

# Humantoxikologisches Gutachten Rüdersdorf

Dr. Hermann Kruse

tätig am

Institut für Toxikologie und Pharmakologie für Naturwissenschaftler  
UKSH Kiel

August 2014

## **Inhalt**

### **1 Problemstellung und Auftrag**

### **2 Datenlage**

#### **2.1 Basis für die Datenerhebung**

#### **2.2 Belastungspfad Luft**

##### 2.2.1 Emissionen

###### 2.2.1.1 Vattenfall IKW Rüdersdorf

###### 2.2.1.2 CEMEX Ost Zement GmbH

###### 2.2.1.3 weitere IED-Anlagen

##### 2.2.2. Immissionen

###### 2.2.2.1 Straßenverkehr

###### 2.2.2.2 Luftmessstation Herzfelde

###### 2.2.2.2.1 Schwebstaub (PM10)

###### 2.2.2.2.2 Inhaltsstoffe des Schwebstaubs (PAK, Metalle)

###### 2.2.2.2.3 Stickoxide

###### 2.2.2.2.4 Schwefeldioxid

###### 2.2.2.2.5 Quecksilber und Schwefelwasserstoff

###### 2.2.2.2.6 Staubniederschlag

#### **2.3 Belastungspfad Boden**

##### 2.3.1 Bodendauerbeobachtungsfläche Lichtenow

#### **2.4 Belastungspfad Trinkwasser**

#### **2.5 Stienitzsee**

### **3 Bewertung**

#### **3.1 Bewertungsgrundlagen**

#### **3.2 Stoffprofile**

##### 3.2.1 Feinstäube

##### 3.2.2 Arsen

##### 3.2.3 Blei

##### 3.2.4 Cadmium

##### 3.2.5 Quecksilber

##### 3.2.6 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

3.2.7 Nitrose Gase

**3.3 Schadstoffbelastungen der Bevölkerung der Gemeinde Rüdersdorf**

3.3.1 Belastungspfad Luft

3.3.1.1 Emissionen

3.3.1.2 Immissionen

3.3.2 Belastungspfad Boden

3.3.3 Belastungspfad Trinkwasser

3.3.4 Seen und Flüsse

3.3.5 Bewertung der umweltmedizinischen Erkenntnisse für Rüdersdorf

**4 Literatur/Quellen**

**5 Fazit**

## 1 Problemstellung und Auftrag

Die Sorge um Gesundheitsbeeinträchtigungen ihrer Bürger durch erhöhte Schadstoffbelastungen der Luft bzw. erhöhte Schadstoffeinträge in die Böden und Gewässer der Region veranlasste die Gemeindevertretung Rüdersdorf am 1.2.2014, ein humantoxikologisches Gutachten in Auftrag zu geben. Betroffene Bürger forderten ebenfalls ein humantoxikologisches Gutachten, da sowohl sie als auch niedergelassene Ärzte der Region eine Häufung von Atemwegsbeschwerden, Schleimhautreizungen, Herz-Kreislaufkrankungen und Krebsneuerkrankungen wahrnehmen. Die in der Bürgerinitiative „Gesund Leben am Stienitzsee e.V.“ zusammengeschlossenen Bürger vertreten ihre Forderungen sehr sachkundig.

Als Quelle für Schadstoffbelastungen der Luft kommen im Wesentlichen das seit ca. 400 Jahren existierende 17 ha große Areal des Kalksteintagebaus, eine Müllverbrennungsanlage der Firma Vattenfall, die Firmen CEMEX Ost-Zement und die Fels-Werke in Frage. Hinzu kommen erhebliche Lufteinträge durch Verkehrsschadstoffemissionen der in unmittelbarer Nähe der Gemeinde vorbeiführenden Autobahn A 10, der B1 und anderer vielbefahrener Straßen (Kap. 2.2.2.1). Nicht vernachlässigt werden dürfen die vom Landesamt für Rüdersdorf als wichtig erachteten Schadstofftransporte (s. Kap. 3.3.1.2).

Selbstverständlich müssen die für Rüdersdorf bedeutenden einzelnen Industriebetriebe die Emissionshöchstmengen der Bundesimmissionsschutz-Verordnung (BImSchV) einhalten, um die daraus resultierende Immissionsbelastung in ihrer Umgebung gesundheits- und umweltverträglich zu halten. Bei der Häufung der Industrie in der Region Rüdersdorf und aufgrund weiterer relevanter Luftschadstoffeinträge (Straßenverkehr und Schadstofftransport) ist jedoch für die Luftschadstoffbelastung der Rüdersdorfer die kumulative Immission maßgebend. Weiterhin ist aufzuklären, welche TA-Luft-geregelten Schadstoffe von einigen Betrieben emittiert werden, die ebenfalls in die Expositions-betrachtungen der Bevölkerung einbezogen werden müssen.

Die Verunsicherung der Bevölkerung bezüglich der Luftschadstoffsituation in Rüdersdorf nahm zu, als Vattenfall 2013 eine Änderungsgenehmigung für ihre Abfallverbrennungsanlage (IKW Rüdersdorf) beantragte. Vattenfall beabsichtigt eine Verbrennungskapazitätserweiterung von 250.000 t/Jahr auf 270.000 t/Jahr, um die

von der unmittelbar benachbarten CEMEX Ost Zement GmbH benötigte elektrische Energie unvermindert liefern zu können, nachdem sich der Heizwert der Ersatzbrennstoffe verringert hatte.

Aufgabe dieses Gutachtens ist es, die Luftschadstoffbelastungen in Rüdersdorf hinsichtlich möglicher Zusammenhänge zu Gesundheitsbeeinträchtigungen bei der Bevölkerung zu prüfen.

Eine weitere Aufgabe des Gutachtens ist es zu prüfen, ob die Schadstoffexposition für die Rüdersdorfer Bevölkerung so hoch ist, dass ein Humanmonitoring bzw. Erhebungen zum Gesundheitszustand der Bevölkerung (Epidemiologie) empfohlen werden sollte.

Zahlreiche epidemiologische Studien zur Bedeutung der Luftschadstoffe hinsichtlich von Erkrankungen haben sehr deutlich gezeigt, dass Atemwegserkrankungen und Schleimhautreizungen mit Luftbelastungen vorrangig gegenüber Stickstoffoxiden, Feinstäuben (PM10 bzw. PM2,5) und Ozon in Zusammenhang stehen. Bezüglich der Krebsproblematik sind die an Staubpartikel gebundenen Elemente (z.B. Arsen, Cadmium, Blei, Nickel, Chrom) und organische Verbindungen wie z.B. polyzyklische Aromaten maßgebend.

Wegen des hohen Stellenwertes von nitrosen Gasen und Stäuben auch in der Region Rüdersdorf werden die Toxizitätsprofile dieser Stoffe ausführlich vorgestellt. Von den kanzerogen wirkenden Stoffen werden die Elemente Arsen, Blei, Cadmium sowie die Gruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) besprochen.

## **2 Datenlage**

### **2.1 Basis für die Datenerhebung**

Aus toxikologischer Sicht sind im Hinblick auf mögliche gesundheitsbeeinträchtigende Wirkungen für die Rüdersdorfer Bevölkerung die Belastungen von Luft, Boden und Trinkwasser gegenüber Schadstoffen zu betrachten. Dazu werden im Folgenden die von der Verwaltung der Gemeinde Rüdersdorf und von Herrn Tebert, Ökopol Hamburg, zur Verfügung gestellten Daten zusammengefasst. (An dieser Stelle wird den Mitarbeitern der Verwaltung und Herrn Tebert besonders gedankt, dass sie in mühevoller Arbeit Emissions- und Immissionsdaten von den einzelnen Betrieben in Rüdersdorf und von dem Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) beschafft haben).

**Luftschadstoffbelastungen** in Rüdersdorf können durch Einträge über Ferntransport, durch Emissionen von Straßenverkehr und Gebäudeheizungen, durch den Kalksteintagebau sowie durch Emissionen von Gewerbebetrieben verursacht werden. Während der Schadstoffeintrag in die Luft durch Ferntransport, Tagebau, Straßenverkehr und Gebäudeheizung im Rahmen dieses Gutachtens nicht detailliert und quantitativ ermittelt werden kann, stehen zumindest für eine vergleichende Betrachtung betrieblicher Emissionen Daten zur Verfügung. Von besonderer Bedeutung sind hier die in Rüdersdorf benachbart gelegenen Werke CEMEX Ost Zement GmbH und das Industrieheizkraftwerk (IKW) Rüdersdorf (Vattenfall), deren Schadstoffemissionen den aktuell publizierten Umwelterklärungen entnommen wurden. Emissionserklärungen weiterer Betriebe im Umkreis von Rüdersdorf, die als Industrieanlagen mit besonders hohem Umweltauswirkungspotential durch die Industrieemissions-Richtlinie RL 2010/75/EU reguliert und erklärungspflichtig sind (IED-Anlagen), waren mir bis zum Zeitpunkt der Abgabe dieses Gutachtens nicht zugänglich. Stattdessen wurden Daten dem Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) entnommen. In diesem Register werden seit 2008 die jährlichen Schadstofffreisetzungen in Luft, Wasser und Boden von Betriebseinrichtungen, deren Betreiber nach § 3 SchadRegProtAG und Art. 5 der E-PRTR-VO berichtspflichtig sind, erfasst und über das Internet ([www.thru.de](http://www.thru.de)) der Öffentlichkeit zugänglich gemacht, sofern diesbezüglich festgesetzte Schwellenwerte überschritten werden.

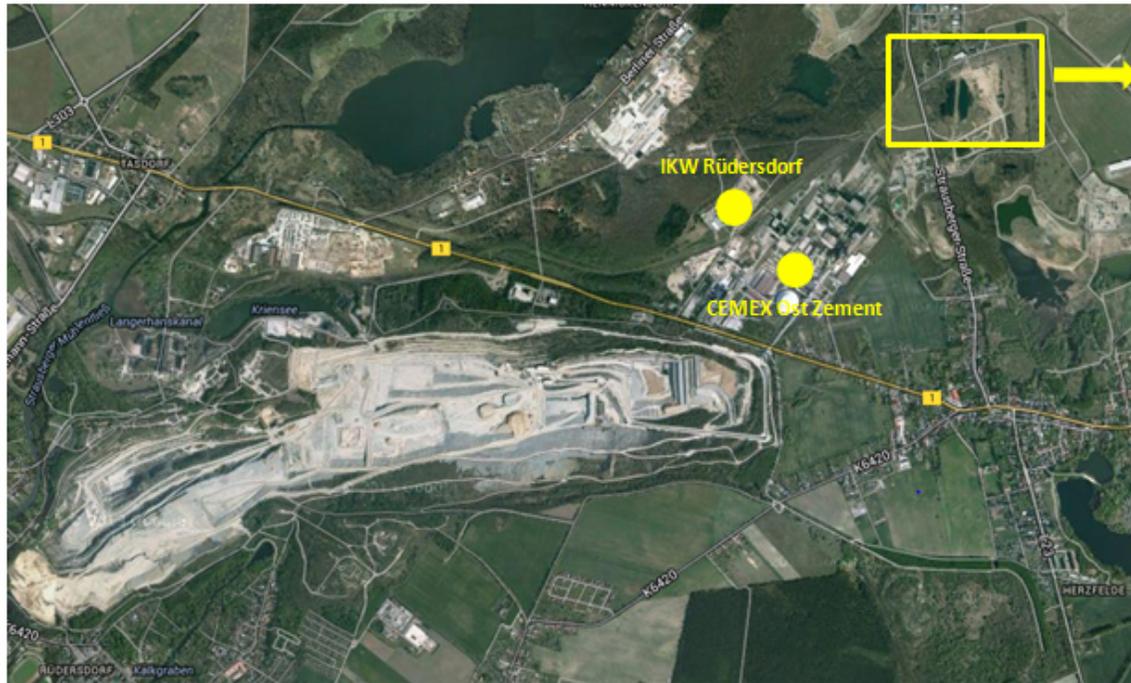
Zur Immissionsbelastung in der Gemeinde Rüdersdorf liegen Ergebnisse der Sonder-Immissionsmessung an der Messstelle Herzfelde vom 26.9.2007 – 31.5.2010 des damaligen Landesumweltamtes (LUA) Brandenburg vor.

Die Standorte der beiden bedeutendsten Emittenten in Rüdersdorf sowie die vorherrschenden Windrichtungen mit Windhäufigkeitsverteilungen sind aus Abb. 1 zu ersehen. Die dargestellte Windrose entstammt einer Immissionsprognose der GfBU Consult für die Fa. Vattenfall und bildet die Winddaten für das repräsentative Jahr 2005 aus einer 11-jährigen Bezugsperiode (2002 bis 2012) der Bezugsstation Lindenberg ab.

Daten zur **Schadstoffbelastung des Bodens** in Rüdersdorf wurden im Rahmen der Bodendauerbeobachtung durch das LUGV Brandenburg für einen Ackerboden in Lichtenow, Gemeinde Rüdersdorf, zuletzt im Jahr 2006 erhoben. Die Messergebnisse wurde vom LUGV zur Verfügung gestellt.

Zur Beurteilung der **Trinkwasserqualität** liegen aktuelle Analysen der Wasserwerke des Wasserverbandes Rüdersdorf vor.

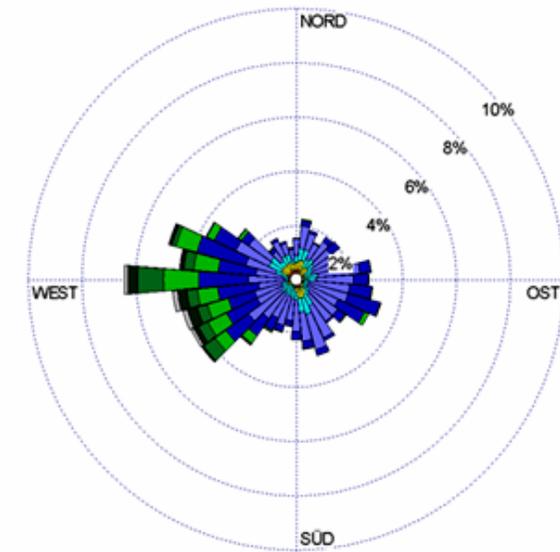
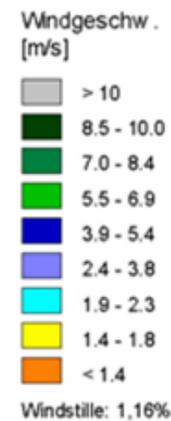
Zur Qualität des Wassers des Stienitzsees liegen mir Daten vom LUGV, vom Umweltamt Seelow und von der Bürgerinitiative vor.



Quelle Satellitenbild: <https://www.google.de/maps/@52.4972896,13.8503772,1256m/data=!3m1!1e3>



**Abb. 1:** Standorte des IKW Rüdersdorf und der CEMEX Ost Zement GmbH sowie des Messcontainers der Sonderimmissionsmesssstelle Herzfelde (2007 – 2010); unten rechts die Windrichtungshäufigkeitsverteilung



Quelle Windrose: Vattenfall Europe New Energy GmbH

## **2.2 Belastungspfad Luft**

### **2.2.1 Emissionen**

In der 17. BImSchV sind kontinuierliche Messungen einiger ausgewählter Schadstoffe und jährliche Einzelmessungen von speziellen Schadstoffen an Verbrennungsanlagen (§§ 9-16) sowie die regelmäßige Information der Öffentlichkeit über die Beurteilung der Emissionsmessungen und der Verbrennungsbedingungen (§ 18) geregelt.

Die Emissionsdaten des IKW Rüdersdorf (Vattenfall Europe New Energy Ecopower GmbH) und des Zementwerks Rüdersdorf (Cemex Ost GmbH) stammen aus den jeweils aktuellen veröffentlichten Umwelterklärungen. Die für das Jahr 2012 gemeldeten Jahresemissionsfrachten weiterer, nach der E-PRTR-VO berichtspflichtigen Anlagen im Radius von 10 km um Rüdersdorf wurden dem Online-Register des Umweltbundesamtes ([www.thru.de](http://www.thru.de)) entnommen.

#### **2.2.1.1 Vattenfall – IKW Rüdersdorf**

Den Ergebnissen der Emissionsüberwachung aus dem Jahr 2012 zufolge liegen die meisten kontinuierlich gemessenen Schadstoff-Emissionen im Jahresdurchschnitt deutlich unter den Grenzwerten. Die Emissionen von HCl erreichen jedoch fast 90 % und die von NO<sub>x</sub> fast 100 % des Grenzwertes der 17. BImSchV. Auch bei den diskontinuierlich gemessenen Emissionen von Dioxinen und Furanen sowie den drei Schwermetallgruppen werden sowohl die Grenzwerte nach der 17. BImSchV als auch die niedriger angesetzten Genehmigungsgrenzwerte (nicht dargestellt) sicher eingehalten (Tab. 1).

Die Emissionsmassenströme des IKW Rüdersdorf für die Jahre 2009 bis 2012 sind in Tabelle 2 dargestellt.

**Tab. 1:** Im Jahr 2012 gemessene Emissionen der der im Reingas (gereinigtes Rauchgas) des IKW Rüdersdorf enthaltenen Schadstoffe im Vergleich zu den Grenzwerten der 17. BImSchV;  
(Quelle: Vattenfall, IKW Rüdersdorf, Umwelterklärung 2013)

| Emissionen im Reingas   | Grenzwerte<br>in [mg/m <sup>3</sup> ] | Ist 2012<br>in [mg/m <sup>3</sup> ] | % Ausschöpfung<br>des Grenzwertes |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Kontinuierliche Messungen</b>                                    |                                       |                                     |                                   |
| Staub   | 10                                    | 0                                   | 0                                 |
| SO <sub>2</sub>   | 50                                    | 16                                  | 32,0                              |
| NO <sub>x</sub>   | 200                                   | 194                                 | 97,0                              |
| HCl   | 10                                    | 8,61                                | 86,1                              |
| CO  | 50                                    | 10                                  | 20,0                              |
| Hg  | 0,03                                  | 0,0032                              | 10,7                              |
| C <sub>gesamt</sub>   | 10                                    | 0,06                                | 0,6                               |
| HF  | 1                                     | 0,01                                | 1                                 |
| <b>Diskontinuierliche Messungen</b>                                 |                                       |                                     |                                   |
| ∑ Schwermetalle Gruppe a (Cd + Tl)                                  | 0,05                                  | 0,002                               | 4                                 |
| ∑ Schwermetalle Gruppe b<br>(Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) | 0,5                                   | 0,19                                | 38                                |
| ∑ Schwermetalle Gruppe c<br>(As, Cd, Co, Cr, Benzo(a)pyren)         | 0,05                                  | 0,023                               | 46                                |
| PCDD/F ( in ng/m <sup>3</sup> )                                     | 0,1                                   | 0,001                               | 1                                 |

**Tab. 2:** Emissionsmassenströme des IKW Rüdersdorf  
(Quelle: Vattenfall, Umwelterklärung 2013; 1Mg ≙ 1t)

Im Berichtszeitraum wurden insgesamt folgende Mengen an Luftschadstoffen an die Atmosphäre abgegeben:

| Luftschadstoffe           | 10/2009 – 05/2010 | 06/2010 – 05/2011 | 06/2011 – 12/2011 | 01/2012 – 12/2012 |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Betriebsstunden (Bstd.)   | 4.385 h           | 7.116 h           | 4.689 h           | 7.534 h           |
| SO <sub>2</sub>           | 4,09 Mg           | 12,37 Mg          | 8,74 Mg           | 21,14 Mg          |
| SO <sub>2</sub> pro Bstd. | 0,0009 Mg/h       | 0,0017 Mg/h       | 0,0019 Mg/h       | 0,0028 Mg/h       |
| NO <sub>x</sub>           | 116,68 Mg         | 192,28 Mg         | 130,94 Mg         | 204,62 Mg         |
| NO <sub>x</sub> pro Bstd. | 0,0266 Mg/h       | 0,0270 Mg/h       | 0,0279 Mg/h       | 0,0272 Mg/h       |
| Staub (PM)                | 0,0015 Mg         | 0,62 Mg*          | 0,00015 Mg        | 0,018 Mg          |
| Staub (PM) pro Bstd.      | 0,0000003 Mg/h    | 0,0000871 Mg/h*   | 0,00000003 Mg/h   | 0,0000024 Mg/h    |

\*erhöhte Werte bedingt durch Probleme im Gewebefilter und Störung Staubsonde; jedoch keine Grenzwertverletzung.

In den Berichtszeiträumen 10/2009-12/2011 wurden zur Ermittlung der Schadstofffrachten validierte Werte, ab 01/2012 normierte Werte herangezogen.

### 2.2.1.2 CEMEX Ost Zement GmbH

Bei der CEMEX Ost Zement GmbH werden alle Emissionsgrenzwerte ebenfalls deutlich unterschritten (Tab. 3). Kritische Stoffe sind hier SO<sub>2</sub> und die Stickoxide mit ca. 80 - 90 % Grenzwertausschöpfung. Dies verdeutlichen auch die Emissionsmassenströme für das Jahr 2011 (Tabelle 4) mit vergleichsweise hohen Gesamtemissionen für SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub>.

**Tab. 3:** Ergebnisse der Emissionsmessungen im Ofenabgas des Zementwerks Rüdersdorf im Vergleich zu den Grenzwerten gemäß Genehmigung bzw. 17. BImSchV; (Quelle: CEMEX, Umwelterklärung 2013)

| Emissionen im Ofenabgas   | Grenzwerte<br>in [mg/m <sup>3</sup> ] | Ist 2012<br>in [mg/m <sup>3</sup> ] | % Ausschöpfung<br>des Grenzwertes |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Kontinuierliche Messungen</b>                                    |                                       |                                     |                                   |
| Staub   | 20                                    | 6                                   | 30 %                              |
| SO <sub>2</sub>   | 350                                   | 280                                 | 80 %                              |
| NO <sub>x</sub>   | 500                                   | 417                                 | 83,4 %                            |
| C <sub>gesamt</sub>   | 30                                    | 7                                   | 23,3 %                            |
| Hg  | 0,03                                  | 0,002                               | 6,7 %                             |
| <b>Diskontinuierliche Messungen</b>                                 |                                       |                                     |                                   |
| HCl   | 10                                    | 1,5                                 | 15 %                              |
| HF  | 1                                     | 0,07                                | 7 %                               |
| NH <sub>3</sub>   | -                                     | 8,4                                 |                                   |
| Σ Schwermetalle Gruppe a<br>(Cd + Tl)                               | 0,03                                  | 0,0009                              | 3 %                               |
| Σ Schwermetalle Gruppe b<br>(Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) | 0,38                                  | 0,0043                              | 1,1 %                             |
| Σ Schwermetalle Gruppe c<br>(As, Cd, Co, Cr, Benzo(a)pyren)         | 0,05                                  | 0,001                               | 2 %                               |
| PCDD/F ( in ng/m <sup>3</sup> )                                     | 0,1                                   | 0,005                               | 5 %                               |

**Tab. 4:** Emissionsmassenströme der CEMEX Ost Zement GmbH Rüdersdorf im Jahr 2011; (Quelle: CEMEX, Umwelterklärung 2013)

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| Staub  | t | 70        |
| CO <sub>2</sub> rohstoffbedingt                        | t | 916.000   |
| CO <sub>2</sub> brennstoffbedingt<br>(fossiler Anteil) | t | 376.000   |
| CO <sub>2</sub> gesamt                                 | t | 1.292.000 |
| SO <sub>2</sub>  | t | 980       |
| NO <sub>x</sub>  | t | 1.660     |

### 2.2.1.3 Weitere IED-Anlagen

Neben dem IKW Rüdersdorf und der CEMEX Ost GmbH wurden vom LUGV als weitere erklärungspflichtige IED-Anlagen im Umkreis bis 10 km um Rüdersdorf folgende 7 Betriebe genannt:

- Zinndorfer Agrar und Verwaltungs GmbH in Rehfelde
- Ardagh Glass Neuenhagen in Neuenhagen
- Fels-Werke GmbH in Rüdersdorf
- Landfarm Hohenstein GmbH in Strausberg
- Agrargenossenschaft eG Werder in Rehfelde
- OTTO & Leitel GmbH in Neuenhagen
- Dynea Erkner GmbH in Erkner.

Leider wurden mir trotz mehrfacher Nachfrage die Emissionserklärungen der einzelnen Betriebe bis zur Abgabe des Gutachtens nicht zur Verfügung gestellt, sodass an dieser Stelle eine vergleichende Betrachtung der Emissionsmassenströme der einzelnen Betriebe nicht möglich ist. Überschreitungen von festgesetzten Schwellenwerten, die an das PRTR gemeldet werden müssen, sind hinsichtlich des Gesamteintrags von Luftschadstoffen in der Region Rüdersdorf eher von geringer Aussagekraft. Der Vollständigkeit halber seien sie jedoch hier mit aufgeführt.

Freisetzungen in die Luft, bei denen Schwellenwerte überschritten wurden, wurden im Jahr 2012 an das PRTR ([www.thru.de](http://www.thru.de)) nur von der Ardagh Glass Neuenhagen und der Fels-Werke GmbH (Kalkwerk Rüdersdorf) gemeldet. Die berichteten Jahresfrachten dieser Betriebe sind in Tabelle 5 dargestellt.

**Tab. 5:** Jahresfrachten für Freisetzungen in die Luft, bei denen Schwellenwerte überschritten wurden (Quelle: [www.thru.de](http://www.thru.de))

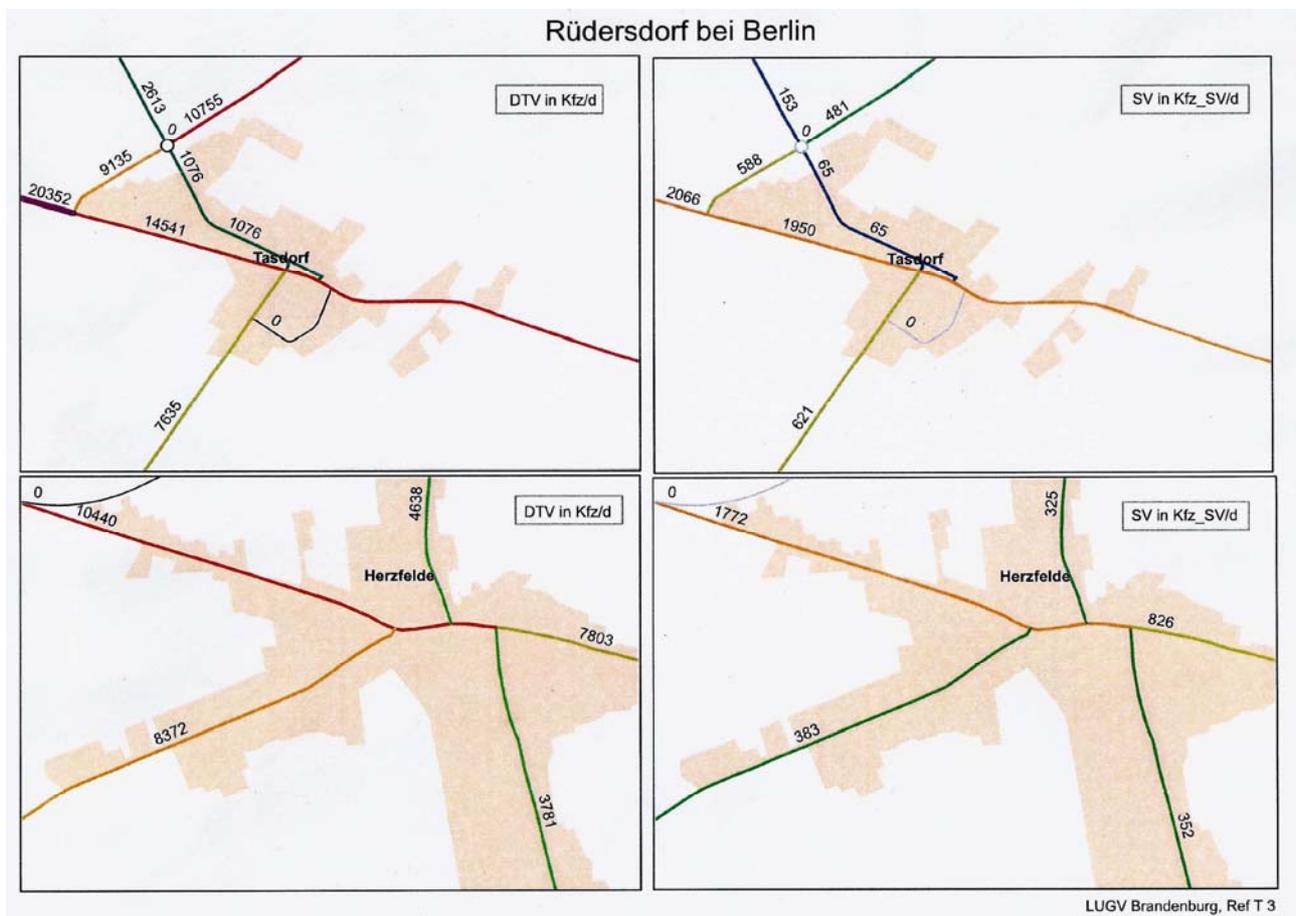
| Betrieb                    | Schadstoff                       | Jahresfracht<br>2012 | Schwellenwert |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------|
| Ardagh Glass<br>Neuenhagen | NO <sub>x</sub> /NO <sub>2</sub> | 148 t                | 100 t         |
| Fels-Werke GmbH            | CO <sub>2</sub>                  | 210.000 t            | 100.000 t     |

Die Fa. Graf Recycling-Baustoffe GmbH & Co.KG beantragte am 6. Juli 2012 beim LUGV die Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb einer Anlage zur zeitweiligen Lagerung und Behandlung von gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen mit einer Lagerkapazität von maximal 10.000 t. Diesem Antrag wurde mit Bescheid vom 15.7.2014 entsprochen. Durch die Lagerung gefährlicher Abfälle fällt damit auch die Graf GmbH unter die EU Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (IED). Bezüglich der Staubemissionen wurde seitens der Behörde auf eine Prognose verzichtet, da die aufzuarbeitenden Materialien überwiegend geschlossen gelagert und umgeschlagen sowie vollständig geschlossen behandelt werden. Die gefilterte Abluft wird lt. Genehmigungsbescheid in die Werkhallen zurückgeführt.

## 2.2.2 Immissionen

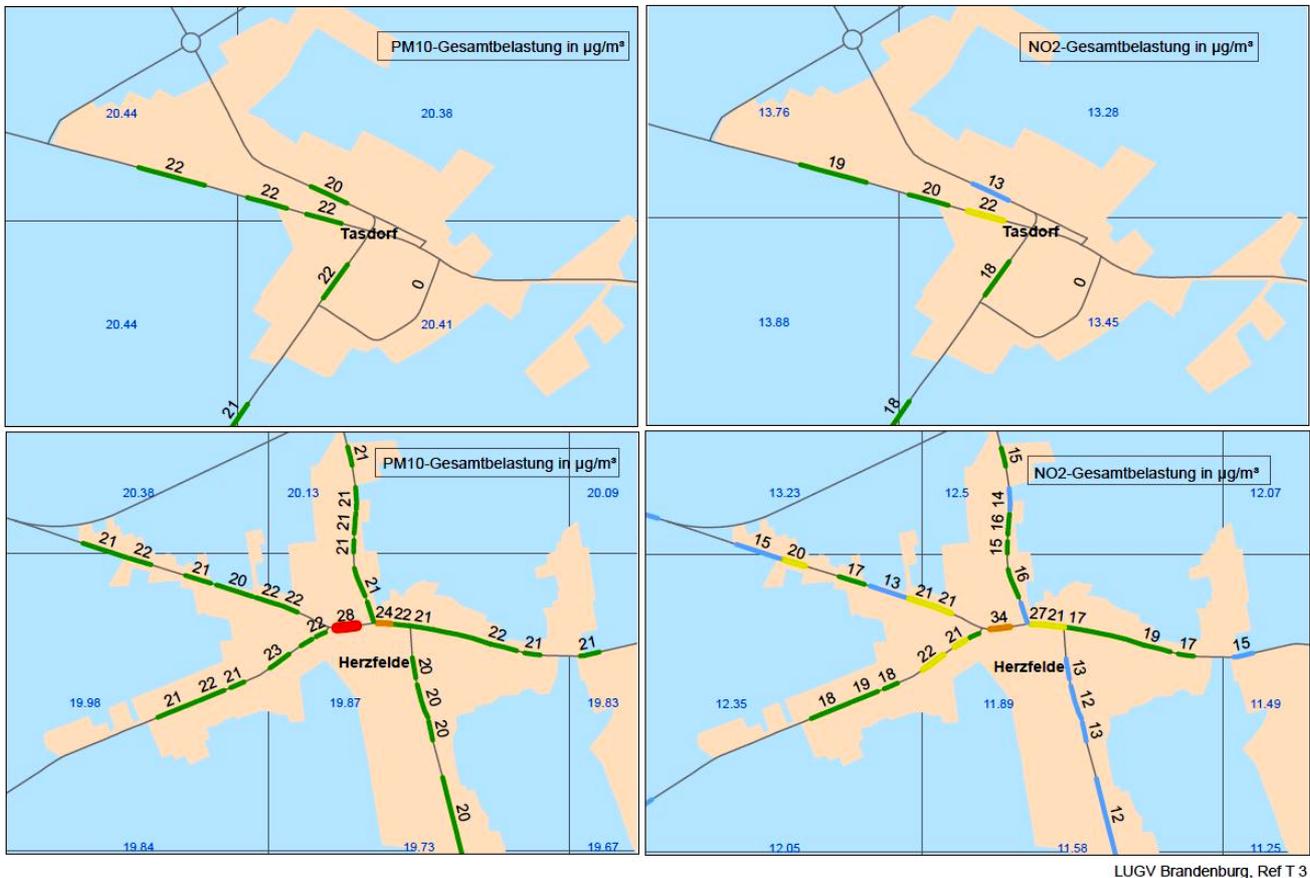
### 2.2.2.1 Straßenverkehr

Da die Autobahn A10 – aufgestelzt – Rüdersdorf quert und andere vielbefahrene Straßen (u.a. B1) die Gemeinde tangieren, muss die Immissionsbelastung durch die Emissionen der Verbrennungsmotoren - nitrose Gase, Stäube, Ozon als Sekundärprodukt unverbrannter Kohlenwasserstoffe und PAK – diskutiert werden. Aus der Umwelt- und Verkehrsdatenbank des LUGV wurden mir aktuelle Daten zu Verkehrsbewegungen in den beiden am stärksten durch Straßenverkehr lokal belasteten Ortslagen Tasdorf und Herzfelde (Abb. 2) sowie Screeningrechnungen für die daraus resultierenden PM10- und NO<sub>2</sub>- Gesamtbelastungen (Abb. 3) zur Verfügung gestellt.



**Abb. 2:** Durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV) und Schwerverkehr (SV) in Tasdorf und Herzfelde, Gemeinde Rüdersdorf

Rüdersdorf bei Berlin



LUGV Brandenburg, Ref T 3

**Abb. 3:** Screeningrechnung für die PM<sub>10</sub>- und NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung in den Ortslagen Tasdorf und Herzfelde, Gemeinde Rüdersdorf; blaue Zahlen: Hintergrundkonzentrationen, die in die Straßenbelastung eingerechnet wurden

Zur Beurteilung der errechneten PM<sub>10</sub>- und NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung nimmt das LUGV wie folgt Stellung: „... weitgehende und zumeist deutliche Unterschreitung der Immissionsgrenzwerte in den beiden Ortslagen. Allerdings ist im Zentrum von Herzfelde ein kurzer Straßenabschnitt mit einem PM<sub>10</sub>-Jahresmittel von 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zu verzeichnen. Dieser Wert bedeutet entsprechend des deutschlandweit vorliegenden umfangreichen Datenmaterials, dass eine Überschreitung des PM<sub>10</sub>-Kurzzeitgrenzwertes (mehr als 35 Tagesmittel > 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) nicht völlig auszuschließen ist (Eintrittswahrscheinlichkeit < 50 %)“ (Dr. Kühne, LUGV, Mail vom 28.7.2014).

### **2.2.2.2 Immissionen Luftmessstation Herzfelde**

Im Hinblick auf die für 2008 vorgesehene Inbetriebnahme des IKW Rüdersdorf durch die Vattenfall Europe Waste to Energy Rüdersdorf GmbH und der damit im Zusammenhang stehenden Sorge der Bevölkerung u.a. bezüglich erhöhter Feinstaub- und Schwermetallimmissionen veranlasste das brandenburgische Umweltministerium eine Sonderimmissionsmessung, die vom 26.9.2007 bis zum 31.5.2010 durchgeführt wurde.

Mit einer temporären automatischen Immissionsmessstelle, die vom damaligen Landesumweltamt (LUA) in ca. 1,5 km Quellentfernung im Lee des IKW (Windrichtung Südwest, 240<sup>0</sup>) im Ortsteil Herzfelde eingerichtet wurde (s. Abb. 1), wurden Schadstoffkonzentrationen in der Umgebungsluft (Feinstaub, Staubinhaltsstoffe, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S und Hg) und im Staubniederschlag analysiert.

Im Auftrag der Gemeinde Rüdersdorf hat Ökopol (Institut für Ökologie und Politik GmbH, Hamburg) im Juni 2008 in einer Kurz-Stellungnahme erste Messergebnisse zusammengefasst und den Immissionsdaten anderer brandenburgischer Messstationen gegenübergestellt.

Alle Messbefunde und deren Bewertung wurden vom LUGV im Jahresbericht 2010 „Luftqualität in Brandenburg“ zusammenfassend im Internet veröffentlicht ([http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/luft\\_2010.pdf](http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/luft_2010.pdf)). Die im Einzelnen in den Jahren 2008 und 2009 erhobenen Messdaten sind in den jeweiligen Jahresberichten zur Luftqualität in Brandenburg des LUGV publiziert (<http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.280911.de#5>).

Für das vorliegende Gutachten wurden von Ökopol zusätzlich die gesamten Messdaten in Form von Excel-Tabellen und teilweise zusätzlich in Form grafischer Abbildungen zur Verfügung gestellt und ausgewertet.

Die Zusammenstellung der für die Jahre 2008 und 2009 aus den Tagesmittelwerten errechneten Jahresmittelwerte für die Luftschadstoffe Feinstaub (PM<sub>10</sub>), NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S und gasförmiges Quecksilber (Hg) zeigt, dass für alle Parameter die in der EU gültigen Jahresgrenzwerte sicher unterschritten wurden (Tab. 6). Gleiches gilt mit Ausnahme für PM<sub>10</sub> auch im Hinblick auf die zulässigen Tagesmittelwerte. Bei den Feinstaubimmissionen zeigten sich jedoch Belastungsspitzen, die vereinzelt zu

deutlichen Überschreitungen des zulässigen Tagesmittelwertes führten. Die maximalen PM10-Einzelwerte aus den Jahren 2008 und 2009 (81 bzw. 165 µg/m<sup>3</sup>) wurden allerdings um die Jahreswende gemessen und sind damit wahrscheinlich überwiegend auf Immissionen durch Silvesterfeuerwerk zurückzuführen. Bezüglich des Vergleichs der Luftbelastung an der Messstelle Herzfelde mit anderen Immissions-Messstellen in Brandenburg wird auf den Bewertungsteil (3.2) verwiesen.

**Tab. 6:** Jahresmittelwerte und maximale Einzelwerte (MEW) ausgewählter Luftschadstoffe in Herzfelde in den Jahren 2008 und 2009

| Parameter                          | JM (MEW)              |                        | Administrative Beurteilungswerte |                   |
|------------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------|
|                                    | 2008                  | 2009                   | JM                               | TM                |
| PM10 µg/m <sup>3</sup>             | 21 (81) <sup>1)</sup> | 22 (165) <sup>2)</sup> | 40 (20) <sup>3)</sup>            | 50                |
| NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>  | 14 (40)               | 12 (57)                | 40                               | 200               |
| SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>  | 3,9 (16)              | 2,5 (14)               | -                                | 125               |
| H <sub>2</sub> S µg/m <sup>3</sup> | 1,0 (2)               | 1,0 (3)                | -                                | 150 <sup>4)</sup> |
| Hg (gasförmig) ng/m <sup>3</sup>   | 1,3 (2,0)             | 1,3 (2,8)              | 50 (LAI)                         |                   |

JM-Jahresmittelwert; MEW- maximale Einzelwerte; TM-Tagesmittelwert (max. zulässige Überschreitungshäufigkeit: 35x/Jahr);

<sup>1)</sup> 30.12.2008; <sup>2)</sup> 1.1.2009; <sup>3)</sup> Leitwert WHO; <sup>4)</sup> Leitwert WHO-GL  
(Quelle: <http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.297889.de>)

#### 2.2.2.2.1 Schwebstaub (PM10)

Im Hinblick auf mögliche Gesundheitsrisiken durch Feinstaubimmissionen in der Gemeinde Rüdersdorf ist die alleinige Darstellung des Jahresmittelwertes nicht ausreichend. Erst durch die Abbildung der Monatsmittelwerte sind besonders die Wintermonate als Zeitraum mit hoher PM10-Belastung zu erkennen (Abb. 4).

Der PM10-Tagesmittelwert von 50 µg/m<sup>3</sup> darf maximal 35 mal pro Jahr überschritten werden. Dieser Beurteilungswert wurde in Herzfelde sicher eingehalten. Auffällig ist jedoch, dass die Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwertes über den Messzeitraum zugenommen haben (Abb. 5):

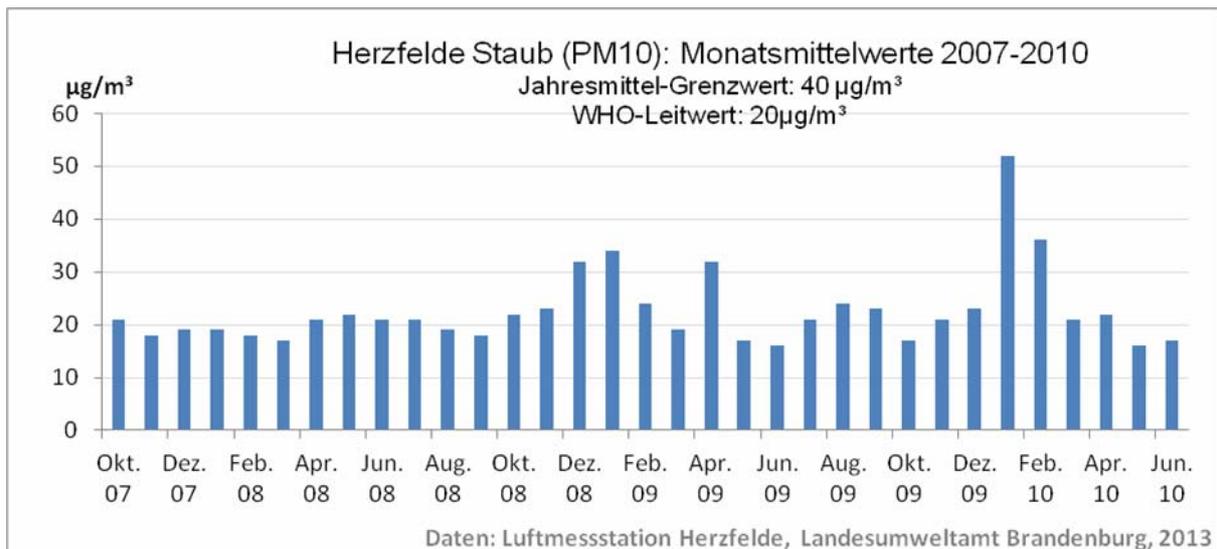
Okt. – Dez. 2007: 1 Überschreitung

Jan. – Dez. 2008: 5 Überschreitungen

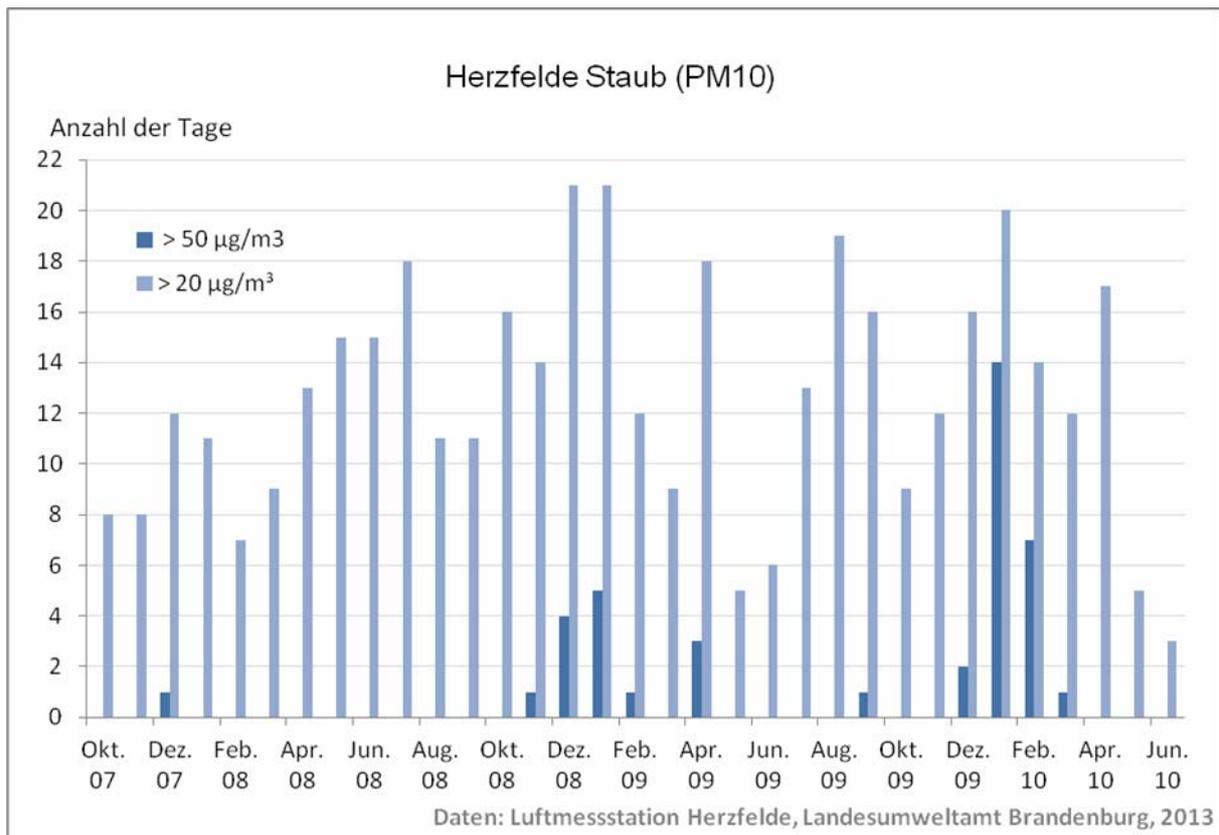
Jan. – Dez. 2009: 12 Überschreitungen

Jan. – Jun. 2010: 22 Überschreitungen.

Aufgrund der gesundheitlichen Risiken, die schon mit einer geringen Feinstaubbelastung der Luft einhergehen (s. Kap. 3.2.1), hat die WHO einen PM10-Leitwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  als Jahresmittelwert vorgeschlagen. Dieser Wert wurde in Herzfelde im Jahr 2008 an 161 Tagen und im Jahr 2009 an 156 Tagen überschritten (Abb. 5).



**Abb. 4:** Monatsmittelwerte der PM10-Konzentration an der Luftmessstation Herzfelde



**Abb. 5:** Anzahl der Tage mit PM10-Mittelwerten > 50 µg/m³ (TA-Luft) bzw. 20 µg/m³ (WHO-Leitwert); (der maximal zulässige Tagesmittelwert von 50 µg/m³ darf höchstens 35 mal im Jahr überschritten werden)

#### 2.2.2.2.2 Inhaltsstoffe des Schwebstaubs (PAK, Metalle)

Die Jahresmittelwerte aller im Schwebstaub gemessenen Schadstoffe unterschritten in den Jahren 2008 und 2009 die jeweiligen administrativen Beurteilungswerte. Jedoch wurden im Jahr 2008 für Benzo(a)pyren und Nickel und im Jahr 2009 für Benzo(a)pyren sowie Arsen vereinzelt Belastungsspitzen mit Grenzwertüberschreitungen (s. MEW) gemessen (Tab. 7).

Insgesamt waren die Schwermetallimmissionen 2009 gegenüber 2008 leicht rückläufig.

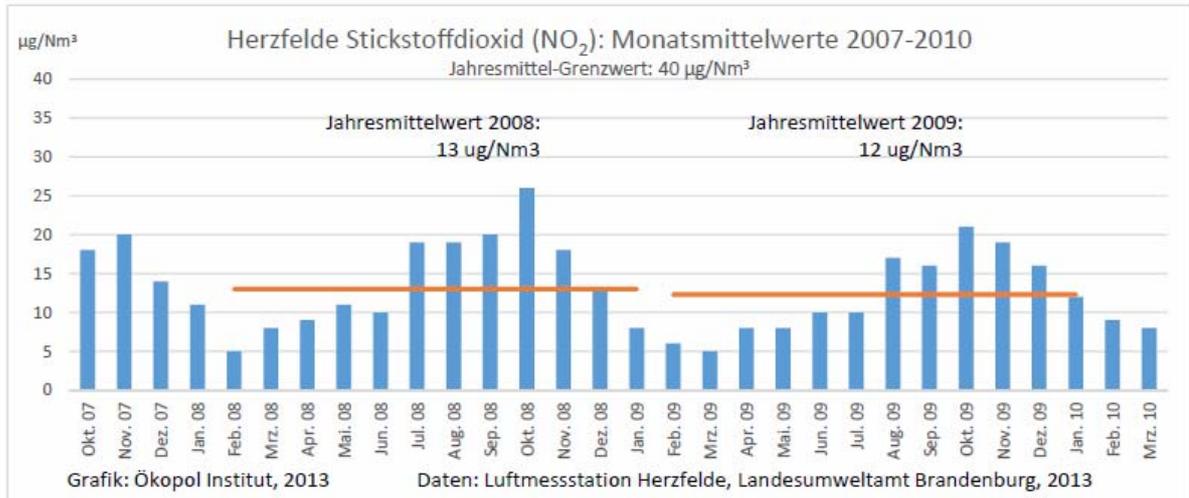
**Tab. 7:** Benzo(a)pyren und Elemente im Schwebstaub (PM10), Luftmessstation Herzfelde; angegeben sind die jeweiligen Jahresmittelwerte und maximalen Einzelwerte (MEW);  
Daten: LUGV, Jahresberichte zur Luftqualität in Brandenburg 2008 und 2009 (www.mugv.brandenburg.de)

| Parameter<br>(ng/m <sup>3</sup> ) | JMW (MEW)   |             | Beurteilungswert | Quelle                     |
|-----------------------------------|-------------|-------------|------------------|----------------------------|
|                                   | 2008        | 2009        |                  |                            |
| Benzo(a)pyren                     | 0,7 (17,4)  | 0,5 (4,4)   | 1 (JM)           | 39.BImSchV, LAI 2004       |
| Antimon                           | <2,7 (35,9) | <2,4 (7,0)  | 80               | Schneider/Kalberlah        |
| Arsen                             | <0,9 (4,1)  | <1,0 (11,6) | 6 (JM)           | 39.BImSchV, LAI 2004       |
| Blei                              | 8,2 (40,2)  | 8,2 (51,1)  | 500 (JM)         | 39.BImSchV, TA Luft        |
| Cadmium                           | <0,5 (1,5)  | <0,2 (1,7)  | 5 (JM)           | 39.BImSchV, LAI 2004       |
| Chrom                             | 2,1 (10,3)  | 1,2 (9,8)   | 17               | LAI 2004                   |
| Kobalt                            | 3,4 (11,4)  | <0,6 (5,8)  | 20               | LANUV NRW                  |
| Kupfer                            | 9,4 (39,0)  | 4,4 (19,4)  | 1000             | MAK/100                    |
| Mangan                            | 5,3 (13,2)  | 5,1 (20,1)  | 150              | WHO 2000                   |
| Nickel                            | 4,7 (157,1) | 1,5 (10,9)  | 20 (JM)          | 39.BImSchV, LAI 2004       |
| Thallium                          | <3,6 (<3,6) | <3,6 (<3,6) | 100              | nach Kühling <sup>1)</sup> |
| Vanadium                          | 1,0 (4,2)   | 1,0 (3,2)   | 20               | LAI 1997                   |
| Zinn                              | <2,0 (25,8) | <1,8 (5,0)  | 20.000           | nach Kühling <sup>1)</sup> |

<sup>1)</sup> Quelle: [http://www.umwelt.bremen.de/sixcms/media.php/13/Luftqualitaetsbericht\\_2013.pdf](http://www.umwelt.bremen.de/sixcms/media.php/13/Luftqualitaetsbericht_2013.pdf)

### 2.2.2.2.3 Stickoxide

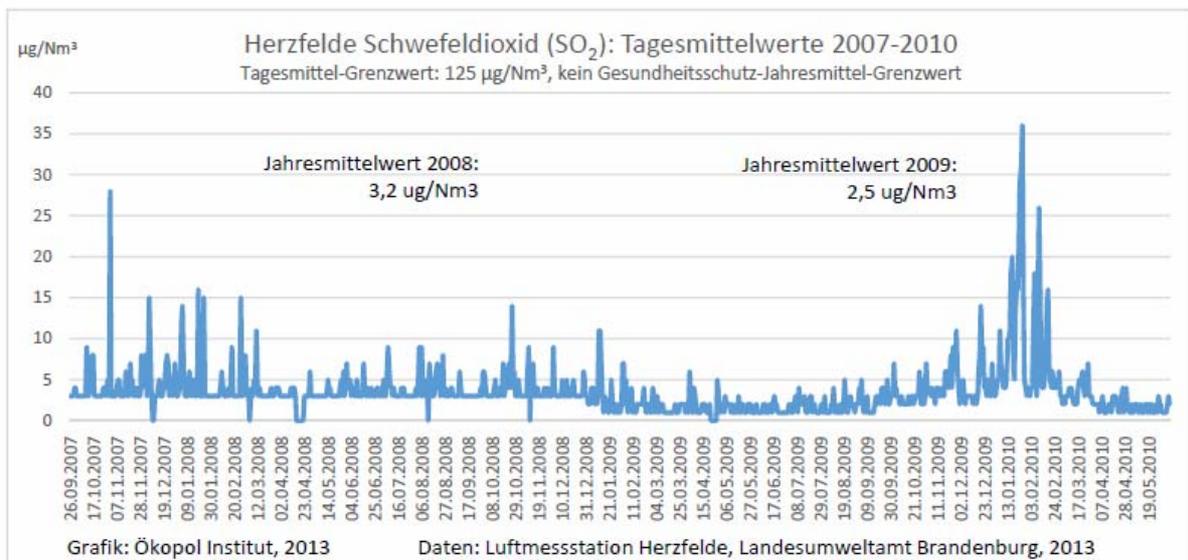
Die Stickoxidimmissionen - gemessen als NO<sub>2</sub> - waren im gesamten Messzeitraum unauffällig. Mit Jahresmittelwerten von 13 bzw. 12 µg/m<sup>3</sup> für die Jahre 2008 bzw. 2009 wurde der Jahresmittel-Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> eingehalten. Es gab keine Überschreitungen des Tagesmittel-Grenzwerts (Abb. 6).



**Abb. 6:** Monatsmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Immissionen an der Messstation Herzfelde;   
 --- Jahresmittelwerte

#### 2.2.2.2.4 Schwefeldioxid

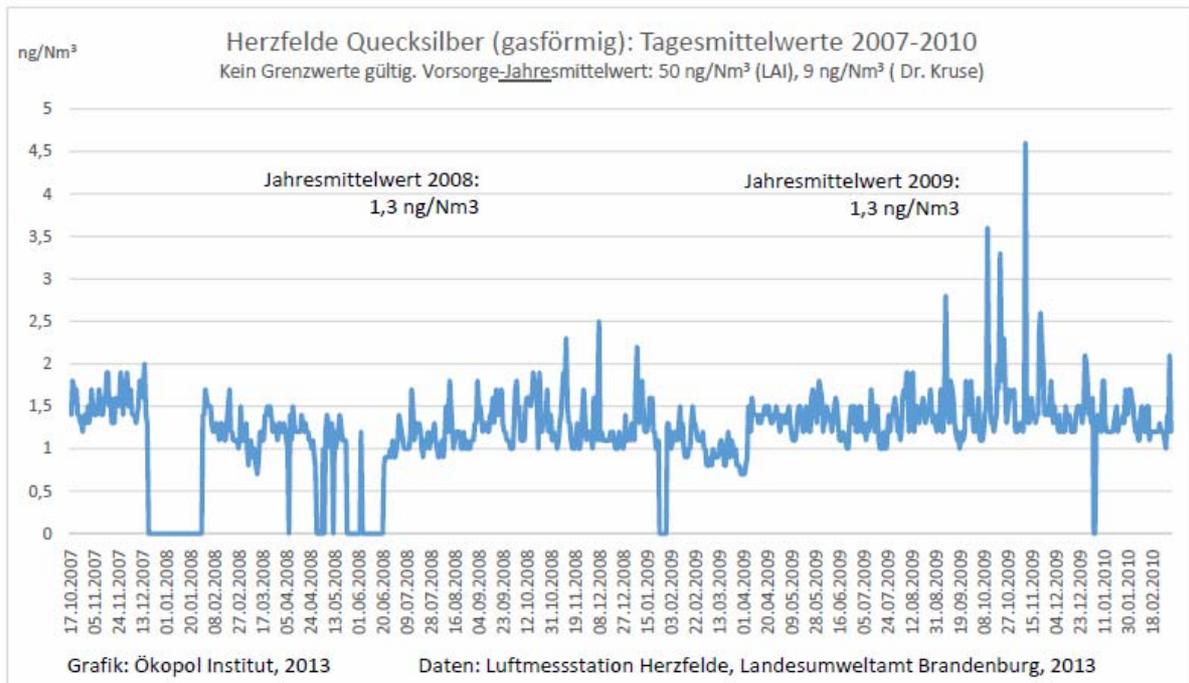
Der Tagesmittel-Grenzwert für Schwefeldioxid von 125 µg/m<sup>3</sup> wurde im gesamten Messzeitraum sicher unterschritten (Abb. 7).



**Abb. 7:** Tagesmittelwerte der SO<sub>2</sub>-Immissionen an der Luftmessstation Herzfelde

### 2.2.2.2.5 Quecksilber und Schwefelwasserstoff

Die Immissionen von gasförmigem Quecksilber (Abb. 8) und Schwefelwasserstoff (o. Abb.) waren insgesamt unauffällig.



**Abb. 8:** Tagesmittelwerte der Quecksilber-Immissionen an der Luftmessstation Herzfelde

### 2.2.2.2.6 Staubbiederschlag

Staubbiederschlag besteht aus Stoffen, die aus der Luft durch trockene Sedimentation und Niederschläge ausfallen. Im Gegensatz zu den inhalierbaren Feinstäuben stellt der Staubbiederschlag für den Menschen keine unmittelbare Gesundheitsgefahr dar, enthält allerdings neben unschädlichen Komponenten (Silikate, Carbonate, Sulfate) auch Schwermetalle und organische Verbindungen, die sich im Boden und in bzw. auf Pflanzen anreichern können. Als wichtige Emittenten von Metallen sind Feuerungsanlagen (Kraftwerke, Heizungen etc), die Eisen- und Stahlindustrie, andere Industriezweige wie z.B. die Nichteisen-Metallindustrie, Zement- und Glasindustrie und der Kfz-Verkehr zu nennen.

An der Luftmessstation Herzfelde waren die Immissionen von Staubbiederschlag und seinen Inhaltsstoffen in den Jahren 2008 und 2009 insgesamt unauffällig und unterschritten die administrativen Beurteilungswerte deutlich (Tab. 8).

**Tab. 8:** Luftmessstation Herzfelde: Staubbiederschlag und Schwermetalldeposition; Jahresmittelwerte (berechnet aus Monatsmitteln); Daten: LUGV, Jahresberichte zur Luftqualität in Brandenburg 2008 und 2009 ([www.mugv.brandenburg.de](http://www.mugv.brandenburg.de))

| Parameter                     | 2008                | 2009                | Beurteilungswert | Quelle       |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|------------------|--------------|
| <b>mg/(m<sup>2</sup> x d)</b> |                     |                     |                  |              |
| Staubbiederschlag             | 68/71 <sup>1)</sup> | 76/89 <sup>1)</sup> | 350              | TA Luft      |
| <b>µg/(m<sup>2</sup> x d)</b> |                     |                     |                  |              |
| Antimon                       | 0,75                | 1,0                 | 10               | HLUG         |
| Arsen                         | 0,4                 | 0,6                 | 4                | TA Luft      |
| Blei                          | 4                   | 4                   | 100              | TA Luft      |
| Cadmium                       | 0,13                | 0,34                | 2                | TA Luft      |
| Chrom                         | 3                   | 6                   | 82               | BBodSchV     |
| Kobalt <sup>2)</sup>          | 6,8                 | 1,1                 | 16               | nach Kühling |
| Kupfer                        | 11                  | 14                  | 100              | BBodSchV     |
| Mangan                        | 16                  | 18                  | -                | -            |
| Nickel                        | 1,8                 | 1,8                 | 15               | TA Luft      |
| Quecksilber                   | 0,1                 | 0,03                | 1                | TA Luft      |
| Thallium                      | 0,22                | <0,4                | 2                | TA Luft      |
| Vanadium                      | 1,2                 | 1,6                 | 100              | HLUG         |
| Zink                          | 51                  | 33                  | -                | -            |
| Zinn                          | 1,0                 | 0,73                | 15               | nach Kühling |

<sup>1)</sup> Parallelmessung (nur Staubbiederschlag und Quecksilber bestimmt)

<sup>2)</sup> Keine Bewertung aufgrund analytischer Probleme

### 2.3 Belastungspfad Boden

Das Schadstoffvorkommen im Boden gibt Hinweise auf langfristige Einträge aus der Luft (Staubsedimentation) und durch landwirtschaftliche Nutzung (Mineraldünger und Klärschlämme). Bei unberührtem Boden wird der Boden in 10 cm Tiefe analysiert; wird der Boden landwirtschaftlich genutzt, erfolgt die Probennahme in Pflugschartiefe (32 cm).

### 2.3.1 Bodendauerbeobachtungsfläche Lichtenow

Zur langfristigen Überwachung des Zustandes und der Funktion des Bodens im Sinne des Bundes-Bodenschutzgesetzes existieren in Brandenburg an landwirtschaftlich genutzten Standorten derzeit 30 repräsentative Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF), die über alle Landkreise verteilt sind. Bei der BDF Lichtenow handelt es sich um eine als Acker genutzte Fläche vom Bodentyp Parabraunerde.

Wie schon bei der Erstbeprobung im Jahr 1995 wurden auch bei der Wiederholungs-beprobung im Jahr 2006 die Vorsorgewerte für Böden für Metalle und organische Stoffe nach § 8 Abs. 2 Nr. 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes sämtlich unterschritten (Tab. 9).

**Tab. 9:** Anorganische und organische Schadstoffe in der BDF Lichtenow und Beurteilungswerte der Bundes-Bodenschutzverordnung

| Parameter                         | Messung                             |               | BBodSchV <sup>2)</sup> |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------|------------------------|
|                                   | 03.08.1995                          | 06.12.2006    |                        |
| Anorganische Stoffe<br>(mg/kg TM) | Horizont Ap <sup>1)</sup><br>0-32cm |               |                        |
| <b>As</b>                         | 2,3                                 | 2,6           | 5                      |
| <b>Al</b>                         | n.a.                                | 7600          | -                      |
| <b>Cd</b>                         | 0,070                               | <0,2          | 0,4                    |
| <b>Cr</b>                         | 8,7                                 | 8,5           | 30                     |
| <b>Cu</b>                         | 4,8                                 | 5,4           | 20                     |
| <b>Ni</b>                         | 6,7                                 | 5,2           | 15                     |
| <b>Pb</b>                         | 17,3                                | 16,3          | 40                     |
| <b>Zn</b>                         | 28,5                                | 33,0          | 60                     |
|                                   |                                     |               |                        |
| Organische Stoffe<br>(µg/kg TM)   | Ap<br>0-20cm                        | Ap<br>0-20cm  | BBodSchV <sup>3)</sup> |
| <b>PAK16</b>                      | 50,0                                | 210           | 3000                   |
| <b>PCB6</b>                       | 0,7                                 | <BG (0,5-1,8) | 50                     |
| <b>DDX</b>                        | 93,8                                | 39,4          | -                      |
| <b>Summe HCH</b>                  | <10                                 | n.a.          | -                      |

n.a. nicht analysiert

<sup>1)</sup> Oberboden mit regelmäßiger landwirtschaftlicher Bearbeitung (pflügen)

<sup>2)</sup> Bundes-Bodenschutzverordnung (1999): Vorsorgewerte für Böden; Bodenart Sand

<sup>3)</sup> Bundes-Bodenschutzverordnung (1999): Vorsorgewerte für Böden; Humusgehalt < 8 %

Quelle:

<http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.298042.de?highlight=Hintergrundwerte>

## **2.4 Belastungspfad Trinkwasser**

Die Trinkwasserversorgung der Gemeinde Rüdersdorf erfolgt ganz überwiegend durch die Wasserwerke Erkner und Eggersdorf. Aktuelle Protokolle der gesetzlich vorgeschriebenen Trinkwasseranalysen am Wasserwerksausgang und im Verteilungsnetz, die u.a. die Messergebnisse für zahlreiche Pestizide, chlorierte Kohlenwasserstoffe, Benzol und Schwermetalle darstellen, wurden vom Wasserverband Strausberg-Erkner zur Verfügung gestellt und belegen die uneingeschränkte Unbedenklichkeit des Rüdersdorfer Trinkwassers (nicht dargestellt). Alle in der Trinkwasserverordnung festgelegten Schadstoffgrenzwerte wurden deutlich unterschritten.

## **2.5 Stienitzsee**

Im Rahmen der Umsetzung der EU-WRRL (Wasser-Rahmenrichtlinie) wurde die Wasserqualität des Stienitzsees zuletzt im Jahr 2008 untersucht. In sechs Mischproben aus der tiefsten Stelle des Sees wurden wichtige limnochemische Parameter gemessen und Planktonuntersuchungen durchgeführt. Sedimentproben wurden nicht genommen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden vom LUGV der BI „Gesund leben am Stienitzsee e.V.“ übermittelt und an mich weitergeleitet: Entsprechend der trophischen Parameter wurde der See als eutroph 2 klassifiziert, Erkenntnisse über Quecksilber und andere Schwermetalle gibt es nicht.

Zusätzlich wurde Sommer 2008 aufgrund berichteter Wassertrübungen eine Beprobung und Untersuchung des Seewassers des Großen Stienitzsees durchgeführt. Die Probe wurde mikroskopiert und auf die Parameter Sauerstoffgehalt, abfiltrierbare Stoffe, Phosphor, Stickstoff und TOC untersucht. Nach Mitteilung des Umweltamtes Seelow gaben die Untersuchungswerte keinen Hinweis auf eine besondere chemische Belastung des Seewassers.

Eine am 23.5.2014 von der Bürgerinitiative in Auftrag gegebene chemische Analyse des Wassers vom Stienitzsee war bezüglich sämtlicher anorganischer und organischer Parameter (u. Schwermetalle und Pflanzenschutzmittel) unauffällig.

### **3. Bewertung**

#### **3.1. Bewertungsgrundlagen**

Zur toxikologischen Bewertung von Schadstoffen in Luft, Boden und Trinkwasser stehen gesetzlich verbindliche Grenzwerte aus Verordnungen nach Immissionsschutz-, Bodenschutz- und Infektionsschutzgesetzen zur Verfügung, die größtenteils der EU-Gesetzgebung angepasst sind.

Seit dem 9. Juli 2001 gelten in der EU Schadstoffgrenzwerte zum Schutz der Ökosysteme. Für Schwefeldioxid, Staub, Blei und Kohlenmonoxid traten zum 1. Januar 2005 EU-Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit in Kraft. Hinzu kamen am 1. Januar 2010 Grenzwerte für Stickstoffdioxid und Benzol. Mit der 22. Verordnung zum Bundesimmissionsschutzgesetz (22. BImSchV) wurden die EU-Grenzwerte in nationales Recht umgesetzt. Die 33. BImSchV setzte am 13. Juli 2004 die dritte Tochterrichtlinie 2002/3 EG und die Richtlinie 2001/81/EG vom 23. Oktober 2001 über Emissionshöchstmengen für ausgewählte Luftschadstoffe in nationales Recht um. Am 6. August 2010 wurden die 22. und die 33. BImSchV durch die 39. BImSchV abgelöst. Letztere setzt zusammen mit dem 8. Gesetz zur Änderung des Bundesimmissionsschutzgesetzes auch die Richtlinien 2008/50/EG zur Luftqualität und saubere Luft für Europa in nationales Recht um. Damit wurden auch die EU-Richtlinien 96/62 EG, 1999/30 EG, 2000/69 EG und 2002/3/EG aufgehoben.

Für alle EU Mitgliedstaaten ergeben sich zur Luftreinhaltung die folgenden Zielsetzungen (Richtlinie 2008/50/EG, Artikel 1):

1. Definition und Festlegung von Luftqualitätszielen zur Vermeidung, Verhütung oder Verringerung schädlicher Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt.
2. Beurteilung der Luftqualität anhand einheitlicher Methoden und Kriterien.
3. Gewinnung von Informationen über die Luftqualität zur Bekämpfung von Luftverschmutzungen zur Überwachung langfristiger Tendenzen und der Verbesserung...
4. Gewährleistung des Zugangs der Öffentlichkeit zu Informationen über die Luftqualität.
5. Erhaltung der Luftqualität, sofern sie gut ist, und Verbesserung der Luftqualität, wenn dies nicht der Fall ist.

6. Förderung der verstärkten Zusammenarbeit der Mitgliedstaaten bei der Verringerung der Luftverschmutzung.

Neben den gesetzlich verbindlichen Grenzwerten existieren gesetzlich unverbindliche Richtwerte (Orientierungswerte), die z.B. vom VDI und LAI bzw. von Bundeskommissionen (z.B. Humanbiomonitoring) erarbeitet werden.

Nicht alle Grenzwerte sind toxikologisch begründet, sondern häufig am Machbaren, d.h. dem realen Vorkommen von Schadstoffen in den Umweltmedien orientiert. Selbstverständlich dürfen Grenzwerte nur für den Bereich angewendet werden, für den sie hergeleitet wurden: MAK- bzw. AG-Werte gelten ausschließlich für den Arbeitsplatz und sind unter keinen Umständen anwendbar z.B. bei der Beurteilung der Außenluft.

Im Verlauf der Jahre wurden und werden Schadstoffgrenzwerte nicht nur aufgrund neuer toxikologischer Erkenntnisse gesenkt (z.B. die täglich tolerierbare Cadmiumaufnahme, die Höchstmenge für Blei im Trinkwasser), sondern auch sinkenden Umweltbelastungen (z.B. Stickstoffdioxid in der Luft) angepasst.

Zur toxikologischen Bewertung können auch die WHO-Grenzwerte (z.B. „air quality guidelines“) und die Empfehlungen privater Institutionen (z.B. AGÖF, FoBig-Institut) herangezogen werden.

Gemeinsam ist den gesetzlichen Regelwerken bezüglich der Luft-, Boden- und Trinkwasserqualität, dass angesichts der Vielzahl der in den Umweltmedien vorkommenden Stoffen nur vergleichsweise wenige Fremdstoffe geregelt sind.

Die behördliche Überwachung von Fremdstoffen in Umweltmedien wird - zu Recht - anhand vorhandener offizieller Grenzwerte vorgenommen.

Hierzu ist allerdings kritisch anzumerken, dass selbst bei Einhaltung der Grenzwerte die Gesundheit aller betroffenen Menschen, wie sie die WHO (2006) definiert (*„Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity“*), nicht gesichert ist.

Aufgabe gutachterlich tätiger Toxikologen ist es, nach dem Prinzip der gesundheitlichen Vorsorge toxikologisch begründete Schadstofftoleranzwerte herzuleiten.

Tatsächlich sind die von mir im Gutachten empfohlenen Vorsorgewerte sogar häufig niedriger als die natürlichen Hintergrundbelastungen der Luft, des Bodens und des Trinkwassers. In diesen Fällen sind die Vorsorgewerte als wünschenswerte Zielwerte anzusehen, deren Einhaltung durch geeignete Maßnahmen zur Emissionsreduktion angestrebt werden sollte.

Für die Beurteilung der lufthygienischen Verhältnisse in Rüdersdorf halte ich die Anwendung solcher Vorsorgewerte für notwendig, da offizielle Grenzwerte folgende Probleme unzureichend berücksichtigen:

- Von zahlreichen Luftschadstoffen existieren nur unzulängliche Kenntnisse zum toxikologischen Endpunkt, d.h. zu Wirkungen an dem sensibelsten, auf den Fremdstoff reagierenden Organ. Unakzeptabel ist es, dass noch nicht eindeutig bewiesene neue Erkenntnisse zu Schadstoffwirkungen im Niedrig-Dosis-Bereich bei Grenzwertfestlegungen nicht berücksichtigt.
- Wechselwirkungen von Fremdstoffen werden bei der Grenzwertfindung ebenfalls nicht berücksichtigt.
- Die Anreicherung von lipophilen und persistenten Fremd-stoffen in den Nahrungsnetzen ist nur für wenige Schadstoffe bei Grenzwertfestlegungen beachtet worden.
- Für allergen und endokrin wirksame Stoffe sowie für Stoffe, die die kindliche Hirnentwicklung stören (z.B. Blei), sind Schwellenwerte nicht festlegbar.
- Schwangere, Kinder sowie kranke und alte Menschen sind ebenso sicher vor Schadstoffeinwirkungen zu schützen wie weniger sensibel reagierende Menschen.

Vor diesem Hintergrund sollten bei der Beurteilung von Schadstoffimmissionen offizielle Grenzwerte mit Zurückhaltung angewendet werden.

Das Aufzeigen der Kausalität zwischen offensichtlichen Gesundheitsschäden und geringfügig erhöhten Luftimmissionen ist nur in Ausnahmefällen möglich: Die umweltmedizinischen Untersuchungsmethoden sind nicht ausreichend sensibel. Auch die in der Epidemiologie zur Verfügung stehenden Methoden können gesundheitliche Veränderungen, hervorgerufen durch niedrige Schadstoffbelastungen, nur in seltenen Fällen aufzeigen. Mit Nachdruck weise ich darauf hin, dass diese methodischen Unzulänglichkeiten nicht dazu missbraucht werden dürfen, erhöhte Immissionen als nicht relevant einzustufen:

**Auch geringfügig erhöhte Schadstoffimmissionen leisten ihren Beitrag zu Lungenfunktionsstörungen, allergischen Reaktionen, Störungen des Hormonhaushalts, Immunsystemveränderungen und Krebserkrankungen.**

Bei der Herleitung von Vorsorgewerten müssen je nach Fremdstoffeigenschaft verschiedene Modelle gewählt werden. Zur Festlegung tolerabler Fremdstoffbelastungen werden Stoffe nach folgenden Kriterien gruppiert:

- Substanzen, die nach derzeitigem Kenntnisstand eine toxikologisch abgesicherte Wirkschwelle haben,
- Substanzen, deren kanzerogene Wirkung eindeutig nachgewiesen wurde, und
- Substanzen mit akkumulierenden Eigenschaften.

Kann bei einem Schadstoff aufgrund toxikologischer Erkenntnisse (Tierexperimente und Humanerfahrungen) davon ausgegangen werden, dass er nicht krebserzeugend ist, können aus Dosis-Wirkungsbeziehungen Schwellenkonzentrationen hergeleitet werden. Empfehlenswert ist die Heranziehung des niedrigsten in der Literatur genannten Schwellenwertes, der zum Schutz der Bevölkerung vorsorglich um den Faktor 3 - 10, je nach Datenlage zur Toxikologie, erniedrigt wird. Es sollten auch solche Befunde einbezogen werden, die noch nicht 100 %ig abgesichert sind. So ergibt sich beispielsweise für eine tolerable Stickstoffdioxidkonzentration ein Vorsorgewert von 20 µg/m<sup>3</sup> (s. Kapitel „nitrose Gase“).

Für Stäube sind aus epidemiologischen Studien keine unwirksamen Belastungen ersichtlich (s. Kapitel 3.2.1). Fest steht, dass eine Absenkung der Belastungen zu

einer Minderung des gesundheitlichen Risikos führt. Aus diesen Gründen halte ich den offiziellen Jahresmittelgrenzwert von  $40 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$  für nicht angemessen. Vorsorglich sollte die von Peters et al. (1998) angenommene Wirkschwelle von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  um den Faktor 3 auf  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für die toxikologische Beurteilung von Feinstäuben reduziert werden.

Besonders für Stäube und nitrose Gase haben Belastungsspitzen – auch wenn sie nur kurzfristig sind - eine große Bedeutung: Nicht nur bei Menschen mit Vorerkrankungen (z.B. Asthma, Bronchitis) können Gesundheitsstörungen ausgelöst werden, die auch nach sinkenden Expositionen persistieren.

Wesentlich schwieriger ist es, vorsorgliche Grenzwerte für kanzerogen wirkende Luftschadstoffe anzugeben, da es für solche Stoffe keine Unbedenklichkeitskonzentrationen gibt. Toxikologen können nur errechnen, wie hoch das zusätzliche Krebsrisiko bei lebenslanger Inhalation konstant belasteter Luft ist.

Die Maßzahl hierfür ist das so genannte „Unit risk“, das angibt, wie viele zusätzliche Krebsfälle in der Bevölkerung zu erwarten sind, wenn sie lebenslang gegenüber  $1 \mu\text{g}$  bzw.  $1 \text{ ng}$  eines Schadstoffes/ $\text{m}^3$  belastet ist. Die Berechnungen beziehen sich in der Regel auf Immissions-Jahresmittelwerte. „Unit risk“-Werte werden z.B. vom Deutschen Krebsforschungsinstitut in Heidelberg, dem Umweltbundesamt, dem IARC und der amerikanischen Umweltbehörde (US-EPA) erarbeitet. Wie von der US-EPA vorgeschlagen, sollte meines Erachtens für jeden einzelnen kanzerogen wirkenden Stoff in der Luft nur eine solche Konzentration toleriert werden, die bei lebenslanger Exposition zu einem zusätzlichen Krebsfall auf 1 Million Menschen ( $10^{-6}$ ) führt. Von mir werden die „Unit risk“-Werte des LAI (2004) herangezogen, die aus der internationalen Fachliteratur zusammengestellt und auf Plausibilität geprüft wurden. Bei einem akzeptierten zusätzlichen Krebsfall auf eine Million Menschen ergibt sich z.B. für Cadmium eine Toleranzkonzentration von  $0,08 \text{ ng Cd}/\text{m}^3$ . Vom LAI wird ein Immissionsgrenzwert von  $5 \text{ ng Cd}/\text{m}^3$  vorgeschlagen, d.h. der LAI-Ausschuss akzeptiert ein zusätzliches Krebsrisiko von ca. 60 Krebsfällen auf 1 Million Menschen in der Bevölkerung.

Wenn sich Stoffe aufgrund ihrer Lipophilie und Persistenz im Körpergewebe (Fett, Membranen usw.) anreichern, muss die niedrigste Konzentration erforscht werden,

bei der erste Gesundheitsstörungen vorkommen. Mithilfe aufwendiger toxikokinetischer Modelle wird dann – ausgehend von der Schwellen-Depotkonzentration – die damit korrespondierende tägliche Aufnahme (TDA) errechnet. Schließlich erlaubt der TDA-Wert eine Aussage zu tolerablen Luft- bzw. Boden- oder Nahrungskonzentrationen.

In Tabelle 10 werden die offiziellen Grenzwerte meinen Vorsorgewerten gegenübergestellt.

**Tab. 10:** Vergleich der administrativen Beurteilungswerte und eigener Vorsorgewerte für NO<sub>2</sub>, PM10 und ausgewählte Inhaltsstoffe des Schwebstaubs.

| Schadstoff                                | Administrativer Wert <sup>1)</sup> | Vorsorgewert (Kruse)       |
|---|------------------------------------|----------------------------|
| Staub PM10 (µg/m <sup>3</sup> )           | 40                                 | 10                         |
| NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )      | 40                                 | 20                         |
| Cd (ng/m <sup>3</sup> )                   | 5                                  | 0,08 <sup>2)</sup>         |
| Cr (ng/m <sup>3</sup> )                   | 17 (gesamt)<br>1,7 (Cr-VI)         | 0,08 (Cr-VI) <sup>2)</sup> |
| Pb (ng/m <sup>3</sup> )                   | 500                                | 100                        |
| As (ng/m <sup>3</sup> )                   | 6                                  | 0,3 <sup>2)</sup>          |
| Hg (ng/m <sup>3</sup> )                   | 50                                 | 9                          |
| Ni (ng/m <sup>3</sup> )                   | 20                                 | 3 <sup>2)</sup>            |
| PAK<br>Benzo(a)pyren (ng/m <sup>3</sup> ) | 1                                  | 0,01 <sup>2)</sup>         |

<sup>1)</sup> BImSchG mit entsprechenden Verordnungen und LAI 1996 und 2004

<sup>2)</sup> berechnet für ein Krebsrisiko von  $1 \times 10^{-6}$  (nach LAI, 2004)

### 3.2 Stoffprofile

Die für Rüdersdorf vorliegenden Luftmessdaten (Herzfelde), die Emissionsdaten der ansässigen Industrie, Erkenntnisse zu Hausbrandstellen mit Holz und Kohle sowie die hohe Verkehrsdichte lassen den Schluss zu, dass Stäube und nitrose Gase hinsichtlich von Gesundheitsbeeinträchtigungen (Atemwege, Schleimhäute, Herz-Kreislauf) der Bevölkerung den höchsten Stellenwert haben. Bezüglich von Langzeitwirkungen (z.B. Krebserkrankungen) haben die an den Stäuben anhaftenden kanzerogenen Elemente aber auch die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) eine große Bedeutung. Obgleich die Datenerhebungen auf eine erhöhte Exposition gegenüber Arsen, Cadmium und PAK hinweisen, fehlen belastbare quantitative Daten. Ein weiteres Problem könnte Quecksilber darstellen, das ganz überwiegend nicht an Staubteilchen gebunden in der Luft vorkommt. Auf die vorangehend als relevant angesehenen Luftschadstoffe soll im Folgenden näher eingegangen werden.

Mit zunehmender industrieller Nutzung der Metalle kam es zu unnatürlichen Anreicherungen vieler Elemente in den Umweltmedien Boden, Luft und Wasser, was das geogene Vorkommen der Elemente erheblich störte. Hinsichtlich der toxischen Elemente – z.B. Arsen, Blei und Cadmium – treten Störungen in den Nahrungsnetzen und schließlich im Stoffwechsel der Lebewesen auf. Für die Endglieder der Nahrungsnetze können Gesundheitsschäden die Folge sein. Anders als bei den Partikelkonzentrationen spielen bei einer humantoxikologischen Bewertung der Metalle weniger die Emissionsspitzen eine Rolle, sondern die über einen längeren Zeitraum imitierten mittleren Konzentrationen.

Die Bioverfügbarkeit der Elemente wird von den Eigenschaften wie Löslichkeit und Lipophilie erheblich beeinflusst.

Toxische Metalle können sich in Geweben anreichern, in das Innere von Zellen gelangen und an Zellstrukturen wie z.B. Enzyme binden. Durch die Funktionsstörungen des Zellstoffwechsels kommt es zu Unterfunktionen, Degenerationen, Störungen im Immunsystem bis hin zu Krebs. Typische Symptome sind chronische Erschöpfung, Antriebsarmut, allgemeine Schwäche und Leistungseinbußen. Metalle können metabolisch nicht zerstört werden, jedoch in weniger toxische Verbindungen überführt und ausgeschieden werden.

### 3.2.1 Feinstäube

Stäube sind Agglomerate aus festen Gerüstsubstanzen mit den Basiselementen Silizium, Aluminium, Mangan, Calcium, Magnesium sowie Schwefel in Sulfaten. An den Stäuben haften gasförmige, flüssige und feste organische und anorganische Stoffe. Die Teilchengröße kann von kleinsten Teilchen (Nanopartikel), bis Teilchen zu deutlich über 100 µm Durchmesser variieren. Je nach Partikelgröße bleiben Stäube in der Schwebe oder sie sedimentieren emittentennah auf dem Boden oder auf Wasserflächen. In der Immissionsmesstechnik werden Partikel bis 30 µm Durchmesser als „Schwebstaub“ bezeichnet. Diese Partikelfraktion hat eine niedrige Sedimentationsgeschwindigkeit und kann - abhängig von den meteorologischen Bedingungen - bis zu 10 Tagen in der Atmosphäre verweilen und über große Entfernungen transportiert werden.

Risiken für die menschliche Gesundheit können einerseits von den Staubpartikeln selbst, andererseits von den an sie gebundenen Substanzen ausgehen.

Toxikologisch relevant sind die Elemente Arsen, Cadmium, Blei, Nickel, Chrom und organische Verbindungen wie z.B. PAK. Die Bindung der anorganischen und organischen Stoffe in der Luft erfolgt adsorptiv. Quecksilber kommt ohne nennenswerte Staubbindung in der Umgebungsluft vor. Als anthropogene Quellen spielen der Pkw- und Lkw-Verkehr mit Dieselruß und Reifenabrieb, Kraftwerke, Abfallverbrennungsanlagen, Zementwerke, Gebäudeheizungen und technische Prozesse wie z.B. die Hüttenindustrie eine Rolle. Als Besonderheit kommen in Rüdersdorf die Emissionen aus dem Kalkstein-Abbau hinzu.

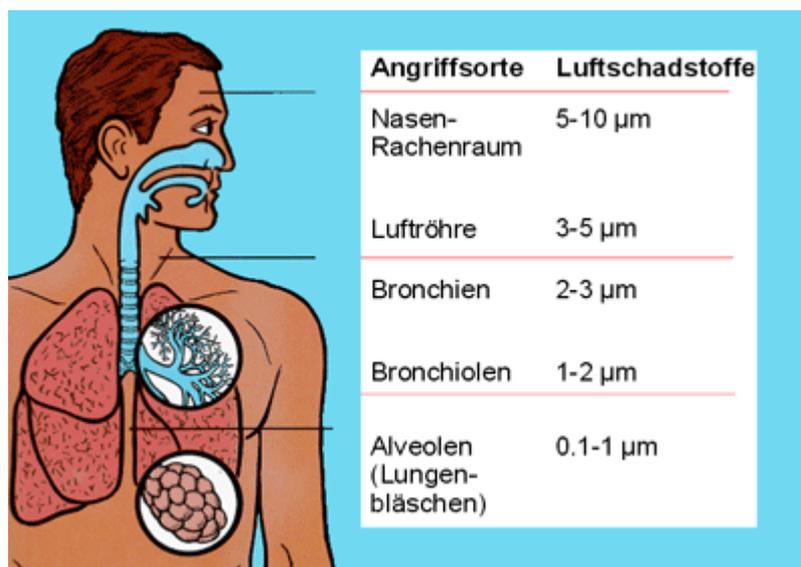
Für die inhalative Aufnahme und damit einhergehende Gesundheitsrisiken ist die Partikelgröße von ausschlaggebender Bedeutung (s. Abb. 9).

Abhängig von ihrer Eindringtiefe in den Atemtrakt werden folgende Staubfraktionen unterschieden: Schwebstaub (die in der Luft vorhandenen Partikel), Feinstaub PM<sub>10</sub> ( $\leq 10 \mu\text{m}$ ), Feinstaub PM<sub>2,5</sub> ( $\leq 2,5 \mu\text{m}$ ) und Ultrafeinstaub PM<sub>0,1</sub> ( $\leq 0,1 \mu\text{m}$ ).

Während größere Partikel schon in der Nase bzw. in der Luftröhre (an den Flimmerhärchen) abgeschieden werden, können Feinstaubpartikel mit 1 bis 6 µm

Durchmesser z.T. bis tief in die Bronchien gelangen (zu einem geringen Teil bis in die Lungenbläschen). Ultrafeine Partikel mit einem Durchmesser  $< 0,1 \mu\text{m}$  (PM<sub>0,1</sub>) - diese Teilchen werden auch als Nanopartikel bezeichnet - werden zu etwa 40% in den Alveolen deponiert. Es kommt zum Abtransport durch Alveolarmakrophagen aber auch zum Transport in den Blutkreislauf. Aus Tierexperimenten mit radioaktiv markierten Nanopartikeln ist bekannt, dass die kleinen Partikel 3 bis 4 Stunden nach der Resorption in den Alveolen in allen Organen des Körpers nachweisbar sind. Die Resorption von Partikeln und daran gebundenen Fremdstoffen kann hier über 80% betragen.

Die Stäube bewirken Reizungen des Atemtraktes. Es kommt zu Bronchitis, Husten und Veränderungen des Atemwegswiderstandes. Der Schweregrad allergisch bedingter Atemwegserkrankungen (z. B. Asthma) verschlimmert sich.



**Abb. 9:** Lungengängigkeit verschiedener Partikelgrößen (Quelle: <http://www.stmug.bayern.de/umwelt/luftreinhaltung/feinstäube/index.htm>)

Als systemische Schäden einer Staubbelastung wurden bei PM<sub>10</sub>-Konzentrationen  $> 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Veränderungen der Blutviskosität, Entzündungsreaktionen, Immunsystemschäden, Krebs und Mortalitätssteigerungen beobachtet (Peters et al., 1998). Untersuchungen der WHO zufolge kann für die gesundheitsschädlichen Wirkungen

von Feinstaub keine Schwellenkonzentration angegeben werden (Pope et al., 2002). Epidemiologische Studien zeigen, dass bei einer Zunahme von PM-10 um  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  die Mortalität um 0,7% steigt. Zu beachten ist weiterhin, dass es Synergieeffekte mit nitrosen Gasen, Schwefeldioxid und Ozon gibt.

Für Rüdersdorf ist wichtig zu wissen, dass Staubbelastungsspitzen ein hoher Stellenwert zukommt. So haben epidemiologische Studien gezeigt, dass Atemwegserkrankungen bei hohen Staubbelastungen ausgelöst werden, jedoch nachhaltig sind, auch wenn die Staubbelastungen wieder unter offizielle Grenzwerte absinken.

Hinsichtlich der Analytik, der toxikologischen Bewertung und der gesetzlichen Vorschriften wurden folgende Einteilungen vorgenommen:

- Gesamtstaub: sämtlicher Staub in der Atmosphäre
- PM10: Teilchen bis  $10 \mu\text{m}$  Durchmesser
- PM2,5: Teilchen bis  $2,5 \mu\text{m}$  Durchmesser
- PM0,1: Teilchen bis  $0,1 \mu\text{m}$  Durchmesser

Zur Überwachung der Außenluft auf Belastungen durch Stäube gibt es in Deutschland repräsentative länderverantwortliche Messprogramme. Während die Schwebstaubkonzentrationen der Luft kontinuierlich gemessen werden, müssen die toxikologisch relevanten Elemente und die toxischen organischen Verbindungen in Staubsammelproben analysiert werden. Die Messprogramme für die Feinstaubbelastung der Luft werden inzwischen auf die Messung von PM2,5 anstelle von PM10 umgestellt, da die Gesundheitsschäden durch Einatmen von Stäuben besser mit dem PM2,5-Gehalt der Luft korrelieren.

Als offizieller Jahresmittel-Grenzwert für PM10-Staubkonzentrationen gilt seit dem 01.01.2005  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , wobei der Wert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  maximal 35 mal im Jahr überschritten werden darf (39. BImSchV). Bei häufigeren Überschreitungen werden nach EU-Vorgaben besondere Luftreinhaltemaßnahmen notwendig.

In der EU-Richtlinie 1999/30/EG wurde ab 2010 ein Richtgrenzwert von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für PM10 für den Gesundheitsschutz vorgeschlagen. Diese Richtlinie wurde am

21.05.2008 durch die Richtlinie 2008/50/EG ersetzt, in der auch Ziel- und Grenzwerte für PM<sub>2,5</sub> enthalten sind. Ab 2015 muss für PM<sub>2,5</sub> ein Jahresmittelwert von 25 µg/m<sup>3</sup> eingehalten werden.

Die WHO rät bei Feinstaub der Partikelgröße < 10 µm (PM<sub>10</sub>) schon lange zu einem strengeren Luftgüteleitwert von 20 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel. Auch vom Umweltbundesamt wird 2013 darauf hingewiesen, dass der zurzeit geltende Staubgrenzwert nicht gesundheitsschützend ist ([www.umweltbundesamt.de/presse/presseinformationen/feinstaub-stickstoffdioxid-belasten-auch-2013](http://www.umweltbundesamt.de/presse/presseinformationen/feinstaub-stickstoffdioxid-belasten-auch-2013)).

Aus Vorsorgegründen empfehle ich für PM<sub>10</sub> einen Grenzwert von 10 µg/m<sup>3</sup>, um einen Sicherheitsabstand von dem von Peters et al. (1998) als Wirkschwelle erkannten Wert von 30 µg/m<sup>3</sup> zu haben.

Messungen in Deutschland zeigen, dass für ländliche Bereiche PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerte von 10-20 µg/m<sup>3</sup> und für städtische Regionen 20-35 µg/m<sup>3</sup> typisch sind. Erfreulich ist der bundesweit zu beobachtende Trend einer Abnahme der PM<sub>10</sub>-Konzentration in der Umgebungsluft. Mit Sorge beobachten jedoch Toxikologen, dass in den letzten Jahren die Konzentration ultrafeiner Teilchen in der Luft (Nanopartikel) erheblich zugenommen hat.

### **3.2.2 Arsen**

Arsen hat sowohl metallische als auch nichtmetallische Eigenschaften, weshalb es als Halbmetall bezeichnet wird. In der Erdkruste kommen geogen 1,5 – 2mg Arsen/kg Trockenboden vor. Seine Oxidationsstufen liegen im Bereich von -3 bis +5.

Neben anorganischen Verbindungen (im wesentlichen Oxide), gibt es in der Umwelt auch organische Arsen-Verbindungen (z.B. Arsenobetain in Fischen).

Die technische Anwendung von Arsen ist vielfältig, so dass bei folgenden Industrieanlagen mit Freisetzungen von Arsen in die Umwelt gerechnet werden muss.

- Metallgewinnung aus arsenhaltigen Erzen
- Herstellung von arsenhaltigen Farben, Pigmenten und Schmelzglasuren
- Synthese von Bioziden und Pyrostoffen
- Oberflächenbehandlung von Metallen

- Herstellung arsenhaltiger Pharmazeutika

Zu erhöhten Arseneinträgen in die Luft kann es im Umfeld von Kraftwerken, Müllverbrennungsanlagen und Zementwerken kommen.

Der Mensch ist gegenüber anorganisch und organisch gebundenem Arsen durch Nahrungsmittel, Trinkwasser und Luft exponiert.

Die Exposition durch Luftbelastungen ist entscheidend abhängig von der Größe der Partikel, an denen Arsen gebunden ist, und der Bindungsform des Arsens.

Wasserlösliche anorganische Arsen-Verbindungen werden bei oraler Aufnahme bis zu 95% aus dem Magen-Darmtrakt resorbiert.

Bezüglich der analytischen Erfassung im Humanmonitoring ist zu beachten, dass die Halbwertszeit für anorganisch gebundenes Arsen im Blut bei etwa 2 Stunden liegt. Im menschlichen Gewebe kommt es zu Arsenanreicherungen in Haut, Haaren, Finger- und Fußnägeln, in der Lunge, den Knochen und dem Gehirn.

Metabolisiert wird Arsen in 2 Schritten: Zunächst wird Arsen-V zu Arsen-III reduziert, das unter Bildung von mono- und dimethylierten Arsen-Verbindungen in wasserlösliche Komponenten überführt wird.

In der vorliegenden toxikologischen Bewertung ist die chronische Toxizität des Arsens und seiner Verbindungen entscheidend. Erhöhte chronische Belastungen führen zu bräunlichen Hautpigmentierungen. Die neurotoxische Wirkung bei Aufnahme von belastetem Trinkwasser betrifft sowohl das periphere (Parästhesien) als auch das zentrale Nervensystem (Enzephalopathien).

Ganz entscheidend für die toxikologische Bewertung ist jedoch die ohne Zweifel am Arbeitsplatz und in Gegenden mit arsenhaltigem Trinkwasser (Bangladesch) nachgewiesene kanzerogene Wirkung der anorganischen Arsenverbindungen (DFG, 2012). Unbedenkliche Schwellenwerte für das Arsenvorkommen in Luft und Wasser existieren nicht. Von der kanzerogenen Wirkung betroffen sind Haut, Leber und Lunge.

Über die Nahrung nimmt der Mensch die Hauptmenge von Arsen auf. Während in der allgemeinen Nahrung bis zu 0,25 mg Arsen/kg vorkommen, werden in Fischen 1-10 mg Arsen/kg Frischfisch nachgewiesen. Bei der toxikologischen Bewertung muss jedoch bedacht werden, dass das in Fischen nachgewiesene Arsen ganz über-

wiegend als Arsenobetain vorkommt, das nahezu untoxisch für den Menschen ist: Es wird ohne Metabolisierung ausgeschieden.

Über die Belastung der Luft in PM10-Stäuben liegen für Deutschland umfangreiche Befunde vor. In industriellen Ballungsgebieten kommen 0,6-1 ng Arsen/m<sup>3</sup> vor (LAI, 2004). In ländlichen Gebieten liegen die Konzentrationen deutlich unter 0,3 ng/m<sup>3</sup> Luft.

Gesetzlich geregelt ist das Vorkommen von Arsen am Arbeitsplatz: Arsen und seine anorganischen Verbindungen sind für den Menschen eindeutig krebserregend und wurden deshalb der Kategorie 1 zugeordnet, so dass für die Luftbelastung das Minimierungsgebot gilt.

Für die Außenluft hat der Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI, 2004) auf der Basis eines „Unit risk“ für 1 ng/m<sup>3</sup> Luft von  $4 \cdot 10^{-3}$  einen Orientierungswert von 6 ng/m<sup>3</sup> vorgeschlagen. Dieser Wert wurde von der EU-Richtlinie 2004/107/EG (EU, 2004) und in der 4.Tochter-Richtlinie der 22. BImSchV (2007) bestätigt. Die Trinkwasserverordnung setzt 10 µg/l als Grenzwert fest (TrinkwV, 2013).

Toleriert man für die Arsenbelastung der Luft nur ein Krebsrisiko von  $10^{-6}$ , dann muss die Luftkonzentration (Vorsorgewert) unter 0,3 ng/m<sup>3</sup> liegen.

### **3.2.3 Blei**

Blei kommt in der Natur in zwei- und vierwertiger Bindungsform als Oxid, Sulfid, Sulfat und Phosphat vor. In der Erdrinde kommen 16 mg/kg geogen vor.

In Deutschland können im Oberboden (10cm Bodentiefe) im Mittel 35 mg/kg nachgewiesen werden.

Aufgrund seiner Korrosionsbeständigkeit und hohen Dichte hat Blei immer noch eine hohe technische Bedeutung. Es wird in Bleiakkumulatoren, in Bleiketten für Gardinen, als Tariergewicht beim Tauchen, als Schwingungsdämpfer, als Grundstoff für bleihaltige Geschosse und in Bleischürzen zur Abschirmung von Röntgenstrahlen eingesetzt. Als relevante Bleiquellen für die Belastung der Menschen gelten zur Zeit:

- Rauchen
- Lebensmittel, z.B. Obst, Nüsse, Kakao, Getreide, Getränke und Gemüse
- Trinkwasser aus Bleileitungen
- Getränke aus Keramikgefäßen

- Erhöhte Bleivorkommen in Böden
- Kinderspielzeug und
- Wildfleisch von Tieren, die mit bleihaltiger Munition erlegt wurden.

Blei wird über die Lungen und den Gastrointestinaltrakt aufgenommen.

Bemerkenswert ist, dass Kinder bis zu 6 Jahren Blei bei oraler Aufnahme zu ca. 50% resorbieren. Damit liegt die Bleiresorption bei Kindern etwa fünfmal höher als bei Erwachsenen. 95% des resorbierten Bleis wird an Erythrozythen gebunden und im Organismus verteilt. Die Halbwertszeit im Blut liegt bei ca. 20 Tagen. Etwa 90 % des im Körper vorkommenden Bleis wird in den Knochen mit einer Halbwertszeit von 5-20 Jahren deponiert. Sowohl die Blut-Hirn-Schranke als auch die Plazentaschranke werden passiert.

Entscheidend für die toxikologische Bewertung z.B. in Rüdersdorf ist die chronische Toxizität. Empfindliche Endpunkte **ohne** Schwellenwerte sind

- die Beeinträchtigung der Aktivität und Aufmerksamkeit bei Kindern
- die Entwicklung des kindlichen Nervensystems
  - negative Effekte in Hinblick auf Verhalten, Intelligenzleistungen und Hörschwellenverschiebung
- Rückresorption niedrigmolekularer Moleküle in den Nierentubuli gestört,
- Herz-Kreislaufschäden : Blutdruckerhöhung,
- Beeinträchtigung der sexuellen Reifung und
- vermehrtes Auftreten von Magen- und Lungenkrebs, was die MAK-Kommission (DFG, 2012) bewogen hat, Blei und seine anorganischen Verbindungen der Kanzerogenitätsgruppe 2 zuzuordnen.

Die Bleibelastung der Nahrungsmittel liegt in Deutschland unter 0,1 mg/kg.

Warenkorbanalysen und die nationale Verzehrstudie belegen, dass eine 70 kg schwere Person in Deutschland täglich 20-50 µg Blei über die Nahrung aufnimmt.

Die Luftbleibelastung liegt in deutschen Städten deutlich unter 500 ng/m<sup>3</sup>. Die Bleibelastung der Allgemeinbevölkerung hat in den letzten Jahrzehnten deutlich abgenommen, so dass heute die mittlere Bleibelastung des Blutes in der Bevölkerung deutlich unter 20 µg/l Vollblut liegt (Ergebnis eigener Blutuntersuchungen an Studenten, 2010).

Als gesetzliche Regelungen gelten die Eingruppierung in die Gruppe 2 der MAK-Liste für kanzerogene Arbeitsstoffe, der Jahres-Immissionsgrenzwert von 500 ng/m<sup>3</sup> (39. BImSchV) und die Trinkwasserverordnung von 2013, die einen Grenzwert von 10 µg/l ab 01.12.2013 festschreibt.

Ein von mir vor 10 Jahren unter Berücksichtigung der Akkumulation hergeleiteter Vorsorgewert von 100 ng Blei/m<sup>3</sup> Luft, muss in Anbetracht der erst vor Kurzem nachgewiesenen kanzerogenen Wirkung des Bleis zurückgezogen werden. Da noch kein „Unit risk“-Wert abgeleitet wurde, gilt für das Vorkommen von Blei in der Luft das Minimierungsprinzip.

### **3.2.4 Cadmium**

Cadmium kommt als zweiwertiges Metall gebunden an Sauerstoff oder Schwefel vergesellschaftet mit Zink in der Natur vor. Es gehört zu den seltenen Metallen und wird als Nebenprodukt bei der Zinkverhüttung gewonnen.

Trotz seiner hohen Giftigkeit wird Cadmium in Legierungen, in Batterien, zum Korrosionsschutz, in Pigmenten und als Stabilisator für Kunststoffe eingesetzt. Luftbelastungen erfolgen über Müllverbrennungsanlagen, Zementwerke und Kohlekraftwerke; Bodeneinträge sind auch durch die Verwendung cadmiumhaltiger Phosphatdünger möglich.

Während die Resorptionsraten inhalativ aufgenommener Cadmiumstäube stark abhängig sind von der Staubkorngröße und der Bindungsform des Cadmiums, werden im Gastrointestinaltrakt 2-10% des Cadmiums resorbiert. Das resorbierte Cadmium hat im Blut eine Halbwertszeit von wenigen Wochen; im Speicherorgan, der Niere, allerdings von 5-10 Jahren, weshalb das Humanmonitoring im Blut nur bei bestehender Cadmium-Exposition erfolgreich ist. Zurückliegende Cd-Expositionen können jedoch im Urin wegen der langen Halbwertszeiten des Cadmiums in der Niere erkannt werden. Der Metabolismus des Cadmiums erfolgt über eine Bindung des Cadmiumions an körpereigene Proteine (z.B. Metallothionein).

Für die toxikologische Bewertung ist die chronische Toxizität des Cadmiums relevant. Zielorgane sowohl der chronischen inhalativen als auch der oralen Exposition sind Lunge, Niere und Knochen. Auch Schäden am Nervensystem werden in der Literatur genannt.

Das am sensibelsten reagierende Organ ist die Niere. Hier kommt es bereits bei sehr niedrigen Cadmium-Aufnahmen zu tubulären Dysfunktionen mit zunehmender Ausscheidung von niedermolekularen Proteinen, wie z.B. dem  $\beta$ 2-Mikroglobulin, da die Rückresorption der Proteine gestört ist. Dies veranlasste 2009 die EFSA, die tolerable wöchentliche Cadmium-Aufnahme von  $7\mu\text{g}/\text{kg KG}$  auf  $2,5\mu\text{g}/\text{kg KG}$  zu senken, was für eine 70 kg schwere Person einer Tagesdosis von  $25\mu\text{g}$  entspricht. Problematisch ist, dass diese Toleranzdosis bereits durch die tägliche Nahrungsaufnahme ausgeschöpft wird. Die Hauptbelastung erfolgt über den Verzehr von Leber, Pilzen (hier vor allem der Schaf-Champignon), Muscheln und auch Schokolade (die Kakao-Pflanze kann je nach geogenem Vorkommen von Cadmium im Boden erhebliche Mengen an Cadmium aufnehmen).

Für die toxikologische Bewertung hat jedoch die krebserzeugende Wirkung (Lungen- und Nierentumore) die größte Bedeutung. Da die Kausalitäten zwischen Cadmium-Exposition und Krebserkrankungen eindeutig sind, wurden das Cadmium und seine Verbindungen von der DFG-Kommission 2012 in die Kanzerogenitätskategorie 1 eingestuft.

Die Cadmiumgehalte der Luft liegen je nach Lage der Messorte zwischen  $0,2 - 0,8\text{ ng}/\text{m}^3$ .

Gesetzlich geregelt ist die Einstufung von Cadmium am Arbeitsplatz (s. oben) und im Trinkwasser ( $5\mu\text{g}/\text{l}$ ). Vom LAI wird 2004 ein Orientierungswert für Luft von  $5\text{ ng}/\text{m}^3$  vorgeschlagen. Dieser Angabe liegt ein „Unit risk“ von  $1,2 \times 10^{-2}$  bei lebenslanger Exposition gegenüber  $1000\text{ ng Cd}/\text{m}^3$  zugrunde. Das Risiko einer Tumorentstehung liegt demnach bei der Belastung gegenüber  $5\text{ ng}/\text{m}^3$  bei 6 Fällen auf 100.000 Menschen. Aus Vorsorgegründen sollte nur ein Krebsrisiko von einem Fall auf 1 Million Menschen akzeptiert werden. Unter dieser Annahme resultiert ein Vorsorgewert von  $0,08\text{ ng}/\text{m}^3$ .

### **3.2.5 Quecksilber**

Als einziges Metall ist Quecksilber bei Raumtemperatur flüssig. In der Natur kommt es gediegen bzw. an Schwefel oder Sauerstoff gebunden vor. Eine natürliche Belastung der Außenluft erfolgt über das Verdampfen aus der Erdkruste oder den Weltmeeren.

Aufgrund herausragender physiko-chemischer Eigenschaften wird Quecksilber in der Elektrotechnik, im Instrumenten- und Apparatebau eingesetzt. Die wohl größten Mengen werden als Kathodenmaterial bei der Gewinnung von Chlor, als Katalysator bei der Synthese von Vinylchlorid und Acetaldehyd sowie in Dental-legierungen gebraucht. Obgleich 2014 146 Staaten die Minimata-Konvention zur dringend notwendigen Minderung von Quecksilbereinträgen in die Umwelt unterzeichnet haben, wird es auch in den kommenden 10 Jahren noch zu erheblichen Quecksilberbelastungen kommen, da wesentliche Minimierungsmaßnahmen erst ab 2020 zum Tragen kommen.

Die wesentlichen Emissionsquellen für Quecksilber sind z.Zt. die Kohlekraftwerke, die Chlorproduktion und die Zementwerke. Das über Abwasser in die Seen und Flüsse gelangende anorganische Quecksilber wird durch Mikroorganismen zu einem großen Teil in Methylquecksilber überführt, das in den aquatischen Nahrungsnetzen akkumuliert. Dampfförmiges Quecksilber wird zu über 80% nach Inhalation über die Aveolen resorbiert. Aus dem Gastrointestinaltrakt werden 7-15% des anorganisch gebundenen Quecksilbers resorbiert.

Ganz wesentlich findet die Belastung des Menschen über Amalgamfüllungen und Fischverzehr statt. Methylquecksilber wird zu fast 100% resorbiert!

Die Verteilung des Quecksilbers im Organismus ist abhängig von der chemischen Bindung: metallisches Quecksilber und auch Methylquecksilber überwinden die Blut-Hirn-Schranke und werden im Gehirn mit einer Halbwertszeit von 18 Jahren angereichert. Der Durchtritt durch die Plazentaschranke schädigt die neurologische Entwicklung der Feten nachhaltig.

Anorganisches Quecksilber wird vorwiegend mit dem Urin, organisch gebundenes Quecksilber hauptsächlich über den Stuhl ausgeschieden.

Das Zielorgan der chronischen Exposition des Menschen gegenüber Quecksilberdämpfen und organisch gebundenem Quecksilber ist das zentrale Nervensystem. Mit einer Latenzzeit von Monaten werden irreversible neurologische Schäden manifest. Erste Anzeichen sind Parästhesien von Lippen, Mund und Extremitäten, gefolgt von gestörter Bewegungskoordination, Konzentrationsschwäche, Gedächtnisstörungen, Müdigkeit, Sprach- und Hörbehinderung, Reizbarkeit, Salivation und Angstzuständen.

Die krebserzeugende Wirkung organisch gebundener Quecksilberverbindungen ist wahrscheinlich, aber noch nicht abschließend beurteilbar. Die Reproduktionstoxizität und Teratogenität des Methylquecksilbers ist durch mehrere Studien belegt. Missbildungen und Entwicklungsstörungen wurden beobachtet.

In der Luft kommt Quecksilber ganz überwiegend gasförmig in Konzentrationen von □ 1-4 ng/m<sup>3</sup> vor (Hassauer und Kalberlah, 1999).

In der TA-Luft und vom VDJ wurden keine Quecksilbergrenzwerte für Außenluft festgelegt. Der LAI-Ausschuss hat einen Beurteilungswert von 50 ng/m<sup>3</sup> als Jahresmittelwert vorgeschlagen (LAI, 2004). Die WHO hat 2005 empfohlen, die städtischen Hintergrundkonzentrationen von 5-10 ng/m<sup>3</sup> nicht zu überschreiten. Aus Vorsorgegründen sollte die Luftquecksilberkonzentration unter 9 ng/m<sup>3</sup> liegen.

### **3.2.6 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**

Als PAK bezeichnet man organische Verbindungen, die aus mindestens zwei kondensierten aromatischen Ringsystemen bestehen. Die ringförmigen Kohlenwasserstoffe können zusätzlich Substituenten tragen.

Wegen der unterschiedlichen toxikologischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften ist eine Einteilung in niedermolekulare PAK (2–3 Ringe) und höhermolekulare PAK (4–7 Ringe) sinnvoll. Die Halbwertszeiten der PAK in Böden und Sedimenten betragen – je nach meteorologischen Bedingungen - Monate bis Jahrzehnte. Zahlreiche PAK sind nachweislich karzinogen, da sie bei der Metabolisierung im Körper aktiviert werden und dann mit der DNA reagieren können.

PAK werden bei der unvollständigen Verbrennung organischen Materials (Kohle, Heizöl, Kraftstoff, Holz) gebildet. In der Natur stellen Waldbrände die Hauptemissionsquelle dar, anthropogene Quellen sind insbesondere Motoren, Kraftwerke und Verbrennungsanlagen. Höhermolekulare PAK mit vier und mehr Ringen liegen in der Luft Partikel-gebunden vor.

Hinsichtlich der toxikologischen Bewertung von PAK-Konzentrationen bezieht man sich auf den Leitparameter Benzo[a]pyren (BaP). Es liegen für BaP im Vergleich zu

den anderen PAK die meisten toxikologischen Daten vor. Mit Hilfe von Toxizitätsäquivalenten werden auch die übrigen PAK in die Bewertung einbezogen, indem die nachgewiesenen Konzentrationen mit den Toxizitätsäquivalenten, die auf BaP (=1) bezogen sind, gewichtet werden.

PAK sind ein natürlicher Bestandteil von Weichmacherölen auf Mineralölbasis. Diese finden z.B. in Parkettklebern oder in Kautschukprodukten Anwendung. Nur wenige PAK-Einzelverbindungen werden gezielt hergestellt und finden als End- oder Zwischenprodukt Verwendung. Naphthalin dient z.B. in der chemischen Industrie als Zwischenprodukt für Azofarbstoffe, Insektizide, Stabilisatoren, Pharmaka, Kosmetikzusätze und Weichmacher.

PAK sind ubiquitär verbreitet und werden aufgrund ihrer Persistenz und kanzerogenen Wirkung als toxikologisch relevant angesehen.

Für den Menschen stellen die Aufnahme von PAK-kontaminierten Nahrungsmitteln und die Inhalation von PAK-belasteter Atemluft die Hauptquellen der PAK-Exposition dar.

Aus tierexperimentellen Studien ist bekannt, dass PAK nach einer Exposition rasch über Blut und Lymphe vom Ort der Applikation (Gastrointestinaltrakt, Lunge, Haut) in andere Gewebe transportiert werden. Fettreiche Gewebe stellen ein Depot dar, aus denen die PAK wieder freigesetzt werden können.

PAK werden durch Cytochrom-P450 (CYP) abhängige Monooxygenasen zu PAK-Epoxiden aktiviert. Viele PAK-Epoxide reagieren spontan mit der DNA und bilden kanzerogene DNA-Addukte.

Prinzipiell werden die bei der Metabolisierung von PAK gebildeten Phenole und Dihydrodirole in Form der besser wasserlöslichen Sulfate und Glukuronide mit dem Harn ausgeschieden.

Zigarettenraucher scheiden die inhalierten PAK innerhalb von 24 Stunden aus. Bei freiwilligen Probanden wurde nach einer dermalen bzw. nahrungsbedingten Aufnahme von Pyren eine Halbwertszeit von etwa 12 Stunden bestimmt. Pyren erscheint im Urin als 1-Hydroxypyren. Die Bestimmung von 1-Hydroxypyren im Urin ist die Methode der Wahl zur Beurteilung der Belastung gegenüber PAK (Humanmonitoring).

Bei Benzo[a]pyren und einzelnen methylierten Kongeneren sind die Dihydrodiol-Epoxide die ultimalen Kanzerogene.

Für die toxikologische Bewertung von PAK steht deren kanzerogene Wirkung im Vordergrund. In zahlreichen Studien wurde für Arbeitsplätze mit hoher PAK-Belastung eine signifikante Erhöhung verschiedener Krebsarten (vorrangig Lunge, Harnblase und Haut) nachgewiesen.

Die krebserregende Wirkung einzelner PAK ist auch durch Tierversuche eindeutig nachgewiesen. In vielen tierexperimentellen Studien mit PAK werden genotoxische Wirkungen beobachtet.

Von den PAK mit mehreren hundert Einzelverbindungen ist bislang nur Benzo[a]pyren als gesichertes Humankanzerogen eingestuft worden (IARC Gruppe 1). Als wahrscheinliche Kanzerogene für den Menschen (IARC Gruppe 2A) gelten ferner Cyclopenta[cd]pyren, Dibenzo[a,h]anthracen und Dibenzo[a,l]pyren.

Teeröle enthalten Gemische von PAK und werden ebenfalls als wahrscheinliche Humankanzerogene eingestuft (IARC Gruppe 2A).

Die Messungen von PAK in der Luft beschränken sich in der Regel auf B[a]P als Leitsubstanz. Zur Überwachung des Trinkwassers werden sechs und zur Überwachung anderer Medien (z.B. Boden) werden 16 ausgewählte PAK routinemäßig gemessen.

Die B[a]P-Konzentrationen der Luft sind in Deutschland in den letzten Jahren kontinuierlich gesunken. In Reinluftgebieten liegen die BaP-Konzentrationen unter  $1 \text{ ng/m}^3$ , im städtischen Bereich werden bis zu  $10 \text{ ng/m}^3$  analysiert.

Als Beurteilungsmaßstab für B[a]P bzw. PAK zur Reinhaltung der Luft gilt  $1,0 \text{ ng B[a]P/m}^3$  (LAI, 2004; 39. BImSchV). Dieser Risikoabschätzung liegt ein „Unit risk“-Wert von  $8,7 \times 10^{-5}$  (pro  $\text{ng/m}^3$ ) zugrunde. Nach meiner Ansicht sollte aus Vorsorgegründen nur ein Krebsrisiko von  $1 \cdot 10^{-6}$  toleriert werden. Hieraus ergibt sich für BaP eine Toleranzkonzentration von  $0,01 \text{ ng/m}^3$ .

### **3.2.7 Nitrose Gase (No<sub>x</sub>)**

Als nitrose Gase werden die gasförmigen Oxide des Stickstoffs bezeichnet.

Umweltrelevant sind die Verbindungen Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid

(NO<sub>2</sub>). NO<sub>2</sub> ist unter dem Einfluss des Sonnenlichts an der Entstehung von Photozsmog (Ozon, Peroxide, Peroxyacetylnitrat und Aldehyde) beteiligt. NO<sub>x</sub> entsteht bei thermischen Prozessen z.B. in Motoren, Feuerungsanlagen, Kraftwerken, Zementwerken und anderen Industriebetrieben. Primär entsteht NO, das an der Atmosphäre schnell zu NO<sub>2</sub> oxidiert wird. Bemerkenswert ist, dass anders als bei vielen anderen luftverunreinigenden Substanzen die Immissionen von NO<sub>x</sub> eine stagnierende Tendenz zeigen. NO<sub>x</sub> zählt zu den wesentlichen Luftverunreinigungen bezüglich der Gesundheit der Bevölkerung. Der „Saure Regen“, der zu einem Großteil auf Stickstoffoxide zurückgeht (Bildung von Salpetersäure) trägt zur Bodenversäuerung bei. Außerdem ist der Stickstoffeintrag aus der Atmosphäre ein Problem, was zur Überdüngung der Böden führen kann. NO<sub>2</sub> hat einen charakteristischen stechenden Geruch. Die Geruchsschwelle liegt zwischen 0,6 – 1,9 mg/m<sup>3</sup>. NO<sub>2</sub> ist ein Reizgas, das im oberen Respirationstrakt zum Teil zu Salpetersäure reagiert, die ätzend wirkt. Aufgrund der geringen Wasserlöslichkeit dringt auch ein Teil des NO<sub>2</sub> tief in die Lungen ein. 80-90% des inhalierten NO<sub>2</sub> werden über den Respirationstrakt aufgenommen. Zielorgane sind die terminalen Alveolen, wo morphologische Veränderungen zu beobachten sind. Von größter Bedeutung sind die Gewebeschädigungen in den terminalen Atemwegen, die durch Radikalreaktionen von NO<sub>2</sub> mit Bestandteilen der alveolären Flüssigkeit und den Epithelzellen hervorgerufen werden. Es kommt zu Entzündungserscheinungen. Aufgrund dieser Erscheinungen ist NO<sub>2</sub> als ausgeprägt toxisch anzusehen. Kurzfristige NO<sub>2</sub>-Konzentrationen >1,1 mg/m<sup>3</sup> können zu Entzündungserscheinungen und verringerter viraler Abwehrfähigkeit führen. Lungenfunktionsveränderungen (erhöhter Atemwegswiderstand) zeigen sich ab 3,6 mg/m<sup>3</sup>.

Als Langzeitschäden nach Expositionen gegenüber nitrosen Gasen werden Dyspnoe und chronische Bronchitis beschrieben. Ebenso kommt es zu einer Veränderung der Lungenfunktionsparameter. In Rattenexperimenten zeigen sich nach 27-monatiger Exposition gegenüber 72 µg/m<sup>3</sup> Hinweise auf Lipidperoxidation. Kanzerogene Wirkungen konnten beim Menschen nicht nachgewiesen werden. NO<sub>2</sub> zeigte in bakteriellen Indikatortests und Mutagenitätstests eindeutig mutagene Effekte. Die

Hintergrundbelastung durch NO<sub>2</sub> ist stark abhängig von Tages- und Jahreszeiten sowie von meteorologischen Bedingungen und industriellen Aktivitäten. Während in Städten mit Industrieansiedlungen ca. 20 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> nachgewiesen wurden, liegen in Reinluftgebieten die NO<sub>2</sub>-Konzentrationen unterhalb 10 µg/m<sup>3</sup>.

Aufgrund der eindeutig genotoxischen Wirkung in vitro und der Hinweise auf tumorpromovierende Wirkung an der Lunge wurde NO<sub>2</sub> 2003 in die Gruppe 3B für krebserzeugende Arbeitsstoffe eingestuft (DFG, 2012). In der Verordnung über Immissionswerte (39. BImSchV) wird für NO<sub>2</sub> ein Grenzwert von 40 µg NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> gefordert. Vom VDI wird ein Grenzwert von 20 µg/m<sup>3</sup> vorgeschlagen. Dieser Wert ist in Übereinstimmung mit meinem Vorsorgewert von 20 µg/m<sup>3</sup>.

### **3.3 Schadstoffbelastungen der Bevölkerung der Gemeinde Rüdersdorf**

Bei einem Verdacht von Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Schadstoffe aus der Umgebung der Betroffenen ist deren Gesamtschadstoffbelastung zu berücksichtigen. Dazu zählen Fremdstoffe in der Wohnung, die aus Baustoffen emittieren bzw. mit Wohngewohnheiten im Zusammenhang stehen (z.B. Schimmelpilzvorkommen bei mangelhafter Lüftung) ebenso wie Textilhilfsstoffe, die über die Haut in den Körper gelangen, und die Kontaminationen und Zusatzstoffe in der Nahrung. Von ganz wesentlicher Bedeutung können die Belastungen am Arbeitsplatz und Lebensgewohnheiten wie z.B. Rauchen sein. Schließlich sind es die Fremdstoffe in der Außenluft, die über Inhalation aber auch in angereicherter Menge nach Sedimentation auf Boden und Bewuchs vom Menschen aufgenommen werden.

Für die Erfassung der Gesamtschadstoffbelastung steht das Humanmonitoring zur Verfügung, mit dessen Hilfe verdächtige Schadstoffe in Blut bzw. Urin gemessen werden. Erhöhte Schadstoffnachweise können mit beobachteten Gesundheitsschäden zusammenhängen.

In der hier vorgelegten toxikologischen Beurteilung von Umweltschadstoffen in Rüdersdorf geht es ausschließlich um die Schadstoffe in der Außenluft. Quellen von Außenluftkontaminationen sind der Schadstoffferntransport, der massive Straßenverkehr, die emissionsintensive Industrie, der Hausbrand und der großflächige Tageabbau von Kalkstein. Die Luft ist das Schadstoff-tragende Medium, das unmittelbar zum Menschen gelangt bzw. Boden und Gewässer durch Schadstoffsedimentation belasten kann.

#### **3.3.1 Belastungspfad Luft**

Die Erörterung der Luftbelastung basiert auf den im Abschnitt „Datenlage“ (Kap. 2) zusammengetragenen Erkenntnissen. Welchen Luftschadstoffen in welchen Konzentrationen der einzelne Bewohner von Rüdersdorf ausgesetzt ist, ist abhängig von Wohnlage, Windrichtung, Jahreszeit und Außentemperatur.

Grundsätzlich wird unterschieden zwischen Emissions- und Immissionsdaten. Die von den einzelnen Betrieben veröffentlichten Emissionsdaten ermöglichen

Vergleiche mit anderen ortsansässigen Betrieben und lassen für gleiche Schadstoffe Gewichtungen zu. Auch können aus den Emissionsangaben Hinweise auf toxische Substanzen gewonnen werden, die aufgrund der Luftverdünnung nach der Emission immissionsseitig analytisch nicht erkannt werden. Aus den Emissionsdaten können mit Hilfe sehr aufwendiger Rechenverfahren Immissionszusatzbelastungen für verschiedene Orte angegeben werden. Liegen derartige Berechnungen vor, können für unterschiedliche Wohnlagen die errechneten Einzelimmissionen zu der Gesamtimmission zusammengefügt werden. Wesentlich zuverlässiger ist jedoch, wenn an einem sorgfältig abgestimmten Messort die Immissionen über einen längeren Zeitraum (mindestens 1 Jahr) gemessen und mit den Ergebnissen anderenorts verglichen sowie toxikologisch beurteilt werden. Außerdem ermöglichen Immissionsdaten eine Abschätzung möglicher Gesundheitsrisiken. Es darf aber nicht erwartet werden, dass Immissionsdaten Rückschlüsse auf einzelne Emittenten zulassen, es sei denn, dass von einem bestimmten Emittenten sehr spezielle Stoffe freigesetzt werden.

### **3.3.1.1 Emissionen**

Trotz intensiver Bemühungen des Ökopol-Instituts in Hamburg, das im Auftrag der Gemeinde Rüdersdorf die Emissionsdaten für die wesentlichen erklärungspflichtigen Anlagen im Umkreis von 10 km um Rüdersdorf (s. Kap. 2.2.1.3, Tab. 5) vom LUGV erbat, und trotz der Anfragen durch die Verwaltung selbst, wurden vom Landesamt bisher ausschließlich die - für den Bereich Rüdersdorf wenig aussagekräftigen - Summen der staub- und gasförmigen Emissionen für den gesamten Kreis Märkisch-Oderland zur Verfügung gestellt, die den Emissionserklärungen 2012 entnommen wurden. So standen bei Abschluss dieses Gutachtens nur für das IKW Rüdersdorf und die CEMEX Ost Zement GmbH die Emissionsmassenströme für Staub, SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> zur Verfügung.

Ein Vergleich der emittierten Massen zeigt, dass von dem Zementwerk ca. 4000 mal mehr Staub pro Jahr emittiert wird als vom Heizkraftwerk (Tab. 11).

**Tab. 11:** Luftschadstoffemissionen des IKW Rüdersdorf und der CEMEX Ost Zement GmbH; Quelle: Umwelterklärungen der Betriebe, 2013

| Betrieb                      | NO <sub>x</sub> | SO <sub>2</sub> | Staub            |
|------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
|                              | t/a             |                 |                  |
| <b>IKW Rüdersdorf 2012</b>   | 205             | 21              | 0,018            |
| <b>CEMEX Ost Zement 2011</b> | 1.660           | 980             | 70 <sup>1)</sup> |

<sup>1)</sup> im Onlineregister thru.de als Feinstaub (PM10) angegeben.

Hinsichtlich NO<sub>x</sub> ist die Jahresemission des Zementwerks erstaunlicherweise nur acht mal höher.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die Staubemissionen des IKW im Vergleich zum Zementwerk sehr gering sind. Maßgebend für die Toxizität der Emissionen sind jedoch die Elementkonzentrationen in den Stäuben. Hier ist zur Zeit kein Vergleich möglich. Über die Qualität der Filtertechniken des IKW Rüdersdorf informiert Tabelle 12, in der die Emissionen der Rüdersdorfer Anlage den Emissionswerten einer vergleichbaren Verbrennungsanlage in Neumünster gegenübergestellt sind.

**Tab. 12:** Emissionskonzentrationen der kontinuierlich gemessenen Schadstoffe des IKW Rüdersdorf im Vergleich mit denen der Thermischen Ersatzbrennstoff-Verwertungsanlage (TEV) Neumünster; (Quelle: jeweils aktuelle publizierte Umwelterklärung der Betriebe)

|                                     | Grenzwerte<br>17. BImSchV<br>in [mg/m <sup>3</sup> ] | IKW Rüdersdorf<br>2012<br>in [mg/m <sup>3</sup> ] | TEV Neumünster<br>2013<br>in [mg/m <sup>3</sup> ] |
|-------------------------------------|--|---|---|
| SO <sub>2</sub>                     | 50   | 16  | 0,42  |
| NO <sub>x</sub> als NO <sub>2</sub> | 200  | 194   | 134   |
| HCl                                 | 10   | 8,61  | 4,36  |
| CO                                  | 50   | 10  | 4,23  |
| Hg                                  | 0,03   | 0,0032  | 0,0004  |
| C <sub>gesamt</sub>                 | 10   | 0,06  | 0,17  |
| Staub                               | 10   | 0   | 0,413   |

verwertete Abfälle: IKW Rüdersdorf (2012): 240.129 t, TEV NMS (2013): 184.473 t

Auffällig sind die um eine Zehnerpotenz höheren Emissionen für Schwefeldioxid (mitverantwortlich für den sauren Regen) und Quecksilber in der Rüdersdorfer Anlage.

Hinsichtlich der Luftbelastung in Rüdersdorf müssen neben den oben betrachteten Industriebetrieben auch andere potentielle Emissionsquellen berücksichtigt werden. Neben weiteren 20 erklärungsspflichtigen ortsansässigen Anlagen im Umkreis von 10 km (davon 7 IED-Anlagen, für die keine Emissionserklärungen vorliegen), dürfen auch die nicht erklärungsspflichtigen Betriebe wie Biogasanlagen, stillgelegte Deponien, Recycling-Höfe usw. nicht außer Acht gelassen werden, da auch sie einen Beitrag zur Gesamtschadstoffbelastung leisten. Hinzu kommt, dass spezielle Emissionen (wie z.B. polychlorierte Biphenyle aus Recyclinganlagen) nicht ausgeschlossen werden können.

Ob die Annahmen zu irrelevanten Freisetzungen von Schadstoffen in Luft, Boden und Wasser des LUGV im Genehmigungsbescheid für die Erweiterung der Fa. Graf-Recycling zutreffend sind, lässt sich auf der Basis des uns vorliegenden Bescheides des LUGV vom 15.7.2014 nicht beurteilen.

Zusammenfassend ist zu den Emissionen der kleineren Betriebe festzustellen, dass über ihren Beitrag zur Gesamtmission keine Aussagen gemacht werden können.

Zusätzlich liegen Zahlen für die Transportbewegungen der An- und Abfahrt für das IKW vor (Tab. 13). Welche Immissionsbelastung (NO<sub>2</sub>, Rußpartikel, PAK) hieraus folgt, wurde nicht errechnet. Bekannt ist jedoch, dass die vom LKW freigesetzten Rußpartikel sehr klein sind und deshalb eine hohe toxikologische Relevanz haben. Für die CEMEX liegen mir keine entsprechenden Daten vor.

**Tab. 13:** Entwicklung des LKW-Verkehrs im Zusammenhang mit dem Betrieb des IKW Rüdersdorf von Oktober 2009 bis Dezember 2012 (Quelle: Umwelterklärung Vattenfall, 2013)

| LKW-Verkehr                           | 10/2009 – 05/2010 | 06/2010 – 05/2011 | 06/2011 – 12/2011 | 01/2012 – 12/2012 |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Anlieferung Abfälle                   | Ø 36 LKW/d*       | Ø 42 LKW/d*       | Ø 50 LKW/d*       | Ø 52 LKW/d*       |
| Anlieferung Betriebsmittel            | Ø 1 LKW/d*        | Ø 1 LKW/d*        | Ø 1 LKW/d*        | Ø 1 LKW/d*        |
| Abtransport betriebsbedingter Abfälle | Ø 9 LKW/d*        | Ø 10 LKW/d*       | Ø 11 LKW/d*       | Ø 11 LKW/d*       |

\*bezogen auf Arbeitstage je Monat ohne Samstag

Auffällig ist in der Region Rüdersdorf der hohe Anteil der Kohle- und Holz-betriebenen Heizungen, wie die Aufstellungen von drei Bezirksschornsteinfegern belegen. Diese betreuten 2013 insgesamt 6100 Feuerstätten im Bereich Rüdersdorf; hiervon wurden 1930 Feuerstätten - das sind beachtenswerte 32 % - mit festen Brennstoffen betrieben (Datenquelle: Verwaltung der Gemeinde Rüdersdorf). Dieser außergewöhnlich hohe Anteil an Feuerstätten, die mit Kohle bzw. Holz betrieben werden, ist m.E. ein bedeutender Eintragspfad für die Luftschadstoffe NO<sub>2</sub>, PAK und vor allem Stäube. Wegen des hohen Stellenwerts der Stäube in Rüdersdorf begrüße ich die Emissions-mindernden Bestimmungen zum Ende 2014 in Deutschland.

Mit welchem Anteil der Straßenverkehr, die Hausfeuerungsanlagen und die Industrie an den PM10-Emissionen in Brandenburg beteiligt sind, wurde in einer Studie der IVU Umwelt GmbH im Auftrag des MUGV für einige Modellgebiete berechnet (IVU Umwelt GmbH, 2012; s. Tab. 14).

**Tab. 14:** PM10-Emissionen für verschiedenen Modellgebiete in Ostbrandenburg unterteilt nach Quellgruppen (Quelle: IVU Umwelt GmbH, 2012).

| Modellgebiet     | Industrie<br>[kg/a] | Anteil<br>[%] | Hausbrand<br>[kg/a] | Anteil<br>[%] | Kfz-Verkehr<br>[kg/a] | Anteil<br>[%] | Summe     |
|------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|-----------------------|---------------|-----------|
| Cottbus          | 654 699.4           | 80.5          | 46 878.0            | 5.8           | 111 766.5             | 13.7          | 813 343.9 |
| Eisenhüttenstadt | 404 472.7           | 82.0          | 18 780.4            | 3.8           | 69 718.2              | 14.1          | 492 971.3 |
| Frankfurt (Oder) | 447 738.2           | 81.8          | 13 458.3            | 2.5           | 86 030.5              | 15.7          | 547 227.0 |
| Hasenholz        | 82 683.7            | 39.1          | 30 942.1            | 14.6          | 98 088.2              | 46.3          | 211 714.0 |
| Vogelsang        | 404 564.7           | 81.7          | 16 618.2            | 3.4           | 74 164.2              | 15.0          | 495 347.1 |

Auffällig ist, dass in städtischen Regionen die Industrie die wesentliche Quelle für Stäube (ca. 80 %) darstellt, während in ländlichen Regionen (z.B. Hasenholz) der Einfluss des Kfz-Verkehrs (ca. 46 %) und Hausbrand (ca. 15 %) dominiert.

Welche wesentlichen Quellen in Rüdersdorf für Staub anzunehmen sind, kann aus den vorliegenden Daten nicht zuverlässig benannt werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass in Rüdersdorf alle Emittentengruppen (staubintensive Industrie, hohe Verkehrsdichte und ungewöhnlich hoher Anteil an Hausfeuerungsanlagen, die mit Holz bzw. Kohle betrieben werden) eine Rolle spielen. Zusätzlich gibt es Hinweise, dass in der Vergangenheit der Staubferntransport für Ostbrandenburg eine Bedeutung hatte (s. Kap. 3.3.1.2).

Für eine toxikologische Bewertung der Elemente und organischen Schadstoffe sind Angaben zu den Staubquellen notwendig, da nur dadurch Rückschlüsse auf an dem Staub haftende Stoffe möglich sind.

### **3.3.1.2 Immissionen**

Im Zusammenhang mit der für 2008 geplanten Inbetriebnahme des Industriekraftwerks Rüdersdorf wurden an dem vom Land Brandenburg eingerichteten Sondermessplatz Herzfelde von Oktober 2007 bis Mai 2010 Immissionsmessungen durchgeführt. Bezüglich der Hauptwindrichtung ist der Standort geeignet, die maximale Immissionsbelastung durch die Emittenten IKW und CEMEX zu erfassen; der Straßenverkehr und weitere wichtige Emittenten in Rüdersdorf werden nur zum Teil berücksichtigt. Hinsichtlich des Straßenverkehrs liegen Berechnungen des LUGV für die Immissionen von NO<sub>2</sub> und Staub (PM<sub>10</sub>) unmittelbar an der Straße vor (Abb. 3, Kap. 2.2.2.1). Erwartungsgemäß werden für NO<sub>2</sub> Konzentrationen von 12 bis 34 µg/m<sup>3</sup> und für PM<sub>10</sub> von 20 bis 28 µg/m<sup>3</sup> angegeben.

Die Ergebnisse der Herzfelder Messstation lassen nur bedingt Rückschlüsse auf die Luftschadstoff-Exposition in den Hauptwohngebieten in Rüdersdorf oder an sensiblen Standorten wie Kindergärten, Krankenhäuser und Seniorenheimen zu. Der in Herzfelde gewählte Messumfang (Parameterauswahl) ist für eine Beurteilung am Standort Herzfelde ausreichend. Wünschenswert wäre die zusätzliche Messung von Ozon gewesen, das als starkes Atemgift als Sekundärprodukt aus Reaktionen anderer Luftschadstoffe wie z.B. nitroser Gase und kurzkettiger Kohlenwasserstoffe entsteht.

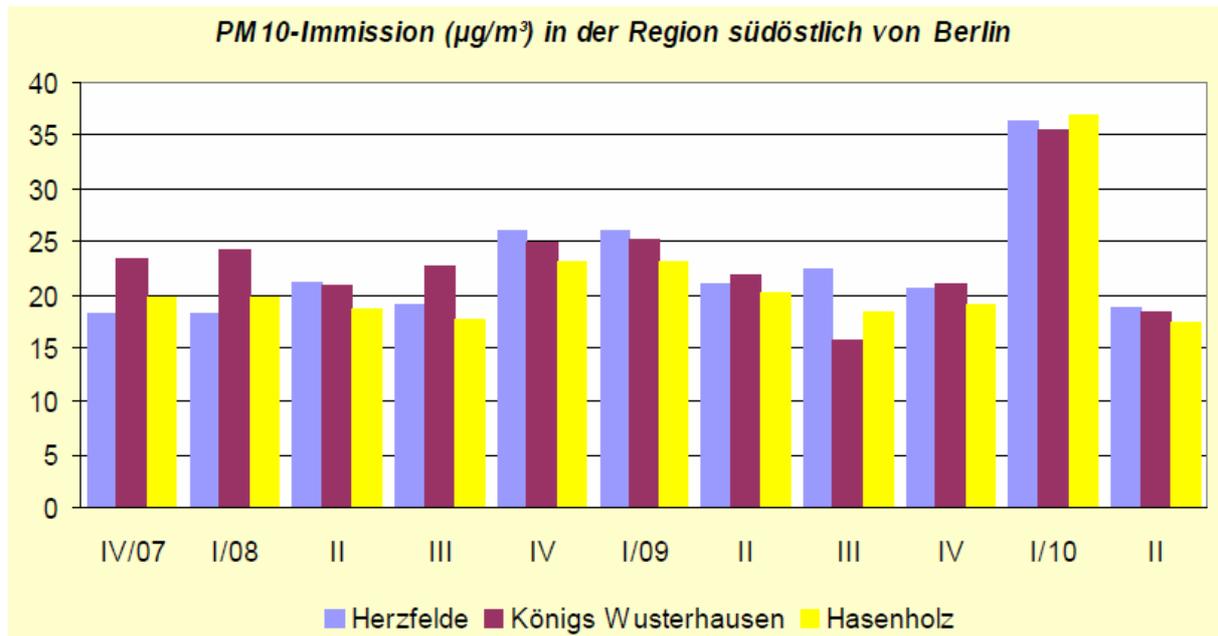
Die üblicherweise für die lufthygienische Beurteilung herangezogenen Jahresmittelwerte werden für Staub (PM<sub>10</sub>) und NO<sub>2</sub> in Tabelle 15 mit den Belastungen in Hasenholz (ländlicher Hintergrund) und in Königs Wusterhausen und Frankfurt/Oder (städtischer Hintergrund) verglichen.

**Tab. 15:** Vergleich der Immissionen in Herzfelde mit ländlichen und städtischen Immissionen an den Messstationen in Brandenburg für ausgewählte Luftschadstoffe im Jahr 2009; (Quelle: LUGV (2010), Luftqualität in Brandenburg, Jahresbericht 2009)

| Parameter   | Herzfelde | Hasenholz | Königs Wusterhausen | Frankfurt/Oder |
|---|-----------|-----------|---------------------|----------------|
| Staub (PM10)<br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )                    | 22        | 20        | 21                  | 25             |
| NO <sub>2</sub><br>( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )                 | 12        | 10        | 17                  | 14             |
| Staubniederschlag<br>( $\text{mg}/\text{m}^2 \times \text{d}$ ) | 89        | 31        | 39                  | 51             |

Hasenholz: ruraler Hintergrund; Königs Wusterhausen und Frankfurt/Oder: urbaner Hintergrund; Herzfelde: Industrie-bezogene Messstelle

Bezüglich Staub liegen die Jahresmittelwerte für 2009 in Herzfelde im mittleren Bereich ( $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Auffällig sind die hohen Staubniederschlagsmengen ( $89 \text{ mg}/\text{m}^2$  und Tag), die auf einen hohen Anteil von Staubpartikeln  $> 10 \mu\text{m}$  in Herzfelde hinweisen. Für NO<sub>2</sub> wurde in Herzfelde ein für mich erstaunlich niedriger Jahresmittelwert von  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Aufschlussreich ist die Abbildung 10, in der die Jahresquartalswerte (IV/07 – II/10) der PM10-Immissionskonzentrationen von Herzfelde mit denen von Hasenholz und Königs Wusterhausen verglichen werden.



**Abb. 10:** PM10-Immission in Herzfelde (Industrie-bezogener Messpunkt), Königs Wusterhausen (städtischer Hintergrund) und Hasenholz (ländlicher Hintergrund) von 10/07 bis 05/10; (Quelle: LUGV 2011, Luftqualität in Brandenburg, Jahresbericht 2010)

Auffällig sind die ähnlich hohen Belastungen (s. IV/09 und II/10) von ca. 20 µg PM10/m<sup>3</sup>. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der gleichermaßen stark erhöhten Staubbelastung an allen drei Orten im Quartal I/10 (ca. 35 µg PM10/m<sup>3</sup>) darf vermutet werden, dass dafür Staubferntransporte verantwortlich sind, die die drei Messstellen gleichzeitig belasten.

Bezüglich der toxikologischen Bewertung von Staub- und NO<sub>2</sub>-Belastungen ist zunächst festzustellen, dass die offiziellen Jahresmittelgrenzwerte und zulässigen Überschreitungshäufigkeiten in Herzfelde unterschritten werden. Für Staub (PM10) wird mein Vorsorgewert (Zielwert) in Höhe von 10 µg/m<sup>3</sup> nicht eingehalten. Der Schwellenwert für den Eintritt erster Gesundheitsschäden (30 µg/m<sup>3</sup>; s. Kap. 3.2.1) wird annähernd erreicht bzw. im Quartal I/10 deutlich überschritten, sodass Atemwegsbeeinträchtigungen nicht nur bei gesundheitlich Vorgeschädigten, sondern auch bei gesunden Einwohnern von Rüdersdorf eintreten können.

Für die humantoxikologische Bewertung ist es notwendig, nicht nur Jahresmittelwerte oder Quartalsmittelwerte zu betrachten. Bei den Staubmonatsmittelwerten fallen erhebliche Schwankungen auf.

Ob dies auf extreme Winter mit ungewöhnlich langen Heizperioden, auf die Zunahme industrieller bzw. Kfz-Emissionen oder auf ungewöhnliche Wetterlagen mit verstärkter PM10-Belastung durch Ferntransport verursacht wurde, ist im Einzelnen nicht zu klären. Zumindest die vergleichsweise häufigen Überschreitungen im Jahr 2010 sind nach Analysen der IVU Umwelt GmbH wahrscheinlich größtenteils auf Staubferntransporte zurückzuführen. In ihrem Projekt „Analyse der PM10 Grenzwertüberschreitungen im Jahre 2010 im ländlichen und urbanen Hintergrund in Ostbrandenburg“, das im Auftrag des MUGV Brandenburg aufgrund der ungewöhnlichen Häufung von Überschreitungen des maximalen PM10-Tagesmittelwertes im Jahr 2010 durchgeführt wurde, kommen die Gutachter zu dem Schluss, *„dass der Einfluss des Ferntransports an den Überschreitungstagen sehr hoch ist und dass der Großteil der hier vorkommenden Überschreitungstage als durch Ferntransport dominierte Überschreitungstage klassifiziert werden muss.“* (IVU Umwelt GmbH, 2012).

In dem Messzeitraum 10/07 bis 5/10 wird in fünf Monaten der o.g. Schwellenwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überschritten. Besorgniserregend ist, dass der WHO-Güteleitwert ( $20 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$ ) 2008 an 161 Tagen und 2009 an 165 Tagen überschritten wurde. An einigen Tagen wurden Staubkonzentrationen  $> 100 \mu\text{g PM}_{10}/\text{m}^3$  nachgewiesen. Diese Belastungsspitzen können Gesundheitsschäden auslösen, die auch beim Absinken der Staubkonzentrationen persistieren können (s. Kap. 2.2.2.1). Ebenso auffällig sind auf niedrigerem Niveau die Monatsmittelwertschwankungen beim  $\text{NO}_2$ . Korrelationen zwischen PM10- und  $\text{NO}_2$ -immissionen sind nicht erkennbar. Während PM10- und  $\text{NO}_2$ -Belastungen der Außenluft unmittelbar zu Schäden an den Atemwegen und den Schleimhäuten führen können, gehen von den an die Partikel gebundenen Elementen und organischen Schadstoffen (z.B. PAK) irreversible Schäden (Krebs; Nerven- und Immunsystembeeinträchtigungen) mit langen Latenzzeiten aus.

An der Messstelle Herzfelde wurden im Schwebstaub die Elemente Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Chrom sowie das BaP analysiert (Tab. 16). Die Messungen für das in der Umgebungsluft nicht an Schwebstaub gebundene Quecksilber haben einen Messwert von 1,3 ng/m<sup>3</sup> ergeben.

**Tab. 16:** Immissionskonzentrationen von Schwebstaub und kanzerogenen Staubinhaltsstoffen in Herzfelde und an einem städtischen Messpunkt in Brandenburg im Vergleich zu den administrativen Beurteilungswerten nach TA-Luft/LAI und eigenen Vorsorgewerten (Unit risk, risk level 10<sup>-6</sup>); JMW – Jahresmittelwert; MEW – maximaler Einzelwert. (Quelle LUGV 2010, Luftqualität in Brandenburg 2009)

| Messung im Schwebstaub             | Herzfelde 2009 |                   | Frankfurt/Oder 2009 |     | eigene Vorsorgewerte | administrative Werte |
|------------------------------------|----------------|-------------------|---------------------|-----|----------------------|----------------------|
|                                    | JMW            | MEW               | JMW                 | MEW | JMW                  | JMW                  |
| PM-10 (µg/m <sup>3</sup> )         | 22             | 165 <sup>1)</sup> | 21                  | 72  | 10                   | 40                   |
| Arsen (ng/m <sup>3</sup> )         | <1,0           | 11,6              | <1,86               | 13  | 0,3                  | 6                    |
| Blei (ng/m <sup>3</sup> )          | 8,2            | 51,1              | 13                  | 65  | 100                  | 500                  |
| Cadmium (ng/m <sup>3</sup> )       | <0,2           | 1,67              | 0,3                 | 1,2 | 0,08                 | 5                    |
| Nickel (ng/m <sup>3</sup> )        | 1,5            | 10,9              | 1,0                 | 2,2 | 3                    | 20                   |
| Chrom (ng/m <sup>3</sup> )         | 1,2            | 9,8               | 1,6                 | 5,3 | 0,08 (Cr-VI)         | 17 <sup>2)</sup>     |
| Benzo(a)pyren (ng/m <sup>3</sup> ) | 0,5            | 4,4               | 1,0                 | 8,6 | 0,01                 | 1                    |

<sup>1)</sup> MEW bei Messung mit Low Volume Sampler mit PM10-Messkopf: 64 µg/m<sup>3</sup>; <sup>2)</sup> Gesamt-Chrom

Für Arsen und Cadmium werden die Jahresmittelwerte mit kleiner 1,0 bzw. 0,2 ng/m<sup>3</sup> angegeben. In Anbetracht der hohen kanzerogenen Wirkung dieser Elemente wären niedrigere Nachweisgrenzen wünschenswert. Die kanzerogene Wirkung von Chrom geht von Chrom-VI-Verbindungen aus, sodass die Analyse speziell dieser Verbindungen im Gesamtchrom aufschlussreich wäre.

Hinsichtlich der toxikologischen Bewertung der kanzerogen wirkenden Elemente und des ebenfalls kanzerogen wirkenden BaP wird auf Jahresmittelwerte zurückgegriffen, da zur Beurteilung der Krebsrisiken Unit risk-Werte (s. Kap. 3.1) herangezogen werden, die ausschließlich Langzeitwirkungen berücksichtigen. Offizielle Grenzwerte für diese kanzerogenen Stoffe wurden in Herzfelde eingehalten. Von mir hergeleitete Luftzielkonzentrationen wurden für Blei und Nickel ebenfalls unterschritten. Wegen

zu hoher nachweisgrenzen für Arsen und Cadmium können die Immissionskonzentrationen dieser Elemente nicht mit meinen Vorsorgewerten verglichen werden. Bei Chrom und BaP wurden meine Vorsorgewerte überschritten. Auffällig sind die Spitzenwerte für Chrom (9,8 ng/m<sup>3</sup>) und BaP (4,4 ng/m<sup>3</sup>). Wegen der bekanntermaßen hohen Emissionen von Chrom aus Zementwerken und BaP aus dem Straßenverkehr sollten besonders diese Stoffe in den Wohngebieten von Rüdersdorf sorgfältig überwacht werden. Auch wenn die Belastungen gegenüber Quecksilber nicht auffällig waren, empfehle ich auch zukünftig die Messung auf Quecksilber.

Im Weiteren ist zu prüfen, wie hoch die Depositionen von Staub und seinen Inhaltsstoffen (gemessen in mg/m<sup>2</sup> und Tag bzw. für Metalle in µg/m<sup>2</sup> und Tag) sind. Zum Vergleich stehen im Online-Portal des MUGV für das Jahr 2009 Daten der Messstelle Hasenholz (ländliches Gebiet) und Frankfurt/Oder (städtischer Hintergrund) sowie der für 25 Messstellen in Brandenburg gemittelte Wert (70 mg Staub/m<sup>2</sup> und Tag) zur Verfügung. Die Staubdeposition in Herzfelde war im Vergleich zu Frankfurt/Oder um fast 60 % erhöht, im Vergleich zu Hasenholz um fast das 2,5fache (s. Tab. 17).

Wie bereits ausgeführt, scheint in Herzfelde der Staub (> PM<sub>10</sub>) zu dominieren, da sich bei Schwebstaub (PM<sub>10</sub>) die Immissionskonzentrationen in Hasenholz und Herzfelde nicht so gravierend unterscheiden.

Bei den Elementen sind die Unterschiede weniger auffällig. Lediglich die Depositionen von Arsen, Blei und Chrom liegen bei dem Vergleich im oberen Bereich. Ob die auffällig hohe Staubdeposition in Herzfelde mit dem Kalksteinabbau in Verbindung steht, kann durch eine Analyse des Depositionsstaubs auf Calcium geklärt werden.

**Tab. 17:** Deposition von Staub und Staubinhaltsstoffen an den Messstellen Herzfelde, Hasenholz und Frankfurt/Oder im Jahr 2009 (Datenquelle: LUGV, Jahresbericht zur Luftqualität in Brandenburg 2009)

| Parameter                     | Herzfelde <sup>1)</sup> | Hasenholz <sup>2)</sup> | Frankfurt/<br>Oder <sup>3)</sup> |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| <b>mg/(m<sup>2</sup> x d)</b> |                         |                         |                                  |
| Staubniederschlag             | 89                      | 31                      | 56                               |
| <b>µg/(m<sup>2</sup> x d)</b> |                         |                         |                                  |
| Antimon                       | 1,0                     | n.g.                    | n.g.                             |
| Arsen                         | 0,6                     | 0,3                     | 0,7                              |
| Blei                          | 4                       | 3                       | 5                                |
| Cadmium                       | 0,34                    | 0,77                    | 0,53                             |
| Chrom                         | 6                       | 3                       | 6                                |
| Kobalt                        | 1,1                     | n.g.                    | n.g.                             |
| Kupfer                        | 14                      | 10,5                    | n.g.                             |
| Mangan                        | 18                      | 9                       | 18                               |
| Nickel                        | 1,8                     | 1,6                     | 2,2                              |
| Quecksilber                   | 0,03                    | n.g.                    | n.g.                             |
| Thallium                      | <0,4                    | n.g.                    | n.g.                             |
| Vanadium                      | 1,6                     | 0,9                     | 1,3                              |
| Zink                          | 33                      | 38                      | 48                               |
| Zinn                          | 0,73                    | n.g.                    | n.g.                             |

<sup>1)</sup> industrieller Hintergrund <sup>2)</sup> ländlicher Hintergrund; <sup>3)</sup> städtischer Hintergrund;  
n.g. – nicht gemessen

### 3.3.2 Belastungspfad Boden

Während Luftschadstoffanalysen die aktuelle Belastung der Luft anzeigen, können durch die Untersuchungen der oberen Bodenschicht (10 cm) langfristige Schadstoffeinträge aus der Luft (z.B. durch Staubsedimentation) erkannt werden. Zur Bewertung der Luft-Boden-Einträge müssen die Schadstoffgehalte in Oberböden (10 cm Tiefe) von anthropogen möglichst gering belasteten Böden mit vergleichbarer Bodenzusammensetzung gemessen werden. Untauglich ist der Vergleich mit den Höchstmengen der Bodenschutzverordnung, die höchstzulässige Schadstoff-

konzentrationen für die Bodennutzung als Spielplatz, Ackerboden bzw. als Industrieareal angibt.

Zur Bewertung der Bodenbelastung in Rüdersdorf wurden die einzig verfügbaren Bodenanalysen aus Lichtenow aus dem Jahr 2006 herangezogen und mit den Hintergrundwerten für Ackerböden von ganz Brandenburg verglichen (s. Tab. 18). Abgesehen davon, dass die Beprobungstiefe von 32 cm zu unerwünschten Verdünnungen der oberflächlich eingetragenen Schadstoffe führt, fehlt der Bezug zu unbelasteten, ortstypischen Böden. Nicht interpretierbar ist aus den genannten Gründen die Feststellung, dass die damals gemessenen Gehalte von Chrom, Nickel, Zink sowie PAK im Lichtenower Boden größer sind als im Durchschnitt der brandenburgischen Ackerböden im Jahr 2012. Einzig die Auffälligkeit von Chrom und PAK in Schwebstaub- und Depositionsproben berechtigt hier zur Darstellung der Lichtenower Befunde.

**Tab. 18:** Anorganische und organische Schadstoffe in der BDF Lichtenow im Vergleich zur Hintergrundbelastung auf Ackerflächen Brandenburgs

| <b>Parameter</b>                  | <b>Messung</b>                      | <b>Hintergrund<br/>Brandenburg<sup>1)</sup></b> |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| Anorganische Stoffe<br>(mg/kg TM) | 06.12.2006<br>Horizont Ap<br>0-32cm | Acker<br>Oberboden Ap                           |
| <b>As</b>                         | 2,6                                 | 3   |
| <b>Al</b>                         | 7600                                | k.A.  |
| <b>Cd</b>                         | <0,2                                | 0,1   |
| <b>Cr</b>                         | 8,5                                 | 4   |
| <b>Cu</b>                         | 5,4                                 | 4   |
| <b>Ni</b>                         | 5,2                                 | 2   |
| <b>Pb</b>                         | 16,3                                | 12  |
| <b>Zn</b>                         | 33,0                                | 15  |
| Organische Stoffe<br>(µg/kg TM)   | Ap<br>0-20cm                        |   |
| <b>PAK16</b>                      | 210                                 | 164   |
| <b>PCB6</b>                       | <BG (0,5-1,8)                       | 3   |
| <b>DDX</b>                        | 39,4                                | 49  |
| <b>Summe HCH</b>                  | n.a.                                | 1,5   |
| <b>HCB</b>                        | n.a.                                | <1  |

<sup>1)</sup> 50. Perzentil (Stand 2012);  
Quelle: <http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.299504.de>

### **3.3.3 Belastungspfad Trinkwasser**

Ich gehe davon aus, dass in Rüdersdorf ganz überwiegend das Trinkwasser aus der zentralen Wasserversorgung verwendet wird. Aus der aktuellen Vollanalyse des Trinkwassers sind für keinen Schadstoffparameter Auffälligkeiten erkennbar. Das Trinkwasser in Rüdersdorf ist wasserhygienisch einwandfrei und gesundheitlich unbedenklich.

### **3.3.4 Seen und Flüsse**

Zur Bewertung der Wasserqualität in Seen und Flüssen ist eine Analyse des Wassers auf Schadstoffe wenig hilfreich, es sei denn, es werden große Schadstoffmengen aus der Luft oder den Vorflutern eingetragen. Wegen der hohen Verdünnungseffekte sind mäßig erhöhte Schadstoffeinträge mit üblicher Analytik schwer nachweisbar. Sinnvoll sind Sedimentanalysen, da die an Partikel gebundenen Schadstoffe auf den Grund der Gewässer sedimentieren und dort um mehrere Zehnerpotenzen aufkonzentriert werden.

Auch wenn die Wasseranalysen vom Stienitzsee (s. Kap. 2.5) unauffällig waren, sind Anreicherungen im Sediment nicht auszuschließen. Aus diesem Grund sollten Sedimentanalysen durchgeführt werden.

### **3.3.5 Bewertung der umweltmedizinischen Erkenntnisse für Rüdersdorf**

Epidemiologische Untersuchungen zum Gesundheitszustand der Bevölkerung in Rüdersdorf existieren nicht. Allerdings weisen dort niedergelassene Ärzte darauf hin, dass sie in ihren Praxen bei ihren Patienten eine Häufung von Atemwegsbeschwerden beobachten (Vattenfall-Anhörung am 2.4.2014).

Eine Systematisierung dieser Hinweise ist ohne Beteiligung aller niedergelassenen Ärzte in Rüdersdorf und näherer Umgebung und ohne Hilfe eines erfahrenen Medizinstatistikers nicht möglich. Außerdem müssen Erkenntnisse der Kassenärztlichen Vereinigung einbezogen werden.

Zur Beurteilung des Gesundheitszustandes in der Bevölkerung stehen z. Zt. nur die Lernanfängeruntersuchungen in Rüdersdorf und Heinickendorf zur Verfügung.

Darüber hinaus existieren Daten zu Krebsneuerkrankungen für die Gemeinde Rüdersdorf im Vergleich zu Brandenburg.

Nach Rücksprache mit dem Amtsarzt des Gesundheitsamtes des Landkreises Märkisch-Oderland am 11.7.2014 teile ich seine Meinung, dass die für Rüdersdorf und Heinickendorf erhobenen Daten für eine statistische Überprüfung untauglich sind, da die Fallzahlen zu niedrig sind. Die im Vergleich zum Landkreis (1607 Erhebungen) für Rüdersdorf vorliegenden 116 Erhebungen zeigen zwar eine geringfügig erhöhte Fallzahl für Naevi, Asthma bronchiale und atopische Dermatitis, sind aber aus statistischer Sicht nicht belastbar.

Die Krebsstatistiken für Rüdersdorf wurden von dem Epidemiologen Prof. Wichmann geprüft und anlässlich der Vattenfall-Anhörung am 2.4.2014 vorgestellt. Bei den Krebsneuerkrankungen wurden von Prof. Wichmann Lungen-, Mund- und Rachenkrebs als wesentliche Folgeerkrankung von Luftschadstoffeinwirkungen ausgewählt.

Die von Prof. Wichmann vorgenommene statistische Auswertung (s. Tab. 19) zeigt für Mund- und Rachenkrebsneuerkrankungen eine statistisch relevante Erhöhung bei Männern für den Zeitraum 2001 – 2005. Die weiteren Fallzahlen geben zwar Hinweise auf ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko bei Männern und Frauen im Erhebungszeitraum 2006 – 2010, sind aber statistisch nicht signifikant.

Aus meiner Sicht sollten sowohl die Krebsstatistik als auch die Lernanfängeruntersuchungen weiterhin sorgfältig dokumentiert werden. Eine epidemiologische Studie mit begleitenden umweltmedizinischen Untersuchungen zum Gesundheitszustand der Bevölkerung halte ich aufgrund der z. Zt. vorliegenden Daten für wenig aussichtsreich. Von einem Humanmonitoring auf Schadstoffe ist abzuraten, da hier erst Befunde zu erwarten sind, wenn die offiziellen Grenzwerte für Schadstoffe in Luft, Boden und Wasser überschritten werden.

**Tab. 19:** Ausgewählte Krebsneuerkrankungen in der Gemeinde Rüdersdorf im Vergleich zu Brandenburg (Quelle: Prof. Wichmann, persönl. Mitteilung)

**Mund/Rachenkrebs-  
Neuerkrankungen**

| C00-C14  | Mund- und Rachenkrebs<br>2001-2005 |                 |              | Mund- und Rachenkrebs<br>2006-2010 |                 |             |
|----------|------------------------------------|-----------------|--------------|------------------------------------|-----------------|-------------|
|          | beobachtet<br>(b)                  | erwartet<br>(e) | b/e          | beobachtet<br>(b)                  | erwartet<br>(e) | b/e         |
| männlich | 18                                 | 9,91            | <b>1,82*</b> | 19                                 | 12,3            | <b>1,54</b> |
| weiblich | 1                                  | 2,13            | <b>0,47</b>  | 5                                  | 3,13            | <b>1,6</b>  |

\*statistisch signifikant erhöht

**Lungenkrebs-  
Neuerkrankungen**

| C33-C34  | Lungenkrebs<br>2001-2005 |                 |             | Lungenkrebs<br>2006-2010 |                 |             |
|----------|--------------------------|-----------------|-------------|--------------------------|-----------------|-------------|
|          | beobachtet<br>(b)        | erwartet<br>(e) | b/e         | beobachtet<br>(b)        | erwartet<br>(e) | b/e         |
| männlich | 36                       | 37,86           | <b>0,95</b> | 51                       | 39,86           | <b>1,28</b> |
| weiblich | 13                       | 11,36           | <b>1,14</b> | 10                       | 13,53           | <b>0,74</b> |

Einzig sinnvoll ist die Erhebung aktueller Belastungsdaten der Umwelt an einem geeigneten Standort in Rüdersdorf und eine humantoxikologische Beurteilung anhand von Vorsorgewerten.

#### **4 Literatur/Quellen** (sofern nicht im Text angegeben)

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (2012): MAK- und BAT-Werte-Liste 2012: Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

(<http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9783527666027>)

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (2013): MAK- und BAT-Werte-Liste 2013: Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

(<http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9783527675135>)

EFSA (European Food Safety Authority) (2009): Scientific Opinion - Cadmium in food. EFSA Journal 2009; 980: 1-139

EU (Europäische Union) (1999): Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft.

EU (Europäische Union) (2008): Richtlinie 2008/50/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa

EU (Europäische Union) (2004): (Richtlinie 2004/107/EG 15.12.2004) über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft.

Hassauer M und Kalberlah F (1999) : Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen. Ergänzbares Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung. Eikmann/Heinrich/Heinzow/Konietzka (Hrsg.). E. Schmidt Verlag

IVU Umwelt GmbH (2012): Analyse der PM10-Grenzwertüberschreitungen im Jahre 2010 im ländlichen und urbanen Hintergrund in Ostbrandenburg.

[http://www.lugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/pm10\\_bbgost\\_endbericht.pdf](http://www.lugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/pm10_bbgost_endbericht.pdf)

LAI (Länderausschuss für Immissionsschutz) (2004) „Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind“. Hrsg. Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.

Peters, A, Schulz, H, Kreyling, WG, Wichmann, H-E (1998): Staub und Staubinhaltsstoffe / Feine und ultrafeine Partikel. In: Handbuch der Umweltmedizin, 14. Ergänzungslieferung, Wichmann, H-E, Schlipkötter, H-W, Fülgraff, G (Hrsg.), Ecomed Landsberg

Pope, CA, Burnett, RT, Thun, MJ, Calle, EE, Krewski, D, Ito, K, Thurston, GD (2002): Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution. JAMA 287, 1132-1141

WHO (2006): Constitution of the World Health Organization. Basic Documents. 45<sup>th</sup> edition, Supplement, October 2006.  
[http://www.who.int/governance/eb/who\\_constitution\\_en.pdf](http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_en.pdf)

## 5. Fazit

Die Anhäufung industrieller Groß- und Kleinbetriebe, das viel befahrene Fernstraßennetz sowie der nachgewiesene Schadstoffferntransport mit der Luft führte bei der Rüdersdorfer Bevölkerung zur Sorge um Gesundheitsbeeinträchtigungen. Hinzu kommen Hinweise einiger in der Region niedergelassener Ärzte, dass sich in der Region Atemwegserkrankungen häufen. Vor allem ist es die Unkenntnis der tatsächlichen Schadstoffbelastungen von Luft, Wasser und Böden, die den Unmut in der Bevölkerung erhöhte, als das IKW eine Anlagenerweiterung beantragte.

Schließlich wurde von der Gemeindevertretung in Rüdersdorf ein humantoxikologisches Gutachten beauftragt, das auf Basis vorhandener Daten zur Schadstoffbelastung der Bevölkerung prüfen sollte, ob Zusammenhänge zwischen Schadstoffexpositionen und Erkrankungen bestehen. Auf Schadstofflücken sollte hingewiesen werden. Der Frage, ob umweltmedizinische Untersuchungen sinnvoll sind, musste ebenfalls in dem Gutachten geklärt werden.

Basis dieses Gutachtens sind die im Online-Portal des MUGV zugänglichen Daten und die von Ökopol (Hamburg) und der Rüdersdorfer Gemeindeverwaltung mit großem Einsatz beschafften Unterlagen zur Schadstoffbelastung in der Region Rüdersdorf. Berücksichtigt wurden sowohl Emissionsangaben des IKW Rüdersdorf (Vattenfall) und der CEMEX Ost GmbH als auch die Befunde der an der Sondermessstelle Herzfelde für wesentliche Luftschadstoffe von Oktober 2007 bis Mai 2010 erhobenen Immissionsdaten.

Während Emissionsangaben für NO<sub>2</sub> und Staub von CEMEX und Vattenfall vorliegen, sind die Emissionsdaten 7 weiterer IED-Anlagen im Umkreis bis 10 km um Rüdersdorf trotz mehrfacher Anfragen bis zur Abgabe dieses Gutachtens nicht mitgeteilt worden.

Hilfreich sind dagegen die Angaben des LUGV Brandenburg zur Dichte des Straßenverkehrs (Zählung) und die Abschätzung der NO<sub>2</sub>- und Staub-Immissionen längs der am stärksten lokal belasteten Ortslagen Tasdorf und Herzfelde.

Aufgrund der bekannten Industrie in Rüdersdorf und der lückenhaften Emissionsangaben muss davon ausgegangen werden, dass **NO<sub>2</sub> und Stäube für die Luftbelastung in Rüdersdorf dominant sind**. Inwieweit toxische Elemente (Cd, As, Pb, Hg) und organische Stoffe (z.B. PAK), die - bis auf Quecksilber - an Partikel gebunden in der Luft vorkommen, relevant sind, kann wegen fehlender Emissionsangaben nicht befriedigend beantwortet werden. Insofern ist auch die getroffene Auswahl der Stoffprofile möglicherweise nicht vollständig. Auch wenn der Standort Herzfelde und der Messzeitraum (bis Mai 2010) nicht repräsentativ für die derzeitige Exposition der Einwohner in Rüdersdorf waren, wurden wertvolle Befunde zur Luftschadstoffbelastung in Herzfelde erhalten. Bei der dominierenden Windrichtung war der Standort des Messcontainers geeignet, die Schadstoffimmissionen der in Rüdersdorf ansässigen Hauptemittenten zu erfassen.

Die in Herzfelde gemessenen Staub (PM<sub>10</sub>)-Werte sind bemerkenswert: Während die Jahresmittelwerte im Bereich von städtischen Bereichen Brandenburgs liegen (22 µg/m<sup>3</sup>) fallen bei der Betrachtung von Tages- und Monatsmittelwerten Belastungen auf, die auch über längere Zeiten (Quartale) die Wirkschwelle für gesundheitliche Beeinträchtigungen (30 µg/m<sup>3</sup>) überschreiten. Vorsorgewerte des Umweltbundesamtes und der WHO (20 µg/m<sup>3</sup>) werden ebenfalls überschritten. Besonders auffällig sind Belastungsspitzen im Bereich von 100 µg PM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> und mehr. In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, dass auch kurzfristige Staubschwermetallspitzenwerte vor allem bei gesundheitlich vorbelasteten Menschen Atemwegserkrankungen auslösen können, die andauern, selbst wenn die Belastungen absinken. Bei den Schwebstaub-gebundenen Schadstoffen fielen in Herzfelde in Hinblick auf meine Vorsorgewerte PAK und Chrom auf. Allerdings wurden auch für diese Elemente die administrativen Grenzwerte unterschritten. Arsen und Cadmium können wegen zu hoher Nachweisgrenzen bei der Analytik nicht beurteilt werden.

Aus dem Vergleich der Messdaten von Herzfelde mit denen von Hasenholz kann auf einen bedeutenden Einfluss durch Schadstoffferntransporte über die Luft

geschlossen werden (gleichzeitige Erhöhungen für Staub (PM10) an den verschiedenen Standorten).

Auffällig sind die im Vergleich zu Hasenholz und Frankfurt/Oder sehr hohen Staubdepositionen in Herzfelde. Hierfür können Grobstäube ( $>10\ \mu\text{m}$ ), die z.B. aus dem Kalkabbau in Rüdersdorf stammen, verantwortlich sein.

Die  $\text{NO}_2$ -Belastungen waren an dem Messcontainer in Herzfelde niedrig. Dagegen werden nach Screeningberechnungen nahe der viel befahrenen Straßen hohe Belastungen gegenüber diesem Luftschadstoff erwartet ( $20\text{-}34\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Sowohl mein Vorsorgewert als auch der vom VDI vorgeschlagene Toleranzwert ( $20\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) werden den Prognosen zufolge überschritten, so dass Lungenfunktionsstörungen, Entzündungen und Immunsystemschiäden nicht ausgeschlossen werden können. Auch die Feinstaubbelastungen an der Straße können im Jahresmittel demnach  $28\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  erreichen

Langfristige Schadstoffeinträge in die Böden von Rüdersdorf auf dem Luftwege können aus den Analysen an der Bodendauerbeobachtungsfläche Lichtenow nicht erkannt werden. Ich halte die beprobte Bodentiefe von 32 cm für zu tief, weil es hierdurch zu großen Verdünnungen der oberflächlich eingetragenen Schadstoffe kommt. Darüber hinaus sind die durchschnittlichen Schadstoffbelastungen brandenburgischer Böden ungeeignet zum Vergleich.

Die Einträge von Schadstoffen aus der Luft in die Gewässer von Rüdersdorf können nicht anhand von Wasseranalysen gemessen werden. Hierzu sind Sedimentanalysen erforderlich.

Die Lernanfängeruntersuchungen und das Register für Krebsneuerkrankungen sind aufgrund zu kleiner Kollektive nicht für Aussagen zum Gesundheitszustand der Bevölkerung verwertbar.

Zur humantoxikologischen Beurteilung der Schadstoffexpositionen in Rüdersdorf sind aus meiner Sicht folgende Untersuchungen notwendig:

- In sorgfältiger Abstimmung mit dem LUGV, Gemeindevertretern in Rüdersdorf und Vertretern der Bürgerinitiative muss in Rüdersdorf ein Messcontainer für langfristige Messungen aufgestellt werden. Der Standort sollte so gewählt werden, dass die Emissionen der Industrieansiedlungen und des Straßenverkehrs optimal erfasst werden. Gleichzeitig ist der Standort so zu wählen, dass Wohnlagen mit sensibler Nutzung wie z.B. Kindergärten, Krankenstationen und Seniorenheime berücksichtigt werden. Herzfelde erfüllt diese Anforderungen m.E. nicht.
- Die für Herzfelde ausgewählten Messparameter sollten berücksichtigt werden; zusätzlich ist die Bestimmung des Sekundärluftschadstoffs Ozon wünschenswert. Außerdem empfehle ich die Messung von PM<sub>2,5</sub>, dessen Konzentration ab 2015 gesetzlich geregelt ist.
- Zur Senkung von NO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Straßenverkehr sollte bei künftigen Straßenbauten der Einsatz von Titandioxid in der Deckschicht geprüft werden. Titandioxid ist ein Katalysator zur Überführung von NO<sub>2</sub> in unschädliches Nitrat.
- An mindestens 5 Stellen in Rüdersdorf sollten die Staubdepositionen gemessen werden. In den Stäuben muss auch Calcium bestimmt werden, um auf Expositionen aus dem Kalkabbau schließen zu können.
- Zur Feststellung von Schadstoffeinträgen in Böden aus der Luft müssen Analysen an Böden ähnlicher Zusammensetzung wie in Lichtenow mit geringen anthropogenen Einflüssen vermessen werden.
- Zur Überprüfung von Schadstoffeinträgen in Gewässer müssen Sedimentanalysen durchgeführt werden.
- Weder ein Humanmonitoring noch eine umweltmedizinische Untersuchung sind bei dem derzeitigen Wissensstand zu den Expositionen der Rüdersdorfer Bevölkerung zielführend.

### **Erklärung**

Der Verfasser erklärt, dass er dieses Gutachten nach bestem Wissen und Gewissen auf der Basis der ihm von Ökopol und von der Gemeinde Rüdersdorf zur Verfügung gestellten Materialien sowie weiterer öffentlich zugänglicher Informationen (Literatur, Internet) abgefasst hat. Es bestehen keine die Neutralität und Objektivität beeinflussenden Interessenkonflikte.

Kiel, 20.August 2014

Dr. Hermann Kruse