

## Dezentrale Energieversorgung in der Produktion

# Alles genutzt?

Dr.-Ing. Mark Junge, Geschäftsführer der Limón GmbH, Kassel

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sabine Mirciov, Mitarbeiterin der Limón GmbH, Kassel

Prof. Dr.-Ing. Jens Hesselbach, Leiter des Fachgebiets Umweltgerechte Produkte und Prozesse, Universität Kassel

### Ausgangssituation

Steigende Energiepreise haben dazu geführt, dass die Energie einen signifikanten Kostenanteil für produzierende Unternehmen darstellt. Die Rohstoffverknappung sowie der bevorstehende Klimawandel werden dies langfristig verschärfen. Es muss daher eine systemische Betrachtung von Produktion, Energie und Klima erfolgen, um langfristig wettbewerbsfähig zu sein.

Hauptsächlich benötigen Industriebetriebe nachfolgende Energieformen:

- Strom
- Prozesswärme
- Prozesskälte
- mechanische Energie als Druckluft

Zur Erhöhung der Effizienz bei der Energiebereitstellung und damit zur Senkung der Energiekosten setzen einige Unternehmen mittlerweile dezentrale Energieversorgungskonzepte auf Basis von Kraft-Wärme-Kopplung mit erneuerbaren Energien ein. Grundlage hierfür sind Blockheizkraftwerke (BHKW), die etwa 50% des Energieinhaltes des zugeführten Brennstoffes in Strom und etwa 50% in Wärme umwandeln. Die Vorteile gegenüber der heutigen zentralen Energieerzeugung in Kraftwerken sind eine deutlich höhere energetische Brennstoffausnutzung und die Minderung von Transportverlusten. Unterstützt durch gesetzliche Förderprogramme wie das Energieeinspeisegesetz (EEG) und das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) tritt dieser Gedanke in den Hintergrund. Vielmehr ist eine möglichst hohe Einspeisung von Strom in das

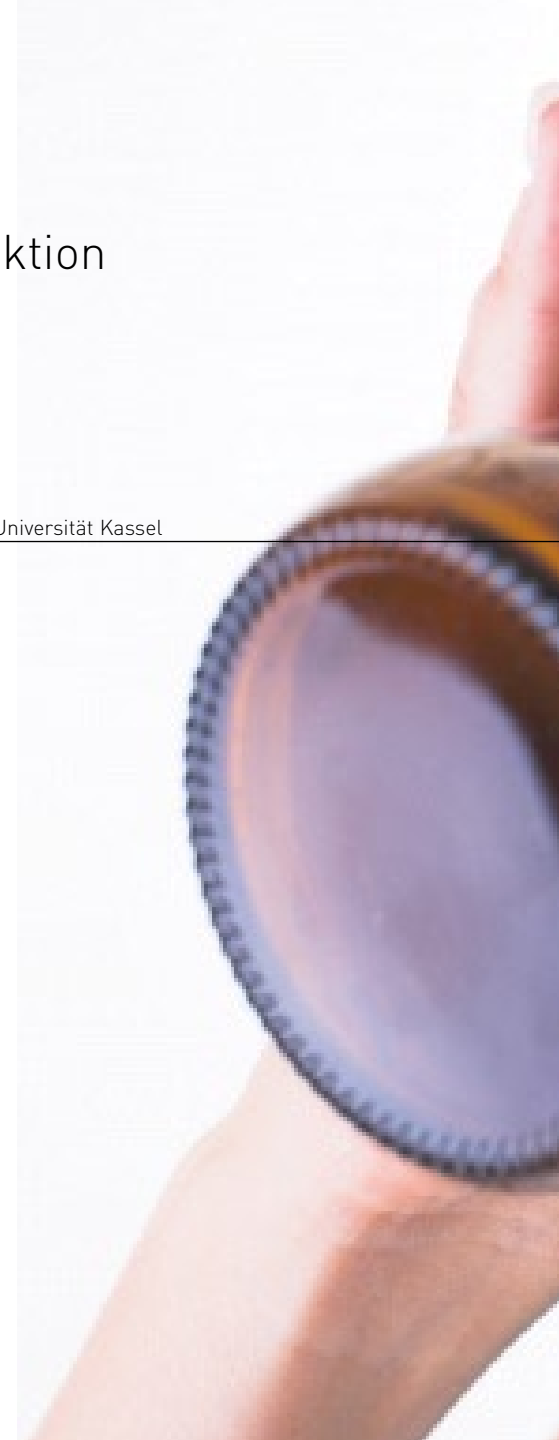
öffentliche Netz das Ziel, um eine maximale Vergütung zu erreichen. Aufgrund der meist geringen Nutzung der Abwärme stellen sich schlechtere Wirkungsgrade ein. Dieser Ansatz ist daher kein zukunftsfähiges Konzept, das auch ohne Förderung wirtschaftlich sein kann.

### Ziele

Im Rahmen eines Forschungsprojektes zwischen der Universität Kassel, der STH-Engineering GmbH, der NaturPur Energie AG und der Limón GmbH gefördert durch die HA Hessen Agentur GmbH werden durch einen systemischen Ansatz effiziente, dezentrale Energieversorgungseinheiten entwickelt.

Der systemische Ansatz beginnt bei der Planung und Auslegung der Anlage bis hin zur intelligenten und vorausschauenden Steuerung der Energieversorgungseinheit in Abstimmung mit der Produktion. Hierbei werden alle benötigten Energieformen – Strom, Wärme, Kälte und Druckluft – zur Verfügung gestellt.

Neben dem Einsatz eines möglichst effizienten Energiebereitstellungskonzeptes sind auch Maßnahmen zur Energieeffizienz bei den Maschinen und Anlagen in der Produktion notwendig, um einerseits den absoluten Bedarf zu minimieren und darüber hinaus einen auf die Bereitstellung abgestimmten Energiemix (Strom, Wärme, Kälte, Druckluft) zu erhalten. Nur hierdurch ist eine hohe Auslastung im optimalen Betriebspunkt und somit ein hoher Wirkungsgrad möglich. Unterschiedliche

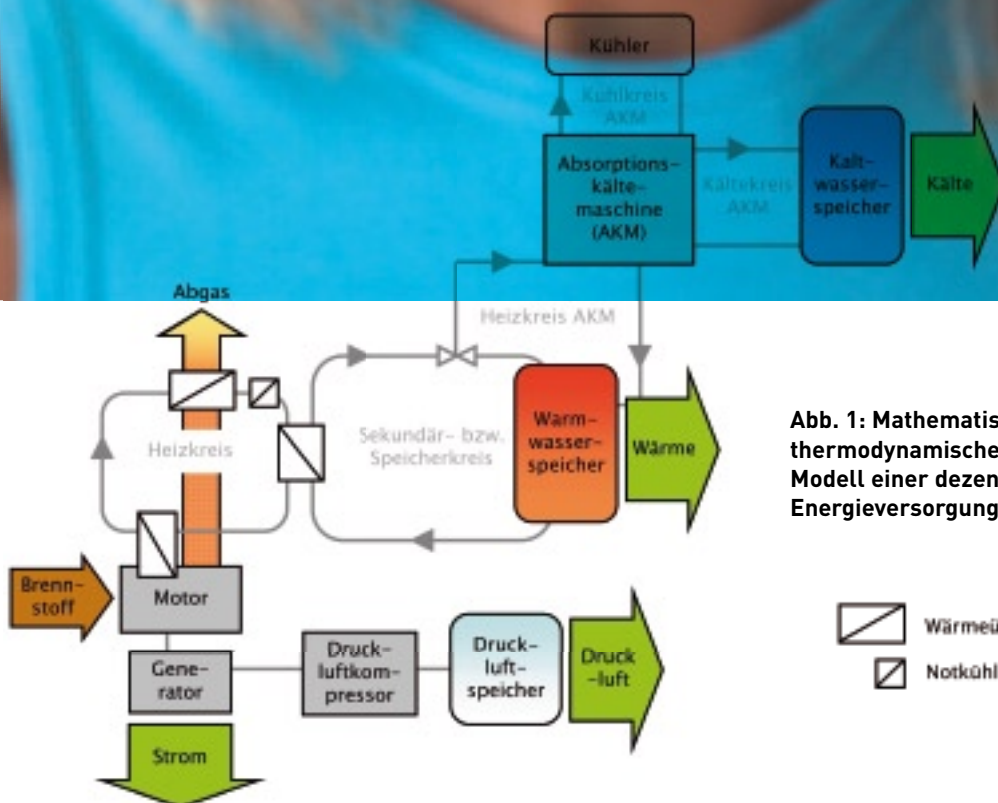


Steuerungsansätze ermöglichen je nach aktueller Preissituation und vorhandener bzw. nicht vorhandener Förderung einen möglichst wirtschaftlichen oder energieeffizienten Betrieb.

### Vorgehensweise

Bei der Entwicklung der dezentralen Energieversorgungseinheit werden vor allem Simulationstechniken eingesetzt. Hierbei kommen zwei Modelle zum Einsatz:

- rechnergestütztes Simulationsmodell
- Versuchsanlage mit Verbrauchssimulator



Das rechnergestützte Simulationsmodell dient der grundsätzlichen Untersuchung verschiedener Steuerungskonzepte. Aufbauend auf einem mathematisch-thermodynamischen Modell (Abb. 1) werden verschiedene Lastprofile für die jeweiligen Energieformen hinterlegt. Das Ergebnis sind sowohl ökonomische als auch ökologische Kenngrößen. Hierdurch ist es möglich, für verschiedene Anwendungsfälle die jeweils beste Fahrweise zu bestimmen. Zusätzlich kann das Modell für die Auslegung einer Energieversorgungseinheit eingesetzt werden.

**Abb. 1: Mathematisch-thermodynamisches Modell einer dezentralen Energieversorgungseinheit**

 Wärmeübertrager  
 Notkühler



**Dr.-Ing. Mark Junge**  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Umweltgerechte Produkte und Prozesse der Universität Kassel; Geschäftsführer der Limón GmbH, Kassel



**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sabine Mirciov**  
Mitarbeiterin der Limón GmbH, Kassel



**Prof. Dr.-Ing. Jens Hesselbach**  
Leiter des Fachgebiets Umweltgerechte Produkte und Prozesse der Universität Kassel

- wärmegeführt mit Einspeisung des gesamten Stroms in das öffentliche Netz
- wärmegeführt mit Einspeisung des überschüssigen Stroms in das öffentliche Netz
- kombinierte Fahrweise ohne Einspeisung (autarker Betrieb)

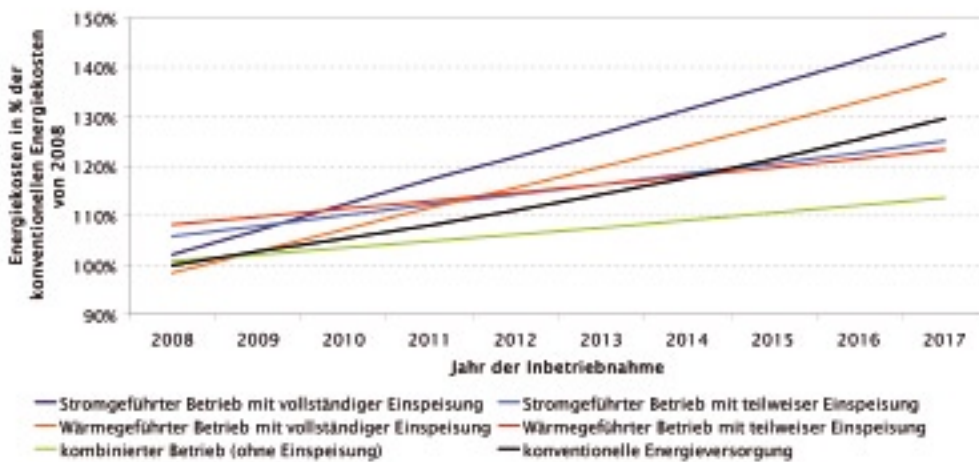
Die beschriebenen Fahrweisen wurden mit einer konventionellen Energieversorgung verglichen. Dabei sind verschiedene Zeitpunkte der Inbetriebnahme betrachtet worden, da hieraus unterschiedliche Vergütungssätze bei der Einspeisung resultieren. Unter Berücksichtigung einer jährlichen Preissteigerung bei Strom und Heizöl sowie bei Biomasse zeigen sich die in Abb. 2 dargestellten Ergebnisse. In der Grafik sind die mittleren Energiekosten der ersten zehn Betriebsjahre dargestellt. Hierbei entsprechen 100% den konventionellen Energiekosten des Jahres 2008.

Die Simulationen zeigen, dass sich bei dem dargestellten Beispiel schon bei den für 2008 angenommenen Brennstoffkosten keine rein einspeiseorientierten Fahrweisen lohnen. Innerhalb kürzester Zeit kann nur durch eine kombinierte Fahrweise eine hohe Wirtschaftlichkeit erzielt werden. Für den konkreten Anwendungsfall muss natürlich jeweils eine Wirtschaftlichkeitsprüfung mit den beschriebenen Steuerungsstrategien erfolgen, welche mithilfe der Simulation durchgeführt werden kann.

### Ausblick

Die in der rechnergestützten Simulation erfolgten Experimente werden zurzeit ebenfalls an der Versuchsanlage durchgeführt. Hierdurch sind ein höherer Detaillierungsgrad und eine genauere Analyse der Steuerungsstrategien möglich. Darauf aufbauend werden die entwickelten Steuerungsansätze weiter optimiert, um eine noch höhere Effizienz zu erreichen. Parallel dazu sollen in 2008 über das Joint Venture Probienergy GmbH die ersten Realanlagen gebaut und in Betrieb genommen werden.

● [junge@upp-kassel.de](mailto:junge@upp-kassel.de)



**Abb. 2: In wenigen Jahren kann nur durch eine kombinierte Fahrweise ein wirtschaftlicher Betrieb erreicht werden**

Darüber hinaus wurde ein Prototyp einer dezentralen Energieversorgungseinheit aufgebaut, der 30 kW elektrische und 40 kW thermische Leistung hat. Neben einem Pflanzenöl-BHKW (Kuhse Greenpower 30, Alfred Kuhse GmbH) werden eine Absorptionskältemaschine mit 15 kW Kälteleistung (Wegracal SE 15, EAW Energieanlagenbau GmbH) sowie ein Druckluftkompressor (Kompressor BLG 650, Babatz Kompressorenfabrik GmbH) und entsprechende Speichermedien (Vailant GmbH) eingesetzt. Parallel hierzu wurde ein Prüfstand entwickelt, der vorgegebene Verbrauchsprofile simuliert und gleichzeitig die Bereitstellung überprüft. Zudem können Brennstoffausnutzung und Emissionen ermittelt werden. Mithilfe dieser Anlage ist es möglich, das

rechnergestützte Modell zu validieren und Detailuntersuchungen für Steuerungskonzepte durchzuführen.

### Aktuelle Ergebnisse

Mit dem rechnergestützten Simulationsmodell wurden anhand eines beispielhaften Lastprofils verschiedene Steuerungsansätze hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit untersucht. Die untersuchte Energieversorgungseinheit entspricht der oben dargestellten Versuchsanlage. Folgende Fahrweisen wurden u. a. betrachtet:

- stromgeführt bei maximaler Motorleistung mit Einspeisung des gesamten Stroms in das öffentliche Netz
- stromgeführt bei maximaler Motorleistung mit Einspeisung des überschüs-