

# Untersuchungen zur Luftqualität im Einzugsbereich des Flughafen Frankfurt

## Mörfelden-Walldorf

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



# Luftmessstation „Mörfelden-Walldorf“

- **Zweck?**

**Dokumentation der Luftqualität im Einzugsbereich des Rhein-Main-Flughafens / Startbahn 18 West**

**insbesondere: Beurteilung in Bezug auf Einhaltung gesetzlicher Vorgaben (Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit)**



## Vorgeschichte ...

- **Inbetriebnahme der neuen NW-Landebahn (Oktober 2011)**

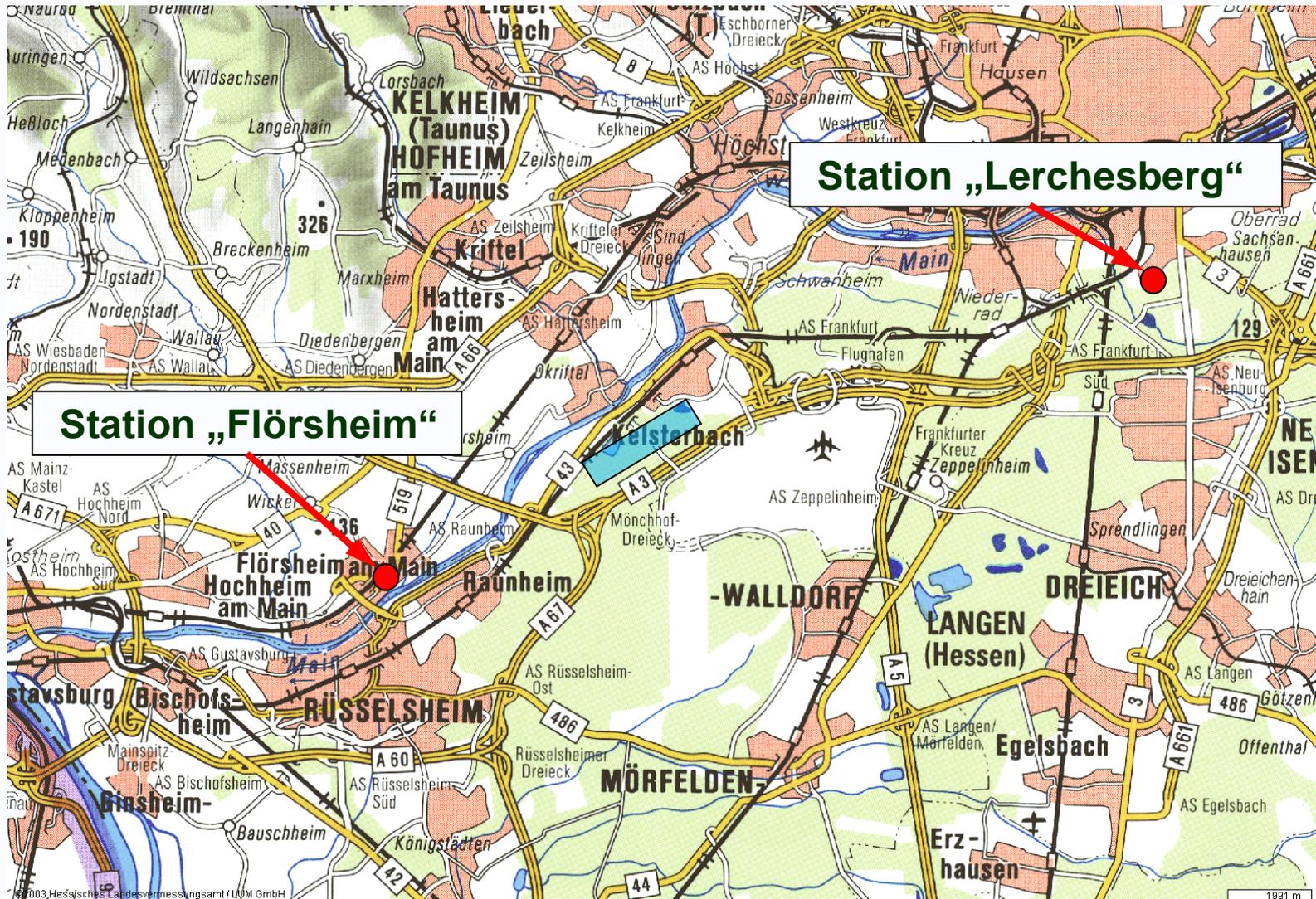
**Bedenken: negativer Einfluss auf die Luftqualität, Grenzwerte in Gefahr?**

### Untersuchungen :

- **Östlich** der NW-Landebahn  
Frankfurt-Sachsenhausen, *Lerchesberg*  
Mai 2012 – Juni 2013
- **Westlich** der NW-Landebahn  
*Flörsheim*  
Juli 2013 – Juni 2014



# Vorgeschichte ...





# Vorgeschichte ...

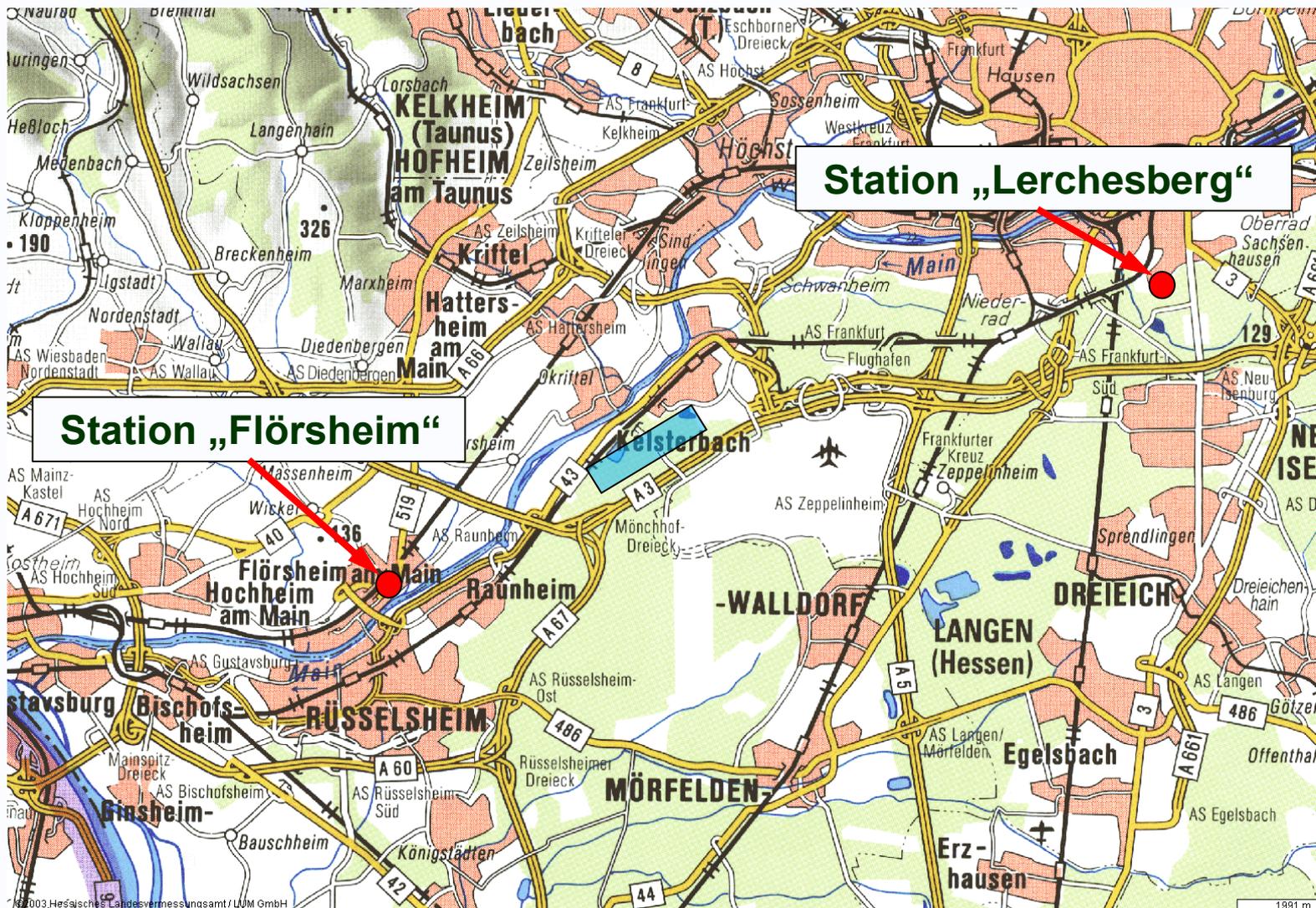
- **Alle Details finden Sie hier**
  - **[www.hlug.de](http://www.hlug.de)**
    - ⇒ Themen ⇒ sonstige Berichte
    - „Erhebung der Luftqualität Station *Flörsheim*“ ...
    - „Erhebung der Luftqualität ... Station *Frankfurt-Lerchesberg*“



# Vorgeschichte ...

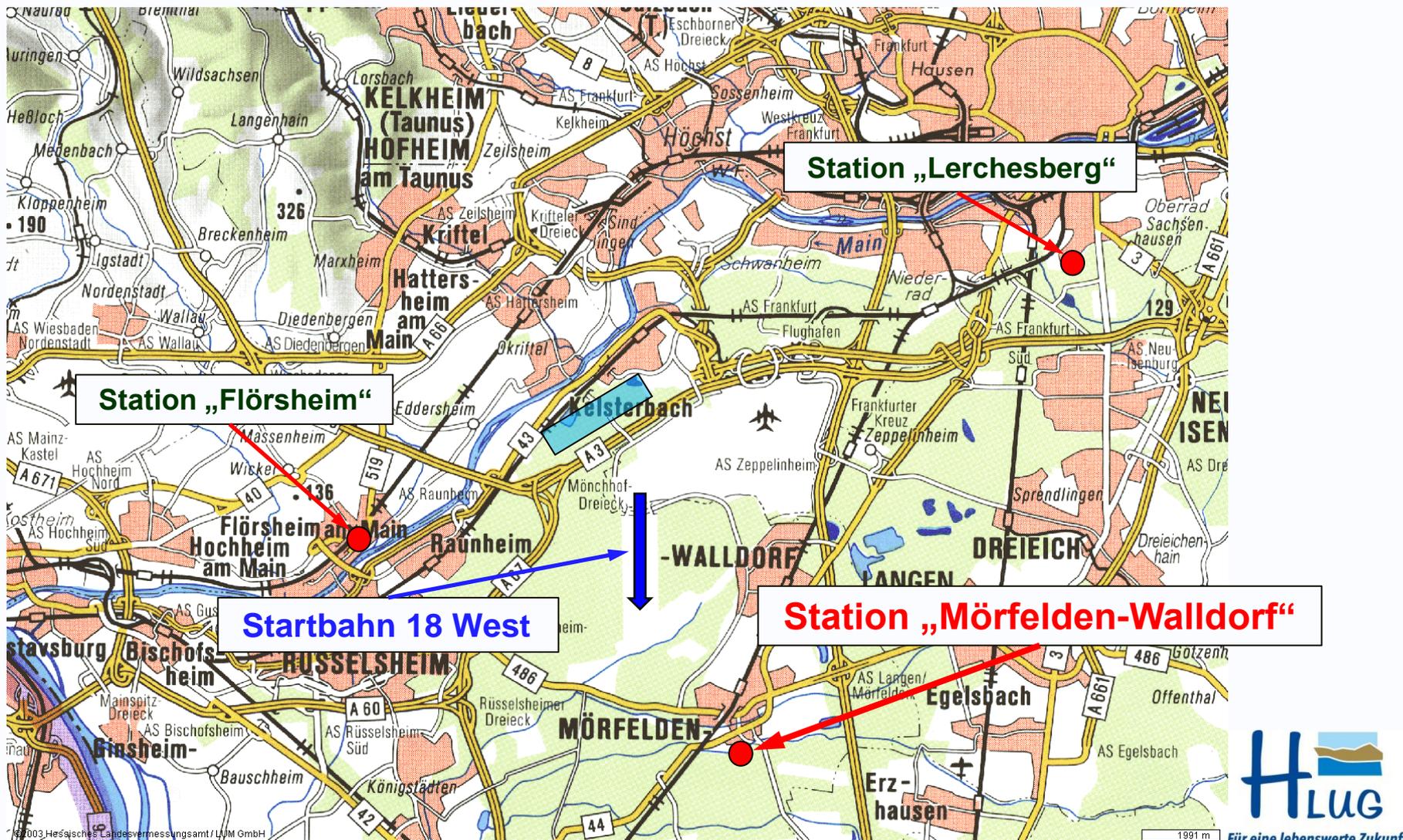
- **Einige Befunde der Erhebungen (hervorgehoben)**
  - **Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit deutlich unterschritten**
  - **Immissionsbelastung vergleichbar mit Luftmessstationen im näheren Umfeld**
  - **Keine auffällige Abhängigkeit von der Flugbetriebsrichtung ableitbar**

# Fortführung der Untersuchungen ... ...im südlichen Einflussbereich des Flughafens





# Fortführung der Untersuchungen ... ...im südlichen Einflussbereich des Flughafens





# Luftmessstation „Mörfelden-Walldorf“

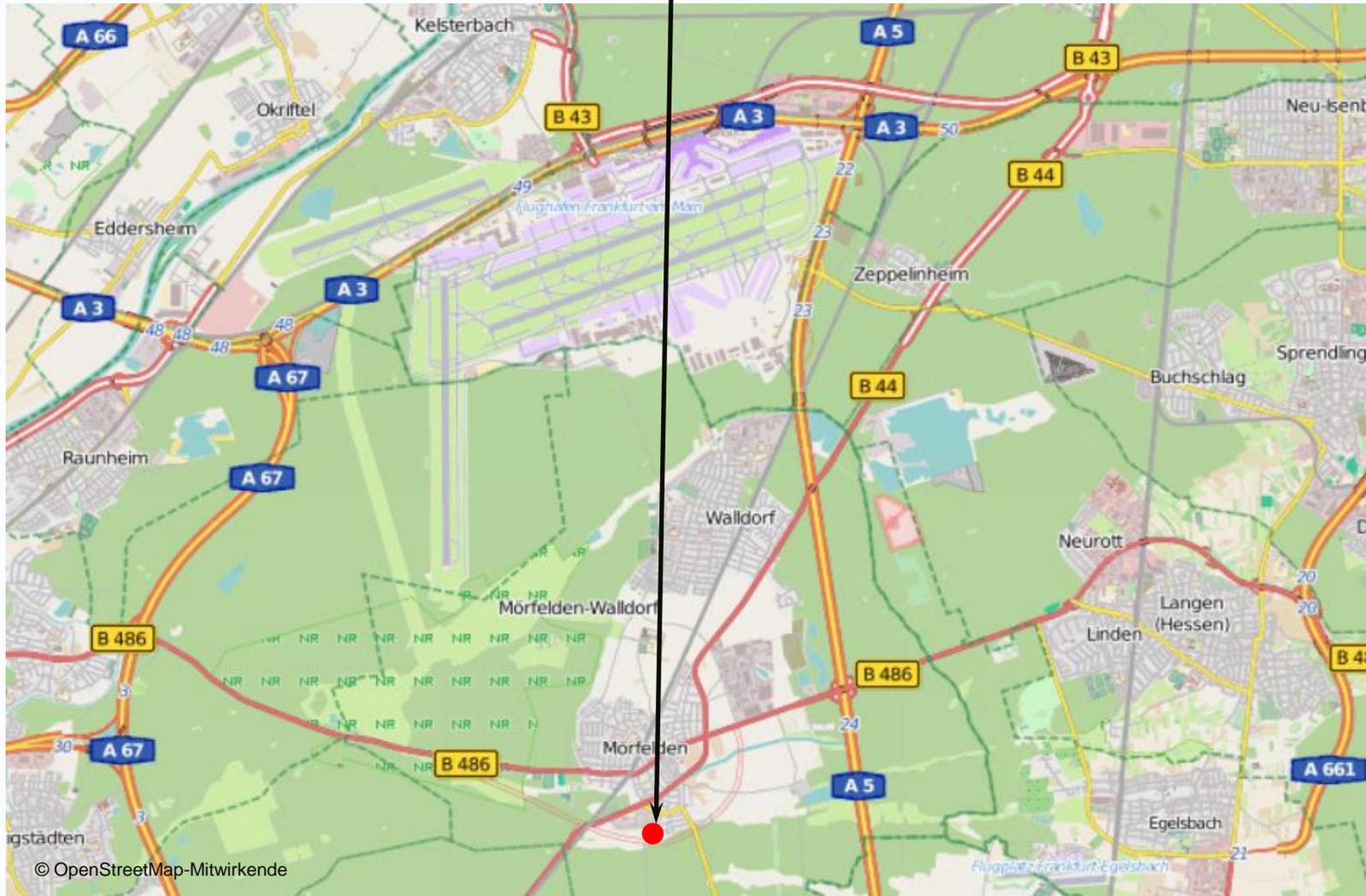
- **Wo?**

**Südlicher Stadtrand,  
Nähe Raiffeisenstraße/Siemensstraße**

**(auf dem Gelände  
eines Wasserrückhaltebeckens der Stadt)**

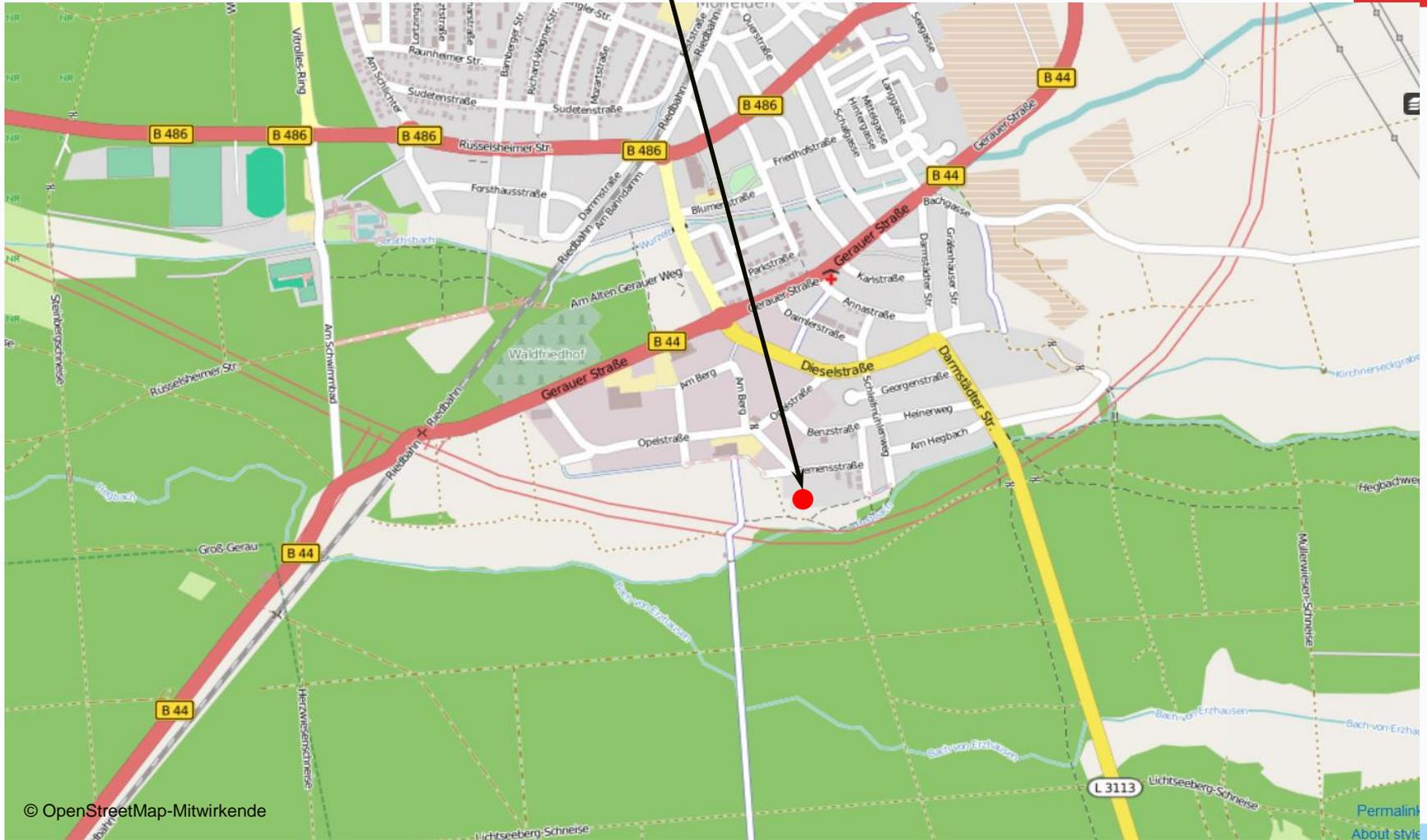


# Lage der temporären Messstation „Mörfelden-Walldorf“



© OpenStreetMap-Mitwirkende

# Lage der temporären Messstation „Mörfelden-Walldorf“



© OpenStreetMap-Mitwirkende

Permalink  
About style

# Standort für die Station „Mörfelden-Walldorf“



## Umfeld der Luftmessstation „Mörfelden-Walldorf“ ...



**...auf dem Gelände eines  
Wasserückhaltebeckens**



# Luftmessstation „Mörfelden-Walldorf“

- **Warum dort?**

Messstelle sollte gelegen sein:

... im Einflußbereich der Flugroute(n)

... in der Nähe der Wohnbevölkerung  
(Expositionsbezug)

... nicht in unmittelbarer Nähe von Emissionsquellen  
(insbesondere Straßenverkehr)

- **Dauer?**

September 2014 – August 2015



# Luftmessstation „Mörfelden-Walldorf“

- **Was wurde gemessen?**

**kontinuierlich:**

- Feinstaub (PM<sub>10</sub>)
- Feinstaub (PM<sub>2,5</sub>)
- Stickstoffmonoxid (NO)
- Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)
- Kohlenmonoxid (CO)
- Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>)
- Ruß
- Gesamtkohlenwasserstoffe (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>)
- Ozon (O<sub>3</sub>)
- begleitend: meteorologische Größen



# Grundlagen der Beurteilung !

## Gesetzliche Anforderungen...

**...EU-Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft in Europa (2008/50/EG)**

**...deutsche Umsetzung:**

**39. Bundesimmissionsschutzverordnung**



## Was man wissen sollte...

- **Die Beurteilung der Luftqualität nach den gesetzlichen Anforderungen erfolgt generell auf der Grundlage eines Kalenderjahres.**
- **Dies gilt insbesondere in Bezug auf die Einhaltung von Grenzwerten**
- **EU-Grenzwerte wurden aufgestellt unter Berücksichtigung des Stands der Wirkungsforschung, insbesondere der Information der WHO**



# Grenzwerte in der Aussenluft zum Schutz der menschlichen Gesundheit

Komponente	Mittelungszeitraum	Grenzwert		Gültig ab
		Konzentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$	max. Anzahl Überschreitungen pro Kalenderjahr	
Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ )	Stunde	350	24	2005
Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ )	Tag	125	3	2005
Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ )	Stunde	200	18	2010
Stickstoffdioxid ( $\text{NO}_2$ )	Jahr	40		2010
Feinstaub( $\text{PM}_{10}$ )	Tag	50	35	2005
Feinstaub( $\text{PM}_{10}$ )	Jahr	40		2005
Blei (Pb)	Jahr	0,5		2005
Kohlenmonoxid (CO)	8-Stunden	$10 \text{ mg}/\text{m}^3$		2005
Benzol ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )	Jahr	5		2010
Feinstaub( $\text{PM}_{2,5}$ )	Jahr	25		2015



# Exemplarische Ergebnisse

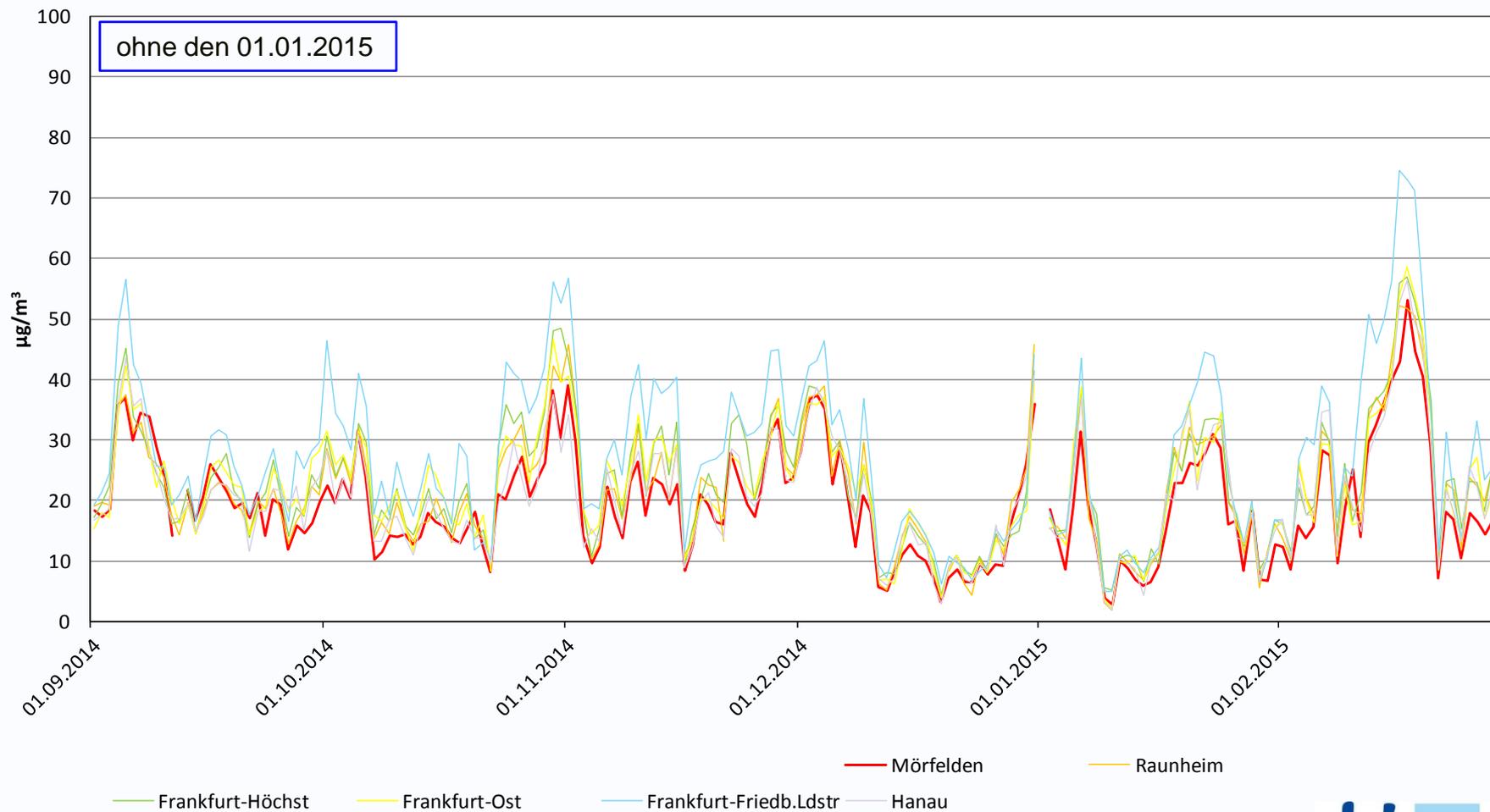
Tagesmittelwerte der Luftschadstoffe ...

... zeitlicher Verlauf

Vergleich mit anderen Messstationen  
im näheren Umfeld

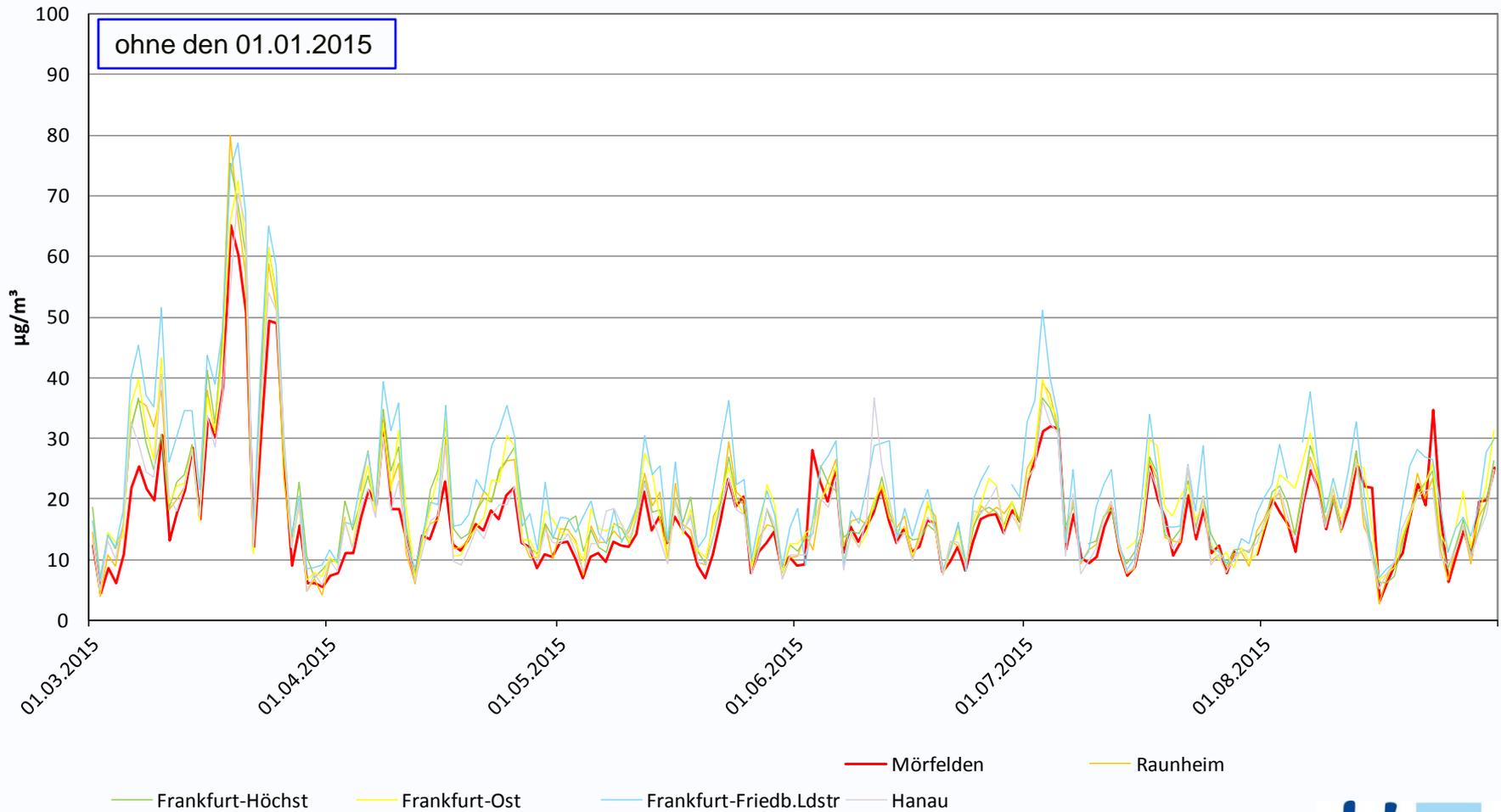
# Luftqualität Mörfelden-Walldorf

## PM<sub>10</sub> - Tagesmittelwerte - September 2014 bis Februar 2015



# Luftqualität Mörfelden-Walldorf

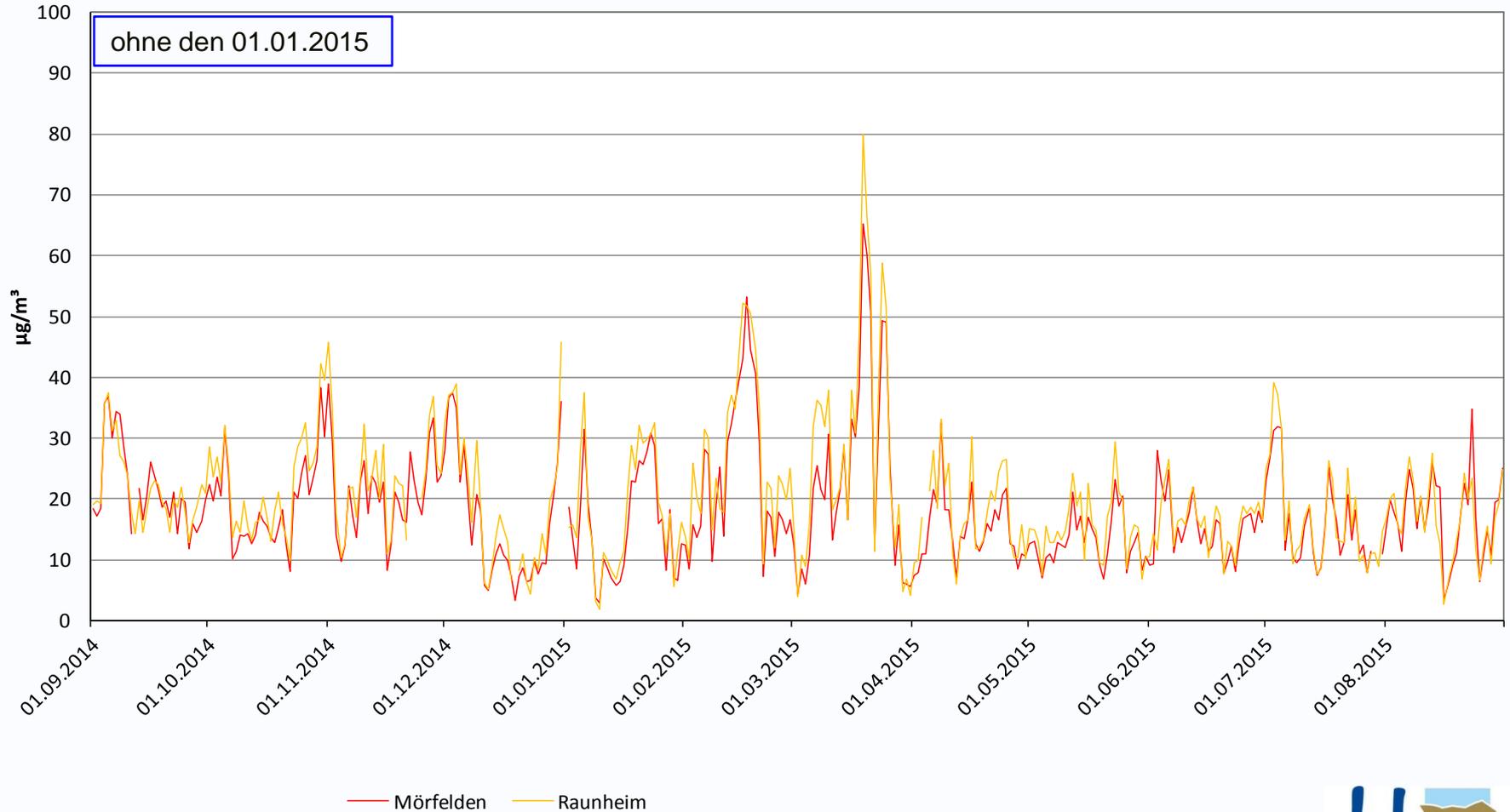
## PM<sub>10</sub> - Tagesmittelwerte - März 2015 bis August 2015



## Vergleich mit der nächstgelegenen Station „Raunheim“...

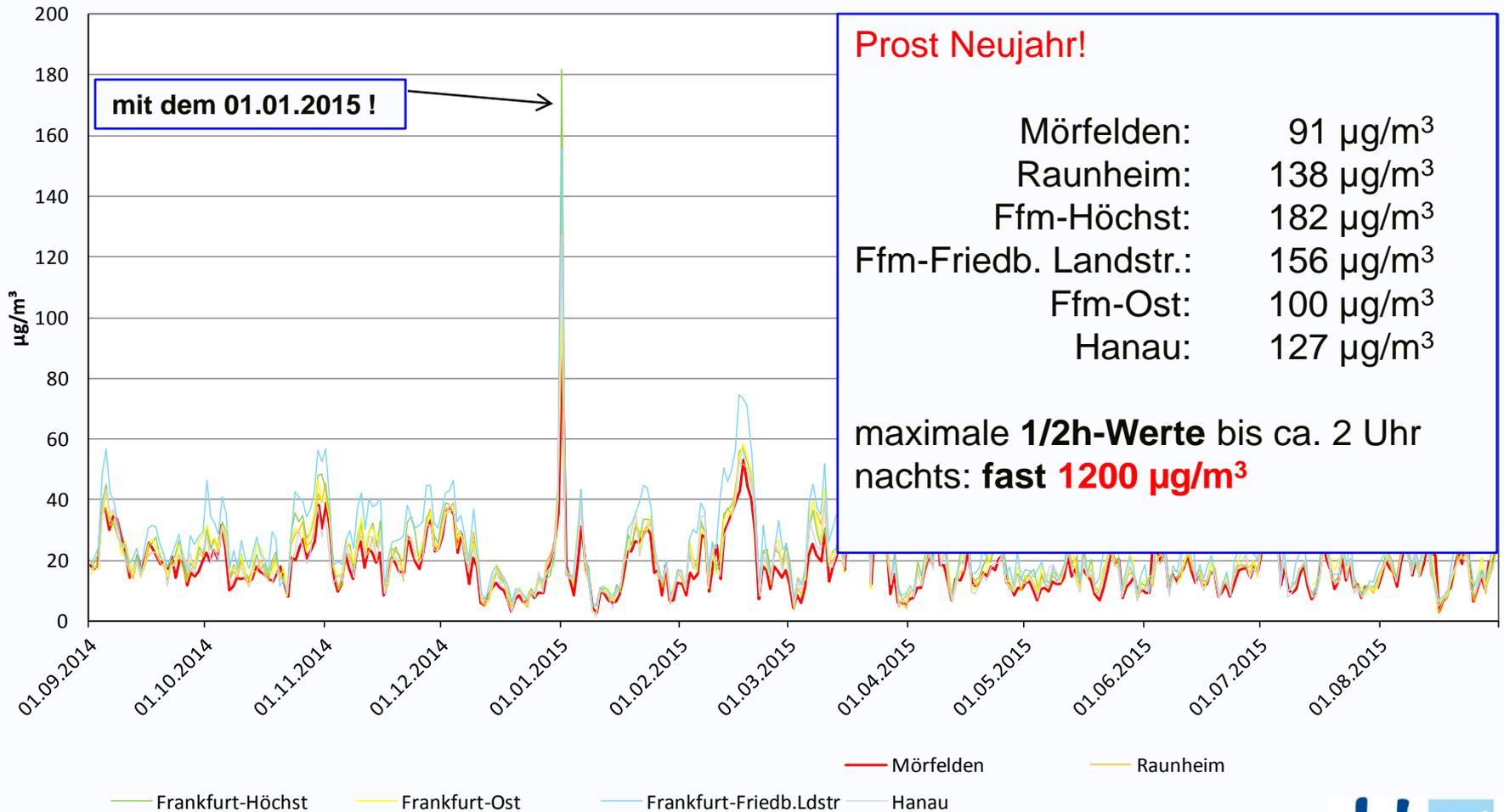
### Luftqualität Mörfelden-Walldorf

### PM<sub>10</sub> - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015



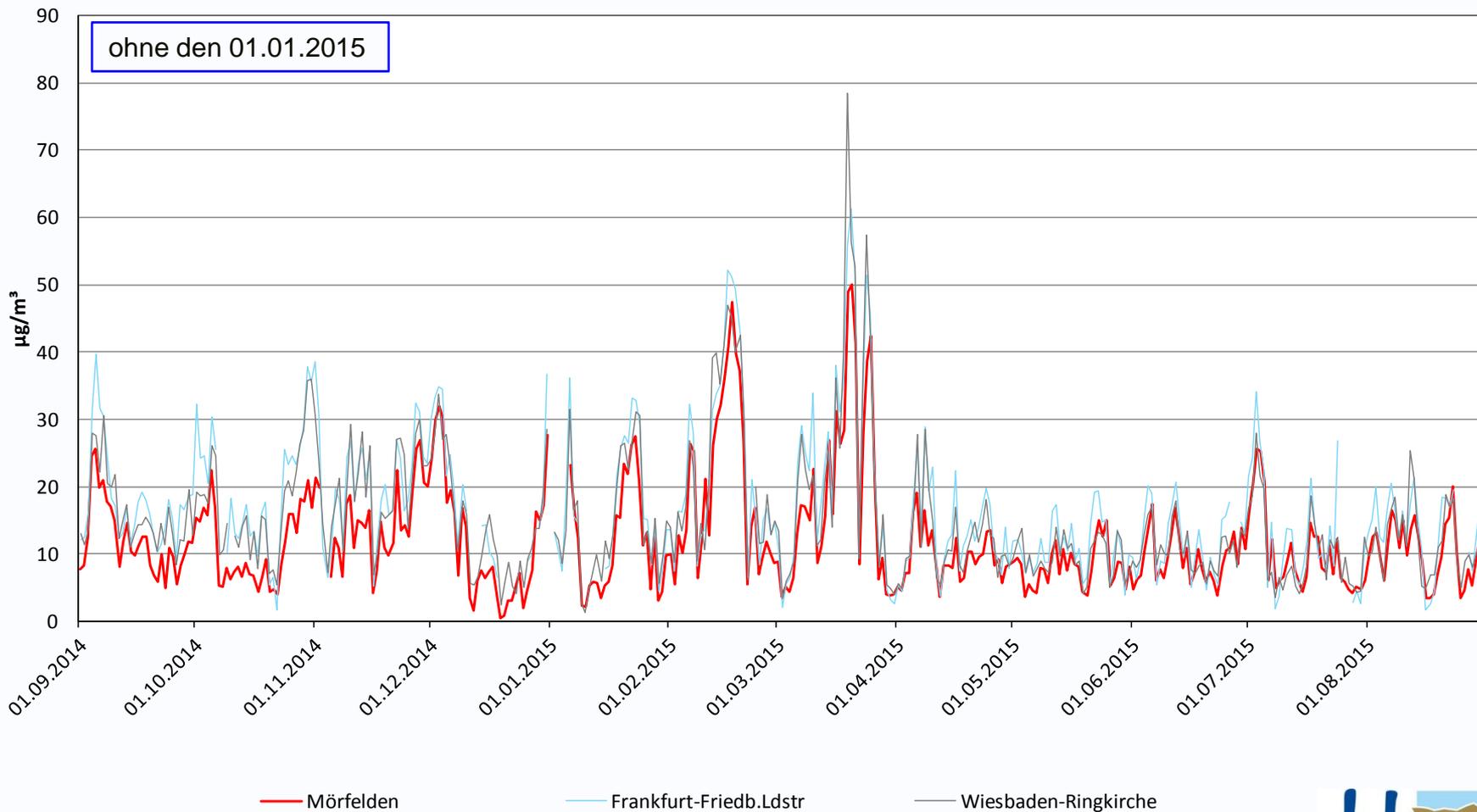
*PM<sub>10</sub>- Immissionsbelastung ähnlich, Mörfelden im Mittel etwas niedriger*

## Luftqualität Mörfelden-Walldorf PM<sub>10</sub> - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015

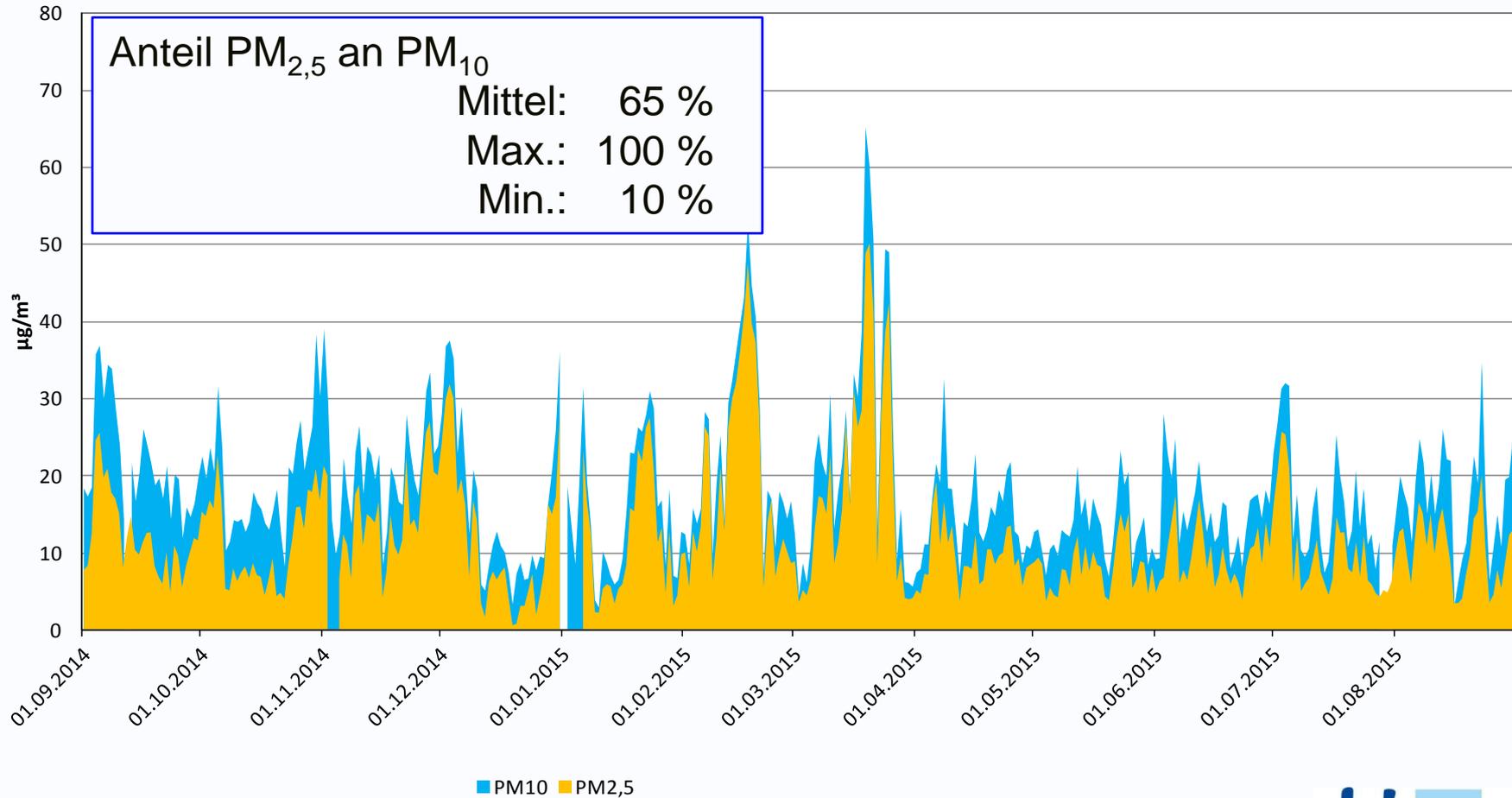


# Luftqualität Mörfelden-Walldorf

## PM<sub>2.5</sub> - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015



## Luftqualität Mörfelden-Walldorf Vergleich PM<sub>10</sub> / PM<sub>2,5</sub> - Tagesmittelwerte

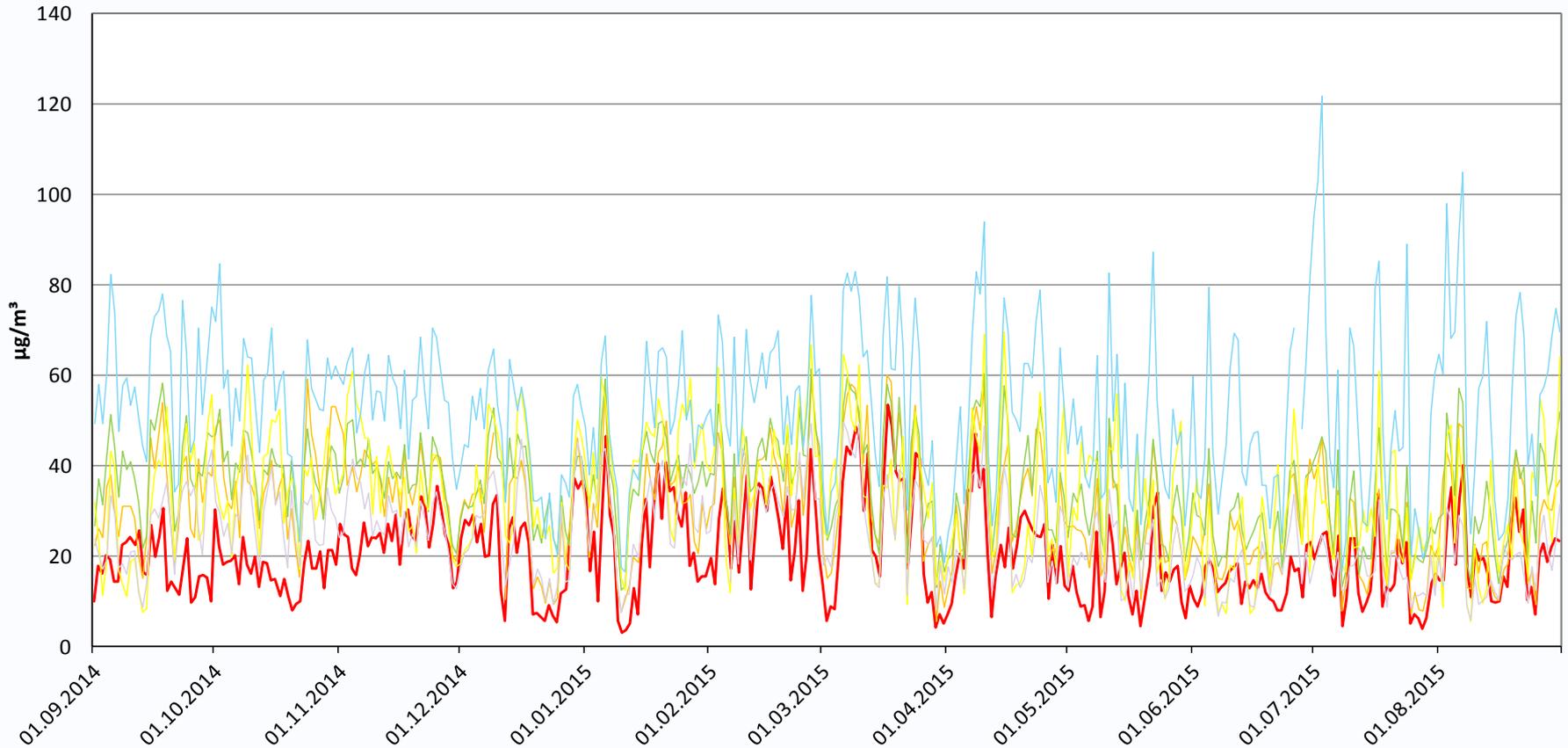


Wie an anderen Messstellen, dominiert der Anteil feinerer Partikel; **in Einzelfällen (!)** kann PM<sub>10</sub> komplett durch PM<sub>2,5</sub> repräsentiert werden.



# Luftqualität Mörfelden-Walldorf

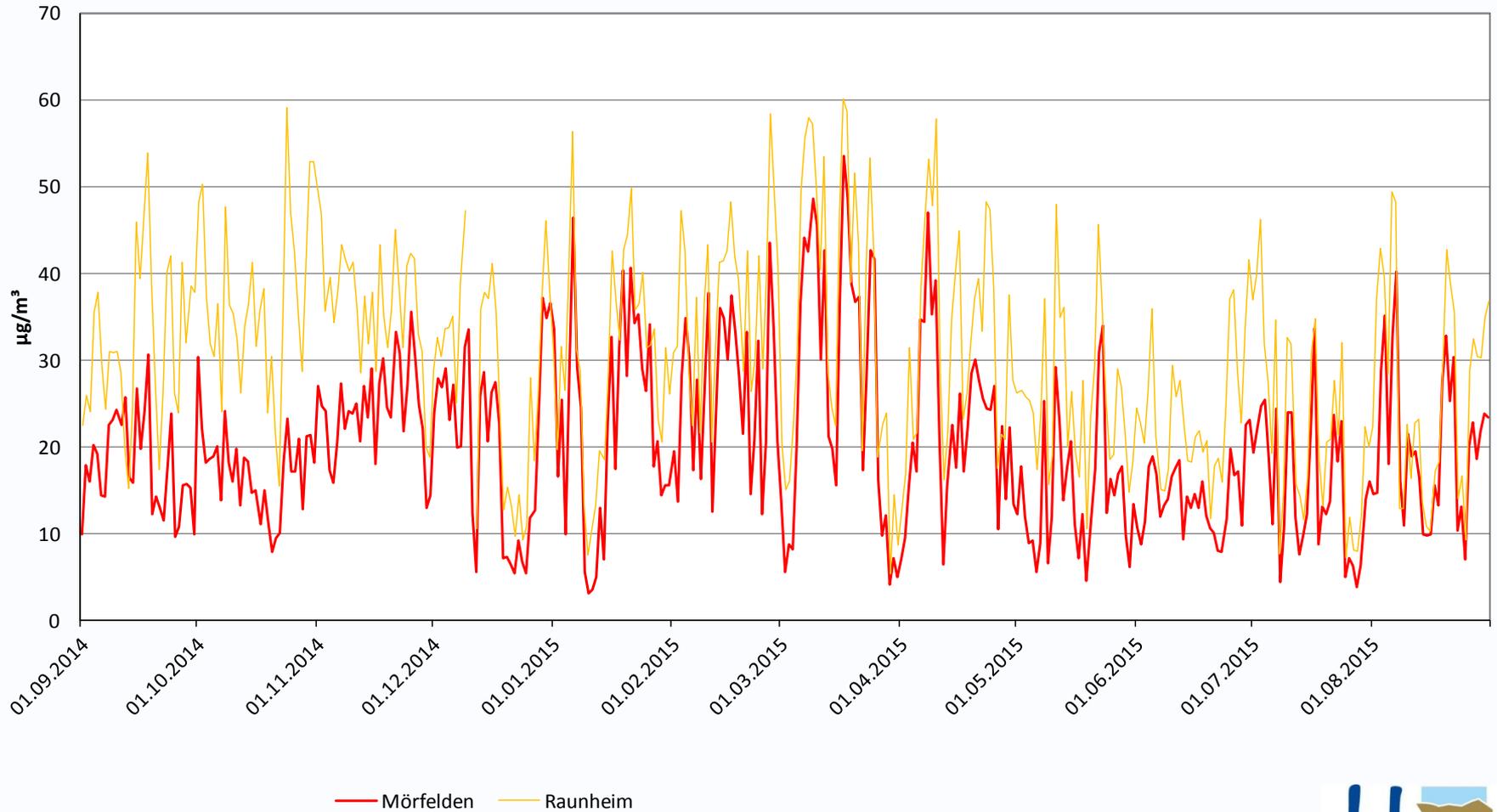
## NO<sub>2</sub> - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015



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

Im Vergleich mit der nächstgelegenen Station „Raunheim“...

## Luftqualität Mörfelden-Walldorf NO<sub>2</sub> - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015

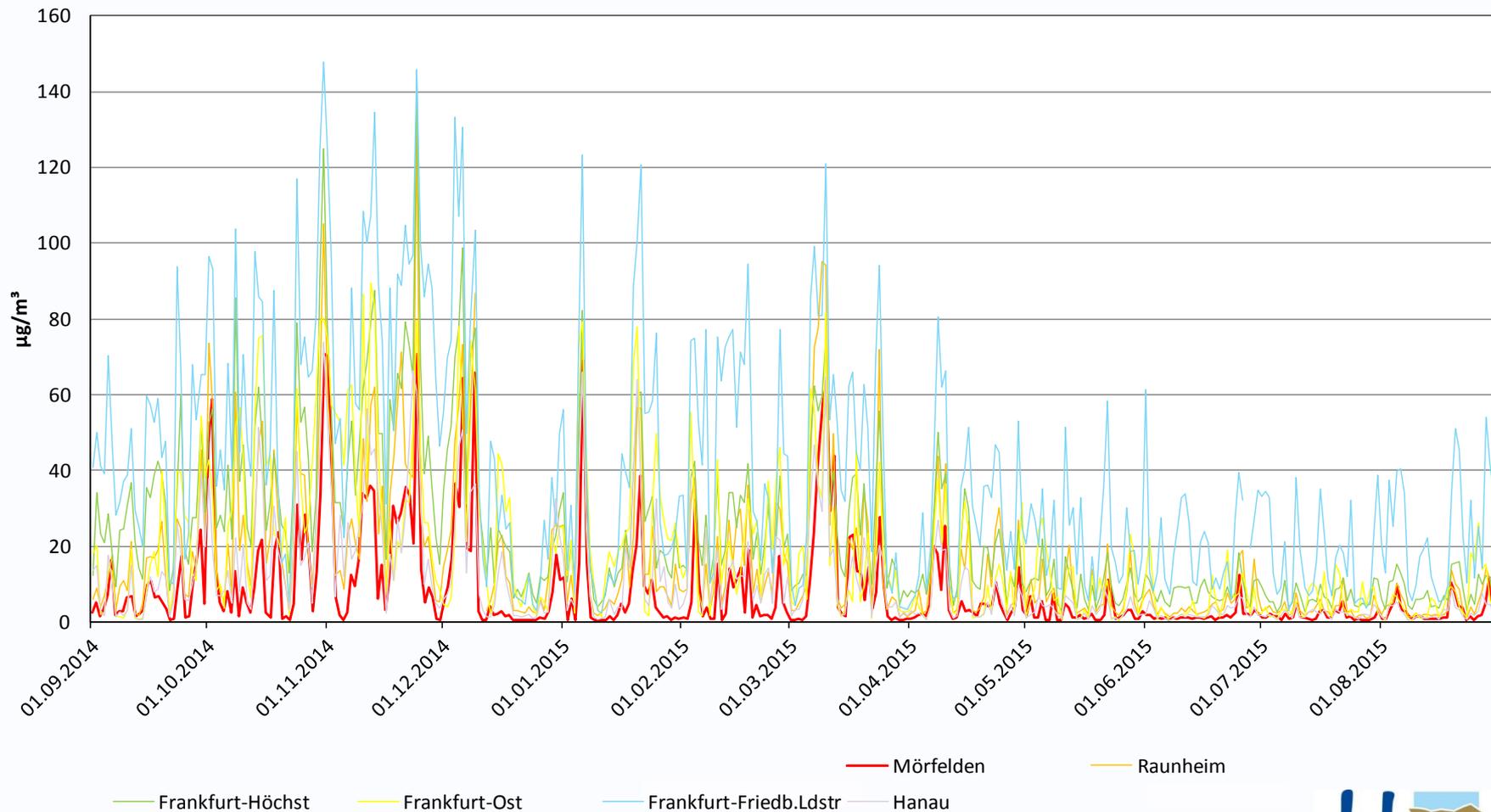


... ist die Stickstoffdioxidbelastung häufig deutlich niedriger



# Luftqualität Mörfelden-Walldorf

## NO - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015

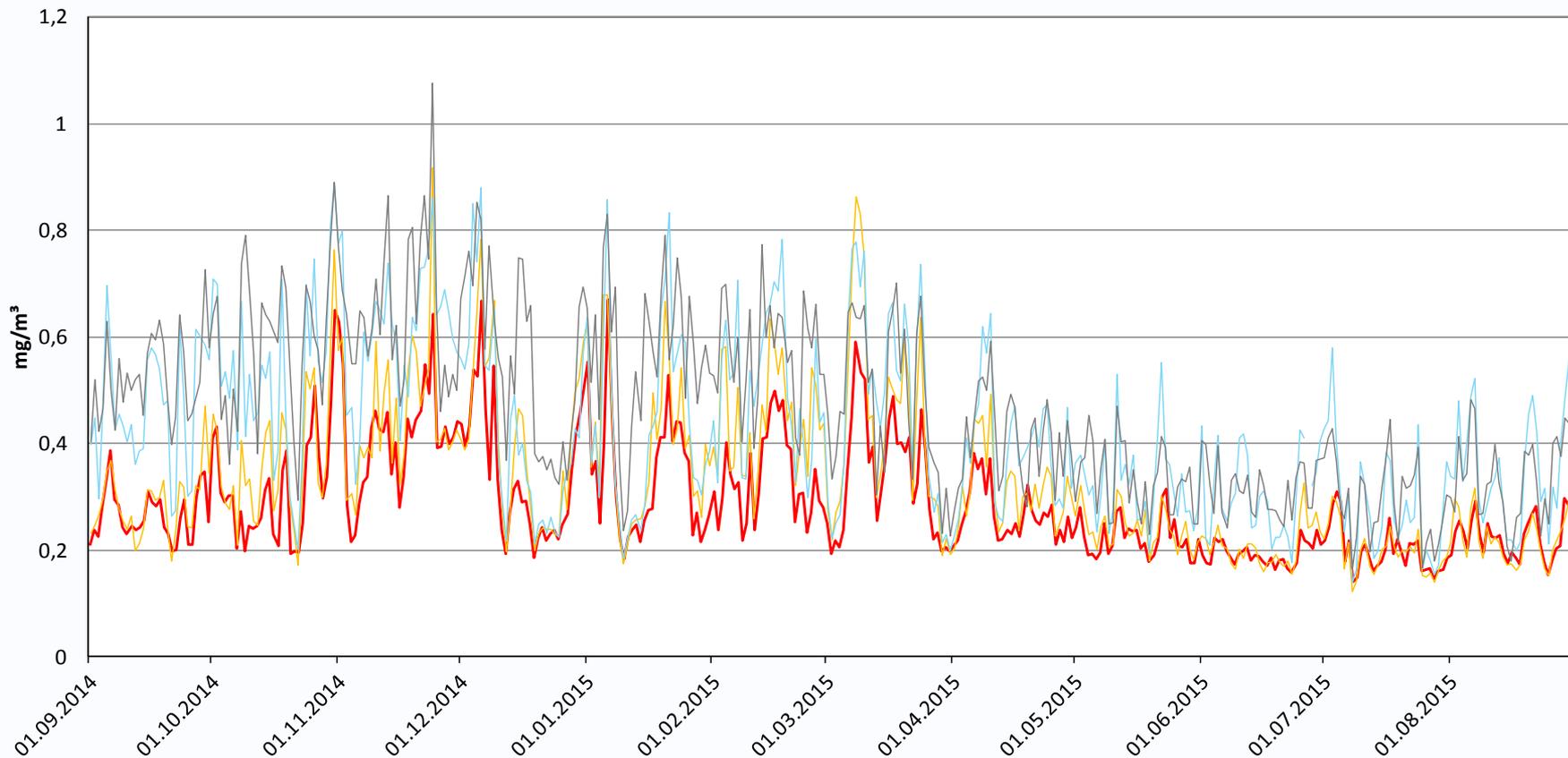


— Mörfelden — Raunheim  
— Frankfurt-Höchst — Frankfurt-Ost — Frankfurt-Friedb.Ldstr — Hanau



# Luftqualität Mörfelden-Walldorf

## CO - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015



— Raunheim

— Wiesbaden-Ringkirche

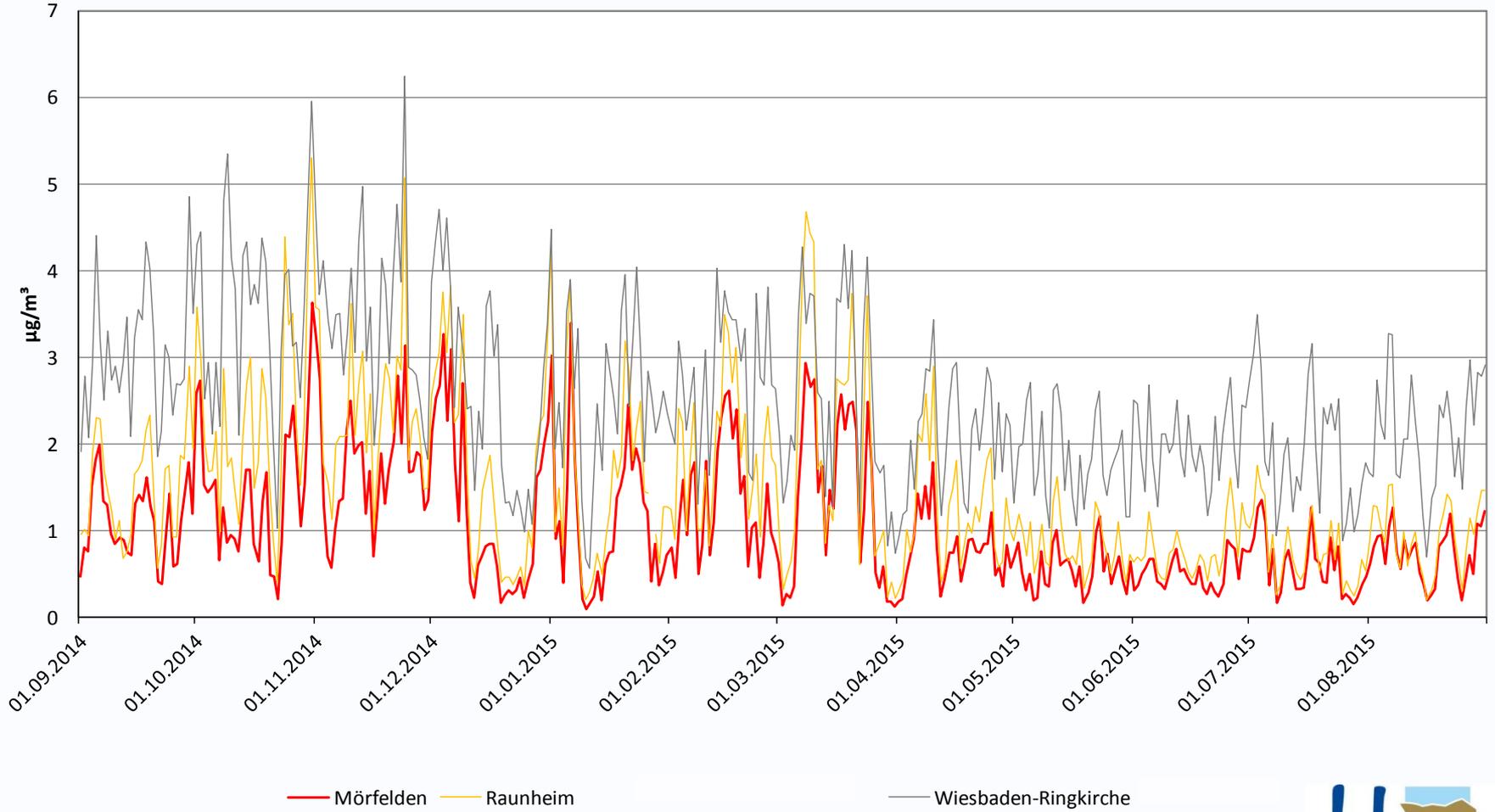
— Mörfelden

— Frankfurt-Friedb.Ldstr



# Luftqualität Mörfelden-Walldorf

## Ruß - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015



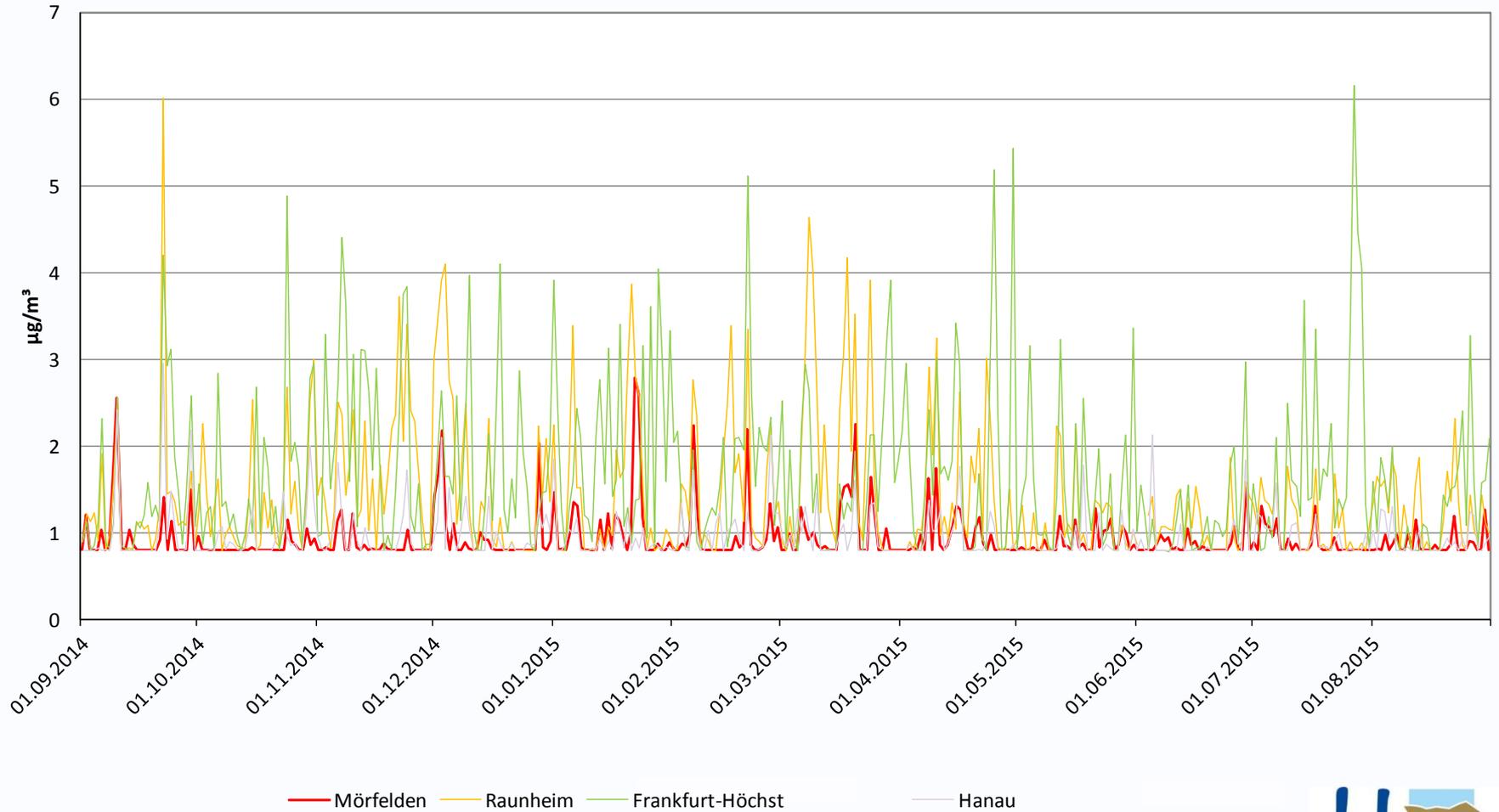
— Mörfelden — Raunheim

— Wiesbaden-Ringkirche



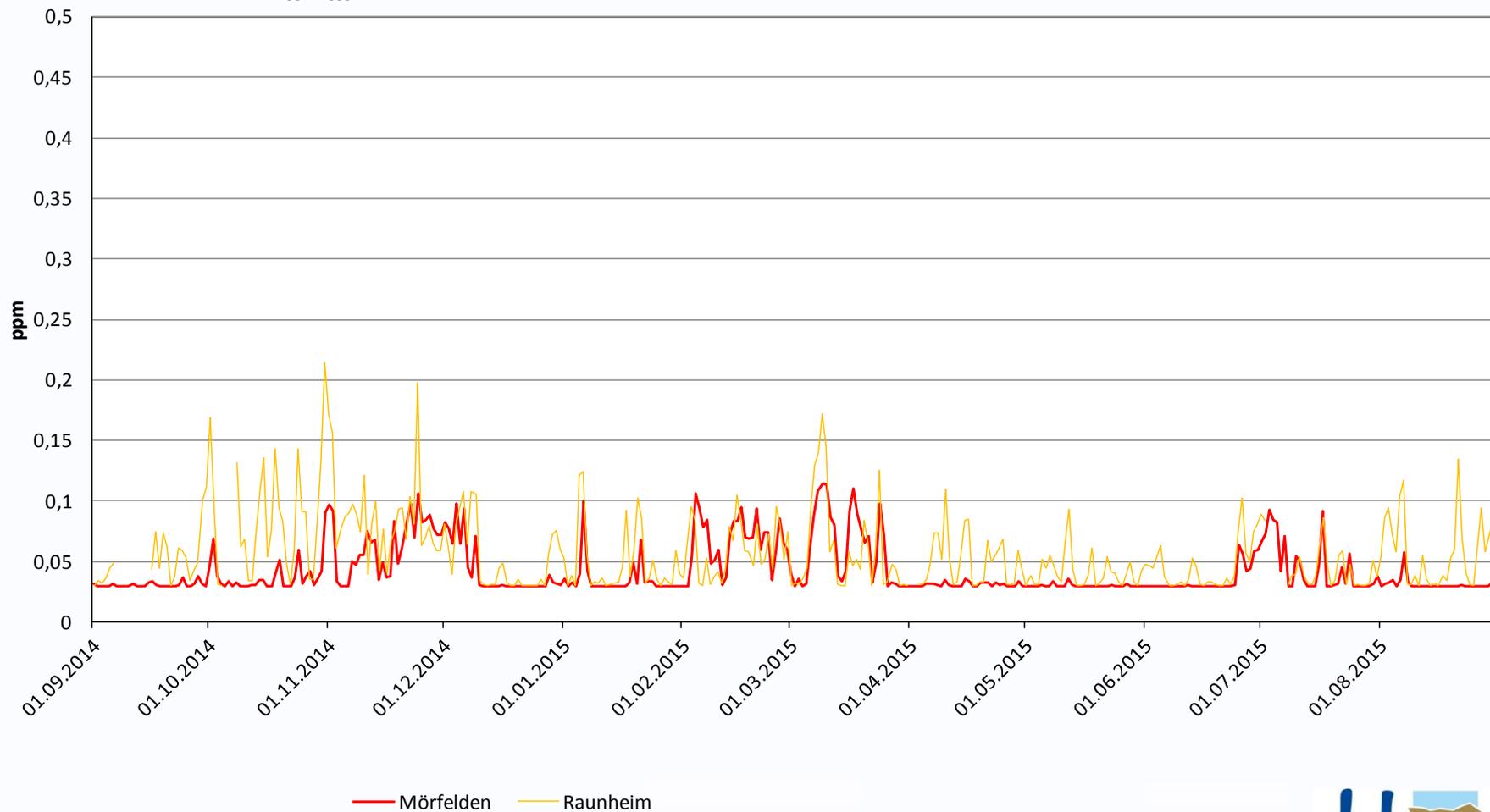
# Luftqualität Mörfelden-Walldorf

## SO<sub>2</sub> - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015



— Mörfelden — Raunheim — Frankfurt-Höchst — Hanau

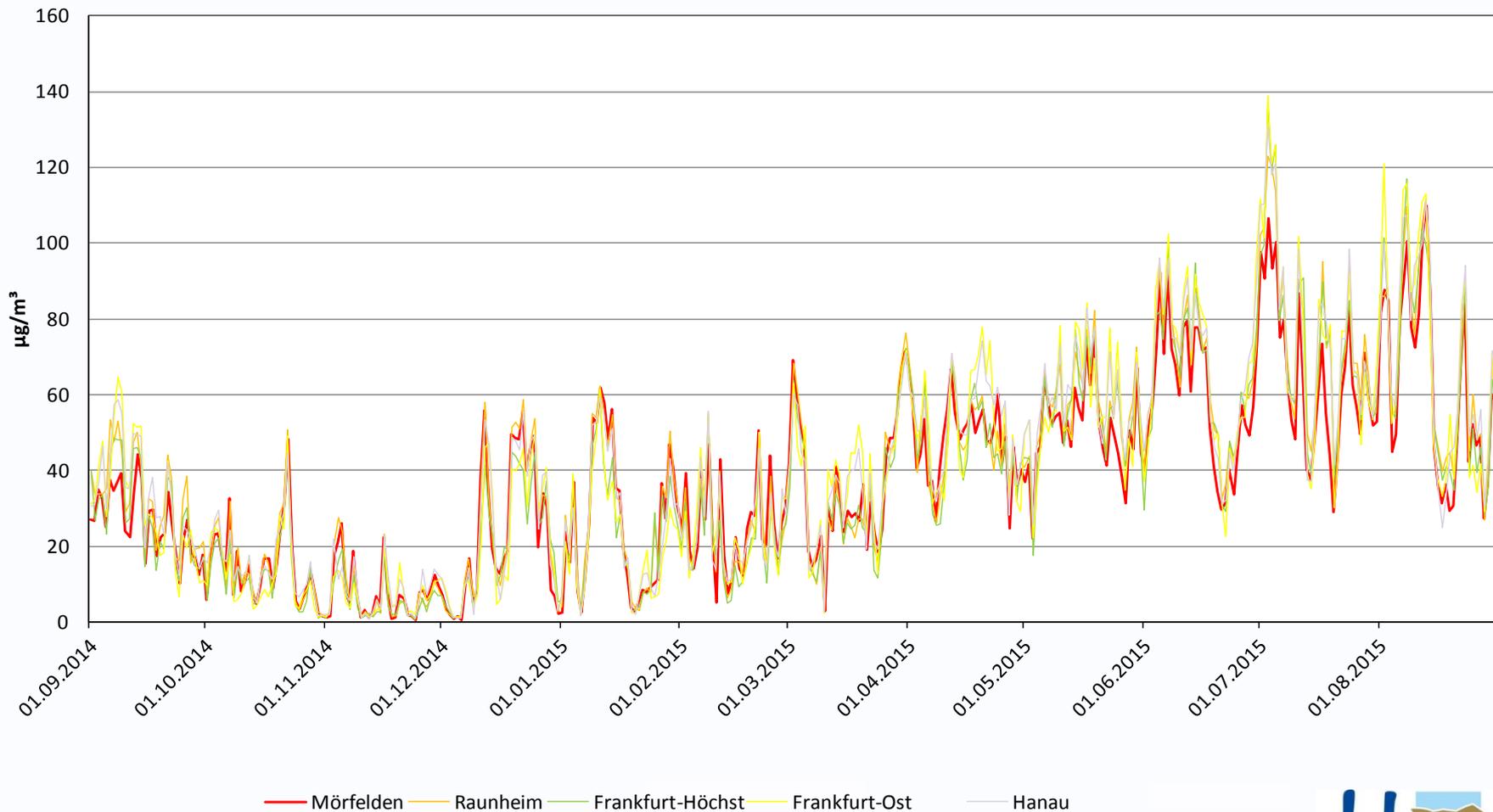
## Luftqualität Mörfelden-Walldorf $C_nH_m$ - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015



— Mörfelden — Raunheim

# Luftqualität Mörfelden-Walldorf

## O<sub>3</sub> - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015



— Mörfelden — Raunheim — Frankfurt-Höchst — Frankfurt-Ost — Hanau

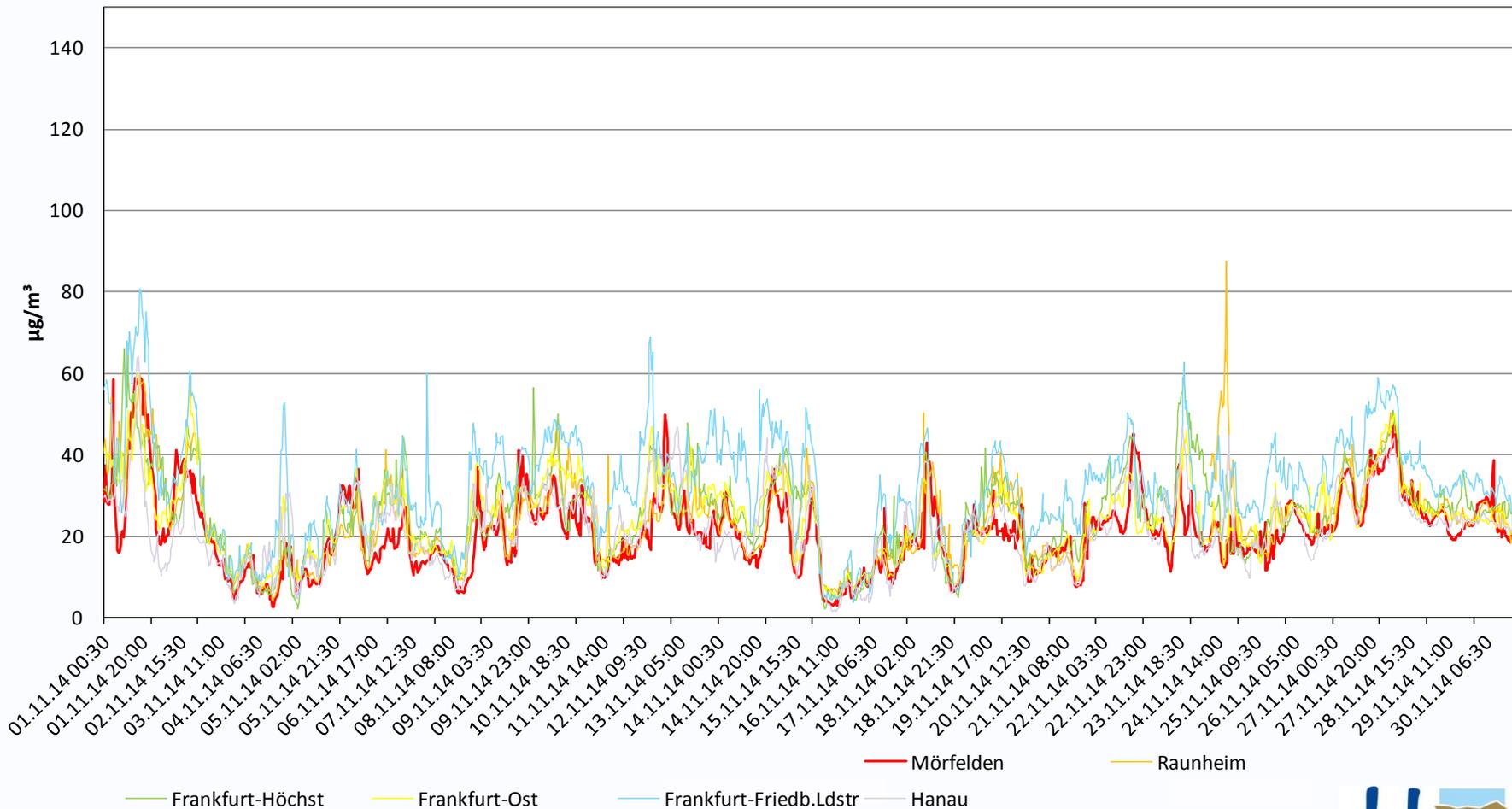


# Kurzfristige Fluktuationen Halbstundenmittelwerte der Luftschadstoffe ...

... am Beispiel  $PM_{10}$  und  $NO_2$ :  
zeitlicher Verlauf ausgewählter Monate



## Luftqualität Mörfelden-Walldorf PM<sub>10</sub> - Halbstundenmittelwerte - November 2014



Frankfurt-Höchst

Frankfurt-Ost

Frankfurt-Friedb.Ldstr

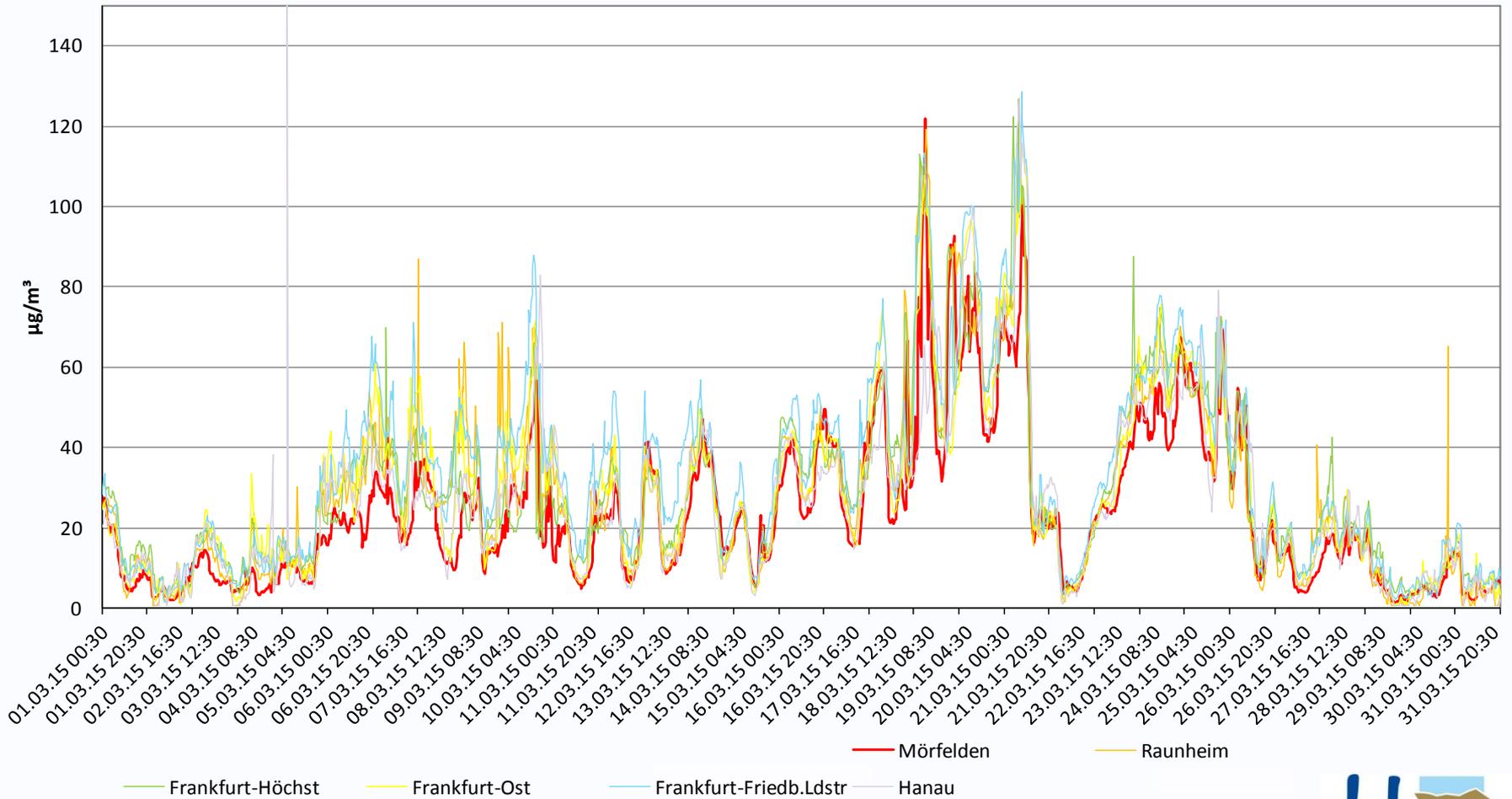
Mörfelden

Raunheim

Hanau

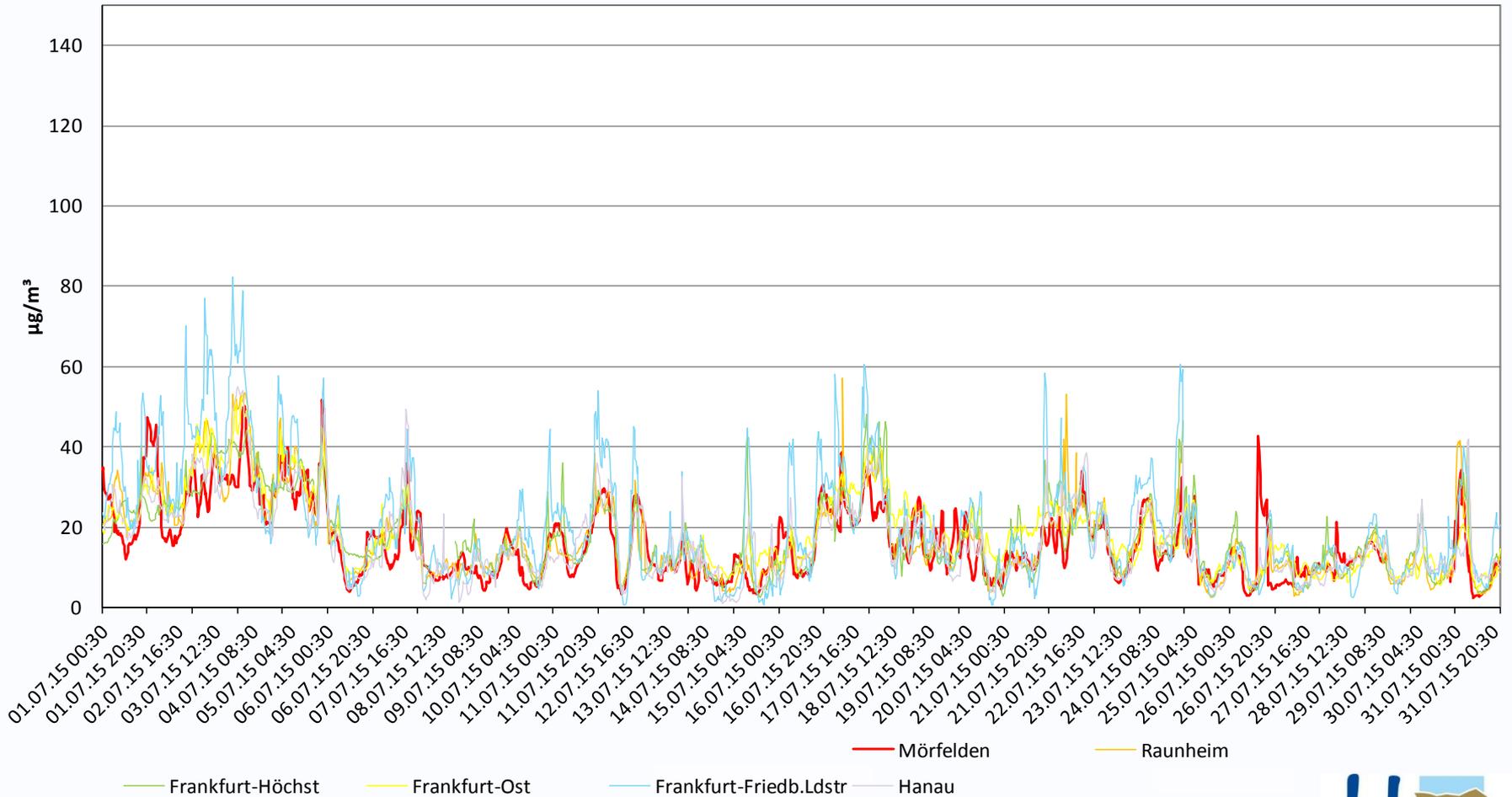


## Luftqualität Mörfelden-Walldorf PM<sub>10</sub> - Halbstundenmittelwerte - März 2015



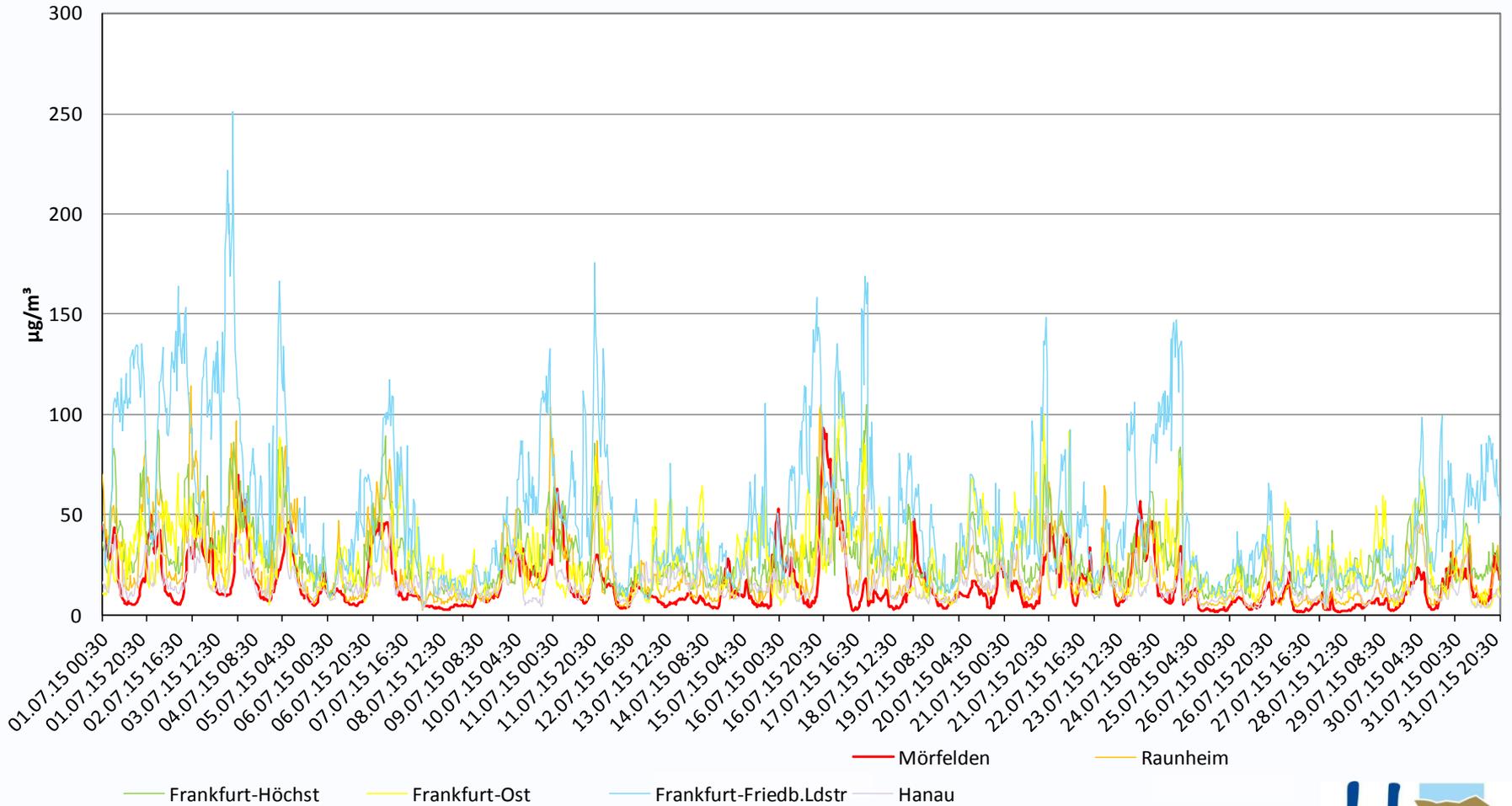


## Luftqualität Mörfelden-Walldorf PM<sub>10</sub> - Halbstundenmittelwerte - Juli 2015





## Luftqualität Mörfelden-Walldorf NO<sub>2</sub> - Halbstundenmittelwerte - Juli 2015



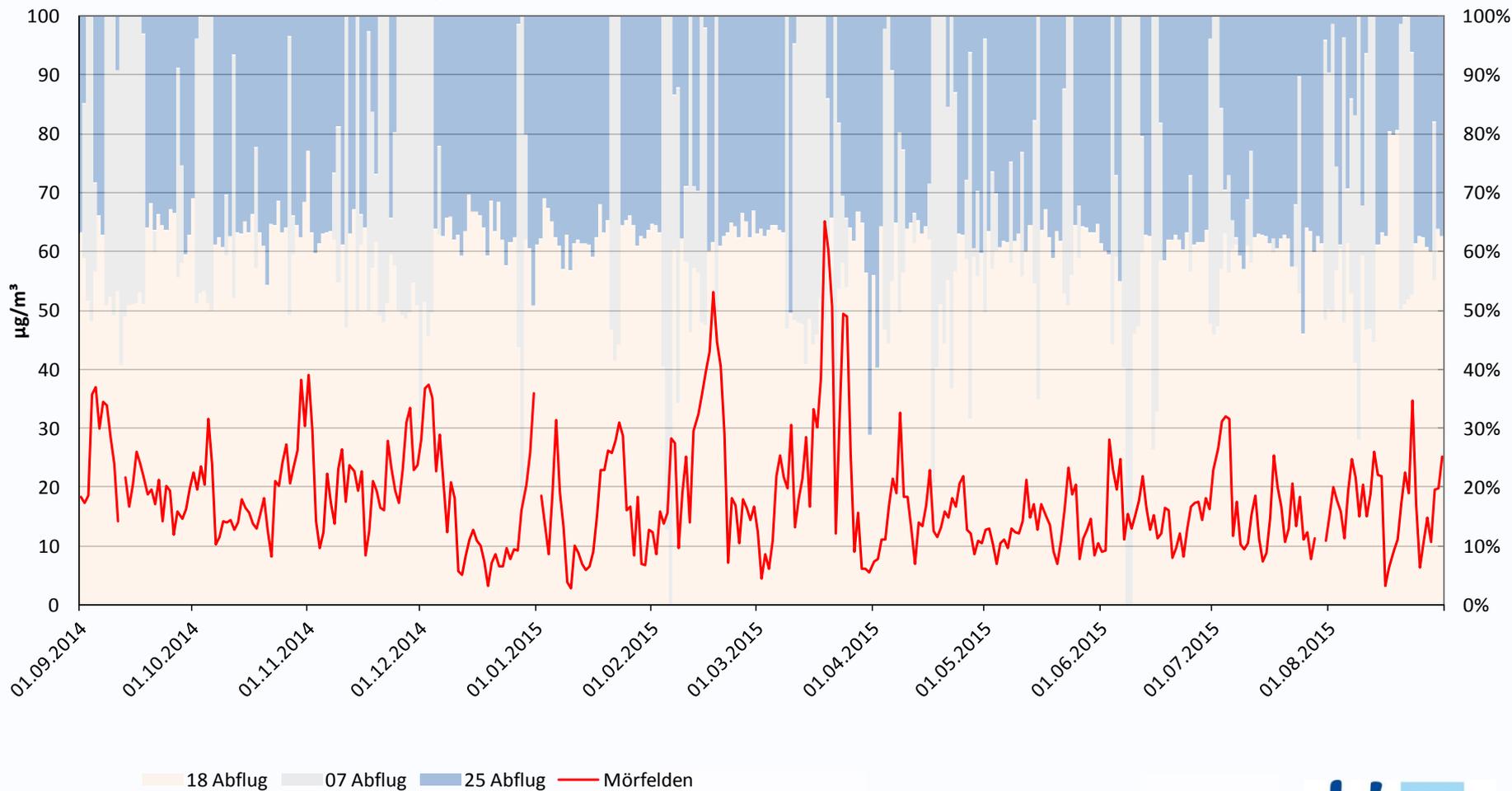
# Tagesmittelwerte der Luftschadstoffe ...

## ... Flugbetriebsrichtungen und Großräumigkeit



# Luftqualität Mörfelden-Walldorf

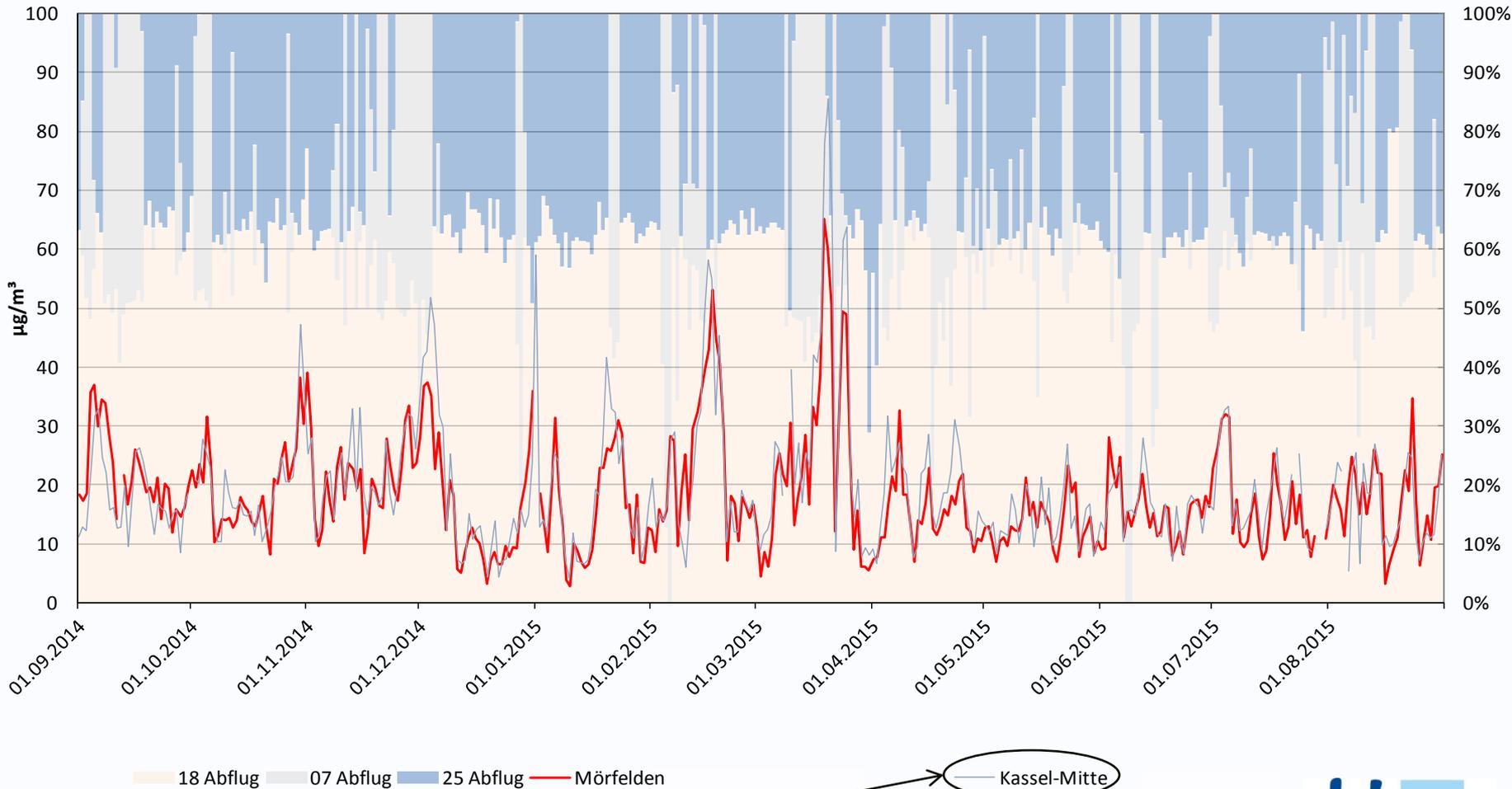
## PM<sub>10</sub> - Tagesmittelwerte September 2014 bis August 2015





# Luftqualität Mörfelden-Walldorf

## PM<sub>10</sub> - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015

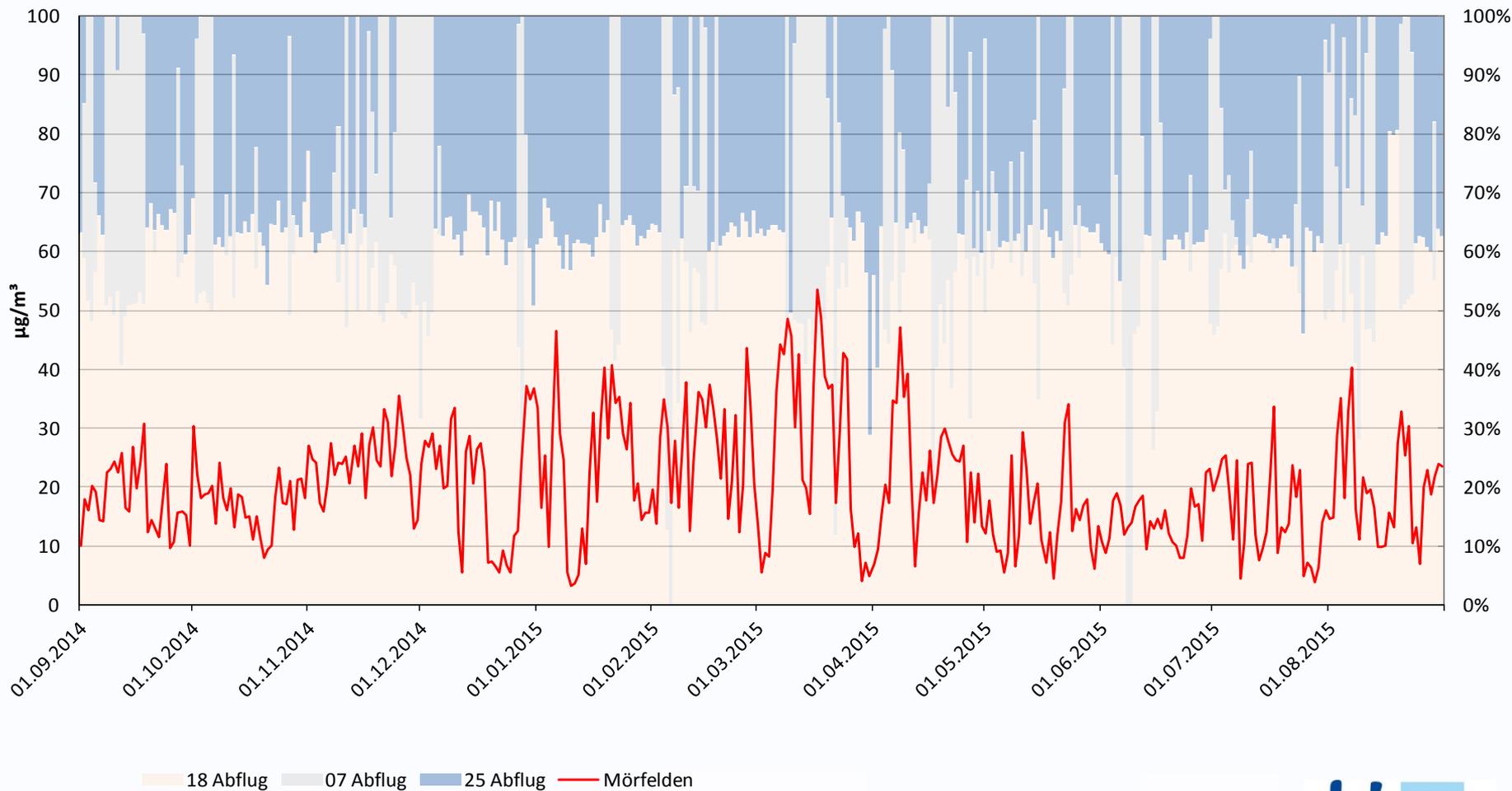


*Messstelle ausserhalb des potentiellen Einwirkungsbereichs des Flughafens zeigt überregional einen ähnlichen Verlauf*



# Luftqualität Mörfelden-Walldorf

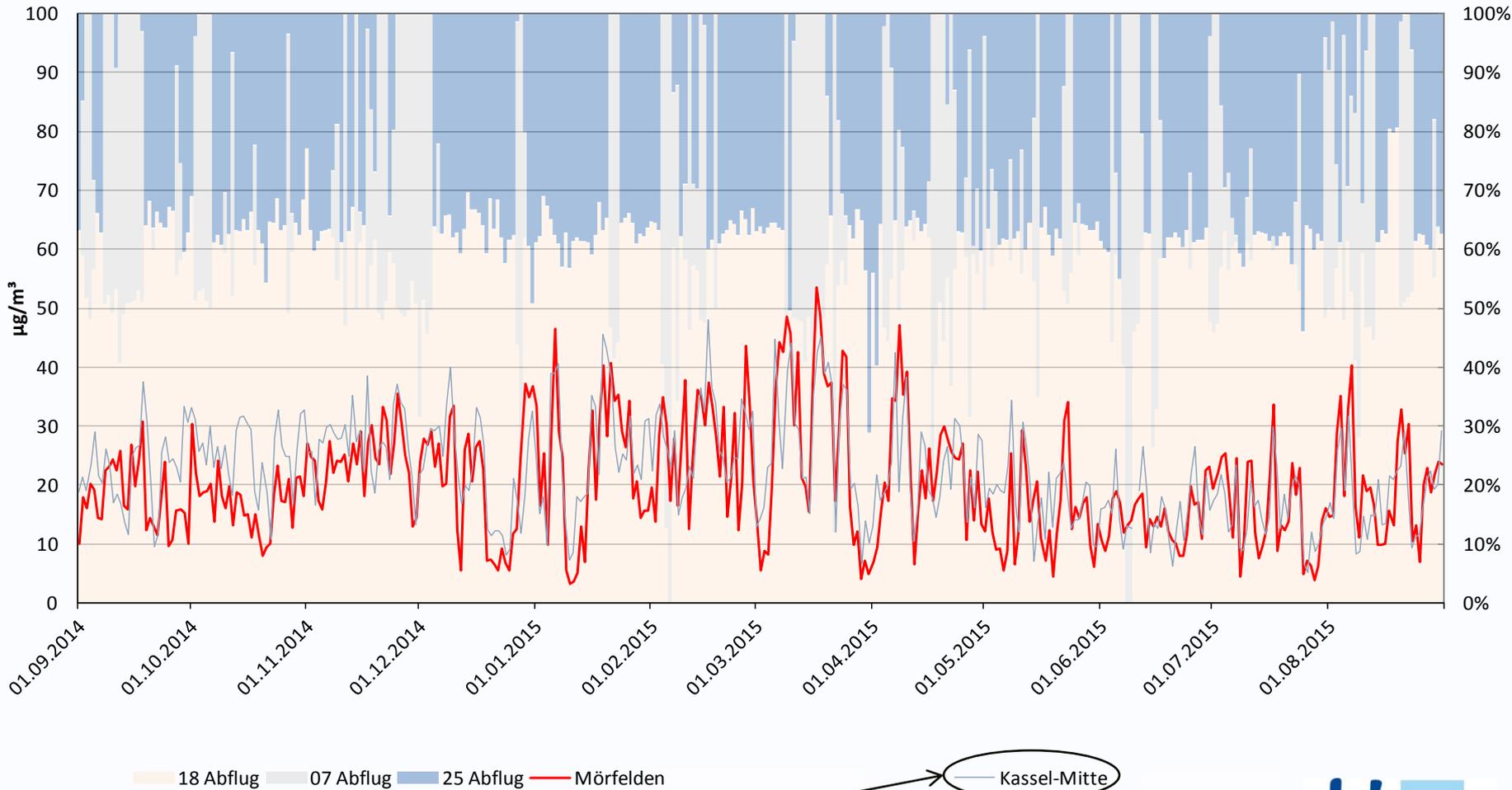
## NO<sub>2</sub> - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015



18 Abflug 07 Abflug 25 Abflug Mörfelden

# Luftqualität Mörfelden-Walldorf

## NO<sub>2</sub> - Tagesmittelwerte - September 2014 bis August 2015



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



# Zahlen zur Immissionsbelastung ...

# Mittelwerte im Zeitraum 01.09.14 – 31.08.15

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

	Mörfelden -Walldorf	Raunheim	Hanau	Kassel- Mitte	Ffm- Höchst	Ffm-Ost	Ffm- Friedb. Landstr.	Wiesbaden - Ringkirche
PM <sub>10</sub>	18,3	20,5	19,5	19,3	21,4	21,3	25,3	21,5
PM <sub>2,5</sub>	12,3	-	-	-	-	-	17,3	12,2
NO	8,0	16,0	10,7	8,0	23,3	18,4	39,3	54,3
NO <sub>2</sub>	20,3	30,5	24,3	22,3	35,4	33,0	52,8	51,4
CO <sup>1)</sup>	0,29	0,33	-	-	-	-	0,43	0,47
SO <sub>2</sub>	0,9	1,4	1,0	1,1	1,7		-	-
C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> <sup>2)</sup>	0,04	0,06	-	-	-		-	-
Ruß	1,04	1,48	-	-	-		-	2,55
O <sub>3</sub>	37,0	39,9	40,9	46,8	37,7	39,7	-	-

1) Konzentrationen in  $\text{mg}/\text{m}^3$

2) Konzentrationen in ppm

# Anzahl Tage mit PM<sub>10</sub>-Konzentrationen über 50 µg/m<sup>3</sup> (PM<sub>10</sub>-Überschreitungstage) 01.09.2014 – 31.08.2015

Mörfelden -Walldorf	Raunheim	Hanau	Kassel- Mitte	Ffm- Höchst	Ffm-Ost	Ffm- Friedb.Landstr.	Wiesbaden Ringkirche
5	9	8	11	9	9	18	9

Der Grenzwert für die kurzfristige PM<sub>10</sub>-Belastung ist überschritten, wenn im Kalenderjahr mehr als 35 Überschreitungstage auftreten.

# Anzahl Stunden mit NO<sub>2</sub>-Konzentrationen über 200 µg/m<sup>3</sup> (NO<sub>2</sub>-Überschreitungsstunden) 01.09.2014 – 30.08.2015

Flörsheim	Raunheim	Hanau	Kassel- Mitte	Ffm- Höchst	Ffm-Ost	Ffm- Friedb.Landstr.	Wiesbaden Ringkirche
0	0	0	0	0	0	7	2

Der Grenzwert für die **kurzfristige NO<sub>2</sub>-Belastung** ist überschritten, wenn im Kalenderjahr mehr als 18 Überschreitungsstunden auftreten.



# Max. Stundenmittelwerte als Maß für kurzfristige Belastung im Zeitraum 01.09.14 – 31.08.15

## Konzentrationen in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohne Silvesternacht bis 4 Uhr)

	Mörfelden -Walldorf	Raunheim	Hanau	Kassel- Mitte	Ffm- Höchst	Ffm-Ost	Ffm- Friedb. Landstr.	Wiesbaden - Ringkirche
PM <sub>10</sub>	136	192	197	130	222	141	144	275
PM <sub>2,5</sub>	86	-	-	-	-	-	118	120
NO	198	310	223	140	267	290	340	578
NO <sub>2</sub>	109	117	102	80	114	133	261	263
CO <sup>1)</sup>	1,1	1,9	-	-	-	-	2,1	3,2
SO <sub>2</sub>	8,1	17,2	16,6	23,3	28,8	-	-	-
C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> <sup>2)</sup>	0,3	0,5	-	-	-	-	-	-
Ruß	6,6	10,9	-	-	-	-	-	13,7
O <sub>3</sub>	228	246	244	185	277	250	-	-

1) Konzentrationen in  $\text{mg}/\text{m}^3$

2) Konzentrationen in ppm



# Beurteilung der Luftqualität an der Station „Mörfelden-Walldorf“ ...

... auf der Grundlage der vorliegenden Messungen und Auswertungen und gemessen an den rechtlichen Anforderungen



## Fazit (1)

- **Keine auffällig erhöhte oder ungewöhnliche Immissionsbelastung**
- **Im Vergleich zu Messstationen im näheren Umfeld: Immissionsbelastung in ähnlicher Größenordnung**
- **Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden deutlich unterschritten, dies gilt auch für „Problemkomponenten“  $PM_{10}$  und  $NO_2$**
- **Ungewöhnliche Immissionsereignisse auch bei höherer zeitlicher Auflösung nicht auffallend**



## Fazit (2)

- **Keine auffällige Abhängigkeit vom Flugbetrieb ohne weiteres ableitbar**
- **auftretende Konzentrationsanstiege treten in ähnlicher Weise zeitgleich an anderen Messstationen auf und sind überwiegend durch überregionale Konzentrationsschwankungen zu erklären**
- **Auch relativ großräumige Immissionsstrukturen nachweisbar (⇒ Anteile nicht lokal bedingter Schwankungen deutlich erkennbar)**

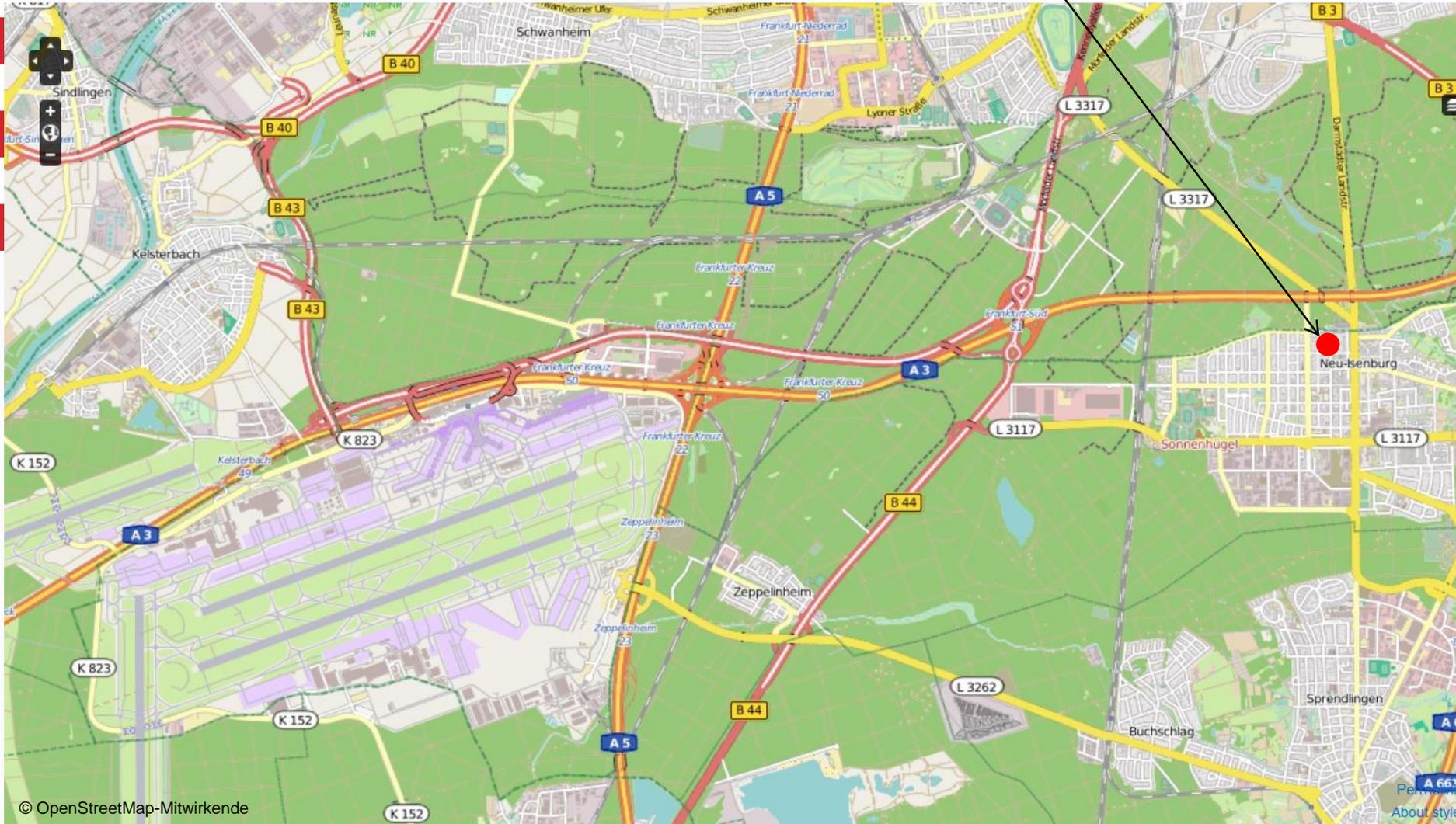


## Ausblick (1)

- **Fortsetzung der Messkampagne „rund um den Flughafen“**
  - **Erhebung im Einflussbereich des Parallelbahnsystems (Starts und Landungen)**
  - **Am nördlichen Rand von Neu-Isenburg**
  - **Auf dem Gelände einer Kindertagesstätte**
  - **Lateraler Abstand zur nächstgelegenen Fluglinie (südliche Center-Bahn): <100 m**
  - **Überflughöhe ca. 500 - 550 m**
  - **Geplanter Beginn: Anfang 2016**
  - **Laufzeit: 1 Jahr**



# Standort Luftmessstation „Neu-Issenburg“





## Ausblick (2)

- **Orientierende Messung ultrafeiner Partikel**
  - Nach längerer Planungsphase...  
... seit September 2015
  - Hinweis: <http://www.hlug.de/presse.html>
  - Luftmessstation Raunheim
  - In Kooperation mit UBA / Langen
  - Gesamtanzahlkonzentration der Partikel  
im Bereich 3 – 1000 nm
  - Erfahrungen sammeln
  - Zunächst zeitlich beschränkt (6 – 12 Monate)



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



# **$PM_{2,5} > PM_{10}$ kann das sein?**

- **$PM_{2,5}$  ist eine Teilmenge von  $PM_{10}$  ...**
  - ... kann aber auch mit  $PM_{10}$  identisch sein
  - ... dann gibt es keine Teilchen  $> 2,5 \mu m$
  - ... 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:**
  - $2,5 \mu g/m^3$  über die gesamte Messreihe der Tagesmittelwerte**



# CEN prEN 16450

## Automatisierte Messsysteme für PM<sub>10</sub> / PM<sub>2,5</sub>

### 7.2 Relevant performance characteristics and performance criteria

The performance characteristics which shall be determined during a laboratory and field test, and their related performance criteria, are given in Table 1.

**Table 1 — Relevant performance characteristics and criteria**

	Performance characteristic	Requirement	Location (Lab/Field)	Clause
1	Measuring ranges	0 µg/m <sup>3</sup> to 1 000 µg/m <sup>3</sup> as a 24-hour average value 0 µg/m <sup>3</sup> to 10 000 µg/m <sup>3</sup> as a 1-hour average value, if applicable	L	
2	Negative signals	Shall not be suppressed	L	

15	Availability	At least 90 %	F	7.5.6
16	Between-AMS uncertainty	≤ 2,5 µg/m <sup>3</sup>	F	7.5.8.4
17	Expanded uncertainty	≤ 25 % at the level of the relevant limit value related to 24-hour average results (if required, after calibration, see 7.5.8.5)	F	7.5.8.8

# CEN prEN 16450

## Automatisierte Messsysteme für PM<sub>10</sub> / PM<sub>2,5</sub>

### 7.5.8.4 Between-AMS uncertainty

The between-AMS uncertainty,  $u_{\text{bs,AMS}}$ , is calculated from the differences of all 24-hour results of the AMS operated in parallel as:

$$u_{\text{bs,AMS}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{i,1} - y_{i,2})^2}{2n} \quad (3)$$

where

$y_{i,1}$ ,  $y_{i,2}$  are the results of parallel AMS measurements for a single 24-hour period  $i$ ;

$n$  is the number of 24-hour measurement results.

The between-AMS uncertainty shall be determined

- for all results together;
- for two datasets obtained by splitting the full dataset according to PM concentrations: greater than or equal to 30 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>10</sub>, or concentrations greater than or equal to 18 µg/m<sup>3</sup> for PM<sub>2,5</sub>.
- A between-AMS uncertainty > 2,5 µg/m<sup>3</sup> is an indication of unsuitable performance of one or both instruments. Type approval shall not be granted for the AMS when the criterion of ≤ 2,5 µg/m<sup>3</sup> is not satisfied.



# PM<sub>2,5</sub> > PM<sub>10</sub> kann das sein?

- Anwendung auf Vergleich einzelner Tagesmittelwerte (konservativ!)
- 2 Fälle (0,5% aller Fälle!) PM<sub>2,5</sub> > PM<sub>10</sub>

Tag	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
28.12.2014	16,1	16,3
16.08.2015	3,3	3,4

- Bezogen auf 1/2h-Werte (extrem konservativ!)
  - PM<sub>2,5</sub> > PM<sub>10</sub> **5,4 % aller Fälle**
  - ... um mehr als 2,5 µg/m<sup>3</sup> **1,7 % aller Fälle**