

Möglichkeiten einer digitalen Verkehrs- und Besucherlenkung

Senftenberg / Lausitzer Seenland





Möglichkeiten einer digitalen Verkehrs- und Besucherlenkung

Senftenberg / Lausitzer Seenland

Autoren:

- Geßenhardt Judith
- Borgert Stephan
- Flechsig Laura
- Scholz Katrin
- Altena Carolin
- Ratajczak Fabienne

Januar 2026

Zusammenfassung

Das Lausitzer Seenland hat sich in den vergangenen Jahren im Zuge des Strukturwandels von einer ehemaligen Tagebaulandschaft zu einer bedeutenden Tourismusregion im Osten Deutschlands entwickelt. Die Attraktivität der neu entstandenen Seenlandschaft spiegelt sich in deutlich steigenden Besucherzahlen wider. Allein in Senftenberg wurden im Jahr 2023 mehr als 874.000 Übernachtungen verzeichnet, was einem Zuwachs von über 50 Prozent innerhalb von zehn Jahren entspricht. Diese Entwicklung geht mit einer zunehmenden Belastung der lokalen Verkehrsinfrastruktur einher, da rund drei Viertel der Gäste mit dem eigenen Pkw anreisen. Die vorhandenen Parkflächen werden dabei sehr ungleich genutzt: Während einzelne Standorte in der Hauptsaison sehr gut ausgelastet sind, bleiben andere weitgehend ungenutzt.

Vor diesem Hintergrund wird die Einführung eines digitalen, dynamischen Parkleitsystems als zentrale Lösung empfohlen. Ziel ist es, aktuelle Informationen zur Parkplatzverfügbarkeit aus verschiedenen Quellen zentral zu bündeln und den Besuchern standortbezogen zur Verfügung zu stellen. Über digitale Kanäle wie Webanwendungen, mobile Endgeräte oder bestehende Tourismus-Apps können Gäste frühzeitig zu geeigneten Parkflächen geleitet werden. Ergänzend dazu sollen multimodale Mobilitätsangebote, insbesondere an verkehrlich gut angebundenen Knotenpunkten wie dem Bahnhof Sedlitz Ost, systematisch eingebunden werden. Auf diese Weise lassen sich alternative Verkehrsmittel stärken und Besucherströme insgesamt besser steuern.

Der Nutzen eines solchen Ansatzes ist für die Kommune und die Region klar messbar. Durch eine gezielte Lenkung der Besucher können Straßen und Parkflächen entlastet und Nutzungsspitzen abgefedert werden. Gleichzeitig steigt die Aufenthaltsqualität sowohl für Gäste als auch für die lokale Bevölkerung. Darüber hinaus kann das Lausitzer Seenland mit einem digitalen Park- und Mobilitätsmanagement eine Vorbildfunktion für andere Regionen im Strukturwandel einnehmen und seine Innovationskraft unterstreichen.

Als nächster Schritt wird empfohlen, ein Pilotprojekt am Parkplatz Großkoschen Seestrand zu starten. Dieser Standort eignet sich aufgrund seiner hohen touristischen Bedeutung und der saisonal stark schwankenden Nachfrage besonders gut, um erste praktische Erfahrungen zu sammeln.

Im Rahmen des Pilotprojekts können sowohl die technische Umsetzbarkeit als auch organisatorische Abläufe und Akteurskonstellationen erprobt werden. Entscheidend für den Erfolg ist dabei die frühzeitige Einbindung relevanter Akteure aus Verwaltung, Tourismus und Wirtschaft sowie die konsequente Berücksichtigung datenschutzrechtlicher Anforderungen.

Die Umsetzung des Vorhabens sollte in einer zweiphasigen Förderlogik erfolgen. In einer ersten Konzept- und Vorbereitungsphase stehen Machbarkeitsstudien, Beteiligungsprozesse und die technische Planung im Vordergrund. Daran anschließend kann in einer Investitionsphase die konkrete Umsetzung erfolgen. Förderprogramme wie die „Strukturentwicklung Lausitz“ bieten hierfür eine geeignete Grundlage und ermöglichen eine Förderung von bis zu 90 Prozent der Kosten für Infrastruktur- und Digitalisierungsmaßnahmen. Ergänzend können weitere Fördermittel für die Beschaffung von Hardware oder flankierende Maßnahmen genutzt werden, um das Projekt nachhaltig und zukunftsfähig zu gestalten.

Inhalt

Zusammenfassung	I
Abbildungen	V
Tabellen	VI
Abkürzungen	VII
1 Einführung	1
2 Touristische Situation im Lausitzer Seenland	2
2.1 Touristische Points of Interests	2
2.2 Besucherströme, Übernachtungen und Besuchergruppen	4
2.3 Mobilitäts- und Parkraumkonzepte im Lausitzer Seenland	4
3 Smart Parking	6
3.1 Anwendungsfälle für einzelne Parkplätze	7
3.1.1 Manuelle Freigabe von Parkraum	7
3.1.2 Optimierung der Parkraumbewirtschaftung	7
3.1.3 Verwendung von ANPR Kameras	10
3.2 Digitale, dynamische Parkleitsysteme	16
3.2.1 Bedarfsermittlung.....	17
3.2.2 Konzeption der Ausgestaltung des Parkleitsystems.....	18
3.2.3 Technologische Anforderungen	19
3.3 Parkleitsystem für das Lausitzer Seenland	30
3.3.1 Bedarfsermittlung.....	31
3.3.2 Konzeption der Ausgestaltung des Parkleitsystem.....	40
3.3.3 Technologieauswahl.....	41
3.3.4 Möglicher Zeitplan zur Einführung eines Parkleitsystem.....	43
3.3.5 Finanzierung und Budget	44
4 Das Konzept der Besucherlenkung	47
4.1 Definition Besucherlenkung.....	47
4.2 Zyklus der digitalen Besucherlenkung.....	48
4.3 Besucher- und Verkehrssituationen messen.....	49

4.3.1 Besucherströme messen.....	50
4.3.2 Verkehrsströme messen.....	51
4.3.3 Belegungen am Parkplatz messen.....	51
4.3.4 Umfelddaten.....	52
4.4 Datenintegration, -verarbeitung und Analyse als Grundlage der Besucherlenkung	53
4.4.1 Datenintegration über Konnektoren	54
4.4.2 Datenverarbeitung und Analyse.....	54
4.5 Analyse der Mehrwertdaten.....	56
4.5.1 MoVeToLausitz COCKPIT.....	56
4.5.2 Werkzeug zur Datenanalyse.....	57
4.5.3 Bereitstellung von interaktiven Tools	58
4.6 Datenprodukte bereitstellen, integrieren und nutzen.....	59
4.7 Von der Besucherlenkung zur Besuchersteuerung.....	62
5 Bahnhof Sedlitz Ost als Mobilitäts-HUB	67
5.1 Was ist ein Mobilitätshub, was wird benötigt.....	67
5.2 Aktuelle Gedanken zum Mobilitätshub seitens Zweckverband / Landkreis.....	69
5.3 Nachfrageanalyse / Angebotsanalyse zu Sedlitz Ost.....	69
5.4 Ausgestaltung Mobilitätshub Sedlitz Ost	71
6 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen	73
6.1 Ausgangslage und Zielsetzung.....	73
6.2 Zentrale Erkenntnisse zur Parkraumsituation.....	73
6.3 Empfehlungen für ein intelligentes Parkleitsystem	74
6.4 Vom Parkleitsystem zur digitalen Besucherlenkung	76
6.5 Der Mobilitätshub als Baustein nachhaltiger Mobilität.....	77
6.6 Finanzierung und Fördermöglichkeiten	78
6.7 Fazit.....	80
Literaturverzeichnis	VIII

Abbildungen

Abbildung 1 – Schwarzparkerquote und entgangene Einnahmen.....	8
Abbildung 2 - Dashboard "Widerrechtliches Parken"	9
Abbildung 2 – Parkleitsysteme.....	18
Abbildung 3 - Parkverteilung im Lausitzer Seenland	35
Abbildung 4 - Verkehrsaufkommen im Lausitzer Seenland (Senftenberg)	35
Abbildung 5 - Verkehrsaufkommen im Lausitzer Seenland (Sachsen)	36
Abbildung 6 – Querschnittsmessungen MIV	37
Abbildung 7 –Durchschnittsgeschwindigkeiten MIV	37
Abbildung 8 - Querschnittsmessungen Fahrräder	38
Abbildung 9 - Querschnittsmessungen Besucher	38
Abbildung 10 - Datalab Ruhender Verkehr – Parkraumbelegung	39
Abbildung 11 - Datalab Ruhender Verkehr – Ticketverkäufe im Überblick	40
Abbildung 12 – stufenweise Einführung Parkleitsystem	43
Abbildung 13 – Zyklus der digitalen Besucherlenkung.....	48
Abbildung 14 – MoVeToLausitz Architektur	53
Abbildung 15 – MoVeToLausitz COCKPIT	57
Abbildung 16 – Beispielhafte Visualisierung DATALAB	58
Abbildung 17 – Tool interaktive Verkehrsströme.....	59
Abbildung 18 – Datenbereitstellung im Mobility Data Space.....	60
Abbildung 19 – Visualisierung App - Web Interface	61
Abbildung 20 – Visualisierung App – mobiles Interface.....	61
Abbildung 21 – Besuchersteuerung - Übersicht Parkplätze.....	63
Abbildung 22 - Besuchersteuerung – Kartenansicht.....	64
Abbildung 23 - Besuchersteuerung – Konfigurationsübersicht.....	64
Abbildung 24 - Besuchersteuerung - Endnutzerinterface	65
Abbildung 25 - Mögliche Maßnahmen und deren Auswirkungen eines Mobilitätshubs	68
Abbildung 26 - Darstellung eines kleinen Mobilitätshubs mit Infosäule und Fahrradständer	71
Abbildung 27 - Darstellung eines großen Mobilitätshubs mit Aufenthaltsbereich	72

Tabellen

Tabelle 1 - Anbieter von Lösungen zur Parkraumbewirtschaftung auf Basis von ANPR Kameras.....	11
Tabelle 2 – Sensorikarten	21
Tabelle 3 – Anbieter von digitalen, dynamischen Verkehrsschildern	24
Tabelle 4 - touristische Parkplätze im Lausitzer Seenland – Auszug.....	32
Tabelle 5 - Quell- und Zielverkehr nach / von Senftenberg.....	36
Tabelle 6 – Fördermöglichkeiten im Lausitzer Seenland	46
Tabelle 7 - Nutzen für Kommunen - Strukturentwicklung Lausitz	75
Tabelle 8 - Zuordnung Zielsetzung STARK Förderprogramm	76

Abkürzungen

ANPR	Automatic Number Plate Recognition (Automatische Kennzeichenerkennung)
API	Application Programming Interface (Programmierschnittstelle)
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
DFI	Dynamische Fahrgastinformation
DIN	Deutsches Institut für Normung
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
DWD	Deutscher Wetterdienst
DZT	Deutsche Zentrale für Tourismus
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FCD	Floating Car Data (Fahrzeugbasierte Verkehrsdaten)
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
GPS	Global Positioning System
ILB	Investitionsbank des Landes Brandenburg
IoT	Internet of Things (Internet der Dinge)
JSON	JavaScript Object Notation
KI	Künstliche Intelligenz
LiDAR	Light Detection and Ranging
LTE	Long Term Evolution (Mobilfunkstandard)
MaaS	Mobility as a Service
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport (Nachrichtenprotokoll)
NB-IoT	Narrowband Internet of Things
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
OUP	Offene Urbane Datenplattform
P+R	Park and Ride
PLS	Parkleitsystem
POI	Point of Interest (Interessanter Ort)
REST	Representational State Transfer (Webservice-Architektur)
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
STARK	Stärkung der Transformationsdynamik und Aufbruch in den Revieren und an den Kohlekraftwerkstandorten
VBB	Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg

1 Einführung

Der Tourismussektor bietet für Regionen im strukturellen Wandel, wie dem Lausitzer Revier, erhebliche Potenziale zur wirtschaftlichen Stärkung. Bereits heute verfügen Teile der Region über etablierte touristische Destinationen, darunter der Spreewald, das Lausitzer Seenland und der Cottbuser Eine überregionale Vermarktungsstrategie eröffnet zusätzliche Entwicklungsmöglichkeiten, insbesondere aus ökonomischer Sicht.

Aufgrund der ländlichen Struktur, der räumlich verstreuten touristischen Schwerpunkte und fehlender bedarfsgerechter Verkehrsalternativen wird der Tourismusverkehr im Lausitzer Revier überwiegend durch den motorisierten Individualverkehr (MIV) geprägt. Gleichzeitig weist die touristische Mobilitätsnachfrage eine hohe Volatilität auf, da soziale, wirtschaftliche und demografische Veränderungen kurzfristige Anpassungen erfordern. Das Verkehrsangebot im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) ist hingegen langfristig geplant und kurzfristig nur begrenzt flexibel [1].

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, sind intelligente, multimodale und bedarfsorientierte Mobilitätskonzepte erforderlich. Dazu zählen unter anderem: intelligente Verkehrssteuerung, smarte Besucherlenkung, effizientes Parkraummanagement, Datenplattformen, autonome Verkehrsangebote sowie On-Demand-ÖPNV-Angebote [2].

Das Projekt **MoVeToLausitz** setzt an dieser Schnittstelle an. Gefördert im Rahmen des mFUND durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr [3], wurde im Zeitraum von Juli 2022 bis November 2025 ein tragfähiges Konzept entwickelt, das die Attraktivität, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit des Tourismus im Revier steigern soll. Ein Schwerpunkt des Projekts lag auf den Möglichkeiten einer digitalen Verkehrs- und Besucherlenkung mit dem Ziel, die Verteilung der Besucher auf Hot-, Semi- und Cold Spots auszugleichen und die Nutzung der Parkinfrastruktur effizient zu gestalten. Dabei wurden insbesondere die touristischen Regionen Spreewald und Lausitzer Seenland betrachtet. Das Untersuchungsgebiet im Lausitzer Seenland umfasst unter anderem: Amt Kleine Elster, Großräschen, Schipkau, Lauchhammer, Schwarzheide, Amt Ruhland, Senftenberg, Lauta, Elsterheide, Hoyerswerda, Lohsa und Boxberg.

Dieses Dokument ist ein Konzeptpapier zur digitalen Besucherlenkung im Lausitzer Seenland. Es basiert auf einer pragmatischen Kombination aus Datenanalyse, Bestandsaufnahme und fachlicher Ableitung. Ziel ist eine nachvollziehbare Grundlage, um Handlungsfelder zu priorisieren und Pilotmaßnahmen (z. B. als erster Use Case im Bereich Parken) sauber aufzusetzen.

2 Touristische Situation im Lausitzer Seenland

Das Lausitzer Seenland ist die größte künstlich geschaffene Wasserlandschaft Europas und erstreckt sich im östlichen Teil Deutschlands über die Bundesländer Brandenburg und Sachsen [4]. Die Landschaft entstand durch umfangreiche Rekultivierungsmaßnahmen ehemaliger Braunkohletagebaue, die nach der Wende schrittweise geflutet wurden. Daraus entstanden mehr als 20 Seen sowie zahlreiche schiffbare Kanäle [1]. Das Lausitzer Seenland bietet heute eine Kombination aus Wasserlandschaften, kulturellen Sehenswürdigkeiten und vielfältigen Freizeitmöglichkeiten. Die Seen sowie die umliegenden Landschaften sind ein Anziehungspunkt für Wassersportler und Naturfreunde sowie ein wichtiger Faktor für den regionalen Tourismus, der zunehmend an Bedeutung gewinnt. Die Tourismusbilanz zeigt langfristig eine positive Entwicklung mit insgesamt 270.445 Ankünften im Jahr 2023, was einem Anstieg von 33,2 % gegenüber dem Jahr 2012, entspricht [5].

2.1 Touristische Points of Interests

Im Untersuchungsgebiet des Lausitzer Seenlands existieren verschiedene Points of Interest (POI), wobei die einzelnen Seen als zentrale Anziehungspunkte gelten. In den Orten finden sich darüber hinaus weitere bedeutende POI:

- In Senftenberg: Schloss und Festung, Tierpark, Stadthafen
- In Lichterfeld-Schacksdorf: Besucherbergwerk F60
- In Hoyerswerda: Zoo und Schloss, Lausitzbad
- In Großräschen: IBA-Terrassen

Um den unterschiedlichen touristischen Anforderungen gerecht zu werden und die Besucherströme gezielt zu lenken, wurde eine Klassifizierung der Orte in Cold Spots, Semi Spots und Hot Spots vorgenommen. Diese Einteilung ermöglicht die Planung spezifischer Verkehrslenkungsmaßnahmen, die auf die Kapazitäten und touristischen Bedürfnisse der jeweiligen Orte abgestimmt sind. Die Klassifizierung basiert auf der Anzahl der Übernachtungen, der Tourismusintensität der Gemeinde, der Anzahl der Übernachtungsbetriebe, der Entfernung zum nächsten Hot Spot sowie der Eignung als alternatives Reiseziel.

Cold Spots zeichnen sich durch weniger als 100.000 Übernachtungen, eine Tourismusintensität von 0 bis 10 und mindestens 10 Übernachtungsbetriebe aus. Zusätzlich wird ihre Eignung als Alternative zu stark frequentierten Hot Spots berücksichtigt, insbesondere durch eine Entfernung von weniger als 20 km zum nächsten Hot Spot sowie das Vorhandensein von POIs, Parkplätzen und Aktivitäten. **Semi Spots** entsprechen grundsätzlich den Kriterien eines Cold Spots, weisen jedoch eine höhere Tourismusintensität (> 15) auf oder liegen innerhalb einer Gemeinde mit einem Hot Spot.

Hot Spots verzeichnen eine Tourismusintensität von über 15 und mehr als 200.000 Übernachtungen. Diese Orte sind durch eine hohe touristische Nachfrage und zahlreiche POIs gekennzeichnet, was besondere Maßnahmen zur Verkehrs- und Besucherlenkung erfordert.

Im Lausitzer Seenland existiert nur ein Hot Spot: die Stadt Senftenberg. Mit einer Tourismusintensität von 15,93 und über 372.000 Übernachtungen ist Senftenberg der Hauptanziehungspunkt für Besucher [6]. Die zahlreichen POIs wie der Senftenberger See, das Schloss und die Festung Senftenberg, der Tierpark und der Stadthafen bieten ein breites Spektrum an Freizeitmöglichkeiten und kulturellen Erlebnissen.

Zu den Semi Spots zählen unter anderem Großkoschen, Geierswalde und Klein Partwitz. Großkoschen gehört zur Gemeinde Senftenberg und bietet trotz der Nähe zum Hot Spot (7 km) eine eigenständige touristische Infrastruktur mit dem Südost-Ufer des Senftenberger Sees und dem Familienpark. Geierswalde liegt in der Gemeinde Elsterheide und zeichnet sich durch eine erhöhte Tourismusintensität (17,89) aus. Der Ort bietet zahlreiche Freizeitmöglichkeiten am Geierswalder und Partwitzer See und verfügt über mehr als 30 Übernachtungsbetriebe. Klein Partwitz ist aufgrund seiner touristischen Infrastruktur mit Motorbootverleih, Jet-Ski-Basis, Segelclub und Reiterhof ebenfalls als Semi Spot eingestuft. Die Entfernung zum Hot Spot Senftenberg (17,5 km) und die vorhandenen Parkmöglichkeiten machen den Ort zu einer attraktiven Alternative.

Die identifizierten Cold Spots sind Großräschen und Sedlitz. Großräschen verzeichnet 22.298 Übernachtungen (2022) und eine geringe Tourismusintensität von 2,64, verfügt jedoch über mehr als 20 Übernachtungsbetriebe. Der Großräschener See und die IBA-Terrassen bieten zusätzliche Anreize für Besucher, die eine ruhigere Umgebung bevorzugen. Sedlitz ist Ortsteil der Stadt Senftenberg und wird aufgrund der Entfernung von 6,5 km zur Kreisstadt als eigenständiger Spot geführt. Trotz seiner geringen Größe mit etwa 900 Einwohnern bietet Sedlitz mit dem Sedlitzer See und dem Großräschener See attraktive Ausflugsmöglichkeiten und wird aufgrund zukünftiger Entwicklungen noch an Bedeutung gewinnen.

Ergänzend hat sich während der Recherche herausgestellt, dass auch einzelne Points of Interest als Hot Spots ausgewiesen werden sollten. Das Besucherbergwerk F60, das Lausitzbad Hoyerswerda sowie Zoo und Schloss Hoyerswerda verzeichnen jeweils über 100.000 Besucher pro Jahr. Aufgrund ihrer eindeutigen Charakteristika können jedoch keine sinnvollen Semi- und Cold Spots abgeleitet werden.

2.2 Besucherströme, Übernachtungen und Besuchergruppen

Im Jahr 2023 wurde mit 874.117 Übernachtungen die bis dahin geltende Bestmarke von 2019 (834.856) übertroffen [5]. Die Region hat damit nicht nur das Vor-Corona-Niveau wieder erreicht, sondern überboten. Die durchschnittliche Bettenauslastung der 5.769 Gästebetten in 151 Betrieben liegt bei knapp 30 %, die durchschnittliche Aufenthaltsdauer bei 3,1 Tagen.

Die Besuchergruppen lassen sich in mehrere Kategorien unterteilen. Ein Großteil besteht aus Aktivurlaubern, die sich für Wassersport, Wandern und Radfahren interessieren. Ein weiterer bedeutender Anteil sind Kultur- und Naturtouristen, die historische Sehenswürdigkeiten und Naturschutzgebiete erkunden. Auch internationale Gäste entdecken zunehmend das Lausitzer Seenland.

Die Besucherströme konzentrieren sich stark auf Senftenberg als bedeutendsten Hot Spot, der für über 40 % der Übernachtungen im Lausitzer Seenland verantwortlich ist. Im Jahr 2022 wurden 372.777 Übernachtungen registriert, im Vergleich zu 241.759 im Jahr 2012 [6] Dies entspricht einem Anstieg von 54 % innerhalb einer Dekade. Mit der steigenden Zahl an Übernachtungen und zusätzlichen Tagestouristen wächst der Druck auf die Infrastruktur, insbesondere auf die Parkplatzsituation während der Hauptsaison.

Von den umliegenden Städten und Gemeinden weisen Elsterheide und Großräschen die höchste touristische Aktivität auf, wobei der dortige Tourismus mit 61.000 bzw. 22.000 Übernachtungen pro Jahr nicht mit Senftenberg vergleichbar ist [6]. Dennoch verfügen auch andere umliegende Gemeinden über interessante POIs, die für die Besucherlenkung von besonderer Bedeutung sind, da sie während der Hauptbesuchszeiten als attraktive Alternativen dienen können.

2.3 Mobilitäts- und Parkraumkonzepte im Lausitzer Seenland

Die Stadt Senftenberg und die umliegenden Gemeinden haben in den letzten Jahren einen stetig wachsenden Tourismus erlebt, was zu einer erhöhten Nachfrage nach Parkplätzen während der Hauptsaison führte. Die meisten Besucher reisen mit dem eigenen Pkw an, was den Druck auf die bestehende Infrastruktur zusätzlich erhöht. Das „Handbuch Nahverkehr und Tourismus im Land Brandenburg“ (2013) zeigt, dass drei Viertel der Urlauber in Brandenburg mit dem eigenen Pkw anreisen. In diesem Zusammenhang wurde die Einführung von rabattiertem Parken auf Parkplätzen außerhalb der Stadtzentren diskutiert, verbunden mit guter ÖPNV-Anbindung [7]. Für Senftenberg und das Lausitzer Seenland könnte dies eine Möglichkeit sein, stark ausgelastete Parkplätze zu entlasten.

Die „Mobilitätsstrategie Brandenburg 2030“ (2017) nennt die Erhöhung des Besetzungsgrades von Fahrzeugen sowie die Förderung von Mitfahrerparkplätzen als prioritäre Maßnahmen [8]. Eine engere Zusammenarbeit zwischen den Kommunen und die Schaffung von Pendlerparkplätzen könnte auch in Senftenberg dazu beitragen, den vorhandenen Parkraum effizienter zu nutzen.

Das „Bike+Ride / Park+Ride Konzept im Land Brandenburg“ (2020) hebt die Bedeutung von gut ausgeschilderten P+R-Anlagen hervor [9]. Besucher könnten an den Rändern der Stadt auf den ÖPNV oder das Fahrrad umsteigen und so stark nachgefragte Parkplätze in den touristischen Zentren meiden. Gleichzeitig sollten E-Mobilitätslösungen wie Ladepunkte für Elektrofahrzeuge und Car-Sharing-Modelle weiter ausgebaut werden.

Die Mobilitätsstrategie für die Wirtschaftsregion Westlausitz (2015) zeigt ähnliche Ansätze [10]. Besonders der Einsatz von Fahrgemeinschaften und deren Berücksichtigung bei der Schichtplanung von Unternehmen wurden vorgeschlagen. Das Konzept zielt auch auf die Einführung von Firmentickets und die Bereitstellung von E-Bike-Ladestationen ab.

Insgesamt bieten die bisherigen Konzepte verschiedene Ansätze zur Bewältigung der Verkehrs- und Parkraumprobleme. Eine Kombination aus alternativen Mobilitätslösungen wie P+R-Anlagen, der Förderung von Fahrgemeinschaften sowie der verstärkten Nutzung des ÖPNV könnte langfristig dazu beitragen, die Infrastruktur in sensiblen Bereichen zu entlasten. Die meisten dieser Strategien sind jedoch allgemein gehalten und richten sich auf die gesamte Region Brandenburg oder die Westlausitz. Es fehlt bislang an konkreten, maßgeschneiderten Lösungen speziell für Senftenberg und die umliegenden Gemeinden. Die Entwicklung spezifischer Konzepte sollte daher als nächster Schritt betrachtet werden, um die lokalen Bedürfnisse gezielter zu adressieren.

3 Smart Parking

Die Digitalisierung des Parkraummanagements gewinnt zunehmend an Bedeutung, da sie einen wesentlichen Beitrag zur Bewältigung verkehrlicher Herausforderungen leisten kann. Intelligente Parksysteme ermöglichen eine effizientere Nutzung bestehender Parkflächen, reduzieren den Parksuchverkehr und tragen zur Entlastung von Innenstädten und touristischen Kerngebieten bei [11]. Studien zeigen, dass ein erheblicher Anteil des innerörtlichen Verkehrs auf die Suche nach Parkplätzen zurückzuführen ist, weshalb digitale Lösungen hier ein besonders großes Potenzial entfalten [12].

Smart-Parking-Anwendungen ermöglichen es Nutzern, freie Parkplätze in Echtzeit zu finden, Preise zu vergleichen oder Stellflächen im Voraus zu reservieren. Sensorbasierte Systeme liefern aktuelle Belegungsdaten, die sowohl der Nutzerinformation als auch der operativen Steuerung dienen. Parkleitsysteme unterstützen eine dynamische Verkehrsführung, indem sie Verkehrsteilnehmer gezielt auf weniger ausgelastete Parkplätze leiten. Digitale Bezahlmethoden wie kontaktloses Bezahlen oder mobile Payment-Lösungen beschleunigen den Parkvorgang und reduzieren den Verwaltungsaufwand [13]. Fortgeschrittene Systeme wie automatisierte Parkhäuser oder fahrerlose Parkprozesse erhöhen zusätzlich die Flächeneffizienz, da Fahrzeuge dichter geparkt werden können und der Suchverkehr innerhalb von Parkhäusern entfällt. Ergänzend gewinnen datenbasierte Prognosemodelle an Bedeutung: Sie nutzen historische und Echtzeitdaten, um die zukünftige Auslastung zu schätzen und Engpässe frühzeitig zu erkennen. Kommunen können diese Daten sowohl für die operative Steuerung als auch für die langfristige Infrastrukturplanung nutzen [14].

Auch für ländliche Regionen spielt die Digitalisierung des Parkraummanagements eine zunehmende Rolle. Trotz geringerer Dichte an Parkraumkonflikten können digitale Systeme die Anbindung an touristische Destinationen verbessern, Besucherströme lenken und den Zugang zu Dienstleistungen erleichtern [15]. Im Kontext steigender Besucherzahlen – wie im Lausitzer Seenland – tragen digitale Parklösungen dazu bei, Überlastungen an Hot Spots zu vermeiden und alternative Ziele sichtbar zu machen.

Im Rahmen dieses Kapitels werden die im Projekt MoVeToLausitz entwickelten Ansätze vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt auf der Konzeption eines intelligenten digitalen Parkleitsystems, das Echtzeitdaten nutzt, um Besucherströme effizient zu steuern und die regionale Mobilität nachhaltig zu unterstützen.

3.1 Anwendungsfälle für einzelne Parkplätze

Digitale Parksysteme ermöglichen eine effiziente Bewirtschaftung einzelner Parkplätze, verbessern die Nutzererfahrung und optimieren die Verkehrsflüsse [11]. Sie kombinieren Sensorik, mobile Anwendungen, Datenanalysen und KI, um in Echtzeit Informationen über freie Plätze bereitzustellen, den Bezahlprozess zu vereinfachen und - wenn gewünscht - Prognosen über die Parkplatzbelegung zu erstellen.

3.1.1 Manuelle Freigabe von Parkraum

Echtzeitmessungen der Parkplatzbelegung bilden die Grundlage für präzise Parkraumprognosen, die insbesondere in Zeiten hoher Nachfrage – etwa bei Großveranstaltungen oder an Feiertagen mit gutem Wetter – von großer Bedeutung für touristische Regionen sind [16]. Auf Basis dieser Daten können Verkehrsplaner manuelle Freigaben zusätzlicher Parkflächen vornehmen und gezielte Verkehrslenkungsmaßnahmen umsetzen. Die Vorteile dieser Vorgehensweise umfassen die Reduzierung von Staus und Überlastungen an zentralen Punkten, einen flüssigeren Verkehrsfluss für Besucher sowie die Steigerung der Attraktivität der Region durch planbare Parkmöglichkeiten.

Zusätzlich ermöglichen KI-gestützte Prognosen die Einführung von Überlastungsvorwarnungen, sodass Verkehrsplaner frühzeitig reagieren können, anstatt ad hoc auf Probleme reagieren zu müssen [12]. Untersuchungen zeigen, dass die planbare Freigabe von Parkflächen mit Vorlauf deutlich effizienter ist als spontane Lösungen.

Ein entscheidender Erfolgsfaktor ist die Verfügbarkeit umfangreicher Verkehrs- und Mobilitätsdaten. Regionen, die in diesem Bereich nicht ausreichend ausgestattet sind, riskieren, von der Digitalisierung abgehängt zu werden. Die Implementierung kostengünstiger, digitalisierter Leitsysteme ist ohne solche Daten nicht möglich. Daher sollten Kommunen in die systematische Erfassung und Analyse von Mobilitätsdaten investieren, um die Effizienz der Verkehrssteuerung zu maximieren [17].

3.1.2 Optimierung der Parkraumbewirtschaftung

Digitale Parkraummessungen liefern Kommunen und Landkreisen wichtige Informationen über die Nutzung von Parkflächen und unterstützen eine bedarfsorientierte Parkraumbewirtschaftung [16]. Solche Analysen ermöglichen effiziente Maßnahmen, etwa bei Personalengpässen oder hoher Nachfrage. Am Beispiel des Parkplatzes Seestrand Großkoschen wurde im Rahmen des Projekts MoVeToLausitz eine Kamera installiert, um die Belegung zu erfassen. Die gewonnenen Daten wurden mit den Parkscheinautomaten-Daten zusammengeführt, um die Anzahl der Fahrzeuge zu ermitteln, die kein Parkticket gelöst hatten – die sogenannte Schwarzparkerquote [18].

Eine grafische Darstellung der ermittelten Schwarzparkerquote sowie der potenziell entgangenen Einnahmen ist in Abbildung 1 dargestellt. Parkster-App-Nutzer sind in dieser Analyse nicht berücksichtigt, wodurch die Schwarzparkerquote höher erscheint. Aufgrund fehlender vollständiger Daten lässt sich keine exakte Größenordnung berechnen.



Abbildung 1 – Schwarzparkerquote und entgangene Einnahmen

Durch eine digitale Erfassung von ordnungswidrigen Parkvorgängen können folgende **Vorteile** entstehen:

- **Datenbasierte Entscheidungen:** Die Analyse erlaubt eine präzise Steuerung der Parkraumbewirtschaftung und unterstützt Maßnahmen zur Einnahmenoptimierung, bspw. durch gezielte Kontrollen oder Anpassung der Parkgebühren [17]
- **Besucherlenkung:** Die Informationen aus der Analyse helfen, freie Parkplätze besser zu kommunizieren und die Attraktivität des Leitsystems zu steigern
- **Compliance-Steigerung:** Die sichtbare Präsenz von Kameras wirkt abschreckend auf Schwarzparker und erhöht die Einhaltung der Parkregeln.

Folgende **Herausforderungen** und **Risiken** sind bei der Verwendung von digitalen Möglichkeiten zur Ermittlung ordnungswidriger Parkvorgänge zu berücksichtigen:

- **Datenschutz:** Alle erfassten Daten müssen DSGVO-konform anonymisiert werden, um die Privatsphäre der Nutzer zu schützen [19]
- **Kosten:** Installation, Wartung und Datenanalyse der Kameras verursachen initiale und laufende Kosten, die durch Einnahmensteigerungen langfristig gedeckt werden sollten
- **Technische Risiken:** Fehlfunktionen der Systeme können zu ungenauen Daten führen und damit Entscheidungen beeinträchtigen

- **Nutzerakzeptanz:** Transparente Kommunikation über Zweck und Umgang mit den Daten ist entscheidend, um Vertrauen zu schaffen und negative Reaktionen zu vermeiden

Für eine nachhaltige Nutzung empfiehlt sich die Integration von ANPR-Kameras (Automatic Number Plate Recognition), die Fahrzeugkennzeichen automatisiert erfassen und die Parkplatzbelegung in Echtzeit analysieren [20]. Die Kombination aus Parkraumbewirtschaftung und Belegungsüberwachung maximiert die Effizienz der Parkflächen und ermöglicht eine datengetriebene Entscheidungsfindung für Kommunen und Landkreise.

Um widerrechtliches Parken im Straßenraum zuverlässig erkennen und nachverfolgen zu können, eignen sich insbesondere Bodensensoren sowie Überkopfsensoren zur Einzelstellplatzerkennung. Diese Sensortechnologien ermöglichen eine kontinuierliche und automatisierte Erfassung des Belegungszustands einzelner Stellplätze und liefern damit eine deutlich höhere Genauigkeit als flächenbasierte Erhebungen oder manuelle Kontrollen. Bodensensoren, die magnetische oder induktive Veränderungen erfassen, erkennen die Belegung einzelner Stellplätze in Echtzeit und werden bereits in zahlreichen Smart-City-Anwendungen eingesetzt [21]. Überkopfsensoren, beispielsweise kamerabasierte oder radarbasierte Systeme, ermöglichen die gleichzeitige Überwachung mehrerer Stellplätze aus erhöhter Position und eignen sich insbesondere für den Einsatz im öffentlichen Straßenraum [22]. Studien zeigen, dass sensorbasierte Parkraumerfassungssysteme nicht nur die Detektion von Parkverstößen verbessern, sondern auch die Effizienz der Parkraumüberwachung erhöhen und zur Reduzierung des Parksuchverkehrs beitragen können [25], [26]. Wie eine grafische Darstellung widerrechtlicher Parkvorgänge visualisiert werden könnte, zeigt Abbildung 2.

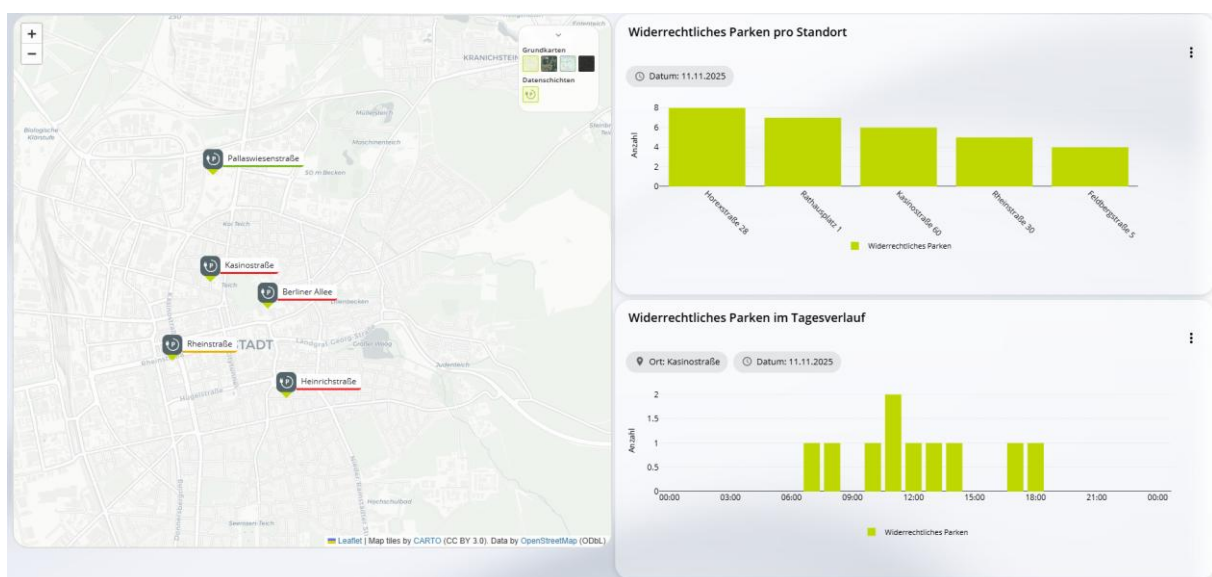


Abbildung 2 - Dashboard "Widerrechtliches Parken"

Der Einsatz solcher Sensorik bietet insbesondere im öffentlichen Straßenraum Vorteile, da Parkverstöße zeitnah erkannt und dokumentiert werden können. Dadurch lassen sich Kontrollprozesse effizienter gestalten und gezielt auf problematische Bereiche konzentrieren. Gleichzeitig ermöglichen die gewonnenen Daten eine detaillierte Analyse von Parkdauer, Fluktuation und Verstößen, wodurch sich Regelungen zur Parkraumbewirtschaftung besser evaluieren und anpassen lassen. Im Vergleich zu manuellen Kontrollen tragen sensorbasierte Systeme somit zu einer höheren Transparenz, einer verbesserten Durchsetzung bestehender Regelungen sowie langfristig zu einer Reduzierung des Parksuchverkehrs und der damit verbundenen Verkehrsbelastung bei.

3.1.3 Verwendung von ANPR Kameras

ANPR-Kameras (Automatic Number Plate Recognition) sind Technologien zur automatischen Erfassung und Analyse von Kennzeichen. Im Bereich des Parkens bieten sie eine Vielzahl von Anwendungen, die sowohl für Betreiber als auch für Nutzer von Vorteil sind:

- **Zugangskontrolle:** ANPR-Kameras können den Zugang zu Parkhäusern oder gesperrten Bereichen steuern. Fahrzeuge werden automatisch erkannt, und nur autorisierte Fahrzeuge erhalten Zugang
- **Parkplatzüberwachung:** Diese Kameras ermöglichen eine Echtzeitüberwachung von Parkplätzen. Sie erkennen, ob ein Parkplatz belegt oder frei ist, was die Effizienz der Parkplatznutzung erhöht.
- **Automatische Gebührenerhebung:** ANPR-Technologie kann zur automatischen Berechnung von Parkgebühren verwendet werden. Das Kennzeichen des Fahrzeugs wird bei Ein- und Ausfahrt registriert, DSGVO-konform verarbeitet und anhand der Parkdauer abgerechnet. Durch diese Technologie können auch für individuelle Fahrzeuge (z. B. Anwohner) permanente Parkerlaubnisse eingerichtet werden. Denkbar sind auch Kooperationen mit Hotels oder Gästekarten, bei denen das kostenfreie Parken an allen Seen für die Dauer des Aufenthalts erlaubt ist. Dies würde allerdings bedeuten, dass die Sensorik zur Kennzeichenerfassung an allen Parkflächen vom gleichen Betreiber bezogen werden sollte. Zusätzlich liegen präzisere Daten zur Parkdauer der Gäste vor, sodass die Bepreisung der Parkflächen entsprechend optimiert werden könnte
- **Datenanalyse:** Betreiber können wertvolle Daten über das Parkverhalten der Nutzer sammeln, wie beispielsweise die Herkunft und die Parkdauer, um die Nutzung zu optimieren und die Parkplatzverwaltung zu verbessern. Zusätzlich stellen ANPR-Kameras eine zu bevorzugende Technologie zur Berechnung von Parkraumbelastungsprognosen dar, da Parkdauern präzise ermittelt werden können

Tabelle 1 - Anbieter von Lösungen zur Parkraumbewirtschaftung auf Basis von ANPR Kameras, Quelle: [21] [22] [23] [24] [25] [26] [22]

Anbieter (Hauptsitz)	Smart City System (Deutschland)	Peter Park (Deutschland)	Parklio (Slowakei)	Carrida (Deutschland)	SkiDATA (Österreich) Salzburg	DESIGNA (Deutschland) Karlsruhe	Scheidt & Bachmann (Deutschland) Hamburg
	smart-city-system.com smart-city-system.com Kontakt: info@smart-city-system.com, +49 175 7094028 Fürth	en.peter-park.deen.peter-park.de Kontakt: info@peter-park.de, +49 89 21536542 München	parklio.comparklio.com Kontakt: info@parklio.com Trenčín (PAP Technologie)	carrida-technologies.comcarrida-technologies.com Kontakt: info@carrida-technologies.com, +49 7243 216729 Ettlingen			
API (Status)	REST/JSON (Swagger-API)smart-city-system.com	Teilweise (proprietär)	Teilweise offen (REST/JSON API, SDK)parklio.com	Offen (REST-API)carrida-technologies.com	Eingeschränkt (proprietär)	Eingeschränkt (proprietär)	Teilweise (proprietär)
Pseudonymisierung/Datenschutz	Voll verschlüsselte Datenerfassung, GDPR-konforme Löschfristen smart-city-system.com (Rohdaten: Hashing). Live-Daten und Rohdaten-Feeds via WebSocket/API (Echtzeit).	DSGVO-konform: Privacy-Filter verwischt Fahrzeugbild (nur Kennzeichenlesung). Bild- und Sitzungsdaten werden nach Ende des Parkens gelöscht. peter-park.de (Ausnahme: Kontaktnachverfolgung bei Verstößen). Nur Kennzeichen-Text wird verarbeitet.	Keine Pseudonymisierung (Lesung des Kennzeichens als Identifikator). DSGVO: System ist sicher konzipiert, speichert Nummernschilder als Parktickets (keine automatischen Filter)parklio.com.	Konzentriert auf pure ANPR-Erkennung. Keine Pseudonymisierung: liefert Roh-Kennzeichen. Bilddaten werden nicht extern gespeichert (nur Lizenz-String).	Optionaler DSGVO-Modus möglich. Lizenzbetrieb (Erfassung) mit pseudonymisiertem Backend? (nicht explizit)	Autarke Kennzeichenerfassung möglich. Bilddaten werden beim Ticketless-Modus temporär verwendet (als virtuelles Ticket). Betreiber definiert Datenschutz (Kennzeichen wird als virtuelles Ticket behandelt).	Kennzeichen als virtueller Parkschein (starker Fokus auf Abrechnung, weniger Privacy-Filter). Keine homomorphe Pseudonymisierung (Betreiber speichert Kennzeichen zur Abrechnung).

Übertragungsprotokolle (Priorität NB-IoT)	NB-IoT (Sensoren)minol.de, LTE/4G für Kameras. Sensoren arbeiten NB-IoT direkt (keine Gateways).	4G/LTE (muss 4G-Netz verfügbar sein)peter-park.de. Keine NB-IoT-Unterstützung (derzeit).	Ethernet/Wi-Fi bzw. Mobilfunk (4G); NB-IoT derzeit nicht eingesetzt (Roadmap unklar).	Primär Ethernet/WLAN-Anbindung. Keine NB-IoT-Unterstützung (auf Geräteebene).	Standard (Ethernet, LTE-M bei Bedarf). NB-IoT derzeit nicht eingesetzt.	Klassische Anbindung (LAN/WLAN). Kein NB-IoT derzeit.	Klassisch (Netzwerk, WLAN). NB-IoT aktuell nicht im Portfolio.
Speicherung/Löschung	Feste Löschrfristen in EU-Backendsmartcity-system.com (z. B. nach Parkvorgang oder konfigurierbar).	Daten werden nach Parkende automatisch gelöscht (außer bei Parkverstoß). Keine Langzeitspeicherung.	Speicherung der Kennzeichen je Parkvorgang. Löschrfristen nach Nutzungsbedingungen (üblich: 1–3 Jahre im PMS).	Kleingliedrige Speicherung (lokal/Cloud) nach Systemkonfiguration. Datenschutz muss vom Integrator sichergestellt werden.	Berechnungsspeicher je Kundenvertragslaufzeit (z.B. Vertragspartner & Ticketdaten).	Datenhaltung nach Betreiberwahl (z.B. 90 Tage in Systemdatenbank).	Parkvorgangsdaten behält Betreiber meist monatsweise. Konfigurierbar durch Betreiber (DSGVO-konform).
Performance (Erkennungsrates, Latenz)	ANPR-Kamera- und Sensorsystem (Erkennungsrates typ. >99 %). Bodensensor: Übertragungslatenz <30 sminol.de. System realisiert Reaktionszeiten <30 s für Einfahrten.	Hochgenaue ANPR-Kameras (KI-basierte Erkennung). Gebotene Erfassungsgenauigkeit ~99 % (Herstellerangabe). Reaktionszeit: Echtzeit-Kennzeichenerkennung im Ein-/Ausfahrtsbereich.	99,2 % Erkennungsrates bei 300 fps (Herstellerangabe)parklio.com. Kameras integrieren direkt in Parkschranken. Latenz je nach Netz (typ. <30 s bis Server).	99+ % Erkennungsrates weltweit (KI-ANPR)carrida-technologies.com. Inboard-LP-Erkennung bis 25 m. Latenz: Kameraprozess on-board, schnelle Übertragung (<1 s je Bild nach Erkennung).	Hoch entwickelte ANPR-Module verfügbar (teilweise 98–99%). LPR-Kameras, Schnitte: Gate <0.5 s nach Freigabeskidata.com.	Führt weltweit ANPR-Lösungen ein (Erkennungsrates typ. ~99%). LPR-Einbindung im ABACUS-Systemdesigna.com.	Hochpräzise LPR-Kameras im entervo-Systemscheidt-bachmann.de. 99%+ bei optimalen Bedingungen. System-Latenz: <1 s Erkennung + <2–3 s Serverabgleich bei Ausfahrt.
Parksoftware & Abrechnung	Vollständiges PMS mit Dashboard, App, Online-Zahlung (QR-Code, WebPay)smartcity-system.com, Echtzeit-Abrechnung,	Komplettes Schrankenlos-System mit Web-Dashboard. Kunden bezahlen per App oder an Pay-Terminal mit	Cloud-basiertes PMS (Parklio Brain). Ticketless-Zugang mit Schranke/ Bolidard, Zahlung per App oder im Kassenautomaten. Echtzeit-Abrechnung, Nutzer-	Bietet SDK und ANPR-Server-Plattform. Kein eigenes PMS, sondern Integration in Drittsysteme (z.B. APCOA	Vollständig integriertes System: SKIDATA Connect Cloud-Systemskidata.com.	Komplettes Parking-System (Elements Plattform, ABACUS). Unterstützt Barriersysteme,	Voll integriertes System (entervo infinite/core). Ticketless-Zugang (Kennzeichen-Einwahl

	Whitelist, TicketPilot-App (Enforcement)smart-city-system.com. Integrierte Zahlungsanbieter möglich.	Eingabe des Kennzeichenspeter-park.de. Echtzeit-Abrechnung möglich (Mobile App, QR-Code-Zahlung).	App (Parklio Connect/Wallet). Externe Zahlungsanbieter integrierbar.	Flowcarrida-technologies.com). ANPR Server mit GUI und REST-APIcarrida-technologies.com.	Ticketless/LPR-Zugang, Payment-Kiosk, Mobile Payments (Pay-per-use, QR-Code). Echtzeit-Abrechnung, Kontaktloszahlungen etc.	mobile Apps und APIs. Echtzeitabrechnung möglich (Eingabe Kennzeichen am Kassensautomat oder mobiler POS)scheidt-bachmann.de.	am Automaten oder App), Smartphone-App (Smart Go)scheidt-bachmann.de, Bezahlung per App oder Pay-Station. Echtzeit-Abrechnung möglich.
Besonderheiten	Full-Service-Angebot: Hardware aus deutscher Entwicklung, Full-Flow-Lösung (barriereless)smart-city-system.comsmart-city-system.com. Nahtlose Smart-City-Plattform-Anbindung (WiNOWiG, offene API). Unterstützung von Login-Anbietern (Stadtsysteme).	Innovativer Privacy-Ansatz (Echtzeit-Unkenntlichmachung, DSGVO)en.peter-park.de. Volle Digitalisierung, keine Tickets. Barrierless-Konzept. Smartphone-Integration. Niedrige IT-Kosten (nur Kamera/Cloud).	Fokus auf hardwarebasierte Parksysteme (Barrieren, Poller, Displays). Schnelle Installation, Cloud-Updates. Patentierte Barrieren und Ketten. Vielseitige Endkundenplattform. Internationale Abdeckung.	Hochleistungs-Kameras (Plate-i, Dragon+). Autarke Verarbeitung onboard, damit keine externe GPU nötig. Hersteller mit starker F&E (Deutschland). Verkehrszählung und Fahrzeugklassifikation als Add-ons möglich.	Marktführer im Großflächen- und Flughafensegment. Hybrid-Cloud-Architekturskidata.com. LPR für freie Zufahrt ohne Schrankeskidata.com. APIs offen für Partner-Apps (eigene Plattform „SKI-DATA Connect“).	Internationaler Konzern; u.a. Free-Flow und Barrier-Optionscheidt-bachmann.de. Integration vielfältiger Ökosysteme (ERP, Smart-City-Apps). Seit 70 Jahren am Markt.	Deutscher Traditionsanbieter, umfassende Lifecycle-Betreuungscheidt-bachmann.de. Flexible Module (Barrier, Paystation, Kameras). Anbindung an Bürger-Apps möglich (Smart City).
Referenzprojekte	PRS Parkraum Service (Vodafone-Pilot)vodafone.desmart-city-system.com, VVO (Verkehrsbund), SBB, APCOA, Hermes, Stadtwerte Lübeck	Hannover Airport (Parkkonzept/Schrankenlos)en.peter-park.de, Hellabrunn Zoo München, diverse öffentliche/ gewerbliche	Referenzen: Q-Park (NL/BE), OMV (Österreich), Engie, Mercedes, Infobip, OTP Bank, Hermes, Forscher Parc (DE)parklio.com.	APCOA (Ticketless-Pilot BER)carrida-technologies.com, Parkhäuser DE, diverse B2B-Integrationen (OEM Lizenz für Parksoftware).	Flughäfen (Schiphol, München), City-Parking (Luxemburg B-Parkingskidata.com), Smart Cities	Große Parkhäuser in DE/EU, Flughäfen, Industrieparks. (Keine konkreten Namen auffindbar, vielfach	Referenz: Parken Martyrs (Luxemburg, Modernisierung 2025)scheidt-bachmann.de, zahlreiche

	u.v.a.smart-city-system.com	Parkplätze (Urban-Use-Cases)			(B+B), u.v.a.ski-data.com.	im Backend eingebettet.)	Parkhäuser (z.B. "Parkhaus St. Ulrich", Freiburg) – Details im Download-Bereich.
Preisordnung	Projektabhängig; meist als CAPEX/Flat-rate-Modell. Herstellerpreis tendenziell gehoben (High-End).	Abomodell oder Hardwarekauf; Mid-Range (Software-Abo + Service).	Modulbasierte Lizenz (pro Parkeinheit); Barrieren sind Premium. Start ca. 5k€/Stelle, Software-Abo zusätzlich.	Systempreise je Kamera (ab ca. 3.000–10.000 €). Lizenzmodell für Software.	Hochpreisig (Enterprise-Systeme). 6–7-stellige Infrastrukturprojekte je Standort.	Firmenspezifisch (maßgeschneiderte Systeme).	Projektabhängig (Stückpreise Kamera/Beratung)
Gate (Schranke)	Ja / Ohne Schranke (Free-Flow)	Nein / Ohne Schranke (Free-Flow)	Ja / Mit Schranke (Hybrid: optional schrankenlos)	Variabel (wird meist an Schranken-Systeme angebunden)	Ja/Nein (flexibel)	Ja/Nein (modular)	Variabel (abhängig von Ausstattungswunsch)
API Offenheit	offen (REST, WebSocket)	proprietär (geschlossen)	teilweise offen (REST API, SDK)	offen (REST)	proprietär	proprietär	

Im deutschen Markt gibt es eine Reihe etablierter und innovativer Anbieter von fest installierten Kennzeichenerkennungssystemen mit Parking-Management, die meist Komplettlösungen inklusive Hardware, Software und Auswertung bieten. Typisch ist die Integration über REST-APIs oder proprietäre Schnittstellen, die meist auf einem Cloud- bzw. Server-Backend basieren. Die Anbieter legen großen Wert auf DSGVO-Konformität durch Datenminimierung, Löschung alter Daten und Verschlüsselung bzw. Anonymisierung. In Tabelle 1 sind wichtige Anbieter (mit Sitz, API-Status, Datenschutz-Features usw.) zusammengefasst.

Nur sehr wenige Anbieter unterstützen explizit NB-IoT (z.B. Smart City System für Sensorik). Die meisten nutzen LTE/4G oder lokale Netze. Lösungen mit NB-IoT sind zukunfts-trächtig, aber derzeit meist Sensorsysteme (Bodensensoren, Ladeflächen). ANPR-Kame-ras funken gewöhnlich via 4G/Ethernet. Smart City System ist hier Vorreiter (NB-IoT-Sen-sor mit 5-Jahres-Batterie, Echtzeit-Latenz <30 s) [24]. NB-IoT als Übertragungstechnik ist in der Praxis vor allem bei Sensorsystemen und weniger bei Kameras verbreitet. Viele Anbieter planen NB-IoT für die Zukunft oder nutzen LTE-M. In der Praxis sind stabile LTE/5G-Verbindungen verbreiteter. Die innovativsten Lösungen bieten hybride Betriebs-modi (Scheidt&Bachmann: mit/ohne Schranke, SKIDATA: Hybrid-Cloud) und offene Archi-tektur (SCS, Carrida).

Traditionsanbieter wie Scheidt & Bachmann, SKIDATA, Designa decken große Projekte (Flughäfen, Stadien) ab und sind technisch ausgereift. Neue Anbieter (Smart City System, Peter Park) gewinnen mit Flexibilität und Digitalisierung (DSGVO, Cloud-First). Parklio ist stark gewachsen und international erprobt (Q-Park, OMV, etc.) [26]. Carrida (ANPR-Spezi-alist) hat mit APCOA/Flow und Flughafenprojekten gezeigt, dass seine Kameras funk-tionieren (99,5 % Genauigkeit) [23].

Alle Anbieter werben mit DSGVO-Konformität. Smart City System und Peter Park betonen Datenverschlüsselung und Löschfristen [25], [24]. Peter Park löscht 100 % nach Parkende und ermöglicht daher kein Profiling [25]. Scheidt&Bachmann nutzt Kennzeichen als virtu-elles Ticket [21]. Erkennungsraten liegen meist bei 98–99 %. Latenzen bis zur Auswertung sind meist im Sekundenbereich.

Nur Smart City System und Carrida bieten nachweislich offene REST-APIs [23], [24]. Parklio stellt eine eigene API/SDK zur Verfügung (Nutzung durch Partner möglich) [26]. Große An-bieter (SKIDATA, Designa, S&B) haben eigene Plattformen, meist proprietär. Der Integra-tionsspielraum variiert: Smart City System gewährt Standard-APIs (Swagger) und sogar WebSocket für Echtzeit [24], Parklio via REST/JSON [26]. Score-bedingt gilt „offen“ nur für Systeme mit dokumentierten Standardschnittstellen.

Alle Systeme unterstützen Echtzeitabrechnung über App/QR-Code oder Pay-Station. Mobile Payment wird von allen gefördert (smartphonebasiert). Externe Zahlungsanbieter können bei manchen integriert werden (z.B. Parklio, SCS). Im Gegensatz zu reinen Sensor-Lösungen enthalten alle genannten Anbieter Komplett-PMS. Die oben genannten Lösungen sind in der Regel barrierefrei (Gebührenkontrolle digital). Die Ausnahme stellen Parklio, Designa und Scheidt&Bachmann dar. Sie bieten meist „virtuelle Tickets mit optionaler Schranke [26], [21], [27].

3.2 Digitale, dynamische Parkleitsysteme

Digitale, dynamische Parkleitsysteme (PLS) sind spezielle Verkehrsleitsysteme für den ruhenden Verkehr, die den Nutzern Informationen über verfügbare Parkplätze im öffentlichen und privaten Raum bereitstellen und diese gezielt zu freien Stellflächen leiten [16].

Im Gegensatz zu statischen Systemen, die lediglich die Lage bestimmter Parkplätze anzeigen, erfassen dynamische Systeme die Belegung in Echtzeit und führen Verkehrsteilnehmer aktiv zu verfügbaren Stellplätzen. Diese Informationen können über digitale Anzeigetafeln entlang der Verkehrswege, mobile Anwendungen, Navigationssysteme, Internetplattformen oder Rundfunkkanäle bereitgestellt werden [11]. Die Echtzeitbelegungsmessung aller Parkplätze ist dabei eine grundlegende Voraussetzung, um die Funktionalität und Effizienz des Systems zu gewährleisten.

Dynamische Parkleitsysteme bieten zahlreiche Vorteile sowohl für die Besucher als auch für die Betreiber von Parkflächen. Durch die gezielte Zuweisung von Parkplätzen werden Staus im Zubereich reduziert, unnötige Emissionen vermieden und die Zufriedenheit der Besucher gesteigert [12]. Gleichzeitig ermöglichen die gesammelten Daten zur Parkraumnutzung eine datenbasierte Planung künftiger Infrastrukturmaßnahmen und eine fundierte Entscheidungsgrundlage für Kommunen, um Parkflächen bedarfsorientiert zu bewirtschaften [17].

Die Integration dieser Systeme in bestehende Apps und Navigationsdienste unterstützt zudem die gezielte Verteilung der Besucher auf weniger frequentierte Parkplätze, was die Auslastung der touristischen Points of Interest (POIs) gleichmäßiger gestaltet und zu einer nachhaltigen Entwicklung der Region beiträgt.

Die Einführung eines Parkleitsystems sollte auf einem umfassenden Umsetzungskonzept basieren, das folgende Schritte umfasst:

- **Bedarfsanalyse:** Untersuchung der aktuellen Parkplatzsituation, Verkehrsdichte, Auslastung und des Nutzerverhaltens, um geeignete Standorte für das System zu bestimmen.
- **Konzeption und Zielsetzung:** Festlegung der Systemart (statisch oder dynamisch), der Art der bereitgestellten Informationen, der Nutzeroberflächen (Apps, digitale Anzeigen) und der Interaktionsmöglichkeiten.
- **Technologische Anforderungen:** Auswahl geeigneter Sensoren, digitaler Anzeigetafeln, Softwareplattformen und Schnittstellen zur Integration in bestehende Informations- und Navigationsdienste.
- **Standortanalyse:** Optimale Platzierung von Sensoren und Anzeigetafeln, um Sichtbarkeit und Erreichbarkeit zu gewährleisten.
- **Zeitplanung:** Erstellung eines detaillierten Zeitplans für alle Projektphasen von der Planung über Installation bis zur Inbetriebnahme.
- **Finanzierung und Budget:** Kalkulation von Investitions- und Betriebskosten sowie Prüfung möglicher Förderungen.
- **Stakeholdermanagement und Kommunikation:** Einbindung aller relevanten Akteure (Stadtverwaltung, Anwohner, Geschäftsinhaber, Verkehrsbetriebe) und Planung der Öffentlichkeitsarbeit, um die Akzeptanz des Systems zu fördern.

Insgesamt ermöglichen digitale, dynamische Parkleitsysteme eine effiziente Organisation des Parkraums, verbessern die Verkehrssteuerung in stark frequentierten Regionen und erhöhen die Zufriedenheit der Besucher. Sie stellen damit ein zentrales Instrument der digitalen Besucherlenkung dar und leisten einen wichtigen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung von Tourismusregionen [16], [11], [12], [17].

3.2.1 Bedarfsermittlung

Die Bedarfsermittlung bildet die Grundlage für ein effektives Parkleitsystem und erfordert eine umfassende Analyse des aktuellen Parkbedarfs in der Region. Dabei müssen mehrere Faktoren berücksichtigt werden. Zunächst ist eine **Bestandsaufnahme der vorhandenen Parkplätze** erforderlich, sowohl im öffentlichen als auch im privaten Raum, einschließlich Parkhäusern, Straßenparkplätzen und speziellen Parkzonen. Die Erfassung der Kapazitäten, der Zugänglichkeit und der Lage der Parkflächen ist entscheidend, um zu prüfen, ob das Angebot den Anforderungen der Nutzer entspricht [16].

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die **Analyse der aktuellen Parkplatzauslastung**, um Engpässe oder Überkapazitäten zu identifizieren. Sensoren, Kameras oder mobile Anwendungen können dabei helfen, Belegungsdaten zu erfassen und Muster der Nutzung zu erkennen, z. B. zu welchen Tageszeiten oder an welchen Orten die Nachfrage am höchsten ist [11].

Die **Verkehrsdichte** spielt ebenfalls eine zentrale Rolle. Durch Verkehrszählungen und -analysen kann ermittelt werden, wie viele Fahrzeuge zu verschiedenen Zeiten in bestimmten Bereichen unterwegs sind und wie sich diese Zahlen im Tages- oder Wochenverlauf verändern. Besonders relevant sind Stoßzeiten, Wochenenden oder spezielle Veranstaltungen, die zu einer erhöhten Parkplatznachfrage führen [12].

Darüber hinaus ist das **Nutzerverhalten** zu berücksichtigen. Hierbei werden Faktoren wie die Häufigkeit der Parkplatznutzung, bevorzugte Parkzeiten, die Nähe zum Zielort, Preisgestaltung und die Verfügbarkeit von Parkplätzen analysiert. Auch saisonale Schwankungen oder besondere Ereignisse können die Entscheidungsmuster der Nutzer beeinflussen und sollten in die Planung einfließen [17].

Abschließend sind **Zukunftsprognosen** für die Region einzubeziehen. Geplante Neubauten, infrastrukturelle Veränderungen oder demografische Entwicklungen können die zukünftige Nachfrage nach Parkplätzen erheblich beeinflussen. Die Berücksichtigung solcher Faktoren ermöglicht es, das Parkleitsystem nachhaltig zu gestalten und auf zukünftige Anforderungen vorbereitet zu sein [28]. Die Kombination dieser Faktoren liefert eine fundierte Grundlage für die Planung und Implementierung eines Parkleitsystems, das sowohl den Bedürfnissen der Nutzer gerecht wird als auch die Effizienz der Parkraumbewirtschaftung in der Region langfristig verbessert.

3.2.2 Konzeption der Ausgestaltung des Parkleitsystems

Art des Parkleitsystems

Parkleitsysteme (vgl. Abbildung 3) können je nach Bedarf, Technologie und Umfeld in unterschiedliche Typen unterteilt werden. Statische Systeme nutzen einfache Beschilderung und Wegweiser, um auf verfügbare Parkplätze hinzuweisen. Sie arbeiten meist ohne Echtzeitanalyse und beruhen auf Schätzungen oder regelmäßigen Aktualisierungen [29].



Abbildung 3 – Parkleitsysteme, Quelle: [30], [31], [32]

Dynamische Parkleitsysteme erfassen die Parkplatzbelegung in Echtzeit über Sensoren oder Kameras und geben die Informationen über digitale Anzeigen weiter [33], [34]. Mobile Systeme stellen Informationen über Apps oder Webseiten bereit und kombinieren statische und dynamische Daten, inklusive Reservierungen und Gebühren [34]. GPS-gestützte Systeme integrieren Navigationsfunktionen, um Fahrer direkt zu freien Parkplätzen zu führen [33]. Intelligente Parkleitsysteme kombinieren verschiedene Technologien wie Sensorik, Datenanalyse und mobile Anwendungen. Sie analysieren Parkverhalten und optimieren die Effizienz des gesamten Systems [35], [36]. Die Wahl des geeigneten Systems hängt von den örtlichen Gegebenheiten und den Zielen der Parkraumlenkung ab [29].

Einflussmöglichkeiten auf die Verkehrslenkung

Parkleitsysteme können gezielt den Verkehrsfluss und die Nutzung öffentlicher Räume steuern. Beispielsweise lassen sich bestimmte Straßen oder Abschnitte durch Routenvorschläge umgehen, wodurch Sicherheit und Effizienz verbessert werden. Zudem können Strategien zur Verteilung der Verkehrsteilnehmer auf die Parkflächen implementiert werden. Dazu gehören die gleichmäßige Nutzung aller Parkplätze oder die gezielte Priorisierung bestimmter Flächen, etwa zur Unterstützung lokaler Geschäfte oder Einrichtungen [37], [38].

Bereitstellung der Informationen

Die Informationsbereitstellung erfolgt über digitale Anzeigen, mobile Apps, Webseiten oder eine Integration in bestehende Navigationssysteme. Entscheidend ist, welche Daten in welchen Intervallen zur Verfügung gestellt werden: Echtzeitinformationen über Belegung, prognostizierte Auslastungen, Routenvorschläge oder statische Daten zu Parkplätzen und umliegenden Points of Interest. Die Entscheidung über die Art der Bereitstellung hängt von den Nutzungsgewohnheiten der Fahrer, der technischen Infrastruktur und den Zielsetzungen der Verkehrslenkung ab. Digitale Anzeigen bieten eine schnelle Übersicht für alle Verkehrsteilnehmer, während Apps detaillierte Informationen und zusätzliche Services bereitstellen können [39], [33], [36].

3.2.3 Technologische Anforderungen

Die technischen Anforderungen für ein Parkleitsystem umfassen mehrere Komponenten, die zusammenarbeiten, um eine effiziente Parkplatzsuche zu ermöglichen. Im Folgenden werden die zentralen Komponenten beschrieben: Sensoren, Datenverarbeitung und Kommunikationssysteme sowie Anzeigeeinheiten.

3.2.3.1 Sensoren

Zur Erfassung, ob ein Parkplatz frei oder belegt ist, existieren heute zahlreiche Sensortechnologien — je nach Umfeld und Anforderungen kommen sie einzeln oder kombiniert zum Einsatz. Man unterscheidet u.a. kamerabasierte Systeme mit Kennzeichenerkennung (ANPR/ALPR), ultraschall-, infrarot- oder magnetfeldbasierte Sensorik, induktive Schleifen im Boden, weitere Sensoren wie Radar/LiDAR oder KI-gestützte Videoanalyse sowie Zähl- oder Schrankenanlagen an Ein-/Ausfahrten [40], [41], [42], [43].

Kamerasysteme (mit oder ohne Kennzeichenerkennung) erfassen Ein- und Ausfahrvorgänge zu Parkplätzen oder auch ganze Parkplatzflächen selbst. Sie erkennen Fahrzeuge visuell und ermöglichen automatische Belegungserfassung, auch in Kombination mit Software zur Slot-Detektion und Auslastungsanzeige [44], [45].

Ultraschall- und Infrarotsensoren messen direkt an oder über den Stellplätzen Entfernung bzw. Wärmeabstrahlung, um die Anwesenheit eines Fahrzeugs zu detektieren; sie eignen sich besonders für Einzelplatzüberwachung und sind vergleichsweise günstig in Anschaffung und Betrieb [46], [47].

Magnetfeldsensoren (bzw. Magnetometer) erkennen Veränderungen im Erdmagnetfeld, sobald ein metallisches Fahrzeug den Bereich eines Parkplatzes besetzt — sie sind unempfindlich gegenüber Licht oder Sichtverhältnissen und funktionieren unabhängig von Sichtlinien [48], [46].

Induktionsschleifen im Boden registrieren metallische Objekte (Fahrzeuge), wenn diese über die Spule fahren bzw. parken — eine bewährte Technik, insbesondere für Ein- und Ausfahrtskontrollen oder Zufahrtssteuerung [42], [40].

Zusätzlich existieren moderne Ansätze **mit Radar, LiDAR oder KI-gestützter Bildauswertung**, die — gerade bei großen Parkflächen oder wechselnden Bedingungen — zuverlässige Belegungserfassung ermöglichen [40], [44].

Tabelle 2 zeigt die Funktionsweise, Vor- und Nachteile sowie die passenden Einsatzbereiche der einzelnen Sensortypen im Überblick. Je nach Parkplatztyp (offene Freifläche, Tiefgarage, Innenstadtraum, Parkhaus etc.), Budget, Datenschutz und gewünschtem Komfort kann ein Betreiber entscheiden, welche Kombination der Sensoren am besten geeignet ist.

Tabelle 2 – Sensorikarten; Quelle: [49], [50], [44], [42], [48], [46], [47], [45], [43]

Sensortyp	Funktionsweise	Vorteile	Nachteile	Typische Einsatzzwecke
ANPR-Kamera	Automatische Kennzeichenerkennung über Kamera	Fahrzeuge eindeutig identifizierbar, Integration in Abrechnungssysteme	Hohe Kosten, Datenschutz (DSGVO), Lichtabhängig	Parkhäuser, kontrollierte Zonen
Ultraschallsensor	Misst Abstand zu Fahrzeug über Schallwellen	Günstig, robust bei verschiedenen Lichtverhältnissen	Störung durch Regen, Schnee, Schmutz	Einzelparkplätze, Parkhäuser
Infrarotsensor	Erfasst Wärmeabstrahlung von Fahrzeugen	Funktioniert bei Dunkelheit, keine beweglichen Teile	Empfindlich gegen Sonne/Hitze, weniger genau bei kleinen Fahrzeugen	Überdachte Parkhäuser, temporäre Parkflächen
Magnetischer Sensor	Registriert metallische Objekte im Boden	Sehr robust, wartungsarm	Nur für metallische Fahrzeuge, Bodeninstallation nötig	Straßenparkplätze, Outdoor-Parkflächen
Video-/KI-basierte Sensoren	KI-Analyse von Kamerabildern	Hohe Genauigkeit, keine Bodeninstallation, Nutzung bestehender Kameras	Datenschutz, höhere Kosten, Rechenleistung nötig	Großflächenparkplätze, Smart-City-Parklösungen
Induktionsschleife	Bodeninstallierte Spule erkennt Metallfahrzeuge	Sehr zuverlässig, langlebig	Installationsaufwand hoch, bei Renovierung aufwendig	Einfahrten, Stellplätze, Zufahrtskontrolle
Schranken / Barriere	Licht- oder Kontaktsensoren erfassen Durchfahrt	Kombination aus Zugangskontrolle + Belegungsinfo	Nur punktuelle Erfassung, teuer	Parkhäuser, P+R-Anlagen, kontrollierte Bereiche
Radar / LiDAR	Reflexion von Radar- oder Laserstrahlen	Kontaktlos, funktioniert bei Nebel/Dunkelheit, großflächig erfassbar	Höhere Anschaffungskosten, technische Komplexität	Outdoor-Parkplätze, städtische Parkflächen, Smart-Parking-Systeme

Werden die Sensoren mit einer Parkraumbewirtschaftung kombiniert, sollten folgende Eigenschaften vorhanden sein [49], [50]:

- Stationäre Kennzeichendetektion (ANPR)
- Parkraumbewirtschaftungssoftware inkl. Abrechnung der Parkvorgänge
- Echtzeitabrechnung und Integration externer Zahlungsanbieter
- Übertragungsprotokoll NB-IoT
- Abdeckung öffentlicher und privater Parkflächen (Außenflächen, Parkhäuser/Garagen)
- Bereitstellung pseudonymisierter Kennzeichen als Roh- und Live-Daten (verschlüsselt/DSGVO-konform)
- Integration über offene API (REST/JSON oder MQTT; Dokumentation nach Open-API/Swagger)
- Live-Datenübertragung innerhalb von 30 Sekunden (max. 5 Minuten)
- Anbindung an Touristische Mobilitätsserviceplattform

3.2.3.2 Digitale dynamische Verkehrsschilder

Die Anzeigeeinheiten eines Parkleitsystems bilden die Schnittstelle zwischen System und Nutzer und sind entscheidend für die effiziente Informationsvermittlung. Sie informieren Fahrer in Echtzeit über verfügbare Parkplätze, Routenhinweise und gegebenenfalls weitere relevante Verkehrsdaten. Eine sorgfältige Auswahl von Technologie, Standort und Gestaltung der Anzeigen ist essenziell, um Sichtbarkeit, Lesbarkeit und Sicherheit im urbanen Umfeld zu gewährleisten.

Standortwahl

Digitale Anzeigetafeln informieren Fahrer über die Verfügbarkeit von Parkplätzen und sollten an gut sichtbaren, strategischen Standorten installiert werden. Sie dürfen den Verkehrsfluss nicht behindern und sollten eine Höhe und Positionierung haben, die für alle Fahrzeugtypen gut einsehbar ist. Sichtbehinderungen durch Gebäude oder Bäume müssen vermieden werden [37]. Die Schriftgröße sollte an die maximal erlaubte Geschwindigkeit angepasst sein. Bei statischen und dynamischen Schildern ist retroreflektierendes Material sinnvoll; digitale Anzeigen profitieren von hinterleuchteter oder selbstleuchtender Schrift, die sich an das Umgebungslicht anpasst. Installation und Betrieb müssen den regionalen Vorschriften entsprechen, Genehmigungen einholen und Sicherheitsstandards erfüllen. Nach der Installation sind regelmäßige Wartung und Überprüfung notwendig. Klärung von Haftung und Verantwortlichkeiten ist entscheidend, ebenso wie die Harmonisierung mit bestehenden Verkehrszeichen [37], [39].

Technologieauswahl

Der Markt für digitale Parkleitschilder entwickelt sich hin zu vernetzten, multifunktionalen Systemen [51]. LED-Anzeigen dominieren, da sie hohe Leuchtkraft bieten und auch bei Tageslicht gut ablesbar sind [52]. Integrierte Lichtsensoren regeln automatisch die Helligkeit [53]. LCD-Anzeigen werden seltener genutzt, hauptsächlich in überdachten Parkhäusern, während E-Ink/EPaper energieeffizient ist und bei Sonnenlicht gut sichtbar, aber bislang kaum in Europa eingesetzt wird – Pilotprojekte in Australien zeigen Potenzial, insbesondere für temporäre Parkzonen [54].

Wichtige Anbieter auf dem deutschen Markt sind SWARCO, SKIDATA, CUR, Cleverciti, Bremicker und SIGNAL. SWARCO bietet robuste LED-Matrix-Anzeigen mit modularer Architektur und Cloud-Anbindung [55]. SKIDATA integriert hochauflösende LED/LCD-Schilder in Parksyste mit Bezahl- und Reservierungsfunktionen [22]. CUR liefert ultrahelle LED-Tafeln mit weitem Abstrahlwinkel und offener Schnittstelle [53]. Cleverciti punktet mit hochauflösenden LED-Displays, dynamischen Signs vor Parkflächen und 360°-Displays an Laternenmasten, die per Cloud live aktualisiert werden [56]. Bremicker bietet klassische LED- und LCD-Parkhausanzeigen [57], SIGNAL großflächige Vollmatrix-LED-Tafeln (z. B. Flughafen Genf) für dynamische Grafiken und Texte [58].

Herausforderungen liegen in Systemintegration (Parkhaus-IT, Stadt-ITS, Sensorik), Wartung (LED-Modultausch, Sensorreinigung), Energieversorgung (optional Solar) und Datenschutz (DSGVO-konforme Anonymisierung, Verschlüsselung bei Kameras/Kennzeichenerkennung). Interaktive Features gewinnen an Bedeutung, z. B. Verknüpfung mit Apps/Web-Plattformen, Live-Parkplatzauslastung, Navigation, zweizeilige Anzeigen für Werbung oder lokale Hinweise. In Innenstädten werden robuste LED-VMS mit hoher Helligkeit und dynamischen Informationen empfohlen [55].

Für **P+R-Plätze** außerhalb empfiehlt sich eine kombinierte Lösung: Auf Straßenzuweg können farbige LED-Pfeilanzeigen, vor Parkflächen informationsreiche Matrixanzeigen eingesetzt werden. In großen Parkhäusern oder Einkaufszentren sind modulare, auch mehrzeilige LED-Anzeigen sinnvoll. Zukünftig könnte E-Ink-Technologie für schnell drehende Parkzonen oder temporäre Sperrungen interessant werden, da sie minimalen Energieaufwand und einfache Updates ermöglicht [54]. Entscheidend ist, dass alle Systeme einfach zu installieren sind und zentral aus der Ferne verwaltet werden können. Moderne Parkleitschilder sollten zudem als integraler Bestandteil einer Smart-City-Strategie betrachtet werden, mit standardisierten Schnittstellen zu Verkehrsleitsystemen und Fokus auf Nachhaltigkeit, etwa durch Energieeffizienz und lange Lebensdauer. Tabelle 3 fasst die genannten Anbieter dynamischer Verkehrsschilder zusammen.

Tabelle 3 – Anbieter von digitalen, dynamischen Verkehrsschildern, Quelle: [55], [56], [53], [22], [57], [58]

Anbieter (Sitz, Kontakt, Web)	SWARCO Traffic Systems GmbH Kennelbach (AT). Vertrieb Rostock (DE). www.swarco.com	SKIDATA GmbH Grödig bei Salzburg (AT). www.ski-data.com	CUR Systemtechnik GmbH Wadgassen (DE). www.cur-systemtechnik.de	Cleverciti Systems GmbH Berlin/München (DE). www.cleverciti.com	Bremicker Verkehrstechnik GmbH Weilheim (DE). www.bremicker-vt.de	SIGNAL AGBüren a.A. (CH). www.signal.ch
Technologie / Anzeigertyp	- LED-Anzeigetafeln (mono-/mehrfarbig, Matrix) - hohe Auflösung (Pixelabstand 12–25 mm)- Kreuz-, Pfeil- und Textanzeigen	- Führender Anbieter für Parkhaus-Systeme- Elektronische Schilder (LED/LCD-Kombi) für Parkleitsysteme- Zusammenarbeit mit Anzeigetechnik-Partnern (Monitore, LED-Tafeln)	- Voll-LED-Anzeigen (Mehrfach-Segment, Matrix)- Ultraschall-Einzelplatzerfassung (für Parkhaus)- Eigene Zentrale Software (Visual Control Center)	- Cleverciti Sign: Hochauflösende LED-Anzeigen- Cleverciti Circ: 360° LED-Display rund um Laternenmast- Ergänzende Sensorik (Akustikradar, IoT)	- LED-Technik: Leuchtstarke Voll-LED-Anzeigen- LCD-Displays: Homogenes Schriftbild für Innen (optional)- Prismatische Schilder (teils statisch)	- Full-Color LED-Displays (großflächige Matrix)- Kombination aus statischen und digitalen Schildern
Sichtbarkeit	- Sehr hohe Helligkeit (schlechtes Wetter, Sonneneinstrahlung)- Blickwinkel: Indoor >150°, Outdoor ca.70°/30°- Automatische Helligkeitsregelung (Lichtsensoren)	- Helle LED-/LCD-Displays (sichtbar im Parkhaus/außen)- Freie Programmierung (Ein-/Ausfahrtsanzeigen)	- <i>Ultrahelle</i> LEDs (lesbar bei direkter Sonne)- Gute Ablesbarkeit aus nahezu jedem Winkel (Weitwinkel-Optik)- Automatische Abblendung bei Nacht (Lichtsensoren)	- Hohe Auflösung, adaptive Helligkeit für beste Lesbarkeit- Circ360: Rundum-Sicht, zeigt freie Plätze pro Richtung- Sicht auch am Tag (entspiegelt)	- Hervorragende Sichtbarkeit durch <i>ultrahelle</i> LEDs- Flexible Layouts (digitale Ziffern, Symbole)- LCD gut lesbar in geschlossenen Bereichen	- Sehr gute Lesbarkeit (leistungsstarke LEDs)- Großformatige Tafeln (auch grafische Werbung)
Wetterbeständigkeit	- Robustes Alu-Gehäuse, IP54 (Außenanzeigen)- Betriebstemp. meist -30...+70 °C (je nach Typ)- Entspiegelt/Folienmaterial (Blendfreiheit)	- IP54/IP65-Gehäuse (typisch für Parkhausanzeigen)- Temperaturen typisch -20...+60 °C	- Robustes IP65-Aluminiumgehäuse (außen- Temperaturbereich ca. -30...+50 °C)	- IP65-Gehäuse (für Circ und Sign)- Betriebstemp. ca. -20...+60 °C	- Robuste Metallgehäuse, i.d.R. IP54/IP65 für Außen- Temperaturbereich ~ -30...+60 °C	- IP65/IP66 wetterfestes Design- Einsatz -30...+70 °C möglich
Datenintegration	- Standardprotokolle RS-422/485- Integrierte Schnittstellen zu PARKLEIT-SW (Skidata, S&B, Indect etc.)- Cloud-/On-Premise-Anbindung (ParkLine-Web)	- SKIDATA Connect Plattform (Web-API)- Standardkommunikation (OPC, XML/Webservice)	- Offenes Kommunikationsprotokoll (kundenspezifisch integrierbar)- Anbindung an Parksoftware (RS-485, Relais, Webservice)	- Komplett Cloud-basiert (Cleverciti Cockpit)- APIs für Dritt-Daten (ÖPNV-Fahrpläne, Garageninfos)	- Eigenes Steuermodul (typ. RS-485)- Anschluss an Parkzentralkonzept möglich	- Anbindung an städtische Verkehrsrechner (z.B. Flughafen Zürich)
Benutzerfreundlichkeit	- Klare Symbole und Zahlen (mehrsprachige Texte möglich)- Grafikfähig (freie Texte, Werbung)- Modulares Design (versch. Varianten)	- Fokus auf übersichtliche Visualisierung- Multi-language (internationaler Einsatz)	- Klare Ziffernanzeige, konfigurierbare Symbole- Verschiedene Sprachen ("Frei", "Besetzt" verfügbar)	- Einheitliche Darstellung (Farben, Symbole)- Vor-Ort Navigation («Turn-by-Turn»-System unterstützt)	- Frei programmierbare Inhalte (Zahlen, Text)- Einfach verständliche Symbole	- Vollgrafische Anzeigen (Belastung, Parkhauszustände)

Energieeffizienz	- Niedriger Stromverbrauch (Energiespar-LEDs)- Autonom bei Kommunikationsausfall (Anzeige bleibt stehen)- Optionale Solar-/Akkubetrieb bei Außen-Anzeigestellen	- Energieeffiziente Komponenten (LEDs)- System optimiert für dauerhaften Betrieb	- Sehr geringer Stromverbrauch pro Display- Option Sensor-Akkubetrieb (für Remote-Installationen)	- Sehr energieeffizient (LED-Displays, nachts dunkel)- Solarunterstützung möglich (ältere Deployment-Konzepte)	- LEDs punkten mit geringem Verbrauch und langer Lebensdauer- LCD backlit höherer Verbrauch (für Innen)	- Hohes Invest; Displays energieeffizient konstruiert (LED)
Zertifikate & Standards	- CE, RoHS, ISO-9001 etc.- EN 12966 (VMS) und VDE 0839 (DIN 67520) zutreffend	- CE, ISO 14001 (Umwelt), ISO 45001 (Sicherheit)	- CE, EN 12966 (VMS) konform- VDE-Anforderungen für Elektronik	- CE, Umweltzertifizierung- ISO 9001 (Qualität)	- CE, VDE-zertifiziert- EN 12966 (VMS)	- CE (EU-Norm), Schweizer Normen (SN EN 12966)
Kosten & Wartung	- Kauf- oder Mietsysteme (Preise projektspezifisch)- Wartungsvertrag üblich (Austausch defekter LEDs, Software-Updates)	- Lizenz- oder Mietmodell (abh. von Objektgröße)- Laufende Softwarepflege (Upgrades)	- Projektbasierte Systeme (individuell kalkuliert)- Geringe Wartung (LED-Lebensdauer, wartungsfreie Sensoren)	- SaaS-Betrieb (monatliche Kosten)- geringe Hardware-Wartung (Sensoren/Akkus)	- Kosten je nach Anzeigetafelgröße und Stückzahl- Wartung: Austausch von Modulen (LED)**- Upgrade durch Steuerungssoftware	- Höhere Anschaffungs- und Unterhaltskosten (Farb-LED)- Wartung (Reinigung, LED-Modul-tausch)
Flexibilität / Anpassung	- Vollgrafische Darstellung (z.B. Events, Stauwarnungen)- Dynamische Inhalte (freie Plätze, Reservierungen, Wetter)	- Integrierbar mit Bezahl-funktionen (z.B. Handyzahlung)- Anpassbar für Events (Stadien, Flughäfen)	- Modular erweiterbar (verschiedene Schildertypen, Ampeln)- Anzeige von Wechseltext (bis 3 Zeilen)	- Voll-digital (Beliebig konfigurierbar, Vorlagen für Events)- Skalable Template-basierte Anzeigenverwaltung	- Variabel einsetzbar (von Platzanzeigen bis Richtungsweiser)- Mehrzeilige LED-Anzeigen möglich (2-6 Zustände)	- Flexible Inhalte (Vollmatrix-Texte, Symbole)- Digital/Tafeln kombinierbar (siehe Genf)
Skalierbarkeit	- Beliebig erweiterbar (weitere Schilder in Netzwerk)- Integration in SmartCity-Plattformen möglich (via API)	- Skalierbar (von kleinen Tiefgaragen bis Messe-Center)- Hubs für Sensoren/Schilder erweiterbar	- Von kleinen Garagen bis Großobjekten (z.B. Einkaufszentren)- Einfach Hinzufügen weiterer Zonensteuerungen	- Skalierbar durch Vernetzung weiterer Signs/Circ- Kombiniert On-Street + Garagenanzeigen	- Modulare Bauweise erlaubt Ausbau (mehr Anzeigen/Zonen)	- Einfache Systemerweiterung durch zusätzliche LED-Tafeln
Fernüberwachung/-steuerung	- Zentrale Verwaltung/Web-GUI (Planung, Updates aus der Ferne)- Monitoring (Status-LEDs, Fehlermeldungen)	- Zentrale Leitzentrale/Web-Dashboard (Firmware-Updates OTA)	- Fernsteuerung über Web-Panel (VCC Panel)- Echtzeit-Überwachung (Software mit Statistiken)	- Echtzeit-Überwachung (Web-Dashboard)- Fernupdates aller Displays über Cloud	- Zentralisierte Fehlermeldung- Optional Fernzugriff auf Steuergeräte (netzbauiert)	- Fernwartung/Update über zentrale Steuerung (FL-ch Leitung)
Interaktive Funktionen	- Verknüpfung mit Smartphone-Apps (Parkhäuser); Anzeigen können als Werbefläche genutzt werden	- Schnittstellen zu Nutzer-Apps (z.B. Parkinfo-Apps)	- Kann Parkinformationen an Stadt-Apps liefern (via API)	- Bindung an Benutzer-Apps möglich (Datenfeed)- QR-Code/Werbeflächen einsetzbar	- Schnittstelle zu Apps/Web (Daten für Park-Infos)	- Möglichkeit zur Darstellung externer Daten (z.B. Zugfahrplan)
Datenschutz & Sicherheit	- Verarbeitung nur anonymisierter Belegungsdaten (keine Personeninfos)- DSGVO-konform (keine Kennzeichenerfassung ohne Rechtf.)	- Nutzung von Kennzeichen- oder Buchungsdaten möglich (strikte Datenminimierung)- ISO/IEC 27001-gesichert (SKIDATA Connect)	- Keine personenbezogenen Daten (Nutzung nur Belegungsdaten)- Verschlüsselte Datenübertragung (Standardsicherheit)	- Keine Personaldaten (nur Belegungsinfo)- DSGVO-konform durch reine Zahlen/Statusinfos	- Nur Platzbelegungsdaten (kein Tracking)- Elektronische Schildsteuerung nach DSGVO-Standards	- Keine personenbezogenen Daten auf Anzeigen- Hoher IT-Security-Standard (Flughafen-IT)

Installation	- Modulares Plug-&-Play-Design- Einfache Montage (Standardhalterungen, Leichtbauweise)	- Geprüfte Standardinstallationsprozesse- Techniker-Schulungen durch SKI-DATA	- Einfache Montage (kein Steckerkonfektionieren nötig)- Plug-&-Play mit Federklemmen für Sensoren	- Komplettpaket mit Montage- minimale Kabelverlegung (Lampenstangen-Einbau beim Circ)	- Plug-&-Play Einbau (Standardhalterungen)- Einweisung durch Technik	- Aufstellung und Auslegerzubehör vom Hersteller abgestimmt
Support & Garantie	- Globaler Support (24/7 Hotline bei Großprojekten)- Service-Level-Verträge, Garantie i.d.R. 2-5 Jahre	- SKIDATA globaler Service (Verfügbarkeit 24/7 bei kritischen Systemen)	- Deutschsprachiger Kundenservice- Software-Wartung durch CUR (Updates)	- 24/7 Support für Cloud-Service- Längere Garantie durch Komplettlösung (Display+Sensor)	- Telefonischer Kundendienst (DEU/AT)- Garantie: meist 2 Jahre auf Elektronik	- Schweizer Service & Hotline- Lange Produktpflege z.B. Flughafenprojekte
Referenzprojekte	- Bergisch Gladbach (2014) : 29 LED-VMS mit 2-zeiliger Info (freie Plätze, Events)- Bonn (2021) : 32 vollfarbige LED-Matrix-Anzeigen (Echtzeit Parkstatus, Events), 18 statische Schilder- u.a. Stadtwerke Köln, Düsseldorf, Hamburg Airport	- Zürich Swiss Life Arena : Integriertes Parkleitsystem mit SKIDATA-Technik (Gebühren, Statusanzeigen)- Lokalfilialen von APCOA/B&B Parking (D) : Zentrales Parkraummanagement mit digitalen Anzeigen	- CentrO Oberhausen (2019) : 249 Kombischilder innen, 34 LED-Matrix außen, 3540 Parkplatzerfassungssensoren- Köln, Rheinauhafen : 50 Kombischilder, 1480 Sensoren (Zentralrechner)- <i>Weitere: Einkaufszentrum Zagreb, Parkhaus Mumbai, Parkplatz Feldkirch (AT)</i>	- Stadt Köln : Clevercity-System mit Sensorik und Beschilderung- Bad Hersfeld (Parkplatz Bahnhof) : Circ360-Lampenanzeige- diverse Smart-City-Projekte (D/A/CH)	- Weilheim (Roche-Gelände) : dynamische Parkplatzbeschilderung (LED)- Pfullendorf : Neuinstallation Parkleitsystem mit LED-Anzeigen	- Flughafen Genf (2015) : Vollgrafische LED-Anzeige, bedient Verkehrsfluss und Parkauslastung- Tissot Arena Biel : LED-Infotafel (Parkbelegung, Veranstaltungen)

Touristische Mobilitätsserviceplattform

Eine zentrale Touristische Mobilitätsserviceplattform ist notwendig, um die von den Sensoren gesammelten Daten zu verarbeiten, auszuwerten und für die digitalen Schilder zur Verfügung zu stellen. Diese Plattform kann lokal oder cloudbasiert betrieben werden und muss die Informationen in Echtzeit analysieren und an die Anzeigeeinheiten weiterleiten. Wichtige Anforderungen an die Plattform [59], [36], [38]:

- **Echtzeitdatenverarbeitung:** Verarbeitung der Sensordaten in Echtzeit zur Bereitstellung aktueller Parkplatzinformationen.
- **Datenaggregation und -übertragung:** Stabiler, schneller Datentransfer über WLAN, Mobilfunk oder andere geeignete Protokolle.
- **Benutzerfreundliche Schnittstelle:** Intuitive Bedienung für Betreiber zur Überwachung, Berichterstellung und Anpassung der Systeme.
- **Fehlererkennung und -management:** Mechanismen zur schnellen Identifikation technischer Probleme, inklusive Alarm- oder Benachrichtigungssystemen.
- **Schnittstellen zu anderen Systemen:** Integration in städtische Verkehrssysteme sowie Kommunikation mit externen Quellen wie öffentlichen Verkehrsmitteln oder Navigationsdiensten.
- **Datenspeicherung und -sicherheit:** Schutz der Daten vor unbefugtem Zugriff und Sicherstellung der Integrität der Informationen.
- **Analytische Funktionen:** Identifikation von Nutzungstrends und Prognose des Parkplatzbedarfs zur Optimierung der Verwaltung.

Durch die enge Verzahnung von Datenverarbeitung und Kommunikationssystem wird eine effiziente Echtzeitversorgung der Nutzer und Betreiber gewährleistet.

3.2.3.3 Mobile Parkleitsysteme

Mobile Parkleitsysteme bieten Städten und Gemeinden, insbesondere touristischen Orten, erhebliche Vorteile gegenüber klassischen digitalen Parkleitschildern. Sie liefern Echtzeitinformationen zu freien Stellplätzen direkt auf Smartphones oder andere Endgeräte der Autofahrer. Dadurch reduzieren mobile Systeme den Suchverkehr, verringern Staus und Emissionen und verbessern die Aufenthaltsqualität in Innenstadtbereichen [59], [33].

Ein wesentlicher Vorteil mobiler Systeme liegt in der Flexibilität und Dynamik: Sie können sowohl bestehende Parkhäuser als auch Straßenparkplätze oder temporäre Flächen integrieren und sich an saisonale Spitzen, Veranstaltungen oder Stoßzeiten anpassen, ohne dass zusätzliche Schilder installiert werden müssen. Einige Anbieter stellen zudem Services bereit, bei denen Nutzer Parkplätze direkt auswählen, Parkvorgänge starten, verlängern oder bezahlen können, was den Komfort für Besucher deutlich erhöht [60], [61].

Für Kommunen ergeben sich zudem Planungs- und Steuerungsvorteile: Betreiber können die Parkraumauslastung analysieren, Verkehrsströme gezielt lenken und Daten für zukünftige Infrastrukturmaßnahmen nutzen. Dadurch lässt sich die Nutzung des vorhandenen Parkraums effizienter gestalten, die Verkehrssicherheit erhöhen und gleichzeitig der Aufenthalt für Touristen attraktiver machen [62]. Im Vergleich zu klassischen Leitsystemen ermöglichen mobile Lösungen eine direkte, datenbasierte Steuerung, eine flexible Anpassung an temporäre Nachfrage und die Optimierung von Verkehrsflüssen. Dies macht sie besonders geeignet für touristische Städte, die kurzfristig auf wechselnde Besucherzahlen reagieren müssen, sei es bei Wochenendtourismus, Ferienzeiten oder städtischen Veranstaltungen.

Auf dem deutschen Markt haben sich mehrere Anbieter als führend etabliert, die sich sowohl durch Marktpräsenz als auch durch Funktionalität und Reife auszeichnen. **Cleverciti Systems GmbH** bietet eine umfassende Smart-Parking-Lösung mit Sensorik, Echtzeitdaten, App-Nutzerführung und Betreiberdashboard, die es Kommunen ermöglicht, Parkflächen dynamisch zu steuern und Suchverkehr deutlich zu reduzieren [33]. **Netze BW GmbH** mit dem Produkt „diginamic Smart Parking“ kombiniert Sensorik, Leitsystem und Verwaltungsportal und eignet sich besonders für mittelgroße Städte mit saisonalem Parkdruck [29]. Für Kommunen, die schnell und kostengünstig mobile Lösungen implementieren möchten, sind App-basierte Systeme wie **EasyPark** und **smartparking** ideal. Diese Plattformen ermöglichen digitales Parken, Verlängern von Parkzeiten und bargeldloses Bezahlen, ohne dass Sensoren oder zusätzliche Hardware notwendig sind [60], [61]. Besonders in historischen Innenstädten oder touristischen Zentren lassen sich so kurzfristig flexible Parklösungen für Besucher bereitstellen.

Im Projekt MoVeToLausitz war ein weiterer Anbieter – die [ui!] Unternehmensgruppe bestehend aus dem Urban Software Institute GmbH, der Urban Mobility Innovations GmbH und der Urban Lighting Innovations GmbH – tätig. [ui!] nutzt bestehende Straßenbeleuchtungsinfrastruktur, um Lichtmasten als digitale Hubs mit Sensorik, IoT-Modulen und Softwareplattformen auszustatten, die auch Parkraumbewirtschaftung ermöglichen [63]. Die Sensoren erfassen Parkbelegung in Echtzeit, und die Daten werden über ein Cloud-Backend visualisiert und analysiert. Durch diese modulare Architektur lassen sich Parkflächen flexibel steuern, saisonale Spitzen oder Events berücksichtigen und gleichzeitig weitere Smart-City-Anwendungen wie Verkehrs- oder Umweltüberwachung integrieren.

Ein weiterer deutscher Anbieter ist Smart City System Parking Solutions GmbH (SCS). SCS bietet modulare Smart-Parking-Systeme inklusive Sensorik, App-Integration und Dashboard-Lösungen für Kommunen, Parkhäuser und temporäre Parkflächen. Die Systeme erfassen Parkbelegung in Echtzeit, ermöglichen flexible Steuerung und Datenanalyse und lassen sich sowohl für Straßenparkplätze als auch für Parkhäuser oder Park & Ride-Flächen einsetzen. SCS punktet besonders durch die modulare Architektur, die sich an wechselnde Besucherzahlen, saisonale Spitzen und Events anpassen lässt, was für touristische Kommunen von hoher Relevanz ist [24].

Auch Betreiber mit bestehender Parkhausinfrastruktur nutzen mobile Systeme, um den Komfort für Gäste zu erhöhen. So bietet **Q-Park NV** in Kombination mit EasyPark digitale Ein- und Ausfahrtmöglichkeiten in über 100 Parkhäusern in Deutschland, was insbesondere für touristische Städte mit hoher Besucherfrequenz vorteilhaft ist [64].

Die Auswahl dieser Anbieter basiert auf mehreren Kriterien: Marktpräsenz, technologische Reife, Flexibilität, App-Verfügbarkeit, Sensorintegration, Skalierbarkeit und Praxiserfahrung im Betrieb. Für touristische Kommunen bieten diese Lösungen die Möglichkeit, Parkflächen effizient zu nutzen, Besucherkomfort zu erhöhen und Verkehrsflüsse zu optimieren. Je nach Größe, Infrastruktur und Besucheraufkommen lassen sich Systeme von einfachen App-Lösungen für kurzfristige Standorte bis hin zu vollintegrierten, sensorgestützten Smart-Parking-Systemen auswählen.

3.2.3.4 Benutzeroberfläche und Integration in bestehende Systeme

Für die Nutzerinformation bieten sich grundsätzlich zwei Wege an: die Entwicklung einer eigenen mobilen Anwendung bzw. die Erweiterung einer bestehenden Website oder die Integration in etablierte Navigations- und Kartendienste. Beide Ansätze haben spezifische Vor- und Nachteile.

Eigene Anwendung oder Website

Eine dedizierte Anwendung ermöglicht es, Nutzern die Suche nach freien Parkplätzen zu erleichtern und ihnen Echtzeitinformationen zur aktuellen Belegungssituation sowie – wenn gewünscht – Prognosen für die kommenden Stunden bereitzustellen. Studien zeigen, dass die Bereitstellung von Echtzeit-Parkinformatoren die Suchdauer nach Parkplätzen reduziert und damit Verkehrsaufkommen und Emissionen senken kann [65], [66]. Eine hohe Usability ist dabei entscheidend für die Akzeptanz digitaler Mobilitätsdienste [67]. Klare Navigation, ansprechendes Design sowie einfache Such- und Filterfunktionen gelten als zentrale Gestaltungsprinzipien.

Neben der reinen Parkplatzverfügbarkeit können zusätzliche Informationen wie Preise, Öffnungszeiten, Sicherheitsmerkmale oder besondere Dienstleistungen (z. B. Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge) bereitgestellt werden. Solche Zusatzinformationen erhöhen den wahrgenommenen Nutzen digitaler Parklösungen und unterstützen Nutzer bei ihrer Entscheidungsfindung [68]. Darüber hinaus kann eine Funktion zur Vorausreservierung von Parkplätzen die Nutzererfahrung erheblich verbessern, insbesondere für Nutzer mit zeitlich festgelegtem Parkbedarf. Entsprechende Systeme werden bereits in verschiedenen Smart-City- und kommerziellen Parklösungen eingesetzt und zeigen positive Effekte auf Planungssicherheit und Nutzerzufriedenheit [66].

Integration in bestehende Navigations- und Kartendienste

Von zentraler Bedeutung für den Erfolg eines digitalen Parkleitsystems ist die Integration der von der Touristische Mobilitätsserviceplattform verarbeiteten Informationen in bestehende Navigations- und Kartendienste wie Google Maps, TomTom oder Garmin. Diese Dienste sind bereits weit verbreitet und werden von einer großen Nutzerbasis regelmäßig verwendet, wodurch eine Integration die Reichweite und Nutzung der Parkinformationen deutlich erhöhen kann [69], [70].

Die technische Umsetzung erfolgt über Application Programming Interfaces (APIs), die es ermöglichen, Parkdaten in externe Karten- und Navigationsdienste einzubinden. Aktuell existieren bereits erste Integrationsansätze für Parkplatzinformationen in kommerziellen Navigationssystemen; eine flächendeckende, standardisierte und offene Integration von Echtzeit-Parkbelegungsdaten ist jedoch bislang nicht vollständig etabliert [71]. Die Bereitstellung der Daten über Mobilitätsdatenmarktplätze wie die Mobilithek oder den Mobility Data Space (vgl. Kapitel 4.6) kann diesen Prozess unterstützen und die Auffindbarkeit der Daten für Anbieter von Navigationsdiensten verbessern.

3.3 Parkleitsystem für das Lausitzer Seenland

Das Lausitzer Seenland zieht insbesondere im Sommer viele Besucher aus Sachsen, Berlin und Polen an. Obwohl ausreichend Parkflächen an den Seen vorhanden sind, werden häufig die überfüllten Parkplätze in Autobahnnähe genutzt, was zu unnötigem Parksuchverkehr führt. Dies belastet sowohl die Natur als auch die Reisenden. Die fortschreitende Flutung ehemaliger Tagebaue und neue Tourismusattraktionen werden voraussichtlich zu einem weiteren Anstieg der Besucherzahlen führen, was Engpässe an Zufahrtswegen und Parkplätzen zur Folge haben wird. Ähnliche Probleme gibt es in touristischen Gebieten in Süddeutschland, die mit Digitalisierungslösungen gegensteuern. Die Gewöhnung der Besucher an die aktuelle Situation erschwert jedoch ein Umdenken.

Das Lausitzer Seenland hat durch den Strukturwandel von einer Kohleregion zu einer touristischen Erholungsregion die Chance, moderne und nachhaltige Infrastrukturlösungen zu etablieren. Der öffentliche Nahverkehr (ÖPNV) könnte eine nachhaltige Alternative sein, ist jedoch oft unattraktiv für Tagesbesucher mit dem Auto. Um den Besucheransturm in Spitzenzeiten zu bewältigen, sollten unnötige Fahrten vermieden und Parkleitsysteme optimiert werden. Gespräche mit dem Zweckverband Lausitzer Seenland Brandenburg e. V. und dem Landkreis Oberspreewald-Lausitz zeigen Bestrebungen zur nachhaltigen Besucherlenkung durch ein Parkleitsystem. In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die in Kapitel 3.2 adressierten Aspekte für ein Umsetzungskonzept eines Parkleitsystems aufgegriffen und für das Lausitzer Seenland konkretisiert.

3.3.1 Bedarfsermittlung

Im Folgenden werden das aktuelle Parkangebot in der Region sowie die Parknachfrage, Verkehrsauslastung und das Nutzerverhalten für das Lausitzer Seenland erläutert und dargestellt.

3.3.1.1 Parkplatzangebot

Im Lausitzer Seenland gibt es zahlreiche Parkmöglichkeiten, die speziell für Besucher eingerichtet sind. In den größeren Orten wie Senftenberg und Hoyerswerda sowie am Senftenberger See finden sich öffentliche Parkplätze, die oft in der Nähe von Freizeitangeboten, Stränden und Wanderwegen liegen. Die Parkgebühren variieren je nach Standort und Saison. In vielen Bereichen sind die Preise moderat, und es gibt auch kostenlose Parkmöglichkeiten, insbesondere in den weniger frequentierten Gebieten. Eine Übersicht gibt Tabelle 4.

Tabelle 4 - touristische Parkplätze im Lausitzer Seenland – Auszug [72], [73], [74], [75], [76], [77], [78], [79], [80], [81], [82], [83], [84], [85], [86]

Name	Adresse	Anzahl Stellplätze	Anzahl Radstellplätze	Gebührenpflichtig	Toilette	Pol in der Nähe	Umgebung
Parkplatz am Partwitzer See	02979 Elsterheide	130	20–50 (davon 12–14 an Radständern)	Nein	Nein	Partwitzer See	Parkplatz, 1 gemeinsame Zu- und Ausfahrt
Parkplatz Partwitz	02979 Elsterheide	48	k.A.	Nein	Nein	Partwitzer See	Senkrecht entlang der Straße
Parkplatz Geierswalde	02979 Elsterheide	ca. 500	Ja (mehrere)	Ja – 3 €/Tag	Nein	Geierswalder See	Parkplatz auf „befestigter“ Wiese, nahe Campingbereich
Parkplatz an der Schleuse	01968 Senftenberg	ca. 15	Nein	Nein	Nein	Schleuse Koschener Kanal	Senkrecht an der Straße, befestigt aber nicht markiert
Parkplatz am Senftenberger See	01968 Senftenberg	ca. 70	Ja (mehrere)	Ja – 10 €/Tag	Ja	Senftenberger See	Befestigt und markiert abseits der Straße für Pkw; Wohnmobile stehen extra auf großem Campingplatz
Parkplatz Dubinaweg	01968 Senftenberg	85	Ja (einige)	Nein – kostenlos	Nein	Stadthafen, Schloss, Senftenberg Zentrum	Befestigter, abgegrenzter Parkplatz
Parkplatz Steindamm	01968 Senftenberg	ca. 25	k.A.	Nein	Nein	Senftenberg Zentrum, Stadthafen	Befestigt, auf Natursteinpflaster, nicht markiert
Parkplatz Niemtscher Mühle	01968 Senftenberg	ca. 60	Ja (mehrere)	Ja – Parkautomaten	Ja	Seestrand Niemtsch	Befestigt und markiert
Parkplatz Großkoschen Seestrand	01968 Senftenberg	ca. 300–350	Ja (mehrere)	Ja – 15 €/Tag (Pkw), 10 €/Tag (Camper)	Nein	Badestrand Großkoschen	Große Parkplatzanlage für Pkw und Wohnmobile
Parkplatz FKK Badezone	01968 Senftenberg	ca. 50	Ja (einige)	Ja – Parkscheinautomat	Nein	FKK Badezone Senftenberger See	Begrünte Parkflächen auf Parkplatz
Parkplatz Rostiger Nagel	01968 Senftenberg	ca. 10 (+ Zufahrtsstraße)	Nein	Nein	Nein	Landmarke Rostiger Nagel	Wenige Plätze, weitere entlang Zufahrtsstraße
Parkplatz Lieske	03103 Neu-Seeland	k.A.	k.A.	Ja	Ja	Aussichtspunkt Lieske, Sedlitzer See	k.A.
Parkplatz Scheibe-See	02977 Hoyerswerda	k.A.	k.A.	Nein	Ja (neu 2023)	Badestrand Scheibensee	Neuer Parkplatz mit WC-Anlage
Parkplatz Aussichtspunkt Scheibe-See	02977 Hoyerswerda	k.A.	Ja (mehrere)	Nein	Nein	Aussichtspunkt Scheibe-See	k.A.

Parkplatz in Burghammer	02979 Spreetal	k.A.	Ja (mehrere)	Ja	Nein	Bernsteinsee	Kostenpflichtige Parkplätze vorhanden
Spreetaler See Parkplatz	02979 Spreetal	k.A.	Ja (mehrere)	Nein	Nein	Aussichtspunkt Spreetaler See	k.A.
Parkplatz Dreiweiberner See	02999 Lohsa	k.A.	Ja (mehrere)	Ja – ca. 15 €/24h	Ja (begrenzt)	Dreiweiberner See	Campingplatz mit Ausstattung
Parkplatz am Strand	02999 Lohsa	k.A.	Ja (mehrere)	Ja – Parkscheinautomat	Nein	Hundestrand Lohsa – Dreiweiberner See	k.A.
Parkplatz Uhyst Strand	02943 Boxberg/Oberlausitz	k.A.	Ja (mehrere)	Ja – 20 €/24h	Ja	Badestrand Uhyst, Hundestrand, Safarivildrevier	Strandbereiche mit Ausstattung
Parkplatz Bärwalder See	02943 Boxberg/Oberlausitz	k.A.	Ja (mehrere)	Ja – 20 €/24h	Ja	Badestrand Boxberg, Bootsanlegestelle, FKK Strand	Große Parkplatzanlage
Parkplatz Hafen Klitten	02943 Klitten	k.A.	Ja (mehrere)	Ja – 20 €/24h	Ja	Marina Klitten, Leuchtturm Bärwalder See	Marina mit modernen Einrichtungen
Parkplatz Klitten	02943 Klitten	k.A.	Ja (mehrere)	Nein	Nein	Strand Bärwalder See	k.A.
Parkplatz am Bergheider See	03238 Lichterfeld-Schacksdorf	k.A.	Ja (mehrere)	Ja – 10 € Hauptsaison	Nein	Bergheidener See, F60 Besucherbergwerk	Besucherbergwerk F60 (30 Plätze, Reservierung)
Parkplatz am Stadthafen Großräschen	01983 Großräschen	ca. 230	Ja (ca. 50)	Ja – Parkscheinautomat	Nein	Großräschen See, Stadthafen, IBA-Terrassen	Befestigt, nicht markiert, für Pkw und Wohnmobile
Parkplatz Stausee	03058 Neuhausen/Spree	k.A.	Ja (mehrere)	Nein	Nein	Strand Stausee, Talsperre Spremberg	k.A.
Parkplatz Talsperre Spremberg	03058 Neuhausen/Spree	k.A.	Ja (mehrere)	Ja – Sommersaison	Ja (kostenpflichtig)	Aussichtsturm Talsperre Spremberg, Hochseilgarten	Sanitäreanlagen vorhanden
Parkplatz FKK-Strand Stausee	03058 Neuhausen/Spree	k.A.	Ja (mehrere)	Nein	Nein	Strand Bagenz, FKK-Strand Talsperre Spremberg	k.A.

3.3.1.2 Verkehrs- und Parkplatznachfrage

Um die Verkehrs- und Parkraumsituation in der Lausitz zu analysieren, wurden im Projekt MoVeToLausitz verschiedene Datenquellen genutzt. Zunächst kamen Floating Car Daten (FCD) zum Einsatz, um das Nutzerverhalten stichprobenartig zu untersuchen. Diese während der Fahrt generierten Daten, bestehend aus Zeitstempel und Ortskoordinaten, werden anonymisiert an eine Zentrale übertragen. Fahrzeuge fungieren so als mobile Sensoren, die Aufschluss über die Verkehrssituation geben. Da nicht alle Fahrzeuge mit der notwendigen Technologie ausgestattet sind, stammen die Daten nur von einer Teilmenge der Verkehrsteilnehmer. Über längere Zeiträume werden aus den FCD verkehrliche Indikatoren ermittelt, analysiert und visualisiert, um gezielt Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrs- und Parksituation abzuleiten. Ergänzend wurden Querschnittsmessungen an zwei Messpunkten in Senftenberg durchgeführt, um die Verkehrszusammensetzung umfassend zu erfassen. Außerdem wurde eine der größten touristischen Parkflächen im Lausitzer Seenland mit einer Kamera zur Echtzeit-Belegungserfassung ausgestattet.

Nutzerverhalten auf Basis von Floating Car Daten

Anhand der Verteilung der Parkvorgänge wird die Nachfrage nach Parkraum ersichtlich, sowie Überauslastung von Stellflächen oder auch potentielle widerrechtliche Parkvorgänge identifiziert. Abbildung 4 zeigt die Parkverteilung im Lausitzer Seenland. Ein touristischer Hotspot kann im Bereich um den Senftenberger See (Großkoschen) sowie um den Bärwalder See erkannt werden. Nicht alle Parkvorgänge können hierbei auf touristisches Parken zurückgeführt werden, dennoch dient diese Auswertung als Anhaltspunkt für die Identifikation der touristischen Hot Spots. Abbildung 5 und Abbildung 6 zeigen das Verkehrsaufkommen im Lausitzer Seenland – einmal fokussiert auf den Senftenberger See, einmal fokussiert auf den sächsischen Teil des Lausitzer Seenlandes. Gut zu erkennen ist das hohe Verkehrsaufkommen auf der A13 sowie den Bundesstraßen B169, B96 und B156, die als Zubringer von der A13 ins Seenland fungieren. Den höchsten Verkehrsindex im sächsischen Teil des Lausitzer Seenlandes weist die B97 von und nach Hoyerswerda auf. Auch die S234 als direkte Verbindung zu den Seen wird von den Verkehrsteilnehmern entsprechend frequentiert. Gerade im Hinblick auf die Positionierung von Informationstafeln ist das Wissen über die Verteilung des Verkehrsaufkommens eine entscheidende Größe, aus der wesentliche Rückschlüsse gezogen werden können.

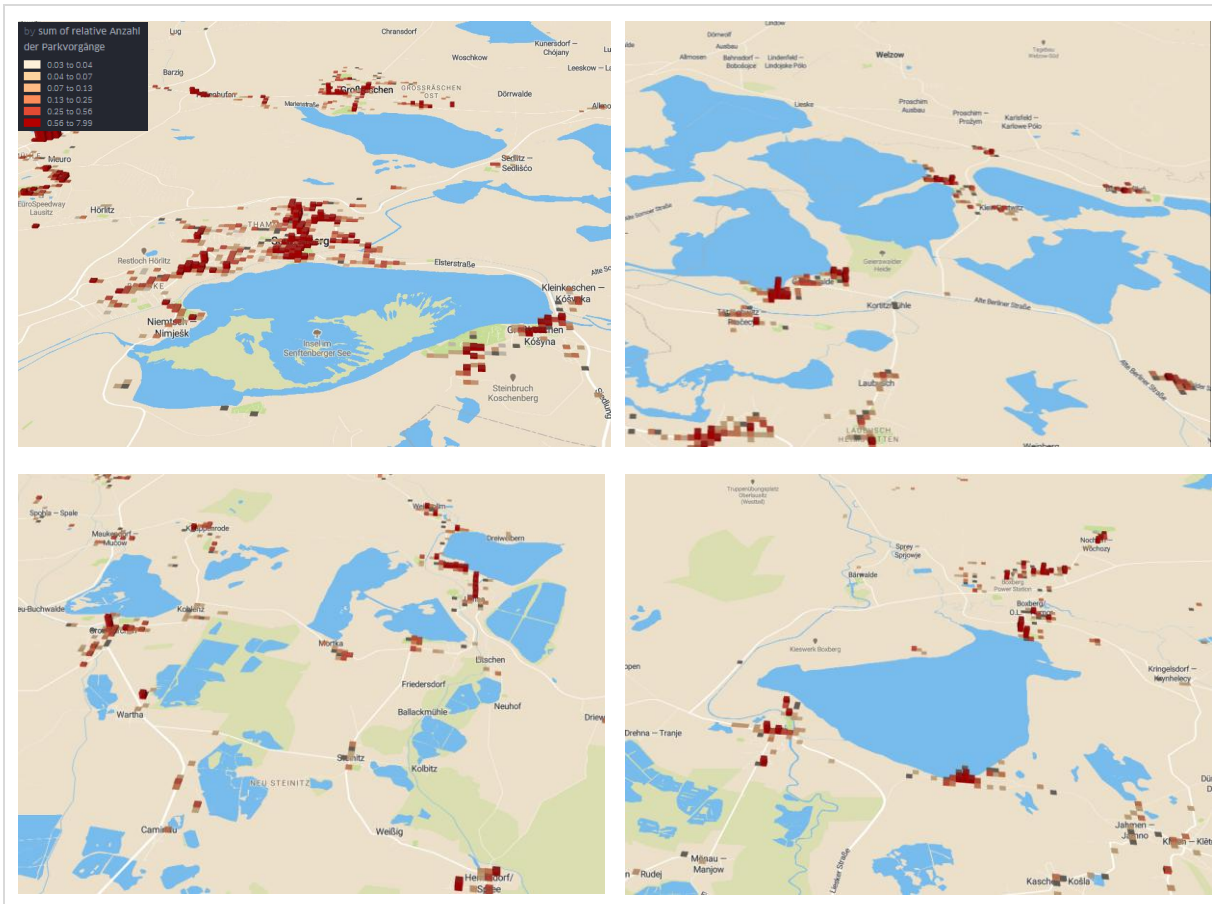


Abbildung 4 - Parkverteilung im Lausitzer Seenland

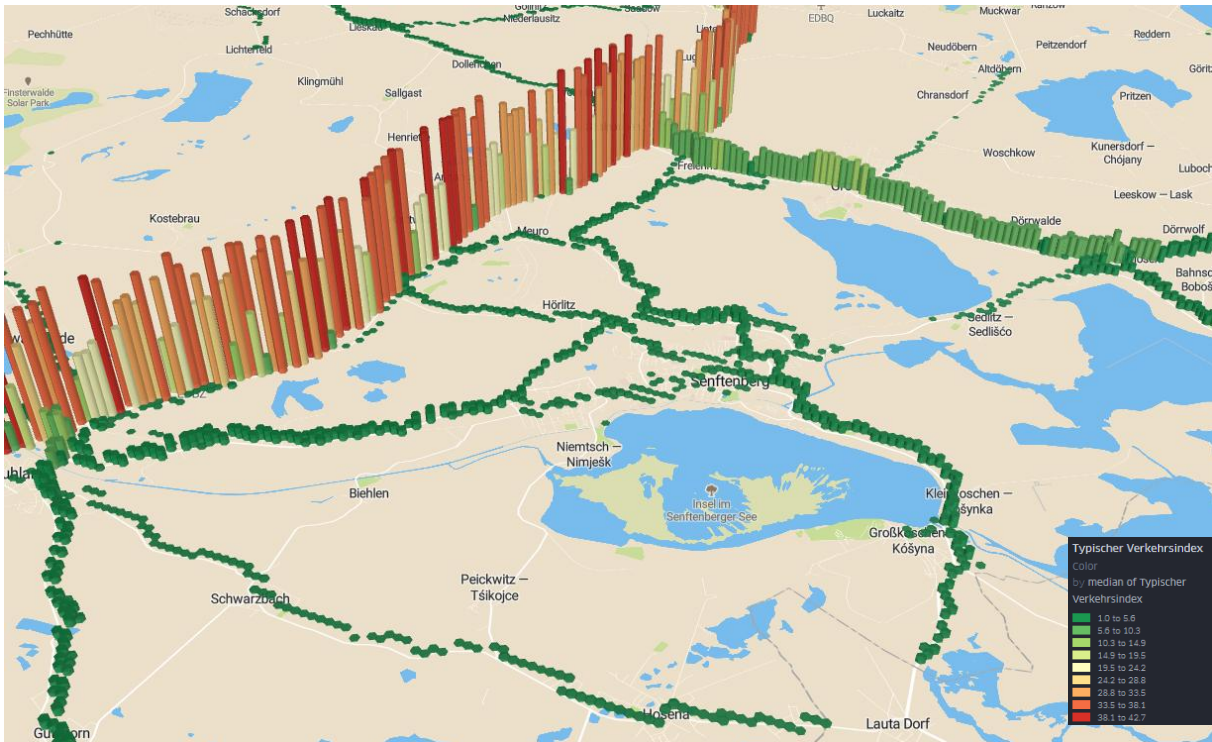


Abbildung 5 - Verkehrsaufkommen im Lausitzer Seenland (Senftenberg)

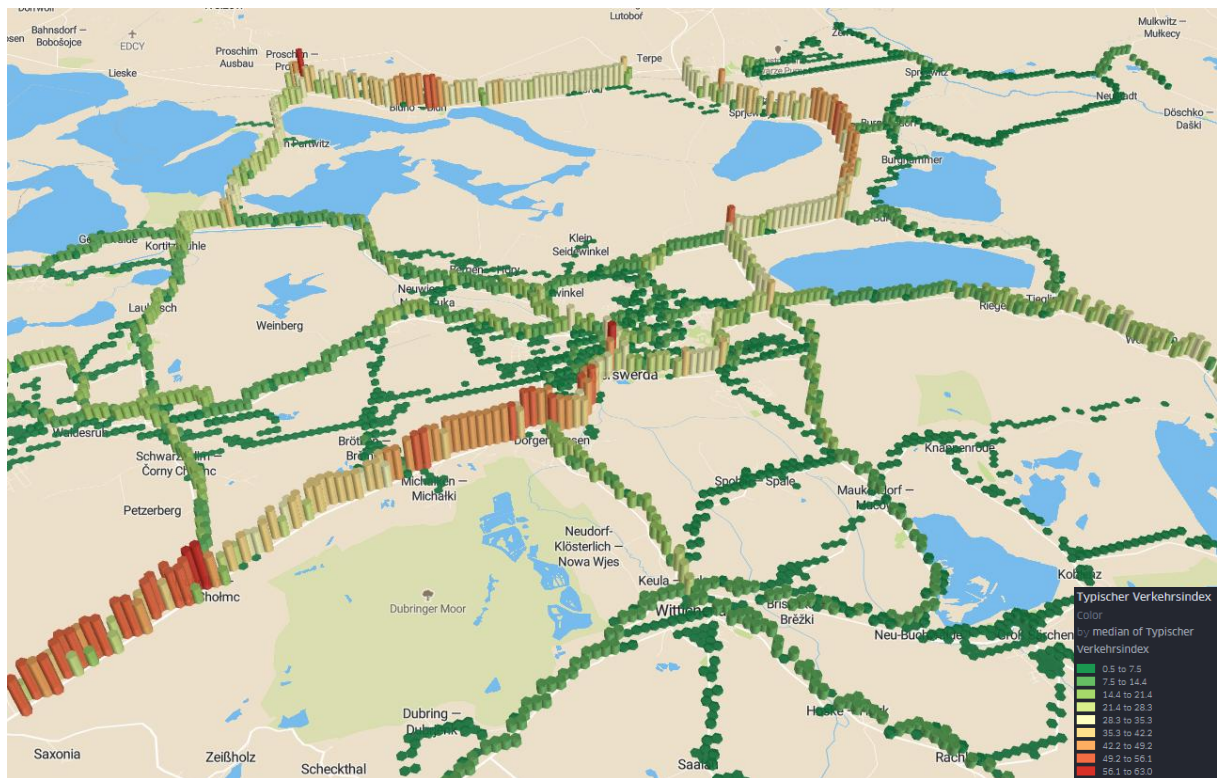


Abbildung 6 - Verkehrsaufkommen im Lausitzer Seenland (Sachsen)

Der Quell-Ziel-Verkehr beschreibt die Verkehrsflüsse aus einer definierten Region (Quellverkehr) sowie in eine definierte Region (Zielverkehr). Durch die Information bezüglich der Herkunft der Verkehrsströme ist anhand dieses Indikators eine Ableitung von Standorten für P+R-Stellplätze bzw. Auffangparkplätze möglich.

Quellverkehr

Quelle	Ziel	Verteilung Trips
Senftenberg	Senftenberg	30,7%
Senftenberg	A 13	21,2%
Senftenberg	B169	9,4%
Senftenberg	Großkoschen	8,5%
Senftenberg	B 96	6,4%
Senftenberg	Lauchhammer	4,3%
Senftenberg	Schwarzheide	3,5%
Senftenberg	Brieske	2,1%
Senftenberg	Finsterwalde	2,1%
Senftenberg	Großräschen	2,1%

Zielverkehr

Ziel	Quelle	Verteilung Trips
Senftenberg	Senftenberg	28,4%
Senftenberg	A 13	22,8%
Senftenberg	B169	10,2%
Senftenberg	Großkoschen	8,0%
Senftenberg	B 96	6,2%
Senftenberg	Lauchhammer	4,0%
Senftenberg	Schwarzheide	3,9%
Senftenberg	Großräschen	2,4%
Senftenberg	Brieske	2,3%
Senftenberg	Finsterwalde	2,0%

Tabelle 5 - Quell- und Zielverkehr nach / von Senftenberg

Tabelle 5 zeigt exemplarisch am Beispiel von Senftenberg die jeweils zehn relevantesten Quell-Ziel Relationen auf Basis von Floating Car Daten. Neben dem hohen Anteil von Binnenverkehrsbeziehungen fallen hier die Quell- und Zielverkehre auf, die von der A13 und den Bundesstraßen 96 und 169 von bzw. nach Senftenberg fließen.

Bei dieser Art der Auswertung muss beachtet werden, dass Floating Car Daten nicht das gesamte Verkehrsaufkommen und entsprechend auch nicht den gesamten Quell-Ziel-Verkehr abbilden, sondern nur eine Stichprobe der Realität darstellen.

Nutzerverhalten auf Basis von Querschnittsmessungen

Im Projekt MoVeToLausitz wurden verschiedene Methoden zur Erfassung der Verkehrssituation in Echtzeit getestet. Dazu wurden in Senftenberg in der Sedlitzer Straße und Calauer Straße Verkehrskameras installiert, die die Verkehrsmengen sowie Geschwindigkeiten der verschiedenen Verkehrsteilnehmer in Echtzeit erfassen. Diese Messungen wurden ausgewertet und im Rahmen eines Datalabs visualisiert (vgl. Abbildung 7, Abbildung 8).

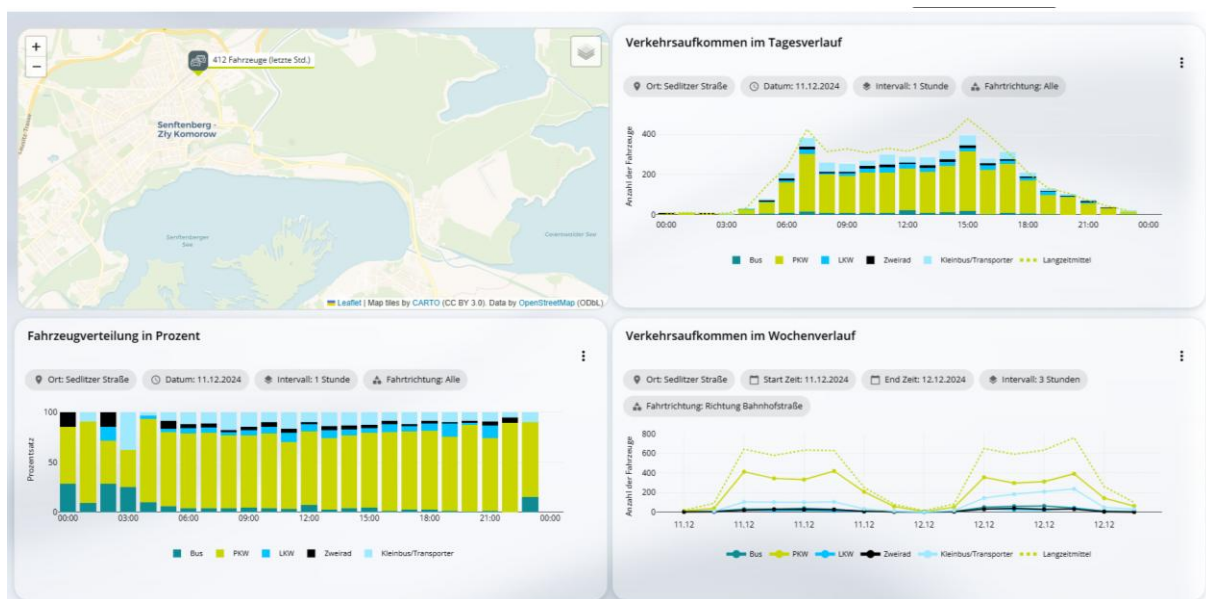


Abbildung 7 – Querschnittsmessungen MIV

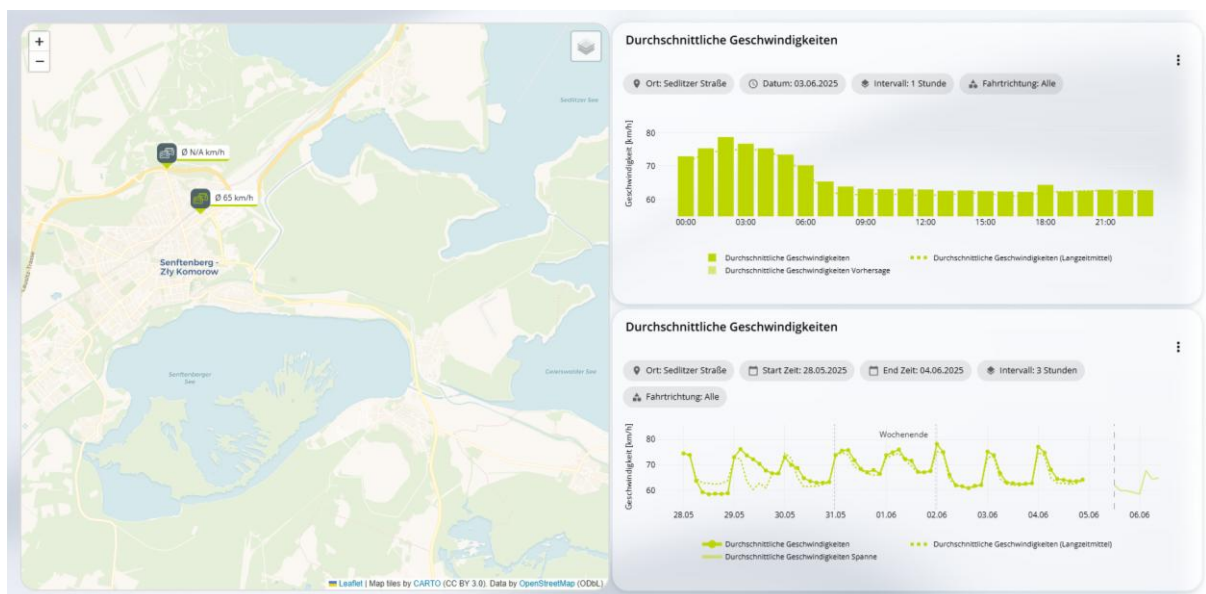


Abbildung 8 – Durchschnittsgeschwindigkeiten MIV

Bei Erhöhung der Dichte von Verkehrskameras ist es möglich, eine Echtzeitverkehrslage für die gesamte Kommune zu generieren und diese auf einer Kartenansicht zu visualisieren. Weiterhin wurden Daten von fünf Fahrrad- und Besuchermessstellen im Lausitzer Seenland analysiert (vgl. Abbildung 9 und Abbildung 10) um ein besseres Bild der Besucherströme und der damit erforderlichen Parkinfrastruktur ermitteln zu können.

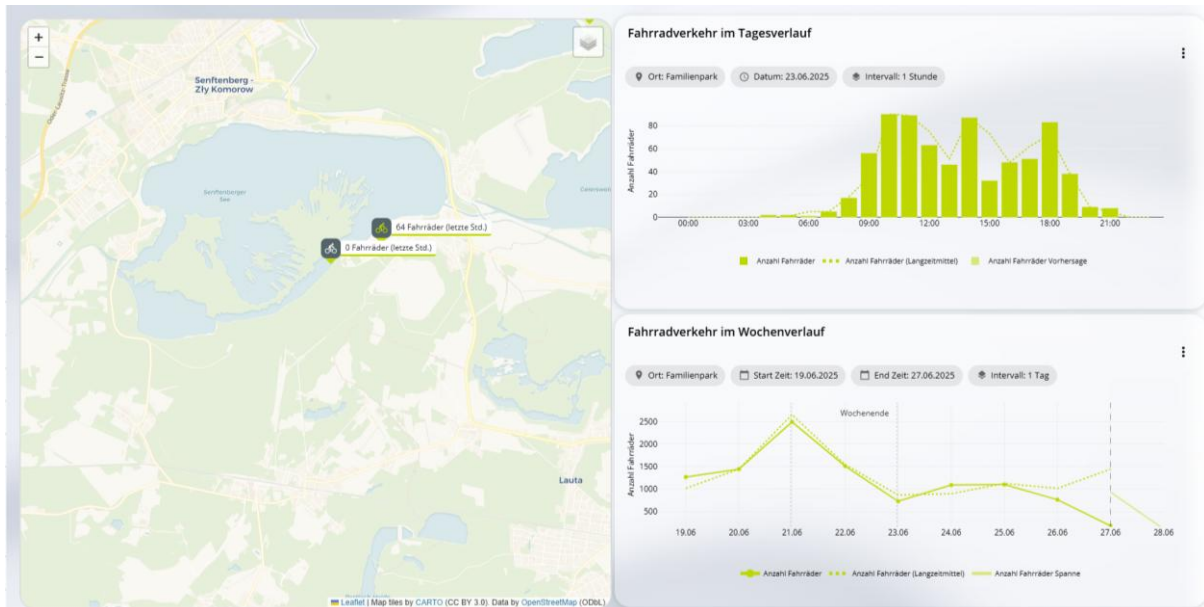


Abbildung 9 - Querschnittsmessungen Fahrräder

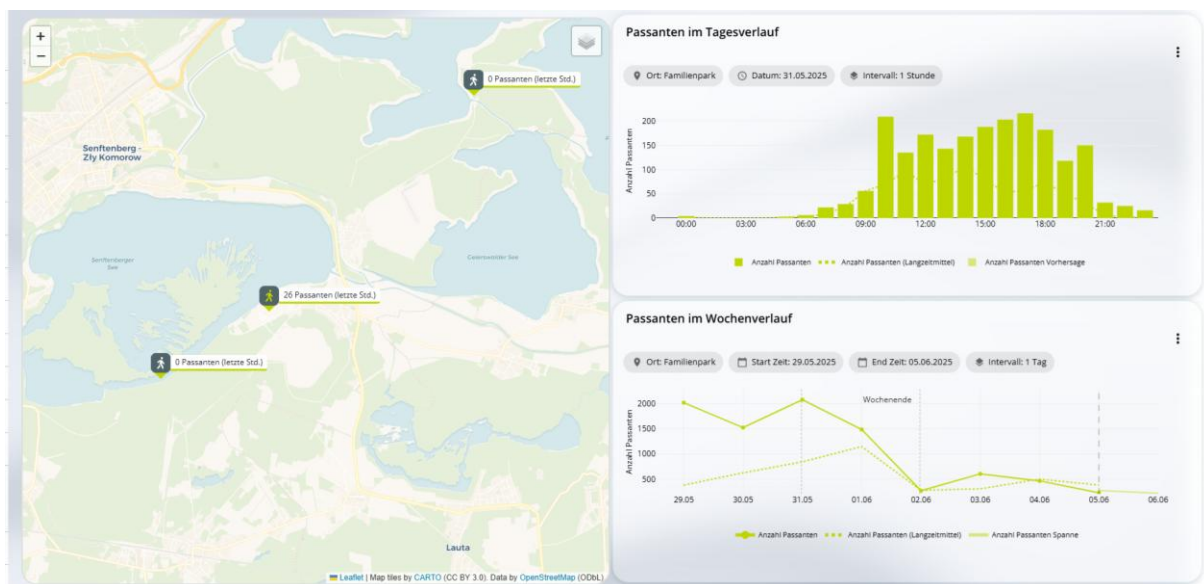


Abbildung 10 - Querschnittsmessungen Besucher

Nutzerverhalten auf Basis von Belegungsmessungen am Parkplatz

Das Parkgeschehen am Parkplatz Seestrand in Großkoschen wird im Zuge des Projekts MoVeToLausitz seit Februar 2024 mittels einer Kamera beobachtet, welche die Ein- und Ausfahrten zum Parkplatz misst. Im Rahmen verschiedener Datenlabore können Fachexperten die Belegungsdaten seit Beginn der Installation nachvollziehen. Abbildung 11 zeigt einen Auszug des Datenlabors, welches die Belegung am Parkplatz in Echtzeit darstellt, sowie die Parkraumbelegung über den Tagesverlauf angibt. Die Nutzer dieses Datalabs können sich die Daten gemäß der vorhandenen Auswahlbuttons selbstständig visualisieren lassen und zur weiteren Verarbeitung als *.csv herunterladen.

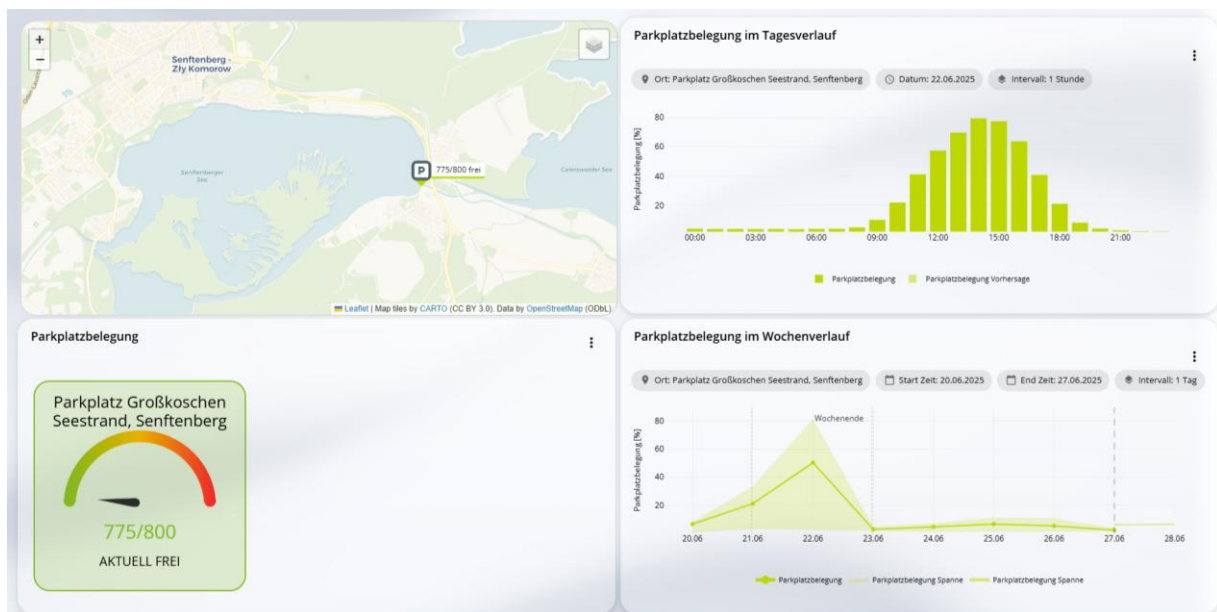


Abbildung 11 - Datalab Ruhender Verkehr – Parkraumbelegung

Eine weitere Möglichkeit, die Bedarfe und Belegungen von Stellplätzen zu messen, bieten die verkauften Tickets von Parkscheinautomaten. Diese Automaten erfassen in der Regel die Anzahl der ausgegebenen Parkscheine sowie deren Zeitstempel, um eine genaue Erfassung der belegten Stellplätze zu ermöglichen. Bei Tagestickets ist jedoch unklar, wie lange der Stellplatz genau belegt ist. Eine häufige Ursache für Messfehler ist zudem die fehlerhafte Parkscheinausgabe. Wenn ein Automat defekt ist oder nicht ordnungsgemäß funktioniert, kann dies zu einer ungenauen Anzahl an ausgegebenen Parkscheinen führen. Außerdem kann es vorkommen, dass Fahrzeuge kurzzeitig ein- und ausfahren, ohne einen Parkschein zu ziehen. Solche Bewegungen werden möglicherweise nicht erfasst, was zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Belegung führt.

Abbildung 12 zeigt, wie Daten aus Parkscheinautomaten sinnvoll dargestellt, bearbeitet und für Analysezwecke verwendet werden können. Es werden die verkauften Tickets im Wochenverlauf sowie eine typische Woche visualisiert, außerdem die monatlichen Ticketverkäufe und Einnahmen im Jahresvergleich.

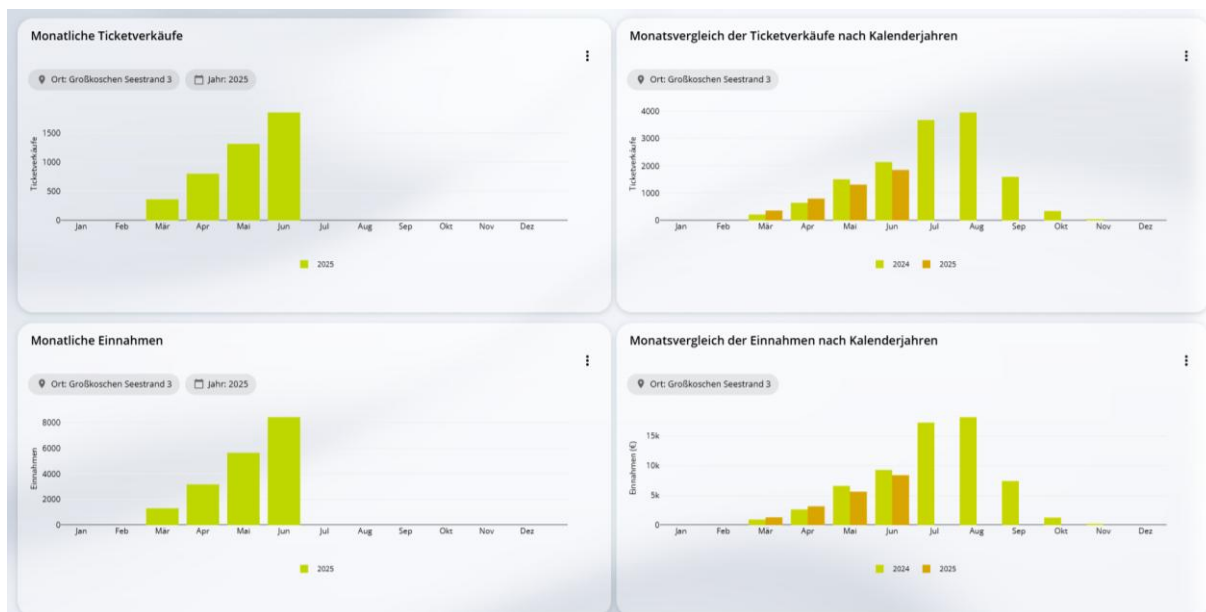


Abbildung 12 Datalab Ruhender Verkehr – Ticketverkäufe im Überblick

3.3.2 Konzeption der Ausgestaltung des Parkleitsystem

Für das Lausitzer Seenland wird ein intelligentes digitales, dynamisches Parkleitsystem empfohlen, das an eine Touristische Mobilitätsserviceplattform zur Integration, Verarbeitung, Analyse und Weitergabe der Daten angeschlossen ist. Um eine ausreichende Akzeptanz des Parkleitsystems und damit eine gute Wirkung zu gewährleisten, sind alle größeren öffentlich nutzbaren Parkflächen in das System einzubeziehen. Die einbezogenen Parkflächen sollten für die jeweiligen Nutzergruppen relevant sein. Die Attraktivität der Parkflächen – beispielsweise hinsichtlich Lage, Tarifstruktur und Ausstattung – sollte weitgehend gleichwertig sein, um die Akzeptanz des Parkleitsystems sicherzustellen [72].

Das empfohlene Parkleitsystem beinhaltet folgende Komponenten:

- Jahreslizenz für Touristische Mobilitätsserviceplattformservices
- Integration der Sensorikdaten der Parkflächen über Konnektoren in Echtzeit
- Diverse Werkzeuge zur Analyse der Daten für die Betreiber des Parkleitsystems
- Berechnung und Bereitstellung von prognostizierten Belegungsdaten
- Informationsbereitstellung der Belegungszahlen in Echtzeit über eine integrierte Anwendung in der Webseite des Lausitzer Seenlandes
- Bereitstellung der aufbereiteten Daten und Mehrwertdaten über Mobilitätsdatenmarktplätze an etablierte Navigationsdienstleister

Nach Gesprächen mit den Stakeholdern vor Ort empfehlen wir keine zusätzlichen statischen oder dynamischen Verkehrsschilder, sondern ausschließlich die Informationsbereitstellung über Websites, Apps und die Integration in bestehende Anwendungen.

Die Empfehlung einer Webanwendung als primäre Informationsquelle für Endnutzer bietet zahlreiche Vorteile. Zunächst ermöglicht eine Webanwendung den Nutzern den Zugriff auf Echtzeitinformationen über die Verfügbarkeit von Parkplätzen, ohne dass physische Schilder oder Anzeigen erforderlich sind. Dies reduziert den Bedarf an statischen und dynamischen Verkehrsschildern, die regelmäßige Wartung und Updates erfordern. Durch die zentrale digitale Lösung können Änderungen oder Anpassungen schnell und kostengünstig vorgenommen werden.

Ein weiterer Vorteil ist die Benutzerfreundlichkeit. Nutzer können bequem von ihrem Smartphone oder Computer aus auf die Webanwendung zugreifen, um Informationen zu suchen, was die Parkplatzsuche erheblich vereinfacht. Dies führt zu einer besseren Nutzererfahrung, da die Informationen jederzeit und überall verfügbar sind. Darüber hinaus kann eine Webanwendung zukünftig um interaktive Funktionen ergänzt werden, beispielsweise die Möglichkeit, Parkplätze im Voraus zu reservieren oder die Route zu einem freien Parkplatz zu planen. Dies erhöht die Effizienz und reduziert die Zeit, die Fahrer mit der Parkplatzsuche verbringen, was wiederum den Verkehrsfluss verbessert.

Ein weiterer Aspekt ist die Umweltfreundlichkeit. Durch die Reduzierung des Bedarfs an physischen Schildern und die Minimierung des Verkehrsaufkommens, das durch die Parkplatzsuche entsteht, trägt die Webanwendung zu einer nachhaltigeren Parkraumbewirtschaftung bei. Insgesamt bietet die ausschließliche Verwendung einer Webanwendung für ein Parkleitsystem eine moderne, benutzerfreundliche und effiziente Lösung, die sowohl den Nutzern als auch den Betreibern zugutekommt.

3.3.3 Technologieauswahl

Die Auswahl geeigneter Technologien bildet das Fundament für ein leistungsfähiges digitales Parkleit- und Besucherlenkungssystem im Lausitzer Seenland. Sie bestimmt maßgeblich, wie zuverlässig Belegungsdaten erfasst, verarbeitet und an Nutzer kommuniziert werden können. Da unterschiedliche Einsatzorte – von weitläufigen Outdoor-Parkflächen bis hin zu touristisch hoch frequentierten Hotspots – jeweils spezifische Anforderungen stellen, ist eine systematische Betrachtung der verfügbaren Sensor-, Analyse- und Anzeigetechnologien unerlässlich. Die folgenden Unterkapitel geben einen strukturierten Überblick über relevante Technologien, bewerten deren Stärken und Herausforderungen und zeigen auf, wie sie optimal in ein integriertes Gesamtsystem eingebettet werden können.

3.3.3.1 Sensorik zur Belegungserfassung

Zur Erfassung der Parkraumbellegungen für das Lausitzer Seenland werden in erster Linie ANPR-Kameras empfohlen. Wie in Abschnitt 3.1.3 ausführlich dargestellt, bieten ANPR-Kameras im Vergleich zu traditionellen Schrankenanlagen und Bodensensoren mehrere Vorteile, die sie besonders geeignet für die Parkraumbewirtschaftung machen.

Die automatisierte und effiziente Erfassung von Fahrzeugkennzeichen ermöglicht eine schnelle Identifikation der Fahrzeuge, die einen Parkplatz nutzen. Im Gegensatz zu Schrankenanlagen, die oft eine physische Barriere darstellen und den Verkehrsfluss behindern können, arbeiten ANPR-Kameras ohne solche physischen Einschränkungen. Dies führt zu einem reibungsloseren Verkehrsfluss und reduziert die Wartezeiten.

Ein weiterer Vorteil gegenüber Bodensensoren ist die umfassende Abdeckung. Bodensensoren sind auf bestimmte Bereiche beschränkt und können in der Installation kostspielig sein, da sie im Boden verankert werden müssen. ANPR-Kameras hingegen können über größere Flächen hinweg installiert werden und benötigen keine aufwendigen Erdarbeiten. Dies macht sie kostengünstiger und flexibler in der Anwendung.

Für die Parkraumbewirtschaftung bieten ANPR-Kameras wertvolle Daten, die für die Analyse und Optimierung des Parkraums genutzt werden können. Sie erfassen nicht nur die Belegung in Echtzeit, sondern können auch Daten über die Verweildauer der Fahrzeuge und die Frequentierung bestimmter Parkflächen liefern. Diese Informationen sind entscheidend für eine effiziente Parkraumbewirtschaftung. Zudem ermöglichen ANPR-Systeme die Implementierung von innovativen Bezahlmodellen, wie beispielsweise der automatischen Abrechnung basierend auf der Parkdauer.

3.3.3.2 Datenverarbeitung und Kommunikationssystem

Für das Lausitzer Seenland schlagen wir eine Touristische Mobilitätsserviceplattform vor, welche das Mandantensystem nutzt, sodass mehrere Kommunen Zugänge zu den für die relevanten Daten erhalten können, es aber insgesamt eine gemeinsame Anwendung bleibt.

Folgende Anforderungen sollten adressiert werden:

- Echtzeitdatenverarbeitung der Sensordaten
- Integration eines Fehlererkennung und -managementsystems um fehlerhaften Daten / Anomalien schnell zu erkennen
- Offene API zum Datenempfang und -weitergabe
- Erfüllung des Sicherheitsstandards zum Schutz der gesammelten Daten

- intuitive Benutzeroberfläche zur Datenvisualisierung und Analyse für die Betreiber des Parkleitsystems wichtig
- ggf. Analysewerkzeuge zur Berechnung von Parkraumprognosen
- innovative Analysewerkzeuge zur Ermittlung von Nutzungstrends

3.3.4 Möglicher Zeitplan zur Einführung eines Parkleitsystems

Die stufenweise Einführung eines Parkleitsystems zur effektiven Besucherlenkung erfordert eine sorgfältige Planung und Umsetzung. Abbildung 13 zeigt einen möglichen mehrstufigen Prozess zur Gestaltung eines Parkleitsystems für das Lausitzer Seenland sowie den zeitlichen Horizont, der für die Einführung eingeplant werden sollte. Das hier abgebildete Parkleitsystem stellt Informationen über die Auslastung der Parkplätze in Echtzeit und gegebenenfalls als Prognose bereit. Es erfolgt bei dieser ersten Lösung noch keine systematische Lenkung der Nutzer, sondern lediglich die Weitergabe von Belegungsinformationen ohne konkrete Handlungsempfehlungen und ohne Optimierung hinsichtlich der gesamten Verkehrssituation in der Kommune bzw. im Landkreis.

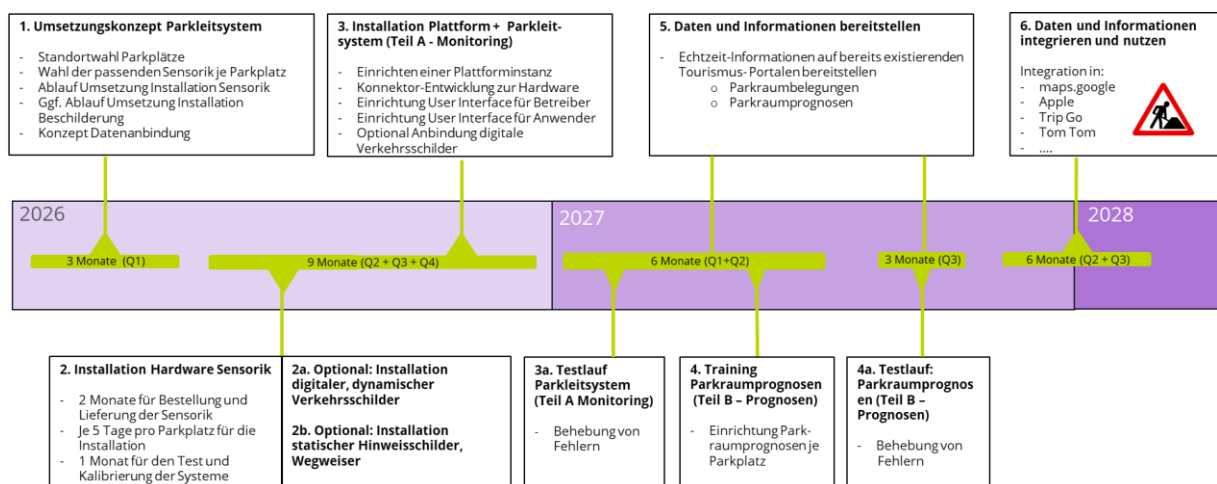


Abbildung 13 – stufenweise Einführung Parkleitsystem

Auf Grundlage der Angebots- und Bedarfsanalysen, die im Projekt MoVeToLausitz durchgeführt wurden, wird empfohlen, im ersten Schritt ein konkretes Umsetzungskonzept zu erstellen (1), welches die Ziele des Systems, die benötigte Infrastruktur und die technischen Anforderungen je zu berücksichtigenden Parkplatz umfasst. Im Anschluss an das Umsetzungskonzept kann die Installation der gewählten Hardware in Form von Sensorik (2) zur Erfassung der Parkraumbellegung beginnen. Parallel zur Ausbringung der Hardware erfolgt die Anbindung der Sensoren an eine Touristische Mobilitätsserviceplattform (3), inklusive Einrichtung von Konnektoren, eines User Interfaces für die Betreiber sowie für die Nutzer der Plattform. Zwingend sollte ein Testlauf (3a) eingeplant werden, bevor das System den Endnutzern zugänglich gemacht wird.

Als erste Erweiterung des intelligenten Parkleitsystems kann die Ergänzung um Parkraumbelegungsprognosedienste (4) gesehen werden. Analog wird nach der Integration von Parkraumbelegungsprognosen ein Testlauf empfohlen, um Fehlerquellen zu beseitigen. Um den Endnutzern die Informationen über aktuelle und prognostizierte Belegungen der Parkflächen bereitzustellen, erfolgt parallel in Schritt (5) die Bereitstellung auf bereits existierenden Tourismusportalen. Durch Datenmarktplätze soll es in Zukunft ebenfalls möglich sein, die erhobenen und prognostizierten Daten hinsichtlich der Parkplatzbelegung an weitere Anwendungen wie Navigationssysteme und Smartphone-Apps bereitzustellen.

Nach der technischen Umsetzung ist es wichtig, die Öffentlichkeit über das neue System zu informieren. Informationsveranstaltungen, Flyer oder Social Media können dabei helfen, die Vorteile und Funktionsweise des Parkleitsystems zu kommunizieren. Ein Pilotprojekt kann eine sinnvolle Möglichkeit sein, das System in einem kleineren Bereich oder über einen bestimmten Zeitraum zu testen, bevor es in den laufenden Betrieb geht. Dies ermöglicht es, wertvolles Feedback von den Nutzern zu sammeln und eventuelle Anpassungen vorzunehmen.

Die schrittweise Einführung sollte in einem bestimmten Bereich oder zu bestimmten Zeiten beginnen, wobei das System basierend auf den gesammelten Erfahrungen und dem Feedback der Nutzer erweitert wird. Eine kontinuierliche Überwachung des Systems ist entscheidend, um sicherzustellen, dass es effektiv funktioniert. Anpassungen sollten regelmäßig vorgenommen werden, um auf Veränderungen im Nutzerverhalten zu reagieren. Schließlich ist es wichtig, einen langfristigen Plan für die Wartung und Aktualisierung des Systems zu entwickeln, um dessen Nachhaltigkeit und Effektivität auch in Zukunft zu gewährleisten.

3.3.5 Finanzierung und Budget

Die Erstellung eines Kostenplans für ein digitales, dynamisches Parkleitsystem hängt maßgeblich von der Anzahl der einzubindenden Standorte, der eingesetzten Sensorik und dem gewählten Betriebskonzept ab. Eine konkrete Kostenschätzung ist daher ohne detaillierte Standortanalyse nicht möglich. Klar erkennbar ist jedoch, dass zahlreiche Förderprogramme existieren, die sowohl Hardware- und Softwarekomponenten als auch begleitende Konzept- und Entwicklungsleistungen unterstützen. Tabelle 6 bietet einen systematischen Überblick über die derzeit relevanten Programme und deren spezifische Förderlogiken.

Strukturentwicklung Lausitz stellt für den Zweckverband Lausitzer Seenland Brandenburg (ZVLSB) das stärkste Instrument dar. Das Programm bietet sehr hohe Förderquoten bis zu 90 %, richtet sich explizit an Projekte im Lausitzer Revier und deckt ein breites

Spektrum ab – darunter touristische Infrastruktur, digitale Infrastruktur, Mobilitätslösungen und Parkraumprojekte. Damit eignet es sich hervorragend für die Finanzierung der technischen Infrastruktur eines Parkleitsystems (z. B. ANPR-Kameras, Sensorik, Server, Konnektoren, Softwareentwicklung) [73].

Das Programm Zusammenhalt in kleinen Gemeinden und Ortsteilen ermöglicht ebenfalls Förderquoten von bis zu 90 %, ist jedoch typischerweise für kleinere Investitionsvorhaben ausgelegt. Für ein Parkleitsystem kommt dieses Programm vor allem für Hardwarekomponenten wie Kameras, Server oder kleinere IT-Module infrage, sofern diese als Ausrüstung im Sinne des Programms gelten. Der Fokus liegt jedoch auf kleinteiligen Projekten mit begrenztem Umfang [74].

Die Mobilität-II-Richtlinie (EFRE/JTF) adressiert primär ÖPNV- und Last-Mile-Modelle. Eine Förderung ist möglich, wenn das Parkleitsystem in ein übergeordnetes Konzept der intermodalen Mobilität oder P+R-Strategien eingebettet ist. Da die Richtlinie ein belastbares Einführungskonzept verlangt und sich stärker auf ÖPNV-Fahrzeuge, Ladeinfrastruktur und Modellprojekte zur letzten Meile richtet, eignet sie sich für ein reines Parkleitsystem nur eingeschränkt – kann aber relevant werden, sobald multimodale Mobilitätsangebote (z. B. am Standort Sedlitz Ost) integriert werden [75].

Das STARK-Bundesprogramm ist nicht-investiv ausgerichtet und bietet ebenfalls bis zu 90 % Förderung. Es deckt Machbarkeitsstudien, Konzeptarbeiten, Qualifizierungsmaßnahmen, Bürgerdialoge und Verwaltungsmodernisierung ab. Für das Parkleitsystem bedeutet dies: STARK eignet sich optimal für vorbereitende Analysen, Enablement-Maßnahmen, Workshops, Wirkungsbewertungen, Pilotkonzepte und Kommunikationsmaßnahmen, nicht jedoch für Hardwareinvestitionen [76].

Insgesamt ergibt sich folgendes Bild:

- Strukturentwicklung Lausitz ist das wirksamste Förderinstrument für die technische Umsetzung eines Parkleitsystems.
- Zusammenhalt eignet sich als Ergänzung für Hardwaremodule in kleinteiligeren Projektteilen.
- STARK unterstützt umfassend die vorbereitenden und begleitenden, nicht-investiven Maßnahmen, die für eine erfolgreiche Implementierung unerlässlich sind.
- Mobilität II ist nur dann sinnvoll, wenn das Parkleitsystem integraler Bestandteil eines multimodalen Mobilitätskonzeptes ist.

Damit steht für den ZVLSB eine solide Förderlandschaft zur Verfügung, die bei Kombination eine sehr hohe Gesamtförderquote ermöglicht und sowohl technische Infrastruktur als auch begleitende konzeptionelle Maßnahmen abdecken kann.

Tabelle 6 – Fördermöglichkeiten im Lausitzer Seenland [73], [74], [75], [76]

Name des Programms	Strukturentwicklung Lausitz	Zusammenhalt in kleinen Gemeinden und Ortsteilen	Mobilität II (EFRE/JTF)	„STARK“ – Bundesprogramm Kohleausstieg
Fördergeber	Land Brandenburg (Staatskanzlei)	Land Brandenburg (Staatskanzlei)	Land Brandenburg (MIL) + EU (EFRE/JTF)	BMWK/BAFA
Link	ILB – Strukturentwicklung Lausitz	ILB – Zusammenhalt (Call-Verfahren)	ILB – Mobilität II	BAFA – STARK (Richtlinie)
Förderquote	35–80 % (wirtschaftlich) bzw. bis zu 90 % (nicht-wirtschaftlich)	bis 90 % der Ausgaben (10 % Eigenanteil)	bis 80 % (Schieneninfrastruktur); bis 70 % für „Modellprojekte letzte Meile“	90 % (nicht-investive Projekte)
Fördergegenstand (Hardware/Software)	Investitionen zur Gestaltung des Strukturwandels: u.a. Tourismus- und Freizeit-Infrastruktur , digitale Infrastruktur, Verkehrs- und Mobilitätsprojekte (inkl. Parkraumlösungen), Breitband/ Mobilfunk.	Investive bzw. investitionsvorbereitende Maßnahmen in kleinen Kommunen/Gemeindeverbänden: Bauvorhaben mit neuen Nutzungskonzepten, Beschaffung von Geräten/Ausrüstung (ab 5.000 €), inkl. IT/Hardware.	Emissionsfreie ÖPNV und Letzte-Meile-Mobilität : u.a. Ladeinfrastruktur, alternative Fahrzeuge und Modellprojekte zur letzten Meile (inkl. verbindliches Einführungskonzept und Evaluierung).	Nicht-investive Maßnahmen in Kohleregionen: Planung, Beratung, Netzwerke, Bildung, Bürgerdialog u.v.m. (Kategorie „nachhaltige Anpassung öffentl. Leistungen“ etc.).
Region/Einschränkung	Brandenburg (Lausitzer Revier: LK Dahme-SP, SPN, OSL, EE, Stadt Cottbus)	Brandenburg (insbesondere ländliche Kleinregionen)	Brandenburg (davon Anteil Lausitz-Revier; kommunale Träger/Verkehrsunternehmen)	Kohleregionen deutschlandweit (Lausitz einschl. Brandenburg)
Hinweise/ Begleitmaßnahmen	Große thematische Breite (Wirtschaftsinfrastruktur, Tourismus, Smart Region, Daseinsvorsorge). Zuwendungsvoraussetzungen über WRL/IMAG (Projektsteckbrief und Workshops). Rückwirkende Bewilligung bis 30.6.2027.	Antrag im zweistufigen Call (Projekt-Skizze und Jury-Bewertung). Geringes Mindestvolumen (5.000 €). Ideal für Hardware (Kameras, Displays) und unterstützende Investitionen.	Fokus auf ÖPNV/Sharing; Modellvorhaben mit Konzeptpflicht. Sinnvoll für multimodale Parkraum-Lösungen (z.B. Park+Ride-Konzepte). Hohe EU-Kofinanzierung (bis 2027).	Finanzierung vorrangig für Konzeption, Weiterbildung, Beteiligung . Antrag über BAFA; Länderbeteiligung erforderlich. Förderfähige Personal- und Betriebskosten, niedrigere Investanteile möglich.

4 Das Konzept der Besucherlenkung

Im folgenden Kapitel wird das Konzept der Besucherlenkung im Lausitzer Seenland umfassend dargestellt. Zunächst werden grundlegende Begriffe und Ziele erläutert, bevor der digitale Lenkungszyklus und die zugrunde liegenden Mess- und Analysemethoden vorgestellt werden. Anschließend wird die Integration und Nutzung erhobener Daten sowie die Bereitstellung von Datenprodukten für unterschiedliche Akteure und Anwendungen beschrieben.

4.1 Definition Besucherlenkung

„Besucherlenkung zielt auf eine möglichst harmonische Verteilung von Menschen – regionale Bevölkerung und Gäste – innerhalb einer Destination. Sie nutzt dazu räumlich und zeitlich wirksame Entflechtungs- und Lenkungsstrategien, um die Besucherströme innerhalb der Aufnahmekapazitäten von touristischen Regionen, Sehenswürdigkeiten und Attraktionen zu regulieren. So sollen Natur und Umwelt möglichst wenig gestört, Konflikte – auch zwischen den Nutzergruppen – minimiert und für die Besucher eine umfassende Erlebnisqualität erreicht werden“ [77].

Das Konzept der Besucherlenkung bezieht sich auf die gezielte Steuerung und Regelung von Menschenströmen in bestimmten Gebieten. Es zielt darauf ab, die Mobilität der Besucher zu optimieren und gleichzeitig die Erhaltung von natürlichen und kulturellen Ressourcen zu unterstützen. Das schließt alle Maßnahmen zur Regulierung des Verkehrsflusses ein, beispielsweise die Lenkung zu Parkplätzen, Shuttle-Services, Informationsschilder zur Verkehrslenkung oder digitale Anwendungen, die den Besuchern helfen, die besten Zeiten und Routen zu wählen. Die Hauptziele sind, Überfüllung zu vermeiden, die Sicherheit der Besucher zu gewährleisten und negative Auswirkungen auf Umwelt und Infrastruktur zu minimieren [78].

Die digitale Besucherlenkung ist auf die Nutzung von Technologien und Daten ausgerichtet, um den Verkehrsfluss zu steuern und die Mobilität zu optimieren. Dies kann beispielsweise durch intelligente Verkehrsleitsysteme geschehen, die Echtzeitinformationen über Verkehrsdichte, Staus oder alternative Routen bereitstellen. Auch Apps, die Carsharing, öffentliche Verkehrsmittel oder die Verfügbarkeit von Parkflächen in Echtzeit anzeigen, können Teil einer digitalen Lenkung sein. Generell haben alle derartigen Lösungen das Ziel, den Verkehrsablauf effizienter zu gestalten, die Reisezeiten zu verkürzen und die Sicherheit im Straßenverkehr zu erhöhen [79].

Auch Mobilitätsstationen können die Besucherlenkung auf verschiedene Weise unterstützen. Sie fungieren als zentrale Anlaufstelle für verschiedene Verkehrsmittel wie Busse, Bahnen, Carsharing und Fahrräder, was den Nutzern den Zugang zu unterschiedlichen Transportmöglichkeiten erleichtert und die Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel fördert. Darüber hinaus bieten sie umfassende Informationen über Verkehrsverbindungen, Fahrpläne und Routen. Digitale Anzeigetafeln und Informationsstände helfen den Besuchern, sich besser zurechtzufinden. Ein weiterer Aspekt ist die Förderung nachhaltiger Mobilität. Mobilitätsstationen können Anreize schaffen, wie Rabatte für umweltfreundliche Verkehrsmittel oder spezielle Parkmöglichkeiten für Fahrräder, was die Nutzung nachhaltiger Transportarten unterstützt. Oft integrieren sie auch verschiedene Dienstleistungen wie Ticketverkauf, Fahrradverleih oder E-Ladestationen, was die Attraktivität und Benutzerfreundlichkeit erhöht. Zudem können durch die Analyse von Daten über die Nutzung der Stationen Verkehrsströme besser gesteuert und optimiert werden [80].

4.2 Zyklus der digitalen Besucherlenkung

In der heutigen Zeit, in der Tourismus und Besucherlenkung eine zunehmend wichtige Rolle spielen, ist es entscheidend, die Bewegungen und Verhaltensweisen von Besuchern systematisch zu erfassen und zu analysieren. Der Zyklus der digitalen Besucherlenkung (vgl. Abbildung 14) stellt dabei ein Modell dar, das in fünf Schritten einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess zur Optimierung von Besucherströmen beschreibt und in der Praxis zunehmend in Smart-Tourism- und Mobilitätsprojekten eingesetzt wird [81].

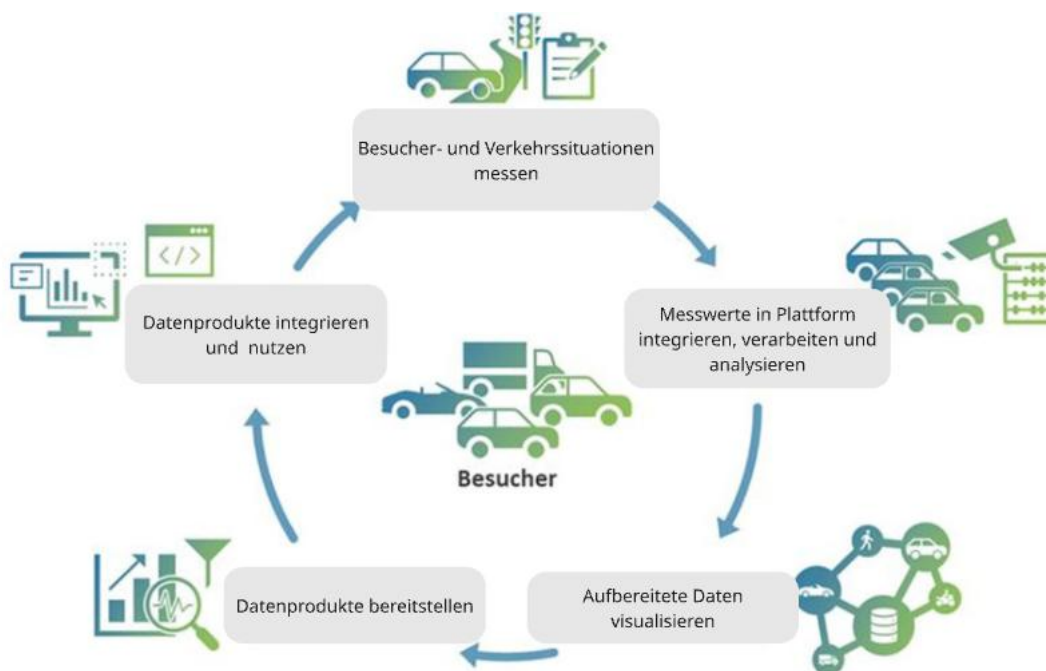


Abbildung 14 – Zyklus der digitalen Besucherlenkung

Der *erste Schritt* des Zyklus besteht darin, relevante Daten zu sammeln, die Besucher- und Verkehrssituationen messen. Technologien wie Sensoren, Kameras und mobile Anwendungen ermöglichen es, präzise und aktuelle Informationen zu erhalten. Im *zweiten Schritt* werden die erfassten Messwerte in eine Touristische Mobilitätsserviceplattform integriert, wo sie verarbeitet und analysiert werden. Hierbei kommen moderne Datenanalysetools zum Einsatz, die es ermöglichen, große Datenmengen effizient zu verarbeiten und wertvolle Einblicke zu gewinnen. Im *dritten Schritt* erfolgt die Visualisierung der aufbereiteten Daten. Durch Grafiken, Diagramme und interaktive Karten können Entscheidungsträger und Stakeholder die Informationen leicht verstehen und interpretieren. Eine klare Visualisierung ist entscheidend für die Kommunikation der Ergebnisse und die Ableitung von Maßnahmen. Anschließend, im *vierten Schritt*, werden die erstellten Datenprodukte zur weiteren Verwendung bereitgestellt – beispielsweise auf Mobilitätsdatenmarktplätzen. Der *letzte Schritt* im Zyklus besteht darin, die Datenprodukte in bestehende Systeme und Prozesse zu integrieren. Dies ermöglicht eine praktische Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse, um die Besucher aktiv zu lenken und den Verkehrsfluss zu optimieren. Der Zyklus ist dynamisch und kann als fortlaufender Verbesserungsprozess verstanden werden, der sich an die sich ändernden Bedürfnisse und Verhaltensweisen der Besucher anpasst. Zudem werden durch die stetige Analyse der verkehrlichen Situationen, des Besucheraufkommens an den POI und der Parksituation Daten erhoben, die grundlegend für zukünftige Besucherlenkungskonzepte genutzt werden können und somit eine noch präzisere Maßnahmenplanung ermöglichen. Darüber hinaus liefern kontinuierlich erhobene Messdaten Belege dafür, inwiefern sich die bereits ergriffenen Maßnahmen auf betroffene Bereiche ausgewirkt haben.

Insgesamt zeigt der Besucherlenkungszyklus, wie wichtig eine datengestützte Herangehensweise für die effektive Lenkung von Besucherströmen ist. Durch kontinuierliche Messung und Analyse können nicht nur die Erfahrungen der Besucher verbessert, sondern auch die Ressourcen effizienter genutzt werden.

4.3 Besucher- und Verkehrssituationen messen

Die Messung von Besucher- und Verkehrsströmen ist ein zentraler Bestandteil der Mobilitäts- und Verkehrsplanung. Sie ermöglicht es, das Nutzerverhalten zu analysieren, Verkehrsabläufe besser zu verstehen und darauf aufbauend Maßnahmen zur Optimierung des Verkehrsflusses und zur Verbesserung der Nutzererfahrung abzuleiten. Durch die systematische Erfassung und Auswertung von Mobilitätsdaten können Städte und Betreiber von Verkehrsinfrastrukturen Engpässe identifizieren, Überlastungen vermeiden und fundierte, datenbasierte Entscheidungen treffen [81].

In diesem Abschnitt werden ausgewählte Methoden und Technologien zur Erfassung von Besucher- und Verkehrsströmen vorgestellt. Ergänzend wird auf die Bedeutung von Umfelddaten eingegangen, die als erklärende Einflussgrößen für das Besuchs- und Verkehrsaufkommen dienen.

4.3.1 Besucherströme messen

Die Erfassung von Besucherströmen ist aus mehreren Gründen von großer Bedeutung. Sie unterstützt öffentliche Einrichtungen und Unternehmen dabei, Ressourcen bedarfsgerecht zu planen und infrastrukturelle Maßnahmen zielgerichtet umzusetzen [82]. Auf Basis von Besucherzahlen können beispielsweise Personalbedarfe angepasst oder Investitionen in Infrastruktur priorisiert werden. Darüber hinaus spielt die Messung von Besucherströmen eine wichtige Rolle im Sicherheitsmanagement. In stark frequentierten Bereichen ermöglicht sie die frühzeitige Erkennung von Überfüllungssituationen und damit die Einleitung geeigneter Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit. Auch für Marketing- und Angebotsstrategien liefern Besucheranalysen wertvolle Erkenntnisse, etwa zu zeitlichen Spitzen oder besonders nachgefragten Bereichen. Zur Messung von Besucherströmen kommen unterschiedliche Methoden zum Einsatz:

- **Manuelle Zählung:**
Besucher werden an definierten Punkten durch Personal gezählt. Diese Methode ist einfach, jedoch zeit- und personalintensiv.
- **Sensorbasierte Verfahren:**
Infrarot-, Ultraschall- oder ähnliche Sensoren erfassen Bewegungen an Eingängen oder in ausgewählten Bereichen.
- **Videoanalyse:**
Kamerasysteme analysieren Besucherströme mithilfe von Bildverarbeitung. Diese Methode erlaubt detaillierte Auswertungen, erfordert jedoch ein besonderes Augenmerk auf Datenschutzaspekte [83]
- **Mobiles Tracking:**
Bewegungsdaten aus Smartphones oder GPS-Systemen können zur Analyse von Besucherbewegungen genutzt werden, sofern eine Einwilligung der Nutzer vorliegt.
- **WLAN-Tracking:**
Die Erfassung von WLAN-Signalen ermöglicht Rückschlüsse auf Bewegungsmuster innerhalb eines definierten Gebietes, ebenfalls unter Beachtung der Datenschutzzvorgaben.
- **Umfragen und Feedback:**
Ergänzend können qualitative Informationen über Besucherströme und -verhalten erhoben werden

4.3.2 Verkehrsströme messen

Die Messung von Verkehrsströmen ist eine wesentliche Grundlage für eine wirksame Besucherlenkung. Sie ermöglicht eine zielgerichtete Planung und Organisation von Verkehrswegen, um Staus, Überlastungen und Konflikte zwischen unterschiedlichen Verkehrsarten zu vermeiden [84]. Durch die Analyse zeitlicher und räumlicher Verkehrsmuster lassen sich Engpässe identifizieren und geeignete Steuerungsmaßnahmen ableiten.

Zur Erfassung von Verkehrsmengen stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung:

- **Manuelle Zählung:** Zähler notieren die Anzahl der Fahrzeuge in festgelegten Zeitintervallen und können auch Fahrzeugtypen (Pkw, Lkw, Busse) unterscheiden.
- **Automatische Verkehrszähler:** Stationäre Geräte, die über längere Zeiträume Daten sammeln und Verkehrsströme in Echtzeit überwachen können.
- **Induktive Schleifen:** Drahtschleifen im Asphalt registrieren Fahrzeuge durch Veränderungen im elektromagnetischen Feld. Diese Methode ist sehr präzise und wird häufig an Ampeln oder auf Autobahnen eingesetzt.
- **Radar- und LiDAR-Technologie:** Radar-Sensoren senden Radiowellen aus, die von Fahrzeugen reflektiert werden. LiDAR verwendet Laserstrahlen zur Entfernungsmessung. Beide Technologien bieten hochpräzise Daten und können auch Geschwindigkeiten erfassen.
- **GPS-Daten (Floating Car Daten):** Daten von Flottenmanagementsystemen oder Navigationsanwendungen ermöglichen die Analyse von Verkehrsflüssen und -mustern über große geografische Gebiete [85].
- **Mobilitäts-Apps:** Apps wie Google Maps oder Waze nutzen anonymisierte Nutzerdaten, um Verkehrsbedingungen in Echtzeit zu analysieren.

4.3.3 Belegungen am Parkplatz messen

Für eine zielgerichtete Besucherlenkung ist die Kenntnis der aktuellen Auslastung von Parkflächen von zentraler Bedeutung. Die in Kapitel 3 beschriebenen Sensortechnologien, wie ANPR-Kameras, Bodensensoren, Ultraschall oder Induktionsschleifen, ermöglichen eine Echtzeiterfassung der Parkplatzbelegung [12]. Je nach Parkplatztyp, Lage und Budget können diese Technologien einzeln oder kombiniert eingesetzt werden.

Aus wirtschaftlicher Sicht ist es nicht in allen Fällen sinnvoll, auf jedem Parkplatz eine Einzelbuchterkennung umzusetzen. Insbesondere bei Parkplätzen mit klar definierten Zu- und Abfahrten kann die Belegung ausreichend genau über eine Bilanzierung des ein- und ausfahrenden Verkehrs bestimmt werden. In solchen Fällen erfassen Kamerasysteme den Verkehr auf mehreren Fahrspuren, und die Auswertung erfolgt lokal in einem Edge-Computer. Die Analyse der Daten wird dabei DSGVO-konform durchgeführt und die Ergebnisse in Echtzeit an nachgelagerte Systeme übertragen.

4.3.4 Umfelddaten

Umfelddaten wie Wetter-, Kalender- und Eventdaten sind entscheidend für die Besucherlenkung, da sie wertvolle Informationen liefern, die es ermöglichen, das Besuchererlebnis zu optimieren und Ressourcen effizient zu nutzen.

Wetterdaten ermöglichen Prognosen darüber, wie sich das Wetter auf Besucherzahlen auswirkt: Schlechtes Wetter führt häufig zu geringerer Nachfrage, was Anpassungen von Ressourcen und Angeboten erfordert. Für das Projekt MoVeToLausitz kamen als Datenquellen der Deutsche Wetterdienst (DWD) und OpenWeather infrage. Der DWD betreibt ein Netz von 79 Messstationen in Deutschland [86] und stellt aktuelle Wetterdaten als Open Data bereit, während historische Daten kostenpflichtig sind. Da jedoch keine flächendeckende Interpolation der Messdaten als Open Data verfügbar ist, wurde im Projekt die API von OpenWeather genutzt, die weltweit konsistent zugängliche Daten liefert.

Kalenderdaten geben Aufschluss über Feiertage, Schulferien oder besondere Anlässe, die die Besucherzahlen erheblich beeinflussen können. Für Kalenderdaten, die auch Informationen zu Feiertagen und Schulferien in Deutschland berücksichtigen, gibt es mehrere Anbieter: Google Calendar, Microsoft Outlook Calendar, die Nager.Date API für Feiertage sowie die Schulferien.org API für Schulferien in den verschiedenen Bundesländern. Eine weitere Möglichkeit bietet das Python-Modul holidays, welches durch Freiwillige für 134 Länder gepflegt wird [87].

Eventdaten informieren über geplante Veranstaltungen oder Aktivitäten, die ebenfalls die Besucherströme beeinflussen können. Relevante Anbieter sind:

- Eventbrite API: Weit verbreitete Plattform für Veranstaltungen mit Zugriff auf Eventdaten, Tickets und Teilnehmer.
- XING Events API: Ermöglicht die Verwaltung von Veranstaltungen, Teilnehmern und Tickets.
- Meetup API: Zugriff auf Informationen über Gruppen und bevorstehende Veranstaltungen.
- Ticketmaster API: Zugriff auf eine Vielzahl von Veranstaltungen.
- Eventful API: Hilft bei der Suche nach lokalen Veranstaltungen, Konzerten und anderen Ereignissen.

Weiterhin ist der Knowledge Graph der Deutschen Zentrale für Tourismus (DZT) zu nennen. Er ist eine Datenbank, die Informationen über touristische Attraktionen, Veranstaltungen, Unterkünfte und andere relevante Aspekte des Reisens in Deutschland bereitstellt. Er ermöglicht es Entwicklern, auf strukturierte Daten zuzugreifen und diese in ihren Anwendungen zu nutzen.

4.4 Datenintegration, -verarbeitung und Analyse als Grundlage der Besucherlenkung

Um aus den erhobenen Mobilitäts- und Parkraumdaten nutzbare Mehrwertinformationen für Besucher sowie für alle beteiligten Akteure zu generieren, ist eine systematische Integration, Analyse und Verarbeitung der Daten erforderlich. Nur durch die Zusammenführung unterschiedlicher Datenquellen lassen sich belastbare Entscheidungsgrundlagen für operative Maßnahmen und strategische Planungen schaffen [88].

Zu diesem Zweck werden sensorbasierte Datenquellen sowie weitere datengebende Systeme über Programmierschnittstellen (Application Programming Interfaces, APIs) an eine touristische Mobilitätsserviceplattform angebunden. Diese Plattform stellt zentrale Funktionen für die Speicherung, Analyse, Visualisierung, Prognoseberechnung und Weitergabe der Daten bereit [89]. Die angebundenen Datenquellen reichen dabei von lokalen Systemen einzelner Parkplätze oder Verkehrszählstellen bis hin zu regionalen oder überregionalen Datenlieferanten. Die Verwaltung der Daten kann sowohl dezentral auf lokaler Ebene als auch zentral in übergeordneten Systemen erfolgen, was eine flexible Skalierung ermöglicht [90].

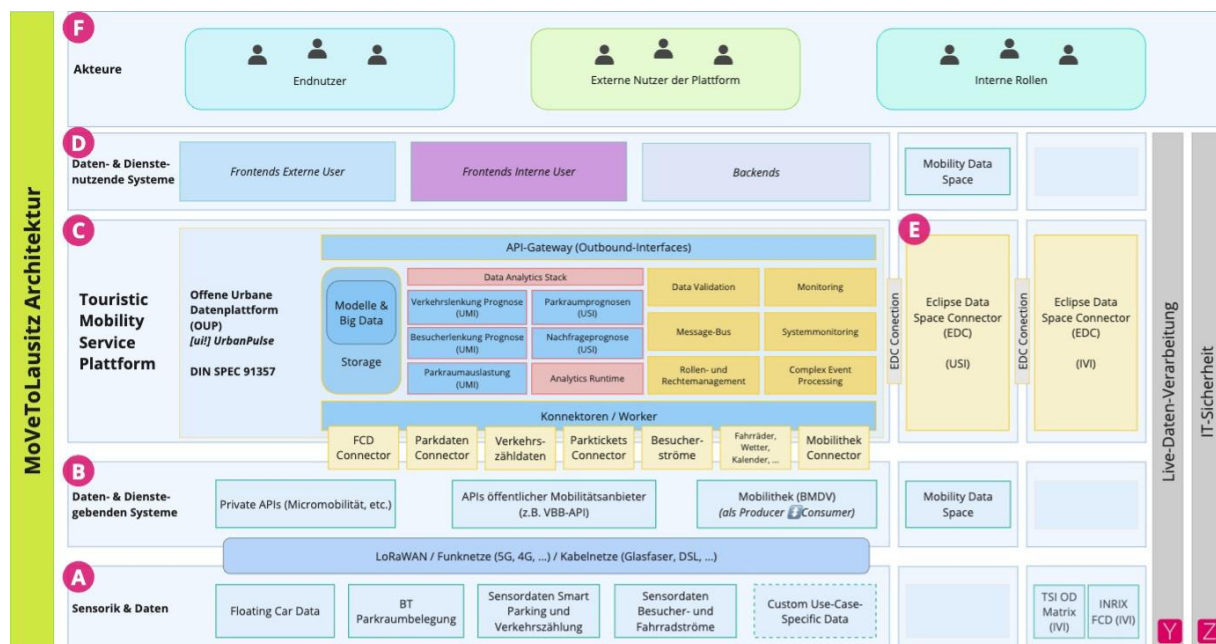


Abbildung 15 – MoVeToLausitz Architektur

Eine praktikable Lösung besteht darin, sämtliche vorhandenen, anonymisierten lokalen und regionalen Daten nach der Datenerhebung auf einer touristischen Mobilitätsserviceplattform zusammenzuführen. Dort werden die Daten verarbeitet, analysiert und als Grundlage für neue digitale Dienstleistungen genutzt, die einen Mehrwert für Kommunen, Betreiber und Besucher schaffen [91].

Die im Projekt MoVeToLausitz entwickelte Lösung (vgl. Abbildung 15) basiert auf einer offenen urbanen Datenplattform (Open Urban Platform, OUP), auf der sämtliche relevanten Mobilitäts- und Parkraumdaten in Echtzeit für Smart-Parking- und Mobilitätsdienstleistungen genutzt werden können. Die Architektur entspricht dabei den Anforderungen der DIN SPEC 91357 – Referenzarchitekturmodell „Offene Urbane Plattform (OUP)“ [92].

4.4.1 Datenintegration über Konnektoren

Die Datenintegration über sogenannte Konnektoren stellt einen zentralen Baustein offener urbaner Datenplattformen dar. Konnektoren fungieren als technische Schnittstellen, die es ermöglichen, Daten aus unterschiedlichen Systemen, Datenbanken und APIs zu erfassen, zu aggregieren und in ein einheitliches Datenmodell zu überführen [93]. Durch den Einsatz standardisierter Kommunikationsprotokolle und Datenformate, wie RESTful APIs und JSON, gewährleisten Konnektoren eine nahtlose Kommunikation zwischen heterogenen Datenquellen. Dies ermöglicht nicht nur eine effiziente und automatisierte Datenübertragung, sondern auch die kontinuierliche Aktualisierung der Daten in nahezu Echtzeit.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt der Datenintegration ist die Sicherstellung einer hohen Datenqualität. Moderne Konnektoren verfügen über Mechanismen zur Datenvalidierung, Duplikaterkennung sowie zur Kennzeichnung oder Bereinigung fehlerhafter Datensätze. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die integrierten Daten konsistent, plausibel und für weiterführende Analysen geeignet sind [94]. Darüber hinaus fördern Konnektoren die Interoperabilität zwischen unterschiedlichen Systemen und Anwendungen, was eine grundlegende Voraussetzung für die Entwicklung und den Betrieb von Smart-City- und Smart-Mobility-Lösungen darstellt [95].

4.4.2 Datenverarbeitung und Analyse

Im zweiten Schritt des Besucherlenkungszyklus, der Datenverarbeitung und Analyse, werden die gesammelten Daten strukturiert, aufbereitet und interpretiert. Ziel dieses Schrittes ist es, aus rohen und heterogenen Datensätzen verwertbare Informationen zu gewinnen, die zur Optimierung der Besucherlenkung und der verkehrlichen Steuerung beitragen können. Im Projekt MoVeToLausitz werden die gesammelten Daten zunächst auf der entwickelten touristischen Mobilitätsserviceplattform gespeichert. Die Daten stammen aus unterschiedlichen Quellen, darunter Verkehrssensoren, Kamerasysteme, Floating Car Data, Wetterdaten sowie kalenderbasierte Informationen wie Ferienzeiten oder Veranstaltungsdaten. Nach der Speicherung erfolgt eine umfassende Datenvorverarbeitung, bei der die Daten bereinigt, harmonisiert und standardisiert werden.

Typische Verarbeitungsschritte umfassen das Entfernen von Duplikaten, die Korrektur fehlerhafter Werte sowie das Schließen von Datenlücken [96]. Auf dieser Grundlage erfolgt die eigentliche Analyse. Hierbei kommen verschiedene Methoden und Techniken zum Einsatz, darunter statistische Auswertungen, Verfahren des maschinellen Lernens sowie Visualisierungstechniken. Ziel ist es, Muster, Trends und Zusammenhänge im Besuchs- und Verkehrsverhalten zu identifizieren und zentrale Fragestellungen zu beantworten, etwa zur räumlichen Verteilung von Besuchern, zeitlichen Spitzenbelastungen oder zur Nutzung bestimmter Routen und Infrastrukturen [97].

4.4.2.1 Ermittlung verkehrlicher Kenngrößen mittels Floating Car Daten

Die Ermittlung verkehrlicher Kenngrößen stellt einen wesentlichen Bestandteil der Verkehrsplanung und -analyse dar. Eine zunehmend etablierte Methode zur Erfassung solcher Kenngrößen ist die Nutzung von Floating Car Data (FCD). Dabei handelt es sich um anonymisierte, positions- und zeitbezogene Bewegungsdaten von Fahrzeugen, die während der Fahrt über Navigationssysteme oder mobile Endgeräte aufgezeichnet werden [85]. Im Rahmen von MoVeToLausitz wurden anhand von FCD für das gesamte Lausitzer Seenland sowie den Spreewald folgende verkehrliche Kenngrößen ermittelt:

- **Verkehrsaufkommen:** Die Analyse zeigt mithilfe einer Kartendarstellung eine Hochrechnung über die relative Anzahl von Fahrzeugen und deren durchschnittliche Geschwindigkeit auf den jeweiligen Streckenabschnitten im ausgewählten Zielgebiet.
- **Verlustzeiten:** Verlustzeiten sind die Differenz zwischen der erwarteten und der tatsächlich realisierten Reisezeit für den motorisierten Individualverkehr auf einem Straßenabschnitt. Mittels Verlustzeiten können überstaute Bereiche eines Verkehrsnetzes ermittelt werden.
- **Quell-Ziel-Verkehr:** Der Quell-Ziel-Verkehr beschreibt die Verkehrsflüsse aus einer definierten Region (Quellverkehr) sowie in eine definierte Region (Zielverkehr). Anhand der Analyse der Quell- und Zielverkehrsströme wird im Zuge der Besucherlenkung deutlich, an welcher Stelle Verkehrsströme bereits umgelenkt bzw. aufgefangen werden können.
- **Parksuchverkehr:** Parksuchverkehr entsteht durch die Suche nach verfügbaren Parkplätzen. Er ist Verkehr, der zwingend vermieden werden sollte, da er keinen Zweck verfolgt und sich negativ auf das Verkehrsgeschehen und die Luftqualität durch Emissionsausstoß auswirkt.
- **Parkverteilung:** Zur Identifikation von Bereichen mit hohem Parkaufkommen und potenzieller Überauslastung von Stellflächen werden Parkvorgänge analysiert und deren relative Verteilung erhoben. Die Parkvorgänge werden mit Hilfe eines Machine-Learning-Modells in den Floating Car Daten einer Region erkannt und als solche klassifiziert.

4.4.2.2 Erzeugung von Prognosedaten

Prognosemodelle spielen eine zentrale Rolle bei der datenbasierten Besucherlenkung, da sie eine vorausschauende Bewertung zukünftiger Entwicklungen ermöglichen. Sie dienen dazu, Besucherzahlen, Verkehrsbelastungen oder Parkraumnachfragen für bestimmte Zeiträume und Räume vorherzusagen und somit proaktive Steuerungsmaßnahmen zu unterstützen [98]. Im Projekt MoVeToLausitz wurden verschiedene Prognosemodelle entwickelt, die auf historischen Daten, externen Einflussfaktoren sowie Verfahren des maschinellen Lernens basieren. Dazu zählen Parkraumbelastungsprognosen, Besucherprognosen für ausgewählte Messquerschnitte, Radverkehrsprognosen sowie Verkehrsprognosen für Messquerschnitte. Diese Prognosen ermöglichen es, saisonale Effekte, Veranstaltungseinflüsse oder witterungsbedingte Schwankungen frühzeitig zu erkennen und geeignete Maßnahmen im Rahmen der Besucher- und Verkehrslenkung abzuleiten [99].

4.5 Analyse der Mehrwertdaten

Für eine nachhaltige und zielgerichtete Bewirtschaftung von Mobilitäts- und Parkrauminfrastrukturen ist es von zentraler Bedeutung, die gewonnenen Daten unterschiedlichen Nutzergruppen in geeigneter Form bereitzustellen und für operative wie auch strategische Entscheidungsprozesse nutzbar zu machen. Datenbasierte Analysen bilden dabei die Grundlage für eine wirksame Besucherlenkung und eine evidenzbasierte Weiterentwicklung von Mobilitäts- und Tourismuskonzepten [81].

Ziel der Besucherlenkung ist es, relevante Informationen situationsabhängig an den jeweiligen Entscheidungspunkten eines Ausfluges bereitzustellen. Diese Entscheidungspunkte liegen typischerweise vor der Abreise (z. B. zu Hause), während der Anreise sowie unmittelbar am oder nahe dem Zielort [100]. Entsprechend kommen unterschiedliche Informationskanäle zum Einsatz: Bereits zu Hause können sich Besucher über Smartphones, PCs, Besucher-Apps oder das Radio informieren. Während der Anreise werden diese Informationen durch Navigationssysteme ergänzt. Vor Ort stehen zusätzlich Parkleitsysteme und spezielle Parking- oder Mobilitäts-Apps zur Verfügung, um das Verhalten der Besucher gezielt zu beeinflussen und Verkehrsströme zu steuern [101].

4.5.1 MoVeToLausitz COCKPIT

Die im Rahmen der MoVeToLausitz Mobilitätsplattform gesammelten, analysierten und aufbereiteten Daten werden über die webbasierte Anwendung [ui!] COCKPIT visuell aufbereitet und benutzerfreundlich dargestellt (vgl. Abbildung 16). Das COCKPIT wurde im Projekt MoVeToLausitz entwickelt und dient primär der transparenten Information von interessierten Bürgern sowie Touristen.

Die Darstellung der Inhalte erfolgt in modularen Kacheln (Dashboard-Elementen), in denen unterschiedliche verkehrlich relevante Informationen gebündelt visualisiert werden. Dazu zählen unter anderem die aktuelle Auslastung einzelner Parkplätze sowie weitere mobilitätsbezogene Kenngrößen. Durch die übersichtliche und leicht verständliche Aufbereitung wird ein niederschwelliger Zugang zu komplexen Mobilitätsdaten ermöglicht. Das COCKPIT ist dabei bewusst von analytischen Fachwerkzeugen abgegrenzt und erfüllt vor allem eine informations- und sensibilisierungsorientierte Funktion für die Öffentlichkeit.



Abbildung 16 – MoVeToLausitz COCKPIT

4.5.2 Werkzeug zur Datenanalyse

Neben der öffentlichen Bereitstellung ausgewählter Mobilitätsdaten über das COCKPIT werden detailliertere Informationen für Fachanwender in einem sogenannten DATALAB bereitgestellt. Ziel ist es, kommunalen Entscheidungsträgern, Verkehrsplanern und operativen Leitstellen ein echtzeitnahes, datenbasiertes Lagebild zur Unterstützung von Planungs- und Steuerungsprozessen zur Verfügung zu stellen [102].

Das DATALAB ist als skalierbares Visualisierungs- und Analysewerkzeug konzipiert und ermöglicht es den Nutzern, eigene Abfragen und Analysen durchzuführen. Hierbei stehen unterschiedliche Visualisierungsformen zur Verfügung, darunter Liniendiagramme, Balkendiagramme, Gauge-Diagramme, Heatmaps, zwei- und dreidimensionale Karten sowie tabellarische Darstellungen. Diese Vielfalt erlaubt eine flexible Analyse komplexer Zusammenhänge und unterstützt unterschiedliche fachliche Fragestellungen.

Für eine Vielzahl angebundener Datenquellen können im DATALAB automatisierte, zeitreihenbasierte Prognoseservices auf Basis von Methoden der künstlichen Intelligenz genutzt werden [98]. Die Prognosehorizonte reichen dabei bis zu einer Woche in die Zukunft und werden visuell aufbereitet dargestellt. Durch die Ergänzung historischer Daten um prognostizierte Entwicklungen werden Nutzer in die Lage versetzt, nicht nur reaktiv, sondern vorausschauend zu handeln, etwa im Rahmen der Verkehrssteuerung, des Parkraummanagements oder der Einsatzplanung [103]. Abbildung 17 zeigt ein Beispiel für eine Visualisierung eines DATALABS.

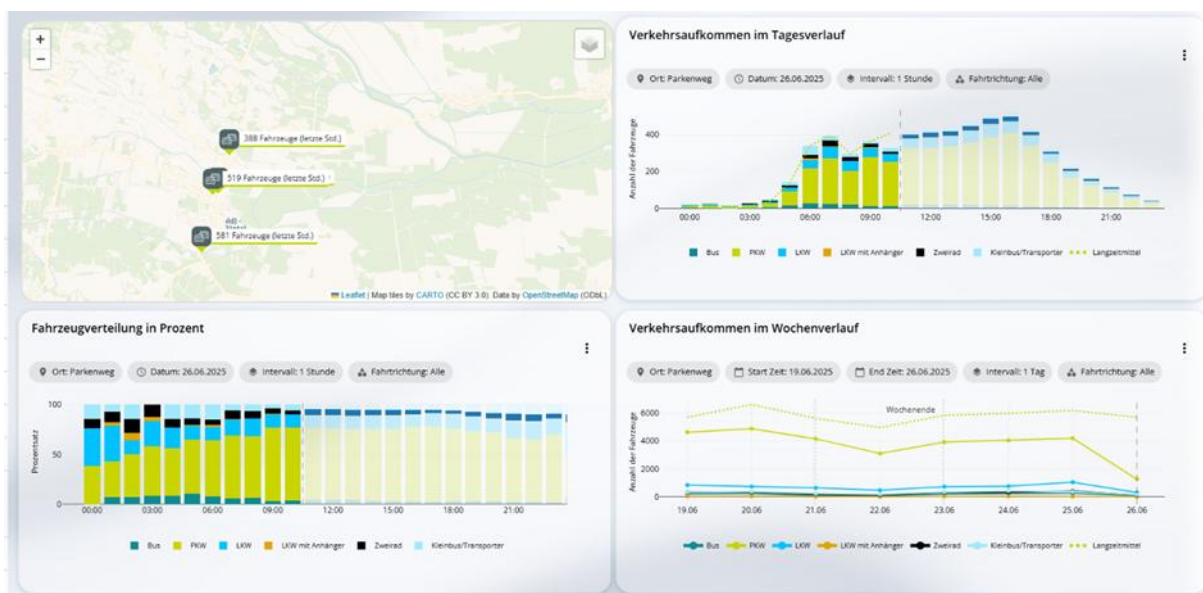


Abbildung 17 – Beispielhafte Visualisierung DATALAB

4.5.3 Bereitstellung von interaktiven Tools

Ergänzend zu den dargestellten Dashboards stehen interaktive Analysewerkzeuge zur Verfügung, die insbesondere auf die Bedürfnisse der Verkehrsplanung ausgerichtet sind. Im Tool „Interaktive Verkehrsströme“ können Verkehrsplaner selbstständig verkehrliche Zusammenhänge untersuchen und spezifische Fragestellungen analysieren. Das Tool ermöglicht unter anderem die Darstellung von Weg-Zeit-Diagrammen gemäß HBS für frei wählbare Routen innerhalb einer Kommune oder eines definierten Untersuchungsgebietes [84]. Analysen können sowohl spitzenstunden- als auch tagesgenau durchgeführt werden. Darüber hinaus werden Verkehrsverteilungen und Verkehrsströme visualisiert, sodass unterschiedliche Verkehrsarten wie Durchgangsverkehr, Binnenverkehr, Quell- und Zielverkehre direkt durch den Anwender ausgewertet werden können. Auch die Ermittlung von Abbiegeraten an Knotenpunkten ist Bestandteil des Funktionsumfangs.

Die zugrunde liegenden Analysen basieren auf Floating Car Data (FCD). Dabei handelt es sich um anonymisierte, positions- und zeitbezogene Bewegungsdaten von Fahrzeugen, die über Navigationssysteme oder mobile Endgeräte erfasst werden und Rückschlüsse auf Verkehrsfluss, Reisezeiten und Verkehrszustände erlauben [85]. Ein exemplarisches Anwendungsbeispiel des Tools ist in Abbildung 18 dargestellt.

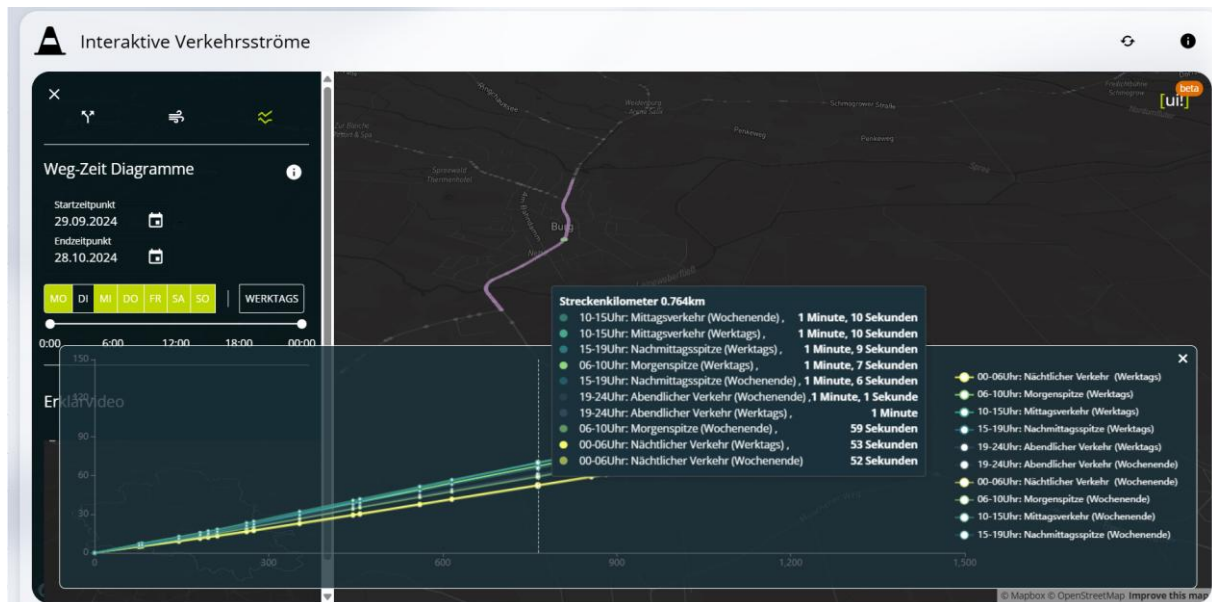


Abbildung 18 – Tool interaktive Verkehrsströme

4.6 Datenprodukte bereitstellen, integrieren und nutzen

Datenräume sind digitale Plattformen, die es verschiedenen Akteuren ermöglichen, Daten sicher zu teilen und zu analysieren, während sie die Kontrolle über ihre eigenen Informationen behalten [104]. Sie sind ein wesentlicher Bestandteil der modernen Datenwirtschaft und fördern den Austausch von Informationen zwischen Organisationen und Sektoren [105]. Ein zentrales Merkmal von Datenräumen ist die Gewährleistung von Sicherheit und Datenschutz, da sie Mechanismen zur Datenanonymisierung und -verschlüsselung bieten, um die Privatsphäre der Nutzer zu schützen [106]. Zudem ermöglichen sie die Interoperabilität, sodass unterschiedliche Systeme und Datenformate miteinander kommunizieren können, was den Datenaustausch erheblich erleichtert [107].

Ein spezifisches Beispiel für einen Datenraum ist der **Mobility Dataspace**, der sich auf den Bereich Mobilität konzentriert [108]. In diesem Kontext arbeiten verschiedene Akteure wie Verkehrsunternehmen, Städte, Forschungsinstitutionen und die Industrie zusammen, um Daten über Mobilitätsangebote und Nutzerverhalten auszutauschen [109]. Das Ziel des Mobility Dataspace ist es, durch die Analyse dieser Daten Einblicke in Verkehrsmuster und Nutzerverhalten zu gewinnen, um Verkehrsmanagementstrategien zu verbessern und innovative Mobilitätslösungen [108] (vgl. Abbildung 19).

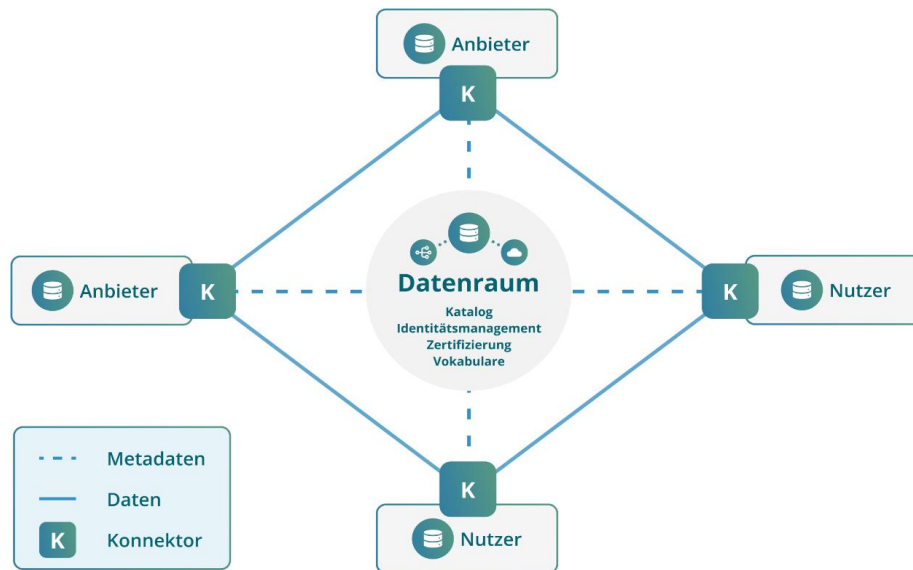


Abbildung 19 – Datenbereitstellung im Mobility Data Space [108]

Die Mobilithek ist die zentrale nationale Plattform für Mobilitäts-, Verkehrs- und Geodaten in Deutschland und wird vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) betrieben. Ziel der Mobilithek ist es, den Austausch, die Standardisierung und die Wiederverwendung mobilitätsrelevanter Daten zwischen Bund, Ländern, Kommunen und weiteren Akteuren zu ermöglichen und damit die Grundlage für digitale und vernetzte Mobilität zu schaffen [110]. Für Kommunen ist die Mobilithek von Bedeutung, da viele aktuelle Herausforderungen im Verkehrs- und Mobilitätsbereich – etwa Parkraummanagement, Verkehrslenkung, Baustellenkoordination oder Umweltwirkungen des Verkehrs – nur datenbasiert und vernetzt lösbar sind [111]. Die Mobilithek trägt dazu bei, bestehende Datensilos aufzubrechen und einen einheitlichen Zugang zu Mobilitätsdaten zu schaffen, der sowohl operative Steuerung als auch strategische Planung unterstützt [112]. Künftig sollen Kommunen sie sowohl als Datenanbieter als auch als -nutzer einsetzen. Sie können eigene mobilitätsrelevante Daten, bspw. zu Parkraum, Baustellen oder Verkehrsführungen, über standardisierte Schnittstellen bereitstellen und so Anforderungen aus dem Mobilitätsdatengesetz erfüllen [113]. Gleichzeitig erhalten sie Zugriff auf Daten anderer Akteure, die in kommunale Analyse-, Planungs- und Steuerungsprozesse integriert werden.

Die Integration von Mobilitätsdaten auf einer touristischen Mobilitätsserviceplattform stellt einen wichtigen Schritt zur Verbesserung der Mobilität dar [114]. Die gesammelten Daten umfassen verschiedene Aspekte wie die Anzahl der verfügbaren Parkplätze, die Belegung in Echtzeit und die Verkehrsdichte in bestimmten Bereichen. Diese Informationen können von verschiedenen Anbietern, darunter Google und TomTom, genutzt werden, um ihre Dienste zu verbessern [115]. Durch den Zugriff auf diese Daten können Verkehrsmanagementsysteme optimiert, Routenplanung verbessert und Nutzer über die besten Parkmöglichkeiten informiert werden [70].

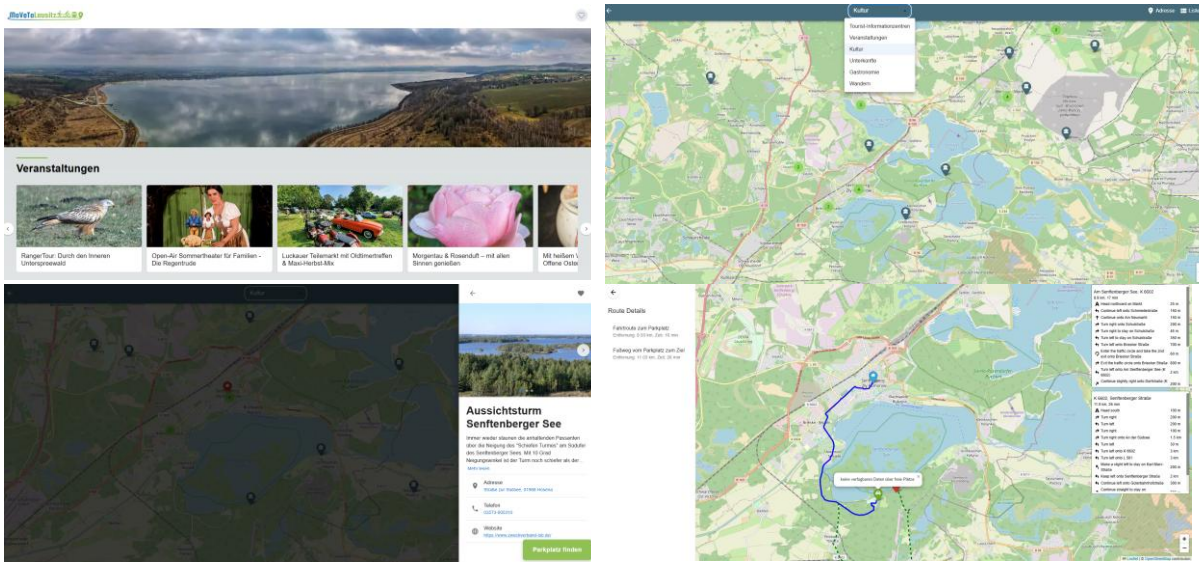


Abbildung 20 – Visualisierung App - Web Interface

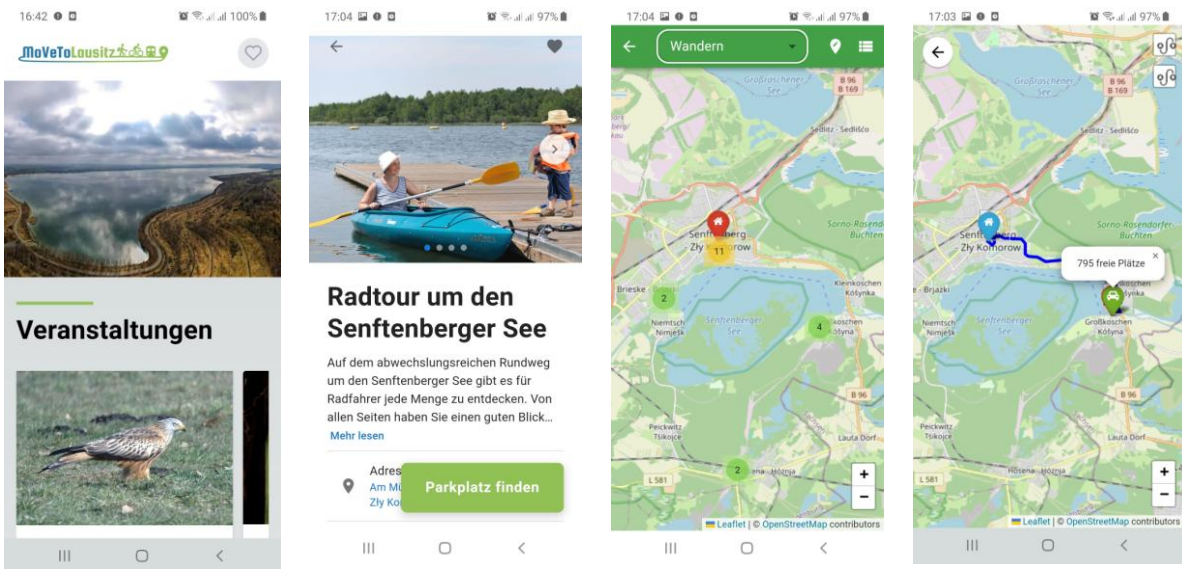


Abbildung 21 – Visualisierung App – mobiles Interface

Um dieses Vorgehen zu demonstrieren, wurde in MoVeToLausitz eine Webapp entwickelt, die stellvertretend für alle MaaS-Plattform-Anbieter (Google, TomTom, TripGo, BBNavi etc.) stehen soll. In der App, die sowohl als Web-App (vgl. Abbildung 20) als auch als mobile Variante (vgl. Abbildung 21) zur Verfügung steht, wurde der Knowlegde Graph der Deutschen Zentrale für Tourismus angebunden [116], sodass den Reisenden neben der Auslastung am Parkplatz auch die Pols in unmittelbarer Nähe angezeigt werden. Der Reisende bekommt alle Aktivitäten, welche im Knowledge Graph gelistet sind angezeigt und kann sich nach Angabe seines Standortes und Wahl des entsprechenden Pols bequem zum nächsten Parkplatz routen lassen.

Im Fall des Parkplatzes Großkoschen wird dem Nutzer der App die aktuelle Belegung des Parkplatzes angezeigt. Eine Erweiterung der App um Alternativparkplätze, Parkraumprognosen und Angebote im Bereich Mikromobilität (Fahrräder, Kanus etc.) ist einfach umsetzbar. Die Webapp wurde nicht nur für das Lausitzer Seenland entwickelt, sondern für die gesamte Lausitz inklusive Spreewald und kann tourismusregionenübergreifend genutzt werden.

4.7 Von der Besucherlenkung zur Besuchersteuerung

In der heutigen Zeit, in der touristische Destinationen zunehmend unter dem Druck von Überbesuch (Overtourism) und den damit verbundenen ökologischen, sozialen und infrastrukturellen Herausforderungen stehen, gewinnt die Differenzierung zwischen Besucherlenkung und Besuchersteuerung an Bedeutung [117]. Während die Besucherlenkung darauf abzielt, Besucherströme zu beeinflussen und in bestimmte räumliche oder zeitliche Richtungen zu führen, geht die Besuchersteuerung einen Schritt weiter und verfolgt eine aktivere sowie strategischere Herangehensweise [118].

Im Gegensatz zur Lenkung zielt die Besuchersteuerung darauf ab, die Anzahl und Verteilung der Besucher aktiv zu regulieren. Dies kann durch geeignete Strategien erfolgen, die gezielt die Routen- und Parkplatzwahl von Besuchern und Einheimischen beeinflussen, etwa durch Kapazitätsbegrenzungen, zeitliche Regelungen oder digitale Informations- und Leitsysteme ([119], [120]). Solche Maßnahmen sind insbesondere in sensiblen Ökosystemen oder stark frequentierten Attraktionen von hoher Bedeutung, um negative Auswirkungen des Tourismus auf Umwelt und lokale Gemeinschaften zu reduzieren [104]. Ein zentrales Element der Besuchersteuerung ist die Nutzung von Daten. Durch die Analyse von Besucherströmen, Verhaltensmustern und Rückmeldungen können Destinationen besser erkennen, wann und wo Überlastungen auftreten [121]. Auf dieser Grundlage lassen sich Maßnahmen der Besucherlenkung und -steuerung gezielt planen, bewerten und anpassen.

Zur Besuchersteuerung könnte in Zukunft ein KI-gestütztes, echtzeitfähiges intelligentes Parkleitsystem zum Einsatz kommen. Ein solches System verfügt über eine prädiktive Parkplatzverfügbarkeitsprognose und zeigt auf, wie Echtzeitinformationen zur Verkehrslage zielführend in die Besuchersteuerung integriert werden können, indem den Besuchern gezielt smarte Routen zu den Parkplätzen vorgeschlagen werden. Dabei berücksichtigt das Parkleitsystem verschiedene Strategien zur Verteilung der Besucher, die vorab definiert wurden. Eingangsdaten eines solchen Systems sind Geodaten des Straßennetzes, Floating Car Daten zur Bestimmung der Echtzeitverkehrslage sowie Belegungsdaten in Echtzeit und Belegungsprognosen der entsprechenden Parkplätze [122].

Der Kern eines solchen Systems ist es, bei der Zuteilung der Parkplätze Kennzahlen zur Gleichverteilung der Auslastung und der Belastung der zugehörigen Verkehrswege zu berücksichtigen. Die Besucherlenkung bzw. -steuerung zu touristischen Parkplätzen erfolgt dann nicht mehr nur „auf der letzten Meile“. Besucher erhalten bereits bei Fahrtantritt Prognosen und Berechnungen, die die beste Route (gemäß den definierten Strategien) und die Verfügbarkeit eines Parkplatzes bei Ankunft anzeigen. Die Verteilung der Parkplätze kann zudem durch KPIs der Kommune beeinflusst werden. Bei Veranstaltungen wie z.B. Marathons wird das System entsprechend angepasst, sodass betroffene Straßen oder Regionen umfahren werden können [122].

Die Kommune, der Landkreis, der Zweckverband oder die Tourismusorganisation kann folglich mithilfe verschiedener Interfaces die Parkplatz-, Verkehrsauslastung und damit die Routenwahl beeinflussen. Abbildung 22, Abbildung 23 und Abbildung 24 zeigen ein mögliche Steuerungsoberfläche für Tourismusregionen / Zweckverbände [122].

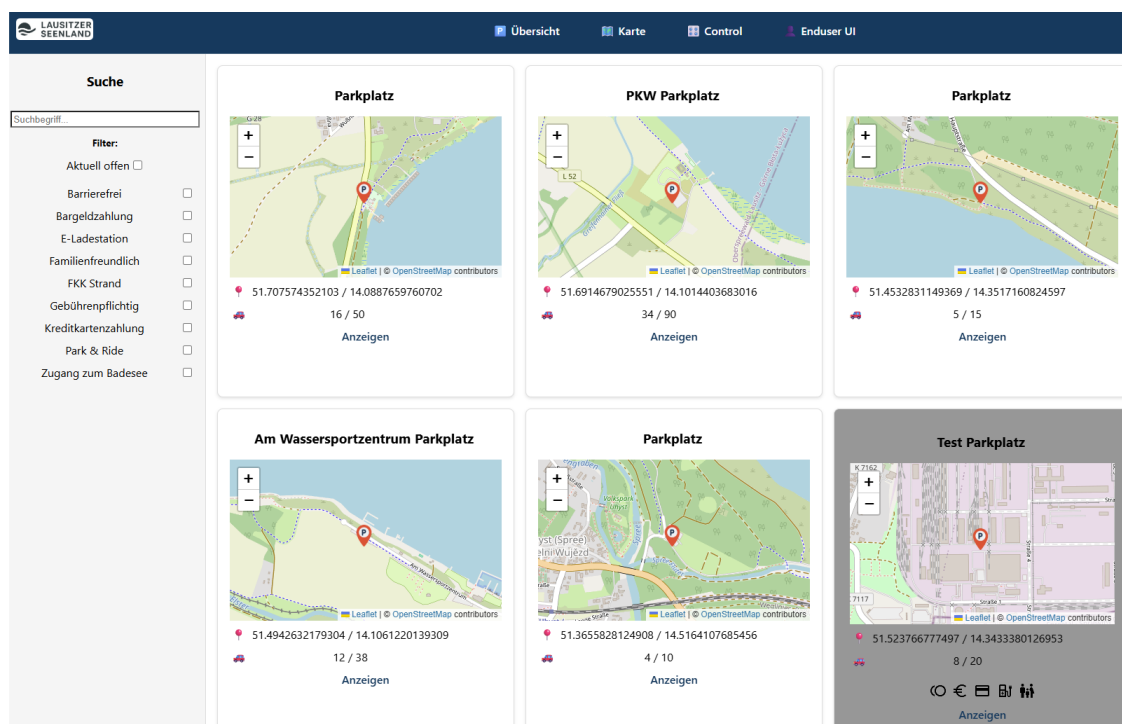


Abbildung 22 – Besuchersteuerung - Übersicht Parkplätze [122]

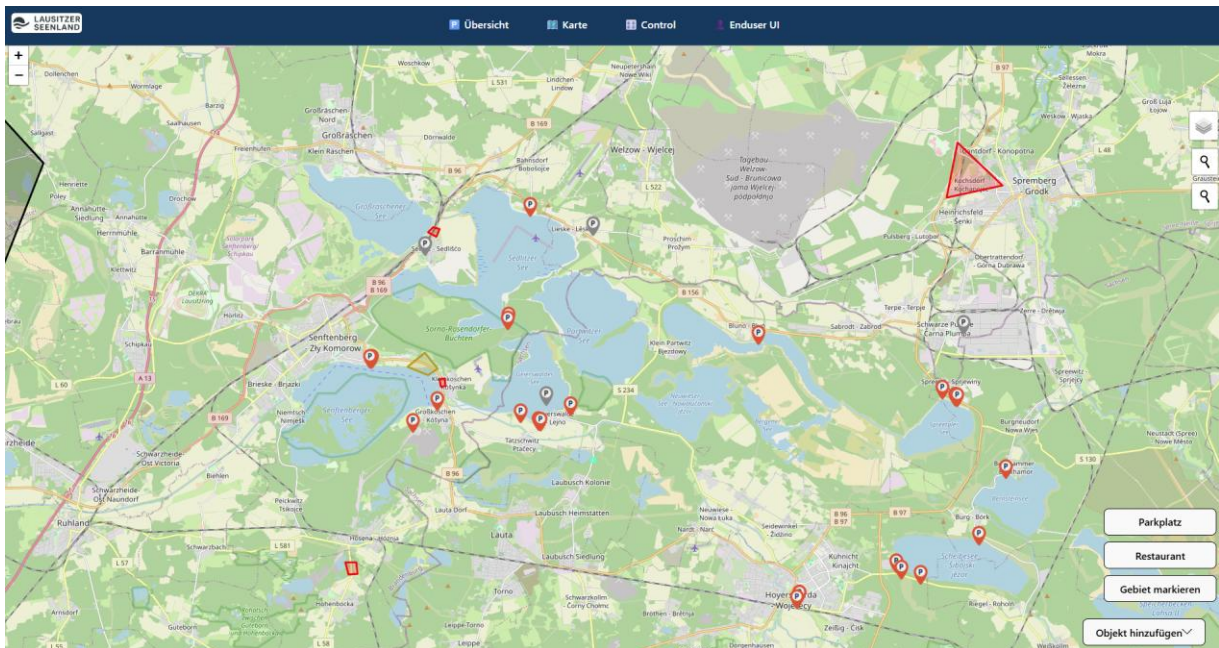


Abbildung 23 - Besuchersteuerung – Kartenansicht [122]

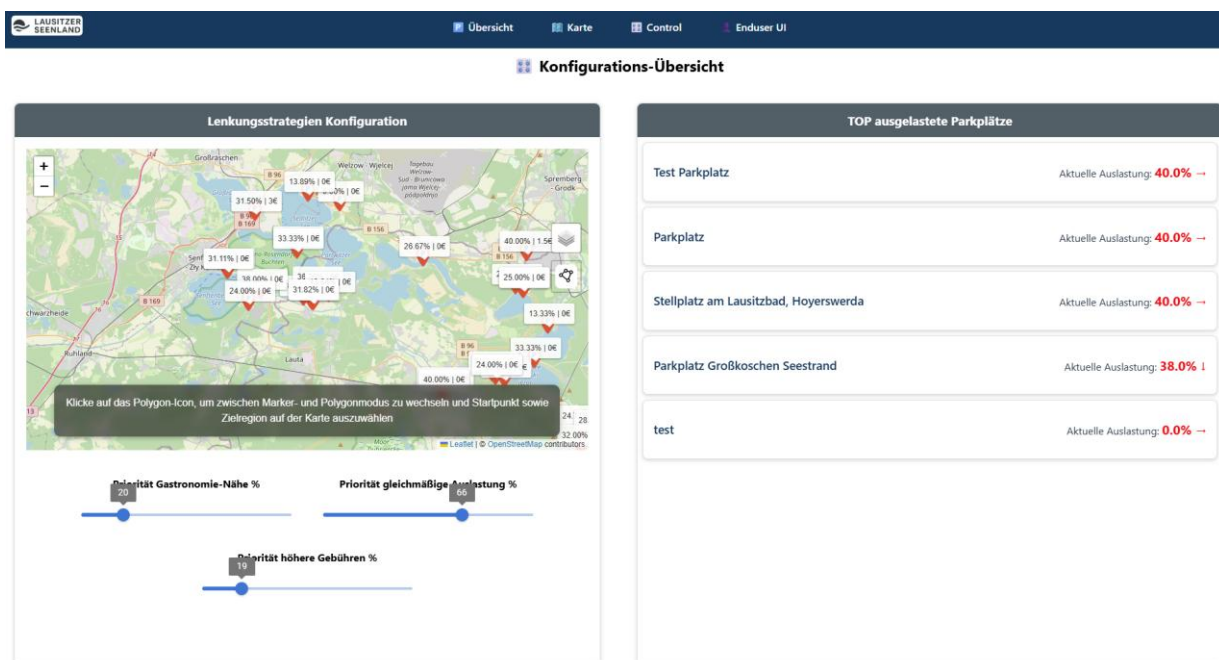


Abbildung 24 - Besuchersteuerung – Konfigurationsübersicht [122]

In einem ersten User Interface (vgl. Abbildung 22) erhält der Anwender eine Übersicht über alle Parkplätze in seinem Gebiet. In einer Kartenansicht (vgl. Abbildung 23) ist es dem Anwender möglich, Parkplätze, weitere Infrastruktureinrichtungen wie Restaurants neu hinzuzufügen oder zu löschen und Straßenabschnitte zu sperren. Über die Konfigurationsansicht (vgl. Abbildung 24) können dann Verteilungsstrategien gewählt werden, nach denen die Endnutzer geroutet und verteilt werden sollen [122].

In diesem einfachen Beispiel wurden mit den Steuerungsstrategien:

- Gastronomie-Nähe
- Gleichmäßige Auslastung der Parkplätze
- Optimierung der Parkgebühren

gearbeitet. Diese Strategien sind von Tourismusregion zu Tourismusregion verschieden und können auch im Jahresverlauf schwanken. Daher ist es wichtig, diese gemäß der Kundenbedürfnisse und der lokalen Gegebenheiten anzulegen [122].

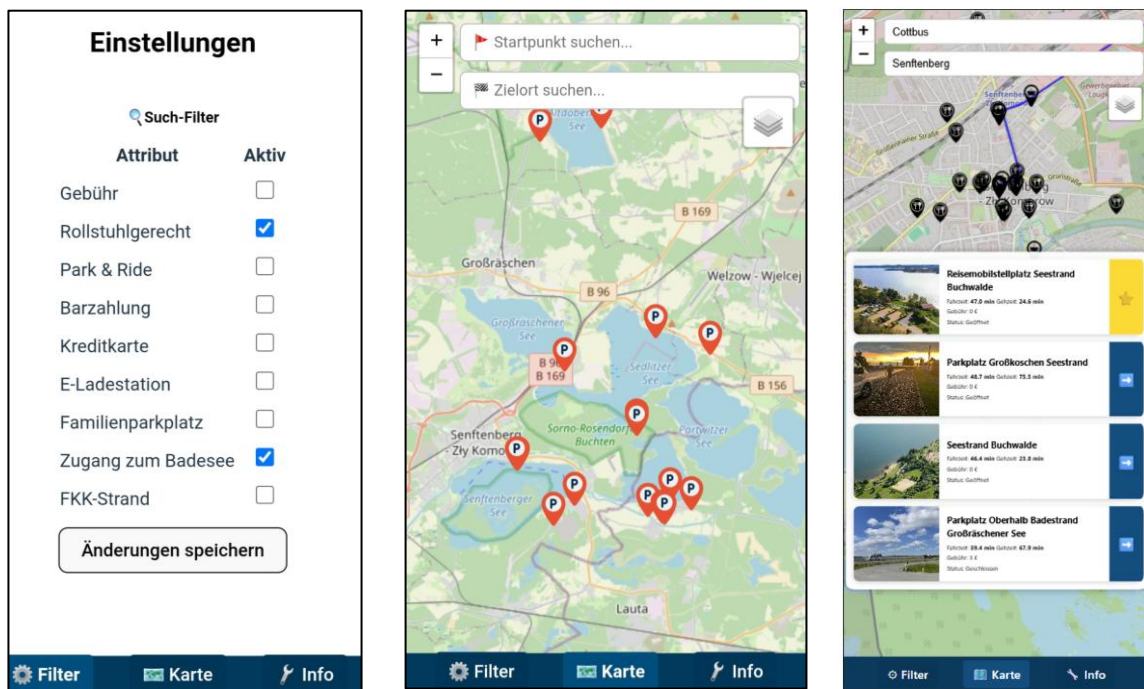


Abbildung 25 - Besuchersteuerung - Endnutzerinterface [122]

Diese drei Interfaces sind in Echtzeit mit der mobilen Endnutzeranwendung (vgl. Abbildung 25) synchronisiert, sodass die Endnutzer direkt von der strategischen Besuchersteuerungsentscheidung betroffen sind. Der Endnutzer hat in der App die Möglichkeit seine Präferenzen hinsichtlich des Parkplatzes und sein Ziel bzw. Zielgebiet anzugeben und wird dann zu den besten Parkplätzen, die sowohl seine Präferenzen als auch zur gewählten Routingstrategie der Besuchersteuerung passen, gelenkt.

Der Nutzer hat in Echtzeit Zugang zur aktuellen Belegung der Parkplätze und wenn gewünscht einer Belegungsprognose der Parkplätze für die nächsten 24 Stunden. Den Nutzern kann auf diesem Wege eine App bereitgestellt werden, auf der Sie ihre vollständige Routenplanung und Navigation bis zum Parkplatz durchführen können [122].

Langfristig sollte eine Integration in bestehende Navigationsdienste angestrebt werden, da hierdurch eine deutlich größere Zielgruppe erreicht werden kann und Nutzer in ihrem gewohnten Anwendungskontext angesprochen werden [120]. Für den Betreiber ist es dabei entscheidend, eine Steuerungsstrategie zu wählen, die für die Endnutzer nachvollziehbar und plausibel erscheint. Studien zeigen, dass die Akzeptanz von Empfehlungen in Navigations- und Leitsystemen maßgeblich vom Vertrauen in deren Sinnhaftigkeit und Fairness abhängt. Werden empfohlene Routen oder Parkplätze als unlogisch oder als reine Umleitung wahrgenommen, sinkt die Bereitschaft der Nutzer, diesen Empfehlungen zu folgen deutlich ([121], [123]). Vertrauen in die Qualität und Zielsetzung der Parkplatz- oder Routenempfehlung ist daher eine zentrale Voraussetzung für eine wirksame Besuchersteuerung.

Die Umsetzung von Besuchersteuerungsmaßnahmen ist zugleich mit Herausforderungen und Chancen verbunden. Während eine gezielte Regulierung der Besucherzahlen positive Effekte auf den Schutz von Natur- und Kulturgütern sowie auf die Lebensqualität der lokalen Bevölkerung haben kann, besteht gleichzeitig das Risiko, dass solche Maßnahmen von Besuchern als Einschränkung ihrer individuellen Freiheit wahrgenommen werden [119]. Internationale Erfahrungen zeigen, dass transparente Kommunikation über Ziele und Wirkungen der Maßnahmen sowie die frühzeitige Einbindung lokaler Akteure und der Bevölkerung entscheidend zur Akzeptanz beitragen [117], [104].

5 Bahnhof Sedlitz Ost als Mobilitäts-HUB

Kapitel 5 bildet einen praxisnahen Exkurs, der die in den Kapiteln 1 bis 4 entwickelten Konzepte und Empfehlungen zur digitalen Besucherlenkung und nachhaltigen Mobilität am Beispiel des Bahnhofs Sedlitz Ost konkretisiert und illustriert. Damit wird gezeigt, wie sich die strategischen Ansätze aus der theoretischen Analyse in eine praktische Anwendung und Weiterentwicklung der regionalen Mobilitätsinfrastruktur übertragen lassen.

Im Mittelpunkt steht der Bahnhof Sedlitz Ost und seine Rolle als zukünftiger Mobilitätshub im Lausitzer Seenland. Das Kapitel erläutert zunächst, was einen Mobilitätshub ausmacht und welche Anforderungen an eine solche Infrastruktur gestellt werden. Anschließend werden aktuelle Überlegungen und Planungen der lokalen Akteure vorgestellt, bevor eine detaillierte Analyse von Nachfrage und Angebot am Standort erfolgt. Abschließend wird die mögliche Ausgestaltung des Mobilitätshubs Sedlitz Ost mit konkreten Maßnahmen und Entwicklungsperspektiven beschrieben.

5.1 Was ist ein Mobilitätshub, was wird benötigt

Ein zentraler Ort, an dem verschiedene Mobilitätsangebote gebündelt und aufeinander abgestimmt werden, wird als Mobilitätshub oder Mobilitätsstation bezeichnet. Ziel eines Hubs ist es, attraktive Zugangs- und Umsteigemöglichkeiten zwischen verschiedenen Mobilitätsformen zu schaffen. Dies können beispielsweise folgende Mobilitätsformen sein:

- Busse (Linien-, Stadt-, Fernbusse)
- Bedarfsorientierte Verkehre (Rufbus, On-Demand-Verkehr)
- Sharing-Angebote (E-Carsharing, E-Bikesharing, E-Scooter-Sharing)
- Mitfahrgelegenheiten (Carpooling, Mitfahrbänke)

Um einen Mobilitätshub erfolgreich zu gestalten, müssen dessen Angebote auf die spezifischen Bedürfnisse und Gegebenheiten vor Ort ausgerichtet sein. Der Umfang und die Ausgestaltung eines Mobilitätshubs richten sich daher nach den lokalen Bedingungen. Maßgebliche Faktoren für die Ausrichtung sind die Zielgruppe, die Größe des Einzugsgebiets des Hubs und topografische Gegebenheiten.

Empfehlenswert ist eine tiefgreifende Analyse, welche feststellt, welche Funktionen durch einen Mobilitätshub erfüllt bzw. verbessert werden können. Der Fokus der Analyse sollte vor allem auf der Betrachtung des öffentlichen Nahverkehrs liegen, da die Attraktivität eines Mobilitätshubs maßgeblich von der Attraktivität des ÖPNV abhängt. So kann ein Mobilitätshub nur als Umsteigepunkt sinnvoll genutzt werden, wenn auch die verschiedenen Angebote zeitlich abgestimmt zur Verfügung stehen. Als Beispiel kann die Ankunft eines Zuges und die damit verbundene Abfahrt eines Linienbusses genannt werden.

Daneben spielt auch die Digitalisierung der Mobilitätsangebote eine weitreichende Rolle. Sowohl Informationen wie Echtzeitauskünfte und Auslastungsinformationen als auch Buchungsmöglichkeiten sollten digital abgebildet werden. Die Möglichkeit, sich bereits im Voraus informieren zu können, welche Angebote zur Verfügung stehen, sorgt für eine höhere Zuverlässigkeit und damit auch Vertrauen in die Produkte. Die Services sollten bestenfalls in bestehende Apps integriert werden. Besonders in touristisch stark geprägten Regionen ist es förderlich, wenn alle Informationen über eine Quelle zugänglich sind.

Folgende Service sollten je nach Angebot zur Verfügung stehen:

- Echtzeitauskunft des Linienverkehrs im SPNV und ÖPNV (Ankunft, Abfahrt, Verspätung), zusätzlich einsehbar über eine DFI-Anzeige direkt am Hub
- Auslastungsanzeigen für SPNV, ÖPNV und Parkplätze (Auto und Fahrrad)
- Buchbarkeit von Parkplätzen (Auto und Fahrrad)
- Buchbarkeit von Ausleihsystemen (Scooter, Fahrräder etc.)
- Bezahlung der Angebote
- Buchbarkeit von bedarfsorientierten Verkehren

Neben der primären Funktion als Verkehrsknotenpunkt können Mobilitätshubs auch zur Steigerung der Attraktivität der Umgebung und des ÖPNV insgesamt beitragen. Durch die Integration von Dienstleistungen wie Cafés, Paketshops oder Fahrradreparatursäulen können sie zusätzliche Mehrwerte bieten und zur Aufenthaltsqualität der Nutzenden beitragen. Zusätzlich kann durch eine auffällige Ausgestaltung des Hubs die Aufmerksamkeit auf die bestehenden Angebote gelenkt werden, welche vor allem von ortsfremden Personen sonst unentdeckt und ungenutzt bleiben würden. Mobilitätshubs können so weitreichende Effekte in der umgebenden Region erzielen (vgl. Abbildung 26).

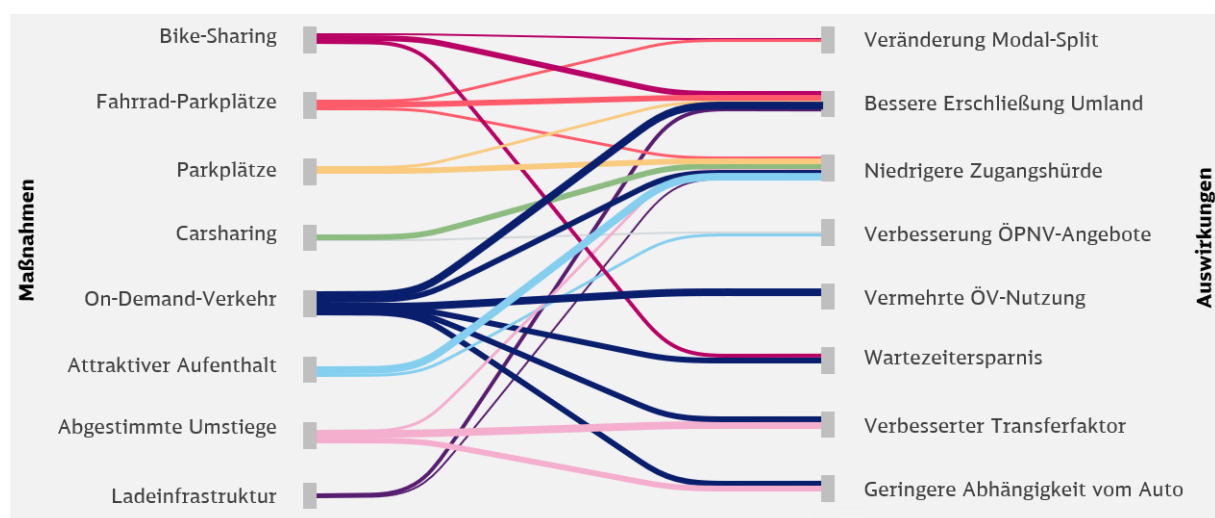


Abbildung 26 - Mögliche Maßnahmen und deren Auswirkungen eines Mobilitätshubs

5.2 Aktuelle Gedanken zum Mobilitätshub seitens Zweckverband / Landkreis

Der Bahnhof Sedlitz-Ost befindet sich im Senftenberger Ortsteil Sedlitz, wenige hundert Meter vom Großräschener See entfernt. Der Bahnhof liegt an Zugstrecken, die unter anderem direkte Verbindungen in Oberzentren (Berlin, Cottbus, Dresden) bieten. Durch diese Anbindung an touristische Quellmärkte (vor allem Berlin) und aufgrund der wachsenden Bedeutung des Großräschener Sees sowie der Planungen für eine Promenade in Sedlitz kommt dem Bahnhof eine wichtige Bedeutung zu. Eine generell zu lösende Thematik ist dabei die Mobilität der Personen von den Bahnhöfen zu den umliegenden touristischen Zielen, auch vor dem Hintergrund des Aktivtourismus (vor allem Fahrradfahren) in der Region.

Dementsprechend existieren Planungen, den Bahnhof auszubauen und in Richtung Mobilitätshub zu entwickeln. Der Bahnhof soll über eine parkähnliche Anlage einen direkten Zugang zum See erhalten, von wo aus voraussichtlich über Wasser ein Anleger nach Großräschen, ein Fahrradschiff und verschiedene Wassersportangebote zur Verfügung stehen werden. Am Bahnhof bzw. Mobilitätshub könnte es neben Parkmöglichkeiten und ÖPNV-Angeboten (Bus) auch eine Fahrradverleihstation geben. Aufgewertet wird dies durch weitere Infrastrukturoptimierungen, Sanitäranlagen und ein Gastronomieangebot.

Für die folgende Planung gilt es, weitere Angebote wie On-Demand-Verkehre oder Car-sharing sowie Standorte wie den Bahnhof Senftenberg oder den Familienpark mitzudenken.

5.3 Nachfrageanalyse / Angebotsanalyse zu Sedlitz Ost

Um das Stadtgebiet von Senftenberg besser an den Schienenpersonennahverkehr (SPNV) anzubinden und den Umstieg auf umweltfreundliche Verkehrsmittel zu fördern, kommt dem Bahnhof Sedlitz Ost eine besondere Bedeutung zu. Der Bahnhof liegt an der viergleisigen Bahnstrecke Cottbus–Falkenberg/Elster und wird durch mehrere Regionalexpress- und Regionalbahnlinien bedient: RE7 (Richtung Dessau–Berlin–Senftenberg), RE13 (Richtung Cottbus–Elsterwerda), RE18 (Richtung Dresden–Cottbus) sowie RB49 (Richtung Falkenberg/Elster–Cottbus). Durch diese Vielzahl an Linien wird der Bahnhof von den frühen Morgenstunden (erste Abfahrt gegen 4:15 Uhr) bis in die Nacht (letzte Ankunft gegen 0:50 Uhr) mindestens im Halbstundentakt bedient. Damit besteht eine sehr gute Schienenanbindung in Richtung Berlin, Cottbus und Dresden, was insbesondere für Pendler sowie für Tagesgäste, die das Lausitzer Seenland besuchen, von Vorteil ist.

Der Bahnhof Sedlitz Ost wird derzeit hauptsächlich von Einheimischen genutzt, die den Zug für den Weg zur Arbeit, Ausbildung oder zum Einkauf in Senftenberg oder Cottbus nutzen. Für Touristen ist der Standort vor allem dann interessant, wenn sie per Bahn anreisen und von hier aus mit dem Fahrrad weiter in die touristischen Gebiete rund um den Sedlitzer See, den Partwitzer See oder den Senftenberger See fahren möchten. Aufgrund der begrenzten touristischen Infrastruktur im Ort selbst, wo es kaum Übernachtungsangebote oder gastronomische Einrichtungen gibt, spielt der Bahnhof weniger als Ziel-, sondern eher als Durchgangsstation eine Rolle.

Am Bahnhof stehen insgesamt acht Fahrradbügel zur Verfügung, die eine einfache, aber sichere Abstellmöglichkeit für Fahrräder bieten. Für den motorisierten Individualverkehr existieren vier Kurzzeitparkplätze (maximal 2 Stunden) direkt am Bahnhof sowie drei weitere Stellplätze auf der gegenüberliegenden Straßenseite. Etwa 100 m entfernt befindet sich zudem ein größerer, unbeschränkter Parkplatz, der kostenfrei genutzt werden kann. Diese Ausstattung deckt den aktuellen Bedarf ab, bietet jedoch keine Reserven bei wachsender Nachfrage, insbesondere im Zuge einer touristischen Belebung des Standortes. Eine Erweiterung der Stellplatzkapazitäten sowie die Ergänzung um E-Ladestationen oder Carsharing-Angebote wären langfristig sinnvoll.

Die Anbindung an den Busverkehr erfolgt über eine Haltestelle direkt vor dem Bahnhof in Fahrtrichtung Senftenberg sowie eine zweite Haltestelle in Gegenrichtung etwa 130 m entfernt. Die Buslinie 613 bedient den Bahnhof werktags im Rahmen des Schulverkehrs, ergänzt durch Rufbusfahrten, die jedoch zuletzt teilweise ausgesetzt waren. Ergänzend verkehrt hier die Linie 643 des Stadtverkehrs Senftenberg, die den Bahnhof viermal täglich in den Morgen- und Mittagsstunden anbindet. Somit besteht zwar eine ÖPNV-Verknüpfung, jedoch mit deutlichen Taktlücken und eingeschränkter zeitlicher Erreichbarkeit. Ein regelmäßiger Anschluss an die Zugfahrpläne ist derzeit nicht gewährleistet, was den Umstieg von Bahn auf Bus deutlich erschwert.

Ein weiterer Schwachpunkt liegt in der Zugänglichkeit der Bahnsteige: Während Gleis 1 barrierefrei erreichbar ist, sind die Gleise 2–4 nur über Treppen zugänglich. Für mobilitätseingeschränkte Personen, Reisende mit Kinderwagen, Gepäck oder Fahrrädern ist der Umstieg daher problematisch. Das mindert die Attraktivität des Bahnhofs erheblich, insbesondere für jene, die das Fahrrad als Anschlussmobilität nutzen möchten.

5.4 Ausgestaltung Mobilitätshub Sedlitz Ost

Die Ausgestaltung eines Mobilitätshubs ist stets abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und den Funktionen, die ein Hub erfüllen soll. Dabei gibt es keine vorgefertigte, baufertige Lösung, sondern der Hub kann modular nach Bedürfnissen zusammengestellt werden. Grundsätzlich gibt es einige Basiselemente, welche jeder Mobilitätshub umfassen sollte:

- Bushaltestelle inklusive Fahrplanaushang/Echtzeitanzeige, Überdachung, Sitzgelegenheit und Mülleimer
- Reisendeninformation
- Beleuchtung und Notrufsäule
- Fahrradparkplatz

Bereits durch diese Module könnte ein besserer Anschluss hergestellt werden, da eigene Fahrräder sicher abgestellt werden können. Auch die Gestaltung des Hubs kann individuell erfolgen und kann Elemente wie Solaranlagen oder Begrünung enthalten. Abbildung 27 zeigt exemplarisch einen kleinen Mobilitätshubs mit Infosäule und Fahrradständer.



Abbildung 27 - Darstellung eines kleinen Mobilitätshubs mit Infosäule und Fahrradständer [124]

Da es sich bei der Mobilitätsstation in Sedlitz Ost durch die Nähe zum Bahnhof gleichzeitig um einen zentralen Ort handelt, bietet es sich an, den Mobilitätshub gleichzeitig als Ort für Aufenthalt und Begegnung zu gestalten (vgl. Abbildung 28).



Abbildung 28 - Darstellung eines großen Mobilitätshubs mit Aufenthaltsbereich [124]

Eventuelle Wartezeiten können somit angenehmer gestaltet und gegebenenfalls mit weiteren Funktionen (z. B. Paket abholen) verknüpft werden. Dadurch kann das Mobilitätsangebot auch stärker in den Fokus gerückt werden. Folgende Elemente stellen einen Auszug der Möglichkeiten dar, die ein Mobilitätshub mit Aufenthaltsfunktion umfassen kann:

- Sharing-Angebote
- On-Demand-Verkehre
- Digitale Mitfahrbank
- Paketstation
- Marktstand
- Sitzmöglichkeiten
- Begrünung
- Touristische Information

Voraussetzung bleibt jedoch immer, dass die angebotenen Verkehre aufeinander abgestimmt sind, sodass ein attraktiver Umstieg am Mobilitätshub auch möglich wird. Dafür müssen die Buszeiten auf die Ankünfte bzw. Abfahrten der Bahn zwingend abgestimmt werden und auch eine digitale Durchbuchbarkeit sollte gewährleistet werden. Eine weitere Möglichkeit, um Zu- bzw. Abbringerverkehre für den SPNV zu etablieren, bilden On-Demand-Verkehre.

6 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

Kapitel 6 fasst die zentralen Erkenntnisse und Ergebnisse der vorangegangenen Analysen und Konzeptentwicklungen zusammen und leitet daraus konkrete Handlungsempfehlungen für die zukünftige Entwicklung im Lausitzer Seenland ab. Im Fokus stehen dabei die wichtigsten Herausforderungen und Lösungsansätze rund um Parkraummanagement, digitale Besucherlenkung und nachhaltige Mobilität. Abschließend werden praxisorientierte Empfehlungen für die nächsten Schritte sowie strategische Perspektiven für die Umsetzung und Weiterentwicklung der vorgestellten Maßnahmen gegeben.

6.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Das Lausitzer Seenland befindet sich in einer Phase des tiefgreifenden Strukturwandels. Die ehemals vom Braunkohletagebau geprägte Region entwickelt sich zu einer der größten künstlichen Seenlandschaften Europas und gewinnt als touristische Destination zunehmend an Bedeutung. Mit dem Anstieg der Besucherzahlen – insbesondere während der Sommermonate und an Wochenenden – treten jedoch auch Herausforderungen zutage, die einer strategischen Lösung bedürfen: zunehmend stark ausgelastete Parkplätze in Autobahnnähe, ungenutzte Kapazitäten an weniger bekannten Standorten sowie eine unzureichende Verknüpfung zwischen Schienenpersonennahverkehr und touristischen Zielen.

6.2 Zentrale Erkenntnisse zur Parkraumsituation

Die Bestandsaufnahme der Parkraumsituation im Lausitzer Seenland zeigt ein differenziertes Bild. Grundsätzlich sind ausreichend Parkflächen vorhanden, um die Besuchernachfrage zu decken. Das Problem liegt weniger in der Gesamtkapazität als vielmehr in der ungleichmäßigen Auslastung: Während bekannte Standorte wie der Parkplatz Großkoschen Seestrand an Spitzentagen umfänglich belegt ist, bleiben Parkflächen in weniger prominenten Lagen häufig unterausgelastet.

Die Analyse auf Basis von Floating Car Daten bestätigt diese Beobachtung. Touristische Hot Spots konzentrieren sich insbesondere im Bereich des Senftenberger Sees (Großkoschen) und des Bärwalder Sees. Die Quell-Ziel-Verkehrsanalyse zeigt, dass ein erheblicher Teil der Besucher über die A13 sowie die Bundesstraßen B96, B169 und B156 anreist. Diese Erkenntnisse sind grundlegend für die Positionierung von Informationstafeln und die Konzeption von Auffangparkplätzen.

Gerade im Hinblick auf eine wachsende Tourismusregion „Lausitzer Seenland“ sollte die Vermeidung von Parksuchverkehr ein zentrales Ziel sein. Parksuchverkehr entsteht, wenn Besucher ohne Kenntnis der aktuellen Belegungssituation zu stark ausgelasteten Parkplätzen fahren und dort vergeblich nach freien Stellplätzen suchen. Dieser Verkehr ist nicht nur ineffizient, sondern belastet auch die Anwohner, erhöht die Emissionen und mindert die Erlebnisqualität für die Besucher selbst.

6.3 Empfehlungen für ein intelligentes Parkleitsystem

Für das Lausitzer Seenland wird ein intelligentes digitales, dynamisches Parkleitsystem empfohlen, das folgende Kernkomponenten umfasst:

Sensorik zur Belegungserfassung: Als primäre Technologie werden ANPR-Kameras (Automatic Number Plate Recognition) empfohlen. Sie bieten gegenüber Schrankenanlagen den Vorteil eines ungehinderten Verkehrsflusses und gegenüber Bodensensoren eine kostengünstigere Installation ohne aufwendige Erdarbeiten. Zudem ermöglichen sie die Integration in Abrechnungssysteme und die Erfassung von Verweildauern. Für die datenschutzkonforme Umsetzung ist die Pseudonymisierung der Kennzeichen gemäß DSGVO zwingend erforderlich.

Touristische Mobilitätsserviceplattform: Die erfassten Daten sollten in eine offene urbane Datenplattform gemäß DIN SPEC 91357 integriert werden. Diese Plattform ermöglicht die Echtzeitverarbeitung, Analyse und Weitergabe der Belegungsdaten. Ein Mandantensystem erlaubt es mehreren Kommunen, auf die für sie relevanten Daten zuzugreifen, während die Plattform insgesamt als gemeinsame Anwendung betrieben wird.

Informationsbereitstellung: Nach Gesprächen mit den Stakeholdern vor Ort wird keine Installation zusätzlicher statischer oder dynamischer Verkehrsschilder empfohlen. Stattdessen soll die Informationsbereitstellung ausschließlich über digitale Kanäle erfolgen: eine Webanwendung auf der Webseite des Lausitzer Seenlandes, Integration in bestehende Tourismus-Apps sowie die Bereitstellung der Daten über Mobilitätsdatenmarktplätze an etablierte Navigationsdienstleister wie Google Maps oder TomTom. Dieser Ansatz ist kostengünstiger, flexibler und ermöglicht schnelle Anpassungen ohne physische Installationen.

Prognosefunktionalität: Ergänzend zur Echtzeitbelegung wird die Integration von Belegungsprognosen empfohlen. Auf Basis historischer Daten, Wetterdaten, Kalenderdaten (Feiertage, Schulferien) und Eventdaten können Machine-Learning-Modelle die erwartete Auslastung für die kommenden Stunden und Tage berechnen. Dies ermöglicht Besuchern eine vorausschauende Planung und trägt zur Entzerrung der Besucherströme bei.

Um die beschriebenen Herausforderungen der Parkraumsituation noch besser einordnen zu können, lässt sich der konkrete Mehrwert eines digitalen, dynamischen Parkleitsystems für Kommunen systematisch darstellen. Tabelle 7 zeigt, wie die Einführung eines solchen Systems nicht nur verkehrliche und touristische Probleme entschärft, sondern gleichzeitig zentrale Förderziele des ILB-Programms „Strukturentwicklung Lausitz“ adressiert. Sie verbindet damit die beschriebenen Befunde mit den Wirkungsfeldern, die für eine Förderung besonders relevant sind - digitale Infrastruktur, Tourismusentwicklung, Lebensqualität und nachhaltige Mobilität.

Tabelle 7 - Nutzen für Kommunen - Strukturentwicklung Lausitz

Ziel (ILB-relevant)	Heutige Situation	Wirkung des Parkleitsystems	Messbarer Indikator (Monitoring-fähig)
Entlastung der kommunalen Verwaltung	Hoher manueller Koordinationsaufwand bei Spitzenzeiten; reaktive Entscheidungen	Zentrale, digitale Entscheidungsgrundlage; weniger Ad-hoc-Maßnahmen	Anzahl Ad-hoc-Einsätze; Bearbeitungszeit je Parkproblem
Sicherung kommunaler Einnahmen	Einnahmeverluste durch Schwarzparken und ungleichmäßige Auslastung	Höhere Regelkonformität, bessere Auslastung kostenpflichtiger Flächen	Parkgebührenerträge je Saison; Schwarzparkerquote
Stärkung der regionalen Wertschöpfung	Konzentration der Besucher auf wenige Hotspots	Gleichmäßigere Verteilung auf Region und Nebenziele	Auslastung Alternativstandorte; Aufenthaltsdauer
Verbesserung der Lebensqualität	Verkehrslärm, Suchverkehr, Belastung von Wohngebieten	Reduktion von Parksuchverkehr und Verkehrsbelastung	Verkehrsaufkommen in Hotspots; Beschwerden
Zukunftsfähige Daseinsvorsorge	Fehlende Datengrundlage für strategische Planung	Datenbasierte Grundlage für Mobilitäts- und Tourismusplanung	Verfügbarkeit standardisierter KPIs
Modellcharakter Strukturwandel Lausitz	Einzelmaßnahmen ohne Übertragbarkeit	Skalierbares, übertragbares System mit Vorbildfunktion	Übertragbarkeit auf weitere Kommunen

Tabelle 8 zeigt, wie die Einführung eines digitalen Parkleitsystems zentrale STARK-Ziele adressiert. Sie übersetzt die technischen Empfehlungen in institutionelle, organisatorische und verwaltungsorientierte Wirkungen und stellt dar, wie Kommunen anhand messbarer Kriterien nachweisen können, dass das Projekt einen strukturellen Mehrwert generiert. Dadurch bildet die Tabelle eine wichtige Brücke zwischen den technischen Handlungsempfehlungen und der Förderlogik des Bundes.

Tabelle 8 - Zuordnung Zielsetzung STARK Förderprogramm

Ziel (STARK-relevant)	Heutige Situation	Wirkung des Parkleitsystems	Messbarer Indikator (STARK-konform)
Stärkung der kommunalen Steuerungsfähigkeit	Entscheidungen oft ohne belastbare Daten	Klare Entscheidungsgrundlagen für Politik und Verwaltung	Anzahl datenbasierter Entscheidungen
Entlastung des Verwaltungshandels	Hoher Personalaufwand bei Saisonalität	Digitale Transparenz ersetzt manuelle Abstimmungen	Rückgang operativer Sondermaßnahmen
Erhöhung der Akzeptanz bei Bürgern	Beschwerden über Intransparenz und Verkehr	Nachvollziehbare, erklärbare Steuerung	Anzahl Bürgerbeschwerden
Verbesserung der Akzeptanz bei Touristen	Frustration bei Parkplatzsuche	Frühzeitige, klare Information vor Anreise	Nutzung digitaler Informationsangebote
Befähigung der Verwaltungen (Enablement)	Fehlende Routinen für datenbasierte Steuerung	Schulung, neue Prozesse, dauerhafte Kompetenz	Anzahl geschulter Mitarbeitender
Nachweisbarkeit von Wirkung öffentlicher Maßnahmen	Wirkung bisher kaum belegbar	Klare Kennzahlen für Evaluation und Berichterstattung	Regelmäßige Monitoringberichte
Grundlage für Verstetigung	Projektbezogene Einzelmaßnahmen	Institutionalisierte Daten- und Steuerungslogik	Integration in Regelbetrieb

6.4 Vom Parkleitsystem zur digitalen Besucherlenkung

Ein Parkleitsystem ist kein isoliertes Instrument, sondern Teil eines umfassenden Konzepts der digitalen Besucherlenkung. Diese zielt auf eine möglichst harmonische Verteilung von Besuchern innerhalb einer Destination, um Natur und Umwelt zu schonen, Konflikte zwischen Nutzergruppen zu minimieren und die Erlebnisqualität zu optimieren. Der im Projekt MoVeToLausitz entwickelte Zyklus der digitalen Besucherlenkung beschreibt einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess in fünf Schritten:

- Datenerhebung durch Sensoren und Kameras,
- Integration und Verarbeitung auf einer zentralen Plattform,
- Visualisierung für Entscheidungsträger und Nutzer,
- Bereitstellung auf Datenmarktplätzen sowie
- Integration in bestehende Systeme und Prozesse.

Dieser Zyklus ist dynamisch und passt sich an veränderte Bedürfnisse und Verhaltensweisen der Besucher an. Die langfristige Perspektive geht über die reine Besucherlenkung hinaus und zielt auf eine aktive Besuchersteuerung.

Ein KI-gestütztes, echtzeitfähiges Parkleitsystem könnte künftig nicht nur Informationen bereitstellen, sondern Besuchern gezielt optimierte Routen zu Parkplätzen vorschlagen. Dabei würden Kriterien wie beispielsweise die Gleichverteilung der Auslastung, die Entlastung bestimmter Verkehrswege oder die Nähe zu gastronomischen Angeboten berücksichtigt. Eine solche Weiterentwicklung erfordert jedoch zunächst den erfolgreichen Aufbau der Basisinfrastruktur und die Sammlung belastbarer Daten über einen längeren Zeitraum.

6.5 Der Mobilitätshub als Baustein nachhaltiger Mobilität

Die Analyse des Bahnhofs Sedlitz Ost zeigt exemplarisch, welches Potenzial in der Entwicklung von Mobilitätshubs liegt. Der Bahnhof verfügt über eine hervorragende Schienenanbindung mit direkten Verbindungen nach Berlin, Cottbus und Dresden im Halbstundentakt. Er liegt nur wenige hundert Meter vom Großräschener See entfernt und ist damit ein idealer Ausgangspunkt für Tagesausflüge in die Region.

Gleichzeitig offenbart die Bestandsaufnahme erhebliche Defizite: Die Busanbindung ist lückenhaft und nicht auf die Zugfahrpläne abgestimmt, die Gleise 2–4 sind nicht barrierefrei erreichbar, und das Angebot an Fahrradstellplätzen sowie Parkplätzen ist für eine wachsende touristische Nutzung nicht ausreichend dimensioniert.

Die Entwicklung des Bahnhofs Sedlitz Ost zu einem Mobilitätshub sollte modular erfolgen und folgende Elemente umfassen:

- **Basisinfrastruktur:** Überdachte Bushaltestelle mit Echtzeitanzeige, erweiterte Fahrradabstellanlagen, verbesserte Beleuchtung und Reisendeninformation
- **Erweiterte Mobilitätsangebote:** Fahrradverleihstation, Carsharing-Stellplätze, E-Ladestationen, On-Demand-Verkehre als Zu- und Abbringer
- **Aufenthaltsqualität:** Sitzmöglichkeiten, Begrünung, gastronomisches Angebot, Paketstation, touristische Information
- **Digitale Integration:** Echtzeitauskunft für alle Verkehrsmittel, Buchbarkeit von Sharing-Angeboten und On-Demand-Verkehren über eine zentrale App, digitale Durchbuchbarkeit

Entscheidend für den Erfolg ist die zeitliche Abstimmung der Verkehrsangebote. Ein Mobilitätshub kann nur dann als attraktiver Umsteigepunkt funktionieren, wenn Busabfahrten auf Zugankünfte abgestimmt sind und Wartezeiten minimiert werden. Die geplante wasserseitige Anbindung mit einem Anleger nach Großräschen und einem Fahrradschiff würde das Angebot sinnvoll ergänzen und den Standort als Eingangstor zum Lausitzer Seenland positionieren.

6.6 Finanzierung und Fördermöglichkeiten

Für die Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen stehen verschiedene Förderprogramme zur Verfügung. Das Programm „Strukturentwicklung Lausitz“ des Landes Brandenburg erscheint besonders vielversprechend, da es explizit für das Lausitzer Revier gilt, hohe Förderquoten von bis zu 90 % bietet und sowohl touristische als auch digitale Infrastrukturmaßnahmen umfasst.

Ergänzend können das STARK-Programm des Bundes für begleitende Maßnahmen wie Machbarkeitsstudien und Bürgerdialog sowie das Programm „Zusammenhalt in kleinen Gemeinden“ für Hardwarebeschaffungen (Kameras, Server) genutzt werden. Die Mobilität-II-Richtlinie des Landes Brandenburg fokussiert auf ÖPNV- und Last-Mile-Modelle und eignet sich daher primär für die Entwicklung des Mobilitätshubs, weniger für das Parkleitsystem.

Eine konkrete Kostenschätzung ist ohne detaillierte Standortanalyse und Festlegung des Systemumfangs nicht möglich. Die modulare Architektur des empfohlenen Systems ermöglicht jedoch eine schrittweise Umsetzung, bei der zunächst ein Pilotstandort ausgestattet und evaluiert wird, bevor das System auf weitere Parkplätze ausgeweitet wird.

Phase A: Konzept-, Koordinations- und Enablementphase (nicht-investiv)

- Umsetzungskonzept erstellen: Entwicklung eines detaillierten Umsetzungskonzepts inklusive konkreter Standortauswahl, technischer Spezifikationen und Kostenplanung für das Parkleitsystem.
- Pilotprojekt definieren: Auswahl eines geeigneten Pilotstandorts (empfohlen: Parkplatz Großkoschen Seestrand) für die spätere Installation der ersten ANPR-Kameras und den Aufbau der Datenplattform (Planungsvorbereitung).
- Fördermittel beantragen: Einreichung von Förderanträgen beim Programm „Strukturentwicklung Lausitz“ für die technische Infrastruktur sowie beim STARK-Programm für begleitende Konzeptarbeiten.
- Stakeholder einbinden: Fortführung des Dialogs mit dem Zweckverband Lausitzer Seenland Brandenburg, dem Landkreis Oberspreewald-Lausitz und den beteiligten Kommunen zur Sicherstellung von Akzeptanz und zur Abstimmung der Zuständigkeiten.
- Mobilitätshub Sedlitz Ost planen: Erstellung eines detaillierten Planungskonzepts für den Mobilitätshub in Abstimmung mit der Deutschen Bahn, dem Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg und den zuständigen Kommunen.

Typische förderfähige Kostenarten Phase A:

- Machbarkeitsstudien und Konzeptentwicklung
- Moderation und Stakeholder-Workshops
- Projektmanagement und externe Beratung
- Reisekosten und Aufwandsentschädigungen für Projektbeteiligte
- Öffentlichkeitsarbeit, Bürgerbeteiligung und Kommunikationsmaßnahmen
- Erstellung von Planungsunterlagen und Dokumentationen

Phase B: Technische Umsetzung und Betrieb (investiv)

- Pilotbetrieb starten: Installation der Sensorik am Pilotstandort, Aufbau der Datenplattform und Testbetrieb der Webanwendung mit ausgewählten Nutzergruppen.
- Prognosedienste integrieren: Nach Sammlung ausreichender historischer Daten Integration der Belegungsprognose in das System.
- Rollout vorbereiten und umsetzen: Planung und schrittweise Ausweitung des Parkleitsystems auf weitere Parkplätze im Lausitzer Seenland basierend auf Piloterfahrungen.
- Systemausbau: Erweiterung des Parkleitsystems auf alle relevanten touristischen Parkflächen im Lausitzer Seenland.
- Datenbereitstellung: Bereitstellung der Parkdaten über die Mobilithek und den Mobility Dataspace an Navigationsdienstleister und MaaS-Plattformen.
- Besuchersteuerung entwickeln: Weiterentwicklung des Systems in Richtung aktiver Besuchersteuerung mit intelligenter Routenempfehlung.
- Evaluation und Anpassung: Kontinuierliche Evaluation der Wirksamkeit der Maßnahmen auf Basis der erhobenen Daten und Anpassung der Strategien an veränderte Rahmenbedingungen.

Typische förderfähige Kostenarten Phase B:

- Hardwarebeschaffung (Sensoren, ANPR-Kameras, Server, Netzwerktechnik)
- Softwareentwicklung und -lizenzen (Datenplattform, Webanwendungen, Prognosetools)
- Installation und Inbetriebnahme der technischen Systeme
- Bau- und Erschließungskosten am Standort
- Schulungen für Betriebspersonal
- Betriebskosten (Wartung, Support, Datenpflege)
- Begleitende Kommunikationsmaßnahmen (z.B. Nutzerinformation, Marketing)

6.7 Fazit

Das Lausitzer Seenland steht vor der Chance, den Strukturwandel nicht nur zu bewältigen, sondern als Modellregion für innovative, datengestützte Mobilitätslösungen zu gestalten. Die im vorliegenden Konzept entwickelten Empfehlungen für ein intelligentes Parkleitsystem, die Einbettung in eine umfassende digitale Besucherlenkung und die Entwicklung multimodaler Mobilitätshubs bilden einen kohärenten Rahmen für diese Transformation.

Der Erfolg wird maßgeblich davon abhängen, ob es gelingt, die verschiedenen Akteure – Kommunen, Zweckverbände, Tourismusorganisationen, Verkehrsunternehmen und nicht zuletzt die Besucher selbst – für diesen Weg zu gewinnen. Die technischen Voraussetzungen sind vorhanden, die Fördermöglichkeiten sind günstig, und die im Projekt MoVeTo-Lausitz entwickelten Prototypen haben die Machbarkeit unter Beweis gestellt.

Es liegt nun an den Verantwortlichen vor Ort, die nächsten Schritte zu gehen und das Lausitzer Seenland zu einer Region zu entwickeln, in der Tourismus und Nachhaltigkeit, Wachstum und Lebensqualität in Einklang gebracht werden. Das vorliegende Parkraumkonzept bietet dafür eine fundierte Grundlage.

Literaturverzeichnis

- [1] BMVI, „Mobilität in ländlichen Tourismusregionen,“ 2021.
- [2] M. e. a. Fiedler, „Smarte Mobilitätskonzepte in ländlichen Regionen,“ 2020.
- [3] MoVeToLausitz, „mFUND,“ [Online]. Available: <https://www.mfund.de/projekte/movetolausitz>.
- [4] T. L. S. e.V., 2024.
- [5] K. u. A. f. S. B.-B. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, 2023 a.
- [6] K. u. A. f. S. B.-B. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, 2023 b.
- [7] V. B.-B. GmbH, 2013.
- [8] M. f. I. u. L. d. L. Brandenburg, p. 2017 .
- [9] V. B.-B. G. (2020), 2020.
- [10] R. W. W. (2015), 2015.
- [11] Deloitte, „Smart Parking – Making Cities Smarter,“ 2019.
- [12] D. Shoup, „The High Cost of Free Parking / IBM Parking Survey,“ 2017.
- [13] B. -. M. & D. Parkraumkonzepte, „Digitales Parken: Leitfaden für Kommunen,“ 2023.
- [14] F. IAO, „Die digitale Transformation des städtischen Parkens,“ 2019.
- [15] BMVI, „Digitale Mobilität im ländlichen Raum,“ 2018.
- [16] F. IAO, „Digitale Parkraum-Management-Systeme,“ 2020. [Online]. Available: <https://www.iao.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/aktuelles/die-digitale-transformation-des-staedtischen-parkens.html>.
- [17] BMVI, „Digitales Parken – Leitfaden für Kommunen,“ 2023.
- [18] MoVeToLausitz, *Projektdateien - Messungen am Parkplatz Seestrand Großkoschen*, 2023.
- [19] „DSGVO-Richtlinien zu Standortdaten / Smart City Anwendungen,“ [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0679>.
- [20] „IEEE, Smart Parking Management Systems using ANPR and IoT,“ 2021. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9426431>.
- [21] „Scheidt & Bachmann,“ [Online]. Available: <https://www.scheidt-bachmann.com>.

- [22] „SKIDATA,“ [Online]. Available: <https://www.skidata.com>.
- [23] Carida. [Online]. Available: <https://www.carrida-technologies.com/en/anpr-systems-in-use/anpr-parking-systems/#:~:text=%E2%80%9CThe%20CARRIDA%20Camera%20provides%20a,%E2%80%9D>.
- [24] SCS. [Online]. Available: [Minol-Smart-City-System-Parking-Solutions-Datenblatt-Bodensensor-NB-IoT.pdf](#).
- [25] „Peter Park,“ [Online]. Available: <https://en.peter-park.de/alpr#:~:text=Data%20protection%20is%20guaranteed>.
- [26] Parklio. [Online]. Available: <https://parklio.com/en/about-parklio/references#:~:text=Image%3A%20T>.
- [27] „Designia,“ [Online]. Available: <https://www.designa.de>.
- [28] I. / . E. S. Cities, „Rural and urban parking demand forecasts,“ 2021.
- [29] N. B. GmbH, „Smart Parking: effizienter Verkehr mit digitalem Parkplatzmanagement,“ [Online]. Available: <https://www.sw-beutha.de/produkte/verkehrstechnik/parkleitsysteme/>.
- [30] „Neumarkt,“ [Online]. Available: www.neumarkt4you.de.
- [31] „Schilderwerk Beutha GmbH,“ [Online]. Available: www.sw-beutha.de.
- [32] Parkster, „Parken mit der Handyapp,“ [Online]. Available: <https://www.parkster.com/de/de/parken-mit-der-handy-app-in-freising/>.
- [33] Cleverciti, „Intelligente Parklösungen,“ [Online]. Available: https://www.cleverciti.com/de/loesungen/parkleitsysteme?utm_source=chatgpt.com.
- [34] B. -. Pressemitteilung, „Parking Lot Sensor,“ [Online]. Available: https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/besser-parken-mit-parkplatz-sensorik-von-bosch-193088.html?utm_source=chatgpt.com.
- [35] M. T. GmbH, „Dynamisches Parkleitsystem im Wohnquartier,“ [Online]. Available: https://www.msr-traffic.de/2020/07/graz-reininghaus-setzt-auf-dynamisches-parkleitsystem-von-msr-traffic/?utm_source=chatgpt.com.
- [36] H. J. Jong-Ho Shin, „A study on smart parking guidance algorithm,“ *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, pp. 299-317, July 2014.
- [37] I. Media, „The evolution of dynamic parking guidance: A tool for citizen communications,“ [Online]. Available: <https://blog.itesmedia.tv/en/the-evolution-of-dynamic-parking-guidance-a-tool-for-citizen-communications/>.
- [38] P. P. Christina Georgopoulou, „A Literature Review of Automated Roadside Parking Monitoring Using Artificial Intelligence Algorithms,“ *Electronics* Vol.14, 2025.
- [39] H. C. C. D. Z. W. Rong Cao, „An attention-based dynamic graph model for on-street parking availability prediction,“ *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Bd. 193, p. März, 2025.
- [40] K. KHOSHELHAM, „Sensors for Parking Occupancy Detection,“ *Repositum TU Wien*.

- [41] P. Parken, „Digitale Parkleitsysteme für mehr Komfort und Effizienz,“ [Online]. Available: <https://www.prm-parken.de/digitale-parkleitsysteme-mehr-komfort-effizienz/>.
- [42] A. H. Andrea Liebe, „PLATZ DA?!DATENBASIERTE SYSTEME ZUR PARKPLATZERKENNUNG,“ Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste, Bad Honnef, 2020.
- [43] M. T. GmbH, „Sensorvielfalt: Intelligente Detektion aller Parkplatzvarianten,“ [Online]. Available: <https://www.msr-traffic.de/2024/02/sensorvielfalt-intelligente-detektion-aller-parkplatzvarianten/>.
- [44] B. K. Ratko Grbić, „Automatic vision-based parking slot detection and occupancy classification,“ *Expert Systems with Applications*, Bd. 225, 223.
- [45] P. GmbH, „Parkleitsysteme für Städte, Kommunen und private Parkhäuser: So funktioniert das intelligente Parken,“ [Online]. Available: <https://www.prm-parken.de/parkleitsysteme-fuer-staedte-kommunen-und-private-parkhaeuser-so-funktioniert-das-intelligente-parken/>.
- [46] P. GmbH, „Digitale Parkleitsysteme für mehr Komfort und Effizienz,“ [Online]. Available: <https://www.prm-parken.de/digitale-parkleitsysteme-mehr-komfort-effizienz/>.
- [47] S. E. T. Co., „Elefine Parken Ultraschallsensor mit rot-grünem Licht für Parkleitsystem,“ [Online]. Available: <https://www.elefinetech.com/de/elefine-parking-ultrasonic-sensor-with-red-green-light-for-parking-guidance-system/>.
- [48] C. Consulting, „Parkraumdigitalisierung im Krankenhaus - Statistik, Technik, Beispiele, Rahmen, Umsetzungen, Potentiale,“ Berlin, 2024.
- [49] Bosch, „Parking Lot Sensor,“ [Online]. Available: <https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/besser-parken-mit-parkplatz-sensorik-von-bosch-193088.html?>
- [50] M. T. GmbH, „dynamisches Parkleitsystem,“ [Online]. Available: <https://www.msr-traffic.de/2020/07/graz-reininghaus-setzt-auf-dynamisches-parkleitsystem-von-msr-traffic/>.
- [51] V. M. REPORTS, „Global Digital Parking Guide Signage Market Size By Component (Display Screens, Software Solutions), By Technology (LED Displays, LCD Displays), By End-use Application (Individual Parking Lots, Commercial Parking Spaces), By Deployment Type (In-ground Sen,“ [Online]. Available: <https://www.verifiedmarketreports.com/product/digital-parking-guide-signage-market>.
- [52] COMSIGHT, „LED Parkschilder,“ [Online]. Available: <https://www.comsightdisplay.com/de/led-parking-signs/>.
- [53] C. S. GmbH, „CUR-Parkhausleitsystem,“ Wadgassen, 2019.
- [54] invides, „Elektronische Verkehrszeichen - Sydney setzt auf E Ink,“ [Online]. Available: <https://invidis.de/2015/07/australien-elektronische-verkehrszeichen-sydney-setzt-auf-e-ink/>.
- [55] SWARCO, „SWARCO Referenzen,“ 2023.
- [56] Cleverciti, „Multifunktionelle dynamische Beschilderung,“ [Online]. Available: <https://www.cleverciti.com/de/innovationen/cleverciti-sign>.

- [57] B. V. GmbH, „Parkleitsysteme,“ [Online]. Available: <https://www.bremicker-vt.de/verkehrstechnik-produkte/parkraummanagement/parkleitsysteme/>.
- [58] S. AG, „Parkhäuser, Parkleitsysteme und Parkingmarkierungen,“ [Online]. Available: <https://www.signal.ch/maerkte/parkhaeuser/>.
- [59] N. BW, „Smart Parking: Effizienter Verkehr mit digitalem Parkplatzmanagement,“ [Online]. Available: <https://www.netze-bw.de/diginamic/smart-parking>.
- [60] E. GmbH, „Die EasyPark-App,“ [Online]. Available: <https://www.easypark.com/>.
- [61] I. f. d. P. c. v. B. & C. B. m. & C. KG, „Smart Parking,“ [Online]. Available: <https://www.smartparking.de/>.
- [62] A. A. R. Z. L. L. Mohammed Alaa Ala'anzy, „Real time smart parking system based on IoT and fog computing evaluated through a practical case study,“ *Scientific Reports*, 2025.
- [63] U. L. I. GmbH, „Urban Lighting Innovations GmbH,“ [Online]. Available: <https://www.uli.city/>.
- [64] Q.-P. O. G. G. & C. KG, „Jetzt noch einfacher Parken mit EasyPark bei Q-Park!,“ [Online]. Available: <https://www.q-park.de/de-de/easypark/>.
- [65] D. Shoup, *The High Cost of Free Parking*, Planners Press, 2005.
- [66] R. e. a. Pacheco, „Smart parking systems: Technologies and business models,“ *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, , Bd. 11, Nr. 4, pp. 92-104, 2019.
- [67] J. Nielsen, *Usability Engineering*. San Francisco, Morgan Kaufmann., 1994.
- [68] I. P. Institute, *Parking Data and Smart Cities*, Washington, DC., 2020.
- [69] G. M. Platform, „Documentation on traffic and parking data integration,“ 2023. [Online].
- [70] TomTom, „TomTom Maps and Traffic APIs – Developer Documentation,“ 2023. [Online]. Available: <https://developer.tomtom.com/>.
- [71] ETSI, „ETSI TS 103 324 – Intelligent Transport Systems (ITS); Parking data specifications,“ 2021. [Online]. Available: <https://www.etsi.org/standards-search#page=1&search=parking&title=1&etsiNumber=1&content=1&version=0&onApproval=1&published=1&withdrawn=1&historical=1&isCurrent=1&superseded=1&startDate=1988-01-15&endDate=2026-01-07&harmonized=0&keyword=&TB=&stdType=&freq>.
- [72] Zweckverband Lausitzer Seenland, „Senftenberger See – Serviceinformationen und Toiletten,“ [Online]. Available: <https://www.lausitzerseenland.de/de/die-seen/artikel-senftenberger-see.html>. [Zugriff am 2026].
- [73] S. S. Tourismusverband, „Seestrand Großkoschen – Parkgebühren und Ausstattung,“ [Online]. Available: <https://www.senftenberger-see.de/de/senftenberger-see/seestraende/grosskoschen.html>.
- [74] L. Seenland, „Parkplatz Seestrand Südsee in Peickwitz,“ [Online]. Available: <https://www.lausitzerseenland.de/de/urlaub-buchen/camping/artikel-parkplatz-seestrand-suedsee.html>.
- [75] Park4night, „(01968) Senftenberg – 12B Dorfstraße – Niemtscher Mühle,“ [Online]. Available: <https://park4night.com/de/place/107520>.

- [76] stellplatz.info, „Wohnmobilstellplatz Seestrand Buchwalde,“ [Online]. Available: <https://stellplatz.info/wohnmobilstellplatz/wohnmobilstellplatz-seestrand-buchwalde>. [Zugriff am 2026].
- [77] RouteYou, „Radtour um den Partwitzer See - Infrastruktur und Rastplätze,“ [Online]. Available: <https://www.routeyou.com/de-de/route/view/14119358>.
- [78] Park4night, „Naturcampingplatz am Partwitzer See,“ [Online]. Available: <https://park4night.com/de/place/96635>.
- [79] S. Hoyerswerda, „Neuer Parkplatz am Scheibe-See fertiggestellt,“ [Online]. Available: <https://www.hoyerswerda.de/2023/05/16/neuer-parkplatz-am-scheibe-see/>. [Zugriff am 2026].
- [80] L. Seenland, „Badestrand Scheibe-See,“ [Online]. Available: <https://www.lausitzerseenland.de/de/erleben/wasser/baden/artikel-badestrand-scheibe-see.html>. [Zugriff am 2026].
- [81] Park4night, „Parkplatz Boxberg / Bärwalder See - Aktuelle Gebühren,“ [Online]. Available: <https://park4night.com/de/place/175075>. [Zugriff am 2026].
- [82] L. Seenland, „Radtour um den Bärwalder See - Parkmöglichkeiten,“ [Online]. Available: <https://www.lausitzerseenland.de/de/erleben/radfahren/seerundwege/artikel-baerwalder-see.html>. [Zugriff am 2026].
- [83] Park4night, „Lohsa - Am Strand Weißkollm 1,“ [Online]. Available: <https://park4night.com/de/place/78944>.
- [84] P. Mobil, „Parkplatz am Bergheider See in Lichterfeld - Schacksdorf,“ [Online]. Available: <https://www.promobil.de/stellplatz/parkplatz-am-bergheider-see-611280bbcd3c0e0007ac2ace.html>.
- [85] R. Brandenburg, „Wohnmobilstellplatz am Besucherwerk F60,“ [Online]. Available: [brandenburg.de/poi/elbe-elster-land/wohnmobilstellplaetze/wohnmobilstellplatz-am-besucherbergwerk-f60/](https://www.brandenburg.de/poi/elbe-elster-land/wohnmobilstellplaetze/wohnmobilstellplatz-am-besucherbergwerk-f60/). [Zugriff am 2026].
- [86] L. Seenland, „Talsperre Spremberg - Service und Parken,“ [Online]. Available: <https://www.lausitzerseenland.de/de/die-seen/artikel-talsperre-spremberg.html>, . [Zugriff am 2026].
- [87] F. e.V., Hinweise zu Parkleitsystemen - Konzeption und Steuerung, FGSV Verlag GmbH, 1996.
- [88] S. Lausitz, „Strukturentwicklung Lausitz,“ [Online]. Available: <https://www.ilb.de/de/infrastruktur/alle-infrastruktur-foerderprogramme/strukturentwicklung-lausitz/>.
- [89] ILB, „Zusammenhalt - Fragen und Antworten zum Programm,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.ilb.de/media/dokumente/dokumente-fuer-programme/dokumente-mit-programmzuordnung/infrastruktur/02-zuschuesse/51-zusammenhalt/fragen-und-antworten.pdf>.
- [90] ILB, „Mobilität II,“ [Online]. Available: <https://www.ilb.de/de/infrastruktur/alle-infrastruktur-foerderprogramme/mobilitaet-ii/>.

- [91] B. f. W. u. Ausfuhrkontrolle, „STARK – Stärkung der Transformationsdynamik und Aufbruch in den Revieren und an den Kohlekraftwerkstandorten,“ [Online]. Available: https://www.bafa.de/DE/Wirtschaft/Beratung_Finanzierung/Stark_2/stark_2_node.html.
- [92] D. Tourismusverband, „Besucherlenkung in touristischen Destinationen - Handlungsleitfaden,“ 2021.
- [93] D. Tourismusverband, Handlungsleitfaden Besucherlenkung in touristischen Destinationen, Berlin, 2021.
- [94] B. Z. f. T. (BZT), Digitale Besucherlenkung – Strategien und Technologien, 20.
- [95] BMDV, *Mobilitätsstationen – Konzepte, Potenziale und Umsetzungsempfehlungen*, Berlin, 2021.
- [96] OECD, *Data-driven approaches for urban mobility and tourism management*, 2020.
- [97] UNWTO, *Managing Visitor Flows at Tourism Destinations*, 2018.
- [98] E. Kommission, *Guidelines on Video Analytics and GDPR*, 2020.
- [99] FGSV, *Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen*, 2015.
- [100] S. e. al., „Floating Car Data – Grundlagen und Anwendungen,“ *Straßenverkehrstechnik*, 2016.
- [101] D. Wetterdienst, „Aktuelle Beobachtungswerte - Deutschland,“ [Online]. Available: <https://www.dwd.de/DE/leistungen/beobachtung/beobachtung.html>.
- [102] Python, „Python Kalenderdaten,“ [Online]. Available: <https://pypi.org/project/holidays/>.
- [103] OECD, *Data-driven innovation for smart cities*, 2020.
- [104] I. / IEC, *API Management and Data Platforms*, 2019.
- [105] E. Kommission, *Smart Cities Marketplace – Data Integration*, 2021.
- [106] UNWTO, *Tourism and Mobility Data Platforms*, 2020.
- [107] D. S. 91357, *Referenzarchitekturmodell Offene Urbane Plattform (OUP)*, 2020.
- [108] I. D. S. Association, *Reference Architecture Model*.
- [109] B. e. al., *Data Quality – Concepts, Methodologies and Techniques*, 2006.
- [110] E. Kommission, *European Interoperability Framework*, 2017.
- [111] K. e. al., *Data preprocessing techniques for smart city applications*, 2018.
- [112] K. Han, *Data Mining – Concepts and Techniques*, 2012.
- [113] M. e. al., „Forecasting with Machine Learning and AI,“ *International Journal of Forecasting*, 2018.
- [114] OECD, *AI and Predictive Analytics for Urban Mobility*, 2021.
- [115] UNWTO, *Managing Tourism at Destinations – A Practical Guide*, 2019.
- [116] BMDV, *Strategien zur digitalen Verkehrs- und Besucherlenkung*, 2023.

- [117] BMDV, *Kommunales Verkehrsmanagement und digitale Lagebilder*, 2022.
- [118] OECD, *Artificial Intelligence in the City*, 2021.
- [119] E. Commission, *Sustainable tourism and carrying capacity*, 2020.
- [120] OECD, *Data-driven innovation for growth and well-being*, 2019.
- [121] I. D. S. Association, *IDS Reference Architecture Model (RAM), aktuelle Version..*
- [122] E. Kommission, *European Interoperability Framework (EIF)*, 2017.
- [123] M. D. Space, „About Mobility Data Space,“ [Online]. Available: <https://mobility-dataspace.eu/>.
- [124] Gaia-X, „Mobility Domain – Participants and Use Cases,“ [Online].
- [125] BMDV, „<https://www.mobilithek.info/>,“ [Online]. Available: <https://www.mobilithek.info>.
- [126] BMDV, *Mobilitätsstrategie der Bundesregierung*, 2023.
- [127] BMDV, „<https://www.bmdv.bund.de/>,“ [Online]. Available: <https://www.bmdv.bund.de>.
- [128] „Mobilitätsdatengesetz,“ [Online]. Available: <https://www.gesetze-im-internet.de/mdg>.
- [129] O. UNWTO, *Smart Mobility and Tourism Destinations*, 2021.
- [130] Google, *Google Maps Platform – Traffic & Parking Data - Entwicklerdokumentation*.
- [131] D. Z. f. T. (DZT), *Knowledge Graph Projektbeschreibung*.
- [132] UNWTO, *Overtourism? – Understanding and Managing Urban Tourism Growth beyond Perceptions.*, 2018.
- [133] T. & B. P. Bieger, *Management von Destinationen*, 2013.
- [134] P. e. a. Peeters, *Overtourism. European Parliament*, 2018.
- [135] UNWTO, *Managing Tourism Growth in Sensitive Areas*, 2019.
- [136] U. e. a. Gretzel, *Smart tourism: foundations and developments*, 2015.
- [137] L. Hautzinger, *Development of an AI-Based, Real-Time Intelligent Parking Guidance System with Predictive Parking Availability Forecasting and Dynamic Visitor Management for the Lusatian Lakeland*, Darmstadt, 2025.
- [138] A. e. a. (. Di Vaio, „Artificial intelligence and big data in tourism.,“ *Journal of Business Research.*, 2021.
- [139] D. Regio, „Neomind,“ 2024.
- [140] S. Tourismusverband, „Jahresbericht zur touristischen Entwicklung,“ 2022.
- [141] L. S. GmbH, „Touristisches Profil und Hot-Spot-Statistik,“ 2022.
- [142] FGSV, *Hinweise zur Ermittlung von Reisezeiten und Verlustzeiten*.



Urban Mobility Innovations GmbH

Blütenstraße 15

D- 80799 München

Tel.: +49 (0) 89 6931495 40

E-Mail: judith.gessenhardt@umi.city

Web: www.umi.city

Geschäftsführung:
Prof. Dr. Dr. e.h. Lutz Heuser

USt.IdNr: DE 814361560

Amtsgericht München

HRB 233376

Sitz des Unternehmens:
München