

Schlussbericht

Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff

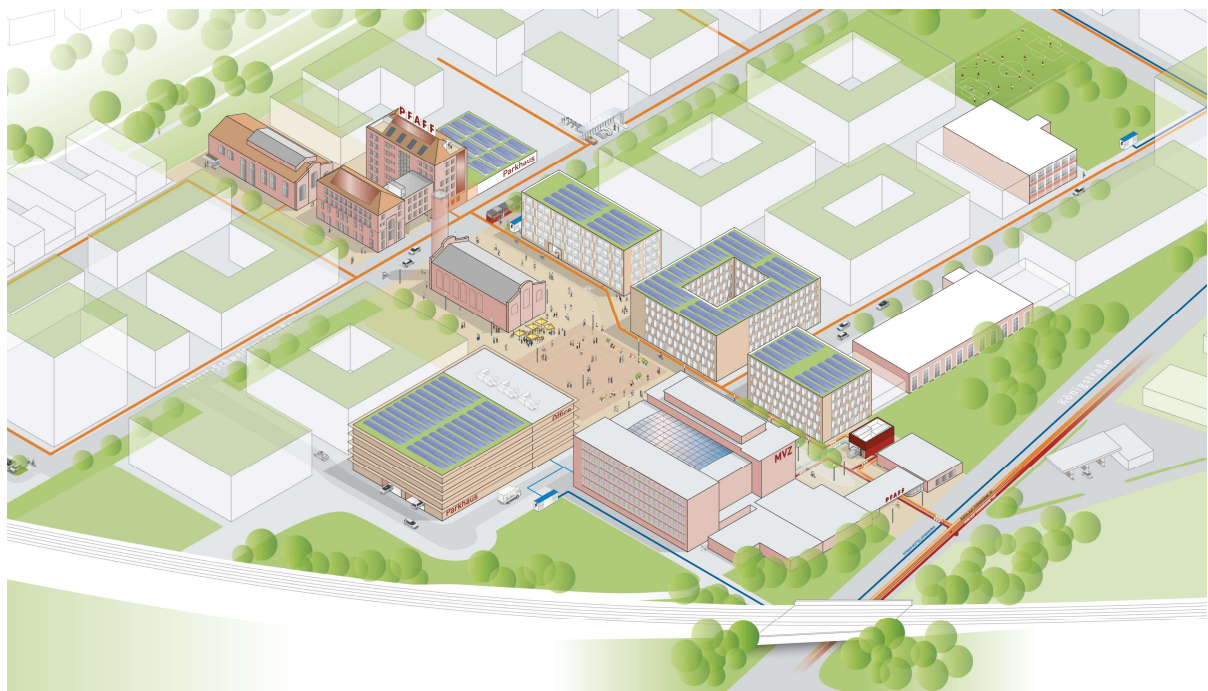
Teilvorhaben

Fraunhofer SozioMobil

Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff:

„Implementierung des Reallabors Pfaff-Areal Kaiserslautern - Integrierte Konzepte, innovative Technologien und sozialwissenschaftliche Forschung im Leuchtturm für klimaneutrale Quartiere“

Teilvorhaben EnStadt:Pfaff: „Fraunhofer SozioMobil“



Schlussbericht

Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff

Teilvorhaben

Fraunhofer SozioMobil

Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff:

„Implementierung des Reallabors Pfaff-Areal Kaiserslautern - Integrierte Konzepte, innovative Technologien und sozialwissenschaftliche Forschung im Leuchtturm für klimaneutrale Quartiere“

Teilvorhaben EnStadt:Pfaff: „Fraunhofer SozioMobil“

Förderndes Ministerium:	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Projektträger:	Forschungszentrum Jülich GmbH
Förderkennzeichen:	03SBE112G
Projektlaufzeit:	01.10.2017 – 31.12.2024
Autor:innen:	Gerhard Stryi-Hipp, Johanna Kucknat, Sebastian Gözl (ISE) Frank Elberzhager (IESE)
Ausführende Stelle:	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE Heidenhofstr. 2, 79100 Freiburg Fraunhofer-Institut für experimentelles Software Engineering IESE Fraunhofer-Platz 1, 67633 Kaiserslautern
Veröffentlicht:	August 2025
Die Verantwortung der Veröffentlichung liegt bei den Autor:innen.	

Das Verbundprojekt EnStadt:Pfaff wurde von 8 Partnern durchgeführt und als Leuchtturmprojekt gemeinsam gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Weitere Informationen zu EnStadt:Pfaff: <https://pfaffquartier-klimaneutral.de/>

Zusammenfassung EnStadt:Pfaff

Teilvorhaben Fraunhofer SozioMobil

Das Vorhaben EnStadt:Pfaff wurde vom Oktober 2017 bis Dezember 2024 durchgeführt, um am Beispiel des Pfaff-Quartiers in Kaiserslautern zu untersuchen und zu demonstrieren, wie ein klimaneutrales Quartier erfolgreich konzipiert und umgesetzt werden kann. Das Vorhaben war als Reallabor angelegt, in dem acht Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft gemeinsam mit der Kommune Lösungen untersuchen und entwickeln konnten.

In einer ersten Projektphase wurden Energie-, Mobilitäts- und IKT-Konzepte entwickelt und ein Zielbild für das klimaneutrale Pfaff-Quartier erarbeitet. Diese Arbeiten waren die Grundlage für die Begleitung der Entwicklung des Bebauungsplans durch das Vorhaben EnStadt:Pfaff, der im Mai 2020 verabschiedet wurde. In der zweiten Projektphase wurden verschiedene innovative Technologien entwickelt, demonstriert und optimiert. Die Demonstration erfolgte in den Bestandsgebäuden, die während des Vorhabens saniert und zum Ende des Vorhabens in Betrieb genommen wurden. Weiter wurden verschiedene Werkzeuge und Leitfäden zur Unterstützung der Entwicklung und Planung von klimaneutralen Quartieren erarbeitet sowie Digitale Plattformen und Dienste entwickelt, die die künftigen Nutzerinnen und Nutzer des Quartiers bei einem ressourcenschonenden Verhalten unterstützen, z.B. durch Nutzung alternativer Mobilitätsangebote. Außerdem wurde das Vorhaben sozialwissenschaftlich begleitet, in dem einerseits untersucht wurde, inwieweit sich die Bedarfe der Nutzerinnen und Nutzer in Quartieren künftig verändern werden und wie diese Bedarfsänderungen in der heutigen Planung berücksichtigt werden sollten. Weiter wurden die Steuerungs- und Organisationsstrukturen für die Quartiersentwicklung untersucht, um zu verstehen, wie Innovationen schneller in die Anwendung kommen können. Im Vorhaben wurden insgesamt 37 Forschungs- und Handlungsfelder bearbeitet, um in einem möglichst integrierten Ansatz die Interdependenzen zwischen den verschiedenen Handlungsfeldern zu berücksichtigen. Eine Übersicht über die Forschungs- und Handlungsfelder ist in Abbildung 1 dargestellt.

EnStadt:Pfaff Forschungs- und Handlungsfelder

Planung		13	E-Mobil- und Batterielabor	Planungswerkzeuge	
1	Leitbild		Gebäudetechnik	26	Solarleitfaden
2	Energiekonzept	14	Sanierung Altes Verw.-Gebäude	27	Regionaler Wertschöpfungsrechner
3	Mobilitätskonzept / Stellplatzsatzung	15	Sanierung MVZ	28	Lifecycle-Analysis (LCA) Software
4	IKT-Konzept	16	Parkhaus in Holzbauweise	29	Leitfaden Sanierung Denkmalschutz
5	Bebauungsplan-Erstellung	17	Holzintegrialfenster	30	Energie- und Treibhausgasbilanz
6	Solargründachpflicht	18	Bauteilintegrierte Lüftung	Kommunikation / Bildung	
Energie		19	Gebäudeintegrierte PV	31	Reallabor-Zentrum Ausstellung
7	Nahwärmenetz / Abwärmenutzung	20	MorphoColor®-PV-Fassade	32	Reallabor-Zentrum Pfaff-Game
8	Energiezentrale	21	Anforderungen an neue Gebäude	33	Reallabor-Z. Quartierswerkstatt
9	Batterielebensdauer	Digitalisierung		34	Bildungsformate Kinder & Jugend
10	Kundenanlage / Ortsnetztrafo	22	Smart Home	Sozialwissenschaft / Monitoring	
Mobilität		23	Agentenb. Energiemanagement	35	Steuerung und Organisation
11	Mobilitätsstationen	24	Digitale Quartiersplattform	36	Quartierstypologien
12	Ladeinfrastruktur MVZ-Parkhaus	25	Digitale Serviceangebote	37	Monitoringkonzept

Abbildung 1: Forschungs- und Handlungsfelder im Vorhaben EnStadt:Pfaff

Der Schlussbericht des Teilvorhabens Fraunhofer SozioMobil der Fraunhofer-Institute für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg und für Experimentelles Software Engineering IESE in Kaiserslautern konzentriert sich auf die Vorstellung der Ergebnisse wichtiger Themenfelder, die im Teilvorhaben bearbeitet wurden. Informationen zu weiteren Arbeiten können der Webseite des Vorhabens entnommen werden. Einen Überblick über das Gesamtvorhaben enthält der „Schlussbericht Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff Gesamtvorhaben“ [1], weshalb im Folgenden nicht auf das Pfaff-Quartier und das Vorhaben im allgemeinen, sondern nur auf die Arbeiten der Fraunhofer-Institute eingegangen wird. Der vorliegende Teilbericht enthält dabei die Arbeiten im Teilvorhaben Fraunhofer SozioMobil, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wurden. Die Arbeiten, die im Teilvorhaben Fraunhofer EnergieIKT vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert wurden, sind in einem separaten Bericht dargestellt.

Das Fraunhofer ISE hatte die wissenschaftliche Leitung des Vorhabens EnStadt:Pfaff inne. Im Teilvorhaben SozioMobil bearbeitete es verschiedene Fragestellungen der E-Mobilität. So wurden Ausbaustrategien für die Ladeinfrastruktur erarbeitet und die Flexibilitäten untersucht, die durch unterschiedliche Ladestrategien im Quartier bereitgestellt werden können. Ein E-Mobil- und Batterielabor wurde für die Energiezentrale konzipiert und aufgebaut, mit dem im Anschlussvorhaben das Bidirektionale Laden von E-Fahrzeugen erforscht wird. Weiter wurden sozialwissenschaftliche Fragestellungen bearbeitet. So wurde die Organisation der Quartiersentwicklung und der Begleitung durch EnStadt:Pfaff untersucht, um Hemmnisse zu ermitteln, die bei der Planung innovativer Lösungen zur Erreichung klimaneutraler Quartiere entgegen stehen.

Das Fraunhofer IESE hat die Digitalen Themen im Vorhaben bearbeitet und im Teilvorhaben SozioMobil die Digitalen Services im Mobilitätsbereich für künftige Nutzerinnen und Nutzer entwickelt.

Im Folgenden werden verschiedene Themen nur jeweils kurz vorgestellt, um das Dokument kompakt und übersichtlich zu halten. Ergänzend wurden zu den Themen jeweils ein Themenbericht erarbeitet, in dem im Detail die Motivation, die Vorgehensweise, die Ergebnisse und die Erkenntnisse des jeweiligen Themas ausführlich dargestellt sind. Diese Themenberichte finden sich im Anhang des Berichts und können auch einzeln auf der Projekt-Homepage heruntergeladen werden.

Mit diesem Konzept für die Ergebnisdarstellung des EnStadt:Pfaff-Vorhabens hoffen wir, einerseits einen guten Überblick über die Vielfalt der bearbeiteten Themen geben zu können und andererseits den Interessentinnen und Interessenten, die einen vertieften Einblick in die Ergebnisse wünschen, diesen zielgerichtet zur Verfügung stellen zu können.

Inhalt

Zusammenfassung EnStadt:Pfaff Teilvorhaben Fraunhofer SozioMobil	3
Abbildungen.....	6
1 Bauleitplanung für klimaneutrale Quartiere	7
2 Handlungsempfehlungen für die Steuerung und Umsetzung klimaneutraler Quartiere	8
3 IKT und Mobilität	11
4 E-Mobilität im Pfaff-Quartier: Ladeinfrastruktur und Bidirektionales Laden	12
5 Literatur	15
Anhang.....	16

Abbildungen

Abbildung 1: Forschungs- und Handlungsfelder im Vorhaben EnStadt:Pfaff.....	3
Abbildung 2: Beiträge von EnStadt:Pfaff zur Entwicklung des Pfaff-Quartiers, Quelle: Triolog / EnStadt:Pfaff.....	7
Abbildung 3: Akteure der klimaneutralen Quartiersentwicklung und ihre Rollen im Pfaff-Quartier, Quelle: Triolog / EnStadt:Pfaff	8
Abbildung 4: Sechs identifizierte Themenfelder als Herausforderungen der Projektsteuerung von EnStadt:Pfaff, Quelle: Fraunhofer ISE	10
Abbildung 5: Screen des Spiels „Minilautern“ mit Darstellung des Startpunkts, Quelle: Fraunhofer IESE	12
Abbildung 6: Mobilitätsstation mit E-Mobil-Ladesäulen im Pfaff-Quartier, Quelle: Triolog / EnStadt:Pfaff	13
Abbildung 7: Energiezentrale, die im Rahmen von EnStadt:Pfaff erstellt wurde mit E-Mobil- und Batterielabor zur Untersuchung von bidirektionalem Laden, Quelle: Triolog / EnStadt:Pfaff	14

1 Bauleitplanung für klimaneutrale Quartiere

Autor: Gerhard Stryi-Hipp (ISE)

Aufgrund der nationalen Klimazielsetzungen der Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 (§ 3 Absatz 2 KSG [2]) lässt sich ableiten, dass die Neubauquartiere ab sofort klimaneutral konzipiert werden sollten. Denn es kann fest davon ausgegangen werden, dass bis zu diesem Zeitpunkt die energetischen und sonstigen Konzepte, die für die Klimaneutralität erforderlich sind, in Neubaugebieten nicht nochmals verändert werden.

Klimaneutrale Energiesysteme und andere relevanten Quartieraspekte wie z.B. die Mobilität, können die städtebauliche Gestaltung deutlich beeinflussen, diese müssen deshalb parallel zur Bauleitplanung und damit frühzeitiger als bislang geplant und entsprechende Komponenten im Bebauungsplan aufgenommen werden. Welche Herausforderungen damit verbunden sind, wurde im Forschungsvorhaben EnStadt:Pfaff ermittelt. Weiter wurde die Erstellung des Bebauungsplans für das Pfaff-Quartier wissenschaftlich begleitet und Energie- und Mobilitätslösungen entwickelt, die in den Bebauungsplan übernommen wurden, um das Ziel eines klimaneutralen Quartiers zu erreichen. Als konkretes Ergebnis wurde im Bebauungsplan ein Leitbild, eine Solar- und Gründachpflicht und eine Stellplatzsatzung mit Mobilitätsstationen aufgenommen (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Beiträge von EnStadt:Pfaff zur Entwicklung des Pfaff-Quartiers, Quelle: Triolog / EnStadt:Pfaff

Die Erfahrungen mit der Bebauungsplanerstellung haben gezeigt, dass die traditionelle Bauleitplanung in Deutschland weiterentwickelt werden muss, um die Konzeption von klimaneutralen Quartieren zu erleichtern und zielgerichtet zu unterstützen. Dies betrifft insbesondere die Abwägungsprozesse, die zunehmend komplexer werden.

Um die Klimaaspekte in der Bauleitplanung stärker zu berücksichtigen, werden folgende Maßnahmen empfohlen. Erstens sollte als Grundlage ein Leitbild entwickelt werden, an dem sich die Akteure aus den unterschiedlichen Disziplinen daran orientieren können, auch in Themen, die sie nur indirekt berühren. Zweitens sollten konkrete Zielvorgaben bezüglich der Klimaziele gemacht werden in Bezug auf die Fristen, bis wann welches Ziel zu erreichen ist und was dieses konkret betrifft. Drittens sollte mit dem Beginn der Planaufstellung auch mit der Erstellung eines klimaneutralen Energiekonzeptes begonnen werden. Viertens sollten Klimaschutzmaßnahmen angemessen gewichtet werden entsprechend §1

Absatz 5 BauGB, dass die Wärme- und Energieversorgung von Gebäuden treibhausgasneutral zu gestalten ist [3]. Fünftens sollte für den Planaufstellungsprozess eine Verantwortliche oder ein Verantwortlicher für Klimabelange benannt werden mit der Aufgabe, alle klimaschutz- und klimaanpassungsrelevanten Fragen im Prozess zu koordinieren. Sechstens sollte vereinbart werden, dass die Abwägung von Klimamaßnahmen auf Basis einer transparenten Quantifizierung von Vor- und Nachteilen erfolgt. Siebtens empfiehlt es sich, zusätzlich zum Umweltbericht einen Klimabericht zum Bebauungsplan erstellen zu lassen, der darstellt, inwieweit der Plan das Erreichen der Klimaneutralität ermöglicht bzw. erleichtert. Auf dieser Basis stellen Bebauungspläne eine gute Basis zur erfolgreichen Umsetzung klimaneutraler Quartiere dar.

Dieses Thema wurde mit Mitteln aus beiden Teilvorhaben EnergieIKT und SozioMobil bearbeitet. Eine vertiefte Darstellung findet sich im Themenbericht „Bauleitplanung für Klimaneutrale Quartiere“ (siehe Anhang) [4].

2 Handlungsempfehlungen für die Steuerung und Umsetzung klimaneutraler Quartiere

Autor: Johanna Kucknat, Sebastian Götz (Fraunhofer ISE)

Quartiersentwicklung ist ein komplexer Prozess, der unterschiedliche Akteure aus Verwaltung, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und weiteren Bereichen zusammenführt. Diese Vielschichtigkeit stellt bereits für sich genommen hohe Anforderungen an Koordination, Kommunikation und Zielabstimmung dar.

Akteure der klimaneutralen Quartiersentwicklung im Pfaff-Quartier

		Planung & Rahmensetzung	Baufreimachung & Vermarktung	Erschließung & Infrastruktur	Bau & Sanierung
		→ Rahmenplan → Bebauungsplan → Leitbild → Stellplatzsatzung → Solargründachpflicht → Anschlusspflicht Nahwärme	→ Gebäudeabriss → Altlastensanierung → Grundstücksvermarktung	→ Energie & Daten → Wasser & Abwasser → Straßenbau → Beleuchtung → Mobilitätsstationen → Freiraumgestaltung	→ Sanierung von Bestandsgebäuden → Neubau von Gebäuden
	EnStadt: Pfaff Das Pfaff-Quartier wird klimaneutral	Konzeptentwicklung		Demonstration & Erprobung innovativer Lösungen	
	Stadtverwaltung, Wissenschaft, Gebäudeeigentümer	erstellen Konzepte zur Klimaneutralität, prüfen innovative Lösungen		demonstrieren innovative Technologien, planen und bauen Energiezentrale, Reallabor-Zentrum und smarte Lichtmasten	
	Kommune				
	Stadttrat	beschließt	beschließt	beschließt	
	Verwaltung	koordiniert und plant, beauftragt Projektentwickler	koordiniert und investiert	begleitet	genehmigt
	Öffentlichkeit	Beteiligung	Begleitung durch Medien und interessierte Bürgerinnen und Bürger		
	bringen Ideen ein, Einspruchsmöglichkeit		Vermarktungsbeitrag		Gestaltungsbeitrag
	Umsetzende				
	Städtischer Projektentwickler		koordiniert Umsetzung	koordiniert	
	Stadtwerke, Stadtentwässerung			investieren und setzen um	
	Planungsbüros und Bauunternehmen		planen und bauen	planen und bauen	planen und bauen
	Grundstückseigentümer und Investoren		erwerben Grundstücke		bebauen Grundstücke

Abbildung 3: Akteure der klimaneutralen Quartiersentwicklung und ihre Rollen im Pfaff-Quartier, Quelle: Triolog / EnStadt: Pfaff

Das Leuchtturmprojekt EnStadt: Pfaff setzte an dieser Schnittstelle an: Als transdisziplinäres Forschungsprojekt zielte es darauf ab, die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis zu

stärken, um innovative, klimaneutrale Lösungen in die Konzeption und in die Umsetzung zu bringen. Innovationen aus den Bereichen Energie, Mobilität, Digitalisierung, Gebäuden und Gesellschaft wurden auf planerischer sowie Produktebene entwickelt und teilweise im Reallabor implementiert. EnStadt:Pfaff ist kein klassisches Quartiersentwicklungsprojekt, aber aufgrund der Fokussierung Klimaneutralität im Quartier im Reallaborcontext ergab sich eine hohe Überschneidung der Zusammenarbeit mit Akteuren der Quartiersentwicklung und Behandlung dessen Themen.

Die Zusammenarbeit im Projekt war dementsprechend durch eine komplexe Akteurskonstellation und spezifische Prozesslogiken geprägt. Abbildung 1 bietet einen Überblick über die Akteure der Pfaff-Quartiersentwicklung, die durch das EnStadt:Pfaff-Konsortium ergänzt wurden. Weiter sind deren Rollen genannt, wobei nicht alle Akteure in allen Entwicklungsphasen aktiv sind und die Rolle der Akteure sich während der Entwicklung auch verändern kann.

Zur kontinuierlichen Begleitung und Optimierung des Projektes wurde eine formative Evaluation durchgeführt. Diese umfasste Interviews mit zentralen Projektbeteiligten zu drei Zeitpunkten im Projektverlauf. Die Ergebnisse wurden ausgewertet, aufbereitet und zurück in das Projekt gespiegelt, um das transdisziplinäre Forschungsprojekt formativ zu begleiten.

Die genannten Herausforderungen sind wie folgt:

- **Zieldefinition und Umgang mit Zielkonflikten**
Aufgrund einer hohen Akteursheterogenität steigt das Potential für Zielkonflikte, insbesondere in der Konkretisierung von Lösungen.
- **Konsensfindung und Moderation divergierender Interessen**
Zusammenarbeit und das diskursive Aushandeln von gemeinsam getragenen Lösungen findet innerhalb des Projektes, sowie mit projektexternen Stakeholdern statt.
- **Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis**
Akteure mit unterschiedlichen Arbeits- und Kommunikationsweisen müssen eine gemeinsame Sprache lernen.
- **Umgang mit Komplexität und Unsicherheiten**
Experimentierräume müssen bereitgestellt werden, Lösungsoptionen müssen evaluiert und bewertet werden und Praktikabilität von Lösungen berücksichtigt werden.
- **Transfer von Innovationen in die Praxis**
Schnittstellenmanagement, Intermediäre und das Ausnutzen von Spielräumen können für den Transfer von Innovationen förderlich sein.
- **Integration transdisziplinärer Ansätze in bestehende Planungsprozesse**
Hohes Kontextwissen und enger Austausch können zur Reintegration von innovativen Lösungen beitragen.

Über die konkrete Projektbegleitung hinaus lassen sich aus der Evaluation übertragbare Erkenntnisse und Empfehlungen für andere transdisziplinäre Projekte, Leuchtturmvorhaben oder komplexe Pilotprojekte im Kontext der Energiewende ableiten. Die Learnings haben dabei eine hohe Überschneidung zu Good-Practices aus dem klassischen Projektmanagement und der Reallaborforschung. Die zentralen Herausforderungen dieser Projekte sind in Abbildung 4 dargestellt.



Abbildung 4: Sechs identifizierte Themenfelder als Herausforderungen der Projektsteuerung von EnStadt:Pfaff,
Quelle: Fraunhofer ISE

Diese Aspekte wurden im Themenbericht „Handlungsempfehlungen für die Steuerung und Umsetzung klimaneutraler Quartiere“ systematisch aufbereitet und beschrieben. Neben realen Beispielen aus dem Projekt EnStadt:Pfaff enthält der Bericht Maßnahmen und Leseempfehlungen zum Umgang mit allen dargestellten Herausforderungen (siehe Anhang) [5].

3 IKT und Mobilität

Autor: Frank Elberzhager (IESE)

Mobilität ist ein zentrales Anwendungsfeld, welches durch die Digitalisierung unterstützt werden kann, um klimafreundliches Verhalten zu unterstützen. Während der initiale Fokus auf geteilten Ressourcen für die E-Mobilität lag, hat sich dieser im Projektverlauf hin zu einem allgemeineren Blick auf das Thema gewandelt. Dem zugrunde lagen folgende Leitsätze:

- Alle Mobilitätsbedürfnisse werden klimafreundlich erfüllt. Dies wird durch ein umfassendes Mobilitätsangebot möglich, das neben öffentlichem Nahverkehr und dem bekannten Car- und Bike-Sharing auch neuartige Sharing-Angebote z.B. von E-Lastenrädern umfasst und klimafreundliche Fortbewegungsarten wie z.B. Radfahren priorisiert.
- Die Menschen im Quartier werden dabei unterstützt, auf klimafreundliche Mobilität umzusteigen. Dazu werden unter anderem Anreize zum Aus-probieren entsprechender Fortbewegungsarten geschaffen.
- Die Wege zur Erfüllung täglicher Bedarfe sind kurz und Möglichkeiten zur Vermeidung von Fahrten sind gegeben. Dafür werden eine entsprechende Infrastruktur, z.B. in Form von Packstationen und Coworking Spaces sowie digitale Angebote und Konzepte, z.B. Mitfahr-Apps, zur Verfügung gestellt.
- Die Mobilität im Quartier ist dem Ressourcenschutz verpflichtet. Ressourcen werden geschont durch das Prinzip „teilen statt besitzen“ und durch die Nutzung effizienter Antriebstechnologien wie der Elektromobilität.
- Die digitale Quartiersplattform unterstützt die Lebensqualität und den Klimaschutz im Quartier unaufdringlich. Die Plattform bietet Dienste für viele Bereiche des täglichen Lebens, wie Energie, Mobilität, Wohnen und Gemeinschaft, die untereinander vernetzt sind.
- Die Bedürfnisse der Menschen stehen im Mittelpunkt der digitalen Plattform, an ihnen richten sich alle Dienste und Entwicklungstätigkeiten aus. Bürger und Nutzer werden aktiv in die Entwicklung eingebunden.

Dadurch lag der Fokus stärker auf dem Aufzeigen von bereits bestehenden digital unterstützten Mobilitätslösungen, die im Pfaff-Quartier und Kaiserslautern denkbar sind, und der Entwicklung von weiteren Lösungskonzepten, die vor allem den Prozess hin zur Nutzung umweltfreundlicherer Mobilitätsangebote unterstützen aber auch die Ressourcenvermeidung adressieren. Das Lösungskonzept „MiniLautern“ wurde zudem als Web-App umgesetzt und kontinuierlich über einen Fragebogen und eine Direktbewertung via Emojis evaluiert.

Das Spiel ist seit Juni 2021 auf der Webseite minilautern.de für die Öffentlichkeit zugänglich. Die Aufgabe der Spieler ist es, Mobilitätsmaßnahmen auszuwählen, die einen möglichst positiven Effekt auf die Lebensqualität im Quartier, die individuelle Zufriedenheit der Bewohner und einen möglichst geringen negativen Effekt auf die Umwelt haben. Vor allem zwei Ziele werden durch das Spiel verfolgt: Erstens sollen Spieler mit neuen Mobilitätskonzepten in Berührung kommen und mehr darüber lernen, so dass sie idealerweise dazu animiert werden, diese auch einmal im Alltag auszuprobieren. Zweitens soll transparent gemacht werden, dass nicht jede Mobilitätsmaßnahme nur Vorteile mit sich bringt und ein Mitnehmen von Bürgern äußerst relevant ist. Abbildung 5 zeigt den Startpunkt des Spiels.

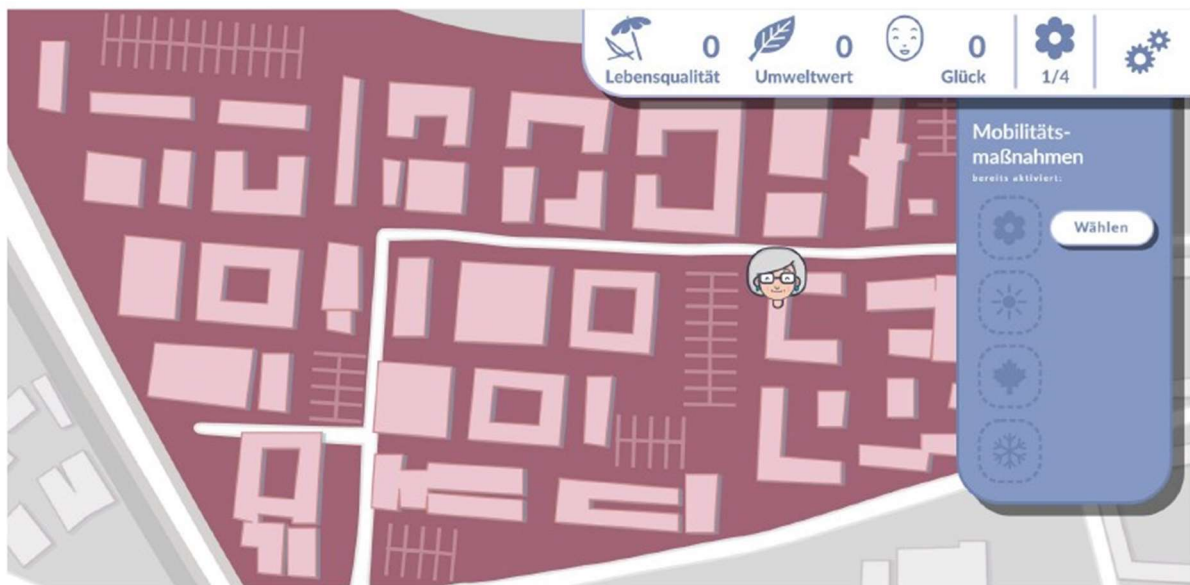


Abbildung 5: Screen des Spiels „Minilautern“ mit Darstellung des Startpunkts, Quelle: Fraunhofer IESE

Weitere Details sind den Themenberichten „IKT und Mobilität“ sowie „Digitale Lösungen für ein klimafreundliches Stadtquartier“ zu entnehmen. [6], [7]

4 E-Mobilität im Pfaff-Quartier: Ladeinfrastruktur und Bidirektionales Laden

Autoren: Gerhard Stryi-Hipp (ISE)

Die Mobilität spielt eine wichtige Rolle bei der Erreichung der Klimaneutralität eines Quartiers. Im Vorhaben EnStadt:Pfaff wurden deshalb verschiedene damit zusammenhängende Fragestellungen untersucht. Da künftig der größte Teil der Pkws elektrisch angetrieben wird und diese auch in den Quartieren geladen werden, muss der dafür benötigte Strombedarf klimaneutral bereitgestellt und in die Quartiersenergiebilanz eingerechnet werden. Um zu ermitteln, in welchem Umfang voraussichtlich im Quartier geladen wird, müssen Modelle entwickelt und Annahmen getroffen werden, wann welche E-Fahrzeuge wo und wie geladen werden. Entsprechende Berechnungen wurden für das Pfaff-Quartier durchgeführt.

Die Voraussetzung für die erfolgreiche Einführung der E-Mobilität ist die ausreichende Verfügbarkeit einer Ladeinfrastruktur. Für das Laden gibt es verschiedene Use-Cases, im nicht öffentlichen Raum mit der eigenen Wallbox im Einfamilienhaus oder in der Tiefgarage im Mehrfamilienhaus oder bei der Arbeit sowie im öffentlichen Raum während dem Einkaufen auf dem Kundenparkplatz oder an Ladesäulen am Straßenrand oder an zentralen Lade-Hubs. Welche E-Mobilisten welche Infrastruktur voraussichtlich in welchem Umfang nutzen werden, hängt von ihren Bedarfen, ihren Lebensgewohnheiten, aber auch den Angeboten in Bezug auf Verfügbarkeit, Zeitaufwand und Kosten ab. In EnStadt:Pfaff wurde untersucht, welche Nutzergruppen im Quartier mit welchen Ladebedarfe vermutlich vorhanden sein werden, in welchem Umfang sie zu welchen Zeitpunkten und mit welcher Dauer sie vermutlich Ladebedarf haben und welche Ladeinfrastruktur notwendig ist, um diese Bedarfe zu befriedigen.

E-Fahrzeuge sind wesentlich effizienter und im Betrieb kostengünstiger als Verbrennerfahrzeuge. Allerdings erfordert der Ausbau der Ladeinfrastruktur umfangreiche Investitionen. Dies betrifft die

Bereitstellung der benötigten elektrischen Leistung durch einen entsprechenden Ausbau des Verteilnetzes und die Aufstellung von Transformationen sowie den Aufbau der Ladepunkte unter Berücksichtigung der Lastverschiebungspotenziale durch entsprechende Ladestrategien. Damit Unternehmen in die Ladeinfrastruktur investieren und diese betreiben, braucht es Geschäftsmodelle, die für alle Beteiligten auskömmlich sind. In EnStadt:Pfaff wurde untersucht, inwieweit Ladeinfrastruktur im Rahmen von Energie-Communities betrieben bzw. genutzt werden kann und inwieweit der Einsatz von Blockchains bei deren Geschäftsmodell sinnvoll ist. Abbildung 6 stellt beispielhaft für das Laden im öffentlichen Raum eine Mobilitätsstation im Pfaff-Quartier dar mit mehreren Ladesäulen zur Ladung von Carsharing-Fahrzeugen.

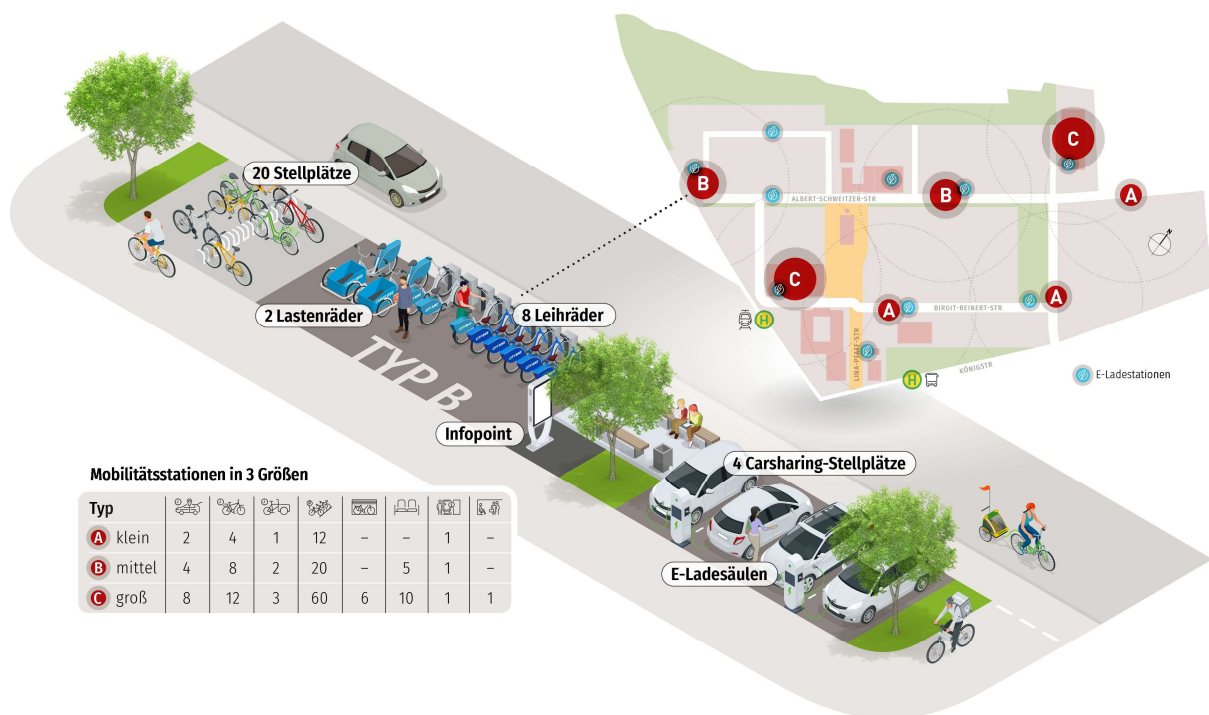


Abbildung 6: Mobilitätsstation mit E-Mobil-Ladesäulen im Pfaff-Quartier, Quelle: Triolog / EnStadt:Pfaff

Das Laden von E-Fahrzeugen wird die Stromlastprofile in Quartieren deutlich verändern, beispielsweise würde der Strombedarf am Abend deutlich ansteigen, wenn viele Bewohnerinnen und Bewohner abends nach Hause kommen und gleichzeitig ihr E-Fahrzeug mit voller Leistung laden. Durch kontrolliertes Laden, das die Ladeleistung intelligent auf den Zeitraum verteilt, in dem die E-Fahrzeuge an den enLadepunkt angeschlossen sind, lässt sich die Lastkurve deutlich glätten und die Belastung des Stromnetzes reduzieren. E-Fahrzeuge können allerdings auch aktiv zur Stabilisierung des Stromnetzes beitragen, indem sie bei Bedarf Strom aus ihrer Fahrzeugbatterie ins Stromnetz zurückspeisen. Das sogenannte bidirektionale befindet sich noch in der Erprobung und es stellt sich die Frage, in welchem Umfang es künftig die Stromversorgung im Quartier durch systemdienliches Laden der E-Fahrzeuge unterstützen kann. Um dies zu untersuchen, wurde im Rahmen von EnStadt:Pfaff ein Labor aufgebaut, das im Anschlussvorhaben für die Erforschung dieser Fragestellungen genutzt wird (siehe Abbildung 7).

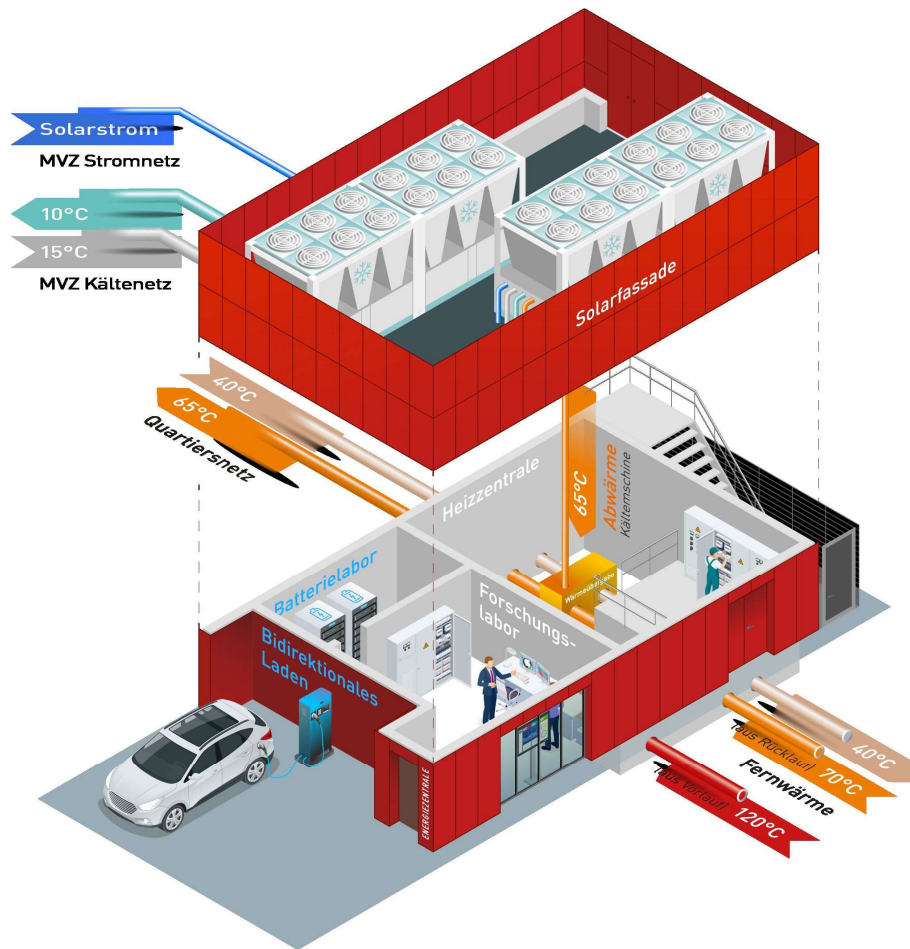


Abbildung 7: Energiezentrale, die im Rahmen von EnStadt:Pfaff erstellt wurde mit E-Mobil- und Batterielabor zur Untersuchung von bidirektionalem Laden, Quelle: Triolog / EnStadt:Pfaff

Die Arbeiten von EnStadt:Pfaff in diesem Forschungsfeld sind im Themenbericht „E-Mobilität im Pfaff-Quartier: Ladeinfrastruktur und bidirektionales Laden“ detailliert beschrieben (siehe Anhang) [8].

5 Literatur

- [1] B. Dech-Pschorn *et al.*, "Schlussbericht Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff Gesamtvorhaben: Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff: „Implementierung des Reallabors Pfaff-Areal Kaiserslautern - Integrierte Konzepte, innovative Technologien und sozialwissenschaftliche Forschung im Leuchtturm für klimaneutrale Quartiere“, " 2025.
- [2] Deutscher Bundestag, *Bundes-Klimaschutzgesetz: KSG*.
- [3] Deutscher Bundestag, *Baugesetzbuch: BauGB*.
- [4] G. Stryi-Hipp *et al.*, "Bauleitplanung für klimaneutrale Quartiere: Themenbericht erstellt im Rahmen des Schlussberichts zum Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff „Implementierung des Reallabors Pfaff-Areal Kaiserslautern“, " 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://pfaffquartier-klimaneutral.de/materialien>
- [5] J. Kucknat und S. Gölz, "Handlungsempfehlungen für die Steuerung und Umsetzung klimaneutraler Quartiere: Themenbericht erstellt im Rahmen des Schlussberichts zum Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff „Implementierung des Reallabors Pfaff-Areal Kaiserslautern“, " 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://pfaffquartier-klimaneutral.de/materialien>
- [6] F. Elberzhager, S. Polst, P. Stüpfert und P. Heinz, "Digitale Unterstützung und Dienste im Rahmen der Mobilität: Themenbericht erstellt im Rahmen des Schlussberichts zum Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff „Implementierung des Reallabors Pfaff-Areal Kaiserslautern“, " 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://pfaffquartier-klimaneutral.de/materialien>
- [7] F. Elberzhager und et al., "Digitale Lösungen für ein klimafreundliches Stadtquartier: Themenbericht erstellt im Rahmen des Schlussberichts zum Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff „Implementierung des Reallabors Pfaff-Areal Kaiserslautern“, " 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://pfaffquartier-klimaneutral.de/materialien>
- [8] G. Stryi-Hipp, N. Reiners und M. Sprengeler, "E-Mobilität im Pfaff-Quartier: Ladeinfrastruktur und bidirektionales Laden: Themenbericht erstellt im Rahmen des Schlussberichts zum Verbundvorhaben EnStadt:Pfaff „Implementierung des Reallabors Pfaff-Areal Kaiserslautern“, " 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://pfaffquartier-klimaneutral.de/materialien>

Anhang

- 1) Bauleitplanung für klimaneutrale Quartiere
- 2) Handlungsempfehlungen für die Steuerung und Umsetzung klimaneutraler Quartiere
- 3) Digitale Unterstützung und Dienste im Rahmen der Mobilität
- 4) Digitale Lösungen für ein klimafreundliches Stadtquartier
- 5) E-Mobilität im Pfaff-Quartier: Ladeinfrastruktur und bidirektionales Laden