

Abschlussbericht

Automatisierte Schiene Wächtersbach- Bad Orb

Dipl. -Ing. Thomas Kocholl (MBA)

Dipl. -Ing. Heiko Ifland

Dipl. -Ing. Wolf-Dietrich Geitz

Prof. Dr. Ing. Frank Lademann

M. Sc. Martin Holkenbrink

M. Sc. Julian Stiegele

in Kooperation mit

Prof. Dr. Matthias Gather

Verkehrspolitik & Raumplanung



Erstellt durch:
Railistics GmbH
Bahnhofstr. 36
65185 Wiesbaden

0611 447880
info@railistics.de

Erstellt für:
Stadt Wächtersbach
Schloss 1
63607 Wächtersbach

17. November 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Zielsetzung	1
2	Projektstruktur und Arbeitsschritte	2
3	Methodisches Vorgehen	3
3.1	Infrastrukturanalyse und Investitionskosten	4
3.1.1	Infrastrukturanalyse	4
3.1.2	Methodik zur Abschätzung der Investitionskosten	5
3.2	Methodik der Entwicklung der Betriebskonzepte	6
3.3	Methodik zur Abschätzung der Nachfragepotenziale	7
3.4	Methodik Nutzen-Kosten-Untersuchung	8
3.4.1	Gesamtwirtschaftliche Bewertung	9
3.4.2	Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnis	11
4	Ergebnisse der Bestandsaufnahme	12
4.1	Bestandsaufnahme Infrastruktur	12
4.1.1	Allgemeine Rahmenbedingungen Infrastruktur	12
4.1.2	Zustand des Unterbaus	12
4.1.3	Zustand des Oberbaus	13
4.1.4	Übersicht Bahnübergänge	13
4.1.5	Übersicht Haltepunkte und Bahnhöfe	14
4.1.6	Übersicht Brücken und Kunstbauwerke	15
4.2	Bestandsaufnahme Raum & Siedlungsstruktur	15
4.2.1	Übersicht verwendete Prognosedaten	15
4.2.2	Übersicht allgemeine Bevölkerungsdaten	16
4.3	Bestandsaufnahme des Verkehrsangebots	18
4.4	Rechtliche Rahmenbedingungen	19
4.5	Erforderliche Investitionsmaßnahmen nach Szenarien	21
4.5.1	Investitionsmaßnahmen bei Betrieb nach EBO in Regelspur	21
4.5.2	Investitionsmaßnahmen im Mischbetrieb nach EBO (Dreischienengleis)	25
5	Marktanalyse innovative Fahrzeuge	26
5.1	Marktübersicht innovative Fahrzeuge Bahn	26
5.2	Marktübersicht innovative Fahrzeuge Bus	27
6	Marktübersicht und Stand der Technik „automatisierter Bahnbetrieb“ (ATO)	28
6.1	Allgemeine Rahmenbedingungen ATO	28

6.2	Praxisbeispiele ATO	29
6.2.1	Appenzeller Bahn	29
6.2.2	Teststrecke Jülich-Linnich	30
6.3	Investitionsmaßnahmen bei Durchführung von automatisiertem Bahnbetrieb	31
7	Bewertung und Gegenüberstellung der Realisierungsmöglichkeiten	32
8	Varianten Betriebskonzept und Infrastruktur	34
8.1	Variantenbetrachtung Betriebskonzepte	34
8.1.1	Voruntersuchungen Betriebskonzepte	34
8.1.2	Detailvarianten Betriebskonzepte	35
8.2	Ergebnisse Betriebskonzept	35
8.2.1	Fahr- und Wendezeiten nach Antriebsform	35
8.2.2	Möglichkeiten zur Durchbindung von Bestandslinien	37
8.2.3	Möglichkeiten zur Verlängerung der Linie mit Einfädelung auf die Kinzigtalbahn	39
8.2.4	Zusammenfassung der betrachteten Varianten im Mit-Fall	39
8.3	Empfehlung Betriebskonzept und Fahrzeugeinsatz	40
9	Vergleichende Bewertung und Wirtschaftlichkeit	41
9.1	Abschätzung der Reisendenpotenziale	41
9.1.1	Erreichbarkeiten der Haltestellen im Stadtgebiet Bad Orb	41
9.1.2	Verkehrsmittelwahl im Korridor	42
9.2	Vereinfachte Standardisierte Bewertung	48
9.2.1	Festlegung des Referenzfalles (Ohne-Fall)	48
9.2.2	Vorzugsvariante im MIT-Fall	48
9.2.3	Kalkulations- und Schätzprämissen	49
9.2.4	Nachfragepotenziale im Reaktivierungsfall	52
9.2.5	Übersicht Kapitaldienst der Streckeninfrastruktur	53
9.2.6	Vergleichende volkswirtschaftliche Bewertung	53
9.3	Ergebnisse im Szenario Verkehrswende	57
10	Organisatorische Umsetzungsmöglichkeiten und Finanzierung	59
10.1.1	Allgemein geltende Gesetze und Verordnungen	59
10.1.2	Anforderungen und Nachweise an den Betrieb der Strecke	59
10.1.3	Organisationsformen und Betreibermodelle	60
10.2	Übersicht Fördermöglichkeiten Infrastruktur, Fahrzeuge und Betrieb	61
10.2.1	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz	62
10.2.2	Förderung alternativer Antriebe im Schienenverkehr	62
10.2.3	Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase II	63

10.2.4 Autonomes und vernetztes Fahren in öffentlichen Verkehr	63
10.2.5 Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien	63
10.2.6 Mobilitätsfördergesetz (Land Hessen)	64
11 Handlungsempfehlung	65
12 Quellenverzeichnis	68
13 Anhang	71

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Projektstruktur	2
Abbildung 3-1: Projektablauf	4
Abbildung 3-2: Methodik im Rahmen der Infrastrukturanalyse	5
Abbildung 3-3: Abschätzung der Verkehrsnachfrage	8
Abbildung 4-1: Liniennetz im Untersuchungsraum	18
Abbildung 4-2: Übersicht rechtliche Rahmenbedingungen bei Streckenreaktivierung	20
Abbildung 7-1: Bewertung der Realisierungsmöglichkeiten der Streckenreaktivierung	33
Abbildung 8-1: Übersicht Haltepunkte Strecke Bad Orb – Wächtersbach	34
Abbildung 8-2: Netzplanschema im D-Takt	38
Abbildung 9-1: Einzugsbereich der geplanten Haltestellen in Bad Orb	41
Abbildung 9-2: Hauptverkehrsmittel auf den Wegen (Modal Split) nach Raumtyp	43
Abbildung 9-3: Einflussparameter zur Ermittlung der modalen Aufteilung	45
Abbildung 10-1: Organisation und Modelle für den Betrieb der Infrastruktur	60
Abbildung 10-2: Praxisbeispiele zum Betrieb von Eisenbahninfrastruktur	61
Abbildung 13-1: Bahnsteig Bahnhof Wächtersbach	71
Abbildung 13-2: Verrottete Befestigung Brückengeländer	72
Abbildung 13-3: Versatz bei Schienenstoß	72
Abbildung 13-4: Abnutzung Schienenoberkante	73
Abbildung 13-5: Freiliegende Schwellen auf der Strecke	73
Abbildung 13-6: Verfaulte Holzschwellen, Schienen werden mit Gewindestangen zusammengehalten	74
Abbildung 13-7: Rissbildung im Schienenkopf	75
Abbildung 13-8: Gleisanlagen Bahnhof Bad Orb	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1 Übersicht Bahnübergänge	14
Tabelle 4-2: Kostenübersicht Reaktivierung	24
Tabelle 8-1: Betrachtete Varianten im Betriebskonzept	35
Tabelle 8-2: Fahr- und Wendezeiten der Betriebskonzeptvarianten	36
Tabelle 8-3: Einsatzkonzept BEMU mit Ladezeiten	37
Tabelle 8-4: Zusammenstellung Ergebnisse Betriebskonzept	40
Tabelle 9-1: Verkehrsmittelwahl nach Wegezwecken ohne SPNV, im Referenzfall und im Best Case Szenario	47
Tabelle 9-2: Straßenseitige Entfernung und Herkunft Pendler	49
Tabelle 9-3: Reiszeitenvergleich MIV vs. Bahnangebot (Mit-Fall)	51
Tabelle 9-4: Nachfragepotenziale im Reaktivierungsfall	52
Tabelle 9-5: Verlagerte PKW-Km MIV auf Bahn	54
Tabelle 9-6: SPNV Betriebskosten p.a.	54
Tabelle 9-7: Saldo Unfallfolgekosten	55
Tabelle 9-8: Nutzen-Kosten-Quotient im Mit-Fall	56
Tabelle 9-9: Ergebnis Nutzen-Kosten-Analyse im Szenario Verkehrswende	58

Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
ATO	Automatic train operation/ automatisierter Fahrbetrieb
BEMU	Battery Electric Multiple Unit/ Akkumulatortriebwagen
BÜ	Bahnübergang
BO	Bau- und Betriebsordnung
BOStrab	Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung
B&R	Bike and Ride
CBTC	Communication-Based Train Control
cm	Zentimeter
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DB	Deutsche Bahn
EBO	Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung
ESTW	Elektronisches Stellwerk
FBS	Fahrplanbearbeitungssystem
FV-NE	Fahrdienstvorschrift für Nebenbahnen
GVFG	Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz
iRFP	Institut für Regional- und Fernverkehrsplanung
m	Meter
Mio.	Millionen
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MKK	Main-Kinzig-Kreis
mm	Millimeter
NKV	Nutzen-Kosten-Verhältnis
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
P&R	Park and Ride
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
TMS	Traffic Management System
VzG	Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten

1 Hintergrund und Zielsetzung

Im Jahr 2021 wurde in Zusammenarbeit mit den Verkehrsbetrieben, den Kommunen und den Bürgern das Leitbild Mobilität im Main-Kinzig-Kreis entwickelt. Das entwickelte Leitbild stellt die Weichen für einen zukunftsfähigen nachhaltigen öffentlichen Personenverkehr. Ein wichtiger Aspekt hierbei ist der zukünftige Einsatz von klimafreundlichen Antrieben im Bus- und Bahnbereich. Auch beim Land Hessen hat der Einsatz von klimafreundlichen Antrieben eine hohe Priorität. Zusätzlich sollen stillgelegte Bahnstrecken in Hessen, sofern diese die notwendigen Potenziale aufweisen, wieder reaktiviert werden.

Die „Übersicht zur Reaktivierung von Schienenstrecken für den Personenverkehr in Hessen“ (Stand November 2022), herausgegeben vom Arbeitskreis der Aufgabenträger und des Landes Hessen „Potenzial stillgelegter Strecken“ (AK Reaktivierung), beinhaltet ein Streckenblatt zur Strecke „Wächtersbach – Bad Orb“. Die Strecke ist der Kategorie „Reaktivierungspotenzial noch nicht untersucht“ zugeordnet.

Die Strecke hat eine Länge von rund 6,5 Kilometern und war von 1901 bis März 1995 als regelspurige Nebenbahn in Betrieb. Zuletzt wurde sie von den Kreiswerken Gelnhausen betrieben. Nach der Stilllegung wurden die Bahnanlagen an die Stadt Bad Orb verkauft und zwischen 2001 und 2006 unter Verwendung der vorhandenen Schienen und Schwellen von der Normalspurweite (1435mm) auf eine Spurweite von 600 mm umgespurt. Seitdem verkehren zwischen Frühjahr und Herbst regelmäßige touristische Zugfahrten der „Dampfkleinbahn Bad Orb“.

Im Rahmen des Projektes sollte auf Niveau einer Vorstudie geprüft werden, ob und unter welchen Voraussetzungen die Strecke für regelmäßige Schienenpersonenverkehr aus betrieblicher, infrastruktureller und wirtschaftlicher Sicht reaktivierbar ist. Neben der Durchführung „konventionellen“ Schienenpersonenverkehrs stand die Prüfung der Möglichkeiten zur Umsetzung eines automatisierten fahrerlosen Zugbetriebs im Mittelpunkt. Bei allen Untersuchungsvarianten wurde der Fokus auf den Einsatz von alternativen Antrieben gelegt, sofern der Einsatz aus betrieblicher Sicht zu realisieren war.

Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie dienen dazu, die nächsten Planungsschritte abzuleiten und wichtige Grundlagen und Impulse für vergleichbare Vorhaben in anderen ländlich geprägten Regionen in Deutschland zu liefern.

2 Projektstruktur und Arbeitsschritte

Das Projekt wurde in vier verschiedene Arbeitsschritte unterteilt. Die Projektstruktur und die einzelnen Leistungspunkte werden aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.

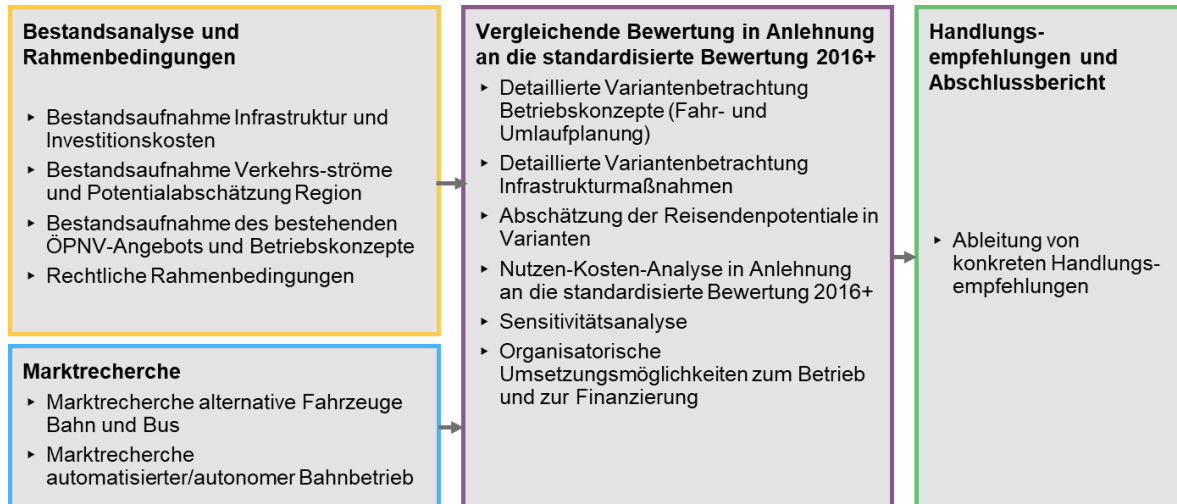


Abbildung 2-1: Projektstruktur

Quelle: eigene Darstellung

In einem ersten Schritt erfolgten die Bestandsaufnahme und die Analyse der Rahmenbedingungen im Untersuchungsraum. Parallel dazu erfolgte eine Marktrecherche über alternative Antriebstechnologien und Möglichkeiten des automatisierten Bahnbetriebs. Diese Ergebnisse bildeten die Grundlage für die vergleichende Bewertung, die den zweiten Schritt darstellte. Abschließend wurden auf Grundlage der ermittelten Ergebnisse konkrete Handlungsempfehlungen abgeleitet und mögliche Betreibermodelle für die Infrastruktur aufgestellt.

3 Methodisches Vorgehen

Das methodische Vorgehen des Projektes orientierte sich an der übergreifenden Zielstellung. Die in Abbildung 3-1 vorgestellten Arbeitsschritte bildeten die Grundlage für die wirtschaftliche Bewertung in Anlehnung an die Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen im schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehr (Version 2016+). Die Standardisierte Bewertung ist ein Verfahren zur gesamtwirtschaftlichen Nutzen-Kosten-Untersuchung von ÖPNV-Projekten in Deutschland. Mit dieser liegt eine Anleitung für Nutzen-Kosten-Analysen vor, die hier Anwendung finden soll. Für Investitionsvorhaben bis 30 Mio. € kann zur Ermittlung von Verkehrsangeboten und Verkehrsnachfrage ein vereinfachtes Beurteilungsverfahren¹ angewandt werden, das sich grundsätzlich an den Verfahrensschritten der standardisierten Bewertung orientiert, aber hinsichtlich der Untersuchungstiefe dem Charakter einer Voruntersuchung Rechnung trägt.

Neben der Klärung der wirtschaftlichen Fragestellungen wurde im Rahmen der Studie die Möglichkeit zur Einführung eines automatisierten Bahnbetriebs auf dem Streckenabschnitt zwischen Wächtersbach und Bad Orb geprüft. Hierfür war im ersten Schritt eine Marktrecherche erforderlich. Ergänzend wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen im Kontext zur Streckenreaktivierung und zum automatisierten Bahnbetrieb dargelegt. Daraus aufbauend konnten Aussagen getroffen werden, ob und unter welchen Voraussetzungen sich ein automatisierter Bahnbetrieb umsetzen lässt.

Der zugrundeliegende Ablauf der Untersuchung ist in Abbildung 3-1 dargestellt.

¹ Verfahrensanleitung Standardisierte Bewertung 2016+



Abbildung 3-1: Projektablauf

Quelle: eigene Darstellung

3.1 Infrastrukturanalyse und Investitionskosten

Einer der wichtigsten Eingangsparameter für die spätere wirtschaftliche Bewertung sind die Investitionskosten in die Infrastruktur. Dazu wurde zunächst der Zustand der Strecke analysiert. Darauf aufbauend konnten die notwendigen Infrastrukturmaßnahmen im Kontext der Streckenreaktivierung abgeleitet werden. Anschließend erfolgte auf Grundlage der erforderlichen Infrastrukturmaßnahmen eine Abschätzung der Investitionskosten.

3.1.1 Infrastrukturanalyse

Als Basis für die weitergehenden Schritte im Rahmen der Infrastrukturanalyse wurde der Zustand der Strecke durch eine Streckenbegehung erfasst. Neben der Vor-Ort-Begehung wurde die derzeitige Lage der Strecke mit Hilfe von Luftbildern in einem Lageplan erfasst und die Strecke grob trassiert. Dies war erforderlich, da nur durch eine grobe Trassierung die späteren maximalen Geschwindigkeiten ermittelt werden konnten, da diese u.a. von Kurvenradius abhängen.

Die nachfolgende Abbildung 3-2 zeigt die durchgeführten Schritte im Rahmen der Infrastrukturanalyse.

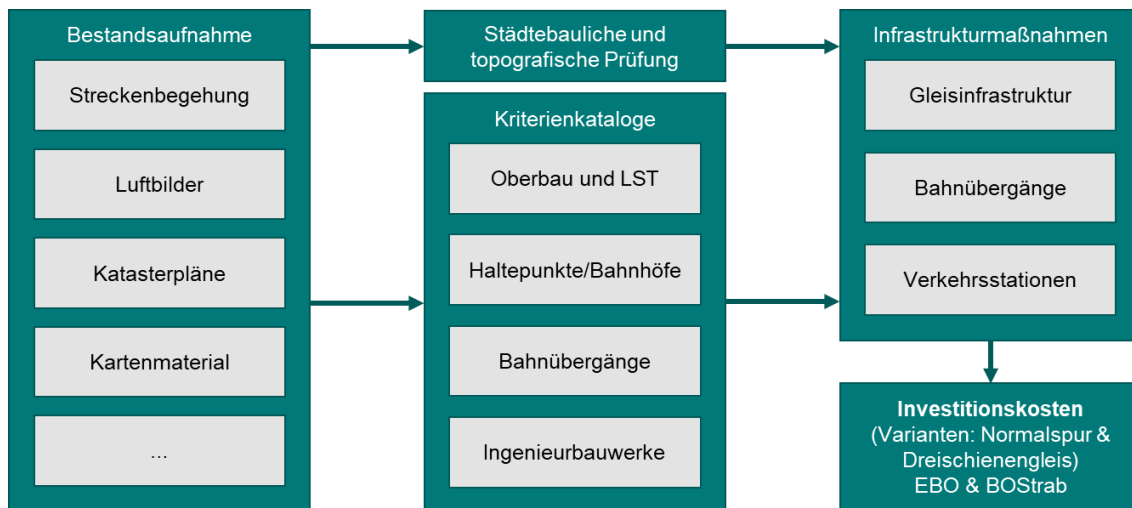


Abbildung 3-2: Methodik im Rahmen der Infrastrukturanalyse

Quelle: eigene Darstellung

Die Ableitung der Infrastrukturmaßnahmen erfolgte in direktem Zusammenhang mit der Erarbeitung möglicher Betriebskonzepte (siehe Kapitel 7), um die Abhängigkeiten von Infrastruktur und Fahrplan zu berücksichtigen.

Die Infrastrukturmaßnahmen wurden getrennt nach verschiedenen Gewerken ermittelt. Die wichtigsten Gewerke sind hierbei:

- Unter- und Oberbau
- Leit- und Sicherungstechnik
- Verkehrsstationen
- Bahnübergänge
- Ingenieurbauwerke
- Sonstige bauliche Anlagen

Die Infrastrukturanalyse ist als Planungsvorstufe auf dem Niveau einer Machbarkeitsuntersuchung zu verstehen. Eine Ingenieurplanung mit konkreter Vermessung wurde nicht durchgeführt. Spätestens im Zuge der tieferen Planungen zum Erhalt der Baugenehmigung werden Ingenieurplanungen erforderlich. Die Ergebnisse der getätigten Infrastrukturanalyse bilden hierzu eine Grundlage. Um bereits genehmigungsrelevante Fragestellungen zu klären, erfolgte zu diesem Thema im Rahmen des Projektes eine Unterredung mit dem Regierungspräsidium Darmstadt. Diese Erkenntnisse fließen in die weitere Planungsschritte ein.

3.1.2 Methodik zur Abschätzung der Investitionskosten

Für die in der Infrastrukturanalyse ermittelten notwendigen Maßnahmen wurden anhand von vergleichbaren Projekten und verfügbaren Vergleichswerten die Kosten abgeschätzt. Neben Erfahrungen aus vergangenen Projekten wurde ebenfalls auf den Kostenkennwertekatalog der DB Netz zurückgegriffen. Die Kostenkennwerte wurden gemäß der Verfahrensanleitung auf den Preistand von 2016 indiziert.

Es wurden jeweils alle notwendigen Maßnahmen betrachtet. Für die Herrichtung der Verkehrsstationen wurden die Mindestanforderungen berücksichtigt, während mögliche Kosten für Grunderwerb keine Anwendung fanden. Diese Kosten sind im vorliegenden Fall nicht vorhanden, da es sich um eine Reaktivierung einer bestehenden Strecke handelt, deren Grundstücke bereits im Besitz der Stadt Bad Orb sind.

Zusätzlich zu den Maßnahmen bei den jeweiligen Gewerken wurden Pauschalen für die Errichtung und Räumung der Baustelle angesetzt, sowie ein Zuschlag von 30 % für Unvorhergesehenes (gemäß der Planungstiefe). Eine Planungskostenpauschale von 10 % der Gesamtkosten wurde gemäß der Verfahrensanleitung ebenfalls berücksichtigt. Bei Kreuzungsbauwerken kam die Drittregel zum Einsatz, da nach Eisenbahnkreuzungsgesetz nur 1/3 der Kosten dem Eisenbahninfrastrukturunternehmen zugerechnet werden.

Zur Ermittlung der Kapitaldienst- und Instandhaltungskosten wurden die festgeschriebenen Vorgaben aus der Verfahrensanleitung verwendet.

Hinweis:

An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass seit 2016 starke Kostensteigerungen von bis zu 10 % pro Jahr stattgefunden haben. Erfahrungswerte aus den letzten Jahren zeigen, dass auch die Planungskostenpauschale von 10 % nicht ausreichend ist und diese eher mit bis zu 18 % zu veranschlagen ist. Die hier dargestellten Investitionskosten mit Preisstand 2016 stellen daher keine realistisch zu erwartenden Investitionskosten dar, sondern bieten eine vergleichbare Eingangsgröße über alle hier betrachteten Projekte hinweg, gemäß der Verfahrensanleitung für die standardisierte Bewertung.

3.2 Methodik der Entwicklung der Betriebskonzepte

Um die Betriebskosten für den SPNV abschätzen und bewerten zu können, muss zunächst das zugrundeliegende Betriebskonzept bekannt sein. Dieses wird auch als Eingangsgröße für die Ermittlung der Verkehrsnachfrage benötigt. Es wurden verschiedene Varianten entwickelt, die hierfür und für die für die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zugrunde gelegt werden können.

Zur Erstellung der Fahrplankonzepte wurde das Fahrplanbearbeitungssystem (FBS) des Instituts für Regional- und Fernverkehrsplanung (iRFP) benutzt. Das Programm FBS Programm zum Erstellen von Fahrplänen wird auch bei einigen Aufgabenträgern eingesetzt. Nach Eingabe der Streckendaten ermöglicht FBS die genaue Berechnung der Fahrzeiten. Darauf aufbauend kann der gewünschte Fahrplan erstellt werden.

Die Entwicklung der Betriebskonzepte und der Anschlüsse in den Verknüpfungspunkten mit dem Bestandsnetz erfolgte in zwei Grundvarianten.

Zum einen wurde ein Betriebskonzept auf Basis des Bestandsfahrplan 2023 entwickelt. Darüber hinaus wurde in einer zweiten Grundvariante dritte Gutachterentwurf zum Deutschland-Takt („Fahrplan 2030plus“²) herangezogen. Der Deutschlandtakt sorgt auch bundeslandübergreifend für eine einheitliche Planungsgrundlage und entspricht dem politischen Zielbild, das es zu berücksichtigen gilt. In weiteren Untervarianten wurden verschiedene Fahrzeugtypen (Diesel, Elektro, Batterie) unterstellt.

Die ermittelten Fahrzeiten aus den Betriebskonzepten dienten als Eingangsgröße für die Abschätzung der Verkehrsnachfrage. Mit Hilfe der Fahrzeiten können die Tür-zu-Tür-Reisezeiten in den betrachteten Korridoren ermittelt werden, die einen wesentlichen Einfluss auf die Fahrgastnachfrage haben.

3.3 Methodik zur Abschätzung der Nachfragepotenziale

Die Nachfrageabschätzung erfolgte gemäß der Verfahrensanleitung der standardisierten Bewertung durch ein vereinfachtes Nachfrageverfahren.

Die nachfolgende Abbildung bietet eine Übersicht der einzelnen Berechnungsschritte zur Ermittlung des Nachfragepotentials.

Dafür wurden bereits vorhandene Kennwerte und Prognosen von Einwohnern, Pendlerzahlen, Anzahl an Schülern, Übernachtungsgäste, Kurgäste etc. verwendet. Das erreichbare Einwohnerpotenzial bezieht sich auf die Einwohner, die entlang der Strecke Wächtersbach – Bad Orb im Umkreis der geplanten Haltestellen liegen. Einwohner im Umkreis von 1000 m zu (geplanten) Verkehrshalten im SPNV werden zu 100 % dem Einwohnerpotenzial zugerechnet. Bei Entfernungen über 1000 m nimmt die Attraktivität des Bahnangebots signifikant ab.

Ausgehend von diesem Bevölkerungspotenzial wird anhand der bekannten Mobilitätsdaten der hessischen Bevölkerung, der angenommenen Quell- und Zielbeziehungen sowie der Verkehrsmittelwahl nach Wegezwecken zunächst der Quellverkehr der Bevölkerung Bad Orb ermittelt.

Hinzu kommt der Zielverkehr nach Bad Orb, der sich vor allem aus den Einpendlern sowie den Kurgästen und den sonstigen Besuchen ergibt. Die Anzahl der Kur- und Übernachtungsgäste in Bad Orb wurden von der Stadt Bad Orb zur Verfügung gestellt. Überdies sind die Postleitzahlenbereiche der Gäste bekannt, so dass eine durchschnittliche Reiseweite ermittelt werden konnte.

Schließlich ist beim Nachfragepotenzial noch der Transitverkehr durch Personenfahrten hinzuzurechnen, die aus dem Jossgrund in das Kinzigtal und darüber hinaus oder in umgekehrter Richtung unterwegs sind.

Eine Übersicht der methodischen Grundlagen zur Abschätzung der Verkehrsnachfrage ist in nachfolgender Grafik dargestellt.

² Vgl. BMVI (2020)

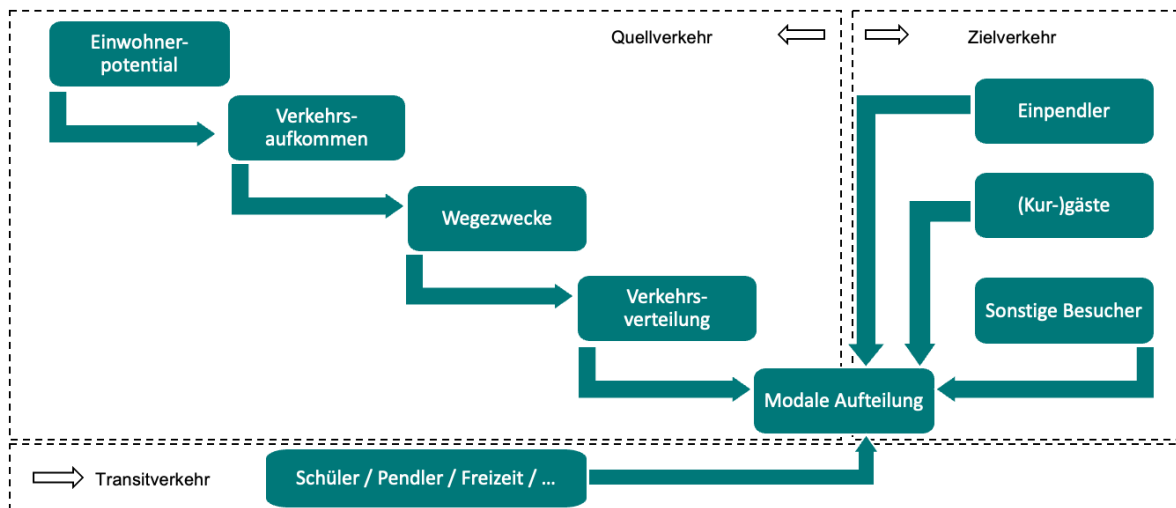


Abbildung 3-3: Abschätzung der Verkehrsnachfrage

Quelle: eigene Darstellung

Es wurden zwei Szenarien für die Potenzialermittlung betrachtet: zum einen das Referenzszenario „Neues SPNV-Angebot, heutiges Verkehrsverhalten“. Bei diesem Szenario ist die SPNV-Verbindung nach Bad Orb reaktiviert worden, allerdings sind die verkehrspolitischen Rahmenbedingungen und damit das Verkehrsverhalten der Bevölkerung gegenüber heute weitgehend unverändert. Allein das verbesserte Verkehrsangebot wird hier zu einer veränderten Verkehrsmittelwahl vergleichbar zu ähnlichen Räumen in Hessen führen.

Zum anderen wurde das Szenario „Best-Case: SPNV-Angebot und Verkehrswende“ betrachtet. Hier wird davon ausgegangen, dass sich die politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen zugunsten des SPNV verändern werden. Um diese Verkehrswende zu schaffen und in Zukunft eine deutliche Reduzierung der CO₂-Emissionen zu erreichen, müssen seitens der Politik entsprechende Maßnahmen getroffen werden (Push- und Pull-Maßnahmen). Durch Push-Maßnahmen soll die MIV-Nutzung erschwert und unattraktiver werden. Beispiele hierfür sind die City-Maut (Nutzerfinanzierung) oder eine verminderte Parkplatzkapazität in den Städten. Pull-Maßnahmen sollen den ÖPNV begünstigen. Beispiele hierfür sind attraktive Ticketpreise (z.B. 365 € Ticket oder 49 € Ticket), Verkehrsspitzen zu Gunsten des ÖPNV entflechten oder den ÖPNV weiter vor dem Straßenverkehr priorisieren.

3.4 Methodik Nutzen-Kosten-Untersuchung

Im Rahmen des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) stellen die Zuwendungsgeber Bund, Länder und Kommunen jährlich Finanzmittel für die Förderung von Investitionen in die Infrastruktur des ÖPNV bereit. Zur sinnvollen Verwendung der Mittel bedarf es einer Abwägung zwischen dem Nutzen und den aus den Maßnahmen resultierenden Kosten. Förderwürdig sind Projekte, für die ein Nutzen-Kosten-Verhältnis über 1,0 nachgewiesen wird, deren Nutzen somit die Kosten übersteigt. Dazu wird die standardisierte Bewertung angewendet.

Die vereinfachte Bewertung, die als Basis für eine Aussage zur volkswirtschaftlichen Tragfähigkeit dient, wurde in Anlehnung an die aktuell gültige Fassung („Version 2016+“) erstellt.³

Verfahrensseitig existieren konkrete Vorgaben zu Kostenkennwerten und zum methodischen Vorgehen, die in der Berechnung angewendet werden müssen:

Infrastruktur:

- Investitionskosten mit Preisstand 2016
- Planungskosten in Höhe von 10 %
- Drittelregel bei Kreuzungsbauwerken Eisenbahnen (nur Anteil des Infrastrukturbetreibers)
- Festgeschriebene Vorgaben zu Annuität (Abschreibung & Finanzierung) sowie zu Instandhaltungskosten

Fahrzeuge und Personal:

- Festgeschriebene Wertansätze/Kostenansätze zu Instandhaltung, Energieverbräuche und Kapitalkosten
- Festgeschriebener Wert für Personalkostensatz je Stunde

Innovationen

Innovative Technologien wie automatisierte Schienenverkehre können im Rahmen der standardisierten Bewertung gemäß der gültigen Verfahrensanleitung nicht berücksichtigt werden, da hierzu keine Kennwerte und Wertansätze vorliegen. Für innovative Triebwagen wie Batterie oder Wasserstoffzugkonzepte liegen verfahrensseitig in der Version 2016+ Kostenkennwerte vor, die für die Untersuchung herangezogen wurden.

3.4.1 Gesamtwirtschaftliche Bewertung

Im Rahmen der Nutzen-Kosten-Untersuchung (NKU) werden die Nutzen, die sich aus den geplanten Maßnahmen ergeben, nach einem vorgegebenen Verfahren monetarisiert, d.h. in Geldwerten ausgedrückt, um sie den entstehenden Kosten gegenüberstellen zu können. Die betrachteten Nutzen- und Kostenelemente werden im Folgenden vorgestellt.

3.4.1.1 Reisezeitnutzen

Der Reisezeitnutzen ermittelt sich aus der Reisezeitdifferenz zwischen Ohne-Fall und Mit-Fall. Maßgeblich sind die Reisezeitdifferenzen im ÖPNV. Aufgrund einer verkürzten Reisezeit bei Einführung eines SPNV in einem Korridor im Vergleich mit den heutigen Busverkehren ergibt sich ein entsprechender Reisezeitnutzen.

³ Vgl. Intraplan Consult GmbH (2022)

3.4.1.2 Saldo PKW-Betriebskosten

Durch die Verkehrsverlagerung vom MIV hin zum ÖPNV ergeben sich Einsparungen bei den Betriebskosten. Die Betriebskosteneinsparungen ermitteln sich auf Basis der verlagerten PKW-Kilometer und den vorgegebenen Kostenkennwerten gemäß Verfahrensanleitung.

3.4.1.3 Saldo ÖPNV-Betriebskosten

Durch die Einführung eines regelmäßigen SPNV verändern sich entsprechend die ÖPNV-Betriebskosten. Der Saldo der ÖPNV-Betriebskosten ergibt sich aus der Differenz zwischen den Betriebskosten im ÖPNV-im Ohne-Fall (Busverkehre) und Mit-Fall (Bahnverkehr und ggf. Busverkehre). Um die negativen Auswirkungen der höheren Betriebskosten auszugleichen, ist es empfehlenswert zu prüfen, inwiefern bahnparallele Busverkehre eingestellt werden können.

3.4.1.4 Saldo Unfallfolgekosten

Zwischen dem Ohne-Fall und dem Mit-Fall ergeben sich Veränderungen bei den Unfallfolgekosten. Der MIV hat ein höheres Risiko für Unfälle und entsprechend eine höhere Unfallfolgekostenrate, verglichen mit dem Bus- und Bahnverkehr. Durch die Verkehrsverlagerung vom MIV zum ÖPNV ergeben sich entsprechend geringere Unfallfolgekosten.

3.4.1.5 Saldo CO₂-Emissionen und sonstige Emissionen

Der CO₂-Austoß im Bahnverkehr ermittelt sich maßgeblich auf Grundlage des Betriebskonzeptes, der Fahrplankilometer und der eingesetzten Fahrzeuge respektive der infrastrukturellen Ausstattung der Strecke. Ein Betrieb in Dieseltraktion hat einen deutlich höheren CO₂-Austoß im Vergleich zum Betrieb unter dem Fahrdraht oder zu einem Batterieantrieb. Auf der anderen Seite würden die Investitionskosten bei einer Elektrifizierung deutlich ansteigen. Durch die Verkehrsverlagerungen vom MIV und Busverkehr auf den Bahnverkehr reduzieren sich entsprechend die Umweltemissionen beim MIV und Busverkehr. Demgegenüber stehen die Emissionen im Bahnverkehr. Die Differenz zwischen Ohne-Fall und Mit-Fall bildet den Saldo der Emissionen.

3.4.1.6 Nutzen aus gesellschaftlich auferlegten Investitionen

Unter diese Rubrik fallen Kosten, die beispielsweise für Brandschutzkonzepte oder die Herstellung der Barrierefreiheit an Haltestellen anfallen. Die Kosten haben für die Gesellschaft auch einen entsprechenden Nutzen. Bedingung für die Berücksichtigung in der Bewertung ist, dass durch die Maßnahme ein höheres Niveau der Barrierefreiheit bzw. des Brandschutzes als im Ohne-Fall erreicht wird.

3.4.1.7 Kapitaldienstkosten ortsfester Infrastruktur im Mit-Fall

Die Kapitaldienstkosten für die ortsfeste Infrastruktur im Mit-Fall ermitteln sich auf Grundlage der Investitionskosten, der Abschreibungszeiträume der einzelnen Gewerke sowie des Realzinnsatzes.

3.4.1.8 Unterhaltungskosten Infrastruktur

Die Instandhaltungskosten im Mit-Fall ermitteln sich auf Basis der Investitionskosten im Mit-Fall. Verfahrensseitig bestehen konkrete Vorgaben zu Instandhaltungskostensätzen je nach Gewerken und den spezifischen Abschreibungszeiträumen.

3.4.2 Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnis

Um das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) zu bilden, werden zunächst alle monetär bewerteten Einzelnutzen aufaddiert. Diese werden dem Kapitaldienst für die ortsfeste Infrastruktur im Mit-Fall gegenübergestellt.

Daraus lassen sich sowohl die Nutzen-Kosten-Differenz (Nutzen minus der Kosten) als auch das Nutzen-Kosten-Verhältnis (Nutzen geteilt durch die Kosten) bestimmen. Liegt das NKV über eins, ist die Förderwürdigkeit des Vorhabens nachgewiesen.

Für die jeweiligen Szenarien wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um die Einflüsse auf den Nutzen-Kosten-Quotient bei verminderten oder erhöhten Investitionskosten oder einer geringen Nachfrage zu ermitteln.

4 Ergebnisse der Bestandsaufnahme

4.1 Bestandsaufnahme Infrastruktur

4.1.1 Allgemeine Rahmenbedingungen Infrastruktur

Die Schienenstrecke zwischen Wächtersbach und Bad Orb (VzG-Nr. 9362) hat eine Länge von ca. 6,5 km. Sie war von 1901 bis März 1995 als regelspurige Nebenbahn in Betrieb und wurde zuletzt von den Kreiswerken Gelnhausen betrieben. Nach der Stilllegung wurden die Bahnanlagen an die Stadt Bad Orb verkauft und zwischen 2001 und 2006 unter Verwendung der vorhandenen Schienen und Schwellen von der Normalspurweite (1435mm) auf eine Spurweite von 600 mm umgespurt. Seitdem verkehren zwischen Frühjahr und Herbst regelmäßige touristische Zugfahrten der „Dampfkleinbahn Bad Orb“.

Im Rahmen der Streckenbegehung vom 12.Dezember 2022 wurde die Strecke abgemessen und die infrastrukturellen Gegebenheiten detailliert untersucht. Die Ergebnisse werden im nachfolgenden Bericht und in einer ergänzenden Excel-Tabelle festgehalten.

Der allgemeine Zustand der Bahnstrecke wird demnach als unter den jetzigen Bedingungen (Feldbahnspur 600 mm, leichte Fahrzeuge, Geschwindigkeit max. 25 km/h) noch befahrbar, aber sowohl für eine künftige Wieder-Umspurung auf Regelspur als auch für eine mittelfristige Weiternutzung als Schmalspurbahn unbedingt sanierungsbedürftig eingestuft. Die Strecke ist an mehreren Stellen mit Kurvenradien von minimal 180 m trassiert. Im Falle einer Reaktivierung in Regelspur muss hierbei genügend Überhöhung vorgesehen werden, um Geschwindigkeitsbeschränkungen zu vermeiden. Die maximale Neigung der Strecke von knapp 4 Promille birgt keine Schwierigkeiten in sich.

Nachfolgend wird der Zustand der Infrastruktur im Detail beschrieben. Im Anhang 1 finden sich ausgewählte Fotos der Streckenbegehung.

4.1.2 Zustand des Unterbaus

Der Unterbau der Strecke kann für die gegenwärtige Nutzung als ausreichend beschrieben werden. Für eine erweiterte Nutzung der Strecke ist eine Ertüchtigung in Form einer Planum- und Frostschutzschicht sowie das Schaffen einer ausreichenden Entwässerungsschicht notwendig. Die gegenwärtig vorhandenen Ein- und Ausschnitte und Dämme, auf denen weite Teile des Streckenbauwerks ruhen, sind ebenfalls intakt.

Ergänzend ist festzustellen, dass auf der gesamten Strecke eine ausführliche Vegetationskontrolle notwendig ist, um den Gleiskörper und weitere eisenbahntechnische Anlagen für zukünftige Aufgaben nutzbar zu machen.

4.1.3 Zustand des Oberbaus

Auch die unterschiedlichen Bestandteile des Oberbaus sind durch den Einfluss von Vegetationswuchs und Witterung stark beansprucht. Die durchgängige Schotterbettung der Strecke weist eine durchschnittliche Dicke von 30 cm auf, welche ebenfalls stark verkrautet ist. Weiterhin fehlt auf längeren Abschnitten Schotter vor den Schwellenköpfen und in Schwellenfächern.

Das Alter der vorwiegend verbauten Holzschwellen konnte aufgrund fehlender Markierungen (keine Jahresnägel auffindbar) nicht eindeutig festgestellt werden, liegt aber dem Anschein nach bei über 50 Jahren. Der gegenwärtige Zustand des Schwellenmaterials befindet sich, maßgeblich beeinflusst durch die fortgeschrittene Nutzungsdauer und entsprechende Witterungseinflüsse, im fortgeschrittenen biologischen Zerfall. Durch den Einsatz von zusätzlichen Schmalspur-Holzschwellen und Spurhaltestangen wird der erheblich reduzierten Stabilität der Schwellen vorgebeugt.

Bei dem verwendeten Schienenmaterial handelt es sich vorwiegend um Gebrauchschielen in Zweitverwendung mit einer deutlich inhomogenen Altersstruktur (Baujahre zwischen 1902-1954). Infolge der Vornutzung und unzureichender Wartung weist das Material mit bis zu 20mm Verschleiß gegenüber dem Neuzustand deutliche Abnutzungserscheinungen auf. Diese zeigen sich in Form von Rissen und Absplitterungen, Gratbildungen an der Nicht-Fahrkante und vermehrt auftretenden deutlich schadhafte Schienenstößen. Komplementär dazu befindet sich auch die Schienenbefestigung in einem veralteten und stark beanspruchten Zustand, der die Stabilität des Gleiskörpers nur noch unzureichend gewährleisten kann.

Die auf der Strecke eingesetzten Weichen sind manuell ortsbedient und mit Handverschlüssen gesichert. Die Anschlussweiche zum DB-Netz im Bahnhof Wächtersbach ist noch in Betrieb. Weitere Weichen dienen im Bahnhof Wächtersbach zur Anbindung des ca. 118m langen Umfahrgleises und werden im Bahnhof Bad Orb zum Rangieren genutzt.

4.1.4 Übersicht Bahnübergänge

Die Strecke verfügt in ihrer Gesamtheit über acht Bahnübergänge die sowohl Wald- und Feldwege, aber auch asphaltierte Straßen kreuzen. Ein weiterer Bahnübergang wurde in der Vergangenheit vollständig zurückgebaut und durch eine Brücke ersetzt. Die Art der Sicherung wird hauptsächlich nicht technisch durch Sichtflächen, Andreaskreuze und Pfeiftafeln gewährleistet. Lediglich der Bahnübergang Martinusstraße ist mittels zugbedienter Halbschranken- und Lichtzeichenanlage sowie Fußgängerschranken gesichert. Eine detaillierte Übersicht kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Bezeichnung	Keine technische Sicherung/ nur Andreaskreuze	Sichtflächen
BÜ 1	X	Stark eingeschränkt
BÜ 2	X	Gut einsehbar, Ggf. Vegetationskontrolle notwendig
BÜ 3	X	in Ordnung
BÜ 4	X	in Ordnung, allerdings Vegetationskontrolle notwendig
BÜ 5	X	Durch Baumwuchs Sicht stark eingeschränkt
BÜ 6	X	Durch Baumbewuchs ist Sicht stark eingeschränkt
BÜ 7	X	In Ordnung
BÜ 8	Technisch gesichert durch Halbschranken und Lichtzeichenanlage	In Ordnung

Tabelle 4-1 Übersicht Bahnübergänge

Quelle: eigene Darstellung

4.1.5 Übersicht Haltepunkte und Bahnhöfe

In ihrer ursprünglichen Form verfügte die Strecke neben den Endbahnhöfen in Wächtersbach und Bad Orb über einen weiteren Haltepunkt (Bad Orb Aumühle).

Der Zugang zum Bahnsteig der heutigen Kleinbahn ist in den DB-Bahnhof Wächtersbach integriert und verfügt dort über einen separat gesicherten Zugang. Die Bahnsteiglänge in Wächtersbach beträgt etwa 62m mit einem nutzbaren, jedoch sanierungsbedürftigen, überdachten Wartebereich. Ergänzend verfügt der DB-Bahnhof Wächtersbach über ein P&R-Parkhaus, Fahrradboxen und weiterführende ÖPNV-Angebote, die von Reisenden der Kleinbahn genutzt werden können.

Der Bahnhof Bad Orb verfügt über einen Bahnsteiglänge von 102m und bietet durch den unmittelbar angrenzenden Busbahnhof schnelle Umstiegsmöglichkeiten zum ÖPNV-Angebot. Ergänzend stehen Reisenden sowohl P&R als auch B&R-Stellplätze zur Verfügung. Ebenso befinden sich zwei nicht mehr genutzte Laderampen mit einer Länge von ca. 250m und 290m im Bahnhof. Darüber hinaus befinden sich im Bahnhofsvorfeld ein zweiständiger Lokschuppen und Rangiergleise für die Kleinbahn.

Mit dem Haltepunkt „Bad Orb Aumühle“ verfügt die Strecke über einen weiteren Zwischenhalt mit einer Bahnsteiglänge von knapp 35m.

Der ehemalige temporäre Haltepunkt „Aufenauer Berg“ ist heute komplett zurückgebaut. Er diente lediglich der Schmalspurbahn zeitweise als Endpunkt der Strecke.

4.1.6 Übersicht Brücken und Kunstbauwerke

Insgesamt verfügt die Strecke über mehrere Durchlässe, drei Brücken und eine Autobahnunterführung.

Die Flutbrücke über den Kinzig-Radweg hat eine Länge von 43m. Basierend auf einer Stahlkonstruktion werden hölzerne Brückenbalken als Gleisträger, Laufplanken und Fixpunkte der Geländerbefestigung genutzt. Letztere weisen starken biologischen Zerfall und damit dringenden Sanierungsbedarf auf.

Die ca. 50m lange Kinzigbrücke basiert ebenfalls auf einer Stahlkonstruktion. Diese weist keine äußerlichen Schäden auf und kann nach Werterhaltungsarbeiten als betriebsfähig bezeichnet werden.

Ergänzend wird die Autobahn 66 durch eine ca. 82m lange Unterführung gekreuzt. Der Zustand des Bauwerks kann als gut bezeichnet werden. Allerdings lassen sich in der Bausubstanz erste Ausbrüche am Beton erkennen. Das Lichtraumprofil ist mit einer Breite von ca. 6,1m nicht eingeschränkt.

Die ca. 40m lange Brücke über die Bundesstraße 276 befindet sich augenscheinlich in gutem Zustand und weist keine Beeinträchtigungen auf.

Fazit:

Zusammenfassend ist festzustellen, dass eine Reaktivierung der Eisenbahnstrecke Wächtersbach-Bad Orb für Verkehre jenseits der derzeitigen touristischen Schmalspurzüge eine Generalsanierung der kompletten Bahnanlagen erforderlich macht.

Schienen, Schwellen und Schotterbett sind aufzunehmen und abzufahren. Die Schienen und Schienenbefestigungen haben nur mehr Schrottwert, die Holzschwellen sind als Sonderabfall zu entsorgen und der Altschotter muss wegen Feinkorn, Humus, Vegetations- und Altschwellenresten vor einer Weiterverwendung gereinigt werden. Brücken und Durchlässe sollten vor einer Reaktivierung entsprechend der Prüfungsbefunde saniert werden, um größere Erneuerungsmaßnahmen in näherer Zukunft zu vermeiden.

Die künftige Art der Bahnübergangssicherung ist in Abstimmung mit den zuständigen Behörden final zu klären und zu planen. Gleiches gilt für das zukünftige Betriebsverfahren und die daraus resultierende Ausrüstung der Strecke mit Leit- und Sicherungstechnik. Im Rahmen der Untersuchung wurden dazu Empfehlungen abgegeben.

4.2 Bestandsaufnahme Raum & Siedlungsstruktur

4.2.1 Übersicht verwendete Prognosedaten

Für die vereinfachte Abschätzung des Fahrgastpotentials bei Streckenreaktivierung wurden vor allem öffentlich zugängliche Daten herangezogen. Zusätzlich

wurde seitens der Stadt Bad Orb die Anzahl der Kurgäste mit Einordnung zu den Postleitzahlbereichen bereitgestellt.

Folgende Daten wurden in die Analyse einbezogen:

- Einwohnerzahlen und -prognosen
- Lage der Siedlungsgebiete und Planungen
- Größere Arbeitsstätten und Planungen
- Pendlerstatistik
- Beherbergungsstatistik
- Kurgäste und Besucherzahlen
- Schulstandorte, Schülerzahlen und Einzugsgebiete
- MiD-Sonderauswertung für Hessen 2017
- Pendlerzahlen und Verteilung nach Relationen auf Basis der Erhebungsdaten der Agentur für Arbeit
- Schülerverflechtungen im Untersuchungsraum auf Grundlage der bereitgestellten Daten der Stadt Bad Orb und Wächtersbach
- Wegezwecke und modale Verteilung nach MiD 2017

Für die Untersuchung wurden die Daten aus dem Jahr 2019 herangezogen. Grund hierfür ist, dass sich in den Jahren von 2020 bis 2022 aufgrund der Auswirkungen durch die Corona-Pandemie Veränderungen im Fahrverhalten ergeben haben und die Jahre somit nicht als repräsentativ einzustufen sind.

4.2.2 Übersicht allgemeine Bevölkerungsdaten

4.2.2.1 Wohnbevölkerung

Für die Stadt Bad Orb werden für das Prognosejahr 2040 knapp 11.000 Einwohner prognostiziert. Dies entspricht einem leichten Bevölkerungszuwachs von rund 5 % gegenüber dem Jahr 2020.

Ebenso liegen die Einwohner der Gemeinde Jossgrund mit der Orientierung Richtung Kinzigtal in Einzugsbereich der zu reaktivierenden SPNV-Verbindung. Hier wird für das Jahr 2040 von rd. 3.200 Personen ausgegangen.

4.2.2.2 Ein- und Auspendler und Pendlerverflechtungen

Eine wesentliche Aufkommensgröße im ÖPNV stellen die täglichen Ein- und Auspendler dar. Tabelle 4-2 zeigt die Auswertung der Pendlerstatistiken aus dem Jahr 2022 von und nach Bad Orb. Angegeben sind hier lediglich die Pendlerzahlen, die sich auf den Korridor von Bad Orb nach Wächtersbach beziehen. Darin sind auch die Pendler aus dem Raum Wächtersbach nach Jossgrund sowie aus Bad Orb über Wächtersbach hinaus beispielsweise in das Rhein-Main-Gebiet

enthalten. In der Summe ergeben sich so rund 4.000 Ein- und Auspendler, die für die Nutzung einer SPNV Verbindung zwischen Wächtersbach und Bad Orb infrage kommen.

		nach					Auspendler	
		Bad Orb	Wächtersbach	Kinzigtal+	Jossgrund	Summe (im Korridor)	gesamt	im Korridor
Von	Bad Orb	0	252	1.913	(49)	2.165	2.631	82%
	Wächtersbach	202	0		14	216	4.732	5%
	Kinzigtal+	576		0	199	775		
	Jossgrund	(130)	50	816	0	866	1.094	79%
	Summe (im Korridor)	778	302	2.729	213	4.022		
Einpender	gesamt	1.370	2.708		314			
	im Korridor	57%	11%		68%			

Tabelle 4-2 Pendlerverflechtungen

Quelle: eigene Darstellung

4.2.2.3 Schülerverkehre im Untersuchungsraum

Im Untersuchungsraum wird auch durch den Schülerverkehr ein Verkehrsaufkommen generiert. Durch sie entstehen täglich etwa 1.030 Fahrten. Ziel der Schüler sind Schulen in Gelnhausen, Wächtersbach, Bad Soden-Salmünster und Schlüchtern. Etwa 70% der Schüler stammt aus Bad Orb und nutzt den ÖPNV, um von Bad Orb nach Wächtersbach zu gelangen. Ab Wächtersbach bestehen Verbindungen nach Gelnhausen, Bad Soden-Salmünster und Schlüchtern. Bad Orb dient zudem dem Schülerverkehr aus dem weiter südöstlich gelegenen Jossgrund und dem Flörsbachtal als Umsteigepunkt, da die Buslinien, die diese Orte erschließen (MKK 82/83), in Bad Orb enden. Auch diese Schüler reisen von Bad Orb nach Wächtersbach, um von dort ihre Zielorte zu erreichen.

Eine detaillierte Aufschlüsselung der Schülerzahlen und deren Verteilung ist im Anhang 2 aufgeführt.

4.2.2.4 Gästeübernachtungen und Kurgäste

Ein wesentliches wirtschaftliches Standbein stellt für die Wirtschaft Bad Orbs der Kurtourismus dar. Die Beherbergungsstatistik weist hier für das zugrunde gelegte Referenzjahr 2019 für die Stadt Bad Orb 71.000 Gästeankünfte mit knapp 450.000 Übernachtungen aus. Diese Zahlen wurde auch für das Prognosejahr 2040

angesetzt. Auf's Jahr umgelegt ergeben sich daraus täglich knapp 200 Gästeankünfte und rund 1.200 Tagesgäste, die in Bad Orb und Umgebung unterwegs sind.

4.3 Bestandsaufnahme des Verkehrsangebots

Das Verkehrsangebot des ÖPNV im Korridor Wächtersbach- Bad Orb mit direktem Bezug zur Bahnstrecke umfasst aktuell mehrere Buslinien, welche größtenteils ihre Anfangs- oder Endhaltestellen in Bad Orb haben. Hierzu gehört die Linie MKK 81, welche zwischen den Bahnhöfen Bad Orb und Wächtersbach pendelt, wobei sie dabei ebenfalls den Ort Aufenau erschließt. Durch diese Linie wird Bad Orb an den ab dem Bahnhof Wächtersbach verkehrenden Schienenpersonennahverkehr angebunden, welcher in westlicher Richtung die Anbindung an Frankfurt und in östlicher Richtung an Fulda ermöglicht. Diese Linie würde ein paralleles Busangebot zwischen Wächtersbach und Bad Orb darstellen und wird daher in weiteren Schritten besonders betrachtet.

Darüber hinaus existieren zwei gegenläufige Ringlinien, MKK 82 und 83, welche Bad Orb und die südöstlich der Stadt liegenden Orte miteinander verbinden. Nur als Schulbus verkehrt die Linie MKK 80, welche von den südöstlich von Bad Orb gelegenen Orten eine direkte Verbindung über Bad Orb in Richtung der in Gelnhäusen gelegenen Schulen ermöglicht. Eine Übersicht der Buslinien im Untersuchungsraum kann der nachfolgenden Grafik entnommen werden.

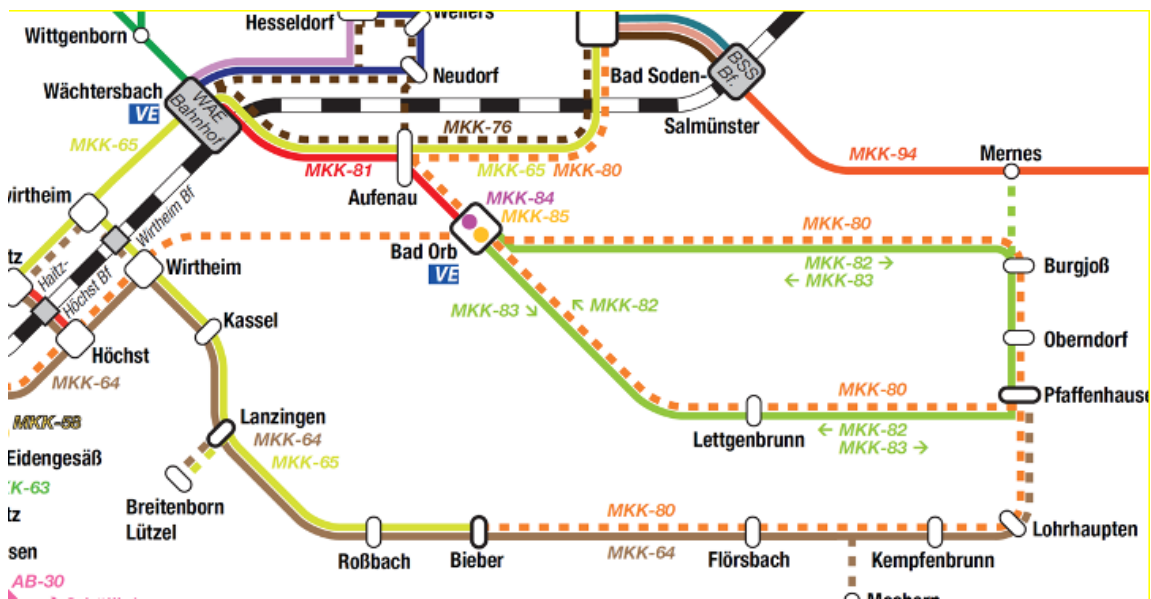


Abbildung 4-1: Liniennetz im Untersuchungsraum

Quelle: IGDB Verkehrsplanung/ RMV

Die rot gekennzeichnete Linie MKK 81 pendelt zwischen Wächtersbach und Bad Orb im unreinen 30 Minuten Takt. An Schultagen verkehren morgens zwischen 6:00 und 7:30 in Richtung Wächtersbach und von 7:00 bis 7:15 in Richtung Bad Orb zusätzliche Busse, die die Taktung auf 5-10 Minuten erhöhen. Zudem verkehren an Schultagen mittags von Wächtersbach nach Bad Orb zwischen 12:45

und 13:15 ebenfalls zusätzliche Busse. An Wochenenden sowie an Feiertagen ist das Angebot reduziert, die Busse verkehren nur stündlich. Die Fahrzeit zwischen Bahnhof Wächtersbach und Bahnhof Bad Orb beträgt rund 11 Minuten. Hervorzuheben ist, dass in Richtung Bad Orb vier, in Richtung Wächtersbach fünf Zwischenhalte eingelegt werden. Die Abweichungen der Halte resultiert darin, dass die gegenläufigen Routen in Bad Orb zwei verschiedene Fahrwege nutzen und dabei unterschiedliche Haltestellen anfahren. Auf das Jahr hochgerechnet ergeben sich für beide Fahrwege zusammen rund 137.000 Fahrplankilometer. Zur Abwicklung dieser Kilometer sind jährlich rund 5.500 Betriebsstunden notwendig.

Da viele Nutzer der Linie MKK 81 diese als Zubringer zum Bahnhof Wächtersbach nutzen, wurden bei der Bestandsaufnahme des Verkehrsangebotes auch die Umsteigezeiten vom Bus zur Bahn in Wächtersbach betrachtet. Dabei fällt auf, dass insbesondere an Werktagen die Anbindung an den bestehenden SPNV insbesondere nach Frankfurt sehr attraktiv ist. Die Umsteigezeit vom Bus zur Bahn Richtung Frankfurt in Wächtersbach liegt bei lediglich fünf Minuten. Richtung Fulda ist die Umstiegs- und Wartezeit länger, hier sind 30 Minuten Wartezeit einzuplanen. Dient die Busverbindung dazu, Fahrgäste vom Bahnhof Wächtersbach nach Bad Orb zu bringen, betragen die Umsteigezeiten sowohl für Fahrgäste aus Richtung Fulda als auch aus Richtung Frankfurt nur wenige Minuten. Längere Wartezeiten in Wächtersbach entfallen somit gänzlich. Eine entsprechende Übersicht über die Umsteigezeiten ist im Anhang Nummer 3 aufgeführt. Die Linie läuft weitestgehend stabil. Im Regelfall sind keine größeren Verspätungen vorhanden.

4.4 Rechtliche Rahmenbedingungen

Der Betrieb der Strecke mit regelmäßigen SPNV wurde im Jahr 1995 eingestellt. Die Stilllegung (§ 11 AEG) der Strecke erfolgte im Jahr 1997. Mit Stilllegung der Strecke endete auch die Betriebspflicht der Strecke. Wichtig zu bemerken ist, dass die Strecke nicht entwidmet wurde.

Im Jahr 2001 wurde die Strecke in eine nichtöffentliche Feldbahn mit Personenbeförderung umgewandelt. Die Maßnahme wurde nach § 18 (3) AEG als Instandsetzung deklariert. Dies bedeutet, dass bei einem 1:1 Wiederaufbau der Strecke nach Eisenbahnbau- und Betriebsordnung (EBO) kein Planfeststellungsverfahren erforderlich wird. Hier gilt es Abzugrenzen welche Bestandteile des Vorhabens als Wiederaufbau und welche als Neubau zu deklarieren sind. Dies sollte in weitergehenden Schritten, sofern sich Reaktivierungschancen für die Strecke ergeben, im Rahmen einer ingenieurtechnischen Vorplanung berücksichtigt werden.

Der gegenwärtige Betreiber der Dampfkleinbahn hat eine Betriebsgenehmigung zur Durchführung der Beförderungsleistungen.

Im Rahmen dieses Leistungspunktes wurde überprüft, welche rechtliche Konsequenzen eine Streckenreaktivierung nach EBO bzw. nach BO-Strab zu erwarten sind. Dazu wurde bei einem Termin mit dem Regierungspräsidium in Darmstadt die Thematik besprochen. Die Kernergebnisse können aus der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

	Vollbahn (EBO)	Straßenbahn (BO-Strab)	Dreischienengleis (EBO)
 Rechtsverfahren	Bei 1:1 Wiederaufbau keine Planfeststellung erforderlich	Entwidmung der Strecke nach § 23 AEG. Neue Planfeststellung nach PBefG mit Umweltverträglichkeitsprüfung	Bei 1:1 Wiederaufbau keine Planfeststellung erforderlich. Schmalspur benötigt ähnliches Sicherheitsniveau wie „Normalspur“
 Bahnübergänge	Bestandssicherung der Bahnübergänge mit Neuprüfung (Aufkommen und Sichtstrecken)	Bahnübergänge werden nicht mehr neu genehmigt	Bestandssicherung der Bahnübergänge mit Neuprüfung (Aufkommen und Sichtstrecken)
 Regionalplanung	Bahnstrecke im Regionalplan fest verankert	Große Umsetzungshürden, da Bahnstrecke im Regionalplan fest verankert (keine Straßenbahn)	Bahnstrecke im Regionalplan fest verankert

Abbildung 4-2: Übersicht rechtliche Rahmenbedingungen bei Streckenreaktivierung

Quelle: eigene Darstellung

Wie oben bereits beschrieben, wurde die Strecke nicht entwidmet und die Umspurung als Instandhaltungsmaßnahme deklariert. Somit ist bei einer Streckenreaktivierung bei einem 1:1 Wiederaufbau der Strecke auf Normalspur mit Betrieb nach EBO kein Planfeststellungsverfahren erforderlich. Welche Maßnahmen nicht mehr dem 1:1 Wiederaufbau zuzuordnen sind und somit im Bereich des Planfeststellungsverfahrens liegen, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht bestimmt werden. Generell hätte ein Planfeststellungsverfahren nach gegenwärtigem Kenntnisstand keine negativen Auswirkungen auf die Umsetzbarkeit.

Auch haben die bestehenden Bahnübergänge Bestandschutz. Unabhängig davon ist es erforderlich, die heutigen Rahmenbedingungen zu prüfen. Ggf. haben sich verkehrliche Bedingungen verändert, so dass seinerzeit nicht technische gesicherte Bahnübergänge heute technisch gesichert werden müssten. Nach Gesprächen mit den zuständigen Behörden kann festgestellt werden, dass die Strecke höchstwahrscheinlich nicht als zum übergeordneten Netz zugehörig eingestuft wird. Bundesweit gibt es nur wenig Beispiele, dass NE-Bahnen dem übergeordneten Netz zugeordnet werden, insbesondere wenn diese funktional getrennt betrieben werden (AEG § 2b)). Eine Voraussetzung ist allerdings, dass ein diskriminierungsfreier Netzzugang zu gewähren ist und entsprechende Bedingungen aufgestellt werden.

Wichtig ist auch, dass die Bahnstrecke als Vollbahn im Regionalplan verankert ist. Sollte die Strecke nach BO-Strab reaktiviert werden, wäre in einem ersten Schritt die Entwidmung der Strecke nach § 23 AEG erforderlich. Es kann davon ausgegangen werden, dass viele der Bahnübergänge komplett umgerüstet

werden müssten bzw. auch nicht mehr genehmigungsfähig sind. Falls die Strecke nach BO-Strab ertüchtigt werden sollte, wäre ein neues Planfeststellungsverfahren (einschließlich Umweltverträglichkeitsprüfung) nach Personenbeförderungsgesetz erforderlich. Bei einer Reaktivierung der Strecke nach EBO und bei Erhalt des heutigen Tourismusbetriebes (Dreischienengleis) muss beachtet werden, dass es zu Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Netzzugang kommen könnte. Bei Prüfung dieser Variante mit Dreischienengleis als Erfordernis eines auch touristischen Betriebes müssen die Mehrkosten im Vergleich zu einer Variante nur in Normalspur dargestellt werden.

Sollte die Strecke über einen Stichstreckenblock oder technisch unterstützter Zugleitbetrieb gesichert werden, kann immer nur ein Fahrzeug auf dem Abschnitt aktiv sein. Bei Tourismusbahnbetrieb kann somit kein Schienenpersonennahverkehr gewährleistet werden.

Fazit

Aus den oben beschriebenen Gründen wird in weitergehenden Schritten eine Reaktivierung der Strecke Wächtersbach-Bad Orb nach BO-Strab nicht weiterverfolgt. Die Maßnahme orientiert sich nicht an der Festlegung im Regionalplan und es ergibt sich die Erforderlichkeit einer Entwidmung nach AEG und einem kompletten Streckenneubau mit einem umfangreichen Planfeststellungsverfahren. Überdies stellt sich bei einem Betrieb nach BO-Strab kein signifikanter Nutzen im Vergleich mit dem Bahnbetrieb nach EBO ein. Aus diesem Grund wurde die Variante verworfen.

4.5 Erforderliche Investitionsmaßnahmen nach Szenarien

Die erforderlichen Investitionsmaßnahmen hängen stark vom Betriebskonzept und den Anforderungen an den Schienenpersonenverkehr ab. In allen dargestellten Varianten muss die Bestandstrecke abgebaut und vollständig ersetzt werden. Weiterhin muss eine Entwässerung und eine Frostschutzschicht vorgesehen werden, was zu größeren Erdbaumaßnahmen führt. Generell ist die Reaktivierung der Eisenbahnstrecke Bad Orb – Wächtersbach für einen regulären Fahrbetrieb nur unter der Prämisse einer Generalsanierung der gesamten Bahnanlagen durchführbar.

4.5.1 Investitionsmaßnahmen bei Betrieb nach EBO in Regelspur

Die Investitionsmaßnahmen wurden auf Grundlage der Bestandsanalyse mit Vor-Ort-Begehung abgeleitet.

4.5.1.1 Rückbau und Entsorgung

Der Zustand der Strecke wurde bereits in der Bestandaufnahme beschrieben. Es ist eine Generalsanierung mit Einbau einer Frostschutzschicht und einer Entwässerung erforderlich. Dies bedeutet, dass die aktuelle Gleisinfrastruktur in einem

ersten Schritt vollständig auf einer Länge von rund 6,9 Kilometern zurückgebaut werden muss. Es müssen rund 8.000 Schwellen ausgebaut und entsorgt werden. Der bestehende Schotteroberbau muss abgetragen und teilweise entsorgt werden. In der Kalkulation wurde davon ausgegangen, dass die Schotterdicke rund 30 cm beträgt. Da nicht valide ohne eine Schotteranalyse bestimmt werden kann, welcher Schotteranteil nach Reinigung wieder genutzt werden kann, wurde davon ausgegangen, dass 50% des Schotters entsorgt werden muss. Hierbei handelt es sich um eine Annahme. Weiterhin ist die Strecke von Pflanzen und Baumbewuchs zu befreien.

4.5.1.2 Erdbau und Tiefbau

Nach Abtrag des Gleisoberbaus und der Bodenschicht kann die Planumschutzschicht mit Geotextil und die Entwässerung angelegt werden. Hier wurde ein Einheitspreis je Meter angesetzt. Die Maßnahme erstreckt sich über die gesamte Streckenlänge von rund 6,5 Kilometer.

Zur Herstellung der Planumschutzschicht und zum Einbau des Geotextils muss der Oberboden abgetragen werden. Im Rahmen der Kostenschätzung wurde von einem Bodenabtrag von 0,4m Tiefe ausgegangen.

4.5.1.3 Oberbauarbeiten

Im Anschluss an die Erdbaumaßnahmen kann der Oberbau mit Schotterbett, Gleisen und Schwellen wieder hergestellt werden. Der Abstand der Schwellen wurde auf ca. 0,8m festgelegt. Zudem ist die Errichtung einer neuen Weiche und die Errichtung von zwei Prellböcken erforderlich.

4.5.1.4 Bahnübergänge

Die künftige (BÜ-)Sicherung ist entsprechend der Regularien der EBO anzupassen und mit den zuständigen Behörden abzustimmen. Die Strecke soll nach EBO errichtet werden. Die bestehenden Bahnübergänge haben grundsätzlich Bestandsschutz. Es muss allerdings geprüft werden, welche Verkehrsbelastungen heute zu verzeichnen. Die Bestandsanalyse hat ergeben, dass vier Bahnübergänge über Wirtschaftswege gehen. Neben Fußgängern und Radfahrern können hier auch forstwirtschaftliche Fahrzeuge erwartet werden. Für die Entscheidung, ob ein Bahnübergang technisch gesichert werden muss, sind auch die Geschwindigkeiten im Bahnbetrieb und die Sichtflächen relevant. Die Strecke soll für eine Geschwindigkeit von max. 80 km/h ertüchtigt werden.

Unter Berücksichtigung der Geschwindigkeiten, der Verkehrsbelastung, der Lage der Bahnübergänge und der Sichtflächen werden folgende Maßnahmen an den Bahnübergängen abgeleitet:

- Die BÜs im Stadtgebiet von Bad Orb werden aufgrund der schlechten Sichtverhältnisse technisch gesichert (drei Bahnübergänge werden mit Halbschranken und zwei Bahnübergänge werden ohne Schrankenanlagen durch Lichtzeichen und Blinklicht technisch gesichert).

- Die weiteren Bahnübergänge werden nicht technisch gesichert. Bei reinen Fußgängerüberwegen werden Umlaufsperrn gesetzt. Bei den Wirtschaftswegen mit landwirtschaftlichen Verkehren werden die BÜs mit Andreaskreuzen gesichert.

Das finale Konzept zur Sicherung der Bahnübergänge kann erst in weiteren Schritten im Rahmen einer Ingenieurplanung erfolgen. Hierbei ist das Regierungspräsidium Darmstadt eng einzubeziehen. Dabei gilt es zu überlegen, ob gegebenenfalls Bahnübergänge im Stadtgebiet von Bad Orb aufgelassen werden und stattdessen eine alternative straßenseitige Zuführung eingeführt wird.

4.5.1.5 Verkehrsstationen

Das Grundkonzept sieht einen Haltepunkt am Geigershallenweg nahe des REWE-Marktes in Bad Orb zwischen den Bahnhöfen Wächtersbach und Bad Orb vor. In weiteren Schritten im Rahmen der Erstellung der Betriebskonzepte werden zusätzliche Varianten untersucht. Neben der Errichtung eines Bahnsteiges mit einer Länge von 60m und mit einer Breite von ca. 3 m muss die straßenseitige Zuwegung zum Haltepunkt errichtet werden. Zudem wird ein Wetterschutzhäuschen samt Beleuchtung und einem Reisendeninformationssystem erforderlich. Die Barrierefreiheit ist gegeben. Im Bahnhof Bad Orb sind keine größeren Investitionen erforderlich, da der Bahnhof gut ausgebaut ist. Im Rahmen der Kostenschätzung wurde eine Anpassung des bestehenden Reisendeninformationssystem berücksichtigt.

Das Gleis im Bahnhof Wächtersbach ist heute nicht in Betrieb. Der angrenzende Bahnsteig ist in einem schlechten Zustand, so dass weitreichende Maßnahmen erforderlich werden. Neben einer Erhöhung des Bahnsteiges zum barrierefreien Eintritt, muss darüber hinaus zur Herstellung der Barrierefreiheit ein Aufzug errichtet werden. Der Bahnsteig ist bereits heute überdacht, jedoch ist eine Sanierung der Überdachung erforderlich. Zudem ist die Errichtung eines Reisendeninformationssystem notwendig.

4.5.1.6 Ingenieurbauwerke

Insgesamt verfügt die Strecke über mehrere Durchlässe, drei Brücken und eine Autobahnunterführung. Nach augenscheinlicher Betrachtung ist eine Brücke in einem stark sanierungsbedürftigen Zustand.

Die zweite Brücke scheint nach eigener Begutachtung in einem guten Zustand zu sein.

Im Gegensatz dazu scheint die Flutbrücke über den Kinzig-Radweg nach Inaugenscheinnahme stark sanierungsbedürftig zu sein. Da mögliche Maßnahmen ohne Vorlage eines Brückengutachtens nicht valide ermittelt werden können, wurden bei den Kosten Schätzwerte in Ansatz gebracht.

4.5.1.7 Leit- und Sicherungstechnik

Für Strecken mit geringer Zugdichte oder nur gelegentlichem Mehrzugbetrieb stellt die technische Unterstützung durch Mitwirkung des Zugpersonals in Form von Schlüsselabhängigkeiten eine kostengünstige Lösung dar. Gemäß § 12 der FV-NE kann mit Genehmigung des EBL des Eisenbahninfrastrukturunternehmens vom Zugmeldeverfahren/Zugleitverfahren abgesehen werden, solange auf einer Strecke nur ein Zug eingesetzt ist. Sofern die Strecke im Einrichtungsverkehr zwischen Bad Orb und Wächtersbach befahren wird, kann folglich von umfangreichen sicherungstechnischen Maßnahmen abgesehen werden. Die Sicherung erfolgt durch Schlüsselsperren unter Mitwirkung des Personals. Bei der Schlüsselsicherung werden Züge mit Fahrauftrag vom Zug- oder Lokführer manuell freigeschlossen.

4.5.1.8 Oberleitungsanlagen

Sofern zukünftig ein Batteriezug eingesetzt werden soll, müsste im Bahnhofsgleis in Wächtersbach eine Oberleitung errichtet werden. Ob eine Batteriebetrieb mit Blick auf das Betriebskonzept umsetzbar ist, wird in späteren Schritten beschrieben. Sofern sich die Umsetzbarkeit als betrieblich und technisch nicht machbar erweist, werden die Kosten für das vereinfachte Bewertungsverfahren aktualisiert. In der Kostenabschätzung ist eine Oberleitungsanlage und Masten (Re bis 200) im Bahnhofsgleis Wächtersbach auf einer Länge von rund 300m enthalten. Die Versorgung mit Energie könnte durch bestehende Anlagen realisiert werden kann. Der Bahnhof Wächtersbach befindet sich an einer elektrifizierten Hauptbahn. Die Oberleitungsanlage dient zum Laden der Batterie.

4.5.1.9 Gesamtkosten für die Maßnahmen im Grundszenario

Die Investitionskosten im Zusammenhang mit der Reaktivierungsmaßnahme werden aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

Gewerk	Investitionskosten in € (Preisstand 2016)
Allgemeines/Baustelle einrichten (2% auf Baukosten)	186.000
Rückbau und Entsorgung (Kompletrückbau)	1.012.325
Erbau und Tiefbau	2.223.000
Oberbauarbeiten/Gleis/Weichen	2.599.000
Bahnübergänge	1.200.920
Verkehrsstationen	510.450
Ingenieurbauwerke (<i>grober Schätzwert</i>)	900.000
Leit- und Sicherungstechnik	900.200
Oberleitungsanlagen	67.500
Unvorhersehbares/Risiko (30%)	2.879.819
Planungskosten (10%)	1.247.921
Gesamtkosten	13.727.135

Tabelle 4-2: Kostenübersicht Reaktivierung

Quelle: eigene Darstellung

Die detaillierte Investitionskostentabelle mit den in Ansatz gebrachten Einheitsmengen und Einheitspreisen ist aus Anhang 4 zu entnehmen.

Bei Vorlage einer Ingenieurplanung auf Niveau einer Entwurfsplanung kann der angesetzte Risikozuschlag von aktuell 30% deutlich reduziert werden.

4.5.2 Investitionsmaßnahmen im Mischbetrieb nach EBO (Dreischienengleis)

Generell müssen die in Kapitel 4.5.1 beschriebenen Investitionsmaßnahmen auch beim Mischbetrieb getätigt werden. Sollte ein Mischbetrieb durch ein Dreischienengleis stattfinden, ist mit deutlichen Mehrkosten zu rechnen. Zum einen muss das dritte Gleis (Spurweite: 600 mm) wieder errichtet werden und zum anderen muss die Eisenbahnsicherungstechnik komplexer ausgestaltet werden

Das dritte Gleis könnte durch Einschreibung mittels Rippenplatten errichtet werden. Für die Herstellung der Ein- und Ausfädelung gibt es am Markt Speziallösungen, die mit höheren Investitionssummen verbunden sind.

Es ergeben sich Zusatzkosten durch weitere Signale, da beide Systeme voneinander separiert werden müssen (Flankenschutzweichen Abstellgleis, elektro-nisch gestelltes Schlüsselwerk zum Freischließen des Fahrweges).

Im Vergleich zu heute werden bei der Feldbahn (Tourismusbahn) die Sicherheitsauflagen steigen, da diese auf das Niveau der Vollbahn nach EBO ertüchtigt werden müsste. Dadurch könnte sich die Erforderlichkeit für eine Umrüstung der Bestandsfahrzeuge ergeben. Im schlechtesten Fall müssten neue Fahrzeuge angeschafft werden.

Wichtig ist, dass während des Tourismusbahnbetriebs aufgrund des Ein-Zug-Betriebs ohne einen weiteren Streckenausbau kein SPNV möglich ist. Dies bedeutet, dass an Sonn- und Feiertagen bei Tourismusbahnbetrieb ein zusätzlicher Busbetrieb als Ersatzverkehr zur Bahn notwendig würde. Ein weiterer Kostenfaktor, der berücksichtigt werden muss, ist die Erforderlichkeit eines Zugleiters während des Tourismusbahnbetriebs.

Bei Erhaltung des Tourismusbahnbetriebes nach Streckenreaktivierung ist nach erster Schätzung mit Mehrkosten in Höhe von 0,9 Mio. € – 1,3 Mio. € aufgrund der Anforderungen nach EBO auszugehen. Die Kosten für eine etwaige Nachrüstung respektive Umrüstung der Bestandsfahrzeuge sind in den Kosten nicht enthalten. Dazu ist ohne eine tiefergehende technische Begutachtung der Bestandsfahrzeuge keine Aussage möglich.

5 Marktanalyse innovative Fahrzeuge

5.1 Marktübersicht innovative Fahrzeuge Bahn

Traditionell werden Vollbahn-Triebzüge im Personenverkehr entweder mit Diesel- oder Elektromotoren betrieben. Letztere beziehen ihren Strom dabei aus Oberleitungen oder Stromschienen. Neben den konventionellen Antriebsformen sind heute auch alternative Antriebe am Markt verfügbar. Neuartige Antriebe sind batterie- oder akkubetriebene Triebzüge (BEMU) oder Triebzüge mit Wasserstoffantrieb. Diese Antriebsformen weisen spezifische Charakteristika auf, die einen Einfluss auf das Betriebskonzept haben.

Im Rahmen des Projektes wurde geprüft, welche Fahrzeuge am Markt verfügbar sind, beziehungsweise in naher Zukunft verfügbar sein werden. Eine übersichtliche Tabelle über die generell am Markt verfügbaren Fahrzeugformen ist im Anhang 5 zu finden.

Bei den batteriebetriebenen Fahrzeugen spielt die Reichweite eine entscheidende Rolle.⁴ Je nach Fahrzeug können mit einer Ladung zwischen 70 und 100 km zurückgelegt werden.⁵ Neben reinen batterie-elektrischen Zügen werden aktuell auch Batterie-Diesel-Hybrid-Züge erprobt. Diese weisen unter Verwendung des Dieselaggregates deutlich höhere Reichweiten von mehreren hundert Kilometern auf.⁶

Triebzüge mit Brennstoffzellen erreichen mit bis 1000 km im praktischen Betrieb deutlich höhere Fahrleistungen. Für die Betankung der Fahrzeuge muss eine Wasserstofftankstelle zur Verfügung stehen.⁷ Im Allgemeinen eignet sich der Einsatz von Wasserstoffantrieben aufgrund der Reichweite der Züge eher für lange Streckenabschnitte. Auch muss berücksichtigt werden, dass zum wirtschaftlichen Betrieb aufgrund der zusätzlichen Investitionskosten in die Betankungsinfrastruktur ganze Fahrzeugflotten und zumindest Teilnetze im Wasserstoffbetrieb gefahren werden sollten.

Neben den Vollbahnen werden auch Fahrzeuge im Bereich von Stadt- oder Straßenbahnen mit Batterie- bzw. Wasserstoffantrieb angeboten. Eine Auflistung verschiedener Modelle ist ebenfalls im Anhang unter Nummer 6 zu finden. Im Gegensatz zu den Vollbahnfahrzeugen weisen sie jedoch eine niedrigere Reichweite auf, sodass zusätzliche Betankungs- bzw. Ladezeiten einzuplanen sind. Maximalwerte liegen hier bei knapp 60 km Reichweite.⁸ Zudem sind zumindest Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb im BO-Strab-Bereich bisher nur in Asien im Einsatz, nicht jedoch in Europa.⁹

⁴ (vgl. VDB 2021, Seite 10)

⁵ Siehe Anhang 6

⁶ (vgl. Hitachi 2021)

⁷ (vgl. Ingenieur.de 2021)

⁸ (vgl. Bozankaya.com)

⁹ (vgl. Ballard Power Systems 2021)

5.2 Marktübersicht innovative Fahrzeuge Bus

Die innovativen Antriebskonzepte im Bereich der Schienenfahrzeuge finden sich auch bei Bussen wieder, auch hier sind in den letzten Jahren Batterie- und Brennstoffzellenbusse auf den Markt gebracht worden.¹⁰ Batteriebusse werden in verschiedene Kategorien unterteilt, welche sich an der Art und Häufigkeit der Aufladung orientieren. Vollader werden ausschließlich im Depot geladen und erreichen mit einer Ladung Reichweiten von 150-200 km. Gelegenheits- oder Pulsader können auch an bestimmten Punkten entlang der Fahrtroute, beispielsweise Haltestellen, kurzzeitig geladen werden, um so die Reichweite zu erhöhen.¹¹

Auch bei Brennstoffzellenbussen sind verschiedene Arten zu unterscheiden. So gibt es zum einen Fahrzeuge, die ausschließlich mit Brennstoffzellen betrieben werden. Zum anderen gibt es Brennstoffzellen-Batterie-Hybrid-Busse, welche zusätzlich zur Batterie einen Wasserstoffantrieb zur Reichweitenerhöhung verwenden können.¹²

Neben diesen Antriebsformen ist auch der Oberleitungsbus hervorzuheben, welcher die Energie für seine Antriebsmotoren aus einem über der Straße gespannten Fahrdraht beziehen. Um den Einsatz solcher Busse flexibler zu gestalten und die Abhängigkeit vom Fahrdraht zu reduzieren, sind neuerdings auch hybride Oberleitungsbusse mit Batterien verfügbar. Die Batterie erlaubt das Fahren auf Strecken ohne Fahrdraht.¹³

Zur besseren Übersicht sind die verschiedenen innovativen Antriebskonzepte von Bussen im Anhang Nummer 7 nochmals tabellarisch aufgeführt.

¹⁰ (vgl. PWC 2023)

¹¹ (vgl. BMVI 2021, Seite 42)

¹² (vgl. BMVI 2021, Seite 17)

¹³ (vgl. BMVI 2021, Seite 24)

6 Marktübersicht und Stand der Technik „automatisierter Bahnbetrieb“ (ATO)

6.1 Allgemeine Rahmenbedingungen ATO

Im Schienenverkehr gibt es verschiedene „Grade of Automation (GoA)-Level“, die den Grad der Automatisierung eines Zugbetriebssystems beschreiben und nach internationalem Standard IEC 62267:2009 definiert wurden¹⁴. Diese reichen von einer vollständig manuellen Steuerung des Zuges bis hin zu einem vollautonomen Betrieb.

GoA Level 1 repräsentiert den ersten Schritt in Richtung Automatisierung im Schienenverkehr. Bei diesem Level erfolgt der Zugbetrieb größtenteils manuell, wobei der Lokführer für alle Aspekte des Zugbetriebs verantwortlich ist. Der Lokführer übernimmt die Beschleunigung, das Bremsen sowie die Steuerung der Türen. Es gibt jedoch einige automatisierte Funktionen wie die Geschwindigkeitsüberwachung und -regelung, die das Personal unterstützen. Auch die Verantwortung für das Störungsmanagement liegt beim Lokführer.

GoA Level 2 stellt im Vergleich zu Level 1 eine höhere Stufe der Automatisierung dar. Bei diesem Level kann der Zug bereits automatisch beschleunigen, bremsen und die Geschwindigkeit kontrollieren. Die Funktionen der Geschwindigkeitsüberwachung und -regelung sind automatisiert. Der Lokführer überwacht den Betrieb und ist in der Lage, bei Bedarf einzugreifen. Die Verantwortung für die Türschließung und den Abfahrtsauftrag sowie das Störungsmanagement liegt weiterhin beim Personal. Dieses Level kann beispielsweise in Kombination mit ETCS (European Train Control System) implementiert werden (ATO over ETCS) und ist bereits heute umsetzbar. Besonders auf stark ausgelasteten Strecken ist GoA Level 2 attraktiv.

GoA Level 3 stellt eine bedeutende Stufe der Automatisierung dar, die auch als "begleitetes Fahren" bezeichnet werden kann. Bei diesem Level kann der Zug autonom fahren, einschließlich der Beschleunigung, des Bremsens, der Geschwindigkeitsregelung und des Anfahrens von Haltepunkten. Der Lokführer muss jedoch weiterhin anwesend sein, um im Notfall eingreifen zu können. Es ist ebenfalls als ATO over ETCS umsetzbar. Allerdings gibt es rechtliche Herausforderungen, da gemäß der EBO ein Triebfahrzeugführer Pflicht ist.

GoA Level 4 steht für den vollautonomen Zugbetrieb. Bei diesem Level kann der Zug ohne menschliche Eingriffe vollständig autonom fahren. Alle Aspekte des Zugbetriebs, einschließlich der Türsteuerung, des Anfahrens, des Bremsens, der Geschwindigkeitsregelung und des Anhaltens, werden von den automatisierten Systemen übernommen. Ein Lokführer ist nicht mehr erforderlich, um den Zug zu steuern. Es ist jedoch wichtig anzumerken, dass die Technologien für das

¹⁴ (vgl. Staino et al. 2022)

vollautonome Fahren weitere Tests unter realen Bedingungen erfordern und somit weitere Pilotprojekte in diesem Bereich durchgeführt werden müssen.¹⁵

Bezüglich der rechtlichen Rahmenbedingungen für ATO müssen die Eisenbahn- und Straßenbahnbetriebsordnungen betrachtet werden. Die Anforderungen hinsichtlich des Einsatzes von ATO variieren zwischen den entsprechenden Regelwerken, der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung und der Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BO-Strab).

In Bezug auf die Streckenausrüstung werden sowohl in der EBO als auch in der BOStrab ähnliche Anforderungen gestellt. Beide Regelungen verlangen eine ETCS-Ausrüstung, ein elektronisches Stellwerk (ESTW) sowie ein Traffic Management System (TMS) in der Leitzentrale.

Hinsichtlich der Fahrzeugausrüstung gibt es einige Unterschiede zwischen der EBO und der BOStrab. Gemäß der EBO sind GSMR-Funk und ein fahrzeugseitiges ETCS-Modul erforderlich. Im Gegensatz dazu erfordert die BOStrab eine CBTC-Ausrüstung (Communication-Based Train Control) auf dem Fahrzeug und gegebenenfalls Sensoren zur Hinderniserkennung.

Der Automatisierungsgrad variiert ebenfalls zwischen den beiden Regelwerken. In der EBO hat sich GoA2 am Markt etabliert. Bei der BOStrab wird in geschlossenen Systemen häufig GoA4 erreicht, was eine höhere Stufe der Automatisierung bedeutet.

In Bezug auf die rechtlichen Grundlagen legt §45 der EBO fest, dass während der Fahrt arbeitende Triebfahrzeuge mit einem Triebfahrzeugführer besetzt sein müssen. Hingegen existieren in der BOStrab bereits rechtliche Bestimmungen für fahrerlose Züge.

Was die Investitionskosten betrifft, sind nach der EBO umfangreichere Investitionen erforderlich. Dort ist ein ESTW mit voller signaltechnischer Ausstattung erforderlich. Im Vergleich dazu verlangt die BOStrab eher geringere Infrastrukturinvestitionen.

6.2 Praxisbeispiele ATO

6.2.1 Appenzeller Bahn

Im Rahmen einer Modernisierung planen die Appenzeller Bahnen den Einsatz von ATO auf ihrer Strecke von Rheineck nach Walzhausen.¹⁶ Um mehr über dieses zukunftsweisende Vorhaben zu erfahren, wurde ein Interview mit den Verantwortlichen geführt. In diesem Interview wurden wichtige Details zum ATO-Betrieb auf der Appenzeller Bahn sowie zu den geplanten Maßnahmen und Herausforderungen diskutiert.

¹⁵ (vgl. UITP. 2019)

¹⁶ (vgl. Appenzeller Bahnen 2023)

Die Strecke ist mit einer Länge von nur 2 km vergleichsweise kurz. Aufgrund der abweichenden Spurweite erfolgt eine Trennung vom übrigen Schienennetz. Die Zugsicherung der Strecke erfolgt mit einem CBTC-System. Dadurch wird eine präzise Steuerung und Überwachung des Zugbetriebs ermöglicht.

Entlang der Strecke befinden sich zwei Bahnübergänge, wobei einer davon ein erhebliches Verkehrsaufkommen von rund 10.000 Fahrzeugen pro 24 Stunden aufweist. Die technische Sicherung dieser Bahnübergänge erfolgt mit Vollschraken und Raumüberwachung. Die Raumüberwachung ist auch bei geschlossenen Schranken erforderlich. Die maximale Geschwindigkeit an den Bahnübergängen beträgt 15 km/h, um die Sicherheit zu gewährleisten.

Für den ATO-Betrieb wurde ein neues Zahnradfahrzeug beschafft und mit einem Kollisionswarnsystem ausgestattet. Die Hardware für den ATO-GoA4-Betrieb kann seitens des Herstellers Stadler geliefert werden, während die Software derzeit in Entwicklung ist und an die spezifischen Rahmenbedingungen angepasst werden muss. Das Fahrzeug ist mit einer Kamera zur Raumüberwachung ausgestattet, und der Betrieb wird von einer Leitstelle überwacht.

Die Genehmigung und Inbetriebnahme des ATO-Betriebs erfordern einen hohen Abstimmungsaufwand mit den Behörden. Die Abstimmungen zu den Genehmigungsverfahren, Zulassung und Risikobeurteilung sind derzeit im Gange. Die geplante Inbetriebnahme ist für das Jahr 2026 vorgesehen. Die konkreten Prozesse und Vorgehensweisen bei der Hinderniserkennung werden noch abgestimmt. Es ist keine Rückfallebene vorgesehen, sondern ausschließlich ein GoA4-Betrieb geplant.

Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem Hersteller Stadler als Pilotprojekt durchgeführt, wodurch der Hersteller einen großen Teil der Kosten selbst finanziert. Dies ermöglicht eine intensive Zusammenarbeit und Erfahrungssammlung zwischen dem Betreiber und dem Hersteller.

6.2.2 Teststrecke Jülich-Linnich

Die Erprobung von ATO-Systemen im Bahnverkehr ist auch ein Forschungsbereich der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Sie forscht seit 2022 gemeinsam mit dem Forschungszentrum Jülich, der ansässigen Rurtalbahn und dem deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt auf einer Teststrecke zwischen Jülich und Linnich.¹⁷

Der ATO-Testbetrieb zwischen Jülich und Linnich ermöglicht es, die automatisierten Zugbetriebsfunktionen unter realen Bedingungen auf einer rund 10 Kilometer langen Strecke zu erproben und weiterzuentwickeln.¹⁸ Der Testbetrieb findet unter Realbedingungen in den Nachtstunden und an den Wochenenden statt und verläuft parallel zum bestehenden SPNV.

¹⁷ (vgl. Eurailpress 2022)

¹⁸ (vgl. Land Nordrhein-Westfalen 2021)

Das Projekt umfasst insgesamt acht Projektpartner, die an der Umsetzung beteiligt sind. Als Betriebsordnung für den Testbetrieb ist die EBO festgesetzt. Die Automatisierungsgrad für den Testbetrieb ist GoA2 mit Weiterentwicklungen. Die Streckenausstattung erfolgt mit ATO over ETCS. Das Fahrzeug, das im Testbetrieb eingesetzt wird, verfügt demnach über eine ETCS-Ausrüstung und ein ATO-Modul.

Die Kosten für die Streckenausstattung und das Fahrzeug im Jahr 2021 betrugen insgesamt 2,5 Millionen Euro. Diese Kosten beziehen sich jedoch ausschließlich auf die Ausrüstung und nicht auf die Ausstattung für den Personenbetrieb.

6.3 Investitionsmaßnahmen bei Durchführung von automatisiertem Bahnbetrieb

Bei der Durchführung von automatisiertem Bahnbetrieb sind verschiedene Investitionsmaßnahmen erforderlich. Dazu gehören zusätzliche elektronische Stellwerkstechnik und ETCS-Ausrüstung sowohl für die Strecke als auch für die Fahrzeuge. Diese technischen Ausstattungen ermöglichen die präzise Steuerung und Überwachung des Zugbetriebs im automatisierten Modus.

Des Weiteren wäre eine Fahrzeug- und Gefahrenraumüberwachung erforderlich, falls in Zukunft die EBO einen Betrieb ohne Fahrzeugführer zulassen würde. Es ist jedoch wichtig anzumerken, dass die EBO derzeit noch keinen "voll-autonomen Fahrbetrieb" kennt und entsprechende Regelungen und Bestimmungen dafür fehlen.

Fazit:

Der automatisierte Bahnbetrieb wird bereits in verschiedenen Stufen getestet und umgesetzt. GoA-Level 2, bei dem der Zug bereits automatisch beschleunigen, bremsen und die Geschwindigkeit kontrollieren kann, ist bereits heute umsetzbar. Für den vollautonomen Betrieb auf GoA-Level 4 sind weitere Tests unter realen Bedingungen sowie eine Anpassung der rechtlichen Anforderungen erforderlich. Die rechtlichen Rahmenbedingungen variieren zwischen der EBO und der BOStrab. Investitionsmaßnahmen für den automatisierten Bahnbetrieb umfassen zusätzliche Stellwerkstechnik, ETCS-Ausrüstung für Strecke und Fahrzeuge sowie Fahrzeug- und Gefahrenraumüberwachung. Generell wäre die Strecke als Pilotstrecke aufgrund der Rahmenbedingungen, der Streckenlänge und der Abgeschlossenheit (Trennung DB Netz) geeignet. Nach Reaktivierung der Strecke könnten Kontakte mit Herstellern geknüpft werden, u.a. um die Finanzierungsfrage und den Testcharakter zu klären.

7 Bewertung und Gegenüberstellung der Realisierungsmöglichkeiten

Im Rahmen der Prüfung der Realisierungsmöglichkeiten wurden vier verschiedene Szenarien betrachtet und bewertet. Bei drei der vier Szenarien erfolgt eine Reaktivierung gemäß der EBO, ein weiteres Szenario betrachtet eine Reaktivierung gemäß den Vorgaben der BOStrab. Die drei Modelle der Streckenreaktivierung gemäß EBO beinhalten zum einen eine Reaktivierung ausschließlich gemäß EBO für den SPNV. In einer anderen Variante wurden die Auswirkungen bei einer Reaktivierung gemäß EBO für den SPNV zuzüglich der Nutzung der Strecke im Tourismusbahnbetrieb bewertet. Zudem wurde auf Grundlage der vorangegangenen Ergebnisse abgeleitet, inwiefern die Realisierung eines automatisierten Betriebes realisierbar ist. Grundlage hierfür wäre eine entsprechende Sicherungstechnik (ETCS) und die generelle Streckenreaktivierung. Die vier Szenarien wurden mit sechs Kriterien bewertet.

Diese Kriterien lauten:

- Investitionskosten in die Infrastruktur
- Investitionskosten in Fahrzeuge
- Rechtliche Umsetzbarkeit/ Risiken der Baumaßnahmen
- Rechtliche Umsetzbarkeit des Betriebes
- Betriebliche Umsetzbarkeit
- Wirtschaftliche Aspekte

Die Bewertung der Szenarien unter Berücksichtigung der Kriterien ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt:

	Investitionskosten		Rechtliche Umsetzbarkeit/ Risiken Baumaßnahme	Rechtliche Umsetzbarkeit Betrieb	Betriebliche Umsetzbarkeit	Wirtschaftliche Aspekte	Bewertung
	Infrastruktur	Fahrzeug					
Streckenreaktivierung nach EBO	< 15 Mio. €	neutral	Geringe Risiken	Hohe Umsetzbarkeit	Hohe Umsetzbarkeit	Geringste Kosten	1
Streckenreaktivierung nach EBO plus Tourismusbetrieb	< 15 Mio. €	Zusatzkosten Tourismusbahn	Geringe Risiken	Hohe Umsetzbarkeit	Hohe Umsetzbarkeit	Zusatzkosten bei geringem Zusatznutzen	2
Streckenreaktivierung nach EBO plus ATO oder ETCS	> 20 Mio. €	Zusatzkosten mind. 0,5 Mio. €	Mittlere Risiken	Eingeschränkte Umsetzbarkeit	Eingeschränkte Umsetzbarkeit	Deutliche Zusatzkosten bei geringen betrieblichen Einsparungen bzw. sogar Mehrkosten	3

Streckenre- aktivierung nach BO- Strab	> 15 Mio. €	Neutral	Hohe Risi- ken	Geringe Um- setzbarkeit	Geringe Um- setzbarkeit	Verhältnis- mäßig ge- ringe Kosten	—
---	-------------	---------	-------------------	----------------------------	----------------------------	--	---

Abbildung 7-1: Bewertung der Realisierungsmöglichkeiten der Streckenreaktivierung

Quelle: Eigene Darstellung

Anhand der obenstehenden Bewertung wird deutlich, dass eine reine Reaktivierung nach EBO den vielversprechendsten Realisierungsansatz darstellt, da sie vergleichsweise geringe Kosten verursacht und gleichzeitig die wenigsten rechtlichen Hürden zu überwinden hat. Zudem ist auch die betriebliche Umsetzbarkeit gegeben. Aufgrund dieses Ergebnisses wird im Folgenden eine Streckenreaktivierung gemäß EBO bei der späteren Nutzen-Kosten-Analyse zu Grunde gelegt.

8 Varianten Betriebskonzept und Infrastruktur

8.1 Variantenbetrachtung Betriebskonzepte

8.1.1 Voruntersuchungen Betriebskonzepte

Das Betriebskonzept und die daraus resultierenden Fahr- und Wendezeiten sowie die Übergänge zum bestehenden Schienenpersonennahverkehr unterliegen vielfältigen Einflussgrößen. Grundlage für die Erstellung der Betriebskonzepte war die innerhalb des Projektes erstellte Streckentrassierung. Die Trassierungspläne können in Anhang 8 eingesehen werden.

In einem weitergehenden Schritt wurden die Infrastrukturparameter wie Haltestellen und Geschwindigkeiten in das Programm FBS eingegeben. Darüber hinaus wurden die bestehenden Fahrpläne der RE- und RB-Linien zwischen Fulda- und Wächtersbach analysiert. Die späteren Betriebskonzeptvarianten erfolgten auf Grundlage des Deutschland-Taktes.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die möglichen Haltestellen im Korridor bei einer Streckenreaktivierung.

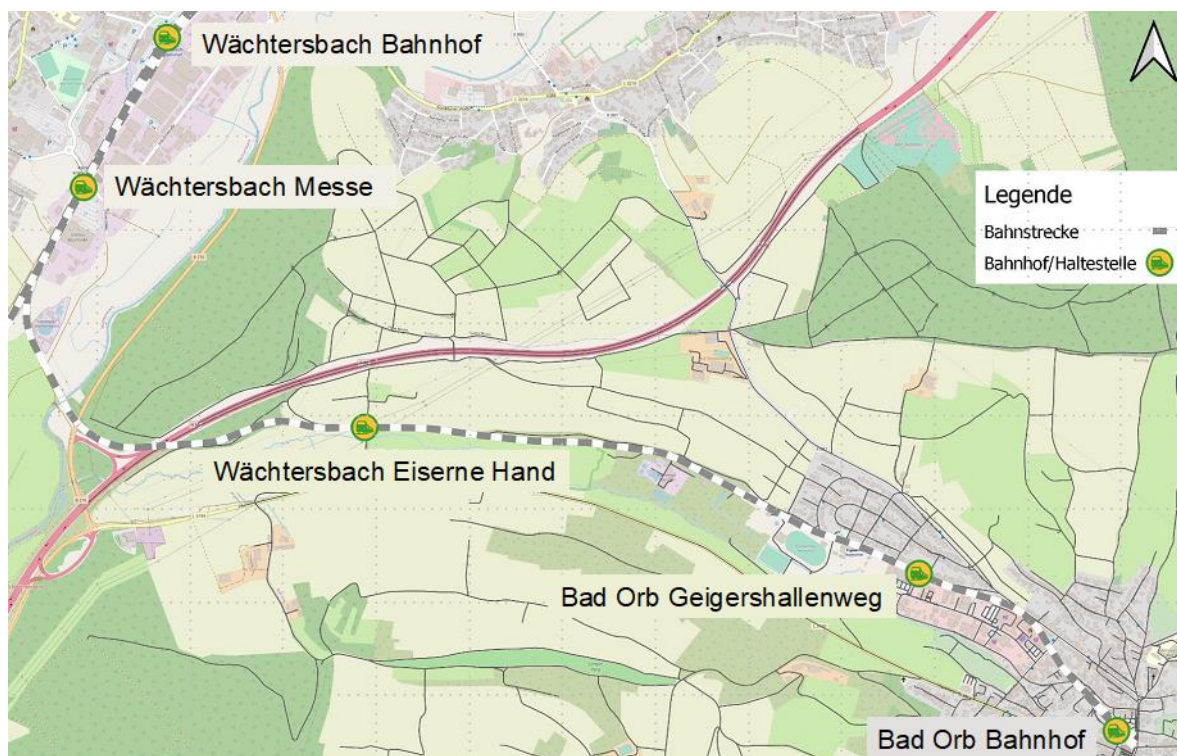


Abbildung 8-1: Übersicht Haltepunkte Strecke Bad Orb – Wächtersbach

Quelle: QGIS

Aufbauend auf dem möglichen Haltestellenregime wurden Umlaufzeiten und der Fahrzeugeinsatz ermittelt. Die Umlaufzeiten hängen u.a. von der Wahl der Antriebstechnik ab. Im Rahmen der Untersuchungen wurden die Antriebsarten Elektrotriebzug, Dieseltriebzug sowie Batterietriebezug weiterverfolgt. Generell wäre

auch ein Wasserstoffbetrieb umsetzbar. Aufgrund der hohen Kosten für die Be-
tankungsinfrastruktur wurde diese Variante im Detail nicht weiterverfolgt.

8.1.2 Detailvarianten Betriebskonzepte

Eine erste Festlegung im Rahmen der Erstellung der Betriebskonzepte war die Festlegung eines 30 Minuten Taktes. Dies ist erforderlich, da bereits die heutige Busverbindung MKK 81 im unreinen 30 Minuten Takt operiert und das Bahnangebot mindestens das heutige Qualitätsniveau erfüllen sollte. Es wurden drei Grundscenarien gebildet, die sich rein durch die Anzahl der Haltestellen unterscheiden.

Die Szenarien können aus der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Varianten	Haltepunkte	Takt
Szenario 1 Deutschland-Takt	Bad Orb Bf - Rewe-Markt - Wächtersbach Bf	30'-Takt
Szenario 2 Deutschland-Takt	Bad Orb Bf - Rewe-Markt - Eiserne Hand - Wächtersbach Bf	30'-Takt
Szenario 3 Deutschland-Takt	Bad Orb Bf - Rewe-Markt - Eiserne Hand - Messe Wächtersbach - Wächtersbach Bf	30'-Takt

Tabelle 8-1: Betrachtete Varianten im Betriebskonzept

Quelle: eigene Darstellung

In Szenario 1 bilden die Haltestellen Bahnhof Bad-Orb, Haltestelle REWE-Markt Bad Orb und der Bahnhof Wächtersbach die Basis für die Fahrplanerstellung. Ergänzend kommt in Szenario 2 ein möglicher Haltepunkt in der Nähe des noch zu entwickelten Gewerbegebietes „Eiserne Hand“ hinzu. In Szenario 3 wird ein zusätzlicher Haltestellenpunkt nahe des Globus Supermarktes und der Messe Wächtersbach errichtet. Alle Haltestellen sind aus technischer Sicht generell realisierbar.

8.2 Ergebnisse Betriebskonzept

8.2.1 Fahr- und Wendezeiten nach Antriebsform

Die Fahr- und Wendezeiten wurden mit dem Fahrplanbearbeitungssystem FBS unter Berücksichtigung der Haltezeiten und des Beschleunigungsverhalten der Züge ermittelt. Ein Batterietriebzug weist ein ähnliches Beschleunigungsverhalten wie ein Dieseltriebwagen auf.

Die Ergebnisse der Fahr- und Wendezeiten in den verschiedenen Szenarien können aus der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

	Fahrzeit Diesel	Fahrzeit Elektro	Wendezeit WÄC-Diesel	Wendezeit WÄC-Elektro	Wendezeit ORB-Elektro	Wendezeit ORB-Diesel	Anschlüsse WÄC-D-Takt
Szenario 1	8'	8'	10'	10'	4'	4'	8'/13'
Szenario 2	10'	9'	6'	6'	7'	4'	8'/13'
Szenario 3	11'	10'	5'	6'	5'	3'	6'/12'

Version 1: Haltepunkt Bad Orb, Rewe
 Version 2: Version 1+ Haltepunkt Gewerbegebiet
 Version 3: Version 2+ Haltepunkt Messe

Tabelle 8-2: Fahr- und Wendezeiten der Betriebskonzeptvarianten

Quelle: eigene Darstellung

Wichtig in diesem Zusammenhang sind die möglichen Anschlussbeziehungen im Bahnhof Wächtersbach zum bestehenden Schienenpersonenverkehr. Überdies wurde darauf geachtet, dass die Wendezeiten in Wächtersbach für eine mögliche Wiederaufladung der Batterie unter der Oberleitung ausreichend sind. Mit dem konzipierten Fahrplan sind kurze Umstiegszeiten von 8 min in Richtung Frankfurt und 13 min in Richtung Fulda zu erreichen. Die Fahrzeiten variieren in Abhängigkeit der zu bedienenden Haltepunkte sowie den Fahrzeugkonzepten und betragen zwischen acht und elf Minuten. Bereits jetzt zeigt sich, dass ein regelmäßiger SPNV zwischen Bad Orb und Wächtersbach aus Fahrplansicht mit nur einem Fahrzeug möglich wäre. Eine Fahrzeugreserve ist dabei nicht enthalten.

Ein wichtiger Baustein des Mobilitätskonzeptes im Main-Kinzig-Kreis ist der Einsatz von alternativen Antriebsformen. Die Umsetzbarkeit eines Konzeptes mit einem batterieelektrischen Antrieb hängt u.a. von Verbrauch und den zur Verfügung stehenden Ladezeiten im Bahnhof Wächtersbach ab. Da im Bahnhof Wächtersbach bereits eine Oberleitung existiert und die Anlagen erweitert werden könnten, sollte die Aufladung der Batterie im Bahnhof Wächtersbach erfolgen. Eine Oberleitung mit einer Länge von rund 300m ist bereits in der Investitionskostenabschätzung enthalten.

Die Fahrzeiten im Batteriebetrieb variieren je nach Szenario und betragen zwischen acht und 11 Minuten. Der Energieverbrauch im Umlauf schwankt zwischen 72 kWh und 80 kWh für den rund 13 Kilometer langen Abschnitt und den eingeplanten Unterwegshalten. Nach einer Untersuchung des Fraunhofer ISI beträgt die Ladeleistung einer Oberleitungsanlage für ein BEMU rund 12 kWh je Minute.¹⁹ Die Batteriekapazität in batterieelektrischen Fahrzeugen beträgt zwischen 400-500 kWh.²⁰

¹⁹ Fraunhofer ISI

²⁰ Marktrecherche Railistics GmbH

Variante	Fahrzeit Wächtersbach – Bad Orb	Mögliche Wendezeit Bahnhof Wächtersbach = Ladezeit	Grober Energieverbrauch in kWh im Umlauf	Ladeleistung Bahnhof Wächtersbach in kWh	Einstufung
Szenario 1	8 Minuten	10 Minuten	72 kWh	96 kWh	Ladeleistung kompensiert Verbrauch vollständig.
Szenario 2	10 Minuten	6 Minuten	75 kWh	72 kWh	Ladeleistung kompensiert Verbrauch (fast) vollständig.
Szenario 3	11 Minuten	5 Minuten	80 kWh	60 kWh	Differenz von 20 kWh

Tabelle 8-3: Einsatzkonzept BEMU mit Ladezeiten

Quelle: eigene Ergebnisse

Es zeigt sich, dass auch in Szenario 3, bei Bedienung aller möglichen Haltepunkte, bei Nachladung des Fahrzeuges im Bahnhof Wächtersbach rund 20 Umläufe am Tag ohne eine längere Ladezeit umsetzbar wären. In den Szenarien 1 und 2 kann der Energieverbrauch fast vollständig über die Energieaufnahme im Bahnhof Wächtersbach durch den kurzen Halt kompensiert werden. Alle Szenarien sind somit aus technischer und betrieblicher Sicht bei Einsatz eines BEMU umsetzbar.

8.2.2 Möglichkeiten zur Durchbindung von Bestandslinien

Eine weitere Möglichkeit wäre die Durchbindung von Bestandslinien. Theoretisch denkbar wäre die Durchbindung der Linien RB 51 und des RE 50. Auch über Flügelungskonzepte, könnte generell nachgedacht werden. Heute endet die RB 51 in Wächtersbach. Im Deutschland-Takt soll die RB 51 mit Ausnahme von **vier Kursen nach Bad Soden durchgebunden werden**. Der Bahnhof Wächtersbach ist im Deutschland-Takt kein Knotenbahnhof mehr. Das nachfolgende Netzplan-schema zeigt die Fahrplanverknüpfungen zwischen den Linien nach Umsetzung des Deutschland-Taktes.

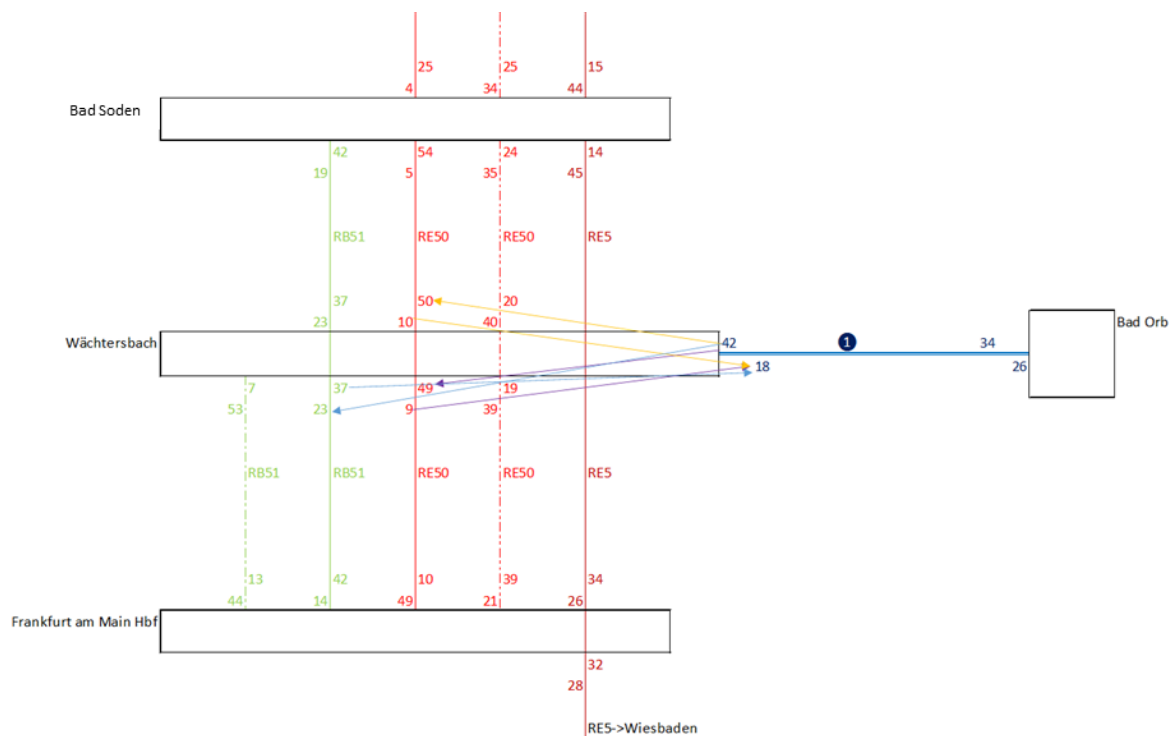


Abbildung 8-2: Netzplanschema im D-Takt

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung des D-Taktes

Da die RB 51 weitestgehend nicht mehr in Wächtersbach endet, ist auch eine Durchbindung nach Bad Orb nicht darstellbar. Gegenwärtig und zukünftig enden nur einige wenige Fahrten am Tag in Wächtersbach. Diese könnten ohne die Kreuzung der Strecke durch den Einbau einer Weiche nach Bad Orb verlängert werden.

Bei Umsetzung eines Flügelkonzeptes müsste ein Zugteil nach Bad Orb weiter fahren, was zu einer Kreuzung der Strecke führen würde. Die Züge halten auf dem durchgehenden Hauptgleis (Gleis 2). Überdies können dann die Umläufe der RB 51 aufgrund der Kuppelvorgänge nicht eingehalten werden, was Verschiebungen im Fahrplan bedeuten würde. Daher ist das Konzept nicht umsetzbar.

Es wird darauf hingewiesen, dass eine Durchbindung von Zügen von Wächtersbach nach Bad Orb, zumindest in den Spitzenlastzeiten, das Zielkonzept darstellt. Hierfür müsste die Strecke von Wächtersbach nach Bad Orb elektrifiziert und die Einbindung der Sicherungstechnik in das ESTW erfolgen. Es ist eine stufenweise Konzeption vorgesehen. Im Grundszenario soll die Strecke zwischen Wächtersbach und Bad Orb im Pendelverkehr bedient werden.

Die Effekte einer Durchbindung können nur valide durch die Nutzung eines Verkehrsmodells abgebildet werden. Auch müsste in weitergehenden Schritten geprüft werden, inwiefern und unter welchen Voraussetzungen sich eine Elektrifizierung aus technischer Sicht darstellen lässt.

Aus den beschriebenen Gründen wurde im Rahmen der Vorstudie von der Untersuchung dieses Szenarios abgesehen, da keine validen Aussagen hierzu getroffen werden können.

8.2.3 Möglichkeiten zur Verlängerung der Linie mit Einfädelung auf die Kinzigtalbahn

Die Bahnstrecke Hanau-Fulda befindet sich heute aufgrund der engen Taktung des Schienenpersonenverkehrs und der Nutzung durch den Schienengüterverkehr an der Kapazitätsgrenze. Eine Verlängerung der geplanten Bahnlinie Wächtersbach-Bad Orb mit Einfädelung auf die Kinzigtalbahn erscheint aus Kapazitätsgründen nicht möglich zu sein. Durch die Kreuzung der Gleise müssten andere Streckengleise bis zur Räumung der Fahrstraßenzugschlussstelle blockiert werden, was sich signifikant auf die Leistungsfähigkeit der Strecke auswirken würde.

Nach Inbetriebnahme der Neubaustrecke sollten ausreichend Kapazitäten für direkte Verbindungen mit einem Flügelkonzept für Züge von/bis Frankfurt vorhanden sein. Aktuell bestehen Planungen zum Bau einer Neubaustrecke zur Entlastung der Kinzigtalbahn. Im Bahnhof Wächtersbach soll im Rahmen der Neubaustrecke ein Wendegleis in Mittelgleislage entstehen. Eine potenzielle Flügelung des Zuges aus Frankfurt in der Zukunft sollte bei den Planungen berücksichtigt werden, so dass prinzipielle Möglichkeit zur Konzeptumsetzung zukünftig realisiert werden kann. Der Fertigstellungstermin für die Neubaustrecke ist nicht vorhersehbar, maßgeblich auch in Abhängigkeit vom Erhalt der Baugenehmigung. Aufgrund des unklaren Zeitrahmens, der nicht gesicherten Kapazitätsfragen und der deutlich zu erwartenden infrastrukturellen Mehrkosten erfolgt keine Betrachtung dieses Szenarios in der Nutzen-Kosten-Untersuchung.

8.2.4 Zusammenfassung der betrachteten Varianten im Mit-Fall

Zur Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses im Rahmen der Standardisierten Bewertung müssen u.a. der Kostensaldo zwischen Busbetrieb (Ohne-Fall) und dem Bahnbetrieb (Mit-Fall) ermittelt werden. Eingangsgrößen für die Betriebskostenermittlung im SPNV sind die Fahrplan-Km, die Anzahl der Halte und die Zugsinsatzzzeiten. Die Ergebnisse der Varianten sind aus der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Varianten	Betrachtete Varianten auf Basis des Deutschland-Taktes		
	Szenario A	Szenario B	Szenario C
Haltestellen	Bad-Orb, REWE, Wächtersbach Bf	Bad-Orb, REWE, Eiserne Hand, Wächtersbach Bf	Bad Orb, REWE, Eiserne Hand, Messe-Wä, Wächtersbach Bf
Fahrplan-km SPNV im Jahr	154.700	154.700	154.700
Halte SPNV im Jahr	59.500	83.300	107.100

Sitzplatz-Km im Jahr	18.564.000	18.564.000	18.564.000
Zugeinsatzzeit ohne Wendezeit/Jahr in h	3173	3967	4107
Zugeinsatzzeit mit Wendezeiten/Jahr in h	5.600	5.600	5.600

Tabelle 8-4: Zusammenstellung Ergebnisse Betriebskonzept

Quelle: eigene Ergebnisse

Mit einem Fahrzeugeinsatz an 300 Tagen im Jahr und 32 Umläufen am Tag (30 min Takt von 05:00 bis 23:00 Uhr) werden jährlich 154.700 Fpl.-Km zurückgelegt. Die gesamte Zugeinsatzzeit (inkl. Wendezeit) beträgt jährlich rund 5.600 Stunden.

8.3 Empfehlung Betriebskonzept und Fahrzeugeinsatz

Als Ergebnis der Untersuchung wird ein Betriebskonzeptes mit den Halten in Wächtersbach, REWE-Markt Bad Orb und Bad Orb Bahnhof mit Bedienung im 30 Minuten Takt empfohlen. Eine Anbindung an das geplante Gewerbegebiet „Eiserne Hand“ wäre generell aus technischer und betrieblicher Sicht möglich. Da gegenwärtig noch keine Nutzenabschätzung zu den Fahrgastpotenzialen möglich ist, sollte diese Variante aufgrund der höheren Betriebskosten in der späteren Nutzen-Kosten-Analyse zunächst nicht betrachtet werden. Sofern sich zukünftig ausreichend Potenziale ergeben, kann die Haltestelle am Gewerbegebiet eingerichtet werden.

Aus fahrzeugtechnischer Sicht empfiehlt sich für die zu reaktivierende Bahnstrecke der Einsatz eines batterieelektrischen Triebfahrzeuges (2-Teiler) mit rund 100-120 Sitzplätzen. Aufgrund der kurzen Distanzen im Umlauf von rund 13 Kilometer ist die Batteriekapazität ausreichend. Der Aufladevorgang kann im Bahnhof Wächtersbach getätigt werden.

9 Vergleichende Bewertung und Wirtschaftlichkeit

9.1 Abschätzung der Reisendenpotenziale

9.1.1 Erreichbarkeiten der Haltstellen im Stadtgebiet Bad Orb

Zur Bewertung der Erreichbarkeit wurde der Einzugsbereich der Haltestellen Bad Orb Bahnhof und Bad Orb REWE-Markt analysiert. Die Analyse wurde mittels der Software „QGIS“ durchgeführt, durch die die Einwohnerzahlen in einem Kilometer Umkreis um die Haltestellen ermittelt werden konnten. Bestimmt wurden die Einwohner im Einzugsbereich in zwei Stufen, sowohl im 500 m Radius als auch im 1 km Radius. Die Unterteilung erlaubt eine differenziertere Betrachtung des Einzugsgebietes und der fußläufigen Erreichbarkeit der Haltestellen. Diese Unterscheidung ist auch in nachfolgender Grafik durch verschiedene Blautöne hervorgehoben.

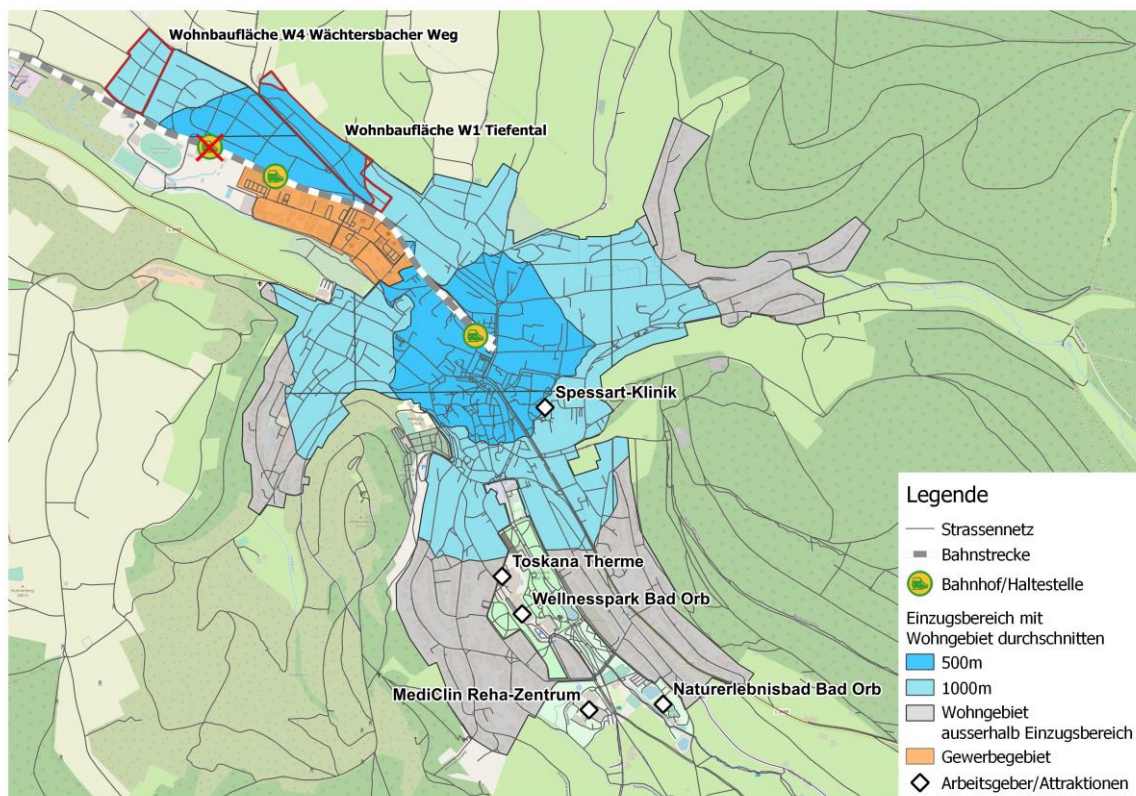


Abbildung 9-1: Einzugsbereich der geplanten Haltstellen in Bad Orb

Quelle: QGIS

Um auch die zukünftige Entwicklung in Bad Orb abbilden zu können, wurden auch geplante Neubaugebiete oder Gewerbegebiete in der Untersuchung berücksichtigt. Wichtig für einen attraktiven SPNV ist auch die fußläufige Entfernung zur Haltestelle. Berücksichtigt man lediglich den Halt im Bahnhof Bad Orb, befinden sich in einem Radius von 500 m 16,8 % der Bevölkerung, in einem Radius von 1000 m weitere 40,1 % der Bevölkerung im Einzugsbereich des SPNV. Dank dieses Haltepunktes werden somit insgesamt 56,9 % der Bevölkerung vom SPNV

erschlossen. Durch den zusätzlichen Halt am REWE-Markt im Nordwesten Bad Orbs wird ein zusätzlicher Teil der Bevölkerung einbezogen. Die abgedeckten Einwohneranteile steigen in einem Radius von 500 m auf 22 % und in einem Radius von 1000 m auf zusätzliche 42%. Der erschlossene Anteil der Bevölkerung Bad Orbs in einem Radius von 1.000 m um die Haltestellen steigt somit auf 64 %.

Hervorzuheben ist, dass die südöstlichen Teile Bad Orbs, die in obiger Abbildung als nicht erschlossen dargestellt sind, durch bereits vorhandene Buslinien abgedeckt werden. Diese weisen Umsteigemöglichkeiten auf, die eine Anbindung an den Bahnhof Bad Orb und somit an den SPNV Richtung Wächtersbach gewährleisten. Dies gilt auch für die Einwohnerpotentiale aus Jossgrund, die ebenfalls über regelmäßige Busverbindungen an den Bahnhof Bad Orb angeschlossen sind. Gegenwärtig ist bei Nutzung der Buslinie MKK 81 zwischen Wächtersbach und Bad Orb auch ein Umstieg am Bahnhof Bad Orb notwendig. Somit würde sich mit einem SPNV-Angebot keine Verschlechterung im Vergleich zum Status quo ergeben.

9.1.2 Verkehrsmittelwahl im Korridor

9.1.2.1 Allgemeine Aspekte zur Verkehrsmittelwahl

Um das Fahrgastaufkommen im SPNV abschätzen zu können, wird neben dem Einzugsgebiet, welches eine Grundgesamtheit an potenziellen Fahrgästen liefert, die Verkehrsmittelwahl für die verschiedenen in der MiD erfassten Wegezwecke der im Korridor lebenden Personen (Quellverkehr) sowie der Kurgäste, Tagesbesucher und Einpendler (Zielverkehr) berücksichtigt.

Die Potenzialabschätzung wurde auf Grundlage einer IST-Prognose („Ohne-Fall“) und zwei Szenarien durchgeführt:

- Ohne-Fall: heutige Situation mit Busverkehren
- Referenzfall: Neues SPNV-Angebot, heutiges Verkehrsverhalten
- Best-Case: SPNV-Angebot und Verkehrswende

Hierbei ist zu beachten, dass sich die in den verschiedenen Prognosen berechnete ÖPNV-Nutzung lediglich auf Reisende im Einzugsbereich der Haltestellen und auf Reisewege im Untersuchungskorridor bezieht, also auf Personen, für die die SPNV-Nutzung unmittelbar infrage kommt. Alle Personen, die entweder nicht im Einzugsbereich der Haltestellen leben bzw. arbeiten oder Reiseziele anstreben, die durch den SPNV nicht direkt erreicht werden können, sind in die Berechnung nicht mit einbezogen.

Erfahrungen zeigen, dass durch die Einführung einer SPNV-Verbindung die ÖPNV-Nutzungsanteile zunehmen werden. Neben den positiven Effekten auf die Reisezeit und Frequenz müssen überdies die Komfortaspekte berücksichtigt werden. Diese sind im Fall der Verbindung zwischen Wächtersbach und Bad Orb von besonderer Bedeutung. Für Gäste mit Gepäck ist die heutige Busverbindung

keine Option. Diese nutzen andere Verkehrsmittel. Weiterhin ist heute eine Fahrradmitnahme im Bus nicht möglich.

9.1.2.2 Überlegungen und Eingangsparameter Ohne-Fall

Für den Ohne-Fall können aufgrund der bestehenden Busverbindungen von Bad Orb nach Wächtersbach Hochrechnungen für die derzeitigen Fahrgastzahlen im ÖPNV als Orientierung für jede Modellrechnung angestellt werden. Vor diesem Hintergrund wurden für die einzelnen Wegezwecke Annahmen zur Verkehrsmittelnutzung im Korridor für den ÖPNV getroffen, die in etwa der Hälfte der aus der MID-Sonderauswertung für Hessen bekannten Werte für 2017 entsprechen.

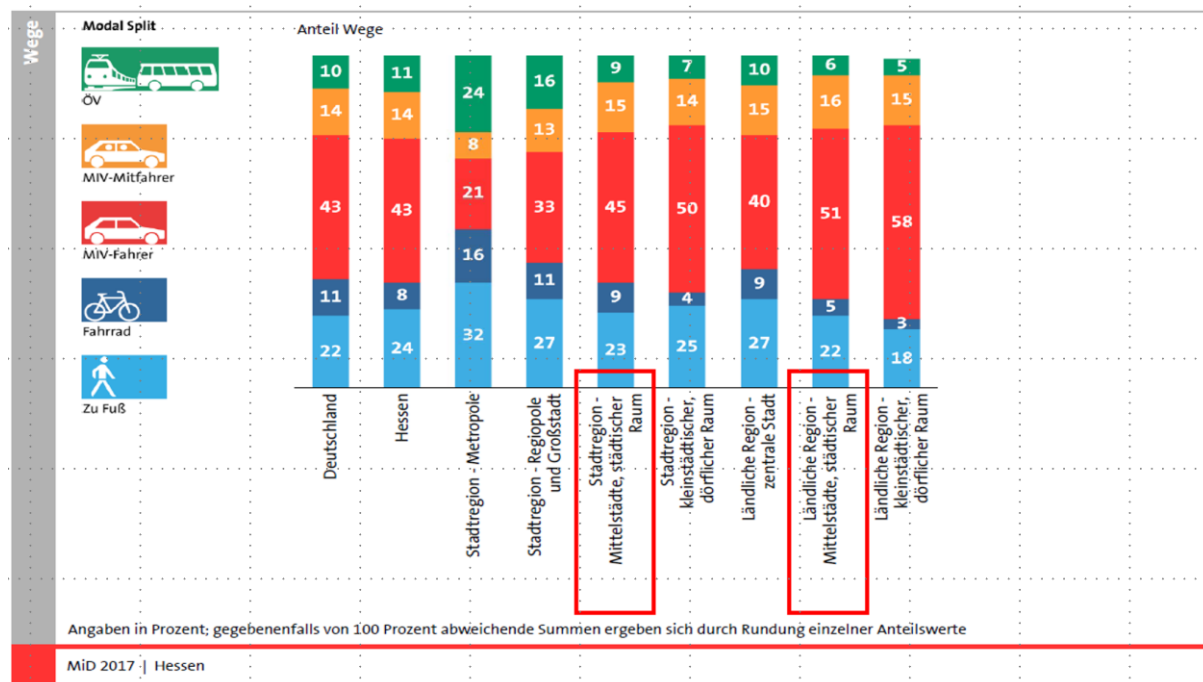


Abbildung 9-2: Hauptverkehrsmittel auf den Wegen (Modal Split) nach Raumtyp

Quelle: MiD 2017 Hessen

Überdies liegen für das Jahr 2021 Verkehrsmengendaten aus der interaktiven Verkehrsmengenkarte des Landes Hessen vor. Zwischen Wächtersbach und Bad Orb wird von einer durchschnittlich täglichen Verkehrsstärke von rund 10.300 Kfz über die L 3199 ausgegangen.²¹ Es ergibt sich ein Fahrgastpotenzial von derzeit ca. 720 ÖPNV-Nutzern.

Bei den Kurgästen wurde angenommen, dass heute ca. 10% mit dem öffentlichen Verkehr anreisen. Diese Annahmen können wie folgt begründet werden:

- Aktuelles Busangebot ist für Kurgäste mit Gepäck wenig ansprechend
- Kurkliniken in Bad Orb verfügen über weitläufige Parkplätze
- Kurkarte ermöglicht kostenfreies Parken im gesamten Stadtgebiet von Bad Orb

²¹ (vgl. Hessen mobil 2023)

Die hier beschriebene Situation begünstigt die Nutzung des MIVs. Allerdings bestehen heute auch wenig Alternativen.

Der Modal Split der privatreisenden Urlaubsgäste aus dem In- und Ausland nach Hessen zeigt deutliche Unterschiede zwischen Stadt und Land. Während für die ländlichen Destinationen Hessens der PKW als Anreiseverkehrsmittel klar dominiert (70% der Gäste) und auch Camping und Wohnmobilisten mit 6% eine wichtige Rolle spielen, ist bei Hessens Städten die Bahn nach dem PKW das wichtigste Anreiseverkehrsmittel mit über einem Drittel. Der hohe Anteil der Fluganreisenden in hessischen Ballungsgebieten ist durch ausländische Touristen bedingt.²²

Für den RMV wird der Freizeitverkehr vor allem an den Wochenenden immer wichtiger. Nach eigenen Angaben bestelle der Verbund immer mehr Busse und Bahnen für das Wochenende, weil der Verkehr samstags und vor allem sonntags während der zurückliegenden fünf Jahre um bis zu 30 Prozent zugenommen habe.²³ Zwischen Wächtersbach und Bad Orb verkehrt der Bus am Wochenende im 2-Stunden-Takt. Laut Aussagen der Stadt Bad Orb entstehen am Wochenende große Probleme aufgrund der Anreisen von Tagesgästen mit dem MIV. Dies führt zu langen Staus. Aus Beobachtungen heraus leitet sich ab, dass nur wenige Tagesgäste an den Wochenenden auf das bestehende Busangebot zurückgreifen. Zu den Ein- und Auspendlern nach Bad Orb und den dahinterstehenden Verflechtungen liegen sehr konkrete Zahlen vor, die von der Agentur für Arbeit eingeholt wurden.

Verschiedene Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, dass der Anteil des PKW bei Urlaubsanreisen im Inland ab einer Dauer von fünf Tagen bei über 70% liegt. Bei einer Dauer von weniger als fünf Tagen nimmt der PKW-Anteil nochmals zu.²⁴

Die Ergebnisse der Verkehrsverteilung und Umlegung unter Berücksichtigung der Bevölkerungsdaten, Schülerverkehre, Touristen, Übernachtungsgäste sowie den Freizeitverkehren unter Verwendung der Ergebnisse aus der MiD 2017 Hessen für den Ohne-Fall kann aus der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

²² (vgl. Möller, Deckert (2019), Seite 42)

²³ (vgl. Möller, Deckert (2019), Seite 76)

²⁴ (vgl. Kersten, Pinnow (2020), Seite 22)

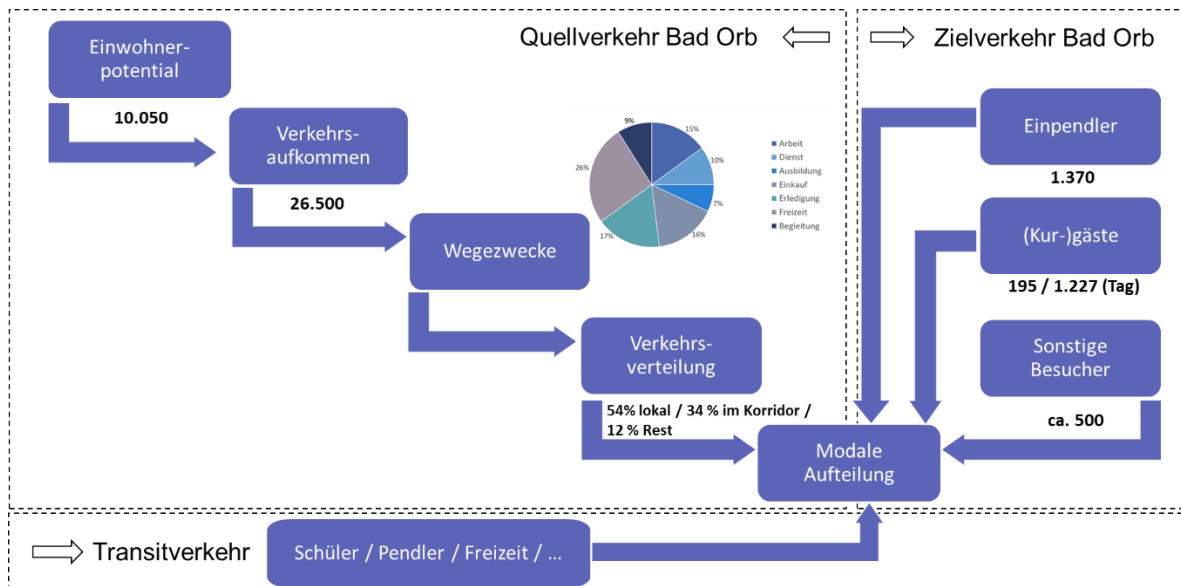


Abbildung 9-3: Einflussparameter zur Ermittlung der modalen Aufteilung

Quelle: Matthias Gather (Verkehrspolitik & Raumplanung)

9.1.2.3 Überlegungen und Eingangsparameter Mit-Fall (Referenz)

Die Verkehrsnachfrage ist vor allem von dem künftigen Verkehrsverhalten beeinflusst. Für den Referenzfall wird davon ausgegangen, dass sich das Verkehrsverhalten bei einer Inbetriebnahme der neuen SPNV-Verbindung in etwa dem heute in Hessen beobachteten Verkehrsverhalten in vergleichbaren Siedlungsstrukturtypen angleicht. Der hier angenommene Modal Split für den ÖPNV lehnt sich hinsichtlich der Hauptverkehrsmittel nach Wegezwecken an die Sonderauswertung der MID 2017 für Hessen an. In der Summe entspricht die künftige ÖPNV-Nutzung mit der SPNV-Verbindung für Fahrten im Korridor damit in etwa der heute aus ganz Hessen bekannten Verkehrsmittelwahl für vergleichbare Siedlungsstrukturtypen. Der Modal Split im Bereich Ausbildung bleibt im Vergleich zum Ohne-Fall gleich. Es wurde angenommen, dass die Schüler und Auszubildende bereits heute vordergründig das ÖPNV-Angebot nutzen, auch weil diese meist über kein eigenes Auto verfügen.

Durch ein abgestimmtes Parkraumkonzept mit Reduzierung der Parkflächen in Bad Orb sollen auch Tourismusverkehre und Kurverkehre vom MIV auf den ÖPNV verlagert werden. Insbesondere im Bereich der Kurgäste werden weitreichende Potenziale gesehen, die heute aufgrund des unzureichenden Angebots nicht gehoben werden können. Es sollen konkrete Anreize für die Nutzung des ÖPNV geschaffen werden. Eine Maßnahme wäre der kostenlose Bahnhofstransfer von und zu den Beherbergungsbetrieben bei Anreise und Abreise.

In anderen Regionen mit ähnlichen Charakteristika²⁵ zeigt sich, dass bei einem gut ausgebauten ÖPNV-System durchaus ein Modal Split der Besucher bei der

²⁵ eher ländlich geprägter Stadtraum

Anreise von über 20% erreichbar ist.²⁶ Berücksichtigt werden muss hierbei, dass die genannten Ergebnisse aus einer bereits im Jahr 2013 getätigten Studie vorzufinden sind und u.a. durch die Einführung des Deutschlandtickets und der generellen Bedeutungszunahme der Klimaneutralität heute durchaus deutlich höhere Anteile angenommen werden können. Dies wurde auch bei den getroffenen Annahmen in Tabelle 9-1 berücksichtigt. Es wurde davon ausgegangen, dass nach der Streckenreaktivierung ein Anteil von 30% der Kurgäste bei der An- und Abreise respektive 20% der Kurgäste bei Fahrten während des Aufenthalts den ÖPNV nutzen werden. Bei den Freizeitverkehren wurde von einem Anteil von 10% ausgegangen, der noch recht konservativ einzustufen ist. Diese Maßnahmen werden seitens der Stadt Bad Orb beispielsweise durch ein Parkraumkonzept unterstützt. Ziel der Stadt Bad Orb ist es, den MIV im Stadtgebiet deutlich zu reduzieren.

Gegenwärtig wird seitens der Stadt Bad Orb eine Befragung vorbereitet, um den tatsächlichen modalen Split bei der Verkehrsmittelwahl der Kurgäste zu erfassen. Auch soll im Rahmen der Befragung ermittelt werden, wie sich das Nutzungsverhalten bei Einführung eines regelmäßigen Schienenpersonenverkehrs zwischen Wächtersbach und Bad Orb ändern würde.

9.1.2.4 Überlegungen und Eingangsparameter Mit-Fall (Verkehrswende)

Im Szenario Verkehrswende kann die Attraktivität des ÖPNV durch Push- und Pull-Maßnahmen nochmals gestärkt werden. Die Stadt Bad Orb plant beispielsweise ein nachhaltiges Parkraumkonzept mit dem Ziel, die Anreisen mit dem PKW zu reduzieren und Mehrverkehr auf den ÖPNV zu verlagern. Auch die Kurbetriebe möchten ihre CO₂-Bilanz verbessern. Überlegenswert wäre ein Shuttle-Bus-Konzept vom Bahnhof Bad Orb zu den Kureinrichtungen, je nach Nachfrage als On-Demand Verkehr oder mit konkretem Fahrplan.

Dies hat insgesamt positive Auswirkungen auf das Nutzungsverhalten und die Verkehrsmittelwahl. Hinsichtlich der Verkehrsmittelwahl wurde hier ausgehend von dem Ziel zahlreicher Bundesländer sowie dem von Bürgerinitiativen eingebrachten Entwurf eines Gesetzes zur Umsetzung der Verkehrswende (Verkehrswendegesetz²⁷), die ÖPNV-Nutzung bis zum Jahr 2030 zu verdoppeln, von einer im Schnitt doppelt so hohen ÖPNV-Nutzung wie heute in vergleichbaren Siedlungsstrukturtypen ausgegangen, wobei Aus- und Einpendler sowie Freizeitverkehre überproportional zu dieser erhöhten Nutzung beitragen. Ein erster Schritt hin zur Klimaneutralität war die Einführung des Deutschland-Tickets mit dem Ziel, für jeden den ÖPNV auch aus wirtschaftlicher Sicht zugänglich zu machen. Im Szenario Verkehrswende wurde ein paralleles Bus- und Bahnangebot unterstellt, sodass ein 15-Minuten-Takt zwischen Wächtersbach und Bad Orb erreicht werden kann. Weitere Maßnahmen im Rahmen der Verkehrswende sind beispielsweise die kostenlose Fahrradmitnahme, Steigerung der Attraktivität von Sharing-Konzepten, Maßnahmen zur Parkraumbeschränkung und die Erhöhung der

²⁶ (vgl. Stors, Kagermeier (2013), Seite 34)

²⁷ (vgl. Verkehrswende-Hessen.de 2023)

Bedienfrequenzen im Regionalverkehr. Bei einer Realisierung der Verkehrswende wird sich aber auch das Verkehrsverhalten der Bevölkerung künftig ändern müssen. Dem Referenzfall wurde daher ein Best-Case-Szenario gegenübergestellt, bei dem die künftige Verkehrsmittelwahl vor allem den Zielen der Landespolitik entspricht (Tabelle 9-1).

Aus den bereits in den obigen Kapiteln beschriebenen Eingangsdaten und Annahmen leitet sich die in der nachfolgenden Tabelle dargestellte Verteilung der Verkehrsmittelwahl ab.

Verkehrsmittelwahl ÖV im Korridor	Ohne-Fall (ohne Verkehrswende)	Ohne-Fall (mit Verkehrswende)	MIT-Fall Referenzfall (SPNV)	Mit-Fall (+) Verkehrswende
Arbeit	4%	5%	8%	18%
Dienst	4%	5%	5%	10%
Ausbildung	39%	46%	39%	68%
Einkauf	2%	2%	3%	11%
Erledigung	5%	6%	11%	15%
Freizeit	4%	5%	8%	19%
Begleitung	2%	2%	4%	10%
Einpendler	4%	5%	8%	18%
Kurgäste	10%	12%	20%	40%
Kurgäste (An-/Abreise)	10%	12%	30%	50%
Besucher	2%	2%	10%	20%

Tabelle 9-1: Verkehrsmittelwahl nach Wegezwecken ohne SPNV, im Referenzfall und im Best Case Szenario

Quelle: eigene Darstellung

Im Ohne-Fall (Verkehrswende) wurde davon ausgegangen, dass der Anteil der Busnutzer um 20% steigt. Dies kann durch die bereits beschriebenen Maßnahmen begründet werden. Dementsprechend sind weniger MIV-Nutzer im Szenario Verkehrswende zu verzeichnen.

Für die Pendler zwischen Wächtersbach und Bad Orb stellt eine künftige Bahnverbindung im Vergleich zur bestehenden Busverbindung vor allem eine Verbesserung in Hinblick auf die Beförderungsqualität (Fahrkomfort, Sitzplatzangebot, Fahrradmitnahme) dar. Für die Pendler außerhalb des Korridors können zudem im MIT-Fall bessere Umsteigezeiten erreicht werden.

Weitreichende Verbesserungspotenziale ergeben sich zudem vor allem für die Freizeitverkehre, Besucher und die Kurgäste. Heute reisen nur sehr wenige Kurgäste mit dem ÖPNV an. Für die Verkehrsprognose im Referenzfall wird davon ausgegangen, dass künftig 30 % der Kurgäste²⁸ bei der An- und Abreise den SPNV nutzen werden. Gemäß der Zielstellung aus den Entwürfen zum Verkehrswendegesetz wurde im Szenario Verkehrswende angenommen, dass der Nutzeranteil im ÖPNV durch zielgerichtete Maßnahmen deutlich ansteigt.

²⁸ Siehe dazu die genannten Studien zum Tourismus im Ahrtal

9.2 Vereinfachte Standardisierte Bewertung

9.2.1 Festlegung des Referenzfalles (Ohne-Fall)

Die heutige Situation wurde bereits in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben. Parallel zum möglichen SPNV-Angebot bei Streckenreaktivierung verläuft heute die Buslinie MKK 81 zwischen Wächtersbach und Bad Orb. Die Abwicklung des gesamten ÖPNV über die Buslinie stellt das Referenzszenario dar und bildet den Ohne-Fall. Die Linie verkehrt werktags in einem unreinen 30 Minuten Takt und erschließt auf ihrer Route von Bad Orb nach Wächtersbach auch den Ort Aufenau. Genutzt wird die Linie von allen Nachfragegruppen. Die Fahrzeit beträgt rund 11 Minuten. Am Wochenende verkehrt die Linie nur im Stundentakt. Über das Jahr gerechnet werden durch den Bus täglich 742 Personenfahrten abgewickelt. Da auf Seiten des Verkehrsunternehmens keine Zählungen durchgeführt werden, handelt es hierbei um eine modellierte Abschätzung analog der vereinfachten Nachfrageprognose.

9.2.2 Vorzugsvariante im MIT-Fall

Der MIT-Fall oder auch Referenzfall stellt die Situation bei Streckenreaktivierung und regelmäßigen SPNV-Angebot dar. Die parallel verlaufende Buslinie MKK 81 wird eingestellt.

Da der Ort Aufenau nicht mehr erschlossen werden kann, wird zwischen Wächtersbach und Aufenau ein Verkehr mit Kleinbussen eingerichtet. Generell könnte man aufgrund der sehr geringen Nutzerzahlen zwischen Wächtersbach und Aufenau über die Einführung eines On-Demand Verkehrs über den Tag hinweg nachdenken. In den Spitzenstunden am Morgen und Nachmittag könnte der On-Demand-Service durch 2-3 regelmäßige Kurse ergänzt werden. Für die weitere Bewertung wurde allerdings von einem regelmäßigen Verkehr mit einem Kleinbus im 30 min Takt ausgegangen.

Die Bahnverbindung zwischen Wächtersbach und Bad Orb im Vorzugsfall weist folgende Charakteristika auf:

- Streckenlänge: 6,5 Km
- Antriebsart: batterie-elektrisch
- Kapazität: rund 120 Sitzplätze
- Taktung: 30 Minuten Takt
- Einsatzzeit: 05:00 Uhr bis 23:00 Uhr
- Fpl.-Km Jahr: 154.700

Wie in Kapitel 3.3. erläutert, wird mit einem Fahrgastaufkommen basierend auf aktuellen Verkehrsprognosen gerechnet. Eine detaillierte Erläuterung des Nachfragepotenzials wird im folgenden Kapitel vorgestellt.

9.2.3 Kalkulations- und Schätzprämissen

9.2.3.1 Herkunft und Verteilung Pendler

Die Daten zu den Ein- und Auspendlern wurden von der Agentur für Arbeit eingeholt. Hierbei handelt es sich um keine Schätzwerte sondern um konkrete Zahlen. Die Pendlerverflechtungen im Korridor wurden bereits in Tabelle 4-2 aufgezeigt. Rund 20% der Pendler bewegen sich im Korridor und rund 80% der Pendler außerhalb des Korridors.

Die mittlere Reiseweite der Pendler bei Nutzung des MIV wurde unter Nutzung von google maps ermittelt. Wichtig hierbei ist es, dass die Pendler meistens in den Lastspitzen unterwegs sind und somit auch Umwegefaktoren aufgrund von Staus zu berücksichtigen sind. Diese sind nur partiell in die Kalkulation eingeflossen.

	Straßenseitige Entfernung in Km Pendler	Verteilung Pendlerströme in %
Bad Orb - Wächtersbach	8	20%
Bad Orb - Gelnhausen	15	31,20%
Bad Orb - Frankfurt	75	16,80%
Bad Orb - Hanau	37	10,40%
Bad Orb - Gründau	22	8,00%
Bad Orb - Linsengericht	18	6,40%
Bad Orb - Schlüchtern	31	4,00%
Bad Orb - Steinau	22	3,20%
Mittlere Reiseweite MIV in Km	27,5	

Tabelle 9-2: Straßenseitige Entfernung und Herkunft Pendler

Quelle: eigene Darstellung

Die durchschnittlich ermittelten Reisweiten der Pendler können mit den Zahlen aus dem Deutschlandatlas plausibilisiert werden. Hier wird für Bad Orb eine durchschnittliche Reiseweite von rund 23 Km und für Jossgrund eine durchschnittliche Reiseweite von rund 29 Km angegeben.²⁹

Als PKW Besetzungsgrad wurde bei den Pendlern der Faktor von 1,3 herangezogen, der sich auch in der Verfahrensanleitung zur Standardisierten Bewertung wiederfindet. Somit konnten die PKW-Km im Ohne-Fall ermittelt werden. Unter Berücksichtigung der bereits beschriebenen Größen ergeben sich jährlich rund 225.00 Personen-Km bzw. rund 173.000 Pendler-Km.

9.2.3.2 Herkunft und Verteilung Ausbildung

Maßgeblich im Bereich der Ausbildung sind die Schülerverkehre. Hier liegen sehr konkrete Daten vor, die im Rahmen des Projektes verwendet wurden. Es wurde angenommen, dass sich auch bei einer Streckenreaktivierung keine Änderungen

²⁹ (vgl. BMWSB 2023)

bei den ÖPNV-Nutzern in der Gruppe Ausbildung ergibt. Die Übersicht über die Schülerverflechtungen kann aus Anhang 2 entnommen werden.

9.2.3.3 Herkunft und Verteilung Freizeit und Besucher

Die Herkunft und Verteilung der Besucher konnte nur abgeschätzt werden, da hier keine konkreten Daten vorliegen. Bei den Besuchern kann angenommen werden, dass diese teilweise auch die Kurgäste besuchen und sich somit auch in den Übernachtungszahlen teilweise wiederfinden. Es wurde angenommen, dass die Besucher und Freizeitverkehre im Durchschnitt eine Entfernung von 35 Kilometer zurücklegen. Hierbei handelt es sich um eigene Annahmen. Genauere Zahlen dazu liegen nicht vor und konnten auch für eine ähnliche Regionen in Hessen nicht recherchiert werden.

9.2.3.4 Herkunft und Verteilung Kurgäste

Die Anzahl an Gästeübernachtungen sowie Informationen über die Herkunft der Gäste wurden seitens der Kurverwaltung Bad Orb zur Verfügung gestellt. Die Auswertung der Herkunft erfolgte nach PLZ-Bereichen. Es wurden 99 PLZ-Bereiche gebildet. Im Durchschnitt legen die Kurgäste eine Reiseweite von rund 183 Km. Für die Kalkulation wurde eine Reiseweite von 175 Km in Ansatz gebracht.

9.2.3.5 Herkunft und Verteilung Einkauf und Erledigungen

In der Gruppe Einkauf und Erledigungen wurden angenommen, dass diese sich ausschließlich im Korridor bewegen und somit der Nutzen einer möglichen Reaktivierung auch nur auf den Korridor begrenzt ist. Konkrete Zahlen dazu liegen nicht vor, so dass Annahmen getätigt werden mussten.

9.2.3.6 Reiszeiten im ÖV und MIV

Der Reiszeitvergleich zwischen dem Status Quo und dem Mit-Fall bei Streckenreaktivierung erfolgte auf Basis folgender Zeitkomponenten:

- Zugangszeit
- Wartezeit
- Fahren
- Umsteigen
- Fahren
- Abgangszeit

Als Zugangszeit und Abgangszeit wurde die fußläufige Entfernung zur Haltestelle bei einer Gehgeschwindigkeit von 5 Km/h angesetzt. Mögliche Wartezeiten beim Umstieg wurden verfahrensgemäß mit einem Faktor von 1,3 multipliziert. Bei Vergleich der Zugangs- und Abgangszeiten zwischen Bus und Bahn zeigt sich, dass diese bei Streckenreaktivierung aufgrund der weiter entfernten Haltestellenabstände im Mit-Fall um ca. 1,5 min höher sind im direkten Vergleich mit dem

Status Quo. Die durchschnittliche Entfernung zu den geplanten Haltestellen im Mit-Fall wurde auf 530 m kalkuliert, im Status Quo beträgt diese unter den gesetzten Annahmen nur rund 400m.

Bei Nutzung des MIV wurde pauschal eine Zugangszeit zum PKW von zwei Minuten in Ansatz gebracht. Bei der Parkplatzsuchzeit wurden nach Stadtgröße unterschieden. Diese wurde zwischen zwei Minuten und maximal fünf Minuten angenommen.

Bei Vergleich zwischen dem MIV und dem Mit-Fall zeigt sich, dass positive Effekte auf die Reisezeit nur auf den Relationen Wächtersbach-Bad Orb und Bad Orb-Frankfurt erzielt werden können. Gründau und Linsengericht sind in einer ähnlichen Reisezeit mit Blick auf die Gesamtkette bei Vergleich zwischen beiden Verkehrsträgern erreichbar. Deutliche schnellere Verbindungen mit dem PKW im Vergleich zum Bahnangebot können auf den Relationen nach Schlüchtern, Steinau, Hanau und Gelnhausen erzielt werden, was u.a. daran die Berechnungen im Mit-Fall auf einem Shuttle-Zug-Konzept beruhen. Eine direkte Durchbindung ist derzeit nicht realisierbar. Die Reisezeitübersicht zwischen MIV und Bahnangebot (Mit-Fall) unter Zugrundelegung der ermittelten Gewichtungsfaktoren aus der Pendlerstatistik kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

	Differenz Reisezeiten in Minuten	Gewichtung	Differenz in Minuten
Bad Orb-Wächtersbach	-2	20%	-0,34
Bad Orb- Frankfurt	-6	31%	-1,9968
Bad Orb -Gelnhausen	21	17%	3,4608
Bad Orb- Hanau	26	10%	2,6624
Bad Orb-Gründau	0	8%	0
Bad Orb-Linsengereicht	0	6%	0
Bad Orb- Schlüchtern	21	4%	0,824
Bad Orb- Steinau	21	3%	0,6592
			5,2696

Tabelle 9-3: Reisezeitenvergleich MIV vs. Bahnangebot (Mit-Fall)

Quelle: eigene Darstellung

Die Reisezeiten im MIV wurden in den Zeiten zwischen 06:00 und 09:00 bzw. 16:00 und 19:00 Uhr unter Annahme eines starken Verkehrsaufkommens kalkuliert. Mögliche zusätzliche Zeiten durch Unfälle etc. sind in den Reisezeiten nicht berücksichtigt.

Im Vergleich zwischen Bus- und Bahn ergeben sich im Korridor Reisezeitersparnisse zwischen zwei und drei Minuten zu Gunsten der Bahn.

Große Effekte aufgrund von Reisezeiteinsparungen sind aufgrund der beschriebenen Rahmenbedingungen (e.g. keine Durchbindung möglich) nicht zu erzielen.

9.2.4 Nachfragepotenziale im Reaktivierungsfall

Das Nachfragepotenzial im Mit-Fall nach Streckenreaktivierung setzt sich aus mehreren Nachfragegruppen zusammen, die eine Verkehrsnachfrage beispielsweise aus beruflichen (Pendler, Auszubildende, Dienst), alltags (Einkäufe, Erledigungen) - oder freizeitbezogenen Gründen (Freizeit, Kurgäste, Besucher) aufweisen.

Bei den künftigen SPNV-Nutzern muss in zwei Gruppen unterschieden werden: Zum einen kann durch das neue Angebot eine Verlagerung vom MIV auf den SPNV erreicht werden, zum anderen werden die heutigen ÖPNV-Nutzer auch zukünftig den SPNV nutzen. Wie oben bereits erwähnt, handelt es sich im Jahresdurchschnitt um täglich 742 Fahrten. Hinzu kommen etwa 441 neue Fahrgäste durch Verkehrsverlagerung vom MIV auf den SPNV. Die Reisendengruppen mit Darstellung der Verlagerungspotenziale sowie der gesamten Personenfahrten bei Streckenreaktivierung gegenüber dem Ohne-Fall können aus der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Relation	Gruppe	MIV Verlagerung	Personenfahrten Bestand ÖPNV	Personenfahrten SPNV gesamt Referenzszenario
über Korridor	Pendler	152	139	291
über Korridor	Freizeit	48	55	103
im Korridor	Ausbildung	0	345	345
im Korridor	Kurgäste	24	28	52
über Korridor	Kurgäste (An und Abreise)	75	38	113
im Korridor	Besucher	51	9	60
im Korridor	Einkauf/Begleitung	17	34	51
über Korridor	Dienst	16	51	67
im Korridor	Erledigungen	58	45	103
	Summe	441	742	1.185

Tabelle 9-4: Nachfragepotenziale im Reaktivierungsfall

Quelle: eigene Darstellung

Insgesamt ergibt sich daraus ein Nutzenpotenzial von täglich rund 1.200 Personenfahrten, von denen 441 Reisende vom MIV und 742 vom Bus kommen.

Die Reiserelationen der jeweiligen Gruppen unterscheiden sich teilweise, sodass eine Unterteilung in Reiserelationen innerhalb des Korridors Bad Orb-Wächtersbach und außerhalb des Korridors vorgenommen wurde. Anhand der Pendlerstatistiken, der Auswertung der Gästeankünfte sowie von Bewegungsdaten ist ermittelt worden, **dass ein Großteil der Reisenden eine Strecke über den Korridor Bad Orb-Wächtersbach hinaus vor allem ins Rhein-Main-Gebiet (Arbeitspendler), aber auch aus und nach ganz Deutschland (Kurgäste) zurücklegen.** Die daraus resultierenden Verlagerungseffekte im Gesamtnetz sind ebenfalls bei der Nutzenermittlung aus eingesparten CO₂-Emissionen berücksichtigt worden.

Die Kalkulations- und Schätzprämissen in diesem Zusammenhang wurden bereits in Kapitel 9.2.3 beschrieben.

9.2.5 Übersicht Kapitaldienst der Streckeninfrastruktur

Durch die Streckenreaktivierung (Mit-Fall) treten zusätzliche Investitionskosten auf, die es im Status Quo im Busverkehr nicht geben würde. Das Ergebnis der Investitionskostenabschätzung wurde bereits in Kapitel 4.5.1.9 erläutert.

Die Kosten werden in Abhängigkeit der Nutzungsdauer der jeweiligen Infrastrukturbestandteile und einem vorgegebenen Zinssatz mit einem Annuitätenfaktor auf einen jährlichen Kostensatz, den Kapitaldienst, heruntergebrochen. Die Kostensätze und Bewertungsfaktoren wurden aus der Verfahrensanleitung zur Standardisierten Bewertung 2016+ entnommen. Zusätzlich zum Kapitaldienst werden darüber hinaus die Instandhaltungskosten der jeweiligen Infrastrukturkomponenten ermittelt. Insgesamt ergeben sich jährliche Kosten für Kapitaldienst und Instandhaltung in Höhe von rund 565.000 € im Jahr.

Das Ergebnis der Berechnungen zum Kapitaldienst und zu den Instandhaltungskosten ist zur Veranschaulichung im Anhang Nummer 9 beigelegt.

9.2.6 Vergleichende volkswirtschaftliche Bewertung

Die volkswirtschaftliche Bewertung der beiden Szenarien dient dazu, den volkswirtschaftlichen Nutzen der Reaktivierung zu ermitteln. Einfluss in die Bewertung finden die in Kapitel 3.4.1 bereits vorgestellten Nutzenindikatoren. Für die spätere Bewertung wurden die gemäß dem standardisierten Verfahren festgelegten Einheitswerte verwendet.

9.2.6.1 Ergebnis Reisezeitnutzen

Beim Vergleich der beiden Szenarien wird deutlich, dass die Reisezeit Mit-Fall nur sehr geringe Vorteile gegenüber dem Ohne-Fall aufweist. Die Gesamtreisezeitersparnis bei Streckenreaktivierung beträgt 2.850h im Jahr. Bei Ansatz von 7 € je eingesparter Stunden ergibt sich ein Reisezeitnutzen in Höhe **von 20.234 €**. Sofern die Shuttle-Verkehr zukünftig durchgebunden werden könnte, ist aufgrund des Entfalls des Umstiegs in Wächtersbach mit einem deutlich höheren Nutzen zu rechnen.

9.2.6.2 Ergebnis Saldo PKW-Betriebskosten

Deutliche Einsparungen im Mit-Fall können durch eingesparte PKW-Betriebskosten erreicht werden. Gemäß der Verfahrensanleitung zur Standardisierten Bewertung werden für jeden verlagerbaren PKW-Km volkswirtschaftlich 22 Cent in Ansatz gebracht. Hierbei handelt es sich um Betriebskosteneinsparungen im MIV. Die Ermittlung des Nutzens erfolgt auf Basis der Ergebnisse im Kontext zur Potentialabschätzung.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse mit Unterscheidung in verlagerbare Fahrten, Personen-Km und PKW-Km in den spezifischen Reisendengruppen.

Gruppe	Gezählte direkte verlagerbare Fahrten	Personen-Km/Tag	PKW-Km Tag	PKW-Km Jahr
Pendler (außerhalb Korridor)	76	2.096	1.613	483.781
Kurgäste (Anreise/Abreise)	53	9.188	7.076	2.120.192
Freizeit/Besucher/Dienst	91	3.185	2.450	735.000
Kurgäste /Erledigungen/Einkauf/Begleitung/Pendler im Korridor	175	1.580	1.215	364.615
GESAMT	395	16.049	12.354	3.703.589

Tabelle 9-5: Verlagerte PKW-Km MIV auf Bahn

Quelle: eigene Darstellung

Die verlagerbaren Kilometer im MIV im Jahr wurden auf Basis von 300 Tagen/Jahr kalkuliert. Der Saldo an eingesparten PKW-Betriebskosten im Mit-Fall liegt bei rund 815.000 €. Die hohen Einsparungen begründen sich aufgrund eines hohen Verlagerungsanteils von Tagesgästen, Kurgästen und Freizeitverkehren. Überdies steigt mit einem Bahnangebot auch die Attraktivität für Pendler.

9.2.6.3 Ergebnis Saldo ÖPNV-Betriebskosten

Bei Umsetzung eines regelmäßigen Bahnangebots ist mit deutlich steigenden ÖPNV-Betriebskosten zu rechnen. Kalkuliert wurde ein batterieelektrischer Zug mit einer Laufleistung von rund 155.000 Fpl.-Km im Jahr. Überdies muss die bestehende Anbindung an den Ort Aufenau (Erschließungsfunktion) auch nach Reaktivierung der Strecke beibehalten werden, wodurch neben dem Bahnangebot ein Bus-Shuttle zwischen Wächtersbach und Aufenau umgesetzt werden muss.

Die Betriebskosten wurden gemäß der Verfahrensanleitung kalkuliert. Die SPNV-Betriebskosten können aus der nachfolgenden Tabelle entnommen werden:

SPNV Betriebskosten im Jahr in €	
Kosten Kapitaldienst in €/Jahr	202.444
Unterhaltungskosten zeitabhängig in €/Jahr	594.000
Unterhaltungskosten laufleistungsabhängig in €/Jahr	1.131
Energieverbrauch Strecke kWh /Fz-km	2,772
Energieverbrauch Strecke kWh pro Jahr	428.828
Energieverbrauch Strecke in €	51.459
Energieverbrauch Halte in kWh/Jahr	69.147
Energieverbrauch Halte in €/Jahr	8.298
Kosten Betriebspersonal in €	257.609
Summe SPNV Betriebskosten in €/Jahr	1.114.940

Tabelle 9-6: SPNV Betriebskosten p.a.

Quelle: eigene Darstellung

Hinzu kommen die noch die Kosten für die weitere Anbindung von Aufenau in Höhe von 285.641 € im Mit-Fall (Kosten Ohne-Fall Bus: 395.965 €).

Der Saldo der Betriebskosten zwischen dem Ohne-Fall und dem Mit-Fall beziffert sich somit auf -1.004.617 €.

9.2.6.4 Ergebnis Instandhaltungskosten

Die Instandhaltungskosten der Bahninfrastruktur leiten sich prozentual von den Investitionskosten ab. Die Instandhaltungskostensätze sind standardisiert vorgegeben und betragen jährlich rund 133.172 €.

9.2.6.5 Ergebnis Saldo Unfallfolgekosten

Infolge der eingesparten MIV-Betriebskilometer und Bus-Km können auch Unfallfolgekosten eingespart werden. Die Unfallfolgekosten ermitteln sich auf Grundlage des Saldos an PKW-km, Bus-km und Bahn-km zwischen dem Ohne-Fall und dem Mit-Fall. Die Unfallraten je Kilometer in den einzelnen Verkehrsmodi sind vorgegeben. Die verlagerten PKW-Km und Bus-Km wurden bereits in vorherigen Schritten ermittelt (siehe auch Tabelle 9-5).

Die Salden in Fahrplan-Km bzw. PKW-Km p.a. zwischen Ohne-Fall und Mit-Fall können aus der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

Betriebsleistung	SALDO	Einsparungen in €
MIV Betriebsleistung in Pkw-km	3.703.589	314.805 €
Bus Betriebsleistung in Fahrplan-Km	74.028	3.359 €
Bahn Betriebsleistung in Fahrplan-Km	-154.700	20.497 €
TOTAL		297.666 €

Tabelle 9-7: Saldo Unfallfolgekosten

Quelle: eigene Darstellung

Bei gesamthafter Betrachtung entsteht ein Nutzen von 297.666 € zu Gunsten des Mit-Falles.

9.2.6.6 Ergebnis Saldo CO₂-Emissionen

Einsparungen werden auch bei den Folgekosten des CO₂-Ausstoßes realisiert. Hier verhält sich die Situation ähnlich wie bei den Unfallfolgekosten, da auch hier die Bahn zwar einen bisher nicht vorhandenen CO₂-Ausstoß verursacht, bestehende CO₂-Ausstoße im Busverkehr und insbesondere im MIV jedoch derart reduziert werden können, dass diese Reduktion zu einer Überkompensation des Ausstoßes der Bahn führt. Konkret können durch die Reaktivierung der Bahnstrecke Folgekosten in Höhe von 366.173 € vermieden werden, welche als Nutzen zugunsten der Reaktivierung angesetzt werden. Pro eingesparter Tonne CO₂ werden verfahrenseitig 670 € in Ansatz gebracht. Jährlich können durch die Reaktivierung rund 546 Tonnen CO₂ eingespart werden.

9.2.6.7 Nutzen gesellschaftlich auferlegten Investitionen

Durch die Schaffung von barrierefreien Haltestellen durch die Investition in entsprechende Ausrüstungen der Haltestellen wird zudem ein gesellschaftlicher Nutzen in kalkulatorischer Höhe der Investitionen in die Ausrüstung erreicht. Dieser liegt im betrachteten Mit-Fall bei 32.020 € für die Aufzugsanlage im Bahnhof Wächtersbach.

9.2.6.8 Kapitaldienst Infrastruktur

Der Kapitaldienst zur Umsetzung der Infrastrukturmaßnahmen im Mit-Fall ermittelt sich auf Grundlage der Investitionskosten und den im Leitfaden der Standardisierten Bewertung 2016+ vorgegeben Annuitäten. Der Kapitaldienst beträgt 432.102 €.

9.2.6.9 Zusammenfassung der Ergebnisse im Mit-Fall (Referenzfall)

Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen Teilindikatoren zusammengefasst aufgezeigt und gegenübergestellt. Ein Großteil des Nutzens kann außerhalb des Korridors Wächtersbach-Bad Orb erreicht werden. Im konventionellen vereinfachten Verfahren der Standardisierten Bewertung sollte der Fokus auf die Nutzenindikatoren im Korridor liegen. Aufgrund der Rahmenbedingungen entlang des Korridors war dies für die Untersuchung nicht zielführend, so dass Wirkungen durch ein vereinfachtes Nachfrageverfahren auch außerhalb des Korridors erfasst wurden, da ansonsten ein verzerrtes Bild entstehen würde. Im Rahmen von möglichen weitergehenden Schritten sollte die Relationen und die damit verbundenen Aufwände und die Routenwahl ausführlich und modellbasiert dargestellt werden. Ebenso könnten Umwege auf Grund von Lastspitzen mittels Anwendung von Capacity-Restraint-Funktionen ermittelt werden.

Die Salden aus den vorherigen beschriebenen Teilindikatoren sowie das Ergebnis der vereinfachten standardisierten Bewertung im Referenzfall (ohne Verkehrs- wende) ist aus der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Übersicht Teilindikatoren	Nutzen [T€/Jahr]
1. Reisezeitdifferenz (Erwachsene)	20.234 €
2. Saldo PKW Betriebskosten	814.789 €
4. Saldo der ÖPNV Betriebskosten	-1.004.617 €
5. Unterhaltungskosten für die ortsfeste Infrastruktur im Mit-Fall	-133.172€
6. Saldo Unfallfolgekosten	297.666 €
7. Saldo der CO2-Emissionen	366.173 €
8. Saldo Emissionskosten sonstige Fahrzeuge	16.620 €
9. Nutzen gesellschaftlich auferlegter Investitionen	32.020 €
Summe der monetär bewertbaren Einzelnutzen Salden (A)	409.713 €
Kapitaldienst ortsfeste Infrastruktur im Mit-Fall (B)	432.102 €
Differenz der Nutzen und Kosten in T€/Jahr (A-B)	-22.389 €
Nutzen-Kosten-Verhältnis (A/B)	0,95

Tabelle 9-8: Nutzen-Kosten-Quotient im Mit-Fall

Quelle: eigene Darstellung

Der ermittelte Nutzen-Kosten-Quotient liegt bei 0,95 und somit bei knapp unter 1. Zu erwähnen ist hierbei, dass für die Anbindung von Wächtersbach nach Aufenau ein regelmäßiger Shuttle-Verkehr unterstellt wurde. Es wäre hier zu prüfen, ob an Tagesrandlagen auch nachfrageorientierte Konzepte zum Einsatz kommen könnten. Überdies wurde aufgrund des Planungsniveaus auf die Kosten ein Zuschlag von 30% berücksichtigt. Sofern das Planungsniveau durch eine Ingenieurplanung vertieft wurde und die Bau- und Kostenrisiken besser abschätzbar sind, können auch die Risikozuschläge reduziert werden.

9.3 Ergebnisse im Szenario Verkehrswende

Neben dem Szenario der Reaktivierung unter aktuellen Gegebenheiten und auf dem aktuellen Aufkommen prognostizierten Verlagerungswerten wurde eine Nutzen-Kosten-Untersuchung für einen weiteren Fall, die „Verkehrswende“, erarbeitet. Die Grundlagen dieses Szenarios sind bereits in Kapitel 3.3 näher beschrieben. Im Wesentlichen wird in diesem Szenario durch politische Vorgaben und durch ein gesellschaftliches Umdenken die Attraktivität des ÖPNV deutlich gesteigert. Maßnahmen in diesem Zusammenhang sind beispielweise die Beschränkung von Parkraum oder die Einführung eines 365 € Tickets. Als Ergebnis zeigt sich, dass im rund **Durchschnitt 1.890 Personenfahrten im SPNV** täglich zu verzeichnen wären. Vom Bus (Ohne-Fall Verkehrswende: 891 Personenfahrten³⁰) können 418 Fahrten auf den SPNV verlagert werden. Vom MIV werden rund 1.470 Fahrten auf den SPNV verlagert. Wichtig hierbei ist, dass nicht alle Verlagerungen direkt als Nutzen gewertet werden können. Bei den Schülerfahrten im Korridor stellt sich bei Vergleich Bus und Bahn keinen Nutzen ein.

Zusätzlich ergeben sich Fahrten aufgrund des induzierten Verkehrs, die vorher nicht stattgefunden haben und aufgrund des deutlich verbesserten Angebots realisiert werden.

Durch die deutlich höhere Nachfrage und Verlagerung vom MIV zum ÖPNV ergibt sich ein größerer Nutzen in den einzelnen Teilindikatoren. Kostenseitig wurde unterstellt, dass im Szenario Verkehrswende die Buslinie MKK 81 weiterhin in Betrieb ist. Durch eine Umstellung der Taktung könnte somit bei Kombination von Bus und Bahn ein unreiner 15min Takt erreicht werden. Es handelt sich um eine Abschätzung auf Grundlage von Annahmen. Ein Verkehrsmodell mit spezifischen Widerständen und Funktionen wurde nicht verwendet. Somit bestehen Ungenauigkeiten.

Die Ergebnisse der Nutzen-Kosten-Untersuchung mit Darlegung der einzelnen Teilindikatoren ist aus der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

³⁰ Es wurde angenommen, dass der Bus im Szenario Verkehrswende auch ohne den SPNV gegenüber dem Ohne-Fall im Referenzszenario um 20% höher liegt.

Übersicht Teilindikatoren	Nutzen [T€/Jahr]
1. Reisezeitdifferenz (Erwachsene)	6.160 €
2. Saldo PKW Betriebskosten	1.263.747 €
4. Saldo der ÖPNV Betriebskosten	-1.114.940 €
5. Unterhaltungskosten für die ortsfeste Infrastruktur im Mit-Fall	-133.172 €
6. Saldo Unfallfolgekosten	467.769 €
7. Saldo der CO2-Emissionen	495.789 €
8. Saldo Emissionskosten sonstige Fahrzeuge	23.226 €
9. Nutzen gesellschaftlich auferlegter Investitionen	32.020 €
Summe der monetär bewertbaren Einzelnutzen Salden (A)	1.040.598 €
Kapitaldienst ortsfeste Infrastruktur im Mit-Fall (B)	432.102 €
Differenz der Nutzen und Kosten in T€/Jahr (A-B)	608.497 €
Nutzen-Kosten-Verhältnis (A/B)	2,41

Tabelle 9-9: Ergebnis Nutzen-Kosten-Analyse im Szenario Verkehrswende

Quelle: eigene Darstellung

Im Szenario Verkehrswende stellt sich ein **Nutzen-Kosten-Quotient von 2,41** ein. Der volkswirtschaftliche Nutzen der Reaktivierung liegt folglich deutlich höher im Vergleich zu den Kosten. Die Umsetzung der Maßnahme wäre aus volkswirtschaftlicher Sicht sehr zu empfehlen. Auch bei steigenden Kosten von 20% läge der Nutzen-Kosten-Quotient in allen Szenarien zwischen 1,8 und 2,1. Es wird darauf hingewiesen, dass eine Verkehrswende nur durch eine Änderungen der Verhaltensweisen erreicht werden kann.

10 Organisatorische Umsetzungsmöglichkeiten und Finanzierung

10.1.1 Allgemein geltende Gesetze und Verordnungen

Zum Betrieb einer öffentlichen Eisenbahninfrastruktur mit Personenverkehr gilt es, verschiedene Gesetze und Verordnungen zu berücksichtigen.

Das Allgemeine Eisenbahngesetz (AEG) legt generell die Begrifflichkeiten und die Definition fest. Im Gesetz wird auch geregelt, welche Genehmigungen und Bescheinigungen erforderlich werden. Überdies definiert das Gesetz die Aufsichtsbehörden und regelt deren Aufgaben.³¹

Im Eisenbahnregulierungsgesetz (ERegG) sind die Strukturen von Eisenbahninfrastruktur- und -Verkehrsunternehmen und der Zugang zur Infrastruktur zu erfolgen hat, geregelt. Darin enthalten sind Regelungen zur Erhebung von Nutzungsentgelten und dem Zugang zur Infrastruktur.³²

Als drittes Regelwerk muss die **Eisenbahnbau- und Betriebsordnung (EBO)** berücksichtigt werden. Darin sind allgemeine Regelungen zu Bau, Betrieb, Fahrzeugen und Personal enthalten.³³

Generell muss folglich zwischen den eisenbahnrechtlichen und eisenbahnbetrieblichen Aspekten unterschieden werden.

Eisenbahnrechtlich wäre die Strecke nach Reaktivierung für Schienenpersonenverkehr eine öffentliche nicht-bundeseigene Eisenbahninfrastruktur. Final zu klären wäre es, ob die Strecke zum übergeordneten Netz gezählt wird. Damit einhergehend würden die Sicherheitsanforderungen an den Betreiber steigen. Nach erster Einschätzung sollte dies allerdings nicht der Fall sein, da die Strecke keine übergeordnete Funktion erfüllt. Zuständig ist somit die Landeseisenbahnaufsicht. Im Falle der Umsetzung von Automatic Train Operation (ATO) ist die Notwendigkeit einer Abgeschlossenheit des Systems sehr wahrscheinlich, was bereits Gespräche mit den Verantwortlichen ergeben haben.

Betrieblich gesehen ist die Strecke nach EBO zu betreiben. Ratsam wäre der Betrieb nach Fahrdienstvorschrift für Nebenbahnen (FV-NE), wodurch ein eine für die Zwecke ausreichende Eisenbahnsicherungstechnik ausreichen würde. Bei der Durchführung von ATO wären ggf. Ausnahmegenehmigungen erforderlich.

10.1.2 Anforderungen und Nachweise an den Betrieb der Strecke

Die nachfolgende Auflistung zeigt, welche Anforderungen und Nachweise sich aus den in Kapitel 9.1.1 erwähnten Gesetze und Verordnungen ergeben:

- Unternehmensgenehmigung als Eisenbahninfrastrukturunternehmen (§6 AEG)
- Sicherheitsgenehmigung (§7c AEG, wenn zum übergeordneten Netz gehörig)

³¹ Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG)

³² Eisenbahnregulierungsgesetz (ERegG)

³³ Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO)

- Sicherheitsgenehmigung erfordert Sicherheitsmanagementsystem nach Richtlinie (EU) 798/2016 Art. 12
- Wenn keine Sicherheitsgenehmigung erforderlich ist, wird Genehmigung zur Betriebsaufnahme von der Aufsichtsbehörde benötigt (§7f AEG), Sicherheitsmanagementsystem muss sinngemäß ebenfalls vorhanden sein
- Eisenbahnbetriebsleiter muss bestellt und von der Aufsichtsbehörde bestätigt werden (EBV §1)
- Pflichtversicherung nach § 14 AEG oder selbstschuldnerische Bürgschaft einer Gebietskörperschaft > 100.000 Einwohner oder eines Gemeindeverbandes
- Verkehrssicherungspflicht nach § 24 AEG
- Zugangs- und Marktordnungsregeln nach ERegG

10.1.3 Organisationsformen und Betreibermodelle

Generell bestehen verschiedene Möglichkeiten, den Betrieb der Strecke zu organisieren. Die möglichen Organisationsformen und Betreibermodelle können aus der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

Eigentümer	Unternehmen	Landeseigene Infrastrukturunternehmen	Andere Infrastrukturunternehmen
▶ Stadt Bad Orb als Infrastrukturbetreiber ▶ Viel Expertise in der Stadtverwaltung aufzubauen und vorzuhalten ▶ In Deutschland wenig verbreitetes Konstrukt (meist nur für Touristikbahnen)	▶ z.B. GmbH in städtischem Eigentum oder Nutzung der Stadtwerke ▶ Viel Expertise vor Ort aufzubauen und vorzuhalten ▶ Relativ hoher Aufwand für wenig Streckenlänge ▶ In Deutschland mehrere Beispiele für diese Lösung	▶ Meist aus dem Zusammenschluss mehrerer NE-Bahnen entstanden ▶ Hinreichende Größe zum Vorhalten von Expertise und Ressourcen ▶ Gemeinwohlverpflichtung resultierend aus der Gesellschafterstruktur ▶ Verschiedene Beispiele in Deutschland, z.B. HLB Basis	▶ Vergabe der Betriebsführung an ein anderes EIU ▶ Wenige Beispiele auf stärker im SPNV befahrenen Strecken ▶ Örtliche Betriebsleitung sollte trotzdem vorhanden sein ▶ Umfang der Dienstleistungen, Entgelte u.a. im Voraus zu klären

Abbildung 10-1: Organisation und Modelle für den Betrieb der Infrastruktur

Quelle: eigene Darstellung

Eigentümerin der Infrastruktur ist die Stadt Bad Orb. Eine Möglichkeit wäre, dass die Stadt Bad Orb auch die Infrastruktur betreibt. In Deutschland ist dies ein wenig verbreitetes Konstrukt, da dies viel Expertise seitens der Stadtverwaltung erfordert, was zu erhöhten Personalkosten führt. Welche Bescheinigungen erforderlich sind, kann aus Kapitel 10.1.2 entnommen werden.

Eine weitere Möglichkeit wäre es, den Betrieb der Infrastruktur bei einem städtischen Unternehmen (z.B. Stadtwerke) anzudocken. Auch dies erfordert einen hohen Aufwand. Es müssen Fachkenntnisse vorhanden sein und vorgehalten werden. Der Aufwand für die relativ geringe Streckenlänge erscheint recht hoch zu sein.

Als dritte Möglichkeit könnte der Betrieb der Strecke durch ein landeseigenes Infrastrukturunternehmen wie z.B. durch die Hessische Landesbahn übernommen werden. Diese Bahnen verfügen bereits über eine hinreichende Größe und über

die Expertise im Unternehmen, sodass keine gesonderten Ressourcen eingekauft und vorgehalten werden müssen. Resultierend aus der Gesellschafterstruktur unterliegen diese Unternehmen einer Gemeinwohlverpflichtung. Die Stadt Bad Orb würde ein Unternehmen mit dem Betrieb der Infrastruktur betrauen. Die finanziellen Angelegenheiten müssten gesondert vertraglich geregelt werden. Vermutlich wäre eine Ausschreibung des Betriebes der Infrastruktur erforderlich.

Als weitere Möglichkeit könnte auch jedes beliebige Eisenbahninfrastrukturunternehmen die Strecke betreiben. Wichtig wäre, dass eine örtliche Betriebsleitung vorhanden ist. Auch in diesem Fall ist eine Ausschreibung zum Betrieb der Infrastruktur vermutlich erforderlich. Für die größeren Eisenbahninfrastrukturunternehmen ist der Betrieb der Strecke mit Blick auf das Aufkommen und die Länge eher uninteressant.

Aus der nachfolgenden Abbildung können konkrete Praxisbeispiele für die verschiedenen Organisationsformen entnommen werden.

Eigentümer	Unternehmen	Landeseigene Infrastrukturunternehmen	Andere Infrastrukturunternehmen
▸ Gemeinde Losheim am See für Strecke Merzig-Losheim ▸ Stadt Arneburg für Stendal-Niedergörne ▸ Stadt Jöhstadt für Strecke Steinbach-Jöhstadt ▸ Stadt Wittenberge für Industrie- und Hafenbahn	▸ Stadtwerke Trossingen für Trossinger Eisenbahn ▸ Verkehrsbetriebe Grafschaft Hoya für Eystrup-Syke ▸ Verkehrsbetriebe Landkreis Osnabrück für Strecken um Bohmte ▸ Mannheimer Verkehr GmbH für Strecken in und um Mannheim ▸ Bahnen der Stadt Monheim GmbH für Industriebahn in Monheim ▸ Bremer Straßenbahn AG für Industriebahn in Bremen ▸ Albtal-Verkehrsgesellschaft mbH (diverse Bahnen um Karlsruhe)	▸ HLB Basis GmbH für diverse landeseigene Strecken in Hessen ▸ SWEG Schienenwege GmbH für diverse Bahnen in BaWü ▸ EVB Elbe-Weser für diverse Bahnen in Niedersachsen und Bremen ▸ Westfälische Landes-Eisenbahn GmbH für diverse Bahnen in NRW	▸ Bayerische Regionaleisenbahn GmbH ▸ Deutsche Regionaleisenbahn GmbH ▸ LWS Lappwaldbahn Service GmbH ▸ RP Eisenbahn GmbH ▸ RSE Rhein-Sieg-Eisenbahn GmbH ▸ ZossenRail Betriebsgesellschaft mbH ▸ -> alle Unternehmen sind als EVU für verschiedene Strecken deutschlandweit zuständig

Abbildung 10-2: Praxisbeispiele zum Betrieb von Eisenbahninfrastruktur

Quelle: eigene Darstellung

10.2 Übersicht Fördermöglichkeiten Infrastruktur, Fahrzeuge und Betrieb

Die Reaktivierung einer Bahnstrecke sowie die Anschaffung von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben sind mit erheblichen Kosten verbunden. Generell bestehen für die Streckenreaktivierung und die Anschaffung von alternativen Fahrzeugen verschiedene Förderprogramme. Welche Programme tatsächlich zur Anwendung kommen könnten, müsste in einem weiteren Schritt im Detail geprüft werden, da die Fördervoraussetzungen zwischen den Programmen variieren.

Die Fördermöglichkeiten werden in den nachfolgenden Abschnitten erläutert.

10.2.1 Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz

Zur anteiligen Kostenerstattung von Reaktivierungsmaßnahmen eignet sich das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG). Es fördert sowohl die Reaktivierung als auch die Elektrifizierung von Bahnstrecken. Darüber hinaus können auch Tank- und Ladeinfrastrukturen für die auf der Strecke eingesetzten Schienenfahrzeuge durch das GVFG gefördert werden. Die Höhe der Förderung ist von den im GVFG definierten förderfähigen Kosten abhängig. Von diesen förderfähigen Kosten können bis zu 90 % durch das GVFG gefördert werden. Um diese Förderung in Anspruch nehmen zu können, ist seitens des Förderungsinteressenten eine Standardisierte Bewertung mit Nutzen-Kosten-Analyse durchzuführen. Die Aussicht auf Förderung besteht nur, wenn das Nutzen-Kosten-Verhältnis größer Eins ist, der Nutzen also die Kosten überwiegt.³⁴

10.2.2 Förderung alternativer Antriebe im Schienenverkehr

Bei der Beschaffung von Schienenfahrzeugen bieten sich gleich mehrere Förderprogramme an, welche die Förderung von alternativen und innovativen Antrieben zum Ziel haben. Die „Förderung alternativer Antriebe im Schienenverkehr“ bezieht sich auf nicht elektrifizierte Strecken und hat das Ziel, den auf solchen Strecken dominierenden Dieselantrieb durch andere Antriebskonzepte zu ersetzen. Bestandteil der Förderung ist daher die Beschaffung entsprechender Fahrzeuge sowie die Errichtung der für die Fahrzeuge benötigten Lade- und Betankungseinrichtungen. Die Betriebskosten der Fahrzeuge sind hingegen ausdrücklich nicht förderfähig. Gefördert werden nur die Mehrkosten bei Anschaffung von Fahrzeugen mit alternativen Antriebe gegenüber konventionellen Antriebsformen.

Je nach Größe des Unternehmens, welches die Förderung beantragt, sind maximal zwischen 40 und 60 % der Mehrkosten förderfähig. Die Betankungs- und Ladeinfrastruktur wird mit maximal 45-65 % der förderfähigen Kosten bezuschusst. Ergänzend dazu werden Elektrolyseanlagen zur Gewinnung von Wasserstoff gefördert. Förderfähig sind hierbei bis zu 100% der Kosten, die Förderhöhe entspricht je nach Größe des Unternehmens maximal 45 bis 65% dieser förderfähigen Kosten.³⁵

Die Antragstellung auf Förderung kann nach einem Aufruf zur Einreichung entsprechender Anträge erfolgen. Ein entsprechender Aufruf ist aktuell vorhanden, die Einreichungsfrist endet am 28. August 2023. Die Förderhöhe für Schienenfahrzeuge und Elektrolyseanlagen ist gedeckelt und beträgt für jedes Unternehmen höchstens 15 Mio. Euro. Bei Ladeinfrastruktur beträgt der Zuschuss maximal 50% der förderfähigen Kosten beziehungsweise 10 Mio. Euro. Die Gesamtkosten der Infrastruktur sind auf maximal 20 Mio. Euro gedeckelt.³⁶ Für diesen Förderaufruf hat das Bundesverkehrsministerium ein Gesamtbudget von 93 Mio. zur Verfügung gestellt.³⁷

³⁴ (vgl. Bundesministerium der Justiz/ Bundesamt für Justiz 2020)

³⁵ (vgl. Bundesanzeiger 2021a)

³⁶ (vgl. PTJ 2023, Seite 4)

³⁷ (vgl. BMDV 2023)

10.2.3 Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase II

Ausschließlich Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb und deren Betankungsinfrastruktur werden durch das „Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase II“ gefördert. Die Förderung der Fahrzeuge entspricht den gleichen Voraussetzungen und Förderhöhen wie bei der „Förderung alternative Antriebe im Schienenverkehr“, auch hier werden nur die Investitionsmehrausgaben, nicht die Gesamtkosten des Fahrzeugs, anteilig gefördert. Neben den Fahrzeugen werden auch benötigte Betankungs- und Wartungsanlagen für Wasserstofffahrzeuge gefördert. Darüber hinaus kann weitere Wasserstoffinfrastruktur gefördert werden, sofern diese diskriminierungsfrei Dritten zur Verfügung gestellt wird. Diese Infrastruktur wird mit bis zu 100 % gefördert. Die Förderung ist zudem auch für Elektrolyseanlagen zur Herstellung von Wasserstoff nutzbar. Diese Anlagen werden mit bis zu 45 % der zuwendungsfähigen Kosten gefördert, kleine und mittelständische Unternehmen können höhere Förderanteile erhalten.³⁸

Beide Förderprogramme weisen hinsichtlich der Förderung von wasserstoffgetriebenen Fahrzeugen und deren Infrastruktur große Parallelitäten auf. Welche der beiden Förderungen gewählt werden sollte, ist im Einzelfall zu klären.

10.2.4 Autonomes und vernetztes Fahren in öffentlichen Verkehr

Neben alternativen Antrieben wird auch das autonome Fahren im ÖPNV gefördert. Es ist darauf hinzuweisen, dass das entsprechende Förderprogramm „autonomes und vernetztes Fahren im öffentlichen Verkehr“ primär die Erforschung entsprechender Konzepte fördert. Umsetzung und Betrieb entsprechender Konzepte werden nicht gefördert, lediglich Durchführbarkeitsstudien können gefördert werden. Die Förderhöhe solcher Studien beläuft sich auf 50% der förderfähigen Kosten.³⁹

10.2.5 Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien

Durchführbarkeitsstudien werden nicht nur bei der Erforschung autonomen Fahrens, sondern auch bei der Erforschung alternativer Antriebskonzepte gefördert. Hierfür bietet der Bund das Förderprogramm „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ an. Die Forschungsförderung zielt hier insbesondere auf innovative Konzepte der Antriebstechnologie, der Steuerungstechnologie von Motoren, des Thermomanagements und der Getriebetechnologie ab. Ähnlich wie die Förderung im Bereich des autonomen Fahrens beträgt die Förderhöhe maximal 50% der förderfähigen Kosten.⁴⁰

³⁸ (vgl. Bundesanzeiger 2021b)

³⁹ (vgl. Bundesanzeiger 2022)

⁴⁰ (vgl. BMWK 2023)

10.2.6 Mobilitätsfördergesetz (Land Hessen)

Ergänzend zu den Förderprogrammen des Bundes bieten auch die Bundesländer Förderprogramme an. Für die Reaktivierung der Bahnstrecke Bad Orb – Wächtersbach bietet sich vom Land Hessen das „Mobilitätsfördergesetz“ an. Dieses fördert sowohl die Reaktivierung als auch den Einsatz alternativer Antriebe. Bei Letzteren werden Investitionsmehrausgaben gefördert, welche bei der Beschaffung von Fahrzeugen entstehen, die ein bestimmtes Umweltschutzniveau der EU überschreiten können. Dies kann beispielsweise durch alternative Antriebe erreicht werden. Die Fördersumme beträgt hier maximal 40% der förderfähigen Mehrausgaben.

Streckenreaktivierungen, welche beispielsweise barrierefreies, zuverlässigeres, schnelleres oder verkehrssichereres Reisen ermöglichen und/oder die Anbindung der Region an den Ballungsraum Rhein-Main verbessern, werden ebenfalls durch das Mobilitätsförderungsgesetz gefördert. Förderfähig sind dabei Kosten, die für den Bau von Gleisanlagen, Bahnkörpern, Tunneln, Brücken, Haltestellen, Signal- und Sicherungsinfrastruktur und elektrischer Einrichtungen in Bezug auf die Reaktivierung, anfallen. Finanziert werden bis zu 85% der zuwendungsfähigen Ausgaben, die Förderung setzt sich zu 70% aus dem Mobilitätsförderungsgesetz, zu 5 % aus dem Kommunalen Finanzausgleich und maximal 10 weiteren Prozent aus dem Finanz- und Lastenausgleich zusammen.⁴¹

Voraussetzung für die Förderung ist, dass Vorhaben bau- und verkehrstechnisch einwandfrei und unter Beachtung des Grundsatzes der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit geplant sind. Für zuwendungsfähige Investitionsausgaben mit mehr als 10 Millionen Euro ist eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung nach der Standardisierten Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen im schienenengebundenen ÖPNV oder nach einem anderen geeigneten Verfahren durchzuführen.

⁴¹ (vgl. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen 2021)

11 Handlungsempfehlung

Als Ergebnis der Nutzen-Kosten-Analyse hat sich gezeigt, dass der NKQ im Zusammenhang mit der Streckenreaktivierung Wächtersbach- Bad Orb im Referenzszenario knapp unter dem Schwellenwert von 1 liegt. Berücksichtigt werden muss hierbei, dass für die Anbindung von Aufenau ein regelmäßig im 30 Minuten verkehrenden Bus-Shuttle von Wächtersbach unterstellt wurde. Hier wäre es zu untersuchen, ob die Anbindung an Aufenau zukünftig auch mit einem On-Demand-Verkehr zu realisieren wäre. Vor dem Hintergrund, dass bereits ab Oktober 2023 in der Region ein Pilotprojekt zum On-Demand-Verkehr gestartet wird, bestehen sehr gute Realisierungschancen.

Dadurch würden sich die Betriebskosten beim Bus signifikant reduzieren und es könnte ein Nutzen-Kosten-Quotient > 1 erreicht werden. Aufgrund des Planungsstandes einer Machbarkeitsstudie wurden auf die ermittelten Investitionskosten ein Risikozuschlag von 30% einkalkuliert. Empfehlenswert wäre es, dass die Ingenieurplanung vertieft wird und eine Untersuchung auf dem Niveau einer Vorplanung (HOAI 2) in Auftrag gegeben wird. Dadurch kann das Kostenrisiko reduziert werden.

Die Verkehrswende ist nur durch den politischen Willen gänzlich zu erreichen und geht mit einer Attraktivitätssteigerung des ÖPNV und Schwächung des MIV einher. Eine Streckenreaktivierung zwischen Wächtersbach und Bad Orb leistet zum Erreichen der Klimaziele einen wesentlichen Beitrag und wirkt sich auch gesamtwirtschaftlich positiv aus. Durch die Streckenreaktivierung ergibt sich nach Umsetzung der geplanten Neubaustrecke auch die Möglichkeit Züge nach Frankfurt oder Fulda durchzubinden.

Die Untersuchung hat ergeben, dass die Strecke Wächtersbach-Bad Orb generell auch für einen autonomen Bahnbetrieb aufgrund der Topografie und Streckenlänge geeignet wäre. Ein autonomer Fahrbetrieb erfordert aufgrund der Sicherheitsvorkehrungen Maßnahmen mit sehr hohen Investitionskosten. Beispielsweise muss die Strecke durch ein ESTW gesteuert und ETCS eingerichtet werden. Nicht zuletzt ist eine Einzäunung der Strecke und eine Videoüberwachung der Bahnübergänge erforderlich. Bisher ist ein vollautomatisches Fahren (GoA 4) gemäß der EBO nicht möglich. Da Thema sollte weiter vorangetrieben werden. Parallel zur Reaktivierungsmaßnahme sollten Gespräche mit Herstellern folgen. Es wäre zu klären, ob die Strecke als Pilotstrecke und zum Testbetrieb für Hersteller interessant ist. Die Testungen könnten beispielsweise in den Nachtstunden durchgeführt werden, um den Regelbetrieb am Tag nicht zu behindern.

Priorität sollte die Streckenreaktivierung für einen regelmäßigen SPNV haben. Die Möglichkeiten zum autonomen Fahren für Testzwecke wäre ein zweiter Schritt.

Flankierend wird es für die Schaffung der Verkehrswende erforderlich die heute bestehenden Buslinien im Umfeld von Bad Orb neu zu ordnen, mit dem Ziel die Zubringerfunktion zum Bahnhof zu stärken. Neben der Anbindung von weiteren

umliegenden Ortschaften an den Bahnhof Bad Orb, muss der Takt verdichtet und die Reisezeiten verbessert werden.

Zur Stärkung der Schiene werden bereits seitens der Stadt Bad Orb Maßnahmen im Zusammenhang mit der Parkraumbewirtschaftung erarbeitet. Zielstellung ist es, den Parkraum zu beschränken und den ÖV in Bad Orb zu stärken. Die Wirksamkeit der Maßnahme ist allerdings nur bei einer Streckenreaktivierung und Einführung eines regelmäßigen SPNV gegeben. Überdies lassen sich potentielle Synergieeffekte mit der Baulogistik der Neubaustrecke feststellen.

Derzeit ist die Neubaustrecke (NBS) der DB AG in Planung. Diese schließt nordöstlich von Gelnhausen direkt an die Ausbaustrecke (ABS) Hanau – Gelnhausen an und führt von dort aus weiter in Richtung der Bestandsstrecke Würzburg – Fulda. Die Planungen der DB Netz AG hierzu wurden in mehreren Varianten erarbeitet und im Rahmen von Dialogforen öffentlich erläutert und diskutiert. Die Trassen der Variante IV und Alternative VII wurden bei den zuständigen Regierungspräsidien in Darmstadt und Kassel im Rahmen des erforderlichen Raumordnungsverfahrens (ROV) eingereicht. Variante IV wurde als positives Ergebnis des ROV im Sommer 2023 bestätigt und dient nun als Grundlage für die weiteren Planungen zur Erlangung der Planfeststellung.

Der Trassenverlauf der Variante IV kreuzt mittels Brückenbauwerk kurz nach der Ausfädelung aus der Bestandsstrecke Kinzigtalbahn bei Wirtheim sowohl die Kinzig als auch die bestehende Bahntrasse Wächtersbach – Bad Orb (Orber Bahn). Der weitere Trassenverlauf der NBS in Richtung Nordosten erfolgt dann in mehreren Trog- oder Tunnellagen. Zur Realisierung dieser technischen Bauwerke sind zahlreiche Erdbewegungen erforderlich. Abraum und Aushub der Erdmassen sind – soweit nicht unumgänglich – aus Gründen der Umweltverträglichkeit auf der Schiene abzutransportieren.

Die bestehende und planungsrechtlich gewidmete Trasse der Orber Bahn bietet hier die Möglichkeit, die unmittelbare Verladung der Schüttgutmengen auf die Schiene zu gewährleisten, ohne hierbei die vorhandenen Straßennetze zu belasten. Voraussetzung für die Einrichtung des schienenengebundenen Güterverkehrs auf der Orber Bahn ist die technische Herrichtung der Trasse bezüglich Gleisbett, Oberleitung, signaltechnische Einrichtungen sowie Ingenieurbauwerke. Ein Gleisverbindung mit der bestehenden Kinzigtalbahn ist (wieder) herzustellen. Im Bahnhof Wächtersbach sind die derzeit noch vorhandenen Bahnflächen hierfür und für erforderliche Abstellflächen zu sichern.

Ein abgestimmtes und koordiniertes Fahrplanmanagement sollte auf dem Streckenabschnitt der Orber Bahn den Parallelverkehr von Gütertransport und SPNV sicherstellen.

Zusammenfassend kann als Ergebnis der Vorstudie festgehalten werden, dass gute Umsetzungschancen bestehen. Es empfiehlt sich zunächst im Rahmen einer vollen Standardisierten Bewertung die verkehrliche Sinnhaftigkeit und den damit verbundenen volkswirtschaftlichen Nutzen in den Vordergrund zu rücken und durch die Anwendung eines Verkehrsmodells zu untersuchen. Parallel dazu sollten die Gespräche zwischen der Stadt Bad Orb und DB Netze im Kontext zur Bauplanung und Nutzung der Strecke intensiviert werden.

Ob ein automatisierter oder autonomer Betrieb abbildbar sein könnte, kann in weiteren Untersuchungsschritten betrachtet werden. In diesem Zusammenhang sollte auch die Möglichkeit für durchgehende Züge von Bad Orb nach Frankfurt vertiefend untersucht werden, da angenommen werden kann, dass durch den Entfall des Umsteigevorgangs in Wächtersbach deutliche Attraktivitätsgewinne zu verzeichnen sind.

12 Quellenverzeichnis

Appenzeller Bahnen (2023): Projekt ATO RhW, [online] <https://appenzellerbahnen.ch/de/reiseinformationen/streckenunterbrueche-bauprojekte/ato-rhw.html> [abgerufen am 21.06.2023].

Ballard Power Systems (2021): World's first fuel cell tram for Foshan, China, [online] https://www.ballard.com/docs/default-source/motive-modules-documents/case-study-foshan-gaming-tram-final-web.pdf?sfvrsn=935ddd80_4 [abgerufen am 22.06.2023]

Bozankaya.com (2023): Timișoara chose Bozankaya, [online] <https://www.bozankaya.com.tr/en/timisoara-chose-bozankaya/> [abgerufen am 22.06.2023]

Bundesanzeiger (2021a): Richtlinie zur Förderung alternativer Antriebe im Schienenverkehr, Ausgabe: BAnz At 17.02.2021 B5, [online] <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/0Ma1yaNdo2Tp2DOdF1z/content/0Ma1yaNdo2Tp2DOdF1z/BAnz%20AT%2017.02.2021%20B5.pdf?inline> [abgerufen am 21.06.2023].

Bundesanzeiger (2021b): Bekanntmachung der Förderrichtlinie für Maßnahmen der Forschung, Entwicklung und Innovation im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase II (Schwerpunkt Nachhaltige Mobilität) als Teil des Regierungsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie 2016 bis 2026 – von der Marktvorbereitung zu wettbewerbsfähigen Produkten, Ausgabe BAnz AT 27.07.2021 B5, [online] <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/NKO0SYB9EAsJs2hJLM6/content/NKO0SYB9EAsJs2hJLM6/BAnz%20AT%2027.07.2021%20B5.pdf?inline> [abgerufen am 21.06.2023].

Bundesanzeiger (2022): Bekanntmachung der Förderrichtlinie „Autonomes und vernetztes Fahren in öffentlichen Verkehren“, Ausgabe BAnz AT 09.09.2022 B3, [online] https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/StV/forschungsfoerderung-foerderrichtlinie-020922.pdf?__blob=publicationFile [abgerufen am 21.06.2023].

Bundesministerium der Justiz, Bundesamt für Justiz (2020): Gesetz über Finanzhilfen des Bundes zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse der Gemeinden (Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz - GVFG), [online] <https://www.gesetze-im-internet.de/gvfg/GVFG.pdf> [abgerufen am 21.06.2023].

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) (2023): BMDV fördert alternative Antriebe auf der Schiene, [online] <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2023/066-wissing-bmdv-foerdert-alternative-antriebe-auf-der-schiene.html> [abgerufen am 03.07.2023]

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2021): Leitfaden für Busse mit alternativen Antrieben, [online] <https://www.now-gmbh.de/wp->

content/uploads/2021/03/Leitfaden-fuer-Busse-mit-alternativen-Antrieben_NOW.pdf [abgerufen am 21.06.2023].

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2021): Richtlinie zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Rahmen des BMWi-Programms „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“, [online] <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Foerderprogramm/Bund/BMWi/neue-fahrzeug-u-systemtechnologien-fue-projekte.html> [abgerufen am 21.06.2023]

Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) (2023): Pendeldistanzen und Pendlerverflechtungen, [online] <https://www.deutschlandatlas.bund.de/DE/Karten/Wie-wir-uns-bewegen/100-Pendlerdistanzen-Pendlerverflechtungen.html> [abgerufen am 07.08.2023]

Eurailpress.de (2022): Jülich: Testbetrieb mit autonomem Zug startet 2022, [online] <https://www.eurailpress.de/railimpacts/forschung/detail/news/juelich-testbetrieb-mit-autonomem-zug-startet-2022.html> [abgerufen am 03.07.2023]

Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement (2023): Verkehr – interaktive Verkehrsmengenkarte, [online] <https://mobil.hessen.de/verkehr/interaktive-verkehrsmengenkarte> [abgerufen am 07.08.2023]

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (2021): Durchführungserlass für Infrastrukturmaßnahmen im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), [online] https://mobil.hessen.de/sites/mobil.hessen.de/files/2022-02/durchfuehrungserlass_oepnv_gueltig_ab_27_04_2021.pdf [abgerufen am 21.06.2023]

Hitachi (2021): Hitachi and Eversholt Rail develop battery for a GWR intercity battery hybrid train trial, [online] <https://www.mynewsdesk.com/uk/hitachi-rail-global/pressreleases/hitachi-and-eversholt-rail-develop-battery-for-a-gwr-intercity-battery-hybrid-train-trial-3142999> [abgerufen am 22.06.2023]

Ingenieur.de (2021): Wasserstoff-Zug: Weltweit größte Flotte entsteht in Deutschland, [online] <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/verkehr/der-weltweit-erste-wasserstoff-zug-faehrt-im-regulaeren-linienbetrieb/> [abgerufen am 22.06.2023]

Kersten, Isabel/ Pinnow, Diana (2020): Touristische Mobilität im ländlichen Raum, [online] https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_78-2020_themenpapier_mobilitaet.pdf [abgerufen am 07.08.2023]

Land Nordrhein-Westfalen (2021): Der „BrainTrain“ kommt nach Jülich: Ministerin Ina Brandes überreicht Förderbescheid für autonomes Fahren auf der Schiene, [online] <https://www.land.nrw/pressemitteilung/der-braintrain-kommt-nach-juelich-ministerin-ina-brandes-ueberreicht> [abgerufen am 03.07.2023]

Möller, Dr. Andrea/ Deckert, Michael (2019): Potenzialanalyse Nachhaltige Angebote im ländlichen Raum in Hessen, [online] <https://www.hessen.tourismuszusatzwirtschaft.info/wp-content/uploads/2021/02/Potenzialanalyse-zur-Erreichbarkeit->

nachhaltiger-Tourismusangebote-im-laendlichen-Hessen-27032019.pdf [abgerufen am 07.08.2023]

Projektträger Jülich (PTJ) (2023): Aufruf zur Antragseinreichung für die Förderung lokal CO₂-emissionsfreier, alternativer Antriebe im Schienenpersonennah- und Güterverkehr (07/2023), [online] https://www.ptj.de/lw_resource/data-pool/systemfiles/cbox/7508/live/lw_bekdoc/2023_aufruf-schiene.pdf [abgerufen am 03.07.2023]

Staino, Andrea/Akshat Suwalka/Pabitra Mitra/Biswajit Basu (2022): Real-Time Detection and Recognition of Railway Traffic Signals Using Deep Learning, in: *Journal of Big Data Analytics in Transportation*, vol. 4, no. 1, pp. 57–71, [online] doi:10.1007/s42421-022-00054-7.

Stors, Natalie/ Kagermeier, Prof. Dr. Andreas (2013): Tourismusstudie Ahrtal, [online] <https://dokumente.landtag.rlp.de/landtag/vorlagen/1-16-17.pdf> [abgerufen am 07.08.2023]

UITP (2019) Observatory of automated metros: World report on metro automation 2018. UITP statistics brief. [online] https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020/06/Statistics-Brief-Metro-automation_final_web03.pdf. [abgerufen am 22.06.2023]

Verband der Bahnindustrie in Deutschland (VDB) e.V. (2021): VDB Leitfaden – Emissionsfreie Mobilität – eine Strategie für den Einsatz von batterieelektrischen Triebzügen und Ladeinfrastruktur in Deutschlands Schienenpersonennahverkehr, [online] https://bahnindustrie.info/fileadmin/Leitfaden_DE/210506_VDB_Strategiepapier_Emissionsfreier_Schienenverkehr.pdfm [abgerufen am 22.06.2023]

Verkehrswende-Hessen.de (2023): Gesetz zur Umsetzung der Verkehrswende (Verkehrswendegesetz), [online] <https://www.verkehrswende-hessen.de/verkehrswendegesetz-volltext/> [abgerufen am 07.08.2023]

13 Anhang

Anhang 1: Fotodokumentation Streckenbegehung



Abbildung 13-1: Bahnsteig Bahnhof Wächtersbach

Quelle: eigene Darstellung



Abbildung 13-2: Verrottete Befestigung Brückengeländer

Quelle: eigene Darstellung



Abbildung 13-3: Versatz bei Schienenstoß

Quelle: eigene Darstellung



Abbildung 13-4: Abnutzung Schienenoberkante

Quelle: eigene Darstellung



Abbildung 13-5: Freiliegende Schwellen auf der Strecke

Quelle: eigene Darstellung



Abbildung 13-6: Verfaulte Holzschwellen, Schienen werden mit Gewindestangen zusammengehalten

Quelle: eigene Darstellung

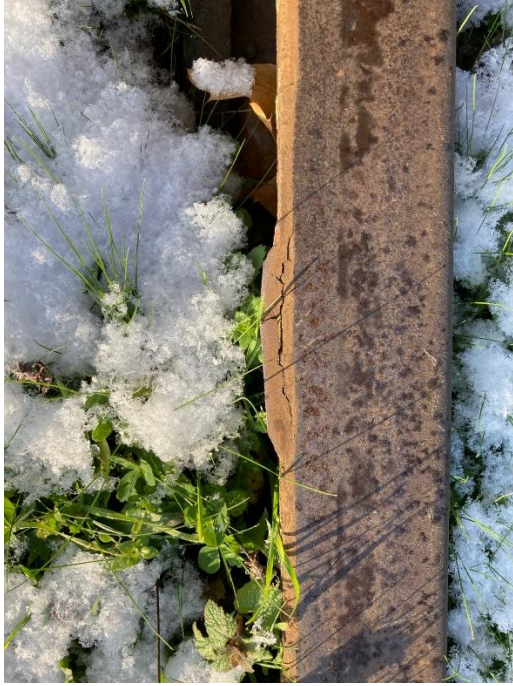


Abbildung 13-7: Rissbildung im Schienenkopf

Quelle: eigene Darstellung



Abbildung 13-8: Gleisanlagen Bahnhof Bad Orb

Quelle: eigene Darstellung

Anhang 2: Schülerverkehre im Untersuchungsraum

Schule	Anzahl Schüler:innen Wohnort Bad Orb	Anzahl Schüler:innen Wohnort Jossgrund	Anzahl Schüler:innen Wohnort Flörsbachtal
Berufliche Schulen Gelnhausen	146	43	32
Fried.-Aug.-Genth-Schule Wächtersbach	85	42	2
Grimmelshausen-Gymnasium Gelnhausen	52	9	-
Henry-Harnischfeger-Schule Bad Soden-Salmünster	21	-	-
Kinzig-Schule Schlüchtern	44	21	4
Montessorischule Gelnhausen/Linsengericht	12	-	-
	360	115	38

Anhang 3: Umsteigezeiten zwischen Buslinie MKK 81 und SPNV in Wächtersbach

Bus MKK 81	Wächtersbach Bf an	Anschluss Richtung Frankfurt	Anschluss Richtung Fulda
Werktags (Schule)	16:41 ; 17:12 etc.	16:46, 17:16 etc.	17:10, 17:36
Werktags (keine Schule)	16:41 ; 17:12 etc.	16:46, 17:16 etc.	17:10, 17:36
Sonntag	16:15, 17:15 etc.	16:46, 17:16 etc.	17:10, 17:36

Bus MKK 81	Von Fulda in Wächtersbach an	Von Frankfurt in Wächtersbach an	Anschluss ab Bf Wächtersbach
Werktags (Schule)	16:46, 17:46,	16:42, 17:10, 17:42	16:48, 17:15, 17:48
Werktags (keine Schule)	16:46, 17:46,	16:42, 17:10, 17:42	16:48, 17:15, 17:48
Sonntag	16:46, 17:46,	16:42, 17:10, 17:42	16:41, 17:41, 18:41

Anhang 4: Investitionskostenübersicht Reaktivierungsfall

Verkehrswege ÖV	Nutzungsdauer (in Jahren)	Annuitätenfaktor	Instandhaltungsfaktor	Investitionskosten Ohne Risikozuschlag	Mit Risikozuschlag (30%)	Kapitaldienst	Instandhaltungskosten
Grunderwerb	9999	0,0170	0%		0	0	0
einmalige Aufwendungen	9999	0,0170	0%	1.198.325	1557822,5	26.483	0
Trassen (Oberbau, Erdbauwerke, Dämme, Einschnitte)	75	0,0237	0,05%	2.223.000	2889900	68.466	1.445
Stützbauwerke	75	0,0237	0,05%		0	0	0
Tunnel	75	0,0237	0,05%		0	0	0
Brücken	75	0,0237	0,05%	900.000	1170000	27.719	585
Gleise (Schotteroberbau)	30	0,0428	3%	2.515.500	3270150	140.058	98.105
Gleise (Feste Fahrbahn)	50	0,0298	1,50%		0	0	0
Weichen inkl. Antriebe	20	0,0594	3%	83.500	108550	6.448	3.257
Oberbau Straßen und Wege	25	0,0494	1%		0	0	0
Betriebs, Verkehrs- und Sozialgebäude	60	0,0267	1%		0	0	0
unterirdische Haltestellenbauwerke	60	0,0267	1%		0	0	0
Bahnsteige und Rampen inkl. Überdachung	50	0,0298	0,70%	174.450	226785	6.769	1.587
Haltestellenausstattung inkl. Zubehör	20	0,0594	2%	106.000	137800	8.185	2.480
Aufzugsanlage	15	0,0761	3%	230.000	299000	22.751	9.269
Zugsicherungs- und Signalanlagen	20	0,0594	1%	900.200	1170260	69.514	10.532
Bahnübergänge	20	0,0594	1%	400.307	520399,1	30.912	4.684
Fernmelde- und Telekommunikationsanlagen	12	0,0928	2%		0	0	0
Fahr- und Speiseleitungen inkl. Masten	30	0,0428	1,40%	67.500	87750	3.758	1.229
Unterwerke und Umformerwerke	30	0,0428	1%		0	0	0
Außenbeleuchtung	30	0,0428	2,10%		0	0	0
technische Gebäudeausstattung (Rolltreppen, Aufzüge, Brandmeldeanlagen)	15	0,0761	3%		0	0	0
Lärmschutzwände und Fenster	25	0,0494	5,00%		0	0	0
Landschaftsbau, Bepflanzung	80	0,0230	0%		0	0	0
Wasserstofftankstelle	20	0,0594	3,00%		0	0	0
Planung							
Planungskosten	9999	0,0170	0%	951.940	1.237.522	21.038	0
Summe				9.750.722	12.675.939	432.102	133.172

Anhang 5: Marktübersicht über Innovative Fahrzeuge bei Vollbahnen

Batteriebetrieb

Modell	Mireo Plus B NOB 2	Cityjet eco - Rebuilt Desiro ML	Civity BEMU	Coradia Continental BEMU (ET150)	FLIRT Akku	IPEMU Merseyside	Talent 3 Battery	Revolution VLR	Class 802	Bespoke VLR
Hersteller	Siemens	Siemens	CAF	Alstom	Stadler	Stadler	Bombardier	TDI	Eversholt/ Hitachi	TDI
Inbetriebnahme	2023	Prototyp- im Testbetrieb seit 2023	2025	2022	2022	2023	Testbetrieb seit 2019	2026	Im Testbetrieb 2022	
Antrieb	Batterie-elektrisch	Batterie-elektrisch	Batterie-elektrisch	Batterie-elektrisch	Batterie-elektrisch	Batterie-elektrisch	Batterie-elektrisch	Batterie-elektrisch	Batterie-Diesel-hybrid	Batterie o. Hybrid
Batterietyp	Lithium-Ionen (LTO)	Lithium-Ionen (LTO)	Lithium-Ionen (LTO)	Lithium-Ionen	Lithium-Ionen (NMC)	Lithium-Ionen (NMC)	Lithium-Ionen (NMC)	LTO	LTO	Lithium-Ionen (NMC)
Reichweite im Batteriebetrieb (in km)	90	80	70-90	80	80 (künftig 185/im Test 224)	55	30-40 (zukünftig 80-100)	70	40 (Batteriebetrieb), ca. 300 Diesel-Hybrid-Betrieb	-
Batterieladezeit (in min)	k.A.	10	k.A.	30	20-30	10-15	7-10	3	10	30
Batteriekapazität (in kWh)	514	528	540	840	k.A.	320	440	54		
Traktionsleistung (in kW)	1.700/1.700	2.200/1.287	k.A.	1.400/	1.500/1.500	2100	1.010			
Lebensdauer Batterie (in Jahren)	15	15	k.A.	k.A.	7-9	8-10	5-10	5-7		
Anzahl Wagenteile	2	3	2	3	2	4	3	1	5	1
Länge (in m)	46,56	75,15	44,45	56,9	45,7	64,9	56	18,5	128,5	18,3
Höchstgeschwindigkeit (in km/h)	140	140	160	160	140	100	140	100	200	65
Door lanes (in Länge pro 10 m)	1,29	1,59	0,9	0,88	1,08	1,29				
Sitzkapazität	125	244	125	150	154	184	155	56	280	72
Sitzkapazität je Meter	2,69	3,25	2,81	2,64	2,71	2,84	2,77	3,03	2,18	3,93

Wasserstoffantrieb

Modell	Mireo Plus H	Coradia iLint 54	Flirt H2	Coradia Breeze	Coradia Polyvalent H2	FCH2RAIL	Model FV-E991
Hersteller	Siemens	Alstom	Stadler	Alstom	Alstom	CAF	Toyota
Inbetriebnahme	2023 im Testbetrieb	2018	2024	k.A.	2023	2022 im Testbetrieb	2024
Antrieb	Wasserstoffzelle und Batterie	2x Wasserstoffzelle und Batterie			4x Wasserstoffzelle	2x Wasserstoffzelle	Wasserstoff/Batterie Hybrid
Reichweite (in km)	600	650-750	460	1000	400-600		140
Nachfüllzeit (in min)	15	20	30	-	42	26	-
Tankkapazität (in kg)	200	2x94			2x95	188	510/1020 Liter (Batterie: 240 kWh)
Antriebskraft (in kW)	1.700	544	700		700		380
Anzahl Wagenteile	2	2	3	4	4	3	2
Länge (in m)	47	54	51,5		72		
Höchstgeschwindigkeit (in km/h)	140	140	127	140	160	120	100
Sitzkapazität	140	156	116	309	218	169	
Sitzkapazität je Meter	2,98	2,89	2,25	3,81	3,03	2,58	

Anhang 6: Marktübersicht über innovative Fahrzeuge bei Stadt- und Straßenbahnen

Batteriebetrieb

Modell	Bozankaya (Timisoara)	Urbos Battery	Flexity 2 (Nanjing)	S700 (Charlotte)	Citylink (Wales)	HRT-2b Streetcar (Oranjestadt, Aruba)	LYNC (individuell ausgestaltbar)
Hersteller	Bozankaya A.S.	CAF	Bombardier	Siemens	Stadler	TIG/m	TDI
Inbetriebnahme	2020	2019	2014	2021	2023	2012	2020
Antrieb	Batterie	Batterie	Batterie	Batterie	Batterie	Batterie und Wasserstoffzelle	Batterie
Reichweite (in km)	60	29	50	40-50	-	7	Abhängig von Konfiguration max. 40
Batterietyp	LTO	LTO	LTO	LTO	LTO	LTO	LTO
Batterieladezeit (in min)	Abhängig von der Ladeinfrastruktur. Schnellladestationen ermöglichen eine vollständige Aufladung innerhalb von 10-15 min.						
Batteriekapazität	110 kWh		2x 49 kWh			14	
Antriebskraft (in kW)	480		480	520		194	
Anzahl Wagenteile	5	5	5	3	3	1	
Länge (in m)	30	32,96	32,5	25,74	40		18
Höchstgeschwindigkeit (in km/h)	70	70	70	40,2	100	15	35
Sitzkapazität	170	208	252	54	252	k.A.	25-120 (abhängig von Konfiguration)
Sitzkapazität je Meter	5,7	6,31	7,8	2,1	6,3	k.A.	1,40

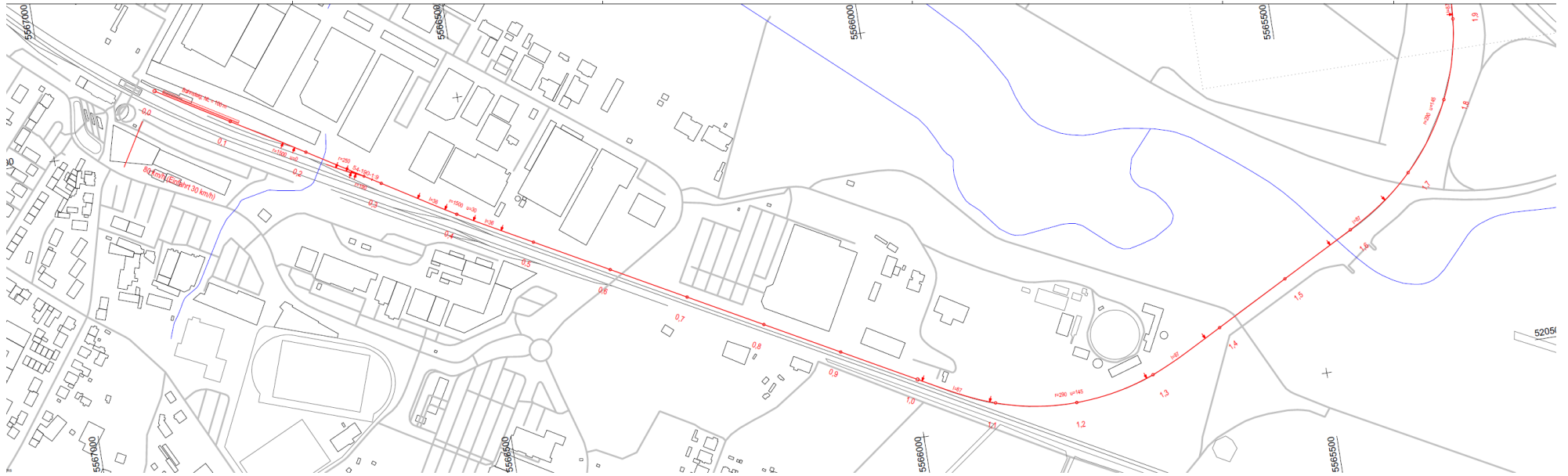
Wasserstoffantrieb

Modell	-	Ballard Fcvelocity (2. Version)	Tangshan (1. Version)	Keine Modellbez. (Foshan City)
Hersteller	Hyundai Rotem	CRRC Corporation Limited	CRRC	Qingdao Sifang (Tochter von CRRC)
Inbetriebnahme	Frühstens 2024	2019	2017	2018
Antrieb	Wasserstoff	Wasserstoff	Wasserstoff	Wasserstoff
Reichweite (in km)	150	125	40	100
Nachfüllzeit (in min)	20	15	3	5-10
Tankkapazität		6x140 Liter		~1000
Antriebskraft (in kW)			372,8	400
Anzahl Wagenteile	3	3	3	3
Länge (in m)	24-44	35,2	30	31,4
Höchstgeschwindigkeit (in km/h)	70	70	70	70
Sitzkapazität	150/250/350	360	66	285 (einige Linien nur 60 Sitzplätze)
Sitzkapazität je Meter	4,37/7,81/7,95	10,23	2,2	9,08

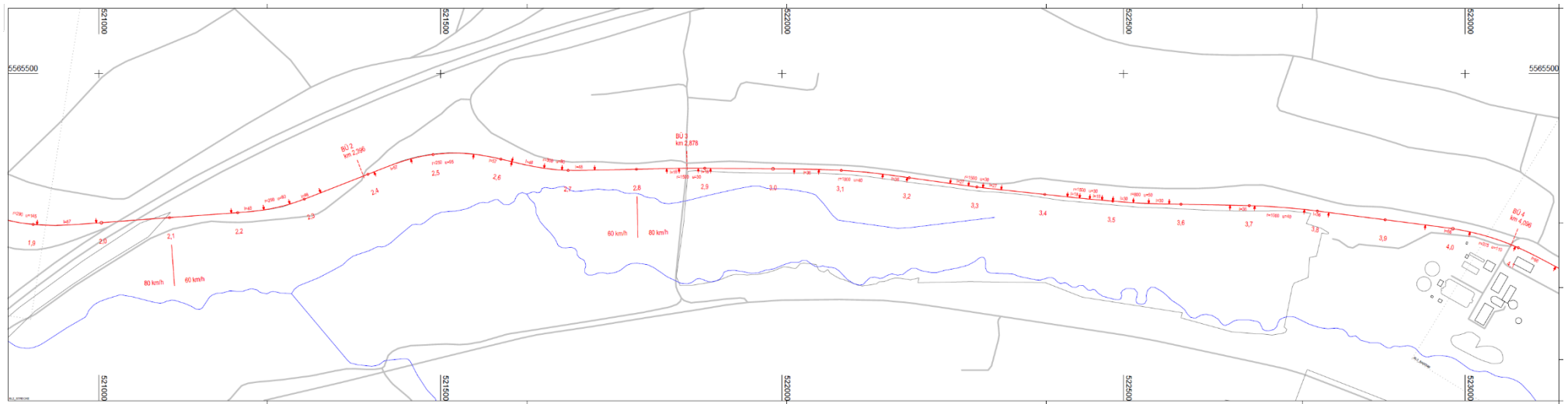
Anhang 7: Marktübersicht über innovative Fahrzeugkonzepte bei Bussen

Antriebsform	Ladestrategie	Ladeinfrastruktur	Reichweite
Batteriebusse	Volllader	Nur im Betriebshof (Übernacht-ladung)	150 - 200 km
	Gelegenheitslader	- Im Betriebshof - An Endhaltestellen	Unbegrenzt, wenn ausreichende Ladezeiten zur Verfügung stehen
	Pulslader	- Im Betriebshof - An Endhaltestellen - An Unterwegshaltestellen	
Brennstoffzellenbusse	BSZ* als Hauptenergiequelle	H₂ im Betriebshof oder an Tankstellen Dritter	300 – 400 km
	BSZ* als Range-Extender von Batteriebussen (Erweiterung der Reichweite)	- Batterie im Betriebshof - H₂ im Betriebshof oder an Tankstellen Dritter	
Oberleitungsbusse	Konventionelle Oberleitungsbusse	Oberleitungen entlang gesamter Strecke	Je nach vorhandenem Oberleitungssystem
	Hybrid-Oberleitungsbusse	- Oberleitungen nur teilweise - Batterie im Betriebshof	

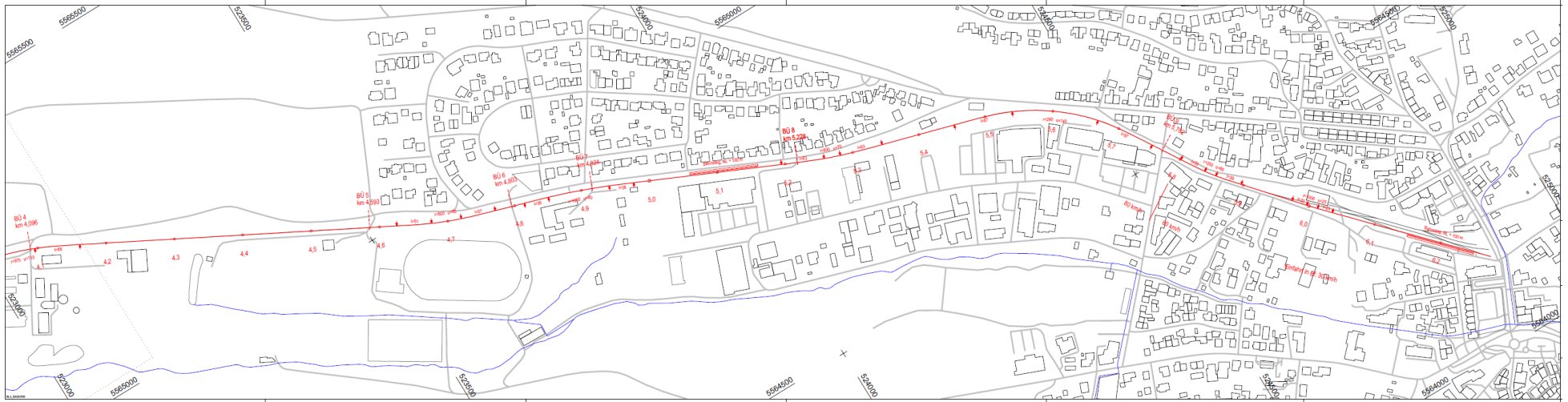
Bereich I: Wächtersbach Bf- Brücke



Bereich II: Brücke – Bad Orb Ortsanfang



Bereich III: Ortsanfang Bad Orb bis Bahnhof Bad Orb



Anhang 9: Kapital- und Instandhaltungskosten bei Streckenreaktivierung

Verkehrswege ÖV	Nutzungsdauer (in Jahren)	Annuitäten- faktor	Instandhal- tungs- faktor	Kapitaldienst	Instandhaltungs- kosten
Grunderwerb	9999	0,0170	0%	0	0
einmalige Aufwendungen	9999	0,0170	0%	26.483	0
Trassen (Oberbau, Erdbauwerke, Dämme, Einschnitte)	75	0,0237	0,05%	68.466	1.445
Stützbauwerke	75	0,0237	0,05%	0	0
Tunnel	75	0,0237	0,05%	0	0
Brücken inkl. Bahnsteig Unter- und Überführung	75	0,0237	0,05%	27.719	585
Gleise (Schotteroberbau)	30	0,0428	3%	140.058	98.105
Gleise (Feste Fahrbahn)	50	0,0298	1,50%	0	0
Weichen inkl. Antriebe	20	0,0594	3%	6.448	3.257
Oberbau Straßen und Wege inkl. Bus- spuren und P+R Flächen	25	0,0494	1,000%	0	0
Betriebs, Verkehrs- und Sozialge- bäude (oberirdisch)	60	0,0267	0,900%	0	0
unterirdische Haltestellenbauwerke	60	0,0267	0,900%	0	0
Bahnsteige und Rampen inkl. Über- dachung	50	0,0298	0,700%	6.769	1.587
Haltestellenausstattung inkl. Zubehör	20	0,0594	1,800%	8.185	2.480
Zugsicherungs- und Signalanlagen					
inkl. BÜ-Sicherungsanlagen	20	0,0594	0,90%	69.514	10.532
Bahnübergänge	20	0,0594	0,90%	30.912	4.684
Fernmelde- und Telekommunikations- anlagen	12	0,0928	1,80%	0	0
Fahr- und Speiseleitungen inkl. Masten	30	0,0428	1,40%	3.758	1.229
Unterwerke und Umformerwerke	30	0,0428	1,40%	0	0
Außenbeleuchtung	30	0,0428	2,10%	0	0
technische Gebäudeausstattung (Roll- treppen, Aufzüge, Brandmeldeanla- gen)	15	0,0761	3,10%	22.751	9.269
Lärmschutzwände und Fenster	25	0,0494	0,50%	0	0
Landschaftsbau, Bepflanzung	80	0,0230	0,00%	0	0
Wasserstofftankstelle	20	0,0594	3,00%	0	0
Planung				0	0
Planungskosten	9999	0,0170	0,00%	21.038	0
Summe Kosten p.a. in €				432.102	133.172

Anlage 1 zur Machbarkeitsstudie:

Auf besonderen Wunsch der Stadt Bad Orb wird die vorliegende Machbarkeitsuntersuchung um die folgenden Hinweise ergänzt :

Ausblick

Die Ergebnisse der Untersuchung haben ergeben, dass ein automatisierter, autonomer Betrieb einer Bahn zwischen Wächtersbach und Bad Orb aufgrund der Ergebnisse der ersten Nutzen-Kosten-Untersuchung nicht umgesetzt werden kann. Im Szenario „Verkehrswende“ konnte jedoch ein Nutzen-Kosten-Quotient von 2,4 ermittelt werden. Daraus ist abzuleiten, dass für die Wiederinbetriebnahme der Bahn zwischen Wächtersbach und Bad Orb eine wirtschaftliche Basis vorhanden wäre. Aus diesem Grund hat die Stadt Bad Orb ein großes Interesse, das vorliegende Gutachten zu erweitern und mögliche Szenarien einer Reaktivierung des SPNV auf Basis neuer Erkenntnisse zu untersuchen.

Grundsätzlich muss ermittelt werden, welche Verkehre für die Anbindung der Stadt Bad Orb realisiert werden können. Ein „Inselbetrieb“ Wächtersbach—Bad Orb erscheint nicht die sinnvollste Variante zu sein.

Die Pendlerströme in Bad Orb lassen eine Verknüpfung der RB Linie RB 51 Frankfurt---Wächtersbach als sinnvoll erscheinen. Diese Durchbindung könnte den Effekt haben, dass mehr Nutzer des heutigen MIV zwischen Wächtersbach und Bad Orb auf den öffentlichen Verkehr wechseln.

Flankierend wird es erforderlich, die heute bestehenden Buslinien im Umfeld von Bad Orb so neu zu ordnen, dass die Zubringerfunktion zum Bahnhof Bad Orb gestärkt wird. Dabei soll das Ziel verfolgt werden, die umliegenden Orte verkehrsgünstig an den Bahnverkehr anzubinden um dabei positive Fahrzeiteffekte für die Reisenden zu erzielen. Parallelverkehre zur Bahnstrecke sollen dabei soweit als möglich vermieden werden. Alle daraus entstehenden Effekte sind gesamthaft darzustellen und zu bewerten.

Die vorliegende Machbarkeitsstudie „Automatisierte Schiene Wächtersbach – Bad Orb“ zeigt Möglichkeiten und Grenzen für den Einsatz alternativer Antriebstechnologien und automatisiertem Bahnbetrieb für die Bad Orber Bahn auf.

Zu Beginn der Untersuchung war noch nicht absehbar, dass der Neubau einer Fernverkehrsstrecke der Deutschen Bahn den entscheidenden Impuls für die Reaktivierung der Nahverkehrsstrecke Bad Orb – Wächtersbach mit „konventionellem“ Schienenpersonenverkehr geben könnte.

Diese Möglichkeit hat sich – unabhängig von der vorliegenden Untersuchung – bei parallelen Kontakten der Stadt Bad Orb mit der Deutschen Bahn abgezeichnet. Mangels geeigneter Alternativen ist nämlich zu erwarten, dass die Deutsche Bahn auf eine funktionstüchtige, elektrifizierte Bad Orber Bahn angewiesen sein wird, um die Baustellenlogistik für die geplante Neubaustrecke Gelnhausen – Fulda zu ermöglichen.

Die vorliegende Untersuchung – wenngleich mit anderer Untersuchungsabsicht begonnen – bietet dafür eine wertvolle erste Arbeitsgrundlage. Sie liefert die Basis für eine nachfolgende, dringend notwendige vertiefende Machbarkeitsuntersuchung.

Darin sind unter anderem folgende Aspekte zu prüfen :

Bahn- und Baubetrieb

Konzept für die Verladung des Erdaushubes, Verladeverfahren (Lage und Flächenbedarf, Ermittlung von Güterzuglängen und täglichen Zugfahrten, besonderer Ertüchtigungsaufwand : z.B. Flutbrücke)

Betriebskonzept für die Vereinbarkeit von Personenverkehr und Verladung des Erdaushubes während der Bauzeit der DB- Neubaustrecke

Flächensicherung

Sicherstellung benötigter Flächen für Gleise, Baustelleneinrichtung, Baustraßen (Vermeidung von Nutzungskonflikten)

Kompensationsmaßnahmen und Rückbaumaßnahmen nach Abschluss der Bauarbeiten für die Neubaustrecke

Umwelt- und Naturschutz

Klärung ökologischer Belange : Natur- und Landschaftsschutz, Wasserschutzgebiete, Solezustrom

Konzept zur Minimierung von Landschaftseingriffen und Emissionen

Vertragliche Regelungen

verwaltungs- und planungsrechtlich
(z.B. auch Nutzungsentgelte)

Klärung von Finanzierungsbeteiligungen und Fördermöglichkeiten :
DB Netz AG, Bundesministerium für Digitales und Verkehr,
Land Hessen, Stadt Bad Orb

Zeitstrahl

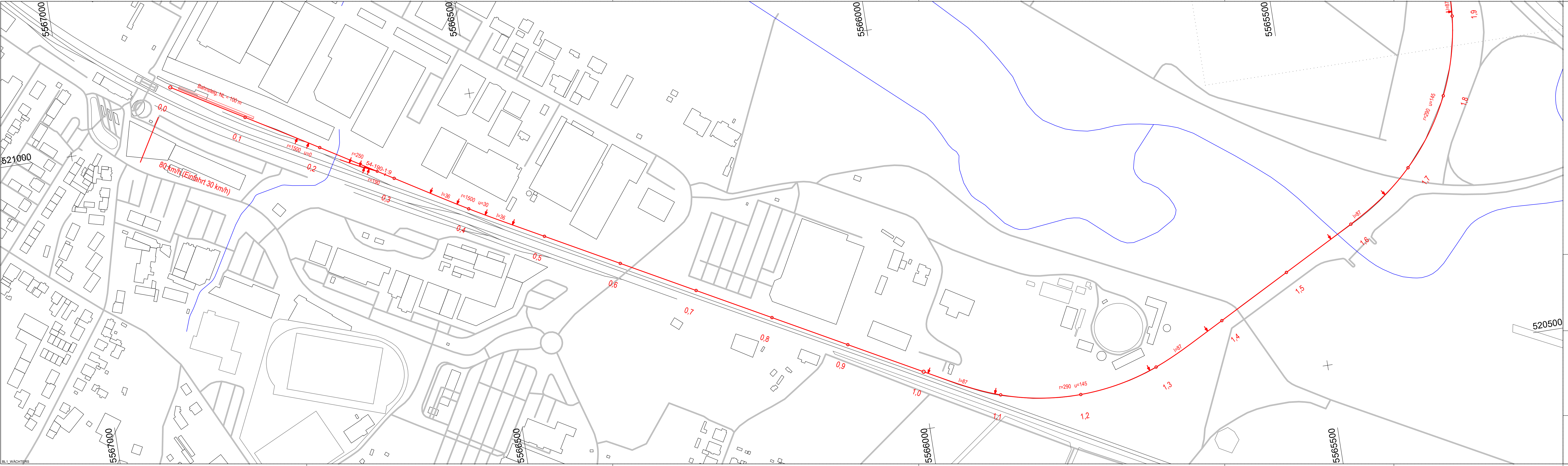
genauer Ablaufplan, Handlungsempfehlungen für die einzelnen
Arbeitsschritte

Die umfassende Sanierung der Bad Orber Eisenbahnstrecke erfüllt einen doppelten Zweck : Sie ermöglicht die Abfuhr des Erdaushubes und die Anlieferung von Baumaterial mit Güterzügen für die Neubaustrecke Gelnhausen – Fulda und schafft gleichzeitig die Voraussetzung für eine Wiederaufnahme des Personenverkehrs auf der Bad Orber Eisenbahnstrecke – und zwar schon ab Beginn der Baumaßnahmen für die Neubaustrecke.

Die neue Aufgabenstellung erfordert, dass eine Reihe zusätzlicher Aspekte zu klären sind, die zuvor nicht absehbar waren. Der notwendige Untersuchungsrahmen geht weit über die vorliegende Machbarkeitsuntersuchung „Automatisierte Schiene Wächtersbach – Bad Orb“ hinaus.

Erst im Bearbeitungszeitraum der vorliegenden Untersuchung hat sich die unerwartet günstige, einmalige Gelegenheit eröffnet, das Bauvorhaben Neubaustrecke der Deutschen Bahn mit einer Wiederinbetriebnahme der Bad Orber Bahn zu verknüpfen. Diese besondere Chance gilt es zu nutzen, insbesondere bezüglich einer Finanzierungsbeteiligung der Deutschen Bahn und einer Elektrifizierung der Bad Orber Eisenbahnstrecke.

Die Erkenntnisse aus der vorliegenden Machbarkeitsuntersuchung sind wichtige Bausteine auf dem Weg zu einer Wiederinbetriebnahme. Nun kommt es auf ein räumlich, zeitlich und finanziell abgestimmtes Vorgehen an. Die Stadt Bad Orb als Eigentümer der Bad Orber Bahnstrecke legt großen Wert darauf, vertrauensvoll mit den Partnern KVG, RMV, Deutsche Bahn, Land Hessen, Stadt Wächtersbach das Vorhaben einer Reaktivierung weiter voranzubringen.



Hinweise

Die Trassierung erfolgte nur näherungsweise auf der Grundlage von Open-Street-maps-Daten und kann daher nicht für weitere Planungsphasen verwendet werden.

Die Angaben der zulässigen Geschwindigkeiten beruhen ausschließlich auf der Trassierung. Weitere Randbedingungen, wie z.B. Zustand des Oberbaus oder der Bauwerke, Bahnübergänge oder betriebliche Belange konnten in dieser frühen Planungsphase noch nicht berücksichtigt werden.

Auftraggeber
Stadt Wächtersbach
Schloss 1
63607 Wächtersbach

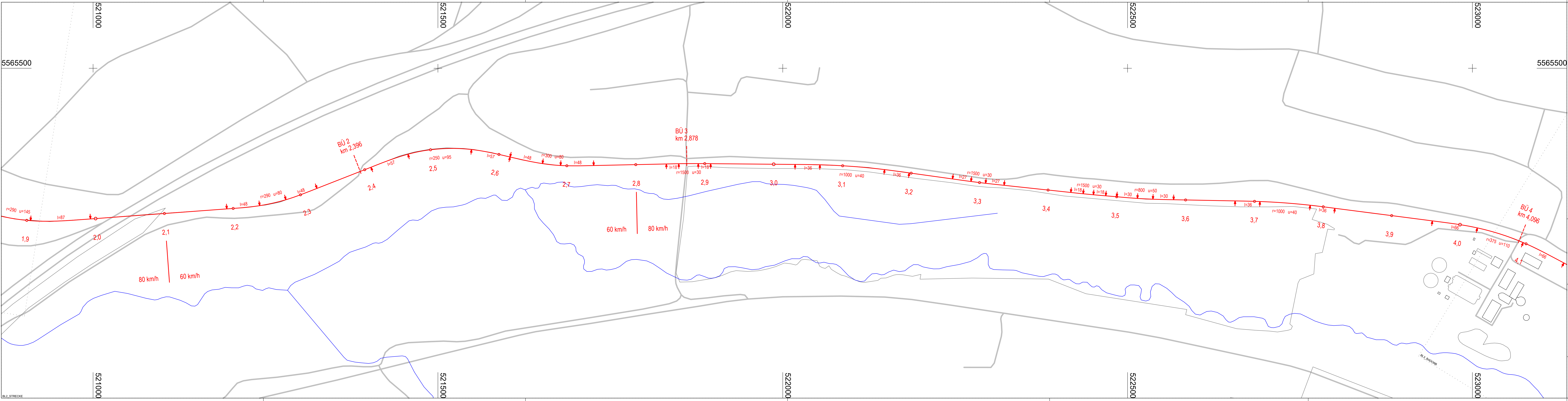
Auftragnehmer
railistics
Railistics GmbH
Bahnhofstraße 36
65185 Wiesbaden

Projekt:
Automatisierte Schiene
Bad Orb - Wächtersbach

	Datum	Name
Bearbeitet:	01.05.23	Lademann
Gezeichnet:	10.06.23	Lademann
Geprüft:	30.09.23	Kocholl

Lageplan
Maßstab: 1:2000

Zukünftige Trassierung
Blatt 1 / 3, Bereich Wächtersbach, km 0,0 - km 1,9



Hinweise

Die Trassierung erfolgte nur näherungsweise auf der Grundlage von Open-Street-maps-Daten und kann daher nicht für weitere Planungsphasen verwendet werden.
Die Angaben der zulässigen Geschwindigkeiten beruhen ausschließlich auf der Trassierung. Weitere Randbedingungen, wie z.B. Zustand des Oberbaus oder der Bauwerke, Bahnübergänge oder betriebliche Belange konnten in dieser frühen Planungsphase noch nicht berücksichtigt werden.

Auftraggeber
Stadt Wächtersbach
Schloss 1
63607 Wächtersbach

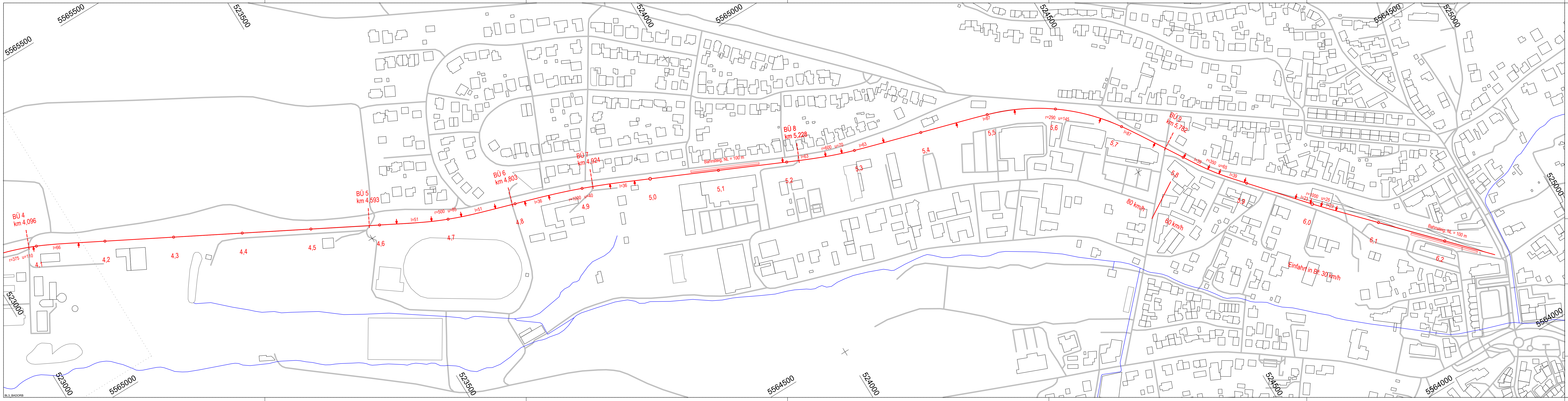
Auftragnehmer **railistics**
Railistics GmbH
Bahnhofstraße 36
65185 Wiesbaden

Projekt:
Automatisierte Schiene
Bad Orb - Wächtersbach

	Datum	Name
Bearbeitet:	01.05.23	Lademann
Gezeichnet:	10.06.23	Lademann
Geprüft:	30.09.23	Kocholl

Lageplan
Maßstab: 1:2000

Zukünftige Trassierung
Blatt 2 / 3, Bereich Mitte, km 1,9 - km 4,1



Hinweise

Die Trassierung erfolgte nur näherungsweise auf der Grundlage von Open-Street-maps-Daten und kann daher nicht für weitere Planungsphasen verwendet werden.

Die Angaben der zulässigen Geschwindigkeiten beruhen ausschließlich auf der Trassierung. Weitere Randbedingungen, wie z.B. Zustand des Oberbaus oder der Bauwerke, Bahnübergänge oder betriebliche Belange konnten in dieser frühen Planungsphase noch nicht berücksichtigt werden.

Auftraggeber			
	Stadtl Wächtersbach Schloss 1 63607 Wächtersbach		
	Auftragnehmer railistics		
	Railistics GmbH Bahnhofstraße 36 65185 Wiesbaden		
Projekt:		Datum	Name
	Bearbeitet:	01.05.23	Lademann
	Gezeichnet:	10.06.23	Lademann
	Geprüft:	30.09.23	Kocholl
Lageplan			
Maßstab: 1:2000			

Zukünftige Trassierung

Blatt 3 / 3, Bereich Bad Orb, km 4,1 - km 6,275