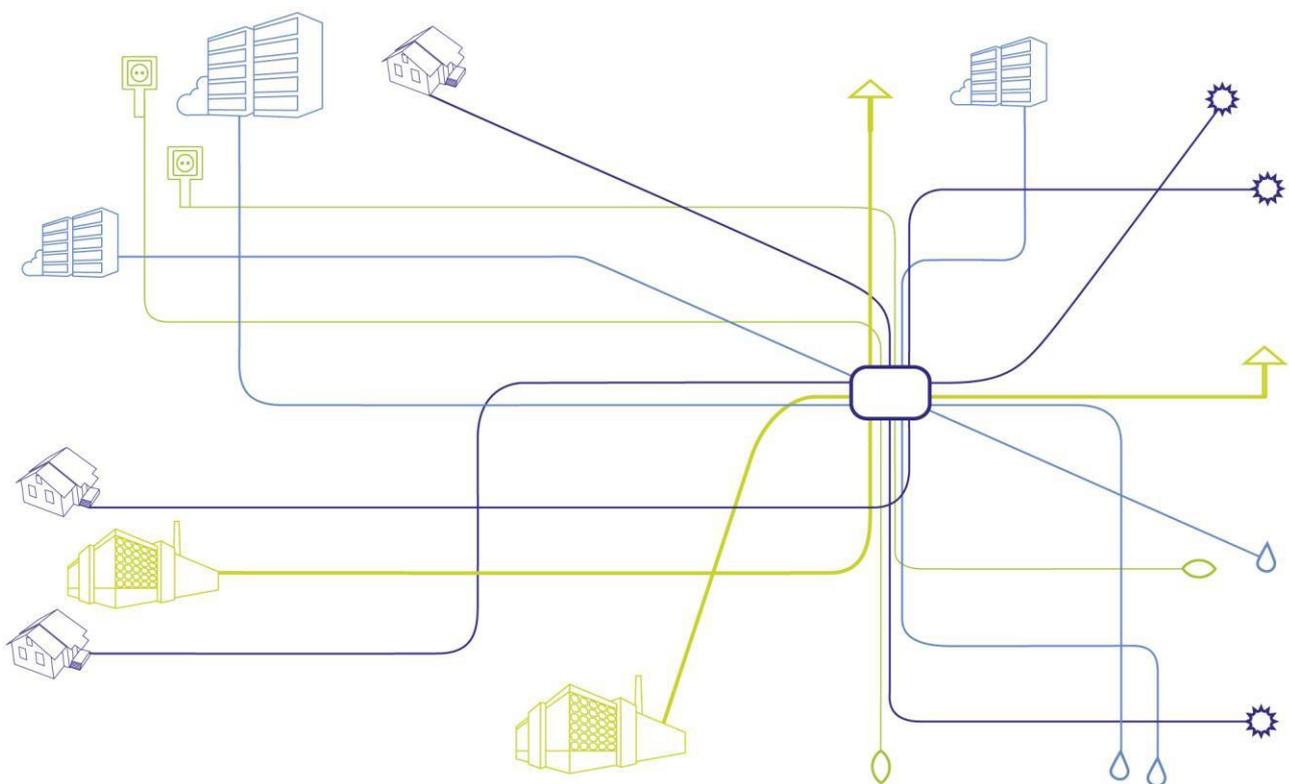




Smart City Rheintal

Elements for the Emission and Energy Related Spatial Development of the Polycentric Structured Rhine-Valley



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Dervorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „**Smart Cities Demo – 2. Ausschreibung**“. Mit diesem Förderprogramm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, große Demonstrations- und Pilotprojekte zu initiieren, in denen bestehende bzw. bereits weitgehend ausgereifte Technologien und Systeme zu innovativen interagierenden Gesamtsystemen integriert werden.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!



Theresia Vogel Geschäftsführerin,
Klima- und Energiefonds



Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

PUBLIZIERBARER ENDBERICHT

A. Projektdetails

Kurztitel:	Smart City Rheintal
Langtitel:	Elements for the Emission and Energy Related Spatial Development of the Polycentric Structured Rhine-Valley
Programm:	Smart Energy Demo – FIT for SET 2. Ausschreibung
Dauer:	01.07.2012 bis 15.12.2015
KoordinatorIn/ ProjekteinreicherIn:	Vorarlberger Kraftwerke AG
Kontaktperson Name:	DI Christian Eugster
Kontaktperson Adresse:	Weidachstraße 6, 6900 Bregenz
Kontaktperson Telefon:	05574 601 73107
Kontaktperson E-Mail:	christian.eugster@vkw.at
Projekt- und KooperationspartnerIn:	<ul style="list-style-type: none"> • Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal Ges.mbH (AIT Energy Department) • Bosch Software Innovations GmbH • Fachhochschule Vorarlberg • Stadt Feldkirch • Rhomberg Bau GmbH • Prisma Zentrum für Standort und Regionalentwicklung GmbH-R Schertler Alge GmbH
Projektwebsite:	www.smartcityrheintal.at
Schlagwörter (im Projekt bearbeitete Themen-/Technologiebereiche)	Gebäude, Energienetze, Mobilität, Kommunikation und Information, System „Stadt“ bzw. „urbane Region“, Smart Grid, Mobility on Demand, Zero Emission, Social Media Platform, Rheintal
Projektgesamtkosten:	3.682.956 € (genehmigt)
Fördersumme:	1.496.712 € (genehmigt)
Klimafonds-Nr:	KR11SE2F00714
Erstellt am:	10.05.2016

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

B. Projektbeschreibung

B.1 Kurzfassung

Ausgangssituation / Motivation:	<p>Das Vorarlberger Rheintal mit seinen 29 Gemeinden ist durch eine polyzentrische Struktur charakterisiert. Es stellt einen der am dynamischsten wachsenden Wirtschaftsräume in Mitteleuropa dar. Aufgrund des hohen Lebensstandards, wohnen etwa 65% der Vorarlberger Bevölkerung in dieser Region, womit der Vorarlberger Ressourcenverbrauch wesentlich durch die Aktivitäten im Rheintal bestimmt wird. Im Jahr 2009 hat der Vorarlberger Landtag einstimmig die Vision einer CO₂-freien Energieautonomie bis 2050 samt einem quantifizierten Pfad als energiepolitische Strategie beschlossen. Als Fortsetzung des landesweiten Beteiligungsprozesses wurde in fachübergreifenden Arbeitsgruppen ein Aktionsplan bis 2020 ausgearbeitet, der Ende 2011 wiederum einstimmig vom Landtag angenommen wurde. Neben Querschnittsthemen konzentrieren sich die Maßnahmen auf die Aspekte Raumplanung, Industrie und Gewerbe, Gebäude, Mobilität und Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern.</p>
Bearbeitete Themen-/ Technologiebereiche:	<p>Gebäude, Energienetze, Mobilität, Kommunikation und Information, System „Stadt“ bzw. „urbane Region“, Smart Grid, Mobility on Demand, Zero Emission, Social Media Platform, Rheintal</p>
Inhalte und Zielsetzungen:	<p>Mit Fokus auf diese Beschlüsse sollen nun im Projekt SmartCityRheintal entlang der Bahnachse im Rheintal 4 emissionsfreie Stadt- bzw. Ortsteile in Bregenz, Hard und Feldkirch realisiert werden. Dabei werden Energie- und Mobilitätsmaßnahmen über technologische und gesellschaftliche Innovationen integrativ miteinander verknüpft.</p> <p>In Bregenz wird ein zentraler Bereich samt Hauptbahnhof als neuer Stadtteil mit vielschichtigen Funktionalitäten vollkommen neu errichtet. Dabei wird ein neu entwickeltes mehrstöckiges Holzhaus – der Life Cycle Tower – in einem Passivhausstadtteil errichtet. In Hard wird ein vormaliges Industriegebiet revitalisiert. Die Stadt Feldkirch baut am Eingang zur historischen Altstadt ein hocheffizientes, emissionsfreies Kongresszentrum, mit dem ein Green Meeting Konzept umgesetzt wird. Damit entsteht ein autofreier Zugang zur Altstadt, was durch den Einsatz von Beteiligungsprozessen auf breite Akzeptanz stößt.</p> <p>Zur Berücksichtigung unterschiedlicher gesellschaftlicher und technischer Bedürfnisausprägungen werden Beteiligungsprozesse und interdisziplinäre Planungsprozesse eingesetzt. Die entstehenden innovativen urbanen Bauprojekte mit Mischnutzungen zeichnen sich durch eine energie- und ressourceneffiziente Bauweise und an die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten angepasste CO₂-neutrale Energieversorgungssysteme aus. Zur Versorgung mit Kälte und Wärme ist in den neu entstehenden Arealen die Nutzung von See- bzw. Grundwasser sowie lokal verfügbarer Biomasse beabsichtigt. Mit Blick auf das Gesamtsystem werden unter MoD Systeme und Social Media Plattformen eingesetzt, die das Verhalten der Quartiersnutzer in Richtung alternativer CO₂-neutraler Mobilitätsformen wie ÖPNV, Radverkehr oder elektrische Mobilität unterstützen sollen. Ein Energiemanagementsystem steuert potentiell mögliche Lastverschiebungen zwischen Erzeugungs- und Verbrauchseinheiten</p>

	<p>(Gebäude, Elektromobilität), wodurch die wesentlichen Elemente eines Smart Grids entstehen, dessen Funktionalität innerhalb des Projektperimeters im Hinblick auf ein optimiertes Lastmanagement untersucht wird. Neben diesen technologischen Lösungen wird durch Kooperation der Bauträger mit einem lokalen Energieversorger erstmalig ein neues Geschäftsmodell eingeführt und auf seine Akzeptanz geprüft werden. Damit soll die Versorgung ganzer Stadtteile mit CO₂-freien Energieträgern begünstigt und eine dauerhafte Aktivierung der Nutzer für den Klimaschutz erreicht werden.</p>
<p>Methodische Vorgehensweise:</p>	<p>Smart City Rheintal war ein komplexes und innovatives Projekt, in welchen die Ziele partnerschaftlich ohne hierarchische, inhaltliche Weisungsbefugnis erreicht werden sollten. Die Projektpartner verstanden sich sowohl als Kunden als auch als Entwickler für die einzelnen Teilaspekte des Projekts. Das ganze Projekt hatte von Beginn an einen explorativen Entwicklungscharakter, womit vieles – vor allem Ergebnisse in den einzelnen Projektphasen - von Beginn an unbekannt war. So gab es zu Beginn mehrere parallele, voneinander abhängige Teilprojekte mit ideenhaften Bausteinen. Als gemeinsame Klammer orientierte sich das Projekt an einer „zero emission“ Vision, die sehr viel Interpretationsspielraum zuließ, gleichzeitig aber auch eine hohe Herausforderung darstellte.</p> <p>Bei einem Projekt mit so vielen Unbekannten brauchte es Flexibilität und die Möglichkeiten zur Anpassung. Die Festlegung von stringenten Teilzielen und zu Beginn klar spezifizierten Arbeitspakten stellte sich vor diesem Hintergrund als nicht praktikabel heraus. In Anlehnung an agile Projektmanagementmethoden wurde ein adaptiver, auf die Vision „zero-emission“ ausgerichteter Prozess für die Abwicklung von Smart City Rheintal konzipiert.</p> <p>Nach dem Abschluss der Planungsphase wurden im Abstand von 6 Monaten Projektkonferenzen fixiert, in welchen sich die Projektpartner über die erzielten Ergebnisse informierten und über die weitere Vorgangsweise für das nächste halbe Jahr verständigten. Zwischen diesen Projektkonferenzen arbeiten die Teams der einzelnen Teilprojekte dann weitestgehend autonom. Die Teams orientieren sich an halbjährlichen Etappenzielen samt einer dazugehörigen Aufgabenliste, die während der Projektkonferenzen von den Projektpartnern gemeinschaftlich erarbeitet wurde.</p>
<p>Ergebnisse und Schlussfolgerungen:</p>	<p>Mit dem Projekt Smart City Rheintal wurden Elemente für 3 emissionsfreie Stadt- bzw. Ortsteile in Bregenz, Hard und Feldkirch realisiert. Dabei wurden Energie- und Mobilitätsmaßnahmen über technologische und gesellschaftliche Ansätze integrativ miteinander verknüpft.</p> <p>In Hard wurde ein vormaliges Industriegebiet revitalisiert. Dabei konnten trotz fortgeschrittenem Planungsstadium eine nachhaltige Energieversorgung in Kombination mit energieeffizienten Technologien, die Reduktion des Primärenergiebedarfs durch Nutzung von bestehender Bausubstanz und ein quartierbezogenes nachhaltiges Mobilitätskonzept untersucht und umgesetzt werden. Die Stadt Feldkirch baute am Eingang zur historischen Altstadt ein hocheffizientes, emissionsfreies Kongresszentrum, mit dem auf Basis eines integralen Planungsansatzes ein Green Meeting Konzept samt integrierten Mobilitätslösungen umgesetzt wurde. Damit entstand unter anderem ein autofreier Zugang zur Altstadt, was durch den Einsatz von Beteiligungsprozessen auf breite Akzeptanz stößt und</p>

	<p>jetzt das gesamte Quartier prägt.</p> <p>Sowohl die entstandenen als auch die kurz vor dem Umsetzung befindlichen innovativen urbanen Bauprojekte mit Mischnutzungen zeichnen sich damit durch eine energie- und ressourceneffiziente Bauweise und an die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten angepasste CO₂-neutrale Energieversorgungssysteme aus. Zur Versorgung mit Kälte und Wärme ist in den neu entstehenden Arealen die Nutzung von Seewasser, Geothermie oder Luftwärme mittels Wärmepumpen sowie lokal verfügbarer Biomasse umgesetzt oder geplant worden. Mit Blick auf das Gesamtsystem wurden unter anderem Mobility on Demand (MoD) Systeme und Social Media Plattformen in Form einer App entwickelt, die das Verhalten der Quartiersnutzer in Richtung alternativer CO₂-neutraler Mobilitätsformen wie ÖPNV, Radverkehr oder elektrische Mobilität unterstützen sollen.</p> <p>Ein integriertes Energiemanagementsystem ist in der Lage potentiell mögliche Lastverschiebungen zwischen Photovoltaikanlagen und Verbrauchseinheiten (Gebäude, Elektromobilität, Warmwasserspeicher, stationäre Batteriespeicher) zu steuern, wodurch die wesentlichen Elemente eines Smart Grids entstanden sind, dessen Funktionalität innerhalb des Projektperimeters im Hinblick auf ein optimiertes Lastmanagement untersucht wurde.</p> <p>Im Zuge des Projektes stellte sich heraus, dass die Vermittlung des Zero-Emission-Gedankens einen zentralen Erfolgsfaktor im Entscheidungsprozess eines Endkunden darstellt. Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen einer Projektverlängerungen das Teilprojekt „Decision for Zero Emission“ abgearbeitet. Es steht nun ein getesteter und evaluierter Leitfaden bzw. Kommunikationsplan für eine zielgruppenorientierte Kommunikation zur Verfügung, um die Zero -Emission Elemente in den Teilprojekten „In der Wirke“, „Seestadt“ und „Seequartier“ vermarkten zu können. Als Highlight zu erwähnen ist die Eröffnung der Mobilitätszentrale, an der sich die erfolgreiche Umsetzung des hier entwickelten Leitfadens bzw. Kommunikationsplans zeigt.</p>
<p>Ausblick:</p>	<p>Aufgrund von Verzögerungen in der Genehmigungsphase und neuen Anforderungen konnten die beiden Bauprojekte rund um den Bahnhof Bregenz nicht umgesetzt werden, Im Rahmen des Projektes wurden aber wichtige Vorarbeiten geleistet, um in diesem neuen Stadtteil mit vielschichtigen Funktionalitäten in der Umsetzungsphase auch Elemente einer Zero-Emission City integrieren zu können.</p> <p>Smart City Rheintal hat auch einen Rahmen für das Marketing von Z.E. Produkten geschaffen. „Smart City Rheintal“ wurde dazu im Rahmen des Projektes als Dachmarke konzipiert, unter welcher heterogene interdisziplinäre Themenfelder von Firmen im Hinblick auf Zero Emission weiter entwickelt und umgesetzt werden können. Für das Marketing von Z.E. Produkten trägt vor allem auch die durch das Projekt verfügbare Profilierung von Endkunden und Adressaten bei, die im Zuge der Projektverlängerung unter dem Motto „Decision for Zero Emission“ untersucht wurde. So ist es gerade für die Bauträger ersichtlich, dass sich die Erkenntnisse aus den Bereichen Mobilität, VPP und Smart Home direkt im Rahmen von Neuprojekten umsetzen ließen.</p> <p>Ganz maßgeblich ist hervorgegangen, dass es mittlerweile</p>

Technologien und Möglichkeiten gibt, um dem Vorarlberger Ziel „Zero Emission 2050“ näher zu kommen. Die eigentlichen Nutzer wurden bislang aber noch zu wenig abgeholt, weshalb intensiv an Bewusstseinsbildung gearbeitet werden muss.

Eine erste beispielgebende Maßnahme in dieser Richtung wurde mit dem Fokusgruppengespräch im Rahmen von Teilprojekt „**Seequartier**“ gesetzt, die auf eine positive Resonanz der Teilnehmer verweisen kann. Von Seiten der Projektpartner ist auch eine Veranstaltung angedacht, mit welcher die interessierte Bevölkerung über die Ergebnisse von Smart City Rheintal informiert und für „Zero Emission 2050“ sensibilisiert werden soll. Eine weitere mögliche Zielgruppe für den Austausch ist der Teilnehmerkreis der Energieautonomie 2050.

Ein Teil der Projektpartner haben die Caruso Carsharing eGen gegründet bzw. sich daran beteiligt. Die Genossenschaft will Mobilitätsdienstleistungen weiter ausbauen und zu einem Standard-Angebot im Wohnbau in Vorarlberg bzw. Österreich etablieren. Mit Rhomberg Bau GmbH wurde bei einem aktuellen Projekt ein E-Carsharing-Angebot in der geplanten Wohnanlage (inkl. Ladestation) vertraglich vereinbart. Weitere Projekte sind in Planung/Vorbereitung.

Die Ausarbeitungen aus den Parkraum-Überlegungen für das Quartier „In der Wirke“ haben Eingang in das Parkraumkonzept der Marktgemeinde Hard gefunden. Ausgehend von Parkraummanagement-Konzept Hard wurde inzwischen eine regionale Untersuchung über Potentiale und kommunale Strategien zum Thema Parkraummanagement im nördlichen Rheintal eingeleitet. Im Rahmen der „Wohnbauforschung“ soll bei einem Bauprojekt in Dornbirn eine breite MoD-Platte zur Realisierung kommen.

Das Framework zum Aufbau des Verkehrsmodells kann auch in anderen (geografischen) Gebieten eingesetzt werden. D.h. mit den für Vorarlberg entwickelten Routinen lässt sich ein agentenbasiertes Verkehrsmodell auch in anderen Bundesländern, Staaten, etc. aufsetzen, vorausgesetzt es sind ähnliche Grundlagendaten vorhanden.

Die Anwendung eines MATSIM-Verkehrsmodells bzw. der daraus gewonnenen Fahrzyklen in Kombination mit elektrischem Netzmanagement und E-Mobility (Smart Grids). Hier können die zeitlich sehr genau aufgelösten Fahr- und Standzeiten sowie -örtlichkeiten wesentlichen Input zur Dimensionierung von elektrischen Netzen liefern. Hier wurde auch bereits ein entsprechender Projektantrag in der 3. Ausschreibung von Stadt der Zukunft eingereicht.

Einleitung

Das Projekt Smart City Rheintal peilt durch Einsatz von technologischen und gesellschaftlichen Innovationen ein Zero-Emission Ziel für 3 regionaltypische Siedlungsentwicklungsprojekte an, die durch ein SmartGrid und ein Mobility on Demand System verbunden sind. Regionale Energieversorger kooperieren dabei mit Bauträgern, Standortgemeinden, KIT Experten und Forschungsinstitutionen. Basis ist die Vision für eine CO₂-neutrale Energieautonomie bis 2050, samt Roadmap und Maßnahmenplanung.

Ausgangssituation

Das Vorarlberger Rheintal mit seinen 29 Gemeinden ist durch eine polyzentrische Struktur charakterisiert. Es stellt einen der am dynamischsten wachsenden Wirtschaftsräume in Mitteleuropa dar. Aufgrund des hohen Lebensstandards, wohnen etwa 65% der Vorarlberger Bevölkerung in dieser Region, womit der Vorarlberger Ressourcenverbrauch wesentlich durch die Aktivitäten im Rheintal bestimmt wird. Im Jahr 2009 hat der Vorarlberger Landtag einstimmig die Vision einer CO₂-freien Energieautonomie bis 2050 samt einem quantifizierten Pfad als energiepolitische Strategie beschlossen. Als Fortsetzung des landesweiten Beteiligungsprozesses wurde in fachübergreifenden Arbeitsgruppen ein Aktionsplan bis 2020 ausgearbeitet, der Ende 2011 wiederum einstimmig vom Landtag angenommen wurde. Neben Querschnittsthemen konzentrieren sich die Maßnahmen auf die Aspekte Raumplanung, Industrie und Gewerbe, Gebäude, Mobilität und Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern.

Ziele und Ergebnisse

Mit dem Projekt Smart City Rheintal wurden Elemente für 3 emissionsfreie Stadt- bzw. Ortsteile in Bregenz, Hard und Feldkirch realisiert. Dabei wurden Energie- und Mobilitätsmaßnahmen über technologische und gesellschaftliche Ansätze integrativ miteinander verknüpft.

In Hard wurde ein vormaliges Industriegebiet revitalisiert. Dabei konnten trotz fortgeschrittenem Planungsstadium eine nachhaltige Energieversorgung in Kombination mit energieeffizienten Technologien, die Reduktion des Primärenergiebedarfs durch Nutzung von bestehender Bausubstanz und ein quartierbezogenes nachhaltiges Mobilitätskonzept untersucht und umgesetzt werden. Die Stadt Feldkirch baute am Eingang zur historischen Altstadt ein hocheffizientes, emissionsfreies Kongresszentrum, mit dem auf Basis eines integralen Planungsansatzes ein Green Meeting Konzept samt integrierten Mobilitätslösungen umgesetzt wurde. Damit entstand unter anderem ein autofreier Zugang zur Altstadt, was durch den Einsatz von Beteiligungsprozessen auf breite Akzeptanz stößt und jetzt das gesamte Quartier prägt. Aufgrund von Verzögerungen in der Genehmigungsphase und neuen Anforderungen konnten die beiden Bauprojekte rund um den Bahnhof Bregenz nicht umgesetzt werden, Im Rahmen des Projektes wurden aber wichtige Vorarbeiten geleistet, um in diesem neuen Stadtteil mit vielschichtigen Funktionalitäten in der Umsetzungsphase auch Elemente einer Zero-Emission City integrieren zu können.

Sowohl die entstandenen als auch die kurz vor dem Umsetzung befindlichen innovativen urbanen Bauprojekte mit Mischnutzungen zeichnen sich damit durch eine energie- und ressourceneffiziente Bauweise und an die jeweiligen örtlichen Gegebenheiten angepasste CO₂-neutrale Energieversorgungssysteme aus. Zur Versorgung mit Kälte und Wärme ist in den neu entstehenden Arealen die Nutzung von Seewasser, Geothermie oder Luftwärme mittels Wärmepumpen sowie lokal verfügbarer Biomasse umgesetzt oder geplant. Mit Blick auf das Gesamtsystem wurden unter anderem Mobility on Demand (MoD) Systeme und

Social Media Plattformen in Form einer App entwickelt, die das Verhalten der Quartiersnutzer in Richtung alternativer CO₂-neutraler Mobilitätsformen wie ÖPNV, Radverkehr oder elektrische Mobilität unterstützen sollen.

Ein integriertes Energiemanagementsystem ist in der Lage potentiell mögliche Lastverschiebungen zwischen Erzeugungs - und Verbrauchseinheiten (Gebäude, Elektromobilität) zu steuern, wodurch die wesentlichen Elemente eines Smart Grids entstanden sind, dessen Funktionalität innerhalb des Projektperimeters im Hinblick auf ein optimiertes Lastmanagement untersucht wurde.

Neben diesen technologischen Lösungen wurde durch Kooperation der Bauträger mit einem lokalen Energieversorger erstmalig ein neues Geschäftsmodell auf seine Akzeptanz geprüft. Damit soll die Versorgung ganzer Stadtteile mit CO₂-freien Energieträgern begünstigt und eine dauerhafte Aktivierung der Nutzer für den Klimaschutz erreicht werden.

Im Zuge des Projektes stellte sich heraus, dass die Vermittlung des Zero-Emission-Gedankens einen zentralen Erfolgsfaktor im Entscheidungsprozess eines Endkunden darstellt. Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen einer Projektverlängerungen das Teilprojekt „Decision for Zero Emission“ abgearbeitet. Es steht nun ein getesteter und evaluierter Leitfadens bzw. Kommunikationsplan für eine zielgruppenorientierte Kommunikation zur Verfügung, um die Zero -Emission Elemente in den Teilprojekten „In der Wirke“, „Seestadt“ und „Seequartier“ vermarkten zu können. Als Highlight zu erwähnen ist die Eröffnung der Mobilitätszentrale, an der sich die erfolgreiche Umsetzung des hier entwickelten Leitfadens bzw. Kommunikationsplans zeigt.

Aufgaben

Das Projekt Smart City Rheintal orientierte sich an einer „zero emission“ Vision, die sehr viel Interpretationsspielraum zuließ, gleichzeitig aber auch eine hohe Herausforderung darstellte. Das ganze Projekt hatte einen explorativen Entwicklungscharakter, womit vieles -vor allem Ergebnisse in den einzelnen Projektphasen - von Beginn an unbekannt waren.

In Anlehnung an agile Projektmanagementmethoden wurde in einem adaptiven Prozess gearbeitet, der sich auf die Vision „zero-emission“ ausrichtete. Ausgehend von „Teilvisionen“ ergaben sich „Teilprojekte“ und dazugehörige Teams aus dem Partnerkonsortium, die in Abbildung 1 dargestellt sind. Die Ziele, Ergebnisse und durchgeführte Aktivitäten aus den einzelnen Teilprojekten sind den folgenden Kapiteln zu entnehmen.

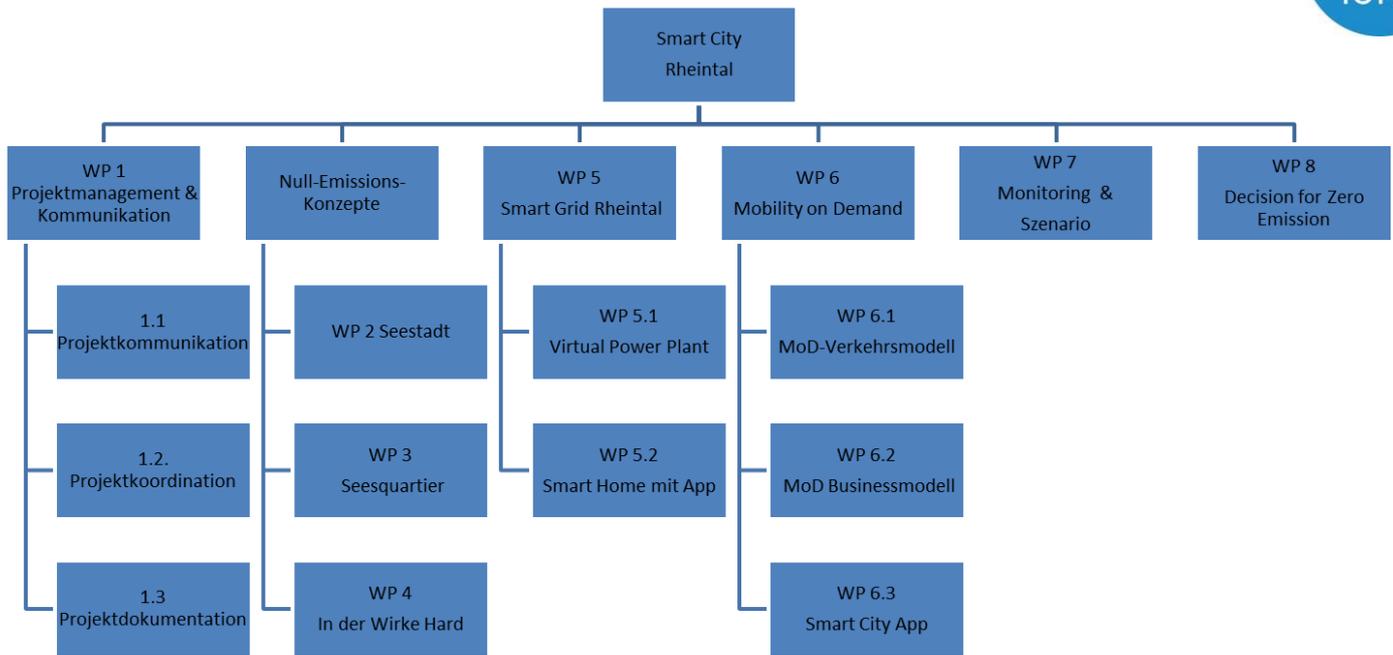


Abbildung 1: Strukturplan von Smart City Rheintal

Das Ziel des Bauprojekts „**Seestadt Bregenz**“ (WP 2) ist die Entwicklung und Errichtung einer gemischt genutzten Innenstadterweiterung. Dabei werden Einkaufen, Wohnen und Arbeiten integral betrachtet. Das Bauprojekt entsteht auf dem Areal des ehemaligen Bregenzer Bahnhofes unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeit und Energieeffizienz. Ergebnisse aus den Teilprojekten „Mobility on Demand-Businessmodell“ und „Smart Home mit App“ fließen ein. Ebenso ist die Realisierung einer Seewasernutzung für die Kühlung und Raumwärmebereitstellung Bestandteil des Konzeptes.

Das Bauprojekt „**Seequartier**“ (WP 3) zielt darauf ab, einen großen Schritt in Richtung eines Zero Emission Stadtteiles zu machen. Zur Erreichung dieses Zieles wurden im Rahmen von Smart City Rheintal energetische, technische und psychologische Aspekte untersucht. Konkret wurde die Nutzung Ökostrom, die Nutzung Seewasser zum Heizen und Kühlen, ein Mobilitätskonzept mit E-Carsharing, die thermische Gebäudesimulation, Energieberatungsangebote und Bewusstseinsbildung sowie ein Nachhaltigkeitscheck als Element für eine Zertifizierung geprüft und bewertet. Auf Basis der Ergebnisse wurden Maßnahmen für die Umsetzungsphase beschlossen.

Das Bauprojekt „**In der Wirke**“ (WP 4) hatte die „Entwicklung und Realisierung eines energieeffizienten und nahezu CO₂-freien Quartiers bis Ende 2015“ zum Ziel. Im Rahmen von Smart City Rheintal hat sich das Bauprojekt „In der Wirke“ diverse Ziele gesetzt. So wurde eine CO₂-neutrale Energieversorgung des Quartiers sowie eine Reduktion des Primärenergiebedarfs angestrebt, was durch Nachnutzung und Revitalisierung von Bestandsgebäuden erreicht werden sollte. Die Anwendung von Anwendung von Niedrig- bzw. Passivhaustechnologie, sowie die Installation von energieeffizienter Beleuchtung im Quartier optimiert den Endenergiebedarf. Schnittstellen zu Smart Grid mit den Schwerpunkten Mobilität, Smart Meters und Smart Home ermöglichen die bewusstseinbildende Kommunikation mit den Nutzern. Um den Nutzern den Umstieg auf alternative Fortbewegungsmittel wie ÖPNV, Carsharing, Fahrrad, E-Mobil zu ermöglichen werden Barrieren durch die Installation eines MoD System reduziert.

Im Rahmen von „**Smart Grid Rheintal**“ (WP 5) sollen im Teilprojekt „**Virtual Power Plant**“ (WP 5.1) Flexible Lasten aktiviert werden, sodass sie automatisch und eigenständig auf Erzeugungsschwankungen reagieren. Insbesondere sollen thermische Lasten wie elektrische Warmwasserspeicher und stationäre Batteriesysteme für aktive Laststeuerung genutzt werden. Dabei sollen zwei Ansätze demonstriert werden:

- 1) die Integration in zentral verwaltete virtuelle Kraftwerke (VPP) und
- 2) die Entwicklung von autonomen intelligenten Verbrauchern, die eigenständig auf Erzeugungsschwankungen und/oder Energiepreisveränderungen reagieren.

Mit dem Teilprojekt „**Smart Home mit App**“ (WP 5.2) sollen als Schnittstelle zum Nutzer einfache, leistbare und benutzerfreundliche Smart Home Lösungen und Systeme entwickelt und in 7 Wohnungen umgesetzt werden. Die installierten Systeme unterstützen den Nutzer im Bereich Energiebewusstsein, Sicherheit und Komfort. Bezüglich der anvisierten Energieeinsparungen werden je nach Nutzerwunsch bewusste oder unbewusste Elemente implementiert/aktiviert

Im Themenfeld von „**Mobility on Demand**“ (WP 6) wurden 3 Teilprojekte bearbeitet. Die Zielsetzung von „**Mobility on Demand – Verkehrsmodell**“ (WP 6.1) war die Entwicklung eines agentenbasierten Verkehrsmodells. Dieses deckt das gesamte Bundesland Vorarlberg ab und ist multimodal, berücksichtigt also die Verkehrsmodi Motorisierter Individualverkehr (MIV), Öffentlicher Verkehr (ÖV), Fahrrad und Zufußgehen. Das agentenbasierte Verkehrsmodell diente als Tool zum Testen von Szenarien im Mobilitätsbereich, d.h. damit wurde ersichtlich gemacht, welche Effekte die Maßnahmen, die in den Szenarien definiert wurden, auf das Verkehrssystem und das Mobilitätsverhalten haben werden.

Das Ziel im Teilprojekt „**Mobility on Demand – Businessmodell**“ (WP 6.1) war es, gemeinsam mit den Projektpartnern ein Business Modell für eine breite Palette von inter- und multimodalen Mobilitätsdienstleistungen (Rad, Carsharing, ÖV, Lieferboxen,...) zu entwickeln. Die Angebote sollen ein nachhaltiges Mobilitätsverhalten von Bewohnern und Besuchern der Standorte unterstützen und fördern. Außerdem sollten mit der Errichtung von Ladestationen eine wichtige Voraussetzung für eine breite Nutzung von Elektromobilität geschaffen werden. Bewohner, Arbeitnehmer und Besucher in den Quartieren sollen bedarfsgerecht aus einem breiten Angebot an Mobilitätsdienstleistungen wählen können. Der Besitz eines eigenen Autos soll für die persönliche Mobilität nicht mehr erforderlich sein.

Das Teilprojekt „**Smart City App**“ (WP 6.3) zielte darauf ab, Menschen die in den Stadtteilen von SmartCityRheintal leben, arbeiten oder sie besuchen, eine Smart City App zur Verfügung zu stellen. Zentrales Element der App ist ein leicht zu bedienbares Mobilitätspackage, das ÖPNV und mietbare individuelle E-Mobilitätsangebote in Echtzeit vorschlägt. Daneben ist in der App und in subtil-plakativen Infobereichen im Quartier Interessantes über die aktuelle Energieversorgung des Quartiers sowie einzelner Gebäude zu finden. Ebenso findet der interessierte Nutzer Informationen über das Gesamtkonzept des Quartiers in Bezug auf Klimaschutz.

Im Teilprojekt „**Monitoring und Szenario**“ (WP 7) sollten die Auswirkungen verschiedener energetischer Wohnbaumaßnahmen in Hinblick auf den Endenergiebedarf und die CO₂-Äquivalent-Emissionen der Haushalte in der Smart City Rheintal Region mittels Szenariorechnungen abgeschätzt werden. Im Rahmen dieser Arbeit wurde **emikat.at** zur Datenhaltung, Berechnung der Szenarien und kartografischen Darstellung der Ergebnisse verwendet. Zudem sollen durch ein gezieltes Energieverbrauchsmonitoring (EVM) mit dem „**VKW Energiecockpit**“ im Quartier „In der Wirke“ Energieverbräuche systematisch erfasst

und visualisiert werden. Dadurch soll ein optimaler Kontext zwischen Gebäude, Bediener und Nutzer hergestellt werden.

Schließlich wurde mit dem Teilprojekt „**Decision for Zero Emission**“ (WP 8) ein Kommunikationsplan entwickelt, der den Entscheidern Vorschläge unterbreiten zu können, wer welche Argumente für welches Produkt über welche Medienkanäle an welche Zielgruppe vermitteln soll.

Hintergrundinformationen zum Projektinhalt

Das Vorarlberger Ziel der Energieautonomie soll bis zum Jahr 2050 erreicht werden. Diese Ziel hat der Vorarlberger Landtag 2009 einstimmig beschlossen und 2011 mit dem Maßnahmenpaket „101 enkeltaugliche Maßnahmen bis 2020“ flankiert. Smart City Rheintal orientiert sich an diesem Rahmen.

Für die Entwicklung einer nachhaltigen Energieversorgung ist der Ausbau erneuerbarer Stromproduktion eine zentrale Maßnahme. Die Erzeugung von Strom aus nachhaltigen Quellen wie Sonne und Wind schwankt zeitlich sehr stark. Die Integration dieser stark schwankenden Produktion stellt eine große Herausforderung dar und war daher ein Schwerpunkt von Smart City Rheintal

Im Rahmen des Teilprojektes „**Virtual Power Plant**“ sollen flexible Lasten aktiviert werden, sodass sie automatisch und eigenständig auf Erzeugungsschwankungen reagieren. Insbesondere sollen thermische Lasten wie elektrische Warmwasserspeicher und stationäre Batteriesysteme für aktive Laststeuerung genutzt werden. Dabei sollen zwei Ansätze demonstriert werden: 1) die Integration in zentral verwaltete virtuelle Kraftwerke (VPP) und 2) die Entwicklung von autonomen intelligenten Verbrauchern, die eigenständig auf Erzeugungsschwankungen und/oder Energiepreisveränderungen reagieren. Elektrische Warmwasserspeicher und stationäre Batteriesysteme wurden mit Hilfe mit Sensorik und Aktoren ausgestattet und via TCP/IP basierten Kommunikationsprotokollen ansprechbar gemacht. Die Integration in ein virtuelles Kraftwerk wurde anhand eines kommerziellen Systems von Bosch SI demonstriert. Darüber hinaus wurden Algorithmen zur autonomen intelligenten Steuerung mittels Einwegkommunikation demonstriert und umgesetzt.

Hauptsächlicher Inhalt im Teilprojekt „**Mobility on Demand – Verkehrsmodell**“ war der Aufbau eines agentenbasierten, multimodalen Verkehrsmodells. Das gewählte Softwaretool war MATSim (Multi-Agent Transport Simulation) [MATSim], ein Open Source Tool das an der ETH Zürich und der TU Berlin entwickelt wurde. Partiiell wurde MATSim durch eigene Methoden bzw. Modelle (z.B. im Bereich der Verkehrsmittelwahl) ergänzt.

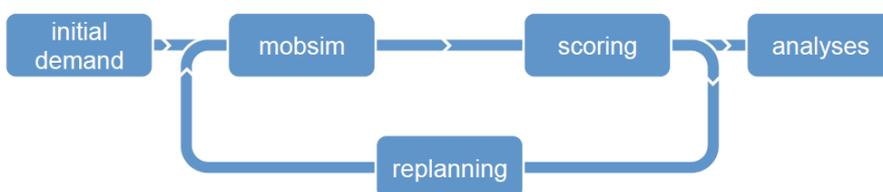


Abbildung 2: MATSim loop [Horni (2016)]

Abbildung 2 zeigt die typischen Modellierungsschritte bei einem MATSim-Modell. Unter den Schritt initial demand fallen die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Teile der Populationssynthese und des Verkehrsmittelwahlmodells.

Nachfragemodellierung

Populationssynthese – die Erzeugung von simulierten Populationen deren Eigenschaften so gut wie möglich der realen Population entsprechen – ist in der Literatur gut beschrieben (für einen Überblicksartikel siehe z.B. [Müller und Axhausen (2011)] und darin angegebene Referenzen). Die Grundzüge der Populationssynthese sind also gut bekannt. Die Details, gegeben durch die jeweiligen Anforderungen und die vorhandene Datenbasis, sind typischerweise in jedem Projekt deutlich unterschiedlich. So war es auch in diesem Projekt notwendig, entsprechende Innovationsarbeit zu leisten.

Grundlage der Populationssynthese war die Verkehrsverhaltensbefragung „Mobilität in Vorarlberg 2013“, durchgeführt vom Büro Herry [Herry Consult GmbH (2014)]. Es wurde dabei das Verkehrsverhalten von rund 6.500 Personen aus knapp 3.000 Haushalten erfasst. Rund 18.600 Wege wurden bei dieser Befragung erfasst. Die für die Populationssynthese notwendigen Hochrechnungsfaktoren wurden daraufhin mit Daten der Statistik Austria errechnet. Speziell kamen hier Bevölkerungszahlen und Beschäftigungsstatistiken auf Gemeindebasis zur Anwendung.

Durch das Standardverfahren Iterative Proportional Fitting wurde aus den Umfragedaten und den Bevölkerungsstatistiken eine synthetische Population erzeugt. Die so erzeugte synthetische Population verfügt jedoch noch nicht über Mobilitätsinformationen. Diese wurde in einem zweiten Schritt aus den Mobilitätstagebüchern generiert. Das erfolgt durch das zufällige Zuordnen der Tages-Wegekette zu den jeweiligen Personen der synthetischen Bevölkerung. Zusätzlich wurden die jeweiligen Aufenthaltsdauern an den Zielorten stochastisch erzeugt.

Danach musste jede Wegekette dieser synthetischen Personen noch auf die Vorarlberg-Karte umgelegt werden. Es mussten also alle notwendigen Einrichtungen (Facilities) wie Heimathaus, Arbeitsplatz, Einkaufsmöglichkeiten erzeugt werden. Zur Bestimmung der möglichen verkehrsrelevanten Orte wurde der Flächenwidmungsplan Vorarlberg und die Points of Interest (POI) Datenbank des Landes Vorarlberg [VoGIS] verwendet. Diese Daten wurden vom Landesamt für Vermessung und Geoinformationen des Landes Vorarlberg zur Verfügung gestellt. Im Rahmen von Smart City Rheintal wurde eine neue Methode entwickelt, um notwendige Einrichtungen aus diesen Daten zu generieren. So wurden potenzielle Einrichtungen aus den POIs (z.B. Bildungseinrichtungen), und dem Flächenwidmungsplan (z.B. Wohnungen oder Arbeitsstätten) erzeugt. Diese wurden danach mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung der jeweiligen Kapazität versehen. Schließlich wurden die entsprechenden Einrichtungen aus diesen Wahrscheinlichkeitsverteilungen so gezogen, dass entsprechende Randsummen aus den Bevölkerungsstatistiken (Einwohnerzahlen, Arbeitsplätze) auf Gemeindebasis übereinstimmten.

Mode-Choice-Modell

Im nächsten Schritt wurde für jeden Weg in den Wegekette der synthetischen Population der Transport-Modus ermittelt.

Für die Vorhersage der Verkehrsmittel für die synthetische Population wird ein wegekettebasiertes Verkehrsmittelwahlmodell verwendet. Anders als bei vielen bisherigen Modellansätzen wird hier ein Modell genutzt, welches nicht Einzelwege betrachtet, sondern alle Wege, die in der Wegekette sind, mit in die Entscheidung für ein (oder mehrere) Verkehrsmittel einbezieht. Ähnlich wie bei auf Paneldaten basierenden Modellen wird dabei angenommen, dass die einzelnen Verkehrsmittelentscheidungen auf einer Wegekette nicht unabhängig voneinander getroffen werden, sondern, dass diese abhängig von den anderen Wegen auf der Wegekette getroffen werden. Zusätzlich wurde datengetrieben eine Heuristik entwickelt, die das Auswahlset der für jede Teilstrecke zur Verfügung stehenden Verkehrsmittel in Abhängigkeit von zuvor genutzten Verkehrsmitteln bestimmt, so kann

z.B. in der Regel das Auto nicht genutzt werden, wenn der Weg nicht von zu Hause startet und auf vorhergehenden Wegen das Auto nicht genutzt wurde.

Für die Entwicklung der Modelle und Schätzmethode mussten einige Vorarbeiten geleistet werden und die notwendigen Daten mussten für die Anwendung in der Modellschätzung bearbeitet werden. Wie schon bei der Populationssynthese wurden die Daten aus der Verkehrsverhaltensbefragung „Mobilität in Vorarlberg 2013“, durchgeführt vom Büro Herry [Herry Consult GmbH (2014)], genutzt. Diese enthalten Informationen über die durchgeführten Wegeketten und die dafür genutzten Modi. Um die Daten für eine Modellierung der Verkehrsmittelwahl nutzen zu können, mussten für jeden Weg in den Wegeketten Alternativrouten erzeugt werden.

Für die Erzeugung der Alternativen wurden Reisezeiten für die Alternativverkehrsmittel aus verschiedenen Quellen verwendet. Für die Reisezeiten im öffentlichen Verkehr wurde das EFA System der Vorarlberger Verkehrsbetriebe genutzt. Für die Reisezeiten mit anderen Modes wurde der AIT-interne Router Ariadne [Prandtstetter (2013)] verwendet. Wegen der geographischen Ungenauigkeit der Quelle-Ziel Daten, die aus Datenschutzgründen nur auf Gemeindeebene verfügbar waren, wurden für die Verbindungen der verschiedenen Gemeinden jeweils die Reisezeiten für die Verbindungen zwischen je drei Punkten in den Gemeinderegionen der Quellgemeinde zu Punkten in der Zielgemeinde aus den oben genannten Quellen ermittelt. Diese wurden dann gemittelt um möglichst realistische Reisezeiten zu erhalten. Um Verzerrungen in den Umfragedaten zu berücksichtigen, wurde für die tatsächlichen Reisezeiten eine lineare Regression genutzt, um Effekte wie eingerechnete Parkplatzsuchzeiten zu berücksichtigen, indem die angegebenen Reisezeiten durch die erzeugten Reisezeiten modelliert wurden. Dadurch konnte für die Schätzung der Verkehrsmittelwahlmodelle auf konsistente Reisezeiten zurückgegriffen werden.

Für die eigentliche wegekettensbasierte Verkehrsmittelwahlmodellierung wurden dann sowohl wegeabhängige Variablen wie Reisezeit des Weges in dem jeweiligen Verkehrsmittel, Distanz des Weges, Wartezeiten, Anzahl der Umstiege, aber auch wegekettensabhängige Variablen wie die zuvor verwendeten Verkehrsmittel oder Gesamtlänge der Wegekette getestet. Für die Schätzung des Modells wurde ein maximal likelihood Verfahren in Anlehnung an das für Panelmodelle verwendete Verfahren umgesetzt.

Um das Verkehrsmittelwahlmodell für die Simulation der erzeugten Population in MATSim einsetzen zu können, wurden für die erzeugten Wegeketten wiederum Auswahlsets mit alternativen Verkehrsmitteln erstellt. Für die erzeugten möglichen Verkehrsmittelketten wurde dann das Verkehrsmittelwahlmodell angewendet. Dieses berechnet für jede der Varianten die Wahrscheinlichkeit, dass die jeweilige Verkehrsmittelkette tatsächlich gewählt wird. Entsprechend der ermittelten Wahrscheinlichkeiten wird dann für jede erzeugte Wegekette eine dazugehörige Verkehrsmittelkette gezogen.

Szenariensimulation:

Schließlich wurde mit MATSim das daraus resultierende Verkehrsaufkommen simuliert. Dieser Schritt umfasst die Punkte mobsim, scoring und replanning aus Abbildung 2. Dabei wird für jede synthetisch erzeugte Person der gewünschte Mobilitätsplan hinsichtlich Abfahrtszeit und Fahrtroute iterativ optimiert und auf das Verkehrsnetz umgelegt, wobei die in MATSim integrierten Routinen und Methoden verwendet wurden. Um die Berechnungsgeschwindigkeit in akzeptablem Rahmen zu halten, wurden diese Berechnungen mit einem 10%-Sample der tatsächlichen Vorarlberger Bevölkerung ausgeführt, was einer üblichen Vereinfachung entspricht (siehe z.B. [MATSim Zurich]).

Im Rahmen deines Workshops zur Szenariendefinition konnten interessierte Stakeholder für das Gesamtprojekt relevante Fragestellungen platzieren, aus denen im Anschluss Szenarien definiert wurden. Folgende Szenarien wurden entwickelt und auch im Verkehrsmodell abgebildet:

- ÖV-Entwicklung: Verbesserung des Taktes im ÖV
- Auswirkungen von neuen großen Verkehrserregern (Großbauvorhaben): Integration der drei in SmartCityRheintal behandelten Bauvorhaben In der Wirke (Hard) sowie Seestadt und Seequartier (Bregenz)
- neue Radwegangebote: Integration aller geplanter Landesradrouten aus dem Masterplan in das bestehende Streckennetz (=Verkehrsangebot)
- Verortung und Dimensionierung von elektrischer Ladeinfrastruktur: Nachfrage nach elektrischen Ladestationen (im MIV) sowie der benötigten Energie mit Sub-Szenarien bei unterschiedlichen Ladestrategien

Im Zuge der Simulation wurden je simuliertem Szenario jeweils 50 Iterationen gerechnet, um zu einem aussagekräftigen Ergebnis zu kommen. Die Ergebnisse dieser Berechnungen finden sich im Abschnitt B5.

Im Hinblick auf das **Monitoring und Szenario** liegt der Großteil der Inputparameter für die Szenarioberechnungen aus dem Jahr 2013 vor. Die letzte Gebäude- und Wohnungszählung stammt jedoch aus dem Jahr 2001 (GWZ 2001). Diese bietet eine detaillierte Aufschlüsselung der Nutzflächen des Vorarlberger Wohngebäudebestandes auf die Kategorien Zählsprenkel, Bauperiode, Gebäudetyp, Wohnsitzart, Heizart und Energieträger. Eine jüngere Aufschlüsselung mit ähnlich hohem Detaillierungsgrad liegt nicht vor. Der gesamte Berechnungszeitraum reicht somit von 2001 über 2013 (Ist-Stand) bis zum Jahr 2050. Dazu wurde eine Hochrechnungsmethodik für die Prognose der Wohnflächen innerhalb unterschiedlicher Wohnflächenkategorien pro Zählsprenkel bis zum Jahr 2050 und anschließender energetischer Bewertung der Wohnflächen entwickelt.

Grob beschrieben setzt sich die Hochrechnung aus dem Abriss und dem Neubau von Wohngebäuden, der thermischen Sanierung der Gebäudehülle dieser, sowie der Umrüstung der zur Beheizung eingesetzten Energieträger und Heizarten, zusammen.

Anhand etlicher unterschiedlicher Stellschrauben können die Szenarien variiert und eingestellt werden. Dies ist für die gesamte Smart City Rheintal Region, als auch für jeden Zählsprenkel einzeln und bis zum Jahr 2050 möglich.

Die Qualität der Datengrundlage hat entscheidenden Einfluss auf die Genauigkeit der Ergebnisse der Hochrechnung. Daher wurde als Grundlage die Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ 2001) auf Zählsprenkelbasis herangezogen.

- Gebäude- und Wohnungszählung 2001 (= GWZ 2001) der Statistik Austria (Statistik Austria 2014a)

Für die weiteren Berechnungsvorgänge wurden Daten insbesondere aus folgenden Quellen verwendet:

- Gebäude- und Wohnungsregister 2013 (=GWR 2013) der Statistik Austria (Statistik Austria 2014b)
- Haushaltsprognose der Statistik Austria (Statistik Austria 2014c)

- Weitere von Statistik Austria (z.B. Energieträgerverteilung, usw.)
- Energieinstitut Vorarlberg (EIV)
- Vorarlberger Kraftwerke (VKW) (VKW 2014a und 2014b)

Aufgrund ihrer besonderen Relevanz sind GWZ 2001 und GWR 2013 nachfolgend in knapper Form beschrieben.

Gebäude- und Wohnungszählung 2001 (GWZ 2001):

In der GWZ 2001 der Statistik Austria ist für jeden Zählsprenkel für alle vorkommenden Kategorienkombinationen aus Bauperiode, Wohnsitzart, Gebäudetyp, Heizart und Energieträger (siehe Tabelle 10) die jeweilige Wohnungsnutzfläche angeführt.

Beispiel: Im Zählsprenkel x gibt es 400m² Wohnungsnutzfläche, für die die Beschreibung Hauptwohnsitz, Bauperiode 1961-1980, befindlich in einem Wohngebäude mit 3 bis 10 Wohnungen, beheizt durch eine mit Erdgas betriebene Wohnungszentralheizung zutrifft.

Beschreibung des Gebäude- und Wohnungsregisters 2013 (GWR 2013)

Das GWR 2013 der Statistik Austria gibt rasterbasiert (für diese Arbeit 250m x 250m) die Anzahl Wohnungen in bestimmten Wohnungsgrößenklassen an. Für die Ermittlung des zählsprenkelbasierten Wohnflächenbestandes 2013 wurden die rasterbasierten Werte in den Zählsprenkelgrenzen aggregiert. Eine energetische Kategorisierung (insbesondere Informationen zu Energieträgern und Heizarten), wie sie in der GWZ 2001 vorkommt, ist im GWR 2013 nicht enthalten.

Dies führte dazu, dass für das Jahr 2013, das als Ausgangsbasis für die Hochrechnungen dienen sollte, wesentliche Informationen weder auf Raster, noch auf Zählsprengelebene vorlagen. Anhand der entwickelten Hochrechnungsmethodik konnte diese Lücke mit synthetischen Werten geschlossen werden.

Zur Erreichung der eingangs beschriebenen Ziele, wurde in folgenden Schritten vorgegangen:

1. Abbildung Ist-Stand (Jahr 2013) im Wohnbausektor durch Verwendung offizieller statistischer Daten wie z.B. von Statistik Austria, Datenrecherche und treffen sinnvoller Annahmen
2. Erstellung eines Prognosemodells basierend auf den zur Verfügung stehenden Daten
3. Einbettung des Prognosemodells in das Datenmanagementsystem emikat.at (siehe unten)
4. Bilden eines Basisszenarios
5. Simulation des Basisszenarios in emikat.at
6. Verifikation des Hochrechenmodells anhand der Ergebnisse
7. Erstellung der Maßnahmenszenarien
8. Szenariosimulationen in emikat.at
9. Ergebnisvergleich und Analyse der unterschiedlichen Szenarien

emikat.at: Das vom AIT Austrian Institute of Technology GmbH entwickelte emikat.at ist ein Datenmanagementsystem, das primär zur Erstellung von Luftschadstoffemissionskatastern und Energiekatastern verwendet wird. Das Programm ist derzeit in den Bundesländern Oberösterreich, Niederösterreich, Wien, Steiermark und dem Burgenland im Einsatz. Nähere Informationen können der Internetseite www.emikat.at entnommen werden (AIT 2014). emikat.at wurde im Rahmen dieser Arbeit zur Datenhaltung, Berechnung der Szenarien und kartografischen Darstellung der Ergebnisse verwendet.

Eine von der Donau-Universität Krems durchgeführte Studie zur Ermittlung der Heizwärme- und Emissionsdaten für den Vorarlberger Wohngebäudebestand (DU Krems 2012), die für die interne Verwendung zur Verfügung gestellt wurde, diente als wichtige Arbeitsgrundlage bei der Entwicklung der Hochrechnungsmethodik. Die erarbeitete Szenariomodell und besagte Studie verfolgen jedoch andere Ziele und unterscheiden sich in vielen Gesichtspunkten.

	Studie Donau-Uni. Krems	Entwickeltes Szenariomodell
Zeithorizont	< 2013	bis 2050
Örtliche Begrenzung	Vorarlberg	SCR-Region
Auflösung	ganz Vorarlberg	Zählsprengeibasiert

Tabelle 3: Unterschiede und Abgrenzung des entwickelten Modells gegenüber der Studie der Donau-Universität Krems

Ergebnisse des Projekts

Projektkommunikation

Die Interaktion mit Stakeholdern (z.B.: partizipative Prozesse mit potentiellen Nutzern) nimmt einen zentralen Stellenwert für die erfolgreiche Umsetzung in Richtung von Null-Emissionskonzepten ein. Daher wurde von Kommunikationsexperten die Dachmarke Smart City Rheintal entwickelt.

Der erarbeitete CD/CI Katalog wurde schrittweise in die Kommunikation der einzelnen Projektteilnehmer integriert. Eine Projekthomepage (www.smartcityrheintal.at) wurde entwickelt und umgesetzt. Zur Präsentation auf Messen, Veranstaltungen etc. wurden Rollups und Beachflugs produziert.

Leben und Lebendigkeit sowie Farbe und Buntheit werden als wesentliche Gestaltungsprinzipien von Smart City Rheintal verstanden. Die verschiedenen Farben und die einem Icon nachempfundenen Formen stehen für die Vielschichtigkeit des Konzeptes von Smart City Rheintal, das Energieversorgung, Mobilität und Wohnen der Zukunft vereint. Gleichzeitig stehen sie aber auch für die Leichtigkeit, mit der diese Themen angegangen werden sollen. Denn ökologisch wertvoll leben macht Spaß und ist ohne jede Schwere möglich. Diese Freude zieht sich durch das gesamte Kommunikationskonzept von Smart City Rheintal. Und diese Freude sollte auch in der Kommunikation aller Partner des Projektes zu spüren sein.



Für einen kommunikativen Startpunkt sorgte eine Großveranstaltung im Festspielhaus in Bregenz. Rund 1.000 Besucherinnen und Besucher informierten sich an diesem Abend über die Inhalte des Projekts. Zur Vorstellung des Projektes wurde eine Video Präsentation entwickelt, die unter <https://www.youtube.com/watch?v=MzcyA2CuGIo> abgerufen werden kann. In einer eigens konzipierten Ausstellung konnten sich Interessierte selbst informieren und erhielten fachkundige Auskunft durch die anwesenden Projektmitglieder.

Das Konzept der kontinuierlichen Öffentlichkeitsarbeit sah weitere Informationsveranstaltungen im kleineren Rahmen vor – beispielsweise wurden „In der Wirke“ in Hard zukünftige Bewohner über die Chancen und Möglichkeiten der Smart City Rheintal informiert. Des Weiteren war das Projekt auf der Fachmessen wie der com:bau oder der „Langen Nacht der Forschung“ präsent.

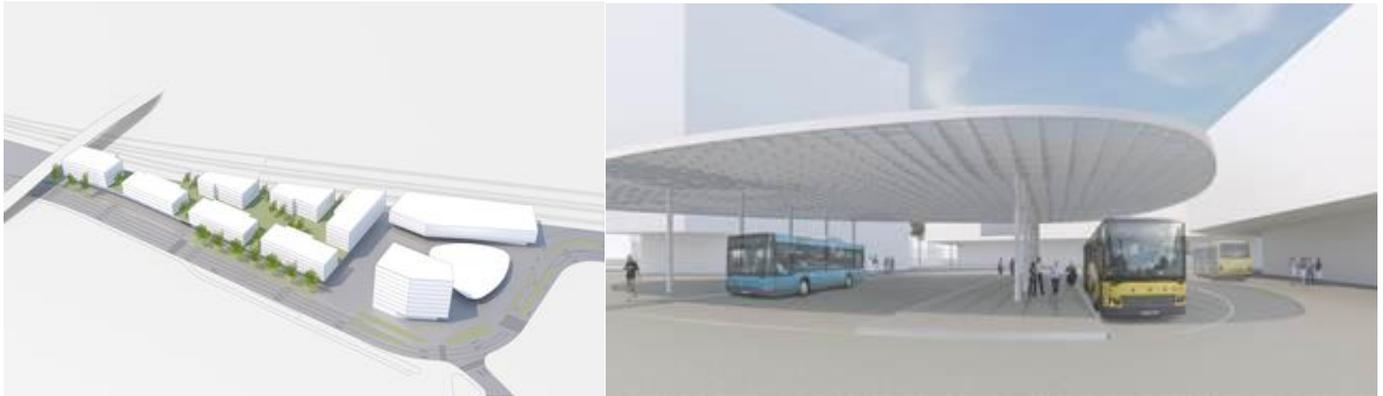
Begleitende Pressearbeit sorgte dafür, dass das Projekt in der Öffentlichkeit stets präsent blieb – dazu wurde auch eindrucksvolles Bewegtbild-Material (in Kooperation mit Bosch Software Innovations; siehe youtube-link: <https://www.youtube.com/watch?v=dz5mzGgv18w>) produziert.

Seestadt - Bregenz



Aufgrund diverser externer Einflussfaktoren (siehe auch Projekt Seequartier) konnte das Projekt Seestadt Bregenz nicht wie ursprünglich geplant umgesetzt werden. Während der Laufzeit von Smart City Rheintal konnte die Realisierung der Seewassernutzung projektiert und vertraglich gesichert werden, was als wichtiger Meilenstein auf dem Weg zu Zero Emission gewertet werden kann.

Seequartier - Bregenz



Ein Highlight aus dem Teilprojekt Seequartier Bregenz sind die Ergebnisse aus dem Fokusgruppengespräch, mit welchem der Frage nachgegangen wurde, wie Bewohnern ein breiteres Bewusstsein für Energie und Umwelt vermittelt werden kann. Teilnehmer waren Personen aus unterschiedlichen Altersgruppen mit verschiedenem Ausbildungshintergrund.

Eine große Herausforderung für die Teilnahme an Smart City Rheintal stellte die Planungstiefe des Projektes Seequartier sowie die unzähligen Schnittstellen außerhalb der Konsortiums dar. Diese führte letztlich auch dazu, dass das Projekt Seequartier im Rahmen des Projektzeitraums von Smart City Rheintal nicht umgesetzt werden konnte. Dennoch wurden im Rahmen von Smart City Rheintal unterschiedlichste Zero-Emission Elemente für das Seequartier Bregenz untersucht:

Nutzung Ökostrom

In diesem Arbeitspaket wurden die aktuellen Angebote hinsichtlich Ökostrom geprüft und Möglichkeiten besprochen, wie künftige Bewohner und ansässige Unternehmungen zum Bezug von Ökostrom gebracht werden können. Dieser Ansatz wird auch nach dem Ende des Forschungsprojektes weiter verfolgt

Die wohl größte Herausforderung für die Umsetzung "Nutzung Ökostrom" im Rahmen des Bauprojektes Seequartier sind bestehende Stromlieferverträge, die beim Umzug "mitgenommen" werden. Es besteht eine geringe Motivation von einem bestehenden Tarif zu einem wenn auch nur geringfügig teureren Tarif zu wechseln. Es bedarf an Bewusstseinsbildung der Gemeinschaft. Eine Chance wird im Zuge der Verkaufsgespräche gesehen. Hier könnte ein Gutschein mit einer persönlichen Stromberatung eingesetzt werden.

Ein größeres Potential wird in der Neuanmeldung von Allgemeinflächen gesehen, hier haben die ausführenden Firmen die Möglichkeit Ökostrom vor der Übergabe an den Endkunde anzumelden, der Kunde kann den Tarif jedoch jederzeit von sich aus umstellen.

Nutzung Seewasser

Es wurden verschiedene Energieversorgungsvarianten seitens der TGA Planung gegenübergestellt und zahlreiche Gespräche mit den Stadtwerken Bregenz geführt.

Grundsätzlich ist über die Seewassernutzung eine Energielieferung für Heiz- und Kühlzwecke technisch möglich. Für Heizzwecke wird eine Temperaturspreizung von 45°C/35°C benötigt, für Kühlzwecke liegt diese bei 10°C / 16°C. Sowohl für das Projekt Seestadt als auch für das Projekt Seequartier benötigt die Seewasseranlage jedoch noch

eine behördliche Bewilligung. Die Seewasserzentrale soll im Bereich der Seeanlagen errichtet werden.

Die Lieferung erfolgt jeweils bis zum Plattentauscher, die Bereitstellung von Hochtemperatur erfolgt nicht durch die Stadtwerke und muss innerhalb der jeweiligen Bauteile z.B. über Wärmepumpen oder über einen Biogaskessel erfolgen.

Ziel für das Projekt Seequartier ist ein zentraler Technikraum mit einer Fläche von ca. 200m², welcher im Bahnhofsgebäude situiert sein kann. Für die Seewassernutzung ist ein eigener Trafo vorzusehen. Dieser Ansatz wird auch in der Nachprojektphase von Smart City Rheintal weiter verfolgt.

Mobilitätskonzept

Für das Bauprojekt Seequartier wurde ein Konzept für ein CarSharing samt BikeSharing inklusive einer Radservicestation ausgearbeitet. Das BikeSharing soll über die selbe Reservierungsplattform wie CarSharing abgewickelt werden. Das Gesamtkonzept soll im Projekt Seequartier umgesetzt werden und wird daher auch in der Nachprojektphase von Smart City Rheintal weiter verfolgt werden.

Weiters wurde eine Studie für den Stellplatzbedarf beim Bauprojekt Seequartier mit dem Ziel in Auftrag gegeben. Zielt der Studie ist es ein bedarfsorientiertes Kontingent anstelle eines Überangebots an Stellplätzen zu offerieren. Damit soll u.a. die sanfte Mobilität an diesem Standort optimal unterstützen werden, was einen wertvollen Beitrag zur Verringerung des induzierten CO₂ Ausstoßes bewirkt. Die erforderliche Stellplatzanzahl wurde unter Berücksichtigung des zeitlich unterschiedlichen Stellplatzbedarfes einzelner Nutzungen sowie des Modal Splits ermittelt. Ebenso in die Studie eingeflossen ist die spezielle Lage an der Mobilitätsdrehscheide - Bahn, Bus, Landesstraße L202. Mit Unterstützung dieser Studie gelang es die Stellplätze trotz vorhandenen Masterplan/Bebauungsplan und Stellplatzverordnung zu reduzieren.

Weiters wurde eine Studie zum projektinduzierten Verkehr durchgeführt. Hintergrund der Studie war, dass durch die projektierte Bebauung Seequartier / Seestadt zusätzlicher Verkehr induziert wird und für den optimalen Verkehrsfluss die Rampenkapazitäten sichergestellt sein müssen. Gleichzeitig wurde die Anzahl der erforderlichen Abfertigungsanlagen geprüft. Im Rahmen der Studie wurden die Verkehrsmengen und Verkehrsströme berechnet und während der Abendspitze auf die einzelnen Zu- und Abfahrtsrampen der Tiefgarage aufgeteilt.

E-Carsharing-Modell für Bahnhof Bregenz

In einem ersten Schritt wurde die aktuelle Carsharing Situation in Bregenz analysiert. In die Betrachtung sind folgende Faktoren eingeflossen: Anzahl und Typ des Fuhrparkes (Kleinwagen, Kombi; Diesel, ECar;...), Stellplatz, Anbieter und Modell. Zudem wurde die aktuelle Situation mit einem Referenzbahnhof verglichen. Weiters wurden die Angebote von verschiedenen CarSharing Betreibern geprüft und bewertet. Das bisher erreichte Ergebnis erbrachte, dass die Umsetzung des Carsharing Angebotes am Standort Seequartier Bregenz noch eine Soll-Definition und übergreifende Entscheidung von folgenden Stakeholdern benötigt: Stadt Bregenz (=dzt. Anbieter) , Konsortium Rhomberg Bau, I+R und Zima sowie potentielle Anbieter.

In Zusammenarbeit mit Caruso wurde im Rahmen von Smart City Rheintal ein E-CarSharing Modell ausgearbeitet. Die Vertragspartner des erarbeiteten E-CarSharingmodells sind Bauträger, Caruso und VKW. Es ist auf das Antriebsmedium „Elektrizität“ ausgelegt und beinhaltet im Bereich der Wohnbebauung einen exklusiven

Außenstellplatz samt Ladeinfrastruktur, welcher dem E-CarSharing zur Verfügung gestellt wird. Vertraglich sind u.a. das Konsumentenschutzgesetz, als auch das Wohnungseigentumsgesetz im Detail zu berücksichtigen. Caruso als Betreiber des E-CarSharing stellt den Bewohnern der Wohnbebauung exklusiv ein Elektrofahrzeug der Marke Peugeot iQ oder gleichwertig zur Verfügung und sorgt jederzeit für die Verfügbarkeit bzw. Betriebssicherheit des Fahrzeuges. Für die Dauer der ersten Jahre des E-Carsharings übernimmt der Bauträger die Basiskosten für die Bereitstellung des E-CarSharing Fahrzeuges, das eigentliche Nutzungsentgelt entrichtet der jeweilige Fahrzeugnutzer direkt an Caruso. Caruso wiederum bezieht Strom von der Ladeinfrastruktur, welche seitens der VKW auf Mietbasis zur Verfügung gestellt wird.

Das E-CarSharing soll insbesondere den Verzicht des Zweitfahrzeuges fördern und stellt sohin einen wesentlichen Beitrag zur positiven Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens der Bewohner dar. Durch den idealen Standort (vor der Haustüre), eine einfache Buchungssoftware und die rund um die Uhr Betreuung wird ein wertvolles „Sorglospaket“ geschnürt und soll die Eintrittsbarriere zur Nutzung des E-Carsharings senken.

Dieser Ansatz wird auch nach dem Ende des Forschungsprojektes weiter verfolgt und wird zunächst in einem anderen Bauprojekt getestet, dessen Umsetzung im Jahr 2016 startet. Damit soll das im Rahmen von Smart City Rheintal entwickelte Modell bis zur Umsetzung von Seequartier erprobt und optimiert werden, um einen optimalen Start für das Projekt Seequartier gewährleisten zu können.

Energieberatung und Bewusstseinsbildung:

Es wurden Informationen zum Nutzerverhalten, wie zum Beispiel energiesparendes Wohnen, richtiges Lüften, etc., in enger Zusammenarbeit mit Fachleuten aus dem Sanierungsbereich und diversen Produktherstellern erstellt und erweitert. Diese Unterlagen erhalten Wohnungskäufer im Zuge der Übergabe ihrer Wohneinheiten. Die Unterlagen zielen darauf ab, den Bewohnern Wissen zu vermitteln, um Schäden aufgrund von falschem Nutzerverhalten und dadurch erforderliche, oftmals kostspielige Sanierungen zu vermeiden. Dieser Ansatz wird auch nach dem Ende des Forschungsprojektes weiter verfolgt.

Die Idee eines Einkaufspools für preislich attraktive elektrische Großgeräte für Bewohner des Seequartiers verfolgt den Ansatz „Weg von der Wegwerfgesellschaft“. Dadurch soll der Kauf von Qualität zum annehmbaren Preis unterstützt werden. Der Einkaufspool soll Geräte wie Kühlschrank, Gefrierschrank, Herd, Dampfgarer, Dunstabzug, Waschmaschine, Wäschetrockner und dergleichen beinhalten. Im Rahmen des Projektes wurden Vorgespräche mit Gerätevertreiber/-hersteller geführt und die rechtl. Machbarkeit ist geprüft. Als interessanten Aspekt für die Inanspruchnahme des Einkaufspools könnte sich die Kombination mit dem Bezug von Ökostrom und einer Beratung entwickeln. Diese Ansätze werden auch nach dem Ende des Forschungsprojektes weiter verfolgt.

Als Maßnahme zur Bewusstseinsbildung wurde am 14.11.2015 ein Fokusgruppengespräch zum Thema „Wohnen und Mobilität der Zukunft“ in der Rhomberg Zentrale in Bregenz veranstaltet. Den Teilnehmern wurde ein spannendes, vielseitiges Programm geboten. Nach einführenden Referaten zur „Generation Y“, sowie in das Forschungsprojekt Smart City Rheintal wurden im World Café die Themen „Wohnen der Zukunft“, „In welcher Form ist Wohnen in der Zukunft leistbar“ und „Mobilität der Zukunft“ intensiv diskutiert. Zum Abschluss bestand noch die Möglichkeit einer Probefahrt mit einem Elektroauto.

Als wertvolles Ergebnis der Veranstaltung hat sich herauskristallisiert, dass der Schlüssel zum Erfolg von Zero-Emission-Konzepten in der Bewusstseinsbildung liegt. Das tägliche Verhalten rund um Wohnen und Mobilität bzw. der Beitrag jedes Einzelnen ist maßgeblich zur Erreichung des Vorarlberger Zieles „Zero Emission 2050“. Es ist auch die Aufgabe der

Bauträger mit gutem Beispiel voran zu gehen. Der Kunde bzw. Nutzer wünscht Flexibilität in der Raumgestaltung sowie gemeinschaftliche Räume für das Miteinander und den Austausch unter den Generationen. Diese gemeinschaftlichen Räume sehen die Teilnehmer auch als Chance, Kosten einzusparen. Ein weiteres Potential liegt ihrer Meinung nach im Offerieren verschiedener Ausbaustandards. Smart Home hingegen wird trotz der Vielzahl an Vorteilen aufgrund der Angst vor totaler Transparenz und dem Wunsch, Dinge noch eigenständig entscheiden zu wollen, weitestgehend abgelehnt. Der Kunde wünscht in Summe weniger Technik und mehr eigenständiges Denken. Der Verzicht auf das Privatauto, oder zumindest Zweitauto, sowie CarSharing wurden äußerst kritisch diskutiert. Obwohl die Teilnehmer anerkennen, dass sich insbesondere in Punkto Mobilität in den letzten Jahren viel getan hat, besteht wenig Bereitschaft den gewohnten „Luxus“ aufzugeben. Die gelungene Veranstaltung mit ihren Ergebnissen wird auch in die Nachprojektphase von Smart City Rheintal hineinwirken und zukünftige Bauprojekte beeinflussen.

Nachhaltigkeitscheck/ Zertifizierung

Im Rahmen von Smart City Rheintal wurden diverse Nachhaltigkeitsrichtlinien /-studien geprüft. Angelehnt an das Leistungsmodell der SIA (Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein) wurde ein Nachhaltigkeitscheck als Excel Sheet erstellt, welcher für die Projektentwicklung eine Vielzahl von relevanten Themen zur Diskussion bietet. Die Hauptthemen gliedern sich dabei in die 3 Säulen – Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt. Die Nachhaltigkeitschecks werden in Zusammenarbeit mit einem „Projektfremden“ - mit einem Fachkollegen- durchgeführt und detailliert diskutiert. Der Einsatz dieses Excel Sheets wird zukünftig bei sämtlichen Bauprojekten von Rhomberg Bau verpflichtend eingesetzt.

Zum Thema Zertifizierung wurde zunächst die Ausgangslage mitsamt den Zielen, strategischen und operativen Nutzen festgehalten. In einem weiteren Schritt wurde der Weg zum Zertifikat sowie Varianten und eine Empfehlung ausgearbeitet. Diese Ansätze werden auch nach dem Ende des Forschungsprojektes weiter verfolgt.

In der Wirke - Hard



Der bereits weit fortgeschrittene Detaillierungsgrad in der Projektentwicklung zum Zeitpunkt des Starts von Smart City Rheintal erforderte ein hohes Maß an Flexibilität bei der Projektentwicklung, der Projektleitung, den Planern und letztlich auch bei den Handwerkern. Auf Grund der bereits fortgeschrittenen Detailplanung im Projekt musste die bestehende Planung mit den definierten Ziele des Projekts Smart City Rheintal verglichen und wo noch möglich adaptiert werden.

CO₂-neutrale Energieversorgung des Quartiers

Um das Ziel eines „zero emission Quartiers“ zu erreichen, wurden folgende regenerative Energiequellen geprüft und gegebenenfalls umgesetzt:

- Geothermie mit Wärmepumpe wurde in den Gebäuden 1, 5, und 8 umgesetzt.
- Luftwärmepumpen wurde in den Gebäude 2 und 3 umgesetzt.
- Solarthermie wurde in den Gebäuden 1, 5, 6 und 7 umgesetzt.
- Photovoltaik wurde beim Gebäude 1 umgesetzt.

Eine Grundwassernutzung war auf Grund bestehender Grundwasserverhältnisse nicht ausführbar. Ebenso war ein Biomasse-Heizkraftwerk wirtschaftlich nicht darstellbar. Von Seiten der Nahwärme Hard GmbH lag ein Angebot vor. Der Anschluss scheiterte letztlich aber an der verfügbaren Lieferkapazität.

Der Einsatz von Ökostrom konnte vorerst nur in den Allgemeinbereichen umgesetzt werden, da in den einzelnen Nutzungseinheiten (Wohnungen, Gewerbeflächen, etc) die bestehenden Energieabnahmeverträge nur von den Nutzern selbst auf Ökostrom geändert werden können. Um dies zu forcieren, wurden die Nutzer in Infoveranstaltungen sowie mit Prospekten auf die Vorzüge des Ökostroms hingewiesen. Die Beheizung im gemeinnützigen Wohnbau (Gebäude 6 und 7) ist auf Grund der dort definierten Standards gemäß Wohnbauförderungsrichtlinien des Landes Vorarlberg auf Basis Erdgas erfolgt. Derzeit wird vom Eigentümer der Energieverbrauch der ersten drei Betriebsjahre analysiert und in Folge geprüft, ob eine Umstellung auf Biogas möglich ist.

Reduktion der Primärenergie

Um das Gesamtziel von Smart City Rheintal zu erreichen, wurden auch die Möglichkeiten der Einsparung grauer Energie betrachtet. Hier im Besonderen die Primärenergie der Baustoffmaterialien und des Transports. So wurde das gesamte Abbruchmaterial der Bestandgebäude vor Ort mittels Shredder aufbereitet und als Schüttmaterial im Zuge der Neuerrichtung wieder eingebracht. So konnten rund 400 LKW-Fahrten eingespart werden.

Die Verwendung von Holzbaustoffen im Bereich der Fassaden wurde geprüft und bei den Gebäuden 3 und 5 umgesetzt. Beim Gebäude 2 wurde anstelle von EPS-Dämmplatten der natürliche Baustoff Hanf in Form von Hanfdämmplatten verwendet. Dadurch wurden ca. 75 t CO₂ eingespart.

Die Verwendung von Hüttenzement anstelle von konventionellem Zement wurde geprüft und hätte ein Einsparungspotential von ca. 150 Tonnen CO₂ für das Gebäude 1 ergeben. Das konnte aber auf Grund wesentlich schlechterer statischer Eigenschaften des Stahlbetons mit Hüttenzement nicht umgesetzt werden. Dagegen sprach auch die Tatsache, dass Hüttenzement aus Spanien importiert werden muss.

Nachnutzung und Revitalisierung von bestehenden Gebäuden

Ein weiterer großer Schritt in Richtung Smart City Rheintal-Ziele war die Nachnutzung von zwei großen Bestandsgebäuden: Einerseits wurde die ehemalige Spannrahmenhalle revitalisiert und dient heute als neues Veranstaltungszentrum für die Marktgemeinde Hard (Saal für bis zu 530 Personen, Seminarräume sowie 1.300 m² hochwertige Büro- und Geschäftsflächen). Ebenfalls wurde die ehemalige Sheddachhalle mit einer Kubatur von rund 13.000 m³ planerisch so adaptiert, dass die bestehende Bausubstanz weitestgehend erhalten werden konnte. Künftig dient das Gebäude als Verkaufsfläche für ein Modengeschäft. Das bestehende Kellergeschoss wurde zur Gänze als Tiefgarage adaptiert und wird heute gemeinsam mit den anderen Stellplätzen von der Marktgemeinde bewirtschaftet.

Zudem wurde ein Konzept für die energetische Optimierung beider Gebäude ausgearbeitet und umgesetzt. Der Heizwärmebedarf liegt unter 25 kWh/m²a und entspricht somit dem Niedrigenergiestandard.

Im laufenden Bauprozess wurde die Verwendung von emissionsarmen Baustoffen zur Verbesserung der Luftgüte auf Substanzen geprüft und wo möglich eingesetzt. So wurde beispielsweise alternative Dämmmaterialien wie Perlite-Schüttungen anstelle von EPS verwendet.

Anwendung von Niedrig- bzw. Passivhaustechnologie

Das Ziel, sämtliche Gebäude im Quartier zumindest im Niedrigenergiestandard umzusetzen, konnte durch die Realisierung der Gebäude 1, 6 und 7 im Passivhausstandard sogar übertroffen werden. (Beilage 3: Energieausweise Gebäude 1, 6 und 7).

Installierung von energieeffizienter Beleuchtung im Quartier

Allgemeinbeleuchtungen im Areal wurden ausschließlich mit energieeffizienter LED-Beleuchtung ausgestattet. Die Gemeindestraße, welche als „shared space“ über den Quartiersplatz führt, wurde seitens der Marktgemeinde Hard in einem Contracting mit der Vorarlberger Kraftwerke AG ebenfalls mit LED-Leuchtmitteln ausgestattet. Somit werden über die Lebensdauer der Leuchtmittel ca. 15 t CO₂ eingespart.

Schnittstellen zu Smart Grid

Die differenzierte Verbrauchserfassung hilft in den Gebäuden 1 und 2, die einen besonders hohen Energiebedarf aufweisen (z.B. Warmwasseraufbereitung im Haus der Generationen, Klimaanlage im Veranstaltungssaal, etc.), den Energieverbrauch gezielt zu beobachten, um bei Abweichungen vom Soll rasch reagieren zu können.

In Zusammenarbeit mit dem Teilprojekt „**Virtual Power Plant**“ ist für die Nachprojektphase geplant, beim Gebäude 1 ein VPP zu implementieren. Um Vergleichswerte zu bekommen, werden derzeit die Verbrauchsdaten des Gebäudes 1 ohne VPP erfasst. Die Implementierung des VPP ist noch in diesem Jahr angedacht. Weitere Infos dazu im Bericht des AP „Virtual Power Plant“

Um den Energieverbrauch zu optimieren wurde für das Gebäude 2 eine dynamische Gebäudesimulation erstellt, da für diese Nutzung (Veranstaltungssaal) keine normativen Angaben zum Energiebedarf verfügbar sind. So konnten die technische Gebäudeausrüstung optimal an den Echtzeitbetrieb des Saales angepasst werden.

Smart Home im Eigentumswohnbau

In Zusammenarbeit mit dem Teilsprojekt „**Smart Home mit App**“ wurden 6 Wohnungen im Gebäude 5 mit einem Smart Home-System (siehe Endbericht des AP) ausgestattet, die Nutzer im Umgang damit geschult und über einen Zeitraum von 9 Monaten durch die Fachhochschule Vorarlberg evaluiert. Weiteren Informationen können den folgenden Beilagen entnommen werden

Förderung des Umstiegs auf Alternative Fortbewegungsmittel

Das Thema Mobilität hat im Masterplan des Quartiers eine große Bedeutung. So ist die zentrale Lage des Quartiers im Ortszentrum die Basis für das Konzept der „kurzen Wege“. Somit sind öffentliche Einrichtungen wie Schulen, Rathaus, Kindergarten, etc. sowie Infrastruktureinrichtungen wie Einkaufsmöglichkeiten, Banken etc. fußläufig erreichbar. Für die Erledigungen des täglichen Bedarfs ist somit weder Auto noch öffentlicher Verkehr notwendig. Das in Abstimmung mit dem AP MoD erarbeitete Mobilitätskonzept für das Quartier „In der Wirke“ ist im Detail im Bericht des AP MoD beschrieben und wird hier nur auszugsweise behandelt.

Den Bewohnern und Besuchern des Quartiers steht ein überdurchschnittlich großes Angebot an Fahrradabstellplätzen zur Verfügung. Alle Stellplätze sind überdacht und ebenerdig positioniert. Die Funktionalität der Stellplätze wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Energieinstitut Vorarlberg erarbeitet.

Die überdurchschnittlich gute Integration ins öffentliche Nahverkehrsnetz wird durch eine eigene Bushaltestelle „In der Wirke“ ergänzt. Dieser Bus ist die direkte Anbindung an den ÖBB-Bahnhof Lauterach, der im ÖPNV-Netz Vorarlberg als Knotenpunkt ausgebaut wurde. Um den Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel zu unterstützen, wurde für jede Wohnung – Eigentumswohnungen ebenso wie Mietwohnungen – ein 2-Wochen-Mobilitätsticket für die kostenlose Nutzung des Angebots der Vorarlberger Verkehrsverbundes zur Verfügung

gestellt. Die Tickets konnten beim Meldeamt der Marktgemeinde Hard abgeholt werden. In Infoveranstaltungen wurden die Bewohner darüber informiert.

Alternativ zum Konzept der kurzen Wege und der optimalen Anbindung an den öffentlichen



Personennahverkehr wurde ein Carsharing-Konzept in Zusammenarbeit mit dem Anbieter Caruso erarbeitet. Die vier Partner des Projekts „In der Wirke“ stellen am Carsharing-Standplatz im Quartier ein E-Auto (Renault Zoe 5-Plätzer) zur Verfügung. Im Verbund mit dem Carsharing der Marktgemeinde im Rathaus stehen somit zwei E-Mobile nicht nur den Bewohnern des Quartiers sondern allen Bürgern der Marktgemeinde zur Verfügung.

In Zusammenarbeit mit den Vorarlberger Kraftwerken AG wurden im Quartier öffentliche E-Ladestationen für Elektroautos angebracht. Davon sind zwei oberirdisch positioniert. Weitere sind in der Tiefgarage zur öffentlichen Nutzung geplant. Dadurch wird die Dichte der Ladeinfrastruktur erhöht und somit die Attraktivität für E-Mobilität nachhaltig gesteigert.

Bewusstseinsbildung bei den Quartiersbewohnern



Um Bewusstsein für das Thema Energieeffizienz und das Projekt Smart City Rheintal zu schaffen, wurden neben den vom AP Projektkommunikation umgesetzten Maßnahmen (Homepage, Pressearbeit, Messeauftritte, etc) diverse Maßnahmen im Rahmen des Teilprojektes „In der Wirke“ initiiert und umgesetzt sowie auf der unternehmenseigenen und. Beispielhaft sollen hier zudem 2 Informationsveranstaltungen im Quartier erwähnt und im Folgenden kurz beschrieben werden.

Eine erste Infoveranstaltung zum Thema „Smart City Rheintal“ wurde mit den Bewohnern, Projektpartnern und den politischen Entscheidungsträgern der Marktgemeinde Hard am 19.02.2014 veranstaltet. Inhalt dieser Veranstaltung war die Basisinformation zu Smart City Rheintal sowie die in diesem Zusammenhang geplanten Maßnahmen im Quartier.

Am 4.11.2014 wurde eine zweite Infoveranstaltung zum Thema Smart City Rheintal mit Baustellenbesichtigung, Präsentation des Carsharing-Konzeptes sowie Informationen zu Smart Home für die Bewohner, Projektpartner und politische Mandatäre durchgeführt.

Zusammenfassend soll an dieser Stelle aber festgehalten werden, dass trotz zahlreicher Maßnahmen das Feedback der Zielgruppe weit unter den Erwartungen blieb. Um das Bewusstsein für Energieeffizienz und sanfte Mobilität bei den Bewohnern und Nutzern des Quartiers „In der Wirke“ zu steigern, braucht es über den Projektzeitraum hinausgehende Kommunikationsmaßnahmen und auch einen „Promoter“ direkt im Quartier.

Smart Grid Rheintal – Virtual Power Plant

Elektrische Warmwasserspeicher und stationäre Batteriesystem wurden mit Hilfe mit Sensorik und Aktoren ausgestattet und via TCP/IP basierten Kommunikationsprotokollen ansprechbar gemacht. Die Integration in ein virtuelles Kraftwerk wurde anhand eines kommerziellen Systems von Bosch SI demonstriert. Darüber hinaus wurden Algorithmen zur autonomen intelligenten Steuerung mittels Einwegkommunikation demonstriert und umgesetzt.

Ein Prototyp eines intelligenten autonomen Warmwasserspeichers wurde im Feld getestet. Der Gesamtwirkungsgrad des Systems konnte von 63% auf über 69% gesteigert werden.

Eine ZEBRA Hochtemperaturbatterie für Fahrzeuganwendungen wurde zu einem stationären Speichersystem umgebaut und die Integration in ein virtuelles Kraftwerk erfolgreich demonstriert.

Smart Grid Rheintal – Smart Home mit App

Die in diesem Teilprojekt untersuchten neuen Standards in der Gebäudetechnik sollten zu höherer Energieeffizienz aber auch zu einem besseren Wohnkomfort und mehr Sicherheit führen. Nicht jeder Baustandard erfährt die gleiche Akzeptanz bei den BewohnerInnen und unterschiedliche technische Lösung sind mehr oder weniger gut bedienbar. Eine Studie in diesem Teilprojekt sollte das Wechselverhältnis der genannten Faktoren mit dem Ziel untersuchen, die Gebäudetechnik anforderungsspezifisch weiterzuentwickeln. Zu Beginn wurden anhand der Produktkonzeption die zukünftigen Nutzer über ein Angebotsblatt informiert, dass sie die Möglichkeit haben ihre Wohnung als Smart Home Wohnung auszubauen.

Smart Home – Mehr Komfort, höhere Sicherheit und bessere Energieeffizienz

Angebot für EigentümerInnen von Wohnungen in der Wohnanlage „In der Wirke“ in Hard



Liebe EigentümerInnen und Eigentümer
Wie wäre es, wenn Ihre Heizung mit Ihrem Wecker kommunizieren würde? Sobald am Wochenende, wenn Sie ihren Tag später beginnen, die Wohnung erst dann warm wird, wenn Sie aufstehen? Oder wenn Ihre Heizkostensteuerung Wetterdaten und Außentemperatur berücksichtigt und dementsprechend mitschaltet, die Raumtemperatur kostenoptimiert zu regulieren (Beschattung im Sommer, Nutzung der Sonnenwärme im Winter)? Oder wenn Sie Informationen darüber erhalten, wenn Ihr Kühlschrank z.B. bei Vorratung oder Defekt überdurchschnittlich viel Strom verbraucht?

Smart Home – Ihr Einstieg in die Technologie der Zukunft!
Mit der Smart Home-Lösung der VKW werden die zahlreichen Geräte der Hausautomation (z.B. Heizung, Beleuchtung, Belüftung), Haushaltstechnik (z.B. Kühlschrank, Waschmaschine), Konsumelektronik und Kommunikations-einrichtungen zu intelligenten Gegenständen, die sich an den Bedürfnissen der BewohnerInnen und Bewohnen orientieren. Werden diese Gegenstände untereinander vernetzt, können neue Zusatzfunktionen und Dienste bereitgestellt werden, die einen Mehrwert generieren.
Die VKW haben in den vergangenen Jahren Smart Home-Lösungen getestet und weiterentwickelt. Zum ersten Mal können wir nun den BewohnerInnen und Bewohnern des Projekts „In der Wirke“ in Hard eine Smart Home-Lösung anbieten, die Ihre Wohnung in ein „Smart Home“ verwandelt. Nutzen Sie dieses einmalige Angebot, das auch eine „Einzugsbereitstellung“ für energieeffiziente Betriebsstellung beinhaltet.



Die Vorteile von Smart Home:

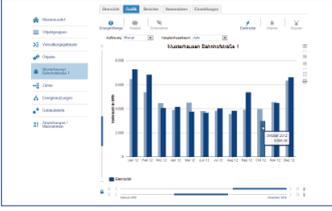
- Energieverbraucher- und Kostensenkung
- Erhöhung der Sicherheit
- Steigerung des Wohnkomforts
- Hohe Benutzerfreundlichkeit
- Praktische Alltagstauglichkeit

Display im Wohnraum

Via Display behalten Sie den Überblick
Das „intelligente“ Herz des Systems wird in Ihrem Zählerkasten installiert, kommuniziert über Datenleitungen mit Ihren elektrischen Geräten, bietet Ihnen Komfort und unterstützt Sie beim Energie sparen. Via Display, das im Wohnbereich installiert wird, behalten Sie den Überblick über Ihr intelligentes Heim. In das System können Sie ganz einfach über ein Webportal einstellen, das Ihr persönliches Profil (Zugang gesichert via Nutzername und Passwort) speichert und Ihnen ermöglicht, unkompliziert einzugreifen (z.B. um Einstellungen anzupassen...). Darüber hinaus ist dieses Webportal mit dem VKW-Energiecockpit, einem web-basierten Energiemanagement-System, vernetzt und bietet so einen detaillierten Überblick über Ihren persönlichen Energieverbrauch.

Einfache Steuerung von außen auch über Ihr Smartphone
Ihr „Smart Home“ ist auch über Ihr Handy erreichbar. Eine App (Android- und iOS-fähig) erlaubt Ihnen die Steuerung von Außen. Haben Sie vergessen das Licht auszuschalten, können Sie dies bequem über Ihr Smartphone nachholen. Ist das System auf Ihre Abwesenheit eingestellt, erhalten Sie eine Warnung via SMS, wenn die Raumtemperatur sinkt oder sie vergessen haben, ein Fenster zu schließen.

Die Wohnobjekte „In der Wirke“ sind Teil von „Smart City Rheintal“. Intelligente Haustechnik, neue Formen der Mobilität, energieeffiziente Wärmebereitstellung, kommunizierende Netze – es gibt zahlreiche Möglichkeiten, Energie effizienter zu nutzen oder einzusparen. „Smart City Rheintal“ ist ein vom Klima- und Energiefonds Österreich gefördertes Projekt von Ilwerke vkw, I+R Wohnbau und weiteren Partnern, das all diese innovativen Technologien erstmals in einem Gesamtprojekt zusammenführt.

App für Ihr Smartphone

VKW-Energiecockpit, webbasiertes Energiemanagement-System

Informieren Sie sich über die zahlreichen Möglichkeiten eines Smart Home. Ab sofort exklusiv für EigentümerInnen und Eigentümer von Wohnobjekten „In der Wirke“ in Hard!

Kontakt:
Vöslanger Kraftwerke AG
 R&D Power
 Tel.: +43 0274 907 72655
 Mobil: +43 699 859 79955
 E-Mail: rucker.power@vkw.at



Abbildung 1 Informationsblatt an die Nutzer

In den Informationsgesprächen wurde die Vermutung (Hypothese) geäußert, dass die Smart Home Technologie einfach zu bedienen sei und zusätzlich zu einer Energieeinsparung sowie Verstärkung des Energiebewusstseins auch eine Verbesserung in Sicherheit und Wohnkomfort bewirke. Diese Auswirkungen und die Akzeptanz seitens der EndanwenderInnen (Evaluationskriterien) gelte es im Rahmen einer Feldstudie zu untersuchen. Alle Interessenten wurden zu einem persönlichen Beratungsgespräch über Smart Home mit einer Demonstrationsvorführung in das VKW VAMOS Energiesparhaus (s. Abb. 2) eingeladen.



Abbildung 2 VKW VAMOS Energiesparhaus

Nach diesem Beratungsgespräch fanden sich 7 Nutzer die sich für das Smart Home entschieden haben. Die Smart Home Wohnungen wurden nach folgendem Konzept (s.Abb.3) im Rahmen des vorhandenen Budget geplant und ausgeführt. Anhand der Nutzerbedürfnisse wurde dann im Detail die Smart Home Wohnungen geplant und von AutomationNext (s.Abb.4) und dem durchführenden Elektroplaner der Fa. Theurer (s.Abb. 5 und 6) in Angriff genommen.

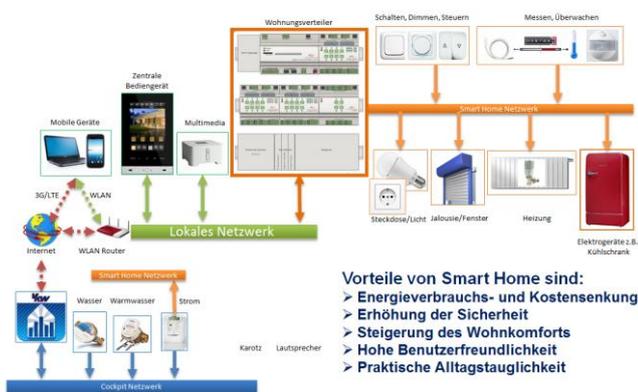


Abbildung 3. Smart Home Konzept



Abbildung 4 Funktionsbeschreibung Smart Home

Steuern (z. B. Licht: Einzel, Szenen, Sequenzen, Zeitsteuerung)

- **Von Zuhause aus**
Herkömmlich über Taster oder Schalter und über das xTouch, Tablet, Smartphone oder PC
- **Remote-Zugriff**
Zugriff auf allen Funktionen auch außerhalb der Wohnungen mit dem Smartphone
- **Lichtsteuerung**
Ein- und Ausschalten, Helligkeitsgesteuert z. B. im Flur
- **Lichtsteuerung gedimmt**
Händische und Automatische Helligkeitssteuerung im den verschiedenen Räumen (Wetterstation, in Abhängigkeit von Jalousien)

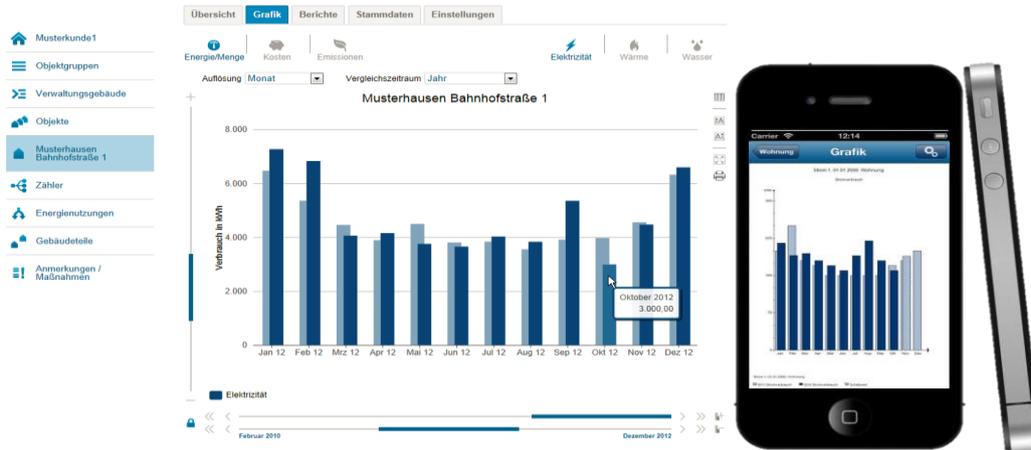


Abbildung 7. VWK Energiecockpit

Begleitend zur Smart Home Einführungen wurden alle Bewohner „In der Wirke“ über die Möglichkeiten der Energieeffizienz in einer eigenen Veranstaltung informiert (s.Abb. 8). Dies sollte ihnen aufzeigen, welchen Beitrag Personen mit Smart Home Technologie und ohne diese Technologie zur Energieeinsparung beitragen kann.

Änderung Verbrauchsgewohnheiten



- ✓ Geräte abschalten um den Stand-by Verbrauch zu reduzieren
- ✓ Schaltbare Steckdosenleisten einsetzen
- ✓ Licht beim Verlassen ausschalten
- ✓ Geräte voll beladen (Waschmaschine, Spülmaschine)
- ✓ Energieeffiziente Geräte verwenden (Energieeffizienzklasse: A+++)
- ✓ Kühlschranktemperatur 7°C statt 5°C (15% Einsparung)
- ✓ Bedarfsorientiert heizen
- ✓ Wasser bei Nichtgebrauch abstellen
- ✓ Familiengespräche über das Energiesparen führen
- ✓ Möglichst viel Wäsche an der Luft trocknen lassen

Stiegenlaufen ist für'n Arsch!

VERDAMMT, SÄMTLICHE HAUSHALTSGERÄTE SIND INTELLIGENTER ALS ICH...
DIE ZUKUNFT HAT BEGONNEN...

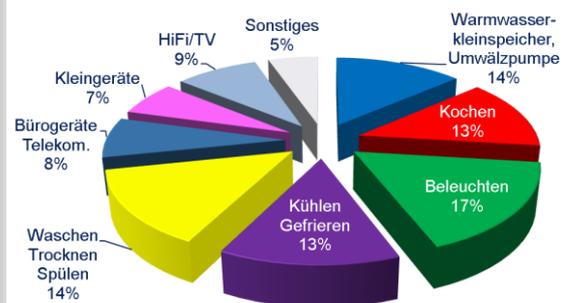


Abbildung 8. Ausschnitt Information Energieeffizienz

Die Einschulung der Nutzer erfolgte durch die Firma AutomationNext nach der Inbetriebnahme der jeweiligen Wohnung (s.Abb. 9). Die letzten Wohnung wurden im September 2014 fertig gestellt und mit dem Smart Home übergeben.

SmartHome Infoblatt: automationNEXT

Heizung
Die Raumtemperatur im Wohnzimmer (auch in anderen Räumen, wenn eine entsprechende Konfiguration vorliegt), kann über das Touch Panel im Wohnzimmer oder über das Smartphone-App „iFit“ geregelt werden (-/+).

Durch Tippen auf die Schaltoperatoren können die Einstellungen für folgende Situationen gesteuert werden:

- **Heizen** Standardeinstellung → Temperatur bei Abwesenheit (20°C)
- **Mehre Nachtabschaltung** → Temperatur bei Abwesenheit (20°C)
- **Kaltes Komforttempo** → wenn es mal warmer sein soll (19°C)
- **Eis Frostschutztempo** → bei längerer Abwesenheit (15°C)

Wenn abwesend der Abwesenheit wird automatisch die Nachtabschaltung eingestellt, bei Anwesenheit, wieder die Standardeinstellung.

Abwesenheit / Anwesenheit
Wird die Wohnung für mehrere Stunden verlassen, kann per Alles AUS Taster im Flur oder am Touch Panel auf „Abwesenheit“ geschaltet werden.

Das Touch Panel zeigt auf der Startseite die An/Abwesenheit an, die auch direkt geschaltet werden kann:

Auf Abwesenheit mittels Alles AUS-Funktion Licht-Taster im Flur bei der Eingangstür schalten:

1. Den Licht-Taster im Flur bei der Eingangstür lange drücken (mind. 3 Sekunden)
 - Während dem Drücken wird kontrolliert, ob alle Fenster geschlossen sind, und der Raum nicht voll, entsprechend ist die Heizung des Flurs zu betriebsbereit, sobald die Abwesenheit Funktion noch gesteuert werden, danach wird Fenster geöffnet ist, oder der Hand ist... nach ein... sehr... Abwesenheit kann nicht gesteuert werden!
2. Nach dem Vorzeichen passieren im Hintergrund noch folgende Aktionen:
 - Die Heizung wird auf Standtempo (beim Abwesenheit) ...
 - Standby-Geräte werden abgeschaltet...
 - Die Alarmanlage wird entsprechend auf die Sommerstellung... siehe Seite 3 „Jalousie-Automatik“
3. Die Abwesenheit-Funktion wird wieder deaktiviert wenn die Anwesenheit durch eine Bewegung oder Schließen erkannt wird. Eine Anwesenheit kann frühestens nach 3 Minuten Abwesenheit erkannt werden.

Die Abwesenheit kann nicht gesteuert werden!
Beim ersten Versuch die Abwesenheit zu aktivieren (das Licht im Flur mehrmals zu drücken, mit „i“ ein Fenster geöffnet, oder der Hand ist... nach geschaltet. Das Touch Panel zeigt auf der Startseite eine entsprechende Meldung.
Die die Steuerung des Raumes nicht verändert werden (sollten das Alles AUS Taster erwidert werden kann, wird die Heizleistung der Heizung 3 Minuten herabgesetzt. Sollten sie nicht... passieren, dass die Abwesenheit Funktion nicht kurz nach dem Drücken des Lichtes wieder kann.

SCHWACHSTROM-GERÄTE (Seite 20) **ALLES AUS** (Seite 20)

SmartHome am Smartphone
Alle Funktionen auf dem Touch-Panel können auch über mobile Geräte wie Smartphones und Tablets (Android oder iOS) gesteuert werden - von zu Hause aus, aber auch überall Internet (Einschaltung notwendig).

Der Zugriff auf SmartHome kann direkt per Browser (aktuelle Version: Firefox, Chrome, Safari) mittels „iFit-App“ erfolgen - Adresse: <http://www.automation-next.com>

Für Android und iOS werden zudem die „iFit“-App.

SmartHome Infoblatt: automationNEXT

Weitere Funktionen

Jalousie-Automatik (je nach Ausrichtung der Fenster sinnvoll)
Die Jalousie-Automatik funktioniert nur während der Abwesenheit und entsprechend der Sonne- und der direkter Sonneneinstrahlung wird die Jalousie im Sommer bei Sonnenaufgang geöffnet, bei direkter Sonneneinstrahlung wird die Jalousie im Sommer bei Sonnenaufgang geöffnet, bei direkter Sonneneinstrahlung wird die Jalousie im Sommer bei Sonnenaufgang geöffnet, bei direkter Sonneneinstrahlung wird die Jalousie im Sommer bei Sonnenaufgang geöffnet.

Bewegungsmelder
Denkt Bewegungsmelder dienen einerseits zum Schalten des Lichts im Flur, andererseits zur Erkennung der Abwesenheit. Wird bei aktivierter Abwesenheit-Funktion eine Bewegung erkannt, wird wieder auf Anwesenheit geschaltet.

Alarmierung optional
Wird während der Abwesenheit ein Fenster geöffnet, der Bewegungsmelder aktiviert oder der Hand schaltet sich an, wird der Alarm auf 8 Mail und/oder SMS ausgelöst. Eine solche Funktion ist eine Zustellung und kann auf Beibehaltung gerne angepasst werden.

Datenerfassung
Die Verbrauchsmessung folgender Haushaltsgeräte, Wasser- und Heizungs-Verbrauch, sowie der Gesamt-Stromverbrauch (Zähler) werden erfasst und eine VWW Cockpit geliefert.

Verbrauch: Haushaltsgeräte:

- Elektroherd (Eisbaug)
- Geschirrspüler
- Kühlmaschine
- Waschmaschine / Trockner

Sanitärverbrauch:

- Wasser kalt/warm und Heizung
- Stromverbrauch (Zähler)

SmartHome am Smartphone
Alle Funktionen auf dem Touch-Panel können auch über mobile Geräte wie Smartphones und Tablets (Android oder iOS) gesteuert werden - von zu Hause aus, aber auch überall Internet (Einschaltung notwendig).

Der Zugriff auf SmartHome kann direkt per Browser (aktuelle Version: Firefox, Chrome, Safari) mittels „iFit-App“ erfolgen - Adresse: <http://www.automation-next.com>

Für Android und iOS werden zudem die „iFit“-App.

Automatisierung Center (Seite 20)

Funktionen

Komfort-Funktionen

- zentrale Steuerung von Licht, Jalousien, Heizung
- Szenen, Sequenzen und Zeitsteuerungen
- Ab- und Anwesenheitsfunktionen mit Zentral aus bzw. auslösen einer bestimmten Szene/Sequenz
- Präsenzmelder mit automatischem und helligkeitsabhängigem Schalten des Lichts im Flur
- Lichter in Elternschlafzimmer (Einzelzimmer über a touch) optional weites Schlafzimmer
- optional: Steuerung von Verbrauchern per Funk-Steckdosen über Taster, Touchpanel oder Smartphone
- optional: Steuerung von Multimedia-Geräten per Infrarot (IR Trans) sowie Erkennung von IR-Fernbedienung
- optional: Steuerung per RFID- oder Fingerprint-Leser
- optional: Zugriff mit iPhone/iPad/Android

Ab- und Anwesenheits-Funktion

- Umschaltung auf Anwesenheits-Modus:
 - Abschaltung über geöffnete Fenster
 - Abschaltung der automatisierten Beschattung im ganzen Haus
 - automatische Handabschaltung
 - optional: Abschaltung bestimmter Standby-Verbraucher über optionale Funksteckdose(n)
 - Aktivierung des Überwachungsmodus (Präsenzmelder und Fensterkontakte)
- Umschaltung auf Abwesenheits-Modus:
 - aktivieren des Anwesenheits-Modus beim Öffnen der Tür mit optionalem mit RFID- oder Fingerprint-Leser
 - Deaktivierung des Überwachungsmodus
 - optionales ausführen einer bestimmten Szene

Nachtabschaltung

- Vereinfachte Abschaltung aller automatisierten Lichter, Schließen der Jalousien
- Schalten einer bestimmten Lichtzone
- Aktivierung des Lichtweckers
- optional: Aktivierung bestimmter Standby-Verbraucher über Funksteckdose bis am Morgen (bestimmte Uhrzeit)

zentrales Touchpanel

- alle Funktionen (Lichter, Jalousien, Heizung, Szenen, Zeitsteuerungen) können zentral über ein in der Wand verbildetes Touchpanel gesteuert werden
- sicherheitsrelevante Funktionen können per Kennwort geschützt werden
- Anzeige aktueller Werte (Aussen- und Innentemperatur, aktueller Verbrauch, Zählerstände...)
- Anzeige von Systemereignissen (Informationen, Warnungen, Fehlermeldungen)
- Anzeige Event- und Datenlogging Charts (auch am PC) -> oder über VWW Cockpit
- Anzeige eines Infoblatts zum Gebäudefortschritt (wichtig Informationen für jeden Bewohner)
- optional kann das Touchpanel als Gegensprechanlage dienen und Kamerabilder anzeigen
- Installation von zusätzlichen Android-Apps

Abbildung 9. Auszüge aus dem Benutzerhandbuch

Letztendlich standen für die Untersuchung 4 Wohnungen mit Smart Home Technologie und 4 Wohnungen ohne Smart Home Technologie zur Verfügung. Vor Beginn der Untersuchung wurde von allen TeilnehmerInnen eine informierte Einwilligungserklärung eingeholt (s.Abb.10), die auch die Möglichkeit offen ließ, dass die TeilnehmerInnen jederzeit ohne Angabe von Gründen aus dem Projekt aussteigen können.

NACHHALTIGKEIT
Falls Sie zu Studienzwecken in Ihrer Wohnung eigenmächtig Änderungen durchführen lassen möchten, bleibt nach Beendigung des Projekts die Grundfunktionalität gewährleistet. Auf Wunsch wird in diesem Fall auch die Standard-situation kostenlos wieder hergestellt. Bei Bedarf wird die Möglichkeit von Vertragsabschlüssen zur Gewährleistung von Servicedienstleistungen für die Aufrechterhaltung von etablierten Zusatz-funktionen geschaffen.

PROJEKTTÄRÄGER
Die Studie wird von einem Konsortium durch-geführt:
• Voralberger Kraftwerke AG
• iR Wohnbau GmbH
• Fachhochschule Voralberg
Die Studie wird vom Programm »Smart Cities Demo« des Österreichischen Klima- und Energie-fonds gefördert.
Die Förderabwicklung erfolgt über die Öster-riche Forschungsförderungsgesellschaft.

illwerke wkw **iR** **FHV**

PROJEKTLEITUNG
Die Projektleitung liegt im Bereich Energieeffizienz, Alternativen und Kundenservice der illwerke wkw. Ein Ansprechpartner der Projektleitung steht Ihnen während des gesamten Projekts für alle Fragen rund um das Projekt gerne zur Verfügung.

Herr Rudolf Kloser
Energieeffizienz, Alternativen und Kundenservice
Weidachstraße 6, 6900 Bregenz
TEL: 0574 601 73685
MOBIL: 0699 15973685
EMAIL: Rudolf.Kloser@wkw.at

WISSENSCHAFTLICHE BEGLEITUNG
Diese Studie wird von der Fachhochschule Voralberg wissenschaftlich begleitet. Ein Ansprechpartner der wissenschaftlichen Leitung steht Ihnen während des gesamten Projekts für alle Fragen bezüglich der Studie gerne zur Verfügung.

Herr Mag. Andreas Künz
Fachhochschule Voralberg
UCT Research
Hochschulstraße 1, 6850 Dornbirn
TEL: 0572 792 7303
EMAIL: andreas.kuenz@fhv.at

Wohnen in der Wirkce
Einander begegnen

Werden Sie TeilnehmerIn einer Studie zur Bewertung neuer Gebäudetechnik!

Abbildung 10: Informationsblatt für die informierte Einwilligungserklärung.

Die TeilnehmerInnen stellten im Zeitraum von August 2015 bis Mai 2016 ihre Daten aus den Wohnungen zur Verfügung (Stromverbrauch, Heizwärmeverbrauch, Warmwasserverbrauch, Kaltwasserverbrauch, Raumtemperatur, An/Aus-Status aller Leuchten und Steckdosen, Standhöhe der Jalousien, Fenster- und Türkontakte, Präsenzmelder, Kohlendioxid, Feuchte), Daten vom Gebäude (Wetter, Wärmepumpe, Warmwasser- und Kaltwasserverbrauch, allgemeiner Stromverbrauch, Heizung-Zirkulationspumpe, Solaranlage). Die Testteilnehmer füllten monatlich einen Online-Fragebogen zu Beurteilung der Evaluationskriterien (Energieeinsparung, Energiebewusstseins, Sicherheit und Wohnkomfort, Bedienbarkeit, Akzeptanz) aus. Zusätzlich wurden baubiologische Messungen in den Testwohnungen durchgeführt.

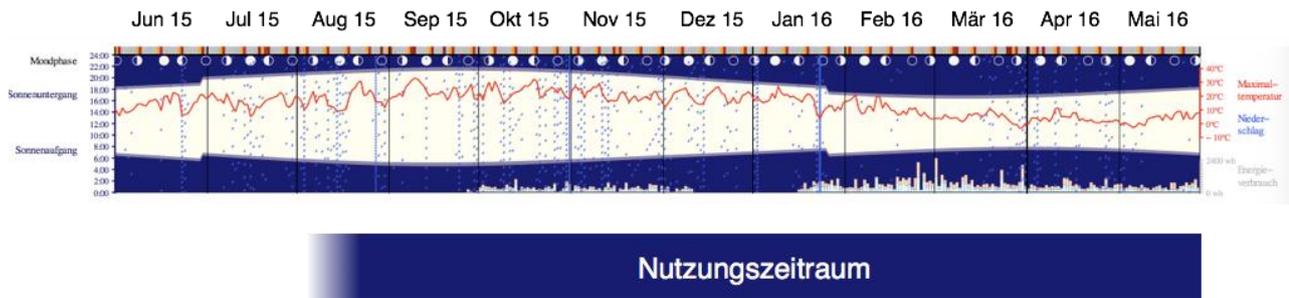


Abbildung 11. Außenbedingungen während des Untersuchungszeitraums.

Die Befragung der Testteilnehmer hinsichtlich des Nutzungsverhaltens zeigte, dass sich in den Smart Home Wohnungen vorwiegend Singles und Ehepaare mit Haustieren aufhielten. Sie hatten einen hohen Anspruch an den Wohnkomfort, hatten die Fenster häufiger geöffnet (nicht gekippt) und nutzten die Beleuchtungs- und Beschattungstechnologie differenzierter als die Teilnehmer ohne Smart Home Technologie (s.Tab 3).

Tabelle 3. Nutzungsverhalten der Untersuchungsstichprobe

	Mit Smart Home n = 4		Ohne Smart Home n = 4	
Anzahl BewohnerInnen	1,4	Singles & Ehepaare	2,6	Familien
Haustiere	1-2	eher mit	0-1	eher ohne
Fensterkipfung	2,8 h/d	häufiger geöffnet	3,4 h/d	häufiger gekippt
Fensteröffnung	2,2 h/d		1,3 d/d	
Beleuchtung	2,6 h/d	zügige Nutzung	2,4 h/d	träge Nutzung
Beschattung	8,4 h/d		11,3 h/d	
Beweggrund	gute Lage		Wohnsitzwechsel	
Ansprüche an Wohnkomfort	hoch		wenig	

Vergleicht man den Verlauf der Beurteilung der Evaluationskriterien im Untersuchungszeitraum durch beide Gruppen (s.Abb.12), dann erkennt man statistische signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) über den Gesamtverlauf beim Wohnkomfort, der Akzeptanz und dem Energiebewusstsein. Der Wohnkomfort war in Smart Home Wohnungen höher, nicht jedoch das Energiebewusstsein. Auch die Akzeptanz gegenüber Gebäudetechnologie war in den Smart Home Wohnungen geringer. Scheinbar gaben die Testteilnehmer in den Smart Home Wohnungen die Verantwortung über die Energieeinsparung an die Technik ab, die dennoch nicht auf erhöhte Akzeptanz stieß.

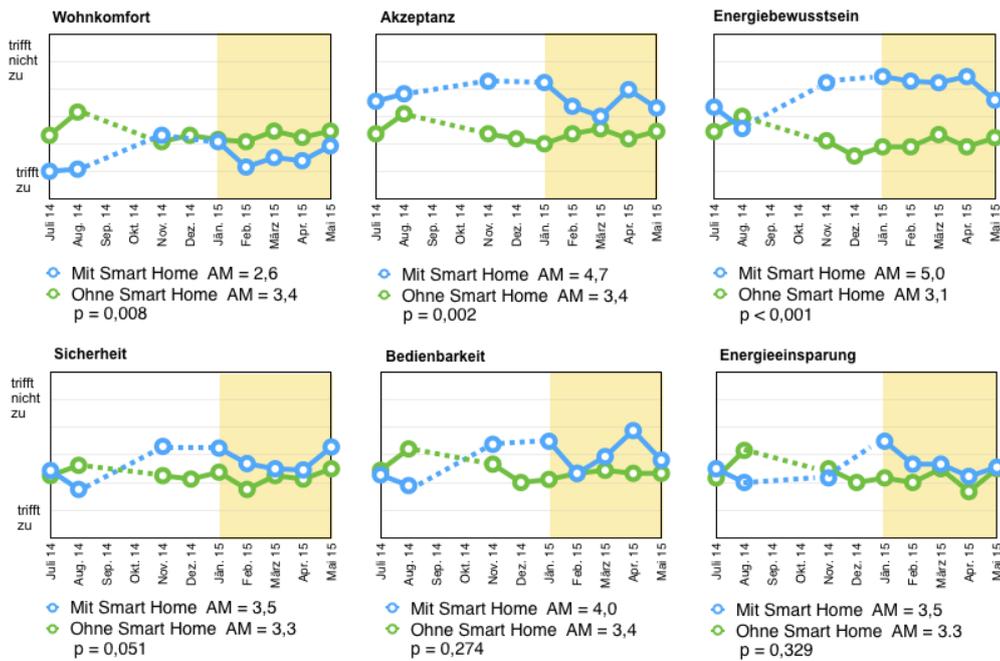


Abbildung 12. Verlauf der Mittelwerte in der Beurteilung der Evaluationskriterien.

Der Vergleich der Mittelwerte in ausgesuchten Einzelfragen bestätigt diesen Eindruck (s.Abb.13). Komfortaspekte wie z.B. Raum- und Bodentemperatur, Luftqualität und Beleuchtung wurden in Smart Home Wohnungen besser beurteilt, während in den Vergleichswohnungen der Einblick in den Energieverbrauch leichter fiel. Die Smart Home Technologie wurde auch hinsichtlich der Bedienbarkeit schlechter bewertet als die herkömmliche Gebäudetechnologie.

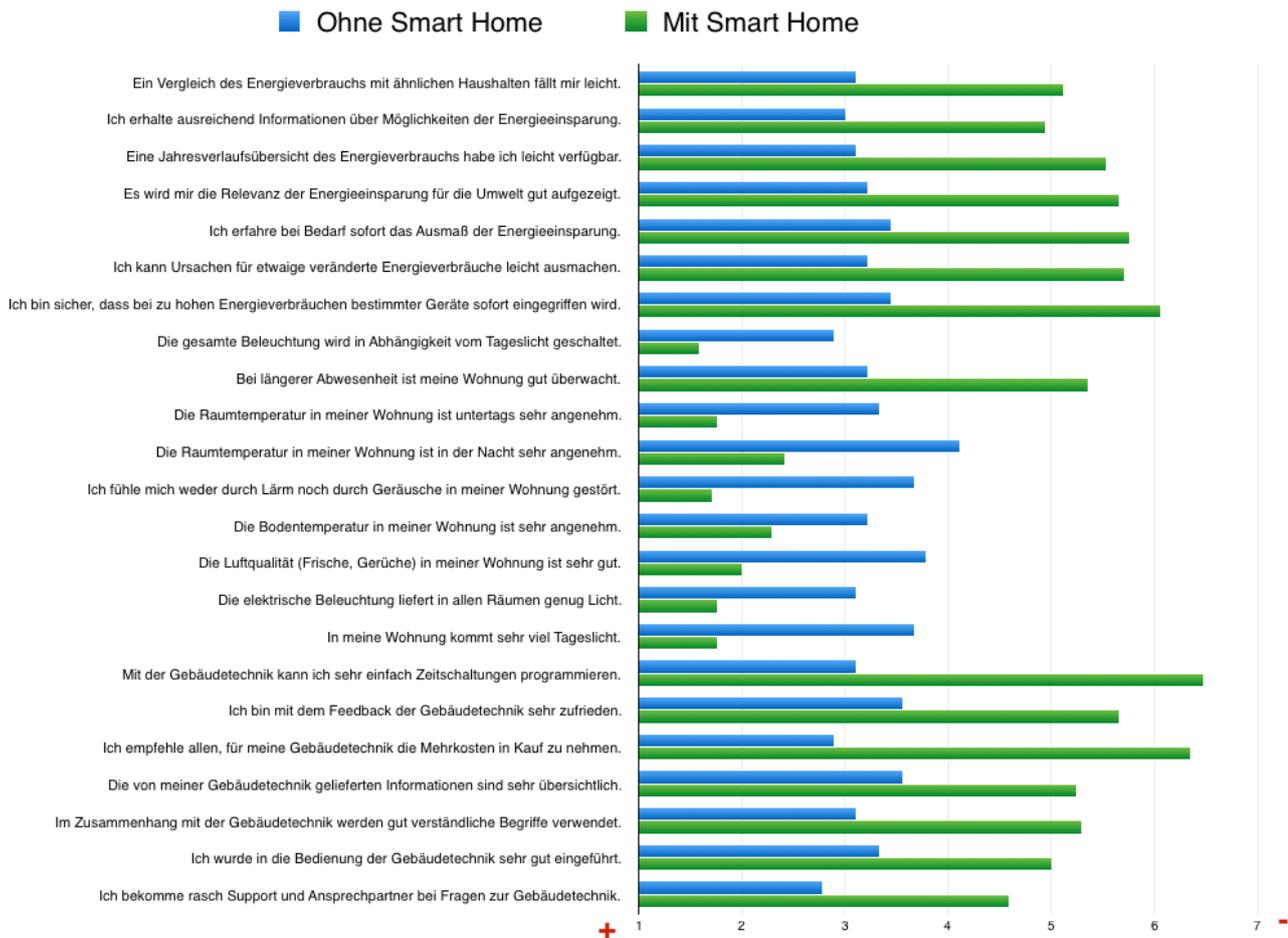


Abbildung 13. Vergleich der Mittelwerte in ausgesuchten Einzelfragen.

Der Verlauf der summativen Bewertung der eigenen Wohnsituation und der Gebäudetechnologie über den Untersuchungszeitraum zeigt (s.Abb14), dass sich die Zufriedenheit mit der Wohnsituation in beiden Untersuchungsgruppen zu einem frühen Zeitpunkt angeglichen hat, während dies bei der Weiterempfehlung der Gebäudetechnik erst zu einem späteren Zeitpunkt der Fall ist. Es ist zu erkennen, dass die Zufriedenheit mit der Smart Home Technologie zunächst deutlich abnahm, dann sich aber wieder mit der anderen Untersuchungsgruppe anglich.

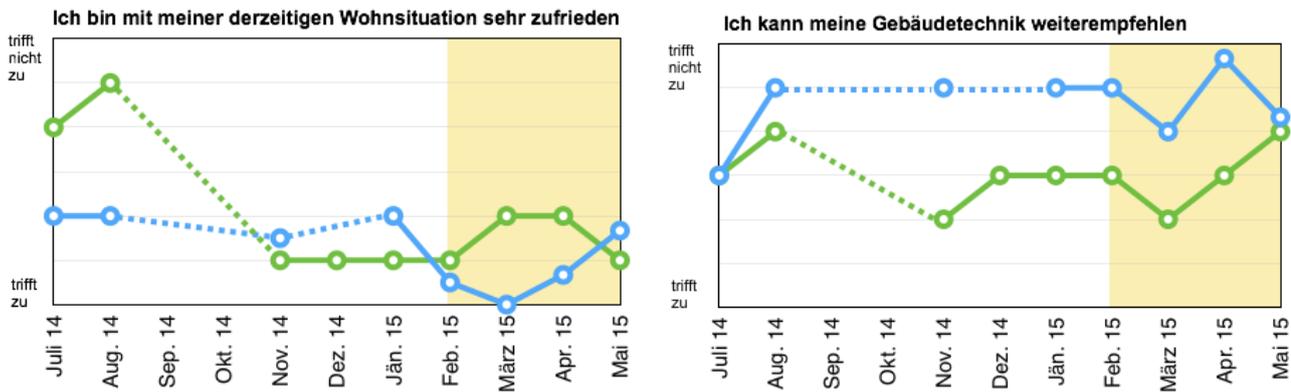


Abbildung 14. Verlauf der summativen Bewertung der Gebäudetechnologie.

Im abschließenden Fokusgruppen-Interview stellte sich heraus, dass die Akzeptanzprobleme u.a. durch eine fehlende Einführung und Beschreibung des technischen Systems, mangelnde Absprache des Installationsteams und dadurch bedingte erschwerte Inbetriebnahme sowie einer verzögerter Reaktion der Touchpanel-Steuerung bedingt waren. Den TestteilnehmerInnen drängte sich der Eindruck auf, dass die eingesetzte Smart Home Technologie noch nicht ausgereift ist. Positiv erwähnt wurde, dass die Smart Home Technologie offene Fenster erkennt, dass präsenzgesteuertes Licht Stürzen vorbeugt und die Heizungssteuerung der Komfort steigert. Doch auch hier seien die Möglichkeiten des System nicht ausgeschöpft worden. Die Einsicht in die Zählerstände erhöhe prinzipiell das Energiebewusstsein aber eine Echtzeitablesung wäre wünschenswert. Eine Energieeinsparung durch Smart Home Technologie konnte kaum erzielt werden, da Funktionen noch nicht automatisiert wurden.

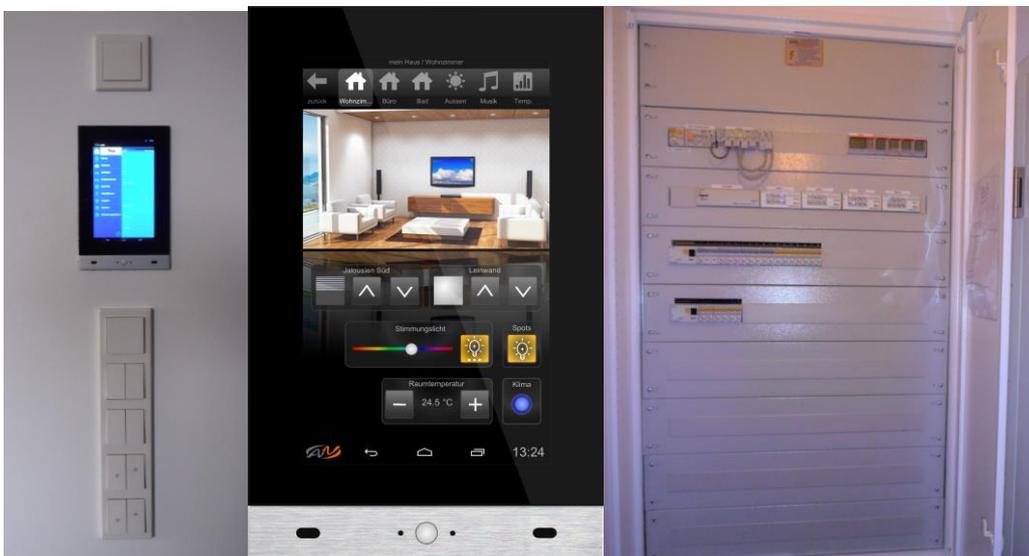


Abbildung 15. XTouch Tablet und Verteiler mit Smart Home

Die im Rahmen der hier dargestellten Smart Home Systeme sind auch nach Projektende im Einsatz. Kundenwünsche, Änderungen oder Störungen werden derzeit über unseren Kundenservice entgegengenommen und am darauffolgenden Arbeitstag bearbeitet.

Mobility on Demand – Verkehrsmodell

Im Rahmen des Projekts Smart City Rheintal wurde wie bereits beschrieben ein agentenbasiertes, multimodales Verkehrsmodell für Vorarlberg aufgebaut, das die

Verkehrsmodi Motorisierter Individualverkehr (MIV), Öffentlicher Verkehr (ÖV), Fahrrad und Zufußgehen berücksichtigt. Die Grundlagendaten dazu setzen sich aus frei verfügbaren Quellen (openstreetmap, VoGIS) und spezifisch dem Projekt zur Verfügung gestellten Daten (von Verkehrsverbund Vorarlberg, Statistik Austria, Land Vorarlberg) zusammen. Dieses Verkehrsmodell rechnet, wie bereits in B.4 dargestellt, größtenteils mit einem 10%-Sample der tatsächlichen Bevölkerung. Einzelne Berechnungen wurden aber auch mit einem 100%-Sample ausgeführt.

Basismodell

Das Basismodell wurde mit Querschnittszählungen des Landes Vorarlberg sowie der Asfinag kalibriert und bildet das Verkehrsaufkommen an einem durchschnittlichen Werktag nach. Abbildung 2 zeigt als Output des MATSim-Verkehrsmodells das Verkehrsgeschehen im MIV um 07:30 Uhr eines beispielhaften Werktages, wobei die grünen Punkte (bzw. orangen und roten Punkte sofern sie im Stau stehen) einzelne Agenten darstellen, die im MIV unterwegs sind. Anhand der verschiedenfarbigen Darstellung abhängig vom Verkehrsfluss ist es daher u.a. möglich, überlastete Streckenabschnitte zu identifizieren.

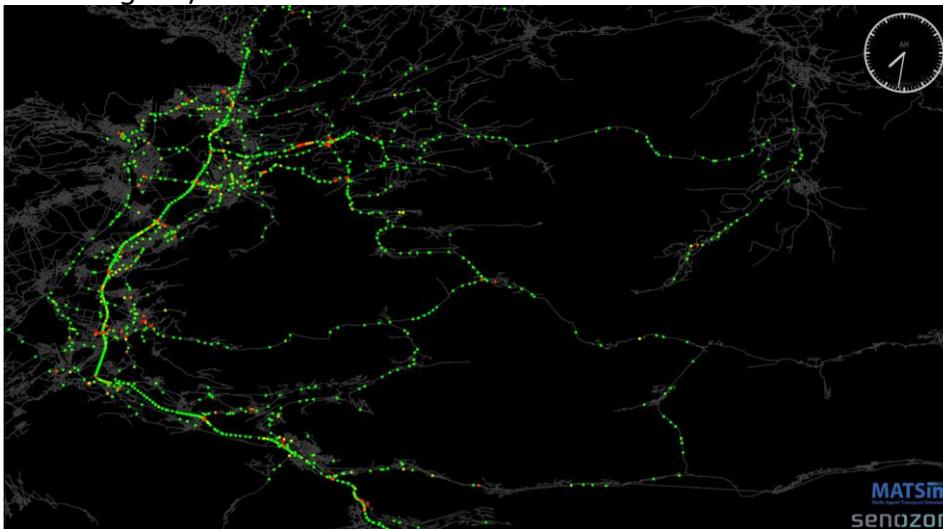


Abbildung 2: MATSim-Output des Verkehrsgeschehens um 07:30 Uhr im MIV (10%-Sample)

Weiters erlaubt die MATSim-Simulation, dass jeder Agent zu jeder Zeit des Tages mit seiner aktuellen Position im Verkehrsmodell lokalisiert bzw. nachverfolgt werden kann. Auch ist dadurch sein gesamter Tagesplan inkl. verwendeter Modi und absolvierter Aktivitäten nachvollziehbar.

Aufgrund der zeitlichen Disaggregation im MATSim-Modell ist in der Simulation eine zeitlich sehr genau aufgelöste Analyse des Verkehrssystems bzw. einzelner Streckenbelastungen möglich. In Abbildung 3 ist als Beispiel die Tagesganglinie eines Abschnitts der A14 Rheintal Autobahn im MATSim-Modell in 5-Minuten-Auflösung dargestellt.

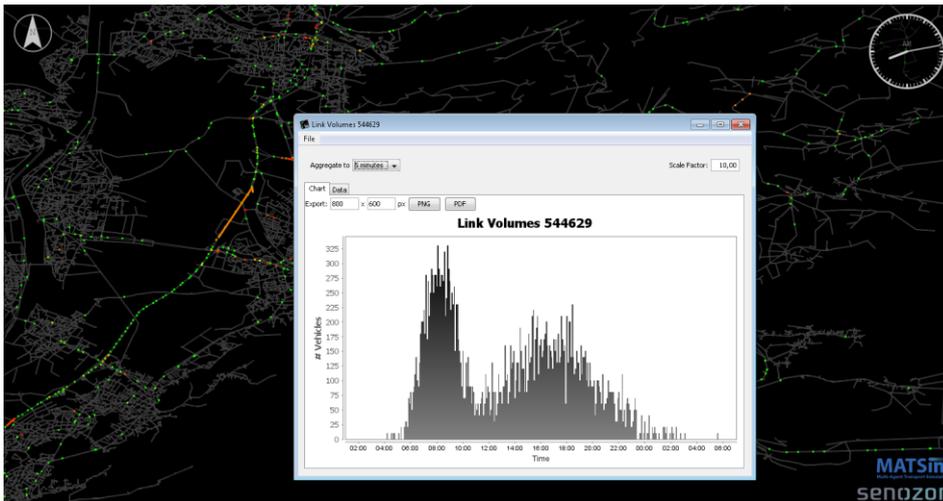


Abbildung 3: Tagesganglinie eines Abschnitts der A14 Rheintal Autobahn im MATSim-Modell

Durch streckenbezogenes Aggregieren der einzelnen Fahrten eines bestimmten Zeitraumes bzw. Simulationsdurchlaufes, gelangt man zu einem Verkehrsbelastungsplan wie in Abbildung 4 mittels QGIS dargestellt. Dieser zeigt als Beispiel die Verkehrsbelastungen der Strecken in Vorarlberg im MIV auf Basis der Wege der Vorarlberger Bevölkerung an einem Werktag: Je dunkler die Farbe und breiter die Strichstärke, umso mehr Personen nutzen die jeweilige Strecke; die rote Umrandung zeigt die Grenzen des Bundeslandes Vorarlberg.

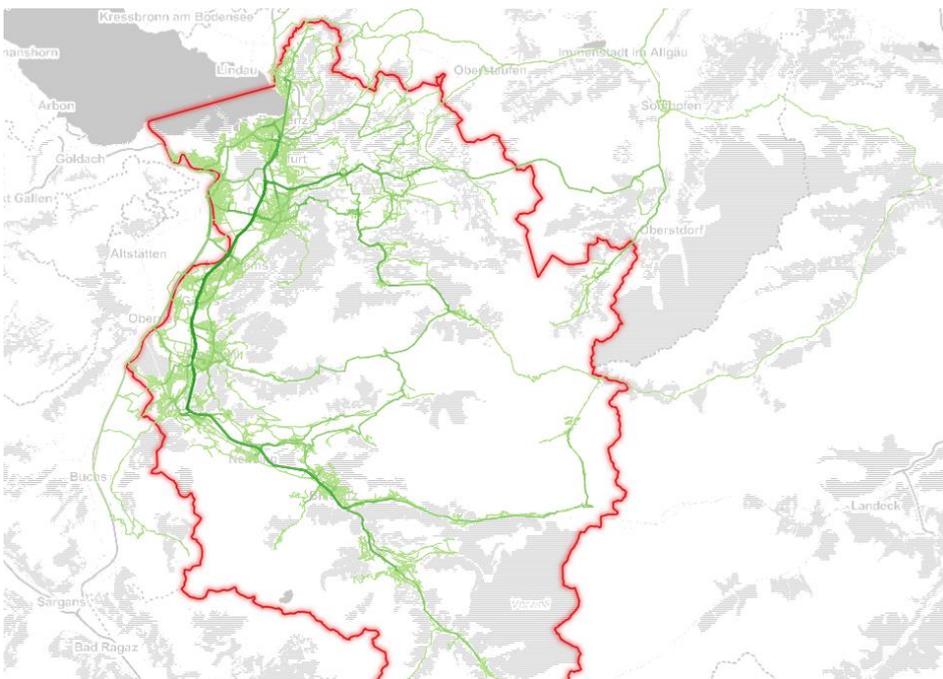


Abbildung 4: Verkehrsbelastungen der Strecken in Vorarlberg im MIV auf Basis der Wege der Vorarlberger Bevölkerung

Szenario Verbesserung des Taktes im ÖV

Das Szenario zur ÖV-Entwicklung beinhaltet eine Verbesserung bzw. Verdichtung des Taktes im ÖV, also ein verbessertes Verkehrsangebot. Das grundlegende ÖV-Angebot umfasst alle regulären Linien im Vorarlberger Verkehrsverbund (VVV) mit Anbindung in alle Nachbarländer und -bundesländer, allerdings keine saisonal begrenzten Verkehre (wie z.B. Ski- und Wanderbusse).

Mangels Zugriff auf den realen Fahrplan wurden keine einzelnen Relationen bzw. ÖV-Linien virtuell verbessert, sondern das gesamte Angebot im ÖV. Dies wurde durch eine

Verkürzung der Wartezeiten um 50% beim Umstieg von einer ÖV-Linie auf eine andere ÖV-Linie abgebildet.

Um dies besser veranschaulichen zu können, hier ein Beispiel für die Route von Schwarzach/Bregenz nach Gaißau: Die Abfrage am EFA-Server des VVV ergibt die in Abbildung 10 vereinfacht dargestellte Route mit einer Gesamtreisezeit von 4.320 Sekunden, also 72 Minuten. Summiert man die Fahr- bzw. Gehzeiten der einzelnen Etappen auf, so kommt man auf eine Dauer von 3960 Sekunden (66 Minuten). Die Differenz zur Gesamtreisezeit ist die Wartezeit beim Umstieg, diese beträgt 6 Minuten. In der Simulation des hier betrachteten Szenarios wird diese bei dieser Route auf 3 Minuten

```
starting time at origin: Thu Feb 19 13:23:00 CET 2015; traveltime=4320,
routeParts=[
RoutePart(name=, type=WALK, destination=66200146/Schwarzach Bahnhof, 2015-02-19 13:33, traveltime=600),
RoutePart(name=S 5674 S-Bahn, type=SBAHN, destination=66200452/Bregenz Bahnhof, 2015-02-19 13:44, traveltime=660),
RoutePart(name=Landbus 15, type=BUS, destination=66200934/Gaißau Kirche, 2015-02-19 14:30, traveltime=2400),
RoutePart(name=, type=WALK, destination=99999998/Gaißau, Fingstraße 33, 2015-02-19 14:35, traveltime=300),]
```

halbiert.

Abbildung 5: Beispielhaftes Ergebnis einer Abfrage am EFA-Server des VVV

Dies führt in der gegenständlichen Simulation unter Verwendung des im Projekt entwickelten Mode-Choice-Modells mit Berücksichtigung der Unschärfe, dass nur jeweils zwei Abfahrts- und Endpunkte je Gemeinde für die ÖV-Wege betrachtet wurden, zu einer Zunahme des ÖV-Anteils im Modal Split der Vorarlberger Bevölkerung um 2,65 Prozentpunkte.

Szenario Auswirkungen von neuen, großen Verkehrserregern (Großbauvorhaben)

Das Szenario zur Abschätzung der Auswirkungen von neuen, großen Verkehrserregern wie z.B. Großbauvorhaben betrachtet die drei in SmartCityRheintal behandelten Bauvorhaben In der Wirke (Hard) sowie Seestadt und Seequartier (Bregenz). Die zur Implementierung in MATSim notwendigen Grundlagendaten wurden von den im Projekt eingebundenen Baurägern mit dem jeweils zu Beginn der Untersuchungen aktuellen Planungsstand übernommen.

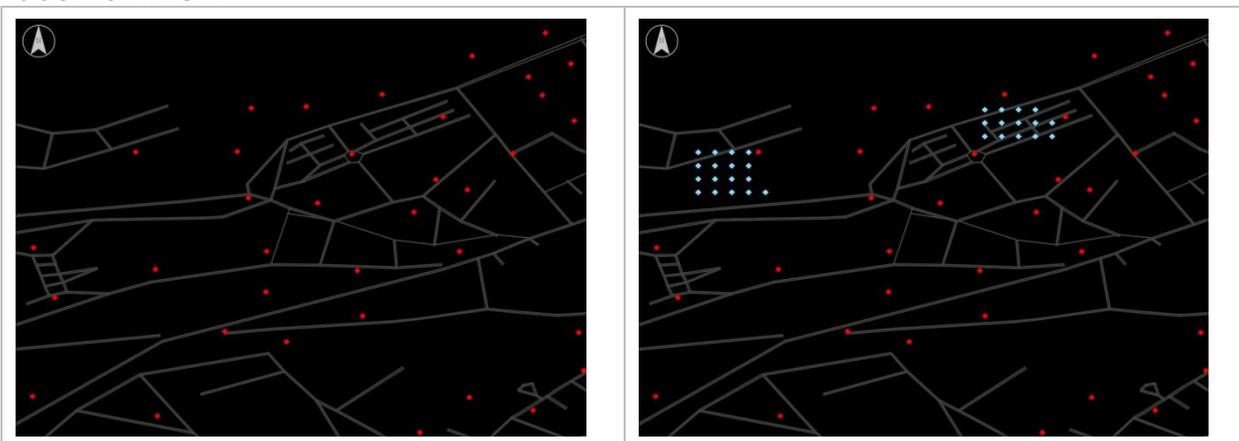


Abbildung 6: MATSim-Facilities ohne (links) und mit (rechts) den beiden Bauvorhaben Seequartier und Seestadt

Diese drei Bauprojekte wurden als zusätzliche Facilities, also Örtlichkeiten an denen Aktivitäten verrichtet werden können, im MATSim-Input integriert. Abbildung 14 zeigt links die MATSim-Facilities im Bereich Bahnhof Bregenz ohne, rechts mit den beiden dort angesiedelten Bauvorhaben Seequartier und Seestadt. Rot dargestellt die bestehenden Facilities, blau die neuen Facilities aufgrund der Bauvorhaben und grau das Straßennetz im Gebiet. Auf Basis dieses veränderten Inputs wurde die MATSim-Simulation nochmals durchgerechnet und der Output des Szenarios mit dem des Basismodells verglichen.

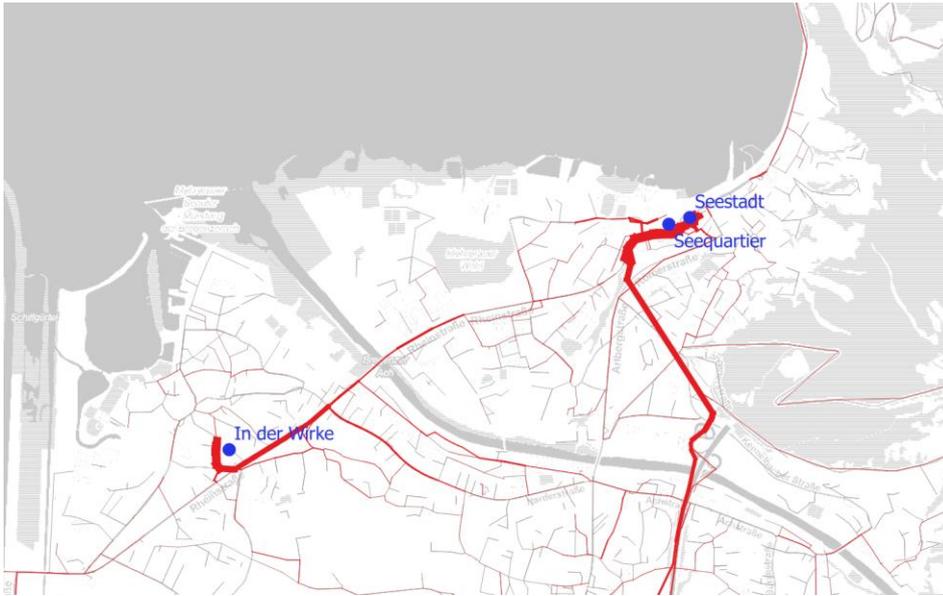


Abbildung 7: Verteilung des induzierten MIV der berücksichtigten Bauvorhaben im MATSim-Modell

Die drei neuen Bauvorhaben haben zwei Auswirkungen auf die Streckenbelastungen im Untersuchungsgebiet: Einerseits induzieren sie eine gewisse Menge an Verkehr, ausgehend von eben diesen Vorhaben, andererseits ändern einzelne Agenten die Ziele ihrer Tagesetappen aufgrund der neu geschaffenen Attraktivitäten. Der induzierte Verkehr im MIV ist in Abbildung 15 dargestellt. Je breiter der rote Balken, umso mehr neuer Verkehr im Vergleich zum Grundmodell benutzt den entsprechenden Streckenabschnitt.

Szenario neue Radwegangebote

Im Szenario zur Berücksichtigung neuer Radwegangebote wurde die Auswirkung der Implementierung der laut Geodatenservice des Landes Vorarlberg [VoGIS] geplanten Landesradrouten sowie örtlichen Hauptradrouten untersucht. Zur Analyse der Auswirkungen dieses Szenarios wurde das AIT-interne Routingtool Ariadne verwendet. In der Fahrtweitenmatrix zwischen den einzelnen Gemeinden ergibt sich nur eine minimale Reduktion in den Distanzen. Allerdings kommt es zu einer Verlagerung des Fahrradverkehrs auf dezidiert für Fahrrad vorgesehene Infrastruktur, sprich zu einer Änderung in der Routenwahl: So steigt der Anteil der Fahrtabschnitte, die auf Strecken mit Functional Road Class FRC 8 (entspricht Zufahrtsstraßen, Geh- und Radwege sowie "asphaltierten Feldwegen") zurückgelegt werden, um knapp 27% (von ca. 30% der Gesamtstrecke auf ungefähr 39%). Als Beispiel dazu ist in Abbildung 17 die Routenwahl auf der Verbindung von Bludesch nach Bludenz sowohl vor und nach Realisierung der laut [VoGIS] geplanten Radrouten dargestellt.

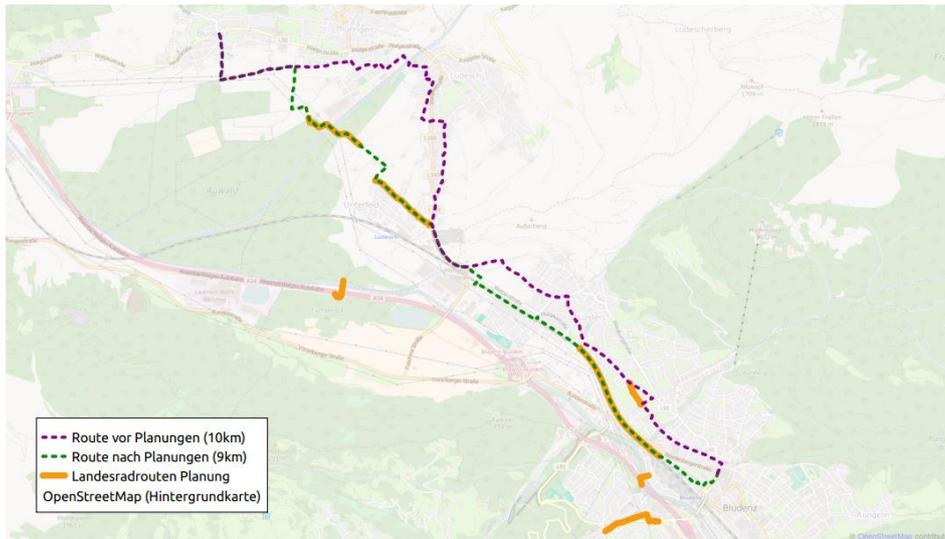


Abbildung 8: Routenwahl im Radverkehr entsprechend dem Ariadne-Routingtool vor und nach Realisierung der laut [VoGIS] geplanten Radrouten

Mit den Maßnahmen wird daher lt. den Ergebnissen der hier vorliegenden Untersuchung nicht unbedingt enorm an Fahrtweite eingespart, sondern vermehrt auf Komfort gesetzt. Dies bringt in den Simulationen mit dem im Projekt entwickelten Mode-Choice-Modell nur marginalen Zuwachs im landesweiten Modal Split. Allerdings berücksichtigt dieses nur die kurzfristigen Effekte (aufgrund eingesparter Reisezeit), nicht aber die eher langfristigen Auswirkungen aufgrund des Komfortgewinns.

Szenario Verortung und Dimensionierung von elektrischer Ladeinfrastruktur

Die Szenariensimulationen zu Verortung und Dimensionierung von elektrischer Ladeinfrastruktur wurde unter der Prämisse, dass alle konventionellen Fahrzeuge durch rein elektrisch betriebene Fahrzeuge ersetzt werden, durchgeführt. Dabei wurden Subsznarien für verschiedene Ladestrategien ausgeführt.

Die betrachteten Ladestrategien waren Laden nur zu Hause, Laden nur am Arbeitsplatz und Laden sowohl zu Hause als auch am Arbeitsplatz. Nicht berücksichtigt wurden Lademöglichkeiten z.B. beim Supermarkt, Fitnesscenter oder dienstlichen Wegen. Geladen wird in den einzelnen Szenarien nur dann, wenn das Auto für länger als eine Stunde bei einer Lademöglichkeit steht. Prinzipiell können mit dem entwickelten Modell alle erdenklichen Ladestrategien simuliert werden. Die in der Simulation verwendeten Referenzfahrzeuge sowie deren Energieverbrauch wurden dabei entsprechend [ÖVK (2012)] angenommen.

Die Ladevorgänge sowie die dabei benötigte Energie werden in MATSim durch die Koordinaten der benutzten Facility räumlich exakt verortet. Durch Aggregation der vorliegenden Ergebnisse und anschließende Darstellung mittels Heatmap wird ein Überblick über die räumliche Verteilung der Ladevorgänge bzw. der benötigten Energie in einem größeren Gebiet ermöglicht. So ist in Abbildung 9 ein Vergleich unterschiedlicher Ladestrategien dargestellt: Das linke Bilde zeigt die Anzahl der Ladevorgänge der Ladestrategie „nur zu Hause“, das rechte Bilde die der Ladestrategie „nur am Arbeitsplatz“ – jeweils zwischen 8 und 9 Uhr an einem Wochentag. Je dunkler das Grün der Heatmaps, umso mehr Ladevorgänge finden statt. Daraus ist ersichtlich, dass im betrachteten Zeitraum aufgrund der gewählten Uhrzeit natürlich weit mehr Ladevorgänge an den Arbeitsplätzen als an den Wohnorten stattfinden.

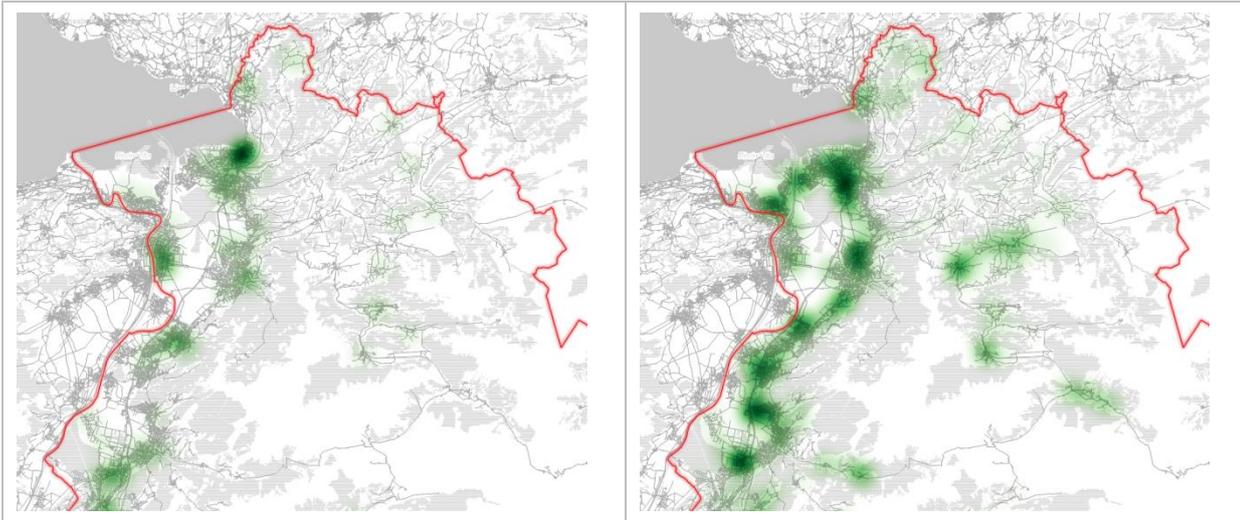


Abbildung 9: Heatmap der Anzahl der elektrischen Ladevorgänge zwischen 8 und 9 Uhr im nördlichen Vorarlberg mit der Ladestrategie „Laden nur zu Hause“ (links) bzw. „Laden nur am Arbeitsplatz“ (rechts)

Neben der Analyse und Darstellung der Anzahl an Ladevorgängen ist gleiches auch mit der, zum elektrischen Laden benötigten Energie möglich, da auch diese aus der MATSim-Simulation abgeleitet werden kann.

Neben der räumlichen Verteilung wurde im Projekt auch die zeitliche Verteilung über den Tag untersucht. Abbildung 10 zeigt die zeitliche Verteilung des Energiebedarfs der Ladestrategie "Laden zu Hause und am Arbeitsplatz" auf Stundenbasis unter Berücksichtigung des gesamten Bundeslandes Vorarlberg. Diese Analysen sind neben der Aggregation auf Vorarlberg für jede beliebige räumliche Einheit bzw. Zeiteinheit möglich.

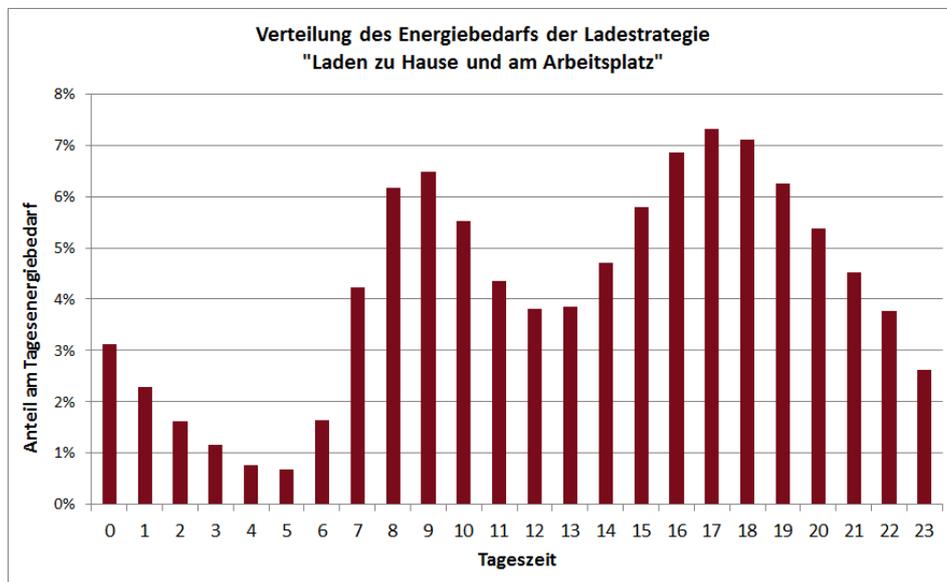


Abbildung 10: Zeitliche Verteilung des Energiebedarfs der Ladestrategie "Laden zu Hause und am Arbeitsplatz"

Neben den Auswertungen in Bezug auf Ladevorgänge und Energiebedarf wurde im Szenario Verortung und Dimensionierung von elektrischer Ladeinfrastruktur auch untersucht, wie viele der simulierten MIV-Wege im MATSim-Verkehrsmodell mit den betrachteten, rein batteriebetriebenen Kfz zurückgelegt und welche Wege mit den hier betrachteten E-Fahrzeugen nicht absolviert werden können. In Abbildung 11 ist der Vergleich der

möglichen Wege im MIV unter Einhaltung der unterschiedlichen Ladestrategien dargestellt. So zeigt sich, dass es unter den hier getroffenen Annahmen bei Verwendung der Ladestrategie "Laden zu Hause und am Arbeitsplatz" möglich ist, 73% der Tageswege mit einem rein batteriebetriebenen Fahrzeug zu absolvieren.

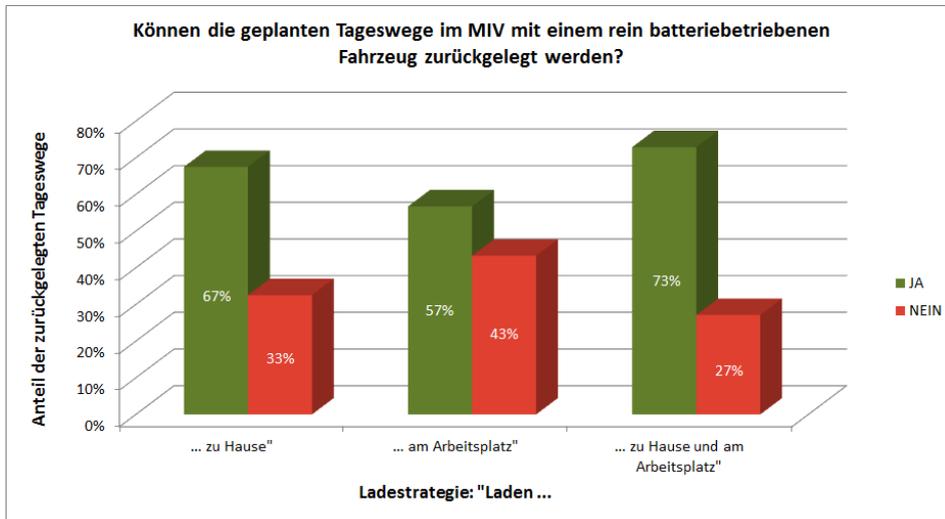


Abbildung 11: Können die geplanten Tageswege im MIV mit einem rein batteriebetriebenen Fahrzeug zurückgelegt werden?

Mobility on Demand – Businessmodell

Während die Mobilitätsexperten in der Projektgruppe bereits ein recht klares Bild von möglichen und sinnvollen MoD-Angeboten hatten, war diese Thematik für die Projektentwickler noch recht neu und theoretisch. Um das Schlagwort „Mobility on Demand“ greifbarer zu machen, wurde deshalb ein Baukasten mit möglichen MoD-Angebotelementen zusammengestellt und aufbereitet. Der sogenannte „MoD-Baukasten“ wurde der Projektgruppe vorgestellt und diskutiert. Auf Basis der Rückmeldungen wurden folgende Elemente, denen die Vertreter der Bauträger größere Realisierungschancen zugesprochen haben, weiter konkretisiert:

- e-Carsharing
- ÖV-Mietertickets
- Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge (PKW, Zweiräder)
- Attraktive Radinfrastruktur (Abstellanlagen, Reparaturstation, Spezial-Leihräder)
- Lieferboxen

Exkursion zu Best-Practise-Beispielen

Ergänzend zu den Ausarbeitungen des MoD-Baukastens wurde eine Exkursion zu Best-Practise-Beispielen nach Zürich organisiert. Dort wurden unter anderem die Projekte „Kalkbreite“, Sielbogen, Siel-City und Europalle besichtigt.



Abbildung 12: MOD-Projektgruppenexkursion nach Zürich

Im Rahmen der Exkursion wurden die Erfahrungen mit wohnungsnahen Mobilitätsangeboten analysiert. Können diese Angebote funktionieren und wenn ja unter welchen Bedingungen? Werden die Angebote von der Zielgruppe auch genutzt, bringen sie genügend Vorteile?

In den Smart-City-Projekten wurde deshalb nach Lösungen für das Parkplatzproblem gesucht. Generell wurde die Anzahl der Stellplätze sowohl beim Projekt „In der Wirke“ als auch in der Seestadt und Seequartier gegenüber den anfänglichen Plänen reduziert. Da bei allen Projekten private Nutzung durch die Bewohner und öffentliche Nutzung durch die Besucher vorgesehen ist, besteht somit eine etwas größere Flexibilität. So wurde

beispielsweise das Konzept entwickelt, dass Bewohner der Alpenländischen Heimstätte (In der Wirke) die keinen Stellplatz benötigen, dieser für eine öffentliche Nutzung zur Verfügung gestellt werden kann. Die Gemeinde bezahlt dem Bewohner die üblichen Mietkosten (parking cash out) in Form von Carsharing-Guthaben. Somit besteht fairer Wettbewerb für den Carsharing-Anbieter. Beim Seequartier und Seestadt wäre diese Flexibilität von der Nutzung her ebenfalls gegeben.

Innovative Stellplatz-Konzepte

Smart City Rheintal hat gezeigt, dass MOD-Angebote immer auch ein innovatives Stellplatzkonzept benötigen, um wirksam zu sein. Nur wenn private Stellplätze bzw. die Stellplätze von Bewohner auch für Besucher zugänglich sind (und umgekehrt), wird eine Doppelnutzung dieser kostenintensiven Infrastruktur möglich. Am Pilotstandort Wirke konnte diese Doppelnutzung nur bei einem Teil der Wohnungen gut gelöst werden. Sehr erfreulich ist, dass das Wirke-Areal in das Parkraummanagement-Konzept von Hard integriert wird. Das Stellplatzkonzept unterstützt eine effiziente Nutzung der vorhandenen Stellplätze, die Gesamtanzahl konnte deutlich reduziert werden. Dauerparkplätze sind ausschließlich unterirdisch angeordnet.

Die für das Teilprojekt „In der Wirke“ ausgearbeiteten Vorschläge für ein gemeinsames Eigentum und Management aller Stellplätze, konnte nicht umgesetzt werden, da die Gemeinde nicht so viel Geld in Kauf und Errichtung der Stellplätze stecken, andererseits auch die Investoren / Betriebe die Stellplätze nicht gerne aus der Hand geben wollten.

Am vierten Pilotstandort von Smart City Rheintal, dem Montforthaus in Feldkirch, konnte ebenfalls ein innovatives Stellplatzsystem mit deutlich reduzierter PKW-Stellplatzzahl für Besucher realisiert werden.

E-Carsharing als MoD-Kernangebot

Kern des im Rahmen von Smart City Rheintal entwickelten MoD-Angebotes ist ein Carsharing-Angebot mit E-Autos. Die Herausforderung für die Entwicklung aller im Projekt diskutierten MoD-Dienstleistungen war, dass es gar keine Dienstleister mit einem solchen Angebot gab; zumindest nicht in der gewünschten Qualität und zu attraktiven Preisen. Aufgabe des Smart City-Projektes war es zwar, die Rahmenbedingungen im Projekt/Quartier so zu gestalten, dass es für einen MoD-Dienstleister attraktiv ist, Leistungen anzubieten. Dies bedeutet aber nicht, dass damit automatisch auch solche Anbieter entstehen.

Caruso Carsharing Genossenschaft

Durch Smart City Rheintal konnten wesentliche Impulse für die Gründung eines MoD-Dienstleisters gesetzt werden. Konkret wurde die Gründung der CARUSO Carsharing Genossenschaft ermöglicht. Mittlerweile sind in der Genossenschaft vier Gruppen von Interessensgruppen vertreten: die Bauträger, die öffentliche Hand, Unternehmen und Privatpersonen. Damit können die Projektpartner selbst das Angebot steuern und sind nicht von einem externen Dienstleister abhängig, ohne dass sie die Mobilitätsdienstleistungen selbst erbringen müssen. Dennoch ist und bleibt es eine große Herausforderung, das Carsharing-Angebot im Rheintal, insbesondere mit E-Autos, eigenwirtschaftlich zu betreiben. Die derzeitigen Rahmenbedingungen lassen das, wie auch andere Projekte in Europa zeigen, nicht zu. Auch nach Projektende soll an der Verbesserung der Rahmenbedingungen und der Wirtschaftlichkeit des Carsharing-Angebotes gearbeitet werden.

Etablierung eines e-Carsharing Angebots in der Wirke

Gleichzeitig mit der Eröffnung der Spannrahmenhalle wurde in der Wirke ein Carsharing-

Auto in Betrieb genommen. Bereits im Sommer davor hat die Gemeinde Hard ihr eigenes E-Auto auf Carsharing-Betrieb umgestellt und für die Nutzung durch die Bevölkerung geöffnet. Damit stehen jetzt in der Wirke zwei E-Autos für die Bewohner, die Betriebe und die Gemeinde zur Verfügung. Im Bereich der Seestadt/Seequartier wurde ebenfalls ein Standplatz mit einem E-Carsharing-Auto eingerichtet. Ein Vollausbau mit attraktiven Standplätzen direkt beim Bahnhof wird erst im Zuge der Realisierung der beiden Quartiere möglich sein. Weitere Unteralgen zum Angebot können der Anlage entnommen werden

Weitere MoD-Maßnahmen am Pilotstandort „Wirke“

Ergänzend bzw. als Vorbedingung für das e-Carsharing-Angebot wurde in der Wirke die entsprechende Ladeinfrastruktur für Autos und Fahrräder geplant und umgesetzt. Zusätzlich konnte beim Projekt in der Wirke eine Reihe von MoD-Angeboten geplant, beschlossen und sukzessive umgesetzt werden. Das Angebot umfasst inzwischen folgende Elemente:

- Anbindung an den Öffentlichen Verkehr über die neue Führung der Linie 18 (inkl. Angebotsverdichtung und Anschluss an die S-Bahn)
- Realisierung von 80 überdachten, hochwertigen Radabstellplätzen beim Gemeindesaal (inkl. Ladestellen für E-Bikes)
- Verordnung einer Begegnungszone mit Tempo 20 im Zentrealbereich des Wirke-Areals
- Neu einziehende Haushalte bekommen ein zweiwöchiges, übertragbares ÖV-Schnupperticket
- Integration des Wirke-Areal in das Parkraum-Konzept von Hard.

Weitere Erkenntnisse aus dem Teilprojekt sind in der Anlage zusammengefasst (SMRC_Erkenntnisse aus Task MoD)

Mobility on Demand – Smart City App

Am Beginn der Entwicklung wurde der Ist-Zustand bzw. die aktuelle Situation und Wünsche für das Smart City App erarbeitet. Dazu wurde eine Marktanalyse zu bereits vorhandenen Smart City Apps sowie zu bestehenden Mobility on Demand Apps durchgeführt.

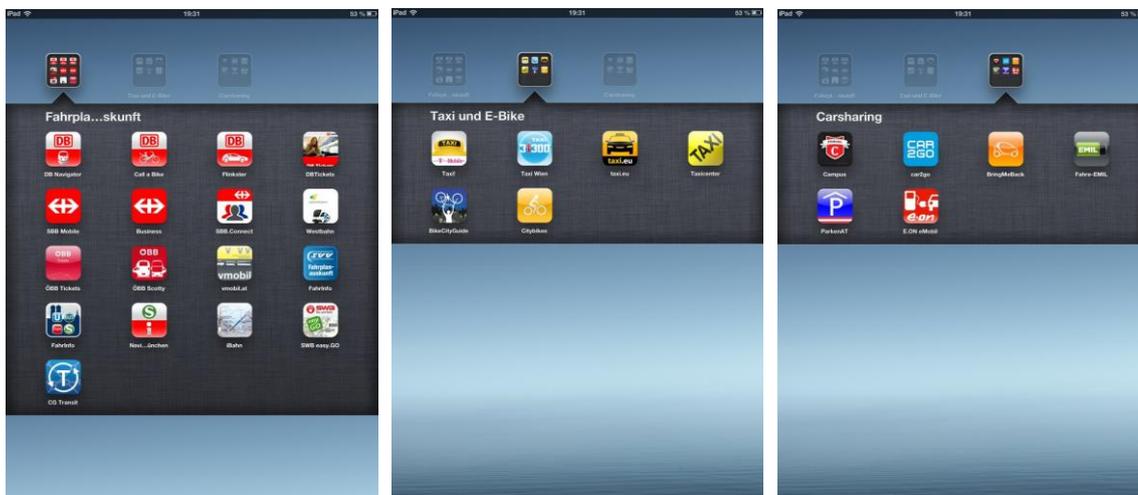


Abbildung 1. Exemplarischer Überblick über vorhandene Mobility on Demand Apps (1)

Die vorhandenen Apps wurden hinsichtlich ihrer Nutzerfreundlichkeit und Funktionen getestet und bewertet. Andere Arbeitsgruppen aus dem Projekt verfolgten ebenfalls das Ziel eigene Apps neu- bzw. weiter zu entwickeln (z.B. Smart Home, ÖPNV-App, Ladestellenfinder, VKW Energiecockpit, usw.). Diese sollten alle unter einem App - dem Smart City App – zusammengefasst werden, weshalb die Schnittstellen zu anderen Projekt-Apps analysiert wurden. Zusätzlich wurden die Zielgruppen für das Smart City App definiert. Als eine Hauptzielgruppe wurden die Bauträger mit ihren Bauobjekten und dessen Bewohner identifiziert.

Ein Kernelement des Smart City Apps ist die Verknüpfung von verschiedensten Mobilitätsformen. Unter dem Begriff Mobility on Demand werden beispielsweise der öffentliche Nahverkehr mit Bus und Bahn, E-Carsharing, Elektroautos, Fahrräder, usw. exemplarisch zusammengefasst. Die Marktanalyse für die Mobility on Demand Apps zeigte, dass es bereits fertige Apps am Markt gibt, welche sehr komplex aufgebaut sind und die verschiedensten Mobilitätsformen miteinander verknüpfen. Beispiele sind moovel, @ccess advisr und google now.



Abbildung 2. Exemplarischer Überblick über vorhandene Mobility on Demand Apps (2)

Anhand der gewonnenen Informationen wurde die Idee des Smart City Apps erarbeitet und geschärft. Hierfür wurden die Rahmenbedingungen für die verschiedenen Bereiche Mobilität, Bauobjekte, Veranstaltungen sowie die Einbindung von anderen Apps, welche von anderen Arbeitsgruppen in Smart City Rheintal erarbeitet werden, festgelegt. Anschließend wurde ein Konzept auf Basis der vorherrschenden Rahmenbedingungen erarbeitet. In diesem wurden die Inhalte und Funktionsweise des Apps sowie die Verantwortlichkeiten für die Realisierung (Programmierung und Wartung) festgelegt.





Abbildung 3. Konzept Smart City App.

Das Konzept sieht vor, dass das Smart City App sämtliche relevanten Apps und Informationen sammelt und dem Nutzer auf einen Blick zur Verfügung stellt. Das App bildet in diesem Zusammenhang eine Plattform auf der mehrere Inhalte eingebunden werden können. So umfasst das Smart City App in seinem Konzept die Einbindung von aktuellen Informationen zu den Bauobjekten, einen Ladeinfrastrukturfinder für Elektroautos, einen CO₂-Tracker für das Mobilitätsverhalten sowie die direkte Verlinkung zu anderen Apps wie beispielsweise dem Smart Home App. Das Konzept sieht zudem die Verknüpfung der verschiedensten Mobilitätsformen (ÖPNV, E-Carsharing, usw.) vor.

Die Umsetzung eines eigenen Mobility on Demand Apps wurde durch die FHV in einem eigenen Detailkonzept nochmals geprüft. Zu diesem Zweck wurde mit dem Verkehrsverbund Vorarlberg über die mögliche Datenbereitstellung sowie über eine mögliche Kooperation diskutiert. Es stellte sich allerdings heraus, dass eine Eigenentwicklung eines Mobility on Demand Apps, welches sämtliche Mobilitätsformen bündelt, sich sehr aufwändig gestalten würde. Zudem müsste das neue MoD-App einen deutlichen Mehrwert zu den bestehenden Apps, wie beispielsweise jenes des Verkehrsverbundes Vorarlberg, mit sich bringen. Speziell die Einbindung von Echtzeitdaten stellte in diesem Zusammenhang eine zu große Herausforderung dar. Auf Grund dieser Erkenntnisse wurde auf eine Weiterentwicklung des Mobility on Demand Apps verzichtet.



Abbildung 4. Konzept Smart City App – Mobility on Demand FHV



Abbildung 5. Funktionen Stromstellenfinder

Abschließend wurde das „Grundgerüst“ des Smart City Apps, wie im Konzept beschrieben, umgesetzt. Der Prototyp wurde auserwählten Testnutzern zur Verfügung gestellt, welche das App ausgiebig testeten. Bei der Realisierung wurde verstärkt das Augenmerk auf den Stromstellenfinder gelegt. Für diesen Zweck wurden die öffentlichen Stromstellen in das App eingepflegt, Routingfunktionen zu den Ladestationen hinterlegt sowie eine bessere Informationsdarstellung für die Ladesäulen zur Verfügung gestellt.

Monitoring und Szenario

Im Rahmen des Teilprojektes „Monitoring & Szenario“ sind Grundlagen und Szenarien entwickelt und analysiert worden, die den Weg zur Energieautonomie Vorarlbergs wesentlich unterstützen können.



Sämtliche Ausführungen und Ergebnisse des im Arbeitspaket 7 beschriebenen Szenariomodells, wenn nicht explizit anders angegeben, beziehen sich auf die Summe der in der Kartendarstellung visualisierten Gemeinden Vorarlbergs. Die Darstellung zeigt die 29 SCR-Gemeinden¹ (170 Zählsprengel), sowie 15 der umgebenden Gemeinden² (28 Zählsprengel).

Es wurden in Summe also 44 Gemeinden bzw. 198 Zählsprengel betrachtet.

Die Hinzunahme dieser 15 Gemeinden hat sich durch eine somit konsistentere Basis der Grundlagendaten im Laufe des Projektes ergeben.

Die SCR Gemeinden sind in der Kartendarstellung durch eine orange Schraffur hervorgehoben und unterscheiden sich so von den in hellem Gelb dargestellten Umgebungsgemeinden.

Abbildung 13: Kartendarstellung der insgesamt 44 betrachteten Gemeinden. Orange schraffiert: 29 SCR-Gemeinden, Hellgelb: 15 Umgebungsgemeinden

Ergebnisse Zentrales Energieverbrauchsmonitoring VKW Cockpit „In der Wirke“ Hard

Die Gebäude im Areal „In der Wirke“ wurden in einem hohen thermisch-energetischen Standard errichtet. Energieeffiziente Gebäude und Anlagen können auch ineffizient betrieben werden. Des Weiteren spielt das Verhalten des Nutzers eine zentrale Rolle im Zusammenhang mit effizienten Gebäuden. Im Zusammenspiel Gebäudekonzeption, Anlagenbetriebsart und Nutzerverhalten können die konzipierten technischen Gebäudeeigenschaften für niedrigen Energieverbrauch wieder zunichte gemacht werden.

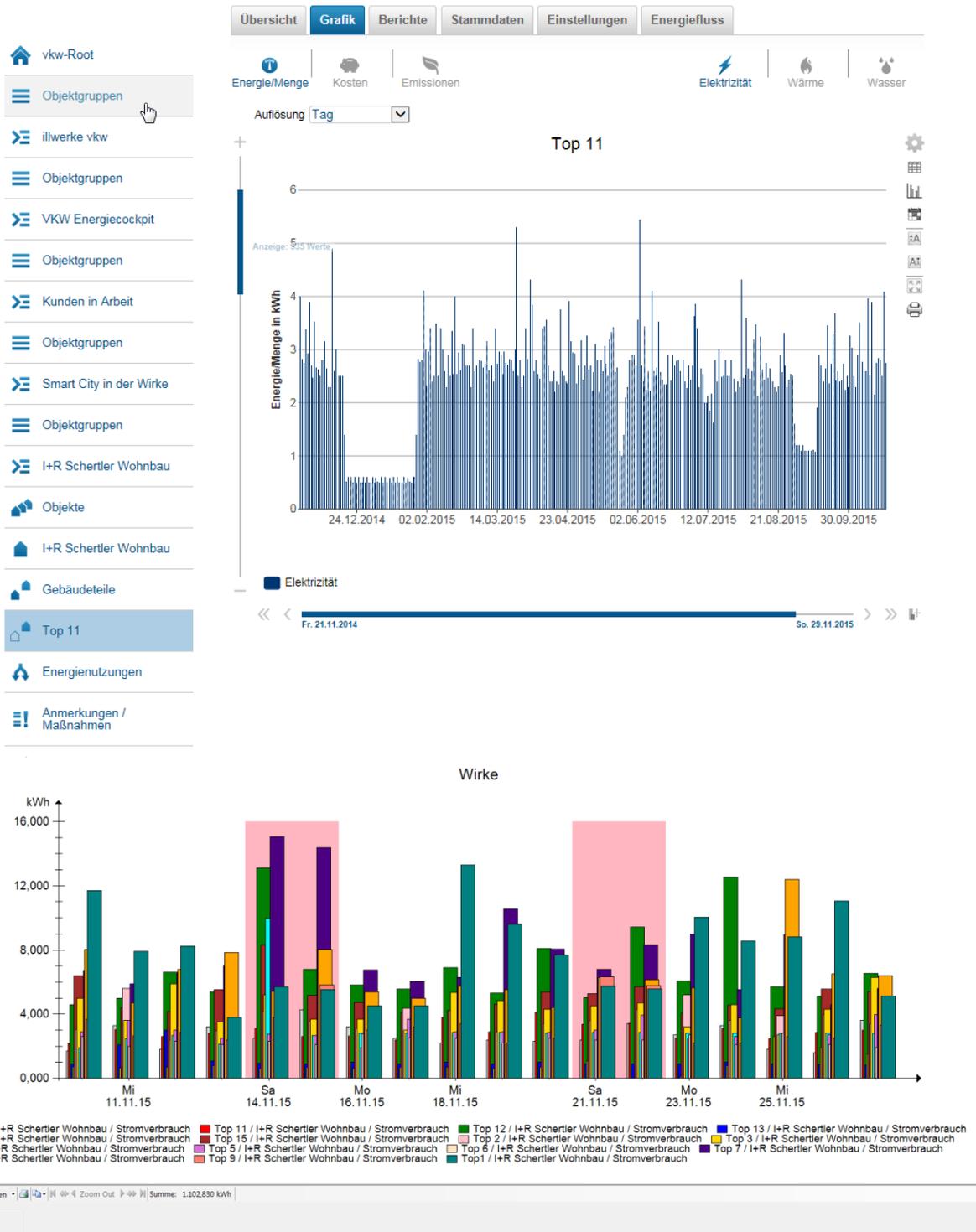
Durch ein gezieltes Energieverbrauchsmonitoring (EVM) werden Energieverbräuche systematisch erfasst und Visualisiert. Dadurch kann ein optimaler Kontext zwischen Gebäude, Bediener und Nutzer hergestellt werden.

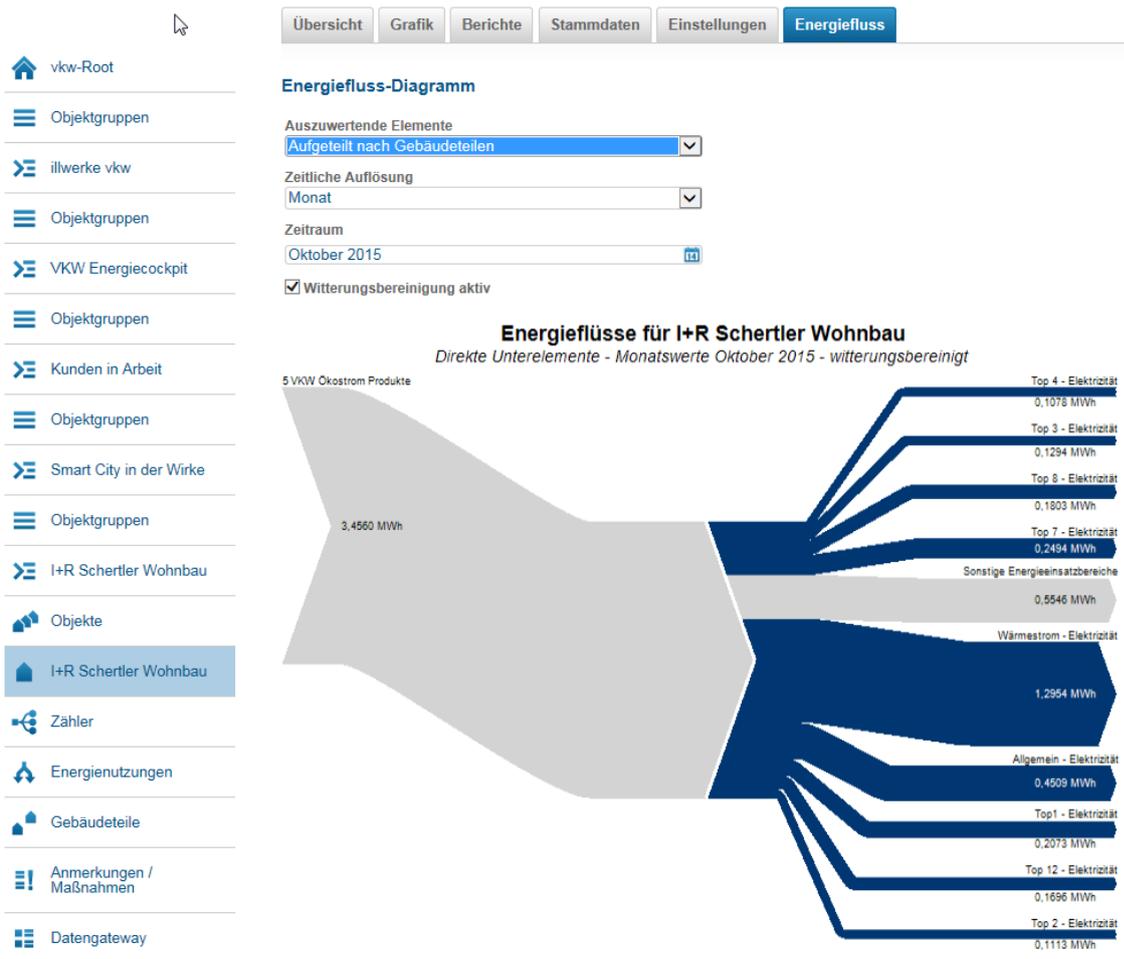
Die Daten sind mit einer zeitlichen Auflösung von mindestens 15 Minuten verfügbar. Der

¹ 29 SCR-Gemeinden: Bildstein, Bregenz, Fußach, Gaißau, Hard, Höchst, Kennelbach, Lauterach, Lochau, Schwarzach, Wolfurt, Dornbirn, Hohenems, Lustenau, Altach, Feldkirch, Fraxern, Götzis, Klaus, Koblach, Mäder, Meiningen, Rankweil, Röthis, Sulz, Übersaxen, Viktorsberg, Weiler, Zwischenwasser

² 15 umgebende Gemeinden: Alberschwende, Buch, Doren, Eichenberg, Hörbranz, Hohenweiler, Krumbach, Langen bei Bregenz, Langenegg, Möggers, Schwarzenberg, Frastanz, Göfis, Laterns, Satteins

Betreiber des zentralen EVM kann jedoch in der Betriebsphase davon abweichen und eine reduzierte zeitliche Erfassungsgenauigkeit mit einem Erfassungsschritt von z.B. 1 Stunde vorsehen. In der Praxis bedeutet dies, dass die zeitliche Erfassungsgenauigkeit variable ist.





Ergebnisse der Betrachtung der Wohnflächen

Die Gesamtwohnfläche (Nutzfläche in m²NF) aller Wohngebäude innerhalb der 44 betrachteten Gemeinden steigt ausgehend von 9,9 Millionen m²NF im Jahr 2001 - unter Verwendung der im Basisszenario getroffenen Annahmen - auf etwa 12,9 Millionen m²NF im Jahr 2013 an, was einer Erhöhung um ca. 30% entspricht. Gleichmäßig auf die Anzahl der Jahre bezogen entspricht dies einem jährlichen Anstieg von 250.000 m²NF bzw. ca. 2450 Wohnungen pro Jahr bei einer durchschnittlichen Wohnungsgröße von ca. 102 m²NF. Der Wohnflächenzuwachs flacht jedoch zukünftig aus und erreicht mit durchschnittlich 68.000 m²NF bzw. 660 Wohnungen pro Jahr (im Zeitraum 2013-2050) einen Wert von 15,4 Millionen m²NF im Jahr 2050. Diese Zahlen basieren auf der Haushaltsprognose der Statistik Austria, die der Berechnung der Prognoseflächen zugrunde liegt. Abbildung 14 zeigt zusätzlich den zunehmenden Anteil von Wohnflächen, deren zugehörige Gebäudehülle saniert wurde, aufgeschlüsselt nach Bauperioden.

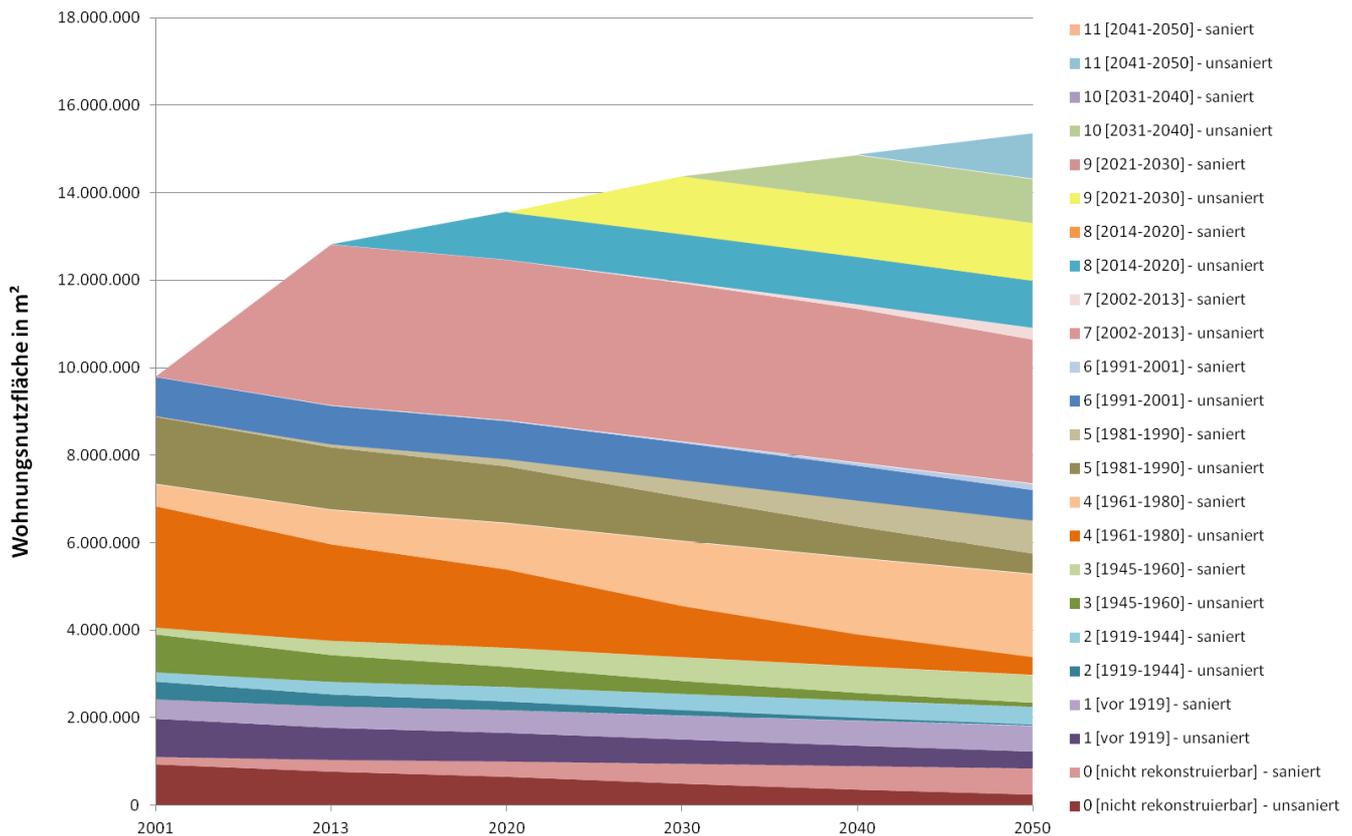


Abbildung 14: Entwicklung der sanierten und unsanierten bzw. neu gebauten Wohnflächen je Bauperiode im Basisszenario

Für jede Verbrauchskategorie (Raumwärme, Warmwasser, Haushaltsstrom) wird ausgehend von den Wohnflächen der Nutzenergiebedarf berechnet. Anschließend kann über Energieaufwandzahlen (Pöhn et al. 2012; S. 150) der Endenergiebedarf ermittelt werden. Aus diesem wird mithilfe von Primärenergiefaktoren der Primärenergiebedarf (aufgeteilt in erneuerbar und nicht erneuerbar) bestimmt. Zusätzlich werden die CO₂-Äquivalent-Emissionen über Emissionsfaktoren aus den jeweiligen Endenergiebedarfswerten errechnet. Diese Ergebnisse werden in den nachfolgenden Absätzen dargestellt und beschrieben.

Ergebnisse der Betrachtung des Endenergiebedarfs

In nachfolgender Abbildung ist die Entwicklung des flächenspezifischen Endenergiebedarfs für Raumwärme im Wohnbausektor für das Basisszenario bis zum Jahr 2050 mithilfe des Datenmanagementsystems und Emissionskatasters emikat.at dargestellt.

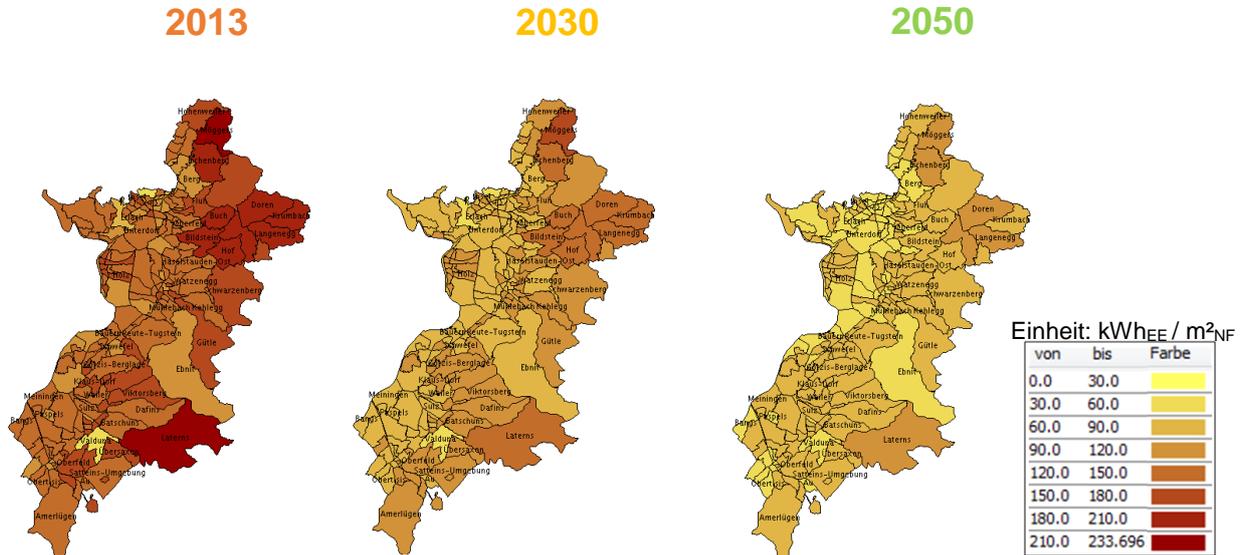


Abbildung 15: Entwicklung des flächenspezifischen Endenergiebedarfs für Raumwärme im Wohnbausektor für das Basisszenario bis 2050; örtliche Begrenzung: 29 SCR Gemeinden + 15 Umgebungsgemeinden. Darstellung mittels emikat.at

Die Umrüstung des Heizsystems auf erneuerbare Energieträger (z.B. Abrüstung von durch Kohle und Erdgas betriebenen Heizsystemen hin zu Biomasse, Wärmepumpe, usw.) wie dies in Szenario 5 verstärkt vorkommt ist besonders in Kombination mit der thermischen Sanierung der Gebäudehülle sinnvoll, bzw. wird durch diese häufig überhaupt erst ermöglicht (z.B. Einsatz von Wärmepumpen).

Als besonders wirkungsvoll geht die Kombination aus einer erhöhten Sanierungsqualität mit einer gleichzeitig erhöhten Sanierungsrate hervor. Durch die Kombination beider Maßnahmen wird eine auch langfristig optimale Wirkung der Maßnahmen ermöglicht und ein Lock-In Effekt verhindert. Der Fokus sollte dabei auf Sanierungen von Gebäuden liegen, die einen besonders hohen spez. HWB aufweisen, die aber noch lange bestehen werden.

Verifikation der Ergebnisse

Um die Funktionalität und die angenommenen Zahlenwerte des Hochrechenmodells für das Basisszenario zu überprüfen werden die von 2001 auf 2013 hochgerechneten Werte mit tatsächlichen Daten des Jahres 2013 verglichen. Der Vergleich erfolgt auf Vorarlbergebene (also unter Einbeziehung aller Zählsprengel Vorarlbergs), da für Vorarlberg ein größeres Ausmaß an statistischen Daten zur Verfügung steht und sich diese meist nur ungenau auf die SCR-Ebene herunterbrechen lassen.

Für ganz Vorarlberg:	Einheit	Statistik Austria	Basis-szenario	Abweichung des Basisszenarios
Endenergiebedarf Warmwasser für	GWh _{EE} /a	410	423	+3,17%
Endenergiebedarf Raumwärme für	GWh _{EE} /a	2.412	2.533	+5,02%
Endenergiebedarf Raumwärme + Warmwasser für	GWh _{EE} /a	2.822	2.956	+4,75%

Tabelle 1: Vergleich der Hochrechnungsergebnisse mit Statistik Austria für das Jahr 2013 unter Einbeziehung **aller Zählsprengel Vorarlbergs**; ermittelt aus (Statistik Austria 2013b)

Zwar stimmen die in Tabelle 1 aufgelisteten Ergebnisse gut mit den Werten von Statistik Austria überein, jedoch dürfen dabei folgende Überlegungen nicht außer Acht gelassen werden:

- Der Vergleich der Ergebnisse des Rechenmodells mit statistischen Daten fand nur für ein einzelnes Vergleichsjahr statt, das Jahr 2013.
- Überschätzte und unterschätzte Annahmen können einander teilweise kompensieren, was in den finalen Ergebnissen nicht mehr erkennbar ist. Würden jedoch Teilergebnisse einzeln betrachtet werden, so kann es vorkommen, dass sich diese alleinig aus den zu hoch bzw. zu niedrig angenommenen Werten zusammensetzen.

Beispiel: Zu geringe spezifische Heizwärmebedarfswerte (HWBBGF) kompensieren zu einem gewissen Maß zu hoch angenommene Energieaufwandszahlen, bzw. umgekehrt. Es kann also nicht der Anspruch erhoben werden, dass die Ergebnisse des Rechenmodells exakt mit dem Ist-Stand 2013 übereinstimmen oder zukünftig mit der Realität übereinstimmen werden. Die Berechnung erlaubt jedoch, die Größenordnung der Kennwerte (Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und CO₂-Äqu.-Emissionen) in zukünftigen Jahren abzuschätzen und die Auswirkungen von Maßnahmen auf diese in Relation zu analysieren. Durch Vergleich der Rechenergebnisse mit jeweils aktuellen statistischen Daten können auch in zukünftigen Jahren die Parameter angepasst, und die Hochrechnung zusätzlich verfeinert werden.

Ergebnisse der Betrachtung des Primärenergiebedarfs

Szenario 4 – erhöhte Neubauqualität (Passivhausstandard) und Orientierung an Demoprojekt „In der Wirke“, Marktgemeinde Hard:

Aus den Energieausweisen der Wohngebäude der Alpenländischen Heimstätte wurde der durchschnittliche Wert des spezifischen Heizwärmebedarfs (Passivhausstandard) entnommen und im Szenario 4 auf sämtliche nach 2013 errichteten Wohngebäude in allen Zählsprengeln der SCR Region angewendet. Durch dieses Szenario soll ersichtlich werden, wie sich eine erhöhte Neubauqualität in der Ergebnisanalyse der betrachteten Kennwerte (Endenergiebedarf für Raumwärme, Primärenergiebedarf, CO₂-Äqu.-Emissionen) auf den Vergleich der unterschiedlichen Szenarien auswirkt.

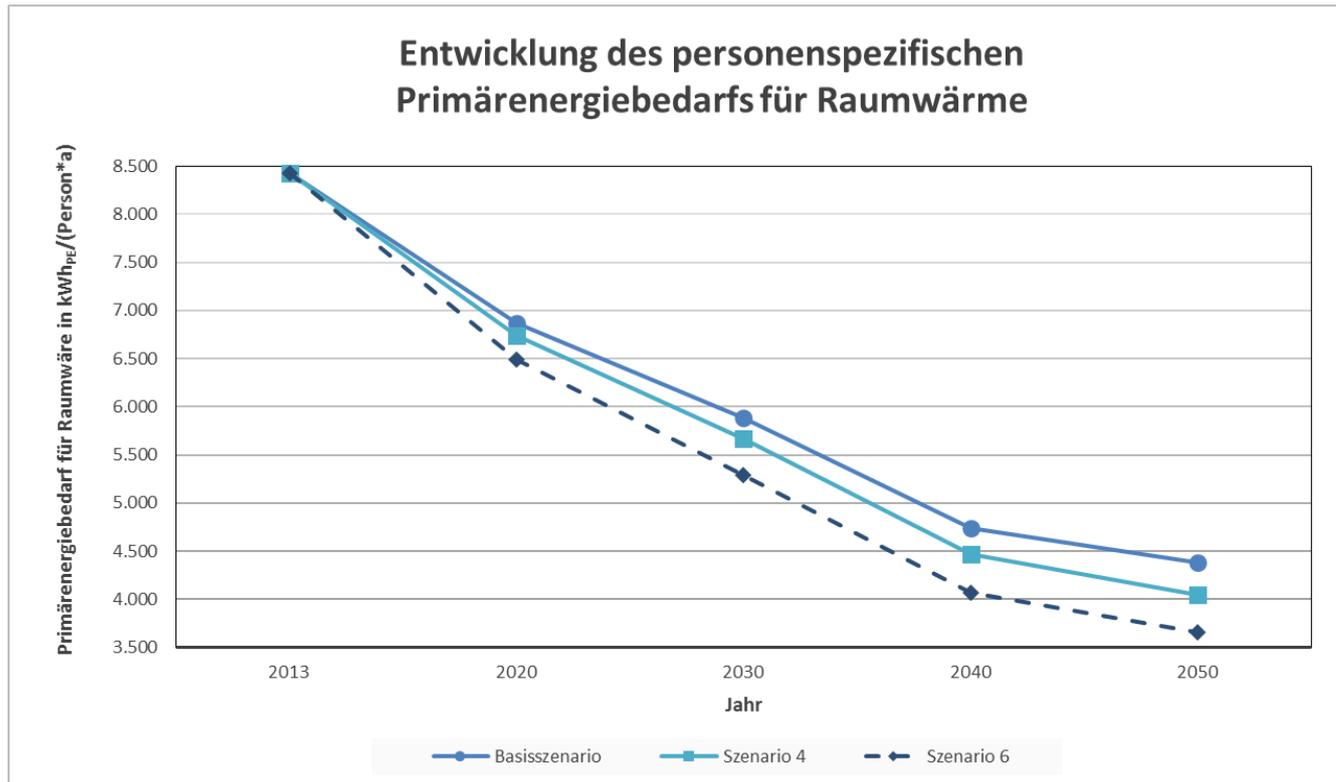


Abbildung 16: Entwicklung des personenspezifischen Primärenergiebedarfs für Raumwärme bis zum Jahr 2050

Szenario 6 beinhaltet die Maßnahme des Szenarios 4 gänzlich, sowie weitere Maßnahmen.

Ergebnisse der Emissionsbetrachtung

Der Vergleich der Ergebnisse zeigt, dass sich die in den Szenarien dargestellten Maßnahmen auf die CO₂-Äqu.-Emissionen in anderer Form auswirken, als dies beim Endenergiebedarf der Fall ist.

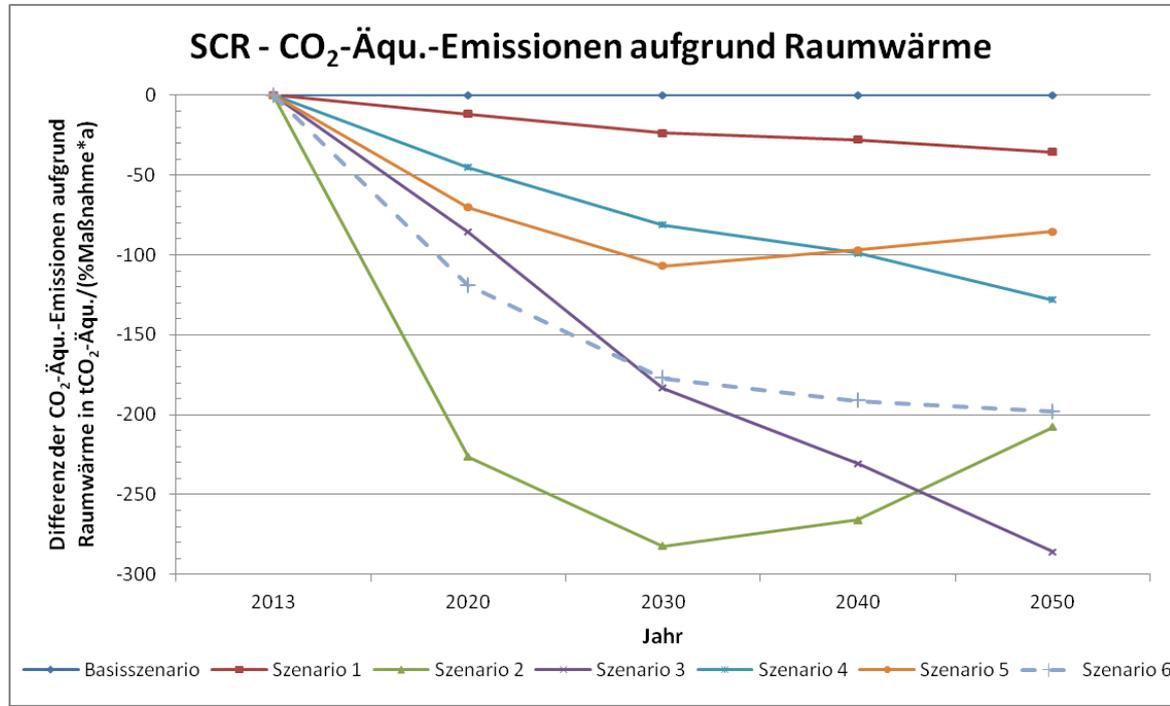


Abbildung 17: Szenarienvergleich anhand der Differenz der CO₂-Äqu.-Emissionen aufgrund Raumwärme zum Basisszenario je %-Punkt Maßnahme

Szenario 1 (verringerte durchschnittliche Wohnfläche je Haushalt) zeigt keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Ergebnissen zum Endenergiebedarf und den CO₂-Äqu.-Emissionen. Die Szenarien 2 (erhöhte Sanierungsrate) und 3 (erhöhte Sanierungsqualität) schneiden die Einsparung von CO₂-Äqu.-Emissionen betreffend besonders gut ab. Die quantitative (Szenario 2) und qualitative (Szenario 3) Reduktion des durchschnittlichen flächenspezifischen Heizwärmebedarfs führt nicht nur zu einem verringerten Endenergiebedarf. Die Einsparung an Endenergie für Raumwärme macht sich durch die in der Berechnung konstant gehaltenen Energieträger direkt als CO₂-Äqu.-Einsparung bemerkbar. Insbesondere wirken sich dabei jene Energieträger mit hohen CO₂-Äqu.-Emissionsfaktoren aus. Bei einem erhöhten Anteil CO₂-Äqu.-emissionsarmer Energieträger wäre der Einfluss einer Endenergieeinsparung auf die CO₂-Äqu.-Emissionen geringer.

Die CO₂-Äqu.-Emissionen betreffend reicht die Einsparung des Szenarios 4 (Demoprojekt – erhöhte Neubauqualität) nicht an jene des Szenarios 3 (erhöhte Sanierungsqualität) heran. Die gegenüber dem Basisszenario erhöhte Neubauqualität des Szenario 4 verringert zwar den Endenergiebedarf wesentlich, der Einfluss auf die CO₂-Äqu.-Emissionen ist durch den hohen Anteil des Einsatzes erneuerbarer Energieträger im Neubau jedoch verhältnismäßig geringer als im Szenario 3. Szenario 5 (erhöhte Umrüstungsrate sowie –qualität) ist durch den erhöhten Anteil CO₂-Äqu.-emissionsarmer Energieträger so ausgelegt, dass vor allem die CO₂-Äqu.-Emissionen reduziert werden und der Endenergiebedarf hingegen nur in geringem Maße verringert wird. Aufgrund der Projekterweiterung vom Mai 2015 können auch die Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen wie SO₂, CO, CO₂, NO_x, NO₂, CH₄, NMVOC, N₂O, SF₆, aber auch Feinstaub (TSP, PM₁₀, PM_{2.5}) und die wichtigsten Schwermetalle (Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, As, Cr, Se, Ni) einzeln ausgewiesen und sowohl auf

Zählsprengel, als auch auf Gemeindeebene und für jedes Szenario bis zum Jahr 2050 dargestellt werden. Es sind die Absolutwerte, als auch flächen- und personenspezifische Ergebnisse abbildbar.

Decision for Zero Emission

Im Rahmen einer Analyse wurden zu Beginn sämtliche Medien untersucht, die aktuell von den Smart City Partnern in Bezug auf die Smart Home und Smart Mobility (Carsharing, Elektro- und Erdgasauto) verwendet werden. Dazu wurde die regionale Medienlandschaft analysiert und die Häufigkeit der Nennungen ermittelt. Abbildung 1 zeigt einen Überblick über die verwendeten Medien.



Abbildung 1. Exemplarischer Überblick über die Ergebnisse der Medienanalyse.

Ausgewählte Medien (z.B. Ladesäule, Wallboxen, Website) wurden hinsichtlich Auffindbarkeit und Zugänglichkeit von Informationen, Einheitlichkeit und Wiedererkennbarkeit im Erscheinungsbild, Verständlichkeit von Begriffen und Nutzungsmöglichkeiten, Wirkung auf Motivation, Aufmerksamkeit und Emotion sowie Identifizierbarkeit mit Botschaft und Story evaluiert und optimiert (s. Abb.2).



Abbildung 2. Eyetracking-Untersuchungen zur Aufmerksamkeitslenkung durch Medien.

Zusätzlich wurden Erhebungen, Umfragen, Statistiken etc. recherchiert und analysiert, die unter potentiellen Käuferinnen und Käufern von Nullemissionsprodukten erhoben, was die häufigsten Argumenten für den Erwerb sind. Diese Argumente wurden zusammengefasst und hinsichtlich ihrer Priorisierung eingestuft (s.Abb.3).

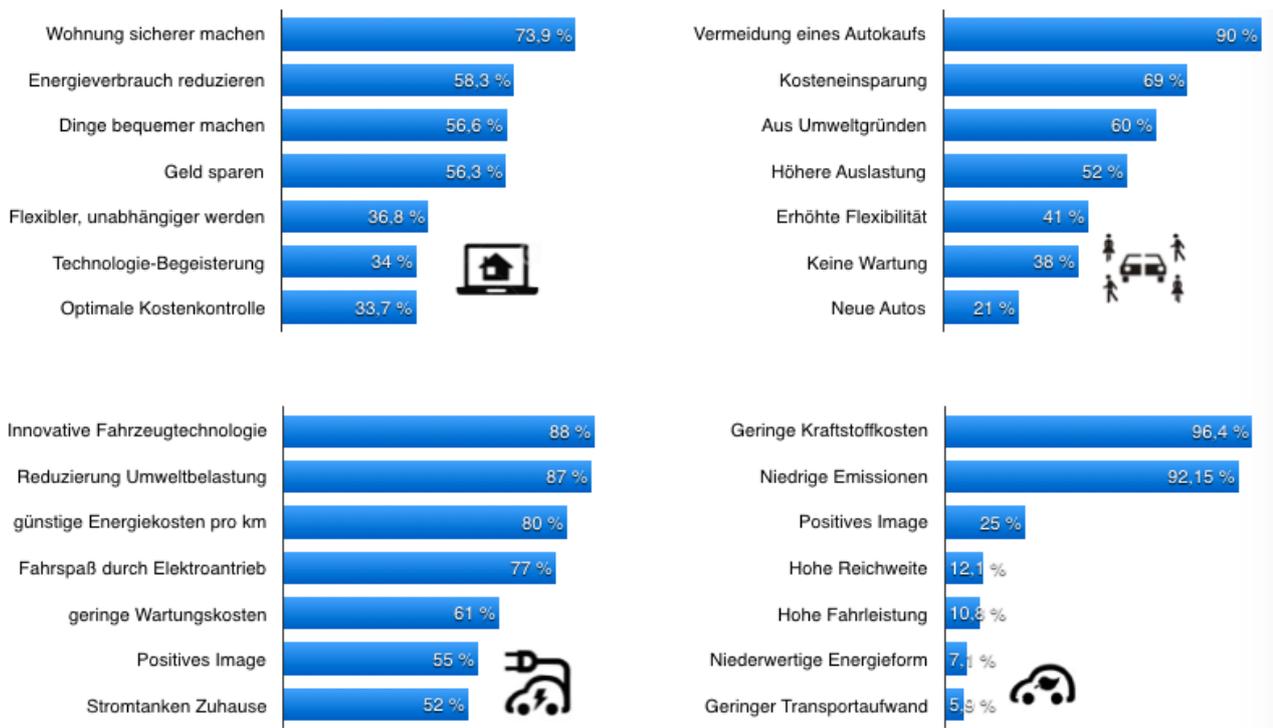


Abbildung 3. Recherche-Ergebnisse zu Argumenten für Nullemissionsprodukte.

Als Konzept wurde eine Matrix erstellt, der für ausgewählte Zielgruppen die Kommunikationsmaßnahmen definiert. Es wurden in Workshops, Interviews und Marktanalysen verschiedene Klassifikationen für Zielgruppen geprüft, zuletzt aber eine Entscheidung für die Klassifikation nach sozial-ökologischer Ausrichtung gewählt (s.Abb.4). Je nach Ausrichtung müssen unterschiedliche Nutzenaspekte kommuniziert werden. Aus dieser Matrix wurde ein Jahreskommunikationsplan mit Veranstaltungen, Marketing- und Werbemaßnahmen für die festgelegten Zielgruppen abgeleitet.

	Sozial-ökologisch Aktive	Sozial-ökologisch Aktivierbare	Sozial-ökologisch Passive
Selbstachtungsnutzen	XXX	X	X
Fremdachtungsnutzen	XX	X	
Gebrauchsnutzen	X	XXX	XXXXX
Erbaunungsnutzen	X	XX	X

Abbildung 4. Vereinfachte Matrix zur Ausrichtung der Kommunikation auf Zielgruppen.

Im nächsten Schritt wurden bestehende Tools und Instrumente sowie die bisher verwendeten Inhalte bei Kommunikationsinstrumenten wie Homepage, Flyern etc. unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der festgelegten Zielgruppen optimiert. Hierzu wurden alle Begrifflichkeiten gesammelt und von Vertretern der Zielgruppen mittels Cardsorting strukturiert. Die Ergebnisse dieser Analyse erbrachte eine Kategorisierung der Kommunikationsinhalte, die von der bisherigen Struktur deutlich abweicht (s.Abb.5).

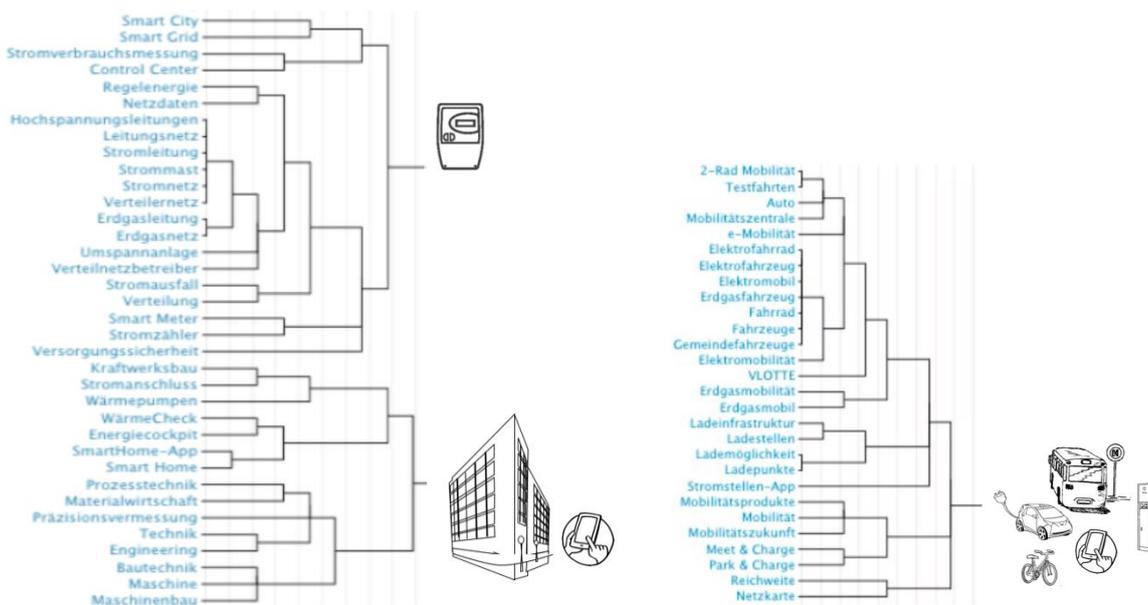


Abbildung 5. Ausschnitt aus der Optimierung der Kommunikationsinhalte mittels Clusteranalyse.

Die erarbeiteten Kommunikationsmaßnahmen wurden dann von dem Smart City Rheintal Projektteam operativ umgesetzt. Als Beispiel dient die Konzeption und Eröffnung der Mobilitätszentrale, die der Vermittlung von Smart Mobility Möglichkeiten dient. Für jede Ausrichtung der Kommunikation auf Zielgruppen wurden Entwürfe erarbeitet und schließlich der für die Zielgruppe und das Kommunikationsmedium geeigneten Nutzenaspekte hervorgehoben (s.Abb.5).



Abbildung 6. Beispiele für die Planung und Bild von der Eröffnung der Mobilitätszentrale

Mit einer abschließenden Evaluierung wurde der Kommunikationsplan anhand der eingesetzten Kommunikationsmaßnahmen in mehreren Fokusgruppen überprüft. In Summe haben 28 Personen, 3 von Seiten der Politik, 8 von Seiten der HTL bzw. dem Baukolleg und 17 Wohnungseigentümer an der Veranstaltung teilgenommen (s. Abb.7). Die Ergebnisse zeigten, dass noch Potential für weitere Kommunikationsmaßnahmen besteht.



Abbildung 7. Eindrücke von der Fokusgruppen-Evaluation.

Abschließend wurde ein kurzer Leitfaden entwickelt, der sich aus den Ergebnissen der hier dargestellten Arbeitspakete ableitet und der die Entscheidung für den Einsatz von Kommunikationsmaßnahmen erleichtern soll (s. Abb.8). Er zeigt auf, zu welchem Produkt, über welches Medium mit welchen Inhalten an wen kommuniziert werden soll (vgl. Lasswell-Formel).

zu welchem Produkt über welches Medien					an welche Zielgruppe
Radio, Fernsehen, Zeitungsbeiträge, Magazin, Apps, Webnews, Werbevideos	<ul style="list-style-type: none"> Energieverbrauch reduzieren optimale Kostenkontrolle flexibler und unabhängiger werden 	<ul style="list-style-type: none"> Reduzierung von Umweltbelastung Stromtanken zuhause 	<ul style="list-style-type: none"> niedrige Emissionen niederwertige Energieform geringer Transportaufwand über Rohrleitung 	<ul style="list-style-type: none"> aus Umweltgründen Höhere Auslastung erhöhte Flexibilität keine Wartung 	Sozial-ökologisch Aktive Sozial-ökologisch Aktivierbare Sozial-ökologisch Passive
Soziale Medien, Veranstaltungen, Präsentationen, Servicestellen, Demowohnungen, Stellplätze		<ul style="list-style-type: none"> positives Image 	<ul style="list-style-type: none"> positives Image 		
Websites, Broschüren, Infoblätter, Folder, Flyer, Manuale, Inserate, Poster	<ul style="list-style-type: none"> Wohnung sicherer machen Geld sparen 	<ul style="list-style-type: none"> günstige Energiekosten pro km geringe Wartungskosten 	<ul style="list-style-type: none"> geringe Kraftstoffkosten hohe Reichweite 	<ul style="list-style-type: none"> Vermeidung eines Autokaufs Kosteneinsparung 	
Starterpaket, Autos, Stromladestellen, Wallbox	<ul style="list-style-type: none"> Technologie Begeisterung Dinge bequemer haben 	<ul style="list-style-type: none"> innovative Fahrzeugtechnologie Fahrspaß durch Elektroantrieb 	<ul style="list-style-type: none"> hohe Fahrleistung 	<ul style="list-style-type: none"> neue Autos 	

Abbildung 8. Kurzer Kommunikationsleitfaden für Entscheider.

Erreichung der Programmziele

Ganz maßgeblich ist aus Smart City Rheintal hervorgegangen, dass es mittlerweile Technologien und Möglichkeiten gibt, um dem Vorarlberger Ziel „Energieautonomie 2050“ und damit einer „Zero-Emission-Region“ näher zu kommen. Die eigentlichen Nutzer wurden bislang aber noch zu wenig abgeholt, weshalb intensiv an Bewusstseinsbildung gearbeitet werden muss, was auch in den Programmzielen des Klima und Energiefonds festgehalten wurde.

Eine erste beispielgebende Maßnahme in dieser Richtung wurde mit dem Fokusgruppengespräch im Rahmen von Teilprojekt „**Seequartier**“ gesetzt, die auf eine positive Resonanz der Teilnehmer verweisen kann. Von Seiten der Projektpartner ist auch eine Veranstaltung angedacht, mit welcher die interessierte Bevölkerung über die Ergebnisse von Smart City Rheintal informiert und für „Zero Emission 2050“ sensibilisiert werden soll. Eine weitere mögliche Zielgruppe für den Austausch ist der Teilnehmerkreis der Energieautonomie 2050.

Im Teilprojekt **Seestadt Bregenz** ist die Umsetzung von Elementen in Richtung Zero Emission in Vorbereitung. Die Seewassernutzung ist fixer Bestandteil. Bei zukünftigen Bauprojekten sollen die gewonnenen Erfahrungen dann Berücksichtigung finden. Entsprechend dem Projektplan ist die Durchführung einer thermischen Gebäudesimulation geplant. Ebenso ist die Integration von Smart Home (inkl. Smart Meter) in vergleichbaren Wohneinheiten inklusive einen begleitenden Monitoring sowie die forcierte Nutzung der Smart Home App geplant. In diesem Zusammenhang ist auch an den Einbau von Smart Grid tauglichen Geräten gedacht, sofern diese verfügbar und wirtschaftlich vertretbar sind. Die Erkenntnisse aus der Studie zu Stellplatzreduktion im Rahmen von „**Seequartier Bregenz**“ führten zu einer Anpassung des Teilbebauungsplans, womit Rhomberg Bau GmbH die Genehmigung erhielt die Stellplatzanzahl zu reduzieren. Auch das erarbeitete E-

CarSharing-Konzept aus AP 3 Seequartier Bregenz wird in einem anderem Projekt der Rhomberg Bau GmbH zum Einsatz kommen und optimiert werden, um dann auch eine optimale Umsetzung im Seequartier gewährleisten zu können. Die Erkenntnisse aus dem Teilprojekt „**In der Wirke**“ fließen in zukünftige Projektentwicklungen als auch in das Marketing ein.

Im Teilprojekt **Virtual Power Plant** wurde ein Prototyp eines intelligenten autonomen Warmwasserspeichers im Feld getestet. Der Gesamtwirkungsgrad des Systems konnte von 63% auf über 69% gesteigert werden. Eine ZEBRA Hochtemperaturbatterie für Fahrzeuganwendungen wurde zu einem stationären Speichersystem umgebaut und die Integration in ein virtuelles Kraftwerk erfolgreich demonstriert. Die Aktivitäten im Bereich Demand Side Management (**Teilprojekt Virtual Power Plant**) mittelst autonomer intelligenter Warmwasserspeicher wurden in einer Reihe von Konferenz und Journal Beiträgen publiziert:

Peer Review Journal Publikationen:

- [1] P. Kepplinger, G. Huber, J. Petrasch, *Field Testing of Demand Side Management via Autonomous Optimal Control of a Domestic Hot Water Heater*, Energy and Buildings, submitted for publication 2015.
- [2] P. Kepplinger, G. Huber, J. Petrasch, *Autonomous optimal control for demand side management using linear optimization*, Energy and Buildings, 100, pp. 50-55, 2014, DOI:10.1016/j.enbuild.2014.12.016,

Konferenzbeiträge:

- [3] J. Petrasch, Smart City Rheintal – Balancing Distributed Power Generation and Consumption, Bosch Connected World, Berlin, 17 February 2015.
- [4] P. Kepplinger, G. Huber, J. Petrasch, *Demand Side Management via Autonomous Control-Optimization and Unidirectional Communication with Application to Resistive Hot Water Heaters* e-nova 2014 Nachhaltige Gebäude Versorgung - Nutzung - Integration, Pinkafeld, Austria; 11/2014
- [5] P. Kepplinger, G. Huber, P. Amann, K. Rheinberger, J. Petrasch *Active demand side management with domestic hot water heaters using binary integer programming* e-nova 2013 Nachhaltige Gebäude Versorgung - Bewertung - Integration, Pinkafeld, Austria; 11/2013

Darüberhinaus wurden im Rahmen von Smart City Rheintal Masterarbeiten und eine Dissertation durchgeführt

Dissertationen:

- [6] Kepplinger, P., (voraussichtlich 2017). *Active DSM via Autonomous Optimal Control with an application to Domestic Hot Water Heaters*. PhD thesis, University of Innsbruck.

Master Arbeiten:

- [7] Reißner, J. (2013). *Systemidentifikation und Bestimmung der Warmwassertemperatur von elektrisch betriebenen Warmwasserspeichern unter der Berücksichtigung von minimalem Messaufwand*. Master thesis, FH Vorarlberg.
- [8] Müller, A. (2015). *Agentenbasierte Lastverschiebung mittels Pooling von Haustechnischen Anlagen in Gewerbebetrieben*. Master thesis, FH Vorarlberg
- [9] Rheinberger, T., (voraussichtlich 2016). *Monitoringansätze zur autonomen verbraucherseitigen Laststeuerung von Warmwasserspeichern*. Master thesis, FH Vorarlberg

Aus dem Themenbereich **Mobility on Demand - Verkehrsmodell** haben vor allem die erarbeiteten Methoden zum Aufbau eines agentenbasierten, multimodalen Verkehrsmodells

Umsetzungs- und Marktpotenzial. Das Framework zum Aufbau des Verkehrsmodells wurde so konzipiert, dass es ohne große Anpassungen vornehmen zu müssen auch in anderen (geografischen) Gebieten eingesetzt werden kann. D.h. mit den für Vorarlberg entwickelten Routinen lässt sich ein agentenbasiertes Verkehrsmodell auch in anderen Bundesländern, Staaten etc. aufsetzen, vorausgesetzt, es sind ähnliche Grundlagendaten vorhanden. Diese agentenbasierten Verkehrsmodelle bieten die Möglichkeit, detailliertere Analysen mit mehr Aussagekraft durchzuführen als mit konventionellen makroskopischen Tools.

Aus dem Teilprojekt „**Mobility on Demand – Businessmodell**“ konnten zahlreiche wichtige Erkenntnisse und Impulse für weiterführende und vertiefende Projekte entnommen werden:

Ladeinfrastruktur:

- Die Erkenntnisse im Thema Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge und speziell der Handlungsbedarf in Fragen der Leistungsbereitstellung hat inzwischen zur Einreichung eines Projektantrag im Rahmen der Klimafonds-Ausschreibung „Vorzeigeregion Energie“ gemündet.
- Der im Rahmen des Projekts deutlich gewordene Bedarf an kostengünstigen, optisch ansprechenden und funktionellen Ladestationen für E-Bikes hat inzwischen zu einer Ausschreibung von Ladeinfrastruktur für E-Bikes für Gemeinden und öffentliche Träger durch den ÖkoBeschaffungsService des Umweltverbands der Vorarlberger Gemeinden geführt.
- Die im Zuge des Projekts zu Tage getretene Anforderung an die Ausstattung von Tiefgaragen mit E-Lade-Infrastruktur für PKWs, hat in die Vorarlberger Elektromobilitätsstrategie Eingang gefunden. Der Erlass einer Vorschrift im Rahmen des Baurechts bzw. der Wohnbauförderung für eine entsprechende Leerverrohung wird derzeit geprüft.

e-Carsharing:

- Ein Teil der Projektpartner haben die Caruso Carsharing eGen gegründet bzw. sich daran beteiligt (VKW, Rhomberg Bau, I+R, VVV). Die Genossenschaft will Mobilitätsdienstleistungen weiter ausbauen und zu einem Standard-Angebot im Wohnbau in Vorarlberg bzw. Österreich etablieren.
- Mit Rhomberg Bau GmbH wurde beim Projekt St. Gebhardweg ein Vertrag zwischen VKW, Rhomberg Bau GmbH und Caruso Carsharing ausgearbeitet, der ein E-Carsharing-Angebot in der geplanten Wohnanlage (inkl. Ladestation) sicherstellt.
- Weitere Projekte sind in Planung/Vorbereitung (z.B.: auch in Wien im Quartier Leben am Helmut Zilk Park, Beteiligung am Projekt Smarter Together (Horizon 2020) als Dienstleister,...

Weitere MOD-Angebote

- Die Ausarbeitungen aus den Parkraum-Überlegungen im MoD-Task für das Quartier „In der Wirke“ haben Eingang in das Parkraumkonzept der Marktgemeinde Hard gefunden. Ausgehend von Parkraummanagement-Konzept Hard wurde inzwischen eine regionale Untersuchung über Potentiale und kommunale Strategien zum Thema Parkraummanagement im nördlichen Rheintal eingeleitet.
- Der Verkehrsverbund Vorarlberg hat ÖV-Mieter-Tickets als Standardprodukt in sein Angebotsportfolio aufgenommen.
- Im Rahmen der „Wohnbauforschung“ soll bei einem Bauprojekt in Dornbirn eine breite MoD-Platte zur Realisierung kommen.

Das im Teilprojekt „**Mobility on Demand – Smart City App**“ entwickelte und nicht weiter verfolgte Grundgerüst, sowie die gewonnenen Erfahrungen in der Programmierung, flossen in ein vom Österreichischen Klima- und Energiefonds gefördertes Projekt – Meet&Charge – ein. Ziel des Projektes ist es, eine halböffentliche Ladeinfrastruktur bei Hotel- und Restaurantbetrieben für Elektroautofahrer zu schaffen. Damit diese Standorte auch gefunden werden und die Betriebe ihr Angebot bewerben können, soll eine App entwickelt werden, welche diese Anforderungen erfüllt. Der bereits umgesetzte Prototyp aus dem Smart City Projekt diente dazu als Ausgangsbasis. Es wurde in diesem Zusammenhang der komplette Aufbau, Design und auch die programmierten Funktionen - wie beispielsweise Filter, Routingfunktionen, Favoriten, usw. - übernommen.

Im Rahmen von Smart City Rheintal sind im Teilprojekt „**Monitoring und Szenario**“ Grundlagen und Szenarien entwickelt und analysiert worden, die den Weg zur Energieautonomie Vorarlbergs unterstützen können.

Innerhalb des zentralen Energieverbrauchsmonitoring VKW Cockpit „In der Wirke“ Hard wurden verschiedene Auswertungen erstellt, die zu einem optimierten Gebäudebetrieb und einer Verbesserung des Nutzerverhaltens hinsichtlich seines Energieverbrauchs beitragen sollen. Diese Monitoringergebnisse können zukünftig aufbereitet in einen Ist-Stand des Energiebedarfs im Wohnbau einfließen. Die in emikat.at definierten Wohnbau-Maßnahmenszenarien orientieren sich am Endbericht „Schritt für Schritt zur Energieautonomie in Vorarlberg - 101 enkeltaugliche Maßnahmen“.

Die Analyse der Ergebnisse der berechneten Szenarien kann dabei helfen, jene Maßnahmen ausfindig zu machen, die, priorisiert umgesetzt, in der geringsten Zeit die größten Energie- und CO₂-Äqu.-Einsparungen bewirken können. Die Einbindung der relevanten Stakeholder fand insbesondere über die Projektkonferenzen statt, wie zum Beispiel auch über den Szenarienworkshop im Juni 2014.

Aus dem Teilprojekt „**Decision for Zero Emission**“ konnte bislang eine wissenschaftliche projektspezifische Publikation erstellt werden:

- Kempter, G. (in press). Vermarktung von Smart Home und Smart Mobility. In G. Kempter, H.O. Mayer & K.-H. Weidmann (Hrsg.), design2product, Band 6. Hohenems: Bucher.

Weitere wissenschaftliche Publikationen sind jedoch geplant. Auch weiterführende F&E-Projekte sind im Bereich von Smart Home und Smart Mobility bereits in Vorbereitung.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Im Rahmen der Projektabschlusskonferenz wurden von den Teilnehmern Anknüpfungspunkte und Möglichkeiten zur Verwertung der Ergebnisse in der Nachprojektphase diskutiert. Smart City Rheintal hat aus Sicht der Teilnehmer auch einen Rahmen für das Marketing von Z.E. Produkten geschaffen. „Smart City Rheintal“ wurde dazu im Rahmen des Projektes als Dachmarke konzipiert, unter welcher heterogene interdisziplinäre Themenfelder von Firmen im Hinblick auf Zero Emission weiter entwickelt und umgesetzt werden können.

Für das Marketing von Z.E. Produkten trägt vor allem auch die durch das Projekt verfügbare Profilierung von Endkunden und Adressaten bei, die im Zuge der Projektverlängerung unter dem Motto „**Decision for Zero Emission**“ untersucht wurde. So ist es gerade für die Bauträger ersichtlich, dass sich die Erkenntnisse aus den Bereichen Mobilität, VPP und Smart Home direkt im Rahmen von Neuprojekten umsetzen ließen. Dazu konnte ein Kommunikationsplan entwickelt werden, der den Entscheidern Vorschläge

unterbreiten kann, wer welche Argumente für welches Produkt über welche Medienkanäle an welche Zielgruppe vermittelt. Die Nullemissionsprodukte von Smart City Rheintal wurden differenziert in Smart Home und Smart Mobility (Carsharing, Elektro- und Gasauto). Die potentiellen Zielgruppen wurden entsprechend der Ausprägung ihrer sozial-ökologischen Ausrichtung differenziert (Aktive, Aktivierbare und Passive). Die erfassten und analysierten Medien (s.o.) wurden in vier Gruppen klassifiziert. Aus dieser Kategorisierung ergab sich eine Matrix, in dessen Zellen die ermittelten Nutzenargumente für die Nullemissionsprodukte (z.B. Reduzierung der Umweltbelastung) eingeordnet werden konnten. Der Kommunikationsplan wurde in mehreren Fokusgruppen evaluiert und von den TeilnehmerInnen als zweckmäßig aber im Umsetzungsgrad erweiterungsfähig betrachtet. Die ersten Erfahrungen aus dem Einsatz des im Rahmen dieses Teilprojekts entwickelten Kommunikationsplans (z.B. Mobilitätszentrale) zeigen erste positive Effekte. In weiterer Folge gilt es diesen vermehrt umzusetzen.

Aufgrund der ermutigenden Ergebnisse des Feldtests des Warmwasserspeichers (**Virtual Power Plant**) wird zur Zeit ein größerer Feldversuch mit 20 verteilten Warmwasserspeichern im Großraum Bregenz durchgeführt. Der Versuch soll mindestens ein Jahr laufen, basierend auf den detaillierten Ergebnissen dieses Versuch wird im Anschluss über ein Demoprojekt und ein Vorserienprodukt entschieden.

Die im Themenbereich agentenbasiertes Verkehrsmodell (**Mobility on Demand - Verkehrsmodell**) gewonnen Erkenntnisse beziehen sich auf den Aufbau eines agentenbasierten Verkehrsmodells sowie auf die Ergebnisse der Szenariensimulation.

Mit den im Projekt entwickelten Methoden und Modellen lässt sich ein agentenbasiertes Verkehrsmodell in beliebiger geografischer Umgebung aufbauen. Sollte eine andere Datengrundlage als in Smart City Rheintal zur Verfügung stehen, müssen die Methoden und Modelle an diese angepasst werden. Das hier entwickelte MATSim-Modell eignet sich für das Impact Assessment von mobilitätsbezogenen Maßnahmen jeglicher Art. Agentenbasierten Verkehrsmodelle bieten hier die Möglichkeit, detailliertere Analysen mit mehr Aussagekraft als mit konventionellen makroskopischen Tools möglich durchzuführen. Die Ergebnisse der Szenariensimulation geben u.a. einen ersten Hinweis darauf, welche Maßnahmen zu welchen Effekten im Gesamtverkehrssystem führen. So ergab die Simulation unter den im Projekt definierten Rahmenbedingungen folgende Ergebnisse:

- a) Eine Verbesserung bzw. Verdichtung des Taktes im ÖV, abgebildet durch die Verkürzung der Wartezeiten beim Umstieg zwischen verschiedenen ÖV-Linien um 50%, führt zu einer wahrnehmbaren Steigerung des ÖV-Anteils im Modal Split in Vorarlberg.
- b) Die Errichtung der drei in SmartCityRheintal behandelten Bauvorhaben äußert sich im agentenbasierten Verkehrsmodell aufgrund der neu geschaffenen Attraktivitäten in geänderter Zielwahl sowie in induziertem Verkehr.
- c) Die Implementierung der geplanten Landesradrouten äußert sich in einem geänderten Routenwahlverhalten der RadfahrerInnen, schlägt sich jedoch kurzfristig im landesweiten Modal Split nur marginal nieder.
- d) Weiters ist aus den Ergebnissen ableitbar, wie die elektrischen Ladestationen in Vorarlberg bei angenommener Durchdringungsrate verteilt und dimensioniert werden sollten. Diese Ergebnisse sind u.a. für Stakeholder in den Bereichen Transport Policies sowie Bereitstellung und Schaffung von Verkehrsangeboten von Nutzen sowie für Betreiber von Ladestationen sowie von elektrischen Netzen von Interesse.

Im Blue Globe Report – Urban Region Vorarlberg Rheintal / Bregenz (VEA 2012; S. 22) werden für den gesamten Gebäudebereich folgende Ziele angegeben. Der gesamte

Raumwärmebedarf im Gebäudebereich soll bezogen auf das Ausgangsjahr 2005 bis zum Jahr 2020 um 24 %, bis 2030 um 47 % und bis 2050 um 70 % reduziert sein. Die genannten Ziele werden in Tabelle 2 mit den ausschließlich für Wohngebäude errechneten Werten des Basisszenarios und des Maßnahmen szenarios 6 (=Szenario mit in dieser Arbeit größten Energieeinsparung) gegenübergestellt.

	2013	2020	2030	2040	2050
Ziel Vorarlberg*		- 24 %	- 47 %	k. A.	- 70 %
Basisszenario**	- 9,2 %	- 23,0 %	- 31,4 %	- 44,2 %	- 48,0 %
Szenario 6**	- 9,2 %	- 27,4 %	- 38,5 %	- 52,4 %	- 57,1 %

Tabelle 2: Vergleich der Reduktion des Raumwärmebedarfs bezogen auf das Jahr 2005 (*Gültig für den gesamten Gebäudebereich; **Gültig für Wohngebäude)

Das Basisszenario liegt stets unterhalb den angegebenen Zielen zur Reduktion des Raumwärmebedarfs im Gebäudesektor. Mit Ausnahme des Jahres 2020 trifft dies auch für Szenario 6 zu, dessen Ergebnisse jedoch knapper an die genannten Ziele heranreichen. Im Jahr 2050 beträgt die Differenz zwischen Ziel und Szenario 6 ca. 13 Prozentpunkte.

Eine zusätzliche Annäherung an die genannten Ziele könnte zum Beispiel durch das Hinzunehmen der in Szenario 1 genannten Maßnahmen (geringere durchschnittliche Wohnfläche pro Wohnung und mehr großvolumige Wohnbauten), sowie durch eine stärkere Ausprägung der in Szenario 6 enthaltenen Maßnahmen erreicht werden.

Für den Beitrag des Wohngebäudesektors zur Energieautonomie ist nicht direkt der Raumwärmebedarf selbst, jedoch aber der Endenergiebedarf aufgrund Raumwärme, der durch erneuerbare Energieträger bereitgestellt werden muss, entscheidend.

Der Etappenbericht der Vorarlberger Landesregierung (AVL 2010; S.14) gibt für den Fall einer idealtypischen Entwicklung des Energiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser bis zum Jahr 2050 einen Vorschlag für die Deckung aus erneuerbaren Energieträgern an (siehe Tabelle 3).

Energieträger	Jahr 2050	Einheit
Biomasse	418	GWh/a
Solarthermie	280	GWh/a
Erdwärme	518	GWh/a
Summe	1216	GWh/a

Tabelle 3: Erneuerbare Energieträger zur Deckung des Energiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser bei idealtypischer Entwicklung bis zum Jahr 2050 in Vorarlberg laut dem Etappenbericht der Vorarlberger Landesregierung (AVL 2010; S.14)

Von den in Summe 1216 GWh/a entfallen 908 GWh/a zur Deckung von Raumwärme und Warmwasser in Wohngebäuden Vorarlbergs (AVL 2010; S.16). Um näherungsweise einen Wert der SCR-Region (29 SCR Gemeinden + 15 Umlandgemeinden) entsprechend zu erhalten, wird mit dem Quotient der Wohnflächen (Wohnflächen SCR-Region / Wohnflächen Vorarlberg = 0,726) multipliziert, was zu einem Wert von 659 GWh/a führt.

Dem stehen im Basisszenario (Szenario mit der geringsten Energieeinsparung, entspricht dem Fall „Business as usual“) und in Szenario 6 (Szenario mit der in dieser Arbeit höchsten Energieeinsparung) die unten stehender Tabelle angeführten Energiebedarfswerte für das Jahr 2050 gegenüber.

Jahr 2050	Endenergiebedarf für Raumwärme	Endenergiebedarf für Warmwasser	Gesamtwärmebedarf	Differenz zu 659 GWh/a
	<i>GWh/a</i>	<i>GWh/a</i>	<i>GWh/a</i>	<i>GWh/a</i>
Basisszenario	970	294	1.264	605
Szenario 6	800	292	1.092	433

Tabelle 4: Endenergiebedarfswerte für Raumwärme und Warmwasser **der SCR-Region** im Jahr 2050

Um im Wohngebäudesektor für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser eine partielle Energieautonomie erreichen zu können müssten im Jahr 2050 im Basisszenario noch maximal 605 GWh/a und im Maßnahmenzenario 6 noch maximal 433 GWh/a Endenergie eingespart bzw. durch erneuerbare Energieträger in der (erweiterten) SCR-Region bereitgestellt werden.

Empfehlungen

Die im Projekt im Themenbereich Verkehrsmodell erarbeiteten Methoden zum Aufbau bzw. zur Anwendung eines agentenbasierten, multimodalen Verkehrsmodells haben Potenzial für weitere Anwendung im Rahmen von Forschungs- und auch Auftragsprojekten. Es ergibt sich folgende Empfehlung für weiterführende F&E-Arbeiten:

- Das Framework zum Aufbau des Verkehrsmodells wurde so konzipiert, dass es ohne große Anpassungen vornehmen zu müssen auch in anderen (geografischen) Gebieten eingesetzt werden. D.h. mit den für Vorarlberg entwickelten Routinen lässt sich ein agentenbasiertes Verkehrsmodell auch in anderen Bundesländern, Staaten etc. aufsetzen, vorausgesetzt, es sind ähnliche Grundlagendaten vorhanden. Sollte dies nicht der Fall sein, so ist noch Aufwand für die Anpassung an diese neuen Datenquellen einzuplanen.
- Wie bereits oben erwähnt, bieten agentenbasierten Verkehrsmodelle im Rahmen des Impact Assessment von mobilitätsbezogenen Maßnahmen jeglicher Art die Möglichkeit, sehr detaillierte Analysen vorzunehmen - mit mehr Aussagekraft als mit konventionellen makroskopischen Tools möglich. So ist z.B. bereits der Einsatz eines MATSim-Modells zur Ermittlung von Verkehrsverlagerungen bei Implementierung eines Micro-ÖV-Systems im suburbanen Raum sowie zur Abschätzung des daraus resultierenden Fahrzeugbedarfs geplant.
- Die Anwendung eines MATSim-Verkehrsmodells bzw. der daraus gewonnenen Fahrzyklen wäre z.B. auch in Kombination mit elektrischem Netzmanagement und E-Mobility (Smart Grids) möglich. Hier können die zeitlich sehr genau aufgelösten Fahr- und Standzeiten sowie -örtlichkeiten wesentlichen Input zur Dimensionierung von elektrischen Netzen liefern, da die Örtlichkeiten der Ladevorgänge und die dabei benötigte Energie relativ genau vorhergesagt werden kann.

Die im Themenfeld „**Monitoring und Szenario**“ durchgeführten Arbeiten behandeln die energetischen / emissionsrelevanten Auswirkungen der betrachteten Maßnahmen, der

Kostenaspekt bleibt dabei unberücksichtigt und bedürfte einer eigenen Betrachtung. So könnte es sich ergeben, dass sich die durch eine gewisse Maßnahme erzielte Energieeinsparung rein energetisch betrachtet deutlich vom Nutzen anderen Maßnahmen abhebt. Jedoch könnten die zur Umsetzung dieser Maßnahme einzusetzenden finanziellen Mittel, wenn sie auf andere Maßnahmen angewendet würden, in Summe eine größere Wirkung erzielen.

Ein weiteres Thema, neben der wirtschaftlichen Betrachtung, das außerhalb der bisher durchgeführten Arbeiten liegt, aber dennoch für zukünftige Betrachtungen bzw. strategische Entscheidungen wichtig wäre, ist die Berücksichtigung der Grauen Energie/CO₂-Äqu.-Emissionen durch Neubauten, Sanierung und Umrüstung. Weiters wäre eine ausführliche Betrachtung der dezentralen Erzeugung (PV, Solarthermie) im Wohnbausektor für eine Gegenüberstellung der Energiebilanzen interessant.

Literaturverzeichnis

Herry Consult GmbH (2014): *Mobilitätserhebung Vorarlberg 2013 - Eckdaten der Befragung, Einstellungen und Meinungen*; durchgeführt von Herry Consult im Auftrag des Amtes der Vorarlberger Landesregierung, Abt. VIa – Allgemeine Wirtschaftsangelegenheiten; Mai 2014

Horni, A., K. Nagel und K.W. Axhausen (eds.) (2016): *The Multi-Agent Transport Simulation MATSim*; Ubiquity, London.

MATSim: www.matsim.org

MATSim Zurich: www.matsim.org/scenario/zurich-switzerland

Müller, K. und K.W. Axhausen (2011): *Population synthesis for microsimulation: State of the art*; paper presented at the 90th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., Jänner 2011.

Prandstetter, M., M. Straub und J. Puchinger (2013): *On the Way to a Multi-Modal Energy-Efficient Route*; Vortrag: 2. D-A-CH Energieinformatik Konferenz, Wien; 12.11.2013 - 13.11.2013; in: "IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2013-39th Annual Conference of the IEEE", IEEE (Hrg.); (2013), ISBN: 978-3-85403-298-4; S. 4779 - 4784.

VoGIS: Geodatenservice des Landes Vorarlberg unter www.vogis.at

ÖVK (2012): *Batterieelektrische Fahrzeuge in der Praxis Kosten, Reichweite, Umwelt, Komfort* (2. erweiterte und korrigierte Auflage); Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK), Wien, 2012.

AVL – Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2010, *Energiezukunft Vorarlberg – Etappenbericht*, Bregenz. Verfügbar unter: www.energieautonomie-vorarlberg.at/zoolu-website/media/document/276/Energiezukunft+Vorarlberg+-+Ergebnisse+aus+dem+Visionsprozess

bmwfw, 2014, Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, *Energiestatus Österreich 2014*, Wien. Verfügbar unter: www.bmwfw.gv.at/EnergieUndBergbau/Energieeffizienz/PublishingImages/Energiestatus%20%C3%96sterreich%202014_HP-Version.pdf, 10.12.2014

Donau Universität Krems, 2012, *Studie zur Ermittlung der Heizwärme- und Emissionsdaten für den Vorarlberger Wohngebäudebestand*, Krems. Die Studie wurde für den internen Gebrauch zur Verfügung gestellt.

Pöhn et al., 2012, *Bauphysik – Erweiterung 1, Energieeinsparung und Wärmeschutz, Energieausweis – Gesamtenergieeffizienz*, SpringerWienNewYork, Wien, ISBN 987-3-211-89236-7

Skarbal, B., 2015, *Szenariientwicklung und -berechnung zur Abschätzung der Auswirkung ausgewählter energetischer Maßnahmen im Wohnbausektor in der Region Smart City Rheintal*, Wien.

Statistik Austria, 2013a, *Heizungen 2003 bis 2012 nach Bundesländern, verwendetem Energieträger und Art der Heizung*, Verfügbar unter: www.statistik.at/web_de/static/heizungen_2003_bis_2012_nach_bundeslaendern_verwendetem_energietraeger_und_022721.xlsx, 18.01.2015

Statistik Austria, 2013b, Einsatz aller Energieträger nach Verwendungszwecken 2003 bis 2012, Verfügbar unter:
www.statistik.at/web_de/static/einsatz_aller_energetraeger_nach_verwendungszwecken_2003_bis_2012_057390.xlsx, 18.01.2015

Statistik Austria, 2014a, Gebäude- und Wohnungszählung 2001 (GWZ 2001), zählsprengelbasierte Auswertung, kostenpflichtig zu erwerben

Statistik Austria, 2014b, Gebäude- und Wohnungsregister 2013 (GWR 2013), rasterbasierte Auswertung, kostenpflichtig zu erwerben

Statistik Austria, 2014c, Haushalte 2011-2060 nach Größe und Bundesländern, Verfügbar unter: www.statistik.at/web_de/static/haushalte_2011-2060_nach_groesse_und_bundeslaendern_023531.xlsx, 14.01.2015

VEA Vorarlberger Elektromobil Planungs- und Beratungs GmbH, 2012, Blue Globe Report – Urban Region Vorarlberg Rheintal / Bregenz, Bregenz. Verfügbar unter:
www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Projektberichte/Smart-Energy-Demo---FIT-for-SET-1.-Ausschreibung-2010/BGR202012K11NE2F00010RheintalBregenzv1.0.pdf

VKW, 2014a, www.vkw.at/inhalt/at/strom-strom.htm, 10.12.2014

VKW, 2014b, www.vkw.at/inhalt/at/strom-haushalt-stromherkunft.htm, 10.12.2014