

Trends von kraftfahrzeugbedingten Emissionen anhand von Luftqualitätsmessungen in Deutschen Kurorten

**Dr. Stefan Gilge, Volker Dietze, Mathieu Fricker
& das KU12-Team**

Deutscher Wetterdienst, GB Klima & Umwelt,
Zentrum für Medizinmeteorologische Forschung, Freiburg
Referat Lufthygiene



Gliederung:

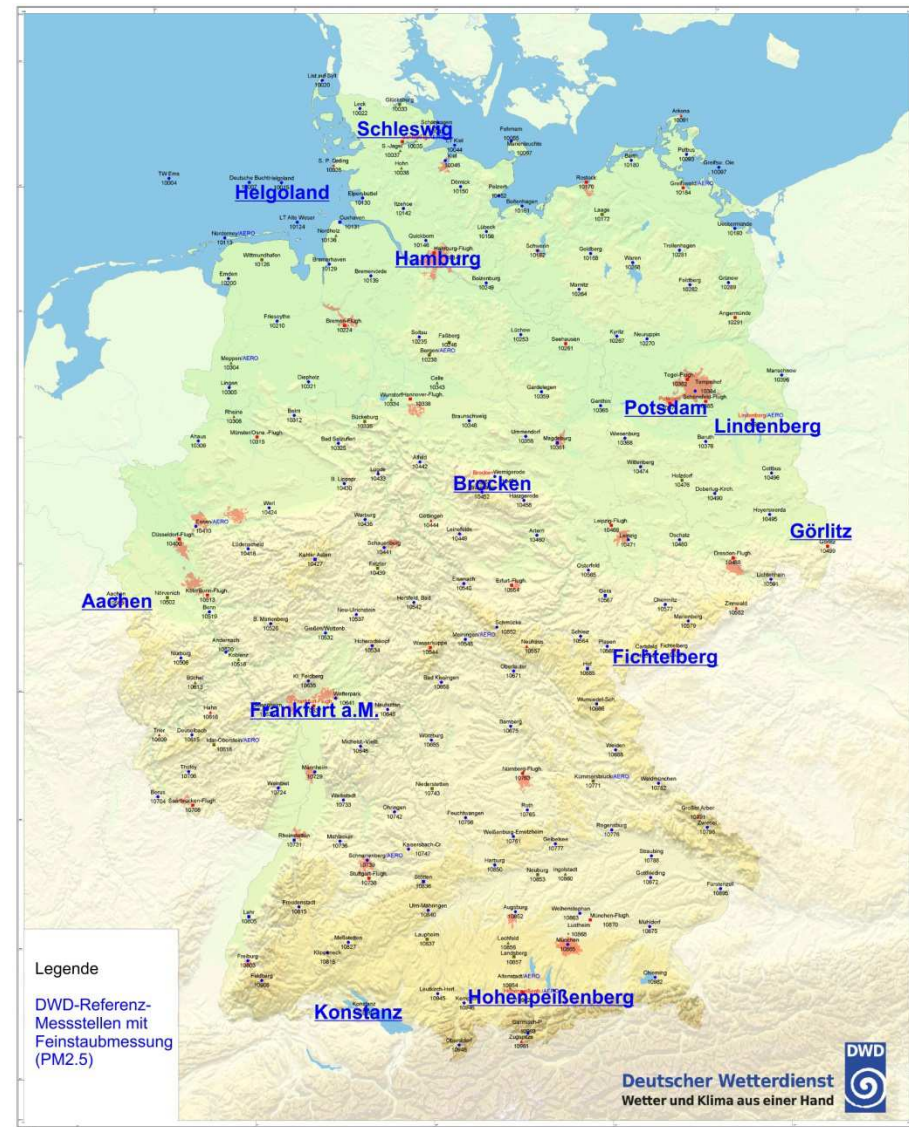
- 1) Aufgabengebiet und Messprogramm
- 2) Trends an den Referenzstationen
- 3) Idee der Differenzierung
- 4) Trends in den Kurorten & Vergleich mit UBA / Landesämtern
- 5) Zusammenfassung & Ausblick

- **LQ-Messungen an Kurorten:**
NO₂, PM_{2.5}, Ruß im PM_{2.5}, PM_{2.5-40} (größenklassifiziert, Unterscheidung nach gesamt und opak)
Wochenproben
Überprüfung der Richtwerte nach dem DHV
- **Referenzstationen:**
Langzeitmessungen zur Qualitätssicherung
- **Sondermessstellen:**
Forschungsprojekte (Ruß-Differenzierung, Seesalzanalyse, LQ an Autobahnen, ...)

2) Trends an den Referenzstationen

Stationen des Lufthygienischen Referenzmessnetzes

- zwölf Stationen, angebunden an das meteorologische Referenzmessnetz
- ländlich, städt. Hintergrund
- zusätzlich Sondermessstellen und Projektstandorte

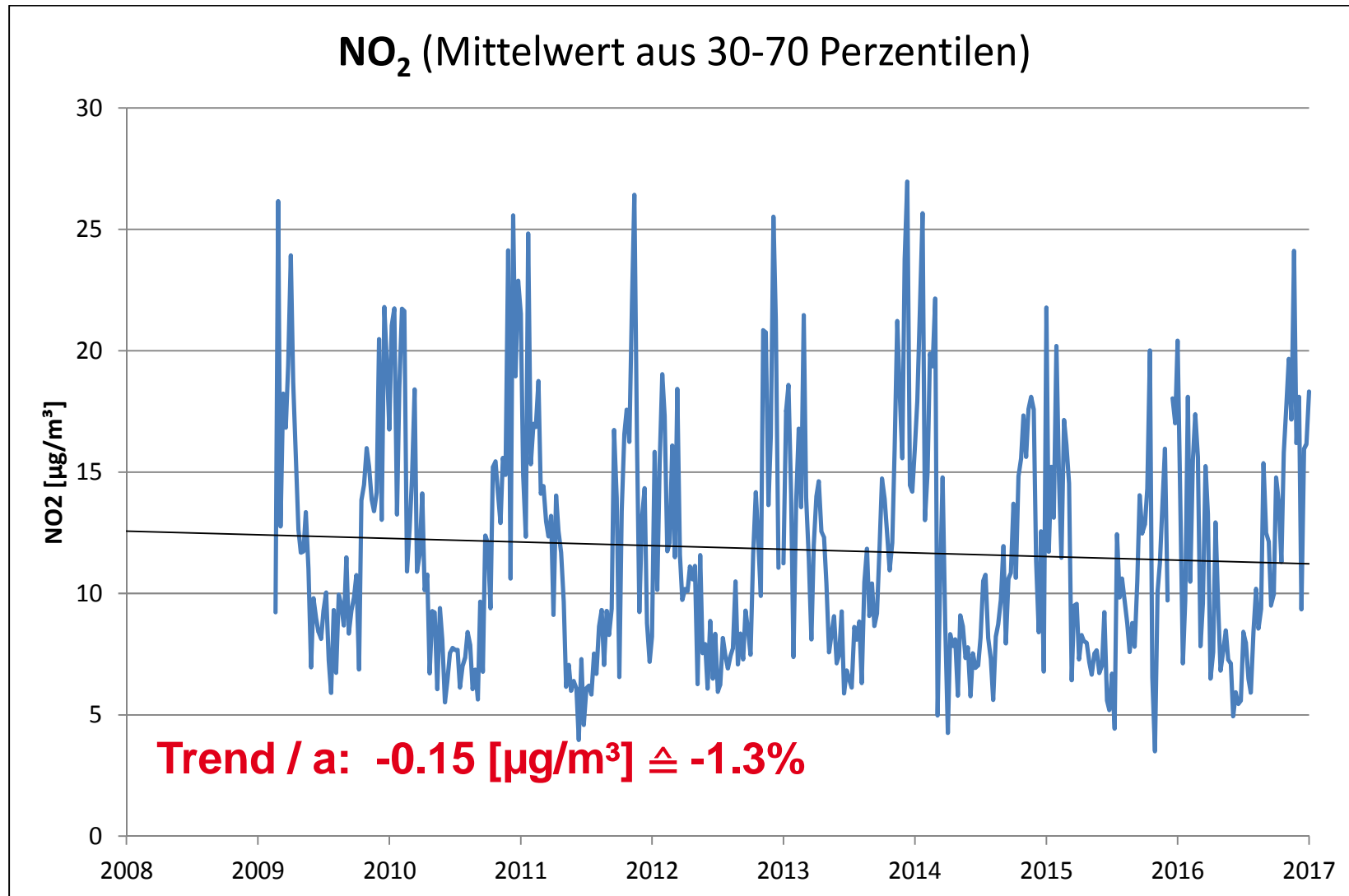


2) Trends an den Referenzstationen

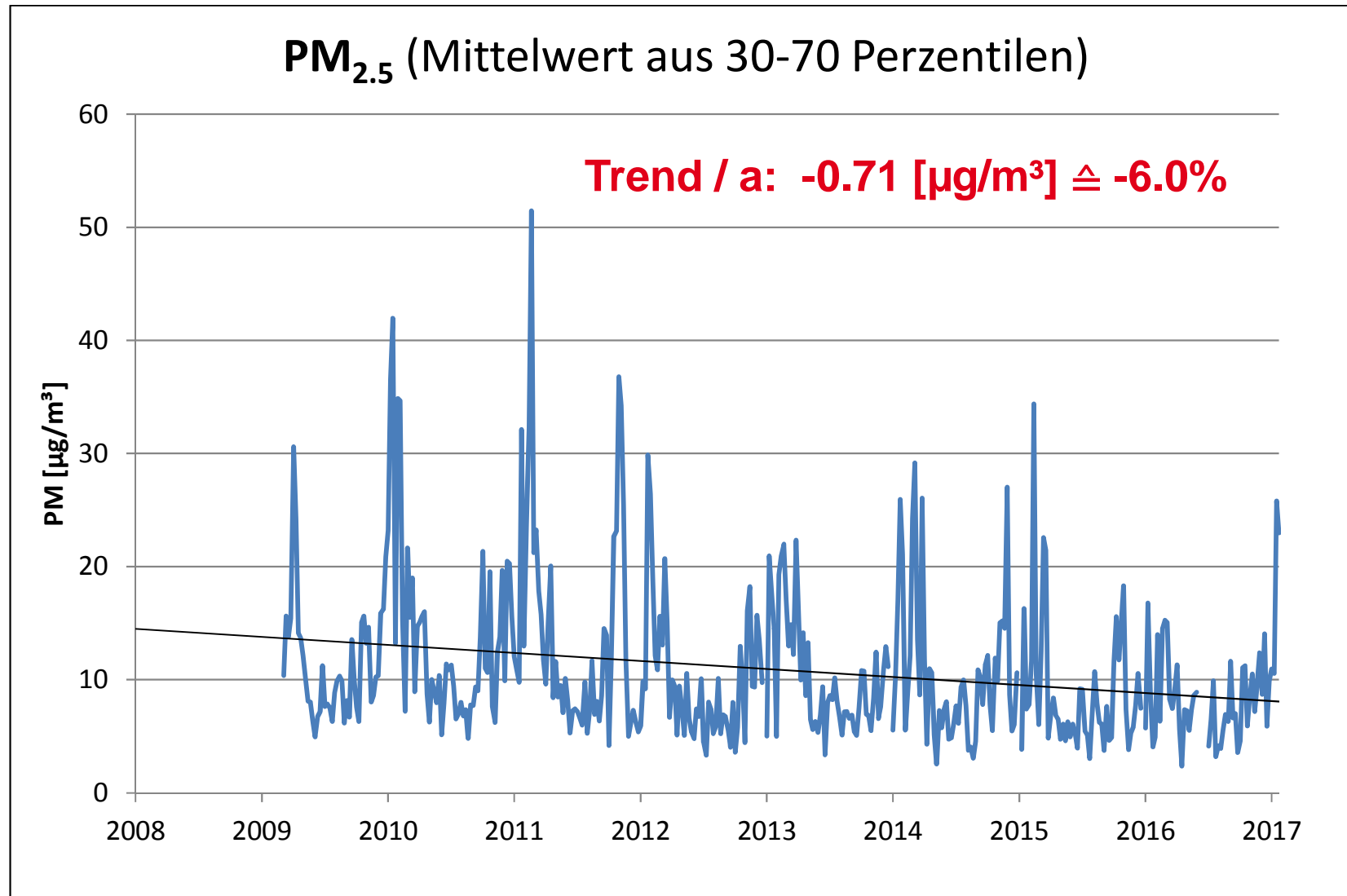
Auswertung:

- Wöchentliche Probenahme
- Nach Reihung der Stationen (mind. 6) zu jeder Wochenprobe Berechnung des 30-, 40-, 50-, 60-, 70-Perzentils, daraus dann Mittelwertbildung
- => robuster Datenpunkt, unempfindlich gegen Ausreißer
- Berechnung der linearen Trends von KW1/2008 bis KW 52/2016

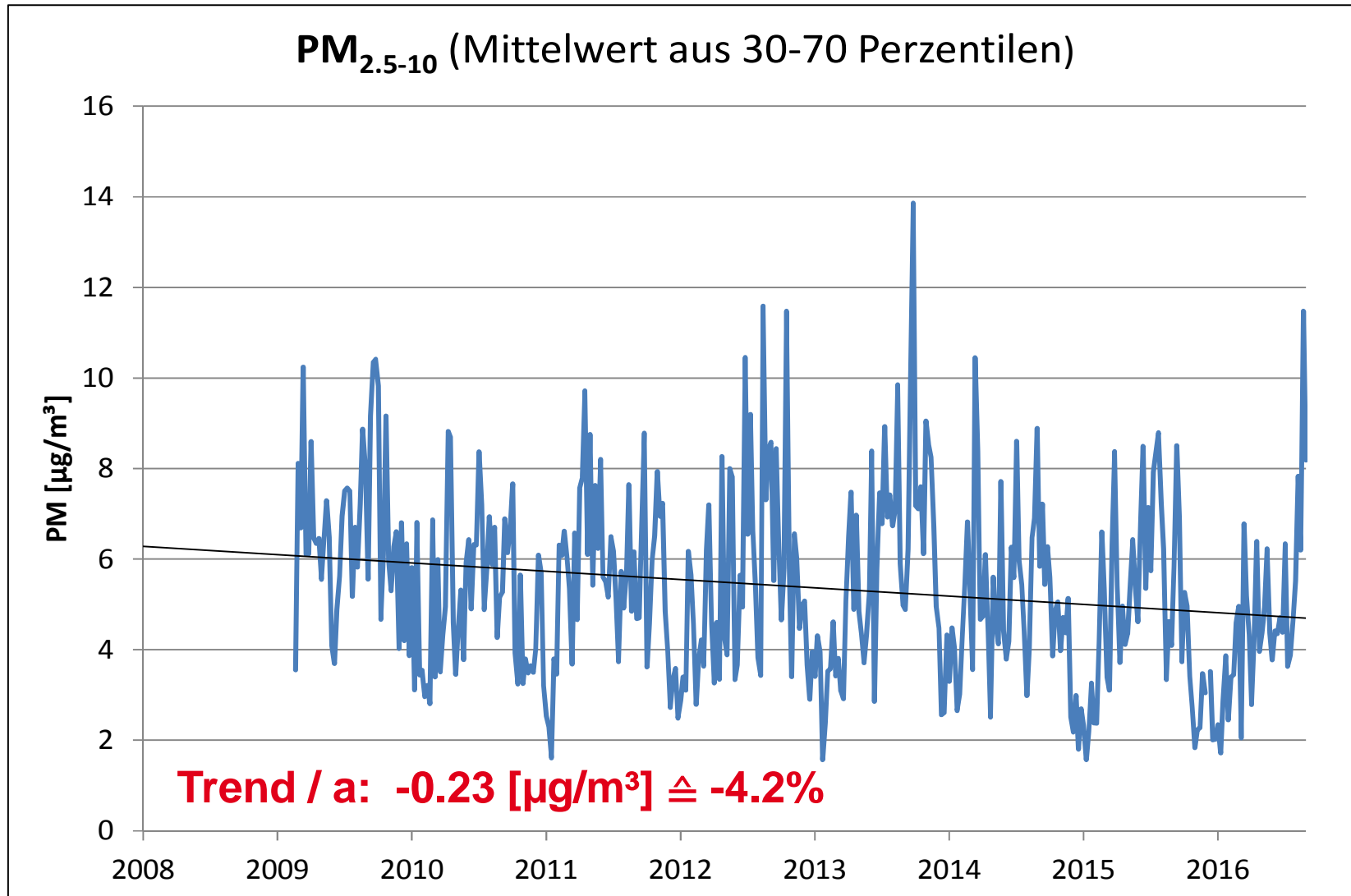
2) Trends an den Referenzstationen



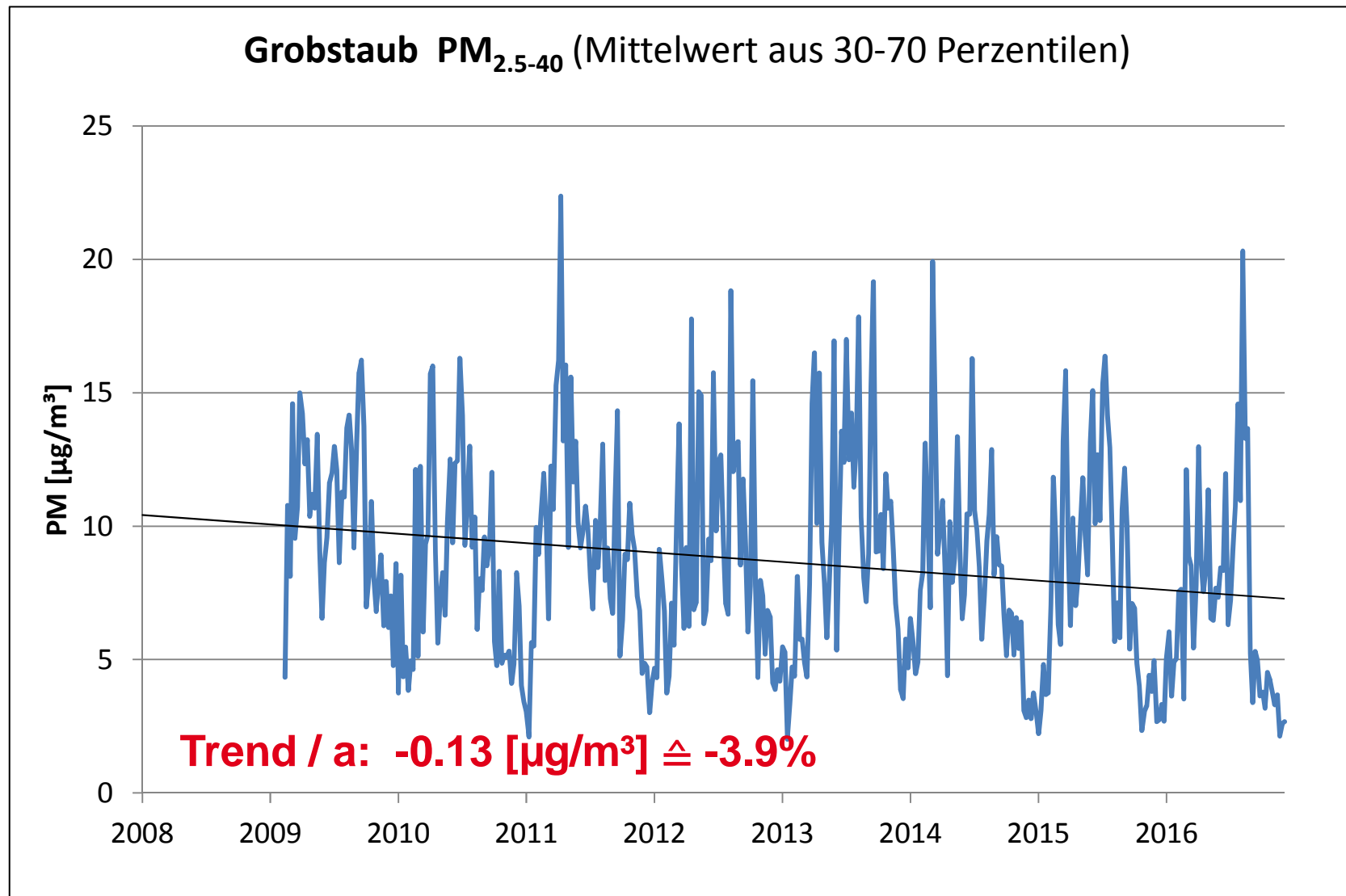
2) Trends an den Referenzstationen



2) Trends an den Referenzstationen



2) Trends an den Referenzstationen



3) Idee der Differenzierung

Idee:

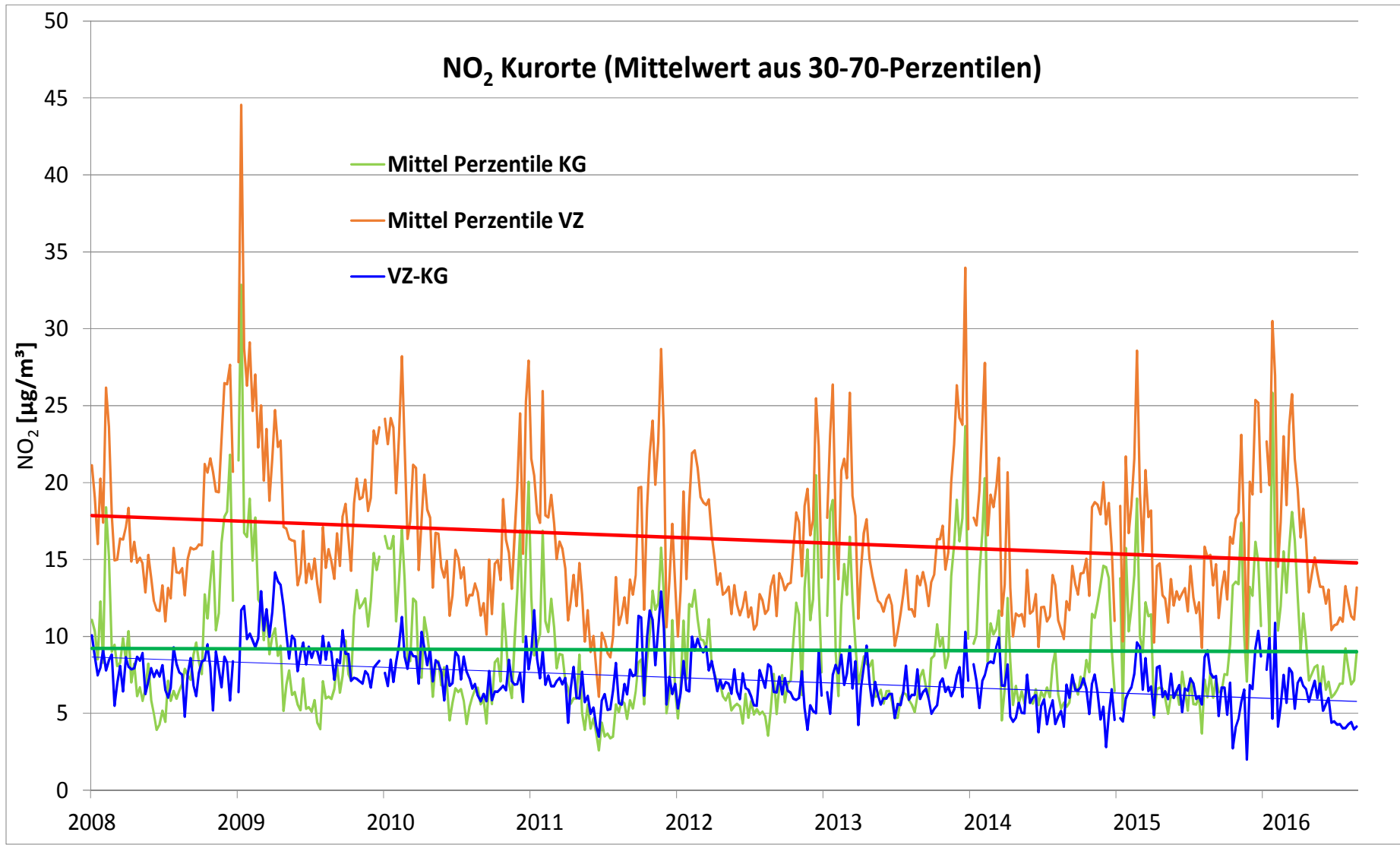
- LQ-Messungen in Kurorten „nur“ jeweils 1 Jahr. Es ergibt sich an langjähriger „Flickenteppich“ über Deutschland.
- **ABER:** Kurorte untereinander relativ ähnlich, Klein- bis Mittelzentren mit ca. 15-30 Tsd. Einwohner, ca. 30 bis 60 Kurorte pro Jahr.
- Auswertung analog zu den Referenzstationen
⇒ der Mittelwert aus den 30-70 Perzentilen sollte einen robusten Werte ergeben, der für Trendanalysen geeignet ist.

3) Idee der Differenzierung

Idee:

- jeweils 2 Messstandorte in den Kurorten:
„Verkehrszentrum“ (VZ), mit vergleichsweise höherer Verkehrsbelastung und „Kurgebiet“ (KG) („ländlich“),
- gleiche Probenahmezeiten und Analytik
- relativ geringe Distanz (0,5 – 2 km) zwischen VZ und KG
⇒ es kann davon ausgegangen werden, dass die beiden Repräsentanzen von Flächenquellen gleichermaßen beeinflusst werden.
- ⇒ Die Differenz (VZ-KG) sollte die durch den Verkehr verursachte Belastung widerspiegeln.

4) Trends an Kurorten: NO₂



4) Trends an Kurorten: NO₂

Ergebnisse NO₂:

- Abnehmende Konz. am **VZ**, ausgeprägter Jahresgang mit Max. im Winter (stärkere Quellen, längere Lebenszeit NO₂)
- kein Trend im **KG**, ähnlicher Jahresgang wie VZ
- (**VZ-KG**) - Trend praktisch ausschließlich durch VZ begründet, kein Jahresgang ⇒ **Indiz für Verkehr.**
- Anteil (**VZ-KG**) am **VZ** (≡ Gesamtmission): ≈ **44%**
durchschnittlicher Anteil der verkehrsbedingten NO₂- an den gesamten NO₂-Emissionen (UBA): **40%**
⇒ **Zufall oder Indiz : (**VZ-KG**) = Verkehrsanteil (?)**

4) Trends an Kurorten: NO₂

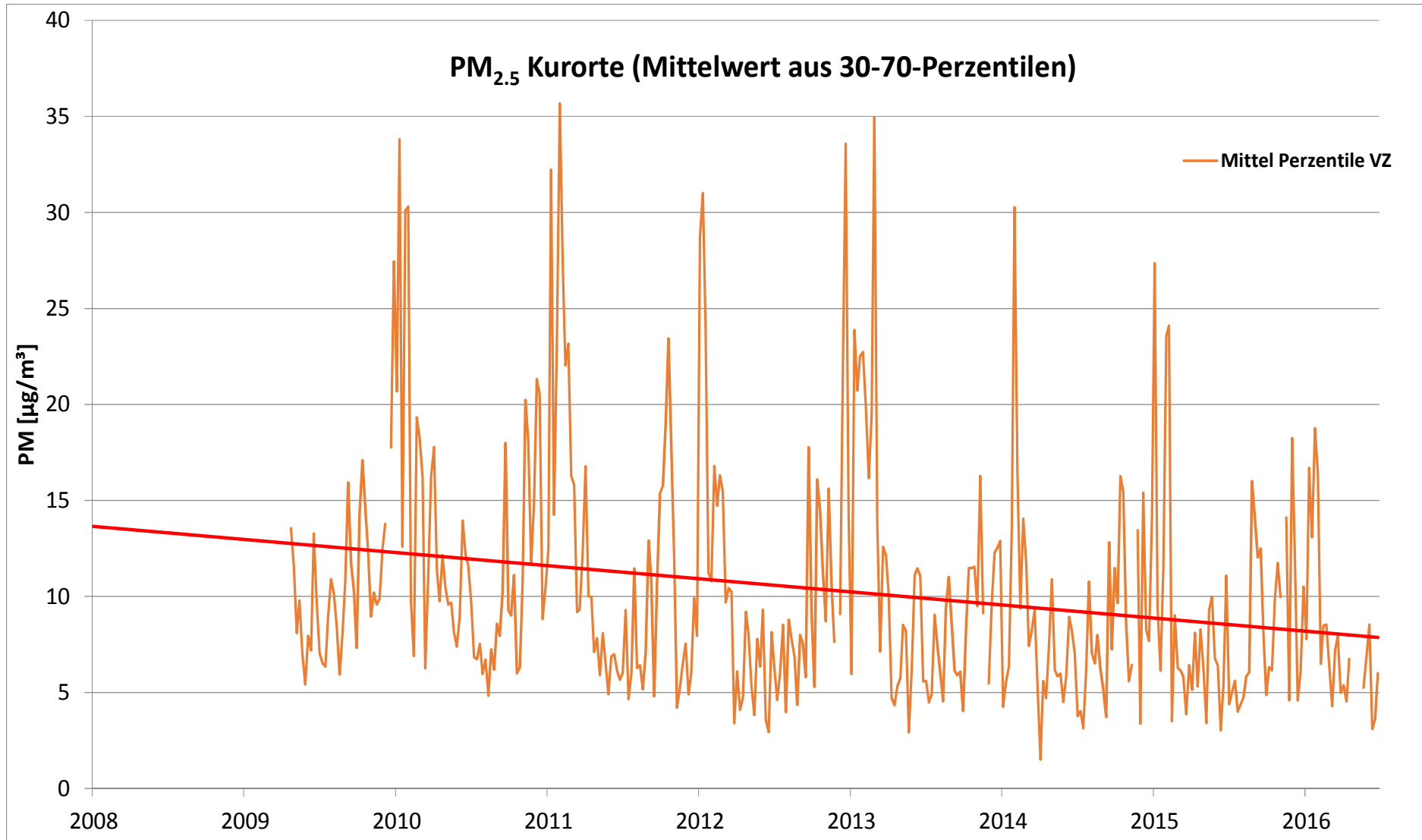
Ergebnisse NO₂:

| NO ₂ | UBA | | | DWD | | | |
|-----------------|------------------|---------------------|----------|----------|-------|-------|-------------|
| | verkehrs- nah | städt. Hintergr. | ländlich | Referenz | VZ | KG | VZ-KG |
| mean | 44.2 | 26.2 | 12.3 | 11.9 | 16.3 | 9.1 | 7.2 |
| [µg / a] | -0.49 | -0.50 | -0.26 | -0.15 | -0.36 | -0.02 | -0.33 |
| [% / a] | -1.1 | -1.9 | -2.2 | -1.3 | -2.2 | -0.3 | -4.6 |

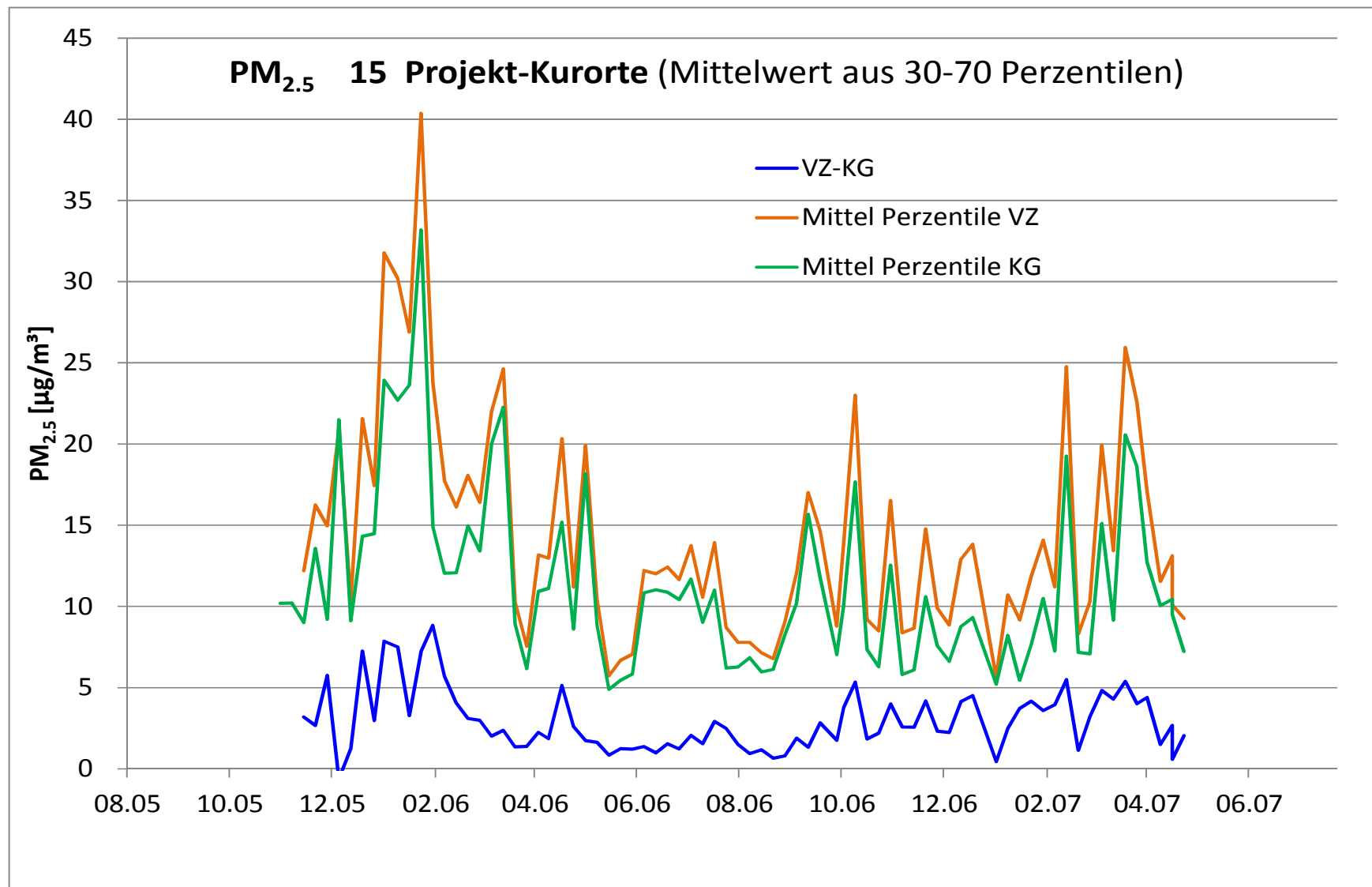
- NO₂-Niveau der DWD-Referenzstationen entspricht eher den „ländlichen“ Messstellen, Trend aber kleiner.
- (**VZ-KG**) –Trend deutlich stärker als an Verkehrsstationen
 ⇒ **muss kein Widerspruch sein:** „verkehrsnahe“ eventl. nicht rein verkehrsbedingt oder Kurorte als besondere Repräsentanz mit Motivation zur Emissionsminderung



4) Trends an Kurorten: PM_{2.5}



4) Trends an Kurorten: PM_{2.5}



4) Trends an Kurorten: PM_{2.5}

Ergebnisse PM_{2.5}:

- Abnehmende Konz. am **VZ**, ausgeprägter Jahresgang mit Max. im Winter (stärkere Quellen)
- Projektmessungen an beiden Repräsentanzen über ca. 1,5 Jahre ergaben: Anteil (**VZ-KG**) am **VZ** \approx **20%**
durchschnittlicher Anteil der verkehrsbedingten NO₂- an den gesamten NO₂-Emissionen (UBA): **23%**

⇒ **Zufall oder Indiz : (**VZ-KG**) = Verkehrsanteil (?)**

4) Trends an Kurorten: PM_{2.5}

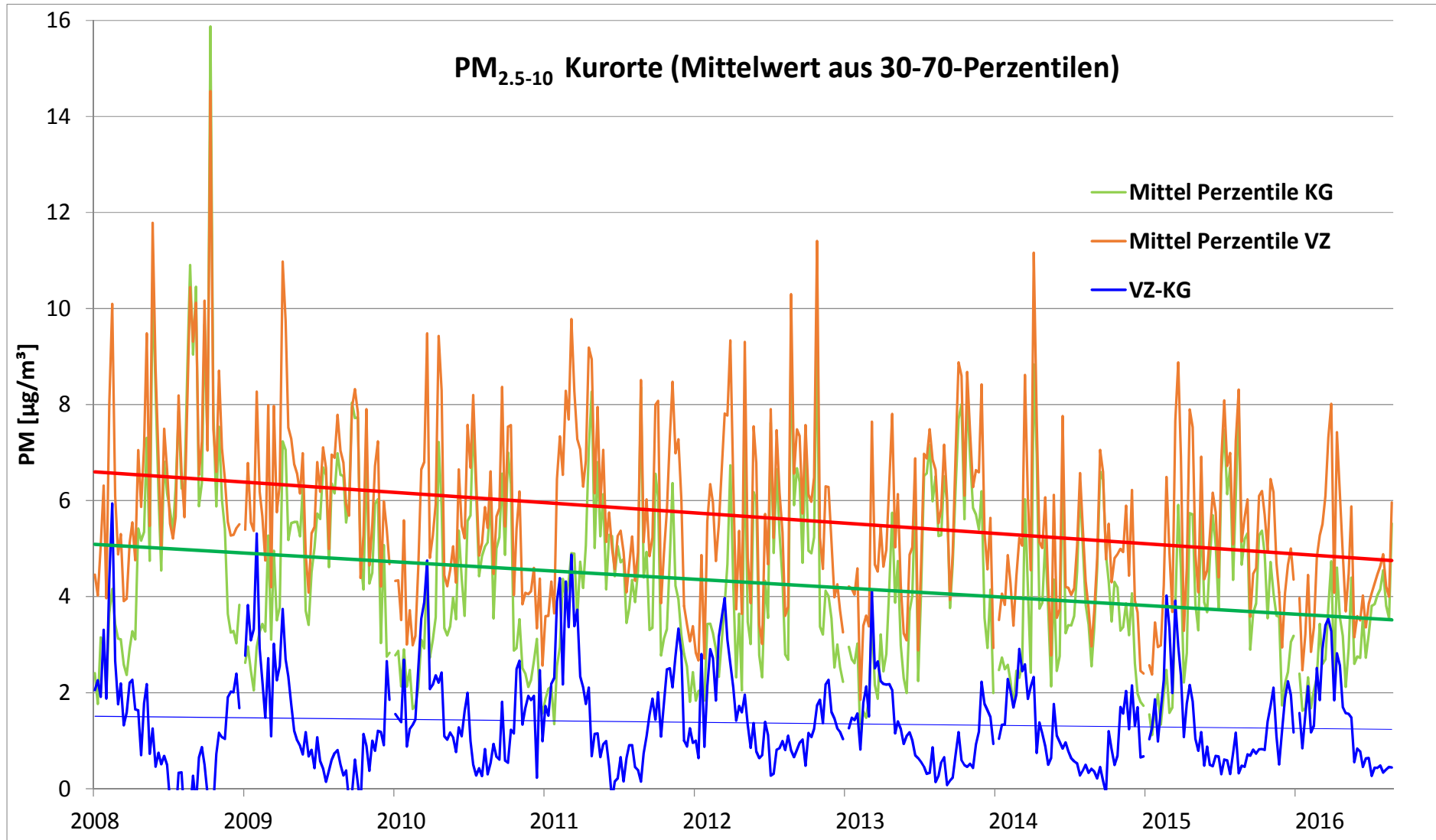
Ergebnisse PM_{2.5}:

| PM | UBA (PM ₁₀) | | | DWD (PM _{2.5}) | | PM _(2.5 & coarse mode) | |
|----------|-------------------------|---------------------|----------|--------------------------|-------|---------------------------------------|-------|
| | verkehrs- nah | städt. Hintergr. | ländlich | Referenz | VZ | Referenz | VZ |
| mean | 25.6 | 20.0 | 15.6 | 11.7 | 10.7 | 17.1 | 16.4 |
| [µg / a] | -0.81 | -0.67 | -0.38 | -0.71 | -0.67 | -0.94 | -0.88 |
| [% / a] | -3.2 | -3.4 | -2.4 | -6.0 | -6.2 | -5.5 | -5.4 |

- PM-Niveau der DWD-Stationen entspricht eher den „ländlichen“ Messstellen, Trend aber doppelt so hoch (?).
- Identisches Niveau und Trend an Referenzstationen und in VZ'n.
- Leider keine Messungen in KG's.



4) Trends an Kurorten: $PM_{2.5-10}$



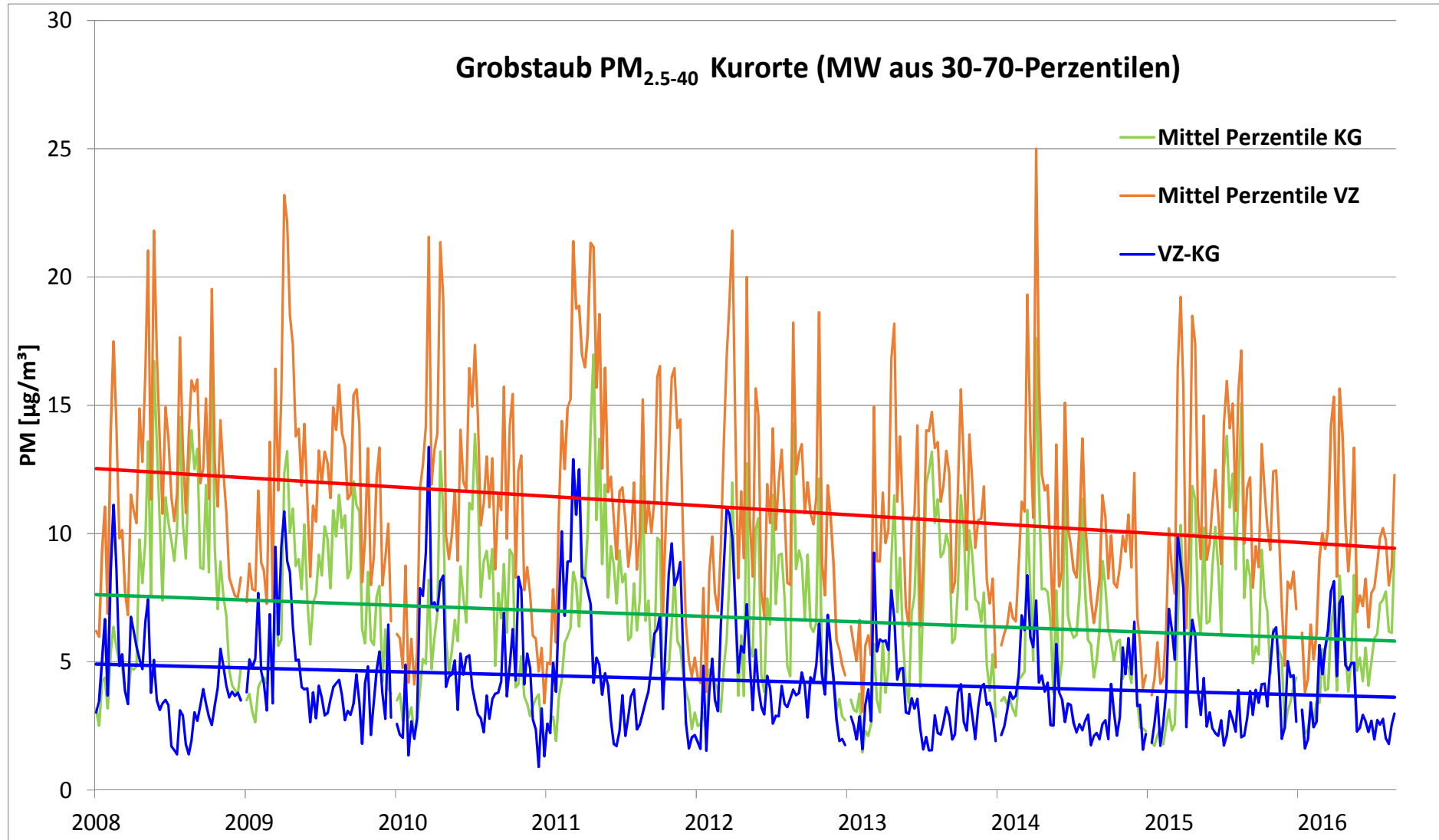
4) Trends an Kurorten: $PM_{2.5-10}$

Ergebnisse $PM_{2.5-10}$ (coarse mode):

- Abnehmende Konz. am **VZ**, ähnlich im **KG**, leichter Jahresgang mit Sommermaximum (überwiegend primäre Partikel)
- Nahezu kein Trend im (**VZ-KG**) , aber ausgeprägter Jahresgang mit Wintermaximum (!!!???)
- ⇒ **Verkehrsinduziert**: höhere KFZ-Verbrennungsemissionen bei niedrigen Außentemperaturen (z.B. Ruß) & eventuell höherer Reifenabrieb bei Winterreifen.
⇒ **Forschungsbedarf**
- (**VZ-KG**) macht im Mittel ca. 26% am VZ aus. Anteile schwanken stark (JG) ⇒ Implikation für PM_{10} -Messungen



4) Trends an Kurorten: Grobstaub



4) Trends an Kurorten: Grobstaub

Ergebnisse Grobstaub (PM_{2.5-40}):

- Abnehmende Konz. am **VZ**, schwächer im **KG**, ausgeprägter Jahresgang mit Sommermaximum (primäre Partikel)
- Leichter, negativer Trend im (**VZ-KG**) , aber Jahresgang mit überwiegend bimodalem Wintermaximum (!!!???)
- (**VZ-KG**) macht im Mittel ca. 40% des Anteils am **VZ**
- Grobstaub ist aufgrund seiner Sedimentation sehr lokal beeinflusst. ⇒ Grenze des Verfahrens?
- Sieht man teilweise Einstellung der Kurbetriebs über Jahreswechsel? ⇒ **Klärungs- und Forschungsbedarf**

4) Trends an Kurorten: PM_{2.5-10}

Trends „coarse mode“ (PM_{2.5-10}) & Grobstaub (PM_{2.5-40}):

| PM | "coarse mode" | | | | Grobstaub | | | |
|----------|---------------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| | Referenz | VZ | KG | VZ-KG | Referenz | VZ | KG | VZ-KG |
| mean | 5.4 | 5.7 | 4.3 | 1.4 | 8.8 | 11.0 | 6.7 | 4.3 |
| [µg / a] | -0.23 | -0.21 | -0.18 | -0.04 | -0.35 | -0.36 | -0.21 | -0.15 |
| [% / a] | -4.2 | -3.8 | -4.2 | -3.4 | -3.9 | -3.3 | -3.1 | -3.5 |

- Trends an allen Repräsentanzen ähnlich
- Absolute Trends sehr gering ⇒ längere Messreihen nötig!

5) Zusammenfassung & Ausblick (I)

- Die Messungen des DWD/Referat Lufthygiene erlauben neben den Messungen von UBA & Landesumweltämtern einen zusätzlichen Blick auf die Immissions-situation in ländlichen Gebieten Deutschlands.
- Alle Messparameter zeigen einen abnehmenden Trend in Übereinstimmung mit dem UBA/Landesämtern, die Höhe des Trends scheint zum Teil unterschiedlich zu sein.
- Allerdings sind die Datenreihen noch zu kurz für eindeutige Tendaussagen.

5) Zusammenfassung & Ausblick (II)

- Die Differenz zwischen VZ und KG scheint ein guter Indikator für die durch den Verkehr zusätzlich emittierten jeweilige Schadstoffkomponente zu sein.
- Die Ergebnisse hinsichtlich des Jahresgangs und des relativen Anteils an der Gesamtmission (NO_2 und $\text{PM}_{2.5}$) bestätigen dies.
- Bei den Grobstaubfraktionen zeigen die verkehrsbedingten, zusätzlichen Immissionen einen gegenläufigen JG und z.T. auffällige Muster, die einer genaueren Untersuchung bedürfen.

5) Zusammenfassung & Ausblick (III)

- **Sicherheit der Trends steigt mit länger werdender Messreihe. Dann macht auch ein Signifikanztest Sinn.**
- **Sobald PM_{2.5} Daten vom UBA verfügbar, besserer Vergleich beim Feinstaub möglich.**
- **Erkenntnisgewinn durch vergleichende Beurteilung der Trends dann erwartbar, wenn Datenverarbeitung bei UBA/Landesämtern hinsichtlich Wichtung bestimmter Repräsentanzen beurteilt werden kann.**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

