



Untersuchungen im Einzugsbereich der neuen NW-Landebahn des Flughafen Frankfurt

Prof. Dr. S. Jacobi
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

I. Die Luftqualität in Flörsheim

II. Kohlenwasserstoffdeposition unter den Einflugschneisen

Gebietsbezogener Immissionsschutz Luftmessnetz Hessen

- Standorte der Messstationen -
Stand: Dezember 2013

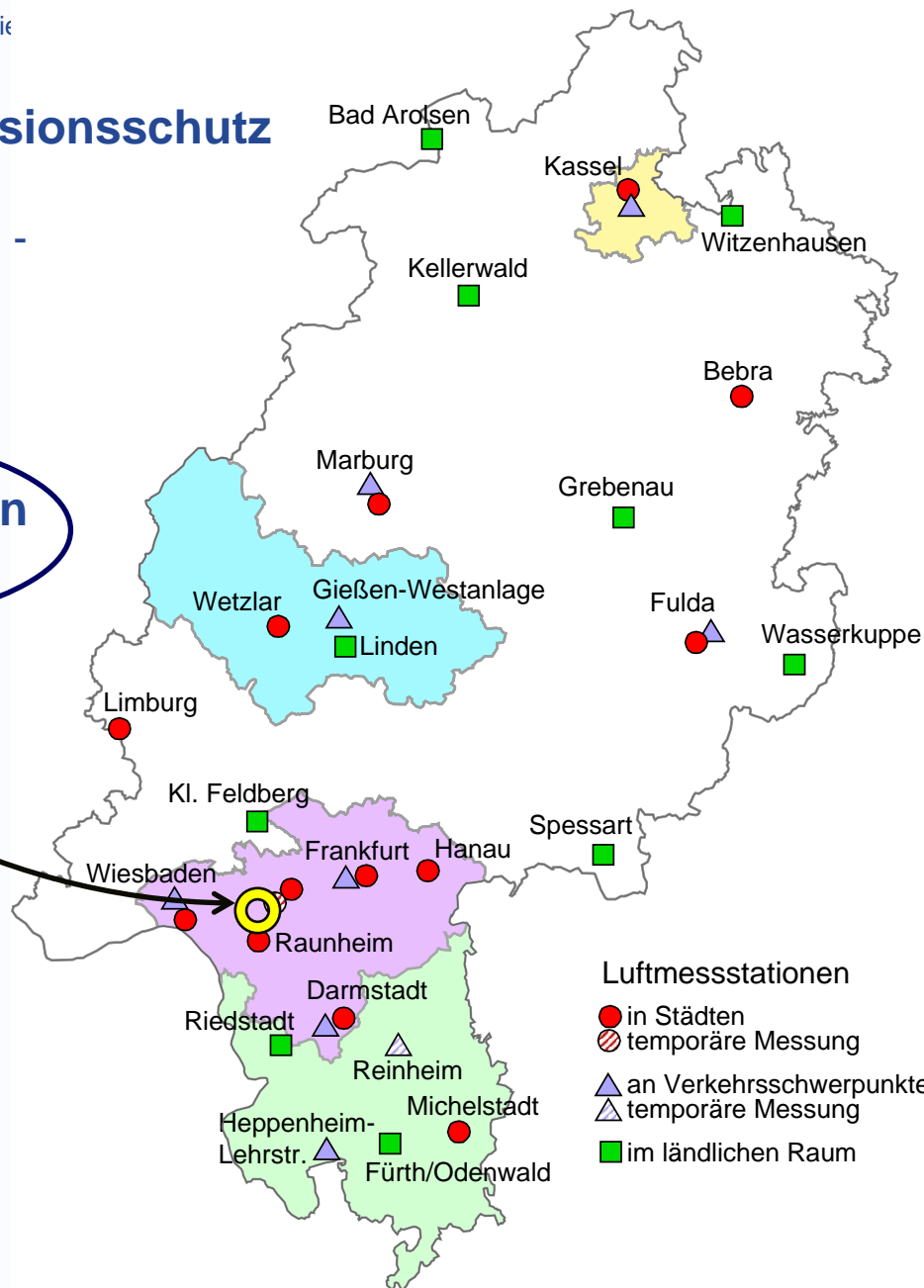
**Temporäre Messstation
Flörsheim**

Ballungsräume

- Kassel
- Rhein-Main

Gebiete

- Lahn-Dill
- Mittel- und Nordhessen
- Südhessen



Luftmessstationen

- in Städten
- ◌ temporäre Messung
- ▲ an Verkehrsschwerpunkten
- ◌ temporäre Messung
- im ländlichen Raum



Luftmessstation „Flörsheim“

- **Zweck?**

**Dokumentation der Luftqualität unter der Einflugschneise auf die neue NW-Landebahn des Rhein-Main-Flughafens;
insbesondere: Beurteilung in Bezug auf Einhaltung gesetzlicher Vorgaben (Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit)**



Luftmessstation „Flörsheim“

- **Wo?**
Christian-Georg-Schütz-Park
- **Vorher: ein Jahr Messungen unter der Einflugschneise bei Westbetrieb (Frankfurt-Sachsenhausen; Lerchesberg) Mai 2012 bis Juni 2013:**
(Ergebnisse:
www.hlug.de ⇒ Luft ⇒ sonstige Berichte



Lage der temporären Messstation „Flörsheim“

Stadtplan Hessen, Ausgabe 2007



Software: Tensing Geoinformatik GmbH
Kartengrundlage und Daten: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation

Standort für die Station Flörsheim im Christian-Georg-Schütz-Park



Umfeld der Luftmessenstation „Flörsheim“ ...



... im Christian-Georg-
Schütz-Park



Luftmessstation „Flörsheim“

- **Warum dort?**
Messstelle sollte gelegen sein:
 - ... im Einflußbereich der Einflugschneise
 - ... in der Nähe der Wohnbevölkerung
(Expositionsbezug)
 - ... nicht in unmittelbarer Nähe von Emissionsquellen
(insbesondere Straßenverkehr)
- **Dauer?**
Juli 2013 – Juni 2014



Luftmessstation „Flörsheim“

- **Was wurde gemessen?**

kontinuierlich:

- Feinstaub (PM₁₀)
- Feinstaub (PM_{2,5})
- Stickstoffmonoxid (NO)
- Stickstoffdioxid (NO₂)
- Kohlenmonoxid (CO)
- Schwefeldioxid (SO₂)
- Ruß
- Gesamtkohlenwasserstoffe (C_nH_m)
- Ozon (O₃)



Luftmessstation „Flörsheim“

- **Was wurde gemessen?**
diskontinuierlich:
 - Benzol (C_6H_6)
(Passivsammelverfahren,
monatliche Probenahme)
- **begleitend gemessen:**
meteorologische Größen (kontinuierlich)



Exemplarische Ergebnisse

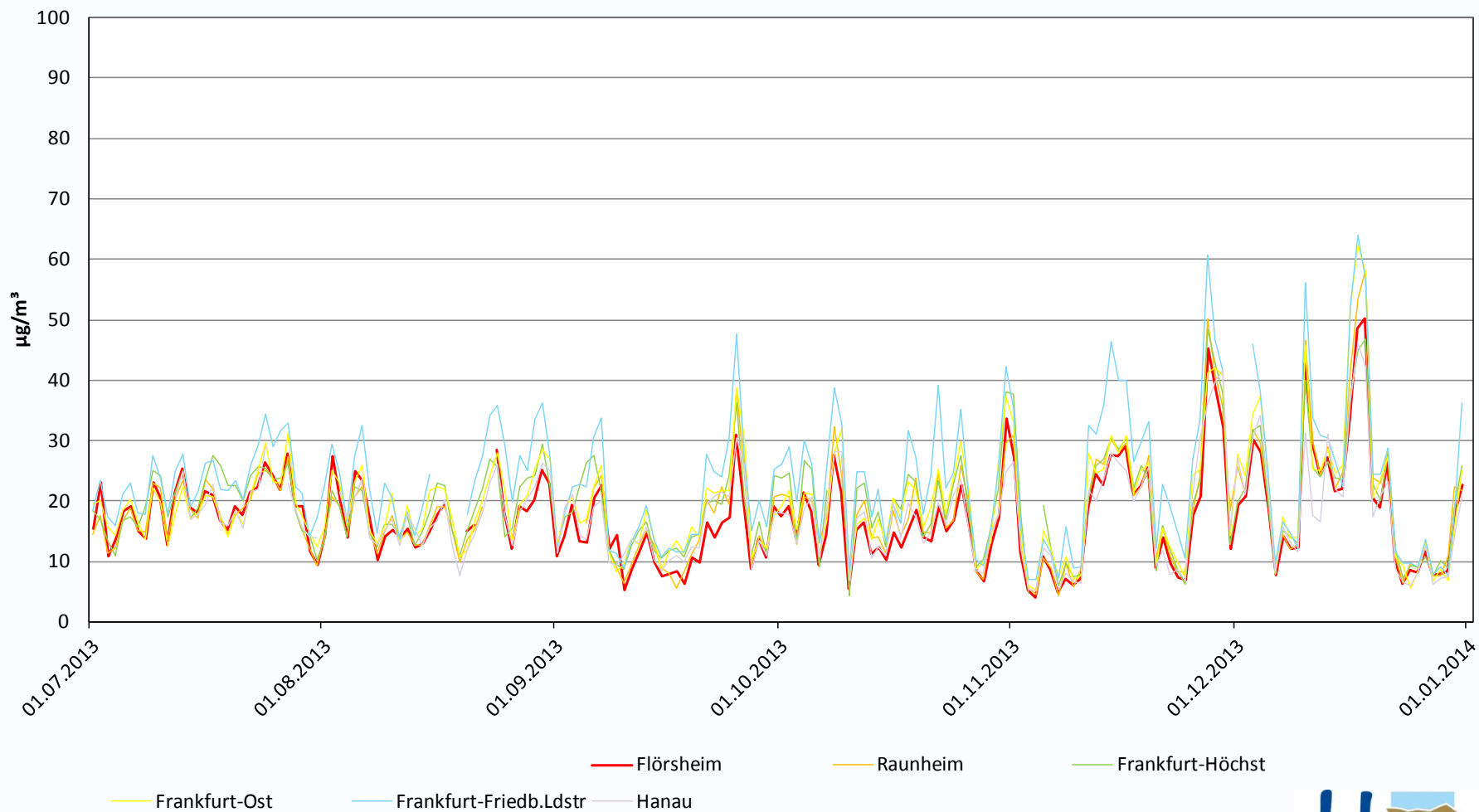
Tagesmittelwerte der Luftschadstoffe ...

... zeitlicher Verlauf

Vergleich mit anderen Messstationen
im näheren Umfeld

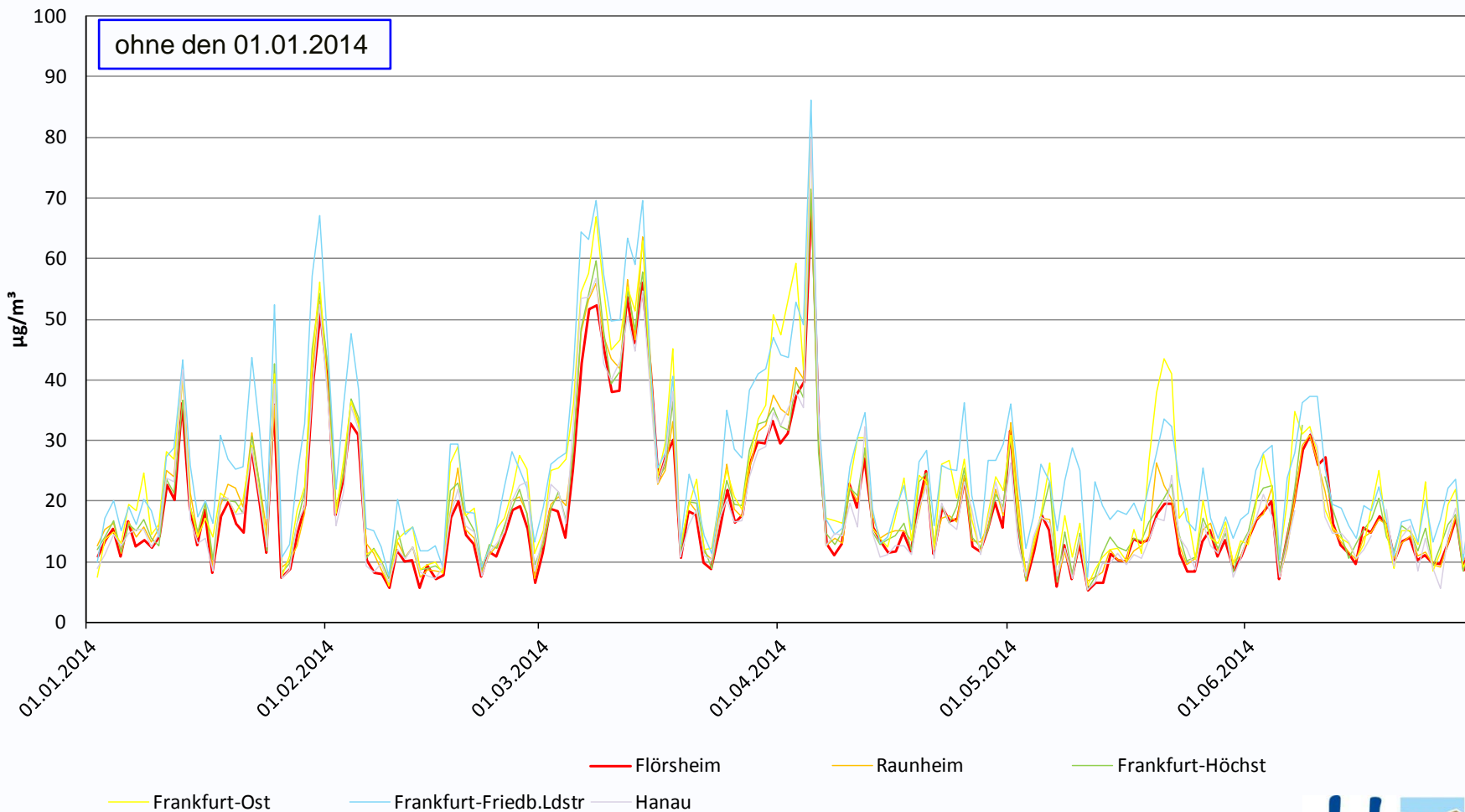
Luftqualität Flörsheim

PM₁₀ - Tagesmittelwerte - Juli 2013 bis Dezember 2013



Luftqualität Flörsheim

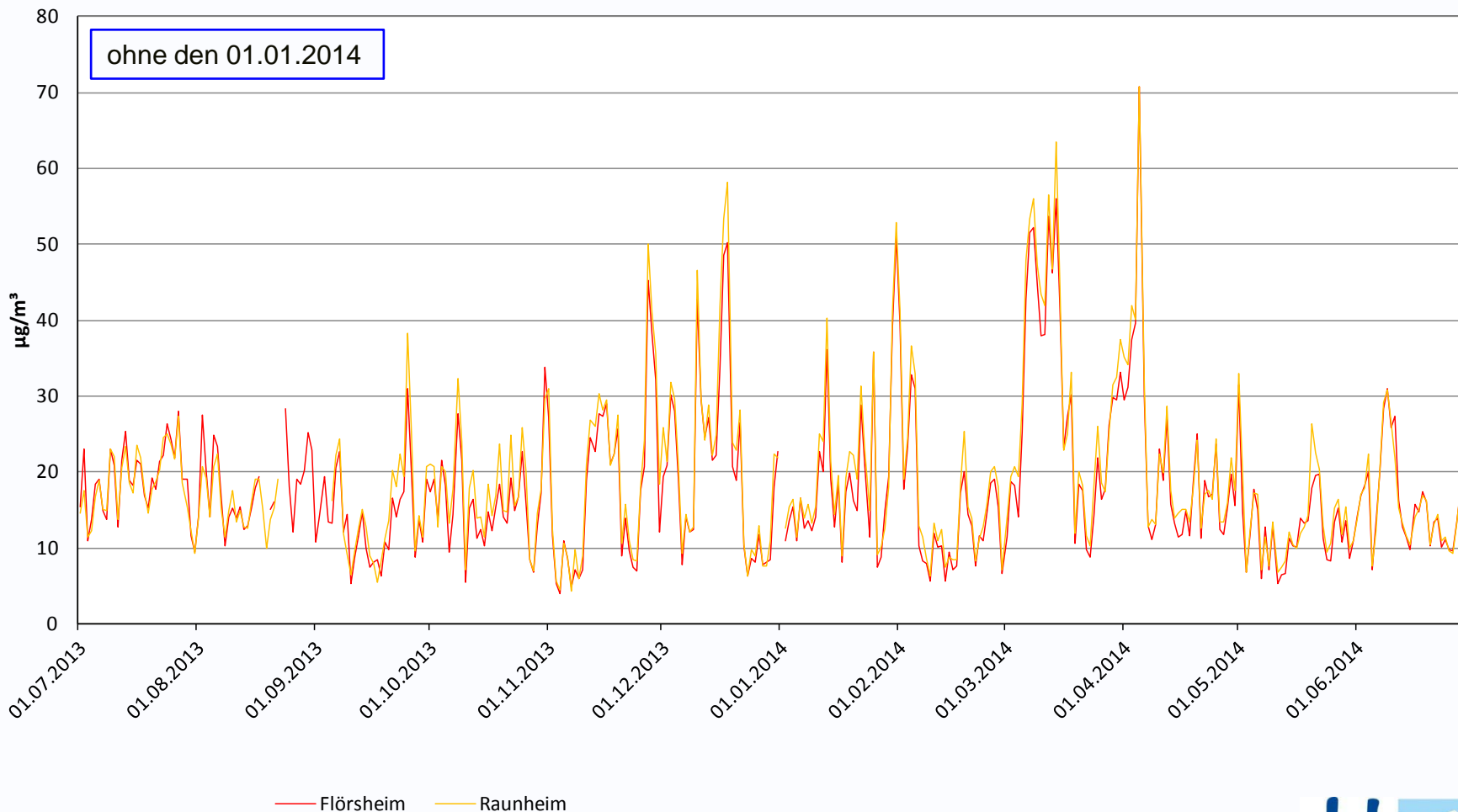
PM₁₀ - Tagesmittelwerte - Januar 2014 bis Juni 2014



Vergleich mit der nächstgelegenen Station „Raunheim“...

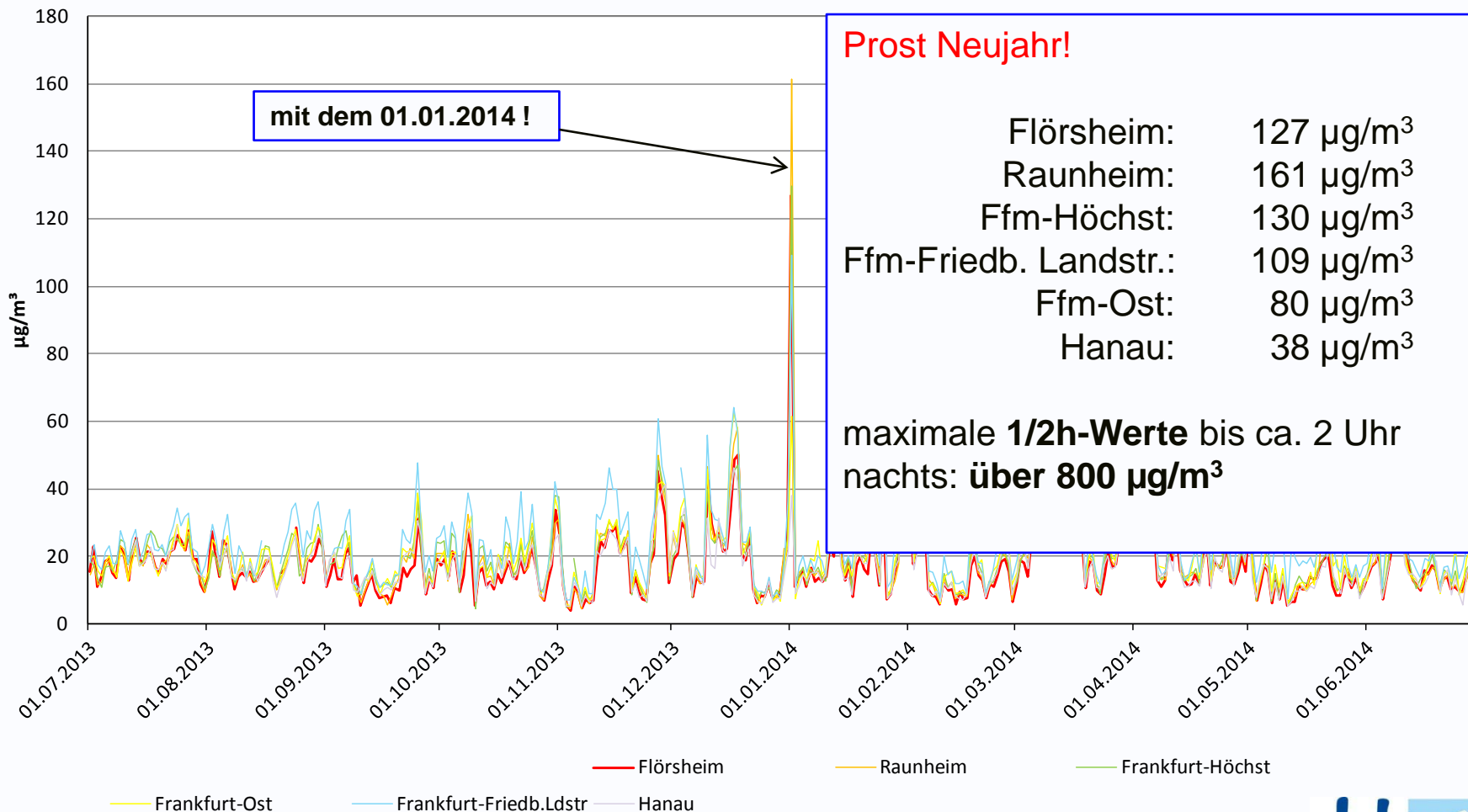
Luftqualität Flörsheim

PM₁₀ - Tagesmittelwerte - Juli 2013 bis Juni 2014



PM₁₀- Immissionsbelastung an beiden Standorten gut vergleichbar

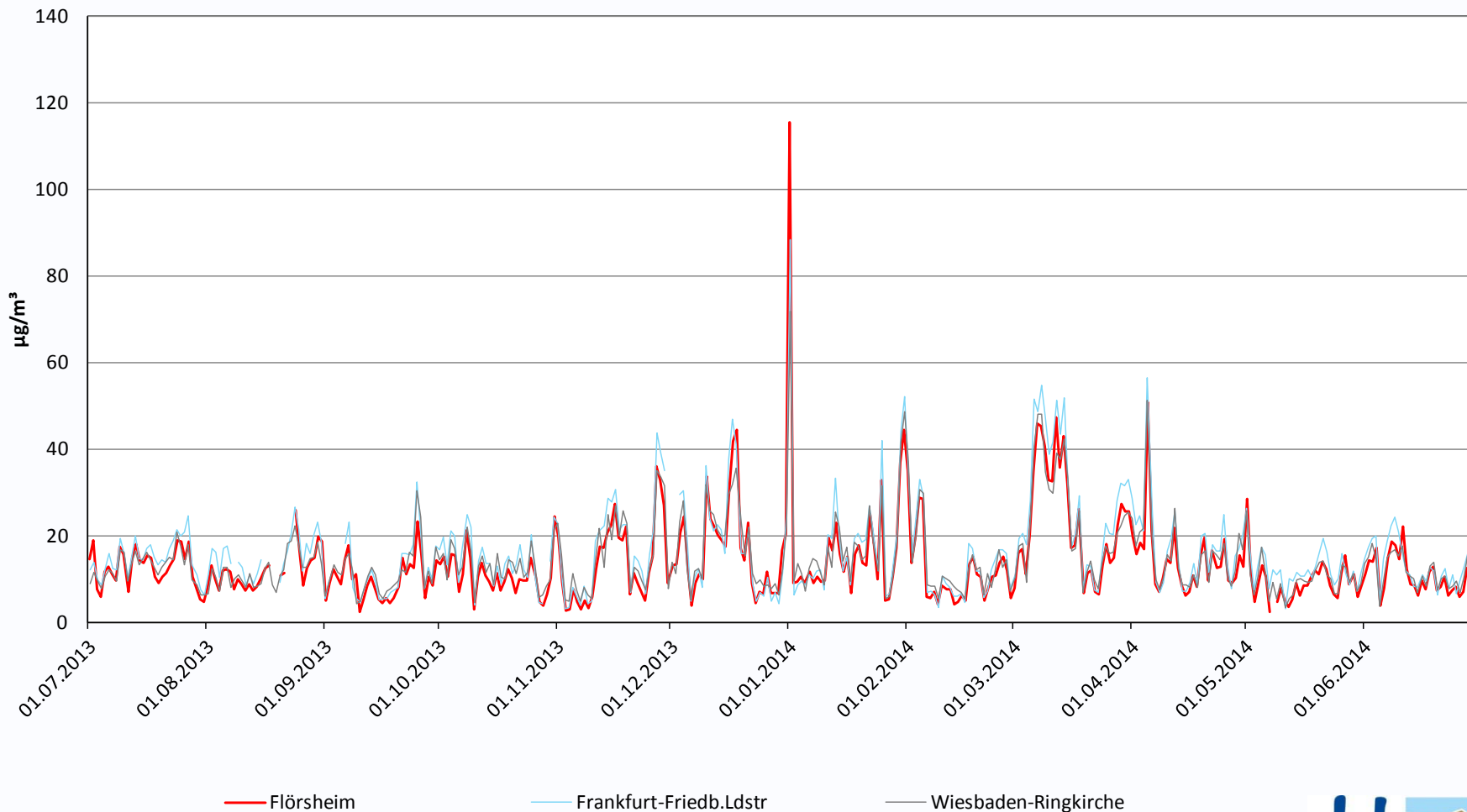
Luftqualität Flörsheim PM₁₀ - Tagesmittelwerte - Juli 2013 bis Juni 2014



— Flörsheim — Raunheim — Frankfurt-Höchst
— Frankfurt-Ost — Frankfurt-Friedb.Ldstr — Hanau

Luftqualität Flörsheim

PM_{2.5} - Tagesmittelwerte - Juli 2013 bis Juni 2014

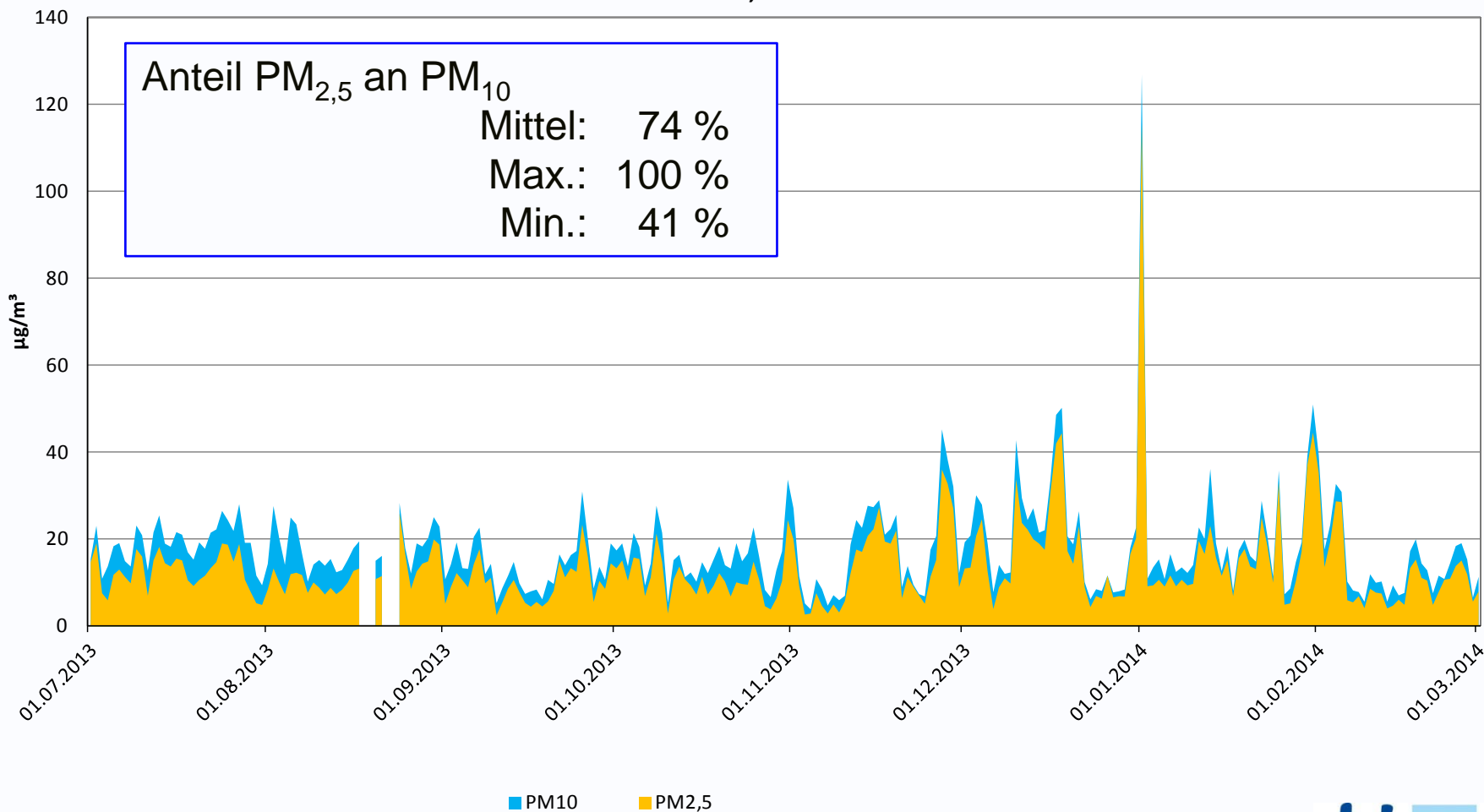


— Flörsheim

— Frankfurt-Friedb.Ldstr

— Wiesbaden-Ringkirche

Luftqualität Flörsheim Vergleich PM₁₀ / PM_{2,5} - Tagesmittelwerte



Wie an anderen Messstellen, dominiert der Anteil feinerer Partikel; in **Einzelfällen (!)** kann PM₁₀ komplett durch PM_{2,5} repräsentiert werden.



Luftmessstation „Flörsheim“

- **PM_{2,5} ist eine Teilmenge von PM₁₀ ...**
 - ... kann aber auch mit PM₁₀ identisch sein
 - ... dann gibt es keine Teilchen > 2,5 µm
 - ... dann messen beide Geräte praktisch das gleiche
- **Jede Messung hat nur eine beschränkte Genauigkeit**
- **Genauigkeitsanforderung an zwei automatische arbeitende PM-Messgeräte, die das gleiche messen sollen:**
 - 2,5 µg/m³ über die gesamte Messreihe der Tagesmittelwerte**



Luftmessstation „Flörsheim“

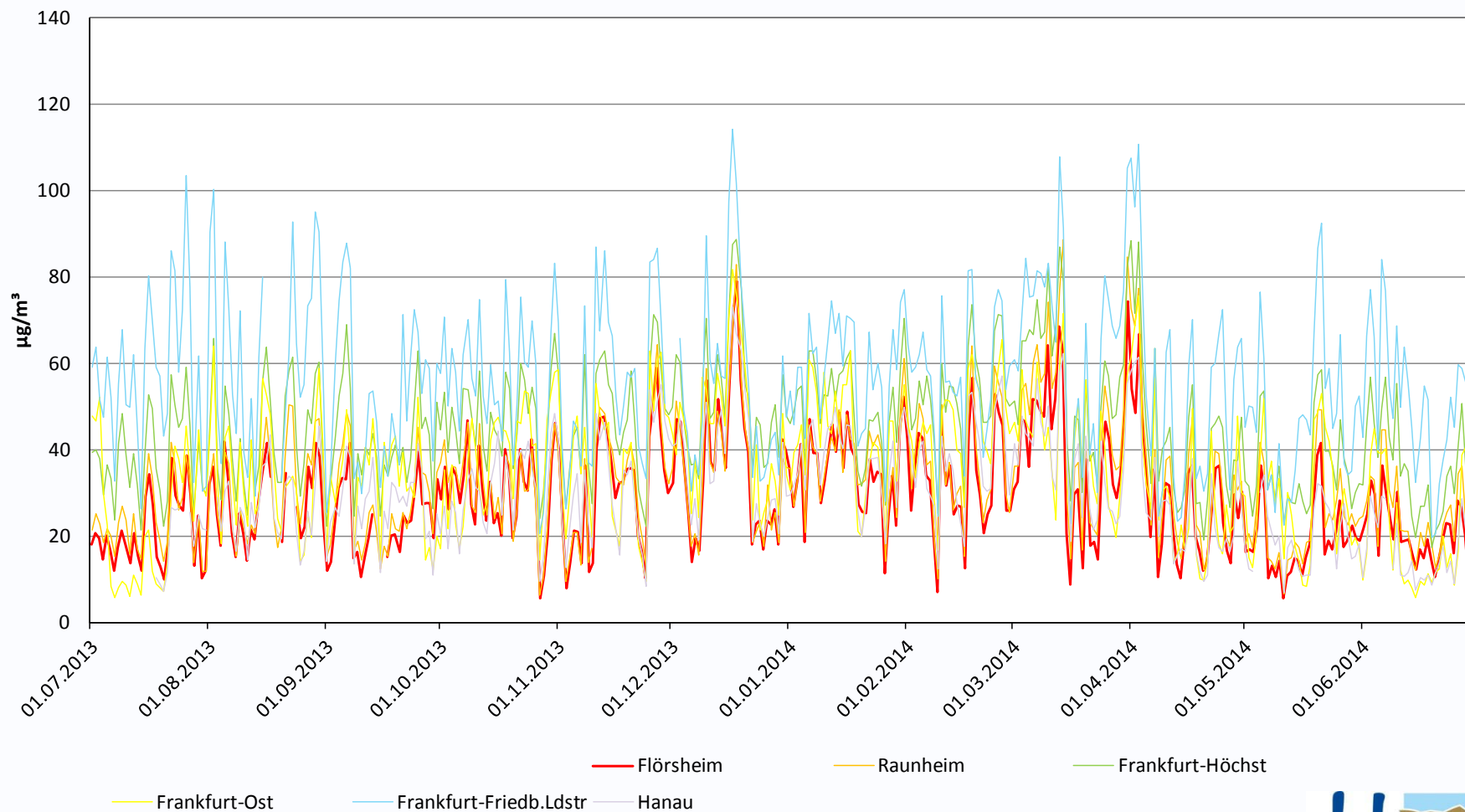
- Diese Genauigkeitsanforderung wird bei Tagesmittelwerten und auch bei hoher zeitlicher Auflösung (1/2h-Werte) eingehalten.
- Selbst auf individuelle Fälle bezogen:

... ein einziger $PM_{2,5}$ -Tageswert lag höher als PM_{10} :
27.05.: $PM_{2,5} = 15,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $PM_{10} = 15,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

... der Anteil individueller Fälle mit höheren Abweichungen bei 1/2h-Werten liegt bei ca. **0,5 %** bezogen auf die Gesamtzahl der Messungen

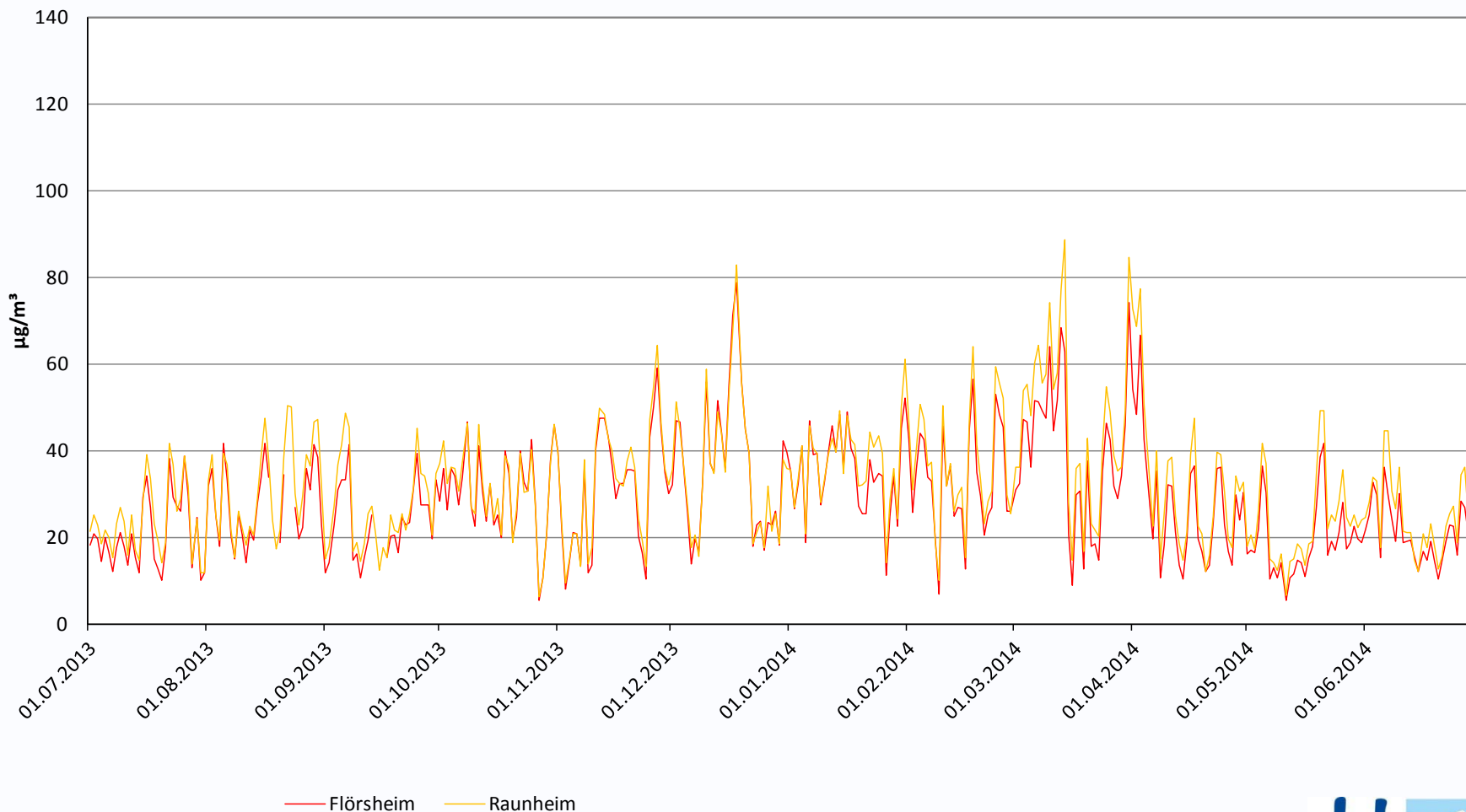


Luftqualität Flörsheim NO₂ - Tagesmittelwerte - Juli 2013 bis Juni 2014



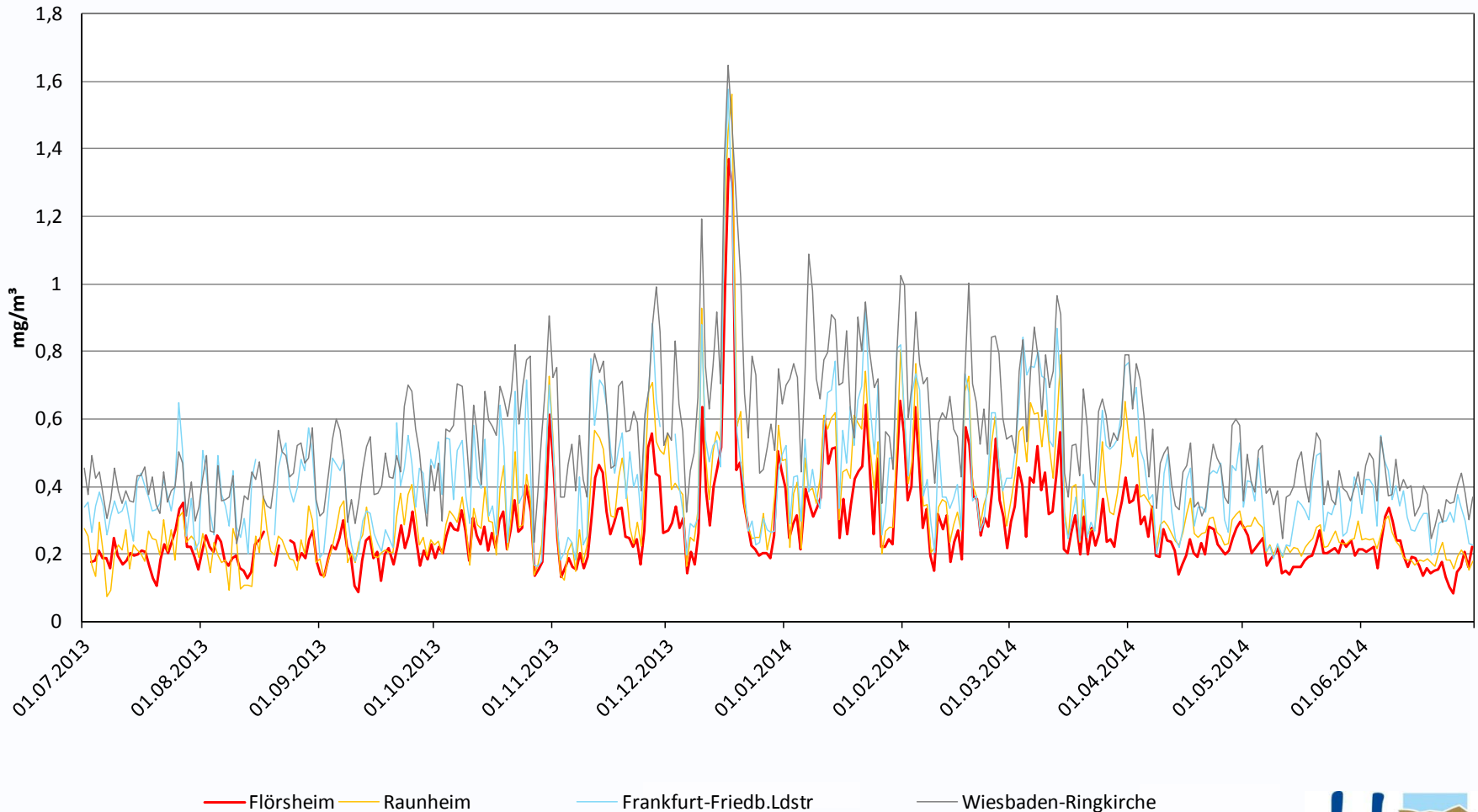
Vergleich mit der nächstgelegenen Station „Raunheim“...

Luftqualität Flörsheim NO₂ - Tagesmittelwerte - Juli 2013 bis Juni 2014



*Auch die Stickstoffdioxidbelastung ist sehr ähnlich zu „Raunheim“
(und eher niedriger)*

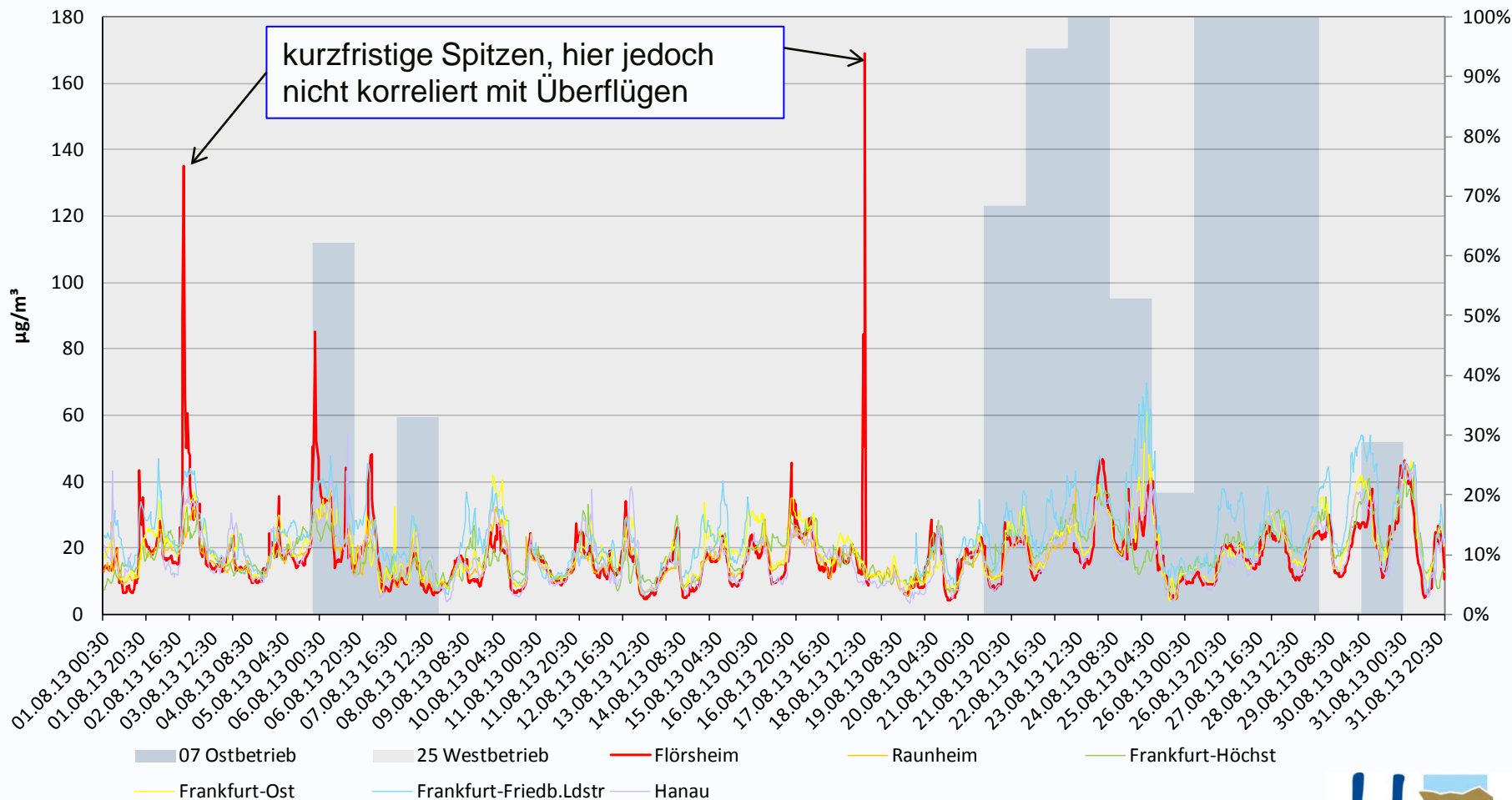
Luftqualität Flörsheim CO - Tagesmittelwerte - Juli 2013 bis Juni 2014



Der Befund nicht auffällig erhöhter Immissionskonzentrationen gilt für alle, auch hier nicht explizit dargestellten Schadstoffe in gleicher Weise.

Beispiel für kurzfristige Fluktuationen...

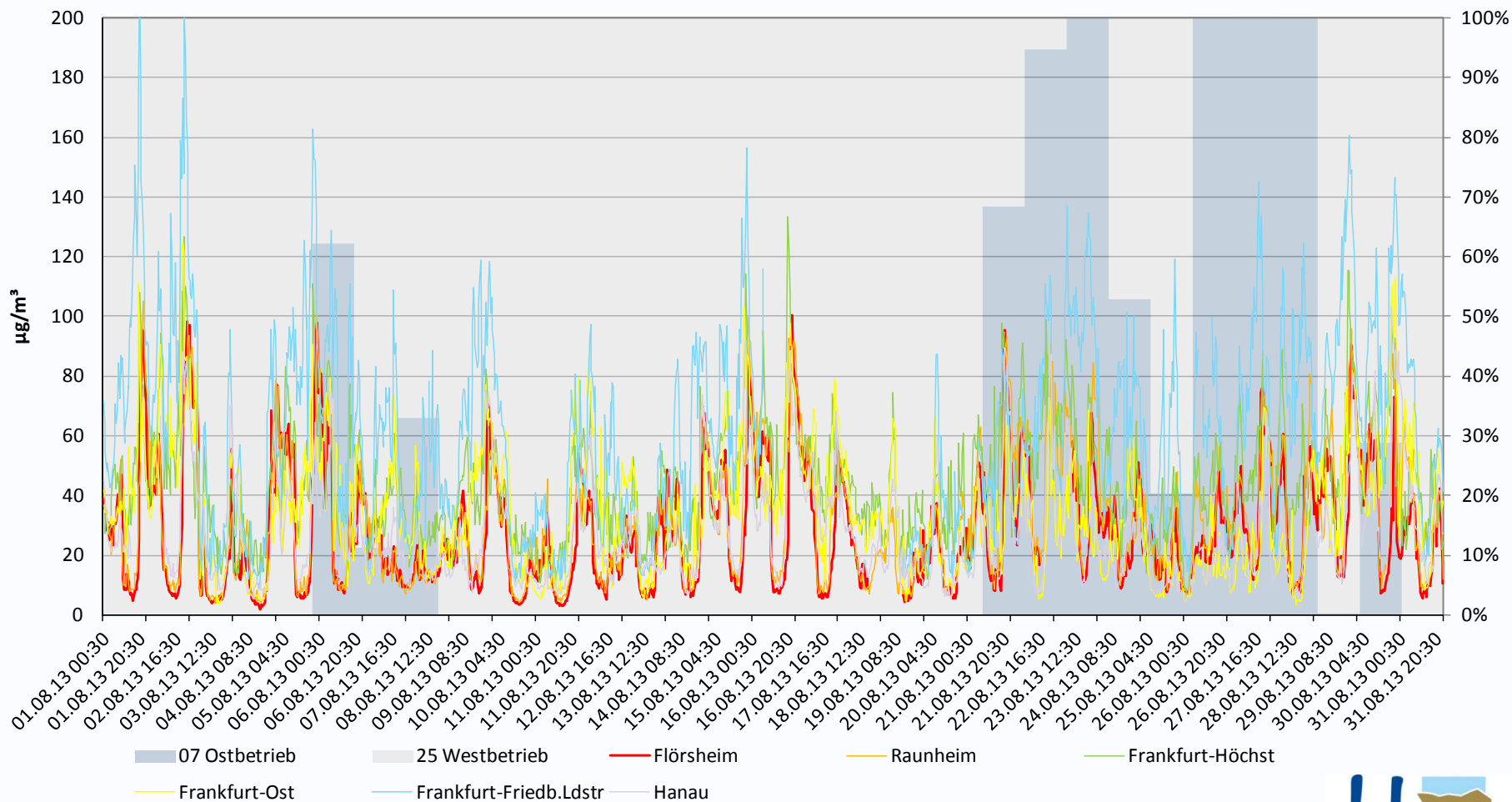
Luftqualität Flörsheim und Flugbetriebsrichtung (Prozent) PM₁₀ - Halbstundenmittelwerte - August 2013



Auch kurzfristige Fluktuationen (hier beispielhaft) zeigen keine ausgeprägten Auffälligkeiten hinsichtlich der Flugbetriebsrichtung...

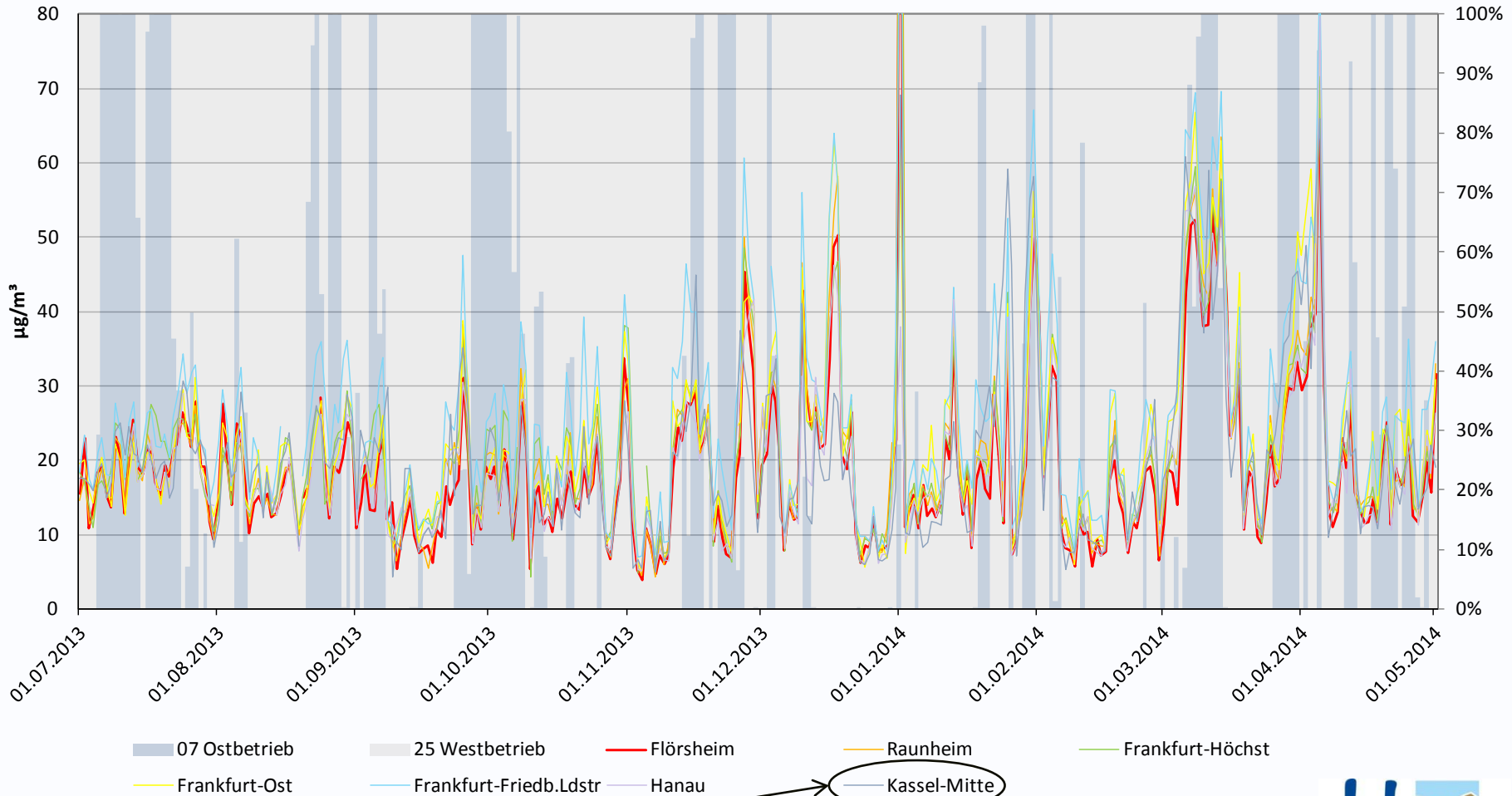
Beispiel für kurzfristige Fluktuationen...

Luftqualität Flörsheim und Flugbetriebsrichtung NO₂ - Halbstundenmittelwerte - August 2013



Auftretende Konzentrationen und Flugbetriebsrichtung...

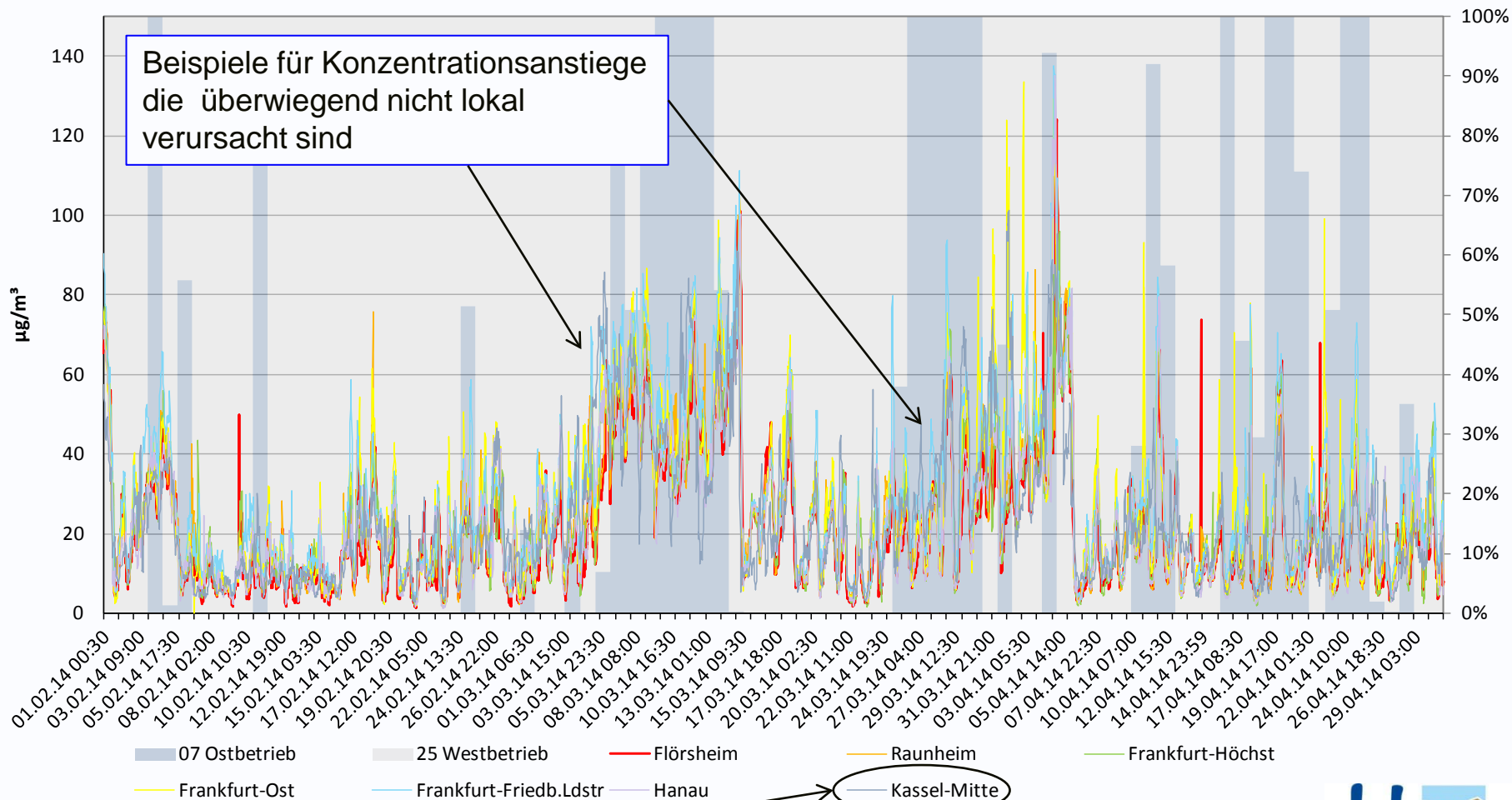
Luftqualität Flörsheim und Flugbetriebsrichtung (Prozent) PM₁₀ - Tagesmittelwerte - Juli 2013 bis April 2014



*Messstelle ausserhalb des potentiellen Einwirkungsbereichs
des Flughafens zeigt einen ähnlichen Verlauf*

Auftretende Konzentrationen und Flugbetriebsrichtung...

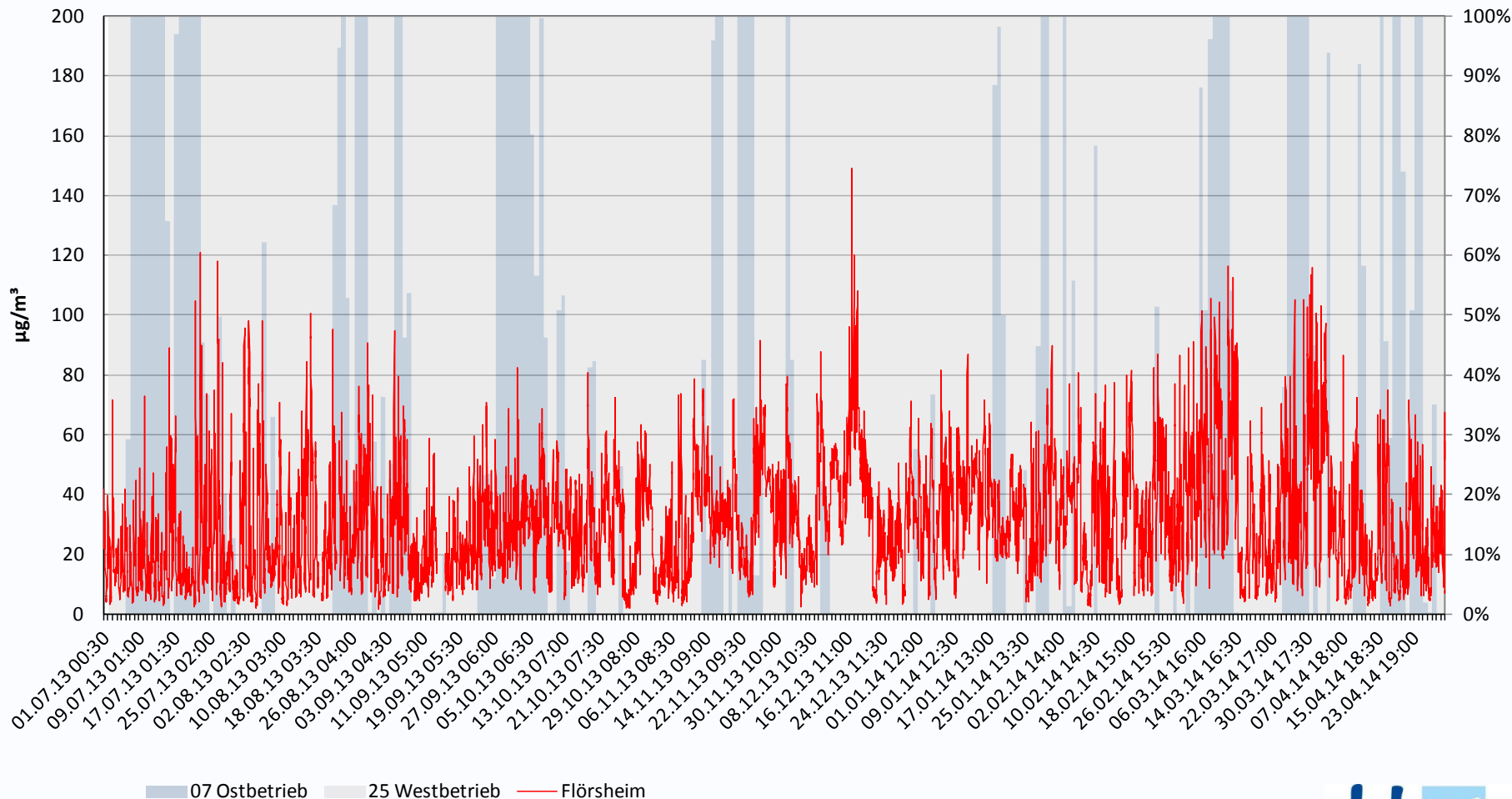
Luftqualität Flörsheim und Flugbetriebsrichtung (Prozent) PM₁₀ - Halbstundenmittelwerte - Februar 2014 bis April 2014



Messstelle ausserhalb des potentiellen Einwirkungsbereichs des Flughafens zeigt einen ähnlichen Verlauf

Auftretende Konzentrationen und Flugbetriebsrichtung...

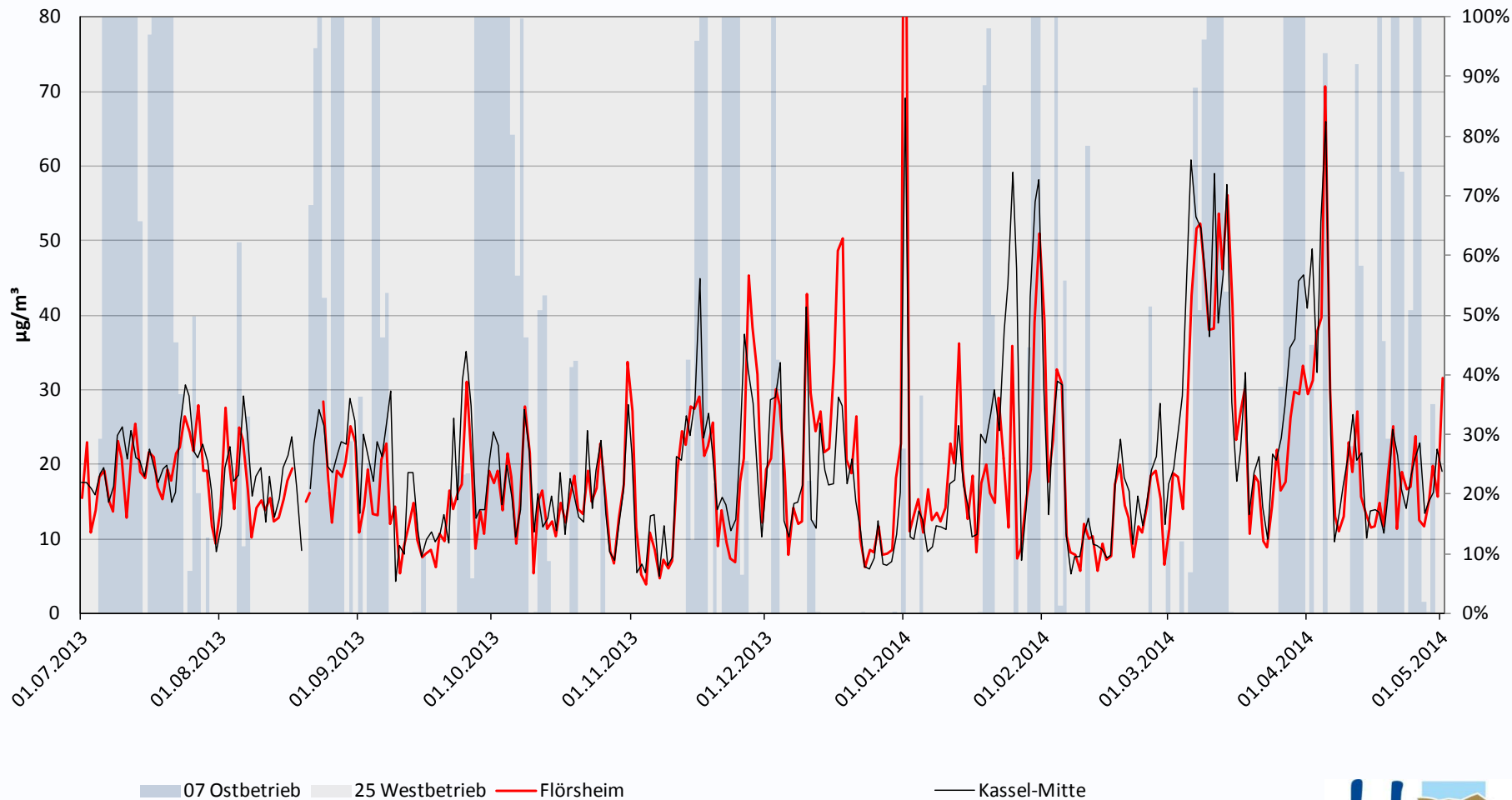
Luftqualität Flörsheim und Flugbetriebsrichtung (Prozent) NO₂ - Halbstundenmittelwerte - Juli 2013 bis April 2014



Besonders erhöhte Spitzenkonzentrationen in Zeiten des Überflugs nicht erkennbar

Phänomen Großräumigkeit...

Großräumiger Hintergrund PM₁₀ - Tagesmittelwerte Flörsheim und Kassel-Mitte



Hinweis auf überregional vorliegende Konzentrationsschwankungen

Mittelwerte im Zeitraum 01.07.13 – 30.06.14

Konzentrationen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| | Flörsheim | Raunheim | Hanau | Kassel-Mitte | Ffm-Höchst | Ffm-Friedb. Landstr. | Wiesbaden-Ringkirche |
|---|-----------|----------|-------|--------------|------------|----------------------|----------------------|
| PM ₁₀ | 18,3 | 19,6 | 18,5 | 19,2 | 20,2 | 25,0 | 20,8 |
| PM _{2,5} | 13,8 | - | - | - | - | 16,4 | 14,6 |
| NO | 14,0 | 20,1 | 13,0 | 9,2 | 32,3 | 43,4 | 63,7 |
| NO ₂ | 28,7 | 32,1 | 29,6 | 22,9 | 45,3 | 56,4 | 55,5 |
| CO ¹⁾ | 0,27 | 0,33 | - | - | - | 0,42 | 0,55 |
| SO ₂ | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,0 | 1,8 | - | - |
| C _n H _m ²⁾ | 0,05 | 0,06 | - | - | - | - | - |
| Ruß | 1,29 | 1,67 | - | - | - | - | 2,85 |
| O ₃ | 40,0 | 41,0 | 41,7 | 44,3 | 33,7 | - | - |

1) Konzentrationen in mg/m^3

2) Konzentrationen in ppm

Anzahl Tage mit PM₁₀-Konzentrationen über 50 µg/m³ (PM₁₀-Überschreitungstage) 01.07.2013 – 30.06.2014

| Flörsheim | Raunheim | Hanau | Kassel- Mitte | Ffm- Höchst | Ffm- Friedb.Landstr. | Wiesbaden Ringkirche |
|-----------|----------|-------|------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|
| 7 | 9 | 9 | 11 | 9 | 18 | 9 |

Der Grenzwert für die kurzfristige PM₁₀-Belastung ist überschritten, wenn im Kalenderjahr mehr als 35 Überschreitungstage auftreten.



Anzahl Stunden mit NO₂-Konzentrationen über 200 µg/m³ (NO₂-Überschreitungsstunden) 01.07.2013 – 30.06.2014

| Flörsheim | Raunheim | Hanau | Kassel- Mitte | Ffm- Höchst | Ffm- Friedb.Landstr. | Wiesbaden Ringkirche |
|-----------|----------|-------|------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Der Grenzwert für die kurzfristige NO₂-Belastung ist überschritten,
wenn im Kalenderjahr mehr als 18 Überschreitungsstunden auftreten.**

Benzol

Monatsmittelwerte

Konzentrationen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| | 07/ 13 | 08/ 13 | 09/ 13 | 10/ 13 | 11/ 13 | 12/ 13 | 01/ 14 | 02/ 14 | 03/ 14 | 04/ 14 | 05/ 14 | 06/ 14 | Mittel |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Flörsheim | 0,3 | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 0,6 | 0,5 | | 0,9 |
| Raunheim | 0,3 | 0,8 | 0,9 | 0,7 | 1,3 | 1,8 | 1,7 | 1,5 | 1,5 | 0,8 | 0,6 | | 1,1 |
| Limburg | 0,3 | 0,8 | 0,6 | 0,9 | 1,1 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,4 | 0,7 | 0,6 | | 1,0 |
| Heppenheim ^{a)} | 0,3 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 1,5 | 1,7 | 1,2 | 0,9 | | 1,3 |
| Reinheim ^{a)} | 0,6 | 1,5 | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 2,1 | 2,3 | 2,1 | 1,9 | 1,2 | 1,0 | | 1,6 |
| Wiesbaden ^{a)} | 0,7 | 1,7 | 1,7 | 1,9 | 2,0 | 2,4 | 2,3 | 1,8 | 2,1 | 1,4 | 1,3 | | 1,8 |
| Gießen ^{a)} | 0,7 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,3 | 2,0 | 1,9 | 1,8 | 1,2 | 1,2 | | 1,5 |
| Marburg ^{a)} | 0,5 | 1,3 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 1,7 | 1,0 | 1,3 | | 1,5 |
| Kassel ^{a)} | 0,6 | 1,6 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 1,8 | 1,5 | 1,2 | | 1,7 |

Der Grenzwert für Benzol liegt bei $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert

^{a)} Straßenverkehrsbezogene Messstation



Fazit (1)

- **Keine auffällig erhöhte oder ungewöhnliche Immissionsbelastung**
- **Im Vergleich zu Messstationen im näheren Umfeld: Immissionsbelastung in ähnlicher Größenordnung (z. B. „Raunheim“)**
- **Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden deutlich unterschritten, dies gilt auch für „Problemkomponenten“ PM_{10} und NO_2**
- **Die Immissionen folgen der Struktur regional und überregional auftretender Konzentrationsschwankungen**



Fazit (2)

- **Ungewöhnliche Immissionsereignisse auch bei höherer zeitlicher Auflösung nicht auffallend**
- **Bisher keine auffällige Abhängigkeit von der Flugbetriebsrichtung ohne weiteres ableitbar**
- **auftretende Konzentrationsanstiege -auch bei Ostbetriebs-treten in ähnlicher Weise zeitgleich an anderen Messstationen auf und sind überwiegend durch überregionale Konzentrationschwankungen zu erklären**
- **Auch relativ großräumige Immissionsstrukturen nachweisbar (⇒ Anteile nicht lokal bedingter Schwankungen deutlich erkennbar)**

I. Die Luftqualität in Flörsheim

II. Kohlenwasserstoffdeposition unter den Einflugschneisen



Hintergrund / Motivation

Bedenken in Teilen der Öffentlichkeit:

Schadstoffniederschlag beim Anflug auf neue NW-Landebahn des Flughafens Frankfurt ?



Reaktion: Aufnahme eines Depositionsmessprogramms

Grundidee und Ziel:

- **systematische Untersuchung von Niederschlagsproben auf Staubmasse und bestimmte organische Inhaltstoffe**
- **Einschätzung der Lage im Einflussbereich der Einflugschneisen durch Vergleich mit anderen Belastungssituationen**



Untersuchungsgegenstand

Probenahme / Analytik

- **Staubniederschlag**
„Bergerhoff-Verfahren“ (VDI-Richtlinie 4320, Blatt 2)
- **organische Inhaltstoffe im Niederschlag**
Standardsammler Typ: „Trichter-Flasche“ (DIN EN 15980)
- **polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**
5-7 Verbindungen mit B(a)P als „Leitsubstanz“
gemäß EU-Richtlinie 2004/107/EG
- **Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)**
Summenparameter C10-C40
(mittel- bis schwerflüchtige Verbindungen)
in Anlehnung an DIN EN 16703

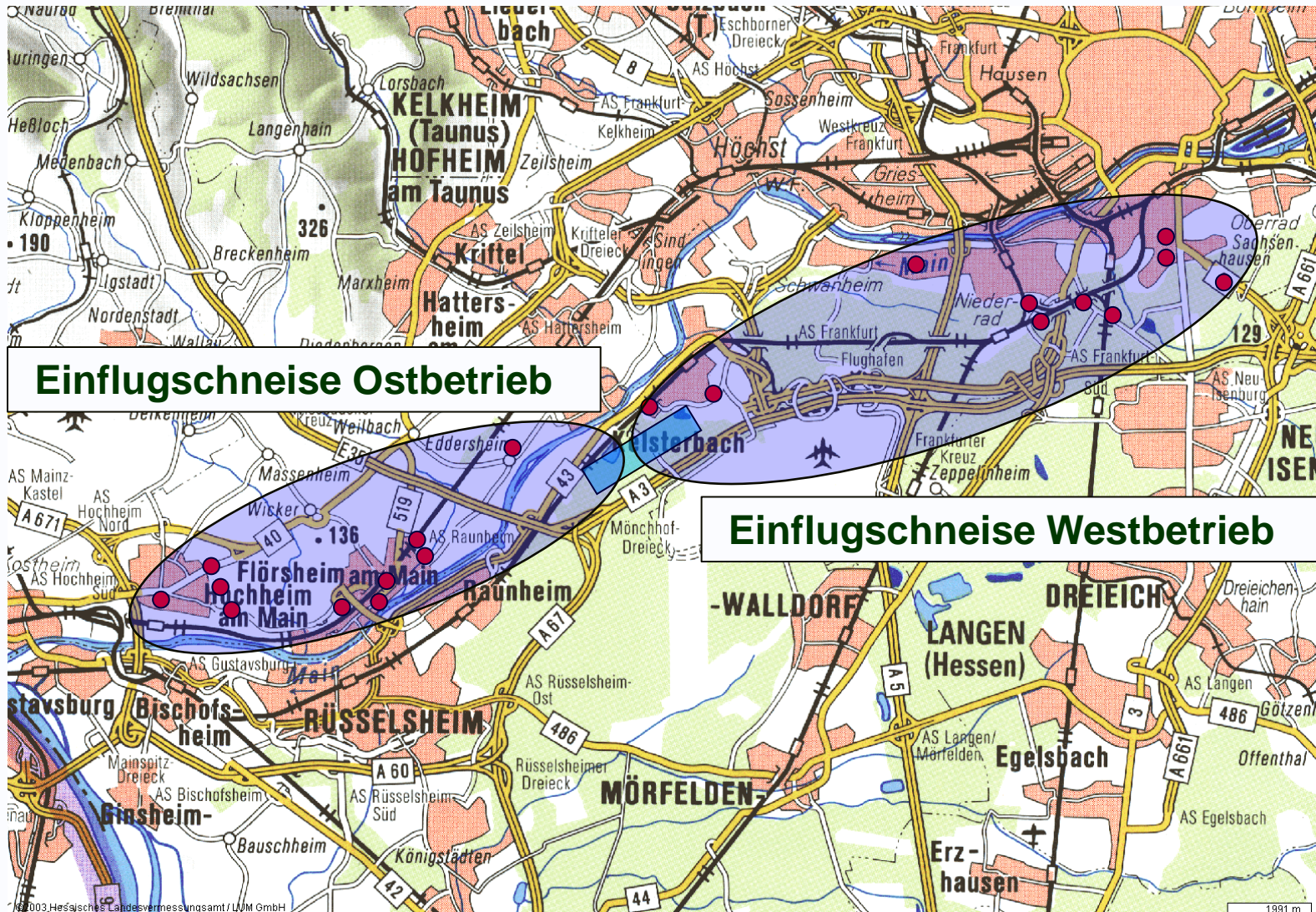


Messpunkte / Messstrategie

- je 10 **Probenahmestellen im Bereich der Einflugschneisen** auf die NW-Landebahn zu beiden Seiten
- **Vergleichsstandorte:**
 - je 3 Probenahmestellen im Raum **Frankfurt** (städtisch belastet, Rhein-Main-Gebiet)
 - Kassel** (städtisch belastet, flughafenfern)
 - Ulrichstein** im Vogelsberg (ländlicher Hintergrund)
- **Monatlicher Probenwechsel**
- **Beginn: Anfang 2013**
- **Dauer 1 Jahr**
- **Fremdvergabe an Analysenlabor**



Lage der Depositionsprobenahmestellen im Bereich der Einflugschneisen auf die NW-Landebahn



NW-Landebahn



Probenahme stellen



Bergerhoff-Sammler

Probenahme für
Staubniederschlag nach
VDI 4320, Blatt 2



Trichter-Flasche-Sammler, Standard nach DIN EN 15980 (beispielhafte Darstellung)





Vier zu betrachtende Gebiete

- **Einflugschneise Ostbetrieb
(Landung nach Osten)**
- **Einflugschneise Westbetrieb
(Landung nach Westen)**
- **Frankfurt**
- **Ulrichstein**
- **Kassel**



Angabe der Ergebnisse...

Die eingetragenen Stoffmengen werden als Masse bezogen auf eine feste Flächen- und Zeiteinheit (z. B. ein Quadratmeter und ein Tag) angegeben.

Typische Niederschlags- oder auch Depositionsraten sind:

mg / m² / d

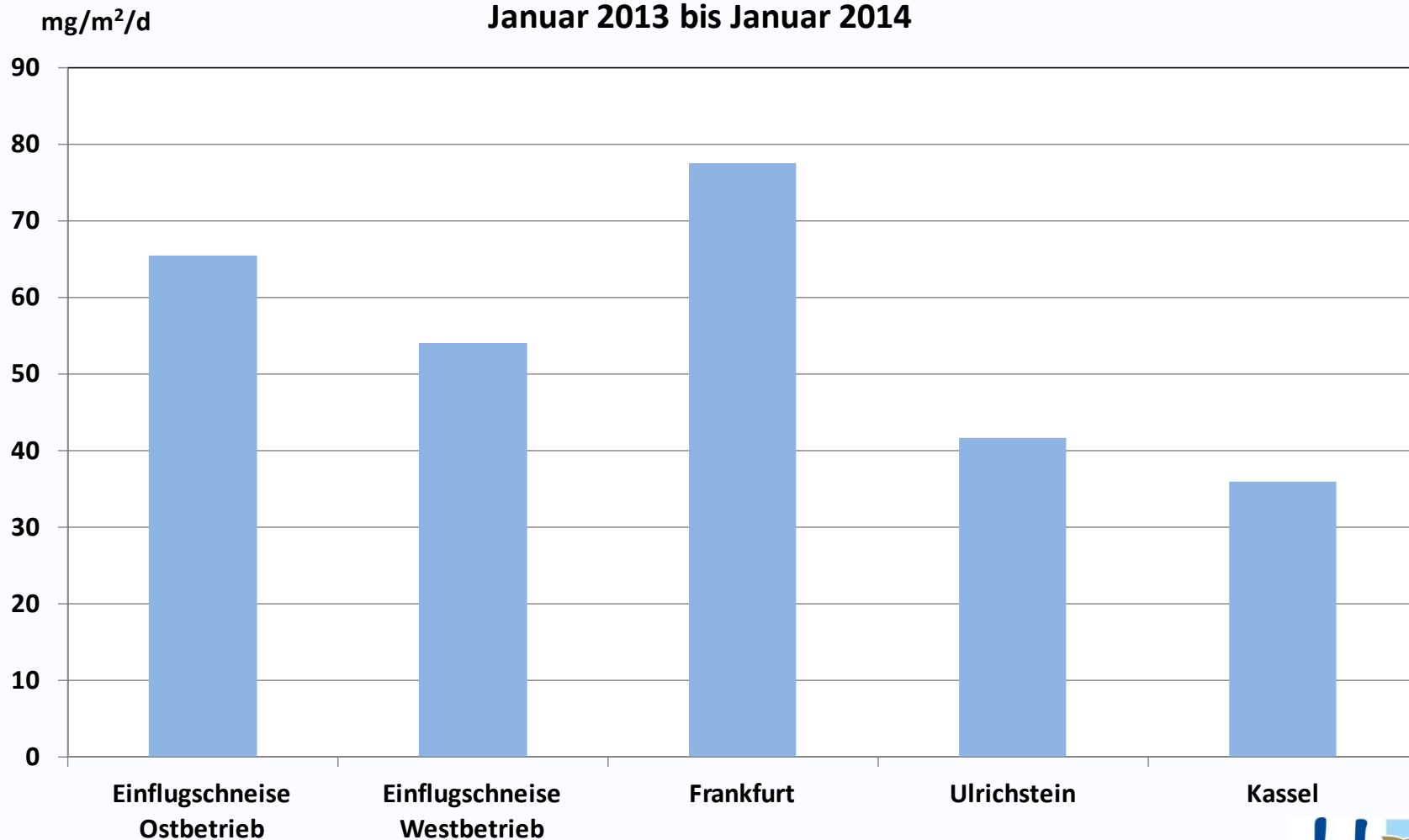
µg / m² / d

ng / m² / d

(Milligramm, Mikrogramm oder Nanogramm pro Quadratmeter und Tag)

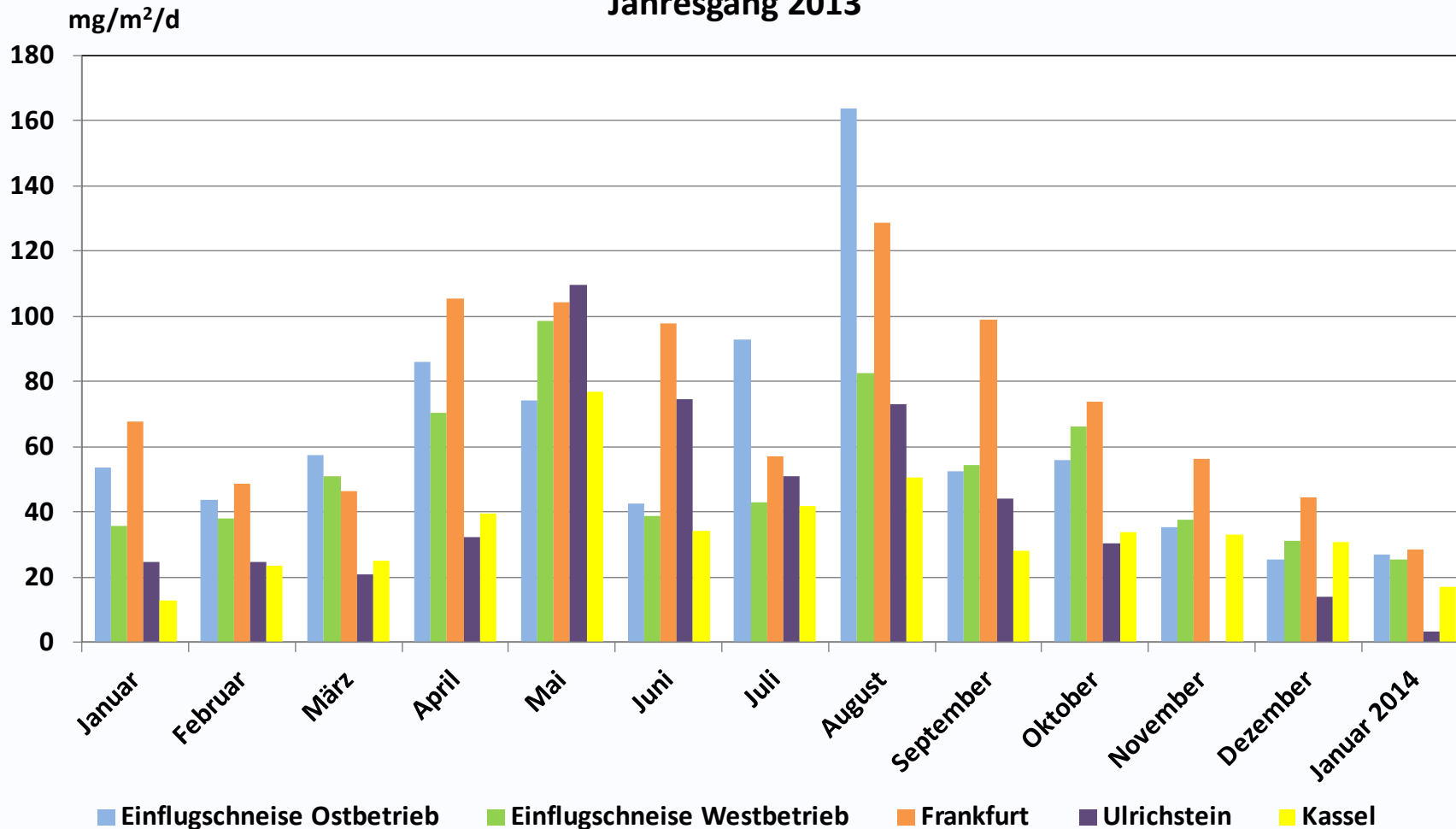
Depositionsmessprogramm NW-Landebahn; Flughafen Frankfurt Staubniederschlag

Januar 2013 bis Januar 2014



Beurteilungswert nach TA-Luft 350 mg/m²/d im Jahresmittel

Depositionsmessprogramm NW-Landebahn; Flughafen Frankfurt Staubniederschlag Jahresgang 2013



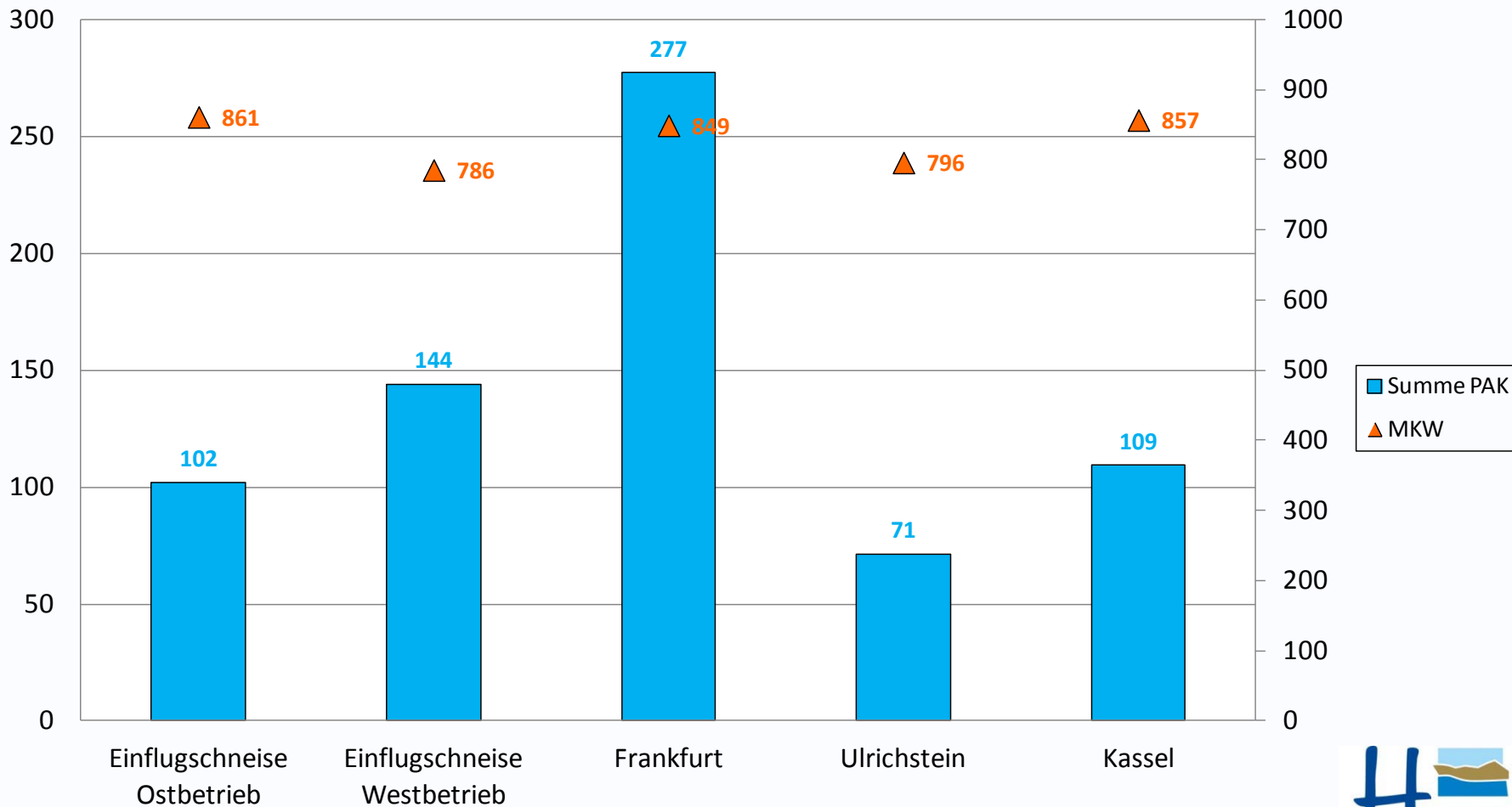
Typischer Jahresgang mit in der Regel höheren Werten im Sommer

Depositionsmessprogramm NW-Landebahn; Flughafen Frankfurt PAK und MKW

Jahresmittelwerte - 2013

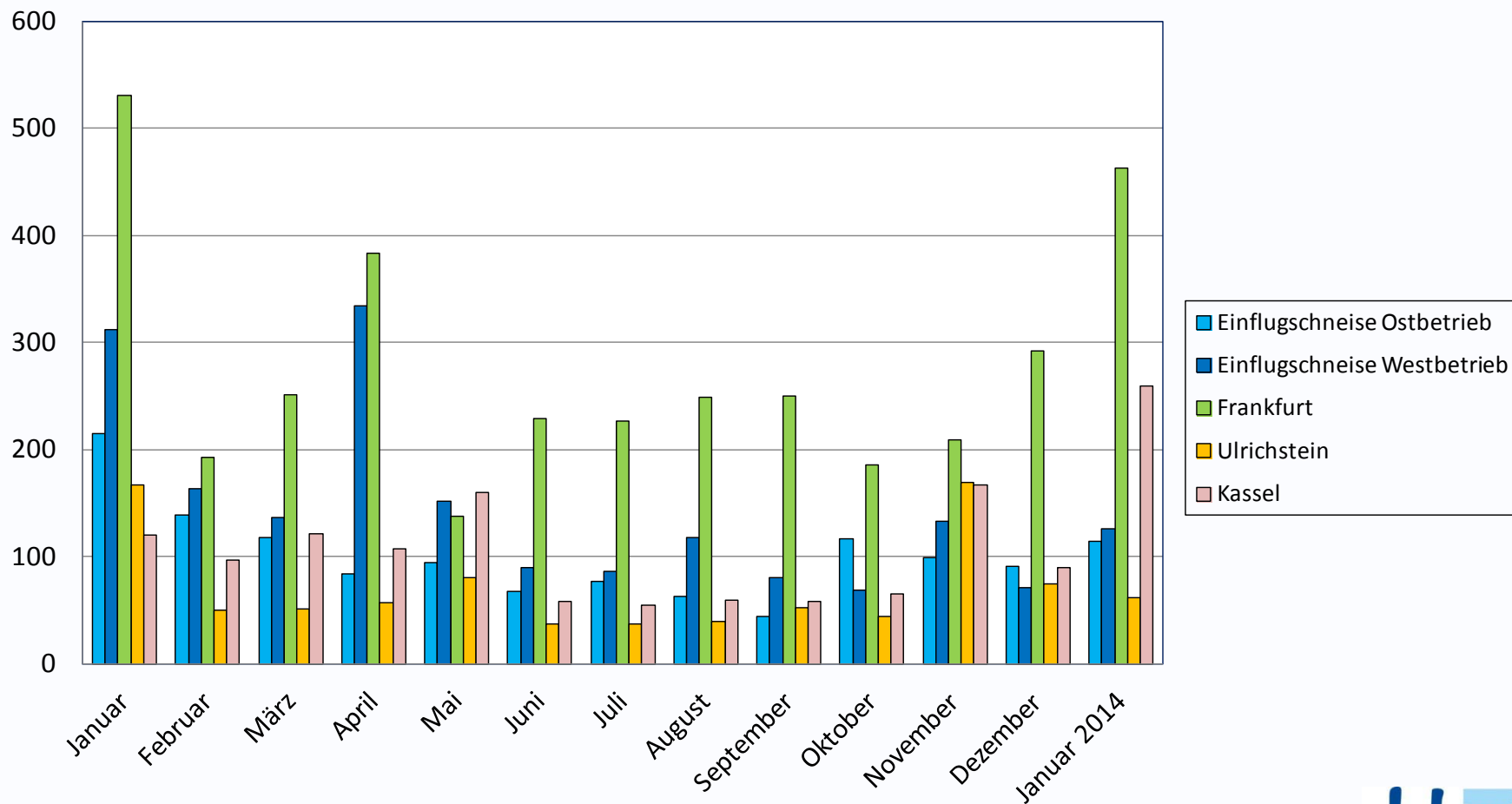
ng PAK /m²/d

µg MKW /m²/d



Depositionsmessprogramm NW-Landebahn; Flughafen Frankfurt Summe PAH Jahresgang 2013

ng /m²/d

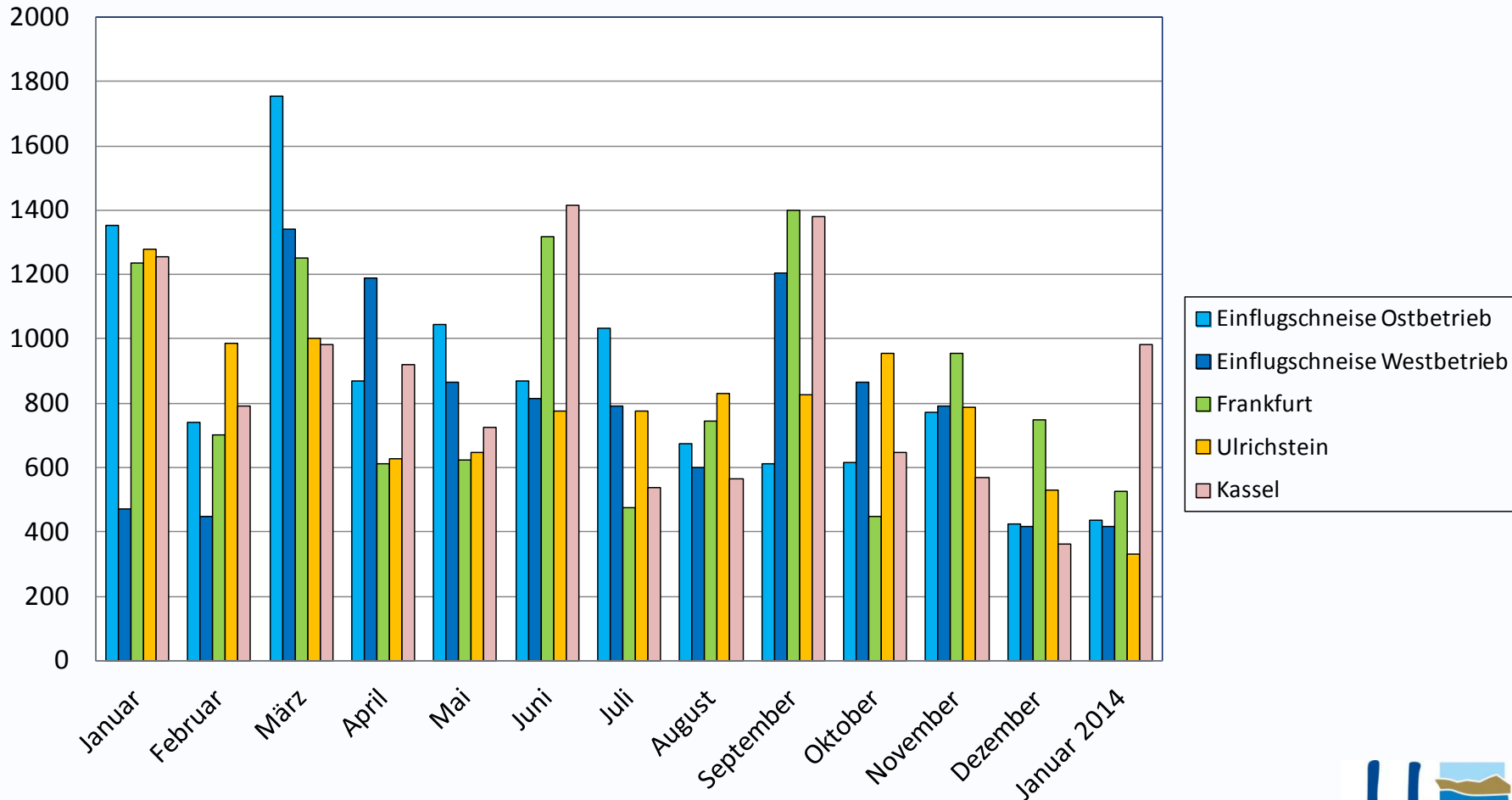


Typischer Jahresgang mit in der Regel höheren Werten im Winter

Depositionsmessprogramm NW-Landebahn; Flughafen Frankfurt Mineralölkohlenwasserstoffe (C10-C40)

Jahresgang 2013

$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{d}$

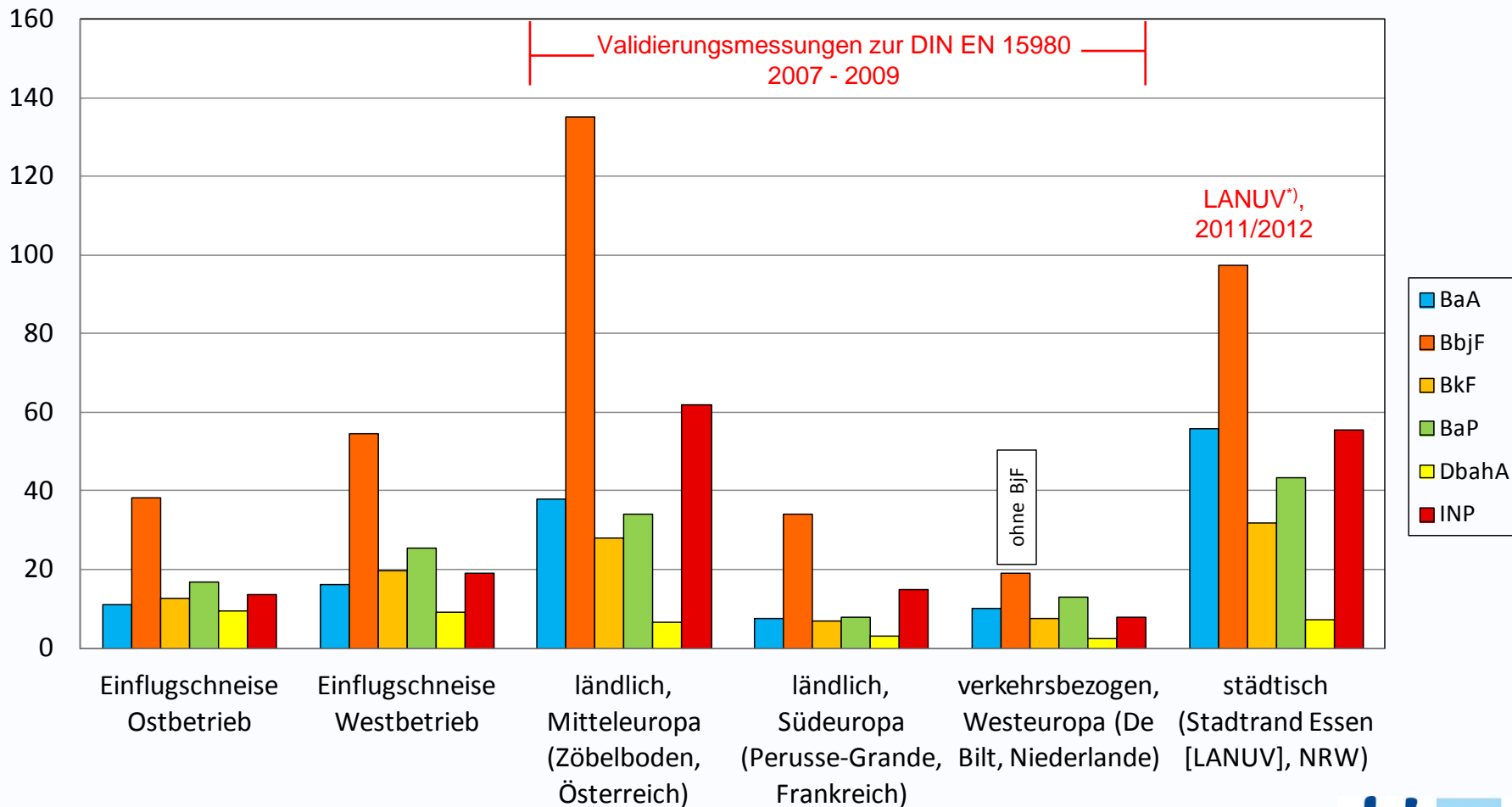


Tendenziell kein Jahresgang erkennbar

Depositionsmessprogramm NW-Landebahn; Flughafen Frankfurt PAK, Vergleichswerte aus anderen Gebieten

Jahresmittelwerte

ng PAK /m²/d

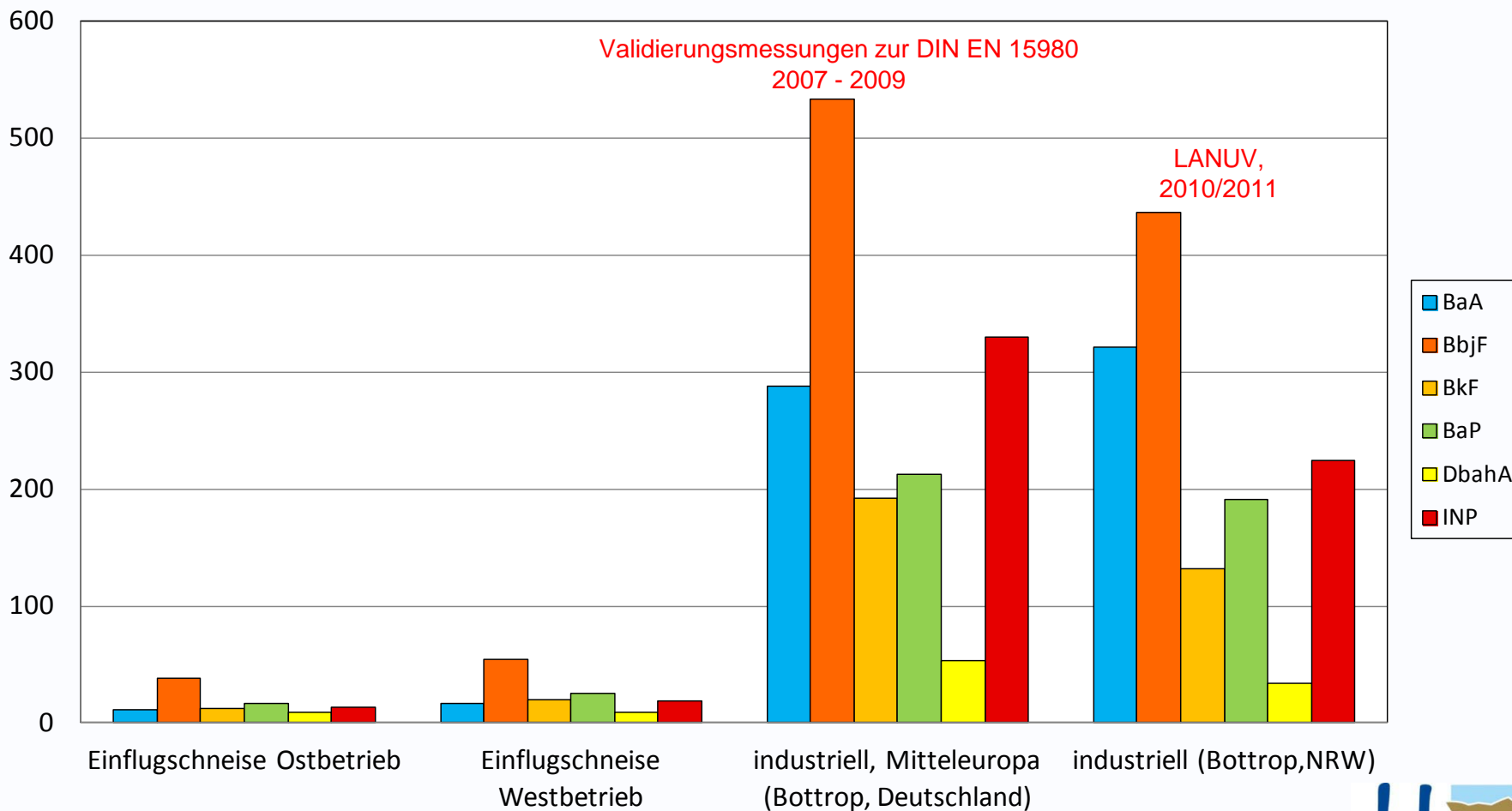


^{*)} Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz, NRW

Depositionsmessprogramm NW-Landebahn; Flughafen Frankfurt PAK, Vergleichswerte aus einem industriell belasteten Gebiet

Jahresmittelwerte

ng PAK /m²/d





Zusammenfassung / Fazit (1)

- **Staubniederschlagsraten liegen im zu erwartenden Bereich. Der Beurteilungswert der „Technischen Anleitung Luft“ (TA-Luft, BImSchG) von 350 mg/m²/d wird überall sicher eingehalten (auch an einzelnen Probenahmepunkten).**
- **Der Jahresgang des Staubniederschlag zeigt überall das typische Verhalten mit höheren Werten im Sommer.**
- **Das Profil der PAK entspricht bekannten Verhältnissen.**
- **In allen Gebieten ist für die PAK's ein Jahresgang zu erkennen, mit bekanntermaßen höheren Depositionsraten im Winter); dies gilt jedoch nicht für die MKW.**
- **Die Depositionsraten für MKW sind in allen Gebieten im Mittel sehr ähnlich.**



Zusammenfassung / Fazit (2)

- **Die räumliche und zeitliche Variabilität zwischen einzelnen Probenahmepunkten kann aber erheblich sein (für PAK und MKW)!**
- **Die Vergleichsmessungen geben keinen deutlichen Hinweis auf ungewöhnlich erhöhte PAK- oder MKW-Depositionsraten.
Die höchsten PAK-Depositionsraten treten im Stadtgebiet von Frankfurt auf, die niedrigsten im ländlichen Hintergrund (Ulrichstein im Vogelsberg).**



***Herzlichen Dank für ihre
Aufmerksamkeit!***