

---

**Kreislaufwirtschaftsland**  
**Rheinland-Pfalz**





# Vorwort

## „Die Märkte der Zukunft sind grün“

Steigende Rohstoff- und Energiepreise aufgrund des weltweit wachsenden Bedarfs führen ebenso wie die europäischen Klimaschutzziele zur Reduktion der Treibhausgasemissionen und zu einem grundlegenden Umdenken in unserer Industriegesellschaft. Damit verbunden ist der Einstieg in die Forschung und Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen. Wie es der Präsident des Club of Rome, Seine Königliche Hoheit Prinz Hassan von Jordanien, schon sagte: Die Märkte der Zukunft sind grün. Deutsche Unternehmen haben die „grünen Märkte“ mit mittlerweile zweistelligen Wachstumsraten zu einem Wirtschaftszweig von beachtlicher Bedeutung entwickelt. Deutschland wird insbesondere auf dem Markt der umweltfreundlichen Energieerzeugung als Weltmarktführer gesehen, und Rheinland-Pfalz spielt in diesem Kontext eine maßgebliche Rolle.

Ökonomie und Ökologie sind keine Gegensätze mehr. Mochte noch vor einigen Jahren das Zusammenwirken beider Bereiche eher die Ausnahme gewesen sein, so ist heute angesichts der zunehmenden Umweltbelastungen mit enormen Folgekosten die Integration des Umweltschutzes in das unternehmerische Handeln die beste Lösung.

Dabei geht Rheinland-Pfalz mit einer landesweiten Kreislaufwirtschaftsstrategie über das deutsche Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz und damit die Optimierung von Abfallströmen hinaus – zugunsten einer ganzheitlichen Betrachtung der Stoff- und Energieströme. Ein wichtiges Instrument ist das Stoffstrommanagement, das die Verflechtung der Stoffströme von der Rohstoffgewinnung über die Produktion und den Konsum bis zur Entsorgung transparent macht und die damit verbundene regionale Wertschöpfung aufzeigt. Durch das Setzen entsprechender Rahmenbedingungen sieht sich das „Kreislaufwirtschaftsland Rheinland-Pfalz“ dabei auch als Impulsgeber für private Investitionen. Die Kooperation zwischen Umwelt- und Wirtschaftsministerium korrespondiert mit einer entsprechenden wissenschaftlichen Beratung durch das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement am Umwelt-Campus Birkenfeld der Fachhochschule Trier.

Mit dieser Broschüre wollen wir in- und ausländischen Interessenten einen Überblick über ausgewählte Produkte, innovative Technologien und Dienstleistungen im Bereich des Umweltschutzes in Rheinland-Pfalz geben.



*Margit Conrad*

Margit Conrad  
Ministerin für  
Umwelt, Forsten und  
Verbraucherschutz



*Hendrik Hering*

Hendrik Hering  
Minister für Wirtschaft,  
Verkehr, Landwirtschaft  
und Weinbau



Vorwort	3
Inhalt	5
Kreislaufwirtschaft und Stoffstrommanagement	6
1 Nachhaltige Kommunalplanung	10
2 Konversion als Chance: „Zero Emission University“-Umwelt-Campus Birkenfeld	12
3 Hinkel Netzwerk International: Von der Ent- sorgungswirtschaft zur Kreislaufwirtschaft	16
4 Nachhaltigkeitsstrategien in der Industrie	18
5 Die Papierindustrie – eine moderne Recyclingindustrie	20
6 Verwertung von Altglas	22
7 Verwertung von Kunststoffen	24
8 Verwertung von Altmetall und Elektroschrott	26
9 Sortierung und Aufbereitung von Abfällen	28
10 Maschinen zur Biomasse- und Abfallaufbereitung	30
11 Effiziente Energieerzeugung aus Restabfall und Sekundärrohstoffen	32
12 Effiziente Abwasserbehandlung	34
13 Thermische und landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm	36
14 Biogastechnologien in Rheinland-Pfalz	38
15 Stoffliche und energetische Verwertung von Biomasse	40
16 Zukunftswärme für Rheinland-Pfalz	44
17 Windenergie	46
18 Solarenergie	48
19 Nachhaltige Gebäudegestaltung und -sanierung	50
20 Erhalt der Kulturlandschaft	52
21 Lehren, Informieren, Forschen und Motivieren	54
Die Projektstandorte	56
Bildnachweis	58
Impressum	59

# Kreislaufwirtschaft und Stoffstrommanagement



**Z**u Beginn des 21. Jahrhunderts ist das Wachstum der Weltwirtschaft und des Wohlstandes noch immer eng mit einem steigenden Verbrauch von Energie und Rohstoffen verbunden. Schadstoffeinträge in Luft, Wasser und Boden, Wetterextreme, der Verlust der Artenvielfalt oder soziale Unruhen aufgrund des Zugangs zu den immer knapper werdenden (fossilen) Ressourcen sind die Folge. Diese Entwicklung stellt unsere modernen Gesellschaften vor gewaltige Herausforderungen. Hohe Öl- und Gaspreise auf der einen sowie die Klimaproblematik auf der anderen Seite sind nur die Spitze des Eisberges. Mit dem rasanten wirtschaftlichen Aufschwung der bevölkerungsreichen Länder wird der Zugriff auf Quellen (Ressourcen) und Senken (Aufnahmemedien wie z. B. Boden, Wasser und Luft) noch intensiver. Ständig steigende Ansprüche treffen jetzt auf immer weniger Angebote!

Nachdem Wissenschaftler die Gründe und die ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen des Klimawandels und der Ressourcenverknappung mit großer Gewissheit dargelegt und dadurch eine theoretische Grundlage dafür geliefert haben, wie man die Erde vor diesen negativen Veränderungen bewahren kann, müssen nun innovative Konzepte für die Umsetzung nachhaltiger Wirtschaftsmodelle mit effizienten Ver- und Entsorgungssystemen geschaffen werden.

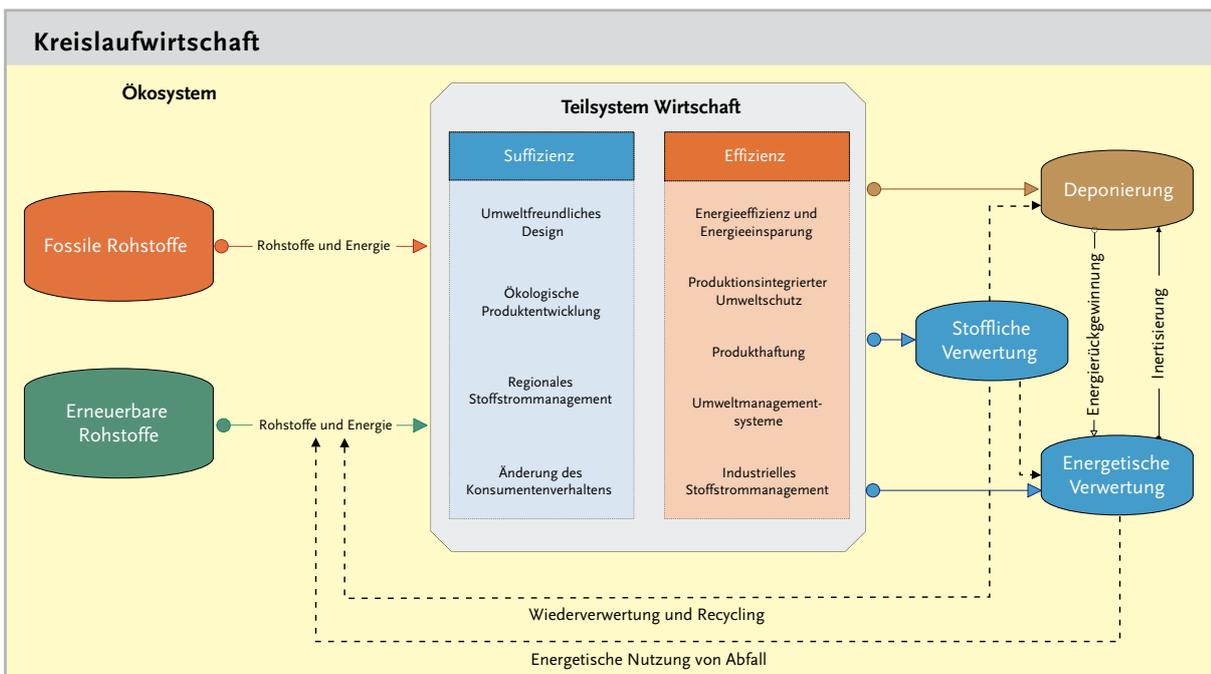
Weltweit wurden bereits zahlreiche Ansätze entwickelt, die eine effizientere Nutzung der vorhandenen Ressourcen bewirken, die natürlichen Rohstoffquellen schonen und die Belastung der natürlichen Senken minimieren sollen und sich somit an den Grundsätzen der Nachhaltigkeit orientieren. Modelle zeigen, dass dies ohne große Einschnitte möglich ist und dass sich ein „halbierter Naturver-

brauch“ und „doppelter Wohlstand“ sehr wohl miteinander vertragen.

In den 1970er-Jahren wurden zunächst Technologien entwickelt, die lediglich eine Reduzierung oder Beseitigung der infolge des Produktionsprozesses entstandenen Verschmutzungen zum Ziel hatten, aber nicht die Ursachen für die entstandenen negativen Auswirkungen bekämpften. Nach dieser Phase des nachsorgenden Umweltschutzes, der auch als „End-of-Pipe“-Ansatz bezeichnet wird, entwickelte man in den 1980er-Jahren einen Ansatz zum vorsorgenden Umweltschutz, bei dem durch technische und organisatorische Maßnahmen schädliche Emissionen bereits während des Produktionsprozesses vermieden werden. Diese innerbetriebliche Optimierung von Material- und Energieströmen wird auch als „Cleaner Production“ bezeichnet und häufig durch Instrumente wie Umweltmanagementsysteme (ISO 14001, EMAS),

Ökobilanzen oder Lebenszyklusanalysen („Life Cycle Assessment“) begleitet. Ausgehend vom Rio-Gipfel waren die 1990er-Jahre dann geprägt von der Idee einer nachhaltigen, dauerhaft umweltgerechten Gesellschaft als Weiterentwicklung und Alternative zur reinen Wachstumsgesellschaft.

Die Universität der Vereinten Nationen (UNU) in Tokio bezeichnet als „nächsten Schritt auf dem Weg zur Integration von Nachhaltigkeitsansätzen in industrielle Prozesse und der Kontrolle und Reduzierung schädlicher Emissionen und Abfälle“ das sogenannte „Zero Emissions“-Konzept. Dieser von der UNU geforderte Ansatz orientiert sich an den nachhaltigen Kreisläufen der Natur und hat das Ziel, durch eine nahezu vollständige Nutzung der natürlichen Ressourcen und den gleichzeitig maximalen Einsatz erneuerbarer Stoffe die noch vorhandenen natürlichen Ressourcen unseres Ökosystems wieder auf ein nachhaltiges Niveau zu



bringen. Die Abfälle eines Produktionsprozesses werden dabei konsequent als Input für weitere Produktionsprozesse genutzt, wobei in der Realität keine vollständige Deckung zwischen Input und Output erzielt werden kann. Stattdessen muss der Begriff „Zero Emissions“ im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung und eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses gesehen werden.

In den Vereinigten Staaten wird der Begriff der Industrieökologie zunehmend populärer. „Industrial Ecology“ bildet ökologische Kreisläufe im Bereich industrieller Produktionsprozesse nach. Weltweit entstehen derzeit sogenannte ökologische Industrieparks, die versuchen, ihre Stoff- und Energiekreisläufe weitestgehend zu vernetzen, um damit Ressourcen und Senken zu schonen.

In der Praxis haben sich heute weltweit mit unterschiedlichen Schwerpunkten neue Kreislaufwirtschaftsmodelle und Effizienzansätze entwickelt, die nichts anderes als die Abkehr von der bisher dominierenden linearen Wirtschaft beabsichtigen. Denn nur in einer Zeit mit billigen Rohstoffen und funktionierenden Senken konnte ein auf Verbrauch bauendes Wachstum erfolgreich sein. Im 21. Jahrhundert jedoch werden diejenigen Nationen nachhaltig Erfolg haben, die rechtzeitig auf die Technik und das Management der Kreislaufwirtschaft setzen. Neben China hat insbesondere Japan Anstrengungen unternommen, seine ökonomische und ökologische Leistungsfähigkeit zu verbessern. Hier hat sich der Begriff der „3R's Society“ durchgesetzt, der sich auf die Handlungshierarchie „reduce“ (vermindern), „reuse“ (wiederverwenden) und „recycle“ (wiederverwerten) bezieht, während in Deutschland durch das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz die Handlungsanweisung gilt, Abfälle in erster Linie zu vermeiden und in zweiter Linie einer stoff-

lichen oder energetischen Verwertung zuzuführen um so einer Beseitigung der Abfälle vorzubeugen. So wird beispielsweise in Japan „3R“ im Kontext einer gesamtwirtschaftlichen Reduktionsstrategie verfolgt, die wesentlich verbindlicher ist als in anderen Ländern.

Das Land Rheinland-Pfalz geht in seiner landesweiten Kreislaufwirtschaftsstrategie noch einen Schritt weiter. Dabei beschränkt sich der Begriff „Kreislaufwirtschaft“ aber nicht wie üblich auf die Definition im Sinne des deutschen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes und somit nur auf die Optimierung von Abfallströmen, sondern auf die Optimierung verschiedener Stoffströme (Rohstoffe, Biomasse, Wasser, Abfall, Energie etc.) in einem System. Die rheinland-pfälzische Kreislaufwirtschaftsstrategie fördert daher Wirtschaftsweisen, die eine weitestgehende Schließung von Stoffkreisläufen nach dem Vorbild der natürlichen ökosystemaren Kreisläufe erreichen.

Die Ziele dieses Kreislaufwirtschaftsansatzes lassen sich wie folgt beschreiben:

- Schutz der Umwelt durch die Schonung von Quellen und Senken
- Verringerung der Abhängigkeit gegenüber Ressourcenlieferanten
- Kostensenkung in der Rohstoff- und Energieversorgung
- Minimierung des Kaufkraftabflusses
- Schaffung und Erhaltung lokaler Arbeitsplätze
- Bildung von Netzwerken
- Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit
- Schaffung eines regionalen Mehrwertes
- Erhalt und Stabilisierung von Naturräumen unter besonderer Berücksichtigung der Pflege von Kulturräumen



Für die praktische Umsetzung des beschriebenen Kreislaufwirtschaftsansatzes eignet sich insbesondere das Stoffstrommanagement. Dieses Instrument beinhaltet die notwendigen Schritte und Maßnahmen zur Umwandlung eines linearen Wirtschaftssystems („Durchflussgesellschaft“) in eine nachhaltige Kreislaufgesellschaft („Circular Economy“). Das Stoffstrommanagement orientiert sich an ökonomischen, ökologischen und sozialen Grundsätzen. Diese sind:

- ganzheitliche Betrachtung des gesamten Gesellschaftssystems (Konsum, Ver- und Entsorgung, Infrastruktur, Verkehr, Landwirtschaft etc.) und seiner industriellen Aktivitäten
- Verknüpfung der systemimmanenten Material- und Energieströme und Vernetzung der entsprechenden Akteure
- Nutzung der systemimmanenten Potenziale (Rohstoffe, Reststoffe, Verfahren)
- verstärkter Einsatz von erneuerbaren Energien und Sekundärbrennstoffen
- Erhöhung der Energieeffizienz im privaten und industriellen Bereich
- Dezentralisierung der Energieversorgung

Stoffstrommanagement verknüpft intelligente Technologien mit effizienten, interdisziplinären Planungsansätzen und systemischem Denken. Dadurch können mikro- und makroökonomisch erhebliche Potenziale zusätzlich aktiviert und umgesetzt werden. In einer Welt mit schwindenden Ressourcen und erschöpften Senken stellt dies eine Reihe neuer Geschäftsoptionen dar.

Neue große Märkte für optimierende Technologien und Managementansätze entstehen. Im Wasser-, Energie-, Abfall- und Ressourcenbereich werden intelligente Konzepte anstelle der alten, nachsorgenden „End-of-Pipe“-Technologien nachgefragt.

„Clean Technologies“ und Stoffstrommanagement werden die Exportschlager der nahen Zukunft sein bzw. sind es in vielen Bereichen wie zum Beispiel der Energiewirtschaft bereits heute.

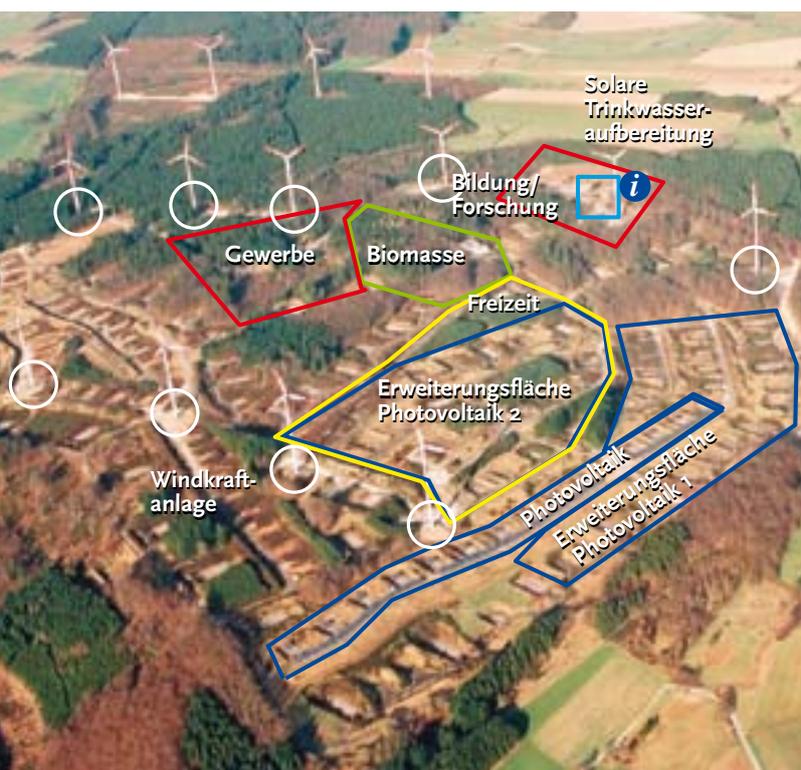
Deutschland hat in diesem Bereich beachtliche Erfolge und vielversprechende Ansätze vorzuweisen. Rheinland-Pfalz als mittelständisch geprägtes Bundesland steht an der Spitze der bundesweiten Bemühungen zur Ressourcenoptimierung, Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien. Eine Vielzahl innovativer Hochschulen, Institute und Unternehmen vermittelt zusammen mit modernen Kommunalverwaltungen einen Eindruck, wie Zukunftsfähigkeit praktisch funktionieren kann. Landesregierung, Universitäten und Unternehmen arbeiten Hand in Hand, um eine echte Kreislaufwirtschaft zu etablieren.

Technische, ökonomische und administrative Probleme werden hierbei als Herausforderungen gesehen, die zu mehr Innovation und eigener Stärke führen.

Die vorliegende Broschüre zeigt anhand der beschriebenen Projektbeispiele, wie erste „ganzheitliche“ Kreislaufwirtschaftsansätze in Rheinland-Pfalz umgesetzt wurden und dadurch zu Verbesserungen auf wirtschaftlicher, ökologischer und sozialer Ebene geführt haben. Bürger und Unternehmer aus Rheinland-Pfalz, aber auch interessierte Laien und Fachleute aus Deutschland und der ganzen Welt werden zum Besuch, zum Dialog und zur gemeinsamen Umsetzung von Kreislaufwirtschaft eingeladen.

# 1 Nachhaltige Kommunalplanung

**M**oderne Kommunalverwaltungen sind wichtige Partner, wenn es darum geht, durch die effiziente Nutzung regionaler, erneuerbarer Ressourcen die Abhängigkeit von Ressourcenimporten zu minimieren und damit den Kaufkraftabfluss aus der Region zu verhindern. Durch eine ganzheitliche und langfristige Optimierung von Stoffströmen in einer Region kann so nicht nur ein Beitrag zum globalen Klimaschutz erfolgen, sondern gleichzeitig auch eine Erhöhung der Wertschöpfung in der Region realisiert und die Attraktivität der Region für Bürger und Unternehmen gesteigert werden.



Entwicklungskonzept Morbacher Energielandschaft

In Rheinland-Pfalz setzen bereits zahlreiche Gemeinden diese Strategie gemäß dem Leitgedanken der nachhaltigen Entwicklung, „Global denken, lokal handeln“, erfolgreich um.

Bei ihrem Projekt „Zero-Emission-Village“ setzt die westpfälzische Verbandsgemeinde Weilerbach auf eine weitestgehend CO<sub>2</sub>-neutrale, 100-prozentige regenerative Energieversorgung ihrer 14700 Einwohner.

Gestützt durch eine Projektstudie des Instituts für angewandtes Stoffstrommanagement, durch intensive Öffentlichkeitsarbeit und die Vernetzung der regionalen Akteure (Verbandsgemeinde, Energieversorger, Landwirte, Privatpersonen etc.) wurden seit Projektbeginn im Jahr 2001 fünf Windkraftanlagen (5 × 2 MW) und rund 90 Photovoltaik-Anlagen mit einer Leistung von ca. 700 kWp installiert. Bereits heute werden durch diese Maßnahmen ca. 50 Prozent des Gesamtstrombedarfs der Gemeinde regenerativ erzeugt und ca. 13 000 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart. Im Bereich der Wärmeversorgung wurden drei Nahwärmenetze auf Biomassebasis für mehr als 450 Wohneinheiten, zahlreiche Kleinfeuerungen (Pellets, Scheitholz) und 140 Solarthermieanlagen mit einer Kollektorfläche von über 1 200 m<sup>2</sup> errichtet. Durch energetische Gebäudesanierungen konnten so an allen Grundschulen ca. 50 Prozent an Heizenergie eingespart werden.

Basierend auf den bisherigen Erfolgen plant die Verbandsgemeinde Weilerbach den Bau einer Biogasanlage, den Ausbau weiterer Nahwärmenetze sowie der Photovoltaik. Begleitet wird die Verbandsgemeinde dabei durch zahlreiche Einzelinitiativen wie die Gründung eines Bioenergiehofs.

Genauso erfolgreich wie Weilerbach ist die Hunsrücker Gemeinde Morbach mit ihrem Konzept der Morbacher Energielandschaft. Auf dem Gelände



Photovoltaik-Anlagen auf einem Privathaus, dem Bürgerhaus Rodenbach und der Grundschule Rodenbach in der VG Weilerbach

eines ehemaligen Munitionslagers werden Windkraft-, Biogas- und Photovoltaikanlagen in einem Themenpark zusammengeführt und mit der regionalen Land- und Forstwirtschaft sowie dem produzierenden Gewerbe vernetzt.

Nach der Erarbeitung eines Stoffstromkonzeptes wurde 2001 mit der Installation der ersten Anlagen begonnen. Mittlerweile produzieren 14 Windkraftanlagen jährlich ca. 45 000 MWh elektrische Energie. Damit können rund 13 000 Haushalte versorgt und ca. 27 000 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart werden.

Zur regenerativen Energieversorgung trägt weiterhin eine Photovoltaik-Anlage mit 3 072 Modulen auf einer Fläche von ca. 3 460 m<sup>2</sup> bei. Dies entspricht einer Leistung von 455 MWh.



Im September 2006 konnte schließlich auch die Biogasanlage mit einer Nennleistung von 500 KW elektrisch und 700 KW thermisch in Betrieb gehen. Die benötigten nachwachsenden Rohstoffe werden von Landwirten aus der Region geliefert.

In unmittelbarer Nachbarschaft der Biogasanlage hat im August 2007 ein Holzpelletwerk die Produktion aufgenommen. Die Rohstoffbasis bilden Schneid- und Frässpäne aus den Sägewerken im Hunsrück. Hinzu kommen die Holzabfälle einer Blockhaus-Firma, die sich ebenfalls auf dem Gelände angesiedelt hat. Die Abwärme der Biogasanlage wird zur Trocknung der Holzspäne genutzt. Der Stoff- und Energiekreislauf zwischen der Morbacher Energielandschaft und der angrenzenden Region schließt sich somit auf vorbildliche Weise. Durch die Vermarktung der Produkte in der Region werden zudem Wirtschaftskreisläufe erweitert.

Seit Projektbeginn im Jahr 2001 ist neben der Errichtung der Energieanlagen auch die „bildungstouristische Nutzung“ des Geländes ein Bestandteil des Konzeptes. Schon heute gibt es Führungen durch die Energielandschaft. Ein Informationszentrum sowie ein Energielehrpfad sind geplant.

Durch das innovative Energiekonzept können bereits alle Privathaushalte mit erneuerbaren Energien versorgt werden. Innerhalb der nächsten fünf Jahre sollen auch lokale Gewerbebetriebe in die Kreislaufwirtschaft der regionalen Versorgung einbezogen werden. Deshalb läuft zur Zeit ein Genehmigungsverfahren für die Errichtung einer Windkraftanlage in der Morbacher Energielandschaft, die mit einer Gesamthöhe von 210 Metern die höchste der Welt sein wird.

Bild links: Allesbrenner Privathaus, Bild rechts: Holzpelletheizung mit Solarthermieanlage im Privathaus in der VG Weilerbach

## 2 Konversion als Chance: „Zero Emission University“-Umwelt-Campus Birkenfeld



**L**eben, lernen und arbeiten an einem besonderen Ort. Der Umwelt-Campus Birkenfeld, ein Standort der Fachhochschule Trier, zählt zu den besonderen Hochschulstandorten in Deutschland und bietet den Studierenden ein interdisziplinäres Studium an dem europaweit einzigartigen „Zero Emission University“-Umwelt-Campus, der neben einem ökologischen Baukonzept über eine CO<sub>2</sub>-neutrale Energie- und Wärmeversorgung und modernste Gebäude- und Anlagentechnik verfügt.

Im Rahmen einer Konversionsmaßnahme des Landes Rheinland-Pfalz nahm der Umwelt-Campus am 1. Oktober 1996 auf dem Gelände eines ehemaligen US-Reservelazarett im Landkreis Birkenfeld den Betrieb auf.

Unter dem Themenschwerpunkt „Umwelt“ wird hier heute den mehr als 2400 Studierenden eine zukunftsorientierte Ausbildung in den beiden Fachbereichen Umweltplanung/-technik und Umweltwirtschaft/-recht angeboten. Der Umweltgedanke bildet das thematische Bindeglied zwischen den acht Bachelor- und neun Master-Studiengängen und fördert eine intensive und interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Fachdisziplinen. Die Vernetzung ökologischer, wirtschaftlicher, technischer und sozialer Belange soll die

Studierenden dazu befähigen, in ihrer späteren Tätigkeit komplexe Systeme zu analysieren und zu optimieren. In der praxisorientierten Ausbildung haben die Studierenden die Gelegenheit, das theoretisch erworbene Wissen in einer der zahlreichen Forschungseinrichtungen und Kompetenzzentren, die am Umwelt-Campus Birkenfeld angesiedelt sind, zu erproben. Neben dem Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS), das das Kompetenzzentrum für Stoffstrommanagement und das Kompetenznetzwerk Umwelttechnik Rheinland-Pfalz beherbergt, sind am Campus noch das Kompetenzzentrum Brennstoffzelle sowie weitere Forschungseinrichtungen verschiedener Fachrichtungen angesiedelt. Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeiten tragen wesentlich zur Qualitätssicherung der Ausbildung am Standort bei.

Die umweltorientierte Ausbildung wird durch die innovative Gestaltung des Standortes unterstützt und bezieht diese in die Ausbildung mit ein.

Das Konzept des „ökologischen Bauens“ wurde in verschiedenen Bereichen angewandt. Zum Schutz von Boden und Vegetation tragen eine flächensparende Bauweise und das Anlegen von Biotopen und Grünflächen bei. Eine Versiegelung von Böden wird



Dach des zentralen Neubaus am UCB mit Dachbegrünung

hierdurch weitestgehend vermieden und die Fassung und Versickerung von Niederschlag am Standort unterstützt.

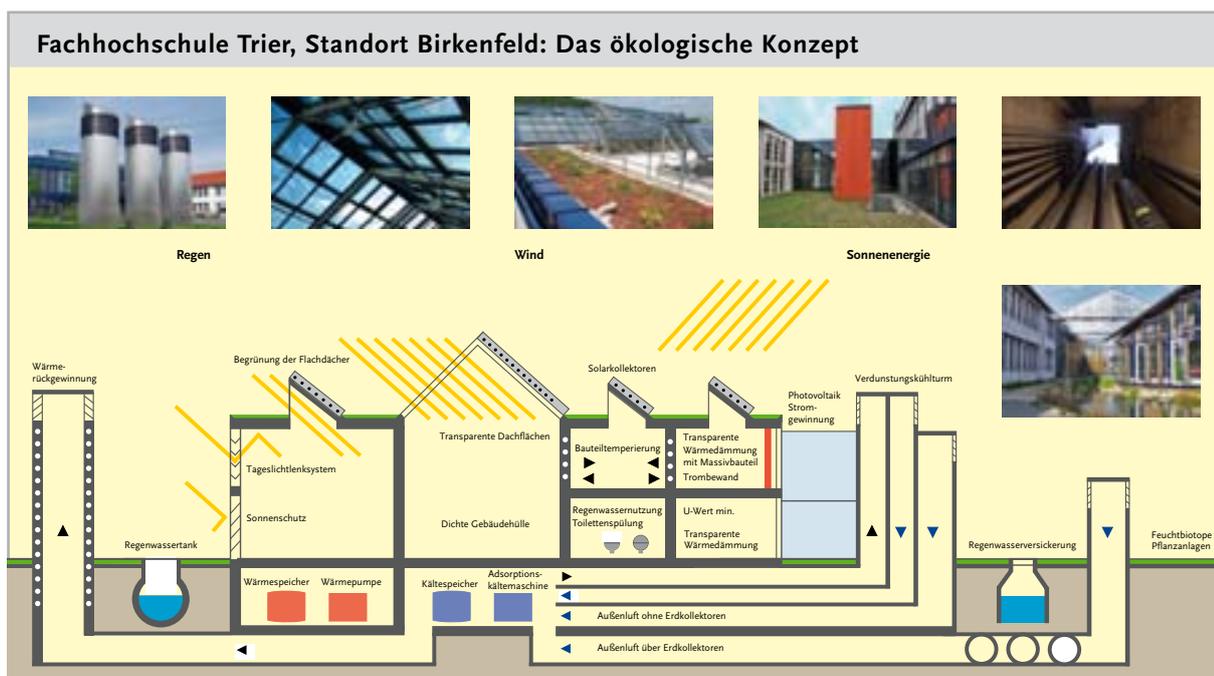
Belastungen im Bereich des Wasserhaushaltes werden durch die Nutzung von Regenwasser reduziert. Das Regenwasser von ca. 2 000 m<sup>2</sup> Dachfläche wird in zwei Regenwassertanks gesammelt und nach einer mechanischen Reinigung zur Toilettenspülung, für Bewässerungs- und Reinigungsaufgaben sowie als Kühlwasser für eine Adsorptionskältemaschine genutzt.

Regenwasser, das nicht in den Speichern aufgefangen wird, wird Retentionsflächen zwischen den Gebäuden zugeführt und kann von dort aus in das Grundwasser versickern. Teilweise begrünte Dachflächen tragen zur Erhaltung einer vielfältigen Vegetation bei.

Zudem wurden bereits bei der Baustoff- und Materialauswahl umweltrelevante Kriterien wie der Primärenergieeinsatz, die Gesamtenergiebilanz der

Produkte bei deren Herstellung, die Schadstoffemissionen und die Verfügbarkeit und Recyclingfähigkeit der Materialien berücksichtigt.

Die CO<sub>2</sub>-neutrale Energie- und Wärmeversorgung der Fachhochschule erfolgt über ein Nahwärmenetz durch das Biomasse-Heizkraftwerk Neubrücke, das sich in unmittelbarer Nähe zum Campus im Industrie- und Gewerbegebiet Ökomark befindet. Die Holzhackschnitzelverbrennungsanlage nutzt als Brennstoff regenerative Materialien wie Alt- und Restholz, Waldholzabfälle, Produktionsabfälle aus der Holzverarbeitenden Industrie sowie Grünschnitt aus der Landschaftspflege. In den beiden Blockheizkraftwerken wird das Biogas aus der benachbarten Vergärungsanlage für kommunale Bio-





Zentraler Neubau am UCB mit drei Frischluft-Ansaugrohren

abfälle aus Haushalten der Landkreise Birkenfeld und Bad Kreuznach zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt. Der Gärrest wird zu hochwertigem Kompost verarbeitet. Der produzierte Strom wird aufgrund der Einspeisevergütung durch das EEG nicht direkt an den Campus geliefert, sondern in das öffentliche Netz eingespeist. Da die Menge des generierten Stroms den Jahresverbrauch der Fachhochschule bei Weitem übersteigt und so theoretisch der gesamte Strom- und Wärmebedarf des Standortes aus erneuerbaren Energien gedeckt wird, kann der Campus als „Zero-Emission-University“ eingestuft werden.

Unterstützt wird diese nachhaltige Versorgung mit Wärme und Strom durch die am Standort eingesetzte Gebäude- und Anlagentechnik.

Mehrere Photovoltaik-Anlagen leisten einen zusätzlichen Beitrag zur Energieproduktion. Auf einer Fläche von insgesamt 370 m<sup>2</sup> wurden sowohl multi- und polykristalline als auch amorphe Zellen mit einer Gesamtleistung von 19 kWp installiert.

Die Module sind größtenteils in die gläserne Gebäudefassade integriert und tragen dazu bei, die angrenzenden Verbindungsgänge in den Sommermonaten vor einer übermäßigen Blendung und Überhitzung zu bewahren.

Der Stromverbrauch des Campus wird durch den Einsatz von Lichtschächten, sogenannten Dachsheds, und Tageslichtlenksystemen reduziert, da diese eine Verkürzung der künstlichen Beleuchtungszeiten herbeiführen.

Zur Klimatisierung der Gebäude werden verschiedene effiziente Technologien miteinander verknüpft.

Das Belüftungssystem des zentralen Neubaus wird über drei Ansaugrohre mit frischer Umgebungsluft versorgt. Die Zuluft durchströmt zunächst zwei 55 Meter lange Erdkollektoren, die in circa 3,75 Metern Tiefe liegen. Aufgrund der in dieser Tiefe nahezu konstanten Temperatur des Erdreiches von circa 12 °C kann die Temperatur der einströmenden Luft während des gesamten Jahres um bis zu 6 °C erhöht bzw. gesenkt werden. Ein Wärmetauscher und ein Massivabsorber zur Wärmerückgewinnung aus der verbrauchten Abluft tragen ebenfalls zur Vorwärmung der Frischluft bei. Durch diese Vorwärmung bzw. Vorwärmung der Zuluft kann die jeweils individuell regelbare Raumtemperatur mit wesentlich geringerem Energieaufwand erreicht werden. Vor diversen Massivwänden wurden transparente Wärmedämmelemente als solare Wandheizung installiert, die Wärmeverluste vermindern und zur Umwandlung von Strahlungs- in Wärmeenergie beitragen.

Von den solarthermischen Anlagen (260 m<sup>2</sup>/120 kW Leistung) werden im Jahresmittel etwa 30 MWh thermische Energie genutzt und in der Heizperiode zur Unterstützung der Gebäudeheizung im zentralen Neubau eingesetzt sowie in den Sommermonaten mithilfe einer Adsorptionskältemaschine zur



Zentraler Neubau am UCB mit solarthermischen Anlagen (dach- und fassadenintegriert)

Kühlung verwendet. Die Adsorptionskältemaschine nutzt die Wärme der Solarthermie-Anlage und Fernwärme als Antriebstemperatur, um mithilfe des Adsorptionsmittels Silicagel, das einen mit Regenwasser gekühlten Turm durchfließt, Kälte zu erzeugen.

Diese umweltfreundliche Gebäudetechnik wird über eine computergestützte Gebäudeautomation geregelt und optimiert. Das System regelt sowohl die natürliche als auch die künstliche Beleuchtung, die Heizung und Kühlung der Gebäude sowie die Fenstersteuerung. Die Frischluftzufuhr der Vorlesungsräume wird über CO<sub>2</sub>-Sensoren gesteuert.

In Zukunft soll das Null-Emissions-Konzept des Campus auch auf den Bereich Wasser ausgedehnt werden. Derzeit werden unter der Federführung des Instituts für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) im Rahmen von Lehrveranstaltungen und wissenschaftlichen Arbeiten Ansätze für ein innovatives und nachhaltiges (Ab-)Wassermanagementsystem am Standort erarbeitet. Neben der bereits umgesetzten Regenwassernutzung soll eine Trennung des Abwassers in Grau-, Braun- und Gelbwasser erfolgen, um die enthaltenen Nährstoffe zurückzugewinnen. Das verbleibende Abwasser wird einer energieextensiven Pflanzenkläranlage zugeführt.

Den Leitgedanken der Verzahnung von Forschung und Lehre und der Wirtschaft fördert am Umwelt-Campus Birkenfeld das am Standort angesiedelte Dienstleistungsunternehmen Ökomark Projekt-

entwicklungs- und Marketing GmbH (ÖPEM). Geschäftsideen, die am Umwelt-Campus Birkenfeld entwickelt werden, finden ihren Platz in nachhaltigen Industrie- und Gewerbeparks, die von der ÖPEM sowohl entwickelt als auch umgesetzt werden. Angesiedelte Unternehmen profitieren von logistischen und versorgungstechnischen Vorteilen. Die sogenannten Ökomark sind durch dezentrale kreislaufwirtschaftlich orientierte Verbundsysteme, in denen Synergieeffekte zwischen Unternehmen konsequent genutzt werden, charakterisiert. Neben der Wertschöpfung durch das Recycling von Abfällen stehen auch die energetische Nutzung von Abfällen und der verstärkte Einsatz regenerativer Energieträger im Fokus.

Der Ökomark im Landkreis Birkenfeld beheimatet neben dem Biomasse-Heizkraftwerk der OIE AG und der Bioabfall-Vergärungsanlage der SULO Gruppe sieben weitere Unternehmen aus den Bereichen Softwareentwicklung, Erdwärmetechnologie, Fernwirk- und Überwachungssysteme, Biometrie, Wasseraufbereitung, Entsorgung und Gebäude- und Anlagentechnik.

Am Standort Baumholder befinden sich Unternehmen zur Demontage und Verwertung von Elektroaltgeräten sowie ein Labor für Umweltanalytik. Gemeinsam bilden der Umwelt-Campus und der Ökomark in Birkenfeld eine wertvolle Partnerschaft mit wirtschaftlichem und wissenschaftlichem Wachstumspotenzial.



Lichtdurchflutetes Glasdach im Foyer des UCB (Hintergrund), Regenwasser-Versickerungsfläche (Vordergrund)

### 3 Hinkel Netzwerk International: Von der Entsorgungswirtschaft zur Kreislaufwirtschaft



**D**en Weg aus der unregelmäßigen Entsorgungswirtschaft hin zu einer effizienten Kreislaufwirtschaft durch energetische und stoffliche Nutzung regionaler Ressourcen suchen viele Länder weltweit. Know-how und Technologie zur Planung und Umsetzung individueller kreislaforientierter Siedlungsabfallwirtschaftskonzepte bietet das rheinland-pfälzische Hinkel Netzwerk International. Für Regionen und Kommunen in Entwicklungs- und Schwellenländern entwickelt das Netzwerk Problemlösungen in der Siedlungsabfallwirtschaft. Von der Sammlung und dem Transport über die Behandlung der Siedlungsabfälle bis hin zur stofflichen und energetischen Verwertung von Abfallfraktionen sowie der Ablagerung von Inertstoffen liefern die Unternehmen alle erforderlichen Leistungen aus einer Hand.

Bild oben: Restmüllsammlung

Bild rechts: Abbrucharbeiten/weitere Aufbereitung der Betonfraktion vor Ort

Moderne Gesellschaften sollten sich vom heutigen Abfallbegriff lösen und die Ressource Abfall im Sinne der Kreislaufwirtschaft als regional verfügbaren Stoffstrom mit hohem Wertschöpfungspotenzial erkennen und einer optimierten stofflichen und energetischen Nutzung zuführen. Nachhaltige Stoffstrommanagementstrategien und -konzepte garantieren zudem Klimaschutz und Entsorgungssicherheit und tragen dazu bei, die Umwelt dauerhaft zu entlasten und volkswirtschaftliche Risiken, wie die Nachsorgekosten von Deponien, zu minimieren.

Während diesbezüglich für die Lösung technischer Aspekte erprobte und angepasste Verfahren zur Verfügung stehen, stellt sich immer deutlicher heraus, dass den sogenannten „weichen“ Faktoren im Sinne der jeweiligen sozialen, volks- und betriebswirtschaftlichen und strukturellen Rahmenbedingungen eine ebenso hohe Bedeutung beigemessen werden muss. Voraussetzung für die Etablierung von Kreislaufwirtschaftsstrategien ist deswegen auch, neben der Adaption angepasster Technologien, das Erarbeiten der jeweiligen sozialen, kulturellen, finanziellen, rechtlichen, institutionellen und politischen Rahmenbedingungen. Gerade in Schwellen- und Entwicklungsländern sind spezielle, standortangepasste Konzepte und maßgeschneiderte Lösungen gefordert. Hier bietet das Hinkel Netzwerk International zeitgemäße und wirtschaftliche Lösungen an, die gerade den „weichen“ Faktoren großen Stellenwert beimessen, da die lokalen Verwaltungsstrukturen frühzeitig in den Planungsprozess einbezogen und den verantwortlichen Behörden langfristige Kooperationen von 15 bis 20 Jahren angeboten werden.

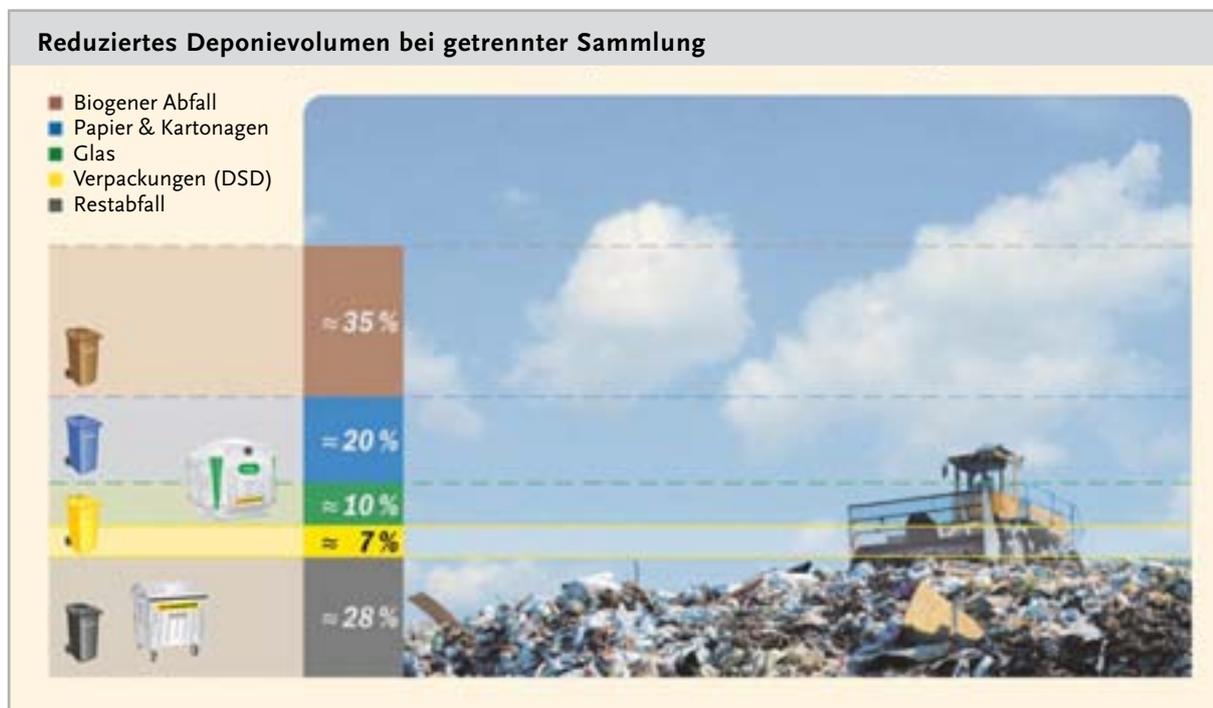




Beton-Recyclingprodukt als Rohstoff für die Wiederverwertung

Zum Netzwerk um die Müll Hinkel GmbH, einem mittelständischen rheinland-pfälzischen Unternehmen, gehören derzeit sechs national und international agierende Unternehmen sowie ein Hochschulinstitut. Langjährige Erfahrung kennzeichnet die Entsorgungsfachbetriebe sowie alle weiteren privatwirtschaftlichen Partner aus Anlagentechnik, Logistik und Fahrzeugbau, die ihre Leistungen gemeinsam auf internationalen Märkten als Hinkel Netzwerk International aus einer Hand bieten. Das Hochschulinstitut IfaS – Institut für angewandtes Stoffstrommanagement begleitet die Unternehmen bereits in der frühen Projektentwicklungsphase von der wissenschaftlichen Konzeption regionaler Stoffstrommanagementstrategien bis hin zu flankierenden Maßnahmen in der Projektumsetzung, wie zum Beispiel maßgeschneiderten Aus- und Weiterbildungsprogrammen.

Mit auf die jeweiligen lokalen Bedingungen abgestimmten Lösungen konkurriert das Hinkel Netzwerk International erfolgreich mit Großunternehmen. Erster Erfolg der Gruppe war der Gewinn der internationalen Ausschreibung für Sammlung, Transport, Behandlung, Recycling und Ablagerung der Siedlungsabfälle in der marokkanischen Touristen- und Hafenstadt Larache. Seit August 2007 organisiert dort das Hinkel Netzwerk International das Management der Siedlungsabfälle von 120 000 Einwohnern. Einzigartig in Marokko ist die Einführung einer getrennten Sammlung der organischen Siedlungsabfallfraktion, die zu einem hochwertigen Kompost verarbeitet und regional vermarktet wird.



Quelle: Fritz Schäfer GmbH

## 4 Nachhaltigkeitsstrategien in der Industrie



**K**osten senken und nachhaltig handeln, das sind Herausforderungen, denen sich moderne Industriebetriebe heute stellen müssen, um langfristig im internationalen Wettbewerb bestehen zu können. Zur Umsetzung von Nachhaltigkeitsstrategien stehen Unternehmen zahlreiche Managementinstrumente zur Verfügung, zum Beispiel Maßnahmen des produktionsintegrierten Umweltschutzes, Umweltmanagementsysteme, industrielle Stoffstrommanagement-Konzepte oder die ökologische Produktgestaltung, die eine Optimierung inner- und überbetrieblicher Material- und Energieströme ermöglichen und dazu beitragen, Ressourcen zu schonen und Emissionen zu senken.

Die feste Verankerung des Nachhaltigkeitsgedankens in Organisations- und Managementsystemen eines Unternehmens schafft die Grundlage für eine kreislauforientierte Wirtschaftsweise. Die BASF AG in Ludwigshafen am Rhein hat Strukturen geschaffen, um nachhaltiges unternehmerisches Handeln sowohl in den Produktionsprozessen als auch in den Bereichen der Zulieferung und Vermarktung umzusetzen.

Im Kompetenzzentrum Responsible Care arbeiten Fachleute weltweit zusammen an nachhaltigen Managementinstrumenten und steuern gemeinsam die Aktivitäten des Unternehmens im Umwelt-

Bild links: Betriebsgelände der BASF AG, Ludwigshafen

schutz, bei Sicherheit und Gesundheit. Die BASF hat sich ehrgeizige Umweltziele gesetzt, über deren Realisierung das Unternehmen jährlich berichtet. Unter anderem will das Unternehmen erreichen, bis 2012 zehn Prozent weniger Treibhausgase je Tonne Verkaufsprodukt zu emittieren.

Die BASF hat die Ökoeffizienz-Analyse entwickelt, die den Lebensweg eines Produktes oder eines Herstellungsverfahrens von der „Wiege bis zur Bahre“ unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten analysiert. Die BASF setzt diese Methodik als eines der ersten Unternehmen der chemischen Industrie ein, um zu entscheiden, in welche Produkte und Verfahren unter ökoeffizienten Gesichtspunkten investiert wird.

Im Produktionsbereich hat die BASF das sogenannte Verbundkonzept umgesetzt, das sich durch eine konsequente und effiziente Vernetzung einzelner Produktionsbetriebe auszeichnet. Durch die Verknüpfung der Produktionsanlagen können lohnende Wertschöpfungsketten aufgebaut werden und die Neben- und Abfallprodukte einer Produktion in einer weiteren als Rohstoff eingesetzt werden.

So ist es dem Unternehmen gelungen, die Produktionsmengen und die dafür eingesetzte Energie aus fossilen Brennstoffen zu entkoppeln: Der Einsatz an fossilen Energieträgern für den Dampfbedarf sank seit Mitte der 1970er-Jahre im Stammwerk Ludwigshafen um 44 Prozent, während die Produktion in der gleichen Zeit um rund 59 Prozent stieg. Entscheidend für diesen Erfolg war der Aufbau eines Energieverbundes, durch den die Energie, die in den Produktionsbetrieben beim Ablauf exothermer chemischer Prozesse in Form von Ab-

hitze anfällt, direkt am Ort der Entstehung in Dampf umgewandelt und in das unternehmens-eigene Dampfnetz eingespeist wird. Heute werden rund 55 Prozent des Dampfverbrauchs der BASF durch Abhitzenutzung und Verbrennung von Abfällen aus der Produktion gedeckt.

Des Weiteren setzt das Unternehmen in Produktionsbetrieben Ersatzbrennstoffe anstelle von Erdgas ein. Die Polystyrolfabrik in Ludwigshafen ist im Frühjahr 2006 entsprechend umgerüstet worden; weitere Betriebe werden in diesem Jahr folgen. Auch im Wassermanagement setzt das Unternehmen auf das Kreislaufprinzip. Das Ziel ist es, den Wasserverbrauch gering zu halten und möglichst viel Wasser in Kreisläufen mehrfach zu nutzen.

Die BASF bietet mit dem Nachhaltigkeitservice „Success“ auch ihren Kunden nachhaltige Lösungen in den Bereichen Energie, Produktverantwortung, Gesundheit, Sicherheit und Nachhaltigkeitsmanagement an. Das Angebot reicht – je nach Region und Branche – von Bestandsaufnahmen und Messungen bis hin zu Prozess- und Produktanalysen und der anschließenden Entwicklung von strategischen Lösungen.

Ökoeffizienz-Analyse und Vorteile des Verbunds

Die Ökoeffizienz-Analyse – Ein Werkzeug für die Zukunft

Ökoeffizienz-Analyse

Hohe Ökoeffizienz

Belastung für Luft und Wasser

Verbrauch an Rohstoffen und Energieträgern

Umweltbelastung

Kosten

Validierte Ökoeffizienz-Analyse-methode

TÜV

BASF

## 5 Die Papierindustrie – eine moderne Recyclingindustrie



Papiermaschine der Firma Palm in Wörth

**R**heinland-Pfalz ist ein wichtiger Standort für die moderne Fertigung von Papier, Karton und Pappe. Seit Beginn der Papierproduktion wird für die Herstellung von Papier und Pappe auch Altpapier als Sekundärfaserstoff eingesetzt. Altpapier ist heutzutage mengenmäßig der wichtigste Rohstoff für die deutsche Papierindustrie. Die Papierindustrie ist beim Einsatz ihrer Rohstoffe Holz und Altpapier wie auch bei der Kreislaufführung von Wasser im Produktionsprozess und der Wärme- und Energiegewinnung ein eindrucksvolles Beispiel für das Funktionieren der Kreislaufwirtschaft durch ein gezieltes Stoffstrommanagement.

Firmen mit großem Altpapiereinsatz sind in Rheinland-Pfalz die Kartonhersteller Buchmann in Annweiler und WEIG in Mayen, der Hygienepapierhersteller WEPA in Mainz und die Papierfabrik Palm

in Wörth mit einer der weltgrößten Papiermaschinen für Wellpappenrohpapier, in der pro Jahr 700 000 Tonnen Altpapier als Rohstoff eingesetzt werden.

Doch auch bei der Papierherstellung aus Altpapier ist eine Zufuhr von sogenannten Primär-(Holz-)fasern notwendig. Diese frischen pflanzlichen Faserstoffe werden in Deutschland aus Holz gewonnen, das entweder aus der Durchforstung der Wälder stammt, um den starken Stämmen Wachstumsmöglichkeiten zu geben, oder von Hackschnitzeln aus den Sägewerken, die dort als Nebenprodukt anfallen.

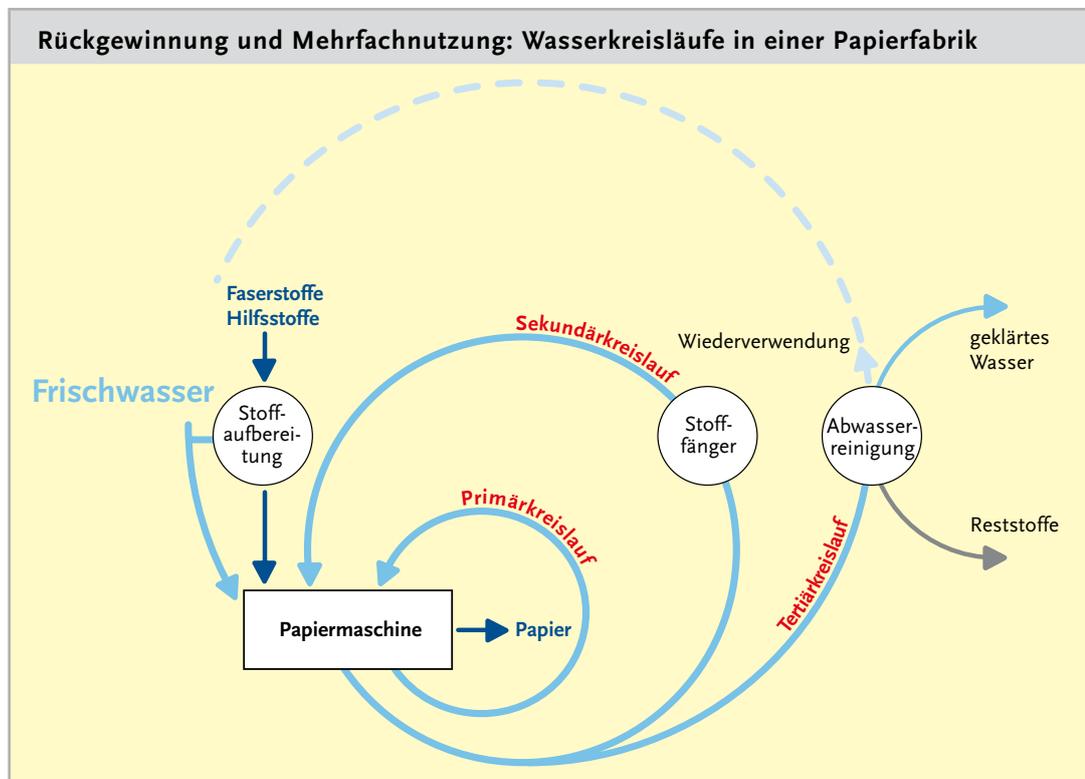
Die Wälder, aus denen das Holz für die Papierproduktion in Deutschland stammt, werden nachhaltig bewirtschaftet. Es wird nicht mehr Holz entnommen als nachwächst. Zugleich wird das Öko-

system Wald in seiner Funktion bewahrt. Dies gilt sowohl für den heimischen Wald wie auch für die Länder, aus denen die deutsche Papierindustrie Rohstoffe bezieht, wie Skandinavien, Kanada oder Brasilien. Entsprechende Zertifizierungssysteme sichern die Einhaltung von Umweltnormen zur verantwortbaren und nachhaltigen Bewirtschaftung der Wälder.

Neben der Steigerung des Einsatzes von Altpapier und der nachhaltigen Verwendung des Rohstoffes Holz konnte die Papierindustrie in den vergangenen Jahrzehnten auch im Produktionsprozess nennenswerte Effizienzsteigerungen erreichen.

Als Transportmittel für Faserstoffe ist Wasser für die Papierherstellung unentbehrlich. Durch die Schließung der innerbetrieblichen Wasserkreisläufe reichen heute zehn bis zwölf Liter Frischwasser zur Herstellung von einem Kilogramm Papier aus; vor einigen Jahrzehnten waren hierzu noch etwa 50 bis 100 Liter notwendig. Bis zu zehn Mal durchläuft das Wasser eine Papierfabrik. Durch die Kreislaufführung kann auch die im Prozesswasser enthaltene Wärme mehrfach genutzt werden. Bei den erforderlichen Trocknungsprozessen für das Papier minimiert die Papierindustrie ihren Energiebedarf durch Wärmerückgewinnung an der Papiermaschine selbst sowie bei eigener Energieerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung.

Die Firma WEIG-Karton in Mayen nutzt beispielsweise Faserbruchstücke und Füllstoffe aus der Kartonherstellung zur thermischen Energiegewinnung. Die hierbei anfallenden Reststoffe werden überwiegend in der Bauindustrie verwendet. Das bei der Abwasserreinigung anfallende Biogas nutzt WEIG-Karton zur Energieerzeugung und ersetzt hierdurch Erdgas. Abwärme aus der Energieerzeugung und Kartonherstellung wird in das Fernwärmenetz der Stadt Mayen eingespeist. Dieses Beispiel zeigt, dass durch die Implementierung von inner- und überbetrieblichen Stoffstrommanagement-Konzepten selbst energieintensive Branchen wie die Papierindustrie in die Lage versetzt werden, effiziente und nachhaltige Wirtschaftsweisen anzuwenden, und sich hieraus unmittelbare ökonomische wie ökologische Vorteile für den Betrieb und die Umwelt ableiten lassen.



## 6 Verwertung von Altglas



**D**ie Rückführung von Altglas (vor allem von Behälterglas aus dem Getränke- und Lebensmittelhandel) in den Produktionsprozess ist eines der ältesten Beispiele für die konsequente Nutzung von Ressourcen. Das Recyclingsystem für Glas besteht in Deutschland seit über 30 Jahren. Glas kann beliebig oft wieder eingeschmolzen werden, ohne dass sich dabei die Qualität verringert. Das Einschmelzen von recycelten Glasscherben benötigt wesentlich weniger Energie als der Einsatz von Primärrohstoffen.

In der Produktion von Grünflaschen können beispielsweise bis zu 90 Prozent Scherben eingesetzt werden. Altglas ist somit der wichtigste Grundstoff für die Produktion von neuen Glaserzeugnissen. Die Erfassung von Glasverpackungen erfolgt zu über 80 Prozent mithilfe von Depotcontainern. Vielfach erfolgt dabei eine farblich getrennte Erfassung

nach Weiß-, Braun- und Grünglas. Durch das flächendeckend im Lande installierte Glassammelsystem ist es gelungen, die von der Verpackungsverordnung vorgeschriebene stoffliche Verwertungsquote in Höhe von 75 Gewichtsprozent deutlich zu übertreffen (über 90 Gewichtsprozent).

Im Jahr 2006 wurden in Rheinland-Pfalz 26,7 kg Glasverpackungen pro Einwohner gesammelt und über 109 000 Tonnen Glas aus Haushaltsabfällen verwertet, eine Steigerung um 0,7 Gewichtsprozent gegenüber dem Vorjahr. Rheinland-Pfalz ist damit eines der Bundesländer mit der höchsten Glasverwertungsquote.

Die deutschen wie die rheinland-pfälzischen Hersteller haben sich auf den vermehrten Einsatz von Altglasscherben bei der Glasproduktion eingestellt und ihre Produktionsanlagen entsprechend umgerüstet. Ziel ist eine bestmögliche Scherbenqualität, das heißt, dass die Altglasscherben vor ihrer Rückführung in die Glashütten frei von Fremdstoffen und sorgfältig nach Farben sortiert sein müssen. Bei der Glasaufbereitung werden zunächst starke Verunreinigungen sowie Eisen und Nichteisenmetalle vom Altglas entfernt. Über optoelektronische Verfahren erfolgt eine Abtrennung von Keramik, Steinen und Porzellan aus den Rohscherben. Mithilfe des Durchlichtprinzips auf Infrarotbasis werden dann in einem weiteren Prozess verbleibende Reststoffe aussortiert.

Bei dem Sortierprozess in der Aufbereitungsanlage entsteht ein farblich getrenntes Glasgranulat von 0 bis 60 mm Kantenlänge, das als reiner Sekundärrohstoff in erster Linie zur Produktion von neuen Hohl- und Flachglasbehältern sowie in der Dämm-

stoffindustrie eingesetzt wird. Dieses Granulat kann nach Kundenwunsch abgeseibt werden, um einen gewünschten Siebschnitt zu erreichen.

Das Unternehmen G.R.I.-Glasrecycling NV betreibt bereits seit 1980 eine derartige Anlage zur Hohlglasaufbereitung in Worms.

Die EURA Glasrecycling GmbH & Co KG bereitet Altglas zu ofenfertigem Glasmehl auf. Der Vorteil von Glasmehl ist, dass sich das Mehl im Vergleich zu Glasscherben einfacher handhaben und gleichmäßiger mit anderen Rohstoffen vermischen lässt.

Bei der Herstellung von Glaswolle kann heute bis zu 70 Prozent recyceltes Altglas verwendet werden. Dafür wird das sortierte Altglas aufgeschmolzen und anschließend zerfasert. Die entstandenen Glaswollebahnen werden dann zu einzelnen Dämmstoffprodukten weiterverarbeitet. In Rheinland-Pfalz wird Glaswolle aus Altglas beispielsweise bei der Saint-Gobain Isover G+H AG, Ludwigshafen, am Produktionsstandort Speyer hergestellt. Die Glaswolleprodukte tragen aufgrund des hohen Altglasanteils an Recyclingglas das Umweltzeichen des Blauen Engels.



Dachgeschossdämmung mit Glaswollebahnen der Firma Saint-Gobain Isover G+H AG

Dieser Produktionsprozess ist ein weiteres gutes Beispiel für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft: Hergestellt aus Recyclingglas, zeichnet sich Glaswolle dadurch aus, dass sie selbst wiederum recycelbar ist. Produktionsrückstände können dem Produktionsprozess wieder zugeführt oder bei der Herstellung von Ziegeln oder Fliesen als Zuschlagstoff verwendet werden. Darüber hinaus wird das bei der Produktion benötigte Wasser in einem geschlossenen Kreislauf geführt, es entsteht kein Abwasser und die Zuführung von Frischwasser wird reduziert. Schließlich profitiert auch der Klimaschutz von diesem Verfahren: Durch den Einsatz der Glaswolle als Dämmstoff – unter anderem auch in Niedrigenergie- und Passivhäusern – können sowohl CO<sub>2</sub>-Emissionen als auch der Energieverbrauch erheblich vermindert werden.



Getrenntglassammlung der Firma G.R.I.-Glasrecycling

## 7 Verwertung von Kunststoffen

**K**unststoffe sind aus unserem Alltagsleben nicht mehr wegzudenken. Sie umgeben uns überall. Deshalb muss ein Hauptaugenmerk auf die Entsorgung der Altkunststoffe gerichtet werden. Werkstoffliche und rohstoffliche Kunststoffrecyclingverfahren schließen Stoffkreisläufe und sind somit ein wesentlicher Bestandteil der Kreislaufwirtschaft.



Altkunststoffe aus Haushaltsabfällen bilden das Ausgangsmaterial für das werkstoffliche Recycling bei der Hahn Kunststoffe GmbH

### Werkstoffliches Kunststoffrecycling

Das Unternehmen Hahn Kunststoffe GmbH betätigt sich unter dem Markennamen hanit® seit 1993 im werkstofflichen Recycling von Verpackungen aus dem Gelben Sack. Die Firma ist auf dem Gelände des Flughafens Frankfurt-Hahn ansässig. Jährlich bereitet das Unternehmen ca. 18 000 Ton-

nen Kunststoffabfälle auf. Ausgangsmaterial sind die in Ballen gepressten Altkunststoffe aus den Haushaltsabfällen der Gelber-Sack-Sammlungen. Diese werden zu einem Großteil aus regionalen Sortieranlagen bezogen. Das angelieferte Material wird vor Ort nochmals magnetisch sortiert, sodass schließlich ein Kunststoffgemisch verarbeitet werden kann, das aus 80 Prozent Polyethylen, 18 Prozent Polypropylen und zwei Prozent Fremdstoffen (z. B. Papier und Holzfasern) besteht. Die industrielle Fertigung im Intrusions-, Press-, Spritzguss- und Extrusionsverfahren ermöglicht eine umfangreiche Produktgestaltung. Das Produktionsprogramm umfasst mehr als 1 000 Artikel, die in erster Linie im Bereich des Garten- und Landschaftsbaus verwendet werden. Neben Abfallbehältern, Tischen, Bänken, Pflanzkübeln, Palisaden, Kompostern und Wegplatten beinhaltet das Sortiment auch Zäune und Lärmschutzwände. Aufgrund ihrer Widerstandsfähigkeit und Umweltfreundlichkeit sind die Produkte vielseitig einsetzbar.



Aus PET-Abfällen stellt RAMPF Ecosystems Recyclingpolyole her, die in die Polyurethanproduktion einfließen



Das Unternehmen RAMPF Ecosystems aus Pirmasens entwickelte Europas größte Anlage für thermische Glycolyse

Das Unternehmen, das seit dem Jahr 2003 zur internationalen RAMPF-Gruppe gehört, entwickelte zudem ein halbhartes Integralschaumsystem auf Recypol®-Basis. Parallel dazu wurde eine neue Produktionslinie für PUR-Formteile aufgebaut. Inzwischen werden etwa 45 verschiedene Formteilserien produziert, die beispielsweise in Fitnessgeräten sowie in Transportsystemen für die Automobilindustrie zum Einsatz kommen.

Im Bereich Forschung und Entwicklung bilden neue Polyole auf Pflanzenölbasis derzeit einen neuen Unternehmensschwerpunkt.

## Rohstoffliches Kunststoffrecycling

In Rheinland-Pfalz beschäftigt sich das Unternehmen RAMPF Ecosystems seit mehr als 15 Jahren mit dem Recycling von Polyurethan (PUR) und Polyethylenterephthalat (PET).

Das umfassende Know-how der RAMPF Ecosystems GmbH & Co. KG ermöglicht es, für fast alle Polyurethananwendungen ein chemisches Recycling und somit die Gewinnung qualitativ hochwertiger Recyclingpolyole anzubieten. Polyurethan wird hauptsächlich zur Herstellung von Schaumstoffen verwendet. Die Altkunststoffe aus PUR werden durch ein spezielles chemisches Verfahren zu (Recycling-)Polyol aufbereitet. Das sogenannte Recypol® oder Petol® fließt erneut in die Herstellung von Polyurethan ein. Für den Recyclingprozess hat das Unternehmen eine Anlage zur thermischen Glycolyse entwickelt, die heute zu den größten Anlagen ihrer Art in Europa zählt.



Produkt aus hanit®-Recyclingkunststoff

## 8 Verwertung von Altmetall und Elektroschrott



Firmengelände der Fa. Theo Steil GmbH in Trier

Aus ganz Europa gelangen Altmetalle aus Altkarosserien, Maschinen, Motoren und sonstigen Anlagen von europäischen Kleinbetrieben, Mittelständlern und führenden Unternehmen der Stahl- und Automobilbranche nach Rheinland-Pfalz. Das Unternehmen Theo Steil GmbH zum Beispiel betreibt im Trierer Hafen einen der modernsten Stahl- und Metallrecyclingbetriebe Deutschlands. Dort werden die Altmetalle zunächst durch den Einsatz innovativer Recyclingtechnologie bis zum gewünschten Reinheitsgrad von Fremd- und Störstoffen befreit. Durch Metallschredder, Autofalter, Schrottscheren und Sinkschwimmanlagen werden die Schrotte zerkleinert und zehntelprozentgenau von Störstoffen getrennt. Pro Jahr recycelt die Theo Steil GmbH

**D**er weltweit wachsende Ressourcenbedarf spiegelt sich in ständig ansteigenden Rohstoffpreisen wider und verdeutlicht, dass Rohstoffe nur in begrenztem Umfang verfügbar sind. Altmetalle und Elektroschrotte aus Haushalten und der Industrie bestehen aus Wertstoffen, die recycelt und zu Sekundärrohstoffen aufbereitet werden können. Durch den Einsatz effizienter und moderner Recyclingtechnologien gelingt eine nahezu vollständige Rückführung von Rohstoffen in den Produktionskreislauf; gleichzeitig werden gefährliche oder für die Umwelt bedenkliche Stoffe einer umweltgerechten Entsorgung zugeführt.



Bild links: Austrageband der Schreddermaschine mit Separationsprodukt



rund 1700000 Tonnen Schrott und Nichteisenmetalle, die überwiegend in der regionalen Stahlindustrie und in regionalen Metallhütten wiederverwertet werden.

Die Günther Schmelzer GmbH aus Ludwigshafen recycelt Metalle und Schrotte mittels modernster Schredder- und Separationstechnologien zu einem Produkt, das direkt in Stahlwerken und Gießereien wieder zur Stahlerzeugung eingesetzt werden kann. Die hierbei benutzten Anlagen erlauben eine bestmögliche Wiederverwertungsquote, da neben dem Stahl auch weitere Metalle wie z.B. Aluminium wiedergewonnen werden. Das hierzu eingesetzte Inputmaterial stammt sowohl aus kommunalen Wertstoffsammlungen als auch aus der Privatwirtschaft.

Die RDE GmbH mit Sitz im rheinland-pfälzischen Baumholder recycelt Elektro- und Elektronikaltgeräte. RDE verfügt über manuelle Zerlege- und Sortieranlagen mit einem Schadstofflager für Kondensatoren, Batterien, Leuchtstoffröhren und andere quecksilberhaltige Erzeugnisse. Im Rahmen des vorsorgenden Umweltschutzes bietet das Unternehmen auch Beratungsleistungen im Bereich der recyclinggerechten Produktgestaltung an.

Die ALBA R-plus GmbH recycelt ebenfalls Elektro- und Elektronikaltgeräte. Das Unternehmen betreibt in Lustadt eine hochmoderne Recyclinganlage, die manuelle und automatisierte Prozesse kombiniert und somit das Recycling aller Arten von Elektroschrott ermöglicht. Die eingesetzte Recyclingtechnik gewährleistet einen hohen Reinheitsgrad. Die gewonnenen Fraktionen werden weltweit als Sekundärrohstoffe vermarktet und finden Wiederverwendung in Produkten, in Stahl- und Metallhüttenwerken und in der kunststoffverarbeitenden Industrie.



Rohstofftrennung von Elektronikschrott bei der Firma RDE



Trockenmechanische Aufbereitungsanlage für E-Schrott bei der Firma ALBA R-Plus GmbH in Lustadt

## 9 Sortierung und Aufbereitung von Abfällen



**D**ass Abfälle Ressourcen – ob zur stofflichen oder zur energetischen Verwertung – sind, ist eine der Kernaussagen der kreislauforientierten Ressourcenwirtschaft. Durch die stoffliche Wiederverwendung von Glas, Kunststoff, Metall, Papier und Bauschutt oder die energetische Nutzung heizwertreicher Fraktionen als Ersatzbrennstoff sowie die energetische und stoffliche Nutzung organischer Fraktionen des Siedlungsabfalls wird ein zusätzlicher Ressourcenabbau vermieden. Die wichtigste Voraussetzung für das Recycling von Stoffströmen ist die getrennte Erfassung einzelner Fraktionen. Dies ist durch die manuelle Trennung durch den Konsumenten oder durch den Einsatz moderner Sortiertechnik möglich. In Rheinland-Pfalz gibt es sowohl Anbieter kundenspezifischer Sortieranlagen mit zukunftsfähiger und effizienter Hochtechnologie als auch Entsorgungs- bzw. Verwertungsunternehmen, die diese anwenden.

Die TiTech Visionsort GmbH entwickelte in Andernach und jetzt am neuen Standort Müllheim-Kärlich fortschrittliche Technologien für die Sortierung von Stoffströmen. Ihr AutoSort® MF, das flexibelste optische Sortiersystem der Welt, ist mit einem

TiTech-Autosort-Sortierungssystem im Einsatz

Reinheitsgrad von 98 Prozent und einer Ausbringungseffizienz von 95 Prozent in der Lage, Abfälle nach Materialarten, Farben und Papiersorten vollautomatisch zu trennen. Bei sicherer und konstanter Reinheit sowie Flexibilität aufgrund der Anpassung von Sortierkriterien können bis zu zehn Tonnen Material pro Stunde effizient sortiert werden. Dabei werden Materialien auf einem Förderband angestrahlt, wobei sie im nahen Infrarot-Wellenlängenbereich Licht reflektieren, welches das einzigartige Erkennungsmerkmal für jede Materialart ist. Mithilfe einer Software werden die Materialart, die Objektgröße, die Objektform und die Position auf dem Förderband effizient bestimmt. Eine weitere Fähigkeit des Sortiersystems stellt ein „Cyan, Magenta, Yellow, Black“-Sensor dar, der es ermöglicht, bedrucktes Papier und bedruckte Kartontage eindeutig auf den Farbdruck zu untersuchen und deinkingfähiges Material auszusortieren. Unterschiedliche Farben durchsichtiger und undurchsichtiger Objekte wie beispielsweise PET-Flaschen werden mittels eines „Visuell“-Sensors bestimmt. Zur Verbesserung der Material- und Farbfeststellung ist eine „Objektsicht“-Software in der Lage, Objektränder deutlich zu erkennen und somit eine präzise Vergleichbarkeit der Objekte zu ermöglichen.

Anwendung findet TiTech-Sortiertechnik durch das Entsorgungsfachunternehmen A.R.T. Abfallberatungs- und Verwertungsgesellschaft mbH, die insbesondere für die Sortierung von Leichtverpackungen (LVP) der Stadt Trier und des Kreises Trier-Saarburg zuständig ist. Am Trierer Hafen betreibt die A.R.T. GmbH eine Sortieranlage für Verkaufsverpackungen mit dem Grünen Punkt, die im Jahr 2006 ca. 60 000 Tonnen separierte. Besonders zukunftsweisend ist die Trennung der Kunststoffe, die den „konventionellen“ Stand der Sortiertechnik

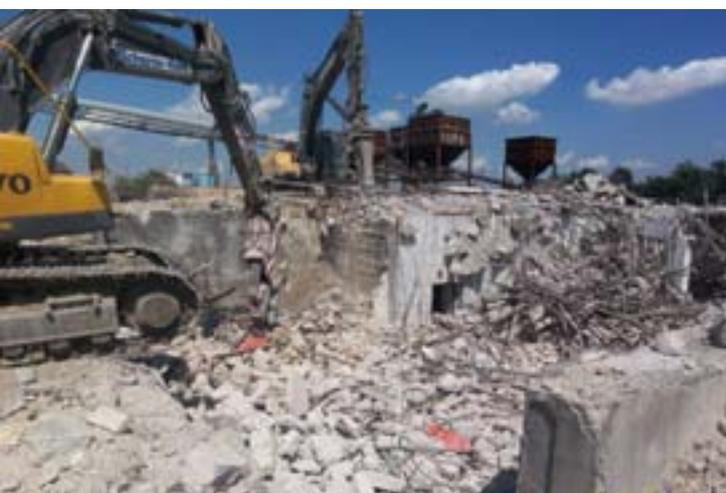


Vorsiebmaterial als Recyclingbaustoff

übertrifft: Die automatische Sortierung der Verpackungen mittels Nahinfrarot-Technik in die Kunststoffarten Polyethylen (PET), Polypropylen (PP), Polystyrol (PS) und Polyethylenterephthalat (PET) ist das Herzstück der Anlage. Hierbei wird der Kunststoffstrom über einen Windsichter geführt, der die verbleibenden Kunststoffe dann noch einmal in flexible und formstabile Verpackungen aufteilt. Der flexible Anteil gelangt in die Fraktion der Mischkunststoffe. Der formstabile Anteil erreicht schließlich Nahinfrarot-Trennaggregate, die Artikel einer bestimmten Kunststoffart automatisch identifizieren und mit Pressluftimpulsen vom übrigen Material trennen. So entstehen Fraktionen, die zu über 92 Prozent sortenrein sind. Diese Kunststoffe werden zu Ballen gepresst und wie die Folienfraktion an Recyclingpartner geliefert, die sie hochwertig werkstofflich verwerten.

Seit 1980 betreibt die Scherer+Kohl GmbH drei Aufbereitungsanlagen, in denen mineralische Abfälle zu Recyclingbaustoffen aufbereitet werden. Mit dem Werk III im Kaiserwörthhafen in Ludwigshafen verfügt das Unternehmen über ein in Deutschland einzigartiges Mineralstoff-Verwertungszentrum mit einer Durchsatzleistung von

500 000 Tonnen pro Jahr. Die vielfältigen verfahrenstechnischen Möglichkeiten der Anlage ermöglichen die Herstellung qualitativ hochwertiger Sekundärbaustoffe. Im Annahmehbereich werden mineralische Abfälle sortenrein zwischengelagert. Das Material wird dann durch mehrstufiges Sieben, Zerkleinern, Magnetscheiden und manuelles Aus-sortieren von Störstoffen zu verschiedenen mineralischen Baustoffen aufbereitet. Diese Produkte werden entweder im Straßen- und Tiefbau verwertet oder im Waschwerk zu höherwertigen Sekundärbaustoffen veredelt. Ziel des Unternehmens ist es, Sekundärbaustoffe herzustellen, die mit Primärbaustoffen gleichzusetzen sind, und somit dazu beizutragen, den Abbau von natürlichen Ressourcen zu vermindern. Selbst die bei der Produktion der Recyclingbaustoffe entstehenden Abfallprodukte werden einer weiteren Verwertung zugeführt: Das bei der Absiebung von Bauschutt entstehende „Vorsiebmaterial“ kann als Auffüllmaterial verwendet werden und wird auch dementsprechend vertrieben. Die beim Brechen von Beton und Hartgestein entstehenden Feinanteile, in Fachkreisen auch Brechsande genannt, können z. B. als Fugenmaterial oder bei der weiteren Herstellung von Splitten eingesetzt werden. Die hergestellten Sekundärbaustoffe werden regional und entlang der Rheinschiene auch überregional vermarktet. Neben den mineralischen Abfällen wird zudem Schlacke aus Müllheizkraftwerken zu Baustoffen aufbereitet. Eisen- und Nichteisen-Anteile werden einer fachgerechten Verwertung zugeführt. Unverbrannte Anteile der Schlacke werden manuell aussortiert und im Müllheizkraftwerk thermisch verwertet.



Abbruch einer Werkhalle und Wiederverwertung des vom Armierungseisen befreiten Betons als Recyclingbaustoff

## 10 Maschinen zur Biomasse- und Abfallaufbereitung

**Z**ur Kreislaufführung vieler Stoffströme müssen diese zumeist maschinell bearbeitet, konditioniert, sortiert oder befördert werden. Innovative technische Lösungen, die an die speziellen Anforderungen der Kunden angepasst sind, werden auf nationalen und internationalen Märkten verstärkt nachgefragt. Der Maschinenbau hat in Rheinland-Pfalz eine lange Tradition und gehört zu den wichtigsten Wirtschaftszweigen des Landes. Die Qualität rheinland-pfälzischer Maschinen unterstreicht die Nachfrage nach Produkten aus Rheinland-Pfalz auf internationalen Märkten. Die Exportquote der Branche lag im Jahr 2006 bei über 60 Prozent, was einem Warenwert von 4,6 Mrd. Euro entsprach.

Seit 1977 stellt sich die Rudnick & Enners Maschinen- und Anlagenbau GmbH aus dem rheinland-pfälzischen Alpenrod im Westerwald mit maßgeschneiderten Lösungen „aus einer Hand“ den Problemstellungen ihrer nationalen und internationalen Kunden. Das Maschinenbauunternehmen projiziert, plant, fertigt und montiert komplette stationäre Anlagen für die Biomasseaufbereitung



Bild oben: Brennstoffzuführung mit Überlängenabscheidung für das Biomasseheizkraftwerk Eberswald

Bild rechts: Lagersilos der Firma HAAS GmbH



Schiffsverladung auf dem Gelände der Firma HAAS GmbH

zur energetischen oder stofflichen Verwertung sowie Anlagen zur Altholz- und Restmüllaufbereitung und für die Herstellung von Holzpellets. Hierbei steht besonders die Entwicklung von einstufigen Lösungen für die Erzeugung von Hackschnitzeln direkt aus Stammholz bis zu stationären, mehrstufigen Systemen für dauerhafte Verfügbarkeit und höchste Wirtschaftlichkeit im Vordergrund. Selbst Stammdurchmesser bis zu 1000 mm können direkt in Hackschnitzel verarbeitet werden. Neben der Zerkleinerungstechnik liefert Rudnick & Enners die komplette Förder-, Sieb- und Lagertechnik für die Handhabung der Biomasseprodukte, wie z. B. im Heizkraftwerk Eberswalde. Für die Produktion von Holzpellets hat Rudnick & Enners ebenfalls durchdachte Lösungen parat, die ein optimales Ausgangsmaterial erzeugen. Hierbei wird besonderes Augenmerk auf die Spanqualität gelegt, die in den Folgeprozessen zu einer erheblichen Energieeinsparung führt und sich exzellent weiterverarbeiten lässt.



Durch die ständige Weiterentwicklung der Konstruktion sowie marktorientierte Fertigungsplanung gelang es der HAAS Holzzerkleinerungs- und Fördertechnik GmbH aus Dreisbach im Westerwaldkreis in den letzten Jahren, zu einem namhaften Hersteller und Lieferanten zur Lieferung schlüsselfertiger Altholz-Recyclinganlagen sowie sonstiger Wertstoff-Zerkleinerungsanlagen und -maschinen zu werden. Das 1989 gegründete Familienunternehmen startete mit der Konstruktion und Herstellung von vertikalen und horizontalen Trommelhackern, Sieben und Förderanlagen im Bereich der Sägewerksentsorgung. Heute konstruiert, fertigt und liefert HAAS komplette Frisch- und Altholz-Aufbereitungsanlagen für die Spanplatten- sowie die Zellstoff- und Papierindustrie, Biomasseanlagen sowie mobile Zerkleinerungstechnik. Ein beeindruckendes Beispiel für die Aufbereitung von Altholz findet man im Projekt Van Vliet in den Niederlanden. HAAS baute dort eine Altholz-Aufbereitungsanlage mit Aufbereitung, Sortierung und Verladesystemen. Hier wird am Ende ein zu 99,5% reiner Span hergestellt, der höchsten Qualitätsansprüchen genügt. Im Bereich des Müllrecyclings (Haus-, Gewerbe- und Industriemüll) bietet die Firma eine umfangreiche Produktpalette von mobilen und stationären Zerkleinern, Sieben und Förderern für eine effektive Aufbereitung des anfallenden Materials. So können die entstandenen neuen Produkte ressourcenschonend in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden.

Einzelkomponenten und technische Komplettlösungen zur ressourcenschonenden Verwertung von Stoffströmen, zur Aufbereitung von Wertstoffen sowie zur Vermeidung von Abfällen gehören zu den Leistungen der Vecoplan AG. 1969 in Bad Marienberg als Spezialist für Zerkleinerungsmaschinen gegründet, stieg Vecoplan rasch zu einem national und international führenden und erfolgreichen

Maschinenbauunternehmen für Recyclingtechnik auf. Auf allen fünf Kontinenten finden sich über 15000 Kunden der maßgeschneiderten Aufbereitungsanlagen. Neben der Zerkleinerungstechnik bietet Vecoplan ein umfassendes leistungsfähiges Programm an Förder-, Sieb- und Separiertechnik. Die überzeugende hohe Wirtschaftlichkeit sowie Verfügbarkeit der Vecoplan Förder- und Zerkleinerungstechnik war das ausschlaggebende Argument



Abfallbehandlungsanlage der Firma Vecoplan AG

für die Westerwald GmbH & Co. KG für den Kauf mechanischer Aufarbeitungsanlagen der Firma Vecoplan. In verschiedenen Betriebsbeispielen sind in der Vorzerkleinerung Maschinen des Unternehmens eingesetzt. Der bewährte Zweiwellen-Vorzerkleinerer eignet sich speziell für Haus-, Sperr- und Gewerbemüll sowie Produktionsreste. Höchste Zuverlässigkeit gepaart mit Robustheit, bei geringen Betriebs- und Verschleißkosten, sind hier die Markenzeichen.

## 11 Effiziente Energieerzeugung aus Restabfall und Sekundärrohstoffen



Mainzer Müllheizkraftwerk

In Mainz ist seit dem Jahr 2003 eines der energieeffizientesten Müllheizkraftwerke (MHKW) in Betrieb. Bei der Anlagenkonzeption wurden in verschiedener Hinsicht neue Wege beschritten: Das im Industriegebiet Ingelheimer Aue errichtete Müllheizkraftwerk ermöglicht durch die Kopplung mit einem hochmodernem Gas- und Dampfturbinenkraftwerk die Gewinnung von Energie aus Abfällen zur Strom-, Prozessdampf- und Fernwärmeerzeugung.

Jährlich werden in den zwei Verbrennungslinien des Müllheizkraftwerkes rund 230 000 Tonnen Industrie- und Siedlungsabfälle energetisch verwertet. Aufgrund des hohen Heizwertes des Abfalls ist eine selbstgängige Verbrennung ohne zusätzlichen Einsatz von Primärenergie möglich. Die Errichtung einer dritten Verbrennungslinie mit dazugehöriger Abgasreinigung (Bauzeit: Februar 2007 bis Herbst 2008) ermöglicht ab Fertigstellung eine Erhöhung der Verbrennungsleistung um etwa 50 Prozent auf rund 340 000 Tonnen im Jahr.

Der im Müllheizkraftwerk produzierte Dampf wird im benachbarten Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (GuD-Kraftwerk) der Kraftwerke Mainz-Wiesbaden zur Gewinnung von Strom und Fernwärme eingesetzt. Die Stromerzeugung erfolgt hier zum einen durch eine Gasturbine, in der der eingesetzte Brennstoff zunächst zur direkten Stromerzeugung genutzt wird, zum anderen werden die bei der Verbrennung erzeugten heißen Abgase der Gasturbine im nachgeschalteten Abhitzedampferzeuger zur Dampferzeugung genutzt. Zusammen mit dem im MHKW produzierten Dampf wird schließlich eine Dampfturbine angetrieben. Der in der Anlage generierte Strom entspricht dem elektrischen Bedarf von über 40 000 Haushalten. Zudem wird ein Teil

**W**ährend im Bereich der zentralen Energie- und Wärmeversorgung sowie in industriellen Anlagen mit hohem Wärmebedarf bis vor einigen Jahren hauptsächlich fossile Brennstoffe wie Erdöl, Kohle und Gas im Produktionsprozess eingesetzt wurden, wird heute die Substitution dieser Primärenergieträger durch die heizwertreichen Fraktionen von Restabfällen immer wichtiger. In einer Kreislaufwirtschaft werden durch die verstärkte energetische Nutzung von Restabfall und sogenannten Sekundärbrennstoffen kostenintensive Primärenergieträger eingespart und die Inanspruchnahme von Deponieraum durch die Inertisierung der Abfälle minimiert.

des Dampfes aus der Dampfturbine ausgekoppelt und dient der Bereitstellung von Prozessdampf und Fernwärme für externe Verbraucher.

Der elektrische Wirkungsgrad der GuD-Anlage beträgt 58 Prozent. Durch Kraft-Wärme-Kopplung kann ein Gesamtnutzungsgrad von 70 Prozent der eingesetzten Primärenergie erreicht werden. Aufgrund der Substitution des Primärenergieträgers Erdgas durch den im Müllheizkraftwerk produzierten Dampf kann zudem der CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Kraftwerks erheblich reduziert werden. Neben dem Müllheizkraftwerk in Mainz verfügt das Land Rheinland-Pfalz über weitere Müllheizkraftwerke in Ludwigshafen und Pirmasens, die ebenfalls Strom und Fernwärme erzeugen. Das Unternehmen BASF in Ludwigshafen nutzt Klärschlamm zur Energiegewinnung. Die Verbrennung des Klärschlammes erzeugt ebenfalls Strom und Fernwärme, wodurch fossile Energieträger eingespart werden können.

Bei der Abwasserbehandlung im Unternehmen fallen jährlich ungefähr 1,6 Millionen Tonnen Klärschlamm mit einem Feststoffanteil von ca. 80 000 Tonnen an. Der Schlamm wird mit Asche, Kohle und Flockungsmittel aufbereitet, dann entwässert und verbrannt, sodass Dampf und Strom erzeugt und effizient genutzt werden. 2006 wurden ungefähr 75 000 MWh Nutzwärme und 60 000 MWh



Fraktion von Siedlungsabfällen

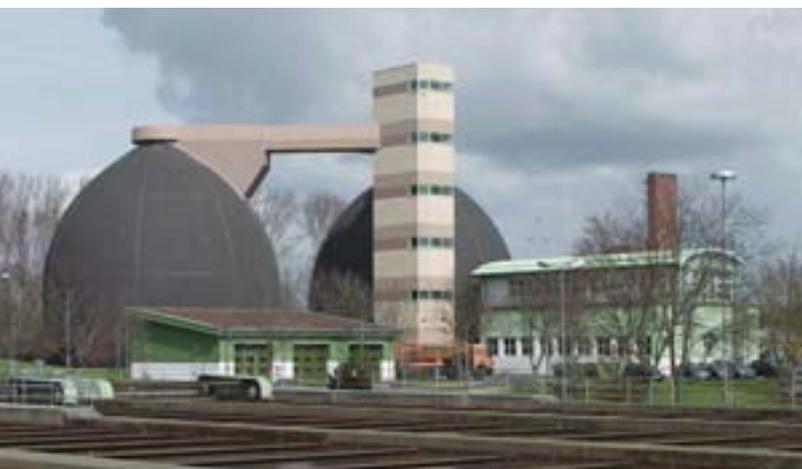
Strom generiert. Mithilfe des Dampfes erzeugt eine Turbinengeneratorstation bis zu 12 MW Strom. Für die Technischen Werke Ludwigshafen werden bis zu 15 MW Fernwärme bereitgestellt und weitere 4 MW für die BASF-Betriebe in Frankenthal-Mörsch.

Eine weitere Möglichkeit der energetischen Verwertung bietet die Nutzung von heizwertreichen Abfällen als Sekundärbrennstoff in Industriebetrieben mit hohem Wärmebedarf. Im Prozess der Zementherstellung ersetzt beispielsweise das Unternehmen Dyckerhoff in seinem Werk in Göllheim bis zu 40 Prozent der benötigten fossilen Brennstoffmenge durch Sekundärbrennstoffe. Zum Einsatz kommen vor allem Altreifen, Altöl, heizwertreiche flüssige Abfälle sowie Teppich- und Kunststoffreste.



Altreifen für die Nutzung als Sekundärbrennstoff

## 12 Effiziente Abwasserbehandlung



Kläranlage mit Faultürmen zur Klärgasgewinnung

**D**ie Sicherstellung der Wasserversorgung durch den effizienten Umgang mit Wasser und die Schließung von Wasserkreisläufen ist eine globale Herausforderung. Schon heute haben weltweit 1,2 Milliarden Menschen keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser, fast doppelt so viele leben ohne geregelte Abwasserversorgung. Das Land Rheinland-Pfalz begegnet dieser Herausforderung sowohl mit effizienten zentralen wie auch dezentralen Konzepten der Wasserbehandlung.

In Rheinland-Pfalz sind 99 Prozent der Bevölkerung durch die Kanalisation an eine Kläranlage angeschlossen. Der Ausbau der Abwasseranlagen und ein hoher Anschlussgrad an die Kanalisation haben maßgeblich zur Verbesserung der Gewässergüte in Rheinland-Pfalz beigetragen. Im laufenden Prozess einer ständigen Verbesserung der kommunalen Kläranlagentechnik, insbesondere unter ökologischen Gesichtspunkten, hat die Energieeinsparung und -erzeugung einen hohen Stellenwert. Dabei werden durch die Förderung von innovativen Technologien und Strategien neue Verfahren zur Schließung von Stoffkreisläufen in der Abwasserbehandlung entwickelt.

„Aus Abwasser mach R(h)einwasser“ – unter diesem Motto sorgt der Bereich Entwässerung des

Mainzer Wirtschaftsbetriebes dafür, dass Schmutz- und Regenwasser gesammelt, wiederaufbereitet und aus ökologischer Sicht unbedenklich der Natur – in diesem Fall dem Rhein – wieder zurückgegeben werden kann. Im Zentralklärwerk im Stadtteil Mombach werden die Abwässer von über 210 000 Einwohnern sowie der angeschlossenen Industrieunternehmen in mehreren Schritten gesäubert. Der bei der Aufbereitung entstehende Schlamm wird in Faultürme geleitet. Dort wird die organische Substanz unter Ausschluss von Sauerstoff abgebaut und das gewonnene Methan im Anschluss verstromt. Das Volumen des Schlammes wird danach durch Trocknung weiter reduziert. Das während der einzelnen Trocknungsstufen herausgefilterte Wasser wird aufgefangen und zurück zur biologischen Reinigung gebracht, um den Wasserkreislauf zu schließen.

Solche geschlossenen Kreisläufe finden sich auch im Bereich der dezentralen Abwasserbehandlung. Bei der dezentralen Abwasserbehandlung werden sogenannte Pflanzenkläranlagen (im kommunalen, gewerblichen und auch im privaten Bereich) an solchen Standorten bevorzugt eingesetzt, an denen eine Kanalisation für zentrale Kläranlagen nicht wirtschaftlich wäre. In der Regel bestehen Pflanzenkläranlagen aus abgedichteten Erdbecken, die mit Filtersubstraten befüllt werden. Eine Schilfbepflanzung sorgt für eine dauerhafte Wasserdurchlässigkeit und eine Sauerstoffanreicherung im Filtersubstrat. Nach einer mechanischen oder teilbiologischen Vorreinigung wird das Abwasser einem oder mehreren bewachsenen Bodenfiltern zugeführt. Während das Abwasser das Filtermaterial durchströmt, wird es von Bakterien und Kleinstlebewesen biologisch gereinigt. Zusätzlich tragen chemisch-physikalische Austauschvorgänge und Bindungsreaktionen im Boden erheblich zur Reini-



Pflanzenkläranlage St. Alban nach der Fertigstellung

gung bei. Das gereinigte Abwasser wird anschließend in ein Gewässer, den Untergrund oder einen Speicherteich eingeleitet.

Mit der Planung und dem Bau solcher Pflanzenkläranlagen beschäftigt sich seit dem Jahr 1990 die areal – Gesellschaft für nachhaltige Wasserwirtschaft mbH aus Rheinland-Pfalz. In St. Alban im Donnersbergkreis reinigt seit 2004 eine semizentrale kommunale Pflanzenkläranlage des Unternehmens die Abwässer der beiden Ortschaften St. Alban und Gerbach. Aufgrund der 1150 angeschlossenen Einwohnerwerte und der drei Module zur Regenwasser-, Abwasser- und Schlammbehandlung gilt sie als eine der größten und innovativsten Pflanzenkläranlagen Deutschlands. Neben einem Vorklärteich mit einem Volumen von 1100 m<sup>3</sup> verfügt die Anlage über 2750 m<sup>2</sup> Fein- und 1250 m<sup>2</sup> Grobfilterbeete.

Ein Beispiel für den Einsatz naturnaher Abwasserbehandlungsanlagen der areal GmbH im gewerblichen Bereich ist der landwirtschaftliche Betrieb Fehmel in der Nähe von Mutterstadt. Hier dient die Pflanzenkläranlage der Reinigung des stark verschlammten und mit Pflanzenresten verschmutzten Gemüsewaschwassers. Die Pflanzenkläranlage ist so konzipiert, dass zunächst ein großer Anteil Schlamm und die groben Pflanzenreste in speziellen Absetzbecken zurückgehalten werden. Dann wird das vorgereinigte Abwasser auf zwei mit Schilf bewachsene, insgesamt etwa 800 m<sup>2</sup> große Bodenfilter aufgebracht. Das gereinigte Waschwasser wird in einem Speicherbecken aufgefangen und für die ersten Waschgänge wiederverwendet. Die organischen und mineralischen Reste aus den Absetzbecken werden auf den landwirtschaftlichen Flächen des Betriebs ausgebracht. Somit werden Wasser, organische und mineralische Reste zu 100 Prozent wiederverwendet.

In Zukunft kann vor allem der Einsatz sogenannter Trennsysteme die Realisierung geschlossener Kreisläufe fördern. Trennsysteme verhindern die Vermischung von Regenwasser und Abwasser und tragen dazu bei, die zu reinigende Wassermenge zu minimieren. Ein weitergehender Ansatz, die Stoffströme weitgehend zu separieren, stellt die Fäkalien-separierung dar. Das Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz hat dazu ein Forschungsprojekt gestartet, in dem das in Rheinland-Pfalz vorhandene Potenzial zur Nährstoffrückgewinnung quantifiziert wird.

Im September 2005 wurde durch das Ministerium zudem die Initiative „Benchmarking Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz“ gestartet, die eine Steigerung der Energieeffizienz von Abwasseranlagen anstrebt. Energieanalysen an ausgewählten Kläranlagen haben ergeben, dass landesweit von einem Einsparpotenzial in einer Größenordnung von 30 Prozent ausgegangen werden kann. Die Umsetzung konkreter Maßnahmen zur Effizienzsteigerung an Beispielanlagen wird dazu beitragen, den Technologietransfer in diesem Bereich zu stärken.



Pflanzenkläranlage St. Alban nach der Inbetriebnahme

## 13 Thermische und landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm



Bild oben: Innenansicht der Halle zur Klärschlamm-trocknung in Hochdorf-Assenheim

**B**ranchenübergreifende Kooperationen zur effizienten Nutzung von Stoffströmen kennzeichnen erfolgreiche Kreislaufwirtschaftsmodelle. So dient Klärschlamm, der als Wertstoff am Ende des Abwasserreinigungsprozesses entsteht, beispielsweise als Nähr- und Humusstoff in der Landwirtschaft. Belasteter Klärschlamm kann als Brennstoff in der Zementindustrie energetisch verwertet werden. Der Heizwert und damit der wirtschaftliche Nutzen des Klärschlammes steigen mit dem Trocknungsgrad des Schlammes. Während ein Schlamm, der nur mechanisch entwässert ist, noch nicht verbrannt werden kann, besitzt getrockneter Klärschlamm eine Energiedichte, die nahezu an den Heizwert von Braunkohle heranreicht. Die Verwertung von Klärschlamm ist allerdings nur dann effizient, wenn zur Trocknung keine fossilen Brennstoffe eingesetzt werden. Im Land Rheinland-Pfalz wurden hierzu zahlreiche erfolgreiche Konzepte umgesetzt.

Durch den Energiegehalt von rund 11 MJ/kg wird getrockneter Klärschlamm als biogener Sekundärbrennstoff wirtschaftlich immer interessanter. Ein hoher Nutzen wird bei der Mitverbrennung des Trockenschlammes im Zementwerk erzielt, weil

dort im Prozess der Klinkererzeugung eine energetische und auch eine stoffliche Verwertung des Klärschlammes stattfinden. Der biogene Anteil dient als Kohleersatz, der mineralische Anteil wird in den Zementklinker eingebunden. Es verbleibt somit keine Asche, die später zu entsorgen ist. Erfolgreich praktiziert wird dieses Konzept durch das Unternehmen Dyckerhoff in einem Zementwerk in Göllheim. Getrocknet wird der Klärschlamm für das Zementwerk in einer Klärschlamm-trocknungsanlage im rheinland-pfälzischen Hochdorf-Assenheim, das die WVE GmbH aus Kaiserslautern im Jahre 2007 in Betrieb genommen hat. Das Konzept basiert ausschließlich auf dem Einsatz regenerativer Energieträger, da Sonnenenergie und die Abwärme einer Biogasanlage zur Trocknung genutzt werden.

Die Biogasanlage wird seit dem Jahr 2006 auf dem Gelände des landwirtschaftlichen Betriebes Friedrich Theo + Alexander GbR in Hochdorf-Assenheim betrieben. Jährlich werden rund 5 000 m<sup>3</sup> Schweinegülle und 8 000 Tonnen Maissilage verarbeitet, wo-

bei der Mais von den umliegenden Feldern des Hofes stammt. Neben der thermischen Energie, die den Eigenenergiebedarf der Anlage deckt und für den Trocknungsprozess genutzt wird, entsteht aus der Verwertung des Biogases in einem Blockheizkraftwerk Strom, der in das öffentliche Stromnetz eingespeist und nach dem deutschen Erneuerbare-Energien-Gesetz vergütet wird.

In unmittelbarer Nähe der Biogasanlage wurde die EDZ-Trocknungsanlage, die im Wesentlichen eine Weiterentwicklung der bekannten solaren Trocknungsanlage darstellt, errichtet. Diese besteht aus einem mit Kunststoffolie bedachten Gewächshaus bzw. Trockenhaus, das über eine Trocknungsfläche von etwa 1400 m<sup>2</sup> verfügt. Die Wärme für den Trocknungsvorgang wird der Anlage über die natürliche Sonneneinstrahlung und durch die installierte Niedertemperaturbodenheizung zugeführt. Durch diese Fußbodenheizung wird es möglich, die Abwärme des Blockheizkraftwerkes zur Klärschlamm-trocknung optimal zu nutzen.

Die Klärschlamm-trocknungsanlage mit ihrem speziellen Förder- und Wendesystem hat einen jährlichen Durchsatz von rund 5000 Tonnen Klärschlamm. Mittels Sonnenwärme und der unterstützend wirkenden Fußbodenheizung verdampft das im Klärschlamm gebundene Wasser und der Klärschlamm wird auf seinem Weg zum Austragsystem der Anlage bis auf einen Feststoffgehalt von über 90 Prozent getrocknet. Der Austausch der mit Wasserdampf gesättigten Luft in der Anlage erfolgt über Lüftungskappen im Dach des Trockenhauses. Das Trockengut, das eine feste, granulatartige Form und Konsistenz hat, wird über ein stirnseitig angeordnetes Becherwerk in ein neben-

Klärschlamm-trocknung mittels Sonnenwärme und Abwärme aus einer Biogasanlage in Hochdorf-Assenheim

stehendes Silo gefördert. Die Abfuhr zum Zementwerk erfolgt dann mit Silofahrzeugen.

Durch Kombination der Biogas- und Trocknungstechnik werden die Energiebilanzen der beiden Komponenten optimiert, sodass letztendlich im Rahmen der Klärschlammverbrennung eine positive Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz des Gesamtkonzeptes erzielt werden kann. Durch die Verbrennung im Zementwerk erfolgt zudem eine stoffliche Verwertung, sodass auch durch diesen Prozess wertvolle natürliche Ressourcen geschont werden. Von dieser vorbildlichen branchenübergreifenden Kooperation profitieren alle Beteiligten: So erhält die Wasserwirtschaft einen nachhaltig gesicherten Verwertungsweg, der Landwirt eine zusätzliche Einkommensquelle als Energiewirt, der Verbraucher grünen Strom, der regional produziert wird, und letztendlich die Industrie einen energetisch und stofflich wertvollen sowie kostengünstigen biogenen Brennstoff.



## 14 Biogastechnologien in Rheinland-Pfalz

**B**iogas entsteht durch die Vergärung von organischen Reststoffen aus Landwirtschaft, Gewerbe und Haushalten sowie von nachwachsenden Rohstoffen. Die Bereitstellung unterschiedlichster Energieträger und -formen, wie Naturgas, Strom, Wärme und Kälte oder Treibstoff, zeichnet die Technologie gegenüber anderen erneuerbaren Energien aus. Stofflich kann die Biogastechnologie zur biologischen Stabilisierung organischer Reststoffe und belasteter Abwässer sowie zur Produktion hochwertiger organischer Dünger aus dem Gärrest eingesetzt werden. Die Vorzüge der Biogastechnologie liegen daher in deren vielfältigen Einsatzgebieten in der Agrarwirtschaft, der Industrie und auf kommunaler Ebene.

Im Jahr 2006 wurden in Deutschland 5400 GWh elektrische Energie durch Biogasanlagen bereitgestellt. Das entspricht rund sieben Prozent des Anteils, der 2006 durch erneuerbare Energien bereitgestellt wurde. So konnten 4 041 000 Tonnen CO<sub>2</sub>

eingespart werden. In Rheinland-Pfalz tragen derzeit etwa 90 Biogasanlagen zu diesem Erfolg bei, wobei bis zum Jahr 2008 mit der Inbetriebnahme der 100. Anlage gerechnet werden kann.

Zur Behandlung von Bioabfällen stellt heute die Vergärung in Biogasanlagen eine ökonomisch wie ökologisch sinnvolle Ergänzung zur Kompostierung dar. Die Biogastechnologie ist nicht nur weniger flächenintensiv – der Flächenbedarf sinkt um rund 30 Prozent –, auch geruchsintensive Emissionen können erheblich gemindert werden. Der wesentliche Vorteil der Biogastechnologie liegt allerdings in der positiven Energiebilanz und in der Reduktion von Treibhausgasemissionen. Im Gegensatz zum Kompostierungsprozess wird das klimaschädliche Methangas, das einen rund 21-mal stärkeren Einfluss auf das Klima als Kohlenstoffdioxid hat, aufgefangen und energetisch verwertet.

Bild unten: Biogasanlage in Nusbaum-Freilingen



Die rheinland-pfälzische Recybell Umweltschutzanlagen GmbH & Co. KG, Tochter der Bellersheim Unternehmensgruppe, hat 1999 eine Bioabfallvergärungsanlage, die nach dem einstufigen, mesophilen Biostab-Nassvergärungsverfahren arbeitet, am Standort Boden errichtet. Die Biogasanlage behandelt die Bioabfälle von ca. 350 000 Einwohnern des Westerwaldkreises sowie des Kreises Altenkirchen; dies entspricht einer Gesamtmenge von 45 000 Tonnen Bioabfall jährlich, bei einer genehmigten Kapazität von 57 500 Jahrestonnen. Die Anlage speist rund 3 Mio. kWh Strom in das öffentliche Stromnetz. Durch den Prozess entstehen aus dem Bioabfall über 12 000 Jahrestonnen hochwertige Biostab-Erde, die als Sekundärrohstoffdünger und Bodenverbesserungsmittel anerkannt ist.

Ein ebenso erfolgreicher Ansatz wird im Zentrum für Energie & Umwelt Systeme (ZEUS) in Reinsfeld verfolgt. Die hier errichtete 1-MW-Biogasanlage, welche von dem Generalunternehmen ÖKO-BiT projektiert und schlüsselfertig gebaut wurde, vergärt seit mehr als drei Jahren neben einem geringen Anteil von nachwachsenden Rohstoffen hauptsächlich industrielle und landwirtschaftliche organische Reststoffe. Das gewonnene Biogas wird vor Ort verstromt und versorgt über das öffentliche Stromnetz mehr als 2 500 rheinland-pfälzische Haushalte kontinuierlich mit Strom. Besonders erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang das Konzept der Biogasanlage, wonach auch die zur Verfügung stehende Abwärme des Blockheizkraftwerkes fast vollständig zur Hygienisierung der Gärreste genutzt wird. Durch die Ausbringung des Gärrestes als hochwertiger Dünger für die angrenzenden Felder schließt sich der Nährstoffkreislauf wieder. Das Ergebnis ist eine regenerative Energieproduktion aus Biogas in einem geschlossenen und damit CO<sub>2</sub>-neutralen System.



Hygienisierungsstufe der ZEUS-Biogasanlage in Reinsfeld

Die Nutzung von Abwärme ist ein entscheidender Faktor für den wirtschaftlichen Betrieb einer Biogasanlage. In der Ortschaft Nusbaum-Freilingen in der südlichen Eifel betreibt die BOSZ-BIO-ENERGIE GmbH eine landwirtschaftliche Vergärungsanlage in Kombination mit einer Produktionsstätte für Holz- und Grünmehlpellets, ein Kraftfutter beispielsweise für die Milchvieh- und Zuchtsauenhaltung. In der vom Ingenieurbüro H. Berg & Partner geplanten Biogasanlage werden jährlich ca. 1 800 000 m<sup>3</sup> Biogas aus der gemischten Vergärung von Rindergülle und Schweinegülle, Festmist, nachwachsenden Rohstoffen, Speiseresten und Fetten produziert. Bei der energetischen Verwertung des Biogases in einem Blockheizkraftwerk entsteht Strom, der in das öffentliche Netz eingespeist wird. Die überschüssige Abwärme mit einem Heizöläquivalent von rund 400 000 Litern wird in einer auf dem Betriebsgelände der Biogasanlage errichteten Trockenhalle zur Produktion der Holz- und Grünmehlpellets genutzt. Durch die Kombination zweier Technologien und die Umsetzung eines innovativen Wärmekonzeptes wird somit die ganzheitliche Nutzung des Energieertrages der Biogastechnologie erreicht.

## 15 Stoffliche und energetische Verwertung von Biomasse



**D**as Wertschöpfungspotenzial biogener Stoffströme ist hinreichend bekannt; dies spiegelt sich auch in der wachsenden Konkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Verwertung von Biomasse wider. Reststoffe aus Landwirtschaft, Forstwirtschaft oder Gewerbe sowie nachwachsende Rohstoffe bilden heute sowohl für Unternehmen der Holzverarbeitenden Industrie und der Biomasseaufbereitung als auch für Betreiber von Anlagen zur Strom- und Wärmeproduktion einen wertvollen Rohstoff. Während durch die stoffliche Verwertung von Biomasse Primärrohstoffe geschont werden können, leistet die energetische Verwertung einen Beitrag zur Substitution fossiler Brennstoffe und damit zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Als land- und forstwirtschaftlich geprägtes Land bietet Rheinland-Pfalz hohe Potenziale zur stofflichen und energetischen Biomassenutzung, was durch die Umsetzung zahlreicher Projekte und Anlagen in diesem Bereich belegt wird.

Seit mehr als zehn Jahren nutzt die Firma Nolte Holzwerkstoff GmbH & Co. KG in Germersheim ein innovatives Recyclingverfahren zur stofflichen Verwertung von Altmöbelspanplatten. Als mittelständischer Hersteller von Möbeln auf Spanplat-

tenbasis entwickelte das Unternehmen ein Verfahren, das die Wiedergewinnung von Spanplatten-spänen aus Produktionsresten sowie von Gebrauchts-panplatten aus Altmöbeln ermöglicht. Durch den Einsatz der wiedergewonnenen Späne zur Herstellung neuer Rohspanplatten ist ein umweltschonender Umgang mit Rohstoffen gewährleistet; die Ausgangsmaterialien Rohspanplatte und Papier werden durch die mehrmalige Kreislaufführung optimal verwertet. Mit einer Recyclingkapazität von 55 000 Tonnen pro Jahr ermöglicht die Recycling-Anlage im nachgeschalteten Spanplattenwerk eine Einsparung der benötigten Holzrohstoffe von rund 20 Prozent. Zudem konnten durch die Anlage bisher 350 000 Tonnen Altmöbelspanplatten einer Entsorgung auf Deponien entzogen werden.

Aufgrund der Verknappung von Rohstoffen werden heute in der Holzverarbeitenden Industrie auch vermehrt Ein- und Mehrjahrespflanzen als Ressource genutzt. Die Holzwerke Ludwig Kuntz GmbH aus Morbach beschäftigen sich seit geraumer Zeit mit der Herstellung von besonders leichten Spanplatten aus Rohstoffgemischen. Neben dem herkömmlichen Einsatz von Holz werden in Produktionsversuchen alternative Rohstoffe wie Raps oder Getrei-

destroh beigemischt. Leichte Spanplatten aus Holz und Hanf werden bereits im industriellen Maße für die Möbelindustrie hergestellt. Im Rahmen eines europäischen Forschungsprojektes werden derzeit weitere Gemische auf Basis von Recyclingholz und unterschiedlichen Ein- und Mehrjahrespflanzen wie Mais oder Miscanthus getestet. Das Ziel ist es, mithilfe des diversifizierten Rohstoffeinsatzes besonders leichte und umweltfreundliche Spanplatten herzustellen, die ähnliche mechanische und qualitative Eigenschaften wie konventionelle Platten besitzen. Am Ende des Produktzyklus können die Mischspanplatten recycelt oder der thermischen Verwertung zugeführt werden und schonen dadurch einmal mehr wertvolle Holzressourcen.

Auch bei der Herstellung von Biobrennstoffen können heute, neben Reststoffen aus der Forstwirtschaft und der Holzverarbeitenden Industrie, landwirtschaftliche Reststoffe wertschöpfend eingesetzt werden. Die RLP AgroScience GmbH in Neustadt an der Weinstraße erarbeitet Konzepte, die eine thermische Nutzung von festen Produktionsabfällen aus dem Obst- und Gemüseanbau, dem Weinbau sowie der Brennereiindustrie ermöglichen. In Deutschlands Weinbauregionen fallen beispiels-



Getrocknetes Rebholz



Tresterlagerung im Feld

weise jährlich erhebliche Mengen Traubentrester und Rebhölzer an, die fast ausschließlich landbaulich entsorgt werden. Im Rahmen des Forschungsprojektes „Trester als fester Biobrennstoff“ untersucht die RLP AgroScience GmbH derzeit, ob durch die Trocknung und Pelletierung von Trester und Rebholz ein marktfähiges Produkt entstehen kann, welches mittelfristig zu einer wirtschaftlichen Stärkung des ländlichen Raumes und zur Schaffung neuer Arbeitsplätze beiträgt. Erste Versuchsergebnisse haben gezeigt, dass die Herstellung des Brennstoffes grundsätzlich möglich ist. Die Tresterpellets erfüllen nicht nur die physikalischen Qualitätsanforderungen gemäß der DIN



Abbrandversuch mit Tresterpellets



Pelletwerk der Firma Mann

Plus für Holzpellets, sondern überschreiten mit einem durchschnittlichen Brennwert von 21,8 GJ/t auch den Brennwert von Holzpellets oder Braunkohle. Im Rahmen eines Pilotprojektes soll nun der Einsatz der Pellets in entsprechenden Heizanlagen weiter erprobt und technisch und wirtschaftlich evaluiert werden. In Zukunft könnten bei einer konsequenten Umsetzung dieses Verfahrens hochgerechnet auf die gesamte Rebfläche Deutschlands jährlich etwa 265 000 Tonnen Trester und 318 000 Tonnen Rebholz energetisch verwertet werden, ohne den Weinbau zu beeinträchtigen. Bezogen auf den Heizwert würde sich dadurch theoretisch ein energetisches Potenzial von ca. 1 400 GWh ergeben. Dies entspricht einem Heizöl-Äquivalent von ca. 135 Mio. Liter beziehungsweise dem jährlichen Energiebedarf von etwa 115 000 Einfamilienhäusern und einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von etwa 354 000 Tonnen.

Mit der Aufbereitung von biogenen Stoffen und der Erzeugung elektrischer Energie und Wärme aus Biomasse beschäftigt sich in Rheinland-Pfalz bereits seit dem Jahr 1994 die Firma Mann Naturenergie GmbH & Co. KG. Hobel- und Sägespäne, Neben-

produkte der Holzverarbeitenden Industrie, werden durch das Unternehmen zu den sogenannten Westerwälder Holzpellets verarbeitet. Die im Produktionsprozess benötigte Wärme wird durch das unternehmenseigene Biomasseheizkraftwerk zur Verfügung gestellt. Dieses wird auf Basis von Landschaftspflegeschnitten betrieben. Die Abwärme des Biomasseheizkraftwerks wird jedoch nicht nur zur Trocknung der Holzspäne genutzt, sondern auch das Firmengelände und ein Gewächshaus werden über ein Nahwärmenetz mit Wärme versorgt. Der generierte Strom wird in das öffentliche Netz eingespeist. Durch die Installation einer Rauchgaskondensationsanlage im Mai 2007 konnten die Energieeffizienz der Anlage bei bleibendem Brennstoffeinsatz erhöht und die Emissionen weiter reduziert werden. Neben der Planung, Bauüberwachung und Inbetriebnahme von Großprojekten im Holzpelletbereich verfügt das Unternehmen weiterhin über Erfahrungen beim Betrieb von Pflanzenölmotoren. Im Rahmen eines Pilotprojektes am Standort in Langenbach wurde der Einsatz von gebrauchtem Pflanzenöl (Frittierfett) in einem Motor mit je 770 kW thermischer und elektrischer Leistung erfolgreich erprobt. Die hier gewonnenen Erkenntnisse kamen bis heute europaweit in mehreren Anlagen mit Leistungen bis zu 18 MW<sub>e</sub> zur Anwendung.

Die Zeller Naturenergie GmbH & Co. KG in Mutterstadt bereitet Grünschnitt, Waldholz und Altholz aus der Region zu Hackschnitzeln auf, mit denen sowohl kleinere Biomasseheizanlagen als auch Heizkraftwerke mit mehreren MW Leistung in der Region beliefert werden.



Bild rechts: Matrice zur Herstellung von Holzpellets



Firma Mann Naturenergie GmbH & Co. KG / Anlieferung und Zerkleinerung der Biomasse

Rheinland-Pfalz verfügt heute über elf Altholzkraftwerke, die mit ihrer Kapazität den gesamten Anfall des Landes aufnehmen. Hinzu kommen mehr als 160 größere Holzhackschnitzel- und Holzpelletanlagen mit einer installierten Leistung von mehr als 210 MW sowie mehrere Tausend Kleinanlagen.

In Wörth am Rhein betreibt die Kraft-Wärme-Wörth GmbH mit einer Leistung von 1,5 MW derzeit die größte Holzhackschnitzelheizung in Rheinland-Pfalz. Die Anlage versorgt zahlreiche Gebäudekomplexe in der Nachbarschaft mit umweltfreundlicher Wärme durch Holzhackschnitzel aus der Region. Dazu gehören unter anderem mehrere größere soziale Einrichtungen wie ein Altenzentrum, die Bienwald-Residenz mit alten- und behindertengerechten Wohnungen und ein Kindergarten sowie zwei Hochhäuser mit jeweils 100 Wohnungen. Zur Energiezentrale gehört auch ein Blockheizkraftwerk, welches das komplette Nahwärmesystem mit Strom versorgen kann.

Eine von der Pfalzwerke AG betriebene Holzhackschnitzelanlage mit 300 kW Leistung deckt den gesamten Grundwärmebedarf der Realschule in Eisenberg kohlendioxidneutral ab. Die Holzhackschnitzelheizung kann neben normalen Holzabfällen auch einen sehr hohen Anteil an Grünschnitt als Brenn-

material nutzen. Die Holzkesselanlage mit einer Hochtemperatur-Vergaserbrennkammer und einem Vor- und Rückschubrost ist sehr gut geeignet, um Hackschnitzel mit hoher Feuchte zu verbrennen. So kann ein großer Teil des im Donnersbergkreis aufkommenden Grünschnitts ohne vorherige Trocknung sinnvoll verwertet werden.

Einen besonderen Beitrag zur regionalen Wertschöpfung leistet auch das Forstamt Cochem durch die Bereitstellung von Holzhackschnitzeln aus dem regionalen Staats-, Kommunal- und Privatwald für eine Holzhackschnitzelheizung, die sowohl die Realschule und das Gymnasium in Cochem als auch das Moselbad mit Wärme versorgt. Die Hackschnitzelheizung wird durch einen Contractor betrieben. Nach den ersten zwei Heizperioden konnte festgestellt werden, dass die Holzhackschnitzel-



Holzhackschnitzelkessel inklusive Abgaswärmetauscher

heizung der Realschule und des Gymnasiums mit einer Leistung von 650 kW und einer Abgaswärmehintergewinnung von zusätzlichen 50 kW mehr als 90 Prozent des thermischen Jahresenergiebedarfs der Schulgebäude decken kann und so einen wichtigen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-neutralen Energieversorgung von kommunalen Einrichtungen beisteuert.



Bohrturm/Geothermiewerk Landau

**D**ie Geothermie basiert auf der Nutzung des natürlichen Temperaturanstiegs mit zunehmender Tiefe in der Erdkruste. Das Gebiet des Oberrheingrabens weist bereits drei bis fünf Kilometer unter der Erdoberfläche eine Temperatur von bis zu 200 °C auf. Diese sogenannte Wärmeanomalie bietet ideale Voraussetzungen für die effiziente und wirtschaftliche Nutzung der Erdwärme in Rheinland-Pfalz.

Ein großer Vorteil der Erdwärmennutzung liegt in ihrer Grundlastfähigkeit, das heißt, sie ist weder von Tages- noch von Jahreszeiten abhängig und kann mit sehr unterschiedlichen technischen Verfahren gewonnen werden.

### Tiefengeothermie

Zur geothermalen Energienutzung wurde im Jahr 2007 in der Stadt Landau der Start des Testbetriebes eines Erdwärmekraftwerkes aufgenommen. Die Nutzung der Erdwärme erfolgt hier über ein sogenanntes hydrothermales System, das die in rund 3000 Metern Tiefe vorhandenen Thermalwasservorräte des Oberrheingrabens mithilfe eines „Organic Rankine Cycle“- (ORC-) Kreislaufs in elektrische Energie umwandelt. Zu diesem Zweck wird zunächst über 150 °C heißes Wasser über eine Förderbohrung aus dem Erdinneren an die Erdoberfläche gepumpt und daraus mittels eines Wasser-Dampf-Kreislaufes Dampf erzeugt. Dieser treibt eine Turbine an. Ein Generator wandelt die dadurch erzeugte Rotationsenergie in elektrische Energie um. Die Restwärme des Prozesses wird über ein Wärmesystem ausgekoppelt, das umliegende Häuser beheizt und mit warmem Wasser versorgt. Das durch den Prozess abgekühlte Wasser wird über eine Injektionssonde wieder in den Untergrund gepresst.

Die installierte elektrische Leistung des Geothermiekraftwerks wird im ersten Bauabschnitt 2,9 MW betragen. Etwa 20 GWh Strom können so pro Jahr generiert und rund 6000 Haushalte mit elektrischer Energie versorgt werden. Zusätzlich werden in der ersten Phase etwa 300 Haushalte über ein Nahwärmenetz mit Wärme versorgt. In Zukunft sollen weitere Siedlungen erschlossen und die thermische Leistung des Kraftwerkes auf bis zu 6 MW erhöht werden.

Durch das Projekt werden nicht nur regionale Energiepotenziale verfügbar gemacht und Energieimporte vermieden, sondern es wird auch ein aktiver Beitrag zum Klimaschutz geleistet: Berechnungen haben gezeigt, dass durch das Geothermiekraftwerk in Landau jedes Jahr ca. 5800 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden können.

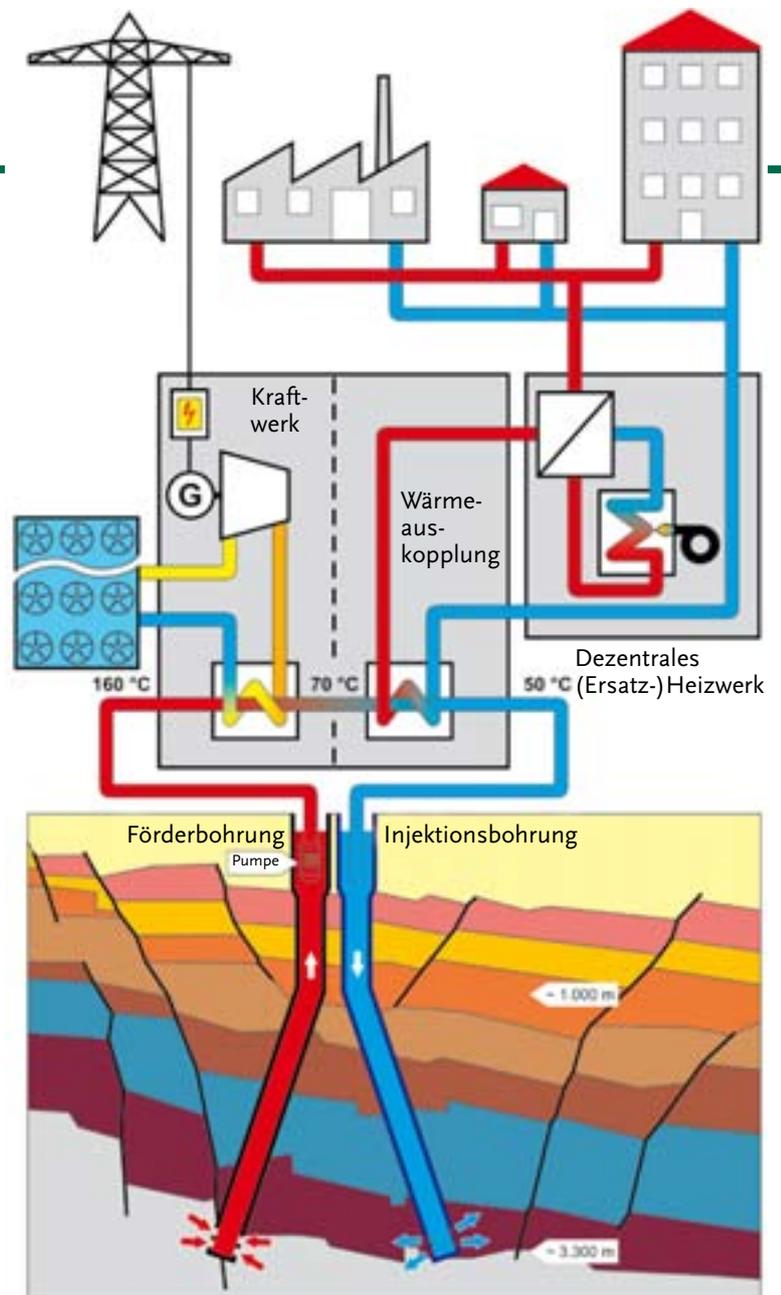
Realisiert werden konnte das ehrgeizige Projekt nicht zuletzt durch das Engagement der rheinland-

pfälzischen Energieversorger Pfalzwerke und EnergieSüdwest. Neben der Gründung der geox GmbH, die die Kompetenzen der beiden Unternehmen im Bereich Geothermie vereint, haben die Energieversorger auch einen erheblichen Teil der Investitionen selbst übernommen. Die Landesbank Rheinland-Pfalz, die Sparkasse Südliche Weinstraße und die Investitionsstrukturbank Mainz stellten die entsprechend notwendigen Darlehen der Projektgesellschaft zur Verfügung. Weitere Geothermieprojekte sind bereits in anderen rheinland-pfälzischen Orten, wie zum Beispiel in Speyer, Worms, Offenbach (Pfalz) und Bellheim, geplant.

### Oberflächennahe Geothermie

Modernste Umwelt- und Pumpentechnik erlaubt inzwischen auch die autarke Erdwärmeversorgung von Privathaushalten. Die durch oberflächennahe Geothermie abschöpfbare Energiemenge ermöglicht in Rheinland-Pfalz den effizienten Betrieb von privaten Wärmepumpen zur Heizungs- und Warmwasserversorgung.

Im Rahmen des Projektes „Energiehaus der Zukunft – Innovative Projekte für mehr Energieeffizienz“, das durch die RWE Rhein-Ruhr AG ins Leben gerufen wurde, wird beispielsweise die erste „CO<sub>2</sub>-freie Wärmepumpensiedlung“ entwickelt. Im Neubaugebiet Mühlenflur der Verbandsgemeinde Kröv-Bausendorf werden derzeit 18 Gebäude mit



Schema der Geothermienutzung

modernster Anlagentechnik errichtet. Die innovative Wärmepumpentechnik nutzt die Umweltwärme zur Beheizung der Gebäude und zur Erwärmung von Brauchwasser. Um die Umweltwärme für die Beheizung nutzbar zu machen, werden lediglich rund 25 Prozent elektrische Antriebsenergie für die Wärmepumpe benötigt. Dieser Strom kommt im „Energiehaus der Zukunft“ aus regenerativen Energiequellen, sodass die Beheizung und Brauchwassererwärmung der Gebäude vollkommen CO<sub>2</sub>-frei erfolgt.

Bohrkronenwechsel bei der Erstellung der Injektionsbohrung für das Geothermiekraftwerk in Landau

## 17 Windenergie



**D**ie Windenergie leistet in Rheinland-Pfalz mit rund 2 Mrd. kWh Strom pro Jahr einen wesentlichen Beitrag zur regenerativen und klimafreundlichen Stromerzeugung und ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor in der Region. Zahlreiche Windparks sowie Unternehmen der innovativen Wachstumsbranche tragen in erheblichem Maß zur regionalen Wertschöpfung bei.

Morbacher Energielandschaft: Im Hunsrück erzeugt ein vielseitiger Mix aus regenerativen Energien sauberen Strom

In der Morbacher Energielandschaft werden demnächst zwei erfahrene Unternehmen aus Rheinland-Pfalz eine neue Weltbestmarke im internationalen Windenergiesektor setzen. Neben den in der Energielandschaft vorhandenen Anlagen zur Nutzung von Sonnen- und Bioenergie und einem bestehenden Windpark plant die juwi-Gruppe aus Mainz hier den Bau der welthöchsten Windenergieanlage. Zum Einsatz kommt dabei Windenergie-technik aus dem Westerwald: die Fuhrländer FL 2500 mit einer Nabenhöhe von 160 Metern, einem Rotordurchmesser von 100 Metern und einer Gesamthöhe von 210 Metern. Dank neuer Technologien lassen sich die Winde in größeren Höhen wirtschaftlich nutzen, was für Standorte im südwestdeutschen Binnenland von großem Interesse ist. Der Standort der FL 2500 wird rund 50 bis 60 Meter unterhalb des Hochplateaus der Morbacher Energielandschaft liegen. Die FL 2500 kann dort wegen der großen Turmhöhe, des großen Rotors und der Nennleistung von 2,5 MW rund 6,5 Mio. kWh Strom pro Jahr erzeugen. Die von der Anlage erzeugte Energiemenge entspricht dem Verbrauch von etwa 2 000 Haushalten. Mit Errichtung der Anlage ist Ende 2008/Anfang 2009 zu rechnen. Das Investitionsvolumen beträgt etwa 3,5 Mio. Euro.

Die juwi-Gruppe und die Fuhrländer AG haben bereits zahlreiche Windenergieprojekte in Rheinland-Pfalz erfolgreich umgesetzt. Mehrere dieser Vorhaben werden von der pfalzwind GmbH betrieben, einer gemeinsamen Tochtergesellschaft der juwi-Gruppe und der Pfalzwerke AG. Dazu zählen die Windparks in Dickesbach im Landkreis Birkenfeld, in Haserich im Landkreis Cochem-Zell, in Herx-

heimweyher an der Südlichen Weinstraße und in Rülzheim im Landkreis Germersheim.

Rheinland-Pfalz beheimatet zudem den größten Windpark Süddeutschlands auf dem Windfeld Rheinhessen/Pfalz. 28 Windkraftanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 32,9 MW produzieren jährlich etwa 57 Mio. kWh sauberen Strom und versorgen damit rund 16 000 Haushalte.

Neben neuen Standorten liegt das Potenzial der Windkraft in Rheinland-Pfalz aber vor allem im sogenannten Repowering, also im Ersatz bestehender Anlagen durch neue und leistungsstärkere. Am Schneebergerhof bei Gerbach im Donnersbergkreis begann man im September 2003 mit einem der



Lettweiler Höhe: Insgesamt elf Windräder drehen sich auf den Anhöhen südwestlich von Bad Kreuznach

bundesweit ersten Repowering-Projekte. Zwei der fünf bestehenden Windkraftanlagen wurden mit leistungsfähigeren Maschinen ausgestattet, sodass die fünf Anlagen heute über eine Gesamtleistung von 8,9 MW verfügen und zusammen pro Jahr rund 50 Prozent mehr Strom als die alten Windräder generieren.

Die Beispiele verdeutlichen, dass das Land Rheinland-Pfalz über umfassendes Know-how im Bereich der Windenergie verfügt. Die Fuhrländer AG ist der Pionier für die Windenergienutzung im Binnenland. Die juwi-Gruppe zählt zu den führenden Unternehmen im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland und errichtet und betreibt Photovoltaik-, Biomasse- und Windkraftanlagen. Im Windkraftbereich hat das Unternehmen mittlerweile allein in Rheinland-Pfalz über 220 Anlagen mit einer Gesamtleistung von rund 350 MW realisiert und ist mittlerweile auch weltweit aktiv.



Windkraftanlage 5 FL 2500 – 160 m Gittermast der Firma Fuhrländer



**D**ie wirtschaftliche Nutzung umweltfreundlicher Primärenergie ist eines der zentralen Elemente der rheinland-pfälzischen Kreislaufwirtschaftsstrategie. Solare Primärenergie lässt sich mittels geeigneter Umwelttechnologien direkt in verschiedene nutzbare Endenergieformen umwandeln. Die Anzahl von Photovoltaik- und solarthermischen Anlagen auf kommunalen und privaten Dächern und Flächen steigt in Rheinland-Pfalz stetig an. Auch die Innovationskraft der rheinland-pfälzischen Industrie stellt unter Beweis, dass die Solartechnik eine der Wachstumsbranchen im Land ist.

Seit dem Jahr 2004 arbeitet die Stadt Kaiserslautern an der stetigen Weiterentwicklung ihres Solarstadtkonzeptes, das bereits Teil des Umweltkonzeptes zur FIFA WM 2006 „Green Goal“ war. Rechtzeitig zur FIFA WM 2006 wurden auf drei von vier Tribürendächern des Fritz-Walter-Stadions Photovoltaik-Anlagen mit einer Leistung von rund 800 kWp und einer Fläche von 6 000 m<sup>2</sup> durch die Solar Energie Dach GmbH installiert. Das Fritz-

Bild oben: Photovoltaiknutzung auf dem Gebäude der Lebenshilfe Kaiserslautern (Kindertagesstätte am Nussbaum)

Walter-Stadion war damit das umweltfreundlichste Fußballstadion der FIFA WM 2006. Weiterhin wurden gemeinsam mit den Projektpartnern Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung (LBB), BauAG und der westpfälzischen Ver- und Entsorgungs-GmbH (WVE) im Stadtgebiet Photovoltaik-Anlagen mit einer Leistung von insgesamt 3 355 kWp sowie eine Kollektorfläche von 2 000 m<sup>2</sup> für solarthermische Anlagen installiert.

Die vielschichtigen Möglichkeiten der Integration von alternativen Energieträgern im Städtebau beweist ein Konzept zur solarunterstützten Nahwärmeversorgung eines Neubaugebietes im rheinland-pfälzischen Speyer. Die Heizungswärme und das Warmwasser für das bereits 2001 in Niedrigenergiebauweise errichtete Wohnquartier „Alter Schlachthof“ mit 9 300 m<sup>2</sup> Gesamtwohnfläche wird durch einen 600-kW-Gas-Brennwertkessel im Verbund mit einer solarthermischen Anlage erzeugt. Die so-



larthermische Anlage ist auf den Dächern und Carports der Wohnsiedlung installiert und hat eine geplante Gesamtgröße von ca. 550 m<sup>2</sup> Kollektorfläche und einen 100 m<sup>3</sup> großen Pufferspeicher. Die Solarenergie wird nach dem Endausbau bis zu 22 Prozent zur Wärmeversorgung der gesamten Siedlung beitragen.

In Neustadt an der Weinstraße, auf dem ehemaligen amerikanischen Militärflugplatz Sembach, und in Bad Kreuznach wurden zur klimafreundlichen Energieerzeugung Module der SCHOTT Solar GmbH installiert.

Die SCHOTT Solarthermie GmbH ist weltweit Technologieführer bei Receivern von Parabolrinnenkraftwerken der zweiten Generation. Das Unternehmen hat unter anderem das Kraftwerk „Nevada Solar One“ bei Las Vegas (USA), das Anfang Juni 2007 ans Netz ging, sowie „Andasol“, das bis Sommer 2008 in Andalusien (Spanien) fertiggestellt wird, ausgerüstet.



Eine neuartige Technologie zum Schutz von Bauwerken gegen Wettereinflüsse bei gleichzeitig direkter Umwandlung von solarer Strahlungsenergie in elektrischen Strom hat die alwitra Flachdach-Systeme GmbH in Trier entwickelt. Sie ermöglicht die Doppelnutzung bestehender Dachflächen durch dachintegrierte EVALON<sup>®</sup> Solar-Kunststoffdach- und -dichtungsbahnen mit eingebauten amorphen Photovoltaikmodulen. Die Bahnen sind sehr leicht, flexibel und können wie herkömmliche Kunststoffdachbahnen verlegt werden, weil sie sich jeder Dachform anpassen und mit ca. 4 kg/m<sup>2</sup> Eigengewicht selbst auf Dachkonstruktionen mit geringer Traglast anwendbar sind.

Die Hunsrücker Glasveredelung Wagener GmbH & Co. KG in Kirchberg, ein Schwesterunternehmen der Glaswerke Arnold GmbH & Co. KG, hat zur harmonischen Integration von Solartechnik in Gebäuden transparente Fassadenelemente entwickelt. Diese können wie konventionelle Isolierglas- oder Paneelglasflächen in allen üblichen Gebäudekonstruktionen eingesetzt werden. Durch Dünnschichttechnik mit amorphem Silizium gelang es dem Unternehmen, seine sogenannten VOLTARLUX<sup>®</sup> Solarstrom-Module so fein zu strukturieren, dass sie dem menschlichen Auge transparent erscheinen, aber dennoch eine jährliche Stromproduktion von bis zu 45 kWh/m<sup>2</sup> ermöglichen.

Ebenfalls sehr erfolgreich im In- und Ausland tätig sind die Firmen juwi solar GmbH in Bolanden und City Solar Kraftwerke AG in Bad Kreuznach. Beide Unternehmen betreiben Solarparks in der Größenordnung von über 20 MW.

Bild oben: EVALON<sup>®</sup> Solar-Bahn, Photovoltaik-Anlage in Form einer begehbaren Dachfolie

Bild links: Photovoltaik-Anlage auf dem Eisstadion Hovet

## 19 Nachhaltige Gebäudegestaltung und -sanierung



Bio-Solar-Haus in St. Alban

**G**eschlossene Energie- und Stoffkreisläufe zeichnen hocheffiziente Gebäudekonzepte aus. Noch tragen Haushalte und Kleinverbraucher mit einem Anteil von 41 Prozent wesentlich zum Endenergieverbrauch in Rheinland-Pfalz bei, wobei 90 Prozent dieser Energie zur Wärmebereitstellung genutzt werden. Die Landesregierung Rheinland-Pfalz weiß um die erheblichen Einsparpotenziale und hat deshalb die Energiesparinitiative „Unser Ener“ gestartet. Damit werden Hausbesitzer über kompetente Beratungs- und Förderprogramme zum Thema energie- und kostensparendes Bauen und Sanieren informiert: Unsere beste Energie ist gesparte Energie. Energie einzusparen ist der zuverlässigste, preiswerteste und umweltfreundlichste Weg, eine zukunftsfähige Versorgung mit Strom und Wärme sicherzustellen. Deshalb fördert die Landesregierung den Bau von Passiv- und Energiegewinnhäusern mit einem Finanzvolumen von 2 Mio. Euro.

Aber auch durch Altbausanierung kann erheblich Energie eingespart werden. Innovative Baustan-

Neues Verwaltungsgebäude der Firma juwi GmbH in Bolanden in Passivbauweise und mit einer Komplettversorgung mit erneuerbaren Energien

dards in Neubauten sowie Modernisierungskonzepte für Altbauten erlauben heute nicht nur energetische Einsparpotenziale zwischen 50 und 80 Prozent, sondern ermöglichen kombiniert mit dem Einsatz erneuerbarer Energien sogar eine positive Energiebilanz. Hier kann Rheinland-Pfalz mit zahlreichen zukunftsweisenden Projekten zur Umsetzung des Kreislaufwirtschaftsprinzips im Gebäudebereich aufwarten.

Ein solches zukunftsweisendes Projekt ist beispielsweise das „Haus im Haus“-Bausystem, das vom Unternehmen Bio-Solar-Haus Becher GmbH in St. Alban entwickelt wurde. Das Haus hat zwei Gebäudeschalen, wodurch Regen nicht nach innen eindringen, Wasserdampf jedoch nach außen entweichen kann. Sonne und Holz liefern die Energie, die über das Jahr gebraucht wird. Da die Baustoffe weitgehend aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen, ist bereits der Energieaufwand zur Gewinnung der Baumaterialien erheblich geringer als bei herkömmlicher Bauweise. Verwirklicht wurde das Bausystem, das ein gesundes Raum- und Wohnklima garantiert, hundertfach in ganz Europa. Im Sonnenpark St. Alban ist der Firmensitz, dort können Interessierte das besondere Wohnklima beim Probewohnen erleben.

Seinen Standort in Bolanden lässt die juwi Gruppe allein durch erneuerbare Energien versorgen. Eine 30-kWp-Photovoltaik-Anlage speist jährlich 27000 kWh Strom in das öffentliche Netz. Charakteristisch für das zweistöckige Gebäude in Passivhaus-





Altbauanierung zum Null-Liter-Haus in Ludwigshafen, Stadtteil Pfingstweide

bauweise sind neben der aktiven Nutzung von Solarenergie eine klare Nord-Süd-Ausrichtung, die passive Nutzung von Solarenergie, eine konsequente Regenwassernutzung sowie die Beheizung durch eine Holzpellet-Anlage.

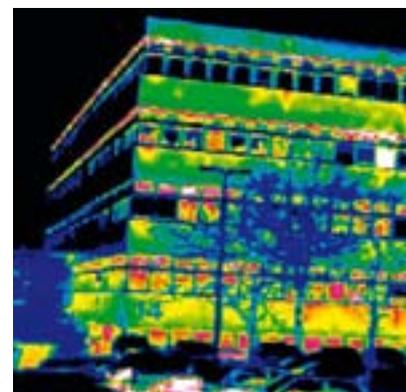
Im Bereich der Altbauanierung ist es dem Ludwigshafener Wohnungsunternehmen der BASF, der LUWOG, im Jahr 2001 gelungen, einen Altbau aus den 1950er-Jahren europaweit zum ersten 3-Liter-Haus im Bestand zu modernisieren. Es hat einen Heizenergieverbrauch von weniger als drei Liter Heizöl pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr. Dabei wurden der hochmoderne Dämmstoff Neopor®, dreifach verglaste Fenster sowie eine kontrollierte Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung aus der Raumluft eingesetzt. Eine Brennstoffzelle im Keller des Gebäudes erzeugt sowohl Strom als auch Wärme.

Die konsequente Weiterentwicklung des 3-Liter-Hauses durch die Integration zusätzlicher technischer Maßnahmen ist das Null-Liter-Haus oder Null-Heizkosten-Haus der LUWOG im Ludwigshafener Stadtteil Pfingstweide. Das Pilotprojekt zeigt, wie energetische Maßnahmen für Mieter und Vermieter wirtschaftlich umgesetzt werden können. Der Energieverbrauch wird durch energetische Modernisierungsmaßnahmen auf ein technisch-wirtschaftliches Optimum gesenkt. Die bewährten Techniken der Gebäudedämmung und Wärmerückgewinnung wurden bei der Sanierung des bewohnten Altbaus aus den 1970er-Jahren mit weiteren innovativen Maßnahmen wie dreifach verglasten Heizfenstern ergänzt. Die benötigte Rest-

energie wird durch die Nutzung regenerativer Energiequellen mittels Solarkollektoren an der Südfassade sowie einer Photovoltaikanlage auf dem Dach gewonnen. Die Kosten der eingesparten Energie werden zur Refinanzierung benutzt. So fallen die Kosten für Beheizung und Warmwasserbereitung vollständig aus den Betriebskosten heraus. Damit sind die Mieter unabhängig von steigenden Heizölpreisen, denn sie bezahlen eine Warmmiete.

Bereits 2002 beschlossen die Stadtverwaltung Wittlich und das Finanzministerium Rheinland-Pfalz im Stadtteil Wengerohr ein Modellvorhaben zum Thema Energieeffizienz im privaten Wohnungsneubau. Regionale Architekten und Handwerker planten und errichteten zwölf umweltfreundliche Einfamilienhäuser mit 30 Wohneinheiten; 15 dieser Wohneinheiten erreichen beim Energieverbrauch sogar Passivhausniveau, das heißt, sie verbrauchen auf einem Quadratmeter Wohnfläche pro Jahr nicht mehr als 15 kWh. Allein durch die energetische Optimierung des Bebauungsplans kann eine Energieeinsparung von 20 bis 30 Prozent nachgewiesen werden, da Wärmeverluste minimiert und solare Gewinne erhöht werden. Zur weiteren Effizienzsteigerung kommen unter anderem Erdreichwärmetauscher, Gas-Brennwertthermen sowie solarthermische Anlagen zum Einsatz. Ein Stoffkreislauf wird durch die Niederschlagsbewirtschaftung in diesem Modellvorhaben erreicht: Regenwasser wird getrennt erfasst, Retentionsflächen und Mulden zugeführt und über die Versickerung dem natürlichen Wasserkreislauf zurückgegeben.

Bild rechts: Thermografieaufnahme eines Bürogebäudes





**N**aturparks als Modell einer Kreislaufwirtschaft stehen für einen fairen Interessenausgleich zwischen wirtschaftlicher und touristischer Entwicklung einerseits und Schutz der Natur andererseits. Naturparks integrieren Natur- und Ressourcenschutz, Erholung und Tourismus, Umweltbildung, umweltgerechte Landnutzung und Regionalentwicklung. Sie sind der Beweis dafür, dass die auf nationaler und europäischer Ebene geforderte integrierte nachhaltige Entwicklung des ländlichen Raumes funktioniert.

Der Naturpark Pfälzerwald wurde im Jahr 1958 als einer der ersten Naturparks in Deutschland gegründet. Heute gehört er mit einer Größe von 179 000 Hektar mit zu den größten Naturparks im Bundesgebiet. Von der Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur (UNESCO) wurde der Naturpark Pfälzerwald 1992 aufgrund seines besonderen Vorbild- und Modellcharakters als zwölftes deutsches Biosphärenreservat in das weltweite Netz der Biosphärenreservate aufgenommen. Der deutsche Teil wurde im Jahre 1998 von der UNESCO als Teil des grenzüberschreitenden Biosphärenreservats Pfälzerwald-Nordvogesen anerkannt.

Das Biosphärenreservat hat ein ganzheitliches Konzept zur Erhöhung der Wertschöpfung in der Region entwickelt. Primäres Ziel des Naturparks war

es, für die Bevölkerung der umliegenden Ballungsräume eine großräumige, weitgehend unberührte und naturnahe Landschaft als Ort der Erholung und Begegnung mit der Natur zu erhalten und zu erschließen.

Damit das Biosphärenreservat zur Lebensqualität und wirtschaftlichen Basis der Bevölkerung beiträgt, den ländlichen Raum stärkt und Impulse für Arbeitsplätze setzt, werden umweltgerechte Landbewirtschaftung, die Vermarktung regionaler Naturparkprodukte und ein sozial- und umweltverträglicher Tourismus angestrebt.

Die Vermarktung regionaler Produkte aus der Land- und Forstwirtschaft bzw. aus dem Handwerk sichert die weitere Bewirtschaftung von Flächen und damit den Erhalt der Kulturlandschaft. Das Projekt „Partnerbetriebe“ wurde aus einem Kern von vier Biobetrieben mit Unterstützung durch die Biosphärenreservatsverwaltung in Lambrecht geboren. Betriebe aus dem Großschutzgebiet arbeiten gemeinsam als „Partnerbetriebe im Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen“ und entwickeln Wege zur Vermarktung regionaler und nachhaltig erzeugter Produkte. Dabei wird besonderer Wert auf kurze Transportwege gelegt. Das Konzept wurde auf Gastronomen, Forstämter und Holzverarbeitende Betriebe ausgeweitet und umfasst inzwischen 39 Partnerbetriebe.



Als eine weitere Initiative, die dem Rückzug der Landwirtschaft entgegenwirkt, wurde das Projekt „Deutsch-französische Bauernmärkte“ ins Leben gerufen. Diese Initiative unterstützt ebenfalls die Landwirtschaft im Grenzraum und die Förderung der Direktvermarktung regionaler Qualitätsprodukte. Seit dem Jahr 1999 findet vier Mal im Jahr abwechselnd in deutschen und französischen Gemeinden ein Bauernmarkt statt. So werden nachhaltig wirtschaftende Betriebe aktiv unterstützt und gleichzeitig das vorbildliche Konzept des Naturparks kommuniziert.

Modellcharakter hat ebenfalls der Beitrag verschiedener Gemeinden im Naturpark Pfälzerwald wie z. B. im Leinbachtal bei Waldleiningen. Seit Jahren liegen die meisten Grundstücke im Leinbachtal brach. Die Landwirtschaft im Tal ist rückläufig und die Region droht zusehends zu verbuschen und zu verwalden. Um die alte gewachsene Kulturlandschaft und wertvolle Lebensräume für Tiere und Pflanzen des Grünlandes zu erhalten, weiden hier inzwischen fünfzehn Galloway-Rinder, die in extensiver Weidewirtschaft art- und rassengerecht ganzjährig im Freien gehalten werden können. Diese landespflegerische Maßnahme sichert nicht nur nachhaltig Naturschutzflächen, sondern bietet auch neue Verdienstmöglichkeiten.

Natur- und Landschaftsführer/-innen unterstützen einen sanften Tourismus im Biosphärenreservat Pfälzerwald. Durch natur- und landeskundliche Touren sowie sportliche und Erlebnisangebote werden den Touristen neue Einblicke in den Naturpark ermöglicht und gleichzeitig ein verantwortungsvoller Umgang mit der Natur im Pfälzerwald nahegebracht. Das Biosphärenhaus in Fischbach bei

Dahn unterstützt die Sensibilisierung und Umweltbildung der Touristen. Als Besucher-Informationszentrum für das grenzüberschreitende Biosphärenreservat Pfälzerwald-Nordvogesen unterrichtet es anschaulich über Natur, Landschaften und Lebensräume. Die Besonderheit des Biosphärenhauses zeichnet sich nicht nur durch die Angebote wie den Baumwipfelpfad oder den Biosphären-Erlebnisweg aus, sondern auch durch Architektur und Energieversorgung des Gebäudes. Das Haus wird emissionsfrei fast ausschließlich durch den Einsatz von regenerativen Energien geheizt.

In Zusammenarbeit mit den Forstämtern im Biosphärenreservat und regionalen Partnern bietet das Haus der Nachhaltigkeit in Johanniskreuz ein vielfältiges Beratungsangebot. Der Fokus liegt dabei auf der Nutzung regionaler Rohstoffe und Energieträger, aber auch auf Fragen der Bildung und Kommunikation, der Freizeitgestaltung und Walderholung sowie des Biotop- und Artenschutzes. Das Haus der Nachhaltigkeit als Institution versteht sich als wichtiges Element in einem Netzwerk regionaler Partner mit dem Ziel, gemeinsam nachhaltige Nutzungsstrategien für die gesamte Region zu entwickeln. Es bietet als Tagungsstätte zugleich eine Kommunikationsplattform und stellt in einer Dauerausstellung eine Verbindung zwischen dem Prinzip der Nachhaltigkeit, den Menschen in der Region und deren Aktivitäten im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung her. Auch das Gebäude selbst verkörpert Nachhaltigkeit durch die energetische Optimierung von Grundriss und Ausrichtung des Hauses und die Verwendung nachwachsender und regionaler Bau- und Werkstoffe. Der Einsatz regenerativer Energiequellen ist hierbei ein wichtiges Element im Gebäudekonzept.



Bild oben: Verkaufsladen mit regionalen Produkten im Haus der Nachhaltigkeit

Bild links: Haus der Nachhaltigkeit

## 21 Lehren, Informieren, Forschen und Motivieren

**D**ie Idee der Kreislaufwirtschaft von der Konzeptionierung bis hin zur Umsetzung erfordert den Aufbau sowie die Verbreitung innovativen Wissens. Das Land Rheinland-Pfalz beheimatet eine Vielzahl von Hochschulen, Initiativen und Netzwerken, die umfassende Aus- und Weiterbildungsprogramme sowie Beratungs-, Forschungs- und Entwicklungsleistungen auf dem Gebiet der Kreislaufwirtschaft bieten.



Internationale Studierende am Umwelt-Campus Birkenfeld

In Rheinland-Pfalz deckt das Effizienznetz Rheinland-Pfalz (EffNet) den Informationsbedarf zu allen Fachthemen der Kreislaufwirtschaft. Das EffNet verknüpft vielfältige Einzelinitiativen zum Thema Umwelt und Energie des Landes auf einer virtuellen Informations- und Beratungsplattform und vermittelt fachübergreifende Beratungsleistungen. Im Rahmen des EffNet wird u. a. das EffCheck-Projekt/Analysen zum Produktintegrierten Umweltschutz (PIUS) in Rheinland-Pfalz durchgeführt. Kleine und mittlere Unternehmen erhalten eine Förderung bei der Untersuchung der Prozessabläufe. Mithilfe von externen Beratern werden so zahlreiche Einsparpotenziale im Sinne eines betrieblichen Stoffstrommanagements aufgedeckt.

Das Vortreiben und Umsetzen von Konzepten zur Konkretisierung der Leitgedanken einer nachhaltigen Entwicklung hat sich die Landeszentrale für Umweltaufklärung Rheinland-Pfalz (LZU) zum Ziel gesetzt. In der Vergangenheit brachte die LZU verschiedene Kreislaufwirtschaftsprojekte, beispielsweise im Landkreis Kaiserslautern, mit auf den Weg und förderte diese auch finanziell. Mit der Motivation der Öffentlichkeit zu persönlichem Engagement leistet die LZU einen wichtigen gesellschaftlichen Beitrag zur Aufklärung und Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger an der Kreislaufstrategie des Landes.

Wissensvermittlung und Motivation über den Umgang mit Abfall als Ressource erhalten Kinder und Jugendliche an den außerschulischen Lernorten zur Abfallwirtschaft in Kaiserslautern, Kirchberg, Ludwigshafen und Mainz. Dank dem erlebnisorientierten pädagogischen Konzept können dort bereits die Jüngsten Kreislaufwirtschaft lernen und erleben. Möglichkeiten zur Vermeidung, Verminderung und Verwertung von Sonderabfallströmen zeigt die Sonderabfall-Management-Gesellschaft Rheinland-Pfalz mbH (SAM) auf. Als zentraler Ansprechpartner aller Erzeuger und Entsorger lenkt und überwacht die Landesgesellschaft alle Sonderabfälle in Rheinland-Pfalz im Sinne der Kreislaufwirtschaftsstrategie des Landes. Die Öffentlichkeit informiert die SAM durch Publikationen, Fortbildungsveranstaltungen und Einzelberatungen in Betrieben sowie durch eine umfangreiche Präsenz im Internet.

Die Vernetzung ökologischer, wirtschaftlicher, technischer und sozialer Belange soll Studierende am Umwelt-Campus Birkenfeld (UCB) der Fachhochschule Trier befähigen, in ihren späteren Berufen komplexe Systeme zu analysieren und zu optimieren. In der praxisorientierten Ausbildung haben die Studierenden die Gelegenheit, das theoretisch



erworbene Wissen in einer der zahlreichen Forschungseinrichtungen und Kompetenzzentren, die am UCB angesiedelt sind, zu erproben. Wie Kreislaufwirtschaft in regionalen Konzepten umgesetzt werden kann, demonstriert das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS). Das IfaS bietet auf nationaler und internationaler Ebene systemische Konzepte zur Optimierung regionaler Stoffsysteme an. Entwickelt und umgesetzt werden angewandte Projekte zur effizienten Ressourcennutzung, die langfristig zur regionalen Wertschöpfung beitragen. Das IfaS betreibt zudem das Kompetenznetz Umwelttechnik Rheinland-Pfalz. Am Umwelt-Campus ist auch das Kompetenzzentrum Brennstoffzelle angesiedelt.

Eine interdisziplinäre und praxisnahe akademische Ausbildung erhalten Studierende in Rheinland-Pfalz weiterhin an der Technischen Universität (TU) Kaiserslautern, an die zahlreiche renommierte Forschungsinstitute, Transferstellen und Kooperationsbörsen angeschlossen sind. Der effiziente Umgang mit Energie ist elementarer Baustein einer Kreislaufwirtschaft. Am Fachgebiet Bauphysik/Technische Gebäudeausrüstung/Baulicher Brandschutz der TU angesiedelt ist die Geschäftsstelle der rheinland-pfälzischen Energieagentur EOR. Zur Förderung rationellerer Energieerzeugung, -verteilung und -nutzung, energiesparender und umweltschonender Techniken und erneuerbarer Energien liefert die Energieagentur EOR Informationen, vermittelt kompetente Partner und bietet Zertifizierungsleistungen für Handwerk, Industrie und Kommunen, aber auch für Privatpersonen.

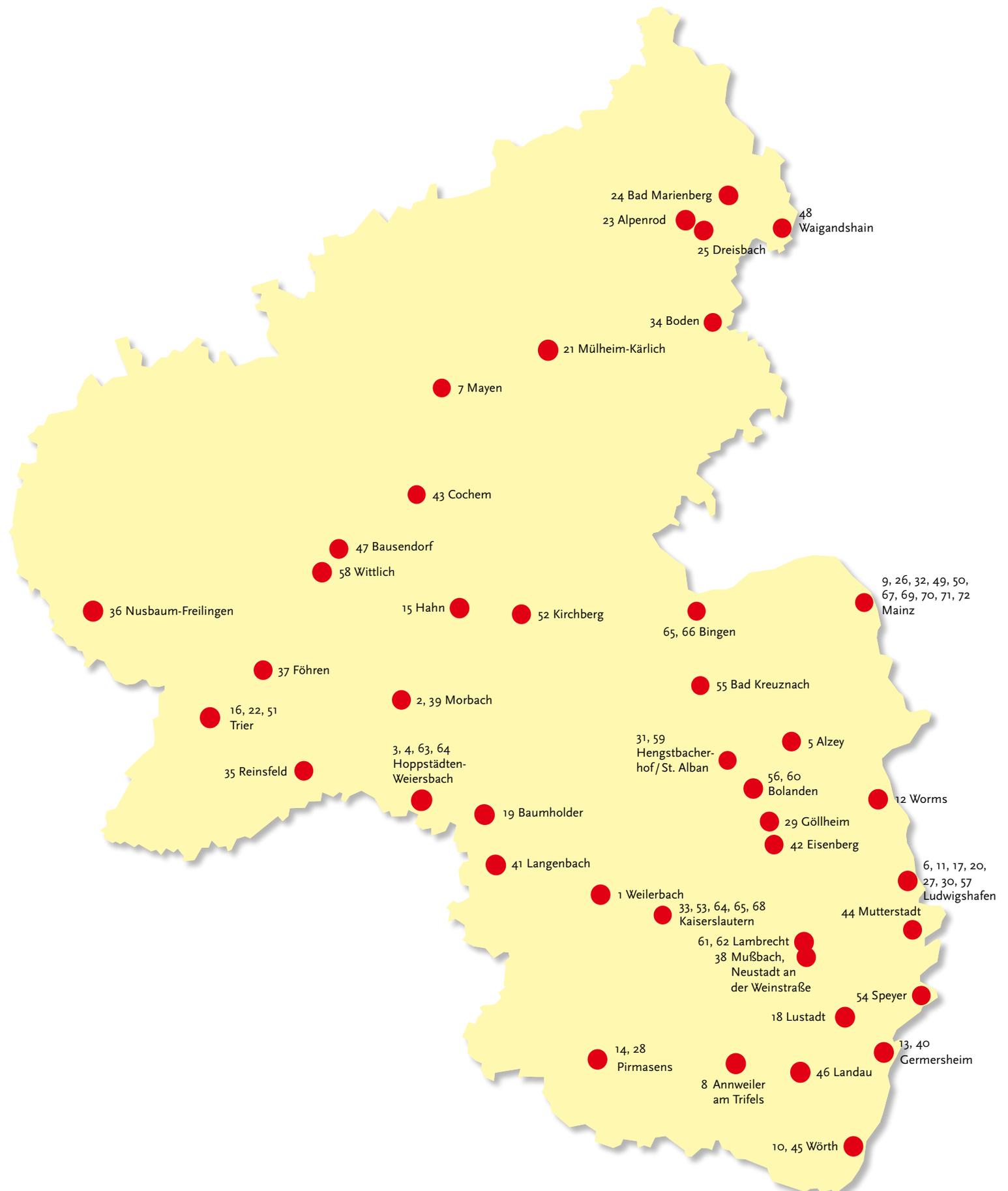
Kompetente Beratung zu allen Fragen der Abwasserentsorgung offeriert das Zentrum für innovative AbWassertechnologien tectraa. tectraa berät Betreiber von Abwasserbehandlungsanlagen, Unternehmen und Industriebetriebe zu Problemen im Bereich Abwasserbehandlung und Zulieferfirmen aus den Bereichen Kläranlagen-/Kanalnetzplanung und -ausrüstung sowie Planungsbüros in allen Belangen der verfahrenstechnischen und energetischen Optimierung von siedlungswasserwirtschaftlichen Anlagen. Ein weiterer Schwerpunkt stellt die Entwicklung und Erprobung von nachhaltigen Verfahrenstechnologien zur Schließung von Wasser- und Stoffkreisläufen dar.

Das Lehrangebot an der Fachhochschule Bingen reicht von traditionellen Ingenieurwissenschaften über die moderne Informations- und Kommunikationstechnik bis zu einer breiten Auswahl biologisch-naturwissenschaftlicher Studiengänge. Die Forschung in den Bereichen der rationellen Energienutzung und dem Einsatz regenerativer Energien hat an der FH Bingen eine lange Tradition. Seit 1989 befasst sich dort die Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen (TSB) mit der Erstellung von Energiekonzepten, der Entwicklung von Energiesystemen, der Bearbeitung von Energieprojekten für Unternehmen und Kommunen, der Durchführung von Seminaren sowie großen Informationsveranstaltungen und dem Betrieb verschiedenster Versuchs- und Demonstrationsanlagen. Ein Schwerpunkt ist die dezentrale Energieversorgung mit der Entwicklung und dem Betrieb des Virtuellen Kraftwerks Rheinland-Pfalz.



Bilder links und oben: Studierende des Umwelt-Campus Birkenfeld bei Praxisanwendungen

# Die Projektstandorte



## Nachhaltige Kommunalplanung

- 1 „Zero-Emission-Village“  
Weilerbach,  
Verbandsgemeinde Weilerbach  
www.weilerbach.de
- 2 Morbacher Energielandschaft,  
Gemeinde Morbach  
www.enargielandschaft.de

## Konversion als Chance: „Zero Emission University“ – Umwelt-Campus Birkenfeld

- 3 „Zero Emission University“  
Fachhochschule Trier – Umwelt-  
Campus Birkenfeld,  
Hopstädten-Weiersbach  
www.ifas.umwelt-campus.de
- 4 Ökomark  
Ökomark Projektentwicklungs-  
und Marketing GmbH,  
Hopstädten-Weiersbach  
www.landkreis-birkenfeld.de/  
oekomark  
www.oepem.de

## Hinkel Netzwerk International: Von der Entsorgungswirtschaft zur Kreislaufwirtschaft

- 5 Hinkel Netzwerk International  
Hinkel Unternehmensgruppe,  
Alzey  
www.muell-hinkel-alzey.de

## Nachhaltigkeitsstrategien in der Industrie

- 6 BASF AG, Ludwigshafen  
www.corporate.basf.com/de

## Die Papierindustrie – eine moderne Recyclingindustrie

- 7 Moritz J. Weig GmbH & Co. KG,  
Mayen  
www.weig-karton.de
- 8 Buchmann GmbH, Annweiler  
am Trifels  
www.buchmannkarton.de
- 9 WEPA Mainz GmbH, Mainz  
www.wepa.de
- 10 Papierfabrik Palm  
GmbH & Co. KG, Wörth  
www.papierfabrik-palm.de

## Verwertung von Altglas

- 11 Saint-Gobain Isover G+H AG,  
Ludwigshafen  
www.isover.de
- 12 G.R.I.-Glasrecycling NV, Worms  
www.gri-glasrecycling.de
- 13 EURA Glasrecycling GmbH &  
Co KG, Germersheim  
www.eura-glas.de

## Verwertung von Kunststoffen

- 14 Rampf Ecosystems  
GmbH & Co. KG, Pirmasens  
www.rampf-ecosystems.de
- 15 Hahn Kunststoffe GmbH,  
Flughafen Hahn  
www.hahnkunststoffe.de

## Verwertung von Altmetall und Elektroschrott

- 16 Theo Steil GmbH, Trier  
www.steil.de

- 17 Schmelzer Günther GmbH,  
Ludwigshafen
- 18 ALBA R-plus GmbH, Lustadt,  
www.alba.info
- 19 RDE GmbH, Baumholder  
www.rde-gmbh.de

## Sortierung und Aufbereitung von Abfällen

- 20 Scherer + Kohl GmbH,  
Ludwigshafen  
www.scherer-kohl.de
- 21 TiTech Visionsort GmbH,  
Mülheim-Kärlich  
www.titech.com
- 22 A.R.T. Körperschaft des  
öffentlichen Rechts, Trier  
www.art-trier.de

## Maschinen zur Biomasse- und Abfallaufbereitung

- 23 Rudnick & Enners Maschinen-  
u. Anlagenbau GmbH, Alpenrod  
www.rudnick-enners.de
- 24 Vecoplan AG, Bad Marienberg  
www.vecoplan.de
- 25 HAAS Holzzerkleinerungs- und  
Fördertechnik GmbH,  
Dreisbach  
www.haas-recycling.de

## Effiziente Energieerzeugung aus Restabfall und Sekundärrohstoffen

- 26 Kraftwerke  
Mainz-Wiesbaden AG, Mainz  
www.kmw-ag.de
- 27 GML Abfallwirtschaftsgesell-  
schaft mbH, Ludwigshafen  
www.ludwigshafen.de
- 28 ZAS – Zweckverband Abfallver-  
wertung Südwestpfalz,  
Pirmasens  
www.zas-ps.de
- 29 Dyckerhoff AG, Göllheim  
www.dyckerhoff.com
- 30 BASF AG, Ludwigshafen  
www.corporate.basf.com/de

## Effiziente Abwasserbehandlung

- 31 areal GmbH, Hengstbacherhof  
www.areas-gmbh.de
- 32 Wirtschaftsbetrieb Mainz  
www.wirtschaftsbetrieb.mainz.de

## Thermische und landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm

- 33 TWK Technische Werke  
Kaiserslautern GmbH,  
WVE GmbH, Kaiserslautern  
www.twk-kl.de

## Biogastechnologien in Rheinland-Pfalz

- 34 Unternehmensgruppe Bellers-  
heim, Recybell Umweltschutz-  
anlagen GmbH & Co. KG, Boden  
www.bellersheim.de
- 35 ZEUS Betriebs-GmbH &  
Co. KG, Reinsfeld
- 36 BOSZ-BIO-ENERGIE GmbH,  
Nusbaum-Freilingen
- 37 Ökobit GmbH, Föhren  
www.oekobit.com

## Stoffliche und energetische Verwertung von Biomasse

- 38 RLP Agrosience GmbH,  
Neustadt an der Weinstraße  
www.agrosience.de
- 39 Elka Holzwerke - Lud. Kuntz  
GmbH, Morbach  
www.elka-holzwerke.de
- 40 Nolte Holzwerkstoff  
GmbH & Co. KG, Germersheim  
www.nolte.de
- 41 Mann Naturenergie  
GmbH & Co. KG, Langenbach  
www.mann-energie.de
- 42 Holzhackschnitzelheizung  
Realschule Eisenberg,  
Pfalzwerke AG, Ludwigshafen  
www.pfalzwerke.de
- 43 Holzhackschnitzelanlage  
Cochem, Forstamt Cochem  
www.wald-rlp.de
- 44 Zeller Naturenergie  
GmbH & Co. KG, Mutterstadt  
www.zeller-naturenergie.de
- 45 Ökologisches Nahwärmenetz  
Wörth, Kraft-Wärme-Wörth  
GmbH, Pfalzwerke AG,  
Ludwigshafen  
www.pfalzwerke.de

## Zukunftswärme für Rheinland-Pfalz

- 46 Geothermie-Kraftwerk  
geox GmbH, Landau  
www.geox-gmbh.de
- 47 CO<sub>2</sub>-freie Wärmepumpen-  
siedlung Bausendorf,  
RWE Rhein Ruhr AG,  
Bad Kreuznach  
www.rwe.com

## Windenergie

- 48 Fuhlrländer AG, Waigandshain  
www.fuhlraender.de
- 49 juwi GmbH, Mainz  
www.juwi.de

## Solarenergie

- 50 Schott AG, Mainz  
www.schott.com
- 51 alwitra GmbH & Co.  
Klaus Göbel, Trier  
www.alwitra.de
- 52 Glaswerke Arnold  
GmbH & Co. KG, Kirchberg  
www.glaswerke-arnold.de  
www.wagner-gruppe.de
- 53 Solarstadt Kaiserslautern,  
Kreisverwaltung Kaiserslautern,  
Kaiserslautern  
www.kaiserslautern-kreis.de
- 54 Solare Nahwärme  
Neubausiedlung Speyer,  
SWS Stadtwerke Speyer GmbH,  
Speyer  
www.sws.speyer.de
- 55 City Solar Kraftwerke AG,  
Bad Kreuznach  
www.city-solar.com
- 56 juwi solar GmbH, Bolanden  
www.juwi.de

## Nachhaltige Gebäudegestaltung und -sanierung

- 57 3-Liter-Haus & Null-Heizkosten-  
Haus, BASF AG, Ludwigshafen  
www.corporate.basf.com/de
- 58 Modellvorhaben  
„5-Liter-Haus Wittlich“,  
Stadtverwaltung Wittlich  
www.wittlich.de
- 59 Bio-Solar-Haus St. Alban  
www.bio-solar-haus.de
- 60 Passivhaus juwi GmbH, Mainz  
www.juwi.de

## Erhalt der Kulturlandschaft

- 61 Biosphärenreservat Pfälzeralb-  
Nordvogesen, Lambrecht  
www.biosphere-vosges-  
pfaelzerwald.org
- 62 Naturpark Pfälzeralb e.V.,  
Lambrecht  
www.pfaelzerwald.de

## Universitäten und Fachhochschulen

- 63 Umwelt-Campus Birkenfeld,  
Birkenfeld  
www.umwelt-campus.de
- 64 TU Kaiserslautern  
www.uni-kl.de
- 65 FH Bingen  
www.fh.bingen.de

## Institute und Forschungs- einrichtungen

- 66 IfaS – Institut für angewandtes  
Stoffstrommanagement,  
Umwelt-Campus Birkenfeld  
www.ifas.umwelt-campus.de
- 67 tectraa – Zentrum für Inno-  
vative Abwassertechnologien,  
Technische Universität  
Kaiserslautern, Kaiserslautern  
www.tectraa.arubi.uni-kl.de
- 68 Transferstelle Bingen, Bingen  
www.tsb-energie.de

## Initiativen, Netzwerke und Verbände

- 69 Landeszentrale für Umweltauf-  
klärung Rheinland-Pfalz, Mainz  
www.umdenken.de
- 70 EffizienzOffensive Energie  
Rheinland-Pfalz e.V.,  
Geschäftsstelle Technische  
Universität Kaiserslautern,  
Kaiserslautern  
www.eor.de
- 71 Sonderabfall-Management-  
Gesellschaft Rheinland-Pfalz  
mbH (SAM), Mainz  
www.sam-rlp.de
- 72 Effizienznetz Rheinland-Pfalz  
(EffNet),  
gemeinsame Betreuung durch  
Landesamt für Umwelt, Wasser-  
wirtschaft und Gewerbeaufsicht  
Rheinland-Pfalz (LUWG) und  
EffizienzOffensive Energie  
Rheinland-Pfalz e.V.,  
Mainz/Kaiserslautern  
www.luwg.rlp.de  
www.eor.de  
www.effnet.de

## Bildnachweis

- Alba R-plus GmbH (Seite 27 unten)  
alwitra GmbH & Co. Klaus Göbel (Seite 49)  
areal GmbH (Seite 35)  
BASF AG, Ludwigshafen (Seite 18 u.19)  
Bio-Solar-Haus Becher GmbH (Seite 50 oben)  
elka Holzwerke Ludwig Kuntz GmbH  
Fotolia.de:  
Seite 6 (Collage von H. Klein unter Verwendung der Fotos von: Eisenhans, Patrick Doering, Roland Letscher, Berca, Gerhard Bernard, Hahn Kunststoffe GmbH (Plastikmüll), Pfalzwerke AG (Geothermiewerk Landau), elka Holzwerke-Ludwig Kuntz GmbH (Traktorfoto), digitalstock, photodisc)  
Seite 9: Eric Martinez,  
Seite 16 oben: PDU  
Seite 16 unten: Stefanie Maertz  
Seite 17 oben: Franz Pfluegl  
Seite 33 unten: Frédéric Georgel  
Fritz Schäfer GmbH – Abfalltechnik und Recycling – (Seite 17 unten)  
Fuhrländer AG (Seite 47 unten)  
Hahn Kunststoffe GmbH (Seite 24 links, Seite 25 unten)  
G.R.I. Glasrecycling NV (Seite 22 u. 23 unten)  
Günther Schmelzer GmbH (Seite 26 unten links und rechts)  
Günter Franz (Seite 52)  
HAAS Holzerkleinerungs- und Fördertechnik GmbH (Seite 30 oben rechts und unten rechts)  
Ingenieurbüro H. Berg + Partner GmbH/Dipl.-Ing. Frank Platzbecker (Seite 38)  
Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) und Verbandsgemeinde Weilerbach (Seite 10, 11, 54 u. 55)  
juwi GmbH (Seite 46, 47 oben, 50 unten)  
Kraftwerke Mainz-Wiesbaden AG (Seite 32)  
Kreisverwaltung Cochem-Zell (Seite 43 rechts)  
Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (Seite 29 oben)  
Landesforsten Rheinland-Pfalz/Michael Leschnig – Leiter Haus der Nachhaltigkeit (Seite 53)  
Mann Naturenergie GmbH & Co.KG (Seite 42 u. 43 links)  
Papierfabrik Palm GmbH & Co. KG (Seite 20 u. 21)  
Pfalzwerke AG (Seite 44 u. 45)  
Rampf Ecosystems GmbH & Co.KG (Seite 24 rechts, S. 25 oben)  
RDE GmbH (Seite 27 oben)  
RLP Agro Science GmbH (Seite 41)  
Rudnick & Enners Maschinen- und Anlagenbau GmbH (Seite 30 unten links)  
Scherer + Kohl GmbH (Seite 29 unten)  
Stadt Mainz (Seite 34)  
Saint-Gobain Isover G+H AG (Seite 23 oben)  
Theo Steil GmbH (Seite 26 oben links)  
TiTech Visionsort GmbH (Seite 28)  
Vecoplan Maschinenfabrik AG (Seite 31)  
Umwelt-Campus Birkenfeld (Seite 12, 13, 14 und 15)  
Wohnungsunternehmen LUWOG (Seite 51 oben)  
WVE GmbH Kaiserslautern (Seite 36, 37 und 48)  
ZEUS Betriebs-GmbH & Co.KG (Seite 39)

# Impressum

## **Herausgeber:**

Ministerium für Umwelt, Forsten  
und Verbraucherschutz  
Kaiser-Friedrich-Straße 1  
55116 Mainz  
E-Mail: [poststelle@mufv.rlp.de](mailto:poststelle@mufv.rlp.de)  
Internet: [www.mufv.rlp.de](http://www.mufv.rlp.de)  
Telefon: +49 6131 16-0  
Fax: +49 6131 16-4646

Ministerium für Wirtschaft, Verkehr,  
Landwirtschaft und Weinbau  
Stiftsstraße 9  
55116 Mainz  
E-Mail: [poststelle@mwwlvw.rlp.de](mailto:poststelle@mwwlvw.rlp.de)  
Internet: [www.mwwlvw.rlp.de](http://www.mwwlvw.rlp.de)  
Telefon: +49 6131 16-0  
Fax: +49 6131 16-2100

Redaktionsschluss: Januar 2008

## **Redaktion:**

Ministerium für Umwelt, Forsten  
und Verbraucherschutz  
Abteilung Abfallwirtschaft, Bodenschutz,  
Stoffstrommanagement, Internationale  
Umweltpolitik: Dr. Gottfried Jung  
Referat für Internationale Beziehungen  
und Umweltpolitik, EU-Angelegenheiten:  
Ilona Mende-Daum, Winfried Emmerichs  
Referat Grundsatzfragen der Abfallwirtschaft,  
des Stoffstrommanagements und Produkt-  
verantwortung: Dr. Dirk Grünhoff

Ministerium für Wirtschaft, Verkehr,  
Landwirtschaft und Weinbau  
Referat Außenwirtschaft, Messen:  
Jürgen Weiler

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement  
(IfaS) am Umwelt-Campus der Fachhochschule  
Trier in Birkenfeld:  
Prof. Dr. Peter Heck, Nina Runge, Markus Blim,  
Stefanie Erbach

## **Layout:**

Harald Klein Design, Mainz

## **Druck:**

Druckerei xxxxxxxxxxxxxxxx  
Mainz 2008

© Ministerium für Umwelt, Forsten und  
Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz, Mainz  
© Ministerium für Wirtschaft, Verkehr,  
Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz,  
Mainz

Für nichtgewerbliche Zwecke sind Vervielfältigungen  
und unentgeltliche Verbreitung, auch auszugsweise,  
unter Angabe der Quelle gestattet.

Die Verbreitung, auch auszugsweise, über  
elektronische Systeme/Datenträger bedarf der  
vorherigen Zustimmung. Alle übrigen Rechte  
bleiben vorbehalten.

