RealLabor SpeicherStadt Kerpen

Konzept- und Prototypenvalidierung der SpeicherStadt am Standort "Bahnhofsquartier Horrem": Wandel HEUTE sichtbar machen und für MORGEN vorausschauend gestalten



Wettbewerbsbeitrag im Rahmen des Ideenwettbewerbs "Reallabore der Energiewende" des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie

Eingereicht am 05.04.2019 durch

Kerpen

Kolpingstadt Kerpen Der Bürgermeister Jahnplatz 1, 50171 Kerpen Tel. +49 2237 58-0 J. 4

in Vertretung

Joachim Schwister

Dezernat III – Technischer Beigeordneter (joachim.schwister@stadt-kerpen.de)

0	Proje	ktziele und -inhalte: Neuentwicklung der Energieversorgungsinfrastruktur	3
1	Arbei	itsplanung	5
	1.1	Arbeitspaket 1: Entwicklung des Energieversorgungskonzepts	5
	1.2	Arbeitspaket 2: Entwicklung des Mobilitätskonzepts	6
	1.3	Arbeitspaket 3: Entwicklung von Kooperations- und Geschäftsmodellen	7
	1.4	Arbeitspaket 4: Monitoring, Modellierung und Betriebsführung	8
	1.5	Arbeitspaket 5: Entwicklung und Umsetzung des Technologiekonzepts	9
	1.5.1	Wasserstoffproduktion: Biomassevergasung	9
	1.5.2	Wasserstoffproduktion: PEM-Elektrolyse als Wasserstoffquelle	9
	1.5.3	Wasserstoffversorgung: Druckgasspeicherung	. 10
	1.5.4	Wasserstoffversorgung: Pipelinetransport	. 11
	1.5.5	Wasserstoffnutzung: Brennstoffzellen-BHKW für das Quartier Horrem	. 11
	1.5.6	Mobilität mit Brennstoffzellenbussen	. 11
	1.6	Arbeitspaket 6: Wissenschaftliche Begleitung und Evaluation, Öffentlichkeitsarbeit- und Akzeptanzmanagen 12	nent
	1.7	Arbeitspaket 7: Projektmanagement	. 12
2	Bezu	gnahme der Projektidee zu den Bewertungskriterien	. 13
	2.1	Besondere Innovationsmerkmale vor allem bei Technologien, Verfahren, Geschäfts- und Betriebsmodellen	. 13
	2.2 einschlie	Systemischer Ansatz zur systemdienlichen Einbettung der Technologie in ein regionales Energiekonzeßlich des Nutzungsprofils (Erzeugungs- und Abnehmerstruktur, vorhandene Energieinfrastruktur)	
	2.3	Umsetzung im industriellen Maßstab und realen Umfeld sowie hohe technologische Reife	. 14
	2.4 und Infr	Langfristig tragfähiges Geschäftsmodell, das nach Auslaufen der Förderphase einen Weiterbetrieb der Anla astruktur grundsätzlich ermöglicht	
	2.5	Belastbarkeit und hoher Reifegrad der Projektplanung sowie kurzfristige Umsetzungsperspektive	. 15
	2.6 (ist zu qı	Nutzen der Technologien, Verfahren, Geschäfts- und Betriebsmodelle für CO2-Einsparung und Energieeffiz uantifizieren)	
	2.7	Berücksichtigung sozioökonomischer Themen sowie ggf. Aspekte des "regulatorischen Lernens"	. 16
3	Kons	ortialpartner und Verantwortlichkeiten	. 17
	3.1	Kolpingstadt Kerpen (Konsortialführer)	. 17
	3.2	Stadtwerke Kerpen	17
	3.3	REVG	. 18
	3.4	EMCEL	. 18
	3.5	Technische Hochschule Köln	. 18
	3.6	Weitere Akteure in der Region	. 19
4	Zeit-	und Ressourcenplanung	. 19
5 ei		eptionelle Einordnung der Aktivitäten: Stadt und Energie neu denken – die SpeicherStadt als zentraler Baus rengekoppelten Energiewende	
	5.1	Die Konzeptidee der SpeicherStadt	. 22
	5.2	Die Energiewende im Rheinischen Revier	. 23
	5.3	Der Standort Kerpen als SpeicherStadt in der Energielandschaft des Rheinischen Reviers	. 23
	5.4	Der Standort Horrem als Reallabor der SpeicherStadt Kerpen	. 26
	5.5	Projektkontext	. 27
	5.6	Auchlick	20

Mit der folgenden Skizze bewirbt sich die Kolpingstadt Kerpen im Rahmen des Ideenwettbewerbs "Reallabore der Energiewende" des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie für den Schwerpunkt Energieoptimierte Quartiere um die Förderung der Erstellung, Realisierung und Validierung städteplanerischer Konzepte zur Integration der Energiewende in dicht besiedelte, urbane Lebensräume.

Am Beispiel des Quartiers "BahnStadt Horrem" der Kolpingstadt Kerpen – einem Neubaugebiet, das in direkter Nachbarschaft zu einem zentralen Mobilitätsknotenpunkt des Rheinischen Reviers liegt – soll demonstriert werden, wie die energieoptimierte Stadt der Zukunft aussieht, die sich aus lokalen bzw. regionalen Energiequellen selbst versorgen kann ("SpeicherStadt"). Hierbei wird ein sektorengekoppeltes System etabliert, das Lösungen bietet für die Gebäudeenergieversorgung (Wohnen, Arbeiten), die Mobilität (Individualverkehre, Liefer- und Güterverkehre, öffentliche Nah- und Fernverkehre) und die Versorgung von Produktionsstätten und Gewerbe. Ziel ist es darzustellen, dass eine weitestgehend verlustfreie Energieversorgung möglich ist, und wie durch intelligente Kopplung von chemischen und thermischen Speichern unter Nutzung vorhandener Flächenpotentiale in der Stadt, der Bedarf ganzjährig und versorgungssicher gedeckt werden kann.

Wichtige regionale Akteure haben bereits ihre Bereitschaft erklärt, die Aktivitäten der Kolpingstadt Kerpen rund um die Etablierung einer SpeicherStadt Kerpen in der "Energielandschaft Rheinisches Revier" im Sinne eines zukunftsgerichteten und nachhaltigen Strukturwandels zu unterstützen. Projektskizze "Reallabor SpeicherStadt am Standort Horrem"

O Projektziele und -inhalte: Neuentwicklung der Energieversorgungsinfrastruktur

Ziel des hier skizzierten Vorhabens ist die prototypische Etablierung und Evaluierung der SpeicherStadt Kerpen (siehe Kap. 5) in einem kleineren (während der Projektlaufzeit des Vorhabens realisierbaren) Maßstab am Standort Horrem (Neubaugebiet). Insbesondere soll das technologische Systemdesign, das betriebliche Systemzusammenspiel und die intelligente Steuerung der SpeicherStadt entwickelt und validiert bzw. optimiert werden. Alle Elemente der späteren SpeicherStadt Kerpen werden am Standort Horrem entwickelt, errichtet, betrieben und im Hinblick auf ihre spätere Skalierbarkeit sowie die Übertragbarkeit auf die Stadt Kerpen und andere Regionen erforscht. Hierbei liegt das Augenmerk nicht nur auf der kapazitativen (technologischen) Skalierung, sondern insbesondere auch auf die mit einer Skalierung und getrennten Platzierung im späteren Kontext der SpeicherStadt Kerpen oder anderen Regionen einhergehenden bzw. zu erwartenden Herausforderungen der Re-Strukturierung bestehender Energieinfrastrukturen (Produktion, Speicherung, Verteilung, Nutzung) im "Altbestand".

Entsprechend möchte die Kolpingstadt Kerpen mit dem "Reallabor SpeicherStadt" unter Nutzung der verbundenen regionalen Wertschöpfungsperspektiven ihre kommunale Gestaltungshoheit bei der Entwicklung des Stadtquartiers "Bahnstadt Horrem" wahrnehmen und somit bislang für die Gemeinde und das Rheinische Revier nicht erschließbaren Potentiale zur Senkung von Klimaemissionen und Energieverbräuchen in der Stadt und der Region substanziell anheben. Über einen Zeitraum von fünf Jahren sollen in dem bereits zur Entwicklung identifizierten Quartier innovative Energieversorgungsund Mobilitätskonzepte entwickelt und erprobt werden, die Wasserstoff als systemischen Energieträger der Sektorenkopplung in den Fokus nehmen. Das Vorhaben nimmt entsprechend eine gesamtheitliche, regionale (das Quartier und seine Stadt) und wirtschaftliche Perspektive für die Etablierung von Wasserstoff als universell einsetzbaren Energieträger der Sektorenkopplung ein und will die dafür notwendigen Handlungsfelder und Arbeitsschritte konkretisieren.

Folgende Aktivitäten sind für die Detaillierung im Rahmen des Vorhabens vorgesehen:

- Entwicklung von gesellschaftlich akzeptierten, klimaneutralen und wirtschaftlich sinnvollen städtischen Energieversorgungs- und Mobilitätskonzepten (inklusive Dienstleistungen),
- Konzept zur Integration von erneuerbaren Energien in den städtischen Kontext (Art, Dimensionierung, Standort) unter Berücksichtigung von Akzeptanz, Platzbedarf und Kosten,
- Definition der Rolle von Wasserstoff als systemischen Energieträger des Reallabors Horrem und der zukünftigen SpeicherStadt Kerpen in der Energielandschaft Rheinisches Revier,
- Technisches Systemdesign und Konzepte zur Betriebsführung und Steuerung der Anlagen zur Bereitstellung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien (inkl. Elektrolyse, Biomassevergasung, H2-Speicher /Logistik und BHKW-Brennstoffzellen),
- Nutzung und Bereitstellung von vor-Ort erzeugten Erneuerbaren Energien für verschiedene Antriebstechnologie von Elektrofahrzeugen (Batterien und Brennstoffzellen) für Busse Kleintransporter und PKW
- Aufbau von Carsharing Angeboten für die Minimum von PKW als Elektro- und Wasserstoffautos
- Begleitende Akzeptanzstudien bei unterschiedlichen Zielgruppen sowie Akzeptanzmanagement des Vorhabens (Stakeholder und Investoren, Nutzer und Anwohner, Unternehmen und Bürger, regionale und nationale Politik),
- Wirtschaftlichkeits- und Risikobetrachtung des Reallabors SpeicherStadt am Standort Horrem und Übertragung auf die SpeicherStadt Kerpen (Gesamtvorhaben, Betreiber- und Geschäftsmodelle, Beteiligungsmodelle für Unternehmen /Bürger),
- Regionale Backup-Versorgungsstrategien im Falle von Engpässen der Wasserstoffversorgung bzw. Nicht-Verfügbarkeit von Anlagen (alternative Tankstandorte, Speicherkonzepte...).

Grundlage für die Umsetzung der SpeicherStadt am Standort Horrem ist die Entwicklung eines integrierten energetischen Quartierskonzepts, das Ziele der Energieeinsparung für die Sektoren Wärme, Strom und Wärme einer Stadt benennt und Umsetzungsstrategien für die energieeffiziente Stadt beinhaltet. Das Vorhaben zielt dabei ganz wesentlich auf den gleichzeitigen Einsatz von Strom, gasförmigen Wasserstoff und seine Verwendung als Kraftstoff. Zur Umsetzung des Vorhabens soll ein mit allen relevanten Akteuren wie Bürgern, Kommune, Wohnungswirtschaft, privaten Eigentümern, Mietern, Energieversorgern und ÖPNV abgestimmtes Handlungskonzept die Grundlage für die Entwicklung des Quartiers sein. In den folgenden Arbeitspaketen wird skizziert, wie die Grundlagen eines Energie- und Mobilitätskonzepts des Quartiers Horrem erarbeitet und umgesetzt werden sollen.

In der folgenden Grafik wird schematisch das Zusammenspiel der einzelnen Energieträger, ihre Produktion bzw. Umwandlung, die Distributionswege und Nutzungsmöglichkeiten im integrierten Energiesystem dargestellt (rot umrandet sind die Bereiche, die im Reallabor zur Anwendung kommen sollen, gestrichelt umrandet ist der Bereich des Strom- und Gasnetzes, deren Rolle in der Entwicklung des Energieversorgungskonzepts spezifiziert werden soll).

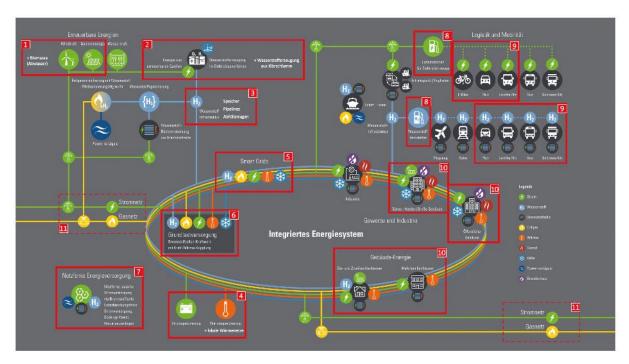


Abbildung 1: Übersicht zum Technologie- und Versorgungskonzept der RealLabors SpeicherStadt

- (1) Nutzung lokaler und regionaler Energierohstoffe: Wind- und Solarstrom, Solarthermie, Abwärmenutzung (Abwasser, Elektrolyse, Gebäude), Bioenergie (Klärschlämme, Reststoffe);
- (2) Wasserstofferzeugung: Elektrolyse (Wind-, Solarstrom), Biomassevergasung (Klärschlämme, biogene Reststoffverwertung);
- (3) Lokale Wasserstoffinfrastrukturen: Verteilnetze (Pipelines), Kompressoren und Hochdruckspeicher;
- (4) Lokale Strom- und Wärmeinfrastrukturen: Stromspeicher Stromnetze, Wärmespeicher Wärmenetze;
- (5) Smart Grid: Sektorengekoppelte Steuerung von Angebot & Nachfrage sowie Speichermanagement (Wärme, Strom, Wasserstoff);
- (6) Wasserstoffgeführtes Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerk (BZ-BHKW): Grundlastversorgung Strom, Wärme und Kälte auf Quartiersebene;
- (7) Erdgasgeführtes Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerk (BZ-BHKW): Reservekraftwerk in geringerer Leistung zur Notstrombzw. -wärmeversorgung oder im Fall von temporär erforderlichen Leistungsspitzen
- (8) Wasserstofftankstellen und Ladesäulen: Energieabgabe an Fahrräder, Pkw, Transportfahrzeuge, Lkw und Busse zur Sicherstellung einer emissionsfreien, klimafreundlichen Mobilität
- (9) Wasserstofftankstellen und Ladesäulen: Energieabgabe an Fahrräder, Pkw, Transportfahrzeuge, Lkw und Busse zur Sicherstellung einer emissionsfreien, klimafreundlichen Mobilität;
- (10) Bedarfsorientierte Strom-, Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden: Nutzung der über die Wasserstoffpipelines, Wärme- oder Stromnetze bzw. Energiespeicher bereitgestellte emissionsfreie, klimafreundliche Quartiersenergie;
- (11) Reserveversorgung regionale Netzinfrastrukturen: Energieaustausch mit Nachbarregionen, -städten und -quartieren im Fall von lokalen Engpässen bzw. Überschüssen (ggfs. erweiterbar um Wärmenetze und Wasserstoffpipelines, sofern wirtschaftlich und energetisch darstellbar)

1 Arbeitsplanung

1.1 Arbeitspaket 1: Entwicklung des Energieversorgungskonzepts

Am Anfang aller Überlegungen steht die Frage wie eine Stadt gestaltet sein muss, um die Energiebedarfe ihrer Bewohner substanziell zu minimieren. Denn es kann nicht darum gehen, heutige Energierohstoffe nur zu substituieren – vielmehr können die notwendigen Klimaziele nur erreicht werden, wenn massive Energieeinsparungen in den einzelnen Sektoren Strom, Wärme und Verkehr vorgenommen werden. In diesem Arbeitspaket soll in einer Potenzialanalyse der Grundstein für die Planung und Umsetzung der SpeicherStadt Horrem gelegt werden. Diese muss mit dem Ziel durchgeführt werden, die SpeicherStadt in ihren Energieeinsparungspotenzialen wie in ihrer Leistungsfähigkeit der energietechnischen Infrastrukturen und Leitungsnetze zu konzipieren.

Begleitend zu einem städtebaulichen Wettbewerb soll erarbeitet werden, wie beim Quartier Horrem Energie bestmöglich eingespart und die Produktion von Wasserstoff als systemischer Energieträger integriert werden kann.

Grundlage für die Arbeit wird das von den Stadtwerken entwickelte sektorenkoppelndes Wärme-/ Kühlungs-, Strom- und Mobilitätskonzept im Wohn-Quartier Vinger Weg sein, das die Stadtwerke Kerpen umsetzen werden. Rückgrat ist ein sogenanntes Low-Ex-Wärmenetz mit gleitenden Vorlauftemperaturen sein, bei dem im Sommer via einer Temperatur von unter 20°C im Solenetz, an dem die Heizungsanlage der Kunden angeschlossen ist, eine passive Kühlung ermöglicht wird. In der Übergangszeit und insbesondere im Winter wird diese Vorlauftemperatur bis ca. 40°C angehoben, um die benötigte Heizleistung sicherstellen zu können. Die Sole wird im hocheffizienten KWK-Modus erstellt; entsprechende BHKWs liefern mithin neben der Wärme auch den Quartiersstrom für die Wärmepumpen, den weiteren Haushalts- sowie den Strom für die E-Mobilitätslösungen/Ladestationen. Das benötigte Brauchwasser mit ca. 65°C wird jeweils über dezentral verbaute, durch die StWK beigestellte Kleinstwärmepumpen in den Übergabestationen erzeugt. Abgerundet wird dieses Konzept von einer prädiktiven, selbstlernenden Software zur Steuerung der Erzeugungstechnik, welche Strommarktopportunitäten entsprechend mitberücksichtigt, netzdienliche Funktionen zur Netzstabilität ermöglicht sowie mögliches Verbrauchsverhalten möglichst präzise vorhersagen kann.

Bisher ist Wasserstoff als wesentlicher Energieträger für die Versorgung eines Quartiers in Deutschland noch nicht in Anwendung gekommen. Entsprechend gibt es weder Erfahrungen darin, wie der Bedarf an Wasserstoff vor Ort für das Quartier und seine Mobilitätsformen produziert und dieser verteilt werden soll. Das Energieversorgungskonzept soll daher die Vorort-Herstellung grünen Wasserstoffs auf Grundlage von Elektrolyse- oder Abwassertechnologien genauso mitdenken, wie seine Verteilung und Verwendung im Nahwärmenetze und in der Mobilität.

Ergebnis des ersten Arbeitspaketes ist die Erarbeitung eines konkreten Maßnahmenkatalogs zur Umsetzung der Energieoptimierten Stadt, in dem Zeithorizonte benannt, Kostenbedarfe analysiert und Finanzierungsmöglichkeiten hinterlegt sind.

1.2 Arbeitspaket 2: Entwicklung des Mobilitätskonzepts

Neben der Entwicklung des Quartiers und seines Energiebedarfs, spielt die Mobilität der Menschen eine wesentliche Rolle, wenn es um die Minimierung des Energiebedarfs über die Sektoren hinweg geht. Deshalb fokussiert das Klimaschutzkonzept Kerpens darauf, die Binnen- und innerstädtischen Verkehre deutlich effizienter und emissionsärmer werden zu lassen. In Kooperation mit dem benachbarten Projekt "Quirinus" (virtuelles Kraftwerk) werden daher *innovative Lösungen zur Verkehrsvermeidung und -verlagerung sowie zur Verkehrsflusslenkung* für Verkehre erarbeitet, um die Belastung von Verkehrswegen und Anwohnern im eigenen Stadtgebiet, in der Region und perspektivisch den angrenzenden Metropolregionen Köln und Aachen zu reduzieren. Die SpeicherStadt am Standort Horrem will somit die Grundlage zur Dekarbonisierung und "Defossilisierung" des Wohn- wie Verkehrssektors in Kerpen legen. Die SpeicherStadt am Standort Horrem kann somit als Modell und Blaupause für die Vielzahl ähnlich positionierter Quartiere im Umland von Metropolregionen dienen.

Wasserstoff als Energieträger der Sektorenkopplung zu nutzen bedeutet, ihn in seiner Produktion und Verwendung systemisch für Wärme, Mobilität und Strom zu nutzen. Es ist daher das Anliegen der SpeicherStadt am Standort Horrem, Wasserstoff nicht nur als Energieträger für das Quartier zu nutzen, sondern auch in der Mobilität. Im Zuge der Erarbeitung eines Mobilitätskonzepts soll die konkrete Umsetzung von verkehrlichen Maßnahmen vorbereitet und neue Mobilitätsdienstleistungen für

Anwohner und Pendler, Güter- und Warenlogistik erarbeitet werden. Dies soll unter Einbeziehung öffentlicher Verkehrsträger insbesondere des ÖPNV und Taxigewerbes geschehen, aber auch in Rückgriff auf Konzepte, die die Digitalisierung nutzen. Entsprechend sollen Maßnahmen zur Verbesserung der Nahmobilität wie z.B. Bike-Sharing, Ridesharing, on-demand Busverkehr oder interregionale Buslinien auf Grundlage digitaler Algorithmen entwickelt werden, die substanzielle Energieeinsparungen im Sektor Mobilität ermöglichen. Im Zusammenspiel mit der Deutschen Bahn sowie des kommunalen ÖPNV-Dienstleisters REVG soll infolge des Mobilitätskonzepts der Bahnhof in seiner Rolle als Mobilitätspunkt für den gesamten Kreis gestärkt und eine der zentralen Anlaufstellen für Einwohner, Pendler und Unternehmen der Region werden, an dem emissionsfreie Mobilität und Dienstleistungen genutzt, erprobt und gekauft werden kann. Der Einsatz der Wasserstofftechnologie für zukünftige Busse der REVG, die dann priorisiert am Busbahnhof Horrem eingesetzt würden, ist dabei neben der Batterieelektrischen Mobilität eine wesentliche Möglichkeit, den Öffentlichen Personennahverkehr mit hohen Reichweiten und häufigen Umläufen nachhaltig zu gestalten. In Kombination mit einem durch die kommunalen Stadtwerke Kerpen initiierten E-Car-sharing-Pool mit Standort in der BahnStadt Horrem wird das Mobilitätsangebot zukünftig für Pendler und Bewohner des Quartiers optimal zugeschnitten. D.h. insbesondere hinsichtlich der Geräusch-, CO2- und NOx-Emissionen können wesentliche Einsparungen unternommen werden.

1.3 Arbeitspaket 3: Entwicklung von Kooperations- und Geschäftsmodellen

Während die fossilen Energie- und Kraftstoffmärkte durch wenige große Akteure bespielt werden, eröffnet sich für die zukünftigen, postfossilen Energie- und Kraftstoffmärkte eine Möglichkeit zur direkten Teilhabe von breiten Teilen der Bevölkerung. Ähnlich wie sich im Bereich der erneuerbaren Stromerzeugung die genossenschaftlich organisierte Bürgerenergie und die regionalen Stadtwerke verstärkt am Strommarkt beteiligen, eröffnet die Kombination der regional organisierten Energiewirtschaft mit der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie einen neuen Zugang in die Wärme- und Kraftstoffmärkte. Die Menschen und Unternehmen in der Region können zu Energieselbstversorgern werden mit dem Vorteil, dass sie als sogenannte "Prosumer" (Produzenten und Konsumenten) die Nachfrage nach den postfossilen Kraft- und Brennstoffen selbst initiieren.

Ziel dieses Arbeitspakets ist es, gemeinsam mit den Akteuren im Quartier und in der Stadt Konzepte einer integrierten Energiewende vor Ort zu erarbeiten, die die Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie als einen Baustein im Kontext dieser regionalen Aktivitäten diskutieren und berücksichtigen. Die Konzepte sollen derart gestaltet sein, dass sie einen möglicherweise anschließenden Beschaffungsprozess von Produkten und Anwendungen der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien vorbereitend unterstützen und die Akteure vor Ort befähigen, aktiv zu werden. Hierbei soll gemeinsam mit dem regionalen Akteursnetzwerk die gemeinsame Vision entwickelt werden, um anschließend die Realisierung der Vision bis zum Jahr 2030 konzeptionell zu definieren. Vor diesem Hintergrund ist es Ziel des Arbeitspaketes, nachhaltige Kooperations- und Geschäftsmodelle sowohl in der Energiewirtschaft, Mobilitäts- und Digitalwirtschaft zu entwickeln. Insbesondere die Zusammensetzung der Konsortialpartnerschaft, als auch die LOIs aus der Industrie sollen sicherstellen, dass die entsprechenden Arbeitsgrundlagen für die Erarbeitung der Geschäftsmodelle vorhanden sind. Dazu gehört auch die enge Kooperation mit Multiplikatoren und Netzwerken, wie die Energieagentur NRW, das Virtuelle Institut Smart Energy, IHK und Handwerkskammern, sowie die Einbeziehung von Startups. Workshops mit Stakeholdern werden diesen Austausch fördern.

1.4 Arbeitspaket 4: Monitoring, Modellierung und Betriebsführung

Das CIRE-Team hat durch verschiedene Forschungsprojekte bereits Erfahrung mit der Auslegung von gemeinschaftlichen Energiesystemen gesammelt. Diese zeigten, dass bisherige Planungsansätze (z.B. PHPP) und Standardlastprofiele (v.a. BDEW) zu wenig Detaillierungsgrad aufweisen, so dass individuellere, nutzerbezogenere Lastanalysen basierend auf Musterhaushalten und Bebauung herzuleiten sind. Dementsprechend sind folgende Tätigkeiten erforderlich:

- Erstellung Planungsgrundlage für Auslegung des gemeinschaftlichen Energiesystems
- von Nutzerprofilen für "Beispielbewohner" als Grundlage für Auslegung der Komponenten des Energiesystems
- Entwicklung von Bebauungsszenarios als Grundlage für Gesamtenergieverbrauch
- Entwicklung von Szenarios für Lastbedarfe für die Auslegung des Energiesystems hin-sichtlich Wärme- und Strombedarf anhand der entwickelten, individuellen Nutzerprofilen und Musterbebauung (anstelle der üblichen Auslegung mittels Strom- und Wärme-Standardlastprofilen)
- Recherche des Stands der Technik für verschiebbare Lasten und zur intelligenten Vernetzung innerhalb des Energiesystems zur Hebung weiterer Synergien und Effizienzen

Das Monitoring dient der Überwachung der Betriebsparameter in der Installations- und Betriebsphase, als Grundlage und in Interaktion mit der Modellierung des Energiesystems. Dazu gehören:

- Entwicklung Messdatenerfassungskonzept für das gemeinschaftliche Energiesystem
- Sammlung Daten entlang der Erzeugung, Verteilung und Nutzung im Energiesystem (Windvorkommen, Windstromerzeugung, Betriebsparameter der Wasserstofferzeugung und nutzung, Strom- und Wärmeverbrauch)
- Aufbereitung der Datenflüsse (z.B. Vereinheitlichung, Verifizieren)
- Auswertung und Korrelation der erfassten und aufbereiteten Daten
- Ableitung von Benchmarks und Verifizierung mit Literaturdaten
- Herleitung neuer, realer Auslegungsdaten (Lastprofile für Strom und Wärme)
- Wissenschaftliche Einordnung der neuen Datenstrukturen
- Erfassung von Nutzerverhalten und -Einflüssen anhand der Befragungen in

Am CIRE wurden zudem in bisherigen Forschungsarbeiten und Projekten Modellierungsansätze für Energiesysteme aufgebaut. Auf dieser Basis wird die Modellierung auf die Simulation dieses neuen Energiesystems in der SpeicherStadt am Standort Horrem ergänzt und ausgeweitet. Dabei können Aspekte wie Eigenverbrauch, Autarkie, Versorgungssicherheit, Vermarktung im Strommarkt und Netzdienlichkeit analysiert werden. Dazu gehören:

- Erstellung von individuellen Lastprofilen detaillierter und präziser als Standardastprofile)
- Untersuchung der Netzdienlichkeit und Ansätze zur Optimierung der Betriebsstrategie hinsichtlich Netzdienlichkeit und Vermarktung im lokalen/regionalen Energieverbund im Hinblick auf aktuelle Rechtslage und alternativ möglichen Rechtsrahmen
- Herleitung von Kriterien für Marktfähigkeit und Netzdienlichkeit
- Optimierung des Energiesystems hinsichtlich Marktvorgaben und Netzdienlichkeit als Grundlage für verbesserte Betriebsweise des Energiesystems
- Einbeziehung neuer, noch nicht vorhersehbarer Lasten (Elektromobilität) im Rahmen von Sensitivitätsanalysen

1.5 Arbeitspaket 5: Entwicklung und Umsetzung des Technologiekonzepts

Wasserstoff wird derzeit noch nicht als systemischer Energieträger der Energiewende genutzt. Vielmehr fällt Wasserstoff hauptsächlich in chemischen Prozessen in Raffinieren an (etwa 90 Prozent des in Deutschland genutzten Wasserstoffs entsteht als Nebenproduktwasserstoff aus Kohlenwasserstoffen gewonnen) und wird in diesen Prozessen selbst auch genutzt. Entsprechend steht der so gewonnene Wasserstoff für die Sektorenkopplung im Allgemeinen und für die Versorgung eines Quartiers im Besonderen nicht zur Verfügung.

Als systemischer Energieträger der Energiewende kann Wasserstoff erst in Erscheinung treten, wenn er zur Speicherung, also zur Umwandlung von erneuerbar produzierten Strom genutzt wird. Dies ist der Fall bei der elektrolytischen Produktion von Wasserstoff aus Wasser oder bei der Biomassevergasung, wo unter Nutzung erneuerbarer Energien (wie Windstrom, Solarstrom oder Biomasse) Wasserstoff CO₂-arm produziert wird – beide Formen der Produktion sollen im RealLabor SpeicherStadt zur Anwendung kommen und im Hinblick auf die energetische Einbindung ins Quartier, ihre Betriebswirtschaftlichkeit und ihre Systemstabilität im Alltag untersucht werden. Entsprechend soll einerseits die energetische Versorgung des Quartiers wie die Mobilität seiner Einwohner mit Erneuerbaren Energien sichergestellt.

1.5.1 Wasserstoffproduktion: Biomassevergasung

Zur Erzeugung des Wasserstoffs soll eine Biomassevergasung errichtet werden, welche die Biomasse in Wasserstoff umwandelt. Diese Anlage kann mit verschiedenen Biomassearten betrieben werden. Ziel ist es allerdings in der Anlage Pellets aus getrocknetem Klärschlamm (sog. Klärschlammpellets) zu nutzen. Hierbei ergibt sich der besondere Vorteil der energetischen Abfallverwertung des Schlammes dadurch, dass Biomasse nicht extra abgebaut werden muss. Zudem werden durch das innovative Konzept der Produktion erneuerbaren Wasserstoffs hier besonders viele Emissionen eingespart, welche ansonsten bei der Kraftstoffherstellung entstehen. Die Anlage wird direkt von den naheliegenden Kläranlagen mit Klärschlammpellets mit einem Wassergehalt von 20 % versorgt. In Zusammenhang der Sektorenkopplung besonders wichtig ist, dass bei der Produktion des Wasserstoffs Sekundärenergie entsteht, die als Fernwärme dem Quartier günstig bereitgestellt werden kann.

Es soll hier eine 15 MW Anlage (bezogen auf den Energiewert des Energieträgers) installiert werden, welche bei 6.000 Stunden Betrieb/Jahr im Jahr 1.620 t Wasserstoff CO₂-neutral bereitstellen kann. Der Wirkungsgrad von Klärschlamm zu Wasserstoff beträgt ca. 60%. Durch den Strukturwandel in Kerpen kann der Einsatz moderner Energieerzeugungssysteme eine erhebliche Verbesserung des ökologischen Systems bewirken. Zusätzlich zu den ökologischen Vorteilen stellt sich der Betrieb der Anlage auch insofern wirtschaftlich dar, als die Betreiber von Kläranlagen ansonsten Aufwendungen zur Abgabe des Schlammes zahlen müssen.

Mithilfe dieses Projektes soll schließlich die Marktreife der Wasserstofferzeugungsanlage nachgewiesen und somit die Marktaktivierung von Biomassevergasung zur Wasserstofferzeugung in wesentlichen Produktionszusammenhängen vorbereitet werden. Diese Anlage zur Wasserstofferzeugung für Kerpen kann von dem Konsortium angeboten und innerhalb der kommenden 2-3 Jahre im Reallabor eingesetzt werden.

1.5.2 Wasserstoffproduktion: PEM-Elektrolyse als Wasserstoffquelle

Der zunehmende Ausbau der Erneuerbaren Energien erfordert die Einbindung temporärer Speicherung von elektrischer Energie zum Ausgleich von Schwankungen in Produktion und Nachfrage regenerativer Energien. Als Schlüsseltechnologie für die Herstellung des Energieträgers Wasserstoff steht die PEM-Wasserelektrolyse im Fokus. Der entscheidende Vorteil der Wasserelektrolyse liegt in

der Möglichkeit der direkten Anbindung an regenerative Energiequellen (im Fall des Quartiers Horrem als Windkraft und Sonnenenergie), da sie innerhalb von Millisekunden auf die bisweilen großen Sprünge bei der Stromproduktion von Wind- und Solaranlagen reagieren kann.

Bisher wird der Einsatz von Elektrolyseuren vor allem im Hinblick auf ihre netzdienliche Funktion diskutiert, wenn es darum geht, die Spitzen der Stromproduktion von Windkraftanlagen auszugleichen. Beim RealLabor Speicherstadt Horrem, sollen Elektrolyseure - aus einem in den nächsten Jahren entstehenden Windpark sowie den PV-Anlagen auf den Dächern des Quartiers - jedoch die Grundlast der Windkraft abnehmen, um kontinuierlich Wasserstoff zu produzieren. Zur Erreichung dieses Ziels werden derzeit neue Windkonzentrationszonen durch das planungsrechtlich betriebene Flächennutzungsplan-Änderungsverfahren ausgewiesen. Wasserstoff ist dann nicht ein Nebenprodukt, um unmittelbar auf intermittierende Leistungsangebote zu reagieren, sondern wird erstmals in seiner systemischen Rolle in Anwendung kommen.



Abbildung 2: Entwurf für die EnergieAllee A4 und das EnergieDepot Tagebau Hambach

Wesentlich für das Konzept des Quartiers Horrem ist, dass bei der Wasserstoffproduktion Abwärme entsteht, die dem Quartier über die Einspeisung in das Nahwärmenetz zur Verfügung gestellt werden soll, wodurch es möglich wird, die 1.500 Menschen und das ansässige Gewerbe im Mischgebiet mit CO₂-neutraler Wärme und elektrischer Energie zu versorgen. Zwar bieten sich Elektrolyseure aufgrund der relativ hohen Investitionskosten in der Regel erst bei entsprechend hohem Wasserstoffbedarf an. Im Reallabor SpeicherStadt Horrem wäre jedoch durch die Nutzung des grünen Wasserstoffs sowohl im Wohn- als auch im Verkehrssektor der Nachweis zu erbringen, dass ausreichend Wasserstoff für den Energiebedarf produziert wird und diese Energie wirtschaftlich profitabel bereitgestellt werden kann.

1.5.3 Wasserstoffversorgung: Druckgasspeicherung

Wasserstoff kann nicht nur über verschiedene Möglichkeiten produziert werden, auch seine Bereitstellung kann in flüssigen wie gasförmigen Aggregatszuständen und über verschiedene Wege erfolgen und. Einerseits gibt es die Option, den Wasserstoff zu verflüssigen. Der Vorteil der flüssigen Speicherung liegt in der hohen volumetrischen Energiedichte, wodurch der Wasserstoff platzsparend gespeichert und in großen Mengen in Trailern transportiert werden kann. Der Nachteil liegt darin, dass die Verflüssigung mit nur hohen Energieaufwänden und in Deutschland auch nur zentral über einen Verflüssiger produziert werden kann, entsprechend würde der Strom nur bilanziell in die Wasserstoffproduktion eingehen und nicht direkt, wie es im Vorhaben geplant ist.

Die Anlieferung von gasförmigem Wasserstoff mit Trailern bei einem Druckniveau von 200-350 bar mit einem Fassungsvermögen zwischen 400 und 600 Kilogramm Wasserstoff ist aktuell die verbreitetste und etablierteste Methode der Wasserstofflogistik, auf die beim Quartier Horrem vor allem als Backup-Lösung zurückgegriffen werden soll.

1.5.4 Wasserstoffversorgung: Pipelinetransport

Das Distributionskonzept, das im Zuge des Vorhabens entwickelt, umgesetzt und evaluiert werden soll, ist das der Wasserstoffpipeline. Zwar existierenden zwei industrielle Wasserstoffpipelinenetze in Deutschland, jedoch werden diese nicht im Sinne der Sektorenkopplung genutzt, sondern weitestgehend als Industriegasepipeline (der Wasserstoff der Anlage in Hoechst wird auch zur Betankung der betrieblichen BZ-Busse) genutzt. Die Kosten für die Verlegung von Pipelines wurden bisher höchstens für die einzelnen Sektoren kalkuliert, jedoch nicht für eine Sektorenübergreifende Verwendung wie in diesem Vorhaben geplant. Ziel des Arbeitspakets ist daher die Konzipierung und Integration von Wasserstoff über eine Pipeline in die vorhandenen Leitungsnetze.

1.5.5 Wasserstoffnutzung: Brennstoffzellen-BHKW für das Quartier Horrem

Ziel ist es, ca. fünf wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen-BHKW mit je 100 kW aufzubauen, welche elektrische Energie und Wärme für ein Nahwärmenetz in einem energieoptimierten Quartier bereitstellen. Um genügend thermische Energie für das Quartier zu erzeugen, sollen die Brennstoffzellen-BHKW vorrangig wärmegeführt betrieben werden. Durch die parallele Nutzung von fünf Systemen besteht eine hohe Ausfall- und Versorgungssicherheit. Eine intelligente Steuerung soll zudem ermöglichen, auf stromgeführten Betrieb umzustellen, um Netzdienstleistungen zu erbringen und dadurch einen wirtschaftlicheren Betrieb zu erreichen.

Durch die hohe Effizienz der Brennstoffzellen-BHKW zusammen mit dem Einsatz von erneuerbarem Wasserstoff sind hohe Emissionseinsparungen möglich. So können pro Jahr ca. 2,25 GWh thermische sowie 2,25 GWh elektrische Energie CO₂-neutral bereitgestellt werden. Durch die Realisierung dieser Brennstoffzellen-BHKW im Zuge des Reallabors zur Erzeugung von Nahwärme und lokal erzeugtem Strom entstehen neue Betriebsmodelle, welche auch an anderen Standorten angewendet werden können. Aus dem Betrieb können wertvolle Erkenntnisse gewonnen und für weitere Projekte genutzt werden. Die Produktion des Wasserstoffs vor Ort aus lokalen erneuerbaren Quellen führt zudem zu einer steigenden lokalen Wertschöpfung. Nicht zuletzt entstehen Synergiepotenziale mit weiteren Wasserstoffanwendern, z.B. im Verkehrssektor.

1.5.6 Mobilität mit Brennstoffzellenbussen

Als kommunales Unternehmen hat die REVG zum 01.01.2019 den Betrieb mit einer eigenen Busflotte begonnen und sich vor der Beschaffung der Neufahrzeuge intensiv mit der Frage nach der Verwendung alternativer Antriebstechnologien beschäftigt. Die zum Entscheidungszeitpunkt verfügbaren Alternativen zum Diesel (Batterieelektrizität, Wasserstoff, nachhaltig Biokraftstoffe, Erdgas, Flüssiggas, Biokraftstoffe) erfüllten allerdings keine der zwingenden Anforderungen an einen zuverlässigen ÖPNV-Betrieb – wie Reichweite, Anschaffungsverfügbarkeit oder Zuverlässigkeit. Daher hat sich die REVG im ersten Schritt für die Anschaffung von Dieselbussen entschieden, die ausnahmslos mit EURO VI-Motoren ausgerüstet sind, da sie zum Beschaffungszeitpunkt unter allen Umständen die zuverlässigste Variante darstellten. Durch eine flexible Vertragsgestaltung hat sich die REVG jedoch die Möglichkeit offengehalten, einen Teil der Fahrzeugflotte bei Erfüllung der Anforderungen durch eine alternative Antriebstechnologie im Jahr 2024 zu erweitern bzw. auszutauschen.

Überzeugt davon, dass der Kraftstoff Wasserstoff ein wichtiger Baustein einer emissionsfreien Mobilität in der zukünftigen Energielandschaft Rheinisches Revier sein wird, plant die REVG im Zuge der Umsetzung des Reallabors die Integration von Brennstoffzellenbussen in die Betriebsabläufe. Ziel ist es, neben einer wirtschaftlichen Perspektive insbesondere die Wasserstoffinfrastruktur von der Produktion, über Distribution bis zur Betankung durch die Abnahme signifikanter Mengen zu unterstützen und entsprechend den Reifegrad der Technologie in ihrer Alltagstauglichkeit zu testen.

1.6 Arbeitspaket 6: Wissenschaftliche Begleitung und Evaluation, Öffentlichkeitsarbeitund Akzeptanzmanagement

Im Sinne einer sektorübergreifenden Sicherung der Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele müssen in den kommenden Jahren erhebliche Kapazitäten zur Produktion, Speicherung und Verteilung von Erneuerbaren Energien in den Regionen aufgebaut werden. Dieser Zubau erfordert die Akzeptanz der Bevölkerung in Deutschland, die in ihrem Lebens- und Arbeitsumfeld zunehmend das Thema Energie wahrnehmen wird und eine Beeinträchtigung erfährt. Gleichzeitig mit dem Umbruch der Energiewirtschaft muss die Akzeptanz der Verkehrswende gesichert und die Bevölkerung zum Umstieg auf neue Mobilitätskonzepte und Antriebstechnologien motiviert werden. Die Ideen zur wasserstoffbasierten Energiewende eröffnen vor diesem Hintergrund neue Potentiale in der strategischen Positionierung der vielen Umbrüchen, die gesellschaftlich in den kommenden Dekaden gestemmt werden müssen.

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass die Akzeptanz gemeinschaftlichen Energieversorgungskonzepten sowie von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien nicht als in sich unveränderliche Grundhaltungen einer Person oder Gruppe verstanden werden kann, sondern von einer Vielzahl an Erfahrungen, Informationen determiniert ist. Im Vorhaben wird das Akzeptanzmanagement entwickelt und wie folgt umgesetzt:

- (1) Identifizierung der relevanten Akteurs- und Zielgruppen: In Abstimmung mit Projektpartnern Festlegung der beteiligten, unterstützenden und betroffenen Akteursgruppen, die in das Akzeptanzmanagement mit einbezogen werden sollen.
- (2) Entwicklung, Aufbau und Evaluierung geeigneter Monitoringprozesse
- (3) Durchführung von Informationsveranstaltungen, Workshops und Schulungen
- (4) Durchführung von Umfragen unter den Bewohnern zu Nutzungsverhalten und Zufriedenheit
- (5) Externe Kommunikation und Publikationen in Fachmedien, Fachvorträge und Veröffentlichungen auf Fachkonferenzen

1.7 Arbeitspaket 7: Projektmanagement

Die Koordinierung des Projekts erfordert eine Vielzahl aufeinander abgestimmter Maßnahmen und Aktivitäten zur Sicherstellung einer effizienten und effektiven Umsetzung. Insbesondere umfasst dies die Bereiche Wissensaufbereitung, Wissensweitergabe und Netzwerkmanagement zur Sicherstellung der Informationsbereitstellung zu Projektfortschritt und -ergebnissen.

2 Bezugnahme der Projektidee zu den Bewertungskriterien

2.1 Besondere Innovationsmerkmale vor allem bei Technologien, Verfahren, Geschäftsund Betriebsmodellen

Der Innovationsgehalt der SpeicherStadt besteht in der zugrundeliegenden Systeminnovation: Erstmalig wird die städtebauliche Planung eines Quartiers nicht mehr nur um die Energieversorgung ergänzt, sondern die Produktion, Speicherung, Verteilung und Nutzung von Erneuerbaren Energien integrativ gedacht und realisiert. Da in Städten eine hohe Nutzungskonkurrenz zwischen Wohnen / Freizeit, Mobilität und Versorgungsinfrastrukturen um immer knapper werdende Räume besteht, kann die anstehende Dekarbonisierung des Wärme- und Verkehrssektors nicht mehr wie heute über drei unterschiedliche Netzversorgungsstrukturen erfolgen. Vielmehr muss die Produktion und Energie der Stadt integraler Bestandteil von Stadtentwicklung werden.

Neben dieser innovativen Sicht von Stadtplanung auf die Entwicklungspotenziale von Stadt, die Energieversorgung integrativ mit Mobilität denkt, ist seitens technischer Entwicklungen insbesondere die Verwendung von Biomassevergasung zur Herstellung von Wasserstoff, die mit Wasserstoff betriebenen Blockheizkraftwerke sowie die Verwendung einer Wasserstoffpipeline zur Distribution zu nennen. Hier wird die Herstellung wasserstoffhaltigen Synthesegases zwar bereits in ein paar wenigen Großanlagen in Europa angewandt, jedoch stellt die Biomassevergasung mittels Wirbelschichtvergaser (das von BIOENERGY2020+ entwickelt wurde) stellt dabei eine besonders innovative Technologie dar, da in diesem System nicht nur eine Vielzahl von Biomassen verwendet werden können sondern weil ein besonders wasserstoffreiches Synthesegas erzeugt wird, welches leicht zu reinem Wasserstoff weiterverarbeitet werden kann.

Im kleineren Leistungsbereich von 1-5 kW werden Brennstoffzellen-BHKW bereits seit einigen Jahren weltweit zur Strom- und Wärmeerzeugung im Bereich der Ein- und Mehrfamilienhäuser genutzt. Höhere Leistungsklassen bis 100 kW, die eine größere Anzahl von Menschen stationär versorgen können, werden bisher nur vereinzelt als Forschungsprojekte bzw. Prototypen eingesetzt. Zudem werden die bisher eingesetzten Systeme ausschließlich mit Erdgas und einer entsprechenden vorgeschalteten Reformereinheit betrieben. Die für die Quartiersversorgung entwickelten wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen-BHKW mit 100 kW sind am Markt bisher nicht verfügbar. Entsprechend gibt es keine Langzeiterfahrungen für Betrieb, Lebensdauer, Kosten für Wartung und Service, etc.

Über die Einbindung in ein virtuelles Kraftwerk wird das Reallabor mit seiner Energieerzeug von Beginn an Teil der Wertschöpfungskette sein. Dies ermöglicht es, Akzeptanz zu für die Energiewende zu schaffen, da die Bewohner mit entsprechenden Partizipationsmöglichkeiten direkt von den Vorteilen der Energiewende profitieren.

Insgesamt stellt die Entwicklung der Betriebsführung beim Zusammenspiel der einzelnen Komponenten des energetischen Quartiers die wesentliche Herausforderung dar. Hierfür gibt es keine Blaupause, vielmehr soll diese im Zeitraum des Reallabors entwickelt werden.

2.2 Systemischer Ansatz zur systemdienlichen Einbettung der Technologie in ein regionales Energiekonzept einschließlich des Nutzungsprofils (Erzeugungs- und Abnehmerstruktur, vorhandene Energieinfrastruktur)

Die zentrale Idee der SpeicherStadt ist die wesentliche Integration der Energieinfrastrukturen in den städtischen Kontext: Die Produktion, Umwandlung und Nutzung von Erneuerbaren Energien sollen nicht nur in die Energieinfrastrukturen auf Nachbarschafts-, Quartiers- und Stadtebene eingebunden,

sondern zu einem wesentlichen Bestandteil der Funktionsweise von Stadt werden, in dem die bislang getrennt voneinander organisierten Energiemärkte Strom, Wärme und Verkehr gekoppelt und gemeinschaftlich organisiert werden. Das RealLabor am Standort Horrem soll die Grundlagen legen und den Nachweis erbringen, dass die SpeicherStadt das Potential besitzt, die wesentlichen Herausforderungen der Energiewende zu lösen – technologisch, wirtschaftlich und gesellschaftlich.

Als Abnehmer von Wasserstoff und Abwärme ist vor allem das Quartier selbst zu nennen, das in den nächsten 10 Jahren entwickelt werden wird. Darüber hinaus wird der produzierte Wasserstoff dem ÖPNV zur Verfügung gestellt, damit diese mit Brennstoffzellenbussen die klimaneutrale Mobilität ermöglichen.

2.3 Umsetzung im industriellen Maßstab und realen Umfeld sowie hohe technologische Reife

Das Reallabor SpeicherStadt am Standort Kerpen zeigt auf, welche Effekte eine integrative Betrachtung von Energieinfrastrukturen in der Stadtplanung von morgen haben kann und wie "Stadt" zukünftig neu gedacht werden muss: Trotz der theoretisch unendlich verfügbaren Energierohstoffe Sonne und Wind ist die "Ernte" und Verteilung dieser Energien mit System- / Technologiekosten und Flächenbedarf / Nutzungskonkurrenz verbunden. Somit gilt es, Energie auch zukünftig sparsam einzusetzen und weitestgehende Sektorenkopplung zu realisieren, um den systemischen Nutzungsgrad der verfügbaren Energie auf bis zu 100% zu steigern.

Die Einzelprojekte zum Umbau der Energieversorgungsinfrastruktur greifen auf zumeist erfolgreich erprobte Technologie und etablierte Verfahren zurück. Sie sind zumeist im realen Umfeld zwar bereits in Anwendung gekommen, aber insbesondere im industriellen Maßstab noch nicht etabliert:

Technologie	TRL	Erläuterung							
Biomassevergasung	9	Die Biomassevergasung ist ein etabliertes Verfahren, das bei der allgemeinen Vergasung von Biomasse (besonders von Holz) bereits angewandt wird							
Biomassevergasung aus Klärschlamm	6	Der neue Einsatz der Vergasung aus Klärschlamm hin zu Wasserstoff ist noch nicht etabliert. Mithilfe des Reallabors kann durch den erfolgreichen Einsatz dieser Art der Wasserstofferzeugung dieser Reifegrad weiter auf 8 gesteigert werden und die Marktreife demonstriert werden.							
PEM-Elektrolyse	8-9	Die PEM-Elektrolyse ist technisch ausgereift, aufgrund der bisher geringen Nachfrage nach großen bzw. vielen Elektrolyse-Anlagen sind die Herstellungskosten noch sehr hoch.							
Brennstoffzellen- BHKW	7-8	Der technologische Reifegrad (TRL) von PEM-Brennstoffzellensystemen im Leistungsbereich von ca. 100 kW ist aufgrund des verbreiteten Einsatzes im Verkehrsbereich mit 8 einzustufen. Der noch seltene Einsatz eines solchen Systems in stationären Anwendungen als BHKW wird dagegen auf ein TRL von 7 eingestuft. Mithilfe des Reallabors kann durch den erfolgreichen Einsatz dieser qualifizierten Brennstoffzellen-BHKW deren TRL auf 8 bis 9 gesteigert werden und damit Marktreife demonstriert werden.							

Brennstoffzellenbusse	7-8	Das Projekt JIVE¹ hat ein Lastenheft für Brennstoffzellenbusse erarbeitet, auf dessen Grundlage europaweit 142 Busse für die Jahre 2019 und 2020 bestellt worden sind, die in 9 Europäischen Städten zum Einsatz kommen sollen. Ziel ist es, Dieselbusse mit fossilem Antrieb mit Null-Emissions-Bussen zu ersetzen. Entsprechend werden nicht nur einzelne Busse vorhandenen Dieselflotten hinzugefügt, sondern von 10-30 Busse in den Flotten ersetzt (u.a. in Köln und Rhein-Main). Da die Busse von den Herstellern extra auf den Aufruf des FCHJU entwickelt worden sind, fehlen derzeit Erfahrungswerte hinsichtlich des technologischen Reifegrads. Bisherige Entwicklungen wurden einem TLR von 7-8 zugeordnet.²
H2 Tankstellen	8-9	Grundsätzlich unterscheidet sich eine Wasserstofftankstelle nicht wesentlich von Tankstellen für Wasserstoff-PKW. Der gasförmige Wasserstoff wird zumeist über 200 bar-Trailer angeliefert, vor Ort gespeichert, mit einem Kompressor auf den notwendigen Betankungsdruck (Bus 350 bar, PKW 700 bar) verdichtet und kann dann vertankt werden. An einzelnen Standorten wie der Bustankstelle Hafencity wird der Wasserstoff vor Ort über eine Elektrolyseanlage produziert. Die 350 bar-Betankungstechnologie ist entsprechend erprobt und verfügt über ein TLR von 8-9.

Tabelle 1: Technology readiness levels (TRL) der Anwendungen des Reallabors Standort Kerpen

2.4 Langfristig tragfähiges Geschäftsmodell, das nach Auslaufen der Förderphase einen Weiterbetrieb der Anlagen und Infrastruktur grundsätzlich ermöglicht

Das im Zuge des Reallabors zu entwickelnde Energieversorgungs- und des Mobilitätskonzept zielt wie dargestellt auf eine langfristige Verfestigung und vor allem den Ausbau der technischen Infrastruktur im Zuge der Weiterentwicklung des Quartiers. Inwieweit sich das Projekt auch wirtschaftlich lohnt, ist einerseits Grundannahme, soll aber im Zuge der Umsetzung erprobt werden. Dies wird einerseits davon abhängen, ob die verwendete Technologie den notwendigen Grad der Marktreife erreichen und sich im Erneuerbaren Energien-Markt etablieren wird. Andererseits zielt der gesamtheitliche Ansatz der Energieproduktion, -distribution und -anwendung darauf, so viele Geschäftsfelder wie möglich in den jeweiligen Bereichen zu erschließen. Denn nur wenn verschiedene Teilnehmer auf die Energie (sei es als Wärme, Strom oder Wasserstoff) zugreifen wollen, wenn Angebot und Nachfrage sich gegenseitig bedingen, wird ein Markt entstehen. Die Bedingungen im Reallabor am Standort Horrem sind so gestaltet, dass es von Beginn auf den eigenständigen wirtschaftlichen Betrieb abzielt.

2.5 Belastbarkeit und hoher Reifegrad der Projektplanung sowie kurzfristige Umsetzungsperspektive

Das Vorhaben RealLabor am Standort Kerpen steht unmittelbar vor der Umsetzung. Dafür wird zusammen mit der Deutschen Bahn AG eine Projektentwicklungsgesellschaft gegründet, die in einem

Reallabor Speicherstadt am Standort Horrem

¹ Das Projekt JIVE (Joint Initiative for Hydrogen Vehicles across Europe) ist ein von der EU gefördertes Projekt mit dem Ziel, die Kommerzialisierung von Brennstoffzellenbussen durch die gemeinsame Beschaffung von Bussen und dem Aufbau von Wasserstofftankstellen voranzutreiben. https://www.now-gmbh.de/de/aktuelles/ presse/brennstoffzellenbusse-nehmen-fahrt-auf

² http://www.nip-konferenz.de/programm/vortraege/6_Klingenberg-_CEP_Busse_14.12.16.pdf

ersten Schritt einen Wettbewerb ausloben wird. Sollte das Reallabor nicht in die Förderung kommen, wird sich die Entwicklung des Quartiers wesentlich am normalen gesetzlichen Rahmen für Neubauten in Stadtquartieren orientieren und mit einer Mischung aus Erneuerbaren und fossilen Energien die Versorgung sicherstellen. Neue Mobilitätsdienstleistung würden sich auf die Versorgung batterieelektrischer Mobilität beschränken. Hinsichtlich der Umsetzung als Reallabor sind entsprechende LOIs unterschrieben, die eine breite gesellschaftliche und wirtschaftliche Unterstützung verdeutlichen.

2.6 Nutzen der Technologien, Verfahren, Geschäfts- und Betriebsmodelle für CO₂-Einsparung und Energieeffizienz (ist zu quantifizieren)

Die Kolpingstadt Kerpen hat im Jahr 2018 ihren Klimaschutzplan veröffentlicht und gezeigt, dass der größte Anteil am im Jahr 2015 am Endenergieverbrauch dem Sektor Haushalte mit insgesamt 38% zuzuordnen ist. An zweiter Stelle folgte der Sektor Wirtschaft mit 35% und dritter Stelle der Sektor innerstädtischer Verkehr mit einem Anteil von 25%. Dabei lagen die Treibhausgasemissionen über die Sektoren hinweg bei 7,03t pro Einwohner. Ziel des Reallabors ist es, durch emissionsfreies Wohnen und emissionsfreie Mobilität die Treibhausgasemissionen pro Kopf auf 20% zu senken. Insgesamt hätte das Quartier mit 1.500 Einwohnern entsprechend ein Einsparungspotenzial von 8500t pro Jahr. Hinzu kommen die 15.000 Pendler, die durch die Nutzung emissionsfreier Mobilitätsangebote im Alltag weitere 15%, also bis zu 15.000t einsparen werden.

2.7 Berücksichtigung sozioökonomischer Themen sowie ggf. Aspekte des "regulatorischen Lernens"

Neben der Erprobung und Umsetzung neuer Technologien und in der Energieversorgung von Quartieren, zielt dieses Vorhaben durch den neuen, gemeinschaftlichen Ansatz der regionalen Energieversorgung ganz wesentlich darauf, Akzeptanz für die Energiewende zu schaffen. Denn, dass ganzheitliche Konzept bietet Vorteile für alle Bevölkerungsschichten – nicht nur Hauseigentürmer auch Mieter können so von nachhaltiger Energieversorgung profitieren. Die begleitende Akzeptanzforschung und die aktive Kommunikation mit Bewohnern der Region (auch außerhalb des Projektbereichs) vergrößert Akzeptanzbasis und gibt über gezielte Befragungen auch Feedback zur Gestaltung des Projekts und der daraus entstehenden neuen Geschäftsfelder. Durch Einbeziehung des Energie-Kompetenz-Zentrums (EkoZet) gibt es die Möglichkeit eine zentrale Anlaufstelle für Veranstaltungen, Weiterbildung und Workshops aufzubauen.

Mit der guten schienengebundenen Verkehrsanbindung in Richtung Köln, aber auch in Richtung Aachen und Düsseldorf gibt es für die Kolpingstadt Kerpen ein Potenzial für das Wohnen von Studierenden. Dieses Potenzial ergibt sich hauptsächlich aufgrund der angespannten Wohnungsmarktsituation in den genannten Universitätsstädten, insbesondere in der Stadt Köln. Unter der Annahme konstanter Studierendenzahlen wird die Versorgungsquote für Studierende mit Wohnheimplätzen gemeinnütziger oder privater Träger in den nächsten fünf Jahren voraussichtlich von 10 % auf ca. 13 % steigen. Die Stadt Köln liegt mit einer aktuellen Versorgungsquote von ca. 6 % auf den hinteren Rängen der Universitätsstädte in Deutschland. Der Standort BahnStadt Horrem bietet sich aufgrund der Standortgunst für ein entsprechendes Angebot an.³

Insgesamt liefert das Projekt wichtige Ansatzpunkte für regulatorisches Lernen, weil es zwar auf der aktuellen Rechtsgrundlage (EEG, EnWG etc.) basiert, aber hier auch innovative Möglichkeiten für einen

_

³ Quelle: Studentenwohnungsmarkt Deutschland, Juni 2017, Savills Research Deutschland.

neuen Rechtsrahmen aufzeigt. Dazu gehören zum Beispiel die lokale Vermarktung von Energie und Flexibilisierung der Komponenten des Energiesystems, für die es momentan noch keinen Marktrahmen gibt. Ebenso können technische Richtlinien für die Wasserstoffinfrastruktur auf Basis der Erfahrungswerte aus dem Projekt weiterentwickelt und verfeinert werden.

3 Konsortialpartner und Verantwortlichkeiten

3.1 Kolpingstadt Kerpen (Konsortialführer)

Die Kolpingstadt Kerpen, entstand in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts aus 5 ehemaligen Einzelgemeinden, ist mit heute ca. 68.000 Einwohnern die größte Stadt des Rhein-Erft-Kreises und stellt seit nahezu 100 Jahren, auch bedingt durch ihre verkehrsgünstige Lage im Westen von Köln am Übergang zur Voreifel und den Beneluxstaaten, einen der Entwicklungsschwerpunkte der Energieindustrie des Rheinischen Braunkohlereviers dar. Bislang ist die Kolpingstadt Kerpen durch vorbereitende Planungen in Form von Projektskizzen tägig geworden und hat in den vergangenen Jahren operativ vorbereitende Maßnahmen ergriffen, wie u.a. die Rekommunalisierung der städtischen Strom- und Gasnetze und die Gründung der Stadtwerke. Zukünftig sollen Energieerzeugung sowie die Strom- und Wärmeversorgung aus eigener und einer Hand erfolgen. Eine Beteiligung von Bürgern an den Geschäftsmodellen z.B. über Gründung von Bürgerenergiegenossenschaften ist möglich und angedacht. Die Kolpingstadt Kerpen wird als Konsortialführer das Konsortium leiten

Mit einer Vielzahl von Maßnahmen ist Kerpen bereits seit langer Zeit ein Vorreiter im Bereich Energieund Klimaschutz, dazu zählen unter anderem die folgenden Aktivitäten:

- Auszeichnung im European Energy Award, Private NRW-Klimaschutzsiedlung, Mitgliedschaft im Klimabündnis, Mitgliedschaft in der Arbeitsgemeinschaft fußgänger- und fahrradfreundlicher Städte, Gemeinden und Kreise in Nordrhein-Westfalen e.V. (AGES)
- Erstellung eines stadtweiten Solarkatasters
- Anteil des Umweltverbunds am Modal Split: 34% (Stand 2013)
- Kommunale Gebäude und Anlagen mit Hocheffizienztechniken sowie Erneuerbare Energien im Einsatz (Holzpelletanlage, PV, Leuchtturmprojekt "Energiepartner Kerpen GmbH" als Bürgerbeteiligungsmodell an einer PV-Freiflächenanlage entlang der Autobahn)
- "StationGreen Bahnhof Horrem" als klimaneutraler Bahnhof (bundesweites Modellprojekt zusammen mit Wittenberg)
- "RegioGrün Marienfeld" (ehemaliges Tagebaugebiet) mit Schaffung von Grünzügen, Fuß- und Radwegen

3.2 Stadtwerke Kerpen

Im Rahmen der Kommunalisierung der Gas- und Stromnetze wurden gemeinsame Netzgesellschaften für Strom und für Gas zwischen der Kolpingstadt Kerpen und der seinerzeitigen RWE Deutschland AG, heute innogy SE, gegründet. Zentraler Unternehmensgegenstand der "Gas-Netzgesellschaft Kolpingstadt Kerpen GmbH & Co. KG" und der "Strom-Netzgesellschaft Kolpingstadt Kerpen GmbH & Co. KG", an denen die Stadt zu 74,9% und RWE zu 25,1% beteiligt ist, ist der Betrieb, die Instandhaltung und der Ausbau des örtlichen Gas- und Stromverteilnetzes in der Stadt. Die Netzgesellschaften verpachten das Gas- und Stromnetz wiederum an innogy, deren hundertprozentige Tochter Westnetz die Netzbetreiber- und Betriebsführungsrolle übernimmt. Die Stromnetzgesellschaft ist Eigentümerin des 813 Kilometer umfassenden Stromnetzes sowie circa 16.800 Hausanschlüssen. Die

Gasnetzgesellschaft ist Eigentümerin des 315 Kilometer umfassenden Gasnetzes der Kolpingstadt sowie von über 10.000 Hausanschlüssen. Die Kerpener Stadtwerke enthalten eigene Erneuerbare-Energien- sowie eine Energiedienstleistungssparten. Am 01.01.2018 nahmen die **Kerpener Stadtwerke** ihren Betrieb auf.

3.3 REVG

Die Rhein-Erft-Verkehrsgesellschaft bedient zurzeit 41 Buslinien mit einer Gesamtlänge von 872km auf denen im Jahr 2017 insgesamt 14,41 Mio. Fahrgäste befördert wurden. Im Januar 2019 hat die Rhein-Erft-Verkehrsgesellschaft begonnen, einen eigenen Fuhrpark aufzubauen und erwägt innerhalb des RealLabors SpeicherStadt das Leasing und den Betrieb von Brennstoffzellenbussen, um Wasserstoff als wichtigen Baustein einer emissionsfreien Mobilität in der zukünftigen Energielandschaft Rheinisches Revier zu etablieren. Nicht zuletzt die Entscheidung zur Ansiedlung des Busdepots der kreiseigenen REVG mit 95 Bussen zum 01.01.2019 in Kerpen ermöglicht die Realisierung der städtischen Vision, die Sektorenkopplung nicht nur technisch oder wirtschaftlich zu betrachten, sondern als grundlegenden Baustein einer zukunftsorientierten Stadtentwicklung umzusetzen.

3.4 EMCEL

Das Ingenieurbüro EMCEL bietet seit einem Jahrzehnt Beratung, Engineering und Service speziell zu den Themenfeldern Brennstoffzelle, Wasserstofftechnologie und Elektromobilität sowie zur Anbindung an erneuerbare Energien an. Insbesondere bei der Umstellung von Dieselbusflotten des ÖPNV verfügen wir über eine ausgesprochene Expertise, die es uns ermöglicht, die Elektrifizierung technologieoffen zu denken. Darüber hinaus entwickeln wir Machbarkeitsstudien, Kostenanalysen und Geschäftsmodelle im Bereich der Energiewende. Unser Tätigkeitsbereich reicht dabei von Elektrolyseoder Power-to-Gas-Anlagen und industriellem Wasserstoffeinsatz über Energiespeichersysteme auf Basis von Wasserstoff bis hin zu Wasserstofftankstellen.

3.5 Technische Hochschule Köln

Das Cologne Institute for Renewable Energy an der Technischen Hochschule Köln bündelt die Kompetenzen von 18 Professor*innen im Bereich Erneuerbare Energien, Energiespeicherung und Energieeffizienz in den Fachbereichen Maschinenbau und Elektrotechnik. Prof. Dr.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. Thorsten Schneiders ist seit 2013 als Professor für Energiespeicherung am CIRE, nach über 11 Jahren beruflicher Tätigkeit in der Energiewirtschaft. Sein Schwerpunkt in Forschung und Lehre sind die Themengebiete Energiespeicherung und Einsatz digitaler smarter Technologien in Energiewirtschaft. Das Thema Wasserstoff betreut er seit Beginn seiner Professur im Rahmen zahlreicher Projekte und Arbeiten, z.B. über alternative Mobilität oder Energiesysteme mit Brennstoffzellen. Seit 2017 leitet er das "Virtuelle Institut Smart Energy" (VISE), eine NRW-weite Kompetenz- und Forschungsplattform für die Digitalisierung der Energiewirtschaft. Seine bisherigen Forschungsprojekte umfassen das EU-geförderte CELSIUS-Forschungsprojekt "SmartHome Rösrath" (2015-2017), einen der größten Feldtests von Smart Home-Technologien in Bestandsgebäuden. Seine aktuellen Forschungsprojekte, die er in interdisziplinären Forschungskooperationen durchführt, beschäftigen sich mit "Digitalen Geschäftsmodellen für Haushaltskunden", "Smarte Technologien für Unternehmen" und "Regionale Virtuelle Kraftwerke". In das beantragte Projekt bringt Prof. Schneiders sein umfangreiches Knowhow im Bereich Aufbau und Gestaltung von Energiesystemen, Technologien und Markt für Energiespeicherung, Wasserstofftechnologie, Modellierung von Energiesystemen, Energiewirtschaft, Kommunikation und Untersuchungen der Nutzerakzeptanz ein.

3.6 Weitere Akteure in der Region

Darüber hinaus haben Folgende Akteure der Region ihr Interesse an einer Zusammenarbeit mit der Kolpingstadt Kerpen zur Planung und Etablierung einer Modellregion Wasserstoffmobilität per LOI schriftlich bestätigt:

- ZAR Innovationsregion Rheinisches Revier, RWTH Aachen, Rhein-Erft-Kreis, Innogy SE, Next Kraftwerke, Stadtwerke Kerpen, Becker Büttner Held Consulting, SME Management GmbH, Toyota, Computacenter, Shell Raffinerie Rheinland, TENAG

Folgende Akteure sind seit längerem im Gespräch mit der Kolpingstadt Kerpen, um Synergien der Zusammenarbeit zu identifizieren und Kräfte zu bündeln. Ihr Interesse an einer Fortführung der begonnenen Gespräche und Planungen haben mündlich bzw. per Email folgende Akteure formuliert:

Stadt Köln, Energieagentur NRW, das Virtuelle Institut Smart Energy, Verkehrsverbund Rhein Sieg,
 Verband Verkehrswirtschaft und Logistik Nordrhein-Westfalen e. V., Air Liquide, Digital
 Energysolutions, SEM, Next Kraftwerke, Toyota, Shell, Total, IOKI, Greenpeace Energy, GP Joule,
 Jung Stadtkonzepte, Virtuelles Institut Smart Energy

4 Zeit- und Ressourcenplanung

Die folgende Zeit- und Ressourcenplanung unterliegt der Voraussetzung, dass der Rat der Kolpingstadt Kerpen, die Gründung der kommunalen Entwicklungsgesellschaft beschließt (ohne Gründung werden die Grundstücke einzeln vermarktet und die Erschließungsanlagen in Abschnitten realisiert). Zudem muss die in der Skizze unterstellte Wirtschaftlichkeit vor dem Hintergrund einer möglichen Förderung tatsächlich gegeben sein. Derzeit sieht der Zeitplan wie folgt aus:

Tabelle 2: Zeitplan

Arbeitspakete		2019		2020			2021			2022				2022-2025					
	Arbensparete		Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
e Se	Gründung Entwicklungsgesellschaft	M1																	
Vorphase	Städtebaulicher Wettbewerb		M2																
%		•																'	
	AP 1 Entwicklung des Energieversorgungsystems			МЗ															
	AP 2: Entwicklung des Mobilitätskonzepts																		
lase	AP 3: Entwicklung von Kooperations- und Geschäftsmodellen																		
Projektphase	AP 4: Modellierung, Betriebsführung und Monitoring																		
Pre	AP 5: Entwicklung und Umsetzung Technologiekonzept											M4, M5							
	AP 6: Wissenschaftliche Begleitung und Evaluation, Akzeptanzmanagement																		
	AP 7: Projektkoordinierung																		

- M1: Sommer 2019: die Kolpingstadt Kerpen gründet die Entwicklungsgesellschaft BahnStadtHorrem, ggf. mit der BEG und / oder einem privaten Partner
- M2: Herbst / Winter 2019: Kolpingstadt (oder o.g. Gesellschaft) schreibt einen städtebaulichen Wettbewerb aus
- M3: Projektbeginn RealLabor ab 2020-2021: Durchführung der Arbeitspakete 1-3; Kolpingstadt Kerpen bringt B-Plan zur Rechtskraft, während parallel dazu die o.g. Gesellschaft die notwendigen technischen und verkehrlichen Erschließungsmaßnahmen plant incl. des integrierten Energiekonzeptes zur Sektorenkopplung
- M4: ab 2022: Beginn Arbeitspakete 4 & 5 und Ausbau von Straßen und öffentlichem Raum sowie parallele Vermarktung der einzelnen baureifen Baufelder über Bauherrenwettbewerbe in den Themenfeldern Wohnen, Gewerbe, DL, Infrastruktur, etc.
- M5: 2022: Baubeginn der ersten Gebäude
- 2022-2029: ungefähre Bauzeit für das Gesamtquartier

Tabelle 3: Ressourcenplan

	2020	2021	2022	2023	2024	Summe	angestrebte Förderquote ange	strebte Förderung
Kolpingstadt Kerpen								-07
Personalkosten Projektkoordinierung	375.000	375.000	375.000	375.000	375.000	3.915.000	100%	3.915.000
Unteraufträge (F&E)	500.000	500.000	250.000	250.000				
Sonstige unmittelbare Vorhabenskosten	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000			
Reisekosten	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000			
Sachmittelkosten	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000			
Stadtwerke Kerpen								
Investition Biomassevergasungsanlage		30.000.000				39.205.000	60%	23523000
Betriebskosten Biomassevergasungsanlage				1.500.000	3.000.000			
Investition 1MW-Elektrolyseur			1.800.000					
Betriebskosten 1MW-Elektrolyseur				30.000	60.000			
Brennstoffzellen-BHKW (5x)			2.000.000					
Betriebskosten BHKW				50.000	100.000			
Investion Wasserstoffmessgerät			300.000					
Betrieb Wasserstoffmessgerät				60.000	60.000			
Personalkosten Projektkoordinierung	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000			
Reisekosten	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000			
Sachmittelkosten	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000			
REVG								
Investition H2 Busse (á 800.000)			1.600.000	3.200.000	3.200.000	9935000	60%	5961000
Investition H2 Tankstelle mit Buserweiterung			1.700.000					
Personalkosten Projektkoordinierung	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000			
Sachmittelkosten	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000			
EMCEL								
F&E Wasserstoffmessgerät	125.000	125.000				810.000	80%	648000
Personalkosten Entwicklung Energie-, Mobilitäts- und Technologiekonzepte	180.000	180.000	90.000	45.000	45.000			
Reisekosten	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000			
Sachmittelkosten	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000			
TH Köln								
Personalkosten	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	520.000	100%	520.000
Reisekosten	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000			
Sachmittelkosten	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000			
Summe	1.492.000	31.492.000	8.427.000	5.822.000	7.152.000	54.385.000		34.567.000

5 Konzeptionelle Einordnung der Aktivitäten: Stadt und Energie neu denken – die SpeicherStadt als zentraler Baustein einer sektorengekoppelten Energiewende

5.1 Die Konzeptidee der SpeicherStadt

Die aktuellen Diskurse der Energiewende im städtischen Kontext basieren vornehmlich auf dem traditionellen Verständnis einer großskaligen Energieerzeugung außerhalb von Gewerbe- und Siedlungsgebieten und der Beibehaltung einer weitestgehend monodirektionalen Verteilung und sektorspezifischen Nutzung der Energie in Gewerbe- und Siedlungsgebieten.

Zukünftig sollen jedoch die fossilen Energierohstoffe vermehrt durch fluktuierend verfügbare erneuerbare Energierohstoffe substituiert werden; aufgrund der zunehmend elektrisch vorliegenden Primärenergie fokussieren gängige technische Lösungsansätze daher auf elektrische Speicher, Netze und einer Elektrifizierung der Nachfrageseite (Wärme- und Verkehrsmärkte: Power-to-Heat, Batteriespeicher, batterieelektrische Antriebskonzepte). Die Energiewende stellt das etablierte Energiesystem vielerlei Hinsicht auf den Kopf und eröffnet Räume für die Stadt- und Regionalplanung, Energieversorgung im städtischen Kontext neu zu denken:

- (1) Die Energiewende führt zu Energieinfrastrukturen, die weitestgehend ohne Energierohstofftransporte auskommen. Ebenso kann die Erzeugung von Strom, Kraft- und Brennstoffen ohne eine Beeinträchtigung der Luftqualität und mit deutlich geringeren Lärmmissionen realisiert werden. Die Modularität der Technologien erlauben es, unterschiedliche Erzeugungs- und Transportkapazitäten zu verwirklichen und somit die Energieerzeugung wieder in die Nähe der Nachfrager zu positionieren.
- (2) Die fluktuierende Verfügbarkeit der Energierohstoffe erfordert ein Umdenken der Nachfrageseite, die zur Vermeidung von überdimensionierten Speicherkapazitäten zukünftig ebenfalls flexibilisiert werden muss, ohne Einbußen in Lebensqualität und Anpassungen der individuellen Tagesabläufe der Menschen nach sich zu ziehen.

Die zentralen Ideen der SpeicherStadt sind eine Re-Integration der Energieinfrastrukturen in den städtischen Kontext und die gemeinsame Nutzung von Energieinfrastrukturen auf Nachbarschafts-, Quartiers- und Stadtebene. Die SpeicherStadt besitzt das Potential, die wesentliche Herausforderungen der Energiewende – nämlich die Erschließung der systemischen Effizienzpotentiale zur Minimierung von Investitionskosten, -risiken und Flächenbedarfen durch Sektorenkopplung auf der einen Seite und die Sicherstellung der gesellschaftlichen Akzeptanz auf der anderen Seite – zu lösen.

Dies geschieht dadurch, dass die bislang getrennt voneinander organisierten Energiemärkte Strom, Wärme und Verkehr gekoppelt und gemeinschaftlich organisiert werden. Anstelle der eigenen Heizungsanlage im Keller entsteht ein Nahwärmenetz aus einem nachbarschaftlichen Blockheizkraftwerk; anstelle des eigenen Pkw tritt die Nutzung von gemeinschaftlichen Mobilitätsangeboten; anstelle der eigenen PV-Anlage tritt die Solar-Cloud, welche die Stromnachfrage des Quartiers deckt. Der in der Stadt lebende Mensch wird zunehmend Nutzer von gemeinschaftlichen Energieinfrastrukturen, an denen er auf Wunsch auch als Teilhaber selbst mitwirken und gestalten kann. Die Stadtplanung erschließt Flächen für die Energieproduktion, -speicherung und -verteilung im städtischen Kontext unter Berücksichtigung der Nutzungskonkurrenz des öffentlichen Raums und unter Zuhilfenahme von zukunftsweisenden Technologien und Konzepten, die auf die jeweils individuellen Anforderungen der Stadt und Bedürfnissen seiner Anwohner angepasst werden müssen.

5.2 Die Energiewende im Rheinischen Revier

Die Konzeptidee der SpeicherStadt trifft im Rheinischen Revier auf eine Lagegunst, die vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklungen eine historisch einmalige Chance bietet: Die Entwicklung und Realisierung einer an für den Erfolg der Energie- und Verkehrswende erforderlichen Denkart in der Raum-, Regional-Stadtentwicklungsplanung trifft auf ein politische und gesellschaftliche Unsicherheit, die nach dem politisch beschlossenen Ausstieg aus der Braunkohleförderung und -nutzung und dem Ende der über 150-jährige Bergbautradition im Rheinischen Revier entstanden ist. Der Ausstieg eröffnet gleichzeitig Perspektiven für die Fortführung und Entwicklung des Reviers als (nachhaltige) Energieregion, indem der anstehende Strukturwandel als für die Etablierung zukunftsfähiger emissionsfreier Energie- und Verkehrssysteme verstanden und aktiv gestaltet wird.

Durch die kurz- bis mittelfristig zu erwartende kontinuierliche Aufgabe der Kohleförderung und die damit verbundene "Freisetzung" der drei Tagebaue im Rheinischen Revier entsteht eine einmalige Gelegenheit, die resultierenden Flächenpotentiale zu erschießen und Planungsgebiete neu zu denken sowie mit vorhandenen Versorgungsinfrastrukturen (Leitungstrassen, Verkehrswege, Energieinfrastrukturstandorte) zu rekombinieren.

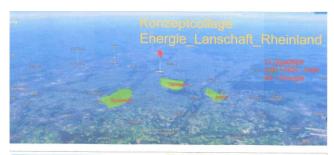






Tabelle 4: Konzeptcollage Energie Landschaft Rheinland

5.3 Der Standort Kerpen als SpeicherStadt in der Energielandschaft des Rheinischen Reviers

Die Kolpingstadt Kerpen liegt mit einer Fläche von 113,9 km² zentral im rheinischen Braunkohlerevier und in der Kölner Bucht, die Einwohnerzahl beträgt ca. 68.000 und steigt kontinuierlich.





Abbildung 3: heutiger Tagebau Hambach und zukünftiges EnergieTal Hambach

Kerpen hat die Notwendigkeit der nachhaltigen Stadtentwicklungsplanung unter Berücksichtigung der Integration lokaler Energieversorgungskonzepte erkannt und erarbeitet derzeit einen städtebaulich - ökonomischen Masterplan ("SpeicherStadtKerpen"), der als Blaupause für weitere Städte und

Ballungsgebiete dienen kann und Wege aufzeigt, wie die Energiewende zukünftig städteplanerisch in Ballungsgebieten Berücksichtigung finden kann und muss.



Abbildung 4: Das Konzept der SpeicherStadt Kerpen mit seinen Einzelprojekten

Die zentralen, entwicklungspolitischen Bausteine des Masterplans SpeicherStadt Kerpen sind:

(1) Großindustrielle Energieerzeugung aus regionalen Erneuerbaren Energien

- Wind- und Sonnenarena Hambach: Erschließung der nicht mehr aktiven Tagebauflächen des Hambacher Tagebaus zur Errichtung einer "Energielandschaft" bzw. eines Erneuerbare-Energien-Kraftwerk im Gigawattbereich. Ähnliche Ideen verfolgt Greenpeace Energy mit der Übernahme der RWE-Braunkohlesparte im Rheinischen Revier, wie am 26.11.2018 in der Presse zu lesen war. Erste Gespräche zur Sondierung einer möglichen Kooperation wurden aufgenommen.
- WindAllee A4: Innovationstreiber und Testgebiet für integrierte Verkehrs-Energie-Infrastrukturen, um existierende Verkehrsinfrastrukturen wie der Autobahn A4 für den Ausbau Erneuerbarer Energien zu erschließen
- BiomasseStadtenergie: Energetische Nutzung von Abwässern für die Nahwärmeversorgung (Wärmetauscher)
- SolareStadtenergie: Energetische Nutzung von Dach- und städtischen Freiflächen für die Strom- und Wärmeerzeugung (Integration PV-Anlagen in das städtische Umfeld)

(2) Sektorengekoppelte Energiebereitstellung

- FlexKraftwerkKerpen: Nachfragegesteuerte, elektrolytische Wasserstoffproduktion zur Versorgung der regionalen Wärme- und Kraftstoffmärkte und lokaler Speicherung von Energie
- BiomasseStadtenergie: Energetische Nutzung von Abwässern für die biogene Wasserstoff- und Methanproduktion (Sektorenkopplung Verkehr)

(3) Energienutzung / Mobilität

 MobilitätsHafenKerpen: Schaffung eines attraktiven und digitalen Steuerungs-, Umstiegs- und Verladeorts am Autobahnkreuz Kerpen



Abbildung 5: Grafik MobilitätsHafenKerpen

- BahnstadtHorrem: Ausbau und Etablierung des Bahnhofquartiers Horrem als Zentrum eines regional nachhaltigen, intermodalen Mobilitätsmanagements von Pendler- und Quartiersverkehren
- (4) Energienutzung / Wohnen und Arbeiten
- o *GartenStadtBuir:* Realisierung eines klimaneutralen Stadtquartiers (Strom- und Wärmeversorgung, Mobilitätsangebote)
- o *EnergieArbeitTürnich:* Entwicklung eines energieautarken Gewebegebietes vor den Toren Kölns mit emissionsfreien Mobilitätsdienstleistungen für Pendler und Warenverkehre



(5) BoelckeCampusKerpen: Aufbau einer Forschungslandschaft im Bereich zukunftsfähige Energieversorgung & Mobilität; Leitwarte zur Steuerung und Koordinierung der SpeicherStadt Kerpen in der Energielandschaft



Abbildung 6: Satellitenaufnahme der Boelcke-Kaserne

Das Konzept der SpeicherStadt Kerpen referenziert in seiner Gesamtheit wesentlich auf Notwendigkeit der Stadt als Produktions- und Speicherstätte von Energie. Dabei hat sie durch ihre Lagegunst besondere Voraussetzungen, die in dem Zusammentreffen innerhalb Deutschlands nahezu ein Alleinstellungsmerkmal bilden, sowohl hinsichtlich der Produktions- als auch Verteilmöglichkeiten von Energie und Mobilität: In der *EnergieArenaHambach* und der *WindAllee A4* wird zukünftig über Windkraft- und Solaranlagen Erneuerbare Energie im großindustriellen Maßstab⁴ produziert und mithilfe von Elektrolyseuren in Wasserstoff als wesentlichen Energiespeicher der Energiewende umgewandelt – transportiert über das Erdgasnetz und eigene Pipelines, für die Energieversorgung der Industrie, als Treibstoff für die Wasserstoffmobilität und für die Wärmeversorgung in Quartieren. So können die durch Wegfall der drei Tagebaue im Rheinischen Revier neu verfügbaren Flächen von in Summe etwa 200 km² zu Standorten der Erneuerbaren Energien und von Flexkraftwerken werden, die gleichzeitig demonstrieren, wie eine ökologisch-industrielle und raumverträgliche Integration von erneuerbaren Energien in Lebensräume akzeptanzfördernd wirkt.

5.4 Der Standort Horrem als Reallabor der SpeicherStadt Kerpen

Die SpeicherStadt Kerpen soll in ihrer Umsetzung zeigen, dass sich die Energie- und Verkehrswende mit integrierter Raumplanung vereinbaren lässt und wirtschaftlich sein kann, dass sie das Potential besitzt, im regionalen Kontext akzeptanzsteigernd zu wirken und deutschland- wie europaweit anwendbar ist. Allerdings erfordert die städtebauliche Integration der Einzelkomponenten der SpeicherStadt in die vorhandene Gesamtfläche der Kolpingstadt Kerpen eine mehrjährige Planungsund Bauvorbereitungsphase, die sich nicht in der Laufzeit des Wettbewerbs Reallabore des BMWI (5 Jahre) darstellen lässt.

Es bietet sich jedoch an, die Idee der SpeicherStadt an einem Quartier (Reallabor SpeicherStadt am Standort Horrem) zu erproben und zu validieren, sowie die mit der Skalierung der Idee auf den gesamtstädtischen Kontext zu erwartenden Herausforderungen und Chancen zu identifizieren und im Technologiekonzept mitzudenken. Insbesondere gilt es, das Zusammenspiel zwischen Technologiesystem und Mensch besser zu verstehen und geeignete Kooperationsformate sowie neue Geschäftsmodelle (Energie- und Mobilitätsdienstleistungen) zu entwickeln bzw. zu identifizieren, die sich auf die zukünftige SpeicherStadt Kerpen übertragen lassen.

Durch die Wahl des Stadtquartiers als kleinste Einheit werden Investitionsrisiken begrenzt, solange noch keine erprobten Blaupausen für das Design und den Betrieb des neuen Energiesystems existieren. Schließlich benötigen alle Beteiligten Investitionssicherheit und Betreiber von Anlagen brauchen

-

⁴ Das Energiepotenzial der Region liegt insgesamt bei 3.500 MW, womit allein die Windräder in Summe das Potenzial aller Kohlekraftwerke der Region hätten.

Erfahrungen mit der neuen Technologie im Alltag (Zuverlässigkeit, Auswirkungen auf Betriebsabläufe, Akzeptanz bei Mitarbeitern und Nutzern, Wirtschaftlichkeit und nicht-monetärer Nutzen), bevor sie die Zustimmung zu höheren Investitionsvolumina geben. Am Standort Horrem soll dieser erste Schritt im Kleinen gegangen werden: Um an einem konkreten Beispiel unter Alltagsbedingungen zu lernen.

5.5 Projektkontext

Das Stadtgebiet Horrem wurde durch die Verantwortlichen der Stadt Kerpen als Entwicklungsgebiet mit einem großen städteplanerischen Handlungsbedarf identifiziert. Derzeit ist die "BahnStadt Horrem" eine Industriebrache, die zu einem Mischgebiet aus Arbeiten und Wohnen und einem neuen Stadtquartier mit 1.500 Einwohnern entwickelt werden soll. Im Umfeld des Bahnhofs soll dazu neuer Wohnraum mit kleinen, bezahlbaren Wohnungen für Studenten, Senioren und Familien geschaffen werden.

Dreh- und Angelpunkt des Quartiers ist der Bahnhof Horrem, der bereits heute von 15.000 Menschen täglich für ihre Pendlerwege nach Aachen und Köln genutzt wird. Heute kennzeichnet sich das Gebiet durch eine Vielzahl mindergenutzter Flächen und einer inhomogenen, teilweise sehr maroden Bausubstanz. Die zur Entwicklung anstehenden Flächen befinden sich überwiegend im Eigentum der Kolpingstadt Kerpen. Um das Gebiet bestmöglich auch als attraktiven Wohn- und Gewerbestandort zu erschließen, strebt die Kolpingstadt Kerpen an, diese und die nicht im Eigentum der Kolpingstadt Kerpen stehenden Flächen ggf. durch eine noch zu gründende Stadtentwicklungsgesellschaft zu entwickeln.

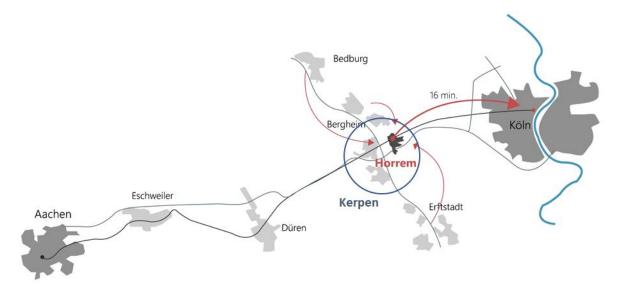


Abbildung 7: Die Stadt Kerpen und das Quartier Horrem zwischen Köln und Aachen.

Die Aufgaben der Stadtentwicklungsgesellschaft sind

- die Durchführung von Projektentwicklungs- und Steuerungsaufgaben zur Sanierung der industriellen Brachflächen und Instandhaltung von erhaltungswürdigen Gebäuden,
- die Vermögensverwaltung- und Bewirtschaftung sowie der
- Erwerb, die Sanierung und die Vermietung und Veräußerung von Grundstücken und Gebäuden.

Aufgrund der exponierten, verkehrsgünstigen Lage der Flächen um den Bahnhof Horrem, sind diese in den Fokus der Bezirksregierung Köln, der Region KölnBonn e.V., sowie der Landesinitiative "Bauland an der Schiene" geraten – als Potenzialflächen zur Deckung von Wohnbedarfen aus dem Ballungsraum Köln u.a. auch für studentisches Wohnen.

Für das Frühjahr 2019 ist die Erarbeitung eines städtebaulichen Rahmenplans unter Einbeziehung der Öffentlichkeit im Rahmen eines Werkstattverfahrens geplant. Durch den Rahmenplanprozess werden die städteplanerischen Grundlagen zur Energieversorgung und verkehrlichen Anbindung des neuen Stadtgebiets bestimmt (Anzahl Wohnungen, Einwohner, Gewerbeflächen, zu erwartende Mobilitätsbedürfnisse etc.).



Abbildung 8: Areal des Stadtentwicklungsgebiets Horrem und Darstellung seines Entwicklungspotenzials

Der Rahmenplan wird auf Grundlage des durch den Rat der Stadt im März 2018 einstimmig verabschiedeten "Integrierten Klimaschutzkonzepts der Kolpingstadt Kerpen" durchgeführt, das die städteplanerischen und gesellschaftlichen Herausforderungen, sowie die Ziele und den Fahrplan der kommunalen Energie- und Klimapolitik Kerpens in den kommenden Dekaden (2030 bzw. 2050) skizziert. Das Konzept identifiziert den Verkehrsbereich sowie den Bereich der privaten Haushalte als die beiden zentralen kommunalen Handlungsfelder zur Steigerung der Effizienz und Senkung der Treibhausgasemissionen in den kommenden Dekaden, so dass das Bahnhofsquartier Horrem als klimafreundliches Stadtquartier für weitere Quartiere in Kerpen und im Rheinischen Revier Vorzeigefunktion erlangen kann.

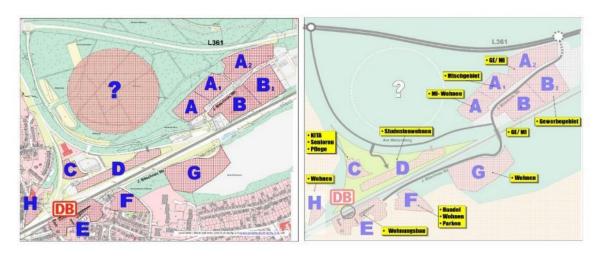


Abbildung 9: Potenzialflächen des Stadtentwicklungsgebiets Horrem. Die Flächen A + B mit in Summe 8,4 ha stellen das größte zusammenhängende Entwicklungsgebiet des RealLabors SpeicherStadt dar. Die Umsetzung des gesamten Entwicklungsvorhabens wird auf 10 Jahre geschätzt

Der Zeitplan sieht aktuell vor, erste Bauvorhaben im Quartier "BahnStadt Horrem" innerhalb der kommenden zwei – drei Jahre zu realisieren – für die Erschließung des gesamten Areals ist ein Zeitraum von 10 Jahren avisiert. Die Stadt plant die Aktivierung durch bedarfsgerechte Strukturen dabei wie folgt:

- Gewerbe- und Wohngebiet Josef-Bitschnau Straße (Flächen A/B): urbanes, sozial differenziertes & dichtes Quartier mit eigener Identität und Versorgungsinfrastruktur
- Gleisdreieck (Flächen C/D): Entwicklung als Wohngebiet mit kleineren Wohneinheiten (vor allem für Studenten) / Parkhaus, welches auch die Stellplätze der anderen P+R Stellplätze im Umfeld abwickelt
- Qualifizierung und Verbindung vorhandener Grünstrukturen, welche sich auch als prägendes Element im Plangebiet Josef-Bitschnau Straße wiederfinden sollen

Die regionalen Entwicklungsziele schließlich bestehen neben dem Erhalt und Ausbau der Verteilerfunktion des Bahnhofs, in der Entlastung Kölns durch Schaffung bezahlbaren Wohnraums in Kerpen, bei gleichzeitiger Gewerbeflächenentwicklung und Schaffung von Naherholungsgebieten. Die Planungsbereiche sind in den folgenden Zeichnungen dargestellt:

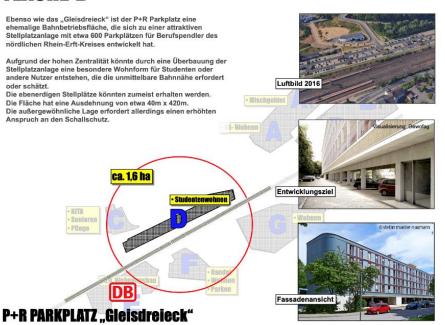
Das "Gleisdreieck" ist eine ehemalige Bahnbetriebsfläche, die sich seit ca. 2005 zu einem sehr attraktiven Gewerbegebiet mit höchster Zentralität entwickelt hat. Die letzte verfügbare Baufläche umfasst eine Flächengröße von etwa 6.000m². Zur Beurteillung der planungsrechtlichen Zulässigkeit ist der Bebauungsplan 296/1. Änderung heranzuziehen. www.stadt-kerpen.de Bebauungsplan Bebauungsplan Bebauungsplan Entwicklungsziel Wohnen Pflege

Luftbild 2016

GLEISDREIECK

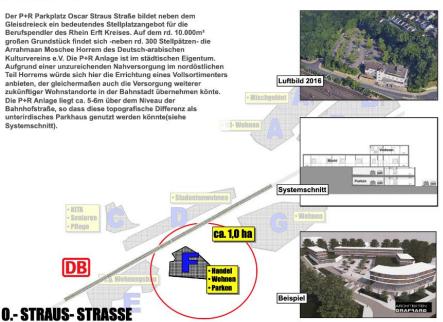
FLÄCHE D





FLÄCHE F





5.6 Ausblick

Bedingt durch den Strukturwandel im Rheinischen Revier stellt sich die Kolpingstadt Kerpen mit dem Wettbewerbsaufruf den Herausforderungen und erhebt für sich mit dieser Förderskizze den Anspruch, die erste SpeicherStadt im Rheinischen Revier zu werden. Die so erstellte Blaupause kann Vorbildfunktion für viele weitere deutsche und europäische Städte auf dem Weg zur Sektorenkopplung und der damit verbundenen Rolle des "Kommunalen Energie-Prosumers" sein.