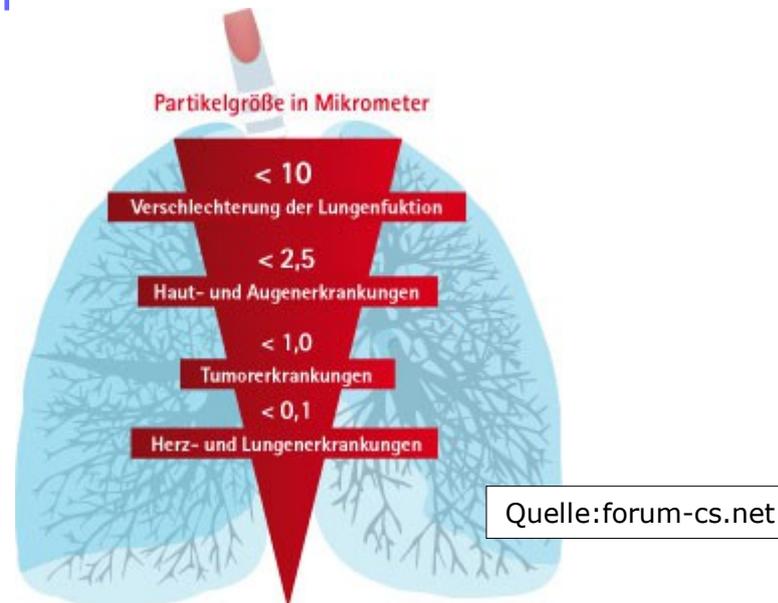


# Schadstoffemissionen / immisionen

- **Feinstaub**
  - Was ist Feinstaub?
  - Wo entsteht Feinstaub?
  - Wie wirkt Feinstaub auf den Mensch?
- **Radon**
  - Was ist Radon und wie entsteht es?
  - Wo kommt Radon vor?
  - Wie wirkt Radon auf den Mensch?
- **Zusammenwirken von Feinstaub und Radon**
- **Feinstaubmessung**
  - Feinstaubmessgerät
  - Messnetz für Feinstaub
- **Fazit**

# Schadstoffemissionen / immisionen

- Was ist Feinstaub?
  - Feinstaub ist physikalisch gesehen die Gesamtheit an Partikeln in der Luft, die einer definierten Größenklasse entsprechen, unabhängig davon, welcher chemischen oder biologischen Art sie angehören oder welche Masse oder Partikelform sie besitzen.
  - Unterschieden werde die Kategorie **PM\* 10**, deren Durchmesser kleiner ist als 10  $\mu\text{m}$  (1 Mikrometer = 1 tausendstel Millimeter)
  - und die Kategorie **PM 2,5**, deren Durchmesser kleiner ist als 2,5  $\mu\text{m}$  sind. \* „particulate matter“



# Schadstoffemissionen / immisionen

- Wo entsteht Feinstaub?
  - In der Natur (Aerosole aus Meerwasser, vulkanische Aktivitäten, Waldbrände)
  - Bei Verbrennungsprozessen (Heizungen, Verbrennungsmotoren)
  - Bei kornzerstörenden Aktivitäten (Verkehr, **Sprengungen, Zerkleinerungen**)
  - Bei Schüttguttransporten (Landwirtschaft, **Mineralische Stoffe**)
  - In sonstigen industriellen Prozessen



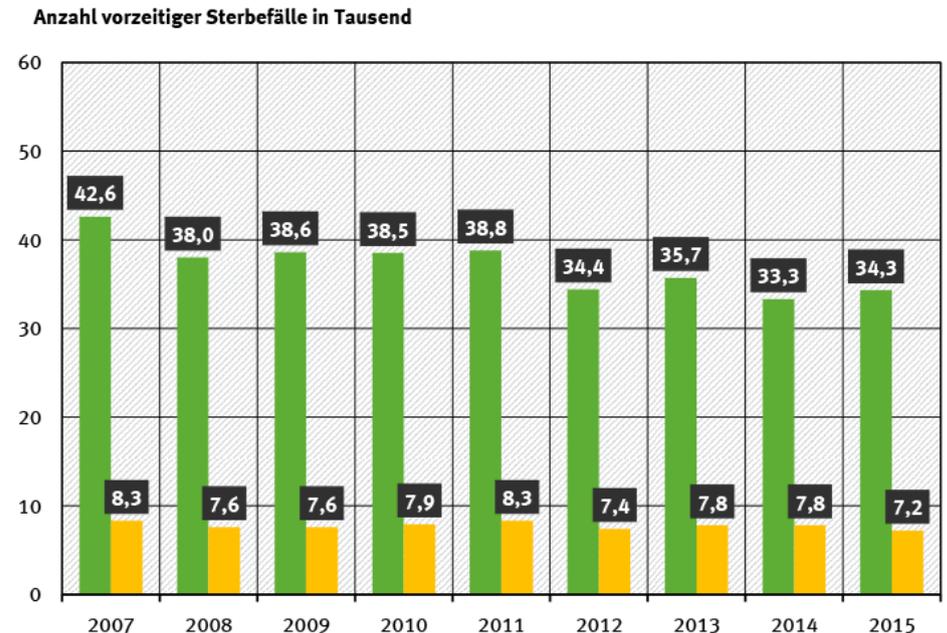
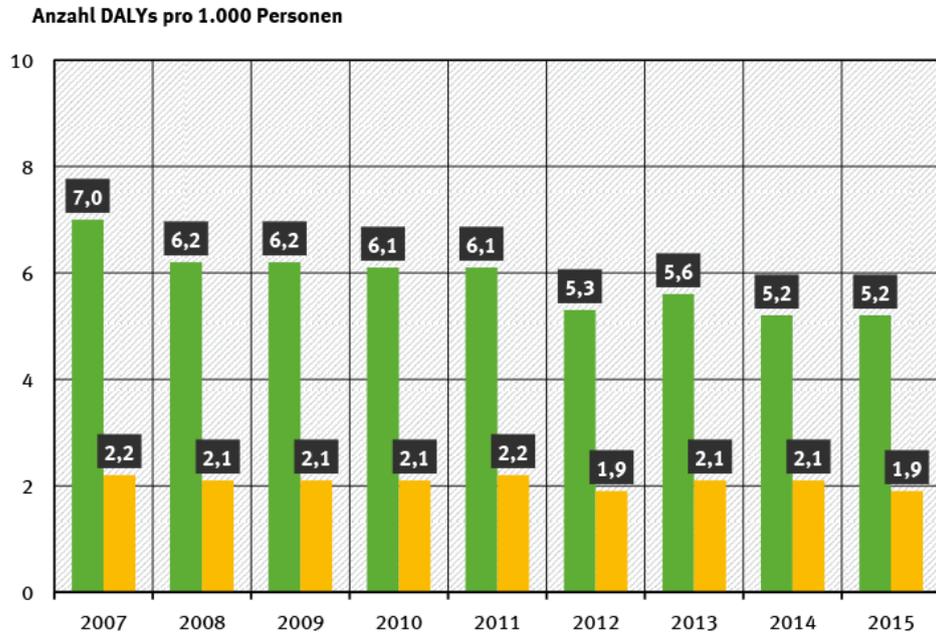
# Schadstoffemissionen / immisionen

- Wie wirkt Feinstaub auf den Menschen?
  - Dringt in die Atemwege ein
  - Partikel zwischen 5-10  $\mu\text{m}$  vorwiegend bis in Nasen- und Rachenraum
  - Partikel mit einer Größe von 2-3  $\mu\text{m}$  gelangen in die Bronchien
  - Partikel kleiner 1  $\mu\text{m}$  in die Lungenbläschen
  - Partikel lagern sich im Körper ein
  - Folgen können sein:
    - Asthma, Bronchitis, Lungenkrebs
    - Zunahme von Allergiesymptomen
    - Risiko von Mittelohrentzündungen bei Kindern
    - Beeinträchtigung des Nervensystem
    - Herz-Kreislauf-Erkrankungen (z. B. Herzinfarkt)
    - Vermutet werden Übergang ins Blut und bis ins Gehirn

# Schadstoffemissionen / immisionen

## Mortalitäts- und Erwerbsunfähigkeitsraten im Zusammenhang mit Feinstaub

Zeitliche Entwicklung der feinstaubbedingten Krankheitslasten in Deutschland für ausgewählte Gesundheitsendpunkte



■ Herz-Lungenerkrankungen /Mortalität    ■ Lungenkrebskrankungen /Mortalität

Quelle: Umweltbundesamt 2017, eigene Zusammenstellung

DALYs Disability-Adjusted Life Years

# Schadstoffemissionen / immisionen

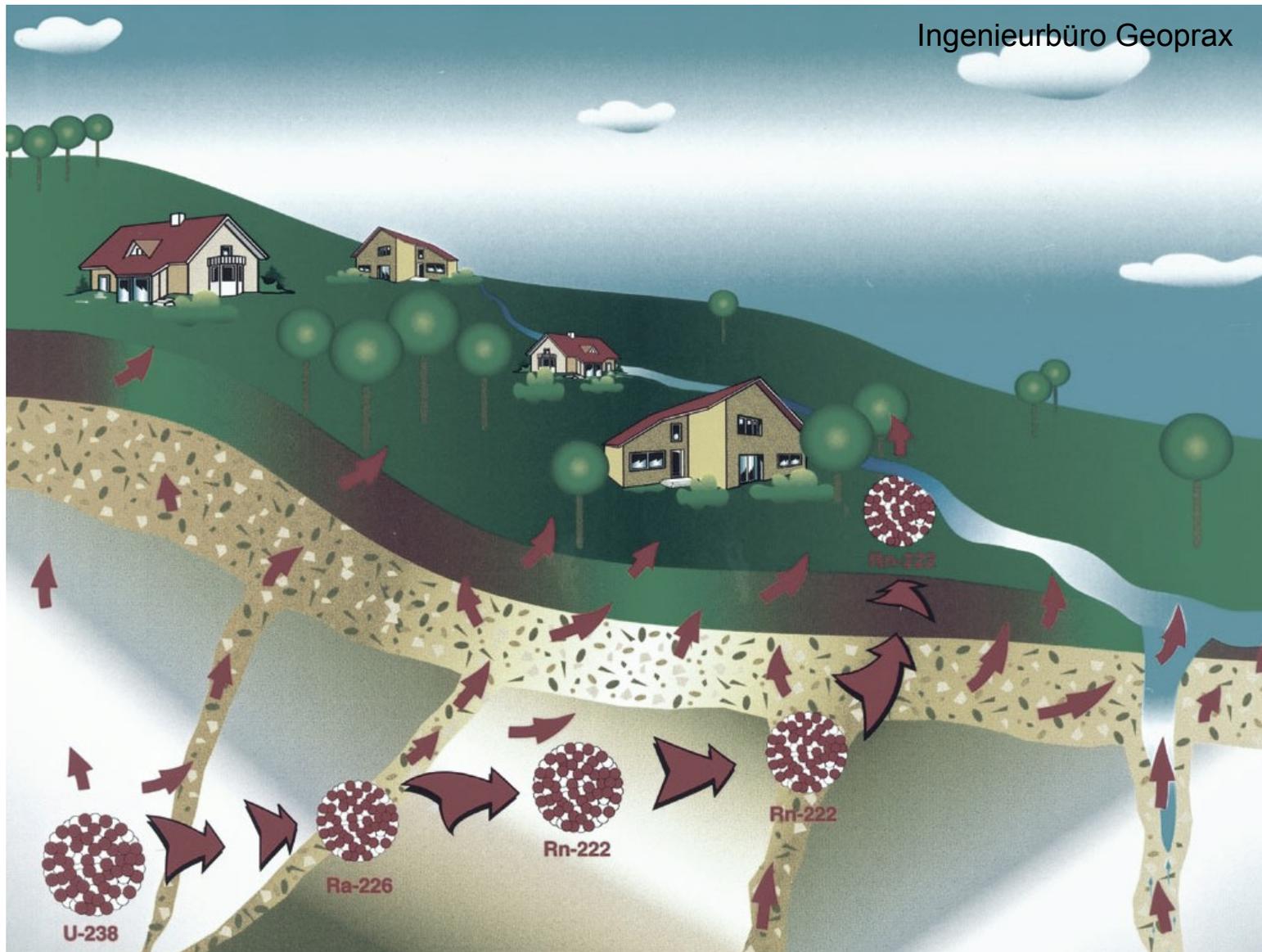
- Feinstaub
  - Was ist Feinstaub?
  - Wo entsteht Feinstaub?
  - Wie wirkt Feinstaub auf den Mensch?
- **Radon**
  - **Was ist Radon und wie entsteht es?**
  - **Wo kommt Radon vor?**
  - **Wie wirkt Radon auf den Mensch?**
- **Zusammenwirken von Feinstaub und Radon**
- **Feinstaubmessung**
  - **Feinstaubmessgerät**
  - **Messnetz für Feinstaub**
- **Fazit**

- Was ist Radon?
  - Radon ist ein natürlich vorkommendes radioaktives Edelgas.
    - Bekannt sind 34 Isotope, diese entstehen beim Zerfall von Uran und Thorium.
  - Radon  $^{222}\text{Rn}$  ist das Zerfallsprodukt des Radiumisotops  $^{226}\text{Ra}$  in der Uran-Radium-Reihe.
    - Es ist das stabilste Radonisotop und zerfällt unter Aussendung von Alphastrahlung mit einer Halbwertszeit von 3,823 Tagen zu Polonium  $^{218}\text{Po}$ .
    - Wenn Strahlenschützer von Radon ohne weitere Bezeichnung sprechen, meinen sie  $^{222}\text{Rn}$ .

- Wo kommt Radon vor?
  - Es kommt vermehrt in Gebieten mit hohem Uran- und Thoriumgehalt im Boden vor.
    - Dies sind hauptsächlich die Mittelgebirge aus Granitgestein, in Deutschland vor allem der Schwarzwald, der Bayerische Wald, das Fichtelgebirge und das Erzgebirge.
    - Die Konzentration ist in Süddeutschland wesentlich höher als in Norddeutschland.
    - Weitere Quellen sind Bergwerke, Absatzbecken und Abraumhalden, sowie Laboratorien und Fabriken.
  - Es entweicht aus Gesteinen und Böden und breitet sich über die Bodenluft oder gelöst im Wasser aus.
    - Die Höhe der Konzentration in der Bodenluft wird von der geologischen Beschaffenheit und der Durchlässigkeit des Untergrunds bestimmt.
    - Durch Brechen und Abraum des Bruchmaterials im Bergbau wird zusätzliches Radon, bzw. dessen Vor- und Zerfallsprodukte, frei.

# Schadstoffemissionen / immisionen

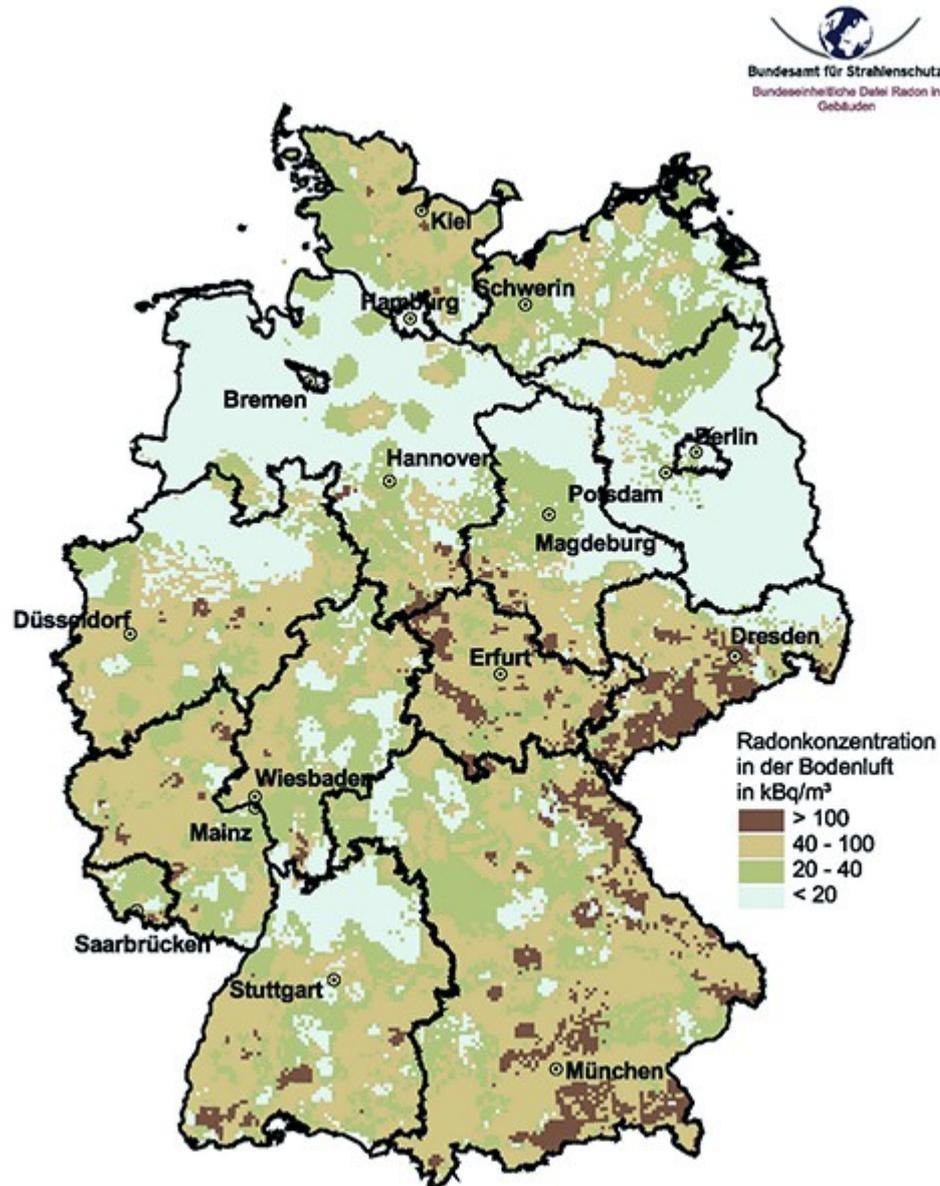
## Grafik Radon - Entstehung und Verbreitung



# Schadstoffemissionen / immisionen

Bürgerinitiative  
„Steinbruch Bölgental  
- Nein Danke!“

## Grafik Radon-Vorkommen in Deutschland



- Wie wirkt Radon auf den Menschen?
  - Über die Luft eingeatmetes Radongas wird zum überwiegenden Teil gleich wieder ausgeatmet.
    - Das größte gesundheitliche Risiko geht von seinen Zerfallsprodukten aus.
  - Diese Zerfallsprodukte sind kurzlebige, ebenfalls radioaktive Nuklide der Schwermetalle Blei, Wismut und Polonium.
    - Ihre radioaktive Strahlung (Alpha-Strahlung) wirkt Gewebe schädigend.
    - Gelangen diese z.B. in die Lungen werden nach neuesten Abschätzungen dadurch etwa fünf Prozent der Sterbefälle durch Lungenkrebs verursacht.

# Schadstoffemissionen / immisionen

- Feinstaub
  - Was ist Feinstaub?
  - Wo entsteht Feinstaub?
  - Wie wirkt Feinstaub auf den Mensch?
- Radon
  - Was ist Radon und wie entsteht es?
  - Wo kommt Radon vor?
  - Wie wirkt Radon auf den Mensch?
- **Zusammenwirken von Feinstaub und Radon**
- **Feinstaubmessung**
  - **Feinstaubmessgerät**
  - **Messnetz für Feinstaub**
- **Fazit**

- Zusammenwirken von Feinstaub und Radon
  - Anhaftung von Radon oder seinen Zerfallsprodukten an (Fein)Staubteilchen.
    - Besonders effektiv funktioniert diese Anhaftung an feuchte Staubpartikeln.
  - Durch Luftbewegung sowie Lade- und Transportvorgänge werden diese Staubteilchen in der Umwelt verteilt.
    - Besonders betroffen sind Gebiete entlang von Transportwegen.
  - Durch die Atmung gelangen Staubteilchen mit anhaftenden radioaktiven Isotopen in die Lunge und setzen sich dort ab.
    - Als Folge droht die Multiplikation der gesundheitsschädlichen Wirkungen.

# Schadstoffemissionen / immisionen

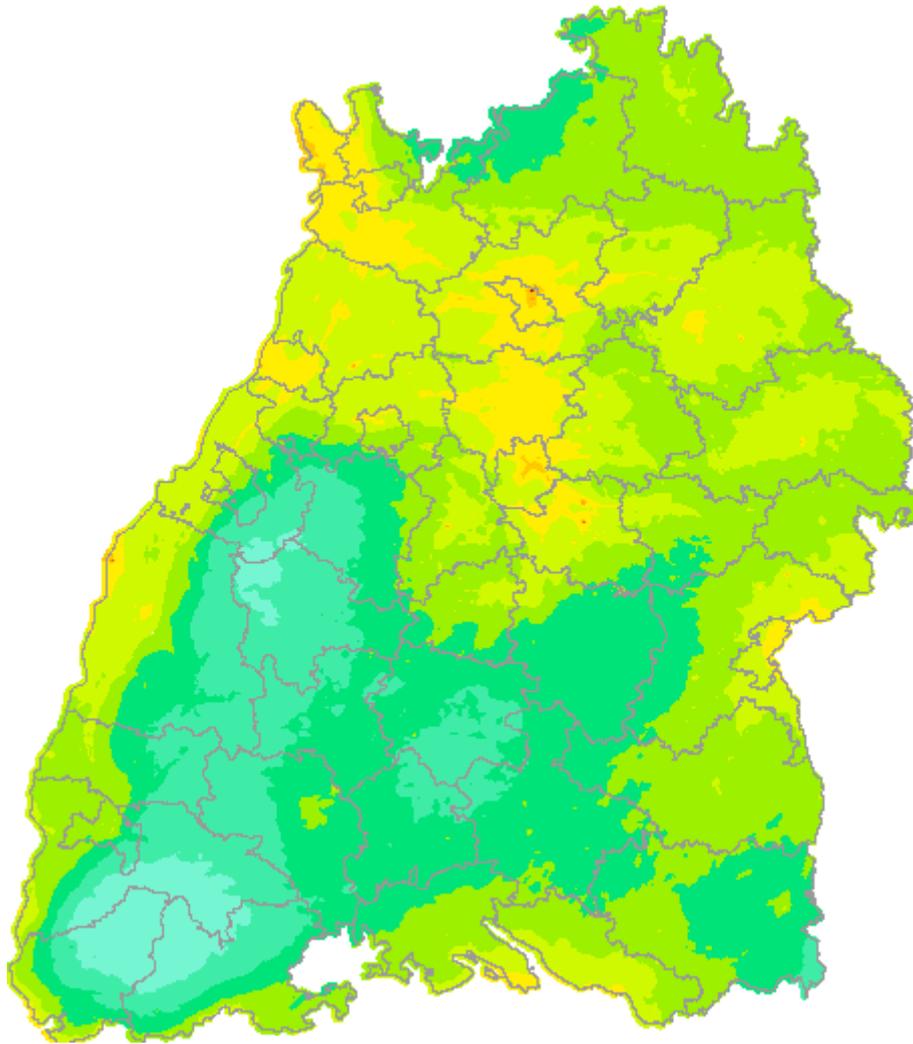
- Feinstaub
  - Was ist Feinstaub?
  - Wo entsteht Feinstaub?
  - Wie wirkt Feinstaub auf den Mensch?
- Radon
  - Was ist Radon und wie entsteht es?
  - Wo kommt Radon vor?
  - Wie wirkt Radon auf den Mensch?
- Zusammenwirken von Feinstaub und Radon
- **Feinstaubmessung**
  - **Feinstaubmessgerät**
  - **Messnetz für Feinstaub**
- **Fazit**

- Feinstaubmessung
  - In der räumlichen Verteilung werden die höchsten Feinstaubkonzentrationen an Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen gemessen.
    - Dort liegen die Konzentrationen um 30 bis 40 % über den Werten in urbanen Wohngebieten.
    - Auch im Nahbereich bestimmter industrieller Quellen mit diffusen Staubemissionen (z.B. Stahlwerke, Steinbrüche) können leicht erhöhte Feinstaubmengen auftreten.
  - Die Luftqualität wird derzeit in Deutschland an über 400 Stationen gemessen.
    - Hauptziel dieses von den Bundesländern ([www.envit.de/umweltbundesamt/Luftdaten](http://www.envit.de/umweltbundesamt/Luftdaten)) und vom Umweltbundesamt betriebenen Messnetzes ist die Überwachung der gesetzlich festgelegten Grenzwerte.
    - Die Messungen konzentrieren sich auf die massenbezogene Partikelmetrik PM10.
  - Das Messnetz für die Partikelfraktion PM2.5 befindet sich noch im Aufbau und umfasst derzeit rund 80 Stationen.
  - Andere Partikelmetriken (z.B. PM1.0, ultrafeine Partikel UFP) werden in erster Linie im Rahmen von Forschungsprogrammen gemessen.

# Schadstoffemissionen / immisionen

Bürgerinitiative  
„Steinbruch Bölgental  
- Nein Danke!“

## Feinstaubkarte Immision PM10 Baden Württemberg



Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz  
Baden-Württemberg

**Legende**

- Kreis
- Umweltzone
- Topographische Karte
- Mittlere PM10-Belastung im Jahr 2010

Dark Red	> 35 - 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Red	> 32 - 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dark Orange	> 29 - 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Orange	> 26 - 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Light Orange	> 23 - 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Yellow	> 20 - 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Light Green	> 18 - 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Green	> 16 - 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Light Blue-Green	> 14 - 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Light Blue	> 12 - 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Very Light Blue	> 10 - 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Blue	$\leq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

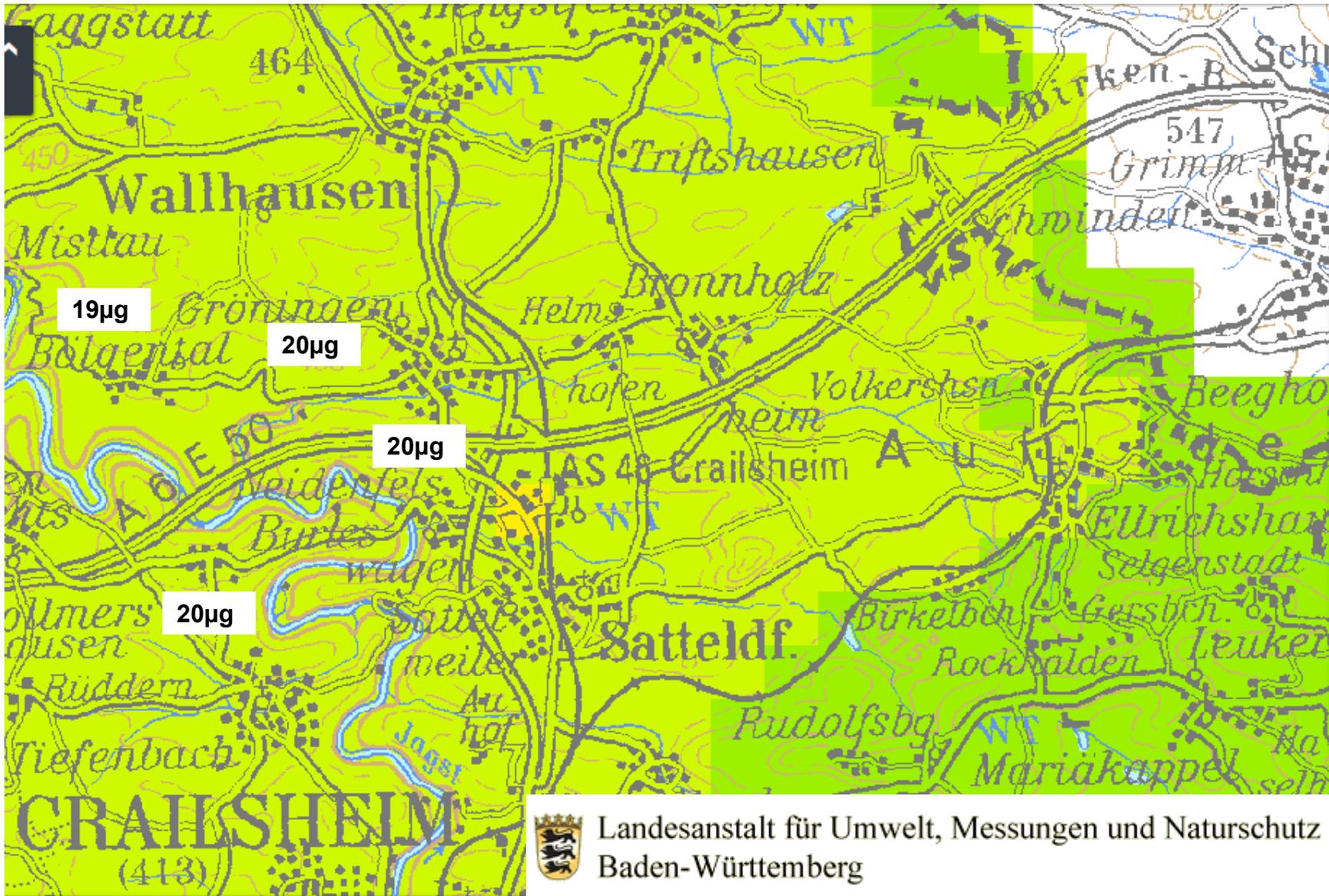
Hinweis:

Die dargestellten Belastungswerte sind modellierte Werte für eine Bezugsfläche von 500 x 500 Metern. Eine Interpretation der Karten unterhalb dieser räumlichen Auflösung, z. B. für einzelne Straßenabschnitte, ist nicht zulässig.

# Schadstoffemissionen / immisionen

Bürgerinitiative  
„Steinbruch Bölgental  
- Nein Danke!“

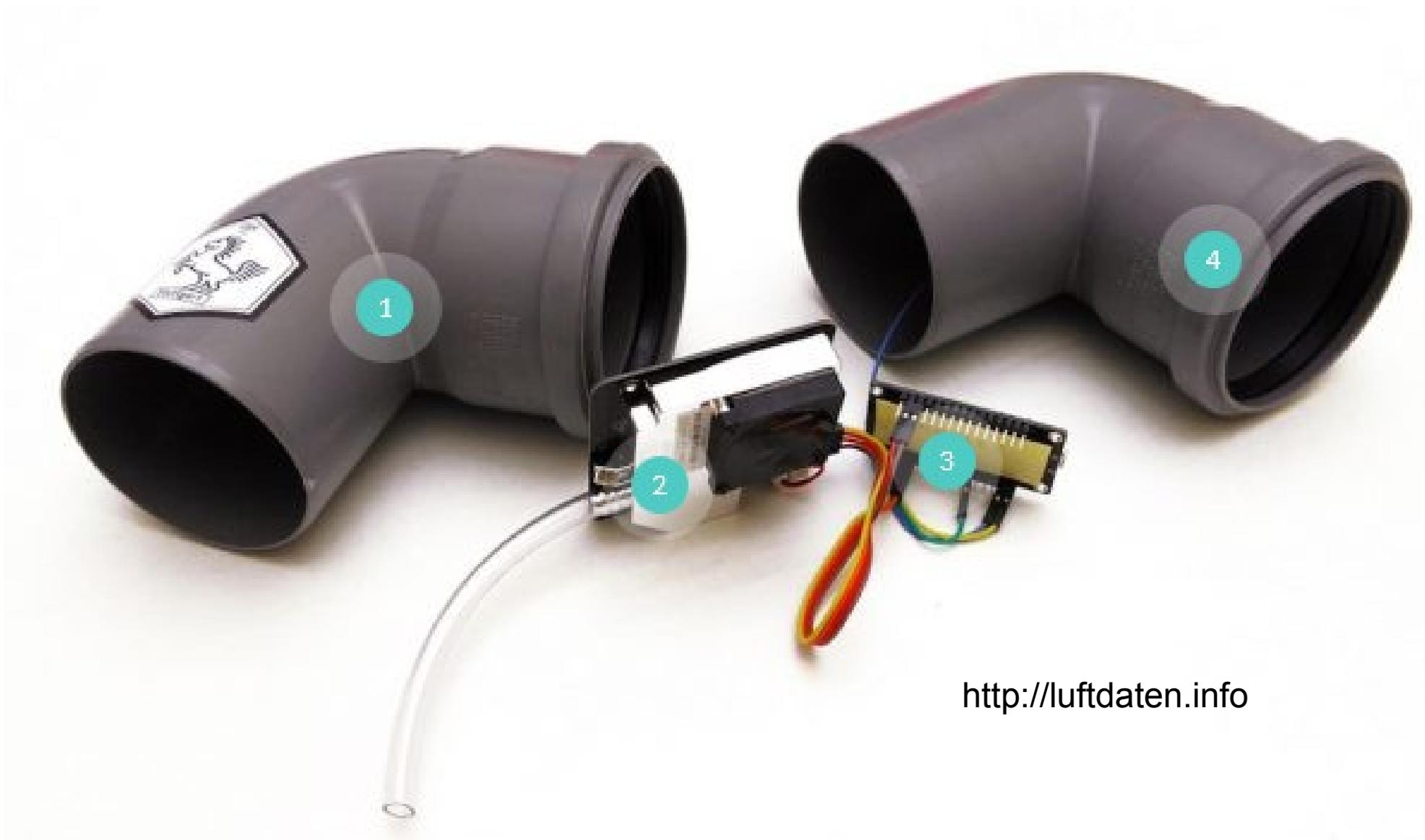
Feinstaubkarte Immision PM10 Region **Jahresmittelwerte Basis 2010**



- Feinstaubmessmethoden
  - Neben den sammelnden, auf Filtration beruhenden Partikelmessverfahren existiert eine Vielzahl von physikalischen Methoden, die eine hohe zeitliche Auflösung bis hinunter zu einer Sekunde aufweisen und das gasdynamische Verhalten der Partikel – etwa ihre Ablagerungswahrscheinlichkeit im menschlichen Atemtrakt – zu erfassen vermögen.
  - Optische Messverfahren
    - Optische Verfahren nutzen die Wechselwirkung der Partikel mit eingestrahlttem Licht.
    - Das von den Partikeln gestreute oder abgeschwächte Licht wird mittels Photodioden gemessen und in der Regel in Partikelmasse oder Partikelanzahl umgerechnet.
    - Auch die Bestimmung der Partikelgröße ist unter gewissen Umständen möglich.

# Schadstoffemissionen / immisionen

## Feinstaubsensor



<http://luftdaten.info>

## Feinstaubsensor



### EINKAUFLISTE

- NodeMCU ESP8266, CPU/WLAN
- SDS011 Feinstaubsensor (früher PPD42NS)
- DHT22, Temperatur & Luftfeuchtigkeit (optional)
- Käbelchen
- USB Kabel z.B: flach 2m Micro-USB
- Steckernetzteil USB
- Kabelbinder
- Schlauch, möglichst nicht transparent, Durchmesser 6 mm, Länge ca. 20cm (Baumarkt)
- Wetterschutz, Marley Silent HT Bogen (DN 75 87°)

Materialkosten ~ 30 - 50.- Euro

Lebensdauer 4 – 5 Jahre

Energieverbrauch 1W

(1W x 24h x 365 Tage) / 1000 = 8,76 kWh also  
ca. 2,50€ / Jahr



### ZUSAMMENBAUEN

Der Zusammenbau ist so gestaltet, dass jeder mitmachen kann. Mit nur 7 Käbelchen und 2 Kabelbindern wird der Bausatz zu einer Messstation. Wirklich einfach!

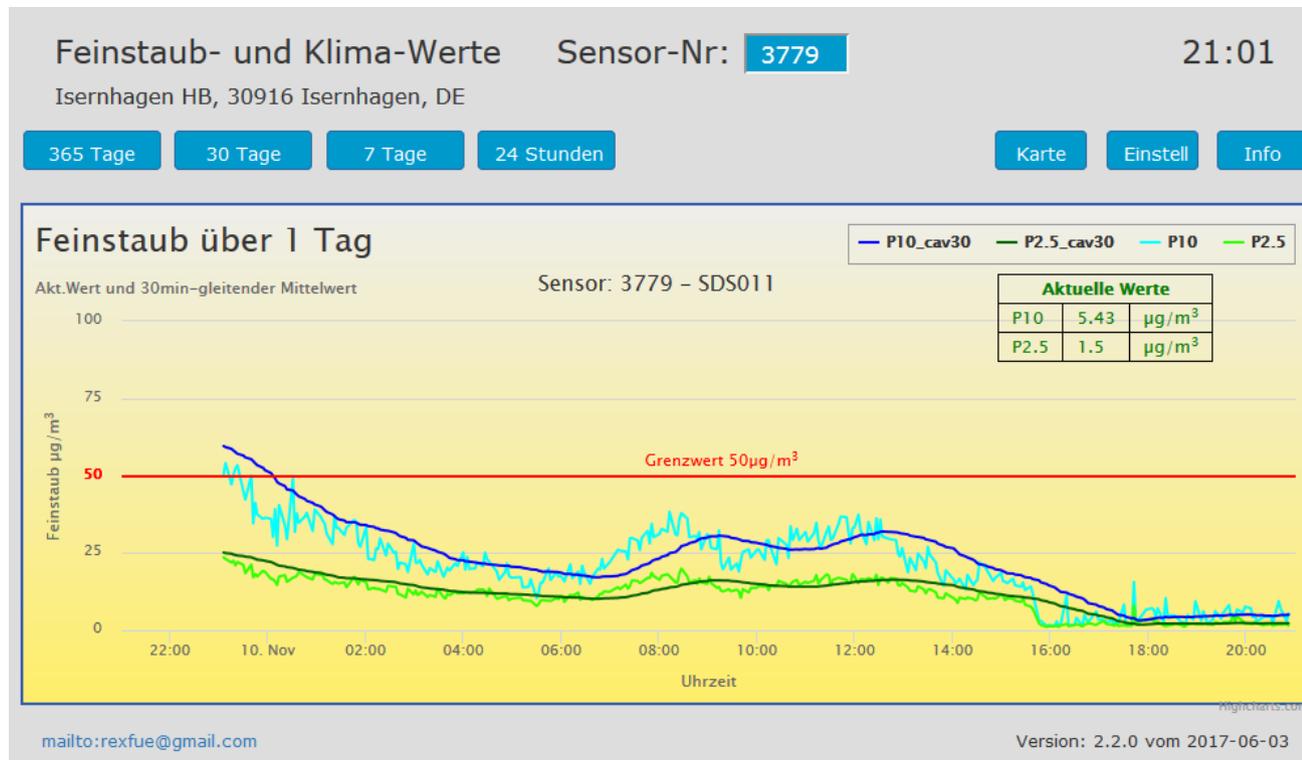


### FEINSTAUB MESSEN

<http://luftdaten.info>

# Schadstoffemissionen / immisionen

- Feinstaub-Messnetz (Netzwerk)
  - Ist ein Projekt der Uni Stuttgart:
    - Citizen Science Feinstaub Messungen mit luftdaten.info. Das Projekt ist Teil des Reallabor für nachhaltige Mobilitätskultur.
    - Infos dazu unter <http://luftdaten.info/>
    - Das Netzwerk umfasst mehrere tausend Sensoren deutschlandweit!



# Schadstoffemissionen / immisionen

- Feinstaub
  - Was ist Feinstaub?
  - Wo entsteht Feinstaub?
  - Wie wirkt Feinstaub auf den Mensch?
- Radon
  - Was ist Radon und wie entsteht es?
  - Wo kommt Radon vor?
  - Wie wirkt Radon auf den Mensch?
- Zusammenwirken von Feinstaub und Radon
- Feinstaubmessung
  - Feinstaubmessgerät
  - Messnetz für Feinstaub
- **Fazit**

- Fazit
  - Feinstaub
    - Regionale Belastungen sind vorhanden
    - Die offiziellen Werte beruhen auf Berechnungen
    - Das staatliche Messnetz kann man nur als dürftig bezeichnen
  - Radon
    - Eine mögliche regionale Belastung konnte nicht recherchiert werden.
    - Somit ist kein seriöser Rückschluss auf eine signifikante und damit gefährliche Belastung möglich.
    - Das gilt auch für den regionalen Gesteinsabbau.
    - Allerdings liegen auch keine Informationen zu regionalen Messstationen vor.
  - Empfehlung
    - Die Feinstaubthematik weiter verfolgen und Teil des Messnetzwerkes werden.
    - Das Thema Radon „sehr niedrig aufhängen“, solange keine gesicherten Daten zu einer vorhanden Belastung vorliegen.

# Schadstoffemissionen / immisionen

- Quellennachweis
  - Dipl. Ing. Peter Immekus
  - [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)
  - <http://luftdaten.info>
  - Bundesamt für Strahlenschutz
  - DECHEMA e.V.
  - Umwelt Bundesamt
  - <http://gesundheit.ccm.net/>
  - BUND
  - Bayerisches Landesamt für Umwelt
  - Radon-Kolumne von Reinhold Biehl
  - Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden Württemberg
  - <http://forum-cs.net>
  - Ingenieurbüro Geoprax