

Heinz-Piest-Institut für Handwerkstechnik
an der Universität Hannover
Wilhelm-Busch-Str. 18
D-30167 Hannover

Hrsg.: Manfred Fülber
Walter Pirk

Technologie-Monitoring „Energie- und Umwelttechnik“

Martin Goedeckemeyer (Sprecher)	Fotovoltaik Wärmepumpe
Matthias Markewitz	Lüftung / Klimatisierung Kraftstoff Erdgas / Flüssiggas für PKW und Nutzfahrzeuge Biogastechnik
Ingo Wedel-Kluge	Kälteanlage mit überkritischem CO ₂
Dirk Willenbockel	Kältetechnik, Natürliche Kältemittel



Wissens- und Technologietransfer an den Berufsbildungsstätten des Handwerks

Internet: www.hpi-hannover.de/tt-netzwerk

Technologie: Fotovoltaik / Energietechnik
Technologiepate: Martin Goedeckemeyer

Solarzellen sind Halbleiterbauelemente, die Licht direkt in elektrischen Strom umwandeln können. Wird die Solarzelle beleuchtet, steht an den elektrischen Anschlüssen eine Gleichspannung von etwa 0,5 Volt zur Verfügung. Der Strom und damit auch die Leistung, die entnommen werden kann, hängen von der Intensität der Sonneneinstrahlung und der Zellenfläche, das heißt der Größe der Empfängerfläche, ab. Solarzellen werden zu Solarmodulen zusammengeschaltet und mit weiteren Komponenten als Fotovoltaik-Anlage zur Stromerzeugung genutzt.

Entwicklungstrend / Kernaussagen:

Der Fotovoltaik-Markt wird zu über 90% von den Solarzellen aus Silizium beherrscht. Dabei unterscheidet man mono- und polykristalline Zellen. Die monokristallinen Zellen (mc-Si) erreichen einen Wirkungsgrad von etwa 16-18% (Einzelzelle unter Standard-Test-Bedingungen), während die preislich günstigeren polykristallinen Zellen (pc-Si) bei 14-16% liegen. Bei den sog. Dünnschichtsolarzellen, die als Kupfer-Indium-Diselenid-Zellen (CIS) oder amorphe Silizium-Zellen (a-Si) mit sehr dünnen aktiven Schichten angeboten werden, erwartet man eine deutliche Herstellungskostenreduktion. Allerdings ist bei den Dünnschichtzellen auch der Wirkungsgrad geringer: zur Zeit 8-10% (CIS) bzw. 5-8% (a-Si).

Die Fotovoltaik, ihre Komponenten sowie die Systeme (einschließlich Montage und Betrieb)¹ können als heute ausgereifte Technik bezeichnet werden. Zielsetzung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten ist es, dass die Kosten für Fotovoltaik-Anlagen in Zukunft noch deutlich gesenkt werden können (siehe unten). In den letzten 10 Jahren konnte etwa eine Halbierung der Fotovoltaik-Stromkosten erreicht werden (siehe www.solarwirtschaft.de).

Hersteller

Als Modulhersteller mit Si-Zellen sind RWE Solar, Solar Nova, Solara Sonnenstromfabrik Wismar, Solarwatt, Saint Gobain Glass Solar, Solarfabrik Freiburg und Shell Solar zu nennen. Würth Solar und Phototronics stellen Dünnschichtmodule her.

Marktentwicklung:

Die Fotovoltaik hat sich in den letzten 10 Jahren Steigerung von im Mittel ca. 20% pro Jahr zu einer ernstzunehmenden Branche entwickelt. Im Jahr 2004 sind etwa 230 MW elektrische Leistung installiert worden (Modulfläche von etwa 2 Mio. m²). Zurzeit wird dabei noch der überwiegende Anteil der Module aus den europäischen Ausland sowie den USA und Japan importiert. Man geht davon aus, dass der Markt auch zukünftig weiter deutlich ansteigen wird². In Deutschland wird der Markt weiterhin durch die gebäudeinstallierten netzgekoppelten Anlagen getragen, die zunehmend durch große Anlagen im MW-Bereich (1 MW entspricht etwa 8000 m²) ergänzt werden.

Weltweit wird das Potential insbesondere in den Ländern ohne ausreichende Netzinfrastruktur als sehr groß eingeschätzt.

Wirtschaftlichkeit und Förderung

Bei den typischen gebäudeintegrierten netzgekoppelten Kleinanlagen (1 bis 5 kW) müssen Investitionskosten von ca. 6,00 bis 6,50 Euro pro Watt (inkl. Mehrwertsteuer und Planung) angesetzt werden. Bei Großanlagen erreicht man 4,00 Euro pro Watt. Üblicherweise kann man in Deutschland für jedes installierte kW einen jährlichen Energieertrag (je nach Region, bei

¹ Leitfaden Photovoltaische Anlagen. Hrsg.: DGS Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, Landesverband Berlin Brandenburg e.V., Berlin, 2003 (Bezug siehe auch www.solarpraxis.de)

² Informationen des Bundesverband Solarindustrie (www.bsi.de) und interne Mitteilungen des Institut für Solarenergieforschung Hameln/Emmerthal.



unverschatteter Südausrichtung) von 750 bis 900 kWh erwarten. Daraus ergeben sich Stromerzeugungskosten von etwa 0,30 (Großanlagen) bis 0,60 (Kleinanlagen) Euro pro kWh.

Mit Hilfe des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG, Juli 2004) erhalten Erzeuger von Solarstrom 45,7 Cent pro kWh als Grundvergütung. Dies gilt auch für große Freiflächenanlagen, soweit sie sich im Bereich eines Bebauungsplans befinden. Für Fotovoltaikanlagen auf oder an Gebäuden oder einer Lärmschutzwand erhöht sich die Vergütung um:

11,7 Cent auf 57,4 Cent pro kWh bis 30 kW Leistung, um 8,9 Cent auf 54,6 Cent pro kWh für den darüber hinausgehenden Anteil bis 100 kW und für den 100 kW übersteigenden Anteil um 8,3 Cent auf 54 Cent pro kWh. Zusätzlich gibt es einen Bonus von 5 Cent pro kWh für in Fassaden integrierte Anlagen. Die Vergütungssätze werden beginnend mit dem 1. Januar 2005 jährlich für jeweils ab diesem Zeitpunkt neu in Betrieb genommene Anlagen um 5 % gesenkt.

Mit der weitergehenden Unterstützung in Form günstiger Darlehen (100.000 Dächer-Programm) und der steuerlichen Möglichkeiten im Fall einer Gewerbeanmeldung können sich auch kleine Fotovoltaik-Anlagen nach weniger als 10 Jahren amortisieren. In einigen Bundesländern und Kommunen gibt es weitergehende Förderprogramme³.

Zeithorizont:

Eintrittswahrscheinlichkeit:

Handwerks-Relevanz

= Ist-Zustand	> Ist-Zustand	bis 2005	bis 2010	nach 2010
gering		Mittel		hoch
gering		Mittel		hoch

Betroffene Gewerke: Elektrotechniker, Dachdecker, Metallbauer, Glaser, Sanitär-Heizung-Klima.

Vornehmlich betroffen von dem Marktpotential der Fotovoltaik ist der Elektrotechniker, insbesondere wegen des Gefährdungspotentials und der Richtlinien der Energieversorger zur Herstellung der Netzeinspeisung. Kooperationen sind jedoch auch mit Dachdeckerbetrieben möglich, bzw. im Bereich der Fassadenintegration mit dem Glaser- oder Metallbauerhandwerk. Auch Heizungsbauer, die Solarthermie montieren, können als geprüfte „Fachkraft für Solartechnik“ oder als „Solateur“ Fotovoltaik installieren und damit Solartechnik „aus einer Hand“ anbieten.

Auswirkungen/Probleme/Zukünftige Aktivitäten zur Beschleunigung des Technologietransfers:

Die Umsetzung im Markt könnte erhöht werden, wenn mehr qualifizierte und erfahrene Handwerksbetriebe zur Verfügung ständen. Die Nachfrage ist vorhanden. Deshalb bietet die überwiegende Anzahl der Bildungs- und Technologiezentren im Handwerk Schulungen im Bereich Fotovoltaik an. Es sollte geprüft werden, inwieweit die Möglichkeit besteht, die Fotovoltaik in die ÜLU zu integrieren. Bei der Meistervorbereitung sollte es ein Bestandteil der Lehrgänge werden.

³ Informationen über Fördermittel können u.a. bei den folgenden Institutionen bezogen werden:
 KfW Kreditanstalt für Wiederaufbau, Frankfurt, www.kfw.de
 BINE Informationsdienst, Karlsruhe, <http://energiefoerderung.info>
 Unternehmensverband Solarwirtschaft e.V., Berlin, www.solarfoerderung.de
 Stand: 28.04.2005

Nr.	Umsetzungsgrad der Technologie	Nicht	Vereinzelt	Überwiegend	Flächen-deckend
1	Ausstattung ist in Bildungsstätten vorhanden				
2	Technologie ist Bestandteil der überbetrieblichen Unterweisung (ÜLU)				
3	Technologie ist Bestandteil der Meistervorbereitung (inkl. Ausstattungs-nutzung)				
4	Informationen über die Technologie werden in Fort- und Weiterbildungskursen vermittelt				

Tab.: Umsetzungsgrad der Technologie in den Berufsbildungs- und Technologiezentren des Handwerks

Informations- und Forschungszentren für Fotovoltaik:

- Solid Solarenergie Informations- und Demonstrationszentrum, Fürth, www.solid.de
- Fotovoltaik-Informationszentrum der Shell Solar Deutschland GmbH, Gelsenkirchen, www.shell-solar-piz.de
- Energie- und Umweltzentrum e.V., Springe, www.e-u-z.de
- Forschungsverbund Sonnenenergie, Berlin, www.fv-sonnenenergie.de und seine Mitgliedsinstitute
- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) Baden Württemberg, www.zsw-bw.de

Vereine und Verbände

- UVS Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft e.V., Berlin, www.solarwirtschaft.de
- BSi Bundesverband für Solarindustrie, Berlin, www.bsi-solar.de
- DGS Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., München, www.dgs-solar.org

Fachzeitschriften

- Sonnenenergie (siehe DGS e.V.)
- Sonne, Wind und Wärme, Bielefeld
- Photon, Aachen
- Erneuerbare Energien, Hannover

Verlage und weitere Internet-Links

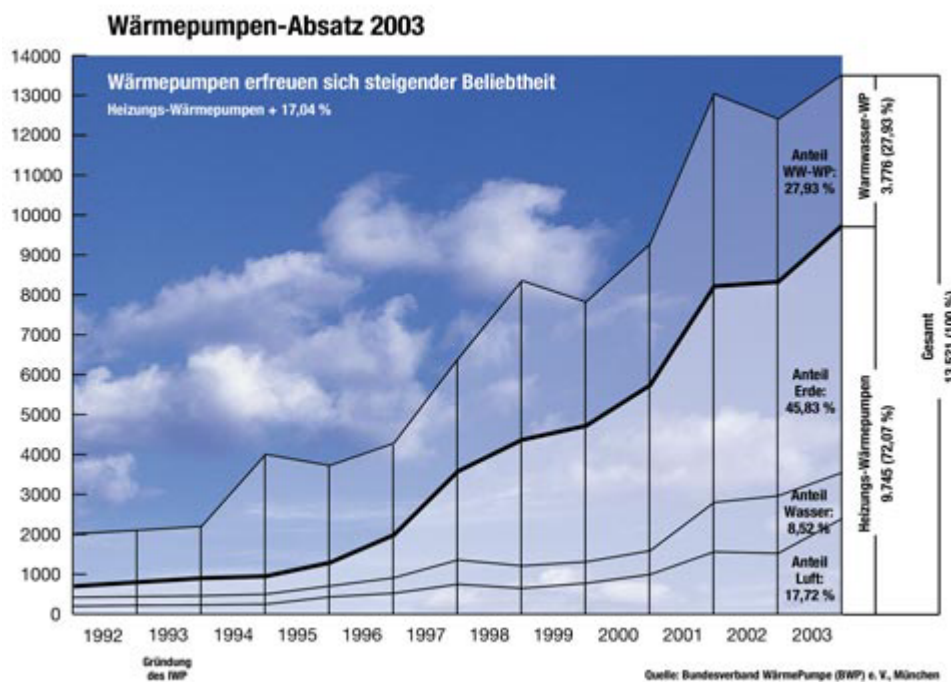
- Energiewende Verlag, Freilassing; www.solarenergie.com
- Solarpraxis AG, Berlin; www.solarpraxis.de
- Solarcontact GmbH, Hannover, www.solarcontact.de
- Heindl Server GmbH, Tübingen, www.solarserver.de
- Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien IWR, Münster, www.iwr.de

Technologie: Wärmepumpe
Technologiepate: Martin Goedeckemeyer

Entwicklungstrend/Kernaussagen:

Die Technologie ist weitgehend ausgereift. Die Marktrelevanz hängt von den politischen Rahmenbedingungen ab (EnEV = Energieeinsparverordnung). Das CO₂-Einsparpotential ist abhängig von der erreichbaren Arbeitszahl und um so höher bei der Verwendung regenerativer Antriebsenergie oder eines Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungskonzepts. Unter energetischen und ökonomischen Gesichtspunkten stellt die Wärmepumpe eine interessante Alternative für Niedrigenergiehäuser mit kontrollierter Wohnungslüftung.

Marktentwicklung: Wärmepumpen erfreuen sich wachsender Beliebtheit.



2003 beweist die Heizungs-Wärmepumpe mit positiven Zuwachsraten von + 17,04 Prozent erneut, dass ausgereifte Umwelttechnik auch ohne staatliche Förderung von Bauherren und Baufamilien gut angenommen wird. Das Wärmepumpen-Gütesiegel und vor allem der hohe Anteil kostenloser Sonnenwärme aus Erde, Wasser und Luft machen die Wärmepumpe zu einem attraktiven Heizsystem. Bis zu 75 Prozent der erforderlichen Heizenergie bezieht die Wärmepumpe aus der Umwelt.

Quelle: Bundesverband WärmePumpe (BWP) e.V. München, Stand 03/2004

Zeithorizont:	= Ist-Zustand	> Ist-Zustand	bis 2005	bis 2010	nach 2010
Eintrittswahrscheinlichkeit:	gering		mittel		hoch
Handwerks-Relevanz	gering		mittel		hoch

Betroffene Gewerke:

Metall- und Elektrogewerbe, Kälteanlagenbauer, Installateur und Heizungsbauer, Elektrotechniker

Auswirkungen/Probleme/Zukünftige Aktivitäten zur Beschleunigung des Technologietransfers:

Projekte zur Verwendung von Schüttungen im Erdbereich zur Speicherung: Im Sommer kühlen der Räume (Wärme → Schüttung), im Winter heizen (Schüttung → Wärme wieder abziehen).

Direktkondensation: Entwicklung von Regelungskonzepten für eine Einzelraumregelung.

- Relevanz hauptsächlich im Neubaubereich, jedoch rückläufige Marktentwicklung
- Im Vergleich mit anderen Heizsystemen hohe Anlagenkosten

In Abhängigkeit vom Gewerk müssen bei Qualifizierungsmaßnahmen unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt werden.

Nr.	Umsetzungsgrad der Technologie	Nicht	Vereinzelt	Überwiegend	Flächen-deckend
1	Ausstattung ist in Bildungsstätten vorhanden		SHK, Elektro	Kälteanlagenbauer	
2	Technologie ist Bestandteil der überbetrieblichen Unterweisung				
3	Technologie ist Bestandteil der Meistervorbereitung (inkl. Ausstattungsnutzung)		SHK, Elektro	Kälteanlagenbauer	
4	Informationen über die Technologie werden in Fort- und Weiterbildungskursen vermittelt				

Tab.: Umsetzungsgrad der Technologie in den Berufsbildungs- und Technologiezentren des Handwerks

Informationszentren für Wärmepumpe:

- Forschungszentrum für Kälteanlagen und Wärmepumpen (FKW) in Hannover
- Initiativkreis Wärmepumpe (IWP) in Essen?
- Zentralfachverband SHK, St. Augustin
- VDKF Verband der Kälte-Klima-Fachbetriebe Bonn

Informationen zum Thema Wärmepumpe, z.B. im Internet:

- direkt bei Herstellern: buderus.de, ochsner.de, wasterkotte.de
- Landesgewerbeamt Baden-Württemberg (jetzt eingegliedert ins Wirtschaftsministerium): www.lgabw.de
- Forschungszentrum Jülich GmbH: www.fz-juelich.de
- IZW Informationszentrum Wärmepumpen und Kältetechnik: www.izw-online.de
- Test- und Weiterbildungszentrum Wärmepumpen und Kältetechnik: www.twk-karlsruhe.de
- BWP Bundesverband Wärmepumpe, ehemals Initiativkreis WärmePumpe e.V.: www.waermepumpe-iwp.de

Technologie: Biogastechnik
Technologiepate: Matthias Markewitz

Durch energiepolitische Maßnahmen, wie der Einführung des EEG sowie durch Investitionszuschüsse ist die Zahl landwirtschaftlicher Biogasanlagen in den vergangenen Jahren auf heute ca. 2.000 Anlagen in Deutschland gestiegen, mit einer installierten elektrischen Leistung von mehr als 250 MW. Die Besonderheit der Biogastechnik gegenüber anderen Techniken der Energieerzeugung besteht darin, dass zur Produktion von Biogas sämtliche biogenen Reststoffe, wie z. B. Gülle, Ernterückstände oder Bioabfälle aus der Nahrungsmittelverarbeitung, aus Haushalten und Gewerbe sowie ein breites Spektrum nachwachsender Rohstoffe geeignet sind.

Durch die Möglichkeit, Roh- und Reststoffe einzeln oder in Kombination zur Biogaserzeugung zu nutzen, bestehen vielfältige Möglichkeiten, die Biogasproduktion an die jeweils am Standort verfügbaren Substratbedingungen anzupassen. Die Biogasproduktion benötigt nur einen geringen Eigenenergiebedarf, da die Vergärung bei nur gering erhöhten Umgebungstemperaturen abläuft und die Abtrennung des Energieträgers Biogas selbsttätig erfolgt.

Die Verwertung von Biogas ist vielfältig, von der konventionellen Nutzung in Heizkesseln bis hin zu Motor-Blockheizkraftwerken (BHKW-Technik). Im Vergleich zur Verbrennung und Vergasung von Biomasse bleiben in den Rückständen die Nährstoffe erhalten, so dass eine Rückführung in den landwirtschaftlichen Stoffkreislauf möglich ist. Damit wird eine Einsparung von Düngern erreicht. Lt. Aussagen des Fachverbandes für Biogas könnten 12 Millionen Haushalte in Deutschland mit Strom aus Biogas versorgt werden. Die ca. 2.000 Biogasanlagen produzieren heute schon Strom für 500.000 Haushalte.

In dem Zusammenhang ist erkennbar, dass der Landwirt der Zukunft immer mehr Energiewirt werden wird, um auch so weniger von den schwankenden Nahrungsmittelpreisen abzuhängen.

Das komplexe Thema Biogaserzeugung verdeutlicht, dass sehr viele verschiedene Berufsgruppen zur Erstellung der Anlagentechnik zusammengeführt werden müssen, wobei der Installation, Pflege und Wartung der BHKW-Technik eine Schlüsselposition zufällt.

Prinzipiell unterscheidet man zwischen schlüsselfertigen Großanlagen und kleineren Einzelhofanlagen. Schlüsselfertige Anlagen werden hauptsächlich im industriellen Bereich und für große Gemeinschaftsanlagen eingesetzt. Hier werden Reststoffe in Form von Gülle und nachwachsenden Rohstoffen mehrerer landwirtschaftlicher Betriebe gemeinsam mit Speiseresten und Abfällen der lebensmittelproduzierenden Industrie verarbeitet. Das entstehende Biogas wird speziellen Kesseln zu Wärme oder in Blockheizkraftwerken zu Strom und Wärme umgesetzt. Die installierte thermische und elektrische Leistung ist häufig im Megawattbereich angesiedelt. Eigens für diesen Zweck gegründete Betreibergesellschaften finanzieren und betreiben die Anlage.

Einzelhofanlagen werden auf landwirtschaftlichen Betrieben errichtet und in der Regel mit dort anfallendem organischem Material beschickt. Die installierte elektrische Leistung liegt je nach Anlagengröße zwischen 30 und mehreren hundert Kilowatt. Der Landwirt ist Investor und Bauherr und errichtet die Anlage in der Regel in Zusammenarbeit mit einem versierten Planer und örtlichen Handwerkern.

Die Gewinnung und Nutzung von Biogas schon jetzt eine ausgereifte und marktgängige Technologie dar. Sie ist als eine viel versprechende Option zur Nutzung regenerativer Energien anzusehen, die in den nächsten Jahren verstärkt zu einer nachhaltigen Energiebereitstellung sowie zur Senkung der Emission von Treibhausgasen wird beitragen können.

Entwicklungstrend/Kernaussagen:

Aufgrund von verschärften Hygieneauflagen und stark verringerter Förderung durch Länder und Bund sind Einzelhofanlagen nur schwer wirtschaftlich zu betreiben. Der Trend geht in Richtung größerer Gemeinschaftsanlagen, die auf Grund ihrer Größe den Anforderungen an Hygieneeinrichtungen, und ausreichend qualifizierten Bedienungspersonal am ehesten gerecht werden. Damit nimmt auch die Relevanz für das Handwerk ab, denn die großen Gemeinschaftsanlagen werden weitgehend schlüsselfertig durch Generalunternehmen erstellt.

Zeithorizont:

= Ist-Zustand	> Ist-Zustand	bis 2005	bis 2010	nach 2010
gering		Mittel		hoch
gering		Mittel		hoch

Eintrittswahrscheinlichkeit:

Handwerks-Relevanz

Betroffene Gewerke: Maurer und Betonbauer, Installateur und Heizungsbauer, Elektrotechniker, Elektromaschinenbauer, Informationstechniker

Auswirkungen/Probleme/Zukünftige Aktivitäten zur Beschleunigung des Technologie-Transfers:

Die derzeitigen politischen Rahmenbedingungen erschweren den Bau kleiner Einzelhofanlagen, die in Zusammenarbeit mit dem regionalen Handwerk errichtet werden. Dennoch sollte ein Pilotseminar für Unternehmer und Führungskräfte entwickelt werden, das biologische, technische und vor allem sicherheitsrelevante Grundlagen vermittelt. Das vereinfacht dem Handwerk die Mitarbeit an der Errichtung der Anlagen, Wartung und Instandhaltung. Die Technologie-Transfer-Stelle der Hwk Hannover und die Zentrale Leitstelle (HPI) möchten im zweiten Quartal 2005 eine Veranstaltung für interessierte Handwerker der o.g. Branchen anbieten.

Nr.	Umsetzungsgrad der Technologie	Nicht	Vereinzelt	Überwiegend	Flächen-deckend
1	Ausstattung ist in Bildungsstätten vorhanden				
2	Technologie ist Bestandteil der überbetrieblichen Unterweisung				
3	Technologie ist Bestandteil der Meistervorbereitung (inkl. Ausstattungsnutzung)				
4	Informationen über die Technologie werden in Fort- und Weiterbildungskursen vermittelt				

Tab.: Umsetzungsgrad der Technologie in den Berufsbildungs- und Technologiezentren des Handwerks

Informationszentren für Biogas:

- www.biogas-zentrum.de

Informationen zum Thema Biogas im Internet:

- www.fnr.de bzw. www.biomasse-info.net
(Download: Handreichung Biogasgewinnung – und nutzung)
- www.fachverband-biogas.de
- www.carmen-ev.de
- www.graskraft.de
- www.energetik-leipzig.de
- www.energie.de

Literatur zum Thema Biogas:

- kostenloser umfangreicher Leitfaden: Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung unter www.biomasse-info.net - 232 Seiten
- nützliche Unterlagen:
 - Biogas-Anlagen - 12 Datenblätter – 31 Seiten
 - Biogasanlagen in der Landwirtschaft – 48 Seiten
 - Biogas - eine natürliche Energiequelle – 22 Seiten
 - Gülzower Fachgespräche:
 - Band 15: Energetische Nutzung von Biogas: Stand der Technik und Optimierungspotenzial – 114 Seiten

alle unter www.biomasse-info.net

- Sicherheitsregeln für landwirtschaftliche Biogasanlagen unter www.wm.baden-wuerttemberg.de

Technologie: Kraftstoff Erdgas/Flüssiggas (Autogas) für PKW und Nutzfahrzeuge
Technologiepate: Matthias Markewitz

Entwicklungstrend / Kernaussagen:

Mit Erdgas/Flüssiggas als Kraftstoff stehen heute marktreife und sichere Techniken für den alternativen Fahrzeugantrieb zur Verfügung. Die zunehmende Luftverschmutzung durch den Straßenverkehr erfordert einen schnellen Einsatz umweltschonender Antriebssysteme. Dabei wird auch mit steigender Anzahl von Gasfahrzeugen auch ein entsprechendes Tankstellennetz weiter ausgebaut.

Weltweit sind zur Zeit ca. 7,5 Mio. Autogasfahrzeuge gegenüber ca. 1,2 Mio. Erdgasfahrzeuge im Einsatz. In Deutschland stehen derzeit fast 500 Tankstellen für eine Versorgung der Erdgasfahrzeuge zur Verfügung, Tendenz steigend.

Das Autogas-Tankstellennetz in Deutschland wurde durch das Engagement der deutschen Flüssiggas-Wirtschaft in den letzten Jahren auch stetig auf über 400 öffentlich zugänglichen Autogas-Tankstellen ausgebaut. Parallel hierzu befinden sich bereits ca. 1200 gewerblich genutzte Flüssiggastankstellen im Betrieb, die für die Betankung von firmeneigenen Flottenfahrzeugen mit Autogas genutzt werden können.⁴

Benzin oder Diesel wird durch die Verbreitung der Gasfahrzeuge nicht ersetzt werden, aber es wird eine sinnvolle, umweltschonendere Ergänzung darstellen (weniger Verunreinigungen; Ruß/Schwefel).

Technische Fakten:

Aufgrund der wesentlich schlechteren Speicherdichte von Erdgas benötigt man - verglichen mit Autogas - das 2,5-fache Tankvolumen, um die gleiche Reichweite zu erzielen. Bedingt durch die niedrigen Siedetemperaturen von -42° (Propan), kann Autogas unter geringem Druck verflüssigt werden und nimmt dann nur noch 1/260 seines Volumens ein. Dieses ermöglicht die Lagerung einer großen Energiemenge auf kleinem Raum. Durch die physikalischen Eigenschaften von Propan/Butan (Speicherdichte, Speicher-Gewicht, Speicherkosten) ist Autogas für den Einsatz in Fahrzeugen etwas besser geeignet als Erdgas. Der Erdgasbehälter im Fahrzeug wiegt ungefähr das 5-fache des Autogas-Tanks. Aber auch die Umrüstkosten sind bei Erdgas-Autos wesentlich höher. So kostet die Umrüstung auf Erdgas circa 3.500 EUR, während für die Fahrzeugumstellung auf Autogas nur 1.900 - 2.200 EUR aufzuwenden sind. Test der Wirtschaftlichkeit für Fahrzeuge unter:

<http://www.autogas-centrum.de> bzw. <http://www.dvfg.de> für Autogas
und www.erdgasfahrzeuge.de für Erdgas.

Die Kosten einer Umrüstung hängen vom Anlagentyp sowie vom gewählten Autogastank ab. Für den Autogastank stehen z. B. zylindrische Tanks sowie spezielle Behälter für den Einbau in die Reserveradmulde zur Auswahl.

Der Einbau einer Gasanlage muss vom TÜV oder DEKRA überprüft und abgenommen werden. Der Gasantrieb wird danach in die KfZ-Papiere (KfZ-Brief und KfZ-Schein) eingetragen. Diese Zulassung des Gasfahrzeuges führen im Allgemeinen die Fachbetriebe im Rahmen der Fahrzeugumrüstung durch. Es entsteht eine zunehmende Relevanz im Kfz-Gewerbe in den Bereichen Wartung, Reparatur und Gas-Umrüstung.

⁴ Siehe: <http://www.dvfg.de/autogas/tanken/tanken.html>

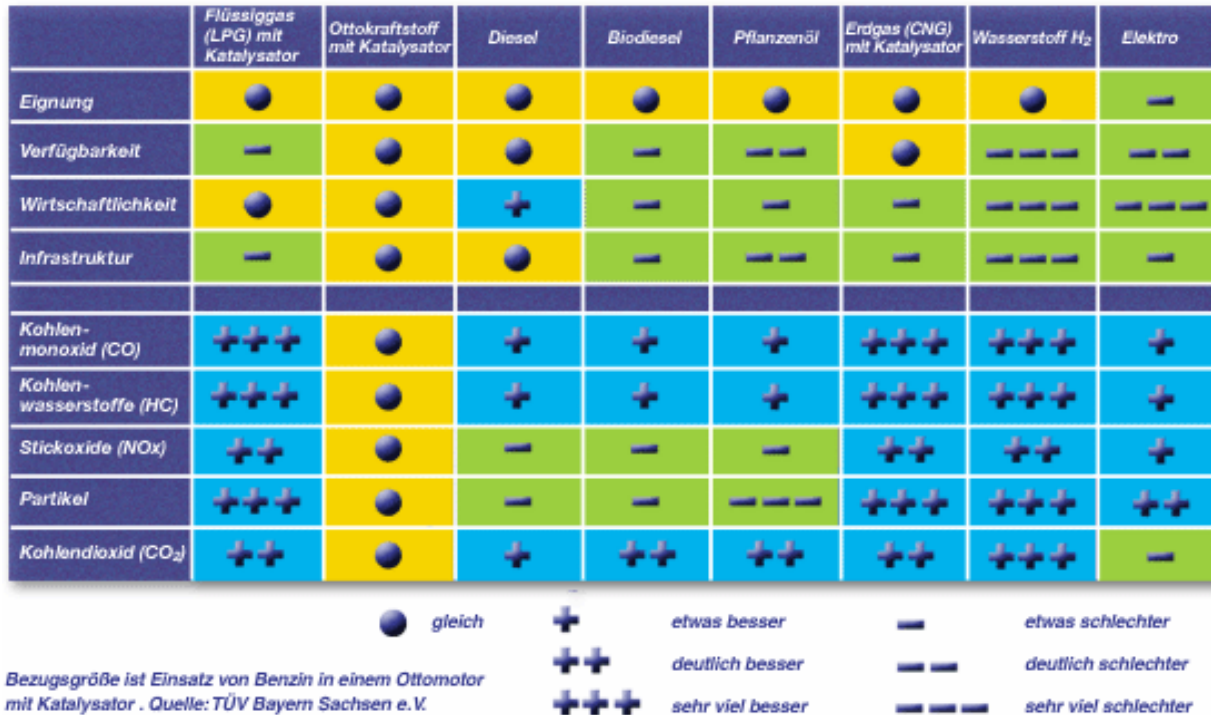


Abb.: Vergleich der Wirtschaftlichkeit

Trotz geringer Defizite holt aber die Erdgaslobby mächtig auf. Die Flüssiggasindustrie glaubte vor Jahren, auf eine einheitliche Marketingstrategie verzichten zu können. Die Erdgasindustrie dagegen besteht aus Großunternehmen, die auch entsprechende finanzielle Mittel haben. So bauten sie ein bundesweit strategisches Netz zur Einführung und Verbreitung von Erdgasfahrzeugen auf. Obwohl eine Erdgastankstelle mehr als 0,5 Mio. € kostet, eine vergleichbare Flüssiggastankstelle knapp die Hälfte an Geldern verschlingt, nahm die Anzahl an Erdgastankstellen in letzter Zeit schneller zu. Viele Stadtwerke subventionieren zudem den Bau von Zapfsäulen sowie die Umrüstung von Kraftfahrzeugen. Während bisher die Mineralöl-Steuerbefreiung für Autogas 2009 ausläuft, ist sie bis 2020 für Erdgas festgeschrieben. Während in Deutschland ein Kopf-an-Kopf-Rennen stattfindet, sind aber noch viele europäische Länder weitgehend erdgasfrei. Indiz dafür ist die geringe Anzahl von Tankmöglichkeiten im Ausland.

Zeithorizont:	= Ist-Zustand	> Ist-Zustand	bis 2005	bis 2010	nach 2010
Eintrittswahrscheinlichkeit:	gering		mittel		Hoch
Handwerks-Relevanz	gering		mittel		hoch

Betroffene Gewerke: Kraftfahrzeugtechniker

Auswirkungen/Probleme/Zukünftige Aktivitäten zur Beschleunigung des Technologietransfers:

- Integration der Umrüstung in die berufliche Bildung, Erfassen und publizieren der technologischen Entwicklung, Information der relevanten Multiplikatoren.
- Weiterbildungslehrgänge werden durch die TAK und einzelne BTZ angeboten
- Europäische Gesetzgebung

Nr.	Umsetzungsgrad der Technologie	Nicht	Vereinzelt	Überwiegend	Flächen-deckend
1	Ausstattung ist in Bildungsstätten vorhanden				
2	Technologie ist Bestandteil der überbetrieblichen Unterweisung				
3	Technologie ist Bestandteil der Meistervorbereitung (inkl. Ausstattungsnutzung)				
4	Informationen über die Technologie werden in Fort- und Weiterbildungskursen vermittelt				

Tab.: Umsetzungsgrad der Technologie in den Berufsbildungs- und Technologiezentren des Handwerks

Vorzeigeländer Flüssiggas: Holland, Italien, Polen,
Internet Autogas: www.dvfg.de, www.autogas-forum.de
Erdgas: www.erdgasfahrzeuge.de

Informationen zum Thema Kraftstoff Erdgas/Flüssiggas für PKW und Nutzfahrzeuge, z.B. im Internet:

bei KFZ-Herstellern: FIAT, BMW, Opel, Daimler-Crysler
 (Interesse der Hersteller an Weiterbildung für KFZ-Werkstätten in Handwerksbildungszentren gering, aufgrund der geringen Nachfrage deutschlandweite Ausbildung in eigenen Bildungszentren, Ausbildung z.B. unter www.autogas-academy.de)

Installierte Marken sind u.a.: AG, Landi Renzo, Impco, Tartarini, BRC, Necam/Koltec, Vialle
 (darüber bisher Weiterbildungsveranstaltungen für das Handwerk möglich)

Technologie: Lüftung / Klimatisierung
Technologiepate: Matthias Markewitz

Entwicklungstrend/Kernaussagen:

Eine komfortable Alternative zur Fensterlüftung bieten Lüftungs- oder Klimaanlage. Dadurch entfällt der lästige Durchzug. Es findet ein permanenter Abtransport zu hoher Raumlufffeuchte sowie von verbrauchter und belasteter Luft statt. Die Entstehung von Schimmelpilzen an Gebäudenhüllen wird dadurch verhindert. Zusätzlich kann die Anlagentechnik mit Allergiker- oder Aktivkohlefilter ausgerüstet werden und so je nach Bedarf eine passend aufbereitete Luftqualität zur Verfügung stellen.

Seit 2002 ist die neue Energieeinsparverordnung in Kraft getreten. Wegen der vorgeschriebenen dichten Gebäudehülle (siehe auch DIN 4108-7) beträgt der Luftwechsel, der in modernen Niedrigenergiehäusern durch Undichtigkeiten in der Fassade erreicht wird, nur noch maximal $n = 0,2 \text{ h}^{-1}$. Im Jahresverlauf ergibt sich ein Luftwechsel über lange Zeiten sogar von weniger als $0,1 \text{ h}^{-1}$. Dieser Wert liegt deutlich unter dem als erforderlich angesehenen Mindestaußenluftwechsel von $0,5 \text{ h}^{-1}$. Um den Wechsel zu gewährleisten, ist bei der freien Lüftung zusätzlich die Fensterlüftung erforderlich, d. h., dem Nutzereingriff kommt eine zentrale Bedeutung zu.

Bei mechanischen Abluftanlagen mit natürlicher Nachströmung wird die Abluft mechanisch mit Ventilatoren aus dem Bad und dem WC sowie der Küche abgeführt und die erforderliche Zuluft strömt über definierte Öffnungen in der Fassade der Wohnung nach. Innerhalb der Wohnung muss durch Überströmöffnungen sichergestellt werden, dass die Zuluft von der Fassade über die Wohn- und Schlafräume in das Bad, WC und die Küche überströmen kann.

Bei mechanischen Zu- und Abluftanlagen wird sowohl die Zu- wie auch die Abluft mechanisch gefördert. Dabei wird zwischen dezentralen und zentralen Systemen unterschieden. Während bei dezentralen Systemen jeder Raum ein kleines Zu- und Abluftgerät besitzt, das in der Fassade integriert ist, wird bei zentralen Systemen die Luft nur über ein Zu- und Abluftgerät gefördert und über ein kleines Luftnetz auf die einzelnen Räume verteilt. Bei diesen Systemen ist es möglich, die Wärme der Abluft über einen Wärmeübertrager an die Zuluft abzugeben und so wertvolle Heizenergie weiter zu verwerten.

Je geringer die zuzuführende Heizenergie des Gebäudes ist, umso effektiver kann es sein, das vorhandene Lüftungssystem auch zur kompletten Beheizung des Gebäudes zu nutzen (z.B. mit Elektroheizstäben im Lüftungskanal). Ein Luftheizsystem besitzt eine geringe Trägheit, so dass es sehr gut auf hochfrequente Lastwechsel reagieren kann. Ebenso kann die zugeführte Luft in Luftkollektoren mit Sonnenenergie oder Erdwärme direkt erwärmt oder im Sommer gekühlt werden.

Einige Hersteller von Wärmepumpen bieten gleichzeitig eine Integration der Lüftungstechnik in die Wärmepumpe an. Dabei wird die Wärmeenergie der Abluft zur Erwärmung des Warmwassers verwendet.

Klimageräte, die man häufig für die Büroklimatisierung einsetzt und damit den veränderten Anforderungen moderner Bürokomplexe Rechnung trägt, sind dezentrale Klimasysteme in Form von Fassadenlüftungsgeräten. Dabei werden die Funktionen Lüften, Luftaufbereitung und Raumkühlung direkt in den versorgten Raumbereichen durchgeführt. Argumente, wie die einfache, verursacherbezogene Abrechnungsmöglichkeit, die individuelle Beeinflussbarkeit sowie die hohe Flexibilität und der geringe Platzbedarf sprechen für diesen Techniktrend.

Planung und Auslegung von Klimatisierungs- und Lüftungsanlagen kleiner Wohn- und Büroräume sind vom Handwerker zu leisten, größere Anlagen erfordern zunehmend ingenieurtechnisches Auslegungs- und Planungs-Know-How.



Eine Übersicht über Anlagen gibt das TZWL. Das Europäische Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte hat es sich zur Aufgabe gemacht, Transparenz für technische Daten und Marktangebot von Wohnungslüftungsgeräten (auch Wärmepumpen) herzustellen.

Zeithorizont:

Eintrittswahrscheinlichkeit:

Handwerks-Relevanz

= Ist-Zustand	> Ist-Zustand	bis 2005	bis 2010	nach 2010
Gering		mittel		hoch
Gering		mittel		hoch

Betroffene Gewerke: Kälteanlagenbauer, Installateur und Heizungsbauer

Auswirkungen/Probleme/Zukünftige Aktivitäten zur Beschleunigung des Technologietransfers:

Schulungsbedarf; Verknüpfung zur Gebäudeautomatisierung

Nr.	Umsetzungsgrad der Technologie	Nicht	Vereinzelt	Überwiegend	Flächen-deckend
1	Ausstattung ist in Bildungsstätten vorhanden				
2	Technologie ist Bestandteil der überbetrieblichen Unterweisung				
3	Technologie ist Bestandteil der Meistervorbereitung (inkl. Ausstattungsnutzung)				
4	Informationen über die Technologie werden in Fort- und Weiterbildungskursen vermittelt				

Tab.: Umsetzungsgrad der Technologie in den Berufsbildungs- und Technologiezentren des Handwerks

Informationszentren für Gebäudelüftung / Klima- und Kältetechnik:

Europäisches Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte e.V. , Dortmund
 Test- und Weiterbildungszentrum - Wärmepumpen und Kältetechnik GmbH, Karlsruhe

Informationen zum Thema Lüftung, z.B. im Internet:

www.wohnungslueftung-ev.de, www.flib.de, www.tzwl.de, www.venti-oelde.de, www.krantz.de,
www.maico.de, www.lhr.ike.uni-stuttgart.de, www.lindab.de, www.airflow.de, www.paul-lueftung.de, www.schrag.de, www.grammer-sb.de/

Informationen zum Thema Klimatechnik, z.B. im Internet:

www.iket.de, www.ilkdresden.de, www.dkv.org, www.vdkf.org, www.bfs-kaelte-klima.com,
www.twk-karlsruhe.de

Wissenswert: - Der Flib. e.V. (Verband für Luftdichtigkeit im Bauwesen e.V. Kassel) nimmt Zertifizierungsprüfungen "Zertifizierter Prüfer der Gebäude-Luftdichtheit im Sinne der Energieeinsparverordnung" ab.

Technologie: Kältetechnik, Natürliche Kältemittel, CO₂ überkritisch
Technologiepate: Ingo Wedel-Kluge

Entwicklungstrend/Kernaussagen:

Im Bereich der natürlichen Kältemittel wird in den letzten Jahren wieder verstärkt über den Einsatz von CO₂ nachgedacht. In erster Linie hängt das mit der hohen Umweltverträglichkeit zusammen: Kein Ozonabbaupotenzial, vernachlässigbarer direkter Treibhauseffekt (relativ zu anderen Kältemitteln). Ferner ist CO₂ chemisch inaktiv, nicht brennbar, gut verfügbar und relativ preiswert. Negativ ist vor allen Dingen die hohe Drucklage, die entweder hohen apparativen Aufwand bedeutet (Kaskadenschaltung), oder die Verwendung besonders druckfester Komponenten (überkritischer Betrieb).

Betroffene Gewerke: Direkt das gesamte Kälteanlagenbauer-Handwerk (inklusive der Klimaanlageanlagen und Wärmepumpen)

Auswirkungen/Probleme/Zukünftige Aktivitäten zur Beschleunigung des Technologietransfers:

- Verwendung besonders druckfester Komponenten (Verdichter, Wärmeübertrager...)
- Verwendung anderer Rohrleitungsmaterialien, Werkstoffe und (ganz wesentlich) anderer Verbindungstechniken
- Einsatz spezieller Schmiermittel und Dichtungsmaterialien (die sich eventuell noch in der Entwicklung befinden)
- Umgang mit anderen Lecksuchgeräten (die ebenfalls entwickelt werden)
- Sicherlich recht hoher Schulungsbedarf im Umgang mit der „neuen Technologie“

Nr.	Umsetzungsgrad der Technologie	Nicht	Vereinzelt	Überwiegend	Flächen-deckend
1	Ausstattung ist in Bildungsstätten vorhanden				
2	Technologie ist Bestandteil der überbetrieblichen Unterweisung				
3	Technologie ist Bestandteil der Meistervorbereitung (inkl. Ausstattungsnutzung)				
4	Informationen über die Technologie werden in Fort- und Weiterbildungskursen vermittelt		¹⁾	¹⁾	

Tab.: Umsetzungsgrad der Technologie in den Berufsbildungs- und Technologiezentren des Handwerks

Erläuterungen:

¹⁾ Abhängig von der Weiterbildungseinrichtung

Zeithorizont:	= Ist-Zustand	> Ist-Zustand	bis 2005	bis 2010	nach 2010
Eintrittswahrscheinlichkeit:	gering		mittel ¹⁾		hoch
Handwerks-Relevanz	gering		mittel		hoch ²⁾

Erläuterungen:

¹⁾ Sehr stark abhängig von Umweltgesetzen zur Verwendung von Kältemitteln und dem Wunsch „Vorreiterfunktion“ zu übernehmen

²⁾ Sollte diese Technologie sich durchsetzen, dann sind die Auswirkungen sicher relativ hoch

Zur Zeit ist der Bau von Kälte- und Klimaanlage mit überkritischem CO₂ teurer und schwieriger als bei der Verwendung „normaler“ Kältemittel. Es werden in erster Linie Gründe des Umweltschutzes sein, die einen verstärkten Trend auslösen (können).

Von großer Bedeutung wird die Entscheidung der Seriengerätehersteller sein (z.B. Kfz-Klimaanlagen).

Informationszentren für Kältetechnik:

Institut für Luft- und Kältetechnik, Dresden

Forschungszentrum für Kälteanlagen und Wärmepumpen, Hannover

TU Braunschweig

Technologietransferstelle der Bundesfachschule Kälte-Klima-Technik, Maintal

Technologietransferstelle der Bundesfachschule Kälte-Klima-Technik, Niedersachswerfen

Steinbeis-Transferzentrum Kälte- und Klimatechnik, Karlsruhe

Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein, Stuttgart

Informationen zum Thema Kältetechnik:

www.ilk-dresden.de

www.fkw-hannover.de

www.tu-braunschweig.de

www.bfs-kaelte-klima.com

www.fh-karlsruhe.de

www.dkv.org

Technologie: Kältetechnik, Natürliche Kältemittel
Technologiepate: Dirk Willenbockel

Entwicklungstrend/Kernaussagen:

Durch das Verbot des Einsatzes von FCKW⁵ und HFCKW⁶ als Kältemittel in neuen Kälteanlagen und Kühlgeräten wird auf verschiedene Substitutionsprodukte zurückgegriffen, die ständig weiterentwickelt werden; Alternativlösungen für einen Kälte-trägerkreislauf kommen mit dem Ziel zum Einsatz, die Kältemittelfüllmengen zu minimieren. Neue Techniken werden zur Energieeinsparung genutzt (alternative und natürliche Kältemittel, Verdichter neuerer Bauart, Wärmerückgewinnung, bessere Steuerung und Regelung). Laut Eckpunktepapier des BMU vom 27.09.2002 wird in Erwägung gezogen, HFCKW⁷ für bestimmte Anwendungsbereiche zu verbieten (wegen ihres Beitrages zum Treibhauseffekt).

Von großem Interesse ist das CO₂-Einsparpotential bzw. dessen Äquivalent. Das indirekte Treibhauspotential ist abhängig von der erreichbaren Leistungsziffer. Das direkte Treibhauspotential durch Emissionen ist abhängig von dem verwendeten Kältemittel. Im Vergleich mit CO₂ haben die heute verwendeten Kältemittel, z. B. R 134a oder R 404A, ein erheblich größeres Treibhauspotential(1 Kg R134a entspr. 3800 Kg CO₂ über 100 Jahre).

Betroffene Gewerke: Kühlanlagenbau (Gewerbliche Kältetechnik)

Auswirkungen/Probleme/Zukünftige Aktivitäten zur Beschleunigung des Technologietransfers:

Es besteht Schulungsbedarf auf folgenden Gebieten:

- Gesetze, Normen und Sicherheitsvorschriften
- Europäischer Gesetzgebung und Normung
- Umgang mit den wiederentdeckten natürlichen Kältemitteln und verschärften Sicherheitsbestimmungen

Nr.	Umsetzungsgrad der Technologie	Nicht	Vereinzelt	Überwiegend	Flächen-deckend
1	Ausstattung ist in Bildungsstätten vorhanden				
2	Technologie ist Bestandteil der überbetrieblichen Unterweisung				
3	Technologie ist Bestandteil der Meistervorbereitung (inkl. Ausstattungsnutzung)				
4	Informationen über die Technologie werden in Fort- und Weiterbildungskursen vermittelt				

Tab.: Umsetzungsgrad der Technologie in den Berufsbildungs- und Technologiezentren des Handwerks

Informationszentren für Kältetechnik (gewerbliche Kältetechnik):

- VDKF Verband der Kälte-Klima-Fachbetriebe, Bonn
- Bundesinnungsverband BIV, Bonn
- Institut für Luft- und Kältetechnik, Dresden
- Forschungszentrum für Kälteanlagen und Wärmepumpen (FKW) in Hannover

⁵Fluor-Chlor-Wasserstoff

⁶teilhalogenierte FCKW, d.h. mind. ein Wasserstoff-Atom im Molekül

⁷teilhalogenierte Fluor-Kohlenwasserstoffe z.B. R134a



Informationen zum Thema Kältetechnik (gewerbliche Kältetechnik):

- www.vdkf.org
- www.biv-kaelte.de
- www.ilc-dresden.de
- www.fkw-hannover.de