

Innovationen für die Energiewende

DBU-Projekte zu Energieeffizienz
und Klimaschutz



Wir fördern Innovationen.



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Inhaltsverzeichnis

4 Einleitung

Dr.-Ing. E. h. Fritz Brickwedde,
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

6 Energieeffizienz und Energiesparen

- 8 Energieeffizienz in der Wasserwirtschaft
- 10 Energiesparende Induktionsheizung mit Supraleitern
- 12 Energiesparende Automobillackierung
- 14 Intelligente Ampelschaltung mindert Schadstoffausstoß
- 16 Energie- und ressourceneffiziente Synthese funktioneller Silikone
- 18 Gewerbe- und Betriebsgebäude nachhaltig bauen
- 20 Schulbauten für die Zukunft
- 22 Die Klimakampagne »Haus sanieren – profitieren!«

24 Erneuerbare Energien – Erzeugung und Nutzung

- 26 Rekord- und preisverdächtig: Mehrfachsolarzellen
- 28 Hocheffiziente Vakuumröhrenkollektoren
- 30 Das bewegliche Wasserkraftwerk
- 32 Grüne Kohle aus Biomasse
- 34 Nachhaltige Chemie: Die Mikrobielle Brennstoffzelle
- 36 Hochspeicherfähige Lithium-Ionen-Akkumulatoren

38 Kommunikation zur Energiewende

- 40 Klassenzimmer, Küche und Labor als Experimentierfeld
- 42 Lernorte für Naturwissenschaft und Technik
- 44 Berufsbildung für Klimaschutz und Energiewende
- 46 Ausstellungen: Wissens-Werte(s) zum Anfassen
- 48 Nachhaltiger Konsum

50 Deutsche Bundesstiftung Umwelt

51 Impressum/Bildnachweis

Innovationen für die Energiewende

DBU-Projekte zu Energieeffizienz
und Klimaschutz

Wir fördern Innovationen.



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Der Beitrag der DBU zur Energiewende



Das Klima ändert sich weltweit. Experten rechnen mit weitreichenden Folgen für Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft, wenn es nicht gelingt, die globale Klimaänderung zumindest in Grenzen zu halten. Nach Ansicht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) muss die globale Erwärmung auf 2 °C¹ beschränkt werden, um zu verhindern, dass Folgen eintreten, die nicht mehr zu bewältigen sind. Neben der notwendigen Anpassung an die Folgen des Klimawandels muss daher die Vermeidung von klimawirksamen Emissionen das zentrale klimapolitische Ziel sein.

In Deutschland wurde im Jahr 2011 mit breiter Mehrheit ein

Fahrplan für die Umsetzung einer langfristigen, bis 2050 reichenden Gesamtstrategie für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung beschlossen. Die Energiewende ist ein einzigartiges energiepolitisches Programm, mit dem die Energieeffizienz gesteigert, die erneuerbaren Energien ausgebaut und die Emission der Treibhausgase gemindert werden sollen. Der zügige Einstieg in ein neues Zeitalter der Energieversorgung umfasst den Ausstieg aus der Kernenergie bis Ende 2022. Die Energiewende ist eine zentrale technische und gesellschaftspolitische Herausforderung, die eine gesellschaftliche Transformation in den nächsten 40 Jahren und darüber hinaus erfordert.

Um dieser gerecht zu werden, müssen erneuerbare Energien stärker genutzt und der Energieverbrauch insgesamt weiter reduziert werden. Die Kernziele der Energiewende sind, den Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2050 um 50 % gegenüber 2008 zu senken. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch soll bis 2050 bei 60 % liegen, der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung soll von 20 % (2011) auf mindestens 80 % im Jahr 2050 steigen.

Eine zentrale Säule der Energiewende muss die Steigerung der Energieeffizienz sein – das heißt: Energie schonend gewinnen, sparsam mit ihr umgehen und die Chancen neuer, innovativer Technologien realisieren. Neben den beiden anderen großen Verbrauchergruppen für Energie, den privaten Haushalten und dem Verkehr, sind in Industrie und Gewerbe noch erhebliche Einsparungen durch eine effizientere Technik möglich. Das betrifft alle Bereiche von der Erzeugung und Umwandlung von Energie über die Produktion von Gütern bis zum Betrieb von Geräten und Anlagen. Analysen zeigen ein erhebliches Einsparpotenzial: Durch einen rationelleren Energieeinsatz könnten in Industrie und Gewerbe bis zu 40 % des derzeitigen Energieverbrauchs eingespart werden, ohne dass an Energiedienstleistungen Abstriche gemacht werden müssten.

Öffentliche und private Gebäude in Deutschland verbuchen für Heizung, Warmwasser und Beleuchtung einen Anteil von 40 % des Gesamtenergieverbrauchs. Sie stehen damit für fast 20 % des gesamten CO₂-Ausstoßes. Das Einsparpotenzial hier ist enorm: In bestehenden Wohngebäuden wird im Durchschnitt fast dreimal so viel Energie für Heizung und Warmwasseraufbereitung verbraucht wie



Von zentraler Bedeutung für das Gelingen der Energiewende: Sparpotenziale im Wohnungsbestand erschließen – hier leistet das DBU-Programm »Haus sanieren – profitieren!« Unterstützung

für Neubauten vorgeschrieben ist. Der Energieverbrauch lässt sich durch wirksame Wärmeschutzmaßnahmen oft bis zu 90 % vermindern.

Energie ist Kerngeschäft der DBU

Die DBU arbeitet seit ihrer Gründung fortwährend intensiv an den Themen Klimaschutz, Energieeffizienz und erneuerbare Energien mit besonderem Fokus auf dem integrierten Umweltschutz. Insgesamt hat die DBU seit 1991 über 3 800 energie-relevante Projekte mit etwa 530 Mio. Euro gefördert.

So unterstützt die DBU die Entwicklung, Erprobung und Umsetzung energiesparender Produkte und Verfahren. Maßgebliche Impulse gehen dabei von kleinen und mittleren Unternehmen aus, deren

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben und technisch-wissenschaftliche Innovationen die DBU besonders fördert. Aktuell behandeln mehrere Förderschwerpunkte die Frage der Energieeffizienz in Unternehmen. Eine effiziente Energienutzung spart Geld, nützt dem Klima und bietet die Grundlage für eine dauerhaft wettbewerbsfähige Positionierung am Markt. Dies betrifft alle Bereiche von der Energieerzeugung bis zur Energieanwendung in Verfahren und Geräten. Um die Steigerung der Energieeffizienz des Gebäude- und Infrastrukturbestandes voranzubringen, unterstützt die DBU insbesondere auch die modellhafte Sanierung oder den Neubau von Gebäuden, die im besonderen Licht der Öffentlichkeit stehen – wie

Schulen, Sport- und Kindertagesstätten oder auch denkmalgeschützte Objekte mit komplexen Nutzungsanforderungen.

Die Energiewende ist nicht nur eine Frage der Technik. Für ein Gelingen der Energiewende und die Steigerung der Energieeffizienz im privaten Bereich sowie die Herbeiführung eines gesellschaftlichen Bewusstseins für die Nutzung von regenerativen Energien ist die Umweltkommunikation von zentraler Bedeutung. Zielgruppen sind insbesondere Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene auf der einen sowie Multiplikatoren aus unterschiedlichen Fachdisziplinen auf der anderen Seite. Von besonderer Bedeutung sind aktuell Fragestellungen im Umfeld der »Energiewende«, die vor allem als gesellschaftspolitische und kulturelle Herausforderung betrachtet wird.

Die in dieser Broschüre vorgestellten Projekte zeigen beispielhaft Möglichkeiten und Lösungen für mehr Energieeffizienz und erneuerbare Energien – in Technik, Forschung und in der Kommunikation. Diese innovativen Ansätze tragen vorbildlich zum Klimaschutz und damit zum Gelingen der Energiewende bei.

Dr.-Ing. E. h. Fritz Brickwedde
Generalsekretär der Deutschen
Bundesstiftung Umwelt

Energieeffizienz und Energiesparen

Mit dem Energiekonzept formuliert die Bundesregierung die Leitlinien für den Weg in das Zeitalter der erneuerbaren Energien bis 2050. Neben der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien stellt die beabsichtigte Reduzierung des Primärenergieverbrauchs um 50 % und des Stromverbrauchs um 25 % bis 2050 (gegenüber dem Referenzjahr 2008) die zentralen Herausforderungen dar. Diese Reduktionsziele sind nur dann zu erreichen, wenn die Anstrengungen für den Klimaschutz weiter verstärkt werden und Energie so sparsam und rationell wie möglich eingesetzt wird.

Fast jede Aktivität des Menschen verbraucht Energie: Energie in Form von elektrischem Strom für Geräte und Beleuchtung, Wärme für Heizung oder industrielle Prozesse sowie Kraftstoffe für Motoren. Im Jahr 2012 nahmen Haushalte rund ein Viertel der Endenergie in Deutschland in Anspruch, der Verkehr verbrauchte knapp 30 %. Insgesamt entfielen rund 46,5 % des Energieverbrauchs auf Industrie (30 %), Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (zusammen 16,5 %).

Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, welche Bedeutung die Energieeinsparung gerade auch in

der Industrie und im Gewerbe hat. Dies gilt insbesondere angesichts der Entwicklung hin zu steigender Stromintensität. Während sich der Endenergieverbrauch hier um rund 9 % (1990 bis 2011) reduzierte, stieg der Stromverbrauch in diesem Sektor um ca. 6 % an und macht damit 41 % des Gesamtstromverbrauchs aus.

Die technischen Potenziale zur Erhöhung der Energieeffizienz und Energieeinsparung werden bei Weitem noch nicht ausgeschöpft: Untersuchungen belegen, dass bis zu 40 % des aktuellen Energieverbrauchs eingespart werden könnte, ohne dass auf die gewünschten Leistungen verzichtet werden müsste.

Die DBU fördert Effizienz

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt legt in ihrer Projektförderung einen besonderen Schwerpunkt auf Energieeffizienz. Denn dieser zentrale Aspekt der Energiewende ist auch im Hinblick auf eine dauerhaft wettbewerbsfähige Entwicklung von Bedeutung. Hier wurden etwa 1 000 Projekte mit rund 180 Mio. Euro unterstützt.

Aktuell behandeln mehrere Förderschwerpunkte die Frage der Energieeffizienz in Unternehmen. Der Förderschwerpunkt »Energieeffizienz und erneuerbare Energien – Klimaschutz durch effiziente

Energieerzeugung und -nutzung« spricht sowohl den effizienten Energieeinsatz als auch erneuerbare Energien an. Eine effiziente Energieerzeugung spart Geld, nützt dem Klima und bietet die Grundlage für eine dauerhaft wettbewerbsfähige Positionierung am Markt. Dies betrifft alle Bereiche von der Energieerzeugung bis zur Energieanwendung in Verfahren und Geräten.

Der Förderschwerpunkt »Effizienz im Mittelstand« hat eine Steigerung der Effizienz bei der Nutzung von Ressourcen, Werkstoffen und Energie zum Ziel. Mit diesem Fokus unterstützt die DBU innovative Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Mittelstand.

Die Förderprojekte haben zu modellhaften Lösungen in allen wesentlichen Industriebranchen geführt. Beispielhaft sei hier ein innovativer Ansatz bei der Karosserie-lackierung in der Automobilindustrie genannt. Die Lackierung ist mit einem Anteil von bis zu 70 % der größte Energieverbraucher eines Automobilwerks. Mit der Technologie eines DBU-geförderten mittelständischen Zulieferers gelang es, den Energieverbrauch um rund 30 % zu reduzieren.

Die Innovationsförderung zielt auch auf den Einsatz neuer Materialien wie dem Hochtemperatur-Supraleiter ab. Mithilfe dieser neuen



Rund ein Drittel des Endenergieverbrauchs entfällt auf industrielle Prozesse.

Technologie, die Strom praktisch ohne Widerstand überträgt, können deutliche Effizienzsteigerungen erzielt werden.

In der Umweltforschung ist es ein zentrales Ziel, neue Verfahren zu entwickeln, die mit weniger Energie auskommen. Hierzu zählen Vorhaben im Bereich der Biotechnologie, die darauf abzielen, für Stoffumsätze deutlich weniger Energie zu benötigen. Wie etwa ein biokatalytisches Verfahren zur Herstellung modifizierter Silikone, das den klassisch-chemischen Prozess durch ein Verfahren ersetzt, bei dem kein Abwasser und kaum Abfall entsteht – und das den Energiebedarf auf 30 % des ursprünglichen Wertes senkt.

Energieeffizienz im Gebäudebereich

Die Steigerung der Energieeffizienz des Gebäudebestandes ist die zentrale gesellschaftliche Ressource, um die Ziele der Energiewende zu erreichen. Ein wesentlicher Schritt muss es sein, private wie öffentliche Bauverantwortliche zur energetischen Sanierung ihrer Immobilie zu motivieren. Die Einsparpotenziale an Primärenergie betragen dann bis zum Faktor 10. Für Neubauten sollte Klimaneutralität angestrebt werden.

Die DBU fördert die Sanierung oder den Neubau von Gebäuden, die im besonderen Licht der Öffentlichkeit stehen wie Schulen, Kindertagesstätten, Kirchen sowie denkmalgeschützte Objekte. Im Förderbereich Architektur und Bauwesen wurden seit 1991 rund 330 Projekte mit 42 Mio. Euro gefördert.

Aktueller Förderschwerpunkt

Ein aktueller Förderschwerpunkt widmet sich dem Thema »Bildungsbauten für die Zukunft«. Hier wird neben einer gesteigerten Energieeffizienz Wert auf eine verbesserte Lern- und Lehrsituation gelegt. Beispielhaft sei hier die energetische Sanierung des Gymnasiums Sonthofen erwähnt, die modellhafte Lösungen für die großen Gebäudebestände der Nachkriegsjahre aufzeigt. Durch Effizienzmaßnahmen in Gebäudehülle und Haustechnik wurde der Jahresendenergiebedarf um 90 % gesenkt, was einem Einsparpotenzial des Energieverbrauchs von 40 bis 50 Einfamilienhäusern entspricht. Jährlich werden so rund 450 t CO₂ vermieden.

Erfolgreich verläuft die DBU-Beratungs- und Informationskampagne »Haus sanieren – profitieren!«, die auf Energieeinsparpotenziale im Gebäudebereich ausgerichtet ist. Bisher wurden rund 12 000 Handwerker geschult, die über 350 000 Energiechecks zur Erstsprache von privaten Einfamilienhausbesitzern durchgeführt haben. Damit konnten etwa 540 000 t CO₂-Einsparungen erzielt und ein Investitionsvolumen in die energetische Sanierung von rund 4,1 Mrd. Euro initiiert werden.

Um den Markt für energieeffizientere Technik weiter zu stimulieren, ist es entscheidend, diese positiven Erfahrungen und Best-Practise-Modelle auch zu kommunizieren. Die erfolgreichen Beispiele aus der Förderarbeit der DBU zeigen die vielfältigen Möglichkeiten, Energie in Industrie und Gewerbe effizienter einzusetzen, auf diese Weise Kosten zu sparen und so die Umwelt und das Klima zu entlasten.

Energieeffizienz in der Wasserwirtschaft



In der Wasserwirtschaft können noch erhebliche Energieeinsparpotenziale genutzt werden.

Klimaschutz und nachhaltige Energieversorgung werden für die Wasserwirtschaft immer wichtiger. Bei Ausschöpfung ihres Potenzials könnte die Wasserwirtschaft rund 6 % des gesamten bundesdeutschen Stromverbrauchs abdecken. In der Wasserwirtschaft liegen noch erhebliche Energieeinsparpotenziale brach, die besser genutzt werden könnten. Diese und weitere Daten und Fakten enthält die Studie »Energiepotenziale der deutschen Wasserwirtschaft«, die die Aachener Tuttahs & Meyer

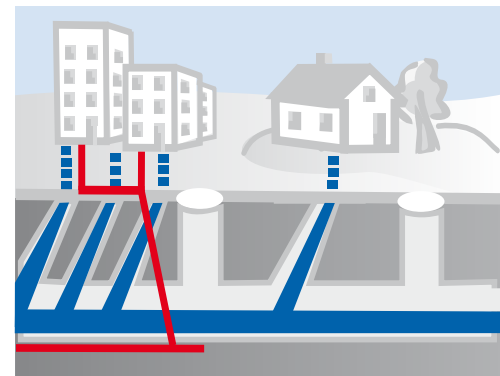
Ingenieurgesellschaft mbH im Auftrag der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) mit Förderung der DBU erstellt hat.

Optimierung bestehender Anlagen

Beispiel Wasserkraft: Die wichtigste Maßnahme, um Wasserkraftanlagen effizienter zu nutzen, ist die Erneuerung der Maschinenteknik. Allein durch die Optimierung bestehender Anlagen könnte die Ausbeute an elektrischem Strom mittel- bis lang-

fristig um 35 % steigen. Insgesamt ließen sich allein dadurch rund 1,7 Mio. Vier-Personen-Haushalte mit Strom versorgen.

Beispiel Kläranlagen als größte kommunale Energieverbraucher: Kläranlagen liefern – neben ihrer Aufgabe der Abwasserreinigung – einen Beitrag zur Stromerzeugung, indem aus Klärgas, das bei der Klärschlammbehandlung anfällt, Strom erzeugt wird. Zudem tragen Kläranlagen durch Blockheizkraftwerke zur Wärmeerzeugung bei. Mit Energiesparmaßnahmen und Betriebsoptimierungen ließe sich ihr Stromverbrauch um bis zu 25 % senken. Zudem kann das Stromerzeugungspotenzial auf Kläranlagen langfristig theoretisch



Funktionsprinzip zur Gewinnung von Heizenergie aus Abwasser



Am Beispiel der Kläranlage in Emden wurde das Energie-Einsparpotenzial ermittelt.

auf fast das Dreifache des Standes von 2000 ausgebaut werden, so die Ergebnisse der Studie.

Abwasser sicher und energiesparend reinigen

Dass Kläranlagen sicherer und energiesparender als bisher betrieben werden können, zeigen auch die Ergebnisse eines Projektes der Hochschule Emden/Leer. Gemeinsam mit der Fachhochschule Lübeck haben die Forscher am Beispiel der Kläranlagen in Emden und Reinfeld (Schleswig-Holstein) das konkrete Energie-Einsparpotenzial ermittelt.

Ziel einer weitergehenden Untersuchung ist es, neben der Betriebssicherheit und dem Energieverbrauch der Anlagen auch die Verknüpfung von Abwasserreinigung und Biogasanlage zu optimieren. Unter realitätsnahen Bedingungen sollen mithilfe dynamischer Simulationsmodelle die Abwasserreinigungsprozesse bei wechselnder Zulauffracht im Hinblick auf Energieeffizienz, Prozessintensivierung und Betriebssicherheit weiter verbessert werden.

Projektthema

- Ermittlung der Potenziale zur Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz und ressourcenschonenden Energieerzeugung in der deutschen Wasserwirtschaft
- Implementierung einer modellgestützten Prozessführung zur Minimierung des Fremdenergieanteils von kommunalen Abwasserreinigungsanlagen

Projektdurchführung

Hochschule Emden/Leer

Fachbereich Technik – EUTEC Institut

Constantiaplatz 4

26723 Emden

Telefon 04921 807-1513

www.hs-emden-leer.de

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) e. V.

Theodor-Heuss-Allee 17

53773 Hennef

Telefon 02242 8720

info@dwa.de

www.dwa.de

Energiesparende Induktionsheizung mit Supraleitern



Der neue magnetische Blockheizer bei der Firma Weseralu in Minden im Einsatz

Metalle mit einem Induktionsheizer vorzuwärmen, um sie weich zu machen und die Verarbeitung zu erleichtern, ist Standard in der metallverarbeitenden Industrie – vom Vorbereiten zum Strangpressen bis hin zum Schmelzen und Schweißen. Doch sind etablierten Induktionsheizersystemen Grenzen gesetzt. Neben dem Werkstück erhitzen sich auch die Erregerspulen. Für Nichteisenmetalle wie Kupfer und Aluminium liegt der Wirkungsgrad konventioneller Anlagen nur bei etwa 50 % oder darunter.

10

Verlustfreie Stromübertragung

Die Unternehmen Bültmann GmbH und Zenergy Power GmbH haben gemeinsam einen neuartigen, äußerst energieeffizienten Induktionsheizer auf Basis der Supraleitertechnologie entwickelt und diesen zur industriellen Anwendung geführt.

Das Prinzip: Supraleitende Materialien verlieren beim Unterschreiten einer bestimmten Temperatur ihren elektrischen Widerstand. Die Vorteile: Supraleiter leiten Strom verlustfrei, sie benötigen weniger

Platz und wiegen weniger. Zudem ist die Kühlung kostengünstiger. Der neuartige Induktionsheizer auf Supraleiterbasis erwärmt Metallblöcke wesentlich effizienter, gleichmäßiger und spart im Vergleich zur konventionellen induktiven Erwärmung bis zu 50 % der bisher erforderlichen Energie. Supraleiter zählen damit zu den Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts.

Erste Industrieanlage mit Supraleitertechnik

Die Zenergy Power GmbH entwickelte und fertigte die supraleitenden Komponenten und führte die Ofenauslegung durch, während die Bültmann GmbH die mechanische Handhabung und die Anlagensteuerung übernahm.



Zulieferung eines heißen Aluminium-Billetts zur Strangpresse



Petra Bültmann-Steffin (Bültmann GmbH) und Dr. Carsten Bühler (Zenergy Power GmbH) wurden mit dem Deutschen Umweltpreis ausgezeichnet.

auch ohne eine aufwendige Wasserkühlung aus. Außerdem halbiert sich praktisch die Größe der elektrischen Einrichtungen.

Die Unternehmen Bültmann GmbH und Zenergy Power GmbH wurden unter anderem mit dem Deutschen Umweltpreis, dem Innovationspreis für Klima und Umwelt sowie dem Europäischen Umweltpreis ausgezeichnet.

Heute führt die Bültmann GmbH gemeinsam mit einem namhaften Spulenhändler das Gesamtkonzept weiter.

Die Anlage kombiniert die Supraleitertechnologie auf innovative Weise mit dem Prinzip der Wirbelstrombremse. Ein effizienter Elektromotor dreht das zu erwärmende Werkstück im Magnetfeld einer Supraleiterspule. Ergebnis sind hohe Wirkungsgrade bis zu 80 %. Außerdem lässt sich der Heizprozess sehr genau steuern.

Geringere Kosten – längere Laufzeiten

Der magnetische Blockheizer ist die weltweit erste Anwendung von Supraleitern im industriellen Betrieb. Seine wirtschaftlichen Vorteile ergeben sich auch daraus, dass die Spule im Gegensatz zu konventionellen Anlagen weder thermisch noch mechanisch beansprucht wird und daher eine lange Lebensdauer hat.

Das System bietet nicht nur den ökonomischen Nutzen durch vergleichsweise geringe Betriebskosten. Der HTS-Induktionsheizer kommt

Projektthema

Energieeffiziente Induktionsheizer mit Supraleitertechnologie

Projektdurchführung

Bültmann GmbH

Hönnestraße 31
58809 Neuenrade
Telefon 02394 18231
Info@bueltmann.com
www.bueltmann.com

AZ 22577

Energiesparende Automobillackierung



Für einen glänzenden Eindruck – die Lackierung einer Automobilkarosserie ist sehr energieaufwendig.

Der Lack auf einer Automobilkarosserie besteht aus mehreren Schichten, die in der Reihenfolge: Kathodische Tauchlackierung (KTL), Unterbodenschutz (UBS), Füller, farbgebender Basecoat (BC) und glänzender Clearcoat (CC) aufgebracht werden. Zwischen den Schichtaufträgen wird der Lack jeweils in Durchlauftrocknern getrocknet. Während der Trocknung fallen unterschiedliche, mit Schadstoffen beladene Abluftströme an. Um diese Schadstoffe zu eliminieren,

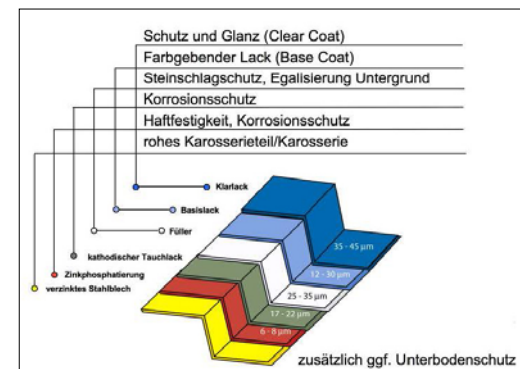
wird die Abluft in Thermischen Nachverbrennungsanlagen (TNV) behandelt.

In der Automobilindustrie ist die Kombination jeweils eines Lacktrockners mit einer TNV typisch. Dabei wird der Wärmestrom aus dem Reingas der TNV zum Beheizen der Trockner genutzt. Allerdings wird durch die TNV mehr Wärme erzeugt als zur Deckung des Wärmebedarfs in den Trocknern erforderlich ist, da die Zerstörung der Schadstoffe Temperaturen von rund 750 °C

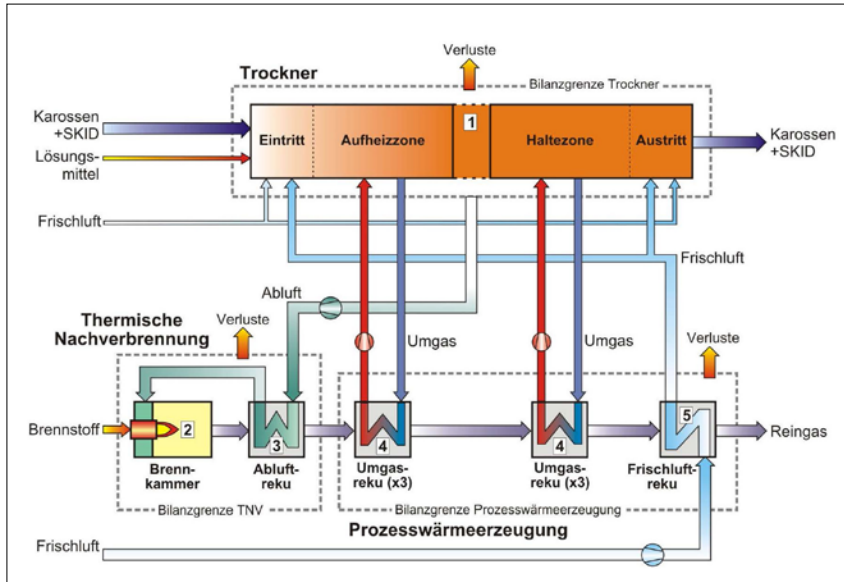
erfordert. Insofern ist die Lackierung von Automobilkarosserien sehr energieaufwendig – rund 70 % des Energieverbrauchs eines Automobilwerks fallen üblicherweise in der Lackiererei an.

Absenkung der TNV-Arbeitstemperatur

Die Luft- und Thermotechnik Bayreuth GmbH & Co. KG, Goldkronach, hat in Zusammenarbeit mit der CUTEC Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH, Clausthal Zellerfeld, und der Volkswagen AG, Wolfsburg, eine Alternative zur Nachverbrennung bei hohen Temperaturen entwickelt:



Karosserie-Lackierungen bestehen typischerweise aus verschiedenen Schichten, die zwischen den Aufträgen getrocknet werden müssen.



Vorwiegend in der Automobilindustrie eingesetzte Systemtechnik, bestehend aus Lacktrockner und Abgasreinigung durch thermische Nachverbrennung

Aufgrund dieser Ergebnisse findet die Technologie inzwischen bei vielen Unternehmen großes Interesse.

Katalytische Stufen, mit denen die TNV ergänzt wird, wirken beim oxidativen Schadstoffabbau unterstützend. Auf diese Weise lässt sich die Arbeitstemperatur der TNV deutlich senken, sodass das Wärmeangebot der TNV und Wärmebedarf der Trockner näher an das Gleichgewicht gebracht werden können.

Durch eine Temperaturabsenkung in den thermischen Nachverbrennungsanlagen von rund 750 °C bis auf rund 500 °C können erhebliche Erdgasmengen und damit ein großer Betrag an Primärenergie eingespart werden. So lässt sich die Brennstoffzufuhr zur TNV im Decklack- und Unterbodenschutzbereich

bis zu etwa 40 % und im Füller- und KTL-Bereich um etwa 20 % senken.

Niedrige Emissionswerte

Ebenso konnten die Emissionswerte bezüglich Kohlenstoffmonoxid und Stickoxiden durch dieses Konzept deutlich gemindert werden. Die Emissionswerte an organisch gebundenem Kohlenstoff sind sehr niedrig und unterschreiten die Emissionsbegrenzungen ebenfalls deutlich. Die Standzeiten der Katalysatoren ermöglichen einen wirtschaftlichen Betrieb.

Projektthema

Abgasreinigungskonzepte für Trockner von Automobilkarosserien mit verringertem Primärenergieeinsatz

Projektdurchführung

Luft- und Thermotechnik

Bayreuth GmbH

Markgrafenstraße 4
95497 Goldkronach
Telefon 09273 500-0
info@ltb.de
www.ltb.de

Kooperationspartner

Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH (CUTEC), Clausthal-Zellerfeld

cutec@cutec.de
www.cutec.de

Intelligente **Ampelschaltung** mindert **Schadstoffausstoß**



Ampelanlagen verursachen Lärm- und Schadstoffemissionen. Eine Simulationssoftware schafft Abhilfe.

Lärm- und Schadstoffemissionen des Kraftfahrzeugverkehrs werden wesentlich durch Beschleunigungsvorgänge beeinflusst: Müssen Autos häufig anhalten und anfahren, erhöhen sich Lärmbelastung und Schadstoffausstoß im Vergleich zum fließenden Verkehr deutlich.

Insofern hat die Art und Weise, wie Verkehrsampeln (fachsprachlich: Lichtsignalanlagen, LSA) in den Verkehrsfluss eingreifen, einen erheblichen Einfluss.

In zwei DBU-geförderten Projekten entwickelte das Münchener Verkehrsforschungsunternehmen Transver in Kooperation mit dem Institut für Verkehr und Stadtbauwesen der Technischen Universität Braunschweig eine Software, welche die Ampelschaltung so steuert, dass insbesondere Stickoxidemissionen und Lärm minimiert werden.

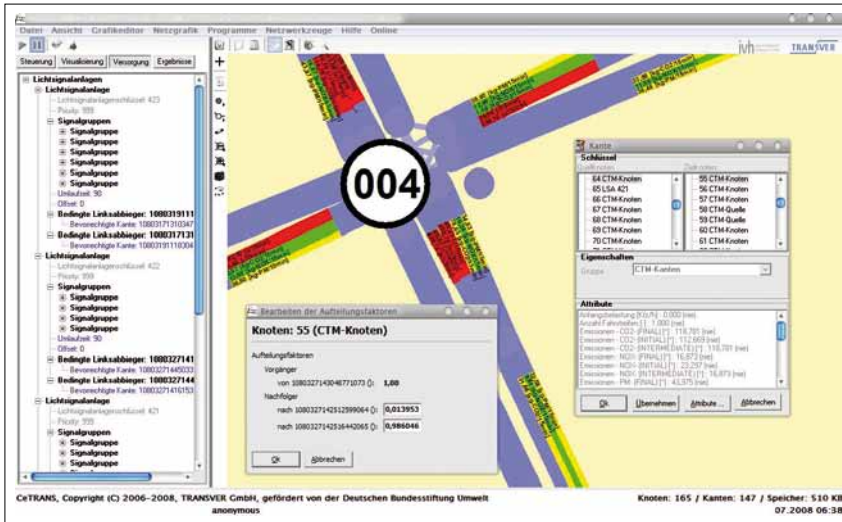
CeTRANS sofort nutzbar

Mit der neuen Software CeTRANS können auch Ampeln an komplexen Straßenkreuzungen für ganze Stadtviertel koordiniert werden. Ebenso lässt sich der Einfluss einer ÖPNV-Priorisierung einbeziehen, also die bevorrechtigte Fahrt von Straßenbahnen, Bussen oder anderen öffentlichen Verkehrsmitteln.

Simulation und Umsetzung benötigen keine neue Anlagentechnik, sondern die Methode kann sofort für beliebige Anwendungsfälle benutzt werden. Als Eingangsdaten dienen zum einen Informationen über die Strecken wie Länge, Kapazität, Höchstgeschwindigkeit und Spuranzahl und zum anderen Angaben über die Ampelanlagen wie Umlaufzeit, Signalgruppen und Grünzeitenanteile.



Die Simulation berücksichtigt auch die ÖPNV-Bevorrechtigung beispielsweise von Bussen.



Damit der Verkehr fließt: Die Software CeTRANS liefert eine anschauliche Darstellung der Optimierungsergebnisse.

CeTRANS analysiert die eingegebenen Daten und findet durch schnelle Verkehrssimulationen die bestmögliche Lösung: Für die Simulation wird ein für städtische Straßennetze aufbereitetes Cell-Transmission-Modell verwendet, für die Optimierung ist ein genetischer Algorithmus implementiert.

Die Ergebnisse werden sowohl grafisch als auch über einen Bericht angezeigt. So lässt sich eine optimale Ampelschaltung ermitteln und bestehende Signalanlagen können darauf eingestellt werden.

Kürzere Reisezeiten, weniger Emissionen

In Hannover-Südstadt wurde die Software bereits unter realen Bedingungen getestet. Ein weiterer Test inklusive ÖPNV-Priorisierung fand in München statt.

Die Untersuchungen ergaben, dass sich durch den Einsatz der Software die Reisezeiten um 22 %, die Wartezeiten um 47 % und die Anzahl der Halte um 36 % verringerten. Dadurch konnten die Stickoxidemissionen und gleichermaßen der Kraftstoffverbrauch um 23 % vermindert werden. Rund 600 t Kohlendioxid-Ausstoß wurden allein

während des Versuchs vermieden. Das volle Optimierungspotenzial für den Verkehrsfluss lässt sich dann ausschöpfen, wenn keine ÖPNV-Bevorrechtigung zu beachten ist. Aber auch mit ÖPNV-Priorisierung ergibt der Einsatz von CeTRANS Verbesserungen der Reisezeiten von rund 10 % für den Individualverkehr. CeTRANS bietet daher die Möglichkeit, verkehrlich relevante Kenngrößen zu optimieren und so Mensch und Umwelt zu entlasten.

Projektthema

Emissions- und Kraftstoffreduzierung in Straßennetzen mit ÖPNV-Priorisierung

Projektdurchführung

TRANSVER GmbH

Maximilianstraße 45
80538 München
Telefon 089 211878-0
office@transver.de
www.transver.de

Kooperationspartner

**Technische Universität
Braunschweig
Institut für Verkehr und
Stadtbauwesen**

www.tu-braunschweig.de/ivs

Energie- und ressourceneffiziente Synthese funktioneller Silikone



Funktionelle Silikone sind Bestandteil vieler Alltagsprodukte wie Haarspülungen und Körperpflegemittel.

Funktionelle Silikone: Bestandteil von Alltagsprodukten

Polysiloxane, die sogenannten Silikone, bestehen aus Sauerstoff- und Siliciumatomen, die zu Molekülketten oder -netzen verknüpft sind, wobei jeweils ein Sauerstoffatom als Brückenglied zwischen zwei Siliciumatomen liegt. Bei den organofunktionalisierten Polysiloxanen (= funktionelle Silikone) sind bestimmte chemische Gruppen an die Siliciumatome gebunden.

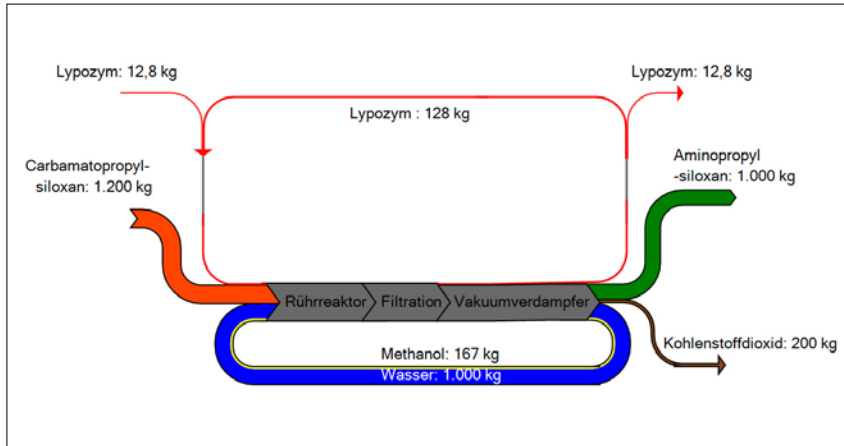
Besonders die amino- und hydroxyfunktionalisierten Polysiloxane sind als Bestandteile von Weichspülern und Haarspülungen, als rückfettende Ingredienzen von Körperpflegemitteln, aber auch zur

Durch den Einsatz biotechnologischer Methoden gelingt es häufig, neue oder effizientere Verfahren und Produkte für die chemische, die pharmazeutische, die Lebensmittel- und die Kosmetikindustrie zu entwickeln. Als eine der ersten Förderorganisationen erkannte die DBU schon in den 1990er-Jahren das Potenzial dieser »Weißen Biotechnologie« und wirkte durch ihre Förderarbeit als »Trendsetter«. Die geförderten Projekte schonen endliche Ressourcen und wirken

material-, energie- und oft auch kostensparend. Wie sich durch den Ersatz eines klassischen chemischen Verfahrens durch biotechnologische Methoden die Energie- und Ressourceneffizienz eines Syntheseverfahrens deutlich verbessern lässt, zeigt folgendes Beispiel:



Biotechnologische Funktionalisierung von Silikonen im technischen Maßstab



Die biotechnologische Polysiloxane-Synthese spart Energie und Rohstoffe und vermindert Abfall- und Abwassermenge.

- Außer CO₂ entstehen keine Nebenprodukte
- Rezirkulation von Methanol und Wasser, d. h. kein Abwasser
- Geringe Prozessstufenzahl
- 0,2 t Abfall/t Produkt

Das enzymatische Verfahren produziert somit weniger als ein Zehntel der Abfall- und Abwassermenge des klassischen Verfahrens. Der Energiebedarf beträgt dabei nur ca. 30 % im Vergleich zum klassischen Herstellungsweg.

Behandlung von Textilien und als Vernetzer bei der Kunststoffproduktion von Bedeutung.

Hoher Reinigungsaufwand bei klassischer Synthese

Die klassischen Synthesewege für funktionelle Silikone sind technisch aufwendige chemische Verfahren, bei denen die Alkylseitenketten von Polysiloxanen im Anschluss an die Polymerisation chemisch verändert werden. Da diese Verfahren einen relativ unselektiven Prozess darstellen, ist diese Funktionalisierung mit hohem Reinigungsaufwand und hohen Substanzverlusten behaftet. So fallen pro Tonne Produkt 1,3 t Abfall an, der verbrannt oder deponiert werden muss. Gleichzeitig

entstehen 1,1 m³ Abwasser mit hoher Salzfracht.

Biotechnologisches Verfahren senkt Energie- und Rohstoffverbrauch

In einem Kooperationsprojekt der Technischen Universität Bergakademie Freiberg, der Technischen Universität Dresden, der Julich Chiral Solutions GmbH (Jülich) sowie dem Consortium für elektrochemische Industrie GmbH (Wacker Chemie, München) gelang es, ein biotechnologisches Verfahren zu entwickeln, bei dem die Silikonherstellung durch den Einsatz von Enzymen mit erheblich verbesserter Energie- und Rohstoffeffizienz abläuft.

Die Vorteile des Verfahrens sind im Einzelnen:

Projektthema

Biokatalytische Funktionalisierung alkylosubstituierter Polysiloxane

Projektdurchführung

**Technische Universität Bergakademie Freiberg
Institut für Technische Chemie**

Leipziger Straße 29
09599 Freiberg
Telefon 03731 39-3195
tu-freiberg.de/tch
www.rohstoffchemie.de

Kooperationspartner

**Technische Universität Dresden
Julich Chiral Solutions GmbH,
Codexis Inc., Jülich
Consortium für elektrochemische Industrie, Wacker Chemie AG, München**

Gewerbe- und Betriebsgebäude nachhaltig bauen



Bei der Sanierung des 60er-Jahre-Betriebsgebäudes der Remscheider Entsorgungsbetriebe wurde auf Energie- und Ressourceneffizienz Wert gelegt.

Die angestrebte Energiewende erfordert auch für Gewerbebauten innovative nachhaltige Konzepte. Nur so kann die Energieeffizienz des energetisch wenig optimierten Bestandes an Gewerbebauten verbessert werden. Der Aspekt Klimaschutz allein ist jedoch für die Zukunftsfähigkeit der Gebäude nicht ausreichend. Ebenso relevant ist ein effizienter Umgang mit Ressourcen, wie zwei modellhafte, von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderte Objekte demonstrieren.

Sanierung eines Verwaltungs- und Betriebsgebäudes

Dass eine Sanierung gegenüber Abriss und Neubau nicht nur ökologisch vorteilhaft, sondern auch wirtschaftlich ist, zeigt die Modernisierung des Verwaltungs- und Betriebsgebäudes der Remscheider Entsorgungsbetriebe. Wie viele andere Betriebsbauten aus den 60er-Jahren war das Gebäude der Stadtbetriebe als Stahlbeton-Skelett-Bau mit Betonfassade erstellt worden und wies zuletzt erhebliche bauliche Mängel auf.

Im Zuge der Sanierung wurden verschiedene Fassadenkonstruktionen aus Kunststoff und Glas verglichen und auf ihre Ökobilanz hin untersucht. Die ausgewählten Kunststoffmehrstegplatten erwiesen sich hinsichtlich der Rohstoffgewinnung wie der Verarbeitung als ökologisch vorteilhaft. Die neuen Fassadenelemente wurden als wärmedämmende Hülle in vorfabrizierten Elementen vor die Tragstruktur gestellt.

Insgesamt konnte der Primärenergiebedarf nach der Modernisierung um 75 % gesenkt werden und unterbietet die EnEV-Anforderungswerte für Neubau und modernisierten Altbau. Durch die Nutzung des vorhandenen Rohbaus und den Einsatz neuer Baumaterialien wird eine hohe Ressourceneffizienz



Nach der Modernisierung: 75 % weniger Energiebedarf



Geplanter »mitwachsender« Gewerbebau in Landsberg am Lech

erreicht. Die erarbeiteten Planungsgrundsätze lassen sich gut auf den in Deutschland zahlreich vorhandenen Gebäudebestand aus den 60er-Jahren übertragen.

Mitwachsender Gewerbebau in Holzbauweise

Der verstärkte Einsatz des Holzbaus auch in der Primärkonstruktion von Gewerbebauten trägt zur Verbesserung der Ökobilanz von Gebäuden bei. Der Neubau des Produktionsgebäudes einer Behindertenwerkstätte in Landsberg soll als ein »mitwachsender« Holzbau entstehen. Eine Gewerbeimmobilie, deren Bauteile bei anstehenden Erweiterungen weitergenutzt werden können, leistet

einen überzeugenden Beitrag zur Ressourcenschonung.

Geplant ist, eine weitgehend vorgefertigte Gebäudehülle mit flexiblen, zerstörungsfrei demontierbaren Außen- und Innenwandelementen zu errichten. Für den teilweise niedrigbeheizten Produktionsstandort wird ein Dämmstandard EnEV minus 27 % angestrebt, der später zum Plusenergiestandard weiterentwickelt werden kann. Die innovative Holzbauweise mit den prototypischen Lösungen für die Vorfertigung und der zerstörungsfreien Weiterverwendung von Bauteilen ist für Gewerbebauten hinsichtlich der Umweltrelevanz als auch der Übertragbarkeit modellhaft.

Projektthema

Ökologisch/ökonomische Bewertung zweier Fassadenkonzepte zur Sanierung eines Verwaltungsgebäudes der 1960er-Jahre

Projektdurchführung

Remscheider Entsorgungsbetriebe
 Nordstraße 48
 42853 Remscheid
 Telefon 02191 16-2840
 www.reb-info.de

Kooperationspartner

Architektur Contor Müller Schlüter,
 Wuppertal
Bergische Universität Wuppertal,
FB Architektur, Wuppertal
mipsHAUS Institut gGmbH,
 Wuppertal

Projektthema

Errichtung eines erweiterungsfähigen Werkstattgebäudes für behinderte Menschen in Holzbauweise mit optimierter Energieeffizienz und Energiemonitoring

Projektdurchführung

ISAR-WÜRM-LECH IWL
Werkstätten für behinderte Menschen gGmbH
 Rudolf-Diesel-Straße 1
 86899 Landsberg am Lech
 Telefon 08191 9241-0
 www.wfb-iwl.de

Schulbauten für die Zukunft



Holz verdeckt Beton: das Gymnasium Sonthofen nach der Sanierung

Neues Wissen über nachhaltige Gebäudekonzepte zu generieren und zu verbreiten, ist ein zentrales Anliegen der DBU – insbesondere im Hinblick auf Schulen und weitere kommunale Gebäude, da diese Standorte besonders im Licht der Öffentlichkeit stehen und komplexe Nutzungsanforderungen aufweisen.

Neben einer gesteigerten Energieeffizienz der Gebäude wird Wert auf eine verbesserte Lern- und Lehrsituation gelegt, wobei

sowohl bauphysikalische Faktoren wie Raumluftqualität, Akustik und Lichtversorgung als auch eine möglichst flexible Raumnutzung und eine gestalterische Aufwertung berücksichtigt werden.

Die geförderten Modellprojekte sind Ergebnisse integraler Planungs- und Umsetzungsprozesse, die sich auf eine Vielzahl weiterer Bauvorhaben übertragen lassen.

Gymnasium Sonthofen – vom Problemfall zum Vorzeigebau

Eine stark sanierungsbedürftige Bausubstanz, ein enormer Energieverbrauch aufgrund mangelnder Dämmung und ein als unangenehm empfundenes Raumklima – so die Ausgangslage am Gymnasium Sonthofen, einer Schule in der typischen Stahlbeton-Bauweise des sogenannten »Kasseler Modells«.

Inzwischen ist die Sanierung des Gymnasiums abgeschlossen: Eine neue, hoch wärmedämmende Holzfassade, eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und die Beheizung und Kühlung des Schulgebäudes über eine Wärmepumpe mit Grundwassernutzung machen die Schule zu einem energiesparenden Vorzeigebau.

Der Jahresendenergiebedarf beträgt nur noch etwa ein Zehntel des Ausgangswertes. Damit verringert sich der Ausstoß an klimaschädlichem Kohlendioxid um über 80 %.



Wird mithilfe der DBU ein CO₂-neutrales Gebäude: das Schulzentrum in Lohr



Nicht nur energetisch zukunftsweisend: Flexible Raumlösungen sorgen am Gymnasium Diedorf auch für eine hohe Aufenthaltsqualität und ein gutes Lernklima.

Eine optimierte Fensterfront sorgt durch eine bessere Tageslichtnutzung für ein freundliches Lernklima.

Schulzentrum Lohr wird CO₂-neutrales Gebäude

Auf das Schul- und Sportzentrum in Lohr am Main, bestehend aus Mittelschule, Gymnasium mit Sporthalle und Hallenbad, entfallen derzeit 0,5 % des Wärmeverbrauches des Landkreises Main-Spessart. Nun sollen Energieverbrauch und Energiekosten erheblich reduziert werden: Basierend auf einer integralen Planung werden eine hoch wärmedämmte Hülle sowie Möglichkeiten der Energierück-

gewinnung aus Abluft und Abwasser realisiert. Die Wärmeerzeugung erfolgt durch Wärmepumpen, deren Energiebedarf weitgehend durch Photovoltaik-Strom gedeckt wird. Ein Eisspeicher kühlt die Schule im Sommer und liefert im Winter fehlende Energie. Durch das Ausnutzen von Umgebungswärme und den Verzicht auf Verbrennungsvorgänge sollen pro Jahr 2 300 t CO₂ vermieden werden. Gleichzeitig werden optimale Lehr- und Lernbedingungen sowie Sportmöglichkeiten geschaffen.

Gymnasium Diedorf: Plusenergiestandard und Holzbauweise

Ein bundesweit einmaliges Vorhaben: In Diedorf im Landkreis Augsburg soll ein Plusenergie-Gymnasium in Holzbauweise entstehen, das mehr Energie erzeugt als es selber verbraucht. Möglich machen das eine hoch wärmedämmte Hülle, eine innovative Klimaanlage und eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerecycling. Energieerzeuger sind eine Photovoltaikanlage und ein Holzpelletkessel. Die Ausführung als Holzbau aus vorgefertigten Bauteilen steht für den Einsatz nachwachsender Rohstoffe und eine kurze Bauzeit.

Projektthema

**Förderschwerpunkt:
Bildungsbauten für die Zukunft**

Projektdurchführung

Stadt Sonthofen
www.sonthofen.de

Zweckverband Schul- und Sportzentrum Lohr am Main
verwaltung@zv-lohr.de

Landkreis Augsburg
www.landkreis-augsburg.de

Kooperationspartner (Sonthofen/Lohr)
Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt
www.arch-haase-karlstadt.de

Projektkoordination (Diedorf)
kplan AG Abensberg
www.kplan.de

Die Klimakampagne »Haus sanieren – profitieren!«



Einsparpotenziale im Blick: Eine Thermografiemessung offenbart »Wärmelecks« in der Gebäudehülle.

Die DBU-Initiative flankiert das Ziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen und die jährliche Sanierungsrate zu erhöhen. Deshalb hat auch Bundeskanzlerin Angela Merkel die Schirmherrschaft für »Haus sanieren – profitieren!« übernommen.

Großes Energiesparpotenzial

Das Energiesparpotenzial im Wohngebäudebereich ist riesig: Rund 40 % des deutschen Energieverbrauchs und etwa ein Drittel des klimaschädlichen Kohlendioxidausstoßes gehen von Wohngebäuden aus. Damit verbrauchen private Haushalte in Deutschland genausoviel Energie wie die Industrie oder

Gemeinsam engagieren sich das Deutsche Handwerk und die Deutsche Bundesstiftung Umwelt für mehr Klimaschutz und haben die Beratungs- und Informationskampagne »Haus sanieren – profitieren!« ins Leben gerufen. Das Ziel der Initiative: Hauseigentümer zur energetischen Sanierung ihrer Immobilie zu motivieren und Beratungslücken zu schließen. Seitdem wurden in Seminaren für Handwerksbetriebe bundesweit rund 12 000 Handwerker geschult, um das »Herzstück« der Kampagne

anbieten zu können: Einen Energie-Check, den Besitzer von Ein- und Zweifamilienhäusern kostenlos in Anspruch nehmen können. Durchgeführt wird der halbstündige Check, wenn Bauhandwerker, Zimmerer, Maler, Dachdecker, Heizungsinstallateure oder Schornsteinfeger – allesamt Kooperationspartner der Kampagne – bei ihren Kunden im Haus zu tun haben.

Damit ist »Haus sanieren – profitieren!« eine der größten Klimakampagnen Deutschlands.



Kompetent und kostenlos: der Energie-Check



»Wohlfühlklima« für Wohnatmosphäre und Umwelt dank energetischer Sanierung

Kampagnenpartnern konnte jeder Fünfte zusätzliche Aufträge für seine Firma akquirieren. Und nicht zuletzt profitieren Umwelt und Klima: Einer Hochrechnung zufolge konnten während der Kampagnenlaufzeit bisher 480 000 t klimaschädliches Kohlendioxid eingespart werden.

Weitere Informationen zu der Kampagne finden sich im Internet unter: www.sanieren-profitieren.de.

der Verkehr. Der Grund: Von den rund 15 Mio. Ein- und Zweifamilienhäusern in Deutschland sind etwa 12 Mio. vor 1984 gebaut worden und zu großen Teilen sanierungsbedürftig. Nach einer Sanierung können ältere Häuser bis zu 70 % weniger Energie verbrauchen.

Hier setzt »Haus sanieren – profitieren!« an – und zwar mit Erfolg: Seit Beginn der Kampagne haben Hausbesitzer dank des Energie-Checks rund 3,7 Mrd. Euro im Gebäudebereich investiert. Dabei zeigte sich, dass Hauseigentümer, die den Check genutzt haben, zweimal so viel Geld in die energetische

Sanierung ihrer Immobilien stecken wie diejenigen, die den kostenlosen Service nicht in Anspruch nehmen.

Prima Klima dank Sanierung

Der kostenlose Energie-Check und eine Haussanierung bringen allen Beteiligten Vorteile: Hausbesitzer senken den Energieverbrauch der sanierten Häuser und damit auch die Energiekosten. Zudem steigert eine Sanierung den Wohnkomfort und damit auch den Wert einer Immobilie. Bei den beteiligten Handwerksbetrieben sorgt die Kampagne für volle Auftragsbücher. Laut einer Umfrage unter den

Projektthema

**»Haus sanieren – profitieren!«
Kommunikations- und Beratungs-
programm zur energetischen
Gebäudesanierung**

Projektdurchführung

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Am der Bornau 2
49090 Osnabrück
Telefon 0541 9633-928
www.dbu.de
www.sanieren-profitieren.de

AZ 25000

Erneuerbare Energien – Erzeugung und Nutzung

Wind, Sonne, Wasser, Biomasse und Erdwärme – um eine Säule der Energiewende, nämlich den kompletten Ausstieg aus der Kernenergie bis zum Jahr 2022 zu verwirklichen, muss der Anteil dieser erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch erheblich gesteigert werden. So soll ihr Anteil von heute 12 % bis zum Jahr 2050 auf mindestens 60 % anwachsen. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung soll dann sogar bei 80 % liegen.

Dezentrale Kraftwerke und »intelligente« Netze

Damit einhergeht der Ausbau der Energieinfrastruktur und hier vor allem der Stromnetze, denn der Strom aus den erneuerbaren Energien muss einerseits über neue Hochspannungsleitungen zu den Verbrauchern gebracht werden. Andererseits bedingt die Energiewende gerade im Bereich der Stromversorgung den vermehrten Bau kleiner, dezentraler Energieerzeugungsanlagen, wie beispielsweise Photovoltaikanlagen auf privaten Hausdächern oder Biomasse-Blockheizkraftwerken für Wohnblocks. Die Einbindung dieser dezentralen Kraftwerke erfordert »intelligente« Stromnetze (smart grids) und -zähler (smart meters) sowie ein intelligentes Netz- und Lastmanagement.

Darüber hinaus erleichtert eine dezentrale Energieerzeugung die energieeffiziente Kraft-Wärme-Kopplung, sodass als weitere Infrastrukturmaßnahme unter Umständen Fernwärmeleitungen nötig sind, um die »Energiequelle« Abwärme effektiv zu nutzen.

Stromversorgung bei jedem Wind und Wetter

Die Energieerzeugung mittels der erneuerbaren Quellen Wind und Sonne ist wetterabhängig. Damit Energie zuverlässig zur Verfügung steht, müssen zum einen Backup-Kapazitäten aus schnell regelbaren, modernen Gas- und Kohlekraftwerken vorgehalten werden. Darüber hinaus ist die Entwicklung von Speichertechnologien entscheidend. In der Diskussion sind sowohl Großspeichertechnologien wie Pumpspeicherkraftwerke oder chemische Speicher wie beispielsweise die Power-to-Gas-Technologie, bei der mithilfe von überschüssigem Regenerativ-Strom Wasser zu Wasserstoff und Sauerstoff elektrolysiert wird. Der Wasserstoff kann dann direkt gespeichert oder zuvor methanisiert werden. Weitere Speichermöglichkeiten für Haushalte und Kleinverbraucher können auch Elektrofahrzeuge oder elektrochemische Speicher (»Akkus«) sein.

Die DBU: Mit Energie für die Erneuerbaren

In ihrer über 20-jährigen Tätigkeit bilden die Themen Energie und Klimaschutz einen Kernbereich der DBU-geförderten Projekte. Die Förderung der erneuerbaren Energien durch die DBU umfasst dabei alle Bereiche, also Windkraft, Wasserkraft, Solarenergie, Geothermie und Bioenergie. Im Bereich der Wind- und Wasserkraftnutzung ergaben sich Schwerpunkte bei deren naturverträglicher Nutzung sowie deren Akzeptanzsteigerung. Ein Beispiel ist die nachfolgend beschriebene, weltweit erste bewegliche Wasserkraftanlage mit über- und unterströmtem Krafthaus.

Mit der Verleihung des Deutschen Umweltpreises 2012 an drei Pioniere der Photovoltaik-Branche setzte die DBU einen Höhepunkt innerhalb ihrer langjährigen Förderung des »Sonnenstromes«. Neben der preiswürdigen Konzentrator-Photovoltaik- und Wechselrichter-technologie umfasste die Förderung beispielsweise auch die Ausstattung von 700 Kirchen und kirchlichen Einrichtungen mit Photovoltaik-Anlagen zu Demonstrationszwecken mit einem Fördervolumen von insgesamt über 13 Mio. Euro.

Auch für die Forschungen im Rahmen der DBU-Stipendienprogramme sind Schwerpunkte im



Kirchendächer für die Sonnenenergie: Schon zu Beginn des 21. Jahrhunderts förderte die DBU Projekte mit besonderer »Leuchtturm-Wirkung« – hier: Friedenskirche Disteln.

Bereich der Photovoltaik zu verzeichnen. Dabei wurde die Entwicklung verschiedener Technologien zur Erhöhung der Wirkungsgrade von Solarzellen, -modulen und Photovoltaik-Gesamtsystemen behandelt. Als herausragendes Beispiel können die Forschungsarbeiten mehrerer DBU-Promotionsstipendiaten zur Entwicklung von Mehrfachsolarzellen am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg gelten, die auf den folgenden Seiten genannt werden.

Ein weiterer DBU-Förderschwerpunkt liegt im Bereich solarthermischer Anlagen sowohl

mit Komponentenentwicklungen als auch innovativen Lösungen zur Systemintegration. Wichtige Neuerungen in der Branche wie beispielsweise die Vakuum-Sputter-Technologie, die sich mittlerweile als Ersatz für die früher üblichen Schwarzschröschichten durchgesetzt hat, wurden im Rahmen von DBU-Projekten entwickelt. Ein weiteres Beispiel sind die auf den folgenden Seiten vorgestellten hoch effizienten Vakuum-Röhrenkollektoren aus eisenarmem Kalknatronglas.

Innovative Biomasse-Nutzung

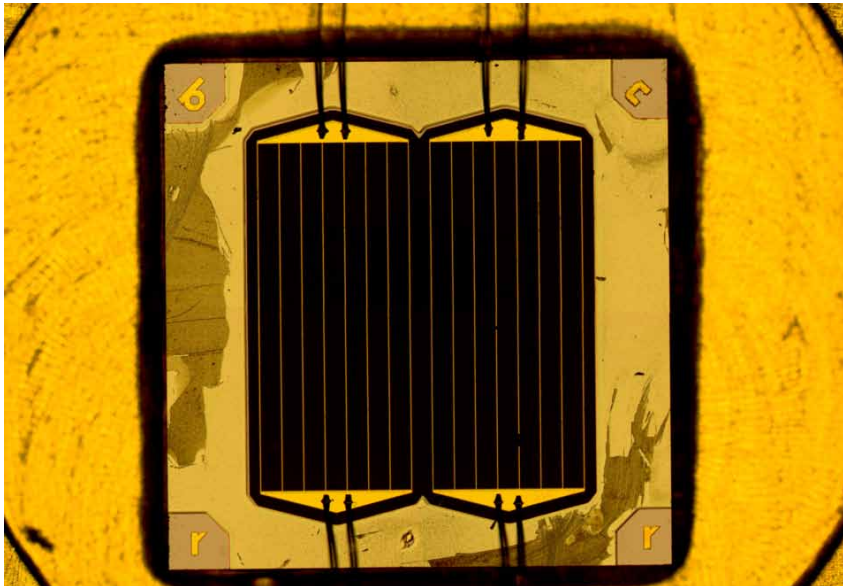
Mit ihren Fördervorhaben zur hydrothermalen Carbonisierung unterstützt die DBU seit 2007 eine besonders innovative Form der Biomasse-nutzung. Es handelt sich dabei um die technisch optimierte Inkohlung von Biomasse, vornehmlich aus dem Reststoffbereich. Ein weiteres Beispiel für eine innovative Energiegewinnung ist die nachfolgend beschriebene mikrobielle Brennstoffzelle, die vorgeklärtes Abwasser für die Stromproduktion nutzt.

Aktuell ausgeschrieben ist auch der Förderschwerpunkt »Emissionsminderung biomassebetriebener Kleinf Feuerungsanlagen« mit dem die DBU ab sofort Entwicklungen zur Schadstoffverminderung von Kessel- und Einzelraumfeuerungen vorantreiben will.

Fortschrittliche Energiespeicher

Das DBU-Engagement zum Thema Speichertechnologien spiegelt sich beispielsweise in der Förderung von Lithium-Metallphosphat-Akkus wider. Lithium-Ionen-Akkumulatoren können Energie länger speichern, bringen mehr Leistung und haben eine höhere Lebensdauer als herkömmliche Akkus, sodass ein Einsatz in der Automobil- und Kraftwerksindustrie sehr aussichtsreich ist.

Rekord- und preisverdächtig: Mehrfachsolarzellen



Klein und kraftvoll: die mithilfe von DBU-Stipendiaten entwickelte »Weltrekord-Solarzelle« aus $Ga_{0,35}In_{0,65}P/Ga_{0,83}In_{0,17}As/Ge$

Das Umsetzen nachhaltiger, umweltgerechter Lösungen erfordert vor allem eines: gut ausgebildete Fachkräfte mit der Fähigkeit zum fächerübergreifenden Denken, Kommunizieren und Handeln. Daher fördert die DBU hochqualifizierte Nachwuchswissenschaftler durch zwei Stipendienprogramme, nämlich ein Promotionsstipendienprogramm für promotionsberechtigte In- und Ausländer an deutschen Hochschulen sowie ein MOE-Austauschstipendienprogramm für junge

Wissenschaftler aus 18 Ländern Mittel- und Osteuropas. Viele Forschungsarbeiten zeigen die hohe Innovationskraft der DBU-Stipendiaten auch auf dem Gebiet einer zukunftsweisenden, nachhaltigen Energieerzeugung und -versorgung. Das folgende Beispiel ist sogar buchstäblich rekordverdächtig:

DBU-Promotionsstipendiaten: Forschen für den Weltrekord

Vier DBU-Promotionsstipendiaten wirkten maßgeblich daran mit, dass am Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg im Jahr 2009 ein Weltrekord beim Wirkungsgrad von Solarzellen erzielt wurde: Hier gelang es einem Forscherteam, Sonnenlicht mit einem Wirkungsgrad von über 41 % in elektrischen Strom zu wandeln. (Wirkungsgrad herkömmlicher Silicium-Solarzellen: maximal 25 %). Dazu lenkten die Forscher 454-fach konzentriertes Sonnenlicht auf eine nur 5 mm² große Mehrfachsolarzelle.

Mehrfachsolarzellen bestehen aus übereinander gestapelten Solarzellen aus III-V-Halbleitern und sind optimal dafür geeignet, Sonnenlicht in Strom umzuwandeln.



Das Forscherteam des Fraunhofer ISE in Freiburg – darunter vier DBU-Stipendiaten – freut sich über den solaren Wirkungsgrad-Rekord.



Ausgezeichnete Visionäre: Dr. Andreas Bett und Hansjörg Lerchenmüller erhielten den Deutschen Umweltpreis 2012 für ihre Entwicklungen zur Konzentrator-Photovoltaik, die auf Mehrschicht-Solarzellen beruht.

ligen »Weltrekord-Forschungsteams«, Dr. Andreas Bett (heute stellvertretender Leiter des Fraunhofer ISE), im Jahr 2012 mit dem Deutschen Umweltpreis der DBU ausgezeichnet.

Die von ihm und dem Geschäftsführer der Soitec Solar GmbH, Hansjörg Lerchenmüller, entwickelte CPV gehört mit Modulwirkungsgraden von rund 30 % zur Spitze der Photovoltaikindustrie. Bei Konzentrator-PV-Modulen bündelt eine Linse das Sonnenlicht und spart dadurch teure Zellfläche ein. Auf diese Weise leistet die DBU-geförderte Technologie einen großen Beitrag zur klimaschonenden Energieversorgung und Ressourcenschonung.

Die Stipendiaten Elke Welser und Wolfgang Guter befassten sich in ihren Dissertationen mit der Herstellung von Halbleiter-Schichtsystemen für Mehrfach-Solarzellen. Ein Problem dabei: Bei der Kombination verschiedener Halbleiter-Materialien, beim sogenannten metamorphen Wachstum, kommt es durch Unterschiede im Kristallgitter zu Defekten, die den Wirkungsgrad der Solarzelle vermindern können.

Der Stipendiat Jan Schöne wirkte daran mit, ein Verfahren zu entwickeln, das derartige Defekte in einen Bereich der Solarzelle begrenzt, der elektrisch nicht aktiv ist – eine

Voraussetzung für das Erreichen hoher Wirkungsgrade.

Unterstützt wurden die Entwicklungsarbeiten zur Mehrfachsolarzelle durch numerische Modellierungen und Simulationen des Stipendiaten Simon Philipps.

Deutscher Umweltpreis für Konzentrator-Photovoltaik

Zum Einsatz kommen kann die neue, hocheffiziente Solarzelle in photovoltaischen Konzentratorsystemen von Solarkraftwerken in Ländern mit viel direkter Sonneneinstrahlung. Als Pionier der Konzentrator-Photovoltaik (CPV) wurde u. a. der Leiter des dama-

Projektthema

Entwicklung und Optimierung hocheffizienter III-V-Solarzellen

Projektdurchführung

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Heidenhofstraße 2

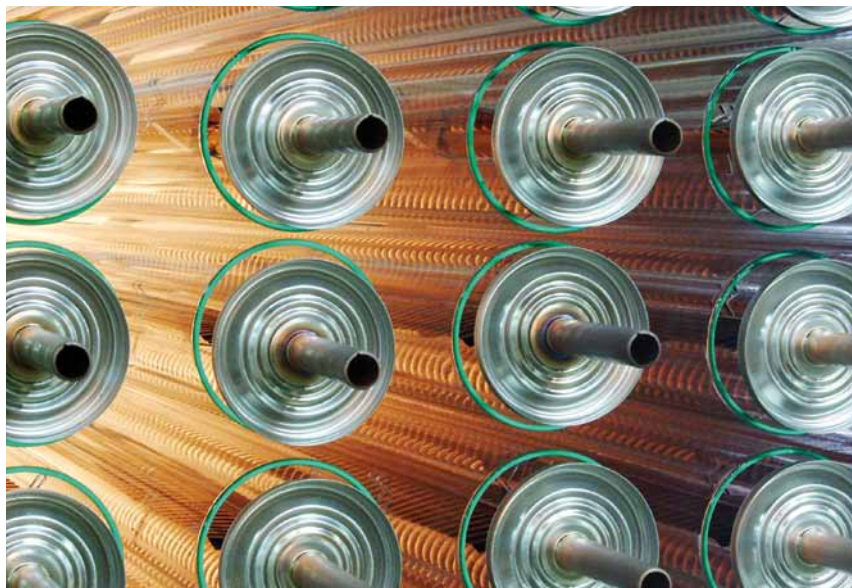
79110 Freiburg

Telefon 0761 4588-0

info@ise.fraunhofer.de

www.ise.fraunhofer.de

Hocheffiziente Vakuümrohrenkollektoren



Die neue Vakuumröhre spart Materialkosten und steigert den Energieertrag im Vergleich zu anderen Röhrenkollektoren.

Höhere Produktionskosten und eine kompliziertere Bauweise sind die Gründe dafür, dass viele Solarthermie-Hersteller bislang kostengünstigere Flachkollektoren produzieren statt auf die effizientere Vakuumröhrentechnik zu setzen. Vakuumröhrenkollektoren verlieren im Vergleich zu Flachkollektoren weniger Wärme an die Umgebung, da der luftleere Raum im Inneren der Röhre keine Wärme leitet. Sie sind deshalb insbesondere bei höheren Kollektortemperaturen,

geringeren Umgebungstemperaturen sowie bei geringer Sonneneinstrahlung wirkungsvoller.

Kosten gespart und Ertrag gesteigert

Die sächsische Firma NARVA Lichtquellen GmbH + Co. KG entwickelte einen günstigeren, effizienten und damit konkurrenzfähigen Sonnenkollektor aus Vakuumröhren. Die neue Vakuumröhre spart im Vergleich zu anderen Röhrenkollektoren 20 % Materialkosten und steigert den Energieertrag um 10 %.

Konventionelle Röhrenkollektoren wurden bisher aus speziellem »Borosilikatglas« hergestellt, das auch bei häufigem Wasserkontakt nicht eintrübt. Um die Materialkosten zu reduzieren, tauschten die NARVA-Techniker das teure Spezialglas gegen eisenarmes Kalknatronglas. Eine Beschichtung mit Nanoteilchen optimiert nun die Transparenz des Glases und damit den Wirkungsgrad des Rohres deutlich. Die Beschichtung des Hüllrohres verhindert darüber hinaus Verwitterungen an der Glasoberfläche und homogenisiert die Festigkeit des Glases durch den Verschluss von Mikrorissen.



Die Vakuumkollektorrohre werden für zwei Anwendungsvarianten hergestellt (hier: Variante »Heatpipe«).



Die Narva-Vakuurröhren werden kostensparend aus Kalknatronglas gefertigt.

Robuste Glas-Metall-Verbindung

Die Glas-Metall-Verbindung ist neben der Finne und dem Glas-kolben das wichtigste Bauteil einer Vakuumpillektorrohre. Sie stellt die vakuumdichte Verbindung zwischen Hüllrohr und Absorber her.

Die NARVA-Kollektorrohre besitzt eine neuartige patentrechtlich geschützte Glas-Metall-Verbindung, die das Produkt robust und langlebig macht. Für deren Produktion kam mit dem MBT-Verfahren (melt-bead-technology) eine innovative Herstellungstechnologie zum Einsatz, die das Glas nicht auf Zug beansprucht. Die Konstruktion

der Verbindung widersteht so mechanischen Beanspruchungen als auch Belastungen durch Temperaturwechsel von Kaltwasserberegnungen problemlos. Da das Material des Deckels die Wärme kaum leitet, sind die Wärmeverluste des Wärmeträgerrohrs minimal. Für eine optimale Vakuumpqualität wird die Röhre aufgeheizt, bevor die Luft mit einem speziellen Pumpverfahren aus den Röhren gezogen wird.

Das Rohr wird im eigenen Glaswerk in Brand-Erbisdorf gezogen, die Vorfertigung stellt die kupfernen Absorbereinheiten her. Pro Jahr

können hier rund eine Million Vakuumpillektorrohre hergestellt werden. Die Vakuumpillektorrohre werden für die Anwendungsvarianten »Direkt durchflossenes Rohr« (Direct Flow) und als »Heatpipe« hergestellt.

NARVA erhielt für die Entwicklung der Vakuumpillektorrohre den Innovationspreis anlässlich des Symposiums Thermische Solarenergie.

Projektthema

Optimierung eines Herstellungsverfahrens für hocheffiziente Vakuumpillektorrohre aus preiswertem Kalknatronglas mit Antireflexbeschichtung

Projektdurchführung

NARVA Lichtquellen GmbH + Co. KG

Erzstraße 22

09618 Brand-Erbisdorf

Telefon 037322 172-00

office@narva-bel.de

www.narva-bel.de

www.nt-solartechnik.de

Das bewegliche Wasserkraftwerk



Die neue Kleinwasserkraftanlage am Illmwehr im Kurpark von Bad Sulza

Sie war die weltweit erste ihrer Art: Die Kleinwasserkraftanlage an der Illm in Bad Sulza besitzt ein bewegliches, unterhalb der Wasseroberfläche angeordnetes Krafthaus. Durch die schwenkbare Ausführung bildet dieses gleichzeitig einen Wehrverschluss, sodass auf zusätzliche Bauwerke zur Hochwasserentlastung und Geschiebeweitergabe verzichtet werden kann.

Die Vorteile dieses von der Hydro-Energie Roth GmbH, Karlsruhe, umgesetzten Konzeptes: Die Anlage

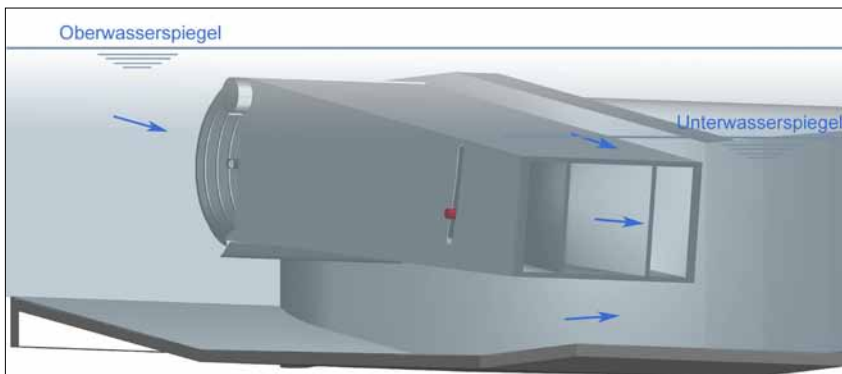
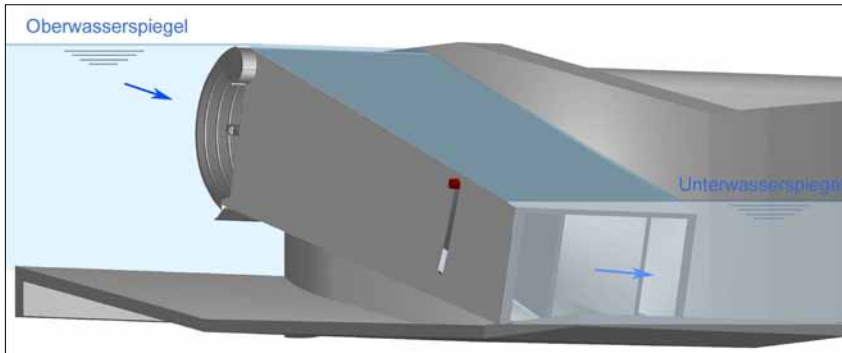
nutzt das Wasserkraftpotenzial effizienter aus als herkömmliche Anlagen und kann durch die einfache Bauweise des Kraftwerkstrogos kostengünstiger und schneller errichtet werden. Gleichzeitig werden die Betriebskosten durch die effektive Schwemmgut- und Geschiebeweitergabe sowie durch Direktantrieb des permanentmagneterregten Generators erheblich gesenkt.

Energiegewinn durch Ejektoreffekt

Für die Kleinwasserkraftanlage mit einer doppelt regulierten Kaplan turbine wurde ein spezielles hydraulisches Design entwickelt: Wesentliches Augenmerk richtete die Hydro-Energie Roth GmbH auf das Saugrohr und das Trogbauwerk, um einen hohen zusätzlichen Energiegewinn beim Umströmen des Saugrohres zu erzielen. Durch diese »Ejektoreffekte« liegt die Kraftwerksleistung bei Hochwasser um bis zu 23 % höher als ohne Umströmung oder bei herkömmlichen Wasserkraftanlagen. Da die Anlage getriebeles und ständig vom Wasser überströmt wird, läuft sie sehr leise und fügt sich aufgrund der Unterwasserausführung harmonisch in die Umgebung ein.



Glückliche Preisträger: die Brüder Andreas und Peter Roth (v. l.), Geschäftsführer der Hydro-Energie Roth GmbH



Schnitt durch das bewegliche Wasserkraftwerk

Preisgekrönte Anlagen

Die herausragenden Ergebnisse der Versuchsanlage an der Ilm bildeten die Grundlage für zwei große Demonstrationsanlagen an der Kinzig in Gengenbach (530 kW) und Offenburg (450 kW). Da hier höhere Gefälle vorliegen, werden im Hochwasserfall Leistungssteigerungen bis zu 45 % erzielt.

Das innovative Konzept wurde wiederholt national und international ausgezeichnet: Für das bewegliche Wasserkraftwerk erhielt die Hydro-Energie Roth GmbH den NEO 2010, den Innovationspreis der

Technologie-Region Karlsruhe und den Umwelttechnikpreis 2011 des Landes Baden-Württemberg.

Ebenso wurde das Demonstrationsprojekt an der Kinzig von den EU-Mitgliedstaaten als »Best of The Best« LIFE-Projekt prämiert.



Projektthema

Realisierung einer Versuchsanlage des beweglichen, über- und unterströmbaren Wasserkraftwerks

Projektdurchführung Hydro-Energie Roth GmbH

Zehntstraße 2
76227 Karlsruhe
Telefon 0721 4768862
info@hydroenergie.de
www.hydroenergie.de
www.das-bewegliche-wasserkraftwerk.de

Kooperationspartner

HSI Hydro Engineering GmbH,
Morbach
www.hsi-hydro.com

Grüne Kohle aus Biomasse



Sämtlicher Kohlenstoff, der im Pflanzenmaterial gebunden war, liegt nach dem HTC-Prozess in Form dieser »Biokohle« vor.

Angesichts der Ausbauziele für erneuerbare Energien kommt der Biomasse eine wichtige Bedeutung zu. Die hydrothermale Carbonisierung (HTC) könnte ein zukunfts-trächtiger Weg zur Erschließung neuer Verwertungsmöglichkeiten für Bioabfälle und Reststoffe sein. Der HTC-Prozess ahmt die in der Natur in Millionen von Jahren ablaufende Braunkohleentstehung innerhalb weniger Stunden technisch nach. Der im Pflanzenmaterial gebundene Kohlenstoff liegt nach

der Konversion in Form von Kohlepartikeln vor.

Die DBU hat eine Reihe von Vorhaben zur technologischen Weiterentwicklung der HTC gefördert: Von der Optimierung des Reaktionsprozesses und der Herstellung bestimmter Biokohlequalitäten über die Verwertung des Prozesswassers bis hin zum Einsatz von HTC-Produkten als Bodenverbesserer. Darüber hinaus wird ein Routineverfahren zur Bestimmung der Abbaurate von Biokohlen im Boden entwickelt.

»Biokohle« aus Siedlungsabfällen

An der Hochschule Ostwestfalen-Lippe (Höxter) wurde die energetische und wirtschaftliche Eignung des HTC-Verfahrens für organische Siedlungsabfälle untersucht. Die hier als Produkt gewonnene, energiereiche HTC-Kohle hat braunkohle-ähnliche Eigenschaften und weist eine Energieausbeute von 70–75 % der Ausgangssubstrate auf. Substratabhängig liegen rund 75 % des eingesetzten Kohlenstoffs im festen Reaktionsprodukt vor. Die meisten untersuchten Biomassen sind für den HTC-Prozess nutzbar.

Bei der HTC von wässrigen organischen Abfällen zeigten die Biokohlen ein sehr gutes Entwässerungsverhalten, das die Brennstoffherstellung begünstigt. Anfallende Prozesswässer sind organisch hoch belastet. Wird das Biogaspotenzial genutzt, lassen sich



Biomasse plus Katalysator unter Druck und Luftabschluss auf 180 °C erhitzt, ergibt den Energieträger Biokohle.



»Biokohle« als Produkt der hydrothermalen Carbonisierung ähnelt in der Zusammensetzung Braunkohle und ist als Brennstoff gut geeignet.

Kohlenstoffeffizienz und Energieausbeute der HTC weiter steigern. Nach ersten Abschätzungen ist ein weitgehend energieautarker Betrieb der HTC-Umsetzungsreaktion möglich. Fragen der physikalisch-chemischen Behandlung des Prozesswassers und die Verwertung werden derzeit an der Hochschule Ostwestfalen-Lippe näher untersucht.

Pflanzkohle wirtschaftlich erzeugen

Die Projektpartner um die Willi Schlitt GmbH haben den HTC-Prozess optimiert und in einem 3,5-m³-Versuchsreaktor realisiert. Zudem wurde die Nachbehandlung der Biokohle optimiert, die energetischen wie

chemischen Eigenschaften von HTC-Produkten ermittelt sowie die Prozesswasserverwertung untersucht. Die Variante der »vapotermalen« Carbonisierung, bei der auf vollständiges Fluten der Biomasse verzichtet wird, weist deutliche Verfahrensvorteile auf.

Die Eigenschaften der Biokohle sind wesentlich von der Prozessführung und der eingesetzten Biomasse abhängig. Sie ähnelt hinsichtlich der Elementarzusammensetzung Torf oder Braunkohle, die Konzentration an Spurenelementen bzw. Schwermetallen liegt im Bereich der biogenen Brennstoffe. Das Ascheschmelzverhalten und die aschebildenden Elemente liefern Hinweise zur Eignung der Biokohle als Brennstoff.

Trotz der verfahrenstechnischen Herausforderungen rechnen die Beteiligten damit, dass die HTC künftig einen nicht unerheblichen Beitrag zur energetischen Nutzung von Biomasse leisten wird.

Projektthema

- **Energiegewinnung aus organischen Siedlungsabfällen durch hydrothermale Carbonisierung (HTC)**
- **Verwertung des Prozesswassers aus den HTC-Abfällen**
- **Modellhafte energetische Verwertung von organischen Rest- und Abfallstoffen mit der HTC**
- **Entwicklung eines Routineverfahrens zur Bestimmung der Abbaurate von Biokohlen im Boden**

Projektdurchführung

**Hochschule Ostwestfalen-Lippe
FG Abfallwirtschaft und Deponietechnik/FG Wassertechnologie**

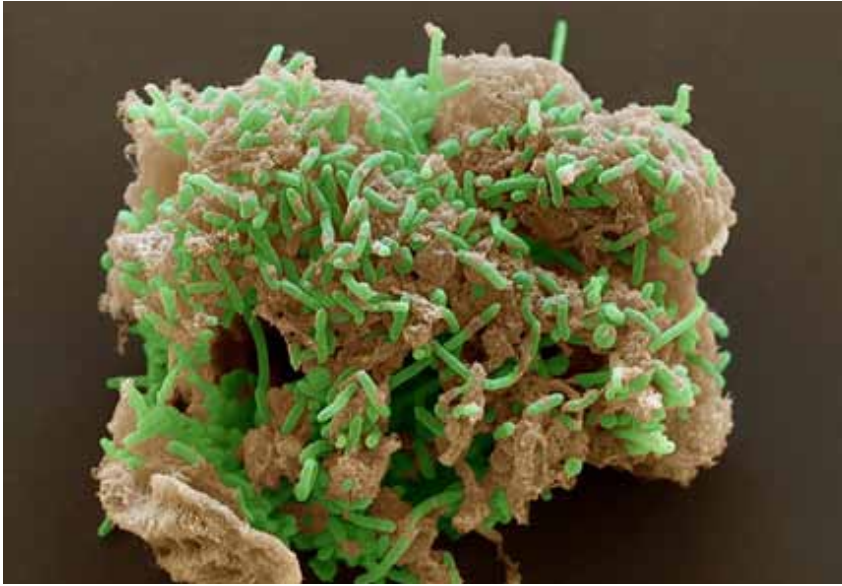
An der Wilhelmshöhe 44
37671 Höxter
Telefon 05271 687-130
www.hs-owl.de

Willi Schlitt GmbH & Co KG

Alsfelder Straße 24
36326 Antrifttal Ruhlkirchen
Telefon 06631 3368
info@willi-schlitt.de
www.hochschule-ruhr-west.de/
forschung/institut-energiesysteme-und-energiewirtschaft.html

Nachhaltige Chemie:

Die **Mikrobielle Brennstoffzelle**



»Kandidaten« für mikrobielle Brennstoffzellen sind vor allem anaerobe Bakterien der Gattung *Geobacter*.

produzieren. Im Gegensatz zu chemischen Brennstoffzellen geschieht dies unter sehr milden Reaktionsbedingungen, z. B. bei Raumtemperatur und Umgebungsdruck. Ausschlaggebend für die Stromproduktion ist die Fähigkeit der Mikroorganismen, freie Elektronen ins Medium abzugeben (Exoelektrogenese).

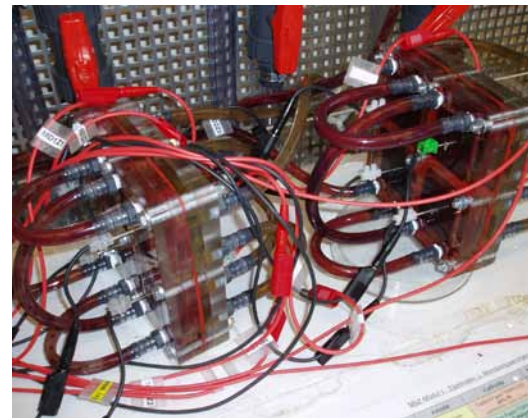
Im Wesentlichen bestehen MBZ aus einer Anode (positiv geladene Elektrode), einer Kathode (negativ geladene Elektrode) und einer ionenselektiven Membran. Die Mikroorganismen wachsen als Biofilm auf der Anodenoberfläche, nehmen organische Stoffe aus der Flüssigkeit

Ohne Chemie ist die Energiewende nicht machbar. Kunststoffe für Windräder und Lösungen für energiesparendes Bauen etwa basieren auf chemischen Produkten. Als erste Fördereinrichtung in Deutschland hat die Deutsche Bundesstiftung Umwelt das Konzept der Nachhaltigen Chemie zu ihrem Förderthema gemacht. Energieaufwand und Ressourceneinsatz minimieren, Recyclingfähigkeit erhöhen, Produktionsprozesse umweltschonend gestalten und das ohne human- oder

ökotoxische Wirkungen – all dies sind Aspekte der Nachhaltigen Chemie. Das folgende Förderbeispiel zeigt anschaulich, welchen wichtigen Beitrag die Nachhaltige Chemie für eine verstärkte Nutzung neuer Energiequellen leisten kann.

Mikroorganismen als Stromproduzenten

Mikrobielle Brennstoffzellen (MBZ) enthalten lebende Mikroorganismen, die aus komplexen organischen Substanzen direkt elektrischen Strom



Mikrobielle Brennstoffzellen im Einsatz



Ansicht des MBZ-Prüfstands im Labor des CUTEC-Instituts

in der Anodenkammer auf und geben einen Teil der chemisch gebundenen Energie in Form von Elektronen ab. In der Kathodenkammer wird ein Elektronenakzeptor bereitgestellt. Durch den besonderen Aufbau der MBZ kann dann die Potentialdifferenz zwischen Anode und Kathode technisch nutzbar gemacht werden.

Strom aus Abwasser

Das Clausthale Umwelttechnik-Institut (CUTEC) GmbH, Clausthal-Zellerfeld, und die Leibniz Universität Hannover zeigten in einer Machbarkeitsstudie im Labormaßstab, dass sich auch die

organischen Inhaltsstoffe aus industriellen und kommunalen Abwässern für die Stromproduktion in einer MBZ eignen. Dazu wurden an einem Prüfstand kontinuierlich durchströmte Einzelzellen mit verschiedenen Elektroden-/Membranpaarungen bzw. -materialien bestückt und die Anoden- und Kathodenkammern über getrennte Pumpenkreisläufe mit Substrat (vorgeklärtes kommunales Abwasser) bzw. sauerstoffgesättigtem Wasser versorgt.

Wirtschaftliches Potenzial

Mittel- und langfristig wird der MBZ ein wirtschaftliches Anwendungspotenzial prognostiziert. Der Abwasserbereich bietet wegen des für die Anwendung passenden Temperatur- und Konzentrationsbereiches gute Voraussetzungen. Neben der Behandlung von vorgeklärtem Abwasser sind auch Trübwasser aus der Schlammmentwässerung und der Schlammverdickung als Substrat für einen MBZ-Einsatz denkbar. Da der Abbau von CSB das Einsparen von Belüftungsenergie zur aeroben Schlammstabilisierung bedeutet, zeigt sich hier weiteres Effizienz- und Umweltentlastungspotenzial.

Projektthema

Machbarkeitsstudie für die Anwendung einer mikrobiellen Brennstoffzelle im Abwasser- und Abfallbereich

Projektdurchführung

Clausthale Umwelttechnik-Institut (CUTEC) GmbH

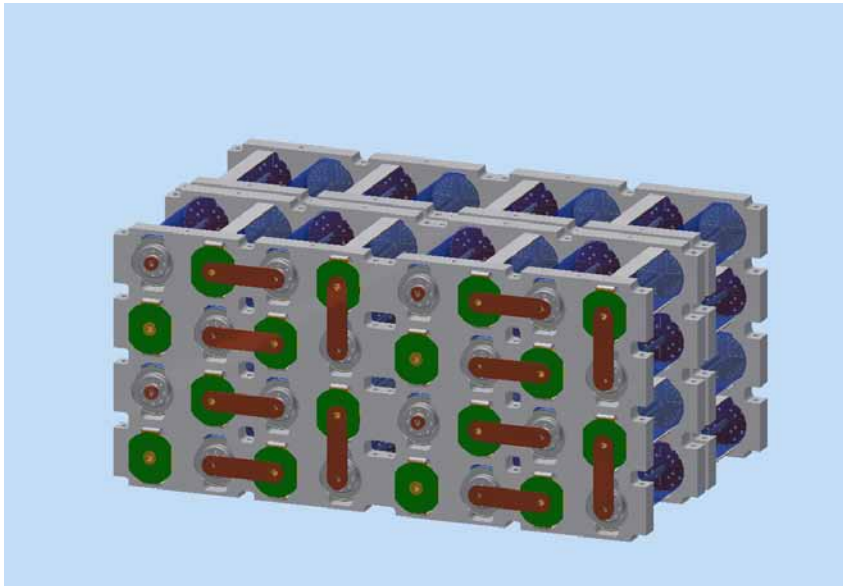
Abteilung Physikalische und Biologische Prozesstechnik

Leibnizstraße 21–23
38678 Clausthal-Zellerfeld
Telefon 05323 933-0
www.cutec.de

Kooperationspartner

**Leibniz Universität Hannover
Institut für Technische Chemie**
www.tci.uni-hannover.de

Hochspeicherfähige Lithium-Ionen-Akkumulatoren



Lithium-Eisenphosphat-Akkus von ECC – hier ECC-Batteriepack, 64-zellig – im Modulrahmen

Eine entscheidende Voraussetzung für die Umstellung auf eine klimafreundliche, regenerative Stromversorgung sind leistungsfähige Speichersysteme. Lithium-Ionen-Akkumulatoren können Energie länger speichern, bringen mehr Leistung und haben eine höhere Lebensdauer als herkömmliche Akkus.

Auf der Grundlage der Lithiumtechnologie entwickelt und produziert das Unternehmen ECC Repenning GmbH (Geesthacht)

langlebige und leistungsfähige Speicherzellen.

Oft werden Lithium-Akkus aus dem gesundheitlich bedenklichen und relativ teuren Kobaltoxid hergestellt. Phosphatverbindungen dagegen weisen eine gute Speicherfähigkeit auf und sind sehr stabil, umweltfreundlicher als die kobalt- oder nickelhaltigen Elektroden und stehen weltweit unbegrenzt zur Verfügung. Die niedrigeren Zellspannungen und die ohnehin hohe thermische wie chemische

Stabilität des Phosphates verleihen den Phosphatsystemen eine hohe Lebensdauer und Zyklenfestigkeit.

Kathoden und Anoden optimiert

Die ECC Repenning GmbH hat Lithium-Eisenphosphat-Akkus hinsichtlich ihrer Leitfähigkeit und ihrer Feuchtigkeitsempfindlichkeit deutlich verbessert. Die ionische und elektrische Leitfähigkeit der Kathoden- wie auch der Anodenseite wurde erhöht: Insgesamt konnten die Leistungsfähigkeit der Zellen so um bis zu 20 % gesteigert, die Herstellungskosten um 20 % gesenkt werden.



Die Leistungsfähigkeit der neuen Lithium-Akkus konnte um 20 % gesteigert werden.



Die Elektromobilität verlangt leistungsstarke, langlebige und kostengünstige Speichertechnologien.

Mithilfe von Nanopulver ließen sich zudem auch die nachteiligen, großen Volumenveränderungen bei Lade- und Entladevorgängen abbauen.

Ein weiterer wichtiger Entwicklungsaspekt war die Verbesserung der Korrosionsfestigkeit der aus Aluminium bestehenden Stromkollektorfolien, auf die das elektroaktive Silizium-Anodenmaterial aufgebracht wird. Mit einer speziellen Plasmabeschichtung lassen sich hier die Übergangswiderstände minimieren.

Großes Zukunftspotenzial

Hochwertige, langlebige und kostengünstige Speichertechnologien für elektrische Energie werden dringend benötigt. Die in den DBU-Projekten entwickelten Lithium-Akkus der ECC Repenning GmbH sind leistungsfähig und erlauben dezentrale Lösungen – wie sie gerade auch die Elektromobilität verlangt.

Die Lithium-Eisenphosphat-Akkus, die in einer modernen, vollautomatisierten Produktion hergestellt werden, weisen ein großes ökologisches und ökonomisches Zukunftspotenzial auf.

Mit einer weltweit einzigartigen Vakuum-Plasmabehandlung erfüllen sie besondere elektrische Anforderungen und Ansprüche an eine hohe Lebensdauer.

Projektthema

Entwicklung einer verbesserten Kathode sowie einer hochspeicherfähigen Anode für einen Lithium-Metallphosphat-Akkumulator

Projektdurchführung

o.m.t GmbH Oberflächen- und Materialtechnologie

Seelandstraße 7
23569 Lübeck
Telefon 0451 39006-0
info@omt.de
www.omt.de

ECC Repenning GmbH

Mercatorstraße 67
21502 Geesthacht
Telefon 04152 8866-0
info@eccbatteries.com
www.eccbatteries.com

Kommunikation zur Energiewende

Neben dem Entwickeln technischer Lösungen basieren das Gelingen der Energiewende und der Schutz des Weltklimas vor allem auf dem Umsetzen von Lösungsstrategien, wie beispielsweise dem sparsamen Einsatz von Energie, der Auswahl klimafreundlicher Energieformen, nachhaltiger Alltags- und Konsumgüter oder einer umweltschonenden Mobilität. Die Energiewende ist demnach nicht nur eine technische, sondern auch eine gesellschaftliche Herausforderung, die als »Gemeinschaftswerk« begriffen und von den Verantwortlichen in Politik und Verwaltung, Wirtschaft und Gesellschaft, aber auch von jedem einzelnen Bürger mitgetragen werden muss.

Vom Wissen zum Handeln:

»Gemeinschaftswerk Energiewende«

Eine Voraussetzung dafür ist Information: Das Wissen über das »richtige Handeln« muss sowohl fachlich fundiert als auch für die verschiedenen Zielgruppen verständlich aufbereitet und transportiert werden. Wissen schafft in der Folge Akzeptanz, die für das Umsetzen der mit der Energiewende verbundenen technischen Lösungen unabdingbar ist. Um vom Wissen zum Handeln zu gelangen, ist darüber hinaus eine emotionale Aktivierung nötig, damit den guten Absichten auch tatsächlich Taten folgen. Im Fall der Energiewende war

und ist die Atomkatastrophe von Fukushima ein starker emotionaler Auslöser, um gesellschaftliche Veränderungen anzustoßen.

Seit über 20 Jahren: DBU-Förderung zur Energiewende

Um ein geändertes gesellschaftliches Bewusstsein zu initiieren und fortzuschreiben und die Energiewende erfolgreich umzusetzen, ist die Umweltkommunikation von zentraler Bedeutung. Bereits seit ihrer Gründung Anfang der 1990er Jahre widmet sich die DBU den Themenfeldern Energiewende und Klimaschutz in verschiedenen Projekten. Zielgruppen sind insbesondere Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene auf der einen sowie Multiplikatoren aus unterschiedlichen Fachdisziplinen auf der anderen Seite.

Schulische und außerschulische Umweltbildung

Wie die folgenden Beispiele demonstrieren, lassen sich Energie- und Klimaschutzrelevante Themen auch für junge Zielgruppen auf vielfältige Weise umsetzen – Klassenzimmer, Umweltbildungseinrichtungen, Schülerlabore oder auch Museen werden zu Orten einer spannenden, (an)fassbaren schulischen und außerschulischen Umweltbildung. Um junge Menschen frühzeitig in naturwissenschaftlich-technischen

Umweltfragen zu bilden und sie über Jobs in den Umwelttechnikbranchen zu informieren und damit die weit verbreitete Technikferne zu überwinden, liegt ein Fokus der DBU-Förderung auf der naturwissenschaftlich-technischen Umweltbildung. Im gleichnamigen Förderschwerpunkt werden energierelevante Themen mit Bezug auf die sogenannten MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) altersgemäß aufbereitet und präsentiert.

Umweltbildung an berufsbildenden Schulen

Im Zuge ihrer Förderaktivitäten zur Umweltbildung für junge Menschen nutzte die DBU auch die Chance, an rund 60 berufsbildenden Schulen und Bildungszentren die Handwerkergenerationen von morgen insbesondere mit solarer Energietechnik vertraut zu machen. Die nachfolgend beschriebenen Projekte von Berufsschulen aus Wilhelmshaven, Osnabrück und Berlin zeigen, wie die Jugendlichen zukunftsweisende, überbetriebliche Fachkompetenzen erwerben, die sie später zum Beispiel in Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik-Betrieben anwenden können.

Ausstellungen für alle

Einen besonderen Schwerpunkt in der Umweltkommunikation bilden Ausstellungen. Im Museum, im Zoo,



Vom Wissen zum Handeln – hier mit Tipps aus der DBU-eigenen Ausstellung »Energie@home«

für klimafreundliches Einkaufen auf. Individuelle Konsumententscheidungen bilden auch den Kern der aktuellen »Klimasparbücher«-Projekte. Handliche Ratgeber, in kommunaler Regie entstanden und verteilt, geben den Verbrauchern viele hilfreiche Tipps für klimafreundlichen Konsum.

Darüber hinaus förderte die DBU verschiedene Informations- und Imagekampagnen sowie medienpädagogische Projekte und Wettbewerbe zu Themen der Energiewende.

in Bildungseinrichtungen, auf Messen oder auch in den Räumlichkeiten kooperierender Unternehmen und Behörden – Ausstellungen ermöglichen es Besuchern aller Altersgruppen, sich Zusammenhänge zu erschließen und schließlich selbst aktiv zu werden. Die beiden DBU-eigenen Ausstellungen zu Themenfeldern der Energiewende, »Energie@home« und »KlimaWerkstatt« erlebten bereits rund 300.000 Besucher.

Nachhaltiger Konsum und Verbraucherverhalten

Ein weiterer aktueller Förderschwerpunkt der DBU zum »Nachhaltigen Konsum« behandelt unter anderem Fragen des Energieeinsatzes und der mit dem Kauf von Produkten verbundenen »grauen Energie«. Das Projekt »2050 – Dein Klimamarkt« hat sich zum Ziel gesetzt, dem Verbraucher den Zusammenhang zwischen individuellen Konsumententscheidungen und Kohlendioxidausstoß deutlicher vor Augen zu führen. Modellhaft zeigt der »Klimamarkt« Möglichkeiten

Klassenzimmer, Küche und Labor als Experimentierfeld



Zimmerwetter-Unterricht: Experimente und Nebelzauber

Die drei nachfolgenden Projektbeispiele aus dem Bereich der (außer-)schulischen Umweltbildung zeigen, wie sich scheinbar naheliegende, aber gerade deshalb häufig wenig beachtete Klimaschutzrelevante Themen aus dem Alltagszusammenhang ebenso spannend und unterhaltsam vermitteln lassen wie schwierige und komplexe Sachverhalte.

Ingenieure erklären das Zimmerwetter

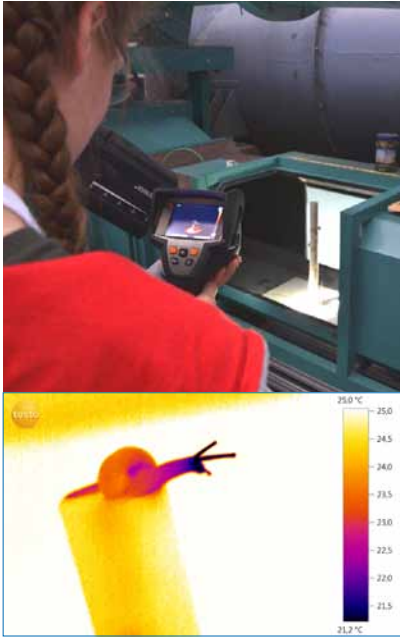
Mit dem Projekt des Regionalverbandes Umweltberatung Nord (R.U.N.) e. V., Hamburg, werden Schüler an das Thema »Zimmerwetter« (Innenraumklima) herangeführt. Im Mittelpunkt stehen Fragen der Energieeinsparung, der gesunden Raumlüftung und der Vorbeugung von Wohnungsschimmel. Schüler experimentieren dabei selbstständig mit Messgeräten und entdecken ihre energetische Umwelt im Klassen-

zimmer. Dabei setzt das Bildungsangebot nicht ausschließlich im Unterricht an, sondern bindet das unmittelbare Wohnumfeld der Schüler durch entsprechende praktische Aktivitäten mit ein. Die Inhalte werden fächerübergreifend (Physik, Chemie, Biologie, Technik, Geographie) aufbereitet, als »Zimmerwetter-Referenten« fungieren Ingenieure. Über das Projekt will der Regionalverband rund 4 000 Schüler im Alter von 7 bis 12 Jahren erreichen. Der für den schulischen Kontext entwickelte Umweltbildungsansatz soll auf die Bedürfnisse von Mietern in Wohnungsbaugenossenschaften angepasst werden.

Klimaschutz konkret

Das Bildungsangebot »Klimaschutz konkret« des Vereins Innovation Academy e. V., Freiburg, wendet sich an Schüler der 9. Jahrgangsstufe von allgemeinbildenden Schulen. Innerhalb von 18 Monaten soll mit drei Modellschulen aus dem Raum Freiburg ein Bildungsangebot konzipiert werden.

Im Mittelpunkt des Projekts steht das aktive Handeln von Schülern in ihrem eigenen Familienhaushalt. Schüler messen dabei über einen definierten Zeitraum den Verbrauch von Wärme, Strom, Wasser und Lebensmitteln, verfolgen das Mobilitätsverhalten und das Müllaufkommen.



Wärmebildaufnahme einer Schnecke im Windkanal

Über die konkreten Messaktivitäten hinaus sollen die Schüler zu dem jeweils von ihnen gewählten Schlüsselthema eine kleine Ausstellung konzipieren. Zu den Schüleraktivitäten zählen ferner begleitende Exkursionen. Zur Einbindung der Lehrkräfte ist die Konzeption eines Handbuches vorgesehen.

Mittelfristiges Ziel des Antragstellers ist es, für zukünftige Aktivitäten auszuloten, inwieweit auch über Bildungsangebote eine CO₂-Reduktion erreicht und quantifiziert werden kann. Langfristig sollen entsprechende qualitätsgeprüfte Bildungsmodule entwickelt werden, die potenziell als Ausgleich

für CO₂-Emissionen »gehandelt« werden können.

Grundlagen der Energieeffizienz

Das Institut für Angewandte Forschung »Energetische Systeme« an der Hochschule Esslingen zeichnet für das Projekt »Kooperation Schule/Hochschule zur Vermittlung physikalisch-technischer Grundlagen im Bereich Energieeffizienz« verantwortlich.

Ziel ist das Heranführen von Schülern an ingenieurwissenschaftliche Vorgehensweisen. Über praktische Experimente sollen thermodynamische Grundzusammenhänge und ihre Bedeutung für Natur und Technik sowie energie- und umweltbewusstes Verhalten vermittelt werden.

In Verbindung von Schüleraktivitäten mit Forschungsprojekten der Hochschule will man den Einfluss von Temperaturen auf biologische Systeme am Beispiel von Landschnecken und deren Wärmehaushalt exemplarisch erarbeiten.

Gearbeitet wird auch mit einem Prüfstand zum Thema Wärmebilanzen sowie mit einer Wärmebildkamera. Die im Vorhaben realisierten Maßnahmen münden in die Definition eines Curriculums für den Projektunterricht der gymnasialen Oberstufe. Hierfür sollen auch Unterrichtsmaterialien beispielhaft dokumentiert und Fortbildungsseminare für Lehrer entwickelt werden.

Projektthema

Ingenieure erklären das Zimmerwetter – Ein Bildungsprojekt für Schulen und Wohnungsbau-genossenschaften

Projektdurchführung

Regionalverband Umweltberatung Nord e. V.

Herzmoortwiete 2
22417 Hamburg
Telefon 040 404005
www.umweltberatung-nord.de

AZ 28780

Projektthema

Klimaschutz konkret: CO₂-Reduktion durch Bildung für nachhaltige Entwicklung

Projektdurchführung

Innovation Academy e. V.

Bertoldstraße 45
79098 Freiburg
Telefon 0761 4004491
www.innovation-academy.de

AZ 29730

Projektthema

Kooperation Schule/Hochschule zur Vermittlung physikalisch-technischer Grundlagen im Bereich Energieeffizienz

Projektdurchführung

**Hochschule Esslingen
Institut für Angewandte Forschung**

Kanalstraße 33
73728 Esslingen
Telefon 0711 397-3259
www.hs-esslingen.de

AZ 29209

Lernorte für Naturwissenschaft und Technik



Entdeckendes Lernen macht Spaß und fördert eigenständige Denkprozesse.

»Naturwissenschaftlich-technische Umweltbildung« und »Kommunikation zur Förderung des Fachkräftenachwuchses in den Umwelttechnikbranchen« stellen seit zwei Jahren einen Förderschwerpunkt der DBU dar. Die vier nachfolgenden Beispiele illustrieren den neuen Schwerpunkt:

Lernen im Schülerlabor

Das Vorhaben der AG Interdisziplinäre Sachbildung/Sachunterricht der Universität Bremen will in seinen Schülerlaboren Kindergarten- und

Grundschulkindern eine naturwissenschaftlich-technische Grundbildung vermitteln. Zentrale Inhalte sind »Erneuerbare Energien« und »Energieeffizienz«. Hierzu werden altersgerechte pädagogische Angebote entwickelt, die im Labor für entdeckendes Lernen im Sachunterricht (ELISA-LAB) sowie im Kindergartenlabor (KIGA-LAB) von Prof. Brunhilde Marquardt-Mau zum Einsatz kommen. Damit erhalten die neuen Formate Einzug in das pädagogische Angebot für Kindergarten- und

Grundschulkindern, in die Erzieherinnen- und Grundschullehrerinnen-ausbildung und werden zum Gegenstand von Lehrerfortbildungen.

Lernort-Kooperation Schule-Museum

Schülerinnen und Schüler der all-gemeinbildenden und beruflichen Schulen sollen am TECHNOSEUM in Mannheim umweltrelevante Aspekte aktueller Energietechnik verstehen lernen. Das Projekt der Pädagogischen Hochschule Heidelberg verfolgt dabei drei Bildungsziele:

- Kinder und Jugendliche sollen über den technikgeschichtlichen Ansatz aus der Geschichte für die Zukunft lernen.
- Sie sollen die sich entwickelnde Umwelttechnik als berufliches Betätigungsfeld entdecken, zum Beispiel in Branchen der regenerativen Energien, aber auch in Branchen, die nicht auf den ersten Blick mit Umwelttechnik in Verbindung stehen wie Bau-(Wärmedämmung), Metall-(Leichtbauweise) oder Kfz-Technik.
- Sie sollen ein auf technischem Verständnis basierendes Umweltbewusstsein für Entscheidungen im Privatleben entwickeln – beispielsweise zu neuen energieeffizienten Haushaltsgeräten.



Vor dem Deutschen Museum in München kann Wasserkraft beobachtet, drinnen nachgebaut werden.

Techniken, die der Umwelt helfen

Experimentieren und forschen zu Anwendungen und Fragen der Umwelttechnik – das können Kinder und Jugendliche mit dem neuen Kursprogramm »Umwelt & Technik« des Experimentierlabors der Technischen Universität München im Deutschen Museum (TUMlab). In den Kursen werden Aspekte, die das Bewusstsein für Umweltfragen schärfen, mit Gesichtspunkten technischer Entwicklungen verbunden, die zur Lösung der Probleme beitragen können. Im Modul »Standby-Betrieb« beschäftigen sich die Kinder beispielsweise mit dem Thema Stromverbrauch, konstruieren Strommessgeräte selbst und arbeiten mit Modellrechnungen. Eine Vorstellung, wie Kleinwasserkraftwerke Energie erzeugen, bekommen sie im Modul »Wasserkraft«, indem sie selbst ein Mini-Wasserkraftwerk bauen.

Eintauchen in die Welt der Forscher

Engagierte Schülerinnen und Schüler ab der neunten Klasse können in den sogenannten »Umwelt-Talent-Schools« der Fraunhofer-Institute in Bremen, Freiburg, und Oberhausen das eigene Talent für die Umwelt entdecken. In dreitägigen Workshops setzen sich die Jugendlichen projektorientiert mit der aktuellen Umweltforschung zu zentralen Themen auseinander wie Biotreibstoffe, Elektromobilität oder Solarenergie. Jeweils zwölf Jugendliche arbeiten gemeinsam in einem Workshop mit Experten im Kontext der modernen Forschung zu Umwelt-, Natur- und Klimaschutz.

Projektthema

Entdeckendes Lernen im ELISA und KIGA-Lab der Universität Bremen

Projektdurchführung

Universität Bremen, AG Interdisziplinäre Sachbildung/Sachunterricht

Postfach 330440

28334 Bremen

Telefon 0421 218-69 410

www.uni-bremen.de

AZ 28350

Projektthema

**Lernortkooperation Schule –
TECHNOSEUM**

Projektdurchführung

Pädagogische Hochschule Heidelberg

Keplerstraße 87

69120 Heidelberg

Telefon 06221 477-0

www.ph-heidelberg.de

AZ 28368

Projektthema

Umwelt & Technik – ein neues Kursprogramm für Kinder und Jugendliche
Projektdurchführung

**Technische Universität München
Fachgebiet Museumspädagogik**

Museumsinsel 1

80538 München

Telefon 089 2179-261

www.muspaed.edu.tum.de

AZ 2998

Projektthema

»Umwelt-Talent-School«

Projektdurchführung

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.

Hansastraße 27c

80686 München

Telefon 089 1205-2118

heike.koos@zv.fraunhofer.de

www.fraunhofer.de/talent-school

AZ 28379

Berufsbildung für Klimaschutz und Energiewende



Eine solarthermische Anlage, hergestellt und installiert von Jugendlichen der Produktionsschule der Berufsbildenden Schulen Wilhelmshaven

Schulen Friedenstraße Wilhelmshaven eine schulintegrierte Produktionsstätte – die »Nachhaltige Produktionschule« – eingerichtet. Freiwillig und ergänzend zum Unterricht der Berufseinstiegsschule lernten die Jugendlichen im Rahmen des DBU-Projektes, Produkte wie solarthermische Anlagen quasi unter Realbedingungen herzustellen. Durch die Beschäftigung mit Umwelttechnologien erwarben die Jugendlichen zukunftsweisende Fachkompetenzen, die sie später zum Beispiel in Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik-Betrieben anwenden können. Das Vorhaben zeichnete sich insbesondere durch einen hohen Umsetzungscharakter und die Kooperation mit der mittelständischen Wirtschaft vor Ort aus.

Fachkräfte in Industrie und Handwerk leisten einen wichtigen Beitrag für das Gelingen der Energiewende. Ihre Mitwirkung erfordert entsprechende Qualifikationen und fachliche Kompetenzen. Der beruflichen Aus-, Fort- und Weiterbildung kommt im Sinne der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung für den Klimaschutz eine zentrale Rolle zu. Handlungs- und Gestaltungskompetenzen für die jeweiligen Berufsfelder aber auch Fragen der berufsschulischen Organisationsentwicklung werden hier

thematisiert. Die DBU fördert daher entsprechende innovative Ansätze mit Blick auf die Energiewende und unterstützt Kooperationen innerhalb und zwischen Gewerken, Branchen, Berufsgruppen sowie sonstigen Institutionen in besonderer Weise.

Nachhaltig lernen – Schule als Betrieb

Zur Verbesserung des Berufseinstiegs von Jugendlichen, die in ihrer Ausbildungsreife gefördert werden müssen, haben die Berufsbildenden



Das Fachbuch »Umweltgerechte Baustoffe« vermittelt Informationen zur Energiebilanz von Bauwerken.



Jugendliche lernten unter realen Bedingungen – hier bei der Montage der Solaranlage.

CO₂-Werkstatt: Ausbildung durch Kooperation

In der Ausbildung junger Handwerker werden die Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien häufig nicht intensiv genug und gewerkeübergreifend vermittelt. Ziel eines Projektes der Seeconsult GmbH (Osnabrück) mit der Handwerkskammer Hannover, dem Heinz-Piast-Institut für Handwerkstechnik und berufsbildenden Schulen war, dieses Defizit zu beheben und die überbetriebliche Ausbildung unter Klimaschutzaspekten zu reformieren. Das Vorhaben wurde beispielhaft an der Ausbildung zum Anlagenmechaniker

mit der Spezialisierung Sanitär, Heizung, Klimatechnik umgesetzt. Die Berufsschule vermittelte das theoretische Grundwissen rund um die Themen Klimaschutz und Umwelttechnik, das in der überbetrieblichen Ausbildung – etwa beim Bau von »Minihäusern« – praktisch angewendet wurde. So entstanden beispielhafte Lernortkooperationen. Mit dem Projekt konnten rund 1 000 Auszubildende erreicht werden.

»Graue Energie« einsparen

Im Fokus eines beruflichen Qualifizierungs- und Netzwerkprojekts zur Ressourcenschonung in der Baubranche stand das Thema »Graue Energie«. Das ist der kumulierte Aufwand an Primärenergie, der erforderlich ist, um ein Gebäude und dessen Baustoffe und Bauteile zu erstellen. Hier schlummern gewaltige Einsparpotenziale, die zu heben Ziel eines Qualifizierungsprojektes des SUSTAINUM Instituts für zukünftiges Wirtschaften war. Auszubildende und Lehrkräfte im Bau wurden in die Lage versetzt, die Wertschöpfungskette »Bau« ganzheitlich zu betrachten. So haben Auszubildende gewerkeübergreifend um das energiesparendste Konzept gewetteifert. Ergebnisse sind ein Lernmodul für Sanierungskonzepte, kleine Modelle, ein Konzept für eine Projektwoche und eine internetbasierte Datenbank zu ökologisch relevanten Kennzahlen von Baustoffen. Ein Fachbuch, erschienen im Fraunhofer IRB Verlag, vermittelt praxisnahe Zusatzinformationen zur Gesamtenergiebilanz von Bauwerken (www.gutebaustoffe.de).

Projektthema

Aufbau einer nachhaltigen Produktionsschule zur Herstellung solartechnischer Anlagen an der BBS Friedenstraße, Wilhelmshaven

Projektdurchführung

BBS Friedenstraße Wilhelmshaven
Friedenstraße 60–62
26386 Wilhelmshaven
Telefon 04421 934-0
www.bbs2.fh-wilhelmshaven.de

Projektthema

»CO₂-Werkstatt«: Integrierte Ausbildung durch Kooperation von Berufsschule und Handwerkskammer

Projektdurchführung

seeconsult GmbH
Sedanstr. 61
49076 Osnabrück
Telefon 0541 760 2828-0
info@seeconsult.org
Berufsbildende Schule 3 der Region Hannover, Handwerkskammer Hannover, Heinz-Piast-Institut für Handwerkstechnik an der Leibniz-Universität Hannover

Projektthema

Berufliche Qualifizierung und Netzwerkbildung »Graue Energie« zur Ressourcenschonung in der Baubranche

Projektdurchführung

SUSTAINUM – Institut für zukunftsfähiges Wirtschaften Berlin GmbH
Marienstr. 19/20
10117 Berlin
Telefon 030 234574-96
info@sustainum.de
www.sustainum.de
www.gutebaustoffe.de

Ausstellungen: **Wissens-Werte(s)** zum **Anfassen**



Ein junger Besucher als Wettermoderator im »Wetterstudio Wolke 7«, einer Station im Kindermuseum Klipp Klapp

Erlebnisausstellung »Wolken, Wind und Wetter«, Oelde

Vom »Wetterfrosch« zum »Klimafuchs« werden kleine (und große!) Besucher im Kindermuseum Klipp Klapp in Oelde. Hier erkunden sie an mehreren Spielstationen, wie Wetter und Klima entstehen. Luftdruck, Temperatur, Regenmenge, Windstärke und -richtung sowie Wolkenformationen werden untersucht. Beim Verändern einzelner Parameter wie Temperatur oder CO₂-Gehalt der Atmosphäre zeigen interaktive Simulationen, wie der Mensch auf das Klima einwirkt. Anhand der neuen Erkenntnisse überlegen die Kinder gemeinsam, was jeder Einzelne für den Klimaschutz tun kann.

Komplexe Prozesse und Phänomene darzustellen und Wissenschaft im wahrsten Sinne des Wortes »be-greifbar« zu machen, ist ein Ziel von interaktiven Wissens- und Erlebnisausstellungen. Interaktive Modelle, Experimente, Filme, Computermodelle und Originalobjekte ermöglichen es den Besuchern, sich Zusammenhänge zu erschließen und Inhalte spielerisch anzueignen. Gleichzeitig zeigen die Ausstellungen Lösungswege auf und ermuntern dazu, selbst aktiv zu werden.

Seit Beginn ihrer Fördertätigkeit hat die DBU eine Vielzahl an Projekten unterstützt – sei es bei Projektpartnern oder im Rahmen der von der DBU selbst realisierten Wanderausstellungen. Auf welche Weise komplexe Themen wie Klimawandel und Energiewende adressatengerecht für verschiedene Zielgruppen aufbereitet werden können, zeigen die nachfolgenden Beispiele:



Einer der »Klimabotschafter« im Zoo Osnabrück



Klimafreundlich »einkaufen« in der Ausstellung »Klimawerkstatt«

Bären als Klimabotschafter – »Klimahöhlen« im Zoo Osnabrück

Mit einem 250 Quadratmeter großen verwinkelten Höhlensystem will der Zoo Osnabrück seine jährlich rund eine Million Besucher motivieren, Verantwortung für den Klimaschutz zu übernehmen. Darin informieren interaktive Ausstellungselemente über Evolution, Klimawandel sowie Artensterben und zeigen, welchen Einfluss der eigene Lebensstil auf das Klima hat. Außerdem bieten eingebaute Sichtfenster den Blick auf den Innen- und Außenbereich des Bärengeheges und die Bären Tips und Taps.

Tips und Taps sind Eisbär-Braunbär-Mischlinge. Was im Zoo durch die früher übliche Gemischtbärenhaltung entstand, wiesen Wissenschaftler auch in der freien Natur nach. Vermutliche Ursache: Der Klimawandel und die sich dadurch verschiebenden Grenzen von Lebensbereichen. Stellvertretend für weitere Mischlingsarten symbolisieren Tips und Taps die klimatischen Veränderungen in der Arktis und ihre Folgen für die Tierwelt.

DBU-eigene Ausstellung »Klimawerkstatt«

Umweltexperimente für Zukunftsforscher bietet die DBU-eigene Ausstellung »Klimawerkstatt«, die zurzeit auf Wanderschaft durch Deutschland ist. An acht Themeninseln und insgesamt 24 Mitmachstationen können die Besucher Ursachen und Folgen des Klimawandels, aber auch zukunftsweisende Lösungsansätze zum Schutz von Klima und Umwelt entdecken und verstehen. Auch die Bedrohung der biologischen Vielfalt durch den Klimawandel wird thematisiert – denn auch Naturschutz ist Klimaschutz.

Projektthema

**Umweltkommunikation durch
interaktive Erlebnisausstellungen**

Projektdurchführung

**Forum Oelde, Eigenbetrieb der Stadt
Kindermuseum KLIPP KLAPP**
forum@oelde.de
www.kindermuseum-klipp-klapp.de

AZ 29053

Projektdurchführung »Klimahöhlen«

Zoo Osnabrück gGmbH
zoo@zoo-osnabrueck.de
www.zoo-osnabrueck.de

AZ 29169

Projektdurchführung »Klimawerkstatt«

**Zentrum für Umweltkommunikation
der DBU gGmbH**
ausstellungen-dbu@dbu.de
www.dbu.de/ausstellungen

Nachhaltiger Konsum



Der Klimamarkt lädt zum klimafreundlichen Einkaufen ein und gibt praktische Klimaschutztipps.

Nicht nachhaltige Produktionsweisen und Konsumgewohnheiten sind in hohem Maße für die Belastung der Ökosysteme verantwortlich. Der individuelle Konsum macht rund 40 % der globalen CO₂-Emissionen aus. Je aufwendiger der Lebensstil, desto stärker ist auch der Einfluss auf das Klima. Ein bewusstes Konsum- und Nutzerverhalten – vereint mit einem zukunftsfähigen Lebensstil – leistet einen entscheidenden Beitrag zum Klimaschutz. Im Rahmen des Förderschwerpunktes »Nachhaltiger

Konsum – Zukunftsfähige Lebensstile« unterstützt die DBU innovative Projekte zur Förderung eines nachhaltigen Konsums. Die Projekte »Ökofairer Einkauf mit dem Klimaspargbuch« und »2050 – Dein Klimamarkt« zeigen beispielhaft, wie Impulse für individuelle, klimagerechte Konsumentscheidungen gesetzt werden können. Aber auch die geförderten Vorhaben zur institutionellen Beschaffung in Kirchen bzw. kirchlichen Einrichtungen (»Zukunft einkaufen«) sowie Gewerkschaften (»Solidarisch

einkaufen«) machen deutlich, wie eng die Realisierung der »Energiewende« mit der »Konsumwende« verbunden sind. Nur wenn (Energie-)Produktion und Konsumtion klimaschonend auf allen Stufen der Wertschöpfungskette realisiert sind, kann das »Gemeinschaftswerk einer gesamtgesellschaftlichen Transformation« gelingen.

2050 – Dein Klimamarkt

Dass alltägliche Konsumententscheidungen einen erheblichen Anteil am CO₂-Ausstoß haben, ist weiten Bevölkerungskreisen noch nicht ausreichend bewusst. Modellhaft macht der »2050 – Dein Klimamarkt« das Thema klimaschonender Konsum erfahrbar. Angelehnt an Pop-Up-Läden dieser Zeit wandert der Klimamarkt in



Eröffnung des 1. Klimamarktes in Bremen mit Verena Exner (DBU), Martin Grocholl (Bremer Energie-Konsens) und dem Bremer Umweltsenator Dr. Joachim Lohse (v. l.)



Das praktische »Klimasparbuch« soll es auch in kleineren Kommunen und im ländlichen Raum geben.

Bremen, Bremerhaven, Bad Zwischenahn und Hamburg von Stadtteil zu Stadtteil und mietet sich in leer stehende Läden ein. Er lädt zum klimafreundlichen Einkaufen ein, zeigt Umweltwirkungen des eigenen Konsumverhaltens auf und gibt praktische Klimaschutztipps. Waren aus verschiedenen Konsumbereichen – von Lebensmitteln und Haushaltsartikeln über Elektronik, Mobilität und Kleidung bis hin zu Baumarktprodukten und Möbeln – verdeutlichen, welche Klimarelevanz das persönliche Einkaufsverhalten hat. Eine Broschüre – inklusive Einkaufsführer im Stadtteil – hilft, Klimaschutz in den eigenen Alltag zu integrieren. Ergänzt wird der Klimamarkt durch ein Rahmenprogramm, das mit Akteuren aus den Stadtteilen erarbeitet wird.

Ökofairer Einkauf mit dem »Klimasparbuch«

Wie Kommunen ihre Bürger zum klimafreundlichen Konsum motivieren können, zeigt das »Klimasparbuch«. Der handliche Ratgeber im DIN-A6-Format beinhaltet ein Gutscheinheft und gibt alltagspraktische Tipps für einen klimafreundlichen Alltagskonsum. Das »Sparbuch« hat sich in vielen deutschen Großstädten bereits erfolgreich etabliert. Der oekom verlag will das »Klimasparbuch« für Kommunen und Landkreise modellhaft weiterentwickeln und erproben. Gemeinsam mit mehreren Modellregionen (u. a. Landkreis Emsland, Landkreis Osnabrück, Hansestadt Rostock, Schwäbisch Hall) werden Strategien und Materialien erarbeitet, die es

auch anderen Gemeinden und Regionen ermöglichen, ein Klimaschutzbuch umzusetzen. Über das Printmedium hinaus wird oekom Praxispartner durch begleitende Veranstaltungen bei ihrer regionalen Netzwerkarbeit unterstützen. Das angepasste »Klimasparbuch« wird sich mit kommunalen Klimaschutzkonzepten vernetzen und mit vor Ort besonders relevanten Schwerpunkten auseinandersetzen.

Projektthema

- **Umweltkommunikation durch Klimashops – CO₂-Spar-Ideen für den alltäglichen Konsum**
- **»Ökofairer Einkauf« in Kommunen und Landkreisen: »Klimasparbücher« zur Stärkung eines nachhaltigen und klimaschonenden Konsums**

Projektdurchführung

Bremer Energie-Konsens GmbH

Am Wall 172/173
28195 Bremen
Telefon 0421 376671-0
www.klimamarkt2050.de
www.energiekonsens.de

oekom verlag GmbH

Waltherstraße 29
80337 München
Telefon 089 54418411
www.klimasparbuch.net

Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) wurde durch Gesetz des Bundestages vom 18. Juli 1990 als Stiftung bürgerlichen Rechts gegründet. Mit dem Privatisierungserlös der Salzgitter AG in Höhe von rund 1,3 Mrd. Euro als Startkapital gehört sie zu den größten Stiftungen in Europa. Die Erträge aus dem Stiftungsvermögen stehen für Förderaufgaben zur Verfügung. Die DBU fördert innovative beispielhafte Projekte zum Umweltschutz. Seit ihrer Gründung hat sie über

8 300 Projekte mit einer Summe von rund 1,5 Mrd. Euro unterstützt.

Leitbild der Fördertätigkeit der DBU ist die nachhaltige Entwicklung. Es ist ein zentrales Anliegen der DBU, die Entwicklung und Nutzung neuer umweltentlastender Technologien und Produkte im Sinne eines vorsorgenden integrierten Umweltschutzes intensiv voranzutreiben und das Umweltbewusstsein der Menschen zu fördern. Im Mittelpunkt der Förderung stehen kleine und mittlere Unternehmen.

Fördervoraussetzungen

Allgemeine Voraussetzungen für eine Förderung sind die folgenden drei Kriterien:

- **Innovation:** Die Vorhaben müssen sich klar vom gegenwärtigen Stand der Forschung und Technik abgrenzen und eine Weiterentwicklung darstellen.
- **Modellcharakter:** Die Innovation soll für eine breite Anwendung, beispielsweise eine ganze Branche, interessant sein und sich unter marktwirtschaftlichen Konditionen zeitnah umsetzen lassen.
- **Umwelentlastung:** Mit der Innovation sollen neue, ergänzende Umweltentlastungspotenziale erschlossen werden.

Aktuelle Informationen über Förderschwerpunkte und weitere Aktivitäten können über das Internet unter www.dbu.de abgerufen werden.

Kontakt

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

An der Bornau 2
49090 Osnabrück
Telefon 0541 9633-0
Telefax 0541 9633-190
info@dbu.de
www.dbu.de

Impressum

Herausgeber

Deutsche Bundesstiftung Umwelt DBU

Verantwortlich

Dr. Markus Große Ophoff
Zentrum für Umweltkommunikation der DBU gGmbH

Koordination, Texte und Redaktion

Ulf Jacob
Verena Menz
Stefan Rümmele
Zentrum für Umweltkommunikation der DBU gGmbH

Layout

Helga Kuhn
Zentrum für Umweltkommunikation der DBU gGmbH

Druck

STEINBACHER DRUCK GmbH, Osnabrück

Stand

April 2013

Bildnachweis

Titel li., S. 37: Siemens AG/Vogel
S. 7: industrieblick - Fotolia
S. 12 o.l.: Volkswagen Sachsen GmbH,
Fahrzeugwerk Zwickau
S. 12 u.r.: Barbara Eckholdt – Pixelio
S. 14: Marco2811 – Fotolia
S. 25: WAZ-Bild, Wolfgang Quickels
S. 30: HSI
S. 33: Revatec
S. 34 o.: eye of science
S. 40: Isodora Tast, Hamburg Anstiften!
S. 48: Ingo Wagner, Energie-Konsens

alle anderen Fotos: Projektpartner/DBU-Archiv

Gedruckt auf 100 % Altpapier



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Postfach 1705 · 49007 Osnabrück
An der Bornau 2 · 49090 Osnabrück
Telefon 0541|9633-0
Telefax 0541|9633-190
www.dbu.de