

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Bayerisches Staatsministerium für  
Wohnen, Bau und Verkehr 

# Innovationsquartier ehem. Prinz-Leopold-/Pionierkaserne & angrenzende Areale

## Energie

Broschüre, Stand **November 2023**

## Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines .....	2
2	Überblick Gesamtenergiekonzept .....	3
3	Architektur Gebäude MU1 bis MU10, GEe und Grundschule.....	4
4	Architektur Mobility Hubs SO1, SO2 & SO3 .....	8
5	Einzelkomponenten des Konzeptes.....	10
5.1	Umwelt-Wärmequellen .....	10
5.2	LowEx-Nahwärmenetz.....	10
5.3	Erneuerbare Stromversorgung .....	11
5.4	Energiezentrale .....	12
5.5	„Power-to-H <sub>2</sub> -Anlage“ .....	14
6	Förderprogramme.....	16
6.1	LowEx-Nahwärmenetz.....	16
6.2	Power-to-H <sub>2</sub> -Anlage.....	17
6.3	Raum für Öffentlichkeitsbeteiligung.....	17
7	Auf den Punkt.....	18
8	Lexikon Energie.....	19
	Kontaktdaten .....	23

Diese Broschüre gibt Einblicke zum Entwicklungsstand des Innovationsquartiers ehem. Prinz-Leopold-/Pionierkaserne & angrenzende Areale (Stand: November 2023). Es handelt sich um eine agile Handreichung, die laufend nachgepflegt wird.

Die dargestellten Karten sind unmaßstäblich. Die Darstellungen und Fotos stammen, wenn nicht anders angegeben, von der Stadt Regensburg. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit gelten sämtliche Personenbezeichnungen gleichermaßen für alle Geschlechter.

# 1 Allgemeines

STROM  
O  
PRINZ-LEOPOLD-KASERNE  
A  
WÄRME  
B  
QUARTIER  
S  
ENERGIE  
E  
CO2-NEUTRAL  
T

Das Innovationsquartier ehemalige Prinz-Leopold-Kaserne (PLK) ebnet neue Wege für eine **innovative, klimaneutrale, solarbasierte** und **bezahlbare** Energieversorgung. Der Grundstein dafür wurde im Juli 2020 mit der Verabschiedung des **integralen Energiekonzepts** für die PLK gelegt. Kern ist eine möglichst CO<sub>2</sub>-neutrale Wärmeversorgung basierend auf erneuerbare Energien. Dazu wird Umweltwärme (Wärme aus Abwasser, Geothermie, Luftwärme) mit solarer Energie<sup>1</sup> (PV-Strom) kombiniert.

Inzwischen sind die weiterführenden Planungen, Förderanträge und Genehmigungen fortgeschritten. Der Förderbescheid vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zur Planung und Umsetzung des Wärmenetzsystems eingegangen. Die weiteren Planungen und die Umsetzung des Wärmenetzsystems kann nun erfolgen. Für das inzwischen aufgelegte Bayerische Förderprogramm zum Aufbau einer Elektrolyse-Infrastruktur wurde ein Antrag nebst Förderskizze beim VDI Technologiezentrum eingereicht. Die Stadt Regensburg plant, baut und betreibt das Nahwärmesystem mit dazugehörigen Komponenten als öffentliche Einrichtung selbst.

Im Folgenden wird das Zusammenspiel aus **Architektur, LowEx-Nahwärmenetz<sup>2</sup> mit all seinen Komponenten** sowie **Umweltwärme** und **PV-Strom** erläutert. Außerdem wird auf die **Sektorenkopplung<sup>3</sup>** von Energie und Mobilität eingegangen. Zudem wird in die nahe Zukunft geblickt, wie mittels einer **Power-to-H<sub>2</sub>-Anlage<sup>4</sup>** der erneuerbare Strom in grünen Wasserstoff umgewandelt und gespeichert werden kann. Schließlich folgt ein Ausblick zu den Regelungen über **Anschluss und Benutzung** sowie mögliche Organisation von **Wartung** und **Betrieb**.

---

<sup>1</sup> siehe Kapitel 5.3 „Erneuerbare Stromversorgung“, S. 12

<sup>2</sup> Spezielle Form von Niedertemperaturnetz, siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 20

<sup>3</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 19

<sup>4</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 19

## 2 Überblick Gesamtenergiekonzept

Die Abbildung 1 gibt einen vereinfachten Überblick über das geplante Energiekonzept in der PLK.

Zur Energieerzeugung stehen vier Umwelt-Energiequellen<sup>5</sup> zur Verfügung:

Die Photovoltaikanlagen erzeugen unter maximaler Flächenpotentialausnutzung aus der **Sonnenenergie** erneuerbaren Strom. Die **Außenluft** steht als Wärmequelle jederzeit zur Verfügung und kann auch im Winter bis etwa -20 Grad Celsius nutzbar gemacht werden. Die Verwendung der **Wärme aus Abwasser** wird durch Nutzung der Wärmenergie aus dem Kanalhauptsammler, der durch das Planungsgebiet verläuft, realisiert. Ergänzend wird **Geothermie** in Form von Erdsonden verwendet.

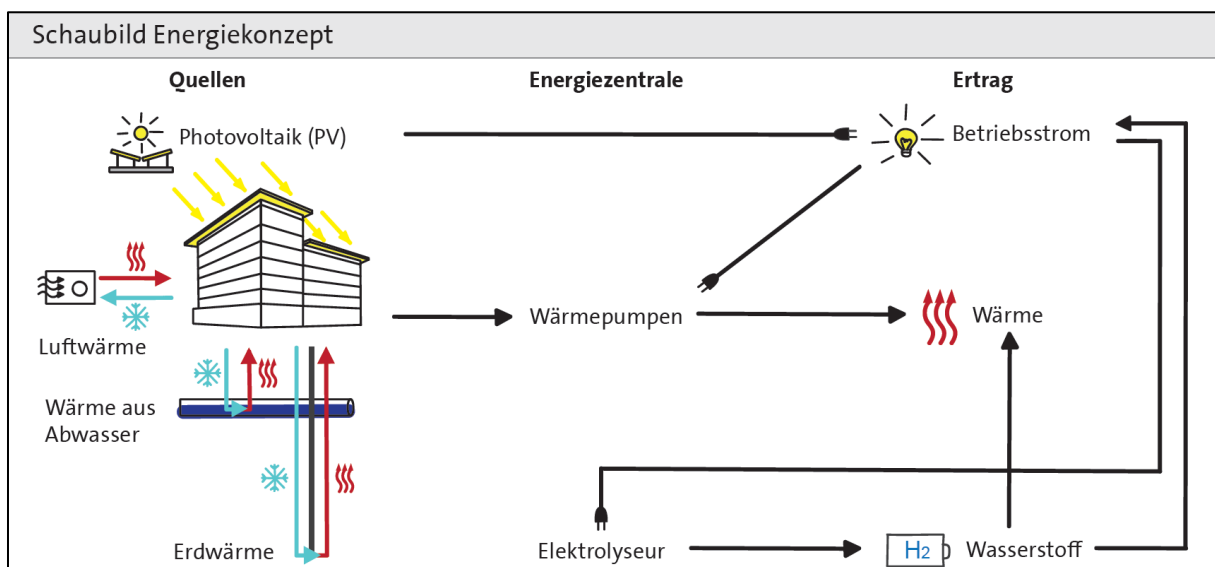


Abbildung 1: Kurzerklärung Energiekonzept

Diese unterschiedlichen Umwelt-Energiequellen werden in der **Energiezentrale**<sup>6</sup> gebündelt und technisch kombiniert. **Wärmepumpen** machen daraufhin die Wärmemengen aus den benannten Quellen Luft, Wasser und Erdwärme unter Zuhilfenahme des erneuerbaren Sonnenstroms (Betriebsstrom) nutzbar und versorgen das LowEx-Nahwärmenetz mit der notwendigen Wärmeenergie.

<sup>5</sup> siehe Kapitel 5.1 „Umweltwärme-Quellen“, S. 10 und Kapitel 5.3 „Erneuerbare Stromversorgung“, S. 12

<sup>6</sup> siehe Kapitel 5.4 „Energiezentrale“, S. 13

Künftig wird ein **Elektrolyseur**<sup>7</sup> zur Erzeugung grünen Wasserstoffs betrieben. Unter Zuhilfenahme des erneuerbaren Sonnenstroms (Betriebsstrom) kombiniert mit erneuerbarer Energie aus regionalen Windkraftanlagen, wird Wasser zu Wasserstoff und Sauerstoff unter Wärmefreisetzung aufgespalten. Dies ermöglicht es die erneuerbaren Stromüberschüsse in Wasserstofftanks zu speichern. Dieser kann später bei Bedarf wieder über ein BHKW<sup>8</sup> zu Strom und Wärme umgewandelt werden. Darüber hinaus gehende Wasserstoffmengen werden über eine Trailerabfüllstation vermarktet. Die Verwendung von Sauerstoff wird ebenfalls angestrebt, z.B. für Reinigungsprozesse im Klärwerk.

### 3 Architektur Gebäude MU1 bis MU10, GEE und Grundschule

Die Umsetzung des Energiekonzepts mit dem LowEx-Nahwärmenetz in der PLK bedingt, dass grundsätzlich alle beheizten Gebäude angeschlossen werden und folgende Voraussetzungen erfüllen:

Um die benötigten Wärmemengen durch das LowEx-Nahwärmenetz bereitstellen zu können, ist die Minimierung der Energieverluste und -bedarfe durch den Bau der Gebäude in der **Gebäudeeffizienz-Klasse** „KfW Effizienzhaus 40 Standard“<sup>9</sup> oder effizienter erforderlich.

Die Dächer vereinen energetische und ökologische Nachhaltigkeitsziele: Im Bebauungsplan Nr. 277 „Ehemalige Prinz-Leopold-/Teilfläche Pionier-Kaserne“ ist festgesetzt, dass Dachflächen zu einem hohen Anteil begrünt und verpflichtend mit PV-Anlagen versehen werden müssen. Um die solaren Erträge zu maximieren, sind die **Dachplanungen solaroptimiert** durchzuführen. Dabei werden auch Lösungen begrüßt, die die Dächer dreifach nutzbar machen – für Energieerzeugung, für Bewohner und Natur. Möglich ist dies zum Beispiel durch eine Pergola.

Zudem sind, falls technisch möglich, **Dachüberstände** von 2,00 m zur Maximierung der PV-Flächen zu berücksichtigen.

---

<sup>7</sup> siehe Kapitel 6.2 „Power-to-H<sub>2</sub>-Anlage“, S. 17

<sup>8</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 20

<sup>9</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 19



Abbildung 2: Vorentwurf: Rendering eines Gebäudes der Stadtbau-GmbH mit Dachüberstand (Quelle: Stadtbau-GmbH Regensburg mit Maier.Neuberger.Architekten München)

Die Vorrichtungen für die äußeren PV-Flächen werden auf den auskragenden Dächern liegend und sonnenoptimiert errichtet. Die Vorrichtungen für innenliegenden PV-Flächen werden ebenfalls solaroptimiert, z.B. in einer sogenannten **Schmetterlingsaufständerung**<sup>10</sup> ausgeführt, und mit extensiven **Gründächern**<sup>11</sup> kombiniert. Diese dienen als Retentionsflächen und werden zum Wasserspeicher für das Niederschlagswasser. Durch die Verdunstung wird das Klima im Quartier positiv beeinflusst und die Abwassermengen sowie Abflussspitzen deutlich reduziert. Außerdem profitiert die Biodiversität<sup>12</sup>.

Der erzeugte Strom wird aufgrund der derzeitigen rechtlichen Grundlagen bei den Bauvorhaben der Stadtbau-GmbH Regensburg zum **Mieterstrom**<sup>13</sup> folgendermaßen aufgeteilt:

---

<sup>10</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 20

<sup>11</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 20

<sup>12</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 19

<sup>13</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 20

**70 % der PV-Flächen** sind für **Betriebsstrom**<sup>14</sup> vorgesehen. Sie befinden sich vor allem auf den auskragenden Dächern. Planung sowie Bau und Betrieb der PV-Anlage übernimmt die Stadt Regensburg oder ein beauftragter Dritter. Die Betriebsstromversorgung (Quartiers-Verteilanlagen) wird als Kundenanlage<sup>15</sup> zur Versorgung der Komponenten des LowEx-Nahwärmenetzsystems errichtet. So fallen nach derzeitiger Gesetzeslage keine Netzentgelte und Umlagen an. Juristisch ist die direkte Versorgung von Letztverbrauchern aus dem Konzernverbund (Stadt Regensburg und ihre Institutionen/ Liegenschaften) wie die Grundschule mit Betriebsstrom möglich.

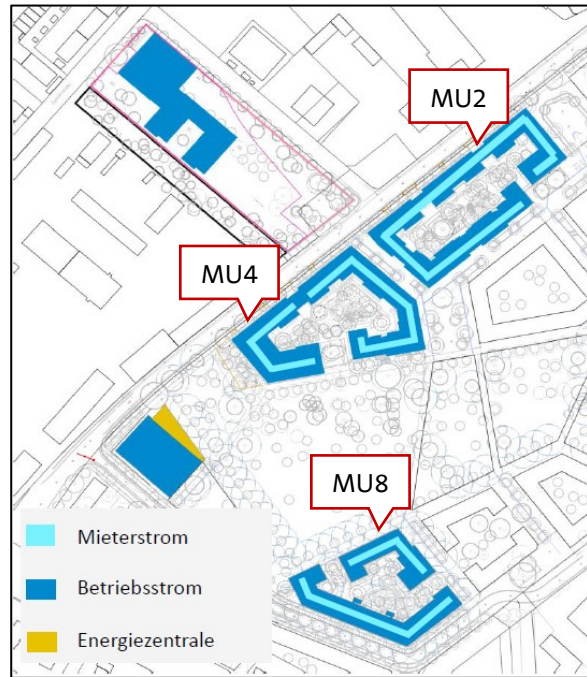


Abbildung 3: Verteilung von Mieterstrom- & Betriebsstrom beispielhaft anhand von MU2, MU4 & MU8 (Quelle: Luxgreen Climadesign GmbH 2023, verändert durch Stadt Regensburg)

**30 % der PV-Flächen** sind zur Versorgung der Endkunden für ein **Mieterstrommodell**<sup>16</sup> (Gebäude-Verteilanlagen zur Mieterstromversorgung) eingeplant. Planung, Bau und Betrieb sind nicht Bestandteil des Förderprogramms Wärmenetzsystems 4.0 bzw. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze BEW<sup>17</sup>.

Bei der **Wärme-Übergabestation** wird die Wärme des LowEx-Nahwärmenetzes in das lokale Heizsystem übertragen. Die Wärme-Übergabestation befindet sich im Technikraum des jeweiligen Gebäudes. Dort heizen sogenannte Booster-Wärmepumpen<sup>18</sup> mit Hilfe des Betriebsstroms die ankommende Wärme von 40 auf bis zu 65 Grad Celsius, um es für die Warmwassernutzung verwendbar zu machen. Hintergrund der notwendigen Temperaturerhöhung ist die Verhinderung von Legionellen. Das erwärmte Wasser wird anschließend in einem speziellen Pufferspeicher (sog. Schichtenspeicher)<sup>19</sup> vorgehalten, um Lastspitzen abzudecken. Das Förderprogramm BEW beinhaltet die Komponenten im

<sup>14</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 19

<sup>15</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 19

<sup>16</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 20

<sup>17</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 20

<sup>18</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 20

<sup>19</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 20

Technikraum mit Booster-Wärmepumpe bis einschließlich dem Schichtenspeicher. Dort befindet sich die Schnittstelle zum lokalen Heizsystem. Alle Komponenten nach dem Pufferspeicher sind nicht mehr Teil des Förderprogramms BEW, sondern gehören zur Versorgungstechnik des Gebäudes.

Unter den Gebäuden, die auf den Urbanen Gebieten MU1 bis MU10 errichtet werden, sollen **Erdwärmesonden**<sup>20</sup> durch die Stadt Regensburg geplant, umgesetzt und betrieben werden.

Im Zuge der Konkretisierung des LowEx-Nahwärmenetzes werden die **Technischen Anschlussbedingungen** erarbeitet. Sie regeln die technischen Anforderungen für den Netzanschluss und dessen Nutzung für die Nahwärmeversorgung. Aufgrund des Projektfortschritts der Stadtbau-GmbH Regensburg wurden die wesentlichen Schnittpunkte und Kernpunkte bereits im Vorfeld miteinander abgestimmt. Dies betrifft insbesondere den Platzbedarf der Technikräume, Hausanschlüsse, Technikstränge und Leitungsführungen.

In engem Zusammenhang damit steht die Absatzsicherung („Anschluss- und Benutzungszwang“) der erzeugten Wärme. Zur Bearbeitung dieser Thematik wurde eine Rechtsanwaltskanzlei beauftragt, die gemeinsam mit der Stadt Regensburg Lösungen erarbeitet.

Die beschriebenen **Anforderungen** sind zur Umsetzung des Energiekonzeptes zwingend notwendig. Diese werden für MU1 bis MU10, GEe und Grundschule zugunsten der Stadt Regensburg entsprechend gesichert (PV auf Dächern und Fassaden, Erdwärmesonden, Leitungsrechte etc.).

Das Wärmenetzsystem kann bei Schaffung der entsprechenden Voraussetzungen durch die Bauherren der Gebäude für das **passive Kühlen** verwendet werden.

---

<sup>20</sup> siehe Kapitel 5.1 „Umwelt-Wärmequellen“, S. 100



## 4 Architektur Mobility Hubs SO1, SO2 & SO3

Um erneuerbaren Strom aus der Sonnenenergie zu nutzen, werden auf den **Dächern** sowie **geeigneten Fassaden PV-Anlagen** zur Energieerzeugung von Betriebsstrom durch die Stadt Regensburg installiert. Die das Stadtwerk Regensburg GmbH setzt für die Stadt Regensburg das Mobilitätskonzept inkl. Mobility Hubs um.

Auf die Regelungen zu solaroptimierten Dachplanungen und die Dachüberstände<sup>21</sup> wird verwiesen. Sie sind auch für die Mobility Hubs einzuhalten. Ergänzend dazu sind auch **Photovoltaikmodule** an **geeigneten Fassadenflächen** für Betriebsstrom zu errichten. Die gestalterischen Belange und Vereinbarkeit mit sonstigen Anforderungen an das Gebäude, wie etwa dem Schallschutz, sind zu berücksichtigen.

Neben den PV-Flächen für die Betriebsstromanlage sind folgende Besonderheiten bei Planung, Bau und Betrieb der Mobility Hubs zu berücksichtigen:

- **Erdwärmesonden** unter den Mobility Hubs<sup>22</sup>
- evtl. **Trafostationen** in den Erdgeschossen<sup>23</sup>
- **(bidirektionale) E-Ladeinfrastruktur**<sup>18</sup>

Durch die angrenzende Energiezentrale für das Wärmenetzsystem sind außerdem **erhöhte Anforderungen**, insbesondere in den Bereichen Brand- und Explosionsschutz zu beachten.<sup>18</sup>

---

<sup>21</sup> siehe Kapitel 3 „Architektur Gebäude MU1 bis MU10, GEe und Grundschule“, S. 4

<sup>22</sup> Planung, Umsetzung und Betrieb durch die Stadt Regensburg

<sup>23</sup> Planung, Umsetzung und Betrieb durch die Stadt Regensburg und die Regensburger Energie- und Wasserversorgung AG & Co KG (REWAG)

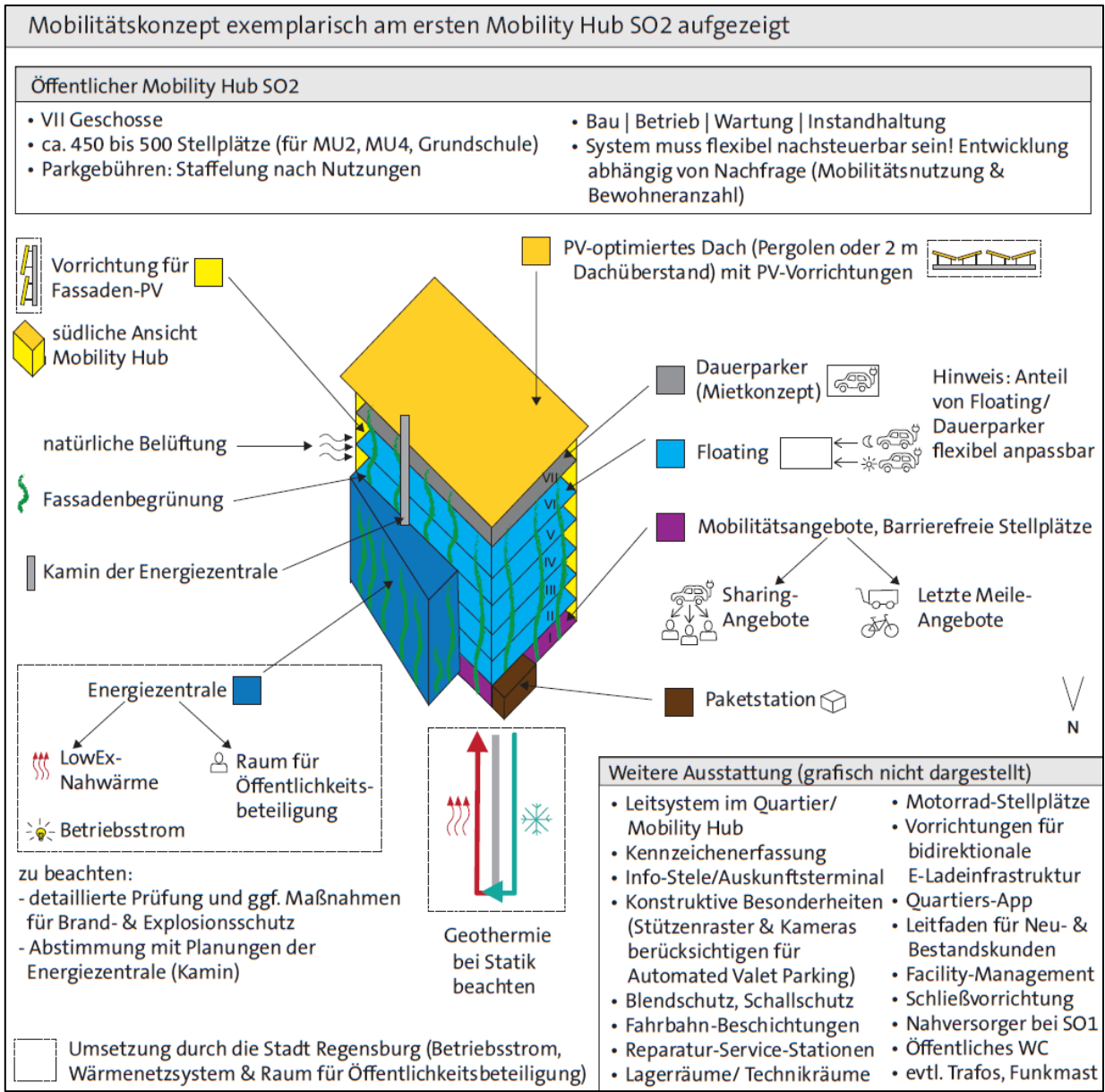


Abbildung 4: Mobilität & Energie exemplarisch am ersten Mobility Hub SO2 aufgezeigt

Die beschriebenen **Anforderungen** sind für SO1, SO2 und SO3 ebenfalls zur Umsetzung des Energiekonzeptes zwingend notwendig. Diese werden zugunsten der Stadt Regensburg entsprechend gesichert (PV auf Dächern und Fassaden, Erdwärmesonden, Leitungsrechte, Ladeinfrastruktur etc.).

# 5 Einzelkomponenten des Konzeptes

Im Folgenden werden die Einzelkomponenten des Energiekonzepts erläutert.

## 5.1 Umwelt-Wärmequellen

Um von fossilen Energiequellen unabhängig zu sein, sind verschiedene Säulen notwendig: Neben der innovativen Architektur und den Photovoltaikanlagen auf Dachflächen spielt die **Wärmegewinnung** durch **Wärme aus Abwasser, Luft** und **Erdwärmesonden** eine essentielle Rolle.

Die durchgeführten Temperaturmessungen im Rahmen der **Erdwärme**-Probesonden sind positiver ausgefallen, als es die geologischen Gesteinsaufbauten vorab erwarten ließen. Die Anzahl der bisher geplanten **Luft-Wärmepumpen** kann folglich reduziert werden. Die Simulation zum Nachweis des geothermischen Leistungsvermögens ist allerdings noch nicht abgeschlossen. Sie liefert detaillierte Ergebnisse zur Ergiebigkeit und ist somit Grundlage für die Festlegung der Anzahl sowie Standorte der erforderlichen Erdwärmesonden.

Luft-Wärmepumpen benötigen vor allem im Winter mehr Strom aufgrund der niedrigen Umgebungstemperatur. Im Erdreich bleibt die Temperatur hingegen ganzjährig relativ konstant, somit steigt die Energieeffizienz und der Stromverbrauch der Wärmepumpen sinkt.

Das Monitoring zur Nutzbarkeit der **Wärmeenergie aus Abwasser** ist positiv verlaufen und kann zur Wärmeerzeugung im LowEx-Nahwärmenetz genutzt werden.

Der Transport der gewonnenen kalten Umweltwärme (ca. 8 bis 15 Grad Celsius) erfolgt von den Umwelt-Wärmequellen durch separate **Leitungen** zu den Energiezentralen.<sup>24</sup>

## 5.2 LowEx-Nahwärmenetz

Das Temperaturniveau der Wärmequellen wird durch **PV-Betriebsstrom betriebene Wärmepumpen** entsprechend auf je nach Jahreszeit zwischen 30 und 40 Grad Celsius in der Energiezentrale<sup>25</sup> angehoben. Über das LowEx-Nahwärmenetz erfolgt die Verteilung der Wärme

---

<sup>24</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S.20

<sup>25</sup> siehe Kapitel 5.4 „Energiezentrale“, S. 12

von der Energiezentrale zu den Endnutzern. So werden folgende Nutzungsmöglichkeiten eröffnet:

- Beheizung
- Warmwassernutzung
- Kühlung im Sommer durch zusätzliche Geräte in den Technikräumen

Durch die niedrigen Temperaturen im LowEx-Nahwärmenetz erfolgt der Wärmetransport nahezu verlustfrei.

Das **Low-Ex-Nahwärmenetz** verteilt über ein entsprechendes Leitungsnetz die Wärme im Quartier über Vorlauf<sup>26</sup> und Rücklauf<sup>27</sup>. Ergänzt wird die Wärmetrasse durch die Leitung der Betriebsstromanlage, als auch ein Datenkabel zur zentralen Steuerung der Energieflüsse.

Die Vorlauftemperatur von 30 bis 40 Grad Celsius kann direkt über Flächenheizungen zum Heizen verwendet werden. In den einzelnen Gebäuden werden Booster-Wärmepumpen installiert, die die ankommende Wärme auf ein Temperaturniveau von ca. 65-70 Grad Celsius erhöht und somit zur Warmwassernutzung brauchbar macht.

Dadurch, dass die Temperatur erst in den einzelnen Häusern dezentral erhöht wird, steigt die Gesamteffizienz des Wärmenetzes. Die dazu notwendigen Pufferspeicher und die Booster-Wärmepumpen in den einzelnen Gebäuden sind Bestandteil des Wärmenetzes. Die elektrische Energie für den Betrieb der Booster-Wärmepumpen wird möglichst direkt durch die PV-Anlage bereitgestellt.

Die Betriebsform und Organisation des Betriebs des Nahwärmenetzes ist derzeit noch nicht abschließend geklärt, es werden verschiedene Optionen geprüft.

### 5.3 Erneuerbare Stromversorgung

Im Gebiet des Innovationsquartiers ehem. Prinz-Leopold-Kaserne gibt es neben dem **Strom** des **öffentlichen Netzes** auch **Betriebsstrom** und **Mieterstrom** (beides Kundenanlagen, d.h. für den Wettbewerb irrelevant). Im vorausgehenden Kapitel 3 „Architektur Gebäude auf MU1 bis

---

<sup>26</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 19

<sup>27</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 20

MU10<sup>28</sup> wird die Aufteilung des Betriebs- und Mieterstroms modellhaft an den Beispielen MU2, MU4 und MU8 erläutert.

Das **Mieterstrommodell** inkl. dazugehörigen PV-Anlagen wird durch den Gebäudeeigentümer geplant und umgesetzt. Die derzeitige Förderung des Mieterstromes erfolgt über den Mieterstromzuschlag und ist an verschiedene juristische Rahmenbedingungen geknüpft.

Der **Betriebsstrom** wird primär zum Betreiben der technischen Anlagen im Wärmenetzsystem inkl. Elektrolyseurs<sup>29</sup> benutzt. Der im Quartier erzeugte überschüssige Betriebsstrom (Quartiers-Verteilanlage) kann für die stadteigenen Liegenschaften (Grundschule, Mobility Hubs & ggf. Sportpark Ost) verwendet werden. Außerdem ist die Elektromobilität im Quartier ein weiterer wichtiger Baustein bei der PV-basierten Energieversorgung: Überschüssiger Betriebsstrom wird an den Ladesäulen durch die elektrische Mobilität genutzt und damit die Wirtschaftlichkeit des Systems gesteigert. Außerdem fungieren die zukünftigen Elektrofahrzeuge durch das sogenannte bidirektionale Laden als Stromspeicher, wodurch weitere positive Synergien zwischen Verbrauch und Erzeugung entstehen. Sowohl der Elektrolyseur als auch die (bidirektionalen) E-Ladesäulen sind durch das BEW-Förderprogramm (ehemals WN 4.0) nicht förderfähig.

## 5.4 Energiezentrale

Herzstück des Wärmenetzsystems sind die **Energiezentralen** in den Sondergebieten SO1 und SO2. Die Energiezentrale SO2 wird zuerst entwickelt und befindet sich direkt angrenzend zum Mobility Hub. Sie wird im Rahmen der BEW-Förderung gefördert und umgesetzt. Die Energiezentrale SO1 wird bei entsprechendem Projektfortschritt des Quartiers entwickelt.

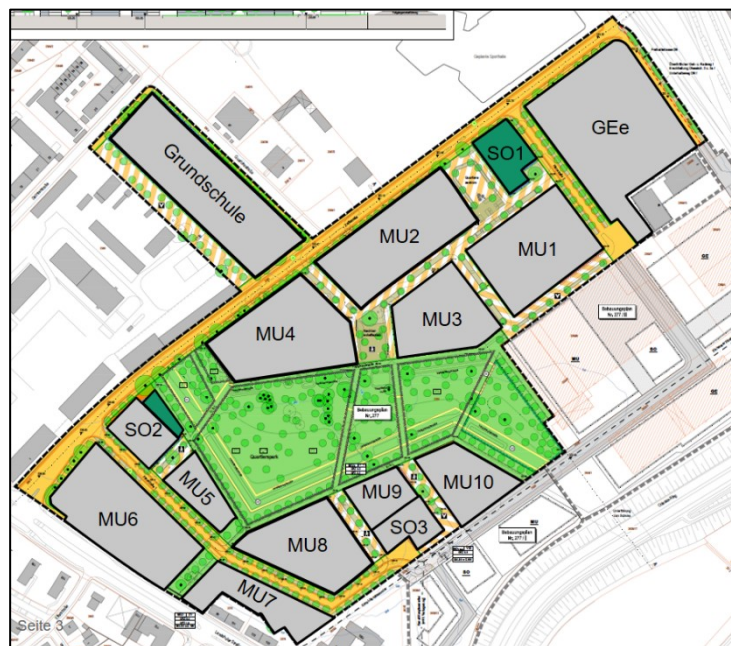


Abbildung 5: Lage der Energiezentralen SO1 und SO2 (grün)

<sup>28</sup> siehe Kapitel 3 „Architektur Gebäude MU1 bis MU10, GEe und Grundschule“, S. 4

<sup>29</sup> siehe Kapitel 6.2 „Power-to-H<sub>2</sub>-Anlage“, S. 14

In der Energiezentrale ist die komplette Technik für das LowEx-Nahwärmenetz als auch ein Raum für Öffentlichkeitsarbeit verortet. Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf SO2.

Die Energiezentrale ist essentiell für die Umsetzung des Energiekonzepts, da dorthin die im Quartier erzeugte Umweltwärme transportiert wird. Dort sind **Wärmepumpen, Pufferspeicher, Blockheizkraftwerke** (BHKW) sowie **Batteriespeicher** untergebracht. Diese werden nach Stand der Technik miteinander kombiniert, um die benötigte Wärme von 30 bis 40 Grad Celsius zu erzeugen. Außerdem entsteht als Nebenprodukt Strom, der in die Betriebsstromanlage eingespeist wird.

Um eine hocheffiziente Betriebsweise zu erreichen, werden mittels **dynamischer Simulationen** die Wärmebedarfe bei den Nutzern berechnet. Die **intelligente Steuerung** leitet anschließend die Wärme bedarfsorientiert über das LowEx-Nahwärmenetz an die Nutzer. Außerdem werden die Überschüsse beim Betriebsstrom entsprechend der Nachfrage zu den städtischen Liegenschaften und den (bidirektionalen) Ladesäulen geliefert. Perspektivisch wird nach Inbetriebnahme des Elektrolyseurs<sup>30</sup> auch dieser mit überschüssigem Betriebsstrom (PV und Windkraft) beliefert.

Die Funktionsweise der Energiezentrale ist bei SO1 analog zu SO2.

Der Raum für Öffentlichkeitsbeteiligung wird bei SO2 entwickelt, da sie als erste Energiezentrale Ausgangspunkt für die weiteren Entwicklungen ist. Dort werden für die interessierte Öffentlichkeit und Fachbesucher Informationsveranstaltungen rund um das Thema „solarbasierte Energieversorgung im Quartier“ angeboten, um für die Energiewende zu werben und diese voranzubringen.

---

<sup>30</sup> siehe Kapitel 6.2 „Power-to-H<sub>2</sub>-Anlage“, S. 17

## 5.5 „Power-to-H<sub>2</sub>-Anlage“

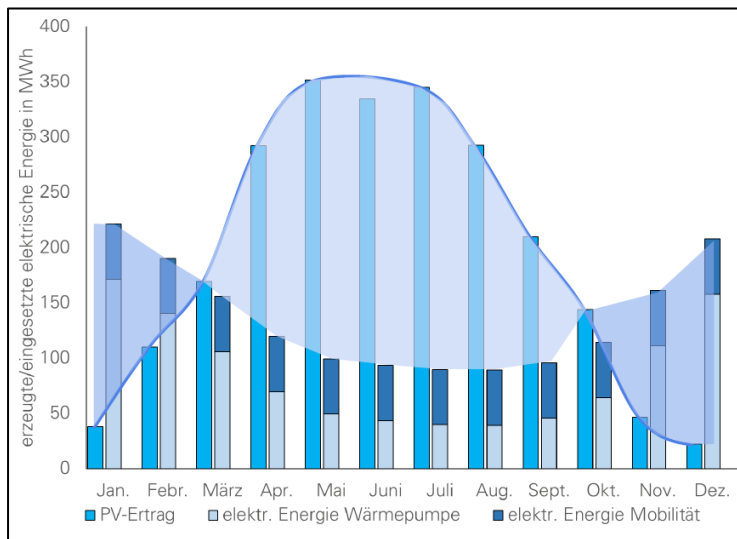


Abbildung 6: Erzeugung und Bedarf von Betriebsstrom im 1. Entwicklungsabschnitt der PLK (Quelle: Luxgreen Climadesign GmbH)

speisen, um diesen auszulasten. Damit ist es möglich, Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff unter Wärmefreisetzung aufzuspalten. Der gewonnene Wasserstoff gelangt über einen Niederdruckzwischenpeicher in einen Hochdruckspeicher, der den Wasserstoff bei 300 bis 400 bar nahezu verlustfrei vorhält. Steht zu wenig erneuerbare Energie zur Verfügung, kann der zwischengespeicherte Wasserstoff durch ein Blockheizkraftwerk und/ oder eine Brennstoffzelle wieder in Strom und Wärme umgewandelt werden. Der über den Quartiersbedarf hinausgehende Wasserstoff soll über eine Trailerabfüllstation in Trailertanks abgefüllt und an einen Gasdisponenten verkauft werden. Das generiert einerseits Einnahmen und andererseits kommt der erzeugte Wasserstoff in der Region, z.B. an Wasserstofftankstellen, zum Einsatz.

Die entstehende Abwärme steht zum einen im Quartier als Nutzwärme zur Verfügung. In Zusammenhang mit dem Elektrolyseförderprogramm wurden zudem quartiersübergreifende Wärmeabnehmer ermittelt. Aus der Abwärmenutzung resultiert eine große Effizienzsteigerung des Systems: Der Wirkungsgrad des Elektrolyseurs steigt von ca. 75% auf ca. 92%.

Die Nutzung des entstehenden Reinsauerstoffs ist z.B. für Reinigungsprozesse möglich. Verschiedene Möglichkeiten befinden sich in Prüfung.

Der Standort des Elektrolyseurs (siehe Abbildung 7) befindet sich auf der EE-Fläche zwischen der Zeiß- und Dieselstraße nordöstlich angrenzend an das eingeschränkte Gewerbegebiet GEE. Darüber hinaus wird dort auch ein H<sub>2</sub>-Speicher mit bis zu 2 t Lagerkapazität, ein Trafo und ein

In naher Zukunft soll die Energieversorgung um die innovative Technik einer **Power-to-H<sub>2</sub>-Anlage ergänzt werden**. Stromüberschüsse aus dem PV-Betriebsstrom, die für Wärme oder Mobilität nicht benötigt werden, werden in einen Elektrolyseur mit einer Leistung von 1 Megawatt eingespeist. Zudem wird Strom aus regionalen Windkraftanlagen, z.B. in Sinzing, den Elektrolyseur

Verdichter sowie die Trailerabfüllstation errichtet. Die technischen Anlagen werden in sog. H<sub>2</sub>-Boxen untergebracht.



Abbildung 7: Standort Elektrolyseur und zugehörige Systemkomponenten (Auszug aus dem Bebauungsplan)

Parallel zur Planung ist das positive Durchlaufen eines BImSchG-Verfahrens<sup>31</sup> notwendig, das aufgrund der erforderlichen Verfahrensschritte und Gutachten mindestens ein Jahr dauert.

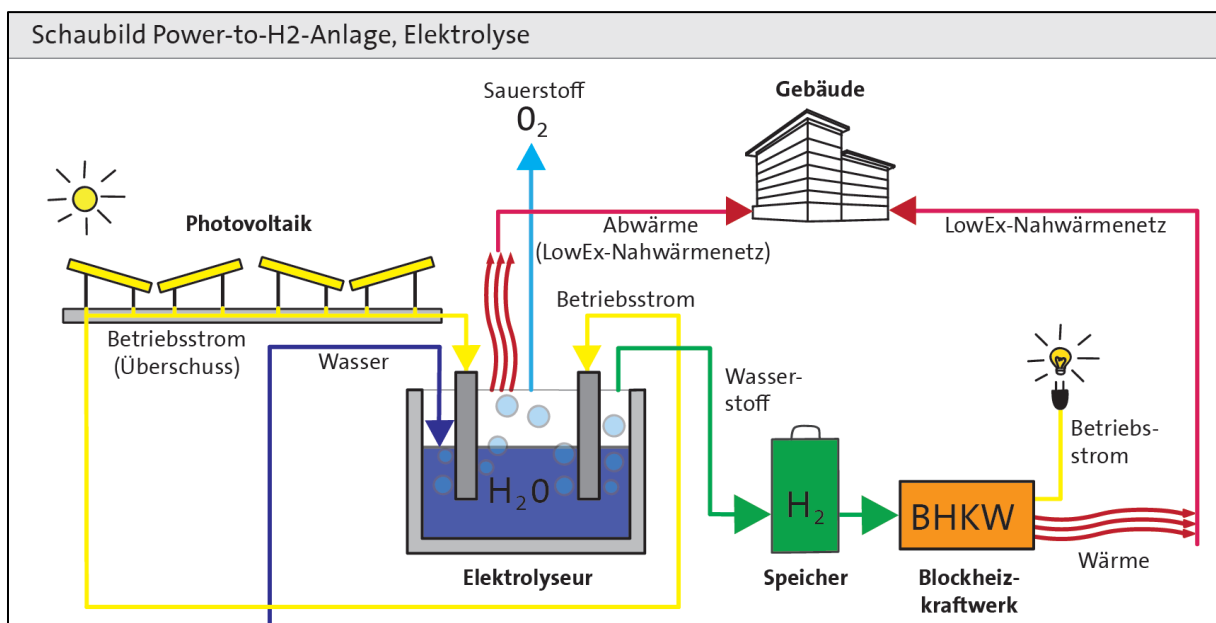


Abbildung 8: Funktionsweise des Elektrolyseurs

<sup>31</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 20



# 6 Förderprogramme

## 6.1 LowEx-Nahwärmenetz

Die Stadt Regensburg plant, baut und betreibt mit Unterstützung von beauftragten Planungsbüros und Dienstleitern in der PLK eine **CO<sub>2</sub>-neutrale Wärmeversorgung ohne fossile Brennstoffe** über ein LowEx-Nahwärmenetz.

Die BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle) fördert im Rahmen ihres Bundesförderprogramms „**Wärmenetzsysteme 4.0**“ (WN 4.0, bis 09/2022) bzw. „**Bundesförderung für effiziente Wärmenetze**“<sup>32</sup> (BEW, seit 09/2022) bis zu **40 %** der **förderfähigen Ausgaben** für Planung und Bau vollständiger Wärmenetze. Es wird das Wärmenetzsystem mit all seinen Komponenten (Wärmenetz, Umwelt-Wärmequellen, Booster-Wärmepumpen und Pufferspeicher sowie dazugehöriger Energiezentrale) gefördert. Außerdem wird der Betrieb ebenfalls bezuschusst. Weitere Teile des im Juli 2020 beschlossenen Energiekonzepts, wie die Wasserstoffherzeugung und -speicherung im Quartier, PV-Anlagen, Mieterstrom-Modell und die Wasserstoff-Energiezentrale sind nicht Fördergegenstand.<sup>33</sup>



Abbildung 9: Umsetzungsgebiet des ersten Entwicklungsabschnitts (Luxgreen Climadesign)

Im Rahmen des WN 4.0 wurde eine **Machbarkeitsstudie** (Modul 1) zur innovativen Wärmeversorgung des ersten Entwicklungsabschnitts (ca. 600 Wohnungen und einzelne Gewerbeeinheiten der Stadtbau-GmbH Regensburg, Mobility Hub SO2, Grundschule) durchgeführt. Die Machbarkeitsstudie mit umfassender Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde durch die BAFA im Frühjahr 2023 positiv anerkannt. Damit wird attestiert, dass mit den bereitgestellten Fördergeldern das Wärmenetz

<sup>32</sup> siehe Kapitel 8 „Lexikon Energie“, S. 20

<sup>33</sup> [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente\\_Waermenetze/effiziente\\_waermenetze\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html)

inklusive seinen Komponenten auch dauerhaft und wirtschaftlich betrieben werden kann.

Im Mai 2023 hat die Stadt Regensburg schließlich den **BEW-Förderantrag** für die **Umsetzung** (Modul 2) von MU2, MU4, MU8, der Grundschule und SO2 (Mobility Hub mit Energiezentrale) eingereicht. Aufgrund des hohen Zeitdrucks wurde ein vorzeitiger Maßnahmenbeginn beantragt, der für den 07.06.2023 erteilt. Die Planungen konnten fortgeführt und die ersten Vergaben für die Ingenieurs- und Planungsleistungen vorbereitet, durchgeführt und beauftragt werden. Der Förderbescheid wurde am 29.09.2023 erlassen. Der Bewilligungszeitraum beginnt am 07.06.2023, beträgt 48 Monate und kann einmalig um bis zu 24 Monate verlängert werden.

Das **System** ist **modular** aufgebaut und wird Schritt um Schritt erweitert.

## 6.2 Power-to-H<sub>2</sub>-Anlage

Die Power-to-H<sub>2</sub>-Anlage ist nicht Teil des Förderprogramms Wärmenetzsysteme 4.0 bzw. BEW. Die Planung und Umsetzung des Elektrolyseurs nebst zugehöriger Systemkomponenten ist auch zeitlich losgelöst von der Umsetzung des LowEx-Nahwärmenetzes, um die rechtzeitige Wärmelieferung an die ersten ca. 400 Wohnungen nicht zu gefährden.

Die Bayerische Staatsregierung hat am 04.09.2023 den ersten Förderaufruf zum Bayerischen Förderprogramm zum Aufbau einer Elektrolyse-Infrastruktur für Elektrolyseure ab einer Leistung von 1 MW gestartet. Die Antragstellung erfolgt in einem zweistufigen Verfahren: als erstes wird eine Förderskizze eingereicht, bei Auswahl der Skizze kann danach der Förderantrag gestellt werden. Unter dem Arbeitstitel „H<sub>2</sub>R<sup>2</sup> – Aufbau einer Elektrolyse-Infrastruktur (H<sub>2</sub>) in der Stadt Regensburg (R) und der Region (R)“ wurde zunächst eine Förderskizze erstellt und fristgerecht am 16.10.2023 eingereicht. Förderfähig sind Investitionen in die Neuerrichtung von Elektrolyseuren und unmittelbar damit verbundenen Anlagenbestandteile zur bedarfsgerechten Erzeugung von ausschließlich erneuerbarem Wasserstoff vor Ort. Die Förderquote beträgt maximal 45 Prozent, soll 5 Mio. Euro allerdings nicht überschreiten.

## 6.3 Raum für Öffentlichkeitsbeteiligung

Die Umsetzung des Raumes für Öffentlichkeitsbeteiligung folgt parallel oder nach Fertigstellung des Gebäudes LowEx-Nahwärmenetz. Eine geeignete Förderkulisse konnte bisher noch nicht identifiziert werden, die Abstimmungen bezüglich einer Aufnahme in die Städtebauförderung sind noch nicht abgeschlossen.

## 7 Auf den Punkt

CO<sub>2</sub>-neutral, innovativ, regenerativ, energieoptimierte Architektur, stimmiges Mobilitätskonzept: dafür steht das Energiekonzept im Innovationsquartier auf dem Areal der ehem. Prinz-Leopold-Kaserne. Mit den vor Ort verfügbaren erneuerbaren Energiequellen Geothermie, Wärme aus Luft, Wärme aus Abwasser und Strom aus Photovoltaik (PV) und regionaler Windkraft in Kombination mit der Wasserstofftechnologie (Elektrolyseur und Wasserstoffspeicherung) lässt sich eine 100 % klimaneutrale Wärmeversorgung umsetzen. Das Nahwärmenetz betreibt die Stadt Regensburg als öffentliche Einrichtung selbst, eine Organisationsstruktur ist in der Findungsphase. Eine Trailerabfüllstation generiert Einkünfte durch den Verkauf des überschüssigen Wasserstoffs, der nicht im Quartier für Strom- und Wärmeerzeugung benötigt wird.

Die Planung und Errichtung des Nahwärmenetzes wird mit ca. 7 Millionen Euro durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle gefördert. Der Antrag zur Förderung der Wasserstofftechnologie im Bayerischen Förderprogramm zum Aufbau einer Elektrolyseur-Infrastruktur wurde eingereicht.

## 8 Lexikon Energie

Betriebsstrom ist der erneuerbar erzeugte Strom (aus Photovoltaik, Windkraft und Wasserstoff), der zum Betreiben der technischen Anlagen im Wärmenetzsystem erforderlich ist. Der Betriebsstrom kann zudem für die stadteigenen Liegenschaften (Grundschule, Mobility Hubs & ggf. Sportpark Ost) verwendet werden, ebenso für den Betrieb von städtischen Ladesäulen für elektrische Mobilität. Eine Betriebsstromanlage (Quartiers-Verteilanlage) ist eine Kundenanlage gemäß § 3 Nr. 24a Energiewirtschaftsgesetz (EnWG).

BEW ist eine Bundesförderung für effiziente Wärmenetze vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (seit 15.09.2022, zuvor WN 4.0 s.u.). Damit wird der Neubau von Wärmenetzsystemen mit einem hohen Anteil von erneuerbaren Energien gefördert.

Ein BlmSchG-Verfahren ist ein immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BlmSchG). Es steckt den Rahmen für die Genehmigung von Anlagen ab, von denen Umwelteinwirkungen ausgehen können.

Biodiversität oder biologische Vielfalt umfasst die Vielfalt der Ökosysteme, der Tier- und Pflanzenarten.

Ein Blockheizkraftwerk, kurz BHKW, ist eine technische Anlage zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme aus dem zugeführten Brennstoff (Kraft-Wärme-Kopplung).

Booster-Wärmepumpen sind technische Anlagen, die das Temperaturniveau der zugeführten Wärme für eine Warmwassernutzung bedarfsgerecht auf 65 bis 70 Grad Celsius anheben.

Ein Elektrolyseur ist eine technische Anlage, die mithilfe von (regenerativ erzeugtem) Strom Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufspaltet und dabei Wärmeenergie freisetzt. Der Wasserstoff wird dann bis zur Nutzung nahezu verlustfrei gespeichert. Eine Rückwandlung ist über ein Blockheizkraftwerk (BHKW) oder eine Brennstoffzelle möglich.

Die Energiezentrale beinhaltet die komplette Technik (Wärmepumpen, Pufferspeicher, BHKW) für das LowEx-Nahwärmenetz zur Bündelung und Weiterverarbeitung des PV-Betriebsstroms und der Umwelt-Wärmeflüsse, sowie einen Raum für Öffentlichkeitsbeteiligung.

Erdwärmesonden sind technische Anlagen, die vertikal in den Untergrund (Erdreich) eingebracht werden, um dem Erdreich im verträglichen Maße Wärme zu entziehen.

Als Erneuerbare Energien (oder regenerative Energien) wird Energie bezeichnet, die für eine nachhaltige Energieversorgung praktisch unerschöpflich vorliegt. So kann beispielsweise aus Sonne, Wind und Wasser immer wieder Energie gewonnen werden.

Extensive Gründächer sind Gründächer mit Vegetationen, die sich größtenteils selbst erhalten können und sich ohne viel Pflege weiterentwickeln. Fällt Regen auf Gründächer, wird dieser von den Pflanzen und Substraten aufgenommen und nicht sofort abgeleitet. Durch die anschließende Verdunstung entsteht Verdunstungskälte, wodurch ein Beitrag zur Kühlung der Umgebung geleistet wird. Davon profitiert auch das Gebäude und der Wirkungsgrad darüber befindlicher PV-Module steigt.

Geothermie bezeichnet die in der Erdkruste gespeicherte Wärmeenergie und die ingenieurtechnische Nutzung.

Grüner Wasserstoff ist mittels Elektrolyseur gewonnener Wasserstoff, bei dem der Energiebedarf für die Elektrolyse aus Erneuerbaren Energien gedeckt wurde.

KfW Effizienzhaus Standard 40: Ein Effizienzhaus ist ein energetischer Standard für Wohngebäude. Die Kennzahl 40 gibt an, dass das Effizienzhaus nur 40 % Primärenergie benötigt. Gegenüber einem Effizienzhaus 100 verbraucht das KfW 40 also 60 % weniger Energie.

Kundenanlagen nach § 3 Nr. 24 a EnWG sind Energieanlagen zur Abgabe von Energie, die sich auf räumlich zusammenhängendem Gebiet befinden, mit einer Energieversorgungsanlage oder mit einer Erzeugungsanlage verbunden sind. Außerdem sind sie irrelevant für den Wettbewerb.

Ein LowEx-Nahwärmenetz (Low bzw. Niedrig-Exergie-Netz) ist eine spezielle Form von Niedertemperaturnetzen, die auf geringerem Temperaturniveau betrieben werden als konventionelle Wärmenetze (70 bis 100° Celsius). Im Allgemeinen werden LowEx-Nahwärmenetze mit Temperaturen unterhalb 50 Grad Celsius betrieben.

Mieterstrom wird erneuerbar auf bzw. im Gebäude (Wohnen, Gewerbe) erzeugt und dient der Versorgung des Letztverbrauchers (Mieter) mit lokal und erneuerbar erzeugtem Strom. Eine Mieterstromanlage (Gebäude-Verteilanlage) ist eine Kundenanlage gemäß § 3 Nr. 24a Energiewirtschaftsgesetz.



aneinander, so dass Niederschlagswasser mittig auf eine darunterliegende Platte geleitet und dort in beide Richtungen verteilt wird. Die Pflanzen werden in diesem Fall unter den Panels wachsen.

Sektorenkopplung verbindet die Strom-, Wärme- und Gasnetze (auch Wasserstoff) sowie den Mobilitätssektor, Wohnen und die Industrie miteinander.

Umweltwärme ist der Luft, dem Wasser und dem Erdreich (Geothermie) entnommene und technisch nutzbar gemachte Wärme, auch Wärme aus Abwasser.

(Netz-)Vorlauf bezeichnet die Wärmeleitung, über die die Wärme des Wärmenetzsystems in ein Gebäude eingeleitet wird. Die Vorlauftemperatur ist höher als die aus dem Gebäude ausgeleitete Temperatur (Rücklauftemperatur).

Wärmenetzsystem 4.0 (WN 4.0) ist ein Förderprogramm des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Damit wurde mit Beantragung bis 14.09.2022 der Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen erneuerbarer Energien gefördert. Die Weiterentwicklung des Förderprogramms heißt „BEW“.

Eine Wärmepumpe ist eine technische Anlage, die mithilfe (erneuerbar erzeugtem) Strom Umweltwärme auf ein höheres Temperaturniveau anhebt.

# Kontakt Daten

Projektleitung:

Herr Tobias Ruf | [entwicklungplk@regensburg.de](mailto:entwicklungplk@regensburg.de)

Pressestelle:

[pressestelle@regensburg.de](mailto:pressestelle@regensburg.de)



Abbildung 11: Siegerentwurf des städtebaulichen Wettbewerbs (Quelle: Büro ISSS research architecture, urbanism aus Berlin mit Bauchplan) (Landschaftsarchitekten und Stadtplaner)

Ein Projekt von

