

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Teil I – Kurzbericht

WIR!-Projekt: „Smarte Mobilitätsketten im ländlichen Raum“ (FKZ
03WIR1204)

Laufzeit: 01/2020 – 06/2022

1 Ursprüngliche Aufgabenstellung

Smarte Mobilitätsketten in ländlichen Räumen umfassen – bezogen auf den Personenverkehr – grundsätzlich technische Systeme und Geschäftsmodelle, die es außerhalb der Städte reisenden Verkehrsteilnehmern ermöglichen, ihre Zieldestinationen unter Inanspruchnahme unterschiedlicher Verkehrsmittel (multimodal) und IT-gestützter Mobilitätsdienste zu erreichen. Zu den in Abbildung 1 dargestellten Systembestandteilen integrierter Mobilitätsketten gehören verschiedene Kern- und Ergänzungsleistungen, wie die (zeitweise) Bereitstellung von Fahrzeugen, die Erbringung von Personenbeförderungsleistungen, Informations-, Integrations- und Vermittlungsleistungen für vorgenannte, die Bereitstellung benötigter Kommunikations- und Verkehrsinfrastrukturen und von Mobilitätsdaten sowie im Hintergrund ablaufende Basis-IT-Dienste.

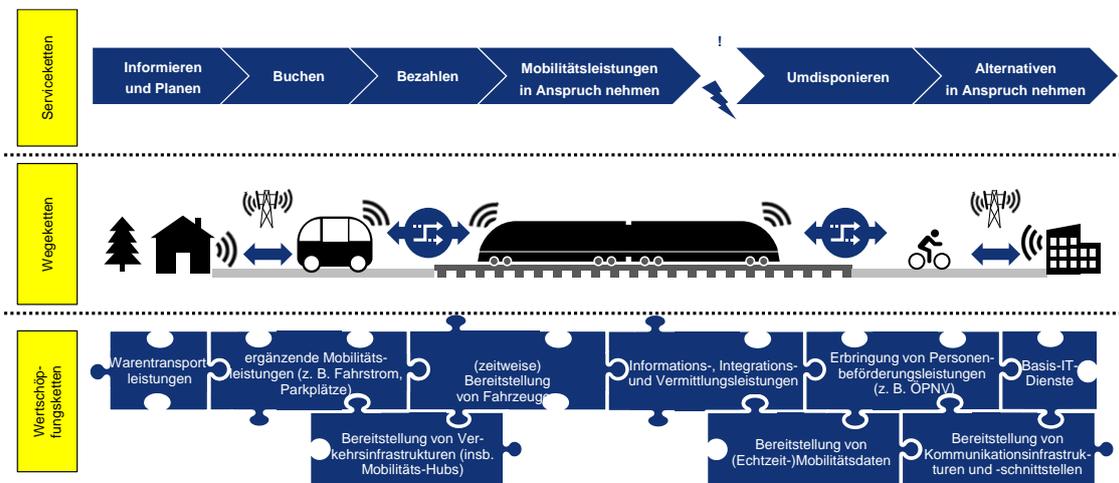


Abbildung 1: Ebenen von Mobilitätsketten

Für Mobilitätskunden ist mit dieser Innovationsidee das Zielbild einer auch in ländlichen Räumen funktionierenden, weitestgehend integrierten und friktionslosen Servicekette vom Informieren und Planen über das Buchen und Bezahlen bis hin zur Inanspruchnahme einzelner Mobilitätsleistungen und von automatisch generierten Alternativoptionen beim Auftauchen unerwarteter Störungen in der Mobilitätskette verbunden.

Mit dem Forschungsvorhaben sollte ein smartes, multimodales und vernetztes Mobilitätskonzept für einen Mobilitätsraum in der Region Chemnitz-Erzgebirge entwickelt werden. Das Konzept sollte den ÖPNV in der genannten Region stärken, dabei lokal vorhandene Infrastrukturen bestmöglich nutzen und, wo nötig, sinnvoll ergänzen sowie durch den umfassenderen Rückgriff auf öffentliche und kollaborative Mobilitätsleistungen gleichzeitig die ökologische Nachhaltigkeit der dortigen Mobilität verbessern. Darüber hinaus bestand der Anspruch, auch aus ökonomischer Sicht ein für den ländlichen Raum dauerhaft tragfähiges Konzept zu entwickeln. In diesem Zusammenhang wurde angestrebt, dass das für den Referenzraum zu entwickelnde Mobilitätskonzept auch skalierbar und auf andere ländliche Räume übertragbar ist.

Das Forschungsvorhaben wurde an der TU Chemnitz durch die Professuren Verteilte und selbstorganisierende Rechnersysteme (Prof. Dr. Martin Gaedke), Öffentliches und öffentliches Wirtschaftsrecht (Prof. Dr. Stefan Korte) sowie Allgemeine und Arbeitspsychologie (Prof. Dr. Josef F. Krems) durchgeführt. Über eine Auftragsvergabe waren das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU), das Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme (ENAS) und die SachsenMedia eG eingebunden. Die Projektleitung nahm der Lehrstuhl Unternehmensrechnung und Controlling (Prof. Dr. Uwe Götze) wahr. Neben den direkt am Projekt beteiligten Akteuren konnte auf die Expertise von assoziierten Praxispartnern zurückgegriffen werden. Zu diesen zählten neben der DB Regio Verkehrsnetz/Erzgebirgsbahn (EGB) als hauptsächlicher

Anbieter des regionalen Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) und der Regionalverkehr Erzgebirge GmbH (RVE) als Hauptanbieter öffentlichen straßengebundenen ÖPNV auch der Landkreis Erzgebirge als Besteller des ÖPNV.

2 Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben wurde durch das zuvor genannte, interdisziplinäre Konsortium in insgesamt sieben Arbeitspaketen (AP) sowie drei Bereichen bearbeitet.

Zu diesen Bereichen zählten die **grundlagenschaffenden Arbeitspakete** (AP 1 bis 3) zur Analyse des Status Quo und zum Identifizieren von Barrieren der:

- Nachfrageseite durch die Forschungsgruppe Allgemeine Psychologie und Arbeitspsychologie (AAP),
- Angebotsseite durch die Professur für Unternehmensrechnung und Controlling (URC) sowie
- Technologieseite durch die Professur für Verteilte und selbstorganisierende Rechnersysteme in Zusammenarbeit mit den Fraunhofer-Instituten für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik Chemnitz (IWU) und für Elektronische Nanosysteme Chemnitz (ENAS).

Darauf aufbauend folgte der konzeptionelle Teil des Projekts (AP 4 und 5; verantwortlich: URC), bei dem – basierend auf den identifizierten Barrieren – entsprechende Lösungsansätze zu deren Überwindung auf Ebene der Wege-, Service- und Wertschöpfungsketten erarbeitet wurden. Neben der eigentlichen Wegekette zur Überwindung einer Strecke vom Start- zum Zielpunkt mittels verschiedener Verkehrsmittel sind für einen Mobilitätskunden und somit auch für das Projekt funktionierende und friktionslose Serviceketten relevant. Diese umfassen das Informieren und Planen, Buchen und Bezahlen der Reise sowie das in Anspruch nehmen der Mobilitätsdienstleistung selbst bis hin zum Umdisponieren und Nutzen von Alternativen bei einem Störfall (z. B. Zugausfällen). Daraus lassen sich wiederum verschiedene Bestandteile und Partner auf der Ebene der Wertschöpfungskette ableiten. Dazu gehören beispielsweise Akteure, die Personenbeförderungsleistung erbringen, Fahrzeuge bereitstellen oder auch Informations-, Integrations- und Vermittlungsleistungen übernehmen.

Begleitet wurden die grundlagenschaffenden und konzeptionellen Arbeiten von zwei flankierenden Arbeitspaketen: zum einen mit der rechtlichen Analyse durch die Professur für Öffentliches Recht und öffentliches Wirtschaftsrecht (AP 6) und zum anderen mit der Nachhaltigkeitsbewertung und Geschäftsmodellentwicklung (URC; AP 7).

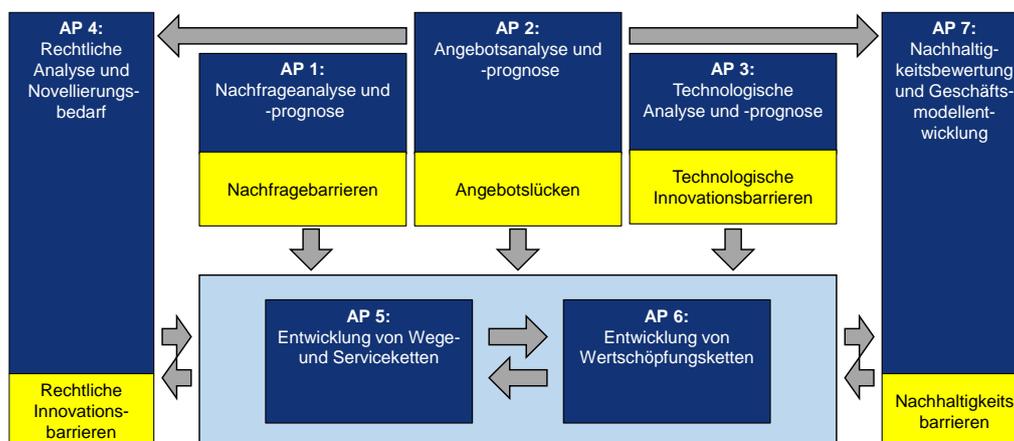


Abbildung 2: Arbeitspakete des Vorhabens

Die gewonnenen Erkenntnisse der einzelnen Arbeitspakete wurden im Rahmen aller zwei Wochen stattfindender Teambesprechungen untereinander ausgetauscht und mit den weiteren Projektbeteiligten sowie im Rahmen von qualitativen und quantitativen Erhebungen evaluiert.

Hinsichtlich des Standes von Wissenschaft und Technik bezog sich das Vorhaben auf bisher entwickelte und teilweise implementierte integrierte Mobilitätskonzepte anderer ländlicher Regionen in Deutschland. Darüber hinaus knüpfte das Vorhaben an Erkenntnissen zum Einsatz autonomer Shuttles sowie Untersuchungen zu Nutzerverhalten und -akzeptanz an. Die entsprechenden Erkenntnisse wurden im Rahmen des Projektes aufgearbeitet und hinsichtlich Übertragbarkeit/Nutzen geprüft.

3 Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse

Im Zuge der drei grundlagenschaffenden Arbeitspakete wurde auf Basis empirischer Erhebungen und Sekundärquellenanalysen ein breites Bild zum Ist-Zustand des ÖPNV in der Region erhoben. Dabei konnten auf Basis Nutzereinschätzungen, einer vertiefenden Angebotsanalyse sowie der Untersuchung von technologischen Rahmenbedingungen umfassende Barrieren und Hemmnisse für den ÖPNV in der Region identifiziert und strukturiert werden. Auf Basis der Barrieren wurde ein Konzept entwickelt, das auf verschiedenen Bausteinen aufbaut, diese miteinander verknüpft und so einen Beitrag zur Überwindung der Barrieren leistet. Das entwickelte Mobilitätskonzept für den ländlichen Raum des Erzgebirgskreises basiert im Wesentlichen auf folgenden Bausteinen:

- Die Implementierung von Shuttlediensten als On-Demand-Ridepooling-Angebote, ohne feste Linienführung zur Erschließung der ersten/letzten Meile in den Kommunen des Erzgebirgskreises, die bisher nicht über einen Stadtverkehr verfügen.
- Die Umsetzung von Schnellbuslinien zur Verlängerung des Taktes des schienengebundenen ÖPNV der Region in die Kommunen, die selbst nicht an den Strecken des SPNV liegen, um den Takt der Schiene in die Fläche zu verlängern, damit die Nord-Süd-Verbindungen zu stärken sowie die Ost-West-Tangenten zu erweitern.
- Den Aufbau eines auf zivilgesellschaftlicher Organisation basierenden, flächendeckenden Car-Sharing-Angebots, um dem Bedürfnis nach individueller Mobilität und damit größerer Flexibilität gerecht zu werden.
- Die Errichtung von kommunalen Mobilitätshubs als zentrale Zu- und Umstiegspunkte verschiedener Mobilitätsangebote.
- Die Zusammenfassung sämtlicher Mobilitätsdienste in einer zentralen Endanwendung, mit der dann alle Schritte von der Information über die Buchung bis zur Bezahlung abgebildet sowie alle Akteure, die Mobilitätsleistungen in der Region letztendlich anbieten, diskriminierungsfrei integriert werden können.

Die entwickelten Angebotsbausteine wurden hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Nachhaltigkeit mittels Expertenbefragungen bewertet. Dabei kristallisierte sich insbesondere im Bereich der ökonomischen Nachhaltigkeit eine Verschlechterung durch den Aufbau der Ergänzungsangebote heraus. Die ökonomische Nachhaltigkeit wurde daher für einzelne Konzeptbausteine gesondert quantitativ bewertet. Im Bereich der Geschäftsmodellentwicklung wurden verschiedene zivilgesellschaftliche Organisationsformen analysiert und mittels multikriterieller Bewertung vergleichend gegenübergestellt.

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

Teil II – Ausführlicher Bericht

**WIR!-Projekt: „Smarte Mobilitätsketten im ländlichen Raum“ (FKZ
03WIR1204)**

Laufzeit: 01/2020 – 06/2022

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



1 Durchgeführte Arbeiten

Arbeitspaket 1: Nachfrageanalyse und -prognose

Das Arbeitspaket 1 beschäftigte sich mit der Nachfrageanalyse und dem aktuellen Nutzerverhalten im Mobilitätsraum. Darüber hinaus sollten potenzielle Veränderungen bei der Nachfrage und der Nutzung erhoben werden.

Um die aktuelle Nutzung öffentlicher Mobilitätsleistungen, die potenzielle Nachfrage und die Barrieren im gewählten Mobilitätsraum zu erheben, wurde ein zweistufiger Plan erarbeitet: In der ersten Stufe wurde die Thematik mithilfe einer Problemfeldanalyse erschlossen. Diese bestand aus umfassenden Recherchen aktueller Literatur zum Thema Nutzung und Evaluierung öffentlicher Verkehrsmittel im ländlichen Raum. Ergänzend wurden Studien zu alternativen Ergänzungen des ÖPNV-Angebots (z. B. durch autonome Shuttles) sowie Erkenntnisse zum Thema Verkehrsmittelwahl, Ergebnisse bereits abgeschlossener Studien und Projekte an der TU Chemnitz sowie vergleichbarer Projekte berücksichtigt. Daneben wurden die assoziierten Projektpartner (Erzgebirgsbahn und Regionalverkehr Erzgebirge) bezüglich eigener Auswertungen und Umfragen in die Problemfeldanalyse einbezogen. Die gesammelten Ergebnisse wurden strukturiert und vergleichend analysiert, um eine Grundlage für die Planung der eigenen Erhebungen im Rahmen der zweiten Stufe zu schaffen. Auf dieser kamen eine breit angelegte Online-Erhebung¹ sowie Vor-Ort-Befragungen² an verteilten Orten im Mobilitätsraum zum Einsatz. Die Vor-Ort-Interviews wurden durchgeführt, um die Online-Stichprobe um die Personen zu ergänzen, die mit der Online-Befragung aus Gründen des Formates nicht erreicht werden konnten. Das Ziel der daran anknüpfenden Fokusgruppen war es, die Erkenntnisse aus den Umfragen und die allgemeinen Angaben der Teilnehmenden in der Diskussion mit Experten und Expertinnen zu vertiefen sowie mit Personen, die ÖPNV-Leistungen nutzen oder nicht nutzen, zu diskutieren. Abschließend wurden die Ergebnisse im Rahmen eines öffentlichen Ergebnisworkshops mit den Projektbeteiligten und weiteren Experten und Expertinnen diskutiert und mit den Projektzielen in Zusammenhang gebracht. Dabei stand vor allem die Ableitung von Implikationen für die nachfolgenden Arbeitspakete im Vordergrund.

Die Ergebnisse der eigenen Erhebungen zeigten, dass die wichtigsten Gründe für Mobilität zunächst in Arbeits- und Freizeitreisen (Einkaufen, Verwandte/Freunde besuchen, Sport/Verein) bestehen. Bei den Nutzergruppen wurde zwischen Nutzenden und Nicht-Nutzenden differenziert. Die ÖPNV-Angebote im Mobilitätsraum werden von allen Altersgruppen genutzt und es besteht keine Geschlechterpräferenz. Insgesamt ist der Anteil gegenüber der PKW-Nutzung aber gering. Arbeitsfahrten finden eher unter der Woche, zwischen größeren Städten und zwischen 5 und 18 Uhr statt. Freizeidfahrten finden eher am Wochenende, zu regional breit verstreuten Destinationen und zwischen 9 und 22 Uhr statt. In Bezug auf die Nachfrageprognose kann festgehalten werden, dass in Anbetracht der im ländlichen Raum noch geringen Zahl der ÖPNV-Nutzenden und der Tatsache, dass die derzeit zur Verfügung stehenden digitalen Angebote bereits intensiv genutzt werden (v. a. zur Information), durchaus ein großes Potenzial für den Aufbau smarter Mobilitätsangebote gesehen wird.

Die im Rahmen der Erhebungen identifizierten Barrieren betreffen vor allem das räumliche und

¹ Der Online-Fragebogen war vom 18.05.2020 bis zum 13.08.2020 erreichbar. Insgesamt starteten 793 Personen den Fragebogen. Davon beendeten 277 Personen die Umfrage und lieferten damit einen vollständigen Datensatz. In die Auswertungen wurden nur die vollständig ausgefüllten Datensätze einbezogen.

² Insgesamt konnten 166 Personen gewonnen werden, die auf die Interviewfragen vollständig antworteten.

zeitliche Angebot sowie fehlende präzise sowie aktuelle Informationen über das Angebot (z. B. zu aktuellen Verspätungen und Ausfällen). Weiterhin spielen persönliche Einstellungen und Gewohnheiten eine wichtige Rolle. Für Personen, die bereits den ÖPNV nutzen, stellen auch Einschränkungen im Komfort ein Hindernis dar. Insgesamt betrachtet stehen ÖPNV-Angebote in der Konkurrenz zu alternativen Optionen bei der Verkehrsmittelwahl und sind aktuell vor allem gegenüber dem PKW wenig(er) attraktiv.

Die in den Erhebungen zusammengetragenen Lösungsansätze, welche im Zuge von Arbeitspaket 4 wieder aufgegriffen wurden, lassen sich den genannten Barrieren zuordnen und betreffen u. a. die Ausweitung des Angebotes sowie die Bereitstellung von umfangreichen Informationen.

Arbeitspaket 2: Angebotsanalyse und -prognose

Im Rahmen des zweiten Arbeitspakets waren die bestehenden Angebote innerhalb des Mobilitätsraums zu erfassen und zu bewerten, Mobilitätslücken sollten identifiziert sowie bestehende Angebote und Konzepte aus anderen (ländlichen) Mobilitätsräumen identifiziert und hinsichtlich Adaptionspotenzial beurteilt werden.

Zum Erfassen des Status Quo der Angebote und Angebotslücken in der Region Chemnitz-Erzgebirge wurde zunächst der zu untersuchende Mobilitätsraum abgegrenzt.

Eingrenzung des zu untersuchenden Mobilitätsraums

Innerhalb des Projektkonsortiums wurde im Rahmen eines gemeinsamen Workshops ein gemeinsames Begriffsverständnis für „Mobilitätsraum“ erarbeitet, wonach der „Mobilitätsraum“ als der Raum zwischen zwei Achsen (Bahn-/ Hauptverkehrsstrecken) definiert wird, welche in ein Oberzentrum – hier: Chemnitz – führen. Als mögliche Achsen bzw. Speichen wurden die Bahnstrecken Aue – Chemnitz, Annaberg-Buchholz – Chemnitz sowie Marienberg/ Pockau-Lengefeld – Chemnitz aufgeführt. Daneben wurde erörtert, aus welchen Elementen bzw. Bestandteilen sich ein Mobilitätsraum zusammensetzt sowie welche Kriterien zur Festlegung eines Mobilitätsraumes zugrunde gelegt werden sollten.

Der westliche Raum entlang der Achse Aue – Chemnitz wurde zunächst aus der Analyse ausgegrenzt. Als Bestandteil des Chemnitzer Modells und der Anbindung des Erzgebirgskreises an das Oberzentrum Chemnitz, befand sich die entsprechende Bahnstrecke fast während der gesamten Projektlaufzeit im Umbau. Damit waren für die Prognose relevante Zustandsanalysen nicht möglich. Darüber hinaus fanden sich in der Nähe der Achse zwei Mobilitätsprojekte, die ähnlichen Überlegungen nachgehen, wie im vorliegenden Projekt (Smart City Zwönitz und Stollberg macht mobil). Mit beiden Projekten erfolgte während der Bearbeitungszeit ein intensiver Austausch zu potenziellen Ansätzen sowie Umsetzungswegen. Eine gesonderte Betrachtung im Rahmen des vorliegenden Projekts hätte jedoch zu Redundanzen und Doppelarbeit geführt.

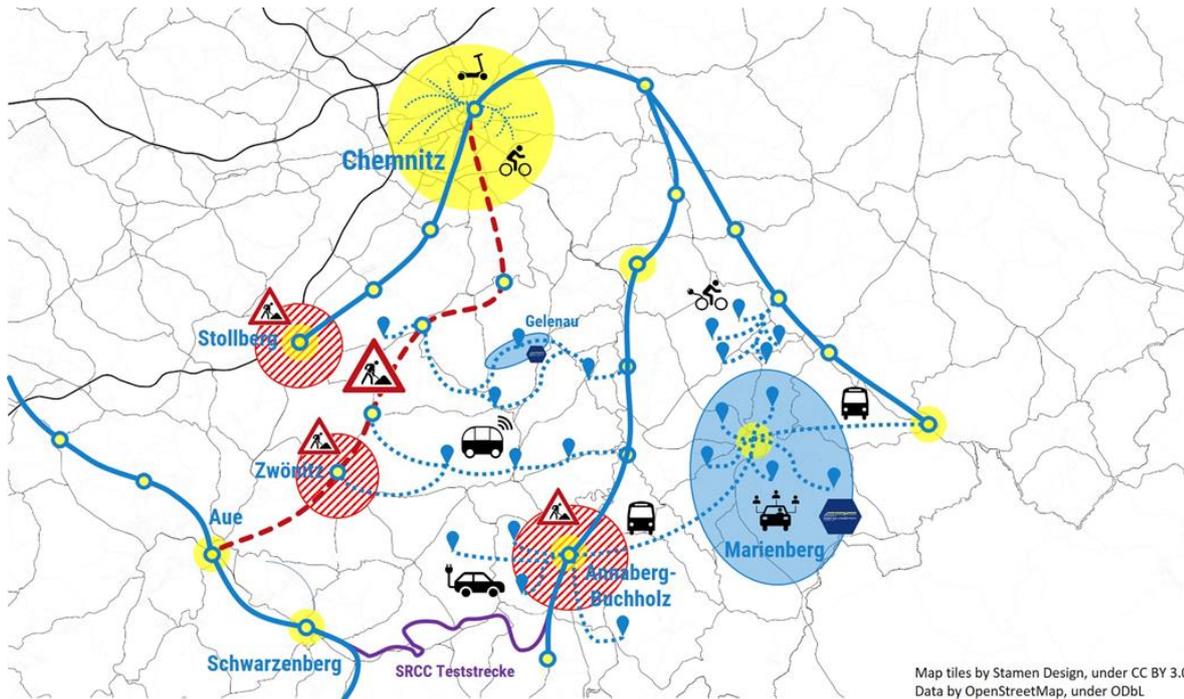


Abbildung 1: Eigene Darstellung - Zu untersuchende Mobilitätsräume und Ausgrenzungen

Der Fokus des regionalen Mobilitätsraums wurde daher auf die anderen beiden Achsen gelegt. Darauf aufbauend wurden innerhalb des Mobilitätsraums zwei Kernbereiche definiert, die sowohl im Rahmen der Bestands- bzw. Ausgangsanalyse als auch der Konzeptentwicklung einer detaillierten Betrachtung unterzogen wurden. Im Projektkonsortium wurde dazu eine sogenannte Mikro- und Makroebene definiert, wobei die Begriffsfindung sich an der Größe und der Granularität der jeweiligen Untersuchung orientiert. Auf der sog. Mikroebene sollte speziell die innerörtliche Erschließung (Feinerschließung) analysiert werden. Diese spielt im Erzgebirgskreis u. a. eine wichtige Rolle, da viele Gemeinden entlang von Tälern angesiedelt und somit von einer recht langgezogenen Ortsform (sog. Waldhufendorf) geprägt sind. Die Gemeinde Gelsenau kristallisierte sich als ein typisches Beispiel hierfür heraus. Gelsenau weist eine West-Ost-Ausdehnung von ca. sieben Kilometern und einen rund 200 Meter großen, für die Mittelgebirgsregion typischen, innerörtlichen Höhenunterschied auf. Die Gemeinde verfügt über ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber den meisten anderen Gemeinden des Landkreises: im Ort wird vom regionalen Verkehrsunternehmen (RVE) eine eigene Linie betrieben, die der innerörtlichen Feinerschließung dient. Die Kosten für diese Linie trägt fast ausschließlich die Kommune.

Neben den typischen, langgezogenen Orten sind die Kommunen im Erzgebirgskreis durch zahlreiche Eingemeindungen geprägt, was vermehrt zu sog. Flächengemeinden führt. Eine dieser Flächengemeinden ist bspw. die große Kreisstadt Marienberg, welche als weitere Betrachtungsebene (sog. Makroebene) analysiert wurde. Hier wurde der Fokus vor allem auf der Anbindung an die umliegenden Mittelzentren wie auch der Umlandkommunen und Ortsteile gelegt. Diese Stadt ist besonders von Interesse, da sie an einer derzeit stillgelegten Bahnstrecke liegt, die prinzipiell für den SPNV reaktivierbar wäre. Diese Bahnstrecke verbindet Marienberg und Pockau-Lengefeld (und im weiteren Verlauf auch das Oberzentrum Chemnitz).³

³ Vgl. VCI (2019): SPNV-Erschließung des Mittelzentrums Marienberg - Präsentation der Ergebnisse.

Analyse der Angebotsseite

Im Fokus des Arbeitspakets 2 stand eine Analyse des aktuellen ÖPNV-Angebots im Mobilitätsraum. Basierend auf der Analyse von Fahr- und Netzplänen im zu untersuchenden Erzgebirgskreis, speziell in der Mikro- und Makroebene, und auf den Ergebnissen eines Experteninterviews aufbauend wurde ein eingeschränktes ÖPNV-Angebot insbesondere an den Tagesrandzeiten, den Wochenenden und auch in den Ferien festgestellt. Dies bezieht sich u. a. auf fehlende Relationen, eingeschränkte Bedienzeiten und -häufigkeiten (insb. für Arbeitspendler), die zu geringe Taktung und nur selten homogene Takte sowie auf die geringe Abstimmung zwischen SPNV- und ÖSPV-Linien. Im Rahmen der ÖPNV-Analyse sowie der Untersuchung der Umstiegspunkte und des Harmonisierungsgrades zeichnete sich ab, dass diese Einschränkungen insbesondere durch die zahlreichen nicht vertakteten Ergänzungsnetz-Linien zustande kommen. Bei diesen Linien ergeben sich vergleichsweise lange und damit nutzerunfreundliche Umstiegszeiten.

Diese Barrieren sind darauf zurückzuführen, dass das derzeitige ÖPNV-Angebot aus finanziellen Gründen auf ein notwendiges Minimum reduziert ist, da der ÖPNV eine freiwillige Aufgabe des Landkreises darstellt. Der zu gewährleistende Schülerverkehr hat einen enormen Einfluss auf das ÖPNV-Angebot. Aus den Experteninterviews mit Vertretern des Landkreises und der Verkehrsunternehmen ging deutlich hervor, dass sich diese Fokussierung in der Planung von Buslinien und Fahrplänen, somit auch bei der Abstimmung von ÖSPV- und SPNV-Linien und in der Wahl der Fahrzeuggröße niederschlägt.

Mit Blick auf die Analyse der Angebote im Bereich der Mischformen des Öffentlichen Verkehrs (ÖV) und des Individualverkehrs (IV) (z. B. ein Fahrrad- oder Mietwagenverleih) wurde deutlich, dass eine Verbreitung im Erzgebirgskreis an der überwiegend wirtschaftlichen Ausrichtung bestehender Anbieter sowie geringeren potenziellen Nutzerzahl bisher scheitert. Diesbezüglich zeigten die Untersuchungen in anderen ländlichen Räumen, dass dauerhaft etablierte Angebote durch nicht-erwerbswirtschaftliche Anbieter organisiert (wie z. B. die Carsharing-Vereine im Landkreis Ebersberg⁴) werden. Die entsprechenden Erfahrungen und Erkenntnisse aus diesen Räumen sollten auch für den vorliegenden Mobilitätsraum übertragen werden.

Bei der Analyse von Anbietern moderner Mobilitätsleistungen im städtischen Raum (wie z. B. E-Scooter) und deren Geschäftsmodelle stellte sich heraus, dass eine Adaptierbarkeit auf Erzgebirgsraum nur schwierig oder gar nicht möglich ist. Neben der mangelnden Wirtschaftlichkeit für gewerbliche Anbieter sind die vorzufindenden topologischen Gegebenheiten (insb. Mittelgebirgslage), die Witterungsbedingungen (Schnee) und die Straßeninfrastruktur (Kopfsteinpflaster innerorts und häufig fehlende Radwege außerorts) als größte Barrieren zu benennen.

Darüber hinaus wurden durch eigene Erhebungen Defizite in der Servicekette identifiziert, welche als fehlende Informationsbereitstellung und Lücken im Serviceumfang zusammengefasst werden können. Bei der unvollständigen, nicht zentralen, einfachen und verständlichen Bereitstellung von Informationen ist anzunehmen, dass dies auf eine fehlende Abstimmung der Akteure und der fehlenden Verknüpfung vorhandener Daten zurückzuführen ist. Hinzu kommt eine unzureichende Orientierung am Endkunden, vor allem an älteren Nutzergruppen sowie Erst- bzw. Gelegenheitsnutzern, und deren Bedarfe, was zum Teil die Ergebnisse des Experteninterviews und die Recherchen zum derzeitigen ÖPNV-Angebot bestätigen.

Die Lücken im Serviceumfang beziehen sich auf sämtliche Stufen einer Servicekette. Beim Informieren und Planen konnten Barrieren bezüglich des Zugangs zum Fahrplan identifiziert werden. Insbesondere für die ältere Bevölkerung kann sich der Zugang zu aktuellen Fahrplänen ohne

⁴ Vgl. Carsharing Trägerverein EBE e.V. (Hrsg.): Carsharing im Landkreis Ebersberg; Vatterstettener Auto-Teiler e.V. (Hrsg.): 31 Fragen und Antworten zum VAT e.V.

Nutzung des Internets schwierig gestalten, was die Ergebnisse aus den Experteninterviews bestätigen. Bei der Bezahlung liegen Einschränkungen beim Ticketerwerb in Bezug auf die Bezahlweise, das Ticketsortiment, die Anlaufstellen zum Ticketerwerb sowie den Zeitpunkt des Kaufes vor.

Arbeitspaket 3: Technologieanalyse und -prognose

Das dritte Arbeitspaket des Projektes beschäftigte sich mit der technologischen Analyse und Prognose (smarter) Mobilitätsketten.

Um die Technologien der Ebenen smarter Mobilitätsketten hinsichtlich eines Standes der Technik analysieren und zukünftige Veränderungen prognostizieren zu können, wurden die Arbeiten in einen Analyse- und Prognoseteil gegliedert. Es erfolgte zunächst eine Aufbereitung von zukunftsfähigen intelligenten Mobilitätskonzepten. Anschließend wurden die technologischen Gegebenheiten im Hinblick auf Wegeketten, Serviceketten und relevanter Standardisierungsaktivitäten mithilfe verschiedener Expertengespräche und Recherchen untersucht. Bei den Wegeketten wurden neben den Mobilitätsformen des (nicht-)motorisierten IV sowie des ÖPNV insbesondere autonome Zubringer, wie z. B. Robo-Vans und Robo-Taxis, fokussiert betrachtet. Im Bereich der Serviceketten lag der Fokus vor allem auf der Endnutzersicht, auf das Mobilitätsangebot und dessen Dynamik bzw. Komfort im Softwarebereich. Allerdings wurde hierbei nicht nur auf die für den Endnutzer sichtbare Servicekette eingegangen, sondern auch auf die technischen Abläufe auf der Anbieterseite, die im Hintergrund ablaufen. So spielen bereits heute verschiedene Softwarelösungen zur Umsetzung des Angebots bei den Verkehrsbetrieben und -verbänden eine wichtige Rolle, deren Nutzungsgrad im Mobilitätsraum untersucht wurde. Weiterhin wurden als wesentlicher Bestandteil für funktionierende Serviceketten existierende Mobilitäts-Apps analysiert. Aus den Erkenntnissen wurden systemische und technische Anforderungen an ein smartes Mobilitätskonzept abgeleitet, Technologiebarrieren herausgearbeitet und abschließend eine technologische Prognose für Wege- und Serviceketten erstellt.

Das methodische Vorgehen für die Erarbeitung eines technologieorientierten Überblicks beinhaltete folgende Aspekte: Zum Erfassen des Standes der Technik und zum Aufstellen einer Prognose wurde eine Online-Umfrage erstellt. Damit wurden Verkehrsbetriebe sowohl zu unternehmerischen Eckdaten und eingesetzten Technologien als auch zu Meinungen und Anregungen hinsichtlich Mobilitätsangeboten und zukünftigen Entwicklungen befragt. Der Umfragekreis erstreckte sich insbesondere auf regionale Mobilitätsanbieter im Gebiet des Verkehrsverbunds Mittelsachsen (VMS), um somit Informationen mit regionalem Bezug zu erhalten. Die Umfrage umfasste vier Themenbereiche mit insgesamt 28 Fragen, die sowohl offen als auch geschlossen gestellt wurden. Es wurden insgesamt sechs vollständige Datensätze erhoben. Daneben lagen 12 weitere, unvollständige Datensätze vor. Diese wurden in die Auswertung einbezogen, sofern sie verwertbar waren.

Des Weiteren wurde zur Ermittlung und anschließenden Bewertung einer technologieorientierten Übersicht aktueller Mobilitätskonzepte und deren Schnittstellen (bspw. Informations- oder Buchungssystemen) eine Literatur- und Marktrecherche durchgeführt. Für die Suche wurden u. a. verwendet: Suchmaschine Google, Google Scholar, Bibliothekskatalog TUC, Karlsruher Virtueller Katalog und Android-App-Store. Die Suchbegriffe waren unter anderem: "Mobilität", "ländlich", "ÖPNV", "App", "Strukturwandel", "Shuttles", "autonom", "nachhaltig", "Tickets", "Fahrplanauskunft".

Zusätzlich wurden sowohl mit verschiedenen Experten aus dem assoziierten Projektkonsortium (RVE, EGB) als auch mit verschiedenen Verkehrsbetrieben bzw. -verbänden (CVAG, VVO, LVB, VAG) Experteninterviews durchgeführt, um die Ergebnisse der Umfrage und Literaturrecherche

besser einordnen zu können und eine Relation zum Mobilitätsbereich des Projekts herleiten zu können.

Insgesamt ist mit Blick über alle identifizierten Barrieren zu erkennen, dass diese jeweils kaum auf die Technologie an sich zurückzuführen sind. Vielmehr stellen hinsichtlich bereits verfügbarer Technologien die Implementierung, Finanzierung und Akzeptanz der Bevölkerung die eigentlichen Barrieren dar.

Zusammenfassung der grundlagenschaffenden Arbeitspakete 1, 2 und 3

Die grundlegenden Arbeitspakete waren weitestgehend bereits im Jahr 2020 abgeschlossen. Mit der Erstellung eines Meilensteinberichts und der Veröffentlichung „Smarte Mobilitätsketten als Zukunftsbild für den ländlichen Raum“⁵ im Rahmen der 26. interdisziplinären wissenschaftlichen Konferenz Mittweida wurden die Barrieren, welche in den Wege- und Serviceketten sowie auf einer übergeordneten Ebene zu finden sind, ursachenbezogen systematisiert (siehe Abbildung 2) und damit die genannten Arbeitspakete abgerundet.

Übersicht: Barrieren

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Barrieren in den Wegeketten ○ Barrieren in den Serviceketten ▪ übergeordnete/-greifende Barrieren 		
akteursintern	ressourcen-/prozessbezogen	finanziell <ul style="list-style-type: none"> • Ausrichtung auf Schülerbeförderung, eingeschränktes ÖPNV-Angebot insb. an Tagesrandzeiten, Wochenenden, Ferien: z.B. fehlende Bedienung von Haltestellen, zu geringer u. ungleichmäßiger Takt • Finanzielle Hürden für technologische Neuschaffungen 	materiell <ul style="list-style-type: none"> ○ Fahrzeuge: z.B. eingeschränkte Mitnahme (von Fahrrädern), Barrierefreiheit, fehlende Ausstattung für Echtzeitinformationen ○ Haltestellen: z.B. fehlende digitale Anzeigen, Fahrkartenaufnahme, Unterstell-/Sitzmöglichkeit, Barrierefreiheit 	organisational/personell <ul style="list-style-type: none"> ○ unzureichende Informationsbereitstellung: <ul style="list-style-type: none"> – schwer verständlich (Usability) – wenig zielgruppenorientiert (inkl. Erreichen der Nicht-Nutzer) – unvollständig (z.B. bei Umstiegen, Ticketwerb, für Servicepunkte) ○ Lücken im Serviceumfang: z.B. Zugang zum Fahrplan, eingeschränkter Ticketwerb
	outputbezogen	erfolgswirtschaftlich <ul style="list-style-type: none"> • Unwirtschaftlichkeit des ÖPNV (Daseinsvorsorge): s. finanzielle Barrieren (Ausrichtung auf Schülerbeförderung, etc.) ○ Unwirtschaftlichkeit für gewerbliche Anbieter: keine alternativen Bedienformen ÖV/IV (wg. zu geringer Nachfrage) 		
akteursextern/übergreifend	global	rechtlich-politisch <ul style="list-style-type: none"> • „historisch gewachsenes“ u. kaum an veränderte Bedarfskenngößen angepasstes Liniennetz • Keine Genehmigung „paralleler“ Angebote (Bus/Zug) 	gesellschaftlich <ul style="list-style-type: none"> • Gesellschaftliche Einstellung zum IV/eigenen PKW • Image des ÖPNV • Persönlicher Komfort: <ul style="list-style-type: none"> – erste/letzte Meile u. Übergangsstrecken – deutlich längere Reisezeit des ÖPNV ggü. IV – Flexibilität u. Anzahl der Umstiege • Persönliche Wirtschaftlichkeit: Preis für ÖPNV-Leistungen • Akzeptanz der neuen Technologie in der Bevölkerung (z.B. moderne Bezahlsysteme, Shuttle) 	technologisch <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fehlende flächendeckende Internetkonnektivität mit hohen Übertragungsraten • Verfügbarkeit autonomer Shuttles bzw. anderer neuer Beförderungsmittel • Straßenlayout (z.B. Topologie, Kurvenradien) u. Straßenbeschaffenheit (z.B. Material, Zustand) ○ unvollständige Informationsbereitstellung: kaum Online-Auskunft über P+R o. ä. Parkmöglichkeiten ○ keine einheitliche u. einfache Technologie beim Ticketing
		Markt/Wettbewerbssituation/Kooperationsbeziehungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ rechtliche u. wirtschaftliche Eigeninteressen beteiligter Stakeholder führen zu opportunistischem Verhalten beim Aufbau u. der Sichtbarkeit von Mobilitätsangeboten ▪ fehlende Abstimmung der Akteure 		
	anbieter-spezifisch			

Abbildung 2: Übersicht der identifizierten Barrieren

Der Großteil der identifizierten Barrieren lässt sich u. a. auf eine begrenzte, finanzielle Ausstattung sowie damit in Verbindung stehenden erfolgswirtschaftlichen Ursachen, den technologischen Voraussetzungen (insb. die Aktualität der derzeit eingesetzten Technologien) und der Wettbewerbssituation bzw. den unzureichenden Kooperationsbeziehungen zwischen den Anbietern zurückführen. Die Überwindung dieser Barrieren ist notwendig, um das öffentlichen Mobilitätssystem wesentlich zu verbessern und eine attraktive Alternative zum eigenen (Zweit-)PKW zu schaffen, und kann prinzipiell als bewältigbar eingestuft werden.

Insgesamt konnte damit der **erste Meilenstein** erreicht werden. So konnten entsprechende Nutzerzahlen des ÖPNV abgeleitet werden. Weiterhin wurden für den weiteren Projektverlauf Schwerpunktstrecken identifiziert, die im Zuge der Arbeitspakete 4 und 5 für alternative Ausgestaltungsformen näher beleuchtet werden (siehe Festlegung der Mikro- und Makroebene). Auch

⁵ Vgl. Rehme, M.; Wehner, U.; Döring, J.; Rother, S.: Smarte Mobilitätsketten als Zukunftsbild für den ländlichen Raum, in: Hochschule Mittweida (Hrsg.): Wissenschaftliche Berichte Nr. 002/2021, Ökologische Transformation in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft? Tagungsband zur 16. Interdisziplinären Wissenschaftlichen Konferenz Mittweida, ISSN 1437-7624, S. 170-174.

wurde der Entwicklungsstand des Einsatzes von autonomen Shuttles so weit beleuchtet, dass im Zuge des AP 4 eine Machbarkeitsstudie für die ausgewählten Schwerpunktstrecken durchgeführt werden kann.

Arbeitspaket 4: Entwicklung von Wege- und Serviceketten

Das Arbeitspaket 4 fokussierte die Entwicklung von Bausteinen für ein smartes Mobilitätskonzept im ländlichen Raum des Erzgebirgskreises. Aufbauend auf den im Arbeitspaket 1 identifizierten Mobilitätsbedarfen der relevanten Nutzergruppen sowie den in Arbeitspaket 2 analysierten Mobilitätsangeboten waren Umsetzungsvarianten für integrierte Wegeketten im untersuchten Verkehrsraum abzuleiten und abzugrenzen. Unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten aus Arbeitspaket 3 war darüber hinaus die Integration von informationstechnischen Lösungen insbesondere für die Planung, Buchung und Bezahlung, aber auch für die Kommunikation zwischen verschiedenen Stakeholdern einer Mobilitätsleistung zu konzipieren. Daneben waren die notwendigen Bestandteile einer Servicekette für intermodales Reisen im ländlichen Raum abzuleiten und anforderungsseitig zu charakterisieren.

Für das zu entwickelnde Mobilitätskonzept wurden auf Basis von Workshops und Expertengesprächen zunächst mehrere sukzessive Ausbaustufen definiert, welche verschiedene Schwerpunktsetzungen umfassen (siehe Abbildung 3).

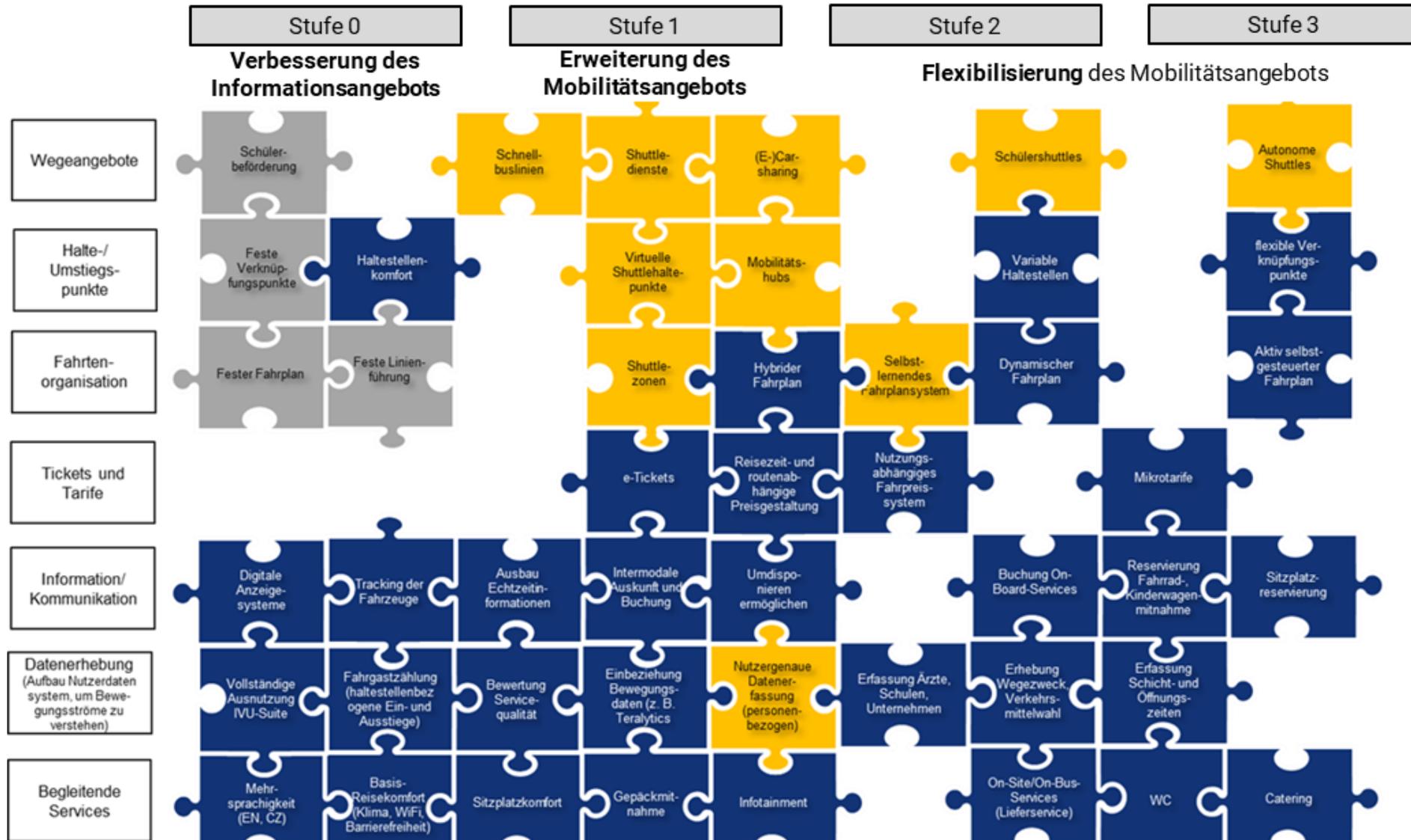


Abbildung 3: Stufenkonzept

Dabei setzt die Stufe 0 bei dem bereits heute vorhandenen ÖPNV-Angebot an und betrachtet dieses als gegeben sowie kurzfristig nicht veränderlich. Bezugnehmend auf die identifizierte Barriere der unvollständigen und unzureichenden Informationsbereitstellung liegt der Schwerpunkt dieser Stufe auf der Verbesserung des Informationsangebots (u. a. mit Echtzeitdaten zu Fahrzeugen und Abfahrtszeiten). Aus Sicht des Projektkonsortiums lassen sich damit bereits relativ schnell Erfolge und Verbesserungen im ÖPNV erreichen, wobei sich der dazu notwendige finanzielle Aufwand in Grenzen hält (sog. „Quick-Wins“).

In den darauffolgenden Stufen sollen dann zunächst die Erweiterung bzw. später die zeitliche und räumliche Flexibilisierung des Mobilitätsangebots fokussiert werden.⁶ Dieser Stufenaufbau wurde mit Entscheidungsträgern des ÖPNV im Erzgebirgskreis abgestimmt und anschließend weiter mit inhaltlichen Maßnahmen untersetzt: Je Stufe werden mehrere Konzeptbausteine (dargestellt über die Puzzleteile in Abbildung 3) als Lösungsansatz zur Überwindung der identifizierten Barrieren kombiniert.

Die einzelnen Bausteine sind wiederum verschiedenen Kategorien zugeordnet, welche zum einen die Bereiche der Wegekette (z. B. das Wegeangebot) und der Servicekette (z. B. die Information und Kommunikation) abdecken und welche sich zum anderen in Rahmen von Expertengesprächen, dem Austausch mit anderen Mobilitätsprojekten (z. B. mit den Shuttle-Projekten Flexa und Absolut der Leipziger Verkehrsbetriebe am 29.04.21) und der Sichtung vorhandener Konzepte als wesentlich herauskristallisiert haben.⁷

Die in der obigen Abbildung gelb dargestellten Bausteine wurden für das zu entwickelnde Mobilitätskonzept im vorliegenden Projekt detailliert betrachtet. So lässt sich aus der Abbildung ableiten, dass die Stufe 1 und damit die Erweiterung des Mobilitätsangebots einen Schwerpunkt der Projektarbeit bildete. In dieser Stufe wurden auf Ebene des Wegeangebots die Bausteine Schnellbuslinien, Shuttledienste und -zonen sowie (E-)Carsharing untersucht. Als Halte- bzw. Umstiegspunkte sollen in dieser Ausbaustufe neben den bisher etablierten Haltestellen virtuelle Haltepunkte und Mobilitätshubs aufgebaut werden.

Mit Blick auf die Flexibilisierung sowie Automatisierung der Mobilitätsangebote hinsichtlich Raum und Zeit in Stufe 2 und 3 wurden zum einen z. B. auf Grundlage erhobener Nutzerdaten Fahrpläne optimiert und dynamisiert. Zum anderen werden als potenzielle Bausteine im Rahmen der Wegeketten bemannte Schülershuttles (Stufe 2) sowie autonome Shuttles (Stufe 3) konkreter betrachtet. Sie sind als eine Art Ausblick auf eine weitere Evolution eines smarten Mobilitätskonzepts im ländlichen Raum zu verstehen. Die Auswahl dieser beiden Bausteine erfolgte vor dem Hintergrund zweier zentraler Problemzonen des heutigen ÖPNV-Angebots: die Auslegung des Systems und der Fahrzeuge nach der morgens mit der Schülerbeförderung anfallenden „Lastspitze“ sowie der vergleichsweise große Anteil der Personalkosten und der zu erwartende Engpass im Bereich der Fahrzeugführer.

Die Abbildung des Stufenkonzepts lässt bewusst an mehreren Stellen Lücken zwischen den einzelnen Puzzleteilen. Damit soll verdeutlicht werden, dass die adressierten Konzeptbausteine keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. In Abhängigkeit von den im Mobilitätsraum vorhandenen Gegebenheiten und Barrieren sowie zukünftigen Entwicklungen und Trends im Mobilitätssektor kann es zur Ergänzung aber auch zum Wegfall von Bausteinen kommen.

⁶ Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.) (2009): S. 25f.

⁷ Vgl. z. B. Schroth et al. (2021): S. 96 ff., VDV e. V. (2020): S. 1ff., Gross-Fengels (2020): S. 81ff., Brost et al. (2019): S. 11ff.

Serviceketten – Anforderungen an eine Mobilitätsplattform

Im Teil 1 des Arbeitspakets sollten insbesondere Ansätze zur Überwindung von Barrieren einer bisher unzureichenden Informationsbereitstellung sowie der mangelhaften Usability bisheriger IuK-Systeme erarbeitet werden. So wurde im Zuge der Entwicklung von Serviceketten ein modulares, interoperables und plattformbasiertes IuK-System (als Referenzarchitektur) mit definierten Funktionsumfängen und Schnittstellen konzipiert. Damit soll ermöglicht werden, dass alle Mobilitätsanbieter in die Leistungen einer Servicekette diskriminierungsfrei integriert und für den Endkunden sämtliche Stufen (Informieren, Planen, Buchen und Bezahlen) der Servicekette abgebildet werden.

Hierfür wurde innerhalb des Konsortiums zunächst ein gemeinsamer Servicekettenbegriff erarbeitet, der zwischen drei Sichtweiten differenziert: In der engen Sicht werden lediglich die aktuell im Mobilitätsraum angebotenen Services in die Betrachtung einbezogen. In der mittleren Sicht kommen ergänzend bereits existierende Services hinzu, die jedoch im Mobilitätsraum noch nicht umgesetzt sind (z. B. Basis-Reisekomfort-Leistungen, wie WiFi und Klimatisierung). In der weiten Sicht werden schließlich auch Serviceleistungen berücksichtigt, die bisher im ÖPNV-Bereich noch nicht angeboten werden (z. B. Lieferservices an die Haltestelle oder in den Bus). Die dabei zusammengetragenen Serviceleistungen finden sich als entsprechende Puzzleteile im Stufenkonzept wieder, wurden im Rahmen des Projekts jedoch nicht näher ausgearbeitet.

Für die Konzeption des modularen, interoperablen und plattformbasierten IuK-Systems wurde zunächst auf die Notwendigkeit einer offenen Mobilitätsplattform (OMP) sowie die technischen Voraussetzungen, um eine OMP in der Art einer Broker-Plattform im ländlichen Raum zu realisieren, eingegangen. Nach einem kurzen Überblick über die vorhandene Referenzarchitektur des VDV, wurde diese mit den im Rahmen des Projekts konzipierten Intelli-Ride-Komponenten erweitert, um der in den vorherigen Arbeitspaketen aufgezeigten Situation im ländlichen Raum gerecht zu werden. Abschließend wurde ein potenzieller Weg zur Umsetzung einer solchen erweiterten OMP in einem Drei-Schritte-Plan aufgezeigt.

Mittels der vorgestellten OMP im Intelli-Ride-Konzept sowie der technischen Umsetzung mittels weiterer Projekte und einer Rückkopplungsschleife, ergibt sich im Gesamtkonzept der Servicekette für den Endnutzer des ÖPNV eine Erleichterung in der Nutzung des existierenden Angebots. Weiterhin kann mittels der genaueren Erfassung der Ist-Daten durch individuelle Wegstreckenerfassung aber auch durch bessere Vorhersagen mithilfe selbst-lernender Fahrplansysteme, die Angebotsseite besser auf die geringere Nachfragedichte angepasst werden. Insgesamt wird so mittels technischer Umsetzung einer OMP und ihrer Teilkomponenten eine Unterstützung geschaffen, um Angebot und Nachfrage in einer ländlichen Region anzunähern, also das Angebot besser auf den Bedarf abzustimmen.

Wegeketten - Konzeption dezentraler, alternativer Mobilitätsangebote

Zum Einstieg in die Konzeption eines dezentralen und alternativen Mobilitätsangebots wurde auf die Ergebnisse der Bestandsaufnahme (v. a. Ergebnisse der AP 1 und 2) zurückgegriffen. Ausgehend von den lokalen Gegebenheiten (z. B. Lage von Schulen, Gewerbegebieten) wurden mehrere der zuvor identifizierten Konzeptbausteine der Stufe 1 miteinander kombiniert, um das bereits vorhandene ÖPNV-Angebot zu ergänzen. Dazu wurden Expertengespräche mit unterschiedlichen Stakeholdern der Region geführt und die Erkenntnisse bereits abgeschlossener Mobilitätsprojekte anderer ländlicher Regionen berücksichtigt. Darüber hinaus flossen die Erfahrungen und Ausrichtungen der oben bereits genannten weiteren Mobilitätsprojekte aus der WIR!-Region in die Überlegungen ein („ERZMobil“ in Zwönitz, welches ein

On-Demand-System zur Anbindung der Ortsteile an den ÖPNV sowie die Innenstadt aufbaut, sowie „Shuttle im Quartier (ShiQ)“, welches On-Demand-Mobilität verknüpft mit sozialen Assistenzdienstleistungen angeboten hat).

Für die Konzeption dezentraler, alternativer Mobilitätsangebote auf der Mikroebene Gelenau wurde das bereits gut getaktete Angebot der Bahn- und PlusBus-Linien als kurzfristig nicht veränderliche Ausgangsbasis festgelegt. Um Kommunen, die keinen direkten Anschluss an die Bahn- und PlusBus-Linien besitzen, besser an den SPNV anzubinden, sollen als ein erster Konzeptbaustein zusätzliche Schnellbuslinien eingeführt werden, welche bspw. im Stundentakt verkehren und somit die Anbindung der Bahn in die Region „verlängern“ (in Abbildung 4 als hellblaue Linien exemplarisch eingezeichnet).

Zur innerörtlichen Erschließung bzw. zur Feinerschließung sollen Shuttledienste als On-Demand-Ridepooling innerhalb sogenannter Shuttlezonen dienen.⁸ Die Shuttlezonen sind beispielhaft in Abbildung 4 als magentafarbene Bedienflächen eingetragen. Das flexibel rufbare Shuttle orientiert sich stark am alltäglichen und tageszeitlich wechselnden Bedarf der Nutzer und ist individueller als der klassische ÖPNV, bündelt aber dennoch die Mobilitätsbedürfnisse bzw. Fahrtwünsche mehrerer Kunden (sog. Pooling). Trotz der Ausgestaltung als On-Demand-Angebot soll das rechtzeitige Erreichen von Anschlussverbindungen (z. B. Schnellbusse, Plus-Busse, SPNV) gewährleistet werden. Aus diesem Grund verkehren die Shuttles auf einer Kernroute mit einem Mindesttakt, um an die Schnellbuslinien bzw. Bahn anzutakten (sog. Sektorbetrieb).⁹ Sie weichen bei entsprechender Buchung jedoch von dieser Kernroute ab, um die Anschlussdichte sowie den bis zum Shuttle zurückzulegenden Fußweg für Fahrgäste zu minimieren und damit den Angebotskomfort zu erhöhen.

Die Planung, Buchung, Abwicklung und Bezahlung der benötigten Mobilitätsangebote soll für die komplette Reise über eine zentrale App (Plattform) erfolgen. Für weniger technikaffine oder körperlich beeinträchtigte Menschen könnte ergänzend (zumindest in der Anfangszeit der Angebotserweiterung) eine Telefon-Hotline geschaltet werden. Mit der App können der Fahrtwunsch eingegeben und die verschiedenen Fahrtmöglichkeiten, wie z. B. eine Fahrt mit dem Shuttle, angezeigt sowie gebucht werden. Die App gibt außerdem Auskunft über den Standort der nächstgelegenen (virtuellen) Haltestelle sowie über den Live-Standort des Shuttles. Hinsichtlich der Fahrzeuggröße erfolgt eine Orientierung an den bisher innerhalb der Mikroebene Gelenau zur innerörtlichen Erschließung eingesetzten (ca. 15 Sitzplätze) Kleinbusse.¹⁰

Innerhalb der jeweiligen Shuttlezone bedient das Shuttle sowohl reguläre als auch virtuelle Haltestellen.¹¹ Letztgenannte sind durch gut sichtbare Markierungen erkennbare Orte in einer Entfernung von maximal 600 Metern Luftlinie¹² zu jeder Haustür, an denen ausschließlich gebuchte Shuttles anhalten. Als virtuelle Haltepunkte können z. B. Straßen- bzw. Parkplatzbeleuchtungseinrichtungen dienen, die durch eine Plakette oder einen Aufkleber entsprechend gekennzeichnet sind. Während die festen Haltepunkte entlang der Kernroute immer bedient werden, kann an den virtuellen Haltestellen nur zugestiegen werden, wenn diese vorab bei der Buchung per App oder Telefon angegeben wurden.

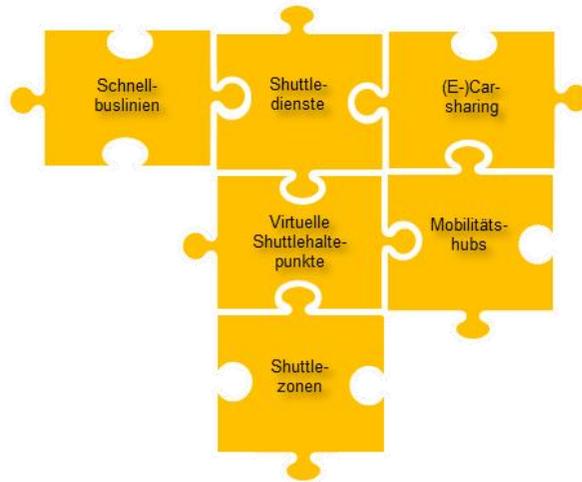
⁸ Vgl. z. B.: Klötzke, M. et al. (2018): S. 298f., 299f., VDV e. V. (2020): S. 1f.

⁹ Vgl. BMVBS (Hrsg.) (2009): S. 26, Brost et al. (2019): S. 15.

¹⁰ Vgl. RVE (2013): S. 3, BMVI (2016): S. 25, BMVBS (Hrsg.) (2009): S. 52f.

¹¹ Vgl. z. B. Klötzke, M. et al. (2018): S. 303f.

¹² Die Entfernung von 600 Metern Luftlinien von der Haustür zur nächsten Haltestelle wird als allgemeiner Richtwert verstanden. Der VMS legt diesen Wert ebenfalls zugrunde. Vgl. VMS (2016): NVP, Teil A, S. 56; BMVI (2016): S. 77; BBSR (Hrsg.) (2018): S. 1ff.



Schnellbuslinien: Taktverlängerung zur Anbindung von Ortschaften, die nicht über eine Schienenanbindung verfügen

Shuttlezonen: zur Feinerschließung und Anbindung der letzten Meile

Mobilitätshubs: zentrale Umstiegspunkte inkl. Car-Sharing

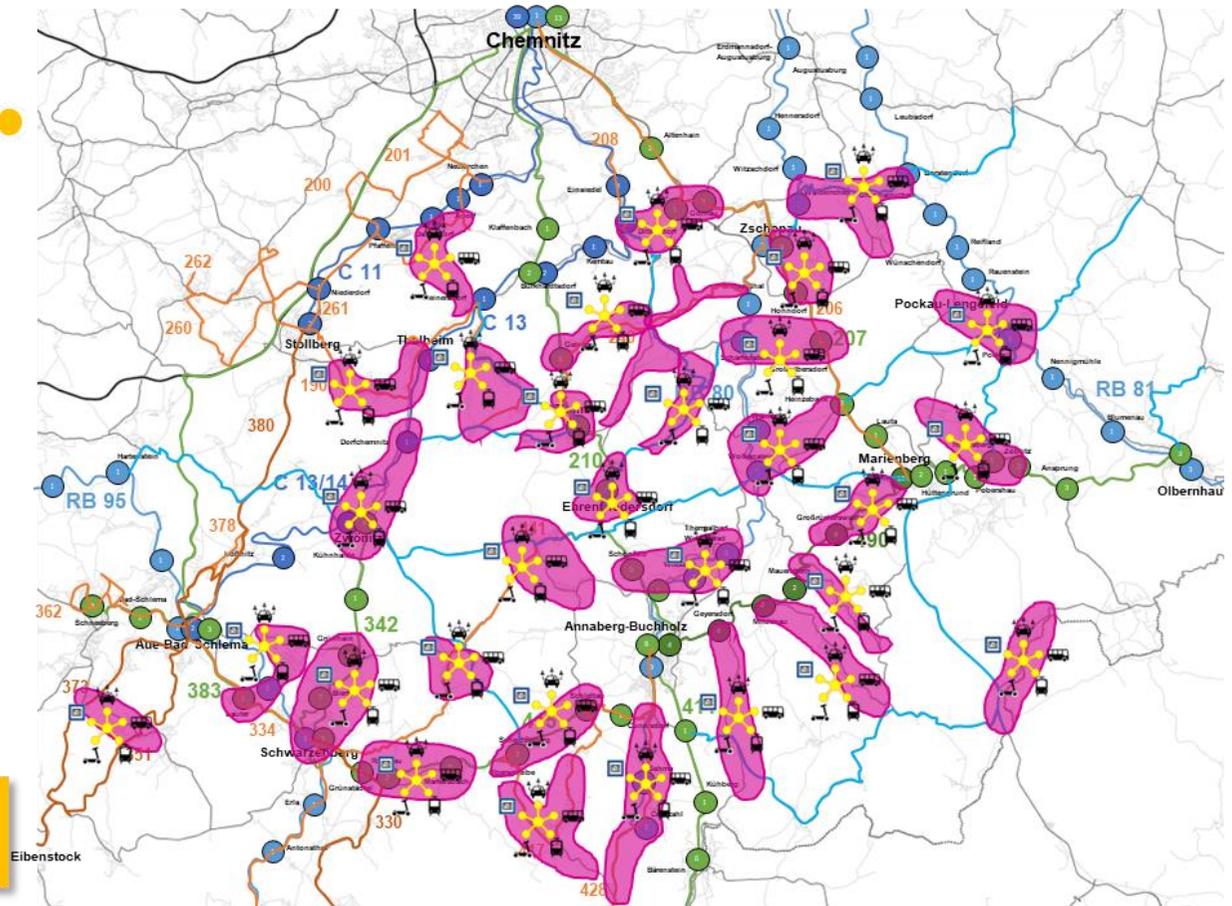


Abbildung 4: Überblick zur Kombination der Konzeptbausteine innerhalb des Erzgebirgskreis

Durch die Kombination mehrere Mobilitätsangebote entstehen intermodale Reiseketten, welche Umstiege z. B. zwischen Shuttles und (Schnell-)Buslinien bzw. Bahnlinien sowie Sharing-Diensten an entsprechenden Knotenpunkten erfordern. Hierfür sollten an wesentlichen Knotenpunkten sog. Mobilitätshubs ausgebaut bzw. errichtet werden.¹³ Mobilitätshubs existieren in verschiedenen Ausgestaltungsformen, die sich u. a. nach Größe, Funktionen, Ausstattungsgrade oder angebotenen Mobilitätsdienstleistungen unterscheiden lassen.¹⁴ Gemäß REHME et al. 2018 können Mobilitätshubs als physische und digitale Knotenpunkte verstanden werden. Sie verknüpfen nicht nur physische Angebote der Wege- und Serviceketten miteinander, sondern stellen auch Zugangspunkte für die zugrundeliegenden IuK-Dienstleistungen innerhalb der Serviceketten dar.¹⁵ Basierend auf der im Konzept vorgesehenen Kombination mehrerer Mobilitätsangebote sollte in jeder Kommune mindestens ein Mobilitätshub als Umstiegspunkt vorhanden sein. Hier können, neben den Shuttles, Bussen und Bahnen z. B. auch Carsharing angeboten werden.¹⁶

Im Zuge der grundlagenschaffenden Arbeitspakete wurde eruiert, dass es im Erzgebirgskreis Wegezwecke und Mobilitätsbedarfe gibt, die den MIV auch zukünftig unabdingbar machen. In Verbindung mit den eben skizzierten Konzeptbausteinen sollte in jeder Kommune mindestens eine rund um die Uhr nutzbare Carsharing-Station errichtet werden. Für die Konzeption eines Carsharing-Angebots im Mobilitätsraum konnte u. a. auf die in Arbeitspaket 2 identifizierten Vorbilder für Carsharing-Anbieter im ländlichen Raum zurückgegriffen werden (wie z. B. Vatterstettener AutoTeiler e. V.¹⁷). Die Buchung des Carsharing-Fahrzeuges sollte ebenfalls über die o. g. App abgewickelt werden können, ebenso wie das Öffnen des Fahrzeuges und die Abrechnung der Fahrt.

Nachdem zunächst die Kombination der Konzeptbausteine am Beispiel der Mikroebene erfolgte, wurden die Mobilitätsangebote anschließend exemplarisch auf den gesamten Erzgebirgskreis übertragen. Grundlage hierfür bildeten die Kommunen und kommunalen Verbände des Erzgebirgskreises sowie das vorhandene Straßen- und Schienennetz. Wie auch innerhalb der Mikroebene wurden die bereits vorhandenen ÖPNV-Angebote, wie die Bahnlinien, die PlusBus-/Takt-Bus-Linien und ergänzend die vertakteten Regionallinien in einer kartographischen Darstellung des Erzgebirgskreises eingetragen. Darauf aufbauend wurden beispielhaft, insbesondere für die Spangenverbindungen, Schnellbuslinien (als hellblaue Linien in Abbildung 4) ergänzt. Zur innerörtlichen Erschließung und Anbindung an die Schnellbus- oder auch Bahn-/ PlusBus-/ Takt-Bus-Linien wurden daneben die Shuttlezonen für die Shuttle-dienste platziert. Für die Eintragung der Shuttlezonen wurde sich am Straßennetz orientiert und u. a. auf die vorhandene Ortskenntnis im Projektkonsortium sowie SRCC-Netzwerk zurückgegriffen. Des Weiteren konnten die Shuttlezonen im Rahmen einzelner Gespräche mit Bürgermeistern aus der Region plausibilisiert und nachgeschärft werden. An den Verknüpfungspunkten zwischen den verschiedenen Mobilitätsangeboten wurden anschließend beispielhaft Mobilitätshubs (gelb dargestellt) ergänzt, an denen zusätzlich die oben erwähnten Carsharing-Stationen errichtet werden sollen.

Insgesamt schien es empfehlenswert, die Konzeption und Umsetzung der Mobilitätsangebote ganzheitlich vorzunehmen, sodass das gesamte Mobilitätssystem – inklusive des bestehenden ÖPNV-Angebots – stärker als bisher am tatsächlichen Bedarf orientiert ggf. von Grund auf neu geplant wird.¹⁸ Die Kartendarstellung kann hierbei als eine Grundlage für ein mögliches Neupla-

¹³ Vgl. Kliesow, M. et al. (2020): S. 8ff., Rehme, M. et al. (2018): S. 311f.

¹⁴ Vgl. Rehme, M. et al. (2018): S. 315ff.

¹⁵ Vgl. Rehme, M. et al. (2018): S. 315f.

¹⁶ Vgl. Gross-Fengels (2020): S. 55.

¹⁷ Vgl. Carsharing Trägerverein EBE e.V. (Hrsg.): Carsharing im Landkreis Ebersberg; Vatterstettener Auto-Teiler e.V. (Hrsg.): 31 Fragen und Antworten zum VAT e.V.

¹⁸ Vgl. BMVI (2016): S. 46f.

nen dienen, unterstellt jedoch auch den politischen Willen zur vollständigen Neuplanung der öffentlichen Mobilität in der betrachteten Region. Zumindest im Rahmen der Expertenrunden und Workshops im Zuge des Projekts wurde dieser Willen nur bedingt festgestellt.

Simulation Schülerverkehr

Vor dem Hintergrund der starken Ausrichtung des ÖPNV auf die Schülerbeförderung sollte als zweiter Aufgabenbereich eine Simulation des Schülerverkehrs erfolgen. Vor allem die Abdeckung der Unterrichtsstart-/endzeiten ist ein Grund dafür, dass recht große Fahrzeuge im straßengebundenen ÖPNV genutzt werden. Wohingegen außerhalb der Schülerbeförderungszeiten die Auslastung der Busse sehr gering ist, was sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch die ökologische Nachhaltigkeit des ÖPNV-Angebots in der Region negativ beeinflusst. Daneben scheint der Einsatz von entsprechend großen Fahrzeugen auch mit Blick auf die Beschaffenheit und Charakteristik des Straßennetzes im Mobilitätsraum ein Faktor für die Verlängerung der Reisezeit (insb. mit Blick auf kurvige und schmale Bergstraßen sowie enge Gassen in den historischen Altstädten und den Dörfern der Region).

Als Betrachtungsraum für die Simulation wurde die Makroebene und darin konkret das Gymnasium in Marienberg gewählt, welches von der Schüleranzahl und dem regionalen Einzugsbereich her durchaus typisch für weiterführende Schulen im Erzgebirgskreis ist. Vom Gymnasium konnten die Anzahl der Fahrschüler¹⁹ und deren Heimatorte in Erfahrung gebracht werden. Aufgrund von Überschneidungen der genutzten Linien wurden diese Daten ergänzend auch von einer in der Nähe befindlichen Oberschule (Großrückerswalde) eingeholt. Zusammen mit dem Überblick über die derzeit angebotenen Linien und den Unterrichtszeiten konnte zunächst der Ist-Stand in der Simulation abgebildet und im Rahmen interner Workshops diskutiert sowie nachgeschärft werden. Auf dieser Basis konnten Funktionalitäten und Prämissen des Modells über einen Abgleich mit den realen Gegebenheiten plausibilisiert werden. Für die ereignisdiskrete Simulation wurde die Software Plant Simulation (Siemens) genutzt. Hinsichtlich des Verhaltens der Schüler sowie der Zuverlässigkeit und Kapazität der Transportmittel wurden z. T. Annahmen getroffen.

Im Anschluss an die Simulation der Ist-Situation wurde als ein mögliches Szenario die Schülerbeförderung mit kleineren Fahrzeugen simuliert. Hierfür wurden bspw. Zubringer-Shuttles zu größeren Linien und auch Direkt-Shuttles in die Simulation eingepflegt.²⁰ Integriert wurde außerdem ein Nahverkehrstriebwagen zwischen Marienberg und Pockau-Lengefeld. Diese Strecke ist derzeit nicht im regulären Betrieb, jedoch prinzipiell reaktivierbar. Mithilfe der Simulation konnten die Auslastung der Linien, die Ankunftszeiten sowie die Reisedauer für die Ausgangssituation sowie das Szenario ausgewertet werden. Dabei wurde herausgearbeitet, dass Shuttles, hier verstanden als kleingefäßige Fahrzeuge, auch im Rahmen der Schülerbeförderung die Nutzung großer Fahrzeuge sinnvoll unterstützen können. Allerdings bieten sie keinen gleichwertigen Ersatz, da die Anzahl der während der Beförderungszeiten im Einsatz befindlichen Fahrzeuge deutlich erhöht und auch der Personalbestand entsprechend vergrößert werden müsste.

Einsatzszenarien autonomer Shuttles im Mobilitätsraum

Als dritter Schwerpunktbereich im Zuge der Maßnahmenausarbeitung für die Entwicklung des Konzepts sollten auf Ebene der Wegeketten autonome Shuttles hinsichtlich Machbarkeit untersucht werden. Hierbei wurden Einsatzszenarien im Mobilitätsraum erarbeitet, wobei die technologischen Herausforderungen und zu schaffenden Voraussetzungen für den Einsatz der autonomen Shuttles herauszuarbeiten und mit entsprechenden Zeithorizonten zu untersetzen waren.

¹⁹ Als Fahrschüler sind diejenigen Schüler und Schülerinnen zu verstehen, welche für den Wegezweck Schule den ÖPNV nutzen.

²⁰ Vgl. BMVBS (Hrsg.) (2009): S. 52f.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass autonome Shuttles insgesamt neue Angebotsmöglichkeiten im ÖPNV eröffnen und zukünftig helfen können, diesen sicherer, einfacher und kostengünstiger zu gestalten. Autonome Shuttles verfügen über das Potenzial, in ländlichen Räumen flexible Mobilitätsangebote wirtschaftlicher möglich zu machen oder die bestehenden Dienstleistungen zielgerichtet und nutzerorientiert zu ergänzen. Sie können in zahlreichen Anwendungsszenarien eingesetzt werden, z. B. als Zubringer zu Bus- und Bahnlinien, im Verbindungsverkehr zwischen kleineren Orten und Dörfern, zur Erschließung touristischer Sehenswürdigkeiten oder als Ortsbus in Kleinstädten. Insbesondere könnten dabei Personengruppen profitieren, die keinen Zugang zu einem privaten Pkw haben oder für die die Nutzung eines Pkw nicht möglich ist (z. B. Senioren, Kinder und Jugendliche).

Die Recherche zu autonomen Shuttles ergab eine Vielzahl an verschiedenen nationalen und internationalen Projekten, bei einer insgesamt überschaubaren Anzahl an Fahrzeugherstellern. Gearbeitet und geforscht wird an der Verbesserung der Autonomie, der Erhöhung der Fahrzeuggeschwindigkeit sowie der Nutzbarkeit und Sicherheit unter verschiedenen Witterungsbedingungen und Straßenverhältnissen.

Eine große Anzahl an Pilotprojekten zeigt, dass autonome Shuttles bereits heute im öffentlichen Personenverkehr erfolgreich eingesetzt werden können. Allerdings gibt es derzeit noch Limitierungen, die eine wirtschaftliche Nutzung erschweren. Dazu gehören die auf kleiner oder gleich 25 km/h beschränkte Maximalgeschwindigkeit, die Notwendigkeit eines Sicherheitsfahrers (für den korrigierenden Eingriff bei Systemfehlern) und die Fehleranfälligkeit insbesondere bei schlechten Witterungsbedingungen (z. B. Nebel, Schneefall).

Für eine Gemeinde, wie Gelenau, mit einer guten Anbindung an den Regionalverkehr könnte ein autonomes Shuttle im Ortsverkehr durchaus eine Bereicherung des ÖPNV-Angebotes ermöglichen, wenn die Finanzierung der Investitions- und Betriebskosten sichergestellt werden kann.

Konzeptevaluation

Abgeschlossen wurde das Arbeitspaket 4 von einer Evaluation des entworfenen Mobilitätskonzepts mithilfe einer Online-Umfrage²¹. Der Evaluationsfokus lag auf den Konzeptbausteinen der Stufe 1. Das heißt im Umkehrschluss, dass die Perspektivbausteine des Einsatzes von Shuttles für den Schülerverkehr sowie die Integration autonomer Shuttles nicht in die Bewertung einfließen. In Bezug auf die „Schülershuttles“ liegt dies darin begründet, dass ein Mobilitätssystem hier an seine Grenzen der Umsetzbarkeit stößt, auch wenn – wie oben skizziert – die Shuttles als ergänzender Systembestandteil bestimmte Parameter des Systems (Fahrzeit und Pünktlichkeit einzelner Schüler sowie Komfort) positiv verändern können. Mit Blick auf den Einsatz autonomer Shuttles wurde auf eine Evaluation verzichtet, da es Rahmen des WIR!-Projektportfolios des SRCC zwei weitere Vorhaben gibt bzw. geben wird, die sich dem Thema intensiv widmen werden. Mit dem vorliegenden Vorhaben hätten hier allenfalls grundlagenhafte und recht oberflächliche Bewertungen erfolgen können. Auf diese wurde aus Gründen der Kapazität und zugunsten einer vertiefenden Evaluation in Folgeprojekten verzichtet. Sie war auch nicht im Rahmen des Arbeitsplans vorgesehen.

Für die Evaluation wurde – auch in Vorbereitung auf die zu konzipierende Nachhaltigkeitsbewertung (Arbeitspaket 7) – ein fallstudienbasiertes Vorgehen im Projektteam diskutiert und befürwortet.²² Dabei wurden für verschiedene Mobilitätsbedarfsgruppen und Wegezwecke Personas als fiktive Personenbeschreibungen von typischen Vertretern potenzieller Nutzergruppen erarbeitet und ausformuliert. Jede Persona repräsentiert eine Mobilitätsbedarfsgruppe, der jeweils mehrere

²¹ Insgesamt wurden die Daten von 160 Personen in die Analyse aufgenommen.

²² Vgl. Schroth et al. (2021): S. 116, Klötzke, M. et al. (2018): S. 298f.

Wegezüge mit gruppenspezifischen Ausprägungen zugeordnet sind. Die Gruppen wurden anhand verschiedener soziodemografischer Merkmale definiert, deren Ausprägungen in jeweils einer Persona konkretisiert wurden.

Basierend auf den entwickelten Personas „Studierende“, „Erwerbstätige“ und „Senioren“ wurden den Umfrageteilnehmern drei verschiedene auf die Mobilitätsbedürfnisse der jeweiligen Personas zugeschnittene Mobilitätsprofile dargeboten. Die Teilnehmenden der Evaluation wurden gebeten, das Profil auszuwählen, welches ihrem tatsächlichen Mobilitätsverhalten am ehesten entspricht. Davon abhängig wurde ihnen das neu entwickelte Mobilitätskonzept anhand eines auf ihr Mobilitätsprofil zugeschnittenen Video erläutert. Im Anschluss an das Video wurden die Teilnehmenden gebeten, einen Fragenkatalog zu ihrem zu erwartenden Mobilitätsverhalten im Falle einer Umsetzung eines solchen Konzepts, hinsichtlich der erwarteten Akzeptanz sowie bezüglich verschiedener Teilaspekte (analog zur Bewertung des bestehenden ÖPNV) zu beantworten. Zudem sollten die Teilnehmenden einschätzen, wie viel Geld sie bereit wären, für die Nutzung des neuen Konzepts zu bezahlen (genauso viel, mehr oder weniger im Vergleich zum bestehenden ÖPNV). Abschließend wurden die Probanden gebeten, ggf. noch bestehende Barrieren für die Nutzung zu benennen und Vorschläge zu machen, wie diese in dem neu entwickelten Konzept adressiert werden könnten.

Die Auswertung der Ergebnisse zeigte, dass das Konzept von den Teilnehmenden der Online-Umfrage insgesamt als sehr positiv wahrgenommen wurde. Die Befragten gaben an, dass sie das Konzept sehr gut akzeptieren und mit allen abgefragten Aspekten überwiegend bis sehr zufrieden sein würden. Das Konzept könnte zudem dazu beitragen, einige der zuvor identifizierten Nutzungsbarrieren des derzeitigen ÖPNV zu überwinden. So wurde z. B. die wahrgenommene Flexibilität in der Planung als eine der am meisten zufriedenstellenden Aspekte des neuen Konzepts wahrgenommen, obwohl diese vorher – im Rahmen der Bewertung des bisherigen ÖPNV-Angebots (Arbeitspaket 1) – als einer der Aspekte mit der geringsten Zufriedenheit bewertet worden war.

Hinsichtlich der zu erwartenden Preise scheint bei den Befragten jedoch Unsicherheit und Skepsis zu herrschen. Ein Grund dafür könnte sein, dass die Befragten bei Einführung des Mobilitätskonzepts einen Anstieg in den Ticketpreisen erwarten. Die Befragten waren bereits hinsichtlich der Preise des vorhandenen ÖPNV eher unzufrieden. Insgesamt wären nur ca. 30 % der Befragten bereit, mehr für das vorgestellte innovative Mobilitätskonzept zu zahlen als für den vorhandenen ÖPNV.

Bei Betrachtung der Ergebnisse hinsichtlich der zu erwartenden Nutzung zeigt sich, dass von den Befragten schätzungsweise ungefähr die Hälfte (50 %) aller arbeits- und freizeitbezogenen Fahrten mit dem ÖPNV durchgeführt werden würde, sollte das Konzept wie vorgestellt umgesetzt werden. Allerdings sollte bedacht werden, dass diese Umfrage zu einem lediglich grob konzipierten, jedoch nicht umgesetzten und nutzbaren Mobilitätskonzept durchgeführt worden ist. So ist zu erwarten, dass zwischen der unverbindlichen Interessen- und Willensbekundung sowie dem tatsächlichen Verhalten nochmals eine Lücke besteht. Trotzdem zeigen die Ergebnisse das Potenzial für künftige Angebotsnutzung auf.

Der **zweite Meilenstein**, welcher die Modellierung konkreter Wegekette sowie die Definition von Anforderungen an ein IuK-System vorsah, kann mit dem entwickelten Konzept als erreicht betrachtet werden. Basierend auf den gesammelten Ergebnissen ist ein innovatives Mobilitätskonzept entwickelt worden, welches den vorhandenen ÖPNV ergänzen und erweitern kann, um die identifizierten Barrieren zu adressieren und somit die Attraktivität des ÖPNV im Erzgebirgsraum zu steigern.

Es wurden auf der Wege- und Servicekettenebene kombinierbare (und damit multimodale) Konzeptbausteine entworfen und in ein aus mehreren Ausbaustufen bestehendes Gesamtkonzept

eingeorordnet. Die Wegekette betreffend wurde ein dezentrales, alternatives Mobilitätsangebot konzipiert sowie mit Blick auf spätere Ausbaustufen ein über Shuttles ergänzter Schülerverkehr sowie Einsatzszenarien autonomer Shuttles im ländlichen Raum erarbeitet. Auf der Ebene der Servicekette wurde das Gerüst eines modularen, interoperablen und plattformbasierten IuK-Systems konzipiert, welches die entsprechenden Anforderungen aus vorangegangenen Arbeitspaketen adressiert.

Arbeitspaket 5: Entwicklung von Wertschöpfungsketten

Im Zuge des Arbeitspakets 5 sollten die für die Realisierung der konzipierten Wege- und Serviceketten benötigten Wertschöpfungspartner sowie deren jeweils zu erbringenden Leistungen identifiziert werden. Dabei sollten die grundlegenden Voraussetzungen und möglichen Ausgestaltungsvarianten für funktionierende Wertschöpfungsketten bestimmt werden, die letztendlich ein intermodales Reisen im ländlichen Raum ermöglichen.

Auf Ebene der Wertschöpfungskette wurden im ersten Projektteil die begrenzte finanzielle Ausstattung, die komplexe Finanzierungsstruktur des ÖPNV, die fehlende Wirtschaftlichkeit sowie die mangelhafte Kooperation der Stakeholder als zentrale Innovationsbarrieren identifiziert. Daraus wurden die im vorherigen Teil beschriebenen und evaluierten Konzeptbausteine abgeleitet. Im Arbeitspaket 2 wurden im Zuge der Analyse der bestehenden Markt- und Anbieterstrukturen im Mobilitätsraum bereits existierende Anbieter und deren Geschäftsmodelle charakterisiert und untersucht. Darauf aufbauend wurde überprüft, inwiefern die detailliert betrachteten Konzeptbausteine durch bestehende Anbieter abgedeckt werden können bzw. ob deren Angebote hierfür zu erweitern sind. Alternativ war zu untersuchen und zu diskutieren, ob für den Untersuchungsraum neue Wertschöpfungspartner notwendig sind, um die Konzeptbausteine umsetzen zu können. Auf Basis der Rechercheergebnisse zu Mobilitätsangebotsformen in anderen Räumen entstand bspw. die Überlegung der Einbindung zivilgesellschaftlicher Organisationsformen für die definierten Ergänzungsangebote (insb. Shuttledienste und Carsharing). So wurden insbesondere für den Konzeptbaustein des (E-)Carsharings verschiedene nicht-erwerblich-wirtschaftliche Organisationsformen (wie Zweckverband, Genossenschaft und eingetragener Verein) gegenübergestellt. Anhand verschiedener Kriterien, wie der Finanzierung und der Haftung, insbesondere aber der Verbreitung in der Praxis sowie den Erkenntnissen aus den anderen regionalen Mobilitätsprojekten, wurde letztlich die Rechtsform des eingetragenen Vereins als empfehlenswert erachtet.

Zusammenfassend wurden für die detailliert betrachteten Konzeptbausteine die entsprechenden, möglichen Akteure sowie deren Leistungen zusammengestellt. Vor dem Hintergrund, dass mit der Umsetzung des entwickelten Mobilitätskonzepts tendenziell eine größere Anzahl an Akteuren zusammenwirken müssen und sich daraus recht komplexe Leistungsbeziehungen ergeben werden, muss die im Rahmen des Projekts identifizierte Barriere der mangelhaften Kooperationsbeziehungen der Stakeholder aktiv und vorrangig abgebaut werden. Hierfür kann u. a. ein Handlungsrahmen bzw. Regeln für die gemeinsame Zusammenarbeit aufgestellt, die gegenseitige Partner- und Vertrauensbildung vorangetrieben sowie die Leistungen der Beteiligten aufeinander abgestimmt werden.²³ Weitere Herausforderungen und Lösungsansätze für das Management von Wertschöpfungsnetzwerken eines multimodalen Mobilitätssystems wurden im Rahmen der projektbezogen entstandenen Veröffentlichung (REHME et al. (2021)) ausführlich beschrieben.

²³ Vgl. Rehme et al. (2021): S. 55.

Arbeitspaket 6: Rechtliche Analyse und Novellierungsbedarf

Das Arbeitspaket 6 erfasste die rechtlichen Rahmenbedingungen für smarte Mobilitätsketten im Unionsrecht, Grundgesetz und Verwaltungsrecht, insbesondere dem Personenbeförderungsgesetz (PBefG). Darüber hinaus wurden aufgeworfene Rechtsprobleme der Grundlagenarbeitspakete einerseits kursorisch in Vorträgen vor dem Konsortium erörtert und gelöst, andererseits im Rahmen von Kleingruppendiskussionen mit unterschiedlichen Mobilitätsstakeholdern besprochen.

Der Fokus lag auf der Herausstellung rechtlicher Innovationsbarrieren, insbesondere durch das PBefG. Sofern Möglichkeiten der Überwindung gesehen wurden, sind diese aufgezeigt und bewertet worden. Weiterhin erfolgt eine überblicksartige Darstellung einzelner Rechtsmaterien, damit die rechtlichen Rahmenbedingungen in Nebengebieten, wie der Finanzierung oder dem Vergaberecht, allen Projektbeteiligten in den Grundzügen bekannt sind. Bei der Entwicklung von smarten Mobilitätsketten sind demnach insbesondere die nachfolgenden Barrieren zu beachten:

- Das PBefG ist anwendbar, wenn eine entgeltliche Beförderung von Personen im Vordergrund steht.
- Nicht nur der faktische Beförderer bedarf einer Genehmigung nach dem PBefG. Vielmehr benötigt auch eine Smartphone-Applikation eine Genehmigung, sofern sie ihrem äußeren Erscheinungsbild nach „integraler Bestandteil einer Gesamtdienstleistung ist, die hauptsächlich aus Verkehrsdienstleistungen besteht“.
- Die Verkehrsmittel einer smarten Mobilitätskette müssen grundsätzlich als Linien- oder Gelegenheitsverkehr eingeordnet werden können. Im Gelegenheitsverkehr sind nur Taxen, Ausflugsfahrten und Ferienziel-Reisen, sowie der Verkehr mit Mietomnibussen oder Mietwagen möglich.
- Eine flexible Kopplung verschiedener Verkehrsmittel ist in der Regel nicht möglich, da sie am Merkmal der „Regelmäßigkeit“ scheitert.
- § 2 VI und VII PBefG erlauben auch im Geltungsbereich des PBefG eine gewisse Flexibilität, sodass die Normen für das Projekt sehr relevant sind.
- Im Rahmen der Genehmigung und im Falle von § 2 VI und VII PBefG ist das öffentliche Verkehrsinteresse zu berücksichtigen. Dies ist u. a. verletzt, wenn der beantragte Verkehr einzelne ertragreiche Linien oder ein Teilnetz aus einem vorhandenen Verkehrsnetz oder aus einem im Nahverkehrsplan im Sinne des § 8 III PBefG festgelegten Linienbündel auslöst.
- Car- und Bikesharing werden grundsätzlich nicht durch das PBefG geregelt. Die Bindungen ergeben sich stattdessen aus dem Carsharinggesetz. Das sächsische Wegerecht richtet kein Erlaubniserfordernis für Bikesharing auf, da es sich um Gemeingebrauch der Straße handelt.

Finanzierung

Als Grundlage wurden zunächst allgemein die Funktionsweise und Aufgaben (wie der ÖPNV) von Landkreisen erläutert. Die Mittel zur Aufgabenerfüllung eines Landkreises stammen aus Entgelten und Steuern, außerdem sind Zuweisungen möglich (z. B. nach dem Finanzausgleichsgesetz). Aufbauend auf der Sichtung des Finanzausgleichsgesetzes, des sächsischen ÖPNVG und der darin verwiesenen Gesetze (RegG, GVFG und EntflechtG), der zugrundeliegenden Gesetze für entsprechende Landesmittel sowie der relevanten Rechtsverordnungen (ÖPNVFinVO und RL-ÖPNV) ist folgendes festzuhalten: Die Finanzierungsmöglichkeiten für flexible Bedienformen außerhalb des Schienenverkehrs sind sehr dürrftig bis hin zu nicht existent. Mit Blick auf die angespannte Haushaltslage der Kommunen sollte also primär eine Kostensenkung oder zumindest Beibehaltung avanciert werden und ergänzend nach alternativen Organisationsformen gesucht werden.

Neben der Finanzierung seitens der Landkreise wurde die Finanzierung von Personenbeförderungsleistungen auch von Seite der Unternehmen untersucht. Dabei wurden Taxi-, Mietwagenverkehre und der ÖPNV betrachtet. Während die Beförderungserlöse bei den Taxen und Mietwagenverkehren ausreichend für eine Gewinnerzielung sind, kann sich der ÖPNV regelmäßig nicht nur über die Fahrpreise finanzieren. Würde eine vollständige Deckung der Aufwendungen durch Beförderungserlöse notwendig sein, so müssten die Beförderungserlöse knapp die dreifache Höhe erreichen. Da der ÖPNV mit dem IV konkurriert, wäre eine Verdreifachung der Ticketpreise, vorausgesetzt die Kundenzahl würde konstant bleiben, jedoch kaum durchsetzbar.

Novellierung des PBefG

Mit Blick auf die Gesetzesnovelle des PBefG und den Konzeptbaustein der Shuttledienste ist festzuhalten, dass diese einen sog. „Linienbedarfsverkehr“ vorsieht. Darunter zählt auch die Beförderung von Fahrgästen auf vorherige Bestellung ohne festen Linienweg zwischen bestimmten Einstiegs- und Ausstiegspunkten innerhalb eines festgelegten Gebietes und festgelegter Bedienzeiten. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass die Beförderung allgemein zugänglich sein muss. Grundsätzlich wäre hierbei auch eine Förderung über RL-ÖPNV möglich.

Als **dritter Meilenstein** sollten die juristischen Barrieren smarter Mobilitätsketten aufbereitet werden, der rechtliche Entwicklungsbedarf bekannt sein und qualifizierte juristische Einschätzungen zu Zeitrahmen und Umsetzungswahrscheinlichkeiten der rechtlichen Entwicklungen vorliegen. Der Meilenstein kann hinsichtlich der Aufbereitung der juristischen Barrieren und dem Feststellen von Entwicklungsbedarfen als erfüllt betrachtet werden. Stichhaltige Einschätzungen hinsichtlich des Zeitrahmens und der Umsetzungswahrscheinlichkeit weiterer notwendiger Liberalisierungen im Personenbeförderungsrecht und einer Anpassung von Finanzierungsstrukturen sowie alternativer Entwürfe für Finanzierungsmodelle konnten jedoch nicht erarbeitet werden. Dazu fehlten belastbare Daten und Informationen aus anderen Bereichen, die sich auf die Gesetzgebung im Mobilitätsbereich übertragen lassen.

Arbeitspaket 7: Nachhaltigkeitsbewertung und Geschäftsmodellentwicklung

Das Arbeitspaket 7 wurde in zwei Teile gegliedert: Zum einen sollte ein Konzept für die Bewertung der ökonomischen und ökologischen Nachhaltigkeit smarter Mobilitätsketten im ländlichen Raum entwickelt und angewendet werden. Zum anderen soll eine Methode zur Entwicklung von Geschäftsmodellen für Mobilitätsleistungen entworfen werden.

Für den ersten Teil wurde zu Beginn eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt, um den aktuellen Stand bezüglich der lebenszyklusbezogenen Nachhaltigkeitsbewertung zu ermitteln. Dabei wurden auch die Anforderungen an ein Bewertungsmodell herausgearbeitet. Auf dieser Basis wurde anschließend ein Bewertungskonzept für die ökonomische und ökologische Nachhaltigkeitsbewertung smarter Mobilitätsketten im ländlichen Raum entworfen.

Die Umsetzung des Mobilitätskonzepts, wie in Arbeitspaket 4 vorgestellt, kann Auswirkungen auf die ökologische, die ökonomische aber auch die soziale Dimension der Nachhaltigkeit haben. Aus diesem Grund sollten generell alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit in einer ganzheitlichen Beurteilung berücksichtigt werden.²⁴ Dabei sollte die Bewertung anhand charakteristischer Zielgrößen für die jeweilige Dimension erfolgen. Die im Rahmen der Literaturrecherche identifizierten Indikatoren wurden in Bezug auf das Mobilitätskonzept weiter konkretisiert und mit entsprechenden Messgrößen und ggf. mit Zielwerten untersetzt.

²⁴ Vgl. Blanck et al. (2017): S. 94f.; Gross-Fengels (2020): S. S. 99; BMVI (2016): S. 44.

Darüber hinaus wurde im Rahmen des wissenschaftlichen Diskurses innerhalb des Projektkonsortiums herausgearbeitet, dass die Beurteilung der Nachhaltigkeitsdimensionen von der jeweiligen Betrachtungsperspektive unterschiedlicher am System Mobilität beteiligter Stakeholder abhängig ist: Der Nutzer von Mobilitätsleistungen beurteilen die individuellen Nachhaltigkeitswirkungen ihres Mobilitätsverhaltens anders als der Anbieter selbiger oder der eigentliche Aufgabenträger für die Organisation und Finanzierung öffentlicher Mobilität (hier v. a. Verkehrsverbund, Landkreis und Kommunen). Deshalb sollte die Bewertung sowohl aus verschiedenen Perspektiven als auch hinsichtlich der drei etablierten Nachhaltigkeitsdimensionen vorgenommen werden. Durch die Kombination der drei Perspektiven (bzw. Sichtweisen) und der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit ergibt sich eine 9-Feld-Matrix. Jedes Matrixfeld kann anhand von charakteristischen Indikatoren bzw. Messgrößen operationalisiert werden.

Aufgrund des breiten Projektumfangs konnte eine Berechnung über alle Dimensionen und Perspektiven unter Berücksichtigung unterschiedlicher Mobilitätsbedarfsgruppen nicht umgesetzt werden. Aus diesem Grund wurde ein pragmatischer Ansatz gewählt, der für jedes Matrixfeld jeweils ein bzw. zwei charakteristische Indikatoren zugrunde legt und die entsprechende Bewertungsmatrix mithilfe von Experteneinschätzungen erstellt. Die Expertenurteile wurden über eine Online-Umfrage erhoben. Insgesamt nahmen 15 Mobilitätsexperten aus den Bereichen Wirtschaft, Wissenschaft und öffentliche Einrichtungen an der Befragung teil.

Mithilfe der Befragung wurde die Experteneinschätzung hinsichtlich der Wirkung des Konzepts aus Sicht der drei festgelegten Perspektiven auf die drei Nachhaltigkeitsdimension im Vergleich zum Status Quo erhoben. Hierfür wurde zunächst das Konzept mit dem oben bereits erwähnten Erklärvideo vorgestellt. Anschließend folgte eine kurze schriftliche Erläuterung zum geplanten Vorgehen für die Nachhaltigkeitsbewertung des Mobilitätskonzepts.

Im Rahmen der Befragung wurde als Annahme festgelegt, dass mit einer Umsetzung des Konzepts ein Wechsel von der im Erzgebirgskreis dominanten Mobilitätsform des MIV (Status Quo) hin zur vermehrten Nutzung des ÖPNV gelingt (und z. B. damit einhergehend der Verzicht auf einen Zweit-Pkw im Haushalt). Eine solche Tendenz hatte sich bereits im Rahmen der Evaluierung des Konzepts aus der Nutzersicht abgezeichnet (vgl. Konzeptevaluation).

Für die ökologische Nachhaltigkeitsdimension wurde über alle drei Perspektiven hinweg lediglich der Indikator der Treibhausgasbelastung (oder der Ausstoß sonstiger Schadstoffemissionen) in Gramm je Personenkilometer benannt. Der gewählte Indikator bedurfte keiner weiteren Spezifizierung für die jeweilige Betrachtungsperspektive, da entsprechende Umweltwirkungen nach Ansicht des Konsortiums für den gesamten betrachteten Raum anfallen und damit Wirkung entfalten.

Die Auswertung der Indikatorwerte wurde über ein intuitiv erschließbares Ampelsystem visualisiert. Im Gegensatz zu den oft in der Literatur vorzufindenden Vorschlägen zur Verdichtung der Einzelurteile zu einem Gesamtmaß für die Nachhaltigkeit des Mobilitätssystems wurde hier auf eine Aggregation verzichtet. Dies liegt insbesondere darin begründet, dass mit der Bewertung keine Entscheidungsvorbereitung verbunden sein sollte. Damit war eine Aggregation zu einem Zielwert weder notwendig noch zielführend. Die erwarteten Wirkungen einzelner Dimensionen und Perspektiven sollten nicht durch die Verdichtung zu einer gemeinsamen Zielgröße verwischt werden. Basierend auf den Experteneinschätzungen ergab sich nachfolgende Bewertungsmatrix.

Perspektive Dimension	Individuum einzelne Bürger bzw. Nutzer	Anbieter (Verkehrs-)Unternehmen	Mobilitätsraum Landkreis und Kommunen
Ökologische Nachhaltigkeit		Treibhausgas- belastung	
Ökonomische Nachhaltigkeit	Mobilitätskosten pro Jahr	Kostendeckungsgrad	jährlicher öffentlicher Zuschussbedarf
Soziale Nachhaltigkeit	Erschließungsqualität und Erreichbarkeit	Wahrnehmung und Attraktivität des Berufs sowie Mitarbeiterzufriedenheit	Teilhabe, Verkehrssicherheit und Lebensqualität der Region

Abbildung 5: 9-Feldermatrix zur Nachhaltigkeitsbewertung

Entsprechend der Experteneinschätzungen ist demnach zu erwarten, dass sich die Nachhaltigkeit mit der Umsetzung des Mobilitätskonzept bis auf eine Ausnahme nicht verschlechtern wird. Insbesondere ist zu erwarten, dass sich die ökologische und soziale Nachhaltigkeit aus Sicht der Individuen sowie der Gesellschaft (hier: des Landkreises und der Kommunen) verbessern werden. Mit einer Verschlechterung wird aus Sicht der Kommunen bzw. des Landkreises nur aus der ökonomischen Sicht gerechnet. Eine Ursache hierfür ist die Erwartung, dass das Mobilitätskonzept teurer wird als das derzeitige ÖPNV-Angebot und dass aus diesem Grund höhere öffentliche Zuschüsse notwendig sein werden. Insgesamt deckten sich die Einschätzungen der Experten mit den Erwartungen des Projektkonsortiums hinsichtlich der Nachhaltigkeitsbewertung. Mit Blick auf die soziale Nachhaltigkeit muss einschränkend festgehalten werden, dass die Bandbreite potenzieller Bewertungsindikatoren sehr groß ist und damit die Einschätzungen anders aussehen könnten, wenn auf andere als die verwendeten Indikatoren ausgewichen worden wäre.

Da vor allem die ökonomische Nachhaltigkeitsdimension aus Sicht der Experten eine Barriere für die Konzeptumsetzung darstellt, wurden einerseits aus Sicht individuelle Mobilitätskostenberechnungen durchgeführt und andererseits Kostenbetrachtungen für die Umsetzung des Shuttlediens sowie eines Carsharing-Angebots angestellt. Auf eine ökonomische Bewertung aus Sicht der Anbieter wurde verzichtet. Bedingt durch die gegenwärtige Finanzierungsstruktur des ÖPNV wurde hier seitens der Experten klar erwartet, dass sich die wirtschaftliche Situation für die Anbieter nicht verändert, da – so die Vermutung – sämtliche erwartete Mehrkosten durch den Aufgabenträger und/oder die Nutzer ausgeglichen werden.

Mobilitätskosten aus Sicht der Individuen

Die Berechnungen der Mobilitätskosten aus Sicht der Nutzer wurde anhand der drei bereits im Rahmen der Konzeptevaluierung gebildeten Mobilitätsbedarfsgruppen durchgeführt.

Es wurden jeweils typische Wegeketten und -zwecke im Mobilitätsraum des Erzgebirgskreises definiert. Für die Berechnungen wurden die im Juni 2022 gültigen ÖPNV- sowie Spritpreise²⁵ verwendet. Auf den Ansatz des „9-€-Tickets“ wurde aufgrund seiner temporären Gültigkeitsdauer verzichtet, um Bewertungsverzerrungen zu vermeiden. Daneben wurde unterstellt, dass die Nutzung des Shuttleservices in das bestehende Tarifsysteem des VMS integriert wird. Für die Nutzung des Carsharing-Angebots wurde eine Mitgliedschaft im Carsharing-Verein sowie ein entsprechender zeit- und kilometerabhängiger Tarif zugrunde gelegt.

²⁵ Zum 08.06.2022 betrug der Preis für einen Liter Super E5 1,989 € bei der Total Energies Tankstelle, Fritz-Reuter-Str. 21, 09423 Gelenau/Erzgebirge, Internet: https://www.clever-tanken.de/tankstelle_details/17843 <08.06.2020>.

Am Beispiel der Persona „Erwerbstätiger“ sind nachfolgend die angenommenen Wegestrecken sowie die einzelnen Kostenpositionen aufgelistet. Daneben ist in nachfolgender Abbildung auch der Vergleich der Mobilitätskosten mit und ohne Konzeptumsetzung für alle drei Personas ersichtlich.

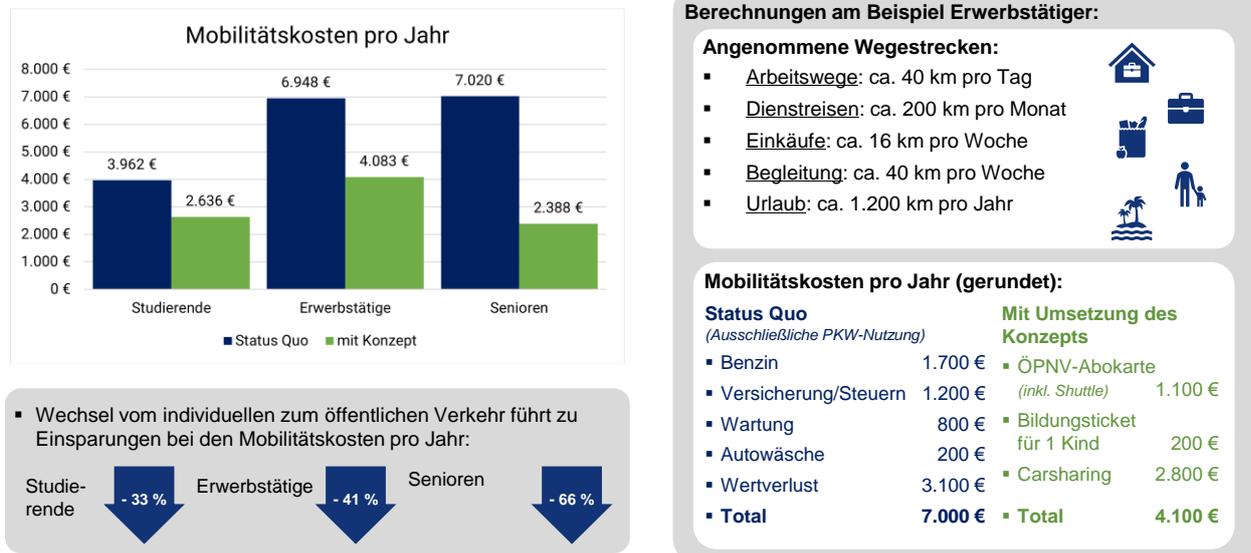


Abbildung 6: Beispielrechnung für die individuellen Mobilitätskosten pro Jahr

Für die drei betrachteten Mobilitätsbedarfsgruppen ergeben die Berechnungen eine jährliche Kosteneinsparung von bis zwei Dritteln, womit die Nutzung der Mobilitätsangebote des Konzepts als wirtschaftlich vorteilhaft für die Mobilitätsnutzer angesehen werden kann. Somit sind auf Ebene der Individuen Verbesserungen der ökonomischen Nachhaltigkeitsdimension, unter den getroffenen Annahmen, möglich.

Kosten des Shuttledienstes

Bereits im Zuge der Konzeption des Shuttledienstes an sich wurde als Blaupause bzw. Vorbild der Ortsverkehr in Gelenau genutzt. Aus diesem Grund wurde für die Berechnung der Kosten des Angebots im gesamten Erzgebirgskreis ebenfalls auf das dazu vorliegende Datenmaterial (für den Zeitraum von 2015 bis 2021) zurückgegriffen. Auf der Seite der zu treffenden Annahmen wurde u. a. festgelegt, dass der RVE als Betreiber des Shuttledienstes fungieren soll, die Kostenstruktur übertragbar ist (u. a. 60 % Personalkosten) und die Kommune 80 % der Kosten des Angebots trägt (der letzten Annahme liegt der Gedanke zugrunde, dass ein entsprechendes Angebot die Kommune insgesamt attraktiver macht und damit die Kommune von einem solchen Angebot auch selbst profitiert).

Als statistische Charakterisierungsmaße der einzelnen Kommunen werden speziell die Straßenverkehrswegefäche und die Einwohnerzahl betrachtet. Aufbauend auf diesen Daten wird angenommen, dass sich über das Verhältnis der Fahrplankilometer je Hektar Straßenverkehrsfläche die Feinerschließung über einen Shuttledienst, welcher eine ähnliche Charakteristik (Bedienzeiten, Umläufe, Haltestellendichte) wie die der Linie 209 aufweist, auf andere Kommunen und kommunale Verbände übertragen lässt. Damit können die potenziellen Kosten der Einrichtung von Shuttlezonen im Erzgebirgskreis auf Basis der Kostenstruktur der Linie 209 ermittelt werden. Des Weiteren wird angenommen, dass die Anzahl der Einwohner je Hektar Straßenverkehrsfläche einen Indikator für den Shuttlebedarf darstellt und damit die zwischen den Kommunen sehr

unterschiedlichen Verhältnisse zwischen Einwohnern und Straßenverkehrsfläche abgebildet werden können. Methodisch ist dieses Vorgehen an die aus der Kostenrechnung bekannte Äquivalenzziffernkalkulation angelehnt.²⁶

Im Ergebnis zeigt sich für insgesamt 34 Shuttlezonen ein zusätzlicher Bedarf an 45 Fahrzeugen, wobei 31 Fahrzeuge 20 Plätze und 14 Fahrzeuge 7 Plätze umfassen müssten.

Es entstehen dabei Gesamtzusatzkosten i. H. v. 5,3 Mio. € pro Jahr, wovon jährlich 4,2 Mio. € als direkter Anteil auf die Kommunen entfallen würden. Im Vergleich zum Gesamthaushalt des Landkreises (Stand 2021) von 473 Mio. € ist dieser zusätzliche Betrag vergleichsweise gering, wobei mit Blick auf den für den ÖPNV entfallenden Anteil des Haushalts von ca. 18 Mio. € die Zusatzkosten durchaus einen erheblichen Teil ausmachen würden.

Mit den Ergebnissen wird zwar zunächst die Experteneinschätzung einer Verschlechterung der ökonomischen Nachhaltigkeit aus Sicht des Landkreises gestützt, jedoch ist zu erwarten, dass durch die Shuttledienste andere, reguläre Buslinien eingespart werden können und damit Kompensationseffekte entstehen, die das Gesamtvolumen reduzieren. Zudem sollten sich auf der Einnahmenseite ebenfalls Steigerungen ergeben: Bspw. über eine größere Nachfrage und die Erhebung eines Komfortaufschlages oder eines nutzungsabhängigen Tarifs anstelle der einheitlichen Tarifzonen.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für ein Carsharing-Angebot

Für ein Carsharing-Angebot, organisiert durch einen (Mobilitäts-)Verein, wurde ein E-Carsharing-Konzept für den Erzgebirgskreis entwickelt. Unterstellt wurde ein stufenweises Ausrollen des Sharing-Angebots im gesamten Erzgebirgskreis, wobei für die Festlegung der einzelnen Ausbaustufen die Bevölkerungsanzahl in den jeweiligen Kommunen zugrunde gelegt wurde.

Ausgehend von der Mitgliederliste der Carsharing-Anbieter des bcs²⁷ wurden alle stationsbasierten Angebote, die Anzahl der angebotenen Fahrzeuge je Kommune sowie die aktuelle Einwohnerzahl der Kommunen untersucht. Mithilfe einer Regressionsanalyse wurde ermittelt, wie viele Fahrzeuge je Kommune im betrachteten Mobilitätsraum angeboten werden sollten, wobei mindestens ein Fahrzeug in jeder Kommune zum Einsatz kommen sollte. Nachfolgende Fahrzeugzahlen könnten in den einzelnen Ausbaustufen und Kommunen angeboten werden:

- Stufe 1: insgesamt 36 Fahrzeuge in 9 Kommunen mit über 10.000 Einwohnern,
- Stufe 2: insgesamt 48 Fahrzeuge in 16 Kommunen mit 5.000 bis 9.999 Einwohnern,
- Stufe 3: insgesamt 68 Fahrzeuge in 34 Kommunen mit bis zu 4.999 Einwohnern.

Analog zu anderen Carsharing-Vereinen im ländlichen Raum wurde eine Preismatrix sowie verschiedene Leistungsbündel in Form unterschiedlicher Mitgliedschaftsarten erstellt. Mithilfe statistischer Daten, wie z. B. aus dem MiD-Bericht²⁸ bzw. Statista²⁹, wurden Annahmen zu potenziellen Nutzerzahlen (2 % der Einwohner) sowie zu deren Nutzungshäufigkeiten und damit der Zuordnung zu verschiedenen Mitgliedschaftsformen getroffen. Bei der Berechnung der Einzahlungen fließen neben Mitgliedsbeiträgen auch nutzungsabhängige Gelder ein. Basierend auf Erkenntnissen aus den vorangegangenen Arbeitspaketen sowie weiterer statistischer Daten wurden die Ausleihvorgänge pro Tag (zwei je Pkw), die Ausleihdauer (ca. 1 Stunde) sowie die typischen zurückgelegten Strecken (35 km) festgelegt.

²⁶ Vgl. Götze (2010): S. 107f.

²⁷ Wobei nur Angebote in Kommunen berücksichtigt wurden, deren Einwohnerzahl 30.000 nicht übersteigt.

²⁸ Vgl. Nobis, C., & Kuhnimhof, T. (2018): S. 85.

²⁹ Vgl. Statista, Anzahl registrierter Carsharing-Nutzer in Deutschland von 2011 bis 2021, Internet: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/202416/umfrage/entwicklung-der-carsharing-nutzer-indeutschland/>.

Daneben sind als Auszahlungen sowohl die Anschaffung für die Fahrzeuge und die Ladeinfrastruktur als auch laufende Kosten (u. a. fahrzeugbezogen, Personalkosten, Telematik, Versicherung) zu berücksichtigen. Es wurde jeweils auf Sekundärdaten (bspw. des ADAC) oder Informationen aus Expertengesprächen zurückgegriffen.

Im Ergebnis zeigt sich ein tragfähiges Carsharing-Konzept. Es ist jedoch hinsichtlich der getroffenen Annahmen kritisch zu prüfen. Zum einen ist zu erheben, welches Nutzerpotenzial tatsächlich im Mobilitätsraum vorzufinden ist und ob ein derartiges Angebot in dieser Weise (u. a. auch mit Blick auf die Preismatrix) überhaupt angenommen wird. Entsprechende Erhebungen konnten im Rahmen des Vorhabens aus Zeit- und Kapazitätsgründen nicht durchgeführt werden.

Geschäftsmodellentwicklung

Im Rahmen des zweiten Teils des Arbeitspakets sollte eine Methode zur Entwicklung von Geschäftsmodellen für Wege- und Serviceelemente smarter Mobilitätsketten zur Innovationssteuerung erarbeitet werden. Darauf aufbauend sollten entsprechende Geschäftsmodellentwürfe für die Konzeptbausteine der Wege- und Serviceketten smarter Mobilitätsketten erstellt werden.

Für die Entwicklung von Geschäftsmodellen existieren verschiedene Ansätze bzw. Rahmenwerke. Ein Ansatz für die Geschäftsmodellentwicklung nach SCHALLMO beinhaltet fünf Dimensionen: Leistung und Nutzen, Wertschöpfung, Partner, Kunden sowie Finanzen.³⁰ Dieser Ansatz wurde bereits für die Analyse der Geschäftsmodelle der bestehenden Anbieter in Arbeitspaket 2 genutzt und sollte daher erneut Anwendung finden.

Die Dimensionen der Leistungen, der Wertschöpfung und Partner sowie der Finanzen wurden bereits im Zuge des Arbeitspakets 5 sowie durch die Entwürfe und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen der Shuttledienste und eines Carsharing-Angebotes thematisiert (siehe Überlegungen zur Integration der Preise für die Shuttlenutzung im Tarifsysteem des VMS sowie Preismatrix und Vereinsstruktur des Carsharing-Anbieters). Vor dem Hintergrund des kooperativen Ansatzes zur Erbringung von Mobilitätsleistungen innerhalb des Mobilitätsraums ergeben sich implizit auch Ausgestaltungselemente der Partnerdimension. Eine vollständige alle Dimensionen umfassende Beschreibung der Geschäftsmodelle konnte jedoch im Rahmen des Projekts letztendlich nicht erreicht werden.

2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Das Forschungsvorhaben wurde an der TU Chemnitz durch die Professuren Unternehmensrechnung und Controlling (Prof. Dr. Uwe Götze), Verteilte und selbstorganisierende Rechnersysteme (Prof. Dr. Martin Gaedke), Öffentliches und öffentliches Wirtschaftsrecht (Prof. Dr. Stefan Korte) und Allgemeine und Arbeitspsychologie (Prof. Dr. Josef F. Krems) durchgeführt. Über eine Auftragsvergabe waren das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, das Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme und die SachsenMedia eG eingebunden. Als assoziierte Partner standen der Landkreis Erzgebirge sowie der Regionalverkehr Erzgebirge und die DB RegioNetz Verkehrs GmbH / Erzgebirgsbahn zur Verfügung.

Die im Rahmen des Projektes entstandenen Ausgaben betragen insgesamt 385.597,57 € (zzgl. Projektpauschale i. H. v. 77.119,51 €). Sie liegen damit 4.758,92 € (ohne Projektpauschale) unter der bewilligten Zuwendung. Die Ausgaben wurden im Wesentlichen für Personalausgaben zur Beschäftigung wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Chemnitz (259.649,56 €) sowie für die Auftragsvergabe zur Einbindung externer Kompetenzträger (125.389,33 €) verwendet.

³⁰ Vgl. Schallmo (2013): S. 119, Rehme et al. (2018): S. 322f.

Dies entsprach auch in etwa der ursprünglichen Finanzplanung:

Geplant waren Personalausgaben i. H. v. 258.343,38 €, so dass 1.306,18 € mehr verausgabt wurden. Dies ist insbesondere auf eine im Laufe der Projektzeit wechselnde Stellenbesetzung und damit von der ursprünglichen Antragstellung abweichenden Eingruppierung der Mitarbeitenden zurückzuführen.

Zur Einbindung externer Kompetenzträger standen 130.861,11 € zur Verfügung, von denen 5.471,78 € nicht verausgabt wurden. Die hier eingesparten Mittel resultieren daraus, dass die beiden assoziierten Partner RVE und Erzgebirgsbahn unentgeltlich ins Projekt eingebunden werden konnten.

Ausgaben für Dienstreisen im Inland wurden mit 558,68 € weniger benötigt als geplant (1.152 €). Dies ist auf die mit der Covid19-Pandemie einhergehenden (Reise-)Einschränkungen zurückzuführen.

3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

Die durchgeführten Forschungsarbeiten im Projekt „Smart-MK“ und die dafür aufgewendeten Ressourcen waren notwendig und angemessen, da sie der Planung laut Projektantrag entsprechen und alle im Arbeitsplan formulierten Aufgaben erfolgreich bearbeitet wurden. Mittel wurden insbesondere bei den geplanten Ausgaben für Auftragsvergaben und Dienstreisen eingespart. Es waren trotz Verlängerung der Projektlaufzeit keine zusätzlichen Ressourcen für das Projekt notwendig.

4 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Ausgehend von der Notwendigkeit eines tieferen Verständnisses für die ursächlichen Mobilitätsbedürfnisse konnte als Folgeprojekt das WIR!-Projekt „Nachhaltigkeit der Mobilität“ initiiert werden, welches seit Februar 2022 bearbeitet wird.

Daneben sollen im Anschluss an das vorliegende Projekt entsprechende Schritte für die Implementierung einzelner Konzeptbausteine vorbereitet werden. Dazu wurden vom Projektkonsortium bereits Gespräche mit potenziellen Beteiligten und Geldgebern geführt. Dabei ist das skizzierte Stufenkonzept denkbar, das eine Implementierung der Konzeptbausteine zunächst für die Regionen vorsieht, die im Rahmen des Projekts schwerpunktmäßig betrachtet werden (Mikroebene Gelenau und Makroebene Marienberg). Mittel- und Langfristig soll das Angebot dann auf den gesamten Erzgebirgsraum ausgedehnt werden.

Eine pilothafte Erprobung einzelner Konzeptbausteine im Erzgebirgskreis befindet sich in Planung. So wurde bereits für den pilothaften Einsatz eines autonomen Shuttle im Erzgebirgskreis ein entsprechendes WIR!-Folgeprojekt beantragt.

5 Verwertungsaktivitäten und Veröffentlichungen

Im Rahmen des Projektes konnten über verschiedenste Kanäle die (Zwischen-)Ergebnisse einem breiten Adressatenkreis zugänglich gemacht werden. Einerseits konnte über die Vernetzung mit anderen regionalen Mobilitätsprojekten Erfahrungen und Erkenntnisse ausgetauscht sowie Synergien genutzt werden. Andererseits wurden Ergebnisse sowohl in Form von wissenschaftlichen Veröffentlichungen einem Fachpublikum als auch einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Nachfolgend werden die jeweiligen Aktivitäten aufgelistet.

Regionale Mobilitätsprojekte: Das Projektkonsortium stand mit mehreren Mobilitätsprojekten der Region Chemnitz-Erzgebirge und Mittelsachsen teils in Einzelgesprächen sowie im Rahmen zweier Vernetzungstreffen (11.12.2020 sowie 09.07.2021) in Kontakt. Die Vernetzungsveranstaltungen fanden statt, um öffentliche Mobilität gemeinsam ganzheitlich zu entwickeln und Mehrfachbearbeitungen der gleichen Schwerpunkte zu vermeiden.

In Vorbereitung auf die Entwicklung eines Shuttle-Angebotes erfolgte am 29.04.2021 ein Austausch mit den Leipziger Verkehrsbetrieben, konkret zu den in Betrieb befindlichen Shuttle-Projekten Flexa und Absolut.

Regionale Stakeholder: Des Weiteren wurde das entwickelte Mobilitätskonzept dem Landkreis Erzgebirge (05.10.21), den Bürgermeistern der Kommunen Drebach (19.05.21), Wolkenstein (02.12.21), Gelenau (10.01.22) sowie Annaberg-Buchholz (15.02.22) vorgestellt, diskutiert und Anregungen der Stakeholder in die Konzeptionierung aufgenommen. Ergänzend wurde sich mit der Schulleitung des Berufsschulzentrums Zschopau/Annaberg und dem Tourismusverband Zwönitztal-Greifensteine im Rahmen der Entwicklung der LEADER-Strategie (19.01.22) ausgetauscht.

Öffentlichkeitsarbeit: Über das WIR!-Bündnis Smart Rail Connectivity Campus sowie über die Pressestelle der TU Chemnitz wurde u. a. über Projektergebnisse und -treffen sowie die o. g. Vernetzungstreffen berichtet. Das für die Konzeptevaluation genutzte Erklärvideo ist außerdem über Youtube³¹ und die Homepage des SRCC öffentlich zugänglich.

Wissenschaftliche Veröffentlichungen, Vorträge und Konferenzbeiträge: Die TU Chemnitz hat wissenschaftliche Zwischenergebnisse im Rahmen von insgesamt vier Veröffentlichungen publiziert, wovon eine noch nicht veröffentlicht ist. Diese sind nachfolgend aufgelistet:

- Rehme, M.; Wehner, U.; Döring, J.; Rother, S.: Smarte Mobilitätsketten als Zukunftsbild für den ländlichen Raum, in: Hochschule Mittweida (Hrsg.): Wissenschaftliche Berichte Nr. 002/2021, Ökologische Transformation in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft? Tagungsband zur 26. Interdisziplinären Wissenschaftlichen Konferenz Mittweida, S. 170 -174.
- Rehme, M.; Wehner, U.; Rother, S.; Götz, U.: Management von Wertschöpfungsnetzwerken multimodaler Mobilität, in: Proff, H. (Hrsg.): Making Connected Mobility Work. Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte, Wiesbaden 2021, S. 39-59.
- Rehme, M.; Rauh, N.; Döring, J.; Meynerts, L.; Mach, S.: Designing a modular sustainable mobility concept for a rural mid-mountain region, in: Tampere University of Technology: ICoM-aaS 2022 Proceedings, 3rd International Conference on Mobility as a Service, Tampere 29.-30.11.2022. (zusammen mit U. Götz)
- Wehner, U.; Rehme, M.; Döring, J.; Rother, S.: Maßnahmen für mehr Nachhaltigkeit im Mitarbeiterpendelverkehr – Analyse des Status Quo auf Basis der nichtfinanziellen Berichterstattung, in: Proff, H. (Hrsg.): Transforming Mobility - What Next? Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte, Wiesbaden 2022, S. 137-152.

Des Weiteren wurden einige der Publikationen als Konferenzbeiträge eingereicht, sodass die Zwischenergebnisse ebenso im Rahmen der Konferenzen vorgetragen und mit einem Fachpublikum diskutiert werden konnten (13. Wissenschaftsforum Mobilität am 17.06.21, 14. Wissenschaftsforum Mobilität am 23.06.22, 26. Interdisziplinäre Wissenschaftliche Konferenz Mittweida am 15.04.21 sowie 3rd International Conference on Mobility as a Service, Tampere 29.-30.11.22).

³¹ Link: <https://www.youtube.com/watch?v=w5vjn1SE4ls>

Weitere Vorträge erfolgten bspw. bei dem 3. länderübergreifenden Energieforum am 20.07.2021 in Leipzig. Daneben wurde Dr. Nadine Rauh eingeladen, einen Keynote-Vortrag auf der Abschlusskonferenz des Projekts RegiaMobil am 19.Mai 2022 in Brüssel zu halten. Der Teilnehmerkreis war sehr heterogen aus den Bereichen Verkehr, Infrastruktur, Regionalentwicklung und Politik. Das Thema des 45-minütigen Keynote-Vortrags lautete „Nachfrage- und Nutzungsverhalten innovativer Mobilitätsangebote im ländlichen Raum“. Die Forschung sowie die Ergebnisse des Projekts „Smarte Mobilitätsketten im ländlichen Raum“ wurde dabei als Demonstrationsbeispiel aufgegriffen und gemeinsam mit den Teilnehmenden diskutiert. Auf der Veranstaltung konnten viele wertvolle Kontakte geknüpft werden, die in Zukunft gewinnbringend für den SRCC und mögliche Folgeprojekte genutzt werden können.

Darüber hinaus wurden und werden die Projektinhalte in die Lehre eingebunden. So wurden mehrere Abschlussarbeiten rund um das Thema vergeben. Zusätzlich wurden und werden entsprechende Themen im Rahmen von Seminar- und Projektarbeiten einbezogen. So wurden in Zusammenarbeit der Professur Unternehmensrechnung und Controlling sowie einer Projektgruppe an Masterstudenten Teilergebnisse im Rahmen der Digital Rail Summer School am 15.06.2022 präsentiert.

Literaturverzeichnis

- Blanck, Ruth/ Hacker, F./ Heyen, D. A./ Zimmer, W. (2017): Mobiles Baden-Württemberg – Wege der Transformation zu einer nachhaltigen Mobilität: Abschlussbericht der Studie, Herausgeberin: Baden-Württemberg Stiftung gGmbH, Stuttgart: Baden-Württemberg Stiftung, Nr. 87, Internet: https://www.bwstiftung.de/fileadmin/bw-stiftung/Publikationen/Bildung/Bildung_Mobiles_BW_Nr.87.pdf
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (Hrsg.) (2018): Verkehrsbild Deutschland - Angebotsqualitäten und Erreichbarkeiten im öffentlichen Verkehr, BBSR-Analysen KOMPAKT 08/2018.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung BMVBS (Hrsg.) (2009): Handbuch zur Planung flexibler Bedienungsformen im ÖPNV - Ein Beitrag zur Sicherung der Daseinsvorsorge in nachfrageschwachen Räumen, Bonn, 2009, Internet: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmvbs/sonderveroeffentlichungen/2009/DL_HandbuchPlanungNeu.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2016): Mobilitäts- und Angebotsstrategien in ländlichen Räumen, planungsleitfaden für Handlungsmöglichkeiten von ÖPNV-Aufgabenträgern und Verkehrsunternehmen unter besonderer Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte flexibler Bedienformen, Internet: https://www.bmvi.de/Shared-Docs/DE/Publikationen/G/mobilitaets-und-angebotsstrategien-in-laendlichen-raeumen-neu.pdf?__blob=publicationFile <15.01.2021>.
- Brost, M./ Deißer, O./ Gebhardt, L./ Steiner, T./ Karnahl, K./ Ademeit, A.-M./ Brandies, A./ Sippel, T./ Velimsky, J./ Müller, A./ Beyer, S./Ulmer, F. (2019): Reallabor Schorndorf - Entwicklung und Erprobung eines bedarfsgerechten Bussystems. Projektbericht, Internet: https://verkehrsforschung.dlr.de/public/documents/2019/2019_Projektbericht-Reallabor-Schorndorf.pdf
- Carsharing Trägerverein EBE e.V. (Hrsg.): Satzung, Internet: https://www.carsharing-ebersberg.de/images/pdf/Satzung_EAT.pdf <30.10.2022>.
- Gastel, Matthias (2015): Nachhaltige Mobilität auf dem Land, Internet: https://www.matthias-gastel.de/wp-content/uploads/2015/02/2015_gastel_broschuere_laendl_mobilitaet.pdf <01.10.2020>.
- Götze, Uwe (2010): Kostenrechnung und Kostenmanagement, 5. Auflage, Berlin Heidelberg: Springer, 2010, DOI: 10.1007/978-3-642-11824-1
- Gross-Fengels, Sophia-Marie (2020): Implementierung von Smart Mobility in ländlichen Räumen - Innovative Lösungen und potenzielle Regionalwirkungen für den Kreis Heinsberg, Aachen: Universitätsbibliothek der RWTH Aachen, DOI: [10.18154/RWTH-2021-00712](https://doi.org/10.18154/RWTH-2021-00712)
- Kliesow, Martin/ von Possel, L./Hilwerling, B./Drescher, F. (2020): Mobilitätsstationen in der Kiel-Region - Leitfaden für die Planung und Umsetzung in Kommunen, KielRegion GmbH (Hrsg.), 2020, Internet: https://www.kielregion.de/fileadmin/user_upload/kielregion/documents/masterplan-mobilitaet/Downloads_Mobilitaet/2020_05_20_KIELREGION_Leitfaden_Mobilitaetsstationen_ohneMarken.pdf <30.11.2022>
- Klötzke, Matthias/ Brost, M./ Fraedrich, E.-M./ Gebhardt, L./ Karnahl, K./ Kopp, G./ König, A./ Ademeit, A.-M. / Müller, A. / Sippel, T./ Ulmer, F. (2018): Reallabor Schorndorf - Bürgernahe Entwicklung eines haltestellenlosen Quartiersbussystems, in: Proff, Heike/Fojcik, Thomas Martin (Hrsg.) (2018): Mobilität und digitale Transformation - Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte, Wiesbaden: Springer Gabler, 295-310, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-658-20779-3_18.
- Loose, Willi, 2018: Leitfaden zur Gründung neuer CarSharing-Angebote, Berlin: Bundesverband CarSharing, 2018, Internet: Zugriff: <https://carsharing.de/verband/veroeffentlichungen/leitfaden-zur-gruendung-neuer-carsharing-angebote> <30.05.2022>.

- Rehme, Marco/ Richter, S., Temmler, A./ Götze, U. (2018): Urbane Mobilitäts-Hubs als Fundament des digital vernetzten und multimodalen Personenverkehrs - Ein Ansatz zur Geschäftsmodellgestaltung mit Fallbeispiel, in: Proff, Heike/Fojcik, Thomas Martin (Hrsg.) (2018): Mobilität und digitale Transformation - Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte, Wiesbaden: Springer Gabler, 311 - 330, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-658-20779-3_18.
- Rehme, Marco/ Oehme, Susann/ Götze, Uwe/Claus, Sören (2020): Smart Rail – Bewertung von Innovationsideen und Management von Innovationsbarrieren am Beispiel integrierter Mobilitätsketten für ländliche Räume, in: Proff, H. (Hrsg.): Neue Dimensionen der Mobilität. Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2020, S. 107-125, DOI: 10.1007/978-3-658-29746-6
- Rehme, Marco/ Wehner, Udo/ Döring, Julia/ Rother, Steve. (2021): Smarte Mobilitätsketten als Zukunftsbild für den ländlichen Raum, in: Hochschule Mittweida (Hrsg.): Wissenschaftliche Berichte Nr. 002/2021, Ökologische Transformation in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft? Tagungsband zur 16. Interdisziplinären Wissenschaftlichen Konferenz Mittweida, ISSN 1437-7624, S. 170-174.
- Rehme, Marco/ Wehner, Udo/Rother, Steve/ Götze, Uwe (2021): Management von Wertschöpfungsnetzen multimodaler Mobilität, in: Proff, Heike (2021): Making Connected Mobility Work, Technische und Betriebswirtschaftliche Aspekte, Wiesbaden: Springer Gabler, 2021, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32266-3>
- RVE (2013): Fahrplaninformation – Ortsverkehr Gelenau, Linie 209, gültig ab 26.08.2013, Internet: https://www.rve.de/fileadmin/user_upload/test/Informationsbroschuere_Ortsverkehr_Gelenau.pdf <15.01.2021>.
- Schallmo, Daniel (2013): Geschäftsmodell-Innovation. Grundlagen, bestehende Ansätze, methodisches Vorgehen und B2B-Geschäftsmodelle, Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2013, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-00245-9>
- Schroth, Fabian/ Maier, M./Wagner-Hanl, N./ Inninger, W. (2021): Mobilität neu denken - Ergebnisbericht - Entwicklung eines Modells für die Gestaltung öffentlicher Mobilität im ländlichen Raum mit Hilfe eines ko-kreativen Prozesses am Beispiel der Entwicklungsregion Bayerischer Wald, Stuttgart: Fraunhofer IAO, 2021, Internet: <https://publica.fraunhofer.de/handle/publica/300955>
- Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (Hrsg.) (2021): Regionaldaten Kreisstatistik Sachsen - Kreisstatistik 2021 für Erzgebirgskreis, Internet: <https://www.statistik.sachsen.de/Kreistabelle/jsp/KREISAGS.jsp?Jahr=2021&Ags=14521000> <30.11.2022>
- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2019): Ökologische und ökonomische Potenziale von Mobilitätskonzepten in Klein- und Mittelzentren sowie dem ländlichen Raum vor dem Hintergrund des demographischen Wandels, Abschlussbericht, Texte 14/2019, Dessau-Roßlau.
- VCI (2019): SPNV-Erschließung des Mittelzentrums Marienberg - Präsentation der Ergebnisse.
- VDV e. V. (2020): Gute Mobilität in ländlichen Räumen – Gemeinwohlorientierung und Lebensqualität vor Ort. Internet: <https://www.vdv.de/18032020-vdv-positions-papier-gute-mobilitaet-in-laendlichen-raeumen-vdv.pdf>, <06.05.2020>.
- Verkehrsverbund Mittelsachsen (VMS) (2016): NVP für den Nahverkehrsraum Chemnitz/Zwickau 2016 – 2020, Teil A – VMS/ZVMS.