

Vorlage		Vorlage-Nr: FB 36/0168/WP18
Federführende Dienststelle: FB 36 - Fachbereich Klima und Umwelt		Status: öffentlich
Beteiligte Dienststelle/n:		Datum: 23.05.2022
		Verfasser/in: FB 36/700
IKSK-Fortschreibung- Erstellung einer gesamtstädtischen Wärmeplanung		
Ziele: Klimarelevanz positiv		
Beratungsfolge:		
Datum	Gremium	Zuständigkeit
14.06.2022	Ausschuss für Umwelt und Klimaschutz	Anhörung/Empfehlung
16.08.2022	Finanzausschuss	Anhörung/Empfehlung
24.08.2022	Rat der Stadt Aachen	Entscheidung

Beschlussvorschlag:

Der Ausschuss für Umwelt & Klimaschutz befürwortet die Erstellung einer gesamtstädtischen Wärmeplanung und empfiehlt dem Finanzausschuss und dem Rat die entsprechende Mittelbereitstellung mit Deckung innerhalb des Produktes über 300.000 Euro in 2022.

Der Finanzausschuss befürwortet die Mittelbereitstellung für eine gesamtstädtische Wärmeplanung und empfiehlt dem Rat die entsprechende Mittelbereitstellung mit Deckung innerhalb des Produktes über 300.000 Euro in 2022.

Der Rat beschließt die Erstellung einer gesamtstädtischen Wärmeplanung. Er stimmt zu, dafür in 2022 die entsprechenden Mittel innerhalb des Produktes und einen Ansatz von 300.000 Euro für Dienstleistungen zu schaffen.

Finanzielle Auswirkungen

PSP 4-140101-946-7, 53180000

	JA	NEIN	
	x		

Investive Auswirkungen	Ansatz 20xx	Fortgeschrieb ener Ansatz 20xx	Ansatz 20xx ff.	Fortgeschrieb ener Ansatz 20xx ff.	Gesamt- bedarf (alt)	Gesamt- bedarf (neu)
	Einzahlungen	0	0	0	0	0
Auszahlungen	0	0	0	0	0	0
Ergebnis	0	0	0	0	0	0
<i>+ Verbesserung / - Verschlechterung</i>	0		0			
	Deckung ist gegeben/ keine ausreichende Deckung vorhanden		Deckung ist gegeben/ keine ausreichende Deckung vorhanden			

konsumtive Auswirkungen	Ansatz 2022	Fortgeschrie bener Ansatz 2022	Ansatz 2023 ff.	Fortgeschrie bener Ansatz 2023 ff.	Folge- kosten (alt)	Folge- kosten (neu)
	Ertrag	0	0	0	0	0
Personal-/ Sachaufwand	2.335.976 ,60	2.335.976,6 0*	3.600.00 0	3.600.000	0	0
Abschreibungen	0	0	0	0	0	0
Ergebnis	0	0	0	0	0	0
<i>+ Verbesserung / - Verschlechterung</i>	0		0			
	Deckung ist gegeben		Deckung ist gegeben			

Weitere Erläuterungen (bei Bedarf):

* davon 335.976,60 als Ermächtigungsübertragung aus dem Vorjahr, die jedoch bereits komplett für in 2021 eingegangene Anträge, Beauftragung externer Vergabe zur Abarbeitung dieser sowie Vorbereitung der sog. „Energiekarawane“ (Haus-zu-Haus-Beratung) verplant sind.
Aus dem Ansatz 2022 werden 300.000 Euro innerhalb des o.g. PSP-Elements auf das Sachkonto 5291.0000 „Aufwendung für sonstige Dienstleistungen“ verlagert.

Klimarelevanz

Bedeutung der Maßnahme für den Klimaschutz/Bedeutung der Maßnahme für die Klimafolgenanpassung (in den freien Feldern ankreuzen)

Zur Relevanz der Maßnahme für den Klimaschutz

Die Maßnahme hat folgende Relevanz:

<i>keine</i>	<i>positiv</i>	<i>negativ</i>	<i>nicht eindeutig</i>
	x		

Der Effekt auf die CO₂-Emissionen ist:

<i>gering</i>	<i>mittel</i>	<i>groß</i>	<i>nicht ermittelbar</i>
			x

Zur Relevanz der Maßnahme für die Klimafolgenanpassung

Die Maßnahme hat folgende Relevanz:

<i>keine</i>	<i>positiv</i>	<i>negativ</i>	<i>nicht eindeutig</i>
x			

Größenordnung der Effekte

Wenn quantitative Auswirkungen ermittelbar sind, sind die Felder entsprechend anzukreuzen.

Die **CO₂-Einsparung** durch die Maßnahme ist (bei positiven Maßnahmen):

gering	<input type="checkbox"/>	unter 80 t / Jahr (0,1% des jährl. Einsparziels)
mittel	<input type="checkbox"/>	80 t bis ca. 770 t / Jahr (0,1% bis 1% des jährl. Einsparziels)
groß	<input type="checkbox"/>	mehr als 770 t / Jahr (über 1% des jährl. Einsparziels)

Die **Erhöhung der CO₂-Emissionen** durch die Maßnahme ist (bei negativen Maßnahmen):

gering	<input type="checkbox"/>	unter 80 t / Jahr (0,1% des jährl. Einsparziels)
mittel	<input type="checkbox"/>	80 bis ca. 770 t / Jahr (0,1% bis 1% des jährl. Einsparziels)
groß	<input type="checkbox"/>	mehr als 770 t / Jahr (über 1% des jährl. Einsparziels)

Eine Kompensation der zusätzlich entstehenden CO₂-Emissionen erfolgt:

<input type="checkbox"/>	vollständig
<input type="checkbox"/>	überwiegend (50% - 99%)
<input type="checkbox"/>	teilweise (1% - 49 %)

	nicht
x	nicht bekannt

Erläuterungen:

Die CO₂-Bilanz der Stadt Aachen aus dem Jahr 2021 weist den Wärmebereich mit einem Anteil von 42 % als mit Abstand größten Verursacher von CO₂-Emissionen aus, gefolgt vom Verkehrsbereich mit pandemiebedingt niedrigen 30 % (2019: 33 %). Der geringste Anteil fällt mit 28 % auf die Emissionen aus der Strombereitstellung.

Um die Emissionen im Wärmebereich zu senken, ist die energetische Sanierung von Gebäuden ein wichtiges Handlungsfeld. Hierfür hat der Rat ein Förderprogramm verabschiedet, für das in diesem Jahr 2 Mio. Euro zur Verfügung stehen. Ein weiteres Handlungsfeld stellt die Umstellung der Wärmeversorgung dar. Vor dem Hintergrund des Klimaschutzzieles, ab 2030 klimaneutral zu sein, sind das Fernwärmenetz und das Gasnetz als zentrale Infrastruktur umzustellen von fossilen Energieträgern auf Erneuerbare Energien. Die Gasversorgung dominiert aktuell mit 39 % des Wärmebedarfs in der Stadt. Die Fernwärme mit 5 % bedient einen deutlich niedrigeren Anteil der Wärmeversorgung. Im Zuge der Umstellung auf die Erneuerbaren Energien ist auch die Versorgungsstrategie anzupassen, z.B. welche Infrastruktur wo und in welcher Form ausgebaut, welche möglicherweise zurückgefahren wird.

Wärmewende Aachen - Eckpfeiler

Mit der Unterstützung von STAWAG, RWTH, FH, Fraunhofer IEG und IHK wurden die Aufgaben, die zum Umbau der Energie- und Wärmeversorgung bereits heute absehbar sind, zusammengetragen. Diese Eckpfeiler der Wärmewende sind als Anlage beigefügt.

So arbeitet die STAWAG bereits an Lösungsmöglichkeiten. Im Frühjahr 2029 geht der letzte Block des Braunkohlekraftwerks Weisweiler vom Netz, aus dem 90 % der Fernwärme für die Stadt Aachen ausgekoppelt werden. Lokale Ersatzlösungen wie die Auskopplung von Wärme aus der benachbarten Müllverbrennungsanlage Weisweiler oder der Einsatz von Tiefengeothermie werden als Zukunftsoption bereits untersucht. Außerhalb des Fernwärmenetzes ist zu untersuchen, ob andere Wärmequellen im Nahbereich, von Thermal- bis zu Solarwärme verfügbar und räumlich begrenzt nutzbar sind.

Hauseigentümer*innen, deren Heizung demnächst ersetzt werden muss, und die motiviert werden sollen, sich für klimafreundliche Gebäudetechnik zu entscheiden, benötigen möglichst frühzeitig Informationen, welche Infrastruktur ihnen zukünftig zur Verfügung stehen wird. Steht ihr Haus in einigen Jahren im Bereich des Fernwärmenetzes oder eines Nahwärmenetzes oder muss eine individuelle Lösung gefunden werden. Um privaten und gewerblichen Eigentümer*innen Planungssicherheit zu geben, soll möglichst zügig eine gesamtstädtische Wärmeplanung erstellt werden.

Die Energie- und Wärmewende ist nur zu schaffen, wenn sämtliche gesellschaftliche Bereiche mitmachen. Deshalb möchte die Verwaltung in einem breit angelegten Kommunikationsprozess möglichst vielfältige Bereiche der Stadtgesellschaft einbinden. In einem ersten Schritt haben sich die o.g. Institutionen, die an den Wärmewende-Eckpfeilern mitgearbeitet haben, in einem LOI dazu bekannt, die Stadt Aachen bei der Entwicklung und Umsetzung der Wärmewende zu unterstützen. Einerseits sind die Institutionen selbst alle Wärmeverbraucher, andererseits liegt in den Forschungs- und Hochschulbereichen vor allem die fachliche Kompetenz für sämtliche Fragestellungen, die auf dem Aachener Weg zur Klimaneutralität zu lösen sind. Die IHK hat eine wichtige Funktion als

Netzwerk zentraler Zielgruppen im gewerblichen Bereich.

Mit der „Wärmewende Aachen“ sollen eine bundesweite Vorreiterrolle für den klimaneutralen einer Stadt und eine Aufbruchstimmung in der ganzen Stadt entstehen. Der LOI gilt als Auftakt, um weitere Verbündete zu mobilisieren.

Erstellung einer Wärmeplanung

Diese Planung soll für das ganze Stadtgebiet die jeweilige Situation möglichst gebäudescharf berücksichtigen und als Entscheidungshilfe für Privat und Unternehmen dienen. Er dient auch als strategische Grundlage, in welchen Bereichen STAWAG und Regionetz welche Infrastruktur wie ausbauen oder anpassen wollen.

Ein Kommunalen Wärmeplan umfasst vier Elemente:

Bestandsanalyse

Zunächst ist eine Bestandsanalyse durchzuführen. Hierzu zählen die Aufschlüsselung des aktuellen Wärmebedarfs, einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen, die Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie die Ermittlung der Beheizungsstruktur aller Gebäude. Bereits verfügbare Datenquellen sind auszuwerten und deren Verwendbarkeit und Kompatibilität sind zu prüfen.

Potenzialanalyse

Um Energieeinsparung bei Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme auszulösen, sind die Potenziale im Bereich Wirtschaft und Industrie auf der Gebäudeebene zu untersuchen. Die Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und öffentlichen Liegenschaften sind alle relevant. Auch lokal verfügbare Potenziale im Bereich der Erneuerbaren Energien und das Abwärme-Potenzial sind einzubeziehen.

Ziel

Ein Arbeitsschritt ist das Aufstellen eines Zielszenarios zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs mit Erneuerbaren Energien. Zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung wird eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur im Jahr 2030 benötigt. Dabei wird zwischen Eignungsgebieten für Wärmenetze, also insbesondere das Fernwärmenetz, und Einzelversorgung unterschieden.

Wärmewendestrategie und Maßnahmenplan

Die Energieversorgungsstrategie wird als konkreter und zeitlich strukturierter Infrastrukturausbauplan konkretisiert. Zuletzt ist mit den für die Leitungsinfrastruktur Verantwortlichen (regionetz und STAWAG) ein Transformationspfad zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans mit Maßnahmen, Umsetzungsprioritäten und Zeitplan für die nächsten Jahre, also ein Maßnahmenplan, auszuarbeiten. Die Maßnahmenbeschreibungen sollten die erwarteten Energieeinsparungen enthalten.

Umsetzung Wärmeplanung

Die oben benannten Arbeiten sind sehr umfangreich und können mit den vorhandenen Kapazitäten nicht intern abgeleistet werden. Eine Ausarbeitung der kommunalen Wärmeplanung mit den genannten Inhalten soll daher möglichst bald extern beauftragt werden.

Die hierfür anfallenden Kosten wurden recherchiert, z.B. bei anderen Kommunen, die bereits eine Wärmeplanung erstellt haben. Das Auftragsvolumen wird auf dieser Basis mit rund 300.000 Euro für die Stadt Aachen kalkuliert. Als Deckung der erforderlichen Mittel wird der Ansatz Förderung Altbausanierung, PSP 4-140101-946-7, 53180000, vorgeschlagen, indem ein neues Sachkonto für die externe Dienstleistung eingerichtet wird.

Das Förderprogramm zur Altbausanierung wurde am 19.05.2021 von Rat beschlossen und in die Umsetzung gebracht. Die Förderung wird kontinuierlich ausgebaut und den aktuellen Rahmenbedingungen angepasst. Die Öffentlichkeitsarbeit wird schrittweise intensiviert. Eine Kampagne für den Sommer ist vorbereitet.

Die Anfragen zu städtischen Fördermitteln und Antragszahlen im o.g. Förderprogramm entwickeln sich in 2022 positiv (35 Anträge in 2021, 138 Anträge in 2022 Stand 10.05.2022). Die Beratungszahlen zu den Themen bei den beratenden Stellen in Aachen (altbau plus, Verbraucherzentrale) steigen konstant. Die aktuell hohe Nachfrage bei Handwerkern und die schlechte Verfügbarkeit von Baumaterialien führen jedoch zu einem längeren Planungsvorlauf bis zur Beantragung von Fördermitteln. Von der Antragstellung bis zur Umsetzung sind laut Förderrichtlinie 18 Monate zulässig.

Die aktuelle Situation wird so eingeschätzt, dass die Mittel im Ansatz Förderung Altbausanierung in 2022 nicht vollständig ausgegeben werden und die benötigten 300.000 Euro hieraus zur Verfügung gestellt werden können. Dies zumal die geplante Vergabe einer Wärmeplanung mittelbar auch die Auslastung des Förderprogramms fördert.

Eine ausführliche Darstellung zu den Erfordernissen und Herausforderungen der Wärmeplanung für Aachen ist in der Anlage „Wärmewende Aachen – Eckpfeiler für eine klimaneutrale Energieversorgung 2030“ enthalten.

Fazit: Eine gesamtstädtische Wärmeplanung sollte schnellst möglich erstellt werden, um den Weg der Klimaneutralität bis 2030 konkretisieren zu können. Für die geschätzte Kosten von 300.000 Euro sind innerhalb des PSP 4-140101-946-7 „Förderung Altbausanierung (IKSK)“ Mittel zu verlagern.

Anlage/n:

Wärmewende Aachen, Eckpfeiler für eine klimaneutrale Energieversorgung 2020

Letter of intent

Wärme
Wende
AACHEN

Wärmewende Aachen – Eckpfeiler für eine klimaneutrale Energieversorgung 2030

Die Stadt Aachen hat ein ehrgeiziges Klimaschutzziel beschlossen und macht sich auf den Weg in Richtung Netto-Null-Emission, möglichst ab 2030. Neben einer ambitionierten Energie- und Wärmewende zum Erhalt lebensnotwendiger Bedingungen auf unserem Planeten rückt seit Ende Februar leider auch das Thema Energieversorgungssicherheit in den Fokus. Dadurch erhalten die Herausforderungen der energetischen Transformation – weg von fossilen Energieträgern – eine enorme Dringlichkeit.

In der Stadt Aachen weist der Wärmebereich mit 42 Prozent, gefolgt von Verkehr und Strom, den höchsten Anteil an den CO₂eq-Emissionen auf und wird damit zum Schwerpunkt kommunaler Aufgaben. Diese Aufgabe gelingt aber nur, wenn breite Teile der Stadtgesellschaft mitmachen. Eine erste Koalition der Willigen hat sich für die Energie- und Wärmewende in Aachen zusammengeschlossen. Sie hat sich zum Ziel gesetzt, in der Stadt eine Aufbruchstimmung zu erzeugen, um Aachen als vorbildlichen, klimaneutralen Wärmestandort zu entwickeln.

Die hier aufgeführten Partner*innen haben hierfür gemeinsam die strategischen Eckpfeiler identifiziert und die nächsten Schritte auf dem Weg zu einer Aachener Wärmewende skizziert, der der gesamten Stadtgesellschaft als Entscheidungshilfe für den individuellen und bedarfsgerechten Umbau dienen soll. Technische Lösungen zur infrastrukturellen Transformation der Energieerzeugung, -versorgung und -verteilung sollen ebenso auf den Weg gebracht werden wie ein optimierter Planungsrahmen sowie der Ausbau der Beratungs- und Kommunikationsstruktur.

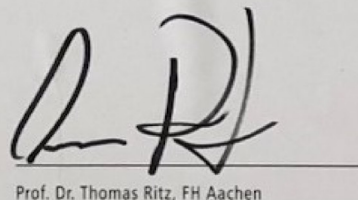
Die Eckpfeiler für die Wende zur klimaneutralen Energieversorgung 2030 stellen eine sehr gute Grundlage dar, um eine konkrete und integrierte städtische Strategie auszuarbeiten und diese – inklusiver detaillierter Maßnahmenvorschläge – der Politik unterbreiten zu können.

Die Akteure gehen die Energie- und Wärmewende für Aachen mit großen Ambitionen und im starken Schulterchluss an, wohlwissend um die vielfältigen damit verbundenen Herausforderungen. In Bereitschaft, eine bundesweite Vorreiterrolle für den klimaneutralen Umbau einer Stadt einnehmen zu wollen, bekunden die Partner*innen ihr Engagement und suchen weitere Verbündete, um die Wärmewende in Aachen zu einem von der ganzen Stadtgesellschaft getragenen Prozess zu entwickeln.

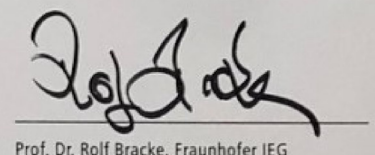
Aachen, im Mai 2022



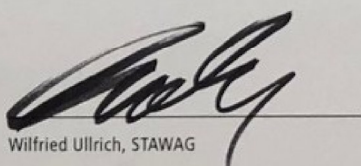
Sibylle Keupen, Stadt Aachen



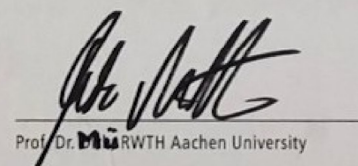
Prof. Dr. Thomas Ritz, FH Aachen



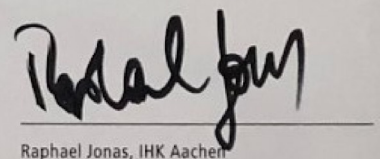
Prof. Dr. Rolf Bracke, Fraunhofer IEG



Wilfried Ullrich, STAWAG



Prof. Dr. Mü, RWTH Aachen University



Raphael Jonas, IHK Aachen

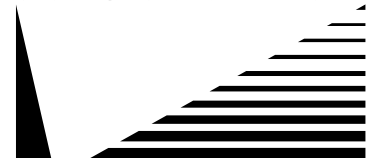


**Wärme
Wende**

AACHEN

Wärmewende Aachen

**Eckpfeiler für eine
klimaneutrale Energie-
versorgung 2030**



Wärmewende Aachen

Eckpfeiler für eine klimaneutrale
Energieversorgung 2030



Der Schulterschluss, Mai 2022

Inhalt

Vorwort	6
1. Anlass	8
2. Akteure im Schulterschluss für die Wärmewende	10
2.1 Vorstellung und Statements der „Verbündeten“ in der Wärmewende	10
2.1.1 FH Aachen	10
2.1.2 Fraunhofer IEG	12
2.1.3 IHK Aachen	12
2.1.4 RWTH Aachen University	13
2.1.5 Stadt Aachen	15
2.1.6 Regionetz	16
2.1.7 STAWAG	16
3. Wärmewende	17
3.1 Energieerzeugung	17
3.1.1 Strombasierte Wärmeerzeugung	18
3.1.2 Umstellung der direkten Wärmeversorgung	22
3.1.3 CO ₂ -Abscheidung	25
3.1.4 Systematische Verknüpfung der Erzeugungstechniken	27
3.2 Energieverteilung	29
3.2.1 Umstellung des Erdgasnetzes	29
3.2.2 Ausbau des Fernwärmenetzes	31
3.2.3 Stromnetzertüchtigung	31
3.2.4 Speicher	32
3.3 Die Wärmeabnehmer – Gebäudeeffizienz/-sanierung	34
3.3.1 Zentrale Wärmeversorgung	34
3.3.2 Dezentrale Anlagen	34
3.3.3 Sanierung der Gebäudehülle	35
3.4 Erstellung einer Wärmeleitplanung	40
3.5 Steuerung, Monitoring, Digitalisierung	41
3.6 Beratung, Information, Weiterbildung	42
4. Der weitere Prozess	44
5. Danksagung	45

Herausgeberin

Stadt Aachen
Die Oberbürgermeisterin
52058 Aachen

Redaktion

Fachbereich Klima und Umwelt
Reumontstraße 1
52064 Aachen

Gestaltung

büro G29, Aachen

Vorwort



Foto Jo Magrean

Die aktuellen Entwicklungen der letzten Monate haben neben der Klimafrage die Energie- und die Ressourcenfrage mit einer Wucht in den Fokus gerückt, wie nur sehr wenige sich dies in Europa hätten vorstellen können. Beim Umbau unserer Energie- und Wärmeversorgung geht es zukünftig nicht mehr alleine um die Frage der Reduzierung der Klimaerwärmung auf ein Maß, das der Menschheit das Überleben langfristig sichert, sondern auch um elementare Fragen der Energiesicherheit. Mit anderen Worten, wir müssen noch schneller Kohle, Gas und Öl durch Erneuerbare Energien ersetzen und hin zu einer klimaneutralen Wärme- und Kälteversorgung. Wir müssen klimaneutral werden – so hat es der Stadtrat bereits am 22. Januar 2020 beschlossen – und die Versorgungssicherheit erhöhen.

Aachen kann und will hierbei einen wichtigen Beitrag leisten. Die Kompetenz und das Wissen sind in Aachen vorhanden. Aachen kann gut eine Vorreiterrolle einnehmen. Außerdem hat die Stadt eine hochengagierte Stadtgesellschaft. Wo, wenn nicht in Aachen, kann diese Aufgabe gemeistert werden? Ein Umstieg auf Erneuerbare Energie ist aus Klimaschutz- und Energiesicherheitsgründen zwingend. Welchen Beitrag bzw. welche Potenziale können unsere Gebäude (Wohnhäuser, Gewerbe und Industrie sowie öffentliche Gebäude) bei diesem Umbau beitragen und wie muss unsere kommunale Infrastruktur aussehen, um diese Potenziale auch wirklich abrufen zu können? Durch eine gesamtstädtische Planungs- und Entscheidungsgrundlage lassen sich diese Fragen beantworten, um die Zukunft der Stadt im Wärme- und Energiebereich erfolgreich gestalten zu können. Ein Aachener Wärme- und Energiestadtplan stellt ein geeignetes Instrument dar, zu dem hier die Eckpfeiler beschrieben werden.

Warum sind Wärme und Kälte so wichtig für die Klimaneutralität?

Die letzte CO₂-Bilanz der Stadt Aachen aus dem Jahr 2021 weist den Wärmebereich mit einem Anteil von 42 Prozent als mit Abstand größten Verursacher von CO₂-Emissionen aus, gefolgt vom Verkehrsbereich mit pandemiebedingt niedrigen 30 Prozent. Der geringste Anteil fällt mit 28 Prozent auf die Emissionen aus der Strombereitstellung.

Da Wärme nicht so leicht transportierbar ist wie Strom, muss dieser Transformationsprozess unter Berücksichtigung der Gegebenheiten vor Ort gestaltet werden. Wir brauchen Lösungen für jedes Haus und jede Fabrik. Es fehlt in vielen Bereichen noch an geeigneter Technik und Strukturen, um alle Bereiche am Gebäude möglichst klimaneutral zu versorgen.

Eine weitere wichtige Herausforderung ist, Industrieprozesse stärker in den Fokus zu nehmen, wenn wir nicht wirtschaftlich abgehängt werden wollen. Im Rheinischen Revier zeigt sich, dass neue Arbeitsplätze dort entstehen, wo die Energieversorgung gesichert ist. Anzeichen sprechen dafür, dass erste Unternehmen bei der Standortwahl die zukunftsfähige klimaneutrale Energieversorgung als Auswahlkriterium heranziehen.

Was ist die Funktion eines Aachener Wärme- und Energiestadtplans?

Ein Aachener Wärme- und Energiestadtplan soll als ein Routenplaner für eine klimaneutrale Energieversorgung dienen. Seine Planungsergebnisse und Handlungsvorschläge sollen dem Rat der Stadt Aachen, der Verwaltung sowie allen Ausführenden als Grundlage für die weitere Stadt- und Energieplanung dienen. Genauso soll er allen Nutzer*innen von Wärme-, Kälteenergie, also der gesamten Stadtgesellschaft, als Entscheidungshilfe für den individuellen und bedarfsgerechten Umbau dienen. Nur wer weiß, wohin sich sein individueller Bedarf entwickelt und welche Wärme- und andere Energieformen an meiner Haustür, in meinem Quartier oder in meinem Gewerbegebiet zur Deckung dessen angeboten und möglich gemacht werden, kann zielgerichtet und sicher planen.

Hierbei sind alle Prozesse und Vorhaben von Klimaanpassung über Mobilität bis hin zur Bauleitplanung zu berücksichtigen. Umgekehrt muss es das Ziel sein, dass keine Maßnahmen mehr geplant und durchgeführt werden, die nicht mit dem Ziel der Wärme- und Energieplanung vereinbar sind. Dafür sind die infrastrukturellen Entscheidungen in diesem Bereich zu langfristig bindend. Soll das Ziel, bis 2030 klimaneutral zu sein, überhaupt erreichbar sein, muss die Wärme- und Energieplanung jetzt sehr konsequent vorangetrieben werden. Der Stadtplan soll Antworten auf die Fragen geben, welchen Wärme- und Energiemix braucht Aachen? Wieviel Zentralität und wieviel Dezentralität benötigen wir? Wie können wir die Versorgung der Industrie mit Wärme und Kälte sichern? Und nicht zuletzt, bis wann ist dieser Umbau mit welchen Meilensteinen überhaupt möglich? Hierbei gilt, ambitioniert, aber realistisch zu sein. Für diesen Prozess brauchen wir die Wissenschaft und die Kompetenz der Stadt, die STAWAG und die IHK ebenso wie das Handwerk der Region, die im Schulterschluss gemeinsam die Herausforderung in Aachen angehen, eine Aufbruchstimmung erzeugen und in der gesamten Stadt fürs Mitmachen werben wollen.

Dieser Bereitschaft gilt mein Dank und uns allen wünsche ich viel Erfolg für diese große Aufgabe!

Sibylle Keupen
Oberbürgermeisterin der Stadt Aachen

1. Anlass

In den letzten Jahren hat der Klimaschutz in Aachen gut an Fahrt aufgenommen. Im Juli 2019 wurde in Aachen der Klimanotstand ausgerufen. Das Klimaschutzziel der Stadt wurde vom Stadtrat im Januar 2020 verschärft: Als erste Stadt in Deutschland berücksichtigt die Stadt Aachen das ihr anteilig verbleibende Restbudget von 16,3 Mio. Tonnen CO₂, um die Erderwärmung – gemäß dem Ziel von Paris – auf unter 2°C zu halten. Als Konsequenz aus dem Ratsbeschluss will die Stadt Aachen somit ab 2030 klimaneutral sein. Mit dem Begriff „Klimaneutralität“ ist fachlich eine Netto-Null-CO₂eq-Emission gemeint.

Als Auftrag aus dem Klimanotstand wurde ein integriertes Klimaschutzkonzept (IKSK) inklusive 70 Maßnahmen (bis 2025) erarbeitet und im August 2020 verabschiedet. Es befindet sich in der Umsetzung, weil finanzielle und personelle Ressourcen zügig bereitgestellt wurden. Das IKSK befindet sich außerdem bereits in der Weiterentwicklung, weil es Lücken auf dem Weg zu einer Klimaneutralität enthält: Es beschreibt nur den halben Weg, nämlich die Halbierung der CO₂eq-Emissionen von 1990 bis 2030 und entspricht daher nicht dem im Januar 2020 beschlossenen Klimaschutzziel. Mit der Fortschreibung des IKSK wurde die Verwaltung am 24.8.2021 beauftragt. Diese wird bis Ende 2023 angestrebt.

Die Stadt Aachen hat den Willen, sich ambitioniert dafür einzusetzen, das möglichst Machbare auf dem Weg zur Klimaneutralität lokal auf den Weg zu bringen. Deshalb hat sie sich auch an dem Aufruf der EU-Kommission, der EU-Mission „100 Climate-Neutral and Smart Cities by 2030“, beteiligt. Dass die Stadt für diese Mission ausgewählt wurde, bedeutet Rückenwind für den lokalen Transformationsprozess.

Die Zeit zur Konkretisierung der Strategie für eine klimaneutrale Energie- bzw. Wärmeversorgung und zur Entwicklung von Maßnahmen drängt enorm. Die

Herausforderungen einer klimaneutralen Energiebereitstellung stoßen zudem an räumliche Grenzen: Als mittlere Großstadt (rund 258.900 Einwohner) mit einer besiedelten Fläche von rund 7.000 Hektar von insgesamt 16.000 Hektar und einem Anteil von 3.000 Hektar Wald sind Flächen für beispielsweise Windkraftanlagen und große Solaranlagen rar. Als Teil des Rheinischen Reviers ist die Wärmeversorgung der Stadt unmittelbar vom Braunkohleausstieg betroffen: Im Frühjahr 2029 geht der letzte Block des Braunkohlekraftwerks Weisweiler vom Netz, aus dem 90 % der Fernwärme (320 GWh, Höchstlast 115 MW) für die Stadt Aachen ausgekoppelt werden. Lokale Ersatzlösungen wie die hocheffiziente, klimapolitisch sinnvolle und wirtschaftlich attraktive Auskopplung von Wärme aus der benachbarten Müllverbrennungsanlage Weisweiler (MVA) oder der Einsatz von Tiefengeothermie müssen unter Federführung des kommunalen Stadtwerks STAWAG und unter Nutzung des fachlichen Know-Hows von Hochschulen und Forschungseinrichtungen vor Ort schnellstens geprüft und strukturelle bzw. rechtliche Rahmenbedingungen zum Erhalt bzw. Ausbau der Fernwärmeversorgungsstruktur auf Planungsebene optimiert werden. Ein Bündel von Maßnahmen zur Wärmeversorgung außerhalb dieser Infrastruktur soll Wärmequellen im Nahbereich, von Thermal- bis zu Solarwärme verfügbar machen und zu integrierten Erzeugungs- bzw. Versorgungslösungen führen.

Andere Fragen der Transformation zu einer klimaneutralen Energie- und Wärmeversorgung werden sich nicht auf kommunaler Ebene allein lösen lassen, wie beispielsweise Gasnetz-Umbau und Stromnetz-Ausbau. Die Herausforderungen der Energie-Bedarfssenkung im Gebäudesektor als Voraussetzung für die Wärmewende hat sich die Stadt Aachen im Schulterschluss mit weiteren relevanten Akteuren durchaus auf die Fahnen geschrieben. Hier kann auf Basis einer bereits seit fast 20 Jahren etablierten Beratungsstruktur die Kommunikationsarbeit intensiviert werden, um den dringend notwendigen Schub im Sanierungsbereich zu erzeugen.

2. Akteure im Schulterschluss für die Wärmewende

Eine starke Koalition der Willigen hat sich für eine Wärmewende in Aachen gegründet. Sie hat sich zum Ziel gesetzt, Aachen als vorbildlichen Wärmestandort zu entwickeln und als leuchtende Fahne auf der Landkarte weit sichtbar zu machen. Technische Lösungen zur infrastrukturellen Transformation sollen ebenso umgesetzt werden wie der Ausbau der Beratungs- und Kommunikationsstruktur für die verschiedenen Bereiche. Die Akteure gehen die Energie- und Wärmewende für Aachen mit großen Ambitionen und im starken Schulterschluss an, wohlwissend um die Herausforderung der Finanzierung der anstehenden Aufgaben. In Bereitschaft, eine bundesweite Vorreiterrolle für den klimaneutralen Umbau einer Stadt einnehmen zu wollen, wird auch die Fördermittelakquise als gemeinsame Aufgabe angepackt.

2.1 Vorstellung und Statements der „Verbündeten“ in der Wärmewende

2.1.1 FH Aachen



Rektor Prof. Dr.
Bernd P. Pietschmann

Die FH Aachen verschreibt sich als Hochschule für angewandte Wissenschaften dem Anspruch, nachhaltig zu handeln und Nachhaltigkeit in der Region voranzutreiben. Dem Themenfeld der Wärmewende kommt hierbei eine entscheidende Bedeutung zu. Bereits heute versorgen wir einen Großteil unserer Gebäude mit Fernwärme und wir sind bestrebt, dies weiter auszubauen. Wir sind uns als Hochschule unserer Vorbildfunktion, insbesondere auch für junge Menschen, bewusst und möchten uns der Nachhaltigkeit in Hochschulalltag, Lehre und Forschung widmen. Dabei sind es sicher nicht nur die großen Maßnahmen, sondern die Summe aller unternommenen Anstrengungen, die einen Unterschied bewirken. Beim Thema Wärmewende können die beteiligten Institute der FH Aachen die Stadt Aachen mit ihrer praxisnahen Forschungs- und Entwicklungsexpertise unterstützen.

Institut NOWUM-Energy

Das Team des Instituts NOWUM-Energy erforscht und entwickelt Konzepte, Verfahren und Technologien zu den Themenschwerpunkten „Nachhaltige Energiesysteme“ und „Bioenergie & Bioressourcenmanagement“. Mit dem Ziel der erfolgreichen Umsetzung der Energiewende werden konkrete realisierbare Lösungen entwickelt, die den CO₂-Ausstoß minimieren und Energiekosten senken. Zusätzlich werden durch die Nutzung von Reststoffen und die Rückgewinnung von Rohstoffen Kreisläufe geschlossen und Ressourcen geschont. Neben der Forschung unterstützt das Institut als Dienstleister Unternehmen, Städte und Gemeinden, die ihre Energieerzeugung und -versorgung umweltschonender und zukunftsfähiger gestalten und ihre Energieeffizienz steigern möchten. Weitere Informationen sind der Homepage des Instituts unter www.nowum.fh-aachen.de zu entnehmen.

Solar-Institut Jülich – SIJ

Seit über 20 Jahren befasst sich das Solar-Institut Jülich (SIJ) als zentrale wissenschaftliche Einrichtung der FH Aachen mit der Entwicklung anwendungsorientierter, technischer Lösungen in den Bereichen regenerativer und effizienter Energienutzung. Das Team forscht in direkter Zusammenarbeit mit der Industrie, Hochschulen und Forschungseinrichtungen daran, dass der begonnene Transformationspfad – weg von fossilen und hin zu erneuerbaren Energien – erfolgreich und bezahlbar bleibt. Schwerpunkte der Forschung sind solarthermische Systeme, Energiespeicher und Wasserstoff, effiziente Gebäude und Anlagentechnik sowie intelligente Energieversorgungssysteme. Weitere Informationen sind auf der Homepage des Instituts unter www.sij.fh-aachen.de zu finden.

Institut für datenbasierte Technologien – IDT

Das Institut für datenbasierte Technologien (IDT) bietet Forschungs-, Beratungs- und Weiterbildungsleistungen unter anderem auch für Wirtschaftsunternehmen und Einrichtungen der öffentlichen Hand rund um die gesamte Prozesskette der Datenanalyse an: von der Datenbeschaffung über deren Verteilung, Speicherung, Aufbereitung, Analyse und Darstellung. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt in den Anwendungsdomänen Bioökonomie, Energie und Medizintechnik. So wird die Umsetzung der Energiewende durch anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Digitalisierung aktiv gestützt. Weitere Informationen sind auf der Homepage des Instituts unter www.idt.fh-aachen.de zu finden.

2.1.2 Fraunhofer IEG



Institutsleiter Prof. Dr. Rolf Bracke

Das Fraunhofer IEG (Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie) wurde in 2019 zur wissenschaftlich-technologischen Begleitung der Energiewende in den Kohleregionen West- und Ostdeutschlands gegründet. Im Rheinischen Revier gibt es Institutsstandorte in Aachen und Jülich sowie ein Reallabor für Georessourcen und ein Geosphären-Observatorium in Weisweiler. Im Mittelpunkt der Forschungen stehen Lösungen zur Dekarbonisierung der kommunalen und industriellen Energiesysteme. Dabei werden die Sektoren der Wärmeerzeugung und -verteilung, der Stromnetze, der Gasinfrastrukturen und Speichertechnologien auf überregionaler und kommunaler Ebene miteinander gekoppelt. Das IEG koordiniert innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft die Forschungen zur Dimension Wärme mit einem Schwerpunkt der Umstellung kommunaler Wärmeversorgung sowie das Netzwerk zur Erzeugung und Verteilung von Wasserstoff.

2.1.3 IHK Aachen



Hauptgeschäftsführer
Michael F. Bayer

Die Region Aachen ist geprägt von technologieorientierten, innovativen Unternehmen – aber auch zahlreiche energieintensive Industriebetriebe sind hier ansässig und auf eine verlässliche Energieversorgung zu wettbewerbsfähigen Preisen angewiesen. Mit der Energiewende entstehen also aus Sicht der IHK in Aachen Chancen, mit innovativen, nachhaltigen Produkten – zum Beispiel in der Wasserstoffwertschöpfungskette – neue Märkte zu besetzen. Für die energieintensiven Unternehmen ergeben sich die Erfolgsaussichten aus einer frühzeitigen Anwendung klimaneutraler Produktionsverfahren und Energieträger. Die Anzahl an Unternehmen, die sich engagiert und motiviert dem Thema Nachhaltigkeit widmen, nimmt branchenübergreifend stetig zu. Die IHK Aachen unterstützt ihre Mitglieder bei der Nutzung der Chancen der Energiewende mit speziellen Transferprojekten sowie mit einer auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Energieeffizienzberatung. Egal, ob es um das Thema Mobilität, Energie oder Umwelt geht: Die Experten aus den verschiedenen Fachbereichen der IHK beraten Betriebe dabei, wie sie ihr Wirtschaften nachhaltiger gestalten können.

2.1.4 RWTH Aachen University



Rektor Prof. Dr. Dr. Ulrich Rüdiger

Die beteiligten Institute bzw. Lehrstühle der RWTH bekennen sich zu den Zielen des Pariser Weltklimaabkommens (COP 21, 2015) und sehen die besondere Bedeutung der Forschung in Hinblick auf die Erreichung der ambitionierten Ziele. Zur Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung der Zukunft sind die Identifizierung der Potenziale einerseits und das Monitoring sowie die Steuerung der Maßnahmen zur Zielerreichung andererseits wesentliche Bausteine im Kontext des Bundes-Klimaschutzgesetzes und des IKSK der Stadt Aachen. Die konsequente Digitalisierung, d.h. der Aufbau digitaler Prozesse, die Nutzung von Sensor- und Geodateninfrastrukturen sowie die intelligente Datenauswertung können ein zentrales Element bei der Dekarbonisierung aller Energieträger darstellen. Die beteiligten Institute bzw. Lehrstühle der RWTH können mit ihren wissenschaftlichen Expertisen einen Beitrag hierzu leisten und erklären ihre Bereitschaft, die Stadt Aachen bei der Entwicklung und Umsetzung der Wärmewende durch Schaffung einer klimaneutralen Stadt bis 2030 zu unterstützen.

Geodätisches Institut und Lehrstuhl für Bauinformatik & Geoinformationssysteme – GIA

Das Geodätische Institut und der Lehrstuhl für Bauinformatik & Geoinformationssysteme (GIA) in der Fakultät für Bauingenieurwesen der RWTH Aachen University hat langjährige Erfahrungen in der geodätischen Datenerfassung und der digitalen, semantischen 3D-Modellierung der bebauten Umwelt für die Erstellung von Stadt- und Bauwerksinformationsmodellen (BIM). Das GIA lehrt und forscht zur Verarbeitung raumbezogener Daten in (verteilten) Geoinformationssystemen und räumlichen Dateninfrastrukturen wie auch zu Sensoren und Methoden für eine robuste und möglichst genaue Innenraumlokalisierung von Personen oder Objekten auf unterschiedlichen Basen. Weitere Informationen sind auf der Homepage des Institutes unter www.gia.rwth-aachen.de zu finden.

Lehrstuhl für Technische Thermodynamik – LTT

Der Lehrstuhl für Technische Thermodynamik (LTT) in der Fakultät für Maschinenwesen der RWTH Aachen University unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. Niklas von der Aßen beschäftigt sich im Rahmen von Lehre und Forschung mit der Analyse, Bewertung und Optimierung von industriellen Energie- und Prozesssystemen. Dabei werden Methoden zur rechnergestützten Analyse und Optimierung von Energiesystemen sowie der energetischen, ökonomischen und ökologischen Bewertung industrieller Produktionsprozesse entwickelt. Ziel ist die Entwicklung innovativer und nachhaltiger Konzepte für Gewerbe, Industrie und Politik. Weitere Informationen sind auf der Homepage des Institutes unter www.ltt.rwth-aachen.de zu finden.

Lehrstuhl für Energieeffizientes Bauen – E3D

Der Lehrstuhl für Energieeffizientes Bauen (E3D) vereint verschiedene Fachrichtungen der Ingenieurs- und Naturwissenschaften. Die Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls liegen auf den vier Themenfeldern „Energie in Gebäuden und Quartieren“, „Raumklima und Klimawirkung“, „Building Information Modeling“ und „Computational Engineering“. Wichtige Themen sind die Modellierung, Simulation und Messung bauphysikalischer und energetischer Prozesse im Bereich des energieeffizienten und nachhaltigen Bauens und Betriebens von Gebäuden und technischen Anlagen, Nutzerverhaltensanalysen in Bezug auf thermische Ergonomie sowie daran gekoppelten Regelungsmechanismen für Fenster oder Lüftungsanlagen. Weitere Informationen sind auf der Homepage des Institutes unter www.e3d.rwth-aachen.de zu finden.

Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimotechnik – E.ON ERC

Der Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimotechnik aus der Fakultät für Maschinenwesen ist Teil des E.ON Energieforschungszentrums der RWTH Aachen University. Ziel der Forschungsarbeiten des Instituts sind ein energieeffizientes und umweltfreundliches Bauen, Sanieren und Betreiben von Gebäuden und Quartieren mit der funktionalen Integration und Konvergenz der Energiesysteme eines Quartiers. Technologie dient dabei als Basis für ein neues, vernetztes Wohnen und Arbeiten unter Einbindung des Nutzers zur Schaffung spürbar angenehm werdender Lebensräume. Weitere Informationen sind auf der Homepage des Institutes unter www.ebc.eonerc.rwth-aachen.de zu finden.

Lehrstuhl für Geotechnik im Bauwesen und Institut für Geomechanik und Untergrundtechnik – GUT

Das Institut für Geomechanik und Untergrundtechnik forscht in allen Themen der Geomechanik, Geotechnik und Felsbau, Tunnelbau und Bodenmechanik. Unser Ziel ist es, die richtige Kombination zwischen Grundlagen- und angewandter Forschung zu finden. Gerade auf dem Gebiet der Nutzung tiefer und insbesondere oberflächennaher Geothermie verfügt das GUT über langjährige Erfahrung. Ziel der Arbeiten ist die Steigerung von Akzeptanz und Nutzung neuartiger und etablierter geothermischer Anwendungen. Informationen zu weiteren Forschungen des Instituts im Bereich der oberflächennahen Geothermie sind auf der Homepage des Institutes unter www.gut.rwth-aachen.de zu finden.

2.1.5 Stadt Aachen

Die Stadt Aachen ist seit den frühen 90er Jahren im Bereich Klimaschutz aktiv. Sie trat 1992 dem Europäischen Klima-Bündnis bei und ist Mitglied im Konvent der Bürgermeister. Im Juli 2019 wurde in Aachen der Klimanotstand ausgerufen, wodurch die Politik eine Neu-Orientierung und Beschleunigung des städtischen Klimaschutzengagements forcierte. Ein integriertes Klimaschutzkonzept (IKSK) inklusive 70 Maßnahmen (bis 2025) wurde im August 2020 verabschiedet. Zur Umsetzung sind im Haushaltsplan 2022 nur für das Jahr 2022 über 13,5 Mio. Euro eingestellt und in der Finanzplanung bis 2025 weitere 70,3 Mio. Euro vorgesehen, sodass für den Zeitraum 2022 bis 2025 insgesamt 83,9 Mio. Euro bereitstehen. Binnen 3 Jahren wurden 25 neue Stellen im Bereich Klimaschutz geschaffen. Die Klimaschutzstrategie fokussiert vor allem die CO₂-Reduktionspotenziale in den Bereichen Gebäude, Mobilität und Energieversorgung (www.aachen.de/klimaschutz).

Um in bestimmten Bereichen Anreize zur Beteiligung am lokalen Klimaschutz zu erzeugen, hat die Stadt für Privatpersonen und Unternehmen Förderprogramme für Solaranlagen und Gebäudesanierung mit einem Finanzvolumen von 24 Mio. Euro in den nächsten 5 Jahren aufgelegt.

Wegweisend für den eigenen kommunalen Gebäudebestand sind Plus-Energie-Gebäude – auch Holzbauten, die energetische Sanierung von Schulen und Wohnungen sowie ein innovatives Gebäudeenergiemanagement (e2watch). Für die kommenden 5 Jahre sind 18 Mio. Euro in den städtischen Haushalt eingeplant, um 156 Photovoltaik-Anlagen zu bauen, damit über die Hälfte des städtischen Strombedarfs ab 2026 selbst erzeugt werden kann (www.aachen.de/gebaeude-management).

Auf dem Stadtgebiet Aachen wurden in den letzten 5 Jahren 12 neue Windkraft-Anlagen installiert. Zurzeit wird ein Verfahren zur Planung von weiteren Teilflächen zur Windenergienutzung durchgeführt. Bundesweit betreibt die STAWAG aktuell über 80 Windkraft-Anlagen sowie 12 Solarfelder und 35 Solaranlagen. Bis 2030 will die STAWAG die eigene Ökostrom-Erzeugung auf 1.000 Mio. kWh steigern, so dass ganz Aachen klimaneutral versorgt werden kann (www.wirfuerdasklima.de).

Die Beratungsstelle altbau plus bietet seit 2004 Beratung und Veranstaltungen an. Insbesondere durch die Informationsarbeit in einzelnen Stadtteilen konnte die quartiersspezifische, jährliche Sanierungsquote dort auf bis zu 5,5 Prozent gesteigert werden.

2.1.6 Regionetz



Axel Kahl und Stefan Ohmen,
Geschäftsführer der Regionetz

Die Regionetz bündelt seit 2018 alle Aufgaben rund um Bau, Betrieb, Netzwirtschaft, Asset- und Zählermanagement in den Bereichen Strom-, Gas-, Wärme- und Wassernetze in der Stadt Aachen, in der StädteRegion Aachen sowie in Teilen der Kreise Heinsberg und Düren. In Aachen übernimmt die Regionetz auch die Betriebsführung des Abwasserbereiches. Die Regionetz ist eine Kooperation von STAWAG, Stadtwerke Aachen Aktiengesellschaft (über 50 %) und EWV, Energie- und Wasser-Versorgung GmbH, Stolberg.

Der zuverlässige und effiziente Netzbetrieb ist ebenso Aufgabe der Regionetz wie die Anpassung an neue Anforderungen wie Digitalisierung und Dezentralisierung der Energiewirtschaft. Als Betreiber des Gasnetzes und des Fernwärmenetzes stellt die Wärmewende eine große Herausforderung für die Regionetz dar, die bereits aktiv angegangen wird. Die Experten der Regionetz arbeiten derzeit intensiv an dem Aufbau einer Wasserstoffexpertise.

2.1.7 STAWAG



Dr. Christian Becker und
Wilfried Ullrich, Vorstände der STAWAG

Die STAWAG als der Energieversorger der Stadt Aachen engagiert sich bereits seit über 25 Jahren für Energieeffizienz, Umwelt- und Klimaschutz sowie den Ausbau der Erneuerbaren Energien. Ein zentrales Element ihrer Klimastrategie ist eine Umstellung der Wärmeversorgung: Dabei soll die Fernwärme nicht nur ausgebaut, sondern auch bis 2030 dekarbonisiert und auf CO₂-neutrale Energieträger umgestellt werden. Flankierend entwickelt das Unternehmen innovative und klimafreundliche Wärmekonzepte für Neubauquartiere. Ergänzend bietet die STAWAG nachhaltige Wärmelösungen im Contracting für Privatkunden an.

3. Wärmewende

3.1 Energieerzeugung

Die Zukunft der Energieversorgung ist strombasiert. Nicht nur der Mobilitätssektor mit der dynamisch wachsenden Elektromobilität, sondern auch die Umstellung der Gebäudebeheizung von fossilen Energieträgern (Gas, Öl) auf strombasierte Technologien wie Wärmepumpen führen zu einer deutlichen Zunahme des Strombedarfs.

Eine erfolgreiche Wärmewende bedingt also nicht nur Änderungen bei den Wärmeerzeugern, sondern auch den Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern.

Im zukünftigen Energiesystem Aachens wird daher der Sektorenkopplung von Quellen, Erzeugern, Verteilsystemen und Speichern eine große Bedeutung zukommen. Unerlässlich ist dabei die integrierte Planung von erneuerbaren Energiequellen (Geothermie und Solarthermie), thermodynamischen Wandlern (Wärmepumpen, Kälteerzeuger), Verteilnetzen auf Stadt- und Quartiersebene (Wärme, Kälte, Strom und Gas/Wasserstoff) und Speichern für Wärme und Strom.

Im Folgenden werden die Potenziale aus Wind- und Sonnenenergie aufgeführt sowie die verschiedenen Bereiche der direkten Wärmeerzeugung beschrieben, die für die Stadt Aachen relevant sind. Ein besonderes Augenmerk gilt dem Ersatz für Fernwärme, die derzeit hauptsächlich aus Abwärme des Braunkohlekraftwerks Weisweiler gespeist wird. Auch auf die CO₂-Abscheidung sowie die systematische Verknüpfung der Erzeugungstechniken wird eingegangen.

3.1.1 Strombasierte Wärmeerzeugung

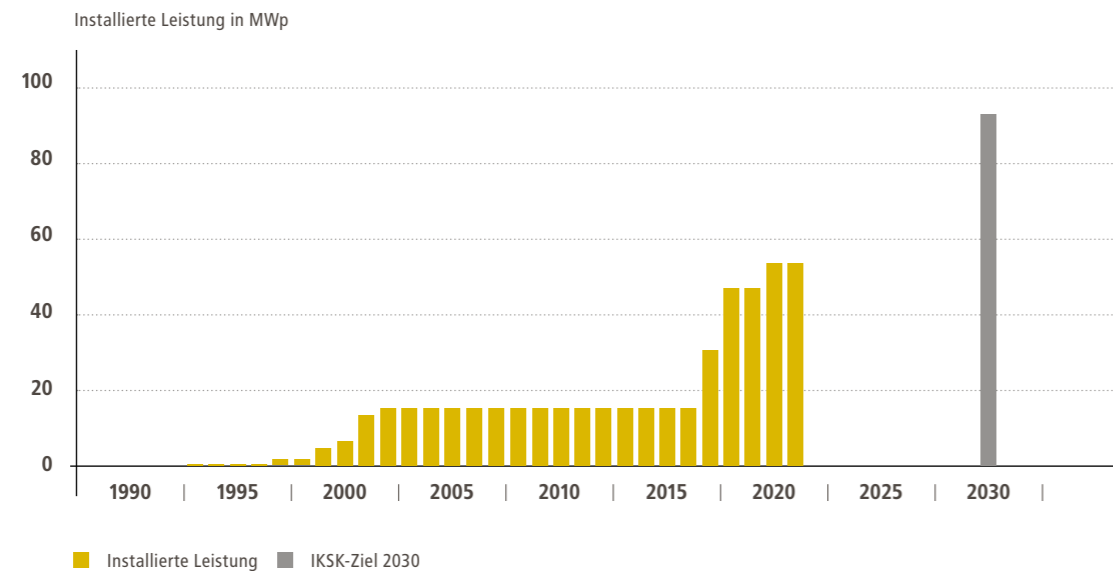
Windenergie

Eine Erhöhung des Anteils der Erneuerbare-Energie(Ee)-Erzeugung aus Windkraft, die in Deutschland noch ein enormes Potenzial besitzt, ist volkswirtschaftlich sinnvoll und klimapolitisch unverzichtbar, weil sie eine Vielzahl von Vorteilen in sich vereint. Dabei gilt u.a., dass Windenergie:

- eine lokale Ressource ist, die Energieimporte verdrängt,
- kostengünstig ist und ohne Förderbedarf,
- eine hohe regionale Wertschöpfung erzeugt,
- einen effizienten Lebenszyklus hat und eine hohe Recyclingquote ermöglicht,
- gute Optionen zur finanziellen Beteiligung der Bürgerschaft an lokalen Klimaschutzprojekten bietet.

Der derzeitige Stand des Windenergieausbaus in Aachen kann der nachfolgenden Grafik entnommen werden.

Abb. 1: Windenergieausbau in Aachen von 1990 bis 2021, außerdem das IKS-K-Ausbau-Ziel 2030



Quelle: Marktstammdatenregister Bundesnetzagentur (<https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>)

Derzeit sind in Aachen 22 Windkraftanlagen mit einer Leistung von ca. 53,6 MWp installiert. Diese Anlagen führen zu einer CO₂eq-Ersparnis von 80,1 Tsd. t pro Jahr gegenüber konventioneller Stromerzeugung.

Bei der Ermittlung des Ausbaupotenzials im IKS-K im Jahr 2019 waren 20 Anlagen mit insgesamt 47 MW Leistung installiert. Im IKS-K wurden zur Erreichung der

THG-Halbierung bis 2030 zusätzlich ca. 126 GWh/a Stromerzeugung aus Windkraftanlagen (WKA) auf dem Stadtgebiet ausgewiesen, um eine THG-Minderung von weiteren 68,6 Tsd. t CO₂eq bis 2030 zu erzielen. Dies entspricht dem Zubau einer Gesamtleistung von knapp 46 MW, bei einer Anlagenleistung von 3 MW also rund 15 WKA bis 2030.

Zwei weitere Anlagen im Münsterwald kamen seit der Analyse im Rahmen der IKS-K-Erstellung hinzu, so dass laut IKS-K-Analyse derzeit noch ein Potenzial für 39,3 MW verbliebe (entsprechend 58,8 Tsd. t CO₂eq-Ersparnis). Aktuelle technologische Entwicklungen, neue 5 MW-Klasse, die Chance auf ein Repowering des Windparks Vetschau/Butterweiden sowie die noch vorläufigen Analysen im Rahmen der Teilflächennutzungsplanung für die Windenergie geben Anlass zur Hoffnung, dass die IKS-K-Annahmen, Anlagenbestand zuzüglich Zubau auf insgesamt 93 MW, als gesamtes Potenzial der Windstromerzeugung in Aachen nicht nur eingehalten, sondern sogar übertroffen werden können.

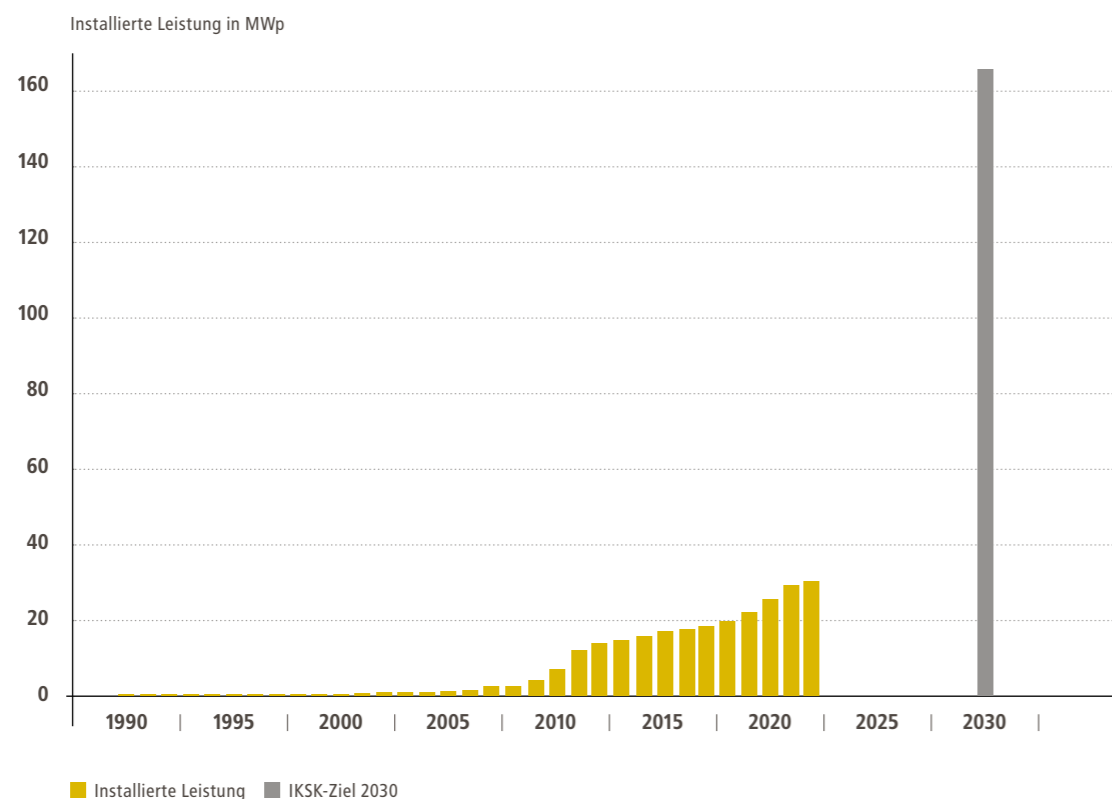
Auch wegen seines enormen Potenzials avanciert die Windkraft daher im Hinblick auf die CO₂-Restbudget-Problematik zu einer Schlüsselfrage zum Erreichen der Aachener Klimaschutzziele.

In der Nähe des Windparks Aachen Nord soll seitens der STAWAG im Gewerbegebiet Avantis ein Elektrolyseur mit einer Leistung von rund zwei Megawatt errichtet werden, der mithilfe des Windkraftstroms Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Der dort in mobilen Speichern unter Druck abgefüllte Wasserstoff wird von Zugfahrzeugen zu einer Wasserstofftankstelle transportiert. Pro Jahr will die STAWAG rund 200 Tonnen grünen Wasserstoff produzieren. Die Tankstelle soll auf dem Gelände der ASEAG eingerichtet werden, wo Brennstoffzellen-Busse mit dem grünen Wasserstoff betankt werden. Die STAWAG hat dafür einen Förderantrag beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) eingereicht und einen Zuschlag erhalten. Sie bekommt für das Projekt Fördergelder von rund 45 % der Investitionskosten.

Sonnenenergie – Dachflächen-Photovoltaik

Die Nutzung von Sonnenenergie spielt bei der Wärmewende insbesondere beim Einsatz von Wärmepumpen zur EE-Deckung des Strombedarfs eine Rolle. Im IKS-K wird die Umsetzung eines Drittels des laut Solarkataster nutzbaren Potenzials zu Grunde gelegt, nämlich die Reduktion um ca. 61 Tsd. t CO₂eq bis 2030 über PV-Technik und ca. 4,7 Tsd. t CO₂eq über Solarthermie. Zur Erreichung dieser THG-Minderung müssten bis 2030 ca. 124 GWh/a zusätzliche PV-Stromerzeugung auf dem Stadtgebiet von Aachen erreicht werden. Dazu ist eine Gesamtleistung von ca. 146 MWp erforderlich. Bei einer durchschnittlichen Modulfläche von 40 m² pro Anlage und einer durchschnittlichen Anlagenleistung von 5 kWp würde dies ca. 29.200 Anlagen entsprechen, die bis 2030 auf dem Stadtgebiet errichtet werden müssten – also einem Ausbau von 2.920 Anlagen pro Jahr. Die Stadt stellt mit dem Solarförderprogramm seit September 2020 10 % der Gesamtsumme zur Finanzierung dieses Ausbauzieles für PV und Solarthermie zur Verfügung. Der Anlagenzubau steigt seitdem an, hat aber noch nicht das angestrebte Ausmaß erreicht.

Abb. 2: PV-Ausbau in Aachen von 1990 bis 2022, außerdem das IKSK-Ausbau-Ziel 2030



Quelle: Marktstammdatenregister Bundesnetzagentur (<https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>)

Abbildung 2 stellt den PV-Ausbau in Aachen in den Jahren 1990 bis 2022 dar. Derzeit sind gut 30 MWp PV-Anlagenleistung in Aachen installiert. Über das Solarförderprogramm der Stadt Aachen wurden im ersten Quartal des Jahres 2022 für 169 PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 1,34 MWp Förderzusagen erteilt. Diese werden in Abbildung 2 noch nicht dargestellt.

Zum Erreichen einer THG-Emissionshalbierung bis 2030 wird im IKSK ein (zum Zeitpunkt der IKSK-Erstellung 2018) noch zu erschließendes Potenzial von 146 MWp Leistung bzw. 124 GWh solarbasiertem Strom zu Grunde gelegt. Seit dieser Analyse (Stand 2018: 19,73 MWp) kamen bis Anfang 2022 (30,71 MWp) durch neue PV-Anlagen lediglich 11 MWp Leistung hinzu. Um das Ausbauziel laut IKSK zu erreichen, dass noch nicht erschlossene Potenzial von rund 135 MWp zu erschließen, muss der Anlagenzubau also massiv beschleunigt werden.

Um das noch verbleibende Potenzial gemäß IKSK zu mobilisieren, sind insbesondere Unterstützungsangebote für Eigentümer*innen von Mietobjekten zu entwickeln sowie für Eigentümer*innen von Gewerbeimmobilien mit großen Dachflächen. Zudem müssen Installationsbetriebe, z.B. durch Ausbildungsini-

tiativen unterstützt werden, um personellen Engpässen vorzubeugen. Weitere Potenziale könnten durch einen weniger restriktiven Umgang im Denkmalbereich aktiviert werden.

Unter Verfolgung der Null-Emissionsstrategie müsste über eine Mobilisierung eines größeren Anteils des Solarpotenzials als gemäß IKSK, nicht nur ein Drittel vom theoretischen Potenzial, nachgedacht werden. In Aachen entspricht das maximale PV-Potenzial auf Dachflächen gemäß Solardachkataster ca. 437 MW Leistung. Da aber bereits der Anlagenzubau, der zur IKSK-Umsetzung verfolgt wird, viel zu schleppend ist, ist eine weitere Steigerung als höchst ambitioniert zu werten.

Freiflächen- und Agri-Photovoltaik

Im Projekt „regionaler Dialog Energiewende (render)“ wurden im Zeitraum von 2014 bis 2018 Potenziale für den Ausbau erneuerbarer Energien in der StädteRegion Aachen ermittelt, davon für das Stadtgebiet Aachen u.a. eine theoretische Leistung von 147 MWp als Potenzial für Freiflächen-PV-Anlagen. Im Folgenden sind die theoretischen Potenziale, die im Projekt render ermittelt wurden, für die Stadt Aachen nach Teilräumen differenziert aufgeführt:

Randstreifen Autobahn:	83 MWp
Randstreifen Gleis:	43 MWp
Parkplätze:	15 MWp
Halden (Nordraum):	1,4 MWp
Steinbrüche (Südraum):	3,7 MWp

Aufgrund der Vorgaben des Landes NRW bzw. der Bezirksregierung wurden im Projekt render nur ca. 4,1 MWp des genannten theoretischen Potenzials als bis 2030 realistisch umsetzbar angenommen.

Für die Errichtung einer Anlage müssen die Eigentümer*innen der jeweiligen Fläche zustimmen und ihre Fläche für diesen Zweck z.B. verpachten.

Voraussetzung für die Realisierung von Freiflächen- und Agri-PV-Projekten ist die Schaffung eines verlässlichen Genehmigungs-, Förderungs- und Handlungsrahmens. Bis dato ist dies in Aachen nicht gegeben. Wenn dieser Handlungsrahmen vorliegt, müssen entsprechende Pilot-Flächen identifiziert werden. Erst danach können Freiflächen- und Agri-PV-Projekte in Aachen gestartet werden. Dazu ist eine aktive Kommunikation mit den Flächeneigentümer*innen bzw. den Landwirten erforderlich.

Daher können aktuell keine belastbaren Zeiträume für die Realisierung solcher Projekte genannt werden. Ansatzpunkte könnten sich künftig aus Recherchen zu anderenorts realisierten oder geplanten Projekten ergeben, wenn diese vergleichbare Rahmenbedingungen aufweisen.

Engagement im Bereich EE-Erzeugung aus Wind und Sonne seitens der STAWAG außerhalb des Stadtgebietes

Die STAWAG hat 2003 die STAWAG Energie GmbH mit dem Ziel gegründet, den Ausbau der Erneuerbaren Energien deutschlandweit voranzutreiben. Die STAWAG Energie ist in den Bereichen Windenergie und Photovoltaik aktiv. Die Gesellschaft bildet dabei die komplette Wertschöpfungskette von der Auswahl geeigneter Standorte, über Planung, Entwicklung bis hin zu Bau und Betriebsführung ab. Mittlerweile betreibt die STAWAG Energie ein Portfolio von Windenergie- und PV-Anlagen überwiegend außerhalb von Aachen, die in Summe etwa 550 GWh/a produzieren und somit rechnerisch alle Aachener Privat- und Kleingewerbekunden versorgen. Die STAWAG Energie hat sich das Ziel gesetzt, bis 2030 1 TWh/a produzieren zu können. Dieses Ziel entspricht dem heutigen Strombedarf der gesamten Stadt Aachen.

2021 hat die STAWAG Energie eine 100%ige Tochtergesellschaft in den Niederlanden gegründet, um auch westlich von Aachen Windenergie- und PV-Projekte zu entwickeln.

3.1.2 Umstellung der direkten Wärmeversorgung

Die Umstellung der Wärmeversorgung, sowohl des Fernwärmenetzes als auch der dezentralen Versorgung, stellen große Herausforderungen dar. Derzeit wird die Fernwärme hauptsächlich aus Abwärme des Braunkohlekraftwerks Weisweiler gespeist. Die STAWAG arbeitet an der Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung. Dabei wird die Umstellung auf Erneuerbare Energien zudem mit einer Absenkung des Temperaturniveaus einhergehen müssen. Drei wesentliche Elemente, Kraft-Wärme-Kopplung, Tiefengeothermie und Müllverbrennungsanlage (MVA) Weisweiler, sollen aus Sicht der STAWAG zur Umstellung auf eine klimaneutrale Wärmeversorgung beitragen.

Fernwärmenetz

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Die Fernwärme (320 GWh, Höchstlast 115 MW), die derzeit noch vom Braunkohlekraftwerk Weisweiler ausgekoppelt wird, muss bis zur Stilllegung der letzten Kraftwerksblöcke im Jahr 2029 komplett umgestellt werden. Das Kraftwerk liefert rund 90 % der Wärme im Fernwärmenetz. Zur Umstellung sind bereits erste Schritte in die Wege geleitet worden: Bereits seit 2019 befindet sich die 10 MW KWK-Anlage auf dem Campus Melaten in Betrieb. Eine weitere Anlage am Schwarzen Weg mit 22 MW befindet sich im Bau und wird im September 2022 in Betrieb genommen. Beide Anlagen ließen sich bereits heute schon mit Bioerdgas betreiben, sofern dieses in ausreichender Menge und zu marktfähigen Preisen verfügbar wäre.

Tiefengeothermie

Für kaum eine andere deutsche Großstadt hat Geothermie eine so große historische Bedeutung wie für Aachen. Name, Geschichte und Wohlstand der Stadt

Aachen sind eng mit der Wärme aus der Erde verbunden und seit 2000 Jahren wird Geothermie im Stadtgebiet aktiv genutzt.

Im Rheinischen Revier befindet sich das größte hydrothermale Reservoir in Europa: die Massen- und Riffkalke des Devon und des Unterkarbon. Über viele Tiefbohrungen in Belgien und in den Niederlanden werden diese Gesteine bereits für energetische Zwecke genutzt. Fernwärmenetze, Gewächshäuser, Industriebetriebe, Kühlhäuser und Thermalbäder profitieren dort von klimafreundlicher Energie aus thermalwasserführenden Schichten. In Aachen waren es die Römer, die um 64 n. Chr. das erste geothermische Nahwärmenetz an den heißen Quellen errichteten. Im Mittelalter und der Neuzeit kamen die Tuchherstellung und die Bäderwirtschaft hinzu. Das Potenzial zur Erzeugung von Wärme aus Tiefengeothermie bis zu 4.000 m Tiefe für die Quartiersversorgung und für industrielle Prozesswärme beträgt für Aachen mehrere 100 MW.

Das Fraunhofer IEG richtet ab 2022 am Braunkohlekraftwerk Weisweiler ein Reallabor für Georessourcen ein. Die Technologieentwicklung am Fraunhofer-Forschungskraftwerk dient der KWK-basierten Erzeugung von Strom und Wärme aus Tiefengeothermie und mittels Hochtemperaturwärmepumpen. Hier bestehen Optionen zur Einkopplung von Wärme in das Aachener Fernwärmenetz. Im Sommer 2022 wird dazu die erste 1.500 m tiefe Erkundungsbohrung niedergebracht. Neben der Energiegewinnung werden hier Technologien zur Abscheidung (Direct-Air-Capture, DAC) und Speicherung (Mineralisation) von CO₂ entwickelt. Hierfür sind Investitionen in Höhe von ca. 100 Mio. EUR geplant. Der erste Bauabschnitt für 6,5 Mio. EUR beginnt in 2022.

Im Stadtteil Burtscheid wird bereits eine natürliche Thermalquelle zur Versorgung einer Klinik und diverser Wohn- und Bürogebäude genutzt (rund 4,8 Mio. kWh Wärme/a). Aufgrund dieser geologischen Bedingungen in der Aachener Innenstadt wird ein großes geothermisches Potenzial östlich von Aachen erwartet. Dieses Tiefengeothermiepotenzial muss weiter erkundet werden, um ein Untergrundmodell zu erstellen und die für eine tiefengeothermale Förderung geeigneten Bereiche ausfindig zu machen. Dafür hat die STAWAG zusammen mit dem Fraunhofer IEG einen Förderantrag zur seismischen Erkundung des Untergrunds und einer Probebohrung gestellt. Die Bewilligung von Fördermitteln ist für die Umsetzung des Projekts essenziell, da die STAWAG als Unternehmen nicht das komplette Fündigkeitsrisiko ohne eine verlässliche Datengrundlage tragen kann. Die geothermische Wärme könnte dann ganzjährig in das Fernwärmenetz der Stadt Aachen eingespeist werden und hat das Potenzial ein tragender Pfeiler der erneuerbaren Wärmeerzeugung zu werden. Auch Genehmigungen für die Durchführung der seismischen Untersuchungen sind hier noch erforderlich.

Müllverbrennungsanlage (MVA) Weisweiler, Solarthermie und Hochtemperaturwärmepumpen

Die MVA Weisweiler befindet sich seit vielen Jahren im Betrieb. Sie verbrennt Hausmüll aus der Stadt Aachen und Umgebung. Eine Nutzung der Abwärme stellt insbesondere eine technisch und wirtschaftlich kalkulierbare Lösung dar. Zudem wäre sie sofort verfügbar und unterliegt somit geringen Realisierungs-

risiken. Über die Auskopplung der Abwärme aus der MVA Weisweiler in das Fernwärmenetz der STAWAG wird derzeit verhandelt. Dieses dritte Element wird zudem den Einsatz von Solarthermie und Hochtemperaturwärmepumpen beinhalten.

Dezentrale Wärmeversorgung

Eine klimaneutrale Option stellt die oberflächen- und mitteltiefe Geothermie dar. Gemäß der Potenzialkarte des Geologischen Dienstes NRW bietet sich nahezu das gesamte Stadtgebiet von Aachen außerhalb der Heilquellen- und Trinkwasserschutzonen für die Nutzung von Erdwärme zwischen 50 m und 2.000 m in Kombination mit Wärmepumpen an. In vielen Neubaugebieten Aachens gehört Geothermie deshalb bereits zur Standardtechnologie der Wärmeversorgung. Geothermische Nahwärmenetze zur Quartiersversorgung sind u.a. geplant am Campus West und lassen sich in den Randbezirken sowie zur Klimatisierung von innerstädtischen Großobjekten weiter ausbauen.

In der dezentralen Wärmeversorgung arbeitet die STAWAG ebenfalls an der Umstellung auf Erneuerbare Energien. So werden bereits heute 6 Nahwärmenetze mit bioerdgasbetriebenen **BHKW** beheizt.

Außerdem wurde eine Machbarkeitsstudie zur **solarthermischen Versorgung** in Walheim bereits abgeschlossen. Zur Speicherung der erzeugten Wärmeenergie ist ein Langzeiterdwärmespeicher im ehemaligen Kalksteinbruch geplant. Zur Verteilung soll ein Nahwärmenetz gebaut werden. Für dieses Projekt stehen noch die nötigen Fördermittel aus und die Genehmigung der Anlage muss hierfür – unter Einhaltung nötiger Schutzmaßnahmen – ermöglicht werden.

Grubenwassernutzung

Nach dem Vorbild der niederländischen Nachbarstadt Heerlen soll im Stadtteil Richterich („Richtericher Dell“) warmes Grubenwasser aus einem ehemaligen Steinkohlenbergwerk (Grube Laurweg) für die Quartiersversorgung nutzbar gemacht werden. Auch das Energetikon in Alsdorf nutzt Wärme aus ehemaligen Bergbauschächten. Daraus ergeben sich vielfältige Optionen für andere Quartiere in dem vom Bergbau geprägten Aachener Norden mit ca. 20 ehemaligen Zechen im ehemaligen Wurmrevier. Die STAWAG erstellt momentan eine Machbarkeitsstudie zur Wärmeerzeugung mittels stillgelegter, unterirdischer Bergwerksgruben im Raum Richterich.

Nicht zuletzt prüft die STAWAG den Einsatz von **Power-to-Heat Anlagen** zwecks Spitzenlastabdeckung. Weitere Potenziale zur Nutzung vorhandener Wärme wie industrielle Abwärme oder Kanalwärme (z.B. im Eingangsbereich der Abwasserreinigungsanlage Soers) werden ebenfalls untersucht.

3.1.3 CO₂-Abscheidung

Um Klimaneutralität für die Stadt Aachen zu erreichen, müssen die Treibhausgasemissionen der Stadt, bilanztechnisch als CO₂ erfasst, auf netto Null reduziert werden. Netto-Null-CO₂-Emissionen werden neben Emissionsvermeidung erreicht, wenn die anthropogenen CO₂-Emissionen an die Atmosphäre durch die gleiche Menge an CO₂-Emissionen, welche aus der Atmosphäre abgeschieden werden, ausgeglichen werden. Die folgenden Erläuterungen sollen zu diesem Aspekt eine Orientierung liefern.

Grundsätzlich sollte die Entstehung von CO₂ durch Dekarbonisierung im Wärmesektor vermieden werden. Es gibt jedoch Prozesse, bei denen die Entstehung von CO₂ heutzutage noch nicht vermieden werden kann (z.B. Müllverbrennung zur Müllbeseitigung und gleichzeitigen Wärmeerzeugung). Außerdem gibt es Bereiche der Wärmeversorgung, deren Umstellung auf CO₂-neutrale Technologien technisch herausfordernd ist, z.B. Bestandsimmobilien im Innenstadtbereich, die bisher auf Basis von Erdgas mit Wärme versorgt werden. Um zu verhindern, dass das aus diesen Bereichen entstehende CO₂ langfristig in der Atmosphäre verbleibt, muss es entweder direkt im Prozess (z.B. bei der Müllverbrennung) oder anschließend aus der Atmosphäre (z.B. bei dezentraler Erdgasverbrennung zur Wärmeerzeugung) abgeschieden werden. Die Abscheidung aus der Atmosphäre kann dabei sowohl auf natürlichem Wege als auch durch technische Lösungen erfolgen.

Auf natürlichem Wege wird CO₂ aus der Atmosphäre durch Photosynthese in Biomasse umgewandelt. Der natürliche Abscheidungsprozess ist dabei kostengünstig, dezentral und ohne großen anthropogenen Energieaufwand umsetzbar. Allerdings müssen für die Biomasse Landflächen eingeplant werden, welche im urbanen Raum der Stadt Aachen nur begrenzt zur Verfügung stehen. Zudem ist die Wachstumsphase zu lange, als dass sie rechtzeitig den notwendigen CO₂-mindernden Effekt auslösen könnte.

Durch **technische Lösungen zur Abscheidung** kann CO₂ sowohl dezentral aus der Atmosphäre als auch von CO₂-Punktquellen abgeschieden werden. Die CO₂-Abscheidung aus der Atmosphäre, unabhängig von CO₂-Punktquellen, bezeichnet man als Direct Air Capture (DAC). Die DAC-Anlagen benötigen dazu jedoch große Mengen an Energie, sind kostenintensiv und eher nicht für den Anwendungsfall auf kommunaler Ebene geeignet.

Andere technologische Lösungen der CO₂-Abscheidung bieten die Möglichkeit CO₂ direkt an der CO₂-Punktquelle abzuscheiden, beispielsweise an großen Kraftwerken, BHKWs oder der Müllverbrennungsanlage. Die direkte Abscheidung an CO₂-Punktquellen ist dabei gegenüber DAC sowohl energetisch als auch ökonomisch zu bevorzugen, sofern dies technisch machbar ist. Die Technologien

zur direkten Abscheidung an CO₂-Punktquellen teilen sich dabei in die drei Bereiche Post Combustion Carbon Capture (PCCC), Pre Combustion Carbon Capture und Oxyfuel Combustion auf. Im Folgenden wird der Fokus auf die PCCC-Technologie gelegt, da diese Technologie verhältnismäßig einfach und kurzfristig an bestehenden Anlagen – auch in der kommunalen Zuständigkeit – nachgerüstet werden kann und damit keinen kompletten Austausch bestehender Anlagen erfordert.

Mit Hilfe der PCCC-Technologie lässt sich CO₂ aus Prozessabgasen abtrennen. Durch stetige technologische Entwicklung konnten die Kosten und der Energiebedarf der PCCC-Technologie signifikant reduziert werden, wodurch CO₂-Abscheidung bei Kosten von weniger als 40 € pro Tonne CO₂ möglich ist. PCCC-Technologien sind insbesondere für größere CO₂-Punktquellen sinnvoll und können beispielsweise an bestehenden BHKWs auf dem Stadtgebiet oder an der MVA Weisweiler nachgerüstet werden.

Um zu verhindern, dass das abgeschiedene CO₂ wieder in die Atmosphäre gelangt, gibt es verschiedene **Speichermethoden**. CO₂ kann biologisch in Form von Biomasse oder geologisch in unterirdischen Gesteinsformationen gespeichert werden. Dies bezeichnet man als Carbon Capture and Storage (CCS). Alternativ besteht die Möglichkeit, den im CO₂ gebundenen Kohlenstoff wieder nutzbar zu machen und damit den Kohlenstoffkreislauf zu schließen (Carbon Capture and Utilization (CCU)). Die biologische Speicherung in Form von Biomasse – Aufforstung, Humusaufbau, Einlagerung von Pflanzenkohle – ist kosteneffizient und kann beispielsweise durch die Schaffung von natürlichen Grünflächen bei gleichzeitiger Förderung der Biodiversität erfolgen, was erfahrungsgemäß eine hohe gesellschaftliche Akzeptanz erfährt. Allerdings werden für den Anbau der Biomasse große Flächen benötigt, die dann anderweitig nicht mehr zur Verfügung stehen. Diese Option scheidet damit für die Stadt Aachen mit ohnehin bereits hohen Konkurrenzen um die verfügbaren Flächen quasi aus. Die Alternative zur biologischen Speicherung ist die geologische Speicherung des CO₂. In der Stadt Aachen gibt es aktuell keine konkreten Pläne für eine solche Speicherung. Allerdings gibt es europaweit bereits einige Speichermöglichkeiten und mit dem Aufbau einer CO₂-Transportinfrastruktur, insbesondere im Rhein-Ruhr-Gebiet, wurde bereits begonnen. Ein Anschluss der Stadt Aachen an diese Infrastruktur wäre voraussichtlich mit hohen Kosten verbunden, die beispielsweise durch den Bau einer Pipeline verursacht werden. Darüber hinaus mangelt es erfahrungsgemäß an gesellschaftlicher Akzeptanz für geologische CO₂-Speicherung.

Eine Alternative zur CO₂-Speicherung stellt die CO₂-Nutzung dar, indem dieses in chemischen Produktionsprozessen eingesetzt wird (CCU-Technologien), z.B. zur Herstellung von Chemikalien, von Treibstoffen oder Baustoffen. Mit Hilfe von CCU lässt sich vollständige Klimaneutralität nur dann erreichen, wenn die gesamte Wertschöpfungskette und die Energiebedarfsdeckung klimaneutral

sind. Dies ist eher das Handlungsfeld eines Industriezweiges, der in Aachen nicht ansässig ist.

Aktuelle Forschungsergebnisse weisen darauf hin, dass menschliche Aktivitäten zunächst weitgehend dekarbonisiert werden sollten, um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. CO₂-Abscheidung sollte langfristig nur für schwer zu vermeidende Emissionen aus Industrie und Landwirtschaft eingesetzt werden. Zur Erreichung der Klimaneutralität der Stadt Aachen bis 2030 spielt die CO₂-Abscheidung voraussichtlich eine untergeordnete Rolle, da noch viel Entwicklungsbedarf und eine signifikante Senkung der Kosten notwendig sind.

3.1.4 Systematische Verknüpfung der Erzeugungstechniken

Nur ein Mix aus den aufgeführten unterschiedlichen zentralisierten Technologien und weiterer, dezentraler Energieerzeugung, -wandlung und -speicherung sowie Koordinationsmechanismen mit einer sektorübergreifenden Interaktion werden eine klimafreundliche, sichere und wettbewerbsfähige Energieversorgung ermöglichen. Dazu müssen die passenden Rahmenbedingungen und Leitplanungen abgestimmt werden, die die verschiedenen Akteure – von den privaten Haushalten bis zu den Unternehmen – dazu ermutigen, den größtmöglichen Beitrag zur Wärmewende zu leisten. Wichtiger Baustein ist hierfür die Aachener Wärmeleitplanung, auf Basis derer Maßnahmen koordiniert und mit dem Beratungsangebot verknüpft werden sollen. Die wissenschaftlichen Partner (Fraunhofer IEG, ERC, LTT, GIA, FH) verfügen hier bereits über die geeigneten modernen Simulationswerkzeuge als Grundlage für weitere Planungsprozesse. Die BMBF-finanzierte open-source Technologieplattform „Open-District-Hub“ des Fraunhofer IEG-Standort Jülich ist ein Beispiel der unterschiedlichen Werkzeuge, um die politischen Ziele und die individuellen Planungen der Endnutzer in Konvergenz zu bringen und Planungsgesellschaften bei der Umsetzung passend unterstützen zu können. Den wichtigen Schritt von der Simulation hin zur Analyse des Betriebs realer Komponenten leistet das aus Mitteln des Landes NRW und des EFRE geförderte Forschungsinfrastrukturprojekt Urban Energy Lab 4.0 an der RWTH Aachen. Die hochvernetzte Infrastruktur ermöglicht es, das vernetzte urbane Energiesystem unter kontrollierbaren Laborrandbedingungen genau analysieren zu können.

Nur über die integrale Planung können nachhaltige und wirtschaftliche Kombinationen aus Sanierungsmaßnahmen, dezentralen Maßnahmen und grünen Lösungen für die zentrale leitungsgebundene Energieversorgung gefunden werden. Für die Umstellung auf grüne Energieträger sind die Verteilnetze von entsprechender Relevanz.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wesentlichen Themen bzw. Aufgaben zur Transformation der Energieerzeugung zusammengefasst.

Tabelle 1: Übersicht der Themen in Kap. 3.1, Energieerzeugung

MASSNAHME	SACHSTAND	BEDARF
Ausbau der Windenergie auf Stadtgebiet Aachen	Planungen im Gange	Planungsgrundlage konkretisieren
Ausbau PV-Freiflächen auf dem Stadtgebiet	Potenziale aus render; in Klärung betr. Landschaftsschutz u.a.	Potenziale schärfen, potenzielle Akteure mobilisieren
PV-Dachanlagen	Förderprogramm, Kampagne; Anlagen auf kommunalen Gebäuden in Planung/Ausführung	Weitere unterstützende Angebote, z.B. Mieterstrom, Plang./Anmeldg. für Gewerbe
Ersatz für Weisweiler-FW-Auskopplung:		
Tiefengeothermie	In Planung und Förderung beantragt	Fördermittel, Genehmigungen erforderlich
Einspeisung aus KWK-Anlagen	In Teilen Erdgas-BHKWs (Melaten, Schwarzer Weg Ende 2022, weitere in Plang.)	Umbau Brennstoff Erdgas (s.a. Bereich Verteilung, Gas allg.)
Auskopplung aus der MVA Weisweiler		Nutzung der dort verfügbaren Wärme
Industrielle Abwärmenutzung	Noch nicht strukturiert über die Gesamtstadt betrachtet worden	Systematische Untersuchung des Potenzials
Solarthermische Fernwärme	Wurde schon einmal geprüft, verfügbare Flächen sind knapp und möglichst effizient zu nutzen	Potenzialbetrachtung sinnvoll, aber Priorität geringer aufgrund der Flächenkonkurrenz
Grubenwasserwärme	Option Richterich in Prüfung	Strategische Entscheidung, ob weitere untertägige Speicher geprüft werden sollten
Thermalwasser	z.T. in Nutzung, Teilstudien für Nahbereiche, Potenzial eher gering und nur lokal	Vorzeige-/Demoprojekt
Kanalwärme	JvG-Str./Wiesental läuft gut; nur als lokale Lösung, wenn Angebot und Bedarf passen	Potenzial u. Machbarkeit am Eingangsbereich der Abwasserreinigungsanlage ARA Soers prüfen
Wasserstoffherzeugung, PowerTo Heat	Projekt in Arbeit	Ggf. Weiterentwicklung
Brennstoffzellen		Priorität 2, weil zuerst Brennstoffklärung strategisch sinnvoll
Nutzung von Bioenergie: Biomüll, Altholz/-pellets, Biogas aus landwirtschaftlichen Anlagen	Letzte Biomassepotenzial-Studie 1998. Altprojekt Vossenack unwirt.; Diverse Holzabfälle werden v. Stadtbetrieb gesammelt	Talkesselproblem mit Feinstaub; Verbrennung von Biomasse nicht zielführend (klimaneutral nur bei Abscheidung)
CO ₂ -Abscheidung (CCS u.a.)		Pilot Biomasse-Speicher BECCS
Systemat. Verknüpfung der Erzeugungstechniken		Optionen nebeneinanderstellen, abwägen, priorisieren ► Strategie entwickeln

3.2 Energieverteilung

Bei der Umstellung auf eine klimaneutrale Stadt sind diverse Aspekte der Energieverteilung in den Fokus zu nehmen. Zentrale Herausforderungen sind die bestehenden Verteilnetze Gas, Fern- und Nahwärme, die Ertüchtigung des Stromnetzes mit zunehmendem Ausbau der Stromerzeugung aus Erneuerbaren sowie der Bereich der Speicherung.

3.2.1 Umstellung des Erdgasnetzes

Die Frage, welche Perspektive zukünftig Erdgasnetze haben, wurde bereits vor Kriegsbeginn in der Ukraine intensiv diskutiert. Heute macht Erdgas einen großen Teil der Wärmeversorgung in Deutschland und auch in der Städtereion aus. Aktuelle Entwicklungen zeigen jedoch, dass konventionelles Erdgas in der Wärmeversorgung zukünftig deutlich an Stellenwert verlieren wird. Dabei bestehen vor allem die planerischen Herausforderungen:

- dass, so lange Kunden an die aktuelle Gasnetzinfrastruktur angeschlossen sind, diese weiter sicher und zuverlässig betrieben und bewirtschaftet werden muss. Des Weiteren wird eine angemessene Erneuerung im Rahmen neuer technischer Anforderungen (z.B. H2-Readiness) erforderlich sein.
- dass der Gebäudesektor grundsätzlich träge im Erreichen der Klimaziele ist. Entsprechende Gebäudesanierungen, um bspw. alternative, grüne Heiztechnologien einsetzen zu können, werden nur langsam umgesetzt.
- dass Gebiete zu identifizieren sind, in denen zukünftig das Netz weiter zur Verteilung von grünen Gasen benötigt wird und das Netz dort heute schon auf diesen Anwendungsfall vorzubereiten ist.

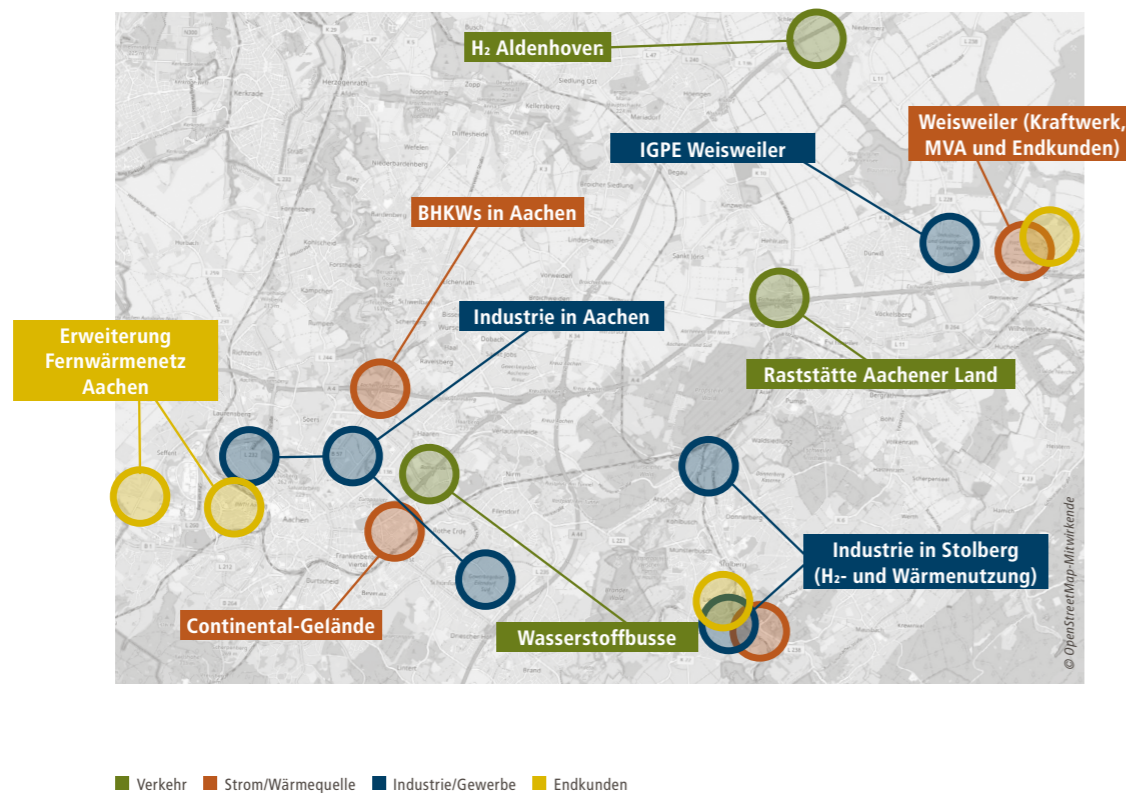
Regionetz hat daher eine Vielzahl von Aktivitäten gestartet, um diese Herausforderungen aktiv anzugehen und sich auf die zukünftige Wärmeversorgung vorzubereiten. Dafür stehen unterschiedliche technische Lösungen zur Verfügung, insbesondere:

- die Elektrifizierung des Gebäudesektors (Wärmepumpen)
- der Ausbau von leitungsgebundener Wärmeversorgung wie Fern- oder Nahwärmelösungen und
- die Nutzung von grünen Gasen, z.B. Wasserstoff (H2)

Jede der aufgeführten Lösungen besitzt – je nach Region, Infrastruktur und Anwendungsfall – Stärken und Schwächen. Daher ist die aktuelle Aufgabe, in Abstimmung mit Kommune, STAWAG und weiteren Partnern, das jeweilige Optimum aller Alternativen zu finden, entsprechende Zielnetzkonzepte zu erstellen und die Netze spartenübergreifend dahin zu entwickeln. Einen hohen Stellenwert hat hierbei die Sektorenkopplung mit dem Stromnetz, wodurch die Gasinfrastruktur eine wichtige Funktion im Rahmen des steigenden Anteils an Erneuerbaren Energien innehat, insbesondere durch ihr Potenzial zur Energiespeicherung.

Für die Beantwortung der Frage, in welchen Gebieten Wasserstoff zukünftig eine entscheidende Rolle spielen kann, wurden erste Potenzialuntersuchungen im Regionetz-Gebiet durchgeführt. Schon einige Kunden aus der Industrie haben in dem Zusammenhang bereits Projekte zur Wasserstoffherzeugung gestartet oder großes Interesse an dem künftigen Bezug von Wasserstoff gezeigt. Die folgende Karte zeigt Potenzialgebiete, die entsprechend den Farben nach Wasserstoffanwendungen sowie weiteren Energieträgern im Wärmesektor (bspw. Fernwärme) unterteilt sind.

Abb. 3: Wasserstoffpotenzialgebiete im Versorgungsgebiet der Regionetz GmbH



Quelle: Regionetz

Bei neuen erdgasgetriebenen Projekten ist die Realisierung von der Frage abhängig, ob zukünftig eine Weiternutzung mit grünen Gasen erfolgen kann. Neubau oder Erneuerungen sollen dafür nur noch mit H₂-fähigen Betriebsmitteln in diesen Gebieten erfolgen. Um der Frage zu begegnen, wo zukünftig die notwendigen Wasserstoffmengen zur Verfügung stehen, pflegt die Regionetz einen engen Austausch mit Gasfernnetzbetreibern, welche aktuell einen deutschlandweiten H₂-Backbone umsetzen oder mit potenziellen lokalen Wasserstoff-Erzeugern (bspw. mittels Elektrolyse). Gleichzeitig wird in Zusammen-

arbeit mit Industrie und Forschung die Umsetzbarkeit bewertet, beispielsweise im Projekt „Grüne Talachse Stolberg“ oder „Zukunftscluster Wasserstoff“ der RWTH Aachen. Außerdem ist entscheidend, wie die künftigen Kundenbedarfe aussehen und welche regulatorischen Vorgaben weitere Rahmenbedingungen beschreiben.

Zur Klärung dieser Fragen und zum Aufbau einer Wasserstoff-Expertise hat die Regionetz ein internes Projekt aufgesetzt.

3.2.2 Ausbau des Fernwärmenetzes

Die Fernwärme in Aachen wird seit der Fernwärmeauskopplung der Abwärme aus dem Kraftwerk in Weisweiler Mitte der 90er Jahre schwerpunktmäßig im Innenstadtbereich von Aachen ausgebaut. Im Jahr 2021 wurden über 277 GWh Wärme im Fernwärmenetz der STAWAG verkauft, was bei einem Wärmeäquivalent von 15.600 kWh/a und Haushalt einer Versorgung von über 17.500 versorgten Haushalten entspricht. Da die Aachener Fernwärme nach wie vor ein sehr gutes Mittel ist, die lokalen Emissionen zu senken, baut die STAWAG ihr Netz zur Wärmeversorgung weiter aus. Sie startete im Herbst 2021 ein Strategieprojekt zur Erzeugung nachhaltiger Fernwärme und begann einen erheblichen Netzausbau in Aachen. Ziel ist, die Versorgung bis 2030 um über 100 GWh/a zu erhöhen und damit bis zu 6.500 Haushalte auf grüne, nachhaltige Wärmeerzeugungsformen umzubauen.

Die Nahwärmenetze sind sukzessive auf Anbindung an das Fernwärmenetz zu prüfen. Die STAWAG prüft daher, ob und wenn ja, wie die Nahwärmenetze im Brander Feld und in Schloss Rahe an das Fernwärmenetz der Stadt Aachen angeschlossen werden können. Damit könnten das Potenzial des Anschlussgebiets ausgebaut und periphere Stadtteile zukünftig mit höherem Ausbaupotenzial versorgt werden.

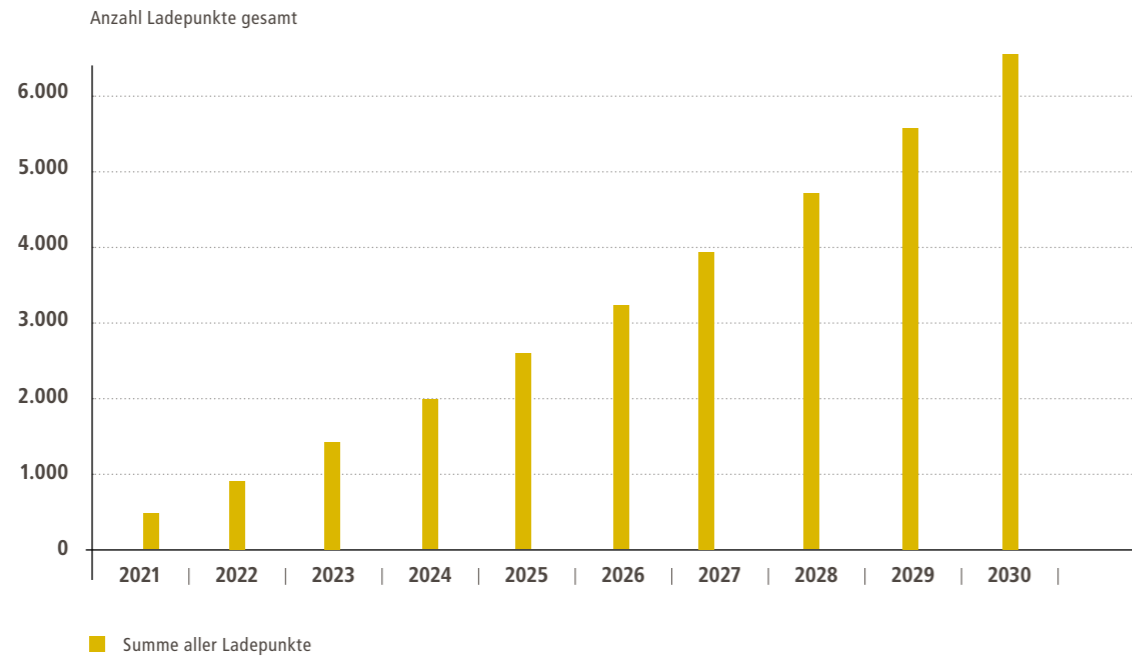
3.2.3 Stromnetzertüchtigung

Diese erfolgt sukzessive im Zuge der Bedarfsentwicklung, z.B. durch den Ausbau der Elektromobilität und der Einspeisung von EE-Anlagen.

Im Bereich Elektromobilität gab es bereits in den vergangenen Jahren einen starken Hochlauf an Ladepunkten im gesamten Netzgebiet der Regionetz. Eine mit EWW und STAWAG erarbeitete Entwicklungsprognose bis 2030 zeigt, dass mit einer Vervielfältigung der vorhandenen Ladeinfrastruktur zu rechnen ist; die Steigerungsrate liegt bei über 1.300 % im Jahr 2030 gegenüber 2021.

(Die aufgezeigten Stückzahlen sind dabei jeweils zu etwa 50 % dem B2C-Sektor, zu 30 % dem B2B-Sektor und zu 20 % dem (halb-)öffentlichen Sektor zuzurechnen.)

Abb. 4: Prognose „Zuwachs Ladeinfrastruktur 2021 bis 2030 bei EWW und STAWAG im Versorgungsgebiet der Regionetz“



Quelle: Regionetz

Um den damit verbundenen Anforderungen Rechnung zu tragen, wurde bereits im Projekt ALigN (Ausbau von Ladeinfrastruktur durch gezielte Netzunterstützung, Projektleitung bei der Stadt Aachen) ein starker Fokus auf die Entwicklung eines Lastmanagements gelegt, das – ggf. unter Einbindung Dritter (bspw. CPO-Backends) – eine netzdienliche Steuerung der Ladeinfrastruktur ermöglicht. Darüber hinaus engagieren sich STAWAG und Regionetz in einer Initiative zur bidirektionalen Ladung von Elektrofahrzeugen, was auch die Nutzung von (Fahrzeug-)Batterien zur Netzstützung umfasst.

Die STAWAG plant den weiteren Ausbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur in enger Abstimmung mit der Stadt Aachen. Dabei sieht sie AC-Ladeinfrastruktur (Ladepunkte bis 22 kW Leistung) vor allem in Bereichen mit Mehrfamilienhäusern vor, deren Bewohner nicht zwingend eigene Stellplätze mit der Möglichkeit, zu laden, haben. DC-Ladeinfrastruktur mit einer Ladeleistung von 50 bis 150 kW pro Ladepunkt eignet sich für Standorte mit einer Aufenthaltsdauer von einer halben bis zu einer Stunde, wie z.B. bei Einkaufszentren und Supermärkten. Zudem plant die STAWAG die Errichtung mehrerer HPC-Standorte (High Power Charging ab 150 kW Leistung pro Ladepunkt), an denen Elektroautos in kurzer Zeit laden können. Alle drei Ladearten stellen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Netze.

3.2.4 Speicher

Elektromobilität ist eine Option, notwendige kurzzeitige Speicherkapazitäten für eine zuverlässige Bereitstellung von erneuerbarer Wärme über die Sektorenkopplung bereit zu stellen. Mit passenden Speicherstrategien und Regelungskonzepten sind thermische und elektrische sowie kurz- und längerfristige

Speicherkapazitäten aufeinander abzustimmen und passende Systemintegrationspunkte zu ermitteln. Die unterschiedlichen Arten von Speichern sowie deren unterschiedliche technische Möglichkeiten können mit passenden Signalen und Vergütungskonzepten einen Beitrag zur Bereitstellung von Systemdienstleistungen und damit zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit leisten.

So bieten sich die gefluteten, untertägigen Infrastrukturen von Steinkohlenbergwerken für eine thermische Folgenutzung als sogenannte Wärmespeicher an. Im Steinkohlengebirge (Oberkarbon) wurden über 1.000 Schächte und hunderte Bergwerke, bis zu 1.500 m tief, in den letzten 150 Jahren angelegt, deren Lage sowie vertikale und laterale Ausdehnung durch markscheiderisch angefertigte Grubenrisse genau dokumentiert sind. Wärmespeicherkonzepte für Aquifere wurden schon in Deutschland und vor allem in den Niederlanden erfolgreich realisiert (ATES: Aquifer Thermal Energy Storage). Ein Grubenwärmespeicher (MTES: Mine Thermal Energy Storage) wurde erstmals innerhalb des HEATSTORE Projekts (HEATSTORE) erfolgreich am Fraunhofer IEG Standort in Bochum getestet.

Ein hohes Maß an obertägiger, ungenutzter Abwärme aus Kraftwerks- und Industrieprozessen stünde im Sommer zur Einspeisung über Kraft-Wärme-Kopplung in den Untergrund und zur saisonalen Nachnutzung bereit. Im Winter kann die gespeicherte Wärme dann für die Versorgung von Wohn- und Gewerbegebieten über lokale Nahwärmenetze im Niedertemperaturbereich genutzt werden. Der Primärenergiebedarf aus den fossilen Energieträgern, beispielsweise aus konventionell betriebenen Hochtemperatur-Fernwärmenetzen, kann dadurch gesenkt oder gar ersetzt werden.

Tabelle 2: Übersicht zu den Aufgaben im Bereich Verteilung, Netze, Speicher (Kap. 3.2)

MASSNAHME	SACHSTAND	BEDARF
Umstellung Gasnetz, Wasserstoffeinspeisung	H ₂ -Leitfaden in Arbeit, Zukunftscluster H ₂ an der RWTH	Aktivitäten/ Projekte bündeln und vernetzen
Ausbau des Fernwärmenetzes (FW)	laufender Prozess, strategische Stärkung ausbauen (s. a. Tab. 1 Erzeugung)	Rahmenbeding. wie Anschluss- u. Benutzungszwang/Satzung prüfen, Vorranggebiete definieren, finanzielle Anreize
Nahwärmenetze	Einige im Bestand, in Teilen bereits mit FW zusammengeschlossen bzw. in Planung	ggf. weitere im Bestand mit FW zusammenschließen, Prüfung. Prüfung Optimierungsmöglichkeiten bei der Entwicklung von Neubaugebieten
Solare Nahwärme - Walheim Steinbruch	Machbarkeitsstudie erfolgt, Genehmigung steht aus	Fördermittelsuche, potenzielle Kunden gewinnen
Campus West	EU-Ausschreibung zur Wärmeversorgung	
Richtericher Dell	In Teilen evtl. Grubenwasser integrieren, wird zurzeit untersucht	
Stromnetz-Ertüchtigung	Als laufender Prozess parallel zur Bedarfsentwicklung	
Speicher Batteriespeicher in Kombination mit PV, H ₂ -Speicher	Pumpspeicher außerhalb der Stadt, Rursee wurde nicht genehmigt, Genehmigungsverfahren allg. zu langwierig	Förderung erforderlich

3.3 Die Wärmeabnehmer – Gebäudeeffizienz/-sanierung

Eine der zentralen Herausforderungen der Wärmewende ist die Senkung des Wärmeverbrauchs im Gebäudebestand als Vorbereitung auf die Nutzung der transformierten Wärmebereitstellung.

3.3.1 Zentrale Wärmeversorgung

Wie bereits bei den Erläuterungen zum Umbau des Fernwärmenetzes erwähnt, ist es unumgänglich, dass das Netz auf einem niedrigeren Temperaturniveau betrieben wird und die Rücklauftemperaturen abgesenkt werden. Dadurch wird die Effizienz der Nutzung der erzeugten Wärmeenergie erhöht. Dafür sind u.a. Umbaumaßnahmen an den einzelnen kundenseitigen Heiztechniken notwendig. Anhand dieser Maßnahmen wird ermöglicht, mehr Kunden mit Wärme zu versorgen, ohne neue Wärmeerzeugungskraftwerke zu bauen.

Die größtmögliche Steigerung der Sanierungsquote hat daher vor allem im Bereich des Fernwärmenetzes eine hohe Priorität.

Der Ausbau des Netzes sollte vor allem mit einem begünstigten rechtlichen Rahmen, wie beispielsweise der Festlegung von Vorranggebieten, einer entsprechenden städtischen Satzung einhergehen oder über finanzielle Anreizsysteme unterstützt werden.

Auch Nahwärmeversorgungslösungen beispielsweise mittels Abwasser-, Grubenwasser- oder Thermalwassernutzung sollten weiterhin geprüft werden. Die Wirtschaftlichkeit solcher Lösungen sollte vor dem Hintergrund des Klimaneutralitätszieles langfristig betrachtet werden – auch unter Berücksichtigung der geopolitischen Rahmenbedingungen. Essenziell für die Energiewende in Aachen ist eine deutliche Beschleunigung der Genehmigungsprozesse sowie die lösungsorientierte Ermöglichung erneuerbarer Energieprojekte bei unklaren oder behindernden genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen. Denn Standortverschiebungen sind bei solchen Projekten selten möglich. Diese Projekte bieten jedoch kurz- und insbesondere langfristig durch Klimaneutralität und Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern einen großen Mehrwert für die Bevölkerung der Stadt Aachen und des Umlands.

3.3.2 Dezentrale Anlagen

Die Nutzung Erneuerbarer Energien muss eine breite Anwendung bei der Gebäudesanierung erfahren. Der Einsatz von Wärmepumpen in Kombination mit PV-Anlagen spielt eine zentrale Rolle. Um diesen zu forcieren, lässt sich an einigen Punkten ansetzen, beispielsweise über günstige Stromtarife für Wärmepumpen. Obwohl als Stand der Technik hinlänglich bekannt, sind Information und Beratung hierzu ebenso ausbaufähig wie die Fachkompetenz bei Planer*innen und Handwerker*innen. Gezielte Kampagnen und Weiterbildungsprogramme wären ein Weg.

Auch Entwicklungen aus Forschungsprojekten wie das Geothermische Informationssystem (GeTIS) der RWTH Aachen könnten genutzt und mit Fokus auf die Bedarfe der Stadt Aachen fortgeführt werden. In GeTIS wurden vom Lehrstuhl für Energieeffizientes Bauen, dem Lehrstuhl für Geotechnik im Bauwesen und dem Geodätischen Institut und Lehrstuhl für Bauinformatik & Geoinformationssysteme gemeinsam Methoden entwickelt, um die Energiebedarfe der Verbraucher mit dem geothermischen Energieangebot zur Bemessung, Modellierung, Bewertung und Genehmigung vernetzter geothermischer Energiesysteme auf Gebäude- und Stadtquartiersebene zu koppeln.

Der Einsatz solarthermischer Anlagen fristet in den letzten Jahren ein Schattendasein. Auch dieses Thema bedarf hauptsächlich kommunikativer Unterstützung.

Für die dezentralen Anlagen und netzentlastende Effekte, z.B. bei der Kombination von Wärmepumpen und Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung, ist die begleitende Planung und eine Form der Living Roadmap für die Stadt Aachen von entscheidender Bedeutung. Über diese Werkzeuge gilt es den Dreiklang zwischen Anlagentechnik, Betrieb und Sanierung der Gebäudehülle genau zu verstehen.

3.3.3 Sanierung der Gebäudehülle

Die Sanierung des Gebäudebestandes ist von zentraler Bedeutung für die Wärmewende in Aachen und stellt eine enorme Herausforderung für Stadt und Stadtgesellschaft dar. Dabei müssen nicht nur Sanierungsmaßnahmen in höherer Qualität und Quantität umgesetzt, sondern auch für einen Großteil der Gebäude individuelle Lösungen und Umsetzungspläne erarbeitet werden. Über den Ausbau von Beratungsangeboten und mit finanzieller Förderung können die Bereitschaft zur Sanierung und die Erreichung des angestrebten energetischen Standards der Gebäude beeinflusst werden. Bei der Ansprache muss nach Zielgruppen differenziert vorgegangen und bedarfsgerechte Angebote müssen entwickelt werden. Für die anschließende Umsetzung der Maßnahmen gibt es jedoch ein erhebliches Risiko durch einen akuten Mangel an Fachkräften, der durch die steigende Nachfrage weiter zunehmen wird. Hierfür müssen auf allen Ebenen und mit allen Beteiligten kurz- und mittelfristige Lösungen gefunden werden.

Der Gebäudebestand in Aachen entspricht in großen Teilen nicht den Anforderungen für den Einsatz Erneuerbarer Energien im Wärmebereich. Die Systeme zur Beheizung und Warmwassererzeugung in den Gebäuden sind auf hohe Temperaturen ausgelegt, die bei der Transformation des Wärmesektors auf klimaneutrale Wärme nicht mehr erreicht werden können.

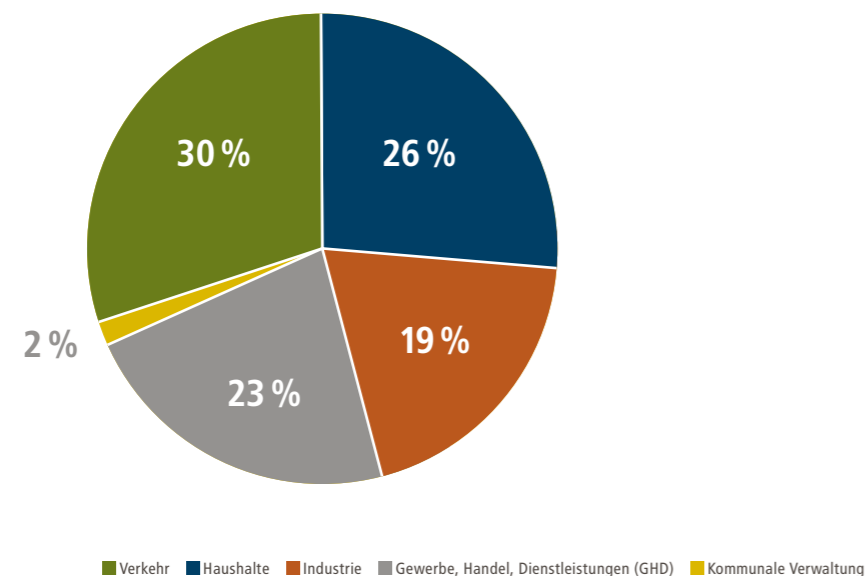
Ein entscheidender Faktor zum Gelingen der Transformation ist daher die Geschwindigkeit und Qualität der Sanierung von Bestandsgebäuden in Aachen. Es ist davon auszugehen, dass ca. 80 % der Bestandsgebäude in Aachen den notwendigen energetischen Standard noch nicht erfüllen. Aktuelle Zahlen über den

energetischen Zustand der Bestandsgebäude liegen der Stadt Aachen zurzeit nicht vor. Aus vorangegangenen Erhebungen in Aachen, aktuellen Studien von Kommunen mit vergleichbaren Voraussetzungen (Münster) und den Erfahrungen aus der Beratung bei altbau plus zeigt sich, dass diese Größenordnung für Aachen aber zutreffend sein sollte.

Abgeleitet von der Ausgangssituation im Gebäudebestand ergeben sich daher notwendige Sanierungsraten von bis zu 10% jährlich. Alle Gebäude müssen so umfassend ertüchtigt werden, dass sie einen hohen energetischen Standard erreichen, zu einer deutlichen Reduzierung des derzeitigen Wärmebedarfs beitragen und damit auf fossile Energieträger zur Wärmeerzeugung verzichtet werden kann.

Die Gebäude im Besitz der Stadt Aachen werden bereits im Rahmen der anstehenden Sanierungen auf einen Standard saniert, welcher die Versorgung mit klimaneutraler Wärme möglich macht. Um den gesamten Gebäudebestand der Stadt bis 2030 entsprechend zu sanieren, müssen die Aktivitäten und Investitionen weiter ausgebaut werden.

Abb. 5: Aufteilung des Endenergiebezugs in der Stadt Aachen 2020



Quelle: CO₂-Bilanz der Stadt Aachen

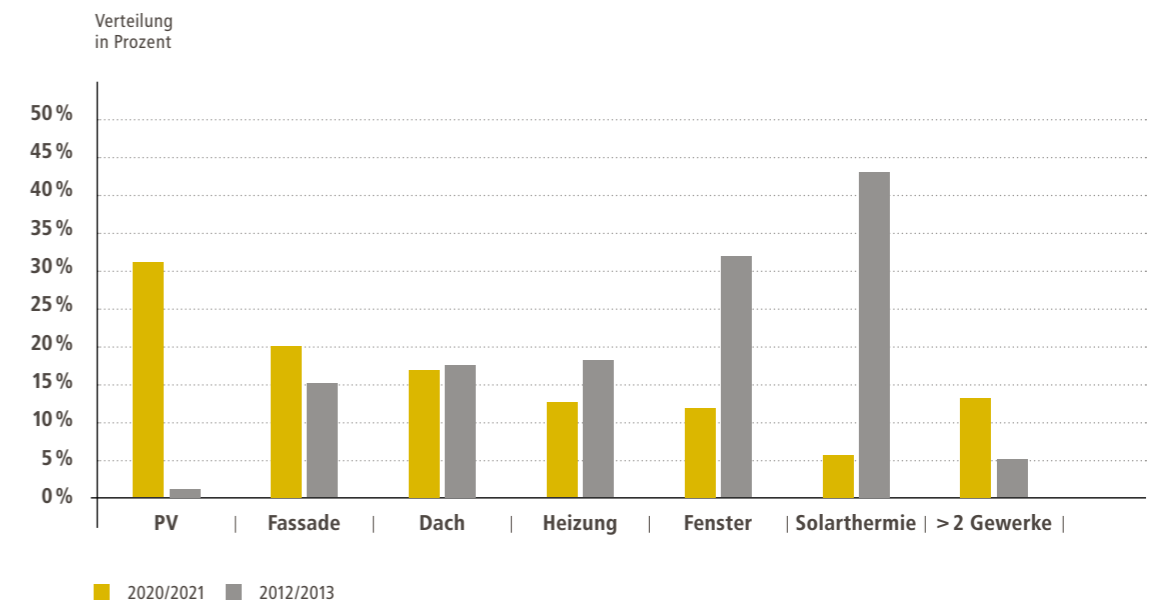
Der Anteil der kommunalen Gebäude am Energieverbrauch der Stadt beträgt 2%. (siehe Abb. oben) Für weitere Bestandsgebäude im Stadtgebiet kann die Stadt Aachen keine Sanierungsentscheidung treffen oder Vorgaben für den zu erreichenden Standard einer Sanierung definieren. Die Entscheidungen für Standards bei der Sanierung liegen bei der Bundesregierung.

Aktiv kann die Stadt Aachen auf die Entscheidung der Gebäudebesitzer*innen und Marktakteure über Anreize und Bereitstellung von Informationen einwirken. Mit dem städtischen Förderprogramm „Energiesparende Maßnahmen im Gebäude“ gibt es bereits ein entsprechendes Förderprogramm, welches auf seine Wirkung regelmäßig analysiert wird und zielgerichtet angepasst werden kann.

Die Wirtschaftlichkeit der Sanierungskosten stellt sich für private Hauseigentümer*innen dabei anders dar als für die Wohnungswirtschaft. Während die Wohnungswirtschaft die Sanierungskosten abzgl. der Instandhaltungskosten und Förderungen auf die Mieter umlegen kann (höhere Mieten), amortisiert sich für Hauseigentümer*innen die Investition nur im Falle deutlicher Einsparungen bei den Energiekosten. Beides sorgt für Zurückhaltung bei der Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen, da zu hohe finanzielle Belastungen für Vermieter*innen und Besitzer*innen von Gebäuden sowie Mieter*innen gegen die Umsetzung von Maßnahmen stehen. Vorhandene Wirtschaftlichkeitslücken sollten daher analysiert und mit angepassten, niederschweligen Förderangeboten behoben werden.

Eine Auswertung durch die Beratungsinitiative altbau plus zeigt beim Vergleich der Umsetzungszeiträume 2012/2013 mit 2020/2021 folgende Trends bei den Investitionen in Maßnahmen an privaten Gebäuden.

Abb. 6: Verteilung von Sanierungsmaßnahmen



Quelle: altbau plus e.V.

Ein großer Teil der Investitionen an Gebäuden fließt in die Installation von PV-Anlagen. Die PV-Anlagen tragen jedoch nur indirekt und in Verbindung mit Wärmepumpen zur effizienten Wärmeversorgung der Gebäude bei. Hingegen zeigt

sich bei der Installation von Solarthermie-Anlagen ein drastischer Rückgang bei den Investitionen. Dabei kann die Solarthermie auch in noch nicht ausreichend gedämmten Gebäuden in den Sommermonaten einen Großteil der benötigten Wärme (Warmwasser) liefern und in den Wintermonaten die vorhandenen Systeme unterstützen und zur Einsparung fossiler Energie beitragen. Eine sinnvolle Mischnutzung der vorhandenen Dachflächen mit Photovoltaik und Solarthermie kann für die Wärmeversorgung neue Potenziale aufzeigen.

Eigentümer*innen müssen noch intensiver als bisher auf die Potenziale ihrer Gebäude durch ein breites Beratungs- und Informationsangebot informiert werden. Die Transformation der Gebäude zur Versorgung mit erneuerbarer Wärme, mit den notwendigen Einzelmaßnahmen, muss in der Beratung eine größere Rolle spielen und nachvollziehbar erläutert werden. Ein geeignetes Instrument dafür ist bspw. der Sanierungsfahrplan, der für die jeweiligen Gebäude eine energetische Zielvorgabe, eine konkrete Folge von Maßnahmen und die entsprechenden Kosten aufzeigt. Ein flächendeckendes Angebot zur Beratung und Begleitung von Gebäudeeigentümer*innen bei Sanierungsmaßnahmen wäre ein wesentlicher Faktor zum Erreichen der o.g. Sanierungsziele.

Die Aktivitäten von altbau plus zur Information und Beratung zielen auf den kleinen und mittleren Privatsektor. Aber auch große Wohnungsunternehmen müssen zum Gelingen der Wärmewende motiviert werden. Hier bedarf es einer gezielten Ansprache und entsprechender Angebote.

Bei denkmalgeschützten Gebäuden erschweren zudem noch die Vorgaben des Denkmalschutzes und die Genehmigungspflicht eine schnelle und effiziente Umsetzung von Maßnahmen. Bei einem Anteil von gut 6% denkmalgeschützter Gebäude sollte auch hier ausgelotet werden, ob Erleichterungen für Eigentümer*innen möglich sind.

Auch der Bereich Wirtschaft, also der ausschließlich gewerblich genutzten Liegenschaften, ist bislang kaum als wichtige Zielgruppe im Fokus. Hierzu bedarf es einer abgestimmten Mobilisierungsstrategie mit der IHK und den Unternehmerverbänden.

Im Bereich der Fachkräfte zeigt sich aktuell ein großes Risiko für die Erreichung der Ziele aufgrund eines akuten Mangels an Fachkräften in allen Gewerken der Gebäudesanierung und auch in der Energieberatung. Hier sind zeitnah Maßnahmen zur Gewinnung und Qualifizierung neuer Fachkräfte notwendig, damit der Mangel mittelfristig behoben werden kann. Die Stadt Aachen hat hier nur geringe Einflussmöglichkeiten. Lösungsansätze hierfür sind mit Jobcenter, Gewerkschaften, Bildungszentren des Handwerks und evtl. Sozialverbänden zu suchen.

Öffentliche Gebäude tragen fast 10 % der Last der Wärmeversorgung. Es wurde daher bereits im Frühjahr 2021 eine Vereinbarung zwischen der Stadt, der RWTH und der FH Aachen geschlossen, um die Sanierung der meist vom Land angemieteten Gebäude zu forcieren. Sanierungsfahrpläne sollen beschleunigt, Energiestandards erhöht, Erneuerbare Energien ausgebaut und das Control-

ling verbessert werden. Nachdem die Landesregierung Ende 2021 ihre Unterstützungsangebote hierfür erweitert hat, sind nun die Umsetzungsphasen zu konkretisieren und Finanzmittel, ggf. auch über EU-Programme zu akquirieren.

Tabelle 3: Übersicht zu den Aufgaben im Bereich Wärmeabnehmer/Gebäude (Kap. 3.3.)

MASSNAHME	SACHSTAND	BEDARF
Dezentrale Erzeugungsanlagen (PV, PV/Wärmepumpe, EE-BHKW's, Brennstoffzelle)	Stand der Technik mit hohem Bekanntheitsgrad, Information und Beratung für den Privatbereich	Kommunikation verbessern, Beratung ausbauen, auch Groß-eigentümer*innen, Wohnungsgesellschaften, Gewerbe
Dezentral: Oberflächennahe Geothermie, Wärmepumpen (auch größere Objekte, Quartiere)	Wärmebedarfsermittlung, Wärmepotenzial / GeTIS verfügbar	Kommunikation und Beratung ausbauen
Solarthermische Gebäudeanlagen		Kommunikation, Beratung ausbauen
Zentrale Versorgung Fernwärmeanschluss-/benutzungszwang	Förderprogramm läuft zur Zentralisierung der Versorgung pro FW (weg von Gasetagen-Heizungen)	Klärung der rechtl. Rahmenbedingungen Anschlusszwang bzw. Vorranggebiete u. der Folgen einer Satzung, Prüfung finanzieller Anreizsysteme
Sanierung der Gebäudehülle (Bedingung für Fernwärme-Umbau)	Stand der Technik, Förderprogramm vorhanden, Handwerker-mangel, großes Potenzial im Bereich Wirtschaft	Kommunikation, Beratung ausbauen und integrieren von techn. Lösungen, Sanierungsfahrpläne forcieren, insbes. für Gewerbe, Denkmalproblem optimieren
Anreize durch Fördermodalitäten	Diverse Angebote	Sukzessive bedarfsmäßig anpassen
Commitment zu öffentlichen Gebäuden	Arbeitsgruppe im Energiebeirat, Zusammenarbeit mit den Hochschulen	Analog andere große Institutionen ansprechen

3.4 Erstellung einer Wärmeleitplanung

Aachen muss im kommunalen Wärmeplan seinen Weg zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung entwickeln, der die jeweilige Situation vor Ort bestmöglich berücksichtigt. Ein solcher Plan dient als strategische Grundlage, um konkrete Entwicklungswege zu finden und Aachen in puncto Wärmeversorgung zukunftsfähig zu machen. Dabei wird er auch zu einem wichtigen Werkzeug für eine nachhaltige Stadtentwicklung.

Eine kommunaler Wärmeplan umfasst vier Elemente:

Bestandsanalyse

Zunächst ist eine Bestandsanalyse durchzuführen. Hierzu zählen die Aufschlüsselung des aktuellen Wärmebedarfs, einschließlich Informationen zu den vorhandenen Gebäudetypen und den Baualtersklassen, die Versorgungsstruktur aus Gas- und Wärmenetzen, Heizzentralen und Speichern sowie die Ermittlung der Beheizungsstruktur aller Gebäude. Bereits verfügbare Datenquellen sind zu ermitteln und deren Verwendbarkeit, auch Kompatibilität zu prüfen.

Potenzialanalyse

Um Energieeinsparung bei Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme auszulösen, sind die Potenziale im Bereich Wirtschaft und Industrie zu untersuchen. Die Sektoren Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen, Industrie und öffentlichen Liegenschaften sind alle relevant. Auch lokal verfügbare Potenziale im Bereich der Erneuerbaren Energien und das Abwärme-Potenzial sind einzubeziehen.

Ziele

Ein Arbeitsschritt ist das Aufstellen eines Zielszenarios zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs mit Erneuerbaren Energien. Zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung wird eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten zukünftigen Versorgungsstruktur im Jahr 2030 benötigt. Dabei wird zwischen Eignungsgebieten für Wärmenetze, also insbesondere das Fernwärmenetz, und Einzelversorgung unterschieden.

Wärmewendestrategie und Maßnahmenplan

Die zukünftige Energieversorgungsstruktur wird als Strategie beschrieben. Zuletzt ist ein Transformationspfad zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans mit Maßnahmen, Umsetzungsprioritäten und Zeitplan für die nächsten Jahre, also ein Maßnahmenplan, auszuarbeiten. Die Maßnahmenbeschreibungen sollten die erwarteten Energieeinsparungen enthalten.

3.5 Steuerung, Monitoring, Digitalisierung

Die Digitalisierung ist ein wichtiges Werkzeug, um den gesamten Prozess der Wärmewende in Aachen transparent zu gestalten und alle Akteure mit einzubeziehen. Datengetriebene Entscheidungen bieten die Möglichkeit verschiedene Szenarien zu planen, zu visualisieren und den Entscheidungsprozess zu dokumentieren. Insbesondere für die kommunale Wärmeplanung ermöglichen urbane Energiesystemmodelle die Aufbereitung, Darstellung und Wiederverwendung der hierfür benötigten Daten. Entscheidungsprozesse sollten so aufgebaut werden, dass sie eine zentrale Datenhaltung und Prozesse fordern und fördern, die auf digitale Strukturen ausgerichtet sind und durch eine datengetriebene Modellierung begleitet werden. Um mangelnden Kapazitäten und unnötigen Doppelabfragen entgegen zu wirken, sind Reportingpflichten zu prüfen, die direkt verknüpft sind mit einer zentralen Dateninfrastruktur. In das Beratungsangebot und den Kontakt zu den Bürgerinnen und Bürgern der Stadt Aachen sollte eine digitale Prozessumstellung mit einfachen Nutzerstellen nach und nach sichtbar werden.

Digitalisierung ist aber auch ein wichtiges Werkzeug, um die Umsetzung zu monitoren. Für die gesicherte Umsetzung sind Maßnahmen über ein Basismonitoring, dessen Nutzen bereits in zahlreichen Forschungsprojekten demonstriert wurde, zu überwachen und ggf. nachzusteuern. Das Monitoring ist dabei ein Werkzeug, um kurzfristig Effizienzsteigerungen über die Verbesserung bestehender Anlagen auf Basis einfacher und direkt einstellbarer Parameter herbeizuführen. Mittelfristig hilft die Datenverfügbarkeit für den optimalen Betrieb von Anlagen auf Basis von Vorhersagen und modellbasierter Regelung. Längerfristig müssen die Daten zu einer systemimmanenten Optimierung des Betriebs mit einer automatischen Anpassung an die Struktur des Versorgungssystems führen und sich in die kommunale Wärmeplanung der Stadt Aachen integrieren. Offene, web-basierte Geodateninfrastrukturen und Geoinformationssysteme ermöglichen es, möglichst aktuelle Daten von den verschiedensten Datenproduzenten bzw. -bereitstellenden für die Techniken zur Wärmeerzeugung und -verteilung zu beschaffen und raumbezogen zu verknüpfen. Sie könnten zudem verwendet werden, um Energiebedarfe und Wärmeerzeugung unterschiedlicher Technik unter Nutzung raumbezogener Analysen zu einem optimierten Gesamtsystem zu koppeln.

So ist die Digitalisierung das notwendige Werkzeug, um die Systemkomplexität der Wärmewende bewerkstelligen zu können. Dabei stellt Digitalisierung ein Querschnittsthema dar, mit dem durch energetisch optimiertes Planen, Bauen, Betreiben, Sanieren und Abriss, optimierten Systembetrieb und Prozessoptimierung eine Senkung des Ressourcen- und Energieverbrauchs geschehen kann und neue Geschäftsmodelle sowie kundenorientierte Prozesse und Beratungsangebote entwickelt werden können.

3.6 Beratung, Information, Weiterbildung

Sachstand

In der Stadt Aachen wurde vor drei Jahrzehnten begonnen, eine Struktur zur neutralen Beratung und Informationsweitergabe aufzubauen, die immer wieder optimiert wurde. Beginnend mit der Energieberatung bei der STAWAG und der Verbraucherzentrale NRW, die in der Stadt eine Geschäftsstelle inklusive Energieberatung betreibt, kamen altbau plus e.V. als Netzwerk aller für die Sanierung relevanten Institutionen und effeff.ac als Anlaufstellen hinzu. In den letzten Jahren wurde die Sanierungsberatung auf Quartiersebene verstärkt.

Regelmäßige Veranstaltungen und kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit sind neben den persönlichen Beratungsgesprächen die wesentlichen Kommunikationsmittel. Die Stadt führt seit 2021 eine Kampagne zur Solarenergienutzung durch und ab Mitte 2022 zur energetischen Gebäudesanierung (auch um ihre Förderung zu bewerben).

Was den gewerblichen Bereich betrifft, so werden die technischen Möglichkeiten und Fördermöglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz und zum Einsatz Erneuerbarer Energien städtischerseits bei den Beratungen von Betrieben, die die Wirtschaftsförderung durchführt, vermittelt.

In Zusammenarbeit mit den unterschiedlichsten Bildungseinrichtungen, ob Schulen oder Erwachsenenbildung, werden seit Jahren die Bedarfe abgestimmt und Angebote von der Stadt angepasst.

Herausforderung

Trotz dieser relativ guten Rahmenbedingungen wird Potenzial zur Optimierung der vernetzten Zusammenarbeit der agierenden Institutionen, ihrer Angebote sowie der Kommunikation gesehen. Die Nutzung der Kommunikationsplattformen anderer Anbieter ist vermutlich ausbaufähig.

In der Beratungsarbeit ist insbesondere das Thema Klimaneutralität bei der Wärmeversorgung stärker zu transportieren, d.h. technisch zu erklären und seine Bedeutung für ein Überleben auf unserem Planeten zu vermitteln. Anlagenbezogen und rund um die Gebäudehülle muss die Kommunikationsstrategie unter dem Vorzeichen „Klimaneutralität“ angepasst werden. Diese Strategie sollte von den beratenden Institutionen gemeinsam optimiert und getragen werden. Eine bedarfsgerechtere Ansprache beispielsweise auf Quartiersebene sollte ausgeweitet werden. Bei den Zielgruppen sind verstärkt Unternehmen zu berücksichtigen.

Auch von Seiten der Stadtverwaltung ist ein Optimierungsbedarf bei der Kommunikation zum Thema Klimaschutz erkannt worden und wird zukünftig als eines der zentralen Themen sowohl zur Verbreitung der städtischen Angebote als auch zur Motivation der ganzen Stadtgesellschaft bearbeitet. Die Rolle der Vorbildfunktion der Stadt wird dabei zwar auch beworben, Hauptanliegen ist aber, für das Mitmachen aller in der Stadt zu werben.

Nur durch kontinuierliche Vermittlung der unterschiedlichsten für die Energie- und Wärmewende relevanten Themen kann eine rechtzeitige Sensibilisierung für die Erfordernisse der Transformation eingeleitet werden. Die anstehenden Aufgaben bergen durchaus Konfliktpotenzial und sind kommunikativ gut vorzubereiten. Aus den Erfahrungen mit Windkraftausbau, Stromtrassenbau u.a. ist das Phänomen der generellen Befürwortung kombiniert mit der Ablehnung bei direkter Betroffenheit nur allzu gut bekannt. Von Bautätigkeiten in der Innenstadt bis zu Kostensteigerung sollte der potenzielle Diskussionsstoff frühzeitig in den Kommunikationsblick genommen werden.

Der Fachkräftemangel wird zunehmend zu einem Problem für die Energie- und Wärmewende. Deshalb sollte in einer konzertierten Aktion von Stadt, Handwerk und Wirtschaft auf Anbieter von Weiterbildungen und Umschulungen zugegangen werden, um Möglichkeiten für bedarfsangepasste Programme zu entwickeln und umzusetzen.

Das Fraunhofer IEG beabsichtigt innerstädtisch ein Haus der Energiewende als Kommunikations- und Transferplattform zu errichten. Energiewende und Klimaschutz werden zu den wohl größten gesellschaftlichen Herausforderungen seit Beginn der Industrialisierung. Daher sollen in der Mitte der Zivilgesellschaft Beratungs-, Informations- und Bildungsangebote gemacht werden. Ein wichtiger Aspekt wird dabei die Sichtbarmachung von Grüner Stadtwärme sein. Hierfür sind die Erfahrungen aus 2000 Jahren Thermalwassernutzung in Aachen und die geothermischen Potenziale für die Wärmeversorgung der Stadt maßgeblich. Auch die Nähe und die Vernetzung mit anderen Bildungsinstitutionen, wie z.B. der VHS, IHK, RWTH und FH Aachen spielen bei der Standortentscheidung für Fraunhofer eine große Rolle.

4. Der weitere Prozess

Mit dem hier vorgelegten Papier wird ein strategisch bedeutsames Feld auf dem Weg der Stadt Aachen zur Klimaneutralität beschrieben. Die Transformation zu einer klimaneutralen Energie- und Wärmeversorgung stellt neben dem Bereich Mobilität die zentrale Herausforderung für die nächsten Jahre dar.

Die wesentlichen Aktionsfelder im Energie- und Wärmesektor wurden analysiert und skizziert, teilweise bereits konkrete Maßnahmen identifiziert. Im nächsten Schritt sind die Potenziale in den Themenfeldern Energieerzeugung, -verteilung und Abnehmerseite sowie auch einzelne Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirkungsweise auf die CO₂-Reduktion möglichst zu quantifizieren. Weitere Maßnahmen sind zu identifizieren bzw. zu detaillieren, um insgesamt einen Maßnahmenplan für den Bereich zu erstellen. Dazu gehört auch, die Bedarfe an finanziellen und personellen Mitteln für die Maßnahmenumsetzung zu klären. Unter Berücksichtigung von hemmenden und beschleunigenden Faktoren sowie Kosten-/Nutzen-Abwägungen macht es Sinn, eine Gewichtung der Maßnahmen vorzunehmen. Daraus wird letztlich ein Maßnahmen- und Zeitplan erstellt, für den die jahresbezogene Finanzplanung, also Mittelbereitstellung im Rahmen der Haushaltsplanung erfolgen muss. Vor dem Hintergrund der knappen verbleibenden Zeit hin zur Klimaneutralität sollen Möglichkeiten geprüft werden, wo parallel zu diesem Prozess bereits einzelne Maßnahmen auf den Weg gebracht werden können.

Außerdem werden diese Strategie und Maßnahmenplanung zur Energie- und Wärmewende in die Fortschreibung des IKSK integriert und zusammen mit anderen Handlungsfeldern den Rahmen für den Weg Richtung klimaneutrales Aachen beschreiben.

5. Danksagung

Die Stadt Aachen bedankt sich bei den Mitwirkenden an der Analyse zur Wärmewende Aachen und den Eckpfeilern für eine klimaneutrale Energieversorgung 2030:

Dr. Ralf Becker

Geodätisches Institut und Lehrstuhl für Bauinformatik & Geoinformationssysteme, GIA, RWTH Aachen University

Prof. Dr. Rolf Bracke

Institutsleiter Fraunhofer IEG

Frank Brösse

Geschäftsführer STAWAG Energie GmbH

Prof. Dr. Isabel Kuperjans

Geschäftsführende Direktorin Institut NOWUM-Energy

Prof. Dr. Rita Streblow

Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimatechnik, E.ON ERC, RWTH Aachen University

PD Dr. Frank Strozyk

Leiter Transfer & Strategie Fraunhofer IEG

Dominik Tillmanns M.Sc.

Lehrstuhl für Technische Thermodynamik, LTT, RWTH Aachen University



**Wärme
Wende**
AACHEN

Stadt Aachen
Die Oberbürgermeisterin

Fachbereich Klima und Umwelt
Kordinierungsstelle Nachhaltigkeit und Klimaschutz
Reumontstr. 1
52064 Aachen