

■ Einführung und Überblick

- Wärme und Kälte aus
erneuerbaren Energien –
Stand und Forschungsbedarf

Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien – Stand und Forschungsbedarf

Prof. Dr. Hans Müller-Steinhagen

DLR
hans.mueller-steinhagen@dlr.de

Dr. Joachim Nitsch
DLR
joachim.nitsch@dlr.de

Zusammenfassung

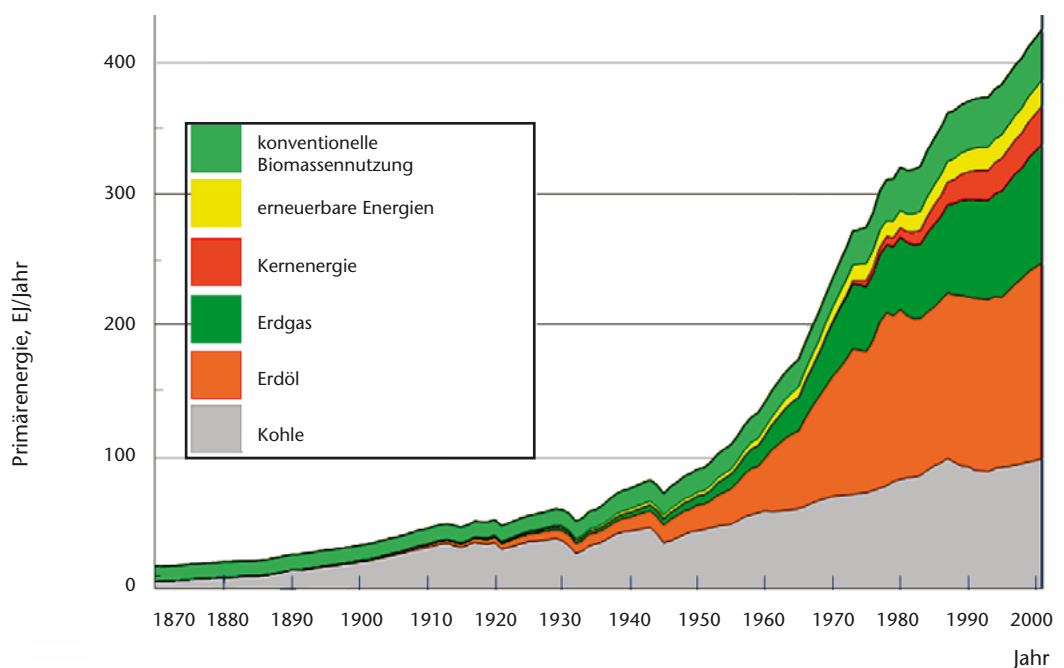
Aufgrund der steigenden Bevölkerung und des zunehmenden Lebensstandards dürfte sich der Weltenergiebedarf bis zum Jahr 2050 mehr als verdoppeln. Fossile Primärenergieträger, wie Erdöl, Erdgas oder Kohle sind nur begrenzt vorhanden oder belasten das globale Klima in unzumutbarer Weise. Sie müssen daher in zunehmendem Maße durch erneuerbare Energien ersetzt werden. Dies stellt auch für die Bereitstellung von Wärme und Kälte eine enorme Herausforderung dar. In Deutschland werden dafür derzeit knapp 60% des Endenergieverbrauchs eingesetzt. Hierbei werden, abhängig von den jeweils vorhandenen Energiearten und Strukturen, sowohl zentrale als auch dezentrale Technologien zum Einsatz kommen. Dieser Einführungsvortrag zur Jahrestagung 2005 des Forschungsverbands Sonnenenergie zeigt, mit welchen Technologien eine zukunftsfähige Versorgung mit Wärme und Kälte erreicht werden kann, und wo der Forschungsbedarf für

einen zeitnahen Übergang zu einem signifikanten Anteil an erneuerbaren Energieträgern liegt.

Einleitung

Weltweit steht die Energiewirtschaft vor Herausforderungen, deren erfolgreiche Bewältigung eine wesentliche Voraussetzung für das zukünftige Wohlergehen der Menschheit sein wird. Durch die wachsende Weltbevölkerung und den im Mittel steigenden Wohlstand wird das bisherige Wachstum des globalen Primärenergiebedarfs auf absehbare Zeit weiter anhalten (Abb. 1). Eine zweite, das Problem verschärfende Entwicklung stellt die absehbare und schon heute spürbare Verknappung der fossilen Energieträger dar. Erdöl und Erdgas werden bereits in den kommenden Jahrzehnten ihr Fördermaximum überschreiten. Drittens – und vielleicht entscheidend – besteht heute weitgehend Konsens, dass die Freisetzung von Treibhausgasen, insbesondere des bei Verbren-

Abbildung 1
Entwicklung
des weltweiten
Bedarfs an
Primärenergie [1]



nungsprozessen entstehenden CO₂, in die Erdatmosphäre erheblich zu den Klimaveränderungen beiträgt.

Um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, müssen wesentlich effizientere und schadstoffärmere Energiewandlungstechnologien eingesetzt werden, die zur verbesserten Nutzung fossiler Primärenergieträger, sowohl für die stationäre Energieversorgung als auch für portable und mobile Anwendungen führen. Diese Maßnahmen werden allein jedoch nicht ausreichend sein, um eine nachhaltige Energieversorgung bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Umweltschonung zu sichern. Zukünftige Technologien für die Energiebereitstellung müssen den folgenden Herausforderungen genügen:

- Sicherheit und Zuverlässigkeit
- Effizienz
- Schonung der natürlichen Ressourcen
- Vermeidung von Emissionen
- Wirtschaftlichkeit

Eine Analyse der vorhandenen Möglichkeiten für die Energiebereitstellung zeigt, dass diese Ziele mittel- bis langfristig nur durch den beschleunigten und weitgehenden Einsatz von erneuerbaren Energieträgern erreicht werden können. Dieses Bewusstsein hat sich inzwischen auch in der deutschen Politik und der Öffentlichkeit etabliert. Allerdings fokussiert man sich weitgehend auf die Strom- und Kraftstoffherzeugung aus erneuerbaren Energien. Tatsächlich haben die Anwendungen dieser Energieträger in Form von mechanischer Energie (mobile und stationäre Antriebskraft), Beleuchtung und Informationstechnik jedoch nur einen Anteil von knapp 42 % am gesamten deutschen Endenergieverbrauch (Abb. 2). Wesentlich größer ist mit gut 58 % der Endenergiebedarf für die Wärmebereitstellung (Raumwärme, Prozesswärme, Warmwasser).

Hierin liegt ein sehr großes Potenzial für eine weit reichende und kostengünstige Versorgung auf der Basis von erneuerbaren Energien. Hinzu kommt, dass im Vergleich zur Strom- oder Treibstoffherstellung die Umwandlung der Primär- in Nutzenergie einfacher und effektiver ist.

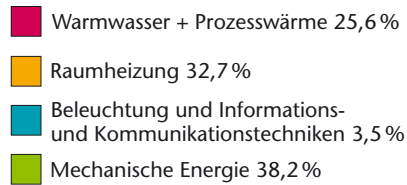
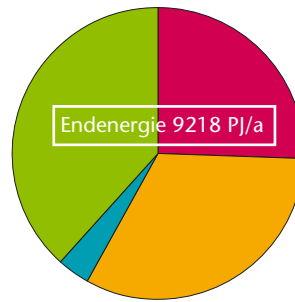


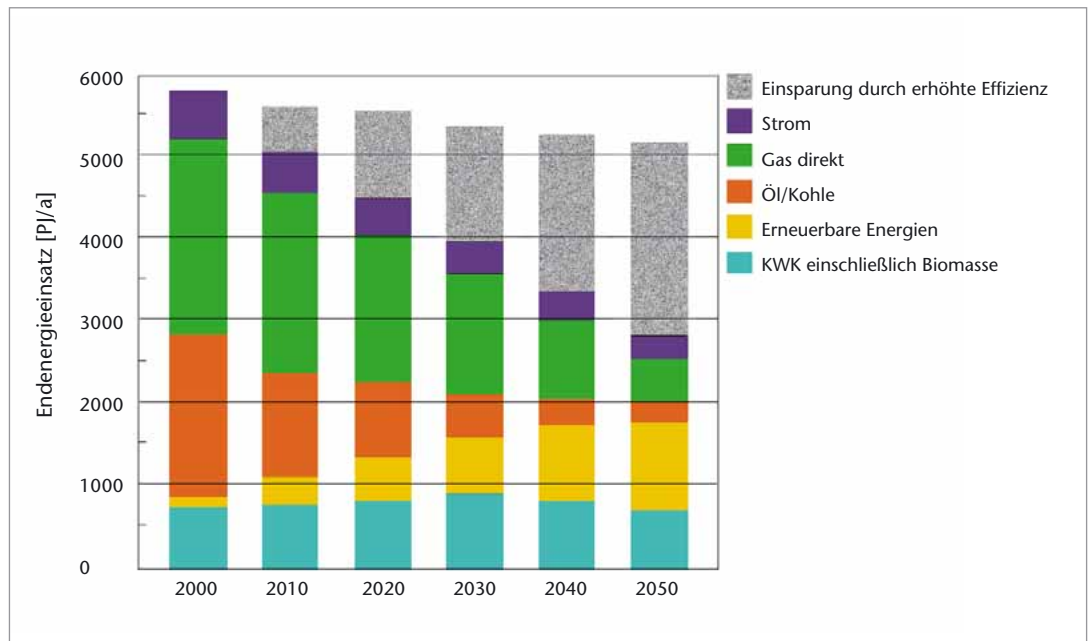
Abbildung 2
Zusammensetzung des deutschen Endenergieverbrauchs im Jahr 2003 nach Bedarfsarten [2]

Heute werden für die Wärmebereitstellung im Haushaltsbereich vorwiegend Mineralöl und Gas in Heizkesseln eingesetzt; in der Industrie kommt Kohle hinzu. Aus der effizienten Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) werden derzeit lediglich 14 % des Wärmebedarfs bereitgestellt.

(Abb. 3). Auch Strom wird, trotz höherer Kosten und geringerem energetischen Wirkungsgrad, in erheblichem Ausmaß zur Wärmeerzeugung, insbesondere im Prozesswärmebereich, eingesetzt.

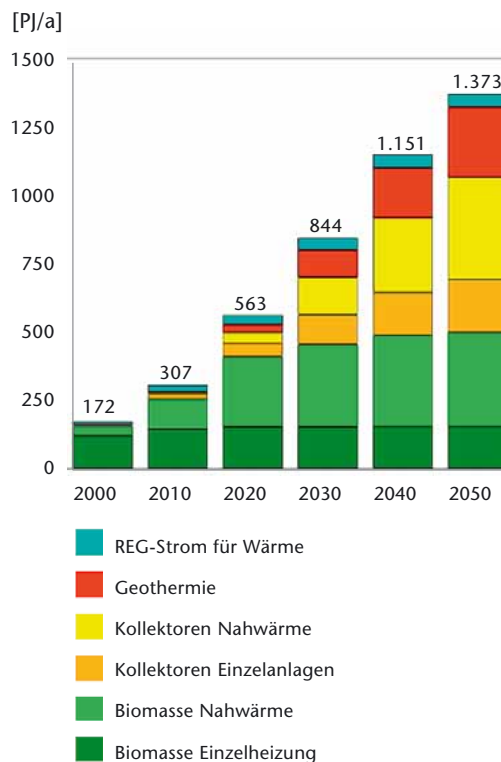
Der Raumheizungsverbrauch kann im Zuge einer umfassenden Altbausanierung deutlich reduziert werden; allein dadurch könnte der gesamte Wärmeverbrauch bis 2050 um über 40 % sinken [3]. Aus energiewirtschaftlichen und umweltrelevanten Gründen sollte die Wärmeversorgung mittels Nahwärmenetzen (KWK mit fossilen und mit biogenen Energien, solare Nahwärme, Erdwärme) deutlich zunehmen und im Jahr 2050 rund zwei Drittel der Wärme bereitstellen. Die Verwendung von Heizöl kann dann fast vollständig verschwinden; auch der Verbrauch von Gas in Einzelheizungen wird deutlich reduziert. Sein Einsatz verschiebt sich deutlich zur KWK in Heizkraftwerken und Blockheizkraftwerken (BHKW). Der Beitrag der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung ist mit 4,2 % (2004) noch gering. Er kann in dem zugrunde liegenden Ausbauszenario (Abb. 3), nicht zuletzt wegen der deutlichen Verringerung des Absolutverbrauchs, auf einen Anteil von 44 % im Jahr 2050 steigen.

Abbildung 3
Struktur der Wärmebereitstellung (Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme) im Szenario Naturschutz-Plus [3]



Aus der gleichen Untersuchung [3] stammt Abb. 4, die den deutlich wachsenden Beitrag erneuerbarer Energien zur zukünftigen Wärmeversorgung zeigt. Von heute 172 PJ/a (einschließlich des Anteils erneuerbaren Stroms für Wärme) wachsen sie um das Achtfache auf 1370 PJ im Jahr 2050. Einzelheizungen mit Holz

Abbildung 4
Beitrag regenerativer Energien (REG) zur zukünftigen Wärmeversorgung [3]



liefern heute die größten Beiträge, sie werden jedoch nur noch relativ gering zunehmen. Solarkollektoren und Erdwärme, die heute sehr geringe Beiträge liefern, werden zunehmend an Bedeutung gewinnen. Auffällig ist die starke Zunahme von Nahwärmeversorgungssystemen. Solarthermische Kollektoren können nur mittels großer Kollektorfelder und Wärmespeicher Raumwärmedeckungsgrade über 20 % ermöglichen, auch Erdwärme und effiziente Biomasse-nutzung benötigen Nahwärmesysteme zur effektiven Wärmeintegration. Wegen der langen Zeitkonstanten im Baubereich muss mit den entsprechenden Investitionen und Planung früh begonnen werden; auch im Altbaubereich sollte bei anstehenden Sanierungen die Verlegung von Nahwärmenetzen als erste Option überprüft werden.

Nutzkälte für Lebensmittelkonservierung, Verfahrenstechnik und Raumklimatisierung ist eine andere Form des thermischen Energiebedarfs, die zukünftig an Bedeutung gewinnen wird. Auch hier bestehen Möglichkeiten, für die dafür benötigte Primärenergie erneuerbare Energien einzusetzen.

Um das notwendige Wachstum zu erreichen, benötigen die meisten Verfahren zur wärmetechnischen Nutzung erneuerbarer Energieträger noch beträchtliche technologische Weiterent-

wicklungen und eine erhebliche Reduktion der derzeitigen Wärmebereitstellungskosten. Die folgenden Kapitel geben deshalb einen Überblick über den derzeit erreichten Stand und den notwendigen Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Wärmetechnische Nutzung von Biomasse

Biomasse trägt heute zu mehr als der Hälfte der in Deutschland aus erneuerbaren Energieträgern erzeugten Endenergie bei. Sie dient der Bereitstellung von Wärme, Strom und biogenen Kraftstoffen. Europaweit stammen zwei Drittel der genutzten erneuerbaren Energie aus Biomasse und 4 % der Gesamtenergie (Zielsetzung 2010: 10%). Wesentlich für die Wirtschaftlichkeit der Biomassenutzung sind die Kosten der Einsatzstoffe, die heute von Althölzern über preiswerte Reststoffe bis hin zu den teureren nachwachsenden Rohstoffen reichen. Dementsprechend groß

ist die Bandbreite der resultierenden Energiegestehungskosten (Abb. 5). Eine der wirtschaftlich günstigsten Optionen ist heute der Einsatz von Altholz in Dampfturbinen- (Heiz-) Kraftwerken, der seit langem Stand der Technik ist.

Durch die Gaserzeugung aus festen Biobrennstoffen können wesentlich vielfältigere Einsatzbereiche erschlossen werden. Diese Option ist allerdings technisch noch nicht ausgereift und heute noch relativ kostspielig. Langfristig wird erwartet, dass mit der Nutzung von Holzgas sowohl in kleinen BHKW-Einheiten (Motoren und Brennstoffzellen) als auch in Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerken (GuD) sehr günstige Stromerzeugungskosten erreicht werden können. Ein großes Potenzial für die Nutzung fester Biomasse besteht auch in Kleinanlagen und größeren Heizzentralen und -werken mit Nahwärmenetzen zur Wärmeerzeugung. Im Hinblick auf eine möglichst umweltverträgliche Nutzung der Biomasse sollte vorerst insbesondere die Nutzung von Reststoffen in Frage kommen.

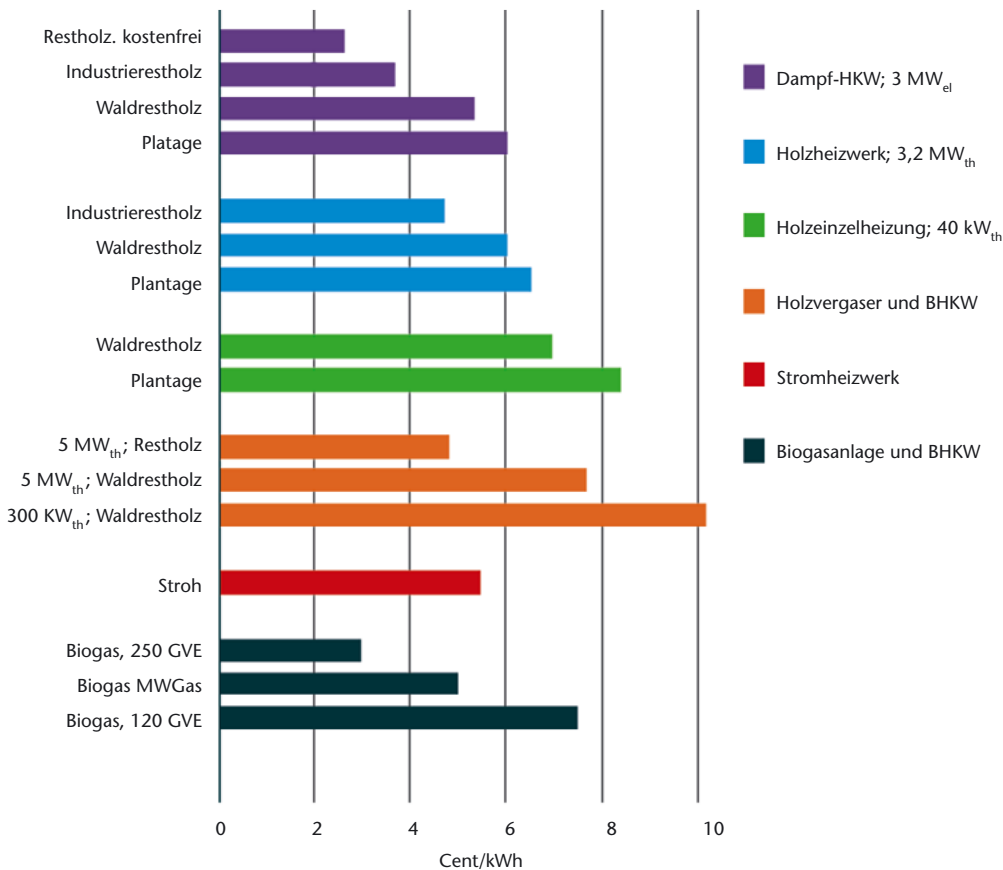


Abbildung 5
Kosten der Wärmenutzung aus Biomasse [1]

In Deutschland hat in den letzten Jahren „Biodiesel“ aus Rapsmethylester (RME) an Bedeutung gewonnen. Auch andere Verfahren zur Erzeugung von synthetischen Kraftstoffen aus biogenen Synthesegasen werden eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Es besteht damit eine Konkurrenz bei der Nutzung der verfügbaren Biomasse im Hinblick auf die Herstellung von Flüssigtreibstoffen oder die Wärme- und Stromerzeugung. Systemstudien haben gezeigt, dass für den Einsatz biogener Reststoffe die stationäre Verwendung zu bevorzugen ist. Zum einen sind die Ausbeuten an Nutzenergie höher als im Verkehrsbereich, zum anderen liegen die CO₂-Vermeidungskosten bei den Biokraftstoffen deutlich über denen der Bioenergieträger für die stationäre Nutzung. Ohne eine strategische Gewichtung der beiden Einsatzmöglichkeiten vornehmen zu wollen kann davon ausgegangen werden, dass aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen ein signifikant größerer Teil der Biomasse zur Wärme- und Strombereitstellung eingesetzt werden wird.

Bei der wärmetechnischen Biomassenutzung besteht derzeit folgender Forschungs- und Entwicklungsbedarf:

- **Rohmaterial**
Produktion, Versorgungsketten, Aufbereitung, Standardisierung, weit reichende Lebenszyklusanalysen
- **Energiewandlung**
emissionsarme Verbrennung, Gaserzeugung aus Biomasse, Pyrolyse, Fermentation, Wasserstoff/Syngas-Produktion, dezentrale KWK, System- und Umweltanalysen
- **Endnutzung**
Marktanalysen, Logistik, Optimierung von Brennstoffen und Nutzungstechnologien, Planungsmodelle und -software

Geothermische Bereitstellung von Wärme und Kälte

Die Nutzung von Erdwärme kann entsprechend der Bohrtiefe in oberflächennahe (bis zu mehreren 10 m) und tiefe Geothermie (bis zu 5000 m) unterschieden werden. Die Bohrtiefe hängt hierbei von der jeweiligen Nutzung (z. B. Raumwärme oder Stromerzeugung) und von dem Temperaturprofil in zunehmender Tiefe ab. In einigen Gebieten können außerdem natürlich vorhandene Thermalquellen zu Heizzwecken eingesetzt werden.

Oberflächennahe Geothermie wird in Deutschland schon seit langem zur Bereitstellung von Wärme genutzt, z. B. mit Wärmepumpen (*Abb. 6*). Für die Umwandlung von Umgebungswärme niedriger Temperatur in Nutzwärme höherer Temperaturen muss zusätzliche Energie in Form von elektrischem Strom, mechanischer Arbeit oder Verbrennungswärme aufgewendet werden.

Weiterhin können Wärmepumpen entsprechend der genutzten Wärmequelle (Erdreich, Umgebungsluft, Fluss-, Grund- oder Abwasser) und des eingesetzten Wärmeträgers (Wasser oder Luft) unterschieden werden.

Nach einem anfänglich steilen Anstieg ist der deutsche Wärmepumpenmarkt in der Mitte der 1980er Jahre fast völlig zusammengebrochen. Ursache hierfür waren die rückläufigen Heizölpreise und die unzureichende Ausgereiftheit der auf dem damaligen Markt angebotenen Geräte. Inzwischen haben die in Deutschland erhältlichen Wärmepumpen einen hohen technischen Stand erreicht, der, zusammen mit den deutlich ansteigenden Heizölpreisen, zu einem erneuten Anstieg der Verkaufszahlen geführt hat (*Abb. 7*).

Ende 2004 waren in Deutschland Heizungs-wärmepumpen (WP) mit einer gesamten Heizleistung von 17 PJ installiert, von denen 64 % aus Erdwärme, 12 % aus Grundwasser und 24 % aus der Umgebungsluft gewonnen wurden. Trotzdem sind noch beträchtliche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten notwendig, um das große Potenzial von Wärmepumpen auszuschöpfen, wie zum Beispiel:

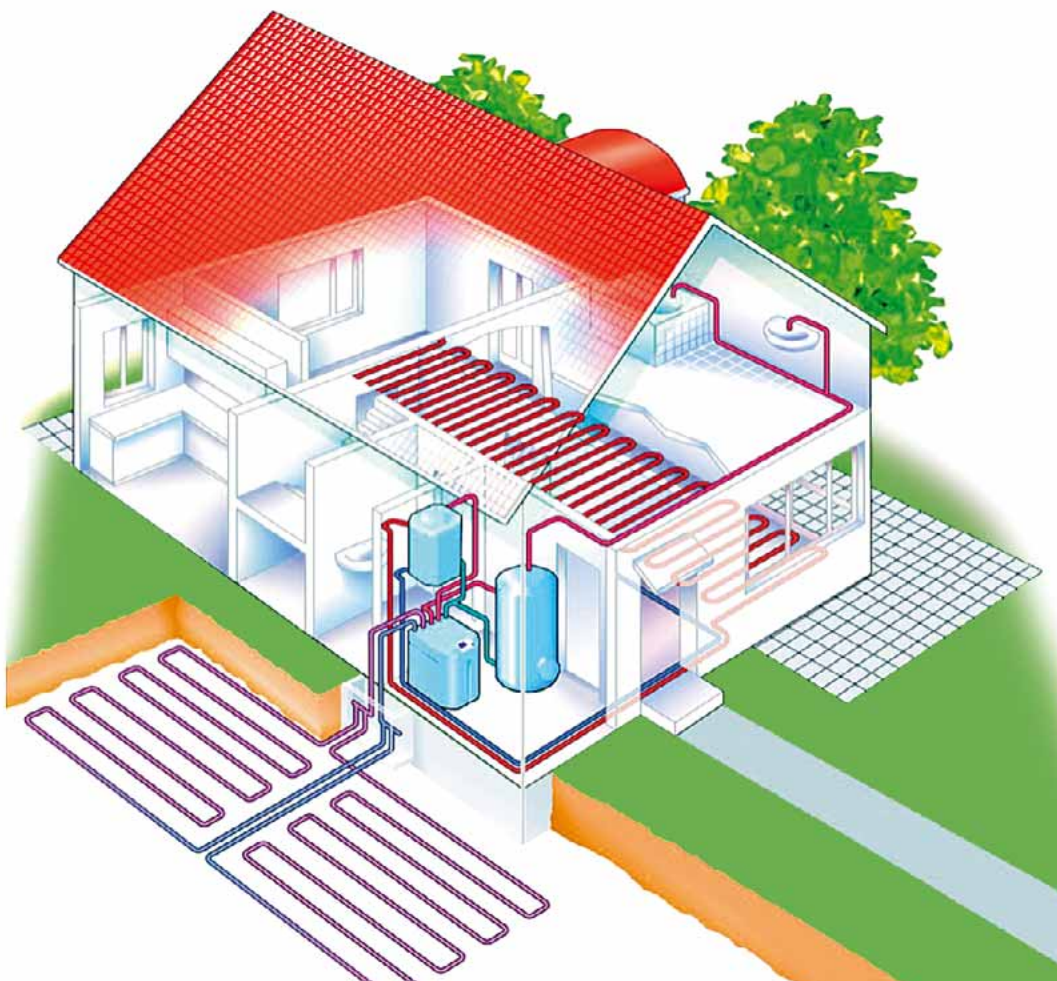


Abbildung 6
Erdwärmekollektoren
und Wärmepumpe

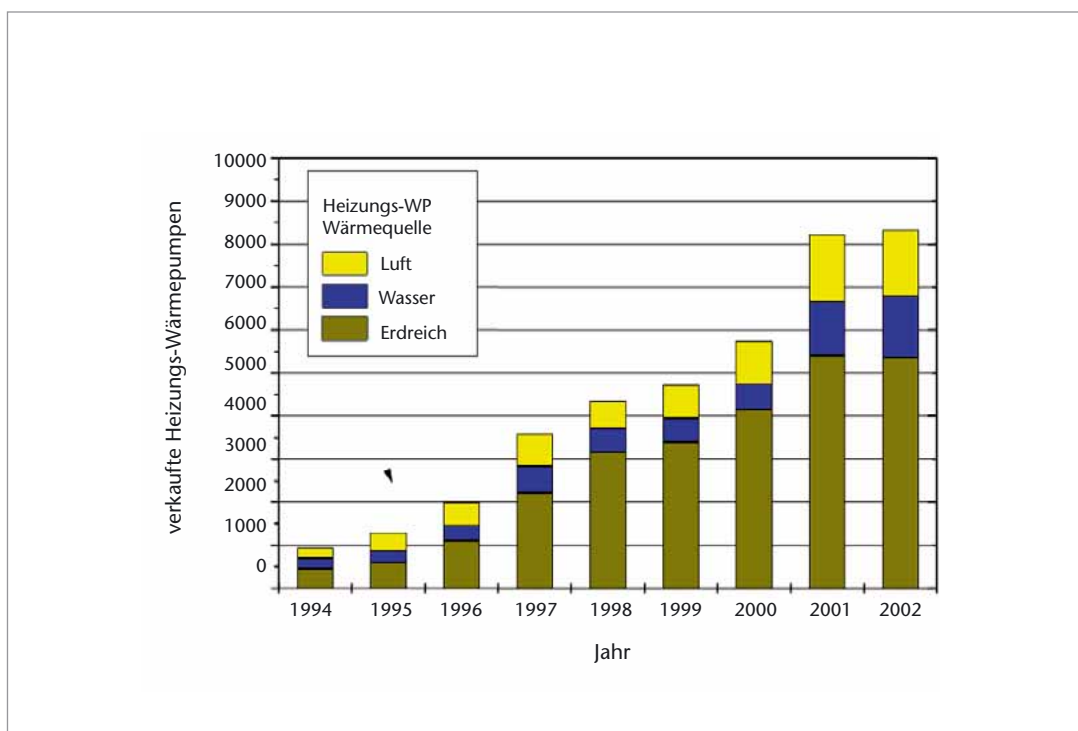
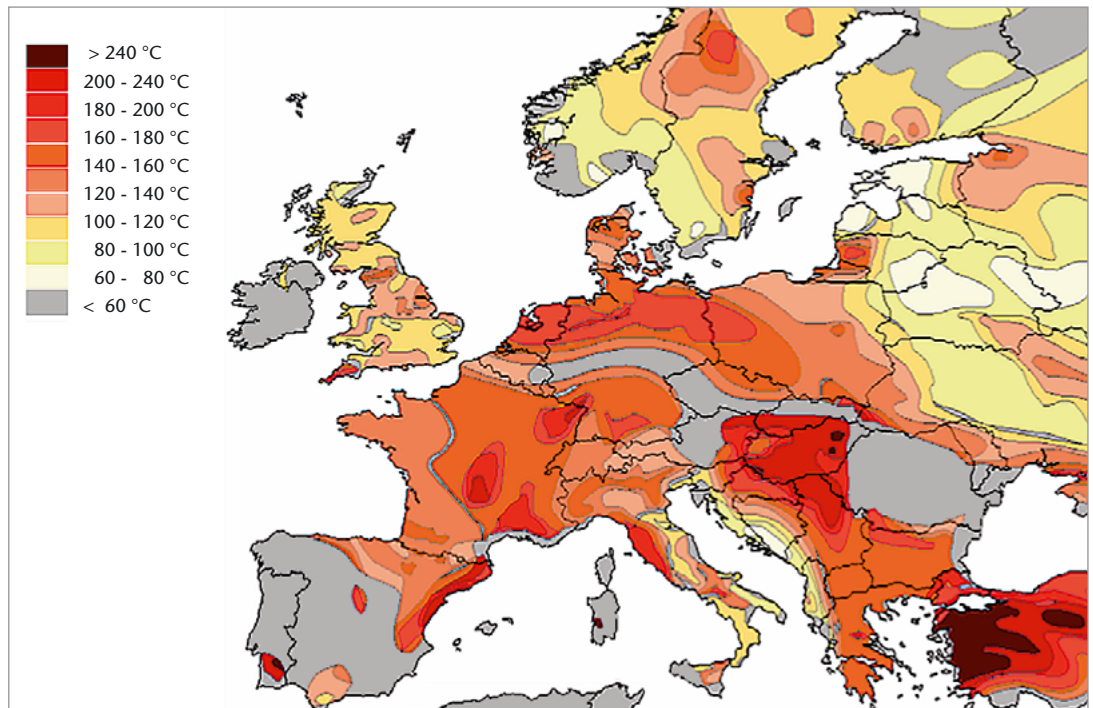


Abbildung 7
Jährlicher Absatz von
Wärmepumpen in
Deutschland [4]

Abbildung 8
Temperaturen in
5000 m Tiefe [5]



- Steigerung der Effizienz,
- innovative Wärme- und Kältespeicher,
- neue Kältemittel,
- höhere Vorlauftemperaturen für Heizungsmodernisierung,
- wirtschaftliche Gaswärmepumpen und
- die Nutzung von Wärme aus Abwässern.

In geeigneten Regionen Deutschlands (Abb. 8) wird derzeit der Betrieb von Pilotanlagen zur geothermischen Stromerzeugung und Kraft-Wärme-Kopplung vorbereitet. So konnte im November 2003 das erste deutsche Erdwärmekraftwerk in Neustadt-Glewe mit einer Leistung von 210 kW in Betrieb genommen werden.

Eine ökonomische und ökologische Nutzung der Geothermie zur Stromerzeugung setzt allerdings die Verwendung der überschüssigen Wärmeenergie vor Ort oder im nahen Umkreis voraus. Nur durch den erheblichen Ausbau von Wärmeverteilnetzen für die KWK kann das große strukturelle Potenzial von rund 60 TWh Strom pro Jahr in Deutschland erschlossen werden.

Über die Hälfte der Kosten bei der Erschließung und energietechnischen Nutzung von tief gelegener Erdwärme wird durch die Bohrung selbst verursacht. Es ist deshalb nicht überraschend, dass auf diesem Sektor noch der größte Forschungs- und Entwicklungsbedarf vorliegt:

- **Geodaten und Vorabinformation**
Akquisition, Analyse und Interpretation von geophysikalischen, geologischen und geochemischen Daten, Übertragbarkeit von Laborexperimenten
- **Bohren und Stimulation**
Neue Technologien (z. B. Mikro-, Laserbohren), in-situ Messtechniken, Modellierung, neue (physikalische, chemische) Stimulationsverfahren, Bestimmung der Parameter zum Aufbrechen des Gesteins
- **Nutzung**
Einphasige und mehrphasige Wärmeübertragung, Tiefpumpen, Nutzungsstrategien, Risikoanalysen

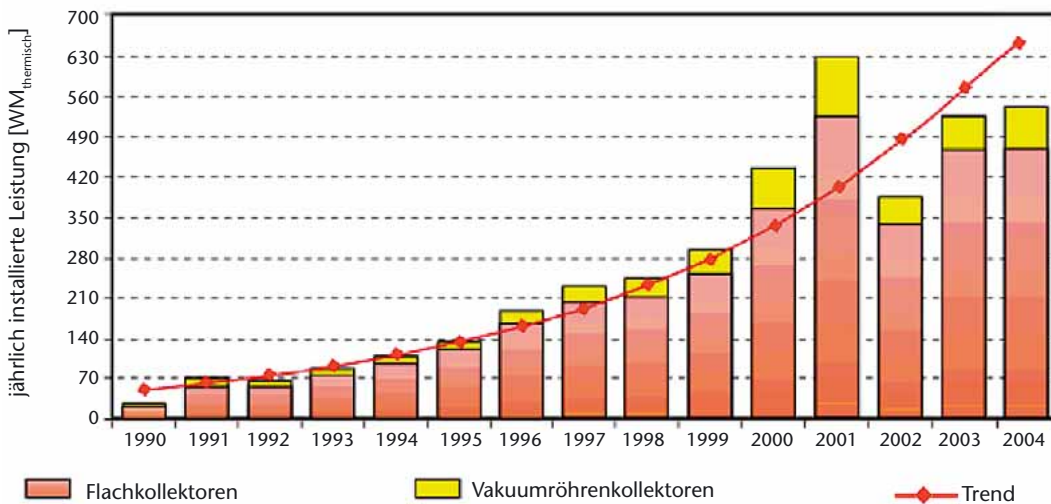


Abbildung 9
Entwicklung des deutschen Solarthermie-Marktes [6]

Solare Wärmebereitstellung

Kleine Kollektorsysteme

Kleinere solarthermische Kollektorsysteme für Brauchwassererwärmung oder Heizungsunterstützung sind heute technisch weit entwickelt und werden dank gezielter Förderung vielfältig eingesetzt. Die jährlich neu installierte thermische Leistung der beiden in Deutschland überwiegend verwendeten Bauformen „Flachkollektor“ und „Vakuorröhrenkollektor“ ist in Abb. 9 dargestellt. In diesen Technologien und den dazugehörigen Wärmespeichern und Regelsystemen ist die deutsche Industrie weltweit führend.

Insgesamt sind in Deutschland derzeit solarthermische Kollektoren mit einer Gesamtfläche von etwa 7 Millionen Quadratmetern installiert, mit denen pro Jahr 250 Millionen Liter Heizöl bzw. Kubikmeter Erdgas eingespart werden. In keinem anderen europäischen Land werden mehr solarthermische Kollektoren hergestellt als in Deutschland – der weltweit mit Abstand größte Produzent ist jedoch die VR China, in der pro Jahr etwa 7 Millionen Quadratmeter an solarthermischen Kollektoren hergestellt werden (Abb. 10).

Einem 2004 von führenden Kollektorherstellern und Forschungsinstituten für das Bundesumweltministerium verfassten Strategiepapier kann entnommen werden, dass für eine weitere Verbreitung von solarthermischen Anlagen beson-

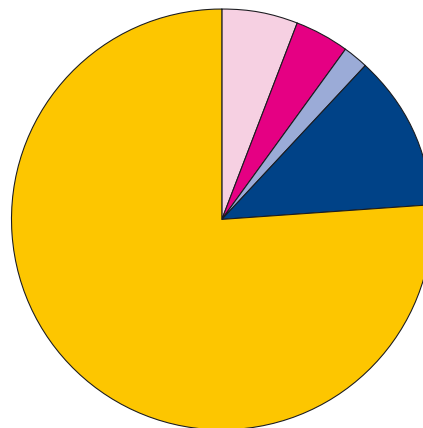
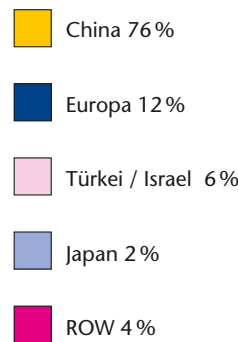


Abbildung 10
Weltmarkt für solarthermische Kollektoren [7]



ders die folgenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten notwendig sind:

- Innovative Speicher- und Kollektorkonzepte
- effiziente und kostengünstige Materialien
- adaptive Regelung und Steuerung
- Simulations-Software für Gebäudeintegration und Städteplanung

Nahwärmesysteme mit Langzeitwärmespeichern

Mit einzelnen solarthermischen Anlagen lassen sich in Deutschland bis zu 70 % des Warmwasserbedarfs und 15-20 % des Raumheizungsbedarfs solar decken. Im Gegensatz dazu kann mit Anlagen, die mit großen saisonalen oder mehrwöchigen Wärmespeichern ausgestattet sind, bis zu 50 % des Gesamtwärmebedarfs erreicht werden. In Kombination mit solaren Nahwärmesystemen könnten solche Langzeitwärmespeicher dazu beitragen, große Teile des gesamten Niedertemperaturwärmemarktes in Deutschland mit solarer Energie zu versorgen. Hierfür stehen erste Pilotanlagen zur Verfügung. Entscheidend für die Markteinführung werden geringe Speicherkosten und eine ausreichende Nutzwärmeausbeute sein (Minimierung von Speicher- und Netzverlusten). Bei Anlagen mit saisonaler Wärmespeicherung liegt der Anteil des Speichers an den Gesamtkosten heute noch bei über 50 %. Trotz der hohen Speicherkosten sind die solaren Wärmekosten einer großen Solaranlage mit saisonaler Speicherung schon heute nicht höher als bei den weit verbreiteten kleinen Warmwasseranlagen. Ein wesentliches Hemmnis bei der Einführung von Großanlagen ist die ökonomische Notwendigkeit, den Speicher so groß zu bauen, dass eine größere Anzahl von Verbrauchern über ein Nahwärmenetz angeschlossen werden kann und somit längere finanzielle Vorleistungen zu erbringen sind. Möglicherweise bieten hier „mittlere“ Anlagen mit einem solaren Deckungsgrad von

etwa 35 % eine von energetischen und finanziellen Gesichtspunkten her optimale Lösung [8]. Je nach Anlagenkonfiguration liegen die langfristig erreichbaren solaren Wärmekosten zwischen 4 und 7 Ct/kWh. Um diese Werte zu erreichen, müssen folgende Punkte entwickelt und demonstriert werden:

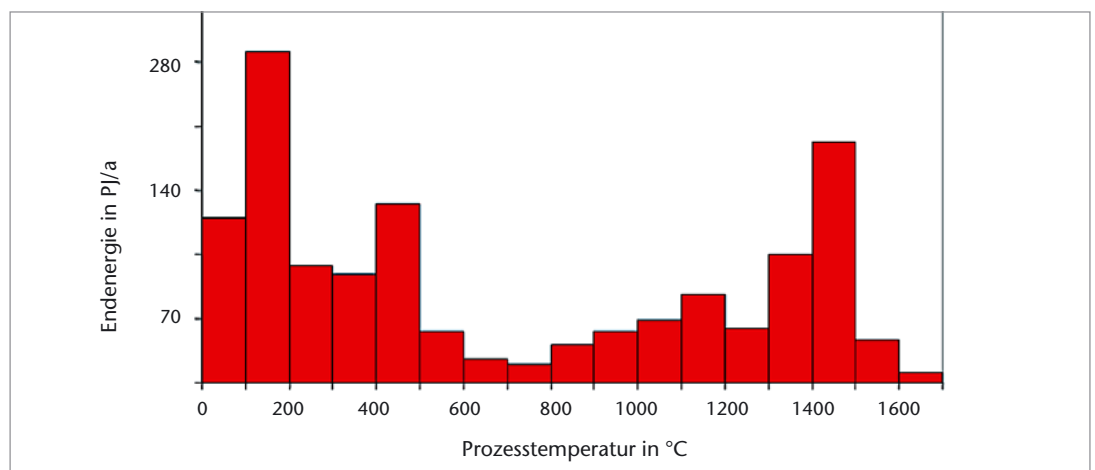
- kostengünstigere Speicherkonzepte und -bauweisen,
- große Kollektorsysteme aus neuartigen Materialien und
- effektivere Regelungsstrategien.

Solare Prozesswärme

Der industrielle und gewerbliche Prozesswärmebedarf in Deutschland beträgt etwa 1800 PJ/a, davon rund 500 PJ/a unterhalb 200 °C. Dies entspricht etwa 5 % des gesamten Endenergiebedarfs. Der Prozesswärmebedarf der EU im Temperaturbereich bis 250 °C wird auf etwa 300 TWh/a geschätzt. Dies entspricht einem Anteil von rund 8% des gesamten Endenergiebedarfs. Die solare Bereitstellung der Prozesswärme mit entsprechend geeigneten Kollektoren und Wärmespeichern könnte deshalb einen erheblichen Beitrag zur Minderung des Verbrauchs an fossilen Energieträgern und der damit verbundenen Emissionen beitragen.

Der Einsatz von Solarstrahlung zur Bereitstellung von Prozesswärme beschränkt sich bisher auf eine geringe Anzahl an Demonstrationsanlagen

Abbildung 11
Typischer Bedarf
an Prozesswärme
bei verschiedenen
Temperaturen



für die Lebensmittelverarbeitung, pharmazeutische Produkte und die Energieversorgung von Krankenhäusern und Hotels durch KWK. Je nach Temperaturbereich und Strahlungsdaten können entsprechend modifizierte Bauformen der bereits aus dem Niedertemperaturbereich bekannten Flach- und Röhrenkollektoren eingesetzt werden, oder aber kleinere Parabolrinnenkollektoren und Heliostate. Längerfristig sind in südlichen Breitengraden mit einem höheren Anteil an Direktstrahlung auch hochkonzentrierende Solaranlagen denkbar, mit denen Prozesswärme für höhere Temperaturen, z. B. für die Metallverarbeitung oder die Wasserstoffherstellung, bereitgestellt wird.

Mittelfristig werden folgende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten benötigt, um die solare Prozesswärme praktisch nutzbar zu machen:

- hochtemperaturgeeignete Solarfluide und Werkstoffe
- direkte Prozessdampfherzeugung
- Adaption der bewährten Technologien von Flach- und Vakuumröhrenkollektoren für höhere Temperaturen und die Entwicklung von konzentrierenden Kollektoren für Prozesswärme
- innovative Wärmespeicherkonzepte
- Weiterentwicklung der automatisierten Betriebsführung zur Senkung von Betriebs- und Wartungskosten, Abstimmung der Solar- und Prozessregelung

Solare Klimatisierung

In südlichen Ländern erreicht der Energiebedarf für Raumklimatisierung prozentual den in Deutschland anfallenden Bedarf für Gebäudeheizung. In vielen Fällen wird diese Klimatisierung durch ineffiziente, elektrisch betriebene Kleingeräte gedeckt, sodass in der Mittagszeit der Sommermonate zunehmend die ausreichende Versorgung mit elektrischem Strom gefährdet ist. Auch in Deutschland liegt durch moderne Bauformen und -materialien und durch den zunehmenden Einsatz elektrischer Geräte ein zunehmender Bedarf nach Raumklimatisierung vor. Der Einsatz von Anlagen zur solaren Klimatisierung hat deshalb weltweit ein enormes Potenzial.

Die Nutzung erneuerbarer Energien ist hier besonders attraktiv, weil im Gegensatz zur solaren Beheizung der zeitliche Verlauf von Nachfrage und Energieangebot weitgehend identisch sind. Anlagen für die solare Klimatisierung und Kälteherzeugung befinden sich derzeit noch im Entwicklungs- bzw. Demonstrationsstadium. Zu einer wirtschaftlichen Markteinführung werden noch benötigt:

- innovative Wärme- und Kältespeicher
- kleinere, für Einzelhäuser geeignete Anlagen (< 20 kW)
- reduzierte Kosten durch Verwendung von serienmäßigen Komponenten
- optimierte Regelungstechnik
- langzeitige Demonstration und Vermessung

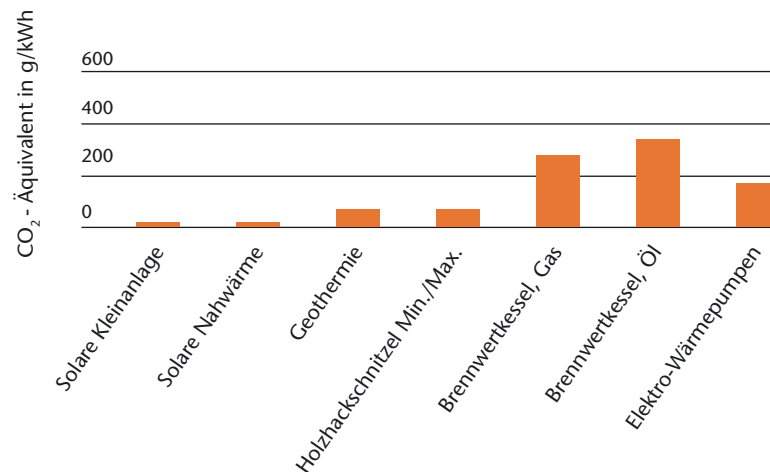
Klimatische und wirtschaftliche Relevanz der erneuerbaren Energien

Erneuerbare Energieträger sichern nicht nur eine von fossilen Energieträgern unabhängige Versorgung, sie tragen auch weitgehend zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen und damit zur Verminderung der globalen Erwärmung bei. Ihre CO₂-Emissionen liegen um etwa eine Größenordnung unter denjenigen fossiler Brennstoffe und elektrisch betriebener Wärmepumpen, wenn diese ihren Strom aus dem bestehenden Kraftwerkspark beziehen.

Berücksichtigt man die direkt für die Herstellung und den Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energiebereitstellung beschäftigten Personen und die bei Vorlieferanten beschäftigten Arbeitskräfte, dann sind derzeit rund 130.000 Personen in diesem Bereich beschäftigt. Näherungsweise sind davon 35.000 – 40.000 Personen direkt Beschäftigte in der Anlagenherstellung, 25.000 – 30.000 sind im Handwerk bzw. für Installation und Betrieb der Anlagen beschäftigt. Der Rest sind Beschäftigte bei den Vorlieferanten. Der gesamte Bereich hat 2004 rund 6,5 Mrd. Euro an Investitionen getätigt; davon entfielen auf den Wärmebereich allerdings nur 1,7 Mrd. Euro.

Abbildung 12

CO₂-Emissionen bei der Wärmebereitstellung mit erneuerbaren Energieträgern [1]



Die Umsätze durch den Betrieb von Anlagen beliefen sich auf rund 5 Mrd. Euro/a. Bei einer Steigerung des Beitrags erneuerbarer Energien treten weitere Produktivitätsfortschritte ein, die gleichzeitig auch die Kosten weiter senken werden. Die Zahl der Beschäftigten wird daher etwas langsamer wachsen. Für das Jahr 2010 kann in Deutschland von etwa 200.000 Beschäftigten ausgegangen werden, wenn sich die im Szenario „NaturschutzPlus“ [3] unterstellte Wachstumsdynamik einstellt. Bei diesen Zahlen ist nicht berücksichtigt, dass durch parallel wachsende Exportmärkte zusätzliche Arbeitsplätze entstehen können, insbesondere dann, wenn Deutschland seine führende Position in diesem Bereich weiter ausbauen kann.

Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien stellen also eine beachtliche Wachstumsbranche dar. Gerade im Wärmebereich dürfte sich die Wachstumsdynamik durch die deutlich gestiegenen Brennstoffkosten und die sich abzeichnenden günstigeren Rahmenbedingungen (u. a. Erneuerbare-Wärmeenergie-Gesetz) in den nächsten Jahren deutlich beschleunigen.

Literatur

- [1] Erneuerbare Energien – Innovationen für die Zukunft. Broschüre des BMU. Fachliche Bearbeitung: Arbeitsgemeinschaft DLR/IFEU/WI, 5. Auflage, Berlin 2004.
- [2] B. Geiger, M. Nickel, F. Wittke: Energieverbrauch in Deutschland – Daten, Fakten, Kommentare. BWK, Bd. 57(2005) Nr.1/2. S.48-56.
- [3] J. Nitsch, M. Fishedick, G. Reinhardt u. a.: „Ökologisch optimierter Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland.“ Studie der Arbeitsgemeinschaft DLR/IFEU/WI im Auftrag des BMU, Stuttgart, Berlin 2004
- [4] Bundesverband WärmePumpe (BWP) e.V. München (2003)
- [5] 5. EWIV Praxiskonferenz, Straßburg/ Frankreich (2003)
- [6] H. Drück nach Daten des Bundesverband Solarindustrie (BSi) (2005)
- [7] ESTIF, European Solar Thermal Industry Federation (2004)
- [8] Raab, S.; Mangold, D.; Heidemann, W.; Müller-Steinhagen, H. Simulation study on solar assisted district heating systems with solar fractions of 35%. ISES Solar World Congress, Göteborg, 14 – 19 June 2003.