



Der Minister

Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen
40190 Düsseldorf

Präsidenten des Landtags
Nordrhein-Westfalen
Herrn André Kuper MdL
Platz des Landtags 1
40221 Düsseldorf

LANDTAG
NORDRHEIN-WESTFALEN
17. WAHLPERIODE

VORLAGE
17/1960

A11, A02

M April 2019

Seite 1 von 1

Aktenzeichen
(bei Antwort bitte angeben)

II B 2

Telefon 0211 3843-2220

Bericht zur Erhebung von Erneuerungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken sowie Ergänzungsbericht zur Standardisierung der Infrastruktur

Sehr geehrter Herr Landtagspräsident,

mit der Anlage übersende ich den von der Fa. Spiekermann Consulting Engineers erstellten Bericht zur Erhebung von Erneuerungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken sowie den Ergänzungsbericht zur Standardisierung der Infrastruktur, als Information an die Mitglieder des Verkehrsausschusses.

Ich bitte Sie, beide Berichte den Mitgliedern des Verkehrsausschusses zur Verfügung zu stellen.

Mit freundlichen Grüßen

Hendrik Wüst

Dienstgebäude und
Lieferanschrift:
Stadttor 1
40219 Düsseldorf
Telefon 0211 3843-0
Telefax 0211 3843-939110
poststelle@vm.nrw.de
www.vm.nrw.de

Öffentliche Verkehrsmittel
vom Hauptbahnhof zur Halte-
stelle Stadttor: Straßenbahnlinie
709
Buslinie 732

Erhebung von Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken

Standardisierung der Infrastruktur



Erhebung von Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken

Standardisierung der Infrastruktur

Auftraggeber: Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

April 2019

Spiekermann GmbH Consulting Engineers
Fritz-Vomfelde-Str. 12, 40547 Düsseldorf
www.spiekermann.de

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Christoph von Nell
M.Sc. Stefan Glück

A ERLÄUTERUNGSTEXT

INHALTSVERZEICHNIS		SEITE
1	EINLEITUNG	1
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung	1
1.2	Übersicht Vorgehensweise	1
2	PROBLEMATIK DER SYSTEMUNTERSCHIEDE	3
2.1	Relevante Systemparameter und Lösungsansätze zur Überwindung von Systemunterschieden	3
2.1.1	Gleisinfrastruktur	3
2.1.2	Bahnsteige und Haltestellen	7
2.1.3	Leit- und Sicherungstechnik	7
2.1.4	Fahrstrom	8
2.1.5	Fahrzeug	8
2.2	Zusammenfassung wesentlicher Aspekte und verkehrliche Relevanz	9
3	ÜBERBLICK STRASSEN- UND STADTBAHNNETZE IN NRW	10
3.1	Allgemeines	10
3.2	Rhein-Ruhr	11
3.2.1	Düsseldorf	12
3.2.2	Krefeld	14
3.2.3	Duisburg	15
3.2.4	Mülheim a.d. Ruhr und Oberhausen	16
3.2.5	Essen	18
3.2.6	Bochum und Gelsenkirchen	20
3.2.7	Dortmund	22
3.3	Stadtbahn Rhein-Sieg	23
3.3.1	Köln	23
3.3.2	Bonn	25

3.4	Bielefeld	26
3.5	Zusammenfassung	27
4	LÖSUNGSANSÄTZE ZUR ERHÖHUNG DER NETZDURCHLÄSSIGKEIT	29
4.1	Allgemeine Aspekte zur Standardisierung und Netzbildung	29
4.1.1	Kommunale Schienennetze in NRW	29
4.1.2	Herstellung einheitlicher Standards	30
4.1.3	Netzbildung und –hierarchien	31
4.2	Übersicht Systembruchstellen und Überlappungsbereiche	32
4.2.1	Spurweiten	32
4.2.2	Hochflur / Niederflur Thematik	33
4.3	Relevante Systembruchstellen und Lösungsvorschläge	36
4.3.1	Gelsenkirchen	37
4.3.2	Mülheim a.d. Ruhr	39
4.3.3	Essen	42
4.4	Kostenschätzung	44
5	ZUSAMMENFASSUNG	46

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	SEITE
Abbildung 1: Spurweite von Bahngleisen	3
Abbildung 2: Drei- und Vierschienengleis	4
Abbildung 3: Minimaler Gleismittenabstand	5
Abbildung 4: Straßen- und Stadtbahnnetz Rhein-Ruhr	12
Abbildung 5: Straßen- und Stadtbahnnetz Düsseldorf	13
Abbildung 6: Straßenbahnnetz Krefeld	15
Abbildung 7: Straßen- und Stadtbahnnetz Duisburg	16
Abbildung 8: Straßenbahnnetz Mülheim a.d. Ruhr und Oberhausen	18
Abbildung 9: Straßen- und Stadtbahnnetz Essen	20
Abbildung 10: Straßen- und Stadtbahnnetz Bochum/Gelsenkirchen	21
Abbildung 11: Stadtbahnnetz Dortmund	22
Abbildung 12: Rheinufer- und Vorgebirgsbahn zwischen Köln und Bonn	23
Abbildung 13: Stadtbahnnetz Köln	24
Abbildung 14: Stadt- und Straßenbahnnetz Bonn	26
Abbildung 15: Stadtbahn Bielefeld	27
Abbildung 16: Kommunale Schienennetze in NRW	29
Abbildung 17: Hierarchische Netzbildung	32
Abbildung 18: Hochflur / Niederflur Thematik in Köln Süd	34
Abbildung 19: Ein- und Aussteigerzahlen auf den Linien U11 und 301	37
Abbildung 20: Verlängerung der U11 bis Gelsenkirchen Buer	39
Abbildung 21: Gegenwärtige Situation unterirdische Haltestelle Mülheim a.d. Ruhr Hbf	40
Abbildung 22: Verlängerung der U18 bis Hochschule Ruhr West	41
Abbildung 23: Erforderliche Gleisverbindungen zur Verlängerung der U18	41
Abbildung 24: Straßen- und Stadtbahnlinien auf der Essener Südstrecke	43
Abbildung 25: Zweigeteilter Bahnsteig mit Einsatz von Dreifachtraktionen	44

TABELLENVERZEICHNIS	SEITE
Tabelle 1: Überlappungsbereiche Hochflur / Niederflur im VRR	35
Tabelle 2: Fahrzeugbreiten der Stadt- und Straßenbahnen im VRR	36
Tabelle 3: Kostenschätzung Maßnahmen zu Bruchstellenbeseitigung	45

B ANLAGEN

Streckenbezogene Übersichten der Systemstandards je Verkehrsverbund

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Das Land Nordrhein-Westfalen ist bereit, notwendige Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienennetzen zu fördern. Das diesem Ergänzungsgutachten übergeordnete Gutachten hat hierzu die gegenwärtig vorhandene Infrastruktur erfasst und bewertet. Auf dieser Basis wurden Erhaltungsmaßnahmen im Sinne notwendiger zukünftiger Reinvestitionen abgeleitet und zu betrieblich und wirtschaftlich sinnvoll zusammenhängenden „Maßnahmenpaketen“ zusammengefasst. Abschließend wurden die Maßnahmenpakete unter Anwendung eines entwickelten Bewertungsverfahrens priorisiert.

Vor dem Hintergrund der bisherigen Überlegungen stellt sich zudem die Frage, inwieweit eine Standardisierung der Infrastruktur bei den Stadt- und Straßenbahnnetzen bei Förderungen in Form einer zwingenden Vorgabe zu berücksichtigen ist und die Infrastrukturstandards nicht wie bisher durch die jeweiligen zuständigen Verkehrsunternehmen frei definiert werden können.

Das Landesinteresse liegt im bestmöglichen verkehrlichen Angebot für die Fahrgäste. Unter diesem Blickwinkel ist die Sinnhaftigkeit der Einführung landesweiter Standards bei der Ausgestaltung der Infrastruktur zu prüfen und die Mehrkosten gegenüber einer Erneuerung mit freier Wahl der Standards abzuschätzen.

1.2 Übersicht Vorgehensweise

Um eine inhaltliche Basis zur Thematik der unterschiedlichen Infrastrukturstandards herzustellen, wird zunächst die Problematik unterschiedlicher Systemparameter/Standards bei Straßen- / Stadtbahnnetzen, die eine Durchgängigkeit bei benachbarten/überlagerten Netzen mit unterschiedlichen Parameter behindern, allgemein dargestellt. Hierbei wird auch auf bestehende Lösungsansätze zur Überwindung der Systemunterschiede eingegangen.

In einem zweiten Schritt erfolgt ein Überblick über die Straßen- und Stadtbahnnetze in NRW bezüglich der genannten Systemparameter und Netzüberlappungen bzw. Bruchstellen, einschließlich einer kompakten Zusammenfassung der jeweiligen historischen Entwicklung der Netze/Infrastruktur.

Ausgehend von den vorherigen Erkenntnissen folgt eine allgemeine Analyse der Einführung einheitlicher Standards. Zum einen wird hierbei auf die Thematik der räumlichen Netzbildung und Hierarchisierung der Netze eingegangen sowie den damit verbundenen Einfluss auf Systemstandards bei der Infrastruktur. Zum anderen werden auch die Konsequenzen der landesweiten Einführung einheitlicher Standards bei der Infrastruktur kommunaler Schienenstrecken diskutiert.

Für die betrachteten Schienennetze in NRW werden die vorhandenen Bruchstellen und Überlappungs- bzw. Übergangsbereiche in Bezug auf relevante Systemstandards darge-

stellt. Anschließend wird die verkehrliche Relevanz einer Beseitigung der jeweiligen identifizierten Bruchstellen diskutiert. Hierzu werden die Bruchstellen als signifikant identifiziert, die eine Netzdurchlässigkeit aufgrund unterschiedlicher Standards behindern; d.h. die Linienwegsbildung ist aufgrund von infrastrukturellen Randbedingungen eingeschränkt.

Für jede der identifizierten Bruchstellen wird schließlich ein Lösungsvorschlag zur infrastrukturellen Beseitigung erarbeitet. Die Kosten der Maßnahmen werden auf Basis von Kostenkennwerten abgeschätzt.

2 PROBLEMATIK DER SYSTEMUNTERSCHIEDE

2.1 Relevante Systemparameter und Lösungsansätze zur Überwindung von Systemunterschieden

In vielen deutschen Städten existieren Straßen- und Stadtbahnnetze mit unterschiedlichen technischen Systemeigenschaften. Obwohl diese Infrastrukturen in vielen Bereichen einheitliche und kompatible Parameter aufweisen, gibt es dennoch wesentliche technische Systemunterschiede. Diese Unterschiede können zum einen innerhalb zusammenhängender Gleisnetze auftreten und somit Randbedingungen bei der Linienbildung innerhalb eines Netzes darstellen. Zum anderen können diese Unterschiede auch bei voneinander unabhängigen und nicht verbundenen Netzen auftreten, was dazu führt, dass eine infrastrukturelle Verbindung dieser Netze zu einem großen Netz mit durchgängiger Befahrbarkeit oftmals nur mit hohem technischem Aufwand erreicht werden kann.

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Systemparameter der ortsfesten Infrastrukturen in Straßen- und Stadtbahnnetzen sowie deren Korrelationen mit den fahrzeugseitigen Parametern erläutert. Die sich aus den Unterschieden ergebenden betrieblichen Konsequenzen werden anhand von Beispielen verdeutlicht. Zudem werden beispielhafte Lösungsansätze zur Überwindung der Systemunterschiede aufgezeigt.

2.1.1 Gleisinfrastruktur

Die Geometrie der Schieneninfrastruktur bei Straßen- und Stadtbahnssystemen ist eine wesentliche Randbedingung in Bezug auf die Befahrbarkeit von Strecken mit unterschiedlichen Fahrzeugtypen. Die Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BOStrab) dient als gesetzliche Grundlage zur Festlegung der Entwurfparameter für die ortsfeste Infrastruktur der Bahnanlagen. Die Vorgaben der BOStrab geben für viele Parameter der Gleisinfrastruktur nur Grenzwerte und/oder erlaubte Wertebereiche vor. Somit existiert eine Vielfalt von Parameterausprägungen.

Spurweite

Als Spurweite wird im Schienenverkehr der Abstand zwischen den spurführenden Elementen des Fahrwegs bezeichnet. Bei konventionellen Bahnen sind dies die Innenkanten der Schienenköpfe eines Gleises (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Spurweite von Bahngleisen

Die meisten Straßen- und Stadtbahnbetriebe in Deutschland weisen entweder Meterspur (Spurweite 1000 mm) oder die bei der Eisenbahn übliche Normalspur (Spurweite 1435 mm) auf. Mit der Meterspur sind im Vergleich zur Normalspur engere Kurvenradien möglich, die fahrdynamischen Eigenschaften in Bezug auf Komfort bei höheren Geschwindigkeiten fallen jedoch schlechter als bei der Normalspur aus. Die Spurweite der Normalspur hat ihren Ursprung in England, wo 1822 die weltweit erste öffentliche Eisenbahnstrecke in Betrieb ging. Die ungewöhnlich anmutende Größe der Spurweite ergibt sich aus dem englischen Maßsystem (4 Fuß 8½ Zoll = 1435 mm).

Eine einheitliche Spurweite ist die wichtigste Voraussetzung, damit Bahnfahrzeuge in verschiedenen Schienennetzen verkehren können. Dennoch existieren diverse technische Lösungen, um dieses Hindernis zu überbrücken. Im Eisenbahnverkehr kommen zumeist Umspurungsanlagen zum Einsatz, wie beispielsweise an der Grenze zwischen Frankreich und Spanien. Bei Straßen- und Stadtbahnbetrieben mit Teilnetzen unterschiedlicher Spurweiten kommen im Überlappungsbereich üblicherweise Mehrschienengleise zum Einsatz. Eine dabei häufig verwendete Form ist das Dreischienengleis. Hierbei sind drei Schienen nebeneinander verlegt, um das Befahren mit Zügen unterschiedlicher Spurweite zu ermöglichen, wobei eine der äußeren Schienen von den Fahrzeugen beider Spurweiten genutzt wird (siehe Abbildung 2). Auch Vierschienengleise kommen bei unterschiedlichen Spurweiten zum Einsatz. Hiermit lassen sich theoretisch auch drei verschiedene Spurweiten auf einer Gleistrasse unterbringen (siehe Abbildung 2).

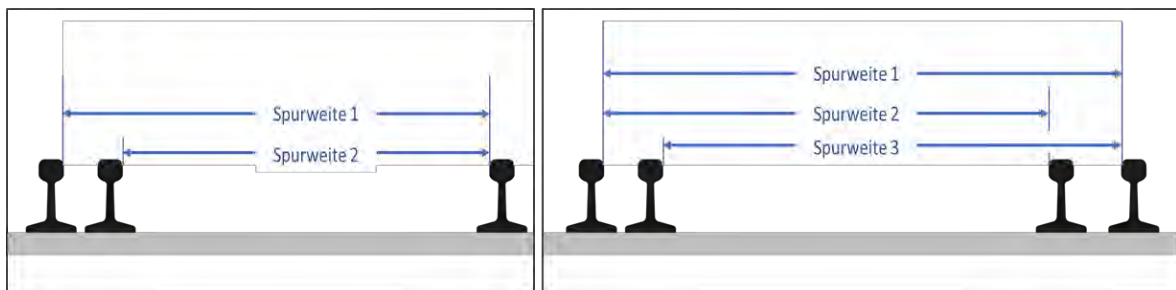


Abbildung 2: Drei- und Vierschienengleis

Alternativ zur Verlegung von Mehrschienengleisen bei Teilnetzen mit unterschiedlichen Spurweiten kann das gesamte Netz auf eine einheitliche Spurweite umgebaut werden. Dies hat den Vorteil, dass auch ein einheitliches Fahrzeug eingesetzt werden kann und keine infrastrukturellen Restriktionen bei der Linienwegsbildung bestehen. Auf der anderen Seite ist ein kompletterer Umbau des Netzes auf eine einheitliche Spurweite mit hohen Investitionssummen in die Infrastruktur verbunden, während sich mit einem Zweisystem-Konzept auch oft sowohl verkehrlich als auch betrieblich attraktive Angebotskonzepte fahren lassen.

Gleisabstand und Kurvenradius

Die meisten Straßen- und Stadtbahnstrecken in Deutschland sind zweigleisig ausgebaut. Um eine kollisionsfreie und sichere Begegnung von Fahrzeugen auf diesen Abschnitten zu gewährleisten, müssen die Gleise in einem bestimmten Mindestabstand verlegt sein.

In der BOStrab sind die Sicherheitsräume und zulässigen Fahrzeugmaße geregelt, auf Basis derer sich die minimal anzusetzenden Gleisabstände ergeben. Dabei gilt das Grundprinzip, dass die lichtraumtechnisch maßgebenden Merkmale der Fahrzeuge und des Gleises so aufeinander abgestimmt sein müssen, dass es in keinem zulässigen Betriebszustand zu gefährdenden Berührungen zwischen Fahrzeugen und Gegenständen sowie zwischen Fahrzeugen auf benachbarten Gleisen kommen kann (§ 34 Abs. 1 BOStrab). Neben jedem Gleis muss außerhalb der Lichtraumbegrenzung ein Sicherheitsraum vorhanden sein, wobei zwischen zwei Gleisen ein gemeinsamer Sicherheitsraum genügt (§ 19 Abs. 1). Sicherheitsräume müssen mindestens 0,7 m breit und 2,0 m hoch sein und lotrecht stehen (§ 19 Abs. 2). Somit beträgt der mindestens einzuhaltende Abstand zwischen zwei Straßenbahnfahrzeugen 0,7 m. Die maximal zulässige Breite für Fahrzeuge beträgt 2,65 m (§ 34 Abs. 3). Aus diesen Randbedingungen ergibt sich beim Einsatz von 2,65 m breiten Fahrzeugen ein minimaler Gleismittenabstand von 3,35 m (vgl. Abbildung 3). Die auf zahlreichen Stadtbahnstrecken in NRW eingesetzten Stadtbahnwagen Typ B und andere Fahrzeuge mit ähnlichen Parametern besitzen eine Wagenkastenbreite von 2,65 m. Somit sind viele Strecken bereits in Bezug auf die Gleisabstände für diese Fahrzeuge mit maximal zulässiger Breite ausgebaut. Dennoch werden vor allem bei den Meterspurnetzen häufig geringere Gleisachsabstände realisiert und Straßenbahnfahrzeuge mit geringeren Wagenkastenbreiten eingesetzt sodass die geometrischen Randbedingungen der Gleisinfrastruktur den Einsatz von breiteren Fahrzeugen oftmals nicht zulassen.



Abbildung 3: Minimaler Gleismittenabstand

Neben den Gleisabständen bilden die Kurvenradien einen weiteren wichtigen Aspekt in Bezug auf die Gleisgeometrie und die Wechselwirkungen mit den Fahrzeugparametern. So beträgt der minimal zulässige Kurvenradius, der mit einem Stadtbahnwagen Typ B befahren werden kann beispielsweise etwa 25 Meter.

Vor allem in Gleisnetzen auf denen unterschiedliche Fahrzeugtypen auf getrennten Linienwegen zum Einsatz kommen, können die vorgenannten Aspekte dazu führen, dass

bestimmte Streckenabschnitte für gewisse Fahrzeugtypen gesperrt sind. Zur Beseitigung der durch Gleisabstände und/oder Kurvenradien bedingten infrastrukturellen Restriktionen müssen die betroffenen Streckenabschnitte umgebaut werden.

Spurführung

Auch bei gleicher Spurweite können zwischen Gleisinfrastrukturen erhebliche Unterschiede bezüglich der Spurführung bestehen, die zu Kompatibilitätsproblemen im Falle von Netzüberlappungen führen können. Die Systemparameter der Spurführung beziehen sich auf die Rad-Schiene-Geometrie, d.h. das Zusammenspiel zwischen Radreifen und Schienenprofil.

Die Technischen Regeln Spurführung (TR Sp) konkretisieren die Vorschriften über die Spurführung der Fahrzeuge von Schienenbahnen gemäß § 17 und § 35 BOStrab. Im Hinblick auf die Spurführung sind drei Betriebssysteme zu unterscheiden:

- Betriebssystem S (Straßenbahn- / Stadtbahn-Betrieb)
Das Betriebssystem S gilt für Bahnen, deren Fahrzeuge in wesentlichem Umfang straßenbündige Gleise mit Rillenschienen befahren.
- Betriebssystem E (Stadtbahn- / U-Bahn-Betrieb)
Das Betriebssystem E gilt für Bahnen, deren Fahrzeuge und Gleisanlagen in spurführungstechnischer Hinsicht der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) bzw. der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung für Schmalspurbahnen (ESBO) ähnlich sind oder genügen.
- Betriebssystem M (Mischbetrieb BOStrab / EBO bzw. ESBO)
Das Betriebssystem M gilt für Bahnen, deren Fahrzeuge und Gleisanlagen in spurführungstechnischer Hinsicht sowohl dem Betriebssystem S bzw. E als auch der EBO bzw. ESBO genügen.

Zur Überwindung von Kompatibilitätsproblemen zwischen Gleisinfrastruktur (Betriebssystem Spurführung) und fahrzeugseitigen Radsatzmaßen können verschiedene Lösungsansätze herangezogen werden. Die dabei technisch gesehen einfachste Lösung ist die Herstellung eines einheitlichen Schienenprofils und Einsatz von Fahrzeugen deren Radsatzmaße kompatibel mit dem entsprechenden Spurführungssystem sind. Für den netzübergreifenden Betrieb auf Gleisinfrastrukturen mit unterschiedlichen Spurführungssystemen können multi-kompatible Fahrzeuge mit besonderen Radsatzmaßen zum Einsatz kommen (z.B. Karlsruher Modell – Mischbetrieb BOStrab/EBO). Alternativ zur fahrzeugseitigen Lösungsansätzen können zudem gezielte Anpassungen der Gleisinfrastruktur erfolgen, um eine systemübergreifende Befahrbarkeit zu ermöglichen. Beispiele hierfür sind das Verlegen vom Mehrschienengleisen (z.B. Zwickauer Modell) oder der Einbau spezieller Weichen und Kreuzungen (z.B. Weichen mit geschlossenen Herzstücken auf der zugleich von Eisenbahn und Stadtbahn genutzten Überlandstrecke zwischen Köln und Bonn).

2.1.2 Bahnsteige und Haltestellen

Die erforderlichen Randbedingungen bei der geometrischen Ausgestaltung der Bahnsteige und Haltestellen (d.h. Bahnsteighöhe, -länge und -breite) hängen stark von den Parametern der eingesetzten Fahrzeuge ab.

Zur Herstellung einer barrierefreien Haltestelle erfordert der Einsatz von Hochflur- bzw. Niederflurfahrzeugen das Vorhandensein von Hoch- bzw. Niederflurbahnsteigen. Die Standardhöhe für Hochbahnsteige bei Stadtbahnen beträgt 92 cm. Im Niederflurbereich sind die Höhen je nach eingesetztem Fahrzeug im Bereich zwischen 20 und 30 cm zu wählen. Generell ist zu beachten, dass die Höhen von Bahnsteigoberflächen, Fahrzeugfußboden und Fahrzeugtrittstufen so aufeinander abgestimmt sein müssen, dass die Fahrgäste bequem ein- und aussteigen können.

Werden innerhalb eines Netzes bzw. Verkehrsunternehmens sowohl Hoch- als auch Niederflurfahrzeuge eingesetzt, so existieren zahlreiche Lösungen zur Überwindung der Niveauunterschiede. Auf Streckenabschnitten oder Linien, die von beiden Fahrzeugtypen im Linienverkehr bedient werden, können die Bahnsteige an Haltestellen sowohl mit Hoch- als auch Niederfluranteilen ausgestattet sein und ermöglichen somit vollständige Barrierefreiheit. Im Falle von Streckenabschnitten mit Mischverkehren ohne Hochbahnsteige muss der Zustieg zu Hochflurfahrzeugen mittels Trittstufen erfolgen. Barrierefreiheit ist in diesem Fall nicht gegeben. Eine konsequente Trennung des Netzes in Hochflur- und Niederflurstrecken, die keine oder kaum Überlappungsbereiche ausbilden, dient als dritter Lösungsansatz für die Hochflur-/Niederflur Problematik.

Neben den in der BOStrab vorgegebenen Mindestbreiten für Bahnsteige (min. 2 m; im Straßenraum min 1,5 m) muss auch die relative Lage des Bahnsteigs in Bezug zur Gleisachse, d.h. der Abstand zwischen Bahnsteigkante und Gleismitte, unter Berücksichtigung der Lichtraumprofile der eingesetzten Fahrzeuge sowie der resultierenden Spaltmaße ermittelt werden. Beim Einsatz von Fahrzeugen mit signifikant unterschiedlichen Lichtraumprofilen sind unter Umständen Speziallösungen wie z.B. in Form geteilter Bahnsteige oder Gleisspurverziehungen im Bahnsteigbereich erforderlich.

Die Bahnsteiglänge muss mindestens der maximal verkehrenden Zuglänge entsprechen. Dieses Kriterium ist vor allem im Falle von Sonder- oder Veranstaltungsverkehren relevant, bei denen häufig Mehrfachtraktionen zum Einsatz kommen. Im Falle unzureichender Länge kann das Problem nur durch eine bauliche Verlängerung des Bahnsteigs behoben werden.

2.1.3 Leit- und Sicherungstechnik

Auf Streckenabschnitten des Straßen- und Stadtbahnverkehrs, auf denen ein Fahren auf Sicht aufgrund der gegebenen Verhältnisse (z.B. in Tunneln) nicht möglich ist, muss der Fahrbetrieb durch Zugsicherungsanlagen gesichert und gesteuert werden. Die Leit- und Sicherungstechnik sorgt dabei dafür, dass

- der Fahrweg eingestellt und gesichert ist (Weichen verschlossen und mindestens Bremswegabstand frei von sicherungstechnisch erfassbaren Hindernissen),
- den Zügen die Aufträge über die Fahrweise übermittelt werden (zulässige Höchstgeschwindigkeit),
- die Fahrweise der Züge technisch überwacht und bei gefährdenden Abweichungen beeinflusst werden (Zugbeeinflussung).

Im Bahnbetrieb kommen bei der Leit- und Sicherungstechnik zahlreiche unterschiedliche technische Verfahren und Prinzipien zum Einsatz. Vor allem im Bereich der Informationsübertragung zwischen Fahrzeug und Zugsicherungssystem sowie der Zugbeeinflussung existieren signifikante Unterschiede. Bei der punktförmigen Zugbeeinflussung werden Daten (z.B. Ist- bzw. Soll-Geschwindigkeit) an diskreten Streckenpunkten übermittelt. Bei der kontinuierlichen Zugbeeinflussung werden diese Daten kontinuierlich z.B. mittels induktiver Übertragung durch im Gleis verlegter Linienleiter oder drahtlose Funkübertragung übermittelt.

Existieren innerhalb eines Netzes verschiedene Zugsicherungssysteme auf einem Linienweg werden zumeist mehrsystemfähige Fahrzeuge eingesetzt. Alternativ kann auch ein einheitliches streckenseitiges System hergestellt werden.

2.1.4 Fahrstrom

Die Stromversorgung von Stadt- und Straßenbahnen erfolgt zumeist mittels Oberleitung und Stromabnehmern. Die Oberleitungsspannung beträgt dabei typischerweise 600 V oder 750 V Gleichstrom.

Da eine Spannung von 750 V technisch effizienter als 600 V ist, rüsten immer mehr Verkehrsunternehmen von 600 auf 750 V um. Dazu kommt bei der Erneuerung von Unterwerken üblicherweise Technik zum Einsatz, die ein einfaches Umschalten von 600 V auf 750 V ermöglicht.

Die meisten der heute im Linienverkehr eingesetzten modernen Stadt- und Straßenbahnfahrzeuge sind mehrsystemfähig in Bezug auf die Nennspannung des Fahrstroms, d.h. ein Fahren ist sowohl unter 600 V als auch 750 V möglich. Lediglich historische Fahrzeuge sind meistens nicht mehrsystemfähig.

2.1.5 Fahrzeug

Für den netzweiten Einsatz von Fahrzeugen müssen die streckenseitigen Systemparameter der ortsfesten Infrastruktur kompatibel mit den fahrzeugseitigen Parametern sein. Die geometrischen Abmessungen bzw. das Lichtraumprofil sowie die Spurweite des Schienenfahrzeugs geben dabei feste Randbedingungen in Bezug auf Streckenspurweite sowie die Geometrie der Fahrweginfrastruktur und Bahnsteige vor. Die BOStrab Richtlinie gibt zulässige Höchstwerte bei den Fahrzeugmaßen vor. Das Radsatzmaß kann mehrsystemfähig zur Befahrung unterschiedlicher Spurführungssysteme ausgestaltet sein.

Bei den fahrzeugseitigen Komponenten bezüglich Zugsicherungssysteme und Größe der Nennspannung des Fahrstroms sind Mehrsystem- bzw. variable Lösungen aktueller Stand der Technik.

2.2 Zusammenfassung wesentlicher Aspekte und verkehrliche Relevanz

Folgende Systemparameter können im Falle unterschiedlicher Ausprägungen die Durchlässigkeit in Stadt- und Straßenbahnnetzen im Sinne der Linienwegsbildung begrenzen und sind damit verkehrlich relevant:

- Spurweite
- Gleismittenabstand
- Kurvenradius
- Spurführungssystem
- Räumliche Dimension von Bahnsteigen

Für die Systemparameter Zugsicherungstechnik sowie Fahrstrom existieren seitens des Fahrzeugs gängige technische Mehrsystemlösungen, die somit eine volle Netzdurchlässigkeit ermöglichen. Aus verkehrlicher Sicht sind diese beiden Parameter somit nicht relevant und werden daher in der folgenden Diskussion nicht berücksichtigt.

3 ÜBERBLICK STRASSEN- UND STADTBAHNNETZE IN NRW

3.1 Allgemeines

Die Geschichte der elektrischen Straßenbahn als wichtiger Verkehrsträger des ÖPNV beginnt in vielen Städten Nordrhein-Westfalens zwischen dem Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts. Während des 2. Weltkriegs wurden in den meisten Städten große Teile der Netzinfrastruktur und Straßenbahnfahrzeuge zerstört, jedoch sukzessive, wenn auch meist in weniger extensivem Umfang, in den Nachkriegsjahren wiederaufgebaut.

Im Zeitgeist der 1960er und 70er Jahre sah man im Zuge der autogerechten Stadtplanung die infrastrukturelle Trennung der Verkehrsträger als Lösung der immer stärker werden den Verkehrsprobleme in dichten städtischen Räumen. Die größtenteils im Straßenraum zusammen mit dem Individualverkehr fahrende Straßenbahn galt dabei als besonderer Störfaktor, der dazu führte, dass Straßenbahnnetze in zahlreichen Städten in NRW durch Omnibusse ersetzt und komplett stillgelegt wurden (wie z.B. in Hagen, Solingen und Remscheid).

Zeitgleich begann die Politik vor allem in den größeren Städten und Ballungsräumen mit den Planungen und dem Umbau der Straßenbahn- zu Stadtbahnnetzen. Ziel der Stadtbahn ist eine weitestgehend unabhängige, kreuzungsfreie und in dichten Innenstadtlagen unterirdische Streckenführung sowie die Ausstattung mit Hochbahnsteigen, die einen stufenlosen und barrierefreien Einstieg ermöglichen. Demnach wurden ab den 1960er Jahren bestehende Straßenbahnstrecken unter Berücksichtigung der vorgenannten Systemeigenschaften zunehmend auf Stadtbahnniveau umgebaut. Aufgrund von Finanzierungslücken, politischen Entscheidungsträgern sowie Bürgerprotesten wurde ein Großteil der ursprünglichen Planungen zum Stadtbahnausbau in vielen Städten jedoch aufgegeben und bis heute nicht oder nur unvollständig umgesetzt.

Die erst in den 1990er Jahren aufkommende Niederflurtechnik bei den Fahrzeugen führte dazu, dass der stufenlose Einstieg durch den Bau von Hochbahnsteigen an Bedeutung verlor. Zudem ist der Bau von Hochbahnsteigen an vielen Stellen im Straßenraum aufgrund von Platzmangel und städtebaulichen Aspekten nur schwierig zu lösen. Dies führte zu einer Spaltung der Netze in Niederflur- bzw. Hochflurbereiche in zahlreichen Städten in NRW.

Im Folgenden werden die Netzentwicklung sowie die relevanten Systemparameter aller Straßen- und Stadtbahnnetze in NRW erläutert. Dabei werden die drei Räume Rhein-Ruhr, Köln-Bonn sowie Bielefeld aufgrund der teilweise städteübergreifenden Verbindung von Gleisnetzen in den jeweiligen Räumen unterschieden.

3.2 Rhein-Ruhr

1972 wurde die Stadtbahngesellschaft Rhein-Ruhr gegründet. Die ursprünglichen Planungen sahen ein rd. 300 km langes Stadtbahnnetz vor, das die wichtigsten Großstädte im Bereich zwischen Düsseldorf und Dortmund verbinden sollte. In den Städten bestehende Straßenbahnstrecken sollten dabei sukzessive durch die Stadtbahn ersetzt werden. Die Stadtbahnstrecken im Ruhrgebiet waren vorwiegend in Nord-Süd-Richtung verlaufend geplant, da in Ost-West Richtung die Bahnstrecken mit entsprechenden Angeboten des SPNV verlaufen.

Als Planungsstandards für die Stadtbahnanlagen war ein niveaufrei kreuzender Streckenverlauf, Hochflurfahrzeuge und Hochbahnsteige, Normalspur (1435 mm) sowie die Tunnelage von Strecken in dicht bebauten Bereichen inklusive Zugsicherungssysteme vorgesehen. Als Fahrzeug wurde der Stadtbahnwagen B (kurz B-Wagen) entwickelt, der auch heute noch auf vielen Stadtbahnnetzen in NRW zu Einsatz kommt. Dabei handelt es sich um ein traktionsfähiges 6-achsiges Gelenkfahrzeug mit einer Breite von 2,65 m und 28 m Länge.

Die vollständige Umsetzung des Zielnetzes war in verschiedenen Betriebsstufen geplant, wobei zunächst unabhängige Teilnetze entstehen sollten, die dann in einer späteren Stufe zusammenwachsen. Aufgrund von erheblichen Mehrkosten und Finanzierungsschwierigkeiten sind jedoch bis heute nur Teile der ursprünglichen Stadtbahnplanungen verwirklicht. An vielen Stellen existieren fertiggestellte Stadtbahnanlagen (Tunnel und Bahnhöfe), die in das bestehende Straßenbahnnetz integriert wurden. Hierzu wurden die bestehenden oberirdischen Straßenbahnstrecken über Rampen in bereits für den Stadtbahnbetrieb fertiggestellte Tunnel verlegt (Straßenbahnvorlaufbetrieb). Alle bis heute realisierten Tunnel sind in Bezug auf das erforderliche Lichtraumprofil für die Anforderungen des 2,65 m breiten B-Wagen ausgelegt.

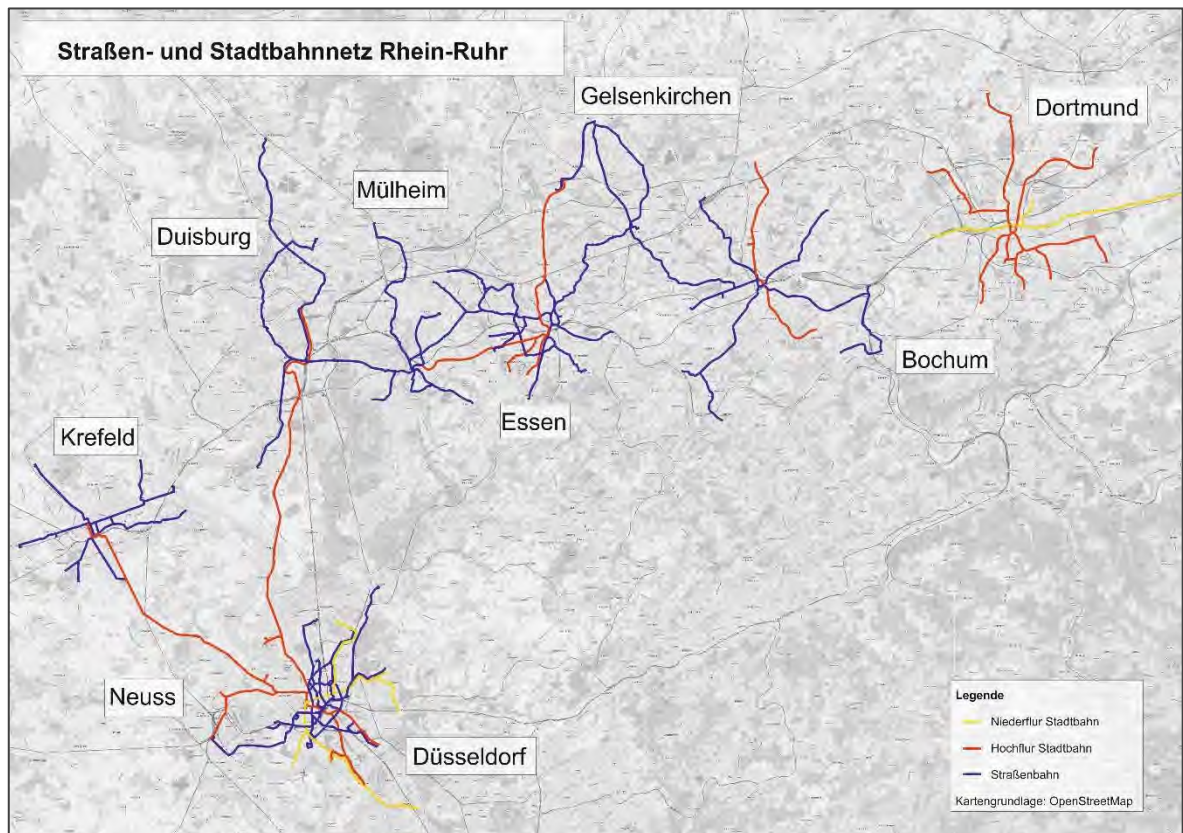


Abbildung 4: Straßen- und Stadtbahnnetz Rhein-Ruhr

3.2.1 Düsseldorf

In der Landeshauptstadt besteht sowohl ein niederfluriges Straßenbahn- als auch ein Stadtbahnnetz. Letzteres besteht jeweils aus einem Hochflur- und einem Niederflur-Teilnetz. Alle Netze besitzen Normalspur und sind infrastrukturell miteinander verbunden.

Das historische Straßenbahnnetz wurde bis heute in Teilen gemäß den Plänen aus den 1960er und 70er Jahren auf Stadtbahniveau ausgebaut. Mit der Eröffnung der Wehrhahnlinie im Jahr 2016 kam es zuletzt zu umfangreichen Linienänderungen bei der Straßenbahn. Auf allen Straßenbahnlinien werden heute Niederflurfahrzeuge eingesetzt.

Die ursprünglichen Planungen aus den 1960er Jahren sahen für Düsseldorf ein klassisches U-Bahnsystem mit fünf Linien als kompletten Ersatz für die Straßenbahn vor. Die Planungen wurden dann jedoch zugunsten des Stadtbahnsystems Rhein-Ruhr modifiziert.

Die städteübergreifenden Strecken nach Duisburg (U79) sowie Krefeld (U76/70) sind heute Bestandteil der Stadtbahn Rhein-Ruhr. In Duisburg benutzt die U79 den Innenstadtunnel. Daher sind die Zugsicherungssysteme in Düsseldorf und Duisburg kompatibel. Gegenwärtig wird das auf den Hochflurstrecken vorhandene LZB-System (Linienzugbeeinflussung) durch das auf der Wehrhahnlinie vorhandene PZB-System (Punktförmige Zug-

beeinflussung mit kontinuierlicher Überwachung) ersetzt. Die Migration findet dabei sowohl bei den strecken- als auch fahrzeugseitigen Komponenten statt.

Die Netzplanung der Stadtbahn Düsseldorf sieht vier Stammstrecken vor, wobei die Pläne der vierten Stammstrecke (Volmerswerth - Bilk – Oststraße – Unterrath) verworfen wurden. Zwischen 1981 und 2002 wurden die unterirdischen Strecken im Bereich der Innenstadt sowie nördlich und südöstlich davon sukzessive in Betrieb genommen. Mit der Eröffnung der Wehrhahnlinie wurde auch die Planung der dritten Stammstrecke umgesetzt.

Aufgrund der Ausführung der Wehrhahnlinie (U71-73 und U83) in Niederflurbauweise ist eine Linienführung von Straßenbahn- und den entsprechenden Stadtbahnlinien auf gemeinsamen Streckenabschnitten möglich. Das übrige Stadtbahnnetz (Linien U70 und U74-79) hingegen besitzt überwiegend Hochbahnsteige, wenn auch geringfügige Überlappungen mit dem Niederflurnetz im südlichen Stadtgebiet bestehen, die ein gleichzeitiges Vorhandensein von Niederflur- und Hochbahnsteigen erfordern (was bislang aus städtebaulichen Gründen nicht erreicht werden konnte).

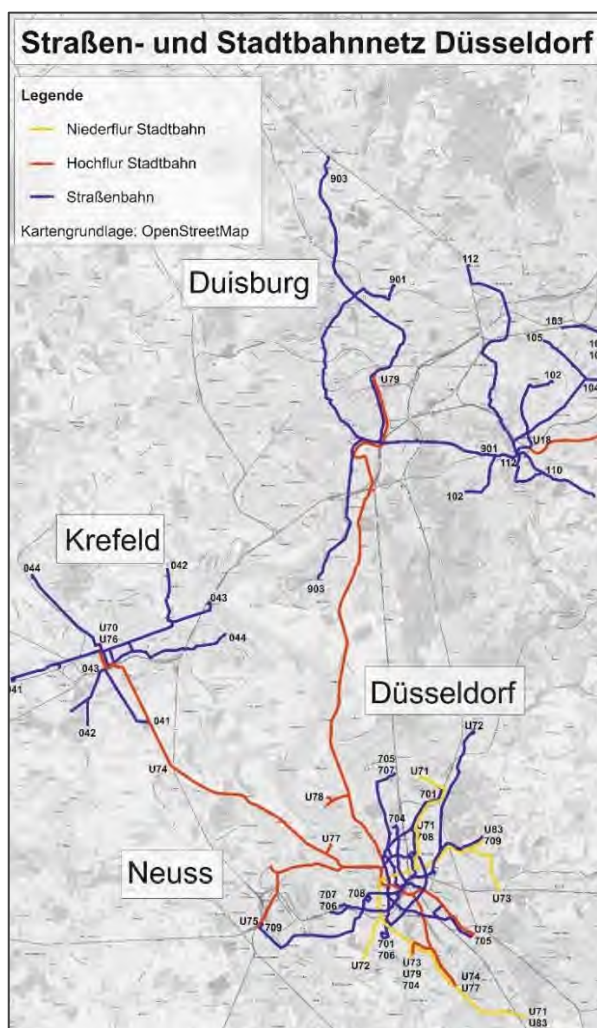


Abbildung 5: Straßen- und Stadtbahnnetz Düsseldorf

3.2.2 Krefeld

Das in Meterspur ausgebaute Straßenbahnnetz in Krefeld wurde seit der Eröffnung im Jahr 1883 stark in seiner Größe durch Stilllegungen von Streckenabschnitten, vor allem in den 1960er Jahren, reduziert.

Heute verkehren auf dem Netz 4 Straßenbahnlinien, die sternförmig auf das Stadtzentrum von Krefeld zulaufen. Dabei bedienen alle Linien die zentrale innenstadtnahe Achse zwischen Hauptbahnhof und Rheinstraße (Ostwall). Auf allen Linien kommen überwiegend Niederflurfahrzeuge zum Einsatz. Da bisher nur wenige Haltestellen über Niederflurbahnsteige verfügen, ist in vielen Fällen nur ein Zustieg über die Straße möglich.

Die 1898 als erste städteverbindende Schnellbahn Europas in Betrieb genommene Stadtbahnverbindung Düsseldorf – Meerbusch – Krefeld („K-Bahn“) verkehrt heute als Linie U76 bzw. U70 (Schnelllinie). Zwischen Krefeld Hauptbahnhof und Rheinstraße verkehrt die normalspurige Stadtbahn auf gleicher Trasse im Mischverkehr mit der Krefelder Straßenbahn. Auf Grund der unterschiedlichen Spurweiten der Straßen- und Stadtbahn bestehen auf diesem Abschnitt Mehrschienengleise.

Auf der Stadtbahnlinie kommen ausschließlich Hochflurfahrzeuge mit integrierten Klapptrittstufen (B-Wagen) zum Einsatz. Auf dem Streckenabschnitt südlich der Haltestelle Krefeld Dießem sind alle Stadtbahnhaltestellen barrierefrei mit Hochbahnsteigen ausgebaut. Die Haltestellen Dießem und Hauptbahnhof sind noch nicht mit Hochbahnsteigen versehen. Nach dem kürzlich erfolgten Umbau der Haltestelle Rheinstraße ist diese nun mit einem Mittelbahnsteig ausgestattet, der sowohl von Straßen- als auch Stadtbahn angefahren wird, jedoch als Niederflurbauweise ausgeführt ist und somit keinen barrierefreien Zugang zu den Stadtbahnfahrzeugen schafft.

Im Zuge der Planungen für das Stadtbahnnetz Rhein-Ruhr sollte in Krefeld die von Düsseldorf kommende Stadtbahnlinie als Nord-Süd-Strecke bis Hüls verlängert werden und in der Innenstadt (zwischen Kölner Straße und Moritzplatz) unterirdisch verlaufen. Eine zweite, aber meterspurige Tunnelstrecke (Ost – West) sollte als Schnellstraßenbahn unterhalb der St. Anton-Straße und der Uerdinger Straße verlaufen. Beide Vorhaben wurden aufgegeben. Somit war zu keinem Zeitpunkt ein netzweiter Umbau der vorhandenen Meterspur auf Normalspur geplant.

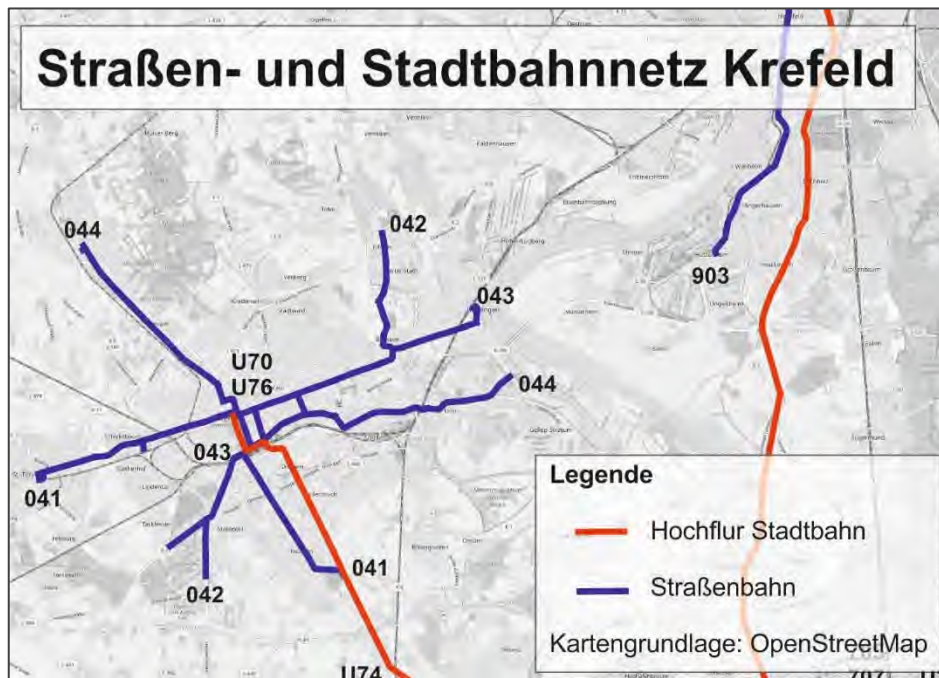


Abbildung 6: Straßenbahnnetz Krefeld

3.2.3 Duisburg

Das historische Straßenbahnnetz in Duisburg bestand bis in die Mitte der 1960er Jahre aus zwei Teilnetzen mit unterschiedlichen Spurweiten. Das nördlich der Ruhr und auch auf westlicher Rheinseite bestehende Straßenbahnnetz war in Meterspur ausgeführt, während südlich der Ruhr ein normalspuriges Netz bestand. Nach dem 2. Weltkrieg wurde die Umstellung auf eine einheitliche Spurweite verfolgt. Die eigentlich naheliegende Idee war, den südlichen Netzteil auf Meterspur umzubauen, um ein einheitliches Straßenbahnnetz von Bochum über Gelsenkirchen, Essen, Mülheim/Oberhausen, Duisburg, Mers nach Krefeld schaffen zu können; aus Kostengründen wurde dann jedoch entschieden die wichtigsten Strecken im Norden auf Normalspur umzubauen.

Nach zahlreichen Streckenstilllegungen und Angebotskürzungen bei der Straßenbahn sind heute noch zwei Linien (plus eine zusätzliche Verstärkerlinie bei Veranstaltungen) in Betrieb. Auf diesen beiden Linien kommt ausschließlich ein speziell für das Duisburger Schienennetz entworfenes Straßenbahnfahrzeug zum Einsatz. Aufgrund einiger Stellen im Netz mit geringen Gleismittenabständen sowie engen Kurvenradien ist die Wagenkastenbreite auf 2,20 m beschränkt. Ein Einsatz der 2,65 m breiten B-Wagen ist somit auf bestimmten Streckenabschnitten, wie z.B. dem gegenwärtig von der Linie 901 befahrenen Abschnitt durch den Stadtteil Ruhrort, nicht möglich. Alle Straßenbahnfahrzeuge verfügen über einen Niederflur-Mittelteil und sind zudem mit Zugsicherungstechnik für den unterirdischen Verkehr (Innenstadttunnel in Duisburg und Mülheim) ausgestattet.

Die ursprünglichen Planungen aus den 1960er Jahren sahen den kompletten Umbau des Duisburger Straßenbahnnetzes zum Stadtbahnsystem vor. Dabei sollten städteübergrei-

fende Strecken nach Düsseldorf, Mülheim a.d. Ruhr und Moers entstehen. Durch wirtschaftliche Krisen in den 1970er Jahren kam der Ausbau jedoch nur schleppend voran. 1992 wurde mit der Eröffnung des Innenstadtunnels in Duisburg ein wesentliches Element des Stadtbahnausbaus realisiert.

Die städteübergreifende Linie U79 zwischen Düsseldorf und Duisburg ist bis heute die einzige vollständig realisierte Stadtbahnlinie. Die meisten Stationen der U79 (14 von 20) sind auf dem Duisburger Stadtgebiet mit Hochbahnsteigen ausgestattet; alle anderen Stationen sind größtenteils mit Niederflurbahnsteigen (26 cm Höhe) versehen. Auf dem sowohl mit Hochflurstadtbahnfahrzeugen als auch Niederflurstraßenbahnen befahrenen unterirdischen Abschnitt zwischen Steinsche Gasse und Meiderich Bahnhof sind die Bahnsteige in zwei hintereinanderliegenden Niveaulagen ausgebaut. Ein barrierefreier Zustieg ist somit für alle Linien und eingesetzte Fahrzeuge auf dem von Stadt- und Straßenbahn gemeinsam bedienten Abschnitt gewährleistet.

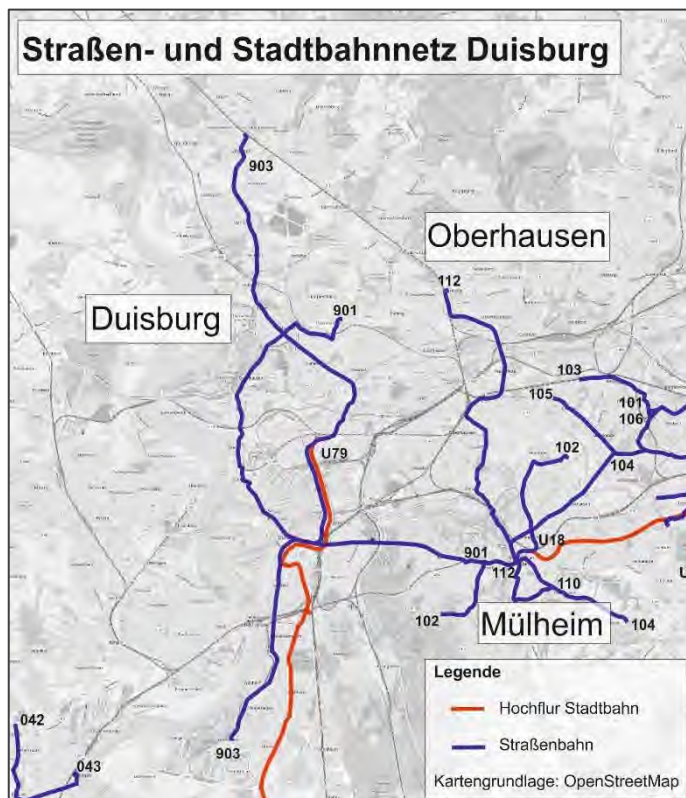


Abbildung 7: Straßen- und Stadtbahnnetz Duisburg

3.2.4 Mülheim a.d. Ruhr und Oberhausen

1897 entstanden in den Gemeinden Mülheim und Oberhausen zunächst unabhängig voneinander zwei meterspurige Straßenbahnnetze. In den 1920er Jahren wurden die Straßenbahnnetze der Städte Mülheim, Oberhausen und Essen sukzessive miteinander verbunden und es wurden Gemeinschaftsverkehre eingerichtet.

Ab dem Jahr 1963 wurde das Straßenbahnnetz auf Oberhausener Stadtgebiet nach und nach stillgelegt und durch Omnibusverkehre ersetzt. Ab 1974 gab es in Oberhausen keinen Straßenbahnverkehr mehr. Im Zuge der städtebaulichen Restrukturierungsmaßnahme „Neue Mitte“ wurde 1996 die Straßenbahnlinie 112 zwischen Mülheim und Oberhausen Sterkrade in Betrieb genommen.

Auf dem meterspurigen Straßenbahnnetz in Mülheim und Oberhausen werden sowohl Niederflur- als auch Hochflurfahrzeuge mit Klapptrittstufen eingesetzt.

Seit 2012 wurden in Mülheim einige Streckenabschnitte stillgelegt und durch Buslinien ersetzt (2012: Hauptfriedhof – Flughafen; 2015: Westbhf. – Friesenstr. (Styrum)).

Ab den 1970ern begann man in Mülheim mit dem Versuch, die Straßenbahn in eine Stadtbahn umzubauen. Ursprünglich waren damals drei Stadtbahnstrecken geplant:

- Essen – Heißen – Mülheim – Broich – Duisburg
- Oberhausen – Dümpten – Mülheim – Broich – Uhlenhorst – Saarn
- Essen-Schönebeck – Aktienstraße – Mülheim – Flughafen – Essen-Bredeney

Die dritte Strecke war in dieser Form nur angedacht und wurde im Verlauf weiterer Planungen verworfen.

Die bestehende Straßenbahnstrecke zwischen Essen und Mülheim wurde als Stadtbahnmodellstrecke (heute Linie U18) schrittweise ausgebaut. 1977 war der Abschnitt zwischen Essen und Heißen Kirche in Mülheim fertiggestellt. 1979 folgte die Verlängerung der Stadtbahnstrecke bis Mülheim Hauptbahnhof.

1996 wurde der Innenstadttunnel in Mülheim in Betrieb genommen. Dieser Abschnitt wird sowohl von der Mülheimer (Linie 102) als auch der Duisburger (Linie 901) Straßenbahn befahren. Aufgrund der unterschiedlichen Spurweiten der beiden Systeme liegen im Überlappungsbereich Vierschienengleise.

Die geplante Durchbindung der Linien 901 und U18 am Hauptbahnhof ist bis heute nicht umgesetzt. Obwohl die gleiche Spurweite (Normalspur 1435 mm) vorliegt, ist eine infrastrukturelle Verbindung der Strecken aufgrund unterschiedlicher Schienenprofile und damit einhergehenden Radsatzmaßen nicht ohne spezielle bauliche Maßnahmen, in insbesondere an Weichen und Kreuzungen, möglich. Die Stadtbahn Essen besitzt ein Fernbahnprofil, wohingegen die Stadtbahn in Duisburg und die Rheinbahn Düsseldorf klassische Straßenbahnmaße aufweisen.

Aufgrund der ursprünglichen Planung zur Durchbindung der U18 Richtung Duisburg besitzen die beiden U-Bahnhöfe Stadtmitte und Schloß Broich einen in Hoch- und Niederflurbereich geteilten Bahnsteig. Der Hochflurteil wurde jedoch später zugunsten des Einsatzes längerer Niederflurfahrzeuge verkürzt und würde somit heute den Einsatz von Hochflurfahrzeugen in Mehrfachtraktionen mit barrierefreiem Zustieg auf voller Zuglänge erschweren.



Abbildung 8: Straßenbahnnetz Mülheim a.d. Ruhr und Oberhausen

3.2.5 Essen

In der Stadt Essen existiert seit 1893 ein meterspuriges Straßenbahnnetz. In den 1920er und 30er Jahren erreichte das Netz seine maximale Ausdehnung mit einem engmaschigen Streckennetz in Essen sowie zahlreichen städteverbindenden Ästen wie z.B. nach Mülheim, Bochum und Gelsenkirchen. Ab 1955 kam es zu vermehrten Stilllegungen von Strecken, vor allem auf den nicht auf die Innenstadt ausgerichteten Linien.

In den 1970er Jahren wurden weiter zahlreiche (überirdische) Straßenbahnstrecken aufgrund des Stadtbahnbaus stillgelegt. An Stellen wo der Stadtbahnausbau scheiterte wurde die Straßenbahn durch Busse ersetzt. In den 1980er Jahren verschwanden zudem einige Straßenbahnstrecken durch die Einführung von Spurbussen.

Die Straßenbahnstrecken verlaufen heute noch in weiten Teilen des Netzes straßenbündig. Der barrierefreie Ausbau der Haltestellen durch Niederflurbahnsteige schreitet voran. Dennoch ist an vielen Stellen ein Zustieg auf der Straße (ohne Bahnsteig) erforderlich. Seit 1998 sind vermehrt Niederflurfahrzeuge im Einsatz. Doppeltraktionen sind zwar technisch möglich, die Bahnsteiglängen jedoch oft unzureichend lang für den Betrieb.

Der Ausbau des Straßenbahnnetzes im Zuge der Planungen des Stadtbahnsystems Rhein-Ruhr begann in der Stadt Essen vergleichsweise früh. Anfang der 1960er Jahre wurden die Straßenbahngleise auf den Mittelstreifen des Ruhrschnellwegs durch den zeitgleichen Ausbau der Schienen- und Straßeninfrastruktur (heute U18 bzw. A40) ver-

legt. 1967 wurde die erste innerstädtische Tunnelstrecke eröffnet und im Zuge dessen auch die erste unterirdische Bahnhaltestelle in NRW.

Heute besteht das Essener Stadtbahnnetz aus drei Normalspurigen Linien (U11, U17, U18), die sich auf vier Außenäste verzweigen und auf einer zentralen Stammstrecke durch die Innenstadt verkehren. Nach den ursprünglichen Plänen war eine Umstellung des gesamten meterspurigen Straßenbahnnetzes auf Normalspur und Hochflurbetrieb geplant. Ein Großteil der Planungen wurde jedoch bis heute nicht umgesetzt. Zahlreiche Tunnelstrecken und U-Bahnhöfe werden heute von der Straßenbahn (Meterspur) bedient und sind mit Niederflurbahnsteigen ausgestattet. Alle von den drei Stadtbahnlinien bedienten Stationen sind mit Hochbahnsteigen ausgestattet.

Die Linie 107 verkehrt über die Stadtgrenzen von Essen hinaus bis nach Gelsenkirchen Hauptbahnhof. Zudem tangiert die aus Mülheim kommende Straßenbahnlinie 104 das Essener Stadtgebiet im Westen und bietet Anschluss zur Linie 105 (Abzweig Aktienstraße). Folglich sind die meterspurigen Straßenbahnnetze der Städte Mülheim/Oberhausen, Essen, Gelsenkirchen (und weiter nach Bochum) infrastrukturell miteinander verknüpft. Mit den Linien U18 und U11 existieren zudem städteübergreifende Stadtbahnlinien nach Mülheim bzw. Gelsenkirchen. Eine infrastrukturelle Verknüpfung an diesen Endpunkten mit dem angrenzenden Straßenbahnnetzen ist jedoch aufgrund der unterschiedlichen Spurweiten und Schienenprofilmaße nicht möglich.

Auf dem südlichen unterirdischen Streckenast zwischen den Bahnhöfen Philharmonie/Saalbau und Martinstraße verkehren die normalspurige Stadtbahn (U11) und die meterspurige Straßenbahn (107 und 108) auf gemeinsamer Trasse. Aus diesem Grund ist die Strecke mit Dreischienengleisen versehen, wobei das außenliegende Gleis (in Fahrtrichtung rechts) von den Zügen beider Spurweiten befahren wird. Da diese Strecke nach den ursprünglichen Planungen ausschließlich von Stadtbahnfahrzeugen befahren werden sollte, sind in den Bahnhöfen ausschließlich Hochbahnsteige vorhanden. Ein teilweises Absenken des Bahnsteigs für den Niederflurstraßenbahnbetrieb (wie beispielsweise in Duisburg) wäre zwar technisch möglich, die Bahnsteige wären dann jedoch nicht lang genug, um die auf der Linie U11 zu Messerveranstaltungen verkehrenden Dreifachtraktionen von Hochflurzügen abzufertigen. Aus diesem Grund können bisher auf diesem südlichen Streckenabschnitt bei der Straßenbahn keine Niederflurfahrzeuge eingesetzt werden. Die Linie 108 wird daher vollständig mit Hochflurfahrzeugen bedient. Die Linie 107 (Bredeney – Gelsenkirchen Hbf) ist in eine Nord- und Südlinie aufgeteilt. Die Nordlinie verkehrt auf dem für Niederflurfahrzeuge geeigneten Abschnitt zwischen Essen Hbf und Gelsenkirchen. Auf der Südlinie kommen ausschließlich Hochflurfahrzeuge zum Einsatz.



Abbildung 9: Straßen- und Stadtbahnnetz Essen

3.2.6 Bochum und Gelsenkirchen

Das historische Straßenbahnnetz (Meterspur) der Städte Bochum und Gelsenkirchen war zentral auf diese beiden benachbarten Städte ausgerichtet und besaß zudem eine weitläufige städteübergreifende Ausdehnung mit vielen tangentialen Verbindungen wie zum Beispiel zwischen den Städten Castrop-Rauxel und Witten, die jedoch später wieder stillgelegt wurden.

In den 1970er Jahren begann der Umbau des Straßenbahnnetzes zum Stadtbahnbetrieb. In den dichten innerstädtischen Bereichen verkehren die Straßenbahnen heute größtenteils unterirdisch. Das heutige Straßenbahnnetz verbindet die Städte Bochum, Gelsenkirchen, Hattingen, Herne und Witten und ist radial auf das Bochumer Stadtzentrum ausgerichtet, in welchem sich alle Linien (bis auf die Linie 301, die ausschließlich in Gelsenkirchen verkehrt) treffen. In Gelsenkirchen besteht zudem Anschluss an Stadt- und Straßenbahnlinien in Richtung Essen (vgl. vorheriger Abschnitt 3.2.5). Auf den Straßenbahnlinien kommen heute ausschließlich Niederflurfahrzeuge zum Einsatz. In den dicht bebauten innerstädtischen Bereichen in Bochum und Gelsenkirchen verkehrt die Straßenbahn unterirdisch in den für den Stadtbahnausbau als Vorleistung umgesetzten Tunnelanlagen. Alle unterirdischen Haltestellen sind mit Niederflurbahnsteigen ausgebaut.

Aus den ursprünglichen Planungen zum einheitlichen Stadtbahnssystem Rhein-Ruhr ist in Bochum lediglich die heutige Linie U35 („CampusLinie“) hervorgegangen, die als klassi-

sche Stadtbahn hauptsächlich unterirdisch und auf besonderem und unabhängigen Gleiskörper mit Hochbahnsteigen und Normalspur verkehrt. Als Fahrzeuge kommen die klassischen B-Wagen (B80D) sowie der neuen Stadtbahn Typ Tango als Hochflurausführung zum Einsatz. Auf der gesamten Streckenlänge der U35 herrscht Zugsicherungsbetrieb.

Die ursprünglichen Planungen für die Stadtbahnlinie U35 sahen eine Nord-Süd Verbindung der Städte Recklinghausen und Witten über Bochum vor. In Recklinghausen sollte an die geplante Stadtbahn Richtung Essen bestehen. Die Städte Witten und Recklinghausen stiegen jedoch frühzeitig aus den Planungen und der Finanzierung aus, weshalb die heutige U35 nur auf den Stadtgebieten von Bochum und Herne verkehrt. An der heutigen südlichen Endstelle der U35 in Querenburg (Hustadt) ist bereits eine Bauvorleistung (Brückenbauwerk) zur geplanten Verlängerung Richtung Witten vorhanden

Am zentralen Verknüpfungspunkt Bochum Hauptbahnhof ist ein Umstieg von der Linie U35 zu den Straßenbahnlinien 310 und 302 am selben Bahnsteig niveaugleich möglich. Zu diesem Zweck sind die Meterspur-Gleise der Straßenbahn hochgeschottert. Eine infrastrukturelle Überlappung des Straßen- und Stadtbahnsystems in Form von Mehrschienengleisen und niveaugleichen Gleiskreuzungen besteht an keiner Stelle des Netzes. Zudem besitzen Straßen- und Stadtbahn jeweils eigene Betriebshöfe und Werkstätten. Die beiden Systeme können daher als vollständig unabhängig voneinander betrachtet werden.



Abbildung 10: Straßen- und Stadtbahnnetz Bochum/Gelsenkirchen

3.2.7 Dortmund

Dortmund ist die einzige Stadt im Rhein-Ruhr-Gebiet, die die Planungen im Rahmen des Stadtbahnnetzes Rhein-Ruhr bis heute weitestgehend umgesetzt hat. Dazu wurde das Straßenbahnnetz seit 1983 sukzessive zur Stadtbahn umgebaut. Alle Strecken verlaufen im zentralen Stadtbereich in Tunnellage.

Das Dortmunder Stadtbahnnetz besteht aus drei Stammstrecken, die sich im Innenstadtbereich in einem Dreieck kreuzen und teilweise zu den Vortorten verästeln. Sechs der acht Linien verkehren im Hochflurbetrieb und sind nahezu vollständig mit Hochbahnsteigen ausgestattet. Die in Ost-West Richtung verkehrenden Linien U43 und U44 werden, im Gegensatz zu den restlichen Strecken, mit Niederflurfahrzeugen betrieben und die bedienten Haltestellen verfügen überwiegend über Niederflurbahnsteige.

Eine Verbindung des Dortmunder Netzes zu Straßen-/Stadtbahnnetzen in benachbarten Städten besteht derzeit nicht. Die ursprünglichen Planungen des Stadtbahnkonzeptes Rhein-Ruhr sahen eine Verbindung der Stadtbahnnetze von Bochum und Dortmund über einen nördlichen Verbindungszweig in Castrop-Rauxel vor.

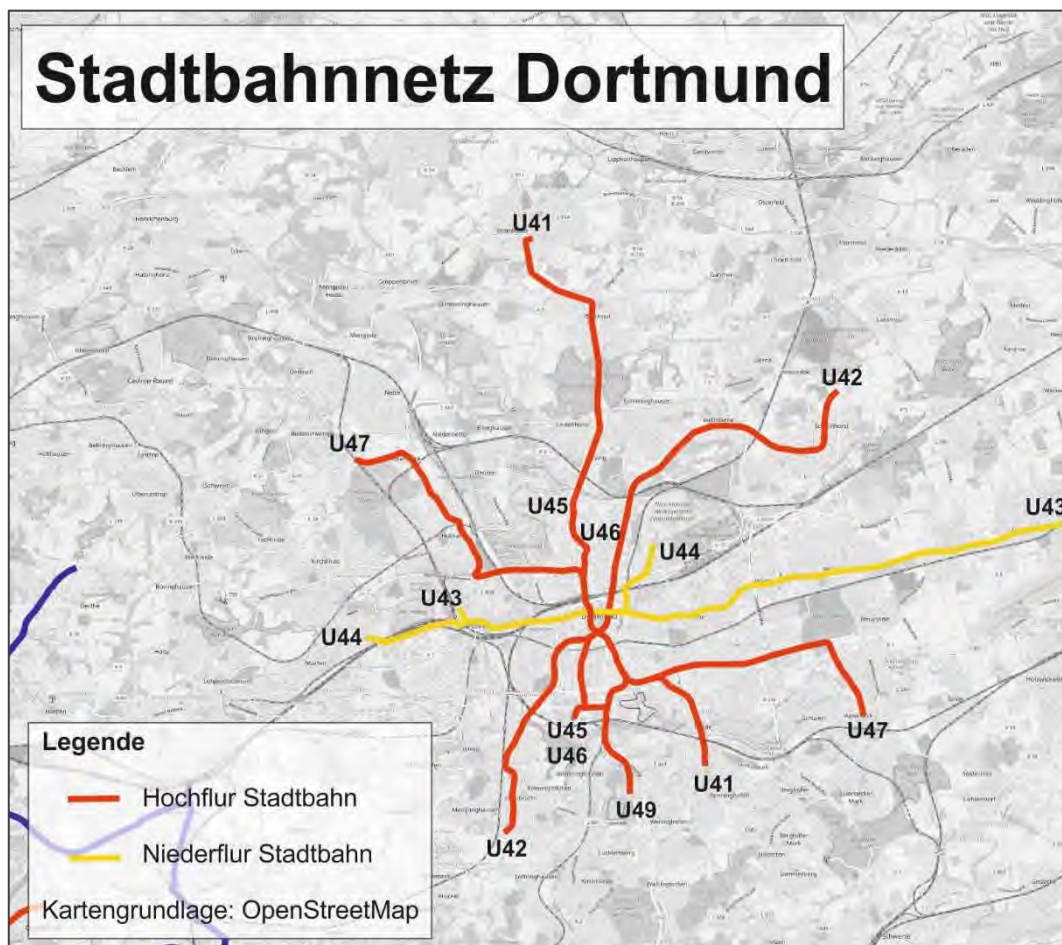


Abbildung 11: Stadtbahnnetz Dortmund

3.3 Stadtbahn Rhein-Sieg

Als Stadtbahn Rhein-Sieg werden die Stadtbahnnetze von Köln und Bonn zusammengefasst. Sie sind über zwei Überlandstrecken mit den Linien 16 und 18 verbunden. Die Linie 16 verkehrt dabei über die sogenannte Rheinuferbahn, eine zweigleisige Hauptbahn zwischen Köln und Bonn, welche bis zum Jahr 2006 auch durch planmäßigen Güterverkehr genutzt wurde. Die Linie 18 verkehrt etwas weiter westlich auf der sogenannten Vorgebirgsbahn. Das städteverbindende Hauptbahnnetz wird von der Häfen und Güterverkehr Köln AG (HGK) betrieben.

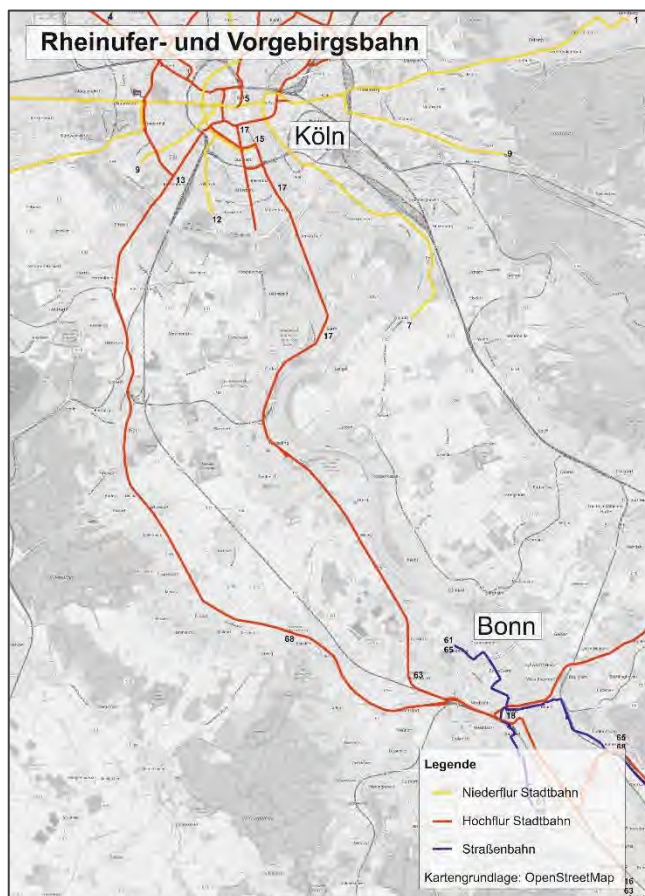


Abbildung 12: Rheinufer- und Vorgebirgsbahn zwischen Köln und Bonn

In den folgenden beiden Abschnitten werden die Systemeigenschaften der Straßen- und Stadtbahnnetze in Köln und Bonn erläutert.

3.3.1 Köln

In der Stadt Köln besteht heute ein großes normalspuriges Stadtbahnnetz, das aus dem historischen Straßenbahnnetz hervorging. Vor dem zweiten Weltkrieg bestand ein durch die dicht bebaute Innenstadt verlaufendes engmaschiges Netz, welches jedoch nach Kriegsende nur teilweise wiederaufgebaut wurde.

Ab den 1960er Jahren begann man in Köln mit dem Ausbau des Straßenbahnnetzes zur Stadtbahn. Zunächst wurden beim Stadtbahnbau die herkömmlichen Straßenbahnparameter wie enge Kurvenradien, kurze Abstände zwischen den Haltestellen, Verzweigungen auf der gleichen Ebene und für Straßenbahnfahrzeuge geeignete Bahnsteige verwendet. Die meisten Straßenbahnstrecken waren schon seit den 1950er Jahren für breitere Züge ausgebaut, so dass der spätere Einsatz der B-Wagen oft ohne vorheriges Umbauen der Infrastruktur möglich war.

Anfang der 2000er Jahre wurde die Trennung der Netzes in einer Hochflur- und Niederflurteil beschlossen. Grund dafür war u.a., dass der Einsatz von Niederflurfahrzeugen und –bahnsteigen aus finanziellen und städtebaulichen Gründen an vielen Stellen günstiger erschien als der komplette Ausbau des Netzes auf Hochflurbetrieb.

Das Niederflurnetz besteht aus den drei Ost-West-Linien (1, 7, 9) sowie den zwei Ringlinien 12 und 15. Auf diesen Linien werden planmäßig ausschließlich Niederflurfahrzeuge eingesetzt. Die übrigen sieben Linien (3, 4, 5, 13, 16, 17, 18) bilden das Hochflurnetz. Weite Teile des Hochflurnetzes besitzen Hochbahnsteige. Die Linien 3 und 4 sind vollständig barrierefrei ausgebaut. Im Gegensatz dazu weist die Linie 13 (äußere Ringlinie) noch viele Niederflurbahnsteige auf, die über Hochflurfahrzeuge mit Klapptrittstufen bedient werden.

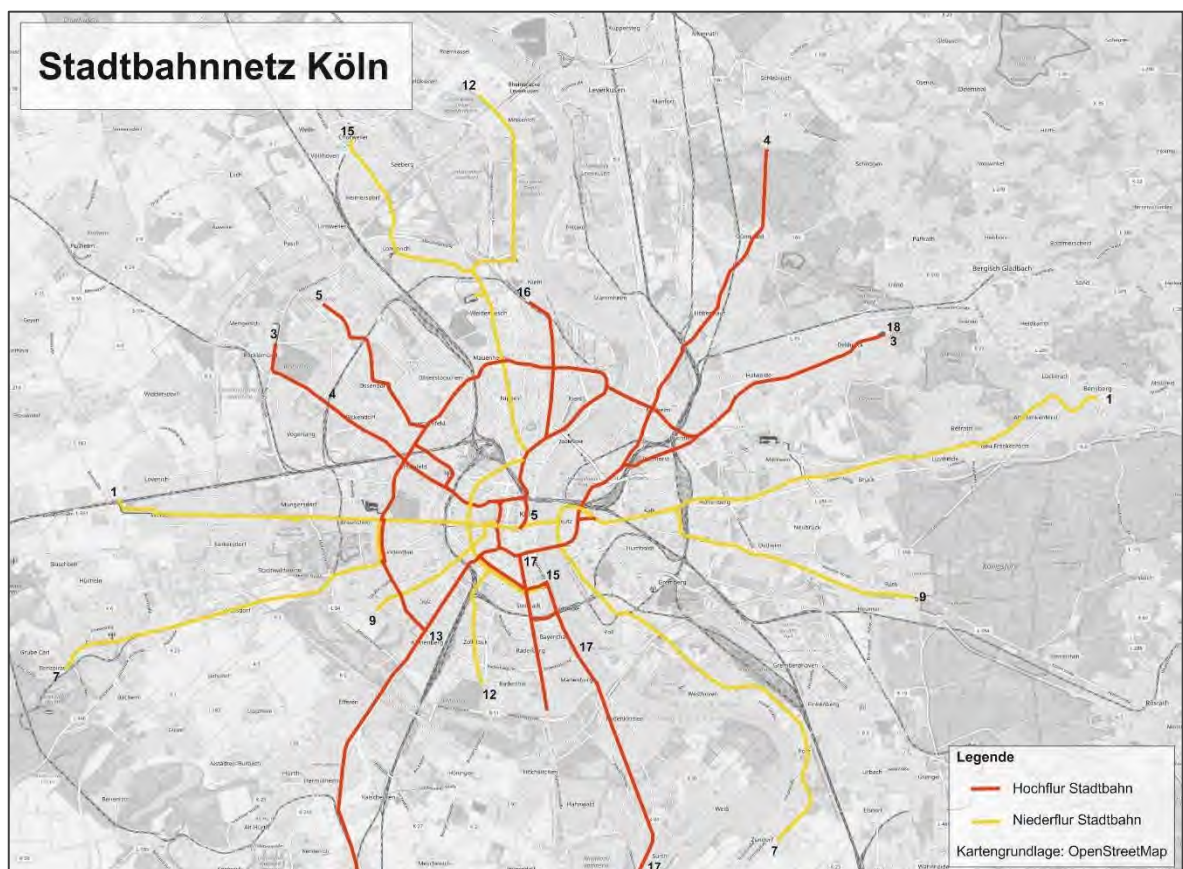


Abbildung 13: Stadtbahnnetz Köln

3.3.2 Bonn

Die Stadt Bonn verfügt über ein normalspuriges Stadt- und Straßenbahnnetz mit insgesamt 9 Linien. Auf der Stadtbahn gibt es vier ständig verkehrende sowie zwei Linien mit eingeschränkten Verkehrszeiten. Über die Linien 16 und 18 besteht Anschluss an das Kölner Stadtbahnnetz (vgl. Abschnitt 3.3). Das Straßenbahnnetz besitzt zwei Linien sowie eine temporär zu Schülerverkehrszeiten verkehrende Linie. Die Straßen- und Stadtbahnstrecken sind infrastrukturell miteinander verknüpft. Dennoch besteht nur an wenigen Abschnitten im Netz ein überlappender Verkehr.

Mitte der 1960er Jahre existierten in der Stadt Bonn drei unabhängige Straßenbahnbetriebe. Die Bahnen der Stadt Bonn (SWB) betrieben ein innerstädtisches Straßenbahnnetz, das in den 1950er Jahren stark ausgedünnt worden war und teilweise durch den Oberleitungsbus Bonn ersetzt wurde. Die Elektrischen Bahnen der Kreise Bonn-Stadt, Bonn-Land und des Siegkreises (SSB) betrieben zwei Überlandstraßenbahnstrecken von Bonn über Beuel nach Siegburg bzw. Bad Honnef. Die Straßenbahn Bonn–Godesberg–Mehlem (BGM) betrieb eine Straßenbahnstrecke von Bonn durch das Regierungsviertel über Bad Godesberg nach Mehlem. Im Jahr 1972 wurde ein Gesamtkonzept „Stadtverkehr Bundeshauptstadt Bonn“ entwickelt, welches den Ausbau der bestehenden Straßenbahnstrecken zur Stadtbahn mit drei Stammstrecken vorsah. 1975 wurde die erste Stammstrecke eröffnet.

Bis heute sind die Stadtbahnplanungen größtenteils realisiert. Der Betrieb der Stadtbahn wird gemeinschaftlich von der SWB, SBB und KVB übernommen. Auf allen Linien kommen Hochflurfahrzeuge zum Einsatz. Die Stadtbahnstrecken verfügen nahezu an allen Haltestellen über Hochbahnsteige und eine fast durchgängig vom Individualverkehr getrennte Streckenführung auf eigener Trasse und in Tunneln. Alle Stadtbahnstrecken in Köln und Bonn (einschließlich der städteverbindenden Überlandstrecken) sind mit dem gleichen Zugsicherungssystem ausgestattet.

Neben den Stadtbahnstrecken gibt in Bonn noch zwei Straßenbahnstrecken, die vom Ausbau des Stadtbahnnetzes relativ unberührt blieben. Im Gegensatz zur Stadtbahn verkehrt die Straßenbahn größtenteils nicht auf einem besonderen oder unabhängigen Gleiskörper, sondern die Trasse verläuft an vielen Stellen straßenbündig. Auf den beiden Straßenbahnlinien kommen ausschließlich Niederflurfahrzeuge zum Einsatz, die im Gegensatz zu den 2,65 m breiten Stadtbahnwagen mit einer Breite von 2,40 m etwas schmaler sind. Die Haltestellen verfügen größtenteils über Niederflurbahnsteige. Auf den von Stadt- und Straßenbahn gemeinsam befahrenen Abschnitten sind teilweise zweigeteilte Hoch- und Niederflurbahnsteige vorhanden.

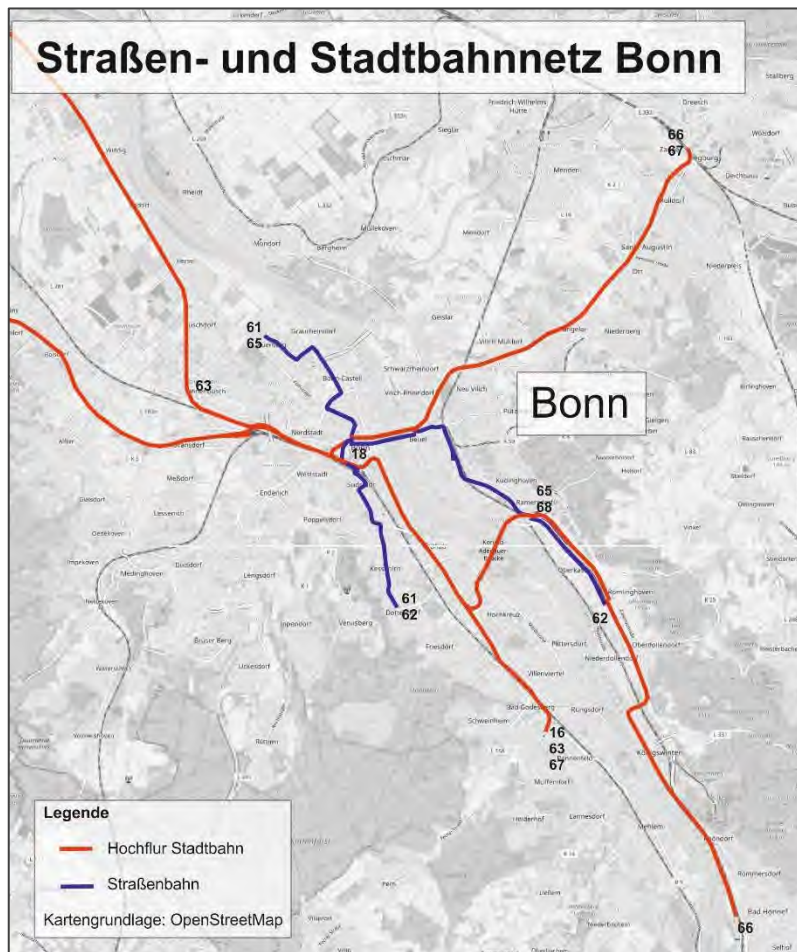


Abbildung 14: Stadt- und Straßenbahnnetz Bonn

3.4 Bielefeld

Das heutige Stadtbahnsystem in Bielefeld geht aus einem seit dem Jahr 1890 bestehenden meterspurigen Straßenbahnnetz hervor. Ab den 1970er Jahren wurde das Straßenbahnnetz kontinuierlich zum Stadtbahnsystem umgebaut. Hierzu wurden die im Innenstadtbereich existierenden Streckenabschnitte unter die Erde verlegt und die Haltestellen mit barrierefreien Hochbahnsteigen versehen. Für den Tunnelbetrieb wurden große Teile des bestehenden Fuhrparks durch den Stadtbahnwagen Typ M (Breite: 2,30 m), wie er auch in Mülheim, Essen und Bochum zum Einsatz kam, ersetzt. Zudem wurden im Rahmen des Stadtbahnausbaus auch Beschleunigungsmaßnahmen wie besondere Bahnkörper und Ampelvorrangschaltungen umgesetzt. Mit der Inbetriebnahme des Innenstadttunnels im Jahr 1991 war die Transformation der ehemaligen Straßenbahn zum Stadtbahnsystem vollständig abgeschlossen.

Im Gegensatz zu anderen Städten in NRW, wurde das kommunal Schienennetz über die Jahre kontinuierlich erweitert und es fanden kaum Streckenstilllegungen statt. Heute verkehren in Bielefeld vier Haupt- sowie vier weitere Bedarfslinien. Die vier Hauptlinien bedienen alle den zentralen Innenstadttunnel.

Zwischen 2011 und 2012 wurden einige der aus den 1980er stammenden Fahrzeuge des Typs M durch neue, eigens für Bielefeld entwickelte Hochflurfahrzeuge (Typ GTZ8-B) ersetzt. Diese neuen Züge erreichen mit einer Breite von 2,65 m die maximal nach BOStrab zulässige Fahrzeugbreite. Aufgrund der zuvor eingesetzten 2,30 breiten Fahrzeuge müssen für den Einsatz der Züge an einigen Stellen im Netz Umbauten in Form von Vergrößerungen der Gleisradien und Gleismittenabständen durchgeführt werden. Bis zur Bahnsteigkante beträgt die Breite der neuen Fahrzeuge hingegen nur 2,30, sodass ein Umbau der Haltestellen nicht notwendig ist.

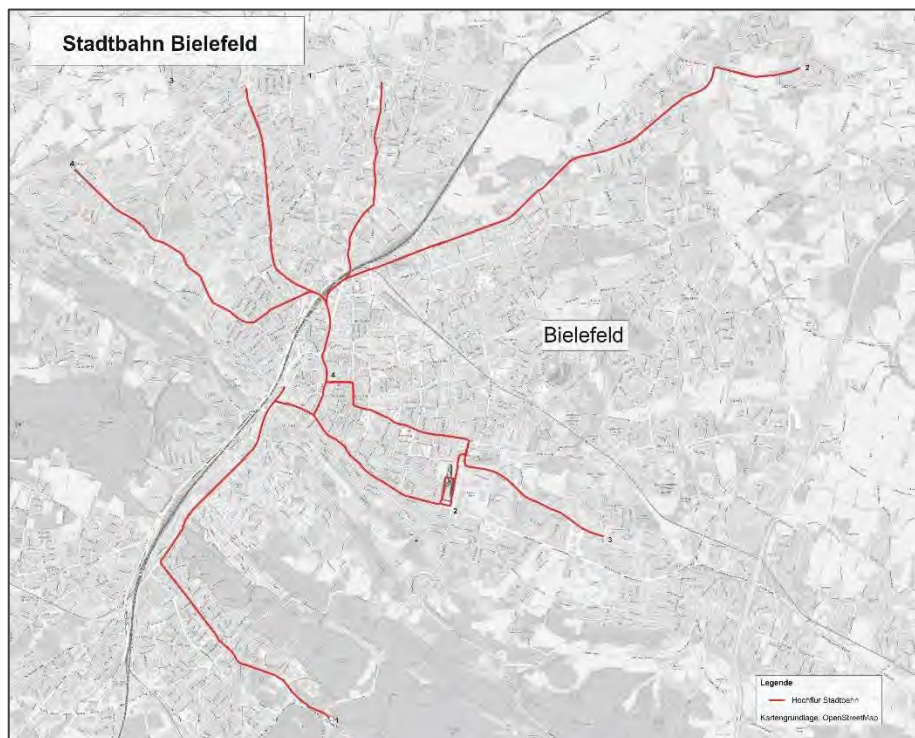


Abbildung 15: Stadtbahn Bielefeld

3.5 Zusammenfassung

In zahlreichen Städten in NRW bilden Stadt- und Straßenbahnnetze das Rückgrat des ÖPNV. Die Systeme sind oftmals historisch gewachsen und blicken auf eine über hundertjährige Geschichte zurück.

Ab den 1960er Jahren wurde mit den Planungen und dem Ausbau der historischen Straßenbahnnetze zu Stadtbahnssystemen mit weitestgehend unabhängigen oder besonderen Bahnkörpern und Hochbahnsteigen begonnen. Ein weitgehender Umbau der Netze auf Stadtbahnniveau war ursprünglich Intension, ist aber schon bald aus finanziellen und städtebaulichen Gründen aufgegeben worden und wird heute in den meisten Städten in NRW nicht mehr verfolgt. Mit der Entwicklung von Niederflurfahrzeugen in den 1990er Jahren verlor der barrierefreie Ausbau der Haltestellen mittels Hochbahnsteigen allmäh-

lich an Bedeutung. In vielen Städten führte das zu einer Spaltung der Netze in Hochflur- und Niederflurabschnitte.

Die in den 1960er und 70er Jahren entstandenen Pläne zum einheitlichen Stadtbahnsystem Rhein-Ruhr sind an einigen Stellen umgesetzt und haben städteübergreifende Stadtbahnverbindungen wie z.B. Düsseldorf-Duisburg und Düsseldorf-Krefeld hervorgebracht.

In Dortmund konnte man die Pläne bis heute weitestgehend verwirklichen und alle ehemaligen Straßenbahnstrecken sind auf Stadtbahniveau ausgebaut. Städteübergreifende Verbindungen, wie ursprünglich in den Planungen zum Stadtbahnsystem Rhein-Ruhr vorgesehen, existieren jedoch nicht.

Aufgrund des Bestehens der historischen Meterspurnetze in Mülheim, Essen, Bochum und Gelsenkirchen war eine komplette Umstellung dieser Systeme auf Normalspur für breite Fahrzeuge ursprünglich zwar vorgesehen, wird jedoch inzwischen als nicht realisierbar betrachtet. Der zunächst als Provisorium angedachte Straßenbahnvorlaufbetrieb in Meterspur erwies sich aufgrund von Finanzierungslücken und technologischen Fortschritten wie der Entwicklung des Niederflurfahrzeugs als dauerhaft gute Lösung. Dennoch bestehen neben dem großen städteübergreifenden Meterspursystem auch zwei nach den ursprünglichen Plänen realisierte normalspurige Stadtbahnsysteme. Das System in Essen bietet mit drei Linien städteübergreifende Verbindungen nach Mülheim und Gelsenkirchen und weist partielle infrastrukturelle Verknüpfungen mit dem vorhandenen Meterspurnetz auf. In Bochum hingegen existiert nur eine normalspurige Linie, die vollständig unabhängig vom Meterspurnetz betrieben wird und keinerlei infrastrukturelle Überlappungsbereiche zwischen den beiden Systemen aufweist.

Die Stadtbahnnetze der benachbarten Städte Köln und Bonn sind über zwei Überlandstrecken auf denen jeweils eine städteverbindende Linie verkehrt miteinander verknüpft. In Köln wurde das ehemalige Straßenbahnnetz vollständig zur Stadtbahn ausgebaut. Das Netz ist heute in Hochflur- und Niederflurlinien unterteilt, die sich gegenseitig nur geringfügig überlappen. In Bonn verkehrt neben der Stadtbahn noch eine klassische Straßenbahn mit zwei Linien. Die Straßenbahnstrecken sind zwar infrastrukturell mit dem Stadtbahnnetz verknüpft, weisen jedoch kaum mit der Stadtbahn gemeinsam befahrene Streckenabschnitte auf. Aufgrund geringer Gleismittenabstände an einigen Stellen werden auf den Straßenbahnlinien schmalere Fahrzeuge im Vergleich zu den breiten Stadtbahnwagen eingesetzt.

Das ehemalige meterspurige Straßenbahnnetz in Bielefeld wurde vollständig unter Beibehaltung der Spurweite zur Stadtbahn umgebaut und seitdem kontinuierlich erweitert. Der Einsatz von neuen breiteren Stadtbahnfahrzeugen erfordert in Bielefeld den stellenweisen Umbau der Gleisinfrastruktur bezüglich der Abstandsmaße und Kurvenradien. Aufgrund der geographischen Randlage in NRW verfügt Bielefeld über keinen städteübergreifenden Stadtbahnverbindungen.

4 LÖSUNGSANSÄTZE ZUR ERHÖHUNG DER NETZDURCHLÄSSIGKEIT

4.1 Allgemeine Aspekte zur Standardisierung und Netzbildung

4.1.1 Kommunale Schienennetze in NRW

In Nordrhein-Westfalen existieren zahlreiche Städte- bzw. Verkehrsunternehmens-übergreifende Stadt- und Straßenbahnnetze. Diese Städte-verbindenden Netze bedienen jeweils die folgenden Orte:

- Köln / Bonn
- Düsseldorf / Krefeld / Duisburg
- Duisburg / Mülheim a.d. Ruhr / Oberhausen / Essen / Gelsenkirchen / Bochum

Innerhalb dieser Netze existieren zum Teil unterschiedliche infrastrukturelle Systemparameter, die sich auf bestimmten Streckenabschnitten überlappen und teilweise auch Bruchstellen ausbilden, die eine unbegrenzte Netzdurchlässigkeit behindern. Eine detaillierte Übersicht der vorhandenen Überlappungsbereiche und Systembruchstellen ist nachfolgend in Kapitel 4.2 dargestellt.

Insgesamt existieren in NRW vier räumlich isolierte kommunale Schienennetze. Die Städte Dortmund und Bielefeld verfügen jeweils über ein Stadtbahnnetz welches keine städte- bzw. Verkehrsunternehmens-übergreifende Strecken besitzt. Die räumlich verbundenen Netze in Köln und Bonn sowie im Ballungsraum Rhein-Ruhr zwischen Düsseldorf und Bochum bilden zudem jeweils ein weiteres räumlich isoliertes Netz. Aufgrund der räumlichen Isolation ist die Behandlung abweichender Systemparameter zwischen den vier Netzen bei der Diskussion der Herstellung einer uneingeschränkten Netzdurchlässigkeit nicht relevant.

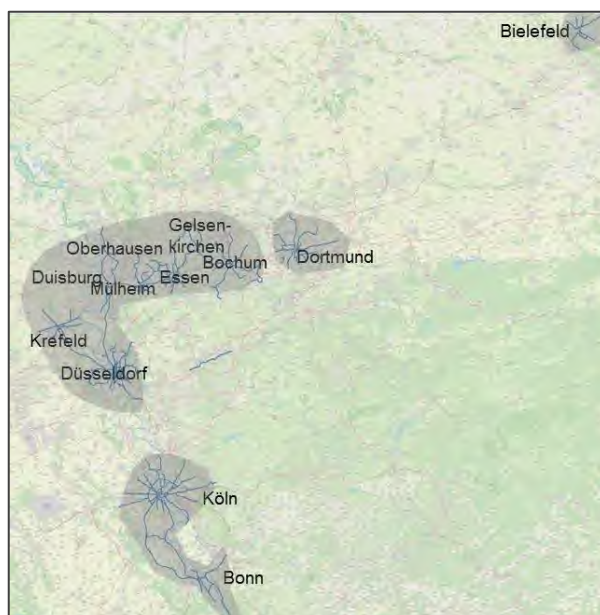


Abbildung 16: Kommunale Schienennetze in NRW [Kartengrundlage: OpenStreetMap]

4.1.2 Herstellung einheitlicher Standards

Die Standardisierung von Systemelementen der Stadt- und Straßenbahnbetriebe in NRW ist bei zahlreichen Systemkomponenten gegeben. Die für den Stadtbahnbetrieb vorgesehenen Tunnel wurden gemäß Stadtbahnrichtlinie gebaut und ermöglichen somit eine problemlose Durchfahrung mit breiten Stadtbahnfahrzeugen. Vor allem im Bereich der Unterwerkstechnik und des Gleisbaus existieren standardisierte Einzelbauteile, die oftmals keiner Anpassung an ortsspezifische Gegebenheiten und Anforderungen bedürfen. Teilweise werden bei der Neuanschaffung von Fahrzeugen auch verkehrsunternehmensübergreifende Kooperationen geschlossen, um somit kostengünstigere Angebote bei den Fahrzeugherstellern einholen zu können. Insgesamt ist festzustellen, dass bei Straßen- und Stadtbahnbetrieben in NRW schon heute ein hoher Standardisierungsgrad im Hinblick auf zahlreiche Systemkomponenten besteht.

Um das Ziel einer unbegrenzten Durchlässigkeit im Netz durch einen einheitlichen Standard für alle Strecken zu erreichen, müssen die folgenden Systemparameter netzweit standardisiert werden:

- Fahrzeuge
- Spurweiten
- Gleisachsabstand
- Lichtraumprofile
- Bahnsteighöhe/-längen

Örtliche Zwangspunkte und Besonderheiten wie beispielsweise Brücken lassen sich hingegen nicht standardisieren.

Für die Umsetzung einheitlicher Systemstandards müssen die Standardvorgaben zunächst unter Einbezug aller Verkehrsunternehmen abgestimmt und festgelegt werden. Dabei sind hinsichtlich der Wahl der Systemstandards Kapazitätsüberlegungen miteinzubeziehen. Geht man beispielsweise von dem im Ruhrgebiet vorherrschenden Straßenbahnsystem (Meterspur, schmale Straßenbahnfahrzeuge) als „kleinstem gemeinsamen Nenner“ aus und definiert dieses System als Standard, so ist auf den heutigen Stadtbahnstrecken (Normalspur, breiter B-Wagen) mit deutlichen Kapazitätsverlusten zu rechnen.

Die Kosten für eine komplette Standardisierung aller Stadtbahnanlagen in NRW lassen sich erst beziffern, wenn eine Festlegung der Standards definiert und dann jeder einzelne Streckenabschnitt auf Anpassungsnotwendigkeit geprüft wird. Mit einer groben Plausibilitätsbetrachtung könnte der Betrag für die eigentlichen Straßen-/Stadtbahninfrastrukturen mit rund 5 Mrd. € geschätzt werden. Darin sind potenzielle erhebliche Mehrkosten für ggf. notwendige städtebauliche Maßnahmen wie den Umbau von Straßenquerschnitten und Gebäudeabriss noch nicht enthalten. Die Umsetzung einer vollständig standardisierten Infrastruktur setzt an vielen Stellen der Netze einen langjährigen Migrationsprozess voraus. Ausgehend von der bestehenden Infrastruktur kann ein standardisierter neuer Zustand nur abschnittsweise realisiert werden. Das bestehende Fahrtenangebot muss dabei

so gut wie möglich beibehalten werden. Fest steht, dass massive Unannehmlichkeiten für Fahrgäste durch Streckensperrungen und erzwungene Umstiege und auch für Teilnehmer des Individualverkehrs durch große Baustellen auf Hauptstraßenzügen während der Migrationsphase zu vertreten sind. Zudem sind ggf. auch erhebliche verkehrliche und städtebauliche Eingriffe erforderlich, welche seitens der betroffenen Bürger Widerstand hervorrufen können.

4.1.3 Netzbildung und –hierarchien

In öffentlichen Verkehrsnetzen kommen unterschiedliche Verkehrsmittel zum Einsatz, die sich hinsichtlich der folgenden Aspekte unterscheiden:

- Erschließungsform und Einsatzbereich
 - Linienhafte Erschließung: SPNV, Stadt-/Straßenbahn
 - Flächenhafte Erschließung: Busse (z.T. auch Straßenbahnen) als Zubringerverkehre
- Trassierung
 - Unabhängig: SPNV, Stadtbahn
 - (teilweise) im Straßenverkehr integriert: Straßenbahn, Bus
- Beförderungsleistung:
 - Abhängig von Fahrzeuggröße und Linientakt
 - Hoch bei SPNV und Stadtbahn, mittel bei Straßenbahn, niedrig bei Bussen
- Geschwindigkeit
 - Abhängig von Trassierung, Haltestellenabständen und Bevorrechtigung an Kreuzungen
 - Hoch im SPNV, mittel bei Stadtbahnen, niedrig bei Straßenbahnen und Bussen

Aufgrund der genannten Unterschiede sind Öffentlich Verkehrsnetze typischerweise hierarchisch in Bezug auf die unterschiedlichen öffentlichen Verkehrsmittel aufgebaut. Dabei übernimmt jedes Verkehrsmittel eine spezifische Funktion und bietet abhängig von der örtlichen Situation besserstellende Vorteile gegenüber den anderen verfügbaren Alternativen. Dem SPNV kommt beispielsweise eine schnelle Stadt- oder Stadtteilzentrenverbindende Funktion zugute, während dichte Bus oder Straßenbahnnetze bei reduzierter Reisegeschwindigkeit eine hohe Erreichbarkeit in der Fläche generieren. Für den Übergang zwischen den Hierarchieebenen der Netze sorgen Verknüpfungspunkte in zentralen Bereichen.

Die optimale Linienbildung und Angebotsgestaltung ist abhängig von der räumlichen Verteilung der Nachfrage. Dieses optimale Angebot sollte daher nicht auf Basis der vorhandenen Infrastruktur und eventueller Systemrandbedingungen entwickelt werden, sondern vielmehr die Vorgaben für den Aufbau von Infrastrukturen liefern. Zumeist werden bei der Linienbildung in einem einheitlichen Netz Durchmesserlinien gebildet, die sich in zentralen Bereichen kreuzen. Dies erfordert unter Umständen Umstiege zum Erreichen aller Ziele. Im Umkehrschluss bedeutet das auch, dass ein verkehrlich attraktives Angebot durchaus

infrastrukturelle Systemunterschiede enthalten kann, solange aus Nachfragesicht sinnvolle Linien gebildet werden können.

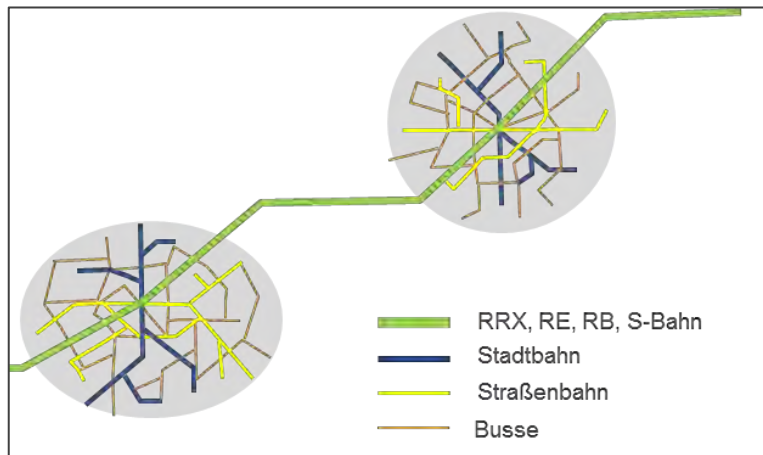


Abbildung 17: Hierarchische Netzbildung

4.2 Übersicht Systembruchstellen und Überlappungsbereiche

Die Anlagen beinhalten grafische Darstellungen zu den streckenbezogenen Systemeigenschaften der Stadt- und Straßenbahnnetze in NRW (getrennt nach Verkehrsverbänden) inklusive der resultierenden Überlappungs- bzw. Übergangsbereiche. Hierbei wird zum einen die Spurweite als maßgebende Systemeigenschaft untersucht. Zum anderen wird dabei auch auf die unterschiedlichen Systemhöhen (Hochflur / Niederflur) und den entsprechenden Fahrzeugeinsatz eingegangen.

4.2.1 Spurweiten

Die Spurweite ist eine primäre Systemeigenschaft, die im Falle von Systemunterschieden innerhalb eines Netzes die Durchgängigkeit im Sinne nachfragebestimmter Linienbildungen behindern kann. In NRW existieren bei den Stadt- und Straßenbahnnetzen zwei verschiedene Spurweiten (Normalspur bzw. 1435 mm und Meterspur bzw. 1000 mm).

Die räumlich isolierten Netze in Bielefeld und Dortmund besitzen ein meter- bzw. normalspuriges Netz. Aufgrund der räumlichen Isolation der beiden Netze erübrigt sich die Diskussion der Herstellung einer uneingeschränkten Netzdurchlässigkeit im Sinne durchgängiger Spurweiten für diese beiden Netze.

Im Köln-Bonner Raum ist das Schienennetz vollständig in Normalspur ausgebaut. Aus Sicht der Spurweiten liegen daher für das gesamte städteverbindende Netz keine Systembruchstellen vor.

Im VRR-Gebiet sind sowohl Gleisnetze in Normalspur und als auch in Meterspur zu finden. In Überlappungsbereichen gewährleisten derzeit Mehrschienengleise die Durchfüh-

rung des Betriebs. Insgesamt existieren hierbei vier zu betrachtende Bereiche auf folgenden Streckenabschnitten (zwischen den jeweiligen abschnittsbegrenzenden Haltestellen):

- Krefeld: Hauptbahnhof <> Rheinstraße
- Gelsenkirchen: Schloss Horst <> Buerer Straße
- Mülheim a. d. Ruhr: Hauptbahnhof <> Königstraße
- Essen: Hauptbahnhof <> Martinstraße

4.2.2 Hochflur / Niederflur Thematik

Historisch bedingt sind lassen sich viele kommunale Schienennetze in NRW in Stadt- und Straßenbahnstrecken unterteilen (vgl. Kapitel 3). Zumeist resultieren daraus auch die unterschiedlichen geometrischen Eigenschaften der Netzinfrastruktur (Bahnsteige und Trasseengeometrie) sowie die der entsprechend eingesetzten Fahrzeuge. Auf Stadtbahnstrecken werden größtenteils breite Hochflurfahrzeuge eingesetzt, wohingegen bei der Straßenbahn schmalere Niederflurfahrzeuge zum Einsatz kommen.

Im Unterschied zur Spurweithematik verursachen Mischverkehre von Hoch- und Niederflurfahrzeugen keine Probleme auf der Strecke, sondern vielmehr am Bahnsteig hinsichtlich der angestrebten Barrierefreiheit, die die gleiche Höhe von Fahrzeugboden und Bahnsteig voraussetzt.

Das Kölner Stadtbahnnetz besitzt sowohl Hochflur- als auch Niederflurstrecken, die sich nur geringfügig überlappen. Aus diesem Grund wird das Netz in reine Hochflur- bzw. Niederflurlinien unterteilt. Überlappungsbereiche bestehen auf folgenden Streckenabschnitten (zwischen den jeweiligen abschnittsbegrenzenden Haltestellen):

- Köln Lindenthal: Wüllnerstraße <> Dürener Straße / Gürtel (Niederflurlinie 7 und Hochflurlinie 13)
- Köln Süd: Eifelstraße <> Ubierring (Niederflurlinien 12 und 15 sowie Hochflurlinie 16)

An den auf diesen Abschnitten liegenden Haltestellen erfolgt der Zustieg zu den Hochflurlinien mittels Klapptrittstufen. Barrierefreiheit ist daher an diesen Haltestellen für die entsprechenden Hochflurlinien gegenwärtig nicht gegeben. Im Zuge der geplanten Eröffnung der Nord-Süd-Stadtbahn wird die Linie 16 ihren Linienweg ändern und über die unterirdischen Bahnhöfe Bonner Wall sowie Chlodwigplatz (heute Linie 17) geführt. Somit wird das Problem fehlender Barrierefreiheit im bestehenden Überlappungsbereich in Köln Süd in Zukunft gelöst sein.

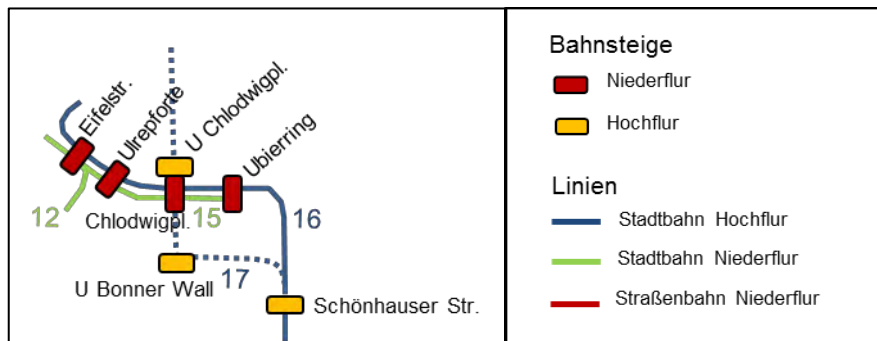


Abbildung 18: Hochflur / Niederflur Thematik in Köln Süd

In Bonn überlappen sich das Hochflur-Stadtbahnnetz und das Niederflur-Straßenbahnnetz auf den folgenden Streckenabschnitten:

- Haltestelle Bertha-von-Suttner-Platz <> Konrad-Adenauer-Platz (Stadtbahnlinien 66/67 sowie Straßenbahnlinien 62/65)
- Bonn Ramersdorf <> Oberkassel Süd/Römlinghoven (Stadtbahnlinie 66 sowie Straßenbahnlinie 62)

Die sowohl von Hochflur- als auch Niederflurfahrzeugen bediente Haltestelle Bertha-von-Suttner-Platz wird bereits aufgrund eines zweigeteilten Bahnsteiges von beiden Fahrzeugtypen barrierefrei bedient. Am Konrad-Adenauer-Platz ist der Mischverkehr durch separate Bahnsteige für die Stadtbahn in der nord-östlichen Knotenzufahrt und für die Straßenbahn in der süd-östlichen Knotenzufahrt entzerrt, sodass barrierefreie Einstiegsverhältnisse möglich sind. Zwischen den Haltestellen Ramersdorf und Oberkassel Süd/Römlinghoven ist der Zustieg zur Stadtbahnlinie 66 gegenwärtig nur über Klapptrittstufen möglich.

Auf allen Stadtbahnlinien in Köln und Bonn kommen 2,65 m breite Fahrzeuge zum Einsatz. Lediglich auf den Bonner Straßenbahnlinien werden schmalere (2,40 m) Fahrzeuge eingesetzt.

Die kommunalen Schienennetze des Verkehrsverbunds Rhein-Ruhr (VRR) bestehen aus sowohl Niederflur- als auch Hochflurstrecken. Letztere werden fast ausschließlich von Stadtbahnen mit der vorangestellten Linienbezeichnung U und entsprechenden Hochflurfahrzeugen befahren.

In Dortmund existiert neben den Stadtbahnstrecken in Hochflurbauweise auch eine niederflurige Stadtbahnstrecke (Ost-West-Achse U43/44). Hochflur- und Niederflurstrecken kreuzen sich zwar, überlappen sich jedoch in keiner Haltestelle.

Neben dem Niederflurstraßenbahnnetz in Bochum existiert mit der U35 eine einzige hochflurige Stadtbahnlinie. Auch hier überlappen sich Hochflur- und Niederflurstrecken an keiner Haltestelle.

In den übrigen Stadt- und Straßenbahnnetzen des VRR gibt es insgesamt sieben Stellen, an denen sich Hochflur- und Niederflurlinien überlappen. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der betroffenen Stellen mit den jeweiligen Linien sowie dem gegenwärtigen Lösungsansatz zur Überwindung der Unterschiede in den Systemhöhen. An den Haltestellen mit Mischbetrieb in Neuss, Düsseldorf und Krefeld sind niedrige Bahnsteige realisiert. Hier kommen Klapptrittstufen bei den Hochflurfahrzeugen zum Einsatz. In Duisburg und Gelsenkirchen sind die betroffenen Stellen bereits durch Ausstattung der Haltestellen mit sowohl Hoch- als auch Niederflurbahnsteigen barrierefrei ausgebaut. Lediglich auf der Süd-strecke in Essen zwischen Hauptbahnhof und Florastraße sind trotz des Mischverkehrs von Straßen- und Stadtbahn auf gemeinsamer Trasse ausschließlich Hochbahnsteige vorhanden, die somit den Einsatz von Hochflurfahrzeugen erfordern. Aus diesem Grund verkehren auf den Straßenbahnlinien 107 und 108 auf diesem Abschnitt gegenwärtig ausschließlich Hochflurfahrzeuge.

Abschnitt zwischen Haltestellen	Linie(n) Niederflur	Linie(n) Hochflur	Gegenwärtige Lösung
Neuss Hbf	709	U75	Trittstufen
Düsseldorf Schlesische Str. <> Vennhauser Allee	705	U75	Trittstufen
Düsseldorf Universität Ost / Botanischer Garten <> Holthausen	U71/73/83, 704	U74/77/79	Trittstufen / geteilte Bahnsteige
Krefeld Hauptbahnhof <> Rheinstraße	041 - 044	U70/76	Trittstufen
Duisburg Platanenhof <> Meidereich Bahnhof	903	U79	geteilte Bahnsteige
Essen Hauptbahnhof <> Florastraße	107/108	U11	Hochflurbetrieb Straßenbahn
Gelsenkirchen Schloss Horst <> Buerer Straße	301	U11	geteilte Bahnsteige

Tabelle 1: Überlappungsbereiche Hochflur / Niederflur im VRR

Auf den Stadt- und Straßenbahnnetzen im VRR kommen unterschiedliche Fahrzeugtypen zum Einsatz. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der Fahrzeugbreiten mit den entsprechenden Einsatzbereichen. Die von Fahrzeugen mit unterschiedlichen Breiten im Linienverkehr befahrenen Streckenabschnitte stimmen mit den genannten Überlappungsbereichen bezüglich Spurweiten sowie Systemhöhen überein.

Fahrzeugbreite	Einsatzbereich
2,20 m	Straßenbahn Duisburg
2,30 m	Straßenbahn Krefeld, Mülheim, Essen, Gelsenkirchen, Bochum
2,40 m	Niederflur-Stadtbahn Düsseldorf und Dortmund; Straßenbahn Düsseldorf
2,65 m	Hochflur-Stadtbahn Düsseldorf, Duisburg, Essen, Bochum, Dortmund

Tabelle 2: Fahrzeugbreiten der Stadt- und Straßenbahnen im VRR

4.3 Relevante Systembruchstellen und Lösungsvorschläge

Die im vorangehenden Kapitel identifizierten Systembruchstellen und Überlappungsbereiche besitzen unterschiedliche Auswirkungen in Bezug auf die lokale Netzdurchlässigkeit. Aus verkehrlicher Sicht ist eine Bruchstelle als relevant einzustufen, wenn deren Beseitigung zu einer höheren Durchlässigkeit im Netz, d.h. einer aus Nachfragesicht günstigeren Linienwegsbildung, führen kann.

Die vor dem Hintergrund der Hoch- und Niederflurthematik diskutierten Stellen im Netz mit Mischverkehren benötigen zur Herstellung vollständiger Barrierefreiheit zum Teil zusätzliche Hochbahnsteige. Dieses Erfordernis stellt zwar momentan ein Hindernis im Sinne wünschenswerter Barrierefreiheit dar, behindert jedoch nicht die Netzdurchlässigkeit im Sinne der Linienwegsbildung. Lediglich auf der Südstrecke in Essen (zwischen Hbf und Florastraße) erfordern die gegenwärtigen infrastrukturellen Gegebenheiten den Einsatz von Hochflurfahrzeugen im Straßenbahnnetz, was dazu führt, dass die Linienwegsbildung aufgrund des Aufrechterhaltens eines möglichst hohen Niederfluranteils im Straßenbahnnetz durch die genannte Bruchstelle beeinflusst wird. Aus diesem Grund wird bei der Hochflur-/Niederflurthematik ausschließlich der Mischverkehrsabschnitt in Essen als verkehrlich relevant definiert und ein Lösungsvorschlag zur Beseitigung dieser Bruchstelle erarbeitet.

Ausgehend von den unterschiedlichen Spurweiten wurden vier Systembruchstellen identifiziert (vgl. Kap. 4.2.1). Der Systembruch in Krefeld befindet sich in zentraler Innenstadtlage zwischen den Haltestellen Hauptbahnhof und Rheinstraße. Die aus Richtung Meerbusch/Düsseldorf kommende Stadtbahn endet hier. Es bestehen Umsteigemöglichkeiten zum SPNV, zu allen Krefelder Straßenbahnlinien sowie zu vielen Buslinien. Die Stadtbahn ergänzt das Straßenbahnnetz in Krefeld und bietet eine städteverbindende Direktverbindung zwischen Krefeld Zentrum und Meerbusch / Düsseldorf. Eine Veränderung der heutigen Situation durch Beseitigung der infrastrukturellen Bruchstelle (Spurweite) ist aus verkehrlicher Sicht nicht erforderlich.

Somit bleiben drei Systembruchstellen in Gelsenkirchen, Mülheim a.d. Ruhr sowie Essen, die im Folgenden näher analysiert werden und für welche jeweils ein Lösungsvorschlag zur Beseitigung der Bruchstelle dargestellt wird.

4.3.1 Gelsenkirchen

In Gelsenkirchen besteht derzeit ein kurzer Streckenabschnitt, auf dem die Straßenbahnlinie 301 sowie die Stadtbahnlinie U11 gemeinsam verkehren. Die beiden Haltestellen „Schloss Horst“ sowie „Buerer Straße“ werden dabei von beiden Linien bedient. Aufgrund der unterschiedlichen Spurweiten ist dieser Abschnitt mit Dreischienengleisen ausgebaut. Zudem befinden sich im Überlappungsbereich barrierefreie Hoch- und Niederflurbahnsteige.

Die aus Richtung Süden kommenden U11 endet kurz nach Überschreiten der Stadtgrenze zwischen Essen und Gelsenkirchen. Eine Weiterfahrt Richtung Gelsenkirchen Buer im Norden ist daher nur mittels Umstieg zur Straßenbahnlinie 301 möglich.

Eine Analyse der Fahrgastdaten auf den Linien U11 und 301 im betroffenen Abschnitt verweisen auf verhältnismäßig hohe Ein- und Aussteigerzahlen und somit auf viele Umstiege zwischen Stadt- (U11) und Straßenbahn (301) (siehe Abbildung 19). Die weiter nördlich gelegene Haltestelle „Buer Rathaus“ fungiert als zentraler Verknüpfungspunkt zur Straßenbahnlinie 302 und vielen anderen Linien des städtischen und regionalen Busverkehrs und ist auch aus Sicht der analysierten Fahrgastdaten als verkehrsaufkommensstarkes Zentrum einzustufen.

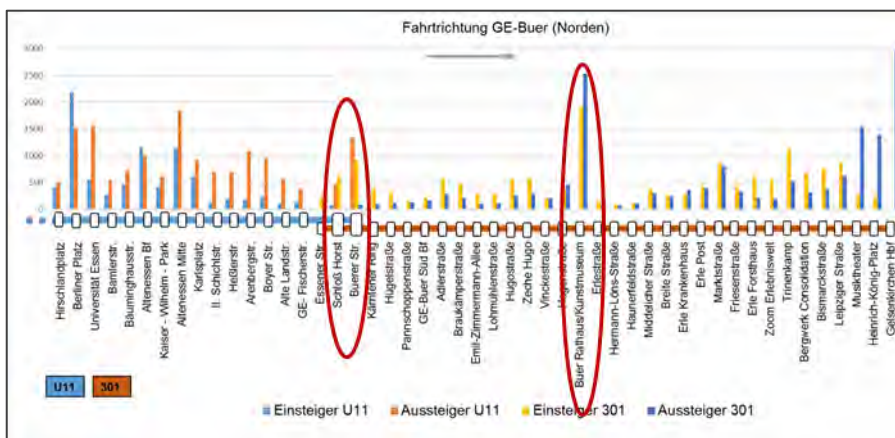


Abbildung 19: Ein- und Aussteigerzahlen auf den Linien U11 und 301

Aus Sicht der Nachfrage ist eine Verlängerung der Linie U11 nach Norden bis zur Haltestelle „Buer Rathaus“ sinnvoll. Um das Entstehen einer weiteren Bruchstelle zu vermeiden, wird die Straßenbahnlinie 301 in ihrer gegenwärtigen Linienführung beibehalten. Nach Verlängerung der U11 wird zwischen Buer und Zielen entlang der U11 in Essen kein Umstieg mehr notwendig sein. Unter Berücksichtigung der heutigen Verbindungen und

entsprechenden Reisezeiten zwischen Buer und Essen Zentrum wird die Reisezeiteinsparung der die Verlängerung der U11 zwischen 5 und 7 Minuten betragen.

Mit der Verlängerung der Linie U11 wird der Überlappungsbereich mit der Linie 301 vergrößert werden. Hierzu ist der Einbau von Mehrschienengleisen erforderlich. Zudem müssen zur Herstellung von Barrierefreiheit auf dem zu verlängernden Abschnitt zusätzliche Hochbahnsteige errichtet werden. Aufgrund der im Vergleich zur Straßenbahn breiteren Stadtbahnfahrzeuge ist auch ein stellenweiser Umbau des Straßenraumes erforderlich.

Da der Abschnitt zwischen Buerer Straße und Buer Rathaus nach Verlängerung der Linie U11 von zwei Linien befahren wird, ist vor dem Hintergrund eines nachfragegerechten Angebotes eine Anpassung des Angebotskonzeptes auf diesem Abschnitt zu erwägen. So kann eine Überdimensionierung und somit die Unwirtschaftlichkeit des resultierenden Angebotes vermieden werden.

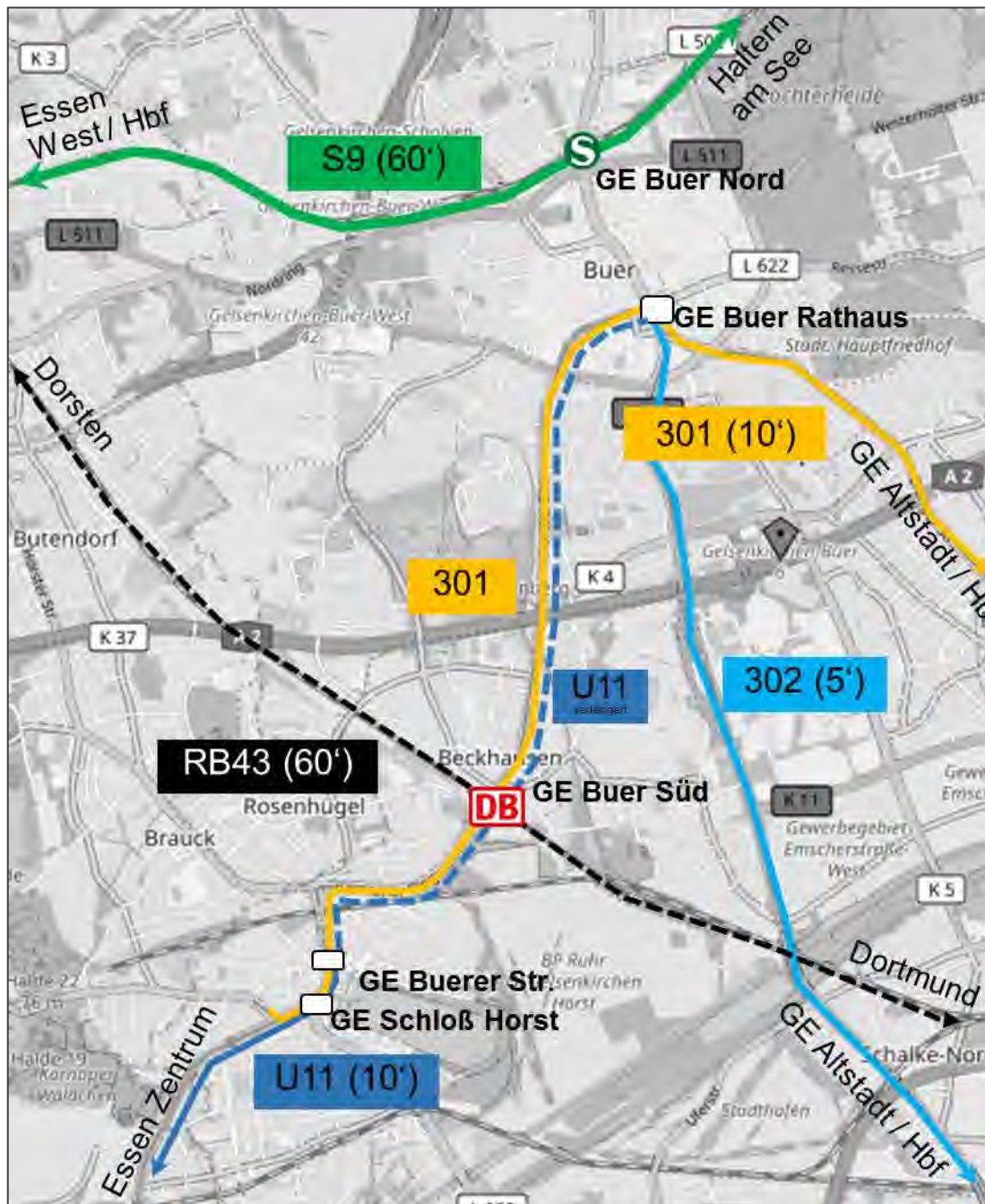


Abbildung 20: Verlängerung der U11 bis Gelsenkirchen Buer
 [Kartengrundlage: OpenStreetMap]

4.3.2 Mülheim a.d. Ruhr

An der zentralen unterirdischen Haltestelle Mülheim a.d. Ruhr Hauptbahnhof treffen derzeit drei verschiedene Schienensysteme mit unterschiedlichen Spurweiten, Flurhöhen und Fahrzeugbreiten aufeinander. Die aus Duisburg kommende Straßenbahnlinie 901 verkehrt auf Normalspur mit 2,20 m breiten Niederflurfahrzeugen und endet in Mülheim Hbf. Außerdem wird der unterirdische Bahnhof auch von der Mülheimer Straßenbahnlinie 102 bedient. Dieser verkehrt mit 2,30 m breiten Niederflurfahrzeugen auf einer Meterspur. Als

drittes System kommt zudem die Stadtbahnlinie U18 hinzu, welche aus Richtung Essen kommend in Mülheim Hbf endet. Die Linie U18 gehört zum Stadtbahnnetz Essen und wird von Hochflurfahrzeugen in Normalspur befahren.

Abbildung 21 zeigt die aktuelle Situation in Bezug auf Gleise und Bahnsteige im U-Bahnhof. Gegenwärtige verfügt die unterirdische Haltestelle über zwei Mittelbahnsteige, welche von insgesamt vier Gleisen angefahren werden. Die beiden mittleren Gleise werden dabei von der Linie 102 bedient. Das nördliche Gleis wird von der Linie 901 bedient und endet stumpf im Tunnel auf der östlichen Seite des Bahnhofs. Das südliche Gleis wird von der U18 bedient. Der Bahnsteig ist in diesem Bereich entsprechend in Hochlage ausgebaut. Westlich der Bahnsteige befinden sich zudem zwei Stumpfgleise der U18 für das Abstellen und Wenden von Zügen.

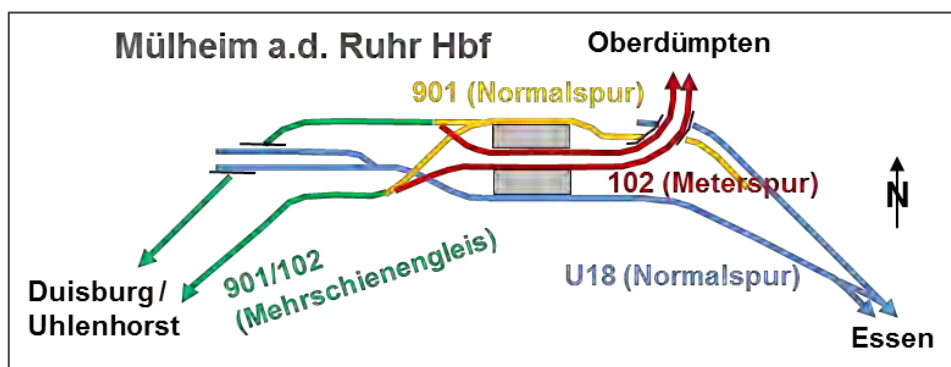


Abbildung 21: Gegenwärtige Situation unterirdische Haltestelle Mülheim a.d. Ruhr Hbf

Derzeit bestehen zwischen den Gleisen der Linien U18 und 901 keine Verbindungen. Es existiert zwar ein zur Verbindung vorbereitetes Gleis der U18 zum nördlichen Bahnsteig. Dieses endet jedoch stumpf und wird im Linienbetrieb nicht befahren. Die Gleise der Straßenbahn Duisburg und Stadtbahn Essen besitzen zwar die gleiche Spurweite (Normalspur), jedoch liegen unterschiedliche Spurführungssysteme und somit korrespondierende Radsatzmaße vor. In Duisburg existiert ein Spurführungssystem für den Straßenbahnbetrieb (Betriebssystem S, vgl. Kap. 2.1.1), wohingegen die Stadtbahn in Essen ein System für Stadtbahnen (Betriebssystem E) aufweist.

Die östlich des Hauptbahnhofs gelegene Haltestelle „Stadtmitte“ bietet zentralen Zugang zur Mülheimer Innenstadt und fungiert als wichtiger Verknüpfungspunkt innerhalb des lokalen ÖPNV-Netzes (Übergang zu Straßenbahnlinien 112 und 104). Außerdem verfügt die weiter westlich gelegene Hochschule Ruhr West mit aktuell ca. 5.600 Studierenden und 350 Mitarbeitern über ein wachsendes Nachfragepotenzial für den lokalen ÖPNV. Eine Verlängerung der U18 durch den bestehenden Tunnel bis zur Hochschule Ruhr West ist daher aus Nachfragesicht sinnvoll. Mit der Verlängerung der U18 wäre eine umsteigefreie Verbindung zwischen Mülheim Stadtmitte bzw. Zielen westlich davon und Mülheim Ost / Essen möglich. So kann die bestehende Bruchstelle am Hauptbahnhof beseitigt werden und ein erheblicher Mehrwert für Fahrgäste der U18 geschaffen werden.

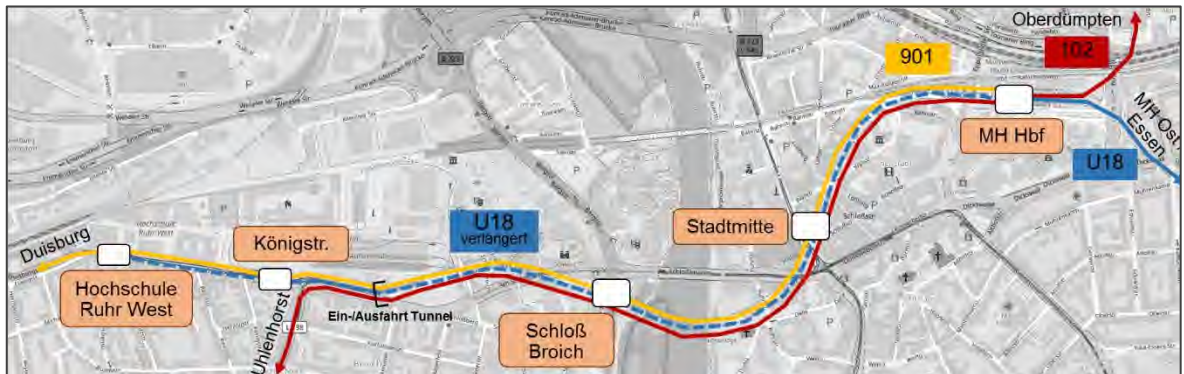


Abbildung 22. Verlängerung der U18 bis Hochschule Ruhr West
 [Kartengrundlage: OpenStreetMap]

Für die Verlängerung der U18 sind zahlreiche bauliche Maßnahmen an der bestehenden Infrastruktur erforderlich. Um eine Weiterfahrt der U18 an der derzeitigen Endhaltestelle (Hbf) zu ermöglichen, müssen zunächst Gleisverbindungen hergestellt werden. Das derzeit im nördlichen Bereich stumpf endende Gleis der U18 wird dazu mit dem Gleis der Linie 901 über eine Weiche verbunden (vgl. Abbildung 23). Somit wird das nördliche Gleis von den Linien 901 und U18 in gegengesetzten Richtungen befahren (ankommende Bahnen der Linie 901 befahren das Gleis in Richtung Osten, während der Linienverkehr auf der U18 Richtung Westen fährt). Diese betriebliche Besonderheit muss vor dem Hintergrund der voneinander abhängigen Themen Gleisbelegung, Wendezeiten, Fahrplanverflechtungen sowie Robustheit im Falle von Betriebsstörungen gesondert diskutiert werden. Für einen durchgehenden Verkehr der U18 Richtung Osten muss zudem das südliche Gleis verbunden werden. Außerdem kann die bestehende Kehrgleisanlage der U18 auf der westlichen Seite mit dem nördlichen Gleis verbunden werden, um somit ein Wenden der Züge auf der U18 ohne Befahren des südlichen Gleises in Gegenrichtung zu ermöglichen.

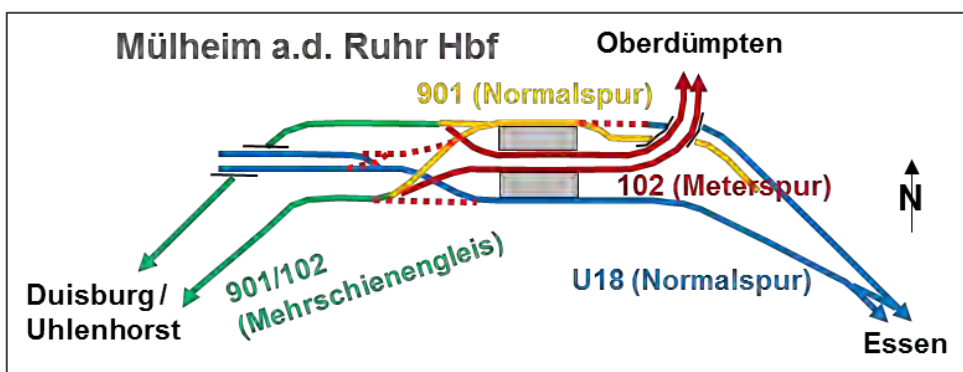


Abbildung 23: Erforderliche Gleisverbindungen zur Verlängerung der U18

Für die Herstellung von Kompatibilität bei den unterschiedlichen Spurführungssystemen der Linien 901 und U18 müssen für die gemeinsame Befahrung der Gleisinfrastruktur im Überlappungsbereich der Systeme zwischen Mülheim Hbf und Hochschule Ruhr West (zu verlängernder Abschnitt) bestehende Weichen und Kreuzungen angepasst oder ausgetauscht werden. Somit kann ein sicheres Befahren mit unterschiedlichen Radsatzmaßen (und insbesondere Spurkränzen) gewährleistet werden.

Für die Durchbindung der U18 muss der nördliche Bahnsteig in Mülheim Hbf für einen gemeinsamen Betrieb von Niederflur- (Linie 901) und Hochflurfahrzeugen (U18) in Form eines längsgeteilten Bahnsteiges umgebaut werden. Die unterirdischen Bahnhöfe an den Haltestellen „Stadtmitte“ sowie „Schloss Broich“ verfügen bereits über längsgeteilte Bahnsteige, die einen barrierefreien Mischbetrieb mit Stadt- und Straßenbahnen erlauben.

An der neuen Endhaltestellen Hochschule Ruhr West muss für die U18 eine zusätzliche Kehrgleisanlage gebaut werden, um die durchfahrenden Züge auf der Linie 901 nicht durch wendende Züge der U18 zu behindern.

4.3.3 Essen

Der von Straßen- und Stadtbahnen gemeinsam befahrene Abschnitt auf der unterirdischen Essener Südstrecke zwischen den Haltestellen „Philharmonie“ und „Martinstraße“ verfügt über Dreischienengleise und ausschließlich Hochbahnsteige. Die Bahnsteige besitzen eine Höhe von 82 cm statt der sonst üblichen Standardhöhe von 92 cm bei Stadtbahnsteigen. Die weiter südlich im Tunnel gelegene Haltestelle „Florstraße“ verfügt ebenso ausschließlich über Hochbahnsteige, obwohl hier kein Mischverkehr (Stadt-/Straßenbahn) besteht.

Die auf diesem Abschnitt verkehrenden Straßenbahnlinien 107 und 108 können aus diesem Grund gegenwärtig nur mit Hochflurfahrzeugen betrieben werden. Die Linie 108 wird auf voller Linienlänge zwischen „Altenessen Bf“ und „Bredeney“ von Hochflurfahrzeugen bedient. Die Linie 107 ist derzeit zur Herstellung abschnittsweiser Barrierefreiheit in zwei sich überlappende Teillinien unterteilt. Die ausschließlich mit Hochflurfahrzeugen betriebene Südlinie verkehrt zwischen „Bredeney“ und „Abzweig Katernberg“. Auf der Nordlinie zwischen „Essen Hbf“ und „Gelsenkirchen Hbf“ kommen hingegen Niederflurfahrzeuge zum Einsatz.

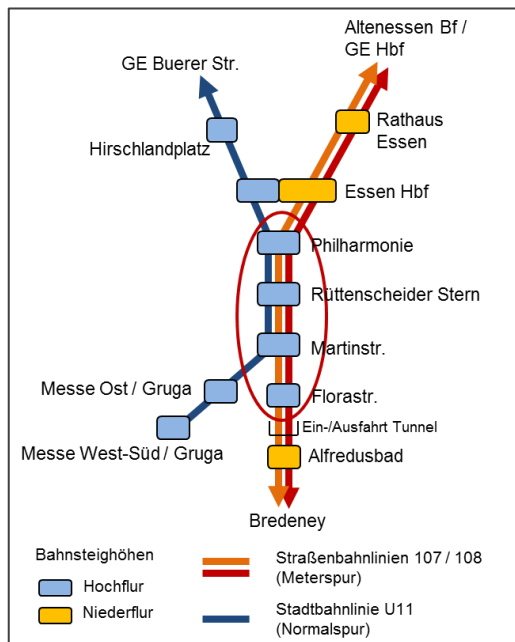


Abbildung 24: Straßen- und Stadtbahnlinien auf der Essener Südstrecke

Das Erreichen vollständiger Barrierefreiheit im Essener Straßenbahnnetz ist ein wichtiges strategisches Ziel, welches durch den ausschließlichen Einsatz von Niederflurfahrzeugen sowie den Ausbau der Haltestellen erreicht werden kann. Die Südstrecke ist eine wichtige Hauptverbindung zwischen der Essener Innenstadt und den Subzentren Rüttenscheid/Bredeneby bzw. Messe und stellt eine der nachfragestärksten Strecken im Stadtgebiet dar. Die Aufhebung der gegenwärtig existierenden Linientrennung 107_Nord und 107_Süd ist somit von großer verkehrlicher Bedeutung.

Um die Bedienbarkeit der genannten Haltestellen auf der Südstrecke mit Niederflurfahrzeugen zu ermöglichen und somit die bestehende Bruchstelle im Linienverkehr zu beseitigen, müssen die betroffenen Bahnhöfe durch bauliche Maßnahmen verändert werden. Für den barrierefreien Mischbetrieb von Hochflur-Stadtbahnen und Niederflur-Straßenbahnen auf dem Abschnitt „Philharmonie – Rüttenscheider Stern – Martinstraße“ müssen die drei Bahnhöfe mit längsgeteilten Bahnsteigen versehen werden. Konkret bedeutet dies einen teilweisen Rückbau der bestehenden Hochbahnsteige und Neubau von Niederflurbahnsteigen. Zur Anpassung der Bahnsteighöhen muss das Gleis zudem leicht abgesenkt werden. An der Haltestelle „Florastraße“ kann der bestehende Hochbahnsteig durch ein Anheben der Gleise zum Niederflurbahnsteig umgewandelt werden. Durch die Zweiteilung der Bahnsteige werden sich die Haltepositionen der Züge teilweise im Vergleich zur heutigen Situation verändern. Dies erfordert eine Anpassung der im Tunnel installierten Leit- und Sicherungstechnik. Zudem muss die Lage der Fahrleitung aufgrund des Absenkens bzw. Anhebens der Gleise überprüft und ggf. nachreguliert werden.

Im Falle von Veranstungsverkehren auf der Messelinie U11 kommen Dreifachtraktionen zum Einsatz. Da die Hochbahnsteige in ihrer Länge nur für die im regulären Linienverkehr

fahrenden Doppeltraktionen ausgelegt sind, muss im Falle des Einsatzes längerer Stadtbahnzüge eine betriebliche Sonderlösung erfolgen. Hierzu können zwei Zugeinheiten regelmäßig am Hochflur-Abschnitt halten und ermöglichen somit einen stufenlosen Einstieg. Die dritte Zugeinheit bedient dabei den Niederflur-Abschnitt des Bahnsteiges mittels Klapptrittstufen. Diese Lösung ist (unter Voraussetzung geeigneter eingesetzter Fahrzeuge) technisch problemlos möglich und kann nach Zustimmung des zuständigen Betriebsleiters auch so umgesetzt werden. Aus Sicht des Fahrgastes ist dabei eine systematische Kommunikation der Ein- und Ausstiegssituationen sowohl im Fahrzeug als auch Haltestellenbereich unerlässlich.

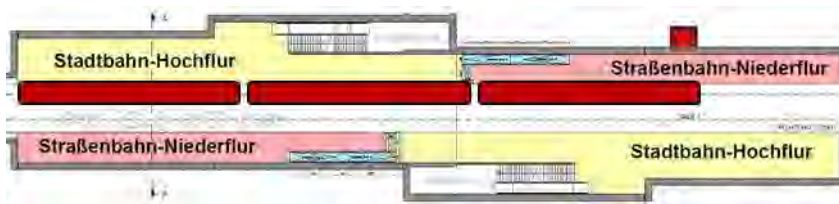


Abbildung 25: Zweigeteilter Bahnsteig mit Einsatz von Dreifachtraktionen
 [Grundlage Darstellung: VIA Verkehrs-/Angebotsmanagement]

4.4 Kostenschätzung

Die Kosten zur Realisierung der in den vorangehenden Kapiteln beschriebenen Maßnahmen werden anhand grober Schätzungen von Mengen und Einheitspreisen auf Basis von Erfahrungswerten sowie der jeweils vorhandenen örtlichen Besonderheiten abgeschätzt. Als Grundlage für die Kostenschätzung dient somit keine detaillierte Entwurfsplanung, sondern lediglich eine Abschätzung der erforderlichen Maßnahmen und Größenordnungen. Des Weiteren gilt es zu beachten, dass die folgenden Kostenkomponenten bei der Kostenschätzung nicht berücksichtigt wurden:

- Unvorhergesehenes
- Baunebenkosten
- Ersatzverkehre ÖPNV
- Verkehrsumleitungen IV

Die geschätzten Kosten sind für jede der drei Maßnahmen jeweils differenziert nach Teilmaßnahmen in Tabelle 3 dargestellt.

Bei allen drei Maßnahmen sind bauliche Eingriffe in Form von Rück-/Neu- und/oder Umbauten der Bahnsteige erforderlich. So werden beispielsweise bei den die U11 und U18 betreffenden Maßnahmen neue Hochbahnsteige für den Stadtbahnverkehr gebaut. Zudem werden bei allen Bahnsteigneubauten die Kosten für die notwendige Bahnsteigausstattung wie Überdachung, Geländer, Beleuchtung etc. mitberücksichtigt.

Der in der Kostenschätzung verwendete Begriff bahntechnische Infrastruktur umfasst die Elemente Gleisbau (Schiene, Weichen und Kreuzungen), Fahrstrom sowie Leit- und Sicherungstechnik. Bei der Verlängerung der U11 bzw. U18 müssen einige Elemente der

bahntechnischen Infrastruktur zurückgebaut werden, bevor mit dem eigentlichen Neubau der Maßnahme begonnen werden kann. Auf dem zu verlängernden Streckenabschnitt in Mülheim a.d. Ruhr müssen beispielsweise zunächst alle zukünftig von der U18 befahrenen Weichen und Kreuzungen entfernt werden. Auf dem Abschnitt zwischen Gelsenkirchen Horst und Buer Rathaus ist für das Verlegen von Dreischienengleisen zunächst ein Rückbau der bestehenden Meterspurgleise erforderlich. Auf der Essener Südstrecke werden keine bestehenden Infrastrukturelemente zurückgebaut, sondern lediglich baulich angepasst (z.B. Anheben/Absenken der Gleise). Alle drei Maßnahmen erfordern den Neubau von bahntechnischer Infrastruktur bzw. deren Anpassung.

Da der zu verlängernde Streckenabschnitt der U11 in Gelsenkirchen auf dem Großteil der Streckenlänge einen straßenbündigen Bahnkörper aufweist und die derzeit vorhandene Infrastruktur auf „schmale“ Straßenbahnfahrzeuge (Breite: 2,30 m) ausgelegt ist, ist für den Einsatz von breiteren Stadtbahnfahrzeugen unter Umständen ein Vergrößern der Gleichachsabstände und damit verbundene Erneuerung der bestehenden Fahrbahnfläche erforderlich. Die Kosten für diese Straßenbaumaßnahmen wurden mit rd. 1,0 Mio. € unter Berücksichtigung der betroffenen Streckenlänge und Breite der zu erneuernden Fahrbahnflächen grob abgeschätzt.

Insgesamt sind für alle drei Maßnahmen Investitionskosten von insgesamt rd. 45,6 Mio. € erforderlich.

(Teil-)Maßnahme	Geschätzte Kosten [Mio. EUR]		
	Verlängerung U11 Gelsenkirchen	Verlängerung U18 Mülheim	Umbau Süd-strecke Essen
Rück-/Neubau/Anpassung Bahnsteige	6,8	1,3	1,7
Bahnsteigausstattung	6,0	0,7	
Rückbau bahntechnische Infrastruktur	1,2	0,2	-
Neubau/Anpassung bahntechnische Infrastruktur	20,8	3,9	2,0
Straßenbau	1,0	-	-
Summe	35,8	6,1	3,7
Gesamtkosten	45,6		

Tabelle 3: Kostenschätzung Maßnahmen zu Bruchstellenbeseitigung

5 ZUSAMMENFASSUNG

Vor dem Hintergrund der Förderung von Erhaltungsmaßnahmen bei der Infrastruktur kommunaler Schienennetze durch das Land NRW stellt sich die Frage der Sinnhaftigkeit einer Einführung zwingender Vorgaben bezüglich der Standardisierung der Infrastruktur. Durch die Einführung einheitlicher Standards könnten bestehende Bruchstellen in den Netzen, die aus unterschiedlichen Systemparametern hervorgehen, behoben werden und das Angebot für Fahrgäste somit dauerhaft verbessert werden.

Bei den Infrastrukturen kommunaler Schienennetze in NRW existieren gegenwärtig unterschiedliche Standards in Bezug auf bestimmte Systemparameter. Hinsichtlich der Gleisinfrastruktur können die Parameter Spurweite, Gleisachsabstand, Kurvenradien sowie das Spurführungssystem im Falle unterschiedlicher Ausprägungen die Durchlässigkeit in Stadt- und Straßenbahnnetzen im Sinne der Linienwegsbildung begrenzen. Hinzu kommt außerdem die bauliche Gestaltung der Bahnsteige, welche vor allem vor dem Hintergrund der Hochflur-/Niederflurthematik eine wichtige Rolle spielt. Für die Systemparameter Zugsicherungstechnik sowie Fahrstrom existieren seitens des Fahrzeugs gängige technische Mehrsystemlösungen, die somit eine volle Netzdurchlässigkeit ermöglichen. Daher ist eine Standardisierung dieser beiden Systemkomponenten aus verkehrlicher Sicht nicht relevant.

Die Stadt- und Straßenbahnnetze in NRW sind historisch gewachsen und geprägt durch den technologischen Wandel. Der Umbau bestehender Straßenbahnstrecken zu Stadtbahnsystemen mit Hochbahnsteigen und weitestgehend unabhängigen oder besonderen Bahnkörpern führte ab den 1960er Jahren zur Ausbildung zahlreicher Stadtbahnachsen in und zum Teil auch zwischen den Städten. Mit der Entwicklung von Niederflurfahrzeugen in den 1990er Jahren verlor der barrierefreie Ausbau der Haltestellen mittels Hochbahnsteigen allmählich an Bedeutung und die Straßenbahn als bestehendes System gewann wieder an Attraktivität. Diese Entwicklungen führten insgesamt dazu, dass heute sowohl Stadt- als auch Straßenbahnnetze nebeneinander existieren und sich, trotz meist unterschiedlicher Infrastrukturparameter, auch an einigen Stellen überlappen.

Die kommunalen Schienennetze in NRW lassen sich in vier große Teilräume zusammenfassen, in welchen die einzelnen Teilnetze der Städte ein großes städteübergreifendes Netz ausbilden. Die Bereiche umfassen Köln/Bonn, Düsseldorf bis Bochum, sowie Dortmund und Bielefeld. Die räumliche Trennung dieser vier Teilbereiche führt dazu, dass eine Diskussion der unterschiedlichen Systemstandards nur innerhalb jedes einzelnen Bereiches sinnvoll ist.

Die Kosten einer einheitlichen Standardisierung aller kommunalen Schienennetze in NRW lassen sich erst nach Festlegung der Standards sowie Prüfung der Anpassungsnotwendigkeit für jeden einzelnen Streckenabschnitt beziffern. Eine grobe Plausibilitätsbetrachtung schätzt den Betrag für die eigentlichen Straßen-/Stadtbahninfrastrukturen mit rd. 5 Mrd. € ab. Die potenziellen Mehrkosten für ggf. notwendige verkehrlich-städtebauliche Maßnahmen der unterschiedlichen Straßenräume sind darin noch nicht enthalten. Die

Umsetzung einer vollständig standardisierten Infrastruktur setzt an vielen Stellen der Netze einen langjährigen Migrationsprozess mit massiven verkehrlichen und städtebaulichen Eingriffen und damit verbundenen verkehrlichen Nachteilen für die Fahrgäste und Unannehmlichkeiten für betroffene Bürger voraus.

In öffentlichen Verkehrsnetzen kommen unterschiedliche Verkehrsmittel zum Einsatz die sich hinsichtlich der Angebotsgestaltung u.a. in Bezug auf Erschließungsform, Beförderungsleistung und Geschwindigkeit unterscheiden. Aus diesen Unterschieden resultiert die Bildung von Hierarchieebenen der unterschiedlichen Verkehrsnetze. Die Bildung von Linien ist abhängig von der räumlichen Verteilung der Nachfrage. Zumeist bilden sich dabei Durchmesserlinien aus, die sich in zentralen Bereichen kreuzen. Innerhalb eines Netzes sind Systemunterschiede aus verkehrlicher Sicht unproblematisch, solange diese Unterschiede die Bildung attraktiver Linien nicht einschränken.

Die vor dem Hintergrund der Hoch- und Niederflurthematik diskutierten Stellen im Netz mit Mischverkehren stellen zwar momentan noch ein Hindernis im Sinne der angestrebten Barrierefreiheit dar, behindern jedoch nicht die Netzdurchlässigkeit im Sinne der Linienwegsbildung. Hier handelt es sich vielmehr um ein Defizit von Hochbahnsteigen an Stadtbahn-Haltestellen zur Schaffung der Barrierefreiheit, das wie an diversen anderen Stellen im Netz kontinuierlich beseitigt wird. Ausgehend von den unterschiedlichen Spurweiten werden vier Systembruchstellen in Krefeld, Gelsenkirchen, Mülheim a.d. Ruhr sowie Essen identifiziert. Der Systembruch in Krefeld wird als verkehrlich nicht relevant betrachtet, da trotz der bestehenden Systemunterschiede zwischen Stadt- und Straßenbahn an dieser Stelle kein durch diese Tatsache eingeschränktes Angebot für die Fahrgäste festzustellen ist.

Der Systembruch in Gelsenkirchen-Horst zwingt viele Fahrgäste zum Umstieg zwischen den Linien U11 und 301. Dieser lässt sich aus verkehrlicher Sicht durch ein Vergrößern des bestehenden Überlappungsbereiches von Straßen- und Stadtbahn lösen. Somit kann die verkehrliche Verbindungsqualität auf der nachfragestarken Relation zwischen Gelsenkirchen und Essen deutlich verbessert werden. Zur Realisierung dieses Vorhabens ist der Einbau von Mehrschienengleisen, das Errichten zusätzlicher Hochbahnsteige sowie ein stellenweiser Umbau des Straßenraumes erforderlich.

In Mülheim a.d. Ruhr kann die bestehende Bruchstelle am Hauptbahnhof durch ein Durchbinden der Stadtbahnlinie U18 Richtung Westen bis zur Haltestelle „Hochschule Ruhr West“ beseitigt werden. Durch die Verlängerung der U18 werden nachfragestarke Punkte wie das Stadtzentrum Mülheims sowie die Hochschule verkehrlich besser erschlossen. Die hierzu nötigen baulichen Maßnahmen beinhalten das Herstellen von Gleisverbindungen im U-Bahnhof „Mülheim Hbf“, das Ausrüsten des zu verlängernden Abschnittes mit Hochbahnsteigen, das Herstellen einer Kehrgleisanlage an der neuen Endhaltestelle „Hochschule Ruhr West“ sowie das Austauschen bzw. Anpassen bestehender Weichen und Kreuzungen zur Überwindung von Kompatibilitätsproblemen bei den unterschiedlichen Spurführungssystemen von Stadt- und Straßenbahn.

Auf der gemeinsam von Stadt- und Straßenbahn unterschiedlicher Spurweiten befahrenen Essener Südstrecke kann das aus verkehrlicher Sicht bestehende Problem der momentanen Linientrennung bei der Straßenbahn, welches aus dem abschnittsweisen notwendigen Einsatz von Hochflurfahrzeugen hervorgeht, durch Herstellung der Bedienbarkeit der betroffenen Bahnhöfe auf der Südstrecke mit Niederflurfahrzeugen gelöst werden. Hierzu müssen die drei von sowohl Stadt- als auch Straßenbahn gemeinsam befahrenen Bahnhöfe durch Herstellen längsgeteilter Bahnsteige für beide Systeme (Hoch- bzw. Niederflur) bedienbar gemacht werden. Die ausschließlich von Straßenbahnen bediente vierte Haltestelle („Florastraße“) wird hierzu vollständig auf Niederflurbetrieb umgebaut. Die notwendigen Maßnahmen beinhalten den teilweisen Rückbau der bestehenden Hochbahnsteige, das höhenmäßige Anpassen der Gleislagen sowie die Anpassung von Leit- und Sicherungstechnik sowie der Fahrleitung. Für das Abwickeln von Veranstungsverkehr auf der Stadtbahnlinie mit Dreifachtraktionen muss an den drei längsgeteilten Stationen eine betriebliche Sonderlösung erfolgen, die auch dementsprechend aus Sicht der Fahrgäste kommuniziert werden muss. Hierzu kann der Zustieg zu einem der drei Zugteile aufgrund der begrenzten Bahnsteiglängen im Niederflurbereich mittel Trittstufen erfolgen, während die beiden anderen Zugteile wie gewohnt am Hochbahnsteig halten und einen stufenlosen Zustieg ermöglichen.

Insgesamt ist festzustellen, dass die Straßenbahn und Stadtbahn mit ihren variierenden technischen Parametern gut miteinander zusammenwirken. Grundsätzlich gibt es keine aus diesen Unterschiedlichkeiten resultierenden Einschränkungen in der Linienbildung, die relevante verkehrliche Nachteile für Fahrgäste bedeuten.

An nur drei Stellen im gesamten nordrhein-westfälischen Netz bestehen verkehrsrelevante Brüche, für die gute Lösungsansätze existieren, die mit vergleichsweise geringen Investitionsmitteln von knapp 50 Mio. Euro umgesetzt werden können.

Ein kompletter Umbau des nordrhein-westfälischen Netzes zu einem einheitlichen Stadtbahnsystem würde hingegen entweder inakzeptable Kapazitätsverluste bewirken oder große Umbaumaßnahmen mit massiven Eingriffen und sehr langen Migrationszeiten sowie unverhältnismäßig hohem Investitionsbedarf nach sich ziehen.

Anlagen

Streckenbezogene Übersichten der Systemstandards

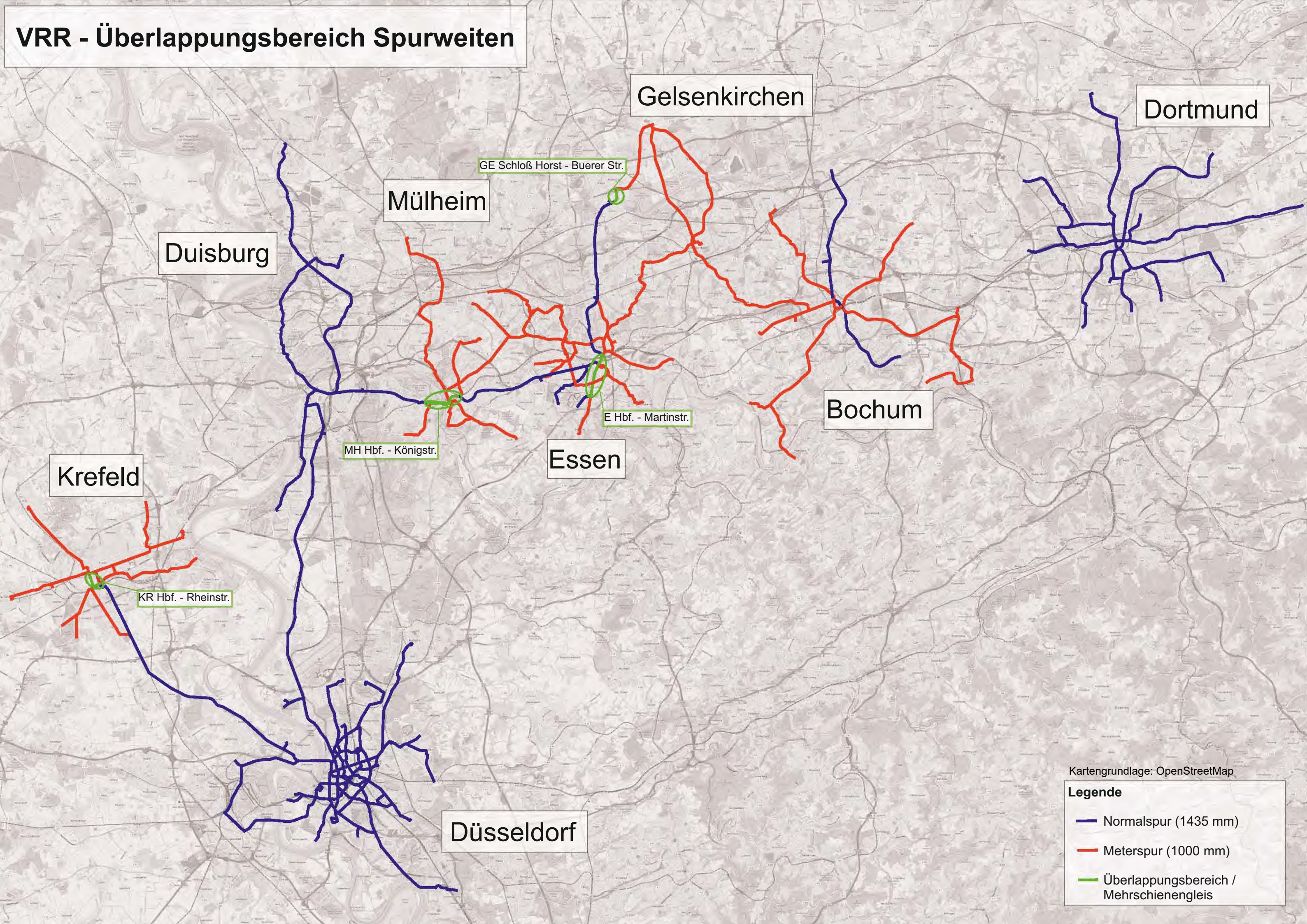
- Spurweite
- Hochflur / Niederflur
- Fahrzeugbreiten

Darstellungen je Teilraum

- Verkehrsverbund Rhein-Ruhr
- Verkehrsverbund Rhein-Sieg (Köln und Bonn)
- Stadt Bielefeld

[Kartengrundlage: OpenStreetMap]

VRR - Überlappungsbereich Spurweiten



Gelsenkirchen

Dortmund

Mülheim

Duisburg

Bochum

Essen

Krefeld

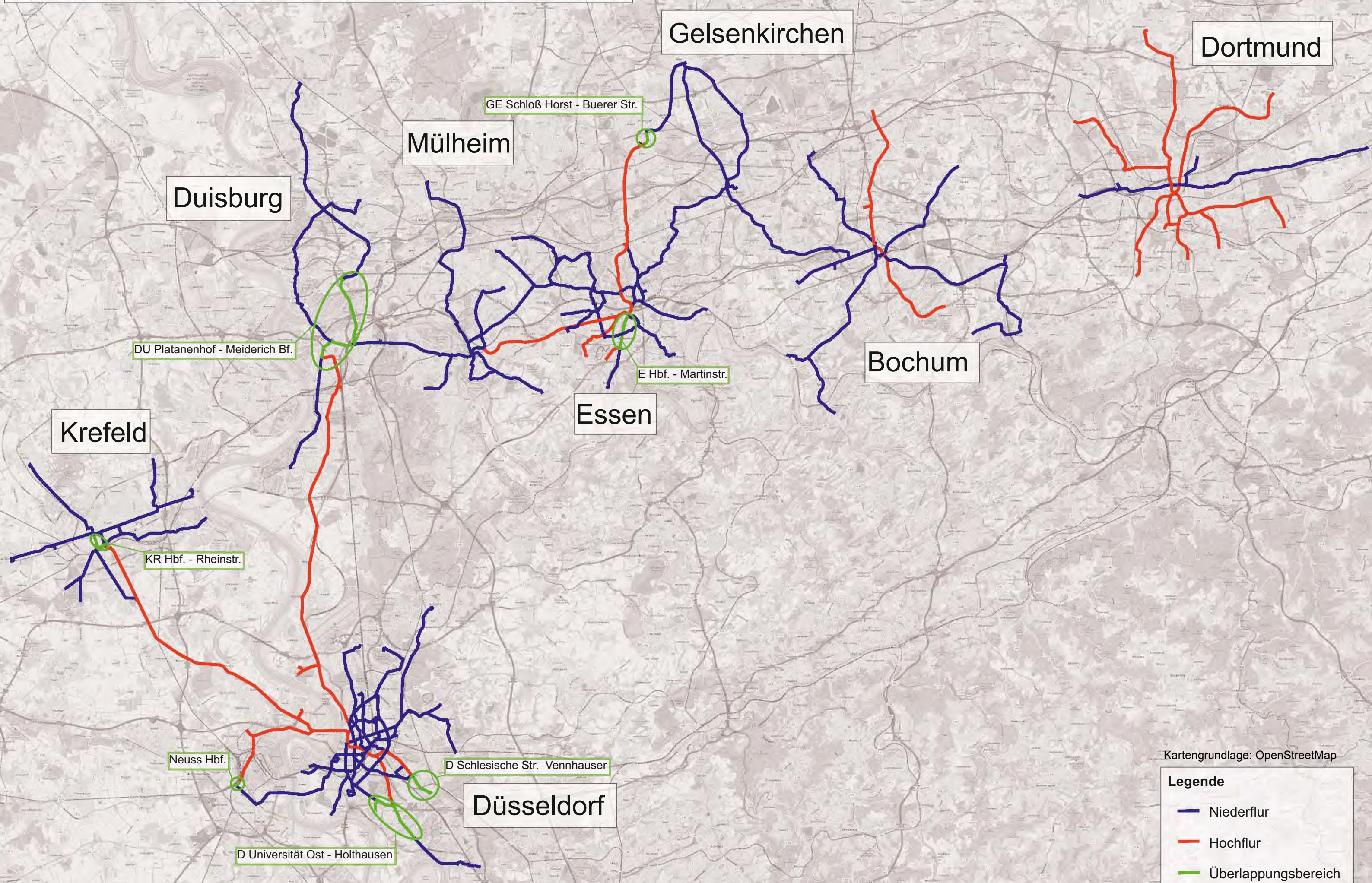
Düsseldorf

Kartengrundlage: OpenStreetMap

Legende

- Normalspur (1435 mm)
- Meterspur (1000 mm)
- Überlappungsbereich / Mehrschienengleis

VRR - Überlappungsbereich Hoch- / Niederflur

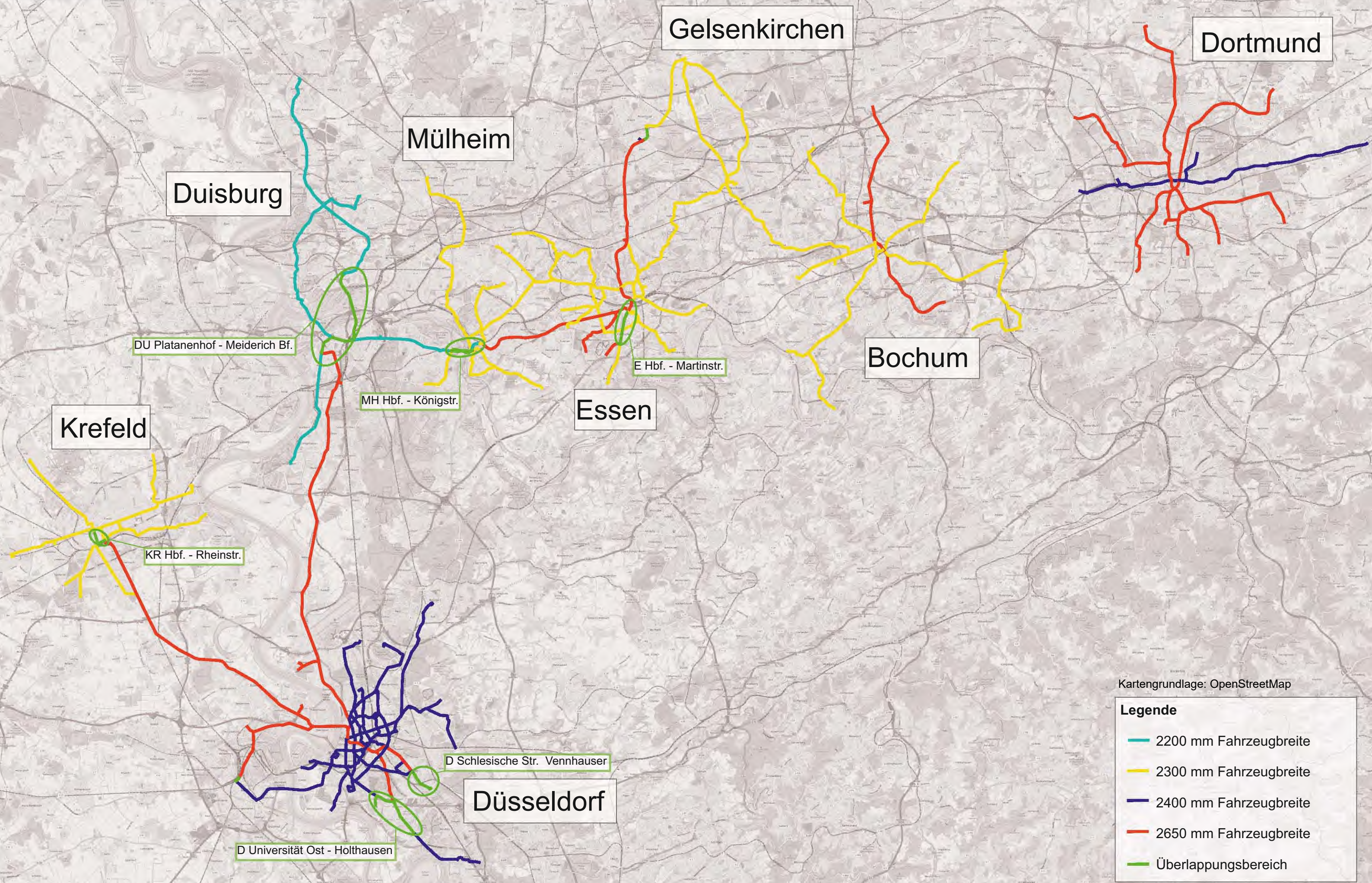


Kartengrundlage: OpenStreetMap

Legende

- Niederflur
- Hochflur
- Überlappungsbereich

VRR - Überlappungsbereich Fahrzeugbreiten

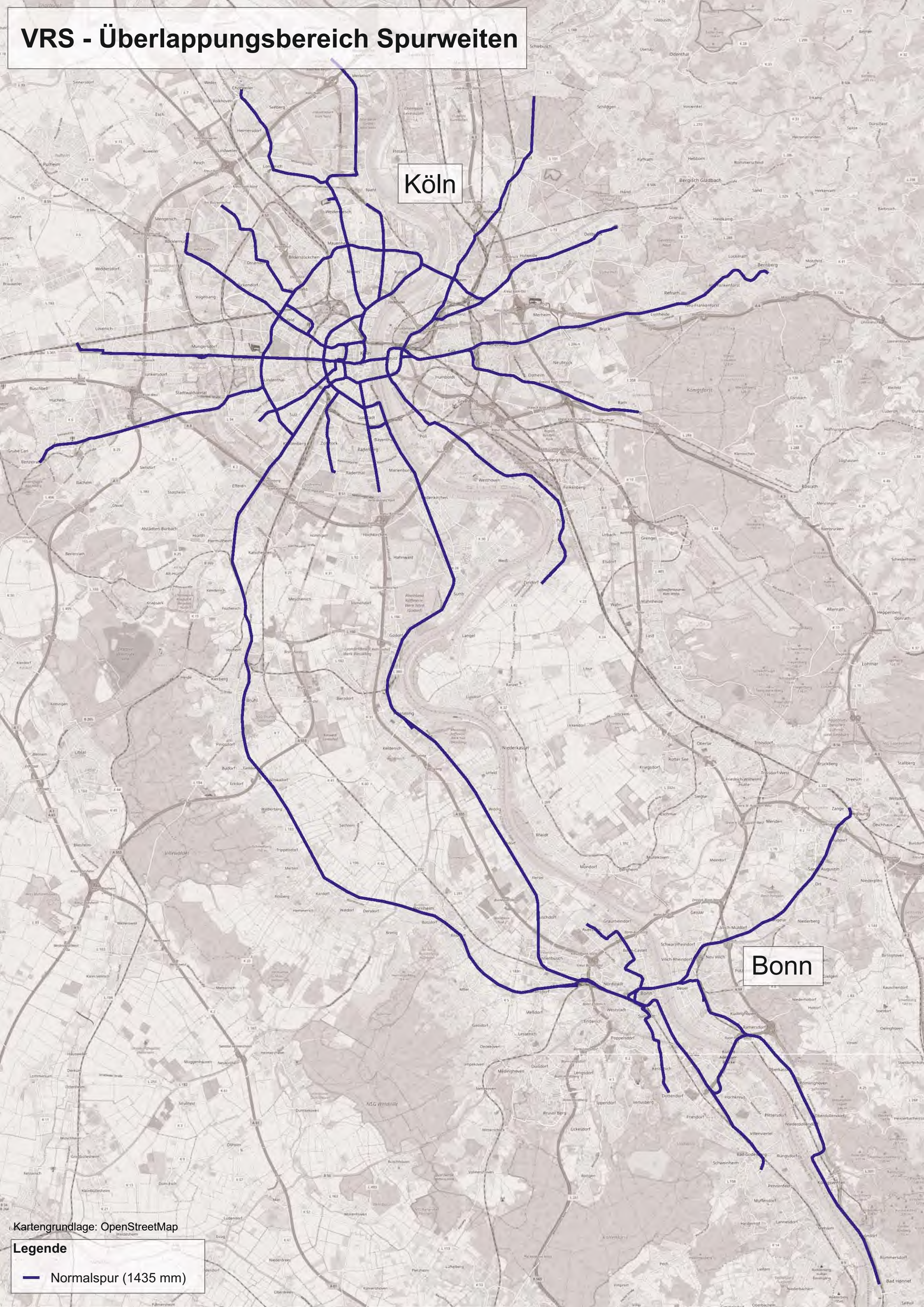


Kartengrundlage: OpenStreetMap

Legende

- 2200 mm Fahrzeugbreite
- 2300 mm Fahrzeugbreite
- 2400 mm Fahrzeugbreite
- 2650 mm Fahrzeugbreite
- Überlappungsbereich

VRS - Überlappungsbereich Spurweiten



Köln

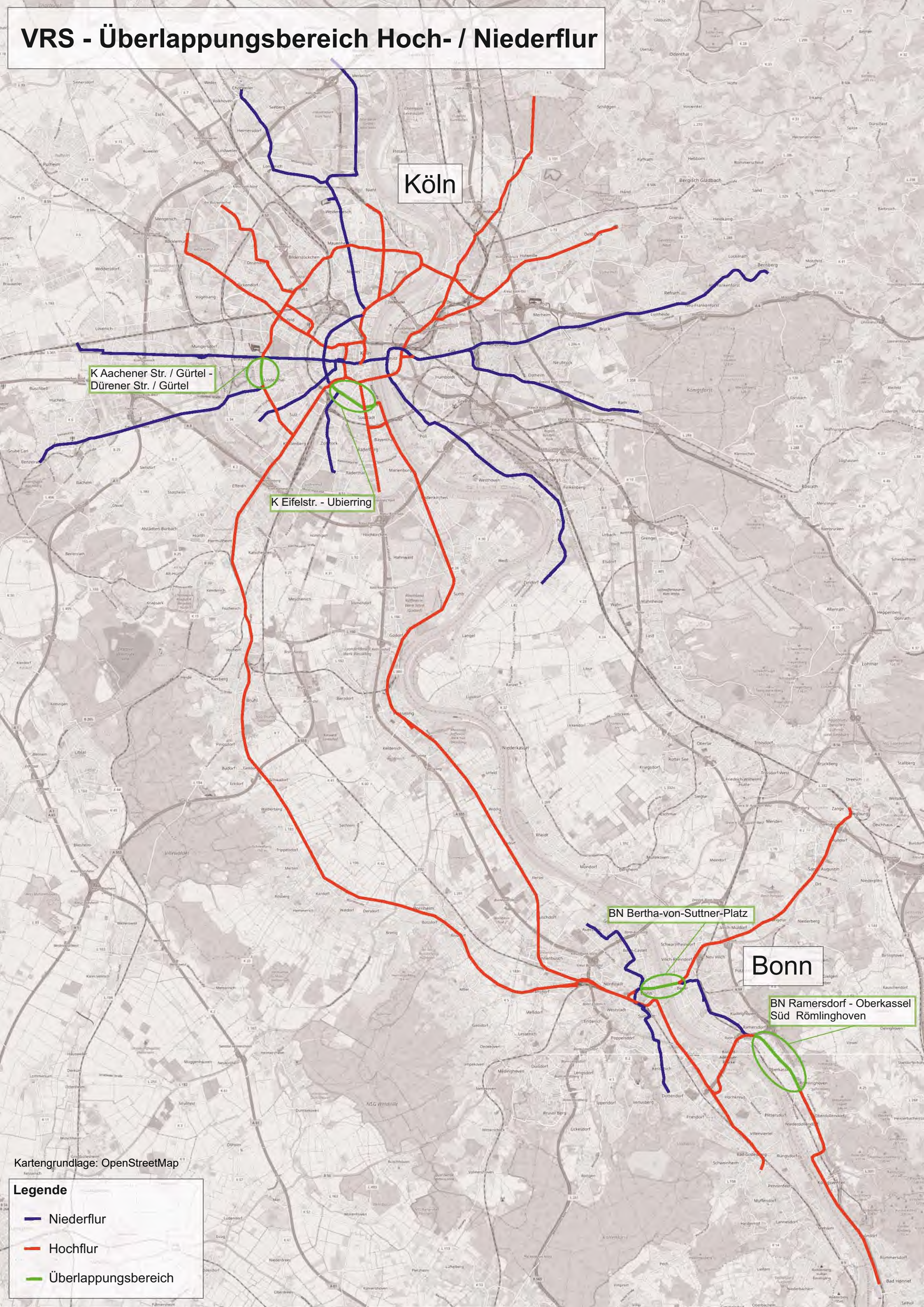
Bonn

Kartengrundlage: OpenStreetMap

Legende

— Normalspur (1435 mm)

VRS - Überlappungsbereich Hoch- / Niederflur



Köln

Bonn

K Aachener Str. / Gürtel -
Dürener Str. / Gürtel

K Eifelstr. - Ubierring

BN Bertha-von-Suttner-Platz

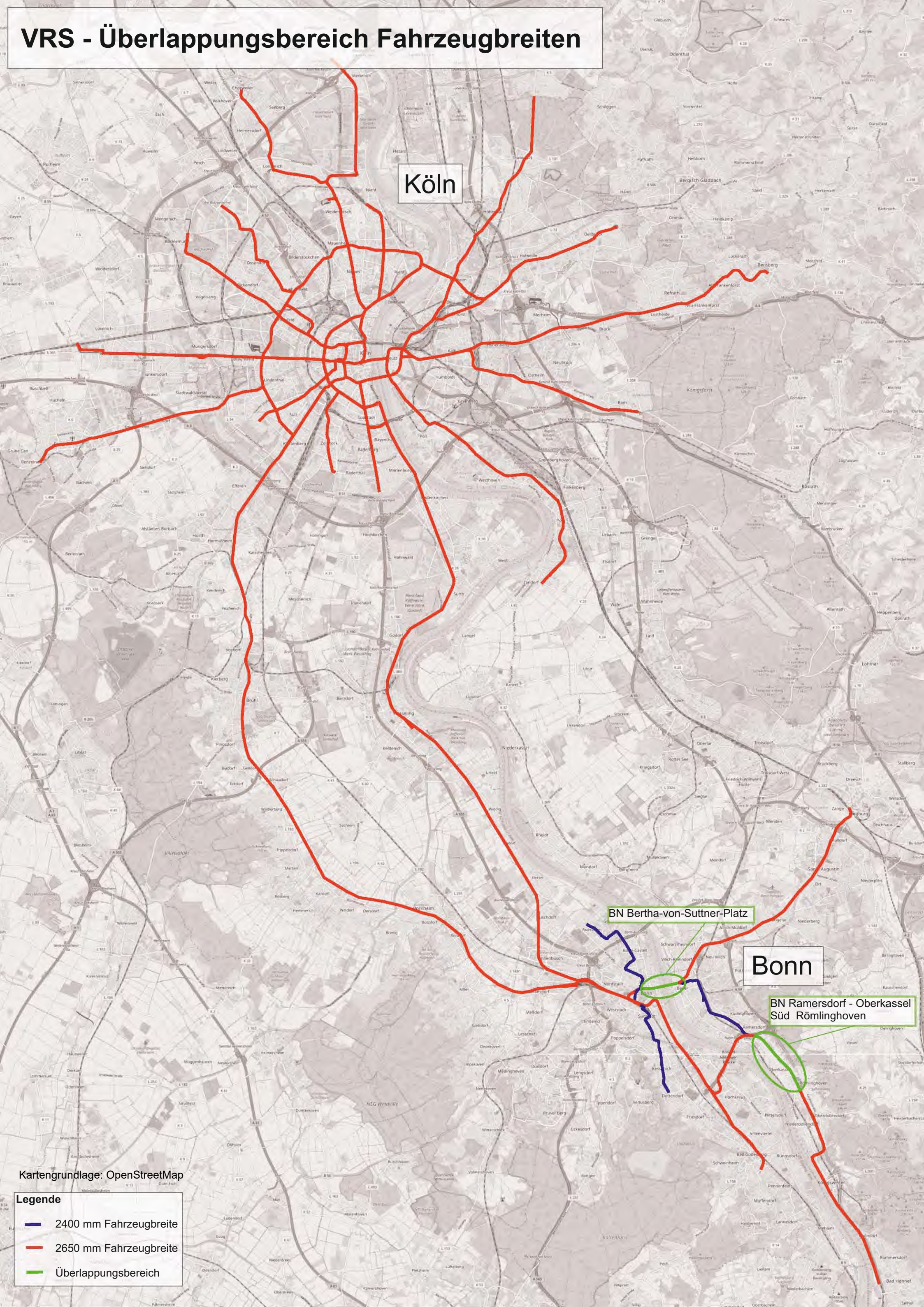
BN Ramersdorf - Oberkassel
Süd Römlinghoven

Kartgrundlage: OpenStreetMap

Legende

- Niederflur
- Hochflur
- Überlappungsbereich

VRS - Überlappungsbereich Fahrzeugbreiten



Köln

Bonn

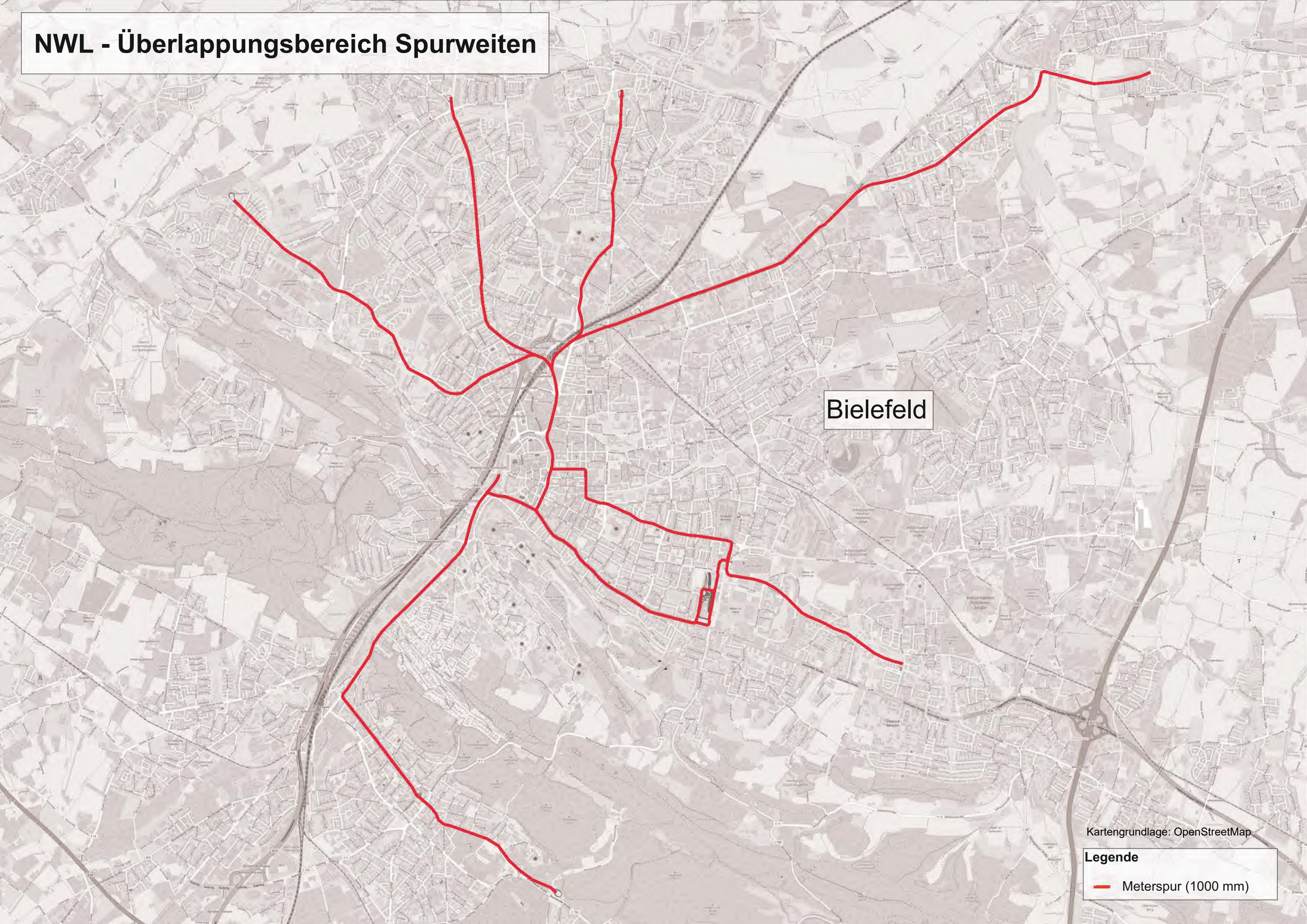
BN Bertha-von-Suttner-Platz

BN Ramersdorf - Oberkassel Süd Römlinghoven

Kartengrundlage: OpenStreetMap

- Legende**
- 2400 mm Fahrzeugbreite
 - 2650 mm Fahrzeugbreite
 - Überlappungsbereich


NWL - Überlappungsbereich Spurweiten



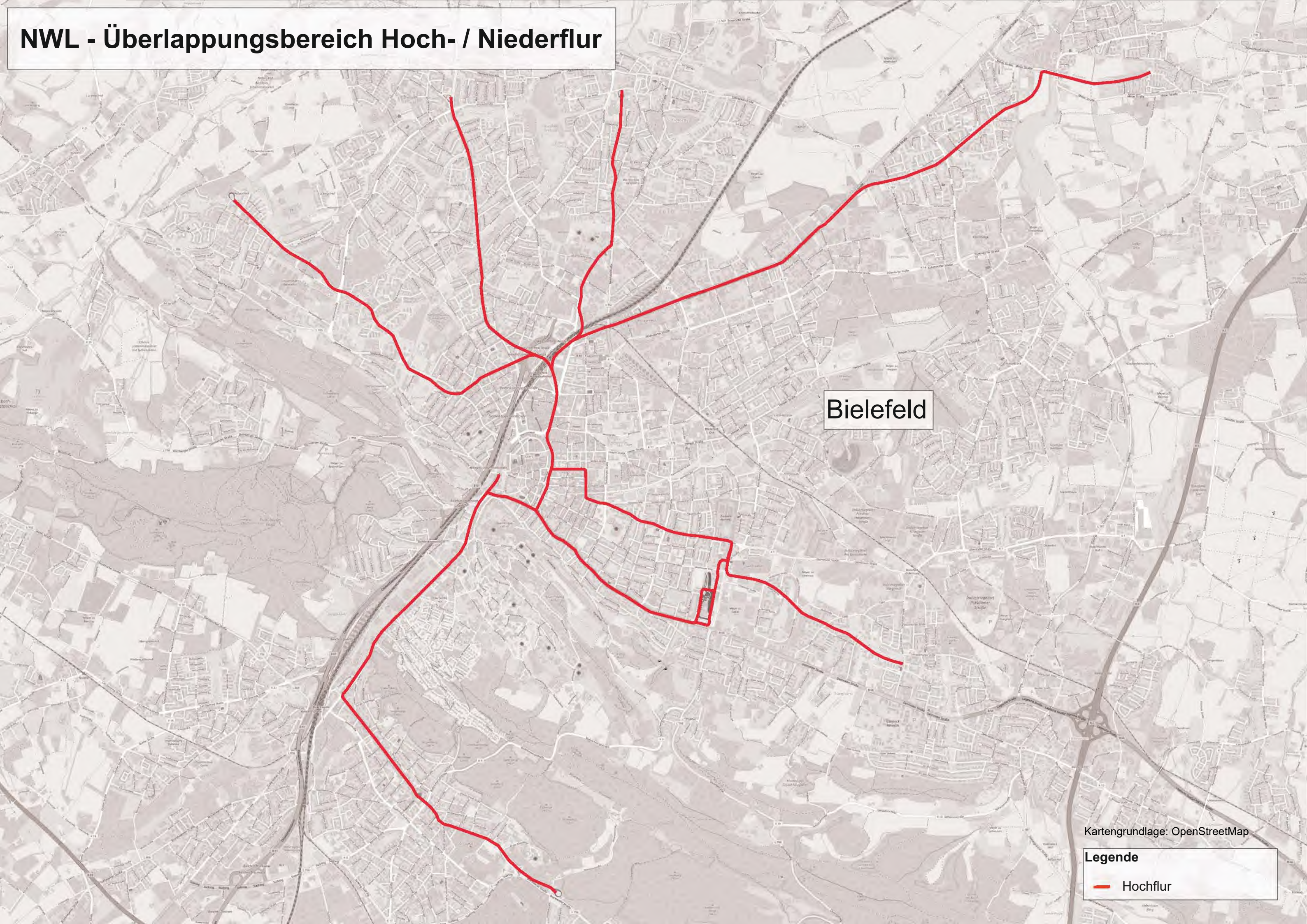
Bielefeld

Kartengrundlage: OpenStreetMap

Legende

-  Meterspur (1000 mm)


NWL - Überlappungsbereich Hoch- / Niederflur



Bielefeld

Kartengrundlage: OpenStreetMap

Legende

-  Hochflur


NWL - Überlappungsbereich Fahrzeugbreiten



Bielefeld

Kartengrundlage: OpenStreetMap

Legende

-  2300 mm Fahrzeugbreite

Erhebung von Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken

Ministerium für Verkehr
des Landes Nordrhein-Westfalen



Erhebung von Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken

Ergebnisbericht

Auftraggeber: Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

Spiekermann GmbH Consulting Engineers
Fritz-Vomfelde-Str. 12, 40547 Düsseldorf
www.spiekermann.de

April 2019

A ERLÄUTERUNGSTEXT

INHALTSVERZEICHNIS		SEITE
MANAGEMENT SUMMARY DES VERKEHRSMINISTERIUMS NORDRHEIN-WESTFALEN		
1.	EINLEITUNG	1
1.1	Ausgangssituation und Aufgabenstellung	1
1.2	Übersicht Vorgehensweise und Bearbeitung	2
2.	GRUNDLAGENERMITTLUNG	9
2.1	Grundlagen zur Bestimmung der Vorgehensweise	9
2.1.1	Gleisinfrastruktur	10
2.1.2	Ingenieurbauwerke	11
2.1.3	Betriebs- und Leittechnikeinrichtungen	12
2.1.4	Bahnhöfe und Haltestellen	15
2.1.5	Betriebshöfe und Werkstätten	16
2.1.6	Fahrzeuge	16
2.2	Einflussgrößen des Erhaltungszustandes	18
2.2.1	Gleisinfrastruktur	18
2.2.2	Ingenieurbauwerke (Brücken, Tunnel etc.)	19
2.2.3	Betriebs- und Leittechnikeinrichtungen	19
2.2.4	Bahnhöfe und Haltestellen	20
2.2.5	Betriebshöfe und Werkstätten	20
2.2.6	Fahrzeuge	21
2.3	Verfahren zur Erhebung und Bewertung des Erhaltungszustandes	23
2.3.1	Allgemein	23
2.3.2	Gleisinfrastruktur	24
2.3.3	Ingenieurbauwerke (Brücken, Sonderbahnen, Tunnel etc.)	28
2.3.4	Betriebs- und Leittechnikeinrichtungen	30

2.3.5	Bahnhöfe und Haltestellen	31
2.3.6	Betriebshöfe und Werkstätten	35
2.3.7	Fahrzeuge	35
2.4	Verfahren zur Ableitung der Investitionen	36
2.4.1	Allgemein	36
2.4.2	Gleisinfrastruktur	38
2.4.3	Ingenieurbauwerke (Brücken, Sonderbahnen, Tunnel etc.)	39
2.4.4	Betriebs- und Leittechnikrichtungen	42
2.4.5	Bahnhöfe und Haltestellen	43
2.4.6	Betriebshöfe und Werkstätten	45
2.4.7	Fahrzeuge	45
3.	ERHALTUNGSZUSTAND UND INVESTITIONEN	47
3.1	Allgemeines	47
3.2	Gleisinfrastruktur	48
3.2.1	Gleise	49
3.2.2	Weichen und Kreuzungen	52
3.2.3	Unternehmensspezifische Betrachtungen	54
3.3	Ingenieurbauwerke	54
3.3.1	Sonderbahnen	56
3.3.2	Brückenbauwerke	56
3.3.3	Zugangsbauwerke	61
3.3.4	Sonstige Bauwerke	64
3.3.5	Tunnel	66
3.3.6	U-Stationen und -Zugänge	69
3.3.7	Trogbauwerke	72
3.4	Betriebs- und Leittechnikrichtungen	73
3.4.1	Fahrleitungsanlagen	73
3.4.2	Bahnstromversorgung	77

3.4.3	Leit- und Sicherungstechnik	80
3.5	Bahnhöfe und Haltestellen	85
3.5.1	Bahnsteige	85
3.5.2	Verteilerebenen	92
3.5.3	Fahrtreppen und Aufzüge	95
3.5.4	Sonderbauten	101
3.6	Betriebshöfe und Werkstätten	104
3.7	Fahrzeuge	107
3.8	Gesamt	111
3.9	Baunebenkosten und Baustelleneinrichtung	113
4.	BEWERTUNG UND PRIORISIERUNG DER MASSNAHMEN	114
4.1	Verfahrensgrundsätze	114
4.1.1	Zielstellung und Rahmenbedingungen	114
4.1.2	Genereller Untersuchungsansatz	115
4.2	Verfahren der ersten Bewertungsstufe	116
4.2.1	Verfahrensablauf	116
4.2.2	Bewertungsergebnisse	118
4.3	Verfahren der zweiten Bewertungsstufe	120
4.3.1	Verfahrensablauf	120
4.3.2	Entwicklung der Betriebskonzepte	123
4.3.3	Schätzung der verkehrlichen Wirkung	124
4.3.4	Ermittlung der Teilindikatoren	125
4.3.5	Ermittlung des Beurteilungsindikators	126
4.4	Priorisierung	127

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Überblick zur Vorgehensweise	5
Abbildung 6: Baujahr - Gleise	50
Abbildung 7: Erneuerungszeiträume - Gleise	51
Abbildung 8: Investitionen - Gleise	51
Abbildung 9: Baujahr – Weichen und Kreuzungen	52
Abbildung 10: Erneuerungszeiträume – Weichen und Kreuzungen	53
Abbildung 11: Investitionen – Weichen und Kreuzungen	53
Abbildung 12: Länge/Baujahre – Sonderbahnen	56
Abbildung 13: Nutzende Verkehrsunternehmen – Brücken und Durchlässe	57
Abbildung 14: Baulastträger – Brücken und Durchlässe	58
Abbildung 15: Baujahre – Brücken und Durchlässe	58
Abbildung 16: Erneuerungszeiträume – Brücken und Durchlässe	59
Abbildung 17: Investitionen – Brücken und Durchlässe	60
Abbildung 18: Anzahl Zugangsbauwerke	62
Abbildung 19: Baujahr – Zugangsbauwerke	62
Abbildung 20: Erneuerungszeiträume – Zugangsbauwerke	63
Abbildung 21: Investitionen – Zugangsbauwerke	63
Abbildung 22: Anzahl sonstiger Bauwerke je Verkehrsunternehmen	64
Abbildung 23: Baujahr – Sonstige Bauwerke	65
Abbildung 24: Erneuerungszeiträume – Sonstige Bauwerke	65
Abbildung 25: Investitionen – Sonstige Bauwerke	66
Abbildung 26: Baujahre – Tunnel	67
Abbildung 27: Erhaltungsmehraufwand – Tunnel	68
Abbildung 28: Baujahre – U-Stationen einschließlich Zugänge	70
Abbildung 29: Investitionen – U-Stationen	71
Abbildung 30: Baujahre – Trogbauwerke	72
Abbildung 31: Erneuerungszeiträume – Fahrdrabt	74
Abbildung 32: Erneuerungszeiträume – Oberleitungsanlage (Kettenwerk / Stützpunkte / Maste / Gründungen)	74
Abbildung 33: Investitionen – Fahrdrabt	75

Abbildung 34: Investitionen – Oberleitungsanlage (Kettenwerk / Stützpunkte / Maste / Gründungen)	75
Abbildung 35: Baujahre – Unterwerk-Technik und Unterwerk-Gebäude	78
Abbildung 36: Erneuerungszeiträume und Investitionen – Unterwerke	79
Abbildung 37: Erneuerungszeiträume – Stellwerke	81
Abbildung 38: Investitionen – Stellwerke	81
Abbildung 39: Erneuerungszeiträume – Bahnübergänge	83
Abbildung 40: Investitionen – Bahnübergänge	84
Abbildung 41: Baujahre – Bahnsteige	89
Abbildung 42: Erneuerungszeiträume – Bahnsteige, Ausstattung und Technik	90
Abbildung 43: Investitionen im Preisstand 2017 – Bahnsteige	91
Abbildung 44: Investitionen unter Berücksichtigung der Inflation – Bahnsteige	91
Abbildung 45: Baujahr – Innenausstattung Verteilerebenen	93
Abbildung 46: Erneuerungszeiträume – Innenausstattung Verteilerebenen	94
Abbildung 47: Investitionen – Innenausstattung Verteilerebenen	94
Abbildung 48: Baujahre – Fahrtreppen	96
Abbildung 49: Erneuerungszeiträume – Fahrtreppen	97
Abbildung 50: Investitionen – Fahrtreppen	98
Abbildung 51: Baujahre – Aufzüge	98
Abbildung 52: Erneuerungszeiträume – Aufzüge	99
Abbildung 53: Investitionen – Aufzüge	100
Abbildung 54: Baujahre – Sonderbauten	102
Abbildung 55: Erneuerungszeiträume – Sonderbauten	102
Abbildung 56: Investitionen – Sonderbauten	103
Abbildung 57: Investitionen – Betriebshöfe	106
Abbildung 58: Fahrzeugarten je Verkehrsunternehmen	108
Abbildung 59: Baujahre – Fahrzeuge	109
Abbildung 60: Erneuerungszeiträume – Fahrzeuge	110
Abbildung 61: Investitionen – Fahrzeuge	110
Abbildung 62: Gesamtinvestitionen im Preisstand 2017	111
Abbildung 63: Gesamtinvestitionen mit Inflationierung	112
Abbildung 64: Vorgehen Bewertungsverfahren	115

Abbildung 65: Bewertungsergebnisse NWL	119
Abbildung 66: Bewertungsergebnisse VRR	119
Abbildung 67: Bewertungsergebnisse NVR	120
Abbildung 68: Beispiel Zusammenfassung Maßnahmenpakete	122
Abbildung 69: Beispiel Bewertung der Endstrecken	123
Abbildung 70: Priorisierung Bonn und Köln	129
Abbildung 71: Priorisierung Düsseldorf und Krefeld	130
Abbildung 72: Priorisierung Duisburg, Mülheim, Essen und Gelsenkirchen	131
Abbildung 73: Priorisierung Bochum und Dortmund	132
Abbildung 74: Priorisierung Bielefeld	133

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Verkehrsunternehmen mit kommunalen Bahnen in NRW	2
Tabelle 2:	Ermittlung der Kosten der nächsten Erneuerung, Beispiel Straßenbrücke mit Gleisen	39
Tabelle 3:	Verkehrsunternehmen – Gleisinfrastruktur	49
Tabelle 4:	Investitionen Gleisinfrastruktur je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017	54
Tabelle 5:	Anzahl Bauwerk(abschnitte)	55
Tabelle 6:	Investitionen bis 2031 pro Baulastträger – Brücken und Durchlässe	61
Tabelle 7:	Baulastträger Tunnel	68
Tabelle 8:	U-Stationen nach Verkehrsunternehmen	69
Tabelle 9:	Kosten U-Stationen kumuliert bis 2031 (Differenzen in den Summen durch Rundungen)	71
Tabelle 10:	Trogbauwerke nach Verkehrsunternehmen	72
Tabelle 11:	Fahrleitungslängen je Verkehrsunternehmen	73
Tabelle 12:	Investitionen Fahrleitungsanlagen je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017	76
Tabelle 13:	Anzahl Unterwerke je Verkehrsunternehmen	77
Tabelle 14:	Investitionen Unterwerke je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017	79
Tabelle 15:	Anzahl Stellwerke und Erneuerungen bis 2031 je Verkehrsunternehmen	80
Tabelle 16:	Schrankenanstriebe	82
Tabelle 17:	Bahnübergänge und Schranken je Verkehrsunternehmen	82
Tabelle 18:	Investitionen Leit- und Sicherungstechnik je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017	85
Tabelle 19:	Lage der Bahnsteige – differenziert nach Verkehrsunternehmen	86
Tabelle 20:	Bahnsteigtyp – differenziert nach Verkehrsunternehmen	87
Tabelle 21:	Bahnsteigausstattung – differenziert nach Verkehrsunternehmen	88
Tabelle 22:	Investitionen Bahnsteige je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017	92
Tabelle 23:	Innenausstattung Verteilerebenen – differenziert nach Verkehrsunternehmen	93
Tabelle 24:	Investitionen Innenausstattung Verteilerebenen je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017	95

Tabelle 25:	Fahrtreppen und Aufzüge – differenziert nach Verkehrsunternehmen	96
Tabelle 26:	Investitionen Fahrtreppen und Aufzüge je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017	100
Tabelle 27:	Sonderbauten– differenziert nach Verkehrsunternehmen	101
Tabelle 28:	Anzahl und Investitionen Sonderbauwerke je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017	103
Tabelle 29:	Betriebshöfe mit Anzahl erfasster Einzelgewerke und Wert im Preisstand 2017	104
Tabelle 30:	Investitionen Betriebshöfe je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017	107
Tabelle 31:	Bezeichnungen der zusammengefassten Gewerke	111
Tabelle 32:	Gesamtinvestitionen je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031	112
Tabelle 33:	Ergebnisse nach Zweckverbänden und gesamt NRW	134
Tabelle 34:	Ergebnisse nach Regierungsbezirken	134
Tabelle 35:	Ergebnisse nach Verkehrsunternehmen	134

B ANLAGEN

ANLAGENVERZEICHNIS

- 1 MASSNAHMENPAKETE BOGESTRA**
- 2 MASSNAHMENPAKETE BOGESTRA – EVAG (GELSENKIRCHEN)**
- 3 MASSNAHMENPAKETE DSW21**
- 4 MASSNAHMENPAKETE DVG - NORD**
- 5 MASSNAHMENPAKETE DVG - SÜD**
- 6 MASSNAHMENPAKETE EVAG**
- 7 MASSNAHMENPAKETE H-BAHN**
- 8 MASSNAHMENPAKETE HGK – KVB (FRECHEN)**
- 9 MASSNAHMENPAKETE HGK - KVB - SWB**
- 10 MASSNAHMENPAKETE KVB**
- 11 MASSNAHMENPAKETE MOBIEL**
- 12 MASSNAHMENPAKETE MVG**
- 13 MASSNAHMENPAKETE RHEINBAHN NORD -**
- 14 MASSNAHMENPAKETE RHEINBAHN MITTE - SÜD**
- 15 MASSNAHMENPAKETE SKYTRAIN**
- 16 MASSNAHMENPAKETE SWB**
- 17 MASSNAHMENPAKETE SWK**
- 18 MASSNAHMENPAKETE WSW**

C ANHANG: ZUORDNUNG DER PRIORITÄTSSTUFEN

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AP	Arbeitspaket
BBVG	Bielefelder Beteiligungs- und Vermögensverwaltungsgesellschaft mbH
BOGESTRA	Bochum-Gelsenkirchener Straßenbahnen AG
BOStrab	Verordnung über den Bau und Betrieb von Straßenbahnen
DSW21	Dortmunder Stadtwerke AG
DVG	Duisburger Verkehrsgesellschaft AG
EBO	Eisenbahn Betriebsordnung
EVAG	Essener Verkehrs-AG
H-Bahn	H-Bahn-Gesellschaft Dortmund mbH
HGK	Häfen- und Güterverkehr Köln AG
IV	Individualverkehr
HU	Hauptuntersuchung
KVB	Kölner Verkehrs-Betriebe AG
LZA	Lichtzeichenanlage
Mio.€	Millionen Euro
moBiel	moBiel GmbH
MP	Maßnahmenpaket
MVG	Mülheimer VerkehrsGesellschaft mbH
NRW	Nordrhein-Westfalen
NVR	Nahverkehr Rheinland GmbH
NWL	Zweckverband Nahverkehr Westfalen-Lippe
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
OLA	Oberleitungsanlage (
Rheinbahn	Rheinbahn AG
RI-ERH-ING	Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen
SkyTrain	SkyTrain der Flughafen Düsseldorf GmbH
SSB	Elektrischen Bahnen der Stadt Bonn und des Rhein-Sieg-Kreises GmbH
STOAG	Stadtwerke Oberhausen GmbH
SWB	Stadtwerke Bonn Verkehrs-GmbH GmbH (in dieser Studie schließt dies die SSB mit ein)
SWK	SWK Stadtwerke Krefeld AG
TAB	Technische Aufsichtsbehörde
VM	Ministerium für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen

VRR	Verkehrsverbund Rhein-Ruhr
VU	Verkehrsunternehmen
WSW	WSW mobil GmbH (Wuppertaler Stadtwerke)



MANAGEMENT SUMMARY **DES VERKEHRSMINISTERIUMS NORDRHEIN-WESTFALEN**

In Nordrhein-Westfalen haben Bund, Land, Kommunen und Verkehrsunternehmen insbesondere in den 1970er und 1980er Jahren stark in den kommunalen Schienenverkehr investiert. Im Ergebnis sind neben modernen Straßenbahnen auch Stadtbahn-/unterirdische Stadtbahnnetze und Schwebbahnsysteme entstanden.

Inzwischen rückt die Erneuerung dieser Systeme in den Vordergrund. Die zuständigen Verkehrsunternehmen und Kommunen stehen hier in den kommenden Jahren vor großen finanziellen Herausforderungen.

Das Land wird die Kommunen mit der anstehenden Herausforderung nicht alleine lassen. Um den Finanzierungsbedarf nach einem einheitlichen Maßstab zu bestimmen, hat das Verkehrsministerium ein Gutachten über Erneuerungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken beauftragt, das nunmehr vorliegt.

Darüber hinaus wurde in einem weiteren Gutachten ergänzend untersucht, ob eine Standardisierung technischer Parameter im Rahmen von anstehenden Erneuerungsmaßnahmen die Durchgängigkeit der Netze verbessern könnte. Die Ergebnisse dieser Untersuchung liegen ebenso vor.

Gegenstand der Untersuchung:

Im Rahmen der Erhebung von Erneuerungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken („Spiekermann-Gutachten“) wurden für insgesamt 15 Verkehrsunternehmen sowie 33 Kommunen die folgenden Anlagenteile untersucht.

- Gleise und Haltestellen,
- Betriebstechnik,
- Ingenieurbauwerke,
- Betriebshöfe sowie Fahrzeuge



Folgende Eckwerte können benannt werden:

Anlagen	Summe
Gleislänge in km	1.726
Weichen/Kreuzungen	2.897
Länge Sonderbahnen in km	19
Brückenlänge in m	21.210
Brücken(abschnitte) ¹	322
Zugangsbauwerke	79
Anzahl Sonstige Bauwerke (Stützwände, Gleisüber-/unterführung)	40
Tunnellänge in m	130.304
U-Stationen (Bauwerk)	168
Zugänge zu U-Stationen	557
Trogbauwerke	91
Fahrleitungslänge in km	1.905
Unterwerke	319
Stellwerke	65
Bahnübergänge	220
Haltestellen	1.381
Bahnsteige	2.507
Innenausstattung Verteilerebenen	213
Fläche Innenausstattung Verteilerebenen in m ²	177.938
Fahrtreppen	1.142
Aufzüge	342
Sonderbauten	659
Betriebshöfe	22
Fahrzeuge	1.441

Dabei sind ausschließlich Investitionen in die grundsätzliche Erneuerung betrachtet worden; die Instandhaltung war nicht Gegenstand der gutachterlichen Untersuchung, weil sie als Akt der laufenden Pflege und Wartung von bereits bestehenden kommunalen ÖPNV-Infrastrukturen Teil des Betriebs des ÖPNV ist.

Nicht betrachtet wurden außerdem:

- Verwaltungsgebäude (kein notwendiges Anlagenteil für den Schienenbetrieb)
- Bauhöfe (kein notwendiges Anlagenteil für den Schienenbetrieb)

¹ Eine Brücke kann aus mehreren Abschnitten bestehen.



- Sonderfahrzeuge wie Partyfahrzeuge, Historische Fahrzeuge (werden kommerziell betrieben und sind für den normalen Linienbetrieb nicht notwendig) sowie Mess- und Schleiffahrzeuge (dienen überwiegend der Instandhaltung).
- Leitstellen (Leitstellen dienen zwar u.a. in der Zugsicherung dem Linienbetrieb, sind aber i.d.R. in größeren Teilen auch für den Busverkehr zuständig. Die für den Betrieb notwendige Leit- und Sicherungstechnik wurde gesondert in der Rubrik „Strecke“ betrachtet)
- Maßnahmen zur Barrierefreiheit und des Brandschutzes (sie sind nicht der Erneuerung zuzuordnen).

Ferner sind in der Erhebung Baunebenkosten nicht erfasst, da sie überwiegend einer Förderung nicht zugänglich sind. Zu den Baunebenkosten gehören z.B. Planungskosten, Verwaltungskosten, Kosten für Gutachten, aber auch Kosten für die Beschaffung von Finanzmitteln, Gerichts- und Notarkosten. Lediglich die Planungskosten sind über eine Pauschale förderfähig.

Schienenersatzverkehre sind hier ebenfalls als Baunebenkosten zu sehen. Sie sind dann förderfähig, wenn sie wirtschaftlicher als eine Umleitungsstrecke sind.

Obgleich den Bauwerkskosten zuzuordnen, sind die Baustelleneinrichtungskosten (inkl. Verkehrssicherung) im Gutachten in den Baunebenkosten enthalten. Baustelleneinrichtungskosten sind förderfähig.

Finanzierungsbedarf:

Bei der Auftragsvergabe des Gutachtens im Jahr 2016 wurde ein Erhebungszeitraum bis zum Jahr 2045 gewählt. Dieser Zeitraum begründet sich in der Langfristigkeit von Investitionen in die bauliche Infrastruktur und sollte sich an der entsprechenden Bindefrist von 25 Jahren orientieren. Dem gegenüber richtet sich aber das reale Fördergeschehen an einer eher mittelfristigen Perspektive aus, weil vor allem eine mehrmalige Grunderneuerung von Anlagenteilen mit kurzen Lebenszyklen in der Kalkulation ausgeschlossen werden muss. Aber auch gesetzliche Modalitäten, die konkrete Finanzplanung und die Preisentwicklung sind entscheidend dafür, dass der Erneuerungsbedarf zum jetzigen Zeitpunkt nur **bis zum Jahr 2031** realistisch einschätzbar ist.

Der mit dem Gutachten ermittelte Finanzbedarf zur Erneuerung der kommunalen Schienenstrecken (oberirdische Ingenieurbauwerke, Strecken und Haltestellen) beläuft sich bis zum Jahr 2031 auf 3.047,2 Mio. €. Dabei ist mit Erneuerung nicht die Instandhaltung der Infrastruktur gemeint, sondern die notwendige Reinvestition nach Ablauf der Nutzungsdauern zur Erneuerung einzelner Anlagen.

Für unterirdische Ingenieurbauwerke fällt laut Gutachten bis 2031 tatsächlich kein Erneuerungsbedarf an. Sie haben eine sehr hohe Nutzungsdauer (bis 130 Jahre). Sie sollten permanent mit einer präventiven Instandhaltung in einem Sollzustand erhalten werden, der dem Ursprungszustand nahekommt. Da unterirdische Ingenieurbauwerke technisch nicht an gleicher Stelle ersetzt werden können, ist eine Erneuerung im Sinne des Gutachtens



i. d. R. nicht möglich. Daher ist im Gutachten der hypothetische Bedarf für den Instandhaltungsmehraufwand, abweichend von allen übrigen Berechnungen, lediglich kalkulatorisch ermittelt worden (1.106 Mio. €).

Der Investitionsbedarf für Fahrzeuge und Betriebshöfe wird bereits über bestehende Förderstrukturen abgedeckt, denn die bis 2008 praktizierte Fahrzeugförderung ist in der ÖPNV-Pauschale des § 11 Abs. 2 ÖPNVG NRW aufgegangen. Hierzu zählen auch Betriebshöfe und Betriebstrecken als Folge der Anschaffung und Vorhaltung von Fahrzeugen. Diese Förderung durch eine Pauschale erhält die Flexibilität der kommunalen Aufgabenträger und sollte deshalb bestehen bleiben.

Von dem mit dem Gutachten ermittelten Finanzbedarf in Höhe von rd. 3,05 Mrd. € ist das nach dem Erhebungszeitraum 2016 laufende Investitionsvolumen in Höhe von rd. 200 Mio. € in Abzug zu bringen. Darüber hinaus investieren die Verkehrsunternehmen/Kommunen nach dem Erhebungszeitraum rd. 61 Mio. € Eigenmittel pro Jahr in ihre Schieneninfrastruktur. Für die Jahre 2017-2019 ergibt sich daraus ein Investitionsvolumen von rd. 183 Mio. €. Die Kosten für die reinen Betriebsstrecken in Höhe von rd. 37 Mio. € werden ebenfalls nicht als Bedarf berücksichtigt, da sie nicht unmittelbar dem Betrieb dienen. **Es ergibt sich somit bis zum Jahr 2031 ein förderfähiger Investitionsbedarf von insgesamt rd. 2,6 Mrd. €.**

Übersichtsdarstellung Finanzbedarf:

Bezeichnung	Gewerke	Kosten Mio. €*
Ingenieurbauwerke oberirdisch	Sonderbahnen, Brücken, Trogbauwerke, Sonstige Bauwerke (Stützwände, Gleisunter- und -überführungen)	402,4
Strecke ²	Gleisinfrastruktur, Betriebs- und Leittechnikrichtungen	1.454,4
Haltestellen	Bahnhöfe und Haltestellen, U-Bahn-Zugänge, Zugangsbauwerke	1.190,4
Gesamt bis einschließlich 2031		3.047,2
abzüglich:		
bereits getätigte Investitionen im Erhebungszeitraum seit 2016, rd.		-200,0
Eigenmittel der Kommunen/Verkehrsunternehmen seit 2016, rd.		-183,0
Kosten für reine Betriebsstrecken, rd.		-37,0
Aktueller Investitionsbedarf bis 2031		<u>2.627,2</u>

*) ohne Baunebenkosten (i. H. v. 20 %)

² Hierin sind auch die Kosten der reinen Betriebsstrecken enthalten.



Überlegungen einer Standardisierung der Infrastruktur:

Das Land Nordrhein-Westfalen ist an einem bestmöglichen verkehrlichen Angebot für die Fahrgäste interessiert. Die Stadt- und Straßenbahnnetze in NRW sind historisch gewachsen und geprägt durch den technologischen Wandel. Aus diesem Grund existieren bei den Infrastrukturen kommunaler Schienennetze in NRW gegenwärtig unterschiedliche Standards in Bezug auf bestimmte Systemparameter (z.B. Spurweite oder Hoch-/Niederflurtechnik).

Durch eine Einführung einheitlicher Standards könnten bestehende Bruchstellen in den Netzen, die aus unterschiedlichen Systemparametern hervorgehen, behoben werden und das Angebot für Fahrgäste somit dauerhaft verbessert werden. Unter diesem Blickwinkel wurde im Rahmen eines Ergänzungsgutachtens die Zweckmäßigkeit der Einführung landesweiter Standards bei der Ausgestaltung der Infrastruktur überprüft.

Das Ergänzungsgutachten hat zum Ergebnis, dass Straßenbahn und Stadtbahn mit ihren variierenden technischen Parametern grundsätzlich gut miteinander zusammenwirken. Es wurden lediglich vier Systembruchstellen infolge unterschiedlicher Spurweiten identifiziert: in Krefeld, Gelsenkirchen, Mülheim a. d. Ruhr sowie Essen. Der Systembruch in Krefeld wird als verkehrlich nicht relevant betrachtet, da trotz der bestehenden Systemunterschiede zwischen Stadt- und Straßenbahn an dieser Stelle kein durch diese Tatsache eingeschränktes Angebot für die Fahrgäste festzustellen ist.

Die vor dem Hintergrund der Hoch- und Niederflurthematik diskutierten Stellen im Netz mit Mischverkehren stellen zwar momentan noch ein Hindernis im Sinne der angestrebten Barrierefreiheit dar, stehen jedoch einer Netzdurchlässigkeit im Sinne der Linienwegbildung nicht entgegen. Hier handelt es sich vielmehr um ein Defizit von Hochbahnsteigen an Stadtbahn-Haltestellen zur Schaffung der Barrierefreiheit, das wie an diversen anderen Stellen im Netz kontinuierlich beseitigt wird.

Folglich bestehen an drei Stellen im gesamten nordrhein-westfälischen Netz verkehrsrelevante Brüche, deren Beseitigung Investitionsmittel in Höhe von 45,6 Mio. € erfordern.

1. EINLEITUNG

1.1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung

In den letzten Jahrzehnten wurde das kommunale Schienennetz in großen Teilen unter anderem mit Förderung der öffentlichen Hand ausgebaut. Die ersten Stadtbahnnetze wurden Ende der Siebziger Jahre des letzten Jahrhunderts gebaut, so dass erste größere Investitionen bereits anstehen bzw. in den kommenden Jahren notwendig werden. Um einen ersten Überblick zu dem notwendigen Investitionsbedarf und zum zeitlichen Anfall zu bekommen, hat das Ministerium für Verkehr (VM) des Landes Nordrhein-Westfalen (NRW) eine Studie beauftragt, die den Zustand der „kommunalen Schieneninfrastruktur“ erfasst und bewertet. Unter kommunaler Schieneninfrastruktur werden hierbei Stadtbahnen, Straßenbahnen und Bahnen besonderer Bauart, wie die Schwebebahn in Wuppertal, die Hochbahnen am Flughafen in Düsseldorf und an der Universität in Dortmund, sowie Eisenbahnstrecken, sofern sie für den Stadtbahnverkehr genutzt werden, verstanden.

Die Erfassung der Infrastruktur und Bewertung des aktuellen Erhaltungszustandes soll nach einem landesweit einheitlichen Verfahren erfolgen. Auf der Grundlage der daraus gewonnenen Erkenntnisse sind die Erhaltungsmaßnahmen für die Aufrechterhaltung des Personenverkehrs zu bestimmen und so zusammenzufassen, dass aus den Einzelmaßnahmen aus Sicht der Vorhabenträger betrieblich und wirtschaftlich sinnvoll zusammenhängende „Maßnahmenpakete“ (MP) gebildet werden können, die eine landesweite und unternehmensübergreifende Vergleichbarkeit der jeweiligen Pakete gewährleisten. Anhand einer zu entwickelnden Bewertungsmethodik sollen die Maßnahmenpakete gesamthaft priorisiert werden.

Die Untersuchung soll aber keine Präjudizierung einer finanziellen Beteiligung des VM an der Umsetzung der Erhaltungsmaßnahmen darstellen. Dies bedeutet, dass die Untersuchung keine Vorentscheidung für die finanzielle Beteiligung des VM liefert.

Die kommunale Schieneninfrastruktur setzt sich aus verschiedenen Anlagenteilen zusammen, die getrennt je Anlagenteil für die bauliche Infrastruktur mit Bauwerken der Gleisstrecke, der Haltestellen und Bahnhöfe, der Betriebs- und Leittechnikrichtungen, der Werkstätten und Betriebshöfe sowie der Fahrzeuge zu erfassen sind. Erhaltungsmaßnahmen sind insofern aufzunehmen, als dass sie für die Aufrechterhaltung der Personenbeförderung notwendig sind. Darüber hinausgehende geplante Neubaumaßnahmen zur Erweiterung des Netzes sind nicht einzubeziehen.

Für die Entwicklung der Vorgehensweise sowie der Festlegung der genauen Verfahren sollen in einem ersten Schritt bei drei repräsentativen, stadtbahn- bzw. straßenbahnbetreibenden Verkehrsunternehmen (VU) recherchiert, wie dort der Zustand der kommunalen Schienenwege erfasst, bewertet und erforderliche Maßnahmen priorisiert werden.

Im nächsten Schritt ist die kommunale Schieneninfrastruktur landesweit flächendeckend zu erfassen und hinsichtlich des Erhaltungszustandes zu bewerten. Nachfolgend sind die notwendigen Maßnahmen für die Erhaltung der Infrastruktur und die hierfür entstehenden Kosten zu schätzen. Mit Erhaltung ist hier nicht die Unterhaltung der Infrastruktur gemeint, sondern die notwendige Reinvestition in die Strecke nach Ablauf der Nutzungsdauern zur Erneuerung der einzelnen Anlagen.

Abschließend sind in einem weiteren Schritt die Maßnahmen zu vergleichbaren und gleichgewichteten Maßnahmenpaketen zusammenzufassen und im Vergleich untereinander zu priorisieren. Hierzu soll ein Bewertungsverfahren entwickelt und angewendet werden. Diese Methodik soll auch Kriterien wie bspw. regionale Verbindungsfunktion, Erschließung neuer Wohn- oder Gewerbegebiete berücksichtigen.

1.2 Übersicht Vorgehensweise und Bearbeitung

In NRW betreiben heute 15 VU mit Stadtbahnen, Straßenbahnen und besonderen Bahnen ein kommunales Schienennetz. Hiermit werden innerstädtische und städteverbindende bzw. regionale Verbindungen angeboten. Die HGK jedoch stellt nur Infrastruktur zur Verfügung, ist also Baulasträger, betreibt aber selbst keinen öffentlichen Personennahverkehr. Zum Zeitpunkt der im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Erfassung gab es noch die beiden Verkehrsunternehmen MVG und EVAG, die sich inzwischen zur Ruhrbahn GmbH zusammengeschlossen haben. In der vorliegenden Studie erfolgt die Dokumentation noch für die beiden Unternehmen separat. (Tabelle 1)

Verkehrsunternehmen	Abkürzung
Bochum-Gelsenkirchener Straßenbahnen AG	BOGESTRA
Dortmunder Stadtwerke AG	DSW21
Duisburger Verkehrsgesellschaft AG	DVG
Essener Verkehrs-AG	EVAG
Flughafen Düsseldorf GmbH	DUS (SkyTrain)
H-Bahn-Gesellschaft Dortmund mbH	H-Bahn
Häfen- und Güterverkehr Köln AG	HGK
Kölner Verkehrs-Betriebe AG	KVB
moBiel GmbH, Bielefeld	moBiel
Mülheimer VerkehrsGesellschaft mbH	MVG
Rheinbahn AG	Rheinbahn
Stadtwerke Bonn Verkehrs-GmbH	SWB
Stadtwerke Oberhausen GmbH	STOAG
SWK Stadtwerke Krefeld AG	SWK
WSW mobil GmbH (Wuppertaler Stadtwerke)	WSW

Tabelle 1: Verkehrsunternehmen mit kommunalen Bahnen in NRW

Das Untersuchungsnetz erstreckt sich über 33 Kommunen: Alfter, Bad Honnef, Bergisch-Gladbach, Bielefeld, Bochum, Bonn, Bornheim, Brühl, Dinslaken, Dortmund, Duisburg, Düsseldorf, Essen, Frechen, Gelsenkirchen, Hattingen, Herne, Hürth, Köln, Königswinter, Krefeld, Lünen, Meerbusch, Mülheim, Neuss, Oberhausen, Ratingen, Sankt Augustin, Siegburg, Tönisvorst, Wesseling, Witten, Wuppertal. Die kommunale Schieneninfrastruktur für diesen Betrieb umfasst eine Gleislänge von rd. 1.700 km und Tunnelstrecken von rd. 130 km. Drei der 15 VU sind Betreiber besonderer Bahnen. Diese sind der SkyTrain am Düsseldorfer Flughafen, die H-Bahn an der Universität Dortmund und die Wuppertaler Schwebebahn.

Zum Verständnis der weiteren Ausführungen sei an dieser Stelle für die Schlüsselwörter Erhaltungsbedarf und Erhaltungsmaßnahmen eine Definition und Abgrenzung formuliert. Infrastrukturen nutzen sich bei Gebrauch mehr oder weniger ab. Jedes Anlagenteil der Infrastruktur hat hierbei eine eigene Nutzungsdauer. Zudem beeinflussen externe Einflüsse durch den konkreten Gebrauch, Lebenszyklen anderer Bauteile usw. die Nutzungsdauer. Hierzu liegen teilweise Erfahrungswerte darüber vor, wie lange ein Anlagenteil genutzt und ab wann es grundlegend erneuert bzw. ersetzt werden muss. Die Ersatzmaßnahme am Ende der Nutzungsdauer wird in der nachfolgenden Dokumentation als **Erhaltungsmaßnahme** verstanden. Diese Maßnahme stellt damit aus Finanzierungssicht die notwendige Reinvestition in das Anlagenteil dar.

Die Summe aller Erhaltungsmaßnahmen in die Infrastruktur einzelner Streckenabschnitte und damit in die Anlagenteile oder –gruppen oder ins Gesamtnetz dokumentiert den Erhaltungsbedarf, der entweder über die notwendige Anzahl der zu ersetzenden Anlagenteile oder auch monetär über die Investitionssumme quantifizierbar ist.

Während der Nutzungsdauer entstehen für die unterschiedlichen Anlagenteile der Infrastruktur Aufwendungen für Unterhaltung, damit die Anlagen bis zum Ende der Lebensdauer genutzt werden können. Hierzu gehören u.a. kleinere Reparaturen, wie bspw. der Austausch von Leuchtmitteln bei Lichtsignalanlagen und Beleuchtungsanlagen oder das Erneuern von Relais der Zugsicherungsanlagen, die bis zum Austausch bzw. bis zu Erneuerungen von einzelnen Anlagenteilen reichen. Die hierfür entstehenden und aufzuwendenden Unterhaltungskosten unterscheiden sich daher von den im Zuge dieser Studie zu ermittelnden Erhaltungskosten. Während Erhaltungskosten am Ende der Nutzungsdauer (auch Lebensdauer) der Anlagen einmalig auftreten, sind Unterhaltungskosten mehr oder minder kontinuierlich über die Lebensdauer der Anlagenteile zu berücksichtigen. Unterhaltungskosten und die zugehörigen Unterhaltungsmaßnahmen werden in dieser Studie nicht betrachtet.

Ziel der Untersuchung ist zum einen die Ermittlung der Reinvestitionen für die Erhaltungsmaßnahmen der nächsten Jahrzehnte für die 15 VU in NRW, die kommunale Schienenstrecken betreiben. Zum anderen sind die erforderlichen Maßnahmen vor dem Hintergrund der begrenzten Investitionsmittel der VU und der öffentlichen Hand in eine Reihenfolge zu bringen und damit untereinander zu priorisieren. Durch die Priorisierung wird die Möglichkeit geschaffen, grundsätzlich über die Bedeutung für die Schieneninfrastruktur des VU, der Kommune bzw. der Region nachzudenken. Dieser Aspekt wird wegen der begrenzten öffentlichen Haushaltsmittel sowie der zunehmenden Reinvestitionen immer mehr an Bedeutung gewinnen. Die grundsätzliche Entscheidung obliegt letztlich dem einzelnen VU bzw. der Kommune. Gegebenenfalls können bei einer Förderung von Maßnahmen auch die Verkehrsverbünde als Aufgabenträger und die Zuwendungsgeber des Landes NRW von der Priorisierung der Maßnahmen bei ihrer Entscheidung profitieren. Um dies gewährleisten zu können, wird ein landesweit einheitliches und unternehmensübergreifend geltendes Bewertungsverfahren entwickelt und angewendet.

Die Anforderungen an die einzelnen Infrastrukturanlagen für die sichere Personenbeförderung sind sehr unterschiedlich. Während die verkehrssichere Gleisstrasse einschließlich der Bauwerke und der Leit- und Sicherungstechnik sowie der Betriebstechnik unmittelbar das Betriebsangebot für den Fahrgast definiert, sind der notwendige Fahrzeugpool und die Betriebshöfe und Werkstätten zwar für den ordnungsgemäßen Betrieb notwendig, aber deren Größe ist abhängig vom Betriebsangebot. Die genauen Abhängigkeiten werden in den weiteren Arbeitsschritten dargestellt.

Die Untersuchung gliedert sich in die vier Arbeitspakete (AP) (s. Abbildung 1):

AP 0 Grundlagenermittlung

AP 1 Ermittlung und Darstellung des Erhaltungszustandes

AP 2 Ableitung der notwendigen Maßnahmen und Kostenschätzung

AP 3 Bewertung und Priorisierung der Maßnahmenpakete.

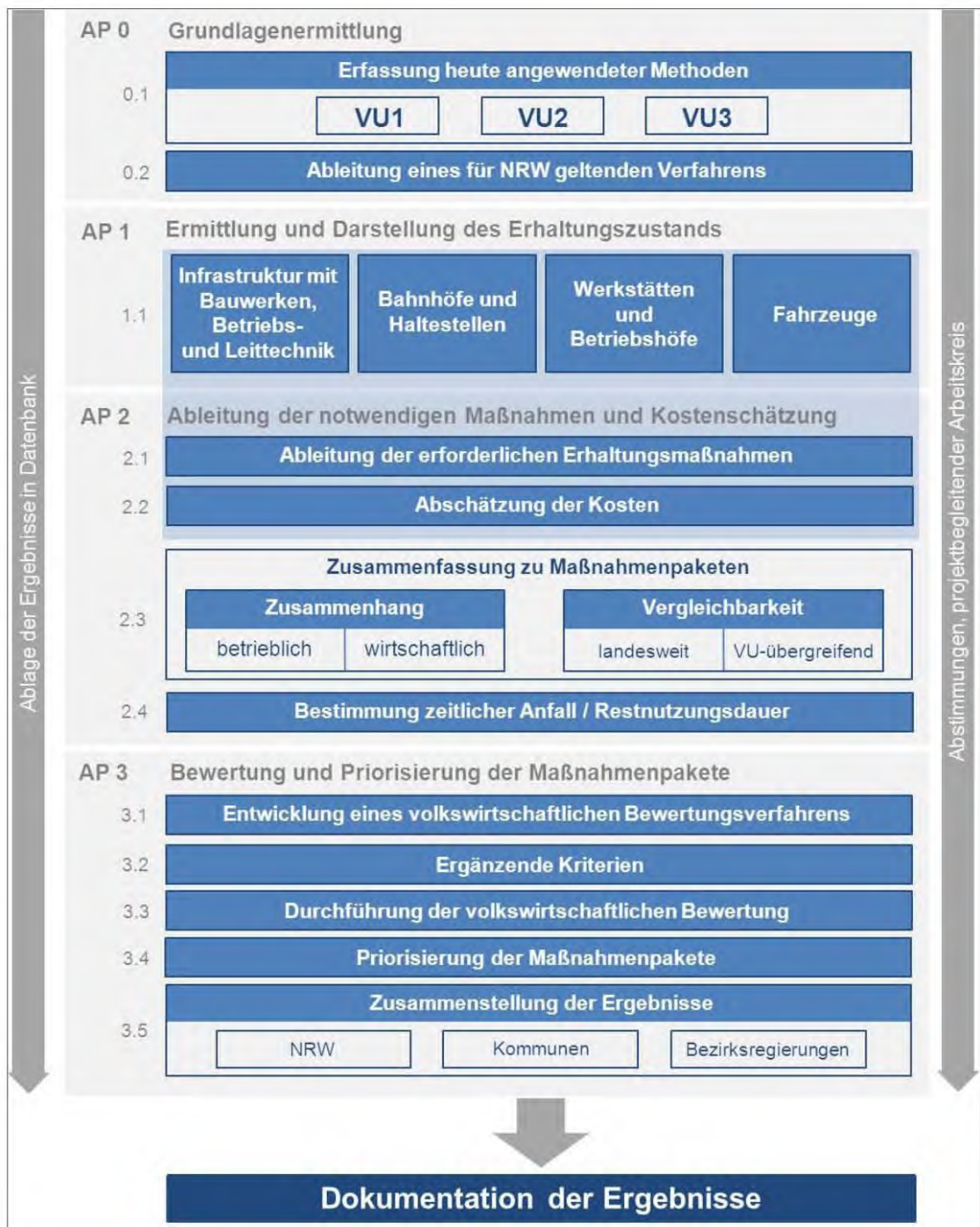


Abbildung 1: Überblick zur Vorgehensweise

Nach der Verordnung über den Bau und Betrieb der Straßenbahnen (BOStrab) sind die VU bereits heute verpflichtet, nach vorgegebenen Intervallen ihre Infrastruktur hinsichtlich der Betriebstauglichkeit zu prüfen. Über die Prüfungen sind Protokolle zu erstellen und bei den Genehmigungsbehörden bzw. der Technischen Aufsichtsbehörde (TAB) einzureichen. Die Erfassung des Zustandes der Infrastruktur erfolgt in der Regel nach Augenschein.

Für die Brückenbauwerke sind Prüfregele vorgegeben. Gleiches gilt für Tunnelanlagen, bei denen durch Augenschein Wassereintritt und durch Abklopfen Hohlräume erfasst werden. Bei diesen beiden Bauwerkstypen ist die Einstufung in Qualitätsstufen ein Ergebnis der regelmäßigen Erfassung.

Für die Erfassung des Erhaltungszustandes der gesamten Infrastruktur der kommunalen Bahn wird kein einheitliches Verfahren vorgeschrieben. Es liegt vielmehr im Ermessensspielraum des einzelnen VU bzw. der jeweiligen Kommune, ob und wie diese Erfassung erfolgen soll. In einem ersten Arbeitsschritt wird durch Befragung von drei für Deutschland repräsentativen stadtbahn- bzw. straßenbahnbetreibenden VU recherchiert, wie heute der Zustand der kommunalen Schienenwege in diesen erfasst, dokumentiert und bewertet wird sowie die erforderlichen Maßnahmen festgelegt und priorisiert werden.

Vergleichbar zu dieser Grundlagenermittlung für die Erfassung des heutigen Erhaltungszustandes der kommunalen Infrastruktur werden für die Ableitung der notwendigen Maßnahmen und für die Kostenschätzung sowie für die Bewertung und Priorisierung der Maßnahmenpakete Grundlagen und vorhandene Vorgehensweisen recherchiert und bezüglich einer Übertragung auf die anstehende Aufgabe untersucht und überprüft.

Die zu betrachtenden Infrastrukturen bestehend aus den Gleistrassen einschließlich der Weichen, den Bauwerken, der Leit- und Sicherungstechnik, den Fahrleitungen, den Haltestellen und Bahnhöfen, den Betriebshöfen und Werkstätten sowie den Fahrzeugen, stellen aus Sicht der sicheren Personenbeförderung sehr unterschiedliche Forderungen an den Erhaltungszustand. Zudem werden die verschiedenen Infrastrukturanlagen durch den Betrieb sehr unterschiedlich in Anspruch genommen. Während z.B. Straßenbahnschienen durch die Fahrtenanzahl und den Fahrzeugeinsatz unmittelbar unterschiedlich abgenutzt werden, wird die Lebensdauer von elektrischen Anlagen nicht direkt beeinflusst. Hier hängt eine Erneuerung vor allem von der Verfügbarkeit von Ersatzteilen ab. Die Kriterien für einen Mehr- oder Minderverschleiß werden in der Grundlagenermittlung ebenfalls erfasst.

Anhand der so abgeleiteten Vorgehensweise werden die Infrastrukturen der kommunalen Schiene in NRW erfasst und hinsichtlich des Erhaltungszustandes bewertet.

Aus der Erfassung des heutigen Erhaltungszustands werden in AP 2 für die unterschiedlichen Anlagenteile die notwendigen Maßnahmen und deren zeitlicher Anfall abgeleitet. Neben der Feststellung, dass eine Erneuerung der Infrastruktur notwendig ist, sind insbesondere die zugehörigen Kosten für die nachfolgenden Schritte von Bedeutung. Da prinzipiell in jede einmal realisierte Infrastruktur nach Gebrauch zu einem künftigen Zeitpunkt reinvestiert werden muss, müsste in diesem Arbeitsschritt eine grundsätzlich vollständige Planung für das komplette kommunale Schienennetz erfolgen, um die Kosten für die entsprechende Infrastruktur im Zuge der Erneuerung zu bestimmen. Dabei müsste berücksichtigt werden, dass diese Erhaltungsmaßnahmen aufgrund der unterschiedlichen Restnutzungsdauern zu sehr unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen werden. Entsprechend der durch die vorliegende Aufgabenstellung definierten Untersuchungstiefe wird darauf verzichtet.

Für einen pragmatischen Ansatz wird daher eine Kostenermittlung anhand von Kosteneinheitswerten durchgeführt. Hierzu werden für die unterschiedlichen Infrastrukturen Anlagengruppen definiert, die in einem baulichen Zusammenhang stehen und eine grundsätzliche Bauart umfassen. So wird bspw. die Gleisinfrastruktur, zusammengesetzt aus Unter- und Oberbau, als ein gemeinsamer Anlagenteil verstanden. Aufgrund der unterschiedlichen Inanspruchnahmen und des mit dem Aufbau einhergehenden Verschleißes wird die Gleisinfrastruktur in Schotterbau, Rasengleis und feste Fahrbahn etc. differenziert. Für die unterschiedlichen Anlagengruppen werden Einheitskostensätze aus den verschiedenen zur Verfügung stehenden Kostentabellen und Erfahrungswerten zusammengestellt und für die Kostenschätzung angewendet.

Für die in AP 3 anstehenden Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen werden im AP 2 aus den verschiedenen Maßnahmen abschnittsweise Maßnahmenpakete zusammengestellt, da Einzelmaßnahmen für sich allein nicht priorisierbar sind. Die Priorität des jeweiligen Maßnahmenpaketes vererbt sich auf die Einzelmaßnahmen. Die Maßnahmenpakete umfassen einzelne Maßnahmen, die betrieblich und wirtschaftlich zusammenhängen und untereinander landesweit sowie unternehmensübergreifend vergleichbar sind. Je Maßnahmenpaket werden die Kosten und der zeitliche Anfall der Einzelmaßnahmen bestimmt.

Verschiedene Maßnahmen werden so zu einem Paket verbunden, dass deren volkswirtschaftliche Bedeutung in Gänze bewertet werden kann. So wird eine notwendige Reinvestition in die Betriebs- und Leittechnik in einem Tunnelabschnitt mit den ggf. zeitlich unabhängigen Gleiserneuerungsmaßnahmen zusammengefasst, um die Gesamtmaßnahme bzw. den Infrastrukturabschnitt zu bewerten und nicht jedes Anlagenteil einzeln. Eine getrennte Bewertung nur einer Maßnahme (z.B. in die Betriebsleittechnik) könnte ansonsten Reinvestitionen in andere Infrastrukturanlagen (bspw. Gleise) bedingen, obwohl sie bei einer gemeinsamen Bewertung als nachrangige Priorität eingestuft würde.

Das genaue Verfahren für die Maßnahmenbündelung und die Kostenschätzung wird im Zuge der Bearbeitung entwickelt, anhand der vorangehenden Ergebnisse und Erkenntnisse modifiziert und mit dem Auftraggeber abgestimmt.

Für die unterschiedlichen Maßnahmen werden die Investitionen in einen Zahlungsplan nach ihrem zeitlichen Anfall zusammengestellt. Hierzu werden die für den heutigen Zeitpunkt ermittelten Kosten bis zum Investitionszeitpunkt unter Berücksichtigung einer Inflationsrate hochgerechnet.

Für das AP 3 wird parallel zur Ableitung der notwendigen Maßnahmen und Zusammenstellung der Maßnahmenpakete das genaue Verfahren für die Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen entwickelt und mit dem Auftraggeber abgestimmt. Ergänzend zu einer volkswirtschaftlichen Bewertung werden weitere Kriterien wie bspw. die Bedeutung der Infrastruktur für einen regionalen Netzzusammenhang bestimmt und in einer multikriteriellen Bewertung angewendet.

Die Maßnahmenpakete zur streckenbezogenen Infrastruktur können in Anlehnung an bekannte Verfahren zu Nutzen-Kosten- und Nutzwert-Analysen erfolgen. Allerdings mit dem Unterschied, dass keine Neubaumaßnahmen, sondern Erhaltungsmaßnahmen bzw. die Nichtrealisierung von Erhaltungsmaßnahmen bewertet werden. Dies kann unter Umständen zu Streckenreduzierungen führen, so dass nicht die Wirkungen von Angebotsverbesserungen und den damit verbundenen Kosten, sondern von Einsparungen der Erhaltungsaufwendungen und den daraus resultierenden Angebotsverschlechterungen zu ermitteln sind. Fahrzeuge und Betriebshöfe können nicht eigenständig priorisiert werden. Sie haben „dienende“ Funktionen für den Betrieb der bewerteten Abschnitte, die ohne Fahrzeuge und Betriebshöfe bzw. Werkstätten sinnlos wären. Daher werden die Maßnahmenpakete zu den Bereichen Werkstätten und Betriebshöfe sowie Fahrzeugpark mit Bezug zu den streckenbezogenen Maßnahmenpaketen bewertet, um den bestehenden Abhängigkeiten zu entsprechen.

Das Bewertungsverfahren wird so aufgebaut, dass anhand der Ergebnisse eine Reihung der Maßnahmenpakete für ganz NRW erfolgen kann und jeweils separat für die betroffenen Bezirksregierungen und Kommunen. So kann den unterschiedlichen Entscheider-Perspektiven Rechnung getragen werden. Ob hierbei eine Ordnungszahl oder Dringlichkeitsklassen gebildet werden, wird im Zuge der Entwicklung und Abstimmung zum Verfahren festgelegt.

Die Detaillierung und die Genauigkeit der einzelnen Arbeitsschritte richtet sich insgesamt an dem aus, was im Zusammenspiel der drei Arbeitspakete notwendig ist. Dies bedeutet, dass nicht die größtmögliche Detaillierung und Genauigkeit gewählt wird, sondern so wie sie in den nachfolgenden Arbeitspaketen verarbeitet werden kann.

2. GRUNDLAGENERMITTLUNG

2.1 Grundlagen zur Bestimmung der Vorgehensweise

Die zu betrachtenden Betriebsanlagen

- Gleisinfrastruktur
- Ingenieurbauwerke (Brücken, Tunnel, Sonderbahnen etc.)
- Betriebs- und Leittechnikseinrichtungen
 - o Fahrleitungsanlagen
 - o Bahnstromversorgung
 - o Leit- und Sicherungstechnik
- Bahnhöfe und Haltestellen (einschließlich Hoch- und Sonderbauten)
- Betriebshöfe und Werkstätten
- Fahrzeuge

stellen an den Erhaltungszustand aus Sicht der sicheren Personenbeförderung sehr unterschiedliche Anforderungen. Zudem werden die Infrastrukturen durch den Betrieb verschieden stark in Anspruch genommen. Daher wird die Bestandserfassung entsprechend der o.g. Gliederung für die Betriebsanlagen differenziert betrachtet und die Inspektionsfristen für die Instandhaltung der Betriebsanlagen und Fahrzeuge gemäß §57 BOStrab berücksichtigt.

Als repräsentative VU wurden in Abstimmung mit dem VM die Bochum-Gelsenkirchener Straßenbahnen AG, die Kölner Verkehrs-Betriebe AG und die Stadtwerke Krefeld Mobil GmbH ausgewählt. Diese stellen Betriebe unterschiedlicher Größen dar, betreiben unterschiedliche Schienensysteme, haben unterschiedliche Rechtsformen und sind Teil unterschiedlicher Zweckverbände (VRR und NVR) und Regionen (Rheinland und Westfalen). In den vor Ort geführten Gesprächen hat sich bestätigt, dass diese Unterschiedlichkeiten sich in Bezug auf die Erhaltungsaktivitäten für die Infrastruktur der Schienennetze auch in der betrieblichen Organisation, den Methoden und der Datenvorhaltung widerspiegeln.

Generell ist festzuhalten, dass alle VU die gesetzlichen Vorgaben zur Gewährleistung eines betriebssicheren Zustands der Fahrzeuge und der Infrastruktur konsequent umsetzen. Die Fahrzeuge werden regelmäßigen Inspektionen unterworfen, es finden Bauwerksprüfungen statt und die Strecken werden in vorgegebenen Intervallen im Rahmen von Begehungen gründlich inspiziert. Dabei werden Mängel identifiziert, die Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen, ggf. auch Erneuerungen erforderlich machen, um die Betriebssicherheit bis zum nächsten Prüftermin sicherstellen zu können. Diese Aktivitäten haben damit grundsätzlich einen kurz- bis mittelfristigen Horizont. Für die größeren Investitionen werden drei- bis fünfjährige Programme aufgestellt und die dringlichsten Maßnahmen jeweils für das Folgejahr budgetiert, von der Unternehmensleitung genehmigt und schließlich realisiert.

Eine mittel- bis langfristige Planung erfolgt bei keinem VU in systematischer Form. Aus der gewachsenen Netzkenntnis und aus den Ergebnissen der regelmäßigen Inspektionen liegt

implizites Wissen vor, wo größere Reinvestitionen absehbar anstehen könnten. Bis auf einzelne Sonderbetrachtungen (z.B. zum Erneuerungsbedarf bei Rolltreppen) gibt es aber keine Aufzeichnungen zu Terminen und Kosten dieser noch nicht dringlich anstehenden Erneuerungen.

Zusätzliche Kontaktaufnahmen zu weiteren VU haben diese Einschätzung bestätigt. Es gibt zwar gerade bei den großen VU die Einsicht, dass eine systematische Befassung mit den Infrastrukturerneuerungen bedeutend ist, gleichwohl bleiben konkrete Umsetzungen die Ausnahme. Bspw. hat das hannoversche VU „Üstra“ ihre Infrastruktur vollständig digital erfasst, um das Instandhaltungsmanagement zu professionalisieren und kann aus diesen Daten eine zeitliche Vorausschau des Reinvestitionsbedarfes ableiten. Die Rheinbahn bedient sich der gleichen Software, hat aber den Prozess der Datenaufnahme noch nicht abgeschlossen. Die Essener Verkehrs AG (EVAG) gibt ebenso an, neben der kurz- bis mittelfristigen Planung, ein längerfristiges Reinvestitionsprogramm mit 20-jährigem Prognosehorizont anzulegen.

Im Folgenden werden einige Besonderheiten für die Betrachtung und Bewertung der einzelnen Betriebsanlagen näher beleuchtet. In Abstimmung mit dem VM erfolgen Festlegungen, welche Anlagenarten explizit bei der Erfassung der Erhaltungszustände oder implizit über Kostenansätze bei der Erneuerung übergeordneter Anlagen berücksichtigt werden oder von der Untersuchung ausgeklammert bleiben. Die Auswahlkriterien hierzu orientieren sich insbesondere an der originären Funktionalität, der Betriebs- und Fahrgastsicherheit, der Abgrenzung zum allgemeinen öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) sowie am Investitionsvolumen.

2.1.1 Gleisinfrastruktur

Grundsätzlich werden für die Erfassung des Erhaltungszustandes zur Gleisinfrastruktur Angaben zu Oberbau, Lage, Gleislängen, Alter, Zustandserfassungen, etc. von den VU benötigt. Zur Lokalisierung und späteren eindeutigen Zuordnung in eine Strecken-orientierte Datenbank werden soweit verfügbar Netzpläne mit Gleisen, Weichen und Kreuzungen, Streckenbezeichnungen und VU-internen Abschnittsbildungen hinzugezogen. Abfragen und Angaben zu Spurweite und zu einem streckenbezogenen Fahrzeugeinsatz komplettieren die Daten.

Durch das Vorhandensein von beweglichen Teilen bei Weichen (einschließlich Auszugsvorrichtungen bei Brücken) sind diese grundsätzlich einem höheren Verschleiß ausgesetzt, als die anliegenden Gleisabschnitte. Da die Erneuerungen von Weichen somit einem kürzeren Zyklus unterliegen und auch einen erheblichen Kostenfaktor darstellen, werden diese Anlagentypen bei den VU separat abgefragt und in der Datenbank berücksichtigt.

Nach gemeinsamer Rücksprache mit den drei gewählten repräsentativen VU lässt sich festhalten, dass keine einheitlichen Datenbestände und Zustandserfassungen bei den VU existieren. Einige VU lassen mindestens im geforderten Prüfintervall Gleisnetzbefahrungen durchführen, wo eine automatische Zustandserfassung des Schienenverschleißes in Lage

und Höhe durchgeführt wird. Andere VU führen klassische Begehungen von Streckenverantwortlichen aus. Auswertungen und Datenhaltung dieser Erfassungen werden bei den verschiedenen VU ebenfalls sehr unterschiedlich gehandhabt. Ein VU ist nicht bereit, seine Zustandserfassungen zur Verfügung zu stellen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen dann die Erneuerungsmaßnahmen und entsprechenden Baumaßnahmen in den Folgejahren auf.

Die vorliegenden Bestandsdaten bezüglich der vorher genannten Angaben zu Oberbau, Lage, Gleislängen, Alter, Zustandserfassungen etc. liegen bei den VU in einem stark unterschiedlichen Detaillierungsgrad vor. Manche VU, die bspw. bereits Vorbereitungen für eine Bestandsdatenbank treffen oder eine solche bereits betreiben, können sehr viel genauere und kleinteiligere Angaben liefern.

Die aus den Abfragedaten resultierenden Ergebnisse können daher jeweils nur die Genauigkeit aufweisen, die sich aus den Bestandsdaten erfassen lassen.

Im Rahmen der Erfassung findet ebenfalls die Abfrage nach der sog. Mittelfristplanung der VU statt. Der Zeitraum einer solchen Planung beinhaltet bei allen VU i.d.R. den Zeitraum der nächsten fünf Jahre. Die Mittelfristplanung umfasst neben geplanten Inbetrieb- oder sogar Außerbetriebnahmen von Strecken auch die Baubetriebsplanungen. Die Baubetriebsplanung beinhaltet bspw. die Festlegung der Betriebsweise bei Bauarbeiten, sie nimmt Einfluss auf die Geschwindigkeit im Bauabschnitt, hat Einfluss auf die Auswahl der (möglichen) Bauverfahren, etc. Festzuhalten bleibt jedoch, dass lediglich die Bauplanungen für das folgende Jahr vollständig gesichert sind. Die Bauplanungen für die nachfolgenden vier Jahre umfassen nur die wahrscheinlich auszuführenden Maßnahmen, die sich bereits aus den Zustandsaufschreibungen der VU ergeben. Übergebene Mittelfristplanungen werden möglichst mit den Bestandsdaten abgeglichen und verifiziert. Die Zeitpunkte und angegebenen Kosten der Maßnahmen für mittelfristig geplante Erneuerungen der Gleisinfrastruktur können übernommen und dann in der Datenbank berücksichtigt werden.

2.1.2 Ingenieurbauwerke

Zu den Ingenieurbauwerken zählen Brücken, Sonderbahnen, Zugangsbauwerke, Stützwände sowie die untertägigen Verkehrsanlagen.

Bei den Ingenieurbauwerken bietet es sich an, für die Zustandserhebung die Ergebnisse der ohnehin vorhandenen regelmäßigen Bauwerksprüfungen als Grundlage zu verwenden. Diese werden bereits nach vergleichbaren Kriterien durchgeführt. Dies ist umso mehr von Bedeutung, da neben den Bauwerken in der Erhaltungslast der VU auch Bauwerke anderer Baulastträger betroffen sein können, die von den Schienenwegen mitgenutzt werden, bei denen die VU aber für Folgemaßnahmen kostenpflichtig sind.

Mit den vorhandenen Ergebnissen der Bauwerksprüfungen ist es möglich, zwischen den Teilbauwerken Unterbauten und Überbauten zu unterscheiden.

Die Daten für die Bauwerke müssen so aufbereitet werden, dass eine regelmäßige Aktualisierung aufgrund der turnusmäßig durchzuführenden Bauwerksprüfungen oder etwaiger Sonderprüfungen aufgrund besonderer Ereignisse möglich ist.

Ein besonderes Augenmerk bei der Bewertung ist auf die Bauwerke zu lenken, bei denen aufgrund der vorhandenen Befunde Handlungsbedarf angezeigt wird. Hier ist die Dringlichkeit des Handlungsbedarfes zu plausibilisieren und mit den VU zu diskutieren. Wenn aus den Befunden keine Dringlichkeiten hervorgehen, werden die Erneuerungsmaßnahmen anhand der für die jeweilige Bauweise üblichen Nutzungsdauern eingestuft. Beispielhaft können hier die Regularien der Ablösungsrichtlinie angewandt werden.

Für die Zustandserhebung der untertägigen Verkehrsanlagen wird eine Differenzierung nach Trog, Rampe, Streckentunnel und Haltestelle vorgenommen. Die Streckentunnel werden dabei entsprechend der Bauweise ebenfalls noch differenziert betrachtet.

Grundsätzlich sind für die Zustandserhebung der Ingenieurbauwerke keine aufwändigen Gerätschaften erforderlich. Für die Inaugenscheinnahme der in den dringlichen Handlungsbedarf eingestuftten Bauwerke oder Bauwerksteile ist eine Zustandsfeststellung mit „Bordmitteln“ ausreichend. Hierzu gehören z.B. ein Hammer zum Abklopfen der Betonstruktur, Meterstäbe, Rissmaßstäbe etc.

2.1.3 Betriebs- und Leittechnikeinrichtungen

Welche Einrichtungen der Infrastruktur aus dem vielfältigen Bereich der Betriebs- und Leittechnik zu den hier zu bewertenden Anlagen gehören, wurde in Abstimmung mit dem VM definiert. Behandelt werden die streckenbegleitenden Fahrleitungsanlagen, Anlagen der Bahnstromversorgung und die Leit- und Sicherungstechnik. Nicht erfasst werden Bahnübergänge, die unter der Klassifizierung der Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) fallen, welche auch im Stadtbahnverkehr genutzt werden. Ebenso werden die Komponenten des ÖPNV an Lichtsignalanlagen nicht erfasst. Auch die zentralen Leitstellen, Rechnergestützte Betriebsleitsysteme wie bspw. ITCS und Funksysteme werden nicht behandelt.

Anlagen zur Fahrgastinformation, Videoüberwachung und Notruf sowie Brandmeldeeinrichtungen werden nicht explizit erfasst und hinsichtlich des Erhaltungszustandes bewertet, sondern durch Kostenzuschläge bei den Stationen behandelt.

- **Fahrleitungsanlagen**

Bei den Fahrleitungsanlagen sind viele Analogien zu den Gleisanlagen zu sehen. Entscheidend für deren Erhaltungszustand sind die Bauform, die Betriebsbelastung und zum Teil auch die Lage.

Bauform und Betriebsbelastung sind maßgeblicher für den mechanischen Verschleiß des Fahrdrahtes als für den Teil der Fahrleitungsanlage, welche vom Stromabnehmer bestrichen wird. Aber nicht nur der Fahrdraht selbst, auch viele anderen Anlagenteile - insbesondere die beweglichen - sind dem Verschleiß unterlegen, da sie vielfältigen unterschiedlichen dynamischen betrieblichen Beanspruchungen, Witterungseinflüssen, Lageveränderungen usw. ausgesetzt sind. Hinzu kommen allgemeine Alterungsprozesse, welche zu beobachten sind, wie Verschlechterung des Isolationszustandes, Korrosion von Masten, Verankerungen usw.

Hat der Fahrdraht ein Mindestmaß unterschritten, muss er ausgetauscht werden. Häufigkeit, Aufwand und betriebliche Einschränkungen hängen stark von der Bauform und der örtlichen Lage im Netz ab. Verschleißzustand und räumliche Fahrdrahtlage werden regelmäßig überprüft.

Bei den Bauformen ist u.a. deutlich zwischen Hochkette und Flachkette, fest verspannt und nachgespannt, Aufhängung an Mittelmasten, Seitenmasten mit Ein- bzw. Zweigleisenauslegen oder an Querfeldern zu unterscheiden. Die Bauform (Material, Geometrie) der Maste kann wiederum auch sehr unterschiedlich sein. Sonderbauformen mit Deckenstromschiene sind in Tunneln gelegentlich anzutreffen.

Wichtig zur Beurteilung ist auch die Gleislage bzw. Trassenführung mit ihren unterschiedlichen Auswirkungen auf Verschleiß, Unterhaltung und Instandhaltung der Fahrleitungsanlage (oberirdisch straßenbündig oder besonderer Bahnkörper, unabhängig auf Brücken oder in Tunneln).

- **Bahnstromversorgung**

In Verbindung mit den Fahrleitungsanlagen ist die zugehörige Bahnstromversorgung elementar. Sie besteht im Wesentlichen aus Mittelspannungsschaltanlagen, Transformatoren, Gleichrichtern, Streckenschaltanlagen und Kabelanlagen bis zu den Speisepunkten an der Fahrleitung sowie den Rückleiteranschlüssen an den Fahrschienen.

Baulich bzw. räumlich zusammengefasst werden diese Anlagen in den Gleichstromunterwerken (UW). Typisch werden dafür eigenständige Gebäude im Abstand von ca. 2 km längs der zu versorgenden Strecke errichtet. Bei Tunnelstrecken werden dafür zumeist separate Räume in einer unterirdischen Station vorgehalten. Die Anlagen müssen regelmäßig geprüft, gewartet, überholt und letztlich aufgrund der üblichen Alterung elektrischer Schaltanlagen ganz oder teilweise erneuert werden. Hinzu kommt die immer schnellere technologische Überalterung von Komponenten und Teilsystemen, für die kein gleichartiger Ersatz beschafft werden kann.

Das jeweilige Alter der Bestandsanlagen in den Verkehrsbetrieben ist sehr unterschiedlich. Als sinnvolle Parameter für die Datenerhebung sind insbesondere Alter, installierte Leistung, Anzahl und Bauarten der Transformatoren sowie Anzahl der installierten Schaltfelder zu nennen.

Des Weiteren existieren ein- und dreiphasige Stromschienenanlagen für Sonderbahnen. Die hier existierenden Verschleißerscheinungen sind mit denen beim Fahrdrabt vergleichbar. Die Systeme sind jedoch einfacher und kompakter aufgebaut, so dass hierbei die Erfassung und Bewertung aufwändiger Trag- und Gründungssysteme entfällt.

Gebäudeseitig werden nur die UW-Gebäude bewertet, die ausschließlich von der UW-Technik genutzt werden. Für Unterwerke, die in Bauwerke mit anderen Nutzungen (bspw. in Tunnel, Verwaltungsgebäude) integriert sind, wurden keine Einhausungen erfasst.

• **Leit- und Sicherungstechnik**

Dazu zählen alle technischen Einrichtungen zur Fahrwegsteuerung und Fahrwegsicherung, welche sich direkt an der Gleistrasse oder in lokalen und/oder zentralen Räumlichkeiten befinden und unmittelbare Bestandteile dieser Anlagen sind.

Grundsätzlich wird dabei gemäß BOStrab im Wesentlichen unterschieden zwischen

- Zugsicherungsanlagen bei unabhängigen Bahnen, in Tunnelanlagen und bei Geschwindigkeiten >70 km/h
- Weichensteuerungsanlagen bei Fahrt auf Sicht
- Fahrsignalanlagen bei z.B. eingleisigen Strecken
- Bahnübergangssicherungen.

Die jeweils zugehörigen Infrastrukturelemente sind sehr unterschiedlich. Sie reichen von den einfachen Streckensignalen, Weichenantrieben und Weichensteuerungen über umfangreiche Fahrsignalsteuerungen bis hin zu komplexen Zugsicherungsanlagen mit Gleisfreimeldeanlagen, Zugbeeinflussungsanlagen, Stellwerken und Zuglenkrechnern.

Die Länge der mit Zugsicherungsanlagen ausgerüsteten Gleisanlagen ist insgesamt zwar überschaubar, jedoch existiert eine relativ große Typenvielfalt sehr unterschiedlichen Alters.

Auch diese Anlagen müssen regelmäßig gewartet, überholt oder teilweise erneuert werden. Insbesondere Zugsicherungsanlagen, die älter als 20 Jahre sind, gelten technologisch als überaltert und können teilweise nur mit großem Aufwand instandgehalten werden. Hier besteht vielfach der dringende Bedarf einer kompletten Erneuerung.

Als sinnvolle Parameter für die Datenerhebung sind Alter, Typ/Hersteller und Bauart, Anzahl der Blockabschnitte bzw. Länge der Stellbereiche usw.

2.1.4 Bahnhöfe und Haltestellen

Bei der Begutachtung von Bahnhöfen und Haltestellen gilt es zuerst zu klären, welche Merkmale für eine sichere Aufrechterhaltung der Personenbeförderung notwendig sind. Im Vordergrund für die Nutzung stehen hier:

- intakte Bahnsteigkanten
- ebene Beläge ohne Stolperfallen oder sonstige Hindernisse
- (barrierefreie) Zugänglichkeit
- grundsätzliche Fahrgastinformationen
- ggf. eine funktionierende Stromversorgung/Beleuchtung
- ggf. technische Ausrüstungen von Bahnhöfen.

Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von Ausstattungsmerkmalen für Haltestellen und Bahnhöfe. Die Bandbreite reicht hier vom Fahrgastunterstand mit Sitzplätzen über ein taktils Leitsystem bis hin zum dynamischen Zugzielanzeiger. Diese Anlagen sind nicht zwingend für den Betrieb erforderlich, sie tragen jedoch - jedes auf seine Weise - zu einer Steigerung des Fahrgastkomforts bzw. zu einer besseren Fahrgastinformation bei. Für eine vergleichbare Kategorisierung wird im Vorfeld festgelegt, welche zusätzlichen Standards die Haltestellen und Bahnhöfe neben dem rein baulichen Erhaltungszustand erfüllen müssen.

Für unterirdische Stadtbahnbahnhöfe oder vergleichbare Bahnhöfe von Sonderbahnen gibt es weiterhin eine Vielzahl von Ausrüstungsgegenständen in Betriebsräumen, wie bspw. Notstromversorgungen, Hebeanlagen, Lüftungen etc., die einer gesonderten Betrachtung bedürfen. Auch für diese Ausrüstungen muss im Vorwege eine vergleichbare Kategorisierung stattfinden.

Aufgrund der im Gegensatz zu reinen baulichen Anlagen stark unterschiedlichen Nutzungsdauern von Fahrtreppen/-steigen und Aufzügen ist für diese Anlagen eine gesonderte Betrachtung notwendig.

Für sämtliche Haltestellen muss außerdem ermittelt werden, ob Sonderbauten bestehen. Dabei müssen verschiedenste Formen der Hochbauten unterschieden und kategorisiert werden. Kategorien für Sonderbauten stellen Einhausungen von Bahnsteigzugängen, Sonderdächer bei Haltestellenüberdachungen, Aufzugseinhausungen oder sonstige Bauwerke dar. Hierzu zählen auch die Stationsbauwerke der Wuppertaler Schwebebahn, der H-Bahn und des SkyTrain. Eine weitere Sonderbau- bzw. Hochbauform sind separate Unterwerksgebäude, diese werden jedoch im Rahmen der Betriebs- und Leittechnik einrichtungen berücksichtigt.

Für (i.d.R.) unterirdische Stadtbahnbahnhöfe oder vergleichbare Bahnhöfe von Sonderbahnen gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Verteilerebenen, die die straßenbündigen Zugänge bündeln und über die schließlich die Bahnsteigebenen erreicht werden können. Für die Verteilerebenen werden die Angaben der Grundfläche erfasst.

2.1.5 Betriebshöfe und Werkstätten

Die Betriebshöfe und Werkstätten setzen sich aus einer Vielzahl von Betriebsanlagen zusammen. Betrachtet werden die Teile, die der Wartung und Instandhaltung der Fahrzeuge im Linienverkehr dienen. Verwaltungsgebäude und Bauhöfe, die der Instandhaltung der Strecken dienen, werden hier hingegen nicht behandelt.

Neben Gleisanlagen, Leit- und Sicherungstechnik und Fahrleitung sind zusätzlich die Gebäude mit Ihrer technischen Ausrüstung einschließlich der maschinentechnischen Ausstattung der Werkstätten zu nennen.

Insbesondere der Zustand der Gebäude ist unter Berücksichtigung von Landesbauordnung, Arbeitsstättenrichtlinie, Energieeinsparverordnung und Berufsgenossenschaft zu erfassen und zu bewerten. Hierbei werden der allgemeine Zustand, die Gebäudekonstruktion (Tragwerk), der hochbautechnische Ausbau und die Gebäudetechnik (Heizung, Lüftung, Strom- und Energieanlagen) untersucht.

Gewerkeübergreifend ist der bauliche Brandschutz der Gebäude zu berücksichtigen, soweit dieser durch entsprechende Gutachten bzw. Planungen belegt ist.

Die Erfassung der Maschinentechnik beschränkt sich auf betriebsnotwendige größere Maschinen z.B. zur Radreifenbearbeitung, die bei veralteter Technik die Betriebssicherheit der Fahrzeuge einschränken würden.

2.1.6 Fahrzeuge

Gemäß § 57 der BOStrab sind Inspektionen zur Erfassung des Ist-Zustandes an Fahrzeugen innerhalb planmäßig wiederkehrender folgender Fristen durchzuführen: Nach Zurücklegung von 500 Tsd. km oder mindestens alle acht Jahre werden Schienenfahrzeuge, die für die Personenbeförderung eingesetzt werden, einer eingehenden Hauptuntersuchung (HU) unterzogen, die sich insbesondere auf alle der Abnutzung unterliegenden Fahrzeugteile erstreckt. Diese HU sind damit wesentliche Eckpunkte im Lebenszyklus von Straßenbahnfahrzeugen.

Art und Umfang der Inspektionen richten sich dabei nach Bauart und Belastung der Fahrzeuge. Obligatorisch sind dabei das Vermessen des Fahrzeugrahmens, die Durchführung einer Bremsenrevision, die Untersuchung der Radsätze und deren Lager sowie der Zug- und Stoßvorrichtungen für den Betrieb mit Beiwagen oder Traktionsbetrieb. Darüber hinaus werden die Fahrzeuge in ihre Hauptbaugruppen zerlegt und einzeln auf ihren betriebssicheren Zustand überprüft. Damit verbunden ist meist eine vorbeugende Instandsetzung der Hauptverschleißteile zur Gewährleistung ihrer Betriebsfähigkeit für die Zeit bis zur nächsten Untersuchungsperiode. Dementsprechend ist ein Schienenfahrzeug, dass nach einer HU wieder in Betrieb genommen wird, in einem komplett renovierten Zustand und sollte den nächsten HU-Zyklus (in acht Jahren oder nach 500 Tsd. km) im Rahmen der planmäßigen Instandhaltung problemlos erreichen.

Zusätzlich zu den HU werden von den VU weiterhin Zwischenuntersuchungen vorgenommen, die sich insbesondere auf die Bauteile erstrecken, die sicherheitsrelevant sind.

Über die Kilometerleistungen sowie über die durchgeführten Untersuchungen und Mängelbeseitigungen an den einzelnen Schienenfahrzeugen werden durch das VU übersichtliche Aufzeichnungen geführt und entsprechend dokumentiert. Folglich liegen bei den VU für alle Straßenbahn- und Stadtbahnfahrzeuge, die für die Personenbeförderung eingesetzt werden, umfassende und ausführliche Aufschreibungen vor, die den Zustand für jedes einzelne Fahrzeug fundiert belegen.

In NRW verfügen elf VU über eine Schienenfahrzeugsparte für die Personenbeförderung. Hinzukommen, als Bahnen besonderer Bauart, die Wuppertaler Schwebbahn, die H-Bahn in Dortmund und der SkyTrain am Düsseldorfer Flughafen.

Die Häfen und Güterverkehr Köln AG (HGK) ist ein Eisenbahn-VU mit den Geschäftsschwerpunkten Eisenbahngüterverkehr und Hafenumschlag und wird im Rahmen der Fahrzeuge nicht betrachtet.

Die Wuppertaler Schwebbahn befindet sich aktuell im Beschaffungsprozess für insgesamt 31 neue Fahrzeuge. Die derzeit im Betrieb befindlichen 25 Wagen stammen aus der Baureihe 1972, Bauart GTW 72 und werden derzeit komplett durch die neuen Fahrzeuge ersetzt. Eine Bestandsaufnahme für die Fahrzeuge der Bauart GTW 72 wird dementsprechend nicht mehr durchgeführt.

Im Rahmen der Erhebungen des Zustandes der Fahrzeuge verbleiben damit folgende 13 VU:

- | | |
|-------------|---|
| - BOGESTRA | Bochum-Gelsenkirchener Straßenbahnen AG |
| - DSW21 | Dortmunder Stadtwerke AG |
| - DVG | Duisburger Verkehrsgesellschaft AG |
| - EVAG | Essener Verkehrs - AG |
| - H-Bahn | H-Bahn-Gesellschaft Dortmund mbH |
| - KVB | Kölner Verkehrs-Betriebe AG |
| - moBiel | moBiel GmbH Bielefeld |
| - MVG | Mülheimer Verkehrs-Gesellschaft mbH |
| - Rheinbahn | Rheinbahn AG |
| - SkyTrain | Flughafen Düsseldorf GmbH |
| - STOAG | Stadtwerke Oberhausen GmbH |
| - SWB | Stadtwerke Bonn |
| - SWK | Stadtwerke Krefeld |

Im Rahmen der Grundlagenermittlung wurden Fragebögen zu den Fahrzeugen mit den drei repräsentativ ausgewählten VU BOGESTRA, KVB und SWK (siehe Kap. 2.1 Seite 9) in persönlichen Gesprächen abgestimmt. In diesem Abstimmungsprozess wurde es als realistisch eingeschätzt, dass alle o.g. VU über die erforderlichen Daten verfügen und diese auch im Rahmen der Erhebung zuliefern können.

Am Beispiel der drei ausgewählten VU wurde deutlich, dass die für die Bestandsaufnahme abgefragten Fahrzeugdaten vollständig abrufbar sind. Die Übersendung der vollständig ausgefüllten Fahrzeuglisten erfolgte innerhalb weniger Wochen.

Dementsprechend wurden die Abfragelisten für die Fahrzeuge in einem zweiten Schritt ebenso an die übrigen VU versandt. Nach Rücklauf der ausgefüllten Fahrzeuglisten erfolgte dann die Sichtung und Auswertung der Unterlagen. Begleitend dazu wurden Gespräche mit den entsprechenden Fachabteilungen aller VU geführt, um den tatsächlichen Zustand der Schienenfahrzeuge zu verifizieren.

2.2 Einflussgrößen des Erhaltungszustandes

2.2.1 Gleisinfrastruktur

Entscheidend für den Erhaltungszustand der Gleisinfrastruktur ist zum einen die Lage der Anlagen und zum anderen der Verschleißgrad der Materialien, insbesondere des Schienenmaterials.

Haupteinflussfaktor für den Verschleißzustand stellt die Häufigkeit der Überfahrten dar. Diese Daten werden gemäß den von der Ingenieurgruppe IVV GmbH & Co. KG (Aachen) zugelieferten Taktzahlen in der Datenbank berücksichtigt. Zusätzlich wird bei den VU abgefragt, welche Linien die Gleisabschnitte befahren, wodurch eine zusätzliche Kontrolle gewährleistet ist.

Durch die Gespräche mit den drei VU, ergänzt durch eigene Erfahrungen, zeigt sich, dass für den Verschleiß und den damit einhergehenden Erneuerungszeitraum, nicht nur die Häufigkeit der Befahrungen, sondern insbesondere fahrzeugabhängige Parameter mit ausschlaggebend sind.

So sind bspw. Strecken, die mit niederflurigen Straßenbahnen befahren werden, einem sehr viel höheren Verschleiß ausgesetzt als Stadtbahnstrecken, die nur mit Drehgestellfahrzeugen befahren werden. Ursache hierfür sind die Spurführungseigenschaften der unterschiedlichen Fahrgestelle. Moderne Niederflurfahrzeuge besitzen heutzutage keine klassischen Drehgestelle mehr, wodurch die Straßenbahnräder konstruktionsbedingt häufiger im sog. Spießgang die Schieneninnenseiten „abschleifen“, was einen höheren Verschleiß der Gleise bedeutet. Wie bereits in Kap. 2.1.1 erläutert, komplettieren daher Angaben zu einem streckenbezogenen Fahrzeugeinsatz die Bestandsdaten.

Eine weitere Einflussgröße stellt die Lage der Gleisanlagen dar. Gleise in besonderen und separaten Bahnkörpern (bspw. in Tunneln) sind i.d.R. einem geringeren Verschleiß ausgesetzt, als Gleise von Straßenbahnen im öffentlichen Straßenraum. Schmutz und Sand aus den Besandungsanlagen bei feuchten oder mit Laub verdreckten Schienenköpfen führen beispielsweise bei Gleisanlagen im öffentlichen Straßenraum zu Fahrflächenschädigungen und Abnutzungen, die häufiger durch Schienenschleifen korrigiert werden müssen.

Neben der Lage der Gleise ist auch der Krümmungsverlauf einer Strecke maßgebend für den Verschleiß der Gleisanlagen. Je kurviger eine Strecke ist, desto höher ist die Abnutzung der Schienen, da ein erhöhter Kontakt zwischen Rad und Schieneninnenseite vorhanden ist.

2.2.2 Ingenieurbauwerke (Brücken, Tunnel etc.)

Entscheidend für den Erhaltungszustand der Ingenieurbauwerke sind sämtliche Faktoren, die Einfluss auf die Tragfähigkeit oder die Gebrauchstauglichkeit des Bauwerks nehmen und die in den regelmäßigen Bauwerksprüfungen erfasst und dokumentiert werden. Maßgebend für die Überwachung sind die DIN 1076 für Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen – Überwachung und Prüfung und die BOStrab § 57 für Straßenbahnen. Als entscheidende Faktoren sind beispielhaft zu nennen: Korrosionserscheinungen, Abplatzungen, Risse, Karbonatisierung des Betons, Durchfeuchtung, Versprödung, etc.

2.2.3 Betriebs- und Leittechnikeneinrichtungen

- **Fahrleitungsanlagen**

Haupteinflussgröße auf den Erhaltungszustand der Fahrleitungsanlage ist der mit der Anzahl der Stromabnehmerdurchgänge verbundene Abrieb des Fahrdrahtes. Laut BOStrab dürfen Fahrdrähte nur bis zu einem Restquerschnitt von 60% abgenutzt sein und müssen dann ausgetauscht werden.

Einen weiteren Einfluss auf den Erhaltungszustand haben die Bewitterung/Sonneneinstrahlung auf Kunststoffelemente der Fahrleitungsanlage wie Isolatoren, Ausleger und Seitenhalter, sowie eine Durchrostung von Stahlmasten überwiegend im Fußbereich aufgrund von Tausalzeinsatz, Feuchtigkeit und anderen Einflüssen.

Bei den Stromschienen der Sonderbahnen sind die Haupteinflussfaktoren auf den Erhaltungszustand ebenfalls die Anzahl der Stromabnehmerdurchgänge. Witterungseinflüsse sowie Durchrostung von Bauteilen stellen eine eher untergeordnete Rolle dar.

- **Bahnstromversorgung**

Einflussgrößen auf den Erhaltungszustand der Anlagen für die Bahnstromversorgung sind, neben der üblichen Alterung elektrischer Schaltanlagen, die immer schnellere technologische Überalterung von Komponenten und Teilsystemen, für die kein gleichartiger Ersatz beschafft werden kann.

An den oberirdisch verlaufenden Strecken sind die Anlagen für die Bahnstromversorgung üblicherweise in separaten Gebäuden installiert. Diese Hochbauten variieren in der Ausführung zwischen einfachen garagenartigen Fertigteilgebäuden und architektonischen Einzelgebäuden. Wie alle Hochbauten sind diese Gebäude vollständig allen Witterungseinflüssen ausgesetzt. Einflussgrößen auf den Erhaltungszustand der Gebäude stellen insbesondere das Alter und die Häufigkeit der Pflege und Instandhaltungen dar.

- **Leit- und Sicherungstechnik**

Einflussgrößen auf den Erhaltungszustand der leit- und sicherungstechnischen Anlagen sind, neben der üblichen Alterung der elektrischen Schaltanlagen, die immer schnellere technologische Überalterung von Komponenten und Teilsystemen, für die kein gleichartiger Ersatz beschafft werden kann.

2.2.4 Bahnhöfe und Haltestellen

Entscheidend für den Erhaltungszustand der Bahnhöfe und Haltestellen ist die Lage der Anlagen. Haupteinflussfaktor ist somit, ob Bahnhöfe und Haltestellen der Witterung und Frost- und Tausalzwecheln ausgesetzt sind. Haltestellen an der Oberfläche haben somit eine geringere Nutzungsdauer als unterirdische Bahnhöfe. So sind bspw. Beläge bei Bahnhöfen in Tunnelbauwerken prinzipiell keiner Abnutzung unterlegen und haben somit eine theoretisch unbeschränkte Lebensdauer. Bei abgehängten Decken oder vorgesetzten Wandschalen muss jedoch eine regelmäßige Kontrolle der Konstruktionselemente stattfinden, da die Befestigungen einer Alterung bzw. Korrosion unterliegen können.

Für die Verteilerebenen gelten obige Aussagen zu unterirdischen Bahnhöfen entsprechend.

Durch die Gespräche mit den drei VU, ergänzt durch eigene Erfahrungen, zeigt sich, dass für den Verschleiß und den damit einhergehenden Erneuerungszeitraum bei Fahrtreppen und Aufzügen, nicht die Häufigkeit der Befahrungen und deren Belastungen durch Fahrgäste ausschlaggebend sind, sondern eher das generelle Herstellungsdatum. Die Fehleranfälligkeit von „neueren“ Anlagen einiger Hersteller ist gegenüber Altanlagen gestiegen. Bei Fahrtreppen ist bspw. die Antriebskette ein Hauptverschleißteil, welches nach Auskunft von Mitarbeitern eines VU bei neueren Anlagen eine geringere Qualität aufweist. Neuere Anlagen müssen daher deutlich früher erneuert werden. Die mögliche Restnutzungsdauer hängt auch davon ab, ob die Anlagen innen oder außen ohne Überdachung verbaut sind.

Die Lebensdauer von elektrischen Anlagen wird generell nicht durch Einflussgrößen wie Häufigkeit der Nutzungen beeinflusst. Für alle Ausrüstungsgegenstände in Betriebsräumen, wie bspw. Notstromversorgungen, Hebeanlagen, Lüftungen etc. hängen die Möglichkeiten einer Instandhaltung vor allem von der Verfügbarkeit von Ersatzteilen ab.

Der Erhaltungszustand der Hochbauten lässt sich nur schwer einschätzen. Ein genauer Erneuerungszeitpunkt kann nicht pauschal bestimmt werden, da jeder Sonderbau unterschiedlichen Einflüssen ausgesetzt ist. Deshalb muss jeder Sonderbau einzeln bewertet werden.

2.2.5 Betriebshöfe und Werkstätten

Betriebshöfe und Werkstätten setzen sich aus einer Vielzahl von Betriebsanlagen zusammen. Sie umfassen neben den Gleisanlagen einschließlich Leit- und Sicherungstechnik und zugehöriger Fahrleitung auch die Gebäude, einschließlich derer technischen Gebäudeausrüstung sowie der Maschinenteknik der Werkstätten.

Unter Berücksichtigung des Alters und gebäudespezifischen Richtlinien wird insbesondere der Zustand der Gebäude erfasst und bewertet.

Die Erfassung der Maschinentechnik beschränkt sich auf betriebsnotwendige größere Maschinen z.B. Unterflurdrehmaschinen, die bei veralteter Technik die Betriebssicherheit der Fahrzeuge einschränken würden.

Der Erhaltungszustand der Gleise und Weichen hängt vor allem von Alter, Häufigkeit der Befahrung sowie den Trassierungsparametern ab. Beispielsweise sind Bögen mit kleinen Radien wartungsintensiver.

Der Zustand der technischen Anlagen und der Gebäude ist insbesondere abhängig von Alter, Häufigkeit der Nutzung und der Pflege.

2.2.6 Fahrzeuge

Schienenfahrzeuge sind während des Betriebes einem permanenten Verschleiß ausgesetzt. Der fortschreitende Materialverlust und die fahrdynamische Beanspruchung beeinflussen die Lebensdauer der Schienenfahrzeuge. Die Faktoren

- betriebliche Einsatzbedingungen
- Ausprägung des Fahrweges
- konstruktiver Aufbau des Fahrzeuges

haben Einfluss auf den Erhaltungszustand der Schienenfahrzeuge.

Die betrieblichen Einsatzbedingungen im Rahmen der Personenbeförderung sind dabei eine Einflussgröße. Die VU sind bestrebt, die Ein- und Ausfahrten vom bzw. zum Depot zu minimieren, da diese Fahrten; sog. „Leerfahrten“; in der Regel ohne Fahrgäste durchgeführt werden. Dadurch sind die meisten Fahrzeuge täglich 15 Stunden oder noch länger im Streckennetz im Einsatz. Die betriebliche Notwendigkeit, die Triebwagen mit Anhängern zu kuppeln, um die Beförderungskapazität zu erhöhen sind betriebliche Einsatzbedingungen, welche die Fahrzeuge stärker beanspruchen als im Solobetrieb und damit zu vorzeitiger Materialermüdung an Gestellen und Wagenkasten führen können.

Hinsichtlich der Ausprägung des Fahrweges könnte stark hügeliges Gelände, mit entsprechenden Gefälle- und Steigungsstrecken verschleißfördernden Einfluss auf Antrieb und Bremsen haben. Bei Straßenbahnen ist als Betriebsbremse allerdings die elektrodynamische Bremse üblich und von der BOStrab auch vorgeschrieben. Insofern ist in dieser Hinsicht kein erhöhter mechanischer Verschleiß zu erwarten. Darüber hinaus gibt es in den Streckennetzen der untersuchten VU auch nur vereinzelt Streckenabschnitte mit nennenswerten Steigungen/Gefällestrecken, die aber als Einflussfaktor auf den Erhaltungszustand wohl eher vernachlässigbar sind.

Positiv, im Hinblick auf die Lebensdauer der Schienenfahrzeuge müsste bewertet werden, wenn ein Fahrzeug für eine Höchstgeschwindigkeit von z.B. 100 km/h ausgelegt ist, tatsächlich jedoch nur mit max. 60 km/h betrieben wird. Der Verschleiß an den Motoren und den mechanischen Bauteilen wäre dadurch geringer, als wenn das Fahrzeug regelmäßig mit Höchstgeschwindigkeit unterwegs wäre.

Signifikanteren Einfluss auf die Lebenserwartung von Schienenfahrzeugen hat aber deren konstruktiver Aufbau. Traditionelle Hochflur-Schienenfahrzeuge verfügen in der Regel über Drehgestelle. Bei Bogenfahrt stellen sich diese Drehgestelle auf den Bogenradius ein und minimieren so den Verschleiß. Sogenannte „100%-Niederflurfahrzeuge“ haben aus Platzgründen keine Drehgestelle, sondern sogenannte Losräder. Diese Räder sind einzeln gelagert und die Radsätze können sich während der Fahrt nicht selbst zentrieren. An den Radreifen und an den Schienen kommt es dadurch zu einem höheren Verschleiß. Sogenannte „70% Niederflurfahrzeuge“ verfügen nur an den Fahrzeugenden über Hochflurbereiche, so dass nur dort Drehgestelle angeordnet werden können. In den niederflurigen Bereichen kommen auch hier Losräder zum Einsatz.

Niederflurfahrzeuge sind aber erst seit Mitte der Neunziger Jahre im Einsatz, sodass sich verlässliche Aussagen über eine mögliche Nutzungsdauer von 30 Jahren derzeit noch nicht treffen lassen. Die VU in NRW, die Niederflurfahrzeuge in Betrieb haben, gehen hier von unterschiedlichen Nutzungsdauern bis hinunter zu knapp über 20 Jahren aus. Es wird befürchtet, dass der Erhaltungszustand vor Ablauf der üblichen 30 Jahre eintritt.

Die Rheinbahn bspw. lässt 40 Niederflur-Straßenbahnen der ersten Generation (Typ NF6) bei einem Instandhaltungsunternehmen grundlegend modernisieren. Die Fahrzeuge stammen aus den Jahren 1996 – 1999 und sollen durch die Modernisierung für mindestens 15 weitere Jahre in Betrieb bleiben.

Die BOGESTRA hat im Jahr 2015 insgesamt 42 Neufahrzeuge des Typen NF6D zur vorzeitigen Ersatzbeschaffung ausgeschrieben, nachdem bei diesem Fahrzeugtyp wiederholt Probleme auftraten.

Für die Wartung und Instandhaltung der Niederflurfahrzeuge werden im Mittel Mehrkosten in Höhe von 20% genannt.

Insgesamt ist festzustellen, dass es kein umfassendes, aktuelles und allgemein anerkanntes Normierungsverfahren zur Bestimmung des Erhaltungszustandes von Schienenfahrzeugen gibt. Bei Niederflurfahrzeugen muss allerdings davon ausgegangen werden, dass die bisher übliche technische Nutzungsdauer von 30 Jahren für Schienenfahrzeuge eine Bestfallannahme darstellt.

Wie bereits dargestellt, fordert § 57 BOStrab Inspektionen zur Erfassung des Ist-Zustandes an Fahrzeugen innerhalb planmäßig wiederkehrender Fristen durchzuführen und zwar entweder nach Zurücklegung von 500 tkm oder aber mindestens alle acht Jahre. Die Verordnung führt dazu aus: „Art und Umfang der Wartung und Inspektionen haben sich nach Bau-

art und Belastung der Betriebsanlagen und Fahrzeuge zu richten.“ Das bedeutet in der betrieblichen Praxis, dass allen o.g. Einflussfaktoren durch entsprechenden Inspektionsumfang ohnehin Rechnung getragen wird, da Inspektion und Instandhaltung an die Belastung angepasst sind.

Die Regelnutzungsdauer für Schienenfahrzeuge beträgt normalerweise 30 Jahre. Danach ist erfahrungsgemäß eine Neubeschaffung bzw. ein komplettes Re-Design (Zweiterstellung) erforderlich. Da sich die VU an die BOStrab Fristen halten müssen, ist sichergestellt, dass die Fahrzeuge spätestens alle 8 Jahre im Rahmen der Hauptuntersuchung rundum erneuert werden und dabei vielfältige substanzerhaltende Maßnahmen durchgeführt werden. Die bisher übliche Nutzungsdauer von 30 Jahren wird deshalb von den Schienenfahrzeugen erfahrungsgemäß erreicht. Das Erreichen der Regelnutzungsdauer bei Niederflurfahrzeugen kann dagegen nicht generell als gesichert betrachtet werden.

Werden Fahrzeuge über die Regelnutzungsdauer hinaus genutzt, wird die Neubeschaffung bzw. das Re-Design für die nachfolgenden Betrachtungen zum geplanten Zeitpunkt und nicht nach 30 Jahren unterstellt.

2.3 Verfahren zur Erhebung und Bewertung des Erhaltungszustandes

2.3.1 Allgemein

Im ersten Schritt bei der Erhebung des Erhaltungszustandes werden die Streckennetze der drei ausgewählten VU kategorisiert. Dabei werden als Bewertungsparameter neben den Aufzeichnungen der VU ebenso das Alter der jeweiligen Betriebsanlagen und die tägliche betriebliche Frequentierung in die Bewertung einbezogen. Für die o.g. Betriebsanlagen werden individuelle Einflussfaktoren festgelegt. Dabei wird selbstverständlich berücksichtigt, dass z.B. für Gleisanlagen, Leit- und Sicherungstechnik und Bauwerke höchst unterschiedliche Faktoren bei der Ermittlung des Erhaltungszustandes zu beachten sind.

Um die vorgenommenen Klassifizierungen praktisch zu verifizieren und bisher nicht erhobene Teilabschnitte oder -gewerke zu ergänzen, werden anschließend einzelne Begehungen der Streckennetze durchgeführt, wo dies sinnvoll ist. Bei den Begehungen werden Sichtkontrollen durchgeführt. Die Inaugenscheinnahme gibt Aufschluss darüber, ob die eingangs vorgenommenen Einstufungen korrekt sind oder korrigiert werden müssen. Erforderliche Korrekturen werden anschließend vorgenommen, so dass nach Abschluss der Begehungen eine detaillierte Dokumentation über den aktuellen Zustand der kommunalen Streckennetze der VU in NRW existiert.

Bei der ergänzenden Eigenerhebung wird bewusst auf den Einsatz von Messgeräten wie etwa mobile Ultraschall- bzw. Wirbelstromgeräte zur Prüfung der Schienenqualität oder Fahrdrachtmessgeräte verzichtet. Der unverhältnismäßig hohe Aufwand und die Vielzahl der erhobenen Daten führen zu keiner nennenswerten Steigerung der Qualität der Ergebnisse.

Zudem müssen sämtliche Untersuchungen unter Aufrechterhaltung des Betriebes durchgeführt werden. Jeglicher Einsatz von Geräten und Messfahrzeugen während der Betriebszeiten ist damit weitgehend ausgeschlossen. Die flächendeckende Durchführung von vertieften Untersuchungen bzw. Messverfahren ausschließlich in den Sperrzeiten sind in dem zeitlich gesteckten Rahmen nicht möglich.

Eine Zustandsmessung erlaubt nur bei Anlagen, die dem Ende ihrer Nutzung nahe sind, eine plausible Prognose des Erneuerungszeitpunktes. Solange der Zustand gut ist, kann keine Restnutzungsdauer spezifisch prognostiziert werden. Zudem gibt es diverse Einflussfaktoren, wie bspw. Intensität der Nutzung, Schadensereignisse, Materialgüte, Ausführungsfehler, Dauerbelastung, Lieferbarkeit von Ersatzteilen, Innovationszyklen, Wartungsintensität und das Erhaltungsmanagement, die die Nutzungsdauer einzelner Anlagenteile mit beeinflussen.

Die Erfassung des Erhaltungszustandes dient der Ableitung erforderlicher Erneuerungsmaßnahmen inklusive Prognose des Erneuerungszeitpunkts und der zu erwartenden Kosten. Die Prognose der Infrastruktur-Abnutzung erfolgt anhand von Kenntnissen zu bisherigen Abnutzungen, Belastungen und durchgeführten Erneuerungsarbeiten sowie aufgrund von Annahmen hinsichtlich zu erwartender Belastungen, vorgesehener Erneuerungsarbeiten und weiterer Randbedingungen. Bei Gleisen bspw. müssen zur Ableitung der Erneuerungsmaßnahmen künftige Taktangebote und der künftige Fahrzeugeinsatz bekannt sein. Hierzu werden gewissenhaft Annahmen getroffen, die aber Unsicherheiten bergen und damit auch zu nicht ganz exakten Ergebnissen führen können. Dennoch ist die Vorgehensweise zum Füllen des Reinvestitionskalenders für die Erhaltungsmaßnahmen in NRW und zur Priorisierung der Maßnahmen hinreichend genau. Auch vor diesem Hintergrund ist die mögliche Qualitätssteigerung zur Erfassung des Infrastrukturzustandes zu betrachten. Sie ist zwar wünschenswert, aber der damit entstehende Aufwand sollte der Ergebnisverbesserung angemessen sein. Das lässt der Einsatz von Messgeräten hier nicht erwarten.

2.3.2 Gleisinfrastruktur

Wie in Kap. 2.1.1 erläutert, sind bei den verschiedenen VU bzw. Städten keine einheitlichen Datenbestände vorhanden. Daher verbleibt die Abfrage der Bestandsdaten anhand von Formblättern bzw. allgemein formulierten Anfragen zu den benötigten Angaben für alle Gewerke:

- VU/Städte übergeben vollständig ausgefüllte Listen, Aufschreibungen, Zustandserfassungen etc. mit den benötigten Angaben für Oberbau, Lage, Gleislängen, Alter, Spurweite, Fahrzeugeinsatz etc.,
- VU/Städte übergeben Gleispläne, Weichenpläne etc. und Streckenbezeichnungen mit VU-internen Abschnittsbildungen zur Lokalisierung im Netz,
- VU/Städte benennen zuständige technische Ansprechpartner bzgl. Rückfragen,
- bei fehlenden bzw. unvollständigen Rückinformationen finden Gespräche mit den VU statt,

- fehlende Informationen werden teilweise ermittelt oder geschätzt
- es finden einzelne Strecken- und Anlagenbegehungen zur Verifizierung der Angaben statt.

Ergänzend zur Erhebung der Bestandsdaten werden die Anlagenverantwortlichen gebeten, bekannte Schädigungen und Probleme bei bspw. einzelnen Streckenabschnitten aufzuführen. Insbesondere bei solchen kritischen Abschnitten finden stichpunktartige weitere Überprüfungen, auch durch Begehungen, statt.

Eine fehlerhafte Gleislage kann beispielsweise durch Stopfen des Gleises behoben werden, ohne dass nennenswerte Materialkosten entstehen. Anstelle einer Kompletterneuerung von Gleisen und Weichen sind zum Beispiel Lebenszeit verlängernde partielle Arbeiten wie etwa Schienenauftragsschweißen oder Teilerneuerungen von Weichenzungen üblich. Da diese Arbeiten aber sämtlich zu einer regulären Instandhaltung von Gleisanlagen gehören, werden diese nicht abgefragt und auch nicht in der Datenbank abgebildet.

Bei sehr engen Radien ist naturgemäß ein sehr viel höherer Verschleiß der Gleise vorhanden, Bsp.: kurze 25-m-Bögen im innerstädtischen Straßenraum. Zur Aufrechterhaltung eines sicheren Betriebs müssen daher regelmäßig Auftragsschweißungen bei abgenutzten Schienen erfolgen. Auftragsschweißungen können technisch nicht häufiger als drei bis max. viermal an einer Stelle erfolgen, danach ist eine Erneuerung des 25-Meter-Bogens unabdingbar. Solche Erneuerungsmaßnahmen sind sehr kleinteilig und allgemein als laufende Instandhaltung einzuordnen, daher werden diese nicht erfasst und auch nicht in der Datenbank abgebildet. Bei einer vor und hinter einem solchen engen Radius liegenden grundhaften Erneuerung von Gleisen wird rechnerisch auch eine Erneuerung des bspw. 25-Meter-Bogens angesetzt. Dies geschieht auch, wenn dieser kurz zuvor im Rahmen der Instandhaltung ausgetauscht wurde. Hierdurch werden auch die Kosten für enge Radien mit abgebildet.

Um den generell höheren Verschleiß bei kurvigen Streckenverläufen gegenüber geraden Strecken abbilden zu können, wird die Kurvigkeit der Gleisgeometrie mit ausgewertet.

Maßgebend ist der Zeitpunkt, an dem die Anlagen der Gleisinfrastruktur nicht mehr durch Instandhaltungsmaßnahmen funktionsfähig erhalten werden können. Für einen sicheren Betrieb müssen Gleisanlagen in wiederkehrenden Intervallen grundhaft erneuert werden.

Bei dieser Betrachtung der oben genannten Maßnahmen wird deutlich, dass die zu erzeugende Datenbank primär über Eingabe- und Auswertungsmöglichkeiten für den Parameter Alter bzw. Restnutzungsdauer verfügen muss. Wie in Kap. 2.2.1 erläutert, wird die Restnutzungsdauer durch zusätzliche Faktoren beeinflusst, wie bspw. die Anzahl der Radüberrollungen bzw. die Taktdaten, fahrzeugspezifische Eigenschaften und die Lage der Gleise (straßenbündiger, besonderer oder separater Bahnkörper). Diese bilden sich auch in Zustandserfassungen bzw. Aufschreibungen der VU ab und werden durch eigene und Erfahrungswerte von Mitarbeitern der VU verifiziert. Die genannten Faktoren gehen ebenfalls in die Datenbank ein und werden rechnerisch bei der Restnutzungsdauer berücksichtigt.

Für das Infrastrukturobjekt Gleise und Weichen ist eine weitere Unterteilung nach Untertypen in der Datenbank erforderlich. So gelten zum Beispiel für einen straßenbündigen Gleiskörper völlig andere Parameter bezüglich Unterhaltung und Instandsetzung als zum Beispiel für einen konventionellen Schotteroberbau auf freier Strecke oder auch im Tunnel.

Zusammengefasst ergeben sich somit folgende abgefragte Parameter, die eine Unterteilung gemäß Anlagentypen und eine Einordnung für Kostenfaktoren bei notwendigen Erneuerungen ermöglichen:

Weichen

Strecken-Nr.	Weichen-Nr.	Ort/ Stadt/ Kommune (Kürzel)	Linie(n) auf Streckenabschnitt	M = Meterspur R = Regelspur 3 = 3-Schien-System	O = Oberfläche T = Tunnel/Rampe B = Bauwerk	Weichentyp	Jahr Inbetriebnahme/ letzte Erneuerung	ggf. letzte Teilerneuerung was + wann	vs. Erneuerung im Jahr
ABC-011	141-2	Lü	0815	M	T	EW - Vignol	1980	Zunge 2005	2020
ABC-011	Kr 92	Lü	0815	M	O	Rille	2010		2035
ABC-011	Bf W22	Al	0815, 0816	R	B	EKW - Vignol	1989		2017
usw.									

Gleise

lfd. Nr.	Ort/ Stadt/ Kommune (Kürzel)	Linie(n) auf Strecken- abschnitt	Strecken-Nr.	von km	bis km	Bezeichnung	Bezeichnung	M = Meterspur R = Regelspur 3 = 3-Schien-System	O = Oberfläche T = Tunnel/Rampe B = Bauwerk
1	Lü	0815	ABC-011	0.0+0		Bahnhof	0.4+0 Rathaus	M	O
2	Lü	0815, 0816	ABC-011	0.4+0		Rathaus	0.4+0 Zollhaus	M	B
3	Lü	0815, 0816	ABC-011	0.5+0		Zollhaus	0.7+25 Rampe Stadion	M	T
usw.									

Angaben Gleislängen												
Schotteroberbau	Respektgleis	Dreiwärter Oberbau (Asphaltbelagdeckung)	Spurkangengleis Untergleis (Asphaltbelagdeckung)	Spurkangengleis (klassische Indentung)	Elastisch gelagerter Gleis	Kennzeichnung Typ / Bezeichnung	keine Fahrbahn	Kennzeichnung Typ / Bezeichnung	Maxwell-Feder-System	Kennzeichnung Typ / Bezeichnung	Schwinge Bauweise	Kennzeichnung Typ / Bezeichnung
(m Gleis)	(m Gleis)	(m Gleis)	(m Gleis)	(m Gleis)	(m Gleis)	(A)	(m Gleis)	(B)	(m Gleis)	(m Gleis)	(m Gleis)	(C)
	800		200									
	300											

Jahr / BN/ Erneuerung	Schienentyp Gleislänge			ggf. weitere Anmerkungen oder Erläuterungen
	Vignolschienen- gleis [m Gleis]	Rillenschienen- gleis [m Gleis]	Summe Vignol+Rille [m Gleis]	
2001:	800:		800:	
1980:		200:	200:	
2015:	500:		500:	Unterschottermatte

Bezüglich der Oberbauarten „elastisch gelagertes Gleis“, „Feste Fahrbahn“ und „Sonstige Bauweise“ wird weiterhin der eingebaute Typ abgefragt, um hier eine möglichst genaue monetäre Bewertung abbilden zu können.

Für die Erneuerungen wird davon ausgegangen, dass Gleise primär in der von dem VU jetzt verwendeten Standardoberbauart hergestellt werden. Daher werden bei den VU auch die derzeitigen Regelbauformen abgefragt. Beispiel: Aufgrund der u.a. höher werdenden Achslasten von Straßenbahnfahrzeugen ist der früher häufig verwendete „Stopfbau“ nicht mehr geeignet. Daher wird für Erneuerungen vom heutigen Regeloberbau „Rillenschienengleis mit bituminösem Heißunterguss auf Asphalttragschicht“ ausgegangen.

Bei eingesetzten Bauformen mit bspw. elastischer Lagerung wird jedoch von einer gleichartigen Erneuerung des Bestandes ausgegangen.

In dieser Betrachtungsweise steckt natürlich das Risiko, dass zukünftige Anforderungen an den Gleisoberbau nicht berücksichtigt werden. Da zum jetzigen Zeitpunkt aber keinerlei weitergehende Planungen vorliegen bzw. Anforderungen nicht vorliegen können, stellt diese Vorgehensweise die einzig mögliche dar.

Angaben aus übergebenen Mittelfristplanungen werden in der weitergehenden Bewertung berücksichtigt. Diese und eigene Kenntnisse der Streckeninfrastruktur dienen der Eichung und Kontrolle der im Rahmen der Erhaltungsbewertung zu ermittelnden Erneuerungszyklen und der Abnutzungsfaktoren.

Die entscheidenden Faktoren für die Abnutzung der Gleisinfrastruktur sind:

- Faktor f1: Taktdaten / Häufigkeit von Radüberrollungen
- Faktor f2: Spezifischer Fahrzeugeinsatz (Bsp.: Einzelradaufhängung erhöht Verschleiß und verringert die Nutzungsdauer)
- Faktor f3: Schienentyp (Vignol / Rille) als maßgebliches Unterscheidungsmerkmal für die Lage der Gleisanlagen (Vignol $\hat{=}$ besonderem und separatem Bahnkörper; Rille $\hat{=}$ straßenbündig)
- Faktor f4: Krümmungsverläufe der Streckenabschnitte

Als maßgebendes Kriterium wird die „Durchschnittliche Nutzungsdauer in Jahren“ gemäß Vorgabenaus der Verfahrensanleitung zur „Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs“ angesetzt. Dabei handelt es sich um eine Veröffentlichung des Bundesministeriums für Verkehr. Diese hat das Ziel, die Entscheidungsgrundlage für den Einsatz öffentlicher Investitionsmittel zur vereinheitlichen und somit örtliche, technische und verkehrlich unterschiedliche Vorhaben nach gleichen Maßstäben bewerten zu können. Für die Abnutzungsfaktoren werden sinnvolle Startwerte angesetzt. Mithilfe der Mittelfristplanungen und Daten / Kenntnissen von letzten Erneuerungen können die einzelnen Faktoren über mathematische Funktionen optimiert werden. Je nach vorhandenen Daten und Angaben der VU (es liegen nicht von allen VU Daten und Mittelfristplanungen vor) differieren die fehlerminimierten Faktoren. Für die Ermittlung und Bewertung der Gleisinfrastruktur werden die Faktoren gemittelt und bei den Datensätzen aller VU angewendet.

Nutzungsdauer $n = f_1 * f_2 * f_3 * f_4 * \text{theoretische Nutzungsdauer}$

- Führt zu Erneuerungszyklus alle n Jahre

Die so mathematisch ermittelten abschnittswisen Erhaltungszyklen werden nochmal an konkreten Beispielen verifiziert. Angaben von Mitarbeitern der VU und eigene Kenntnisse von bspw. Minderverschleiß von Gleisen und somit einem größeren Erneuerungszyklus können die rechnerisch ermittelten Werte ersetzen.

2.3.3 Ingenieurbauwerke (Brücken, Sonderbahnen, Tunnel etc.)

Aussagen darüber, in welchem Zustand sich die Bauwerke befinden und wann die Erneuerung eines Bauwerks ansteht liefern die Berichte der Bauwerksprüfung. Zustandsprüfungen für Ingenieurbauwerke sind nach DIN 1076 als Hauptprüfung (alle sechs Jahre) und einfache Prüfung (drei Jahre nach der Hauptprüfung) durchzuführen. Im Anwendungsbereich der Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen (RI-EBW-PRÜF) nach DIN 1076 werden in Abhängigkeit vom Prüfergebnis Zustandsnoten von eins bis vier unter Berücksichtigung der Schadensauswirkung auf die Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit der Konstruktion ermittelt und sechs Zustandsnotenbereichen zugeordnet. Das Datum der Prüfung und das Ergebnis der Zustandsbewertung lassen einen Rückschluss auf den Ist-Zustand und die zu erwartende Restlebensdauer zu. Das **Ergebnis der letzten Bauwerksprüfung** wird als Kurzbericht bei den beteiligten Betrieben und Kommunen eingeholt.

Da über die Bauwerksprüfungen nur die von außen erkennbaren und bewertbaren Schäden erfassbar sind, werden ergänzend bauwerksbezogene Erkenntnisse abgefragt, die auf eine frühzeitige Erneuerung hindeuten (besondere Bauschäden bei Spannbetonbrücken, Allgemeine Kostenschätzung, Schäden etc.). Ferner wird erhoben, ob für das Bauwerk wesentliche Umbauten / Sanierungen in den nächsten Jahren geplant sind.

Baulastträger, die für ihre Ingenieurbauwerke die RI-EBW-PRÜF anwenden, übergeben die Zustandsnoten nach den Ergebnissen der Bauwerksprüfung und gegebenenfalls zusätzliche Informationen über eine unplanmäßige frühzeitige Erneuerung des Bauwerks zur Verwendung in dieser Studie. Dort, wo die RI-EBW-PRÜF nicht angewandt wird, wird auf der Basis der übergebenen Bauwerksprüfungsergebnisse eine Einschätzung über eine Einstufung in die Klassen 1-4 vorgenommen.

Folgende Zustandsnoten werden unterschieden:

1,0 - 1,4	sehr guter Zustand
1,5 - 1,9	guter Zustand
2,0 - 2,4	befriedigender Zustand
2,5 - 2,9	ausreichender Zustand
3,0 - 3,4	nicht ausreichender Zustand
3,5 - 4,0	ungenügender Zustand

Eine Einstufung in die Bewertung 2,5 -2,9 bedeutet, dass die Dauerhaftigkeit des Bauwerks beeinträchtigt sein kann. Eine Schadensausbreitung oder Folgeschädigung des Bauwerks, die mittelfristig zu erheblichen Standsicherheits- und/oder Verkehrssicherheitsbeeinträchtigungen oder erhöhtem Verschleiß führt, ist dann zu erwarten. Bei Bauwerken die eine Zustandsbewertung bis 2,9 erhalten und keine sonstigen Hinweise auf eine frühzeitige Erneuerung vorliegen, wird im Rahmen dieser Studie unterstellt, dass bei Durchführung der regelmäßigen Bauwerksunterhaltung die geplante Lebensdauer erreicht wird.

Bei Bauwerken mit einer Einstufung von 3,0 oder schlechter kann die Dauerhaftigkeit nicht mehr gegeben sein. Insbesondere bei einer Einstufung in die Zustandsnote 3,5 oder schlechter besteht die Gefahr, dass sich ein irreparabler Bauwerksverfall einstellt, der die Restnutzungsdauer verkürzt. Bei diesen Bauwerken und denen, wo wir von den Betreibern bereits Hinweise auf einen frühzeitigen Erneuerungsbedarf erhalten haben, wird von uns eine Abschätzung der verkürzten Restnutzungsdauer vorgenommen. Dies erfolgt nach Möglichkeit bereits auf der Basis der vorliegenden Bauwerksprüfberichte und nach Möglichkeit auch mit dem Anlagenverantwortlichen gemeinsam. Fallweise wird eine örtliche Inaugenscheinnahme vorgenommen und ggf. werden die für die Bauwerksunterhaltung verantwortlichen Stellen hinzugezogen.

Ausgelöst durch den zunehmenden Schwerlastverkehr sind die Straßenbauverwaltungen der Länder dazu übergegangen, Ihre bestehenden Brückenbauwerke statisch nachzurechnen. Diesbezüglich wurde im Jahr 2011 die Nachrechnungsrichtlinie eingeführt. Im Ergebnis wurde auf diesem Weg für viele Bauwerke ein Erneuerungsbedarf erkannt. Die Anwendung ist außerhalb der von Bund und Ländern verwalteten Bauwerke noch nicht verbreitet. Insofern bleibt die Bauwerksprüfung für diese Bauwerke zunächst alleiniges Mittel, Standsicherheitsdefizite zu erkennen.

Die VU und Kommunen erhalten ein Muster-Erfassungsblatt, aus dem hervorgeht, welche relevanten Daten benötigt werden. Die Übertragung in die Erfassungsbögen aus den Kopien der Bauwerksbücher und den Berichten der Bauwerksprüfung sowie gegebenenfalls noch vorzunehmende Ergänzung erfolgen durch uns.

2.3.4 Betriebs- und Leittechnikeinrichtungen

• Fahrleitungsanlagen

Die Datenabfrage erfolgt mittels vorbereiteter Formblätter. Je nach Verfügbarkeit der Daten kommen folgende Verfahren zur Bewertung des Erhaltungszustandes zur Anwendung:

Fahrdraht Variante a)

- Ermittlung der Anzahl bereits erfolgter Stromabnehmerdurchgänge aus Takt- und Zugdaten
- Hochrechnung noch möglicher Anzahl von Stromabnehmerdurchgängen bis zum Erreichen der Verschleißgrenze (Grundlage: Angaben und Diagramme aus Fachliteratur)

Fahrdraht Variante b)

- Übermittlung der Fahrdrahtabnutzung aus Messprotokollen mit Messdatum und Datum der letzten Erneuerung
- Hochrechnung der theoretischen weiteren Nutzungszeit bis zum Erreichen des Mindestquerschnitts

Mittels dieser hochgerechneten Restnutzungsdauer kann das theoretische Austauschdatum des Fahrdrahtes ermittelt werden.

Bei Stromschienenanlagen der Sonderbahnen wurde grundsätzlich die Bewertung anhand der Variante b durchgeführt da die Messergebnisse des Betreibers vorlagen. Entsprechende statistische Erhebungen waren in der einschlägigen Fachliteratur nicht verfügbar.

Für Kettenwerk/Stützpunkte/Maste/Gründungen wird die Ermittlung des Erhaltungszustandes lediglich aufgrund bauartspezifischer Alterung unter Heranziehung von Vergleichswerten aus der Fachliteratur durchgeführt.

• Bahnstromversorgung

Die Datenabfrage erfolgt mittels vorbereiteter Formblätter. Folgende Unterwerkskomponenten werden entsprechend nachstehenden Kriterien separat betrachtet:

- Transformatoren
- Gleichrichter
- Mittelspannungsschaltanlagen
- Gleichspannungsschaltanlagen
- Schutztechnik

Die Ermittlung der Restnutzungsdauer der elektrischen Anlagen (Primär- und Sekundärtechnik) erfolgt aufgrund von:

- elektrischer Alterung

- technischer Fortschritt / Entsprechung aktueller sicherheitstechnischer Normen
- Ersatzteilverfügbarkeit

Anhand des durch das VU angegebenen Inbetriebnahmedatums der Anlagen lässt sich zunächst das tatsächliche Alter der separaten Unterwerksgebäude ermitteln. Durch eine vorgesehene Nutzungsdauer der jeweiligen Anlagen über standardisierte Nutzungsdauern kann dann jeweils eine theoretische Restnutzungsdauer ermittelt werden. Somit kann ein theoretischer Zeitpunkt festgelegt werden, an dem eine Erneuerung des Unterwerksgebäudes erforderlich wird.

• Leit- und Sicherungstechnik

Die Datenabfrage erfolgt mittels vorbereiteter Formblätter. Folgende Komponenten der Leit- und Sicherungstechnik werden entsprechend nachstehenden Kriterien separat betrachtet:

- Stellwerk
- Zuglenkung
- Zugbeeinflussungsanlage
- Gleisfreimeldeanlagen
- Signale
- Bahnübergänge

Die Ermittlung der Restnutzungsdauer der genannten Anlagen erfolgt aufgrund von:

- elektrischer Alterung
- technischer Fortschritt / Entsprechung aktueller sicherheitstechnischer Normen
- Ersatzteilverfügbarkeit

2.3.5 Bahnhöfe und Haltestellen

Wie in Kap. 2.1.1 für die Gleisinfrastruktur erläutert, sind bei den verschiedenen VU bzw. Städten auch bei den Bahnhöfen und Haltestellen keine einheitlichen Datenbestände vorhanden.

Weiterhin liegt die Zuständigkeit zu Bahnhöfen und Haltestellen stellenweise bei den Städten und stellenweise bei den VU. Daher verbleibt die Abfrage der Bestandsdaten anhand von Formblättern bzw. allgemein formulierten Anfragen zu den benötigten Angaben für alle Gewerke, insbesondere Netzpläne mit Haltestellen- / Bahnsteiglagen und Haltestellenpläne.

Angaben zu baulicher Ausbildung:

- Nutzlänge, Nutzbreite
- Seitenbahnsteig, Mittelbahnsteig
- Hochflur, Niederflur, barrierefrei, dynamische Zeitinsel (Einstieg über Fahrbahn)
- Alter / Jahr der Inbetriebnahme (IBN)/ letzte grundlegende Erneuerung

- Lage im Straßenraum, im Tunnel, in Rampen, auf Bauwerken
- Zustandserfassungen, etc.

Angaben zu Ausstattung und Ausrüstung, Betriebs- und Haustechnik, u.a.:

- Ausrüstungsgegenstände, Ausstattungen, Fahrtreppen + Aufzüge (Förderhöhe) etc. mit Alter/IBN
- Stromversorgung (MSP- und NSP-Verteilung), Notstromanlagen, Beleuchtung etc. mit Alter/IBN
- Brandmeldeanlagen, Brandschürzen; Kosten zu geplanten brandschutztechnischen Erüchtigungen

Die Ausstattungen werden vereinfachend klassifiziert. Hierzu dient die VRR Richtlinie „ÖSPV-Haltestellenausstattung im VRR“, die nachfolgend aufgeführte grundlegende Haltestellentypen beinhaltet:

- Stadtbahn 1: unterirdische Stadtbahn- und Straßenbahnhaltestellen (einschl. Schwebebahn, SkyTrain und H-Bahn)
- Stadtbahn 2: oberirdische Stadtbahnstationen
- Strab 1: Straßenbahnhaltestellen mit hoher Verkehrsbedeutung
- Strab 2: Straßenbahnhaltestellen mit mittlerer / niedriger Verkehrsbedeutung

Die Kategorisierung erfolgt in Anlehnung an diese Richtlinie und wird vereinfachend auch für die nicht im Gebiet des VRR liegenden VU angewendet.

Die o.g. Angaben zu Ausstattung und Ausrüstung, Betriebs- und Haustechnik gelten i.d.R. nur bei Haltestellen der Kategorie „Stadtbahn 1“.

Ergänzend zur Erhebung der Bestandsdaten werden die Anlagenverantwortlichen gebeten, bekannte Schädigungen und Probleme bei Bahnhöfen und Haltestellen aufzuführen. Hier finden stichpunktartige weitere Überprüfungen statt, insbesondere auch durch Begehungen. Fehlende Angaben zu Bahnhöfen und Haltestellen werden durch eigene Recherchen und auch Begehungen ergänzt.

Ergänzend zur Erhebung der Bestandsdaten werden die Anlagenverantwortlichen gebeten, bekannte Schädigungen und Probleme bei Bahnhöfen und Haltestellen aufzuführen. Hier finden stichpunktartige weitere Überprüfungen statt, insbesondere auch durch Begehungen.

Entscheidend für den Erhaltungszustand der Bahnhöfe und Haltestellen ist zum einen die Lage und zum anderen das Alter der Materialien, wie bspw. der Ausrüstungsgegenstände. Eine fehlerhafte Beleuchtung oder eine funktionsunfähige Notrufsäule kann schlicht durch Austausch der einzelnen Komponenten wieder in Funktion gesetzt werden. Da diese Arbeiten aber sämtlich zu einer regulären Instandhaltung gehören, werden diese nicht abgefragt und auch nicht in der Datenbank abgebildet. Wie jedoch bereits in Kap. 2.2.4 erläutert, wird die Restnutzungsdauer bei technischen Ausrüstungen primär durch die Verfügbarkeit von

Ersatzteilen bestimmt.

Bei Bahnsteigen an der Oberfläche können die Witterungseinflüsse und vor allem bei Frost-/ Tausalzwechsel bspw. zu Korrosion an Einbauteilen oder sogar Schäden an den Bahnsteigkanten führen. Solche Schäden können i.d.R. nicht durch reguläre Instandhaltungen vermieden werden. Für das Infrastrukturobjekt Bahnhöfe und Haltestellen ist folglich eine weitere Unterteilung nach Untertypen in der Datenbank erforderlich. So gelten zum Beispiel für einen Bahnsteig im Straßenraum völlig andere Parameter bezüglich Unterhaltung und Instandsetzung als zum Beispiel für einen Bahnsteig im Tunnel.

Für einen sicheren Betrieb müssen Bahnsteige an der Oberfläche und Ausrüstungen daher in wiederkehrenden Intervallen grundhaft erneuert werden. Bei dieser Betrachtung der oben genannten Maßnahmen wird deutlich, dass die zu erzeugende Datenbank primär über Eingabe- und Auswertungsmöglichkeiten für den Parameter Alter bzw. Restnutzungsdauer verfügen muss.

Angaben aus übergebenen Mittelfristplanungen und geplanten Erneuerungen werden in der weitergehenden Bewertung berücksichtigt. Diese und eigene Kenntnisse dienen der Eichung und Kontrolle der im Rahmen der Erhaltungsbewertung zu ermittelnden Erneuerungszyklen und der Abnutzungsfaktoren.

Der entscheidende Faktor für die Dauerhaftigkeit von Bahnsteigen ist:

- Faktor f1: Lage der Haltestelle

Bei Fahrtreppen und Aufzügen erfolgt wegen der kostenintensiven Ausstattungen eine gesonderte Betrachtung. Der entscheidende Faktor für die voraussichtliche Nutzungsdauer der Fahrtreppen ist:

- Faktor f1: Lage innen oder außen

Als maßgebendes Kriterium wird die „Durchschnittliche Nutzungsdauer in Jahren“ gemäß Vorgaben „Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs“ angesetzt, jedoch wird die durchschnittliche Nutzungsdauer angepasst, um den realen Bedingungen zu entsprechen. Für die Abnutzungsfaktoren werden sinnvolle Startwerte angesetzt. Mithilfe der Mittelfristplanungen und Daten / Kenntnissen von letzten Erneuerungen können die einzelnen Faktoren über mathematische Funktionen optimiert werden. Je nach vorhandener Daten und Angaben der VU (es liegen nicht von allen VU Daten und Mittelfristplanungen vor) differieren die fehlerminimierten Faktoren. Für die Ermittlung und Bewertung der Gleisinfrastruktur werden die Faktoren gemittelt und bei den Datensätzen aller VU angewendet.

Nutzungsdauer $n = f1 * \text{theoretische Nutzungsdauer}$

- Führt zu Erneuerungszyklus alle n Jahre

Die so mathematisch ermittelten Erhaltungszyklen werden nochmal an konkreten Beispielen verifiziert. Angaben von Mitarbeitern der VU und eigene Kenntnisse von bspw. Mehrverschleiß von Anlagen und somit einem geringeren Erneuerungszyklus können die rechnerisch ermittelten Werte ersetzen.

Für die Lebensdauer der Aufzüge wird als maßgebendes Kriterium die „Durchschnittliche Nutzungsdauer in Jahren“ gemäß Vorgaben „Standardisierte Bewertung von Verkehrsinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs“ angesetzt. Dieser Wert wird nicht durch weitere Faktoren modifiziert, da keine ausreichende Datengrundlage zur Optimierung vorliegt.

Die weiteren Ausrüstungsgegenstände / Ausstattungen, Lüftung, Wasser / Abwasser, Pumpen und Hebeanlagen werden gemäß der auf Seite 32 aufgeführten Haltestellenkategorien klassifiziert, d.h., es wird nicht jeder Gegenstand einzeln betrachtet. Die Nutzungsdauer und der einhergehende Erneuerungszyklus wird bei den Ausstattungen auch nur über den theoretischen Ansatz gemäß Vorgaben „Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs“ oder vergleichbarer Angaben aus Fachliteratur angesetzt.

Die Lebensdauer der Sonderbauten wird als pauschaler Wert angenommen. Es wird wie schon bei Fahrtreppen unterschieden, ob ein Sonderbau überdacht oder nicht überdacht ist. Entsprechend den vorhandenen Gegebenheiten, wird der Erneuerungszyklus bestimmt. Es wird kein spezieller Faktor verwendet, sondern nur die Nutzungsdauer um einen festen Wert verlängert.

Für die Verteilerebenen, die i.d.R. nur bei Haltestellen der Kategorie „Stadtbahn 1“ vorkommen, gelten die o.g. Aussagen zu den Bahnhöfen und Haltestellen. Erneuerungen sind daher primär bei der Innenausstattung, bspw. bei abgehängten Decken und Wandvorsatzschalen notwendig. Für die Lebensdauer der Verteilerebenen wird daher ebenfalls ein pauschaler Wert angenommen. Dieser Wert wird nicht durch weitere Faktoren modifiziert.

2.3.6 Betriebshöfe und Werkstätten

Nach Rücklauf der ausgefüllten Fragebögen bzw. der übermittelten Daten erfolgt die Sichtung und Auswertung der Unterlagen. Begleitend dazu finden Besichtigungen der Betriebshöfe und Werkstätten mit den jeweiligen Ansprechpartnern der VU statt, um Unklarheiten und Besonderheiten zu erfassen.

Anhand der durch das VU angegebenen Inbetriebnahme der jeweiligen Anlagen lässt sich zunächst das tatsächliche Alter von Gleisanlagen, Gebäuden und Technischer Ausrüstung ermitteln. Durch eine vorgesehene Nutzungsdauer der jeweiligen Anlagen, entweder durch konkrete Angabe des VU oder über standardisierte Nutzungsdauern kann dann jeweils eine theoretische Restnutzungsdauer ermittelt werden. Somit kann ein theoretischer Zeitpunkt festgelegt werden, an dem eine Erneuerung der jeweiligen Anlagen erforderlich wird.

Während der Inaugenscheinnahme der Betriebshöfe und Werkstätten wird dieser theoretische Wert vor Ort überprüft, sodass eine reelle Einschätzung zum Erhaltungszustand erfolgen kann. Aus dieser Einschätzung wird dann der Zeitpunkt einer Reinvestition abgeleitet.

2.3.7 Fahrzeuge

In einem ersten Schritt wurden von allen VU Bestandslisten zu den im Betrieb befindlichen Fahrzeugen für die Personenbeförderung abgefordert. Die Fahrzeugbestandslisten sollen vollständige Angaben enthalten:

- Fahrzeug-Typ mit Angabe der jeweiligen Stückzahl
- Bauart (Hochflur-/Niederflurfahrzeug)
- Baujahr
- Erstinbetriebnahme
- geplantes Ausscheiden aus der Fahrzeugflotte

Nicht betrachtet wurden im Rahmen dieser Erhebung Sonderfahrzeuge, z.B. für die

- Ausbildung von Betriebsbediensteten
- Fahrzeuge für die Instandhaltung von Betriebsanlagen
- sowie historische Fahrzeuge und Partyfahrzeuge

Die abgeforderten und ausgewerteten Daten erlauben eine Gesamtübersicht der Altersstruktur aller für die kommunale Personenbeförderung eingesetzten Schienenfahrzeuge in NRW.

Zum Zeitpunkt der Bestandaufnahme Ende 2016 waren in NRW insgesamt 1.441 Schienenfahrzeuge zur Personenbeförderung im Einsatz, davon 686 Hochflurfahrzeuge und 720 Niederflurfahrzeuge sowie 35 (davon 6 Doppelfahrzeuge) Fahrzeuge besonderer Bauart (Schwebebahnen).

Die Regelnutzungsdauer für Schienenfahrzeuge beträgt normalerweise 30 Jahre. Danach ist in der Regel eine Neubeschaffung bzw. ein komplettes Re-Design erforderlich. Werden Fahrzeuge über die Regelnutzungsdauer hinaus genutzt, wird die Neubeschaffung

bzw. das Re-Design für die nachfolgenden Betrachtungen zum geplanten Zeitpunkt und nicht nach 30 Jahren unterstellt.

Aus den Daten in den Fahrzeuglisten lässt sich zunächst das tatsächliche Alter jedes Fahrzeugs ermitteln. Anhand der Angaben zur vorgesehenen Nutzungsdauer der jeweiligen Fahrzeugserien kann dann die theoretische Restnutzungsdauer für jedes Fahrzeug bestimmt werden und damit auch der theoretische Zeitpunkt für das geplante Ausscheiden bzw. die Erneuerung der Fahrzeuge. Dieser Zeitpunkt gilt dann grundsätzlich für alle Fahrzeuge einer Baureihe (gleiches Baujahr!).

Dieser theoretische ermittelte Wert wurde durch anschließende Begehungen/Sichtungen bei allen VU vor Ort verifiziert. „Vor Ort Gespräche“ wurden dazu mit Vertretern der entsprechenden Fachabteilungen, in einigen Fällen auch unter Beteiligung des Betriebsleiters oder auch der Geschäftsführung geführt, so dass eine solide Einschätzung zum derzeitigen Zustand der Fahrzeuge erfolgen konnte.

Bei den Ortsterminen, die ausschließlich am Standort der Fahrzeugwerkstätten stattfanden wurde jeweils mindestens ein Fahrzeug jeder Baureihe persönlich in den Werkstätten inspiziert und fototechnisch dokumentiert. In den Gesprächen mit den Fachabteilungen wurde technische Grunddaten und Besonderheiten einzelner Fahrzeugserien erfasst. Für jede Fahrzeugbaureihe wurde ein technisches Datenblatt erstellt, mit Angaben zum Fahrzeug-Typ mit Angabe der jeweiligen Stückzahl, zur Bauart (Hochflur-/Niederflurfahrzeug) sowie zum Baujahr und dem geplanten Ausscheiden aus der Fahrzeugflotte.

Durch die persönlich durchgeführte Überprüfung des Zustandes ausgewählter Fahrzeuge, wurde dieser theoretisch ermittelte Zeitpunkt praktisch verifiziert. Konkret kann damit, der von den VU genannte Zeitpunkt für eine Reinvestition entweder bestätigt oder eine individuelle Einschätzung des vermutlichen Zeitpunktes für eine Ersatzbeschaffung abgeleitet werden.

2.4 Verfahren zur Ableitung der Investitionen

2.4.1 Allgemein

Die ermittelten Erhaltungszustände werden bewertet und die notwendigen Erhaltungsmaßnahmen bzw. Grundinstandsetzungen unter Benennung der Restnutzungsdauern differenziert nach folgenden Bereichen abgeleitet und in die aufgebaute Datenbank aufgenommen:

- Streckenbezogene Infrastruktur mit Bauwerken, Betriebs- und Leittechnik
- Bahnhöfe und Haltestellen
- Werkstätten und Betriebshöfe
- Fahrzeugpark

Für Anlagen, bei denen keine besonderen Dringlichkeiten für eine Erneuerung oder Grundinstandsetzung vorliegen, muss für die Abschätzung der erforderlichen Erhaltungsmaßnahmen vorausgesetzt werden, dass regelmäßige Unterhaltungsmaßnahmen an den Anlagen

durchgeführt werden und die Anlagen ihre theoretische Nutzungsdauer auch tatsächlich erreichen können.

Für die monetäre Bewertung der Erhaltungsmaßnahmen wird ein Einheitspreiskatalog angelegt, der in die Datenbank integriert wird. Die in der Datenbank hinterlegten Infrastrukturelemente können dann mit den entsprechenden Kostenansätzen verknüpft werden.

Hierzu werden für die unterschiedlichen Infrastrukturen Anlagengruppen definiert, die in einem baulichen Zusammenhang stehen und eine grundsätzliche Bauart umfassen. So wird bspw. die Gleisinfrastruktur zusammengesetzt aus Unter- und Oberbau i.d.R. als ein gemeinsamer Anlagenteil verstanden. Aufgrund der unterschiedlichen Inanspruchnahmen und des mit dem Aufbau einhergehenden Verschleißes wird die Gleisinfrastruktur in Schotterbau, Rasengleis, feste Fahrbahn etc. differenziert.

Grundsätzlich wird von gleichem Standard wie bei der zu erneuernden Anlage ausgegangen. Allerdings geben verschiedenen Aspekte Anlass zur Aufwertung auf aktuelle Standards:

- Bauvorschriften
- Energieeffizienz
- Lärm- und Erschütterungsschutz
- Technologiesprünge bei technischen Systemen
- Arbeitssicherheit in Betriebshöfen
- Prozesseffizienz in Werkstätten
- Brückenbauklassen
- etc.

Der Einheitspreiskatalog wird mit Submissionsergebnissen aus aktuellen Ausschreibungen erstellt und laufend aktualisiert. Soweit möglich werden die Ansätze mit Erfahrungen der VU abgeglichen, um hier möglichst praxisnahe Werte zu erhalten.

Zur Anwendung auf die verschiedenen erarbeiteten Einzelmaßnahmen werden die einzelnen erforderlichen Leistungen zu Kostenquerschnitten zusammengefasst und bepreist. Damit ergeben sich Kostengrößen, die sich zum Beispiel auf vergleichbare Streckenabschnitte bei Gleissanierung oder kompletten Neubau anwenden lassen.

Beim Einheitspreiskatalog handelt es sich dabei um ein sehr differenziertes Tabellenwerk, das nach den oben genannten Bereichen untergliedert wird. Für Brückenbauwerke können z.B. Einheitspreise pro m² Brückenfläche in Abhängigkeit von der Brückengröße und der Bauweise festgelegt werden. Bei Bedarf können diese in Abhängigkeit von der Örtlichkeit und den jeweiligen betrieblichen und verkehrlichen Randbedingungen faktorisiert werden. Dieses Verfahren wird bereits erfolgreich sowohl bei Straßenbrücken (REBI-Ing) als auch bei Eisenbahnbrücken (Kostenkennwertekatalog) angewendet. Wie am Beispiel des Kostenkennwertekataloges der DB AG gesehen werden kann, lässt sich dieses Prinzip auch auf andere Anlagentypen anwenden.

Abschließend wird ein Reinvestitionsplan aufgestellt. Hierzu werden für alle Maßnahmen die inflationierten Baupreise zu den voraussichtlichen Investitionszeitpunkten dargestellt.

2.4.2 Gleisinfrastruktur

Die im Rahmen der Erfassung aufgenommenen unterschiedlichen Oberbauarten werden für die Kostenermittlung einer Erneuerung klassifiziert und den grundlegenden Bauarten

- Schottergleis
- Rasengleis
- Spurstangengleis
- Dresdner Oberbau
- Feste Fahrbahn
- etc.

zugeordnet. Weitere Klassifizierungen bestehen durch besondere Bauformen wie bspw. „elastisch gelagerten Gleise“. Für jede dieser Klassifizierungen ist ein Einheitspreiskatalog hinterlegt., der die Ermittlung der Erneuerungskosten für die Gleisinfrastruktur ermöglicht.

Bei einer grundhaften Erneuerung wird von einem gemeinsamen Anlagenteil bestehend aus Unter- und Oberbau ausgegangen. Lediglich bei Feste Fahrbahn-Systemen (auch auf Bauwerken) sind die Nutzungsdauern systembedingt so unterschiedlich groß, dass hier eine Unterscheidung notwendig ist. So beträgt die theoretische durchschnittliche Nutzungsdauer von Schienen bspw. 30 Jahre, die des Feste-Fahrbahn-Unterbaus jedoch bspw. 50 Jahre.

Die Kosten zur Erneuerung von Weichen beinhalten im Ansatz die gleichzeitige Erneuerung der Weichensteuerungen und -heizungen.

Für schwierige bauliche oder betriebliche Verhältnisse, wie bspw. die Gleislage im Tunnel oder in Rampen, werden Einheitspreisfaktoren berücksichtigt. Für Erneuerungen im Tunnel und bei Sonderbahnen wird der Einheitspreis mit Faktor 1,37 versehen.

Falls in den gelieferten Mittelfristplanungen der VU Kosten für geplante Erneuerungsmaßnahmen hinterlegt sind, werden diese überschlägig auf Plausibilität geprüft und übernommen.

Für alle weiteren Erneuerungen liegen keinerlei weitergehende Planungen und Kostenschätzungen oder -berechnungen vor. D.h., dass hier **nur** die Kosten für die reine bautechnische Erneuerung angesetzt werden können. Alle weiteren Kosten für z.B. Schienenersatzverkehr, Verkehrssicherung, Baustelleneinrichtungen usw. können **nicht** abgebildet werden. Diese Kosten werden hier den Baunebenkosten zugeschrieben (vgl. Kap. 3.9).

Auch eventuelle einhergehende Umbauten des Straßenraumes spiegeln sich nicht in den Kostenangaben wider. Die ermittelten Kosten können und werden daher nicht die realen

(und ggf. im Rahmen eines Finanzierungsantrags beantragten) Gesamtkosten einer geplanten Erneuerungsmaßnahme abbilden.

Wie in Kapitel 2.3.2 erläutert, wird für die Erneuerungskosten von den derzeit bei den einzelnen VU verwendeten Regelbauformen ausgegangen. Eventuell zukünftig bei den VU geänderte Regelbauformen können selbstverständlich nicht berücksichtigt werden. Aufgrund der langjährigen Erfahrungen in den VU und deren spezifischen örtlichen Gegebenheiten werden von VU zu VU unterschiedliche Regelbauformen angewandt, die andere Einheitspreise aufweisen. Daher ist ein direkter Vergleich der notwendigen Erneuerungskosten nicht möglich, eine Egalisierung der Bauformen und Kosten ist jedoch nicht sinnvoll.

2.4.3 Ingenieurbauwerke (Brücken, Sonderbahnen, Tunnel etc.)

Für die Ermittlung des Investitionsbedarfes der Ingenieurbauwerke werden Einheitspreistabellen genutzt, die als Basis für die Kostenschätzung verwandt werden. Je Bauwerkstyp werden material- und konstruktionsbedingte Einheitspreise definiert.

Bauwerk	Bauweise	Faktor	Einheit	Kosten
Straßenbrücken mit Gleisen				
Brückenfläche bis 100m ² / Stützweite bis 15m	Stahlbeton/ Spannbe- ton		m ²	2.900
Brückenfläche über 100 bis 300m ² / Stützweite über 15 bis 30m	Stahlbeton/ Spannbe- ton		m ²	2.600
Brückenfläche über 300 bis 600m ² / Stützweite über 30 bis 60m	Stahlbeton/ Spannbe- ton		m ²	2.300
	Stahlverbund		m ²	2.800
Brückenfläche über 600 bis 1000m ² / Stützweite über 60 bis 100m	Stahlbeton/ Spannbe- ton		m ²	2.000
	Stahlverbund		m ²	2.500
Brückenfläche über 1000m ² / Stützweite über 100m	Stahlbeton/ Spannbe- ton		m ²	1.900
	Stahlverbund		m ²	2.300
	Stahl		m ²	4.000
Strom- und Talbrücke	Stahl		m ²	5.600
Zuschlag Tiefgründung		1,2		
Zuschlag Ersatzneubau		1,3		
Zuschlag schwierige bauliche Rand- bedingungen		1,4		
Zuschlag schwierige betriebliche und verkehrliche Verhältnisse		1,3		
Zuschlag Bauen mit Behelfsbrücken		1,4		
Kostenanteil Schiene				
- Bei separatem Gleisbereich		% - Anteil der Brückenfläche		
- Bei Gleis im Straßenbereich		0,5 x Anteil Brückenfläche		

Tabelle 2: Ermittlung der Kosten der nächsten Erneuerung, Beispiel Straßenbrücke mit Gleisen

Die Einheitspreise (Beispiel Brücke) werden mit weiteren Faktoren beaufschlagt, um so diverse Randbedingungen zu berücksichtigen, die die Erneuerung des Bauwerks erschweren und somit zu einer Kostensteigerung führen können. Dabei sind maßgebend die besonderen Gründungsverhältnisse, der erforderliche Ersatzneubau, schwierige bauliche Randbedingungen, schwierige betriebliche und verkehrliche Verhältnisse sowie das Bauen mit Behelfsbrücken prozentual abzuschätzen und mit den Einheitspreisen zu verrechnen.

Im Rahmen der Studie lassen sich die Brücken kategorisieren in ausschließlich dem Schienenverkehr dienende Gleisbrücken, in auch vom Individualverkehr genutzte Straßenbrücken mit separaten Gleisbett und in Straßenbrücken ohne ein separates Gleisbett, also Brücken bei denen sich der Individualverkehr und die Bahnen den Fahrbahnbereich teilen. Ziel soll es sein, die Kostenanteile zu erfassen, die auf den Verkehrsweg der Stadtbahn / der Straßenbahn entfallen. Somit ergibt sich der Ansatz, dass die Gleisbrücken komplett angerechnet werden, eine Straßenbrücke mit separatem Gleisbett anteilig über die genutzte Brückenfläche berücksichtigt wird und für eine Straßenbrücke, bei denen sich der Individualverkehr und die Bahnen den Fahrbahnbereich teilen, pauschal nur 50% der Brückenfläche anzusetzen.

Somit werden die Einheitspreise mit den oben genannten Faktoren für die baulichen Randbedingungen beaufschlagt und je nach angegebener Brückenfläche abgemindert. Die daraus resultierenden Kosten werden als Investition für den Neubau der Brücke entweder nach Ablauf der theoretischen Nutzungsdauer oder frühzeitig aufgrund von Hinweisen aus den Bauwerksprüfungen und im Austausch mit den unterhaltungspflichtigen Betreibern angegeben. Ebenfalls wurden die resultierenden Kosten plausibilisiert über bekannte Kosten und gemäß der zugehörigen Brückengeometrie anhand von aktuellen Brückenneubauten.

Die Zugangsbauwerke können in Über- oder Unterführungen aufgeteilt werden. Auch hierfür können für eine Kostenschätzung die Einheitspreise aus dem Tabellenwerk herangezogen werden. Ähnlich wie bei den Brücken wird ein Kostenschlüssel für die Zugangsbauwerke definiert, welcher besonders breite Brücken ($b > 300$ m) nur anteilig berücksichtigt. Die Überführungen werden ebenfalls mit den Faktoren für die baulichen Randbedingungen beaufschlagt, um so reale Investitionssummen abschätzen zu können. Analog zu den Brückenbauwerken wird das Datum für die Erneuerung des Zugangsbauwerks über die theoretische Nutzungsdauer ermittelt und angepasst, wenn es Hinweise auf eine frühzeitige Erneuerung gibt.

Sonstige Bauwerke sind vor allem Stützwände. Die Kostenschätzung für eine Erneuerung der Stützwand weist dasselbe Schema wie die Kostenschätzung der Brücken auf. Über die Verwendung von Einheitspreistabellen, in denen die verschiedenen Konstruktionsarten der Stützwände eingehen, und die Ermittlung von Faktoren zur Berücksichtigung der baulichen Rahmenbedingungen kann der Investitionsbedarf für die Stützwände abgeschätzt werden. Als Grundlage für das Datum der Erneuerung wird die theoretische Nutzungsdauer herangezogen, bei konkreten Hinweisen auf eine frühzeitige Erneuerung wird dieses jedoch individuell angepasst.

Bei den bislang beschriebenen oberirdisch liegenden Ingenieurbauwerken ist eine Erneuerung an Ort und Stelle möglich. Dieser Ansatz kann bei den Tunneln nicht verfolgt werden. Wenn ein Tunnel nicht mehr die Standsicherheitskriterien erfüllt, so versucht man diesen über entsprechende Sanierungen zu reparieren. Ein Neubau an Ort und Stelle ist ausgeschlossen. Deshalb wird, abweichend von den Berechnungen zu den übrigen Gewerken, von einer Investitionssumme für einen Neubau abgesehen und stattdessen der hypothetische Bedarf für den Instandhaltungsmehraufwand kalkulatorisch ermittelt, der erforderlich ist, um die Tunnelbauwerke über eine längere als die theoretische Nutzungsdauer zu erhalten.

Als erster Ansatz sollte der jährliche Erhaltungsaufwand bei den VU erfragt und auf das Streckennetz umgelegt werden. Mit Erreichen eines noch zu definierenden Zeitpunktes in der Bauwerkslebensdauer würde durch verkürzte Instandhaltungszyklen bei ansonsten konstanten Investitionssummen der Unterhaltungsmehraufwand ermittelt. Dieser Ansatz wird nicht weiterverfolgt. Der Grund hierfür liegt bei den unterschiedlichen finanziellen Möglichkeiten der einzelnen unterhaltungspflichtigen Betreiber, größtenteils der Kommunen. Die Kommunen herrschen aktuell unter einem enormen finanziellen Druck, so dass nur die wirklich notwendigen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden. Des Weiteren investieren die Kommunen unterschiedlich viel Geld in die Instandsetzung der Tunnelanlagen, weshalb sich die Investitionskosten nur bedingt plausibilisieren lassen und ein Vergleich bzw. ein einheitlicher Verteilungsschlüssel nicht aufgestellt werden kann.

Somit wurde ein neuer Ansatz für die Instandhaltungskosten erarbeitet. Dieser beruht auf zwei anerkannten Berechnungsansätzen zur Ermittlung der Mehrerhaltungskosten für Tunnelanlagen. Der gewählte Ansatz basiert auf einer Kombination dieser Ansätze, um so unterschiedliche Nutzungsdauern und damit verbundene Kosten für die Tunnelanlagen zu berücksichtigen. Das Ziel mithilfe einer Berechnung, den Investitionsbedarf pro Jahr anzugeben, kann somit realisiert werden. Die daraus resultierenden Kosten sollen jedes Jahr investiert werden, auch wenn aktuell aufgrund des guten Zustandes der Tunnelanlagen der Investitionsbedarf noch etwas geringer ausfallen dürfte, so wird dieser mit zunehmendem Alter der Tunnelröhre steigen.

Einflussgrößen für den Erhaltungsmehraufwand der Tunnelanlagen sind vor allem geometrische, wie die Abschnittslänge, Anzahl der Röhren, Anzahl der Gleise je Röhre, aber auch bauliche Randbedingungen, hier vor allem die Bauweise (offen / geschlossen) und die Konstruktionsart (Beton oder Sonderbauweise). Die so ermittelten Investitionen für die Tunnelanlagen sind somit unabhängig von den aktuellen finanziellen Möglichkeiten der einzelne Betreiber.

Die ermittelten Erhaltungsmehrkosten, die pro Jahr investiert werden sollen, sollen einen Anhaltswert für eine Kostenschätzung liefern. Grund hierfür ist die fehlende Erfahrung zur Abschätzung der tatsächlichen Investition in baufällige Tunnelbauwerke, da nur wenig Tunnelanlagen annähernd die theoretische Nutzungsdauer erreicht haben. So sind die Tunnelstecken in NRW mehrheitlich erst ab den 1960er Jahren gebaut worden und weisen zum heutigen Zeitpunkt eine theoretische Restlebensdauer der Röhren von noch mehr als 50%

auf. In dem Zeitraum der nächsten 30 bis 40 Jahre sind keine Erneuerungen eines Tunnelabschnitts zu erwarten.

Die U-Stationen werden analog zu den Tunnelstecken betrachtet. Es wird auch hier ein jährlicher Investitionsbedarf ermittelt, weil unterirdische Haltestellen ebenfalls nicht an Ort und Stelle erneuert werden können.

Für die Stationen wurden neben den geometrischen Randbedingungen auch die Anzahl der Zugänge abgefragt. Hierzu wird angenommen, dass die Zugänge sehr wohl erneuert werden können. Aus den Tabellen für den Einheitspreis lässt sich ein Pauschalpreis für einen Zugang entnehmen, der für die Kostenschätzung unter Berücksichtigung für besonders breite Brücken ($b > 300 \text{ m}$) nur anteilig angesetzt wird. Auch hier wird das Datum der Erneuerung aus der theoretischen Nutzungsdauer ermittelt, wenn keine Hinweise auf eine frühzeitige Erneuerung bekannt sind.

Zum Tunnelnetz gehören neben der Tunnelstrecke und den U-Stationen auch die Trogbauwerke. Diese können und müssen erneuert werden. Hier wird der Ansatz analog den Stützwänden verfolgt. Über die Verwendung von Einheitspreistabellen und die Ermittlung von Faktoren zur Berücksichtigung der baulichen Rahmenbedingungen kann so der Investitionsbedarf für die Trogbauwerke abgeschätzt werden. Als Grundlage für die Bestimmung des Datums der Erneuerung wird die theoretische Nutzungsdauer herangezogen. Bei konkreten Hinweisen auf eine frühzeitige Erneuerung erfolgen jedoch individuelle Anpassungen.

2.4.4 Betriebs- und Leittechnikeinrichtungen

- **Fahrleitungsanlagen**

Die längenbezogene Kostenermittlung für einen Fahrdrahttausch bzw. einen Stromschiementausch bei den Sonderbahnen basiert auf vergleichbaren aktuellen Marktpreisen. Die Anzahl von Stützpunkten, Masten und Gründungen wird entsprechend der betreffenden Fahrleitungsbauf orm und Mastanordnung hochgerechnet. Die längenbezogene Kostenermittlung für Stützpunkt-, Mast- und Gründungsaustausch erfolgt ebenfalls auf Grundlage von vergleichbaren aktuellen Marktpreisen. Die Kostenermittlung erfolgt auf Grundlage der gegenwärtigen Preisbasis für die benötigten Rohstoffe (Kupfer, Stahl).

- **Bahnstromversorgung**

Die Kostenermittlung für die Erneuerung der elektrischen Komponenten der Unterwerke sowie der sekundärtechnischen Einrichtungen (Schutztechnik) erfolgt auf Grundlage aktueller Marktpreise. Die Aufteilung der ermittelten Kosten erfolgt entsprechend der versorgten Streckenabschnitte. Grundlage der Kostenermittlungen sind vergleichbare Angebotspreise aus aktuellen Bauprojekten.

- **Leit- und Sicherungstechnik**

Die Kostenermittlung für die Erneuerung der elektrischen Komponenten der Stellwerke, Zuglenkeinrichtungen, Feldgeräte und Bahnübergänge erfolgt auf Grundlage aktueller Marktpreise. Die Aufteilung der ermittelten Kosten erfolgt auf einzelne Streckenabschnitte entsprechend der bedienten Sicherungsabschnitte. Grundlage der Kostenermittlungen sind vergleichbare Angebotspreise aus aktuellen Bauprojekten.

2.4.5 Bahnhöfe und Haltestellen

Grundsätzlich werden bei den Reinvestitionen die gleichen Standards und Gegebenheiten der Bahnsteige und Haltestellen angesetzt, wie sie im Bestand vorliegen.

Als Basis für die Kostenschätzung dienen Einheitspreistabellen, deren Grundlagen aus vergleichbaren aktuellen Projekten und Angebotspreisen stammen. Die im Rahmen der Erfassung aufgenommenen unterschiedlichen Haltestellen werden für die Kostenermittlung einer Erneuerung klassifiziert.

Die unterschiedlichen Bahnsteigttypen werden gemäß folgenden maßgebenden Parametern kategorisiert:

- Hochbahnsteig/Niederflurbahnsteig
- Seitenbahnsteig/Mittelbahnsteig
- Lage oberirdisch/unterirdisch
- Oberirdisch: im/außerhalb Straßenraum

Durch die erfolgte Abfrage nach Nutzlänge und Nutzbreite können mittels der definierten unterschiedlichen Preise über die Einheit „m²“ die Erneuerungskosten gemäß dem erwarteten Erneuerungszyklus bzw. dem Zeitpunkt ermittelt werden.

Für schwierige bauliche oder betriebliche Bedingungen wie bspw. Tunnellage werden zusätzliche Faktoren verwendet. Für Erneuerungen im Tunnel wird der Einheitspreis mit Faktor 2,0 versehen.

Haltestellen mit dynamischen Zeitinseln (Wartefläche auf Fahrbahnniveau) sind und können nicht einfach barrierefrei erneuert werden. Dazu sind spezifische Lösungen zu entwickeln und mit Städten, VU und dritten Planungsbeteiligten in Detail abzustimmen. Das ist im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich. Derzeit vorhandene Haltestellen mit dynamischen Zeitinseln werden daher behandelt wie Niederflurbahnsteige mit Seitenlage. Durch die Berücksichtigung der Nutzbreite inklusive der vorhandenen Fahrbahn wird eine Erneuerung der Warteflächen im Gehwegbereich bei diesem Haltestellentyp und ein quasi stufenloser Einstieg berücksichtigt.

Die Klassifizierung der Ausstattungen (siehe Kapitel 2.3.5) beinhaltet die grundlegenden Haltestellentypen Stadtbahn 1, Stadtbahn 2, Strab 1 und Strab 2.

Die in diesen Kategorien festgelegten Ausstattungen lassen sich auch auf die außerhalb des VRR liegenden VU übertragen. Die Erneuerungen der in den Kategorien enthaltenen Ausstattungen (bspw. Notrufsäule, Sitzgelegenheiten) werden zeitgleich mit der grundhaften Erneuerung eines Bahnsteigs durchgeführt. Aufgrund der unterschiedlichen Ausstattungen ergeben sich unterschiedliche pauschalierte Kostenansätze gem. zugeordneter Kategorie.

Aufgrund der Tatsache, dass Fahrtreppen und Aufzüge einem höheren Verschleiß und somit einem geringeren Erneuerungszyklus unterliegen, werden für diese Anlagentypen separate Abfragen und Kostenermittlungen durchgeführt. Abhängig vom Inbetriebnahmezeitpunkt werden mit unterschiedlichen durchschnittlichen Nutzungsdauern Erneuerungskosten über den Parameter Förderhöhe ermittelt. Hierbei werden gestaffelte Einheitspreise nach Meter-Förderhöhe verwendet. Innenliegende und nicht der Witterung ausgesetzte Fahrtreppen sind zwar grundsätzlich kostengünstiger als außenliegende Fahrtreppen, aufgrund der Mehraufwendungen beim innenliegenden oder auch überdacht liegenden Einbau ("Einzelteile") wird die Preisdifferenz aber wieder ausgeglichen. Daher wird für alle Fahrtreppen ein einheitlicher Kostenanschlag angesetzt. Unterschiedlich breite Stufen werden nicht berücksichtigt. Dies gilt für Aufzugsanlagen analog.

Die technischen Ausrüstungen wie Lüftung, Pumpen- und Hebeanlagen, Elektroverteilungen, Notstromversorgung etc. existieren i.d.R. nur bei unterirdischen Stadtbahn- und H-Bahn-/ SkyTrain-/ Schwebebahn-Haltestellen. Daher kann hier die Kategorisierung gem. der o.g. Ausstattungen herangezogen werden. Für die Ermittlung der Kosten existiert ein pauschalierter Ansatz, der die Erneuerungen der technischen Ausrüstungen gem. einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 40 Jahren berücksichtigt.

Verteilerebenen existieren i.d.R. ebenfalls nur bei unterirdischen Stadtbahn- und H-Bahn-/ SkyTrain-/ Schwebebahn-Haltestellen. Grundhafte Erneuerungen betreffen aufgrund der geschützten Lage bspw. abgehängte Decken. Für jede Haltestelle wird die Grundfläche der Verteilerebenen ermittelt. Für die Ermittlung der Kosten über die Grundfläche existiert ein pauschalierter Ansatz, der die Erneuerungen gem. einer durchschnittlichen Nutzungsdauer von 25 Jahren berücksichtigt.

Es können nur Kosten für eine "reine" Erneuerung vorhandener Anlagen analog des Bestands berücksichtigt werden. Eventuelle weitere Kosten für zusätzliche Umplanungen oder Anpassungen von Straßen, Wegen, ggf. einhergehend mit Leitungsumlegungen/ Leitungsnueverlegungen etc. sind nicht enthalten, da hierfür keine Planung existiert.

Die ermittelten Kosten können und werden daher nicht die realen (und ggf. im Rahmen eines Finanzierungsantrags beantragten) Kosten einer geplanten Erneuerungsmaßnahme abbilden.

Falls in den gelieferten Mittelfristplanungen der VU Kosten für geplante Erneuerungsmaßnahmen hinterlegt sind, werden diese überschlägig auf Plausibilität geprüft und übernommen. Dies gilt auch für die Übernahme der vom VU genannten Kosten für barrierefreien Ausbau.

Jeder Sonderbau wird wie in Abschnitt 2.1.4 einzeln bewertet. D.h., dass jedem Sonderbau ein Preis zugeordnet wird, welcher bis zum Erneuerungsdatum aufgezinnt wird. Eine Berechnung über Einheitspreise ist nicht möglich, da die Variation der Bauformen ein riesiges Spektrum besitzt. So können sämtliche Sonderbauten betrachtet und ein Investitionszeitpunkt und eine Investitionssumme bestimmt werden.

2.4.6 Betriebshöfe und Werkstätten

Als Basis für die Kostenschätzung dienen Einheitspreistabellen, deren Grundlagen aus vergleichbaren Projekten und Angebotspreisen stammen.

Durch die erfolgte Abfrage nach Kubatur der Gebäude können mittels der definierten unterschiedlichen Preise für Werkstatt, Abstellhalle, Waschhalle und Verwaltung die Erneuerungskosten gem. dem zu erwarteten Erneuerungszyklus ermittelt werden.

Der Investitionsbedarf für die technischen Anlagen in den Betriebshöfen und Werkstätten wird ebenfalls über die zugehörigen Einheitspreise der jeweiligen Anlage und die Stückzahl ermittelt.

Die Gleisinfrastruktur wird analog zum vorangegangenen Punkt 2.4.2 bewertet.

Falls in den gelieferten Angaben der VU Kosten für geplante Erneuerungsmaßnahmen hinterlegt sind, werden diese überschlägig auf Plausibilität geprüft und übernommen.

2.4.7 Fahrzeuge

Die im Rahmen der Erfassung aufgenommenen unterschiedlichen Fahrzeugarten der Stadt- und Straßenbahnen werden für die Kostenermittlung einer Erneuerung den grundlegenden Bauarten

- Niederflurfahrzeuge
- Hochflurfahrzeuge

zugeordnet. Weitere Klassifizierungen bestehen durch die Länge, die Spurweite der Fahrzeuge (Meterspur oder Regelspur) und darüber hinaus die Ausstattung der Fahrzeuge als Ein- oder Zweirichtungsfahrzeug. Die Fahrzeuge der Sonderbauarten H-Bahn / SkyTrain und Schwebbahn werden separat behandelt.

Bei der Ermittlung der Reinvestitionen wird unterschieden nach

- Ersatzbeschaffung durch Neufahrzeuge
- Ertüchtigung von Altfahrzeugen (Re-Design)

Für die unterschiedlichen Fahrzeugtypen erfolgt die Kostenschätzung für die Wiederbeschaffung auf Grundlage aktueller Marktpreise.

3. ERHALTUNGSZUSTAND UND INVESTITIONEN

3.1 Allgemeines

Das Untersuchungsgebiet betrifft 15 Verkehrsunternehmen und 33 Kommunen. Folgende Anlagen wurden erfasst (gerundete Werte):

- 1.700 km Gleis
- 2.900 Weichen / Kreuzungen
- 1.900 km Fahrleitung
- 2.500 Bahnsteige
- 21 km Brücken
- 130 km Tunnel
- 170 U-Stationen
- 1.150 Fahrtreppen
- 340 Aufzüge
- 320 Unterwerke
- 22 Betriebshöfe
- 1.400 Fahrzeuge

Zur Ermittlung der erforderlichen Kosten für die Anlagenerneuerung sollten entsprechend der Bindefrist für geförderte Investitionen rd. 25 Jahre aufbereitet werden. Die Erweiterung auf ein „rundes“ Jahr führt zur Berücksichtigung aller erforderlichen Erneuerungen bis zum Jahr 2045. Im Rahmen des Gutachtens sind die hierzu ermittelten Daten in Form einer Datenbank aufbereitet worden. Die hierfür von den Verkehrsunternehmen erhaltenen unternehmensspezifischen Daten unterliegen einer Vereinbarung über die Pflicht zur Verschwiegenheit. Über die Daten werden gewerkespezifische Auswertungen zu Baujahren, Erneuerungszeitpunkten und Kosten durchgeführt. Zudem erfolgen Auswertungen pro Maßnahmenpaket (MP) mit Erneuerungszeiträumen sowie Bau- und Beschaffungskosten, die als Basis für die Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (vgl. Kapitel 4) dienen. Die Verortung der MP ist den diesem Bericht angefügten **Anlagen 1 bis 15** zu entnehmen.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Investitionen für den Zeithorizont bis zum Jahr 2031 fokussiert, weil sich das reale Fördergeschehen an einer eher mittelfristigen Perspektive ausrichtet und vor allem eine mehrmalige Grunderneuerung von Anlagenteilen mit kurzen Lebenszyklen in der Kalkulation ausgeschlossen werden muss. Aber auch gesetzliche Modalitäten, die konkrete Finanzplanung und die Preisentwicklung sind entscheidend dafür, dass der Erneuerungsbedarf zum jetzigen Zeitpunkt nur bis zum Jahr 2031 realistisch einschätzbar ist.

Die Kosten werden zum einen im Preisstand 2017 ermittelt und zum anderen auf das Jahr des zeitlichen Anfalls der Kosten gemäß einer angenommenen Inflationierung hochgerechnet. Die Kosten für zur Betriebstechnik gehörende Anlagenteile werden mit 1% pro Jahr inflationiert, während die Kosten aller übrigen Anlagenteile mit 2% pro Jahr beaufschlagt werden. Die Zinssätze sind aus den Indizes des statistischen Bundesamtes abgeleitet, die für „GP09-27 Elektrische Ausrüstungen, Index der Erzeugerpreise gewerblicher Produkte (Statistik 61241)“ bzw. für „Ingenieurbau, Bauarbeiten (Tiefbau), Straßenbau bzw. Brücken

im Straßenbau (Bauleistungen am Bauwerk) ohne Umsatzsteuer (Statistik 61261-0003)“ für die letzten zehn Jahre vorliegen. Diese Daten werden auch gemäß Verfahrensanleitung zur Standardisierten Bewertung herangezogen. Im Unterschied zum ex-post-Bezug in jenem Verfahren wird für die vorliegende Untersuchung die durchschnittliche Inflation der letzten zehn Jahre ermittelt und angenommen, dass die Inflation sich in den nächsten Jahren entsprechend weiter fortsetzt.

In den nachfolgenden Kapiteln 3.2 bis 3.8 werden die Ergebnisse der Ermittlung des Erhaltungszustands einschließlich Kostenermittlung je Gewerk bis zum Jahr 2031 erläutert. Die Refinanzierungsmaßnahmen werden zeitlich geordnet. Hierbei gilt es zu beachten, dass es sich um eine Einschätzung aufgrund des festgestellten Erhaltungszustands handelt, die die diesbezüglichen individuellen und strategischen Entscheidungen der Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger unberücksichtigt lässt. Damit wird ein Überblick zum notwendigen Investitionsbedarf in den kommenden Jahren gewährt, bei dem jedoch vom Runterbrechen auf die genauen Zeitpunkte der Einzelmaßnahmen Abstand genommen werden sollte. Die den Maßnahmen zugeordneten Zeitpunkte sind eher als Hinweis auf einen Zeitraum um die jeweils benannten Jahre zu verstehen. Die Kostenzusammenstellungen je MP werden in Kapitel 4 zur Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen aufgegriffen.

3.2 Gleisinfrastruktur

Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse umfassen die Gleisinfrastruktur außerhalb der Betriebshöfe. Es wurden Gleise über eine Länge von insgesamt rd. 1.730 km und rd. 2.900 Weichen bzw. Kreuzungen erfasst.

Die Gleisinfrastruktur verteilt sich auf die Unternehmen wie in folgender Tabelle dargestellt. Rd. 40% der Gleisinfrastruktur gehören zu den Unternehmen KVB oder Rheinbahn. Systembedingt verfügen H-Bahn und SkyTrain nicht über Gleise; ihr Fahrweg besteht aus Brückenkonstruktionen, die im Kapitel 3.3.1 dargestellt werden. Die Wuppertaler Schwebebahn hingegen ist eine hängende Einschienenbahn mit knapp 30 km Schienenlänge (Tabelle 3).

Verkehrsunternehmen	Gleislänge	Anzahl Weichen/Kreuzungen
BOGESTRA	204 km	311
DSW21	145 km	265
DVG	114 km	221
EVAG	161 km	257
H-Bahn	-	-
HGK	102 km	146
KVB	313 km	494
moBiel	71 km	112
MVG	72 km	87
Rheinbahn	319 km	698
SkyTrain	-	-
STOAG	18 km	24
SWB	107 km	197
SWK	73 km	85
WSW	27 km (Einschiene-Gleis)	-
Summe	1.726 km	2.897

Tabelle 3: Verkehrsunternehmen – Gleisinfrastruktur

3.2.1 Gleise

Der Median³ über die Streckenlänge der Gleise liegt am Ende des Jahres 1998. Damit ist etwa die Hälfte der Gleise älter als 20 Jahre. Fast ein Viertel (410 km) der Gleise wurden vor 1987 in Betrieb genommen und sind damit älter als die theoretische Nutzungsdauer von 30 Jahren. (Abbildung 2)

³ Der Median ist der Zentralwert, der in der Mitte der Datenverteilung liegt. Hier teilt der Median die Gesamtheit der Gleislängen in zwei gleich große Gruppen: Die eine Hälfte weist ein Baujahr bis Ende 1998, die andere Hälfte ein Baujahr ab Anfang 1999 auf.

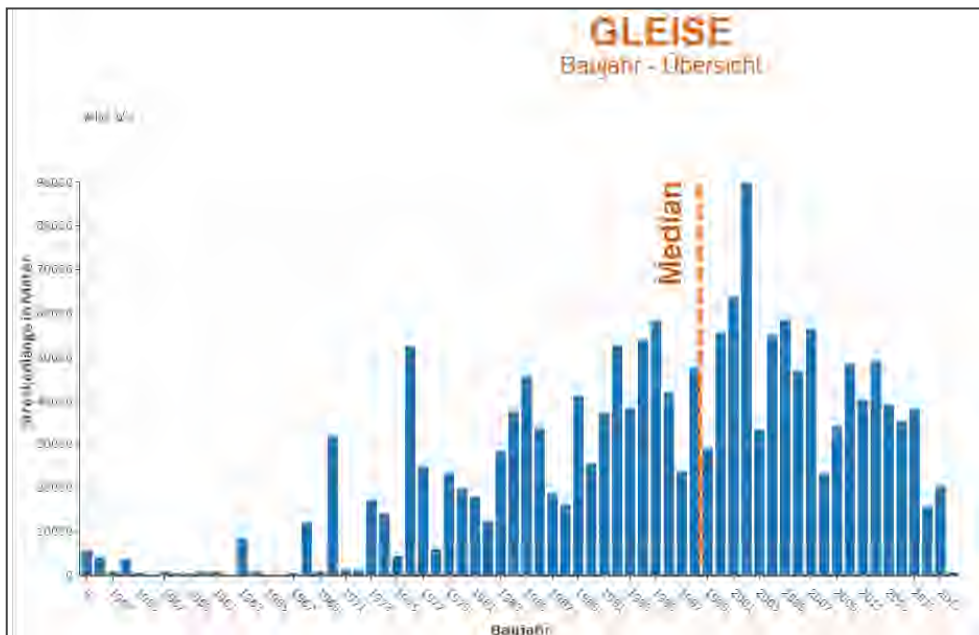


Abbildung 2: Baujahr - Gleise

Die tatsächliche Nutzungsdauer weicht aufgrund der Gleiseigenschaften bzw. der Rahmenbedingungen von der theoretischen Nutzungsdauer ab, was durch Anpassungsfaktoren, wie in Kapitel 2.4.2 dargelegt, berücksichtigt ist. Damit variieren die Lebensdauern im Wesentlichen zwischen 24 und 56 Jahren. Im Durchschnitt weisen die untersuchten Gleise eine Nutzungsdauer von über 30 Jahren aus.

Vom Jahr 2018 bis zum Jahr 2031 müssen rd. 45% der Gleisanlagen erneuert werden. Dies sind rd. 770 km Gleis in 14 Jahren, so dass im Durchschnitt 54 km Gleis pro Jahr zur Erneuerung anstehen. Durch Erhaltungsstau von rd. vier Jahren müssen im Jahr 2018 rd. 290 Gleis-km erneuert werden. Das entspricht knapp 17% des Gesamtnetzes. (Abbildung 3)



Abbildung 3: Erneuerungszeiträume - Gleise

Durch die Gleiserneuerungen entstehen NRW-weit vom Jahr 2018 bis zum Jahr 2031 Kosten in Höhe von insgesamt 716 Mio. Euro im Preisstand 2017. Unter Berücksichtigung der Inflation (vgl. Kapitel 3.1) entspricht dies 803 Mio. Euro. Davon werden im Jahr 2018 Kosten (inklusive Erhaltungsstau) in Höhe von 263 Mio. Euro fällig. (Abbildung 4)

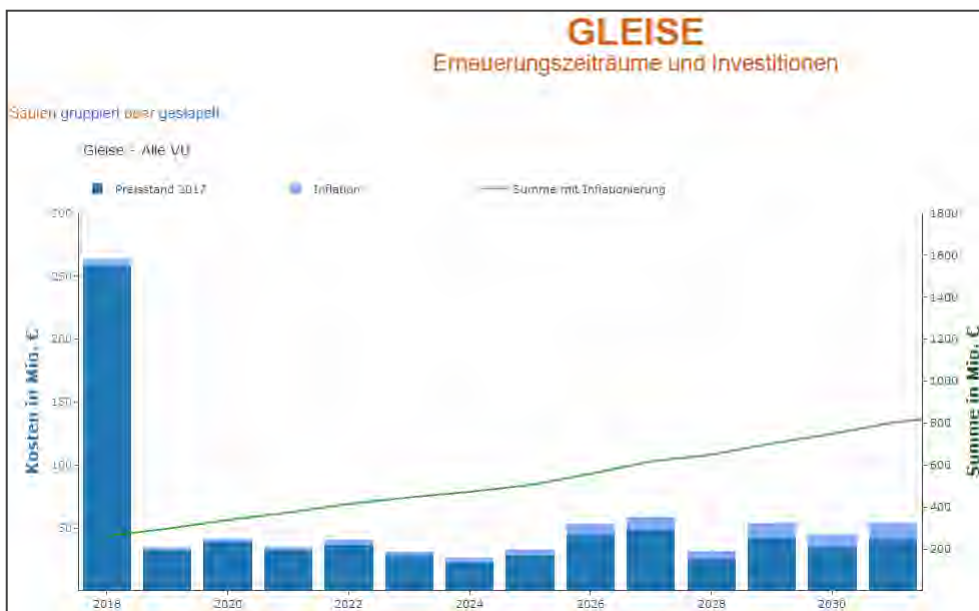


Abbildung 4: Investitionen - Gleise

3.2.2 Weichen und Kreuzungen

Bei den insgesamt 2.897 erfassten Weichen und Kreuzungen handelt es sich um 2.523 Weichen und 374 Kreuzungen, die im Durchschnitt über 20 Jahre alt sind (Abbildung 5).

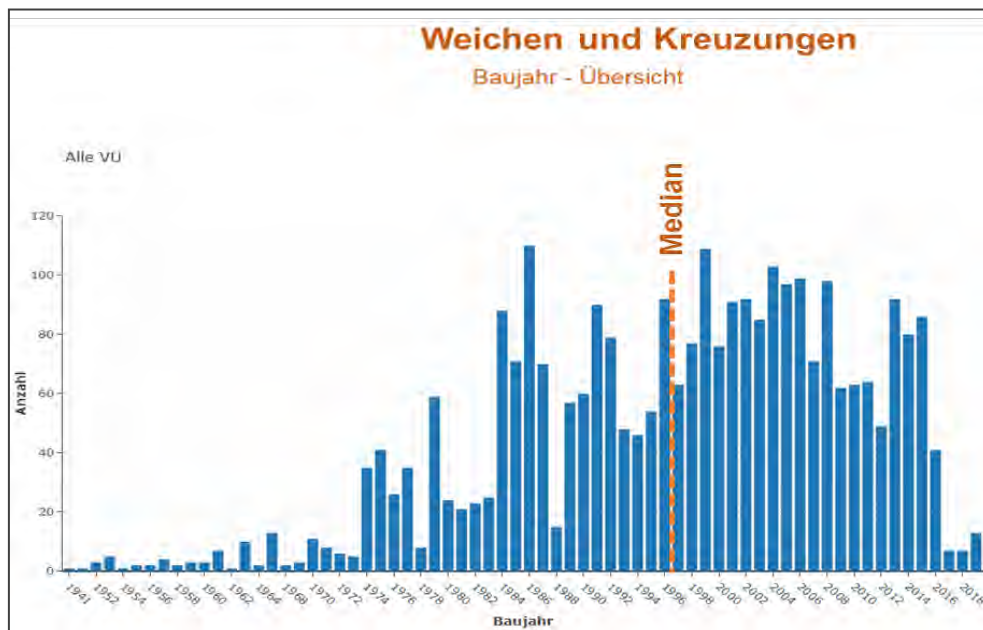


Abbildung 5: Baujahr – Weichen und Kreuzungen

Die theoretische Nutzungsdauer beider Anlagentypen beträgt 25 Jahre, die zur Ermittlung der realen Nutzungsdauer der einzelnen Weichen und Kreuzungen entsprechend den Gegebenheiten hinsichtlich Nutzungsintensität (Fahrzeugfrequenz und –art) und Schienentyp (Vignol oder Rille) angepasst wird (vgl. Kapitel 2.4.2). Die Nutzungsdauern variieren durch die Berücksichtigung der Anpassungsfaktoren zwischen 17 und 45 Jahren.

2.096 Weichen und Kreuzungen müssen bis zum Jahr 2031 erneuert werden. Damit stehen im Betrachtungszeitraum durchschnittlich knapp 150 Weichen/Kreuzungen pro Jahr zur Erneuerung an. Die Nutzungsdauer von 801 Weichen und Kreuzungen geht über das Jahr 2031 hinaus. Im Jahr 2018 haben knapp 840 Weichen/Kreuzungen ihre Nutzungsdauer erreicht bzw. überschritten, so dass knapp 30% der Weichen/Kreuzungen erneuert werden müssen, was einen Erneuerungsstau von gut vier Jahren bei diesen Gewerken belegt. (Abbildung 6)



Abbildung 6: Erneuerungszeiträume – Weichen und Kreuzungen

Für die Erneuerungen der Weichen und Kreuzungen werden NRW-weit im Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2031 Investitionen in Höhe von insgesamt rd. 203 Mio. Euro im Preisstand 2017 notwendig. Dies entspricht unter Berücksichtigung der Inflation (vgl. Kapitel 3.1) rd. 226 Mio. Euro; davon werden im Jahr 2018 Kosten in Höhe von 85 Mio. Euro fällig. (Abbildung 7)



Abbildung 7: Investitionen – Weichen und Kreuzungen

3.2.3 Unternehmensspezifische Betrachtungen

Während NRW-weit 17% der Gleise und 30% der Weichen und Kreuzungen im Jahr 2018 ihre Nutzungsdauer überschreiten, fällt der Anteil der aktuell zu erneuernden Gleisinfrastruktur insbesondere bei den Verkehrsunternehmen EVAG, MVG und SWK deutlich höher aus. Über 40% der Gleisinfrastruktur muss hier im Jahr 2018 erneuert werden.

Die Kosten für die Erneuerungen der Gleisinfrastruktur (Gleise und Weichen/Kreuzungen) im Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2031 verteilen sich auf die Verkehrsunternehmen wie in Tabelle 4 dargestellt.

Verkehrsunternehmen	Gleise	Weichen/Kreuzungen	Gesamt
BOGESTRA	85 Mio. Euro	24 Mio. Euro	109 Mio. Euro
DSW21	91 Mio. Euro	22 Mio. Euro	113 Mio. Euro
DVG	27 Mio. Euro	12 Mio. Euro	39 Mio. Euro
EVAG	84 Mio. Euro	23 Mio. Euro	107 Mio. Euro
H-Bahn	-		
HGK	5 Mio. Euro	13 Mio. Euro	18 Mio. Euro
KVB	118 Mio. Euro	29 Mio. Euro	147 Mio. Euro
moBiel	29 Mio. Euro	7 Mio. Euro	36 Mio. Euro
MVG	46 Mio. Euro	7 Mio. Euro	53 Mio. Euro
Rheinbahn	120 Mio. Euro	44 Mio. Euro	164 Mio. Euro
SkyTrain	-		
STOAG	14 Mio. Euro	2 Mio. Euro	16 Mio. Euro
SWB	60 Mio. Euro	15 Mio. Euro	75 Mio. Euro
SWK	37 Mio. Euro	5 Mio. Euro	42 Mio. Euro
WSW	-		-
Summe	716 Mio. Euro	203 Mio. Euro	919 Mio. Euro

Tabelle 4: Investitionen Gleisinfrastruktur je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017

3.3 Ingenieurbauwerke

Zu den Ingenieurbauwerken zählen folgende Gewerke

- Sonderbahnen
- Brücken
 - o Gleisbrücken
 - o Straßenbrücken
 - o Durchlässe
- Zugangsbauwerke
 - o Straßen- bzw. Fußgängerüberführungen
 - o Treppen-/Rampenbauwerke

- Fußgängerunterführungen
- Sonstige Bauwerke
 - Stützwände
 - Gleisüberführungen
 - Gleisunterführungen
- Tunnel
- U-Stationen und -Zugänge
 - U-Stationen
 - U-Zugänge
- Trogbauwerke

Hierzu wurden 1.364 Datensätze (Bauwerke bzw. Bauwerkabschnitte) erfasst, die sich auf die nutzenden Verkehrsunternehmen wie nachfolgend dargestellt verteilen (Tabelle 5).

Verkehrs-un- ternehmen	Anzahl erfasste Bauwerk(abschnitte)	Baulastträger
BOGESTRA	184	Städte Bochum, Gelsenkirchen, Hattingen, Herne; Stadt Gelsenkirchen Stadtbahn GbR; Straßen.NRW; Wasser- und Schifffahrtsamt
DSW21	193	DSW21, Stadt Dortmund, Straßen.NRW
DVG	77	Emschergenossenschaft; Stadt Duisburg; Straßen.NRW
EVAG	108	EVAG; Stadt Essen; Straßen.NRW
H-Bahn	12	Stadt Dortmund
KVB	333	HGK; KVB; Städt2 Bergisch Gladbach, Köln; Straßen.NRW
moBiel	56	BBVG; moBiel; Stadt Bielefeld
MVG	71	MVG; Stadt Mülheim; Straßen.NRW
Rheinbahn	119	Rheinbahn AG; Städte Düsseldorf, Krefeld, Neuss; Straßen.NRW
SkyTrain	3	Flughafen Düsseldorf
STOAG	46	STOAG
SWB	93	Straßen.NRW; SWB
WSW	69	Stadt Wuppertal
Summe	1.364	

Tabelle 5: Anzahl Bauwerk(abschnitte)

HGK und SWK sind als nutzende Verkehrsunternehmen nicht betroffen. Im Bereich der kommunalen Bahn stellt die HGK nur Infrastruktur zur Verfügung, ist also Baulastträger, betreibt aber selbst keinen öffentlichen Personennahverkehr auf dieser; der Betrieb erfolgt durch die KVB und die SWB. Von dem schienengebundenen Fahrbetrieb der SWK sind

keine der oben genannten Bauwerkstypen betroffen. Gleichwohl ist die Stadt Krefeld Baulastträger von drei hintereinandergeschalteten Gleisbrücken, die jedoch von der Rheinbahn genutzt werden.

Insgesamt sind 30 Baulastträger an den für die kommunale Bahn in NRW relevanten Bauwerken beteiligt.

3.3.1 Sonderbahnen

In NRW gibt es rd. 19 km Strecke, die den Sonderbahnen im ÖPNV zuzuordnen sind. Dabei handelt es sich um die Dortmunder H-Bahn, der Düsseldorfer SkyTrain und die Wuppertaler Schwebebahn. Die rd. 3,2 km lange H-Bahn wurde zwischen den Jahren 1983 und 2011 in mehreren Bauabschnitten realisiert. Der SkyTrain am Düsseldorfer Flughafen ist mit einer Länge von rd. 2,5 km die kürzeste Sonderbahnstrecke und wurde im Jahr 1997 erbaut. Die gesamte Streckenkonstruktion der Wuppertaler Schwebebahn wurde zwischen den Jahren 1997 und 2012 über eine Länge von rd. 13,3 km erneuert. Die Nutzungsdauer der Bauwerke beträgt rd. 110 Jahre, so dass innerhalb des Betrachtungszeitraums bis zum Jahr 2031 keine Erneuerung ansteht und damit auch keine diesbezüglichen Investitionen notwendig werden. (Abbildung 8)

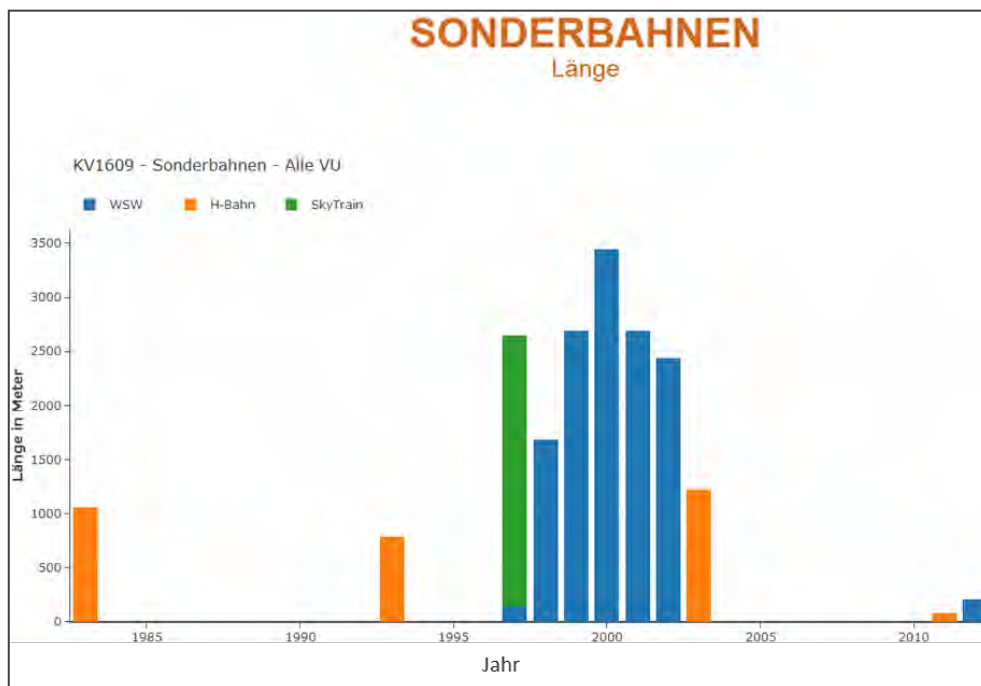


Abbildung 8: Länge/Baujahre – Sonderbahnen

3.3.2 Brückenbauwerke

Bei diesen der niveaufreien Führung von Stadt- und Straßenbahnen dienenden Bauwerken werden die Bauwerkstypen Gleis- und Straßenbrücken sowie Durchlässe unterschieden. Während die Gleisbrücken allein von den Schienenfahrzeugen genutzt werden, werden

Straßenbrücken auch von Kraftfahrzeugen befahren. Zu letzteren werden die Kosten nur anteilig entsprechend den Flächen der Schienentrassen berücksichtigt.

Es wurden 322 Brückenbauwerke insgesamt erfasst, davon sind

- 163 Gleisbrücken
- 145 Straßenbrücken
- 14 Durchlässe

Die Verteilung auf die zehn nutzenden Verkehrsunternehmen ist in Abbildung 9 dargestellt. Die KVB nutzt mit 79 die meisten Brücken und Durchlässe, gefolgt von der Rheinbahn mit 52 und der BOGESTRA mit 44. Die Sonderbahnen sind hier nicht betroffen; ihre Bauwerke wurden bereits in Kapitel 3.3.1 separat dargestellt. Auch die HGK als reiner Infrastrukturbetreiber und die SWK sind als nutzende Verkehrsunternehmen nicht betroffen.

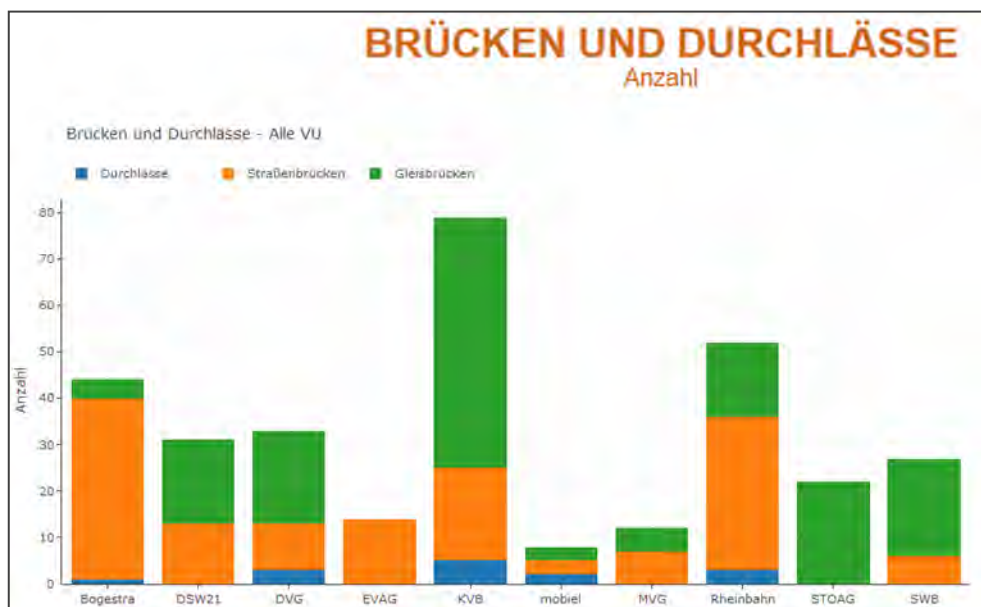


Abbildung 9: Nutzende Verkehrsunternehmen – Brücken und Durchlässe

23 Baulastträger unterhalten die Brücken und Durchlässe. So obliegt beispielsweise die Baulast der 79 von der KVB genutzten Bauwerke mit 38 der HGK, 26 der Stadt Köln, drei Straßen.NRW und zwölf der KVB selbst. Die HKG unterhält mit 33 die meisten Gleisbrücken der kommunalen Bahn in NRW, Straßen.NRW mit 29 und die Stadt Düsseldorf mit 29 die meisten Straßenbrücken.(Abbildung 10)

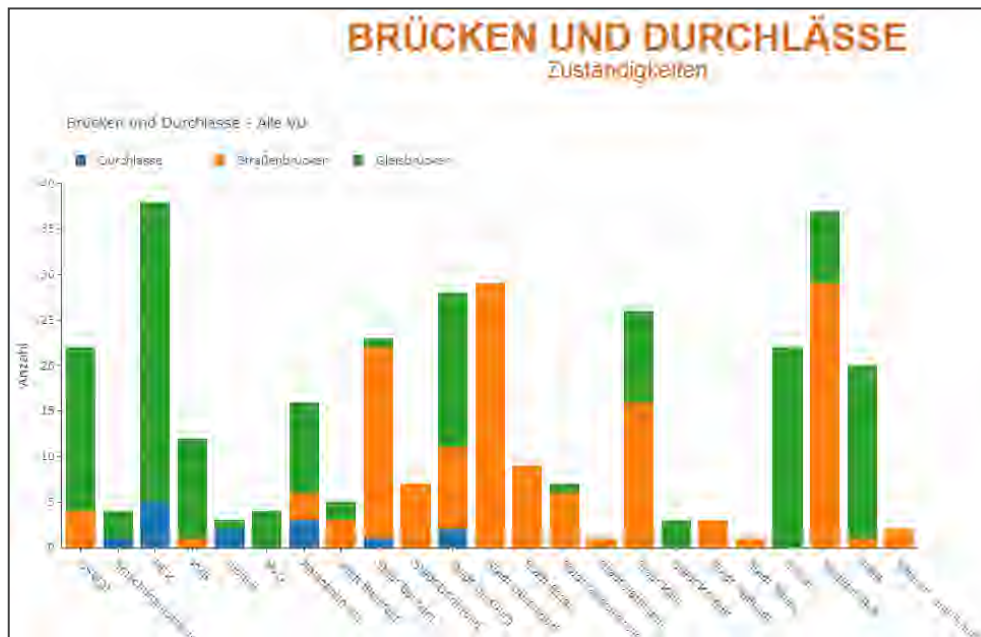


Abbildung 10: Baulastträger – Brücken und Durchlässe

Die älteste Straßenbrücke „Stockkampstraße / Nördliche Düssel“ wurde im Jahr 1877 in Düsseldorf gebaut. Als „neueste“ Brücke ist die von der Stadt Bochum geplante Straßenbrücke „Wittener Straße / Sheffield-Ring“ erfasst, die für das Jahr 2019 geplant ist. Der Median der Baujahre liegt zwischen den Jahren 1972/73. Gut ein Drittel der Bauwerke sind in der Zeit zwischen den Jahren 1965 bis 1980 gebaut worden. Die meisten Bauwerke wurden in den Einzeljahren 1974 und 1996 mit je 16 Brücken errichtet. (Abbildung 11)

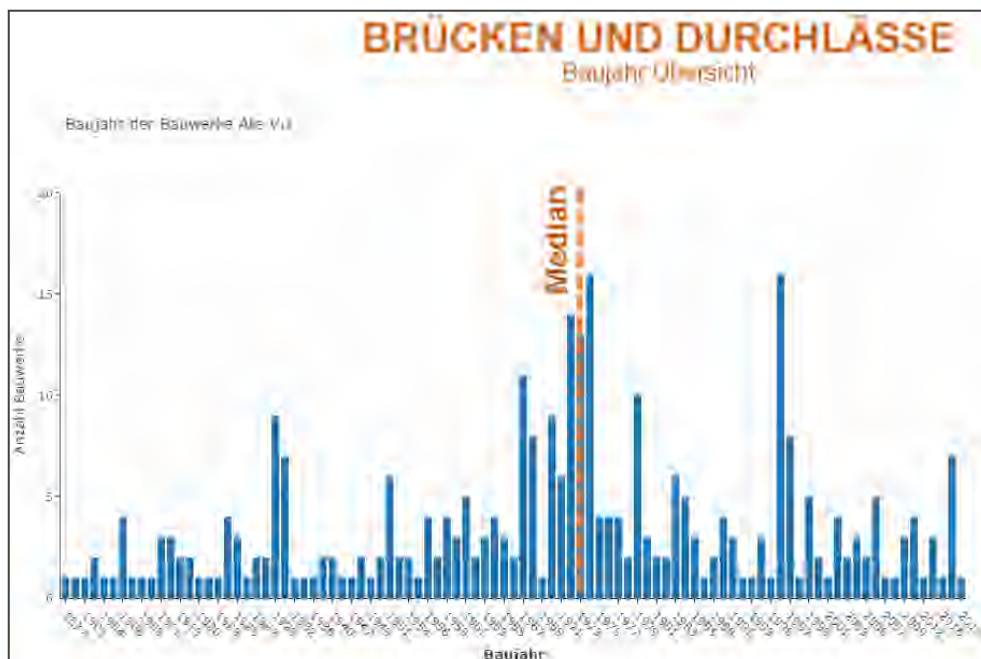


Abbildung 11: Baujahre – Brücken und Durchlässe

Durch die Langlebigkeit der Bauwerke geht die Nutzungsdauer von rd. 70% der Brücken und Durchlässe über den Betrachtungszeitraum hinaus. Bis einschließlich 2031 stehen 97 Bauwerke (Abbildung 12) zur Erneuerung an, die sich in 42 Gleisbrücken, 48 Straßenbrücken und sieben Durchlässe aufteilen. Damit müssen im Durchschnitt je drei Gleis- und Straßenbrücken pro Jahr und nur etwa alle zwei Jahre ein Durchlass erneuert werden.

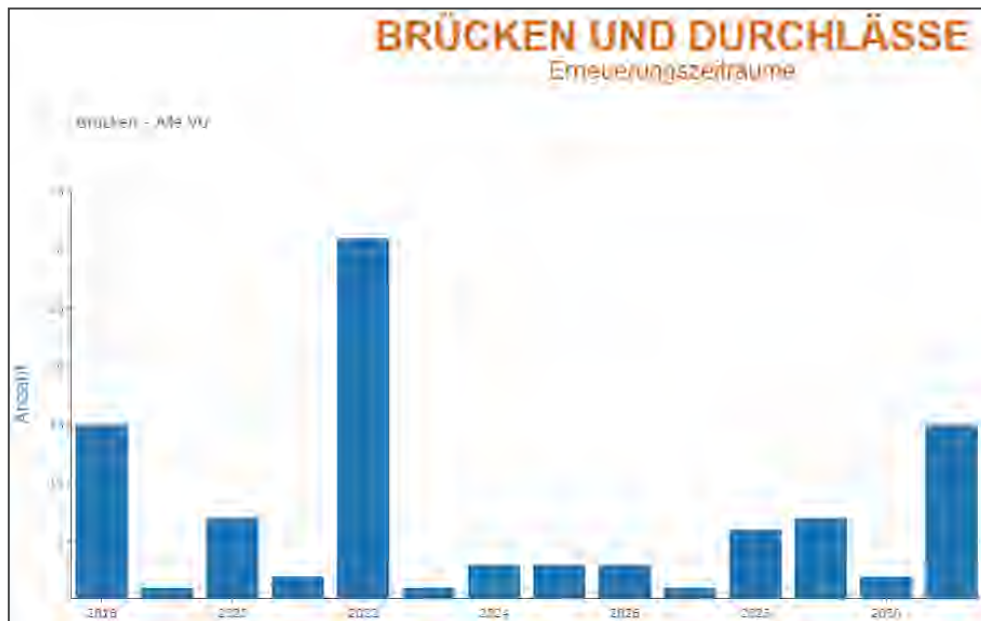


Abbildung 12: Erneuerungszeiträume – Brücken und Durchlässe

Die Notwendigkeit besonders vieler Bauwerkserneuerungen innerhalb eines Jahres wird im Jahr 2022 erwartet, wenn fast 10% der Bauwerke Ihre Nutzungsdauer erreichen. Hierbei handelt es sich um vier Durchlässe, zehn Gleisbrücken und 17 Straßenbrücken. Während sich die insgesamt 14 zu erneuernden Durchlässe und Gleisbrücken auf sieben Baulastträger verteilen, ist bei den Straßenbrücken überwiegend die Stadt Düsseldorf gefragt. 13 Straßenbrücken müssen auf Düsseldorfer Stadtgebiet im Jahr 2022 saniert werden.

Für die bis zum Jahr 2031 zu erneuernden 97 Bauwerke werden Investitionen in Höhe von rd. 400 Mio. Euro im Preisstand 2017 erforderlich. Dimensionsbedingt sind sehr große Variationen der Kosten je Bauwerk gegeben. Insgesamt entfallen 262 Mio. Euro auf Gleisbrücken, 134 Mio. Euro auf Straßenbrücken und 4 Mio. Euro auf die Durchlässe. Damit zeigt sich, dass der Aufwand zur Erneuerung einer Brücke deutlich höher ausfällt als für einen Durchlass.

Unter Berücksichtigung der Inflation (vgl. Kapitel 3.1) auf die Jahre, in der die jeweiligen Ausgaben anstehen, erfordern die Erneuerungen der Brücken und Durchlässe insgesamt 467 Mio. Euro bis zum Jahr 2031 (Abbildung 13).

Damit werden im Betrachtungszeitraum für die Erneuerung der Brücken und Durchlässe durchschnittlich 28 Mio. Euro pro Jahr im Preisstand 2017 bzw. 33 Mio. Euro pro Jahr unter Berücksichtigung der Inflation erforderlich.

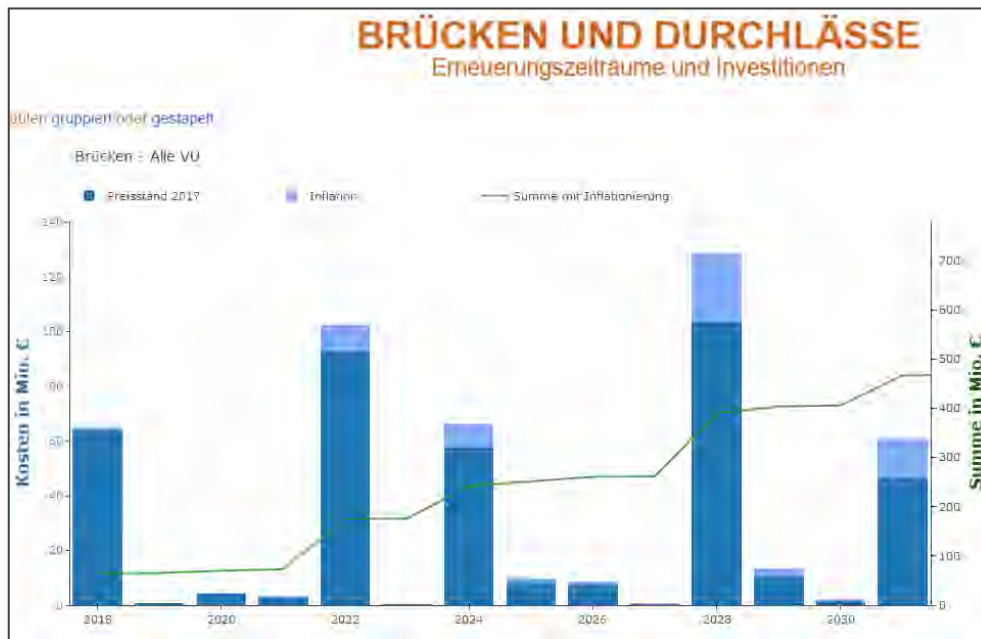


Abbildung 13: Investitionen – Brücken und Durchlässe

Der Vergleich von Abbildung 12 mit Abbildung 13 zeigt, die meisten Bauwerke zwar im Jahr 2022 erneuert werden müssen, der höchste Aufwand aber im Jahr 2028 zu erwarten ist. Dies bestätigt, dass die Kosten pro Bauwerk stark variieren. Tatsächlich liegen die Investitionen pro Einzelbauwerk bis zum Jahr 2031 zwischen rd. 100 Tsd. und 80 Mio. Euro im Preisstand 2017.

Die Auswertung über die Baulastträger zeigt, dass die Städte Düsseldorf und Köln am stärksten betroffen sind (Tabelle 6). Sie müssen zusammen rd. 55% der bis zum Jahr 2031 NRW-weit notwendigen Investitionen aufbringen. Für die Erneuerungen werden rd. 220 Mio. Euro im Preisstand 2017 für 31 Straßenbrücken erwartet, davon 21 Brücken in Düsseldorfer Baulast und zehn Brücken in Kölner Baulast. Hier sind insbesondere auf Düsseldorfer Stadtgebiet die Josef-Kardinal-Frings-Brücke und auf Kölner Stadtgebiet die Deutzer Brücke und die Mülheimer Brücke zu benennen. Die Erneuerung der Mülheimer Brücke steht unmittelbar an.

Baulastträger	Preisstand 2017	mit Inflation	Verkehrsunternehmen
DSW21	47,3 Mio. Euro	52,2 Mio. Euro	DSW21
Emschergenossenschaft	4,6 Mio. Euro	5,3 Mio. Euro	DVG
HGK	40,8 Mio. Euro	49,2 Mio. Euro	KVB
KVB	0,8 Mio. Euro	1,0 Mio. Euro	KVB
Rheinbahn	2,4 Mio. Euro	2,6 Mio. Euro	Rheinbahn
Stadt Bochum	1,9 Mio. Euro	2,5 Mio. Euro	BOGESTRA
Stadt Dortmund	4,8 Mio. Euro	5,7 Mio. Euro	DSW21
Stadt Duisburg	6,1 Mio. Euro	7,5 Mio. Euro	DVG
Stadt Düsseldorf	113,9 Mio. Euro	137,2 Mio. Euro	Rheinbahn
Stadt Essen	13,0 Mio. Euro	15,2 Mio. Euro	EVAG
Stadt Gelsenkirchen	3,2 Mio. Euro	3,6 Mio. Euro	BOGESTRA
Stadt Köln	108,2 Mio. Euro	119,0 Mio. Euro	KVB
Stadt Mülheim	9,9 Mio. Euro	10,1 Mio. Euro	MVG
STOAG	36,3 Mio. Euro	46,7 Mio. Euro	STOAG
Straßen.NRW	3,2 Mio. Euro	4,2 Mio. Euro	BOGESTRA, EVAG, KVB, MVG, SWB
SWB	4,2 Mio. Euro	4,9 Mio. Euro	SWB
Summe	400,5 Mio. Euro	466,9 Mio. Euro	

Tabelle 6: Investitionen bis 2031 pro Baulastträger – Brücken und Durchlässe

3.3.3 Zugangsbauwerke

Zu diesen Bauwerken für Fahrgäste und Fußgänger zählen Straßen- bzw. Fußgängerüberführungen, Fußgängerunterführungen, Treppen und Rampen. 79 solcher Bauwerke wurden erfasst (Abbildung 14). Rd. 30% (24 Bauwerke) werden durch die KVB genutzt; davon liegen 17 Bauwerke in der Baulast der Stadt Köln und sieben in der der HGK. Die von den übrigen Verkehrsunternehmen genutzten 55 Bauwerke werden von weiteren 15 Kommunen bzw. Unternehmen getragen.

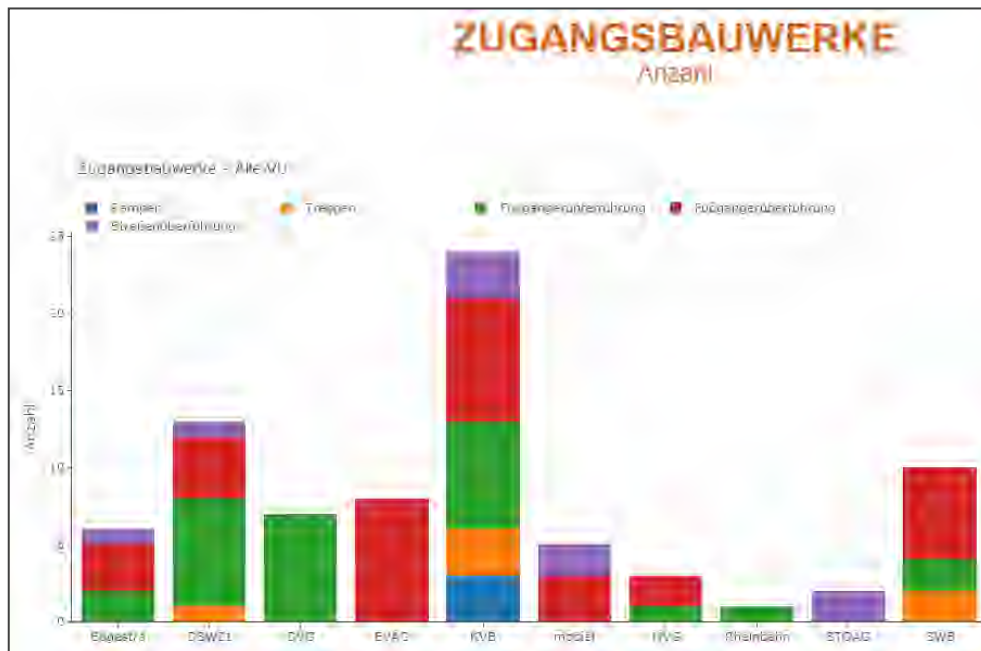


Abbildung 14: Anzahl Zugangsbauwerke

Die Zugangsbauwerke wurden zwischen den Jahren 1924 (Fußgängerunterführung Heidegärten in Bielefeld) und 2017 (Fußgängerunterführung Universitätsstraße / Max-Imdahl-Straße in Bochum) gebaut. Die diesbezügliche Bautätigkeit erfolgte über die Jahre hinweg verteilt. Der Median liegt im Jahr 1981. (Abbildung 15)

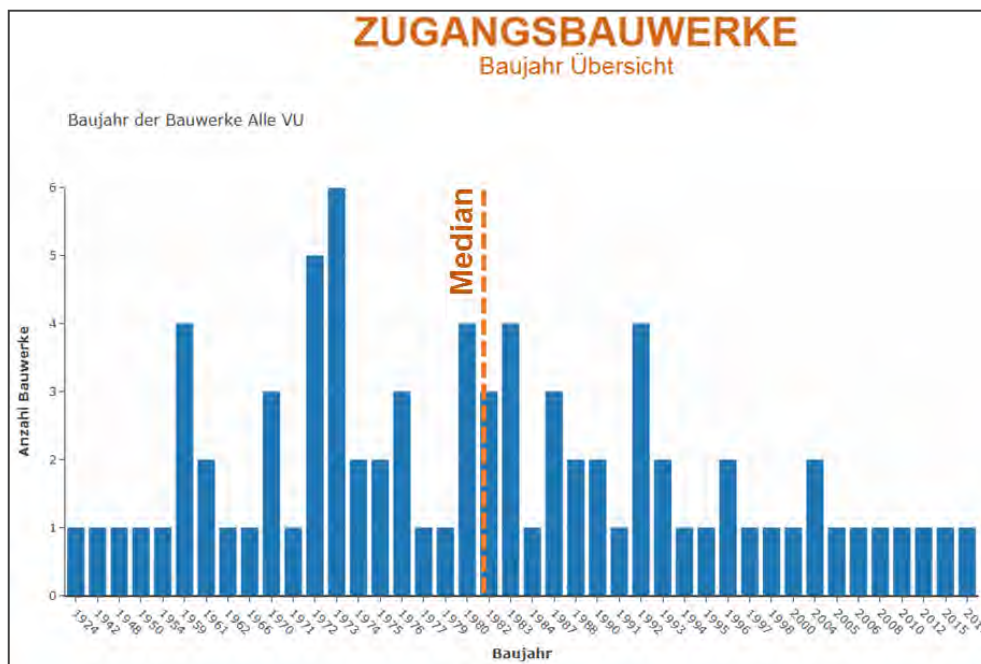


Abbildung 15: Baujahr – Zugangsbauwerke

Aufgrund der langen Lebensdauer der Ingenieurbauwerke müssen im Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2031 nur rd. 10% (neun Bauwerke) erneuert werden. Aktuell stehen zwei Fußgängerunterführungen in Köln-Hürth zur Erneuerung an. (Abbildung 16)

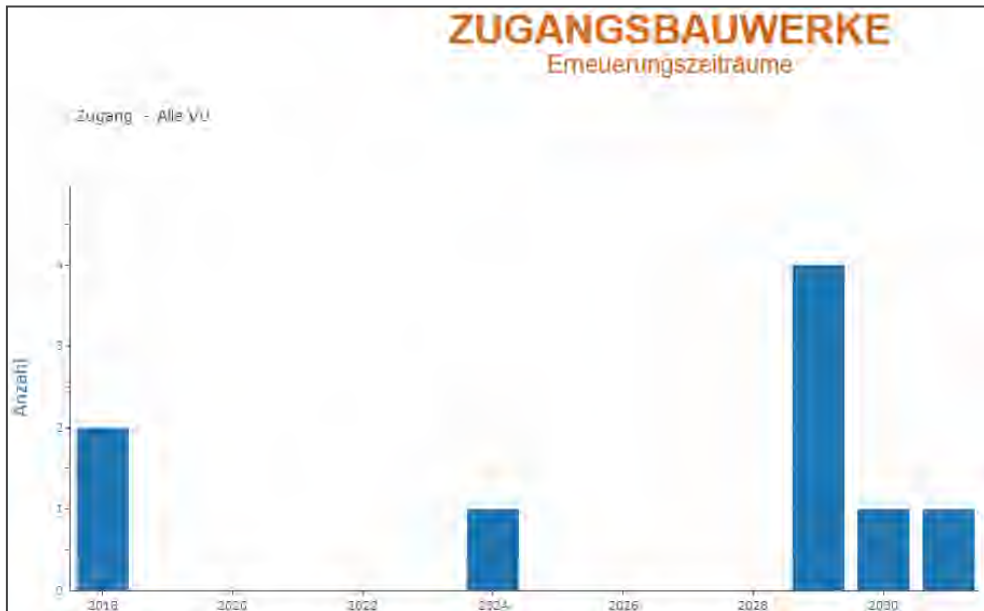


Abbildung 16: Erneuerungszeiträume – Zugangsbauwerke

Bis zum Jahr 2031 bedarf es für die NRW-weit notwendigen Erneuerungen 13,0 Mio. Euro im Preisstand 2017. Unter Berücksichtigung der Inflation belaufen sich die Kosten auf 15,6 Mio. Euro. (Abbildung 17)

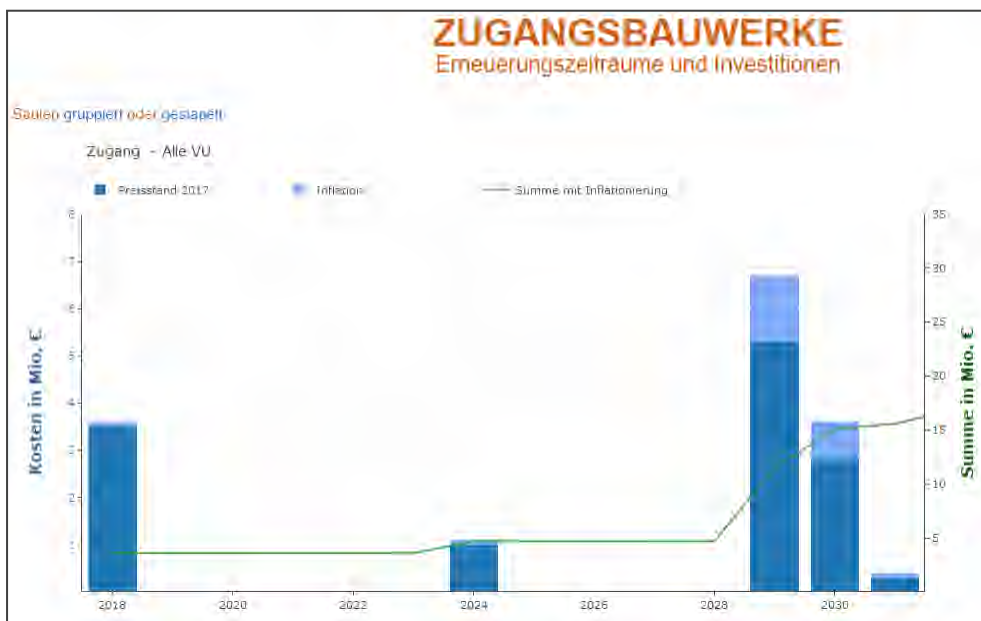


Abbildung 17: Investitionen – Zugangsbauwerke

Bezogen auf den einheitlichen Preisstand 2017 bedarf die Erneuerung der zwei Fußgängerunterführungen in Köln-Hürth aktuell 3,5 Mio. Euro, das sind 27% der im Betrachtungszeitraum anstehenden Kosten. Im Jahr 2024 fallen weitere 1 Mio. Euro (8%) und dann erst nach dem Jahr 2029 weitere 8,5 Mio. Euro (65%) an.

Gut 70% der im Betrachtungszeitraum anfallenden Kosten werden durch die KVB veranlasst, nämlich 9,2 Mio. Euro im Preisstand 2017, die sich auf die HGK mit 8,0 Mio. Euro und die Stadt Köln mit 1,2 Mio. Euro aufteilen.

3.3.4 Sonstige Bauwerke

Stützwände, Gleisüber- und Gleisüberführungen sind unter „Sonstige Bauwerke“ zusammengefasst. Es wurden 35 Stützwände, zwei Gleisüberführungen und drei Gleisunterführungen erfasst. Mit 20 Stützwänden steht die Hälfte der Bauwerke in der Nutzung und Zuständigkeit der STOAG. Elf Stützwände dienen dem Verkehrsunternehmen KVB, wovon sieben in die Baulast der HGK fallen und vier in die der Stadt Köln. Die übrigen neun Bauwerke verteilen sich in die Nutzung von sieben Verkehrsunternehmen und auf die Zuständigkeit von fünf Baulastträgern (DSW21, die Städte Bielfeld, Duisburg und Gelsenkirchen sowie Straßen.NRW). (Abbildung 18 und vgl. **Anlagen**)

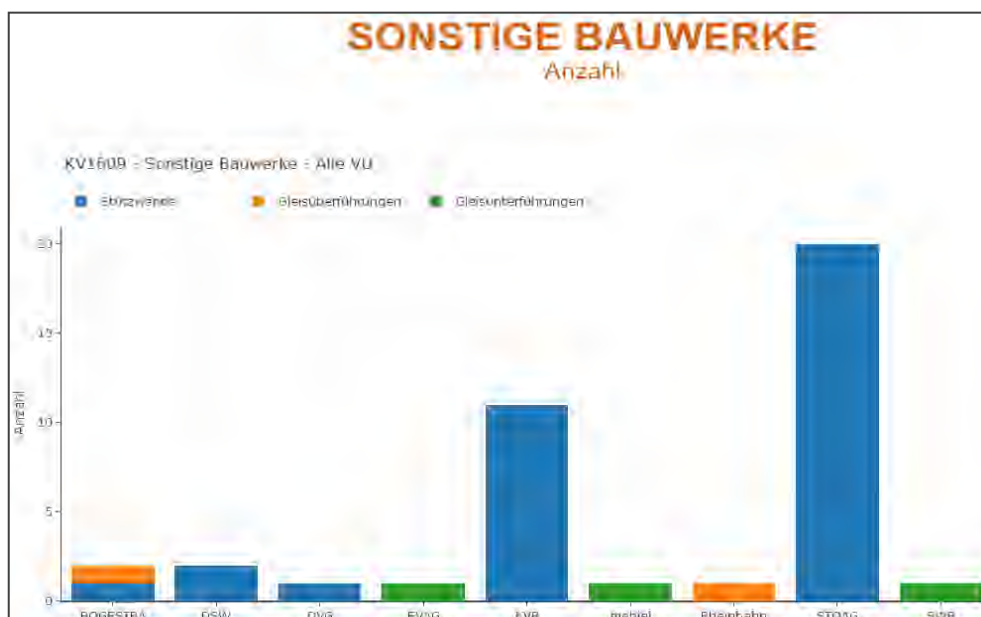


Abbildung 18: Anzahl sonstiger Bauwerke je Verkehrsunternehmen

Die „sonstigen Bauwerke“ wurden zwischen den Jahren 1904 und 2015 erstellt. 17 Stützwände wurden im Jahr 1996 von der STOAG zur Zeit der Wiedereinführung der Straßenbahn in Oberhausen errichtet. Die vier ältesten Stützwände sind aus dem Jahr 1904 bzw. 1914 und liegen in der Zuständigkeit der HGK. (Abbildung 19)

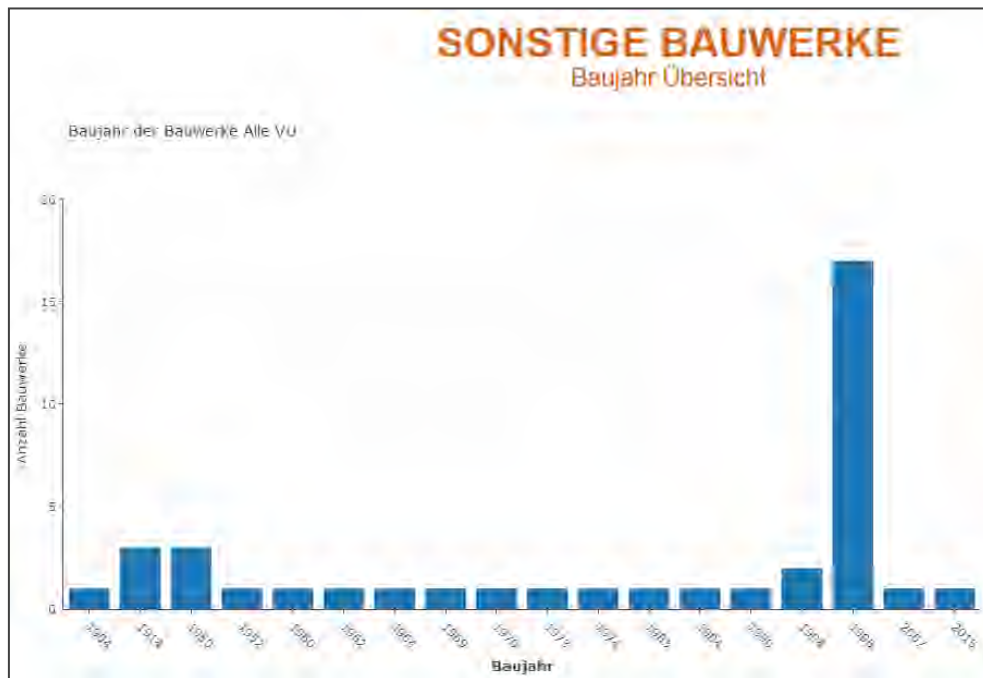


Abbildung 19: Baujahr – Sonstige Bauwerke

Es wird erwartet, dass vier Bauwerke (10%) bis zum Jahr 2031 erneuert werden müssen. Dabei handelt es sich um von der KVB genutzte Stützwände. Davon ist die HGK Baulastträger für drei Stützwände und die Stadt Köln für eine Stützwand. (Abbildung 20)

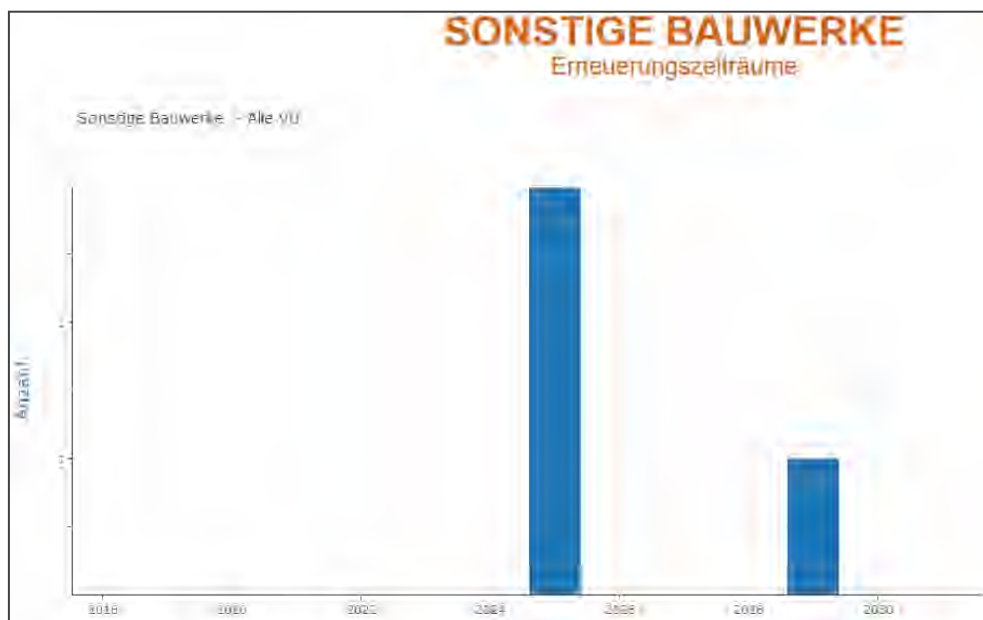


Abbildung 20: Erneuerungszeiträume – Sonstige Bauwerke

Für die vier Bauwerke, die bis zum Jahr 2031 zur Erneuerung anstehen, werden Investitionen in Höhe von 1,4 Mio. Euro im Preisstand 2017 notwendig. Unter Berücksichtigung der Inflation belaufen sich die Kosten auf 1,7 Mio. Euro. (Abbildung 21)

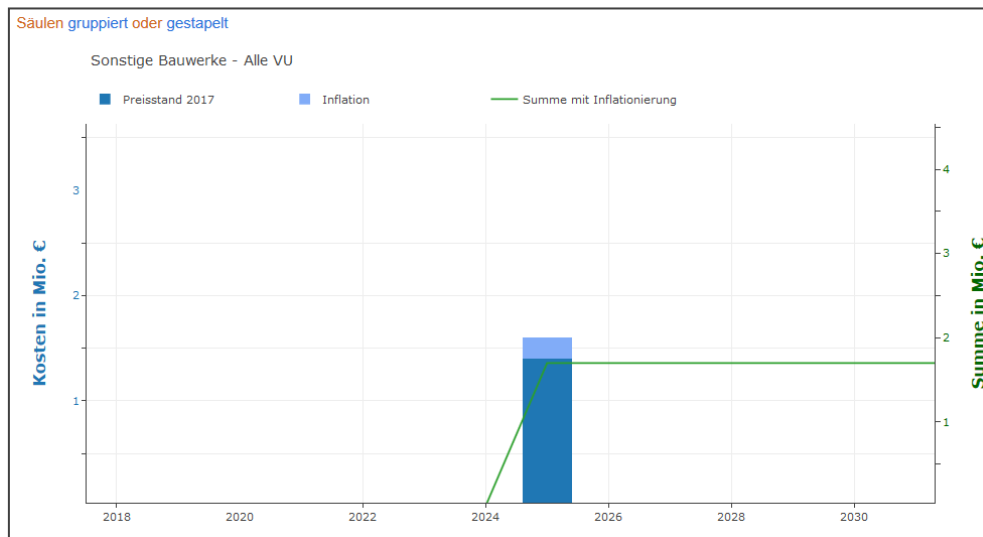


Abbildung 21: Investitionen – Sonstige Bauwerke

Bei dem im Jahr 2029 von der Stadt Köln zu erneuernden Bauwerk handelt es sich um eine Stützwand mit nur sieben Quadratmeter Fläche, für die nur vergleichsweise geringe Kosten in Höhe von 13 Tsd. Euro anfallen, die auf Millionen gerundet nicht mehr darstellbar und daher in der Abbildung 21 nicht erkennbar sind. Die Kosten sind aber in der Datenbank hinterlegt und werden bei allen Auswertungen berücksichtigt.

3.3.5 Tunnel

NRW-weit wurden rd. 130 km Tunnel erfasst. Hierbei handelt es sich nur um die Tunnelbauwerke; Gleise, Fahrleitungen etc. wurden separat erfasst und bewertet. Die Baujahre der Tunnelbauwerke erstrecken sich von 1965 bis 2016. Der Median liegt im Jahr 1985.

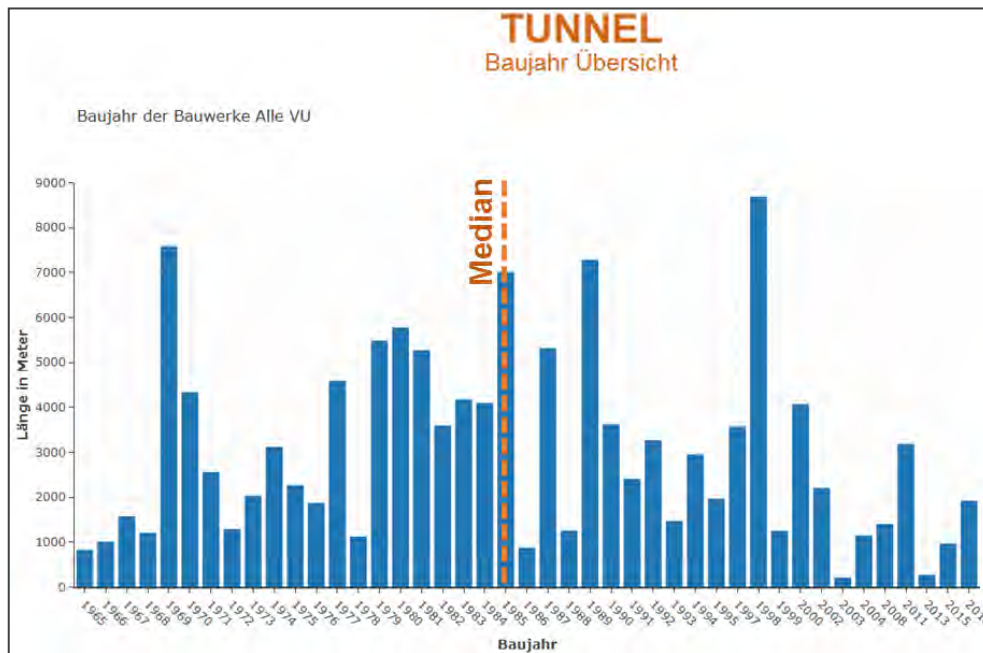


Abbildung 22: Baujahre – Tunnel

Wie in Kap. 2.4.3 erläutert ist bei Tunnelbauwerken, anders als bei den übrigen Gewerken, eine Erneuerung vor Ort nicht möglich. Vielmehr wird versucht, die Tunnel möglichst lange zu erhalten, was Kosten generiert, die über die üblichen Unterhaltungsaufwendungen hinausgehen. Diese Reinvestitionen zur fortwährenden Verlängerung der Nutzbarkeit werden als hypothetischer Bedarf für den jährlichen Instandhaltungsmehraufwand kalkulatorisch ermittelt. Die dadurch entstehende jährliche Kostenbelastung ist im Preisstand 2017 gemessen über alle Jahre gleich. Lediglich durch die Berücksichtigung der Inflation steigen die jährlichen Kosten.

Mit dem gewählten Kostenansatz werden NRW-weit jährlich 46 Mio. Euro (Preisstand 2017) notwendig, um die Tunnelstrecken dauerhaft nutzen zu können. Über den Betrachtungszeitraum vom Jahr 2018 bis zum Jahr 2031 ergibt sich damit ein Investitionsvolumen in Höhe von rd. 644 Mio. Euro im Preisstand 2017, was durch Berücksichtigung der Inflation auf rd. 749 erhöht wird. (Abbildung 22)

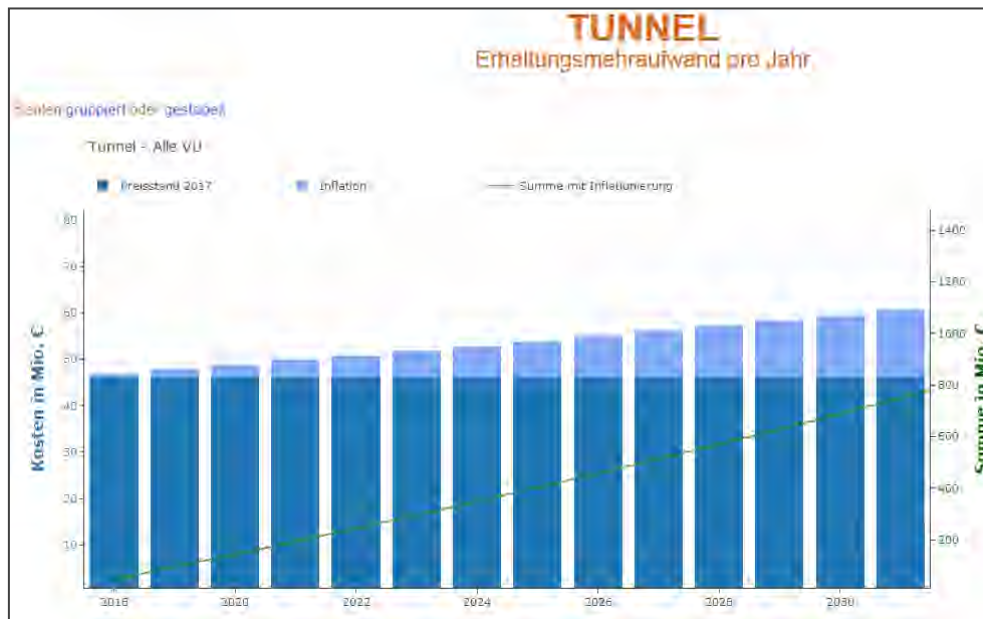


Abbildung 23: Erhaltungsmehraufwand – Tunnel

Von insgesamt neun Verkehrsunternehmen werden Tunnelstrecken genutzt, als Baulastträger sind 14 Kommunen bzw. Unternehmen betroffen. (Tabelle 7)

Baulastträger	Länge	Kosten im Preisstand 2017	Verkehrsunternehmen
BBVG	7,9 km	2,6 Mio. Euro/Jahr	moBiel
EVAG	22,1 km	9,7 Mio. Euro/Jahr	EVAG
KVB	3,7 km	2,0 Mio. Euro/Jahr	KVB
MVG	11,1 km	5,7 Mio. Euro/Jahr	MVG
Stadt Bergisch Gladbach	0,5 km	0,2 Mio. Euro/Jahr	KVB
Stadt Bochum	10,9 km	3,6 Mio. Euro/Jahr	BOGESTRA
Stadt Dortmund	14,1 km	4,3 Mio. Euro/Jahr	DSW
Stadt Duisburg	6,9 km	2,9 Mio. Euro/Jahr	DVG
Stadt Düsseldorf	9,2 km	3,0 Mio. Euro/Jahr	Rheinbahn
Stadt Gelsenkirchen Stadtbahn GbR	4,2 km	2,7 Mio. Euro/Jahr	BOGESTRA
Stadt Herne	4,4 km	1,0 Mio. Euro/Jahr	BOGESTRA
Stadt Köln	25,8 km	6,1 Mio. Euro/Jahr	KVB
Stadt Mülheim	0,1 km	28,5 Tsd. Euro/Jahr	MVG
SWB	9,3 km	2,3 Mio. Euro/Jahr	SWB
Summe	130,3 km	46,0 Mio. Euro/Jahr	

Tabelle 7: Baulastträger Tunnel

Die KVB nutzt mit rd. 30 km Tunnel die meisten unterirdischen Strecken, während die DVG unter den Stadtbahn-Betreibern mit rd. 7 km Strecke den geringsten Tunnelanteil aufweist.

Bezogen auf die Baulastträger zeigt sich, dass die Stadt Köln mit fast 26 km zwar für die meisten Streckenkilometer verantwortlich ist, dicht gefolgt von der EVAG mit rd. 22 km Tunnelstrecken, für die EVAG aber der höchste Unterhaltungsmehraufwand in Höhe von 9,7 Mio. Euro pro Jahr erwartet wird, während für die Stadt Köln mit 6,1 Mio. Euro pro Jahr Unterhaltungsmehraufwand für die Tunnelstrecken gerechnet wird. Dies liegt im Bau-Umfang begründet. Die Tunnel von EVAG und Stadt Köln sind mit ein oder zwei Röhren ausgebaut. Während die Tunnelstrecken der Stadt Köln nur zu rd. 10% mit zwei Röhren ausgestattet sind, weist bei der EVAG gut die Hälfte der Tunnelstrecken mit zwei Röhren auf.

3.3.6 U-Stationen und -Zugänge

Die unterirdischen Stationen wurden zur Bewertung differenziert nach U-Stationen und U-Zugängen. Hierbei handelt es sich nur um die Bauwerke, also um die „Hüllen“ der Haltestellen und Zugänge, während die Bahnsteige mit ihren Ausstattungen sowie die Fahrtreppen, Aufzüge und auch die Innenverkleidung der Verteilerebenen separat erfasst und ausgewertet wurden (siehe Kapitel 3.5).

168 unterirdische Stationen wurden NRW-weit erfasst, die in Summe über 557 Zugänge erreicht werden. Damit weist jede U-Station durchschnittlich 3,3 Zugänge auf. Die KVB weist mit fast 25% die meisten unterirdischen Stationen in ihrem Betriebsbereich auf, gefolgt von BOGESTRA und DSW21 mit je rd. 15% sowie Rheinbahn und EVAG mit je rd. 10% der NRW-weiten U-Stationen. (Tabelle 8)

Verkehrsunternehmen	Anzahl Stationen	Anzahl Zugänge
BOGESTRA	29	90
DSW21	26	84
DVG	7	25
EVAG	20	71
KVB	40	134
moBiel	7	21
MVG	10	24
Rheinbahn	17	68
SWB	12	40
Summe	168	557

Tabelle 8: U-Stationen nach Verkehrsunternehmen

Die Stationen einschließlich der Zugänge wurden zwischen den Jahren 1966 und 2016 gebaut. Der Median liegt zwischen den Jahren 1984 und 1985. Damit sind die Stationen und Zugänge durchschnittlich fast 35 Jahre alt. (Abbildung 24)

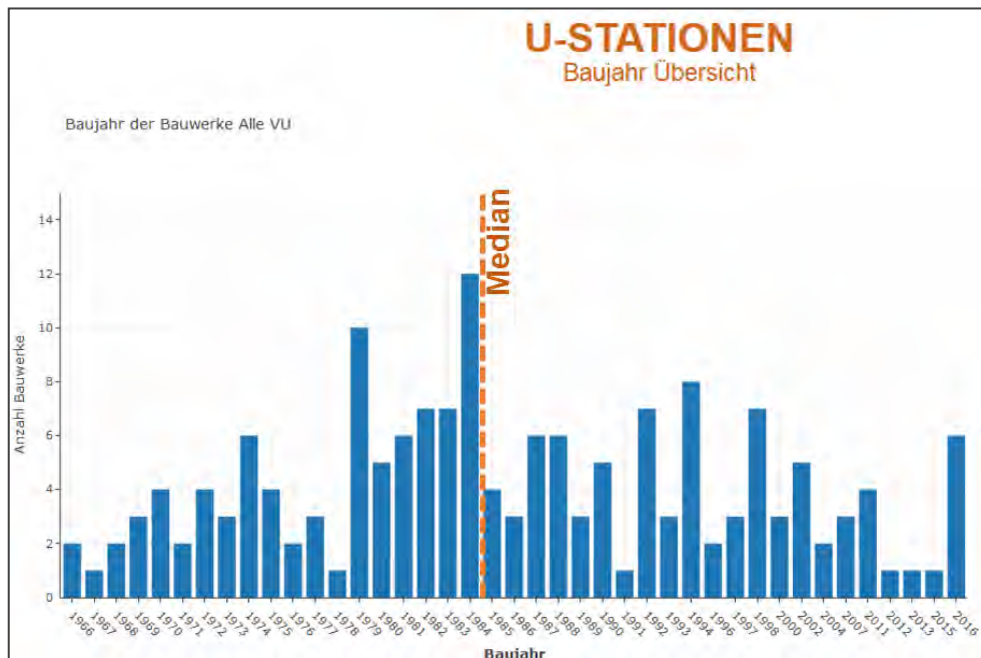


Abbildung 24: Baujahre – U-Stationen einschließlich Zugänge

Während für die U-Zugänge Erneuerungszeitpunkte und –kosten bestimmt werden, sind die Stationsbauwerke selbst wie die Tunnelbauwerke zu behandeln: eine Erneuerung vor Ort ist nicht möglich, so dass versucht wird, die Stationen durch erhöhten Erhaltungsaufwand möglichst lange zu erhalten. Dementsprechend wird der hypothetische Bedarf für den Instandhaltungsmehraufwand kalkulatorisch ermittelt. Auch hier gilt, wie bei den Tunnelbauwerken, dass die dadurch entstehende jährliche Kostenbelastung im Preisstand 2017 gemessen über alle Jahre gleich ist und die jährlichen Kosten nur durch die Berücksichtigung der Inflation steigen. Im Preisstand 2017 bedarf es NRW-weit jährlich rd. 33 Mio. Euro zum dauerhaften Erhalt der Stationen, so dass über den Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2031 kumuliert rd. 463 Mio. Euro anfallen. Unter Berücksichtigung der Inflation entspricht dies rd. 539 Mio. Euro. (Abbildung 25)

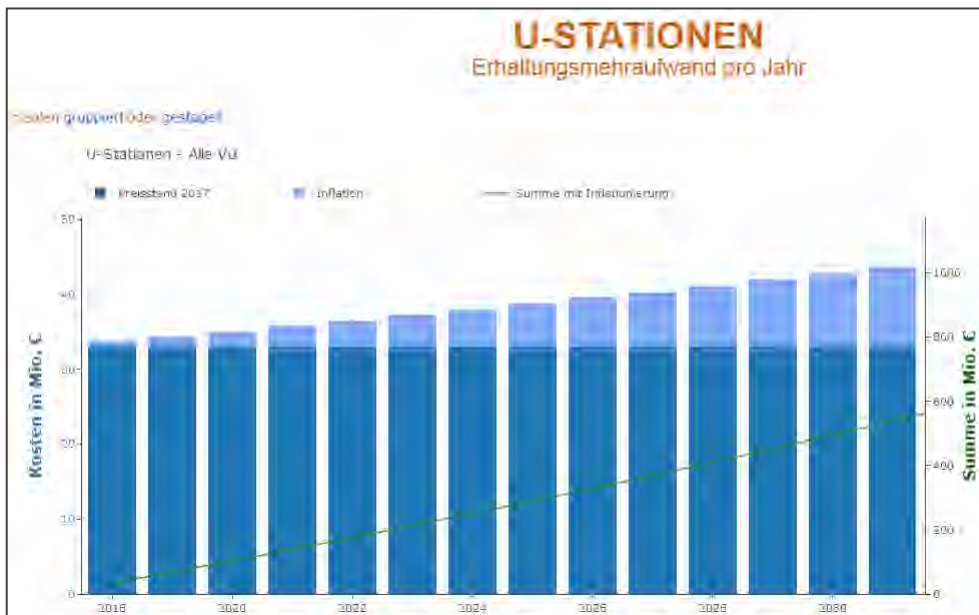


Abbildung 25: Investitionen – U-Stationen

Die Zugänge weisen eine Nutzungsdauer von rd. 70 Jahren auf. Damit müssen innerhalb des Betrachtungszeitraums bis zum Jahr 2031 keine Zugänge erneuert werden.

Das Gros der bis zum Jahr 2031 für die unterirdischen Stationsbauwerke notwendigen Investitionen wird für die KVB (fast 25%) sowie DSW21 (Fast 20%) und BOGESTRA (gut 15%) erforderlich. (Tabelle 9)

Baulastträger	U-Stationen Preisstand 2017	Verkehrsunternehmen
BBVG	17,1 Mio. Euro/Jahr	moBiel
DSW21	86,8 Mio. Euro/Jahr	DSW21
EVAG	54,9 Mio. Euro/Jahr	EVAG
KVB	6,1 Mio. Euro/Jahr	KVB
MVG	20,8 Mio. Euro/Jahr	MVG
Stadt Bergisch Gladbach	2,7 Mio. Euro/Jahr	KVB
Stadt Bochum	54,6 Mio. Euro/Jahr	BOGESTRA
Stadt Duisburg	29,5 Mio. Euro/Jahr	DVG
Stadt Düsseldorf	36,5 Mio. Euro/Jahr	Rheinbahn
Stadt Gelsenkirchen Stadtbahn GbR	19,0 Mio. Euro/Jahr	BOGESTRA
Stadt Herne	11,3 Mio. Euro/Jahr	BOGESTRA
Stadt Köln	100,2 Mio. Euro/Jahr	KVB
SWB	23,4 Mio. Euro/Jahr	SWB
Summe	462,9 Mio. Euro/Jahr	

Tabelle 9: Kosten U-Stationen kumuliert bis 2031
(Differenzen in den Summen durch Rundungen)

3.3.7 Trogbauwerke

91 Trogbauwerke sind von dem Betrieb der kommunalen Bahn in NRW betroffen. Im Betriebsgebiet der KVB liegen 22 dieser Bauwerke (Tabelle 10).

Verkehrsunternehmen	Anzahl
BOGESTRA	9
DSW21	13
DVG	5
EVAG	7
KVB	22
moBiel	8
MVG	9
Rheinbahn	6
STOAG	2
SWB	10
Summe	91

Tabelle 10: Trogbauwerke nach Verkehrsunternehmen

Die Baujahre reichen von 1951 bis 2017. Der Median liegt im Jahr 1983.

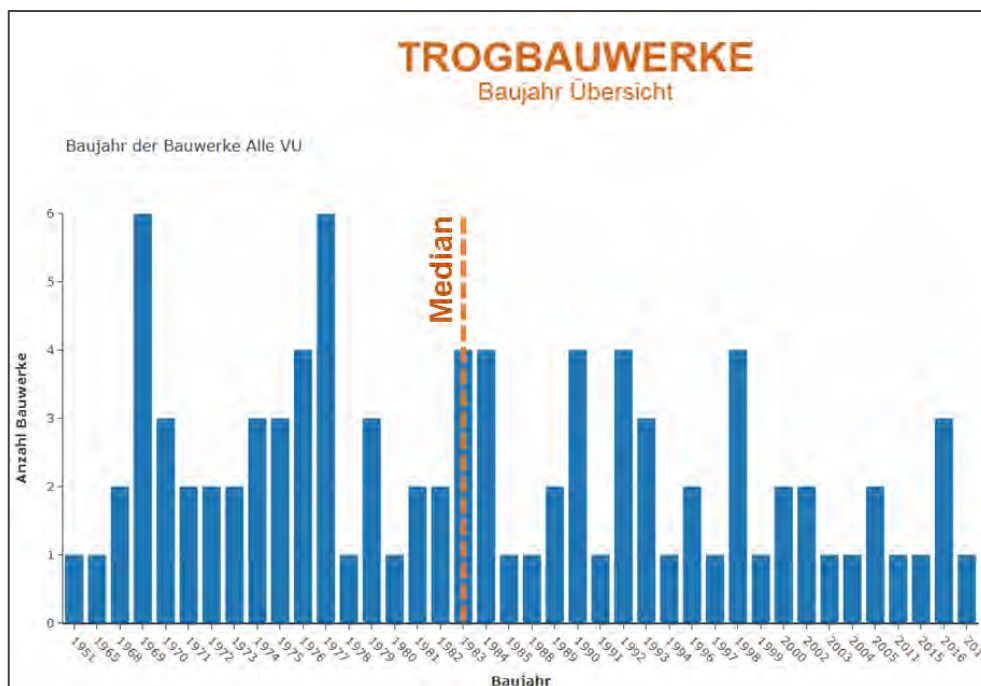


Abbildung 26: Baujahre – Trogbauwerke

Durch die langen Nutzungsdauern dieser Bauwerkstypen zwischen 70 und 110 Jahren steht aktuell nur ein Trogbauwerk zur Erneuerung an. Dieses befindet sich in der Baulast der Stadt Köln und wird im Rahmen der Sanierung der Mülheimer Brücke (Baulos M2) erneuert. Die Kosten belaufen sich auf rd. 0,4 Mio. Euro.

3.4 Betriebs- und Leittechnikseinrichtungen

3.4.1 Fahrleitungsanlagen

Die Fahrleitungsanlagen der Straßen- und Stadtbahnanlagen bestehen aus dem Fahrdraht und der Oberleitungsanlage (Kettenwerk / Stützpunkte / Maste / Gründungen), die der Sonderbahnen aus der Fahrschiene. Die Fahrdrahtlänge der Straßen- und Stadtbahnen umfasst rd. 1.870 km Streckenlänge und liegt damit durchschnittlich 10% über den erfassten Gleislängen, was in den Überlappungsbereichen an den Übergängen der Nachspannabschnitte begründet liegt. Fast 40% der Fahrleitungsanlagen gehören zur KVB oder Rheinbahn. Für die Sonderbahnen wurden insgesamt rd. 35 km Fahrschiene erfasst. Die Baujahre der erfassten Fahrleitungsanlagen reichen bis ins Jahr 1945 zurück. Bezogen auf die Fahrdrahtlänge liegt der Median der Anlagen im Jahr 1991. (Tabelle 11)

Verkehrsunternehmen	Länge Fahrleitung
BOGESTRA	226 km
DSW21	159 km
DVG	126 km
EVAG	175 km
H-Bahn	3 km
HGK	100 km
KVB	357 km
moBiel	78 km
MVG	80 km
Rheinbahn	348 km
SkyTrain	5 km
STOAG	20 km
SWB	117 km
SWK	83 km
WSW	27 km
Summe	1905 km

Tabelle 11: Fahrleitungslängen je Verkehrsunternehmen

Wie in Kapitel 2.3.4 beschrieben wurden anhand bereits erfolgter Stromabnehmerdurchgänge bzw. der Fahrdrahtabnutzung gemäß Messprotokollen die Erneuerungszeiträume der Fahrdrähte und anhand der Bauart die der Oberleitungsanlage (OLA) bestimmt. Gut 40% der Fahrdrähte und 15% der Oberleitungsanlage müssen im Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2031 erneuert werden. Damit sind durchschnittlich 56 km Fahrdraht und 21 km Oberleitungsanlage pro Jahr instand zu setzen. Es zeigt sich, dass insbesondere bei den

Fahrdrähten, aber auch bei den Oberleitungsanlagen Erhaltungstau besteht. Bezogen auf die bis zum Jahr 2031 zu erneuernden Anlagen müssen aktuell rd. 60% der Fahrdrähte und rd. 55% der Oberleitungsanlage ausgetauscht werden. Vom Erhaltungstau sind insbesondere die Verkehrsunternehmen EVAG, KVB, Rheinbahn und die DSW21 betroffen. Die Stromschienen der Sonderbahnen müssen wegen ihrer langen Nutzungszeit im Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2031 gar nicht erneuert werden. (Abbildung 27, Abbildung 28).

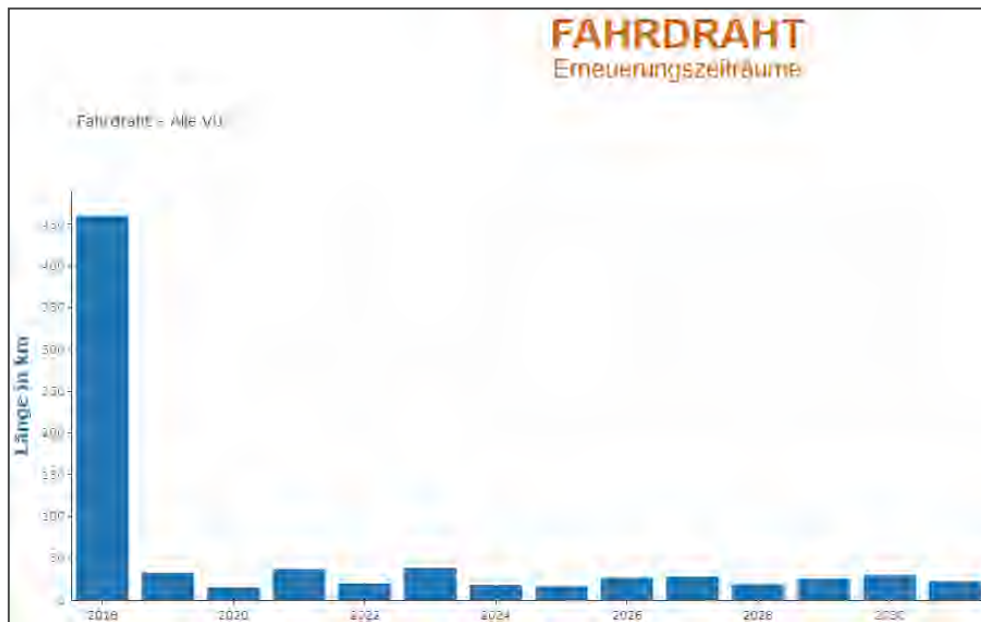


Abbildung 27: Erneuerungszeiträume – Fahrdräht

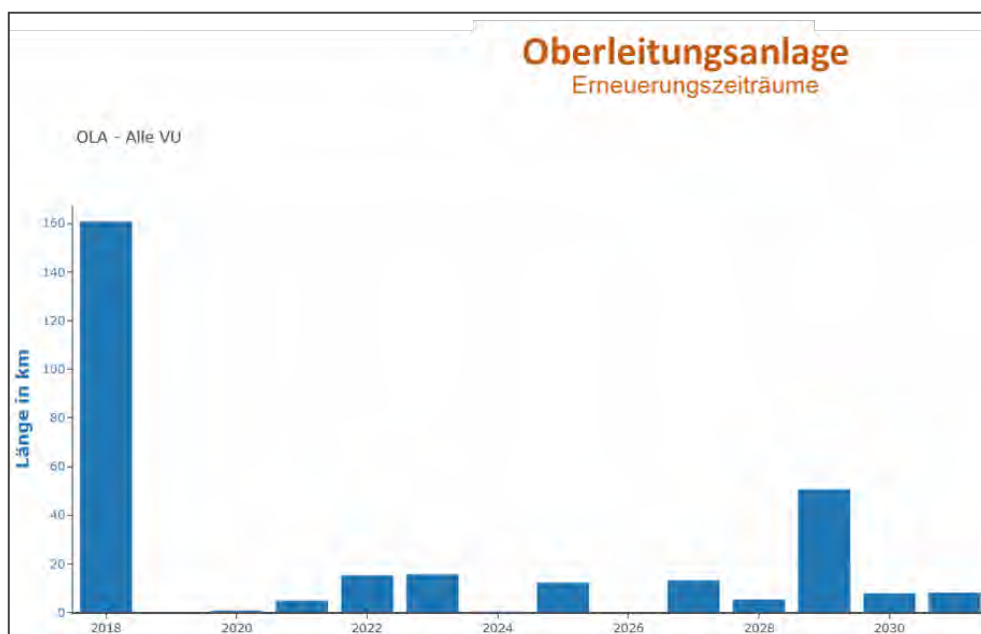


Abbildung 28: Erneuerungszeiträume – Oberleitungsanlage (Kettenwerk / Stützpunkte / Maste / Gründungen)

Zur Erneuerung werden bis zum Jahr 2031 Kosten in Höhe von rd. 110 Mio. Euro im Preisstand 2017 bzw. unter Berücksichtigung der Inflationierung in Höhe von 115 Mio. Euro entstehen. Davon sind 9% (10 Mio. Euro) den Fahrdrähten und 91% (105 Mio. Euro) den Oberleitungsanlagen (Kettenwerk / Stützpunkte / Maste / Gründungen) zuzuordnen. (Abbildung 29 und Abbildung 30)

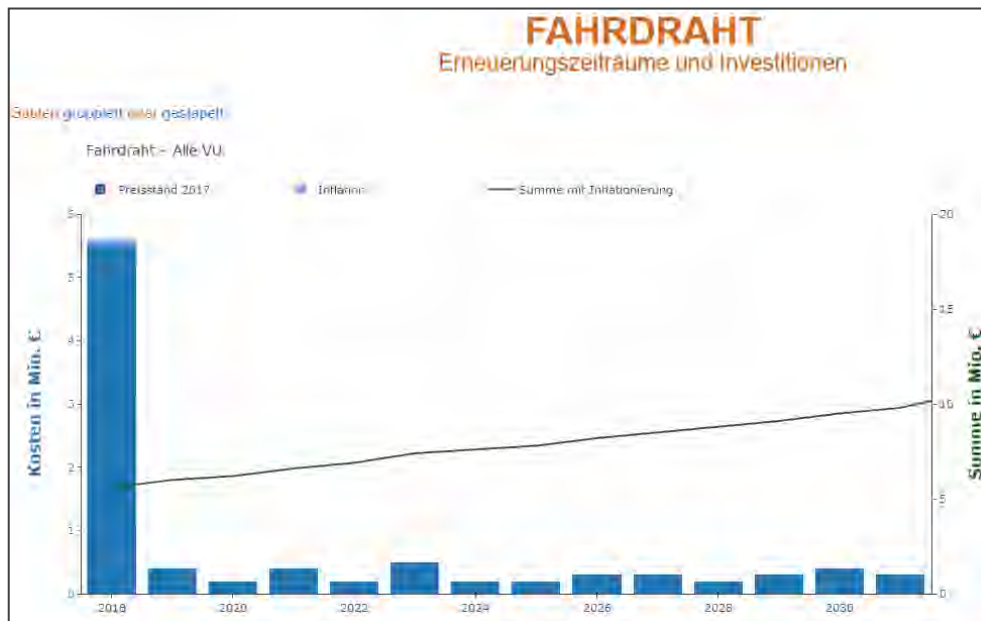


Abbildung 29: Investitionen – Fahrdracht



Abbildung 30: Investitionen – Oberleitungsanlage (Kettenwerk / Stützpunkte / Maste / Gründungen)

Die Darstellungen spiegeln zudem den Erhaltungstau bei diesen Gewerken wider, so dass im Jahr 2018 ein erhöhtes Budget hierfür notwendig wird. Bezogen auf den einheitlichen Preisstand 2017 fallen aktuell im Jahr 2018 mehr als die Hälfte (rd. 62 Mio. Euro) der im Betrachtungszeitraum anstehenden Investitionen (rd. 110 Mio. Euro) an.

Von dem aktuell erhöhten Erneuerungsbedarf sind beim Gewerk Fahrdrähte die Verkehrsunternehmen EVAG, KVB und Rheinbahn betroffen und im Bereich OLA die Verkehrsunternehmen DSW21 und Rheinbahn.

Der größte Kostenanteil für Fahrleitungsanlagen im Betrachtungszeitraum ist bezogen auf den vergleichbaren Preisstand 2017 mit rd. 36% (39 Mio. Euro) der Rheinbahn zuzuordnen, gefolgt von der KVB mit rd. 19% (21 Mio. Euro) (Tabelle 12).

Verkehrsunternehmen	Fahrdraht	Oberleitungsanlage	Gesamt
BOGESTRA	0,3 Mio. Euro	0,5 Mio. Euro	0,7 Mio. Euro
DSW21	0,9 Mio. Euro	10,7 Mio. Euro	11,6 Mio. Euro
DVG	0,7 Mio. Euro	1,5 Mio. Euro	2,1 Mio. Euro
EVAG	1,3 Mio. Euro	7,4 Mio. Euro	8,7 Mio. Euro
H-Bahn	-	-	-
HGK	-	-	-
KVB	2,7 Mio. Euro	18,4 Mio. Euro	21,0 Mio. Euro
moBiel	0,5 Mio. Euro	1,1 Mio. Euro	1,6 Mio. Euro
MVG	0,6 Mio. Euro	3,1 Mio. Euro	3,6 Mio. Euro
Rheinbahn	2,3 Mio. Euro	36,9 Mio. Euro	39,2 Mio. Euro
SkyTrain	-	-	-
STOAG	-	-	-
SWB	0,1 Mio. Euro	3,2 Mio. Euro	3,3 Mio. Euro
SWK	0,2 Mio. Euro	17,7 Mio. Euro	17,9 Mio. Euro
WSW	-	-	-
Summe	9,5 Mio. Euro	100,4 Mio. Euro	109,9 Mio. Euro

Tabelle 12: Investitionen Fahrleitungsanlagen je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017 (Differenzen in den Summen durch Rundungen)

3.4.2 Bahnstromversorgung

Über die Unterwerke (UW) wird der Bahnstrom in die Strecken gespeist. Sie umfassen folgende Anlagenteile:

- UW-Technik
 - o Transformatoren
 - o Gleichrichter
 - o Mittelspannungs-Schaltfelder
 - o Gleichstrom- bzw. Niederspannungs-Schaltfelder
 - o Schutz- und steuerungstechnische Geräte und Anlagen
- UW-Gebäude

NRW-weit wurden 319 Unterwerke erfasst mit insgesamt 518 Transformatoren, 503 Gleichrichtern, 1.715 Mittelspannungs-Schaltfeldern, 1.987 Gleichstrom- bzw. Niederspannungs-Schaltfelder und 319 Schutz- und steuerungstechnischen Geräten und Anlagen. Ein Drittel der Unterwerke (105) gehört der Rheinbahn oder der KVB (Tabelle 13).

Verkehrsunternehmen	Anzahl Unterwerke
BOGESTRA	37
DSW21	25
DVG	19
EVAG	30
H-Bahn	5
HGK	15
KVB	49
moBiel	19
MVG	12
Rheinbahn	56
SkyTrain	5
STOAG	4
SWB	23
SWK	14
WSW	6
Summe	319

Tabelle 13: Anzahl Unterwerke je Verkehrsunternehmen

Gebäudeseitig wurden nur die UW-Gebäude bewertet, die ausschließlich von der UW-Technik genutzt werden. Für Unterwerke, die in Bauwerke mit anderen Nutzungen (bspw. in Tunnel, Verwaltungsgebäude) integriert sind, wurden an dieser Stelle keine Einhausungen erfasst. NRW-weit wurden 226 UW-Gebäude bewertet.

UW-Technik und -Gebäude stammen im Wesentlichen aus den Jahren 1970 bis 2016. Der Median der UW-Technik liegt im Jahr 1995, der Median der UW-Gebäude im Jahr 1991. (Abbildung 31)

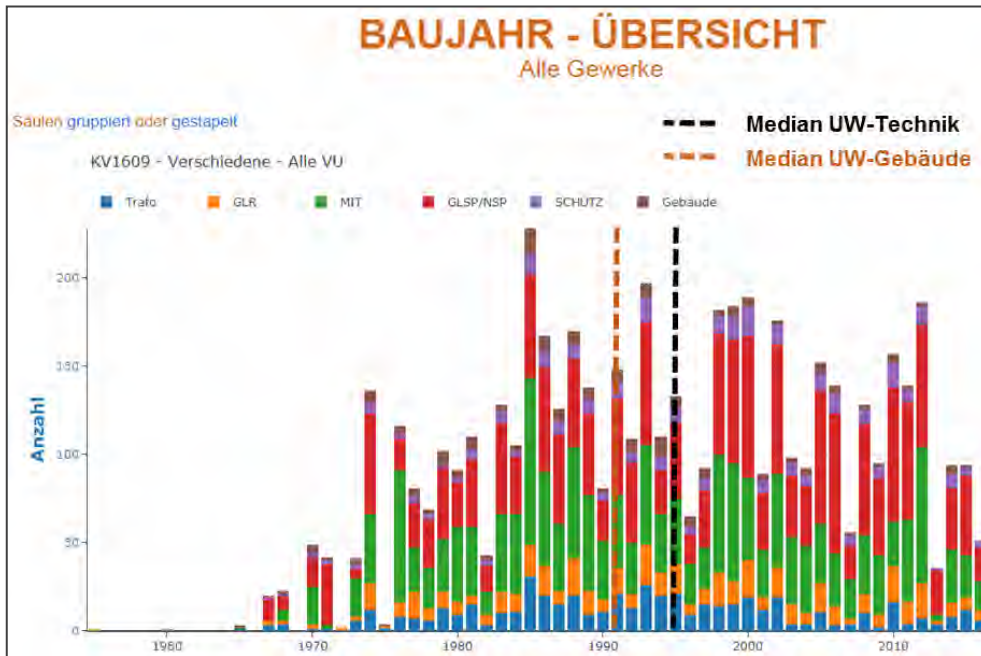


Abbildung 31: Baujahre – Unterwerk-Technik und Unterwerk-Gebäude

Im Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2031 müssen rd. 50% der technischen Anlagenteile erneuert werden, während von den UW-Gebäuden durch die längere Lebensdauer nur rd. 5% innerhalb des Zeitraums wiederhergestellt werden muss.

Für die UW-Technik entstehen dadurch Kosten in Höhe von rd. 141 Mio. Euro im Preisstand 2017, was unter Berücksichtigung der Inflation 150 Mio. Euro entspricht. Zur Erneuerung der UW-Gebäude müssen 3 Mio. Euro im Preisstand 2017 bzw. inflationiert rd. 4 Mio. Euro investiert werden. Insgesamt werden damit 144 Mio. Euro im Preisstand 2017 bzw. 154 Mio. Euro unter Berücksichtigung der Inflation für die Erneuerungen der Unterwerke fällig. (Abbildung 32)

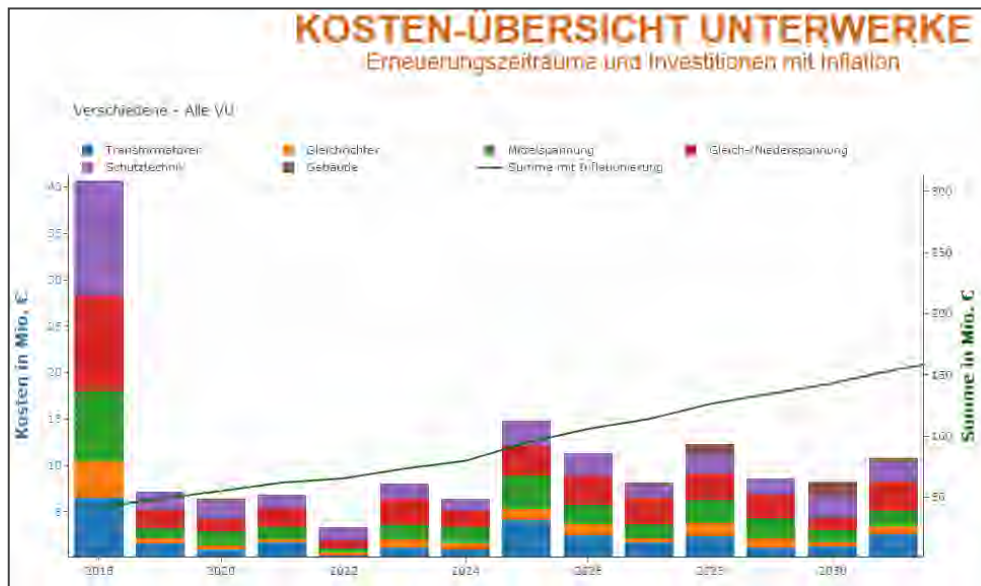


Abbildung 32: Erneuerungszeiträume und Investitionen – Unterwerke

Die höchsten Investitionen durch UW-Erneuerung werden - korrelierend zur Anlagenanzahl - bei KVB und Rheinbahn notwendig. Die Sonderbahnen erfordern nur vergleichsweise geringe Investitionen. (Tabelle 14)

Verkehrsunternehmen	UW-Technik	UW-Gebäude	Gesamt
BOGESTRA	15,6 Mio. Euro	0,1 Mio. Euro	15,7 Mio. Euro
DSW21	17,7 Mio. Euro	-	17,7 Mio. Euro
DVG	9,0 Mio. Euro	0,6 Mio. Euro	9,6 Mio. Euro
EVAG	11,3 Mio. Euro	-	11,3 Mio. Euro
H-Bahn	0,9 Mio. Euro	-	0,9 Mio. Euro
HGK	6,4 Mio. Euro	-	6,4 Mio. Euro
KVB	24,2 Mio. Euro	2,3 Mio. Euro	26,4 Mio. Euro
moBiel	5,8 Mio. Euro	-	5,8 Mio. Euro
MVG	5,3 Mio. Euro	0,1 Mio. Euro	5,4 Mio. Euro
Rheinbahn	24,4 Mio. Euro	-	24,4 Mio. Euro
SkyTrain	0,4 Mio. Euro	-	0,4 Mio. Euro
STOAG	0,4 Mio. Euro	-	0,4 Mio. Euro
SWB	13,9 Mio. Euro	0,2 Mio. Euro	14,1 Mio. Euro
SWK	4,8 Mio. Euro	-	4,8 Mio. Euro
WSW	0,5 Mio. Euro	-	0,5 Mio. Euro
Summe	140,7 Mio. Euro	3,2 Mio. Euro	143,9 Mio. Euro

Tabelle 14: Investitionen Unterwerke je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017 (Differenzen in den Summen durch Rundungen)

3.4.3 Leit- und Sicherungstechnik

- **Stellwerke**

Es wurden 65 Stellwerke mit insgesamt 7.322 Stellelementen erfasst. Fast 30% (19) der Stellwerke sind der KVB zuzurechnen. Bei 21 der Stellwerke handelt es sich noch um Relais-Stellwerke, die bei Erneuerung durch Elektronische Stellwerke ausgetauscht werden. Die Elektronischen Stellwerke weisen eine durchschnittliche Lebensdauer von 20 Jahren auf. Im 14-jährigen Betrachtungszeitraum müssen fast 80% (51) der Stellwerke erneuert werden (Tabelle 15).

Verkehrsunternehmen	Anzahl	Erneuerungen bis 2031 einschließlich Zweiterneuerung
BOGESTRA	4	2
DSW21	8	7
DVG	3	3
EVAG	4	3
H-Bahn	1	1
HGK	8	8
KVB	19	15
moBiel	3	2
MVG	1	-
Rheinbahn	3	1
SkyTrain	4	4
STOAG	-	-
SWB	7	5
SWK	-	-
WSW	-	-
Summe	65	51

Tabelle 15: Anzahl Stellwerke und Erneuerungen bis 2031 je Verkehrsunternehmen

Durchschnittlich müssen mindestens drei Stellwerke pro Jahr ersetzt werden. Aktuell stehen 16 Stellwerke zur Erneuerung an, dies betrifft DSW21 (5), HGK (5), KVB (4) und SWB (2). (Abbildung 33)

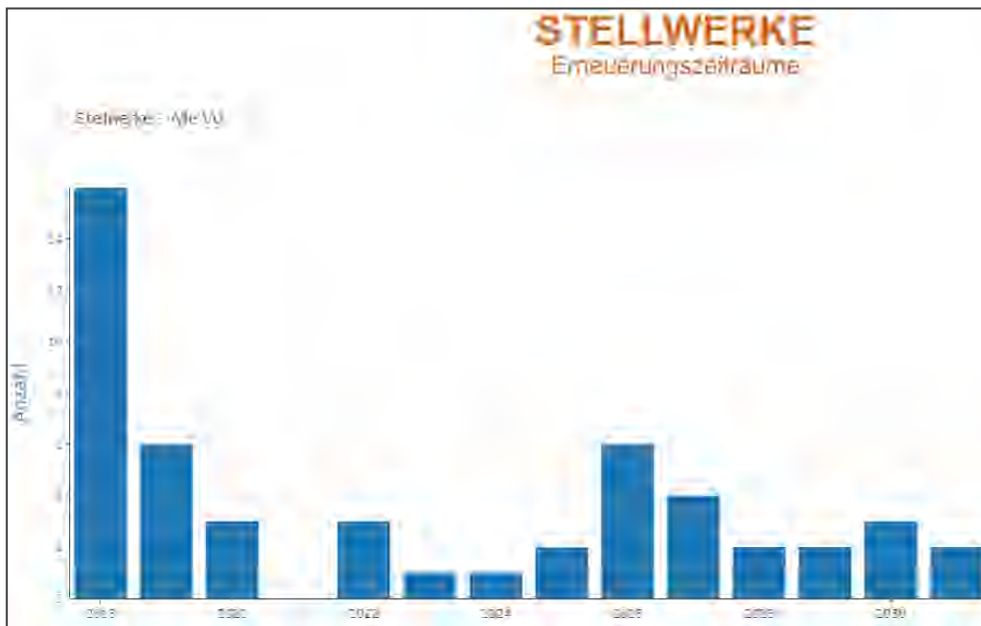


Abbildung 33: Erneuerungszeiträume – Stellwerke

Die Erneuerung der 51 Stellwerke kostet rd. 247 Mio. Euro im Preisstand 2017., was unter Berücksichtigung der Inflation rd. 263 Mio. Euro entspricht. Davon stehen aktuell rd. 69 Mio. Euro an. (Abbildung 34)



Abbildung 34: Investitionen – Stellwerke

- **Bahnübergänge (BÜ)**

Es wurden 220 Bahnübergänge mit insgesamt 481 Schrankenantrieben erfasst. Die Anzahl Antriebe pro Bahnübergang variiert zwischen Null und sieben. Dabei weisen die meisten Bahnübergänge keinen, zwei oder vier Schranken auf. Der Bahnübergang mit den meisten Schranken, nämlich sieben, liegt im Betriebsgebiet der KVB und sichert die Querung der Frankfurter Straße in Köln ab. (Tabelle 16)

Schrankenantriebe pro BÜ	Anzahl BÜ
0	68
1	0
2	74
3	3
4	61
5	5
6	8
7	1
Gesamt	220

Tabelle 16: Schrankenantriebe

Die 220 Bahnübergänge verteilen sich auf sieben Verkehrsunternehmen: DSW21, HGK, KVB, moBiel, Rheinbahn, SWB und SWK. Gut 70% (157) der Bahnübergänge befinden sich im Köln-Bonner Raum und sind HGK, KVB oder SWB zuzuordnen. (Tabelle 17)

Verkehrsunternehmen	Anzahl Bahnübergänge	Anzahl Schrankenantriebe
BOGESTRA	-	-
DSW21	12	-
DVG	-	-
EVAG	-	-
H-Bahn	-	-
HGK	61	130
KVB	56	188
moBiel	5	10
MVG	-	-
Rheinbahn	39	75
SkyTrain	-	-
STOAG	-	-
SWB	40	78
SWK	7	-
WSW	-	-
Summe	220	481

Tabelle 17: Bahnübergänge und Schranken je Verkehrsunternehmen

Die beiden ältesten Bahnübergänge gehören zur HGK und wurden im Jahr 1964 gebaut. Die fünf jüngsten Anlagen stammen aus dem Jahr 2017 und sind in den Betriebsgebieten von SWB (4) und DSW21 (1) zu finden. Die theoretische Nutzungsdauer der Bahnübergänge liegt bei etwa 35 Jahren. Insgesamt stehen 85 Bahnübergänge bis zum Jahr 2031 zur Erneuerung an. Damit müssen durchschnittlich etwa sechs Bahnübergänge pro Jahr erneuert werden. Aktuell besteht für 22 Bahnübergänge von HGK (18) und SWK (4) Erneuerungsbedarf. (Abbildung 35)

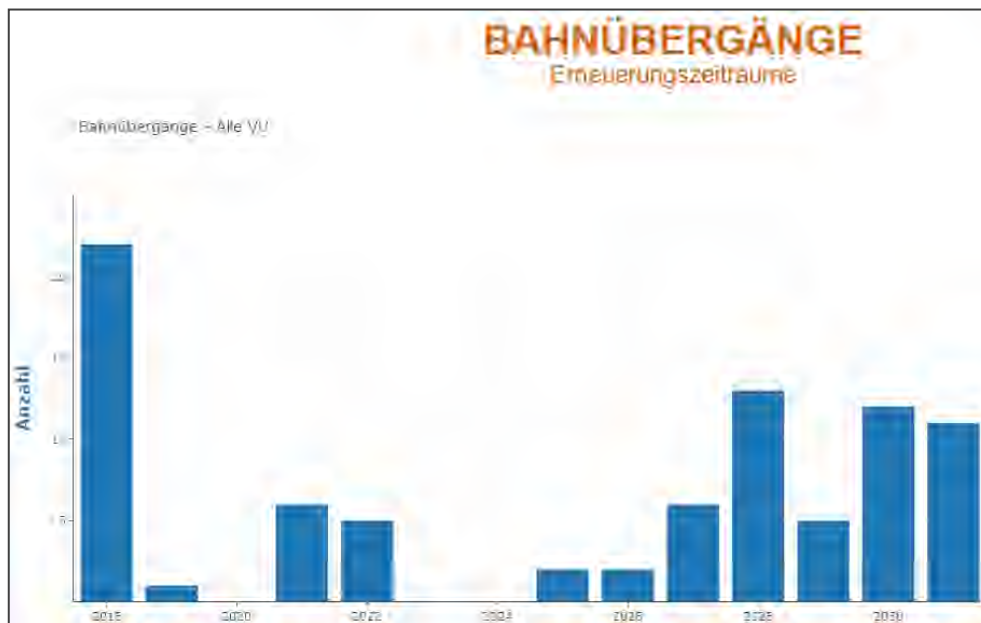


Abbildung 35: Erneuerungszeiträume – Bahnübergänge

Durch die notwendigen Erneuerungen der Bahnübergänge bis zum Jahr 2031 entstehen Kosten in Höhe von rd. 35 Mio. Euro im Preisstand 2017. Unter Berücksichtigung der Inflation bis zu den jeweiligen Erneuerungsjahren entspricht dies Investitionen in Höhe von rd. 38 Mio. Euro, so dass durchschnittlich 2,7 Mio. Euro pro Jahr investiert werden muss. Aktuell stehen Kosten in Höhe von rd. 8 Mio. Euro für HGK (7 Mio. Euro) und SWK (1 Mio. Euro) an. (Abbildung 36)

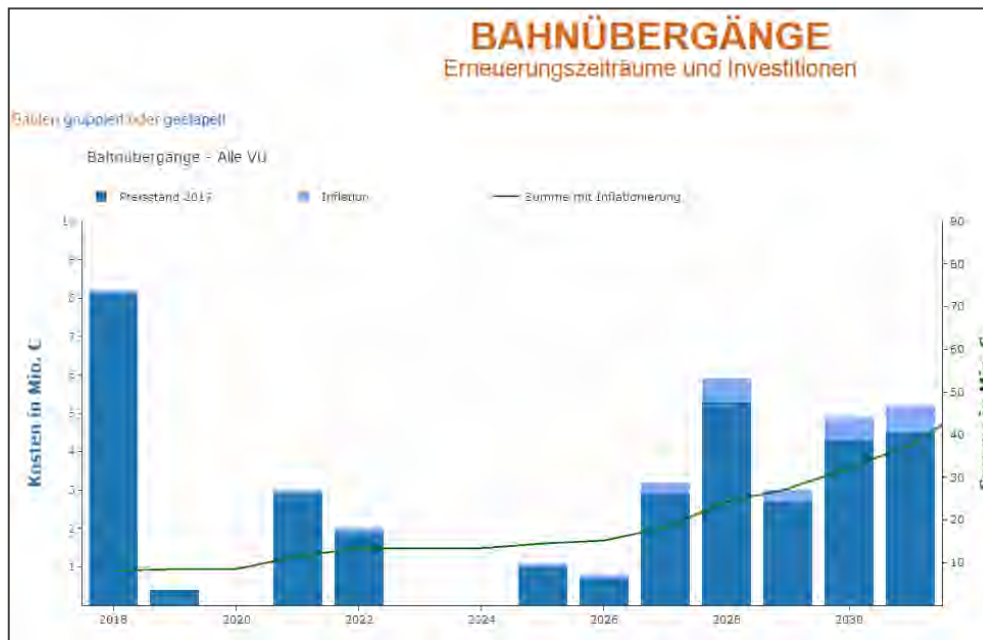


Abbildung 36: Investitionen – Bahnübergänge

- **Gesamtinvestitionen Stellwerke und Bahnübergänge**

In Tabelle 18 sind die für Stellwerke und Bahnübergänge zu erwartenden Erneuerungskosten getrennt nach Verkehrsunternehmen im vergleichbaren Preisstand 2017 dargestellt. Die meisten Kosten entfallen mit rd. 55 Mio. Euro aufgrund des dort anzufindenden Anlagenumfangs auf die KVB. Die EVAG schließt sich mit rd. 50 Mio. Euro und die HGK mit 45 Mio. Euro an.

Verkehrsunternehmen	Stellwerke	Bahnübergänge	Gesamt
BOGESTRA	6,8 Mio. Euro	-	6,8 Mio. Euro
DSW21	28,2 Mio. Euro	2,3 Mio. Euro	30,2 Mio. Euro
DVG	39,0 Mio. Euro	-	39,0 Mio. Euro
EVAG	50,3 Mio. Euro	-	50,3 Mio. Euro
H-Bahn	2,2 Mio. Euro	-	2,2 Mio. Euro
HGK	27,3 Mio. Euro	17,8 Mio. Euro	45,1 Mio. Euro
KVB	49,0 Mio. Euro	5,8 Mio. Euro	54,8 Mio. Euro
moBiel	5,0 Mio. Euro	1,2 Mio. Euro	6,2 Mio. Euro
MVG	-	-	-
Rheinbahn	7,0 Mio. Euro	2,8 Mio. Euro	9,8 Mio. Euro
SkyTrain	6,5 Mio. Euro	-	6,5 Mio. Euro
STOAG	-	-	-
SWB	25,8 Mio. Euro	4,0 Mio. Euro	29,8 Mio. Euro
SWK	-	1,0 Mio. Euro	1,0 Mio. Euro
WSW	-	-	-
Summe	247,0 Mio. Euro	34,5 Mio. Euro	281,5 Mio. Euro

Tabelle 18: Investitionen Leit- und Sicherungstechnik je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017 (Differenzen in den Summen durch Rundungen)

3.5 Bahnhöfe und Haltestellen

3.5.1 Bahnsteige

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Bewertung der Bahnsteige einschließlich Ausstattung und Technik behandelt. Hierunter sind die Bahnsteige aller Haltestellen zu verstehen unabhängig davon, ob sie ebenerdig oder in bzw. auf einem Bauwerk (wie Tunnel oder Brücke) zu finden sind. Die Bewertung der zugehörigen Bauwerke ist im Kapitel 3.3.6 bzw. für die Sonderbahnen in Kap. 3.5.4 dargestellt. So sind dort beispielsweise für die KVB 40 U-Stationen mit insgesamt 134 U-Zugängen erfasst, während hier die zugehörigen 79 unterirdischen Bahnsteige mit Ausstattung und Technik dargestellt werden. Fahrtreppen, Aufzüge und auch die Innenverkleidung der Verteilerebenen wurden ebenfalls separat erfasst und sind nicht in der Erfassung der Bahnsteige enthalten, sondern Gegenstand der nachfolgenden Kapitel.

NRW-weit wurden 2.507 Bahnsteige erfasst, die zunächst nach vertikaler und horizontaler Lage differenziert werden:

- Vertikal: in Tunnellage oder oberirdisch mit oder ohne Bauwerk
- Horizontal: Mittel- oder Seitenlage

Rd. 10% (275) der Bahnsteige liegen im Tunnel und knapp 5% (90) auf oberirdischen Bauwerken, die übrigen 85% (2.142) sind oberirdisch ohne besonderes Bauwerk angeordnet.

Horizontal hat sich die Seitenlage bei 85% der Bahnsteige durchgesetzt. Unter Berücksichtigung, dass ein Mittelbahnsteig zwei Seitenbahnsteige „ersetzt“, liegt das Verhältnis bei der Haltestellengestaltung bei 392 zu 1.058, so dass etwa 75% der Haltestellen mit Seitenbahnsteigen ausgestattet sind. Insgesamt sind damit die meisten Bahnsteige, in bauwerksfreier oberirdischer Seitenlage zu finden. Diese Bauart macht bezogen auf die Gesamtheit der Bahnsteige rd. 75% aus und bezogen auf die Haltestellen etwa 65%. Ganz ohne Bauwerke kommen HGK und SWK aus, während die Haltestellen der Sonderbahnen ausnahmslos Bauwerke erfordern. Der Vergleich der Verkehrsunternehmen zeigt, dass die Rheinbahn mit 548 die meisten Bahnsteige insgesamt zu verzeichnen hat, während die KVB mit 79 Bahnsteigen die meisten unterirdischen Lagen aufweist. (Tabelle 19)

Verkehrsunternehmen	Bahnsteige gesamt	Vertikale Lage			Horizontale Lage	
		Tunnel	Sonst. Bauwerk	ohne Bauwerk	Mittel- lage	Seiten- lage
BOGESTRA	337	35	2	300	46	291
DSW21	193	39	11	143	56	137
DVG	155	9	-	146	30	125
EVAG	236	30	-	206	42	194
H-Bahn	6	-	6	-	4	2
HGK	70	-	-	70	9	61
KVB	373	79	7	287	56	317
moBiel	95	10	-	85	46	49
MVG	106	13	-	93	32	74
Rheinbahn	548	33	4	511	41	507
SkyTrain	6	-	6	-	4	2
STOAG	22	-	4	18	6	16
SWB	150	27	10	113	17	133
SWK	170	-	-	170	3	167
WSW	40	-	40	-	-	40
Summe	2.507	275	90	2.143	392	2.116
		2.507			2.507	

Tabelle 19: Lage der Bahnsteige – differenziert nach Verkehrsunternehmen

Zudem sind die Bahnsteige nach niveaugleichem (Hoch- und Niederflur) und nicht niveaugleichem Ausbau oder auch diesbezüglichen Mischformen klassifiziert worden. Hierbei wurden die Bahnsteige der Sonderbahnen (insgesamt 52) aus Bewertungsgründen den Hochflurbahnsteigen zugeordnet. Ungefähr zwei Drittel der Bahnsteige sind höhengerecht, also als Hoch- oder Niederflurbahnsteige ausgebildet. Bezogen auf die unternehmenseigenen Bahnsteige besteht insbesondere bei der SWK Bedarf zum höhengerechten Ausbau; hier

sind fast 80% (135 von 170) der Bahnsteige nicht niveaugleich ausgebaut, gefolgt von der EVAG mit 66% (156 von 236) und der Rheinbahn mit 55% (300 von 548) nicht niveaugleichen Bahnsteigen. Absolut gesehen dreht sich die Rangfolge dieser drei Unternehmen: Bei der Rheinbahn sind noch die meisten Bahnsteige, nämlich 300 niveaugleich auszugestalten, gefolgt von der EVAG mit 156 und der SWK mit 135 Bahnsteigen. (Tabelle 20)

Verkehrsunternehmen	Hochflur	Hoch-/Niederflur	Niederflur	Niederflur/nicht niveaugleich	nicht niveaugleich
BOGESTRA	28	1	206	-	102
DSW21	109	-	35	16	33
DVG	23	-	67	-	65
EVAG	38	2	40	-	156
H-Bahn	6	-	0	-	-
HGK	45	-	25	-	-
KVB	133	-	204	-	36
moBiel	71	-	0	-	24
MVG	13	-	53	-	40
Rheinbahn	89	-	159	-	300
SkyTrain	6	-	0	-	-
STOAG	-	-	22	-	-
SWB	82	-	68	-	-
SWK	-	-	35	-	135
WSW	40	-	0	-	-
Summe	683	3	914	16	891
	2.507				

Tabelle 20: Bahnsteigttyp – differenziert nach Verkehrsunternehmen

NRW-weit sind fast gleich viele Straßenbahn- wie Stadtbahnhaltestellen (einschließlich Sonderbahnen) zu finden. Dabei ist die KVB das Verkehrsunternehmen mit insbesondere unternehmensbezogen (96% der KVB-Bahnsteige), aber auch NRW-weit (359 von 1.217 Stadtbahnsteigen) den meisten Stadtbahnhaltestellen, während die SWK als einziges Unternehmen ausschließlich oberirdische Straßenbahnhaltestellen besitzt. Die Bahnsteigaustattungen wurden gemäß VRR Richtlinie „ÖSPV-Haltestellenausstattung im VRR“ klassifiziert (siehe Kap. 2.3.5): Stadtbahn SB1 und SB2 sowie Straßenbahn Strab 1 und Strab 2. Es zeigt sich, dass NRW-weit sowohl bei der Stadt- als auch bei der Straßenbahn durchschnittlich drei Viertel der Bahnsteige gemäß jeweiliger Grundauführung, also SB2 und Strab 2, auszustatten sind. In der Kategorie SB1 wird zusätzlich zur Ausstattung weitere technische Ausrüstung bewertet; davon sind knapp 15% (328) der Bahnsteige betroffen. (Tabelle 21)

Verkehrsunternehmen	Stadtbahn		Straßenbahn	
	SB 1	SB 2	Strab 1	Strab 2
BOGESTRA	35	13	55	234
DSW21	39	86	0	68
DVG	9	26	0	120
EVAG	30	15	7	184
H-Bahn	6	0	0	0
HGK	0	17	14	39
KVB	79	280	0	14
moBiel	8	63	0	24
MVG	13	3	14	76
Rheinbahn	33	312	113	90
SkyTrain	6	0	0	0
STOAG	3	11	2	6
SWB	27	63	39	21
SWK	0	0	53	117
WSW	40	0	0	0
Summe	328	889	297	993
	2.507			

Tabelle 21: Bahnsteigausstattung – differenziert nach Verkehrsunternehmen

Die Baujahre der Bahnsteige liegen im Wesentlichen zwischen 1970 und 2017, der Median im Anfang des Jahres 1996. Über 10% (309) der Bahnsteige stammen allein aus dem Jahr 1980. Zwei Drittel davon liegen in der regen Bautätigkeit von Rheinbahn, SWK und MVG in jenem Jahr begründet. Bahnsteigausstattungen und –technik wurden zu späteren Zeitpunkten ergänzt bzw. erneuert. (Abbildung 37)

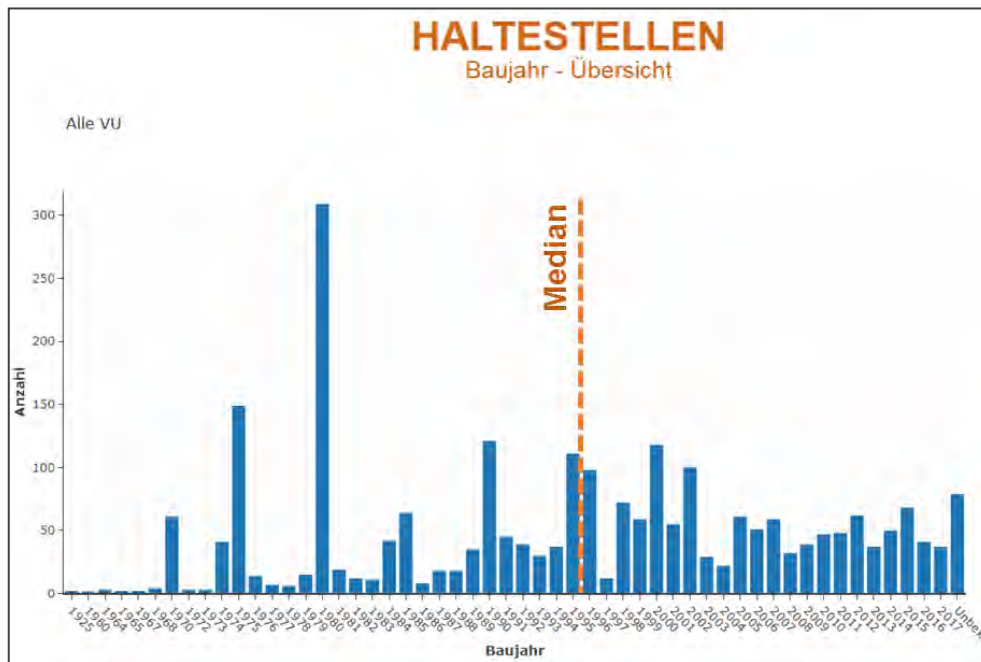


Abbildung 37: Baujahre – Bahnsteige

Zur Ermittlung von erneuerungszeitpunkten und Kosten werden die Bahnsteig-Elemente differenziert nach Bahnsteig(körper), Bahnsteigausstattung und zusätzlicher Bahnsteigtechnik für die Kategorie SB1. Hierzu werden die noch zu erwartenden Nutzungsdauern ermittelt (siehe Kapitel 2.3.5), um die Erneuerungszeiträume zu bestimmen. Bei den Bahnsteigkörpern selbst ist Erneuerungsstau zu erkennen: im Jahr 2018 muss ein Viertel (685) der Bahnsteige erneuert werden. Dazu tragen insbesondere Rheinbahn, SWK, EVAG und MVG bei, die zusammen fast 500 dieser Bahnsteige instand setzen müssen. Die Erneuerungszeitpunkte der Ausstattungen verteilen sich regelmäßig über den Betrachtungszeitraum. Von der zusätzlichen Bahnsteigtechnik muss bezogen auf die betroffenen SB1-Bahnsteige etwa 15% (45 von 328) aktuell erneuert werden. (Abbildung 38)

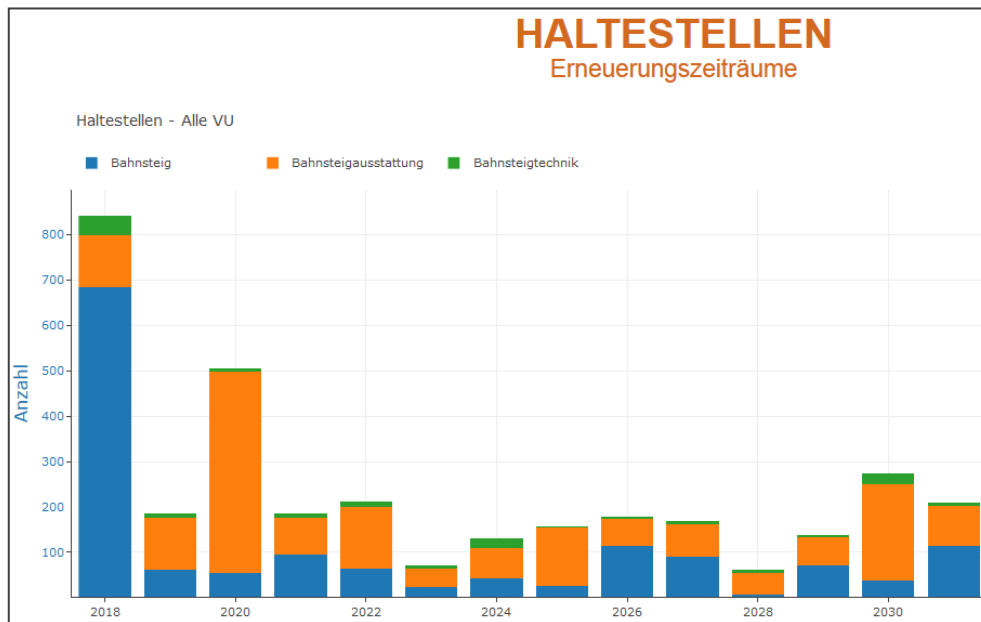


Abbildung 38: Erneuerungszeiträume – Bahnsteige, Ausstattung und Technik

Bis zum Jahr 2031 wird die notwendige Erneuerung

- von fast 60% (1.485) der 2.507 Bahnsteige,
- der Ausstattung an 67% (1.671) der 2.507 Bahnsteige
- der zusätzlichen Technik an rd. 7% (163) der 2.507 Bahnsteige bzw. 50% der 328 SB1-Bahnsteige

erwartet. Dies bedeutet, dass im Betrachtungszeitraum durchschnittlich rd. 80 Bahnsteige, Ausstattungen an 130 Bahnsteigen und zusätzliche Technik an 10 SB1-Bahnsteigen pro Jahr zur Erneuerung anstehen.

Dies bedingt bis zum Jahr 2031 im Preisstand 2017 Investitionen in Höhe von

- 225,2 Mio. Euro für die Bahnsteige,
- 314,4 Mio. Euro für deren Ausstattung und
- 381,8 Mio. Euro für die zusätzliche Technik an SB1-Bahnsteigen,

so dass insgesamt Kosten in Höhe von 921,4 Mio. Euro zu erwarten sind. Die durchschnittlichen Kosten liegen damit im Betrachtungszeitraum bei 65,8 Mio. Euro pro Jahr. Trotz der vergleichsweise wenigen SB1-Bahnsteige, bei denen die zusätzliche Technik instand gesetzt werden muss, stellt dieser Kostenblock durch die teuren Anlagenteile den Größten Posten dar. (Abbildung 39)

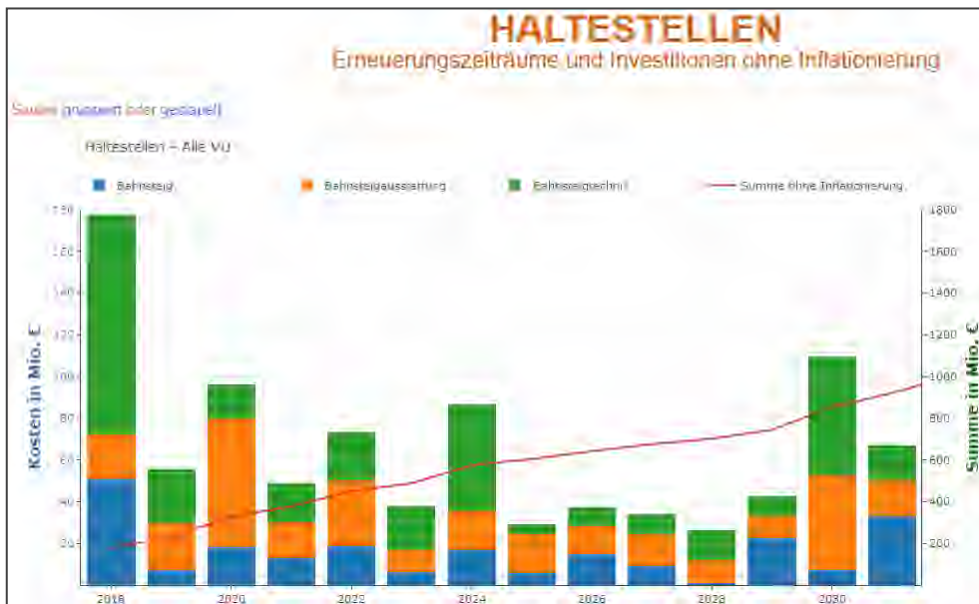


Abbildung 39: Investitionen im Preisstand 2017 – Bahnsteige

Unter Berücksichtigung der Inflation summieren sich die Kosten für die Erneuerung der Bahnsteige einschließlich Ausstattung und Technik auf 1.053 Mio. Euro im Betrachtungszeitraum, so dass durchschnittlich 75 Mio. Euro pro Jahr bereit gestellt werden müssen (Abbildung 40).

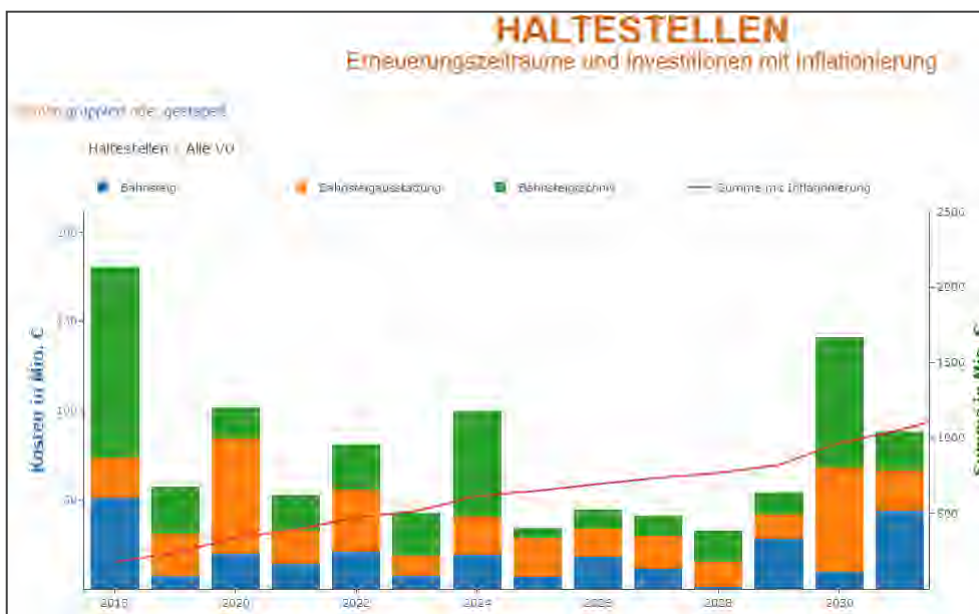


Abbildung 40: Investitionen unter Berücksichtigung der Inflation – Bahnsteige

Der Vergleich der Verkehrsunternehmen zeigt, dass auf die KVB mit gut 20% (197 Mio. Euro) der höchste Kostenanteil fällt, was in der Vielzahl der Bahnsteige und dem hohen Anteil in Tunnellage begründet liegt. Es schließen sich die BOGESTRA, DSW, EVAG und Rheinbahn mit je 11 bis 14 % der der Gesamtkosten an. (Tabelle 22)

Verkehrsunternehmen	Bahnsteige	Ausstattung	Technik (SB1)	Gesamt
BOGESTRA	13 Mio. Euro	40 Mio. Euro	71 Mio. Euro	123 Mio. Euro
DSW21	21 Mio. Euro	36 Mio. Euro	52 Mio. Euro	108 Mio. Euro
DVG	5 Mio. Euro	13 Mio. Euro	-	18 Mio. Euro
EVAG	27 Mio. Euro	28 Mio. Euro	49 Mio. Euro	103 Mio. Euro
H-Bahn	-	2 Mio. Euro	4 Mio. Euro	6 Mio. Euro
HGK	9 Mio. Euro	5 Mio. Euro	-	14 Mio. Euro
KVB	53 Mio. Euro	59 Mio. Euro	84 Mio. Euro	197 Mio. Euro
moBiel	15 Mio. Euro	17 Mio. Euro	19 Mio. Euro	51 Mio. Euro
MVG	20 Mio. Euro	10 Mio. Euro	26 Mio. Euro	55 Mio. Euro
Rheinbahn	26 Mio. Euro	61 Mio. Euro	23 Mio. Euro	110 Mio. Euro
SkyTrain	-	4 Mio. Euro	-	4 Mio. Euro
STOAG	1 Mio. Euro	-	-	1 Mio. Euro
SWB	27 Mio. Euro	19 Mio. Euro	39 Mio. Euro	85 Mio. Euro
SWK	6 Mio. Euro	7 Mio. Euro	-	13 Mio. Euro
WSW	3 Mio. Euro	15 Mio. Euro	14 Mio. Euro	32 Mio. Euro
Summe	225 Mio. Euro	314 Mio. Euro	382 Mio. Euro	921 Mio. Euro

Tabelle 22: Investitionen Bahnsteige je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017 (Differenzen in den Summen durch Rundungen)

3.5.2 Verteilerebenen

In diesem Kapitel wird die Innenausstattung der Verteilerebenen bewertet. Dies betrifft die an den meisten U- und Sonderbahn-Stationen anzufindenden Verteilerebenen. Die Bauwerke selbst wurden in Kapitel 3.3 bzw. werden in Kapitel 3.5.4 behandelt.

NRW-weit wurden 213 Verteilerebenen mit insgesamt 178 Tsd. qm Fläche erfasst. Während die KVB bezogen auf die Anzahl diesbezüglicher Anlagen mit 40 Verteilerebenen führend ist, ist es die DSW21 hinsichtlich der Größe der mit rd. 52 Tsd. qm Verteilerflächen. Unter den Betriebsanlagen von H-Bahn, HGK, STOAG und SWK befinden sich keine Verteilerebenen (Tabelle 23)

Verkehrsunternehmen	Anzahl	Fläche in qm
BOGESTRA	31	35.405
DSW21	26	52.238
DVG	16	10.960
EVAG	23	16.880
H-Bahn	-	-
HGK	-	-
KVB	40	28.975
moBiel	7	3.265
MVG	11	2.188
Rheinbahn	25	15.833
SkyTrain	4	1.635
STOAG	-	-
SWB	14	7.260
SWK	-	-
WSW	16	3.299
Summe	213	177.938

Tabelle 23: Innenausstattung Verteilerebenen – differenziert nach Verkehrsunternehmen

Die Baujahre liegen im Wesentlichen zwischen 1970 und 2016. Der Median, sowohl über die Anzahl der Ebenen als auch über deren Flächen, liegt im Jahr 1990. (Abbildung 41)

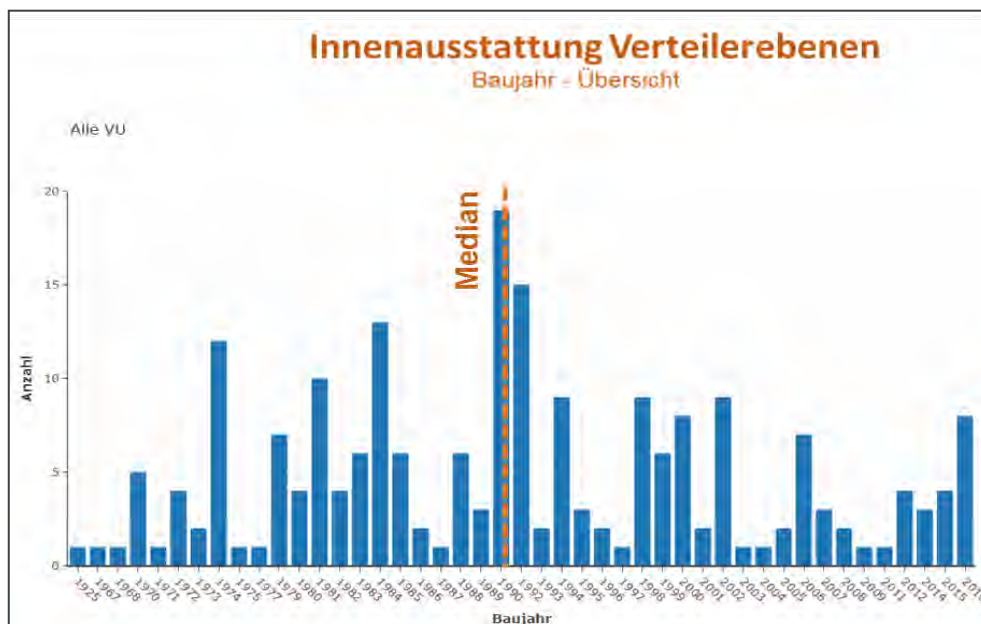


Abbildung 41: Baujahr – Innenausstattung Verteilerebenen

Die Nutzungsdauern der Verteilerebenen liegen bei durchschnittlich 25 Jahren. Die ermittelten Erneuerungszeiträume zeigen den Erhaltungsstau: aktuell haben 60% (127) der 213

Anlagen ihre Nutzungsdauer erreicht bzw. überschritten, so dass sie im Jahr 2018 zur Erneuerung anstehen. Bis zum Jahr 2031 werden fast 90% (187) der Verteilerebenen zu erneuern sein. Vom Erhaltungstau sind alle solche Anlagen besitzenden Verkehrsunternehmen betroffen abgesehen von denen mit Sonderbahnen. (Abbildung 42)

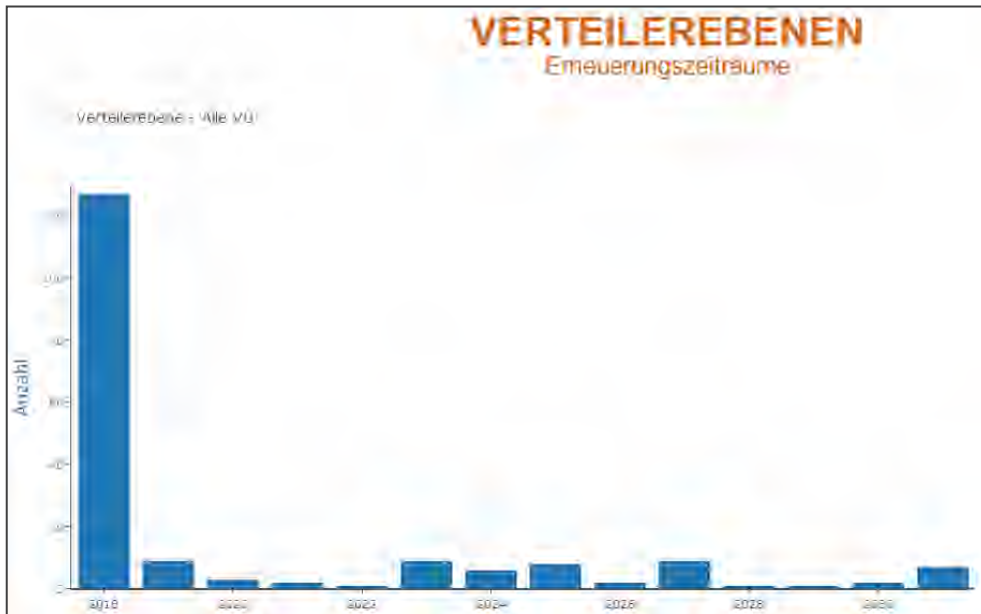


Abbildung 42: Erneuerungszeiträume – Innenausstattung Verteilerebenen

Im Betrachtungszeitraum entsteht ein Investitionsvolumen in Höhe von rd. 27,5 Mio. Euro im Preisstand 2017. Aufgrund des festgestellten Erhaltungstaus fallen mit 19,5 Mio. Euro aktuell rd. 70% der Gesamtkosten an. Unter Berücksichtigung der Inflation werden bis zum Jahr 2031 Investitionen in Höhe von rd. 29 Mio. Euro einzuplanen sein. (Abbildung 43)

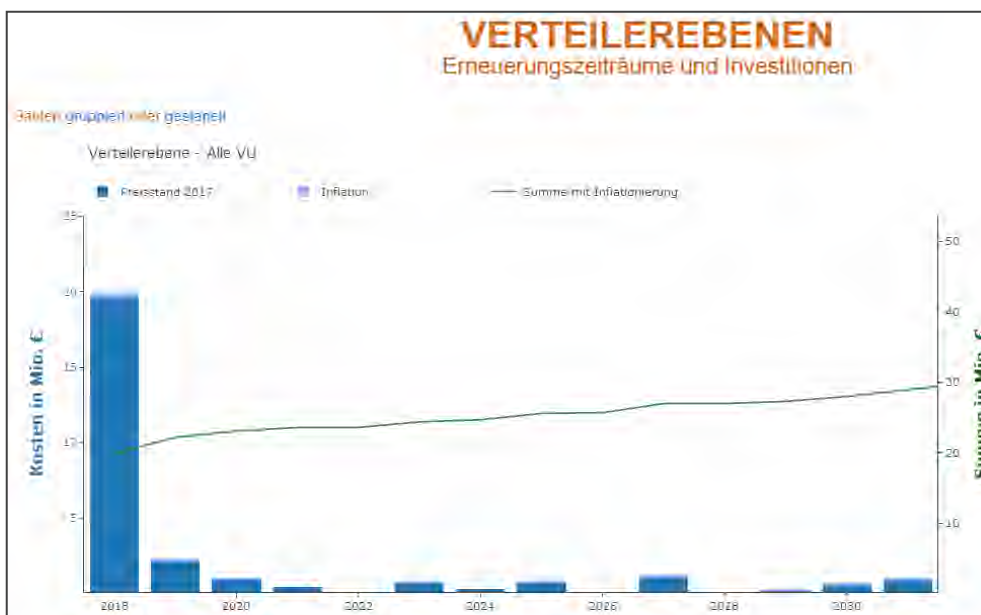


Abbildung 43: Investitionen – Innenausstattung Verteilerebenen

Die höchsten Kosten entstehen im Betrachtungszeitraum für die Verkehrsunternehmen DSW21 und BOGESTRA, was insbesondere in der Größe der Anlagen begründet liegt (Tabelle 24).

Verkehrsunternehmen	Kosten bis 2031 im Preisstand 2017
BOGESTRA	6,1 Mio. Euro
DSW21	8,3 Mio. Euro
DVG	1,9 Mio. Euro
EVAG	2,9 Mio. Euro
H-Bahn	-
HGK	-
KVB	3,8 Mio. Euro
moBiel	0,6 Mio. Euro
MVG	0,4 Mio. Euro
Rheinbahn	1,4 Mio. Euro
SkyTrain	0,3 Mio. Euro
STOAG	-
SWB	1,3 Mio. Euro
SWK	-
WSW	0,5 Mio. Euro
Summe	27,5Mio. Euro

Tabelle 24: Investitionen Innenausstattung Verteilerebenen je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017
 (Differenzen in den Summen durch Rundungen)

3.5.3 Fahrtreppen und Aufzüge

NRW-weit gibt es 1.142 Fahrtreppen und 342 Aufzüge und somit in Summe fast 1.500 Zugangshilfen zur Höhenüberwindung zu den Bahnsteigen der kommunalen Bahnstrecken. Sie werden im Wesentlichen typisiert durch ihre jeweilige Förderhöhe und Lage. Die Förderhöhen der Fahrtreppen reichen von 1,60 m an der Haltestelle Auswärtiges Amt in Bonn bis 17,60 m am Bochumer Hbf. Die der Aufzüge variieren zwischen rd. 3,70 m in Bonn West und 27,00 m am Verknüpfungspunkt Neusser Straße/Gürtel in Köln Nippes. NRW-weit summieren sich die Förderhöhen der Fahrtreppen und Aufzüge auf rd. 10.400 m. 20% der Anlagen befinden sich im Bereich der KVB-Haltestellen. Weitere jeweils durchschnittlich knapp 15% der Anlagen weisen DSW21, BOGESTRA, Rheinbahn und EVAG auf. Die SWK hat nur ebenerdige Haltestellen und daher weder Fahrtreppen noch Aufzüge. (Tabelle 25)

Verkehrsunternehmen	Fahrtreppen	Aufzüge	Anlagen gesamt
BOGESTRA	162	52	214
DSW21	186	50	236
DVG	72	16	88
EVAG	143	38	181
H-Bahn	0	3	3
HGK	0	3	3
KVB	264	26	290
moBiel	27	16	43
MVG	45	9	54
Rheinbahn	151	41	192
SkyTrain	8	10	18
STOAG	4	4	8
SWB	78	34	112
SWK	0	0	0
WSW	2	40	42
Summe	1.142	342	1.484

Tabelle 25: Fahrtreppen und Aufzüge – differenziert nach Verkehrsunternehmen

- **Fahrtreppen**

Die Fahrtreppen wurden zwischen dem Jahr 1967 und heute eingebaut, also in den letzten 50 Jahren. Der Median über die Anzahl liegt im Jahr 2001. Damit ist die Hälfte der Fahrtreppen älter als 17 Jahre. Etwa ein Drittel der Fahrtreppen sind mindestens 25 Jahre alt und davon fast die Hälfte auch älter als 30 Jahre. (Abbildung 44)

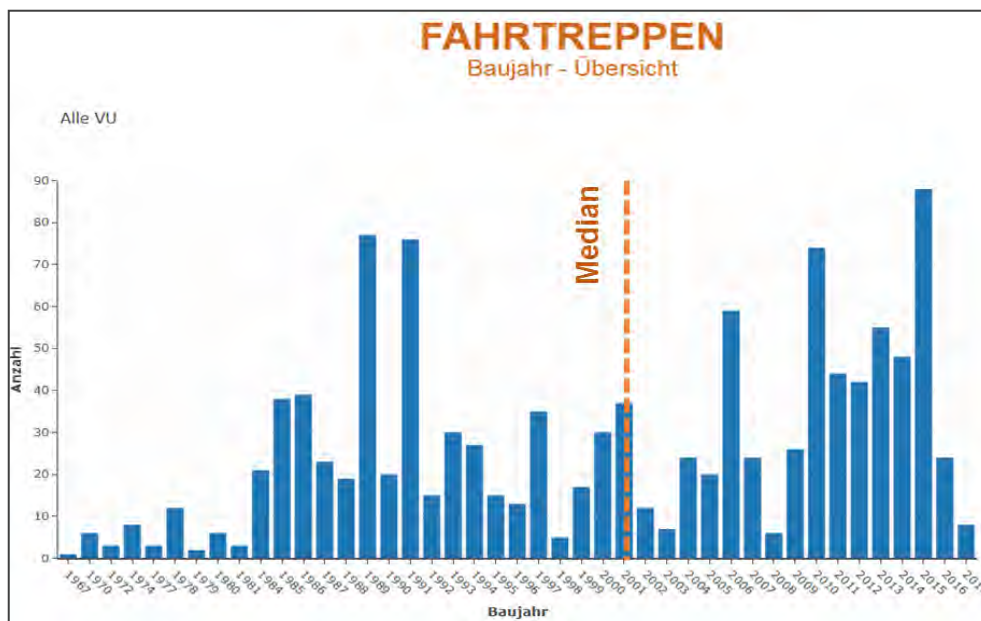


Abbildung 44: Baujahre – Fahrtreppen

Die Lebensdauer der Fahrtreppen hängt im Wesentlichen von der Lage ab, ob sie sich z.B. in einem überdachten Bereich befinden und somit vor der Witterung geschützt werden oder sich in einem Außenbereich ohne Schutz befinden. Die theoretische Nutzungsdauer variiert so zwischen 25 und 30 Jahren. Innerhalb des Betrachtungszeitraums bis zum Jahr 2031 ist der Erneuerungsbedarf vom rd. 55% (623) der Fahrtreppen zu erwarten. Davon haben gut 40% (256) aktuell ihre Nutzungsdauer überschritten, was ein Indiz für den derzeitigen Erneuerungsstau ist. Damit müssen durchschnittlich 45 Fahrtreppen pro Jahr erneuert werden. (Abbildung 45)

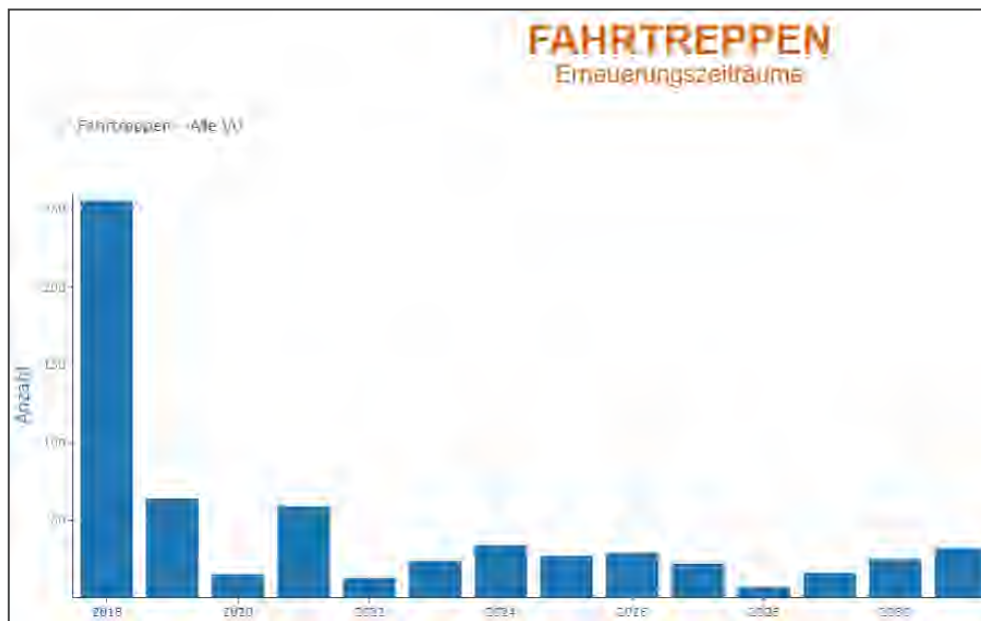


Abbildung 45: Erneuerungszeiträume – Fahrtreppen

Die Erneuerungen führen zu einem bis zum Jahr 2031 kumulierten Investitionsbedarf in Höhe von 161,8 Mio. Euro im Preisstand 2017, was unter Berücksichtigung der Inflation bis zu den jeweiligen Erneuerungsjahren zu Kosten in Höhe von 178,2 Mio. Euro. Davon stehen aktuell rd. 63 Mio. Euro an. (Abbildung 46)

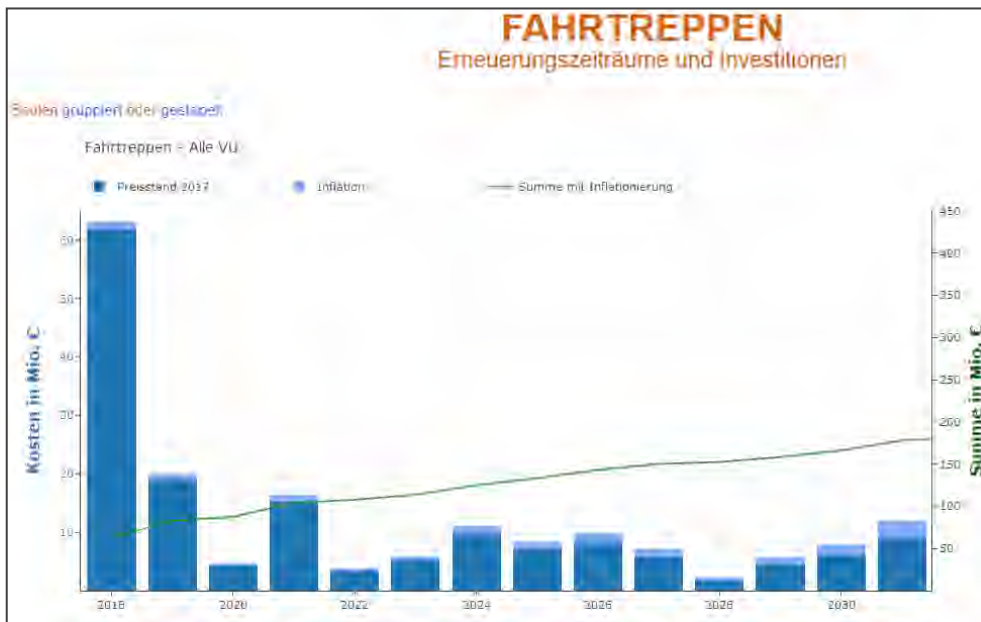


Abbildung 46: Investitionen – Fahrtreppen

- **Aufzüge**

Die NRW-weit zu findenden Aufzüge wurden in den letzten 40 Jahren eingebaut. Der Median über die Anzahl ist das Baujahr 1998. Damit ist die Hälfte der Aufzüge älter als 20 Jahre. Etwa ein Viertel der Aufzüge sind mindestens 25 Jahre alt.

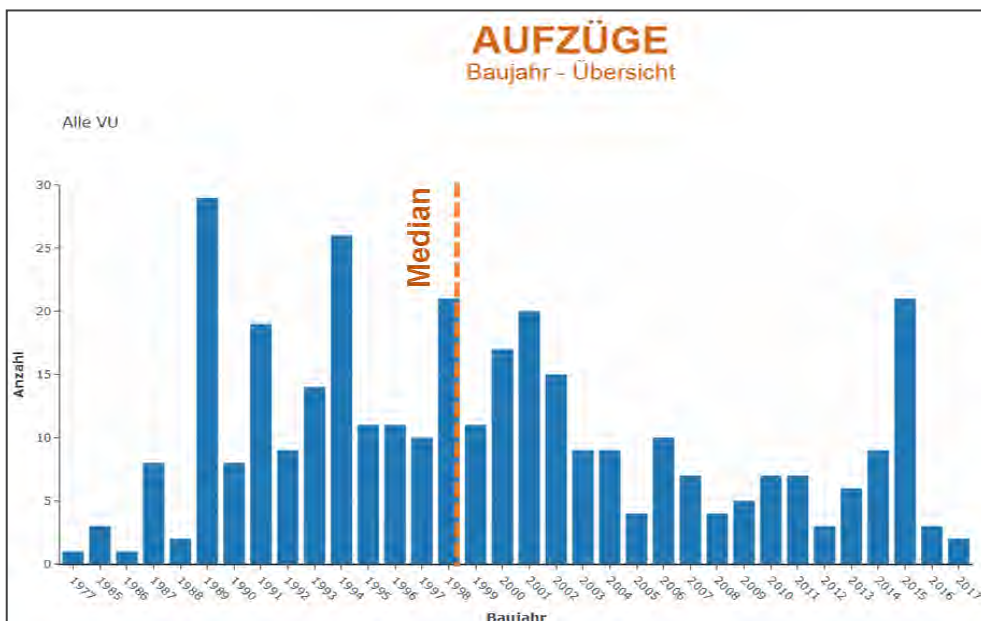


Abbildung 47: Baujahre – Aufzüge

Es wird erwartet, dass die Aufzüge durchschnittlich alle 25 Jahre erneuert werden müssen. Damit haben rd. ein Viertel der Anlagen ihre Nutzungsdauer erreicht bzw. überschritten und stehen aktuell zur Erneuerung an. Bis zum Jahr 2031 besteht für fast 80% (268) der Aufzugsanlagen Erneuerungsbedarf, so dass bezogen auf den hier betrachteten 14-jährigen Zeitraum durchschnittlich in 19 Anlagen pro Jahr investiert werden muss. Aktuell wird Investitionsbedarf in 91 Anlagen erforderlich, was den diesbezüglichen Erhaltungstau erkennen lässt. (Abbildung 48)

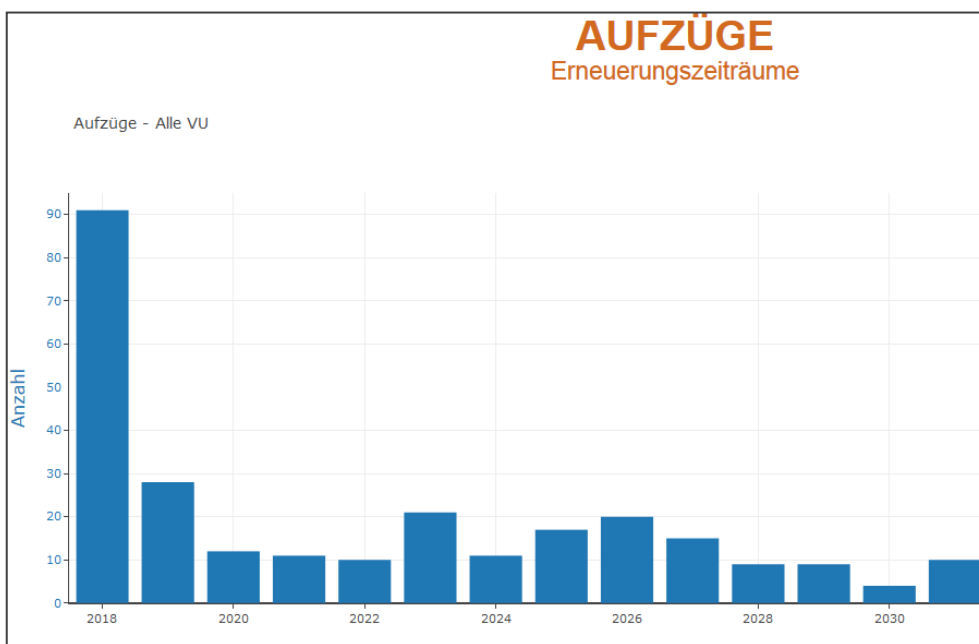


Abbildung 48: Erneuerungszeiträume – Aufzüge

Die Erneuerungen führen zu einem bis zum Jahr 2031 kumulierten Investitionsbedarf in Höhe von 47,9 Mio. Euro im Preisstand 2017, was unter Berücksichtigung der Inflation bis zu den jeweiligen Erneuerungsjahren zu Kosten in Höhe von 53,2 Mio. Euro. Davon stehen aktuell rd. 16 Mio. Euro an. (Abbildung 49)

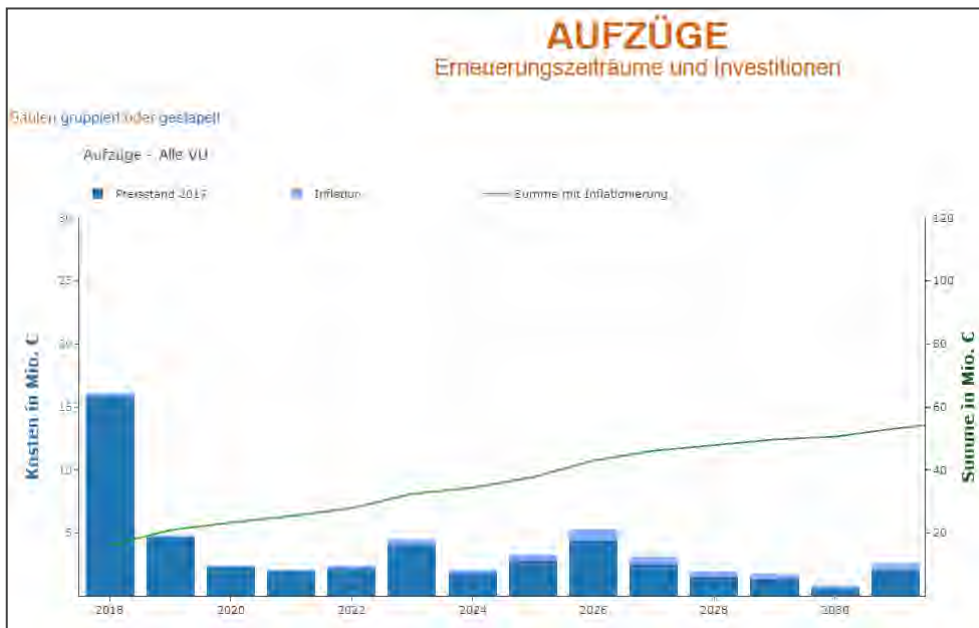


Abbildung 49: Investitionen – Aufzüge

- **Unternehmensspezifische Betrachtungen**

Die meisten Investitionen werden bei der BOGESTRA mit rd. 38 Mio. Euro erforderlich, gefolgt von KV und EVAG mit je rd. 27 Mio. Euro und der Rheinbahn mit rd. 21 Mio. Euro, so dass in Summe gut 55% der Kosten bei diesen fünf Unternehmen liegen. (Tabelle 26)

Verkehrsunternehmen	Fahrtreppen	Aufzüge	Anlagen gesamt
BOGESTRA	29,3 Mio. Euro	9,1 Mio. Euro	38,4 Mio. Euro
DSW21	25,2 Mio. Euro	8,4 Mio. Euro	33,6 Mio. Euro
DVG	19,1 Mio. Euro	1,7 Mio. Euro	20,8 Mio. Euro
EVAG	21,8 Mio. Euro	5,1 Mio. Euro	27,0 Mio. Euro
H-Bahn		0,6 Mio. Euro	0,6 Mio. Euro
HGK		0,4 Mio. Euro	0,4 Mio. Euro
KVB	25,3 Mio. Euro	2,0 Mio. Euro	27,3 Mio. Euro
moBiel	6,5 Mio. Euro	3,0 Mio. Euro	9,5 Mio. Euro
MVG	5,3 Mio. Euro	1,4 Mio. Euro	6,7 Mio. Euro
Rheinbahn	16,2 Mio. Euro	4,7 Mio. Euro	20,9 Mio. Euro
SkyTrain	1,4 Mio. Euro	2,0 Mio. Euro	3,4 Mio. Euro
STOAG	1,0 Mio. Euro	0,6 Mio. Euro	1,6 Mio. Euro
SWB	10,1 Mio. Euro	4,5 Mio. Euro	14,5 Mio. Euro
SWK			
WSW	0,4 Mio. Euro	4,6 Mio. Euro	5,0 Mio. Euro
Summe	161,8 Mio. Euro	47,9 Mio. Euro	209,7 Mio. Euro

Tabelle 26: Investitionen Fahrtreppen und Aufzüge je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017 (Differenzen in den Summen durch Rundungen)

Auf den Erneuerungstau bei den Fahrtreppen- und Aufzugsanlagen wurde oben schon hingewiesen. Die Betrachtung nach einzelnen Verkehrsunternehmen zeigt, dass bei den Fahrtreppen insbesondere DVG (37 von 72), Rheinbahn (47 von 151) und SWB (33 von 78) und bei den Aufzügen BOGESTRA (29 von 52) und DSW21 (19 von 50) überdurchschnittlich hohe Anteile ihrer Anlagen im Jahr 2018 erneuern müssen.

3.5.4 Sonderbauten

659 Sonderbauten wurden erfasst mit einem Gesamtwert von rd. 260 Mio. Euro im Preisstand 2017. Dabei handelt es sich um Sonderdachkonstruktionen, Aufzugseinhausungen, Zugangseinhausungen oder sonstige Bauwerke. Hierzu zählen auch die Stationsbauwerke der Wuppertaler Schwebebahn. Die Preisspanne der Einzelbauwerke zeigt die Vielfältigkeit der erfassten Anlagen. So liegen die Einzelkosten zwischen 5.000 € (pro Sonderdach am Bochumer Rathaus) und 48 Mio. Euro (Sonderdachkonstruktion ESPRIT Arena / Messe Nord in Düsseldorf) im Preisstand 2017. Gut 30% (rd. 80 Mio. Euro) des NRW-weiten Gesamtwerts fallen auf die WSW, da hier auch die Stationsbauwerke der Schwebebahn erfasst wurden, die mit rd. 75 Mio. Euro einfließen. Fast 20% (rd. 50 Mio. Euro) sind der Rheinbahn zugewiesen, was insbesondere durch die teure Arena-Dachkonstruktion bestimmt wird. (Tabelle 27)

Verkehrsunternehmen	Anzahl	Gesamtwert im Preisstand 2017
BOGESTRA	99	20,7 Mio. Euro
DSW21	91	15,7 Mio. Euro
DVG	21	5,1 Mio. Euro
EVAG	67	9,7 Mio. Euro
H-Bahn	9	18,2 Mio. Euro
HGK	14	0,9 Mio. Euro
KVB	95	8,9 Mio. Euro
moBiel	35	4,5 Mio. Euro
MVG	19	12,6 Mio. Euro
Rheinbahn	47	50,2 Mio. Euro
SkyTrain	4	12,0 Mio. Euro
STOAG	22	9,3 Mio. Euro
SWB	74	10,6 Mio. Euro
SWK	2	3,1 Mio. Euro
WSW	60	79,9 Mio. Euro
Gesamt	659	261,4 Mio. Euro

Tabelle 27: Sonderbauten– differenziert nach Verkehrsunternehmen

Die Baujahre liegen zwischen 1995 (WSW-Stationsbauwerk am Hbf Wuppertal) und 2018 (Aufzugseinhausung Von-Bock-Straße in Mülheim). Der Median über die Anzahl Bauwerke liegt im Jahr 1999, so dass die Hälfte der Bauwerke älter als 18 Jahre ist. Bezogen auf den

Wert der Gebäude liegt der Median aber drei Jahre später, also im Jahr 2002. (Abbildung 50)

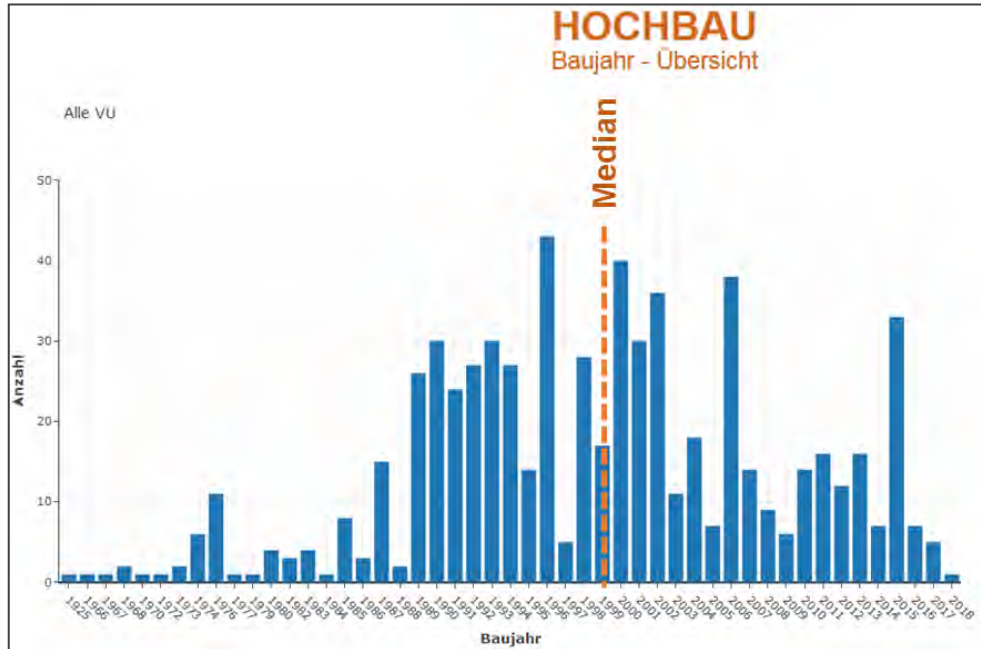


Abbildung 50: Baujahre – Sonderbauten

Die Sonderbauten weisen Nutzungsdauern zwischen 50 und 60 Jahren auf, so dass im Betrachtungszeitraum nur knapp 5% (29) der Sonderbauten zur Erneuerung anstehen. Es besteht kein Erneuerungstau. (Abbildung 51)

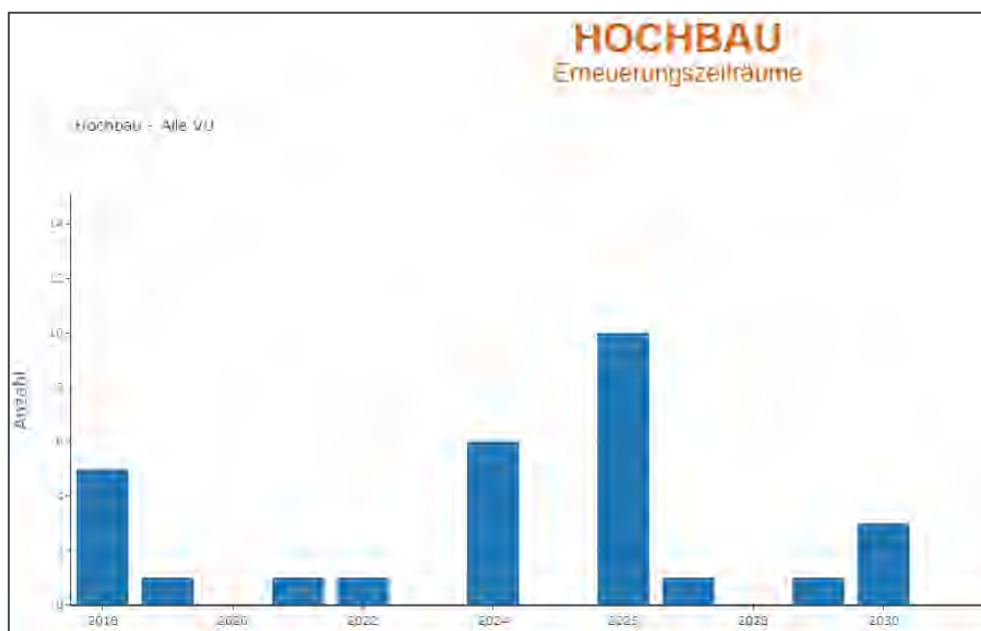


Abbildung 51: Erneuerungszeiträume – Sonderbauten

Die notwendigen Erneuerungen bedingen im Betrachtungszeitraum Investitionen in Höhe von 18,8 Mio. Euro im Preisstand 2017, die unter Berücksichtigung der Inflation 20,9 Mio. Euro entsprechen (Abbildung 52).

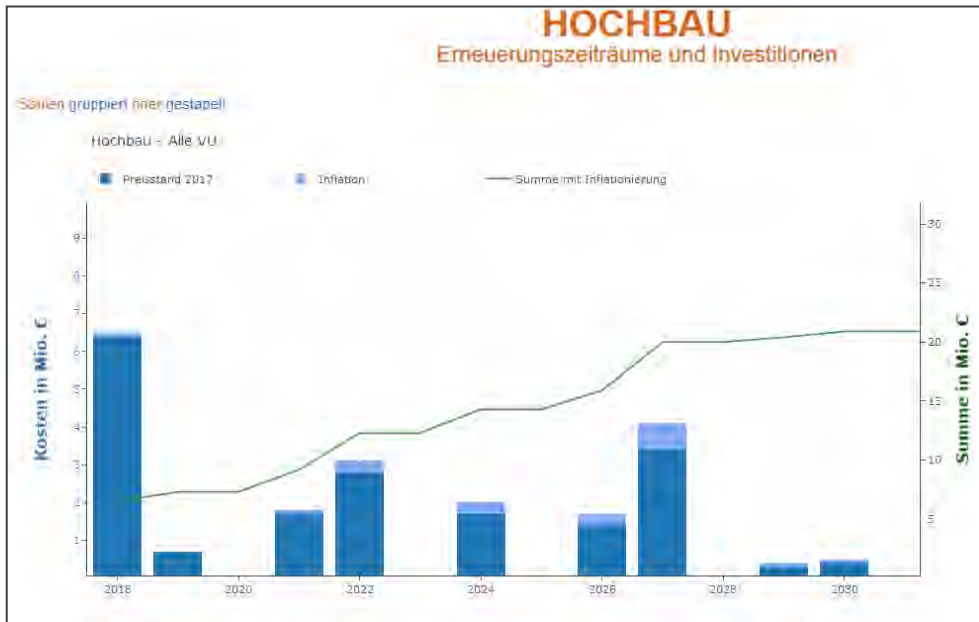


Abbildung 52: Investitionen – Sonderbauten

Es zeigt sich, dass nur sechs Unternehmen bis zum Jahr 2031 in die Erneuerung von Sonderbauten investieren müssen. Dies sind sortiert nach der Höhe der Investitionen die MVG, WSW, KVB, DSW, SWB und Rheinbahn (Tabelle 28).

Verkehrsunternehmen	Anzahl	Kosten im Preisstand 2017
DSW21	10	1,35 Mio. Euro
KVB	8	1,73 Mio. Euro
MVG	4	8,10 Mio. Euro
Rheinbahn	1	0,04 Mio. Euro
SWB	4	0,85 Mio. Euro
WSW	2	6,80 Mio. Euro
Gesamt	29	18,86 Mio. Euro

Tabelle 28: Anzahl und Investitionen Sonderbauwerke je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017 (Differenzen in den Summen durch Rundungen)

3.6 Betriebshöfe und Werkstätten

Es wurden NRW-weit alle Betriebshöfe mit kommunalen Bahnen erfasst und begutachtet. Von den 15 untersuchten Verkehrsunternehmen haben 13 mindestens einen Betriebshof. Die HGK und die STOAG haben keinen eigenen Betriebshof für den Kommunalen Schienenverkehr; die HGK ist kein ÖPNV-Betreiber und die STOAG nutzt den Betriebshof der MVG. Insgesamt handelt es sich um 22 Anlagen. Die Betriebshöfe sind individuell gestaltet. Alle Anlagenteile wurden differenziert erfasst einschließlich eventuell schon bekannter voraussichtlicher Erneuerungszeitpunkte und hinsichtlich Wert, Alter, Zustand und Nutzungsdauer bewertet. Die Einzelgewerke gehören zu den Bereichen Abstellung, Betriebsdienst/Verwaltung, Lackiererei, Lager, Reststoffsammelstellen, Verkehrswege, Waschanlagen, Werkstatt und Sonstiges an. Es wurden insgesamt 1.154 Einzelgewerke im Gesamtwert von rd. 888 Mio. Euro (Preisstand 2017) dokumentiert. (Tabelle 29)

VU	Betriebshof	Anzahl dokumentierter Einzelgewerke	Gesamtwert im Preisstand 2017	
			pro Betriebshof	pro VU
BOGESTRA	BWE	37	47,2 Mio. Euro	80,9 Mio. Euro
	BWG	30	15,7 Mio. Euro	
	BWR	35	18,0 Mio. Euro	
DSW21	Dorstfeld	75	62,4 Mio. Euro	62,4 Mio. Euro
DVG	Grunewald	63	36,7 Mio. Euro	36,7 Mio. Euro
EVAG	Schweriner Str	95	47,8 Mio. Euro	86,2 Mio. Euro
	Stadtmitte	52	38,4 Mio. Euro	
H-Bahn	Campus Süd	19	1,5 Mio. Euro	1,5 Mio. Euro
KVB	Merheim	59	37,1 Mio. Euro	227,5 Mio. Euro
	Weidenpesch	93	95,6 Mio. Euro	
	Wesseling	51	20,4 Mio. Euro	
	West	73	74,4 Mio. Euro	
moBiel	Sieker	85	44,1 Mio. Euro	44,1 Mio. Euro
MVG	Duisburger Str.	40	34,3 Mio. Euro	34,3 Mio. Euro
Rheinbahn	Heerdt	78	98,5 Mio. Euro	175,2 Mio. Euro
	Lierenfeld	56	76,7 Mio. Euro	
SkyTrain	Betriebshof	25	7,3 Mio. Euro	7,3 Mio. Euro
SWB	Beuel	33	25,6 Mio. Euro	75,6 Mio. Euro
	Dransdorf	33	50,0 Mio. Euro	
SWK	Weeserweg	40	34,6 Mio. Euro	34,6 Mio. Euro
WSW	Oberbarmen	20	7,6 Mio. Euro	21,6 Mio. Euro
	Vohwinkel	62	14,0 Mio. Euro	
Summe		1154	887,9 Mio. Euro	887,9 Mio. Euro

Tabelle 29: Betriebshöfe mit Anzahl erfasster Einzelgewerke und Wert im Preisstand 2017 (Differenzen in den Summen durch Rundungen)

Die Kosten pro Betriebshof unterscheiden sich deutlich. Die nachfolgend genannten Werte gelten im Preisstand 2017. Die Anlagen mit den niedrigsten Investitionsvolumina sind bei

den Sonderbahnen zu finden. Hier fängt die H-Bahn für ihre Wagenhalle mit 1,5 Mio. Euro an, gefolgt von dem SkyTrain mit 7,3 Mio. Euro und der Schwebebahn, für die in Oberbarmen eine Anlage im Wert von 7,6 Mio. Euro und in Vohwinkel im Wert von 14 Mio. Euro zu finden ist. Die höchsten diesbezüglichen Investitionsvolumina sind bei den beiden großen Verkehrsunternehmen KVB und Rheinbahn angesiedelt. Der Düsseldorfer Betriebshof in Heerdt verfügt über Anlagen im Wert von 98,5 Mio. Euro und die Kölner Hauptwerkstatt in Weidenpesch über Anlagen im Wert von 95,6 Mio. Euro. In Summe über ihre Betriebshöfe verfügen die KVB mit vier Betriebshöfen über fast 230 Mio. Euro und die Rheinbahn mit zwei Betriebshöfen über rd. 175 Mio. Euro. Damit entfällt auf diese beiden Unternehmen zusammen fast die Hälfte der diesbezüglichen NRW-weiten Betriebsanlagen gemessen an ihrem Wert. (Tabelle 29)

Bei den Betriebshöfen sind zum Teil sehr frühe Baujahre zu finden. Hierbei gilt es aber zu berücksichtigen, dass seither viele Sanierungen oder Erweiterungen erfolgt sind. Bei der WSW ist sowohl der älteste, nämlich die Schwebebahn-Fahrzeugwerkstatt in Vohwinkel um das Jahr 1900, als auch der jüngste Betriebshof, die Schwebebahn-Wagenhalle in Oberbarmen aus dem Jahr 2014, zu finden.

So vielfältig die Art der Einzelgewerke in den Betriebshöfen ist, so vielfältig sind die Nutzungsdauern. Von den 1.154 dokumentierten Einzelgewerken müssen 418 Einzelgewerke mit einem Gesamtwert von 479 Mio. Euro (Preisstand 2017) gar nicht im Betrachtungszeitraum erneuert werden. Dahingegen fallen neun Einzelgewerke mit einem Gesamtwert von 720 Tsd. Euro im Betrachtungszeitraum zweimal an.

Insgesamt führen die Erneuerungen zu einem bis zum Jahr 2031 kumulierten Reinvestitionsbedarf in Höhe von 409,7 Mio. Euro im Preisstand 2017, was unter Berücksichtigung der Inflation bis zu den jeweiligen Erneuerungsjahren zu Kosten in Höhe von 662,4 Mio. Euro führt. Davon stehen aktuell rd. 91 Mio. Euro an. (Abbildung 49)

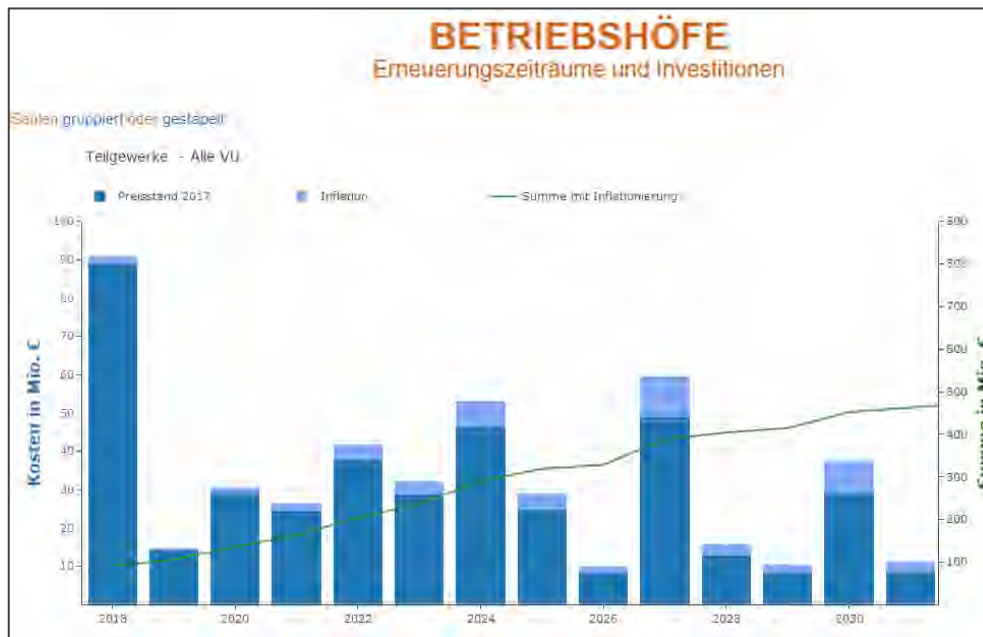


Abbildung 53: Investitionen – Betriebshöfe

Die unternehmensspezifische Betrachtung zeigt, dass der pro Unternehmen anteilige Erneuerungsbedarf im Betrachtungszeitraum mit den diesbezüglichen Wertanteilen der Verkehrsunternehmen korreliert. (vgl. Tabelle 30 mit Tabelle 29).

VU	Betriebshof	Wert im Preisstand 2017	
		pro Betriebshof	pro VU
BOGESTRA	BWE	8,9 Mio. Euro	22,8 Mio. Euro
	BWG	3,8 Mio. Euro	
	BWR	10,1 Mio. Euro	
DSW21	Dorstfeld	28,3 Mio. Euro	28,3 Mio. Euro
DVG	Grunewald	14,4 Mio. Euro	14,4 Mio. Euro
EVAG	Schweriner Str	16,9 Mio. Euro	47,9 Mio. Euro
	Stadtmitte	31,0 Mio. Euro	
H-Bahn	Campus Süd	0,7 Mio. Euro	0,7 Mio. Euro
KVB	Merheim	24,2 Mio. Euro	91,0 Mio. Euro
	Weidenpesch	18,9 Mio. Euro	
	Wesseling	16,6 Mio. Euro	
	West	31,4 Mio. Euro	
moBiel	Sieker	29,1 Mio. Euro	29,1 Mio. Euro
MVG	Duisburger Str.	13,8 Mio. Euro	13,8 Mio. Euro
Rheinbahn	Heerdt	50,2 Mio. Euro	91,9 Mio. Euro
	Lierenfeld	41,7 Mio. Euro	
SkyTrain	Betriebshof	3,5 Mio. Euro	3,5 Mio. Euro
SWB	Beuel	16,0 Mio. Euro	42,0 Mio. Euro
	Dransdorf	26,0 Mio. Euro	
SWK	Weeserweg	19,8 Mio. Euro	19,8 Mio. Euro
WSW	Oberbarmen	0,4 Mio. Euro	4,6 Mio. Euro
	Vohwinkel	4,2 Mio. Euro	
Summe		409,7 Mio. Euro	409,7 Mio. Euro

Tabelle 30: Investitionen Betriebshöfe je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 im Preisstand 2017 (Differenzen in den Summen durch Rundungen)

Bei KVB, MVG und EVAG ist Erneuerungsstau festgestellt worden. Dies liegt bei der KVB insbesondere in den Gleisanlagen im Betriebshof West (Scheidtweilerstraße) und auch bei der MVG in den veralteten Gleisanlagen begründet. Bei der EVAG liegt dies an der überholten technischen Ausrüstung. Die Betriebshöfe in Essen sind inzwischen bereits umgeplant.

3.7 Fahrzeuge

Von den 15 Verkehrsunternehmen bleiben die HGK und die WSW hinsichtlich der Fahrzeugbewertung außen vor. Die HGK ist ein Eisenbahn-, kein Stadtbahn-Verkehrsunternehmen und besitzt somit keine eigenen Stadtbahnfahrzeuge. Die WSW hat ihre Fahrzeugflotte, 25 Schwebbahn-Kabinen, aktuell komplett erneuert, so dass wegen der langen Nutzungsdauer innerhalb des Betrachtungszeitraums bis zum Jahr 2031 kein weiterer Fahrzeugtausch ansteht. Bei den übrigen Unternehmen wurden insgesamt 1.416 Fahrzeuge

erfasst. Dabei handelt es sich bei sechs Fahrzeugen um Doppelfahrzeuge des SkyTrains. Für die 1.416 Fahrzeuge wurde ein Gesamtwert von fast 480 Mio. Euro im Preisstand 2017 ermittelt. (Abbildung 54)

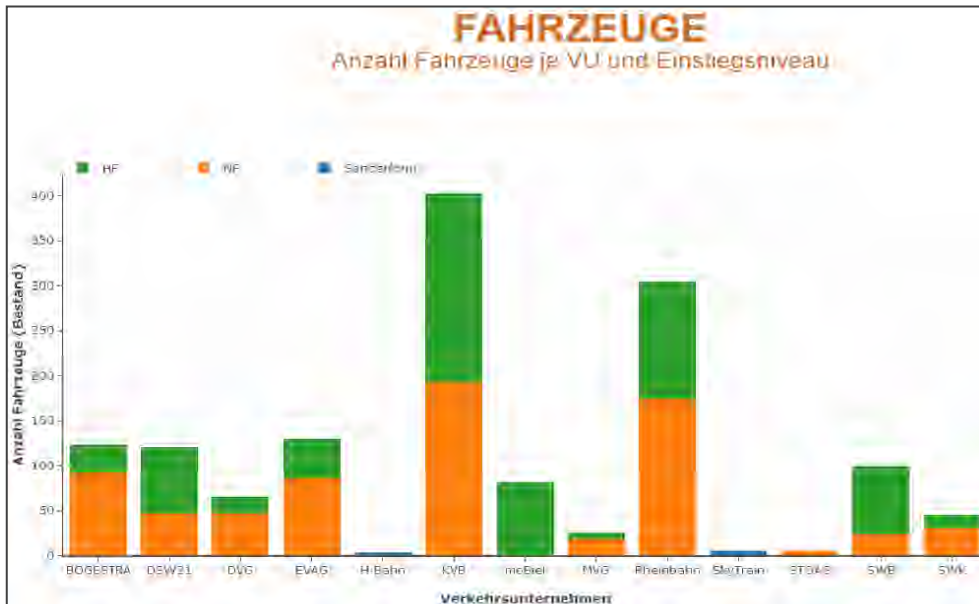


Abbildung 54: Fahrzeugarten je Verkehrsunternehmen

Die ältesten Fahrzeuge stammen aus dem Jahr 1973 und gehören der Rheinbahn. Es handelt sich dabei um 16 Hochfahrzeuge des Typs GT8SU. Sechs Stadtbahnwagen der BOGESTRA werden zur Flottenerweiterung in den Jahren 2021 und 2022 geliefert, so dass sie keine Erneuerungskosten im Betrachtungszeitraum verursachen. Der Baujahresmedian über die Fahrzeuganzahl liegt im Jahr 1996. Demnach ist die Hälfte der Fahrzeuge älter als 22 Jahre. (Abbildung 55)

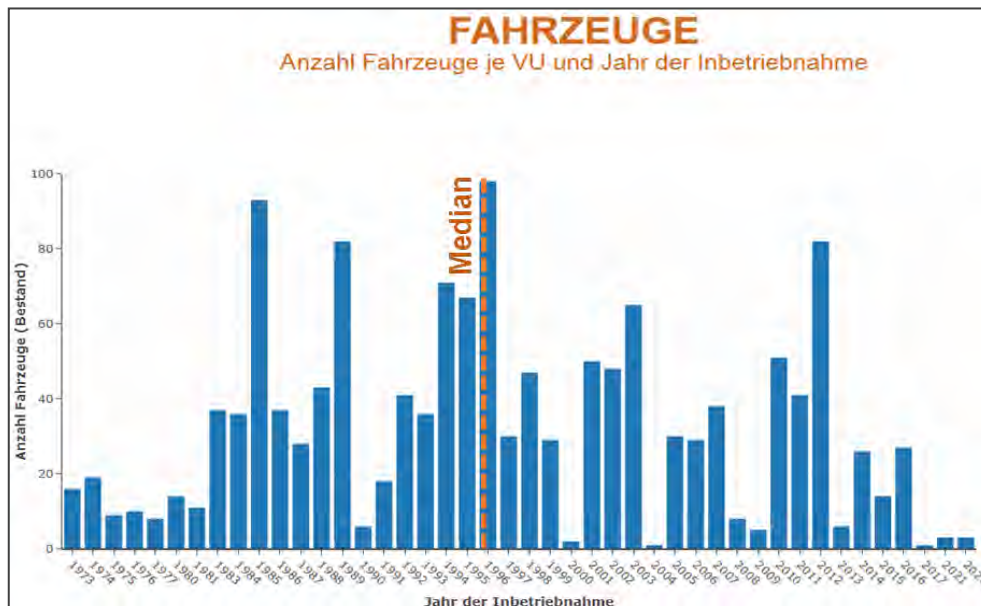


Abbildung 55: Baujahre – Fahrzeuge

Die Nutzungsdauer von Neufahrzeugen wird mit durchschnittlich 30 Jahren unterstellt (vgl. hierzu 2.1.6). Werden Fahrzeuge grunderneuert, verlängert sich damit ihre Nutzungsdauer um etwa 19 bis 25 Jahre. Davon machen vier Unternehmen Gebrauch. Bei der BOGESTRA sollen 25 Fahrzeuge umgebaut werden, bei der DSW21 sind es 64 Fahrzeuge und bei der KVB elf Fahrzeuge. Die SWB hat bereits 15 Bahnen zwischen den Jahren 2014 und 2017 umgebaut und plant den Umbau für weitere 46 Fahrzeuge. Zudem beabsichtigt die SWK, ihre Fahrzeugflotte um sechs seiner DÜWAG M8C Wagen zu reduzieren.

Insgesamt werden damit zwischen den Jahren 2018 und 2031

- 143 Fahrzeuge umgebaut und
- 682 Fahrzeuge ersetzt,

so dass in Summe 825 Fahrzeugerneuerungen anstehen (Abbildung 56).

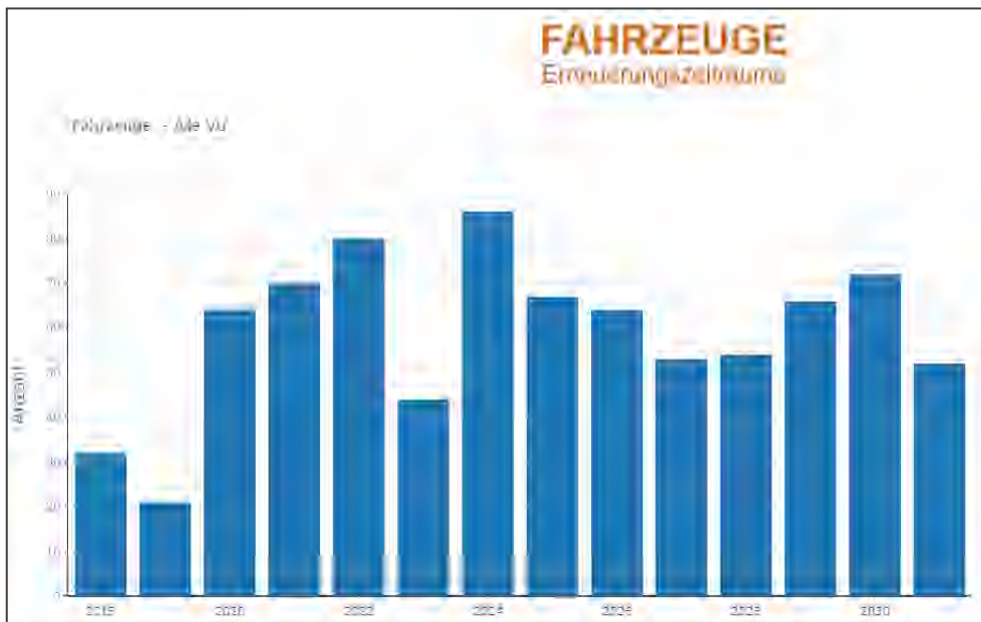


Abbildung 56: Erneuerungszeiträume – Fahrzeuge

Neufahrzeuge kosten zwischen 2,4 und 3,5 Mio. Euro (ohne Sonderformen). Die Umbaukosten liegen zwischen 1,4 und 1,7 Mio. Euro pro Fahrzeug. Im Betrachtungszeitraum werden damit Investitionen in Höhe von 2120 Mio. Euro im Preisstand 2017, die unter Berücksichtigung der Inflation 2486 Mio. Euro entsprechen. Erhaltungstau besteht in der Fahrzeugflotte nicht. (Abbildung 57).

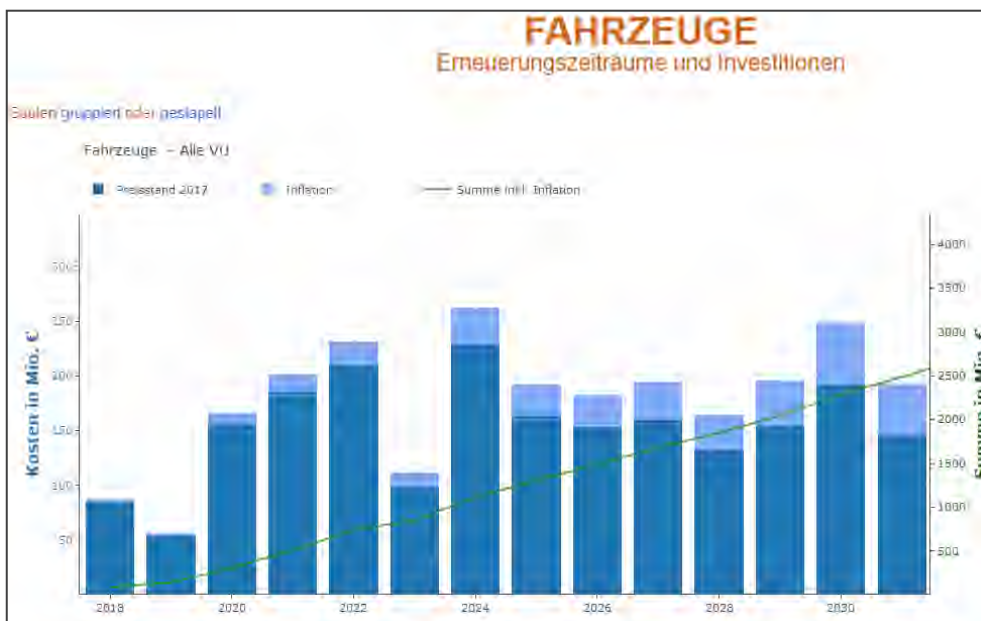


Abbildung 57: Investitionen – Fahrzeuge

3.8 Gesamt

Zur Darstellung der Gesamtkosten werden die Gewerke in die Bereiche Tunnel, Brücken, Strecke, Haltestellen, Betriebshöfe und Fahrzeuge zusammengefasst (Tabelle 31).

Bezeichnung	Gewerke
Tunnel	Tunnel, U-Stationen
Brücken	Sonderbahnen, Brücken, Trogbauwerke, Sonstige Bauwerke (Stützwände, Gleisunter- und überführungen)
Strecke	Gleisinfrastruktur, Betriebs- und Leittechnikeinrichtungen
Haltestellen	Bahnhöfe und Haltestellen, U-Zugänge, Zugangsbauwerke
Betriebshöfe	Betriebshöfe
Fahrzeuge	Fahrzeuge

Tabelle 31: Bezeichnungen der zusammengefassten Gewerke

Die Bau- bzw. Beschaffungskosten über alle betrachteten Anlagen ergeben sich kumuliert bis zum Jahr 2031 mit rd. 6,68 Mrd. Euro im Preisstand 2017, was durchschnittliche Kosten in Höhe von rd. 477 Mio. Euro pro Jahr bedeutet.

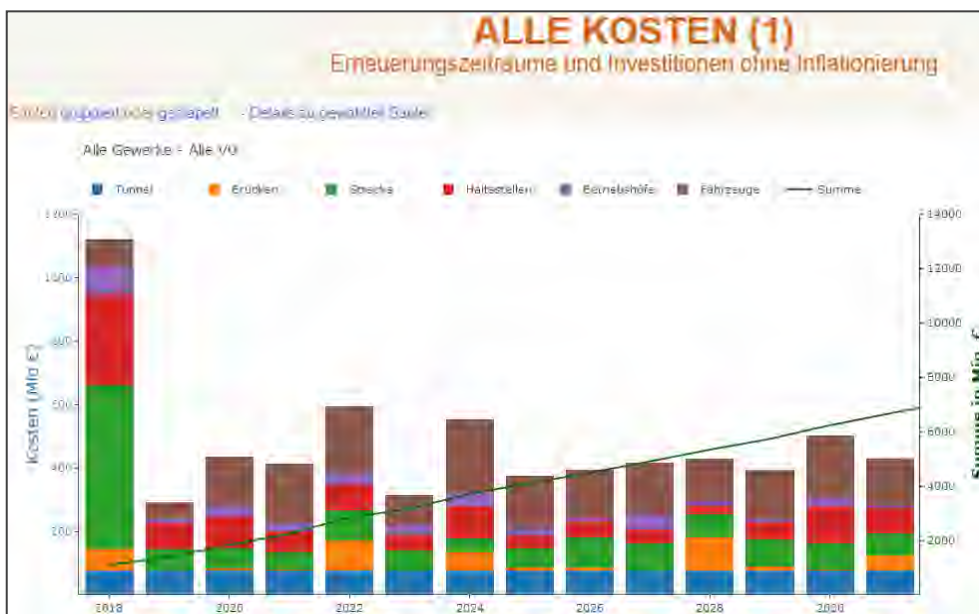


Abbildung 58: Gesamtinvestitionen im Preisstand 2017

Im unterstellten Preis der jeweiligen Erneuerungszeitpunkte (also inflationiert) belaufen sich die bis zum Jahr 2031 kumulierten Kosten auf insgesamt rd. 7,66 Mrd. Euro. Im Durchschnitt entspricht dies 547 Mio. Euro pro Jahr. Im Jahr 2018 sind Investitionen in Höhe von 1.143 Mio. Euro erforderlich.

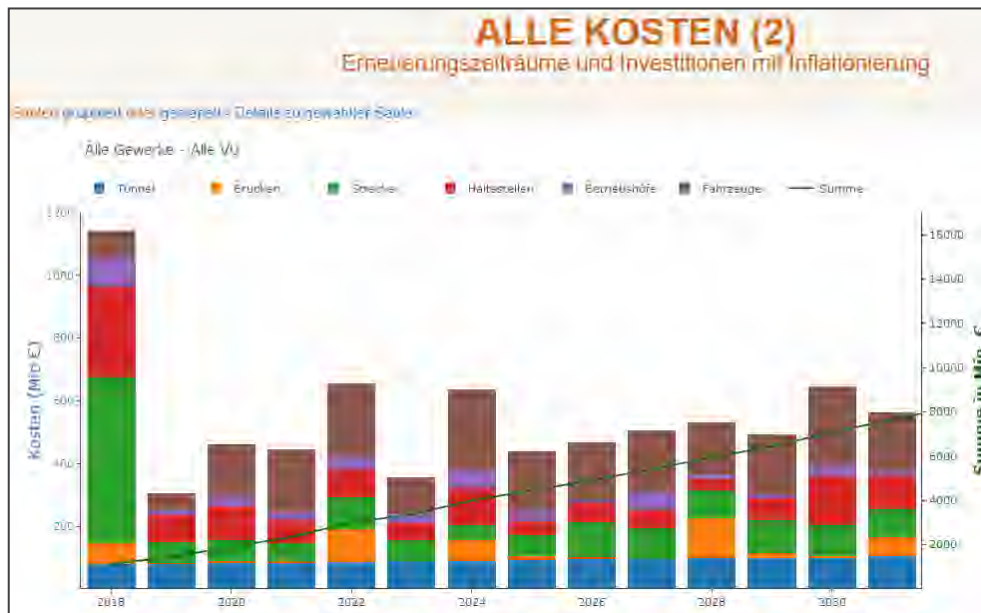


Abbildung 59: Gesamtinvestitionen mit Inflationierung

Bezogen auf den Preisstand 2017 wird der höchste Investitionsbedarf für die KVB erwartet, der fast ein Viertel der erforderlichen Gesamtinvestitionen ausmacht, gefolgt von der Rheinbahn mit 15% und BOGESTRA, DSW21 und EVAG mit je etwa 10% der Gesamtinvestitionen. (Tabelle 32)

Verkehrsunternehmen	Kosten im Preisstand 2017	Kosten mit Inflation
BOGESTRA	611,0 Mio. Euro	704,4 Mio. Euro
DSW21	781,4 Mio. Euro	904,8 Mio. Euro
DVG	415,6 Mio. Euro	466,3 Mio. Euro
EVAG	853,3 Mio. Euro	974,5 Mio. Euro
H-Bahn	13,1 Mio. Euro	14,7 Mio. Euro
HGK	83,1 Mio. Euro	88,4 Mio. Euro
KVB	1.501,0 Mio. Euro	1.746,9 Mio. Euro
moBiel	346,7 Mio. Euro	400,9 Mio. Euro
MVG	289,8 Mio. Euro	322,5 Mio. Euro
Rheinbahn	1.024,0 Mio. Euro	1.171,0 Mio. Euro
SkyTrain	71,6 Mio. Euro	85,2 Mio. Euro
STOAG	71,7 Mio. Euro	88,6 Mio. Euro
SWB	451,7 Mio. Euro	503,8 Mio. Euro
SWK	119,1 Mio. Euro	129,1 Mio. Euro
WSW	49,7 Mio. Euro	54,2 Mio. Euro
Summe	6.682,8 Mio. Euro	7.655,3 Mio. Euro

Tabelle 32: Gesamtinvestitionen je Verkehrsunternehmen von 2018 bis 2031 (Differenzen in den Summen durch Rundungen)

Die Betrachtung pro Zweckverband im Preisstand 2017 zeigt, dass der höchste Kostenbedarf im Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR) mit 64% der NRW-weiten Kosten erwartet wird, gefolgt von dem Nahverkehr Rheinland (NVR) mit 31% und dem Zweckverband Nahverkehr Westfalen-Lippe (NWL) mit 5%.

3.9 Baunebenkosten und Baustelleneinrichtung

Alle dargestellten Kosten umfassen bislang nur die Kosten für die reine bautechnische Erneuerung.

Eine Erhebung der Baunebenkosten wurde nicht durchgeführt. Zu den Baunebenkosten gehören gemäß DIN 276 Kostengruppe 700:

- Bauherrenaufgaben
- Vorbereitung der Objektplanung
- Architektur- und Ingenieurleistungen
- Gutachten und Beratung
- Künstlerische Leistungen
- Finanzierungskosten
- Allgemeine Baunebenkosten

Zudem sind in den aufgeführten Kosten für die bautechnische Erneuerung keine Baustelleneinrichtungen, Verkehrssicherungsmaßnahmen und Schienenersatzverkehre berücksichtigt (vgl. hierzu Kap. 2.4.2). Diese Kosten werden hier ebenfalls als Baunebenkosten betrachtet.

Erfahrungen zeigen, dass daher weitere 15 bis 20% bezogen auf die Infrastrukturkosten einzukalkulieren sind. Mit einem pauschalen Ansatz von 20% erhöhen sich die ermittelten Gesamtkosten auf 8,02 Mrd. Euro im Preisstand 2017 bzw. auf 9,19 Mrd. Euro unter Berücksichtigung der Inflation.

4. BEWERTUNG UND PRIORISIERUNG DER MASSNAHMEN

4.1 Verfahrensgrundsätze

4.1.1 Zielstellung und Rahmenbedingungen

Im Rahmen der Untersuchungen zur Erhaltung der kommunalen Schieneninfrastruktur in Nordrhein-Westfalen werden Streckenabschnitte definiert, denen die große Zahl der Einzelanlagen der Schienennetzinfrastruktur als Maßnahmenpakete zugeordnet werden (**Anlagen 1 bis 15**). Diese Streckenabschnitte sind einer umfassenden Bewertung zu unterziehen, in deren Ergebnis Kennzahlen zur Bestimmung der Prioritäten der jeweiligen Streckenabschnitte zur Verfügung stehen. Der Fokus liegt dabei in der Beurteilung der verkehrlichen Bedeutung der jeweiligen Streckenabschnitte, nicht die zeitliche Dringlichkeit der Finanzmittelbereitstellung wegen möglicherweise kurzfristig anstehender Reinvestitionen. Für diese Bewertung und Priorisierung der Streckenabschnitte ist eine geeignete Methodik zu entwickeln. Dabei sollen sämtliche Streckenabschnitte der kommunalen Schieneninfrastruktur in Nordrhein-Westfalen nach einem landesweit einheitlichen Verfahren bewertet werden.

Die Strukturierung des Schienennetzes führt zu einer sehr hohen Anzahl von zu bewertenden Streckenabschnitten. Insgesamt wurden 452 Streckenabschnitte gebildet, davon 398 zu bewertende Fahrplanstrecken. Die übrigen 54 Streckenabschnitte sind Betriebsstrecken zur Anbindung von Betriebshöfen, zur Netzredundanz bei Havarien oder ähnlichem, die sich einer Bewertung in Bezug auf die verkehrliche Bedeutung entziehen.

Weiterhin sind die Betriebshöfe selbst sowie die Fahrzeuge Infrastrukturen des schienengebundenen ÖPNV, die hinsichtlich der Erneuerungszeitpunkte und des Finanzbedarfs behandelt werden. Auch diese beiden Gruppen werden keiner eigenständigen Bewertung und Priorisierung unterzogen. Sie bewirken nicht unmittelbar die verkehrliche Bedeutung wie die Strecken, sondern sind Voraussetzungen, um den Nutzen der Strecken zu realisieren. Deren Kosten fließen bei den Streckenbewertungen implizit über die Betriebskosten des ÖPNV ein.

Die zur Durchführung von üblichen Bewertungsverfahren erforderlichen Daten für eine so große Anzahl von Streckenabschnitten sowie in einer Vielzahl von Verkehrsunternehmen in vergleichbarer Qualität zu beschaffen, stellt sich als sehr problematisch dar. Darüber hinaus kann ein für den kommunalen Schienenverkehr in Nordrhein-Westfalen kalibriertes Verkehrsmodell nicht, wie ursprünglich vorgesehen, eingesetzt werden, da sich dessen Erstellung im Rahmen der Arbeiten zum ÖPNV-Bedarfsplan NRW erheblich verzögert. Aus diesen Gründen ist die Durchführung eines üblichen Bewertungsverfahrens nicht möglich und es ist die Festlegung auf eine angepasste Bewertungsmethodik notwendig.

Im Vordergrund steht die Priorisierung der Streckenabschnitte im kommunalen Schienennetz; eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit (z.B. Kostendeckungsgrad) und die Beurteilung

der konkreten Erhaltungswürdigkeit der Einzelstrecken sind nicht Ziel des Bewertungsverfahrens.

4.1.2 Genereller Untersuchungsansatz

Die Zielstellung, die kommunalen Schienenstrecken in Nordrhein-Westfalen zu bewerten und auf dieser Grundlage die jeweiligen Prioritäten zu bestimmen, erfordert aufgrund der großen Anzahl der zu betrachtenden Streckenabschnitte ein differenziertes, mehrstufiges Bewertungsverfahren.

In einer ersten Bewertungsstufe wird zunächst die generelle Bedeutung der einzelnen Streckenabschnitte bestimmt. Anhand einiger, für die Funktionalität und die Wirtschaftlichkeit des Betriebes essentieller Kriterien werden die systemrelevanten, für den ÖPNV der jeweiligen Stadt unverzichtbaren Streckenabschnitte ermittelt. Dafür werden geeignete quantitative und qualitative Bewertungsindikatoren ausgewählt und spezifische Gewichtungsfaktoren ermittelt. Die auf dieser Grundlage bestimmten zentralen, systemrelevanten Streckenabschnitte werden der Kategorie „Kernnetz – Abschnitte mit höchster Priorität“ zugeordnet. Diese stehen nicht zur Disposition und werden im weiteren Bewertungsverfahren nicht weiter untersucht.

Die übrigen Streckenabschnitte bilden die Kategorie „Netz mit erweitertem Untersuchungsbedarf“. In der zweiten Bewertungsstufe werden diese verbleibenden Streckenabschnitte vertiefend analysiert und einer Nutzwertanalyse mit methodischer Anlehnung an das Verfahren der Standardisierten Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen im schienengebundenen öffentlichen Personennahverkehr unterzogen (Abbildung 59).

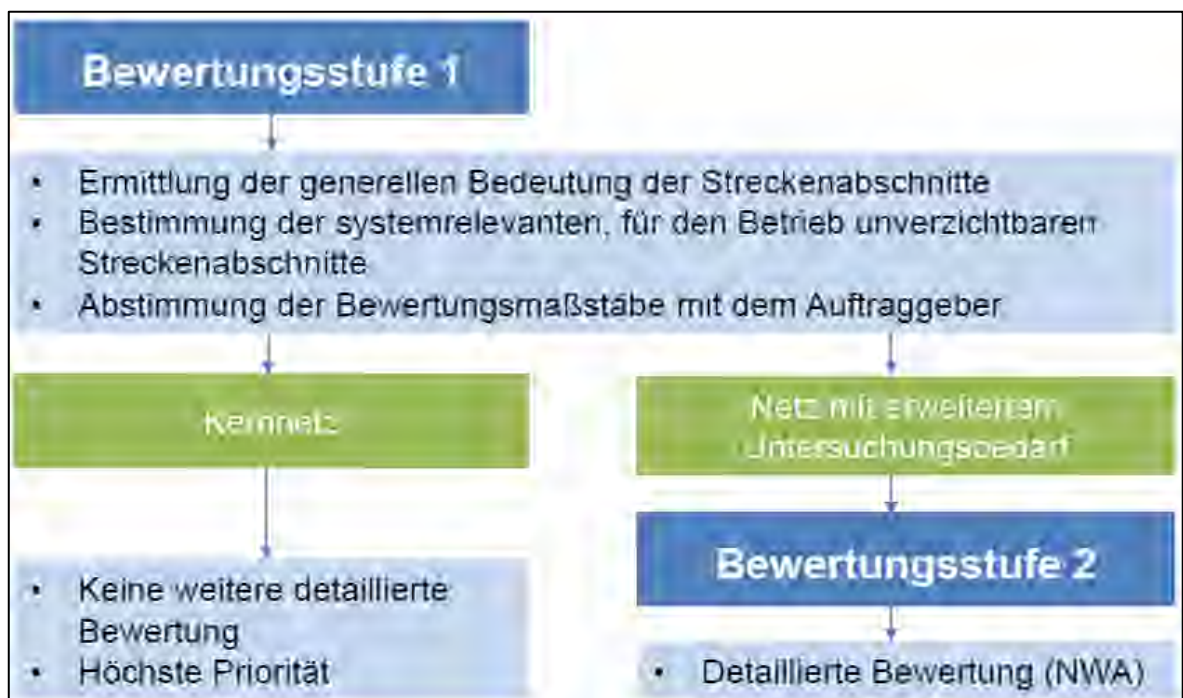


Abbildung 60: Vorgehen Bewertungsverfahren

Bei der Festlegung der Bewertungsmethodik sowie der Auswahl der Bewertungs- und Teilindikatoren ist dem Umstand Rechnung zu tragen, dass kein kalibriertes Verkehrsmodell zur Verfügung steht und somit eine Berechnung von verkehrlichen Wirkungen wie im Regelverfahren der Standardisierten Bewertung nicht möglich ist. Deshalb ist alternativ eine an die Situation angepasste, aber hinsichtlich der angestrebten Ergebnisqualität angemessene Bewertungsmethodik zu entwickeln.

Zunächst erfolgt die Bestimmung der für die Bewertung notwendigen Teilindikatoren auf Basis des Nutzwertanalytischen Indikators gemäß Standardisierter Bewertung (Version 2006) sowie der für alle Verkehrsunternehmen einheitlichen Kosten- und Wertansätze. Diese beziehen sich auf die Themenfelder Verkehrsangebotsstruktur, Verkehrsnachfragestruktur, Betriebs- und Umweltkosten sowie Verkehrsinfrastrukturkosten. Der daraus abgeleitete Kriterienkatalog mit den zu betrachtenden quantitativen und qualitativen Teilindikatoren, die dafür zu erhebenden Messgrößen und Bewertungsmaßstäbe sowie das für die Wertung der einzelnen Quantitäten und Qualitäten entwickelte Punktesystem werden mit dem Auftraggeber abgestimmt. Auf der Grundlage dieser abgestimmten Methodik wird dann das erforderliche Tabellenwerk erarbeitet und vor der Anwendung für die relevanten Streckenabschnitte umfassend getestet.

Die Bandbreite der Bewertungsergebnisse wird abschließend geclustert, so dass dann abschließend die Einordnung des jeweiligen Streckenabschnittes in eine Prioritätsstufe erfolgen kann.

4.2 Verfahren der ersten Bewertungsstufe

4.2.1 Verfahrensablauf

Zur Ermittlung der generellen Bedeutung der einzelnen Streckenabschnitte für das jeweilige kommunale Schienennetz werden in der ersten Bewertungsstufe sämtliche zu betrachtende Streckenabschnitte analysiert. Ausgenommen sind die Betriebsstrecken, auf denen kein fahrplangebundener Linienverkehr abgewickelt wird.

Wesentliche Kriterien für diese Analyse sind die Funktion im Netzzusammenhang und die zugehörigen Verflechtungsbeziehungen, die Dichte der zu erschließenden Siedlungsräume, das bereitgestellte Fahrtenangebot und die Ist-Nachfrage. Darüber hinaus werden besondere verkehrserzeugende Strukturen im Einzugsbereich der Streckenabschnitte als Entscheidungshilfe herangezogen.

Für diese Bewertungskriterien wurden die folgenden Bewertungskategorien und Messgrößen als geeignet ausgewählt:

- Netzfunktion – Lage der Strecke im Netz
 - o Kernstrecke
 - o Außenstrecke
 - o Endstrecke

- Städteverbindung
- Betriebsstrecke
- Zentralität – Dichte des erschlossenen Siedlungsraumes
 - o Stadtzentrum
 - o Kernstadt
 - o Stadtteilzentrum
 - o Stadtrand
- Fahrtenangebot – Anzahl Linien und Taktfrequenz auf Streckenabschnitt
 - o Anzahl der über den Streckenabschnitt führenden Linien in der Hauptverkehrszeit (HVZ)
 - o Taktfrequenz der Linien (HVZ)
- Ist-Nachfrage – Querschnittsbelegung auf Streckenabschnitt
 - o Anzahl Personenfahrten im Querschnitt des Streckenabschnittes
- Verkehrserzeugende Strukturen entlang Streckenabschnitt
 - o Anzahl größerer Bildungseinrichtungen
 - o Anzahl Krankenhäuser
 - o Anzahl größerer Veranstaltungsstätten
 - o Anzahl größerer Gewerbeeinrichtungen

Für diese Bewertungskategorien und Messgrößen werden Wertigkeiten in Form von Punkten festgelegt und jedem Kriterium eine spezielle Gewichtung zugeordnet.

In der sich anschließenden, umfangreichen Recherche von Grundlagendaten für die erste Bewertungsstufe werden im Wesentlichen die Daten

- zur Verkehrsnetzstruktur (Lage und Funktion der zu untersuchenden Streckenabschnitte)
- zum Ist-Fahrplanangebot (Anzahl Linien und Linienfahrten in der HVZ auf den zu untersuchenden Streckenabschnitten)
- zur Ist-Verkehrsnachfrage (Querschnittsbelegungen der zu untersuchenden Streckenabschnitte)
- zur Siedlungsstruktur (Gewerbe-, Ausbildungs-, Freizeit- und medizinische Einrichtungen)

erhoben, ausgewertet und in einer Datenbank zusammengestellt. Damit ist eine landeseinheitliche Erfassung und Analyse der Datenbasis gewährleistet.

Nach einem Test des entwickelten Bewertungssystems erfolgt auf Basis der vorliegenden Daten und Informationen die Berechnung der Bewertungsergebnisse für sämtliche Streckenabschnitte. Zur Ermittlung der jeweiligen Qualitätsstufe wird die erreichte Gesamtpunktzahl für jeden Streckenabschnitt auf die maximal mögliche Punktzahl normiert, so dass sich das Spektrum der Bewertungen zwischen 0 und 100 einstellt.

In einem nachgelagerten Arbeitsschritt sind einige Streckenabschnitte nochmals gesondert zu analysieren und zu bewerten. Der Grund hierfür sind einerseits fehlende Ausgangsdaten

wie z. B. die Verkehrsnachfrage sowie eine mit dem Bewertungssystem nicht korrekt abgebildete Bedeutung des Streckenabschnittes für den Netzzusammenhang. Bei 22 Streckenabschnitten wird die Punktzahl manuell angepasst und bei 3 Streckenabschnitten die Einstufung der Zentralität modifiziert.

An diesen ersten Bewertungsschritt schloss sich eine umfangreiche Plausibilisierung der Berechnungsergebnisse an. In mehreren Arbeitsbesprechungen mit dem Auftraggeber werden die Ergebnisse geprüft und Feinjustierungen am Punkte- und Gewichtungsschema vorgenommen. In Einzelfällen erfolgt eine manuelle Nachbereitung von nicht plausiblen Qualitätssprüngen, um in den Städten jeweils zusammenhängende Kernnetze zu bilden.

Entsprechend der jeweils erreichten Qualitätsstufe werden die Streckenabschnitte den beiden Netzkategorien „Kernnetz – Abschnitte mit höchster Priorität“ und „Netz mit erweitertem Untersuchungsbedarf“ zugeordnet. Für diese Zuordnung wurde ein mit dem Auftraggeber abgestimmter Schwellenwert in Höhe von 40 % der maximal möglichen Punktzahl zugrunde gelegt.

4.2.2 Bewertungsergebnisse

Nach Abschluss der Untersuchungen und Plausibilisierung der ersten Bewertungsstufe ergibt sich das folgende Ergebnis:

Anzahl der untersuchten Streckenabschnitte	452
- Anzahl der Betriebsstrecken	54
- Anzahl der zu bewertenden Fahrplanstrecken	398
o Kernnetz – Abschnitte mit höchster Priorität	280
o Netz mit erweitertem Untersuchungsbedarf	118

Die Zuordnung der Streckenabschnitte zu den beiden Netzkategorien „Kernnetz – Abschnitte mit höchster Priorität“ und „Netz mit erweitertem Untersuchungsbedarf“ kann den folgenden Abbildungen entnommen werden. Eine detaillierte Ansicht einzelner Maßnahmenpakete ist zudem im **Anhang** zu finden.



Abbildung 61: Bewertungsergebnisse NRW

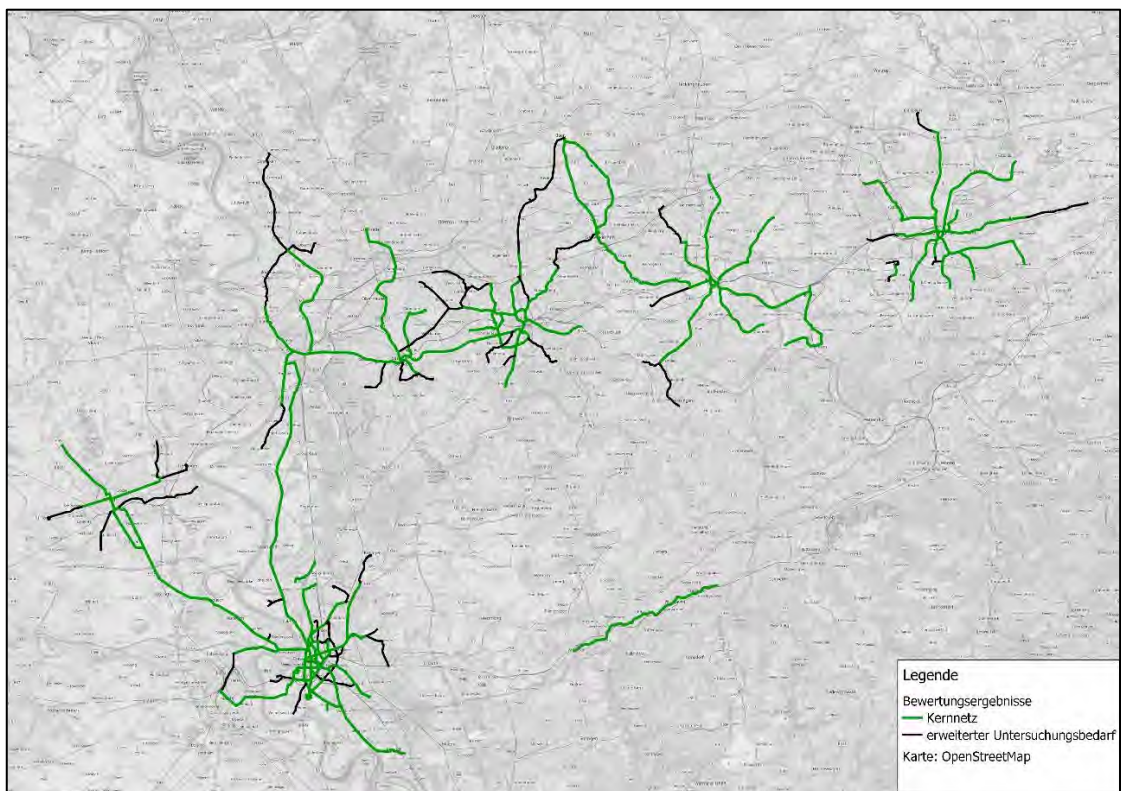


Abbildung 62: Bewertungsergebnisse VRR

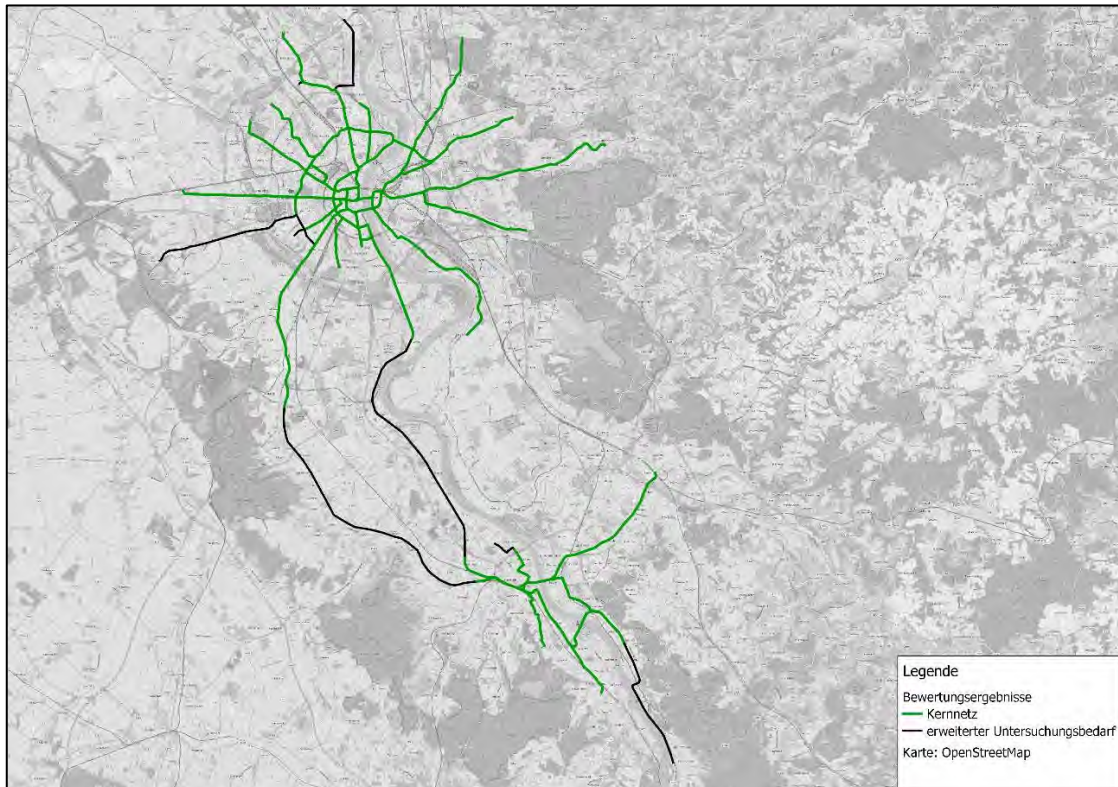


Abbildung 63: Bewertungsergebnisse NVR

Die Streckenabschnitte des Kernnetz weisen ungefähr eine Länge von 585 km auf. Das Netz mit erweitertem Untersuchungsbedarf circa 225 km, somit können annähernd drei Viertel der Streckenlängen dem Kernnetz zugeordnet. Für den NWL bzw. die Stadt Bielefeld sind lediglich 35 % der Streckenabschnitte dem Kernnetz zugeteilt, die verbleibenden Abschnitte werden im Folgenden differenzierter untersucht. Im VRR, wie auch im NVR wird ein Großteil der Maßnahmenpakete bereits dem Kernnetz zugeordnet. Die häufig an Endstrecken ausgemachten Abschnitte des Netzes mit erweitertem Untersuchungsbedarf machen in beiden Fällen circa 25 % aus.

4.3 Verfahren der zweiten Bewertungsstufe

4.3.1 Verfahrensablauf

Entsprechend der Zielstellung, für die Streckenabschnitte der Kategorie „Netz mit erweitertem Untersuchungsbedarf“ eine differenzierte Priorisierung hinsichtlich der Unterhaltung und strategischen Weiterentwicklung dieser Streckenabschnitte vornehmen zu können, werden diese in der zweiten Bewertungsstufe vertiefend analysiert und bewertet.

Grundlegendes Prinzip aller Verfahren zur Nutzen-Kosten-Untersuchungen oder Nutzwertanalysen von Investitionsvorhaben ist ein Ohnefall-Mitfall-Vergleich. Dazu werden zwei alternative Szenarien definiert:

- Ohnefall oder Bezugsfall: beschreibt das Szenario ohne die zu bewertende Investition
- Mitfall oder Planfall: beschreibt das Szenario mit der zu bewertenden Investition

Die unterschiedlichen Kriterien des jeweiligen Verfahrens werden für den Ohnefall wie für den Mitfall ausgearbeitet und quantifiziert. Eine Saldobetrachtung über alle Kriterien liefert dann die Gesamtwirkung des zu bewertenden Vorhabens.

Hier unterstellt der Ohnefall einen Verzicht auf die Reinvestitionen zum Erhalt des Streckenabschnitts, verbunden mit einer Umstellung des Betriebs auf Busbedienung. Im Mitfall wird die Reinvestition in die Schieneninfrastruktur unterstellt und der heutige Betrieb mit Stadt- bzw. Straßenbahn oder Bahn besonderer Bauart fortgesetzt.

Grundlage für dieses spezielle Bewertungsverfahren sind methodische Elemente der Standardisierte Bewertung. Dabei wird auf die Teilindikatoren und die Kosten- und Wertansätze des Regelverfahrens zurückgegriffen. Das Bewertungsverfahren folgt der Methodik der Standardisierten Bewertung zur Ermittlung des Nutzwertanalytischen Indikators, d. h. im Rahmen der Nutzwertanalyse werden die einzelnen Nutzenkomponenten ermittelt.

Üblicherweise erfolgt die Quantifizierung der **verkehrlichen Wirkung** mittels Einsatz eines auf Verkehrsbezirke bezogenen Verkehrsmodells durch Anwendung eines funktionalen Modal-Split-Ansatzes auf allen von den Vorhaben betroffenen Relationen.

Wegen der fehlenden Verfügbarkeit eines validen landesweiten Verkehrsmodells erfolgt abweichend vom Regelverfahren die Berechnung der Nachfragewirkungen hier auf Basis des Nachfrageansatzes im Projektdossierverfahren.

Basis zur Berechnung der **Betriebskosten** sind die betrieblichen Leistungsparameter für eine Bedienung des untersuchten Streckenabschnitts im Ohnefall mit Bussen bzw. im Mitfall mit Schienenfahrzeugen.

Grundlage für den Kapitaleinsatz für ortsfeste Infrastruktur sind die Infrastrukturkosten des ÖV im Mitfall, d. h. die Gesamtkosten für den Ersatzneubau des jeweiligen Abschnittes der Straßenbahnstrecke. Diese Infrastrukturkosten wurden im Rahmen der Gesamtuntersuchung bereits ermittelt und stehen anlagenspezifisch für eine Auswertung gemäß Standardisierter Bewertung zur Verfügung.

Infrastrukturkosten für den Ohnefall mit Busbetrieb und Rückbaukosten der Schieneninfrastruktur werden nicht betrachtet. Die Erstellung spezieller Linienkonzepte für den Busbetrieb im Ohnefall und die Ermittlung der sich daraus ableitenden Infrastrukturen sind im Rahmen dieser Untersuchung nicht vorgesehen; die Businfrastruktur ist im Vergleich zur betrachteten Schieneninfrastruktur aber ohnehin von untergeordneter Bedeutung. Es wird lediglich unterstellt, dass Brücken des Schienenverkehrs auch im Busverkehr benötigt würden, um dem Postulat des gleichen Linienwegs gerecht zu werden.

Anhand der somit ermittelten Basisdaten für verkehrliche Wirkung, Betriebsleistung und Infrastrukturaufwand erfolgte dann die Berechnung der Teilindikatoren gemäß Standardisierter Bewertung (Version 2016) sowie die Bestimmung eines Nutzwertanalytischen Indikators, wie er zuletzt in der Verfahrensversion 2006 beschrieben wurde, mit Anpassungen an den Preis- und Sachstand 2016.

Nach dem Test des Bewertungssystems, der Abstimmung der Methodik mit dem Auftraggeber sowie einer umfangreichen Plausibilisierung der Bewertungsergebnisse erfolgte die Durchführung der Bewertungsverfahren für sämtliche relevanten Streckenabschnitte.

Dabei werden zunächst die zuvor sehr feinteilig gegliederten Streckenabschnitte, die beispielsweise an Stadtgrenzen, Zuständigkeitsgrenzen oder ähnlichem unterteilt wurden, zusammengefasst. Im Ergebnis werden so Abschnitte gebildet die über homogene Eigenschaften verfügen. Das systematische Vorgehen kann der Abbildung 64 entnommen werden. Vor der Zusammenfassung liegen die beiden Streckenabschnitte A und B vor, die an der Stadtgrenze zwischen Krefeld und St. Tönis unterteilt werden. Der Grenzpunkt stellt eine künstliche Trennung dar, hier liegt bspw. kein Haltepunkt vor und auf beiden Abschnitten wird mit demselben Takt gefahren. Die Bewertung wird somit ganzheitlich für den im rechten Bild gelb dargestellten Abschnitt C analysiert. Abschließend kann das Ergebnis wieder den beiden Teilabschnitten zugeordnet werden, sodass eine differenzierte Betrachtung einzelner Verkehrsunternehmen oder Städten weiterhin möglich ist.



Abbildung 64: Beispiel Zusammenfassung Maßnahmenpakete

Des Weiteren werden die so entstandenen Streckenabschnitte der jeweiligen kommunalen Netze von außen nach innen bewertet. Endabschnitte werden isoliert bewertet. Bei den nächsten zum Stadtkern folgenden Streckenabschnitten soll kein Kappen des Schienenbetriebs an beiden Enden unterstellt werden. Dazu erfolgt eine Bewertung des Abschnitts zusammen mit dem außen folgenden Abschnitt zu einer Gesamtbewertung, deren Ergebnis dann dem inneren zugeschrieben wird. Das systematische Vorgehen kann der Abbildung 65 beispielhaft entnommen werden. Am Grenzpunkt zwischen den Streckenabschnitten A und B liegt eine Taktverdünnung ab der dort liegenden Haltestelle vor, eine gemein-

same Betrachtung wie im vorherigen Beispiel liegt hier nicht vor. Da der Streckenabschnitt A nicht ohne den Betrieb des Abschnitts B erhalten werden kann, wird zum einen nur die Strecke A bewertet und zum anderen die Strecke C als Ganzes. Das Ergebnis dieser Betrachtung wird anschließend dem Abschnitt B zugeordnet

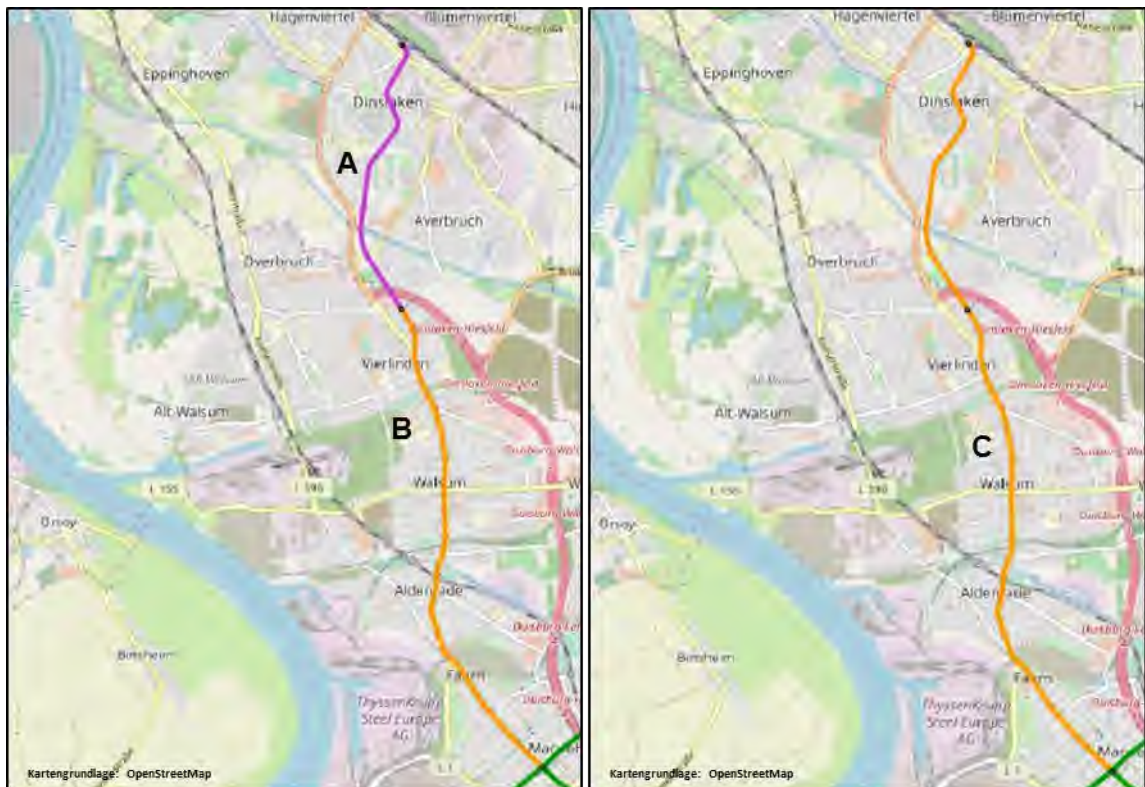


Abbildung 65: Beispiel Bewertung der Endstrecken

4.3.2 Entwicklung der Betriebskonzepte

Für jeden zu bewertenden Streckenabschnitt wurde jeweils ein Betriebskonzept für den Ohnefall (Busbetrieb) und den Mitfall (Schienen-Betrieb) gemäß den folgenden Grundsätzen festgelegt:

- Ohnefall = Bezugsfall „ohne Investition in Erhaltung der Schienenstrecke“
 - o Umstellung der Betriebsführung von Straßenbahn- auf Busbetrieb
 - o Beibehaltung der aktuellen Linienführung im betrachteten Streckenabschnitt
 - o Beibehaltung der aktuellen Haltestellenlagen
 - o Grundsätzlich Beibehaltung des aktuellen Fahrplanangebotes
 - o Ggf. Ansatz von Verdichterfahrten in HVZ zur Deckung des Bedarfs der bislang beförderten Fahrgäste
 - o Keine Änderungen der Bedienungszeiträume
 - o keine Umgestaltung des ergänzenden Liniennetzes
 - o kein Ansatz von Infrastrukturkosten

- Mitfall = Vorhabensfall „mit Investitionen in Erhalt der Schienenstrecke“
 - o Beibehaltung des Straßenbahnbetriebes
 - o Beibehaltung des aktuellen Fahrplanangebotes
 - o mit Umsetzung der erforderlichen Erhaltungsmaßnahmen
 - o Ansatz der entsprechenden Infrastrukturkosten

4.3.3 Schätzung der verkehrlichen Wirkung

Das Projektdossierverfahren ist ebenfalls ein Verfahren aus der Standardisierten Bewertung, das der Verfahrensgeber für in der Regel kleinere Vorhaben ohne verfügbares Verkehrsmodell entwickelt hat. Mit den Ansätzen dieses vereinfachten Bewertungsverfahrens werden die Nachfrageveränderungen im Mitfall gegenüber dem Ohnefall abgeschätzt. Anhand von Nachfrageelastizitäten wird eine Mehrverkehrsquote unmittelbar anhand der Veränderungen des Verkehrsangebots im ÖV berechnet.

Die zu berücksichtigenden Angebotsparameter sind hierbei die

- ÖV-Reisezeiten
 - o Die ÖV-Reisezeit setzt sich zusammen aus Zugangszeit, Wartezeit, Fahrzeit, Umstiegszeit und Abgangszeit.
 - o Für die Dauer der Zugangs-, Abgangs-, Warte- und Umstiegszeiten werden pauschale Annahmen getroffen.
 - o Generell werden die Fahrzeiten des Schienenverkehrs für den Busbetrieb übernommen. Ausnahmen erfolgen bei Innenstadtverbindungen mit einem Zuschlag von 5 Minuten, da im Straßenverkehr von deutlich größeren Störungen auszugehen ist. Außerdem erhält der Schienenverkehr einen Bonus wegen der im Vergleich zum Bus größeren wahrgenommenen Attraktivität, wie er in der Verfahrensanleitung zur Reisezeitermittlung vorgesehen ist.
- Bedienungshäufigkeiten
 - o Die Bedienungshäufigkeit des Schienenverkehrs wird für den Busverkehr übernommen (jede bis zum Brechpunkt verkehrende Fahrt soll jenseits eine Fortsetzung im Busangebot finden, um keine unnötigen Widerstände zu erzeugen).
 - o Sie ist somit in Ohnefall und Mitfall auf allen Relationen identisch.
- Umsteigehäufigkeiten
 - o Sofern durch die unterstellte Umstellung von Schiene auf Bus im betrachteten Streckenabschnitt ein Umstieg erzwungen wird, ergeben sich Änderungen dieses Parameters auf den davon betroffenen Relationen.
 - o Bei Streckenabschnitten, die keine Brechung von Schienenverkehren erzwingen, ist die Umsteigehäufigkeit auf allen Relationen identisch.

Zunächst werden die relevanten Grundlegendaten recherchiert. Die ermittelten Daten und Informationen wie das aktuelle Fahrplanangebot, die Erhebungsdaten zur Ist-Nachfrage, werden in einer Datenbank je Streckenabschnitt zusammengestellt, in der anschließend alle weiteren Berechnungen ausgeführt werden.

Weiterhin werden in Vorbereitung der Bewertung die für die Ermittlung der Nachfragewirkungen zu betrachtenden Relationen festgelegt. Im vorliegenden manuellen Verfahren erfolgt die Schätzung auf nachfragetypischen Relationen. Ausgangspunkt für diese Relationen ist der jeweils zu untersuchende Streckenabschnitt. Für die Zielpunkte werden die jeweils zugehörigen Stadtkerne, Stadtteilzentren und Schulzentren ausgewählt. Diese Relationen stehen stellvertretend für den Berufsverkehr, den Besorgungsverkehr und den Ausbildungsverkehr. Je Streckenabschnitt werden bis zu vier zu betrachtende Relationen festgelegt.

Für diese Relationen wurden dann die Veränderungen der Fahrzeiten, der Bedienungshäufigkeiten und der Umsteigehäufigkeiten als Verkehrsangebot beschreibende Parameter ermittelt. Auf Basis dieser relationsbezogenen Daten werden auch die IV-Reisweiten für die relevanten Relationen berechnet.

Die Elastizitäten aus der Verfahrensanleitung geben vor, um wieviel Prozent die Nachfrage steigt, wenn der bestimmende Angebotsparameter um 1 Prozent steigt. Die Verfahrensanleitung gibt dabei folgende Nachfrageelastizitäten an:

- Nachfrageelastizität der Reisezeit	=	-0,8
- Nachfrageelastizität der Bedienungshäufigkeit	=	0,3
- Nachfrageelastizität der Umsteigehäufigkeit	=	-0,2

Die ermittelten Quoten der Nachfrageänderung in Bezug auf die drei beschriebenen Angebotsparameter ÖV-Reisezeit, Bedienungshäufigkeit und Umsteigehäufigkeit werden multiplikativ verknüpft und ergeben die Mehrverkehrsquote der betrachteten Relation. Das gewichtete Mittel der Mehrverkehrsquoten für die ausgewerteten Relationen ist die Mehrverkehrsquote des untersuchten Streckenabschnitts. Die Multiplikation mit der Bestandsnachfrage am maßgeblichen Querschnitt liefert die verkehrliche Wirkung. Da es sich bei der Umstellung von Schienen- auf Busbetrieb um eine Verschlechterung des Angebots handelt, ergeben sich Mehrverkehrsquoten kleiner 1, es kommt also zu Fahrgastverlusten.

4.3.4 Ermittlung der Teilindikatoren

Die Ermittlung der Teilindikatoren Reisezeitnutzen, Pkw-Fahrleistung, Unfallkosten und Schadstoffemissionskosten basieren auf den Fahrtenverlagerungen vom ÖV zum MIV und den daraus resultierenden Nachfrageveränderungen für den Mitfall und werden mit den Ansätzen des Projektdossierverfahrens abgeschätzt.

In Anlehnung an die Verfahrensanleitung der Standardisierten Bewertung (Version 2016) werden für jede Teilstrecke des „Netzes mit erweitertem Untersuchungsbedarf“ folgende, für die Bewertung relevanten Teilindikatoren ermittelt:

- Reisezeitnutzen
 - o Ermittlung der ÖV-Reisezeiten auf Basis der Fahrzeiten für den Ohne- und Mitfall
 - o Ermittlung der ÖV-Reisezeitdifferenz zwischen Ohne- und Mitfall pro Fahrt

- Pkw-Betriebskosten
 - o Auf Basis der mit dem Projektdossierverfahren ermittelten Anzahl der vom ÖV zum MIV verlagerten Fahrten
 - o Ermittlung der MIV-Fahrweiten mit Hilfe eines Routenplaners
 - o Ermittlung der Pkw-Betriebsleistung [Pkw-km/Tag]
- Kosten CO₂-Emission
 - o Im MIV auf Basis der Pkw-Betriebsleistung der vom ÖV zum MIV verlagerten Fahrten
 - o Im ÖV auf Basis der ÖV-Betriebsleistung Schiene bzw. Bus im Ohnefall und Mitfall
- Schadstoffemissions-Kosten
 - o Im MIV auf Basis der Pkw-Betriebsleistung der vom ÖV zum MIV verlagerten Fahrten
 - o Im ÖV auf Basis der ÖV-Betriebsleistung Schiene bzw. Bus im Mit- und Ohnefall
- Unfallkosten
 - o Im MIV auf Basis der Pkw-Betriebsleistung der vom ÖV zum MIV verlagerten Fahrten
 - o Im ÖV auf Basis der ÖV-Betriebsleistung Schiene bzw. Bus im Ohnefall und Mitfall
- Kapitaldienst ÖV-Fahrzeuge
 - o Ermittlung Fahrzeugbedarf im Mit- und Ohnefall.
 - o Berücksichtigung eines aufgrund der Dimensionierungsprüfung sich ggf. ergebenden höheren Fahrzeugbedarfs im Ohnefall.
- ÖPNV-Betriebskosten
 - o Energiekosten ÖV
 - o Personalkosten ÖV
 - o Zeit- und laufeistungsabhängige Unterhaltungskosten ÖV-Fahrzeuge
 - o Berücksichtigung eines aufgrund der Dimensionierungsprüfung sich ggf. ergebenden höheren Fahrzeugeinsatz im Ohnefall.
- Kapitaldienst und Unterhaltungskosten für die ortsfeste Infrastruktur des ÖV im Mitfall
 - o Es werden die Investitionskosten für die Erneuerung sämtlicher Anlagen des Streckenabschnitts, also der Ingenieurbauwerke, der Strecken und der Haltestellen in Ansatz gebracht.
 - o Diese Kosten liegen aus der Gesamtuntersuchung bereits in einer anlagenspezifischen Kostenstruktur gemäß Standardisierter Bewertung vor.

Auf die Quantifizierung weiterer in der Verfahrensanleitung genannten Teilindikatoren wird verzichtet, weil von ihnen keine relevanten Ergebnisbeiträge zu erwarten sind (Geräuschbelastung, Flächenbedarf) bereits quantifizierte Effekte lediglich verstärkt abgebildet werden (Primärenergieverbrauch) oder mangels Verkehrsmodell keine ausreichend genaue Berechnung möglich ist (Index der Erreichbarkeiten von Stadt- und Stadtteilzentren).

4.3.5 Ermittlung des Beurteilungsindikators

Nachdem die relevanten Teilindikatoren ermittelt sind, wird für jeden Streckenabschnitt der Nutzwertanalytische Beurteilungsindikator berechnet.

Die notwendigen Gewichtungen, Punkte und Einheitswerte werden gemäß „Standardisierter Bewertung (Version 2006) Gewichtungsfaktoren für den Nutzwertanalytischen Indikator E2“ verwendet und auf die Ansätze des Jahres 2016 bezogen.

Die Berechnung erfolgt nach dem folgenden Ablauf:

- Berechnung der Teilnutzwerte –
Multiplikation der Werte in originärer Messgröße mit dem jeweiligen Gewicht
- Berechnung des Gesamtnutzwertes –
Addition der Teilnutzwerte
- Berechnung des Nutzwertanalytischen Indikators –
Division des Gesamtnutzwertes durch den Nutzwert Kapitaldienst für ortsfeste Infrastruktur

4.4 Priorisierung

Auf der Grundlage der vorliegenden Bewertungsergebnisse wird abschließend die Priorität des jeweiligen Streckenabschnittes und damit die Rang- und Reihenfolge sämtlicher Streckenabschnitte bestimmt. Diese Prioritätenfolge kann für den Fall, dass nicht für alle Maßnahmenpakete ausreichende Finanzmittel zur Verfügung stehen, als Indikator für gezielte Förderungen der Erhaltungsinvestitionen dienen.

Streckenabschnitte, die in der 1. Bewertungsstufe als Kernnetzstrecken eingestuft wurden, erhalten die höchste Priorität und sind hinsichtlich der strategischen Netzentwicklung nicht disponibel.

Die zu betrachtenden Streckenabschnitte erreichen aufgrund ihres Bewertungsergebnisses in Form des Nutzwertanalytischen Beurteilungsindikators bestimmte Wertigkeiten bzw. Qualitätsstufen. Für die Priorisierung werden die für die jeweiligen Prioritätsstufen zu erreichenden Qualitätsstufen festgelegt.

- Stufe 1 Kernnetz
- Stufe 2 A E2 größer 2,5
- Stufe 2 B E2 1,5 - 2,5
- Stufe 2 C E2 0,9 - 1,5
- Stufe 2 D E2 kleiner 0,9

Mit diesen Festlegungen können abschließend die Streckenabschnitte den definierten Prioritätsstufen zugeordnet werden. Im Ergebnis dieser Zuordnung ergibt sich für das Land Nordrhein-Westfalen das folgende Gesamtergebnis:

- Stufe 1 280 Streckenabschnitte
- Stufe 2 A 91 Streckenabschnitte
- Stufe 2 B 20 Streckenabschnitte
- Stufe 2 C 0 Streckenabschnitte
- Stufe 2 D 7 Streckenabschnitte

Das Ergebnis der Zuweisungen zu den Prioritätsstufen zeigt, dass es neben dem Kernnetz (1) viele sehr gute und gute Streckenabschnitte gibt, deren Nutzwerte den Kostenwert deutlich übersteigen (2 A bzw. 2 B). Es gibt allerdings auch einige Streckenabschnitte mit unbefriedigendem Verhältnis von Nutzen und Kosten (2 D).

Die Tatsache, dass kein bewerteter Streckenabschnitt der Prioritätsstufe 2C zugewiesen wird, bei der die Nutzwertsumme den Kostenwert nur mäßig überwiegt, ist ein Beleg für die gute Trennschärfe des Bewertungsverfahrens zwischen starken und schwachen Streckenabschnitten.

Gleichwohl benötigen die Streckenabschnitte der Prioritätsstufe 2 einer spezifischen Würdigung, um Fehlinterpretationen zu vermeiden:

- **Düsseldorf Freiligrathplatz bis LTU Arena / Messe Nord**

Hier handelt es sich um eine Messe- und Stadionanbindung, die für den normalwerktäglichen Verkehr eine eher untergeordnete Bedeutung hat. Es wurde eine sehr aufwendige Infrastruktur realisiert, um bei Großveranstaltungen entsprechende Beförderungskapazitäten anbieten zu können. Mit dem auf den Normalwerktag aufbauenden Bewertungsverfahren kann die Bedeutung dieses Streckenabschnitts nicht quantifiziert werden.

- **Essen Martinstraße bis Messe West-Süd/Gruga**

Auch hier handelt es sich um eine Messeanbindung mit aufwendiger Infrastruktur. Ein Teil des Einzugsbereichs der Haltestellen generiert zwar normalwerktäglichen Verkehr, aber nicht genug, um diese Infrastruktur alleine zu rechtfertigen. Mit dem auf den Normalwerktag aufbauenden Bewertungsverfahren kann die Bedeutung dieses Streckenabschnitts ebenfalls nicht quantifiziert werden.

- **Mülheim Stadtmitte bis Oppspring**

Hier handelt es sich um einen Straßenbahn-Streckenabschnitt in der südlichen Stadtmitte von Mülheim. Obwohl dieser ohne aufwändige Bauwerke auskommt und somit ein nur relativ geringer Kapitaldienst zu decken ist, erreicht die Straßenbahn so wenige Fahrgäste, dass die Nutzwertsumme deutlich unter dem Kostenwert bleibt.

- **H-Bahn DO Eichlinghofen bis Campus Süd und Universität S bis Technologiezentrum**

Die H-Bahn ist eine Bahn besonderer Bauart, die auf einer separierten Infrastruktur in Hochlage betrieben wird. Dem Vorteil der unabhängigen und damit von Störungseinflüssen des Kfz-Verkehrs befreiten Bahn stehen die hohen Kosten des Fahrwegs gegenüber. Dieser stellt auf ganzer Länge einen Brückenzug in Stahlbauweise dar. Auch die Haltestellen sind aufwendig konstruierte Bauwerke. Während die Fahrgastnachfrage im zentralen Abschnitt zwischen Campus Süd und Campus Nord angemessen hoch ist, erreicht sie in beiden Außenabschnitten nur einen Bruchteil, so dass sich das schwache Verhältnis von Nutzen und Kosten einstellt.

Abschließend erfolgt eine grafische Zusammenfassung der Ergebnisse nach Städten.

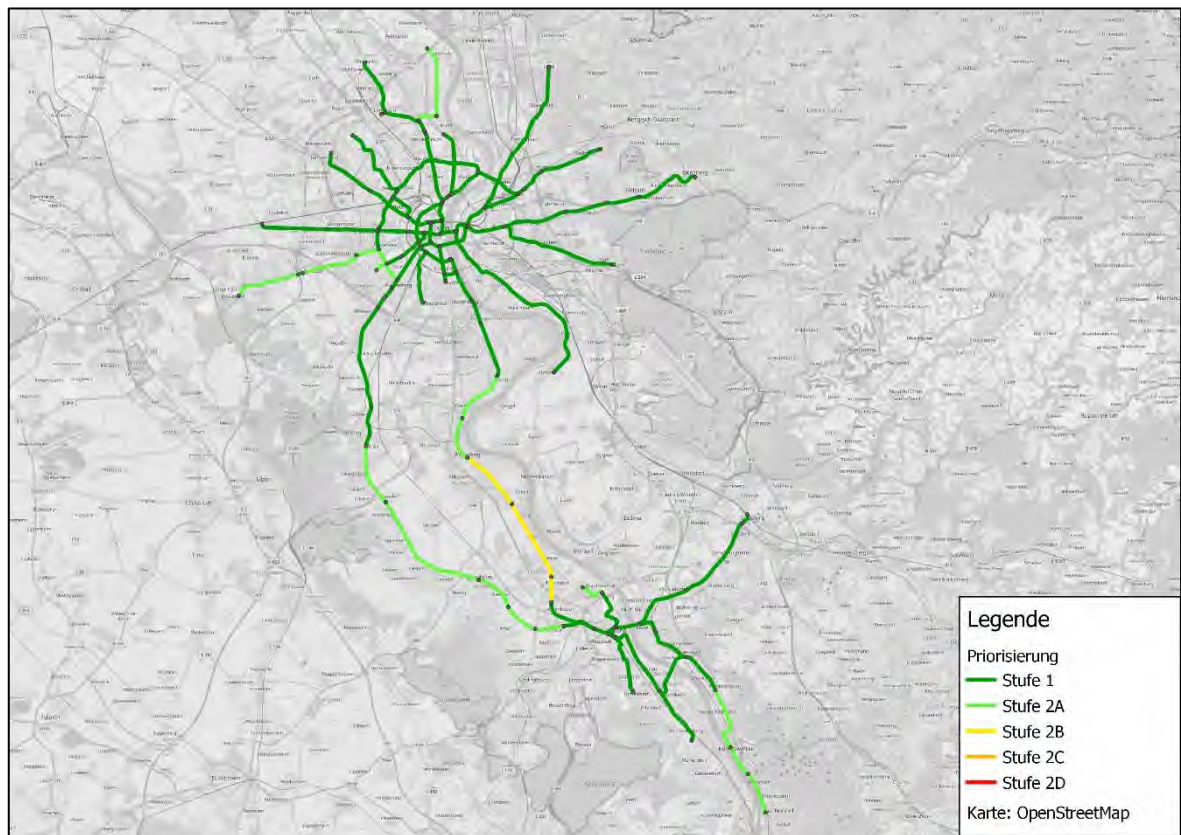


Abbildung 66: Priorisierung Bonn und Köln

Die Städte Köln und Bonn weisen beide ein dichtes Netz an Streckenabschnitten der Stufe 1 auf (dunkel grün). Lediglich einzelne Außenabschnitte sind dem Netz mit erweitertem Untersuchungsbedarf zugeordnet. Sowohl in Köln als auch in Bonn belegt die Priorisierung eine gute Bewertung der Streckenabschnitte (hellgrün). Auch die städte-verbindenden Strecken weisen eine positive Einstufung aus. Die Strecke der Linie 16 zwischen Buschdorf und Wesseling wird der Stufe 2B zugeordnet (gelb). Neben dieser knapp 10 km langen Strecke ist lediglich eine Endstrecke an der Schleife Longerich Friedhof in Köln in die Stufe 2B eingeteilt.

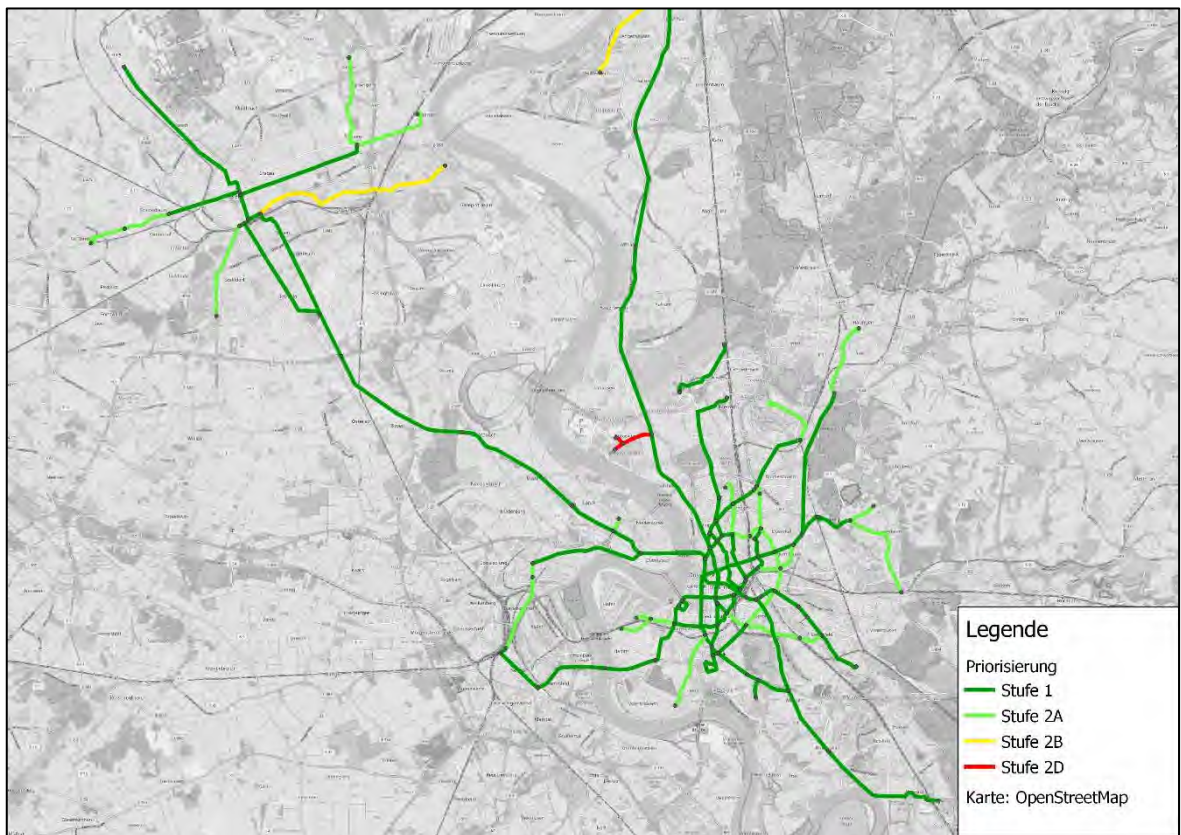


Abbildung 67: Priorisierung Düsseldorf und Krefeld

In Düsseldorf sind insgesamt 28 Streckenabschnitte der Stufe 2A zugeordnet und drei Stück der Stufe 2D (rot), die restlichen Abschnitte im Kernnetz enthalten. Die schlechter bewerteten Strecken der Stufe 2D stellen die Anbindung an die LTU Arena und Messe Nord dar. Hier liegt demnach ein besonderer Bedarf an Sonderverkehren an Großveranstaltungen vor. In dem auf den Normalwerktag aufbauenden Bewertungsverfahren wird diese Bedeutung nicht berücksichtigt.

Strecken der Stufe 2B sind größtenteils Endstrecken, die eine entsprechend geringere Querschnittsbelastung aufweisen. Im Innenstadtbereich wird zudem ein Teil der Ringlinie 706 dieser Stufe zugeordnet. Zusammenfassend werden für das Verkehrsunternehmen Rheinbahn ungefähr 110 km Streckenlänge der Stufe 1 zugeordnet, circa 30 km der Stufe 2A und 1,6km der Stufe 2D

Auch in Krefeld weisen vier der äußeren Streckenabschnitte die Bewertungsstufe 2A auf, was einer ungefähren Streckenlänge von 11,8 km entspricht. Der Streckenabschnitt der Linie 44 zum Rheinhafen wird als einziger der Stufe 2B zugeordnet.

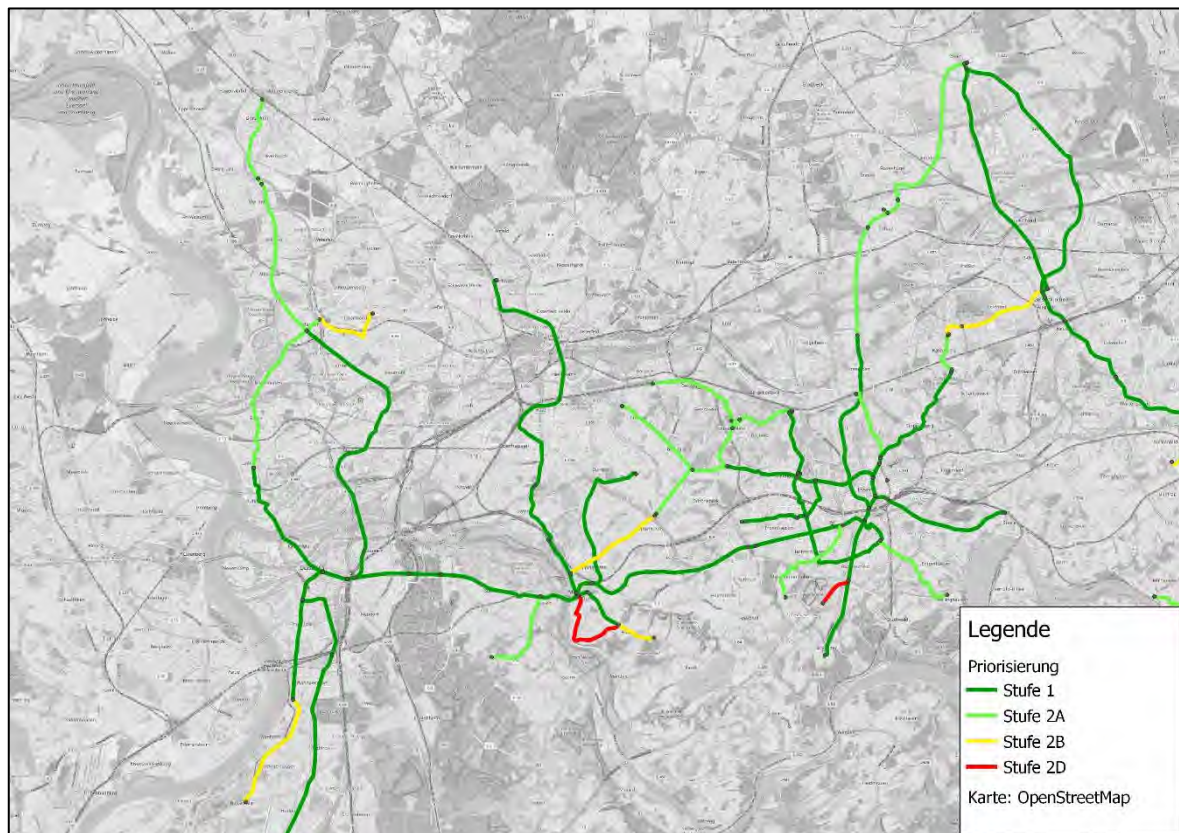


Abbildung 68: Priorisierung Duisburg, Mülheim, Essen und Gelsenkirchen

In den Ruhrgebietsstädten Duisburg, Essen, Gelsenkirchen und Mülheim sind circa 118 km Streckenabschnitte dem Kernnetz zugeordnet. Untergeordnete Streckenabschnitte sind bspw. in Duisburg die äußeren Strecken der Linien 903 nach Hüttenheim und nach Dinslaken im nördlichen Abschnitt der Linie. Der Abschnitt der Linie 901 von der Scholtenhofstraße bis zur Hermannstraße ist ebenfalls der Stufe 2A zugeordnet, der letzte Streckenabschnitt der Linie bis Obermarxloh, auf dem ein schwächerer Takt vorliegt, wird der Stufe 2B zugeteilt.

In Mülheim wird der Streckenabschnitt von Stadtmitte bis Oppspring der Linie 104 lediglich mit der Stufe 2D bewertet. Dies ist unter anderem auf geringe Fahrgastzahlen zurückzuführen. Der anschließende gemeinsame Abschnitt der Linien 104 und 112 bis zum Hauptfriedhof kann der Stufe 2B zugeordnet werden. Die Städteverbindung in Richtung Essen wird bis zur Schleife Grenze Borbeck mit der Stufe 2B bewertet, der kürzere anschließende Abschnitt bis zur Endhaltestelle Abzweigung Aktienstraße mit der Stufe 2A.

Die schlechteste Bewertung in Essen wird dem Abschnitt der Messeanbindung zugeteilt. Ähnlich wie die Anbindung der LTU Arena und Messe Nord in Düsseldorf, liegt auch hier nur ein geringer Alltagsverkehr vor, der die erhöhten Kosten der auf stark erhöhtes Fahrgastaufkommen bei Großveranstaltungen beruhenden Infrastruktur nicht rechtfertigen kann.

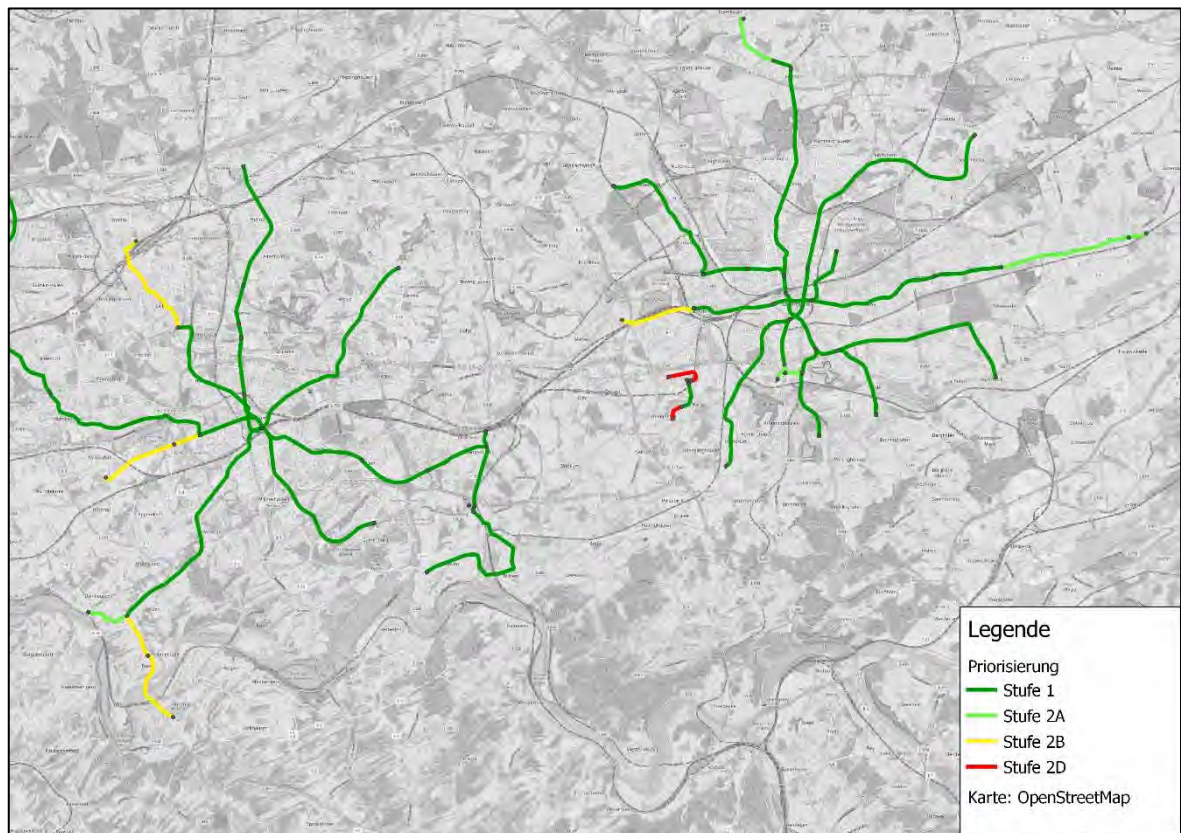


Abbildung 69: Priorisierung Bochum und Dortmund

Die Streckenabschnitte in Bochum werden größtenteils der Stufe 1 bzw. dem Kernnetz zugeordnet. Einzelne Außenabschnitte, bspw. nach Höntrop Kirche, Hattingen Mitte oder Wanne-Eickel sind der Stufe 2B zugeordnet. Dies sind circa 10 % der Streckenabschnittslängen in Bochum.

In Dortmund werden zwei Teilabschnitte mit der niedrigsten Stufe 2D bewertet. Dies sind beides Strecken der H-Bahn am Universität Campus. Der mittlere Abschnitt der H-Bahn ist besonders zu Stoßzeiten sehr stark ausgelastet, die Außenabschnitte weisen ein deutlich geringeres Fahrgastaufkommen auf. Des Weiteren wird ein weiterer Abschnitt der Stufe 2B und sechs der Stufe 2A zugeordnet. Die restlichen Abschnitte sind im Kernnetz zu finden.



Abbildung 70: Priorisierung Bielefeld

In Bielefeld sind jeweils sieben Teilabschnitte dem Kernnetz und dem Netz der zweiten Bewertungsstufe zugeordnet. Von diesen sind fünf mit der Stufe 2A bewertet und zwei mit der Stufe 2B. Die Abschnitte der Stufe 2B sind Strecken der Linien 2 nach Milse und Linie 3 nach Babenhausen.

Das Netz der Wuppertaler Schwebbahn wird vollständig dem Kernnetz zugeordnet und an dieser Stelle nicht grafisch aufgeführt.

Eine zusammenfassende Auflistung der Streckenabschnitte für:

- das Land Nordrhein-Westfalen und die Zweckverbände,
- die Regierungsbezirke und
- die Verkehrsunternehmen

kann den folgenden Tabellen entnommen werden.

	Stufe 1	Stufe 2A	Stufe 2B	Stufe 2C	Stufe 2D
NWL	7	5	2	0	0
VRR	185	66	14	0	7
NVR	88	20	4	0	0
NRW	280	91	20	0	7

Tabelle 33: Ergebnisse nach Zweckverbänden und gesamt NRW

	Stufe 1	Stufe 2A	Stufe 2B	Stufe 2C	Stufe 2D
Arnsberg	38	8	6	0	2
Detmold	7	5	2	0	0
Düsseldorf	139	54	7	0	5
Köln	88	20	4	0	0
Münster	8	4	1	0	0

Tabelle 34: Ergebnisse nach Regierungsbezirken

	Stufe 1	Stufe 2A	Stufe 2B	Stufe 2C	Stufe 2D
BOGESTRA	24	5	6	0	0
DSW21	20	6	1	0	0
DVG	11	5	2	0	0
EVAG	28	15	1	0	1
H-Bahn	2	1	0	0	2
HGK	5	9	2	0	0
KVB	64	6	1	0	0
moBiel	7	5	2	0	0
MVG	10	1	3	0	1
Rheinbahn	79	28	0	0	3
SkyTrain	1	0	0	0	0
STOAG	1	0	0	0	0
SWB	19	5	1	0	0
SWK	8	5	1	0	0
WSW	1	0	0	0	0

Tabelle 35: Ergebnisse nach Verkehrsunternehmen

Insgesamt sind somit 70 % der Streckenabschnitte der Stufe 1 bzw. dem Kernnetz zugeordnet. Knapp ein Viertel ist darüber hinaus in die beste Stufe der zweiten Bewertung eingeteilt. Weitere 5 % bzw. 20 Strecken der ebenfalls gut bewerteten Stufe 2B und lediglich 2 % sind schlecht bewertet und mit der Stufe 2D versehen. Der Stufe 2C wurde keine Strecke zugeordnet.

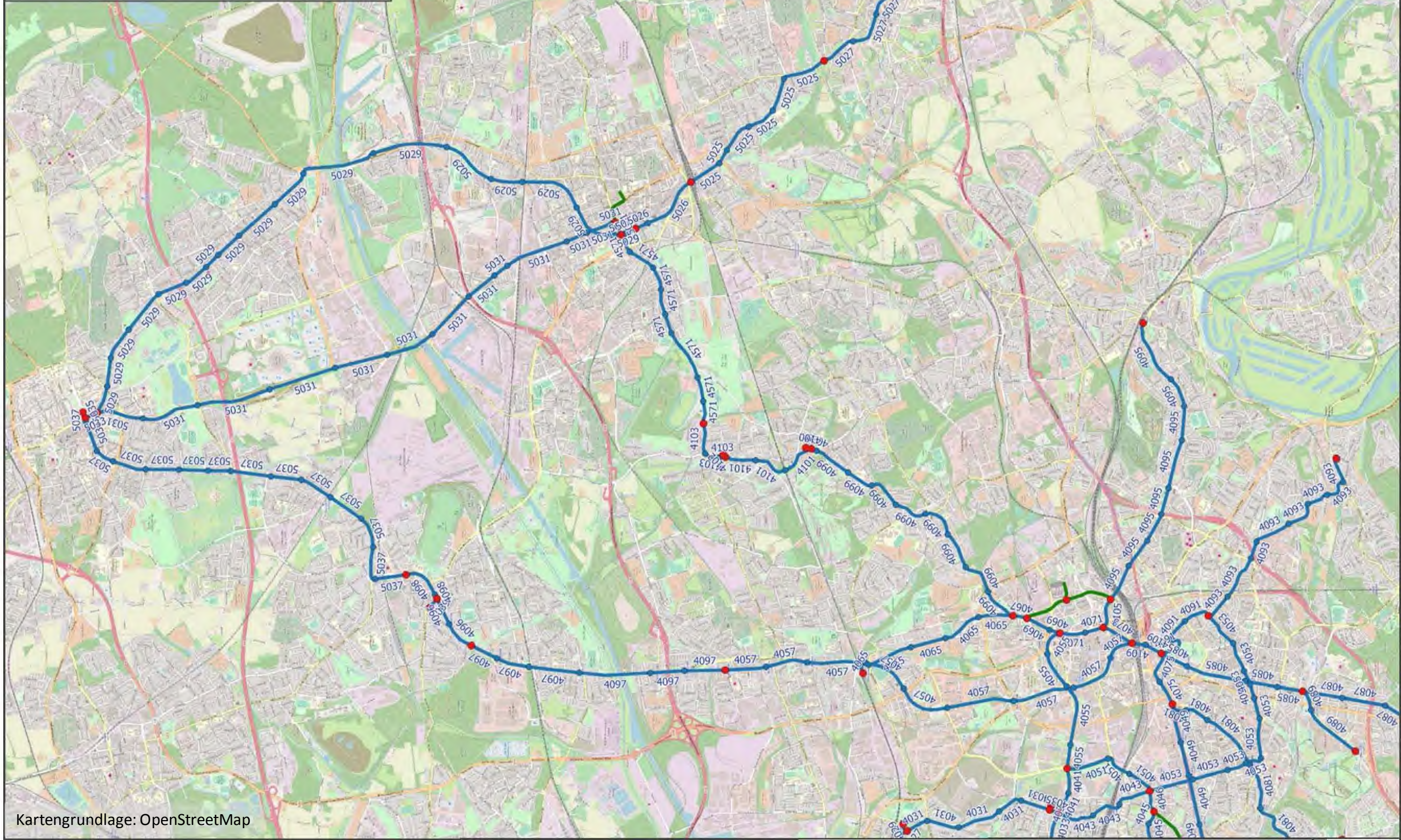
Die Rang- und Reihenfolge der einzelnen Streckenabschnitte sowie die Zuordnung zu den Prioritätsstufen ist dem **Anhang** zu entnehmen. Die Auflistung ist absteigend sortiert nach Regierungs-Bezirken, Zweckverbänden, Kommunen und der Priorisierungsstufe.

ANLAGEN

ANLAGENVERZEICHNIS

- 1 MASSNAHMENPAKETE BOGESTRA**
- 2 MASSNAHMENPAKETE BOGESTRA – EVAG (GELSENKIRCHEN)**
- 3 MASSNAHMENPAKETE DSW21**
- 4 MASSNAHMENPAKETE DVG - NORD**
- 5 MASSNAHMENPAKETE DVG - SÜD**
- 6 MASSNAHMENPAKETE EVAG**
- 7 MASSNAHMENPAKETE H-BAHN**
- 8 MASSNAHMENPAKETE HGK – KVB (FRECHEN)**
- 9 MASSNAHMENPAKETE HGK - KVB - SWB**
- 10 MASSNAHMENPAKETE KVB**
- 11 MASSNAHMENPAKETE MOBIEL**
- 12 MASSNAHMENPAKETE MVG**
- 13 MASSNAHMENPAKETE RHEINBAHN NORD -**
- 14 MASSNAHMENPAKETE RHEINBAHN MITTE - SÜD**
- 15 MASSNAHMENPAKETE SKYTRAIN**
- 16 MASSNAHMENPAKETE SWB**
- 17 MASSNAHMENPAKETE SWK**
- 18 MASSNAHMENPAKETE WSW**

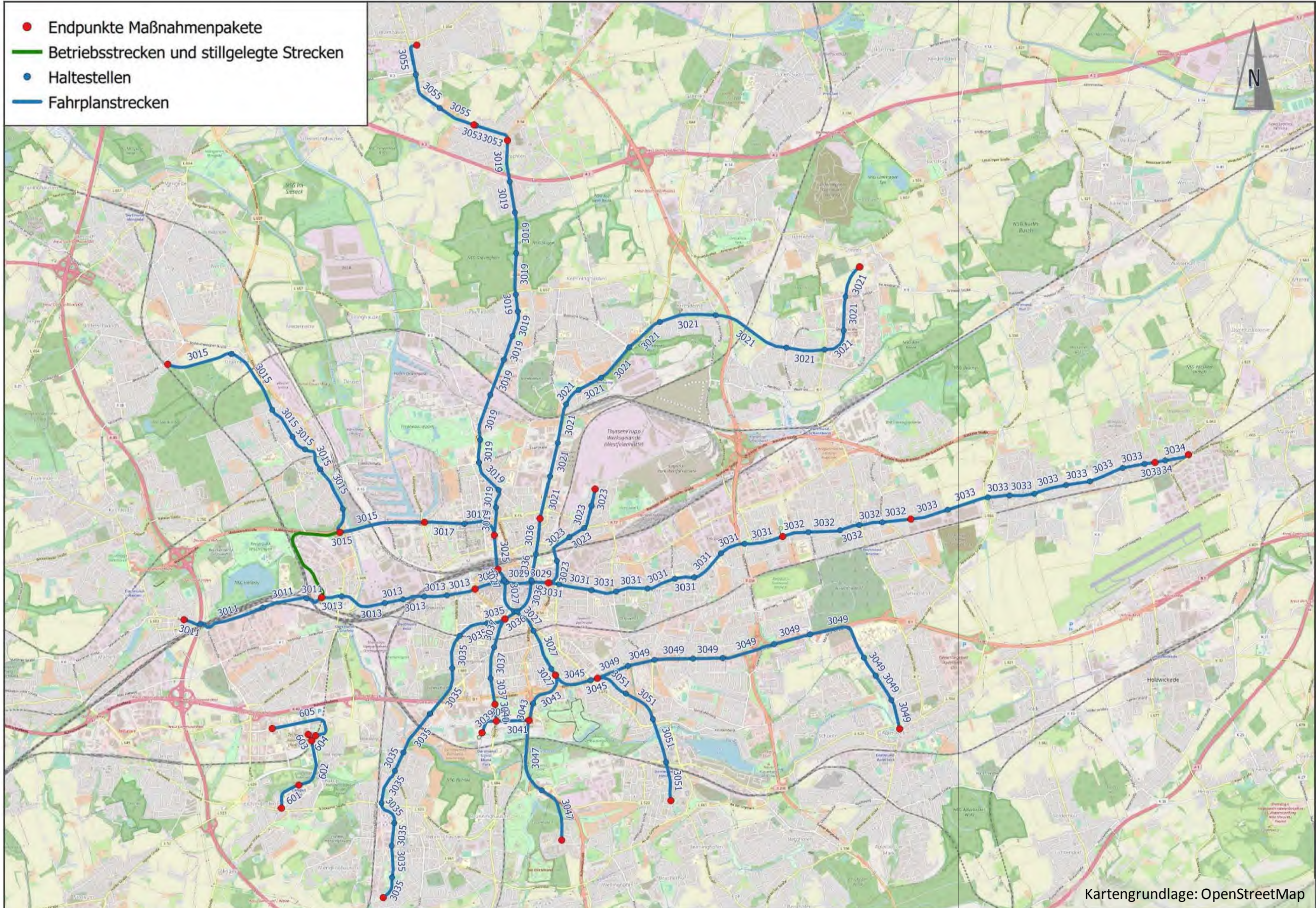
- Endpunkte Maßnahmenpakete
- Betriebsstrecken und stillgelegte Strecken
- Haltestellen
- Fahrplanstrecken



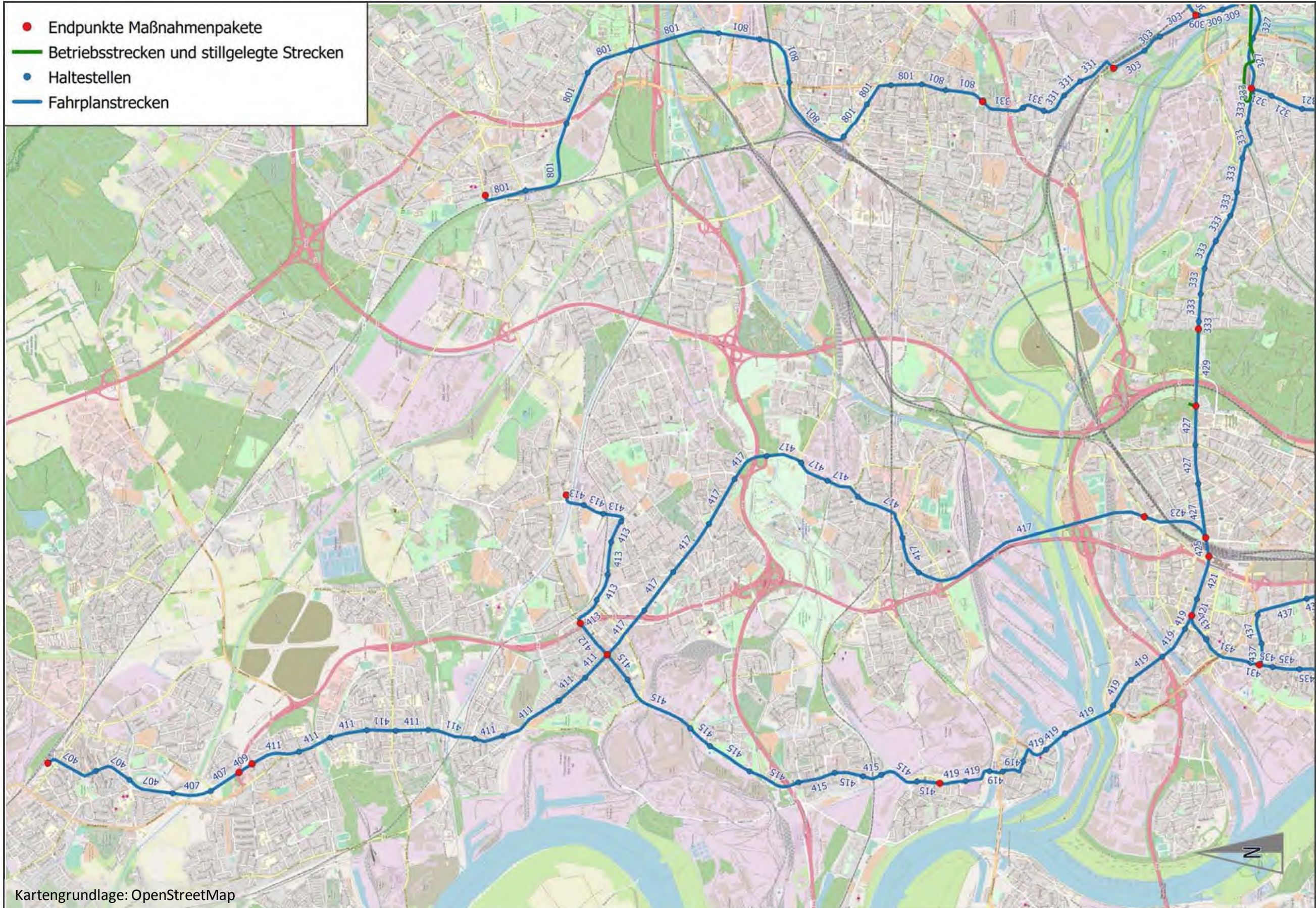
Kartengrundlage: OpenStreetMap



Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW
Maßnahmenpakete BOGESTRA – EVAG (Gelsenkirchen)



Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW
Maßnahmenpakete DSW21



Kartengrundlage: OpenStreetMap

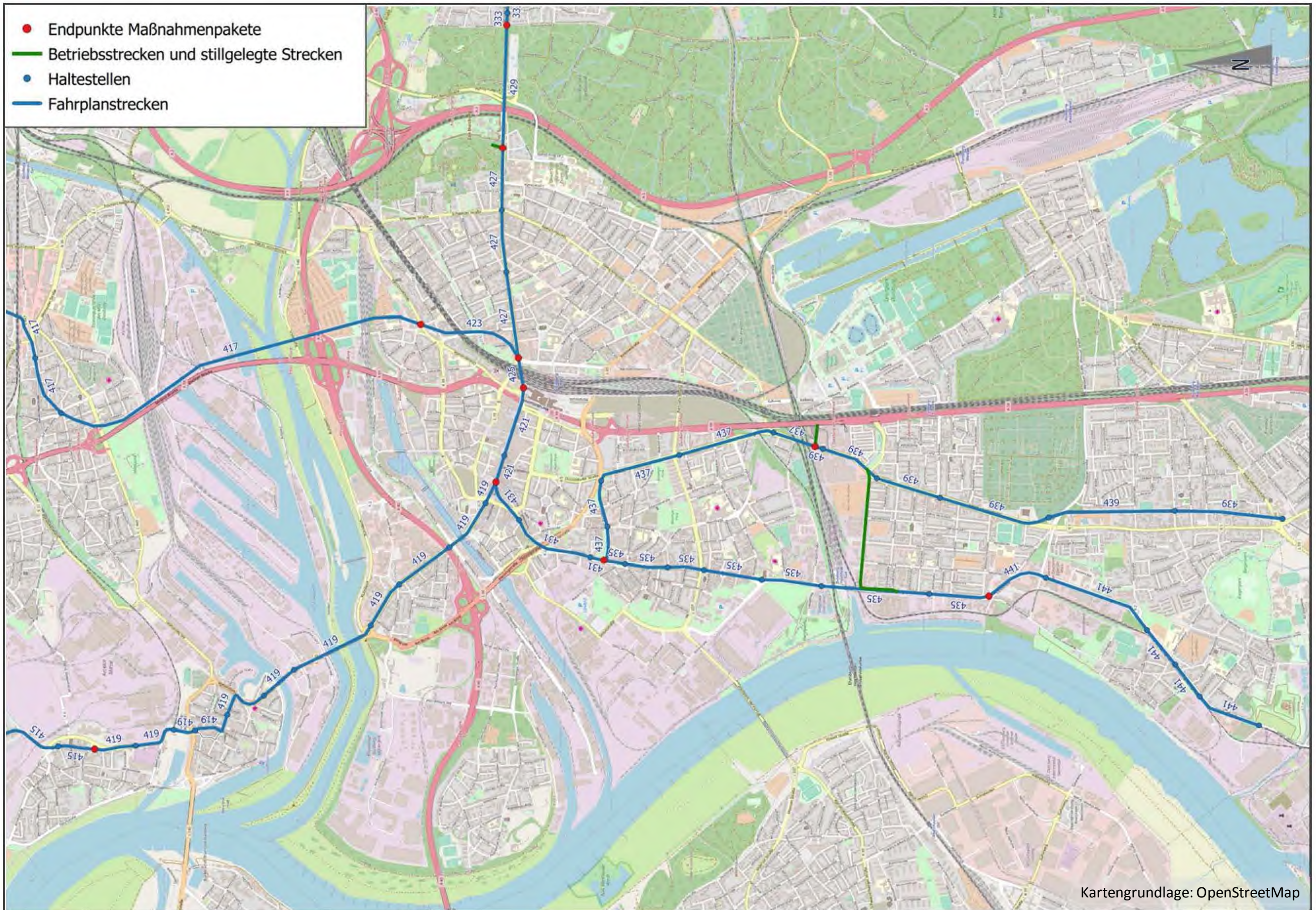


Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW

Maßnahmenpakete DVG - Nord

Anlage

4

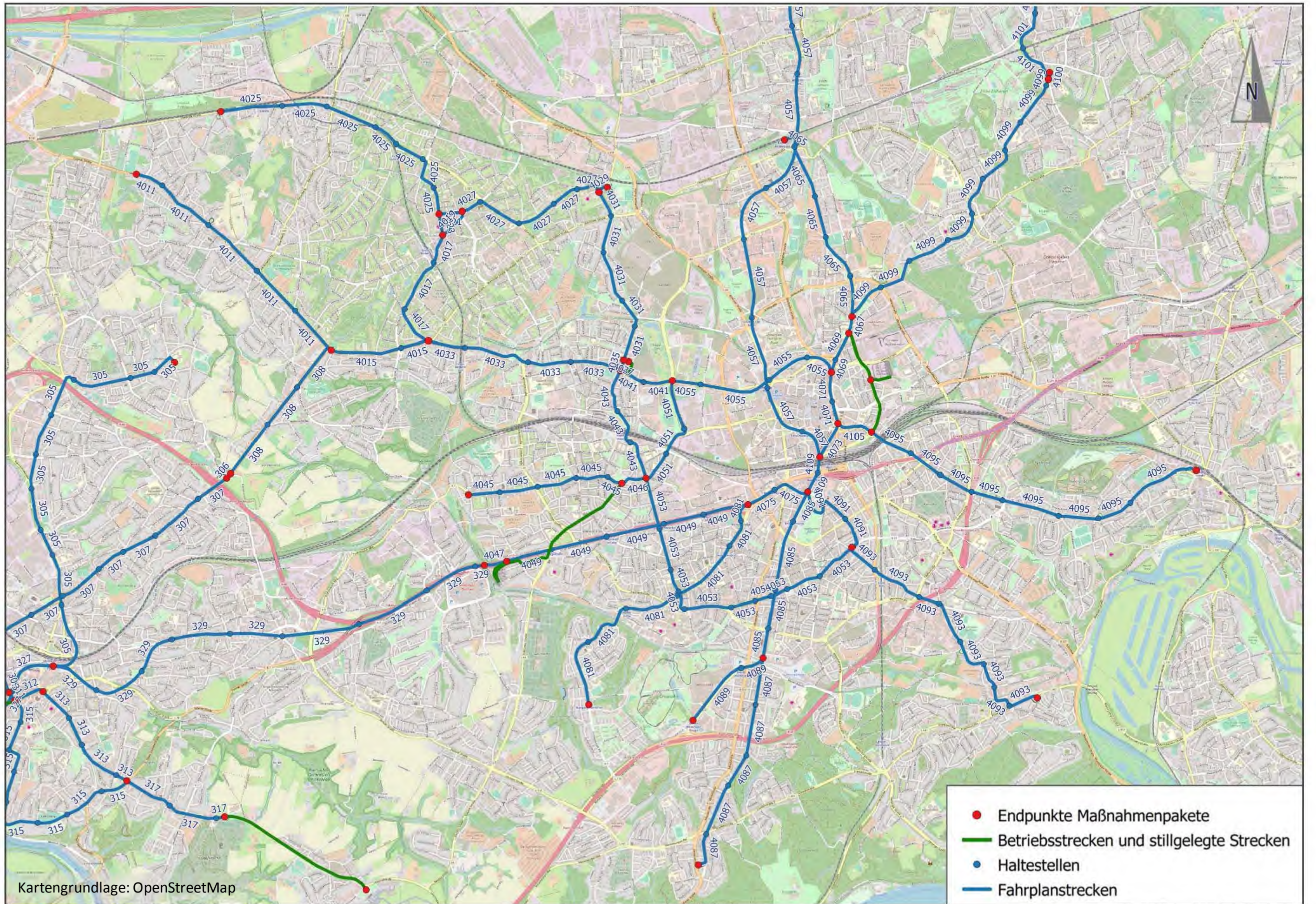


Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW

Maßnahmenpakete DVG - Süd

Anlage

5



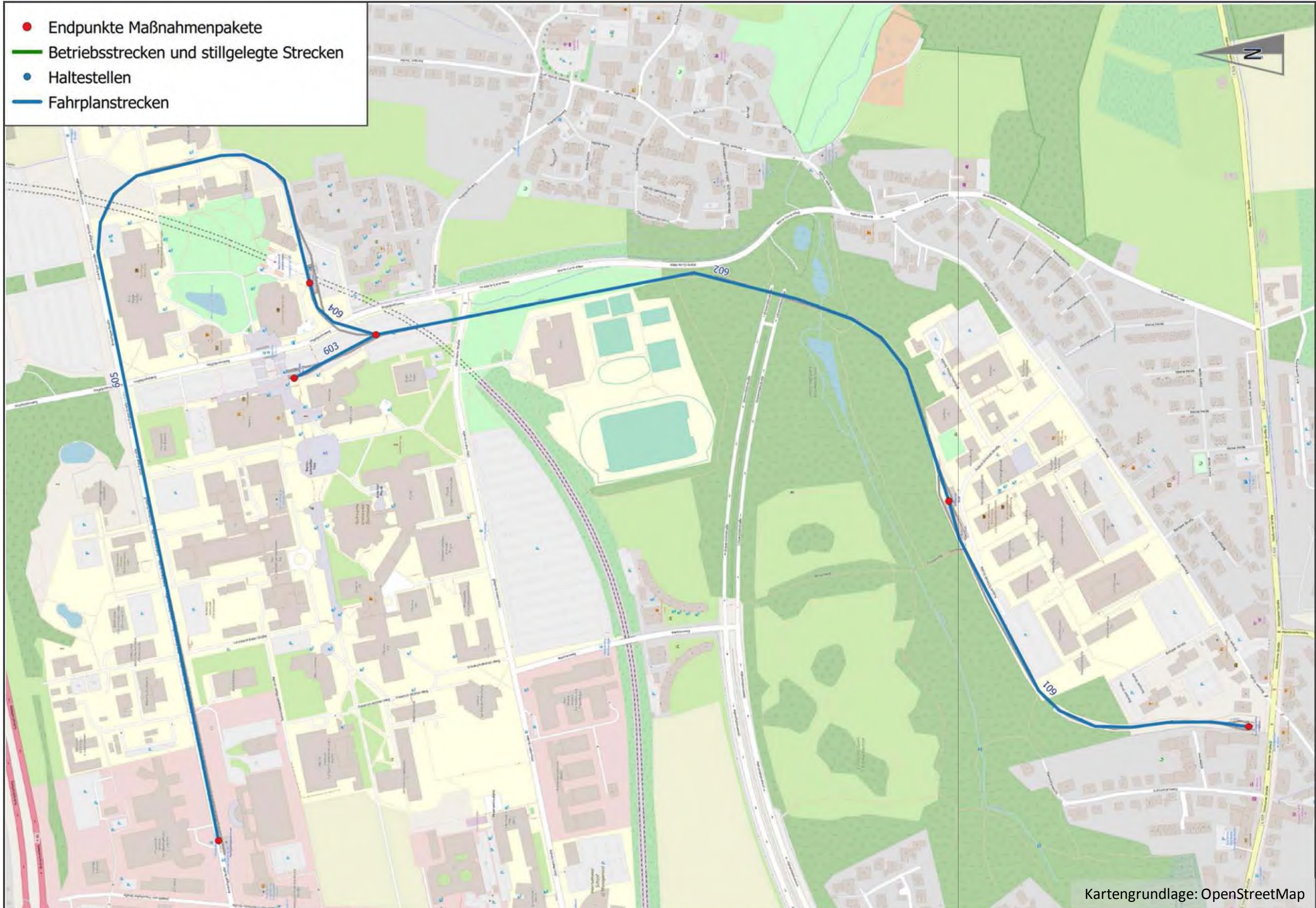
Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW

Maßnahmenpakete EVAG

Anlage

6



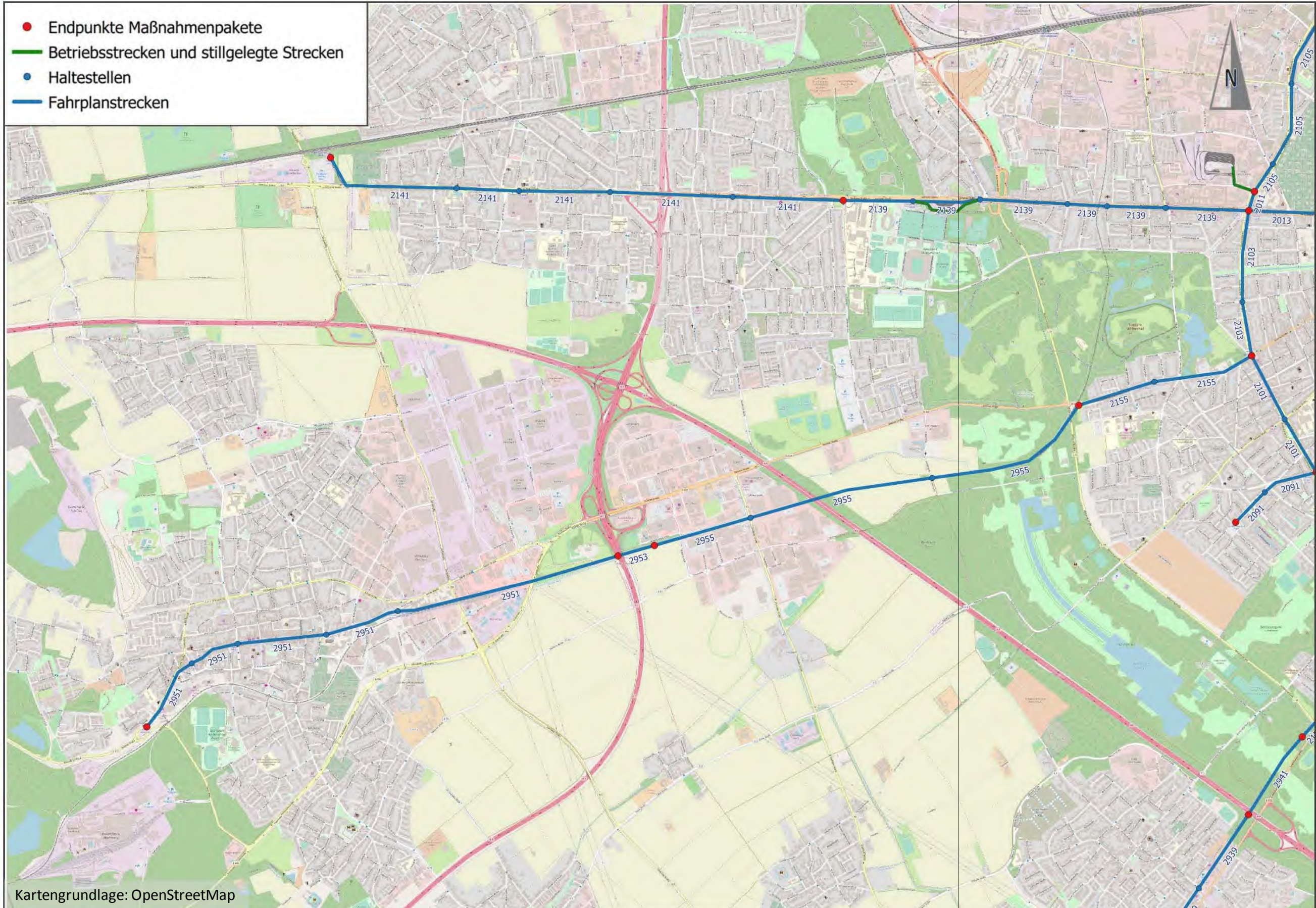


Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW

Maßnahmenpakete H-Bahn

Anlage

7



Kartengrundlage: OpenStreetMap



Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW
Maßnahmenpakete HGK – KVB (Frechen)

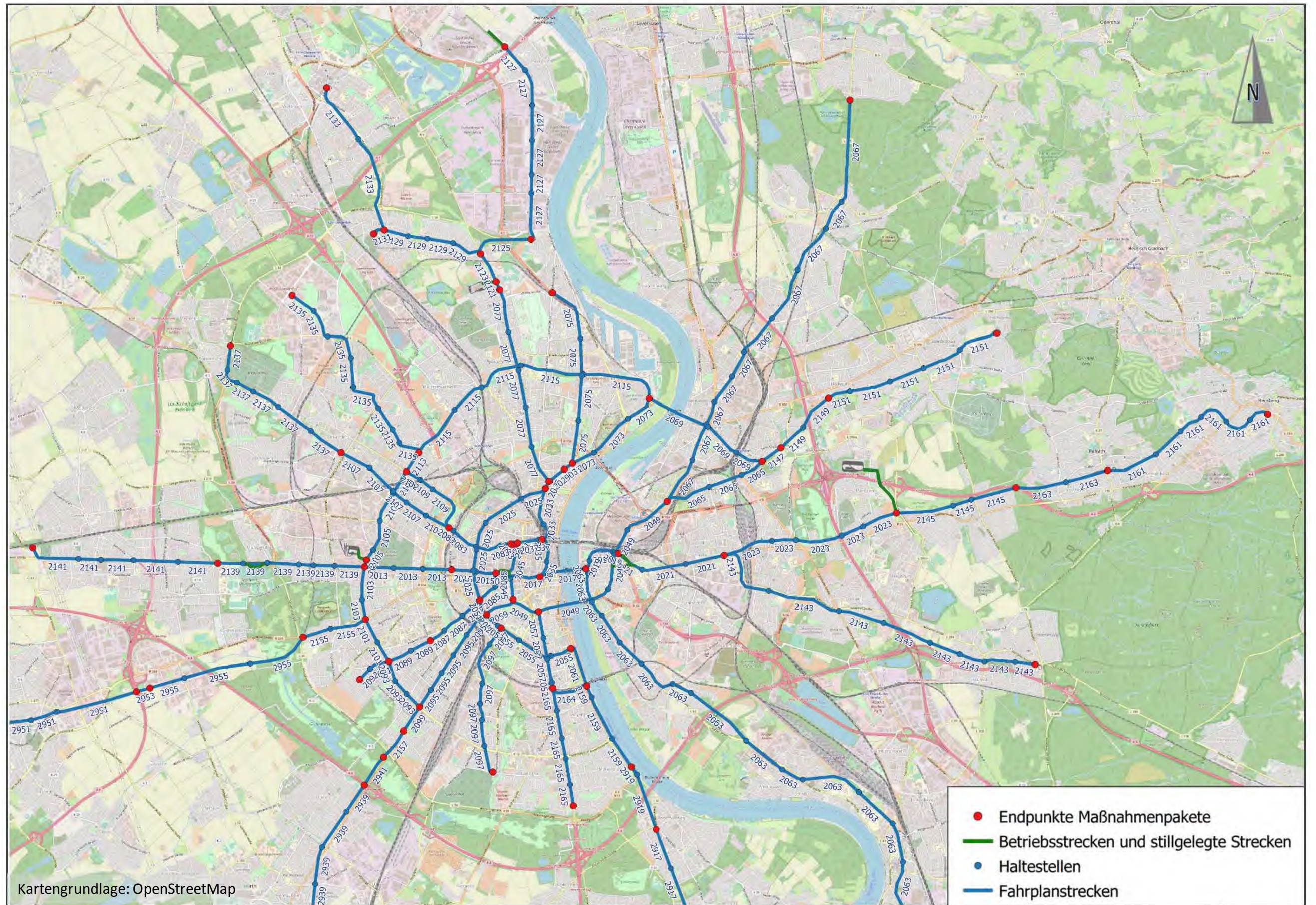


Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW

Maßnahmenpakete HGK – KVB – SWB

Anlage

9



Kartengrundlage: OpenStreetMap

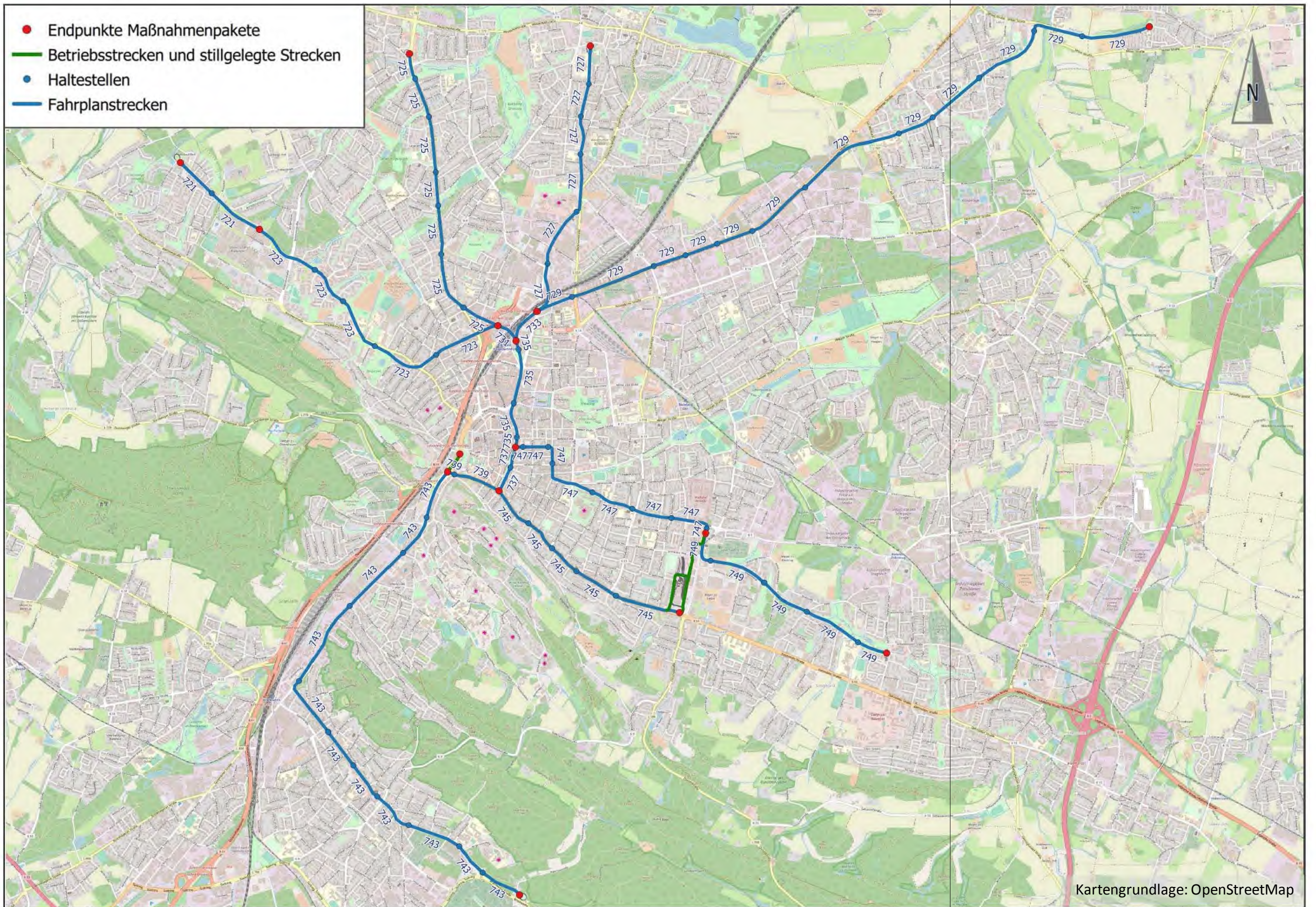
Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW

Maßnahmenpakete KVB

Anlage

10



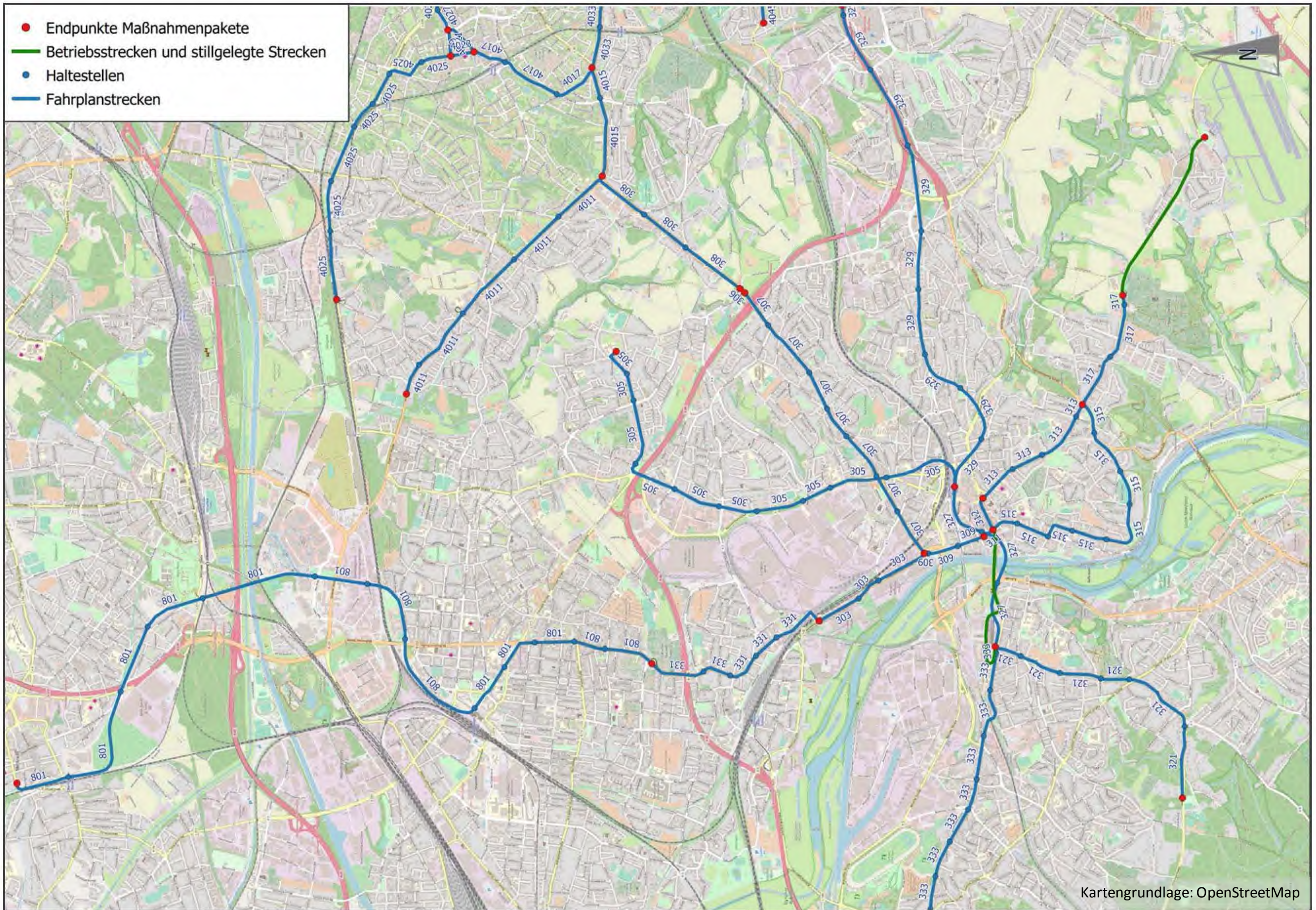


Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW

Maßnahmenpakete moBiel

Anlage

11



Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW

Maßnahmenpakete MVG

Anlage

12

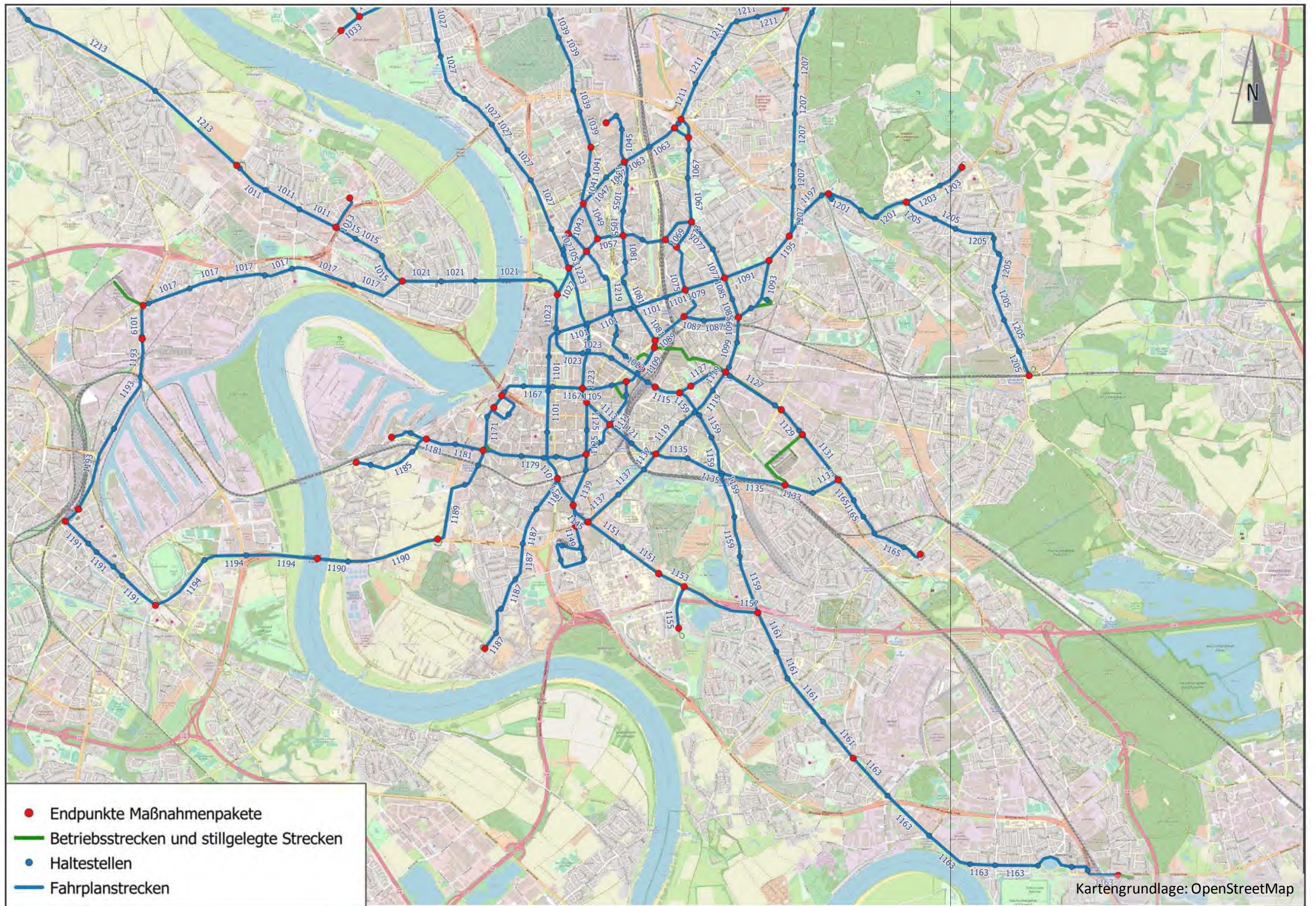


Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW

Maßnahmenpakete Rheinbahn Nord

Anlage

13



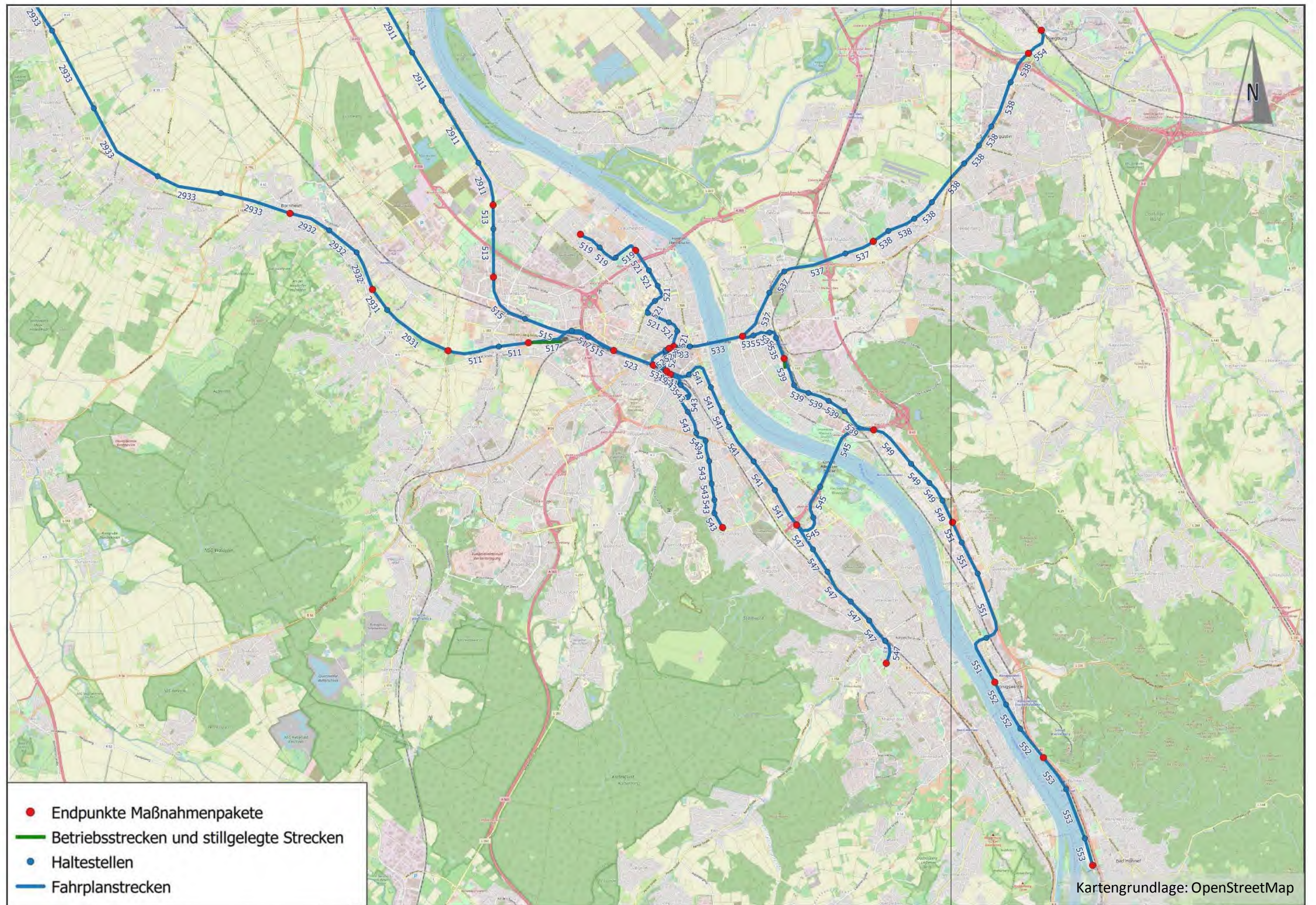


Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW

Maßnahmenpakete SkyTrain

Anlage

15



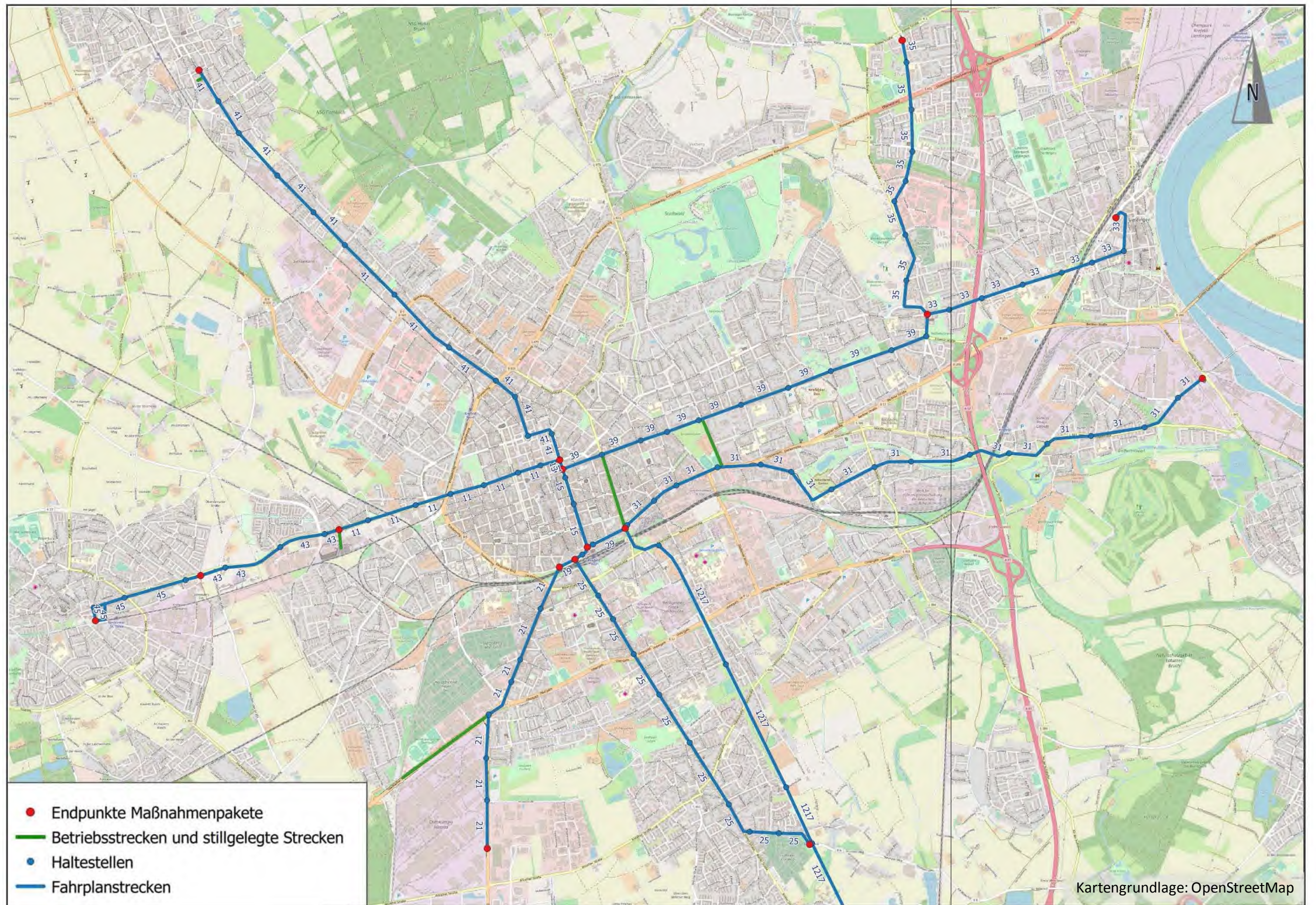
Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW

Maßnahmenpakete SWB



Anlage

16

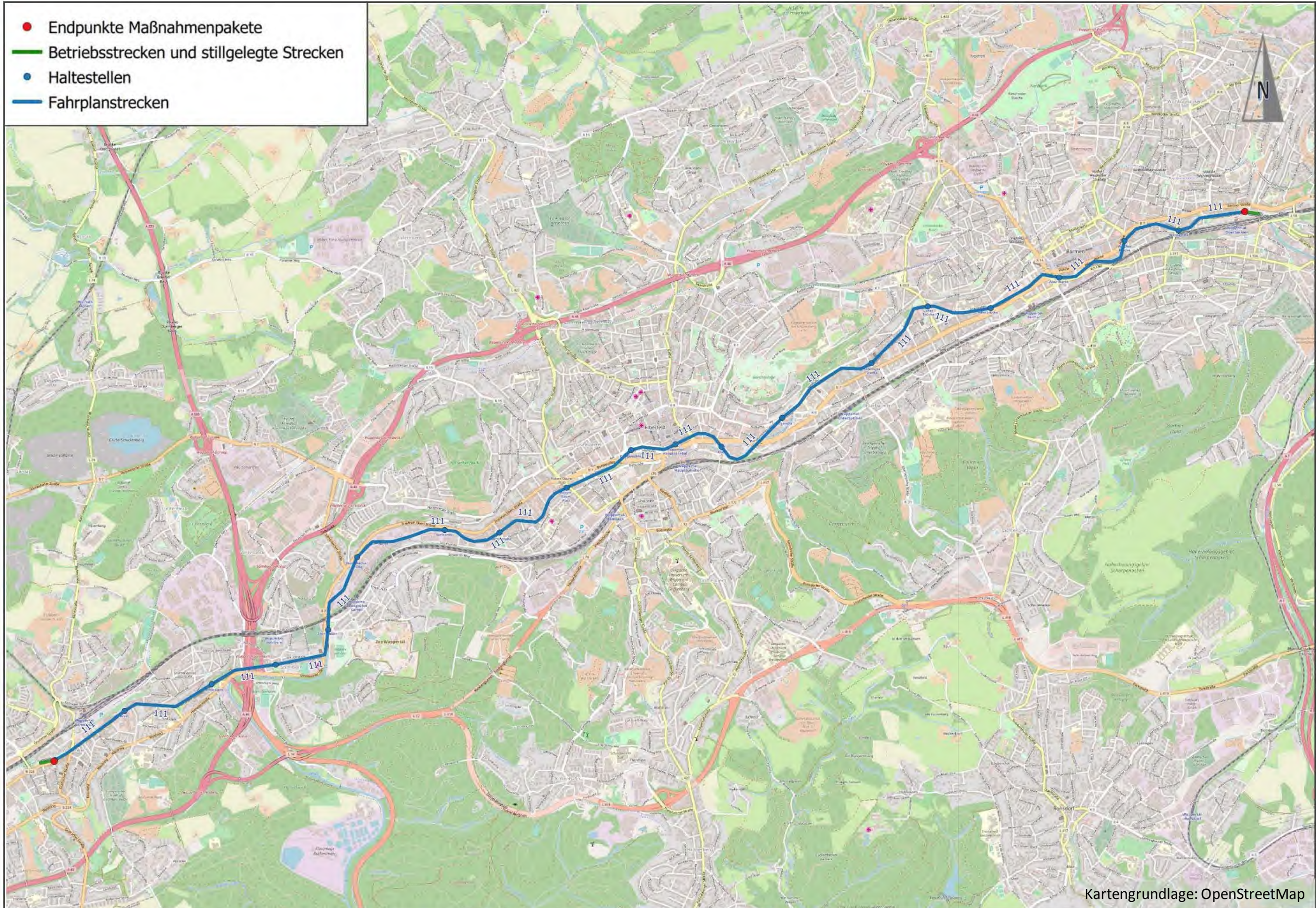


Erhaltungsmaßnahmen an kommunalen Schienenstrecken in NRW

Maßnahmenpakete SWK

Anlage

17



ANHANG

ZUORDNUNG PRIORITÄTSSTUFEN

MP	Stufe	Verkehrsunternehmen	Verband	Kommune	Reg-Bez.
743	Stufe 1	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
739	Stufe 1	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
723	Stufe 1	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
737	Stufe 1	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
731	Stufe 1	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
733	Stufe 1	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
735	Stufe 1	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
721	Stufe 2A	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
727	Stufe 2A	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
745	Stufe 2A	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
747	Stufe 2A	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
749	Stufe 2A	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
725	Stufe 2B	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
729	Stufe 2B	moBiel	NWL	Bielefeld	Detmold
5045	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5053	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5075	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5077	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5079	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5011	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5027	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5047	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5049	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5057	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5065	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5067	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5068	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5059	Stufe 2A	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5017	Stufe 2B	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5055	Stufe 2B	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
5061	Stufe 2B	BOGESTRA	VRR	Bochum	Arnsberg
3021	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3013	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3015	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3017	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3019	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
604	Stufe 1	H-Bahn	VRR	Dortmund	Arnsberg
602	Stufe 1	H-Bahn	VRR	Dortmund	Arnsberg
3023	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3025	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg

MP	Stufe	Verkehrsunternehmen	Verband	Kommune	Reg-Bez.
3027	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3029	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3031	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3032	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3035	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3036	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3037	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3043	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3045	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3047	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3049	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3051	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3053	Stufe 1	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
603	Stufe 2A	H-Bahn	VRR	Dortmund	Arnsberg
3033	Stufe 2A	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3034	Stufe 2A	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3039	Stufe 2A	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3040	Stufe 2A	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3041	Stufe 2A	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
3011	Stufe 2B	DSW21	VRR	Dortmund	Arnsberg
601	Stufe 2D	H-Bahn	VRR	Dortmund	Arnsberg
605	Stufe 2D	H-Bahn	VRR	Dortmund	Arnsberg
5063	Stufe 2B	BOGESTRA	VRR	Hattingen	Arnsberg
5051	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Herne	Arnsberg
5043	Stufe 2B	BOGESTRA	VRR	Herne	Arnsberg
3055	Stufe 2A	DSW21	VRR	Lünen	Arnsberg
5074	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Witten	Arnsberg
5069	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Witten	Arnsberg
407	Stufe 2A	DVG	VRR	Dinslaken	Düsseldorf
435	Stufe 1	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
429	Stufe 1	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
417	Stufe 1	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
419	Stufe 1	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
439	Stufe 1	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
437	Stufe 1	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
427	Stufe 1	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
423	Stufe 1	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
421	Stufe 1	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
425	Stufe 1	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
431	Stufe 1	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
409	Stufe 2A	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf

MP	Stufe	Verkehrsunternehmen	Verband	Kommune	Reg-Bez.
411	Stufe 2A	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
412	Stufe 2A	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
415	Stufe 2A	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
413	Stufe 2B	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
441	Stufe 2B	DVG	VRR	Duisburg	Düsseldorf
1023	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
211	Stufe 1	SkyTrain	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1505	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1147	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1190	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1169	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1129	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1143	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1083	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1189	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1075	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1131	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1137	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1035	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1037	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1047	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1049	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1017	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1081	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1113	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1125	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1149	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1063	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1073	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1207	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1211	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1039	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1057	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1051	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1199	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1011	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1179	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1165	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1139	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1171	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1123	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf

MP	Stufe	Verkehrsunternehmen	Verband	Kommune	Reg-Bez.
1155	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1163	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1041	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1089	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1153	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1157	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1053	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1219	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1103	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1111	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1197	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1201	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1107	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1173	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1015	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1059	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1141	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1105	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1110	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1079	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1091	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1161	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1061	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1195	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1223	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1027	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1043	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1127	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1145	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1151	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1109	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1117	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1159	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1167	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1021	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1115	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1101	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1013	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1045	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1055	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1065	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf

MP	Stufe	Verkehrsunternehmen	Verband	Kommune	Reg-Bez.
1069	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1071	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1077	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1085	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1099	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1119	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1087	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1093	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1121	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1133	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1135	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1181	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1183	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1185	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1187	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1019	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1203	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1205	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1225	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1067	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1506	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1507	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1029	Stufe 2D	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1031	Stufe 2D	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
1033	Stufe 2D	Rheinbahn	VRR	Düsseldorf	Düsseldorf
4037	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4029	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4100	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4047	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4051	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4035	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4049	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4045	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4046	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4031	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4043	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4099	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4033	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4095	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4053	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4087	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf

MP	Stufe	Verkehrsunternehmen	Verband	Kommune	Reg-Bez.
4067	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4057	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4069	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4105	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4041	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4091	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4055	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4071	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4075	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4085	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4073	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4109	Stufe 1	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
308	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4011	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4015	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4017	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4023	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4025	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4019	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4021	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4027	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4065	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4081	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4093	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4097	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4102	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4101	Stufe 2A	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4103	Stufe 2B	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
4089	Stufe 2D	EVAG	VRR	Essen	Düsseldorf
1217	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Krefeld	Düsseldorf
19	Stufe 1	SWK	VRR	Krefeld	Düsseldorf
41	Stufe 1	SWK	VRR	Krefeld	Düsseldorf
25	Stufe 1	SWK	VRR	Krefeld	Düsseldorf
39	Stufe 1	SWK	VRR	Krefeld	Düsseldorf
11	Stufe 1	SWK	VRR	Krefeld	Düsseldorf
17	Stufe 1	SWK	VRR	Krefeld	Düsseldorf
29	Stufe 1	SWK	VRR	Krefeld	Düsseldorf
13	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Krefeld	Düsseldorf
15	Stufe 1	SWK	VRR	Krefeld	Düsseldorf
21	Stufe 2A	SWK	VRR	Krefeld	Düsseldorf
33	Stufe 2A	SWK	VRR	Krefeld	Düsseldorf

MP	Stufe	Verkehrsunternehmen	Verband	Kommune	Reg-Bez.
35	Stufe 2A	SWK	VRR	Krefeld	Düsseldorf
43	Stufe 2A	SWK	VRR	Krefeld	Düsseldorf
31	Stufe 2B	SWK	VRR	Krefeld	Düsseldorf
1215	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Meerbusch	Düsseldorf
1213	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Meerbusch	Düsseldorf
305	Stufe 1	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
309	Stufe 1	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
311	Stufe 1	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
312	Stufe 1	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
313	Stufe 1	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
303	Stufe 1	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
329	Stufe 1	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
331	Stufe 1	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
333	Stufe 1	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
327	Stufe 1	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
321	Stufe 2A	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
306	Stufe 2B	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
307	Stufe 2B	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
317	Stufe 2B	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
315	Stufe 2D	MVG	VRR	Mülheim	Düsseldorf
1192	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Neuss	Düsseldorf
1191	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Neuss	Düsseldorf
1194	Stufe 1	Rheinbahn	VRR	Neuss	Düsseldorf
1193	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Neuss	Düsseldorf
801	Stufe 1	STOAG	VRR	Oberhausen	Düsseldorf
1209	Stufe 2A	Rheinbahn	VRR	Ratingen	Düsseldorf
45	Stufe 2A	SWK	VRR	Tönisvorst	Düsseldorf
111	Stufe 1	WSW	VRR	Wuppertal	Düsseldorf
5021	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Gelsenkirchen	Münster
5025	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Gelsenkirchen	Münster
5029	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Gelsenkirchen	Münster
5031	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Gelsenkirchen	Münster
5033	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Gelsenkirchen	Münster
5035	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Gelsenkirchen	Münster
5023	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Gelsenkirchen	Münster
5026	Stufe 1	BOGESTRA	VRR	Gelsenkirchen	Münster
4096	Stufe 2A	BOGESTRA	VRR	Gelsenkirchen	Münster
4098	Stufe 2A	BOGESTRA	VRR	Gelsenkirchen	Münster
5037	Stufe 2A	BOGESTRA	VRR	Gelsenkirchen	Münster
5039	Stufe 2A	BOGESTRA	VRR	Gelsenkirchen	Münster
4571	Stufe 2B	BOGESTRA	VRR	Gelsenkirchen	Münster

MP	Stufe	Verkehrsunternehmen	Verband	Kommune	Reg-Bez.
2931	Stufe 2A	HGK	NVR	Alfter	Köln
2932	Stufe 2A	HGK	NVR	Alfter	Köln
553	Stufe 2A	SWB	NVR	Bad Honnef	Köln
2161	Stufe 1	KVB	NVR	Berg. Gladbach	Köln
537	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
543	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
517	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
545	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
515	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
539	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
549	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
535	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
521	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
527	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
529	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
547	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
533	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
523	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
525	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
531	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
541	Stufe 1	SWB	NVR	Bonn	Köln
511	Stufe 2A	SWB	NVR	Bonn	Köln
519	Stufe 2A	SWB	NVR	Bonn	Köln
513	Stufe 2B	SWB	NVR	Bonn	Köln
2933	Stufe 2A	HGK	NVR	Bornheim	Köln
2911	Stufe 2B	HGK	NVR	Bornheim	Köln
2937	Stufe 1	HGK	NVR	Brühl	Köln
2935	Stufe 2A	HGK	NVR	Brühl	Köln
2951	Stufe 2A	HGK	NVR	Frechen	Köln
2939	Stufe 1	HGK	NVR	Hürth	Köln
2063	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2165	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2039	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2041	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2043	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2163	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2941	Stufe 1	HGK	NVR	Köln	Köln
2164	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2057	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2075	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2065	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln

MP	Stufe	Verkehrsunternehmen	Verband	Kommune	Reg-Bez.
2917	Stufe 1	HGK	NVR	Köln	Köln
2135	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2145	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2133	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2089	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2129	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2105	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2141	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2143	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2023	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2099	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2109	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2919	Stufe 1	HGK	NVR	Köln	Köln
2097	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2151	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2061	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2103	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2137	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2073	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2123	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2011	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2035	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2113	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2087	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2121	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2115	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2159	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2067	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2085	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2069	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2095	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2051	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2013	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2015	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2139	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2059	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2157	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2149	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2147	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2055	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2021	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln

MP	Stufe	Verkehrsunternehmen	Verband	Kommune	Reg-Bez.
2031	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2025	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2053	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2077	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2029	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2017	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2019	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2033	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2107	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2027	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2037	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2083	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2045	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2049	Stufe 1	KVB	NVR	Köln	Köln
2091	Stufe 2A	KVB	NVR	Köln	Köln
2093	Stufe 2A	KVB	NVR	Köln	Köln
2101	Stufe 2A	KVB	NVR	Köln	Köln
2125	Stufe 2A	KVB	NVR	Köln	Köln
2127	Stufe 2A	KVB	NVR	Köln	Köln
2155	Stufe 2A	KVB	NVR	Köln	Köln
2955	Stufe 2A	HGK	NVR	Köln	Köln
2953	Stufe 2A	HGK	NVR	Köln	Köln
2915	Stufe 2A	HGK	NVR	Köln	Köln
2131	Stufe 2B	KVB	NVR	Köln	Köln
551	Stufe 2A	SWB	NVR	Königswinter	Köln
552	Stufe 2A	SWB	NVR	Königswinter	Köln
554	Stufe 1	SWB	NVR	Siegburg	Köln
538	Stufe 1	SWB	NVR	St. Augustin	Köln
2913	Stufe 2A	HGK	NVR	Wesseling	Köln
2912	Stufe 2B	HGK	NVR	Wesseling	Köln