

BERICHT
Wasserbussystem
auf dem Rhein

Kurzfassung

Machbarkeitsuntersuchung eines Wasserbussystems auf dem Rhein
auf Basis einer auf unerschöpflichen Energiequellen basierenden An-
triebstechnologie - Kurzfassung

Auftraggeberin:

Stadt Köln
Amt für Straßen und Verkehrsentwicklung
Willy-Brandt-Platz 2
50679 Köln

Stadt Leverkusen
Friedrich-Ebert-Platz 1
51373 Leverkusen

Stadt Wesseling
Alfons-Müller-Platz
50387 Wesseling

mit Unterstützung des:

Region Köln/Bonn e.V.
Rheingasse 11
50676 Köln



Stadt Leverkusen



REGION KÖLN BONN

Auftragnehmerin:

PTV
Transport Consult GmbH
Harffstraße 43
40591 Düsseldorf

in Auftragnehmergemeinschaft:

Transport-Technologie-Consult Karlsruhe GmbH
(TTK), Gerwigstr. 53, 76131 Karlsruhe
APPM GmbH, Erkrather Str. 401,
40431 Düsseldorf
Rebel Deutschland GmbH,
c/o WorkRepublic, Speditionsstraße 1,
40221 Düsseldorf

Dokumentinformationen

Kurztitel	Machbarkeitsuntersuchung eines Wasserbussystems auf dem Rhein auf Basis einer auf unerschöpflichen Energiequellen basierenden Antriebstechnologie - Kurzfassung Endbericht
Auftraggeber	Stadt Köln, Stadt Leverkusen, Stadt Wesseling Benjamin Klein, Judith Hawig, Christian Syring
Auftrags-Nr.	C850426
Auftragnehmer	PTV Transport Consult GmbH
Bearbeiter	Andreana Stoycheva, Irene Seemann, Jakub Ritschny, Rainer Flotho, Rimbert Schürmann, Daniel Karthaus
Erstellungsdatum	30.06.2021
zuletzt gespeichert	26.10.2021

Inhalt

Kurzbeschreibung	5
1 Aufgabenstellung / Ziel	5
2 Beteiligung	6
3 Bestandanalyse	7
4 Potenzialanalyse	9
5 Schiffstypen	11
6 Linien- und Bedienkonzept	14
7 Betrieb	18
8 Infrastruktur	19
9 Nachfrage und Wirtschaftlichkeit	22
10 Empfehlungen	27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Die drei Linien der Vorzugsvariante	17
Tabelle 2:	Fahrgastentwicklung Wasserbus und Verlagerungseffekte	22
Tabelle 3:	Zusammensetzung der Kosten und Nutzen für die Pilotstufe	24
Tabelle 4:	Zusammensetzung der Kosten und Nutzen für das Zielkonzept	24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Arbeitsablauf	6
Abbildung 2:	Auswertung MIV- und ÖV-Reisezeiten am Beispiel Langel-Nord	8
Abbildung 3:	Verkehrsnachfrageauswertung für Riehl (Köln)	9
Abbildung 4:	Zusammenfassung Kategorisierung der Stadtteile und Räume	10
Abbildung 5:	Auswahl und Lokalisierung der Interviewpartner	12
Abbildung 6:	Auswahl von 4 Schiffstypen für die weiteren Arbeitsschritte	14
Abbildung 7:	Mit dem Wasserbuskonzept verfolgte Ziele	15
Abbildung 8:	Beispiel eines Bausteins und Vergleich der Reisezeiten	16
Abbildung 9:	Linienkonzept der Vorzugsvariante im Zielkonzept und der Pilotstufe	18
Abbildung 10:	Übersichtskarte Köln Riehl (KVB) und Ufersituation	19
Abbildung 11:	Mögliche Gestaltung des Anlegers in Köln Riehl	20
Abbildung 12:	Neigung des Steges bei Mittel-, Niedrig- und Hochwasser - schematische Ansicht	21
Abbildung 13:	Fahrgastnachfrage Wasserbus Zielkonzept – Fahrgäste pro Tag im Querschnitt	23

Kurzbeschreibung

In der folgenden Kurzbeschreibung werden die wesentlichen Ergebnisse aus der Machbarkeitsstudie für einen Wasserbus im Raum Köln, Leverkusen und Wesseling zusammenfassend beschrieben.

1 Aufgabenstellung / Ziel

Wie viele andere Metropolregionen sehen sich auch der Großraum Bonn-Köln-Düsseldorf und die Kommunen in diesem Raum – darunter Leverkusen und Wesseling – wachsenden Verkehrsmengen gegenüber. Gleichzeitig erfordern die Ziele des Klima- und Gesundheitsschutzes sowie der Steigerung der Lebensqualität der Bevölkerung eine Verkehrswende. Das heißt, dass der Umweltverbund (Öffentlicher Personennahverkehr (ÖV), Radverkehr und Fußverkehr) gestärkt und der motorisierte Individualverkehr (MIV) reduziert werden muss. Ein Wasserbussystem, welches den Rhein als Verkehrsweg für den ÖV in Wert setzt und gleichzeitig eine optimale Verknüpfung insbesondere mit dem Radverkehr anstrebt, kann zu diesen Zielen gegebenenfalls einen wichtigen Beitrag leisten.

Vor diesem Hintergrund hat der Rat der Stadt Köln die städtische Verwaltung beauftragt – eine Untersuchung zur Machbarkeit eines solchen Wasserbussystems in Auftrag zu geben und sich dabei mit interessierten Akteuren in der Region zusammenzuschließen. Gemeinsam mit den Städten Leverkusen und Wesseling, mit Unterstützung des Region Köln/Bonn e.V. und unter Inanspruchnahme einer 50%igen Förderung durch das Land NRW über das Programm „progres.nrw“ wurde die nunmehr abgeschlossene Machbarkeitsuntersuchung im März 2020 beauftragt.

Das konkrete Anliegen der Untersuchung war die Analyse der verkehrlichen, betrieblichen und technischen Machbarkeit eines interkommunalen, regionalen und in das ÖPNV-System integrierten Wasserbussystems auf dem Rhein. Mit Blick auf die Herausforderungen des Klimawandels sollten insbesondere auch Schiffe mit Antrieben auf Basis unerschöpflicher Energiequellen betrachtet werden. Folgende Ziele standen im Fokus der Studie:

- ▶ Schaffung schneller Direktverbindungen entlang beider Seiten des Rheins,
- ▶ Integration in das bestehende ÖPNV-System,
- ▶ Entlastung paralleler Schienen- und Straßenverbindungen unter besonderer Berücksichtigung der hoch verdichteten Bereiche,
- ▶ Verknüpfung insbesondere auch mit dem bestehenden und geplanten Radverkehrsnetz und Fahrradmitnahme,
- ▶ Erschließung ufernaher Siedlungsbereiche infolge aktueller und geplanter Siedlungsschwerpunkte in Rheinnähe und

- Berücksichtigung einer schrittweisen Implementation sowie einer möglichen zukünftigen regionalen Erweiterung des Wasserbussystems auf dem Rhein über die Grenzen des Untersuchungsraums hinaus.

In nachfolgender Abbildung ist der Arbeitsablauf schematisch in den beauftragten „Arbeitspaketen“ (AP) dargestellt.

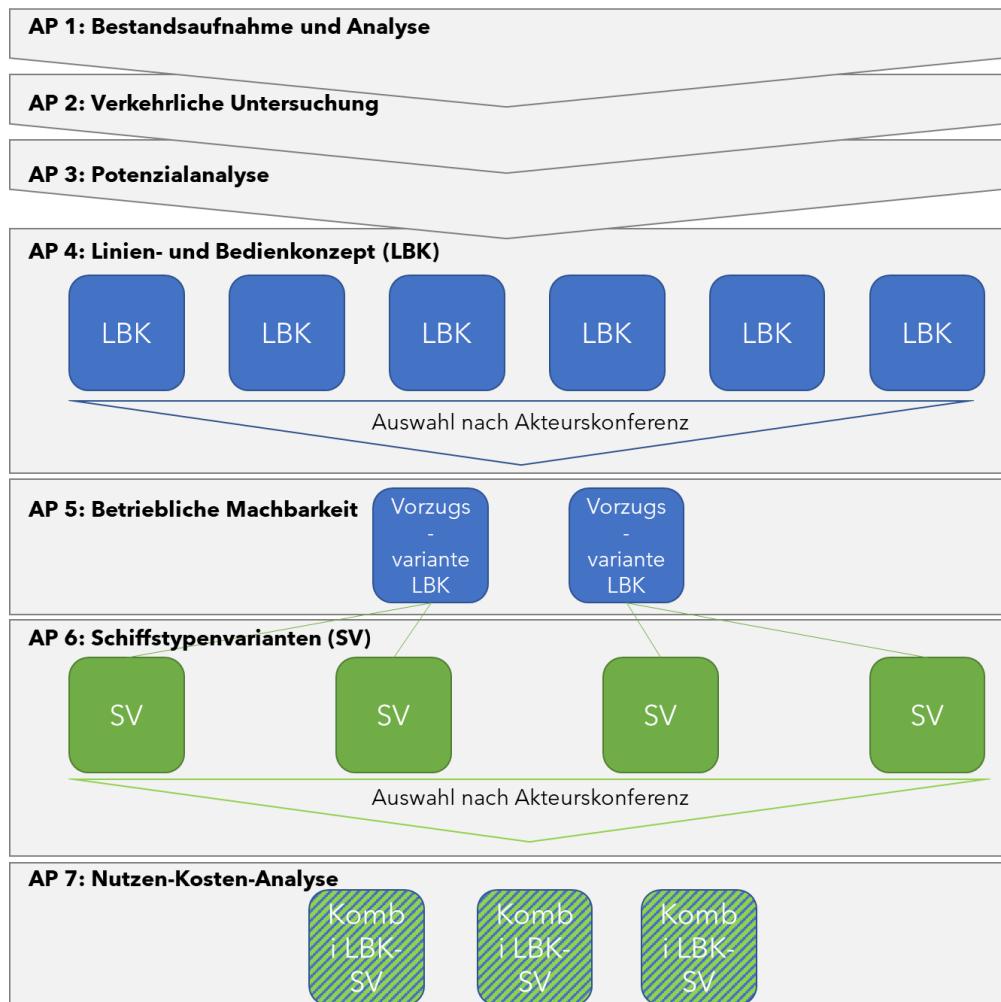


Abbildung 1: Arbeitsablauf

2 Beteiligung

Die Erarbeitung erfolgte unter Einbeziehung diverser Akteure in unterschiedlichen Beteiligungsformaten:

- Der **Arbeitskreis**, bestehend aus den Auftragnehmer*innen und Vertreter*innen der Städte (Arbeitsebene) sowie des Region Köln/Bonn e.V., traf sich regelmäßig (online), um alle grundlegenden Fragen und Aspekte der Studie zu erörtern.

- Die erarbeiteten Zwischenergebnisse und das weitere Vorgehen wurden im **Lenkungskreis** diskutiert, der sich aus dem Arbeitskreis sowie weiteren Vertreter*innen der Städte zusammensetzte.
- Über eine **Akteurskonferenz** wurden sowohl politische Vertreter*innen als auch Stakeholder (wie z.B. aus den Verkehrsunternehmen) in einer Online-Veranstaltung inhaltlich informiert und in die Entscheidungsfindung eingebunden.
- Die wichtigsten betroffenen Akteure wurden in Form eines digitalen **Stakeholder-Workshops** mit ca. 60 teilnehmenden Personen zusätzlich eingebunden.
- Über zwei vom Region Köln/Bonn e.V durchgeführte **Regionale Schulterblicke** fand eine Information und Einbindung weiterer Akteure aus Kreisen und Kommunen der Region, die nicht Teil des Untersuchungsraums sind, statt. Themen der Termine waren neben der Information zum jeweiligen Projektstand u.a. Perspektiven zur Erweiterung eines Wasserbus-Systems über den Untersuchungsraum hinaus.

Darüber hinaus wurde seitens der Gutachter eine Vielzahl von Gesprächen und Terminen mit verschiedenen Behörden, Unternehmen, Institutionen und Einzelpersonen durchgeführt. Ziel dieser Gespräche war es zum einen, das bestehende Wissen zu vertiefen und durch Fachexpertisen zu ergänzen und zum anderen, konkrete Fragestellungen durch Hinzuziehung der jeweils zuständigen Stellen zu klären.

3 Bestandanalyse

Am Anfang der Untersuchung stand eine Bestandsanalyse, in der die derzeitige strukturelle und infrastrukturelle Situation eingehend untersucht und hinsichtlich ihrer Stärken und Schwächen in Bezug auf die Mobilität bewertet wurden.

Das Kernstück der Arbeiten stellte dabei eine detaillierte Auswertung der Reisezeiten im MIV und ÖV aber auch im Radverkehr im Untersuchungsgebiet dar. Hierfür wurden für jeden rheinnahen Stadtteil im Untersuchungsraum beispielhafte Knoten bzw. Haltestellen ausgewählt. In der nachfolgenden Abbildung werden anhand der Reisezeitisochronen des MIV und des ÖV für Langel Nord die aktuellen Erreichbarkeiten beispielhaft aufgezeigt.

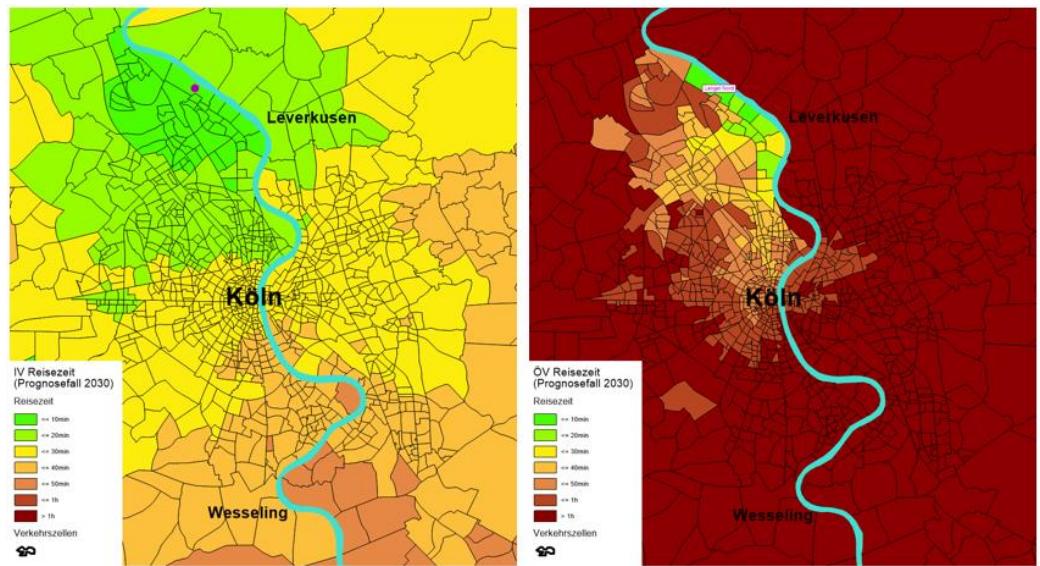


Abbildung 2: Auswertung MIV- und ÖV-Reisezeiten am Beispiel Langel-Nord

Insbesondere die folgenden Aussagen konnten aus der Bestandsanalyse abgeleitet werden:

- Es besteht eine gute Abdeckung mit ÖPNV-Haltestellen in Rheinnähe, daher ist stellenweise eine Verknüpfung des Wasserbusses mit der Stadtbahn möglich (u.a. zu den Stadtbahnlinien 16 und 18), z.B. an den Haltestellen Zoo/Flora, Ubierring und Deutzer Freiheit, aber auch am Kölner Hbf. und in Deutz.
- Im Untersuchungsgebiet sind ca. 50 Schiffsanleger vorhanden. Viele davon befinden sich bereits in Nutzung, z.B. für die touristische Rheinschifffahrt. Einige rheinnahe Stadtteile im Untersuchungsgebiet verfügen (noch) nicht über Schiffsanleger.
- Der Rhein weist eine erhebliche Barrierewirkung auf, die insbesondere im ÖV zu langen Fahrzeiten auf die jeweils andere Rheinseite führt. Lediglich in der links- und rechtsrheinischen Kölner Innenstadt sowie zwischen Riehl und Mülheim sind heute schon Querungsmöglichkeiten für den ÖV vorhanden.
- Ähnlich ist die Situation im Radverkehr. Mit der Leverkusener Brücke, der Rodenkirchener Brücke und der Südbrücke stehen dem Radverkehr gegenüber dem ÖV drei weitere Querungstrassen zur Verfügung. Zudem existieren einzelne Fährverbindungen.
- Der Wasserbus kann in das vorhandene Radverkehrsnetz integriert werden. Auch eine Wasserbus-Anbindung von Stadtteilen „in zweiter Reihe“ zum Rhein (z.B. Leverkusen Zentrum oder Unvieritel Köln) ist über den Radverkehr als Zu- und Abbringer vorstellbar.

4 Potenzialanalyse

Neben der infrastrukturellen Analyse und Bewertung wurde zudem für eine gezielte Planung das Nachfragepotenzial analysiert und beschrieben.

Mit Hilfe des bereitgestellten Verkehrsmodells und der zielgerichteten Aufbereitung der Daten für diese Aufgabenstellung konnte für den Prognosehorizont 2030 die Verteilung der Gesamtverkehrsnachfrage (MIV und ÖV) abgeleitet und anhand von sogenannten Matrixspinnen stadtteilbezogen für einen Werktag dargestellt werden. Es wurde unterstellt, dass die Gesamtverkehrsnachfrage dem maximalen Nachfragepotenzial für den Wasserbus entspricht. In der nachfolgenden Abbildung wird eine solche Matrixspinne in ihrer klassifizierten Darstellung für den Stadtteil Riehl exemplarisch dargestellt. Zu erkennen sind die starken Verflechtungen mit den linksrheinischen Stadtteilen und Räumen gegenüber den rechtsrheinischen Räumen.

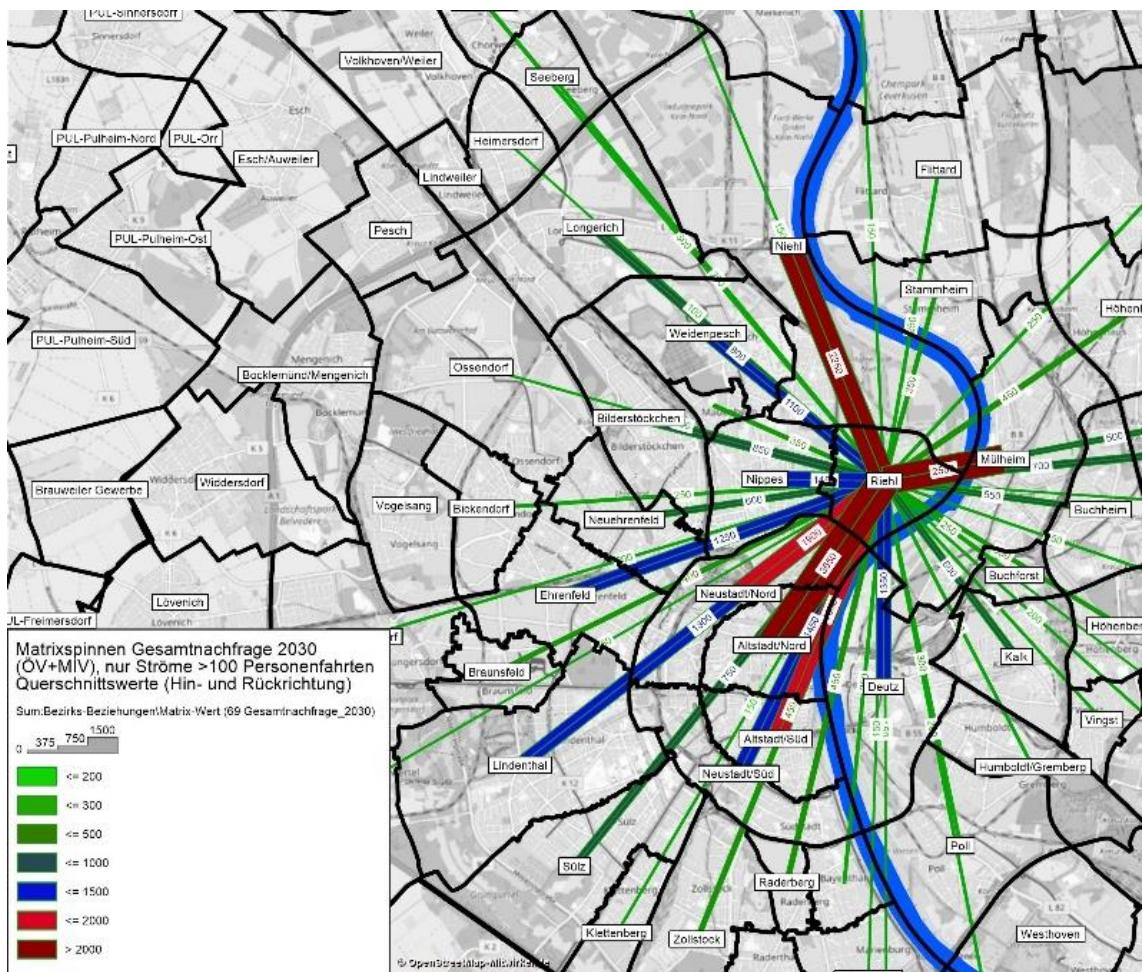


Abbildung 3: Verkehrsnachfrageauswertung für Riehl (Köln)

Die wesentlichen Erkenntnisse dieser Analysen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Auch bei der Auswertung der Verkehrsnachfrage wurde die große Barrierefunktion des Rheins deutlich. Ist eine Verbindung per ÖPNV oder Pkw über den Rhein mit größeren Umwegen verbunden, gibt es heute i.d.R. nur geringe Nachfrageströme

zwischen den Stadtteilen. Hieraus könnten auch für eine potenzielle Wasserbusverbindung geringe Nachfragezahlen resultieren. Andererseits könnten die durch einen Wasserbus neu geschaffenen Mobilitätsmöglichkeiten die Verflechtungen zwischen Stadtteilen beidseits des Rheins im Sinne von „Angebot schafft Nachfrage“ auch deutlich verstärken.

- Die Nachfragepotenziale für ein Wasserbussystem sind nicht gleichmäßig verteilt, sondern eher in den stark verdichteten Bereichen vorzufinden. In die Kölner Innenstadt bestehen aus nahezu allen Stadtteilen des Untersuchungsgebietes Nachfragepotenziale.

In einem weiteren Arbeitsschritt wurden dann alle Stadtteile bezüglich ihres jeweiligen Nachfragepotenzials kategorisiert:

Kategorie	Beschreibung
Kernnetz	Lev-Wiesdorf, Niehl, Mülheim, Riehl, Innenstadt Nord, Innenstadt Süd
erweitertes Netz	Stammheim, Marienburg, Rodenkirchen, Sürth, Ensen, Müngsten
Ergänzungsnetz	Merkenich, Lev-Hitdorf, Flittard, Bayenthal, Poll, Weiß, Langel
vorerst kein Potenzial	Worringen, Lev-Rheindorf, Porz-Langel

Abbildung 4: Zusammenfassung Kategorisierung der Stadtteile und Räume

Zur weiteren Konkretisierung des Wasserbussystems zwischen den ermittelten Netz-Stadtteilen und für die Auswahl geeigneter Schiffstypen konnte nun durch den Rückgriff auf die bereits ermittelten Reisezeiten im MIV und ÖV zwischen den einzelnen Stadtteilen (vgl. Kapitel 3) ermittelt werden, welche Geschwindigkeit ein Wasserbus auf den untersuchten Relationen erreichen müsste, um als konkurrenzfähige Alternative in Betracht gezogen zu werden. „Konkurrenzfähig“ zum öffentlichen Personennahverkehr ist an dieser Stelle nicht falsch zu verstehen: Der Wasserbus selbst soll Teil des ÖV-Systems werden und diesen auf überlasteten Strecken entlasten bzw. durch sinnvolle Verknüpfungen bestehender ÖV-Linien neue attraktive Wegeketten ermöglichen.

Die notwendigen Geschwindigkeiten für den Wasserbus wurden je nach Relation mit Werten zwischen < 10 km/h und bis zu 49 km/h ermittelt. Auf den meisten Strecken ist eine Geschwindigkeit von 10-19 km/h auskömmlich, um ähnliche Reisezeiten wie der MIV oder ÖPNV zu erreichen. Zu berücksichtigen ist, dass die Reisezeiten für den MIV und ÖPNV nach der Multiplikation mit einem vorab bestimmten Faktor in die Berechnungen eingeflossen sind. Es wird angenommen, dass der Wasserbus bis zu einem Faktor von 1,2 (dies bedeutet eine um 20 % längere Reisezeit) eine Alternative zum vorhandenen ÖPNV darstellt. Hiermit soll der Tatsache Rechnung getragen werden, dass der Komfort, den der Wasserbus bietet – u.a. aufgrund der Möglichkeit zur Fahrradmitnahme – größer ist als bei den häufig hoch ausgelasteten „klassischen“ öffentlichen Verkehrsmitteln. Mit den Fahrzeiten zum MIV ist analog verfahren worden, allerdings auf Grundlage eines Faktors von 1,8. Dieser vergleichsweise hohe Wert berücksichtigt u.a. die erforderliche Parkplatzsuchzeit sowie die Kosten für die Abstellung von Fahrzeugen die sich vor allem im verdichteten innerstädtischen Raum negativ auf die

tatsächliche Reisezeit und die Attraktivität des Verkehrsmittels auswirken dürften. Beide Faktoren, der MIV- und der ÖPNV-Faktor, sind auf Basis von Erfahrungswerten (v.a. aus den Niederlanden) festgelegt worden.

5 Schiffstypen

Schiffstypen

Im Anschluss an die Ermittlung der notwendigen Wasserbus-Geschwindigkeit wurde eine eingehende Analyse geeigneter Schiffstypen für ein Wasserbussystem auf dem Rhein durchgeführt. Auf Basis der vorangegangenen Arbeitsschritte konnten folgende Anforderungen an die Schiffe abgeleitet werden:

- Die Schiffe sollten eine hohe Grundgeschwindigkeit aufweisen, die mindestens 30 km/h für Längsverbindungen und mindestens 15 km/h für Querverbindungen aufweist, um der Strömungsgeschwindigkeit des Rheins und den angestrebten Reisezeiten gerecht zu werden.
- Die Gefäßgröße sollte mindestens Platz für 100 Personen aufweisen, um hinsichtlich der Kapazität eine adäquate Alternative zu Bus oder Bahn zu bieten.
- Als Teil des ÖPNV müssen die Schiffe und auch der Zugang barrierefrei sein.
- Eine Fahrradmitnahmemöglichkeit von mindestens 20 bis 50 Fahrrädern muss gegeben sein.
- Das Schiff und auch der Antrieb müssen marktreif sein.

Schiffsbewegungen auf Gewässern führen je nach Geschwindigkeit und Strömungslage zu Wellenschlag, der negative Effekte auf andere fahrende oder liegende Schiffe, die Natur oder Fußgänger am Ufer haben kann. Schiffe mit Katamaranrumpf (Doppelrumpf) verursachen im Vergleich zu normalen Einrumpfschiffen weniger Wellenschlag und werden daher häufig für schnelle Verbindungen eingesetzt (z.B. Rotterdam und Antwerpen). Eine andere Lösung zur Verhinderung übermäßigen Wellenschlags stellen einrumpfige Schiffe dar, deren Rumpf sich durch Einsatz von Luftdruckdüsen ein Stück aus dem Wasser heben kann und dadurch einen geringeren Wasserwiderstand aufweist (sog. „Air-Supported Vessel“).

In der Theorie oder in Studien existiert eine Vielzahl von Schiffstypen, die für ein Wasserbussystem eingesetzt werden könnten. Ansinnen der Machbarkeitsstudie war es aber, betriebsbereite Modelle zu identifizieren, die schon heute auf dem Markt erhältlich sind. Nur durch die Auswahl ausreichend erprobter Schiffe können in der wirtschaftlichen Betrachtung belastbare Kostenannahmen getroffen und ein verlässlicher, störungssarmer Betrieb im Rahmen eines ÖPNV-Fahrplans sichergestellt werden.

Anhand der geschilderten Kriterien sind im Rahmen der Machbarkeitsstudie insgesamt mehr als 30 Schiffstypen untersucht worden.

Für die Auswahl eines Schiffstyps einschließlich Antriebstechnik wurde im Rahmen eines Benchmarks vergleichbare Einsatzorte analysiert, Gespräche mit Reedereien und Schiffsherstellern geführt und die örtlichen Voraussetzungen durch den Rhein in die Gesamtbetrachtung einbezogen. In der nachfolgenden Abbildung sind die Interviewpartner und ihre Standorte dargestellt.

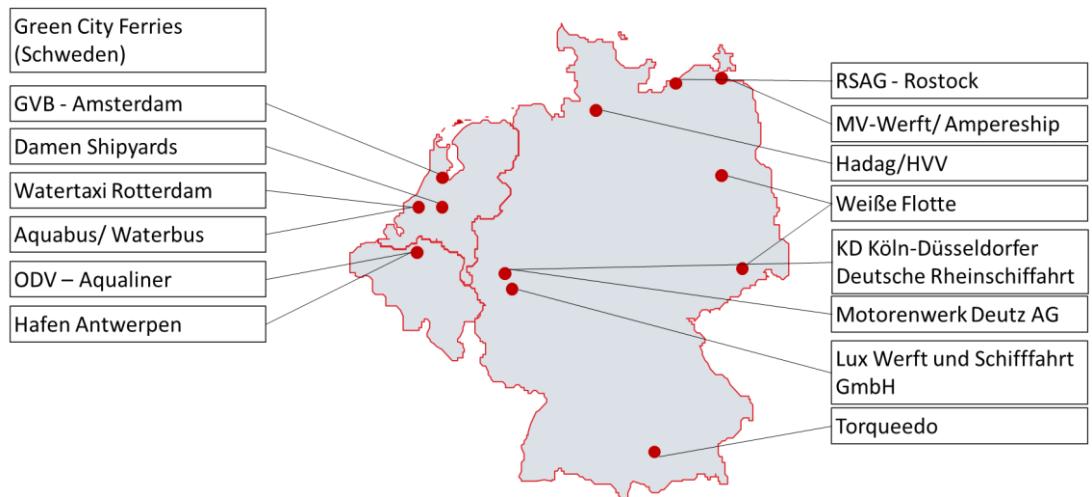


Abbildung 5: Auswahl und Lokalisierung der Interviewpartner

Antriebsformen

Bereits am Titel der Machbarkeitsstudie wird deutlich, dass bei der Betrachtung geeigneter Schiffstypen für ein Wasserbussystem auf dem Rhein die Antriebsform von besonderer Bedeutung ist. Im Sinne eines nachhaltigen Betriebs sollte diese möglichst auf dem Einsatz unerschöpflicher Energiequellen basieren. Mit Hilfe von Experteninterviews, Recherchen und ausgewerteten Studien wurden folgende Antriebsarten auf ihre Eignung für das Wasserbussystem untersucht:

- ▶ Vollelektrischer Antrieb mit Laden bei Nacht
 - ▶ bei langer Betriebsdauer auf Längsverbindungen ungeeignet
 - ▶ für kurze Querverbindungen (Fähren) denkbare, bereits erprobte Option
- ▶ Vollelektrischer Betrieb mit Laden am Tag
 - ▶ bei normaler Ladegeschwindigkeit während des Betriebsablaufes ungünstig (Schiff ist betriebsunfähig während des Ladevorgangs, muss aber trotzdem bemannt bleiben)
 - ▶ Vorhalten von Ersatzschiffen erforderlich (teuer)
- ▶ Schnellladen
 - ▶ Fahrtzeit von 50 Minuten erfordert Ladezeit von ca. 10 Minuten
 - ▶ im Längsverkehr diverse Schnellladestationen am Streckenverlauf erforderlich
 - ▶ neben hohen Investitionskosten für Ladepunkte unter Umständen mit erheblichen Kosten für den ausreichenden Netzausbau verbunden

- ▶ grundsätzlich geeignet für Längs- und Querverkehr
- ▶ Solarelektrischer Antrieb
 - ▶ kontinuierlicher Ladevorgang durch Nutzung der Sonnenenergie mittels Solarzellen
 - ▶ aufgrund der geringen Leistung ungeeignet für den Rhein mit seinen Strömungsverhältnissen und den zu fahrenden Distanzen

Für elektrische Antriebe gilt darüber hinaus, dass ein Antrieb auf Basis unerschöpflicher Energiequellen nur gegeben ist, wenn der zu ladende Strom ausschließlich regenerativ erzeugt worden ist.

- ▶ Antrieb mit Wasserstoff
 - ▶ Erzeugung elektrischer Energie durch elektrochemische Reaktion zwischen Wasserstoff und dem Sauerstoff der Luft
 - ▶ serienmäßige, marktreife und konkurrenzfähige Wasserstoffantriebslösung ist Experten zufolge erst in 5 bis 10 Jahren zu erwarten
 - ▶ Antriebstechnologie zukünftig für den Raum Köln interessant, da in der Region Wasserstoff produziert wird und große Ambitionen bezüglich der Weiterentwicklung von Wasserstofftechnologien bestehen
- ▶ Hybridantrieb
 - ▶ vereint zwei Antriebsformen, z.B. elektrisch und Diesel; der Dieselmotor lädt die Batterie beim Fahren auf, das Schiff kann daher kurze Strecken voll-elektrisch fahren oder beide Motoren parallel einsetzen für eine höhere Leistung
 - ▶ Diesel-Elektro-Hybridschiffe sind bereits markterprob; Geschwindigkeiten von bis zu 55 km/h sind erreichbar
 - ▶ Bei entsprechender Marktreife der Brennstoffzellentechnologie (in ca. 5-10 Jahren) können perspektivisch Dieselmotoren im Hybridantrieb durch diese ersetzt werden (Marktreife in ca. 5-10 Jahren)
- ▶ Klassischer Dieselantrieb
 - ▶ markterprob und störungsarm aber wenig nachhaltig bzw. keine Antriebsform auf Basis regenerativer Energie
 - ▶ vergleichsweise geringe Investitionskosten, aber höhere Betriebskosten
 - ▶ unter Umständen als Einführungslösung vorstellbar (ggf. mit Biodiesel)

Abgeleitete Schiffsprofile

Aus den vorangegangenen Anforderungen und aus den Bewertungen potenzieller Antriebe wurden die nachfolgenden vier Schiffsprofile abgeleitet:

Typ 1a <i>Wasserbus „Hybrid“</i>	Typ 1b <i>Wasserbus „Klassisch“</i>	Typ 2 <i>ASV-E-Bus</i>	Typ 3 <i>E-Fähre</i>
<ul style="list-style-type: none">- Katamaran- E-Hybrid (Zukunft H2)- 55 km/h- 150 P + 30 Fahrräder- Investitionskosten ca. 4,5 Millionen Euro- Betrieb: €€- Umwelt: **	<ul style="list-style-type: none">- Katamaran- Diesel (Stage V)- 55 km/h- 150 P + 30 Fahrräder- Investitionskosten ca. 2,5 Millionen Euro- Betrieb (bio): €€(€)- Umwelt: *	<ul style="list-style-type: none">- Einrumpf- Batterieelektrisch 30km- 55 km/h- 150 P + 25 Fahrräder- Investitionskosten ca. 4,5 Millionen Euro- Betrieb: €- Umwelt: ***	<ul style="list-style-type: none">- Einrumpf- Batterieelektrisch- 15-20 km/h- 100 P + 20 Fahrräder- Investitionskosten ca. 2 Millionen Euro- Betrieb: €- Umwelt: ***

Abbildung 6: Auswahl von 4 Schiffstypen für die weiteren Arbeitsschritte

Die Schiffsprofile 1a, 1b und 2 sind für Längsverbindungen geeignet, der Schiffstyp 3 für Querverbindungen. Die Profile geben eine erste Orientierung, welche Schiffsarten für ein Wasserbussystem auf dem Rhein eingesetzt werden könnten.

Aus für die Machbarkeitsstudie durchgeföhrten Interviews mit verschiedenen Werften ist deutlich geworden, dass eine große Flexibilität hinsichtlich der Entwicklungsoptionen potenzieller Schiffe für den Wasserbus besteht. Die meisten Werften gaben an, „alle“ Wünsche erfüllen zu können. Anzumerken ist jedoch, dass serienmäßige Schiffe i.d.R. kostengünstiger sind und Effizienzvorteile in Bezug auf Wartung und Betrieb in einem Wasserbussystem aufweisen würden. Ferner ist davon auszugehen, dass insbesondere in Bezug auf den Antrieb bis zu einer potenziellen Umsetzung des Wasserbussystems eine Weiterentwicklung stattgefunden haben wird.

6 Linien- und Bedienkonzept

Im Rahmen der Entwicklung möglicher Linien- und Bedienkonzepte wurden auf Grundlage der vorangegangenen Arbeitspakete erste Ableitungen hinsichtlich vielversprechender Linienführungen und gewissen Grundsätzen für eine Bedienungskonzeptionen getroffen.

Gleichwohl wurde eine systematische und nachvollziehbare Herangehensweise entwickelt, um die Frage zu klären, wie eine möglichst sinnvolle Linienkonzeption für das Untersuchungsgebiet aussehen kann. Hierbei handelt es sich um ein vierstufiges Verfahren, das mit jeder Stufe einen höheren Grad der Verfeinerung aufweist:

- **Zieldefinition:** In einer ersten Stufe wurden die für das Linien- und Bedienkonzept wichtigen und zentralen Ziele definiert

- ▶ **Entwicklung von Bausteinen:** Aus den betrachteten potenziellen Wasserbus-Relationen wurden in einem zweiten Schritt durch eine erste Verknüpfung von Einzelverbindungen zunächst kleine Bausteine entwickelt.
- ▶ **Entwicklung von Grundsatzperspektiven:** Die erarbeiteten Bausteine konnten potenziell auf vielerlei Weise zu Wasserbuslinien zusammengesetzt werden. Grundsatzperspektiven meint daher in diesem Zusammenhang, dass die Kombination einzelner Bausteine zu Wasserbuslinien durch eine jeweils unterschiedliche Zielfokussierung erfolgte.
- ▶ **Linien- und Bedienvarianten:** In einem letzten Schritt wurden anschließend für jede Grundsatzperspektive zwei unterschiedliche Linien- und Bedienvarianten erarbeitet.

Zieldefinition

Ziel des Bedienkonzepts für den Wasserbus ist es, sowohl eine attraktive Ergänzung zu bestehenden Verbindungen im ÖV, Rad- und Fußverkehr als auch Alternativen zur privaten Autonutzung anzubieten. Die Summe der verfolgten Ziele sind in der folgenden Darstellung zusammengefasst.

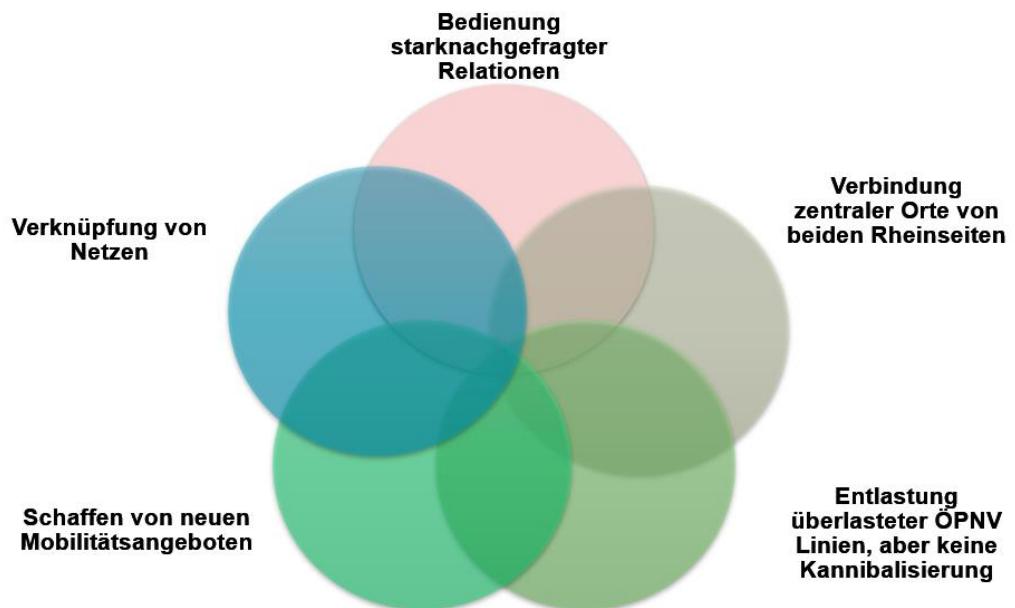
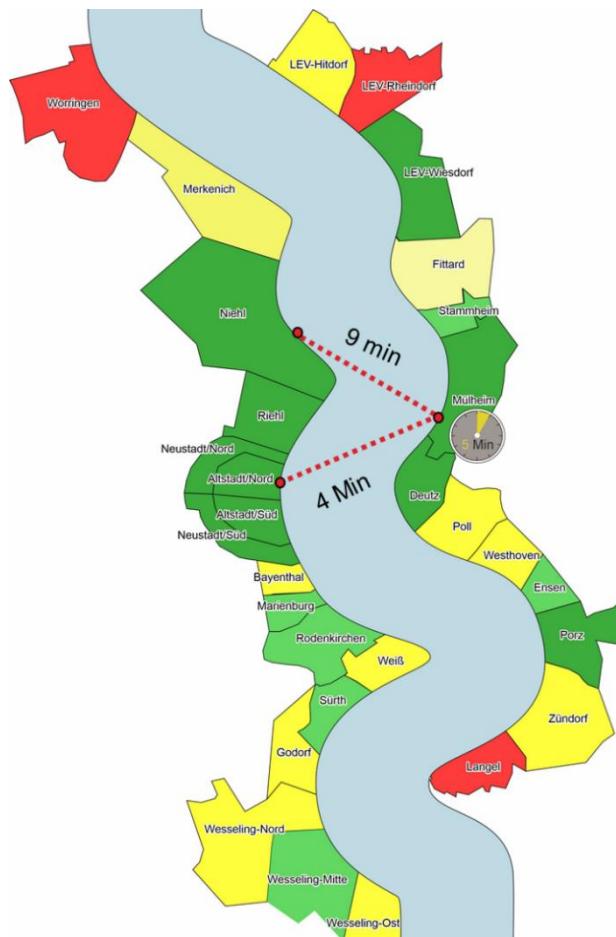


Abbildung 7: Mit dem Wasserbuskonzept verfolgte Ziele

Entwicklung von Bausteinen

Je Relation wurden in einem zweiten Schritt insgesamt 24 Bausteine entwickelt, die in der weiteren Bearbeitung je nach Aufgabenstellung und -vertiefung variabel zusammengesetzt werden könnten. Die nachfolgende Abbildung zeigt einen solchen Baustein und seine betrieblichen Kennwerte.



Von	Haltestelle	Ri	Nach	Haltestelle	MIV	ÖV	MIV	ÖV	Baustein
					Reisezeit MIV [min]	Reisezeit ÖV [min]	Reisezeit MIV*1,8 [min]	Reisezeit ÖV*1,2 [min]	Reisezeit Baustein [min]
Niehl	Fordwerke Süd	↓	Mülheim (südlicher Teil)	Auenweg	17	35	31	42	9
Niehl	Fordwerke Süd	↓	Innenstadt Nord	St. Vincenz-Haus	13	36	23	43	18
Mülheim (südlicher Teil)	Auenweg	↓	Innenstadt Nord	St. Vincenz-Haus	11	21	20	25	4

Abbildung 8: Beispiel eines Bausteins und Vergleich der Reisezeiten

Entwicklung von Grundsatzperspektiven und Varianten

Mit den entwickelten Bausteinen wurden in mehreren Iterationsschritten drei unterschiedliche Perspektiven erarbeitet. Dabei weist jede Perspektive eine spezifische Herangehensweise auf und verfolgt unterschiedliche Ziele bei der Konzeptentwicklung für die Wasserbuslinien in dem definierten Untersuchungsraum. Die Perspektiven stellen bewusst kontrastierte Unterschiede dar, um unterscheidbare Möglichkeiten zur Konzeptgestaltung aufzeigen zu können.

► Perspektive 1: „Keep it simple!“

Bei dieser Perspektive wird von einer minimalen Linienanzahl (eine bis maximal

zwei Linien) ausgegangen, die das Untersuchungsgebiet vollständig abdecken bzw. erschließen.

► **Perspektive 2: „Zwei auf einen Schlag!“**

Ziel dieser Perspektive ist es, gleichzeitig zwei Funktionen zu erfüllen: Einerseits die bestehende Nachfrage auf nachfragestarken Relationen zu bedienen (die sich hauptsächlich im Bereich zwischen Niehl und Deutz befinden) und andererseits - nach der Logik „neues Angebot schafft neue Nachfrage“ - aktuell nachfragearme aber mit Potenzial behaftete Relationen zu bedienen.

► **Perspektive 3: „Ohne Zwischenhalt von A nach B!“**

Diese Perspektive fokussiert sich auf die nachfragestarken Relationen im Untersuchungsraum.

Für jede Perspektive wurden daraufhin zwei konkrete Linienvarianten erarbeitet, so dass am Ende insgesamt sechs Linienkonzepte für eine abschließende Bewertung zur Verfügung standen. Da bei der Perspektive 3 das größte Potenzial an Nachfrageströmen bei gleichzeitig maximalem Reisezeitvorteil abgedeckt werden kann, wurde sie als die vielversprechendste Perspektive ausgewählt. In der weiteren Verfeinerung wurde eine der beiden Varianten als Vorzugsvariante ausgearbeitet und festgelegt.

Diese Vorzugsvariante setzt sich aus insgesamt drei Linien zusammen und bildete fortan als Zielkonzept die Grundlage für die weiteren Arbeitsschritte.

Linie	Linienweg
A	Leverkusen Wiesdorf - Mülheim - Riehl - Deutz/Messe - Rodenkirchen
B	Leverkusen Wiesdorf - Niehl - Mülheim - Innenstadt Nord (Köln Hbf) - Deutzer Hafen
C	Mülheim - Bf. Deutz/Messe - Rodenkirchen - Porz - Wesseling

Tabelle 1: Die drei Linien der Vorzugsvariante

In einem weiteren Schritt wurden verschiedene Ausbaustufen zur Einrichtung der drei Linien entwickelt. In der nachfolgenden Abbildung sind schematisch das Liniennetz der drei Linien der Vorzugsvariante sowie die erste Ausbaustufe (Pilotstufe) dargestellt:

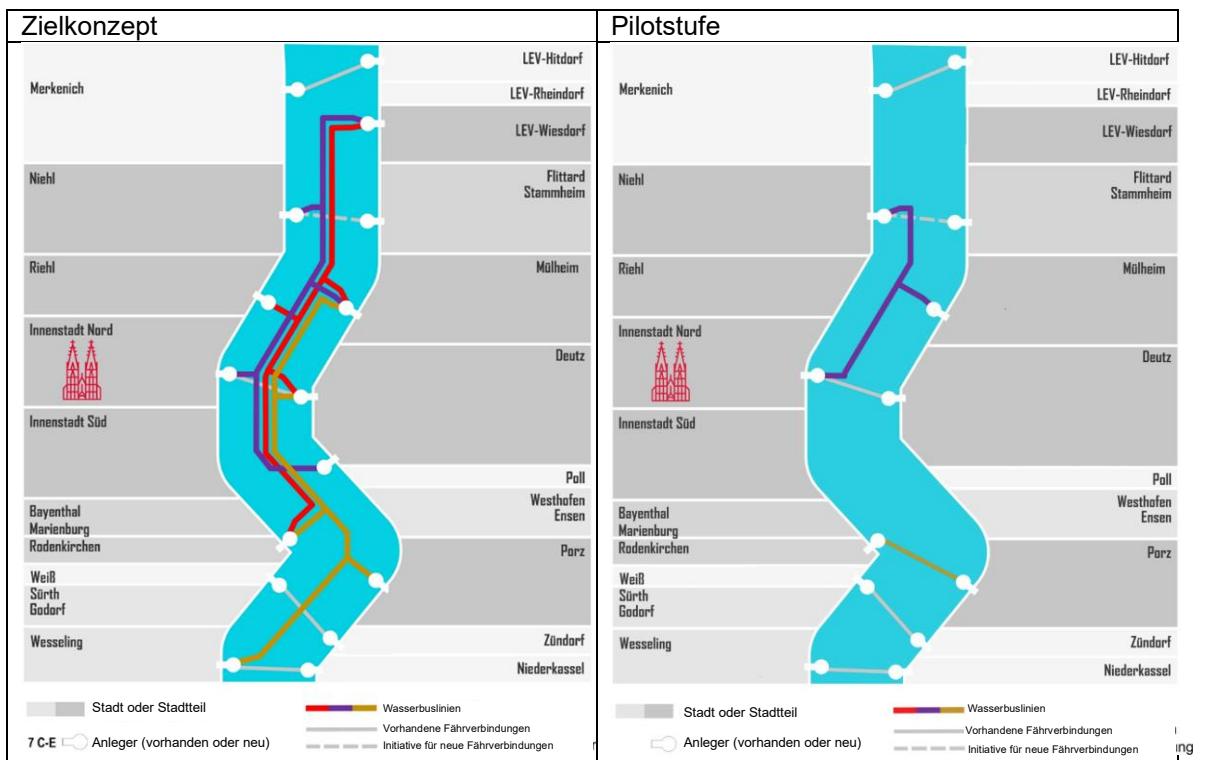


Abbildung 9: Linienkonzept der Vorzugsvariante im Zielkonzept und der Pilotstufe

Mit der vorgeschlagenen Kombination der beiden Pilotlinien können sowohl die in der Studie prognostizierten Verlagerungseffekte auf den Wasserbus als auch die vermutete Entstehung von neuer Nachfrage getestet werden. Je nachdem, welche Erfahrungen im Pilotbetrieb gesammelt werden, sind unterschiedliche Ausbaustufen des Konzepts möglich. Es können weitere Linien bis zum vorgeschlagenen Zielkonzept des Linienkonzeptes implementiert werden, aber auch die Schaffung neuer Quell-Ziel Relationen oder Taktverdichtungen auf den bestehenden Linien sind vorstellbar.

7 Betrieb

Nach der Festlegung des Linien- und Bedienkonzeptes wurde ein konkretes Betriebskonzept entwickelt, das die Verknüpfung mit dem bestehenden ÖV-Angebot herstellt.

Als geplanter Teil des zukünftigen ÖPNV in der Region sind sowohl die Betriebszeiten als auch das Fahrtenangebot des Wasserbusses in einem integrierten Prozess zu betrachten. Mit einer unterstellten Betriebszeit von 05:00-24:00 Uhr und einem 30-Minuten-Takt auf den einzelnen Linien kann ein attraktives ganztägiges Wasserbusangebot geschaffen werden. Zudem werden wichtige Umsteigeverknüpfungen zwischen dem Wasserbus und den Verkehrsmitteln des Umweltverbunds sichergestellt. Auch wenn die Wasserbusanleger nicht überall in unmittelbarer Nähe zur nächsten ÖV-Haltestelle verortet sind, so sind in allen Fällen vorhandene ÖV-Angebote fußläufig erreichbar und die

hierfür benötigten Zeiten in den geplanten Anschlüssen so weit wie möglich berücksichtigt. Dadurch ist gewährleistet, dass der Wasserbus keine isolierte „Insellösung“, sondern integraler Bestandteil des ÖV-Netzes ist.

Das Überschreiten der Hochwassermarkte I des Rheins markiert die Grenze für einen Betrieb bei Hochwasser. Der zugehörige Kölner Pegel von 6,20 m wird durchschnittlich an ca. 11-12 Tagen im Jahr erreicht, was zu einer durchschnittlichen jährlichen Verfügbarkeit des Wasserbussystems von 95 % führt.

8 Infrastruktur

Elementar für die Realisierung der Pilotstufe aber auch für den Ausbau des Systems bis zum möglichen Zielkonzept der Vorzugsvariante sind die Schiffsanleger. Insgesamt befinden sich rund 50 Anleger im Untersuchungsraum der Machbarkeitsstudie. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, neue Anleger zu bauen, vorhandene Anleger „exklusiv“ für den Wasserbus zu nutzen oder eine gemeinsame Nutzung bestehender Anlagen durch die derzeitigen Unternehmen und den Wasserbus anzustreben.

Unabhängig der gewählten Errichtungs-, Nutzungs- und Betriebsoption für die Anleger des Wasserbusses ist davon auszugehen, dass die Anlagen neugestaltet bzw. vorhandene Anleger umgebaut werden müssen. Im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung wurden alle potenziellen Anlegestellen der Endstufe der Vorzugsvariante eingehend betrachtet. Die nachfolgenden Abbildungen verorten exemplarisch den geplanten Anleger in Köln Riehl:



Abbildung 10: Übersichtskarte Köln Riehl (KVB) und Ufersituation



Abbildung 11: Mögliche Gestaltung des Anlegers in Köln Riehl

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie ist ein eigener Anlegertyp konzipiert worden, der eine hohe Systemverfügbarkeit auch bei variierenden Wasserständen garantiert. Im Unterschied zu den meisten vorhandenen Anlegern, bei denen oft große Neigungen der Zugangsstege auftreten, soll das Wasserbussystem im Betrieb barrierefrei zugänglich sein. Eine maximale Neigung des Steges von 6% gilt analog der Zugangsrampen von Haltestellen des ÖPNV als barrierefrei, wenn alle 6 m mindestens 1,5 m lange Zwischenpodeste angeordnet sind. Der für das Wasserbussystem erarbeitete Anlegertyp besteht aus einem festen landseitigen Steg, einem beweglichen Teil (Verbindungssteg) und einem Schwimmponton mit festem Aufbau (Treppe und Rampen). Er bietet Anlegefläche für zwei Schiffe und ist in den nachfolgenden Skizzen schematisch dargestellt:

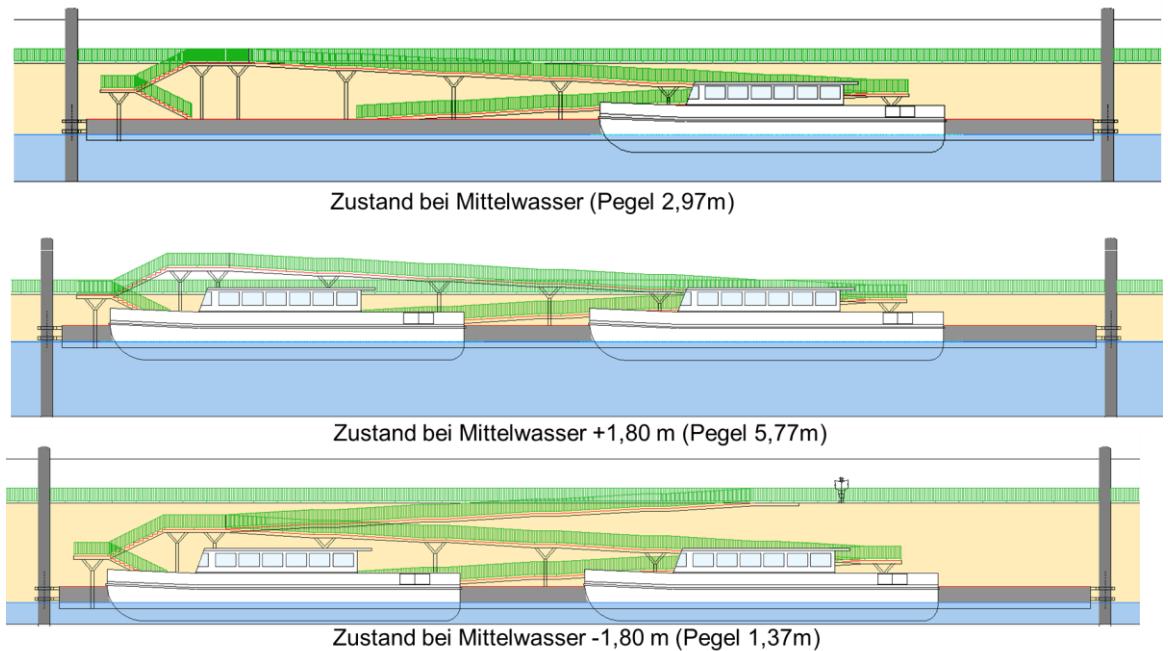


Abbildung 12: Neigung des Steges bei Mittel-, Niedrig- und Hochwasser - schematische Ansicht

Mit dieser gewählten Konstruktion kann ein barrierefreier Zugang zum Ponton bei Rheinwasserständen zwischen 4,86 m und 1,08 m gewährleistet werden. Damit wäre ein uneingeschränkt barrierefreier Zugang zum Wasserbus an durchschnittlich 321 Betriebstagen möglich. Dies entspricht einer vollständigen Barrierefreiheit an 88% aller Tage im Jahr.

Sofern eine maximale Neigung des Steges von bis zu 8% als eingeschränkt barrierefrei angesehen würde, könnten Höhenunterschiede bis zu 2,49 m überwunden werden. Damit wären Hochwasserstände bis 5,46 m und nahezu alle Niedrigwassersituationen abgedeckt. Die Anlage könnte somit an durchschnittlich 341 Betriebstagen mindestens eingeschränkt barrierefrei erreicht werden, was einer Verfügbarkeit von 93 % entspräche.

Würden darüber hinaus auch noch tageweise extremere Zugangssituationen akzeptiert, beispielsweise bei einem Betrieb bis zum Erreichen der Hochwassermarke I (6,20 m am Pegel Köln), würde die Neigung des Steges bis zu 11% betragen.

Die ermittelten Lagen und Ausgestaltungen der Anleger stellen jeweils eine fundierte erste Annäherung dar, die in der weiteren Planung jeweils standortscharf vertiefend zu betrachten und diskutieren sind. So sind die bestehenden Schiffseigner und –betreiber von Beginn an einzubinden, um sicherzustellen, dass die Ausgestaltung der Anlegestellen die Belange aller Nutzer berücksichtigt

Hinsichtlich der Kosten ergeben sich für die Errichtung aller Anlegestellen des Zielkonzepts Investitionskosten in Höhe von etwa 17,5 Mio. Euro und für die fünf Anlegestellen der ersten Ausbaustufe knapp 5 Mio. Euro.

9 Nachfrage und Wirtschaftlichkeit

Nachfrage

Mit Hilfe des Nachfrageverfahrens in Anlehnung an die Standardisierte Bewertung wurde für die beiden Konzepte der Vorzugsvariante (Pilotstufe und Zielkonzept) unter Verwendung des Verkehrsmodells eine Nachfrageprognose gerechnet. In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse zusammenfassend beschrieben.

Fahrgäste Wasserbus am durchschnittlichen Werktag	Pilotstufe	Zielkonzept
Insgesamt	6.900	13.900
davon		
vom SPNV verlagert	1.300	3.000
von der Stadtbahn verlagert	1.100	6.300
vom Bus verlagert	3.700	2.800
Neu für den ÖV gewonnen	800	1.800
davon		
vom MIV verlagert	500	1.300
induziert	300	500

Tabelle 2: Fahrgastentwicklung Wasserbus und Verlagerungseffekte

Können in der Pilotstufe schon knapp 7.000 Fahrgäste pro Tag gewonnen werden, so steigt diese Zahl im Zielkonzept auf knapp 14.000 Fahrgäste pro Tag an. Ein großer Teil der Fahrgastgewinne im Wasserbus sind durch Verlagerungen innerhalb des ÖV zu verzeichnen. So kann der Wasserbus für viele Kunden ein schnelleres und damit attraktiveres Angebot zur Verfügung stellen.

Aber auch Fahrgastgewinne durch Verlagerungen vom MIV sind zu verzeichnen. Hier insbesondere Verlagerungen vom MIV auf die bimodale Nutzung des Wasserbus mit dem eigenen Fahrrad. Durch die Möglichkeit der Fahrradmitnahme im Wasserbus können attraktivere Fahrzeiten mit Fahrrad und Wasserbus gegenüber der reinen Pkw-Fahrt erzielt werden.

Im Zielkonzept sind drei Wasserbuslinien geplant, die jeweils im 30min-Takt fahren:

- ▶ Linie A: Leverkusen Wiesdorf - Mülheim (Nord) - Riehl - Deutz Bf - Rodenkirchen / Bayenthal
- ▶ Linie B: Leverkusen Wiesdorf - Mülheim (Nord) - Innenstadt Nord (Köln Hbf) - Deutzer Hafen
- ▶ Linie C: Mülheim (Nord) - Deutz Bf - Rodenkirchen - Porz - Wesseling

Am stärksten genutzt wird die Linie B mit rund 9.000 Fahrgästen täglich. Auf dieser Linie kann es in den Spitzensstunden beim unterstellten 30-Minuten-Takt zu Kapazitätsengpässen kommen, die einen zusätzlichen Fahrzeugeinsatz nötig machen könnten. Die Linien A und C werden wiederum mit jeweils rund 2.500 Fahrgästen am Tag deutlich weniger stark nachgefragt. Dieser große Unterschied der Fahrgastzahlen auf der

Linie B gegenüber den beiden anderen Linien liegt im Bedienkonzept begründet. So ist die Linie B die einzige Linie, die Köln Nord/Hbf. bedient.

Am aufkommensstärksten ist mit 9.000 Ein- und Aussteigern die Wasserbushaltestelle Mülheim. Als einzige der Wasserbushaltestellen legen hier alle drei Linien an. Bis zum Anleger Deutzer Hafen weisen die Linien eine gute Fahrgastbelastung im Querschnitt auf. Weiter Richtung Süden sind die Fahrgastzahlen geringer und sinken auf dem Abschnitt Wesseling – Porz auf nur noch 200 Fahrgäste täglich im Querschnitt. Gründe für diese geringe Nachfrage in Wesseling sind das bestehende sehr gute ÖV-Angebot Richtung Köln der Linie 16 und die langen Fahrzeiten des Wasserbusses durch den Weißen Bogen.

In der Spitzentunde ist im Zielkonzept mit rund 50 Fahrrädern je Fahrt zu rechnen. Dies ist Ausdruck der hohen Attraktivität des Wasserbusses für die intermodale Nutzung.

Die Möglichkeit der Fahrradmitnahme im Wasserbus stellt somit eine wichtige zusätzliche verkehrliche Bewertung dar, die nicht unterschlagen werden darf.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Fahrgastnachfrage auf den Strecken im Zielkonzept grafisch dargestellt.

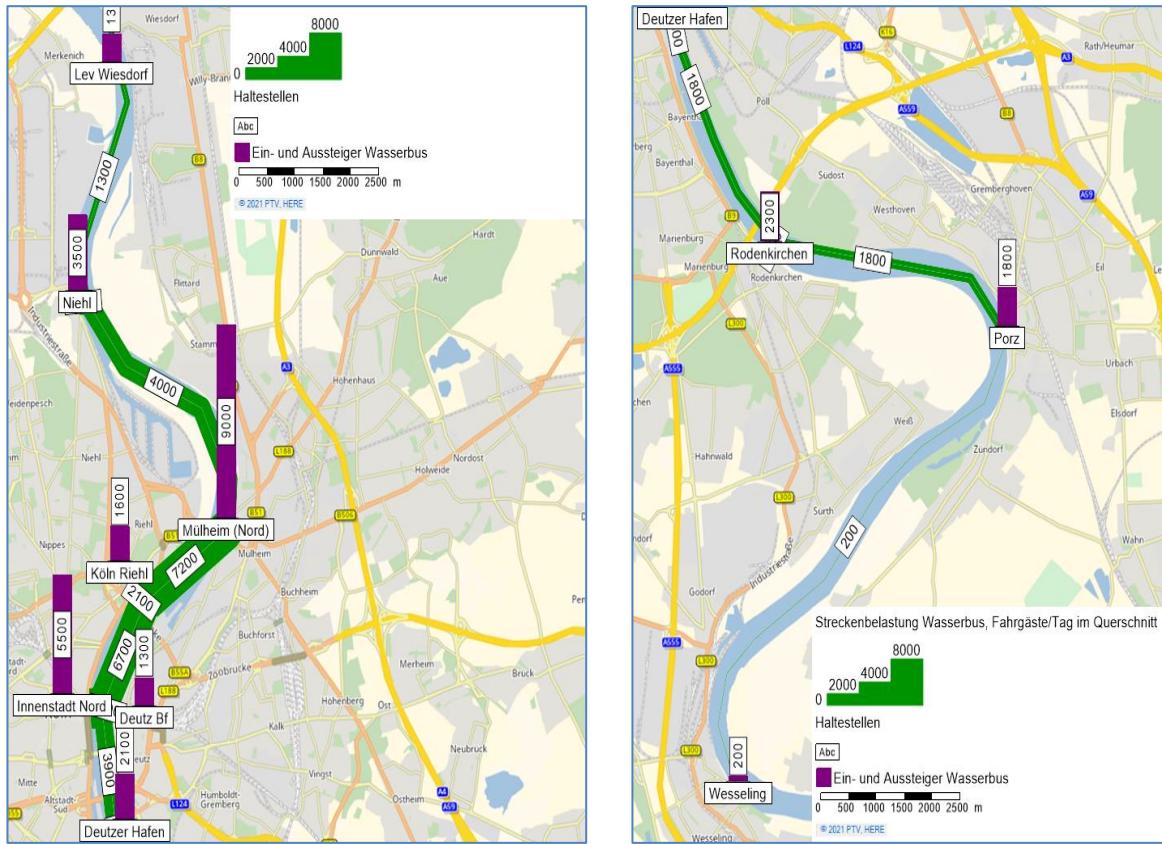


Abbildung 13: Fahrgastnachfrage Wasserbus Zielkonzept – Fahrgäste pro Tag im Querschnitt

Wirtschaftlichkeit

Aus den nun vorliegenden Daten und Ergebnissen der vorherigen Arbeiten konnte eine erste Wirtschaftlichkeit des Systems ermittelt werden. Dabei wurde auf die Methodik der volkswirtschaftlichen Betrachtung in Anlehnung an die Standardisierten Bewertung zurückgegriffen. Diese weist eine Reihe von Vorteilen auf, ist aber nur eine Form der Bewertung. So ist eine betriebswirtschaftliche Bewertung damit nicht gegeben.

Bei der volkswirtschaftlichen Bewertung werden alle Effekte – wie zum Beispiel die eben beschriebenen Nachfrageeffekte – monetarisiert und, sofern notwendig auch annuiert. So ist eine Vergleichbarkeit sichergestellt. Die Bewertung setzt sich aus drei wesentlichen Komponenten zusammen.

- Nutzen: zum Beispiel Fahrgastverlagerungen vom MIV, schnellere Reisezeit von ÖV-Fahrgästen, veränderte CO₂-Emissionen
- Betriebskosten: etwa der Einsatz von Schiffen mit Dieselantrieb versus dem Einsatz von Schiffen mit einem rein batterieelektrischen Antrieb
- Infrastrukturkosten: diese entsprechen im Wesentlichen den Kosten der zu errichtenden Anlegestellen

In den beiden nachfolgenden Tabellen werden die jeweiligen Nutzen und Kosten für die Pilotstufe und das Zielkonzept dargestellt. In beiden Stufen ist zu erkennen, dass ein Wasserbussystem mit erheblichen Betriebskosten zu rechnen hat. Diese können aber durch den Einsatz eines Schiffstyps mit elektrischen Antrieb maßgeblich reduziert werden beziehungsweise werden und zugleich erhöht sich durch den Wegfall von CO₂-Emissionen der Nutzen deutlich.

	Nutzen Mio. Euro/a	Betriebs- kosten Mio. Euro/a	Infrastruktur- kosten Mio. Euro/a
Diesel	1,2	-3,5	-0,16
Elektrisch	2,1	-3,0	-0,2

Tabelle 3: Zusammensetzung der Kosten und Nutzen für die Pilotstufe

	Nutzen Mio. Euro/a	Betriebs- kosten Mio. Euro/a	Infrastruktur- kosten Mio. Euro/a
Diesel	-0,8	-13,9	-0,56
Elektrisch	2,2	-11,3	-0,6

Tabelle 4: Zusammensetzung der Kosten und Nutzen für das Zielkonzept

Nutzen Wasserbus insgesamt

Wie im vorangehenden Abschnitt ersichtlich, ergibt sich derzeit nach dem strengen Maßstab der Standardisierten Bewertung kein positiver Nutzen für ein Wasserbusssystem. Die in dieser Untersuchung verwendete Standardisierte Bewertung dient originär der Bewertung von investiven Maßnahmen im Schienenpersonennahverkehr und besticht durch den großen Vorteil der sich aus ihrer standardisierten Vorgehensweise ergebenden Vergleichbarkeit. Eine wesentliche Schwäche, die gerade mit Blick auf die Bewertung des Wasserbusssystems von großer Bedeutung ist, ist die Nichtberücksichtigung sämtlicher nicht monetarisierbarer Nutzen. Da der Wasserbus aber zahlreiche nicht monetarisierbare Nutzeneffekte – je nach Ausbaustufe in unterschiedlichem Maße – aufweist, müssen diese an dieser Stelle kurz benannt werden:

- ▶ Stadt-/Regionalentwicklung
- ▶ Entlastung des bestehenden ÖPNV
- ▶ Verbesserung der Resilienz des Verkehrssystems
- ▶ Besondere Attraktivität des Wasserbus
- ▶ Imageverbesserung
- ▶ Touristischer Mehrwert
- ▶ Negativ sind die Risiken durch Witterung und Wasserstand

Abschließende Bewertung von Nachfrage und Wirtschaftlichkeit

Es hat sich gezeigt, dass mit dem Wasserbus als integraler Bestandteil des ÖV sowohl für die Pilotstudie als auch für das Zielkonzept Fahrgäste gewonnen werden können. Dabei sind auch Verlagerungen vom MIV auf den Wasserbus festzustellen. Zudem kann der Wasserbus für eine Vielzahl an Fahrgästen eine gegenüber heute schnellere Alternative aufzeigen. Durch den Wasserbus wird die Attraktivität des ÖV in der Region verbessert. Jedoch muss an dieser Stelle ebenso darauf hingewiesen werden, dass der Wasserbus die Anzahl der notwendigen Umstiege erhöht und damit einen Teil der sehr guten Reisezeitvorteile wieder aufgebraucht werden. Umsteigevorgänge werden in der Standardisierten Bewertung stark negativ bewertet. Es ist davon auszugehen, dass ein Umsteigevorgang auf den Wasserbus jedoch mit einem geringen Widerstand verbunden ist, als ein Umsteigen in einen Bus. Somit schlägt hier das Ergebnis aus der Be-rechnung stärker negativ aus.

Ein wirklicher Fahrgastgewinn kann bei den Radfahrenden erzielt werden. Durch die Möglichkeit der Nutzung des Wasserbusses auf einem Teilweg der Radfahrstrecke werden erhebliche Verlagerungen auf den ÖV erzielt. Der Wasserbus als integraler Bestandteil einer ansonsten ausschließlichen Fahrradfahrt eröffnet einer Vielzahl fahrradaffiner Personen völlig neue Wegeketten. Mit dem heute schon hohen und perspektivisch weiter steigendem Radverkehrsanteil im städtischen Verkehr kann der Wasserbus die Bedeutung des Fahrrades weiter erhöhen. Es ist davon auszugehen, dass der Anteil der Fahrräder auf den Linien des Wasserbus groß sein wird. Dies zeigt sich schon in

der Nachfrageermittlung sowohl in der Pilotstufe als auch im Zielkonzept. Mit rund 50 Fahrrädern in der Hauptverkehrszeit auf den Schiffen sollte gleichzeitig gerechnet werden. Die Mitnahme des Fahrrades stellt einen guten und hohen Nutzen für den Wasserbus dar. Zudem ermöglicht es den Radfahrenden neue Ziele mit dem Fahrrad schnell und einfach zu erreichen.

Trotz all der positiven Fahrgastentwicklungen ist ebenso zu erkennen, dass der Betrieb eines Wasserbussystems mit erheblichen Kosten verbunden ist. Die hohen Anschaffungskosten der Schiffe - unabhängig des Antriebs - und die hohen Betriebs- und Personalkosten schlagen hier negativ zu Buche.

Es zeigt sich jedoch auch, dass eine veränderte alternative Antriebstechnik schon zu einer substanziellem Reduktion der Betriebskosten beitragen kann. Zudem ist ein mögliches Leasing der Schiffe hier noch nicht unterstellt worden.

Im Ergebnis der Pilotstufe zeigt sich, dass insbesondere der zentrale Bereich von Köln eine hohe Nachfrage im Wasserbus generieren kann. In der weiteren Führung Richtung Süden lässt die Fahrgastnachfrage stark nach und erreicht auf dem Abschnitt Porz – Wesseling lediglich eine dreistellige Zahl. Dies erscheint aber in Anbetracht des schon existierenden guten ÖV aus Wesseling und Porz in Richtung Köln jeweils mit einer Stadtbahn auch nachvollziehbar. Der lange und mäandernde Weg des Wasserbusses von Wesseling bis Köln gegenüber der gradlinigen Stadtbahnführung, zudem das unterschiedliche Angebotsniveau lassen den Wasserbus in diesem Bereich kritisch erscheinen. Eine Einbindung Wesselings könnte jedoch bei einer Ausweitung des Systems in Richtung Bonn an Attraktivität gewinnen.

Mit dem Verfahren aus der der Standardisierten Bewertung wurde ein Bewertungsverfahren angewandt, das einen ersten belastbaren Eindruck von der Sinnhaftigkeit des Systems „Wasserbus“ aufgezeigt hat. Jedoch handelt es sich dabei um ein Verfahren, das originär für die volkswirtschaftliche Bewertung von großen (teuren) Infrastrukturprojekten entwickelt wurde. Die reinen Infrastrukturkosten eines Wasserbussystems sind hingegen vergleichsweise gering. Für eine weiterführende und gesamthafte Bewertung des Wasserbussystems für die Region sollte daherüber die volkswirtschaftliche Be trachtung hinaus zusätzlich eine nutzwertanalytische Bewertung, die zudem ein Haupt augenmerk auf die betriebswirtschaftlichen Belange legt, vorgenommen werden. Dar über hinaus ergeben sich durch den Wasserbus auch positive Aspekte, die über eine nutzwertanalytische Betrachtung hinaus gehen. So ist der Aspekt neuen Mobilität durch den Wasserbus - verstärkte Mitnahme des Fahrrads und somit Aufbau von neuen, heute nicht vorstellbaren Verbindungen – nicht hoch genug einzuschätzen.

10 Empfehlungen

Der Wasserbus überwindet die Barriere „Rhein“ und bietet somit eine Vielzahl von zusätzlichen Querungsmöglichkeiten für Nutzer*innen des ÖV, Zufußgehende und Fahrradfahrende. Damit kann er einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der Resilienz des Gesamtverkehrssystems leisten. Er führt zu einer Attraktivitätssteigerung des ÖV und unterstützt - bei Verwendung emissionsfreier Antriebe - die Bemühungen der Städte, ihre Verkehrssysteme klimafreundlich weiterzuentwickeln. Hinzu kommen nicht zu unterschätzende positive Auswirkungen auf die Wahrnehmung und das Image von Stadt und Region.

Die notwendigen infrastrukturellen Maßnahmen sowohl auf Land- als auch Wasserseite sind erkennbar und stellen kein Hindernis für die Umsetzung dar. Durch einen stufenweisen Aufbau des Wasserbusses sind die infrastrukturellen Maßnahmen zu Beginn der Umsetzung auf ein geringes Maß beschränkt.

Es gibt eine Vielzahl von Schiffstypen diverser Anbieter, die für einen Wasserbusbetrieb passend, marktreif und operativ erprobt sind. Antriebsformen auf Basis von unerschöpflichen Energiequellen werden auch im Schiffsverkehr stets weiterentwickelt. Erste Hybrid- und vollelektrische Varianten sind bereits jetzt marktreif, Brennstoffzellenantriebe können mittelfristig (in 5-10 Jahren) ebenfalls in Betracht gezogen werden.

Der Betrieb des Wasserbus ist geprägt durch zwei wesentliche Ausrichtungen: Kurze Wege mit einer hohen Anzahl an Fahrgästen führen zu einer guten Wirtschaftlichkeit des Systems. Hingegen stößt der Wasserbus bei langen Strecken und geringem Fahrgastpotenzial an seine wirtschaftliche Grenze. Hier haben etablierte ÖV-Systeme wie Eisen- oder Stadtbahn erhebliche Vorteile. Zudem bedienen diese Systeme schon heute eine Reihe der betrachteten Relationen (siehe beispielsweise Köln – Wesseling). In Summe ist der Einsatz eines Wasserbusses somit insbesondere in dicht besiedelten Gebieten effektiv, wo ein hohes Fahrgastpotenzial herrscht und zugleich hohen Reisezeitnutzen erzielt werden können..

Die Einführung des Wasserbus als neues und in den bestehenden ÖPNV integriertes Verkehrsmittel bedarf einer sukzessiven Umsetzung. Hierbei können Stück für Stück Erfahrungen und Erkenntnisse gesammelt werden, die hilfreich für die endgültige Ausgestaltung des Gesamtsystems sind. Mit den in dieser Untersuchung entwickelten Pilotstrecken liegt eine erste Ausbaustufe vor, die für eine Implementierung genutzt werden sollte und mit dem Zielzustand wurde ein möglicher Endausbau vorgestellt, der jedoch im Verlauf der Umsetzung weiter verifiziert werden sollte.

Darüber hinaus sollten ebenso die weiterführenden Planungen in den Nachbarräumen in die weitere Betrachtung einbezogen werden. So wird aktuell für den Bereich zwischen Leverkusen und Duisburg unter Federführung der Landeshauptstadt Düsseldorf eine mit dieser Untersuchung vergleichbare Wasserbusstudie erstellt. Für den Raum südlich von Wesseling werden derzeit auch Gespräche für die Prüfung eines Wasserbusseinsatzes geführt.

Die Gutachter weisen darauf hin, dass die Einführung eines neuen Wasserbussystems bei aller Sinnhaftigkeit hoch komplex ist und sehr hohe Barrieren aufweist. Daher sollten folgende Empfehlungen bezüglich der weiteren Schritte möglichst beachtet werden:

- ▶ **Empfehlung 1: auf bestehendes Knowhow aufbauen, mit marktreifen Lösungen starten**
Es sollte so viel wie möglich auf bestehendes Knowhow vor Ort zurückgegriffen werden. Es sollte zunächst mit marktreifen, erprobten Lösungen gearbeitet werden, bevor noch nicht erprobte neue Technologien eingeführt werden.
 - ▶ **Empfehlung 2: mit Pilotierung in einem Kerngebiet beginnen und das System stufenweise einführen**
Aufbauend auf Empfehlung 1 ist auch zu raten, erst mit einem kleinen Gebiet, mit geringen Investitionskosten in Schiffe und Haltepunkte zu starten. Lerneffekte zu Betrieb und Nutzung können beim weiteren Ausbau berücksichtigt werden.
 - ▶ **Empfehlung 3: für die Pilotierungsphase Schiffe leihen/ leasen oder gebraucht kaufen**
Empfehlung 2 kann ergänzt werden mit der Option, dass für eine Pilotphase auch die Option erörtert werden sollte, Schiffe erstmal zu leihen oder zu leasen, oder diese gebraucht zu kaufen. So können hohe Investitionskosten zu Beginn vermieden werden.
 - ▶ **Empfehlung 4: enge Zusammenarbeit mit den bestehenden Schiffbetreibern**
Unabhängig der drei ersten Empfehlungen ist eine Implementierung des Wasserbussystems in der Region Köln unbedingt notwendig mit den ortsansässigen Schiffseignern und -betreibern gemeinsam Lösungen im Sinne aller Beteiligten zu arbeiten.
- Empfehlung 5: vertiefende wirtschaftliche Überprüfung des Wasserbus**
- Für eine detaillierte wirtschaftliche Betrachtung des Wasserbus ist es sinnvoll einen Businessplan aufzustellen, in dem die unterschiedlichen Aspekte des Betriebs beleuchtet werden. Dies sind unter anderem Themen wie Schiffstyp und -antrieb, Anlegekonzept, Tarifierung/Preisstruktur, Betreibermodell und Bau der Infrastruktur.

Auf Basis der aus dieser Studie gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse ist ein Wasserbus als neues ÖV-Verkehrsmittel im Untersuchungsraum vorstellbar und sollte daher weiterverfolgt werden. Im ausführlichen Abschlussbericht findet sich eine umfängliche Auflistung weiterer Arbeitsschritte, die angegangen werden können, um die durch diese Studie aufgeworfenen Fragen zu vertiefen und Zug um Zug (Schiff um Schiff) zu beantworten.