SPARCS

# Wir bauen klimaneutrale Quartiere in der Stadt Leipzig

## Ergebnisse und Aktivitäten 2019–2024

Stadt Leipzig
Referat Digitale Stadt

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

Das Projekt wird durch das Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union unter der Finanzhilfevereinbarung Nr. 864242 ko-finanziert. Die ausschließliche Verantwortung für die Inhalte dieser Publikation liegen bei den Autoren und Autorinnen. Die Inhalte spiegeln nicht zwangsläufig die Meinung der Europäischen Gemeinschaften wider. Die Europäische Kommission ist nicht für die mögliche Verwendung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

# Inhaltsverzeichnis


**SPARCS – Sustainable energy Positive & zero cARbon CommunitieS** ..... 1

**SPARCS in Leipzig** ..... 4
Das Leipziger Konsortium ..... 5
Leipziger Baumwollspinnerei ..... 6
Dunckerviertel ..... 7
Virtuelles Energiequartier ..... 8

**Erneuerbare Energien** ..... 9
Solarthermieanlage Leipzig-West und Speicher ..... 10
Photovoltaikanlagen und Stromspeicher im Dunckerviertel ..... 11
Photovoltaikanlagen und Stromspeicher auf der Leipziger Baumwollspinnerei ..... 12
Szenarien für eine klimaneutrale Fernwärme ..... 13

**Energieeinsparung** ..... 14
Klimaschutzmonitoring für öffentliche Gebäude ..... 15
Intelligente Heizungssteuerung ..... 16
Nutzersensibilisierung durch die SPARCS-App ..... 17
Energiemonitoring – live, hochauflösend und individuell ..... 18
Energie- und Lastmanagement ..... 19

**Elektromobilität** ..... 20
Bidirektionales Laden von Elektorfahrzeugen ..... 21
Untersuchung zur Optimierung der Ladevorgänge von E-Bussen der LVB ..... 22
Lastengesteuertes Flottenmanagement für den Pkw-Fuhrpark der Leipziger Stadtwerke ..... 23
Benutzerfreundliche Plattform „Leipziger"- App zur Nutzung E-Ladeinfrastruktur ..... 24

**Virtuelles Kraftwerk** ..... 25
ICT-Plattform und offene und standardisierte Sensoren und Systeme ..... 26
Weiterführende Informationen zu LoRaWAN- und Sensornetzwerken in Leipzig ..... 27
Netzstabilisierung durch eine smarte Steckdose ..... 28
Stromtarif und „Teilanlagenkauf" ..... 29

**Daten und Prozesse für die klimagerechte Quartiersentwicklung in Leipzig** ..... 30
Standardmodell für eine klimagerechte Quartiersentwicklung ..... 31
Energie-Atlas für die Energiewende in Leipzig ..... 32

**Aktivierung der Bürgerinnen und Bürger** ..... 33
Aktivitäten im Dunckerviertel ..... 34
Energiesprechstunden ..... 35
Bildungsangebot für Schülerinnen und Schüler ..... 36
Umfrage zu Engagement und Akzeptanz ..... 37

Impressum ..... 38
SPARCS Projektpartnerinnen und -partner ..... 39

**SPARCS-Konsortium, internationales Team**
(Quelle: SPARCS)

# SPARCS – Sustainable energy Positive & zero cARbon CommunitieS

Wie sieht die Energieversorgung von morgen aus? Wie kann der Verbrauch von Wärme und Strom so reduziert werden, dass keine Komforteinbußen für Mieterinnen und Mieter entstehen? Wie gelingt es, mehr erneuerbare Energien in Wohn- und Gewerbequartieren zu integrieren? Wie kann der $CO_2$-Ausstoß reduziert werden?

All das sind Fragen, mit denen sich das Projekt SPARCS (Sustainable energy Positive & zero cARbon CommunitieS) beschäftigt hat. Finanziert von der Europäischen Kommission im Rahmen des Forschungs- und Innovationsprogramms Horizont 2020 haben sieben Städte und ihre Partnerinnen und Partner von Oktober 2019 bis September 2024 innovative Smart-City-Lösungen im Bereich energiepositiver Quartiere entwickelt und dabei gezielt auf die Vorteile der Digitalisierung gesetzt.

Durch die Kombination verschiedener technischer und digitaler Lösungen ist es gelungen, die Entstehung von energiepositiven Quartieren (engl. Positive Energy District, kurz PED) zu fördern. Dabei handelt es sich um Quartiere, in denen die Erzeugung aus erneuerbaren Energien gesteigert und der Verbrauch von Strom und Wärme reduziert wird, sodass die vor Ort produzierte Energie an angrenzende Nachbarschaften abgegeben und genutzt werden kann.

Dazu wurden wichtige Faktoren wie flexibles Netzmanagement, Energiespeicherung, Elektromobilität und Energie- und Lastmanagement in Gebäuden und Stadtvierteln integriert und kombiniert.

Ergänzt durch digitale Planungsmodelle sind so Piloten für intelligente und integrierte Energiesysteme in städtischen Quartieren entstanden. Im Rahmen des Projektes wurden diese hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Praxistauglichkeit in anderen Quartieren und Städten überprüft, da sich erst in der Anwendung herausstellt, ob eine Maßnahme wirklich zu den Anforderungen der Smart City passt.
Auch wenn dies zunächst nur nach dem Einsatz von Technik klingt; ohne die Einbindung und Akzeptanz durch die Anwohnerinnen und Anwohner eines Quartiers wäre kein erfolgreiches PED möglich.

Deshalb haben alle SPARCS-Partnerstädte, neben den beiden Leuchtturmstädten Leipzig und Espoo in Finnland noch die Fellow-Städte Reykjavik (Island), Maia (Portugal), Lviv (Ukraine), Kifissia (Griechenland) und Kladno (Tschechien), auch auf die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger vor Ort gesetzt. Von Schulprojekten zum Thema Energiewende, Apps zur Überwachung des eigenen Strom- und Wärmeverbrauchs bis hin zur Energiesparberatung: Jede Stadt hatte ihren eigenen Schwerpunkt. Unterstützt durch Partnerinnen und Partner aus Industrie, Wissenschaft und Forschung haben die sieben Städte somit Blaupausen für die klimaneutrale Stadt von morgen gestaltet.

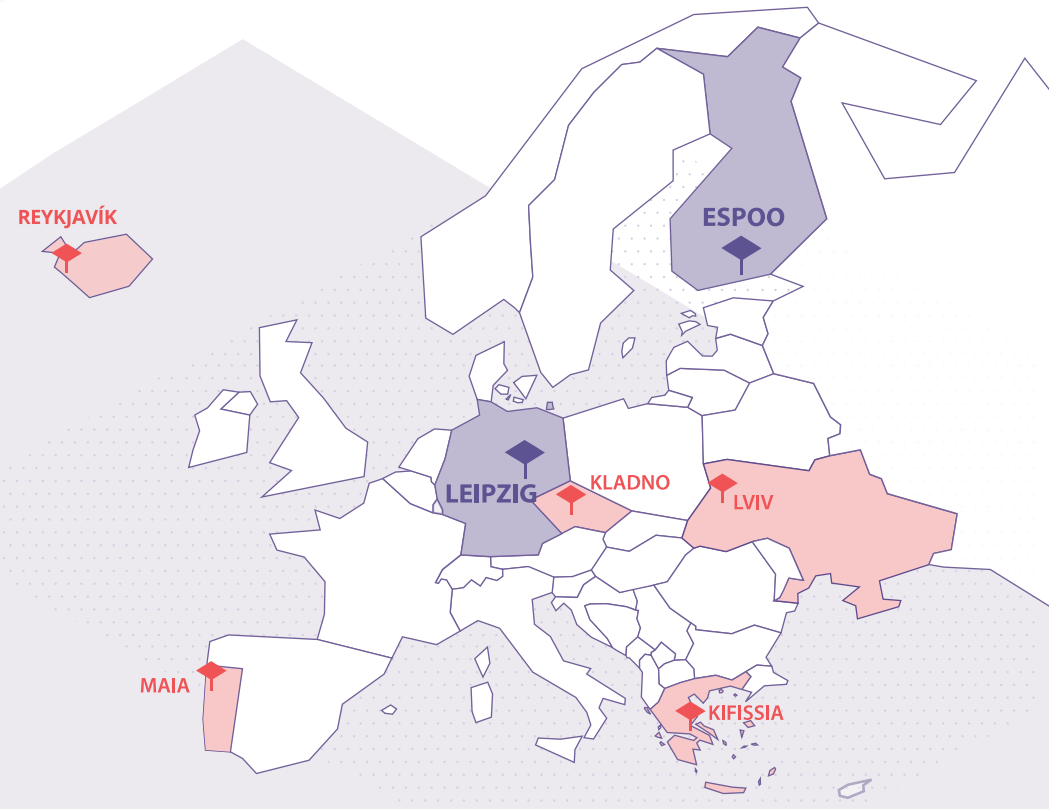
# SPARCS

## Warum benötigen wir nachhaltige, $CO_2$-freie Städte mit positiver Energiebilanz?

### Nachhaltige, $CO_2$-freie Städte mit einer positiven Energiebilanz :

- erhöhen die Lebensqualität der Menschen
- kommen der Umwelt zugute
- kurbeln die Wirtschaft an
- senken die Energie-verbrauchskosten
- gestalten Städte integrativer und widerstandsfähiger gegen die Auswirkungen des Klimawandels
- dienen als Modelle, die weltweit nachgeahmt werden können

## Welche Städte haben am Projekt teilgenommen?




- Leuchtturmstadt
- Folgestadt

## Leuchtturmstädte

**Leuchtturmstädte** sind Städte, in denen neue Technologien in großem Maßstab erprobt werden, um ihre sozioökonomische Tragfähigkeit für die urbane Energiewende zu ermitteln.

## Folgestädte

**Folgestädte** sind Städte, in denen die in den Leuchtturmstädten erprobten Lösungen umgesetzt und angepasst werden, um zu prüfen, ob sie in anderen Städten flächendeckend eingesetzt werden können.

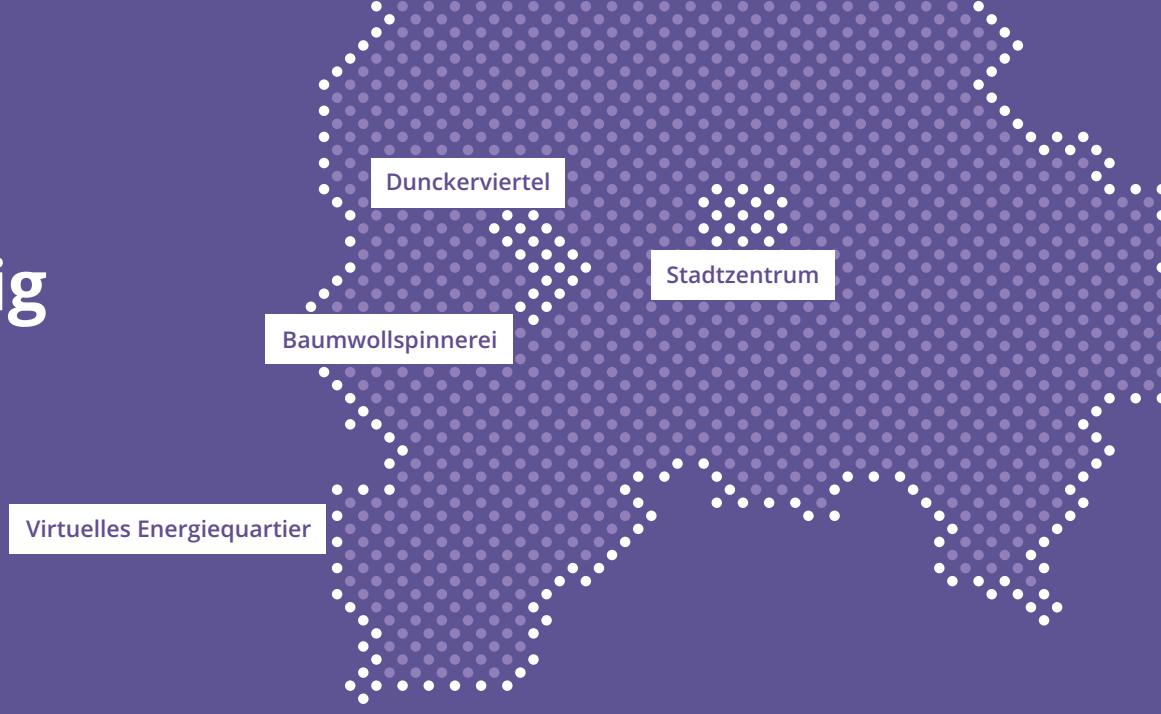
- **Kifissia (GR)**
- **Kladno (CZ)**
- **Lviv (UA)**
- **Maia (PT)**
- **Reykjavik (IS)**

## Wie funktionieren diese Städte?

Das Projekt SPARCS hat den Wandel europäischer Städte zu nachhaltigen, $CO_2$-freien Städten mit positiver Energiebilanz unterstützt, indem es dabei geholfen hat:

- intelligente Energielösungen zu integrieren
- Ökosysteme zu schaffen, die das Netz und die Energiespeicher effizient nutzen
- E-Mobilität zu verbessern, um Kohlendioxidemissionen weiter zu senken
- Zusammenarbeit zwischen Bürgerschaft, Forschung, Stadtplanung, Stadtverwaltungen und Unternehmen zu fördern

# SPARCS in Leipzig




**Auch in Leipzig sind die Auswirkungen des Klimawandels spürbar. Nur durch das gemeinsame Agieren der Stadtverwaltung, lokalen Unternehmen und der Bürgerinnen und Bürger wird es möglich sein, die Klimaneutralität Leipzigs bis zum Jahr 2040 zu erreichen. Dies hat sich die Stadt mit ihrem Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (EKSP) zum Ziel gesetzt, wobei alle Maßnahmen ergriffen werden, um dieses Ziel bereits bis zum Jahr 2030 zu erreichen. Das Programm enthält eine Vielzahl an Maßnahmen in verschiedenen Handlungsfeldern.**

Die Transformation der Energie- und Wärmeversorgung und die klimaneutrale Gestaltung von Stadtquartieren sind nur zwei der zehn Erfolgsfaktoren für die Klimaneutralität in Leipzig. Mit der Beteiligung am SPARCS-Projekt wurden insbesondere in diesen beiden Themengebieten Lösungen entwickelt und erprobt, die zur Bewältigung der Energiewende beitragen. So hat SPARCS einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität in Leipzig geleistet, da Gebäude und Quartiere einen großen Teil des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen verantworten.

Die Energiewende ist eine Mammutaufgabe, die unsere Gesellschaft nur gemeinsam bewältigen kann. Darum war es das erklärte Ziel der Stadt Leipzig, im Rahmen von SPARCS mit möglichst vielen verschiedenen Beteiligten zusammenzuarbeiten. Das Referat Digitale Stadt der Stadt Leipzig agierte dabei als Koordinatorin und Ermöglicherin für die verschiedenen Projektbausteine. Gemeinsam mit den Leipziger Stadtwerken, lokalen Unternehmen, Hochschul- und Forschungseinrichtungen und der Leipziger Bürgerschaft wurden drei Modellquartiere etabliert, in denen u. a. digitale Werkzeuge für die Umrüstung auf erneuerbare Energien entwickelt und erprobt wurden.

Auch in Leipzig ist es ein besonderes Anliegen, die komplexen Prozesse, die der Energiewende zugrunde liegen, verständlich zu erklären und die Bürgerinnen und Bürger darin einzubeziehen. Die Maßnahmen, die im „Reallabor Leipzig“ entwickelt wurden, sollen zukünftig ausgehend von den Modellquartieren auf weitere Stadtteile übertragen werden. Zwei der Modellquartiere sind tatsächliche Örtlichkeiten im Leipziger Westen (Baumwollspinnerei und Dunckerviertel), während das dritte Quartier „nur“ virtuell existierte.

Diese Broschüre stellt eine Sammlung der Schwerpunktmaßnahmen und Ergebnisse des SPARCS-Projektes dar, die zwischen 2019 und 2024 durch die Projektpartnerinnen und -partner in Leipzig entwickelt und umgesetzt wurden.

Mit SPARCS hat die Stadt Leipzig erprobt, wie Klimaneutralität, Digitalisierung, Wirtschaftlichkeit und Gemeinschaft zusammen gedacht und erreicht werden können – für eine gute Zukunft für uns alle.

# Das Leipziger Konsortium

Um die Herausforderungen der Energiewende zu meistern, ist es wichtig, dass Partnerinnen und Partner aus Verwaltung, Wirtschaft und Forschung zusammenarbeiten. Das Projektteam in Leipzig bestand aus neun engagierten lokalen und internationalen Partnerinnen und Partnern in der Entwicklung und Umsetzung der Maßnahmen.

## PROJEKTPARTNER

Stadt Leipzig
Referat Digitale Stadt

www.leipzig.de/wirtschaft-und-wissenschaft/digitalisierung

Leipziger Stadtwerke

www.l.de/stadtwerke

WSL
Wohnen & Service Leipzig GmbH

www.wsl-leipzig.de

CENERO

www.cenero.de

seecon Ingenieure

www.seecon.de

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement

www.wifa.uni-leipzig.de/institut-fuer-infrastruktur-und-ressourcenmanagement

UNIVERSITÄT LEIPZIG
Wilhelm-Wundt-Institut für Psychologie

www.lw.uni-leipzig.de/wilhelm-wundt-institut-fuer-psychologie

Fraunhofer IMW

www.imw.fraunhofer.de/de.html

Fraunhofer IAO

www.iao.fraunhofer.de

Suite5
We Deliver Intelligence

www.suite5.eu

# Leipziger Baumwollspinnerei

Die Baumwollspinnerei hat sich vom Industriestandort zum international bekannten Kunst-Hotspot gewandelt. SPARCS hat hier die Entwicklung hin zu einem smarten, energiepositiven und somit zukunftsfähigen Quartier verfolgt. Im Rahmen des Projektes wurden regenerative Formen der Energieerzeugung, ein Speicher- und E-Mobilitätsmanagement sowie die Digitalisierung des Energiesystems umgesetzt. In der Baumwollspinnerei lag der SPARCS-Fokus auf der Frage, wie die Energiewende auch im denkmalgeschützten Gebäudebestand gelingen kann.

Für das Modellquartier Baumwollspinnerei wurde eine Photovoltaikanlage errichtet. Sie verfügt über einen Stromspeicher, eine Schnittstelle zum öffentlichen Netz und ein vernetztes Heizsystem. So wird zukünftig die Versorgung des Quartiers mit Strom und Wärme sichergestellt und etwaige Überproduktionen werden in das Stromnetz der Netz Leipzig eingespeist.

Auch im Bereich der E-Mobilität hat SPARCS auf der Baumwollspinnerei den Weg in eine ressourcenschonende Zukunft geebnet. Für Mieterinnen und Mieter wurde an zentraler Stelle ein Verbund aus Ladesäulen errichtet und öffentliches E-Car-Sharing angeboten. Zu Forschungszwecken wurden bidirektionale Stromtankstellen erprobt, an denen Flottenfahrzeuge aus dem gewerblichen Bereich sowohl Strom aufnehmen als auch zurückführen können.

In einem Showroom auf dem Gelände der Baumwollspinnerei wurde das Zusammenspiel von Energieerzeugung und -verbrauch nahezu in Echtzeit dargestellt und damit Energiebereitstellung für Einheimische und Touristinnen und Touristen gleichermaßen erlebbar und verständlich gemacht.

**Fläche der Baumwollspinnerei**
30 000 m²
(davon 17 000 m² in SPARCS)

**Anzahl Gebäude**
2 Gebäude auf der Baumwollspinnerei

**Besonderheit des Quartiers**
Große historische Backsteingebäude mit dicken Wänden und hohen Decken, die früher ausschließlich für industrielle Zwecke genutzt wurden und jetzt zu einem gemischten Viertel mit mehreren Mieterinnen und Mietern umgebaut wurden.

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

CENERO

**Weiterführende Informationen**
www.spinnerei.de

**Historische Gebäude auf der Baumwollspinnerei** (Quelle: Cenero Energy GmbH)

# Dunckerviertel

Ein Teil des Dunckerviertels im Leipziger Stadtteil Neulindenau diente als Modellquartier des SPARCS-Projekts. Hier wurde die Nutzung erneuerbarer Energiequellen für die Strom- und Wärmeversorgung erprobt.

Modernste technische Lösungen funktionieren im Alltag nur dann, wenn sie zu den Bedürfnissen der Menschen passen. Deshalb lag bei SPARCS der Fokus darauf, klimaneutrale Wohnquartiere gemeinsam mit den Menschen vor Ort zu entwickeln; Rückmeldungen der dort Wohnenden waren ausdrücklich erwünscht. Die Teilhabe an der Entwicklung des Wohnviertels war beispielsweise bei Veranstaltungen vor Ort möglich. Nutzende der entwickelten Apps konnten ihren eigenen Wärme- und/oder Stromverbrauch zeitnah ablesen und mit den Durchschnittswerten im Quartier vergleichen. Zudem haben sie Tipps erhalten, wie sie ihren Energieverbrauch und damit $CO_2$-Emissionen senken können.

Auf dem Weg zum klimafreundlichen Quartier helfen innovative Lösungen. Photovoltaikanlagen auf den Dächern, ein Stromspeicher im Quartier und eine versorgende Solarthermieanlage machen die Solarenergie in Zukunft zuverlässig nutzbar.

**Luftbild Dunckerviertel** (Quelle: WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH)

## Gebäude mit SPARCS-Maßnahmen

- Beckerstr. 2–24
- Beckerstr. 26–34
- Beckerstr. 36–42
- Beckerstr. 44–50
- Beckerstr. 52–56
- Leidholdstr. 19–25
- Morgensternstr. 18–24
- Hafenstraße 18–24 (inkl. Kindergarten).

## Besonderheit des Viertels

- Wohnquartier mit Mietwohnungen
- Bestandsgebäude aus verschiedenen Baujahren (unter anderem auch Gebäude des Plattenbautyps WBS 70)

## Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner

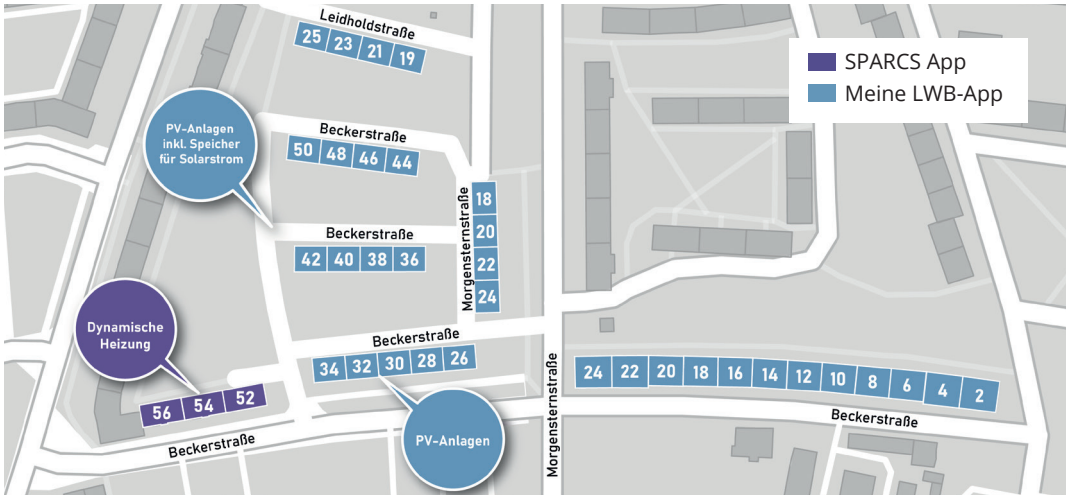
WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH

seecon Ingenieure

Leipziger Stadtwerke

UNIVERSITÄT LEIPZIG

Suite5 We Deliver Intelligence

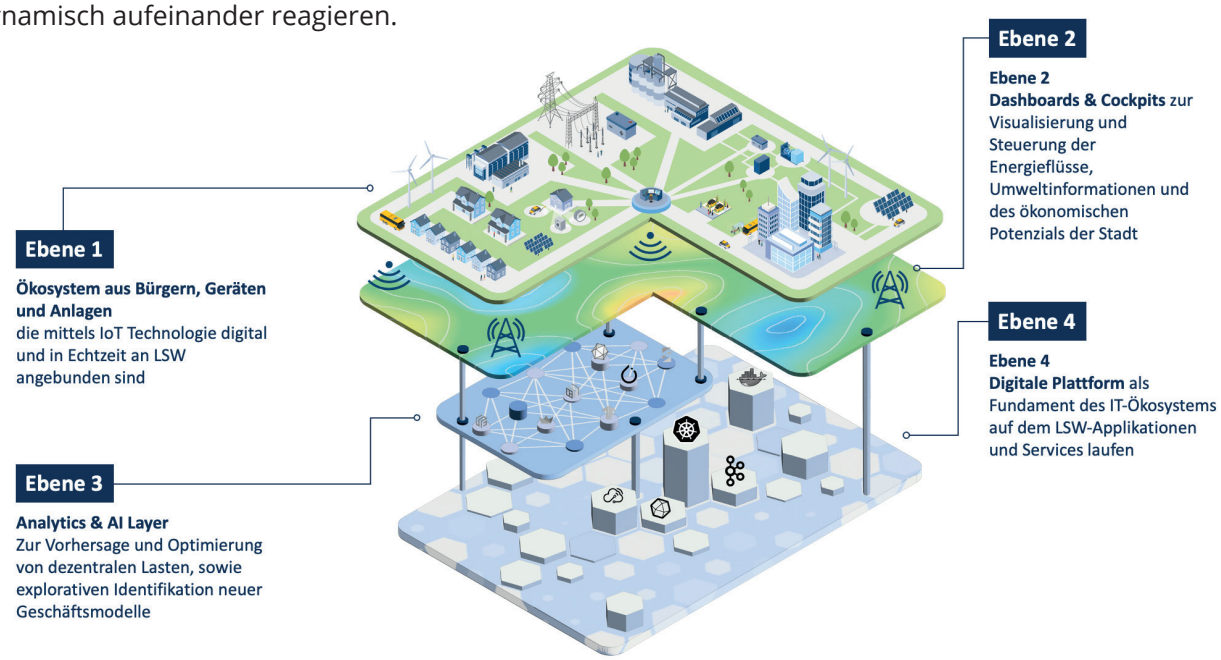



**Lageplan vom Dunckerviertel mit SPARCS-Maßnahmen** (Quelle: Referat Digitale Stadt)

# Virtuelles Energiequartier

Die Leipziger Stadtwerke haben mit der Leipziger virtuellen Energiegemeinschaft und dem dazugehörigen virtuellen Kraftwerk eine innovative Antwort auf die Herausforderungen der Energiewende gefunden. Die virtuelle Energiegemeinschaft ermöglicht es Einzelpersonen oder Organisationen, Ressourcen und Informationen gemeinsam zu nutzen und bei der Nutzung des Energiesystems zusammenzuarbeiten. Das kann sowohl eine physische Gruppe von Haushalten, Gebäuden oder Unternehmen sein, die ein gemeinsames Energiemanagementsystem nutzen, als auch eine virtuelle Gemeinschaft, in der Mitglieder dynamisch aufeinander reagieren.

Das virtuelle Kraftwerk basiert auf der Integration einer großen Anzahl dezentraler Anlagen und Geräte, die automatisiert Daten bereitstellen. Durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz werden Energieflüsse vorhergesagt und vorausschauend optimiert (z. B. mittels Reinforcement Learning). Eine weitere wichtige Komponente ist die Dynamisierung des Nutzerverhaltens und die Aktivierung der Bürgerinnen und Bürger durch IoT-Geräte, Smartphones und E-Ladesäulen. Zudem erfolgt die Simulation interaktiver Geschäftsmodelle und Produkte im Reallabor und in Testumgebungen.




**Modell einer virtuellen Energiegemeinschaft** (Quelle: Leipziger Stadtwerke)

**Besonderheit des Quartiers**
virtueller Zusammenschluss verschiedener Energieerzeugerinnen und -verbraucher

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

Leipziger Stadtwerke

Organisationen und Assets aus anderen Energiequartieren

Die virtuelle Energiegemeinschaft zielt darauf ab, die Bürgerinnen und Bürger aktiv für die Energiewende zu gewinnen. Durch die Nutzung von Smartphones und IoT-Geräten können die Nutzenden in Echtzeit Informationen über ihren Energieverbrauch erhalten und ihr Verhalten entsprechend anpassen. Um das Energiemanagement erlebbar und motivierend zu gestalten, setzt die Community auf Gamification; ein Ansatz, bei dem netzschonendes Verhalten anhand eines Punktesystems spielerisch belohnt wird.

Die vernetzte Allokation von Energiequellen und -ressourcen ermöglicht eine nachhaltige Energienutzung und eine positive Energiebilanz. Das virtuelle Kraftwerk agiert als Plattform und verbindet erneuerbare Energiequellen, Speicher und den Energiebedarf effizient, um die Nutzung von Energie zu optimieren.

Das Ziel der Leipziger virtuellen Energiegemeinschaft besteht in der Vereinfachung der Integration erneuerbarer Energien, der Erhöhung der Resilienz des Systems, der Flexibilisierung der Nachfrage und der Erprobung von neuen Geschäftsmodellen.

# Erneuerbare Energien

Die Stadt Leipzig hat sich ein ambitioniertes Klimaschutzziel gesetzt, das im Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 beschrieben wird. Es sieht vor, bis zum Jahr 2040 Klimaneutralität bezüglich des gesamten Energieverbrauchs innerhalb Leipzigs zu erreichen, wobei Maßnahmen ergriffen werden, um dieses Ziel bereits im Jahr 2030 zu erreichen.

Dem Ausbau der erneuerbaren Energien kommt dabei eine Schlüsselfunktion zu, denn nur so kann die Dekarbonisierung der gesamten Strom- und Wärmeversorgung erreicht werden. Zu diesem Zweck ist die Einrichtung von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen größenmäßig abgestimmt auf Neubauten, Bestandsgebäude und Freiflächen vorgesehen bzw. erfolgt. (EKSP, Erfolgsfaktor 2)

Diese Quellen der erneuerbaren Energien sind zwangsläufig dezentral über die Stadt verteilt und müssen koordiniert werden, da die Energiemenge, die durch erneuerbare Energien erzeugt wird, viel schlechter steuerbar ist als die Stromgewinnung aus herkömmlichen Quellen wie z. B. die Kohleverstromung.

Um Lösungen für diese Aufgaben zu erproben und umzusetzen, wurden im Zuge von SPARCS verschiedene Anlagen in Modellquartieren der Stadt erbaut und über digitale Anwendungen Energieerzeugung und -bedarfe beobachtet, ausgewertet und intelligent gesteuert. Diese Quartiere sind zu Reallaboren bei der Erprobung einer energiepositiven Stadt Leipzig geworden.

# Solarthermieanlage Leipzig-West und Speicher

## Solarthermieanlage

**Fläche**
Rd. 65 000 m²
Bruttokollektorfläche
auf rd. 10 ha.

**Treibhausgas-Einsparung**
Rd. 7 000 Tonnen vermiedene $CO_2$-Äq. (Quelle: UBA, Emissionsbilanz EE 2021)

**Produzierte Wärme**
Rd. 26 GWh/Jahr

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**
Anlagenbauer: Ritter-XL-Solar (Marke der Ritter Energie- u. Umwelttechnik GmbH & Co. KG),

Leipziger Stadtwerke

Netz Leipzig, Stadt Leipzig (Genehmigung), regionale Planungsbüros & Gutachter

**Ort**
Leipzig, Stadtteil Lausen Grünau

## Wärmespeicher für Solarthermie

**Speichervolumen**
Rd. 43000 m³ nutzbares Volumen & rd. 20000 m³ Auflastvolumen (2-Zonen-Speicher)

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**
Anlagenbauer: Bilfinger,

Leipziger Stadtwerke

Netz Leipzig, Stadt Leipzig (Genehmigung), regionale Planungsbüros, Gutachterinnen und Gutachter

**Ort**
Leipzig, Stadtteil Lößnig

**Weiterführende Informationen**
www.zukunft-fernwaerme.de

Das kommunale Energieversorgungssystem der Zukunft soll den höchsten Grad an Versorgungssicherheit gewährleisten, Ressourcen, Klima und Umwelt schonen und dabei preiswert bleiben. Dafür setzt die Stadt u. a. auf ihr Fernwärmenetz, das bereits seit 110 Jahren für Verlässlichkeit und Bezahlbarkeit steht – und ausbaufähig ist.

Das Leipziger Fernwärmenetz kann verschiedene erneuerbare Technologien einspeisen und so entscheidend zur Verbesserung der $CO_2$-Bilanz beitragen.

Die Solarthermie gilt als besonders klimaschonend, kann aber aufgrund der natürlicherweise schwankenden Sonneneinstrahlung (Tag/Nacht, Jahreszeiten) Energie nicht gleichmäßig zur Verfügung stellen. Deshalb ist zur effektiven Nutzung von Solarthermie die Kombination aus Energieproduktion und Energiespeicherung essenziell.

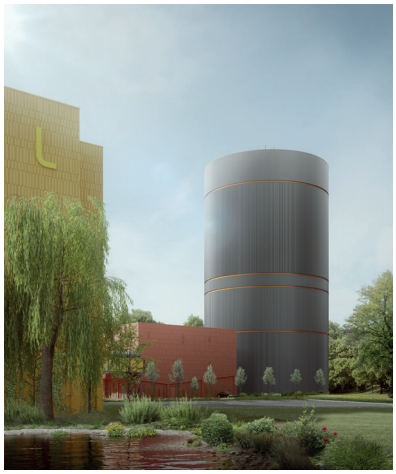
Die Solarthermieanlage Leipzig-West wird für die Stadtwerke die erste Quelle erneuerbarer Energien und die größte deutschlandweit sein. An einem Sommertag kann die Solarthermieanlage 20 % der Fernwärme bereitstellen (2 % im Jahresdurchschnitt).

Der Speicher in Leipzig-West wird den Betrieb des Fernwärmenetzes im Heißwasserverbund der Leipziger Stadtwerke flexibilisieren und die Einbindung von unstetigen erneuerbaren Wärmequellen ermöglichen.

Der Bau der Solarthermieanlage Leipzig-West hat im März 2024 begonnen und sieht eine Inbetriebnahme Ende 2025 vor. Effiziente Hochtemperaturkollektoren sorgen dafür, dass auf hohem Temperaturniveau direkt in den Vorlauf eingespeist werden kann. Der bereits bestehende 2-Zonen-Wärmespeicher ermöglicht hohe Speichertemperaturen von über 100°C ohne zusätzliche Druckhaltung.

Erneuerbare Wärmequellen, die nicht immer gleichmäßig zur Verfügung stehen, stellen unsere bisherigen Fernwärmenetze vor große Herausforderungen. Langfristig werden Ausbau und Flexibilisierung der Netze sowie die Weiterentwicklung von Speicherkapazitäten notwendig sein. Für den Erfolg der Solarthermie bleiben Flächensuche und Flächenmanagement auf kommunaler und regionaler Ebene entscheidende Faktoren. Die hier vorgestellten Anlagen sind nur ein erster Schritt in diese Richtung.

**Die geplante Solarthermieanlage Leipzig-West** (Quelle: Leipziger Stadtwerke)



**Wärmespeicher Heizkraftwerk Süd** (Quelle: Leipziger Stadtwerke)

# Photovoltaikanlagen und Stromspeicher im Dunckerviertel

Auf Dächern im Dunckerviertel wurden drei Photovoltaikanlagen eingerichtet, von denen die beiden in der Beckerstraße 26–34 als Volleinspeiser insgesamt eine Leistung von 45 kWp erbringen und pro Jahr ca. 42 000 kWh Strom erzeugen.

Die dritte Anlage (Beckerstraße 36–42) ist zum Eigenverbrauch mit Speicher konzipiert. Sie erbringt eine Leistung von 30 kWp. Ist der Speicher (12 kWh; 4,6 kW) gefüllt, wird der Überschuss ins allgemeine Netz eingespeist.

Der für den Eigenverbrauch erzeugte Strom wird für Bereiche der Allgemeinheit verwendet, z. B. für Heizung, Treppenhausbeleuchtung und Kellerlicht. Die gesamte Energieerzeugung dieser dritten Anlage beläuft sich auf 27 000 kWh pro Jahr. Zwei Ziele können mit dieser Leistung erreicht werden: Zum einen ist der Eigenverbrauch abgedeckt und zum anderen erhöht sich die Autarkie des Viertels aufgrund der Speichermöglichkeit.

In zwei Ausbaustufen nähert sich das Projekt diesem Ziel an:
In Ausbaustufe 1 wird in der Beckerstr. 38 der erzeugte Strom der Photovoltaikanlage für die Treppenhausbeleuchtung und den Betriebsstrom der Heizungsanlage (bisheriger Verbrauch ca. 1 650 kWh pro Jahr) genutzt.
In Ausbaustufe 2 sollen der Treppenhausstrom der Häuser Beckerstr. 36–42 und deren Heizungsanlage betrieben werden (bisheriger Verbrauch ca. 2 600 kWh pro Jahr).

Alles deutet darauf hin, dass annähernd der gesamte Stromverbrauch durch die Photovoltaikanlage und den Speicher abgedeckt werden kann. Das würde bedeuten, dass der Allgemeinstrom zu 100 % aus erneuerbarer Energie und CO2-frei (betriebsbezogen) erzeugt werden kann. Da die Einsparungen auf alle Mieterinnen und Mieter im Objekt umgelegt werden, ist diese Variante der Stromversorgung außerdem kostengünstig.

**Fläche**
3 Photovoltaikanlagen und ein Batteriespeicher

**Treibhausgas-Einsparung**
30 Tonnen pro Jahr (zum deutschen Strommix 2021)

**Gesamtstromerzeugung der drei Anlagen**
69 000 kWh pro Jahr

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH

**Ort**
Dunckerviertel

**Photovoltaikanlagen auf den SPARCS-Gebäuden im Dunckerviertel**
(Quelle: WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH, Martin Klingenmeier)

**Stromspeicher** (Quelle: WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH)

# Photovoltaikanlagen und Stromspeicher auf der Leipziger Baumwollspinnerei

Die großflächigen Dächer der ehemaligen Industriehallen auf dem Gelände bieten ein großes Potenzial für die Erzeugung von Solarstrom mittels Photovoltaikmodulen.

Der Grundstein für die Erschließung dieses Potenzials wurde im Rahmen des SPARCS-Projektes mit einer 71 kWp-Anlage gelegt. Die Leistung der Photovoltaikanlage variiert je nach Sonnenstand.

Da die örtliche Stromnachfrage und die Solarstromerzeugung nicht immer deckungsgleich sind, wurde das System um einen 50 kW-Stromspeicher mit Lithium-Ionen-Batterien ergänzt. Dadurch kann überschüssiger Strom gespeichert werden. Zudem kann der Solarstrom über ein digitales Lastmanagement zielgerichtet auf dem Gelände verteilt werden – bspw. zur Betankung von E-Autos auf dem Spinnereigelände.

Auch wenn Photovoltaikanlagen an sich nichts Neues sind, ist die digitale Vernetzung in Echtzeit mit Speicher- und Verbrauchskapazitäten und dem Verteilnetz der Stadt ein innovativer Ansatz, der repräsentativ für die Energiewende im Gebäudebestand ist.

Des Weiteren ist über SPARCS hinaus ein konsequenter Ausbau der Solarstromerzeugung auf dem Gelände der Spinnerei geplant. Eine Simulation des möglichen Energieertrags aller Dachflächen wurde durchgeführt, die Umsetzung der Arbeiten muss aber sowohl mit notwendigen Sanierungsarbeiten der Dachflächen als auch mit anspruchsvollen Denkmalschutzkriterien zusammengeführt werden.

**Fläche der Photovoltaikanlage**
339,3 m²

**Leistung der Photovoltaikanlage**
71 kWp

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

CENERO

**Ort**
Halle 10
Baumwollspinnerei

**Weiterführende Informationen**

**Photovoltaikanlage auf dem Dach der Halle 10**
(Quelle: Cenero Energy GmbH)

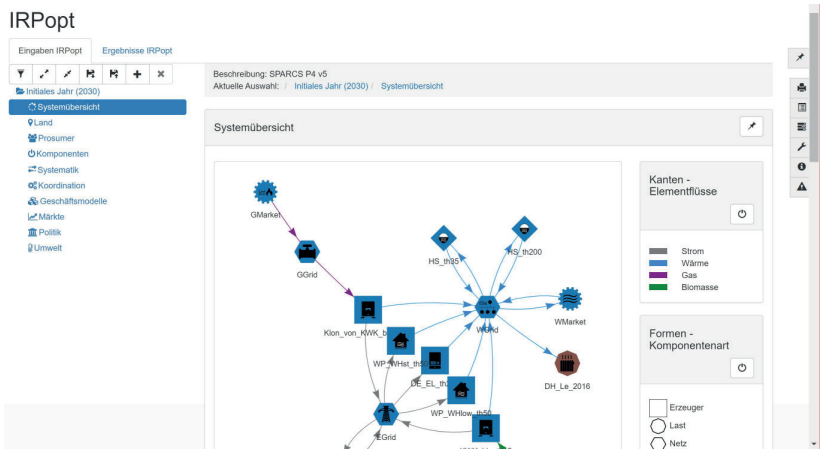
# Szenarien für eine klimaneutrale Fernwärme

Durch Fernwärme werden aktuell knapp 30 % des Wärmebedarfs Leipzigs gedeckt – Tendenz steigend. Im Rahmen von SPARCS hat das Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement ein Optimierungsmodell entwickelt, um die strategische Planung von Fernwärmesystemen zu unterstützen. Die Ergebnisse geben einen Ausblick auf Optionen für eine nachhaltige, kostengünstige und sichere Versorgung mit Fernwärme im Jahr 2038. Die technischen Daten für die Zukunftsszenarien fließen dabei in das am Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement entwickelte Energiesystemmodell Integrierte Ressourcen Planung und Optimierung (IRPopt) ein. Darin werden unterschiedliche Preise der Energieträger und Variationen der künftigen Wärmenachfrage berücksichtigt. Zur Auswertung der Ergebnisse wird ein eigens entwickeltes Analysetool genutzt. Diese Kombination lässt eine ökonomische und technische Bewertung der verschiedenen Portfolios bezüglich Kosten sowie Versorgungssicherheit für die Endkundschaft des Fernwärmesystems und die Erzeugerinnen und Erzeuger zu.

Die untersuchten Varianten werden in Erzeugungstechnologien und Energieträger unterschieden:

- Verfügbarkeit von Wasserstoff über internationale und lokale Märkte,
- diversifizierte Nutzung von Biomasse, industrieller Abwärme und Solarthermie,
- Elektrifizierung der Wärmeversorgung sowie
- Verfügbarkeit von Erdgas zu wettbewerbsfähigen Preisen mit einer Abscheidung und Speicherung von Kohlenstoff nach der Verbrennung (Carbon Capture and Storage).

Aus dem Modell wird ersichtlich, welche Energieträger und Erzeugungstechnologien zu welchen Gesamtkosten der Wärmeerzeugung führen. Die Untersuchungen zeigen, dass die Nutzung verschiedener Technologien und Brennstoffe zu einer geringeren Anfälligkeit gegenüber Preisänderungen bei Brennstoffen führt.




**Energiesystemmodell Integrierte Ressourcen Planung und Optimierung**
(Quelle: Universität Leipzig - Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät)

**Anforderungen an die strategische Planung** (Quelle: Universität Leipzig - Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät)

## Ziel

Modellierung eines klimaneutralen Fernwärmesystems

## Erkenntnis

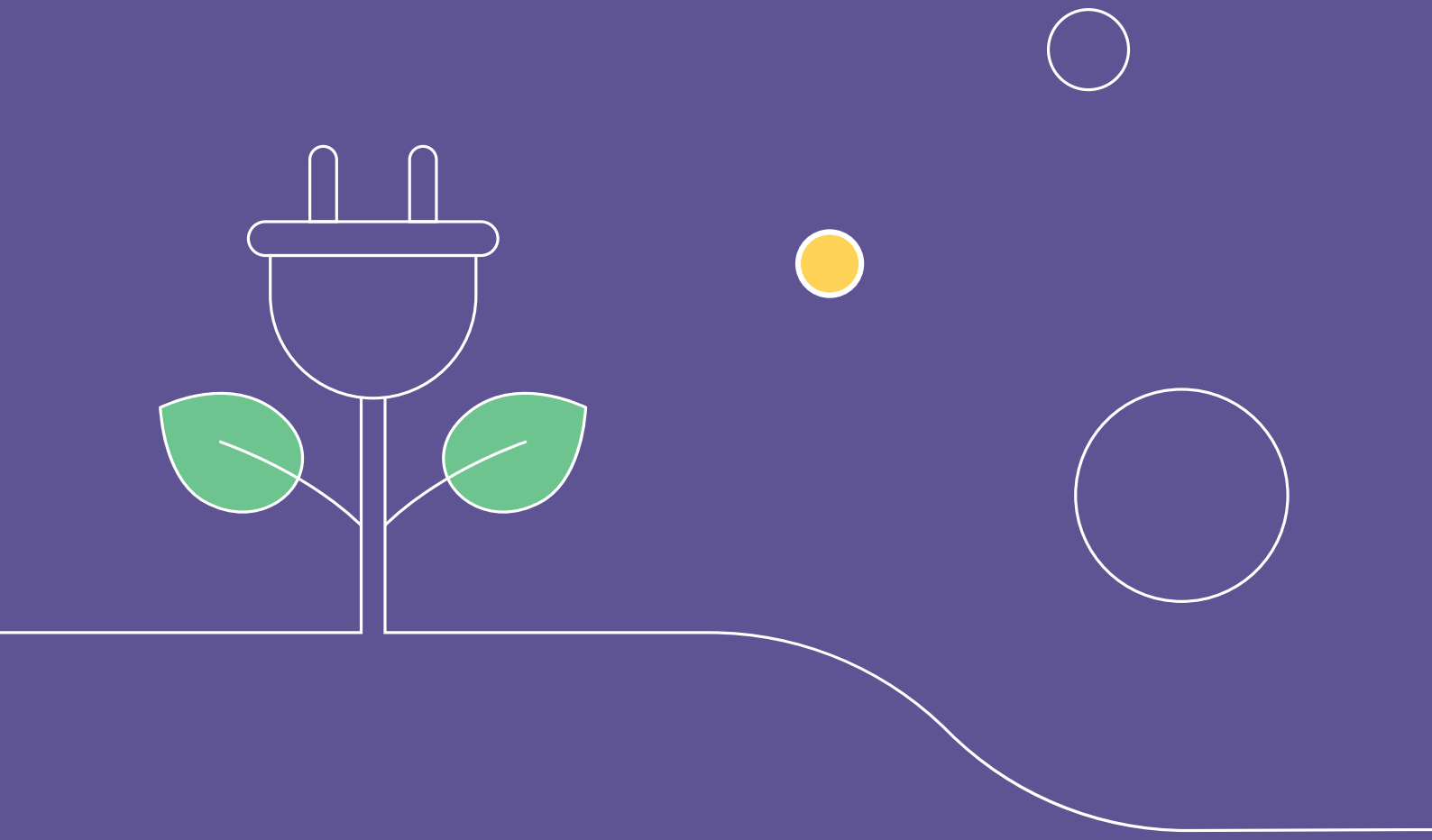
Szenarien für die Gesamtkosten der Wärmeerzeugung sowie Auslegung der Technologieoptionen

## Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner

UNIVERSITÄT LEIPZIG

Leipziger Stadtwerke

## Weiterführende Informationen



# Energieeinsparung

Neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien erfordert die Energiewende eine Reduzierung der benötigten Strom- und Wärmemengen. Diese Aufgabe ist nur zu bewältigen, wenn Gewerbe- und Wohnungsmieterinnen und -mieter aktiv eingebunden werden.

In SPARCS wurde deshalb erforscht, wie Endkundinnen und -kunden angeregt und befähigt werden können, sich an Sparmaßnahmen bezüglich Strom und Wärme zu beteiligen. In diesem Zusammenhang wurden digitale Werkzeuge entwickelt, die den Mieterinnen und Mietern den Energieverbrauch anzeigen und sie dadurch für die Problemstellung sensibilisieren.

So wurden z. B. eine SPARCS-App entwickelt, smarte Steckdosen installiert und die „Meine LWB“-App erweitert. Energieberatungsangebote vor Ort dienten ebenfalls dazu, das aktive Energiesparen anzuregen.

Damit hat SPARCS entscheidend zum Erreichen der Ziele *Klimagerechte Quartiersentwicklung: Integration von Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen in eine nachhaltige, energieeffiziente und klimabewusste Quartiersentwicklung* aus Leipzigs Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 beigetragen.

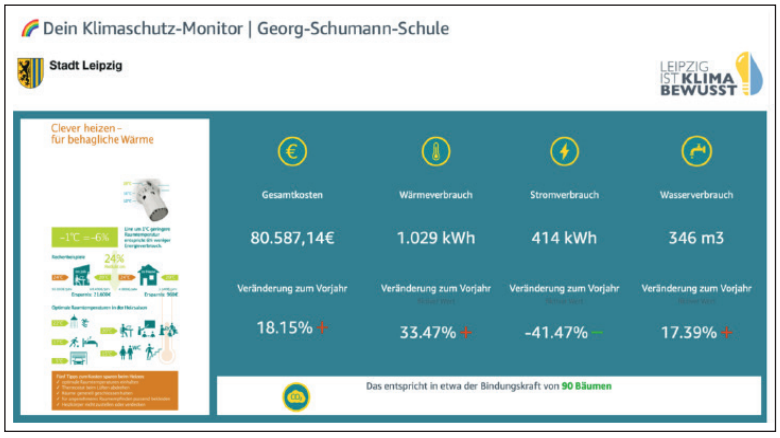
# Klimaschutzmonitoring für öffentliche Gebäude

Im Rahmen der jährlich stattfindenden *Smart City Challenge* der Stadt Leipzig sollen innovative digitale Lösungen für kommunale und zivilgesellschaftliche Herausforderungen gefunden und in Pilotprojekten umgesetzt werden.

Begleitet durch das Referat Digitale Stadt haben das Amt für Gebäudemanagement der Stadt Leipzig und die Leipziger Stadtwerke 2022 über den Wettbewerb nach Ideen für eine digitale Zählerstandserfassung, das Monitoring und die niedrigschwellige Informationsaufbereitung für Nutzerinnen und Nutzer öffentlicher Gebäude gesucht.

Die Fragestellung der Challenge lautete: Wie kann eine umfassende digitale Erfassung der Zählerstände und des Verbrauchs sowie eine weitergehende Automatisierung des Monitorings inkl. einer zielgruppenorientierten Bereitstellung des Verbrauchs, der Treibhausgasemissionen und Energiekosten zur Sensibilisierung der Nutzerinnen und Nutzer erreicht werden?
Da in den kommunalen Gebäuden zunehmend intelligente Messeinrichtungen und teilweise fernauslesbare Zähler eingebaut werden, war ein Konzept zur technischen Umsetzung der Datenerfassung, Datenübertragung, Datenspeicherung, Datenaufarbeitung und Datenvisualisierung erforderlich.
Im Rahmen des Wettbewerbs hat sich das Start-up Zentur.io GmbH aus Landshut erfolgreich für das 6-monatige Pilotprojekt qualifiziert.

Mithilfe des von Zentur.io entwickelten Dashboards werden die Verbrauchsdaten aus den öffentlichen Gebäuden analysiert und zielgruppengerecht für das Energiemanagement der Stadt, objektnutzende Ämter sowie die Nutzerinnen und Nutzer der Liegenschaften (z. B. Schülerinnen und Schüler) aufbereitet.




**Klimaschutz-Dashboard der Georg-Schumann-Schule** (Quelle: Referat Digitale Stadt)

SMART CITY CHALLENGE LEIPZIG

Innerhalb des Pilotprojekts wurden erste Verbrauchsdaten von Testschulen in einem Dashboard visualisiert. Im Dashboard werden Informationen zu den Gesamtenergiekosten, Wärmekosten, Stromkosten, Trinkwasserkosten sowie Veränderungen zum Vorjahr und Vormonat dargestellt.

Zur Sensibilisierung der Nutzerinnen und Nutzer gibt es zusätzlich Hinweise für energiesparendes Verhalten wie richtiges Heizen, Lüften, passende Beleuchtung oder den sparsamen Umgang mit Wasser.

Nach erfolgreichem Abschluss des Pilotprojekts und mit zunehmender Verfügbarkeit intelligenter Messeinrichtungen sollen weitere öffentliche Gebäude angebunden werden.

**Ziel**
Entwicklung eines Konzepts für die digitale Zählerstandserfassung, Monitoring und Informationsaufbereitung in öffentlichen Gebäuden

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**
Stadt Leipzig (Amt für Gebäudemanagement), Zentur.io GmbH

Stadt Leipzig
Referat Digitale Stadt

Leipziger Stadtwerke

**Anzahl der Gebäude**
5 Schulen (Pilotphase), perspektivisch 139 Schulen sowie 13 weitere Liegenschaften

# Intelligente Heizungssteuerung

**Ziel**
Erhebung von Echtzeitdaten des Wärmeverbrauchs und Visualisierung für die Mieterinnen und Mieter

**Anzahl der verbauten Smart Meter**
In 27 Wohneinheiten wurden intelligente Heizungsregler verbaut

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

WSL
Wohnen & Service Leipzig GmbH

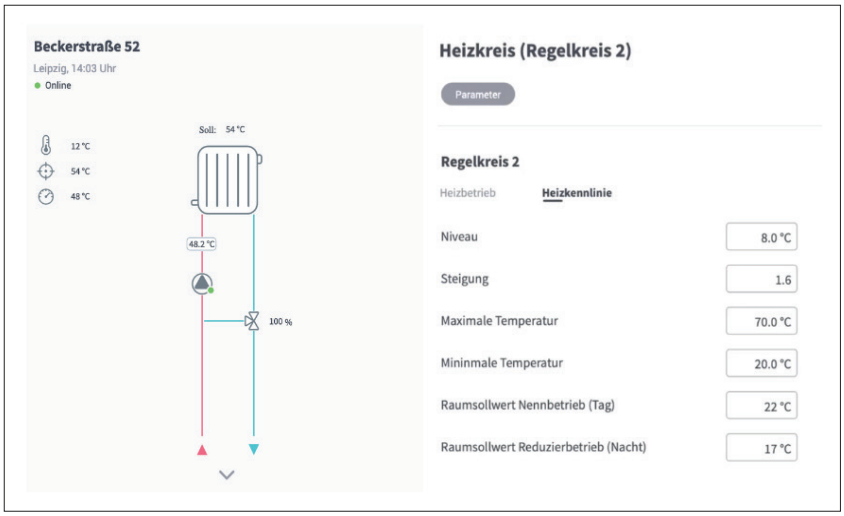
**Ort**
Dunckerviertel:
Beckerstraße 52–56

**Einsparpotenzial**
durch die Reduktion des Wärmevebrauchs reduzieren sich die Treibhausgase um 5–10 %

Intelligente Heizungssteuerung zielt darauf ab, aufgrund von Echtzeitdaten auf den jeweiligen Bedarf in einem Objekt zu reagieren. Im SPARCS-Projekt betraf dies die 27 Wohneinheiten in der Beckerstraße 52–56. Dazu wurden verschiedene Informationsquellen aus dem Objekt genutzt, um die Bedarfe zu ermitteln. Sensorische Elemente messen bspw. die Vor- und Rücklauftemperatur der Heizkreise, Soll- und Ist-Werte der Regler, Temperaturwerte in den Wohnräumen und vergleichen diese mit den Temperaturen im Außenbereich und mit der Wettervorhersage. Aus dem stetigen Abgleich der Messwerte mit den Bedarfen ergibt sich aufgrund automatisierter Systeme und Algorithmen eine Optimierung des Energieverbrauchs und damit eine $CO_2$-Einsparung von ca. 5–10 %. Für die Anwohnenden bedeutet dies entsprechend eine finanzielle Entlastung, wobei Einsparpotenziale von ca. 10 % erreicht werden konnten.

Die fortschreitende Vereinfachung des Systems bietet mittelfristig das Potenzial für eine Markteinführung.

**Verbauter Heizungsregler** (Quelle: WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH)




**Visualisierung der Einstellungen der intelligenten Heizungssteuerung**
(Quelle: WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH)

# Nutzersensibilisierung durch die SPARCS-App

Im Rahmen des Projektes SPARCS ging es u. a. darum, die Menschen für den Zusammenhang von persönlichem Energieverbrauch und Ressourcenschonung im Sinne einer Klimaverbesserung zu sensibilisieren.

Zu diesem Zweck wurde der Energieverbrauch in den 27 Wohneinheiten der Beckerstraße 52–56 (Dunckerviertel) in einer App visualisiert. In der SPARCS-App sind die Echtzeitdaten des Wärmeverbrauchs im Detail für jede Wohnung im Haus dargestellt, sodass alle Mieterinnen und Mieter die Daten für die eigene Wohnung einsehen können. Die Verbrauchs- und Temperaturdaten werden in einem fünfzehnminütigen Intervall zur Verfügung gestellt.

Die App enthält Antworten auf die folgenden Fragen:

- Wie hoch ist der Wärmeverbrauch für den jeweiligen Raum und die gesamte Wohnung?
- Wie hoch ist der Stromverbrauch insgesamt für die Wohnung?
- Wie hoch sind die Raumtemperaturen und welchen Einfluss hat mein eigenes Verhalten?

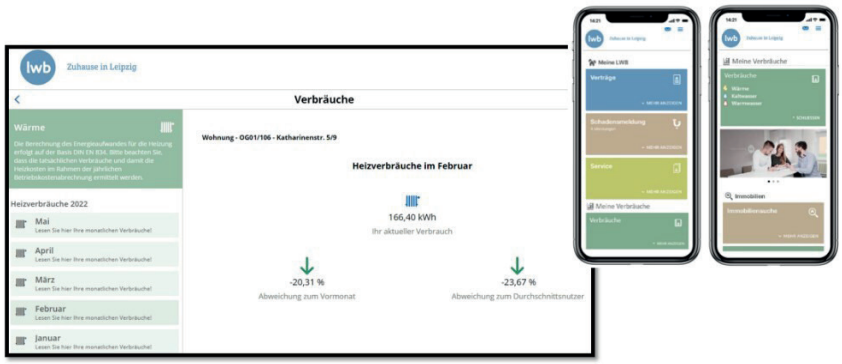
**Ziel**
Visualisierung von Echtzeitdaten des Wärmeverbrauchs für die Mieterinnen und Mieter

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH

Suite5 We Deliver Intelligence

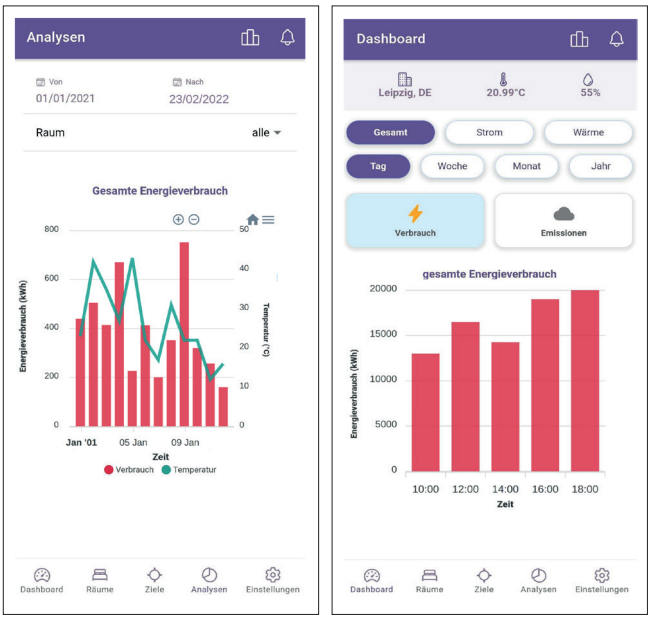
**Ort**
Dunckerviertel: Beckerstraße 52–56




**„Meine LWB"-App** (Quelle: WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH)

Zusätzlich werden Vergleichsmöglichkeiten mit dem Gesamthaus gegeben und die $CO_2$-Belastung visualisiert. Die SPARCS-App ist eine Weiterentwicklung der „Meine LWB App", die 269 Wohnungen im Demoquartier nutzen konnten.

Der digitale Weg, die Verbrauchsinformationen zu vermitteln, wurde von den Mieterinnen und Mietern bevorzugt und spart Papier ein.




**SPARCS-App** (Quelle: WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH)

# Energiemonitoring – live, hochauflösend und individuell

**Technik** (Quelle: Cenero Energy GmbH)

**Ziel**
Energieverbrauch, Lastspitzen und $CO_2$ reduzieren, Verluste und Optimierungspotenziale identifizieren, Schwellenwerte überwachen

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**
Cenero Energy GmbH
Cenero.one GmbH

**Ort**
Baumwollspinnerei

**Weiterführende Informationen**
www.cenero.one

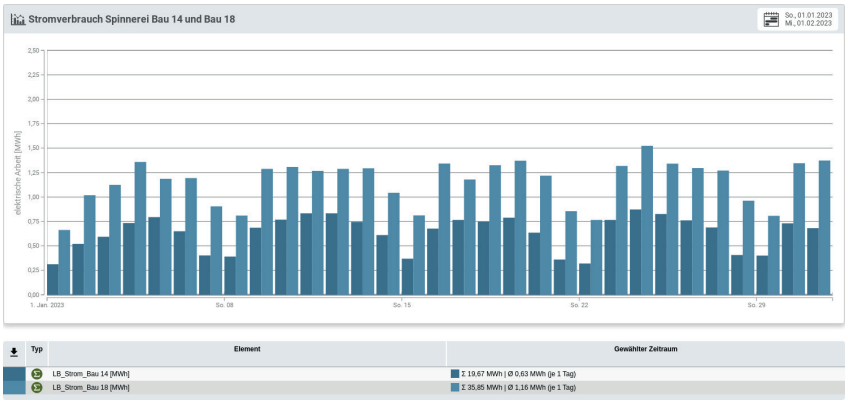
Unter digitalem Energiemonitoring wird der Einsatz fortschrittlicher Technologien zur Überwachung und Analyse des Energieverbrauchs und der Energieerzeugung in Echtzeit verstanden. Diese Art der Überwachung kann in Privathaushalten, in Gewerbeobjekten und in der Industrie eingesetzt werden und wertvolle Erkenntnisse über Energieverbrauchsmuster liefern.

Die Nutzerinnen und Nutzer können durch die Darstellung der Energieflüsse ineffiziente Bereiche leicht erkennen und Strategien zur Reduzierung des Energieverbrauchs und zur Kosteneinsparung umsetzen. Darüber hinaus kann die digitale Energieüberwachung dazu beitragen, Energieeffizienzmaßnahmen zu fördern, indem sie die Erzeugung aus erneuerbaren Energiequellen verfolgt.

Die Energieeffizienzmaßnahmen können anschließend in der Nutzung priorisiert werden, sodass sich die Abhängigkeit von nicht erneuerbaren Quellen wie fossilen Brennstoffen signifikant verringert. In der Baumwollspinnerei hat cenero.one mit CENERO zusammengearbeitet, um fernauslesbare Zähler zu installieren und die Informationen über weitläufig empfangbare LoRaWAN-Signale zu übertragen.

Die Daten werden im Rahmen verschiedener, leicht zu analysierender Grafiken oder Diagramme angezeigt. Automatisierte Benachrichtigungssysteme können so eingestellt werden, dass sie bei ungewöhnlich hohen Lasten oder Schwellenwerten Alarm schlagen. Zusammen mit der Lastmanagement-Software helfen die gesammelten Daten, den Energiefluss zielgerichtet zu steuern und überschüssige Energie zu speichern, um die Netzfrequenz im abgedeckten Netzbereich auszugleichen.

Mit der zunehmenden Bedeutung der Reduzierung des $CO_2$-Fußabdrucks und der Förderung nachhaltiger Energiepraktiken steigt die Nachfrage nach digitalen Energieüberwachungslösungen rapide an. Cenero.one knüpft an diese Entwicklung an und bietet auf dem europäischen Immobilienmarkt innovative Energiemanagementlösungen an.




**Energiemonitoring des Stromverbrauchs auf der Baumwollspinnerei**
(Quelle: Cenero Energy GmbH)

# Energie- und Lastmanagement

Während das Energiemonitoring dazu dient, den Energieverbrauch und die Energieproduktion in Echtzeit zu überwachen und zu analysieren, zielt das Energie- und Lastmanagement darauf ab, diese Informationen aktiv zu nutzen, um Energieflüsse zu optimieren und Lasten zu steuern. Das Energiemanagement umfasst die Überwachung der Energieverbrauchsmuster und die Analyse, Ermittlung und Optimierung von Bereichen, in denen Energie eingespart werden kann. So sollen Kosten und Emissionen gesenkt werden. Dazu kann der Austausch ineffizienter Geräte oder anderweitige energiesparende Maßnahmen gehören, z. B. das Ausschalten von elektronischen Geräten, die nicht in Benutzung sind.

Das Lastmanagement konzentriert sich auf Angebot und Nachfrage in Spitzenzeiten des Stromverbrauchs und der Stromerzeugung. Dies kann zur Verlagerung des Energieverbrauchs auf Zeiten außerhalb der Spitzenlastzeiten, den Einsatz von Energiespeichern oder die Umsetzung von Demand-Response-Programmen führen, indem der Kundschaft Anreize geboten werden, den Energieverbrauch in Spitzenzeiten zu reduzieren.

Am Standort der Baumwollspinnerei hat CENERO zusammen mit cenero.one und dibalog sowohl Energiemanagement- als auch Lastmanagementmaßnahmen umgesetzt.

Auf dem Weg zu einem positiven Energiebezirk ist eine ausgeglichene und stabile Netzfrequenz für das Arealnetz von großer Bedeutung. Dies wird zunehmend komplizierter, wenn eine Vielzahl von energieerzeugenden Unternehmen im Energiemix vorhanden ist und die Verbraucherseite ebenfalls an Größe und Komplexität zunimmt.

CENERO hat vor Ort eine Photovoltaikanlage mit einer Spitzenleistung von 71 kWp installiert, die durch einen Stromspeicher mit 50 kW Leistung ergänzt wird.

Darüber hinaus sind intelligente Ladesäulen mit dem Lastmanagement vernetzt. Wenn eine maximale Last erreicht wird, kann das Energie- und Lastmanagement den Ladevorgang heruntergeregelt werden, um somit diese Lastspitzen zu vermeiden.

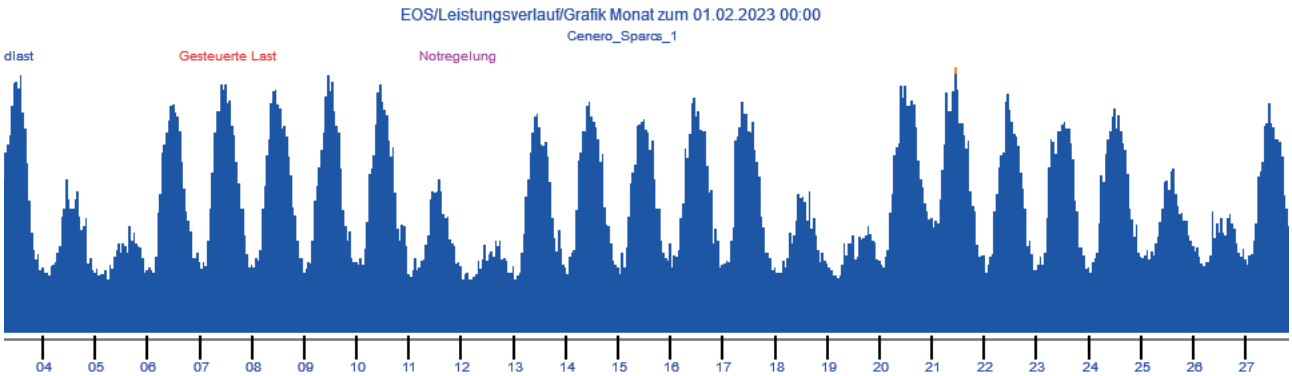
Das Mikronetz ist außerdem über eine Peer-2-Peer-Schnittstelle mit dem vorgelagerten öffentlichen Netz verbunden, um Netzüberlastungen zu vermeiden. Bei Bedarf kann Strom gesteuert in das öffentliche Netz eingespeist oder aus diesem entnommen werden.

**Ziel**
Stabilisierung des Netzes, Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energiequellen, Erhöhung des Autarkiegrades, Senkung der Energiekosten, Verringerung der Schadstoffemissionen

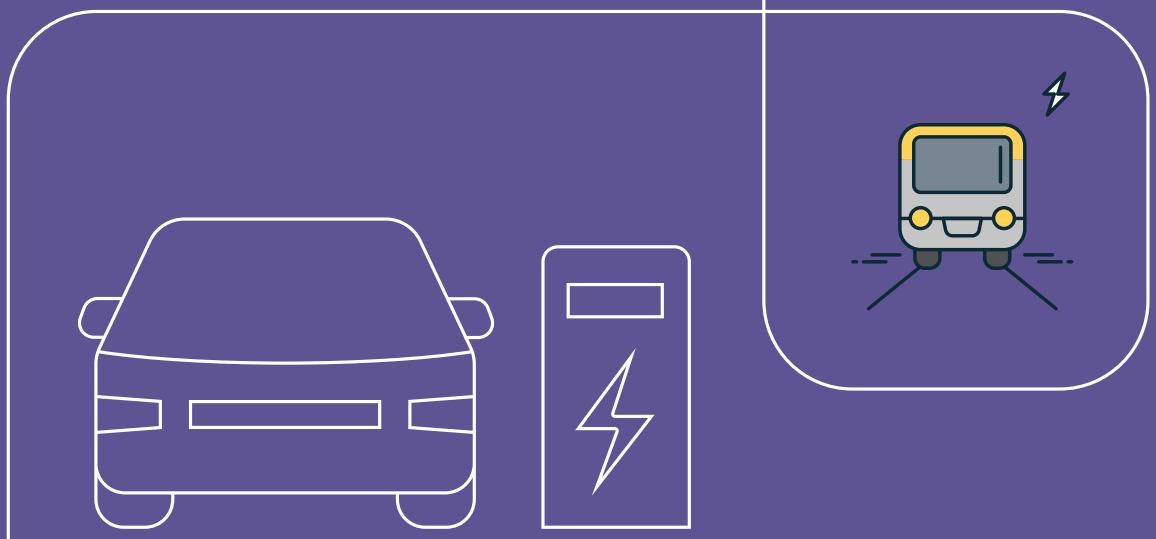
**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**
Cenero Energy GmbH, cenero.one, dibalog

**Ort**
Baumwollspinnerei

**Weiterführende Informationen**
www.cenero.one




**Energie-und Lastmanagement** (Quelle: Cenero Energy GmbH)



# Elektromobilität

Neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien und der Energieeinsparung müssen auch die bestehenden Mobilitätsangebote zukunftsweisend umgestellt werden. Eine der effektivsten Möglichkeiten, im Sektor Mobilität den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren, ist die Umstellung vom Verbrennungsmotor hin zu Elektrofahrzeugen.

Elektrofahrzeuge fahren emissionsfrei und sind deutlich leiser als konventionelle Fahrzeuge. So können negative Auswirkungen auf Klima und Gesundheit reduziert und die Lebensqualität in den Städten von morgen verbessert werden.

SPARCS hat in diesem Zusammenhang verschiedene Untersuchungen durchgeführt und in Pilotprojekten visionäre Ladevorgänge erprobt. Das Projekt hat damit entscheidend zum Ziel einer nachhaltigen Verkehrswende des Energie- und Klimaschutzprogramms der Stadt beigetragen.

Das Energie- und Klimaschutzprogramm sieht eine Stärkung des Umweltverbundes aus Fuß-, Rad- und öffentlichem Personennahverkehr mit Verknüpfung zu intermodalen Verkehrsangeboten (carsharing, Park/Bike & Ride, Elektrifizierung des MIV) vor.

# Bidirektionales Laden von Elektrofahrzeugen

Bidirektionales Laden von Elektrofahrzeugen bezieht sich auf die Fähigkeit eines E-Fahrzeugs, nicht nur Strom aus dem Netz oder von einer Ladestation zu beziehen, sondern auch Strom in das Netz zurückzuspeisen. Das bedeutet, dass die Fahrzeugbatterie als Stromquelle für das angeschlossene Netz und nicht nur für die Stromversorgung des Fahrzeugs genutzt werden kann.

In einem lokalen Energienetz mit diversifizierter lokaler Energieerzeugung (Microgrid), das sowohl unabhängig als auch in Verbindung mit dem Hauptnetz betrieben werden kann, hat das bidirektionale Laden von E-Fahrzeugen mehrere Vorteile.
Zu diesen Vorteilen gehört der Ausgleich von Energieangebot und -nachfrage. In Zeiten hoher Nachfrage kann die in den Batterien der E-Fahrzeuge gespeicherte überschüssige Energie in das Netz zurückgespeist werden, um den erhöhten Bedarf zu decken.

Ein weiterer Vorteil ist der Ausgleich von Spitzenlasten. E-Fahrzeuge können aufgeladen werden, wenn der Energiebedarf geringer ist, und zur Stromversorgung des Mikronetzes verwendet werden, wenn der Bedarf höher ist. Auf diese Weise muss in Spitzenzeiten weniger Strom aus dem Hauptnetz bezogen werden, was Kosten senkt und eine Überlastung des Netzes verhindert.

Die Aufrechterhaltung einer ausgeglichenen, stabilen Netzfrequenz ist in einer Microgrid-Umgebung wichtig. In der Baumwollspinnerei wurde das bidirektionale Laden zusammen mit einer Lastmanagement-Software eingeführt, um einen Mindestladezustand zu gewährleisten.

Insgesamt kann das bidirektionale Laden von E-Fahrzeugen dazu beitragen, ein flexibleres und effizienteres Energiesystem zu schaffen, in dem Energie zielgerichtet erzeugt, gespeichert und genutzt wird. Am effektivsten umzusetzen ist es in größeren Flotten. Es kann ebenso dazu beitragen, die Nutzung erneuerbarer Energiequellen zu fördern und die Treibhausgasemissionen eines Energiesystems zu verringern.

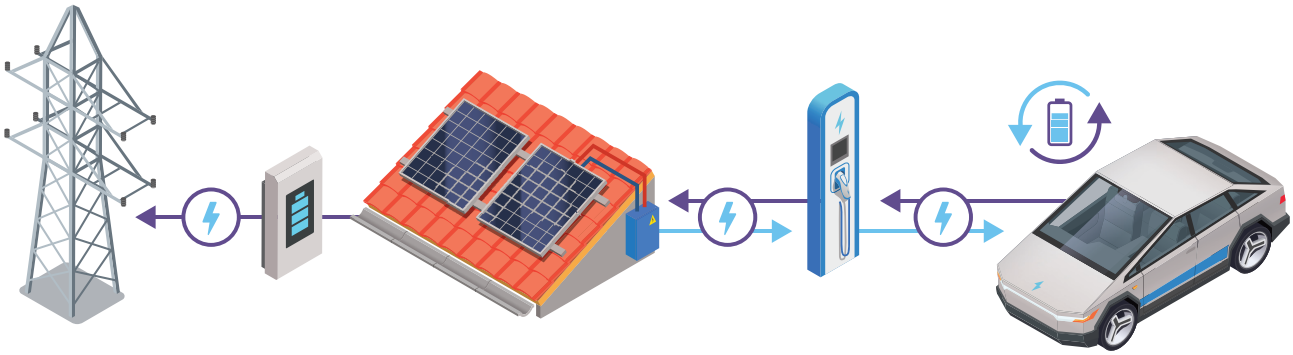
**Bidirektionales Fahrzeug auf der Baumwollspinnerei**
(Quelle: Cenero Energy GmbH)

**Ziel**
Stabilisierung des Mikronetzes durch Lastmanagement

**Anzahl Ladesäulen**
3

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**
Cenero Energy GmbH,
BMW,
KOSTAL Industrie Elektrik GmbH

**Ort**
Baumwollspinnerei



**Prinzip des bidirektionalen Ladens**
(Quelle: Referat Digitale Stadt)

# Untersuchung zur Optimierung der Ladevorgänge von E-Bussen der LVB

**Ziel**
Untersuchung der Möglichkeiten zur Ladelastreduzierung an verschiedenen E-Bus-Ladestationen.

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

Fraunhofer IAO

Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH

**Ort**
Leipzig: Haltestellen Connewitzer Kreuz und Herzzentrum

**Anzahl untersuchte Busse**
21

Im Jahr 2021 wurden stufenweise die drei Leipziger Buslinien 74, 76 und 89 elektrifiziert. Hierfür wurden 21 E-Busse beschafft. Diese können an Schnellladestationen am Connewitzer Kreuz, am Herzzentrum und im Busdepot in Lindenau geladen werden. Für die LVB war es wichtig zu erfahren, ob die Dimensionierung der Ladeleistung an den Ladestationen angemessen ist oder angepasst werden sollte. Eine zu hoch angesetzte maximale Leistung der Ladestationen kann zu hohen Lastspitzen und dadurch zu einer unnötigen Belastung des Stromnetzes und Mehrkosten führen. Eine zu geringe maximale Ladeleistung führt zu längeren Ladeprozessen und kann dadurch den reibungslosen und unterbrechungsfreien Fahrbetrieb gefährden.

Um herauszufinden, ob es diesbezüglich Optimierungspotenzial am Connewitzer Kreuz gibt, wurden diverse Analysen durchgeführt. Dabei wurden sowohl die Fahrten der Busse selbst als auch die Daten der Ladevorgänge für die Fahrten untersucht. Im Zeitraum vom 01. August 2021 bis zum 31. Juli 2022 wurde untersucht, wie oft und wie lange jeder E-Bus täglich geladen, welche Strecken zurückgelegt und welche Routen gefahren wurden und wie sich der prozentuale Ladezustand der Batterien entwickelt hat.

Durch diese Untersuchung konnte an der Endhaltestelle Herzzentrum Optimierungspotenzial identifiziert und eine Ladelastreduktion von 320 kW auf 200 kW durchgeführt werden. Die Dimensionierung der Schnellladestation am Connewitzer Kreuz wurde bestätigt. Das Stromnetz kann dadurch tagsüber an den Schnellladestationen entlastet werden und die Ladevorgänge werden in die Nachtstunden in das Depot verschoben, wo die Ladevorgänge durch ein Lademanagementsystem gesteuert werden.

**Ladevorgang eines E-Busses**
(Quelle: Referat Digitale Stadt)

# Lastengesteuertes Flottenmanagement für den Pkw-Fuhrpark der Leipziger Stadtwerke

Energie- und Verkehrswende gehen Hand in Hand. Deshalb befassen sich die Leipziger Stadtwerke im Rahmen des SPARCS-Teilprojekts zur Entwicklung virtueller Energiequartiere damit, wie im Bereich E-Mobilität die Energienachfrage (Ladevorgänge) und -erzeugung möglichst optimal aufeinander abgestimmt werden können. Ziel ist es, die Energieflüsse zu optimieren, um Versorgungsengpässe und Überlastungsszenarien zu vermeiden. Hierfür entwickeln und erproben die Leipziger Stadtwerke ein intelligentes Lademanagementsystem, das dank seiner Benutzungsfreundlichkeit auch für die Endkundschaft attraktiv ist und somit vielen Menschen einen einfachen Zugang zur Elektromobilität ermöglicht.

Die Leipziger Stadtwerke haben ein eigenes E-Mobility-Backend basierend auf dem OCPP-Protokoll entwickelt, das für das intelligente Flottenmanagement der eigenen Elektrofahrzeuge genutzt wird. Dieses Backend ermöglicht das Abschalten von Ladevorgängen der L-Flotte abhängig vom Status des Netzes. Die Flotte besteht aus etwa 50 Autos, die an 454 Leipziger Ladesäulen über das Flottenmanagement angesprochen werden können.

**Intelligentes Laden der Elektrofahrzeugflotte der Leipziger Stadtwerke**
(Quelle: Leipziger Stadtwerke)

Das Ziel war es, den Stromverbrauch zu dynamisieren und das Verteilnetz zu schonen. Dabei wurde erprobt, ob sich die Nutzerinnen und Nutzer an diesem Konzept beteiligen können und wollen.

Das intelligente Laden der L-Flotte ist eine Innovation in der E-Mobilität; hier wird intelligentes Lastmanagement in realen Anwendungen erprobt (Demand Response). Ist das dynamische System aktiviert, wird der Ladevorgang der Elektrofahrzeuge unterbrochen, sobald dem Verteilnetz Überlastung droht. Die Zielgruppe des Flottenmanagements besteht perspektivisch aus allen Elektrofahrzeugnutzerinnen und -nutzern, die daran teilnehmen können.

Für den SPARCS-Showcase wurden die Fahrzeuge der L-Flotte angesprochen. Offene Standards und Protokolle haben in diesem Kontext eine wichtige Rolle eingenommen. Durch den Einsatz des OCPP-Protokolls konnte das Flottenmanagement der Leipziger Stadtwerke reibungslos in andere Systeme integriert werden. Außerdem hat es eine offene und transparente Kommunikation zwischen verschiedenen Akteurinnen und Akteuren im Bereich der Elektromobilität ermöglicht.

**Ziel**
Dynamisierung des Stromverbrauchs und Schonung des Verteilnetzes

**Anzahl Pkws**
50

**Anzahl Ladesäulen**
454

**Ort**
Virtuelles Energiequartier (Gelände der Leipziger Stadtwerke, z. B. Arno-Nitzsche-Str.)

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

Leipziger Stadtwerke

# Benutzerfreundliche Plattform „Leipziger"-App zur Nutzung von E-Ladeinfrastruktur

Mit der „Leipziger"-App haben die Leipziger Stadtwerke eine nutzerfreundliche Plattform für mobile Endgeräte entwickelt, die für die Kundschaft der Stadtwerke die Nutzung von Ladesäulen in und um Leipzig vereinfacht. Mit der App lassen sich die über 450 Ladepunkte in Leipzig ansteuern. Sie bietet eine Übersicht über Ladestand, den aktuellen Preis sowie eine transparente Darstellung aller Abrechnungen. Mit einer jährlichen Gesamtnutzung von 117 000 kWh sind diese Ladesäulen entscheidend, um den steigenden Bedarf an Ladestationen für Elektroautos zu decken. Durch unterstütztes Roaming lassen sich mit der App darüber hinaus über 3 300 weitere Ladepunkte der Roaming-Partnerfirmen bundesweit ansteuern.

Bei der Weiterentwicklung von Funktionalitäten setzen die Stadtwerke auf einen iterativen Ersatz von fremdgelieferten Dienstleistungen durch Eigenentwicklungen, die auf Open Source basieren. Die Entwicklung eines eigenen Ladesäulen-Backends war entscheidend, um ein intelligentes Laden und die Steuerung der Ladevorgänge von Elektroautos zu ermöglichen. Dabei diente das Open Charge Point Protocol (OCCP) als Grundlage für das selbstentwickelte Backend. OCCP definiert eine standardisierte Kommunikationsschnittstelle zwischen den Ladestationen und einem zentralen Backend-System. Die Verwendung von OCCP stellt sicher, dass Ladestationen verschiedener herstellender Firmen miteinander kommunizieren können. Dieses freie Protokoll ermöglicht den IT-Betrieb ohne externe Dienstleistende, was eine hohe Flexibilität und Unabhängigkeit gewährleistet.

Die Entwicklung eines interoperablen Backends basierend auf OCCP war aufgrund der Komplexität des E-Mobility-Betriebs eine große Herausforderung. Es mussten viele Szenarien, Produkte und Anwendungsfälle berücksichtigt werden.

Die „Leipziger"-App und das dahinterliegende System bilden das Fundament für viele weitere Value-Added-Services, um die Nutzerinnen und Nutzer kontinuierlich mit innovativen Leistungen zu versorgen. Hierzu zählen unter anderem Störungsmelder der Stadt Leipzig, Stadtpläne sowie weitere Mobilitätsservices. Nutzerinnen und Nutzer von Dienstwägen haben darüber hinaus die Möglichkeit, App-gesteuert von zu Hause zu laden und bekommen monatlich über B2B-Abrechnungen den verwendeten Strom erstattet. Die Leipziger Kundschaft profitiert von einem einzigen System, das alle Geräte interoperabel nutzt. Egal, ob es sich um öffentliche Ladesäulen oder Wallboxen zu Hause handelt, alle Geräte können über einen Account genutzt werden.

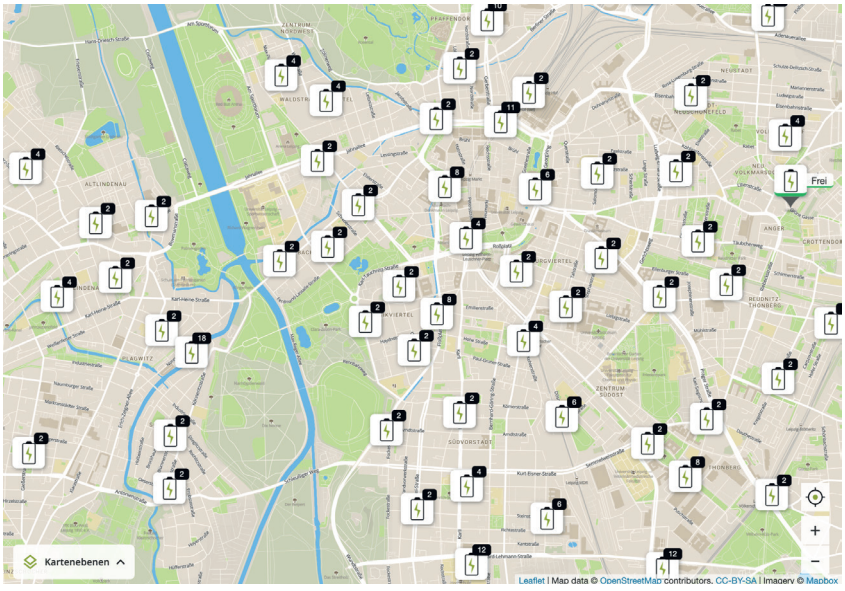
**Ziel**
Vereinfachung der Nutzung von Elektroautos und Ladesäulen in Leipzig zur Weiterverbreitung der Elektromobilität

**Eingebundene Wallboxen**
über 450

**Ort**
Gesamtstadt – virtuelle Energiegemeinschaft

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

Leipziger Stadtwerke




**Übersicht der Lademöglichkeiten in der „Leipziger"-App**
(Quelle: Leipziger Stadtwerke)

# Virtuelles Kraftwerk

Das virtuelle Kraftwerk verbindet eine große Anzahl dezentraler Anlagen zur Gewinnung und Speicherung erneuerbarer Energien mit Flexibilitätspotenzialen auf Seiten der Verbraucherinnen und Verbraucher – von der E-Flotte der Nahverkehrsbusse bis zur smarten Steckdose. Dabei werden automatisierte Daten bereitgestellt, ausgewertet und zur flexiblen Steuerung genutzt.

Projekte wie die BMW-Batterie-Speicherfarm oder das bidirektionale Auto sollen weiterhin dabei helfen, den Strombedarf und -verbrauch bei fluktuierender Einspeisung zu synchronisieren.

Perspektivisch soll das virtuelle Kraftwerk signalisieren, wann ein hoher Anteil an erneuerbaren Energien zur Verfügung stehen wird (z. B. aufgrund von Wetterprognosen). Verbraucherinnen und Verbraucher, die diese Signale empfangen und über passende Steuerungsmechanismen verfügen, werden in der Lage sein, flexibel auf die Signale des virtuellen Kraftwerkes zu reagieren.

Auch umgekehrt sind die Signale wünschenswert: Wenn Strom nur unter hohem Treibhausgasausstoß produziert werden kann, sollen flexible Lasten abgeschaltet werden.

Das virtuelle Kraftwerk wird es künftig möglich machen, viele kleine, über die Stadt verteilte Anlagen so zusammenzufassen, dass sie als ein großes Kraftwerk gesteuert werden können. Dadurch wird die Erschließung der Dächer der Stadt für EE-Anlagen ermöglicht. So können erneuerbare Energien auf bereits versiegelten Flächen erzeugt werden, anstatt Freiflächen zu beanspruchen, die besser für die Erzeugung von Nahrungsmitteln oder zur Stabilisierung der Biodiversität genutzt werden.

# ICT-Plattform und offene und standardisierte Sensoren und Systeme

Um die nachhaltige Entwicklung von Leipzig als moderne und lebenswerte Stadt voranzubringen, sollte durch den Aufbau eines Umwelt- und Klimadaten-Sensornetzwerks die Lebensqualität der Leipziger Bürgerinnen und Bürger verbessert werden – und das mithilfe von Daten und Technologien.

Durch den Aufbau des LoRaWAN- und Sensornetzwerks der Leipziger Stadtwerke wurde die Kommunikation zwischen dezentralen Geräten und der digitalen Plattform der Leipziger Stadtwerke ermöglicht. So konnten viele verschiedene Umwelt- und Lebensqualitätssensoren installiert werden, die Daten zu Luftqualität, Feinstaub, Lautstärke, Beleuchtung liefern und darüber hinaus Informationen über freie Parkplätze und die Stadttemperatur bereitstellen.

Das System ist für Unternehmen, öffentliche Institutionen und diejenigen zugänglich, die ihre eigenen Sensoren installieren und die Daten der Öffentlichkeit zur Verfügung stellen möchten. Das Netzwerk ermöglicht eine einfache und skalierbare Integration von Sensorik im gesamten Stadtgebiet. Eine Vielzahl von dezentralen Geräten kann regelmäßig mit der Plattform kommunizieren und so lokale Daten bereitstellen.

Innovativ ist hierbei besonders die Öffnung kommunaler Systeme für dezentrale Open Data Communities, damit ein feingliedriges Netzwerk entsteht, in dem Bürgerinnen und Bürger bei der Erfassung der Lebensqualität in der Stadt helfen. Durch die Verwendung von offenen Standards und Protokollen können verschiedene Sensoren und Geräte nahtlos miteinander kommunizieren und Daten austauschen, unabhängig von Typ oder herstellender Firma. Dies erleichtert nicht nur die Integration von neuen Geräten und Sensoren in das Netzwerk, sondern ermöglicht auch eine breitere Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteurinnen und Akteuren und die Entwicklung von innovativen Anwendungen und Services. Zudem können diese Standards dazu beitragen, die Transparenz und Interoperabilität des Netzwerkes zu erhalten.

**Ziel**
Große Anzahl verschiedener Umwelt- und Lebensqualitätssensoren zu installieren und deren Daten für ganz Leipzig zu teilen.

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

Leipziger Stadtwerke

**Ort**
Virtuelles Energiequartier

**Dashboard zum Monitoring der erhobenen Umwelt- und Klimadaten**
(Quelle: Leipziger Stadtwerke)

# Weiterführende Informationen zu LoRaWAN- und Sensornetzwerken in Leipzig

Das LoRaWAN- und Sensornetzwerk bietet eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten. Die Innovation bei dem offenen Sensorsystem besteht in der Möglichkeit, eine Vielzahl von privaten dezentralen Geräten in das Netzwerk einzubinden. Bürgerinnen und Bürger, Schulklassen, Behörden, Vereine und Unternehmen können Sensoren zur Messung von Lebensqualität (z. B. Feinstaub) an ihren Standorten platzieren und die gewonnenen Daten der ganzen Stadt zur Verfügung stellen sowie durch die Analysekapazitäten Planungsvorhaben erleichtern. Hausgemeinschaften können auf bedrohliche Luftqualität aufmerksam machen, die Abfallwirtschaft kann Informationen über Füllstände von Altglascontainern veröffentlichen und Schulprojekte können Schülerinnen und Schüler dazu befähigen, Sensorik-Baukästen einzurichten und an die Plattform der Leipziger Stadtwerke anzubinden. Darüber hinaus ist die Möglichkeit gegeben, die Daten zu nutzen, um die Stadtplanung und -entwicklung zu optimieren. Zum Beispiel können Erkenntnisse über die Verkehrsdichte oder Lärmemissionen bei der Planung von Verkehrsinfrastrukturen oder bei der Schaffung von Grünflächen berücksichtigt werden.

**Luftqualitätssensoren auf der Baumwollspinnerei**
(Quelle: Cenero Energy GmbH)

Im Rahmen von SPARCS wurden in den beiden Demoquartieren Dunckerviertel und Baumwollspinnerei Luftqualitätssensoren verbaut. Diese messen kontinuierlich die Luftqualität in diesen Vierteln und ergänzen damit das kommunale Netz an Sensoren der Stadt Leipzig. In einem Dashboard zur Luftqualität der Stadt Leipzig werden Luftqualitätsdaten der vergangenen 24 Stunden und viele weitere Zeiträume dargestellt und transparent und frei zugänglich visualisiert.

Ein wichtiger Punkt bei der Etablierung des Netzwerkes war die Platzierung und Konfiguration der LoRaWAN-Gateways, die gut durchdacht sein muss, um ein möglichst engmaschiges Netz mit guter Abdeckung zu erzielen. Hier muss vor allem die Reichweite in der Planung korrekt berechnet werden. Gleiches gilt für die Gestaltung der Server, die die ankommenden Daten integrieren: Denn bei der Verarbeitung von Datenströmen in Echtzeit ist es wichtig, sicherzustellen, dass die Skalierungsfähigkeit des Systems für die erwarteten Datenmengen ausreichend und die Datenintegrität und -sicherheit gewährleistet ist. Eine umfassende Planung und Vorbereitung einschließlich der Auswahl geeigneter Partitionierung, Replikation und Konfigurationsoptionen konnte dazu beitragen, eine effektive Datenverarbeitung zu gewährleisten und Ausfallzeiten zu minimieren.

**Luftqualitätssensoren im Dunckerviertel**
(Quelle: Referat Digitale Stadt)

# Netzstabilisierung durch eine smarte Steckdose

**Ziel**
Erprobung von Möglichkeiten und Bereitschaft, Verbrauchsgeräte mit Anreizen zur dynamischen Nutzung zu verknüpfen

**Anzahl der zu testenden Steckdosen**
350

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

Leipziger Stadtwerke

**Ort**
Virtuelles Energiequartier

Wie können Endverbraucherinnen und -verbraucher zu einem bewussteren Umgang mit Energie animiert werden? Das haben die Leipziger Stadtwerke im Zuge des SPARCS-Teilprojekts zur Entwicklung virtueller Energiequartiere untersucht. Eine zentrale Rolle spielte dabei die sogenannte smarte Steckdose. Die Leipziger Stadtwerke haben hierfür eine App konzipiert und umgesetzt, die dreierlei leistet: Sie sensibilisiert ihre Nutzerinnen und Nutzer für das eigene Verbrauchsverhalten, setzt konkrete Anreize zum Stromsparen und ermöglicht es, die Stromflüsse gezielt zu beeinflussen.

Die Anwendung, bestehend aus der smarten Steckdose und zugehöriger App, ist der erste Teil eines mehrstufigen Programms, mit dem die Leipziger Stadtwerke langfristig gemeinsam mit der Mieterschaft ein zukunftsfähiges Energiebewusstsein entwickeln wollen.

Es handelt sich um eine Steckdose mit digitaler, fernauslesbarer Verbrauchsdatenerfassung, über die sich zudem der Verbrauch gezielt steuern lassen. Hierfür hat das SPARCS-Projektteam mit im Voraus geschätzten Lastprofilen und definierten Steuerungsansagen gearbeitet. Diese legen fest, in welchen Szenarien der Stromfluss einer smarten Steckdose unterbrochen werden soll.

Dazu fragen die Stadtwerke über die App bei den Nutzerinnen und Nutzern an, ob ihre mit den Steckdosen verbundenen Geräte zu bestimmten Zeiten ausgeschaltet werden können. Das Ausschalten selbst kann sowohl manuell durch die Nutzerinnen und Nutzer als auch automatisiert durch die Stadtwerke erfolgen.

Die Anwendung soll zum einen die Nutzerinnen und Nutzer nachhaltig für ihr Verbrauchsverhalten sensibilisieren. Sie erhalten Energiespartipps und lernen mehr über intelligenten Stromverbrauch. Um sie gezielt zum Stromsparen zu animieren, nutzt die App einen Gamification-Ansatz. So wird Stromsparen zur spielerischen Herausforderung.

Die Anwendung kann außerdem zur Nivellierung der Stromflüsse im Netz beitragen, indem sie Verbrauchsspitzen abschwächt. So soll der Verbrauch von Strom aus fossilen Quellen und damit der $CO_2$-Ausstoß möglichst gering gehalten werden.

# Stromtarif und „Teilanlagenkauf“

Die smarte Steckdose und die dazugehörige App sind Anwendungen, die für einen bewussten Umgang mit Energie sensibilisieren. Perspektivisch ist die Entwicklung eines Community-Produkts für die Leipziger Kundschaft geplant, das eine Anlagenbeteiligung ermöglicht.

Die Leipziger Stadtwerke wollen künftig Mieterinnen und Mietern die Möglichkeit bieten, ihren eigenen Ökostrommix aus verschiedenen regionalen, dezentralen Erzeugungsanlagen zusammenzustellen. Die Vorteile liegen auf der Hand: Die Kundschaft weiß genau, wo ihr Strom herkommt – nämlich aus der Region. Und sie erhalten die Möglichkeit, ihren eigenen Mix an erneuerbaren Energien individuell auszuwählen.

Dahinter steckt die folgende Idee: Anlagenbetreibende wie z. B. Wohnungsgenossenschaften, Vereine und Stadtteile von dezentralen Erzeugungsanlagen können eine Community gründen. Diese Community kann den erzeugten regionalen Strom den Mieterinnen und Mietern zur Verfügung stellen. Die Abwicklung von Belieferung und Bilanzierung erfolgt über das Energieversorgungsunternehmen.

Beispielszenario: Eine Wohnungsgesellschaft baut dezentrale Erzeugungsanlagen auf einem Teil ihrer Bestandsgebäude. Damit sie den Strom allen Mieterinnen und Mietern anbieten können, speisen sie diesen komplett ins Netz ein. Anschließend besteht die Möglichkeit, über einen Wohnungsgesellschaftstarif bei den Leipziger Stadtwerken diesen bilanziellen Grünstrom aus den eigenen Anlagen zu beziehen.

**Ziel**
Mieterinnen und Mietern regional erzeugten Strom aus dezentralen Anlagen anbieten

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

Leipziger Stadtwerke

# Daten und Prozesse für die klimagerechte Quartiersentwicklung in Leipzig

Um den $CO_2$-Ausstoß der Stadt gegen Null zu führen, sind weitreichende Umbaumaßnahmen notwendig. Solche Maßnahmen erfordern einerseits eine detaillierte Planung, die sich auf eine zuverlässige Datenlage stützt, und auf der anderen Seite eine Standardisierung der Prozesse zur Entwicklung einer klimagerechten und energieeffizienten Stadt und deren Quartieren.

Daher wurde im Rahmen von SPARCS ein Prozess zur Erarbeitung einer klimagerechten Quartiersentwicklung und ein Energie-Atlas für die Verwaltung der Stadt Leipzig entwickelt. Der Energie-Atlas stellt eine digitale Karte der Stadt Leipzig dar, auf der die regionalen Potenziale für den Ausbau erneuerbarer Energien aufgezeigt und mit den bestehenden Anlagen dieser Art abgeglichen werden. Hierdurch wird transparent, wie umfangreich die Nutzung erneuerbarer Energien in Leipzig bereits vorangeschritten ist, und inwieweit die Zielsetzung der Klimaneutralität bereits umgesetzt wurde.

Um die Prozesse zur Entwicklung klimagerechter und energieeffizienter Städte und Stadtviertel zu standardisieren, wurde ein Modell entwickelt, das eine systematische Umsetzung dieser Prozesse ermöglicht.

Die Prozessentwicklung und die Datenbereitstellung sind wichtige Säulen für die Entwicklung einer klimagerechten Quartiersentwicklung und somit zur Senkung der Treibhausgase. Durch verbesserte Prozesse und die Visualisierung der Daten (bspw. Ausbaustände erneuerbarer Energien) können Maßnahmen schneller entwickelt und umgesetzt werden.

# Standardmodell für eine klimagerechte Quartiersentwicklung

Um Quartiere so zu entwickeln, dass ein klimagerechtes Leben einfach wird, sind bedeutende Veränderungen notwendig. Ein Standardmodell wurde entwickelt, um diesen Prozess systematisch anzugehen.
In einer Reihe von mehreren Workshops mit verschiedenen Ämtern der Stadt Leipzig wurden drei zentrale Themen identifiziert: Ziele, Daten und Prozess. Diese Themen wurden bearbeitet, um folgende Fragen zu beantworten:

**1. Welche Ziele will sich die Stadt in den Quartieren setzen?**

Die Bedeutung des Begriffs „klimagerecht" wird auf Quartiersebene genauer ausgearbeitet und es sollen gemeinsame Ziele zwischen verschiedenen Ämtern festgelegt werden.

**2. Schnellerer Zugriff auf Daten: Wo liegen die größten Problembereiche?**

Bergen diese Fälle gleichzeitig das größte Potenzial, da handlungsfähige Akteurinnen und Akteure aktiviert werden können?
Wie können wir Daten schneller abrufen, um fundierte Entscheidungen zu treffen und Prozesse zu beschleunigen?
Hier unterstützt der Energie-Atlas.

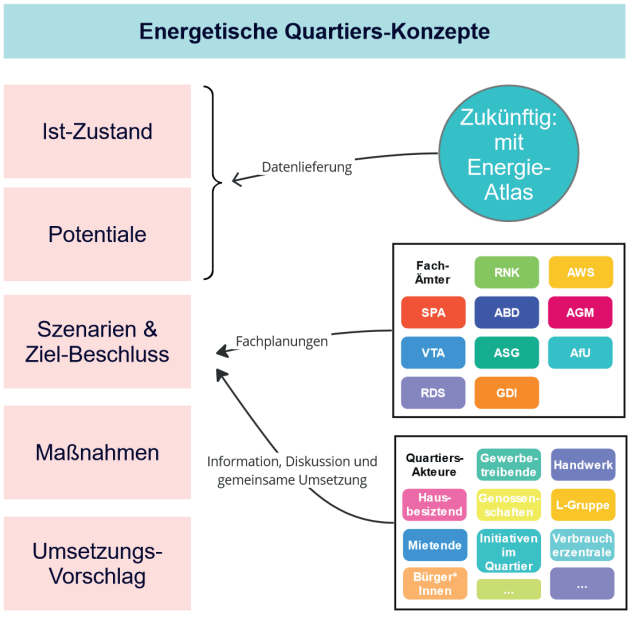
**3. Wer übernimmt welche Aufgaben?**

Die Zuständigkeiten der Stadt wurde ebenso wie die Maßnahmen, die mit den vorhandenen Ressourcen umsetzbar, abgegrenzt.
Das Standardmodell visualisiert diesen Prozess und legt die grundlegenden Inhalte und Eckpunkte für zukünftige energetische Quartierskonzepte fest. Das Resultat ist ein Bericht, der mit den beteiligten Ämtern diskutiert wurde und einen standardisierten Prozess vorschlägt. Durch diese Arbeit können zukünftig Konzepte schneller entwickelt und möglicherweise auch intern in der Verwaltung erarbeitet werden. Außerdem können verschiedene Konzepte besser verglichen werden.

## Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner

Stadt Leipzig
Referat Digitale Stadt

**Ämterworkshop zur Verständigung über die Zielstellungen des Standardmodells** (Quelle: Referat Digitale Stadt)




**Prozessschaubild** (Quelle: Referat Digitale Stadt)

# Ein Energie-Atlas für die Energiewende in Leipzig

Um die erneuerbaren Energien (Solarenergie, Windkraft und Erdwärme etc.) erfolgreich auszubauen, ist eine stetige Abfrage und Darstellung der Ist-Zustände nötig: Wie weit ist der Ausbau vorangeschritten und wo befinden sich potenzielle Flächen? Nur so können strategische Maßnahmen zeitnah ergriffen werden.

Der konsequente Ausbau von erneuerbaren Energien ist zur Erreichung der Klimaschutzziele sehr wichtig. Um dafür eine Planungsgrundlage zu schaffen, hat das Referat Digitale Stadt gemeinsam mit dem Amt für Geoinformation und Bodenordnung in den Projekten SPARCS und CUT (Connected Urban Twins) in enger Zusammenarbeit mit anderen Ämtern der Stadt Leipzig den Energie-Atlas Leipzig als Pilotprojekt für die Stadt Leipzig entwickelt. Dafür wurden Daten aus verschiedenen Quellen gesammelt, plausibilisiert und in Karten visualisiert. Auf Grundlage dieser Daten können zukünftig Was-wäre-wenn-Szenarien erstellt werden. Für die Sicherstellung einer nachhaltigen Energieversorgung in den Gebäuden und Quartieren sind viele Entscheidungen zu treffen, die von den örtlichen Gegebenheiten abhängen:

Manche dieser Lösungen lassen sich klug miteinander kombinieren, andere nicht.

**Ziel**
Visualisierung von erneuerbaren Energiepotenzialen

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

Stadt Leipzig

Referat Digitale Stadt,
Amt für Geoinformation
und Bodenordnung

**Ort**
Gesamtstadt

**Zielgruppe**
Ämter und Referate
der Stadt Leipzig

Um die Auswahl zwischen diesen verschiedenen Lösungsansätzen zu erleichtern, wurde der Energie-Atlas als ein Werkzeug entwickelt, das diese Varianten darstellt und bei deren Bewertung unterstützt. Dadurch können verschiedene Fachämter der Stadt Leipzig nachhaltigere Entscheidungen für den Klimaschutz und das Erreichen der Klimaneutralität treffen.

**Energie-Atlas Leipzig**
(Quelle: Referat Digitale Stadt)

# Aktivierung der Bürgerinnen und Bürger

Neben den technischen Entwicklungen lag in SPARCS der Fokus darauf, die Bürgerschaft der Stadt Leipzig in die anstehenden Umwandlungsprozesse möglichst aktiv einzubinden. Das konnte durch ein vielfältiges Informationsangebot, das für Motivation und Hilfestellung beim Energiesparen sorgte, erreicht werden.

Dafür wurden verschiedene Veranstaltungen und Formate initiiert und deren Effekte beobachtet und ausgewertet. Zusätzlich zu unterschiedlichen Energieberatungsangeboten wurden auch spielerische Ansätze entwickelt, z. B. eine digitale Schnitzeljagd. In Kombination mit einer Projektwoche an einem außerschulischen Lernort wurden Schülerinnen und Schüler an die SPARCS-Orte geführt.

Warum die Energiewende von großer Bedeutung ist, welche Technologien dafür eingesetzt werden und was die Schülerinnen und Schüler selbst dazu beitragen können, wurde in einer App multimedial vermittelt.

Ein weiterer digitaler Rundgang für die allgemeine Öffentlichkeit führte über das Gelände der Baumwollspinnerei und erklärte die dortigen Maßnahmen.

# Aktivitäten im Dunckerviertel

Die Entwicklung eines klimagerechten Quartiers kann nur gemeinsam unter aktiver Teilnahme der Menschen vor Ort erfolgen. Die angebotenen Beteiligungsformate sollten dazu dienen, die Betroffenen des Modellquartiers auf SPARCS aufmerksam zu machen und sie für Energiethemen zu sensibilisieren. Die Akzeptanz von Maßnahmen konnte dadurch erhöht und das Bewusstsein und Engagement für Energie-, Klima- und Umweltthemen gesteigert werden. Die Zielgruppe wurde in Prozesse aktiv eingebunden und war unmittelbar an Entscheidungen für das Quartier beteiligt, wie z. B. mithilfe eines digitalen Beteiligungstisches auf dem Markt der Möglichkeiten.

**Ziel**
Informieren, Sensibilisieren, Einbinden, Engagement fördern

**Anzahl der Veranstaltungen**
21 (z. B. 2 Energiesprechstunden, App-Workshops, Kinderkino, Markt der Möglichkeiten, kontaktlose Postkartenaktion, kontaktlose Umfrage über Plakate in den Treppenhäusern, Malwettbewerb, zwei Kaffee-Kuchen-Aktionen)

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**
Stadt Leipzig, Landesfilmdienst Sachsen, Verbraucherzentrale Sachsen (Leipzig), Mosaik e. V., KoLa Leipzig eG., Wir im Quartier - Stiftung „Ecken Wecken“, Caritasverband Leipzig e.V., Leipziger Wohnungs- und Baugesellschaft mbH (LWB)

WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH

seecon Ingenieure

**Ort**
Dunckerviertel

**Zielgruppe**
Bürgerinnen und Bürger des Dunckerviertels

**Einsatz des digitalen Beteiligungstisches im Dunckerviertel 2022**
(Quelle: seecon Ingenieure GmbH)

**Kinderkino im Dunckerviertel**
(Quelle: seecon Ingenieure GmbH)

# Energiesprechstunden

SPARCS hat es sich zur Aufgabe gemacht, Bürgerinnen und Bürger für Umweltbelange und in diesem Zusammenhang insbesondere für Energiethemen zu sensibilisieren.

Im Rahmen der Heiz- und Energieveranstaltungen von SPARCS wurden im Dunckerviertel mehrere Veranstaltungen für die Mieterinnen und Mieter organisiert, um gemeinsam über die Energiewende zu diskutieren und Interesse dafür zu wecken, selbst in Sachen Energieeinsparung aktiv zu werden. Dabei entstand eine lebhafte Diskussionsrunde zu den Themen Energie- und Stromsparen in den eigenen vier Wänden.

**Energiesprechstunde im Dunckerviertel**
(Quelle: seecon Ingenieure GmbH)

Die Teilnehmenden beteiligten sich aktiv und mit großem Interesse an Diskussionen zu Themen wie Mieterstrom, Photovoltaik, Heizkostenabrechnung, digitale Lösungen zur Überwachung und Steuerung des eigenen Energieverbrauchs sowie allgemeine Möglichkeiten zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen. In diesem Zusammenhang konnten konkrete Tipps zur Senkung der Heizkosten und zum Energiesparen im Allgemeinen gegeben werden. Außerdem wurden digitale Lösungen zur Überwachung und Steuerung des Energieverbrauchs vorgestellt.

**Ziel**
Informieren und Sensibilisieren der Bürgerinnen und Bürger für das Thema Energiesparen

**Anzahl der Veranstaltungen**
Neun Energiesprechstunden (2021–2024)

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**
Verbraucherzentrale Sachsen Leipzig, Mosaik e.V., Caritasverband Leipzig e.V., Leipziger Wohnungs- und Baugesellschaft mbH (LWB)

WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH

seecon Ingenieure

**Ort**
Dunckerviertel

**Zielgruppe**
Mieterinnen und Mieter

**Mehrsprachige Einladungsflyer**
(Quelle: seecon Ingenieure GmbH)

# Bildungsangebot für Schülerinnen und Schüler

**Schülerinnen und Schüler beim Rundgang auf der Baumwollspinnerei** (Quelle: Referat Digitale Stadt)

**Schülerinnen und Schüler beim Rundgang im Dunckerviertel** (Quelle: Referat Digitale Stadt)

In den Schuljahren 2021 bis 2024 wurde im Rahmen des Projekts SPARCS an der VDI GaraGe ein Bildungsangebot entwickelt und durchgeführt. Die VDI GaraGe Leipzig ist ein außerschulischer Lernort, der Kinder und Jugendliche für MINT-Fächer begeistern möchte. Neben den Lernwelten Robotik, Werkstoffe und Automatisierung ist dort auch der Lernbereich Ressourcen angesiedelt.

Das bestehende Angebot konnte mithilfe der SPARCS-Kooperation erweitert werden. Die entwickelte Projektwoche richtet sich an Schülerinnen und Schüler der 5. und 6. sowie 9. und 10. Klasse und soll diese an die Themen Energiewende und Nachhaltigkeit heranführen und ihr Interesse dafür wecken.

Da ein Großteil der Klassen die VDI GaraGe im Rahmen ihres Unterrichts alle 14 Tage halbtags besuchen, wurden die Themen in einzelne Module eingeteilt, die aufeinander aufbauend durchgeführt werden können.

Nachdem den Teilnehmenden Grundlagen der Stromversorgung und verschiedener Primärenergieträger vermittelt wurden, wurden sie anhand eines Spiels, das den Einfluss von Mensch und Industrie auf das Klima simuliert, an das Thema Klimawandel und Umweltschutz herangeführt. So können Schülerinnen und Schüler, die noch keine Berührung mit diesen Themen hatten, einen Zugang dazu finden.

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**
VDI GaraGe

Stadt Leipzig
Referat Digitale Stadt

WSL
Wohnen & Service Leipzig GmbH

CENERO

**Ort/Zielgruppe**
Dunckerviertel und Baumwollspinnerei und Busbahnhof Lindenau

**Weiterführende Informationen**
www.g-a-r-a-g-e.com

Um die Teilnehmenden dazu zu motivieren, selbst aktiv zu werden, beinhaltet das Angebot einen hohen praktischen Anteil. Es werden beispielsweise Experimente zu Siliziumsolarzellen durchgeführt, Farbstoffsolarzellen selbst hergestellt und der Einfluss von Dämmung auf den Heizenergiebedarf untersucht.

Den Abschluss der Projektwoche bildete eine Exkursion, bei der die Teilnehmenden mithilfe einer „digitalen Schnitzeljagd“ den Leipziger Westen erkundeten. An verschiedenen Stationen konnten sie entdecken, welche Projekte im Rahmen von SPARCS umgesetzt wurden.

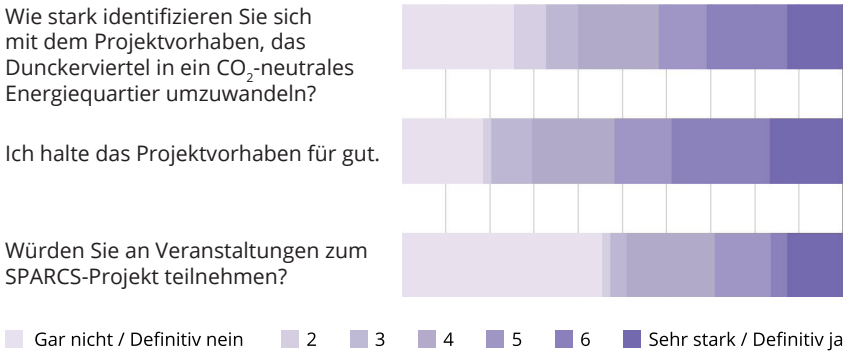
Die Teilnehmenden besuchten die Baumwollspinnerei, das Dunckerviertel und das neu errichtete Terminal im Lindenauer Bushof und erhielten dort – mit freundlicher Unterstützung der SPARCS-Partner – viele Informationen über E-Mobilität, Energiemanagementsysteme, Mieterstrom und intelligente Heizungsregelung.

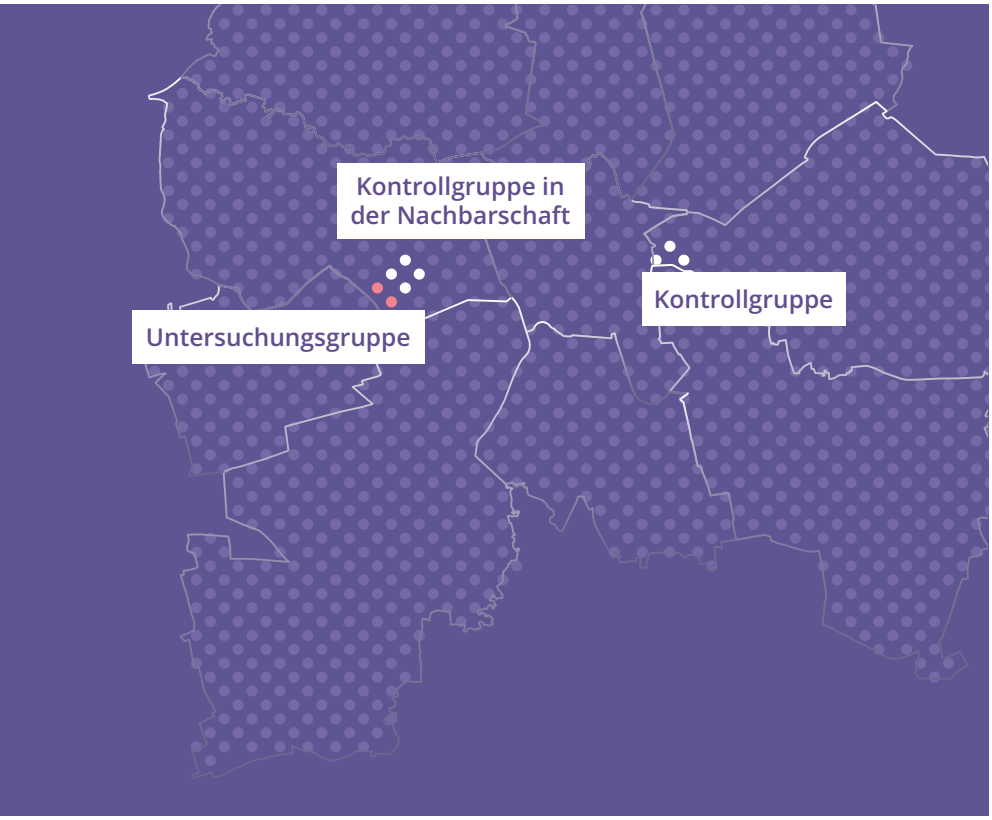
# Umfrage zu Engagement und Akzeptanz

Die Universität Leipzig hat untersucht, warum manche Menschen sich für Energieeinsparungen engagieren, während andere es nicht tun.

Dabei wurden verschiedene Faktoren auf persönlicher und kollektiver (d. h. gemeinschaftlich-solidarischer) Ebene gemessen, z. B. Einstellungen, Fähigkeiten, Identifikation mit dem Viertel, aber auch die Wahrnehmung der Handlungsfähigkeit zur Verbesserung der nachhaltigen Energienutzung als Gemeinschaft im Viertel.

Diese Faktoren wurden zu verschiedenen Zeitpunkten während des Projekts gemessen, um Einstellungs- und Verhaltensänderungen und somit die Wirksamkeit von SPARCS-Maßnahmen beurteilen zu können. Um sicherzustellen, dass Einstellungs- und Verhaltensänderungen nicht auf andere Faktoren zurückzuführen sind (z. B. Lerneffekte durch wiederholtes Ausfüllen des Fragebogens), wurden auch Stadtviertel ohne SPARCS-Maßnahmen in die Umfrage miteinbezogen. Die Ergebnisse des Projekts können dazu beitragen, effektivere Kommunikationsstrategien für nachhaltige Energienutzung zu entwickeln.




**Untersuchungsgebiete in Leipzig** (Quelle: Referat Digitale Stadt)

**Ziel**
Einstellungs- und Verhaltensänderungen in Abhängigkeit von SPARCS-Maßnahmen untersuchen

**Anzahl der angefragten Haushalte**
Erste Befragung im August/September 2021 vor Einführung der SPARCS-Maßnahmen: 1 299 Haushalte

Zweite Befragung im Juni 2022: 1 256 Haushalte

**Rückläufe**
Erste Befragung: 274 Haushalte (21,09 %)

Zweite Befragung: 162 Haushalte (12,9 %)

**Ausführende und beteiligte Partnerinnen und Partner**

UNIVERSITÄT LEIPZIG

**Ort**
Dunckerviertel und Kreuzstraßenviertel in Leipzig

**Anzahl der Befragungsrunden**
3

# Impressum

**Herausgeber**

Stadt Leipzig
Dezernat Wirtschaft, Arbeit und Digitales
Referat Digitale Stadt (RDS)
04092 Leipzig

**Verantwortlich für den Inhalt**

Dr. Beate Ginzel
Leiterin Referat Digitale Stadt

**Inhalt und Redaktion**

Referat Digitale Stadt, Stadtwerke Leipzig GmbH,
WSL Wohnen & Service Leipzig GmbH,
Cenero Energy GmbH, seecon Ingenieure GmbH,
Universität Leipzig, Fraunhofer IMW, Fraunhofer IAO

**Textkorrektur und Lektorat**

Tanja Müller-Jonak / www.mueller-jonak.de
Lena Lowitzki

**Layout und Grafik**

Taras Kompaniets
Referat Digitale Stadt

**Druck**

Hausdruckerei der Stadt Leipzig

**Stand**

Leipzig, August 2024

# SPARCS Projektpartnerinnen und -partner

Weitere Informationen:
www.sparcs.info
www.sparcs-leipzig.info