

Satellitendaten unterstützen das Luftqualitätsmanagement in Österreich

*Marcus Hirtl – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
+ APP4AQ Projektteam*



SISTEMA
Environmental Information Mining

umweltbundesamt^U
PERSPEKTIVEN FÜR UMWELT & GESELLSCHAFT

eodc

TU
Graz

AIT

EOX

Einleitung

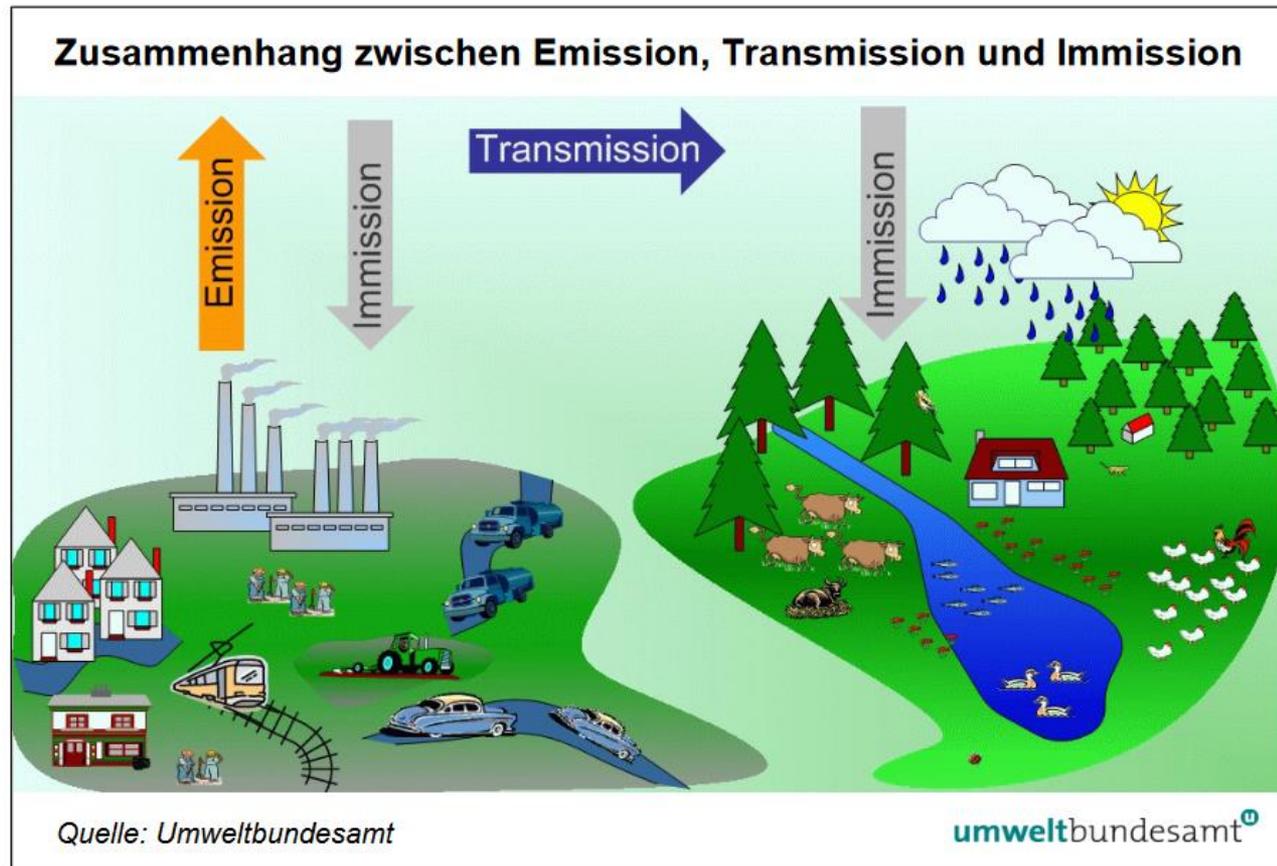
Die wichtigste Grundlage für Maßnahmen gegen Luftverschmutzung ist die genaue Kenntnis der zeitlich und räumlich variierenden Emissions-Quellstärken (welche üblicherweise sehr großen Unsicherheiten unterliegen).

- **Emission**

versch. Quellen

- Meteorologie
- Transport
- Chemische Umwandlung
- Deposition

- **Immission**



Einleitung

Bisher spielt die Nutzung von Satellitendaten in Luftreinhaltefragen noch eine untergeordnete Rolle. Derzeit werden zur flächendeckenden als auch zeitlich variierenden **Beurteilung der Luftgütesituation Bodenmessungen und/oder Modellsimulationen bzw. Daten aus Emissionsinventaren** benutzt.

Einleitung

Derzeit werden zur flächendeckenden als auch zeitlich variierenden **Beurteilung der Luftgütesituation** **Bodenmessungen** und/oder **Modellsimulationen** bzw. **Daten aus Emissionsinventaren** benutzt.

Bodenmessungen:

+Hohe zeitliche Auflösung

-Punktmessungen: die Orte, an denen Luftverschmutzungen gemessen werden, befinden sich häufig fern der Orte, an denen die Luft verschmutzt wurde. Dadurch ist es oft schwierig, die Auswirkung der Quellen zu erfassen.



Einleitung

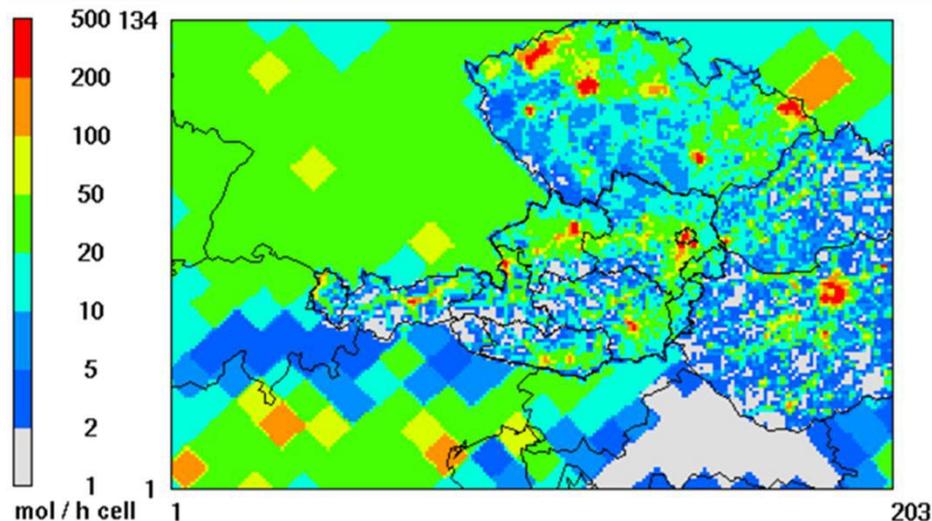
Derzeit werden zur flächendeckenden als auch zeitlich variierenden **Beurteilung der Luftgütesituation** **Bodenmessungen** und/oder **Modellsimulationen** bzw. **Daten aus Emissionsinventaren** benutzt.

Emissionsinventare:

+Umfangreiche Datensätze: national ... global (Verkehr, Industrie, Schifffahrt ...)

-Jahres/Monatsmittel: künstliche zeitliche Funktionen zur Dissagregierung auf stündliche Daten

-Emissionsinventuren sind tlw. räumlich (und zeitlich) nicht hinreichend aufgelöst, und sind wegen der schwierigen Datenerhebungen oft veraltet.

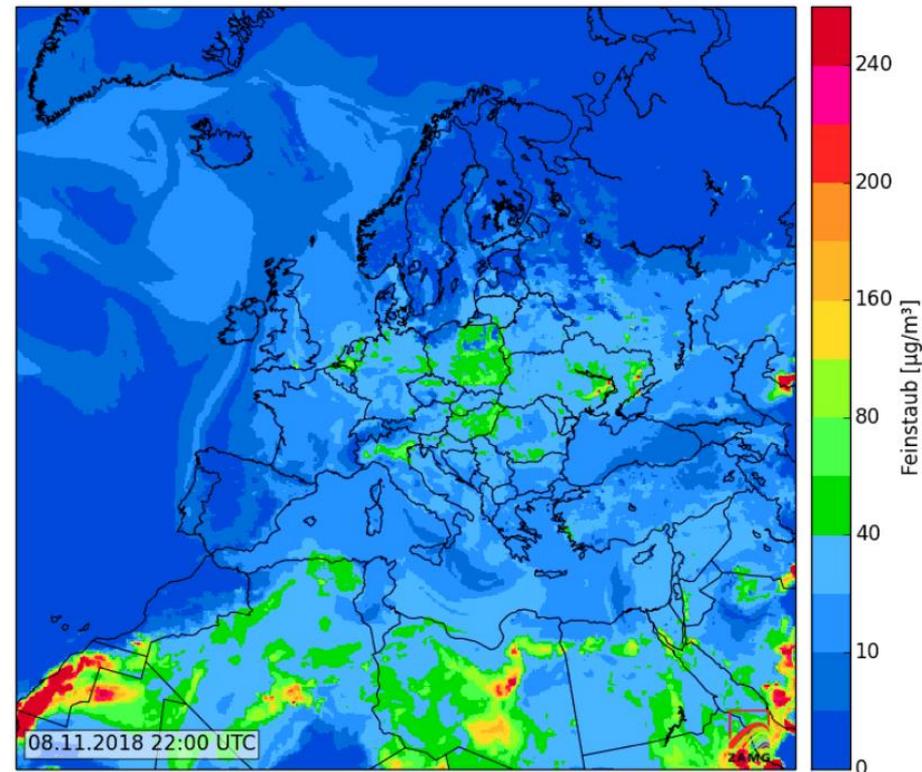


Einleitung

Derzeit werden zur flächendeckenden als auch zeitlich variierenden **Beurteilung der Luftgütesituation** **Bodenmessungen** und/oder **Modellsimulationen** bzw. **Daten aus Emissionsinventaren** benutzt.

Modelle:

- +Lokalmodelle ... Chemische Transportmodelle
- +4D Darstellung von Schadstoffen
- Unsicherheiten (Eingangsdaten, Prozesse ...)



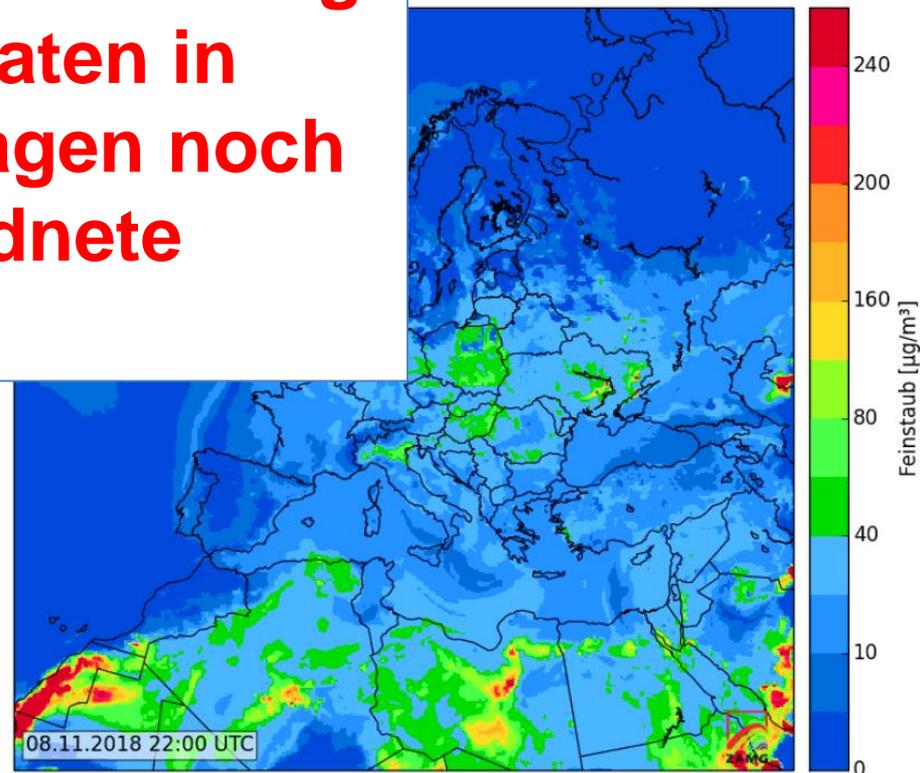
Einleitung

Derzeit werden zur flächendeckenden als auch zeitlich variierenden **Beurteilung der Luftgütesituation** **Bodenmessungen und/oder Modellsimulationen** bzw. Daten aus **Emissionsinventaren** benutzt.

Modelle:

+Lokalmodelle ... C
+4D Darstellung vo
-Unsicherheiten (Ei

-> **Bisher spielt die Nutzung von Satellitendaten in Luftreinhaltefragen noch eine untergeordnete Rolle.**



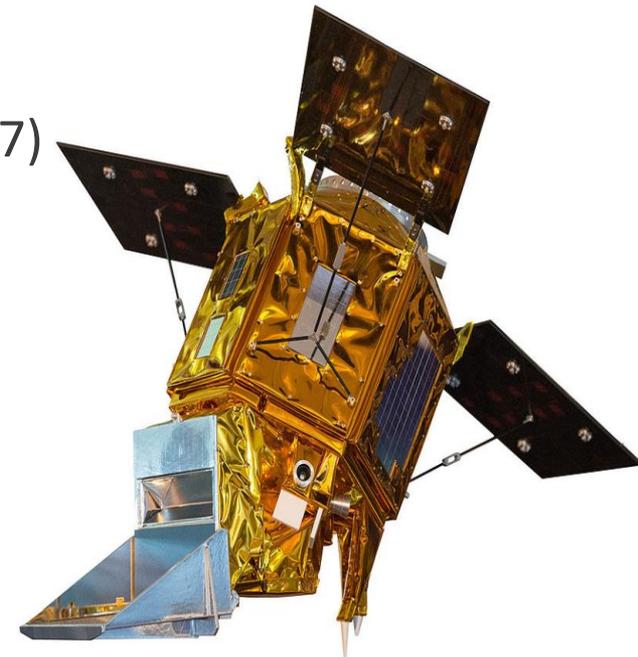
Projekt zur Nutzung von Satellitendaten zum Luftgütemanagement

Mithilfe des kürzlich erfolgreich gestarteten **Sentinel-5P** Instruments können nun Satellitendaten für einige Luftschadstoffe und Treibhausgase verstärkt genutzt werden, um aktuelle Veränderungen von Schadstoffkonzentrationen (Schwankungen von Jahr zu Jahr sowie saisonale bis nahezu tägliche Variabilität) **flächendeckend** auf regionaler Skala (etwa 7 km x 3.5 km) zu beobachten und untersuchen.

APP4AQ - Innovative APplications for the augmented use of satellite observations to support Air Quality management

Programm: Austrian Space Applications Programme

Ausschreibung: ASAP 14. Ausschreibung Projekte (2017)



APP4AQ - Innovative APPLications for the augmented use of satellite observations to support Air Quality management

Dauer: 2018 – 2020

Koordinator: ZAMG

- **Ausbreitungsmodellierung:** ZAMG (Marcus Hirtl), TUG (Ulrich Uhrner)
- **Emissionen:** AIT (Rudolf Orthofer), Umweltbundesamt (Michael Anderl)
- **Fernerkundung und Daten Prozessieren und Darstellen:** SISTEMA (Stefano Natali), EOX (Gerhard Triebnig), EODC (Christian Briese)



In der vorausgegangenen ersten APP4AQ Projektphase (ASAP13) wurden **aktuelle und zukünftige Einsatzmöglichkeiten von Satellitendaten** sowie der Bedarf im Bereich Luftreinhaltung und Klimaschutz erörtert und eine **Bedarfserhebung für Nutzer** im Bereich Luftreinhaltung durchgeführt.

Ziel der zweiten Projektphase von APP4AQ ist es, darauf basierend **Dienstleistungen für Luftgütefragen** zu entwickeln, um in diesem Bereich die **flächendeckende Information von Satellitendaten** verstärkt und gezielt zu nutzen und durch eine weitere Verarbeitung dieser Daten mit Hilfe von **Messungen und Modellsimulationen** einen weiteren Mehrwert zu erzielen.

Bestandsaufnahme - Endnutzerbedarf

- Nutzererhebung AIT: 8 Bundesländer, 32! Teilnehmer

Marcus Hirtl

13.11.2018

Folie 11

Bestandsaufnahme - Endnutzerbedarf

Marcus Hirtl

13.11.2018

• Nutzererhebung AIT: 8 Bundesländer, 32! Teilnehmer

	O	T	ST	N	B	K	W
	<p>Elisabeth Danninger (Luftgüte) Stefan Oitzl (Luftgüte) Johannes Hackl (Emissionskataster) Norbert Raup (Emissionskataster)</p>	<p>Christoph Haun (Emissionskataster) Walter Egger (Luftgüte) Andreas Krismer (Luftgüte) Thomas Karl (Univ Innsbr Atmosph-Wiss) Johannes Anege (Geoinformation)</p>	<p>Thomas Pongratz (Luftgüte) Dietmar Öttl (Luftgüte) Ingrid Payer (Emissionen) Heinz Gressenberger (Luftgüte) Gerhard Bachler (Luftgüte) Andreas Schopper, (Luftgüte) Wolfgang Götzhaber (Luftgüte Stadt Graz)</p>	<p>Elisabeth Scheicher (Luftgüte) Manfred Brandstätter (Emissionskataster)</p>	<p>Gabriele Wieger (Luftgüte) Markus Malits (Emissionskataster) Peter Szewald (Luftgüte) Michael Fercsak (Luftgüte)</p>	<p>Gerhard Heimbürger (Luftgüte) Johannes Maurer (Luftgüte) Markus Kottek (Emissionen) teilweise auch: Thomas Piechl (Geoinformation)</p>	<p>Heinz Tizek (Leiter Luftgüte) Thomas Zak (Emissionskataster)</p>
1. Anwendungen							
1.1 Luftgütekarten	<p>Priorität sind Anwendungen für Luftgütekarten, und zwar im Hinblick auf Luftgüte außerhalb von OOE und Ö; zB großräumige Verfrachtungen von Luftverunreinigungen, also wenn zB Saharastaub im Sommer, Feinstaubepisoden im Winter im Anmarsch sind. Eine Art „Hilfe für Früherkennung von Luftgüteproblemen“ (Feinstaubvorhersage). Akute Probleme betreffen Ozon, und Feinstaub.</p>	<p>Grundsätzliche Problematik von Sat-Daten in Tirol ist, dass es häufig Abschattungen durch Berge gibt. Besser sind im Bergland bodengestützte Messungen durch 3-dim DOAS (Differenzielle optische Absorptions-spektroskopie). Solche Daten lassen sich gut & komplementär zu Sat-Daten einsetzen.</p> <ul style="list-style-type: none"> In Tirol sind wegen der Berge die großräumigen externen Vorbelastungen weniger wichtig; allenfalls eine großräumige Ozonwolke, eytl auch Vulkanemissionen und Saharastaub. Großräumige NOx-Wolken sind kein Problem. Nützliche Anwendung wäre eytl die Dokumentation der europaweiten Luftgütesituation im Vergleich. Die Auflösung von 7x7 km ist für Bergland zu gering, um räumliche Inhomogenitäten zu erkennen (Inntal ist am Talboden max 3 km breit). Allenfalls lässt sich über Kombination vieler Aufnahmen eine bessere räuml. Auflösung erzielen. 	<p>Wichtig wäre, das Erkennen von Saharastaub-Episoden und die Bewertung des Anteils des Saharastaubs an der lokalen Luftgüte. Es gibt derzeit zwischen Umweltbundesamt und den Bundesländern unterschiedliche Bewertungen des Beitrages des Saharastaubes. Eine Abschätzung dieser Ereignisse (2-3 mal) pro Jahr mit einer Dauer von etwa 2-3 Tagen) wäre sehr interessant (nicht nur Frühwarnung, sondern auch retrospektive Bewertung). Insgesamt sind die Informationen über die Hintergrundbelastung sehr dürftig.</p> <p>Weitere Einsatzmöglichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> Erkennen von zeitlich begrenzten Ereignissen wie Abbrennen von Feldern. Akutes Problem ist NH3. Hier geht es aber um Einhaltung Jahresmittelwerte. Lassen sich aus Sat-Daten Langzeit-Trends ableiten? Wichtig wäre, wenn die Konzentrationswerte nicht nur als relative Einheiten, sondern als konkrete Konzentrationswerte (Moleküle pro cm3) berechnet werden. <p>Für Graz stellt sich die Anwendbarkeit wegen der 7x7 km Auflösung als eher begrenzt dar. Ziel der Stadt Graz wäre eine bessere Erkennbarkeit des Anteils des Hausbrandes an der Gesamtbelastung sowie ein Erkennen der räumlich Verteilung des Hausbrandes: das wird aber aufgrund der 7x7 km Auflösung eher skeptisch gesehen.</p>	<p>Experten kennen die Luftgütesituation im eigenen Land sehr gut, dafür werden derzeit keine externen Datenquellen benötigt. Aber grenzübergreifende Ursachen könnten dadurch besser verstanden werden. Wichtige Frage ist „Was kommt von außen?“. Prioritäre Komponenten: PM, NH3, NOx</p> <p>Prioritäten: Verfolgung von Episoden (Sahara-Staub, Balkan Staub) Verfolgung langfristiger (mehrjähriger) Trends wäre interessant für die Bewertung von Maßnahmen.</p>	<p>Flächenhafte Sicht innerhalb der Landesgrenzen ist sinnvoll und wird gebraucht. Einfluss von außen (Ungarn) ist für BGLD besonders wichtig.</p> <p>Prioritäten: Verfolgung von Episoden (Sahara-Staub, Balkan Staub) Verfolgung langfristiger (mehrjähriger) Trends wäre interessant für die Bewertung von Maßnahmen.</p>	<p>Die APP4AQ Anwendungen sollen dazu dienen, den gesetzlichen Auftrag (nämlich Überwachung der Grenzwerteinhaltung) zu unterstützen.</p> <p>Alle vier Luftgüte-Anwendungsbereiche sind für Kärnten interessant, insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> Transport von außen frühzeitig erkennen: Feinstaub (Saharastaub), Ozon. Satelliten für kurze Zeiträume wären wichtig, wenn damit Grenzwertüberschreitungen näherungsweise erkannt werden können. Aber Achtung: Meteorologie spielt in Kärnten große Rolle. Im Klagenfurter Becken gibt es oft kurzzeitige Inversionen mit entsprechenden Luftgüteproblemen; zB Arnoldstein SO2-Überschreitung. Satellitendaten könnten die Interpretation der eigenen Messdaten unterstützen. 	<p>Für Wien ist alles interessant, was die Luftgüte in Wien beeinflusst, d.h. auch alles von außerhalb rund um Wien. Es geht darum, den regionalen Einfluss auf die Luftgüte Wiens besser beschreiben zu können, also was von außerhalb kommt.</p> <p>Wichtig sind Sat-Daten insbesondere für die Analyse von Episoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> Retrospektive Analyse, um zu verstehen, was die Ursachen waren (zB bei PM10-Episode Jan/Feb 2017) Frühwarnung von kontaminierten Luftpaketen. Dazu sind auch Met-Daten wichtig: zB wie verändert sich der Einfluss der Luftpakete von außen, wenn sich die met. Bedingungen ändern, etwas bei Kältewelle in Nachbarländern. <p>Wesentlich für Luftgüte Wien sind v.a. PM10 und NO2.</p> <ul style="list-style-type: none"> NO2 ist fast ausschließlich lokal vom Straßenverkehr verursacht. Sat-Messungen sind für NO2-Problematik vermutlich nicht relevant. PM10: hier trägt die Vorbelastung von außerhalb Wiens mit bis zu 2/3 der Belastung bei. Dazu sind flächige Sat-Daten sehr wichtig. <p>Auch Sicht der MA22 ist die stärkere Nutzung von Sat-Luftgütedaten insbesondere für die verbesserte (externe) wissenschaftliche Unterstützung der Arbeit der Behörden für nützlich.</p>

Bestandsaufnahme - Endnutzerbedarf

Marcus Hirtl

13.11.2018

- Nutzererhebung AIT: 8 Bundesländer, 32! Teilnehmer

	O	T	ST	N	B	K	W
	Elisabeth Danninger (Luftgüte) Stefan Oitzl (Luftgüte) Johannes Hackl (Emissionskataster) Norbert Raup (Emissionskataster)	Christoph Haun (Emissionskataster) Walter Egger (Luftgüte) Andreas Krümer (Luftgüte) Thomas Karl (Univ Innsbr Atmosph-Wiss) Johannes Anegg (Geoinformation)	Thomas Pongratz (Luftgüte) Dietmar Öttl (Luftgüte) Ingrid Payer (Emissionen) Heinz Gressenberger (Luftgüte) Gerhard Bachler (Luftgüte) Andreas Schopper (Luftgüte) Wolfgang Götzhaber (Luftgüte) Stadt Graz)	Elisabeth Scheicher (Luftgüte) Manfred Brandstätter (Emissionskataster)	Gabriele Wieger (Luftgüte) Markus Malits (Emissionskataster) Peter Szewald (Luftgüte) Michael Fercsak (Luftgüte)	Gerhard Heimburger (Luftgüte) Johannes Maurer (Luftgüte) Markus Kottek (Emissionen) teilweise auch: Thomas Piechl (Geoinformation)	Heinz Tizek (Leiter Luftgüte) Thomas Zak (Emissionskataster)

1. Anwendungen							
1.1 Luftgütekarten	Priorität sind Anwendungen für	Grundsätzliche Problematik von	Wichtig wäre das Erkennen von	Experten kennen die	Flächenhafte Sicht innerhalb der	Die APP4AQ Anwendungen sollen	Für Wien ist alles interessant, was

- Potential vor allem in der satellitengestützten Darstellung und Erfassung von **transport-dominierten** oftmals grenzüberschreitenden Luftschadstofftransporten besteht (z.B. Feinstaubepisoden, Saharastaub, Abbrennen von Feldern)
- Verbesserung und Validierung** von aktuellen Emissions- und Immissionsinventaren zur Luftreinhaltung sind wichtig
- Anwendung darf bisherige Methoden nicht obsolet machen, sondern soll **ergänzen**
- Es darf **kein Mehraufwand** entstehen -> schneller und einfacher Zugriff auf aktuelle und historische Satellitendaten

Wien beeinflusst, von außerhalb rund

den regionalen [Luftgüte](#) Wiens über Wien zu können, außerhalb kommt.

t-Daten für die Analyse von

tive Analyse, um zu , was die Ursachen bei PM10-Episode (17) ung von erten Luftpaketen. auch Met-Daten } wie verändert sich is der Luftpakete , wenn sich die ngungen ändern, Kältewelle in ndern.

[Luftgüte](#) Wien sind NO2. st ausschließlic Straßenverkehr t. Sat-Messungen O2-Problematik h nicht relevant. r trägt die ung von außerhalb bis zu 2/3 der bei. Dazu sind t-Daten sehr

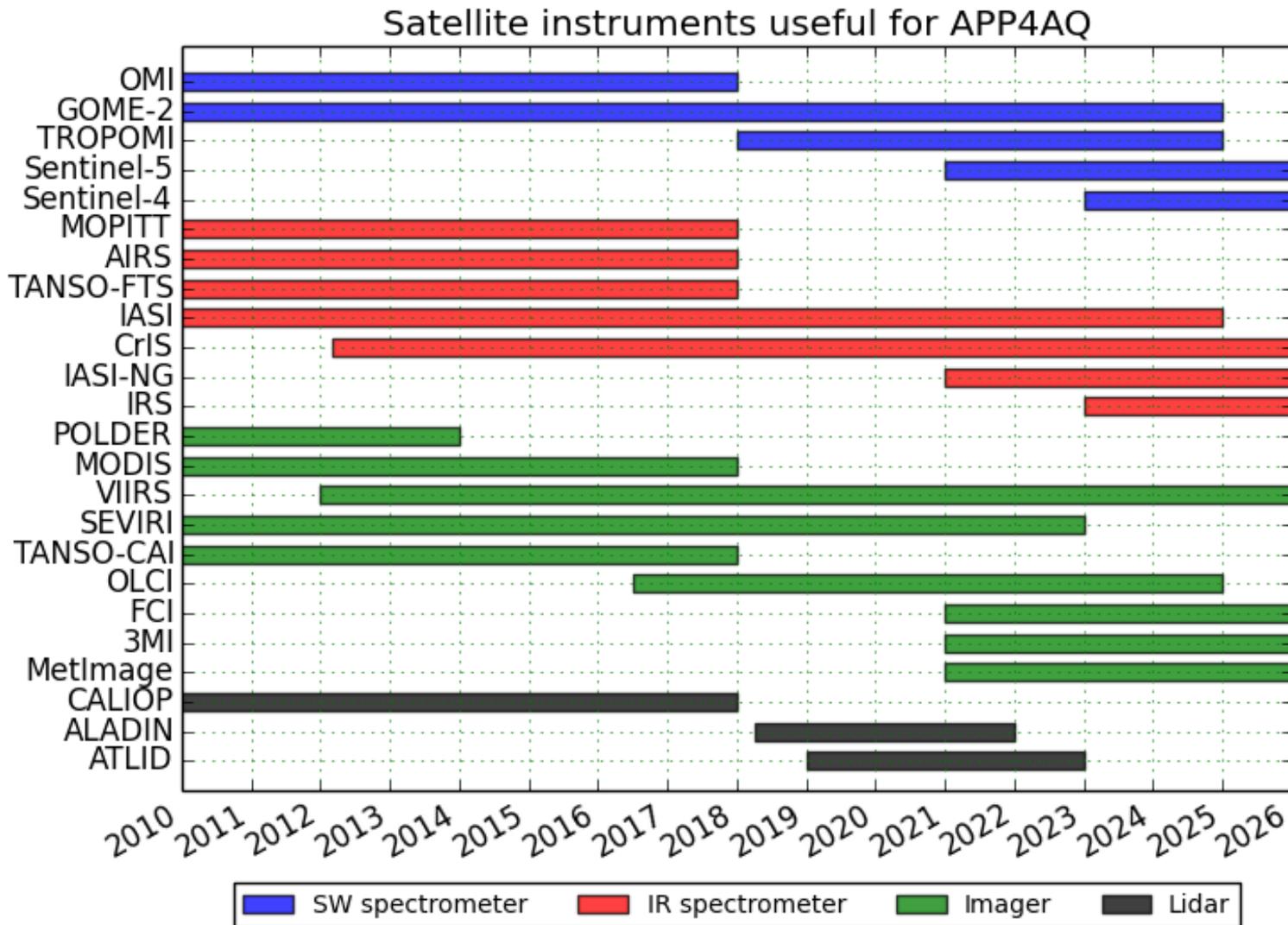
MA22 ist die ng von Sat- nsbesondere für die

des Hausbrandes, das wird aber aufgrund der 7x7 km Auflösung eher skeptisch gesehen.

verbesserte (externe) wissenschaftliche Unterstützung der Arbeit der Behörden für nützlich.

Bestandsaufnahme - Satellitendaten

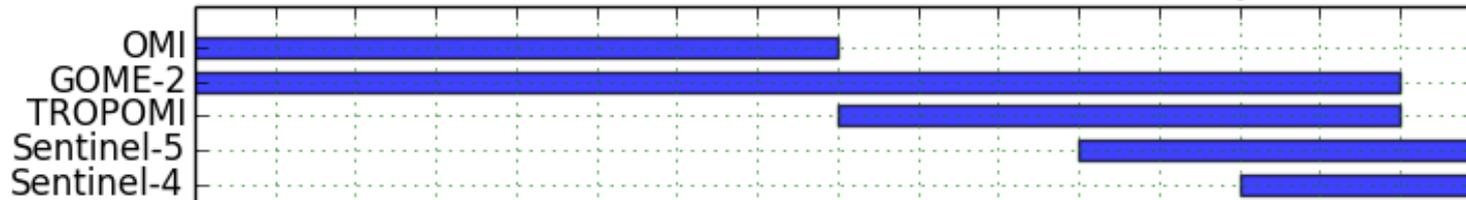
Marcus Hirtl
13.11.2018
Folie 14



Bestandsaufnahme - Satellitendaten

Marcus Hirtl
13.11.2018
Folie 15

Satellite instruments useful for APP4AQ



Instrument	Spectral range	Spatial resolution	Swath	Overpass time	Operational
OMI	UV/VIS (270 nm to 500 nm)	13 km 24 km	× 2600 km	13:30 LT	2004 – present
GOME-2	UV/VIS/NIR (240 nm to 790 nm)	80 km 40 km	× 1920 km	9:30 LT	2007 – present
TROPOMI	UV/VIS/NIR/SWIR (270 nm to 2385 nm)	7 km 7 km	× 2600 km	13:30 LT	Launch performed on October 13, 2017
Sentinel-5	UV/VIS/NIR/SWIR (270 nm to 2385 nm)	7 km 7 km	× 2670 km	9:30 LT	Launch scheduled for 2021
Sentinel-4	UV-VIS-NIR (305 nm to 775 nm)	8 km 8 km	× --	Geostationary	Launch scheduled for 2023

Sentinel-5P - TROPOMI

Marcus Hirtl

13.11.2018

Folie 16

Sentinel-5P ist ein im Oktober 2017 im Rahmen des **Copernicus-Programm** der **ESA** gestarteter Erdbeobachtungssatellit. Mit einem mehrkanaligen, Spektrometer namens „Tropomi“ überwacht er die Luftverschmutzung.

- **Tropomi** (TROPOspheric Monitoring Instrument) ist das einzige Instrument an Bord von Sentinel-5P. Es handelt sich um ein **Spektrometer** im Bereich des ultravioletten, des für den Menschen sichtbaren und des infraroten Lichts.
- Tropomi misst einmal pro Sekunde die Daten einer Fläche von $2600 \text{ km} \times 7 \text{ km}$ bei einer **Auflösung von $7 \text{ km} \times 3.5 \text{ km}$** . Es wird eine vollständige Abdeckung im Bereich von 7° nördlicher bis 7° südlicher Breite sowie mehr als 95 % Abdeckung der übrigen Erdoberfläche erreicht.
- Gemessene Parameter: **Stickstoffoxid, Ozon, Formaldehyd, Schwefeldioxid, Methan, Kohlenmonoxid sowie Feinstaub (Aerosole)** sowie Parameter zur Höhe, Verteilung und dem Rückstrahlvermögen von Wolken.

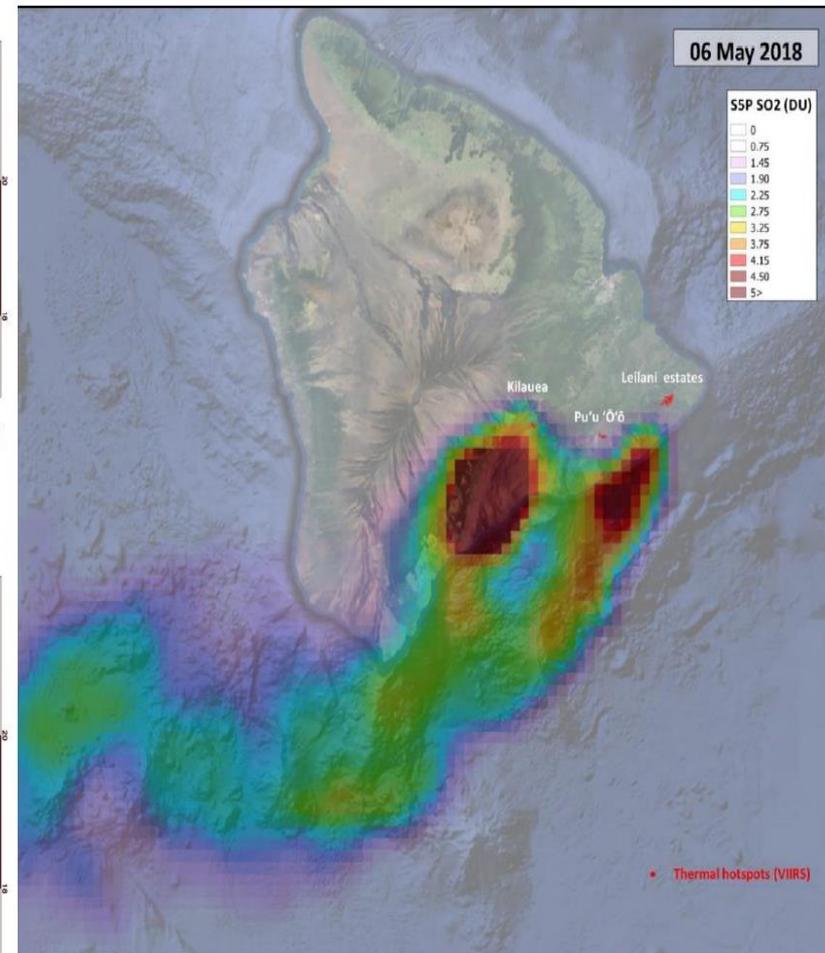
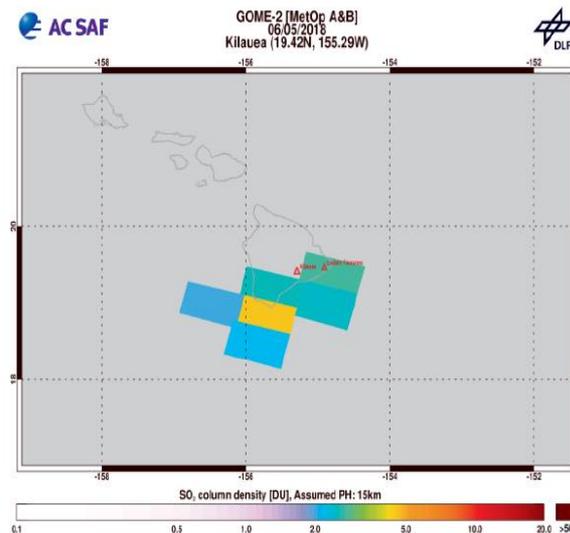
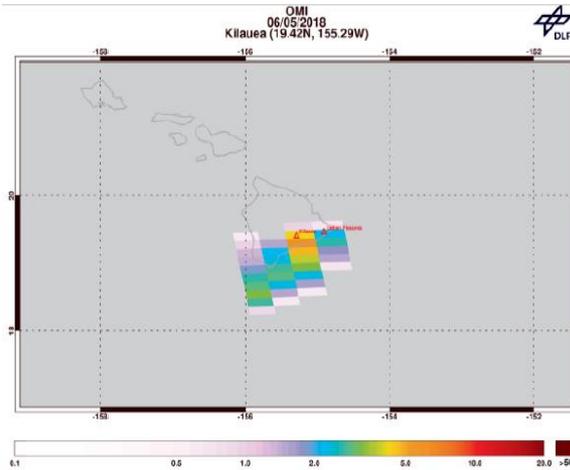


TROPOMI Beispiele

Marcus Hirtl
13.11.2018
Folie 17

Erste TROPOMI Ergebnisse (SO₂) während des Ambae Ausbruches (Hawaii) im April 2018:

OMI (links oben)
GOME-2 (links unten)
TROPOMI (rechts)

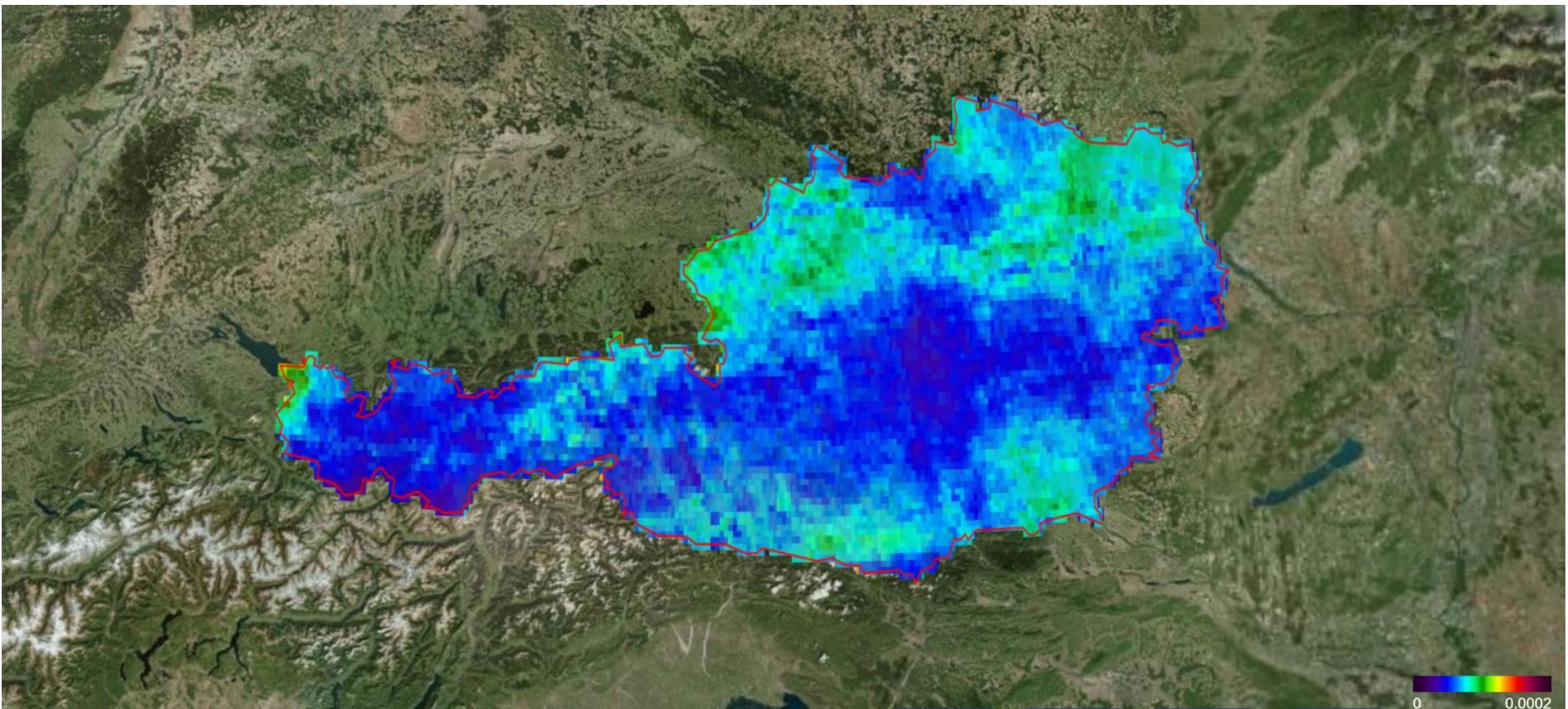


TROPOMI Beispiele



Marcus Hirtl
13.11.2018
Folie 18

Mittlere NO₂ Säule in der Troposphäre von 1.11.2018 bis 10.11.2018





Im ersten Arbeitsschwerpunkt werden **Satellitendaten** in APP4AQ **regional dargestellt**, so dass deren flächenhafte zeitliche Entwicklung für erste und schnelle Analysen in den Bereichen Kurzzeitprognose, dem „Nowcasting“ sowie zum Prozessverständnis von Luftschadstoffepisoden genutzt werden kann (z.B. Saharastaub, Waldbrände, Episoden).

Der Abgleich mit Luftgütemessungen sowie flächendeckend modellierten Luftschadstoffen, d.h. die verfeinerte Aufbereitung, Quantifizierung und **Validierung der Satellitendaten** ist das Ziel des zweiten Arbeitsschwerpunktes.

Aufbauend darauf, werden in einem dritten Arbeitsschwerpunkt anhand des Vergleiches von Schadstoffbelastungen aus Satellitendaten versus Modellrechnungen und Messungen, **räumlich variierende Emissions-Quellstärken aus Emissionsinventaren** mit 7 km x 3.5 km Auflösung überprüft und angepasst.

Darstellung (und mehr) - Datenmanagement Plattform

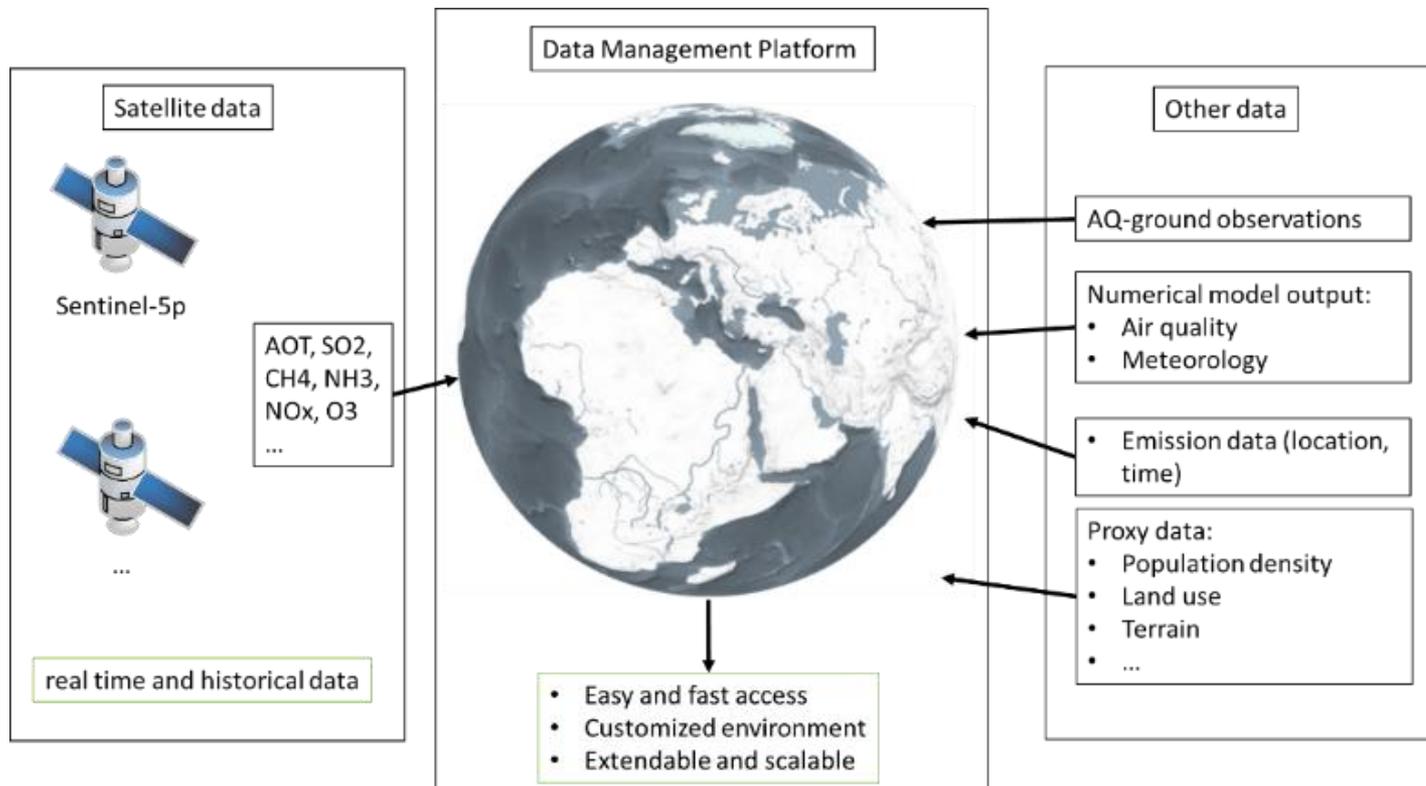
Marcus Hirtl

13.11.2018

Folie 20

TAMP– “Technology and Atmospheric Mission Platform” - entwickelt im Rahmen eines von der ESA geförderten Projektes:

- Harmonisierte Erdbeobachtungs- und Modelldaten auf einer Plattform.
- Implementierte Analyse Werkzeuge
- Graphische Darstellung von Daten



Darstellung (und mehr) - Datenmanagement Plattform

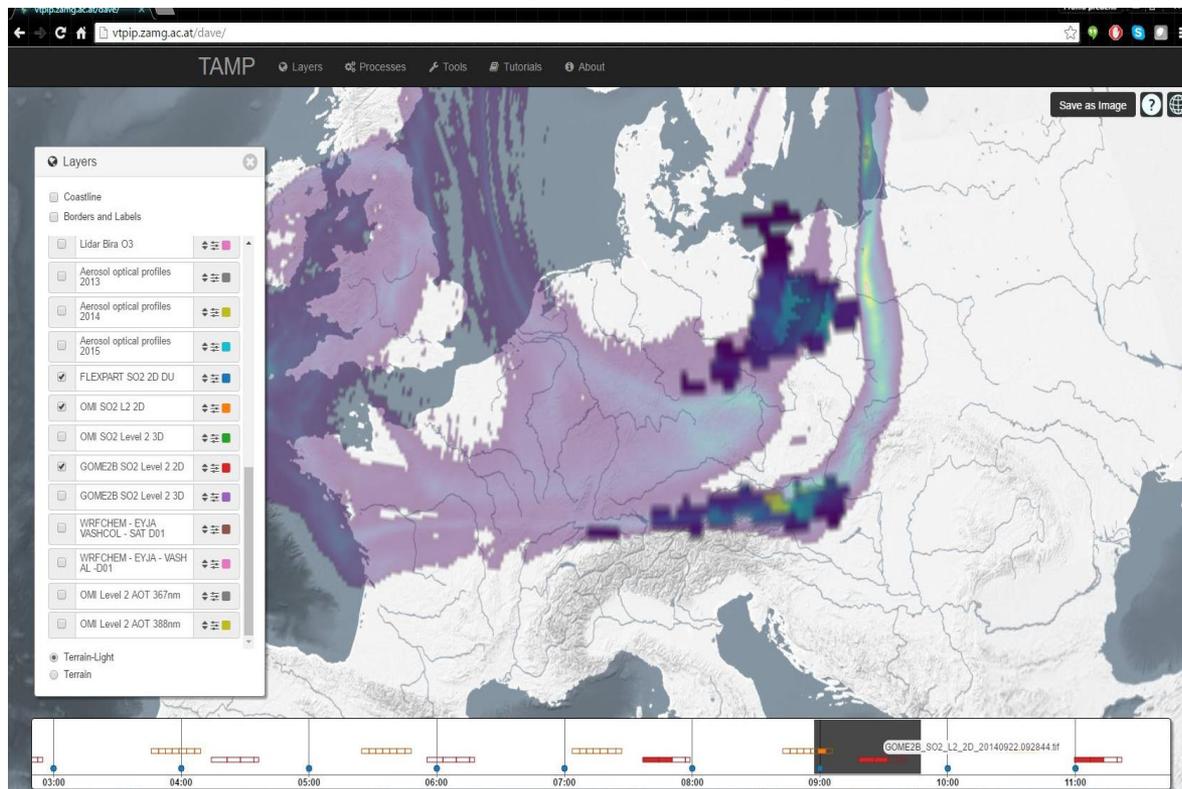
Marcus Hirtl

13.11.2018

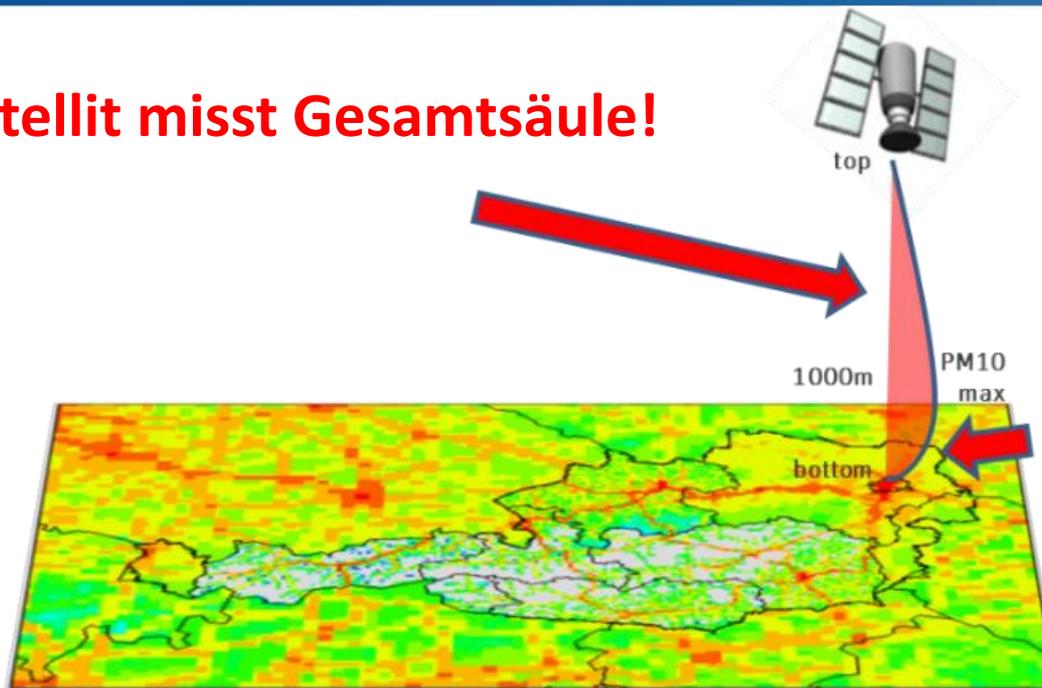
Folie 21

TAMP– “Technology and Atmospheric Mission Platform” - entwickelt im Rahmen eines von der ESA geförderten Projektes:

- Harmonisierte Erdbeobachtungs- und Modelldaten auf einer Plattform.
- Implementierte Analyse Werkzeuge
- Graphische Darstellung von Daten

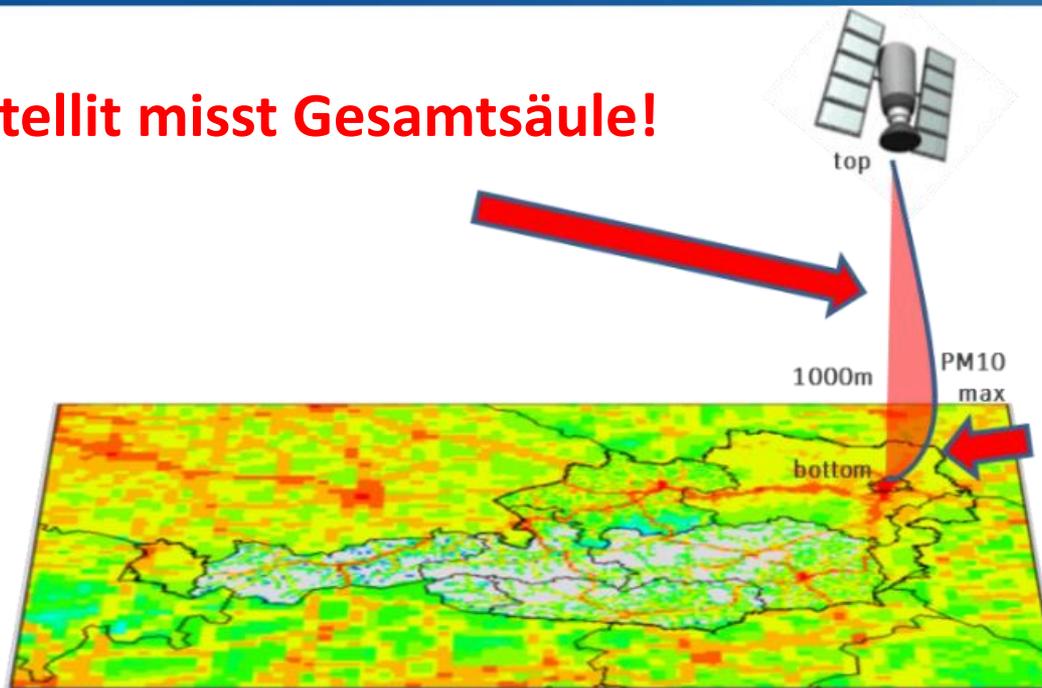


„Problem“: Satellit misst Gesamtsäule!



- Bei feiner räumlicher Auflösung ist der Ort von Emission und Immission nicht der gleiche
- Der Satellit misst auch Beiträge die durch den Wind verfrachtet wurden
- Keine Information über vertikale Verteilung

„Problem“: Satellit misst Gesamtsäule!

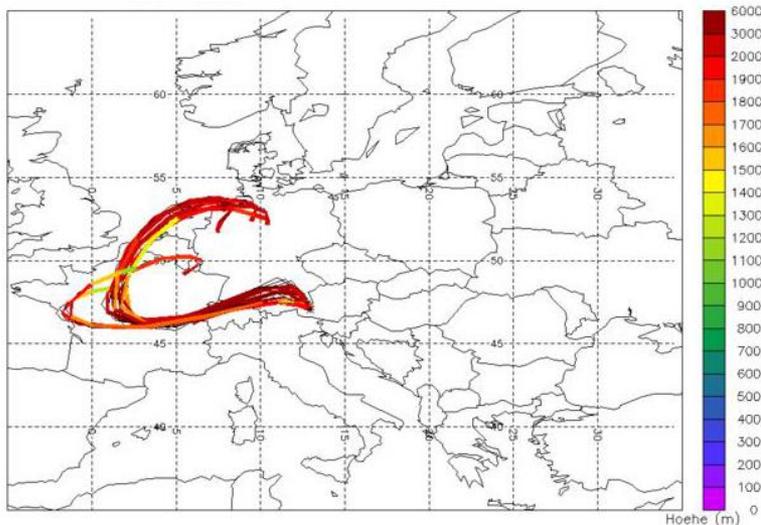


- Bei feiner räumlicher Auflösung ist der Ort von Emission und Immission nicht der gleiche
- Der Satellit misst auch Beiträge die durch den Wind verfrachtet wurden
- Keine Information über vertikale Verteilung

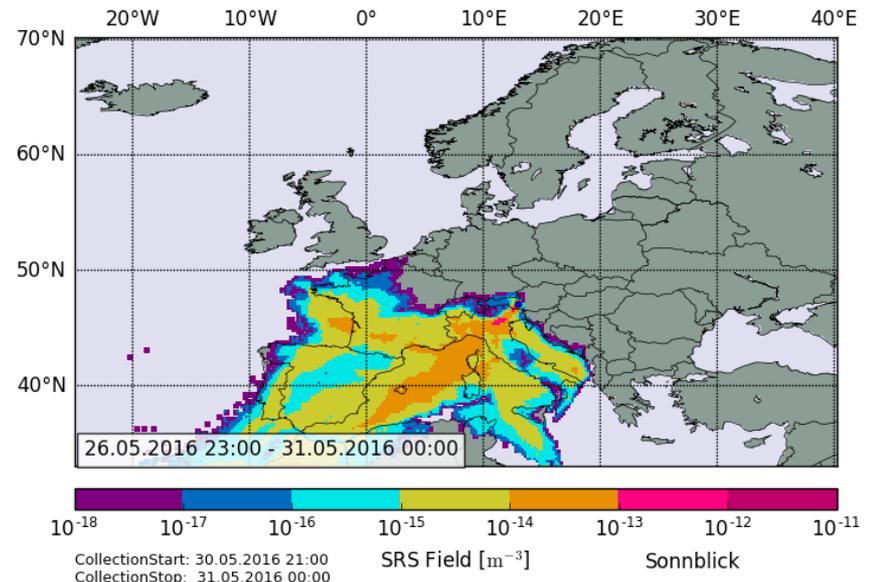
APP4AQ Lösung -> Schnittstelle zwischen Satellitenmessungen und Emissionskataster mittels Modellanwendungen

Herkunfts- und Emissionsbestimmung mit Messwerten und Modellen

- Rückwärtstrajektorien: sind ein erster Indikator dafür, wo Luftmassen herkommen



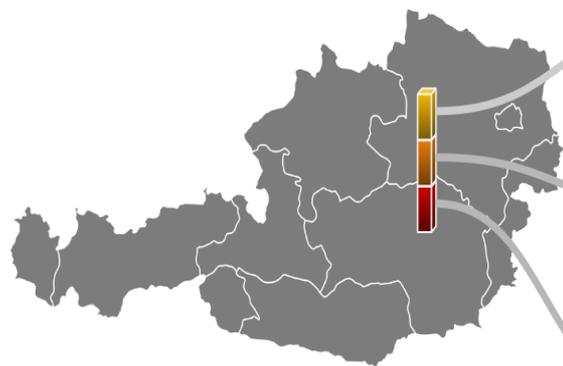
- Quell- Rezeptor Sensitivitätsmatrix: dargestellt wird die räumliche Verteilung der Wahrscheinlichkeiten, mit welcher die an einem Punkt zu einem Zeitpunkt eintreffende Luft durch Emissionen aus der jeweiligen Gitterzelle beeinflusst wurde; Diese Modellberechnung berücksichtigt sowohl die Verlagerung mit dem mittleren Wind als auch Dispersion und Deposition



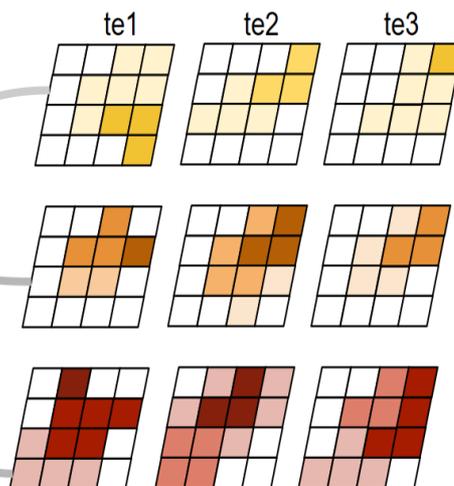


1. Rückwärtsmodellierungen für verschiedene vertikale Sub-Säulen
2. Vergleich mit Werten aus Emissionskatastern
3. Anpassen der Emissionsdaten

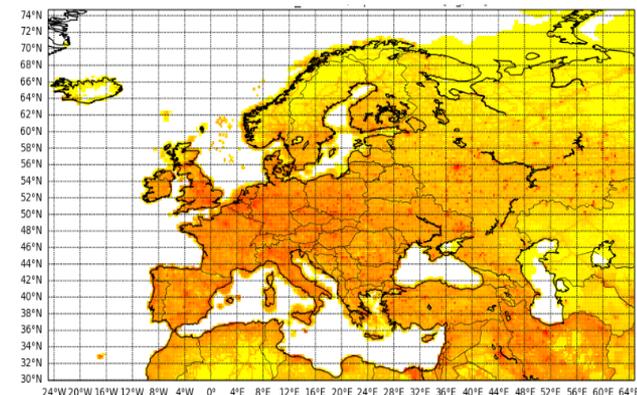
Backtracking of satellite column



SRS for each column section at different emission times



Folding with emission inventory



Ausblick - Beispiele für abgeleitete Produkte

Marcus Hirtl

13.11.2018

Folie 26

- Automatische Lokalisierung von Spitzenkonzentrationen, z.B. bei Abweichungen über einem ausgewählten Grenzwert über dem Mittelwert für verschiedene Schadstoffe.
- Automatische Lokalisierung von erhöhten Schadstoffbelastungen aufgrund von Ferntransporten mithilfe von image processing / mapping Verfahren, z.B. herannahender Staub aus der Sahara bei entsprechender Wetterlage.
- Wo sind die „grünen Gebiete“ ? Nicht nur die Darstellung von besonders belasteten Gebieten, sondern bewusstes hervorheben der Gebiete mit guter Luftqualität.
- Berechnung eines Luftqualitätsindex anhand von Satellitenmessungen verschiedener Schadstoffe.

Ausblick – nächste Schritte

Marcus Hirtl

13.11.2018

Folie 27

- Analyse der Schadstoffverteilung mithilfe von Erdbeobachtungsdaten auf „leicht zu bedienender“ Plattform
- Modellevaluierung mit Bodenmessungen und Satellitendaten + Emissionskataster und Proxi-Daten
- Entwickeln von Methoden um aus Gesamtsäulenmessungen von Satelliten, Rückschlüsse auf Emissionen zu führen mithilfe von Modellanwendungen
- Interaktion mit Endnutzern (AIT, Umweltbundesamt)
- Vorbereiten der Verfahren auf die Sentinel-4 Mission: geostationär -> hohe zeitliche Auflösung