

Zielnetz Eisenbahn 2040

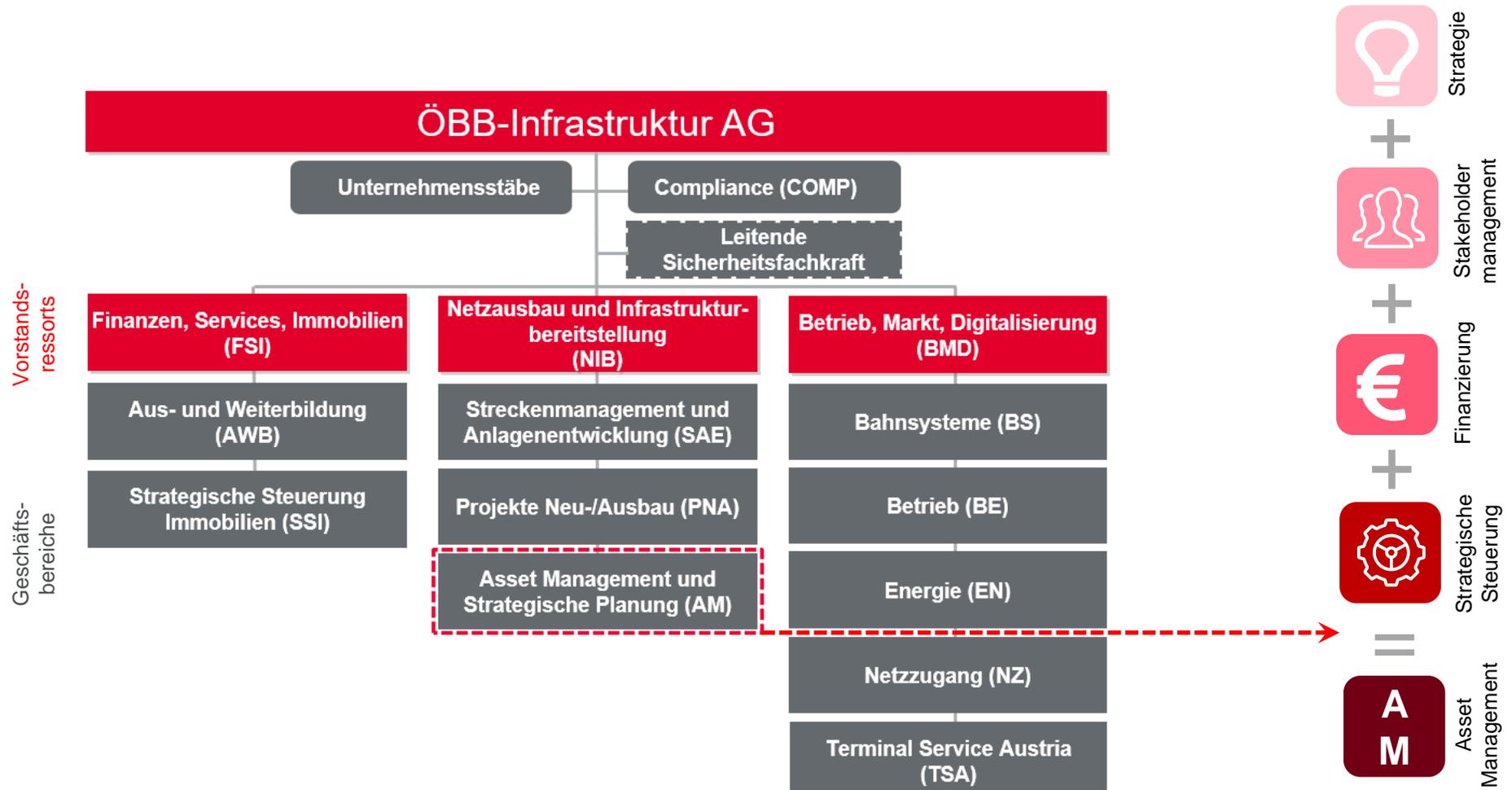
Verkehrsnachfragemodellierung als Entscheidungsgrundlage im Entwicklungsprozess

PTV Mobility Anwender:innenseminar
12.06.2024

Richard Vanek (ÖBB-INFRA)
Florian Koppelhuber (Trafility)
Anton Marauli (planma)

ÖBB-INFRA | Geschäftsbereich Asset Management und Strategische Planung

... von der Strategie zur Steuerung



Zielnetz 2040 – Bearbeitungsprozess

... vom Angebotsziel zur Infrastruktur

- Gemeinsame Erarbeitung durch BMK, ÖBB-INFRA und SCHIG
- Aufbauend auf den **Zielen** des Zielnetz 2040 und den **Angebotszielen**: Identifikation des Maßnahmenbedarfs und Projektierung der dafür notwendigen Infrastrukturmaßnahmen → iterativer Prozess im Expert:innendialog und Abstimmung mit relevanten **Stakeholdern** und **Verkehrsbestellern** / Ländern abgestimmt.
- Dafür **erforderliche Infrastrukturprojekte**, die einen gemeinsamen funktionalen und / oder räumlichen Kontext haben und zur Erreichung eines übergeordneten Ziels sowie einer strecken- bzw. achsenspezifischen Wirkungen beitragen, werden zu **Modulen** zusammengefasst.
- Insgesamt werden knapp **100 Projekte** betrachtet, welche zu **34 Modulen** zusammengefasst werden.
- Die Entwicklung und Bewertung der Module setzen auf einem **Referenzfall** auf, der im Kern die Umsetzung des Rahmenplans ÖBB 2023-2028 umfasst.

Internationale Verbindungen *Steigerung der Leistungsfähigkeit der internationalen Verbindungen*



Taktfahrplan *Weiterentwicklung des Taktfahrplans und Verkürzung der Fahrzeiten*



Schienengüterverkehr *Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs*



Ballungsräume *Ausweitung des Angebots in den Ballungsräumen und Sicherstellung der Kapazität*



Regionalverkehr *Verbesserung der regionalen Erreichbarkeit*



- Ziele
 - Ermittlung der verkehrlichen Eingangsgrößen für die **gesamtwirtschaftliche Bewertung**
 - Betrachtung **Personen- und Güterverkehr**
- Generelle Modellanforderungen
 - **Mengengerüst** am Horizont 2040: Zielgrößen zur Erreichung der Unternehmenszielen sowie des Mobilitätsmasterplans 2030 des BMK → Kapazitäten schaffen → **Entwicklung von Maßnahmenbündeln → iterative Anpassung notwendig**
 - **Plausible Modellabbildung und Modellsensitivitäten** auf Rahmenbedingungen und Modulwirkungen (zB Strukturdaten, Kosten/ ÖV-Tarife, Fahr-/ Transportzeiten, Umsteigehäufigkeiten, Umsteigezeiten, Bedienungshäufigkeiten; Strecken- und Fzg-Kapazitäten)
 - **Fokus auf Bahn** und konkurrierende Verkehrsmittel, in Sonderfällen auch Betrachtung der Flug- und Busverkehre
- VMÖ und VPÖ 2040+ liegen nicht vor
 - Entwicklung von Modellen, aufbauend auf Vorarbeiten und möglichst konsistent

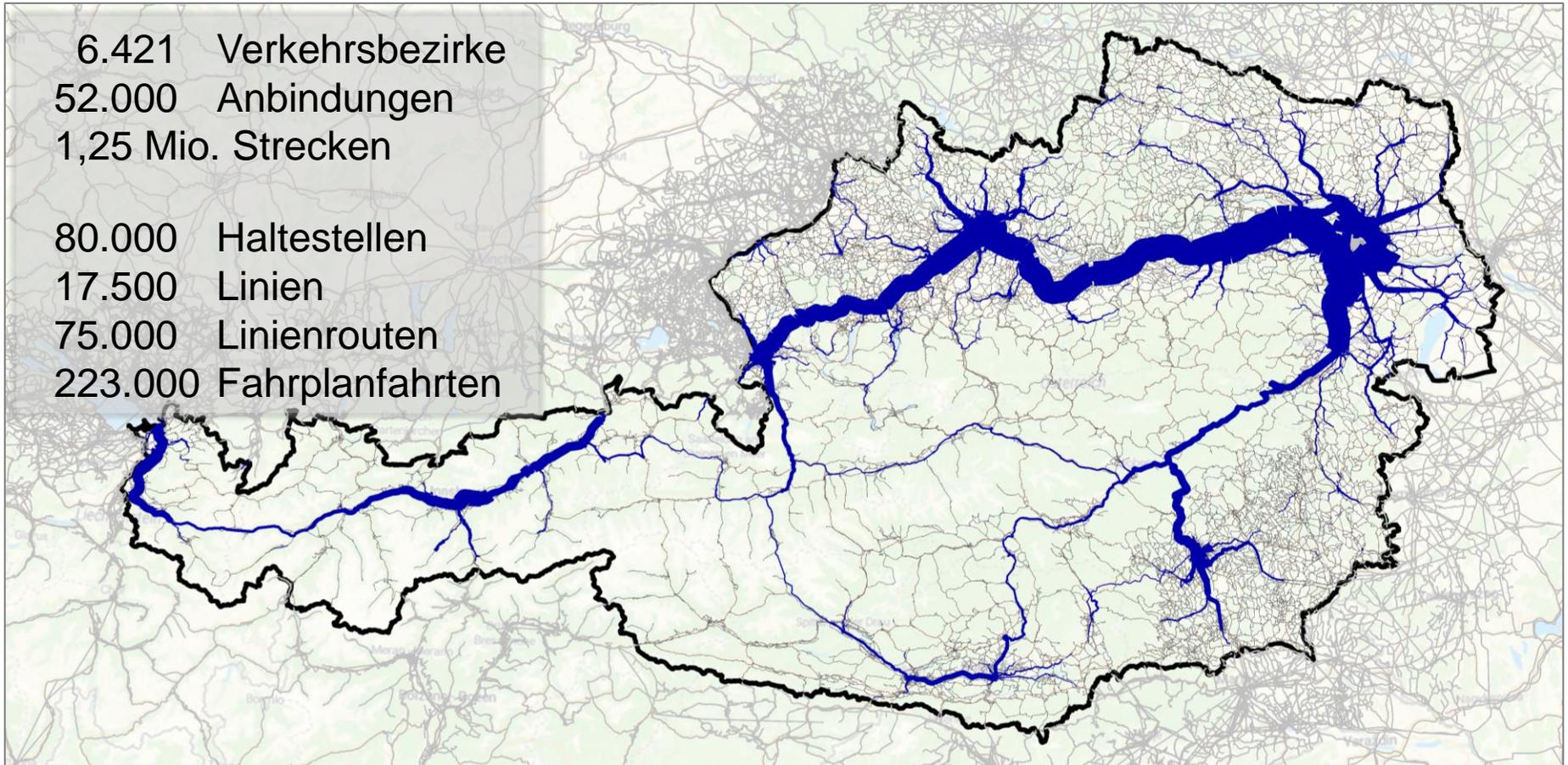
Zielnetz 2040 – Verkehrsnachfragemodellierung

Annahmen für die Prognose und Festlegung des Maßnahmenmixes

- **Strukturdatenentwicklung** bis 2040 (ÖROK, StatAT)
- Ausbau hochrangiges **Straßennetz**
- **Wirtschaftsprognosen** nach Ländern und Sektoren
- **Geschwindigkeitsbeschränkungen** auf Autobahnen, Schnellstraßen und Freilandstraßen
- Ausweitung der **Klimaticket**nutzung (innerhalb Bundesländer und AT-weit)
- Erhöhung der fahrleistungsabhängigen **Pkw-Kosten**
- Internalisierung externer **Kosten im Güterverkehr**
- Veränderung der **Wert-Gewicht-Verhältnisse** im Güterverkehr
- **Singuläre Verkehrserzeuger** (Terminals, Stahlindustrie, ...)
- Entwicklung von **Systemverkehren**
- Reduktion der **Grenzaufenthaltszeiten** im Schienengüterverkehr

Zielnetz 2040 – Verkehrsnachfragemodellierung Personenverkehr

Überblick Verkehrsmodell

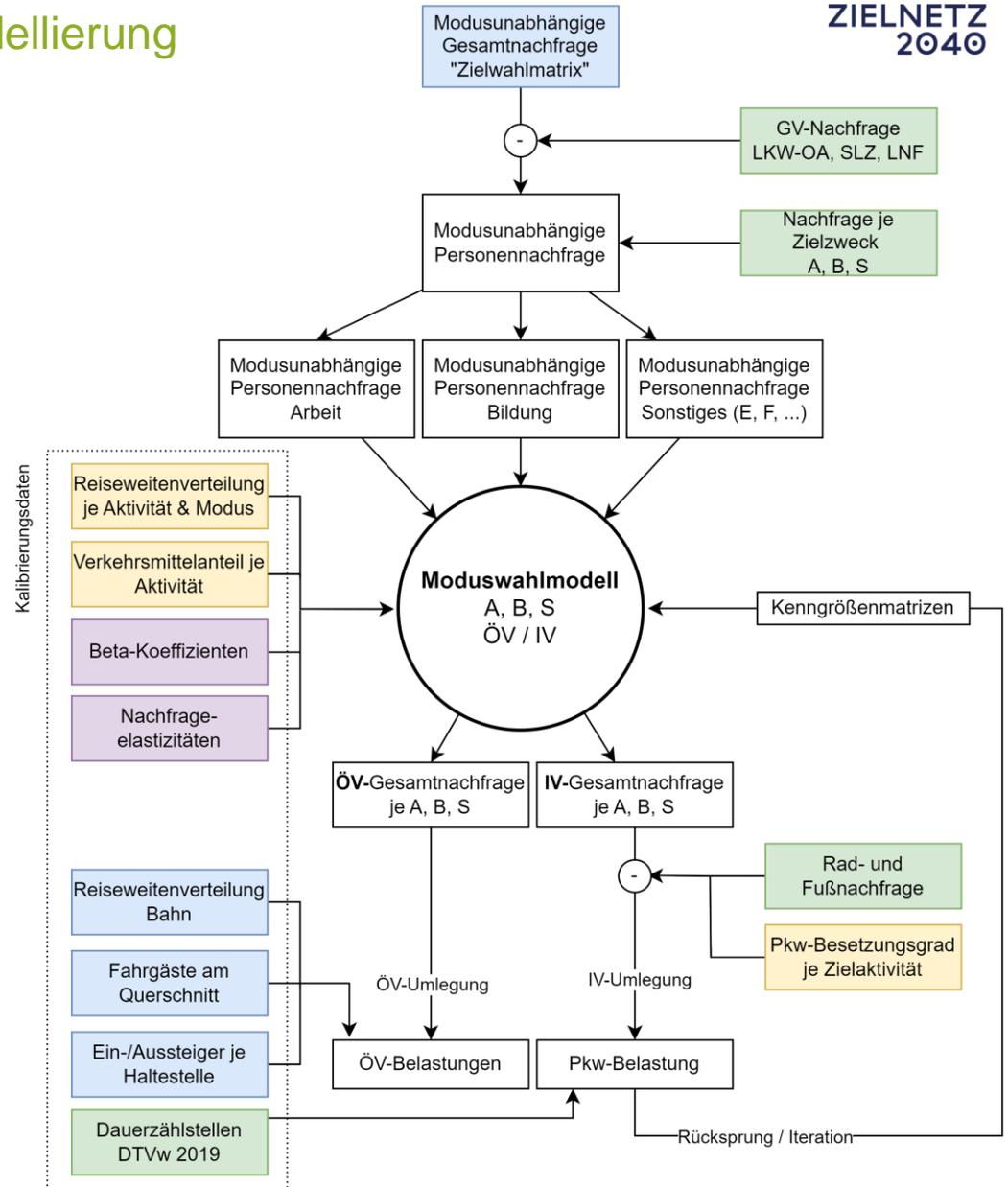


Zielnetz 2040 – Verkehrsnachfragemodellierung

Ablaufdiagramm



VM.....Verkehrsmodell Österreich
 PSA....Personen-Strom-Analyse
 ÖU.....Österreich Unterwegs (Mobilitätserhebung)

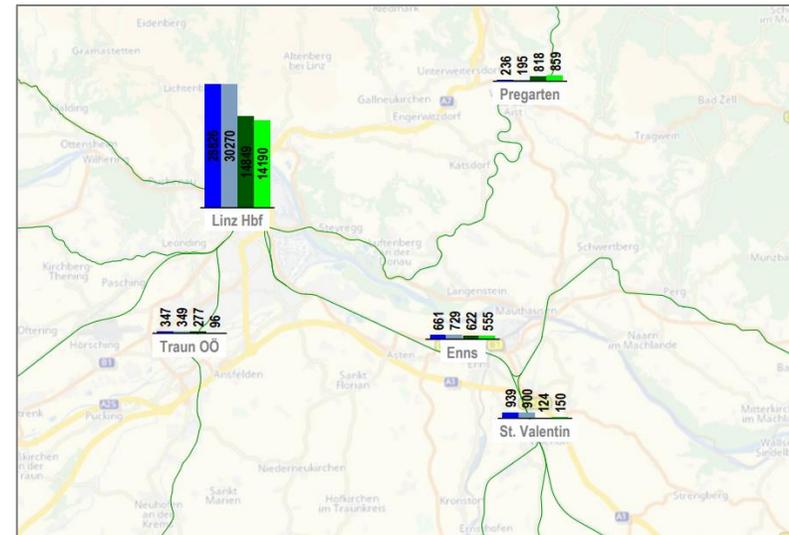
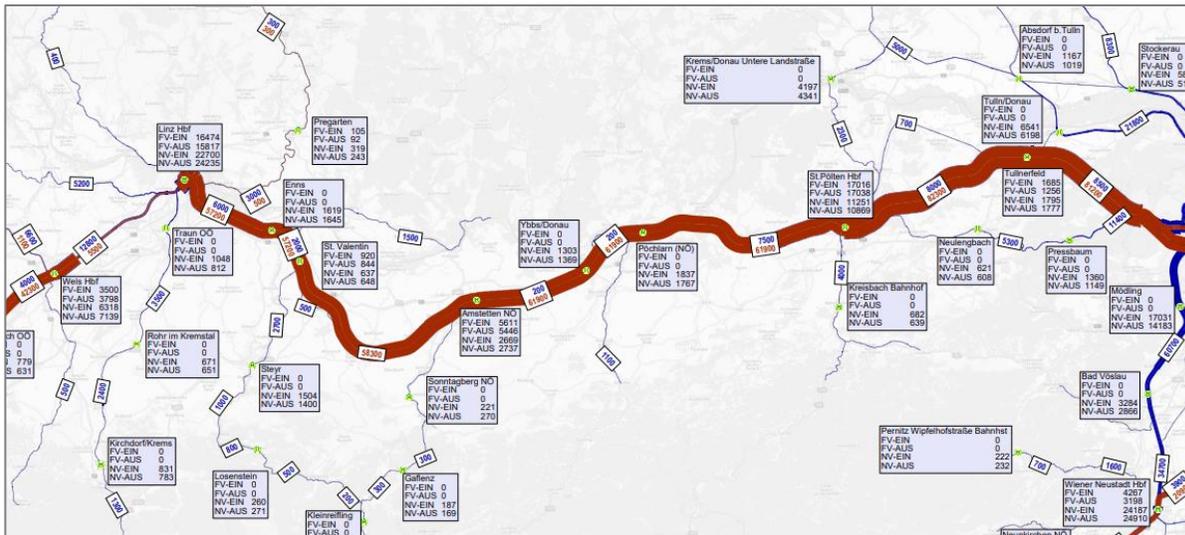


Personenstromanalyse PSA

**Gesamt-
verkehrsnachfrage**
ganz Österreich,
alle Verkehrsmittel

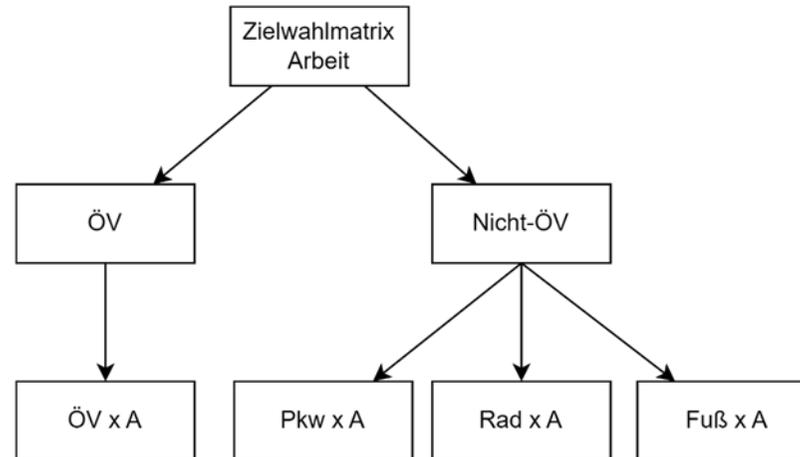
Bahn-Nachfrage
Alle 1049 Bahnhöfe
in Österreich und
Grenzübergänge

**Reiseweiten-
verteilung** der
Bahnfahrgäste



Verkehrsmittelwahl

Bsp. Arbeit



Einflussgrößen

ÖV:

- ÖV-Fahrzeit im Fahrzeug
- ÖV-Kosten
- ÖV Zu- und Abgangszeit
- ÖV-Umsteigewartezeit
- ÖV-Umsteigehäufigkeit
- ÖV-Bedienungshäufigkeit

Nicht-ÖV:

- IV-Kosten
- IV-Reisezeit im belasteten Netz

Einflussgröße Verkehrsmittelwahl	Modell-Elastizitäten	
	Eigen	Kreuz
IV-Kosten	-0,17	0,86
IV-Reisezeit	-0,19	0,94
ÖV-Kosten	-1,13	0,22
ÖV-Reisezeit	-0,55	0,16
ÖV-Umstiege	-0,11	0,02
ÖV-Bedienungshäufigkeit	0,21	-0,04
ÖV-Zu-/Abgangszeit	-0,59	0,12

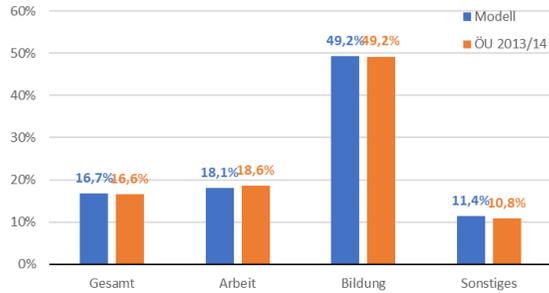
Bandbreiten aus Fachliteratur	
Eigen	Kreuz
-0,40 bis - 0,10	
-0,40 bis - 0,10	
-1,18 bis -0,60	0,19 bis 0,22
-0,53 bis -0,33	0,05 bis 0,19
-0,12 bis -0,05	
0,09 bis 0,27	

Quelle: VMÖ

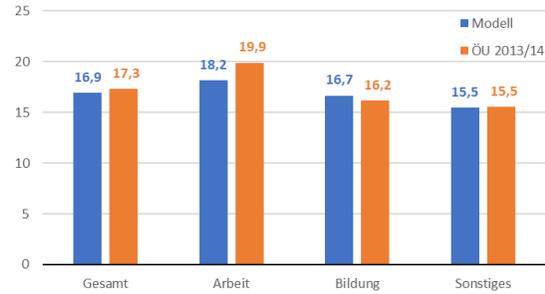
Zielnetz 2040 – Verkehrsnachfragemodellierung Personenverkehr

Kenngrößen der Qualitätssicherung

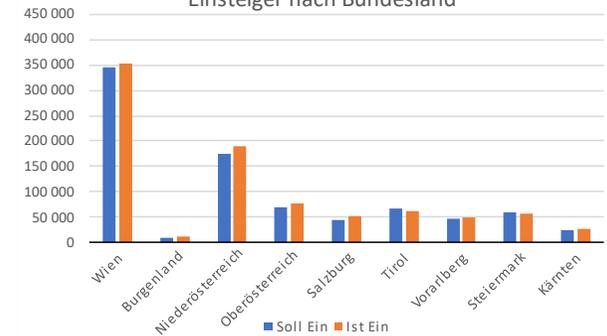
ÖV-Anteil



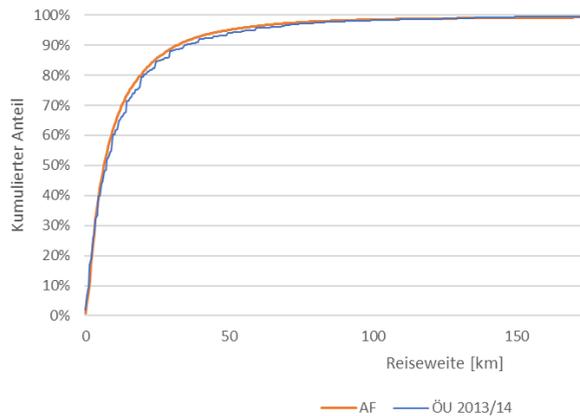
Mittlere Reiseweite ÖV [km]



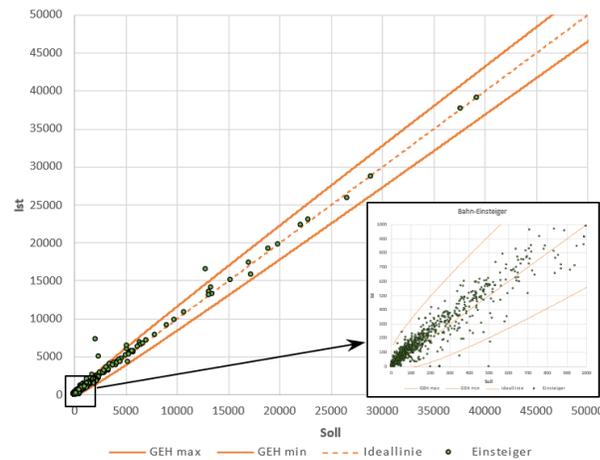
Einsteiger nach Bundesland



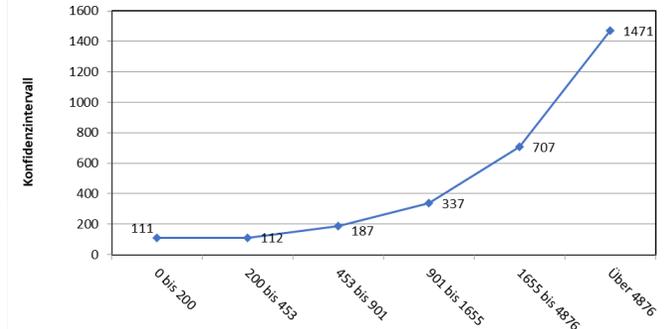
Pkw Reiseweitenverteilung



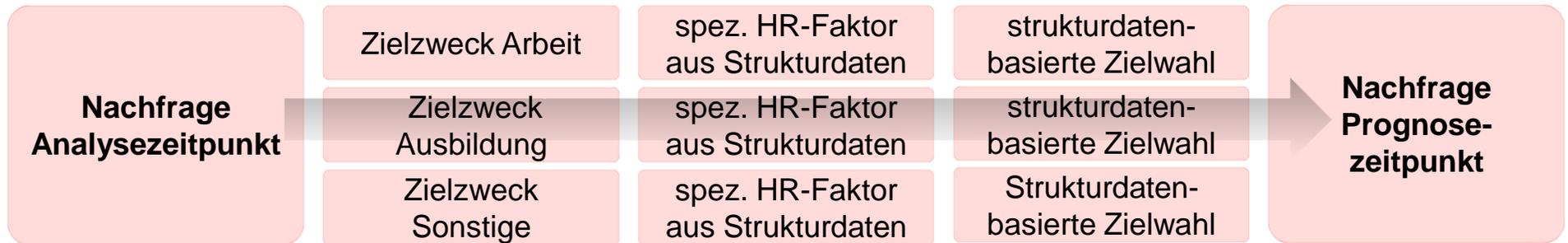
Bahn-Einsteiger



Absolutes Konfidenzintervall



Prognosefähigkeit einer empirischen Nachfragematrix



Einbettung in übergeordnete Ziele



Herausforderung für die Modellierung:

- Wie groß ist der Wirkungsbeitrag der Angebotsmaßnahmen im Zielnetz?
- Wie groß ist der Wirkungsbeitrag anderer Maßnahmen?

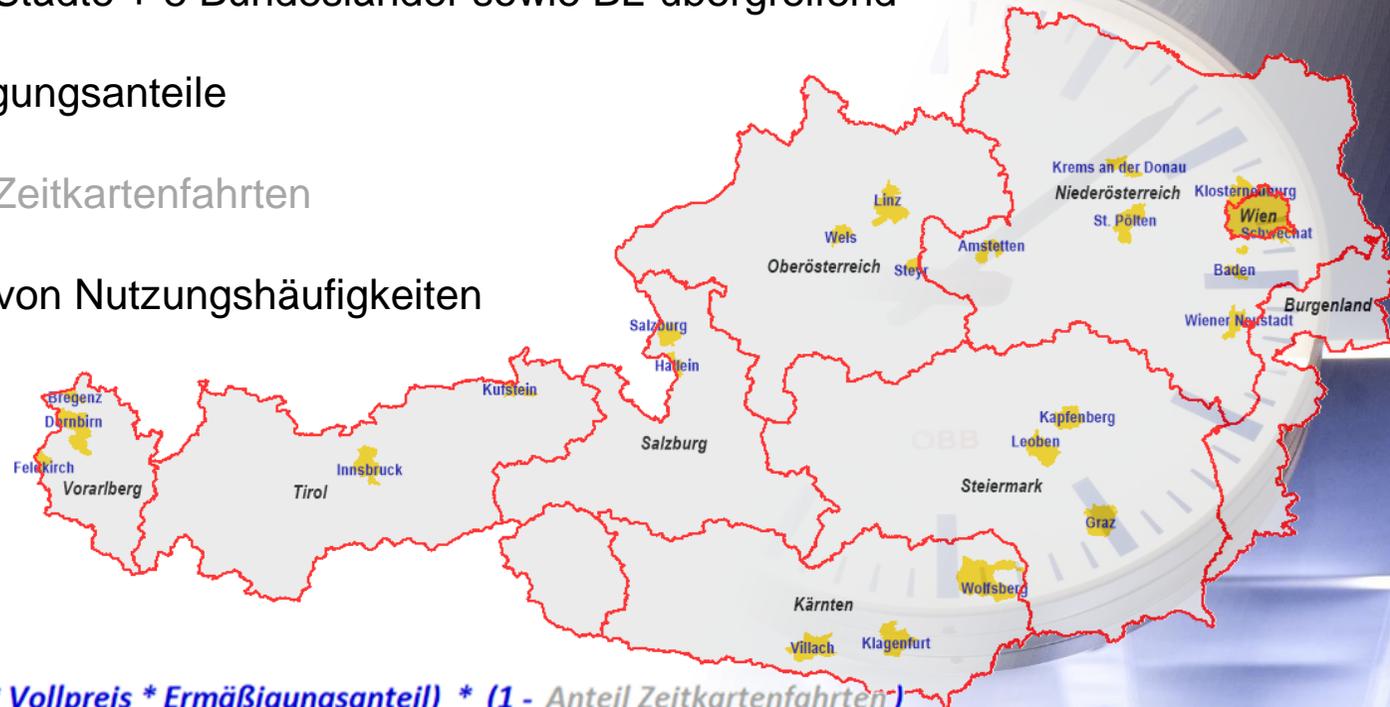
Ziel aus dem MMP bis 2040

- ÖV-Anteil von 40%
- folglich Zunahme der Pkm mit der Bahn um rd. 70 %
- folglich Abnahme der Pkm mit dem Pkw um rd. 24 %

Zielnetz 2040 – Verkehrsnachfragemodellierung

Berücksichtigung ÖV Kosten Referenzfall 2040 (RF)

- gewichtete Kombination aus Einzeltickets und Zeitkarte (Klimaticket)
- unterschiedliche Eingangsgrößen für Wege innerhalb bzw. zwischen Raumtypen
 - Binnenverkehre für 28 Städte + 8 Bundesländer sowie BL-übergreifend
- Berücksichtigung Ermäßigungsanteile
- Berücksichtigung Anteile Zeitkartenfahrten
- Zeitkartenpreis auf Basis von Nutzungshäufigkeiten
- Berechnung ÖV Kosten



Kostenanteil Einzelkarten =

$(\text{Vollpreis} * (1 - \text{Ermäßigungsanteil}) + 0,5 * \text{Vollpreis} * \text{Ermäßigungsanteil}) * (1 - \text{Anteil Zeitkartenfahrten})$

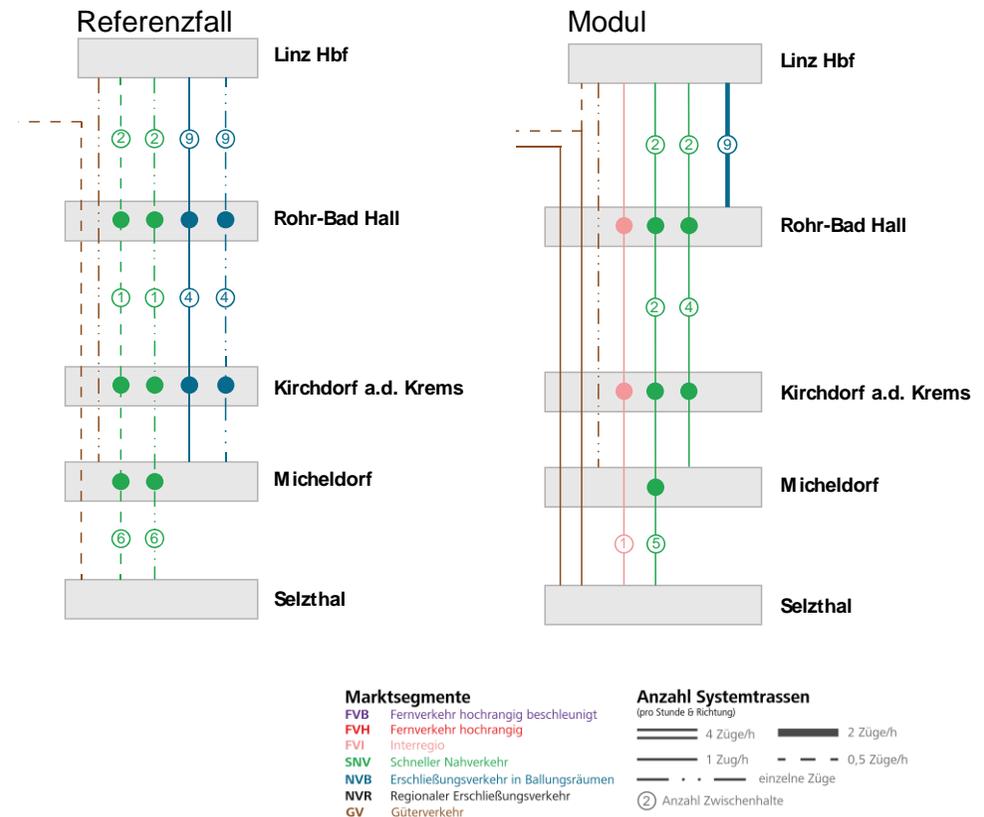
Kostenanteil Zeitkarten =

$(\text{Zeitkartenpreis} * (1 - \text{Ermäßigungsanteil}) + 0,5 * \text{Zeitkartenpreis} * \text{Ermäßigungsanteil}) * \text{Anteil Zeitkartenfahrten}$

Zielnetz 2040 – Verkehrsnachfragemodellierung

Ablauf für eine Modulbewertung

- Basis für jede Modulbewertung ist der Referenzfall 2040 mit Erweiterungen
- Bearbeitung in einem reinen Bahnmodell
 - Umsetzung mittels Szenariomanager
 - Eingabe Angebot Modul
- Übergabe Angebotsänderungen
 - an großes Zielnetzmodell
- Nachfrageberechnung
- VW- und BW Auswertungen
- Überlastberechnung
- Diverse Plandarstellungen
- Plausibilisierung
- Kosten-Nutzen-Analyse (ÖBB)



- **BW:** Betriebsleistung (km, h, t, Anz) und Verkehrsleistung für Modellzüge im NV + FV
- **VW:** ÖV- Wege, Personen-Km, Personen-h, Umsteigezeit, Umsteigevorgänge, Fahrtfolgezeit, Verkehrsleistung je Verkehrsmittel, Fahrleistungen Straße nach Typ, etc.)
- Matrixmethode zur unterschiedlichen Bewertung von Stammkunden und Neukunden

- Nachfrage REF x Kenngröße REF

- Nachfrage REF x Kenngröße PF

- Nachfrage PF x Kenngröße REF

- Nachfrage PF x Kenngröße PF

- Adaptierung Kenngrößen notwendig

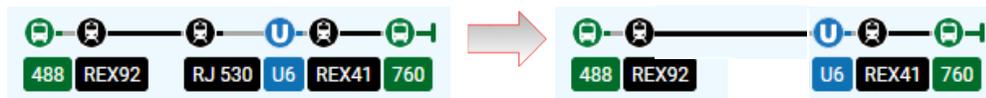
REF Referenzfall
PF Planfall (Modul)

	Mögliche Ausprägung einer Kenngröße (z.B. Fahrzeit im Fz)			
	Fall 1	Fall 2*	Fall 3*	Fall 4**
Kenngrößenberechnung VISUM Referenzfall	16 000	16 000	99 999 999	99 999 999
Kenngrößenberechnung VISUM Planfall	15 000	99 999 999	16 000	99 999 999
Verwendete Kenngröße Auswertung Referenzfall	16 000	16 000	16 000	99 999 999
Verwendete Kenngröße Auswertung Planfall	15 000	16 000	16 000	99 999 999
Nachfrage Referenzfall	100	100	0	0
Nachfrage Planfall	120	0	100	0
Nachfrage Referenzfall * verwendete Kenngröße Referenzfall	1 600 000	1 600 000	0	0
Nachfrage Referenzfall * verwendete Kenngröße Planfall	1 500 000	1 600 000	0	0
Nachfrage Planfall * verwendete Kenngröße Planfall	1 800 000	0	1 600 000	0
Nachfrage Planfall * verwendete Kenngröße Referenzfall	1 920 000	0	1 600 000	0

* Verzerrungen der Multiplikation Nachfrage x verwendete Kenngröße (rosa Hintergrund); Adaptierte Kenngröße (blauer Text)

** Grundsätzlich sollte hier niemals Nachfrage sein, siehe jedoch Verzerrungen 2

- Verlagerung Moduswahl vom MIV
 - Trassenverlängerung oder Neubaustrecken
 - zusätzliche Haltestelle am Bestand
 - Haltestellenverlegung (kürzere Zu- und Abgangszeiten zu Zentrum)
 - schnellere oder häufigere Verbindungen sowie weniger Umstiege auf bestehenden Routen
 - durch neue oder zusätzliche Routen mit günstigen Eigenschaften (Route mit ursprünglich geringstem Widerstand kann zu einer unattraktiven Route werden oder keine Belastung mehr erhalten)
 - Erhalt einer Verbindung z.B. durch eine Durchbindung



Zielnetz 2040 – Verkehrsnachfragemodellierung

Wirkungen - Erkenntnisse

- Routenverlagerungen im ÖV innerhalb der Bahn
 - innerhalb des FV oder des NV
 - zwischen FV auf NV
- Routenverlagerungen zu oder von anderen Verkehrssystemen
- Ursachen
 - Angebotsverbesserungen (Zeit, Takt, Umsteigeanzahl)
 - Abschneideregeln
 - Neue oder geänderte Anbindungen



- **Bewertung der Module**

- Gesamtwirtschaftliche **Nutzen-Kosten-Analyse**

- **Vergleichswertindikatoren** (qualitativ Punktesystem) Resilienz, Auflösung Engpässe, Naturgefahren, überregionale Erreichbarkeit, Erreichbarkeit außerhalb von Ballungsräumen

- **Umweltfachliche Indikatoren** (qualitativ Punktesystem) Lärm, natürliche Ressourcen, Menschliche Nutzungsansprüche

- **Fachentwurf Zielnetz 2040**

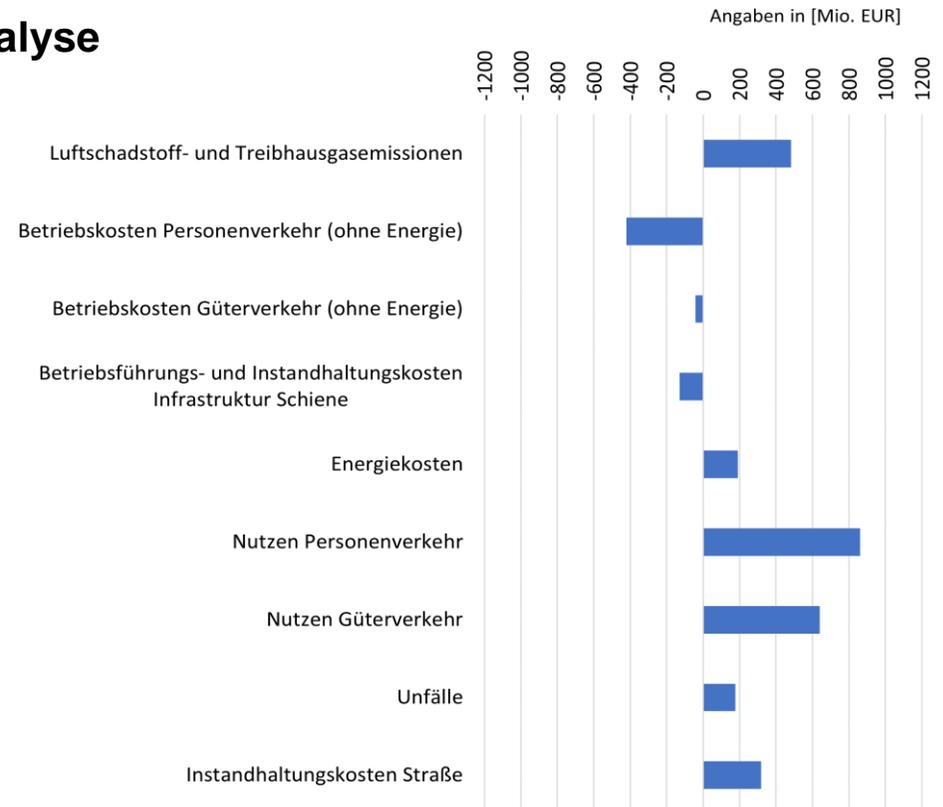
- Fachliche Empfehlung zur Aufnahme aller **25 Module** mit **NKV > 1** und **pos. Vergleichswertindikatoren**

- Nicht empfohlene Module sind in **Ausblick-Kapitel** aufgenommen

- **öffentliche Konsultation** beendet, **Beschlussfassung** wird 2024 angestrebt

- Dokumente zum Zielnetz 2040:

<https://www.bmk.gv.at/themen/verkehrsplanung/ausbauplan/zielnetz.html>



Back-Up

Zielnetz 2040 – Verkehrsnachfragemodellierung

Kenngrößen volkswirtschaftliche Bewertung im Detail

Angaben zum Betrieb und zur Nachfrage (ausschließlich Inland)

Inputdaten	Einheit	Referenzfall	Planfall	Differenz	
Betriebsleistung Schiene					
Zugkilometer Fernverkehr	[Mio. Zugkm/a]			-	
Zugkilometer Regionalverkehr	[Mio. Zugkm/a]			-	
Bruttotonnenkilometer Fernverkehr	[Mio. Btkm/a]			-	
Bruttotonnenkilometer Regionalverkehr	[Mio. Btkm/a]			-	
Energieverbrauch Fernverkehr	[Mio. kWh/a]			-	
Energieverbrauch Regionalverkehr	[Mio. kWh/a]			-	
Nachfrage ÖV					
Verkehrsleistung ÖV (ohne Kapazitätseffekt)	[Mio. Pkm/a]			-	
Verkehrsleistung Schiene Fernverkehr (ohne Kapazitätseffekt)	[Mio. Pkm/a]			-	
Nachfrage, die aus Kapazitätssicht Schiene nicht transportiert werden kann	[Mio. Pkm/a]			-	
Bewertungsrelevante Verkehrsnachfrage Schiene	[Mio. Pkm/a]			-	
Verkehrsleistung Schiene Regionalverkehr (ohne Kapazitätseffekt)	[Mio. Pkm/a]			-	
Nachfrage, die aus Kapazitätssicht Schiene nicht transportiert werden kann	[Mio. Pkm/a]			-	
Bewertungsrelevante Verkehrsnachfrage Schiene	[Mio. Pkm/a]			-	
Verkehrsaufkommen ÖV (ohne Kapazitätseffekt)	[ÖV-Wege/a]			-	
Personenstunden ÖV, Nachfrage bei Angebot Referenzfall 1)	[Persh/a]			-	
Fahrfolgezeit ÖV, Nachfrage bei Angebot Referenzfall 2)	[Persh/a]			-	
Personenstunden ÖV, Nachfrage bei Angebot Planfall 3)	[Persh/a]			-	
Fahrfolgezeit ÖV, Nachfrage bei Angebot Planfall 4)	[Persh/a]			-	
Umsteigezeit ÖV, Nachfrage bei Angebot Referenzfall 5)	[Persh/a]			-	
Anzahl Umsteigevorgänge ÖV, Nachfrage bei Angebot Referenzfall 6)	[Anzahl/a]			-	
Umsteigezeit ÖV, Nachfrage bei Angebot Planfall 7)	[Persh/a]			-	
Anzahl Umsteigevorgänge ÖV, Nachfrage bei Angebot Planfall 8)	[Anzahl/a]			-	
Straße					
Fahrzeugkilometer MIV 9) (ohne Kapazitätseffekt)	[Mio. Fzkm/a]			-	
Differenzierung 1: davon Wien	[Mio. Fzkm/a]			-	
Differenzierung 1: davon Innerorts ohne Wien	[Mio. Fzkm/a]			-	
Differenzierung 1: davon Außerorts	[Mio. Fzkm/a]			-	
Differenzierung 2: davon Innerorts ohne Autobahn	[Mio. Fzkm/a]			-	
Differenzierung 2: davon Außerorts ohne Autobahn	[Mio. Fzkm/a]			-	
Differenzierung 2: davon Autobahn	[Mio. Fzkm/a]			-	
Personenstunden Nachfrage Planfall MIV 10) (ohne Kapazitätseffekt)	[Persh/a]			-	
Module mit bewertungsrelevanten Auswirkungen auf Flugverkehr					
Verkehrsleistung Flugverkehr	[Mio. Pkm/a]			-	
Verkehrsaufkommen Flugverkehr	[Mio. P/a]			-	
Module mit bewertungsrelevanten Auswirkungen auf Busverkehr und weiteren ÖV-Verkehrsmitteln					
Verkehrsleistung Busverkehr	[Mio. Pkm/a]			-	
Fahrleistung Busverkehr	[Mio. Fzkm/a]			-	
Verkehrsleistung weiterer ÖV (CAT, U-Bahn, Tram)	[Mio. Pkm/a]			-	
Erweiterung					
Inputdaten		Einheit	Referenzfall	Planfall	Differenz Planfall -
Verkehrsleistung CAT (ohne Kapazitätseffekt)	[Mio. Pkm/a]			-	
Verkehrsleistung Eisenbahn (ohne Kapazitätseffekt)	[Mio. Pkm/a]			-	
Verkehrsleistung U-Bahn (ohne Kapazitätseffekt)	[Mio. Pkm/a]			-	
Verkehrsleistung Tram (ohne Kapazitätseffekt)	[Mio. Pkm/a]			-	

Zielnetz 2040 – Verkehrsnachfragemodellierung

Kenngrößen betriebswirtschaftliche Bewertung im Detail



Differenzierung	Loks / Zug	Wagen / Zug	Vorspann Lokwechsel / Fahrt
GV WL_V_Fern	0,00	0,00	0,00
GV WL_V_Nah	0,00	0,00	0,00
GV WL_V_VG	0,00	0,00	0,00
GV Ganzzug	0,00	0,00	0,00
GV UKV	0,00	0,00	0,00
GV ROLA	0,00	0,00	0,00
Summe	—	—	—

Betriebsleistung Schiene Angebot Güterverkehr

Differenzierung	Zugfahrten / Jahr	Zug-km / Jahr	Gbtkm / Jahr	Zug-Std / Jahr Fahrzeit	Zug-Std / Jahr Wendezeit	Lok-km / Jahr	Lok-Std / Jahr	Wagen-km / Jahr	Wagen-Std / Jahr
GV WL_V_Fern	0	0	0						
GV WL_V_Nah	0	0	0						
GV WL_V_VG	0	0	0						
GV Ganzzug	0	0	0						
GV UKV	0	0	0						
GV ROLA	0	0	0						
Summe	0	0	0						

Betriebsleistung Schiene Angebot Personenfernverkehr

Differenzierung	Pkm / Jahr
Personenfernverkehr	0
Personennahverkehr	0
Summe	0

Differenzierung	Ntkm / Jahr
Güterverkehr	0
Summe	0

Verkehrsleistung Schiene Nachfrage

Differenzierung	Zugfahrten / Jahr	Zug-km / Jahr	Gbtkm / Jahr	Zug-Std / Jahr Fahrzeit	Zug-Std / Jahr Wendezeit	TW / Zug	TW-km / Jahr	TW-Std / Jahr
FVB 2x "Railjet"	0	0	0			0,00	0	0
FVB 1x "RJ NEU"	0	0	0			0,00	0	0
FVB 1x "Railjet"	0	0	0			0,00	0	0
FVB 1x "ICE T"	0	0	0			0,00	0	0
FVB 1x FV DoSto 150m	0	0	0			0,00	0	0
FVH 2x "Railjet"	0	0	0			0,00	0	0
FVH 1x "RJ NEU"	0	0	0			0,00	0	0
FVH 1x "ICE T"	0	0	0			0,00	0	0
FVH 1x FV DoSto 150m	0	0	0			0,00	0	0
FVI 2x IR DoSto 100m	0	0	0			0,00	0	0
FVI 1x IR DoSto 100m	0	0	0			0,00	0	0
FVI 1x "Railjet"	0	0	0			0,00	0	0
FVI 2x IR ETW 100m	0	0	0			0,00	0	0
FVI 1x IR ETW 100m	0	0	0			0,00	0	0
Summe	0	0	0			—	0	0

Differenzierung	Zugfahrten / Jahr	Zug-km / Jahr	Gbtkm / Jahr	Zug-Std / Jahr Fahrzeit	Zug-Std / Jahr Wendezeit	TW / Zug	TW-km / Jahr	TW-Std / Jahr
SNV 2x "DINO 100"	0	0	0			0,00	0	0
SNV 1x "DINO 150"	0	0	0			0,00	0	0
SNV 1x "DINO 100"	0	0	0			0,00	0	0
SNV 2x NV ETW 100m	0	0	0			0,00	0	0
SNV 2x NV ETW 75m	0	0	0			0,00	0	0
SNV 1x NV ETW 100m	0	0	0			0,00	0	0
SNV 1x NV ETW 75m	0	0	0			0,00	0	0
NVB 2x NV ETW 100m	0	0	0			0,00	0	0
NVB 2x NV ETW 75m	0	0	0			0,00	0	0
NVB 1x NV ETW 100m	0	0	0			0,00	0	0
NVB 1x NV ETW 75m	0	0	0			0,00	0	0
NVB 1x NV Akku 75m	0	0	0			0,00	0	0
NVR 2x NV ETW 100m	0	0	0			0,00	0	0
NVR 2x NV ETW 75m	0	0	0			0,00	0	0
NVR 1x NV ETW 100m	0	0	0			0,00	0	0
NVR 1x NV ETW 75m	0	0	0			0,00	0	0
NVR 1x NV Akku 75m	0	0	0			0,00	0	0
Summe	0	0	0			—	0	0

Betriebsleistung Schiene Angebot Personennahverkehr