

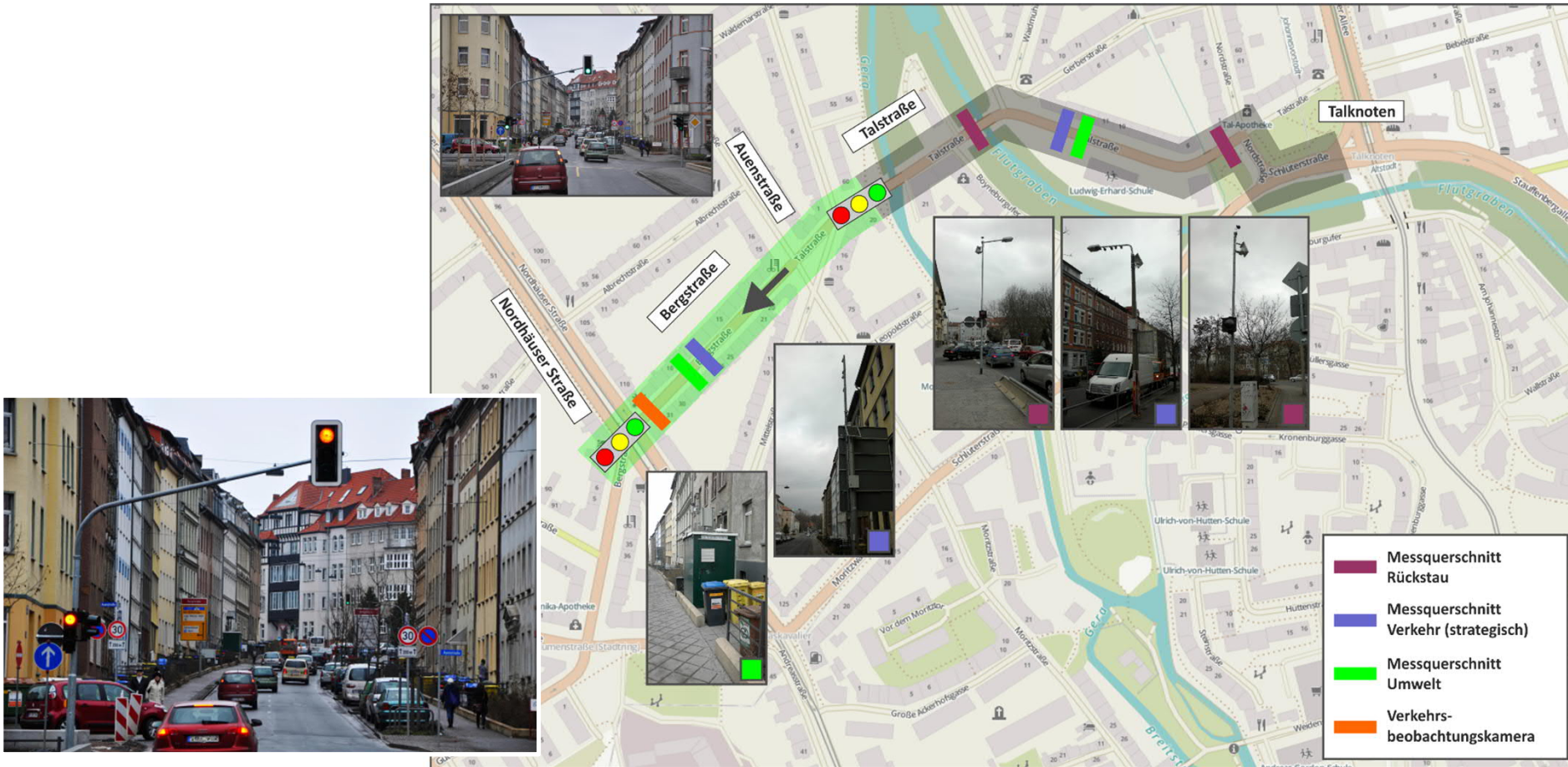
Umweltorientiertes Verkehrsmanagement Erfurt

Systemarchitektur, Datenbasis, Verkehrs- und Umweltmonitoring, Verkehrssteuerung und -information

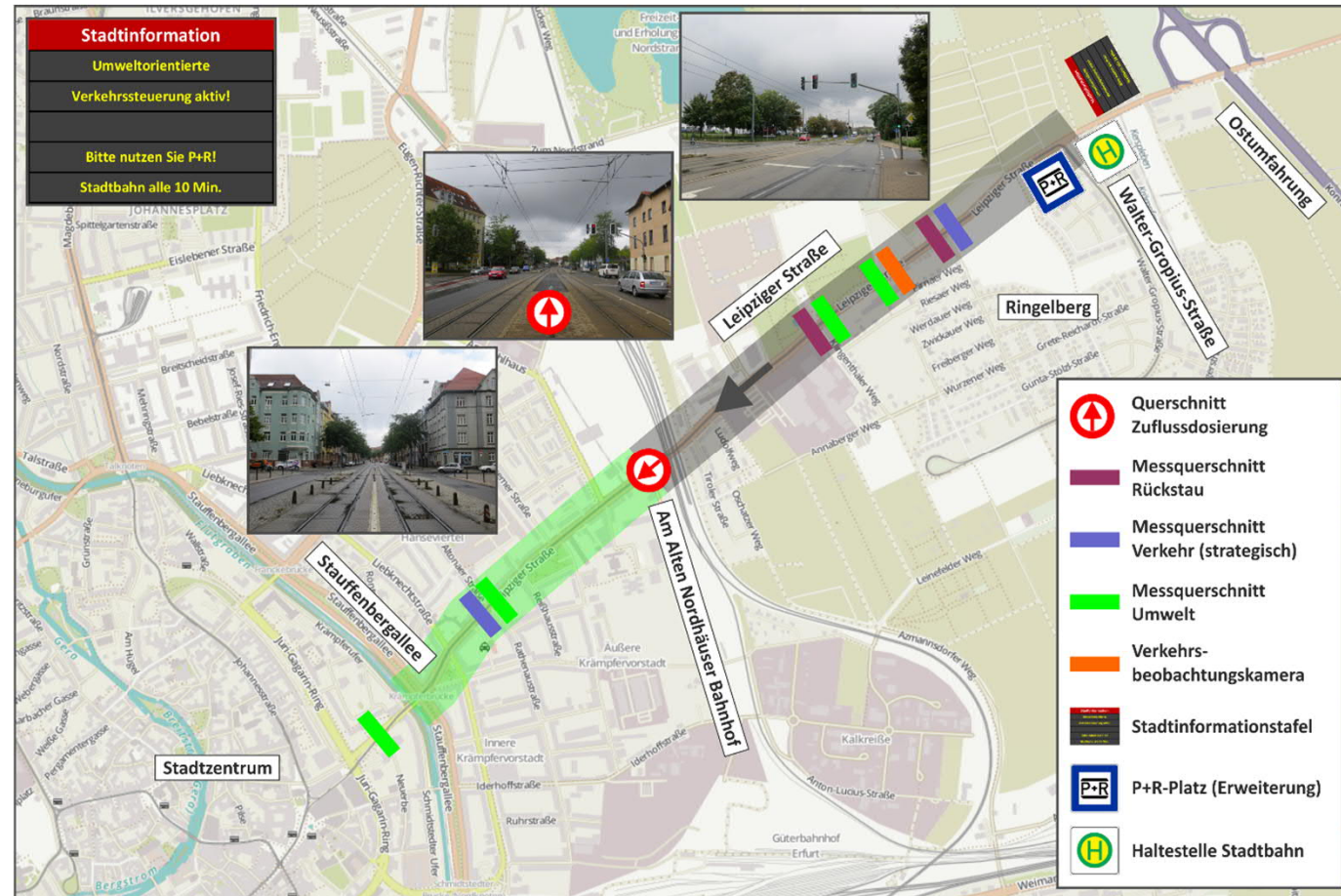
Thomas Kraus, pwp-systems GmbH
Thüringer Forum Mobilität 2026, Ilmenau, 01.10.2026



UVM Pilotvorhaben I und II (2012-2014) – Systemaufbau Erfurt Bergstraße



UVM Pilotvorhaben I und II (2012-2014) – Systemaufbau Erfurt Leipziger Straße

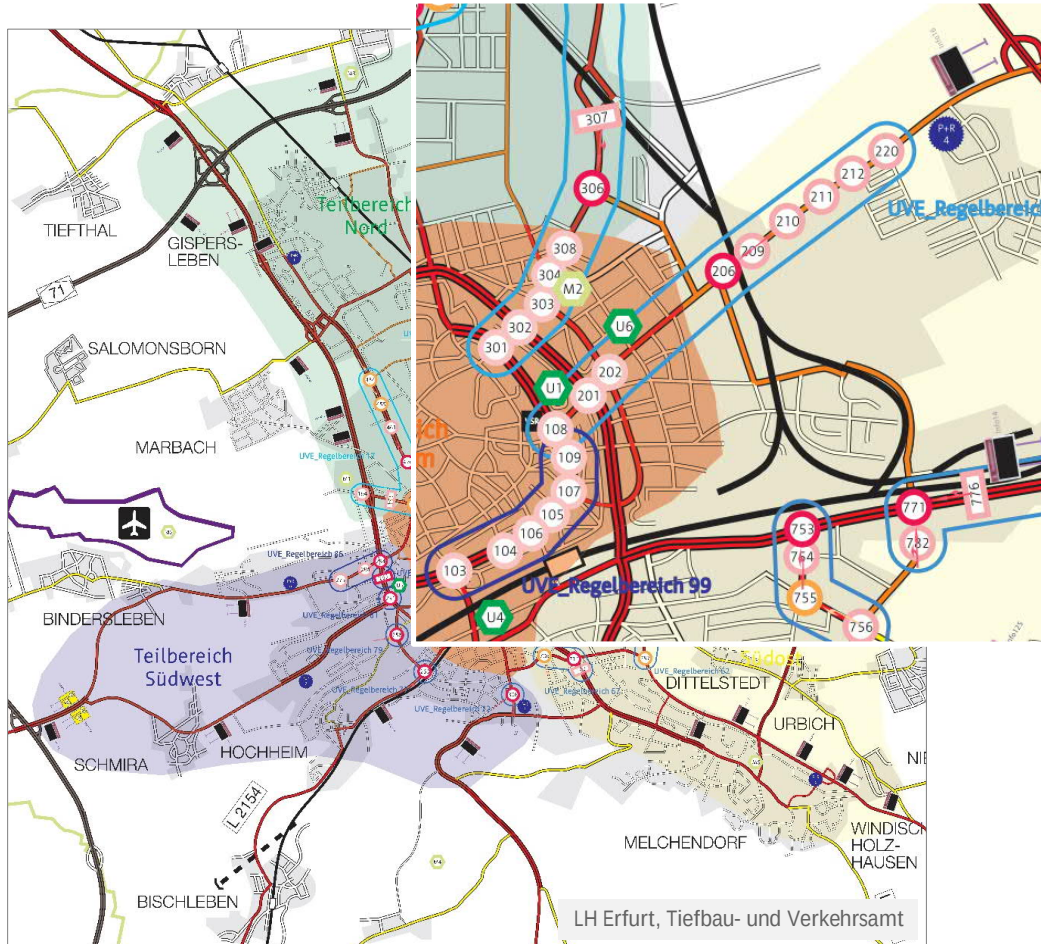




- Nachweis der Wirksamkeit des UVE-Gesamtansatzes
 - **Verstetigung des Verkehrsflusses** in sensiblen Bereichen zur Vermeidung emissionsintensiver Fahrzustände durch Optimierung von Lichtsignalanlagen-Steuerungen
 - **Verkehrsverlagerung und** (zukünftig) **Verkehrslenkung** zur (zeitlichen) Reduzierung von Verkehrsmengen durch Zuflussdosierung in Kombination mit dynamischer Verkehrsinformation und Erweiterung des P+R-Angebotes zum Umstieg auf den ÖPNV
- Erfolgreicher Pilotbetrieb von System- und Maßnahmenkomponenten als Bausteine für ein umweltorientiertes Verkehrsmanagement
 - **Verkehrssteuerung** (insbesondere Zuflussdosierung)
 - **Umweltdatenerfassung** (Halbleitergassensortechnologie)
 - Kollektive **dynamische Verkehrsinformation** (Stadtinformationstafeln)
 - Werkzeuge zur Wirkungsabschätzung (ThIMo-Modulbaukasten zur Ermittlung von Kraftstoffverbrauch und CO₂-Ausstoß)



Gregory Messsystem [ThIMo, 2014]

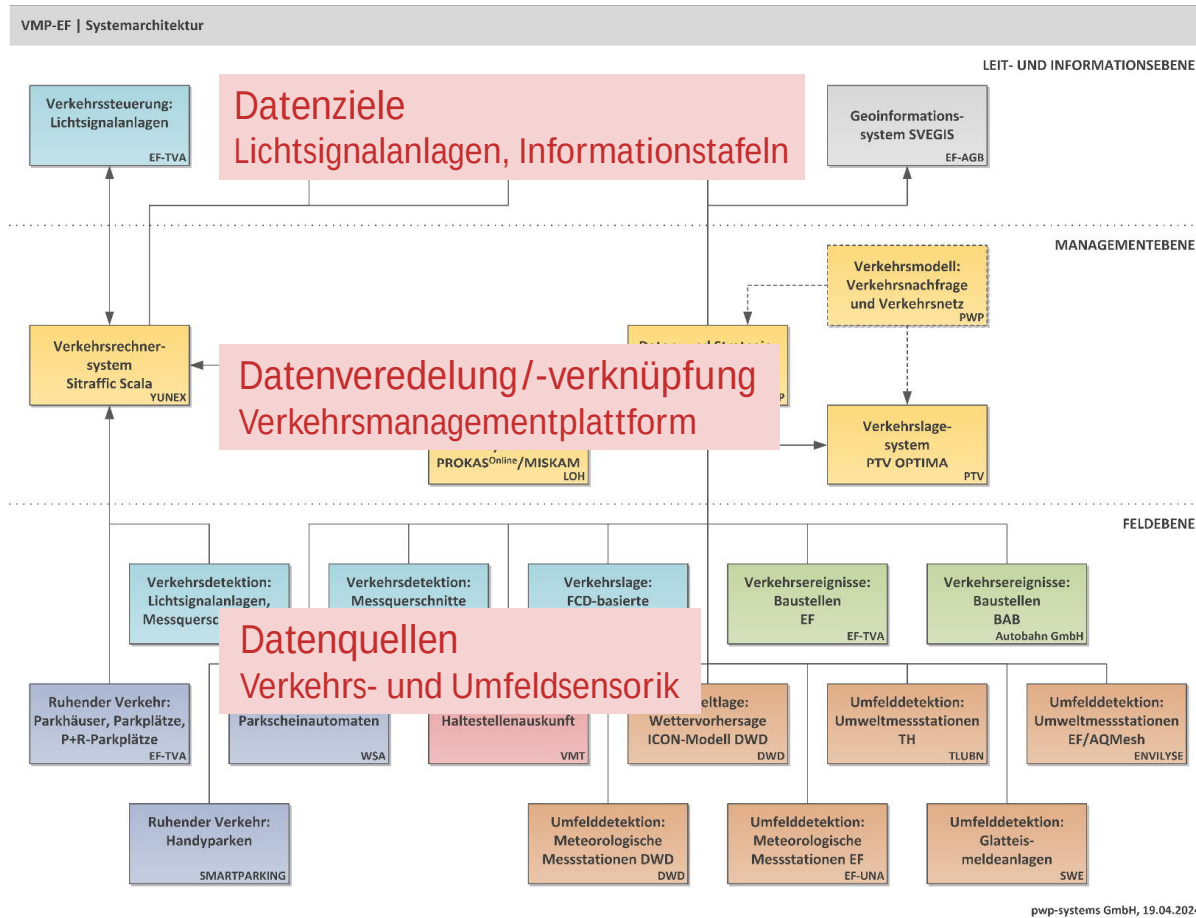


- Lichtsignalanlagen
 - Modernisierung der Steuergeräte
 - Erweiterung um Signalprogramme zur Zuflusssdosierung
 - Anpassung von Signalprogrammen zur Verbesserung der Koordinierung
- Informationstafeln
 - Erweiterung um neue Informationstafeln
 - Versorgung neuer Bildinhalte mit Situationsbeschreibungen und Handlungsempfehlungen
- Verkehrs- und Umweltdetektion
 - Verkehrsdetektion der P+R-Plätze
 - Erweiterung der strategischen Messquerschnitte
 - Erweiterung der Umweltdetektion

UVM als Werkzeug im gesamtstädtischen Strategiemanagement – Prinzip



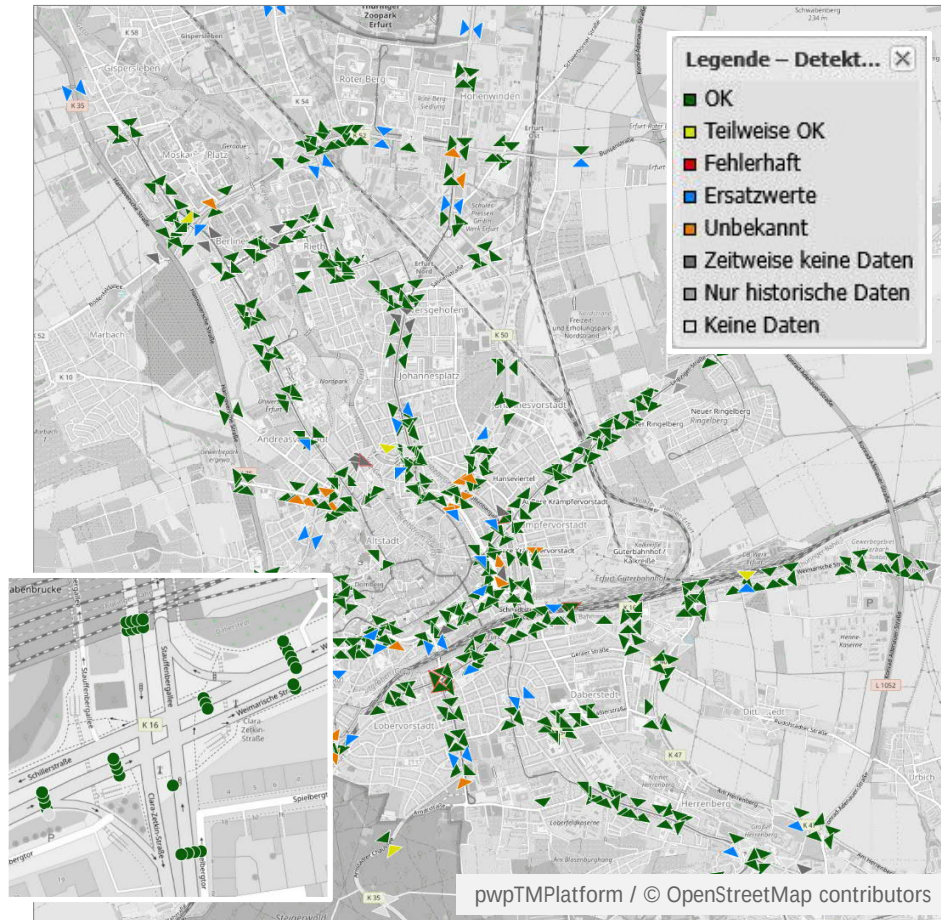
Systemarchitektur der Verkehrsmanagementplattform Erfurt



VMP Teilsysteme

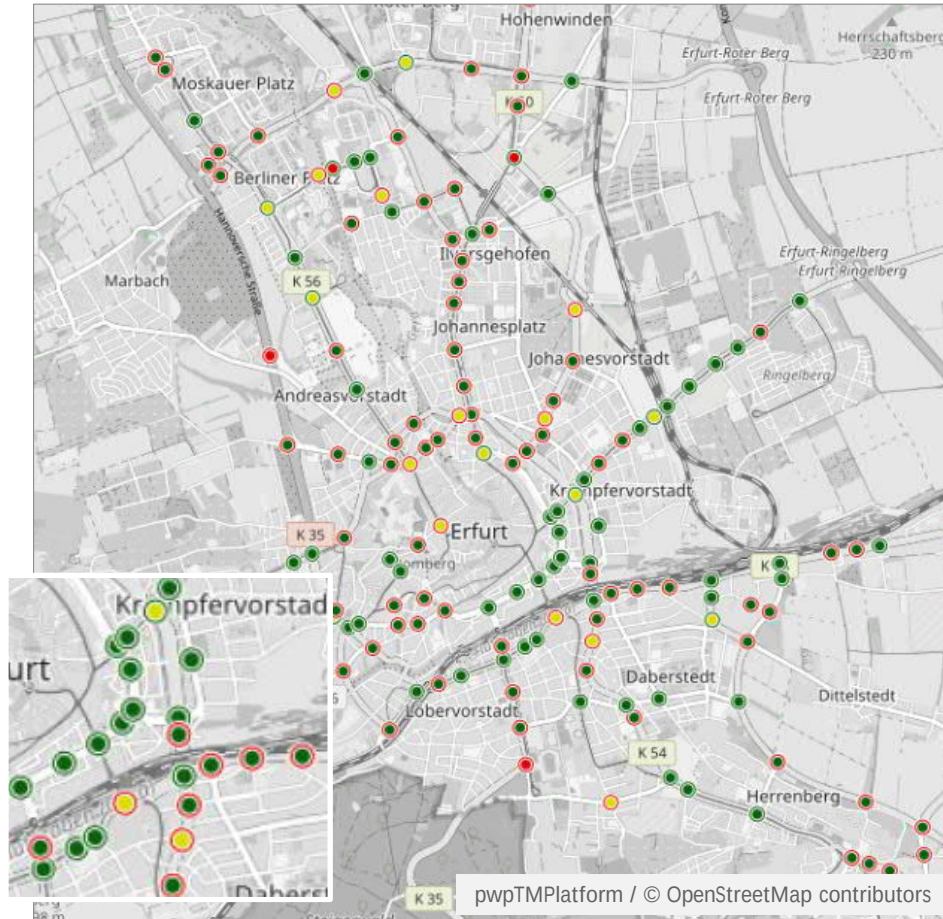
- Verkehrsrechnersystem
Sittraffic Scala
Yunex GmbH
- Verkehrsmodell VISUM
- Verkehrslagesystem
PTV Optima
PTV GmbH
- Daten- und Strategiemanagementsystem
pwpTMPlatform
pwp-systems GmbH
- Umweltmonitoringsystem
PROKAS^{Online}/MISKAM
Lohmeyer GmbH

Datenarten und Datenquellen – Verkehrsdetektion



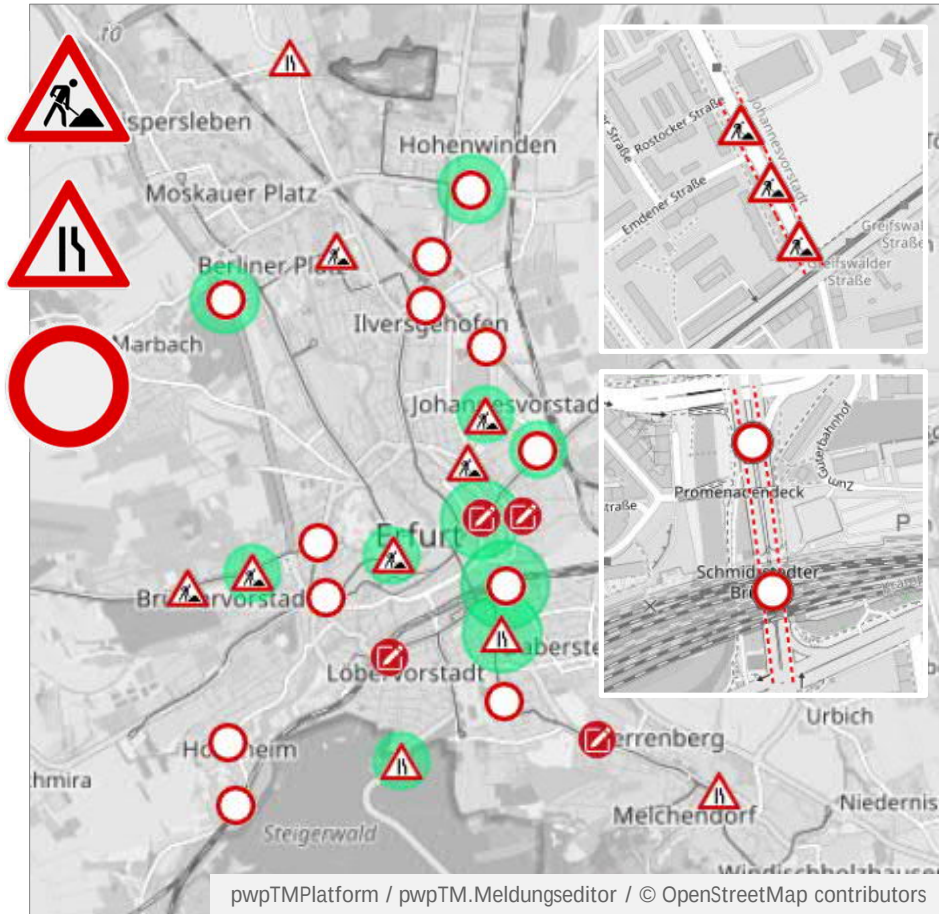
Datenart	Verkehrsdetektion
Datenquelle(n)	Sitraffic Scala, Mobilithek
Datenlayer (pwpTM)	Verkehrsdetektion LSA, MQS – Quelle: Sitraffic Scala Verkehrsdetektion BAB – Quelle: Mobilithek
Ausgew. Dateninhalte	Verkehrsstärke [Kfz/h] – LSA, MQS, BAB mit Objektklassifikation – MQS, BAB [1] Belegungsgrad [%] – LSA, MQS Geschwindigkeit [km/h] – MQS, BAB
(Geo-)Referenzierung	Detektor (Koordinaten mit Referenz auf Verkehrsnetz) Zählstelle (Aggregation der Detektoren eines Querschnitts)
Räumlicher Umfang	Stadtgebiet mit Umgriff (Modellgebiet)
Räumliche Auflösung	Detektor
Zeitliche Auflösung	1 min – LSA 5 min – MQS, BAB
Aktualisierungsintervall	(wie zeitliche Auflösung)
Datennutzung	Verkehrslageberechnung, Strategiemanagement
Bemerkungen	[1] Pkw, Lieferw., Lkw, ...

Datenarten und Datenquellen – Verkehrssteuerung

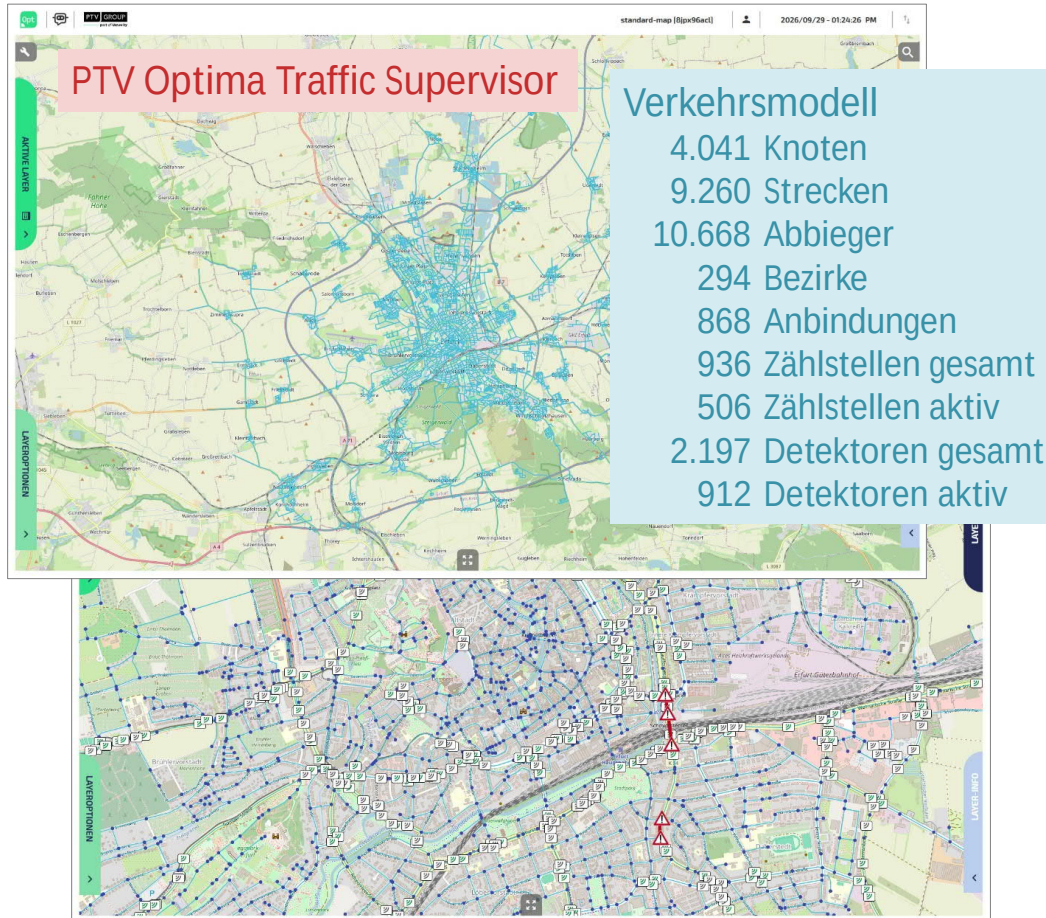


Datenart	Verkehrssteuerung
Datenquelle(n)	Sittraffic Scala
Datenlayer (pwpTM)	Lichtsignalanlagen
Ausgew. Dateninhalte	LSA-Status Signalprogramm-Nummer Umlaufzeit Freigabezeit [ms] Sperrzeit [ms] Freigabezeitanteil [%]
(Geo-)Referenzierung	Lichtsignalanlage (Koordinaten)
Räumlicher Umfang	Stadtgebiet (ausgewählte Lichtsignalanlagen)
Räumliche Auflösung	Lichtsignalanlage, Signalgruppe
Zeitliche Auflösung	1 s
Aktualisierungsintervall	1 s
Datennutzung	Verkehrslageberechnung
Bemerkungen	–

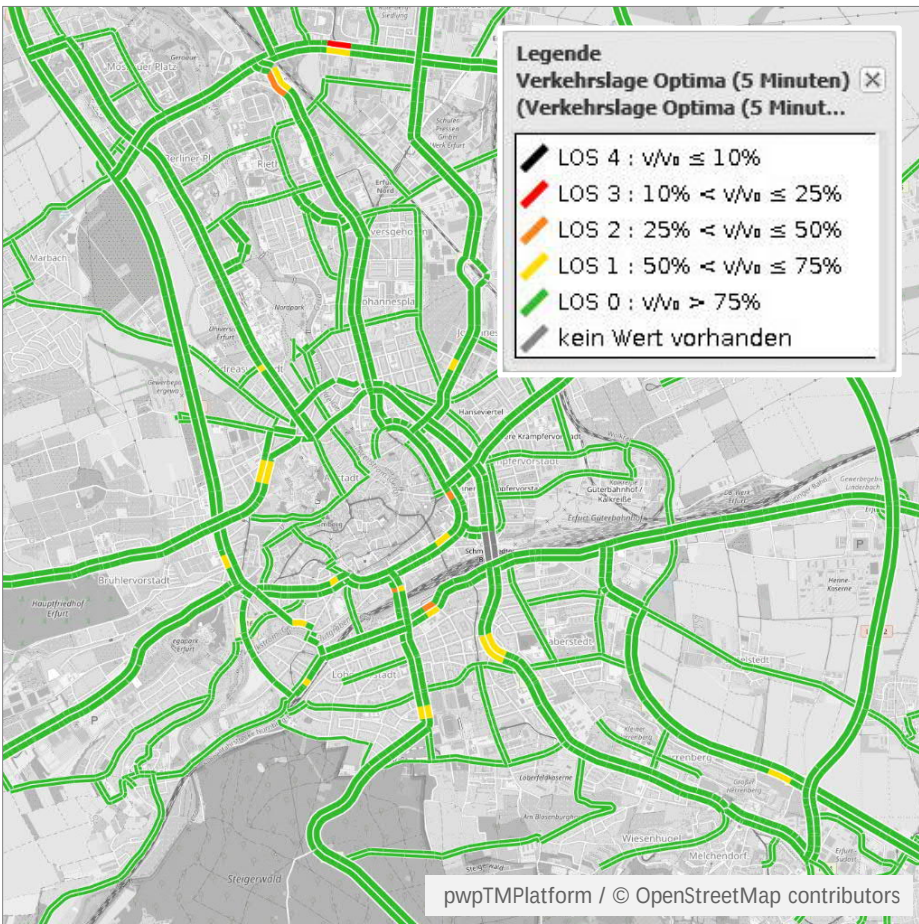
Datenarten und Datenquellen – Geplante Verkehrseignisse



Datenart	Geplante Verkehrseignisse
Datenquelle(n)	ALVA (pwpTM.Meldungseditor), Mobilithek
Datenlayer (pwpTM)	Baustellen EF – ALVA Baustellen BAB – Mobilithek
Ausgew. Dateninhalte	Gültigkeitszeitraum Reduzierte Kapazität [Kfz/h] [1] Reduzierte Geschwindigkeit [km/h] [1]
(Geo-)Referenzierung	Verkehrsnetz (Baustellen) [2]
Räumlicher Umfang	Stadtgebiet und umgebende Autobahnen
Räumliche Auflösung	Strecke, Fahrtrichtung
Zeitliche Auflösung	–
Aktualisierungsintervall	ereignisbasiert, typischerweise täglich
Datennutzung	Verkehrslageberechnung
Bemerkungen	[1] nur verkehrsrelevante Baustellen [2] Netzreferenzierung in pwpTM.Meldungseditor



- Makroskopische Berechnung der Verkehrslage
 - Analyse
 - Kurzfristprognose (+60 min)
 - Mittelfristprognose (+ 7 Tage)
- Verkehrsmodell
 - Verkehrsnetz für Gebiet der LH Erfurt mit Umgriff
 - Verkehrsnachfrage in Stundenmatrizen für drei Tageskategorien (Mo-Fr, Sa, So)
- Eingangsdaten
 - Verkehrsdetektion
 - Verkehrssteuerung (Freigabezeiten) – geplant
 - geplante Verkehrereignisse (Baustellen)



Datenart	Modellbasierte Verkehrslage
Datenquelle(n)	PTV Optima
Datenlayer (pwpTM)	Verkehrslage [1]
Ausgew. Dateninhalte	Verkehrsstärke [Kfz/h] Geschwindigkeit [km/h] Fahrzeit [s] Verkehrsdichte [Kfz/km]
(Geo-)Referenzierung	Verkehrsnetz
Räumlicher Umfang	Stadtgebiet mit Umgriff (Modellgebiet)
Räumliche Auflösung	Strecke, Fahrtrichtung
Zeitliche Auflösung	5 min (+0, +5, +10, +15, ..., +60 min)
Aktualisierungsintervall	5 min
Datennutzung	Emissionsberechnung, Strategiemangement
Bemerkungen	[1] inkl. Kurz- und Mittelfristprognose

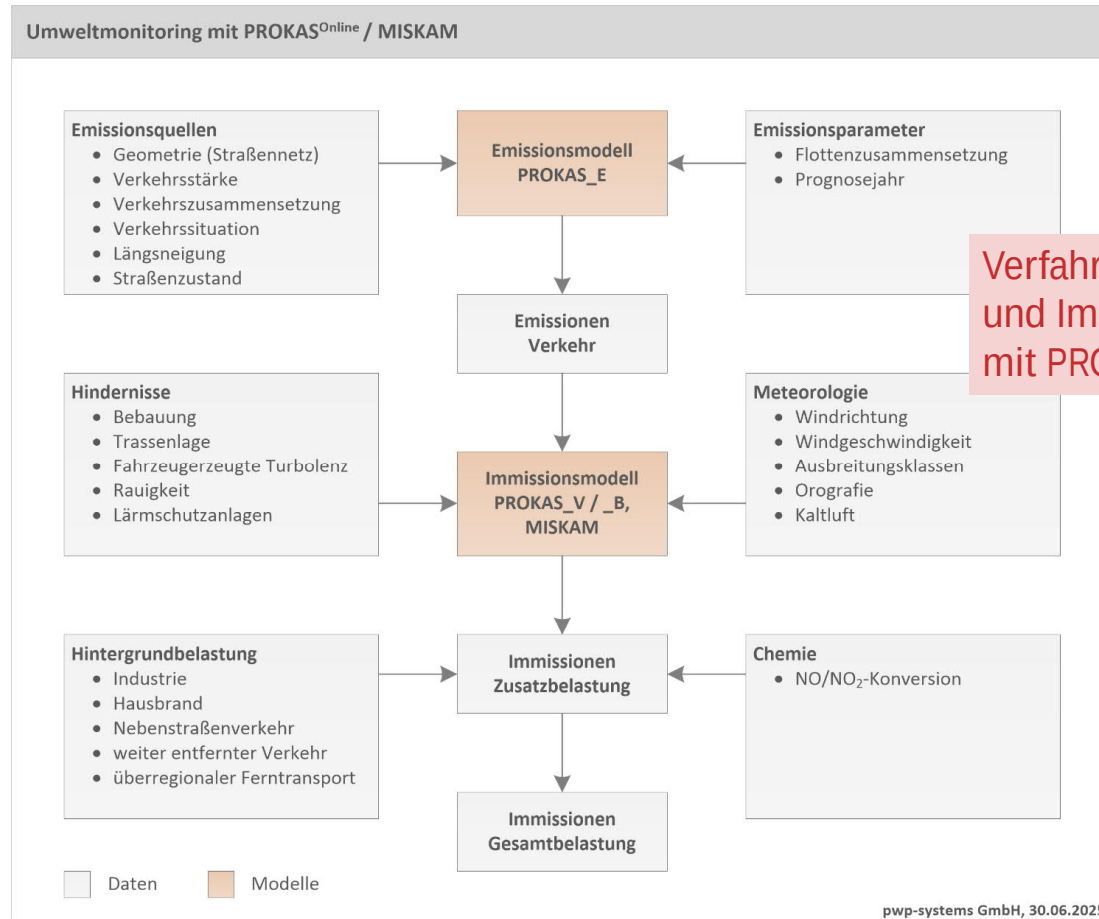


Datenart	Ruhender Verkehr
Datenquelle(n)	Sittraffic Scala
Datenlayer (pwpTM)	Parkeinrichtungen
Ausgew. Dateninhalte	Belegung [Kfz] [1] Kapazität [%] [1]
(Geo-)Referenzierung	Parkhaus, Parkgarage, Parkplatz (Koordinaten)
Räumlicher Umfang	Parkeinrichtungen im Parkleitsystem
Räumliche Auflösung	Parkhaus, Parkgarage, Parkplatz
Zeitliche Auflösung	~ 1 min
Aktualisierungsintervall	~ 1 min
Datennutzung	Mobilithek
Bemerkungen	[1] Klassifikation in Kurzzeitparker, Dauerparker

Datenarten und Datenquellen – Umfelddetektion



Datenart	Umfelddetektion	
Datenquelle(n)	EF, SWE, TLUBN, Open Data Portal DWD	
Datenlayer (pwpTM)	Glättemeldeanlagen – SWE Meteorologiemessstellen – EF, DWD [1] Umweltmessstellen – EF, TLUBN	
Ausgew. Dateninhalte	Lufttemperatur [°C] Relative Luftfeuchtigkeit [%] Windrichtung [°] Windgeschwindigkeit [m/s] Globalstrahlung [W/m²]	Stickstoffdioxid [µg/m³] Staub PM10 [µg/m³] Staub PM2.5 [µg/m³] Ozon [µg/m³]
(Geo-)Referenzierung	Meteorologie- bzw. Umweltmessstelle (Koordinaten)	
Räumlicher Umfang	Stadtgebiet, BAB A9/A71	
Räumliche Auflösung	Meteorologie- bzw. Umweltmessstelle	
Zeitliche Auflösung	1/2/10/15/30/60 min	
Aktualisierungsintervall	(wie zeitliche Auflösung)	
Datennutzung	Ausbreitungsrechnung, Strategiemanagement, Standortbezogene Verkehrsinformation (Informationstafeln)	
Bemerkungen	[1] weitere virtuelle Messstellen aus ICON-Modell DWD	

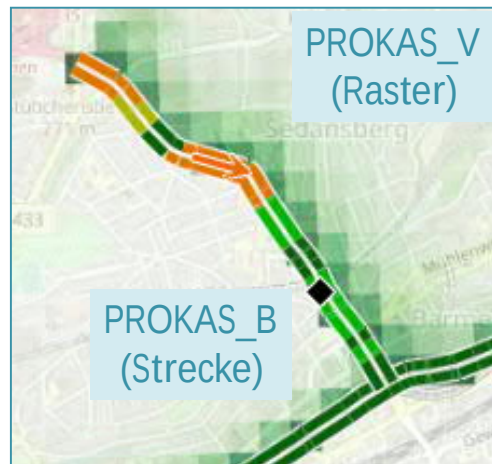


PROKAS_B (Screeningmodell):

- Immissionen in Straßen mit dichter Bebauung
- gesamtes Stadtgebiet, strategisches Verkehrsnetz, alle Hauptverkehrsstraßen

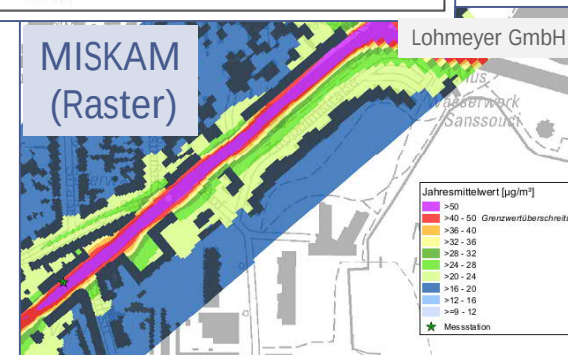
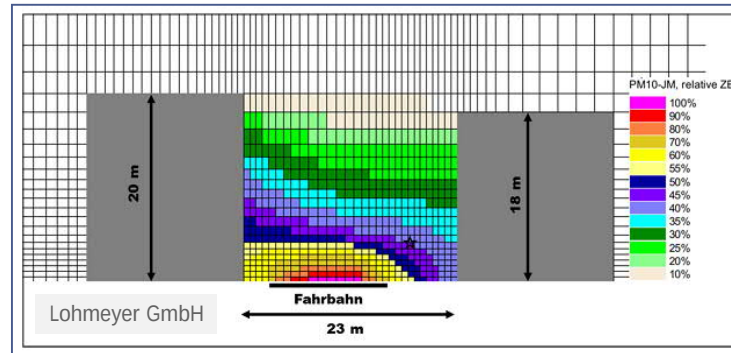
PROKAS_V (Screeningmodell):

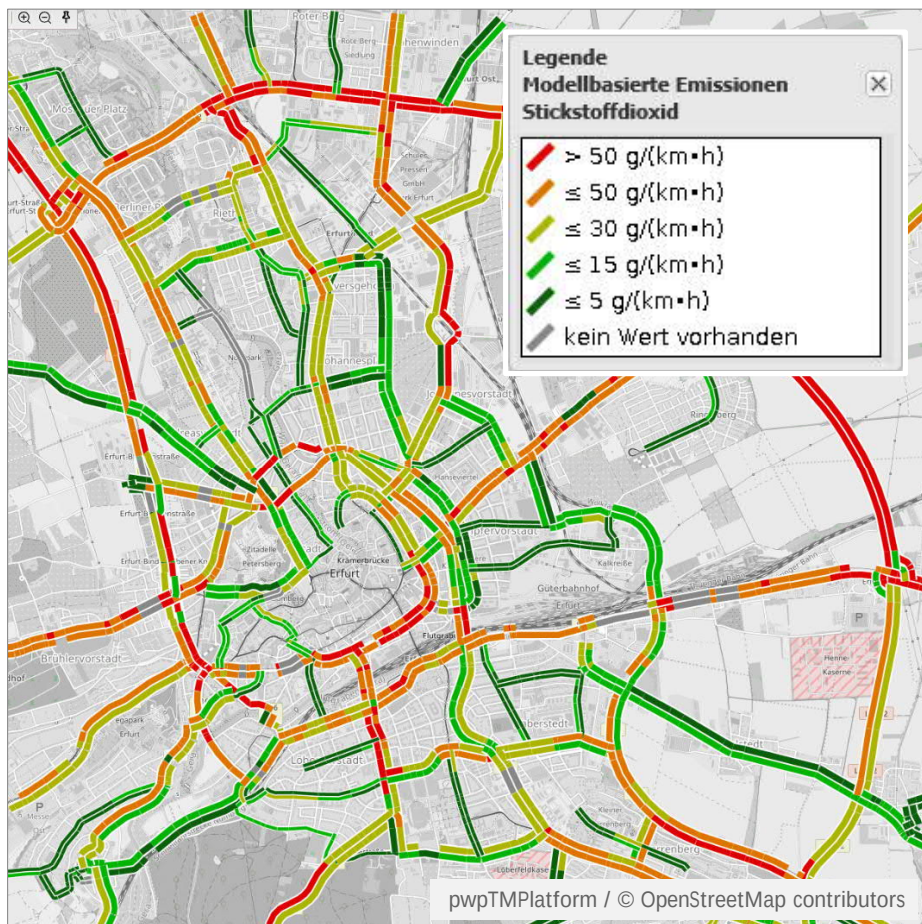
- Immissionen in der Fläche aus Straßenverkehr mit Berücksichtigung der Hintergrundbelastung
- gesamtes Stadtgebiet, Raster ($\leq 50 \times 50$ m)



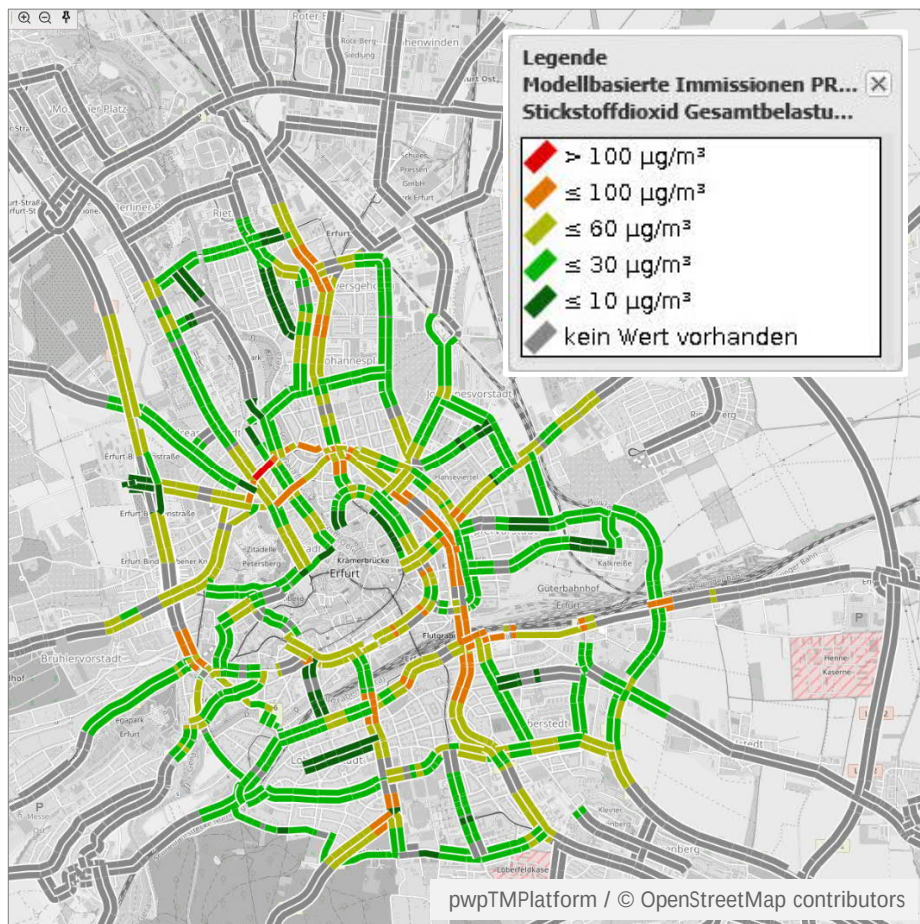
MISKAM (Detailmodell):

- Immissionen in Straßen mit dichter Bebauung für kleinräumige Prognose von Konzentrationen
- einzelne Hotspot-Gebiete, Raster ($\geq 1 \times 1$ m)



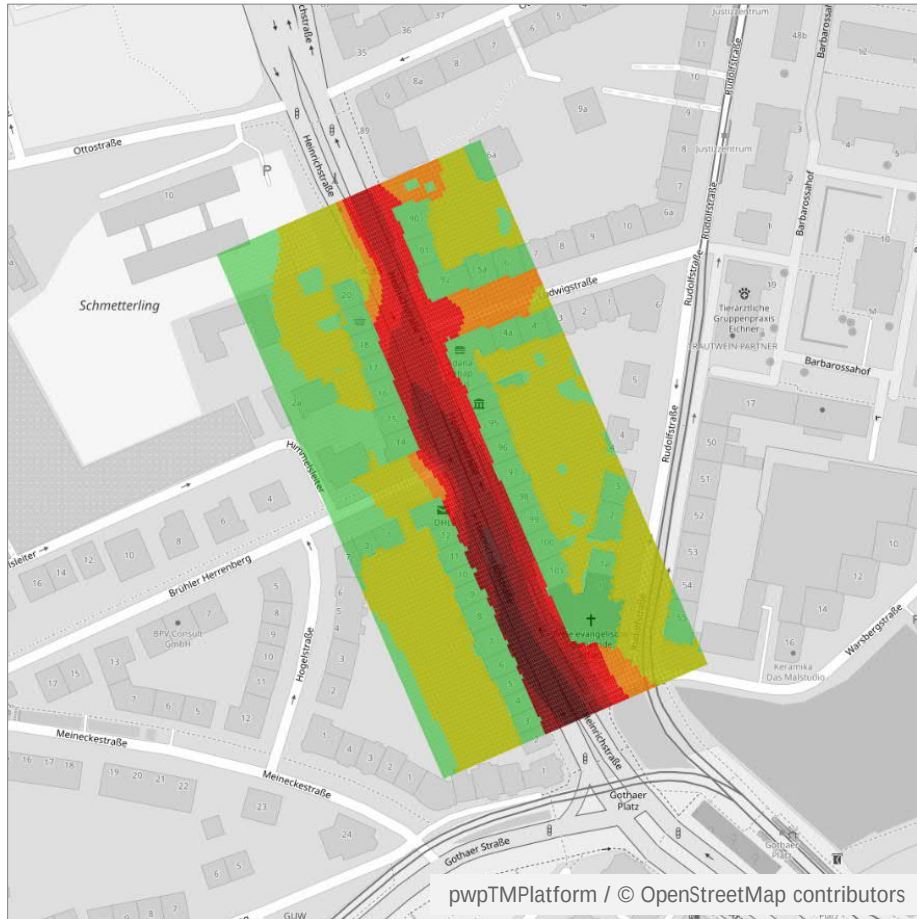


Datenart	Modellbasierte Luftschadstoffemissionen
Datenquelle(n)	PROKASOnline
Datenlayer (pwpTM)	Modellbasierte Emissionen [1]
Ausgew. Dateninhalte	Stickstoffdioxid [g/(km*h)] Stickoxide [g/(km*h)] Feinstaub PM10 [g/(km*h)] Feinstaub PM2.5 [g/(km*h)]
(Geo-)Referenzierung	Emissionsnetz [2]
Räumlicher Umfang	Stadtgebiet
Räumliche Auflösung	Strecke, Fahrtrichtung
Zeitliche Auflösung	30 min
Aktualisierungsintervall	30 min
Datennutzung	Immissionsberechnung
Bemerkungen	[1] inkl. Kurz- und Mittelfristprognose Folgetag [2] Georeferenzierung wie Verkehrsnetz

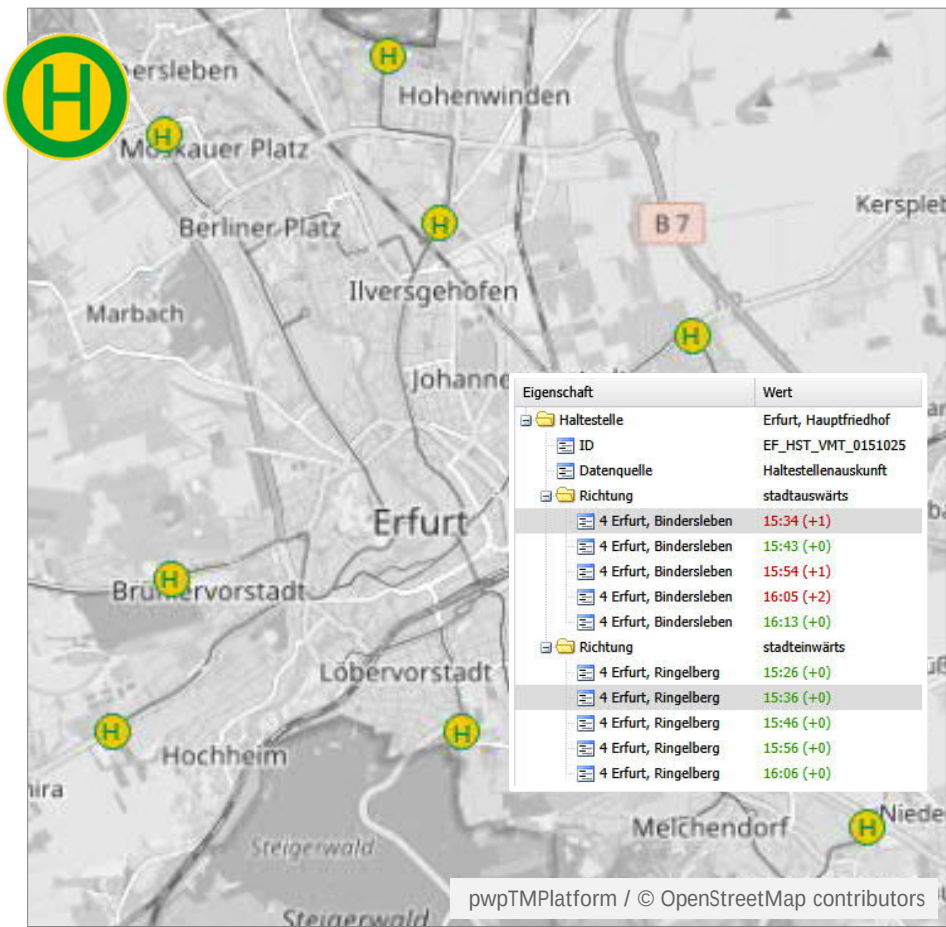


Datenart	Modellbasierte Luftschadstoffimmissionen
Datenquelle(n)	PROKASOnline
Datenlayer (pwpTM)	Modellbasierte Immissionen PROKAS [1]
Ausgew. Dateninhalte	Stickstoffdioxid [µg/m³] Stickoxide [µg/m³] Staub PM10 [µg/m³] Staub PM2.5 [µg/m³]
(Geo-)Referenzierung	Immissionsnetz [2]
Räumlicher Umfang	Gebiet der ursprünglichen Umweltzone
Räumliche Auflösung	Strecke
Zeitliche Auflösung	30 min
Aktualisierungsintervall	30 min
Datennutzung	Strategiemanagement
Bemerkungen	[1] inkl. Kurz- und Mittelfristprognose Folgetag [2] Georeferenzierung modellbedingt gröber als Emissionsnetz

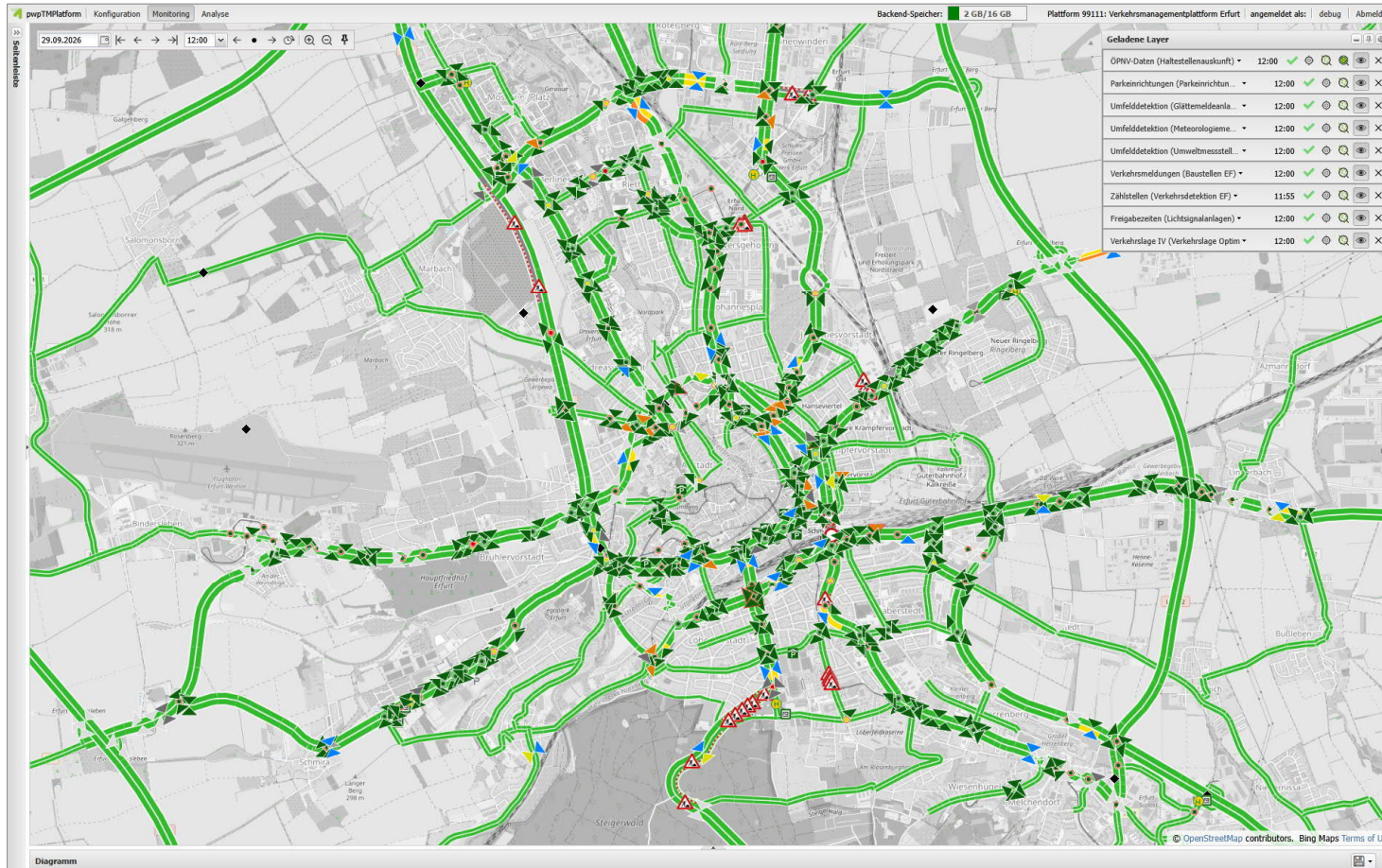
Datenarten und Datenquellen – Modellbasierte Luftschadstoffimmissionen II



Datenart	Modellbasierte Luftschadstoffimmissionen
Datenquelle(n)	MISKAM
Datenlayer (pwpTM)	Modellbasierte Immissionen MISKAM
Ausgew. Dateninhalte	Stickstoffdioxid [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Stickoxide [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Staub PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Staub PM2.5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
(Geo-)Referenzierung	Raster
Räumlicher Umfang	5 Hotspots im Umkreis von Umweltmessstellen
Räumliche Auflösung	$\geq 1 \times 1 \text{ m}$
Zeitliche Auflösung	30 min
Aktualisierungsintervall	30 min
Datennutzung	Strategiemanagement
Bemerkungen	



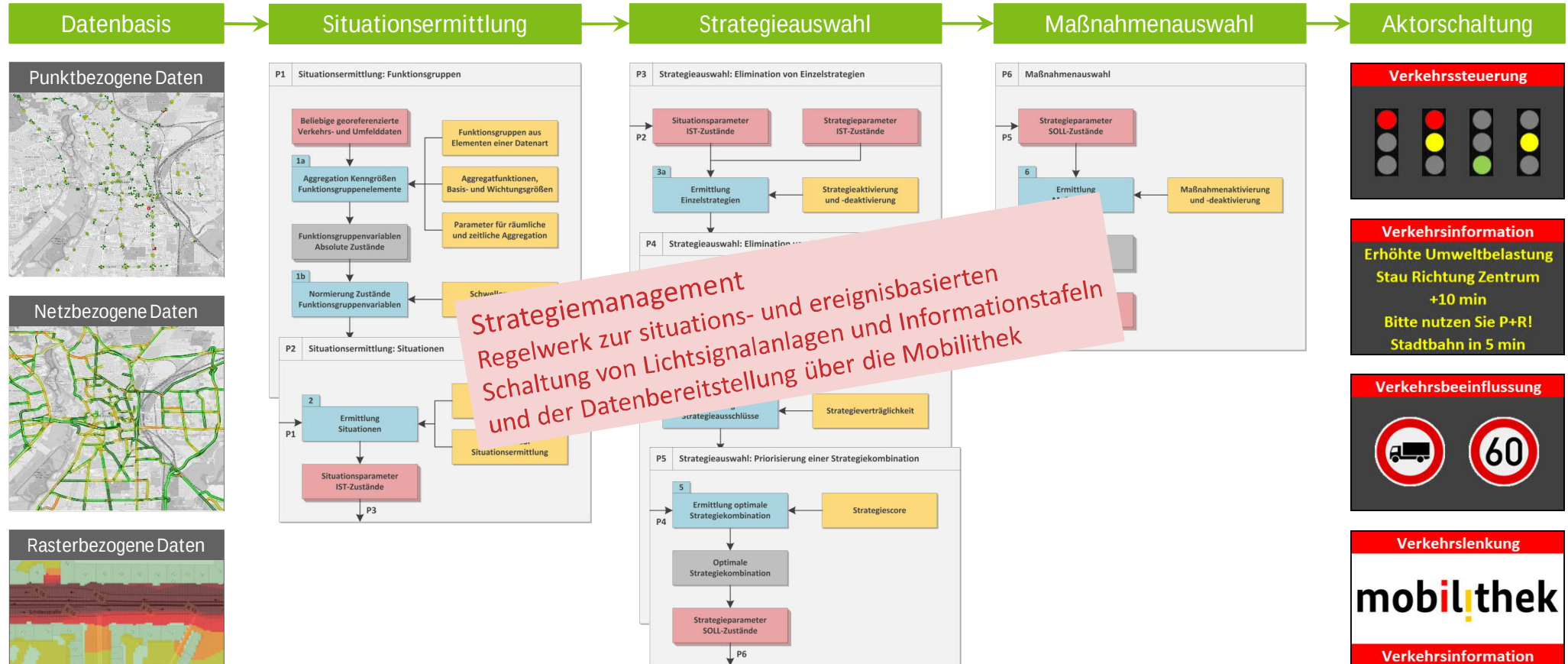
Datenart	Haltestellenauskunft
Datenquelle(n)	Verkehrsverbund Mittelthüringen
Datenlayer (pwpTM)	Haltestellenauskunft
Ausgew. Dateninhalte	Abfahrtszeit Soll Abfahrtszeit Ist
(Geo-)Referenzierung	Haltestelle (Punktkoordinaten)
Räumlicher Umfang	Haltestellen in der Nähe von P+R-Parkplätzen
Räumliche Auflösung	Haltestelle, Haltepunkt (Mast), Fahrt
Zeitliche Auflösung	~ 1 min
Aktualisierungsintervall	~ 1 min
Datennutzung	Informationstafeln
Bemerkungen	



- Datenmanagement
zur Anbindung aller
internen und externen
Datenquellen und
Datenziele
- Strategiemanagement
zur Situationsermittlung,
Strategie- und
Maßnahmenauswahl
und Aktorschaltung
über Sittraffic Scala und
Mobilithek

zurück zum...

UVM als Werkzeug im gestadtweiten Strategiemangement – Prinzip



UVM als Werkzeug im gesamtstädtischen Strategiemanagement – Bsp. Informationstafeln



Stadtinformation
Erhöhte Umweltbelastung
Parkpl. Zentrum belegt
Stau Ri. Zentrum

Stadtinformation
Parkpl. Zentrum belegt
Stau Ri. Zentrum
Bitte nutzen Sie P+R!
Stadtbahn [...]



Typ T16+1: INFOTAFELN R10: IT19, R20: IT11, R30: IT12+IT20, R40: IT16, R60: IT22, R70: IT13, R80: IT17, R85: IT18 UND VIRTUELLE INFOTAFELN - RADIALEN MIT P+R UND ÖPNV

SitCode	0	Bild 0	SitCode	1	Bild 1	SitCode	2	Bild 2	SitCode	3	Bild 3
Situation	S	P	Situation	S	P	Situation	S	P	Situation	S	P
SITU_GMA_IT	1	1	SITU_GMA_IT	1	1	SITU_GMA_IT	1	1	SITU_GMA_IT	1	1
SITU_HIT_IT	*	*	SITU_HIT_IT	*	*	SITU_HIT_IT	*	*	SITU_HIT_IT	*	*
SITU_Z_IT	1	1	SITU_Z_IT	2	0	SITU_Z_IT	1	1	SITU_Z_IT	2	0
SITV_R*_IT	1	1	SITV_R*_IT	1	1	SITV_R*_IT	2	0	SITV_R*_IT	2	0
SITP_Z	1	1	SITP_Z	1	1	SITP_Z	1	1	SITP_Z	1	1
SITP_R*_PR	1	1	SITP_R*_PR	1	1	SITP_R*_PR	1	1	SITP_R*_PR	1	1
		Anzeige Bild 0 (UVE inaktiv - JAUT)			Stadtinformation Erhöhte Umweltbelastung Bitte nutzen Sie P+R! Stadtbahn [...]			Stadtinformation Stau Ri. Zentrum Bitte nutzen Sie P+R! Stadtbahn [...]			Stadtinformation Erhöhte Umweltbelastung Stau Ri. Zentrum Bitte nutzen Sie P+R! Stadtbahn [...]

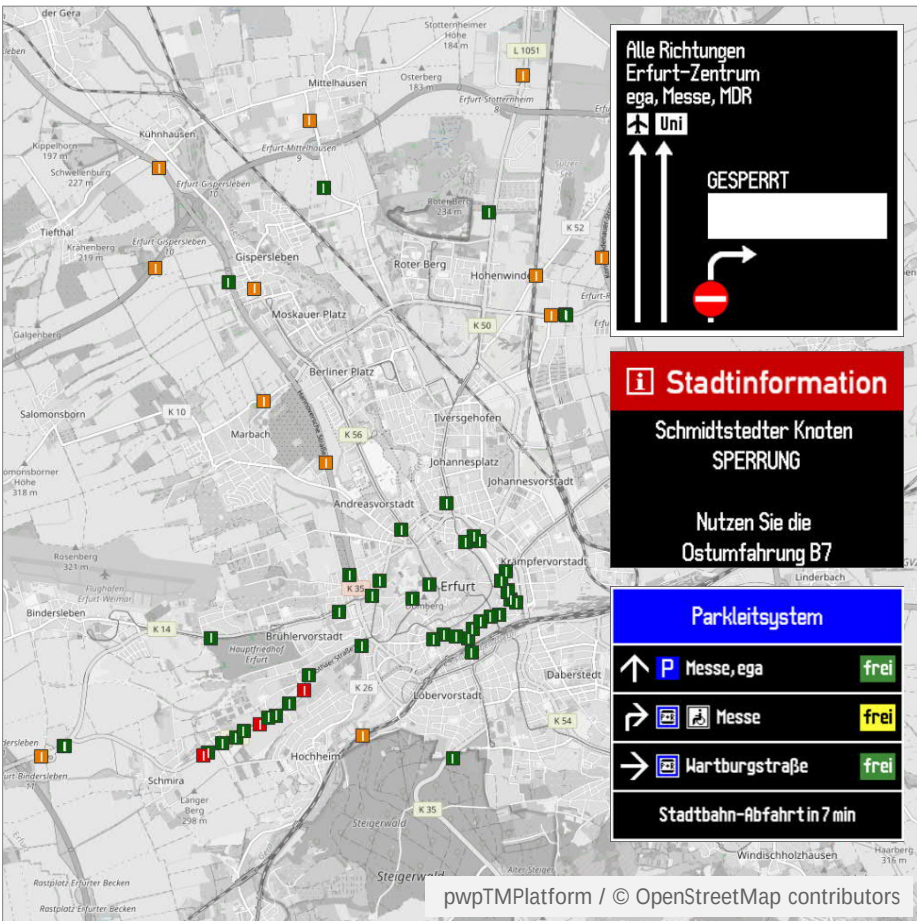
SitCode	4	Bild 4	SitCode	5	Bild 4	SitCode	6	Bild 6	SitCode	7	Bild 7
Situation	S	P	Situation	S	P	Situation	S	P	Situation	S	P
SITU_GMA_IT	1	1	SITU_GMA_IT	1	1	SITU_GMA_IT	1	1	SITU_GMA_IT	1	1
SITU_HIT_IT	*	*	SITU_HIT_IT	*	*	SITU_HIT_IT	*	*	SITU_HIT_IT	*	*
SITU_Z_IT	1	1	SITU_Z_IT	2	0	SITU_Z_IT	1	1	SITU_Z_IT	2	0
SITV_R*_IT	1	1	SITV_R*_IT	1	1	SITV_R*_IT	2	0	SITV_R*_IT	2	0
SITP_Z	2	0	SITP_Z	1	1	SITP_Z	1	1	SITP_Z	1	1
SITP_R*_PR	1	1	SITP_R*_PR	1	1	SITP_R*_PR	2	0	SITP_R*_PR	2	0
		Stadtinformation Parkpl. Zentrum belegt Bitte nutzen Sie P+R! Stadtbahn [...]			Anzeige			Stadtinformation			Stadtinformation

SitCode	8	Bild 8	SitCode	9	Bild 9	SitCode	10	Bild 10	SitCode	11	Bild 11
Situation	S	P	Situation	S	P	Situation	S	P	Situation	S	P
SITU_GMA_IT	1	1	SITU_GMA_IT	1	1	SITU_GMA_IT	1	1	SITU_GMA_IT	1	1
SITU_HIT_IT	*	*	SITU_HIT_IT	*	*	SITU_HIT_IT	*	*	SITU_HIT_IT	*	*
SITU_Z_IT	1	1	SITU_Z_IT	1	1	SITU_Z_IT	1	1	SITU_Z_IT	2	0
SITV_R*_IT	1	1	SITV_R*_IT	2	0	SITV_R*_IT	2	0	SITV_R*_IT	2	0
SITP_Z	1	1	SITP_Z	1	1	SITP_Z	1	1	SITP_Z	1	1
SITP_R*_PR	2	0	SITP_R*_PR	2	0	SITP_R*_PR	2	0	SITP_R*_PR	2	0
		Stadtinformation			Stadtinformation			Stadtinformation			Stadtinformation

SitCode	12	Bild 12	SitCode	13	Bild 13	SitCode	14	Bild 14	SitCode	15	Bild 15
Situation	S	P	Situation	S	P	Situation	S	P	Situation	S	P
SITU_GMA_IT	1	1	SITU_GMA_IT	1	1	SITU_GMA_IT	1	1	SITU_GMA_IT	1	1
SITU_HIT_IT	*	*	SITU_HIT_IT	*	*	SITU_HIT_IT	*	*	SITU_HIT_IT	*	*
SITU_Z_IT	1	1	SITU_Z_IT	2	0	SITU_Z_IT	1	1	SITU_Z_IT	2	0
SITV_R*_IT	1	1	SITV_R*_IT	1	1	SITV_R*_IT	2	0	SITV_R*_IT	2	0
SITP_Z	2	0	SITP_Z	2	0	SITP_Z	2	0	SITP_Z	2	0
SITP_R*_PR	2	0	SITP_R*_PR	2	0	SITP_R*_PR	2	0	SITP_R*_PR	2	0
		Stadtinformation Parkpl. Zentrum belegt			Stadtinformation Erhöhte Umweltbelastung Parkpl. Zentrum belegt			Stadtinformation Parkpl. Zentrum belegt Stau Ri. Zentrum			Stadtinformation Erhöhte Umweltbelastung Parkpl. Zentrum belegt Stau Ri. Zentrum

SitCode	70	Bild 70	SitCode	75	Bild 75	Codierung Zustände					
Situation	S	P	Situation	S	P	S: STRAMO/OCIT-C:					
SITU_GMA_IT	2	0	SITU_GMA_IT	1	1	1 = normaler Zustand; 2 = gestörter Zustand; 0 = undefinierter Zustand					
SITU_HIT_IT	*	*	SITU_HIT_IT	2	0	P: pwpTmPlatform:					
SITU_Z_IT	*	*	SITU_Z_IT	1	1	1 = normaler Zustand; 0 = gestörter Zustand; -1 = undefinierter Zustand					
SITV_R*_IT	*	*	SITV_R*_IT	1	1	SITU_GMA_IT = 2					
SITP_Z	*	*	SITP_Z	1	1	Die Glattermeldung hat die höchste Priorität. Die Werte der anderen Sit* sind dann nicht relevant.					
SITP_R*_PR	*	*	SITP_R*_PR	1	1	SITU_HIT_IT = 2					
		Stadtinformation Glättegefahr! Bitte achten Sie auf eine angepasste Fahrweise!			Stadtinformation Tipps für die Sommerhitze www.erfurt.de/hitze	Die Sommerhitze hat die niedrigste Priorität. Sie greift nur bei normalem Zustand aller anderen Sit*.					

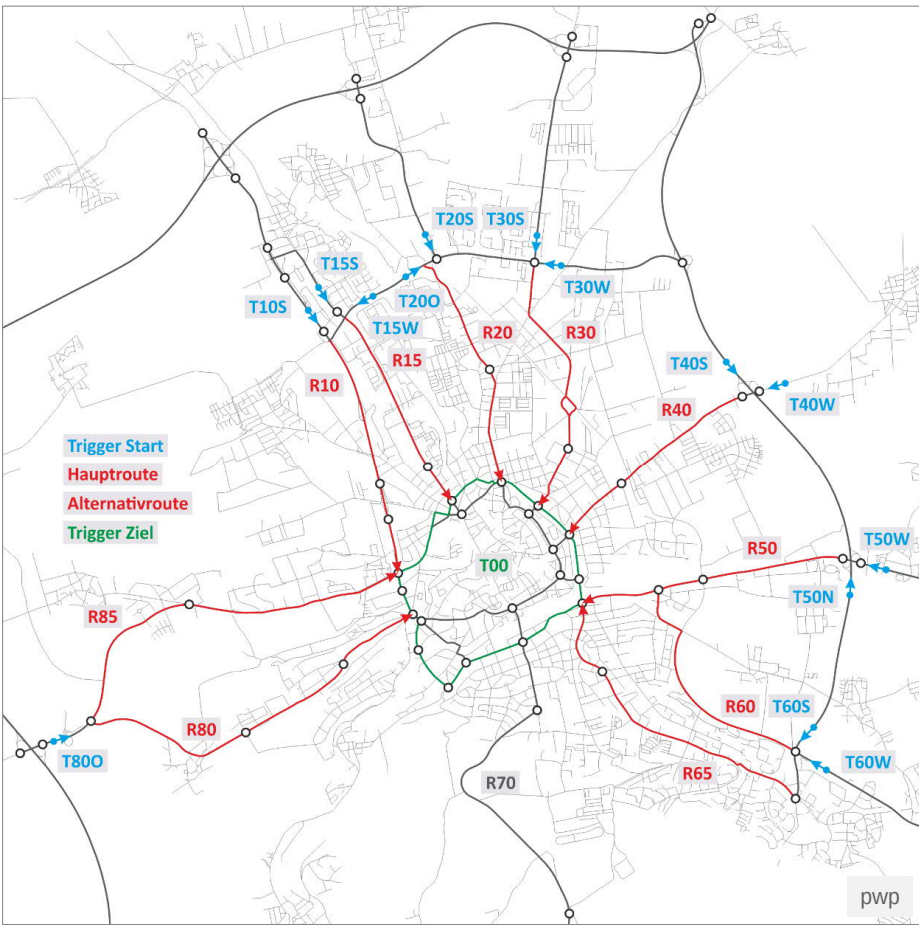
Datenarten und Datenquellen – Standortbezogene Verkehrsinformation



Datenart	Standortbezogene Verkehrsinformation	
Datenquelle(n)	Sitraffic Scala, pwpTMPlattform	
Datenlayer (pwpTM)	Informationstafeln	– Sitraffic Scala
	Virtuelle Informationstafeln	– pwpTMPlattform
Ausgew. Dateninhalte	IT-Bilder (Beispiele)	
(Geo-)Referenzierung	Informationstafel (Koordinaten)	
Räumlicher Umfang	Stadtgebiet	
Räumliche Auflösung	Informationstafel	
Zeitliche Auflösung	–	
Aktualisierungsintervall	zeitbasiert	– Bildauswahl Jahresautomatik
	ereignisbasiert	– Bildauswahl Aktionssteuerung
	situationsbasiert	– Bildauswahl Strategiesteuerung
	1 min	– dynamische Bildinhalte
Datennutzung	Standortbezogene Verkehrsinformation (Infotafel, Mobiltheik)	
Bemerkungen	Versorgung der Bilder in Sitraffic Scala bzw. pwpTMPlattform	



Datenarten und Datenquellen – Routenbezogene Verkehrsinformation



Datenart	Routenbezogene Verkehrsinformation
Datenquelle(n)	pwpTMPlatform
Datenlayer (pwpTM)	Strategisches Routing
Ausgew. Dateninhalte	Haupt- und Alternativrouten Eingangs- und Ausgangstrigger
(Geo-)Referenzierung	Verkehrsnetz
Räumlicher Umfang	Stadtgebiet mit allen radialen Hauptverkehrsstraßen
Räumliche Auflösung	Route, Fahrtrichtung
Zeitliche Auflösung	1 min
Aktualisierungsintervall	≥ 1 min
Datennutzung	Routenbezogene Verkehrsinformation (Mobilithek)
Bemerkungen	Versorgung der Routen in pwpTMPlatform



Herausforderungen im Verkehrsmanagement durch On-Demand Dienste und autonomes Fahren

- Ausrüstung von Lichtsignalanlagen mit C-ITS-Komponenten (Hard- und Software)
- C-ITS Dienste: Ampelphasenassistent (GLOSA), Baustellenwarnung (RWW), Priorisierung von ÖPNV und Einsatzfahrzeugen an Knoten (TSP)
- Flexibilisierung der Priorisierung an Lichtsignalanlagen (On-Demand Anforderung), Wichtung nach Fahrplanlage, Besetzungsgrad etc.
- Datenplattform für AVF-relevante Fahrzeug-, Sensor-, Verkehrs-, Struktur-, Infrastruktur- und Betriebsdaten sowie Verknüpfung mit bestehenden Leitzentralen von MIV und ÖPNV

Hochautomatisierte und vernetzte Fahrzeuge als Datenlieferanten von Echtzeitdaten

- Verfügbarkeit vollständiger Bewegungsprofile
- netzkantenbezogene Geschwindigkeiten als Grundlage für die Verkehrslagegenerierung
- Beschleunigungs- und Bremsverhalten als Grundlage für die Emissionsmodellierung
- Berücksichtigung aktueller Baustellen und Verkehrsstörungen in der Verkehrssteuerung
- Systematische Analyse und Aufbereitung der Echtzeitdaten für die AVF-/ITF-Planung



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Thomas Kraus
pwp-systems GmbH
Magdeburger Straße 38, 06112 Halle (Saale)
Tel: +49 345 2795020-10
mail: info@pwp-systems.de, web: www.pwp-systems.de

