



Smog über Leonberg am 22.1.2017

---

# Welche Rolle spielte Feinstaub bei der Grippewelle 2016/2017?

Ein Anstoß zur Diskussion

Verfasser: Ewald Thoma  
mit freundlicher Unterstützung durch das OK-Lab Team Stuttgart

E-Mail: [ewald.thoma@t-online.de](mailto:ewald.thoma@t-online.de)  
<http://agvl-leonberg.de>

März 2017

---

## Zusammenfassung

Der Spätherbst und Winter 2016/2017 war im Südwesten Deutschlands durch häufige Hochdruck-Wetterlagen geprägt. Dies hatte zur Folge, dass es oft austauscharme Wetterlagen gab, welche die Schadstoffkonzentrationen in der Luft vor allem in den Ballungsräumen, teilweise aber auch flächendeckend, in die Höhe trieben. Hinzu kam, dass die im Winter ohnehin meist hohe bodennahe Luftfeuchte bei solchen Wetterlagen so sehr anstieg, dass dies zu längeren Perioden mit Dunst und Nebel führte. Es kam daher zu mehreren teilweise heftigen Smoglagen.

Es ist wissenschaftlich gesichert, dass hohe Schadstoffkonzentrationen, insbesondere hohe Feinstaubkonzentrationen, langfristig ein hohes Gesundheitsrisiko darstellen. Gemäß WHO führt dies alleine in Deutschland im Jahr statistisch gesehen zu mehr als 30.000 vorzeitigen Todesfällen. Teilweise werden noch höhere Zahlen genannt. Ein Kausalzusammenhang im Einzelfall ist jedoch prinzipiell kaum nachweisbar. Es ist auch bekannt, dass hohe Schadstoffkonzentrationen, insbesondere bei Smoglagen, die Gesundheit der betroffenen Menschen nicht nur langfristig, sondern auch **akut** gefährden können. Immer wieder wird kontrovers diskutiert, ab welchen Bedingungen akute Folgen eintreten. So wurde in einem Pressebericht kürzlich z.B. von einzelnen Medizinern sogar angezweifelt, ob die Feinstaubalarme in Stuttgart überhaupt gerechtfertigt sind bzw. waren, weil es solche akuten Wirkungen gar nicht gäbe.

Dieses Papier zeigt auf, dass es Hinweise gibt, dass es zumindest in diesem Winter eine **deutliche Korrelation zwischen der heftigen und bereits außergewöhnlich früh einsetzenden Grippewelle und Perioden hoher Feinstaubkonzentrationen gibt**. Dazu werden in diesem Dokument die Datenerhebungen des Robert Koch Instituts (RKI) zur Entwicklung der Atemwegserkrankungen in Deutschland bzw. Baden-Württemberg mit den Verläufen der Messwerte des im Aufbau befindlichen OK-Lab- Feinstaub-Messnetzes sowie des staatlichen Messnetzes der LUBW und mit meteorologischen Daten verglichen.

Gleichzeitig zeigt dieses Papier, dass **die Messwerte des OK-Lab-Netzes Stuttgart gut als Indikator für akute Gesundheitsgefahren durch Feinstaub dienen können**. Dies ist eine Bestätigung dafür, dass die Messwerte dieses Messnetzes unter bestimmten Bedingungen den Vergleich mit den offiziellen Messungen nicht zu scheuen braucht, zumal das Potential für Qualitätsverbesserungen hoch und noch nicht ausgeschöpft ist.

**Dieses Papier soll einen Anstoß zur Diskussion und zu weiteren vertiefenden Untersuchungen geben. Dazu werden weiterführende Vorschläge gemacht.**

Sollten sich die Ergebnisse dieser Untersuchung bestätigen, könnte dies auch politische Folgen haben. So wäre z.B. die derzeitige völlige Fixierung von Maßnahmen bei hohen Schadstoffwerten alleine auf die Stadt Stuttgart nur noch schwer zu begründen. Auch die derzeit geltenden (politischen) Grenzwerte würden dadurch in Frage gestellt werden, weil selbst ihre Einhaltung den Schutz der menschlichen Gesundheit nicht gewährleisten kann. Immerhin hat der Schutz der körperlichen Unversehrtheit Verfassungsrang.

**Anmerkung: Der Begriff ‚Grippewelle‘ wird in diesem Papier als Synonym für die jährlich auftretende Häufung von Atemwegserkrankungen im Winter gemäß der Definition des Praxisindex des RKI verwendet.**

## Inhalt

1	Charakteristik der Wetterlagen des Spätherbstes und Winters 2016/2017 .....	4
2	Verlauf der Feinstaubkonzentrationen .....	4
2.1	Werte aus dem OK-Lab Netz für Leonberg .....	5
2.1.1	Messtechnik und Interpretation .....	5
2.1.2	Ergebnisse.....	6
2.2	Werte des Luftmessnetzes der LUBW .....	8
3	Verlauf der Grippewelle in Baden-Württemberg.....	9
4	Vergleich der Verläufe des Praxisindex und der Feinstaubkonzentrationen.....	11
4.1	Vergleich mit den Daten des OK Lab- Messnetzes.....	11
4.2	Vergleich mit den Ergebnissen der Hintergrundmessstationen der LUBW .....	12
4.3	Vergleich mit beiden Messnetzen .....	13
4.4	Wertung der Ergebnisse.....	15
5	Offene Fragen / weitere Untersuchungen .....	16
5.1	Einbeziehung weitere Jahre und Gebiete .....	16
5.2	Stärkere Differenzierung bei den Gesundheitsdaten.....	17
5.2.1	Stärkere Regionalisierung.....	17
5.2.2	Andere Krankheitswirkungen .....	17
5.2.3	Wirkung anderer Schadstoffe bzw. andere Feinstaubfraktionen (PM 2,5 und Ultrafeinstäube) .....	17
5.3	Vergleich mit weiteren meteorologischen Daten, insbesondere von Indizes für austauscharme Wetterlagen.....	17
5.4	Verbesserung der Qualität der Sensoren des OK-Lab- Messnetzes.....	18
5.5	Ausweitung der Messungen des OK-Lab auf weitere Schadstoffe .....	18
5.6	Politische Auswirkungen / Fragen .....	18
5.6.1	Gesundheitswesen .....	18
5.6.2	Stuttgarter Feinstaubalarm .....	19
5.6.3	Grenzwerte.....	19
6	Literaturverzeichnis.....	20

## 1 Charakteristik der Wetterlagen des Spätherbstes und Winters 2016/2017

Der Winter war im Südwesten außergewöhnlich stark durch teils kräftige und lange anhaltende Hochdruck-Wetterlagen geprägt. Dabei lag der Südwesten meist an der Süd- oder Südwestflanke von Kontinentalhochs oder das Hoch lag direkt über Mitteleuropa. Die Folge waren überdurchschnittlich viele Nordostlagen, d.h. Wetterlagen mit der Zufuhr kontinentaler und kalter Luft aus nordöstlicher Richtung sowie windarme Lagen in den Niederungen bei Zufuhr von milder Luft in der Höhe. Damit kam es zur Ausbildung von Inversionslagen (kalte und zeitweise auch feuchte Luft am Boden und milde, sehr trockene Luft in der Höhe). Diese Phasen wurden aber auch ab und zu durch meist kürzere Perioden mit Tiefdruckeinfluss vom Atlantik mit milderer Luft auch am Boden und teils kräftigen Winden und damit guter Durchmischung unterbrochen. Die folgende Grafik zeigt den Verlauf des Luftdrucks an der privaten Wetterstation Leonberg-Glemstal seit Oktober bis Februar. Dieser Verlauf ist repräsentativ für den Stuttgarter Raum und in erster Näherung auch für Baden-Württemberg:

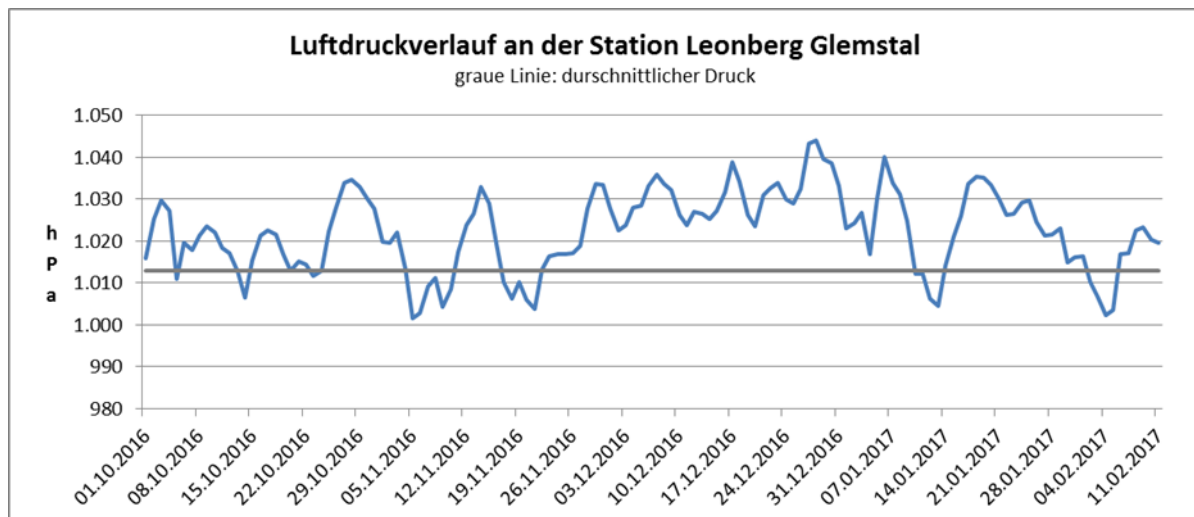


BILD 1-1 LUFTDRUCKVERLAUF LEONBERG

Zur heftigsten Smogperiode in der zweiten Januarhälfte 2017 gibt es eine [ausführliche Analyse \(1\)](#), welche beispielhaft auf meteorologische Details solcher Lagen eingeht.

## 2 Verlauf der Feinstaubkonzentrationen

Die Feinstaubkonzentrationen folgten erwartungsgemäß diesen Wetterperioden, was man daran erkennen kann, dass vor allem bei den Hintergrundstationen die Konzentrationen im Wesentlichen durch die meteorologischen Verhältnisse bestimmt wurden. Im Folgenden werden Verläufe von PM10 anhand der Messwerte des OK-Lab-Netztes sowie des Luftmessnetzes der LUBW im Großraum Stuttgart dargestellt. Das OK-Lab-Netz wird derzeit als Open-Data Projekt der Open Knowledge Foundation von der Stuttgarter Gruppe dieser Organisation auf ehrenamtlicher Basis aufgebaut. Beim LUBW-Netz werden nur die Daten von städtischen Hintergrundstationen verwendet. Straßenmessstationen, wie z.B. die Station am Stuttgarter Neckartor, werden zusätzlich zu den meteorologischen Bedingungen von den jeweiligen Verkehrsmengen an diesen Straßen beeinflusst. Je mehr Einflussgrößen zu beachten sind, je schwerer ist es, einzelne Abhängigkeiten zu erkennen.

Daher sind sie als Vergleichsgrundlage für die in diesem Papier verfolgten Ziele nicht so gut geeignet. Die Stationen des OK-Lab-Netzes sind auch der Kategorie 'städtischer Hintergrund' zuzuordnen. Eigentlich wäre die Feinstaubfraktion PM<sub>2,5</sub> für eine derartige Untersuchung besser geeignet, weil die Gesundheitsgefahr zunimmt, je kleiner die Partikel sind. Leider wird aber in Baden-Württemberg derzeit nur über die PM<sub>10</sub> bzw. den PM<sub>10</sub>-Grenzwert diskutiert. Messungen von PM<sub>2,5</sub> gibt es noch nicht überall und auch noch nicht lange und einen PM<sub>2,5</sub>-Kurzfrist- EU-Grenzwert wie bei PM<sub>10</sub> gibt es erstaunlicherweise immer noch nicht. International ist inzwischen PM<sub>2,5</sub> der Standard, vor allem außerhalb von Europa.

Aus diesen Gründen dienen in diesem Papier die PM<sub>10</sub>-Werte als Basis für die Auswertungen.

Der Zeitraum für die Auswertungen reicht vom Oktober 2016 bzw. KW 40 2016 (beginnend mit dem 3.10.2016) bis zur KW 6 2017 bzw. Mitte Februar. Danach war der Höhepunkt der Grippewelle erreicht. Sie ebte allerdings nur langsam ab.

## 2.1 Werte aus dem OK-Lab Netz für Leonberg

### 2.1.1 Messtechnik und Interpretation

Die verwendeten Sensoren basieren auf dem Streulicht-Prinzip und messen das von Partikeln in einem Messvolumen gestreute Licht (unter einem gewissen Winkel, unter dem die Photodiode relativ zur Lichtquelle angeordnet ist). Eine Vorbehandlung (z.B. Trocknung) der angesaugten Luft findet nicht statt. Die Sensoren sind werkseitig vorkalibriert. Die Anzahl der gezählten Partikel wird anhand der Größe intern umgerechnet auf die Feinstaub-Fraktionen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> und als Massenkonzentration in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ausgegeben. Der Sensor misst also nicht unmittelbar die Masse der Feinstaubfraktionen PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub>. Die Obergrenze der gemessenen Partikelgröße liegt somit bei einem Durchmesser von 10  $\mu\text{m}$  bzw. 2,5  $\mu\text{m}$ . Die Untergrenze liegt nach Herstellerangaben bei 0,3  $\mu\text{m}$ , d.h. Ultrafeinstaub- Partikel werden nicht erfasst (siehe Kapitel 4.4).<sup>1</sup> Die Messperiode des Messnetzes ist eine Minute, d.h. pro Minute wird ein Messwert aufgezeichnet.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen folgendes Verhalten:

- Bei PM<sub>10</sub> sind die Absolutwerte im höheren Skalenbereich deutlich höher als bei den Profi-Messgeräten. Gründe:
  - Sehr preisgünstige Messtechnik
  - Bei hohen Werten verändert kondensierende Feuchte die Größe der Partikel
  - Eventuell noch andere Faktoren
- Bei PM<sub>2,5</sub> ist dieser Effekt geringer, d.h. die Werte sind recht gut mit den Profigeräten vergleichbar (durch Uni-Institute bestätigt)
- Die Streuung der Einzelgeräte untereinander ist teilweise (noch) hoch. Neuere Geräteversionen zeigen aber schon eine Verbesserung. Dies sollte beim Vergleich zwischen einzelnen Sensoren beachtet werden

Aber:

---

<sup>1</sup> Tatsächlich ist die exakte Definition von PM<sub>10</sub> bzw. PM<sub>2,5</sub> komplexer. Siehe <https://de.wikipedia.org/wiki/Feinstaub>

- Die Verlaufskurven sind, von einzelnen Ausreißern abgesehen, gut und korrelieren recht gut mit den Profi-Geräten (dies muss aber noch näher überprüft werden)
- Die Sensitivität des Sensormoduls ist sehr hoch, d.h. man kann
- Die derzeit noch hohe Streuung kann man mit hoher Anzahl von Geräten recht gut ausgleichen (Schwarmintelligenz).

Wichtig:

- Das OK-Lab-Netz hat nicht das Ziel, die Profi-Geräte der staatlichen Messnetze zu ersetzen
- Es gibt noch hohes Potential für Qualitätsverbesserung , z.B. durch Kalibrierung

Weitere Informationen zur Gerätetechnik siehe <http://luftdaten.info> (2).

### 2.1.2 Ergebnisse

Die folgende Grafik zeigt die PM10-Tagesmittelwerte an den derzeit insgesamt 7 bzw. 8 Stationen im Stadtgebiet von Leonberg ab dem 1.10.2016 (2 Sensoren sind am gleichen Standort angebracht). Die Stationen werden gut betreut, liegen in Wohngebieten oder im Außenbereich und sind für die Messung von Feinstaub sinnvoll angebracht, insbesondere an gut durchlüfteten Stellen.

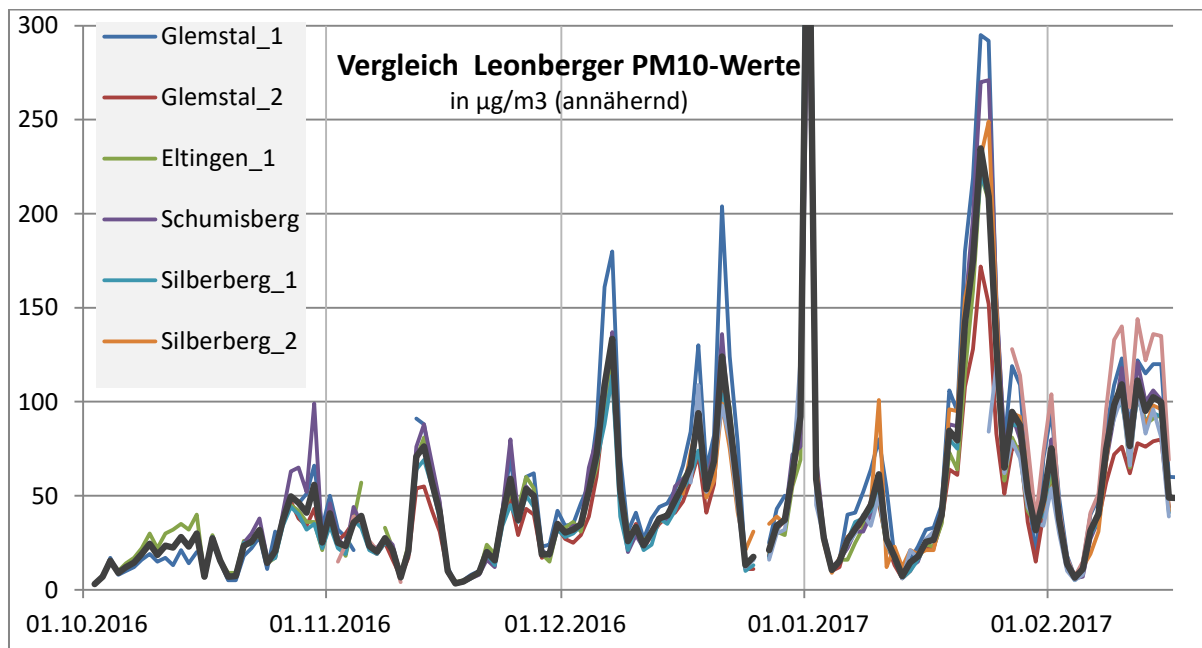


BILD 2-1 VERGLEICH PM10-WERTE LEONBERG

Trotz der Verwendung von sehr preisgünstigen und derzeit nur werkseitig kalibrierten Sensoren sind die Verläufe der Messwerte recht gut korreliert und daher als Vergleichsgrundlage gut verwendbar.

Die folgende Karte zeigt die Lage der Stationen. Daraus ist erkennbar, dass sie flächig im Stadtgebiet verteilt sind.



BILD 2-2 LAGE DER LEONBERGER STATIONEN

Der Verlauf zeigt insgesamt 9 Perioden mit Werten über  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sehr gut ist Silvester/Neujahr zu erkennen mit Werten bis nahe  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Die Werte gehen über den Skalenbereich hinaus). Markant auch die schwere Smoglage in der zweiten Januarhälfte. Dazu gibt es eine spezielle [Analyse](#).

Der Verlauf der Leonberger Messwerte korreliert gut mit 7 Stationen des OK-Lab-Netzes aus der Stuttgarter City. Auch die Absolutwerte haben ähnliches Niveau:

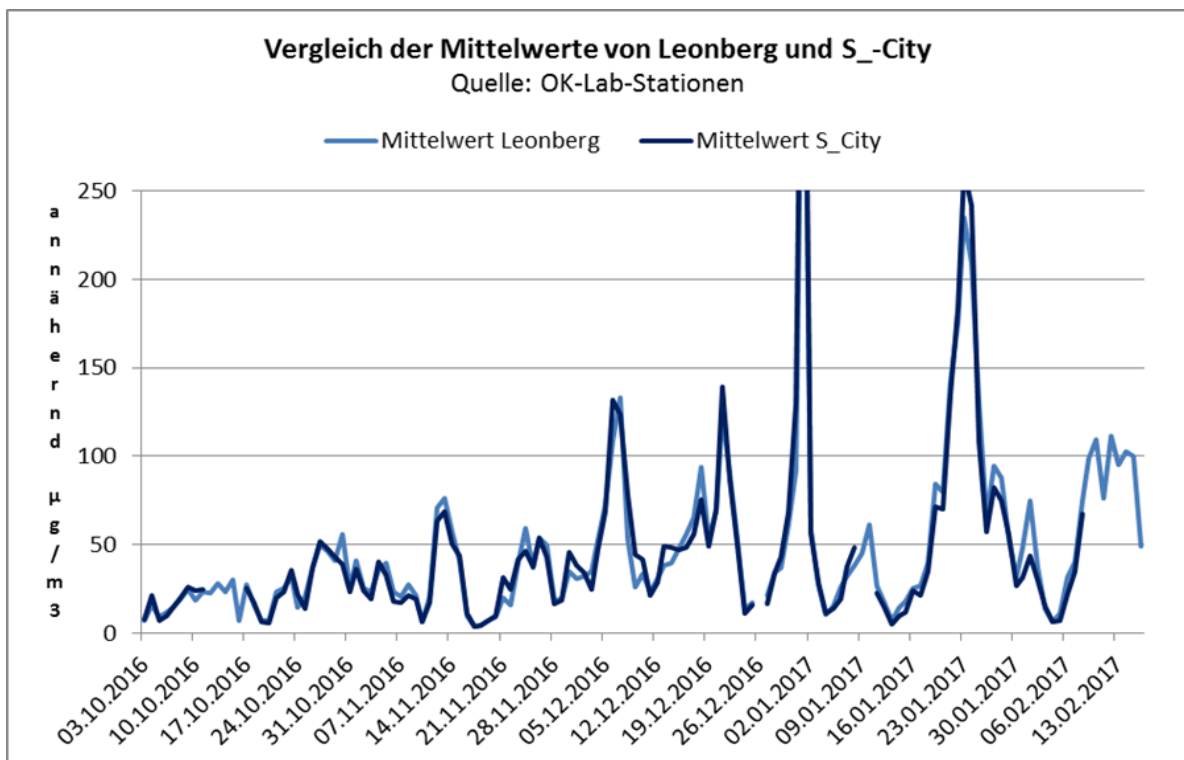


BILD 2-3 VERGLEICH MITTELWERTE LEONBERG MIT S-CITY

## 2.2 Werte des Luftmessnetzes der LUBW

Als Vergleichsgrundlage dienen die PM10-Tagesmittelwerte der folgenden Stationen des Großraumes Stuttgart:

- Stuttgart Bad Cannstatt
- Ludwigsburg
- Filderstadt-Bernhausen
- Gärtringen
- Tübingen
- Reutlingen
- Pforzheim

Die Werte wurden von der Internetseite des [Umweltbundesamtes \(UBA\) \(3\)](#) heruntergeladen, weil sie aktueller sind als die gravimetrischen Werte, die vom LUBW im Daten- und Kartendienst angeboten werden. Die folgende Grafik zeigt die Werte:

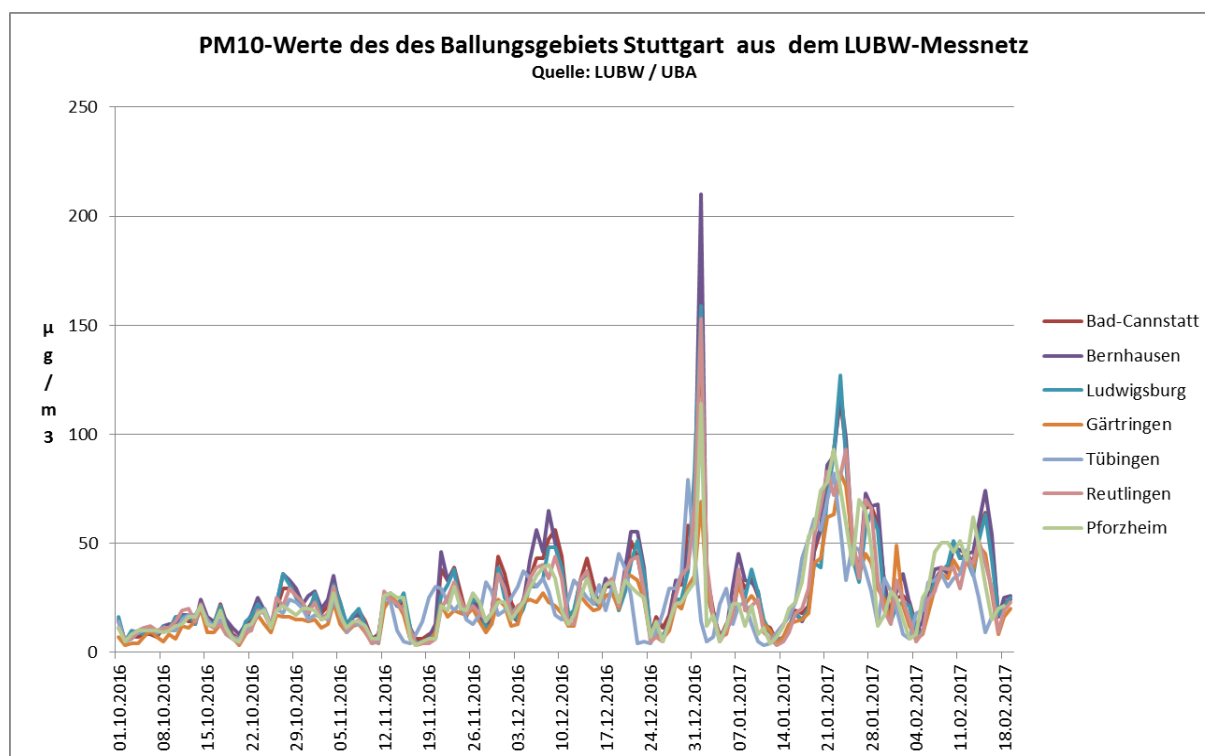


BILD 2-4 VERGLEICH PM10-WERTE REGION S

Auch hier sind die Verläufe ähnlich, wobei jedoch die lokalen Unterschiede durchaus erkennbar sind.

Erkennbar ist auch sofort, dass die Verläufe der OK-Lab-Werte und der LUBW-Werte recht gut miteinander korrelieren. Deutliche Unterschiede gibt es allerdings bei den Absolutwerten. Für die Ziele dieses Papiers ist dies jedoch nicht so sehr relevant, da es hauptsächlich auf die Verläufe ankommt.



### 3 Verlauf der Grippewelle in Baden-Württemberg

Die Arbeitsgemeinschaft Influenza des Robert Koch Instituts (RKI) veröffentlicht im Internet im Winterhalbjahr jede Woche Daten über den Verlauf der Atemwegserkrankungen in Deutschland. Dabei gibt es auch regionale Auswertungen nach Bundesländern. Eine gute Vergleichsgröße ist dabei der so genannte [Praxisindex](#) (4). Dieser Index ist für kleinräumige Vergleiche und Auswertungen besonders gut geeignet. [Auf der Homepage der Arbeitsgemeinschaft](#) (5) ist er folgendermaßen definiert:

Zitat:

„Der Praxisindex stellt die über alle Praxen gemittelte relative Abweichung der beobachteten akuten respiratorischen Erkrankungen (ARE) gegenüber einem für jede Praxis ermittelten "Normalniveau" dar. Unterschiede, die durch Praxispezialisierung (Pädiater, Internisten, Allgemeinärzte), Praxisgröße, etc. verursacht sind, werden dadurch reduziert und räumliche Vergleiche unterstützt. Eine normale ARE-Aktivität (Hintergrund) wird beim Praxisindex bis zu Werten von 115 angenommen.“

Die folgende Grafik zeigt diesen Indexwert für 2016/2017 bis zur KW 6 im Vergleich zu den beiden Vorjahren:

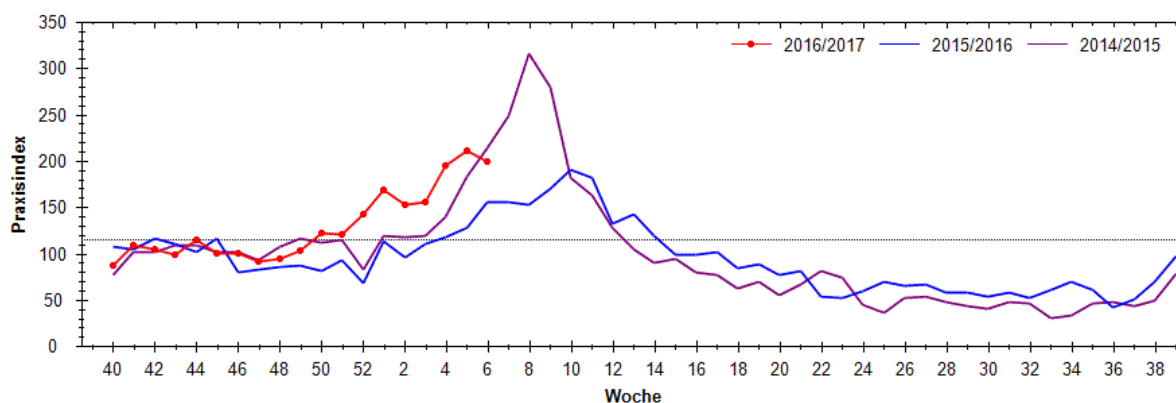


BILD 3-1 PRAXISINDEX DER LETZTEN 3 JAHRE

Die Grafik zeigt:

- Die Grippewelle hat in dieser Saison bereits im Dezember begonnen, also vergleichsweise früh und hielt relativ lange an.
- Sie verläuft in der Saison 2016/2017 in Schüben bzw. sogar in Wellen

Die wöchentlichen Karten des RKI zeigen, dass die Grippewelle vor allem im Süden und Südwesten Deutschlands sehr stark war. Der Norden und Nordwesten waren nicht so stark betroffen. Dies zeigt das folgende analoge Bild für den Praxisindex in Hamburg und Schleswig-Holstein:

Welche Rolle spielte Feinstaub bei der Grippewelle 2016/2017?

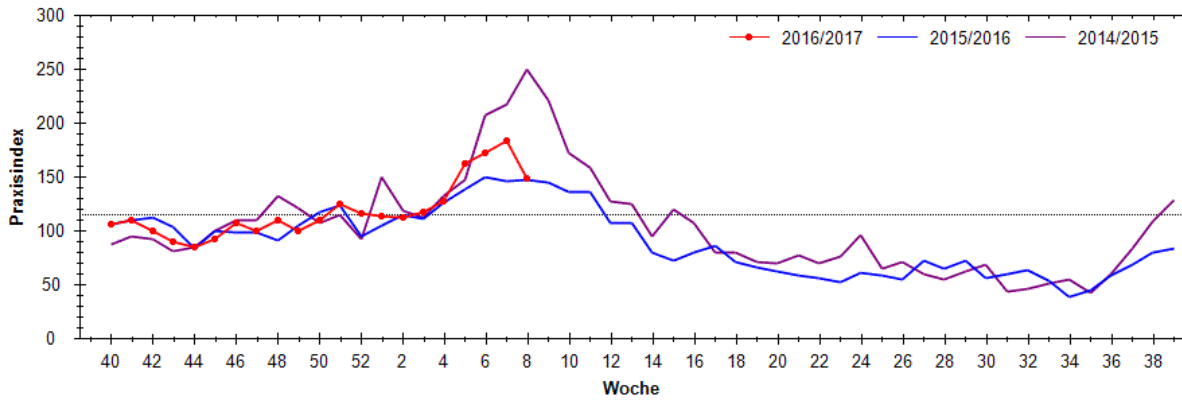


BILD 3-2 PRAXISINDEX HAMBURG/SCHLESWIG-HOLSTEIN

Dort gab es weniger austauschbare Wetterlagen, insbesondere nicht in der frühen Phase der Grippesaison. Die Grippewelle beginnt erst etwa Mitte. Auch dies spricht dafür, dass die Feinstaubwerte eine wichtige Rolle bei der Grippewelle gespielt haben könnten.

Auch die Flächendarstellung für Deutschland zeigt diese Entwicklung:

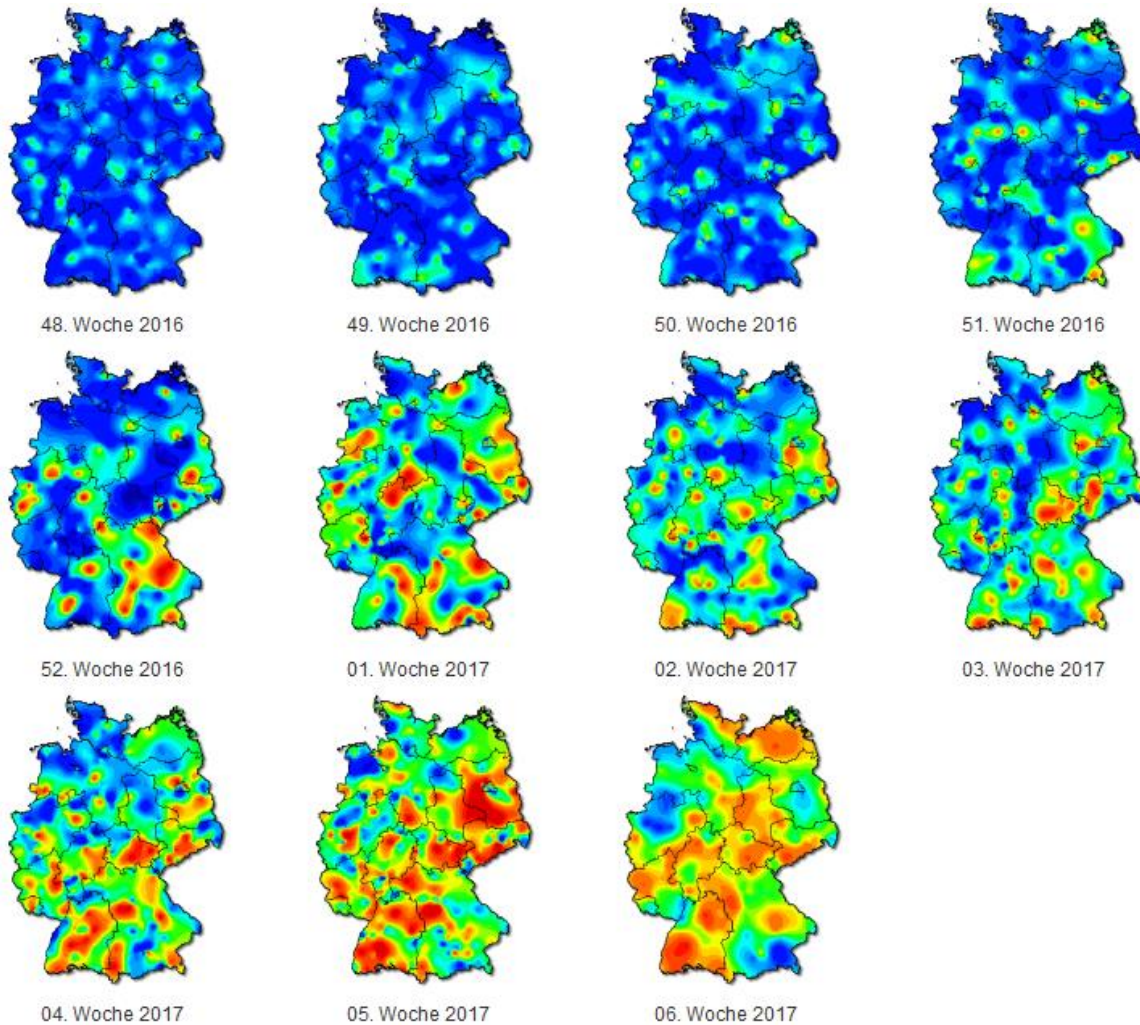


BILD 3-3 VERLAUF DER GRIPPEWELLE 2016/2017 IN DEUTSCHLAND

Aus den [Wochenberichten des RKI](#) und aus vielen aktuellen Presseberichten ist zu entnehmen, dass es in Baden-Württemberg eine der schwersten Grippewellen der letzten Jahre gewesen war. Insbesondere schwere Fälle der eigentlichen Grippe, der Influenza, sind ungewöhnlich häufig aufgetreten. Die Krankenhäuser gerade auch im Ballungsraum Stuttgart gerieten nahe an ihre Kapazitätsgrenzen. Die Zahl der Sterbefälle war in Stuttgart am Jahresanfang nach einem Bericht in der [Stuttgarter Zeitung](#) (6) ungewöhnlich hoch.

## 4 Vergleich der Verläufe des Praxisindex und der Feinstaubkonzentrationen

Angesichts dieser Daten und Informationen lag es nahe, die Feinstaubkonzentrationen mit dem Praxisindex in Beziehung zu setzen.

### 4.1 Vergleich mit den Daten des OK Lab- Messnetzes

Das OK-Lab-Netz war am Anfang des Winters noch sehr stark auf den Stuttgarter Raum konzentriert. Daher konnten zum Vergleich nur Feinstaub-Messwerte aus dem Ballungsraum Stuttgart herangezogen werden. In der Tat war die Motivation dafür, dieses Papier zu schreiben, ein erster Vergleich des Praxisindex mit den Feinstaubwerten der OK-Lab Stationen Leonberg. Die folgende Grafik zeigt diesen Vergleich mit dem Tagesmittelwert der Feinstaubkonzentrationen der Leonberger Stationen:

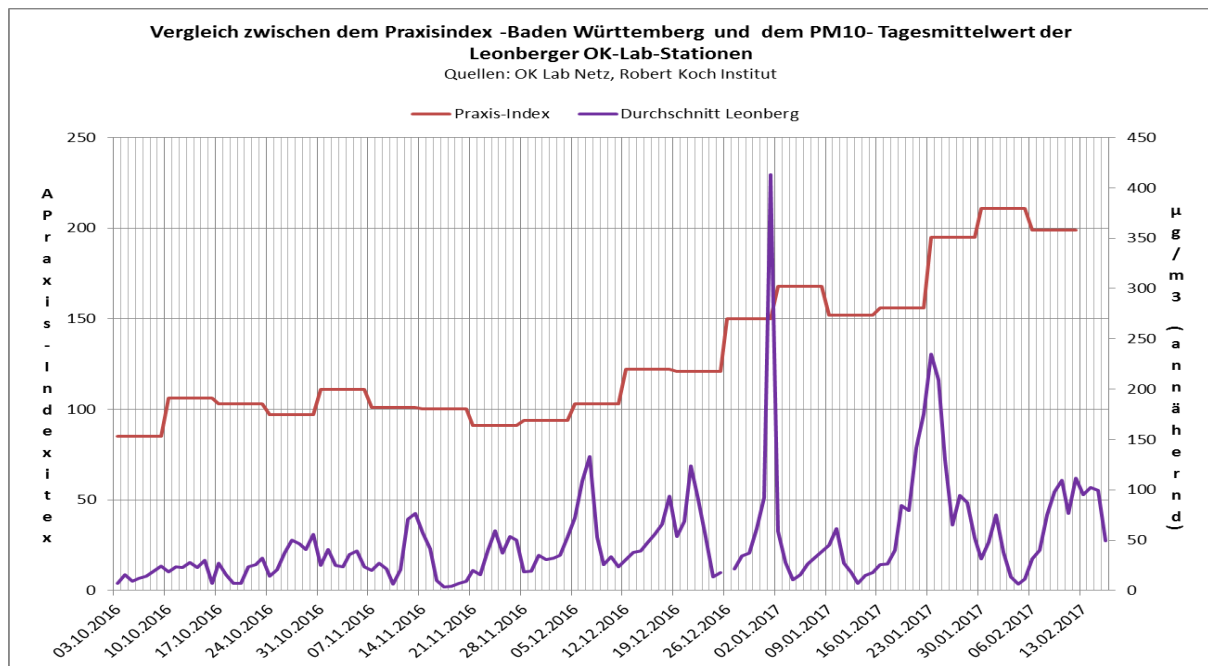


BILD 4-1 VERGLEICH PRAXISINDEX MIT PM10 LEONBERG

Auf den ersten Blick scheint es keinen engen Zusammenhang zu geben. Berücksichtigt man aber, dass die potentielle Krankheitswirkung von Perioden hoher Feinstaubkonzentrationen erst nach einigen Tagen zu einem Arztbesuch führt, ergibt sich ein anderes Bild. Nimmt man einen Verzug von einer Woche an und verschiebt dazu den Praxisindex eine Woche zurück, dann ergibt sich durch Mittelwertbildung des PM10 Wertes das folgende Diagramm:

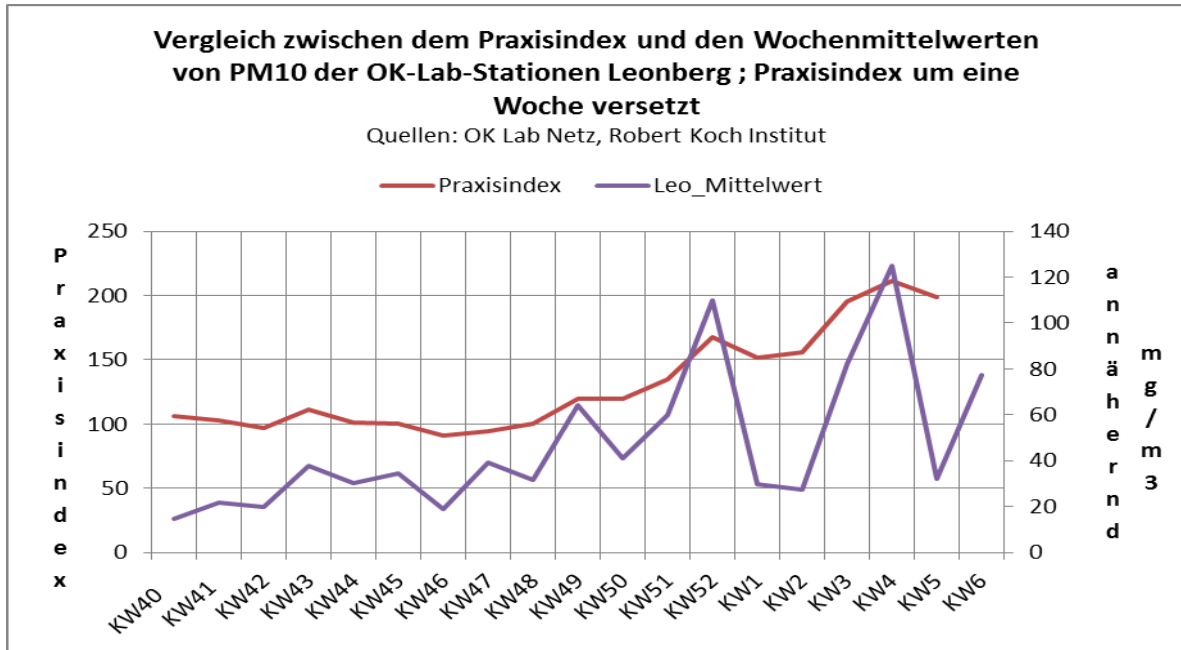


BILD 4-2 VERGLEICH PRRAXISINDEX MIT DEM PM10- WOCHENMITTEL DER LEONBERGER STATIONEN

Es zeigt eine verblüffend deutliche Korrelation. Besonders die Abfolgen der Perioden mit hohen Feinstaub- Konzentrationen und der dazwischen liegenden 'Entspannungsphasen' sind gut abgebildet. Eigentlich sollte man erwarten, dass die hohe Dynamik der Ansteckungsrate alle anderen möglichen Einflussgrößen überdeckt, d.h. dass die weitaus meisten gemeldeten Praxisbesuche wegen Ansteckungen erfolgen. Aber die Einflussgröße 'Feinstaub' spielte möglicherweise eine solch große Rolle, dass sie trotzdem deutlich sichtbar wird. In diesem Winter erfolgte der Anstieg nicht – wie in den vergangenen beiden Jahren – relativ kontinuierlich, sondern in ansteigenden Wellen, die eng mit den einzelnen 'Feinstaubwellen' korrelieren. Vor allem die ‚Senken‘ machen dies deutlich.

## 4.2 Vergleich mit den Ergebnissen der Hintergrundmessstationen der LUBW

Ähnlich stellt sich auch der Vergleich mit den Messwerten der LUBW dar:

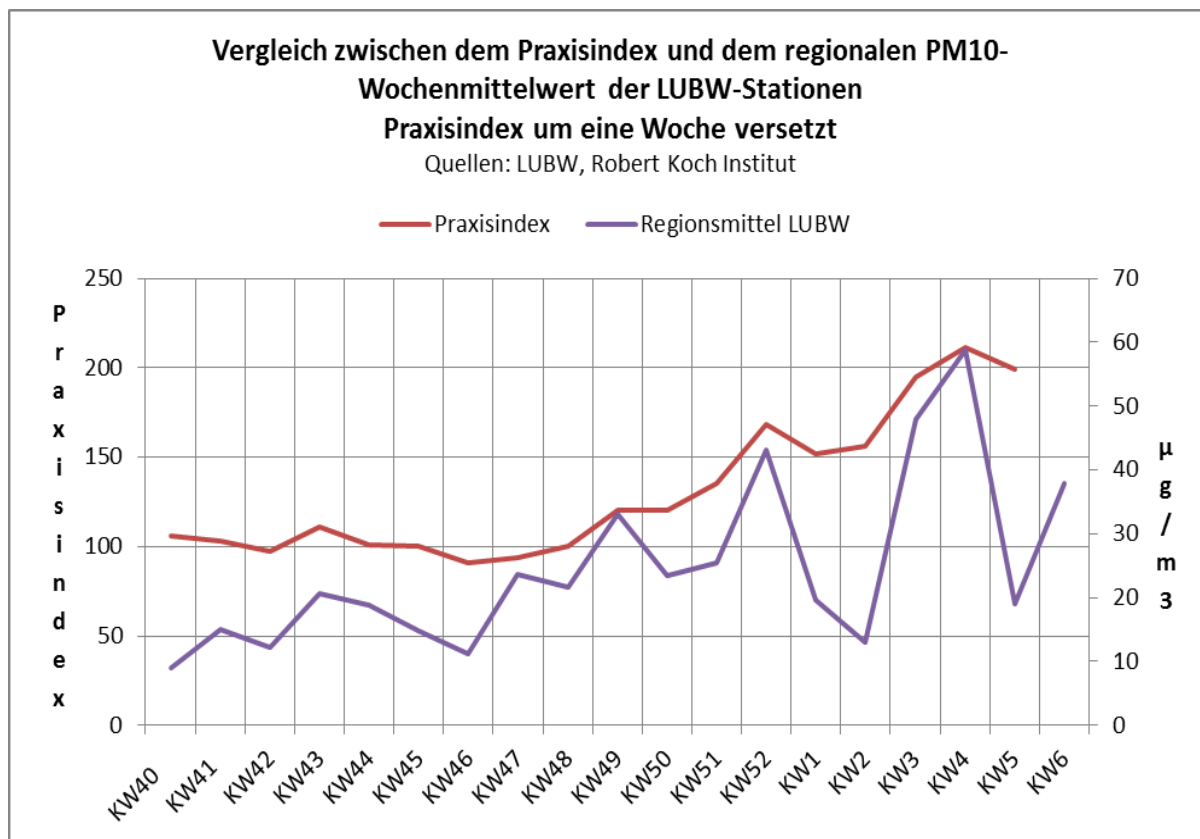


BILD 4-3 VERGLEICH PRAXISINDEX MIT DEM PM10-WOCHENMITTEL DER STATIONEN DER LUBW

Auch hier sind die Einzelwellen vor allem bei höheren Werten erkennbar.

### 4.3 Vergleich mit beiden Messnetzen

Stellt man die Ergebnisse beider Messnetze in einer Grafik dar, werden die Zusammenhänge noch deutlicher:

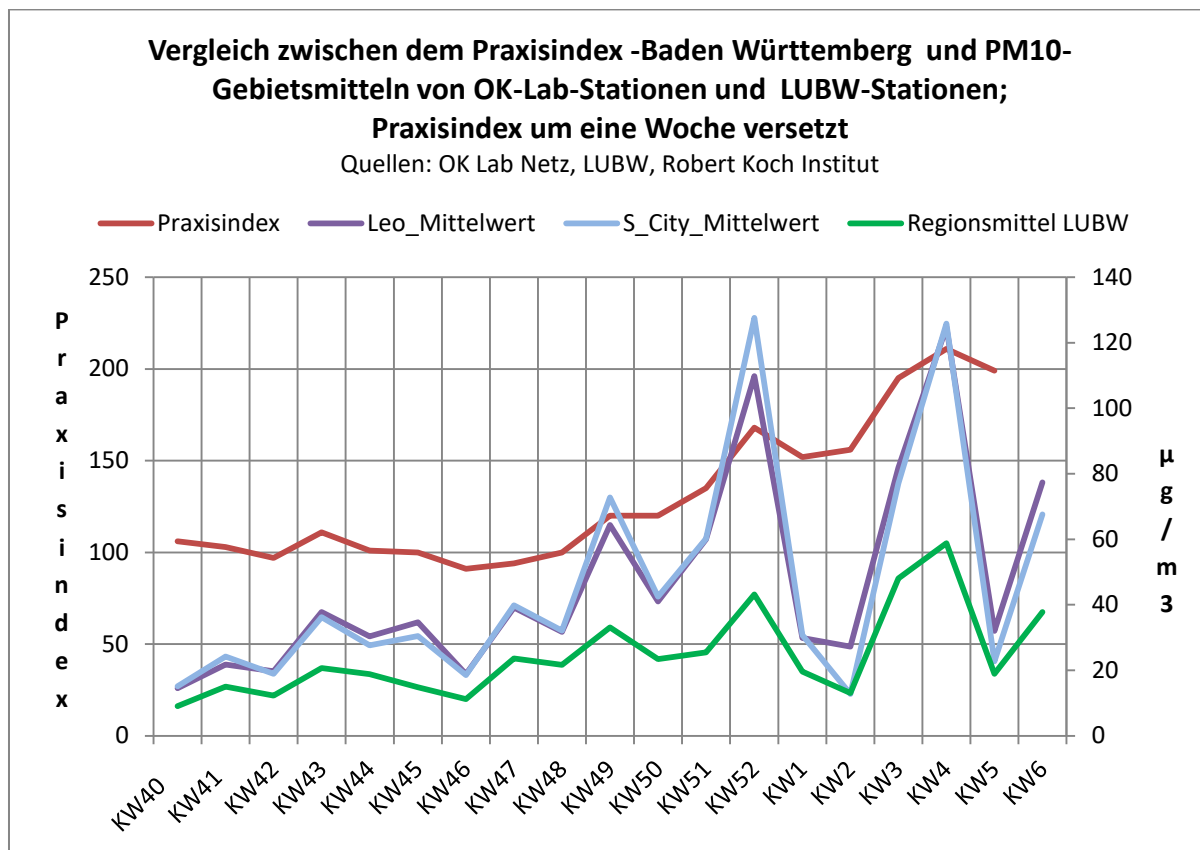


BILD 4-4 VERGLEICH PRAXISINDEX MIT DEN PM10-WOCHENMITTELN AUS BEIDEN NETZEN

Diese Grafik ist auch ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Messergebnisse des OK-Lab-Netzes **bei genügend vielen Messstationen eines Gebietes als Indikator für die Feinstaubbelastung** hinsichtlich der Beurteilung der gesundheitlichen Auswirkungen mindestens genauso so gut geeignet sind, wie die des offiziellen Messnetzes der LUBW, obwohl die Absolutwerte unterschiedlich sind.

Möglicherweise sind die gemessenen Werte des OK-Lab Messnetzes sogar besser als Indikator für die Gesundheitsgefahr durch Feinstaub geeignet, da die verwendeten Sensoren nicht nur die Masse des ‚trockenen‘ Feinstaubs messen. Sie beziehen auch die Kondensationsbildung mit ein und somit auch zumindest teilweise die Smogbildung. Die feinen Tröpfchen, welche von der Größe her im Bereich von 1 bis 10 µm liegen, können die negative Wirkung auf die Gesundheit verstärken. Dafür steht der Begriff Smog. Dieses englische Kunstwort beinhaltet nicht ohne Grund die Begriffe smoke (=Rauchpartikel) und fog (=Nebel, also kondensierter Wasserdampf). Eine besonders markante Smogsituation gab es in der zweiten Januarhälfte (siehe Titelbild). Das Titelbild dieses Papiers zeigt anschaulich den feinen Dunst unter einer tief liegenden Inversion. Diese Verhältnisse waren im gesamten Ballungsraum Stuttgart und in großen Teilen von Baden-Württemberg an diesem Tag ähnlich.

Durch Kondensationsbildung können sich wasserlösliche Partikel, die als Kondensationskeime der Tröpfchen dienen im Kondenswasser lösen und dadurch zusätzliche toxische Eigenschaften entwickeln oder verstärken. Schließlich wird dieser Effekt gerade bei Atemwegserkrankungen von Medikamenten genutzt. Das beste Beispiel ist das wirkungsvollste Hausmittel gegen solche Erkrankungen: Die Inhalation von feuchten Aerosolen in denen heilende Stoffe oder Medikamente gelöst sind. Weiterhin macht der Sensor dadurch auch den besonders gefährlichen Ultrafeinstaub

(UFP) teilweise sichtbar und damit teilweise messbar. Dies geschieht dadurch, dass diese Partikel durch Anlagerung von Wasserdampf größer werden als die untere Größengrenze des Sensors. Diese Untergrenze liegt nach Herstellerangaben bei 0,3 µm. Nach diesem Prinzip arbeiten z.B. auch Kondensationszähler, also Messgeräte, welche die Anzahl dieser UFP's gezielt messbar machen.

So gesehen, kann man den im OK-Lab-Netz verwendeten Sensor quasi als ein Kombinations-Messgerät sehen, welches sowohl die Partikel der Klassen PM10 und PM2.5 als auch die Kondensationsbildung an den Ultrafeinstaub-Partikeln misst (möglicherweise auch noch andere Effekte). Dafür müsste eigentlich eine spezielle Skala definiert werden. Die Skala µg/m<sup>3</sup> kann jedoch als Orientierung annähernd verwendet werden, vor allem im unteren Bereich.

#### 4.4 Wertung der Ergebnisse

Selbstverständlich kann eine gute Korrelation noch nicht als Beweis für einen realen Zusammenhang gewertet werden. Es muss dazu auch eine mögliche Erklärung eines Wirkungszusammenhangs geben. Eine empirische Erklärung liegt in diesem Fall jedoch nahe. Denn die Erfahrungen und Untersuchungen der auf der ganzen Welt auftretenden Smoglagen zeigen dies deutlich. Man kann allenfalls darüber diskutieren, ab wann **akute** Wirkungen bereits einsetzen. Natürlich sind Viren und Bakterien die Hauptursache der in diesem Papier betrachteten Atemwegserkrankungen. Aber eine Synergie mit hohen Luft-Schadstoffkonzentrationen insbesondere von Feinstaub wird von vielen Experten als hoch wahrscheinlich angesehen. Insbesondere dürfte die Tatsache eine Rolle spielen, dass das Immunsystem durch Luftschadstoffe geschwächt wird.

Vielfach werden in der medizinischen Literatur meteorologische Parameter als mögliche Verstärker genannt, insbesondere die Kälte oder die Bodenfeuchte. Allerdings ist es wohl bisher nicht gelungen, einen wirklich signifikanten Einfluss zuverlässig zu nachzuweisen. Dies zeigt sich auch beim Vergleich von Temperatur und Luftfeuchte mit dem Praxisindex in unserem Fall:

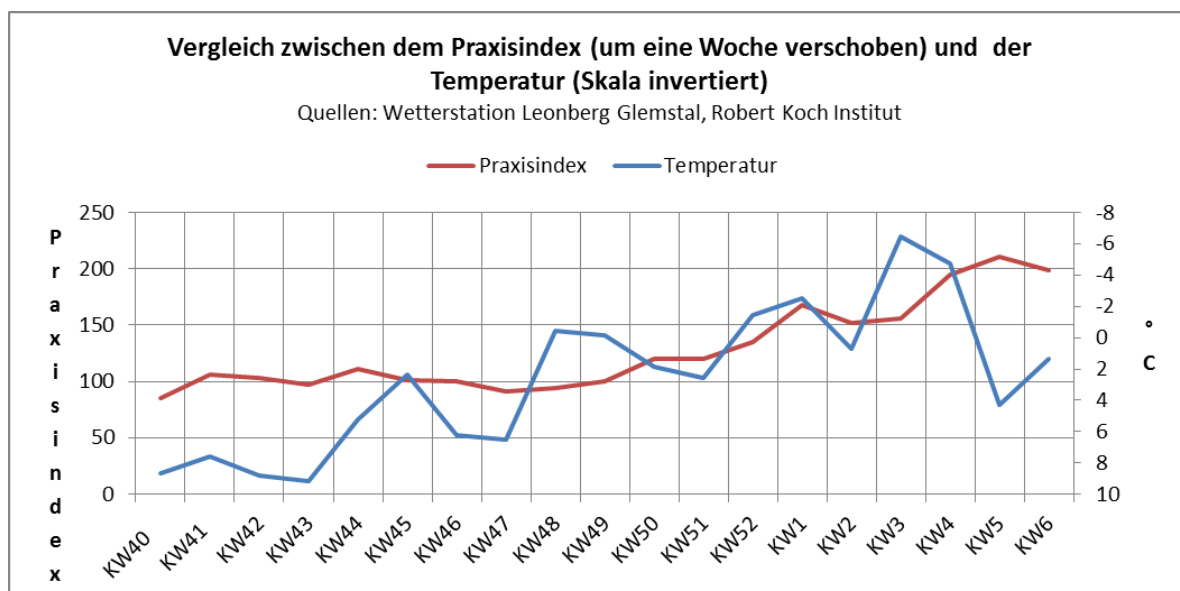


BILD 4-5 VERGLEICH PRAXISINDEX MIT DEM WOCHENMITTEL DER LUFTTEMPERATUR IN LEONBERG

*Hinweis: Die Temperaturskala ist invertiert dargestellt, d.h. die kalten Temperaturen sind in der Skala oben, die warmen unten. Dadurch ist optisch ein besserer Vergleich möglich. Der Praxisindex ist wieder um eine Woche nach vorne geschoben.*

Es gibt zwar eine Korrelation, aber sie ist nicht so deutlich ausgeprägt wie bei der Feinstaubkonzentration. Beide Parameter hängen natürlich auch voneinander ab, da austauscharme Wetterlagen im Winter mit tiefen Temperaturen am Boden verknüpft sind.

Wenn die Kälte das alleinige Kriterium wäre, müsste es in viel kälteren Klimaten (Gebirge, kontinental geprägte Gebiete) viel intensivere Grippewellen als bei uns geben. Außerdem sind die meisten Menschen heutzutage kaum mehr der Kälte wirklich ausgesetzt. Wohl aber dem Feinstaub und anderer Luftschadstoffe, weil diese auch ins Innere der Gebäude gelangen. Siehe dazu auch die wikipedia-Artikel zur echten [Grippe \(Influenza\)](#) (7) und zu [grippalen Infekten](#) (8).

Bei der Feuchte ist die Sachlage komplexer. Einerseits kann hohe Luftfeuchte bei ruhigen Inversionslagen vor allem durch Kondensationsbildung die Wirkung von Feinstaub verstärken (siehe 4.2), andererseits gibt es z.B. bei typischen Regenschichten auch hohe Luftfeuchte, der Feinstaub wird aber dann ausgewaschen. Die Luft ist daher sauber und auch der Praxisindex steigt in solchen Phasen nicht, sondern kann sogar sinken. Die folgende Grafik macht dies deutlich.

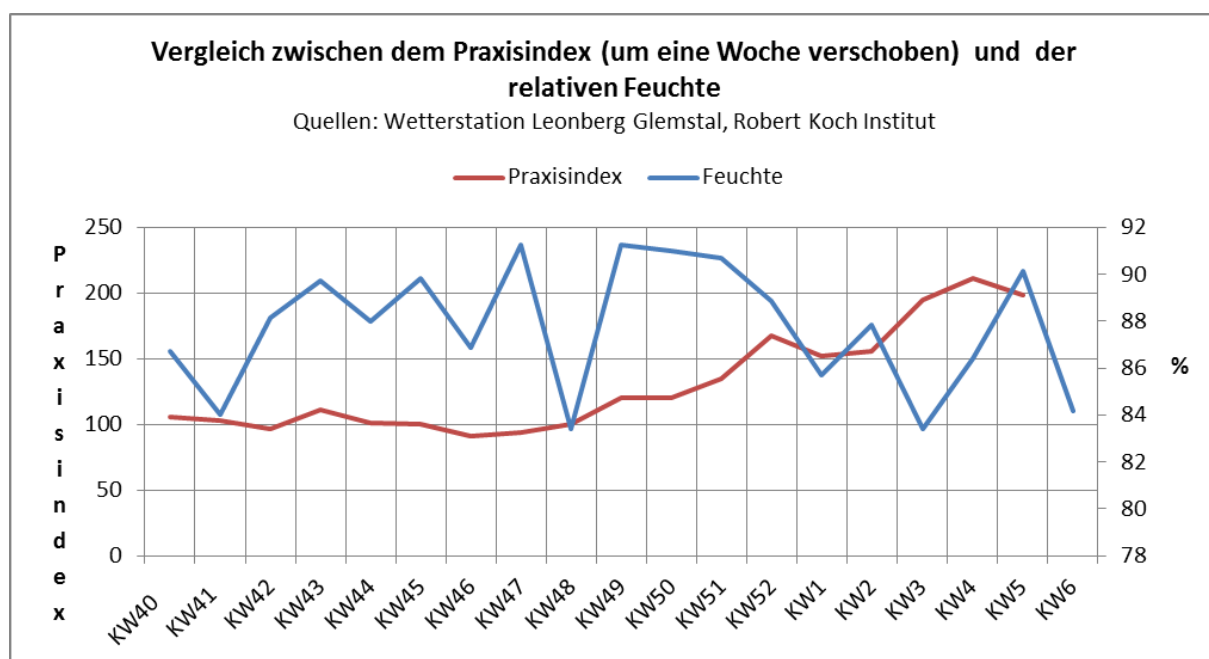


BILD 4-6 VERGLEICH PRAXISINDEX MIT DEM REALTIVEN FEUCHTE IN LEONBERG

Zu der Frage, inwieweit es in diesem Jahr noch weitere spezielle medizinische Faktoren gab, welche die Grippewelle **besonders** verstärkt haben könnten, lagen dem Verfasser bisher keine Informationen vor. Dies müssten die Mediziner ggf. beitragen.

## 5 Offene Fragen / weitere Untersuchungen

### 5.1 Einbeziehung weitere Jahre und Gebiete

Trotz dieser deutlichen Hinweise auf den Zusammenhang zwischen der Feinstaubbelastung und dem Verlauf der Grippewelle/ des Praxisindex in diesem Jahr, sollten die Ergebnisse durch weitere Untersuchungen untermauert werden. Insbesondere sollten der Untersuchungszeitraum um weitere



Jahre erweitert werden und kleinere Regionen – insbesondere Ballungsräume- detaillierter untersucht werden.

## 5.2 Stärkere Differenzierung bei den Gesundheitsdaten

### 5.2.1 Stärkere Regionalisierung

Um weitere Detailkenntnisse zu erhalten, wären Gesundheitsdaten nützlich, welche sich nicht nur auf die Ebene der Bundesländer beziehen. Zwar erhebt das Landesgesundheitsamt kreisbezogene Daten, aber nur für meldepflichtige Krankheiten. Interessant könnte eine Auswertung der Influenzafälle sein, da es offensichtlich dieses Jahr besonders viele Fälle davon gab und möglicherweise auch regionale Unterschiede.

### 5.2.2 Andere Krankheitswirkungen

Es ist bekannt, dass Luftschadstoffe langfristig nicht nur Auswirkungen auf Atemwegserkrankungen sondern auch auf andere Erkrankungen haben. Eine wichtige Fragestellung wäre in diesem Zusammenhang, inwieweit es bei solchen Erkrankungen auch **akute** Wirkungen bei hoher Belastung gibt (z.B. ein akuter Zusammenhang mit Herzinfarkten, Schlaganfällen oder Asthma).

### 5.2.3 Wirkung anderer Schadstoffe bzw. anderer Feinstaubfraktionen (PM 2,5 und Ultrafeinstäube)

Auch wenn eine gute Korrelation zwischen den PM10-Werten und Erkrankungsdaten besteht, heißt dies noch nicht, dass die PM10-Fraktion die entscheidende Ursache bzw. der entscheidende Verstärkungsfaktor ist. Es ist bekannt, dass je kleiner die Partikel sind, umso mehr die Gefährlichkeit zunimmt. Die moderne auf Effizienz getrimmte Motorentchnik emittiert gerade die sehr kleinen Fraktionen deutlich mehr als früher und zumindest Partikel unter 20 nm werden nicht herausgefiltert. Hier besteht also noch Untersuchungsbedarf. Im schlimmsten Fall könnte es passieren, dass zwar die PM10-Grenzwerte (sogar die WHO-Empfehlung) eingehalten werden, aber keine Änderung an den gesundheitlichen Auswirkungen eintreten.

Selbstverständlich sollten auch die Wirkungen (und die Wechselwirkungen) mit anderen Schadstoffen, insbesondere NO<sub>2</sub> und Ozon im Hinblick auf akute Gesundheitswirkungen bei hohen Konzentrationen weiter untersucht werden.

Es sollte auch der Frage nachgegangen werden, inwieweit es z.B. in einzelnen Stadtgebieten durch unterschiedliche Emissionsverhältnisse Unterschiede der chemischen Zusammensetzung des Feinstaubes gibt.

Es wird auf die Ausführungen unter Kapitel 4.2 verwiesen.

## 5.3 Vergleich mit weiteren meteorologischen Daten, insbesondere von Indizes für austauscharme Wetterlagen

Für austauscharme Wetterlagen gibt es inzwischen auf Modellen beruhende meteorologische Indizes. Diese quantifizieren das von der meteorologischen Situation her vorhandene Potential für die Bildung von Zonen mit wenig Luftaustausch. Ein Beispiel dafür ist der so genannte [Stinkindex](#) der Webseite <http://kachelmannwetter.com> (9). Auch der Deutsche Wetterdienst verwendet für die Vorhersage des Feinstaubalarms in Stuttgart ein ähnliches Modell. Es wäre interessant, diese Modelldaten mit den tatsächlich gemessenen Luftschadstoffwerten des OK-Lab-Netzes zu verifizieren, da die Anzahl der Sensoren in der Fläche sehr hoch ist. Somit könnte die Vorhersage von

akut gesundheitsgefährdenden Schadstofflagen verbessert werden. Dies könnte dazu genutzt werden, dass sich Ärzte und Krankenhäuser auf der Basis von Luftschadstoff-Vorhersagen besser auf solche Akut-Situationen vorbereiten könnten. Immerhin kann man mit heutigen Möglichkeiten, gerade bei stabilen Hochdrucklagen, potentiell gefährliche Wetterlagen bis über eine Woche vorhersagen. Dabei tritt die Krankheitswirkung bekanntlich nicht sofort ein, sondern sie ist um mehrere Tage zeitverzögert. Somit könnte auch die Bevölkerung entsprechend frühzeitig gewarnt werden.

#### **5.4 Verbesserung der Qualität der Sensoren des OK-Lab- Messnetzes**

Die Qualität der Messwerte des OK-Lab-Messnetzes kann noch erheblich dadurch gesteigert werden, dass die Sensoren auf ein ‚Golden Device‘ kalibriert werden. Dadurch kann die noch vorhanden Streuung der Sensoren v.a. bei PM10 minimiert werden. Dann sind auch Einzelvergleiche von Sensor zu Sensor und damit das Herausfinden von kleinräumigen Effekten möglich. Dazu wird auf bereits vorhandene Untersuchungen des Instituts für Materialprüfung an der Uni Stuttgart verwiesen. Innerhalb des OK-Lab-Teams gibt es bereits konkrete Untersuchungen und Vorschläge, die vielversprechend sind.

Aufgrund der festgestellten hohen Korrelation der hinreichend verdichteten Messdaten des OK-Lab-Netzes mit den Werten der LUBW kann man zusätzlich auch eine Kalibrierung auf die LUBW-Werte bzw. auf Geräte mit gleichem Messprinzip in Erwägung ziehen, um auch auf Basis der international üblichen Masseinheit  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  vergleichen zu können. Dazu gibt es bereits einen Ansatz mit der Stadt Zürich, wo ein Sensor sich in unmittelbarer Nähe zu einer ‚offiziellen‘ Messstation befindet. Es wäre gut, wenn das OK Lab hier vor Ort eine ähnlich gute Zusammenarbeit mit der LUBW erreichen könnte.

#### **5.5 Ausweitung der Messungen des OK-Lab auf weitere Schadstoffe**

Naheliegender ist, als weitere Komponente NO<sub>2</sub> hinzuzunehmen. Dazu gibt es bereits Überlegungen. Die technische Plattform für die Übertragung und Aufbereitung der Daten ist dafür geeignet. Auch die Messung von Ozon wäre interessant, da gerade im Südwesten Grenzwerte der EU noch immer nicht eingehalten werden können.

#### **5.6 Politische Auswirkungen / Fragen**

##### **5.6.1 Gesundheitswesen**

Erstaunlicherweise wird im Gesundheitswesen anscheinend die **akute** Wirkung von Luftschadstoffen bei Wetterlagen mit hohen Schadstoffkonzentrationen kaum beachtet. Meist werden nur die langfristigen Wirkungen erwähnt. Darüber gibt es tatsächlich bereits schon viele (und ziemlich eindeutige) Informationen.

Bezeichnend ist z.B., dass wenn man auf der Internet-Seite des Gesundheitsministeriums Baden-Württemberg den Begriff ‚Feinstaub‘ eingibt, es keinen einzigen Treffer gibt (Stand 21.2.2017). Auch die [Antwort des Sozialministeriums](#) (10) auf eine Anfrage von Umweltverbänden zeigt eine gewisse Unsicherheit und das anscheinend geringe bisherige Interesse an dieser Thematik.

**Die Ergebnisse dieses Papiers können dazu anregen, dass der Gesundheitssektor die akuten Gesundheitsgefahren von hohen Luftschadstoffkonzentrationen nachdrücklicher erforscht, über die Wirkungen besser aufklärt und bei der Prävention aktiver wird.**

Hier ist auch die interdisziplinäre Zusammenarbeit gefragt.

### 5.6.2 Stuttgarter Feinstaubalarm

Zwar ist unbestritten, dass es im Stuttgarter Talkessel bei entsprechenden Lagen besonders hohe Schadstoffkonzentrationen gibt. Dies betrifft jedoch vor allem die Bereiche in der unmittelbaren Nähe sehr stark befahrener Straßen. Bei Smogsituationen ist jedoch meist der gesamte Ballungsraum betroffen. Dies zeigen die Messwerte des OK-Lab-Netzes viel deutlicher als die wenigen Hintergrund-Messstationen des LUBW-Netzes. Manchmal bilden sich sogar in den Mittelstädten der Region weitere Schwerpunkte, die zeitweise noch höher belastet sind als die Innenstadt von Stuttgart (z.B. bei besonderen Windsituationen).

**Die Ergebnisse dieses Papiers zeigen daher bereits heute auf, dass die starke Konzentration alleine auf die Verbesserung der Luftqualität in der Innenstadt von Stuttgart bzw. sogar nur von einzelnen Straßenbereichen wohl zu kurz gegriffen ist. Die akute Gesundheitsgefahr, die insbesondere von Smogsituationen ausgeht, betrifft zumindest das gesamte Ballungsgebiet, oft reicht sie auch darüber hinaus.** Vor allem ist es aus der Sicht der Immissionsbelastung keine Lösung, die Emissionen in die Region zu verlagern (z.B. durch den Bau von Umgehungsstraßen für die Innenstadt oder die Empfehlung, bei Feinstaubalarm die Autobahnen in der Region zu benutzen).

### 5.6.3 Grenzwerte

Die Grenzwerte der EU sind politische Grenzwerte – keine Grenzwerte, welche die Gesundheit optimal schützen. Dieses Papier zeigt auf, dass es geboten wäre, die Kurzzeitgrenzwerte für Feinstaub zu senken. 35 Überschreitungstage pro Jahr sind viel zu viel. Es sollten die Empfehlungen der WHO zur Anwendung kommen (natürlich auch für die Langzeitwerte). Zumindest sollte die Zahl der Überschreitungstage auf die ursprünglich von der EU bereits beschlossenen 7 Tage gesenkt werden. Leider wurde diese Absenkung im Jahre 2010 noch vor der Einführung wieder rückgängig gemacht. Leider gibt es für PM<sub>2,5</sub> keinen Kurzzeitgrenzwert wie bei PM<sub>10</sub>, sondern nur einen Grenzwert für den Jahresmittelwert. Dies ist besonders deshalb erstaunlich, weil außerhalb der EU (z.B. in den USA oder in China) die Fraktion PM<sub>2,5</sub> längst PM<sub>10</sub> als Standard abgelöst hat. Darüber hinaus besteht Handlungsbedarf für die Definition von Grenzwerten im Bereich der Ultrafeinstäube (siehe 5.2.3), welche nicht auf die Partikelmasse, sondern auf die Partikelanzahl und die Beschaffenheit der UFP ausgerichtet sind.

## 6 Literaturverzeichnis

1. **Laquai, Bernd, Ewald Thoma.** Arbeitsgemeinschaft Verkehrslärm Region Leonberg (AGVL). [Online] März 2017. [http://ethoma.de/AGVL\\_Home/index.php/luftreinhaltung/alle-artikel-zu-diewser-kategorie/136-analyse-der-schweren-smoglage-ende-januar-2017](http://ethoma.de/AGVL_Home/index.php/luftreinhaltung/alle-artikel-zu-diewser-kategorie/136-analyse-der-schweren-smoglage-ende-januar-2017).
2. **OK-Lab Stuttgart.** Projektseite des OK-Lab-Projekts 'Feinstaub selber messen'. [Online] März 2017. <http://luftdaten.info>.
3. **Umweltbundesamt (UBA).** Luftdaten des Umweltbundesamts. [Online] März 2017. [https://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/aktuelle-luftdaten#/stations?s=HYs7DsMgEAXv8moK/ImDqXOLKMUGrW2kABKs0yDuHpzyzZupCElzD7uDxKCrRB6w8KdOXMUKEiCHWaz6mFa51Fhyyn8idHLtOixKRQh8SmWKy8pS+8jBe7xwX4/+jb3W/ccXV+FFw5dfr4UyIn/MuxGn8Kt/QA=&\\_k=a2gxog](https://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/aktuelle-luftdaten#/stations?s=HYs7DsMgEAXv8moK/ImDqXOLKMUGrW2kABKs0yDuHpzyzZupCElzD7uDxKCrRB6w8KdOXMUKEiCHWaz6mFa51Fhyyn8idHLtOixKRQh8SmWKy8pS+8jBe7xwX4/+jb3W/ccXV+FFw5dfr4UyIn/MuxGn8Kt/QA=&_k=a2gxog).
4. **Helmut Uphoff, Arbeitsgemeinschaft Influenza, Marburg.** Der Praxis-Index als eine Größe für regionale Betrachtungen der Influenza- Aktivität. *RKI-Veröffentlichung*. 1998.
5. **Arbeitsgemeinschaft Influenza. Robert Koch Institut.** Arbeitsgemeinschaft Influenza. [Online] 2017. <https://influenza.rki.de/Default.aspx>.
6. **Stuttgarter Zeitung .** stuttgarter-zeitung.de. *Jahr beginnt mit ungewöhnlich vielen Todesfällen.* [Online] März 2017. <http://www.stuttgarter-zeitung.de/inhalt.sterbefaeelle-in-stuttgart-jahr-beginnt-mit-ungewoehnlich-vielen-todesfaellen.3d912142-b0db-4004-88fd-460aec3902c4.html>.
7. **Wikipedia.** wikipedia.de. [Online] 2017. <https://de.wikipedia.org/wiki/Influenza>.
8. —. wikipedia.de. [Online] 2017. <https://de.wikipedia.org/wiki/Erkältung>.
9. **kachelmannwetter.com.** [Online] <https://kachelmannwetter.com/de/>.
10. **Ewald Thoma, Arbeitsgemeinschaft Verkehrslärm Region Leonberg (AGVL).** [Online] März 2017. [http://ethoma.de/AGVL\\_Home/administrator/index.php?option=com\\_content&view=article&layout=edit&id=138](http://ethoma.de/AGVL_Home/administrator/index.php?option=com_content&view=article&layout=edit&id=138).
- 11 Tagesdateien der Rohdaten des OK-Lab- Feinstaubmessnetzes,[ Online], <http://archive.luftdaten.info/>