

SEKTORENKOPPLUNG

SCHLÜSSEL FÜR DIE ENERGIEWENDE
UND WEG ZU NACHHALTIGEN STÄDTEN?!



UMSETZUNGSKOMPASS
FÜR KOMMUNEN

Impressum

Herausgeber



Brandenburgische
Technische Universität
Cottbus - Senftenberg

Fachgebiet Stadttechnik

Konrad-Wachsmann-Allee 4

03046 Cottbus

Tel: +49 (0) 355/69 2500

Fax: +49 (0) 355/60 2190

E-Mail: bestellung@stadttechnik.de

Internet: www.stadttechnik.de

Stand

April 2022

Gestaltung

Sabina Sommerer

Text

Prof. Dr. -Ing. Matthias Koziol, Sabina Sommerer, Jörg Walther, Cottbus

Diese Handreichung wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Forschungsprojektes „INFRA-URBAN – E - Umsetzungs- und Kommunikationsstrategien zur Implementierung von Sektorenkopplungen am Beispiel des Modellgebiets Äußere Oststadt in Erfurt“ im Förderschwerpunkt Sozial-ökologische Forschung zur „Nachhaltigen Transformation urbaner Räume“ unter dem Förderkennzeichen 01UR1917 gefördert.

Ziel dieser Fördermaßnahme des BMBF ist es, durch gesellschaftsbezogene inter- und transdisziplinäre Forschungsprojekte unter dem Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung Vorschläge für Transformationsprozesse in urbanen Räumen zu entwickeln und gemeinsam mit Praxispartnern zu erproben.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA

Sozial-ökologische Forschung



INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorwort.....	5
2	Was genau ist Sektorenkopplung?	8
3	Chancen und Herausforderungen erkennen	12
4	Anschauungsbeispiel Äußere Oststadt Erfurt.....	15
5	Best Practice Beispiele	32
5.1	Bottrop	33
5.2	Ludwigsburg	37
6	Resümee – Ist Sektorenkopplung ein Weg?	43
7	Bausteine des Umsetzungspfades	47
8	Verzeichnisse	53
8.1	Abkürzungsverzeichnis	53
8.2	Abbildungsverzeichnis.....	53
8.3	Quellen- und Literaturverzeichnis.....	56
9	Glossar	59
10	Übersicht Leitfäden/Maßnahmenkonzepte	62

1 VORWORT

JETZT AKTIV HANDELN!

Klimakatastrophen wie Starkregenereignisse, Hochwasser und Stürme, Ressourcenverknappung, die Pandemie sowie eskalierende politische und gesellschaftliche Konflikte wie der Krieg in der Ukraine haben gravierende Veränderungen der Lebenssituation der Bevölkerung und der wirtschaftlichen Situation bewirkt. Aktuell verstärken sich dadurch Disparitäten in der Gesellschaft und drohen die soziale Stabilität zu gefährden. Generell ist die Notwendigkeit und Dringlichkeit der Transformation urbaner Räume in Politik und Bevölkerung mittlerweile unbestritten. Alle politischen Ebenen stehen unter Handlungsdruck und sind gefordert, aktiv nachhaltige Entwicklungen umzusetzen. Hierbei sind vor allem die Kommunen als Träger der Planungshoheit im Fokus den Prozess aktiv zu gestalten.



Dr. Angela Merkel

Bundeskanzlerin a.D. im Vorwort
zur Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie 2021¹

Sektorenkopplung – Baustein der Energiewende

Die Sektorenkopplung wird als ein wichtiger Baustein angesehen, die notwendige Energiewende zur Erreichung der Klimaschutzziele erfolgreich umzusetzen. Ziel ist die Reduzierung der CO₂-Emissionen bis hin zur weitgehenden Treibhausgasneutralität Deutschlands im Jahr 2045. Hierfür ist ein effizienter Energieeinsatz sowie die möglichst weitgehende Einsparung fossiler Energieträger notwendig. Doch die Umsetzung stockt: Der End-Energieverbrauch stagniert auf hohem Niveau und der Ausbau erneuerbarer Energien verzögert sich. Wird diese Entwicklung fortgeschrieben, werden die Klimaschutzziele verfehlt. Damit besteht die Gefahr, unumkehrbare Prozesse auszulösen. Aktuell führen uns die für jeden spürbaren Auswirkungen des Krieges in der Ukraine vor Augen, wie abhängig Deutschland noch immer von fossilen Brennstoffimporten ist und wie sehr dies Stabilität und Sicherheit bedroht. Es ist höchste Zeit, aktiv zu werden!



Antonio Guterres

UN-Generalsekretär am
Nachhaltigkeitsgipfel 2019

¹ Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie 2021



Handlungsdruck auf Kommunen enorm

Der Handlungsdruck auf die Städte und Stadtregionen steigt angesichts der lokal auftretenden Auswirkungen der weltweiten Krisen. Parallel sind die Anforderungen an die geforderte Transformation der Städte in nachhaltige Lebensräume immens hoch. Notwendige prozesshafte Veränderungen erfordern einen grundlegenden Wandel gewohnter Denk- und Handlungsmuster - an sich bereits eine große Herausforderung. Bei der Transformation urbaner Systeme sind aber zudem komplexe Themenfelder sowie unterschiedlichste Bedürfnisse und Ansprüche einer Vielzahl von Akteuren zu berücksichtigen.

Integrative Herangehensweisen und fachübergreifende Planungs- und Umsetzungsprozesse sind notwendig, um städtebauliche, räumliche und soziale Belange ebenso wie klimatische und energie- und ressourceneffiziente Lösungen zu berücksichtigen.

Transformationsziele urbaner Räume

Ziel der Transformation muss es sein, sowohl die Lebensqualität in den Städten und Regionen nachhaltig zu verbessern, gleichzeitig umweltfreundliche und resiliente Stadträume zu entwickeln und die technischen Systeme energieeffizient und zukunftsfähig um- bzw. aufzubauen. Die Verknüpfung städtebaulicher Aspekte wie der multifunktionalen Gebäude- und Flächennutzung mit zukunftsorientierten

technischen Systemen ist hierbei eine Chance. Sektorale gekoppelt können bisher getrennt betrachtete Ver- und Entsorgungslösungen die Effizienz steigern und den Ressourcenverbrauch reduzieren.

Sektorenkopplung – Chance auf Nachhaltigkeit und Resilienz urbaner Räume?

Sektorenübergreifende Vernetzung und Optimierung technischer Infrastruktursysteme wie beispielsweise die Einbindung von erneuerbaren Energien in Fernwärmenetze oder die Nutzung von regenerativem Strom aus Photovoltaikanlagen für die E-Mobilität, sind Möglichkeiten, effiziente und langfristig nachhaltige Ressourceneinsätze zu erreichen sowie Systemresilienz zu stärken. Um sowohl energetische und klimaschutzrelevante als auch sozial-ökologische Ziele umsetzen zu können, wäre es ebenso wie bei der energetischen Stadterneuerung des Gebäudebestandes notwendig, Stadtentwicklungsprozesse strategisch und interdisziplinär zu gestalten. Beispielsweise können wirksam verortete und ausgestaltete Grün- und Wasserflächen in Stadtquartieren positive Auswirkungen auf das Mikroklima eines Stadtquartiers haben, Überhitzung vermeiden, zur Regulierung des Wasserkreislaufes dienen und zugleich wertvolle Erholungsräume für die Bewohner darstellen.



Abb. 3: Wortwolke Transformationsziele urbaner Räume

Zielsetzung des Kompasses

Vorliegende Handreichung hat die Zielsetzung, Kommunen Herangehensweisen für die Implementierung von Sektorenkopplungen in ihre Stadtentwicklungsprozesse aufzuzeigen und ihnen damit Wege der Transformation zu nachhaltigen Kommunen zu weisen. Die Chancen aber auch die zu bewältigenden Herausforderungen sowie vermeintliche Grenzen der Sektorenkopplung werden zunächst grundsätzlich beleuchtet. Am Fallbeispiel der Stadt Erfurt werden auftretende Umsetzungshemmnisse exemplarisch dargestellt. Wie die Umsetzung gelingen kann, zeigen Erkenntnisse aus zwei Best-Practice-Kommunen. Aus diesen Informationen werden Empfehlungen für zielführende Herangehensweisen für die Umsetzung abgeleitet. Hierbei werden wichtige Akteure und deren Kernaufgaben benannt sowie notwendige Organisationsformen und Prozessabläufe skizziert.

Zielgruppen und AdressatInnen dieses Kompasses sind Akteure der Transformation in Kommunen, Versorgungsunternehmen und Fachbehörden. Hierbei sind sowohl Planende wie entscheidende Personen in Verwaltung und Politik angesprochen, da diese eine entscheidende Rolle innehaben, ob und wie Transformationsprozesse umgesetzt werden. Der Kompass soll sie in die Lage versetzen, Ansatzpunkte, Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen Stadtentwicklung und der Optimierung von kommunalen Ver- und Entsorgungssystemen zu erkennen. Das Verständnis für bereits laufende Veränderungen sowie die darin

liegenden Potenziale und Risiken soll dadurch vermittelt werden.

Als Ergebnis sollen den Entscheidungsträgern Wege aufgezeigt werden, wie es Ihnen gelingen kann die laufenden Transformationsprozesse aktiv zu gestalten und Ihre Kommune damit fit für die Zukunft zu machen.

Um dieses Ziel zu erreichen, zeigt der Kompass Wege auf, die zur Initiierung und Umsetzung von strategisch ausgerichteten Stadtentwicklungsprozessen geeignet sind.

Ein besonderes Augenmerk gilt der Umsetzung innerhalb von Kommunen. Im Fokus stehen neue Denkweisen in Stadt- und Versorgungsplanung, da bisher getrennt geplante und nur aufeinander abgestimmte Fachbereiche inhaltlich verbunden und entwickelt werden müssen. Neue Wege sind zu beschreiten, Befindlichkeiten und Differenzen zu überwinden und Kooperationen zu schmieden. Nur dann können nachhaltige und resiliente Strukturen entstehen, die langfristig sowohl wirtschaftlich, ökologisch als auch sozial die Zukunft sichern.

Kommunen einen Pfad aufzeigen, wie der Weg in die Zukunft aktiv gestaltet werden kann!

2 WAS GENAU IST SEKTORENKOPPLUNG?

Im Allgemeinen wird unter Sektorenkopplung die Vernetzung der Sektoren der Energiewirtschaft verstanden, die in einem gemeinsamen holistischen Ansatz optimiert, kurz ausgedrückt „gekoppelt“ werden.

Betrachtet man urbane Systeme ganzheitlich, sind neben diesen technischen Infrastruktursektoren auch die natürlichen bzw. naturnahen Infrastrukturen sowie die sozialen Infrastrukturen einzubeziehen.

Sektoren der kommunalen Infrastrukturbereiche

Städtische Räume verfügen über komplexe Systeme öffentlicher und privater Infrastrukturen, die für die Ver- und Entsorgung einer Stadt erforderlich sind. Hierzu zählen alle technischen und sozialen Ausstattungen sowie natürliche Ressourcen. Grundsätzlich können Infrastrukturen in drei Bereiche eingeteilt werden:

1) Technische Infrastrukturen mit den Sektoren Strom, Wärme, Kälte, Verkehr, Wasser, Abwasser, Abfall

2) Natürliche und Naturnahe Infrastrukturen mit den Sektoren Grüne und Blaue Infrastruktur

3) Soziale Infrastrukturen mit den Sektoren Bildung, Fürsorge, Gesundheit, Kultur, Sport und Freizeit

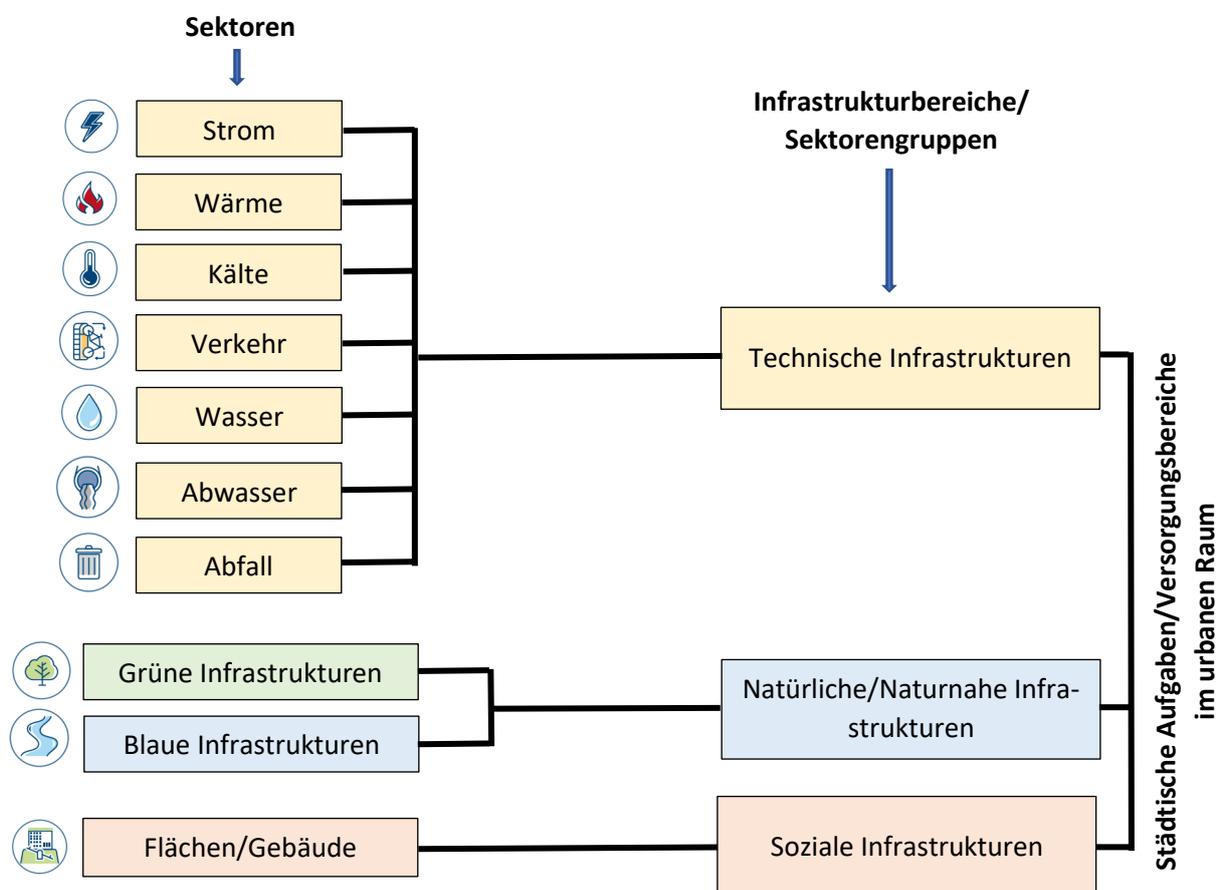


Abb. 4: Übersicht Infrastrukturbereiche und Sektoren, eigene Darstellung

Sektor Strom



Umfasst alle Einrichtungen und Tätigkeiten die für die Belieferung der Verbraucher mit elektrischer Energie (umgangssprachlich Strom oder Elektrizität) erforderlich sind. Die Elektrizitätsversorgung ist innerhalb der Energiewirtschaft Teil der Energieversorgung und beinhaltet die Erzeugung, den Transport und den Handel.

Sektor Wärme



Umfasst alle Einrichtungen und Tätigkeiten, die für die Belieferung der Verbraucher mit thermischer Energie (umgangssprachlich Wärme) erforderlich sind, mit Schwerpunkt auf leitungsgebundenen Versorgungssystemen.

Sektor Kälte



Umfasst alle Einrichtungen und Tätigkeiten, die für die Belieferung der Verbraucher mit thermischer Energie (umgangssprachlich Kälte) erforderlich sind, mit Schwerpunkt auf leitungsgebundene Versorgungssysteme.

Sektor Verkehr



Umfasst alle Arten zur Beförderung von Menschen und Waren. Jede Mobilitätsart verfügt über unterschiedliche Infrastrukturen. Subsektoren sind in diesem Zusammenhang beispielsweise die Infrastrukturen im Flug-, Bahn-, S- und U-Bahn-, Straßenbahn- und Busverkehr. Ein weiterer Subsektor ist der Straßenverkehr auf dem sich sowohl der individuelle als auch der öffentliche und der gewerbliche straßengebundene Nah- und Fernverkehr vollzieht.

Sektor Wasser



Umfasst die öffentliche und nichtöffentliche Wasserversorgung (Gewinnung, Aufbereitung, Transport und Lieferung) von Trink- und Betriebswasser für die Bevölkerung und gewerblichen sowie sonstigen Einrichtungen.

Sektor Abwasser



Umfasst die Ableitung, Behandlung und Bewirtschaftung von häuslichem und gewerblich/industriellem Schmutzwasser sowie des Niederschlagswassers.

Sektor Abfall



Umfasst die Tätigkeiten und Aufgaben der Abfallwirtschaft, die mit dem Vermeiden, Verringern, Verwerten und Beseitigen von Abfällen zusammenhängen. Schwerpunktmäßig werden hier biologisch abbaubare Abfälle, im Wesentlichen aus der Biotonne, Garten- und Parkabfälle sowie der Klärschlamm aus der Abwasserbeseitigung betrachtet.

Sektor Grüne Infrastruktur



Ist ein strategisch geplantes Netzwerk aus wertvollen natürlichen, naturnahen und gestalteten Flächen sowie weiteren Umweltelementen, die wichtige Ökosystemleistungen erbringen und zum Schutz der biologischen Vielfalt beitragen. Im städtischen Kontext können alle Arten von vegetationsgeprägten Flächen und Einzelementen (urbane) grüne Infrastruktur sein oder werden.

Sektor Blaue Infrastruktur



Ist ein strategisch geplantes Netzwerk natürlicher und künstlicher Gewässer, das mit Blick auf die Bereitstellung eines breiten Spektrums an Ökosystemdienstleistungen angelegt und bewirtschaftet wird. Sie umfasst aquatische Ökosysteme (Flüsse, Seen, etc.) und befindet sich in urbanen und in ländlichen Räumen.

Sektor Soziale Infrastruktur



Umfasst die Flächen und Gebäude der Einrichtungen sozialer Infrastrukturen, die im Rahmen einer multifunktionalen Nutzung mit anderen Sektoren gekoppelt werden können. Als Beispiele können Spielplätze oder Stadtplätze genannt werden, die als temporäre Retentionsflächen dienen, um Starkregenereignisse zu puffern.

Definition Sektorenkopplung

Sektorenkopplung ist im weiteren Sinne in der Transformationsforschung über die technische Verknüpfung der Sektoren der Energiewirtschaft und das Ziel der Dekarbonisierung hinaus als systemischer Ansatz zu verstehen:

Sektorenkopplung ist eine Verknüpfung von Prozessen und Ressourcen zwischen [...] Sektoren [...] der technischen, natürlichen/naturnahen oder sozialen Infrastrukturen mit dem Ziel der Effizienzsteigerung und Ressourceneinsparung.

Quelle: Veröffentlichung IU, Band I, S. 16

Ressourcen können hierbei beispielsweise Nebenprodukte wie Abwärme aus gewerblichen Prozessen oder „überschüssiger“ Strom aus erneuerbaren Energien sein.

Eine Sektorenkopplung kann mithilfe unterschiedlicher Technologien realisiert werden. Beispielsweise kann „überschüssiger“ Strom aus erneuerbaren Energien, der andernfalls „abgeregelt“ werden müsste, nach dem Power-to-Heat-Prinzip (Beschreibung siehe Glossar) in Wärme umgewandelt werden. Die Umwandlung kann technologisch z.B. mit Heizstäben, Wärmepumpen oder Elektrodenkessel erreicht werden (TÜV Süd 2020) Quelle: IU, Band I, S. 18

Die Idee hinter dem Konzept der Sektorenkopplung ist es, die bisher nur auf die Einzelsektoren zugeschnittenen Versorgungsstrukturen und Optimierungsansätze durch eine ganzheitliche Betrachtung aller Sektoren zu ersetzen. Dadurch wird ein effizienteres Gesamtsystem unter Ausnutzung von Synergieeffekten ermöglicht.

Sektorenkopplung als zentrale Säule zur Umsetzung der Energiewende

Erneuerbare Energieträger wie Windenergie, Sonneneinstrahlung, Geothermie, Biomasse und Wasserkraft können durch innovative Technologien dezentral genutzt werden. Um Schwankungen in der elektrischen Leistungsbilanz auszugleichen sind flexible Energieverbraucher, -speicher oder -quellen erforderlich.

Kopplungen zwischen Strom-, Wärme-, Kälte- und Verkehrssektor ermöglichen den Ausgleich. Die Sektorenkopplung ist damit das Schlüsselkonzept zur effektiven Nutzung Erneuerbarer Energien auf regionaler und lokaler Ebene und ermöglicht eine variable Nutzung je nach Bereitstellung und Bedarf.

Umfangreiche Ausführungen zu den Lösungen sind im Projekt Infraurban erarbeitet worden. Hier wird bei Interesse auf die damit verbundenen Veröffentlichungen unter <http://infra-urban-e.de> verwiesen.

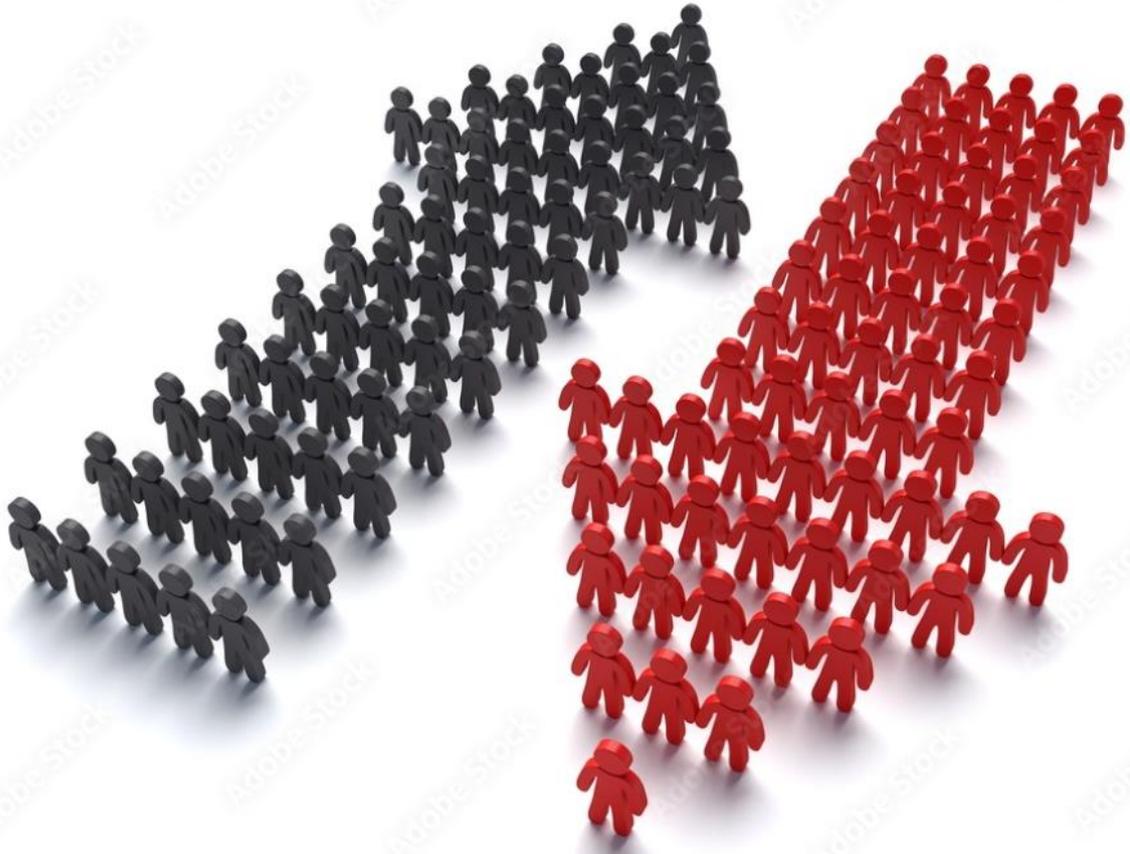
Herausforderungen kommunaler Sektorenkopplungen

Bisher sind die kommunalen Infrastruktursysteme vorwiegend sektoral geprägt. Dies ist dem nahezu ausschließlich sektorspezifischen Regelungen des institutionellen Rahmens geschuldet. Zudem wurden in den 1990er und 2000er Jahren viele kommunale Ver- und Versorgungsunternehmen teil- oder vollprivatisiert. Es hat sich inzwischen gezeigt, dass die damit einhergehende Ausrichtung auf kurzfristige Gewinnorientierung dazu führte, dass langfristig eher Kostensteigerungen für den Konsumenten eintreten oder in Zukunft damit zu rechnen ist.

Auch die in den 1990er Jahren durchgeführten Reformen der Regulierungen in den kommunalen Infrastruktursectoren sollten die Kosten reduzieren und die Effizienz in den jeweiligen Sektoren erhöhen. Diese Anreize innerhalb der einzelnen Sektoren für gewinnorientierte Unternehmen reduzierten aber eher die Bereitschaft und die Möglichkeit, langfristige Überlegungen anzustellen und sektorenübergreifenden Vernetzungs- und Optimierungsmöglichkeiten zu identifizieren.

Ein Umsteuern der sektoralen Ausrichtung der Infrastruktursysteme hin zu einer ganzheitlichen Betrachtung ist dringend erforderlich, um die international und national definierten energie- und klimaschutzpolitischen Ziele erreichen zu können. Aktuell wird die Transformation des Energiesystems durch die herrschenden Randbedingungen erschwert.

Adobe Stock | #47914656



3 CHANCEN UND HERAUSFORDERUNGEN ERKENNEN

Sektorenkopplungen bieten Chancen und erfordern einen Umgang mit Risiken

Die sektoral organisierte Zuständigkeit von Versorgungsträgern und Fachbehörden erschwert bisher die ganzheitliche Betrachtung von Energieoptimierungspotenzialen. Analog zum Betrieb und Ausbau wurden Optimierungspotenziale bislang für jeden Sektor getrennt untersucht. Zudem bestehen teils erhebliche Vorbehalte und Bedenken, funktionierende Systeme umzustrukturieren und zu vernetzen, da Abhängigkeiten befürchtet werden und damit eventuell die Störanfälligkeit erhöht wird. Tatsächlich sind sowohl organisatorische als auch technische Hindernisse bei der Kopplung der Sektoren zu überwinden.

Grundsätzlich sind zentrale Versorgungssysteme auf Versorgungssicherheit und Langfristigkeit ausgelegt. Sektorenkopplung ist für zentrale Netze nur möglich, wenn die Versorgungssicherheit uneingeschränkt gewährleistet werden kann. Organisatorisch sind hierfür neue Wege zu finden: Die Investitionsräume sind bei Versorgungsträgern langfristig ausgelegt. Erneuerbare Energiequellen und andere Energiepotenziale bestehen bzw. werden von privaten oder öffentlichen Unternehmen generiert, die wesentlich kurzfristiger am Markt agieren müssen. Sektorenkopplungen bedürfen daher der Aushandlung neuer Kooperationen und neuer Geschäftsmodelle, was die Bereitschaft der Akteure voraussetzt. Hier sind die Kommunen als essenzielle Akteure zur Impulssetzung und Wegweisung gefordert.

Bei Sektorenkopplungen können zudem Nutzungskonkurrenzen auftreten. Zum einen können die Wirkungen von gekoppelten Systemen unterschiedlich ausfallen. Ein Sektor hat beispielsweise einen deutlichen Nutzen, während ein anderer Sektor den Hauptteil der Kosten trägt oder in seiner Wirkweise eingeschränkt wird. Auch ist abzuwägen, welcher Sektor effizienter gefördert werden kann, beispielsweise bei der Nutzung der Dachfläche für Photovoltaikanlagen (Sektor Strom), Solarthermieanlagen (Sektor Wärme), extensive Grünfläche (Sektor grüne Infrastruktur) oder Freifläche für Bewohner (Sektor Soziale Infrastruktur).

Neben den Chancen, die Sektorenkopplungen eröffnen, wie die Erhöhung der Versorgungssicherheit, die Steigerung der Energieeffizienz und die Reduzierung von Treibhausgasen, sind auch die Herausforderungen wie gegenseitige Abhängigkeiten der Teilsysteme und eine eventuelle Störanfälligkeit durch die Komplexität der gekoppelten Systeme zu betrachten. Diese Punkte sind je nach in Frage kommender Sektorenkopplung spezifisch. Die Stärken und Schwächen müssen bei Sektorenkopplungen daher individuell betrachtet und effiziente Lösungen entwickelt werden.

Synergievorteile erkennen – Kopplungs Nachteile abwägen

Durch Kopplung bestimmter Sektoren können Synergieeffekte eintreten, beispielsweise bei der Nutzung der Abwärme in Abwässern. Die vorhandenen, bisher ungenutzten Energiepotenziale der Abwärme können entnommen, falls notwendig qualifiziert, d.h. auf ein passendes Temperaturniveau mittels Wärmepumpe angehoben werden, und anschließend in ein bestehendes Wärmenetz mittels Wärmetauscher eingespeist werden. Damit können Ressourcen und CO₂-Emission reduziert, die Energieeffizienz gesteigert und gleichzeitig schädliche Erwärmung der urbanen Umgebung verringert werden.

Deutliche Synergieeffekte birgt auch die Nutzung des mit PV-Anlagen auf Dachflächen regenerativ gewonnenen Stromes. Dieser Strom kann in den Haushalten und für die E-Mobilität der Bewohner durch Ladestationen in Tiefgaragen genutzt werden. Diese verbrauchsnahe Bereitstellung spart Ressourcen, reduziert die CO₂-Emissionen und beansprucht weniger Flächen im öffentlichen Raum.

Neben den offensichtlichen Vorteilen müssen etwaige Schwachstellen, Risiken und Grenzen von Kopplungen beachtet werden. Diese hängen von der Verortung der Potenziale und der Art der technisch-organisatorischen Gestaltung der Kopplung der Sektoren ab.

Bei der Nutzung von Dachflächen sind beispielsweise Nutzungskonkurrenzen abzuwägen. Auch bei bodengleichen Freiflächen ist auszuloten, inwieweit diese multifunktional für den Sektor Wärme oder Strom (Standorte von Solarthermie- oder PV-Anlagen) belegt werden können, ohne etwa naturnahe oder soziale Infrastrukturen negativ zu beeinflussen.

Ausschlaggebend ist auch, ob die Potenziale langfristig und in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen. Dies ist ein wesentlicher Punkt bei der Auslotung von Abwärmepotenzialen von gewerblichen Anlagen oder dem Kanalnetz. Die Abwärme muss mindestens zu den Bedarfszeiten anfallen und langfristig gesichert zur Verfügung stehen, um die Investitionen in die notwendigen technischen Anlagen sowie die erforderlichen organisatorischen Anpassungen finanziell darstellen zu können.

Sektorkopplung ist nicht risikofrei. Bei der Nutzung von Wärme aus Fließgewässern können sich durch den Entzug von Wärme auch negative Effekte einstellen. Die Auswirkungen auf Flora und Fauna des Gewässers müssen bei der Planung untersucht und bei Betrieb im Blick behalten werden. Wird Wärme aus dem Abwässernetz in Größenordnung entnommen, könnte dies dazu führen, dass die Klärprozesse in den Kläranlagen ungünstig beeinflusst werden.

Um die Chancen, die Sektorenkopplungen bieten, nutzen zu können, ist daher immer auszuloten, ob und mit welchem Aufwand und Einsatz die Herausforderungen bewältigt werden können.

Chancen	Herausforderungen
Höhere Energieeffizienz und Reduzierung des Bedarfes fossiler Energieträger, dadurch Reduzierung von Treibhausgasemissionen	Neue Geschäftsmodelle und Partnerschaften notwendig, da bisher sektoral getrennte Systeme neu kombiniert werden (unterschiedliche Betreiber, Ziele und Normen)
Verbesserung der Versorgungssicherheit durch Möglichkeit der Einbindung regenerativer und alternativer lokaler Energiequellen	Finanzieller Mehraufwand und teils hohe Investitionskosten verlängern Amortisationszeiten
Pufferung von Energie durch virtuelle oder funktionale Speicher möglich	höhere Störanfälligkeit aufgrund technischer und organisatorischer Komplexität möglich
Abhängigkeiten von fossilen Energieträgern, Energieimporten und überregionalen Netzen wird reduziert	Gebäudeausstattung muss angepasst werden aufgrund erforderlichem niedrigeren Temperaturniveau, um EE einbinden zu können
Leistungsfähigkeit steigt	Kooperation vieler Akteure notwendig, Zuständigkeiten sind auszuhandeln
Resilienz urbaner Räume kann erhöht werden	Verhaltensänderungen von Nutzern notwendig (Umstieg auf ÖPNV, Lüftungs-/Heizungsverhalten)
Lebensqualität in urbanen Räumen kann steigen	Nutzungskonkurrenzen um Flächen
	Interessenskonflikte

4 ANSCHAUUNGSBEISPIEL ÄUßERE OSTSTADT ERFURT

Das städtebauliche Entwicklungsgebiet „Äußere Oststadt“ der Stadt Erfurt fungierte als Modellgebiet im Rahmen des BMBF-Forschungsvorhabens „Infra-Urban“.² Dieses Vorhaben untersuchte von 2016 – 2019 Optionen einer sektorenübergreifenden Vernetzung und Optimierung kommunaler Infrastruktursysteme, die einen effizienten und langfristig nachhaltigen Ressourceneinsatz und Systemresilienz ermöglichen. Anhand von zwei Modellgebieten, eines davon die Äußere Oststadt in Erfurt, wurden die theoretischen Lösungsansätze exemplarisch in die Praxis übertragen, um damit Umsetzungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Die Stadt sowie die Stadtwerke Erfurt bekundeten Interesse, die gewonnenen Erkenntnisse in der Praxis umzusetzen. Die weitere Unterstützung bei der Übertragung der wissenschaftlichen in die anwendungsbezogene Ebene durch einen Forschungsverbund wurde als sehr hilfreich angesehen und vom Fördermittelgeber durch die Bewilligung des **Anschlussvorhabens Infra-Urban – E** unterstützt. Die Erkenntnisse bei der technischen und planerischen Konkretisierung des Versorgungsszenarios und der Ermittlung von planerischen und technischen Anschluss- und Rahmenbedingungen sowie bei der Einbindung und Beratung der Akteure werden im Folgenden dargestellt, um an diesem konkreten Fallbeispiel Möglichkeiten aber auch Tücken und Hemmnisse bei der Umsetzungsvorbereitung von Sektorenkopplungen aufzuzeigen.

Beschreibung Planerische Ausgangssituation

Erfurt, die Landeshauptstadt Thüringens, darf als Musterkommune in der Erarbeitung informeller Konzepte zur Umsetzung der Nachhaltigkeit bezeichnet werden: Seit Juli 2021 verfügt die Stadt über eine Nachhaltigkeitsstrategie, für deren langjährigen partizipativen Erarbeitungsprozess die Stadt ausgezeichnet wurde.³

2018 hat sich die Stadt mit ihrem Integrierten Stadtentwicklungskonzept (ISEK) Erfurt 2030⁴ Leitziele für die Entwicklung der Gesamtstadt vorgegeben. Das Entwicklungsgebiet „Äußere Oststadt“ ist darin als strategisches Projekt und größtes und damit bedeutendstes Schwerpunktprojekt der Stadtentwicklung ausgewiesen.

Bereits 2016 wurden im „Integrierten Rahmenkonzept Äußere Oststadt“ Strategien für die Entwicklung der Äußeren Oststadt als neuen, energieeffizienten und urbanen Stadtteil vorgegeben.⁵ Das Rahmenkonzept wurde 2021 fortgeschrieben, hierbei wurden mehrere zwischenzeitlich erarbeitete Fachkonzepte eingearbeitet, beispielsweise eine Verkehrsstudie, die Konzeptstudie Ostpark sowie das Energiekonzept.

Zudem wurden für die Äußere Oststadt im Rahmen des BMBF-Forschungsvorhabens „Heat Resilient City“ (HRC) konkrete Strategien und Maßnahmen zur Klimaanpassung erarbeitet. Das Projekt HRC ist Sieger des Deutschen Nachhaltigkeitspreis Forschung 2022.⁶



² Veröffentlichungen Infra-Urban Band I und Band II

³ Projekt Nachhaltige Kommune, Nachhaltigkeitsstrategie Erfurt

⁴ ISEK Erfurt 2030

⁵ Äußere Oststadt -Entwicklung eines neuen, energieeffizienten und urbanen Stadtteils, Stadtportal Erfurt

⁶ Heat Resilient City, Maßnahmenkonzept



Abb. 10: Lage Entwicklungsgebiet Äußere Oststadt im Stadtgebiet; Quelle: Stadt Erfurt



Abb. 11: Visualisierung Neues Promenadendeck, Tor zur Altstadt der neuen ICE-City, Quelle: 1. Preis Realisierungswettbewerb „Promenadendeck“ Büro Schlaich Bergermann partner – sbp GmbH, Stuttgart, 2017



Abb. 12: Animation Perspektive von Staufenbergallee Quelle: 1. Preis Wettbewerb „Atlantic Hotel & Tower Ost“, Delugan Meissl Associated Architects, Wien, 2019

Beschreibung Modellgebiet

Die Äußere Oststadt ist die letzte große zusammenhängende innerstädtische Fläche in Erfurt, die es erlaubt, eine umfassende städtebauliche Neuordnung und eine bauliche Entwicklung in der Größenordnung eines kompletten Stadtteils mit ca. 2000 Wohneinheiten zu vollziehen. Dem aktuell gewerblich-industriell und von Brachflächen geprägten Areal wird große Bedeutung für die Entwicklung der Landeshauptstadt Thüringens beigemessen: Seit 2017 ist Erfurt ICE-Knotenpunkt wichtiger Trassen in der Mitte Deutschlands. Die dadurch entstanden Standortvorteile möchte die Stadt und die Deutsche Bahn als Grundstückseigentümer der ehemals für Bahnzwecke genutzten Bereiche durch den Bau von modernen und innovativen Dienstleistungsgebäuden in Bahnhofsnähe bestmöglich nutzen.

Hierzu wurde eine attraktive fußläufige Verbindung zwischen dem Hauptbahnhof über ein Promenadendeck zum sogenannten ICE-City-Quartier der Äußeren Oststadt konzipiert, die bereits seit 2021 in Bau ist. Beidseits des Promenadendecks werden zwei innovative Büro- und Hotelhochhaustürme das „neue Tor zur Innenstadt“ bilden. Östlich daran anschließen sollen moderne und energieeffiziente Dienstleistungs- und Wohnbauten, eingebettet in großzügige Grünflächen, die sich Richtung Norden in die Äußere Oststadt erstrecken. Insgesamt wird ein großer Impuls für die Stärkung der Innenstadt als urbanes und attraktives Zentrum erwartet.

Die Entwicklung des Gebietes soll zeitlich und räumlich stufenweise in 6 Teilquartieren umgesetzt werden. Für einige Quartiere wurden bereits Bebauungsplanverfahren eingeleitet, teils sind diese zwischenzeitlich bereits abgeschlossen.

„Die Äußere Oststadt wird ein moderner, urbaner und grüner neuer Stadtteil Erfurts. Die Bewohner werden von der hervorragenden zentralen Lage ebenso profitieren wie von modernen städtischen Strukturen.“

Arno Lieke, Stadtverwaltung Erfurt
Bereichsleiter Vorbereitende Stadterneuerung

Energiekonzept

Aufbauend auf dem „Integrierten städtebaulichen Rahmenkonzept Äußere Oststadt 2016“, den Erkenntnissen aus dem Erstvorhaben Infra-Urban sowie den hier erstellten räumlichen Analysen, Szenarienentwicklungen und Effizienzberechnungen, ließ die Stadt Erfurt 2018 das „Energiekonzept Äußere Oststadt“⁷ erarbeiten.

Eine förderliche Ausgangsbedingung hierfür war das 2015 entwickelte „Erfurter Energiemodell“⁸. Dieses strategische Versorgungskonzept der Stadtwerke Erfurt beschreibt den systematischen Ansatz zur Dekarbonisierung der Versorgung des Stadtgebiet Erfurts mit Wärme und Strom.

Neben den bestehenden Gas- und Dampfturbinenanlagen sind bereits mehrere Komponenten zur regenerativen Erzeugung von Wärme und Strom sowie zur temporären Speicherung und Regulierung von Versorgungsspitzen integriert bzw. werden künftig errichtet. Das Grundgerüst zur Verteilung der Wärme bildet ein Fernwärmenetz, welches bereits Teile des Modellgebietes in der Oststadt versorgt. Aufgrund zwischenzeitlich erhöhter Anforderungen im Thüringer Energiegesetz zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele wurden und wird das Energiemodell von den Stadtwerken kontinuierlich weiterentwickelt.

Ziel und Markenzeichen der Versorgung in der Äußeren Oststadt ist die weitgehende Nutzung lokal verfügbarer energetischer Potenziale aus Erneuerbaren Quellen (Solarthermie und Photovoltaik) und gewerblicher Abwärme. Das Versorgungskonzept trägt damit zur Umsetzung des angestrebten Erfurter Energiemodells bei. Darauf aufbauend ergänzt ein Konzept zur Integration von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge das Ziel, CO₂-Emissionen und Lärm im Stadtgebiet zu reduzieren und den Anteil an E-Mobilität zu erhöhen.

Zitat aus dem Endbericht des Energiekonzeptes Äußere Oststadt, Dezember 2018

⁷ Energiekonzept Äußere Oststadt Erfurt

⁸ Erfurter Energiemodell

Kernelemente des Versorgungskonzeptes der Äußeren Oststadt sollen gemäß dem Energiekonzept zum einen die Wärmeversorgung über ein lokales Niedertemperatur-Fernwärmenetz (NT-FW-Netz) mit Vorlauftemperaturen von rund 70 Grad Celsius unter vorrangiger Nutzung Erneuerbarer Energie (Solarthermie) und gewerblicher Abwärme sein. Zum anderen soll die Stromversorgung zu einem hohen Anteil durch Solarstrom gedeckt werden. Die Kälteversorgung (sommerlicher Raumkühlungsbedarf) soll über aktive und passive Systeme realisiert werden. Im Bereich Mobilität sind Anreize zum sukzessiven Ersatz von Verbrennungsmotoren durch Elektroantriebe, durch

die Bereitstellung von Ladeinfrastrukturen sowie planerische Maßnahmen zur Verkehrsreduzierung vorgesehen.

Als symbolhafter Identifikationspunkt ist geplant, einen weithin sichtbaren „Energie-Leuchtturm“ zu konzipieren: Das von der Stadt geplante Parkhaus der ICE-City soll neben dem bestehenden Heizwerk in der Iderhoffstraße als zweiter Versorgungsausgangspunkt des Wärmenetzes fungieren und als EE-Speicher und EE-Erzeuger sowie zudem als intermodale Schnittstelle aller Verkehrsmittel in unmittelbarer Nähe des Hauptbahnhofes ausgebildet werden.

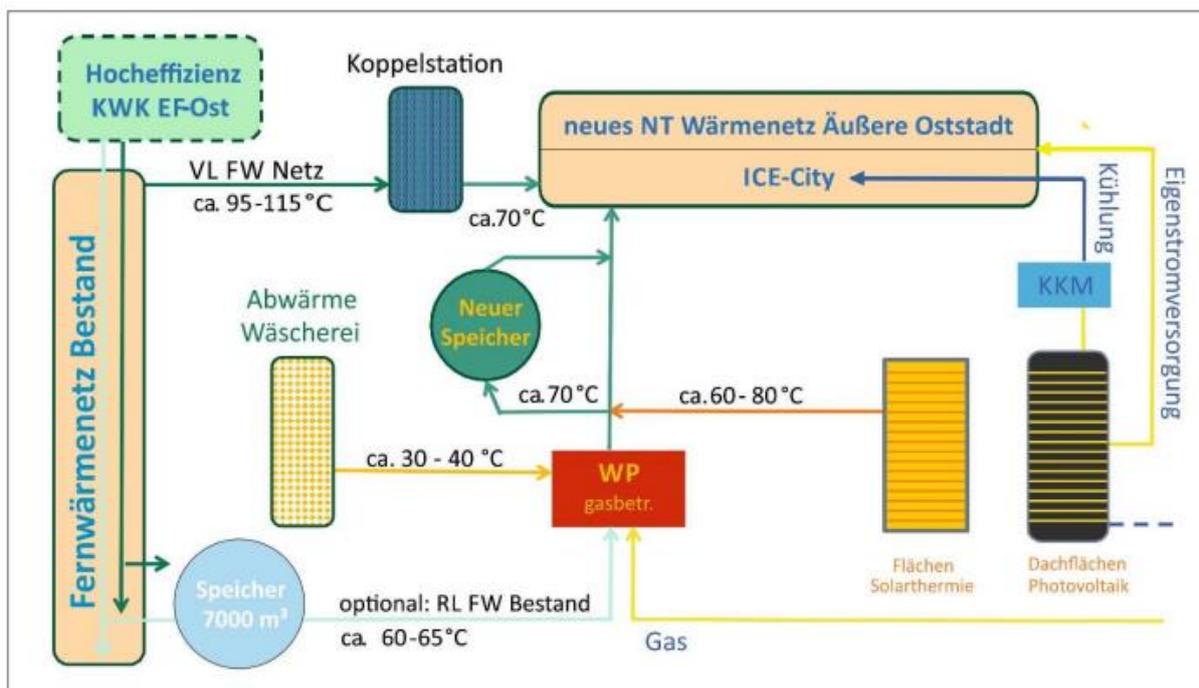


Abb. 13: Vereinfachtes Funktionsschema zum Energieversorgungskonzept der Äußeren Oststadt; Darstellung: BTU Cottbus Senftenberg, Fachgebiet Stadttechnik (Erklärung der Abkürzungen siehe Abkürzungsverzeichnis)

Begleitung der Vorbereitung des Umsetzungsprozesses

Verbundpartner bei diesem Prozess waren die die Stadtwerke Erfurt und die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU), Fachgebiet Stadttechnik als projektkoordinierender Partner. Die Stadtverwaltung war als assoziierter Partner eingebunden. Aufgrund der erforderlichen integrierten Herangehensweise waren von der Stadt Erfurt leitende Personen aus mehreren Ämtern und Abteilungen um ihr Mitwirken gebeten worden: Aus dem Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung und der Abteilung Stadterneuerung, dem Umwelt- und Naturschutzamt, die Klimaschutzkoordinatorin und der Verantwortliche des ebenfalls für das Entwicklungsgebiet Äußere Oststadt agierenden Forschungsprojektes „Heat Resilient City“. Weiterhin arbeiteten leitende Vertreter der Stadtwerke Erfurt (SWE) aus den Abteilungen Technik, Wärmenetz und Stromnetz sowie vom Entwässerungsbetrieb der Stadt Erfurt am Projekt mit.

Bei regelmäßigen Arbeitstreffen der Verbundpartner des Projekts wurde die Vorgehensweise festgelegt, Erkenntnisse zusammengeführt und die jeweils anstehenden weiteren Schritte definiert.

Folgende Kernthemen sollten im Rahmen der Prozessbegleitung vertieft werden:

- Sektorenkopplung als Zukunftsthema in Bezug auf nachhaltige Stadtentwicklung
- Einbindung von Klimaschutzanforderungen in der Stadtentwicklung
- Wärmerückgewinnung aus Abwasser (Kanäle, industrielle Großbetriebe)
- Flächenverfügbarkeit für Solarthermie vs. Nutzungskonkurrenzen
- Nutzung Blauer und Grüner Infrastrukturen zur mikroklimatischen Verbesserung
- Regenwassernutzung/-haltung im Stadtgebiet
- Etablierung multifunktionaler Stadträume (i.V.m. Starkregenschutz, Regenrückhaltung, etc)

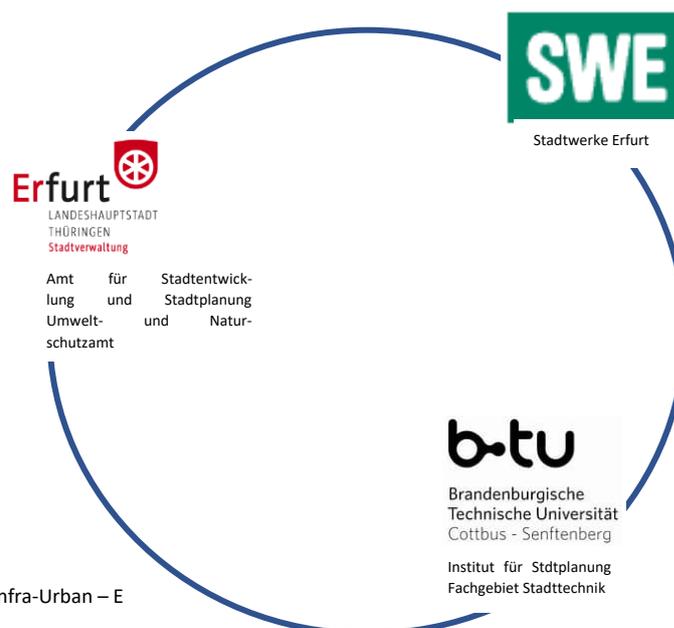


Abb. 14: Verbundpartner Infra-Urban – E

Die **Einbeziehung wichtiger Akteure der Stadtentwicklung** wurde von Anfang an forciert, da die Kenntnis der Bedürfnisse untereinander ein wichtiger Baustein ist. Die Vermittlung, das gegenseitige Verständnis und die gemeinsame Lösungsfindung ist die Grundvoraussetzung, um zielführende Entwicklungsprozesse umsetzen zu können. Es wurden **Internetseiten eingerichtet**, **Bürgerspaziergänge** durchgeführt und **Kontakt mit Fachstellen** und vor allem **mit potenziellen Investierenden** gesucht.

Ein **Informationsflyer**⁹ wurde entwickelt sowie Hintergrundinformationen zum Flyer (**FAQ = Frequently Asked Questions**)¹⁰ für Investierende erstellt und verteilt.“

Ausführliche Beratungs- und gemeinsame Konstituierungsgespräche waren mit potenziellen Investierenden vorgesehen, um diesen die notwendigen planerischen und baulichen Anforderungen sowie den Mehrwert durch die angestrebte Sektorenkopplung aufzuzeigen. Mit zwei Investierenden wurden zielführende Abstimmungsgespräche geführt.

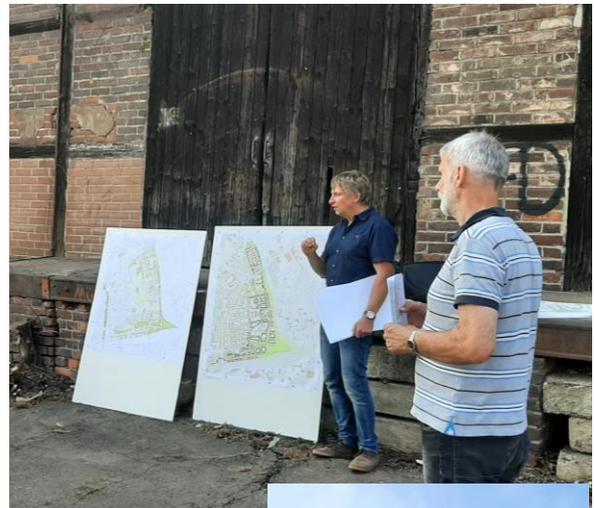


Abb. 15: Eindrücke vom Bürgerspaziergang über das Entwicklungsgebiet im September 2021

⁹ Informationsflyer Entwicklungsgebiet Äußere Oststadt Erfurt

¹⁰ Hintergrundinformationen zum Flyer (FAQs)

In enger Abstimmung zwischen der Stadtverwaltung, den Stadtwerken und der BTU Cottbus-Senftenberg wurde die Umsetzung der im Erstvorhaben hervorgegangenen technischen Handlungsoptionen zur sektorengkoppelten Wärme- und Stromversorgung im Modellgebiet Äußere Oststadt konkretisiert. Hierzu wurde Kontakt mit den involvierten Fachstellen, Unternehmen und Eigentümern hergestellt, Gespräche geführt und Messungen vorgenommen, um die Energiepotenziale vor Ort so weit wie möglich konkret zu definieren und die Voraussetzungen für die Umsetzung abzuklären.

Die vorhandenen ungenutzten Energiepotenziale im Gebiet und in der Umgebung wurden ermittelt. Hierbei handelt es sich um die Abwärme zweier Gewerbebetriebe, der Abwärme aus dem städtischen Kanalnetz sowie aus dem naheliegenden Flutgraben. Desweiteren wurde versucht, die Realisierung der Solarthermie-Großanlage auf für bauliche Zwecke nicht nutzbaren Flächen weiter zu konkretisieren. Im Bereich der Stromversorgung galt es zu ermitteln, inwieweit die Versorgung des Gebietes über Photovoltaikanlagen realisierbar ist. Auch alternative Speicher- und Backup-Optionen sollten überprüft werden.

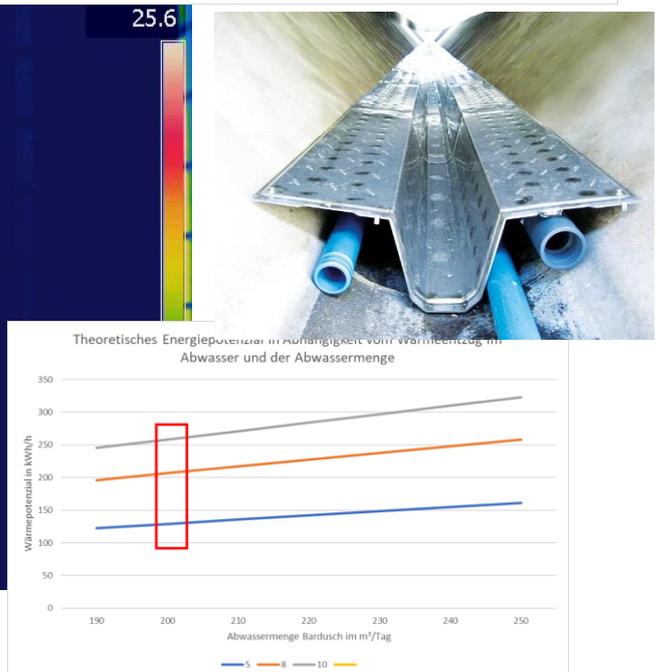
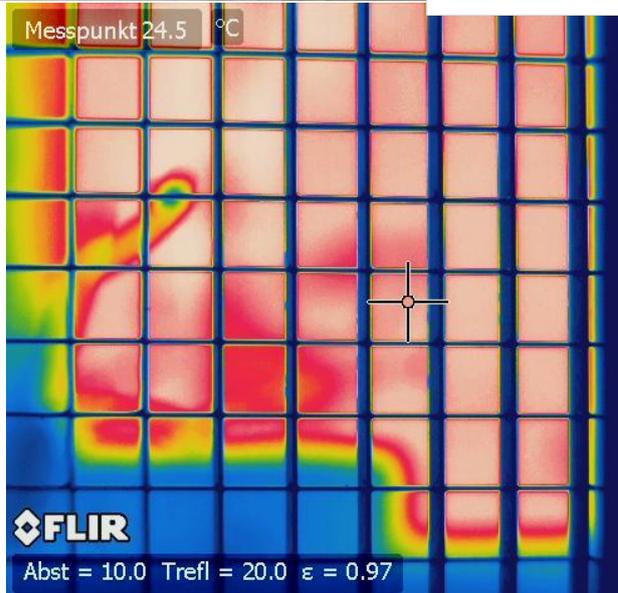
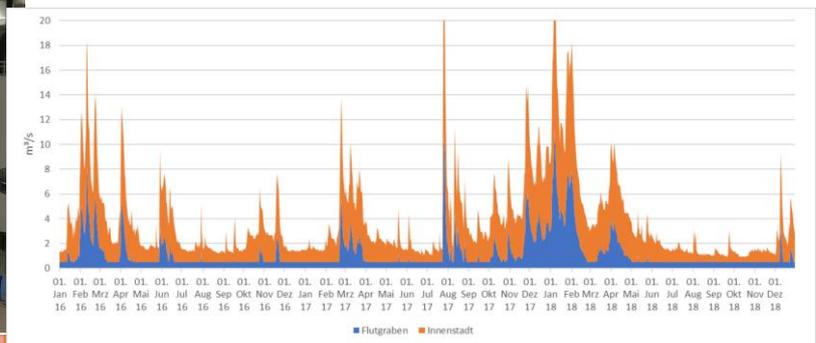


Abb. 16: Arbeitsmaterialien und Anschauungsbeispiele Potenzialanalyse: (von links nach rechts) Wärmetauscher für Industrieabwässer, Wärmebild Abklingbecken; Wassermengendiagramm Flutgraben, Abwärmepotenzialdiagramm, Rinnenwärmetauscher in Abwasserleitung,

Erkenntnisse aus der Umsetzungsbegleitung

Konkretisierung des Wärmeversorgungskonzeptes des Quartiers

Der Aufbau eines Niedertemperatur-Fernwärmenetzes im Entwicklungsgebiet Äußere Oststadt ist ein zielführender Schritt in die Zukunft. Dies ist die Eintrittskarte zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen und anderer Energiepotenziale wie der Abwärme. Die Grundlage zur zukunftsfähigen Versorgung ist damit perspektivisch gelegt. Darüber hinaus führt die Absenkung der Vorlauftemperaturen zu einer Reduktion von Verteilungsverlusten und ist der Versorgung moderner, energieeffizienter Gebäude optimal angepasst.

Parallel arbeitet die SWE aufgrund der im Thüringer Energiegesetz geforderten „Transformation des Wärmenetzes mit dem Ziel der nahezu klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040“ an der „Vergrünung“ der Fernwärme. Damit wird die Äußere Oststadt durch den Anschluss an das zentrale Fernwärmenetz künftig ohne Abhängigkeit von der Einbindung von regenerativen Energiequellen im Quartier klimaneutral versorgt werden.

"Die Erreichung der Klimaschutzziele ist insbesondere für den Wärmesektor eine enorme Herausforderung.

Warum? Die Wärme kann - im Gegensatz zum Stromsektor - nicht über weite Strecken importiert werden, sondern muss lokal gewonnen lokal oder produziert werden.

Leider sind aber in vielen urbanen Räumen natürliche Ressourcen zur lokalen Wärmegewinnung in ausreichender Menge schlichtweg nicht vorhanden oder erschließbar.

Aber vielleicht müssen wir uns deshalb - auch mit Blick auf die aktuellen geostrategischen Rahmenbedingungen - nochmals neu und intensiv der Tiefengeothermie zuwenden. Unter Verwendung moderner Technologien könnte diese als „Gamechanger“ für hohe Wärmeerträge ohne Import- und Rohstoffabhängigkeit sorgen und einen erheblichen Beitrag zur Wärmegrundlast in urbanen Räumen liefern.

Ergänzend müssen dann weitere Technologien zur Produktion grüner Wärme und zur Deckung der Spitzenlast hinzukommen, z.B. grüne Brennstoffe und Sektorkopplungstechnologien.

Im Umsetzungskompass wird im Weiteren speziell auf die Sektorkopplungstechnologie eingegangen, die ein Teil der Lösung sein wird und muss."



Frank Springer
Prokurist Stadtwerke Erfurt

Erfahrungen bei der Detailuntersuchung der Potenziale

Die Ermittlungen und Prüfungen der Potenziale erneuerbarer Energiequellen in der Äußeren Oststadt wurden anhand von Realdaten überprüft und erneut bewertet. Hierbei konnte ein Teil der im Energiekonzept ausgewiesenen Potenziale nicht bestätigt werden:

1) Flächen für eine Solarthermie-Großanlage stehen im Quartier nicht zur Verfügung, weil der Flächeneigentümer zwischenzeitlich andere Nutzungsvorstellungen entwickelt hatte. Alternativ denkbare Flächen wurden aus städtebaulichen Gründen als nicht geeignet eingestuft.

2) Gewerbliche Abwärmepotenziale konnten nur bei einem Betrieb als gesichert festgestellt werden. Aufgrund der geringen Größe des Potenzials stellte sich aber die Einkopplung in das Fernwärmenetz aktuell ökonomisch nicht umsetzbar dar. Das Abwärmepotenzial eines Industriebetriebes wurde bzw. wird durch betriebsinterne Maßnahmen erheblich reduziert und steht für die Einbindung in die Wärmeversorgung des Gebietes nicht mehr in geplantem Umfang zur Verfügung.

3) Abwärmepotenziale im Kanalnetz bestehen, können aktuell aber nicht für die Versorgung der Äußeren Oststadt genutzt werden: Technische Möglichkeiten des Entzugs von Abwärme sind im bestehenden Kanalnetz im Bereich der Äußeren Oststadt nicht einsetzbar, da Verkleinerungen des Kanalquerschnitts aufgrund starker hydraulischer Auslastung nicht darstellbar sind. Aktuell ist keine Erneuerung des Netzes erforderlich, sodass der Einbau von notwendigen technischen Anlagen zur Entnahme der Abwärme außerhalb der bestehenden Kanalkomponenten finanziell nicht darstellbar ist. Perspektivisch ist bei Ausdehnung des Kanalnetzes

oder Umbaumaßnahmen der Einbau entsprechender technischer Komponenten zur Entnahme der Wärme aus oder in den Leitungen denkbar und zielführend. Entsprechend darstellbare Potenziale erscheinen gegeben.

4) Abwärmepotenziale des Flutgrabens sind aufgrund des geringen und zudem schwankenden Wasserdurchflusses und des niedrigen Temperaturniveaus nicht gesichert vorhanden. Ökonomisch ist die Nutzung daher nicht darstellbar. Zudem bestehen ökologisch Bedenken der Fachbehörden aufgrund der Reduzierung der Gewässertemperatur und wegen der Beeinflussung des Fließverhaltens im Bereich der Entnahmehauwerke.

Umsetzungshemmnisse bei Netzausbau

Das geplante Parkhaus in der ICE-City sollte neben seiner ursächlichen Nutzung als Parkhaus parallel als Energiezentrale zur Versorgung der südlichen Quartiere der Äußeren Oststadt dienen. Da das Parkhaus aber aus ökonomischen Gründen zunächst nicht realisiert wird, ist eine planerisch sowie finanziell aufwändige Zwischenlösung zur Versorgung des bereits in Planung befindlichen ersten Gebäudekomplexes in der ICE-City erforderlich. Damit ist die Realisierung des „Energie-Leuchtturms“ und damit des Symbols für den ambitioniert konzipierten neuen Stadtteil momentan nicht absehbar. Auch die Mobilitäts-Drehscheibe und damit ein wichtiger Beitrag zur Reduzierung des MIV wird aktuell nicht umgesetzt.

Grundlegende Erkenntnis zur Nutzung von Abwärmepotenzialen und Erneuerbaren Energiequellen für Fernwärmenetze

Regenerative Energiequellen mit hinreichendem und langfristig als gesichert einzustufendem Potenzial zu erschließen, gestaltet sich schwierig und aufwändig. Trotz intensiver Bemühungen und Ausloten der denkbaren Optionen gelang dies im Quartier Äußere Oststadt zum aktuellen Zeitpunkt nicht. Durch den Aufbau eines Niedertemperatur-Fernwärmenetzes besteht zukünftig weiter die Option Abwärme oder EE-Potenziale einzubinden. Grundsätzlich ist zu empfehlen, alle Abwärmepotenziale in einem Gebiet auszuloten, da davon auszugehen ist, dass effektive und langfristig tragfähige Versorgungskonzepte durch die Sicherung mehrerer Abwärmepotenziale sowie in Kombination mit Anlagen zur erneuerbaren Energiegewinnung unterstützt werden können.

Bisher ist die Abwärmennutzung in Deutschland noch nicht weit verbreitet. Potenziale werden daher noch wenig erkannt oder nicht als ernsthafte Optionen in die Planungen einbezogen. Die Potenziale sollten daher generell in Städten gezielt erhoben und Optimierungsmöglichkeiten erkundet werden. Die technischen und organisatorischen Voraussetzungen für die Nutzung von Abwärmepotenzialen könnten so bei anstehenden Erweiterungs- Sanierungs- oder Umbaumaßnahmen geschaffen und von privaten oder öffentlichen Betreibern genutzt werden. Entsprechende Informations- und Beratungsangebote sowie geeignete Anreizsysteme für Unternehmen, Versorgungsträger und Kommunen sind hierfür förderlich.

„Das Projekt „Äußere Oststadt“ hat sehr deutlich gezeigt, dass trotz des Vorhandenseins von lokalen EE-Potenzialen im Entwicklungsgebiet und trotz der geplanten Errichtung eines Niedertemperaturnetzes zur effektiveren Integration dieser Potenziale eine tatsächliche Umsetzung/Realisierung dieser individuellen Einzelprojekte bislang gescheitert ist.

Die Gründe dafür sind vielfältig. Sie reichen von Nutzungskonflikten bei den Flächen für solare Energieerzeuger über technische Schwierigkeiten und Restriktionen bei der Nutzung von Abwärme bis hin zu wirtschaftlichen Fragen. Das bedeutet auch, dass sich die oft in Studien ausgewiesenen theoretischen Potenziale (z. B. Abwärmepotenziale, Flächenpotenziale etc.) in der Praxis weitaus – zum Teil Größenordnungen – geringer darstellen.

Allerdings kann das Fehlen/Scheitern der lokalen EE-Wärmeintegration auf Quartiersebene dadurch kompensiert werden, dass an anderer Stelle im Stadtgebiet zentrale EE-Erzeuger großer Dimension errichtet werden. Über das vorhandene zentrale Fernwärmenetz erreichen diese EE-Wärmeanteile dann auch Quartiere wie die „Äußere Oststadt“.



Kay Eberhardt
Bereichsleiter Technik Stadtwerke Erfurt

Konkretisierung des Stromversorgungskonzepts

Die Dachflächen im Gebiet reichen nicht aus, um mit Solarthermie- und Photovoltaikanlagen ausreichend Strom und Wärme für eine Versorgung des Quartiers bereitzustellen. Zudem traten weitere Nutzungskonkurrenzen auf, da die Dachflächen teils als extensive Gründächer zur Kühlung und Regenwasserpufferung sowie zur Benutzung durch die Bewohner bzw. Nutzer der Gebäude als Gärten oder Dachterrassen zur Verfügung stehen sollen. Um die vorteilhafte Nutzung zu identifizieren, wurden die Effekte, Anforderungen und die sich ergebenden Vor- bzw. Nachteile der Nutzungen gegenübergestellt:

Strom aus Photovoltaikanlagen zeigte sich gut geeignet dezentral in den jeweiligen Gebäuden entweder für Haushaltsstrom oder für E-Mobilität genutzt zu werden. Durch Anwendung von Mieterstrommodellen können Kostenvorteile für die Bewohner geschaffen werden. E-Ladestellen in den Tiefgaragen bis zu einer Bedarfsdeckung von 20% können ebenfalls den Bewohnern oder Nutzern der Gebäude direkt zugutekommen. Die Investierenden zeigten sich aufgeschlossen derartige Modelle umzusetzen. Daher, sowie aufgrund der besseren Effektivität im Vergleich zu Solarthermieanlagen, soll der Focus auf die Verortung von Photovoltaikanlagen auf den Dachflächen gelegt werden. Parallel sollen die Dachflächen auch anteilig als Grünflächen für klimatische und abwassertechnische Zwecke und soweit möglich als Nutzungsbereiche für die Bewohner ausgebildet werden.

Verortung Kühlung

Aktive Kühlung mittels Photovoltaikanlagen, Kraft-Kälte-Maschinen und Wärmetauschern (Adiabate Kühlung) wäre sowohl für Dienstleistungsgebäude als auch für Wohngebäude sinnvoll und technisch problemlos im Gebiet umsetzbar. Jedoch wird aktive Kühlung von den Investierenden nicht als erforderlich erachtet und daher nicht in Betracht gezogen, lediglich passive Systeme werden erwogen.

Verortung Naturnahe und Soziale Infrastrukturen

In den Festsetzungen der bereits erstellten Bebauungspläne bzw. den vertraglichen Regelungen mit den Vorhabenträgern des Entwicklungsgebietes werden die Möglichkeiten der Verortung und Gestaltung multifunktionaler Flächen und damit die Kopplungen der Ver- und Entsorgungssysteme mit blauen, grünen und sozialen Infrastrukturen bisher nicht umfänglich genutzt. Zwar sind die Baukörper in attraktiv gestaltete Freiräume und verkehrsberuhigte Quartiere eingebettet, jedoch könnten wesentlich größere Effekte im Bereich Klimaresilienz durch multifunktional belegbare Flächen und Gebäude erzielt werden. Konkrete Möglichkeiten hierfür werden im Maßnahmenkonzept des Projektes HRC aufgezeigt.

Dennoch können durch die Entwicklung der Äußeren Oststadt positive Entwicklungen für die Gesamtstadt generiert werden: Im Bereich des Stadtwerkequartiers befinden sich Altlasten aufgrund der früheren gewerblichen Nutzung. Durch die vorgesehene Ausweisung als Bau- und Grünflächen konnte ein Investor gefunden werden, der bereit ist, die Entsorgung dieser Altlasten vorzunehmen. Damit werden befürchtete erhebliche Gefahren für das Grundwasser der Stadt Erfurt beseitigt. Ebenso wird durch die geplante Entwicklung eines neuen Ostparks als großzügige Parkfläche die Frischluftzufuhr für die Innenstadt an dieser Stelle aufrechterhalten sowie ausgleichende Effekte für das Stadtklima in der Äußeren Oststadt gesetzt.



Guido Spohr

Umwelt- und Naturschutzamt Stadt Erfurt,
Abteilung Strategische Umweltplanung und Nachhaltigkeit;
BMBF-Forschungsprojekt "Heat Resilient City"

Erfurt wird trockener, sonniger und wärmer! Das sind die bereits heute bekannten und vorherrschenden Tendenzen. Mit nur 500 bis 550 mm Niederschlag gehört Erfurt zu den trockensten Landeshauptstädten in Deutschland. Dies wird sich laut den Klimaprognosen für 2050 noch weiter verschärfen, so dass Hitzesommer wie 2018 und 2019 kombiniert mit langen Trockenzeiten und Starkregenereignissen die Regel sein können. 2019 wurde in der Erfurter Innenstadt bereits mehrfach die 40 Grad-Marke im Schatten erreicht.

Städte in ihrer Stadtentwicklung an die künftigen Gegebenheiten anzupassen ist auch aus Sicht des Gesundheits- und Immobilienschutzes ein Gebot der Stunde. Insbesondere in der Planung neuer Quartiere liegt die große Chance. Ist die Stadt einmal gebaut (Zitat Karl Ganser), sind die Eingriffsmöglichkeiten deutlich komplexer, wie die Erfahrungen in der gründerzeitlichen "Inneren Oststadt" zeigen.

Die "Äußere Oststadt" bietet diese Chancen zur Neuorientierung trotz in Teilen des Bereichs vorhandener Altlasten im Erdreich. Dies gilt für die Anlage multifunktionaler Stadträume und der Kombination von "kühlenden" Maßnahmen, welche nicht im Bereich der Energieversorgung verortet sind (sowohl im öffentlichen Freiraum als auch an oder in Gebäuden).

Es kann nicht Ziel einer klima- und baukulturell orientierten Stadtentwicklung sein, Maßnahmen wie den seriellen Einsatz von Split-Klimaanlagen als letztendliche Lösung der Hitzeproblematik anzuerkennen. Daher bieten solche Neuordnungen von Flächen die hervorragende Gelegenheit, sowohl inhaltlich als auch organisatorisch neue Wege zu gehen, um frühzeitig und gemeinsam mit den Investoren die Flächen und deren Nutzung neu zu denken und die Integration von blau-grüner Infrastruktur als Standard festzulegen.

Die ersten positiven Ansätze sind mit dem bereits gebauten Quartier "Alter Posthof" gemacht, sowohl in energetischer Hinsicht als auch im Bereich der Regenwasserbewirtschaftung. Die noch anstehenden Projekte bspw. im Stadtwerke-Areal oder in der ICE-City bergen die Chance Heute für Morgen vorzusorgen. Hierzu bedarf es konkret einer frühzeitigen und gemeinschaftlichen Zusammenarbeit aller relevanten Akteure der Stadtentwicklung.

Identifizierte Hemmnisse der Umsetzung

Bei der Begleitung der Umsetzungsvorbereitung wurde Hemmnisse identifiziert, die in diesen Prozessen auch in anderen Kommunen vorkommen können. Die Hemmnisse sind zur besseren Übersicht in technische, nutzungsspezifische, finanzielle, organisatorische und praxisrelevante gegliedert.



Technische Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • unregelmäßig anfallende Abwärmepotenziale • räumliche Distanz zur Wärmesenke • Veränderungen der Produktionsabläufe oder Umbauten notwendig, um Abwärmepotenziale zu optimieren und notwendige technische Anlagen zu verorten (in Folge organisatorisches und finanzielles Hemmnis)
Technisch-Organisatorische Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Optionen regenerativer Energiequellen werden bisher nicht (zentral) erhoben (Potenziale häufig nicht bekannt, werden daher nicht als Optionen bei Neu-, Umbau- oder Entwicklungsmaßnahmen einbezogen) • keine bzw. lückenhafte Erhebung von Lastgangprofilen, Qualitäten und Mengen von Abwässern oder sonstiger potenzieller regenerativer Energiequellen (Potenzialerfassung aufwändig) • kaum Erfahrungen in Deutschland mit Abwärmenutzung (Folge: Vorbehalte der Betriebe und Versorgungsunternehmen wegen Aufwand und Organisation) • technische Anlagen zur Abwärmeentnahme und Qualifizierung sind in Deutschland auch für industrielle Abwässer verfügbar, aber bisher kaum im Einsatz (Folge: Vorbehalte wegen Aufwand und Unwägbarkeiten) • Risiko des Wegfalls der Abwärmequelle bzw. Reduzierung des Potenzials (beispielsweise bei Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen in Betrieben) erfordert Backup-Maßnahmen • Insgesamt hohe Kosten für die Abwärmeerschließung und Qualifikation
Nutzungsspezifische Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzungskonflikte bezüglich der Flächen (Unterbringung von PV- oder Solarthermieanlagen für Energieerzeugung, als extensive Grünflächen für Kühlung und Regenwasserbewirtschaftung oder zur Nutzung durch Bewohner als Nutzgarten oder Frei- und Erholungsfläche) • Eigentümerinteressen contra Gemeinwohlinteresse (beispielsweise eisenbahnspezifische oder gewerbliche Nutzung vs. Nutzung für Solarthermieanlagen zur Stromerzeugung) • Zielkonflikte wirtschaftliche Nutzung der Flächen contra Nutzung für Klimaschutz oder -anpassung oder zur Gewinnung von regenerativer Energie (Investoren diktieren Nutzung der Flächen) • Unerwünschte Auswirkungen auf andere Sektoren (beispielsweise kann der Entzug von Wärme aus Fließwässern oder dem Kanalnetz negative Auswirkungen auf Flora und Fauna bzw. auf Reinigungsprozesse verursachen)

Finanzielle Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none">• fehlende kurz- und mittelfristige Wirtschaftlichkeit: Energetische Bauweisen, höhere Energiestandards und erforderliche Um- oder Neubauten von Versorgungssystemen sowie technische Anlagen zur Nutzung regenerativer Energiequellen verursachen Mehrkosten• politische Rahmensetzungen greifen diese Diskrepanz nicht hinreichend auf (z.B. Einspeisevergütung, CO₂-Besteuerung, Förderquoten, etc.)• kommunale finanzielle Anreize oder ordnungspolitische Anordnung fehlen• „Heiz-Wärme aus ausgekoppelter Abwärme aus Industrieprozessen“ ist in Deutschland bisher wenig entwickelt. Damit sind technische Komplettlösungen hier noch nicht Stand der Technik und Umsetzung finanziell ein Risiko• Geringe Verbreitung von Wissen über Energieeffizienzoptionen und deren Nutzbarmachung in Unternehmen, Verwaltung und Stadtgesellschaft; deshalb sind Investitionen in Wissensverbreitung und Fachpersonal erforderlich
------------------------------	---

Organisatorische Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none">• Fehlen einer übergeordneten Stelle in der Verwaltung, welche die Umsetzung der informellen Konzepte evaluiert und kontrolliert• fehlende oder diffuse Zuordnung der Verantwortlichkeit für die Umsetzung der formulierten Nachhaltigkeits- und Entwicklungsziele• mangelhafte ämterübergreifende Abstimmung in der Verwaltung• fehlende fachübergreifende integrative Arbeitsprozesse innerhalb der Verwaltung sowie in Zusammenarbeit mit externen Akteuren• mangelnde Konfliktlösungskompetenz und -Befugnis• fehlende personelle und finanzielle Ressourcen für innovative Planungs-, Abstimmungs- und Umsetzungsprozesse (beispielsweise für die Nutzung der Abwärme)• fehlende Vorgaben und Anreize für Private und Investierende
-----------------------------------	--

Praxisrelevante Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none">• geringes Bewusstsein der Relevanz und Dringlichkeit der Umsetzung von energie- und klimapolitischen Zielen in Politik und Verwaltung• Voranstellung ökonomischer vor sozialen und klimapolitischen Interessen• vorwiegende Ausrichtung auf kurzfristige ökonomische Interessen stehen langfristigen nachhaltigen Zielen entgegen• mangelnder politischer Umsetzungswille• Komplexität der Projekte überfordert Akteure• mangelndes persönliches Engagement aufgrund Überlastung oder Bedenken wegen fehlender Legitimation durch Politik oder Vorgesetzte• personelle Engpässe• fehlendes oder nicht ausreichendes Wissen (fachübergreifende Zusammenhänge, Chancen und Herausforderungen)
----------------------------------	---

Empfohlene Lösungswege

Aufgrund der identifizierten Umsetzungshemmnisse wurden Lösungswege für die typischen Herausforderungen gesucht und den politischen Entscheidungsträgern Erfurts zur Umsetzung empfohlen.

1. Priorisierung der energie- und klimapolitischen Ziele in der Umsetzung

- Etablierung eines interdisziplinären Planungsmanagements in der Verwaltung, um nachhaltige Entwicklung umsetzen zu können
- Etablierung eines engmaschigen Monitoring- und Evaluationsprozesses um die Zielerreichung bewerten und visualisieren zu können
- Fokussierung auf Multifunktionalität der Stadträume und Gebäude bei allen Entwicklungen, um nachhaltige und damit zukunftsfähige und lebenswerte Quartiere realisieren zu können

2. Einführung von Mindeststandards als Prüfkriterien für die Entwicklung und Sanierung von Baugebieten

Energetische und Technische Standards

Wärmeschutzstandard (Gebäude)

- Neubau: KfW 40
- Bestand: Wärmeschutz, soweit bei Erhalt der historischen Bausubstanz möglich und sinnvoll

Photovoltaikanlagen

- Neubau: PV-Anlagen als Standard zur dezentralen Versorgung mit Haushaltsstrom (Mieterstrommodelle möglich) und in Verbindung mit E-Mobilität (Ziel: Erhöhung der Eigenbedarfsdeckung) und zur Unterstützung dezentraler Kühlung
- Bestand: PV-Anlagen, soweit baukulturell wertvolle Bausubstanz nicht beeinträchtigt wird.

Elektro-Mobilität

- Aufbau dezentraler Ladeinfrastrukturen auf privaten Flächen (u. a.

Tiefgaragen), gespeist von dezentralen PV-Anlagen

- öffentliche Ladeinfrastruktur an zentralen Punkten (Parkhäuser etc.)

Zentrale Wärmeversorgung

- Ausbau der Fernwärme oder nachhaltig regenerative und emissionsfreie Alternativen zur zentralen Wärmeversorgung (wie Abwärmenutzung, Wärmepumpen etc.)
- Erfüllung der Klimaschutzvorgaben bevorzugt über die „Vergrünung“ von Fernwärme und Erdgas

Flankierende Standards

- Nutzungsmix und -flexibilisierung Wohnen und Arbeiten in Gebieten forcieren (zur Verkehrsvermeidung)
- Multifunktionalität von Räumen und Gebäuden anstreben z.B. Kopplung Photovoltaik mit Dachbegrünung sowie (nachrangig) mit Solarthermie oder Schnittstellen Kühlung/Verdunstung/Regenwasserbewirtschaftung zur Bewältigung von Starkregenereignissen (Ziel: Grünanteile so hoch wie möglich)
- Dach- und Fassadenbegrünung (im Kontext von Mikroklima, Energieeffizienz, Langlebigkeit oder Ortsbild)
 - > Verhältnismäßigkeitsprinzip (Kosten – Nutzen – Rechnung) einführen als Maßstab, Lebenszykluskosten beachten
 - > in Sanierungs- und Denkmalschutzbereichen Möglichkeiten schaffen (bspw. durch vorgehängte Rankmöglichkeiten, Freigabe von Dachflächen in Bereichen ohne negativen Einfluss auf das Ortsbild)

Governance/Projektmanagement

- Sicherung der Umsetzung der Mindeststandards
- Monitoring gewährleisten, Checklisten einrichten



Best Practice

5 BEST PRACTICE BEISPIELE

Bei der Umsetzung von Transformationen urbaner Räume werden in vielen Städten ähnliche Hemmnisse wie im Modellvorhaben in Erfurt festgestellt. So wurden beispielsweise in den Forschungsprojekten TRAFIS¹¹ und TRANSSTADT¹² - um exemplarisch zwei zu nennen - Hemmnisse bei zahlreichen Modellkommunen in unterschiedlicher Ausprägung dokumentiert und daraus Bewältigungsstrategien abgeleitet.

Ein wesentlicher Punkt ist es, wenn man die Energie- und Klimawende zeitnah voranzubringen will, dieses Wissen unter den Akteuren zu verbreiten, damit zielführende Wege nicht in jedem Einzelfall und zu jedem Teilthema aufwändig gesucht werden müssen, sondern auf das schon bestehende Wissen aufgebaut werden kann.

Es gilt daher verstärkt Netzwerke für kommunalen Wissens- und Erfahrungsaustausch zur Transformation urbaner Räume zu initiieren und die aktive Teilnahme von Städten und Gemeinden zu forcieren.

Einigen Kommunen ist es bereits gelungen, die Umsetzung von energie- und klimapolitischen Zielen sehr erfolgreich anzugehen. Zwei dieser Kommunen und deren Umsetzungswege werden im Folgenden aufgezeigt. Dadurch soll das Wissen und die Erfahrungen dieser Städte weiterverbreitet werden und andere Kommunen aufgrund der eindeutig positiven Ergebnisse angeregt werden, eigene Transformationspfade in ähnlicher Weise einzuschlagen.

**WISSEN VER-
BREITEN!**

**ZIELFÜHRENDE
WEGE ERKEN-
NEN!**

¹¹ Leitfaden entwickelt im Forschungsvorhaben TRAFIS

¹² Leitfaden entwickelt im Forschungsvorhaben TRANSSTADT

5.1 Bottrop

Die kreisfreie Großstadt Bottrop in Nordrhein-Westfalen mit rund 117.000 Einwohnern beteiligte sich im Jahr 2010 am Städtewettbewerb „Blauer Himmel, grüne Stadt“, in dem innovative Impulse für die Strukturwandelregion Ruhrgebiet gesucht wurden. Ideengeber und Auslober des Wettbewerbs war das Wirtschaftsbündnis Initiativkreis Ruhr gemeinsam mit dem Land NRW. Bottrop setzte sich mit seinem Konzept für eine „Klima-Zukunft“ nach dem absehbaren Ende der Ära Steinkohle gegen 15 Mitbewerber durch.

Das äußerst anspruchsvolle Ziel des von 2010 bis 2020 durchgeführten Projektes „Innovation City Ruhr – Modellstadt Bottrop“ war die Halbierung der CO₂-Emissionen in einem Pilotgebiet mit 70.000 Einwohnern bei gleichzeitiger Verbesserung der Lebensqualität.

Ich bin der erste Bürger der Stadt und habe den Auftrag, diese Stadt so gut wie möglich für die Bürger weiterzuentwickeln. Zu spüren, dass das Interesse an den Klimathemen auf breiter Stadtebene vorhanden ist, macht mich wirklich stolz. ¹³



Bernd Tischler

Oberbürgermeister Stadt Bottrop

Fotoquelle: Stadt Bottrop



Modellstadt Bottrop

Als erster Schritt wurde ein detaillierter Masterplan ausgearbeitet, der die Wege definierte, wie genau die Ziele erreicht werden sollten. Gleichzeitig war der Erstellungsprozess des Masterplans elementarer Bestandteil der Aktivierung der Akteure, allen voran der Bevölkerung Bottrops. Dies ermöglichte den Aufbau einer eindrucksvollen Kooperation zwischen der Kommune, dem Land NRW, der Wirtschaft und Wissenschaft sowie den Bürgern Bottrops. Aus Sicht der Initiatoren ein wichtiger Baustein, die gesetzten Ziele umsetzen zu können und eine Vielzahl von nachhaltigen Wandlungsprozessen von der Kohlestadt zur Klimastadt auszulösen.¹⁴



Abb. 19: Klima-Buttons

Slogans wie „Anmacher“ „Stromzähler“, „Mitdenker“, „Klimaretter“ auf knallbunte Klima-Buttons spielen humorvoll mit dem Thema; Button-Träger signalisieren Sympathie für das Klimaschutz-Projekt

¹³ Innovation City Magazin, S. 15
Autor: ARGE ICRuhr/Innovation City Management GmbH

¹⁴ Pressemitteilung „Bilanz des Klimastadt-Projektes Innovationcity Ruhr“ 14. Juni 2021
Autor: ARGE ICRuhr / Innovation City Management GmbH

Auf der Abschlussveranstaltung des Projekts im Juni 2021 konnte die Stadt Bottrop zusammen mit der Projektentwicklungsgesellschaft „Innovation City Management GmbH“ (ICM) die erfreuliche Bilanz ziehen, dass die CO₂-Emissionen tatsächlich um knapp 50 % halbiert werden konnten. Desweiteren zeige das Projekt auf, dass **„Klimaschutz nichts mit Verzicht zu tun hat [...] Unser Projekt belegt, dass Maßnahmen für den Klimaschutz nicht im Widerspruch zu unternehmerischem Erfolg und dem Erhalt von Arbeitsplätzen stehen. Mit Daten aus zehn Jahren können wir jetzt die Beweise liefern, dass sich klimagerechter Stadtumbau positiv auf die gesamte Stadtgesellschaft auswirkt. Es gibt dabei keine Verlierer.“**¹⁵ So resümierte Burkhard Drescher, der das Projekt seit 2011 bei der ICM leitete.

Gemeinsam haben wir bewiesen, dass sich Klimaschutz auch volkswirtschaftlich auszahlt, wenn Ökonomie und Ökologie sinnvoll miteinander verbunden werden!



Rolf Buch
Moderator Initiativkreis
Ruhr, Foto: Catrin Moritz
Fotografie, Vonoria

Klimaschutz generiert Investitionen
Klimaschutz schafft Arbeitsplätze
Klimaschutz steigert die Lebensqualität
Klimaschutz entlastet die Bürger:innen finanziell

Unabdingbar für erfolgreiche Transformationsprozesse sei, dass es nicht nur darum geht, die Stadt emissionsärmer und stadttechnisch zukunftssicher zu machen, sondern im Ganzen auch grüner und lebenswerter zu gestalten, wird im eigens konzipierten Leitfaden der Innovation City resümiert. Dadurch werde für alle der Mehrwert erkennbar und erlebbar, beispielsweise durch niedrigere Energiekosten, ein angenehmeres Raumklima, mehr Grün und Treffpunkte im Stadtraum sowie lebendige Stadtteilzentren.

Bottrop zeigt, dass Maßnahmen zum Klimaschutz nicht nur Treibhausgase reduzieren, sondern gleichzeitig auch Produktion und Beschäftigung generieren.

Eine grundlegende Erkenntnis des Projektes in Bottrop ist, dass klimagerechter Stadtumbau und damit das Erreichen der energie- und klimapolitischen Ziele **„in der Regel nicht am Fehlen technischer Lösungen scheitert“, sondern das dies bisher dadurch verzögert wird, „dass die Menschen, die es steuern und umsetzen können, dies – so banal es klingt - einfach nicht tun.“** Dies liege zum einem am immer noch zu geringen Problembewusstsein der Akteure, welches durch Informationen zum Thema und zielgerichteter Ansprache potenziell Handlungswilliger verändert werden kann. Zum anderen spielen aber auch wirtschaftliche Abwägungen eine wichtige Rolle, wenn es etwa um Kosten, Amortisationsdauer und zu erwartenden Nutzen geht.¹⁶

Dieter Hecht

Vorstand Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik

¹⁵ Pressemitteilung „Bilanz des Klimastadt-Projektes Innovationcity Ruhr“ 14. Juni 2021
Autor: ARGE ICRuhr / Innovation City Management GmbH

¹⁶ Leitfaden Innovation City, klimagerechter Stadtumbau, S. 7
Autor: ARGE ICRuhr / Innovation City Management GmbH

Die Prozessgestaltung sowie die Einbindung der verschiedensten Akteure wurde im Verlauf des Projektes systematisiert und für die Prozesse Handlungsoptionen abgeleitet, so dass das Modell Klimastadt auf andere Städte übertragbar wurde. Diese sind in einem umfangreichen Leitfaden zusammengefasst der über die Internetseite der InnovationCity Management GmbH bezogen werden kann.



Abb. 20: Logos Handlungsfelder Modellstadt Bottrop

Im Leitfaden der InnovationCity wird ausgeführt, dass auf gesamtstädtischer Ebene vor allem **Politik und Stadtverwaltung in der Pflicht für nachhaltiges Planen und Handeln seien, indem sie die richtigen Rahmenbedingungen setzen**. Bei der Baulandentwicklung dürfe man sich nicht von kurzfristigen erzielbaren Gewinnen und Erfolgen leiten lassen, sondern von grundlegenden Zielen auf längere Sicht.

„...die Verantwortlichen in Stadtverwaltung und Politik (sollten) genügend Stehvermögen haben, aktiv gegenüber Investoren und Bau-trägern auch höhere energetische Standards als in der EnEV, innovative (erneuerbare) Energieversorgungskonzepte, autofreie Zonen, Grünflächen sowie ausreichend Fahrrad- und Carsharingstellplätze einzufordern.“¹⁷

Klimagerechte Planung müsse als Instrument der Standortprofilierung begriffen werden, damit wirtschaftliche Entwicklungen einer Stadt im Einklang mit den Erfordernissen urbaner Energieeffizienz, des Klimaschutzes und der Klimaanpassung stehen. Dezentrale Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen, innovative Regenwasserbewirtschaftung oder gestalterisch und ökologisch hochwertige Freiräume würden die Stadt positiv im Standortwettbewerb hervorheben.

Laut Klimaschutzmanagerin Katrin Knur war die **Priorisierung der Themen Klima und Energie in der Kommunalpolitik der ausschlaggebende Punkt für den Erfolg des Projektes**. Hierbei erwies sich das konsequent angewendete Kommunikationsmodell des „**Projektisches**“ als wichtiger Faktor bei der Umsetzung: Persönlich leitete der Oberbürgermeister Bottrops während des Projektes zweimal im Monat Arbeitssitzungen der zuständigen Akteure in der Verwaltung. Dadurch wurden die sonst üblichen langen Wege und „Hierarchieketten“ überwunden, die aufgrund der sektoral gegliederten Organisation von Stadtverwaltungen bestehen. Alle Projekte mit Bezug zum klimagerechten Stadtumbau kamen auf den „Projektisch“ und wurden fachbereichsübergreifend diskutiert. Auch mögliche neue Projekt wurden angebahnt. Weichenstellungen und Entscheidungen konnten so jederzeit vorgenommen werden. Alle Abteilungen und Mitarbeiter waren stets umfassend informiert.

Die Zusammenarbeit aller Fachbereiche war damit gelebte Praxis, berichtete Tilmann Christian, Leiter der Umweltplanung der Stadt Bottrop schon im Jahr 2016, während der Projektlaufzeit im Rahmen des Forschungsvorhabens Trans-Stadt.¹⁸

Die InnovationCity Ruhr sei eine Blaupause für Städte, wie Energieeffizienz und Klimaschutz durch eine „Energiewende von unten“ erreichbar sei – ein Vorzeigeprojekt, so das Resümee von Rolf Buch, dem Moderator des Initiativkreises Ruhr.¹⁹

Klimaschutz ist nicht nur Weltpolitik, sondern wird vor Ort entschieden und gestaltet. Bottrop ist dabei Vorreiter und hat den Sprung in die Zukunft vorgemacht. Dieser Mut wurde belohnt mit einer lebenswerteren Stadt.

Svenja Schulze

Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit; Innovation City Magazin Bottrop, S. 10/11

¹⁷ Leitfaden Innovation City, klimagerechter Stadtumbau, S. 29
Autor: ARGE ICRuhr / Innovation City Management GmbH

¹⁸ Leitfaden TransStadt, S. 35

¹⁹ InnovationCity Magazin Bottrop 2010-2020, Seite 5
Autor: ARGE ICRuhr / Innovation City Management GmbH;



Abb. 21: Projektgrafik Innovation City Bottrop 2010-2020

5.2 Ludwigsburg



Die Stadt Ludwigsburg in der Metropolregion Stuttgart stand um die Jahrtausendwende vor der Aufgabe, den Strukturwandel in der ehemaligen Industrie- und Garnisonsstadt auszugestalten und eine neue Stadtidentität zu finden. Parallel galt es für die rund 90.000 Einwohner zählende schwäbische Barockstadt, die komplexen Herausforderungen der Zeit zu meistern und die Stadt langfristig zukunftsfähig zu gestalten. Auf Initiative des Oberbürgermeisters Werner Spec setzte die Stadt seit 2004 auf einen **konsequent integrierten und nachhaltigen Ansatz im Sinne der Leipzig-Charta** in Verbindung mit einem sehr auf Partizipation ausgelegten Vorgehen.²⁰

Erklärtes Ziel der Stadt war es, auch das Verwaltungshandeln an den Zielen der Nachhaltigkeit auszurichten, um die Stadt bestmöglich für die Zukunft und für kommende Generationen entwickeln zu können. Hierfür war in Ludwigsburg dringender Veränderungsbedarf im Verwaltungshandeln erkannt worden.

Neues Denken aller Akteure auch und gerade in den Verwaltungen sei notwendig, um die ständigen Veränderungen, den Wandel und die Komplexität der Entwicklungen gestalten zu können und so die Kommune nachhaltig „weiterdenken zu können“. Die Verwaltung müsse als „Motor der Entwicklungen“ fungieren und die Stadtentwicklung auf Basis der drei Säulen der Nachhaltigkeit steuern.²¹



Steuerung der Nachhaltigen Stadtentwicklung

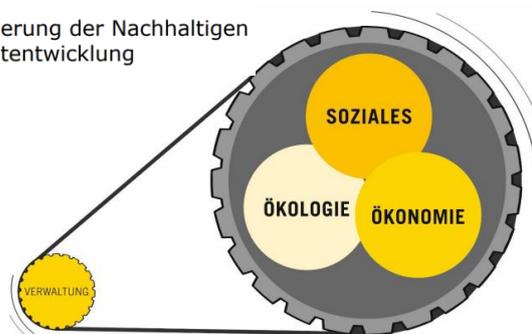


Abb. 22: Verwaltungsmotor

²⁰ vhw-Schriftenreihe Nr. 5 „10 Jahr Nachhaltige Stadtentwicklung in Ludwigsburg – In Führung gehen!“

²¹ „Meine Kommune weiter.Denken“ RENN-süd, 2021

²² Charta von Leipzig



Abb. 23: Logo Klimaheldenwettbewerb

Im Laufe der Jahre ist ein „lernender Prozess“ im Verwaltungshandeln etabliert worden, in dem sowohl die **Organisations-STRUKTUR** als auch die **Organisations-KULTUR** kontinuierlich hinterfragt, neue Muster erprobt und etabliert wurden, mit dem Ziel, die Stadt bestmöglich im Sinne der Charta von Leipzig²² weiterzuentwickeln. Im Ergebnis wurde das kommunale Nachhaltigkeitsmanagement zum Kern der gesamtstädtischen Steuerung

Ludwigsburg ist spitze. Keine andere mittelgroße Stadt [...] bewältigt die ökologischen und sozialen Zukunftsherausforderungen besser als die Barockstadt.

Titulierte die Presse²³ anlässlich der Verleihung des Deutschen Nachhaltigkeitspreises 2014

Der Erfolg zeigt die Richtigkeit dieses Ansatzes. Das „Ludwigsburg Modell des Nachhaltigkeitsmanagements“ ist weit über die Grenzen Baden-Württembergs hinaus bekannt. Die Stadt erhielt 2014 den Deutschen Nachhaltigkeitspreis²⁴ und ist in vielen Bereichen Modellkommune, beispielsweise für Elektromobilität. Auch im Bereich Wirtschaft sticht Ludwigsburg heraus: Die Existenzgründerquote der Stadt ist fast doppelt so hoch wie im Landesdurchschnitt Baden-Württembergs.

²³ Stuttgarter Zeitung, Neue Struktur im Rathaus Ludwigsburg,

²⁴ Deutscher Nachhaltigkeitspreis, Preisträger 2014

Der **Bereich Klima und Energie** ist als Grundsatsthema in der Stadt gesetzt und bildet mit einem eigenen Masterplan im Stadtentwicklungskonzept insgesamt einen wesentlichen Baustein im Transformationspfad der Stadt Ludwigsburg. **Das Ziel ist, so bald als möglich klimaneutral zu werden.** Hierfür hat Ludwigsburg bereits viele Aktivitäten und Projekte sehr erfolgreich entwickelt und umgesetzt. So ist die Stadt eine von 9 Gewinnerkommunen im Wettbewerb „Klimaneutrale Kommune“ des Landes Baden-Württemberg, wodurch die Stadt Förderungen für große Projekte wie die Sanierung der Heizzentrale der Stadtwerke, für energetische Quartierskonzepte oder innovative Finanzierungsmodelle für energetische Sanierungen erhält.

Bei Sanierung und Neubau von Baugebieten wird durch Integrierte Energiekonzepte gesichert, dass der Energiebedarf auf ein Minimum reduziert wird und die Energieversorgung möglichst regenerativ erfolgt. Beispiel hierfür sind die Quartiere im Stadtteil Grünbühl-Sonnenberg: Hier wurde ein innovatives Nahwärme-konzept entwickelt, dessen Grundlast auf einer

Sole-/Wasserwärmepumpe basiert. Der innovative Ansatz liegt in der Nutzung von Erdwärme, der Kombination von Wärmepumpe und Kraftwärmekopplung sowie die Einbindung von Solarthermie. Zudem wird ein LowEX-Ansatz für Neubauten und sanierte Altbauten verfolgt. Ein „Modellgebiet der Zukunft“ soll entstehen.²⁵ Neben den energetischen Aspekten wird die Aufwertung der Quartiere durch städtebauliche Neuordnung des Bestandes und Verortung von Maßnahmen zur soziale Stabilisierung sowie angemessene Ergänzung mit Neubebauung umgesetzt.

Ebenso wird in Ludwigsburg auf die Vermittlung von Wissen im Bereich Energie und Klima sowie auf die Mobilisierung der Stadtgesellschaft aktiv zur Energiewende und zum Klimaschutz beizutragen großer Wert gelegt. Durch zahlreiche Mitmach-Aktionen wie „Nachbar.Schafft.Quartier.“ oder „Wir Energiewender“ sowie kommunale Förderprogramme wie den KlimaBonus wird die Bevölkerung zum aktiven Akteur und Mitgestalter der Energiewende.²⁶

Alle Aktivitäten im Bereich Energieeffizienz der Stadt wurden in einer Fallstudie von der Internationalen Energieagentur (IEA, Paris) bereits 2010 analysiert.²⁷ Hierin wird attestiert, dass Energieeffizienz und Klimaschutz als Teil des integrierten Stadtentwicklungsansatzes zur Standortsicherung und zur Wirtschaftsförderung beitragen. Unternehmen profitieren von Versorgungsstabilität und niedrigen Energiepreisen ebenso wie die Bürgerschaft. Dies bestätigt sich mit Blick auf den erreichten ausgeglichenen Haushalt der Stadt. Der nachhaltige Politikansatz des Verwaltungsumbaus in Ludwigsburg wurde von der Gemeindeprüfungsanstalt Baden-Württembergs ausdrücklich positiv hervorgehoben.

Insgesamt bewertet die Fallstudie der IEA vor allem die Zusammenarbeit unterschiedlicher Akteure, die Unterstützung durch die Verwaltungsspitze, die wachsende politische Akzeptanz im Gemeinderat sowie der integrierte Ansatz des Ludwigsburger Stadtentwicklungskonzeptes als Erfolgsfaktoren der vorbildlichen Umsetzung.

[...] nur energieeffiziente Städte (können) langfristig [...] attraktiv bleiben und ihr kommunales Angebot an kulturellen, sozialen und anderen Dienstleistungen aufrechterhalten [...]

Auszug aus der Gesamtanalyse der Studie der Internationalen Energieagentur IEA 2010, S. 63

²⁵ Integriertes Energie-Quartierskonzept Grünbühl-Sonnenberg, Stadt Ludwigsburg,

²⁶ Leben in Ludwigsburg, Klima und Energie, Aktivitäten und Projekte im Bereich Klima und Energie

²⁷ Fallstudie Energieeffiziente Stadt Ludwigsburg, Internationale Energieagentur IEA, 2010

Der Ludwigsburger Weg

Das Nachhaltigkeitsmanagement Ludwigsburgs basiert auf einem systemischen Ansatz der Organisationsentwicklung. Schrittweise wurde die Verwaltungsstruktur der Stadt daran angepasst. Den Ausgangspunkt und Kern dieser Entwicklungen bildet das Stadtentwicklungskonzept (SEK), das in einem breit angelegten partizipativen Prozess als erster Schritt erarbeitet wurde. In 11 Themenfeldern sind Zukunftsvisionen und strategische Ziele definiert, Wichtige Bausteine waren hierbei von Anfang an das gesamtstädtische Energiekonzept (GEK) sowie darauf aufbauend Energieteilkonzepte.

Da sich zeigte, dass eine umfassende Umsetzungsstrategie erforderlich ist, um die formulierten Ziele erfolgreich umsetzen zu können. Ein Indikatorenset aus 66 Indikatoren wurde entwickelt. Mit diesem kann die Wirksamkeit

der getroffenen Maßnahmen hinsichtlich verschiedener Nachhaltigkeitsaspekte geprüft und bei Bedarf die Maßnahmen zielführend angepasst werden.

Dieses „Kommunale Steuerungs- und Informationssystem (KSIS)“ bedurfte einer Verstärkung. Daher wurde der Prozess schrittweise zu einem **integrierten zyklischen Nachhaltigkeitsmanagementsystem** ausgebaut. Damit ist die Stadt in der Lage, strategische Ziele zu entwickeln, ihre Umsetzung mit Hilfe von Indikatoren zu überwachen und regelmäßig anzupassen. Der Prozess verliert nicht an Dynamik, da das System zyklisch durchgeführt wird. Hierzu dient u.a. die alle drei Jahre stattfindende **Zukunftskonferenz, bei der** die Maßnahmen gemeinsam mit der Bürgerschaft und Experten überprüft werden und das SEK weiterentwickelt wird.

Der Managementkreislauf



Abb. 24: Der Managementkreislauf - In Führung gehen. Der Prozess ist angezettelt!

Gesteuert wird die Durchführung dieses integrierten „Managementkreislaufes“ vom 2008 neu geschaffenen **Querschnitts-Referat für Nachhaltige Stadtentwicklung**, welches direkt dem Oberbürgermeister zugeordnet ist. (aktuelle Bezeichnung „Referat für Stadtentwicklung, Klima und Internationales“)

Das Referat ist Motor für die Entwicklung von Visionen und Strategien im Sinne der

nachhaltigen Stadtentwicklung und ist verantwortlich für die Umsetzung der Maßnahmen.

Ludwigsburg ist eine der wenigen Städte, in der die nachhaltige integrierte Stadtentwicklungsstrategie dauerhaft in der Verwaltungsstruktur verankert ist.

„**Rathaus im Wandel – von der Linienverwaltung zur steuerungsorientierten Querschnittsverwaltung**“ beschreibt Albert Geiger, Leiter des Referats für Nachhaltige Stadtentwicklung von 2008 bis 2017, den Prozess innerhalb der Stadtverwaltung.²⁸

In vielen Rathäusern sei erkannt worden, dass die komplexen Herausforderungen integrierte nachhaltige Prozesse erfordern. Die üblichen linearen Verwaltungsstrukturen sind aber nicht auf die Bearbeitung komplexer Themenfelder ausgerichtet. In Ludwigsburg wurde daher parallel zur Erarbeitung des integrierten Stadtentwicklungskonzepts der Prozess **„In Führung gehen! – Wege der Entwicklung einer gemeinsamen Führungskultur“** in der Verwaltung gestartet. **Dieser Prozess stellt die eigentliche Besonderheit des Ludwigsburger Weges dar:** Neben der Frage „Wie kann eine integrierte nachhaltige Stadtentwicklung initiiert, gemagt und verstetigt werden?“ wurde damit auch die Frage „Wie muss sich die Stadtverwaltung und ihr Verwaltungshandeln entwickeln, damit dieser Prozess angestoßen, gesteuert und umgesetzt werden kann?“ beantwortet.

Eine neue **„Kultur der Zusammenarbeit“** sowie eine neue **„Besprechungskultur“** wird seither gezielt aufgebaut. Das konkrete Handeln in der Verwaltung, die Organisationsgestaltung und -entwicklung, die Personal-, Mitarbeiterführung und Finanzverantwortung soll so beeinflusst werden, dass die Leitungsaufgaben erfüllt und ein Arbeitsklima bzw. eine Verwaltungskultur geschaffen wird, die zur Eigenverantwortung, Leistungsbereitschaft und zur persönlichen sowie beruflichen Weiterentwicklung beiträgt. Durch wertschätzende Kommunikation untereinander soll neues Denken ermöglicht, Fehlervermeidung verhindert und Mut für innovative Ideen und Strukturen unterstützt werden.

Stimmige Kommunikation und wertschätzender Umgang miteinander werden als Schlüsselfaktor angesehen, dass Verwaltungen ihre Aufgabe als Motor nachhaltiger Entwicklungen zu fungieren leisten können.

„**Die Neigung zur Risikominimierung und zur Vertuschung von Fehlern ist einer Kultur des Wohlwollens und der Fehlertoleranz entgegenzusetzen.**“²⁹

Eine offene Haltung aller Akteure, die eine neue **„Kultur des Miteinanders“** ermöglicht, ist nach Überzeugung der Initiatoren des Ludwigsburger Modells essenziell, um nachhaltige Transformationsprozesse umsetzen zu können. Konfliktfestigkeit, Veränderungsfähigkeit und Verantwortungsbereitschaft sind gefordert.

Die offene Einstellung, die Haltung zu Veränderungen, Entwicklungen und Herausforderungen von Entscheidungsträgern in Politik und Verwaltung wird in Ludwigsburg als Schlüssel zur nachhaltigen Entwicklung angesehen. „Ohne ihre Initiative, ohne ihren Mut und Willen zur Veränderung wird sich keine nachhaltige Entwicklung realisieren lassen.“³⁰



Abb. 25: Titelblatt Orientierungsrahmen für Führung in der Stadtverwaltung Ludwigsburg

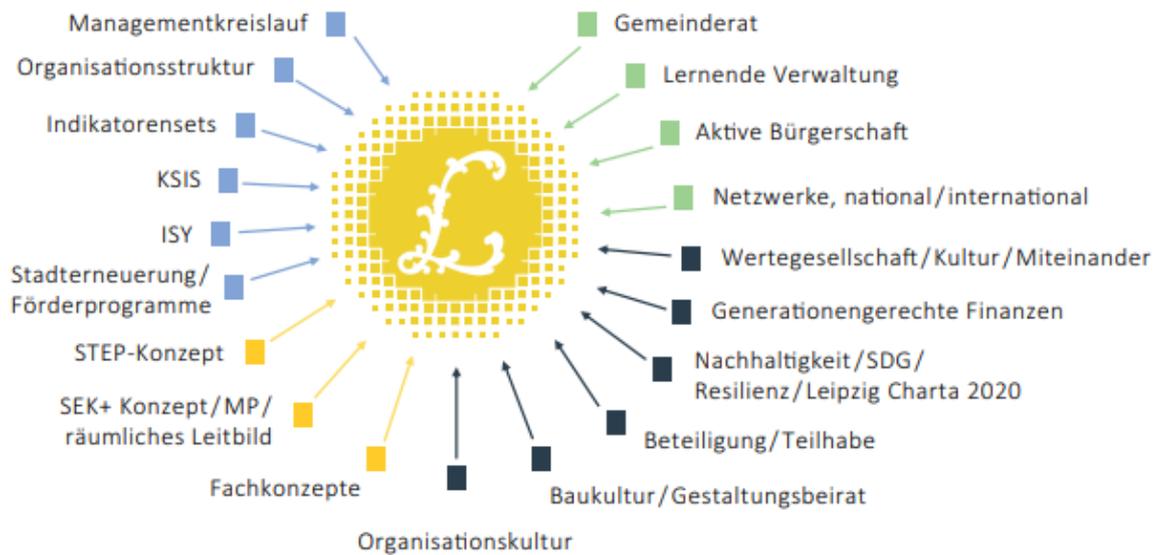
²⁸ vhw Schriftenreihe Nr. 5, S. 17ff

²⁹ Meine Kommune weiter.denken, Was ist eine gute Verwaltung? S. 15

³⁰ Meine Kommune weiter.denken, S. 9

INSTRUMENTE/PROZESSE

AKTEURE



KONZEPTE/INHALTE

WERTERAHMEN

Abb. 26: Bausteine für eine Stadt der Zukunft

Seit 2018 wird das Erfolgskonzept Ludwigsburgs im Forum „Meine Kommune weiterdenken“ für Entscheidungstragende aus Kommunen als Basis und Anschauungsbeispiel herangezogen. Die Teilnehmer erarbeiten gemeinsam umsetzbare Lösungswege für Ihre konkreten Problemstellungen. Inspiriert durch Inputvorträge und geleitet von erfahrenden Referierenden entwickeln die Teilnehmenden konkrete Ideen, wie nachhaltige Stadt- und Verwaltungsentwicklung wirksam gestaltet werden kann.

Im Oktober 2021 ist in der Publikationsreihe „Wandel gemeinsam Gestalten“ ein Praxisleitfaden für Entscheidungsträger*innen aus Kommunen von der Regionalen Netzstelle Nachhaltigkeitsstrategien – RENN.süd herausgegeben worden. Der Leitfaden ist auf den Internetseiten der RENN.süd abrufbar.

31

31

³¹ Regionale Netzstellen Nachhaltigkeitsstrategien, RENN.süd,



6 RESÜMEE – IST SEKTORENKOPPLUNG EIN WEG?

Die identifizierten Hemmnisse im Anwendungsbeispiel Erfurt sowie die Hemmnisse, die in zahlreichen anderen Städten beobachtet wurden, zeigen auf, dass die Umsetzung der Energiewende und das Erreichen der Klimaschutzziele zwar technisch und organisatorisch möglich ist, jedoch mit enormen Veränderungen des bisherigen Status quo verbunden ist. Dies erfordert einen hohen organisatorischen Aufwand und zunächst große Investitionen an Personal und Finanzkraft. Dennoch erscheint die Sektorkopplung – ganzheitlich betrachtet – ein richtiger Weg zu sein: Sie schafft die Möglichkeiten, erneuerbare Energiequellen effizient nutzen und speichern zu können. Zudem können Mehrwerte durch die Generierung von langfristigen Einsparpotenzialen, Erhöhung der Lebensqualität und gesünderer Lebensverhältnisse erzielt werden.

Die Best Practice Beispiele der Prozesse in Bottrop und Ludwigsburg zeigen, dass sowohl die Energie- und Treibhausgaseinsparziele als auch die Klimaschutzziele eng verbunden sind und sich nur erreichen lassen, wenn die gesamte Entwicklung der Stadt nachhaltig und zukunftsorientiert ausgerichtet wird.

Scheinbare Zielkonflikte mit ökonomischen Aspekten können bei einer langfristigen und ganzheitlichen Betrachtung ausgeräumt werden, wie gut anhand der eingetretenen Effekte in Bottrop und Ludwigsburg dokumentiert ist.

Warum gelingt die Umsetzung vielerorts nur zögerlich?

Kommunen stehen im Wettbewerb untereinander um Einwohner, Touristen, Arbeitsplätze und Unternehmen. Die Ausweisung von attraktiven Bauflächen gilt vielerorts als Garant bzw. Chance, an Image und Prestige zu wachsen und damit Zuwachs zu generieren, was wiederum die Finanzlage der Stadt verbessert und damit einen ständigen Kreislauf auslöst. Angesichts dieser etablierten Wachstumsphilosophie erscheinen höhere Auflagen an Bauherren für Energieeffizienz und Klimaschutz oder

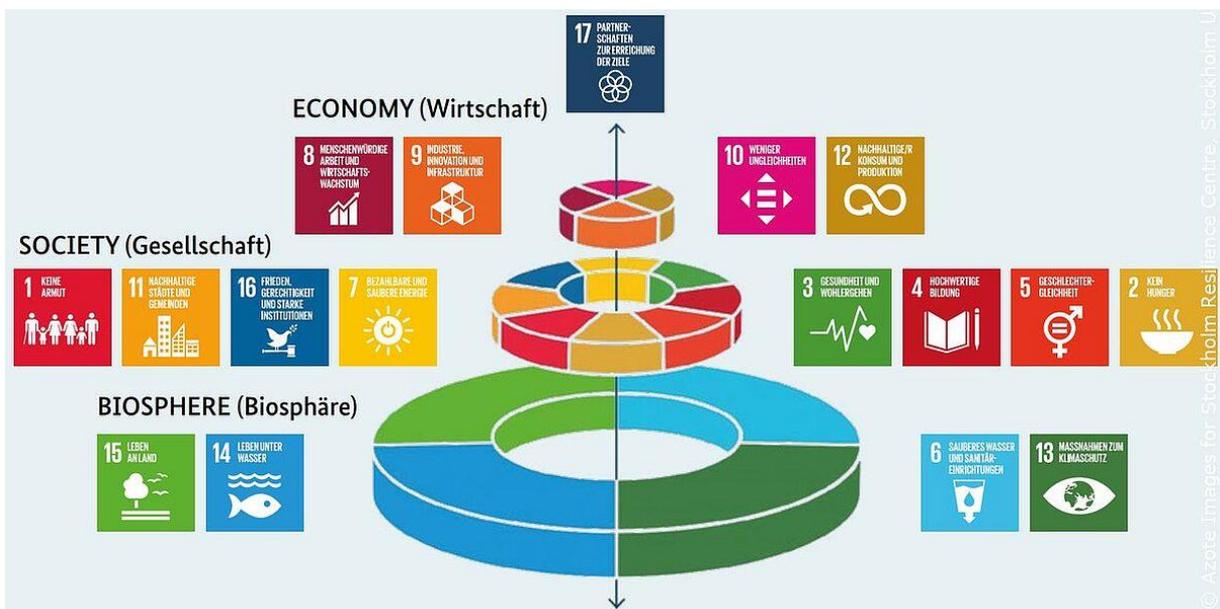
gar Begrenzung der Flächenausweisungen zum Schutz der Ressourcen nur schwer umsetzbar. Vermeintliche „Investorenfreundlichkeit“ überwiegt vielerorts vor nachhaltigen Entwicklungszielen, um das Wachstum nicht zu gefährden.

Wie die Best-Practice-Städte zeigen, kann nachhaltige Entwicklung die Städte wirtschaftlich und prestigeträchtig stärken. Darüber hinaus werden Kommunen zunehmend gezwungen, Maßnahmen zu ergreifen, wissen aber nicht wie: In vielen Wachstumsregionen erzwingen Flächenknappheit, Umweltprobleme oder lauter werdende Forderungen aus der Stadtgesellschaft ein Umdenken. In schrumpfenden Regionen ist die Gewährleistung der Daseinsversorgung zunehmend eine Herausforderung für Kommunen und erfordert Veränderungen. Die drohenden Versorgungsengpässe aufgrund der Abhängigkeit von Energieimporten fossiler Brennstoffe als Auswirkungen des Ukraine-Krieges haben deutlich gemacht, dass ein „weiter – so“ keine Option ist. Auch ökonomisch sind die Folgen der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und des hohen Energieverbrauchs nicht mehr bilanzierbar.

Notwendigkeit des Wandels

Der notwendige Einklang von Ökologie, Ökonomie und Sozialem ist mit dem Gedankenbild der „drei Säulen der Nachhaltigkeit“³² seit langem bekannt. Wie geschildert, wird die Ökonomie in der Praxis häufig als wichtige Grundlage zur Finanzierung aller anderen Belange empfunden und so prioritär im Abwägungsprozess gesetzt.

Berücksichtigt man aber die planetaren Belastbarkeitsgrenzen – unter anderem die Endlichkeit der fossilen Brennstoffe – wird deutlich, dass diese Gewichtung langfristig nicht funktionieren kann: Bereits 2016 haben Forscher das wissenschaftliche Modell der „Hochzeitstorte der Nachhaltigkeit“ entworfen, welches die planetaren Belastbarkeitsgrenzen auf die Nachhaltigkeitsziele³³ überträgt.



Quelle: BMUV Planetare Belastbarkeitsgrenzen;

Die Intention dieses Modells ist eindeutig und leicht nachvollziehbar: **Wirtschaftssysteme und Gesellschaften bauen auf einer stabilen Biosphäre auf.** Trinkwasser, Klima, Biodiversität und Meere stellen die Basis dar, die wichtigste Ebene. Die Schlussfolgerung liegt auf der Hand: Nur wenn die Ressourcen der Erde und ihr ökologisches Gleichgewicht gewahrt werden, sind auf dieser Grundlage Leben und Wirtschaften möglich.

Damit wird deutlich, dass die gesellschaftliche Ebene auf dieser grundsätzlich erforderlichen Ebene aufbaut. Nachhaltige Städte, bezahlbare und saubere Energie, Gesundheit, Bildung, Frieden und vieles weitere ist nur erreichbar, wenn die Basis stabil ist.

Die ökonomischen Ziele wiederum sind nur erreichbar, wenn sowohl die Basisebene der Ökologie als auch die der Sozialgesellschaft stabil ist.

Damit wird deutlich: Der Erhalt der Lebensgrundlagen der Erde ist die Grundlage unseres Gesellschafts- und Wirtschaftssystems.

Gelingt es nicht, diese Grundlagen zu sichern, wird dies über kurz oder lang gravierende Auswirkungen für unser Gesellschafts- und Wirtschaftssystem haben.

³² Die drei Säulen der Nachhaltigkeit 2021.

³³ Nachhaltigkeitsziele verständlich erklärt 2022.

Was können Kommunen tun, um Sektorenkopplung als Weg in die Zukunft zu nutzen?

Um die energie- und klimapolitischen Ziele umsetzen zu können, sind bisher getrennt betrachtete und organisierte Bereiche zu vernetzen und integrativ auszurichten. Dies erfordert Veränderungen der bisherigen Planungs-, Versorgungs- und Organisationsstrukturen und die fachübergreifende und integrative Bearbeitung dieser Prozesse von verschiedensten Akteuren aus Verwaltung, Versorgungstechnik und Wirtschaft.

Es gilt neue Wege zu gehen: Vorhandene technische Anlagen, Systeme und Prozesse sind mit Innovativen zu kombinieren. Konkurrierende Nutzungsansprüche sind strategisch abzuwägen und Möglichkeiten der Multifunktionalität von Flächen, Räumen und Gebäuden auszuloten.

Ökonomische Effizienzvorteile sind häufig erst langfristig oder durch Kopplung mehrerer Sektoren und Prozesse darstellbar, was organisatorisch und finanziell eine Herausforderung ist.

Die Wissensgenerierung und -verbreitung ist ebenfalls ein wichtiger Punkt, um die Akteure, allen voran auch die Stadtgesellschaft und die Investierenden, von den Möglichkeiten, der Notwendigkeit und den Vorteilen der Energieeffizienz- und Energieeinsparmaßnahmen sowie dem Mehrwert durch Verbesserung der Lebensverhältnisse zu überzeugen. Bewohner werden beispielsweise sowohl von niedrigeren Energiekosten profitieren als auch von besserem Raum- und Stadtklima, sowie von vielfältig nutzbaren Frei- und Grünräumen in ihren Quartieren.

Die Kommunalpolitik als Träger der Planungshoheit und Koordinator aller hoheitlichen Aufgaben ist gefordert, die energie- und klimapolitischen Ziele zu priorisieren.

Hierfür ist die Stadtentwicklungspolitik strategisch an den Zielen nachhaltiger Entwicklung auszurichten. Integrierte städtebauliche Entwicklungskonzepte sind auf gesamtstädtischer Ebene zu entwickeln – dies ist vielerorts bereits informell erfolgt.

Die Umsetzung dieser strategischen Ziele und Maßnahmen muss aber ebenfalls integrativ und systematisiert gesteuert und bei Bedarf korrigiert oder ergänzt werden. Dies ist durch objektive Bewertungskriterien und die Bereitstellung entsprechender Organisationsstrukturen zu gewährleisten.

Die Politik ist ebenso gefordert, aktiv alle Akteure der Stadtgesellschaft, Wirtschaft und Verwaltung für den Planungs- und Umsetzungsprozess zu motivieren, sie einzubinden und zielführend zu vernetzen.

Wie die Best-Practice Beispiele aufzeigen, sind für die Gestaltung der Prozesse verschiedene Formen der Institutionalisierung denkbar. Beispielsweise zu nennen sind die Neuordnung der Verwaltungsstruktur mit einem Querschnittsreferat für nachhaltige Entwicklung und der Etablierung einer „Kultur des Miteinander“ wie in Ludwigsburg oder die Etablierung eines Projektmanagementprozesses unter anderem mit einer regelmäßigen interdisziplinären Arbeitsgruppe unter Vorsitz des Oberbürgermeisters wie in Bottrop.

Jede Kommune muss ihren eigenen Pfad finden, abhängig von ihrer Ausgangssituation, den Problemstellungen und den Akteurskonstellationen.

Zielführende Orientierung bieten die im Folgenden aufgezeigten „Bausteine“. Je nach Bedarf und Möglichkeiten zusammengestellt, kann sich jede Kommune ihren individuellen Pfad in die Zukunft generieren.



Alter Trott

Neuer Weg

7 BAUSTEINE DES UMSETZUNGSPFADES

Von Städten wird die Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele auf lokaler Ebene erwartet. „Die Transformative Kraft des Gemeinwohls“ soll aktiviert werden, um die Herausforderungen unserer Zeit zu meistern. Die Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele ist ein wichtiger Baustein hierfür. Die meisten Kommunen haben bereits Wege in eine nachhaltige Zukunft eingeschlagen. Der Pfad ist jedoch nicht klar vorgezeichnet, komplex sind die Herausforderungen.

Den einen „richtigen“ Pfad gibt es nicht, da die Voraussetzungen und Bedürfnisse jeder Kommune unterschiedlich sind. Je nach Ausgangslage, bereits zurückgelegter Wegstrecke und Zielsetzung wird der Pfad für jede Kommune anders verlaufen. Jedoch kristallisieren sich bei der Analyse der eingeschlagenen Pfade von Vorreiterkommunen zielführende Bausteine heraus. Nach Bedarf und Möglichkeiten kombiniert, können diese zusammen den Pfad in die nachhaltige Zukunft jeder Kommune weisen.



Kommunalpolitik ist Navigator

Kommunalpolitik als entscheidenden Akteur erkennen

Den Auftrag sowie die Verantwortung über die Entwicklung und damit die Richtung, die eine Kommune einschlägt, liegt gesetzlich verankert bei der Kommunalpolitik. Diese hat im Auftrag der Bürger der Stadt unter Abwägung aller Belange Entscheidungen zu treffen und damit sowohl das Ziel als auch den Weg dahin vorzugeben und bei Bedarf zu korrigieren.

Damit verfügt die Kommunalpolitik über die Optionen, Pfade einzuschlagen, Wege zu ebnen und dadurch die Zielerreichung zu ermöglichen und auch diese zu forcieren und damit zu beschleunigen.

Kommunale Handlungsräume aktiv öffnen

Ausführendes Organ der Kommunalpolitik ist die Verwaltung. Deren Organisationsstruktur, Zusammensetzung sowie die Auswahl und Art der Bearbeitung von Projekten gibt die Kommunalpolitik vor. Auch Beziehungen und Verknüpfungen mit der Wirtschaft, Fachbehörden, Wissenschaft und sonstigen Akteuren obliegen der Initiative der Kommunalpolitik als offiziellem Organ der Kommune. Die Art der Beschaffung und die Verwendung von Haushaltsmitteln bestimmt ebenfalls die Kommunalpolitik. Beispielsweise können durch die Akquise von Fördermitteln oder Bildung von Kooperationen Handlungsräume für Innovationen und Pilotprojekte geschaffen werden.

Baustein A: Politisches Bekenntnis zu den Zielen und zur Umsetzung

Politische „Rückendeckung“ für Umsetzung verankern

Kommunalpolitik setzt Leitplanken für die Zielerreichung

- Bekenntnis zu strategischen Zielen auf informeller Ebene, die auf Basis der Prinzipien der Neuen Charta von Leipzig³⁴ erarbeitet wurden
- Festlegung von Schwerpunkträumen und Teilzielen mit konkreten bilanzierbaren Vorgaben für Zeithorizont und Umsetzungsgrößen, um Erfolge erkennen, bewerten und vertreten zu können
- Politische Beschlüsse zur Umsetzung herbeiführen, um eine verlässliche und verbindliche Entscheidungsgrundlage für das Handeln innerhalb der Verwaltung und anderer kommunaler Einrichtungen sowohl auf Arbeits- als auch auf Entscheidungsebene zu haben (z.B. Einführung von Mindeststandards für die Entwicklung und Sanierung von Baugebieten)

Kommunalpolitik positioniert Energie- und Klimapolitik als prioritäre politische Themen

Kommunalpolitik begleitet und steuert Umsetzungsprozess

- Regelmäßige Informationen (z.B. einmal im Quartal) über Stand, Wirkung- und Erfolge der Planung und Umsetzung (beispielsweise im Rahmen einer politischen Lenkungsgruppe) ermöglicht zielführende Steuerung und zeitnahe Abstimmung

Kommunalpolitik schafft geeignete politische Rahmenbedingungen

- Personelle und finanzielle Kapazitäten in der Verwaltung bereitstellen, um teils aufwändige Planungs- und Umsetzungsprozesse durchführen zu können (für Weiterbildungsmaßnahmen, Akteursbeteiligungsformate, Integrative Planungsprozesse, etc.)
- Innovationen fördern (zu Pionieren des Wandels werden), bspw. durch

Durchführen von Pilotprojekten (Energie-Leuchtturm, Vorzeigeprojekte Abwärmennutzung, etc.)

- Fördermittel akquirieren, um Abkehr vom „business as usual“ zu ermöglichen und Kapazitäten für Experimente und „Learning by doing“ zu schaffen
- gewünschtes Verhalten stärken, unerwünschtes Verhalten einschränken (Push-Pull-Strategie), Rahmenbedingungen setzen, Regeln aufstellen (bspw. Flächenpolitik, Verkehrspolitik, regionale Wertschöpfungsketten aufbauen)

³⁴ Neue Charta von Leipzig 2020.

Baustein B: Schaffung geeigneter organisatorischer Strukturen

Etablierung einer zentralen Organisationseinheit für das Planungs- und Umsetzungsmanagement als verantwortliche Institution, die koordiniert, vorantreibt und Ergebnisse überprüft (Stabstelle)

- fachgebietsübergreifend angesiedelt, um interdisziplinär agieren zu können
- politisch legitimiert und mit engem Kontakt zur Politik
- unabhängig von bestimmenden Verwaltungsdienststellen
- sollte über Mitarbeiter mit sehr guten Kontakten in alle relevanten Fachdienststellen verfügen
- externe Partner (beispielsweise aus Wohnungs- und Energiewirtschaft) einbinden, um Fachkompetenzen und Sichtweisen von außen einzubringen, die in der Verwaltung nicht vorhanden sind

Interdisziplinäres Bearbeitungsteam aufbauen

- Planung und Umsetzung nachhaltiger Entwicklungsziele sind Querschnittsaufgaben, die nur fachübergreifend von einem interdisziplinäres Bearbeitungsteam zielführend entwickelt werden können
- enger Austausch von Ideen und Konzepten notwendig (nicht nebeneinander, sondern gemeinsam entwickelt)
- Schaffung von Synergien aus Projektideen aller Disziplinen generieren Mehrwert, vermeiden negative Auswirkungen
- Rotierende Zuständigkeiten oder gegenseitiger Austausch von Mitarbeitern fördert Wissen und Erkennen von Synergien

Effiziente Kooperation wichtiger Akteure sicherstellen

- Informationsaustausch und Abstimmung wichtiger verwaltungsinterne Akteure mit Wirtschaft, externen Fachstellen und Experten unter Leitung der Politik, um Richtung zu halten zwingend erforderlich
- Treffen sollten regelmäßig in engen Zeitintervallen gesetzt sein, um Umsetzungsprozess zu forcieren und zeitnah Weichen setzen zu können
- Vertrauensvolle und wertschätzende Zusammenarbeit sichert Umsetzung

Politische Lenkungsgruppe einrichten

- Regelmäßige Information über Umsetzungsstand, und – gestaltung ermöglicht der Politik eine sachliche Auseinandersetzung und Willensbildung ohne störende Einflüsse
- Zielführende Kurskorrekturen im laufenden Prozess zeitnah möglich

Anlaufstelle für Akteure etablieren

- zentrale Informationsstelle und niederschwellige Anlaufstelle für alle Akteure der Stadtgesellschaft; ermöglicht hohe Aktivierungsquote und Synergieeffekte
- bietet Beratungstätigkeit, Netzwerkbildung und Identifizierung
- „Kümmerer“, „Gesicht der nachhaltigen Entwicklung“ schafft Vertrauen
- Rückendeckung und Unterstützung durch Politik erforderlich

Baustein C: Steuerungs- und Monitoringmanagement einführen

Objektives Bewertungssystem erstellen

- Bewertung der Projektideen nach objektiven Indikatoren, um die Potenziale der Zielerreichung, Umsetzung und Wertschöpfung erkennen zu können
- Bewertung des Stands der Umsetzung, Grad der Zielverfolgung sowie Wirkung- und Erfolg durch vorher festgelegte Indikatoren
- Anpassung der Teilziele oder des Prozesses durch Nachsteuerung

Baustein D: Aktive Einbeziehung aller Akteure

Bürgerbeteiligung auf Augenhöhe

- frühzeitig (ab Konzeptphase) Stadtgesellschaft aktiv durch geeignete Formate einbinden (Planungswerkstätten, Themengruppen, Zukunftskonferenzen etc.)
- niederschwellige Möglichkeiten der Beteiligung bieten
- laufende und transparente Kommunikation pflegen (regelmäßige Pressearbeit/Berichterstattung, direkte Ansprache, etc.)

Starke Partner für die Umsetzung gewinnen und Allianzen bilden

- Gewinnung von wichtigen Akteuren aus Gesellschaft, Wirtschaft, Forschung, Wissenschaft und Bildung als Umsetzungspartner, um alle Kräfte der Stadt zu bündeln und zusätzliche Mittel (Personal, Sach- oder Finanzmitteln) sowie Know-how, Technologien, Projektideen und Kontakte zu akquirieren
- Pflege der Allianzen durch aktive Netzwerkarbeit, um Akteure dauerhaft einzubinden, zu informieren und damit Kooperationen langfristig zu erhalten und auszubauen
- Netzwerke für Wissens- und Erfahrungsaustausch auf allen Ebenen nutzen (kommunale und überregionale Allianzen über Energieagenturen oder Nachhaltigkeitsnetzwerke, etc.)

Mehrwert für alle deutlich machen

- Wirtschaftliche Vorteile für Bürger, Unternehmen und Kommune sowie Imagegewinne für Institutionen oder neue Geschäftsfelder für Unternehmen aufzeigen
- Komfortgewinne und Steigerung Lebensqualität für Stadtgesellschaft aufzeigen
- Erleichterungen für Arbeitsalltag in Stadtverwaltung, Fachbehörden und Unternehmen aufzeigen (Erhebung belastbarer Daten über die eigene Stadt durch Dritte, Gewinnung zusätzlicher Finanzmittel, Erleichterung der Abstimmungsprozesse, da gemeinsame interdisziplinäre Ziele verfolgt werden)

effiziente Kooperation der Akteure sicherstellen

- Ständigen Informationsaustausch sicherstellen
- Geeignete Formate für Kooperationen unterschiedlicher Akteure entwickeln je nach Zweck und Ziel (Informationsgewinnung, -vermittlung, Zielformulierung, Ideenentwicklung, -abstimmung)

Baustein E: Vertrauenskultur und „Kultur des Miteinanders“ aufbauen

- Wertschätzenden Umgang innerhalb der Verwaltung mit Bürgern und sonstigen Akteuren aktiv aufbauen
- Führungskräfte- und Teambuildingmaßnahmen etablieren
- Qualifizierungsmaßnahmen der Mitarbeiter aktiv fördern
- Förderung engagierter und handlungsfähiger Personen in Verwaltung und Stadtgesellschaft



Abb. 31: Grafik Motivation

Baustein F: Potenziale der Kommune erfassen

- Ausgangssituation, vorhandene Zielgruppen und wichtige Akteure durch räumliche Situationsanalyse erfassen (im Rahmen ISEK o.ä., vertieft in Stadtteilkonzepten, Masterplänen, o.ä.)
- Nutzenerwartung, Handlungsmöglichkeiten, Unterstützungsbedarf der sozialen, demographischen, wirtschaftlichen und kulturellen Rahmenbedingungen erfassen
- Erhebung der energetischen und naturräumlichen Ausgangssituation
- Erhebung und systematische Erfassung von Flächen zur Verortung von regenerativen Energiequellen wie Solarthermie, Photovoltaikanlagen, Geothermie (Gebäude und Freiflächen)
- Erhebung und systematische Erfassung von Potenzialen erneuerbarer Energiequellen (z.B. Abwärmepotenziale durch Erstellung einer Abwärmequellenkarte; Beispiel: Köln „Celsius – Projekt“)³⁵
- Ermitteln von geeigneten Sektorenkopplungsvariationen
- Ermittlung von Reduzierungspotenzial MIV – Möglichkeiten Mobilitäts-Hub, alternative M-Formen, ÖPNV-Ausbau

³⁵ EU-Projekt Celsius, Smart City Cologne 2022.

**Zukunft
gestalten** ↑

~~**Wie immer
machen**~~

8 VERZEICHNISSE

8.1 Abkürzungsverzeichnis

BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BTU	Brandenburgische Technische Universität
CO₂	Kohlenstoffdioxid
EF-Ost	Erfurt-Ost
FONA	Forschung für Nachhaltigkeit
Infra-Urban	Infrastruktursysteme in urbanen Räumen
KKM	Kältekompressionsmaschine
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
NT	Niedrigtemperatur
NRW	Nordrhein-Westfalen
VL FW Netz	Vorlauf Fernwärmen Netz
WP	Wärmepumpe
KSIS	Kommunales Steuerungs- und Informationssystem
SEK	Stadtentwicklungskonzept
GEK	Gesamtstädtisches Energiekonzept

8.2 Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Kompass NansenTitelblatt und Kopfzeilen https://www.promostore.at/kompass-nansen.html , zuletzt aufgerufen am 14.04.2022	
Abb. 2: Foto Brachfläche Entwicklungsgebiet Äußere Oststadt , Oktober 2021..... Seite 3 eigenes Foto	
Abb. 3: Wortwolke Transformationsziele urbaner Räume, eigene Darstellung Seite 6	
Abb. 4: Übersicht Infrastrukturbereiche und Sektoren , eigene Darstellung..... Seite 8	
Abb. 5: Grafik Richtungswechsel ; Quelle: Adobe Stock Datei Nr. 47914656, fotomek-..... Seite 13 https://stock.adobe.com/de/search?k=richtungswechsel&as_campaign=ftmigration2&as_channel=dpcft&as_campclass=brand&as_source=ft_web&as_camptype=acquisition&as_audience=users&as_content=closure_tag-page&asset_id=47914656 ; zuletzt aufgerufen am 14.04.2022	
Abb. 6: Logo Infra-Urban – E, eigene Darstellung Seite 16	
Abb. 7: Titelblatt 1. Nachhaltigkeitsstrategie , siehe Fußnote 3..... Seite 16	

- Abb. 8: Titelblatt Integriertes Stadtentwicklungskonzept Erfurt 2030, siehe Fußnote 4.....** Seite 16
- Abb.9: Titelblatt Maßnahmenkonzept für die Quartiere Innere und Äußere Oststadt der Landeshauptstadt Erfurt, siehe Fußnote 6** Seite 16
- Abb. 10: Lage Entwicklungsgebiet Äußere Oststadt im Stadtgebiet;** Seite 17
Quelle: Amt für Stadtentwicklung und Stadtplanung Stadtverwaltung Erfurt
- Abb. 11: Visualisierung Neues Promenadendeck, Tor zur Altstadt der neuen ICE-City.....** Seite 17
Quelle: 1. Preis Realisierungswettbewerb „Promenadendeck“
Büro Schlaich Bergermann partner – sbp GmbH, Stuttgart, 2017;
<https://www.erfurt.de/ef/de/erleben/veranstaltungen/ast/2017/127481.html>; zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- Abb.12: Animation Perspektive von Staufenbergallee.....** Seite 17
Quelle: 1. Preis Wettbewerb „Atlantic Hotel & Tower Ost“,
Delugan Meissl Associated Architects, Wien, 2019
https://www.erfurt.de/ef/de/leben/planen/stadtplanung/wettbewerbe/hochhaeuser_ice_city/index.html, zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- Abb. 13: Vereinfachtes Funktionsschema zum Energieversorgungskonzept der Äußeren Oststadt Darstellung: BTU Cottbus Senftenberg, Lehrstuhl Stadttechnik.....** Seite 20
- Abb. 14: Verbundpartner Infra-Urban – E, eigene Darstellung.....** Seite 21
- Abb. 15: Eindrücke vom Bürgerspaziergang über das Entwicklungsgebiet** Seite 22
im September 2021, eigene Fotoaufnahmen
- Abb. 16: Arbeitsmaterialien und Anschauungsbeispiele Potenzialanalyse.....** Seite 23
Wärmetauscher RoWin für Industrieabwasser, Fa Huber Berching
<https://www.huber.de/de/produkte/energie-aus-abwasser/huber-abwasserwaermetauscher-rowin.h>, zuletzt aufgerufen am 23. März 2022
Rinnenwärmetauscher in Abwasserleitung, Rabmer Gruppe, Altenberg bei Linz
<https://www.energie-aus-abwasser.at/technologie/>;
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
Wärmebild Abklingbecken, Wassermengendiagramm Flutgraben, Abwärmepotenzialdiagramm; eigene Darstellung
- Abb. 17: Grafik Hürdenlauf; Quelle: Adobe Stock Datei Nr. 79970675, fotomek.....** Seite 29
https://stock.adobe.com/de/search?k=H%C3%BCrdenlauf&search_type=usertyped&asset_id=79970675; zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- Abb. 18: Grafik Hanging lighthbulb Best Practice.....** Seite 32
Quelle: Adobe Stock Datei Nr. 118947406, <https://stock.adobe.com/de/images/hanging-lightbulb-with-glowing-best-practice-concept/118947406>;
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- Abb. 19: Klima-Buttons.....** Seite 34
Quelle: Magazin InnovationCity Bottrop 2010-2020, S. 140
https://www.icm.de/wp-content/uploads/2021/06/ICM_Magazin_2021_web_xs.pdf
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
Autor: ARGE ICRuhr / Innovation City Management GmbH

- Abb. 20: Logos Handlungsfelder Modellstadt Bottrop**..... Seite 36
Quelle: Abschlussbilanz Zahlen/Fakten/Vergleiche InnovationCity Ruhr–Modellstadt Bottrop; https://www.icm.de/wp-content/uploads/2021/06/210615_Datensheet_Abschlussbilanz_InnovationCity-Ruhr.pdf; zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
Autor: ARGE ICRuhr / Innovation City Management GmbH
- Abb. 21: Grafik Projekt Innovation City Bottrop 2010-2020**..... Seite 37
Quelle: ARGE ICRuhr / Innovation City Management GmbH
- Abb. 22: Verwaltungsmotor**..... Seite 38
Quelle: Stadt Ludwigsburg; aus: vhw-Schriftenreihe Nr. 5 „10 Jahre Nachhaltige Stadtentwicklung in Ludwigsburg“, 2016, S. 20
https://www.ludwigsburg.de/site/Ludwigsburg-Internet/get/params_E-1369824971/6266228/vhw_Schriftenreihe_5.pdf, zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- Abb. 23: Logo Klimaheldenwettbewerb**..... Seite 38
Quelle: Internetseiten Stadt Ludwigsburg;
<https://www.ludwigsburg.de/start/leben+in+ludwigsburg/Klima+und+Energie.html>
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- Abb. 24: Der Managementkreislauf - In Führung gehen. Der Prozess ist angezettelt!**..... Seite 40
Quelle: Stadt Ludwigsburg; aus: Publikationsreihe – Wandel gemeinsam gestalten, „Meine Kommune weiter.Denken“, RENN-süd, 2021, S. 13
https://www.renn-netzwerk.de/fileadmin/user_upload/sued/Publikationsreihe_Wandel_gemeinsam_gestalten/Publikationsreihe_MeineKommuneweiterdenken_1_2021__002_.pdf;
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- Abb. 25: Titelblatt Orientierungsrahmen für Führung in der Stadtverwaltung Ludwigsburg** ...Seite 41
Quelle: Stadt Ludwigsburg
- Abb. 26: Bausteine für eine Stadt der Zukunft**..... Seite 42
Quelle: Stadt Ludwigsburg; aus: Publikationsreihe – Wandel gemeinsam gestalten, „Meine Kommune weiter.Denken“, RENN-süd, 2021, S. 8 (siehe Link Abb. 24)
- Abb.27: Grafik Business Strategy and Orientation Concept**..... Seite 43
Quelle: Adobe Stock Datei-Nr. 334224552, Foto von Olivier Le Moal
<https://stock.adobe.com/de/images/business-strategy-and-orientation-concept/334224552>, zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- Abb.28: Hochzeitstorte der Nachhaltigkeit**..... Seite 44
Bildnachweis: Azote Images for Stockholm Resilience Centre, Stockholm University;
Quelle: BMUV Planetare Belastbarkeitsgrenzen; <https://www.bmuv.de/themen/nachhaltigkeit-digitalisierung/nachhaltigkeit/integriertes-umweltprogramm-2030/planetare-belastbarkeitsgrenzen>; zuletzt aufgerufen am 14.04.22
- Abb.29: Grafik 3d Männchen – Alter Trott – Neuer Weg**..... Seite 47
Quelle: Adobe Stock Datei-Nr. 116261967, Foto: fotomek
<https://stock.adobe.com/de/images/3d-mannchen-mochte-von-dem-alten-trott-weg-in-eine-neue-richtung-neuer-weg/116261967>, zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- Abb. 30: Grafik Kompass Future**..... Seite 48
Quelle: Adobe Stock Datei-Nr. 219082697, Foto: peterschreiber.media
<https://stock.adobe.com/de/images/dunkler-kompass-mit-lichtspiel-future/219082697>, zuletzt aufgerufen am 14.04.2022

- Abb. 31: Grafik Motivation**..... Seite 52
 Quelle: Adobe Stock Datei-Nr. 168878002, Foto: Trueffelpix
https://stock.adobe.com/de/images/banner-motivation/168878002?prev_url=detail; zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- Abb. 32: Grafik Zukunft gestalten**..... Seite 53
 Quelle: Adobe Stock Datei-Nr. 96581223, Foto: Coloures-Pic
<https://stock.adobe.com/de/images/zukunft-gestalten/96581223>, zuletzt aufgerufen am 14.04.2022

8.3 Quellen- und Literaturverzeichnis

- 1 **Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie 2021, Jetzt die Weichen richtig stellen, S. 11**
<https://www.bundesregierung.de/re-source/blob/998006/1873516/3d3b15cd92d0261e7a0bc8f43b7839/2021-03-10-dns-2021-finale-langfassung-nicht-barrierefrei-data.pdf?download=1>; zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 2 **Veröffentlichungen BMBF-Forschungsvorhaben Infra-Urban Band I und Band II**
http://infra-urban-e.de/?page_id=302; zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 3 **Projekt Nachhaltige Kommune, 1. Nachhaltigkeitsstrategie Erfurt**; <https://www.erfurt.de/ef/de/service/aktuelles/pm/2019/132904.html>,
 zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 4 **Integriertes Stadtentwicklungskonzept (ISEK) Erfurt 2030**;
<https://www.erfurt.de/ef/de/leben/planen/stadtentwicklung/stadt/isek/index.html>;
 zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 5 **Äußere Oststadt - Entwicklung eines neuen, energieeffizienten und urbanen Stadtteils**
https://www.erfurt.de/ef/de/leben/planen/stadtplanung/ip_tk/aeussere-oststadt/index.html
 zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 6 **HeatResilientCity II; Hitzeanpassung urbaner Gebäude- und Siedlungsstrukturtypen — Akteursorientierte Umsetzungsbegleitung zur Stärkung der Klimaresilienz und Gesundheitsvorsorge; Maßnahmenkonzept für die Quartiere Innere und Äußere Oststadt der Landeshauptstadt Erfurt**
http://heatresilientcity.de/fileadmin/user_upload/heatresilientcity/files/Konzepte/20211014_Massnahmenkonzept_AP_3_4_final.pdf; zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 7 **Energiekonzept Äußere Oststadt Erfurt, 2019, BTU Cottbus-Senftenberg**
<http://infra-urban-e.de/wp-content/uploads/2021/11/Endbericht-Energiekonzept-Aeussere-Oststadt-Erfurt-12-2018.pdf>, zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 8 **Erfurter Energiemodell – Video; Stadtportal Erfurt 2015** <https://www.erfurt.de/ef/de/service/mediathek/video/2015/122519.html>
 Erfurter Energiemodell, Stadtwerke Erfurt, 2022
<https://www.stadtwerke-erfurt.de/produktwelt/erfurter-energiemodell>
 beides zuletzt aufgerufen am 14.04.2022

- 9 **Informationsflyer Entwicklungsgebiet Äußere Oststadt Erfurt
Zukunftsweisende Quartiersentwicklung, BTU Cottbus-Senftenberg, 2020**
http://infra-urban-e.de/wp-content/uploads/2021/07/21_04_06_FlyerInfraUrbanE.pdf
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 10 **Hintergrundinformationen zum Flyer Äußere Oststadt
(Frequently Asked Questions Sammlung)**
http://infra-urban-e.de/wp-content/uploads/2021/07/21_07_24_FAQFlyerErfurt.pdf
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 11 **Forschungsvorhaben TRAFIS – „Transformation hin zu klimaresilienten und ressourcen-schonen Infrastrukturen“ gefördert vom Umweltbundesamt, September 2021
Leitfaden für Kommunen „Mehr Nachhaltigkeit durch gekoppelte Infrastrukturen“**
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/mehr_nachhaltigkeit_durch_gekoppelte_infrastrukturen_leitfaden_fuer_kommunen.pdf;
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 12 **Forschungsvorhaben „Transformation des städtischen Energiesystems und energetische
Stadtsanierung“ – TransStadt, gefördert vom BMBF in Zusammenarbeit mit dem Deutschen
Institut für Urbanistik;
TransStadt-Leitfaden „Kommunales Transformationsmanagement für die lokale Wärme-
wende“, 2017;**
http://www.transformation-des-energiesystems.de/sites/default/files/TransStadt_Kommunales-Transformationsmanagement_0.pdf; zuletzt aufgerufen am 14.04.22
- 13 **InnovationCity Magazin Bottrop, S. 15**
Autor: ARGE ICRuhr/Innovation City Management GmbH
https://www.icm.de/wp-content/uploads/2021/06/ICM_Magazin_2021_web_xs.pdf;
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 14+15 **Pressemitteilung „Bilanz des Klimastadt-Projektes Innovationcity Ruhr“ anlässlich der Ab-
schlussveranstaltung am 14. Juni 21; Autor: ARGE ICRuhr/Innovation City Management
GmbH; <https://www.icm.de/presse/bilanz-des-klimastadt-projektes-innovationcity-ruhr/>
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022**
- 16+17 **Der InnovationCity Leitfaden,**
zu beziehen über <https://www.innovationcity-bottrop.de/index.php?id=427>
alle Internetseiten zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
Autor: ARGE ICRuhr / Innovation City Management GmbH
- 18 **Leitfaden Forschungsvorhaben TransStadt, siehe Fußnote 12**
- 19 **InnovationCity Magazin Bottrop 2010-2020, siehe Fußnote 13**
- 20+28 **vhw-Schriftenreihe Nr. 5 „10 Jahr Nachhaltige Stadtentwicklung in Ludwigsburg – In Führung
gehen!“; 2016, Bundesverband Wohnen und Stadtentwicklung e.V https://www.ludwigsburg.de/site/Ludwigsburg-Internet/get/params_E-1369824971/6266228/vhw_Schriftenreihe_5.pdf,
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022**
- 21+29+30 **„Meine Kommune weiter.Denken - Praxisleitfaden für Entscheidungsträger*innen aus Kom-
munen, “ RENN-süd, 2021; Publikationsreihe - Wandel gemeinsam gestalten
https://www.renn-netzwerk.de/fileadmin/user_upload/sued/Publikationsreihe_Wandel_gemeinsam_gestalten/Publikationsreihe_MeineKommuneweiterdenken_1_2021__002_.pdf,
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022**

- 22 **Charta von Leipzig, Charta zur nachhaltigen europäischen Stadt, 2007**
<https://www.bmuv.de/download/die-leipzig-charta/>
Die Neue Leipzig Charta – Die Transformative Kraft der Städte für das Gemeinwohl, 2020
<https://www.bmi.bund.de/DE/bauen-wohnen/stadt-wohnen/stadtentwicklung/neue-leipzig-charta/neue-leipzig-charta-node.html>, beide zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 23 **„Neue Struktur im Rathaus Ludwigsburg“, Stuttgarter Zeitung**
<https://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.neue-struktur-im-rathaus-ludwigsburg-raetselhafter-umbauten-im-vorzeigeressort.7428dc96-0d14-4795-9d18-bd80f0376784.html>
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 24 **Deutscher Nachhaltigkeitspreis, Preisträger 2014**, <https://www.nachhaltigkeitspreis.de/kommunen/preistraeger-staedte-und-gemeinden/2014/stadt-ludwigsburg/>; zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 25 **Integriertes Energie-Quartierskonzept Ludwigsburg**
<https://www.energiegenossenschaften-gruenden.de/gebaeudekonzepte/energiekonzept-quartier.html>, zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 26 **Stadt Ludwigsburg, Leben in Ludwigsburg, Klima und Energie, Aktivitäten und Projekte im Bereich Klima und Energie**
<https://www.ludwigsburg.de/start/leben+in+ludwigsburg/Klima+und+Energie.html>
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 27 **Stadt Ludwigsburg; Klima und Energie, Fallstudie Energieeffiziente Stadt Ludwigsburg;**
<https://www.ludwigsburg.de/start/leben+in+ludwigsburg/ikek.html>;
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 31 **Regionale Netzstellen Nachhaltigkeitsstrategien, RENN.süd**,
https://www.renn-netzwerk.de/fileadmin/user_upload/sued/Publikationsreihe_Wandel_gemeinsam_gestalten/Publikationsreihe_MeineKommuneweiterdenken_1_2021__002_.pdf;
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 32 **Die drei Säulen der Nachhaltigkeit: Ökologie, Wirtschaft und Soziales Utopia**, <https://utopia.de/ratgeber/drei-saeulen-der-nachhaltigkeit-mo-dell/#:~:text=Die%20drei%20Dimensionen%20oder%20E2%80%9ES%3%A4ulen%20oder%20Nachhaltigkeit,sind%20demnach%3A%201%20%C3%96kologie%20%20Soziales%203%20%C3%96konomie>, zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 33 **Nachhaltigkeitsziele verständlich erklärt**, Die Bundesregierung
<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/nachhaltigkeitsziele-verstaendlich-erklaert-232174> ,
zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 34 **Neue Charta von Leipzig – Die Transformative Kraft der Städte für das Gemeinwohl**
Bundesministerium des Inneren und für Heimat, Dezember 2020;
<https://www.bmi.bund.de/DE/bauen-wohnen/stadt-wohnen/stadtentwicklung/neue-leipzig-charta/neue-leipzig-charta-node.html#:~:text=Die%20Neue%20Leipzig-Charta%201%20Drei%20Dimensionen%20oder%20europ%C3%A4ischen,...%205%20Ausstellung%20%22Living%20the%20City%22%20in%20Berlin>; zuletzt aufgerufen am 14.04.2022
- 35 **EU- Projekt Celsius, Smart City – Cologne; Stadt Köln**
<https://www.smartcity-cologne.de/index.php/index.php/celsius.html>;
Stadtentwässerungsbetrieb Köln, Wie kann man die Wärme des Abwassers nutzen?
<https://www.steb-koeln.de//abwasser-und-entwaesserung/der-weg-des-abwassers/der-weg-des-abwassers.jsp>; beide zuletzt aufgerufen am 14.04.2022

9 GLOSSAR

Folgende Liste von gebräuchlichen Begriffen der Sektorenkopplung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, Eindeutigkeit oder wissenschaftlicher Belegbarkeit. Sie soll lediglich dazu dienen fachfremden Lesenden die Begriffe zu erläutern.

Abwasserwärmerückgewinnung	Die thermische Energie von Abwasser wird mithilfe von Wärmepumpen für den Wärmebedarf angrenzender Abnehmer (z.B. in lokale Wärmenetze) verfügbar gemacht.
Adiabate Kühlung	Mittels eines Kreuzstromwärmetauschers wird der warmen Abluft Wärme (Verdunstungsenergie) entzogen. Wasser wird hierzu kontinuierlich in die Abluft gespritzt, dieses verdunstet und entzieht der Abluft Wärme. Über einen Wärmeüberträger kann diese Kühlenergie auf die Zuluft übertragen werden.
Blaue Infrastrukturen	<p>Die Verdunstungskühlung offener Wasserflächen im urbanen Raum können die Außenraumtemperatur um bis zu 8 Grad reduzieren. Vorhandene lokale Temperaturanstiege aufgrund der Reduzierung von Evapotranspiration und Bodenalbedo (wegen hoher Flächenversiegelung) können ausgeglichen werden und so die Gesundheit und das Wohlbefinden der Stadtbewohner erhöhen. Darüber hinaus können die Systeme zur Reduktion von Schadstoffen und Lärm beitragen.</p> <p>In niederschlagsarmen Sommermonaten kann der Bewässerungsbedarf von Grünanlagen durch Niederschlagswasser aus niederschlagsreichen Zeiten gedeckt werden. Eine rein mechanische Aufbereitung ggf. gekoppelt mit naturnahen Aufbereitungsprozessen innerhalb eines Speicherbeckens reicht i.d.R. aus um den Anforderungen zur Bewässerung zu genügen. Dadurch wird (aufwändig gereinigtes) Trinkwasser eingespart.</p> <p>Niederschlagswasser kann bei Starkregenereignissen in naturnah oder künstlich gestalteten Wasserflächen im urbanen Raum aufgenommen, gespeichert und für eine Folgenutzung verfügbar gemacht werden. Der Oberflächenabfluss umliegender Flächen wird zentral in einem Gewässer gesammelt. Der Rückhalt des Oberflächenabflusse im Speicherbecken erlaubt die Schadstoffabscheidung durch Prozesse wie die Sedimentation und den biologischen Abbau der Verunreinigungen. Daneben besitzen öffentliche Wasserflächen einen hohen Erholungswert und können zur Aufwertung des öffentlichen Raums beitragen.</p>
Dekarbonisierung	Reduktion der Emissionen des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid bis hin zur CO ₂ -Neutralität
EE	Erneuerbare Energien wie Solarstrom, Strom aus Wind- oder Wasserkraft

Evaporation	Verdunstung von Wasser auf unbewachsenen bzw. freien Land- oder Wasserflächen
Evapotranspiration	Summe aus Evaporation und Transpiration, die Verdunstung von Wasser aus der Pflanzenwelt sowie von Boden- und Wasseroberflächen
Grüne Infrastrukturen	<p>Tieferliegende öffentliche Grünflächen (im Alltag beispielsweise Parkflächen) können bei Starkregenereignissen temporär große Niederschlagsmengen aufnehmen und damit die Kanalisation entlasten. Die Wassermengen werden gedrosselt an die Kanalisation oder den Vorfluter abgegeben.</p> <p>In hoch versiegelten urbanen Räumen bewirken Pflanzenoberflächen durch Verdunstung und Verschattung eine Absenkung der Temperatur im Außenraum um bis zu 8 Grad. Die Belastung für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Stadtbewohner sinkt. Auch der Kühlungsbedarf in Innenräumen sinkt. Ebenso tragen Pflanzen zur Reduktion von Schadstoffen und Lärm bei.</p> <p>Mithilfe von Dach- und Fassadenbegrünungen können durch die Verdunstung, die Verschattung und die Wärmekapazität von Vegetation und Substrat das Klima im Gebäudeinneren positiv beeinflusst werden. Dies hilft den gebäuderelevanten Endenergieverbrauch für Raumwärme und Raumkühlung zu reduzieren. Im Sommer wirkt sich dies kühlend und im Winter isolierend auf das Gebäudeinnere aus. Temperaturschwankungen werden gedämpft.</p>
Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	Aus fossilen Energieträgern wird mittels Brenner und Generator/Motor, etc. elektrische (oder mechanische) und thermische Energien parallel erzeugt.
Nachhaltigkeit	Sparsamer, verantwortungsvoller Umgang mit nicht erneuerbaren Ressourcen; Ziel ist ein langfristiges wirtschaftliches Handeln, welches die Ressourcen so nutzt, dass die Lebensgrundlagen zukünftiger Generationen dauerhaft erhalten bleiben
Power-to-Gas	Chemisches Energiespeichersystem, welches eine verlustarme Langzeitspeicherung von EE in Form von Gas ermöglicht. Hierbei wird der Strom aus EE genutzt um mittels Elektrolyse Wasser in Gas (beispielsweise Wasserstoff oder Methan) und Sauerstoff zu spalten. Das Gas kann gespeichert und anschließend z.B. über eine Brennstoffzelle in reiner Form genutzt oder ins Erdgasnetz eingeleitet werden.
Power-to-Heat	Überschüssige elektrische Energie bevorzugt aus erneuerbaren Quellen wie Wind- oder Solarstrom wird beispielsweise mittels Wärmepumpen oder Heizstäben in thermische Energie (Wärme) umgewandelt.

Resilienz	Anpassungs- bzw. Abfederungsvermögen gegenüber äußeren Störungen und Erhalt der grundlegenden Organisationsweisen
Sorptionskälte	Mittels einer Sorptionskältemaschine (SKM) wird aus Wärme Kälte gewonnen. Da Wärme als Antriebsenergie dient, wird weniger elektrische Energie für die Kälteerzeugung verwendet. Als Wärmequelle kann ein Fernwärmenetz oder andere Abwärmquellen dienen.
Transpiration	Verdunstung von Wasser bei Pflanzen
Power-to-Cold	Überschüssiger Strom wird direkt für die Kälteerzeugung genutzt. Idealerweise handelt es sich um einen Überschuss-Stromverbraucher, der ein flexibles Kälteerzeugungssystem inkl. Kältespeicher ergänzt und somit angebotsorientiert genutzt werden kann. Kombination aus Lastmanagement, KKM und Kältespeicher, dadurch Entkopplung von Kälteangebot und Kältenachfrage
Power-to-Liquid	Chemisches Energiespeichersystem, das eine Langzeitspeicherung von EE in Form von flüssigen Energieträgern mit hoher Energiedichte darstellt. Zielprodukte können Methanol und Synthetische Kraftstoffe wie Benzin und Diesel sein. Für die Herstellung wird Wasserstoff benötigt. (z. B. aus Elektrolyse oder direkt aus regenerativen Quellen) Relativ geringer Wirkungsgrad, daher bisher nur wenig verbreitet.
Wärmerückgewinnung	Anfallende Wärme als Nebenprodukt in Industrie oder Gewerbe wird wiederverwendet, beispielsweise innerbetrieblich zur Brauch- und Trinkwarmwassererwärmung oder als Abwärme in einem Wärmenetz.
Vehicle-to-Grid	Bei diesem Verfahren werden E-Autos in der Stillstandszeit geladen (Private Autos werden im Schnitt nur täglich 9% des Tages genutzt). Bei Strombedarf stellen die rückspeisefähigen E-Autos dem Stromnetz Strom zur Verfügung und gleichen damit die schwankende Einspeisung von EE aus.

10 ÜBERSICHT LEITFÄDEN/MAßNAHMENKONZEPTE

Leitfaden für Kommunen „Mehr Nachhaltigkeit durch gekoppelte Infrastrukturen“; Forschungsvorhaben TRAFIS – „Transformation hin zu klimaresilienten und ressourcenschonenden Infrastrukturen“ gefördert vom Umweltbundesamt, September 2021; https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/mehr_nachhaltigkeit_durch_gekoppelte_infrastrukturen_leitfaden_fuer_kommunen.pdf; zuletzt aufgerufen am 14.04.2022

Leitfaden InnovationCity „Klimagerechter Stadtumbau“; 2021

erarbeitet von der ARGE IC Ruhr, zu beziehen über die InnovationCity Management GmbH; <https://www.innovationcity-bottrop.de/index.php?id=427>, zuletzt aufgerufen am 14.04.2022

TransStadt-Leitfaden „Kommunales Transformationsmanagement für die lokale Wärmewende“

BMBF - Forschungsvorhaben „Transformation des städtischen Energiesystems und energetische Stadtsanierung“ in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Institut für Urbanistik; 2017;

http://www.transformation-des-energiesystems.de/sites/default/files/TransStadt_Kommunales-Transformationsmanagement_0.pdf; zuletzt aufgerufen am 14.04.2022

Abwärmeleitfaden des AGFW; Leitfaden zur Erschließung von Abwärmequellen für die Fernwärmeversorgung, Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.; **2020** <https://www.agfw.de/energiwirtschaft-recht-politik/energiwende-politik/system-kwk-fernwaerme/waermequelle-abwaerme/>; zuletzt aufgerufen am 14.04.2022

Maßnahmenkonzept für die Quartiere Innere und Äußere Oststadt der Landeshauptstadt Erfurt Multifunktionale Stadträume – Planerische Umsetzungsansätze, 2021

BMBF Forschungsvorhaben „Heat Resilient City – Hitzeresiliente Stadt- und Quartiersentwicklung in Großstädten – Bewohnerorientierte Wissensgenerierung und Umsetzung in Dresden und Erfurt“; bearbeitet vom Umwelt- und Naturschutzamt Erfurt sowie dem Institut für Stadtforschung, Planung und Kommunikation der Fachhochschule Erfurt; 2021

http://heatresilientcity.de/fileadmin/user_upload/heatresilientcity/files/Konzepte/20211014_Massnahmenkonzept_AP_3_4__final.pdf, zuletzt aufgerufen am 14.04.2022

Handlungsleitfaden zur Energetischen Stadterneuerung, Juni 2011

Herausgeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), Berlin

Wissenschaftliche Begleitung: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Bonn

<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmvbs/sonderveroeffentlichungen/2011/HandlungsleitfadenEE.html>, zuletzt aufgerufen am 14.04.2022

Meine Kommune weiter.Denken – Praxisleitfaden für Entscheidungsträger*innen aus Kommunen,

Publikationsreihe - Wandel gemeinsam gestalten, RENN.süd, 2021,

https://www.renn-netzwerk.de/fileadmin/user_upload/sued/Publikationsreihe_Wandel_gemeinsam_gestalten/Publikationsreihe_MeineKommuneweiterdenken_1_2021__002_.pdf,

zuletzt aufgerufen am 14.04.2022

10 Jahre nachhaltige Stadtentwicklung in Ludwigsburg – „In Führung gehen!“, 2016

vhw Schriftenreihe Nr. 5, Bundesverband Wohnen und Stadtentwicklung, https://www.ludwigsburg.de/site/Ludwigsburg-Internet/get/params_E-1369824971/6266228/vhw_Schriftenreihe_5.pdf,

zuletzt aufgerufen am 14.04.2022

Nachhaltige Stadtentwicklung durch nachhaltige Verwaltungsentwicklung, 2021

Vhw Schriftenreihe Nr. 32; Bundesverband Wohnen und Stadtentwicklung, https://www.vhw.de/fileadmin/user_upload/08_publikationen/vhw-schriftenreihe-tagungsband/PDFs/vhw_Schriftenreihe_Nr._32_Nachhaltige_Stadtentwicklung_durch_nachhaltige_Verwaltungsentwicklung_web.pdf,

zuletzt aufgerufen am 14.04.2022

