

Kraft-Wärme-Kopplung – (k)ein Auslaufmodell der Energiewende

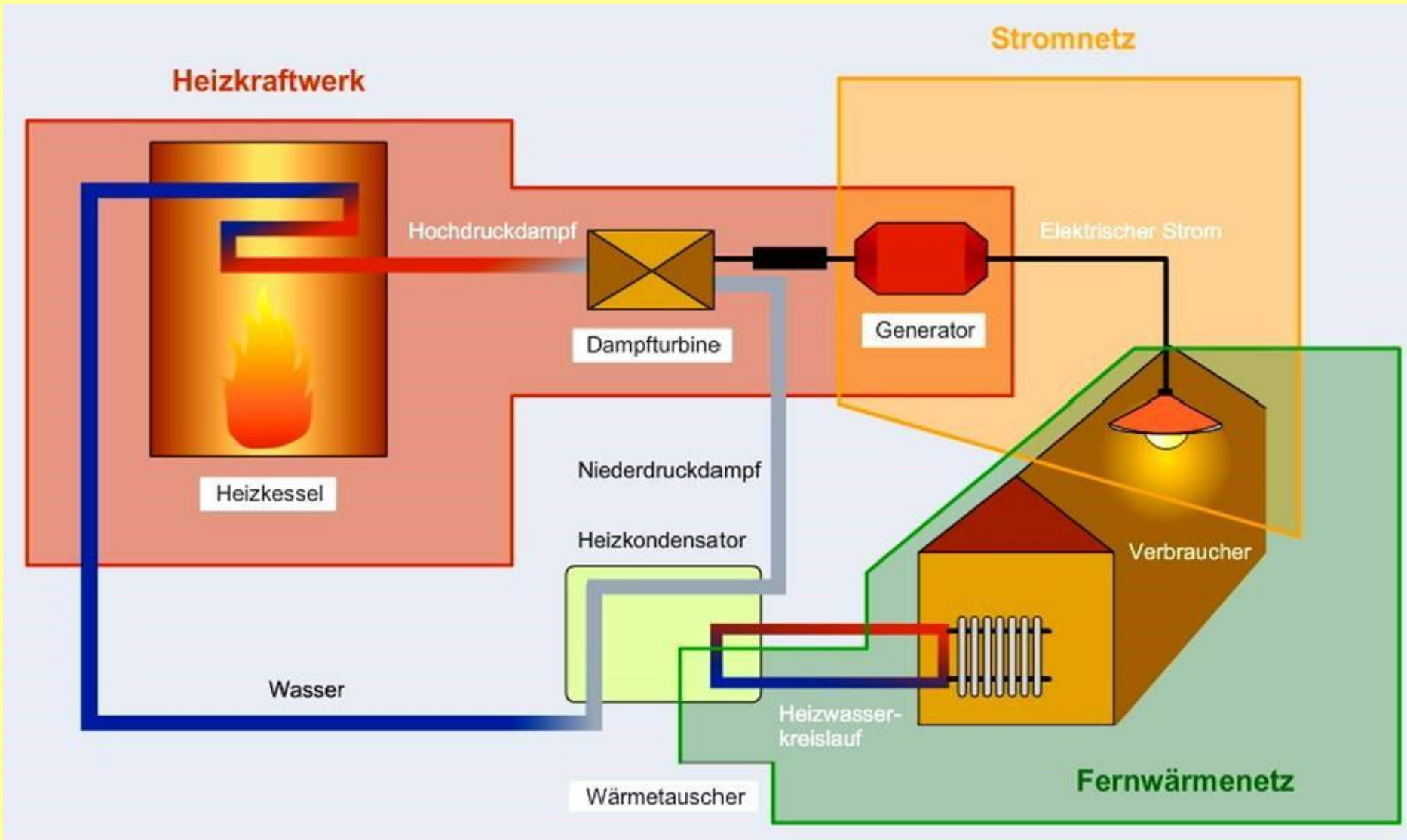


Dr. Michael Huber, promovierter Physikochemiker, langjährig Dozent für Neue Technologien und Regenerative Energien, aktuell aktiv im AK Umwelttechnik des VDI Hannover, in der FG Energie, FG Kommunalen Klimaschutz und AG Wärmewende der Scientists for Future Deutschland, bei Climate Watch Celle und als Vertreter der Celler Klimaplattform in den Klimaschutzausschüssen von Stadtrat und Kreistag Celle

Denkanstoß: Angesichts der aktuellen Koalitionsverhandlungen

- *Der Klimawandel ist ein naturgesetzlich ablaufender Prozess*
- *Über Naturgesetze kann man nicht abstimmen*
- *Naturgesetze kennen keine Kompromisse*
- *Naturgesetze haben ihre eigenen Zeitabläufe*
- *Naturgesetze kennen keine Legislaturperioden*

Was ist Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)?



Die bei der Stromerzeugung im Verbrennungskraftwerk anfallende Abwärme wird – statt sie ungenutzt zum Schornstein oder über Kühltürme rauszublasen – für Fernwärme zur Gebäudeheizung oder als Prozesswärme in der Industrie verwendet.

Wärme kann nie zu 100 % in Elektrische Energie gewandelt werden!

Maximaler elektrischer Wirkungsgrad* bei Strom aus Wärme:

- Kohle-Dampfkraftwerk **50 %**
- Gasturbinenkraftwerk **41 %**
- Kombiniertes Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (GuD) **62 %**
- stationärer (Biogas)-Dieselmotor **45 %**
- Niedertemperatur-Brennstoffzelle** **37 % bis 50 %**
- Hochtemperatur-Brennstoffzelle** **60 %**

* Falls nicht genutzt, geht die Differenz auf 100% als Abwärme verloren!

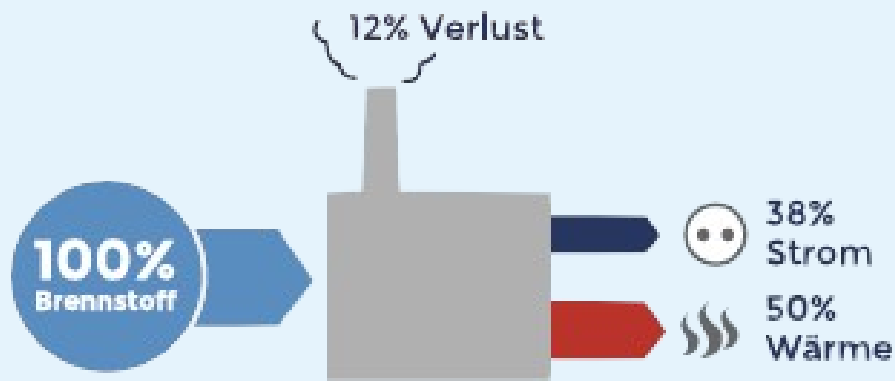
** Diese Werte sind das Ergebnis der Überprüfung realer Wirkungsgrade in der praktischen Anwendung durch FGH et al. und nicht die oft zitierten theoretischen Werte. Übrigens, in der Brennstoffzelle findet sozusagen die „kalte Verbrennung“ von Wasserstoff statt. Der theoretische Wirkungsgrad liegt unter idealen Bedingungen bei max. 83,2 %, was praktisch nicht erreichbar ist.

Merke: Der relativ geringe Wirkungsgrad der Stromerzeugung aus Verbrennung ist naturgesetzlich nicht mehr wesentlich besserbar.

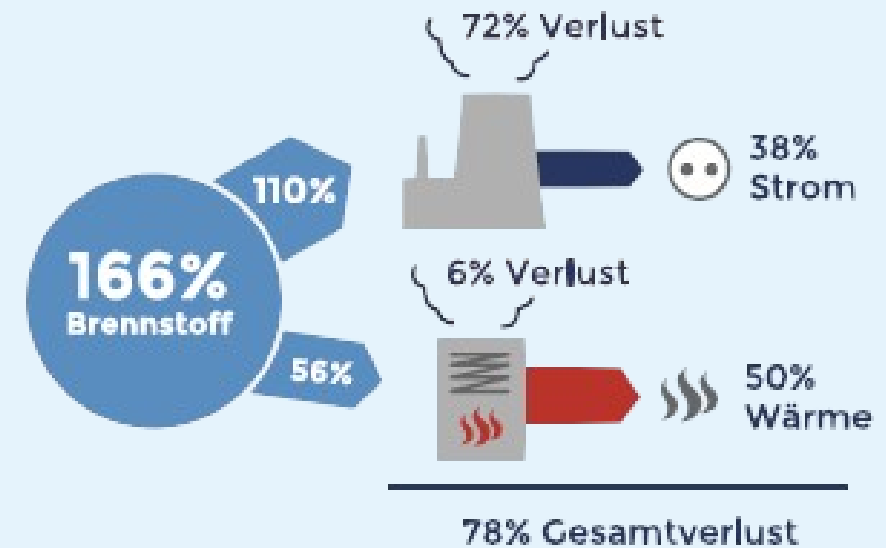
Warum also Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)?

Energieeffizienz bei Kraftwerken mit und ohne KWK

Kraft-Wärme-Kopplung



Getrennte Erzeugung (Strom im Kraftwerk / Wärme im Kessel)



Quelle: Policy Paper Kraft-Wärme-Kopplung der S4F

Ohne KWK benötigt man ca. 66% mehr Brennstoffenergie zur Erzeugung derselben Menge an Strom und Wärme!

Scheinbar paradoxe Situation:

KWK auch noch in einer CO₂-freien Zukunft?

- Für THG-Null müssen wir den gesamten End-Energiebedarf bis 2045 zu ca. 95% aus EE-Strom abdecken.
- Es darf keinerlei Verbrennung fossiler, CO₂-freisetzender Brennstoffe, wie Kohle, Heizöl und Erdgas, mehr stattfinden
- Aber EE-Strom aus Wind und Sonne steht nicht immer ausreichend zur Verfügung.
- EE-Strommangel und Dunkelflauten werden wir in Reserve-Kraftwerken aus grünem Wasserstoff oder daraus erzeugtem grünen Methan überbrücken.
- Soweit also auch nach 2045 noch Verbrennung eingesetzt werden muss, ist allerdings KWK auch dann noch ein Gebot der Energieeffizienz.

Wie viel EE-Strom brauchen wir für ein THG-freies 2045?

Aktueller Endenergieverbrauch ca. **2500 TWh**

EE-Strombedarf bis 2045* ca. **1250 TWh**

* Voraussetzungen:

- Der Energiebedarf wird zu ca. 90 % direkt oder indirekt durch in D erzeugten EE-Strom abgedeckt
- Der Strombedarf beinhaltet mit ca. 300 TWh auch die Wasserstoffherzeugung
- Diese 1250 TWh beinhalten nicht den Einsatz von Umweltwärme, z. B. wird für Wärmepumpen nur deren Betriebsstrom berücksichtigt.
- In gewissem Umfang sind Nahimporte von EE-Strom und EE-Wasserstoff aus benachbarten Überschussgebieten (wie z. B. dänische und norwegische Nordsee) zusätzlich möglich.
- **Der heutige Endenergieverbrauch wird Einsparungen bzw. Effizienzsteigerungen bis 2045 halbiert. (Gebäudewärme -80 %; Verkehr -80 %, Industrie – 50 %).**

Doch eine starke Lobby aus Gasversorgern und Gasnetzbetreibern wollen weiter ihre Geschäfte mit Gas machen.

Auch viele Stadtwerke fürchten den hohen Aufwand bei der Umstellung auf verbrennungsfreie der Fernwärme, und träumen davon, zumindest die Wärmenetze mit Wasserstoff versorgen zu können.

Das Wunschdenken der Erdgas/Wasserstoff-Lobby

Energieverbrauch	2050 ca.	3000 TWh
EE-Strombedarf	2050 ca.	900 TWh bis 1250 TWh
Wasserstoffbedarf	ca.	1000 TWh bis 2000 TWh
Importanteil Wasserstoff	ca.	50 % bis 90%

Doch diese Prognosen stellen die Frage nach den Importkosten nicht wirklich!

(Seriöse Prognosen u. a. von Arthur D. Little besagen, dass fernimportierter Wasserstoff in jedweder Form kurz- bis mittelfristig um den Faktor 3 bis 4, bis 2050 vielleicht noch um Faktor 2 teurer sein wird.)

Doch auch Wind und Sonne in Deutschland kosten nichts: **Die Umstellung auf Erneuerbare Energien muss mittel- und Langfristig die Energieversorgung verbilligen.**

Folge hohen Energieimports wären:

- Werden die Energiekosten für die Industrie zu hoch, wandert sie ab.
- Zu hohe Energiekosten für Privatkunden destabilisieren die Gesellschaft.

Wie viel Verbrennungs-Kraftwerk-Kapazitäten brauchen wir in 2045?

- Derzeit sind in Deutschland Gaskraftwerke mit ca. 32 GW Leistung installiert. **Um Dunkelflauten überbrücken zu können**, bräuchten wir bis 2030 zusätzlich 11 GW entsprechend 35 große Gaskraftwerke und bis 2045 weitere 30 GW, also **insgesamt ca. 73 GW grüne Reserve-Gaskraftwerke**.
- Europa weit ist eine wesentliche Kompensation der Erzeugungsschwankungen **durch ausgebauten Stromnetzverbund** möglich, **wenn zusätzlich zur Nordsee z. B. auch in Spanien, Portugal, Griechenland und den Balkanstaaten die Windkraft ausgebaut wird**.
- Bei entsprechendem Ausbau der europäischen Stromnetze **würden insgesamt nur ca. 43 GW (statt 73 GW) an Gaskraftwerken in Deutschland ausreichen**.
- Zu diesen wohl unbedingt nötigen ca. 43 GW können natürlich auch **eine Vielzahl von Blockheizkraftwerken*** (BHKW) beitragen.

** BHKW sind kleine Kraftwerke, die zum Zweck der Abwärmenutzung zu Heizzwecken eingesetzt werden, also von Haus aus KWK nutzen.*

Was ist das Problem dieser zukünftigen Reservekraftwerke?

- Strombedarfsgeführter, wirtschaftlicher Betrieb von Erdgas-Kraftwerken erforderte **in 2018 ca. 4400 Volllaststunden**.
- Die Prognosen sagen, bei 1250 TWh/a Gesamtstrombedarf hätten wir **pro Jahr ca. 160 TWh Strombedarf aus Reservekraftwerken**. (ca. 1/6 im Vergleich zur direkten Stromversorgung)
- Das heißt, diese Reservekraftwerke würden mit EE-Wasserstoff oder EE-Methan **in 2045 nur noch ca. 1250 Volllaststunden im Jahr** laufen.
- Der extrem abgesenkte Gasverbrauch in 2045 durch die Gebäudeheizung (dann indirekt mittels Wärmepumpen) und ca. - 80% der Gas-Prozesswärme in der Industrie (dann resistiv oder induktiv mit EE-Strom) **senken den Gasverbrauch im Vergleich zu heute auf ca. 1/5**.
- Das große Problem dabei ist, das Geschäft der heutigen Gasversorger würde auf ca. 1/5 schrumpfen.

So erklärt sich der von den Erdgasversorgern befeuerte Wasserstoff-Hype, die ihr Geschäft durch eine komplette Umwidmung des bisherige Erdgasnetzes auf ein Wasserstoffnetz mit gleichbleibendem Gasverbrauch retten wollen.

Was heißt das nun für die Zukunft der KWK?

- Prinzipiell gilt: Immer wenn bei der Erzeugung von Elektrizität auch Wärme anfällt, sollte diese Wärme möglichst vor Ort genutzt werden.
- Nur unter diesem Aspekt bleibt KWK in einer CO₂-freien Zukunft sinnvoll.
- Das heißt aber auch, **KWK wird in Zukunft nur in stark reduziertem Maßstab eingesetzt werden können.**

Was heißt das für große Gaskraftwerke?

- Große, moderne Gaskraftwerke (i. d. R. als GuD und mit KWK) werden **in Zukunft nur noch strombedarfsgeführt als Reservekraftwerke betrieben.**
- Der Energiebedarf dieser Reservekraftwerke wird durch **grünen Wasserstoff oder daraus hergestelltes synthetisches Methan** gedeckt.
- Dazu müssen diese **Reservekraftwerke an entsprechende Gasnetze** angeschlossen sein!
- Bei diesen dann strombedarfsgeführten Kraftwerken dient **KWK nur noch zur temporären Einspeisung der Abwärme in Wärmenetze.**
- Diese Reservekraftwerke können **zukünftig nicht mehr zur Abdeckung der Wärmegrundlast** der Wärmenetze eingesetzt werden.

Für die Grundlast der Fernwärmenetze müssen neue, regenerative Wärmequellen erschlossen werden.

Zubau neuer, großer Gaskraftwerke?

- Jeder Zubau von Gaskraftwerken zur Grundlastabdeckung von Strom oder Wärme ist kontraproduktiv zum Erreichen der Energiewende-Ziele:
 - Die Kraftwerke würden sich in der noch mit Erdgasbetrieb zulässigen Zeitspanne nicht amortisieren.
 - Die Kraftwerke würden mit Erdgasbetrieb über die zulässige Zeitspanne hinaus CO₂ emittieren.
- Kohlekraftwerke zur Stromerzeugung und Kohlekraftwerke mit KWK zur Fernwärmeabdeckung dürfen nicht durch Gaskraftwerke ersetzt werden.
- Gaskraftwerke als Brückentechnologie stehen auf einsturzgefährdeten Brücken.
- Soweit noch Zubau großer Gaskraftwerke als zukünftige Reservekraftwerke nötig ist, dann nur unter gleichzeitigem Ausbau von Strom und Wärme aus CO₂-freien Quellen.

München: Brückennutzung von GuD mit Zukunftsanschluss

- Die Stadtwerke München haben bereits **90% Abdeckung des Strombedarfs aus eigenen Wind- und Solarstromanlagen** erreicht.
- Derzeit laufen **1 Kohleheizkraftwerk und 2 GuD** und decken mit ihrer Abwärme (zusätzlich auch noch Müllverbrennung und Geothermie) den Fernwärmebedarf mit ab.
- Bereits vor **2022 liefen die GuD nur noch ca. 2200 Volllaststunden/a** zur Spitzenlastabdeckung bei Strom und Wärme.
- Nach Abschaltung des Kohlekraftwerks decken **zukünftig 3 GuD mit insgesamt 2 GW als Reservekraftwerke mit ca. 1250 Volllaststunden** den Strombedarf Münchens bei EE-Strommangel komplett ab.
- Die **Abwärme der GuD wird dann nur noch während ihrer Strombedarfs bedingten Laufzeiten genutzt**. Ansonsten wird der Wärmebedarf der Stadt durch Tiefe Geothermie, Abfallwärme und Wärmepumpen abgedeckt.

Was heißt das für Bockheizkraftwerke?

- Nach dem zu erwartenden **Rückbau großer Teile des Erdgas-Verteilnetzes** haben viele bestehende kleine, dezentrale KWK-Anlagen und **BHKW keinen Zugang mehr zu Brennstoff**.
- Selbst wenn ein BHKW in Zukunft Anschluss an ein grünes Wasserstoff- oder grünes Methannetz haben sollte, wäre vom Betrieb **zur Abdeckung der Wärmehauptlast oder zur Eigenstromerzeugung abzuraten**.
- **Die Kosten für EE-Brennstoffe werden bei einem Mehrfachen der alten Erdgaspreise liegen.**
- **Auch die oft propagierte Versorgung mit Biogas ist ein Irrweg:**
 - Die **Kapazität von Biogas ist schon jetzt voll ausgelastet**, es kann also nur noch umverteilt werden.
 - Biogas aus Energiepflanzenanbau ist **schon jetzt die teuerste Energieform** und würde weiterhin **hohe Dauersubventionen** benötigen.
 - **Statt Ausbau der Biogaserzeugung steht mittel- bis langfristig ein Rückbau an**, zugunsten von Lebensmittelanbau und stofflich nutzbaren Pflanzen.

Jeder Zubau von BHKW zur Eigenstromversorgung oder zu Heizwecken ist also wenig zukunftsfähig.

BHKW in Energieinseln eine zukunftsfähige Lösung

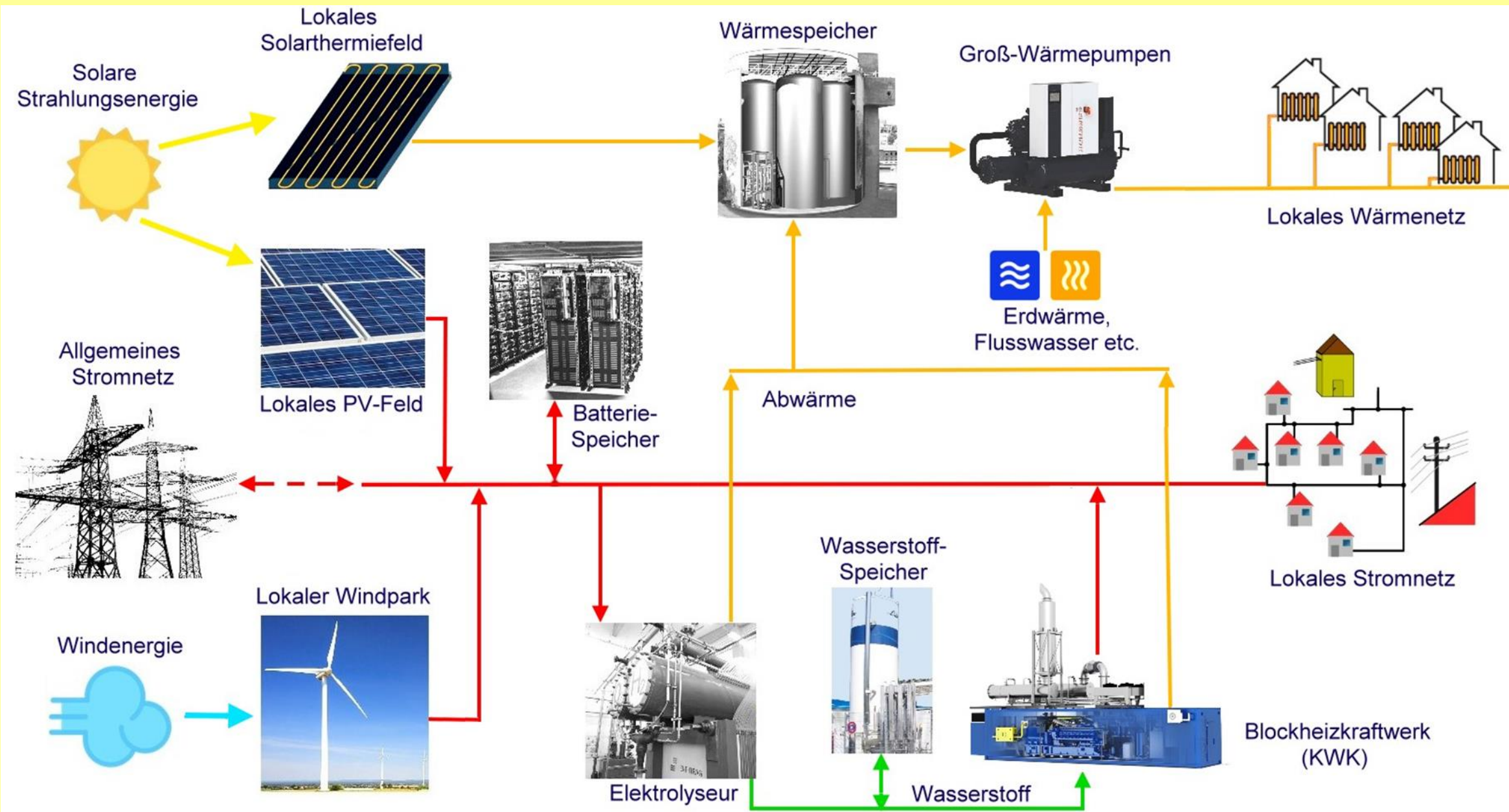
Abseits von Ballungsgebieten und Industriezonen könnten sinnvollerweise, lokale, dezentrale, sich selbst aus erneuerbaren Energien versorgende Gebiete sog. „Energie-Inseln“ entstehen.

Eine Energie-Insel umfasst eine Kombination folgender Komponenten:

- lokale **Stromversorgung aus lokal erzeugtem Wind und/oder Solarstrom**
- **CO₂-freies Wärmenetz, gespeist mittels Wärmepumpen** aus Erdwärme, Abwasserwärme und/oder Flusswasserwärme und evtl. Solarthermie.
- **Elektrolyseur und Wasserstoff-Speicher** mit Abwärmenutzung zur Verwertung von lokalem EE-Überschussstrom
- **BHKW oder Brennstoffzellen-Kraftwerk** zur Stromerzeugung bei EE-Strommangel aus lokal erzeugtem und gespeichertem Wasserstoff.
- Die bei Strommangel anfallende **Kraftwerks-Abwärme wird zur Einspeisung ins Wärmenetz genutzt.**
- Da Strombedarf und Wärmebedarf nicht synchron sind, wird der **Einsatz von Wärmespeichern** sinnvoll sein.

Nachahmenswerte Beispiele solcher Konzepte sind z. B. die Stadtwerke Lemgo, das Projekt Weststadt Esslingen oder das Industrieunternehmen Max Bögl.

Das Energie-Insel-Konzept



Was können die Kommunen tun?

- Die neue Rolle der KWK muss von den Kommunen sowohl bei ihrer **Klimaschutzplanung** als insbesondere auch bei ihrer **Wärmeplanung** unbedingt berücksichtigt werden.
- Gemeinden, in denen sich moderne GuD-Kraftwerke mit KWK befinden, sollten diese Kraftwerke als nützlich für ein zukünftiges, regeneratives Energiesystem beibehalten und ihre Betriebsfähigkeit langfristig sicherstellen.
- Allerdings muss bei der Planung berücksichtigt werden, **dass diese Kraftwerke künftig für die Grundlastversorgung der Fernwärme ausfallen werden.**
- **Für die Fernwärme-Grundlast muss eine Umstellung auf CO₂-freie Wärmequellen in Angriff genommen werden.**
- Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung **muss die Umstellung der Wärmeversorgung auf CO₂-freie Wärmequellen zügig in Angriff genommen werden.** Das gilt sowohl für bestehende Fernwärmenetze als auch für noch aufzubauende Nahwärmenetze.
- Im Rahmen der Energiewende **muss auch die lokale EE-Stromerzeugung und -versorgung mitgeplant werden.** Ggfs. ist dann auch ein Energieinselkonzept zu erwägen.

Die Info-Quelle für die Macher und Entscheider in den Kommunen



Scientists for Future

Policy-Paper Wärmewende 06-2023

Kraft-Wärme-Kopplung

Von der fossilen Effizienztechnologie zu
einer neuen Rolle in der Wärmewende



Autor:innen:

Huber, Michael; Clausen, Jens; Ehrhardt, Helge; Gerhards, Christoph;
Hoffmann, Rana; Klafka, Peter; Köhne, Anja; Linow, Sven; Seifert, Thomas

Policy Paper der Scientists for Future

*Kraft-Wärme-Kopplung –
Von der fossilen Effizienztechnologie
zu einer neuen Rolle in der Wärmewende*

<https://info-de.scientists4future.org/kraft-waerme-kopplung/>

Bitte weiterempfehlen!

So und jetzt haben wir noch Zeit Fragen und Missverständnisse zu klären

doc.hu@t-online.de