

RADSCHNELLWEG EUREGIO

POTENZIALANALYSE

NUTZEN-KOSTEN-ANALYSE

Düsseldorf, 07.06.2017

RADSCHNELLWEG EUREGIO

POTENZIALANALYSE

NUTZEN-KOSTEN-ANALYSE

Auftraggeber:

Städteregion Aachen
Zollernstraße 10
52070 Aachen

Auftragnehmer:

PTV
Transport Consult GmbH
Harffstraße 43
40591 Düsseldorf

Partner:

Goudappel Coffeng BV
Snipperlingsdijk 4
7417 BJ DEVENTER

Düsseldorf, 07.06.2017

Dokumentinformationen

Kurztitel	Radschnellweg Euregio
Auftraggeber:	StädteregionAachen
Auftrags-Nr.:	C820166
Auftragnehmer:	PTV Transport Consult GmbH
Bearbeiter:	Jan Malik, Peter Lange
Erstellungsdatum:	29.05.2017 von PTV
zuletzt gespeichert:	22.06.2017 von PTV
Speicherort:	\\172.24.70.200\56\Projekte\820160_Aachen_RSW_NKA_Potential\Bericht\170531_b_maj_820166_rsw_aachen.docx

Inhalt

1	Vorbemerkung.....	7
2	Raumstruktur und verkehrliche Merkmale.....	9
2.1	Beschreibung des Untersuchungsgebietes.....	9
2.2	Auswirkungen gesellschaftlicher, soziodemographischer und technologischer Veränderungen	9
3	Aufbau eines Verkehrsmodells	11
3.1	Datengrundlagen	11
3.2	Modellierung des Radverkehrs.....	11
3.3	Modellübernahme und -aufbau	14
4	Potenziale des Radschnellwegs.....	20
4.1	Allgemeine Ergebnisse.....	20
4.2	Ergebnisse Phase I: vorläufiger Streckenverlauf	20
4.2.1	Einfluss des Radschnellwegs auf die Verkehrsträgerwahl	20
4.2.2	Potentiale des Radschnellwegs nach Abschnitt	24
4.3	Ergebnisse Phase II: Variantenuntersuchung.....	24
4.4	Ergebnisse Phase III: Finaler Streckenverlauf	30
5	Nutzen-Kosten-Analyse	37
5.1	Nutzenkomponenten	38
5.2	Deskriptive Nutzenkomponenten	40
5.3	Angleichung der Monetarisierungsansätze an die Bewertung nach BVWP 2030.....	41
5.4	Baukosten.....	42
5.4.1	Planfall 1	43
5.4.2	Planfall 2	43
5.5	Ergebnisse der Nutzen-Kosten-Analysen	43
5.5.1	Planfall 1	43
5.5.2	Planfall 2	46
5.6	Sensitivitätsbetrachtung	48
6	Zusammenfassung und Ergebnis	49
7	Anhänge.....	51
7.1	Potenziale vorläufige Trassenführung.....	51

7.2	Potenzielle Planfälle Phase 2.....	52
7.3	Potenzielle Planfälle finale Phase	53
7.4	Nutzen-Kosten-Analyse.....	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Kategorien Streckensteigungen	13
Tabelle 2:	Auswirkungen Radschnellweg	22
Tabelle 3:	durchschnittliches abschnittsfeines Radverkehrsaufkommen Phase I	24
Tabelle 4:	durchschnittliches Radverkehrsaufkommen, Phase II nach Variante	30
Tabelle 5:	durchschnittliches Radverkehrsaufkommen, deutscher u. niederländischer Teil, finale Phase	33
Tabelle 6:	Fahrtenanzahl je Verkehrsmittel, deutscher u. niederländischer Teil, finale Phase	33
Tabelle 7:	durchschnittliches Radverkehrsaufkommen, deutscher Teil, finale Phase	34
Tabelle 8:	Fahrtenanzahl je Verkehrsmittel, deutscher Teil, finale Phase	34
Tabelle 9:	Ergebnis der Querschnittsauswertung	36
Tabelle 10:	Nutzenkomponenten N1: Beitrag zum Klimaschutz	38
Tabelle 11:	Nutzenkomponente N2: Verringerung der Luftbelastung	38
Tabelle 12:	Nutzenkomponente N3: Verkehrssicherheit	39
Tabelle 13:	Nutzenkomponente N4: Betriebskosten	39
Tabelle 14:	Nutzenkomponente N5: Infrastrukturkosten im Kfz-Verkehr	39
Tabelle 15:	Nutzenkomponente N6: Krankheitskosten	39
Tabelle 16:	Nutzenkomponente N7: Unterhaltungskosten	40
Tabelle 17:	Nutzungshäufigkeit je Wegezweck und Jahr	40
Tabelle 18:	Deskriptive Nutzenkomponenten	40
Tabelle 19:	Bewertung deskriptiver Nutzenkomponenten	41
Tabelle 20:	Vergleich der Monetarisierungsansätze NKA-Rad und BVWP 2015	42
Tabelle 21:	Annuitäten der Baukosten Planfall 1	43
Tabelle 22:	Annuitäten der Baukosten Planfall 2	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Unterschiede im Altersaufbau der Bevölkerung in Deutschland 2011 und 2060 (Quelle: BIB 2013)	10
Abbildung 2:	Einflüsse auf die Routenwahl des Radfahrers [eigene Darstellung nach Hunt und Abraham, 2007]	12
Abbildung 3:	Darstellung des Gesamtaufwands nach Entfernung	13
Abbildung 4:	Funktionsweise Verkehrsmodellierung	14
Abbildung 5:	Modellausschnitt Untersuchungsgebiet (grün: Radschnellweg, blau: Einzugsbereich)	15
Abbildung 6:	Einwohner- und Metropoldichten im Untersuchungsgebiet	16
Abbildung 7:	Schulplätze und Schülerdichten im Untersuchungsgebiet	16
Abbildung 8:	Studienplätze und Studentendichten im Untersuchungsgebiet	17
Abbildung 9:	Anzahl Arbeitsplätze und Angestelltendichte Untersuchungsgebiet	17
Abbildung 10:	Modal-Split nach Distanz ohne Radschnellweg, Untersuchungsgebiet Nullfall	18
Abbildung 11:	Modal-Split nach Distanz ohne Radschnellweg, Einzugsgebiet RSW Nullfall	18
Abbildung 12:	Modal-Split nach Distanzklassen, Untersuchungsgebiet Mitfall	21
Abbildung 13:	Modal-Split nach Distanzklassen, Einzugsgebiet RSW Mitfall	21
Abbildung 14:	vorläufiger Streckenverlauf, Phase 1, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h	23
Abbildung 15:	Variantenauswahl der Linienführung für die zweite Stufe Bürgerbeteiligung	25
Abbildung 16:	Planfall 1, Phase 2, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h	26
Abbildung 17:	Planfall 2.1, Phase 2, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h	27
Abbildung 18:	Planfall 2.2, Phase 2, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h	28
Abbildung 19:	Planfall 3, Phase 2, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h	29
Abbildung 20:	Planfall 1 final, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h	31
Abbildung 21:	Planfall 2 final, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h	32
Abbildung 22:	Modal-Split, deutscher u. niederländischer Teil, finale Phase	33
Abbildung 23:	Modal-Split, deutscher Teil, finale Phase	34
Abbildung 24:	Festlegung der Querschnittsauswertung	35
Abbildung 25:	Nutzen-Kosten-Analyse – Übersicht Planfall 1	45
Abbildung 26:	Nutzen-Kosten-Analyse – Übersicht Planfall 2	47

1 Vorbemerkung

Im Auftrag der Städteregion Aachen wird eine Machbarkeitsstudie zur Objektplanung von Verkehrsanlagen und Ingenieurbauwerken für den Radschnellweg Aachen – Heerlen/Kerkrade/Herzogenrath erstellt.

Sie ist das Ergebnis eines in Nordrhein-Westfalen durchgeführten Planungswettbewerbs für Radschnellwege. Aus den eingereichten Wettbewerbsbeiträgen wurden fünf Projekte prämiert, u.a. der Radschnellweg Euregio zwischen Aachen – Heerlen/Kerkrade/Herzogenrath. Die Projekte erhalten eine Landesförderung in Höhe von 80 Prozent für eine vertiefende Machbarkeitsstudie und Ausführungsplanung.

Der Projektverlauf der Machbarkeitsstudie schloss eine umfangreiche Bürgerbeteiligung ein. Bürgern sollte ermöglicht werden, Vorschläge für die Planung insbesondere im Hinblick auf die Linienführung einzubringen und so die Akzeptanz des Bauvorhabens noch zu steigern und die Nutzung des Radschnellwegs zu erhöhen.

Parallel zur Machbarkeitsstudie ist PTV Transport Consult GmbH gemeinsam mit dem niederländischen Partner Goudappel Coffeng BV damit beauftragt eine Potenzialuntersuchung und Nutzen-Kosten-Untersuchung zu erstellen, welche in diesem Teilbericht erläutert werden. Auf einer verkehrsmodellbasierten Grundlage wurde im Zeitraum von Januar 2015 bis April 2017 die nachfolgend dargestellte Potenzialanalyse mit Nutzen-Kosten-Untersuchung durchgeführt.

Dem Konzept folgend, fand die Potenzialanalyse in einem zweistufigen Prozess statt: Im ersten Schritt wurde der Korridor des Wettbewerbsbeitrages betrachtet, in dem der Radschnellweg zukünftig nach Berücksichtigung aller Vorschläge verlaufen soll. Nach Abschluss der Bürgerbeteiligung erfolgte dann die finale Potenzialabschätzung. Auf diesen Ergebnissen aufbauend, wurde das Nutzen-Kosten-Verhältnis des geplanten Radschnellwegs ermittelt.

Mit dem geplanten Radschnellwegkonzept werden die beiden Oberzentren Aachen und Heerlen miteinander verknüpft, gleichzeitig erfolgt eine Anbindung der Mittelzentren Herzogenrath und Kerkrade. Durch die Lage des Radschnellwegs, profitieren auch kleine Orte wie Kohlscheid oder Richterich von den Planungen. Die Anbindung des Campus Melaten hat das Ziel, den Radschnellweg für eine große Nutzeranzahl attraktiv zu gestalten.

Radschnellwege sollen in der zukünftigen Nahmobilität eine strategisch wichtige Funktion hinsichtlich einer Bündelung und Beschleunigung von bedeutenden regionalen und städtischen Radverkehren erfüllen. Der Aktionsplan der Landesregierung zur Förderung der Nahmobilität zählt Radschnellwege zu den „Premiumprodukten“ der zentralen Bausteine zur Förderung der Nahmobilität und müssen sich an zentralen Parametern und definierten Qualitätskriterien orientieren.

PTV Transport Consult GmbH widmet sich bereits seit einigen Jahren dem Thema Nah- und Elektromobilität und treibt diese Themen im Sinne einer integrierten Verkehrsplanung von Forschungen und Projekten voran. Hierzu gehören das gemeinsam mit TCI Röhling umgesetzte Forschungsvorhaben Kosten-Nutzen-Analyse: Bewertung der Effizienz von Radverkehrsmaßnahmen, Projekt FE 70.785/2066 (nachfolgend NKA-RAD) und mehrere im Zuge von Machbarkeitsstudien erstellten Potenzial- und Nutzen-Kosten-Untersuchungen im Zuge von geplanten Radschnellwegprojekten.

2 Raumstruktur und verkehrliche Merkmale

2.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Der geplante Radschnellweg soll die Städte Aachen, Heerlen, Kerkrade und Herzogenrath verbinden. Er führt aus der Aachener Innenstadt Richtung Norden durch die Vororte Laurensberg und Richterich bis Kohlscheid und weiter bis Herzogenrath und Kerkrade. Über einen Abzweig von Richterich aus führt ein Abzweig bis Heerlen.

Entlang des Korridors Aachen – Herzogenrath verläuft die Landesstraße 232. Die hochbelastete Straße soll durch den Radschnellweg entlastet werden. Parallel zum Korridor Aachen – Heerlen verläuft außerdem die L231.

Neben dem städteverbindenden Charakter ist das Ziel der Radschnellwegplanung, eine attraktive Anbindung umliegender Gewerbegebiete wie beispielsweise Avantis zu schaffen.

Bei der betrachteten Region handelt es sich um leicht bis mittelstark bewegtes Gelände, was sich in aktuellen Modal-Split-Anteilen des Radverkehrs widerspiegelt. Entsprechend ist davon auszugehen, dass der Bau des Radschnellwegs auch mit Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden muss, um die neu gewonnene Attraktivität des Rads durch den Radschnellweg zu verbreiten. Gleichzeitig besteht mit dem Bau des Radschnellwegs auch ein großes Potenzial, Nutzer anderer Verkehrsmittel auf das Verkehrsmittel Rad zu ziehen.

Durch stärkere Verknüpfungen zwischen den Niederlanden und Deutschland beispielsweise durch Schaffung neuer Arbeitsplätze oder durch eine zunehmende Zahl an Studenten einerseits in Heerlen und andererseits an der RWTH Aachen mit wachsendem Wohnraummangel in Aachen, sorgen für ein erhöhtes Verkehrsaufkommen in diesem Korridor.

2.2 Auswirkungen gesellschaftlicher, soziodemographischer und technologischer Veränderungen

Seit einigen Jahren sind einige Trends im Mobilitätsverhalten wahrzunehmen, die nachfolgend kurz angerissen werden:

- **Alterung der Bevölkerung:** Die Mobilität von Senioren ist durch reduzierte Wegezahlen und –längen gekennzeichnet, aber auch eine gestiegene Anzahl hochmobiler Senioren.

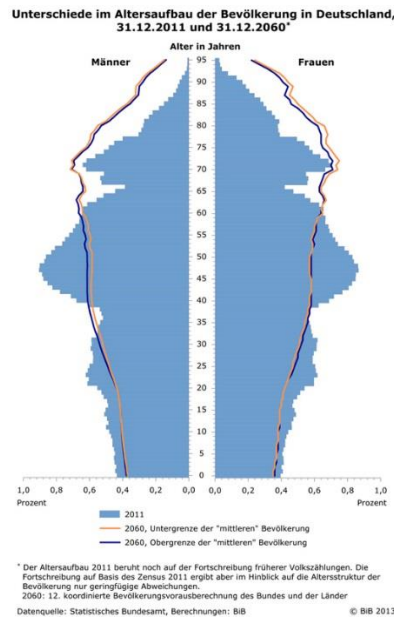


Abbildung 1: Unterschiede im Altersaufbau der Bevölkerung in Deutschland 2011 und 2060 (Quelle: BIB 2013)

- Verschiebung der Wegzwecke: Ein sichtbarer Trend geht von weniger Arbeits- und Schulwegen hin zu mehr Einkaufs-, Versorgungs- und Freizeitwegen und damit einer geringeren Bündelung zu den Spitzenstunden.
- Individualisierung und Pluralisierung von Lebensformen, beispielsweise mit einem steigenden Anteil von Single-Haushalten.
- Zunahme von Haushalten, die von (Alters-)Armut bedroht sind und damit einhergehendem geringerem Pkw-Besitz.
- Wertewandel, insbesondere bei der jüngeren Generation: Weg vom „Besitz“ eines eigenen Pkw, hin zur „Nutzung bei Bedarf“.
- Reurbanisierung, welche tendenziell eine Verbesserung der Ausgangssituation für Verkehrsmittel des Umweltverbundes (auch neue Mobilitätsformen) und einen niedrigeren Motorisierungsgrad mit sich bringt.
- Trends zur E-Mobilität, 2014 sind 480.000 E-Bikes verkauft worden, insgesamt fahren in Deutschland bereits 2,1 Mio. E-Bikes. Die gleichzeitige Planung von Radschnellwegen, gerade in NRW erhöht mögliche Potenziale für multimodale Verkehre.

Aus den genannten Veränderungen des Mobilitätsverhaltens entwickeln sich kurz- und mittelfristig deutlich wahrnehmbare Veränderungen im Verkehrsaufkommen. Dabei ist der Radverkehr, einschließlich Pedelecs, einer der wachsenden Verkehrsträger. Diese Entwicklung ist in der Verkehrsplanung zu berücksichtigen, um eine langfristige und dem zukünftigen Aufkommen gerechte Infrastruktur zu planen. Demnach ist es sinnvoll, das Angebot des Umweltverbundes zu stärken. Der Bau eines städteverbindenden Radschnellwegs ist ein Aspekt dieses Ansatzes.

3 Aufbau eines Verkehrsmodells

3.1 Datengrundlagen

Die Grundlagenbetrachtung und Auswertung bestehender Daten stellt eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Projektbearbeitung dar. Für die vorliegende Untersuchung standen als Grundlagen folgende Planunterlagen, Daten und Quellen zur Verfügung:

- Verkehrszähldaten aus den Jahren 2005 bis 2010
- Mobilitätserhebung Aachen 2011, Untersuchung der Stadt Aachen und StädteRegion Aachen, HHS Ingenieur GmbH, 2012
- Grenzüberschreitende georeferenzierte Datenplattform und Verkehrssimulationsmodell mit integrierter Verkehrsdatenbank für die Region Aachen, Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr, RWTH Aachen in Zusammenarbeit mit IVV Aachen, 2014
 - Analysezustand 2010
 - Prognosezustand 2025
- Radverkehrsmatrizen IGVP, 2006
- Streckenverläufe der betrachteten Varianten des Radschnellweges, 2015 - 2017
- Kostenschätzung für den Radschnellweg, 2017

Die vorliegenden Informationen wurden in den Arbeitsschritten der Potenzialanalyse, der Aufteilung der Kostenschätzung und der Nutzen-Kosten-Analyse weiterverwendet.

3.2 Modellierung des Radverkehrs

Die Modellierung des Radverkehrs stellt eine besondere Herausforderung dar. Insbesondere die Routenwahl von Radfahrern ist von einer Vielzahl an Faktoren abhängig, die darüber hinaus nicht in gleichem Maß für alle Radfahrer gelten, sondern je nach Radfahrertyp unterschiedlich wahrgenommen werden und somit kaum quantifizierbar sind. Eine Sammlung von Einflüssen sind in *Hunt und Abraham (2007)*¹ sowie in *Menghini (2008)*² zu finden.

¹ Hunt, J.D. und J.E. Abraham (2007) Influences on bicycle use, *Transportation*, **34** (4) 453-470.

² Menghini, Gianluca (2008), Routenwahl von Fahrradfahrern, Masterarbeit, Universität Zürich



Abbildung 2: Einflüsse auf die Routenwahl des Radfahrers [eigene Darstellung nach Hunt und Abraham, 2007]

Vor diesem Hintergrund ist nun die Frage zu stellen, wie ein Radschnellweg von Radfahrern wahrgenommen wird. Als grundlegende Eigenschaften sind dabei zu sehen

- vom motorisierten Verkehr weitgehend unbeeinflusste, separate Lage
- zügige und hindernisfreie Linienführung mit großzügigen Mindestbreiten
- Trassierung mit wenig Konfliktpunkten und somit geringem Zeitverlust durch Anhalten oder Warten an Knotenpunkten
- Zweck der überregionalen und regionalen Radverkehrsverbindung

Anders als beim motorisierten Individualverkehr (MIV) steigt aufgrund der begrenzten Höchstgeschwindigkeit des Radfahrers die Attraktivität nicht ausschließlich durch Steigerung der zulässigen Geschwindigkeit und Kapazität. Um die Attraktivität des Radschnellwegs herauszustellen, müssen zusätzliche Faktoren in das Modell integriert werden. Es wird daher ein Ansatz gewählt, bei dem der Zeitaufwand und die Distanz der Strecke in gleichem Maß berücksichtigt werden. Um die Attraktivität des Radschnellwegs (RSW) herauszustellen, wird der Zeitaufwand bei der Befahrung des RSW 20% geringer bewertet als bei umliegenden Strecken. Dieser Ansatz besteht unabhängig von der ohnehin höheren Streckengeschwindigkeit des Radschnellwegs um neben der messbaren Reisezeitverkürzung auch die empfundene höhere Streckenqualität abzubilden.

Die Verringerung der Reisezeit um 20% stellt einen Erfahrungswert dar, der sich in der Modellierungspraxis als plausibel erwiesen hat. Bei der Interpretation dieses Wertes hilft die nachfolgende Graphik.

Wie oben beschrieben, ergibt sich der Gesamtaufwand aus Distanz und Reisezeit. Mit steigender Streckenlänge steigt die Bereitschaft, einen Umweg für die Nutzung des RSW in Kauf zu nehmen. Bei Betrachtung des Gesamtaufwands ergibt sich eine Verringerung von ca 9%. Bei einer 10 km langen Fahrt auf dem RSW ergibt sich somit allein durch diesen Parameter die Bereitschaft, einen Umweg von 900m zurückzulegen.

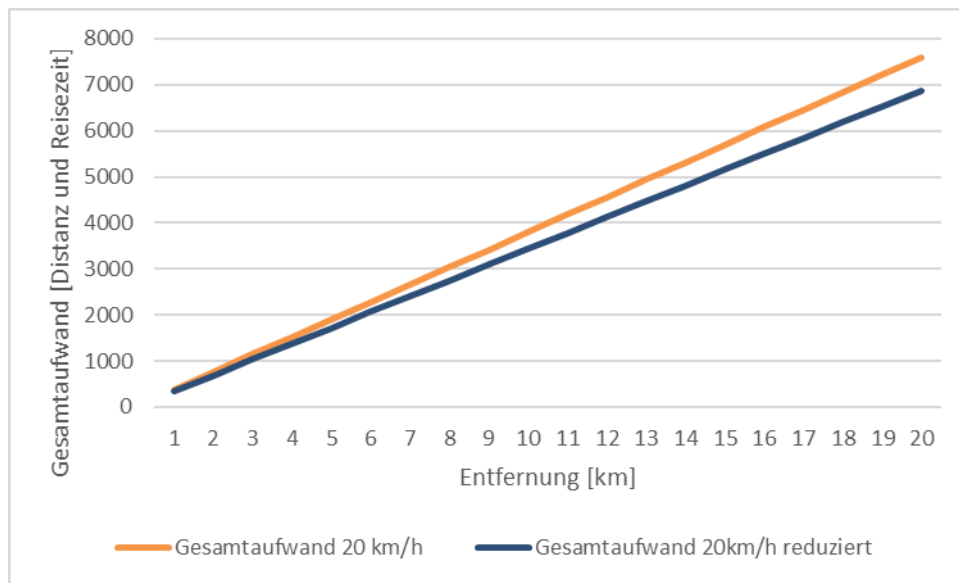


Abbildung 3: Darstellung des Gesamtaufwands nach Entfernung

Neben der Streckenqualität und -lage reagieren Radfahrer auch auf weitere Umwelteinflüsse. Ein entscheidender Faktor ist die Häufigkeit und die Stärke von Steigungen. Da es sich bei der Region um Aachen in vielen Bereichen um bewegtes Gelände handelt, müssen diese Einflüsse bei der Modellerstellung berücksichtigt werden. Vergleichbar mit dem vorhergehenden Ansatz, wird abhängig von der Steigung des Streckenabschnitts ein Reisezeitzuschlag festgelegt. Entsprechend der nachfolgenden Tabelle sind 4 Steigungskategorien definiert:

Steigung	Reisezeiterhöhung
0-2%	-
2-4%	10%
4-6%	20%
>6%	30%

Tabelle 1: Kategorien Streckensteigungen

Die Reisezeiterhöhungen werden richtungsfine hinterlegt. Reisezeitgewinne durch Gefälle werden nicht berücksichtigt.

3.3 Modellübernahme und -aufbau

Die Grundlage der Potenzialanalyse stellt ein Verkehrsmodell der StädteRegion Aachen dar, wofür Grundlagen übernommen und zu einem VISUM-Verkehrsmodell zusammengeführt wurden.

Mithilfe eines Verkehrsmodells können Herausforderungen der Mobilität beantwortet werden, denn in Modellen sind nicht nur Verhaltensdaten hinterlegt, sondern auch der Bezug zu einem Straßennetz ist gegeben (vgl. Abbildung 4).



Abbildung 4: Funktionsweise Verkehrsmodellierung

Zunächst wurde das Straßennetz aus OpenStreetMap übernommen, in dem zulässige Geschwindigkeiten, Straßenkategorien und zulässige Verkehrsmittel hinterlegt sind.

Die Einteilung der Verkehrszellen wurde aus dem bestehenden Verkehrsmodell der RWTH Aachen / IVV übernommen, die Anbindung der Verkehrszellen erfolgte durch eine automatische Anbindung.

Die übernommenen Verkehrsnachfragematrizen für den Analysefall 2010 sowie den Prognosefall 2025 wurden ebenfalls aus dem bestehenden Modell übernommen. Die Matrizen sind verkehrsmittelfein und Quelle-Ziel-Gruppenfein.

Der geplante Radschnellweg soll Aachen mit den Städten Heerlen / Kerkrade / Herzogenrath verbinden. Die geplante Verbindung ist im Zuge der Machbarkeitsstudie in vier Abschnitte unterteilt:

- Abschnitt 1, Aachen – Richterich
- Abschnitt 2, Richterich – Kohlscheid – Pannesheide

- Abschnitt 3, Kohlscheid – Herzogenrath
- Abschnitt 4, Richterich – Locht (Grenze)

Das Untersuchungsgebiet innerhalb des Verkehrsmodells ist in der nachfolgenden Abbildung 5 dargestellt.

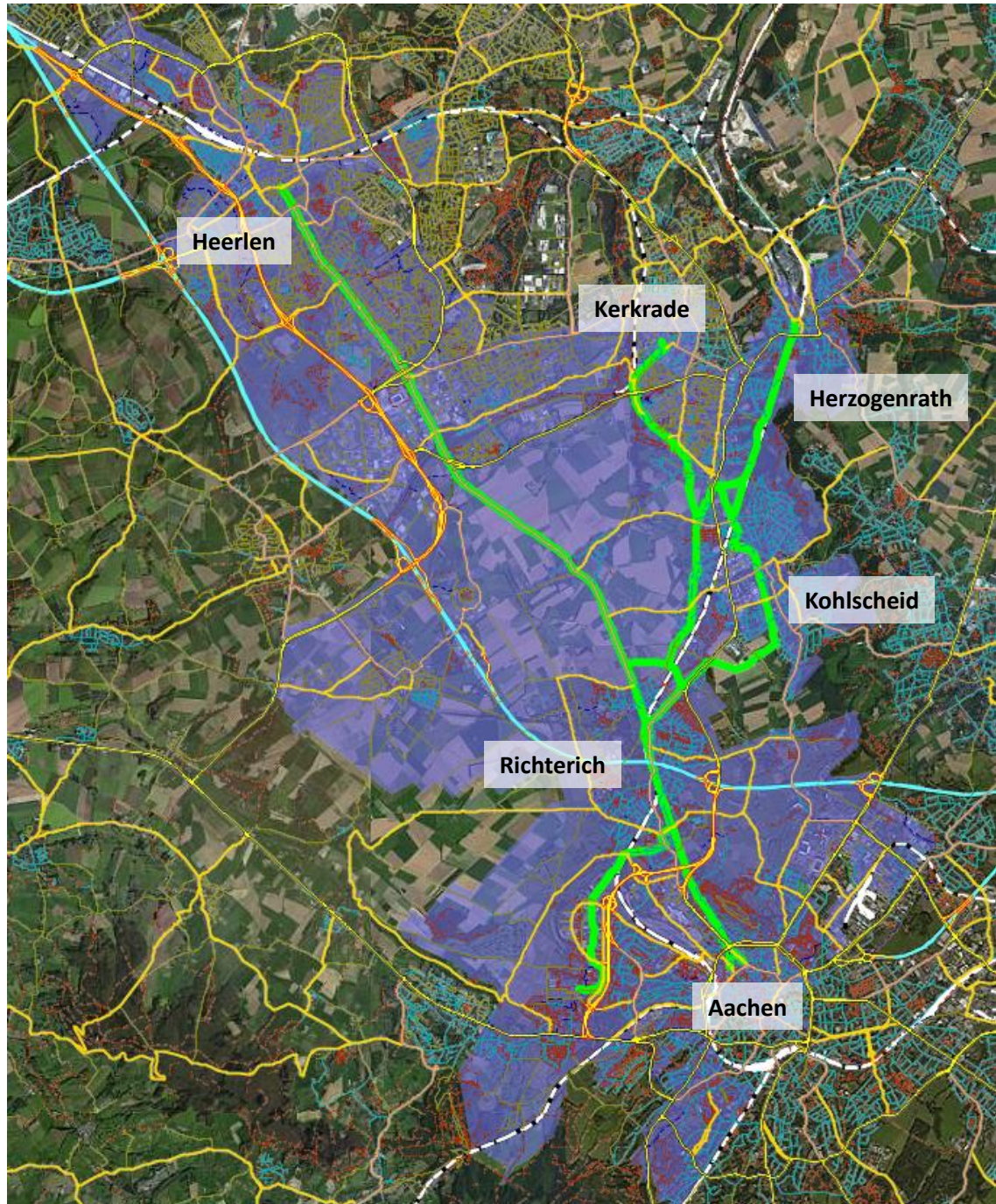


Abbildung 5: Modellausschnitt Untersuchungsgebiet (grün: Radschnellweg, blau: Einzugsbereich)

Ziel des Verkehrsmodells ist es die Potenziale des geplanten Radschnellweges unter Einbezug der hinterlegten soziodemographischen Gegebenheiten zu ermitteln.

Von besonderer Bedeutung sind dabei die Lage von Arbeitsplätzen, Wohnorten, aber auch Schulen, Freizeiteinrichtungen und ähnlichem. Weiteres Merkmal ist die Veränderung der Verkehrsmittelwahl, die mit der Qualitätsverbesserung der Radinfrastruktur einhergeht. In nachfolgenden Abbildungen sind daher die im Verkehrsmodell enthaltenen Strukturdaten für 2025 visualisiert.

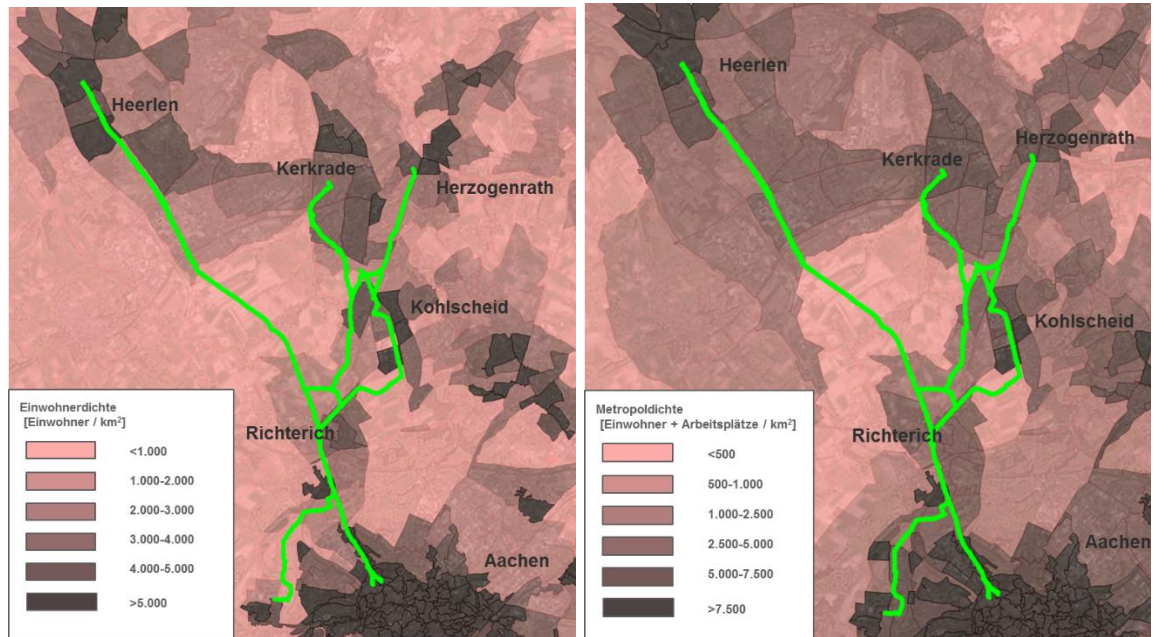


Abbildung 6: Einwohner- und Metropoldichten im Untersuchungsgebiet

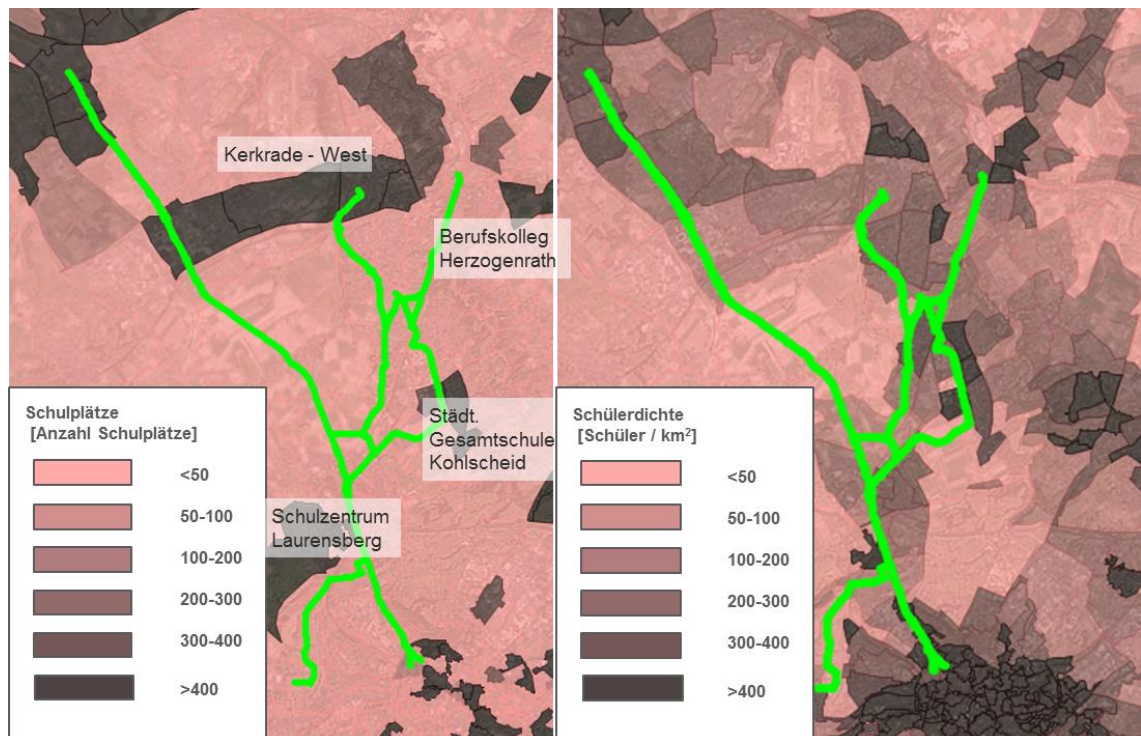


Abbildung 7: Schulplätze und Schülerdichten im Untersuchungsgebiet

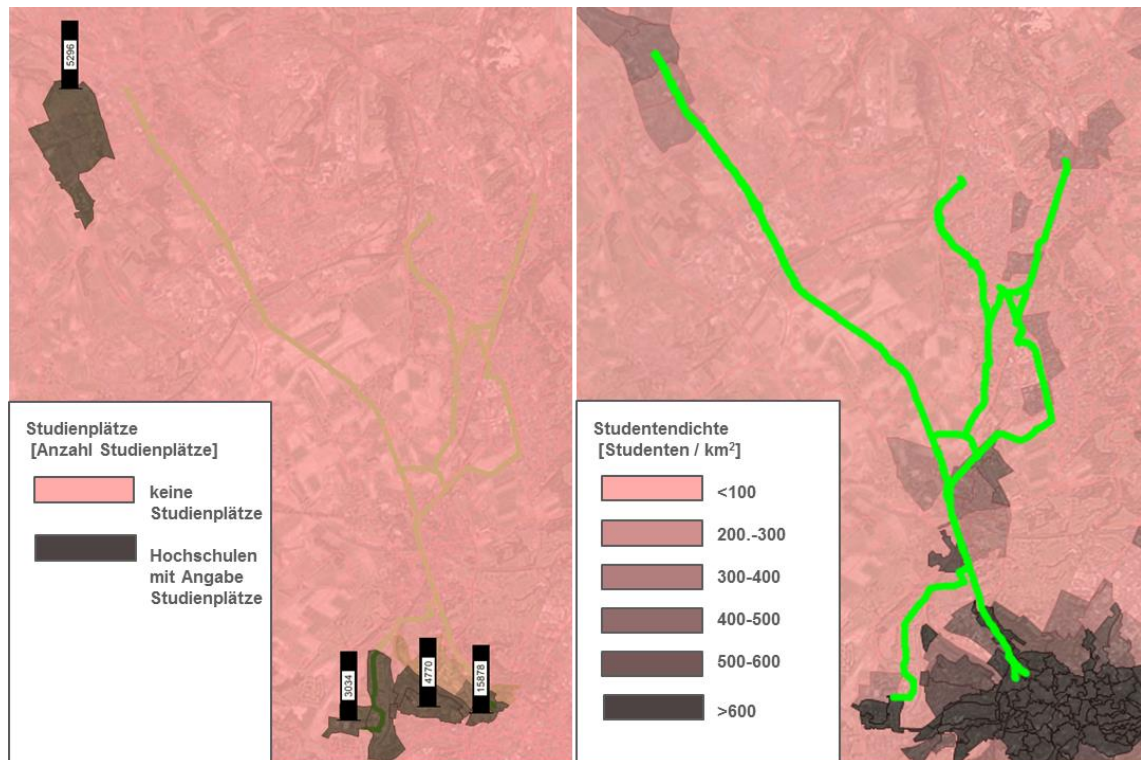


Abbildung 8: Studienplätze und Studentendichten im Untersuchungsgebiet



Abbildung 9: Anzahl Arbeitsplätze und Angestelltendichte Untersuchungsgebiet

Für die Auswertungen wurden Änderungen des Modal-Split durch Verbesserung des Angebots im Radverkehr betrachtet.

In nachfolgender Abbildung 10 ist dieser für das Untersuchungsgebiet ohne Radschnellweg (Nullfall) dargestellt.

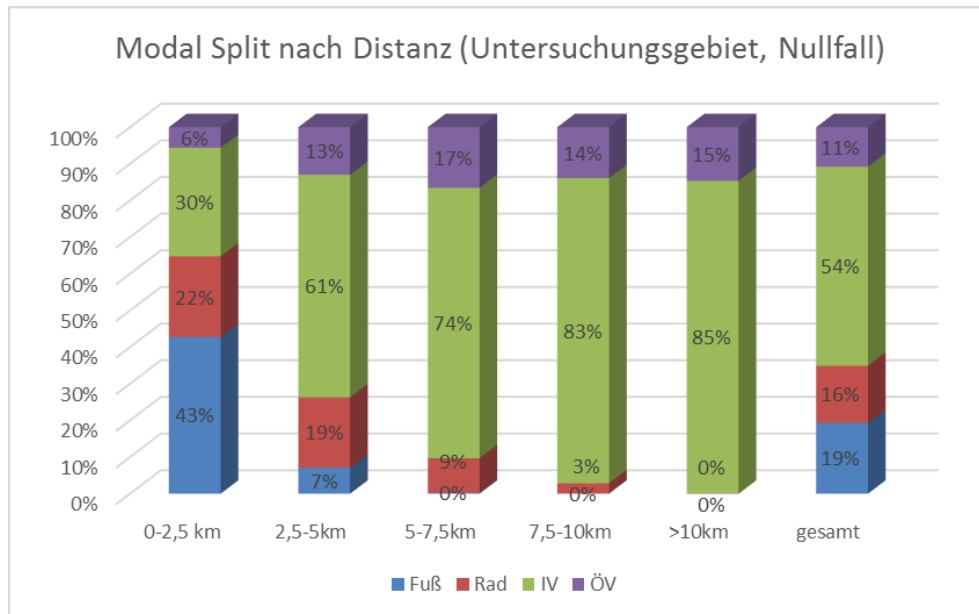


Abbildung 10: Modal-Split nach Distanz ohne Radschnellweg, Untersuchungsgebiet Nullfall

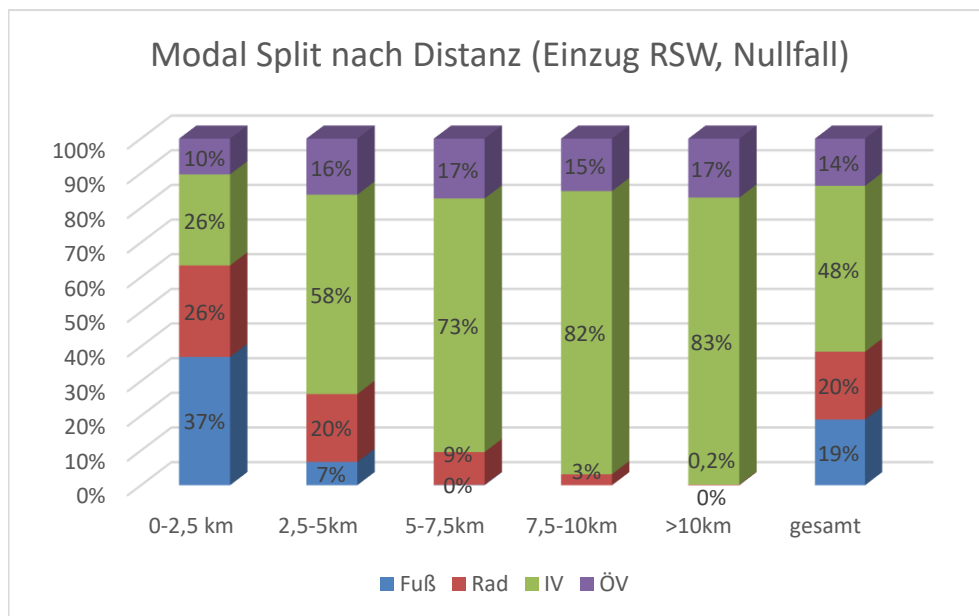


Abbildung 11: Modal-Split nach Distanz ohne Radschnellweg, Einzugsgebiet RSW Nullfall

Gut erkennbar ist die Fahrradnutzung für Distanzen bis 5 km, bei längeren Strecken nimmt der Radverkehrsanteil sehr deutlich ab und spielt ab Entfernungen von 10 km keine Rolle mehr.

Mithilfe der Potenzialanalyse werden im Wesentlichen die Auswirkungen des Radschnellweges auf die Verkehrsentwicklung in den Kommunen insgesamt, die voraussichtlichen Verlagerungen vom Individualverkehr auf das Fahrrad und welche Wohn- und Gewerbegebiete sinnvollerweise angebunden werden sollten.

4 Potenziale des Radschnellwegs

4.1 Allgemeine Ergebnisse

Die Potenzialanalyse wird parallel zur Machbarkeitsstudie und Bürgerbeteiligung durchgeführt. Daher ist die Potenzialanalyse in mehreren Stufen durchgeführt worden:

- Phase I: erste Potenzialermittlung auf Basis eines vorläufigen Streckenverlaufs
- Phase II: Variantenuntersuchung auf Basis der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie und Bürgerbeteiligung
- Phase III: finaler Streckenverlauf

Nachfolgend werden die Ergebnisse dargestellt.

4.2 Ergebnisse Phase I: vorläufiger Streckenverlauf

4.2.1 Einfluss des Radschnellwegs auf die Verkehrsträgerwahl

Die Ergänzung des bestehenden Radverkehrsnetzes um eine hochwertige, städteverbindende Radverkehrsanlage stellt eine deutliche Verbesserung der Radverkehrsinfrastruktur dar. Sofern die Lage des Radschnellwegs für einen großen Teil der Bevölkerung leicht erreichbar ist und wichtige Routen beispielsweise zur Arbeitsstelle oder Schule abdeckt, besteht ein hohes Potenzial für das Radverkehrsaufkommen. Das betrifft in erster Linie solche Verkehrsteilnehmer, die bereits heute das Rad nutzen. Darüber hinaus werden aber auch weitere Bevölkerungsschichten angesprochen, die zu Umsteigern von anderen Verkehrsmitteln werden können. Dieser besonders aus ökologischer, aber auch aus verkehrlich strategischer Sicht wichtige Schritt kann durch Maßnahmen von Marketing, Verkehrserziehung und –schulung von Kindern und Erwachsenen und weiteren ergänzenden Maßnahmen deutlich gesteigert werden. Diese Maßnahmen sind in ihrer Wirkung jedoch schwer quantifizierbar, da sie vom Umfang aber auch von der Empfänglichkeit der Einwohner abhängen. In diesem Fall wird davon ausgegangen, dass sich die Zahl der mit dem Rad zurückgelegten Wege um 3% erhöht.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den Einfluss des Radschnellwegs. Gegenüber dem Analysefall ergibt sich eine Erhöhung des Radverkehrsanteils um ca. 1,5% im gesamten Untersuchungsgebiet.

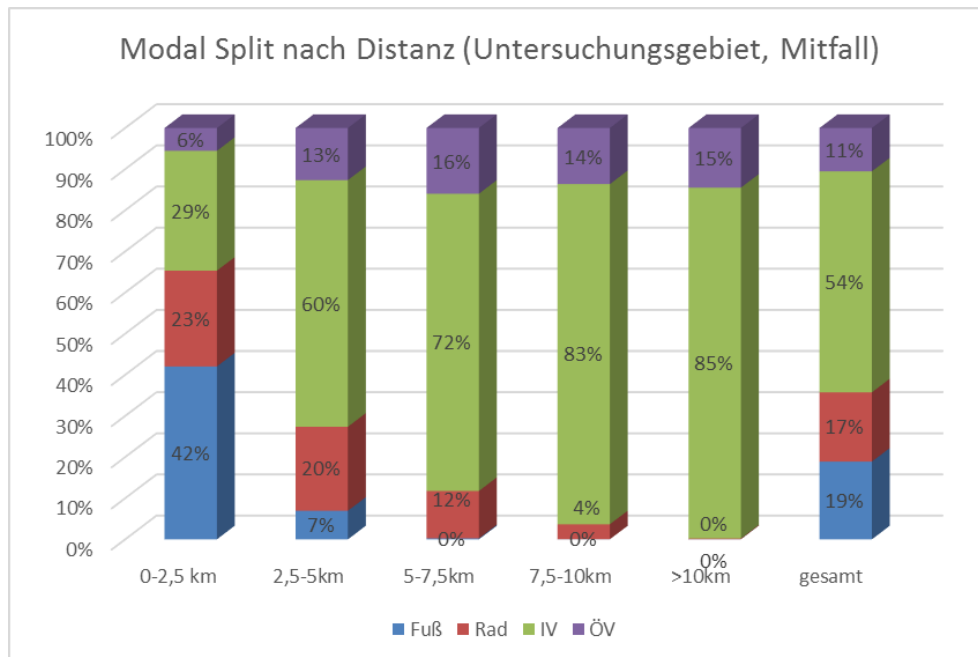


Abbildung 12: Modal-Split nach Distanzklassen, Untersuchungsgebiet Mitfall

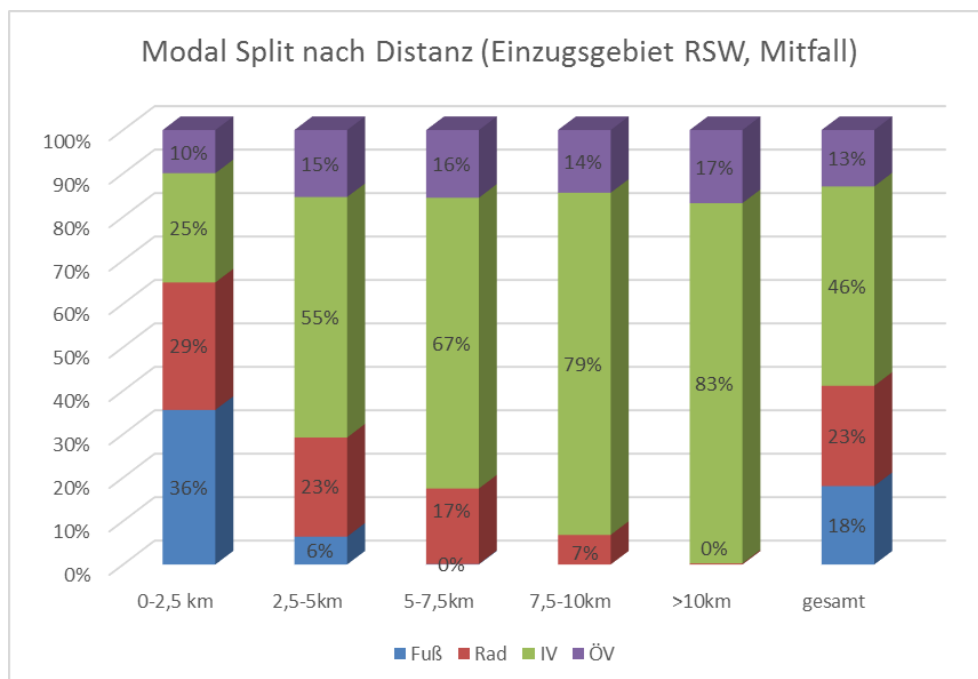


Abbildung 13: Modal-Split nach Distanzklassen, Einzugsgebiet RSW Mitfall

Die Ergebnisse weisen folgende Auswirkungen eines Radschnellweges (RSW) für einen durchschnittlichen Werktag im Jahr 2025 aus:

	gesamtes Untersuchungsgebiet	deutscher Teil
Radfahrten auf dem RSW insgesamt	39.775	27.240

	gesamtes Untersuchungsgebiet	deutscher Teil
neu aufkommende Radfahrten gegenüber Nullfall	25.802	21.196
Wechsler von Kfz auf Rad	14.650	12.035

Tabelle 2: Auswirkungen Radschnellweg

Im Einzugsgebiet zeigt sich eine Erhöhung des Radverkehrsanteils am Modal-Split um etwa 3%.

Gesamtes Radverkehrsaufkommen (gerundet):

- Ohne Radschnellweg: 287.100 Fahrten/Tag
- Mit Radschnellweg: 312.900 Fahrten/Tag
- Fahrten auf dem RSW: 39.800 Fahrten/Tag

Für den Trassenbereich auf deutscher Seite werden demnach etwa 78% der Radfahrten auf dem Radschnellweg Neuverkehre sein, die übrigen 22% entstehen durch die Verlagerung von Radfahrten von anderen Routen. Etwa 57% der durch den Radschnellweg neu aufkommenden Radfahrten werden voraussichtlich durch den Umstieg vom Kfz gewonnen.

Abschnittsbezogene Belastungen des Radschnellweges können der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

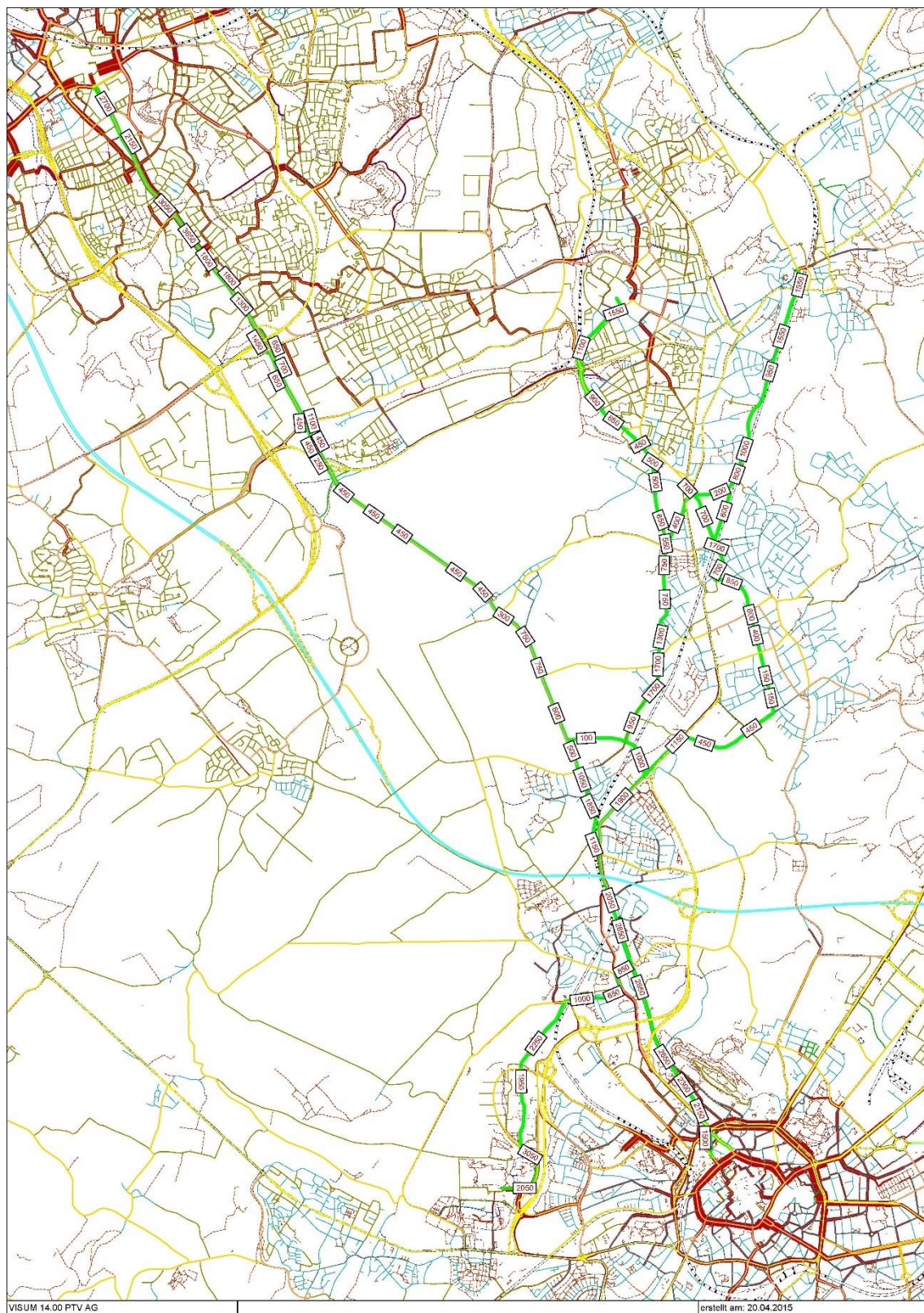


Abbildung 14: vorläufiger Streckenverlauf, Phase 1, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h

4.2.2 Potentiale des Radschnellwegs nach Abschnitt

Nach einzelnen Städten ergeben sich folgende Querschnittsbelastungen [Fahrten/Tag] bei Realisierung des geplanten Radschnellweges:

Abschnitt	Querschnittsbelastung [Fahrten/Tag]
Aachen - Kohlscheid	rd. 2.000
Zubringerspange Universität	2.250
Aachen - Horbach	750
Horbach – Heerlen	450
Heerlen Stadt	rd. 3.200
Kohlscheid – Herzogenrath	1.000
Kohlscheid – Kerkrade	650

Tabelle 3: durchschnittliches abschnittsfeines Radverkehrsaufkommen Phase I

4.3 Ergebnisse Phase II: Variantenuntersuchung

Nach Abschluss der ersten Phase konnten im Zuge einer ersten Stufe der Bürgerbeteiligung im Juni 2015 Anregungen und Vorschläge zur Linienführung des geplanten Radschnellweges eingereicht werden. Die Streckenvarianten der ersten Stufe wurden durch die Planungsbüros und den Auftraggeber hinsichtlich Realisierbarkeit geprüft und bewertet. Aus den geprüften und bewerteten Ergebnissen wurden im Zuge der Potenzialanalyse die besten Streckenvarianten in Vorbereitung einer zweiten Stufe der Bürgerbeteiligung modellhaft bewertet.

Zur Begrenzung des Untersuchungsaufwandes konnten nicht alle Kombinationen von Streckenführungen aus den einzelnen Abschnitten untersucht werden. Daher wurden exemplarische Kombinationen gewählt, um einen Bereich zwischen der unteren und der oberen Grenze für mögliche Radfahrerzahlen abzudecken.

Hier wurden folgende Planfälle betrachtet:

- Planfall 1 –straßenbegleitende Führung und Anbindung Avantis
- Planfall 2.1 – weitgehend eigenständige Führung und Erschließungsspange Kohlscheid
- Planfall 2.2 – weitgehend eigenständige Führung und direkte Führung um Kohlscheid
- Planfall 3 – weitgehend eigenständige Führung, direkte Führung um Kohlscheid und Erschließungsspange Kohlscheid

Abschnittsweise können die Kriterien für einen Radschnellweg nicht eingehalten werden, dies wurde bei der Umlegung im Verkehrsmodell entsprechend berücksichtigt.

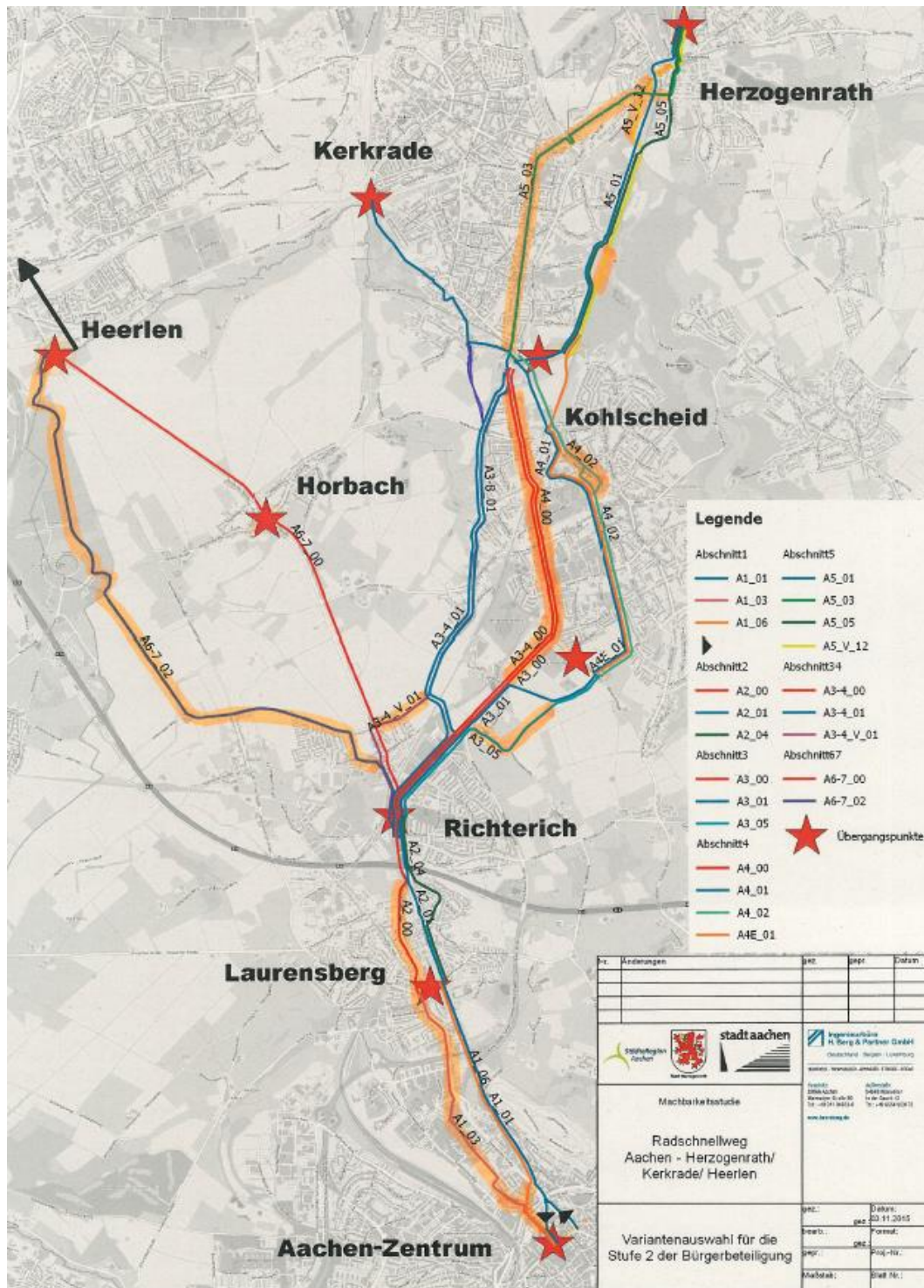


Abbildung 15: Variantenauswahl der Linienführung für die zweite Stufe Bürgerbeteiligung

Analog zum Vorgehen bei der vorläufigen Streckenführung wurden die geplanten Streckenführungen der einzelnen Varianten unter Berücksichtigung von Steigungen und der Einhaltung von Radschnellwegstandards modelliert und berechnet. In den nachfolgenden Abbildungen sind die Ergebnisse dargestellt.

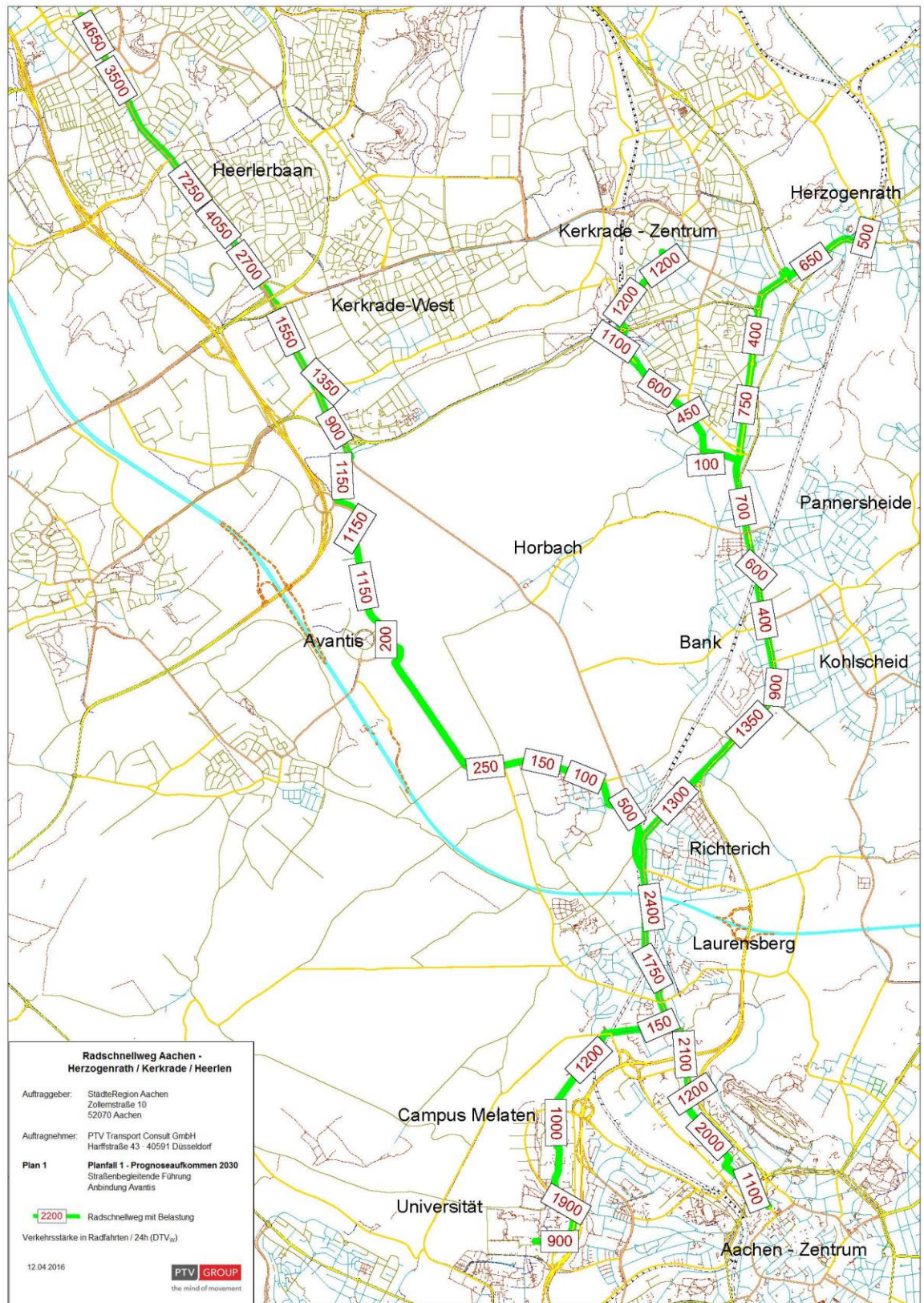


Abbildung 16: Planfall 1, Phase 2, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h

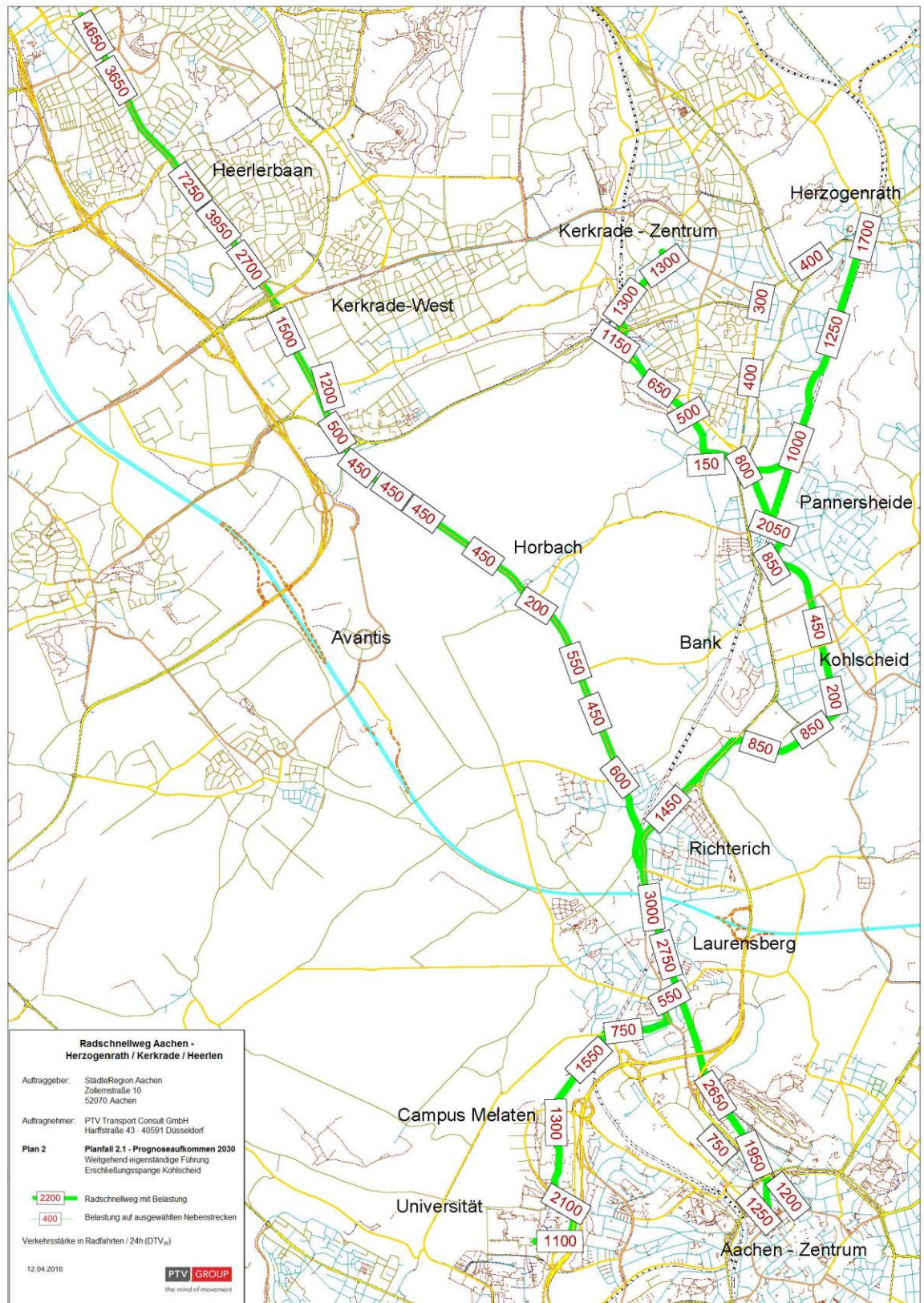


Abbildung 17: Planfall 2.1, Phase 2, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h

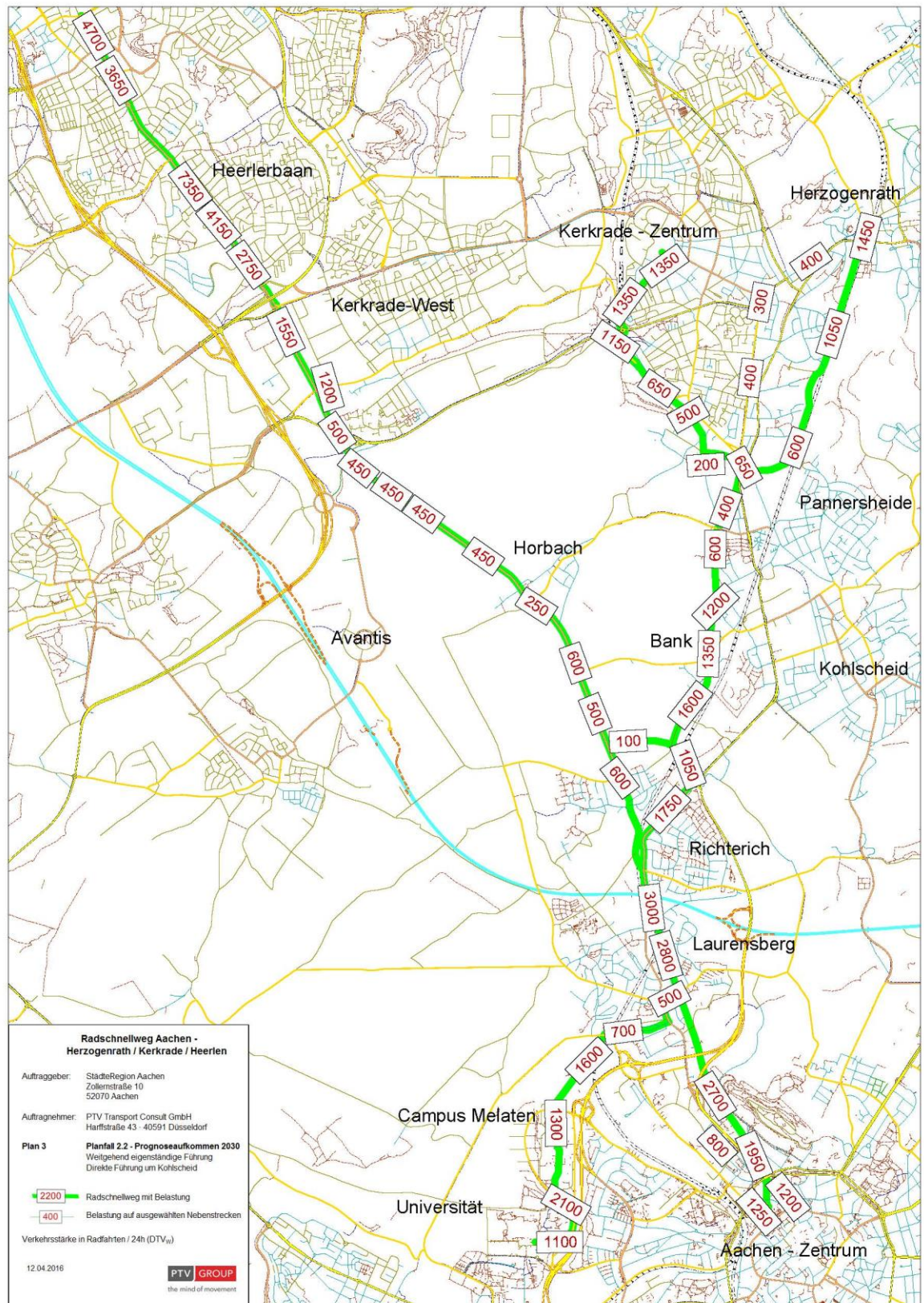


Abbildung 18: Planfall 2.2, Phase 2, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h

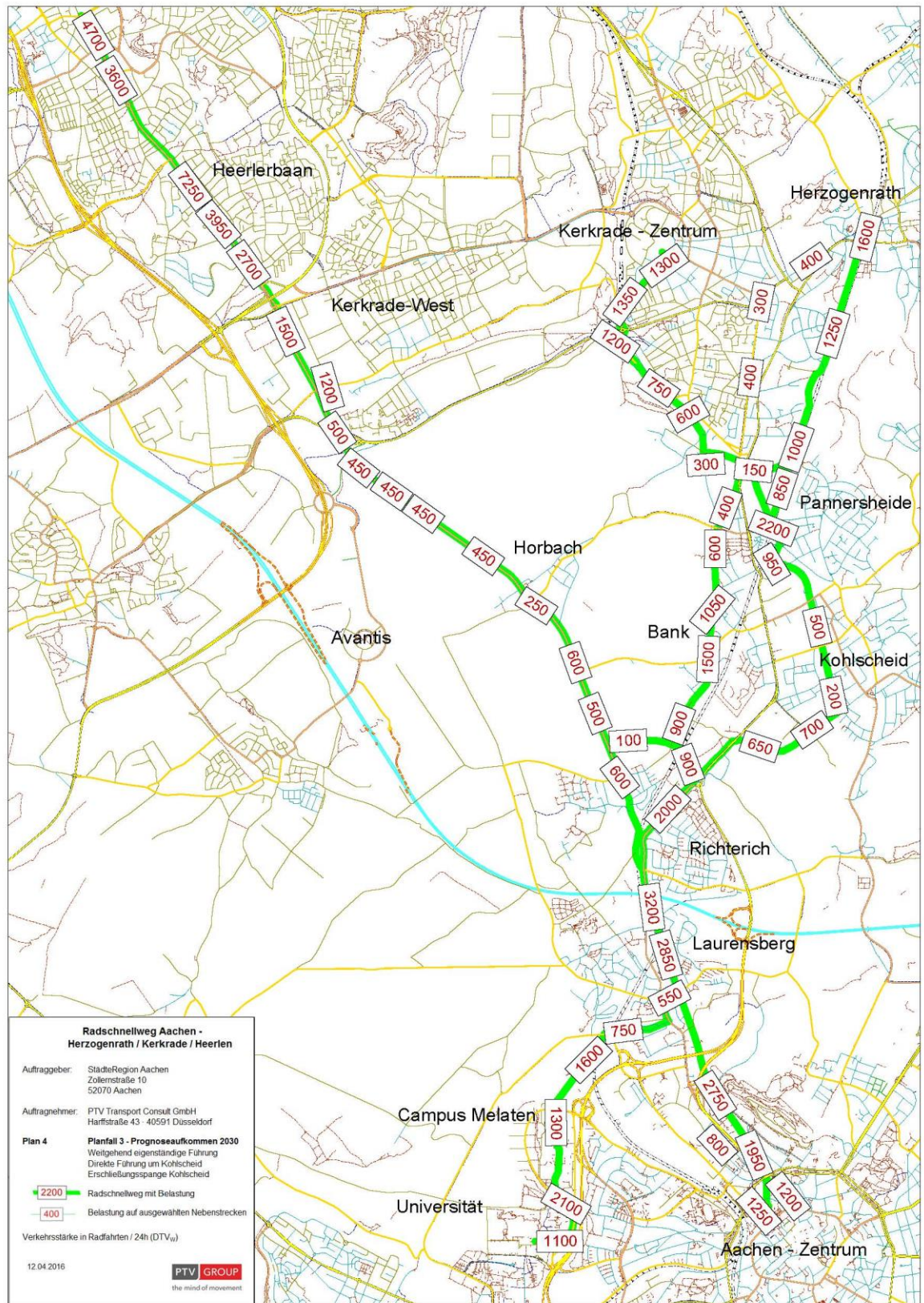


Abbildung 19: Planfall 3, Phase 2, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h

Die Ergebnisse zeigen gegenüber den Ergebnissen der vorläufigen Streckenführung, dass sich die Anzahl der Wechsler vom Kfz auf das Rad zwar leicht reduziert, die Anzahl der Radfahrten auf dem Radschnellweg jedoch auf einem ähnlichen Niveau verharrt. Dies ist durch Modellverfeinerungen gegenüber dem Modellstand der vorläufigen Streckenführung zu erklären, beispielsweise die modifizierte Abbildung einiger Abschnitte ohne Radschnellwegstandard. Weiterhin wurden in der Phase II Widerstände an Knotenpunkten in die Betrachtung mit einbezogen.

	Planfall 1	Planfall 2.1	Planfall 2.2	Planfall 3
Gesamtfahrtenanzahl Nullfall	287.100			
Gesamtfahrtenanzahl Mitfall	300.400	305.800	305.500	309.000
Radfahrten auf dem RSW	30.400	37.300	36.600	38.200
Wechsler von Kfz auf Rad	6.800	10.400	10.200	11.300

Tabelle 4: durchschnittliches Radverkehrsaufkommen, Phase II nach Variante

Die Ergebnisse der Potenzialuntersuchungen wurden in die zweite Phase der Bürgerbeteiligung eingebracht.

4.4 Ergebnisse Phase III: Finaler Streckenverlauf

Im Ergebnis der zweiten Phase der Bürgerbeteiligung wurde entschieden für den final zu betrachtenden Streckenverlauf zwei finale Varianten zu betrachten.

Folgende Änderungen werden in der Prüfung der finalen Streckenverläufe berücksichtigt:

- Partiiell sind **Velorouten** berücksichtigt, beispielsweise bei der Anbindung des Campus West – Uniklinik. Hier gelten die gleichen Standards wie bei Radschnellwegen hinsichtlich Geschwindigkeit, Fahrkomfort und Bevorrechtigung. Aufgrund der geringeren Radfahrpotenziale wird jedoch die Ausbaubreite reduziert, so dass teilweise auf einen begleitenden Gehweg verzichtet wird und der Radweg mit einer Breite von 3,00 m geführt wird.
- Es werden **zusätzliche Anbindungsstrecken**, z.B. an das Schulzentrum Herzogenrath berücksichtigt. Der Ausbaustandard erfolgt analog der Velorouten.
- Wenn kein **Vorrang an Knotenpunkten** möglich ist wird dies zusätzlich berücksichtigt, in Phase II wurden durchschnittliche Wartezeiten an den Lichtsignalanlagen bereits berücksichtigt.
- Für neue Streckenverläufe wurden analog der vorangegangenen Untersuchungen **Steigungen** berücksichtigt.
- Für die finale Streckenführung sind **Strukturänderungen** in Herzogenrath-Merkstein berücksichtigt.

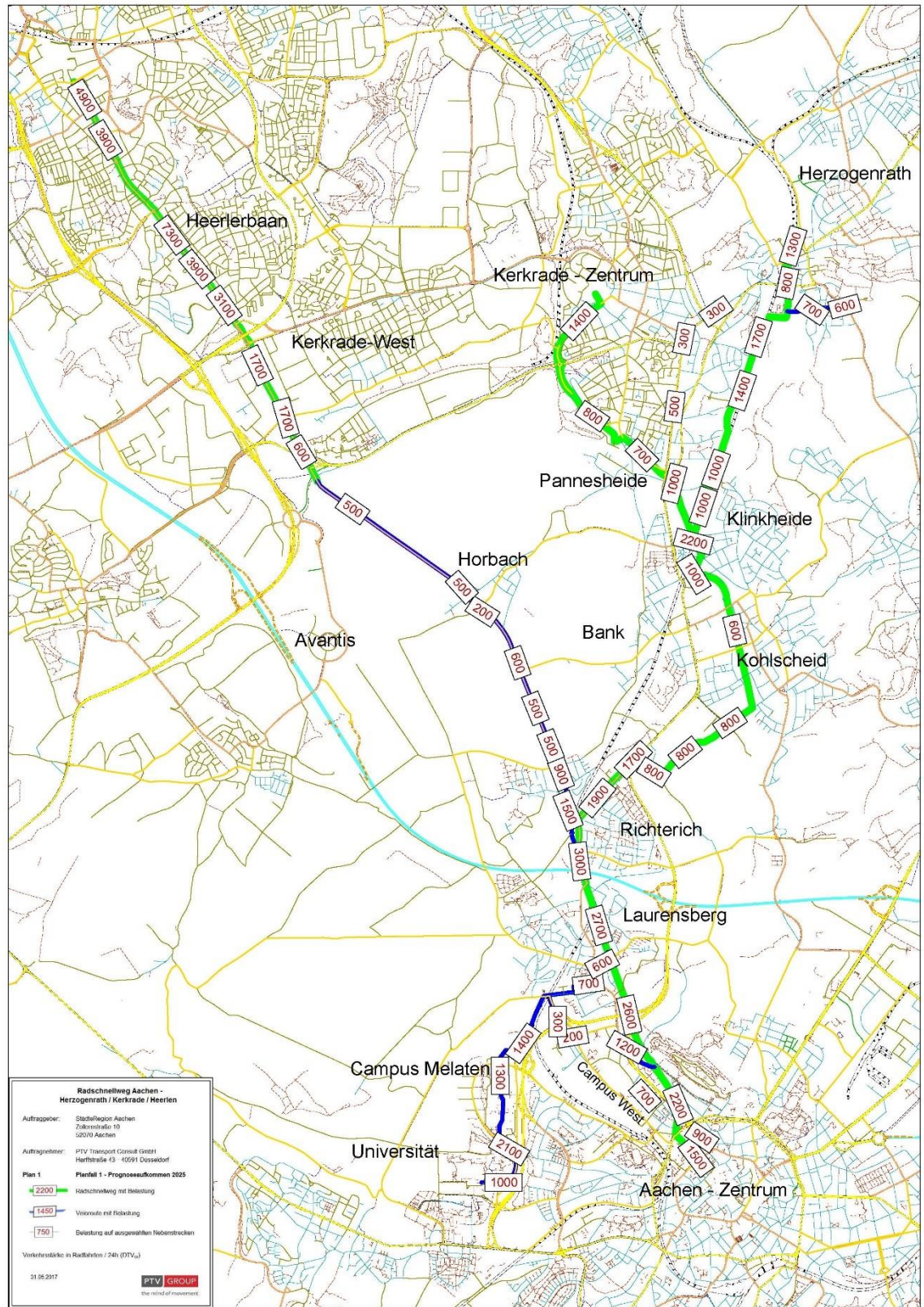


Abbildung 20: Planfall 1 final, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h

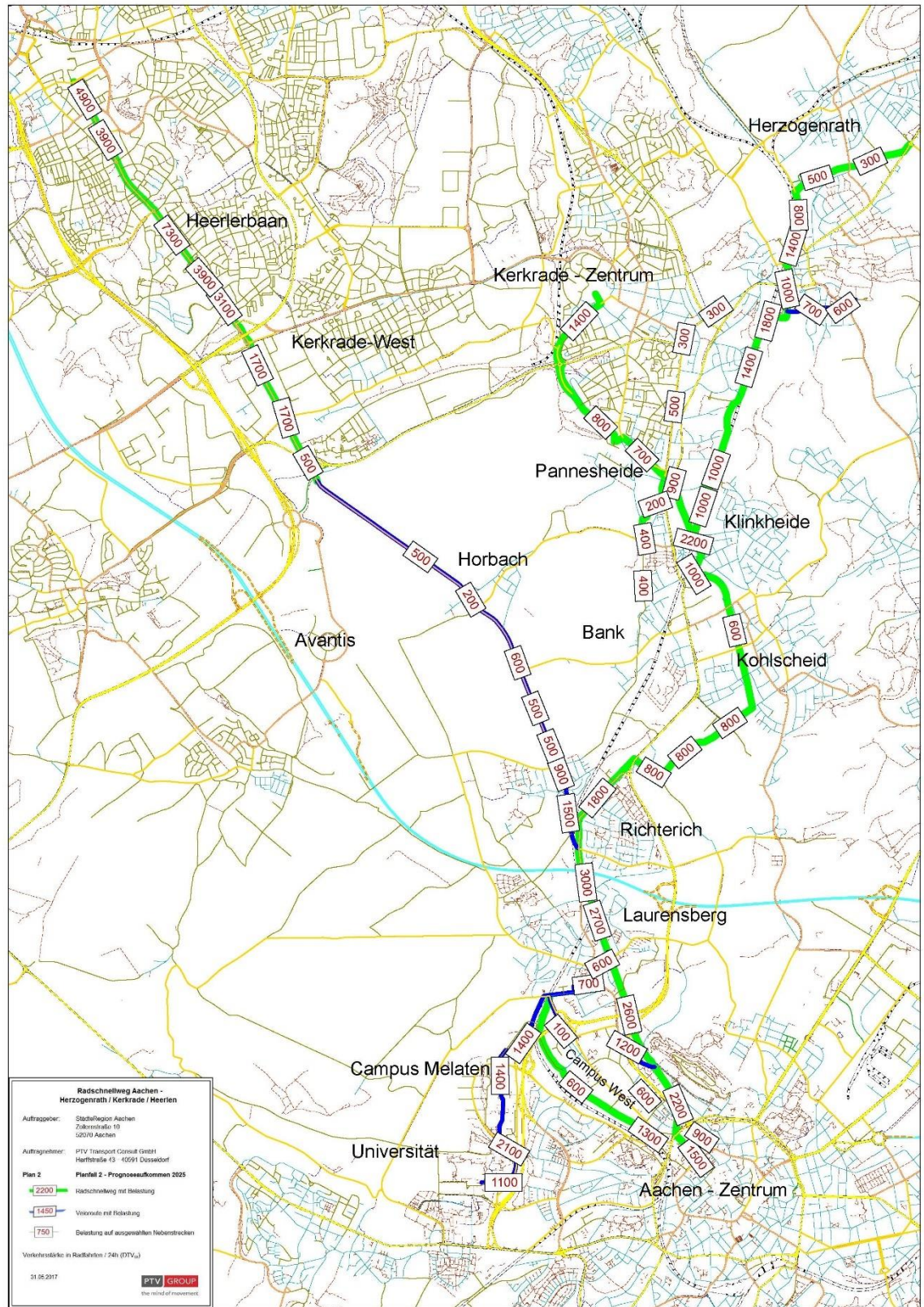


Abbildung 21: Planfall 2 final, Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h

Nachfolgend ist die Änderung des Verkehrsverhaltens im gesamten Untersuchungsgebiet dargestellt für den Nullfall sowie die zwei Planfälle.

	Planfall 1 Radfahrten pro Tag	Planfall 2 Radfahrten pro Tag
Gesamtfahrtenanzahl Untersuchungsgebiet Nullfall	287.600	
Gesamtfahrtenanzahl Untersuchungsgebiet Mitfall	308.400	309.600
Radfahrten auf dem RSW	35.800	37.000
Wechsel von Pkw auf Rad	11.400	12.100

Tabelle 5: durchschnittliches Radverkehrsaufkommen, deutscher u. niederländischer Teil, finale Phase

Modellseitig können folgende Fahrtenanzahlen je Verkehrsmittel ermittelt werden.

	Nullfall	Planfall 1	Planfall 2
Fuß	355.600	352.900	352.700
Rad	287.600	308.400	309.600
ÖV	198.300	191.600	191.300
MIV	1.000.400	989.000	988.300

Tabelle 6: Fahrtenanzahl je Verkehrsmittel, deutscher u. niederländischer Teil, finale Phase

Es ergeben sich für die untersuchten Fälle folgende Modal-Split-Anteile im gesamten Untersuchungsgebiet.

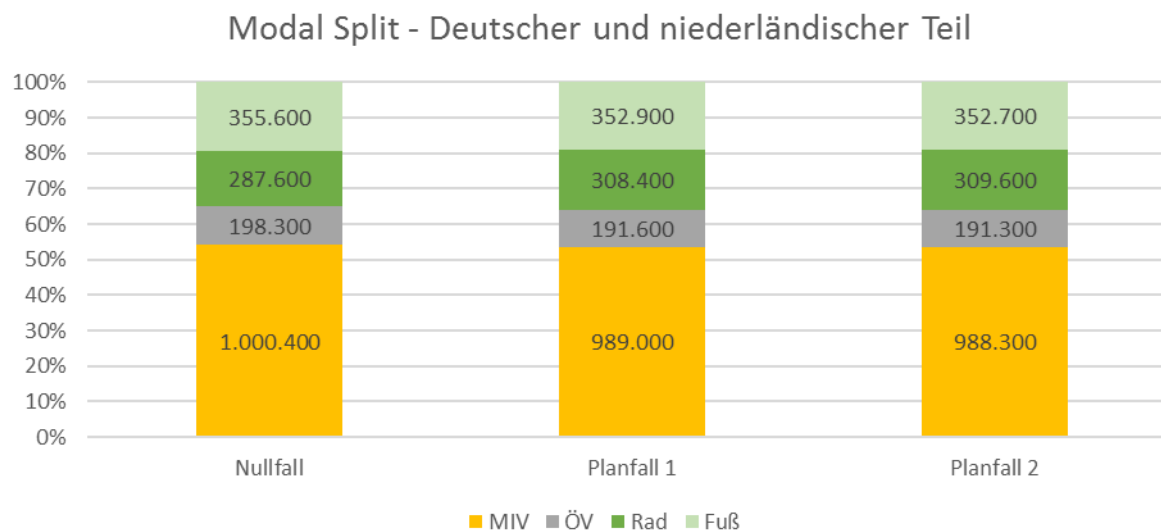


Abbildung 22: Modal-Split, deutscher u. niederländischer Teil, finale Phase

Bezogen auf den Radschnellweg auf deutscher Seite werden die nachfolgend dargestellten Ergebnisse ermittelt.

	Planfall 1 Radfahrten pro Tag	Planfall 2 Radfahrten pro Tag
Gesamtfahrtenanzahl Untersuchungsgebiet Nullfall	127.800	
Gesamtfahrtenanzahl Untersuchungsgebiet Mitfall	143.500	144.700
Radfahrten auf dem RSW	22.400	23.600
Wechsel von Kfz auf Rad	8.800	9.500

Tabelle 7: durchschnittliches Radverkehrsaufkommen, deutscher Teil, finale Phase

Modellseitig können folgende Fahrtenanzahlen je Verkehrsmittel ermittelt werden.

	Nullfall	Planfall 1	Planfall 2
Fuß	241.400	239.100	239.000
Rad	127.800	143.500	144.700
ÖV	163.900	157.000	156.500
MIV	726.900	718.100	717.400

Tabelle 8: Fahrtenanzahl je Verkehrsmittel, deutscher Teil, finale Phase

Es ergeben sich für die untersuchten Fälle folgende Modal-Split-Anteile im gesamten Untersuchungsgebiet.

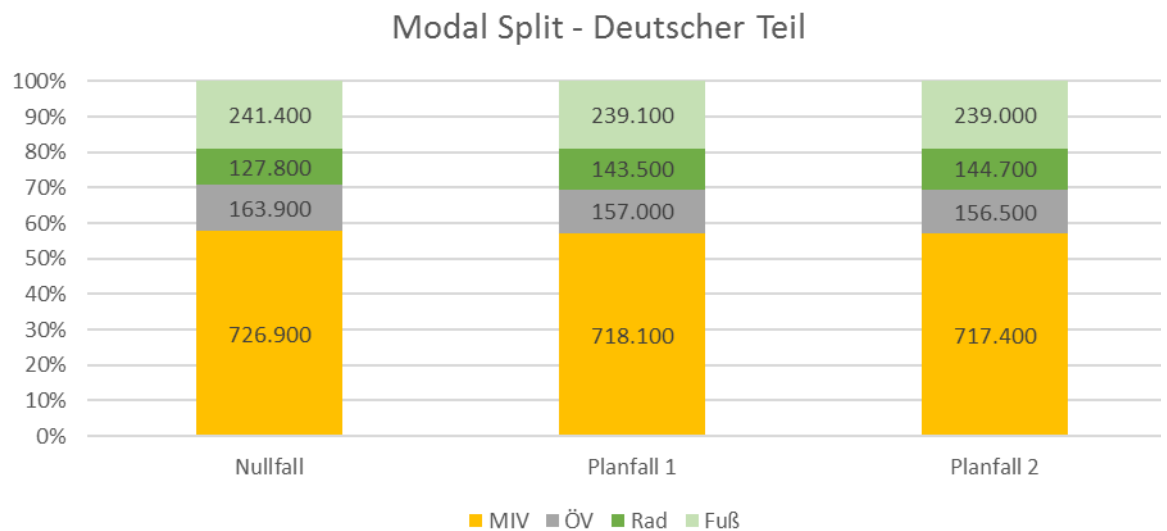


Abbildung 23: Modal-Split, deutscher Teil, finale Phase

Ergänzend wurde eine Querschnittsauswertung durchgeführt, bei der Querschnitte definiert wurden, an denen die Gesamtzahl der durchfließenden Radfahrer bestimmt wird. Die folgende Abbildung 24 zeigt die Einteilung der Querschnitte

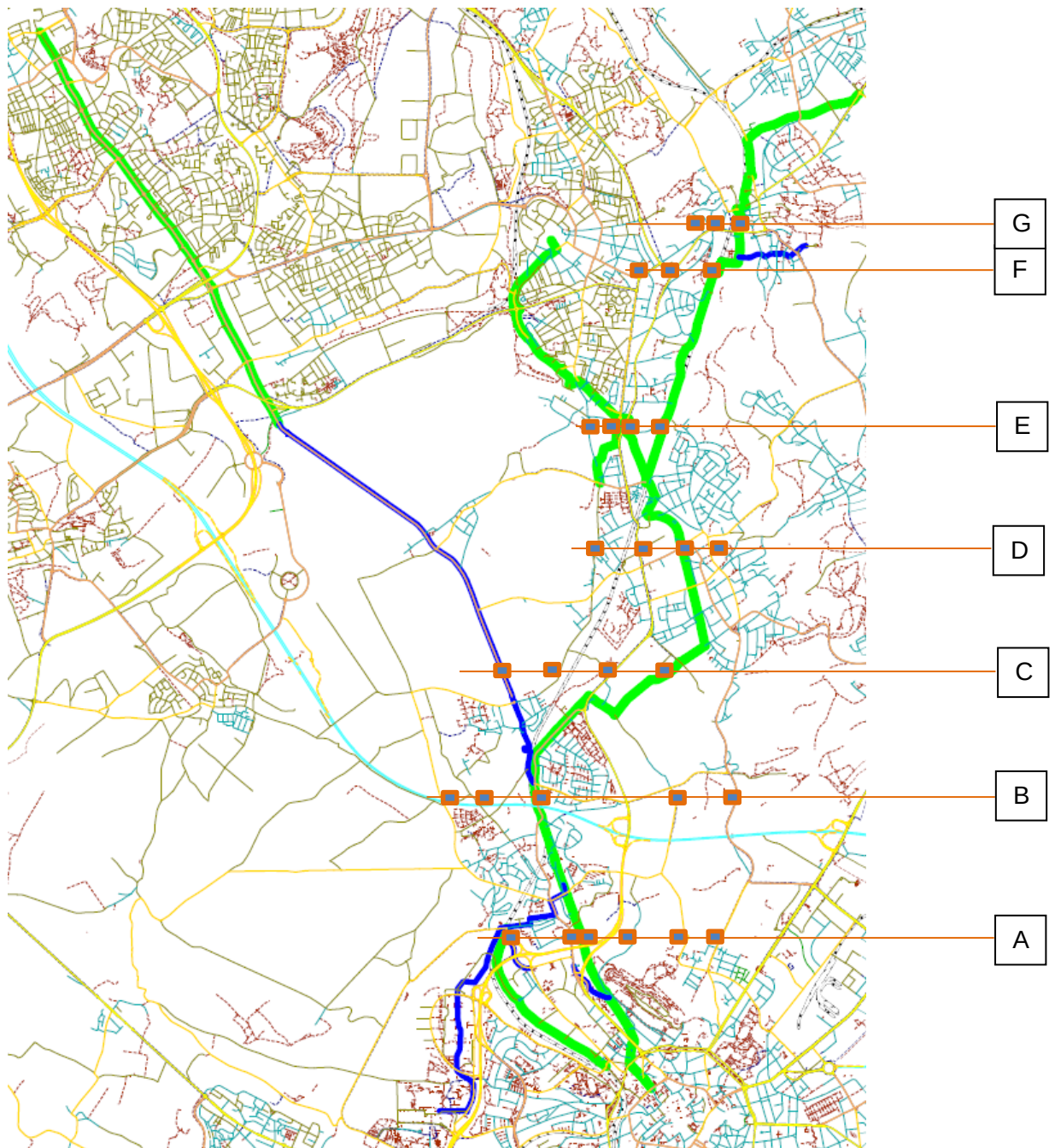


Abbildung 24: Festlegung der Querschnittsauswertung

Über die Querschnittsauswertung kann zum einen die Gesamtmenge der Radfahrer abgelesen werden, gleichzeitig zeigt sich durch den Vergleich mit der Radschnellwegbelastung, wie gut der Radschnellweg für Alltagsfahrten angenommen wird. Es zeigt sich insbesondere im Bereich Kohlscheid und Richterich eine sehr gute Bündelungsfunktion durch den Radschnellweg. Aufgrund der Wegevielfalt im Raum Aachen werden hier häufiger Alternativrouten gewählt.

Querschnitt	Nullfall	Planfall 1		Planfall 2	
	gesamt	RSW	gesamt	RSW	gesamt
A	4.000	2.600	5.900	2.600	6.000
B	3.000	3.000	4.800	3.000	4.800
C	1.700	2.200	3.300	2.200	3.300
D	1.500	600	1.800	600	1.800
E	1.300	2.100	2.700	2.300	2.750
F	1.000	1.700	2.500	1.800	2.600
G	1.100	900	1.500	1.000	1.600

Tabelle 9: Ergebnis der Querschnittsauswertung

5 Nutzen-Kosten-Analyse

Bestandteil der vorliegenden Untersuchung ist die Erstellung einer Nutzen-Kosten-analyse (NKA) für den geplanten Radschnellweg. Im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes „Nutzen-Kosten-Analyse: Bewertung der Effizienz von Radverkehrsmaßnahmen (NKA-Rad)“, bearbeitet von PTV und TCI Röhling, wurde erstmals ein Bewertungsverfahren für Radverkehrsmaßnahmen entwickelt. Bei der Bearbeitung des Leitfadens wurde Wert darauf gelegt vergleichbare Ansätze für Maßnahmen des MIV zu wählen. Somit ist eine grundsätzliche Vergleichbarkeit auch mit Infrastrukturmaßnahmen anderer Verkehrsträger gegeben. Diese Untersuchung baut auf den Ergebnissen des Forschungsprojektes auf und berücksichtigt die Ergebnisse der Literaturrecherche zum RS1 sowie neuer Monetarisierungsansätze zum BVWP 2030. Der Bericht zu NKA-Rad führt hinsichtlich der Literaturrecherche aus, dass die Ergebnisse des Forschungsprojektes weiterhin Verwendung finden können, da für die Bewertung von Radverkehrsmaßnahmen keine grundsätzlichen Neuentwicklungen stattgefunden haben und lediglich einzelne Bewertungsfaktoren hinsichtlich Monetarisierungsansätzen, beispielsweise hinsichtlich Gesundheitskosten, angepasst wurden. Ein vergleichbares Vorgehen hat der Gutachter bereits bei zwei weiteren Radschnellweguntersuchungen in NRW und Mecklenburg-Vorpommern gewählt.

Die möglichen Potenziale des Radschnellweges wurden mithilfe eines Verkehrsmodells ermittelt und damit auf die Bestimmung des zukünftigen Radverkehrsaufkommens. Wichtigster Bestandteil ist hierbei die Verlagerung bisheriger MIV-Fahrten zum Fahrrad, die durch den Radschnellweg hervorgerufen werden. Mithilfe der über das Modell ermittelten Potenziale (=Nutzen) und der parallel in der Machbarkeitsstudie ermittelten Kosten werden diese als Eingangsgrößen zusammengeführt zu einer volkswirtschaftlichen Betrachtung der Maßnahme. Mithilfe der NKA soll eine Aussage getroffen werden, ob die Investitions- und Folgekosten einen ausreichend großen Nutzen hervorrufen, sodass sich die Maßnahme rentiert. Für die Kosten werden hierbei in der Regel die Investitionskosten sowie damit einhergehende Folgekosten einbezogen. Damit diese dem Nutzen in Form von Geldeinheiten gegenüberzustellen sind, müssen die vielfältigen Nutzenkomponenten über einheitliche Ansätze in Geldeinheiten umgerechnet werden. Da nicht alle Nutzenkomponenten einheitlich monetarisierbar sind, werden in diesen Fällen qualitative Bewertungen – in Übereinstimmung mit NKA-Rad – durchgeführt. Grundlegend werden die Ansätze gewählt, die im zuvor genannten Forschungsprojekt erarbeitet wurden. Die gewählten Investitionskosten beziehen sich auf einen Preisstand 2016, daher wurden für Monetarisierungsansätze an die Bundesverkehrswegeplanung 2030 angepasste Monetarisierungen gewählt. Weiterhin wird ein Vergleich mit anderen Radschnellwegstudien umgesetzt um auch hier Vergleichbarkeit herzustellen.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden beide final betrachteten Planfälle gesondert betrachtet.

Mit dem hier durchgeführten Verfahren wird die Effizienz der Radverkehrsmaßnahme Radschnellweg bewertet. Wie bereits ausgeführt kann damit eine vermutlich hohe Mitteleffizienz im Radverkehr nachgewiesen und mit dem Mitteleinsatz anderer Verkehrsträger gegenübergestellt werden. Daher wurden bereits im Forschungsprojekt NKA-Rad möglichst viele Elemente der gängigen Bewertungsverfahren für Straße und Schiene (standardisierte Bewertung) übernommen. Aufbauend auf dem Forschungsprojekt, in Anlehnung an die BVWP-Bewertungsmethodik und die standardisierte Bewertung sind die nachfolgend dargestellten Nutzenkomponenten berücksichtigt worden.

5.1 Nutzenkomponenten

Beitrag zum Klimaschutz (Schadstoffbelastung) (Nutzenkomponente N1)
Messgröße: t CO ₂ / Jahr
Berechnung: Eingesparte Pkw-Kilometer gegenüber dem Nullfall * 261g/km CO ₂ (gemäß standardisierter Bewertung)
Monetarisierung: 145 €/t (gemäß standardisierter Bewertung)
Beschreibung: „Die Reduktion der Emissionen des Treibhausgases CO₂ gehört mit zu den wesentlichen Aufgaben der Bundesregierung. CO₂ gilt als stärkstes Treibhausgas (Leitgas) und ist somit verantwortlich für die Erwärmung der Erdoberfläche und die damit in Zusammenhang stehende Klimaveränderung. Die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen resultieren unmittelbar aus dem Verbrennungsprozess beim Betrieb der Fahrzeuge. Sinkender Kraftstoffverbrauch im Verkehrsbereich, z.B. durch verbesserte Fahrzeugtechnik oder energiesparende Fahrweise, führt zur Reduktion von Kohlenstoffdioxid-Emissionen. Daneben besteht mit der Verlagerung vom motorisierten Verkehr zum Fahrrad- und Fußgängerverkehr zusätzlich ein hohes Einsparpotential.“ [Röhling, 2008] Auch wenn unterschiedliche Ansätze bzw. Bandbreiten für die Berechnung bestehen, wurde im vorliegenden Verfahren der ursprüngliche Werteansatz übernommen.

Tabelle 10: Nutzenkomponenten N1: Beitrag zum Klimaschutz

Verringerung der Luftbelastung (Schadstoffemissionen innerorts) (Nutzenkomponente N2)
Messgröße: Pkw-km/Jahr
Berechnung: Eingesparte Pkw-Kilometer gegenüber dem Nullfall
Monetarisierung: Direkte Monetarisierung durch Multiplikation mit Kostensatz Innerorts 0,01€/Pkw-km
Erläuterung: Innerstädtisch gewinnen Fein- und Grobstaubemissionen an Bedeutung. Im Bereich Straßenverkehr werden sie erzeugt durch Verbrennung und durch Abrieb. Das betrachtete Gebiet umfasst ausschließlich innerstädtische Räume.

Tabelle 11: Nutzenkomponente N2: Verringerung der Luftbelastung

Verbesserung der Verkehrssicherheit (Nutzenkomponente N3)
Messgröße: Anzahl Getötete, Schwerverletzte, Leichtverletzte pro Jahr
Berechnung: Multiplikation der eingesparten Fahrleistung mit den spezifischen Unfallraten Ermittlung der Sachschäden mittels Sachschadensrate

Verbesserung der Verkehrssicherheit (Nutzenkomponente N3)
Monetarisierung: Multiplikation der Pkw-km mit Kostensätzen (gemäß standardisierter Bewertung)
Erläuterung: Für die Ermittlung der Anzahl Unfallschäden bestehen keine ortsspezifischen Werte, es werden daher Durchschnittswerte aus der standardisierten Bewertung herangezogen. Da im Rahmen des Projektes keine ortsspezifischen Werte ermittelt werden konnten, wurden die Unfallraten und Unfallkostensätze der Standardisierten Bewertung genutzt.

Tabelle 12: Nutzenkomponente N3: Verkehrssicherheit

Senkung der Betriebskosten (Nutzenkomponente N4)
Messgröße: Pkw-km/Jahr
Berechnung: Eingesparte Pkw-Kilometer gegenüber dem Nullfall
Monetarisierung: Multiplikation der eingesparten Pkw-km mit Kostensatz (in Anlehnung an Standardisierte Bewertung)
Erläuterung: Da es hier um eine Verlagerung vom Pkw auf das Fahrrad geht, müssen die eingesparten Pkw-Betriebskosten (0,28 €/Pkw-km) um die bei der Verlagerung entstehenden Fahrradbetriebskosten (0,08€/eingespartem Pkw-km) reduziert werden.

Tabelle 13: Nutzenkomponente N4: Betriebskosten

Senkung der Infrastrukturkosten im Kfz-Verkehr (Nutzenkomponente N5)
Einsparungen im fließenden und ruhenden Kfz-Verkehr entstehen nicht unmittelbar durch den Bau eines Radweges. Einsparungen müssten abgeschätzt werden, da ebenfalls keine entsprechenden Datengrundlagen zur Verfügung stehen. Diese Nutzenkomponente wird daher nicht berücksichtigt.

Tabelle 14: Nutzenkomponente N5: Infrastrukturkosten im Kfz-Verkehr

Senkung der Krankheitskosten (Nutzenkomponente N6)
Messgröße: Personenkilometer aktiver Personen
Berechnung: Regelmäßige Wege mit einer Länge über 3,6 km, die auf das Rad verlagert wurden
Monetarisierung: Pkm aktiver Personen/Jahr durch Multiplikation mit Kostensatz (0,125 €/km)
Erläuterung: Für die Ermittlung der Personenkilometer aktiver Personen wurden zunächst lediglich die Wege über 3,6 km betrachtet, die zum Rad verlagert wurden. Es wird weiterhin angenommen, dass ein Anteil von 80% der verlagerten Fahrten in vollem Umfang auf das Rad umsteigt (vgl. NKA-Rad). Hier gibt es unterschiedlichste Studien und Ansätze. Nach intensiver Recherche und hausinterner Rücksprache mit den Erstellern der NKA-Rad wurde in der vorliegenden Studie festgelegt, den Satz von 0,125 €/km weiterhin zu nutzen.

Tabelle 15: Nutzenkomponente N6: Krankheitskosten

Unterhaltungskosten neuer Infrastruktur (Nutzenkomponente N7)
Messgröße: Relevante Investitionskosten
Berechnung: Die Unterhaltungskosten gehen als negativer Nutzen ein; Unterhaltungskosten werden angenommen als 2,5% der Investitionskosten
Monetarisierung: -

Tabelle 16: Nutzenkomponente N7: Unterhaltungskosten

Einige Nutzenkomponenten basieren auf der Zahl eingesparter Pkw-km pro Jahr. Der in der Potenzialanalyse gewählte Berechnungsansatz bestimmt das tägliche Verkehrsaufkommen. Zur Hochrechnung eines Jahreswerts ist davon auszugehen, dass nicht alle Aktivitäten täglich ausgeführt werden. Daher wird für jede Nutzergruppe ein entsprechend der nachfolgenden Tabelle individueller Hochrechnungswert genutzt. Dabei wurden 20 Arbeitstage pro Monat abzüglich 40 Urlaubs- und Krankheitstage im Jahr eingerechnet. Die übrigen Werte wurden entsprechend abgeleitet.

Wegezzweck	Nutzungshäufigkeit pro Jahr
Arbeit	200 Tage
Ausbildung und Versorgung	200 Tage
Freizeit und sonstiges	300 Tage

Tabelle 17: Nutzungshäufigkeit je Wegezzweck und Jahr

5.2 Deskriptive Nutzenkomponenten

Ergänzend zu den monetarisierbaren Nutzenkomponenten werden deskriptive Nutzenkomponenten betrachtet, denen bei einem hinterlegten Punkteschema je nach Einschätzung eine bestimmte Bewertung zwischen -2 und +2 zugeordnet wird.

Deskriptive Nutzenkomponenten
Senkung des Flächenverbrauchs
Verbesserung der Lebens- und Aufenthaltsqualität der Stadt
Verbesserung der Teilhabe nicht-motorisierter Personen am städtischen Leben
Nutzen im Bereich Dritter

Tabelle 18: Deskriptive Nutzenkomponenten

Senkung des Flächenverbrauchs

Es ist im Rahmen des Projekts nicht vorgesehen und auch nicht erkennbar, dass bestehende Flächen des fließenden oder ruhenden Verkehrs in eine andere Nutzung umgeformt werden, beispielsweise Freiflächen. Gleichzeitig wird durch den Radschnellweg kaum neue Fläche verbraucht, in vielen Abschnitten werden bestehende (Rad-)Verkehrsanlagen weiter ausgebaut. Insgesamt ist der Flächenverbrauch als **neutral (0)** zu bewerten.

Verbesserung der Lebens- und Aufenthaltsqualität

Der geplante Radschnellweg trägt dazu bei, dass das städtische Leben für Einheimische aber auch für Gäste, insbesondere Radtouristen, attraktiver wird. Wohngebiete im Umland der Innenstadt werden besser an die Innenstadt angebunden, zentrale Punkte wie die Universität und der Hauptbahnhof werden erreicht. Das Ziel einer deutlichen Stärkung des Radverkehrs in der StädteRegion

Aachen wird mit dieser Maßnahme erkennbar gestärkt. Insgesamt ist diese Komponente **sehr positiv (+2)** zu bewerten.

Verbesserung der Teilhabe nichtmotorisierter Personen am städtischen Leben

Der geplante Radschnellwegverlauf bindet umliegende Städte und Stadtteile sehr gut an die Innenstadt an. Dabei erhöht sich die Anbindungsqualität gegenüber dem aktuellen Fall erkennbar. Dies erfolgt nicht zuletzt auch durch eine Linienführung mit geringen Höhenunterschieden. Da in vielen Bereichen bereits heute Radverkehrsanlagen bestehen, stellt der Radschnellweg keine vollständige neue Erschließung dar. Diese Komponente ist somit **positiv (+1)** zu bewerten.

Nutzen im Bereich Dritter

Die Erreichbarkeit der Innenstadt insbesondere für nichtmotorisierte Personen steigt. Es ist davon auszugehen, dass der Einzelhandel bei gleichzeitig geringerem Pkw-Verkehr im Innenstadtbereich profitieren kann. Die Potenzialanalyse zeigt jedoch auch, dass Personen nicht nur vom MIV aufs Rad wechseln, sondern auch vom ÖV. Positiv ist zu bewerten, dass einige Abschnitte als Wartungs- und Havariewege durch die Straßenmeisterei, Straßenbauamt oder die Deutsche Bahn genutzt werden können. Insgesamt wird die Komponente **positiv (+1)** bewertet.

Deskriptive Nutzenkomponenten	Bewertung
Senkung des Flächenverbrauchs	0
Verbesserung der Lebens- und Aufenthaltsqualität der Stadt	+2
Verbesserung der Teilhabe nicht-motorisierter Personen am städtischen Leben	+1
Nutzen im Bereich Dritter	+1

Tabelle 19: Bewertung deskriptiver Nutzenkomponenten

Es ist festzuhalten, dass die deskriptiven Nutzenkomponenten insgesamt ein positives Ergebnis des Radschnellwegs zeigen. Keines der Bewertungskriterien ist negativ zu bewerten, lediglich hinsichtlich des Flächenverbrauchs wurde eine neutrale Bewertung abgegeben aufgrund des fehlenden eindeutigen Nutzens.

5.3 Angleichung der Monetarisierungsansätze an die Bewertung nach BVWP 2030

Bei der zuvor beschriebenen NKA-Rad handelt es sich um ein Analyseverfahren, das im Wesentlichen auf den Bewertungsparametern der standardisierten Bewertung von Verkehrsinvestitionen des ÖPNV³ basiert. Dieses Verfahren ist seit 2006 nicht fortgeschrieben worden. Um eine Angleichung der Nutzenkomponenten und ihrer Monetarisierung an die heutigen Verhältnisse zu erreichen, werden die Parameter mit den im aktuell veröffentlichten BVWP 2030 verglichen.

³ BMVBS, 2006, Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des ÖPNV und Folgekostenrechnung, Version 2006

Die nachfolgende Tabelle stellt die Monetarisierungsansätze gegenüber und erläutert gegebenenfalls die Abweichungen.

Nutzenkomponente	Einheit	Bewertung NKA-Rad	Bewertung BVWP 2030	Erläuterung
CO ₂ – Emissionen	€/t CO ₂	231 €	145€	Geringerer CO ₂ -Ausstoß moderner Fahrzeuge
Unfallschäden	T€/Getöteter	1.210,0 T€	1.161,9T€	Bei der Bewertung nach BVWP wurde die Risk-Value-Komponente nicht berücksichtigt ⁴
Unfallschäden	€/Schwerverletzter	87,5T€	116,2T€	
Unfallschäden	€/Leichtverletzter	3,9T€	4,8T€	
Betriebskosten	€/Pkw-km	0,20€	0,15€	Bestimmt wurden Betriebskosten von Pkw abzüglich Betriebskosten Fahrrad (0,08 €/km). Die Bewertung BVWP setzt sich zusammen aus allgemeinen Vorhaltungskosten, Betriebskosten und Energiekosten

Tabelle 20: Vergleich der Monetarisierungsansätze NKA-Rad und BVWP 2015

Für die vorliegenden Nutzen-Kosten-Analysen wurden die Monetarisierungsansätze des BVWP 2030 gewählt.

5.4 Baukosten

Hinsichtlich der den Nutzen gegenüberzustellenden Kostenkomponenten werden abgeleitet von den jeweiligen Nutzungsdauern Annuitäten gebildet. Aufgrund der unterschiedlichen Nutzungsdauern werden die Kosten daher unterteilt in

- Grunderwerb (unbegrenzte Dauer)
- Fahrweg (25 Jahre),
- Ingenieurbauwerke (50 Jahre),
- Betriebstechnik und Planungskosten (25 Jahre),
- Energieversorgung (15 Jahre),
- Öffentlichkeitsarbeit (2 Jahre).

Als Verzinsungsfaktor wird ein Zinssatz von 3% angenommen.

⁴ „Unter „Risk-Value-Komponente“ wird die subjektive Bewertung einer Risikoveränderung im Bereich der Verkehrssicherheit verstanden. Der Risk-Value repräsentiert die durchschnittliche Zahlungsbereitschaft der Bevölkerung für die Senkung des Risikos, selbst bei einem Unfall zu sterben oder verletzt zu werden oder dass dies Freunden und Verwandten geschieht.“ [BMVI, 2016, Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030]

5.4.1 Planfall 1

Komponente	Kosten in €	Nutzungsdauer	Annuitätenfaktor	Annuität in €
Grunderwerb	4.650.520	unbegrenzt	0,0300	139.516
Fahrweg	9.296.125	25 Jahre	0,0574	533.857
Ing.-bauwerke	16.140.089	50 Jahre	0,0389	627.293
Betriebstechnik	711.561	25 Jahre	0,0574	40.863
Energieversorgung	0	15 Jahre	0,0838	0
Öffentlichkeitsarbeit	59.500	2 Jahre	0,5226	31.095
				1.372.624

Tabelle 21: Annuitäten der Baukosten Planfall 1

Die Annuität der Erstellungskosten für den Radschnellweg im Planfall 1 wurde mit rund. 1.373.000 Euro ermittelt. Diesem Wert werden die ermittelten monetarisierten Nutzen gegenübergestellt.

5.4.2 Planfall 2

Komponente	Kosten in €	Nutzungsdauer	Annuitätenfaktor	Annuität in €
Grunderwerb	5.393.080	unbegrenzt	0,0300	161.792
Fahrweg	10.595.010	25 Jahre	0,0574	608.449
Ing.-bauwerke	16.140.089	50 Jahre	0,0389	627.293
Betriebstechnik	734.766	25 Jahre	0,0574	42.196
Energieversorgung	01	15 Jahre	0,0838	0
Öffentlichkeitsarbeit	59.500	2 Jahre	0,5226	31.095
				1.470.825

Tabelle 22: Annuitäten der Baukosten Planfall 2

Die Annuität der Erstellungskosten für den Radschnellweg im Planfall 2 wurde mit rund. 1.471.000 Euro ermittelt. Diesem Wert werden die ermittelten monetarisierten Nutzen gegenübergestellt.

5.5 Ergebnisse der Nutzen-Kosten-Analysen

Die Nutzen-Kosten-Analysen beziehen sich auf den deutschen Teil des geplanten Radschnellweges.

5.5.1 Planfall 1

Die Nutzenkomponenten für den Planfall 1 sind in den nachfolgenden Tabelle dargestellt. Die Berechnung basiert auf den Ansätzen nach BVWP 2030.

Nutzenkomponente	Monetarisierung [TEUR / a]
Saldo CO ₂ -Emissionen	+ 500,25
Saldo Schadstoffemissionen	+ 142,16
Saldo Unfallschäden	+ 1.492,55
Saldo Betriebskosten	+ 2.132,47
Veränderung Krankheitskosten	+ 1.040,67
Unterhaltskosten der neuen Infrastruktur (neg. Nutzen)	- 653,7
Summe der Nutzen	+ 4.654,40
Annuität der Baukosten	- 1.372,62
Nutzen-Kosten-Verhältnis	3,39

Tabelle 23: Berechnung Nutzen-Kosten-Verhältnis

Es ergibt sich insgesamt ein **Nutzen-Kosten-Verhältnis** von **3,39**, dieser übersteigt deutlich die kritische Grenze von 1,0. Unter den gesetzten Rahmenbedingungen und der ermittelten Potenziale ist volkswirtschaftlich ein positiver Nutzen für die Investition gegeben. Die größten Beiträge bei Betrachtung der Einzelkomponenten liefern gesenkte Betriebskosten, geringere Unfallschäden sowie Verringerungen der CO₂-Emissionen.

Insgesamt ist festzustellen, dass der geplante Radschnellweg in Zusammenschau der deskriptiven und quantitativen Nutzenkomponenten sowie der Baukosten als Ergebnis der Nutzen-Kosten-Analyse (NKA) aus gesamtwirtschaftlicher Sicht sehr positiv zu bewerten ist. Das Ergebnis liegt deutlich über 1, d.h. der Nutzen übersteigt die Kosten des geplanten Radschnellwegs um ein Vielfaches. Grundlage der Nutzen-Kosten-Analyse bildete ein Bewertungsverfahren, das innerhalb eines Forschungsprojektes für die Beurteilung von Radverkehrsmaßnahmen entwickelt wurde. Die größte Rolle bei den Eingangsgrößen spielt die Verlagerung der Verkehre vom Pkw auf das Fahrrad. Diese wurde im Rahmen der vorliegenden Studie mithilfe eines aufgebauten Verkehrsmodells ermittelt.

Aus verkehrsplanerischer Sicht wird die Realisierung des Radschnellwegs als sehr positiv eingeschätzt. Der Vergleich des Nutzen-Kosten-Verhältnisses mit den Berechnungen für andere, zum Teil bereits in der Umsetzungsphase befindliche Projekte zeigt, dass sich ein ähnlich hoher Nutzen im Vergleich zu den Kosten einstellt. So wurde für den RS1 ein NKV von 1,86 bzw. 4,80 für den Fall einer Steigerung des Radverkehrsanteils um 6% ermittelt. Für den untersuchten Radschnellweg im Planfall 1 wurde in der Machbarkeitsstudie durch die PTV ein NKV von 3,30 ermittelt.

Radschnellweg Aachen - Heerlen / Kerkrade / Herzogenrath - Planfall 1

Nutzen-Kosten-Analyse Radverkehrsmaßnahmen in Anlehnung an Monetarisierungsansätze BVWP 2030

Nutzen/Ziel	Nr.	Indikator	Messgröße	[Einheiten/a]	Kostensatz [Euro/Einheit] Preisstand 2018 [BVWP 2030]	Dimension	[TEuro/a]
Befrag zum Klimaschutz	N1	Saldo der CO ₂ -Emissionen	t/Jahr	3.450	145,00	€/T	500,25
Verringerung der Luftbelastung	N2	Saldo der Schadstoffemissionen Innerorts	Pkw-km/Jahr	14.216.445,00	0,01	€/Pkw-km	142,16
Verbesserung der Verkehrssicherheit	N3.1	Saldo der Unfallschäden	Getötete /Jahr	0	1.161,90	T€/Getöteter	283,10
	N3.2	Saldo der Unfallschäden	Schwerverletzte /Jahr	2	116,20	T€/Schwerverletzter	232,40
	N3.3	Saldo der Unfallschäden	Leichtverletzte/Jahr	14	4,80	T€/Leichtverletzter	67,20
	N3.4	Saldo der Unfallschäden (Sachschaden)	Mio Pzg-km/Jahr	14.2164	64,00	T€/je Mio Pzg-km	909,85
Senkung der Betriebskosten	N4	Saldo der Betriebskosten Lo	Pkw-km/Jahr	14.216.445,00	0,15	€/Pkw-km Lo	2.132,47
Senkung der Infrastrukturkosten im Kfz-Verkehr	N5.1	Veränderung der Kosten im Kfz-Verkehr - eingeparke Inv. in Anlagen des ruhenden Verkehrs -	Anzahl Parkplätze/Jahr	0	320,00	€/Parkplatz	0,00
	N5.2	Veränderung der Kosten im Kfz-Verkehr - eingeparke Inv. in Anlagen des fließenden Verkehrs	T€/Jahr	0	1,00	TEuro	0,00
Senkung der allg. Krankheitskosten	N6	Veränderung Krankheitskosten d. Verbesserung des allg. Gesundheitszustandes	Pkm aktiver Personen/Jahr	8.325.360	0,13	€/km	1.040,67
Senkung der Unterhaltungskosten	N7	Unterhaltungskosten der neuen Infrastruktur (nur zusätzliche der Maßnahmen)	€/Jahr	653.694	-1,00	€/Jahr	-653,7
Summe Nutzen in TEuro/Jahr							4.864,40

Verringerung der Investitionskosten	K1	Investitionskosten pro Jahr	Bausumme in TEuro/Jahr	1.372,62
-------------------------------------	----	-----------------------------	------------------------	----------

Nutzen-Kosten-Quotient	3,38
------------------------	------

Gesamtbausumme in Euro (Preisstand 2015)	30.857.795
--	------------

	Anteil	Wert in Euro	Nutzungsdauer	Ann.-Faktor	Annuität
Grundwerb	15%	4.650.520	unbegrenzt	0,0300	139.516
Fahweg	30%	9.296.125	25	0,0574	533.857
Ingenieurbauwerke	52%	16.140.089	50	0,0389	627.293
Betriebstechnik	2%	711.561	25	0,0574	40.863
Energieversorgung	0%	0	15	0,0838	0
Öffentlichkeitsarbeit	0%	59.500	2	0,5226	31.095
Summe Annuität					1.372.824

Zinssatz	3%
----------	----

Abbildung 25: Nutzen-Kosten-Analyse – Übersicht Planfall 1

5.5.2 Planfall 2

Die Nutzenkomponenten für den Planfall 2 sind in den nachfolgenden Tabelle dargestellt. Die Berechnung basiert auf den Ansätzen nach BVWP 2030.

Nutzenkomponente	Monetarisierung [TEUR / a]
Saldo CO ₂ -Emissionen	+ 603,93
Saldo Schadstoffemissionen	+ 171,64
Saldo Unfallschäden	+ 1.806,99
Saldo Betriebskosten	+ 2.574,58
Veränderung Krankheitskosten	+ 1.070,13
Unterhaltskosten der neuen Infrastruktur (neg. Nutzen)	- 686,7
Summe der Nutzen	+ 5.540,50
Annuität der Baukosten	- 1.470,83
Nutzen-Kosten-Verhältnis	3,77

Tabelle 24: Berechnung Nutzen-Kosten-Verhältnis

Es ergibt sich insgesamt ein **Nutzen-Kosten-Verhältnis** von **3,77**, dieser übersteigt deutlich die kritische Grenze von 1,0. Unter den gesetzten Rahmenbedingungen und der ermittelten Potenziale ist volkswirtschaftlich ein positiver Nutzen für die Investition gegeben. Die größten Beiträge bei Betrachtung der Einzelkomponenten liefern gesenkte Betriebskosten, geringere Unfallschäden sowie Verringerungen der CO₂-Emissionen.

Insgesamt ist festzustellen, dass der geplante Radschnellweg in Zusammenschau der deskriptiven und quantitativen Nutzenkomponenten sowie der Baukosten als Ergebnis der Nutzen-Kosten-Analyse (NKA) aus gesamtwirtschaftlicher Sicht sehr positiv zu bewerten ist. Das Ergebnis liegt deutlich über 1, d.h. der Nutzen übersteigt die Kosten des geplanten Radschnellwegs um ein Vielfaches. Grundlage der Nutzen-Kosten-Analyse bildete ein Bewertungsverfahren, das innerhalb eines Forschungsprojektes für die Beurteilung von Radverkehrsmaßnahmen entwickelt wurde. Die größte Rolle bei den Eingangsgrößen spielt die Verlagerung der Verkehre vom Pkw auf das Fahrrad. Diese wurde im Rahmen der vorliegenden Studie mithilfe eines aufgebauten Verkehrsmodells ermittelt.

Aus verkehrsplanerischer Sicht wird die Realisierung des Radschnellwegs als sehr positiv eingeschätzt. Der Vergleich des Nutzen-Kosten-Verhältnisses mit den Berechnungen für andere, zum Teil bereits in der Umsetzungsphase befindliche Projekte zeigt, dass sich ein ähnlich hoher Nutzen im Vergleich zu den Kosten einstellt. So wurde für den RS1 ein NKV von 1,86 bzw. 4,80 für den Fall einer Steigerung des Radverkehrsanteils um 6% ermittelt. Für den untersuchten Radschnellweg im Planfall 2 wurde in der Machbarkeitsstudie durch die PTV ein

NKV von 3,77 ermittelt. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis liegt somit im Planfall 2 höher als Planfall 1.

Radschnellweg Aachen - Heerlen / Kerkrade / Herzogenrath - Planfall 2

Nutzen-Kosten-Analyse Radverkehrsmaßnahmen in Anlehnung an Monetarisierungsansätze BVWP 2030

Nutzen/Ziel	Nr.	Indikator	Messgröße	[Einheiten/a]	Kostensatz [Euro/Einheit] Preisstand 2018	Dimension	[TEuro/a]
Beitrag zum Klimaschutz	N1	Saldo der CO ₂ -Emissionen	t/Jahr	4.165	145,00	€/T	603,93
Verringerung der Luftbelastung	N2	Saldo der Schadstoffemissionen innerorts	Pkw-km/Jahr	17.163.847,00	0,01	€/Pkw-km	171,64
Verbesserung der Verkehrssicherheit	N3.1	Saldo der Unfallschäden	Gelöferte / Jahr	0	1.161,90	TE/Gelöfeter	293,10
	N3.2	Saldo der Unfallschäden	Schwerverletzte / Jahr	3	116,20	TE/Schwerverletzter	348,60
	N3.3	Saldo der Unfallschäden	Leichtverletzte / Jahr	16	4,80	TE/Leichtverletzter	76,80
	N3.4	Saldo der Unfallschäden (Sachschäden)	Mio Pz-g-km/Jahr	17,1638	64,00	TE/je Mio Pz-g-km	1.098,49
Senkung der Betriebskosten	N4	Saldo der Betriebskosten Lo	Pkw-km/Jahr	17.163.847,00	0,15	€/Pkw-km Lo	2.574,58
Senkung der Infratrunkkosten im Kfz-Verkehr	N6.1	Veränderung der Kosten im Kfz-Verkehr - eingesparte Inv. in Anlagen des ruhenden Verkehrs -	Anzahl Parkplätze/Jahr	0	320,00	€/Parkplatz	0,00
	N6.2	Veränderung der Kosten im Kfz-Verkehr - eingesparte Inv. in Anlagen des fließenden Verkehrs	TE/Jahr	0	1,00	TEuro	0,00
Senkung der allg. Krankheitskosten	N8	Veränderung Krankheitskosten d. Verbesserung des allg. Gesundheitszustandes	Pkm aktiver Personen/Jahr	8.561.023	0,13	€/km	1.070,13
Senkung der Unterhaltungskosten	N7	Unterhaltungskosten der neuen Infrastruktur (nur zusätzliche der Maßnahmen)	€/Jahr	686.747	-1,00	€/Jahr	-686,7
Summe Nutzen in TEuro/Jahr							6.640,60

Verringerung der Investitionskosten	K1	Investitionskosten pro Jahr	Bausumme in TEuro/Jahr	1.470,83
-------------------------------------	----	-----------------------------	------------------------	----------

Nutzen-Kosten-Quotient	3,77
------------------------	------

Gesamtbausumme in Euro (Preisstand 2016)	32.922.445
--	------------

	Anteil	Wert in Euro	Nutzungsdauer	Ann.-Faktor	Annuität
Grundentwurf	16%	5.393.080	unbegrenzt	0,0300	161.792
Fahrbahn	32%	10.595.010	25	0,0574	608.449
Ingenieurbauwerke	49%	16.140.089	50	0,0389	627.293
Betriebstechnik	2%	734.766	25	0,0574	42.196
Energieversorgung	0%	0	15	0,0838	0
Öffentlichkeitsarbeit	0%	59.500	2	0,5226	31.095
Summe Annuität					1.470.826

Zinssatz	3%
----------	----

Abbildung 26: Nutzen-Kosten-Analyse – Übersicht Planfall 2

5.6 Sensitivitätsbetrachtung

Die Nutzen-Kosten-Analyse nimmt für die Bewertung eines Projektes einen besonderen Stellenwert ein. Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit stellt sie mit den Investitionen das Hauptmerkmal bei der Entscheidung für oder gegen ein Projekt dar. Es ist daher im Interesse des Auftraggebers als auch des Gutachters, die Ergebnisse zu prüfen und die Wirkung der einzelnen Eingangsdaten zu hinterfragen. Eine wichtige Methode dabei ist die Sensitivitätsbetrachtung. Basierend auf dem Planfall 1 werden hier einzelne Eingangsgrößen variiert um zu prüfen, wie groß ihr Einfluss auf das Gesamtergebnis ist und somit die Ergebnisse zu verifizieren.

Nachfolgend werden die unterschiedlichen Szenarien und ihre jeweilige Wirkung auf das Nutzen-Kosten-Verhältnis dargestellt.

Beschreibung der Eingangsdatenänderung	Ergebnis NKV
Die Anzahl der vom Pkw auf das Rad wechselnden Verkehrsteilnehmer und damit die eingesparten Pkw-km halbieren sich	1,94
Die Senkung der allgemeinen Krankheitskosten basiert auf den Annahmen der Nutzen-Kosten-Analyse des RS1 ⁵ , in dem erhöhte Kosteneinsparungen im Gesundheitswesen erwartet werden (Monetarisierung mit 0,25€/km)	4,15
Bei der Betrachtung der Krankheitskosten wird davon ausgegangen, dass nicht 80% der Radfahrer vollständig auf das Rad umsteigen sondern lediglich 40%	3,01
Eingesparte CO2-Emissionen werden mit 100€ pro Tonne statt mit 145€ pro Tonne bewertet.	3,28

Tabelle 25: Sensitivitätstests NKV

Den deutlichsten Einfluss auf das Ergebnis nimmt die Anzahl der Wechsler. Bei einer Halbierung der Pkw-km verringert sich das Nutzen-Kosten-Verhältnis auf weniger als die Hälfte. Die Anzahl der eingesparten Pkw-km wird für verschiedene Komponenten zur Hochrechnung genutzt, dementsprechend besteht hier ein umfassender Einfluss. Im Ergebnis zeigt sich jedoch, dass auch mit einer Halbierung des Aufkommens ein positives Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1,94 entsteht.

⁵ Radschnellweg Ruhr RS.1 – Bei dem Radschnellweg handelt es sich um einen ca. 100 km langen Radschnellweg von Duisburg bis Hamm. Für die Machbarkeitsstudie 2014 wurde im Rahmen der Nutzen-Kosten-Analyse eine Einsparung im Gesundheitswesen von 0,25 €/km festgelegt

6 Zusammenfassung und Ergebnis

Die StädteRegion Aachen hat im Rahmen einer Machbarkeitsstudie die Realisierung eines Radschnellweges zwischen Aachen – Heerlen / Kerkrade / Herzogenrath prüfen lassen. Parallel dazu wurde die vorliegende Potenzialuntersuchung und Nutzen-Kosten-Analyse durchgeführt.

In der vorliegenden Untersuchung wurde ermittelt, welche Radverkehrspotenziale durch den Bau eines Radschnellweges geschaffen werden können. Auf Basis einer modellbasierten Potenzialanalyse wurden die Wechsellpotenziale von anderen Verkehrsmitteln zum Rad sowie das Radverkehrsaufkommen auf dem Radschnellweg insgesamt bestimmt. Dabei wurden die Eigenschaften der Radfahrer hinsichtlich ihrer Belange bei der Routenwahl möglichst genau abgebildet. Parallel zu einer zweistufigen Bürgerbeteiligung wurden die Potenzialuntersuchungen in mehreren Stufen durchgeführt und final zwei Planfälle mit einem Nullfall verglichen.

Zur wirtschaftlichen Betrachtung des Vorhabens wurde eine Nutzen-Kosten-Analyse durchgeführt, in der die Kosten durch den Bau und Betrieb des Radschnellweges den Nutzen, bspw. Durch geminderte CO₂-Emissionen gegenübergestellt wurden. Dabei wurde ein Verfahren genutzt, dass hinsichtlich der Monetarisierungsansätze sowie des allgemeinen Aufbaus den standardisierten Bewertungsverfahren für MIV oder ÖV-Projekte entspricht. Die Nutzen-Kosten-Analyse wurde für die zwei final betrachteten Planfälle der Potenzialuntersuchung durchgeführt.

Die Potenziale wurden in den Untersuchungsgebieten Führung auf deutscher Seite sowie auf deutscher und niederländischer Seite betrachtet. Insgesamt zeigt der Bau des Radschnellweges eine deutliche Wirkung auf das Radverkehrsaufkommen. So erhöht sich in beiden Planfällen das Radverkehrsaufkommen um bis zu 12% im Einzugsbereich des Radschnellweges, das Plus an 15.700 Radfahrten/Tag (Planfall 1) bis 16.900 Radfahrten/Tag (Planfall 2) auf deutscher Seite entspricht einem Zuwachs des Radverkehrsanteils am Modal Split von 1,4%. Bezogen auf den gesamten deutschen und niederländischen Einzugsbereich werden 20.800 (Planfall 1) bis 22.000 (Planfall 2) Radfahrten/Tag mehr durchgeführt.

Durch die Verlagerung vom Pkw können täglich 30.500 Pkw-km eingespart werden. Damit reduziert sich die CO₂-Emission um 7,4 t pro Tag.

Auf dem Radschnellweg werden in beiden Planfälle rund 49.000 Rad-km zurückgelegt.

Die Nutzen-Kosten-Analyse umfasst neben messbaren und monetarisierbaren Nutzenkomponenten ebenfalls deskriptive Größen wie beispielsweise Verbesserung der Lebens- und Aufenthaltsqualität.

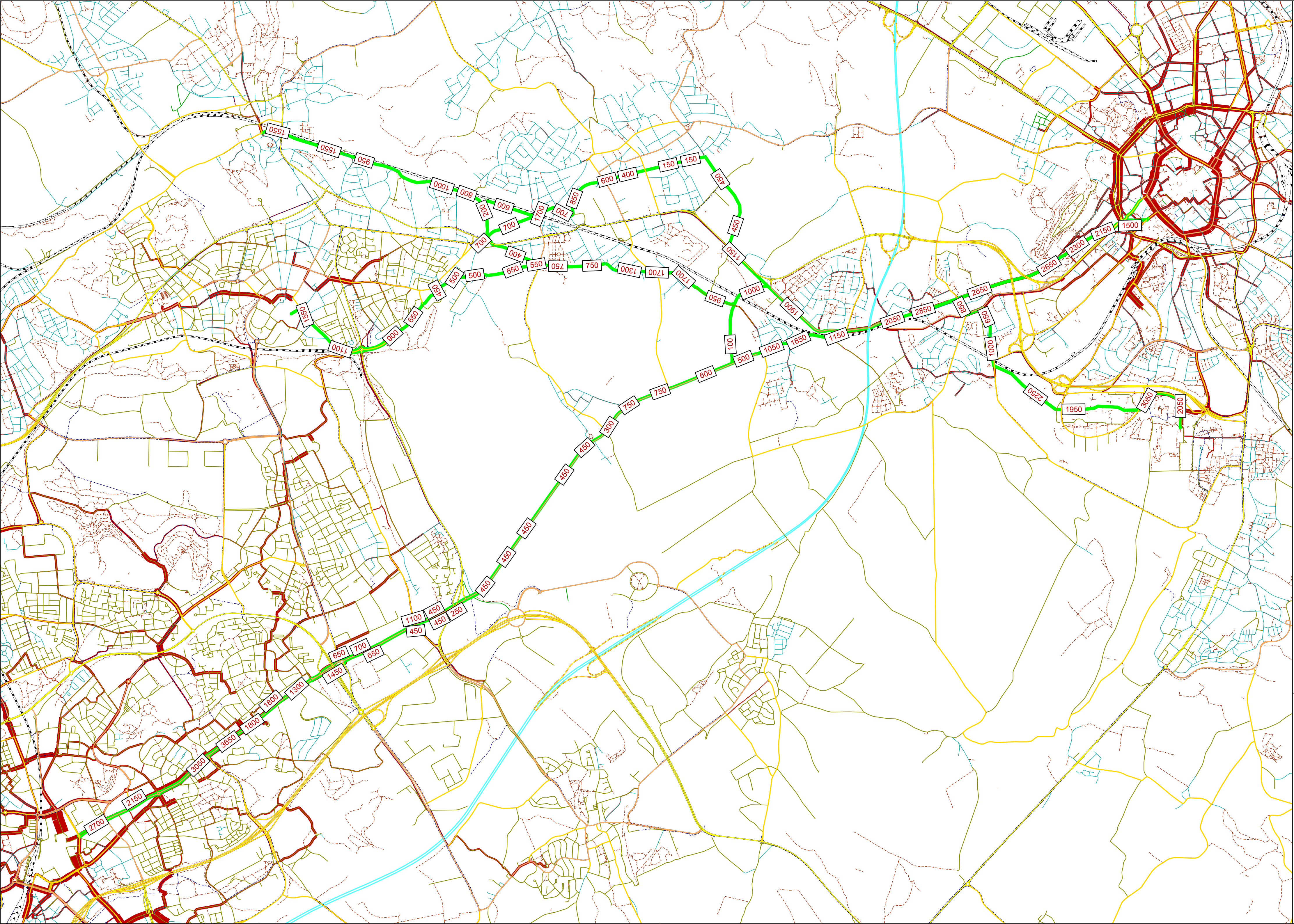
Im Ergebnis der Analyse zeigt sich in wirtschaftlicher Hinsicht eine deutlich positive Wirkung des Radschnellwegs. Unter Verwendung der grundsätzlichen Berechnungsansätze nach NKA-Rad sowie Anpassung einiger Monetarisierungsansätze gemäß BVWP ergeben sich mit 3,39 für den Planfall 1 und

3,77 für den Planfall 2 sehr positive Bewertungen. Gleichzeitig werden die deskriptiven Größen ebenfalls positiv bewertet.

Über die einfache Berechnung hinaus wurde eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt, um zu überprüfen, ob das positive Ergebnis von einzelnen Einflussfaktoren abhängig ist und wie sensibel die Berechnung auf Änderungen der Eingangsparameter reagiert. Dabei hat sich gezeigt, dass selbst mit einer Halbierung der eingesparten Pkw-km ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1,94 besteht und somit weiterhin deutlich im positiven Bereich steht.

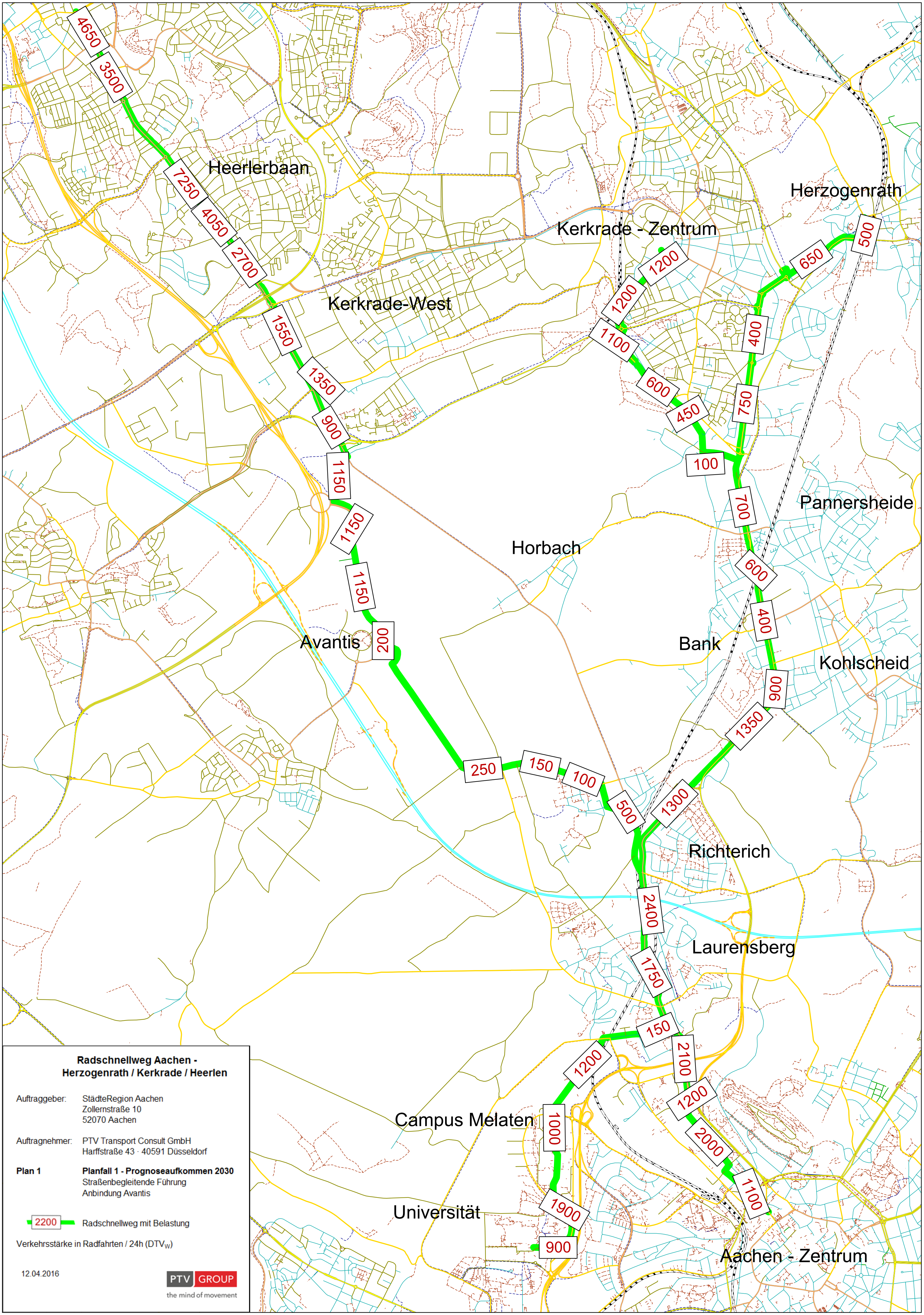
7 Anhänge

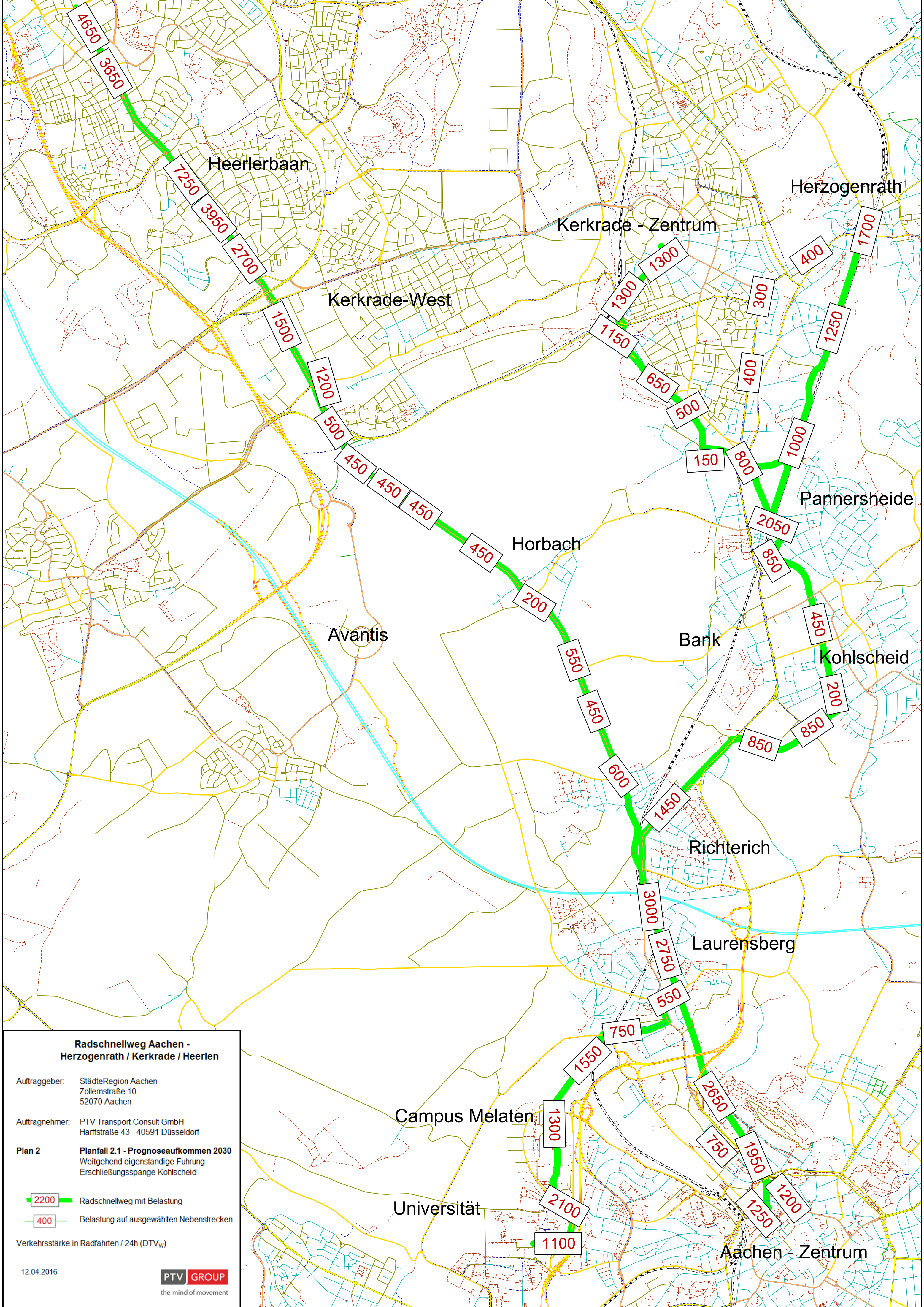
7.1 Potenziale vorläufige Trassenführung



7.2 Potenziale Planfälle Phase 2

- Planfall 1 – straßenbegleitende Führung, Anbindung Avantis
- Planfall 2.1 – weitgehend eigenständige Führung, Erschließungsspange Kohlscheid
- Planfall 2.2 – weitgehend eigenständige Führung, direkte Führung um Kohlscheid
- Planfall 3 – weitgehend eigenständige Führung, direkte Führung um Kohlscheid, Erschließungsspange Kohlscheid





**Radschnellweg Aachen -
Herzogenrath / Kerkrade / Heerlen**

Auftraggeber: StädteRegion Aachen
Zollernstraße 10
52070 Aachen

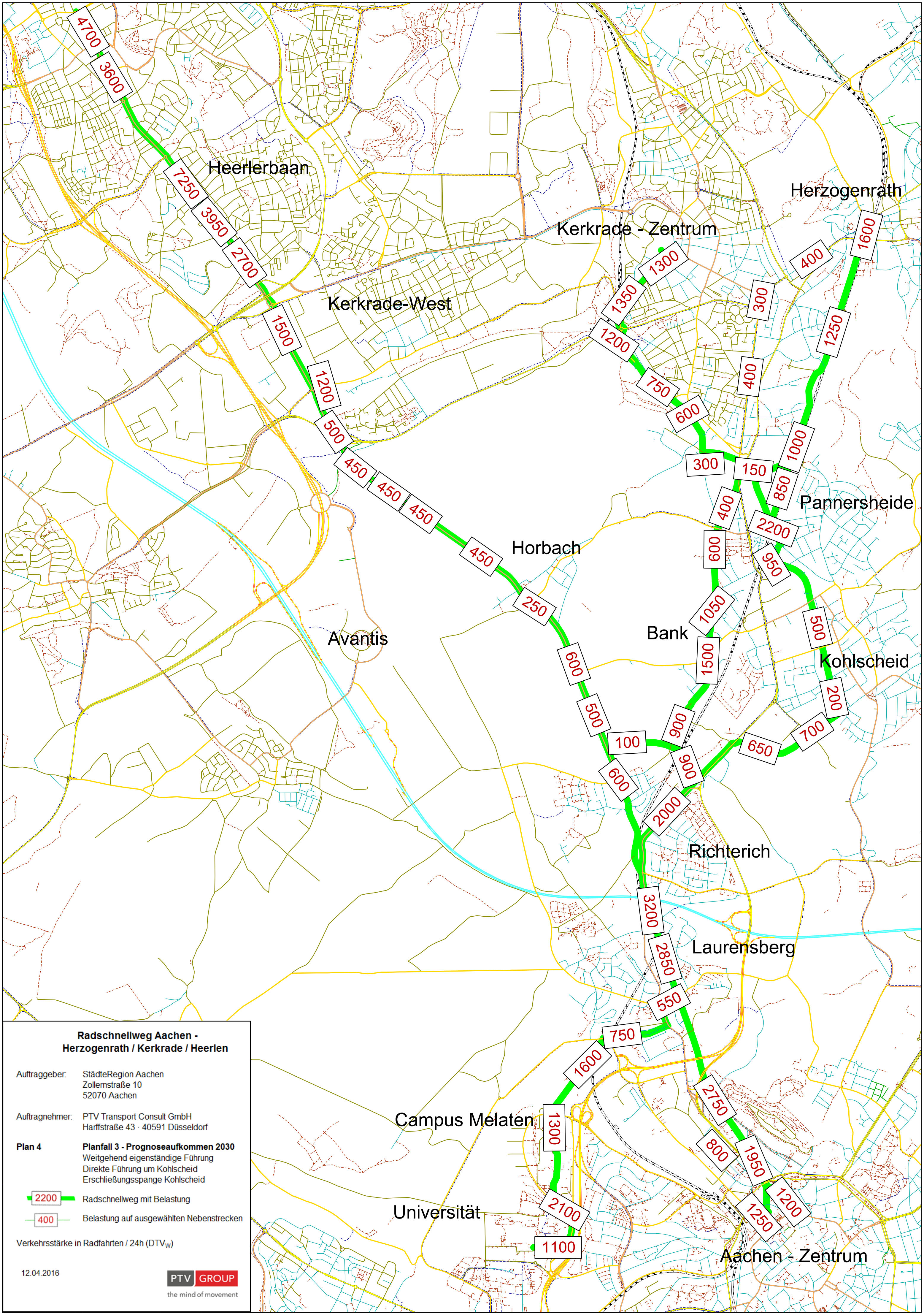
Auftragnehmer: PTV Transport Consult GmbH
Harffstraße 43 · 40591 Düsseldorf

Plan 2 **Planfall 2.1 - Prognoseaufkommen 2030**
Weitgehend eigenständige Führung
Erschließungsspange Kohlscheid

 2200 Radschnellweg mit Belastung
 400 Belastung auf ausgewählten Nebenstrecken

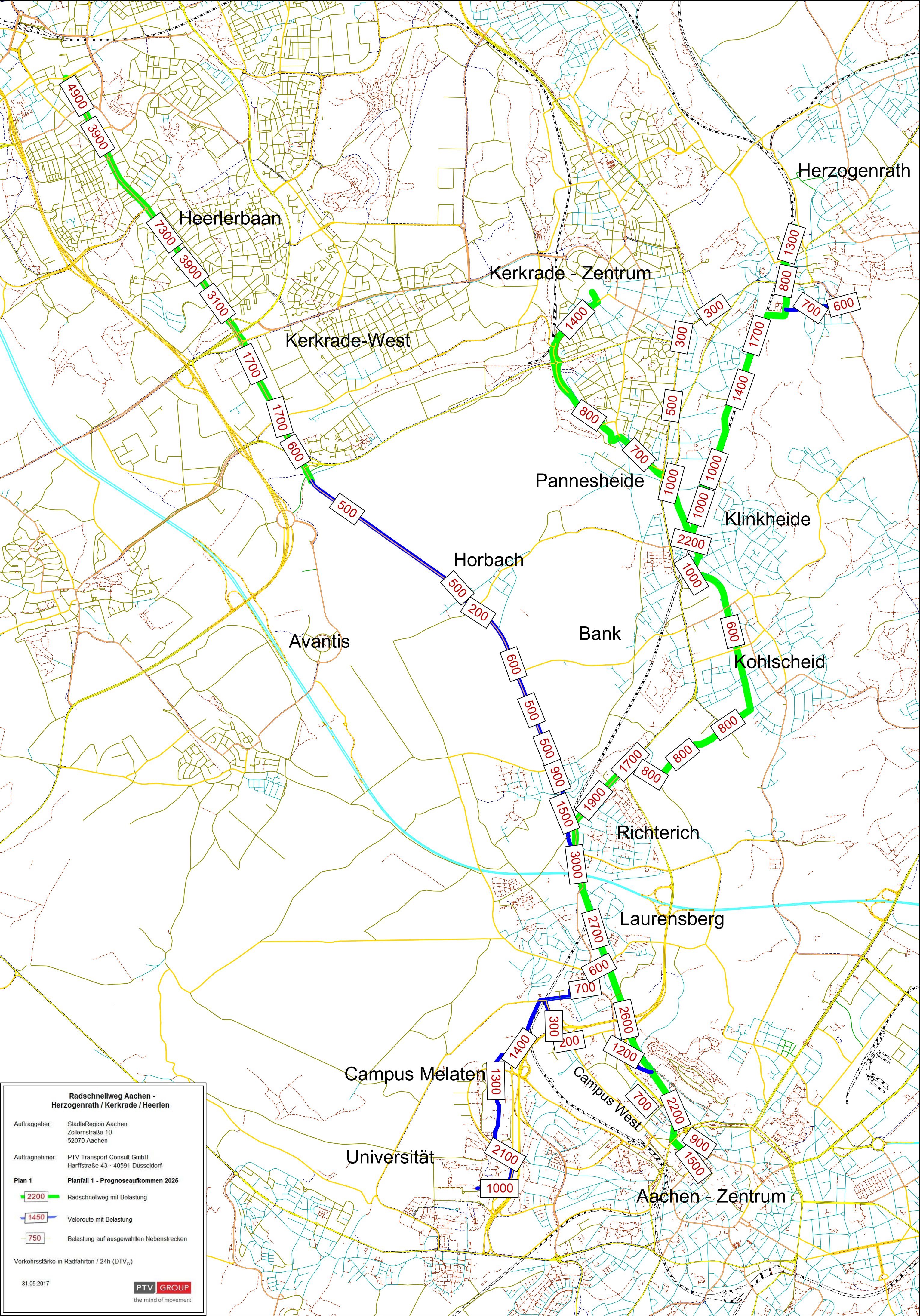
Verkehrsstärke in Radfahrten / 24h (DTV_w)

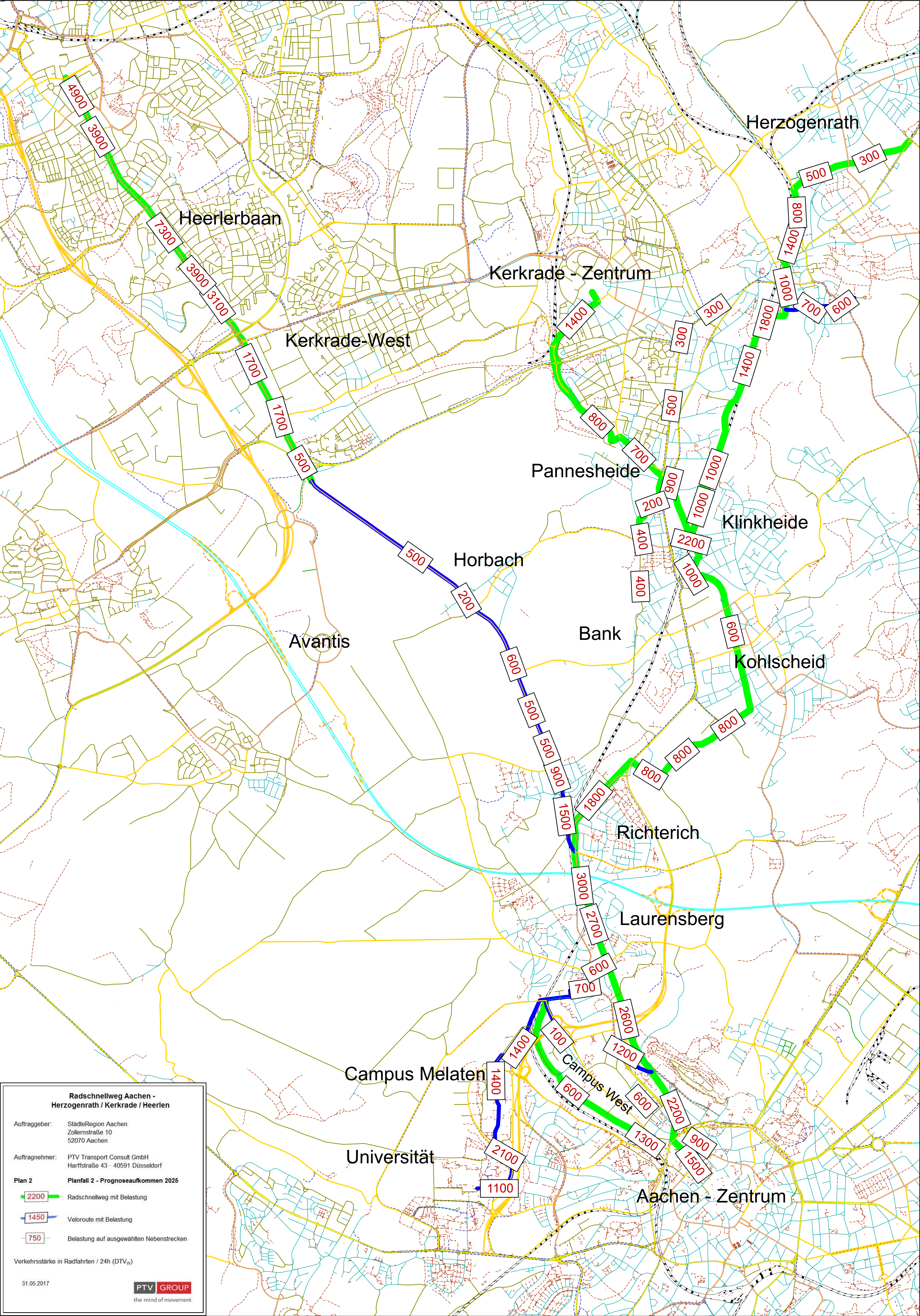
12.04.2016



7.3 **Potenzielle Planfälle finale Phase**

- Planfall 1
- Planfall 2





7.4 Nutzen-Kosten-Analyse

- Planfall 1
- Planfall 2

Radschnellweg Aachen - Heerlen / Kerkrade / Herzogenrath - Planfall 1
Nutzen-Kosten-Analyse Radverkehrsmaßnahmen in Anlehnung an Monetarisierungsansätze BVWP 2030

Nutzen/Ziel	Nr.	Indikator	Messgröße	[Einheiten/a]	Kostensatz [Euro/Einheit] Preisstand 2016 [BVWP 2030]	Dimension	[TEuro/a]
Beitrag zum Klimaschutz	N1	Saldo der CO ₂ -Emissionen	t/Jahr	3.450	145,00	€/T	500,25
Verringerung der Luftbelastung	N2	Saldo der Schadstoffemissionen innerorts	Pkw-km/Jahr	14.216.445,00	0,01	€/Pkw-km	142,16
Verbesserung der Verkehrssicherheit	N3.1	Saldo der Unfallschäden	Getötete /Jahr	0	1.161,90	T€/Getöteter	283,10
	N3.2	Saldo der Unfallschäden	Schwerverletzte /Jahr	2	116,20	T€/Schwerverletzter	232,40
	N3.3	Saldo der Unfallschäden	Leichtverletzte/ Jahr	14	4,80	T€/Leichtverletzter	67,20
	N3.4	Saldo der Unfallschäden (Sachschaden)	Mio Fzg-km/Jahr	14,2164	64,00	T€/je Mio Fzg-km	909,85
Senkung der Betriebskosten	N4	Saldo der Betriebskosten i.o	Pkw-km/Jahr	14.216.445,00	0,15	€/Pkw-km i.o	2.132,47
Senkung der Infrastrukturkosten im Kfz-Verkehr	N5.1	Veränderung der Kosten im Kfz-Verkehr - eingesparte Inv. in Anlagen des ruhenden Verkehrs -	Anzahl Parkplätze/Jahr	0	320,00	€/Parkplatz	0,00
	N5.2	Veränderung der Kosten im Kfz-Verkehr - eingesparte Inv. in Anlagen des fließenden Verkehrs	T€/Jahr	0	1,00	TEuro	0,00
Senkung der allg. Krankheitskosten	N6	Veränderung Krankheitskosten d. Verbesserung des all. Gesundheitszustandes	Pkm aktiver Personen/Jahr	8.325.360	0,13	€/km	1.040,67
Senkung der Unterhaltungskosten	N7	Unterhaltungskosten der neuen Infrastruktur (nur zusätzliche der Maßnahmen)	€/Jahr	653.694	-1,00	€/Jahr	-653,7
Summe Nutzen in TEuro/Jahr							4.654,40

Verringerung der Investitionskosten	K1	Investitionskosten pro Jahr	Bausumme in TEuro/Jahr	1.372,62
-------------------------------------	----	-----------------------------	------------------------	----------

Nutzen-Kosten-Quotient	3,39
------------------------	------

Gesamtbausumme in Euro (Preisstand 2016)	30.857.795
--	------------

	Anteil	Wert in Euro	Nutzungsdauer	Ann.-Faktor	Annuität
Grunderwerb	15%	4.650.520	unbegrenzt	0,0300	139.516
Fahrtweg	30%	9.296.125	25	0,0574	533.857
Ingenieurbauwerke	52%	16.140.089	50	0,0389	627.293
Betriebstechnik	2%	711.561	25	0,0574	40.863
Energieversorgung	0%	0	15	0,0838	0
Öffentlichkeitsarbeit	0%	59.500	2	0,5226	31.095
Summe Annuität					1.372.624

Zinssatz	3%
----------	----

Radschnellweg Aachen - Heerlen / Kerkrade / Herzogenrath - Planfall 2

Nutzen-Kosten-Analyse Radverkehrsmaßnahmen in Anlehnung an Monetarisierungsansätze BVWP 2030

Nutzen/Ziel	Nr.	Indikator	Messgröße	[Einheiten/a]	Kostensatz [Euro/Einheit] Preisstand 2016	Dimension	[TEuro/a]
Beitrag zum Klimaschutz	N1	Saldo der CO ₂ -Emissionen	t/Jahr	4.165	145,00	€/T	603,93
Verringerung der Luftbelastung	N2	Saldo der Schadstoffemissionen innerorts	Pkw-km/Jahr	17.163.847,00	0,01	€/Pkw-km	171,64
Verbesserung der Verkehrssicherheit	N3.1	Saldo der Unfallschäden	Getötete /Jahr	0	1.161,90	T€/Getöteter	283,10
	N3.2	Saldo der Unfallschäden	Schwerverletzte /Jahr	3	116,20	T€/Schwerverletzter	348,60
	N3.3	Saldo der Unfallschäden	Leichtverletzte/ Jahr	16	4,80	T€/Leichtverletzter	76,80
	N3.4	Saldo der Unfallschäden (Sachschaden)	Mio Fzg-km/Jahr	17,1638	64,00	T€/je Mio Fzg-km	1.098,49
Senkung der Betriebskosten	N4	Saldo der Betriebskosten i.o	Pkw-km/Jahr	17.163.847,00	0,15	€/Pkw-km i.o	2.574,58
Senkung der Infrastrukturkosten im Kfz-Verkehr	N5.1	Veränderung der Kosten im Kfz-Verkehr - eingesparte Inv. in Anlagen des ruhenden Verkehrs -	Anzahl Parkplätze/Jahr	0	320,00	€/Parkplatz	0,00
	N5.2	Veränderung der Kosten im Kfz-Verkehr - eingesparte Inv. in Anlagen des fließenden Verkehrs	T€/Jahr	0	1,00	TEuro	0,00
Senkung der allg. Krankheitskosten	N6	Veränderung Krankheitskosten d. Verbesserung des all. Gesundheitszustandes	Pkm aktiver Personen/Jahr	8.561.023	0,13	€/km	1.070,13
Senkung der Unterhaltungskosten	N7	Unterhaltungskosten der neuen Infrastruktur (nur zusätzliche der Maßnahmen)	€/Jahr	686.747	-1,00	€/Jahr	-686,7
Summe Nutzen in TEuro/Jahr							5.540,50

Verringerung der Investitionskosten	K1	Investitionskosten pro Jahr	Bausumme in TEuro/Jahr	1.470,83
-------------------------------------	----	-----------------------------	------------------------	----------

Nutzen-Kosten-Quotient	3,77
------------------------	------

Gesamtbausumme in Euro (Preisstand 2016)	32.922.445
--	------------

	Anteil	Wert in Euro	Nutzungsdauer	Ann.-Faktor	Annuität
Grunderwerb	16%	5.393.080	unbegrenzt	0,0300	161.792
Fahrtweg	32%	10.595.010	25	0,0574	608.449
Ingenieurbauwerke	49%	16.140.089	50	0,0389	627.293
Betriebstechnik	2%	734.766	25	0,0574	42.196
Energieversorgung	0%	0	15	0,0838	0
Öffentlichkeitsarbeit	0%	59.500	2	0,5226	31.095
Summe Annuität					1.470.825

Zinssatz	3%
----------	----