

Hamburger Wärmewende-Projekt nutzt norddeutsches Geothermie-Potenzial

Knapp zwei Drittel des Energiebedarfs in Deutschlands Haushalten wird für die Wärmeversorgung, also für das Heizen und die Warmwasseraufbereitung, gebraucht. Anders als im zu großen Teilen bereits regenerativen Strommarkt stammt diese Energie zumeist noch aus fossilen Quellen wie z. B. Kohle, Erdöl oder Erdgas. Um dies zu ändern, ist ein Konsortium rund um HAMBURG ENERGIE angetreten. Ihr Ziel: Eine nahezu CO₂-freie dezentrale Wärmeversorgung zu etablieren, die ohne fossile Energieträger auskommt. Vom Bundeswirtschaftsministerium zum „Reallabor der Energiewende“ ernannt und gefördert, startet das Projekt im Hamburger Stadtteil Wilhelmsburg nun in die Umsetzung.

Das Reallabor in Wilhelmsburg, einem Stadtteil mit zukünftig fast 70.000 Einwohnern, kann als Leuchtturm für einen nachhaltigen Umbau von urbanen Räumen Strahlkraft auch über Hamburgs Grenzen hinaus entwickeln. Die hier angewandten Technologien und Verfahren können zukünftig als Blaupause für Quar-

tiere und Städte in ganz Deutschland herangezogen werden. Insbesondere mit Blick auf Nutzung geothermischer Energie, die bislang aufgrund hoher wirtschaftlicher Risiken bei der Erschließung nur an wenigen Orten in Deutschland umgesetzt wurde, könnte Wilhelmsburg zu einem Pilotstandort entwickelt werden.



IW³-Konzept im Überblick

Zentraler Bestandteil des Projektes IW³ ist die regenerative Wärmeversorgung (Abb. 1). Neben bereits vorhandenen Erzeugern wie Solarthermie oder Industrieabwärme basiert das neue Konzept auf der Nutzung von natürlicher Energie aus der Tiefe: Erdwärme. Dazu wird im Wilhelmsburger Hafengebiet eine Geothermieanlage errichtet, die in das Wärmeverbundsystem von Wilhelmsburg einspeisen soll.

Darüber hinaus ist ein saisonaler Speicher, ein sogenannter Aquifer-Wärmespeicher, geplant. Ein digitaler Wärme-Marktplatz soll alle lokalen Energieerzeuger und Verbraucher bündeln und so eine kosteneffiziente wie klimafreundliche Versorgung von Gebäuden ermöglichen.

Durch die zusätzliche Einbindung sektorenübergreifender Technologien wie Wärmepumpen und Power-to-Heat-Anlagen sowie die Verwendung selbst erzeugten erneuerbaren Stroms ist perspektivisch eine CO₂-neutrale Versorgung möglich.

Die Geothermiebohrungen sind bereits für 2021 geplant. Parallel starten die Arbeiten zum Bau der Versorgungsinfrastruktur mit Heizhaus und Wärmenetz sowie des Aquifer-Wärmespeichers. Eine Inbetriebnahme des gesamten Systems zur Versorgung erster Haushalte ist ab 2023 vorgesehen.

Geothermie aus 3.500 m Tiefe

Um einen geeigneten Standort für die Geothermieanlage zu finden, wurde der Untergrund in Wilhelmsburg bereits 2009 detailliert untersucht, u. a. mit seismischen Erkundungen und einer umfassenden Auswertung geologischer Daten.

Bei dem identifizierten Zielreservoir der tiefen Geothermie handelt es sich um Sandsteine des oberen Keupers (Rhät) in rund 3.500 m Tiefe. In den Rhät-Sandsteinen werden versalzene, ca. 130 °C heiße Grundwässer erwartet.

Für die Erschließung des geothermischen Reservoirs sind zwei Bohrungen vorgesehen: eine Produktions- bzw. Förderbohrung, über die heißes Thermalwasser aus dem geothermischen Reservoir zu Tage gefördert wird, und eine Injektionsbohrung, die das abgekühlte Wasser wieder zurück in den Entnahmehorizont leitet (Abb. 2).

Die geplante Injektionsbohrung verläuft vertikal ca. 3.500 m in die Tiefe. Auch die Produktionsbohrung geht zunächst vertikal in die Erde, bevor sie in einer Tiefe von etwa 2.000 m abgelenkt wird. In der geothermisch genutzten Schicht (Rhät-Sandsteine) liegen beide Bohrungen damit etwa 1.200 m auseinander. Durch diese Distanz wird verhindert, dass das in den Untergrund zurückgeleitete, abgekühlte Wasser erneut über die Förderbohrung nach oben gepumpt wird (sogenannter hydraulischer Kurzschluss) oder das Thermalwasserreservoir vorzeitig abkühlt.

Oberirdisch wird dem hochgepumpten Wasser über Wärmetauscher die Energie entzogen und in das Wärmeverbundsystem eingespeist. Das abgekühlte Wasser wird zurück in den Entnahmehorizont geleitet und erwärmt sich erneut. Die Thermalwässer bewegen sich damit in einem zur Oberfläche hin geschlossenen Kreislaufsystem, separat zum Wasserkreislauf im Wärmenetz. Es wird eine Nutzung der CO₂-freien Energiequelle für rund 40 bis 50 Jahre avisiert.

Neben den Rhät-Sandsteinen als eigentlicher Zielformation sollen auf dem Bohrfeld der ersten Bohrung (Vertikalbohrung) weitere im norddeutschen Raum aussichtsreiche, jedoch kaum erschlossene Horizonte mit untersucht werden, um deren Potenzial für eine geothermische Gewinnung oder Speicherung von Wärme zu erfassen. Hierzu sind in Kooperation mit dem durch die Universität Göttingen koordinierten Verbundprojekt „mesoTherm“ umfangreiche Untersuchungen vorgesehen. Neben umfassenden geophysikalischen Bohrlochmessungen (Logging)

KONZEPT IW³ – INTEGRIERTE WÄRMEWENDE WILHELMSBURG

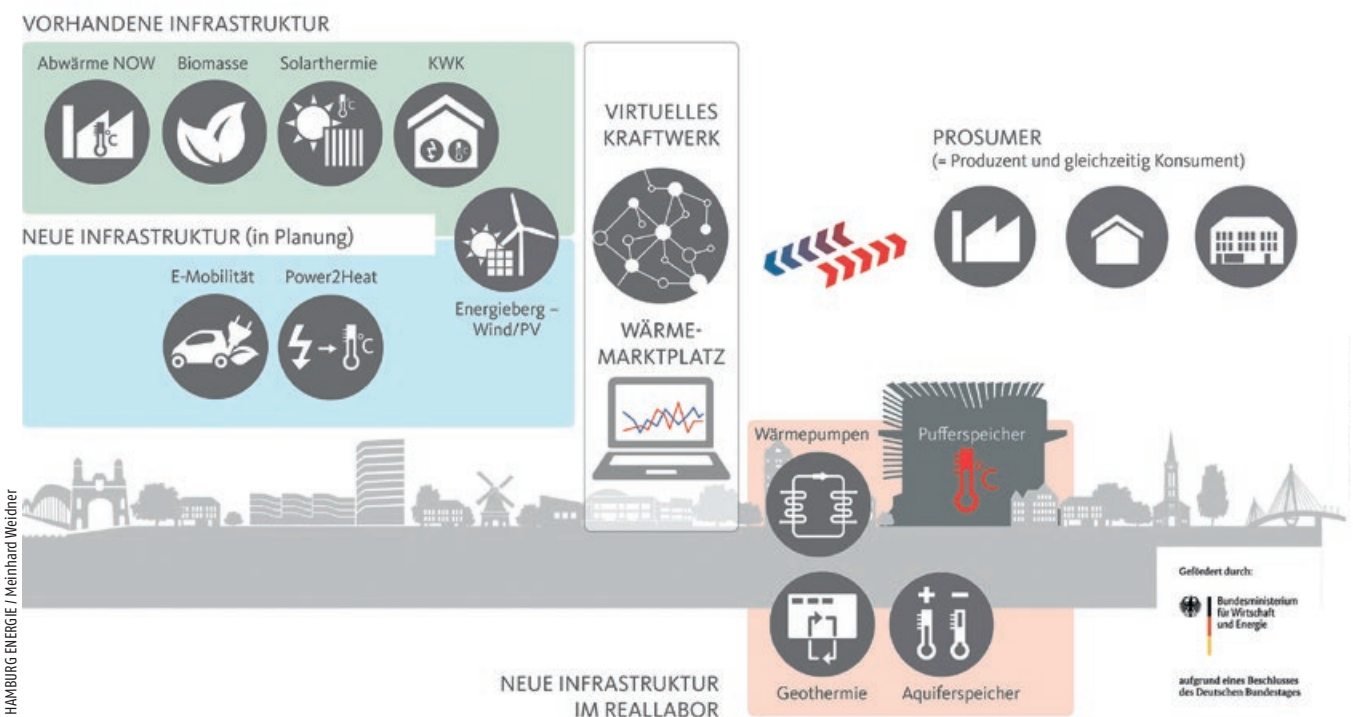


Abb. 1 – IW³-Konzept: Integrierte Wärmewende Wilhelmsburg

DIE BETEILIGTEN IM IW³-PROJEKT

HAMBURG ENERGIE GmbH

Der städtische Ökostromversorger ist Konsortialführer und koordiniert das Gesamtprojekt IW³. Das Unternehmen wird den Aquiferspeicher errichten und betreiben sowie einen digitalen Wärmemarktplatz entwickeln.

GTW Geothermie Wilhelmsburg GmbH

Die Geothermie Wilhelmsburg GmbH plant die Umsetzung und den Betrieb einer geothermischen Dublettenbohrung zur Förderung von Thermalwasser, dessen Energie in das Nahwärmenetz zur nachhaltigen Versorgung von Quartieren in Wilhelmsburg übertragen werden soll. Bei entsprechender Fündigkeit ist der Bau und Betrieb einer ORC-Anlage mit zusätzlicher Stromproduktion vorgesehen. Im Rahmen der Begleitforschung mit dem mesoTherm-Vorhaben werden im Zuge der Bohrungen mehrere geologische Horizonte auf ihre Speichereigenschaften und optimale geothermische Nutzbarkeit für Folgeprojekt in Norddeutschland untersucht.

CONSULAQUA Hamburg Beratungsgesellschaft mbH

Die CONSULAQUA Hamburg ist ein Tochterunternehmen von HAMBURG WASSER und übernimmt in IW³ die Realisierung und Inbetriebnahme sowie betriebliche Erprobung eines Hochtemperatur-Aquiferwärmespeichers (H-ATES). Dabei werden ein Steuerungssystem einschließlich der Schnittstellen zum Wärmenetz und Wärmemarkt konzeptioniert und die Grundlagen für einen regulatorischen Rahmen zur Nutzung der H-ATES-Technologie im Rahmen der Wärmewende geschaffen.

Hamburg Institut Research gGmbH

Das private Forschungsunternehmen entwickelt einen Rahmen für den Vertrieb von grünen Fernwärme-Produkten. Mit einem neuen Herkunftsnachweisregister soll künftig grüne Fernwärme rechtssicher vermarktet werden können – ähnlich wie beim Ökostrom. Erlöse hieraus erleichtern die Refinanzierung neuer Projekte zur Erzeugung erneuerbarer Fernwärme.

Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) Hamburg

Die HAW Hamburg wird in IW³ die Einführung von Marktprinzipien in Wärmenetzen untersuchen. Dies umfasst sowohl die simulationsgestützte Entwicklung von Marktplatzkonzepten als auch deren Umsetzung im Realbetrieb unter technischen Randbedingungen.

Christian-Albrechts-Universität (CAU) zu Kiel

Im IW³-Vorhaben übernimmt das Kompetenzzentrum Geo-Energie (KGE) der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der CAU die wissenschaftliche Begleitforschung für den Betrieb des Aquifer-Wärmespeichers. Ein Ziel ist dabei die Erarbeitung eines Monitoringsystems zu möglichen Umweltwirkungen durch den Betrieb von ATES-Systemen. Zum anderen soll der regulatorische Rahmen für den Bau und Betrieb solcher Anlagen weiterentwickelt werden. Beides sind zentrale Aspekte für die Überwachungsfähigkeit und Genehmigungsfähigkeit untertägiger thermischer Speicher.

zur Charakterisierung der petrophysikalischen Formationseigenschaften soll ein umfangreicher hydraulischer Test im Rhät durchgeführt werden, um den Zusammenhang von Reservoirgeologie und Produktivität zu untersuchen. Aus den tieferen Formatio-

nen des Doggers und des Rhäts sollen Bohrkerne gewonnen und u. a. nachgelagerten sedimentologisch-lithofaziellen Untersuchungen durch das mesoTherm-Konsortium dienen. Die Bohrungsdaten dienen zudem der Verifizierung neuer seismischer

NUTZUNG VON ERDWÄRME

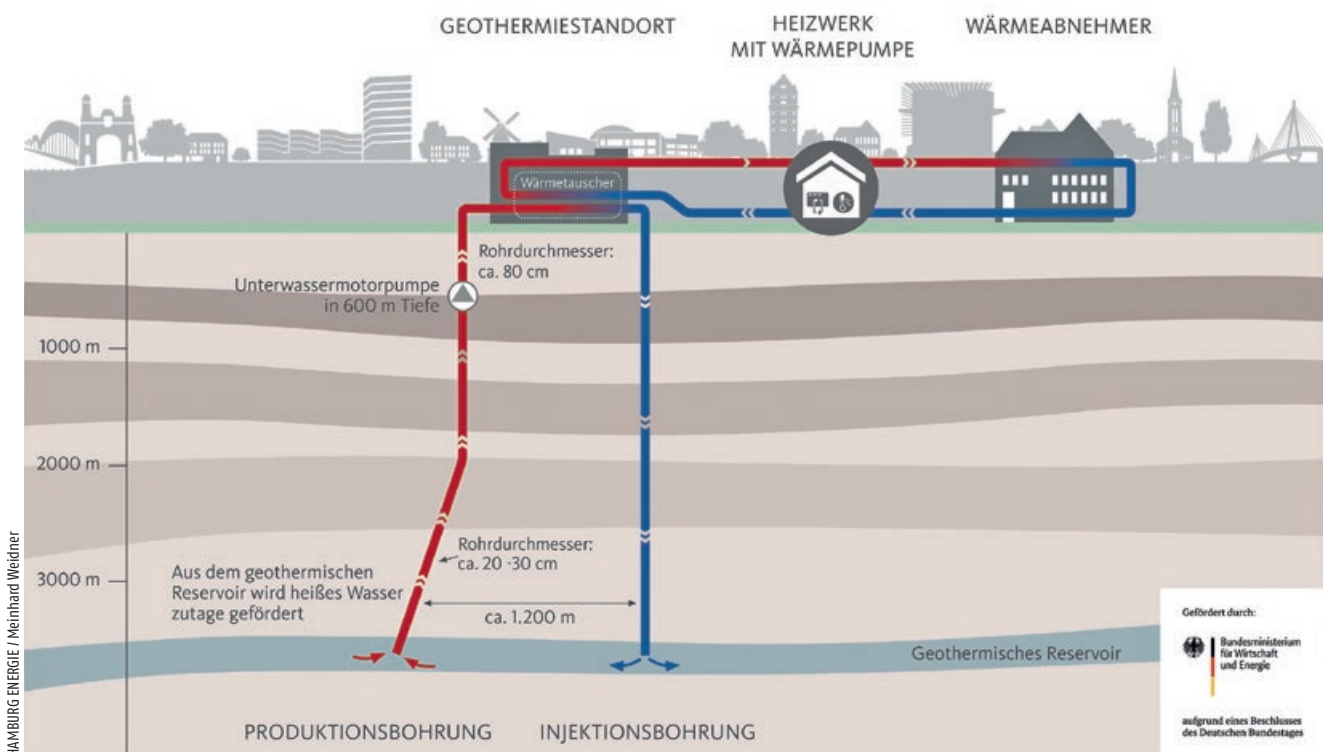


Abb. 2 – Nutzung von Erdwärme in Wilhelmsburg

Untersuchungsmethoden mittels Künstlicher Intelligenz, die durch die Universität Göttingen durchgeführt werden. Das übergeordnete Ziel ist die Validierung von Methoden für eine verbesserte Reservoircharakterisierung und Fündigkeitsprognosen im Norddeutschen Becken. Neben der Erkundung geothermischer Nutzungspotenziale mitteltiefer Formationen soll die Ergiebigkeit bzw. Produktivität der geothermischen Brunnendublette im Rahmen des Vorhabens optimal getestet und entwickelt werden (siehe www.sandsteinfazies.de).

Aquifer-Wärmespeicher

Damit das überschüssige Wärmeangebot in wärmeren Monaten nicht ungenutzt verpufft, ist an anderer Stelle in 200 bis 400 m Tiefe die Errichtung eines unterirdischen Aquifer-Wärmespeichers geplant (Abb. 3). Hier wird die im Sommer anfallende Wärme von Solarthermie, Industrieabwärme und der Geothermie zwischengespeichert, bis sie in den kälteren Monaten wieder gebraucht wird. Damit könnte eine echte saisonale Zwischenspeicherung entstehen, ohne den begrenzten Raum in städtischen Quartieren zusätzlich zu belasten.

Der geplante Aquifer-Wärmespeicher besteht aus einer Brunnendublette und einem oberirdischen Anlagenteil mit einem Wärmetauscher zur Übertragung der Wärme. In der Einspeicherphase wird kaltes Grundwasser aus einem Hilfsbrunnen gefördert, auf Temperaturen von bis zu 85 °C aufgeheizt und über den Produktionsbrunnen in den gleichen Grundwasserleiter gegeben. Hier wird die Wärme gespeichert. Nach der Speicherung wird das heiße Grundwasser zurückgefördert, die Wärme überträgt entzogen und das abgekühlte Wasser wieder in den Hilfsbrunnen gegeben.

Bei einer entsprechenden Anordnung der Brunnen und einem geeigneten Betrieb bleibt die eingeleitete Wärme weitgehend

innerhalb des Speichers erhalten. Der Kontakt des erwärmten Wassers mit kühlem Grundwasser in den Randbereichen des Speichers führt aber zu einem Wärmeverlust, der auf der Basis theoretischer Berechnungen auf ca. 20 % geschätzt wird. Eines der Ziele des Vorhabens ist es, die Effizienz eines solchen Speicherbetriebs zu erfassen. Die grundsätzliche Funktion und Beherrschbarkeit eines Aquiferspeichers konnte bereits auf einem Gelände von Hamburg Wasser im Hafen erfolgreich getestet werden. In Wilhelmsburg wird ein Aquifer aber erstmalig in ein komplexes Wärmeversorgungssystem eingebunden.

Der Untergrund der Elbinsel Wilhelmsburg eignet sich deshalb so gut für die Errichtung eines Aquifer-Wärmespeichers, weil es hier sogenannte untere Braunkohlesande gibt. Hierbei handelt es sich um ein tiefer gelegenes Grundwasserstockwerk, das großflächig durch mächtige Tonserien des Hamburger Tons abgedeckt ist. Allerdings sind einige Bereiche aufgrund zu hoher Versalzung nicht für eine Trinkwassergewinnung geeignet und könnten für die Erprobung einer saisonalen Wärmespeicherung genutzt werden.

Digitaler Marktplatz für lokale Wärmemengen

Neben den baulichen Aspekten setzt IW³ auf eine konsequente digitale Vernetzung. So soll die Erzeugung und der Handel von Wärme sowie die Schnittstelle zwischen Wärme- und Strommarkt so effizient wie möglich gestaltet werden. Ein intelligentes Wärmenetz verbindet die unterschiedlichen Erzeuger über ein virtuelles Kraftwerk. Durch detaillierte Prognosen des Wärmeabsatzes und -bedarfs soll der Einsatz der einzelnen Anlagen optimal gesteuert werden können.

Auf einem digitalen lokalen Wärme-Marktplatz werden alle Energiemengen aus lokaler Erzeugung und alle Verbraucher zusammengefasst (Abb. 4). Wie auf einem Marktplatz im wort-

KONZEPT AQUIFERSPEICHER

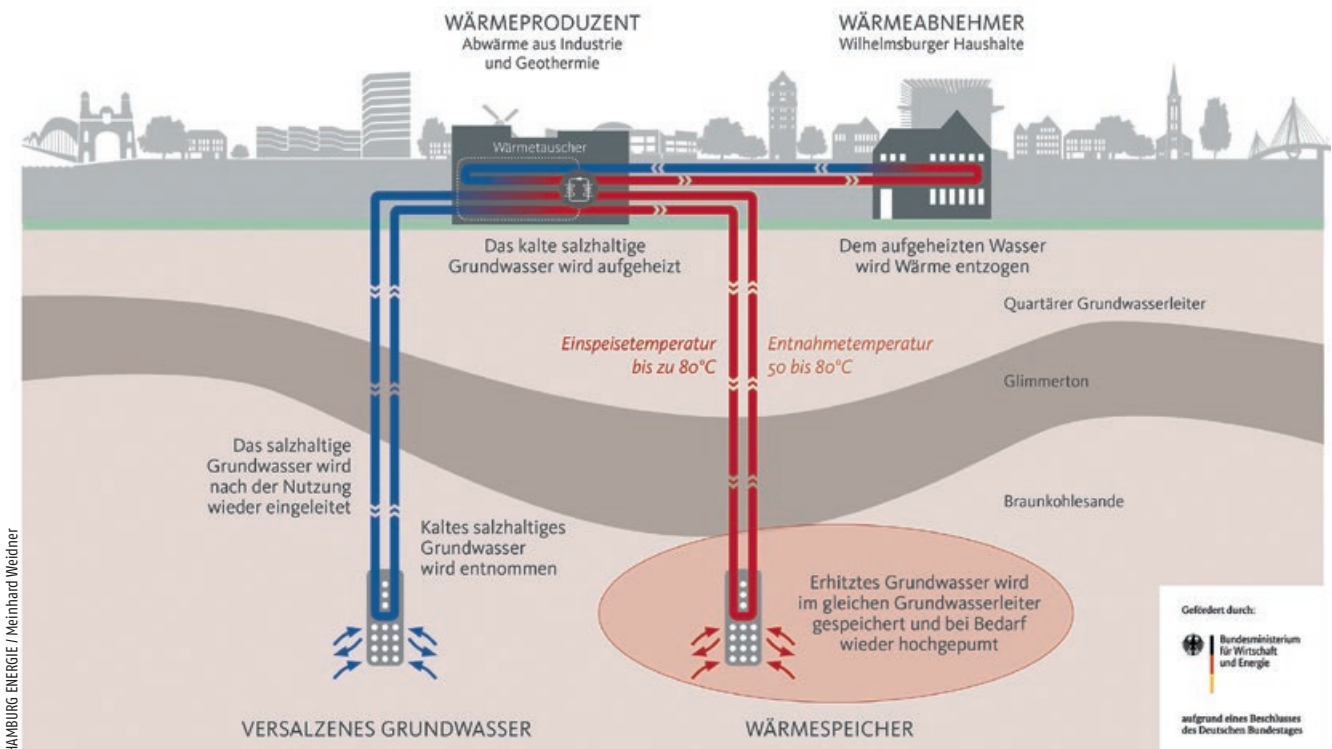


Abb. 3 – Konzept des Aquiferspeichers in Wilhelmsburg

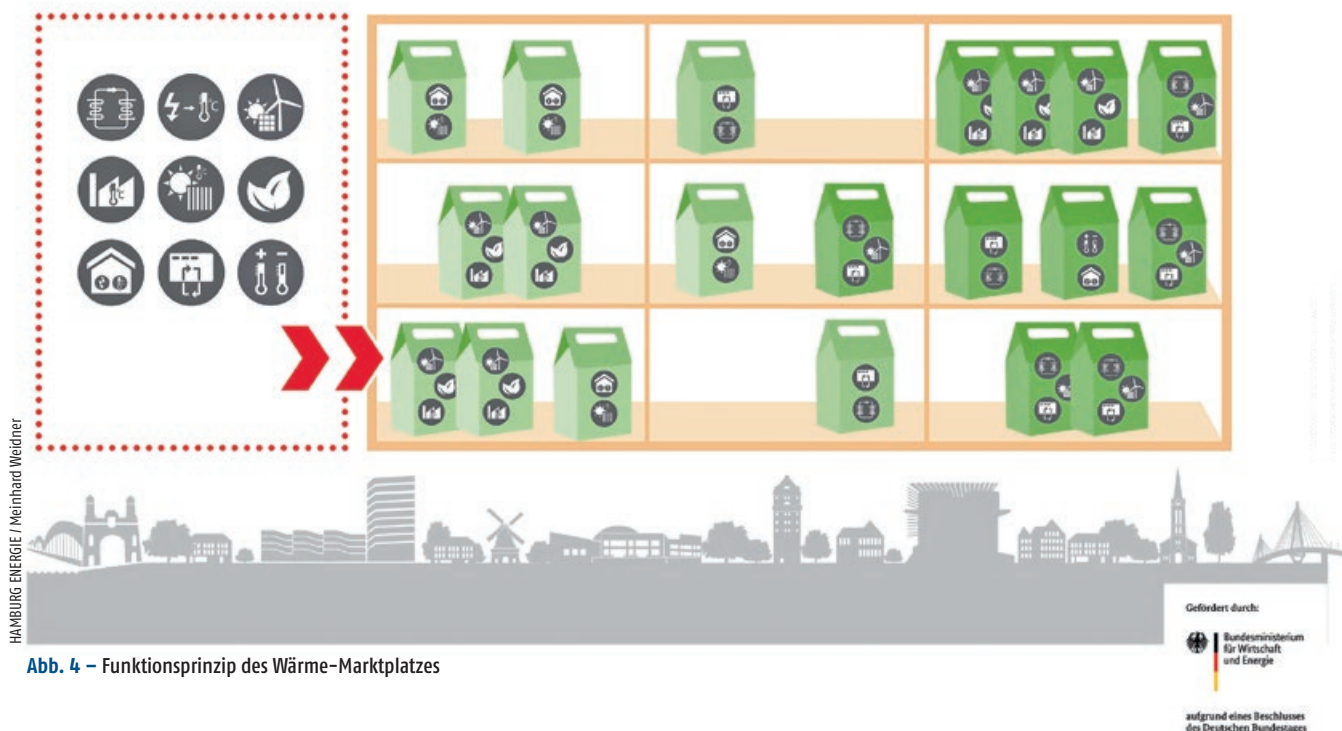


Abb. 4 – Funktionsprinzip des Wärme-Marktplatzes

wörtlichen Sinne soll der digitale Wärme-Marktplatz lokale Wärmemengen verschiedenster Herkunft anbieten. Aus diesem Angebot können Kunden wie Wohnungsbaugesellschaften oder Gewerbebetriebe wählen und festlegen, aus welchen erneuerbaren Quellen die Energie stammen soll, die sie nutzen wollen.

Zur Bilanzierung der Wärmeversorgung werden dazu in IW³ zwei unterschiedliche Verfahren erforscht, eingesetzt und verglichen: ein bilanzielles Herkunftsnachweisregister sowie ein Echtzeitnachweis auf Basis der Blockchain-Technologie, die eine anlagenscharfe, verbrauchssynchrone Nachverfolgung von Energiemengen möglich machen soll.

Elektrische Energie, die über bereits vorhandene Anlagen, etwa durch Windkraft und Solarthermie, gewonnen wird, kann dann darüber hinaus bedarfsgerecht in das Gesamtsystem eingebunden werden. So kann der Strom zum einen für E-Mobilität-Anwendungen im Stadtquartier genutzt werden. Zum anderen kann er mittels Power-to-Heat-Technologien, also der Erzeugung von Wärme mit elektrischer Energie, auch die Wärmeversorgung ergänzen.

Ernennung zum „Reallabor der Energiewende“

Aufgrund der Innovationskraft des IW³-Konzeptes überreichte Andreas Feicht, Staatssekretär für Energiepolitik im Bundeswirtschaftsministerium (BMWi), dem IW³-Konsortium Anfang August 2020 einen Förderbescheid in Höhe von rund 22,5 Mio. Euro. Zur Begründung hieß es: „Hamburg nimmt Kurs auf die Wärmewende. Mit „IW³ - Integrierte WärmeWende Wilhelmsburg“ demonstrieren die Beteiligten, wie ein Reallabor in einem urbanen Umfeld funktioniert. Hier wird eine urbane Wärmeversorgung mit CO₂-freier Energie realisiert.“

IW³ war einer der 20 Gewinner eines Ideenwettbewerbes des Bundeswirtschaftsministeriums, die Bundeswirtschaftsminis-

ter Peter Altmaier im Juli letzten Jahres in Berlin bekannt gegeben hat. Aufgrund dieser Ernennung konnte sich das Konsortium um Fördergelder aus dem Programm „Reallabore der Energiewende“ bewerben, die nun bewilligt wurden. Mit den Reallaboren werden Innovationsprojekte im Industriemaßstab umgesetzt, um den Transfer von Technologien und Lösungen für die Energiewende in den Markt zu beschleunigen.

Autoren

Thomas-Tim Sävecke
 HAMBURG ENERGIE
 Billhorner Deich 2
 20539 Hamburg
 Tel.: 040 334410-60100
 tt.saevecke@hamburgenergie.de
 www.hamburgenergie.de

Dr. Carsten Hansen
 CONSULAQUA Beratungsgesellschaft mbH
 Ausschläger Elbdeich 2
 20539 Hamburg
 Tel.: 040 7888 89-530
 carsten.hansen@consulaqua.de
 www.consulaqua.de

