

Hintergrundpapier: Das Kombikraftwerk

Eine sichere Energieversorgung durch Erneuerbare Energien immer und überall – das Kombikraftwerk macht es möglich.

Das Kombikraftwerk verknüpft und steuert 36 über ganz Deutschland verteilte Wind-, Solar-, Biomasse- und Wasserkraftanlagen. Es ist ebenso zuverlässig und leistungsstark wie ein herkömmliches Großkraftwerk. Das regenerative Kombikraftwerk zeigt, wie durch die gemeinsame Regelung kleiner und dezentraler Anlagen bedarfsgerecht und zuverlässig Strom bereitgestellt werden kann.

Das Kombikraftwerk kombiniert optimal die Vorteile der verschiedenen Erneuerbaren Energien. Windenergieanlagen und Solarmodule leisten je nach Verfügbarkeit von Wind und Sonne ihren Beitrag zur Stromerzeugung. Ausgleichend werden Biogas und Wasserkraft eingesetzt: Je nach Bedarf werden sie in Strom umgewandelt, um kurzfristige Schwankungen auszugleichen, oder vorübergehend gespeichert. Einer Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien steht damit technisch nichts im Wege.

Das Kombikraftwerk ist eine Initiative der Firmen Enercon GmbH, Schmack Biogas AG und SolarWorld AG und wird durch weitere Partner aus der Branche der Erneuerbaren Energien unterstützt.

Agentur für Erneuerbare Energien

Reinhardtstr. 18
10117 Berlin
Tel.: 030-200535-3
Fax: 030-200535-51
kontakt@
unendlich-viel-energie.de

Bankverbindung:
Deutsche Kreditbank AG,
Niederlassung 99 Berlin
BLZ: 120 300 00
Konto: 20 86 718

IKEE e.V.
eingetragen beim
Amtsgericht Charlottenburg
St.-Nr. 27/668/56307

**Schirmherr „deutschland
hat unendlich viel energie“**
Prof. Dr. Klaus Töpfer

Unterstützer:
Bundesverband
Erneuerbare Energie

Bundesverband
Solarwirtschaft

Bundesverband
WindEnergie

Geothermische
Vereinigung

Bundesverband
Bioenergie

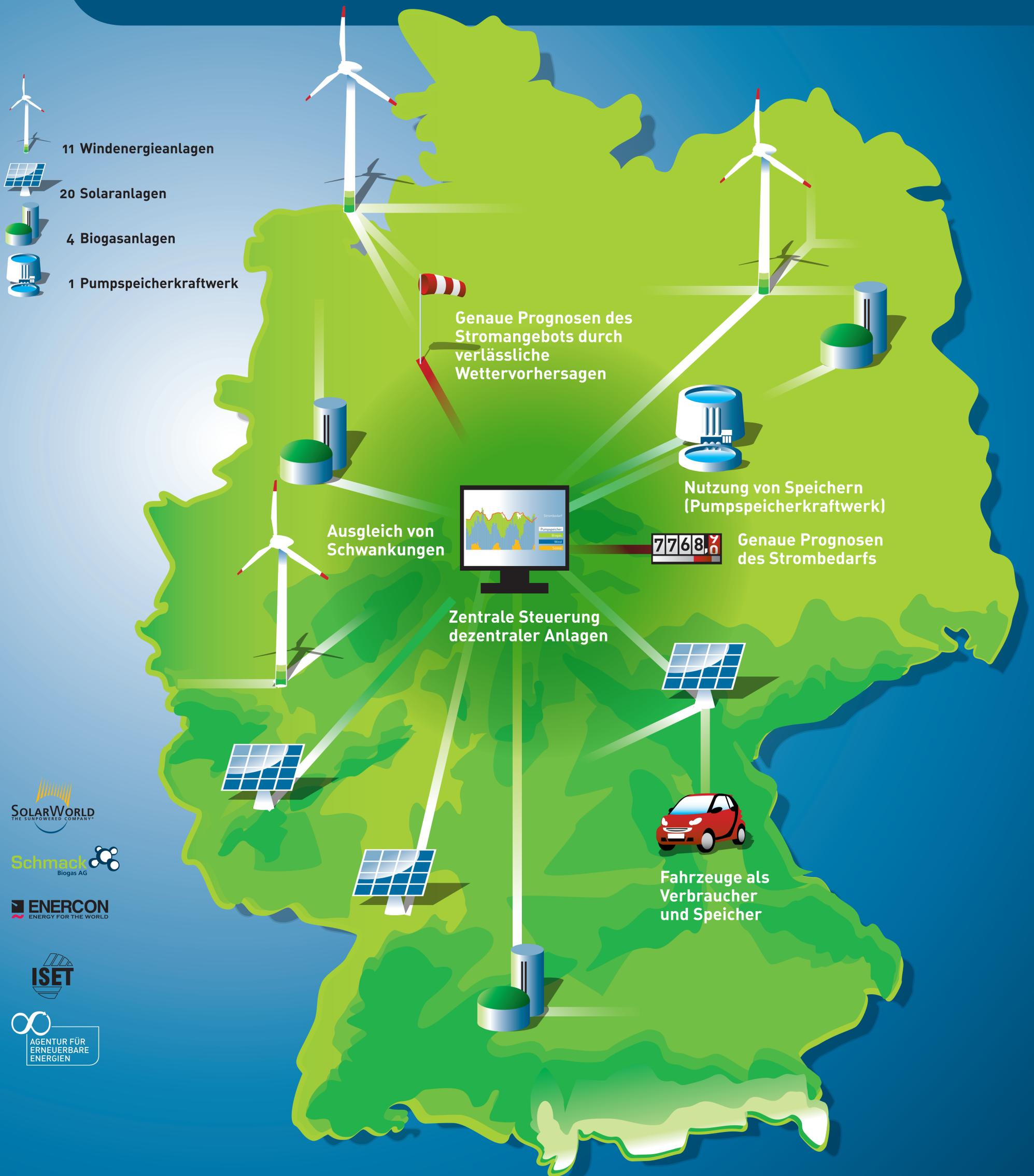
Fachverband Biogas

Bundesministerium für Um-
welt, Naturschutz und Reak-
torsicherheit

Bundesministerium für Er-
nährung, Landwirtschaft und
Verbraucherschutz

Das Regenerative Kombikraftwerk

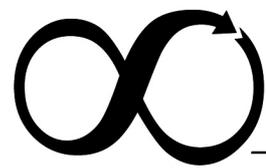
Zu jeder Zeit und bei jedem Wetter eine verlässliche Stromversorgung allein mit Erneuerbaren Energien.



www.kombikraftwerk.de

Agentur für
Erneuerbare Energien
www.unendlich-viel-energie.de

Das Regenerative Kombikraftwerk deckt im Maßstab 1 zu 10.000 den Strombedarf in Deutschland. Dies entspricht dem Strombedarf von 12.000 Haushalten, also einer Stadt wie Schwäbisch Hall.



3 / 8

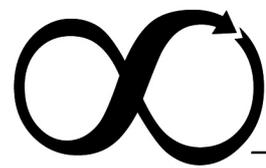
Warum ein Kombikraftwerk?

Die deutsche Energiepolitik steht vor großen Herausforderungen. Der Einsatz Erneuerbarer Energien trägt dazu bei, sie zu bewältigen.

- **Versorgungssicherheit:** Erneuerbare Energien vermindern die Abhängigkeit von Erdöl und Erdgas, das zum Teil aus politisch und wirtschaftlich instabilen Regionen stammt. Sie bieten eine Alternative zu immer kostspieligeren Öl- und Gasimporten.
- **Klimawandel:** Erneuerbare Energien vermeiden den Ausstoß von Treibhausgasen, die hauptsächlich für den Klimawandel verantwortlich sind. Damit werden milliardenschwere Folgeschäden für Wirtschaft und Umwelt verhindert.
- **Atomausstieg:** Erneuerbare Energien ersetzen ohne Problem sukzessive die Strommengen, die heute noch aus Atomkraftwerken stammen.

Erneuerbare Energien leisten schon heute einen wichtigen Beitrag zu einer nachhaltigen und umweltverträglichen Energieerzeugung. Mehr als 14 Prozent des deutschen Stromverbrauchs stammen bereits aus Erneuerbaren Energien. Das regenerative Kombikraftwerk zeigt, dass Erneuerbare Energien prinzipiell 100 Prozent des Strombedarfs sicherstellen können.

Das regenerative Kombikraftwerk entkräftet Argumente, wonach die Verfügbarkeit von Strom aus Erneuerbaren Energien zu stark von meteorologischen Einflüssen abhinge. Schon heute wird die „Energieausbeute“ aus Wind und Sonne mit modernster Technik sicher prognostiziert. Das regenerative Kombikraftwerk macht sich diese Technologien zu Nutze und regelt den Strombedarf genauso sicher wie jedes konventionelle Großkraftwerk. Das Kombikraftwerk garantiert zu jeder Zeit eine verlässliche Stromversorgung ausschließlich mit Erneuerbaren Energien.



4 / 8

Das Pilotprojekt

Die Unternehmen Schmack Biogas AG, Solarworld AG und Enercon GmbH haben früh erkannt, dass eine verlässliche Stromversorgung nur vom Zusammenspiel der Erneuerbaren Energien getragen werden kann. Die Kombination von Wind- und Solarenergie, von Biogas und Wasserkraft gleicht Schwankungen aus und ermöglicht eine kontinuierliche Stromversorgung.

Die Unternehmen haben deshalb das Kombikraftwerk realisiert. Sein Konzept beruht auf der Vernetzung und dem Ausgleich verschiedener Erneuerbare-Energien-Kraftwerke. In der Forschung ist das so genannte "Virtuelle Kraftwerk" bereits ein Begriff. Es bedeutet, dass einzelne dezentrale Kraftwerke vernetzt und über eine zentrale Steuerungseinheit per Informationstechnologie miteinander verknüpft werden. Dieses Prinzip setzt das Kombikraftwerk auf der Basis von ausschließlich erneuerbaren Energiequellen um.

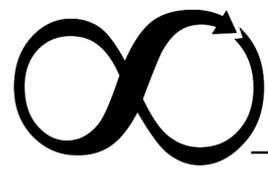
Das Kombikraftwerk ist mehr als eine Simulation. Es ermöglicht die aktive Steuerung von Erneuerbaren-Energien-Kraftwerken im Echtbetrieb. Die Variation einzelner Rahmenbedingungen – etwa des Strombedarfs oder des Windangebots – verändert unmittelbar das Zusammenspiel der vernetzten Anlagen. Das Projekt demonstriert so die Leistungsfähigkeit und die einfache Regelbarkeit von Erneuerbaren Energien. Gemeinsam gewährleisten sie eine bedarfsgerechte Stromversorgung.

Wie funktioniert das Kombikraftwerk?

Die Funktionsweise des regenerativen Kombikraftwerks lässt sich in zwei Stufen unterteilen: die vorausschauende Steuerung und die Feinabstimmung.

Vorausschauende Steuerung

Das Kombikraftwerk vernetzt 36 Erneuerbare-Energien-Kraftwerke, die über ganz Deutschland verteilt sind. Elf Windanlagen, vier Biogasanlagen und Blockheizkraftwerke (BHKW), zwanzig Solaranlagen sowie ein Pump-



5 / 8

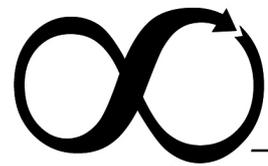
speicherkraftwerk sind durch eine zentrale Steuerungseinheit miteinander verbunden. Diese Kraftwerke decken ein Zehntausendstel des deutschen Strombedarfs ab. Das entspricht dem Strombedarf von 12.000 Haushalten – etwa einer Stadt wie Schwäbisch Hall. Das Kombikraftwerk zeigt so im Kleinen, was auch im Großen möglich ist: die Vollversorgung durch Erneuerbare Energien zu jeder Zeit und bei jedem Wetter (vgl. Abb. 1). Das regenerative Kombikraftwerk passt sich dabei minutengenau an den tatsächlichen Bedarf an. Es deckt Bedarfsspitzen – etwa zur Mittagszeit – ab und speichert in „ruhigen Zeiten“ nicht benötigte Strommengen.

Der tatsächliche Verlauf des Strombedarfs ist der zentrale Ausgangspunkt für alle Kraftwerksfunktionen. Die Prognose des Strombedarfs, das so genannte Lastprofil, wird an die zentrale Steuerungseinheit übermittelt. Dort treffen auch die Prognosen über die Leistung von Wind- und Solaranlagen ein. Der Deutsche Wetterdienst stellt die Vorhersagen von Windstärken und Sonnenstunden zur Verfügung. In der zentralen Steuerungseinheit werden diese Daten gegeneinander aufgerechnet. Wind- und Solarenergie können dem Strombedarf nicht exakt entsprechen, da das Angebot an Wind und Sonneneinstrahlung schwankt. So entstehen Über- und Unterversorgungen, die ausgeglichen werden müssen, um Versorgungssicherheit und Netzstabilität zu gewährleisten.

Wie erfolgt die Anpassung an den Strombedarf?

Ein zentraler Rechner steuert die Anlagen des Kombikraftwerks so, dass sie gemeinsam bedarfsgerecht Strom produzieren.

Produzieren Wind- und Solaranlagen allein nicht genügend Strom, muss zusätzliche Anlagenleistung beigesteuert werden. Sie stammt aus zwei Quellen: Zum einen werden Blockheizkraftwerke (BHKW) eingesetzt, die aus Biogas Strom und Wärme produzieren. Da Biogas speicherbar ist, steht diese Stromquelle ganz nach Bedarf zur Verfügung. Zum anderen kann Energie aus einem Pumpspeicherkraftwerk zur Verfügung gestellt werden: Wird Strom benötigt, fließt Wasser aus einem höher gelegenen Speicherbecken nach unten und treibt einen Generator an. Bei Stromüberschuss



6 / 8

wird Wasser durch Rohrleitungen zurück in das Speicherbecken gepumpt. Die Vorhersage des Leistungsbedarfs ermöglicht es, rechtzeitig Fahrpläne für die Steuerung der Blockheizkraftwerke und der Speichersysteme aufzustellen. Übersteigt die Stromproduktion von Wind- und Solaranlagen den Bedarf, wird die überschüssige Energie für das Auffüllen des Pumpspeichers genutzt. Der Strom kann auch exportiert oder zum Antrieb von Elektroautos genutzt werden. In Ausnahmefällen können die Wind- und Solaranlagen gedrosselt werden – dann blieben vorhandene Energiepotenziale aber ungenutzt.

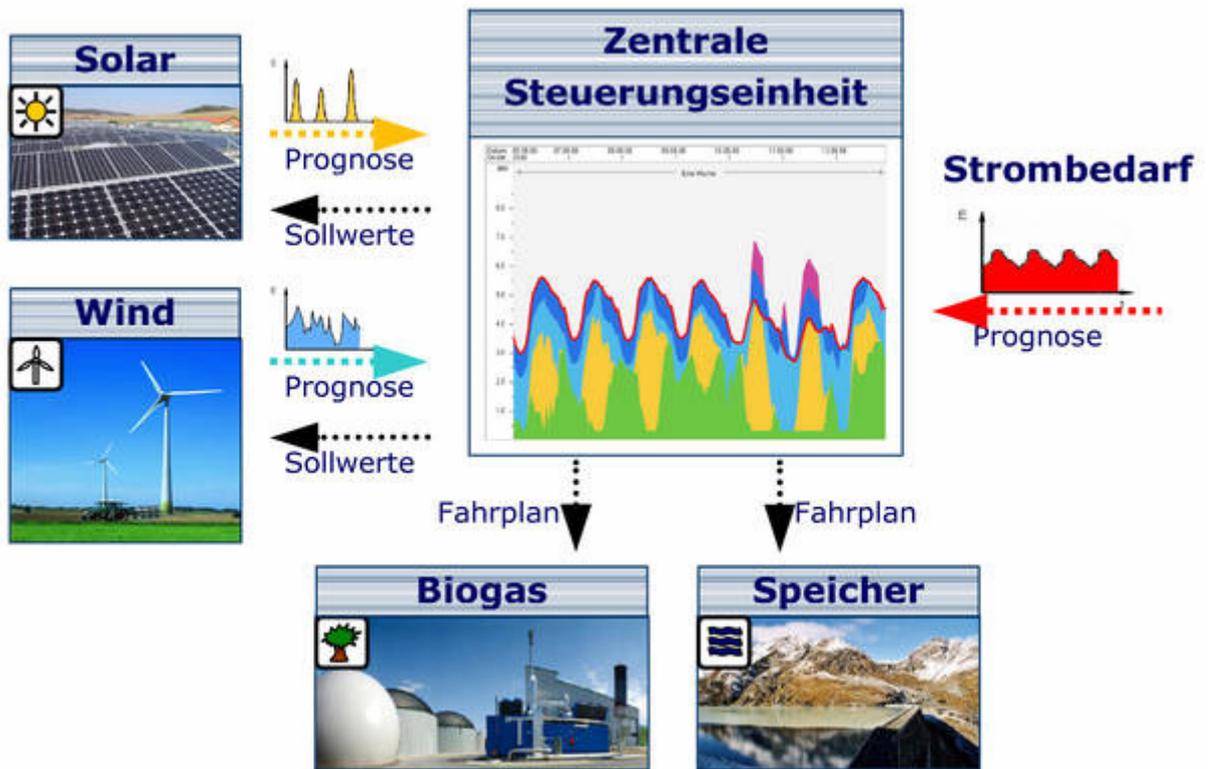
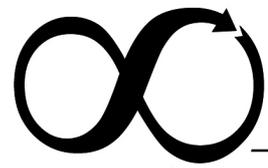


Abb. 1: Funktionsprinzip des regenerativen Kombikraftwerks, 1. Stufe: vorausschauende Steuerung



7 / 8

Feinabstimmung

Die genaue Vorhersage der Leistung der beteiligten Kraftwerke erlaubt es, für das Kombikraftwerk vorausschauend grundlegende Steuerungsmuster festzulegen. Dennoch besteht bei der realen Einspeisung noch Ausgleichsbedarf. Trotz genauer Wettervorhersagen weichen die tatsächliche Einspeiseleistung und der Strombedarf in der Regel geringfügig ab. Hier ist die Feinabstimmung der zentralen Steuerungseinheit gefragt. Sie passt mit den tatsächlichen Messwerten den ursprünglichen Fahrplan an.

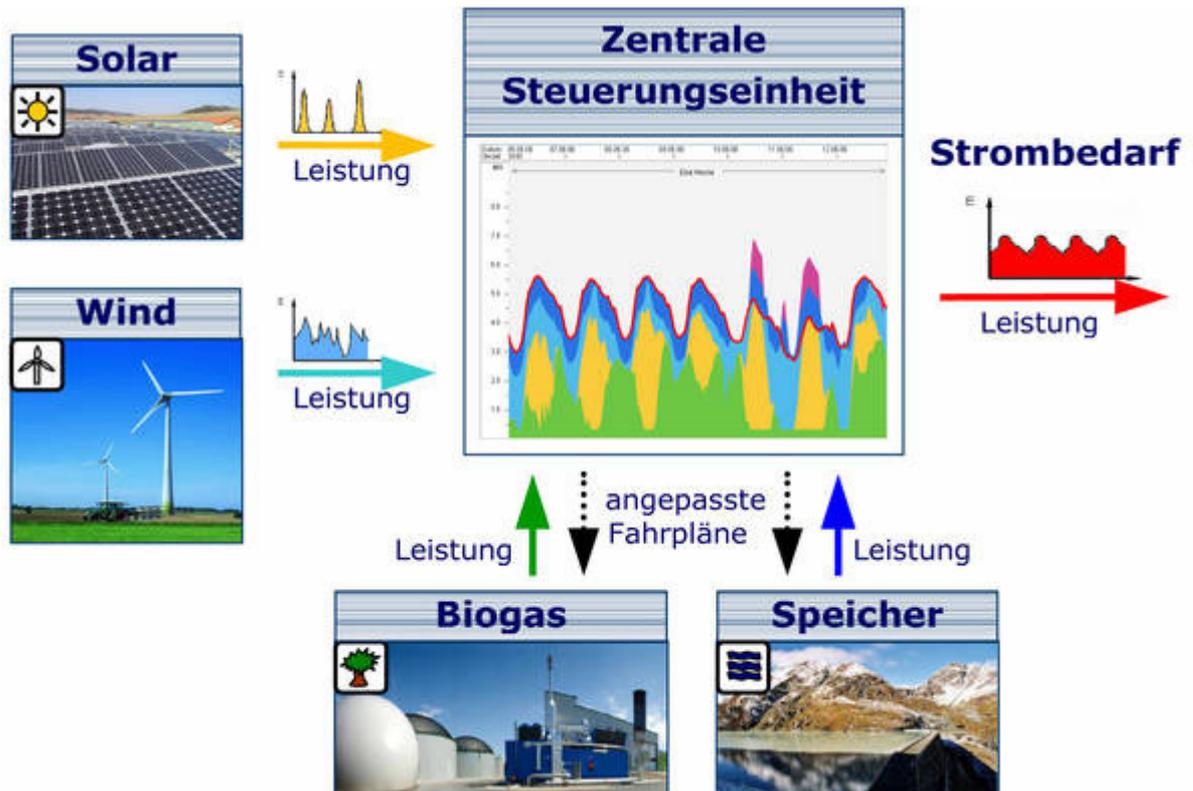
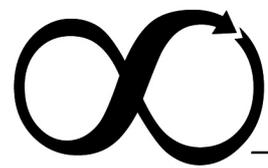


Abb. 2: Funktionsprinzip des regenerativen Kombikraftwerks, 2. Stufe: Feinabstimmung

Wenn das vorhandene Stromangebot nicht ausreicht, setzen die Biogasanlagen und der Speicher ihre freigehaltenen Kapazitäten ein. Die Steuerungszentrale erhält kontinuierlich Daten zur momentanen Leistung aller beteiligten Kraftwerke und fordert bei Bedarf zusätzliche Leistung an. Damit deckt das regenerative Kombikraftwerk den Strombedarf zeitnah und vollständig aus Erneuerbaren Energien. Insbesondere der Biogasnutzung kommt eine zentrale Rolle bei der Steuerung des Kombikraftwerks zu. Bio-



8 / 8

gas deckt die Spitzenlast und gleicht die natürlichen Schwankungen von Wind- und Solarenergie aus.

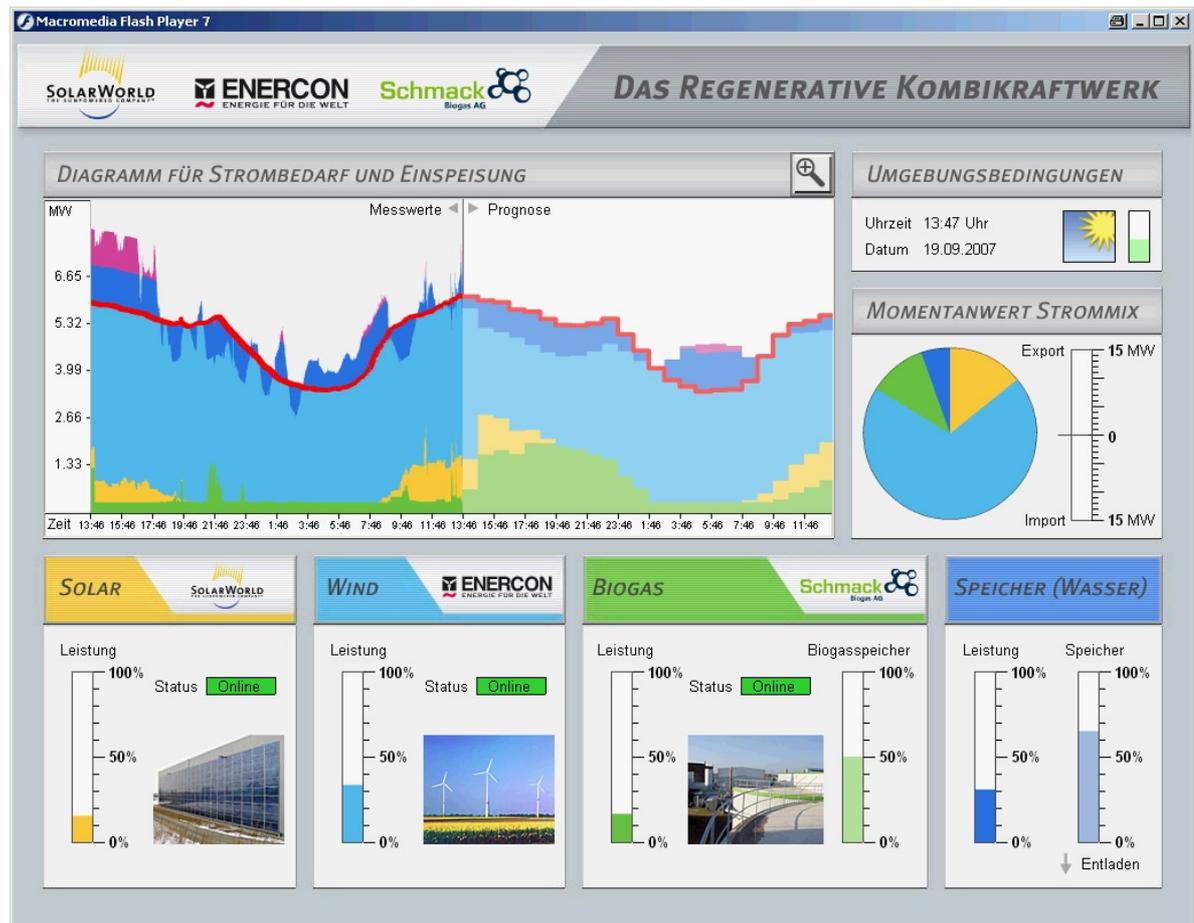


Abb. 3: Zentrale Steuerungseinheit des Kombikraftwerks

Wir danken dem Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) der Universität Kassel, dem Business Institute Solar Strategy (BISS), der Sunbeam GmbH, dem Deutschen Wetterdienst (DWD), der SMA Technologie AG, der Stadtwerke Schwäbisch Hall GmbH und der Tauber Solar GmbH für die Unterstützung des Projekts.

Weitere Informationen: www.kombikraftwerk.de

Herausgeber:
Agentur für Erneuerbare Energien
deutschland hat unendlich viel energie
Reinhardtstr. 18, 10117 Berlin
www.unendlich-viel-energie.de/de/strom/kombikraftwerk

Stand: Mai 2008