

Von Funktionalität zu Integration: Energiespeicher im urbanen Raum neu gedacht

Jannik Wendorff; Sarah Hermens

(Dr.-Ing. Jannik Wendorff; RWTH Aachen University, Institute for Urban Design and European Urbanism; Aachen, DE;
wendorff@staedtebau.rwth-aachen.de)

(Sarah Hermens, MSc; RWTH Aachen University, Institute for Urban Design and European Urbanism; Aachen, DE;
hermens@staedtebau.rwth-aachen.de)

1 ABSTRACT

Die Energiewende erfordert neben dem Ausbau erneuerbarer Energieerzeugungsanlagen auch eine deutliche Erweiterung der Energiespeicherkapazitäten, um die Volatilität von Wind- und Solarenergie auszugleichen. Trotz der wichtigen Rolle von Energiespeichern im Energiesystem bleibt deren räumliche Integration bislang weitgehend unbeachtet. Der Beitrag untersucht die Raumwirksamkeit dieser neuen technischen Infrastrukturen und zeigt theoretische sowie praktische Ansätze zur besseren Integration von Energiespeichern in den baulichen und landschaftlichen Kontext auf.

Als eines von verschiedenen Werkzeugen, wie z.B. frühzeitige Bürgerbeteiligungen oder die Schaffung finanzieller Anreize, stellt die städtebauliche Integration der Speicheranlagen ein potenzielles Werkzeug zur Erhöhung gesellschaftlicher Akzeptanz dar. Dadurch könnten Widerstände in der Bevölkerung und damit verbundene Verzögerungen im Ausbau reduziert werden. Der Beitrag stellt fünf theoretische Ansätze zur Integration vor: von einer rein Monofunktionalität bis hin zu Ansätzen, die Design, Information, Multifunktionalität und lokale Identität miteinander verbinden. Im Rahmen des vom BMWK geförderten Projekts NEKOM wurden erste Entwürfe für Klein- und Mittelstädte im Rheinischen Revier entwickelt, die auf den lokalen Gegebenheiten und Bedürfnissen basieren.

Die dargestellten Entwürfe zeigen, wie Speicheranlagen zukünftig als städtebaulicher Mehrwert verstanden werden können. Ziel ist es, technische und gesellschaftliche Anforderungen zu vereinen, um übertragbare Konzepte für die zukünftige Praxis zu schaffen. Ein Leitfaden für kommunale Akteure soll dabei helfen, die Akzeptanz durch innovative Integrationsstrategien zu fördern und den Speicherausbau voranzutreiben.

Keywords: Städtebauliche Integration, Smart Grid, Energiespeicher, Akzeptanz, Technische Infrastrukturen

2 EINFÜHRUNG

Die Transition unseres Energiesystems in Richtung erneuerbarer Energiequellen stellt eine der essentiellen Säulen globaler Bemühungen dar, Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Eine nachhaltige Energieversorgung verringert die Abhängigkeit von endlichen fossilen Ressourcen. Neben dem stetigen Ausbau erneuerbarer Erzeugungsanlagen stellt die Zunahme an Energiespeicherkapazitäten eine elementare Gelingbedingung der Energiewende dar (BMWK 2024; VICTORIA et al. 2019; IPCC 2011).

Die Dargebotsabhängigkeit der Wind- und Solarenergie bringt im Vergleich zur konventionellen Energieerzeugung einen variablen zeitlichen Versatz zwischen Energiebereitstellung und -verbrauch mit sich. Um diesen Versatz auszugleichen, gibt es im Wesentlichen zwei Lösungsansätze: Nachfragesteuerung und Speicherintegration (WENDORFF 2022). Dieser Beitrag setzt die temporäre Speicherung der Energieüberangebote in Form von Elektrizität, Gas oder Wärme in den Fokus. Der Bedarf und Ausbau an Energiespeichern wächst dabei besonders in den letzten Jahren massiv an und stellt auch die Basis zukunftsfähiger intelligenter Stromnetze dar. Im Vergleich zum Jahr 2020 (17 GW) soll sich die global installierte Speicherleistung bis zum Jahr 2030 (358 GW) mehr als verzwanzigfachen (BLOOMBERG NEF 2021). Während die technische Integration der Speicher in die Energienetze seit Jahren im Fokus der Forschung steht, bleiben die signifikanten räumlichen Auswirkungen dieser neuen technischen Infrastrukturen bisher weitestgehend unbetrachtet. Energiespeicher werden dabei nicht nur wenig wahrnehmbar in peripheren Räumen installiert, sondern auch als präsent sichtbare Infrastrukturen in direkter Nähe zur Erzeugung und Verbrauch in urbanen sowie suburbanen Siedlungsbereichen ausgebaut. Während gesamtgesellschaftlich eine hohe Zustimmung zur Transition des Energiesystems ausgemacht werden kann (AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN E.V. 2023), materialisieren sich Defizite der lokalen Akzeptanz in Form von Protesten bis hin zu Vandalismus gegenüber den neuen raumrelevanten Komponenten der Energiewende. Die Vernachlässigung der lokalen Bedürfnisse bei geplanten Projektender Energiewende kann Planungen erheblich verzögern oder gänzlich zum Scheitern bringen (ALTHAUS 2012). Zur gesellschaftlich getragenen und akzeptierten räumlichen Integration des Bausteins Energiespeicher sind

neue Integrationsansätze gefordert, um auch die Raumrelevanz der Speicheranlagen adäquat berücksichtigen zu können.

Im Rahmen dieses Beitrags werden zunächst Wirkungsweise, Relevanz sowie Raumwirksamkeit von Energiespeichern näher vorgestellt. Anschließend werden theoretische Integrationsansätze von Energiespeichern und intendierte Auswirkungen auf die lokale Akzeptanz präsentiert. Darauf aufbauend werden im fünften Kapitel konkrete Entwürfe für ausgewählte Klein- und Mittelstädte im Rheinischen Revier vorgestellt und erläutert. Der Beitrag endet mit einem Ausblick zur Schaffung übertragbarer Ansätze der Speicherintegration zur Steigerung gesellschaftlicher Akzeptanz.

Die hier vorgestellten Ansätze und Ergebnisse stellen erste Zwischenergebnisse des vom Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Forschungsprojekts NEKOM – Nachhaltige Speicher- und Energieverteilungssysteme in kleineren und mittleren Kommunen unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Akzeptanz der Energiewende dar. Die dargestellten theoretischen Ansätze leiten sich aus einer umfangreichen Literaturrecherche zur städtebaulichen Integration technischer Infrastrukturen und deren Anwendung auf Energiespeicher ab. Als Grundlage der konkreten Entwürfe wurde eine Interviewstudie mit den im NEKOM-Projekt beteiligten Kommunen durchgeführt. Im Rahmen eines interdisziplinären Lehrprojekts erarbeiteten Masterstudierende der Architektur und Stadtplanung an der RWTH Aachen im Wintersemester 2024/25 innovative Ansätze zur Speicherintegration, welche im weiteren Verlauf dieses Beitrags näher vorgestellt werden.

3 ENERGIESPEICHER ALS BAUSTEIN DER ENERGIEWENDE

In diesem Kapitel wird zunächst die Bedeutung von Speichern im Energiesystem dargestellt. Darauf aufbauend werden unterschiedliche Speichermedien und -typen vorgestellt sowie auf Standortfragen und Herausforderungen in der Platzierung der neuen technischen Anlagen näher eingegangen.

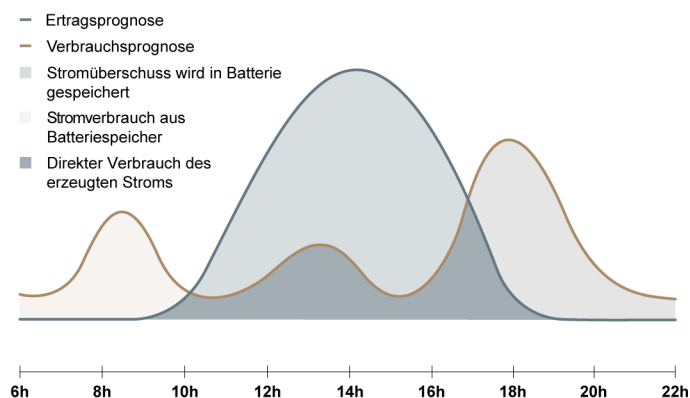


Abbildung 1: Schematische Darstellung Anwendungsfall Stromspeicher. Eigene Darstellung

3.1 Funktion und Bedeutung im Energiesystem

Energiespeicher stellen neben den erneuerbaren Energien einen immer wichtigeren Baustein in der Umsetzung der Energiewende dar. Die Energieproduktion aus Wind- und Solarenergie ist volatil, also abhängig von Wetterbedingungen und unterliegt tageszeitlichen sowie saisonalen Schwankungen. Auf diese Weise entsteht ein zeitlicher Versatz zwischen Energiebereitstellung und -verbrauch. Zur Überbrückung dieses Versatzes stellt die Speicherintegration einen Ansatz dar, die Energieversorgung aus regenerativen Quellen auch zu Zeiten geringer Produktion zu gewährleisten. Abbildung 1 zeigt die exemplarische Auf- und Entladung eines Batteriespeichers aus Solaranlagen. Energiespeicher können, neben der Erhöhung des Eigenverbrauchs, noch weitere Funktionen im Energiesystem einnehmen, wie unter anderem die Netzstabilisierung, den Einsatz im Netzengpassmanagement sowie die Gewährleistung einer unterbrechungsfreien Stromversorgung bei kritischen Infrastrukturen wie Krankenhäusern oder als Systemdienstleistung (STADLER & ECKERT 2017; STERNER et al. 2017c). Neben den vor allem im Eigenheimbereich bereits vielfach genutzten Stromspeichern werden zukünftig Wärme- und Wasserstoffspeicher sowie Batteriegroßspeicheranlagen eine essentielle Rolle im Energienetz einnehmen und zur Systemintegration erneuerbarer Energien beitragen (BMWK 2024).

3.2 Technologische Grundlagen und Typen von Energiespeichern

Es bestehen verschiedene Ansätze zur Klassifizierung von Energiespeichern. Ein oft verwendeter Ansatz nimmt die Einteilung anhand der gespeicherten Energieform vor. Dabei lassen sich vier Formen unterteilen: elektrische, chemische, mechanische und thermische Energie, welche in weitere Untergruppen aufgeteilt werden können (STERNER & BAUER 2017).

Elektrische Speicher in Form von Kondensatoren und Spulen ermöglichen eine direkte Speicherung elektrischer Energie ohne Wandlungsverluste, sind jedoch aufgrund ihrer geringen Energiedichten und hohen Kosten meist Nischenanwendungen (STERNER et al. 2017b; STADLER 2017). Bei chemischen Speichern wird Energie in Form von gasförmigen, flüssigen oder festen Medien gespeichert. Chemische Energiespeicher spielen eine entscheidende Rolle in der Energiewende, insbesondere als Langzeitspeicher sowie für die Bereitstellung von Brenn- und Kraftstoffen in den Sektoren Mobilität und Wärme (STERNER & BAUER 2017; STERNER et al. 2017a). Überschussstrom aus erneuerbaren Energien kann zukünftig mithilfe von Power-to-Gas zur Herstellung von Wasserstoff und synthetischem Methan genutzt werden, welches dann in Gasspeichern (STERNER & BAUER 2017) gespeichert werden.

Elektrochemische Speicher wie Akkumulatoren und Batterien stellen eine Untergruppe der chemischen Speicher dar und dienen oftmals als Kurzzeitspeicher in Form von Heimspeichern oder Quartierslösungen. Die Anlagen werden in Form von Containerlösungen im Außenbereich oder in Gebäuden platziert. Wärme- und Kältespeicher zählen zu den thermischen Speichern, diese nutzen thermodynamische Prinzipien um Energie zu speichern (STERNER & BAUER 2017; STADLER & HAUER 2017). Hierbei werden unter anderem große Erdwärmebecken oder großen Tanks/Behälter eingesetzt. Mechanische Speicher in Form von unter anderem Pumpspeichern nutzen die Grundlagen der Physik, um Energien zu speichern (STADLER et al. 2017).

Im weiteren Verlauf des Beitrags wird der Fokus primär auf elektrochemische sowie thermische Speicher gelegt.

3.3 Energiespeicher im Raum

Durch den Ausbau von erneuerbaren Energien wie Windparks und Freiflächenphotovoltaikanlagen verändern sich die Standorte der Stromproduktion von zentralen Großkraftwerken hin zu dezentralen Anlagen, wodurch die Energieproduktion näher an die Verbrauchseinheiten rückt. Durch die oben aufgeführte Volatilität nimmt nicht nur die Anzahl der Erzeugungsanlagen zu, auch wird die Zahl der benötigten Speicher signifikant ansteigen müssen. Dabei werden die Anlagen, analog zu den Erzeugungsanlagen, immer präsenter und wahrnehmbarer im Raum verortet werden. Energiespeicher als neue technische Infrastrukturen treten dem Konkurrenzkampf um die begrenzte und begehrte Ressource Raum bei. Durch die Größe der Anlagen kommt ihnen in vielen Fällen eine signifikante Raumrelevanz zu. Die Bundesstiftung Baukultur hält fest: „Infrastrukturen prägen Landschaften und Städte bisweilen für Jahrhunderte.“ (BUNDESSTIFTUNG BAUKULTUR 2024: 26). Verortung sowie Integration der Speicher in den baulichen Bestand und die Landschaft stellen damit eine wichtige und wegweisende Zukunftsaufgabe aus stadt- und raumplanerischer Perspektive dar. Vergleichbar zum Ausbau der Erzeugungsanlagen ist auch beim konkreten Ausbau der Speicheranlagen mit partieller Ablehnung seitens der lokalen Bevölkerung zu rechnen. Die Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten und Interessen könnte Ansätze liefern, die gesellschaftliche Akzeptanz zum Ausbau neuer technischer Anlagen zu erhöhen. Im Folgenden werden zunächst theoretische Ansätze aufgezeigt, wie Energiespeicher mit Raumbezug zur Erhöhung der lokalen Akzeptanz beitragen könnten. Anschließend werden diese Ansätze anhand konkreter Entwürfe kombiniert und visualisiert.

4 THEORETISCHE INTEGRATIONSANSÄTZE FÜR ENERGIESPEICHER: VON DER FUNKTIONALITÄT ZUR RAUMGESTALTUNG

Neuebauliche Anlagen können aus städtebaulicher Perspektive, je nach Intention und vorhandenen Ressourcen, auf verschiedene Art und Weise in den Bestand integriert werden. REICHER (2017) unterscheidet beispielsweise die Prinzipien der Über-, Unter- und Einordnung neuer Bauwerke in den Bestand. Basierend auf den Integrationsansätzen von REICHER (2017), BESIER (2016) und CUCUZZELLA & GOUBRAN (2019) leitet WENDORFF (2024) Integrations- und Gestaltungsansätze für technische Infrastrukturen im urbanen Raum ab. Aufbauend auf diesen Ansätzen und anhand von good-practice-

Beispielen wurden spezifische Integrationsansätze für Energiespeicher abgeleitet, schematisch dargestellt in Abbildung 2.

Wie alle anderen Stadtbausteine auch, lassen sich Energiespeicher auf vielfältigen Wegen in die gebaute Umwelt integrieren. Übergeordnet lässt sich zwischen der technischen und der städtebaulichen Integration unterscheiden. Die technische Integration von Energiespeichern zeichnet sich durch einen fast ausschließlichen Fokus auf techno-ökonomische Effizienz in der gestalterischen Umsetzung der Anlagen aus. Die Anlagen weisen damit in der Regel keinen Bezug zum Bestand auf. Städtebauliche Integrationsansätze versuchen dahingegen durch das bewusste Einfügen und Anpassen der neuen technischen Infrastrukturen in den Bestand zusätzliche Mehrwerte für die lokale Bevölkerung zu realisieren. Die beiden genannten Integrationsansätze lassen sich noch einmal hinsichtlich ihres Nutzungsansatzes sowie ihres Gestaltungsansatzes unterteilen. Der Nutzungsansatz adressiert die Funktionen der Anlagen im Raum. Der Gestaltungsansatz beeinflusst insbesondere die Wahrnehmbarkeit der Energiespeicher. Das Spektrum der gestalterischen Einbettung reicht von einer möglichst dezenten Integration bis hin zu einer stark raumprägenden Integration. Abbildung 2 ist die schematische Einteilung im Überblick zu entnehmen. Im Folgenden werden die theoretischen Nutzungsansätze zur besseren Verständlichkeit kompakt skizziert. In der Praxis können Anlagenkonzepte oft mehreren Ansätzen zugeordnet werden. Der Übergang zwischen den einzelnen Ansätzen ist fließend.

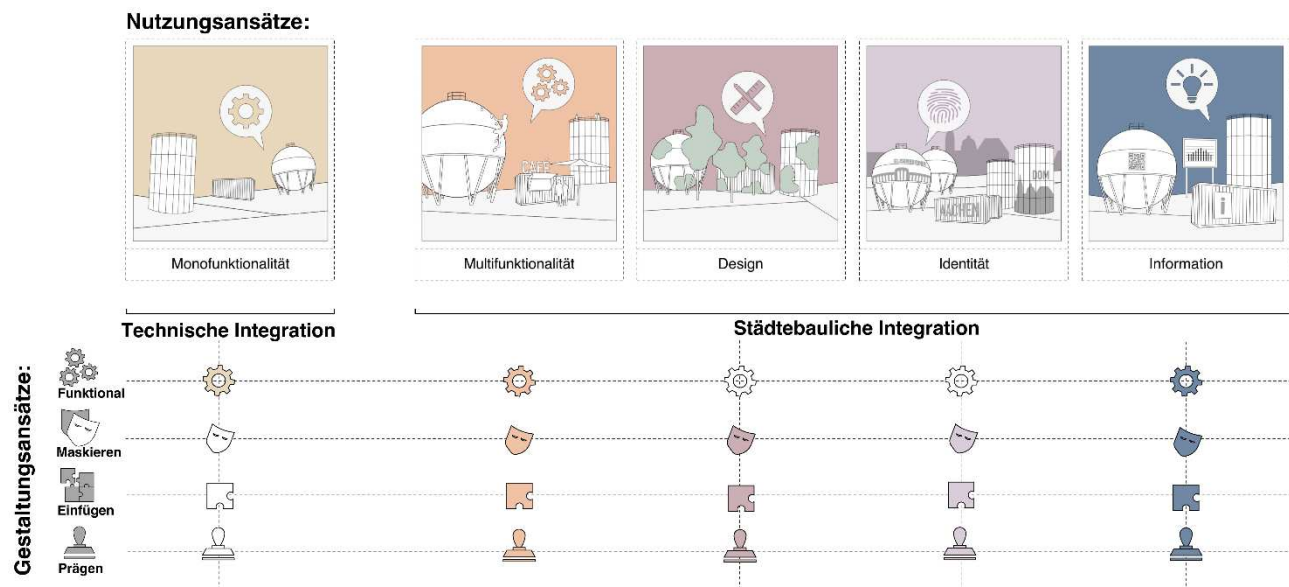


Abbildung 2: Integrationsansätze. Eigene Abbildung

4.1 Monofunktionalität

Der monofunktionale Nutzungsansatz zeichnet sich durch eine techno-ökonomische Perspektive auf die Gestaltung sowie Verortung von Energiespeichern aus. Die technologischen Aspekte stehen fast ausschließlich im Vordergrund, um eine maximale Effizienz bei der Energiespeicherung realisieren zu können. Die gestalterischen Belange sowie der Landschaftsbezug bleiben weitestgehend unbeachtet. Monofunktionale Integrationsansätze stellen aktuell den Status quo bezüglich des Ausbaus von Speicheranlagen dar. Für das Beispiel eines Batteriespeichers auf Quartiersebene sind dem Ansatz der Monocodierung beispielsweise die in der Regel in gräulichen Farben gehaltenen Container zuzuordnen, welche die einzelnen Speichereinheiten beherbergen. Abbildung 3 zeigt einen monofunktionalen Stromspeicher auf Quartiersebene.



Abbildung 3: Monocodierter Quartierspeicher. Foto: Sarah Hermens

4.2 Multifunktionalität

Der Nutzungsansatz der Multifunktionalität koppelt den Anwendungsfall der Energiespeicherung mit jeweils einer oder mehreren weiteren Funktionen. Die Anlagengestaltung orientiert sich in der Regel an der zusätzlichen Funktionalität. In Heidelberg wurde beispielsweise ein Wärmespeicher zur Flexibilisierung des lokalen Energiesystems installiert, in welchem die bei der Stromerzeugung entstandene Wärme gespeichert und an kalten Tagen wieder abgegeben wird. Neben dem prämierten Architekturkonzept ist auch eine Multifunktionalität vorgesehen. Auf dem Speicher entsteht bis 2026 eine Gastronomie mit einer Aussichtsterrasse. Zudem ist der Wärmespeicher als eines von mehreren Bestandteilen in den entstehenden angrenzenden Energie- und Bewegungspark eingebettet (STADTWERKE HEIDELBERG GMBH 2022).

4.3 Information

Beim Nutzungsansatz der Information werden Speicheranlagen durch ein informatives Angebot ergänzt und derengesellschaftliche Mehrwerte erklärt. Die Wissensvermittlung kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen, beispielsweise in Form von detailliertenLeistungsanzeigen, Infotafeln oder auch über die niedrigschwellige Vermittlung von Informationen wie Größenverhältnissen. InAbhängigkeit der Ausgestaltung kann das Informationsangebot auch im Vorbeifahren bzw. -gehen wahrgenommen werden. Mit den Angeboten soll das Verständnis für den Nutzen und die Notwendigkeit der Infrastrukturen vergrößert werden. Außerdem istdie Herstellung eines persönlicheren Bezugs zu den Anlagen erwünscht. Insbesondere Leistungsanzeigen, die den Anwohnern diepositive Auswirkung der Energieerzeugung für ihren Wohnort zeigen, könnten eine Möglichkeit der Akzeptanzsteigerung bieten.Bei regenerativen Erzeugungsanlagen, wie etwa Freiflächensolaranlagen, werden Informationsangebote bereits häufig verwendet und in der Öffentlichkeitsarbeit empfohlen (MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG 2019).

4.4 Design

Der Nutzungsansatz des Designs zeichnet sich durch einen Fokus auf die Gestaltung der Energiespeicher aus. Die Erfüllung der gestalterischen Belange kann zum Beispiel durch eine Bemalung der Anlagen ohne eine Beeinträchtigung der Funktionalität und Effizienz erfolgen. Bei Ansätzen,welche eine besondere Formgebung der Anlagenvorsehen, ist es jedoch möglich, dass sich die Effizienz oder die Rentabilität der Anlagen verschlechtert. Durch eine möglichst ansprechende und auffällige oder eine bewusst maskierende Gestaltung der Anlagen wird der Ansatz in der Regel bei Standorten mit einer guten Sichtbarkeit angewendet. Die Anlagen sollen dabei, je nach Ansatz, bewusst wahrgenommen werden oder in den Hintergrund treten. Ein Beispiel für eine auffällige Gestaltung stellt eine Community-Battery in Melbourne, Australien, dar. In diesem Ansatz wurde der Energiespeicher von einem lokalen Künstler durch Anregung der lokalen Bevölkerung gestaltet.

4.5 Identität

Der Nutzungsansatz der Identität nimmt lokalspezifische Besonderheiten in die Ausgestaltung der Anlagen auf. Auf diese Weise sollendie Anlagen als organischer Bestandteil des Raumes verstanden werden und zur Stärkung der Regionalidentifikation beitragen. Durchdie Wahrnehmung von beispielsweise

Energieerzeugungsanlagen als Teil der Landschaft besteht die Möglichkeit, den Widerstand gegen die Anlagen zu reduzieren (SCHWEIGER et al. 2018). Die Integration von lokalen Aspekten kann zu einem konservativ-phobisch erfolgen. Das bedeutet, dass bestehende Narrative der Region aufgenommen und fortgeschrieben werden. Es kann an die Historie eines Ortes erinnert werden oder typische Identifikationsfarben der Region in der Anlagengestaltung verwendet werden. Alternativ kann die Integration progressiv-obsessiv geschehen. Das heißt, dass beispielsweise Energieerzeugungsanlagen für den Beginn neuer regionaler Erzählungen genutzt werden können. Dies kann zum Beispiel durch die Nutzung von Eigennamen für die Energieerzeugungsanlagen erfolgen (SCHWEIGER et al. 2018).



Abbildung 4: Gestalteter Batteriespeicher in Melbourne. Foto: Sarah Hermens

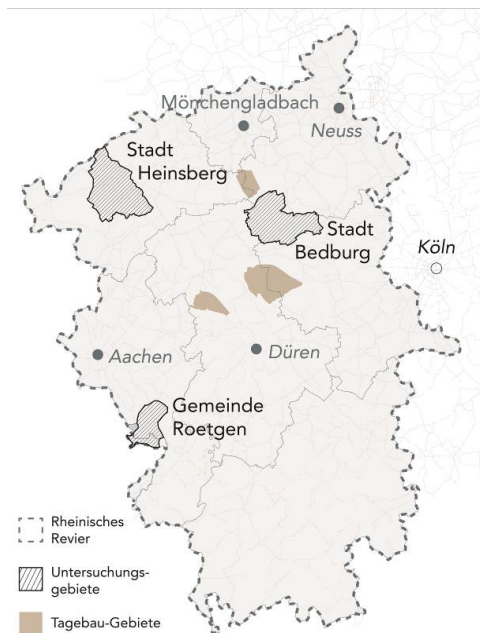


Abbildung 5: Überblick Rheinisches Revier. Eigene Abbildung auf Datengrundlage von OpenStreetMap

5 INTEGRATIONSENTWÜRFE FÜR DAS RHEINISCHE REVIER

Das im Westen Deutschlands, zwischen den Städten Köln, Mönchengladbach und Aachen, gelegene Rheinische Braunkohlerevier (vgl. Abb. 5) ist seit Jahrzehnten eng mit dem Abbau sowie der Verstromung und Veredlung von Braunkohle verbunden. Im Rheinischen Revier leben ca. 2,4 Millionen Einwohnerinnen und Einwohner auf ca. 5.000 km² und in 65 Kommunen (ZUKUNFTSAGENTUR RHEINISCHES REVIER 2020). Einst als Möglichmacher des industriellen Aufschwungs endet der Kohleabbau in Deutschland zum Jahr 2030. Die Energiewirtschaft sowie die energieintensive Industrie stellen eine wichtige Säule des Wohlstandes der Region dar. Das Rheinische Revier als Europas größtes Braunkohleabbaugebiet steht damit vor enormen und teilweise sehr individuellen Transformationen. Auch nach der anstehenden Transition soll das Rheinische Revier als Energieregion fungieren. Neben dem enormen Ausbau regenerativer Erzeugungskapazitäten sieht das Wirtschafts- und Strukturprogramm des Reviers den Aufbau einer Vielzahl

von Energiespeicheranlagen als essentielle Säule zur Meisterung der Energiewende der Region vor (ZUKUNFTSAGENTUR RHEINISCHES REVIER 2021).

Im Rahmen des oben genannten Forschungsprojekts NEKOMerarbeitet die RWTH Aachen University in Kooperation mit der Universität Duisburg-Essen für die drei Kommunen, die Stadt Heinsberg, die Stadt Bedburg sowie die Gemeinde Roetgen und deren Netzbetreiber, Konzepte zur technischen Auslegung, Verortung sowie der städtebaulichen Integration von Energiespeichern. In den folgenden Absätzen werden divergierende studentische Ansätze vorgestellt, welche verschiedene Möglichkeiten aufzeigen, Energiespeicher als mehrwertstiftenden und akzeptierten Stadtbaustein zu verstehen und zu nutzen. Die entstandenen Entwürfe stellen an die lokalen Gegebenheiten angepasste Mischformen aus den im vorherigen Kapitel vorgestellten Nutzungs- und Gestaltungsansätzen dar.

5.1 Energiespeicher als Mehrwert

Technischen Anlagen aus stadtplanerischer Sicht weitere Nutzungen hinzuzufügen kann sich positiv auf deren gesellschaftliche Akzeptanz auswirken (WENDORFF 2024). Dieses Phänomen lässt sich nach Auffassung der befragten Expertinnen und Experten auch auf Speicheranlagen übertragen, indem die rare Ressource Fläche neben der Beheimatung technischer Anlagen weitere Nutzungsmöglichkeiten für die lokale Bevölkerung schafft und sich mehrwertstiftend in den Bestand integriert. Die entwickelten und nachfolgend aufgezeigten Entwürfe können übergeordnet dem im vorherigen Kapitel vorgestellten Nutzungsansatz der Multifunktionalität zugeordnet werden. Bezüglich des Gestaltungsansatzes reicht die Wahrnehmbarkeit von einer möglichst zurückhaltenden über eine einfügende bis zu einer prägenden Wirkung. Im Folgenden werden drei studentische Entwürfe eines mehrwertstiftenden Integrationsansatz exemplarisch vorgestellt und die theoretischen Konzepte greifbarer gemacht.

5.1.1 Abenteuerspielplatz Schafhausen

Für das Neubaugebiet Schafhausen in der Stadt Heinsberg wurde ein Quartierspeicher geplant, welcher den Überschussstrom aus den Solaranlagen des Wohngebiets tagsüber aufnehmen und abends und nachts wieder an die Wohneinheiten abgeben soll. Der elektrische Speicher im Containerformat wird dabei verstärkt, zu großen Teilen mit Erde bedeckt und mit seiner besonderen Topographie in den angrenzenden Abenteuerspielplatz integriert. Die aufgeschüttete Erhöhung schafft neue Spielmöglichkeiten, verortet z.B. Rutschen und ermöglicht Aus- und Überblicksgelegenheiten. Die dicke Erdschicht sowie deren Bepflanzung fungieren als Isolierschicht. An der vom Spielplatz abgewandten Seite bleibt die Zugänglichkeit der Speicheranlage zur Wartung und Reparatur erhalten. Abbildung 6 visualisiert den Integrationsansatz. Der Entwurf zeigt beispielhaft, wie Energiespeicher als unauffälliger Bestandteil in Neubaugebieten zum einen die Energieselbstversorgung des Gebiets erhöhen und gleichzeitig die Aufenthaltsqualität durch neue Nutzungen verbessern können. Die Speicheranlagen werden ohne Vorwissen von der Bevölkerung nicht als technische Anlagen wahrgenommen.



Abbildung 6: Stromspeicher Abenteuerspielplatz Schafhausen. Quelle: Rieke Ahlvers & Sophie Bußmann 2025

5.1.2 Marktplatz Heinsberg

Ein weiterer Ansatz, in der Stadt Heinsberg Energiespeicher mehrwertstiftend und flächensparend zu integrieren, wurde für den Marktplatz entwickelt. Hierzu wurden eine Reihe neuer Stadtmöbel konzipiert, welche die Möglichkeit Überschussstrom aus benachbarten Solaranlagen lokal zu speichern mit der Erhöhung der Aufenthaltsqualität kombiniert. Die modular gestalteten Infrastrukturen fügen sich in den Bestand nahtlos ein und verbinden Energiespeicherung beispielsweise mit der Schaffung neuer Sitzgelegenheiten, Begrünungsoptionen oder Buchschränken. Anders als der Speicher im vorherigen Beispiel, sind die vorgeschlagenen Ansätze für den Markt deutlich wahrnehmbarer. Durch die Aufnahme lokaler Gestaltungsansätze und Ergänzung bestehender Nutzungen vor Ort, z.B. Gastronomie fügen sich die neuen Infrastrukturen jedoch harmonisch in das bestehende Stadtbild und die bereits vorhandenen Nutzungen ein (vgl. Abb. 7).

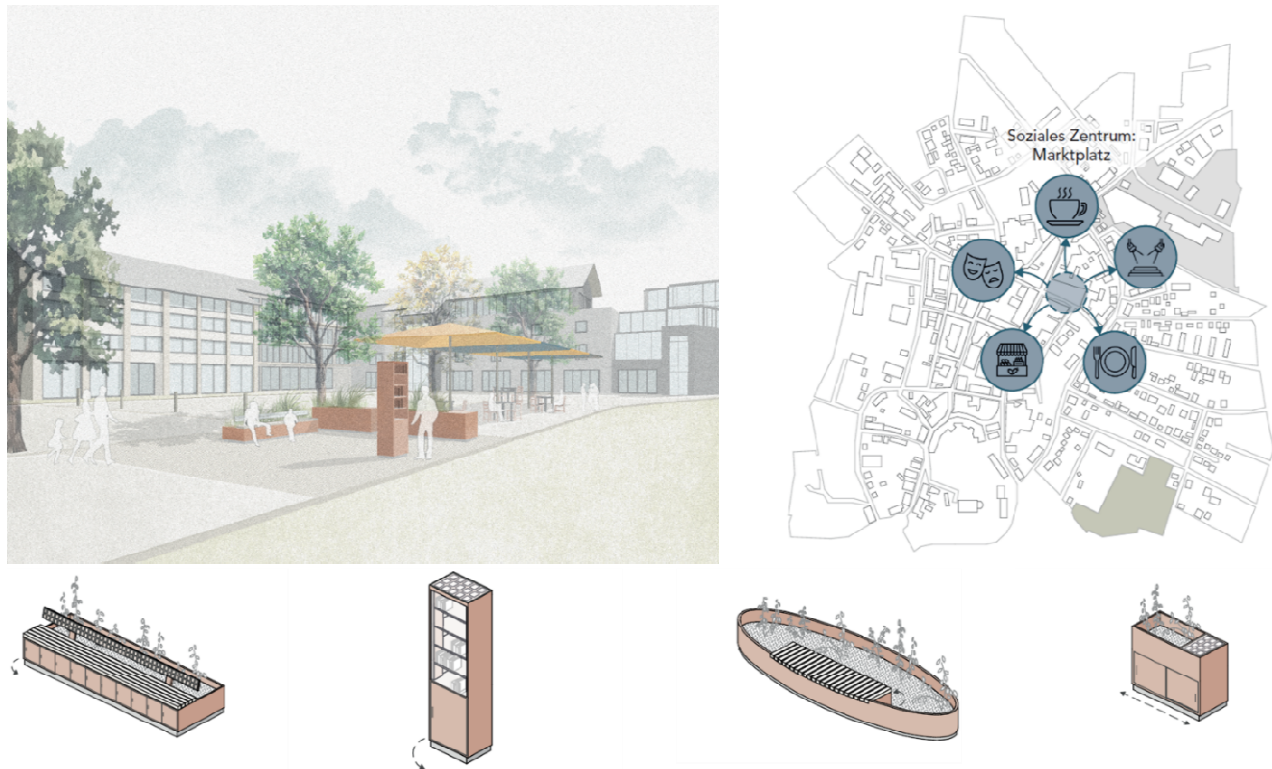


Abbildung 7: Modulare Stromspeicher für den Heinsberger Marktplatz. Quelle: Konrad Leven & Philipp Oehme 2025

5.1.3 Naherholungsgebiet Oberbruch

Der letzte Entwurf zur mehrwertstiftenden Integration von Energiespeichern nutzt am Beispiel eines Wärmespeichers die neue Infrastruktur, um den sie umgebenden Raum neu zu prägen. Als saisonaler Wärmespeicher sieht der Entwurf für Heinsberg Oberbruch die Nutzung industrieller Abwärme und Überschussstroms zur Erwärmung eines Erdbeckenspeichers vor. In den kälteren Monaten gibt der Speicher die Wärme an die benachbarten Wohngebiete wieder ab. Durch eine Isolierschicht, vergleichbar zu den Ansätzen von z.B. VAN HELDEN et al. (2021), wird der Wärmespeicher von einem weiteren Wasserreservoir getrennt. Das so entstehende Gewässer soll der lokalen Bevölkerung als Naherholungsgebiet dienen. Umgeben wird der entstehende See von einer Uferpromenade, Schwimmstegen und einem Fahrradweg. Der geplante Wärmespeicher fungiert somit nicht nur als nachhaltige Energiequelle, sondern prägt den Charakter des Gebiets von Grund auf neu und steigert dessen Attraktivität durch neue Freizeitaktivitäten (vgl. Abb. 8).

5.2 Lokale Identitäten stärken

Während die im vorherigen Unterkapitel vorgestellten Ansätze versuchen gesellschaftliche Akzeptanz für Speicher über die Schaffung neuer Nutzungen zu realisieren, adressieren die folgenden Entwürfe die lokale Identität. Durch etwa die Verwendung regionaler Baustoffe oder Bautechniken und die Referenzierung lokaler Narrative sollen die Anlagen als organischer Bestandteil der Stadtlandschaft wahrgenommen werden. Damit lassen die hier vorgestellten Entwürfe sich primär dem Nutzungsansatz Identität (vgl. Abb. 2)

zuordnen. Bezüglich der angewandten Gestaltungsansätze lässt sich zwischen einem einfügenden und einem prägenden Ansatz unterscheiden.



Abbildung 8: Naherholungsgebiet Oberbruch. Quelle: Rieke Ahlvers & Sophie Bußmann 2025

5.2.1 Rathausplatz Roetgen

Für das bestehende Nahwärmenetz zwischen Rathaus, Schwimmbad und Grundschule sieht der Entwurf die Integration eines Wärmespeichers für das Zentrum Roetgens vor. Anstatt den Wärmespeicher zu verstecken, wird dieser präsent auf dem Verwaltungsvorplatz platziert. Um nicht als Fremdkörper wahrgenommen zu werden nimmt der Speicher lokale Gestaltungselemente des Bestands auf. Der für den Sockel verwendete Naturstein nimmt die klassische Bauweise der Region auf. Der Schriftzug „Tor zur Eifel“ referenziert auf die lokale Identität Roetgens. Der Entwurf verbindet den Bedarf neuer technischer Infrastrukturen mit der Berücksichtigung lokaler Architektur und versteht die neuen technischen Infrastrukturen als Stadtbausteine, die sich analog zu anderen Bauwerken in das bestehende Stadtbild integrieren sollen (vgl. Abb. 9).



Abbildung 9: Rathausplatz Roetgen. Quelle: Mirjam Niels & Jill Werchosch 2025

5.3 Umspannwerk Heinsberg

Das Umspannwerk in Heinsberg stellt einen Knotenpunkt der lokalen Energieverteilung dar. Großskalige Energiespeicheranlagen in direkter Nähe zu Umspannwerken können u.a. dazu beitragen die Stabilität des Energienetzes zu gewährleisten und benötigte Ausbaupkapazitäten zu verringern. Überschussstrom der benachbarten Wind- und Solarparks wird bei begrenzten Netzkapazitäten eingelagert und zu Zeiten erhöhten Bedarfs abgegeben. Die Stromspeicher des in Abb. 10 gezeigten Entwurfs wurden entlang der südlichen Einfallstraße Heinsbergs platziert. Während die Verortung und Materialität der Anlagen primär der

technischen Integration zugeschrieben werden können, versucht der Ansatz durch die optische Gestaltung der Speicher die Geschichte Heinsbergs erlebbar zu machen. Durch Abbildungen lokaler Wahrzeichen kann die historische Entwicklung der Stadt Heinsberg im Vorbeifahren und –gehen nachvollzogen werden. Prägnante Darstellungen von Bauwerken unterschiedlicher Epochen zeigen Heinsbergs Entwicklung von ersten Römerversiedlungen bis heute. Ein Fokus der gezeigten Geschichte wird auf die Bedeutung von Energie für die Region gelegt. Folgend auf den Bergbau wird die Transition in Richtung erneuerbarer Energien erfahr- und nahbar. Durch die Referenzierung lokaler Entwicklungen und Identitäten sollen die neuen technischen Infrastrukturen als integraler Bestandteil der Region wahrgenommen und die lokale Akzeptanz erhöht werden.



Abbildung 10: Umspannwerk Heinsberg. Quelle: Konrad Leven & Philipp Oehme 2025

6 FAZIT UND AUSBLICK

Energiespeicher werden zukünftig mehr und wahrnehmbarer im Raum verortet. Neben der technischen und ökonomischen Machbarkeit gilt es auch einen gesellschaftlichen Konsens zum Ausbau von Energiespeichern zu finden, um widerstandsbedingte Verzögerungen zu vermeiden. Veränderungen des Stadt- und Landschaftsbildes bergen ein hohes Potenzial für gesellschaftlichen Widerstand, analog zu den Erzeugungsanlagen. Als Resultat lokaler Ablehnung sind Verzögerungen im Bau sowie Kostensteigerungen zu erwarten. Als Teil verschiedener Bausteine wie z.B. frühzeitige Bürgerbeteiligungen und Informationen sowie finanzielle Anreize, stellt die städtebauliche Integration der Speicheranlagen ein potenzielles Werkzeug zur Erhöhung gesellschaftlicher Akzeptanz dar. Die hier präsentierten Entwürfe stellen erste Ansätze dar, um Energiespeicher nicht nur als technische Infrastruktur, sondern als mehrwertstiftenden Stadtbaustein zu verstehen.

Die dargestellten Integrationsansätze gilt es in einem nächsten Schritt des Forschungsprojekts NEKOM im Rahmen einer repräsentativen Umfrage auf Akzeptanzkriterien zu untersuchen. Auf diese Weise sollen jene Aspekte weiter herausarbeiten werden, die das Potenzial besitzen, die lokale Akzeptanz nachhaltig zu erhöhen. Aufbauend auf den Ergebnissen der Akzeptanzanalyse sollen die technische und ökonomische Machbarkeit von städtebaulich integrierten Speicheranlagen weiter untersucht werden, um abschließend umsetzbare Konzepte zu identifizieren. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines niederschweligen Leitfadens für kommunale Akteure zum technisch sinnvollen und gesellschaftlich akzeptierten Speicherausbau.

Wir plädieren dafür, die materiellen Auswirkungen der Energiewende als Chancen der Gestaltung des urbanen und ländlichen Raums zu betrachten und betonen die Bedeutung des Ausgleichs von Ausbauzielen für erneuerbare Energien mit lokalen Anforderungen und Ästhetik.

7 LITERATURVERZEICHNIS

- AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN E.V. (HG.)(2023): Erneuerbare Energien in Deutschland: Zwischen Akzeptanz und Unsicherheit. <https://www.unendlich-viel-energie.de/presse/pressemitteilungen/erneuerbare-energien-in-deutschland-zwischen-akzeptanz-und-unsicherheit> [13.01.2025]
- ALTHAUS, MARCO (2012): Schnelle Energiewende – bedroht durch Wutbürger und Umweltverbände? Protest, Beteiligung und politisches Risikopotenzial für Großprojekte im Kraftwerk- und Netzausbau. In: *Wissenschaftliche Beiträge / Technische Hochschule Wildau*, S. 103–114. DOI: 10.15771/0949-8214_2012_1_13
- BESIER, STEPHAN (2016): Städtebauliche Integration und Gestaltung der Infrastrukturanlagen von Stadt- und Straßenbahn. In: *Informationen zur Raumentwicklung*, Heft 4, S. 407–420
- BLOOMBERGNEF (HG.)(2021): Global Energy Storage Market Set to Hit One Terawatt-Hour by 2030. <https://about.bnef.com/blog/global-energy-storage-market-set-to-hit-one-terawatt-hour-by-2030/> [13.01.2025]
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ (BMWK) (HG.) (2024): Speicher für die Energiewende: Bedeutung, Handlungsfelder und Maßnahmen für Strom-, Wärme- und Wasserstoffspeicher. Berlin
- BUNDESSTIFTUNG BAUKULTUR (HG.)(2024): Baukultur Bericht 2024/25 Infrastrukturen. Berlin (Baukultur Bericht)
- CUCUZZELLA, CARMELA; GOUBRAN, SHERIF (2019): Infrastructure as a Deeply Integrated Sustainable Urban Project. In: *Journal of Sustainability Research*. DOI: 10.20900/jsr20190005
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) (HG.) (2011): Renewable energy sources and climate change mitigation: Summary for policymakers and technical summary. Unter Mitarbeit von Ottmar Edenhofer, Ramón Pichs Madruga und Youba Sokona. Genf
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT BADEN-WÜRTTEMBERG (HG.)(2019): Freiflächensolaranlagen: Handlungsleitfaden. Stuttgart
- REICHER, CHRISTA.(2017): Städtebauliches Entwerfen. 5. Auflage. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Vieweg
- SCHWEIGER, STEFAN; KAMLAGE, JAN-HENDRIK; ENGLER, STEVEN (2018): Ästhetik und Akzeptanz. In: KÜHNE, O., WEBER, F. (HG.): Bausteine der Energiewende. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 431–445
- STADLER, INGO (2017): Elektrische Energiespeicher. In: STERNER, M., STADLER, I. (HG.): Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 195–228
- STADLER, INGO; BAUER, FRANZ; BUDT, MARCUS; HEINDL, EDUARD; WOLF, DANIEL (2017): Mechanische Energiespeicher. In: STERNER, M., STADLER, I. (HG.): Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 495–577
- STADLER, INGO; ECKERT, FABIAN (2017): Lastmanagement als Energiespeicher. In: STERNER, M., STADLER, I. (HG.): Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 619–644
- STADLER, INGO; HAUER, ANDREAS (2017): Thermische Energiespeicher. In: STERNER, M., STADLER, I. (HG.): Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 579–618
- STADTWERKE HEIDELBERG GMBH (HG.)(2022): Energiekonzeption 2030: Unser Plan für den Klimaschutz vor Ort. Heidelberg
- STERNER, MICHAEL; BAUER, FRANZ (2017): Definition und Klassifizierung von Energiespeichern. In: STERNER, M., STADLER, I. (HG.): Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 25–49
- STERNER, MICHAEL; BAUER, FRANZ; CROTOGINO, FRITZ; ECKERT, FABIAN; OLSHAUSEN, CHRISTIAN VON; TEICHMANN, DANIEL; THEMA, MARTIN (2017a): Chemische Energiespeicher. In: STERNER, M., STADLER, I. (HG.): Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 327–493
- STERNER, MICHAEL; ECKERT, FABIAN; GERHARDT, NORMAN; HENNING, HANS-MARTIN; PALZER, ANDREAS (2017b): Speicherbedarf in der Wärmeversorgung. In: STERNER, M., STADLER, I. (HG.): Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 141–168
- STERNER, MICHAEL; STADLER, INGO; ECKERT, FABIAN; THEMA, MARTIN (2017c): Speicherintegration in einzelnen Energiesektoren. In: STERNER, M., STADLER, I. (HG.): Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 685–767
- VAN HELDEN, WIM; LEUSBROCK, INGO; O'DONOVAN, KEITH; REISENBICHLER, MICHAEL; RIEGLER, THOMAS; KNABL, SAMUEL; WALLNER, GERNOT; PEHAM, LUKAS; PUGSTALLER, ROBERT; MUSER, CHRISTOPH; DRUCKER, PETRA; MOSER, MARIA; OCHS, FABIAN; TOSATTO, ALICE; DAHASH, ABDULRAHMAN; BIANCHI-JANETTI, MICHELE (2021): Saisonale Speicher zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien für Distrikte (Energieforschungsprogramm Publizierbarer Endbericht, FFG Projektnummer: 860949)
- VICTORIA, MARTA; ZHU, KUN; BROWN, TOM; ANDRESEN, GORM B.; GREINER, MARTIN (2019): The role of storage technologies throughout the decarbonisation of the sector-coupled European energy system. In: *Energy Conversion and Management*, Bd. 201. DOI: 10.1016/j.enconman.2019.111977
- WENDORFF, JANNIK (2024): Die Gestalt der Smart City: Auswirkungen städtebaulich integrierter Infrastrukturen auf ihre gesellschaftliche Akzeptanz am Beispiel von 5G-Sendeanlagen in Deutschland. RWTH Aachen University
- WENDORFF, LAURA DEBORAH (2022): Gesamtdeutsche Potenzialanalyse hinsichtlich Selbstversorgung im Stromsektor für Kommunen im ländlichen Raum. RWTH Aachen University
- ZUKUNFTSAGENTUR RHEINISCHES REVIER (HG.)(2020): Daten und Fakten: Das Rheinische Revier auf einen Blick. <https://www.rheinisches-revier.de/was/strukturwandel/daten-und-fakten/> [22.01.2025]
- ZUKUNFTSAGENTUR RHEINISCHES REVIER (HG.)(2021): Wirtschafts- und Strukturprogramm für das Rheinische Zukunftsrevier 1.1. Jülich