



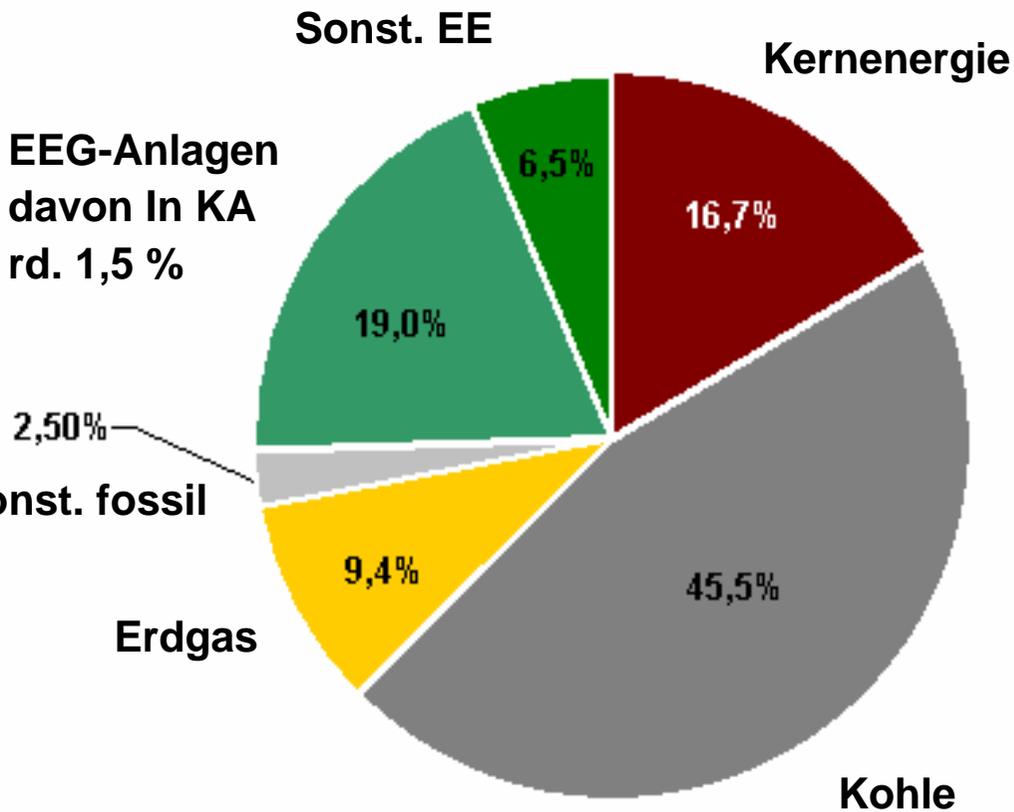
Erneuerbare Energien bei den Stadtwerken Karlsruhe

Inhalt:

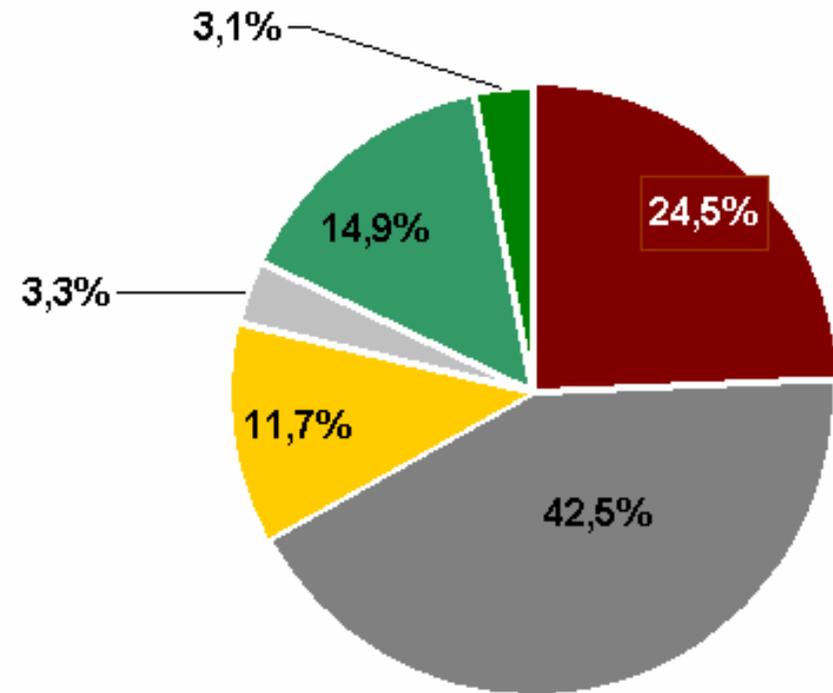
- Derzeitige Beschaffungsstruktur der SWK
- Regenerative Anlagen in Karlsruhe
- Die Solarparks
- Zukunftsoptionen

Dr.-Ing. Thomas Schnepf

Strommix (Zahlen jährlich schwankend)



In Karlsruhe: rd. 1.600 GWh



Deutschland

Herkunft des NatuR-Stroms

- 100% aus regenerativen Energien
- überwiegend aus Wasserkraftwerken in Österreich



ZERTIFIKAT

Die Zertifizierstelle „klima und energie“
der TÜV SÜD Industrie Service GmbH
bescheinigt, dass das Unternehmen

**STADTWERKE
KARLSRUHE** Stadtwerke Karlsruhe GmbH
Daxlander Str. 72
76127 Karlsruhe

für den Geltungsbereich

natur

die Voraussetzungen erfüllt, entsprechend dem
CMS Standard 82: EE02 (10/08)
Strom aus Erneuerbaren Energien
mit zeitgleicher Lieferung bereitzustellen.
Durch ein Audit, Bericht-Nr. **1201248**
wurde der Nachweis erbracht, dass diese Anforderungen erfüllt sind.
Die Gültigkeit des Zertifikates wird jährlich überprüft.

Zertifikats-Nr.: **82.0092.08**
München, 2008-12-03

TUV®

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 303333 ◆ ЗЕРТИФІКАТ ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

Herkunft wird von
unabhängigen Gutachtern
vom TÜV Süd geprüft

rund 1.500 thermische Solaranlagen

(Förderprogramm SWK)

Über 700 Photovoltaik-Anlagen

- Sonnendach SWK-Verw., 50 kW
(erste Bürgerbeteiligungsanlage 1999)
- Solarpark I, 840 kW, 10 Anlagen
- Solarpark II, 540 kW, 6 Anlagen
- Solarpark III, ca. 1400 kW, ca.10 Anl.
- ZKM, 100 kW, 1997
(Gleichstrom für Straßenbahn)

Deponiegasverwertung-West

- 2 BHKWs, je 375 kW_{el}
- Abwärmenutzung für
Straßenbahndepot

Deponie Ost

- Deponie- und Biogasverwertung
- Restholzkessel
- Abwärmenutzung für ein Wohngebiet

ZKM-Anlage



2 Wasserkraft-Anlagen

- Appenmühle, max. 40 kW
- Obermühle, max. 45 kW

5 Windkraft-Anlagen

- Hofgut Maxau, 110 kW
- Deponie West,
2 *750 kW, 1*1.500 kW
- Schule Kleinstanlage

Ca. 150 Wärmepumpen

(insbes. Förderprogramm SWK)

Erneuerbare Energien: PV - Anlagen

Meilenstein: 10 Jahre Karlsruher Sonnendach



- 1999 erste große **Bürger- Solarbeteiligungsanlage** in Deutschland auf dem Dach der Stadtwerke-Zentrale
- **150 Karlsruher Solarpioniere** beteiligen sich



Meilenstein: SONNE IN DER SCHULE

Die Gewinnerschulen einer 3 kW PV-Anlage

☀️ 1999

- Heinrich-Hertz-Schule
- GHS Grötzingen
- St. Dominikus Gymnasium

☀️ 2003

- Europäische Schule
- Grundschule Wolfartsweier
- Carl-Engler-Schule

☀️ 2007/2008

- Adam-Remmele-Schule
- Schulzentrum Neureut
- Goethe-Gymnasium



☀️ 2011:

- Oberwaldschule Durlach
- Fichte Gymnasium
- Otto-Hahn-Gymnasium

Meilenstein: Deutschlands schönste PV-Anlage ?



Solarsegel, nachgeführt
3 x 5,25 kW

Ertrag: ca. + 20 %



- **PV-PRIVAT** **kleine PV-Anlagen
zum Festpreis**
- **PV-GEWERBE
PV-PROFI** **Individuallösungen
Beratung, Planung,
Ausschreibung,
Bau**



- **PV-MEGA**
Bau und Betrieb großer PV-Anlagen (20 - >100 kW)
**Bürger-Beteiligungsanlagen für
Privatleute und Institutionen**
Stadtwerke als Bauherr
Verkauf der Anlagen an Beteiligungsgesellschaften
Attraktive Rendite

SWK-Regenerativ-GmbH & Co. KG – Solarpark N

Die Kommanditisten (Gesellschafter)

Anleger mit
x Anteilen
à 2.000,- €

Die Komplementärin SWK-Regenerativ-Verwaltungs-GmbH

Haftung
Geschäftsführung

↕ 100%
Stadtwerke Karlsruhe GmbH

Der Solarpark I:

ca. 180 Anteilseigner, ca. 2 Mio. € Gesellschaftskapital

Standort	Leistung (kWp)	Ertrag [kWh/a]	Modultyp (verbaute Fläche)
Deponie West	432	400.000	Cadmiumtellurid-Dünnschichtzellen (5.184 m²)
HS Karlsruhe – für Technik und Wirtschaft	3 x 43	120.000	Monokristallin (3x 272 m²)
Walter-Eucken-Schule	35	33.000	Polykristallin (275 m²)
SWK Bau 13	19	17.000	Polykristallin (154 m²)
Klinikum Gebäude D	49	45.000	Polykristallin (370 m²)
Europäische Schule	63	60.000	Polykristallin (485 m²)
VBK (Teilanlage Solution)	64	60.000	Cadmiumtellurid-Dünnschichtzellen (737 m²)
VBK (Teilanlage IGATEC)	45	40.000	micro-amorphe Tandem-Silizium- Dünnschicht-Module (557 m²)
Summe	836	775.000	8.578 m²

Solarpark I: Deponie West



*432 kW, Cadmiumtellurid-Dünnschichtzellen
(5.184 m²)*



Solarpark I / VBK (3 Teilanlagen): VBK-Betriebshof West



*64 kW, Cadmiumtellurid-Dünnschichtzellen (737 m²) und
45 kW, micro-amorphe Tandem-Silizium-Dünnschicht-Module (557 m²)*

Der Solarpark Zwei:

ca. 140 Anteilseigner, ca. 1,2 Mio. € Gesellschaftskapital

Standort	Leistung (kWp)	Ertrag [kWh/a]	Modultyp	Inbetriebnahme
Verkehrsbetriebe Ost Abstellhalle (A1)	175	170.000	Cadmium-tellurid- Dünnschicht-zellen (1804 m²)	Dez. 2007
Verkehrsbetriebe Ost Wartungshalle (A2)	67	60.000	Polykristallin (484 m²)	Dez. 2007
Grund- und Hauptschule Grötzingen	44	40.000	Polykristallin (329 m²)	Dez. 2007
Sonnenbad	26	25.000	Monokristallin	August 2008
Pädagogische Hochschule	44	40.000	Polykristallin	Dez. 2007
Städtisches Klinikum Bau S	170	165.000	Polykristallin	Dez. 2007
Summe	525	500.000		



Anlagenpark mit rd. 540 kW
- ca. 140 private Anteilseigner
- Gebaut von 2007 bis Ende 2008

↑ GHS Grötzingen,
44 kW, polykristalline Module

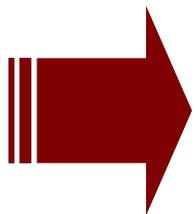
VBK Ost (Gerwigstraße)

Links: *Wartungshalle, 66 kW,
polykristalline Module*

Rechts: *Abstellhalle, 175 kW,
Cadmiumtellurid-
Dünnschichtzellen* →



- Ausserordentlich große Nachfrage
Rund 200 Bürger haben sich beteiligt
(min. 2.000 Euro je Anteil, max. 100.000 € pro Kommanditist)
- 1,7 Mio. € Kommanditkapital einbezahlt
Investitionsvolumen rund 4 Mio. €
- Installierte Photovoltaikleistung rund 1.400 kW
- Prognostizierte Gesamtausschüttung:
rd. 180 % des eingesetzten Eigenkapitals in 21 Jahren



4,8 % erwartete Rendite

Anlagenübersicht Solarpark III

Anlage	Eigentümer Gebäude	Leistung	Fertigstellung	Investition
Schulzentrum Neureut	Stadt Karlsruhe	33 kW	Dez. 2009	ca. 145.000 €
SWK Parkhaus	Stadtwerke Karlsruhe	125 kW	Juni 2010	ca. 435.000 €
Lagerhalle Busenbach	Albtal-Verkehrs-Gesellschaft (AVG)	246 kW	Dez. 2010	ca. 690.000 €
Kulissenlager	Land Baden-Württemberg Stadt Karlsruhe	288 kW	Juni 2011	ca. 800.000 €
Abstellhalle Freudenstadt	AVG	130 kW	Juni 2011	ca. 320.000 €
Reg. Rechenzentrum	Kommunale Informations- verarbeitung Baden-Franken	30 kW	Juni 2011	ca. 80.000 €
Fuhrpark Amt für Abfallwirtschaft	Stadt Karlsruhe (AfA)	220 kW	Juni 2011	ca. 540.000 €
Fruchthalle Großmarkt	Stadt Karlsruhe (Marktamt)	200 kW	Juni 2011	ca. 500.000 €
SWK Werkstatt	Stadtwerke Karlsruhe	50 kW	Juni 2011	ca. 140.000 €
Summe	Endausbau	ca.1.350 kW		ca. 4.000.000 €

Anlagenstandort Parkdeck Stadtwerke



Leistung: 64 kW
First-Solar-Dünnschichtmodule

Leistung: 56 kW
Solyndra-Dünnschichtmodule





Inbetriebnahme
Dezember 2009

Teilanlage 1:

- Solyndra-Module

Leistung: 11 kW,
finanziert durch
„Sonne in der
Schule“ und
NatuRplus

Erste Anlage des Solarpark III (Teilanlage 2):

Leistung: 33 kW, First-Solar-Dünnschichtmodule, Leichtbausystem

Anlagenstandort AVG-Güterhalle Busenbach



Leistung: 246 kW
Schüco Dünnschichtmodule,
Leichtbausystem



Dezember 2010
erschwerte
Arbeitsbedingungen

Anlagenstandort Kulissenlager

Leistung: 288 kW
Hyundai polykristalline Solarmodule,
Leichtbausystem



Großmarkt Karlsruhe: Importhalle 200 kW el



Weitere Anlagenstandorte



Fuhrparkhalle
Amt für Abfallwirtschaft:
Leistung 250 kW



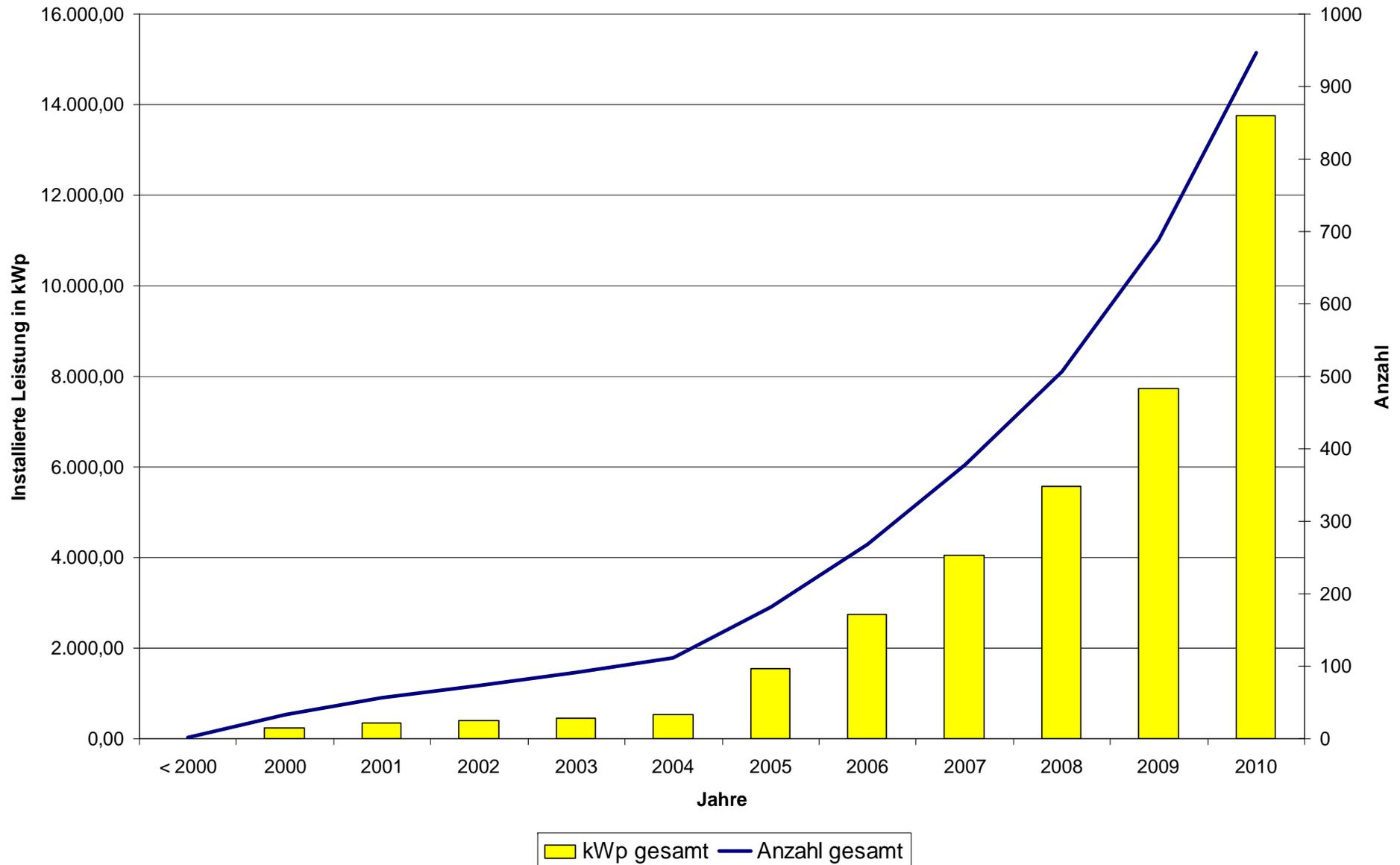
AVG-Abstellhalle Freudenstadt:
Leistung 130 kW
Yinglisolar monokristalline Module



Entwicklung der Photovoltaik in Karlsruhe

installierte Anlagenleistung: heute rd. 18 MW

Anzahl: rd. 1.000



unter:

www.karlsruher-sonnendaecher.de

STADTWERKE KARLSRUHE
VERSORGUNG MIT VERANTWORTUNG

Fraunhofer Institut Solare Energiesysteme

Startseite • Anlagenvergleich • Kontakt

Karlsruher Solarschulen • PV-Privat • Solarpark I • Solarpark II • Sonstige • PV-Profi

Karlsruher Solarschulen

Voraussetzung für die Förderung der Photovoltaikanlagen war ein pädagogisches und ökologisches Gesamtkonzept.

[Mehr Informationen](#)

PV-Privat

Durch eine Solar-Initiative wollen die Stadtwerke Karlsruhe die klimafreundliche Stromerzeugung aus Sonnenenergie in Karlsruhe voranbringen.

[Mehr Informationen](#)

Solarpark I

Der Solarpark I wurde in den Jahren 2005 und 2006 im Zuge der Photovoltaik-Initiative der Stadtwerke Karlsruhe errichtet.

[Mehr Informationen](#)

Kontakt

Stadtwerke Karlsruhe:
Michael Schön
Daxlanderstr.
76127 Karlsruhe
[E-Mail: Michael.Schoen@stwk.de](#)

Fraunhofer:
Fraunhofer-Institut Solare Energiesysteme
Dipl.-Ing. Klaus Heidenhofstr.
79110 Freiburg
[E-Mail: Klaus.Heidenhof@ise.fraunhofer.de](#)

Solarpark II

Der Solarpark II kommt. Aufgrund des großen Erfolges des Solarparks I wird nun der Solarpark II realisiert...

[Mehr Informationen](#)

Sonstige

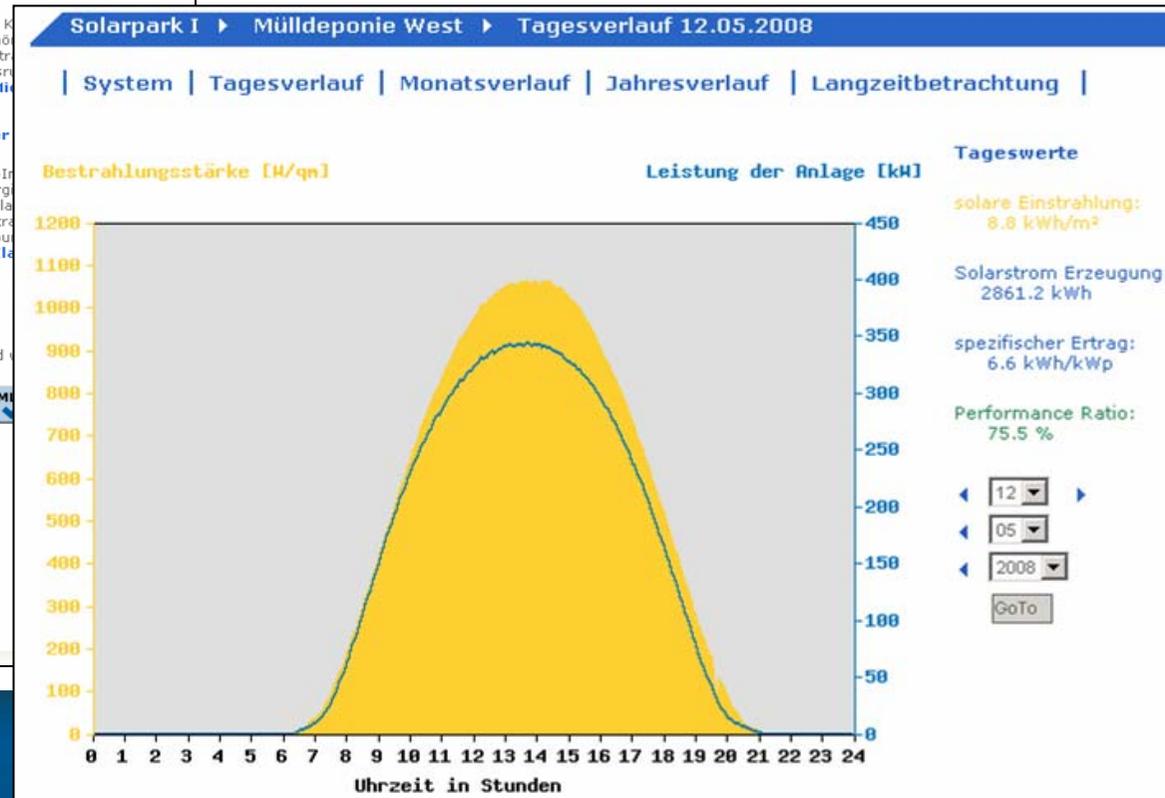
Anlagen, welche nicht zu einem größeren Vorhaben gehören, sind hier zu finden.

[Mehr Informationen](#)

PV-Profi

Auch für engagierte Unternehmen, die gerne auf eigenen Dachflächen Anlagen zur photovoltaischen Stromerzeugung installieren möchten bieten die Stadtwerke im Rahmen ihrer Photovoltaik-Initiative und dem Baustein PV-PROFI tatkräftige Unterstützung an.

[Mehr Informationen](#)

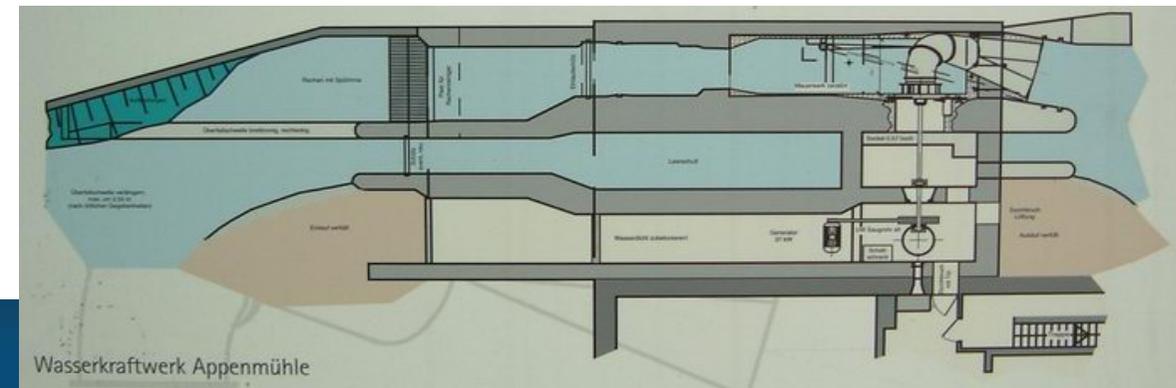


Energieerzeugung aus Wasserkraft: Die Appenmühle



- **Wiederinbetriebnahme: Frühjahr 2000**
- **Max. Turbinenleistung: 40 kW**
- **Baukosten: ca. 446.000 Euro (inkl. Renaturierungsmaßnahmen)**
- **Turbine: Francis-Schacht**
- **Ca. 200.000 kWh/a**
- **Fallhöhe 2,8 m**
- **Max. Wassermenge 1,8 m³/s**
- **Generator: Drehstrom-asynchron**

Fischtreppe am Thomaswehr



Hofgut Maxau 110 kW el

Inbetriebnahme April 97

- Typ Seewind 20/110
- Rotordurchmesser 20 m
- Turmhöhe ca. 35 m



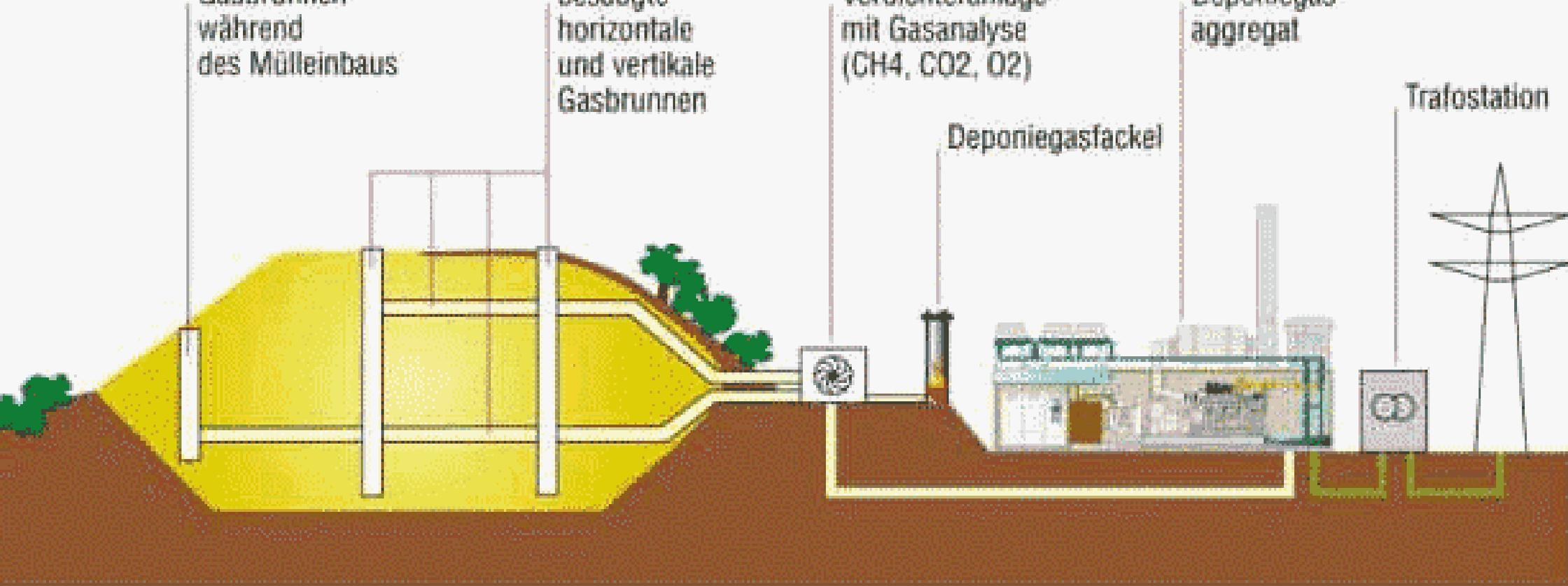
WKA I & II 750 kW el

- Inbetriebnahme Dez. 99 / Juli 2000
- Typ Seewind 52/750
- Rotordurchmesser 52 m
- Turmhöhe 65 und 74 m
- Invest je 850 TEuro

WKA III 1,5 MW el.

- Inbetriebnahme Apr. 02
- Typ Fuhrländer MD 77
- Rotordurchmesser 77 m
- Turmhöhe 85 m
- Leistung 1,5 MW_{el}
- Einschalt-Windgeschwindigkeit 3,0 m/s
- Nenn-Windgeschwindigkeit 11,0 m/s
- Abschalt-Windgeschwindigkeit 20,0 m/s
- Gesamtgewicht 256 t
- Invest 2 Mio Euro





Energieerzeugung aus Deponiegas

Deponiegasverwertung – Deponie West

Deponie- und Biogasverwertung – Deponie Ost

Deponie West (Müllberg = Energieberg)



Deponie West:
2 Gasmotoren je 375 kW
rund 6 Mio. kWh/a el.
rund 3 Mio. kWh/a th.
CO₂ Minderung 10.000 t



**Deponie Ost: 1 BHKW 375 kW el., 300 kW th.
1 Holzkessel 700 kW th.**





Energieerzeugung aus Erdwärme

Quo Vadis ????

.....oder aller Anfang ist schwer

- Ca. 100 Kunden-Anlagen
Überwiegend Dachs-Aggregate mit 5,5 kWel
insgesamt rund 1 MW el Leistung
Geschätzte Stromerzeugung ca. 3 Mio. kWh/a
- Größere BHKW-Anlagen bei der KES
(gemeinsame Wärmeversorgungsgesellschaft der
SWK und der VoWo)
ca. 6 BHKW's, Leistungen 50 bis 450 kWel)
Geschätzte Stromerzeugung ca. 5 Mio. kWh/a
- HKW West 37 MW el, ca. 20 Mio. kWh
- neue Anlage bei Stora Enso
45 MW, ca. 200-300 Mio. kWh



Abwärmennutzung aus einer Raffinerie für die Fernwärme in Karlsruhe

Ein gemeinsames Projekt der

- Mineralölraffinerie Oberrhein
- Stadtwerke Karlsruhe GmbH



Mit Unterstützung des



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

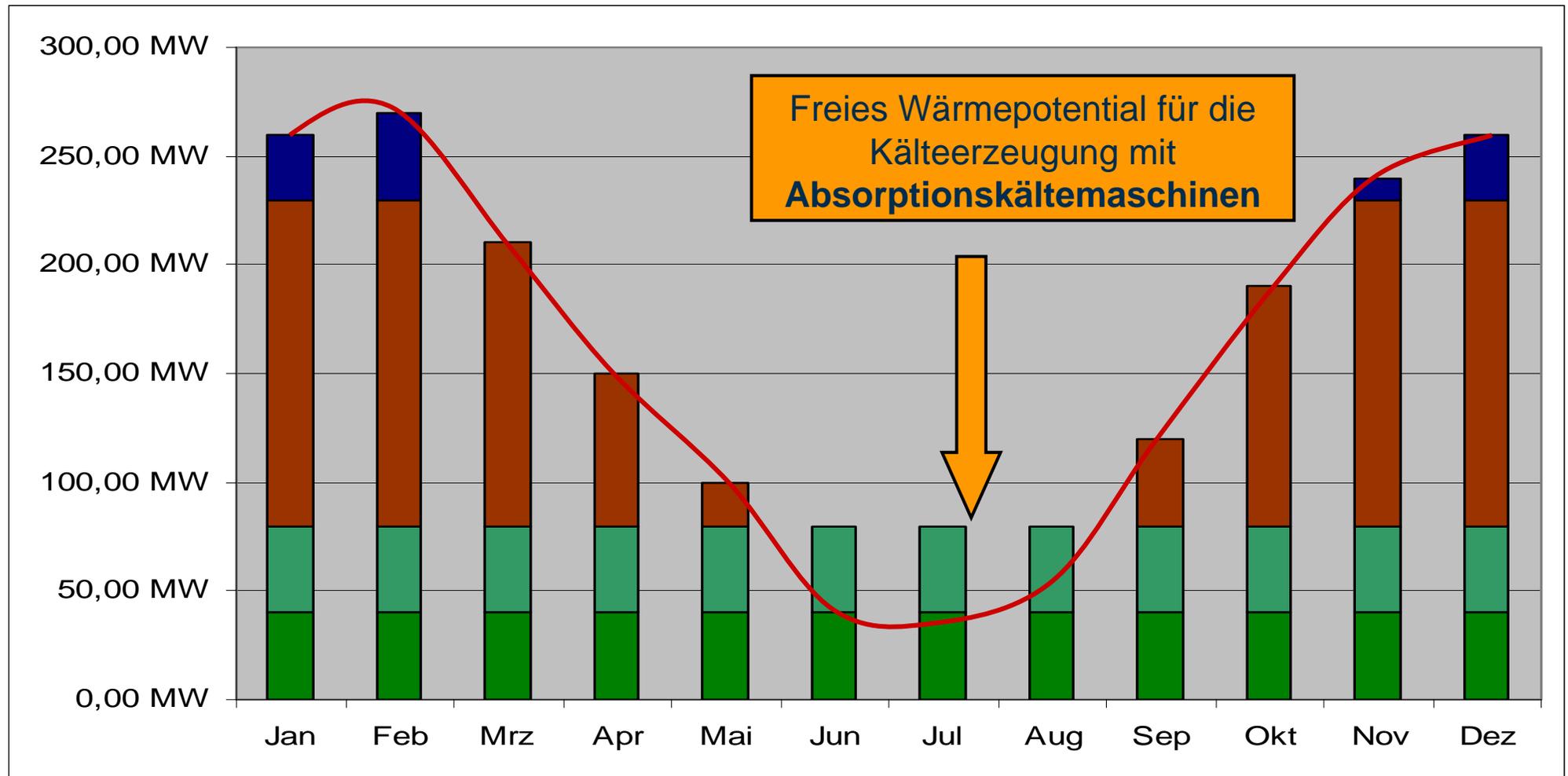
Mineraloelraffinerie Oberrhein in Karlsruhe:

- Größte Kraftstoffraffinerie in Deutschland
- Eine der modernsten und leistungsfähigsten Raffinerien in Europa
- Gesellschafter u.A.
ConocoPhillips, Esso Ruhr Oel, Shell
- Über 1.000 Mitarbeiter
- Veredelung von Rohoel zu hochwertigen Mineralölprodukten wie Benzin, Diesel, Heizoel, Propylen und Bitumen
- Gesamtproduktion
ca. 16 Mill. Tonnen pro Jahr



Zukünftiger Einsatz der FW-Erzeugungsanlagen

(Prognose)



■ MiRO Stufe 1 ■ MiRO Stufe 2 ■ RDK 7 u. 8 ■ HKW West — Wärmebedarf

- **Ausbau der Fernwärmenetze**
 - Aufbau weiterer Kälteanlagen mit Fernwärme
 - Optimierung der Fernwärmebeschaffung
- **Ausbau der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung**
- **Ausbau der regenerativen Anlagen**
 - **Ausbau der Photovoltaik** in Karlsruhe (und der Region)
 - **Ausbau der Windkraft**
 - In Karlsruhe: Potential < 10 MW
 - In der Region: Grössenordnung 100 MW
 - Änderung des Regionalplans notwendig
 - Ziele SWK:** Diversifizierung → Risikostreuung
 - **Beteiligung an regionalen Windparks: ca. 25 MW bis 2020**
Offshore: ca. 25 MW bis 2020
 - **Ausbau der Wasserkraft ??**
 - Beteiligung an Wasserkraftwerken in der Region
 - Staustufe Neuburgweier ???
 - **Problem: Akzeptanz, Ökologie ????**

Chance: Windstromheizung / Renaissance der Nachtstromspeicherheizung

- § 10a EnEV 2009: Außerbetriebnahmegebot für NSH in Mehrfamilienhäusern ab 5 WE in Fristen ab 2020 in KA ca. 1.330 Wohnungen in 120 Objekten (MFH > 5 WE) für Neubauten kein Verbot, Einschränkung durch Primärenergiefaktor
- Ausnahme: Einhaltung Wärmedämmstandard gemäß WSV 1995
- Nachtstromspeicher-Heizungen in Karlsruhe insgesamt: ca. 2.000 Objekte mit knapp 5.000 Wohnungen ca. 40 GWh / a , ca. 40 MW
- **Chance:** Nutzung der NSH zur Netzlastoptimierung; intelligente Ladezeitregelung zur Kompensation fluktuierender Einspeisung, z. B. in Abhängigkeit der Verfügbarkeit von Windkraft
- **Konsequenz:** § 10a der EnEV 2009 sollte „auf den Prüfstand“!

Entwicklung der Strombeschaffungsstruktur

