



Janika Kutz | Vincent Philipp Göbels | Melanie Handrich | Diana Fischer-Preßler | Sebastian Straßburg
Ekaterina Ockel | Tanja Palalic | Bernd Bienzeisler

Smart Campus Initiative

**Der Bildungscampus in Heilbronn auf dem Weg zum
lebenswerten und smartesten Campus in Europa**

Vorwort



Der Bildungscampus der Dieter Schwarz Stiftung hat sich seit der Gründung im Jahr 2010 zu einem einzigartigen Ort für lebenslanges Lernen und wissenschaftliche Forschung entwickelt. Dabei vernetzt und verzahnt der Campus seine Institutionen entlang der gesamten Bildungsbiografie und schafft so eine innovative Bildungsstätte im Sinne eines ganzheitlichen Ökosystems.

Um gemeinsam Zukunft zu gestalten, wird der Campus auch als Reallabor verstanden, in dem zukunftsfähige Ideen und Technologien unter realen Bedingungen getestet und umgesetzt werden können. Der Fokus liegt dabei auf datenbasierten Technologien zur Entwicklung smarter Anwendungen. Ziel ist es, den Arbeits-, Lern- und Lebensalltag der Nutzerinnen und Nutzer auf dem Campus so zu unterstützen, dass dieser möglichst einfach und komfortabel gestaltet werden kann.

Die Smart Campus Initiative (SCI) spielt eine zentrale Rolle, um diese Ziele zu erreichen. Durch die SCI werden datenbasierte Technologien und smarte Services entwickelt, die den Alltag auf dem Bildungscampus optimieren. So wurden im Rahmen der SCI bereits zahlreiche Use Cases erfolgreich umgesetzt, welche verdeutlichen, wie durch die Nutzung von Daten und modernen Technologien konkrete Mehrwerte geschaffen werden. Von sensorgestützten Technologien wie Robotern für den Standortbetrieb, intelligenten Mülleimern oder Prognosemodellen für die beste Besuchszeit in der Mensa bis hin zu intelligenten Parkraumprognosen – die Bandbreite der Anwendungen ist vielfältig.

Auch im Bereich der Nachhaltigkeit wollen wir eine Vorreiterrolle einnehmen und mit innovativen Ideen unser Ziel, bis 2030 CO₂-neutral zu werden, erreichen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden eine übergeordnete Strategie und Roadmap entwickelt, die sich an den Sustainable Development Goals (SDGs) der Vereinten Nationen orientieren. Die Smart Campus Initiative unterstützt diese Mission aktiv, indem sie gemeinsam mit Partnern auf dem Campus nachhaltige und nutzerzentrierte Technologien entwickelt und implementiert. Mit dem Ziel, den klimaneutralen und nachhaltigen Betrieb des Bildungscampus voranzutreiben, trägt die SCI auch zur Erreichung dieser Nachhaltigkeitsziele bei.

Durch die enge Zusammenarbeit zwischen Forschungseinrichtungen und Campus-Management besteht die Chance, den Bildungscampus zu einem einzigartigen Reallabor für die Entwicklung smarter und nachhaltiger Dienstleistungen zu machen. Grundsätzlich besteht dabei die Möglichkeit für alle Forschungs- und Bildungseinrichtungen an den gemeinsamen Aktivitäten zu partizipieren. Gemeinsam kann der Campus zu einem internationalen Vorbild für smarte und nachhaltige Stadtentwicklung gemacht werden.

Mit freundlichen Grüßen

Robert Rathke
Schwarz Campus Service GmbH & Co. KG

Inhalt

1. Einleitung	4
2. Handlungsfelder der Smart Campus Initiative	6
3. Smarte Services für einen lebenswerten und smarten Bildungscampus in Heilbronn	8
3.1. Definition smarter Services, Beispiele und Mehrwerte	8
3.2. Daten und Infrastruktur	10
3.3. Ko-Kreation in der Smart Campus Initiative	13
4. Beispiele aus der Smart Campus Initiative	21
4.1. Messung des CO ₂ -Fußabdrucks am Bildungscampus in Heilbronn	21
4.2. Campus-Roboter »Temi«	25
4.3. Parkhausprognose	28
4.4. Facility-Management-Roboter »LOOMI«	31
5. Vom Bildungscampus in Heilbronn ins Quartier	34
6. Ein Blick in die Zukunft	36
7. Literaturverzeichnis	39
Impressum	41

1. Einleitung

Der Bildungscampus in Heilbronn verfolgt das Ziel, einen Ort zu schaffen, der als Standort individuelle Bildungsbiografien und lebenslanges Lernen fördert. Seit 2010 hat sich im Herzen von Heilbronn mit Unterstützung der Dieter Schwarz Stiftung ein einzigartiges Ökosystem entwickelt, das im Jahr 2024 bereits 8000 Studierende und 16 Bildungs- und Forschungseinrichtungen auf einem Campus vereint. Mit der Ansiedlung der Technischen Universität München (TUM) im Jahr 2020 wurde Heilbronn offiziell zur Universitätsstadt ernannt (vgl. Website Bildungscampus). Neben den Bildungs- und Forschungseinrichtungen sorgt die Schwarz Campus Service für den Betrieb auf dem Bildungscampus, in dem sie die Liegenschaften baut, betreibt und verwaltet – im Namen der Dieter Schwarz Stiftung.

Der Bildungscampus in Heilbronn strebt danach, eine lebenswerte Umgebung zu schaffen, in der Menschen gerne zusammenkommen, sich vernetzen, gemeinsam kreativ werden und über institutionelle Grenzen hinweg an nachhaltigen Innovationen arbeiten. Lebenswerte Umgebungen zeichnen sich durch eine harmonische Kombination von Elementen wie Zugänglichkeit, Sicherheit, Grünflächen und kulturelle Vielfalt aus, die das Wohlbefinden der Menschen fördern (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2024). Nachhaltige Innovationen, die den Menschen in den Mittelpunkt stellen, sind dabei ein zentraler Bestandteil. Sie tragen nicht nur wesentlich zur Funktionalität des Betriebs und der Versorgung am Campus sowie zur Wertschöpfung von Unternehmen bei, sondern leisten auch einen aktiven Beitrag zur sozialen, ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit in Städten.

Zudem schaffen sie eine Umgebung, die sich an den individuellen Bedürfnissen der Menschen orientiert (Kropp, 2021). Aufgrund des großen Humankapitals, der kurzen Wege zum Campus-Management und daraus resultierend meist schnellen Entscheidungsprozessen bietet der Bildungscampus in Heilbronn als halb-öffentlicher Raum die idealen Bedingungen für die Entwicklung und Erprobung nachhaltiger Innovationen, weil diese hier unter »Reallaborbedingungen« vergleichsweise schnell und unbürokratisch erprobt und umgesetzt werden können.

Im Jahr 2018 wurde die Smart Campus Initiative (SCI) seitens des Fraunhofer IAO und unterstützt durch die Dieter Schwarz Stiftung sowie der Schwarz Campus Service initiiert¹. Ziel der SCI-Aktivitäten ist es, den Bildungscampus in Heilbronn gemeinsam mit den lokalen Institutionen intelligent zu gestalten und den Prozess wissenschaftlich zu begleiten. Dabei zielt die SCI darauf ab, den Bildungscampus als Reallabor zu nutzen und eine vernetzte, nachhaltige und lebenswerte Campusumgebung durch smarte Services zu erschaffen, die das Leben und Arbeiten dort verbessern.

In der Vergangenheit wurden bereits zahlreiche Use Cases erfolgreich umgesetzt. Dazu zählen unter anderem die Konzeption eines prototypischen, datenbasierten Service zur Unterstützung der Arbeitsplatzsuche in der Campus-Bibliothek LIV, eine Nutzungs- und Akzeptanzuntersuchung der autonomen fahrenden Shuttlebusse in Heilbronn, die Erarbeitung einer Belegungsprognose der Parkflächen sowie die Weiterentwicklung eines Navigationsroboters zur Verbesserung der Barriere-

¹ Zur Website: <https://www.smartcampus.hn/>



© Bernhard Lattner



© Roland Halbe

freiheit und Orientierung am Bildungscampus in Heilbronn. Neben diesen beispielhaften Use Cases lassen sich zahlreiche weitere gemeinwohlorientierte Dienstleistungen mit smarten Technologien entwickeln und optimieren. Durch eine hohe Nutzerzentrierung können außerdem innovative Lösungen zur Bewältigung von übergreifenden Herausforderungen, wie der Klimawandelanpassung oder Umweltverschmutzung, nach den Wünschen und Bedarfen der Zielgruppen gestaltet werden.

Die Entwicklung smarter Services erfordert ein tiefes Verständnis der Bedürfnisse und Erwartungen der lokalen Akteure. Mit den Aktivitäten der SCI unterstützt das Fraunhofer IAO dabei, den Bildungscampus in Heilbronn zu einem führenden Reallabor für die Entwicklung und Erprobung smarter Services auszubauen. Daher wurde im Rahmen der SCI zunächst eine Vorgehensweise entwickelt, die die zentralen Elemente von Reallaboren, ko-kreativen Formaten und einem Service-Innovationsprozess kombiniert und integriert. Dieser Ansatz zielt darauf ab, die Akteure vor Ort von Anfang an einzubeziehen und so die Akzeptanz und Nutzungsbereitschaft von smarten Services langfristig zu erhöhen. Nutzende werden dadurch zu Machenden und Entwickelnden, können ihre Expertise und Bedürfnisse artikulieren sowie bei der Entwicklung von Prototypen mitwirken. Durch den partizipativen Ansatz und die direkte Einbeziehung der Nutzerinnen und Nutzer in die Entwicklung smarter Campus-Services ist dieses Vorgehen europaweit einzigartig.

Das vorliegende Whitepaper richtet sich an Fach- und Führungskräfte der Institutionen am Bildungscampus sowie der

Stadtverwaltung und lokaler Unternehmen. Es zeigt auf, wie die SCI den Bildungscampus Heilbronn als Reallabor für die Entwicklung datenbasierter Dienstleistungen nutzt. Ziel ist es, die zugrunde liegende Vorgehensweise transparent zu machen und Stakeholder dazu zu befähigen, eigene Themen und Perspektiven in zukünftige Entwicklungen einzubringen. Konkret werden im Whitepaper einzelne Schritte der Dienstleistungsentwicklung sowie technologische Infrastrukturen vorgestellt, welche anhand realer Use Cases veranschaulicht werden. Abschließend erfolgt ein Ausblick über mögliche Use Cases oder Einsatzbereiche für smarte Services am Bildungscampus in Heilbronn sowie in der Stadt.

2. Handlungsfelder der Smart Campus Initiative

Die Smart Campus Initiative entwickelt in sieben ausgewählten Handlungsfeldern konkrete Anwendungsfälle, um das Arbeiten, Lernen und Leben auf und um den Campus intelligent, lebenswert und nachhaltig zu gestalten (vgl. Abbildung 1).

Angewandte Forschung mit einem ko-kreativen Fokus in den Handlungsfeldern

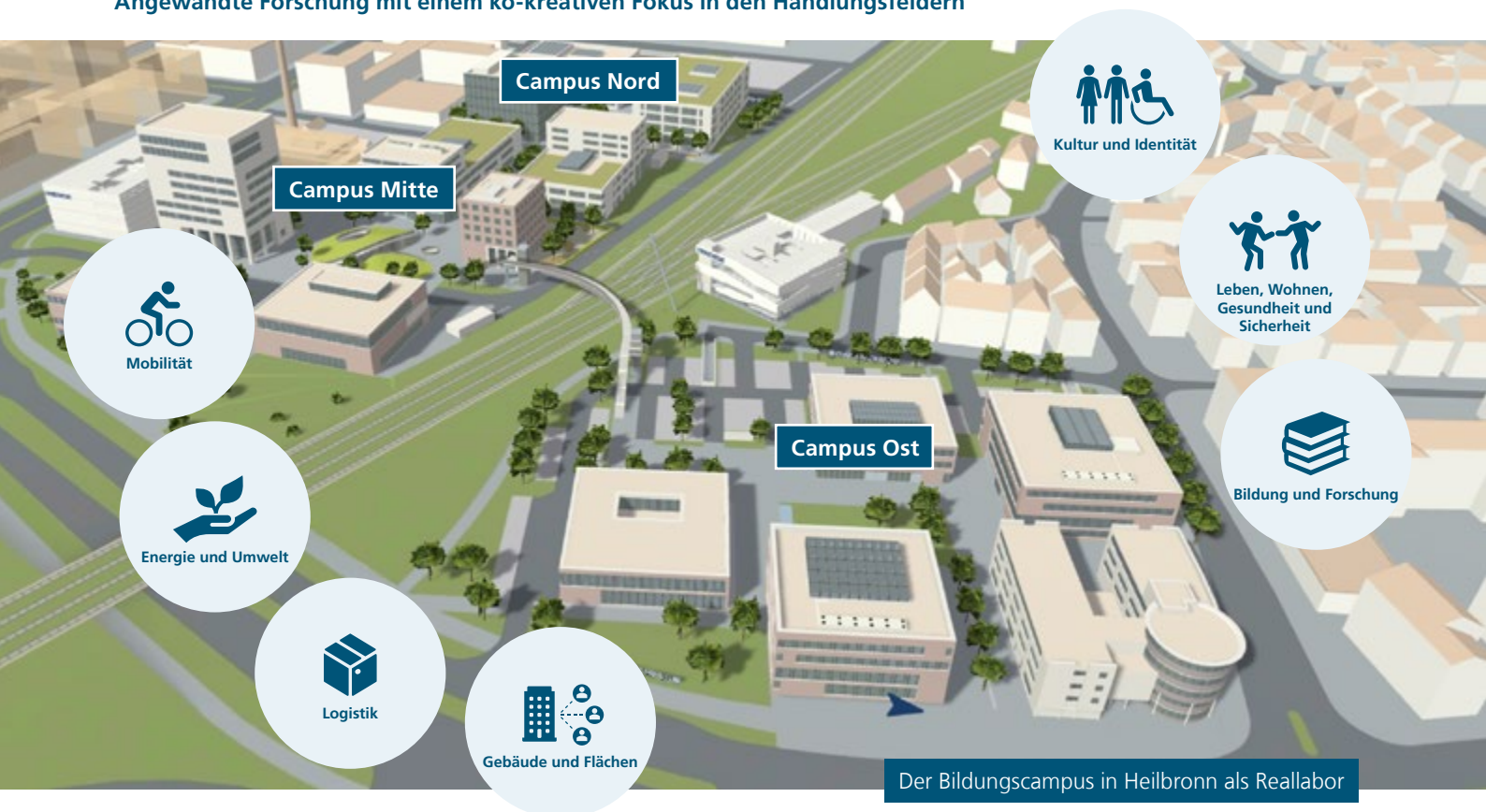


Abbildung 1: Die Handlungsfelder der Smart Campus Initiative (verändert nach Website Bildungscampus Heilbronn: *Leben am Campus*)

Bei den Use Cases wird in der Smart Campus Initiative großen Wert auf eine sorgfältige Auswahl gelegt, die ein breites Spektrum an Handlungsmaßnahmen abdeckt. Die ausgewählten Handlungsfelder können sowohl den gesamten Campus, als auch das umliegende Quartier umfassen und haben das Potenzial, eine integrative und nachhaltige Stadtentwicklung zu fördern (Drilling & Schnurr, 2012; Engels et al., 2016; Neumann et al., 2020).

Auch in Smart-City-Konzepten spielen die Bereiche Mobilität, Energie und Umwelt, Logistik, Identität und Kultur, Leben, Wohnen, Gesundheit und Sicherheit, Bildung und Forschung sowie Gebäude und Flächen eine zentrale Rolle (Khang et al., 2024; Yin et al., 2015).

Die Berücksichtigung all dieser Bereiche ermöglicht die Entwicklung umfassender Lösungen, die das gesamte Ökosystem verbessern. Durch diese strategische Auswahl wird in der SCI das Ziel verfolgt, sowohl die Bedürfnisse der Campus-Akteure als auch die der lokalen Gemeinschaft im Quartier zu berücksichtigen. Dieser integrative Ansatz schafft Synergien und trägt so zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung bei, die ökologische, ökonomische und soziale Aspekte in Einklang bringt und damit die Lebensqualität aller Beteiligten nachhaltig verbessert. Durch die Einbindung verschiedener Stakeholder in den Entwicklungsprozess wird sichergestellt, dass die umgesetzten Lösungen auf einer breiten Basis von Bedürfnissen und Erwartungen basieren und übertragbar sind. Die Übertragbarkeit der Use Cases wird in den Kapiteln 5 und 6 vertieft.

Handlungsfelder der Smart Campus Initiative

Mobilitätslösungen und Verkehrsmanagement

Ein effizientes Verkehrsmanagement und nachhaltige Mobilitätslösungen verbessern die Vernetzung und Erreichbarkeit innerhalb des Quartiers und steigern somit direkt die Lebensqualität der Besuchenden.

Energie und Umwelt

Erneuerbare Energien und ein optimierter Energieverbrauch tragen im Bereich Energie und Umwelt zur Reduktion von CO₂-Emissionen und zur Förderung einer nachhaltigen Umwelt bei.

Logistik

Intelligente Logistiklösungen steigern die Effizienz in der Warenverteilung und reduzieren die Umweltbelastung, was wiederum die Wirtschaftlichkeit unterstützt.

Gebäude und Flächen

Die effiziente Nutzung und Gestaltung von Gebäuden und Flächen wirkt sich auf viele Aspekte des Quartiers aus, von der Energieeffizienz bis hin zum sozialen Zusammenhalt.

Kultur und Identität

Die Förderung der lokalen Kultur und Identität spielt eine wichtige Rolle, um das Gemeinschaftsgefühl zu stärken und den Campus sowie das Quartier für Nutzende und Besuchende attraktiver zu gestalten.

Leben, Wohnen, Gesundheit und Sicherheit

Durch sichere und gesunde Wohnmöglichkeiten, Zugang zu medizinischen Einrichtungen und öffentliche Sicherheit wird im Bereich Leben, Wohnen, Gesundheit und Sicherheit eine hohe Lebensqualität gewährleistet.

Bildung und Forschung

Investitionen in Bildung und Forschung fördern nicht nur Innovation und Wirtschaftswachstum, sondern tragen auch zur Entwicklung nachhaltiger Technologien bei.

3. Smarte Services für einen lebenswerten und smarten Bildungscampus in Heilbronn

In einer Zeit des raschen technologischen Fortschritts steht der Bildungssektor vor der Herausforderung, modernste Technologien effektiv zu integrieren, um die Lehr- und Lernumgebung zu optimieren. Intelligente Dienste spielen dabei eine entscheidende Rolle, nicht nur um die Effizienz von Bildungseinrichtungen zu steigern, sondern auch um die Lebensqualität und das Wohlbefinden von Studierenden und Personal auf dem Campus zu verbessern. Ein lebenswerter und intelligenter Bildungscampus nutzt innovative Technologien, um nahtlose und intuitive Erfahrungen zu schaffen, die sowohl den akademischen Erfolg fördern als auch eine umfassende Betreuung und Unterstützung gewährleisten.

Dieser Ansatz geht über traditionelle Bildungskonzepte hinaus und integriert Aspekte wie Nachhaltigkeit, Sicherheit, Kommunikation und Vernetzung, um eine dynamische und interaktive Lernumgebung zu schaffen. Durch die Implementierung smarter Services wird der Campus zu einem Ort, an dem Technologie und Bildung Hand in Hand gehen, um den Anforderungen einer zunehmend vernetzten und digitalisierten Welt gerecht zu werden. Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden die Möglichkeiten und Vorteile von smarten Services für einen lebendigen und intelligenten Bildungscampus in Heilbronn diskutiert.

3.1. Definition smarter Services, Beispiele und Mehrwerte

Potenziale von smarten Services nach Bruhn & Hadwich (2022):

- Individualisierung von Wertversprechen gegenüber Kunden
- Effizientere Service-Prozesse
- Innovative Angebote und Differenzierung von Wettbewerbern
- Neue Möglichkeiten zur Monetarisierung
- Wachsende Umsatzpotenziale

In einer Zeit, in der intelligente und vernetzte Technologien ein Bestandteil von Transformationsprozessen sind, eröffnet die Integration smarter Services eine Vielfalt an Möglichkeiten, um die Lebensqualität in Städten zu steigern. Smarte Services umfassen eine breite Palette von Technologien und Anwendungen von mobilen Apps und Augmented Reality bis hin zu intelligenten Verkehrssystemen und Umweltüberwachung. Diese und weitere Technologien können dazu beitragen, die Zugänglichkeit, Sicherheit und Attraktivität öffentlicher Räume zu erhöhen und damit zu einer Verbesserung des Gemeinwohls führen (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2024). Sie ermöglichen zahlreiche Vorteile in Bezug auf ökologische, ökonomische und soziale Effekte. Unter anderem können smarte Services zu einer Verbesserung der Nutzererfahrung führen, indem Informationen für die Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Sie können eine nachhaltigere



Abbildung 2: Smart Waste
© iStockphoto / VectorMine

Entwicklung von Stadträumen bewirken, Ressourcen können effizienter genutzt, negative Umweltauswirkungen reduziert und die Lebensqualität kann gesteigert werden (D’Onofrio & Stucki, 2021).

»Smarte Services sind datenbasierte, individuell konfigurierbare Leistungsbündel aus persönlichen Dienstleistungen und digitalen Diensten, die auf intelligenter Technik basieren und über digitale Plattformen organisiert und erbracht werden.« (Bullinger et al., 2017). Dabei sind smarte Services datengestützte Dienstleistungen, die in ganz unterschiedlichen Lebensbereichen einen Mehrwert schaffen können. Smarte Services können bestehende Dienstleistungen aufwerten oder aber ganz neue Geschäftsmodelle darstellen. Vor allem im Kontext der Smart Urban Services kommen vielfältige Servicemodelle häufig vernetzt zum Einsatz, z. B. ein smartes Parkraummanagement, smarte Logistik oder smarte Müllabfuhr.

Die Grundlage smarter Services ist dabei eine integrierte Plattform, bestehend aus Sensorinfrastruktur, Dateninfrastruktur sowie einer Dienstleistungsplattform. Die Dienstleistungsplattform kann je nach Service unterschiedlich aussehen. Im Zentrum steht, dass Benutzerinnen und Benutzer den jeweiligen Service in Anspruch nehmen können. Die erfolgreiche Entwicklung und Nutzung von smarten Services hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, wobei insbesondere das zugrunde liegende Geschäftsmodell von entscheidender Bedeutung ist. Um sicherzustellen, dass ein smarter Service optimal gestaltet wird, können bereits im Vorfeld verschiedene Perspektiven einbezogen werden (vgl. Unterkapitel 3.3).

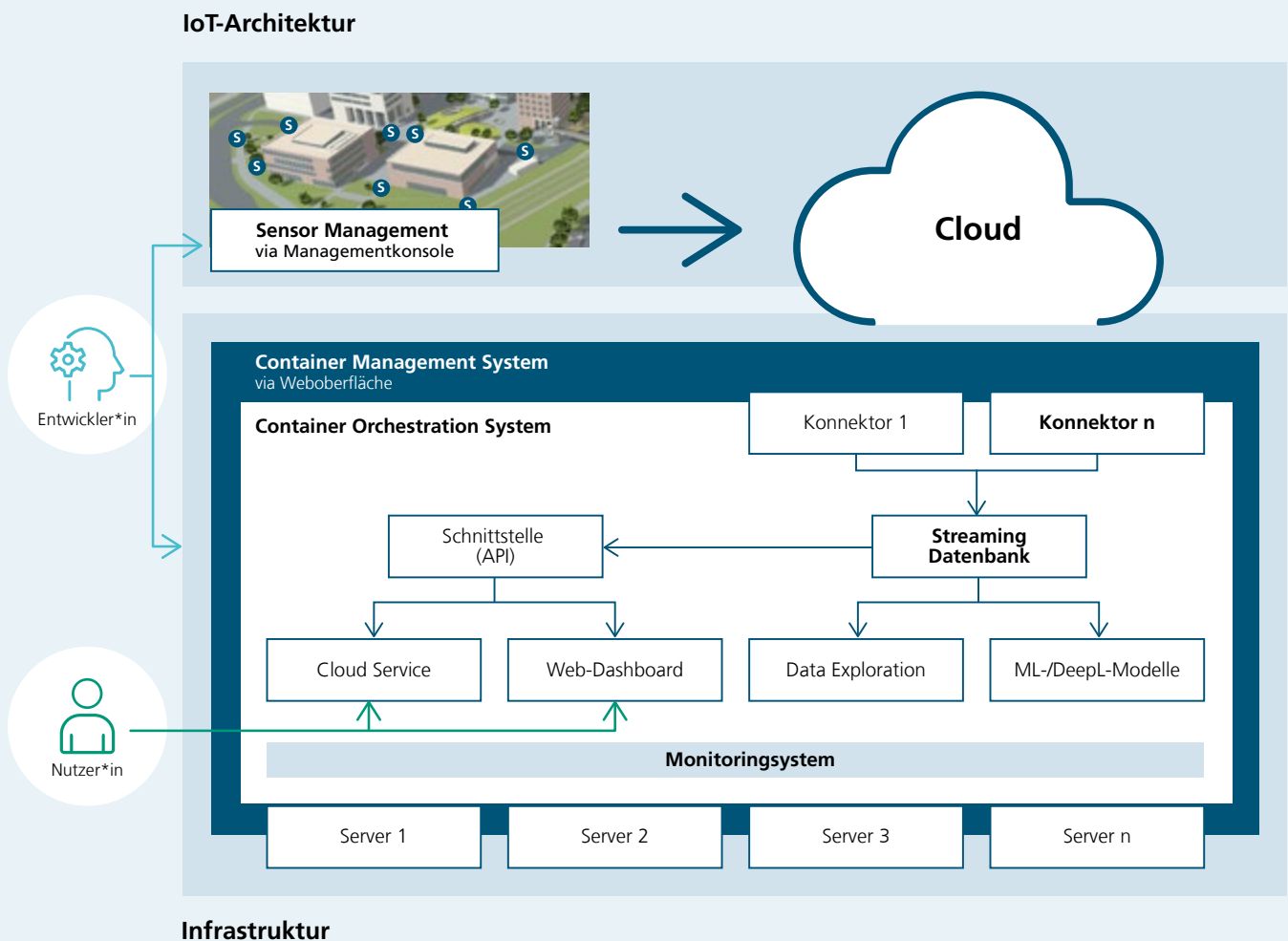
Ein Beispiel für einen smarten Service im (halb-)öffentlichen Raum ist das »Smart Waste Management« (vgl. Abbildung 2). Unter dem Begriff wird eine intelligente Müllentsorgung verstanden. Zum heutigen Stand werden Müllcontainer in der Regel in gleichen Abständen entleert, ohne den tatsächlichen Füllstand zu kennen. Es besteht die Gefahr, Fahrten zu Containern mit einem geringen Füllstand aufzunehmen oder überfüllte Container nicht rechtzeitig zu leeren. Mithilfe von Sensoren, die an den Containern angebracht werden, können Daten zu den Füllständen beobachtet und Müllfahrzeuge rechtzeitig und zielgenau eingeplant werden. So werden unnötige Fahrten vermieden und Ressourcen gezielt eingesetzt (vgl. Sosunova & Porras, 2022). Neben dem Smart Waste Management als Prozessoptimierung gibt es auch Einsatzgebiete von smarten Services zur Kommunikation und Interaktion. An der Schnittstelle zu Studierenden und Besuchenden auf Campusgeländen finden erste Assistenten, basierend auf künstlicher Intelligenz (KI), ihre Anwendung. Ein Beispiel hierfür ist ein »AI-Ambassador« an der Hong Kong University of Science and Technology. In diesem Projekt wird ein virtueller Assistent eingesetzt, der mithilfe eines Chatbots menschenähnliches Gesprächsverhalten simuliert. Dabei

werden Daten zu häufig gestellten Fragen (FAQs) sowie fortgeschrittene Methoden wie Natural Language Processing verwendet. Der Sprachassistent soll dabei helfen, Informationen auf den Universitätswebsites einfacher zu finden. Insbesondere Studierende, die Schwierigkeiten mit einer visuellen Mensch-Maschine-Interaktion haben, können vom Sprachassistenten profitieren, indem auf eine auditive Interaktionsform gesetzt wird. Studierende erhalten schneller Antworten auf häufig gestellte Fragen, ohne auf menschliche Unterstützung warten oder durch umfangreiche Webseiten navigieren zu müssen. Dies führt zu einer Zeitersparnis für die Nutzenden und reduziert gleichzeitig den Bedarf an personellen Ressourcen, was wiederum das Potenzial hat, die Betriebskosten für die Universität zu senken.

3.2. Daten und Infrastruktur

Abbildung 3: Datenlandschaft eines Smart Campus (eigene Darstellung).

Daten sind die Grundlage für die Funktionalität smarter Services. Durch die Analyse von Daten können beispielsweise Muster erkannt, Prognosen gebildet oder personalisierte Services angeboten werden. Dabei sind die Daten heterogen ausgeprägt, das heißt sie können aus unterschiedenen Quellen kommen, z. B. einer App-Nutzung oder von Sensoren. Für (Live-)Smart Services wird ein Großteil der Daten von Sensoren generiert und bereitgestellt. Die Einsatzmöglichkeiten



dieser Sensoren sind vielfältig: Sie können für die Erfassung verschiedener Datenpunkte – darunter die Akustik, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Anzahl der Personen in bestimmten Arealen, der Parkstand einzelner Parkflächen und Parkhäuser usw. – beliebig modifiziert werden. Zudem können sie an verschiedenen Standorten innerhalb des Campus nach Belieben ausgebaut werden. Um die Daten effizient, flexibel und zuverlässig zu empfangen und zu verarbeiten, wird eine Kombination aus Hard- und Software benötigt. Diese lässt sich in zwei essenzielle Bereiche unterscheiden: die Internet of Things (IoT)-Architektur und die Infrastruktur (vgl. Abbildung 3).

Der erste Bereich ist die Internet of Things (IoT)-Architektur, dazu zählt der kontinuierliche Betrieb der Sensoren, die Integration der Sensorik in die Cloud sowie das Empfangen der Sensordaten. Aufgrund der Sensorvielfalt ist eine Managementkonsole zur Sensorikverwaltung erforderlich. Eine Konsole ermöglicht die Überwachung und Verwaltung aller verbundenen Sensoren, die Anpassung der Sensorkonfigurationen sowie die Anzeige von Daten in Echtzeit. Auch können dadurch gezielt Maßnahmen ergriffen werden bei auftretenden Anomalien wie z. B. Datenverlust oder fehlerhaften Sensoren. Je nach IoT-Anbieter werden standardmäßig Managementkonsolen als Weboberfläche zur Verfügung gestellt.

Der zweite Bereich ist die Infrastruktur auf Cloud-Native-Basis², welche eine Möglichkeit bietet, die smarten Services in Echtzeit und ausfallsicher bereitzustellen. Diese stellt einen zentralen Knotenpunkt für Datenempfang, -speicherung, -transformation, -nutzung und -bereitstellung dar, über den diese Dienste erreichbar sind. Die Konnektoren ermöglichen das Abrufen von Daten über verschiedene Datenendpunkte (APIs) in unterschiedlichen Formaten sowie die Speicherung in einer Datenbank. Hierbei kommen sogenannte Streaming-Datenbanken zum Einsatz, die speziell für die kontinuierliche und konsistente Speicherung von Echtzeitdaten ausgelegt sind. Idealerweise beinhalten die Streaming-Datenbanken sowohl integrierte Funktionalitäten für beliebige Datentransformationen als auch eine Weboberfläche für die Datenbankabfragen und Visualisierungen. Die Speicherung von Echtzeitdaten erfordert besondere Aufmerksamkeit auf ein einheitliches und zugleich speicherkompaktes Datenformat zu legen, um somit ein vereinfachtes Datenmanagement und eine Reduzierung der Speichergröße zu erzielen. Die Daten aus der Datenbank können über verschiedene Kanäle weiterverarbeitet werden. Dazu zählen die direkte Anbindung einer API, um beispielsweise verarbeitete Daten an andere Akteure (z. B. Studierende) für verschiedene Use Cases zur Verfügung zu stellen, die Visualisierung der Daten über Monitoring-Dashboards und interaktive Web-Dashboards sowie die Nutzung der Daten für Machine Learning- und Deep Learning-Modelle.

Die Infrastruktur basiert auf einem sogenannten Container Orchestration System, welches die Skalierbarkeit von Cloud Services ermöglicht. Die Idee ist dabei, einzelne Programmteile in Minimal-Umgebungen isoliert zu betreiben. So können diese sinnvoll auf die einzelnen Server der Infrastruktur verteilt und bei Bedarf skaliert (d. h. vielfach eingesetzt) werden. Gleichzeitig wird so die Sicherheit erhöht, da Fehler in einem Programmteil nicht auf andere Programme bzw. Services überspringen können. Um eine funktionsfähige Infrastruktur dauerhaft, produktiv und effizient gewährleisten zu können, gelten die in Tabelle 1 aufgelisteten Anforderungen.

² Die Landkarte der Cloud Native Computing Foundation bietet einen Überblick über Cloud Native Technologien: <https://landscape.cncf.io/>

Tabelle 1: Anforderungen und Lösungsmöglichkeiten für eine Cloud-Infrastruktur

Anforderung	Lösung
Einfache Ressourcenanpassung verschiedener Cloud Services	Zuweisung von Ressourcen (z.B. CPU, Arbeitsspeicher, Grafikkarten) über Cloud-Service-Konfiguration
Hohe Ausfallsicherheit von Cloud Services und Datenbanken	Automatische und überwachte Verteilung von Services als Replikas über mehrere Server
Flexible und schnelle Bereitstellung von Cloud Services	Etablierung einer Continuous Integration / Continuous Delivery (CI/CD) Pipeline, um dadurch automatisiert die Cloud Services in der Infrastruktur zu updaten
Entwicklungsfreundliches Cloud Service Management (z. B. durch Weboberfläche und zahlreiche Hilfestellungen)	Integration eines Container-Management-Systems, welches das zugrundeliegende Container Orchestration System verwaltet und ein Rollenmanagementsystem beinhaltet
Integriertes Rollenmanagementsystem für kollaboratives Management der Infrastruktur	
Einfache Anbindung von Apps und Infrastrukturkomponenten (z. B. Datenspeichermanagement, Framework für Machine Learning Operations, Netzwerkschnittstellen)	Integrierte Paketverwaltung (Packet Manager) für die Installation und das Updaten/Anpassen von Apps
Frühzeitige Erkennung von Fehlern/Anomalien (z. B. Ausfall von Cloud Services, Leistungseinbußen)	Etablierung eines Monitoringsystems (Datenvisualisierung mittels Web-Dashboard und automatisierte Benachrichtigung)

Mithilfe des zuvor beschriebenen Container-Management-Systems können Entwicklerinnen und Entwickler auf ihre jeweiligen Projekte zugreifen und diese in der Cloud verwalten. Innerhalb dieser können eigene Cloud Services entwickelt und auch bereitgestellt werden. Die kontinuierliche Entwicklung und Bereitstellung von Cloud Services wird auch als Development Operations (DevOps) bezeichnet.

Die beschriebene Infrastruktur erleichtert die Zusammenarbeit verschiedener Akteure bei der gemeinsamen Nutzung und Verarbeitung von Daten auf einem Smart Campus. Eine derartige Infrastruktur ist Grundvoraussetzung eines smarten Campus, um gemeinsam Innovation voranbringen zu können, da Daten schnell und flexibel hinzugefügt, verarbeitet und bereitgestellt werden können. Entstehende Daten können von verschiedenen Entwicklerinnen und Entwicklern für Machine Learning-Modelle verwendet und gleichzeitig mit diversen Cloud Services verschneidet werden. Letztlich können Endnutzende (z. B. Studierende) des Campus auf die bereitgestellten Cloud Services sowie auf diverse Schnittstellen zugreifen.

3.3. Ko-Kreation in der Smart Campus Initiative

Neben der Infrastruktur und den Daten, welche die Grundlagen für die Projekte schaffen, werden für die Umsetzung vieler Projekte partizipativ ko-kreative Methoden verwendet. Damit soll eine breite Vielfalt an Perspektiven und Fähigkeiten in den Entwicklungsprozess von smarten Services einbezogen werden. Im Rahmen der SCI bedeutet dies, dass gemeinsam mit den Akteuren am Bildungscampus (z. B. Studierende und Mitarbeitende) an smarten Services zur Gestaltung eines lebenswerten Campus gearbeitet wird. Dies umfasst den Prozess von einem gemeinsamen Problemverständnis bis hin zum Roll-Out der eingesetzten Services. (Carr, 2012; Prahalad & Ramaswamy, 2000; Voorberg, 2017).

Ko-Kreation

Ursprünglich wurde der Begriff der Ko-Kreation verwendet, um die aktive Einbindung von Kundinnen und Kunden in der Wertschöpfung von serviceorientierten Unternehmen zu beschreiben und die Fähigkeiten der Konsumentinnen und Konsumenten sowie deren Feedback für die Entwicklung neuer (Produkt-)Innovationen zu nutzen (Prahalad & Ramaswamy, 2000). Im öffentlichen Sektor bezieht sich Ko-Kreation allgemein auf die partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen öffentlichen Organisationen sowie Bürgerinnen und Bürgern zur Förderung von Innovationen (Carr, 2012; Voorberg, 2017).

Dieses Vorgehen leitet sich aus dem seitens des Forschungs- und Innovationszentrums Kognitive Dienstleistungssysteme KODIS des Fraunhofer IAO entwickelten Referenzmodells für die Entwicklung Kognitiver Dienstleistungssysteme ab Feike et al. (2023). Der Service-Innovationsprozess gliedert sich in sechs Phasen: Problemverständnis, Ideenfindung, Konzeption, Gestaltung und Evaluation und Roll-Out (vgl. Abb. 4). Die sechs Entwicklungsphasen sind nicht streng voneinander getrennt zu betrachten und können zeitliche und methodische Überschneidungen haben. Ihr Vorgehen folgt keinem linearen Ablauf, sondern vermehrt einem iterativen Schrittmansatz. Dadurch kann kontinuierlich auf sich verändernde Trends und Anforderungen reagiert werden (Bienzeisler et al., 2021). Im Rahmen der SCI wird bei der Umsetzung der Phasen der Fokus insbesondere auf den Einsatz ko-kreativer Methoden im Innovationsprozess gelegt, welcher potenzielle Nutzende der Services in den Mittelpunkt der Entwicklung stellt. Übertragen auf den halb-öffentlichen Raum des Bildungscampus eröffnet sich durch die Vielzahl an Bildungs- und Forschungseinrichtungen die Chance, zusammen mit Studierenden und Mitarbeitenden sowie lokalen Unternehmen und Vereinen gemeinschaftlich datengestützte Servicekonzepte zur Verbesserung des Lebens und Arbeitens vor Ort zu konzipieren, zu testen und deren Adaptierbarkeit auf andere Quartiere zu überprüfen. Wodurch der Bildungscampus zum Reallabor wird.

Reallabor

Eine einheitliche Definition des Begriffs Reallabor existiert in der Literatur bislang nicht, jedoch hat sich ein übereinstimmendes Verständnis zu deren wesentlichen Merkmalen gebildet (Rose et al., 2018). Reallabore verfolgen demnach einen offenen und stark partizipativen Innovationsansatz, der in zeitlich und örtlich begrenzten Experimentierräumen stattfindet. Kollaboration und Nutzerzentrierung sind zentrale Elemente im Innovationsprozess, in dem Szenarien und Konzepte erarbeitet und prototypisch in realitätsnahen Situationen bzw. Umgebungen getestet werden (Anduschus et al., 2023; Hess et al., 2017; West et al., 2017).

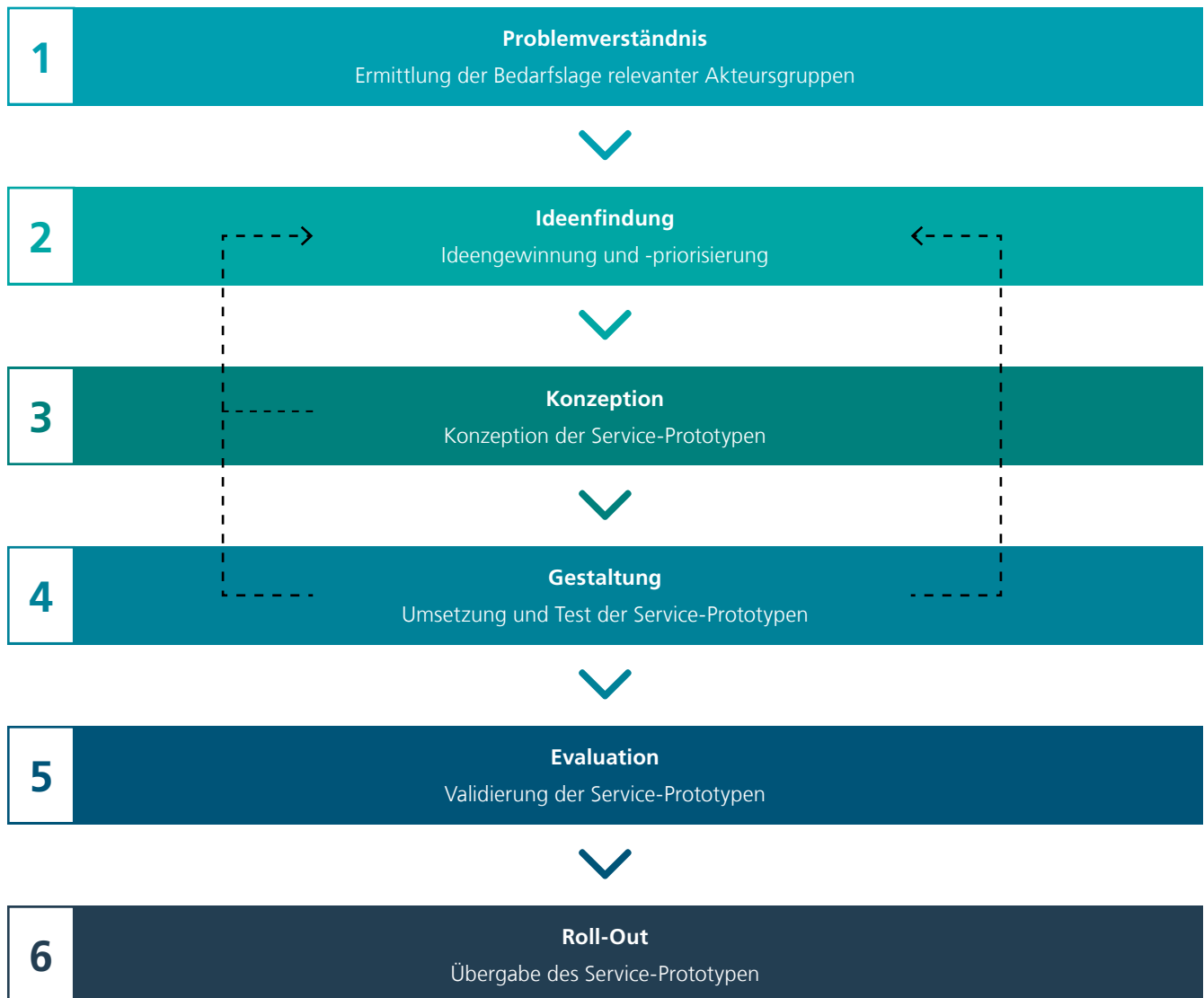


Abbildung 4: Prozess zur Entwicklung Smarter Services in der Smart Campus Initiative.

Nachfolgend wird der Service Innovationsprozess entlang der sechs Prozessphasen erläutert. Dabei wird das theoretische Vorgehen beschrieben und es wird aufgezeigt, welche Methoden sich in den jeweiligen Prozessphasen besonders gut zur kollaborativen Serviceentwicklung eignen. In den beige Boxen wird anhand des konkreten Use Case Arbeitsplatzauslastung LIV veranschaulicht, wie dieses Vorgehen in der Praxis umgesetzt wurde.

Blick in die Praxis:
Use Case Arbeitsplatzauslastung LIV



Während des Semesters und der Prüfungsphase sind die Lern- und Arbeitsplätze in der hochschulübergreifenden Bibliothek LIV am Bildungscampus besonders stark nachgefragt. Die Suche nach freien Plätzen gestaltet sich daher oft als schwierig. Um dieses Problem zu lösen, wurde im Rahmen der Smart Campus Initiative ein prototypischer, smarter Service entwickelt, der Studierende bei der Suche und Buchung eines freien Arbeitsplatzes in der LIV unterstützt. Das Projekt wurde im Zeitraum von März 2021 bis Januar 2023 umgesetzt und folgte dem ko-kreativen Ansatz der Serviceentwicklung.

1

Problemverständnis

Ermittlung der Bedarfslage relevanter Akteursgruppen



©Roland Halbe



Was passiert in dieser Phase?

In einem ersten Schritt werden die Herausforderungen und Probleme der Campus-Akteure im Hinblick auf die Lebens- und Arbeitsbedingungen vor Ort identifiziert und deren individuelle Bedarfe ermittelt. Dies kann auf direktem Wege über Beschwerden und Anfragen an das Campus-Management und Netzwerke auf dem Bildungscampus geschehen oder mithilfe von Umfragen, Studien und Workshops festgestellt werden. Anschließend erfolgt eine Einschätzung, inwiefern die genannten Herausforderungen mithilfe von smarten Services und innerhalb der Smart Campus Initiative bearbeitet werden können (z. B. in Bezug auf Realisierbarkeit, Mehrwerte für den Bildungscampus, Umsetzungsaufwand, Budget und Personal etc.).

Folgende Methoden können zum Einsatz kommen:

SWOT-Analyse, Stakeholder-Dialog, Delphi-Methode, Szenario-Workshops, Trendstudien, Interviews, Umfragen, Persona etc.

Blick in die Praxis:

Use Case Arbeitsplatzauslastung LIV



Zu Projektbeginn wurde eine vorbereitende Recherche zu Reservierungs- und Buchungstools von Arbeitsplätzen in Bibliotheken und ähnlichen Kontexten angestellt. Im Rahmen eines kokreativen Workshops mit dem Team der LIV sowie Studierenden des Bildungscampus wurden gemeinsam Nutzungstypen der Bibliotheksbesuchenden identifiziert, User Journey Maps erstellt, die den typischen Besuch in der LIV abbilden, Pain Points ermittelt sowie Nutzerbedarfe und technisch-organisatorische Anforderungen der LIV abgeleitet.

2

Ideenfindung

Ideengewinnung und -priorisierung



© Ludmilla Parsyak / Fraunhofer IAO



© Christine Joos



Was passiert in dieser Phase?

Im nächsten Schritt wird der Fokus auf die gemeinsame Entwicklung von Ideen für smarte Services gelegt. Dabei kommen Kreativmethoden zum Einsatz, die mit den künftigen Nutzenden in einem moderierten Prozess durchgeführt werden. Nach der Sammlung der Ideen erfolgt eine Bewertung, um festzustellen, welche Ideen realistisch umsetzbar sind und Mehrwerte für die Nutzenden und den Campus bieten könnten. Zudem wird eine Priorisierung vorgenommen, um zu bestimmen, welche Ideen weiterverfolgt werden sollten.

Folgende Methoden können zum Einsatz kommen:

Brainstorming, Mindmap, Crazy 8, 4-FELD-Graph, Kopfstand-Technik / Reverse Brainstorming, 6-3-5, Reizbildtechnik, Value Proposition Design etc.

Blick in die Praxis:

Use Case Arbeitsplatzauslastung LIV



Im Projektverlauf folgte die Durchführung eines zweiten ko-kreativen Workshops mit Studierenden des Bildungscampus und dem Team der LIV. Hierbei stand die ergebnisoffene Bearbeitung der Frage im Fokus, wie die Arbeitsplatzauslastung technisch erfasst, aufbereitet und als Service bereitgestellt werden kann.

3

Konzeption

Konzeption der Service-Prototypen



© Martin Albermann



Was passiert in dieser Phase?

Basierend auf den zuvor entwickelten Ideen werden Konzepte smarter Services für den Bildungscampus in einem höheren Detailgrad skizziert, die im nächsten Schritt prototypisch umgesetzt werden sollen.

Ziel der Phase ist es, die konzeptionelle Idee zu veranschaulichen und wichtige Funktionalitäten des Service zu konkretisieren. Ergebnis können verschiedene festgehaltene Konzepte oder sehr rudimentäre Mock-Ups sein. In dieser Phase werden kollaborative, offene und kreative Methoden angewendet, um die Zusammenarbeit und den Ideenaustausch zu fördern.

Folgende Methoden können zum Einsatz kommen:

Service Blueprint, Mock-Up, Data Innovation Board, Morphologischer Kasten, Customer Journey Map, Lego Serious Play etc.

Blick in die Praxis:

Use Case Arbeitsplatzauslastung LIV



In einem weiteren ko-kreativen Workshop wurde überlegt, wie der Status der Arbeitsplätze (besetzt/frei) erfasst werden kann, welche Funktionalitäten der Service konkret benötigt und wie die User Journey (d. h. Erfahrungen der Nutzenden bei Interaktion mit dem Service) aussehen könnte. Dafür haben sich die Teilnehmenden des Workshops in die Nutzung des Service hineinversetzt und Mock-Ups ausgearbeitet.

4

Gestaltung

Umsetzung und Test der Service-Prototypen



© Fraunhofer IAO



© Aristidis Schnelzer



Was passiert in dieser Phase?

In dieser Phase erfolgt die Umsetzung von Service-Prototypen, die unter realen Bedingungen getestet werden. Dabei können beispielsweise Interfaces, Apps, Webanwendungen oder physische Hardware entwickelt werden. Tests mit den künftigen Nutzenden ermöglichen ein schnelles Feedback, das verwendet werden kann, um den Service in mehreren Iterationsschritten weiter zu verbessern. Diese Vorgehensweise ermöglicht es, den Prototypen kontinuierlich anzupassen und auf die Bedürfnisse der Nutzenden zuzuschneiden.

Folgende Methoden können zum Einsatz kommen:

Usability-Tests, Interviews, Umfragen, Think-Aloud-Protokoll, BPMN-Modelling, Customer Star Framework, Kano-Analyse, Service Staging etc.

Blick in die Praxis:

Use Case Arbeitsplatzauslastung LIV



Im Anschluss an den Ko-Kreationsworkshop wurde Sensorik beschafft, welche für die prototypische Umsetzung der Belegungserkennung von Arbeitsplätzen geeignet ist. Zudem wurde eine Belegungsanzeige programmiert sowie ein prototypisches Reservierungssystem entwickelt. Über einen Zeitraum von ca. einem Monat konnten Besuchende der LIV den Service-Prototyp ausprobieren, über diesen ausgewählte Arbeitsplätze buchen und direktes Feedback geben. Ergänzend dazu wurden begleitete Tests mit Nutzenden durchgeführt.

5

Evaluation

Validierung der Service-Prototypen



@Ludmilla Parsyak / Fraunhofer IAO

Was passiert in dieser Phase?

Im Rahmen der Evaluation werden in enger Zusammenarbeit mit allen Beteiligten Möglichkeiten zur Implementierung des Service-Prototyps in den operativen Betrieb erarbeitet und dabei die Erfahrungen aus den vorangegangenen Phasen berücksichtigt. In mehreren Schritten werden notwendige Handlungsschritte abgeleitet und der personelle, zeitliche und finanzielle Aufwand ermittelt. Auf diese Art und Weise wird die Skalierbarkeit des Prototyps geprüft, um sicherzustellen, dass er bei erfolgreicher Evaluation effektiv implementiert werden kann. Die Smart Campus Initiative hat dabei den Anspruch, den gesamten Prozess bis zur Validierung der Service-Prototypen zu begleiten. Wenn sich diese als vielversprechend erweist, erfolgt eine Bewertung im Hinblick auf den Roll-Out.

Folgende Methoden können zum Einsatz kommen:

Expertinnen- und Expertenbewertung, Analyse von Nutzungsdaten, Business Model Canvas, Sentiment-Analyse etc.

Blick in die Praxis:

Use Case Arbeitsplatzauslastung LIV



Abschließend wurden die Nutzertests ausgewertet und Implikationen für die Weiterentwicklung und Implementierung des Service-Prototyps in der LIV abgeleitet.

6

Roll-Out

Übergabe des Service-Prototypen



© Fraunhofer IAO



Was passiert in dieser Phase?

In der Roll-Out-Phase findet die Übergabe an das Campus-Management und die beteiligten Partner statt. Diese Phase markiert den Übergang von der experimentellen Entwicklungsphase zur praktischen Anwendung im täglichen Campusbetrieb. Die Verantwortung für die Weiterentwicklung und dauerhafte Integration des Dienstes geht von der Smart Campus Initiative an das Campus-Management und/oder externe Partner über. Um eine reibungslose Übernahme und Nutzung des Services zu gewährleisten, werden zusätzlich regelmäßige Feedbackschleifen mit Nutzenden und technischen Teams implementiert, um den Service kontinuierlich zu verbessern. Nach erfolgreicher Optimierung wird der Service schrittweise auf weitere Bereiche des Campus ausgeweitet, um eine umfassende Abdeckung und Nutzung zu erreichen.

Folgende Methoden können zum Einsatz kommen:

Scrum, Kanban, Deployment des Prototypen, kontinuierliche Integration und kontinuierliche Auslieferung (CI/CD), Penetrationstests und Sicherheitsaudits, Implementierung von Sicherheitsrichtlinien und -protokollen wie SSL/TLS und Firewalls, Marktanalyse, Entwicklung von Marketingstrategien, Identifikation von strategischen Partnern, Verhandlung von Kooperationsverträgen.

Blick in die Praxis:

Use Case Arbeitsplatzauslastung LIV



In der Roll-out-Phase geschah die Übergabe des Services an die LIV. Es wurden Empfehlungen für den Roll-Out des Arbeitsplatzbuchungsservice in der LIV formuliert und den Entscheiderinnen und Entscheidern der LIV vorgestellt.

4. Beispiele aus der Smart Campus Initiative

In diesem Kapitel werden verschiedene Projekte und Anwendungen vorgestellt, die im Rahmen der Smart Campus Initiative entwickelt wurden, um die Interaktionen auf dem Campus zu verbessern, die Zugänglichkeit und Nutzung von Campusressourcen zu optimieren und letztlich die Lebensqualität aller Campusnutzenden zu erhöhen.

Durch die Darstellung spezifischer Anwendungsfälle, z. B. die Begleitforschung zur Einführung von Campusrobotern oder die Entwicklung eines CO₂-Features, wird veranschaulicht, wie technologische Innovationen in der Praxis umgesetzt werden können. Diese Beispiele beleuchten nicht nur die technischen Möglichkeiten und Herausforderungen, sondern auch die sozialen und ökologischen Vorteile, die durch die Integration intelligenter Technologien in die Campusgestaltung erzielt werden können. Darüber hinaus wird aufgezeigt, welche Innovationsphasen in den jeweiligen Use Cases begleitet wurden und wie die Projekte auf einen kommunalen Kontext übertragen werden können. Dies kann von Fall zu Fall unterschiedlich sein und hängt von Faktoren wie Entwicklungsstand, Zielsetzung und konkretem Bedarf ab.

4.1. Messung des CO₂-Fußabdrucks am Bildungscampus in Heilbronn

Förderung der Nachhaltigkeit auf dem Bildungscampus durch die Entwicklung eines CO₂-Features für die Bildungscampus-App

Der Bildungscampus hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2030 CO₂-neutral zu werden. In der gesamtgesellschaftlichen Betrachtung möchte man dabei auch das Leben und Arbeiten von Studierenden und Mitarbeitenden auf dem Bildungscampus CO₂-neutral gestalten. Während die Emissionen für Heizung und Strom schnell bestimmt und nachhaltige Lösungen gefunden werden können, gestaltet sich die Messung des individuellen CO₂-Fußabdrucks von Studierenden und Mitarbeitenden auf dem Bildungscampus komplexer. Um individuelle CO₂-Emissionen zu verringern, soll in zwei Schritten vorgegangen werden:

1. Eine möglichst automatisierte Messung des CO₂-Fußabdrucks von Studierenden und Mitarbeitenden auf dem Bildungscampus durchführen.
2. Einflussmöglichkeiten auf das Verhalten (Nudging) von Studierenden und Mitarbeitenden zu nachhaltigeren Handlungsalternativen einsetzen.



Ziel des Projekts ist es, Konzepte für das Tracking und das Einsparen von CO₂ zu entwickeln. Die Konzepte beinhalten neben möglichen Technologien zur Erfassung und Formeln zur Berechnung von CO₂-Emissionen auch Motivationsmöglichkeiten für CO₂-Einsparungen.

Hintergrund

Im Studierendenleben fallen an diversen Stellen CO₂-Emissionen an. Gemeinsam mit dem Campus-Management wurden die Bereiche Mobilität und Ernährung als die größten und bestkontrollierbaren Sektoren ausgewählt. Für diese Sektoren herrscht allgemein bereits ein verstärktes Bewusstsein für nachhaltiges Handeln, es wird daher eine höhere Bereitschaft, an Einsparungen teilzunehmen, erwartet. In der Konzeptionsphase des Projektes wurde auf ko-kreative Methoden zurückgegriffen. Gemeinsam mit Studierenden und Mitarbeitenden des Bildungscampus wurde nach möglichen Anreizsystemen für das Tracking und das Einsparen von CO₂ gesucht. In diversen Workshops und Lehrveranstaltungen, wie beispielsweise dem Studium Generale der Hochschule Heilbronn, wurden Ideen ausgetauscht und Konzepte entwickelt. Parallel dazu wurden eine Technologierecherche durchgeführt, mögliche Datenquellen bestimmt (z. B. Kassendaten aus der Mensa, Fahrtwege mit ÖPNV) und ein Konzept entwickelt, wie die Datenerhebung optional in die Bildungscampus-App integriert werden könnte.

Die ko-kreativ entwickelten Konzepte sehen vor, an drei Stellen entlang des Besuchs auf dem Bildungscampus Einfluss zu nehmen:

- Vor der Anreise in der Auswahl der Handlungsstrategie, d. h. Auswahl des Transportmittels und Essensplanung (wird vorgekochtes Essen mitgenommen, werden Angebote am Bildungscampus oder externe Essensangebote wahrgenommen?).
- Während der Aktivitäten durch transparente Informationen über den erhobenen CO₂-Fußabdruck und mithilfe von Empfehlungen für nachhaltigere Alternativen.
- Im Nachgang durch die Darstellung des eigenen Handelns mithilfe von Statistiken und Einsätzen von Gamification-Elementen.

Für den Bereich Ernährung wurde gemeinsam mit Studierenden erarbeitet, in der Essensplanübersicht und an der Beschilderung des Essens in der Mensa künftig Informationen über die Nährwerte und die Nachhaltigkeit der Speisen bereitzustellen. Mithilfe von Kamerasystemen an den Wagen oder RFID-Chips an der Essensausgabe könnte nachvollzogen werden, welche Gerichte in welcher Menge gekauft werden. Während der Bildungscampus eine Übersicht über die CO₂-Emissionen der Ernährung erhält, können Studierende und Mitarbeitende mit wenig Aufwand ihren Fußabdruck, aber auch Informationen über ihre Ernährung (wie z. B. zugenommene Kalorien) einsehen.

Im Bereich der Mobilität könnte nach Eingabe des Verkehrsmittels eine Schätzung für die entstandenen CO₂-Emissionen mittels GPS erstellt werden. Auch hier soll das Tracking für Nutzen einen echten Mehrwert bieten, indem tagesaktuelle Informationen über Verkehr und Wetter angezeigt werden. Möglich wäre auch, dass bei einer Integration in die App »Mein Bildungscampus« Vorschläge für nachhaltige Routen geliefert werden und Benachrichtigungen zur geplanten Anreise an den Campus geschickt werden (z. B. Abfahrtsmonitor für den ÖPNV).

Damit Nachhaltigkeit nicht zum leidigen Nebenthema wird, wurden im Projekt Möglichkeiten der Gamification evaluiert. Mithilfe von Spielelementen soll Spaß an nachhaltigen Entscheidungen erzeugt werden und ein spielerischer Wettkampf, möglichst emissionsarm zu leben, entstehen. Ein Konzept von Studierenden sieht vor, einen digitalen Tamagotchi-Baum zu pflegen und auf diese Art und Weise den Campus digital zu begrünen. Dabei sollen nachhaltigere Mobilitäts- und Ernährungsentscheidungen mit »grünen Punkten« belohnt werden, die wiederum für ein schnelleres Baumwachstum, mehr oder besondere Bäume ausgegeben werden können. Eine andere Idee schlägt vor, Challenges wie Zero-Waste, Autofreiheit oder Plastikreduzierung und die Nachhaltigkeit im Allgemeinen mithilfe der Punkte zu tracken. Ranglisten und Vergleiche innerhalb der Fakultäten/Studienfächer könnten über einen freundschaftlichen Wettkampf zu einem nachhaltigeren Leben auf dem Campus führen.

Vorgehen und Methode





© verändert nach pada smith

Übertragbarkeit

Für die Einhaltung der Klimaziele ist eine Transparenz über die anfallenden Emissionen essenziell, und Anwendungen, wie im Rahmen dieses Projektes konzipiert, können einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, den individuellen CO₂-Fußabdruck zu messen und zu reduzieren. Die Übertragbarkeit der entwickelten Konzepte ist in zweierlei Hinsicht gewährleistet. Zum einen kann eine Übertragung und Ausweitung der Konzepte auf andere Bereiche des Campuslebens (z.B. Waste Management oder Energieeinsparung) erfolgen. Mit den geplanten Konzepten würden die Menschen auf dem Bildungscampus von einer verbesserten Lebensqualität profitieren, während das Campus-Management auf dem Weg zur Klimaneutralität unterstützt wird. Zum anderen können die Konzepte auch auf Projekte zur CO₂-Reduzierung von Kommunen und Unternehmen angewandt werden. Viele Kommunen und Unternehmen haben sich zur Klimaneutralität innerhalb der nächsten 20–25 Jahre verschrieben. Für diese Vorhaben ist anfänglich immer eine Bestimmung der aktuellen CO₂-Emissionen nötig, bei der erprobte intelligente Methoden der Erhebung und Bestimmung des CO₂-Fußabdrucks unterstützen können. Die für den Bildungscampus entwickelten Konzepte lassen sich z.B. auch auf Firmenmensen oder Dienstfahrten übertragen. Weiterhin kann die Forschung zu Anreizsystemen für klimafreundlicheres Handeln einen Mehrwert für die Einsparung von CO₂-Emissionen leisten.

4.2. Campus-Roboter »Temi«

(Weiter-)Entwicklung eines Roboters zur Verbesserung der Barrierefreiheit und Orientierung am Campus

Der Bildungscampus in Heilbronn vereint verschiedene Institutionen und entwickelt sich in rasanter Geschwindigkeit weiter. Um für einen hohen Komfort, eine bessere Orientierung und eine individuelle Hilfestellung zu sorgen, könnte ein Campus-Roboter (im Folgenden genannt: Temi) die vielfältigen Personen auf dem Campus durch eine bedarfsgerechte Navigation und individuelle Auskunft unterstützen. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Unterstützung von Menschen mit Beeinträchtigung (v. a. körperliche sowie Sinnes- und Sprachbeeinträchtigung). In der Begleitforschung widmeten sich die Forscherinnen und Forscher daher der Untersuchung der Bedarfe und Anforderungen an einen derartigen Campus-Roboter, der Akzeptanz und Nutzung sowie der Konzeptionierung und Prototypisierung weiterer Funktionalitäten des Roboters.



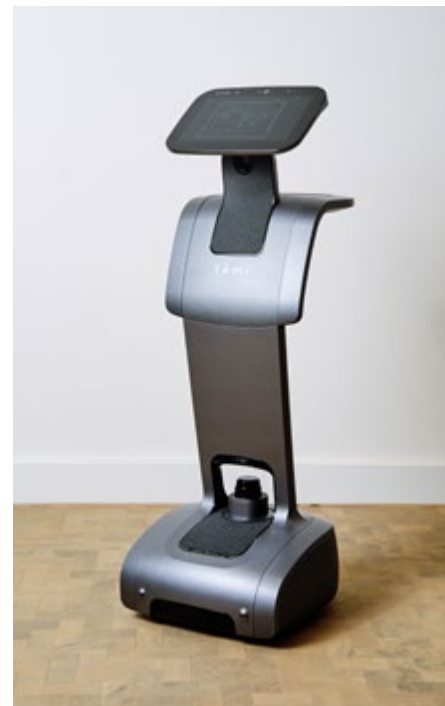
Hintergrund

Im Rahmen des Projekts wurde im ersten Schritt eine umfangreiche Anforderungsanalyse durchgeführt. Hierbei wurde zum einen untersucht, welche spezifischen Gegebenheiten der Roboter und der Bildungscampus in Heilbronn mit sich bringen, und zum anderen wurden Bedarfe der breiten Nutzerschaft (Studierende, Mitarbeitende und Besuchende am Campus) sowie im Besonderen von Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen, Sinnes- und Sprachbeeinträchtigungen erhoben. Dies geschah sowohl durch Fokusgruppen als auch qualitative Interviews mit potenziellen Nutzenden, Expertinnen und Experten sowie Interessensvertreterinnen und -vertretern im Bereich Barrierefreiheit und Inklusion.

Im zweiten Schritt wurde abgeleitet, welche der identifizierten Bedarfe durch Temi adressiert werden könnten und wie diese Funktionalitäten ausgestaltet sein sollten. Zudem wurden im Rahmen einer Masterarbeit in einer quantitativen Umfrage 230 Personen zu ihrer Akzeptanz hinsichtlich eines Roboters wie Temi befragt und die Präferenzen über die möglichen Funktionalitäten von Temi wurden in eine Rangfolge gebracht (Top-Features waren die Navigation und Begleitung, die Auskunft und Wegbeschreibung durch Temi). In einer systematischen Analyse der akzeptanzbedingenden Faktoren zeigte sich, dass vor allem die wahrgenommene Nützlichkeit, der mit der Verwendung des Roboters verbundene Spaß sowie die persönliche Einstellung (z. B. Angst, Vertrauen) der Probanden eine elementare Rolle hinsichtlich der Nutzungsintention der Befragten spielten.

In Rahmen eines Integrationsseminars haben Studierende der Wirtschaftsinformatik der DHBW Heilbronn basierend auf den ermittelten Bedarfen von Menschen mit körperlicher und Sinnesbeeinträchtigung den Roboter weiterentwickelt und einen Prototyp für eine barrierefreie Erstinteraktion mit Temi zur Navigationsunterstützung abgeleitet.

Abschließend wurde die entwickelte Lösung gemeinsam mit potenziellen Nutzenden in kreativen Formaten erprobt und zusätzliche Ideen und Anregungen für die Weiterentwicklung abgeleitet. Dabei wurden auch Fragestellungen rund um eine vertrauenswürdige und barrierefreie Mensch-Roboter-Interaktion untersucht.



Campusroboter Temi

© Aristidis Schnelzer / Fraunhofer IAO

Vorgehen und Methode



Übertragbarkeit

Serviceroboter bieten erhebliche Vorteile im öffentlichen Raum, da sie Menschen gezielt unterstützen und bei der Orientierung helfen. Diese Technologie ist weit über einzelne Anwendungsbereiche hinaus skalierbar und kann effektiv auf kommunaler Ebene eingesetzt werden, um die Zugänglichkeit und Effizienz in verschiedenen Umgebungen wie kommunalen Einrichtungen (z. B. Bürgerbüros, Rathäuser und Ämter), Einkaufszentren, Flughäfen und Bahnhöfen zu verbessern. Durch den Einsatz von Servicerobotern wird nicht nur die allgemeine Unterstützung gesteigert, sondern auch Inklusion gefördert und die Stigmatisierung von Hilfe suchenden Personen minimiert. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, solche Technologien mit einem klaren Fokus auf Menschenzentriertheit zu implementieren.

Campusroboter Temi © Martin Albermann / Fraunhofer IAQ



4.3. Parkhausprognose



Der Bildungscampus in Heilbronn verfügt über mehrere Parkmöglichkeiten für Studierende, Mitarbeitende und Besuchende. Um sowohl den östlichen als auch den zentralen Campusbereich gut zu erreichen, gibt es das Parkhaus Ost, den Parkplatz Ost und das Parkhaus Mitte. Viele Personen, die den Bildungscampus regelmäßig besuchen, leben außerhalb von Heilbronn und nutzen für ihre Anreise das Auto. Heilbronn ist von umliegenden Städten wie Stuttgart, Karlsruhe, Heidelberg und Mannheim aus innerhalb von etwa einer Stunde erreichbar, was die Bedeutung von Parkmöglichkeiten für den Bildungscampus unterstreicht. Durch die Erweiterung des Campus und das damit verbundene Wachstum genügt die Kapazität nicht immer der Nachfrage nach Parkplätzen. Durch KI-gestützte Prognosen soll im Projekt eine bessere Planbarkeit für Anreisende ermöglicht werden.

Hintergrund

Im Rahmen des Projektes wurde eine KI trainiert, die Prognosewerte über die Auslastung der verfügbaren Parkflächen am Bildungscampus liefern kann. Dafür wurden in einem ersten Schritt Belegungsdaten aufgezeichnet, bereinigt und archiviert. Für die Vorhersage von Daten, bei denen Beobachtungen im Laufe der Zeit in gleichmäßigen Abständen aufgezeichnet werden (sog. Zeitreihendaten), empfiehlt es sich, mindestens einmal die erwartete Saisonalität in den Trainingsdaten abzubilden. Dadurch soll erreicht werden, dass alle regelmäßigen Ereignisse, die die Prognose beeinflussen könnten, mindestens einmal in den Trainingsdaten enthalten sind. Im konkreten Fall der Parkhausprognose am Bildungscampus umfasst das ein Jahr mit Semesterzeiten, Feiertagen und Veranstaltungen am Campus. Für die erste Version des KI-basierten Service zur Prognose der Parkhausauslastung wurden nur diese Informationen verarbeitet. Während z. B. auch Wetterinformationen vorhanden sind, zeigte eine Faktorenanalyse, dass der Einfluss dieser vernachlässigbar gering ist. In einer zweiten Version des Prognosemodells sollen zusätzlich noch Stundenpläne der Bildungseinrichtungen berücksichtigt werden, diese müssen jedoch digital auf dem neuesten Stand zur Verfügung stehen.

Insgesamt wurden für die drei Parkflächen am Bildungscampus drei individualisierte KI-Modelle entwickelt, die die prognostizierte Auslastung jeweils in 15-Minuten-Schritten für die nächsten 48 Stunden anzeigen. Dabei werden die Prognosewerte in Echtzeit aktualisiert. Das bedeutet, dass, sobald ein Auto in eine Parkfläche einfährt oder ausfährt, das Designa-Schrankensystem eine Mitteilung an die Smart Campus-Cloud liefert, sodass eine neue Prognose mit den aktualisierten Daten berechnet wird.

Die Informationen über die Belegung werden in einem Dashboard auf der Website der Smart Campus Initiative mithilfe einer Heatmap und verschiedener Diagrammtypen visualisiert. Zusätzlich werden die Prognosewerte für die nächsten 60 Minuten in der App »Mein Bildungscampus« angezeigt.

Vorgehen und Methode





© Fraunhofer IAO

Übertragbarkeit

Die Prognose der Auslastung von Parkflächen ist ein Thema, das für viele Kommunen von Bedeutung sein kann. Einerseits ermöglicht sie eine zuverlässigere Navigation für Autofahrerinnen und Autofahrer und kann dazu beitragen, den Parksuchverkehr zu verringern. Andererseits bietet sie die bedarfsgerechte Vermittlung von Kurz- und Langzeitparkplätzen. Darüber hinaus kann die Auslastungsprognose als Grundlage für Service-Angebote in smarten Parkhäusern dienen, wie beispielsweise die optimierte Steuerung von Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge oder die dynamische Preisgestaltung. Die Technologie der Auslastungsprognose ist vielseitig einsetzbar und kann auch für weitere Anwendungen adaptiert werden, z. B. für die Prognose der Auslastung von Firmengebäuden, Konzert- oder Messehallen. Durch die Anwendung von KI-gestützten Prognosemodellen können Betreibende und Stadtplanende wichtige Einsichten gewinnen, um ihre Ressourcen effizienter zu planen und zu verwalten.

4.4. Facility-Management-Roboter »LOOMI«

Auf dem Bildungscampus wird künftig der KI-gesteuerte Roboter »LOOMI« als Assistent für das Facility Management fungieren. Auf einer festen, über GPS-Koordinaten definierten Route fährt der Roboter autonom über den Campus und erledigt bestimmte Aufgaben. Dabei vergleicht Loomi einen gespeicherten Ist-Zustand mit einem Soll-Zustand. Auf seiner Fahrt über den Campus überprüft der Roboter beispielsweise die Einstellung der Klimaanlage, die Funktionsfähigkeit der Senkpoller, die Zugänglichkeit von Flucht- und Rettungswegen, den Verschluss von Türen und Fenstern sowie die planmäßige Schaltung der Beleuchtung. Das Facility Management wird von Loomi informiert, wenn er eine Abweichung zwischen Ist- und Sollzustand feststellt. Die Mitarbeitenden können damit den Handlungsbedarf einschätzen und die entsprechenden Maßnahmen einleiten. Auf Basis der gesammelten Fahrradaten soll der Campus auch verkehrsfreundlicher gestaltet werden. In der Begleitforschung nutzt die Smart Campus Initiative den Bildungscampus als Reallabor, um die Akzeptanz und Wahrnehmung des Roboters durch Studierende, Mitarbeitende und Besuchende des Campus zu untersuchen.



Hintergrund

In einem ersten Schritt arbeiteten die Forscherinnen und Forscher mit zwei Fokusgruppen. Hier wurden qualitative Daten zur Akzeptanz von LOOMI gesammelt, auf deren Grundlage ein Technologieakzeptanzmodell entwickelt und anschließend quantitativ überprüft wurde. An der Fokusgruppe nahmen Studierende, Mitarbeitende und Besuchende des Bildungscampus teil, um alle Interessengruppen zu repräsentieren. Die Meinungen, Wünsche und Bedürfnisse der Personen in Bezug auf LOOMI wurden erfasst. Ein besonderer Fokus lag auf dem Erscheinungsbild des Roboters und dessen Wahrnehmung durch die Personen, die LOOMI auf seinem Weg über den Campus begegnen. Da die Menschen auf dem Campus keinen direkten Nutzen durch den Roboter erfahren und dieser seine Aufgaben hauptsächlich autonom erledigt, sind sein Aussehen und seine Wahrnehmung von besonderer Bedeutung für die allgemeine Akzeptanz durch die Nutzenden und letztlich für seine erfolgreiche Integration auf dem Campus.

Im zweiten Schritt wurde LOOMI zum ersten Mal auf dem Bildungscampus eingesetzt. Beim »RoboTalk« am 9. April 2024 wurde der Roboter in Kooperation mit der Schwarz Campus Services und der Smart Campus Initiative vorgestellt und erhielt seinen aktuellen Namen, der aus einer offenen Abstimmung hervorging. Zudem wurde eine Online-Umfrage zur Wirkung von LOOMI mit 64 Rückmeldungen durchgeführt. Dieses Datum markierte auch den Beginn der Implementierungsphase, in der sich der Roboter für einige Stunden am Tag auf dem Campus »einfahren« wird. In dieser ersten Phase wird LOOMI von menschlichen Kolleginnen und Kollegen begleitet, um bei Bedarf Fragen zu Funktionalität und Aufgaben beantworten zu können. So haben alle Nutzerinnen und Nutzer des Campus die Möglichkeit, sich an den neuen digitalen Helfer zu gewöhnen.

Vorgehen und Methode



- Erhebung von Akzeptanzfaktoren hinsichtlich des Roboters und seinem Einsatzzweck in zwei Fokusgruppen
- Erfragung der Wahrnehmung und Bedarfe in einem partizipativen Format »RoboTalk«



- Übermittlung der Anpassungswünsche und Anmerkungen aus den Erhebungen an die Schwarz Campus Services GmbH und Schwarz IT
- Gemeinsame Ableitung weiterer technischer und kommunikativer Maßnahmen auf Basis der Ergebnisse
- Definition des weiteren Forschungsbedarfs über den Roll-Out hinaus

Übertragbarkeit

Ein Roboter wie LOOMI kann das Facility-Management unterstützen, indem er seine Umgebung in einem vordefinierten Außenbereich selbstständig erfasst. Für die Nutzenden des Geländes ergeben sich indirekte Vorteile, z. B. ein erhöhtes Sicherheitsgefühl, eine umweltfreundlichere Anlage oder die Sicherstellung freier Fluchtwege für einen geregelten Ablauf in Notfallsituationen. Das allgemeingültige Akzeptanzmodell umfasst diese Punkte und kann auf autonome Roboter in ähnlichen Kontexten angewendet werden. Beispielsweise können solche Technologielösungen in großen öffentlichen Räumen mit GPS-Empfang eingesetzt werden: Außenbereiche von Firmengeländen oder Flughäfen, Freizeitparks, Industriegebiete und andere große Freiflächen sind mögliche Einsatzgebiete.



© Kölbl, Nathalie

5. Vom Bildungscampus in Heilbronn ins Quartier

Die Beispiele zeigen, wie innovative Technologien in die Handlungsfelder einfließen, mit denen sich die Campus-Akteure täglich konfrontiert sehen. Um innovative Ideen zu entwickeln, umzusetzen und zu evaluieren, ist es entscheidend, die einzelnen Schritte der Serviceentwicklung sauber zu durchlaufen (vgl. Kapitel 3.3).

Die ko-kreative Herangehensweise ermöglicht es, die Akteure aktiv in die Serviceentwicklung einzubeziehen. Durch eine offene Kommunikation und Zusammenarbeit können Anregungen, Vorlieben und potenzielle Bedenken berücksichtigt werden. In Hackathons und Workshops besteht die Möglichkeit, dass die Akteure selbst an der Entwicklung von Prototypen mitwirken und ihre technologischen sowie soziale Kompetenzen einfließen lassen. Der ko-kreative Ansatz, der relevante Akteure zusammenbringt, ist ein Schlüssel zur Entwicklung gemeinwohlorientierter smarter Services. Offene Innovationsprozesse in Reallaboren erfordern ein gezieltes Stakeholdermanagement, um die Verfügbarkeit und Nutzung von Daten zu koordinieren und gleichzeitig Nutzergruppen zu identifizieren und einzubeziehen.

Die Smart Campus Initiative zeigt, dass durch die ko-kreative Dienstleistungsentwicklung nachhaltige, effiziente und lebenswerte Umgebungen geschaffen werden können. Neben einem gesteigerten Wohlbefinden entstehen dadurch neue Perspektiven für die Skalierung im öffentlichen Raum. Use Cases aus einem halb-öffentlichen Raum wie dem Bildungscampus in Heilbronn // der Dieter Schwarz Stiftung können in urbane Räume mit ähnlichen Anforderungen und Herausforderungen transferiert werden. Effizienzsteigerungen durch die technologische Vernetzung, Datenanalyse und Automatisierung bieten die Chance, städtische Aufgaben und Prozesse zu optimieren und nachhaltig zu gestalten.

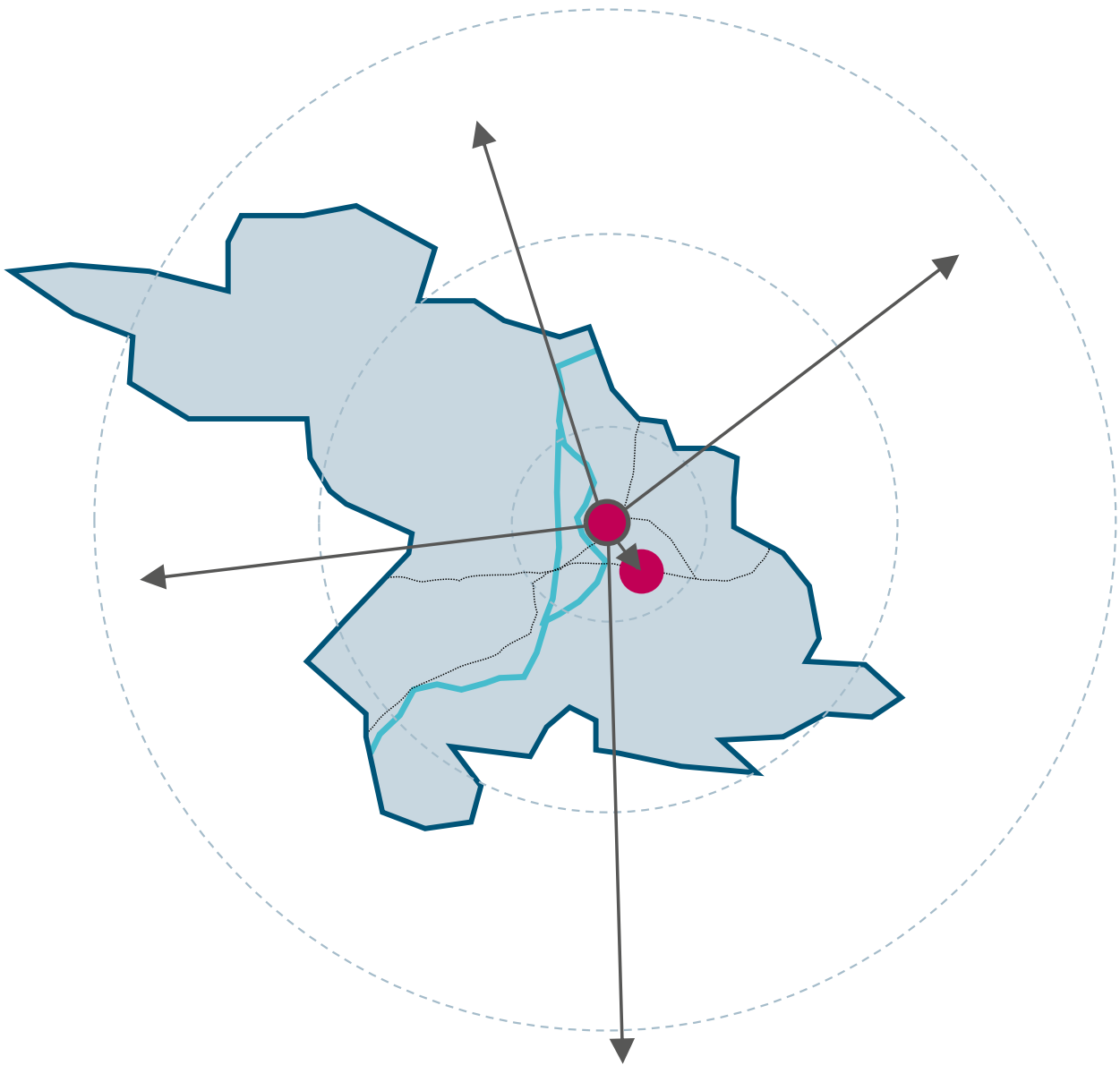
Experimentierklauseln ermöglichen die Erprobung und Evaluierung von Innovationen in spezifischen, vordefinierten Anwendungsbereichen (vgl. Website nexus Institut für Kooperationsmanagement und interdisziplinäre Forschung GmbH – Begleitforschung Nachhaltige Mobilität [BeNaMo]). Diese Herangehensweise dient der frühzeitigen Identifikation von Chancen, Risiken und Anpassungsmaßnahmen. Gleichzeitig erfolgen eine schrittweise Implementierung und Evaluierung smarter Services, die sich an den Bedürfnissen der Stadt und

ihrer Bevölkerung orientieren. Ein zentraler Aspekt ist die Bürgerbeteiligung, die es ermöglicht, das Expertenwissen aus dem Alltag sowie die Bedarfe der Bevölkerung in die Umsetzung gemeinwohlorientierter smarter Services einfließen zu lassen. Beispielsweise können smarte Mobilitätsservices in einzelnen Quartieren mit den Anwohnenden gemeinsam erprobt werden. Die Serviceentwicklung der Smart Campus Initiative bietet eine strukturierte Methode, um die Bürgerbeteiligung voranzutreiben. Es wurde ein Methodenbaukasten entwickelt, der Formate für die Phasen der ko-kreativen Dienstleistungsentwicklung zusammenfasst und als Inspirationsquelle für die aktive Umsetzung dienen kann (vgl. Kap. 3.3).

Bei der Optimierung des städtischen Lebens rücken zusätzliche Fragen im Zusammenhang mit smarten Services in den Vordergrund, beispielsweise »Wie können die Daten in Form von smarten Services an die Bürgerinnen und Bürger zurückgegeben werden?«, »Welche Technologie ist für eine bestimmte Art der Datenerhebung sinnvoll?« oder »Welche Schlüsse und Handlungsmaßnahmen können aus den erhobenen Daten gezogen werden?« Diese und weitere Fragen richten die Perspektive darauf, wie Daten nicht nur erhoben, sondern auch sinnvoll und integrativ genutzt sowie der Bevölkerung zur Verfügung gestellt werden. Eine Voraussetzung für die Beantwortung dieser Frage ist eine offene Datenkultur (Göbels et al., 2024). Die stärkere Vernetzung erfordert daher eine vertrauensvolle, transparente und ämterübergreifende Zusammenarbeit innerhalb einer Stadt. Beispielsweise könnten

Info

Seit November 2023 beschäftigt sich das Forschungszentrum KODIS des Fraunhofer IAO im mFUND-Projekt »Scoop2City« mit dem Aufbau eines datengestützten Service-Ökosystems für den stadtverträglichen Aufbau und Betrieb von Shared-Mobility-Angeboten für Kommunen und entwickelt in einem Projektkonsortium (KI-)Analyse- und Planungsservices, die Städte beim Aufbau und Betrieb von Sharing-Angeboten unterstützen. Die Services werden im Projektverlauf über die Scoop2City-Plattform bereitgestellt (scoop2.city).



Skizzenhafte Darstellung von Übertragungspotenzialen

Verkehrsdaten mit Umweltdaten aggregiert werden, um eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung zu modellieren und Handlungsmaßnahmen datenbasiert durchzusetzen.

Die Übertragbarkeit der ko-kreativen Serviceentwicklung aus der Smart Campus Initiative auf die Stadt als Ganzes eröffnet die Möglichkeit, ähnliche Innovationsprozesse und Dienstleistungen auf städtischer Ebene zu etablieren. Durch die Anwendung dieser bewährten Methoden können nicht nur die Anforderungen der Bürgerinnen und Bürger fokussiert werden, sondern auch effektivere Lösungen für ähnliche Handlungsfelder gefunden werden. Die erfolgreiche Umsetzung auf

dem Bildungscampus kann als Modell dienen, um die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren in der Stadt zu fördern und den Wandel hin zu intelligenten und nachhaltigen städtischen Umgebungen voranzutreiben. Dieser erfolgreiche Ansatz auf dem Bildungscampus bietet nicht nur neue Anwendungsfelder für die Campus-Akteure, sondern öffnet auch den Blick für weitere Innovationen in der gesamten Stadt. Die Smart Campus Initiative demonstriert somit, wie die ko-kreative Entwicklung und Umsetzung smarterer Services in zentralen Handlungsfeldern der Stadt- und Quartiersentwicklung gelingen kann und somit positive Veränderungen auf Stadt- und Gemeindeebene angestoßen werden können.

6. Ein Blick in die Zukunft

Das Beispiel des Bildungscampus in Heilbronn zeigt, wie Menschen heute durch smarte Services in ihrem Alltag unterstützt werden können. Von einem datengestützten Arbeitsplatzsuchservice in der Bibliothek über die Akzeptanzanalyse von Robotern auf dem Campusgelände bis zur Belegungsprognose für Parkplätze – die Integration smarter Services im Anwendungsfall des Bildungscampus eröffnet eine Vielzahl von Möglichkeiten, um die Lebensqualität zu verbessern, die Effizienz zu steigern und eine nachhaltige Entwicklung zu fördern. Die Funktion des Bildungscampus als Reallabor ermöglicht die Erprobung neuester Technologie und gleichzeitig eine dynamische Anpassung bereits erprobter Services. Durch die ko-kreative Serviceentwicklung erschließen die Forscherinnen und Forscher gemeinsam mit der Schwarz Campus Service und der Schwarz IT neue Anwendungsfelder auf dem Bildungscampus und öffnen den Blick für weitere Innovationen auf dem Bildungscampus West.

Durch die Aktivitäten der (SCI) wird das zentrale Campus-Management dabei unterstützt, den Bildungscampus zu einem führenden Reallabor für die Entwicklung und Erprobung smarter Services auszubauen. Dabei stehen die Aspekte Aufenthaltsqualität und Nachhaltigkeit im Fokus. Insbesondere wird angestrebt, die Lebensqualität durch nutzerzentrierte Designs und maßgeschneiderte Dienstleistungen zu erhöhen, während gleichzeitig nachhaltige Praktiken und Technologien implementiert werden, um ökologische und soziale Verantwortung zu fördern. Der ko-kreative Ansatz und die direkte Einbeziehung der Nutzerinnen und Nutzer in die Entwicklung smarter Campus-Services machen dieses Vorgehen europaweit einzigartig. Zudem wird Stakeholdern des Campus und Unternehmen die Möglichkeit gegeben, sich an den Projekten zu beteiligen. Dahingehend wird besonderes Augenmerk auf die Entwicklung, Erprobung und Evaluierung gemeinwohlorientierter Dienstleistungen in den Handlungsfeldern der Smart Campus Initiative (s. Kap. 2) gelegt. Über die bereits umgesetzten Use Cases hinaus können in diesen Bereichen weitere Mehrwerte durch Daten geschaffen werden.





Mobilität

Neben dem Parkraummanagement ist die Verfügbarkeit nachhaltiger Mobilitätsangebote ein wichtiger Hebel für die Mobilitätswende. Um den Menschen den Umstieg auf alternative Angebote zu erleichtern, sollten diese ohne großen Mehraufwand in den Alltag integriert werden können. Im Idealfall wird die Anzahl der Mobilitätsangebote an den Beginn und das Ende der Aufenthaltszeiten angepasst. Mithilfe von Daten kann die Frequentierung des Campus gemessen werden und Mobilitätsangebote können bedarfsgerecht in unmittelbarer Nähe bereitgestellt und reserviert werden. Diese datengesteuerte Anpassung und Bereitstellung von Mobilitätsangeboten tragen dazu bei, die Nutzung nachhaltiger Verkehrsmittel zu fördern und die Mobilität innerhalb und außerhalb des Campus effizienter und umweltfreundlicher zu gestalten.



Energie und Umwelt

Zwei wichtige Themenfelder für einen nachhaltigen Umbau sind neben der Grünflächenpflege die intelligente Optimierung von Heizungs- und Lüftungsanlagen sowie der ressourceneffiziente und bedarfsgerechte Einsatz erneuerbarer Energien. Energiemanagementsysteme können zu Kosteneinsparungen führen und gleichzeitig durch einen ressourcenschonenden Umgang mit Energie dazu beitragen, die Klimaziele zu erreichen (Janson-Mundel, 2022). Durch die Visualisierung von Daten können Nutzende hinsichtlich ihres Energieverbrauchs sensibilisiert werden. Im Idealfall erhalten die Nutzenden Handlungsempfehlungen (Nudges), um so ihr Verhalten energiesparsamer auszurichten. Gamification-Ansätze bieten dabei eine Option, die Motivation durch ein Belohnungssystem zu steigern.



Logistik

Um innovative Lösungen für eine effiziente und nachhaltige Logistik zu schaffen, sind Use Cases mit autonomen Lieferrobotern denkbar, die Pakete und Waren auf kurzen Strecken emissionsfrei transportieren. Durch die Integration von Sensoren und IoT-Technologie könnten sie Verkehrsdaten in Echtzeit erfassen und Routen dynamisch anpassen, um Staus zu vermeiden und die Lieferzeiten zu optimieren. Zudem könnten sie mit Ladestationen verbunden sein, die erneuerbare Energien nutzen, um ihre Batterien aufzuladen, und somit zu einer weiteren Reduzierung des ökologischen Fußabdrucks beitragen. Eine Plattform würde für alle beteiligten Akteure Daten in Echtzeit bereitstellen und potenziell eine Verknüpfung mit Warenbeschaffungssystemen schaffen, um so automatisierte Nachbestellungen zu tätigen.



Kultur und Identität

Die Vernetzung ist neben der Bildung eine der wichtigsten Funktionen von Lern- und Lehrorten wie dem Bildungscampus. Lehr- und Kulturangebote bieten eine soziale Plattform, um Studierende, Mitarbeitende und Nutzende des Campus miteinander zu verbinden. Die Implementierung eines digitalen Veranstaltungskalenders bietet die Möglichkeit, die Nutzenden über Angebote zu informieren. Dies könnte beispielsweise durch die Anzeige von KI-gesteuerten Veranstaltungsempfehlungen erfolgen, die auf den individuellen Interessen und Vorlieben des Nutzerprofils basieren.



Diese Aspekte sind essenziell für das Wohlbefinden auf dem Campus. Neben Smart-Home-Systemen können Technologien eingesetzt werden, die potenzielle Gefahren wie Wasseraustritte oder Rauchentwicklungen erkennen und automatisiert Warnungen an die Bewohnenden senden sowie im Notfall rechtzeitig weitere Schritte einleiten. Durch den Einsatz von Robotik, insbesondere unterstützt durch KI-gestützte Kameras, können weitere sicherheitsrelevante Komponenten detektiert werden. Ein Beispiel hierfür ist die automatisierte Benachrichtigung des Sicherheitspersonals durch den Roboter, wenn eine Brandschutztür offensteht, um sofortige Maßnahmen zu ergreifen und kontinuierlich die Sicherheit aller Campus-Bewohnenden zu gewährleisten.



Daten bieten das Potenzial, die Lehre und Forschung auf dem Bildungscampus zu optimieren und durch innovative Lösungen sicherzustellen, dass die individuellen Gegebenheiten des Campus berücksichtigt werden. Eine qualitätsvolle Datenerhebung, -speicherung und -auswertung ermöglichen eine Weiterverarbeitung. Mit anonymisierten Daten könnten Hackathons für die Studierenden organisiert werden, die neue Use Cases in den Handlungsfeldern entwickeln. Zudem können Forschende an die Daten anknüpfen, um neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen und innovative Lösungen zu erarbeiten.



Die Wartung und Verwaltung einzelner Gebäude oder großer Campusareale können durch Automatisierungsprozesse effizienter und ressourcenschonender gestaltet werden, indem Sensoren relevante Daten über den Gebäudezustand erheben und in einem Prognosemodell exakte Zeiträume für Wartungsservices berechnet werden. Im Fall der Grünpflege könnte das Prognosemodell Informationen an einen Roboter senden und den Befehl für die Instandhaltungsmaßnahme geben (z. B. Rasen mähen). Derzeitig begleitet das Forschungszentrum KODIS des Fraunhofer IAO das Campus-Management mit einer Akzeptanzforschung zur Wahrnehmung eines Roboters, der in einer ersten Pilotphase den Betrieb mit Aufgaben aus dem Facility Management unterstützen soll (s. Kap. 4.4).

Die Beispiele zeigen, dass die Automatisierung und die Vernetzung technischer Infrastrukturen zwei wesentliche Bestandteile von smarten Services sind, die zur Effizienzsteigerung und Ressourcenbündelung beitragen. Aufgrund des hohen Datenbedarfs und des Einsatzes von Kameratechnologien sind datenschutzrechtliche Fragestellungen zu prüfen und Technologien zu entwickeln, die sich an den geltenden Datenschutzbestimmungen orientieren und die Faktoren der Nutzerzentrierung in den Vordergrund stellen.

Diese fortschrittlichen Anwendungen und Strategien, die auf dem Bildungscampus in Heilbronn erprobt und umgesetzt wurden, demonstrieren eindrucksvoll das Potenzial intelligenter

Technologien zur nachhaltigen Verbesserung von Campusumgebungen. Sie zeigen, wie durch den Einsatz innovativer Technologien die Effizienz gesteigert, die Lebensqualität verbessert und eine nachhaltige Entwicklung gefördert werden kann. Besonders hervorzuheben ist die Ko-Kreation entlang des Service Innovationsprozess, der es auf strukturierte Art und Weise ermöglicht, Technologien zielgerichtet und nutzerzentriert zu entwickeln und zum Einsatz zu bringen. Das Whitepaper unterstreicht die Bedeutung der kontinuierlichen Entwicklung, Erprobung und Optimierung von Technologien, um die spezifischen Herausforderungen und Bedürfnisse eines Bildungscampus und darüber hinaus zu adressieren.

7. Literaturverzeichnis

- Anduschus, P.-O., Bienzeisler, B., & Prochazka, V. (2023). *Innovationsmethode Reallabor*. <https://doi.org/10.24406/publica-1113>
- Bienzeisler, B., Handrich, M., Prochazka, V., & Feike, M. (2021). Smart Campus Initiative: The Campus Approach to Living Labs and Co-creative Service Innovation. In L. Rubalcaba (Ed.), *30th RESER International Congress. Proceedings – book of abstracts*. (p. 168). <https://www.co-val.eu/publications/>
- Bruhn, M., & Hadwich, K. (Eds.). (2022). *Forum Dienstleistungsmanagement: Band 1. Konzepte - Methoden - Prozesse*. Springer Gabler.
- Bullinger, H.-J., Ganz, W., & Neuhüttler, J. (2017). Smart Services – Chancen und Herausforderungen digitalisierter Dienstleistungssysteme für Unternehmen. In M. Bruhn & K. Hadwich (Eds.), *Dienstleistungen 4.0* (pp. 97–120). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-17550-4_4
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (Ed.). (2024). *Digitalisierung und Nachhaltigkeit*. https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/7/31567_Aktionsplan_Natuerlich_Digital_Nachhaltig.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- Carr, P. J. (2012). Citizens, community, and crime control: The problems and prospects for negotiated order. *Criminology & Criminal Justice*, *12*(4), 397–412. <https://doi.org/10.1177/1748895812447235>
- D’Onofrio, S., & Stucki, T. (2021). Digital Public Services. *HMD Praxis Der Wirtschaftsinformatik*, *58*(5), 958–977. <https://doi.org/10.1365/s40702-021-00785-1>
- Drilling, M., & Schnurr, O. (2012). *Nachhaltige Quartiersentwicklung: Positionen, Praxisbeispiele und Perspektiven*. *Quartiersforschung*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Engels, J. I., Janich, N., Monstadt, J., & Schott, D. (Eds.). (2016). *Interdisziplinäre Stadtforschung: Vol. 22. Nachhaltige Stadtentwicklung*. Campus.
- Feike, M., Neuhüttler, J., & Kutz, J. Towards A Reference Process for Developing Cognitive Service Systems (2023) In <https://doi.org/10.54941/ahfe1003106>
- Göbels, V. P., Fischer-Pressler, D., Kutz, J., & Bienzeisler, B. (2024). *Wertschöpfung durch Data Pooling*.
- Hess, A., Magin, D. P., & Koch, M. (2017). *Co-Creation in den Dörfern – Ein Living Lab für ländliche Regionen*. <https://doi.org/10.18420/muc2017-up-0221>
- Janson-Mundel, O. (2022). Energiemanagementsysteme im Kontext der Nachhaltigkeit. In B. Schwager (Ed.), *Management-Reihe Corporate Social Responsibility. CSR und Nachhaltigkeitsstandards* (pp. 317–325). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-64913-8_18

- Khang, A., Gupta, S. K., Rani, S., & Karras, D. A. (Eds.). (2024). *Smart cities: IoT technologies, big data solutions, cloud platforms, and cybersecurity techniques*. CRC Press.
- Kropp, C. (2021). Nachhaltige Innovationen. In B. Blättel-Mink, I. Schulz-Schaeffer, & A. Windeler (Eds.), *Handbuch Innovationsforschung* (pp. 707–724). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-17668-6_50
- Neumann, T., Ziesler, U., & Teich, T. (Eds.). (2020). *Kooperation und Innovation für eine nachhaltige Stadtentwicklung: Forschung mit innovativen Kommunen* (1. Auflage 2020). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- nexus Institut für Kooperationsmanagement und interdisziplinäre Forschung GmbH – Begleitforschung Nachhaltige Mobilität. *Experimentierräume & Experimentierklauseln*. <https://www.zukunft-nachhaltige-mobilitaet.de/experimentierklauseln-und-ihre-nutzung/>
- Pralhad, C. K., & Ramaswamy, V. (2000). Co-Opting Customer Competence. *Harvard Business Review*(78 (1)), 79–87. <https://hbr.org/2000/01/co-opting-customer-competence>
- Rose, M., Wanner, M., & Hilger, A. (2018). *Das Reallabor als Forschungsprozess und -infrastruktur für nachhaltige Entwicklung. Konzepte, Herausforderungen & Empfehlungen*. <https://nachhaltigeswirtschaften-soef.de/synthese-reallabore>
- Sosunova, I., & Porras, J. (2022). IoT-Enabled Smart Waste Management Systems for Smart Cities: A Systematic Review. *IEEE Access*, 10, 73326–73363. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3188308>
- Voorberg, W. H. (2017). *Co-Creation and Co-Production as a Strategy for Public Service Innovation: A study to their appropriateness in a public sector context*. https://www.researchgate.net/publication/320347822_Co-Creation_and_Co-Production_as_a_Strategy_for_Public_Service_Innovation_A_study_to_their_appropriateness_in_a_public_sector_context
- Webseite Bildungscampus: *Meilensteine – eine Zeitreise*. <https://bildungscampus.hn/ueber-uns/meilensteine>
- West, C., Marquardt, E., & Gerhard, U. (2017). Co-design und co-production von Wissen für die nachhaltige Stadt: Das Reallabor Urban Office in Heidelberg. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 26(1), 58–59. <https://doi.org/10.14512/gaia.26.1.13>
- Yin, C., Xiong, Z., Chen, H., Wang, J., Cooper, D., & David, B. (2015). A literature survey on smart cities. *Science China Information Sciences*, 58(10), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s11432-015-5397-4>

Impressum

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

Bildungscampus 9
74076 Heilbronn
www.iao.fraunhofer.de

Kontakt

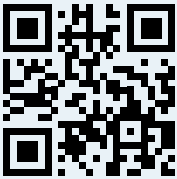
Dr. Janika Kutz
Teamleiterin Public Service Innovation
Telefon +49 711 970-5259
janika.kutz@iao.fraunhofer.de

Fraunhofer Publica

<http://dx.doi.org/10.24406/publica-5028>

Alle Rechte vorbehalten

© Fraunhofer IAO, September 2025



<http://smartcampus.hn/>

Der Bildungscampus in Heilbronn hat sich seit der Gründung im Jahr 2010 zu einem einzigartigen Ort für lebenslanges Lernen und wissenschaftliche Forschung entwickelt. Dabei vernetzt und verzahnt der Campus seine Institutionen entlang der gesamten Bildungsbiografie und schafft so eine innovative Bildungsstätte im Sinne eines ganzheitlichen Ökosystems. Das Whitepaper richtet sich an Fach- und Führungskräfte der Institutionen am Bildungscampus sowie der Stadtverwaltung und lokaler Unternehmen. Es zeigt auf, wie die Smart Campus Initiative den Bildungscampus Heilbronn als Reallabor für die Entwicklung smarter Services nutzt. Ziel ist es, die zugrunde liegende Vorgehensweise transparent zu machen und Stakeholder dazu zu befähigen, eigene Themen und Perspektiven in zukünftige Entwicklungen einzubringen. Konkret werden im Whitepaper einzelne Schritte der Dienstleistungsentwicklung sowie technologische Infrastrukturen vorgestellt, welche anhand realer Use Cases wie der Messung des CO₂-Fußabdrucks, Prognose der Parkhausbelegung sowie dem Einsatz eines Navigationsroboters und eines Facility-Management-Roboters am Bildungscampus veranschaulicht werden. Abschließend erfolgt ein Ausblick über weitere mögliche Use Cases oder Einsatzbereiche für smarte Services am Bildungscampus in Heilbronn sowie in der Stadt.

Kontakt

Dr. Janika Kutz
Teamleiterin Public Service Innovation
Telefon +49 711 970-5259
janika.kutz@iao.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft
und Organisation IAO
Bildungscampus 9
74076 Heilbronn

www.fraunhofer.de