

# Sentinel-basierte Atmosphärenprodukte zur Bewertung des Einflusses von Verkehrsemissionen auf die Luftqualität in Deutschland (S-VELD)

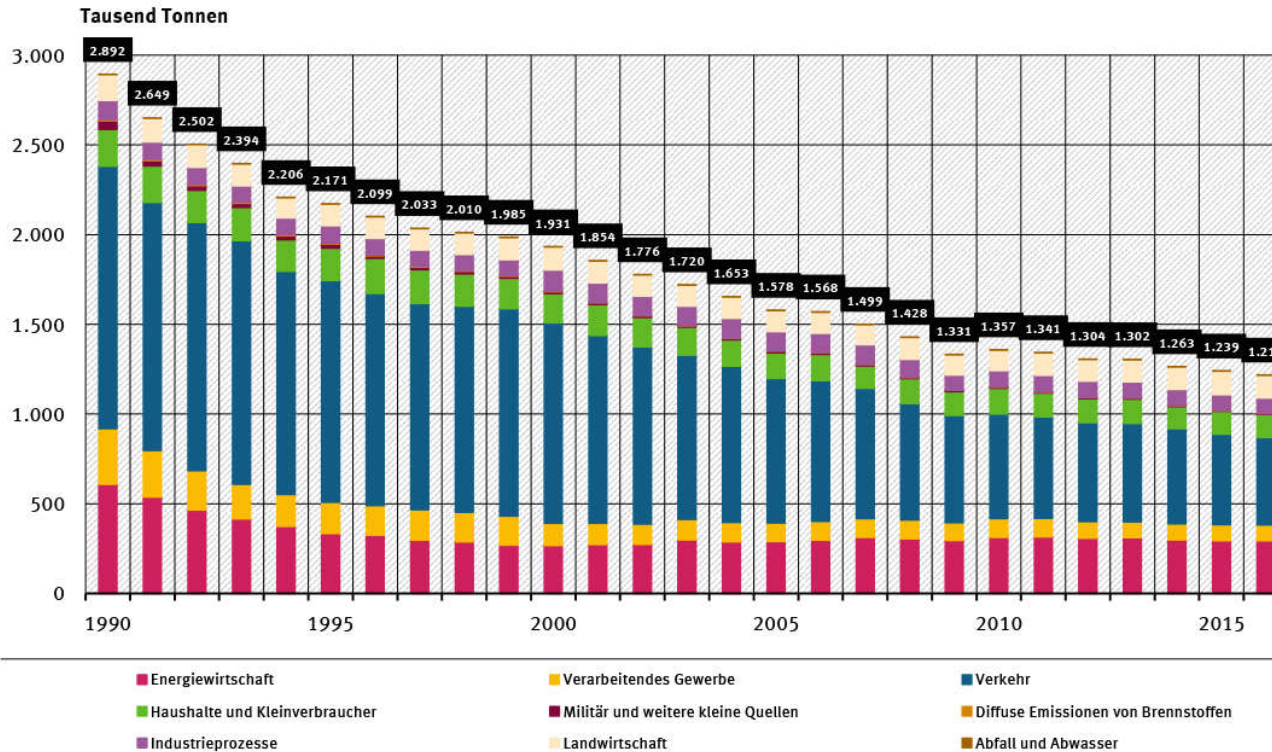
mFUND – Konferenz  
Berlin, 26 – 27 September 2019

Prof. Thomas Trautmann und das S-VELD Team

- Luftverschmutzung ist umwelt- und gesundheitsschädlich
  - ~ 400.000 vorzeitige Todesfälle pro Jahr in der EU
  - Wichtigste Schadstoffe: Feinstaub und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)
  - EU Luftqualitätsrichtlinie : Grenzwerte werden oft überschritten
- Verkehr gilt als ein wichtiger Verursacher der Luftverschmutzung
  - Kfz Emissionen: Feinstaub, NO<sub>x</sub>, VOCs, CO, Ammoniak, (Ozon)
- Ferntransport von Schadstoffen:
  - Luftverschmutzung hat nicht nur eine regionale Dimension
  - Europäisches und weltweites Problem



## Stickstoffoxid (NO<sub>x</sub>, gerechnet als NO<sub>2</sub>)-Emissionen nach Quellkategorien



Gesamtemissionen rückläufig

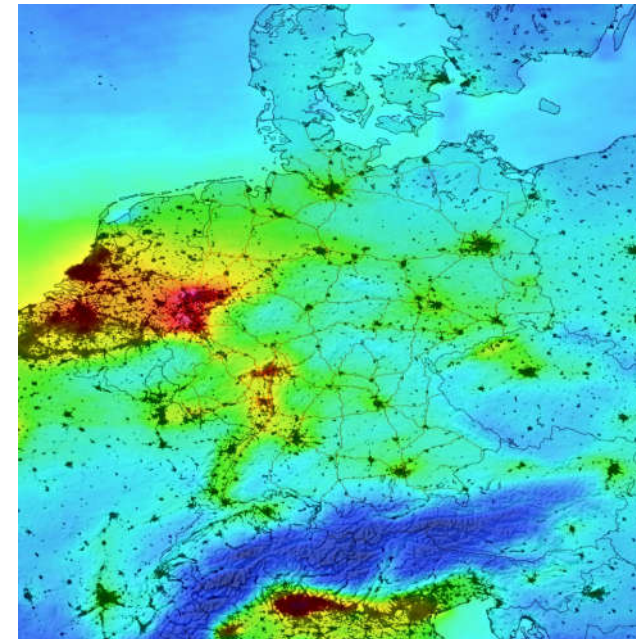
Anteil der Verkehrsemissionen 2016 auf 40% gegenüber 1990 reduziert.

Es gibt deutliche Hinweise, dass die Abschätzungen der Verkehrsemissionen zu niedrig sind

Verkehr: ohne land- und forstwirtschaftlichen Verkehr  
Haushalte und Kleinverbraucher: mit Militär und weiteren kleinen Quellen (u. a. land- und forstwirtschaftlichem Verkehr)

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2016 (Endstand 02/2018)

- Besseres Verständnis der **verkehrsbedingten Schadstoffemissionen** in Deutschland auf Grundlage neuester **Sentinel-Satellitendaten**
  - Planungsgrundlage und Entscheidungshilfe für Behörden
- Die Copernicus Sentinel Instrumente liefern **tägliche NO<sub>2</sub> and Feinstaub** Informationen in einer noch nie da gewesenen räumlichen Auflösung
- Nutzung von Sentineldaten in Kombination mit **Emissions- und Luftqualitäts-Modellierung**





# S-VELD Projekt



- Projekt im Rahmen des 3. mFUND Förderaufrufs
- Themenbereich: [Datenbasierte Anwendungen im Bereich "Fernerkundung/Satelliten"](#)
- Laufzeit: [August 2018 – Juli 2021](#)

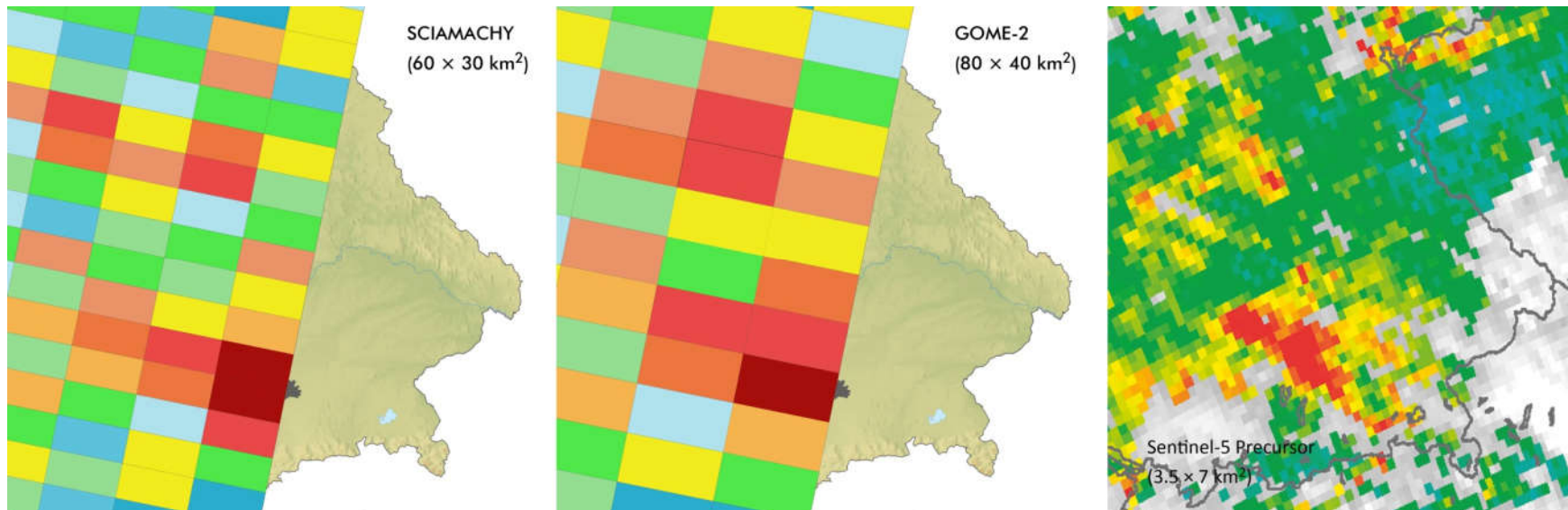
## Partner

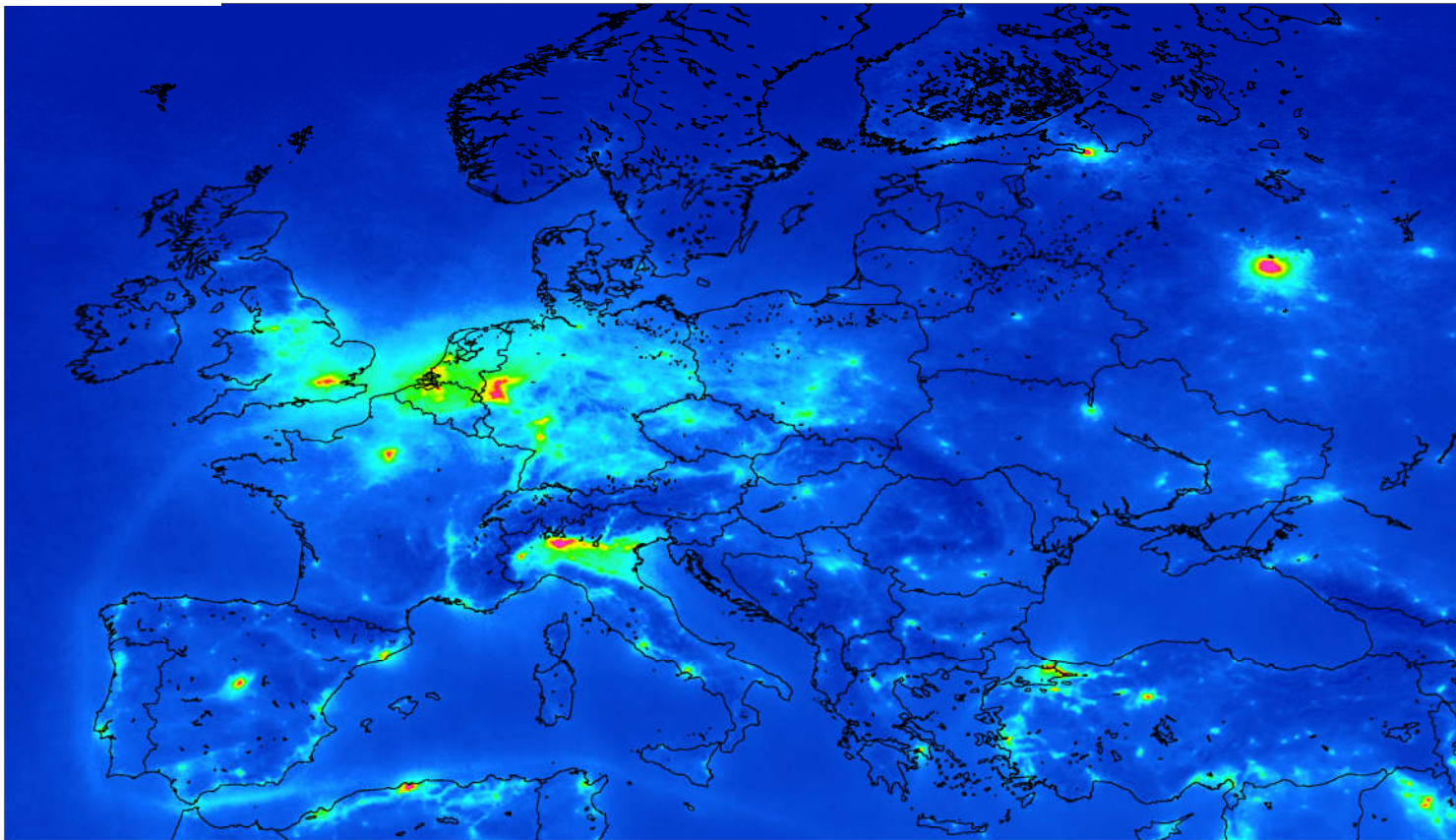
- **Institut für Methodik der Fernerkundung (IMF), DLR, Oberpfaffenhofen**
- **Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum (DFD), DLR, Oberpfaffenhofen**
- **Institut für Meteorologie, Freie Universität Berlin (FU-B), Berlin**
- **TNO, Climate Air and Sustainability Unit, Utrecht, Niederlande**
- **IVU Umwelt GmbH, Freiburg**



- Sentinel-5P: gestartet im Okt. 2017, operationelle Daten seit Juli 2018
- Erfasst wichtige Spurengase, Aerosole und Wolkeninformationen
- Auflösung  $\sim 3,5 \times 5,5 \text{ km}^2$

## Auflösung im Vergleich zu den Vorläufer-Instrumenten



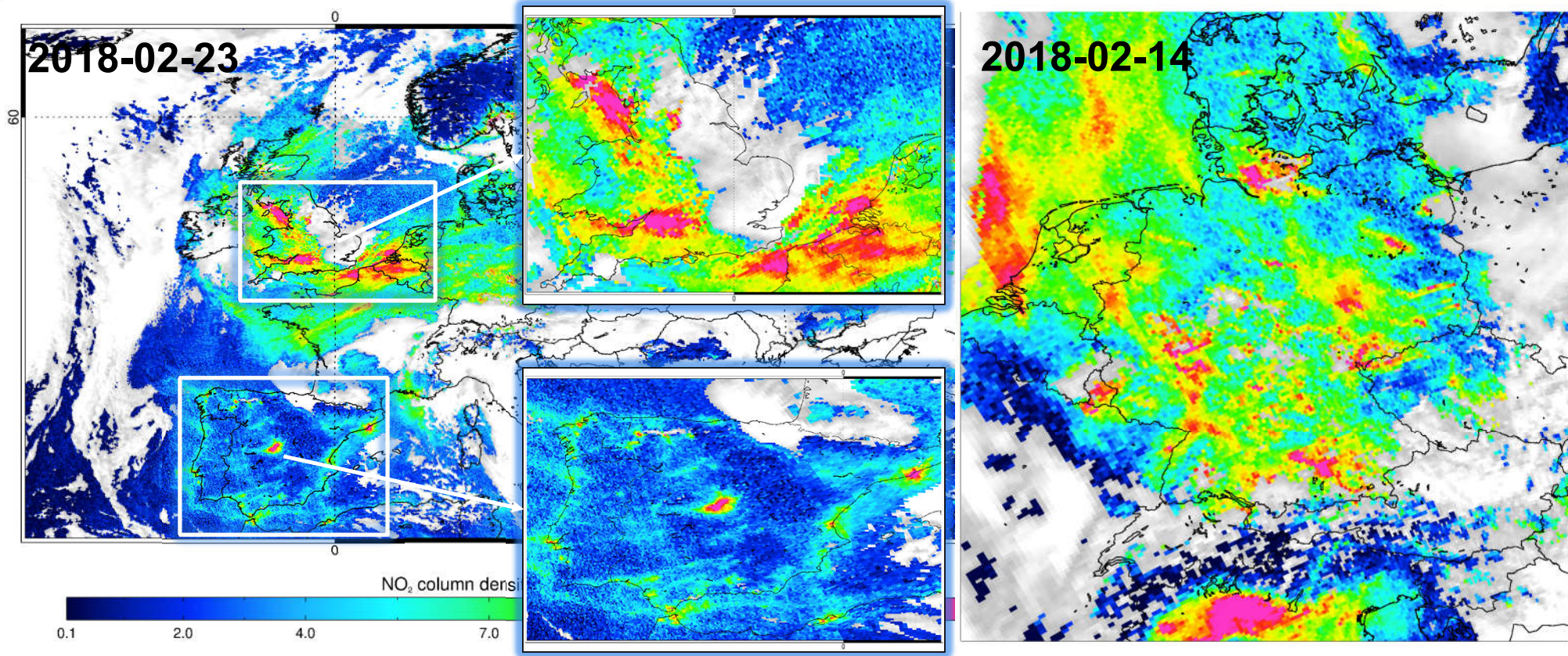


**Europa**

**2018 Jahresmittel**

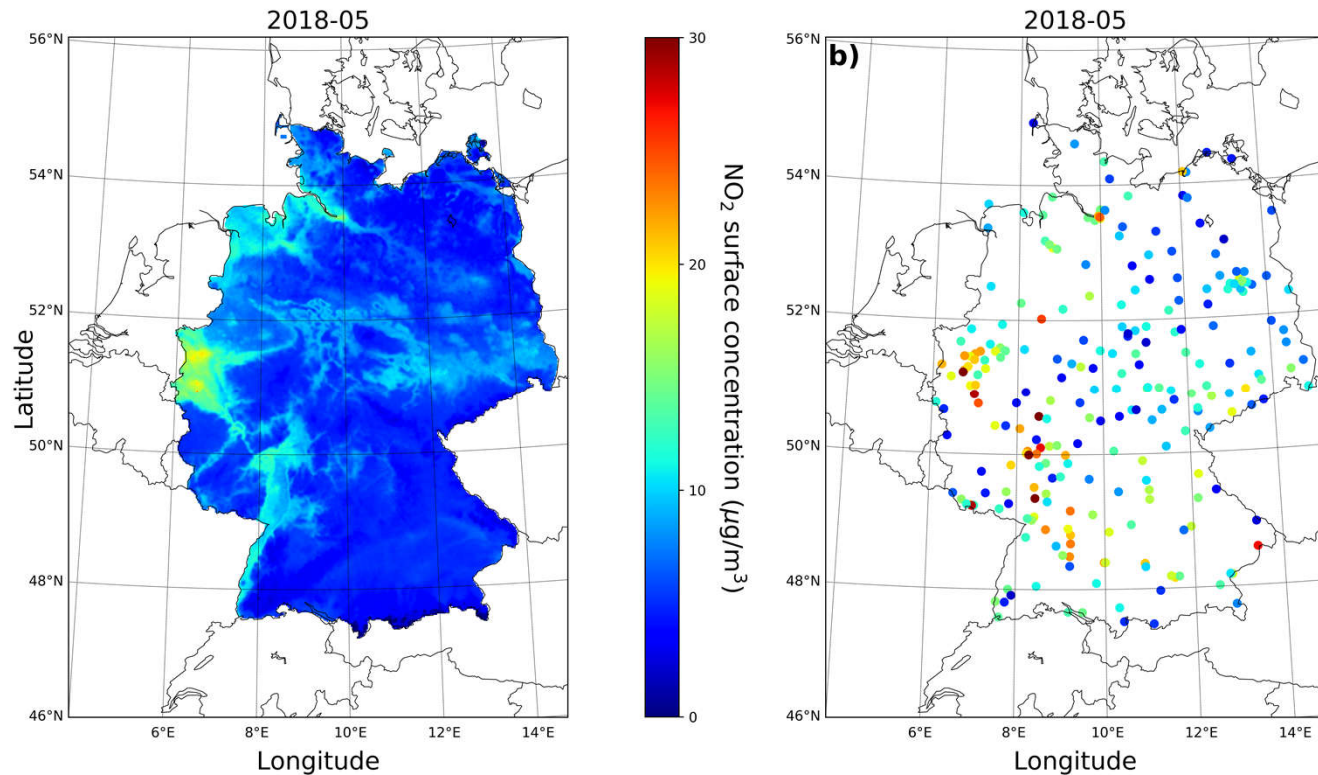
NO<sub>2</sub> column density [ $10^{15}$  molec/cm<sup>2</sup>]





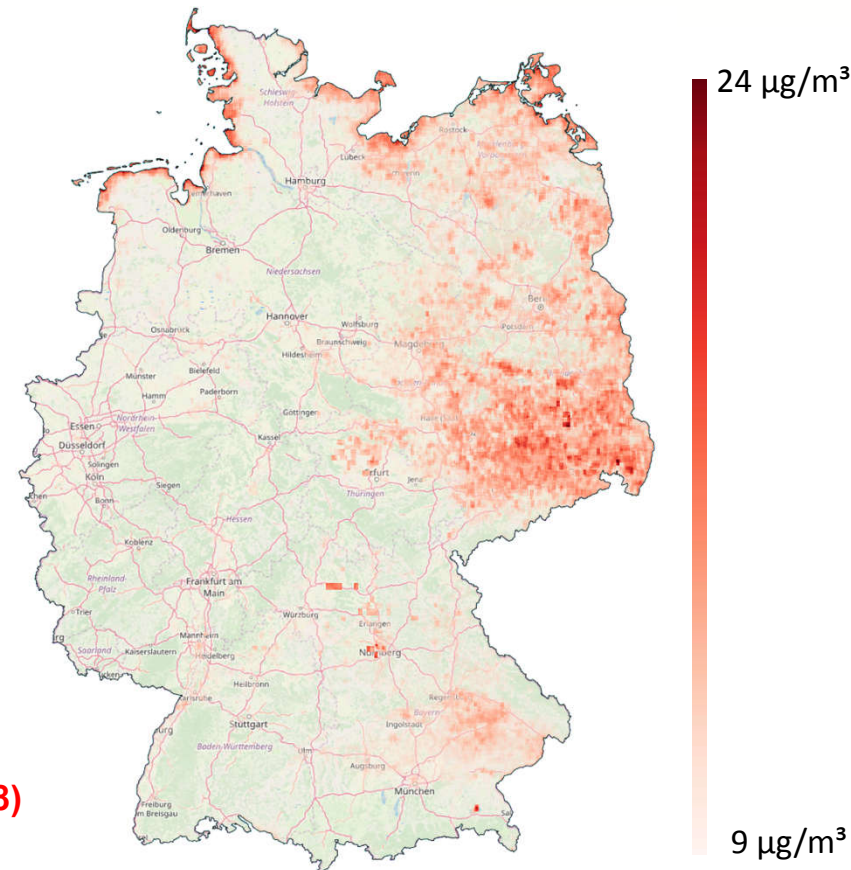


- Monatliche Bodenkonzentrationen von NO<sub>2</sub> mit 2 km Auflösung
- Nichtlineares Regressionsmodell basierend auf S-5P NO<sub>2</sub> Daten und meteorologischen Daten (Grenzschichthöhe, Windgeschwindigkeit, Temperatur) aus COSMO-D2 (DWD)
- Verifikation der Ergebnisse mit in-situ Beobachtungen



**Bodennahes NO<sub>2</sub> aus S-5P NO<sub>2</sub> Daten (Mai 2018)**

- Jährliche und saisonale Bodenkonzentrationen von **Feinstaub (PM 2.5 & PM 10)** basierend auf Satellitendaten mit Auflösung auf km-Skala
- Ableitung der Konzentrationen mit Hilfe von Feuchte und Grenzschichthöhe
- Korrektur und Verifikation der Ergebnisse mit **in-situ Beobachtungen**



**PM 2.5 aus MODIS Aerosol-Daten (2018)**



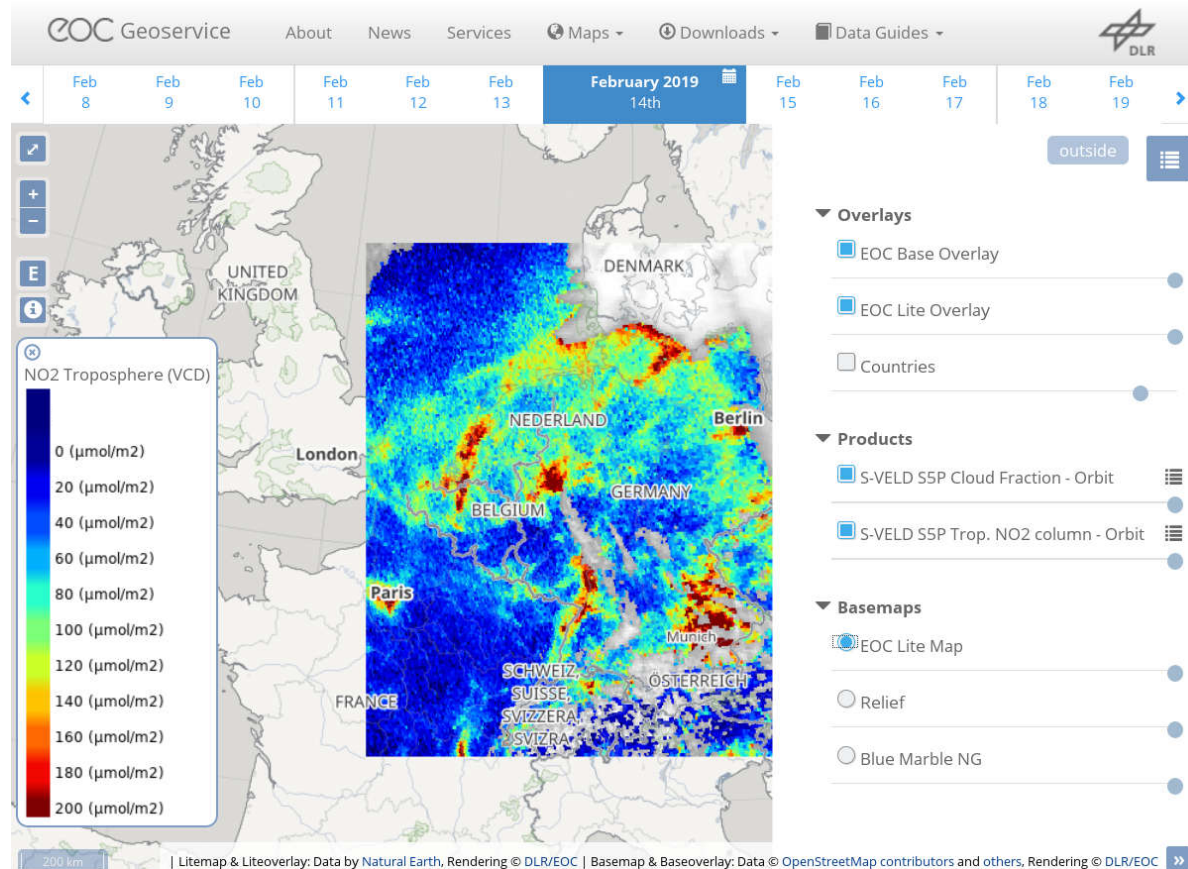
# EOWEB GeoPortal - Geodatendienst S-VELD NO<sub>2</sub> und Feinstaub Produkte



Tägliche und Monatmittel  
NO<sub>2</sub> und Feinstaub  
Karten & Daten

Interoperable  
Datenermittlung,  
Visualisierung und  
Download

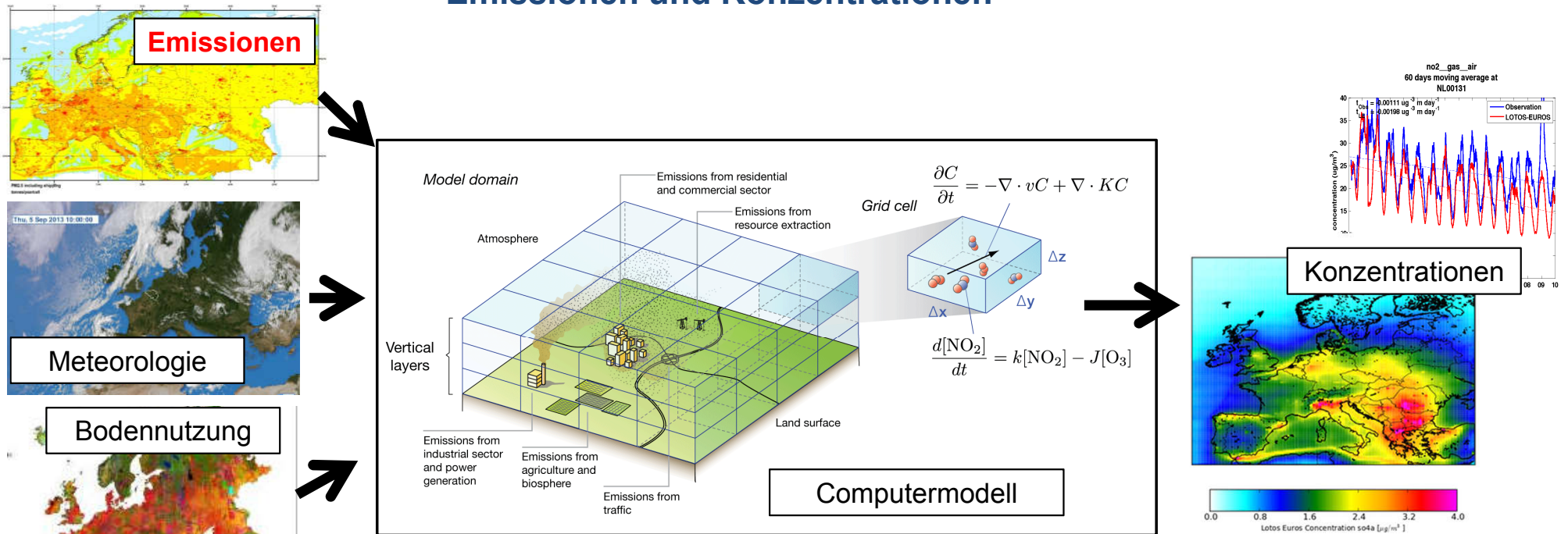
Metadata in mCLOUD



<https://geoservice.dlr.de/web/maps/de:sveld:orbit>

<https://geoservice.dlr.de/web/maps/de:sveld:monthly>

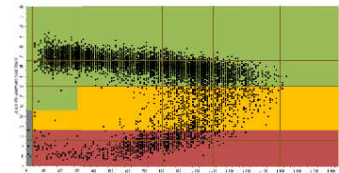
## Chemie-Transport-Modelle verbinden Emissionen und Konzentrationen



Steyn et al., 2012

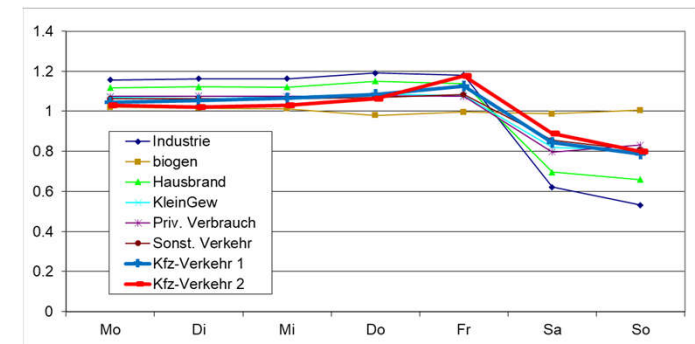
## Eingangsdaten

- Straßennetze & Straßeneigenschaften
- Kfz-Belastungen & Zusammensetzung auf den Straßen (Flotte), z. B.:
  - Kfz-Arten (Pkw, Lkw, ...), Antriebsart (Benzin, Diesel, ...), Euro-Norm
- Verkehrsqualität (Level of Service)

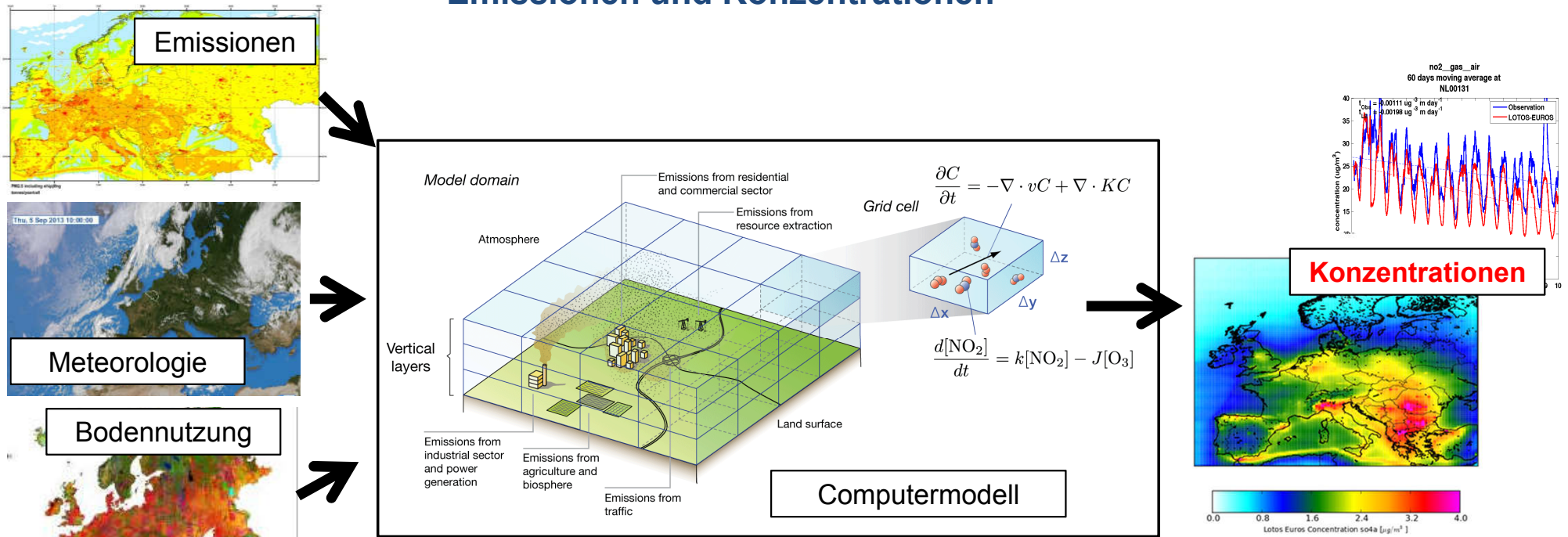


## Geplantes Vorgehen

- Grundlage **Basisemissionen aus GRETA** (UBA)
- Verwendung Verkehrszählraten automatischer Dauerzählstellen (BMVI/BAST)
- **Emissionsmodellierung stündlich** (ausgewählte Hauptachsen)
- Ableitung differenzierter **Abbildung der zeitlichen Variabilität**
  - räumlich (Orographie, Meteorologie)
  - Wochentag/Wochenende
  - Saisonal
  - Kaltstart
- ggf. teilweise Ergänzung durch **MDM-Daten** und **Mautdaten (Lkw-Flotte)**
- **Emissionsfaktoren (voraussichtlich HBEFA 4.1)**



## Chemie-Transport-Modelle verbinden Emissionen und Konzentrationen



Steyn et al., 2012

## Quantifizierung der Verkehrsemissionen durch inverse Modellierung

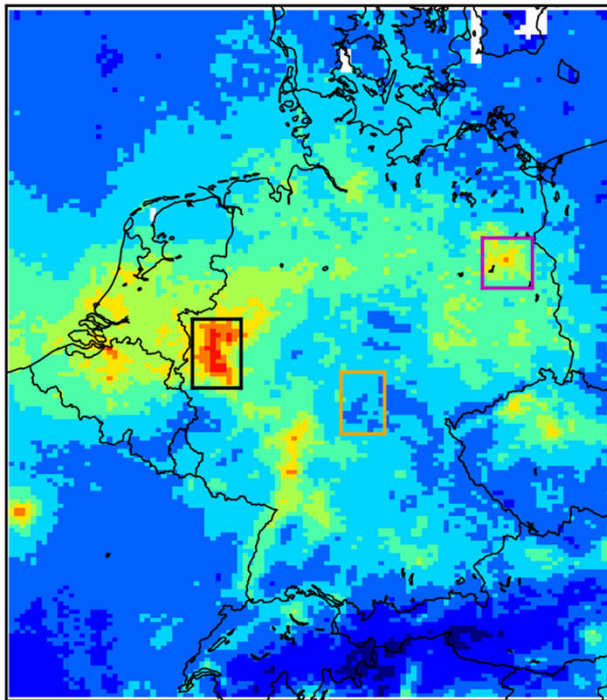
	Szenarioanalysen	Datenassimilation
Model	POLYPHEMUS	LOTOS-EUROS
Institut	DLR	FUB/TNO
Technik	Localized EnKF (Offline)	EnKF (Online)
Meteorologie	DWD - COSMO	DWD - COSMO
A-Priori Emissionen (bottom-up)	S-VELD	S-VELD

**Kombination zweier Modelle ermöglicht Aussagen zur Variabilität und Robustheit der Ergebnisse.**

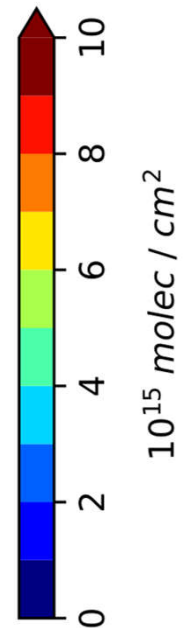
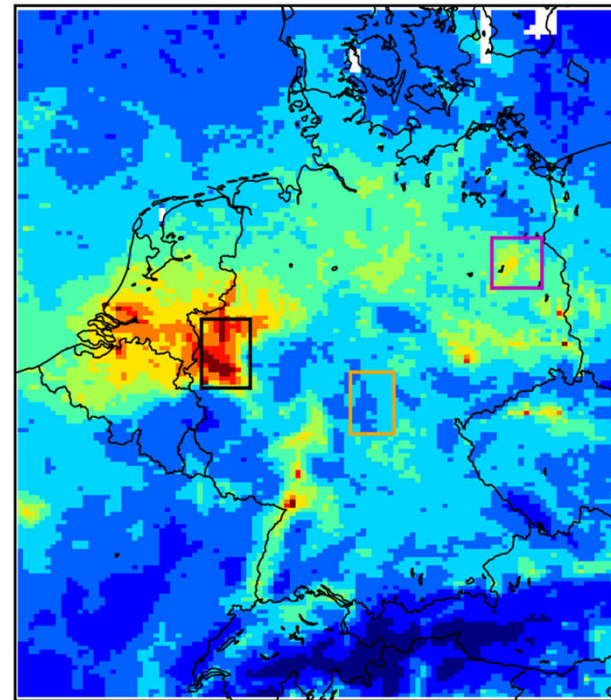
# Erste Sentinel-5P - Modell Vergleiche

Troposphärisches NO<sub>2</sub>      Nov. – Dez. 2018

Sentinel-5P



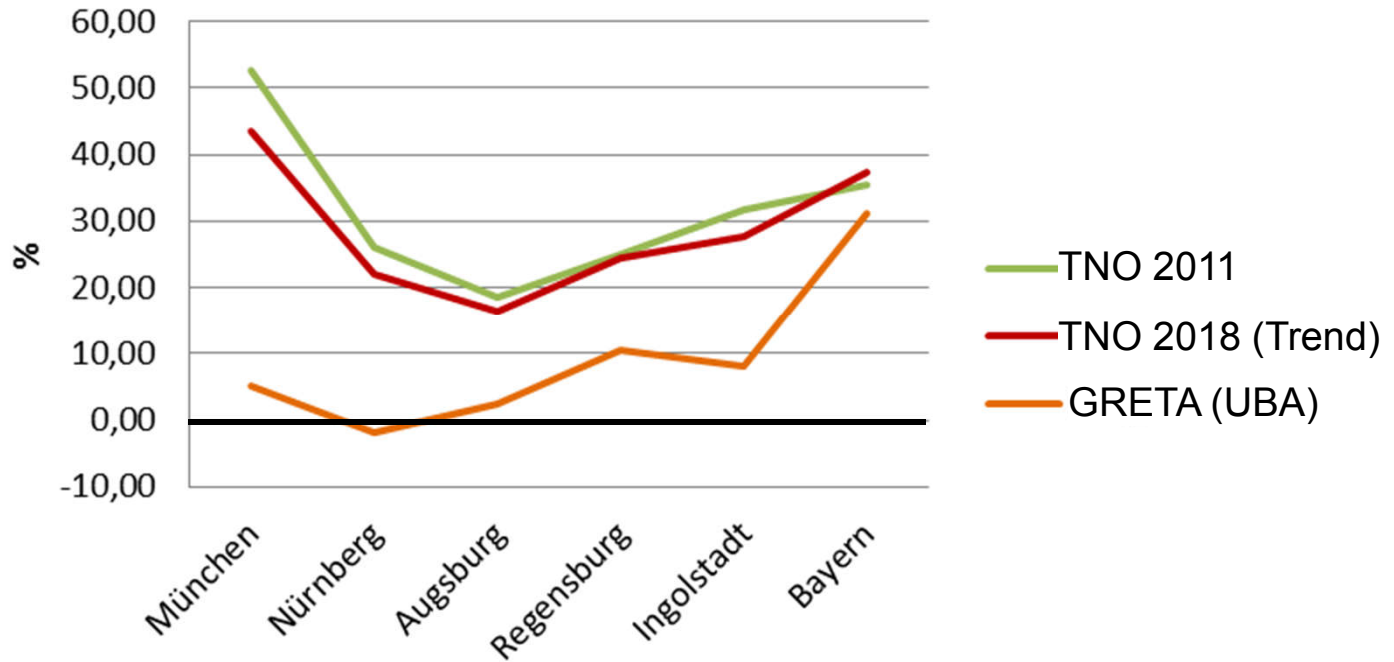
LOTOS-EUROS Model





## Einfluss der Emissionsdaten auf die Modellabweichung

### Relativer trop. NO<sub>2</sub> Bias



Polyphemus Modell

Bayrische Städte

Juli 2018

Beitrag der Verkehrsemissionen zur Luftbelastung

- Berichte
- Karten, Zeitreihen (2018-2020)
- Was haben wir gelernt? Genauigkeit, Lücken, etc

Diskussion der Projektergebnisse mit **S-VELD Beratungsgremium** (UBA, BAST, DWD, Umwelt Landesämter)

