

OptiFCD

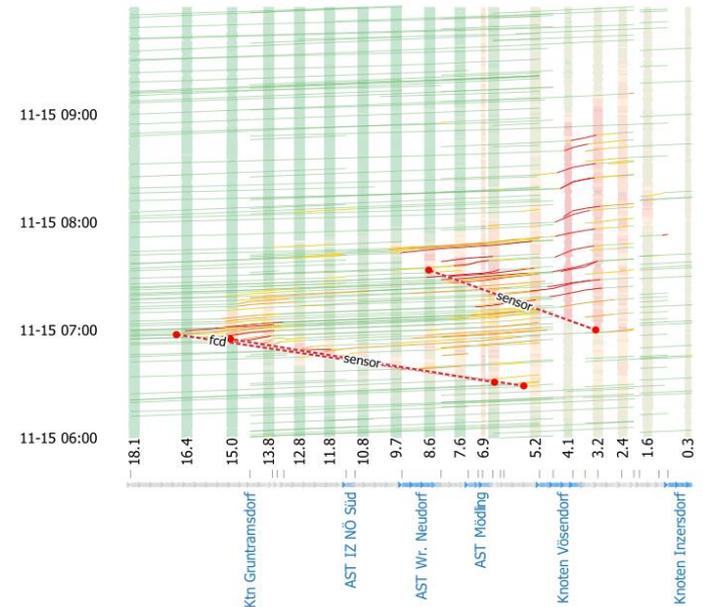
Ermittlung sinnvoller FCD-Durchdringungsgrade für das österreichische Autobahnen- und Schnellstraßennetz

Ergebnispräsentation beim ViF-Forum 2020
17. November 2020

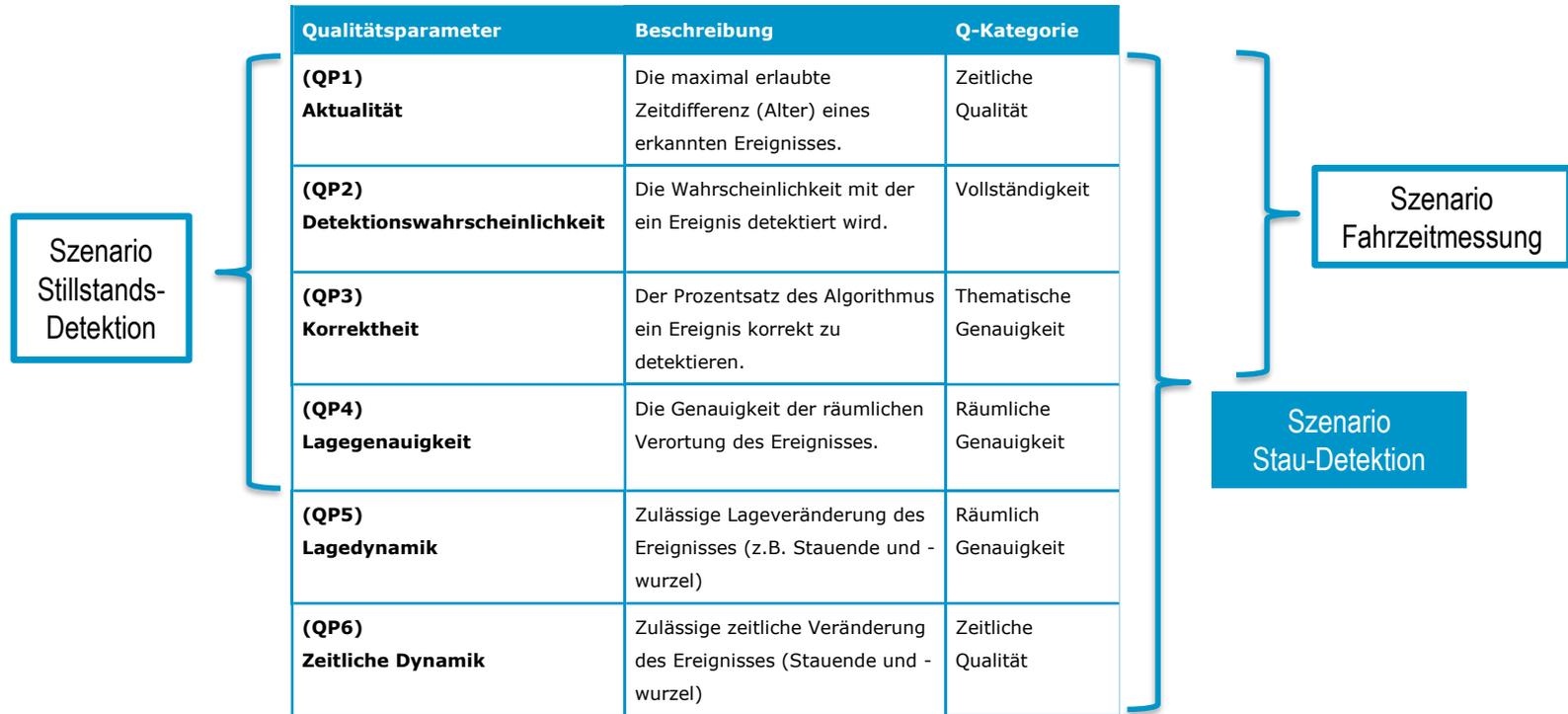
Dr. Karl Rehrl



 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

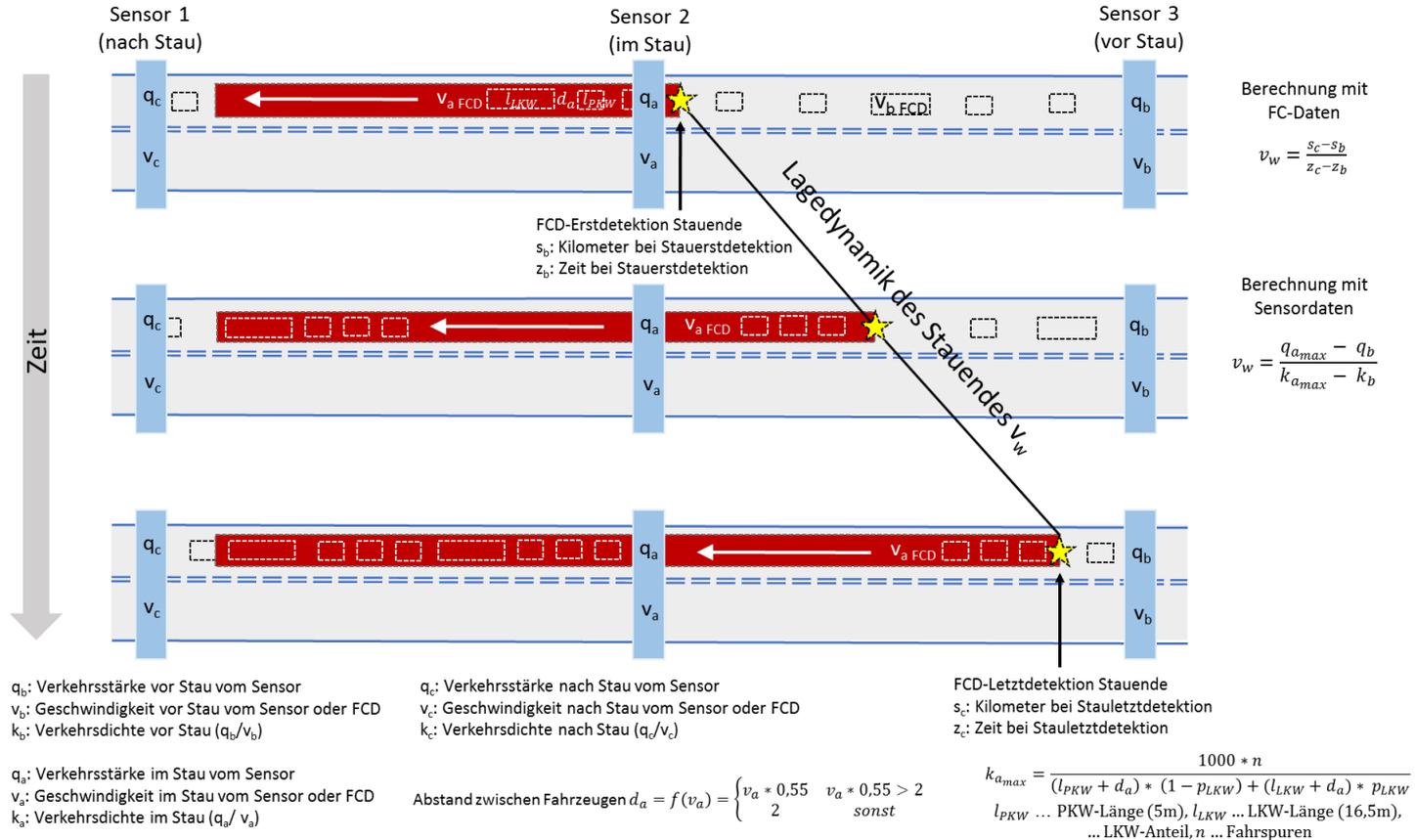


3 Szenarien und relevante Qualitätsparameter

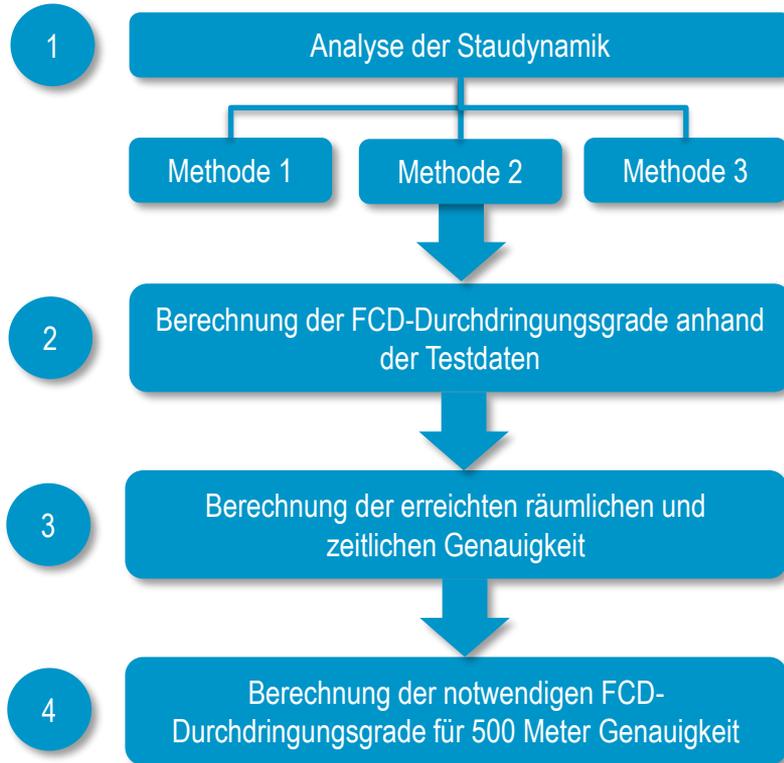


Qualitätsparameter abgeleitet von ISO 19157 Geographic Information - Data Quality

Modell zur Berechnung der Staudynamik

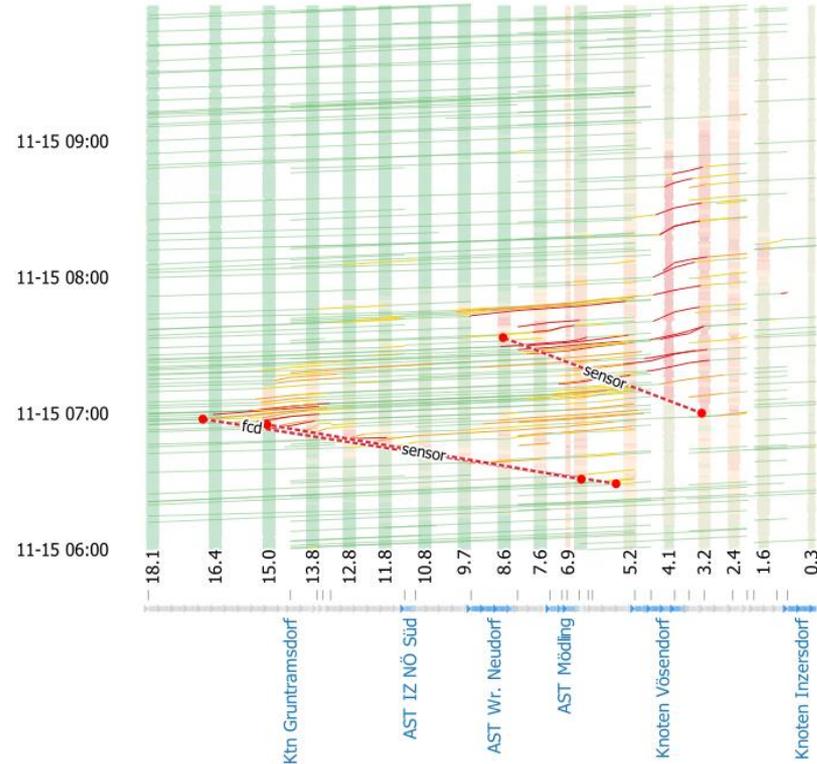
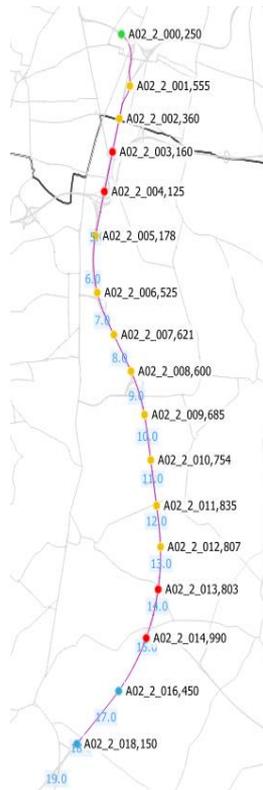


Analyse von 9 Stauereignissen

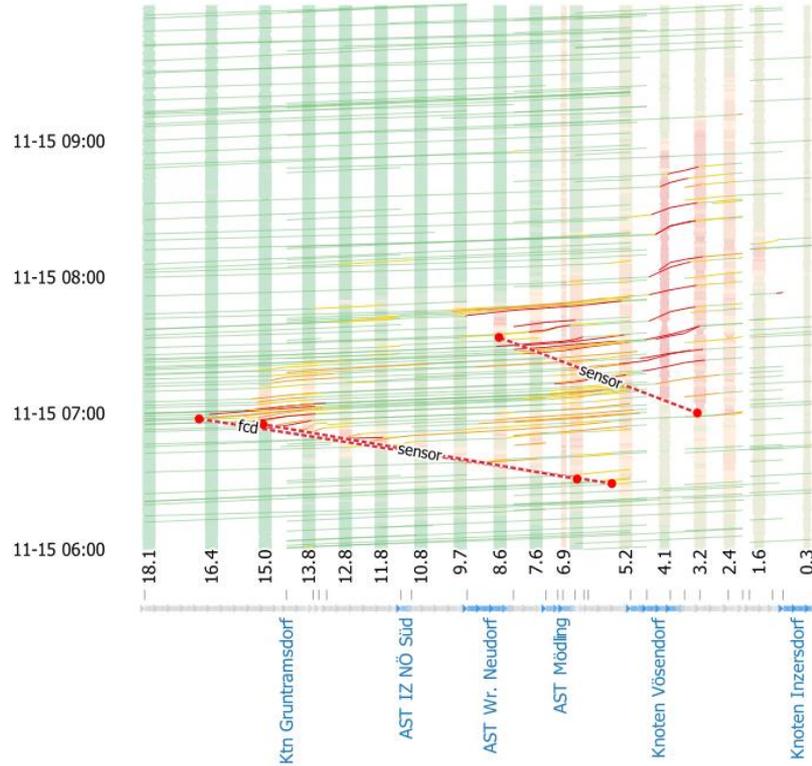


Nr	Stauereignis	Fahrt-richtung	Datum	Ursache	Besonderheiten
1	A1 – Westautobahn beim Knoten Linz	Salzburg	27.11.2017	Unfall	Abfließender Verkehr zur A7
2	A2 – Südatautobahn beim Knoten Vösendorf	Wien	15.11.2017	Überlastung	Mehrere Anschlussstelle
3	S1 - Wiener Außenring Schnellstraße	A2	15.11.2017	Unfall	Mehrere Anschlussstelle
4	A4 – Ostautobahn bei Neusiedl am See	Ungarn	9.11.2017	Überlastung	
5	A12 – Inntalautobahn zwischen Zirl und Innsbruck	Innsbruck	20.11.2017	Überlastung	
6	A10 – Tauernautobahn vor Hieflertunnel	Salzburg	27.11.2017	Totalsperre	Staubereich im Tunnel
7	A22 – Donauuferautobahn beim Knoten Kaisermühlen	A23	15.11.2017	Überlastung	Staubereich im Tunnel
8	A7 – Mühlkreisautobahn durch Linz	Freistadt	24.11.2017	Überlastung	Mehrere Anschlussstelle
9	A23 – Südosttangente beim Knoten Kaisermühlen	A2	15.11.2017	Überlastung	Mehrere Anschlussstelle

15.11.2017: A2 – Südbahn beim Knoten Vösendorf



1) Analyse der Staudynamik



Methode 1a: Berechnung der Lagedynamik durch FCD-Staudetektionen

Geschwindigkeit des Stauendes gegen Kilometrierungsrichtung [km/h]	$v = \frac{-(15,43 \text{ km} - 5,6 \text{ km})}{07:02 \text{ h} - 06:29 \text{ h}} = \frac{-9,83 \text{ km}}{0:33 \text{ h}} = -17,87$
---	---

Methode 1b: Berechnung der Lagedynamik durch Staudetektionen der Querschnittsmessungen

Geschwindigkeit des Stauendes gegen Kilometrierungsrichtung [km/h]	$v = \frac{-(14,99 \text{ km} - 5,18 \text{ km})}{06:57 \text{ h} - 06:28 \text{ h}} = \frac{-9,81 \text{ km}}{0:31 \text{ h}} = -18,99$
---	--

Methode 2: Berechnung der Lagedynamik mit FCD-Daten und Querschnittsmessungen

FCD-Messung um 06:39:17 zwischen KM 8,94 und KM 8,35

FCD-Geschwindigkeit im Stau [km/h]	$v_a = 23,27$
------------------------------------	---------------

Querschnittsmessung 06:35 – 06:40 Uhr vor dem Stau bei KM 9,685

LKW-Anteil [%]	$p_{LKW} = 10,4\%$
----------------	--------------------

Geschwindigkeit vor Stau [km/h]	$v_b = 94,68$
---------------------------------	---------------

Verkehrsstärke vor Stau [Kfz/h]	$q_b = 8748$
---------------------------------	--------------

Verkehrsdichte vor Stau [Kfz/km]	$k_b = \frac{q_b}{v_b} = \frac{8748}{94,68} = 92$
----------------------------------	---

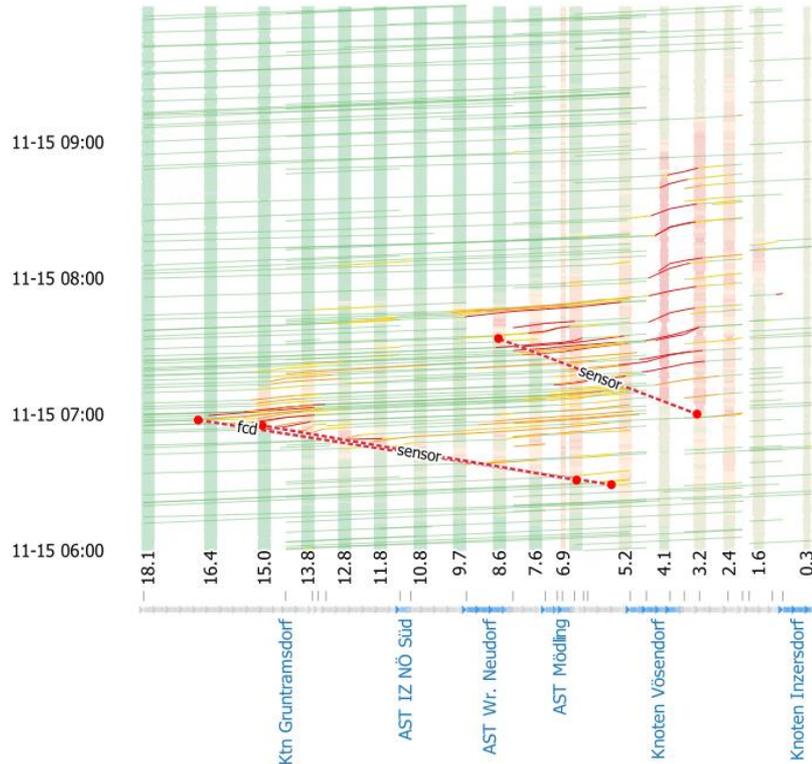
Geschwindigkeit des Stauendes

Verkehrsdichte im Stau (4 Spuren) [Kfz/km]	$k_{a_{max}} = 211$
--	---------------------

Verkehrsstärke im Stau [Kfz/h]	$q_{a_{max}} = k_{a_{max}} * v_a = 4910$
--------------------------------	--

Geschwindigkeit des Stauendes [km/h]	$v_w = \frac{q_{a_{max}} - q_b}{k_{a_{max}} - k_b} = \frac{4910 - 8748}{211 - 92} = \frac{-3838}{119} = -23,76$
--------------------------------------	---

2-4) Berechnung der FCD-Durchdringungsgrade



FCD-Durchdringungsgrad der Testdaten	
FCD-Befahrungen mit verifizierter	$q_{FCD} = 60$
Verzögerung am Stauende [Kfz/h]	
Verkehrsstärke bei KM 18,1 [Kfz/h]	$q_b = 4978$
Durchdringungsgrad [%]	$p = \frac{q_{FCD}}{q_b} = \frac{60}{4978} = 1,2 \%$

Zeitliche und räumliche Genauigkeit der Stauende-Detektion	
Zeitliche Genauigkeit bei 60 Kfz/h [s]	$T = -\ln(1 - 0,95) * \frac{3600}{60} = 180 \text{ s}$
Räumliche Genauigkeit bei einer Geschwindigkeit des Stauendes von -17,87 km/h [m]	$s = T * \frac{ v }{3,6} = 180 * \frac{ -17,87 }{3,6} = 892 \text{ m}$

Berechneter FCD-Durchdringungsgrade bei 500 Metern räumlicher Genauigkeit	
Verkehrsstärke am Stauende [Kfz/h]	$q = 4978$
Minuten, die das Stauende für 500 Meter benötigt [min]	$t = \left \frac{s}{v_w} * 0,06 \right = \left \frac{500}{-17,87} * 0,06 \right = 1,68$ $= 1:41$
FCD-Stärke nach dem stochastischen Modell [Kfz/h]	$q_{FCD} = -\ln(1 - 0,95) * 60 * \frac{1}{1,68} = 107$
Durchdringungsgrad [%]	$D_{FCD} = \frac{q_{FCD}}{q} = \frac{107}{4978} = 0,0214 = 2,1 \%$

FCD-Durchdringungsgrade aller Stauereignisse

	D _{FCD} [%]	S _{FCD} [m]	T _{FCD} [s]
1: A1	1,01 %	533 m	300 s
2: A2	1,21 %	892 m	180 s
3: S1	0,87 %	1.412 m	399 s
4: A4	2,24 %	206 m	189 s
5: A12	0,75 %	1.331 m	674 s
6: A10	0,60 %	3.628 m	1.348 s
7: A22	0,32 %	2.182 m	829 s
8: A7	0,34 %	2.238 m	1.078 s
9: A23	0,20 %	516 m	770 s

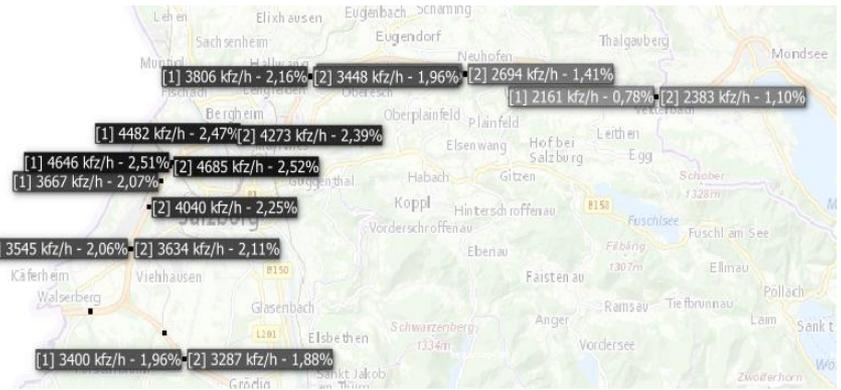
FCD-Durchdringungsgrade und räumliche/zeitliche Genauigkeiten für die Stauereignisse ermittelt anhand der Testdaten

	v _w [km/h]	D ₂₅₀ [%]	D ₅₀₀ [%]	D ₁₀₀₀ [%]
1: A1	-6,40	3,19 %	1,60 %	0,80 %
2: A2	-17,87	4,30 %	2,15 %	1,08 %
3: S1	-12,73	4,94 %	2,47 %	1,24 %
4: A4	-3,92	1,98 %	0,99 %	0,49 %
5: A12	-7,11	3,99 %	1,99 %	1,00 %
6: A10	-9,83	9,85 %	4,92 %	2,46 %
7: A22	-9,47	2,80 %	1,40 %	0,70 %
8: A7	-7,47	3,03 %	1,50 %	0,76 %
9: A23	-2,41	0,41 %	0,21 %	0,10 %

Notwendige FCD-Durchdringungsgrade für die Stauereignisse für unterschiedliche räumliche Genauigkeiten

Schlussfolgerungen

- Notwendige FCD-Durchdringungsgrade können nur durch Berücksichtigung der Staudynamik berechnet werden.
- Staudynamik kann nach unterschiedlichen Methoden berechnet werden -> Methoden sind je nach Situation anzuwenden -> Mehrwert für das Verkehrsmanagement
- Notwendige FCD-Durchdringungsgrade variieren bei den analysierten Staubeispielen bei 500 Metern räumlicher Genauigkeit zwischen 0,2 und 4,9% -> Excel für Berechnung
- 2,5% Durchdringungsgrad als guter Durchschnittswert bei 500 Metern räumlicher Genauigkeit!



salzburgresearch   



Dipl.-Ing. Dr. Karl Rehr

 Salzburg Research Forschungsgesellschaft m.b.H.
Jakob-Haringer-Straße 5/3 | Salzburg, Austria

 Tel. +43 662 2288-416 | Fax +43 662 2288-222

 karl.rehr@salzburgresearch.at

