ISSN 1611-0412 – D 7656 E

3
März 2021

netzpraxis

Magazin für Energieversorgung – Planung • Bau • Betrieb • Service

Netzbetrieb
Physische Anforderungen des ISMS nach ISO 27001 erfüllen

Leitungstiefbau
Strategisches und nachhaltiges Bauen schafft Versorgungssicherheit

Verteilnetze
IoT-Technik macht Ortsnetz-Transformatorstationen zukunftsfit

Schaltanlagen
Luftisolierte Schaltanlagen fit für die Zukunft machen – Eisenberg geht voran

Prüftechnik
Stationsleittechnik im laufenden Betrieb prüfen und erweitern

Messtechnik
Funkadapter ermöglicht Anbindung von Verbrauchszählern an Cloud

Wasserstoff
Grüner Wasserstoff »made in Wunsiedel« spart 98 % CO_2 ein

Speicher
Elektrische Verbindungstechnik für Energiespeichersysteme

Erneuerbare Energien
Dynamische Netzstützung in Zeiten der Energiewende

www.np-magazin.de

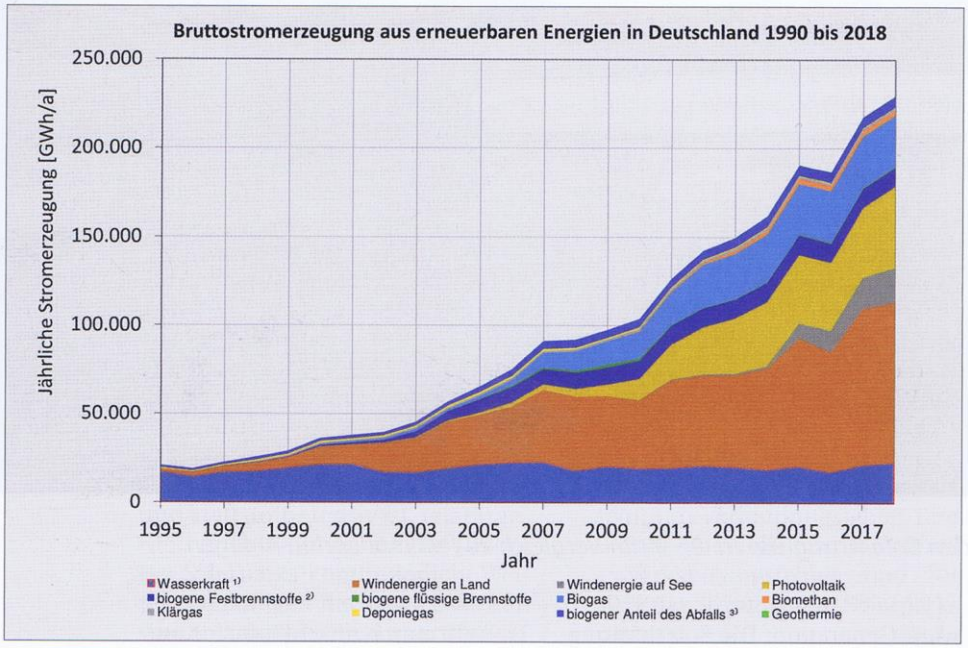
INKLUSIVE

SONNEWIND&WÄRME
SONDERTEIL FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN

Effiziente Energie-Technik für viele Anwendungen

Der Schlüssel für die Zukunft der Kraft-Wärme-Kopplung heißt iKWK – Teil 1

Mit dem deutschen Kohleausstiegsgesetz ergeben sich für die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ganz neue Chancen. Denn die damit verbundene Novelle des KWK-Gesetzes (KWKG) fördert die Flexibilisierung der Technik und eröffnet damit innovative Geschäftsmodelle für KWK-Anlagen. Bisher dienten diese fast ausschließlich als Grundlasterzeuger im Dauerbetrieb. Doch die starke Zunahme der volatilen Stromerzeugung aus Sonne und Wind macht immer mehr Residuallast erforderlich: Genau darin liegt für KWK die große Chance, ihre Marktberechtigung für die Zukunft zu zeigen.



Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland von 1990 bis 2018 (eigene Anfertigung nach [1])

Dr.-Ing. ***Stefanie Reil***, Leitung Projektentwicklung, Gammel Engineering GmbH, Abensberg

Aufgrund der neuen Flexibilität steigt aber auch die Komplexität KWK-basierter Energiekonzepte. Damit der jeweilige Einsatzfall (Business Case) wirtschaftlich tragfähig bleibt, sind eine fundierte Projektentwicklung und Planung unerlässlich. Hier ist Gammel Engineering (GE) aufgrund seines jahrzehntelangen Know-hows in der Projektentwicklung für dezentrale Energiesysteme und KWK bereits für komplexe und flexible Konzepte gewappnet. Dies wird aktuell wieder bei der Planung für ein iKWK-System in Bad Reichenhall unter Beweis gestellt. Das Projekt, gemeinsam von den Stadtwerken Bad Reichenhall und GE entwickelt, erhielt 2018 den Zuschlag in der ersten iKWK-Ausschreibungsrunde. Die vollständige Inbetriebnahme ist für Juni 2021 geplant. Aktuell bewerben es die Stadtwerke bereits mit dem Slogan: »Saalachwärme aus erneuerbarem, innovativem, CO_2-sparendem Heizkraftwerk«.

Zwei Tendenzen spielen für die Zukunft der KWK aktuell die wichtigsten Rollen: Einerseits steigt wegen immer mehr fluktuierender erneuerbarer Einspeiser im Stromnetz der Bedarf an flexibler und bedarfsgerechter Stromerzeugung. Andererseits gilt es, auch bei der Wärme die Wende zu einer ökologischen Erzeugung zu schaffen. Deshalb ist an dieser Stelle eine Sektorenkopplung essenziell. Ideal für dieses Zusammenwirken von Strom und Wärme ist dabei die motorische KWK: Sie kann sehr schnell Regelenergie liefern und damit fehlende (Residual-)Last abdecken – ganz ohne Netzausbau und mit geringen Investitionskosten. Durch geschicktes Ankoppeln lassen sich sogar bestehende Wärmenetze erweitern.

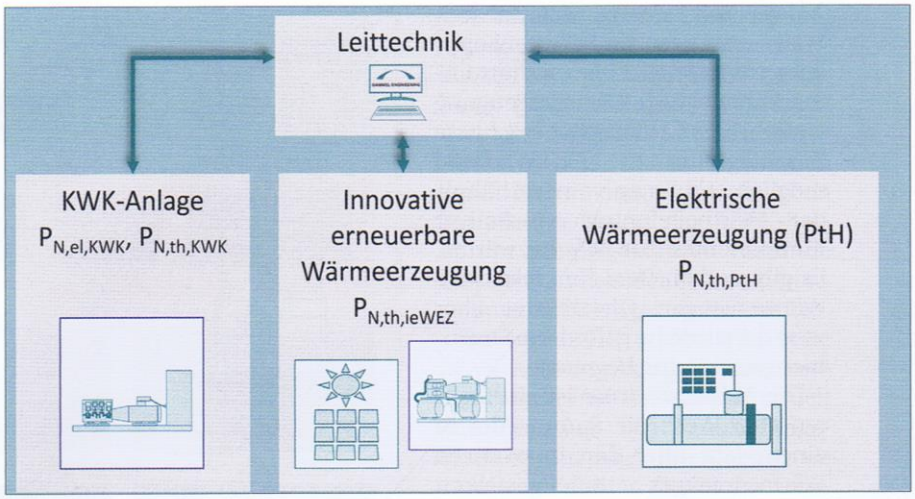
Mit der KWKG-Novelle anlässlich des Kohleausstiegsgesetzes soll die flexible, bedarfsgerechte und strommarktdienliche Wärmeerzeugung durch KWK nun nochmals angeschoben werden. Dafür wird die Gültigkeit des KWKG zunächst bis Ende 2029 verlängert. Durch zusätzliche Anreize in Form eines Bonus für innovative Wärme soll auch verstärkt Wärme aus erneuerbaren Energien in KWK-Systemen über 1 MW_{el} eingebunden werden.

Ausgangslage am deutschen Energiemarkt und zukünftige Anforderungen an KWK-Systeme

Seit 2017 wird die KWK-Förderung von Anlagen zwischen 1 und

10 MW_{el} durch Ausschreibung vergeben. Dabei sind jährlich 50 MW für innovative KWK-Systeme (sog. iKWK) reserviert. Dafür laufen zwei Ausschreibungs-Runden, jeweils im Juni und Dezember. Die iKWK darf mit einem maximalen Aufschlag von 12 Ct/kWh angeboten werden, deutlich mehr als die Grenze von 7 Ct/kWh bei konventionellen KWK-Systemen. Bisher galten KWK-Anlagen als Grundlasterzeuger, liefen also möglichst viele Stunden pro Jahr unter Volllast. Der stetig steigende Anteil fluktuierender Energieträger erfordert aber gleichzeitig eine Flexibilität im Betrieb und bei der Abrechnung. Dazu wird die Vergütung des iKWK-Stroms auf maximal 3 500 Vollbenutzungsstunden im Jahr begrenzt. Weil zusätzlich die Koppelung von Strom- und Wärmesektor gefordert wird, sind iKWK-Systeme weit komplexer als konventionelle Varianten: Zu einer neuen oder modernisierten KWK-Anlage (1 bis 10 MW_{el}) kommen verpflichtend ein fabrikneuer innovativer erneuerbarer sowie ein elektrischer Wärmeerzeuger – Power-to-Heat (PtH) – hinzu. Diese Kombination mehrerer Wärmeerzeuger mit unterschiedlichen Energiequellen soll die Sektorenkopplung und gleichzeitig eine strommarktdienliche Wärmeerzeugung voranbringen.

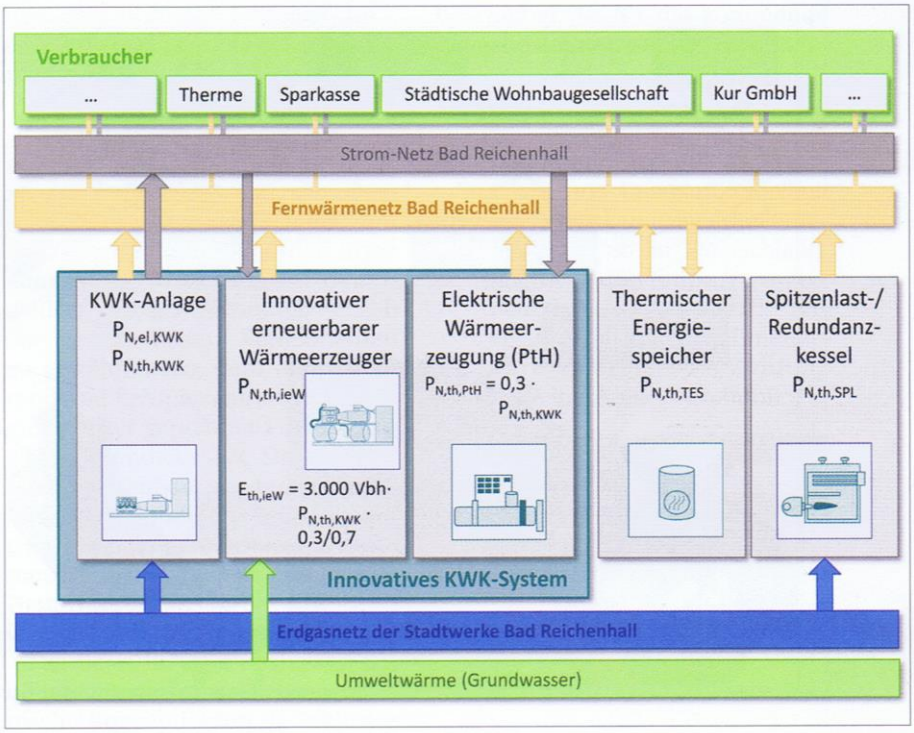
Für diese innovative erneuerbare Wärme gelten bestimmte Vorgaben: Sie muss aus Techniken mit einer Jahresarbeitszahl (JAZ) von mindestens 1,25 stammen und darf ausschließlich für Raumheizung, Warmwasserbereitung, Kälteerzeugung oder als Prozesswärme verwendet werden. Das gelingt brennstoffbasierten Absorptions- und Motorwärmepumpen (JAZ > 1,3), strombetriebenen Wärmepumpen (JAZ > 3,0), Solarthermie oder Geothermie. Dabei dürfen gasbetriebene Wärmepumpen ausschließlich gasförmige Biomasse (Biogas oder Biomethan) verwenden, was zu entsprechend höheren Brennstoffpreisen führt. Es ist möglich, mehrere Wärmeerzeuger zu kombinieren, doch jeder einzelne muss diese Effizienzanforderungen erfüllen. Zudem soll die erneuerbare Wärmeerzeugung mindestens 30 % der Referenzwärme je Kalenderjahr liefern. Dabei sind Referenzwärme und Nutzwärme nicht identisch.



Bestandteile eines iKWK-Systems

Diesen Referenzwärme-Anteil von mindestens 30 % zu wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu schaffen, ist bei der Projektierung eines iKWK-Systems eine der größten Herausforderungen. Dabei ergeben sich zahlreiche Fragen: Was ist die optimale Wärmequelle für die Wärmepumpe? Stehen ausreichend Flächen für Solarthermie zur Verfügung? Und wie hoch sind deren Wärmeerzeugungskosten im Gesamtkonzept, damit das Geschäftsmodell am Ende trotzdem wirtschaftlich bleibt? Erschwerend kommt hinzu, dass der Nachweis für den Referenzwärme-Anteil jährlich erfolgen muss. Deshalb ist eine Redundanzhaltung beziehungsweise Überdimensionierung erforderlich.

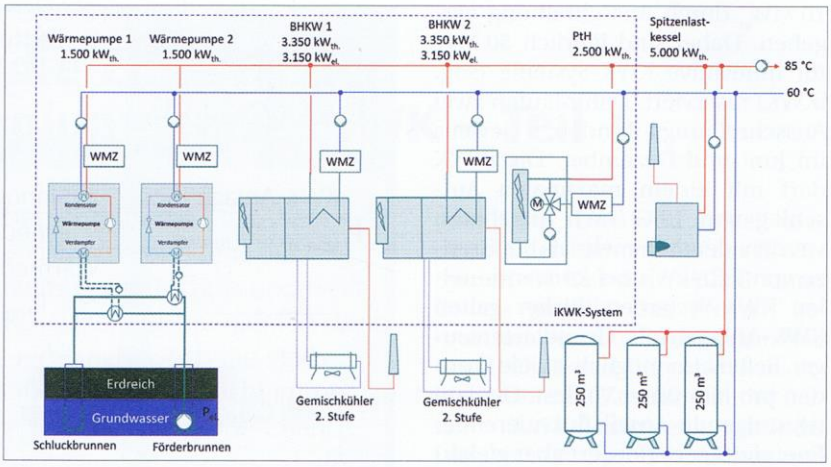
Gerade die KWK zwischen 1 und 10 MW_{el} wird nun von der KWKG-Novelle besonders profitieren: Hier soll die Kombination einer KWK-



Konzept Bad Reichenhall

Anlage mit einem erneuerbaren Wärmeerzeuger die Sektorenkopplung und gleichzeitig eine strommarktdienliche Wärmeerzeugung voranbringen. Jährlich berechnete Zuschläge bis zu 7 Ct/kWh sind möglich, abhängig vom Verhältnis der Wärmelieferung innovativer Komponenten zur Referenzwärme. Es gibt zudem Boni für elektrische Wärmerzeuger. Gleichzeitig aber wird die jährliche geförderte Strommenge zukünftig begrenzt.

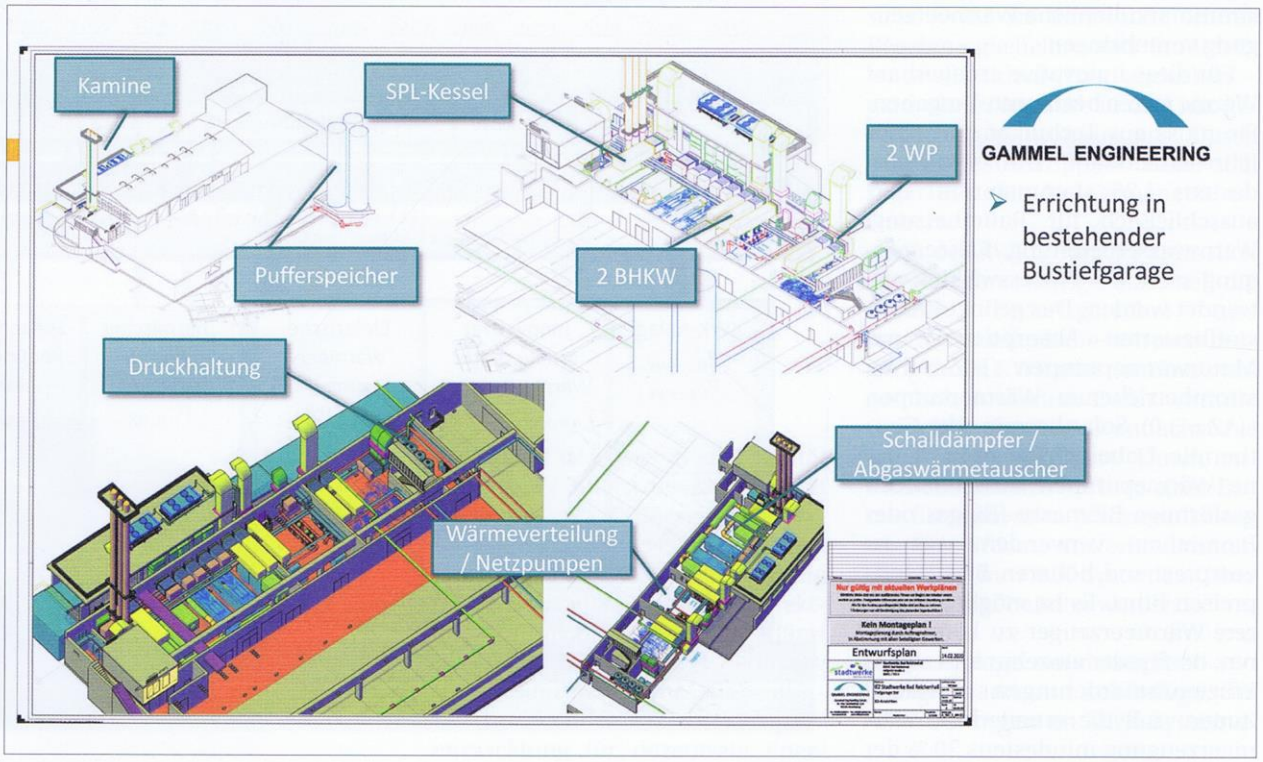
Die Referenzwärme ist ein theoretischer Wert: die Summe der in einem Jahr über den innovativen Wärmeerzeuger bereitgestellten Wärme Eth,ieWEZ und dem Produkt aus installierter thermischer Leistung der KWK-Anlage Pth,KWK und 3000 Vbh/a. Nutzwärme ist die während eines Jahres von den einzelnen Erzeugern im iKWK-System wie KWK-Anlage, innovativer Wärmeerzeuger, PtH-Anlage und ggf. Spitzenlastkessel real erzeugte Wärmemenge.



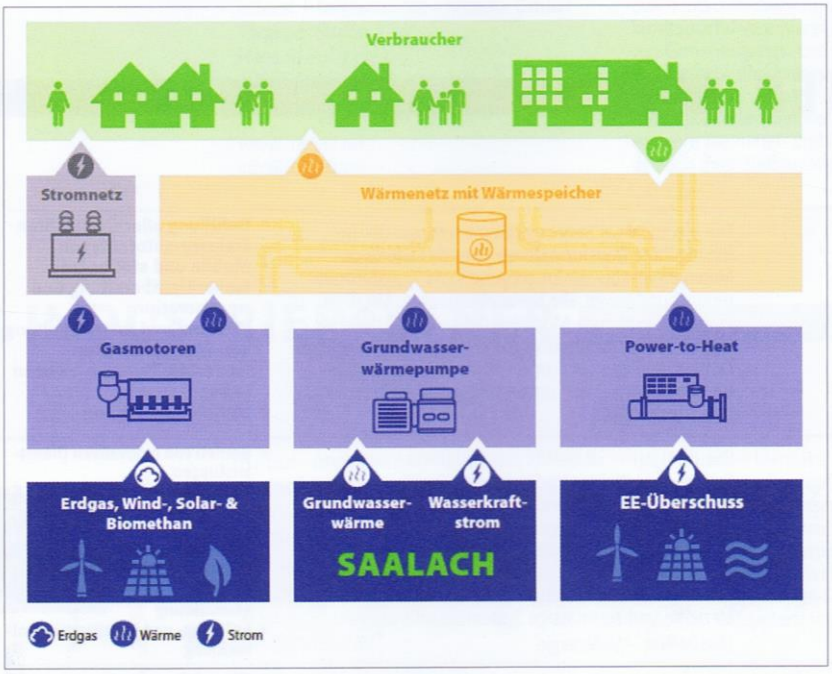
Anlagenkonzept

Das Zukunftspotential von iKWK am Beispiel von Bad Reichenhall

Bisher betrieben die Stadtwerke Bad Reichenhall lediglich Erdgas- und Stromnetze. Ein Wärmenetz war im zukünftigen iKWK-Gebiet nicht vorhanden. Bis dato benötigte Wärme wurde hingegen dezentral mit Heizöl und Erdgas bereitgestellt. Damit unterscheidet sich das Projekt völlig von den anderen Teilnehmern am Ausschreibeverfahren. Als Bad Reichenhall mit der Idee, ein innovatives KWK-System zu errichten, in die erste iKWK-Ausschreibungsrunde im Juni 2018 ging, wurde damit der Bau eines Fernwärmenetzes und die Entwicklung eines neuen Geschäftsfelds verknüpft. Ziel sollte es sein, mit diesem zukunftsfähigen Konzept die Bindung der Stadtwerke zu den Bürgern langfristig zu sichern. Auf Grundlage gemeinsamer Beratungen zwischen den Stadtwerken und GE wurde beschlossen, dass die Ingenieure aus Abensberg ein Fernwärmenetz nebst iKWK-System mit folgenden Komponenten entwickeln: ein Erdgas-BHKW (6,7 MW$_{el}$,



Ausgestaltung der Energiezentrale im Projekt Bad Reichenhall



Vermarktung des Wärmesystems basierend auf einem iKWK-System bei den Stadtwerken Bad Reichenhall als Saalachwärme

Quelle: Stadstwerke Bad Reichenhall

Referenzwärme vs. Nutzwärme

Die Referenzwärme ist ein theoretischer Wert: die Summe der in einem Jahr über den innovativen Wärmeerzeuger bereitgestellten Wärme (Eth,ie-WEZ) und dem Produkt aus installierter thermischer Leistung der KWK-Anlage (Pth,KWK) und 3 000 Vollbenutzungsstunden im Jahr (Vbh/a). Nutzwärme ist die während eines Jahres von den einzelnen Erzeugern im iKWK-System wie KWK-Anlage, innovativer Wärmeerzeuger, PtH-Anlage und ggf. Spitzenlastkessel real erzeugte Wärmemenge.

6,3 MW_{th}), eine Grundwasser-Wärmepumpe (2 × 1,5 MW_{th}), eine PtH-Anlage (2,5 MW_{th}) und drei thermische Speicher zur Optimierung des Anlagenbetriebs (zusammen 750 m^3) sowie Gaskessel für die Redundanzhaltung und Spitzenlast-Deckung (10 MW_{th}).

Da die regionalen Rahmenbedingungen weder genügend Flächen für Solarthermie noch relevante tiefengeothermische Möglichkeiten boten, kommt in Bad Reichenhall als innovativer erneuerbarer Erzeuger eine Grundwasserwärmepumpe zum Einsatz. Diese ist redundant ausgeführt (2 × 1 500 kW Heizleistung) und benötigt eine Grundwasserentnahme von rd. 45 l/s. Damit diesbezügliche Risiken minimiert werden konnten, wurden bereits vor Gebotsabgabe für die Ausschreibung Scoping-Termine mit den Genehmigungsbehörden sowie dem Wasserwirtschaftsamt durchgeführt. Um den effizienten Betrieb der verschiedenen Komponenten zu gewährleisten, wird eine hochmoderne Energiezentrale realisiert, die in ihrer geplanten Form etwas ganz Besonderes ist: Sie entsteht nicht als Neubau, sondern ist in einer existierenden Bustiefgarage integriert. Deshalb sind mit Ausnahme des Wärmespeichers die Hauptkomponenten der iKWK-Anlage unterirdisch untergebracht.

Die Basis für den Business Case bildeten Bedarfsabschätzung, technische Konzeptionierung inklusive Festlegung von Anlagentechnik und -größe sowie Grobkostenanalyse. Im Rahmen der Projektierung ergab eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsanalyse, dass durch die höheren Erlöse aus der iKWK-Vergütung der Aufbau des Wärmenetzes direkt daraus finanziert werden kann. Neben den wirtschaftlichen Vorteilen reduziert das iKWK-System in der projektierten Form die CO_2-Emissionen der Wärmebereitstellung auf weniger als die Hälfte.

Im Juni 2018 endete die erste iKWK-Ausschreibungsrunde und das Projekt Bad Reichenhall erhielt den Zuschlag. Die Realisierungs-Planung für die Energiezentrale wurde im Februar, die für das Fernwärmenetz im Juli 2019 nach Ausschreibungen an GE vergeben. Inzwischen sind bereits die ersten Kilometer Fernwärmetrasse verlegt, die Planungen für die Energiezentrale gehen dem Ende entgegen. Die Inbetriebnahme des Gesamtsystems ist schließlich für Juni 2021 geplant. Die Stadtwerke Bad Reichenhall haben daher bereits mit der Vermarktung der sog. »Saalachwärme« begonnen; erste Wärmelieferverträge mit Kunden sind ebenfalls schon abgeschlossen. Die Zielmarke in der ersten Ausbaustufe ist eine jährliche Wärmeabnahme von 32 000 MWh.

Teil 2 des Aufsatzes, der sich mit der aktuelle Ausschreibungspraxis beschäftigt, ist für die kommende Ausgabe der **netzpraxis** geplant.

Literatur

[1] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland, August 2019. [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Service/Erneuerbare_Energien_in_Zahlen/Zeitreihen/zeitreihen.html].

gammel@gammel.de

www.gammel.de