Potenziale und Chancen der Kraft – Wärme – Kopplung in Deutschland[1]

Joachim Nitsch[2]

KWK – Anlagen sind prinzipiell effizienter als die getrennte Bereitstellung von Strom und Nutzwärme. Der Grad der Energieeinsparung und der damit verknüpften CO_2-Reduktion hängt stark von Größe und Bauart der KWK – Anlage, ihrer Auslegung, den Vergleichssystemen und den eingesetzten Brennstoffen ab. Typische Anhaltswerte für die Energieeinsparung von KWK liegen zwischen 15 und 30 %; die CO_2 – Reduktion kann je nach eingesetzten Brennstoffen zwischen +- 0% (Kohle –KWK) und +50% (Erdgas-KWK) liegen.

KWK – Anlagen können prinzipiell überall eingesetzt werden, wo Wärmebedarf vorhanden ist. Da heute eine große Spannweite effizienter und kostengünstiger KWK – Anlagen in einem Leistungsbereich von wenigen kW_{el} bis zu mehreren 100 MW_{el} zur Verfügung steht, kann somit ein hoher Anteil des Siedlungswärmebedarfs (Raumheizung und Warmwasser) und des industriellen Nieder- und Mitteltemperatur-Wärmebedarfs aus strukturellere Sicht von KWK - Wärme erschlossen werden. Entsprechend der gewählten Leistung reichen die Möglichkeiten einer Ausweitung der KWK von der Versorgung kleiner und mittlerer Einzelobjekte über Nahwärmeinseln und –netze bis zur besseren Nutzung der bereits vorhandene, großen Fernwärmeversorgung (Erhöhung der Stromkennzahl, Ersatz von Heizwerken, erhöhter Anschlussgrad u.a.) und einer Modernisierung der industriellen KWK. Insbesondere Anlagen der dezentralen KWK (Motoren, Gas- und Mikrogasturbinen, Brennstoffzellen, Stirling-Motor) entwickeln sich in äußerst dynamischer Weise technisch und ökonomisch weiter; immer weitere Abnehmerbereiche können so für eine KWK - Nutzung erschlossen werden.

Vor diesem Hinterrund wird die Einordnung der KWK in ein Szenario der zukünftigen Energieversorgung Deutschlands erörtert, welches sich bis zum Jahr 2050 erstreckt, die mittel- und langfristigen Klimaschutzziele erfüllt und die weiteren Nachhaltigkeitsdefizite der heutigen Energieversorgung (Ressourcenverzehr, Risiken der Kernenergienutzung) deutlich mildert und auch einen vorbildlichen Beitrag zur Beseitigung des weltweit ungleichen Zugangs zu Energie leistet. Wesentliches Kennzeichen dieses Szenarios „Solare Energiewirtschaft“ ist eine zeitlich, strukturell, technisch und ökonomisch aufeinander abgestimmte Kombination von deutlich rationellerer Energienutzung (REN), effizienterer Energiebereitstellung (KWK) und eines stetigen Ausbaus regenerativer Energien (REG).

Ausgehend vom theoretischen Potenzial der KWK in Deutschland, welches sich - unter Beachtung eines deutlichen Rückgangs des Nutzwärmebedarfs auf ca. 60% des heutigen Niveaus und auf der Basis obiger technologischer Entwicklungen der KWK- Technologien - auf etwa 450 – 550 TWh_{el} beläuft, wird ein bis 2030 sicher umsetzbares strukturelles KWK-Potenzial von rund 280 TWh/a Nutzwärme und 200 TWh/a KWK- Strom als potenzieller Beitrag der KWK in obigem Szenario verwendet. Das damit verknüpfte CO_2 – Reduktionspotenzial liegt bei rund 80 Mio. t CO_2/a. Im Vortrag wird insbesondere auf die Umsetzungsvoraussetzungen im schrumpfenden Wärmemarkt und auf die engen Wechselbeziehungen mit einem intensiven REG-Ausbau (Ausbau von Nahwärmeversorgungen, KWK-Nutzung der Bio-

[1] Vortrag beim KWK – Kongress des Bundesverbands Kraft-Wärme-Kopplung e.V.; 21./22.11. Nürnberg

[2] Dr. Ing., DLR Stuttgart, Institut für Technische Thermodynamik, Abt. Systemanalyse und Technikbewertung; www.dlr.de/tt/system

masse) eingegangen. Der Beitrag von KWK-Wärme (Objektversorgung + Netze) an der Wärmeversorgung steigt im Szenario auf rund 30% am gesamten Wärmebedarf. Im Ausbauzustand 2050 werden weitere 40% der Wärme aus Biomasse-Heizwerke, Erdwärme und Solarkollektoren bereitgestellt. Die Wärmeversorgungsstruktur unterscheidet sich also grundsätzlich von der heutigen, zu nahezu 90% auf Einzelheizungen beruhenden Wärmeversorgungsstruktur.
Die Beiträge der KWK zur Stromversorgung steigen entsprechend und belaufen sich (einschließlich Biomasse – KWK) im Jahr 2010 auf 135 TWh/a, was 24% Anteil an der Gesamtstrombereitstellung entspricht. Im Jahr 2030 erreicht der KWK – Beitrag schließlich mit 175 TWh/a einen Anteil von 32%, der in den weiteren Jahren im wesentlichen konstant bleibt und der gleichzeitig kompatibel ist mit deutlich wachsenden REG - Beiträgen (ohne Biomasse) von 16% in 2020; 27% in 2030 und schließlich steigend auf 56% im Jahr 2050. Reine Kondensationskraftwerke, überwiegend GuD - Erdgaskraftwerke, übernehmen dann im wesentlichen nur noch den Ausgleich zwischen der Stromnachfrage und dem REG- und KWK-Stromangebot. Im Ergebnis führt das Szenario zu CO_2-Emissionen von 740 Mio. t CO_2/a im Jahr 2010, 650 Mio. t/a im Jahr 2020, 500 Mio. t/a im Jahr 2030 und 225 Mio. t/a im Jahr 2050 bei einem insgesamt auf 55% des heutigen Niveaus reduzierten Primärenergieverbrauch.

Abschließend wird auf die energiepolitischen erforderlichen Rahmenbedingungen zur Einleitung der im Szenario „Solare Energiewirtschaft“ angenommen Entwicklung eingegangen.

Literatur zum Thema:

J. Nitsch, C. Rösch u.a.: Schlüsseltechnologie Regenerative Energien. Teilbericht im Rahmen des HGF- Verbundprojekts: „Global zukunftsfähige Entwicklung – Perspektiven für Deutschland“, DLR Stuttgart, FZ Karlsruhe, Juli 2001

J. Nitsch, M. Fischedick u.a. „Klimaschutz durch Nutzung erneurbarer Energien.“ Studie im Auftrag des BM für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und des Umweltbundesamtes, Bericht 2/00 des UBA, Erich Schmidt Verlag, Berlin 2000.

J. Nitsch: Erneuerbare Energien: Das Öl versiegt. In: G. P. Löw, W. Koch, J.Wegmann (Hrsg): Die heimlichen Siegerbranchen - Chancen, Risiken, Erfolgsfaktoren, Frankfurter Allgemeine Buch, Frankfurt 2001

Siehe auch: www.dlr.de/tt/system

Es folgen die im Vortrag gezeigten Grafiken und Bilder:

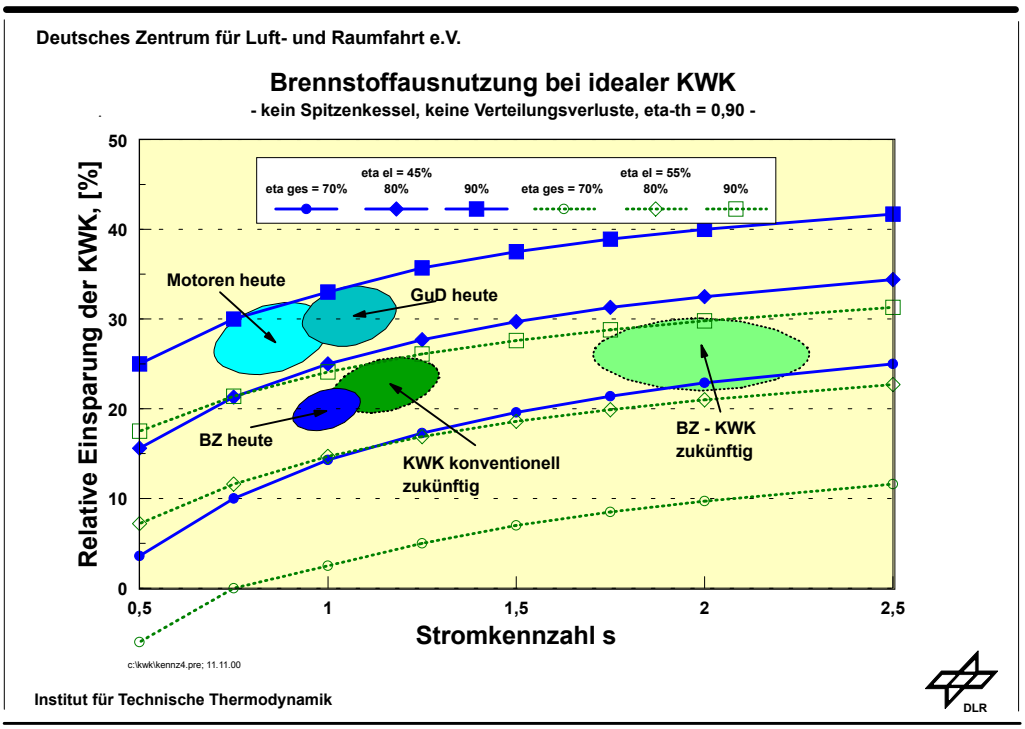


Abbildung 1: Brennstoffeinsparung der KWK als Funktion der Stromkennzahl im Vergleich zu heutigen Vergleichssystemen (ausgezogene Linien) und zukünftige Vergleichssysteme (gestrichelte Linien.

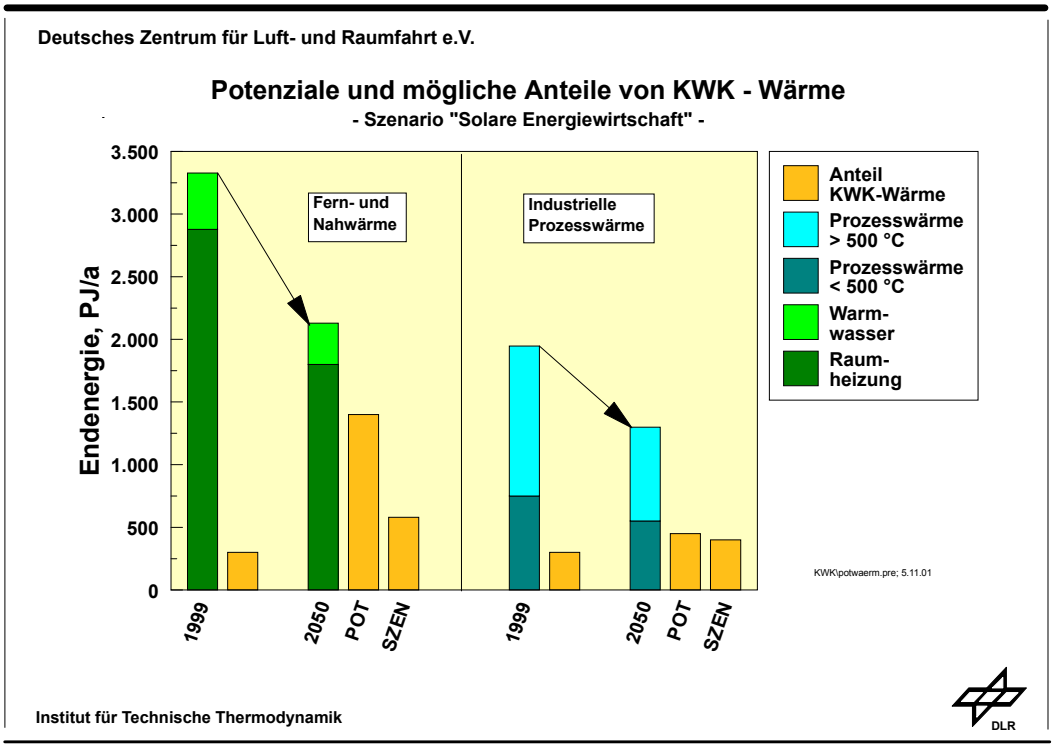


Abbildung 2: Technisch-strukturelle Potenziale der KWK-Wärme (POT) in Deutschland und Annahmen im Szenario „Solare Energiewirtschaft“ für das Jahr 2030 (SZEN).

Entwicklungstendenzen bei dezentralen KWK - Technologien

- **Entwicklung und Einsatz kleiner Motoren bis zu Leistungen von 5 kW_{el}**
- **Gasturbinen bis ca. 50 kW_{el} erhältlich; erhebliche Steigerung der Wirkungsgrade bis zu 40 % möglich**
- **Beträchtliche Senkung der ursprünglich hohen Investitionskosten bei Motor-Anlagen (größere Serien; Rationalisierung)**
- **Größere Zuverlässigkeit, geringere Wartungskosten (Online-Regelungen zur Überwachung und Optimierung)**
- **Optimierung des Systembetriebs (Pufferspeicher, Brennwert- nutzung, Absorptionskältemaschinen als Zusatzverbraucher)**
- **Verbesserung des Verbrennungsprozesses; verringerte Emissionen, insbesondere NO_x**
- **Lerneffekte im Bereich der Systemintegration; dadurch gut abgestimmte und preiswerte Modullösungen anbietbar**
- **Weitere effiziente Wandlungssysteme kleiner Leistung in Entwicklung und Demonstration (Mikrogasturbine, Stirling-Motor, Brennstoffzellen) → „virtuelles" Kraftwerk**

Abbildung 3

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Institut für Technische Thermodynamik

DLR

Abb. 4: Beispiel für eine innovative, dezentrale KWK – Anlage: Solo – Stirling –Motor

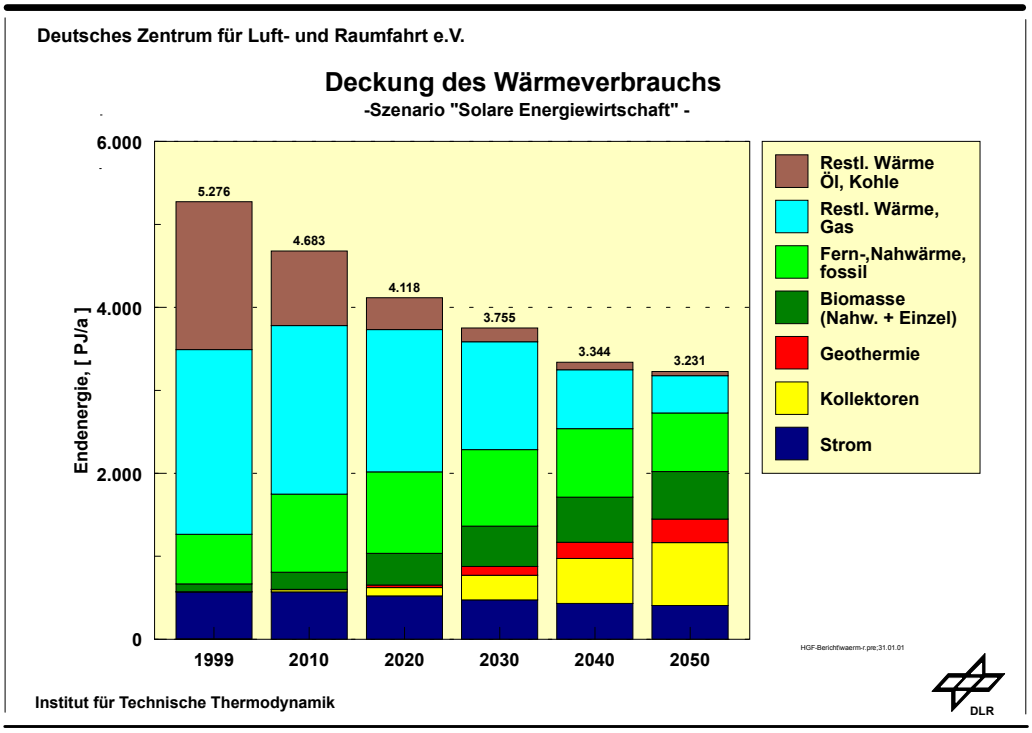


Abbildung 5: Entwicklung der Nachfrage nach Wärme und der Struktur der Wärmebedarfsdeckung (KWK – Wärme ist in „Fern-Nahwärme, fossil“ und in „Biomasse“ enthalten

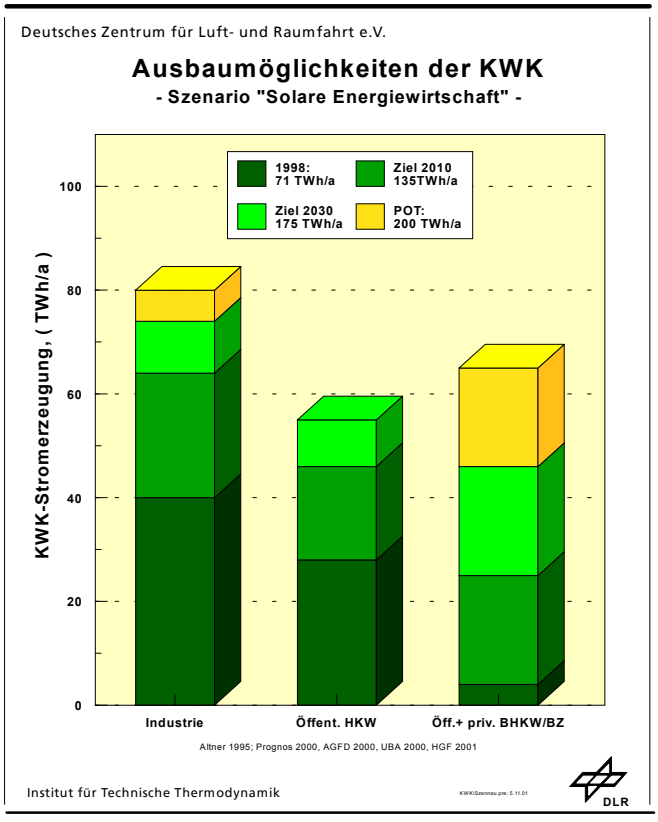


Abb. 6: Stromseitige Ausbaumöglichkeiten der KWK auf der Basis der o.g. KWK-wärme. Im Szenario wird das definierte POT von 200 TWh/a nicht ausgeschöpft

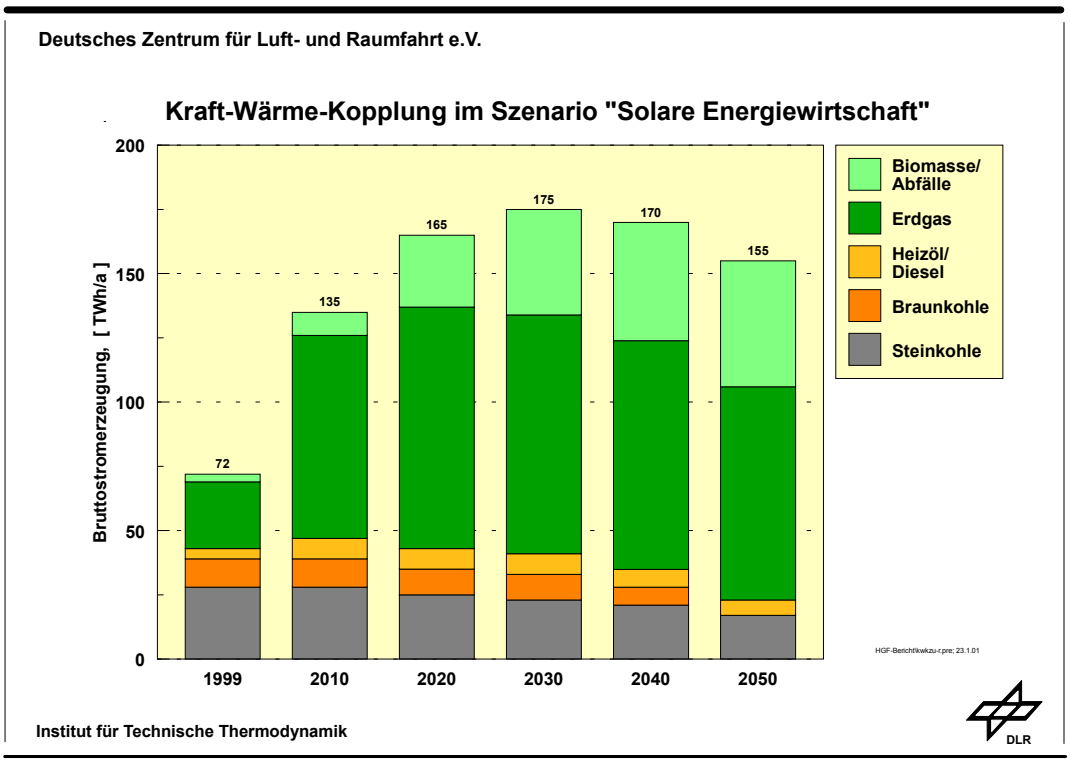


Abbildung 7: Stromseitige Entwicklung der KWK im Szenario: „Solare Energiewirtschaft“

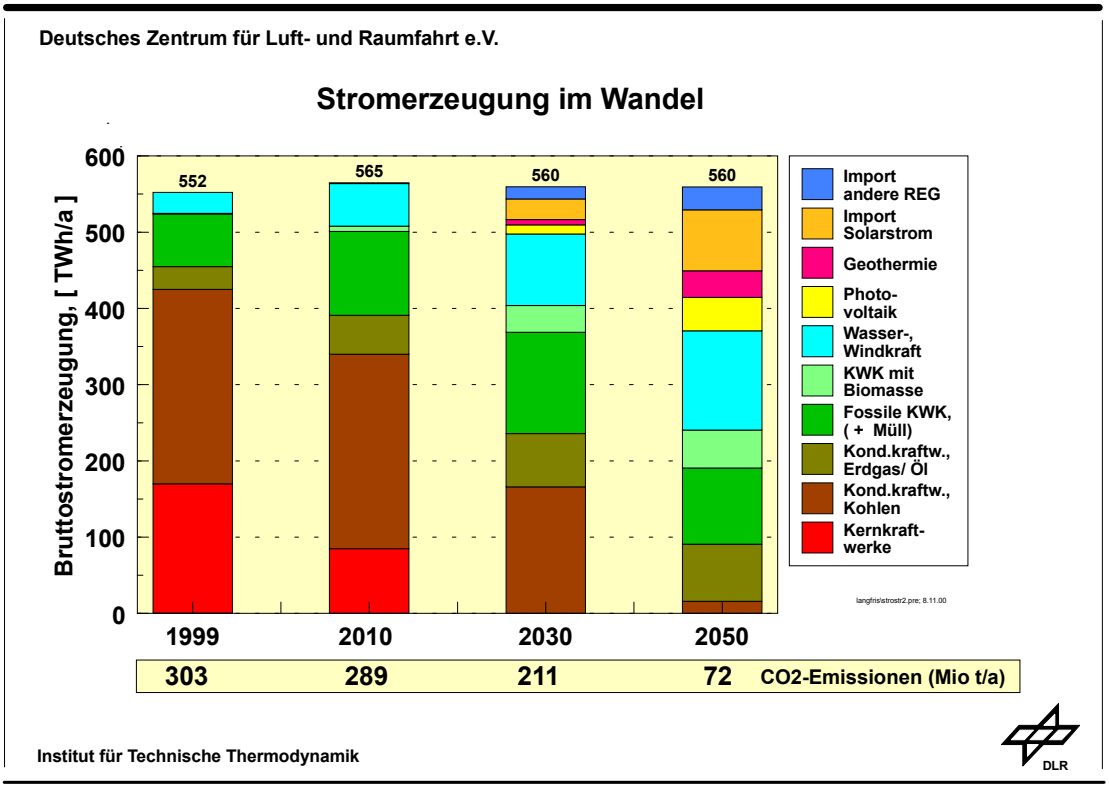
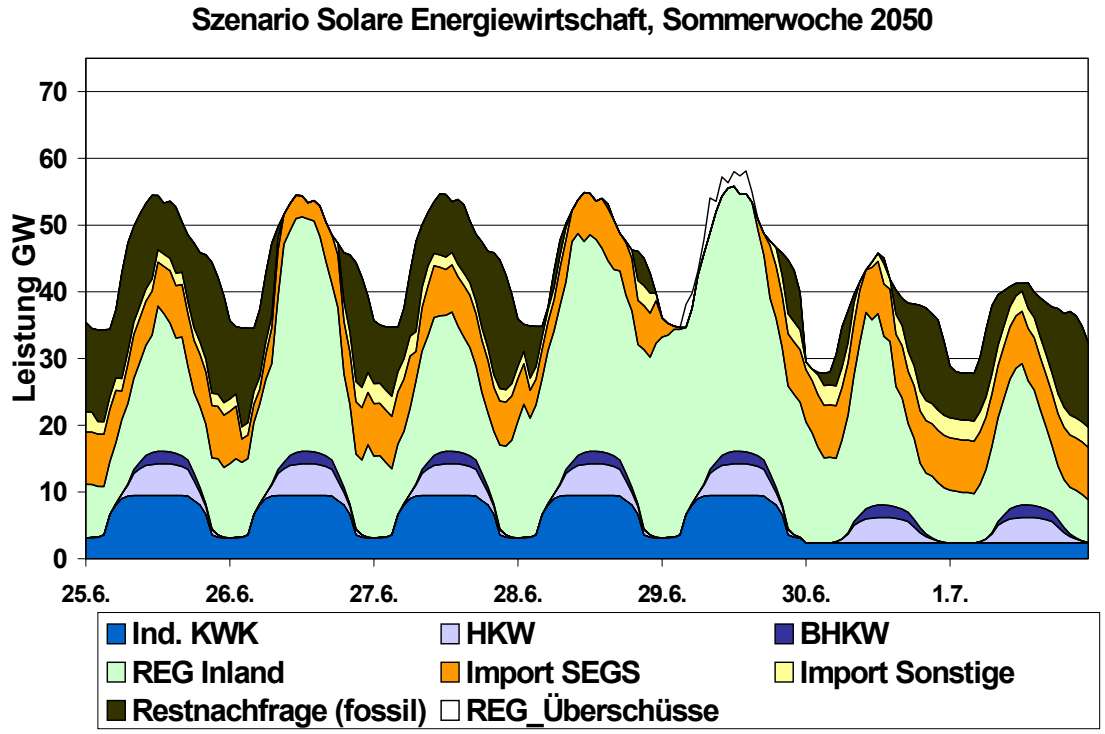


Abbildung 8: Einbindung der KWK in den Strukturwandel der gesamten Stromversorgung im Szenario „Solare Stromwirtschaft“ und resultierende CO_2-Emissionen der Stromerzeugung



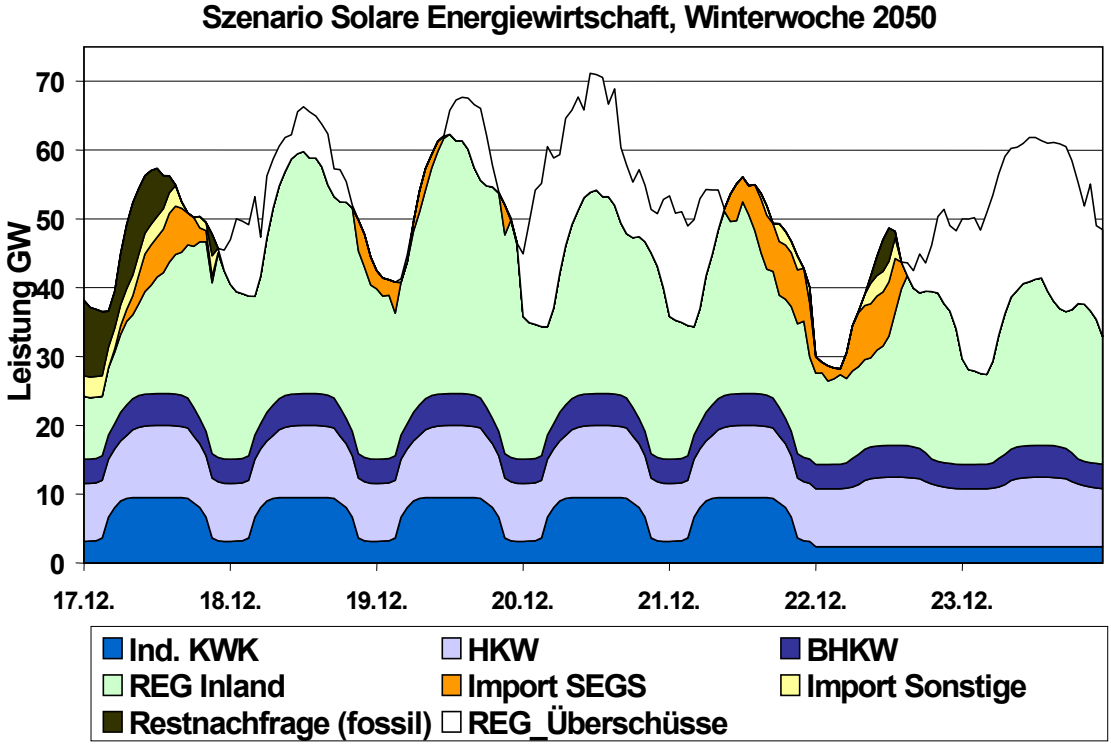


Abbildung 9a und b: Tageszeitlicher Verlauf der Stromerzeugung im Szenario „Solare Energiewirtschaft“ im Jahr 2050; oben: Sommerwoche, unten: Winterwoche

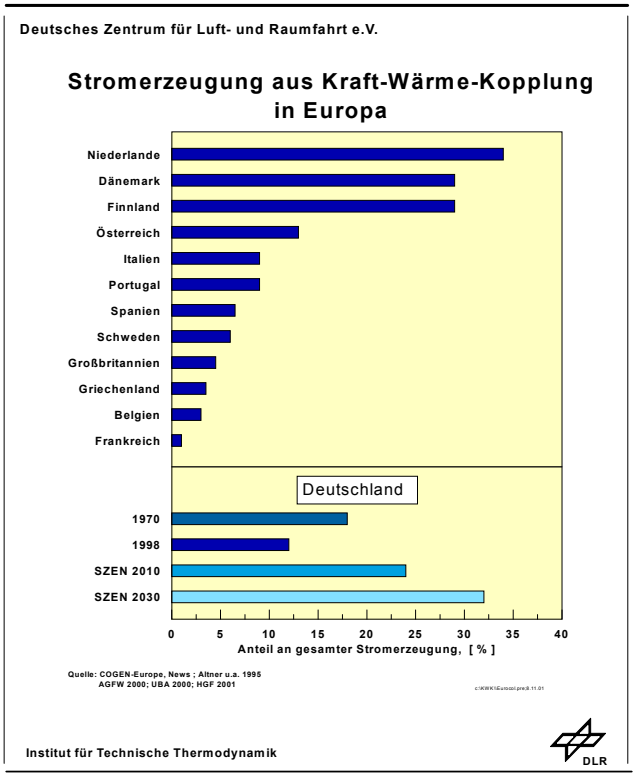


Abbildung 10: KWK in Deutschland im Europäischen Vergleich

Abbildung 11: Schlussfolgerungen aus den Analysen zum Szenario „Solare Energie-wirtschaft“