

# #TRANSMOVE – KI-GESTÜTZTE MOBILITÄTSPROGNOSEN

Ein innovatives  
Verkehrsmanagement  
für Hamburg

Mediaserver Hamburg / Maxim Schulz

12.06.2024 | Düsseldorf | PTV Mobility Anwenderseminar 2024



LSBG  
Landesbetrieb Straßen,  
Brücken und Gewässer  
Hamburg



Hamburg



## Hamburg wieder Stau-Hauptstadt in Deutschland

Stand: 15.02.2023 06:00 Uhr

Hamburg ist neben Berlin die Stadt in Deutschland, in der der Autoverkehr am längsten im Stau steht. Das ist das Ergebnis des "TomTom Traffic Index" für 2022, für den die Daten aus 27 deutschen Städten und Regionen ausgewertet wurden.

Top 20 der Städte mit der längsten Fahrdauer für eine Autofahrt von 10 Kilometern

		Durchschnittliche Fahrzeit f. 10 Kilometer 2022 (Minuten)	Veränderung zu 2021 (Sekunden)
1	Hamburg	23	0
2	Berlin	22	10
3	Leipzig	21	0
4	München	20	-10
5	Köln	19	10
6	Stuttgart	19	-10
7	Düsseldorf	18	30
8	Münster	18	10

Quellen:

<https://www.ndr.de/nachrichten/hamburg/Hamburg-wieder-Stau-Hauptstadt-in-Deutschland.verkehr1214.html>

23 Minuten für 10 Kilometer: Bitter! Hamburg Stau-Stadt Nr. 1 | Regional | BILD.de



23 Minuten für 10 Kilometer

## Bitter! Hamburg Stau-Stadt Nr. 1

# Wäre es nicht

# großartig, wenn...

Top 20 der Städte mit der längsten Fahrdauer für eine Autofahrt von 10 Kilometern

	Durchschnittliche Fahrzeit f. 10 Kilometer 2022 (Minuten)	Veränderung zu 2021 (Sekunden)
1. Hamburg	23	10
2. Berlin	18	10
3. Leipzig	17	10
München	16	10
Köln	15	10
Stuttgart	14	10

## Hamburg wurde Stau-Stadt Nr. 1 in Deutschland

Stand: 15.02.2023 06:00 Uhr

Hamburg ist neben Berlin die Stadt in Deutschland, in der der Autoverkehr am längsten im Stau steht. Das ist das Ergebnis des "TomTom Traffic Index" für 2022, für den die Daten aus 27 deutschen Städten und Regionen ausgewertet wurden.

Quellen:

<https://www.ndr.de/nachrichten/hamburg/Hamburg-wieder-Stau-Hauptstadt-in-Deutschland-verkehr1214.html>

23 Minuten für 10 Kilometer: Bitter! Hamburg Stau-Stadt Nr. 1 | Regional | BILD.de



## ...die Verkehrsleitzentrale der Polizei

- direkt sieht, wie sich das Mobilitätsverhalten aufgrund von Ad-hoc-Ereignissen (z.B. Unfälle) kurzfristig ändern wird?
- Empfehlungen für LSA-Schaltungen zur Verbesserung des Mobilitätsflusses erhält?

Foto Copyright: Polizei Hamburg

## ...Bürger:innen

- Kurzfrist-Prognosen zur Verkehrslage über Routing- und Mobility-Apps von Partnern (z.B. ÖPNV) angezeigt werden?
- hochwertige Informationen zu Baumaßnahmen und Reisezeitverzögerungen erhalten?



Foto Copyright: Unsplash



## ...Baustellen-Koordinator:innen

- eine frühzeitige Einschätzung der Folgen einer Baumaßnahme auf die Mobilität tätigen können?
- Empfehlungen für die Koordination und bestmögliche Umverteilung des Verkehrs erhalten?

Foto Copyright: LSBG

## ...Stadt-/Radwege-/ Straßen-Planner:innen

- Änderungen im Mobilitätsverhalten (z.B. Modalsplit) nach Eingriffen in die Mobilitäts-Infrastruktur simulieren können?
- Empfehlungen für geeignete Positionierung von Fahrradstrecken, P+R Flächen und Lieferparkflächen erhalten?



Foto Copyright: LSBG



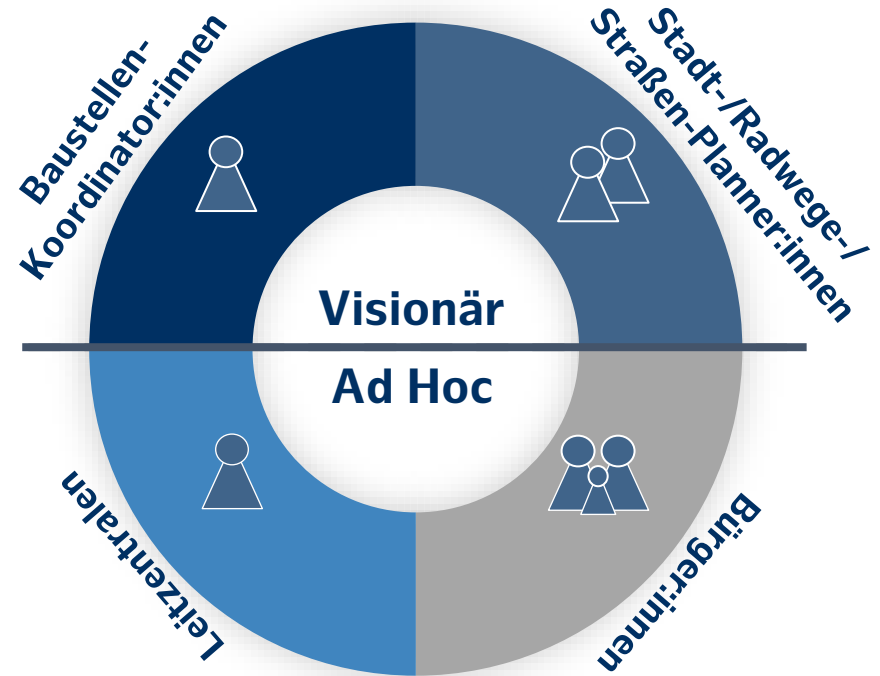
**#transmove – Die Vision**

**#transmove ist die Basis aller  
intelligenten Mobilitätsentscheidungen  
der nahen und fernen Zukunft.**

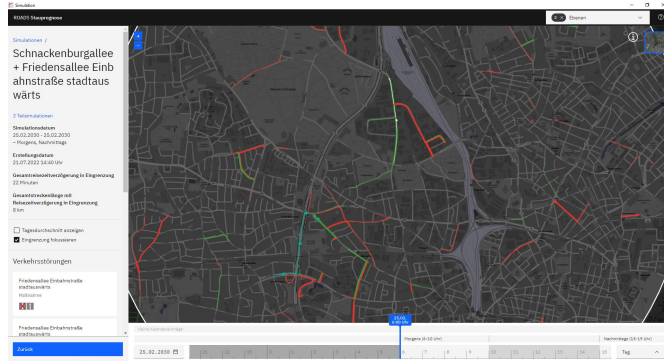
Foto Copyright: LSBG



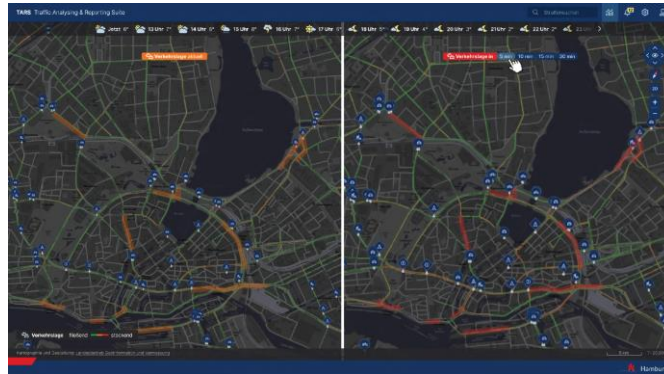
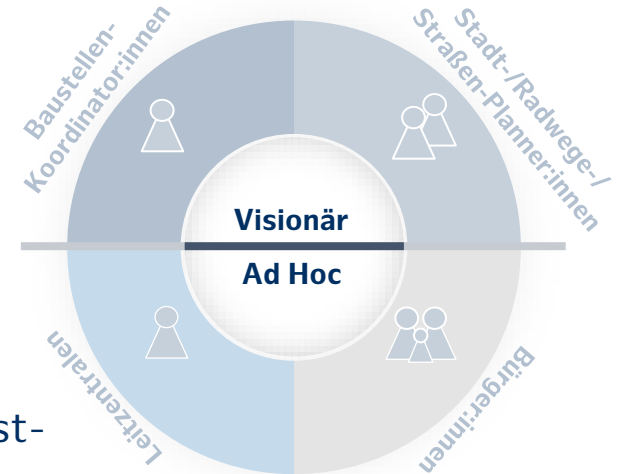
# Unsere Kern-Nutzer:innen haben zwei Perspektiven



# NUTZERZENTRIERTE FRONTENDS



Langfristige  
Mobilitäts-  
prognosen

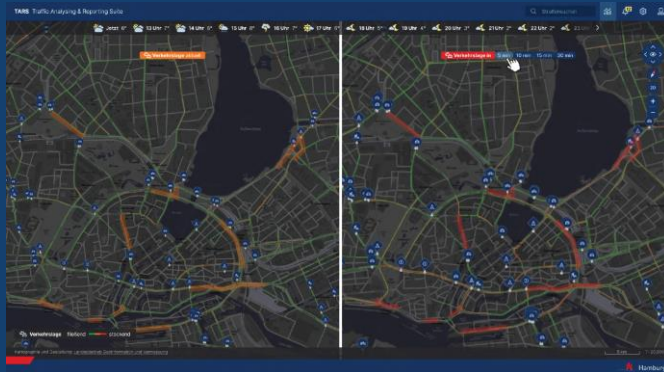


Echtzeit-/Kurzfrist-  
Mobilitäts-  
prognosen

# USER-CENTRED FRONTENDS



long-term  
mobility  
forecasts

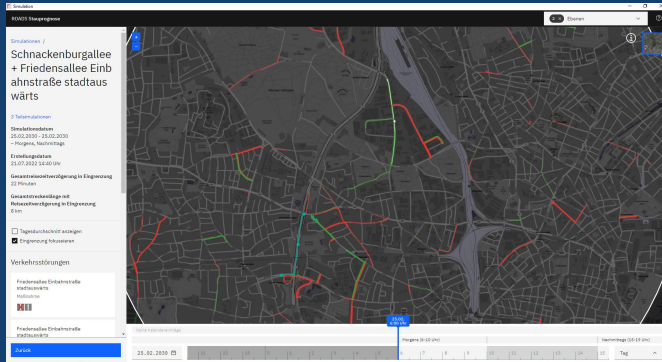


Echtzeit-/Kurzfrist-  
Mobilitätsprognosen



# Prognosen & Kommunikation

# USER-CENTRED FRONTENDS



Langfristige  
Mobilitäts-  
prognosen



real-time, short-  
term mobility  
forecasts

# BASIS: ROADS-MODUL „STAUPROGNOSE“

**Simulation**  
ROADS Stauprognose

Simulationen / Schnackenburgallee + Friedensallee Einbahnstraße stadtauswärts

3 Teilsimulationen

**Simulationsdatum**  
25.02.2030 - 25.02.2030  
- Morgens, Nachmittags

**Erstellungsdatum**  
21.07.2022 14:40 Uhr

**Gesamtreisezeitverzögerung in Eingrenzung**  
22 Minuten

**Gesamtstreckenlänge mit Reisezeitverzögerung in Eingrenzung**  
8 km

Tagesdurchschnitt anzeigen  
 Eingrenzung fokussieren

**Verkehrsstörungen**

Friedensallee Einbahnstraße stadtauswärts  
Maßnahme  
[X] [i]

Friedensallee Einbahnstraße stadtauswärts

Zurück

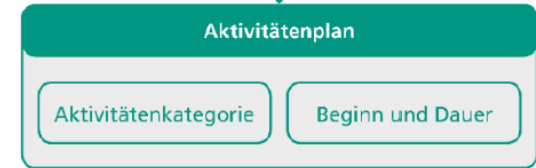
Keine Kalendereinträge

25.02. 6:00 Uhr

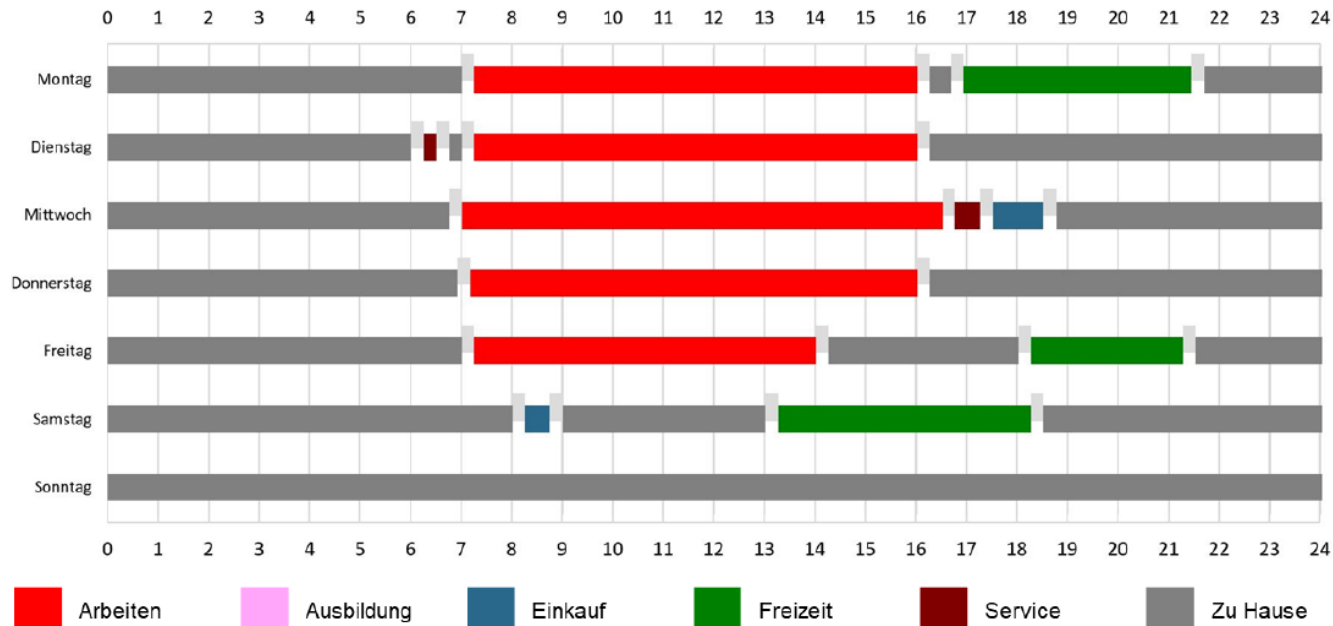
Morgens (6-10 Uhr) Nachmittags (15-19 Uhr)

25.02.2030 [21] [22] [23] [0] [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [15] Tag ^

# WAS PASSIERT BEI DER AGENTENBASIERTEN MODELLIERUNG?



# INDIVIDUELLE AKTIVITÄTEN WERDEN ZUSAMMENGESTELLT





Mo. 04:00



**~5 Mio.**  
Individuen

**91,8 Mio.**  
modellierte Wege

**Ø 15 km**  
Weglänge (KFZ)

**54,5 %**  
Ein-Personen-  
Haushalte

**50K**  
Bikesharing-  
Wege / Woche

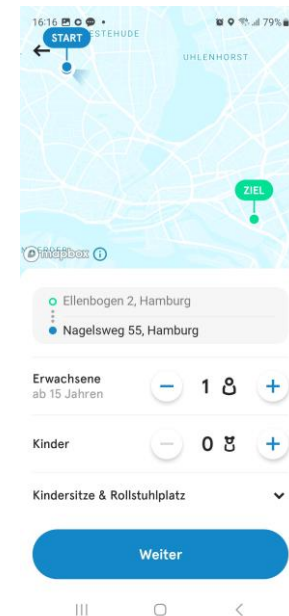
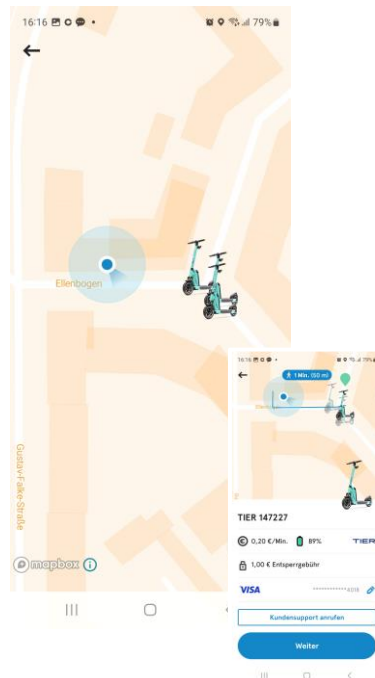
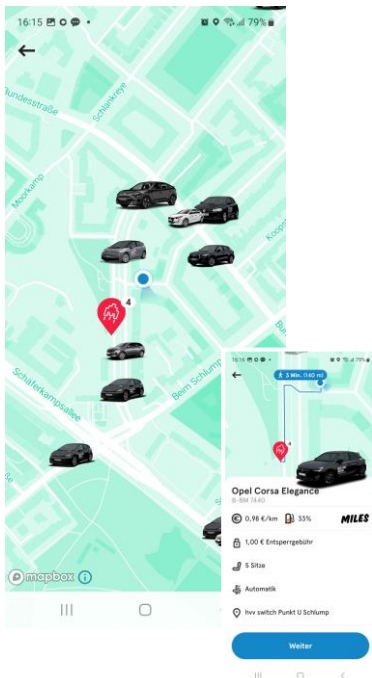
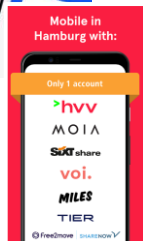
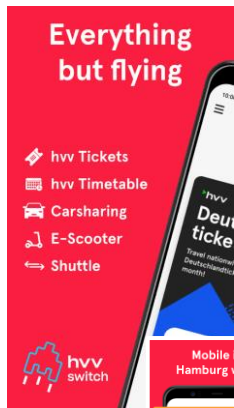
**~ 3K**  
Carsharing-Wege  
/ Tage

Work  
Education  
Business  
Leisure  
Shopping  
Private Business  
Home

# BÜRGER:INNEN ERHALTEN ERGEBNISSE ÜBER PARTNER

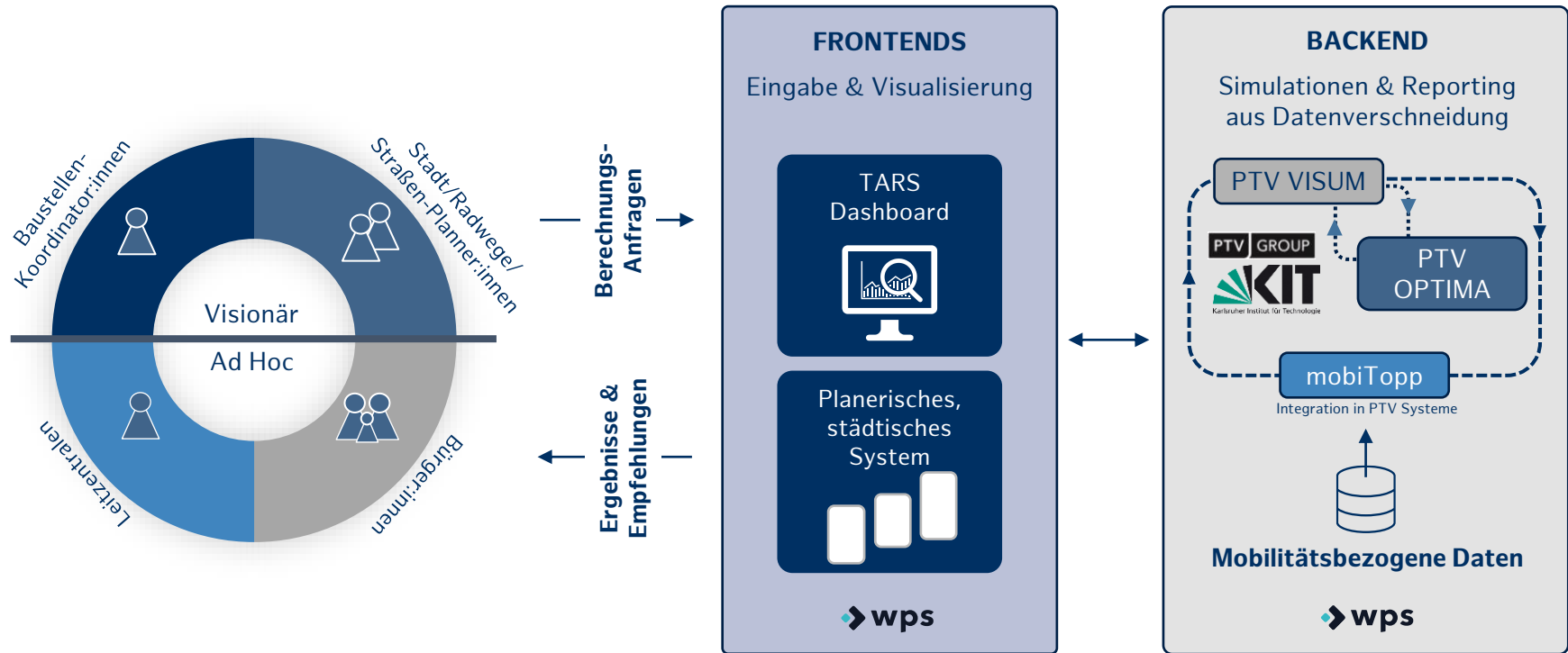


# MOBILITÄTSPROGNOSEN IN DER HVV SWITCH APP



#TRANSMOVE – KI-GESTÜTZTE MOBILITÄTSPROGNOSE

# DIE #TRANSMOVE SYSTEMLÖSUNG IM ÜBERBLICK



# Leistungen der PTV Group

## Lead-Leistungen

- Erstellung eines #transmove-Verkehrsmodells
- Erstellung von Mobilitätsprognosen
- Erstellung und Integration einer Machine-Learning-Software
- Dynamische Verkehrsprognose für das gesamte Hamburger Stadtgebiet und realistische Abbildung der Verkehrssituation
- Integration eines selbstlernenden Algorithmus
- Integration eines multimodalen Agentensystems
- Empfehlungsmanagement
- Erarbeitung einer Künstlichen Intelligenz für #transmove

## Support-Leistungen

- Support der zielgruppenspezifischen Datenausgabe
- Empfehlungsausgabe für Ausweichrouten
- Beantwortung infrastruktureller Fragestellungen

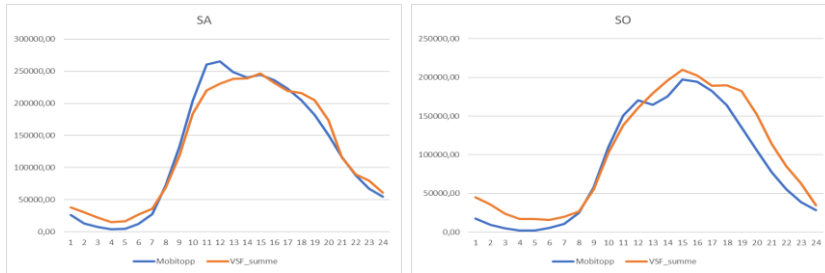
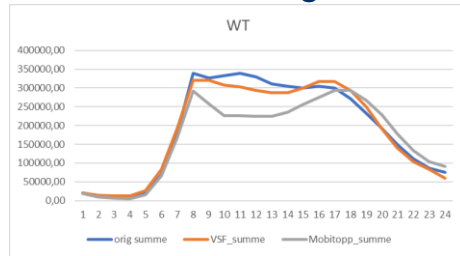
# ERSTELLUNG DES GEMEINSAMEN NETZMODELLS



- **Verwendung der Grundlage des BVM-Modells (Grundlage HERE-Netz)**
- **Ergänzung um alle Strecken, die mobiTopp benötigt**
- **Detailliertes Streckennetz für Echtzeitmodell**
- **Gesamt-Streckanzahl begrenzen, damit PTV Optima in Echtzeit rechnen kann**

# ERSTELLUNG DES STRATEGISCHEN NACHFRAGEMODELLS

## Summen-Ganglinien



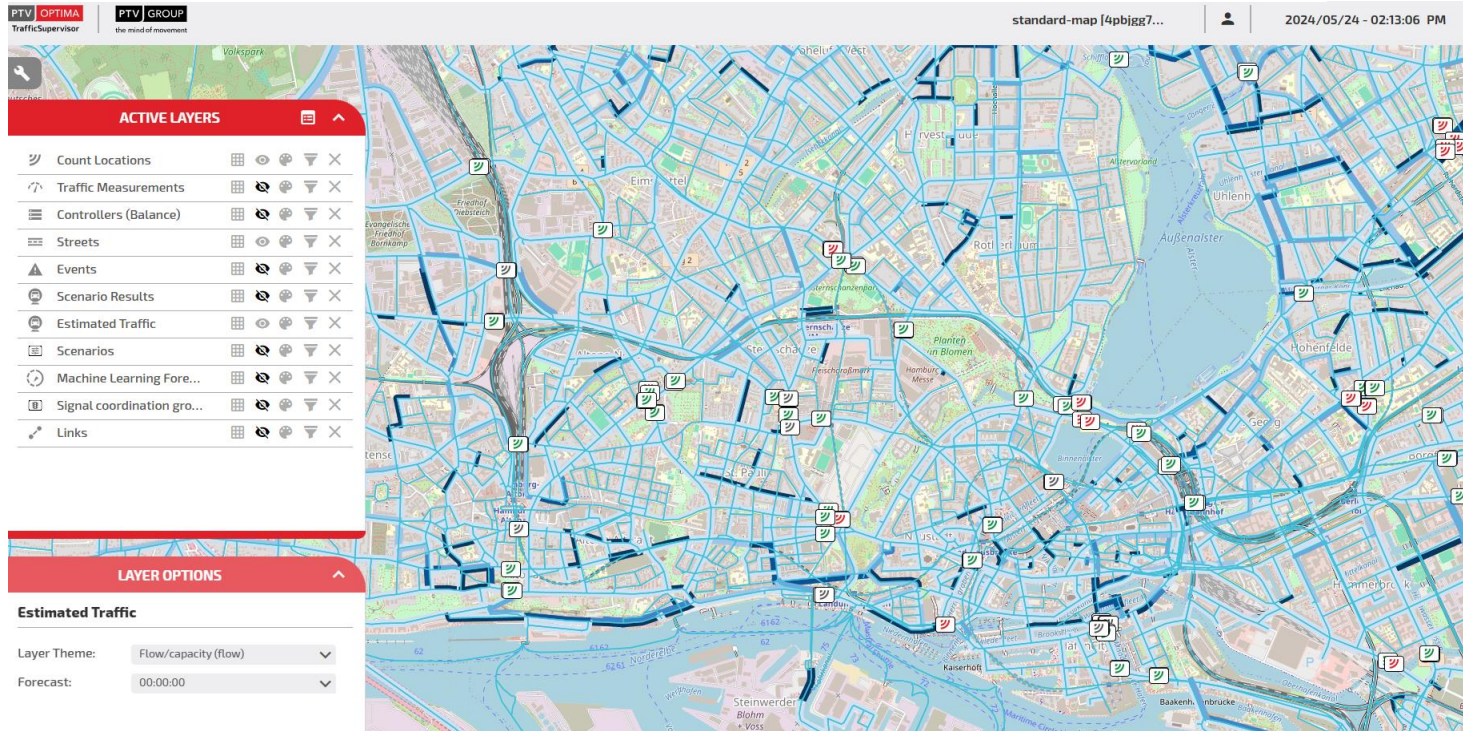
## Gütemaß der Kalibrierung

- Werktags: zwischen 95% und 98% mit GEH  $\leq$  7
- Samstag: zwischen 89% und 98% mit GEH  $\leq$  7
- Sonntag: zwischen 87% und 98% mit GEH  $\leq$  7

- Übernahme Nachfrage aus ABM-Modell in mobiTopp
  - Einzelne Trips der synthetischen Bevölkerung für eine Durchschnittswoche Mo-So
  - Aggregation zu 1h-Intervallen für 3 typische Tage: Werktag, Samstag, Sonntag
  - $24 \times 3 = 72$  Nachfrage-Matrizen
- Kalibrierung an Zähldaten (aVME-Zählstellen)
  - 518 Zählstellen
  - Davon 425 gut genug (Daten vorhanden, beide Fahrtrichtungen und nicht zu nah an anderer Zählstelle)
  - Hinzufügen externer Verkehr Wirtschaftsverkehr
  - Dann VStromFuzzy
- PTV Optima
  - Verwendet  $72 \times 1h$ -Matrizen als Grundlage für Echtzeit

# ECHTZEIT-VERKEHRSLAGE UND KURZFRISTPROGNOSE

## ■ Übersicht: Verkehrsmenge (Q/C), Verkehrslage

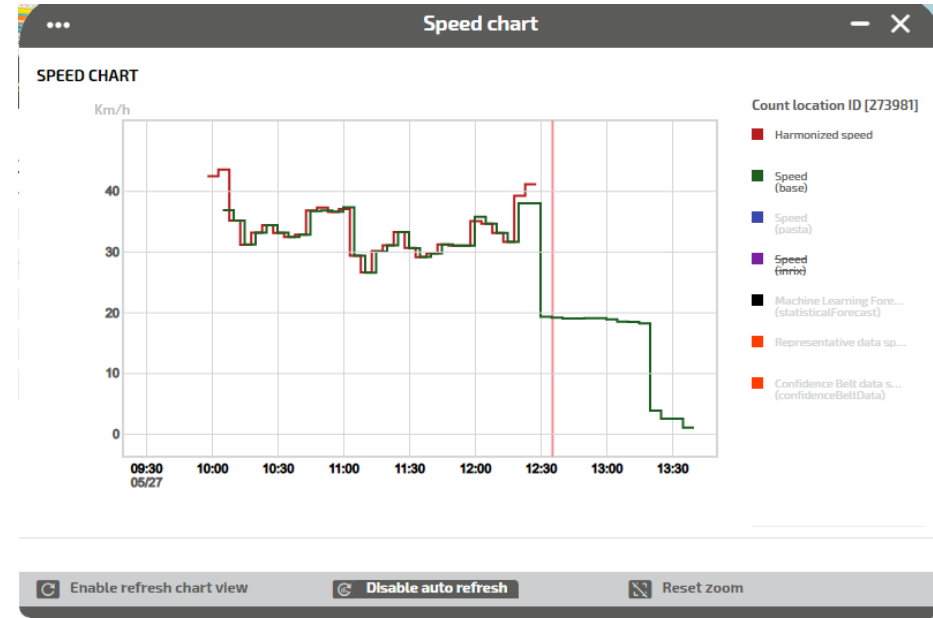
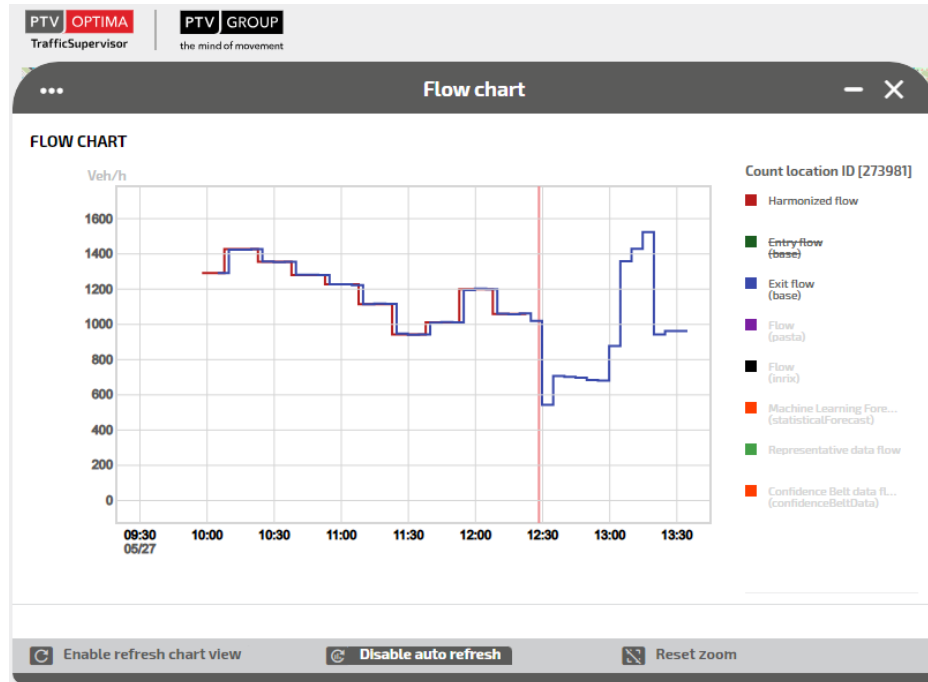


#TRANSMOVE – KI-GESTÜTZTE MOBILITÄTSPROGNOSE



# ECHTZEIT-VERKEHRSLAGE UND KURZFRISTPROGNOSE

## Einzelne Strecken: Verkehrsstärke, Geschwindigkeit



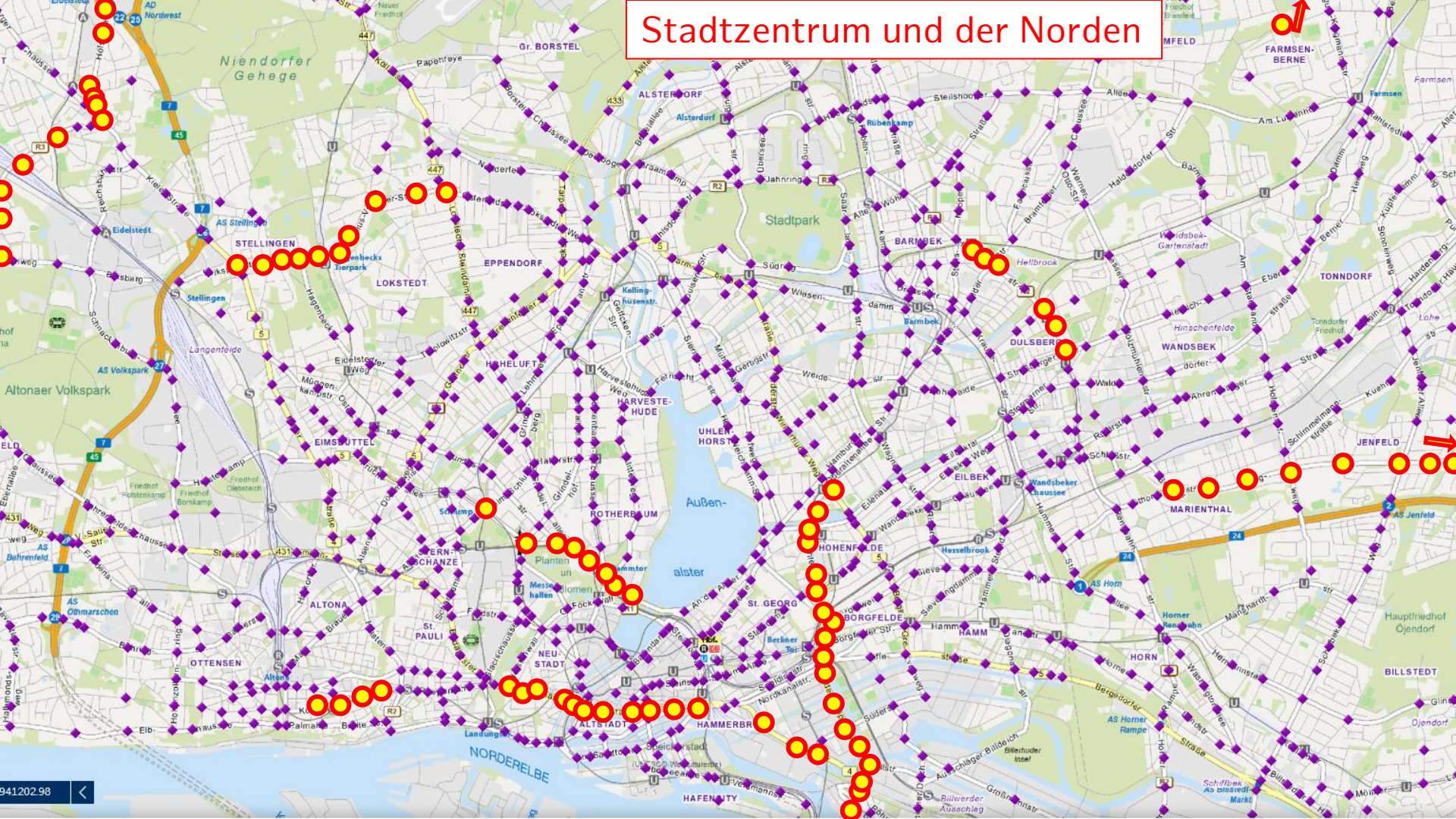
# F&E – THEMEN: PRIORISIERUNG UND AKTUELLER STAND

## 1 Empfehlungsmangement / Decision Support / Entscheidungshilfe: Knoten mit detaillierter LSA-Steuerung

- Gegenwärtig 156 Knoten im Detail modelliert (fast 10% der LSA im Straßennetz der FHH)
  - Knotengeometrie
  - Signallagepläne
  - Alle gegenwärtig schaltbaren Signalprogramme
- Simulation der Auswirkungen unterschiedlicher Schaltungen einzelner / Gruppen von LSA
- Entwicklung Algorithmus zur automatisierten Empfehlungen der optimalen Signalsteuerungen
  1. Zuordnungstabelle Verkehrsmengen Kreuzungszufahrten zu optimalen / vorgeschlagenen Signalprogrammen
  2. Online Simulation von Szenarien mit aktuellem und alternativen LSA-Schaltungen; Darstellung Ergebnis: KPI
  3. Ist ein alternatives Signalprogramm besser als das Aktuelle: Empfehlung zum Wechseln
- Start mit einen Pilot-Korridor

Signalcontroller	Zufahrt	Verkehrsmenge	Signalprogramm ID
1	Von Süden	>500 KfZ/Stunde	1
1	Von Süden	>1000 KfZ/Stunde	2
1	Von Süden	>1500 KfZ/Stunde	3
1	Von Norden	>500 KfZ/Stunde	4
1	Von Norden	>1000 KfZ/Stunde	5
1	Von Norden	>1500 KfZ/Stunde	6

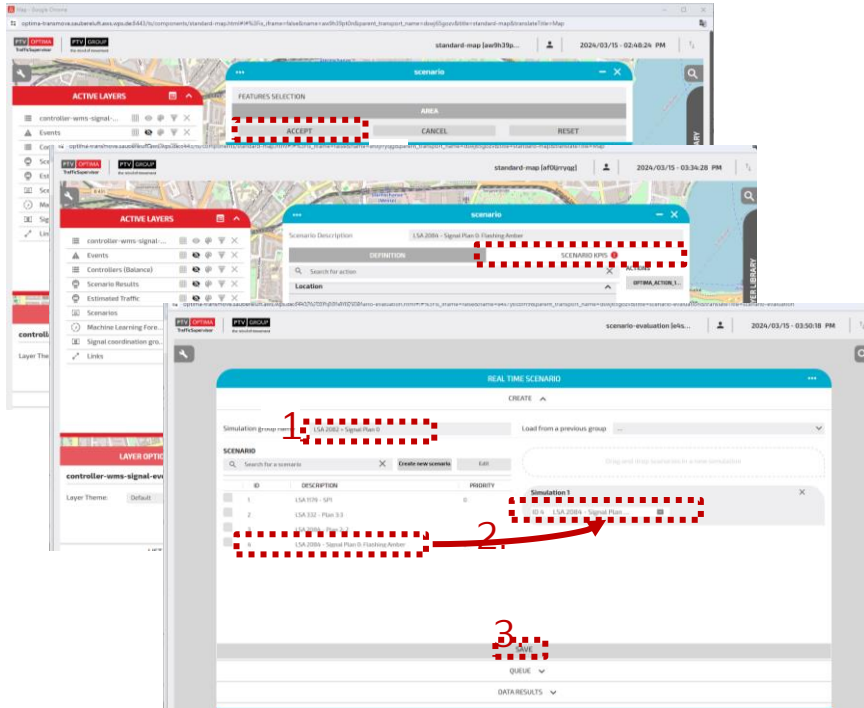
# Stadtzentrum und der Norden



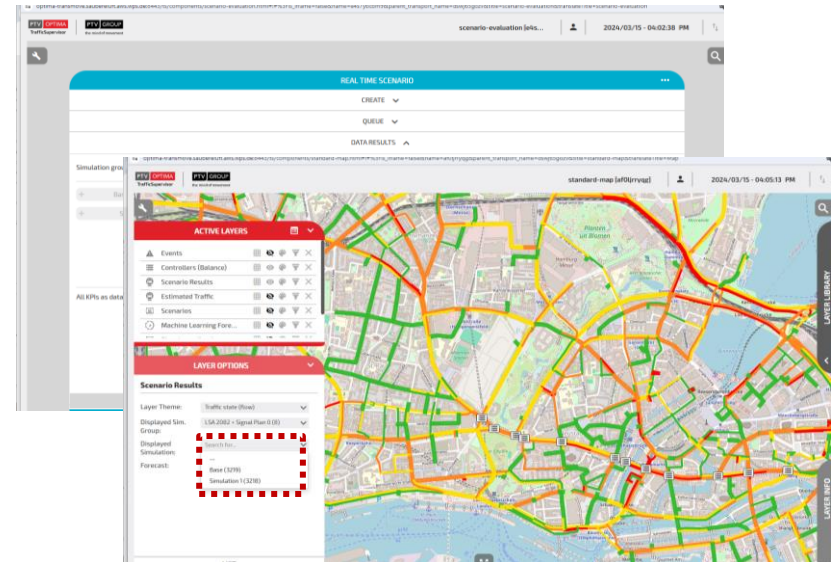


# F&E – THEMEN: PRIORISIERUNG UND AKTUELLER STAND

## 1 **Empfehlungsmangement** / Decision Support / Entscheidungshilfe: Knoten mit detaillierter **LSA-Steuerung** Szenarien



## ■ Bewertung



## ■ Entscheidung: manuell; automatisiert

# F&E – THEMEN: PRIORISIERUNG UND AKTUELLER STAND

**2 Maschinelles Lernen: ML** auf Verkehrsmengen an Zählstellen und Geschwindigkeiten aus FCD – **läuft**

**3 Einfluss von Wetter** auf das Verkehrssystem:

erst Verkehrs-Angebot (Kapazität, Geschwindigkeit), dann Verkehrs-Nachfrage (Modal Choice)

- Eingangs-Daten (möglichst aus einem ganzen Jahr, aus demselben Zeitraum sein):
  - Zähldaten Verkehrsmengen, also aVME-Zähldaten, werden gespeichert
  - FCD, werden im Datalake gespeichert
  - Wetterdaten werden auch im Datalake gespeichert
  - Optional noch: TomTom-Daten als weitere Quelle
- Erwartetes Ergebnis
  - Zusammenhang zwischen Wetterbedingungen und Geschwindigkeit / Kapazität
    - Bsp.: Wenn Schnee, dann v0 20% geringer,
    - wenn Sturm, dann Knotenkapazität um x% geringer
  - Ggf. Einfluss auf geänderte Nachfragematrix in TomTom

# F&E – THEMEN: PRIORISIERUNG UND AKTUELLER STAND

## 4 **Empfehlungsmanagement Baustellenoptimierung**

- Festlegung: welche Ziele haben die Anwendenden, welche Zielfunktionen?
- Was wollen die Anwendenden optimieren? Was nutzt den Anwendenden etwas?
- Ableitung von Indikatoren (KPI), für die optimiert werden soll, z.B.
  - Summe Reisezeitverluste im Gesamtnetz bzw. in einem Netzausschnitt / Korridor
  - Summe Verkehrsleistung Gesamtnetz bzw. Teilnetz / Korridor
  - Summe Streckenlänge mit Überlastung: Verkehrsmenge > 80% x Kapazität
- Analyse / Abfrage bei Nutzenden:
  - Für welchen Zeitraum soll optimiert werden? Kurz-, mittel und langfristig
  - Wie viele Baumaßnahmen werden geplant und müssten optimiert werden, pro Jahr, pro Monat...?
- Entwicklung Verfahren: 2-stufig
  1. Auswahl der Baumaßnahmen, die sich verkehrlich beeinflussen, mittels Verkehrsmodell in PTV Visum: Bildung von Maßnahmen-Clustern
  2. Optimierungsverfahren zur zeitlichen Abfolge von Maßnahmen in den jeweiligen Clustern: Tabu-Search - Verfahren wird weiter entwickelt und angewendet

# #TRANSMOVE – 5 „TAKE AWAYS“

- #1** Softwarelösung für ein intelligentes Verkehrsmanagement
- #2** KI-basierte Mobilitätsprognosen auf Grundlage von historischen und Echtzeitdaten
- #3** Anwendung von agentenbasierter Modellierung und Machine Learning
- #4** Nutzerzentrierte Frontends für ad-hoc und visionäre Mobilitätsplanung
- #5** Grundlagen für ein multimodales Verkehrsmanagement der Zukunft für Leitstellen in Metropolregionen



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



**LSBG**  
Landesbetrieb Straßen,  
Brücken und Gewässer  
Hamburg



**Dr. Melanie Mergler**

Projektleiterin #transmove  
[melanie.mergler@lsbg.hamburg.de](mailto:melanie.mergler@lsbg.hamburg.de)  
mobil: +49 176 428 568 10



**Dr. Christian Messerschmidt**

Product Owner #transmove  
[christian.messerschmidt@lsbg.hamburg.de](mailto:christian.messerschmidt@lsbg.hamburg.de)  
mobil: +49 176 428 636 54



**Dr. Uwe Reiter**

Project Director  
[uwe.reiter@ptvgroup.com](mailto:uwe.reiter@ptvgroup.com)  
mobil: +49 170 459 00 04

Mehr Informationen: [LSBG digital – #transmove \(hamburg.de\)](#)

Mehr Informationen: [AI in transportation | PTV Group](#)

Diese Präsentation ist vertraulich und darf nur nach Rücksprache mit dem Auftraggeber, Projektleiter oder Product Owner an Dritte weitergegeben werden.

# #TRANSMOVE – WE'LL KEEP ON MOVING

Mediaserver Hamburg / Andreas Vallbracht



LSBG  
Landesbetrieb Straßen,  
Brücken und Gewässer  
Hamburg



Hamburg