stand eine Kraftwerksleistung von 7.230 MW zur Verfügung, Tabelle 8 auf Seite 35

⁴⁷ Klimaschutzziele der EU sehen eine Einsparung vom 20% am Primärenergiebedarf bis 2020 vor (Grünbuch: S. 14)

⁴⁸ Grünbuch: Tabelle 10 auf Seite 40

Literatur

- BEI 2007: Bernd Eikmeier, Karin Jahn, Sven Bode, Helmuth-M. Groscurth; Entwicklung der Energieversorgung in Norddeutschland; bremer energie institut und arrhenius Institut für Energie- und Klimapolitik, Mai 2007
- Czisch 2005: Gregor Czisch; Szenarien zur zukünftigen Stromversorgung; Dissertation Universität Kassel, 2005
- Energiebericht 2004: Energiebericht 2004, Drucksache 15/3493 des Schleswig-Holsteinischen Landtags, Mai 2004
- Klima-SH 2004: Agenda 21- und Klimaschutzbericht Schleswig-Holstein 2004, Drucksache 15/3551 des Schleswig-Holsteinischen Landtags, Juli 2004
- LANU 2001: Geothermie, eine Perspektive für Schleswig-Holstein; Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein; Oktober 2001
- Leitstudie 2007: Joachim Nitsch; Leitstudie 2007 „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Februar 2007
- MWWV 2007: Schleswig-Holstein Energie 2020 – Grünbuch; Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein, 2007
- MWWV 2007a: Umdruck 16/2154 des Schleswig-Holsteinischen Landtags, Juni 2007
- Nitsch 2001: J. Nitsch, Christine Rösch; Regenerative Energien im Rahmen einer nachhaltigen Energieversorgung, Kurzfassung des Teilberichtes „Schlüsseltechnologie Regenerative Energien“; DLR und FZ Karlsruhe, Juli 2001
- Öko-Institut 2007 Uwe R. Fritsche; Treibhausgasemissionen und Vermeidungskosten der nuklearen, fossilen und erneuerbaren Strombereitstellung -Arbeitspapier-, Öko-Institut Darmstadt; März 2007
- Paschen 2003: Herbert Paschen, Dagmar Oertel, Reinhard Grünwald; Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland, TAB-Arbeitsbericht Nr. 84; Deutscher Bundestag, Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, Februar 2003
- Ritz 2007: Hauke Ritz und Otto Wiesmann; Peak Oil: der globale Krieg ums Öl; Blätter für deutsche und internationale Politik 7/2007, S 837-844
- Statistik Nord 2006: Energiebilanz Schleswig-Holstein 2003; Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, Kiel, 10-2006
- Statistik Nord 2007: Energiebilanz Hamburg 2004; Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, Kiel, 02-2007
- UBA 2006: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2004; Umweltbundesamt, Bericht 03-06, Mai 2006
- UBA 2007: Klimaschutz in Deutschland: 40%-Senkung der CO₂-Emissionen bis 2020; Umweltbundesamt, Bericht 05-07 , Juni 2007
- UBA 2007a: Nachhaltige Wärmeversorgung – Sachstandsbericht; Umweltbundesamt, Bericht 03-07, März 2007
- UBA 2007b: Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emission 1990 – 2005, Version 1.05 vom 28.03.2007; Umweltbundesamt, März 2007

Anhang:

Vorschläge für politische Maßnahmen

Stromversorgung

- Neue Kondensations-Kohlekraftwerke sind nicht erforderlich. Der Neubau von Großkraftwerken sollte über eine Anpassung der Gebührenregelung für die Wassernutzung zu Kühlzwecken gesteuert werden; ggf. wäre die Nutzung der Luft zu Kühlzwecken mit einzubeziehen.
- Verbesserung der Bedingungen im Baurecht und der Bauleitplanung für die Errichtung von BHKW und Wärmenetzen.
- Schaffung der landesgesetzlichen Grundlagen im Planungsrecht zum Verbot von CO₂-emittierenden Stromerzeugungsanlagen mit Wirkungsgrad <60%.
- Unterstützung des landesweiten Hochspannungsnetz-Ausbaus als Erdkabel durch finanzielle Beteiligung des Landes an einer neuen Betreibergesellschaft SH-Net.
- Konsequente Kontrolle des Erzeugungsmanagements für die EEG-Anlagen durch die Bundesnetzagentur, um die Abnahmeverpflichtung für EEG-Strom durchzusetzen. Abschaltungen trotz Durchleitungen von Strom aus Dänemark dürfen nicht erfolgen.
- Erhöhung der Einspeisevergütung für Off-Shore-Windstrom auf die derzeit für die wirtschaftliche Realisierung erforderliche Größenordnung von 12 bis 14 ct/kWh.
- Anpassung der landespezifischen Besonderheiten für die Errichtung von neuen WEA und das Repowering an die bundesweit geltenden Regelungen, um die Beschleunigung des Repowering zu erreichen.
- Förderung der Erkundung alter Öl- und Gasfelder auf die Eignung zur Nutzung als Druckluftspeicher für Druckluftspeicherkraftwerke; Verzicht auf die Nutzung als CO₂-Lagerstätten, die über mehrere Jahrtausende betrieben und gesichert werden müssen.
- Förderung des Austauschs alter Heizungsanlagen gegen Objekt-BHKW durch Zuschüsse zur Heizungsmodernisierung über die Investitionsbank Schleswig-Holstein.
- SH-Net nimmt Planungen für VikingCable Brunsbüttel-Norwegen wieder auf. Realisierung innerhalb von 5 Jahren mit zukünftiger Einbindung ins europaweite HGÜ super grid.
- Schaffung eines virtuellen SH-Kraftwerks über die Zusammenschaltung Objekt-BHKW zu einem smart grid unter Federführung der Landes-Netzgesellschaft SH-Net und unter Beteiligung der Stadtwerke. Dazu sind Marktanreize über Förderprogramme der Investitionsbank und ordnungsrechtliche Maßnahmen im Baurecht zur Heizungserneuerung sinnvoll.
- Pilotprojekt für ein smart grid mit BHKW schaffen als Keimzelle für die Weiterentwicklung unter Einbeziehung der kommunalen Stadtwerke und des Fachbereichs Technik der FH Flensburg.

Wärmeversorgung

- Schaffung eines Wärmegesetzes wie in Baden-Württemberg mit verbindlichen Vorgaben für Neubauten und den Bestand zum Anteil der durch erneuerbare Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung zu erzeugenden Wärme.
- Verbindliche Vorgabe im Planungsrecht schaffen, dass die Kommunen bei der Bauleitplanung die solare Ausrichtung der Gebäude zwingend mit berücksichtigen müssen.
- Regelungen im Baurecht schaffen zur Nutzungseinschränkung von Flach-Geothermie zur Wärmeerzeugung mit Elektro-Wärmepumpe in Gebäuden, die nicht dem KfW 40-Standard bzgl. des Energiebedarfs entsprechen.
- Einbinden der nutzbaren Tiefen-Geothermie für Nah- bzw. Fernwärmenetze in Kiel, Neumünster und Eckernförde. Ein Verzicht auf das GKK zur Wärmeversorgung ist dann möglich in Verbindung mit zusätzlichen BHKW oder einem Biomasseheizwerk.
- Förderung des Austauschs alter Heizungsanlagen gegen Objekt-BHKW durch Zuschüsse zur Heizungsmodernisierung über die Investitionsbank Schleswig-Holstein.
- Landesweite Regelung im Baurecht und Planungsrecht, das lokale Festlegungen in den Bauleitplänen der Kommunen zur Einschränkung der Nutzung von Solaranlagen allgemeinverbindlich aufhebt.
- Festlegungen des Wärmebedarfs von Bestandsbauten im Baurecht einschließlich Übergangsfristen zur Anpassung der Gebäude.
- Mieterschutz stärken bei Verwendung von Heizungssystemen, die nicht vom Vermieter betrieben werden, z. B. Nahwärme, Fernwärme, Contracting. Denkbar ist z. B. eine Differenzierung im Mietspiegel oder eine andere Vorgabe zur Kostenverteilung auf Mieter und Vermieter über die Fernwärmeverordnung.

Verkehr

- Über Marktanreizprogramme der Investitionsbank die Nutzung von Erdgas-, Biogas- und Elektrofahrzeugen für den Lieferverkehr im Nahbereich und die kommunalen Einrichtungen sowie die Schaffung der entsprechenden Gastankstellen und Einspeisestellen für Biogas fördern.
- Hauptstrecken des Bahnnetzes in Schleswig-Holstein vollständig elektrifizieren und mindestens zweigleisig ausbauen sowie für hohe Achslasten ertüchtigen.
- Durch steuerliche Maßnahmen oder Anreizprogramme den Ersatz von Agrardiesel durch Biodiesel oder Pflanzenöle in der Landwirtschaft fördern.
- Für den Nahbereich die Nutzung von batteriegestützten Elektrofahrzeugen fördern, z. B. in Kleintransportern oder PKW, durch Errichtung von Ladestationen an jedem bewirtschafteten öffentlichen Parkraum. Diese können z. B. in die Bezahlsysteme für den Parkraum integriert werden
- Schaffung eines Netzes von Wasserstoff-Tankstellen nach Errichtung der Offshore-Windenergieanlagen, die regenerativ Wasserstoff erzeugen.

Sonstiges

- Bindung des kommunalen Finanzausgleichs an die Senkung der kommunalen CO₂-Emissionen im Sinne eines Benchmarkings und Anreizsystems.

Notizen

A series of horizontal lines for taking notes, consisting of 24 rows of light green rectangular boxes.



Impressum

Herausgeberin:
Fraktion Bündnis 90/Die Grünen
Düsternbrooker Weg 70, 24105 Kiel
Fon 04 31/988 -15 00, Fax 0431/9 88 -15 01
fraktion@gruene.ltsh.de, www.sh.gruene-fraktion.de
Fachliche Erarbeitung Dr.-Ing. Valerie Wilms, Wedel
August 2007

