

Daten zur Nürnberger Umwelt

1. Quartal 2014

Januar-Februar-März

Inhaltsverzeichnis

Vorwort des ersten Werkleiters	3
Klärschlammverwertung Region Nürnberg	4
Die lufthygienische Situation – erstes Quartal 2014	14
Luft-Messwerte und Wetterdaten, Tabellen	16
Quartalsübersicht Januar bis März 2014	17
Monatsübersichten Januar bis März 2014	18
Tagesmittelwerte / höchste Stundenmittelwerte Januar bis März 2014	21
Luft-Messwerte und Wetterdaten, Grafiken Januar bis März 2014	27
Quellenverzeichnis zum Beitrag „Klärschlammverwertung Region Nürnberg“	38

Stetig aktuelle Informationen zur Umweltsituation in Nürnberg finden Sie auf den Internetseiten der Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg:
www.umweltdaten.nuernberg.de

Über unseren Ansagedienst unter der Telefon-Nummer 0911 / 231-20 50 erhalten Sie stetig aktuelle Daten zur Ozon-Situation in Nürnberg.

Kontakt zum Werkbereich Umweltanalytik:
Telefon: 0911 / 231-31 13 (Herr Mahr)
Telefon: 0911 / 231-29 27 (Herr Menge)
Telefax: 0911 / 231-56 22
E-Mail: sun@stadt.nuernberg.de

Impressum

Herausgeber:
Stadt Nürnberg
Umweltreferat
Hauptmarkt 18, 90403 Nürnberg
ref3@stadt.nuernberg.de
www.umweltreferat.nuernberg.de

Verantwortlich für den Inhalt:
Alexander Mahr (SUN/Umweltanalytik)
Gestaltung und Redaktion:
Klaus Menge (SUN/Umweltanalytik),
Harald Bauer (SUN/Öffentlichkeitsarbeit)

Druck:
Noris Inklusion gGmbH,
Dorfäckerstraße 37, 90427 Nürnberg

Erscheinungsdatum: Juli 2014
Erscheinungstermin: Quartalsweise
Auflage: 150 Exemplare

Vorwort des ersten Werkleiters



Liebe Leserinnen und Leser,

die Energiewende stellt zweifellos das bedeutendste und am breitesten diskutierte umwelt- und gesellschaftspolitische Thema dieser Tage dar. Davon wird verdeckt, dass die Melodie von Erneuerbarkeit der Ressourcen und Effizienz ihres Einsatzes weit über das Energie-Thema hinaus reicht. Spätestens seit dem Bericht des Club of Rome „Die Grenzen des Wachstums“ wissen wir, dass viele für das Leben der Menschen bedeutsame Rohstoffe nur in endlicher Menge auf der Erde verfügbar sind. Bei wachsender Weltbevölkerung, höheren Ansprüchen an den Lebensstandard und einer immensen Steigerung der Warenproduktion erhöht sich der Druck auf die natürlichen Ressourcen und wir müssen den Weg zu einer wirklichen Kreislaufwirtschaft finden.

Für die Stadt Nürnberg arbeiten wir an einem Klimafahrplan 2010/2050, der konkretisieren soll, wie wir auf kommunaler Ebene die Energiewende voran bringen können und es schaffen, die international vereinbarten klimapolitischen Zielvorstellungen umzusetzen, die eine Reduktion der Freisetzung klimaschädlicher Gase um 80 % bis 2050 verlangen. Am 23.07.2014 wird dieser Fahrplan im Nürnberger Stadtrat vorgelegt werden.

Gleichzeitig – und bisher eher im Verborgenen – arbeiten wir an einer rohstoffsparenden und kreislaufwirtschaftlichen Grundsätzen verpflichteten Rohstoffwirtschaft: In diesem Heft stellen wir ein Verfahren zum Phosphorrecycling vor, das uns helfen soll, aus dem städtischen Klärschlamm den für die Landwirt-

schaft unverzichtbaren Nährstoff Phosphor zurück zu gewinnen. Er gelangt vor allem als Bestandteil der menschlichen Exkremente ins Abwasser und verbleibt im Klärschlamm. Es ist absehbar – das sagen verschiedene globale Untersuchungen – dass Phosphor zu einer knappen Ressource wird. Wir werden die nächsten Jahre nutzen, um ein Verfahren zu realisieren, mit dem dieser wertvolle Stoff zurück in den Kreislauf des Lebens geführt werden kann.

Ähnliche Überlegungen wie beim Abwasser gilt es in der Abfallwirtschaft anzustellen. Die Nürnberger Müllverbrennungsanlage versorgt mit ihrer Abwärme zahlreiche Haushalte über das kommunale Fernwärmenetz mit Heizenergie. Sie stellt Heißdampf für die Stromerzeugung zur Verfügung. Im Abfall enthaltene Eisenmetalle werden abgetrennt und in die Stahlproduktion zurück geführt. Weitere Reststoffe werden zu mineralischen Rohstoffen umgewandelt und wieder in Produktionskreisläufe eingeschleust. Darüber hinaus arbeitet der städtische Abfallwirtschaftsbetrieb ASN daran, die stoffliche Trennung der Abfälle weiter voran zu treiben und damit eine direkte Wiederverwertung von stofflichen Teilströmen zu ermöglichen. Dazu helfen die städtischen Wertstoffhöfe, aber auch neue Projekte. Aus alten und defekten Elektrogeräten sind die besonders wertvollen und raren Metalle und Halbmetalle gezielt zu entnehmen und erneut nutzbar zu machen. Diese Überlegungen und Versuche stehen noch ganz am Anfang. Erste theoretische Konzepte beziehen sich auf Wertstoffe wie Tantal oder Indium, die in ganz speziellen Komponenten solcher Geräte enthalten, damit gut identifizierbar und demontierbar sind. Es ist davon auszugehen, dass mit dem in Erarbeitung befindlichen Wertstoffgesetz solche Ansätze verbindlich gefordert werden. Wir stellen uns diesen Anforderungen und werden über weitere Projekte und Erkenntnisse wieder berichten.

Mit besten Grüßen

Dr. Peter Pluschke,
Umweltreferent der Stadt Nürnberg

Klärschlammverwertung Region Nürnberg

1. Einführung: Klärschlamm zu Energie und Dünger

Bei der Abwasserreinigung der Stadt Nürnberg fallen jährlich rund 40 000 Tonnen entwässerter Klärschlamm an, der zu einem hohen Preis aufwändig entsorgt wird. Zusammen mit den Städtepartnern Erlangen, Fürth und Schwabach summiert sich das Aufkommen auf ca. 70 000 Tonnen Schlamm pro Jahr. Diese Menge wird überwiegend in Braunkohlekraftwerken mitverbrannt, ein kleiner Anteil wird in Landwirtschaft und Landschaftsbau verwertet.

Deutschlandweit wird intensiv nach nachhaltigen, ökologisch verträglichen und zugleich wirtschaftlich vertretbaren Alternativen im Umgang mit Klärschlamm geforscht. Hierbei geht es im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes um die energetische wie stoffliche Nutzung des Schlammes als Rohstoff zur Deckung des Eigenbedarfs an Strom und Wärme, sowie die Rückgewinnung des Phosphors zur Verwendung als wichtiger Pflanzendünger.

Bayern, Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Niedersachsen favorisieren die Einstellung der Schlammausbringung auf Ackerflächen. Die Länder begrüßen über den Bundesrat die Initiativen zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Phosphor aus Abwasser, fordern entsprechende Initiativen seitens der Europäischen Kommission und erwarten von

der Bundesregierung, dass Deutschland die Vorreiterrolle für die Bereitstellung von P-Dünger aus Klärschlamm übernimmt [3]. Die Bundesregierung hat angekündigt, die Klärschlammausbringung zu Düngezwecken zu beenden und Phosphor und andere Nährstoffe zurückzugewinnen [6]. Dieses Vorhaben ist konsequent, die Umsetzung aber ökologisch wie wirtschaftlich nicht gelöst.

In einem internationalen Ideenwettbewerb wurden durch den Eigenbetrieb Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg 13 Verfahren der Klärschlammverwertung mit Phosphorrückgewinnung untersucht. Die Technologie des metallurgischen Phosphorreyclings im thermischen, reduktiven Schmelzvergasungsprozess eines Schachtofens [14] wurde als evident und zugleich wirtschaftlich valide eingestuft.

Nach erfolgreicher Akquisition von Fördermitteln des Bundes startet das Vorhaben mit der Genehmigungsplanung für das Pilotprojekt im halbertechnischen Maßstab, um die Technik zu erproben. Die Projektrealisierung erfolgt vorbehaltlich einer in Aussicht gestellter Förderzusage und der Genehmigung der Anlage nach Bundesimmissionsschutzgesetz.

2. Die Ziele

Die genannten Städtepartner der Metropolregion Nürnberg bündeln die Interessen der Klärwerksbetreiber im Sinne der

- optimierten energetischen und stofflichen Bilanz der Abwasserreinigung,
- Eliminierung der Schadstoffe des Abwassers über den Klärschlamm,
- Nutzung der Abwasserinhaltsstoffe unter Minimierung der Treibhausgasemissionen,
- umweltgerechten Verwertung der Klärschlamm-inhaltsstoffe (Metalle + P-Dünger) und der
- Minimierung sowie regionalen Allokation des Abfallrests mit weniger Transportkilometern.

Die Stadt Nürnberg gründete eine GmbH, um die damit zusammenhängenden Fragestellungen zu bearbeiten:

- Gestaltung eines regionalen Klärschlamm-managements.
- Aufbereitung des Klärschlammes (Trocknung und Brikettierung) mit Eigenenergie.
- Energetische Verwertung der Trockensubstanz mit einem einstufigen Prozess zur thermischen Inertisierung und zur Abtrennung der Wertstoffe von den Schwermetallen.
- Vermarktung der phosphathaltigen Schlacke.

3. Das Projekt

Seit mindestens 3000 Jahren werden Metalle im Schachtofen geschmolzen. 1794 erfand John Wilkinson den Kupolofen, um auch im kleinen Maßstab Gusseisen zu erzeugen. Der japanische Konzern Nippon Steel Engineering entwickelte 1979 das Verfahren des Direct-Melting, bei dem nicht das Schmelzen von Metall, sondern von Abfällen im Vordergrund steht. Unter Zumischung von Koks und gegebenenfalls Kalkstein wird der Abfall ohne Druck vorerhitzt und getrocknet. In der nächsten Zone kommt es zur thermischen Zersetzung und Ausgasung. In der Reaktorkernzone des Vergasers zerfallen bei hohen Temperaturen die organischen Bestandteile. Das Eisen, einschließlich der Schwermetalle, geht unter reduzierenden Bedingungen in die flüssige Phase über, wird über einen Siphon abgeleitet und durch Löschen im Wasserbad granuliert. Die flüssige Schlacke wird über die gleiche Weise abgeleitet. Erfolgt der Abstich gemeinsam, trennt ein nachgeschalteter Magnetseparator das Eisen- vom Schlackeagranulat.

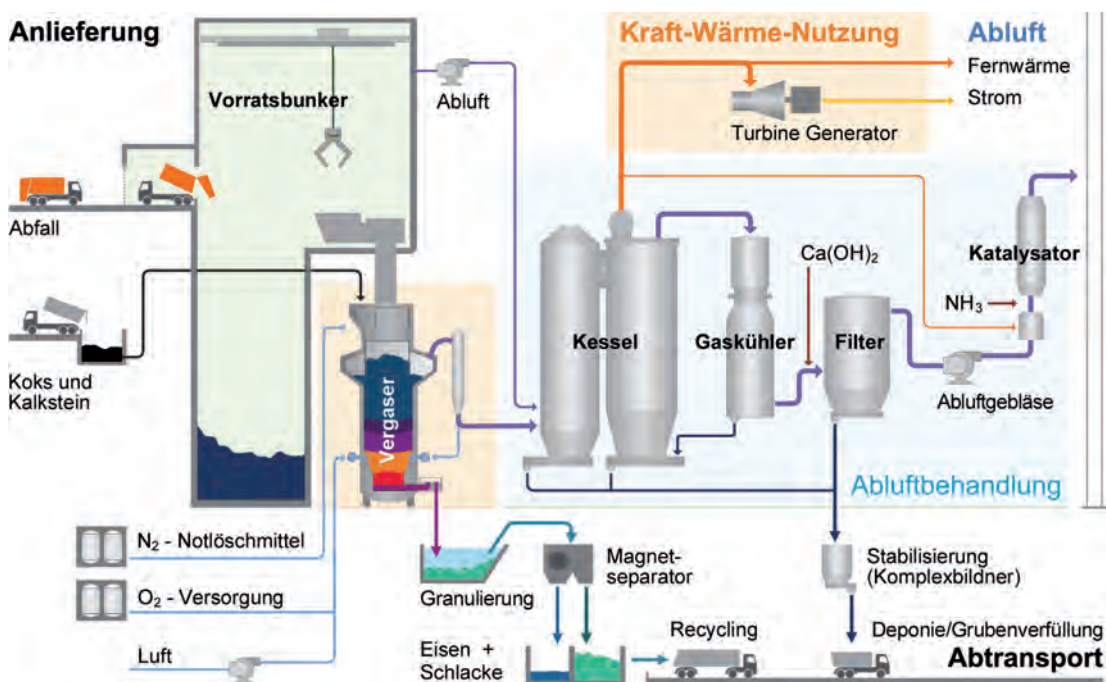
Als besondere Vorteile des Direct-Melting werden hervorgehoben [15]:

- Hohe Prozessstabilität durch mit Sauerstoff steuerbare Hochtemperaturvergasung.
- Reinheit der Produkte (Synthesegas, geringe Emissionen, homogene Metall- und Schlackezusammensetzung, sichere Zerstörung aller organischen Verbindungen).
- Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit durch günstige Energie- und Stoffrückgewinnung.
- Nachgewiesene Zuverlässigkeit durch Betrieb zahlreicher Anlagen.

Der Eisenabstich ist Senke für Schwermetalle und wird wie anderer Schrott in die Industrie zurückgeführt. Die granulierten Schlacke geht in die Baustoffindustrie. In Japan hat sich das Schmelzen der Siedlungs- und Industrieabfälle gegenüber der Verbrennung mit Rostfeuerung vor allem wegen der Sortenreinheit der Produkte (Eisen, Schlacke, Synthesegas) und der geringen Emissionsbelastung (HCl und SO₂) etabliert.

Bild 1: Verfahrensschritte Direct-Melting (in Anlehnung an [15]).

Vorbild für das in Nürnberg geplante Verwertungsverfahren (Mephrec-Verfahren).



3.1 Die Verhüttung von Klärschlamm

An der TU Bergakademie Freiberg wurden seit 1992 Versuche zur Schmelzvergasung von Abfällen durchgeführt. Auf dieser Basis konzipierten die Ingenieure der Firma ingitec GmbH, Leipzig, Ende 2002 das Verfahren zum metallurgischen Phosphor-Recycling (Mephrec®) und entwickelten es unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten für die Klärschlammbehandlung fort. Unter Zugabe von Koks und Sauerstoff wird dabei getrockneter und brikettierter Klärschlamm verarbeitet [16]. Der Koksanteil liegt bei ca. 15% der mineralischen Anteile im Klärschlamm und liefert die erforderliche Energie für den Schmelzprozess. In der Kernzone des Mephrec-Reaktors werden bei Temperaturen bis über 2000°C sämtliche organische Strukturen im Klärschlamm zerstört. Die mineralischen Anteile schmelzen zu einer phosphorhaltigen Schlacke, wobei die darin enthaltenen Schwermetalle reduziert werden und sich in einer eisenmetallischen Phase sammeln. Die leichtere, flüssige Schlacke

schwimmt auf und wird über einen Siphon vom flüssigen Eisen getrennt. Die Schlacke wird im Wasserbad granuliert. Das Verfahren ist flexibel auch für andere phosphorhaltige Stoffe wie Klärschlamm-Asche oder Tiermehl geeignet, sofern diese unter Bindemittelzugabe in geeigneter Weise in eine stabile, stückige Form verfestigt werden können.

Auf der Grundlage von Konformitätsuntersuchungen der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft war es möglich, die erzeugte Mephrec-Schlacke als Ausgangsmaterial für den mineralischen P-Dünger aus Schmelzvergasung in der aktuellen Düngemittelverordnung neben dem Thomasphosphat aus der Stahlindustrie zu verankern [5]. Mephrec wird inzwischen auch in der deutschen Fachwelt als eigenständiges Verfahren neben dem thermochemischen Aufschluss von Verbrennungsaschen anerkannt [8].

Tabelle 1: Berechnete Leistungsdaten der Klärschlammverhüttung bei Anlagenvollausbau für Gesamtklärschlammaufkommen der Städte Nürnberg, Erlangen, Fürth und Schwabach.

Input		Output	
Klärschlamm 27%TS	70 000 Mg/a	Synthesegas	51,00 GW/a
Betriebszeit	7 500 h/a	Rohgas ¹⁾	1,96 Nm³/a
Klärschlamm 100%TS	2,50 Mg/h	Leistung der Feuerung	5,88 MW
KS-Briketts 85%TS	3,00 Mg/h		2,20 MW _{el}
Hüttenkoks	0,18 Mg/h	P ₂ O ₅ -Schlacke-Granulat	960 kg/h
Technischer Sauerstoff	0,86 Mg/h	Eisenschrott	46 kg/h
Betriebsbeschäftigte	15 Personen	Staub	8 g/h
		Abwasser	840 l/h

Mg = Tonne

¹⁾ mit 16,4% H₂; 3,0% CH₄; 0,3% C₂H₄; 32% CO

Die Kernkomponenten der Systeme Direct-Melting und Mephrec sind vergleichbar, aber unterschiedlich optimiert. Die Logistik für die Klärschlammannahme und die Gesamtdimensionen sind bei Mephrec deutlich reduziert. Als vorbereitende Stufen kommen die Klärschlamm Trocknung und die Brikettierung mit Standardkomponenten hinzu. Das Prozesswasser der Klärschlamm Trocknung und Abluftbehandlung soll direkt im Klärwerk verarbeitet werden. Der Brennwert des Klärschlamm, vergleichbar mit Braunkohle, ist zu niedrig, um die

gewünschte Gasqualität zur motorischen Nutzung zu erzielen. Der Vergasungsprozess soll deshalb durch Zugabe von Sauerstoff höherwertiges Synthesegas erzeugen. Die Überschusswärme wird für die Klärschlamm Trocknung verbraucht.

Durch die geplante Verlängerung der Wertschöpfungskette kann der Deckungsgrad an selbst erzeugtem Strom für den Stadtentwässerungsbetrieb auf über 90% gesteigert werden.

3.2 Die Produktdaten

- > 95% Gesamt-P aus Abwasserstrom im Klärschlamm (bei P-Fällung mit Eisen III).
- > 80% Gesamt-P in metallurgischer Schlacke (ca. 4% in Eisenschmelze, Rest in Flugstaub).
- 12 bis 20% liegen als P_2O_5 vor, der Rest in unbedenklichen sonstigen Verbindungen.
- > 82% der P-Schlacke sind pflanzenverfügbar.

Schlackenart	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe-Oxide	P ₂ O ₅	Citratlöslichkeit
Mephrec-Schlacke ¹⁾	32,3	3,6	27,0	20,6	3,9	11,6	> 81,9
Thomas-Schlacke ²⁾	47-50	3,0	6-8	1-2	12-16	16-19	85-95

2) Literaturangabe

Gesetzliche Bestimmung	As	Pb	Cd	Cd/kg P ₂ O ₅	Cr VI	Ni	Hg	Ti	Cu	Zn	U
Bioabfallverordnung (BioAbfV)	-	150	1,5	-	-	50	1	-	100	400	-
Düngemittelverordnung (DüMV)	40	150	1,5	50	2	80	1	1	-	-	-
Klärschlammverordnung ¹⁾ (AbfKlärV)	-	120	2,5	-	-	80	1,6	-	700	1500	-
Klärschlammverordnung ²⁾ (AbfKlärV)	-	150	3	-	-	100	2	-	580	1800	-
Schlacke aus der Schmelzvergasung ³⁾	0,59	< 20	0,02	0,14	< 1	< 15	0,01	0,01	74	85	10
Teilaufgeschlossenes Rohphosphat ⁴⁾	24,6	10,1	64	-	382	92,7	0,08	1,3	79,6	1126	445
Triple Superphosphat ⁵⁾	13,7	32,3	62,1	-	503	45,9	0,04	0,8	33,6	778	229
Rohphosphat mit kohlensaurem Kalk aus Meeresalgen mit Magnesium ⁶⁾	22,2	21,5	65,7	-	663	21,4	0,11	6,7	30,2	865	126

1) $< 5\%$ P_2O_5 in der Trockenmasse
 2) $> 5\%$ P_2O_5 in der Trockenmasse
 3) $11,6\%$ P_2O_5 in der Trockenmasse
 4) $39,8\%$ P_2O_5 in der Trockenmasse, Mittelwert aus 21 untersuchten Düngern
 5) $45,5\%$ P_2O_5 in der Trockenmasse, Mittelwert aus 11 untersuchten Düngern
 6) $17,8\%$ P_2O_5 in der Trockenmasse, Mittelwert aus 5 untersuchten Düngern

3.3 Die Ökobilanz

Das Verfahren Mephrec wurde mit dem bisherigen Entsorgungsweg der Mitverbrennung im Braunkohlekraftwerk verglichen [12]. Die Systemgrenze umfasst die Stoffstrom- und Energiebilanzen für die beiden alternativen Entsorgungssysteme, beginnend mit der Erzeugung von Schlamm und dessen weitere Behandlung bis zur Entsorgung der Reststoffe, einschließlich der Verfahren zur P-Rückgewinnung.

Mephrec ist gegenüber einer Mit- und Monoverbrennung ohne Ascheverwertung ökologisch betrachtet bei den Umweltwirkungen Phosphorressource, Versauerung, Eutrophierung, Humantoxizität und Bodenschutz erheblich im Vorteil. Aufgrund der maximalen Ausbeute und den zugleich geringsten Schadstoffkonzentrationen in der Phosphorschlacke schneidet das Verfahren im Vergleich zu den anderen begutachteten Recyclingsystemen sehr gut ab. Es ist günstiger als die landwirtschaftliche Direktverwertung, weil die Faktoren Versauerung und Bodenschädigung, die sehr mäßige Pflanzenverfügbarkeit des mit Eisensalz gefällten Phosphors und die hohen organischen und metallischen Belastungen mit humantoxikologischem Potenzial deren Ökobilanz nachhaltig belasten [11].

Ca. 68% des gesamten Energiegehalts von Klärschlamm wird durch Vergärung und Kraft-Wärme-Kopplung genutzt. Die Optimierung dieser Prozessschritte erzielt die höchsten ökologischen Effekte der Klärschlammverwertung. Auch die übrigen 32% der im stabilisierten Klärschlamm enthaltenen Restenergie müssen genutzt werden. Im Gegensatz zur Mit- oder Monoverbrennung bietet Mephrec die Option der Synthesegaserzeugung mit daran anschließender Eigenstromerzeugung. Der Wärmeüberschuss wird im Klärschlamm Trocknungsprozess aufgebraucht.

Bei der Mitverbrennung im Braunkohlekraftwerk kann man den Klärschlamm als positives Substitut für die emissionslastige Braunkohle ansetzen. Man muss es aber nicht: Wird der Strom im Klärwerk durch die Synthesegasverwertung selbst erzeugt und verbraucht, entfällt der Bezug von Fremdstrom in gleicher Höhe. In der Folge fällt die Nachfrage nach in Braunkohlekraftwerken erzeugtem Strom. Mittelfristig kann so auf die Vorhaltung des Kohlekraftwerkanteils verzichtet werden. Die Ökobilanz der Treibhausgasemissionen wird auch in diesem Punkt positiv.

3.4 Die Kosten

Die Verfahrenstechnik Mephrec ist kapital- und betriebsmittelintensiv. Einer Machbarkeitsstudie veranschlagt die Investitionskosten dafür auf 25,6 Mio EUR (incl. MwSt). Die laufenden Kosten für Betrieb und Unterhalt summieren sich auf 5,7 Mio. EUR/a.

In einer Studie [10] wurde die Kostenstruktur der P-Erzeugung vergleichbar zu den anderen in der „PHOBE“-Förderinitiative P-Recycling berücksichtigten Verfahren kalkuliert. Danach würde der Erzeugungspreis mit 10,50 EUR/kg P etwa das 8-fache des Marktpreises von Naturphosphat betragen. Der Preis ist fast 4-fach so hoch wie das preisgünstigste Recyclingverfahren [9]. Der wesentliche Unterschied: Es wird durch Eigenerzeugung der Stromeinkauf in Höhe von ca. 2,5 Mio EUR eingespart und der Klärschlamm nahezu abfallfrei am Standort verwertet.

Wegen der Vorhaltung der anspruchsvollen Technik, der Logistik und des Betriebspersonals ist ein Downscaling der Anlage nicht sinnvoll.

Die Wirtschaftlichkeitsrechnung reagiert aufgrund des überproportionalen Betriebsmittelbedarfs sensitiv auf Preisentwicklungen des Rohstoffmarkts für Sauerstoff und Koks. Es kann nicht damit gerechnet werden, dass der Erzeugerpreis des Recyclingphosphors gegenüber Rohphosphat rasch abnimmt. Auch überproportional wachsende Erlöse aus P-Verkauf verbessern deshalb die Bilanz nicht entscheidend. Durch die hohe energetische Eigenbedarfsdeckung entkoppelt sich jedoch die Preisentwicklung der Gesamtkläranlage besonders von den Stromlieferbedingungen des Marktes.

4. Die Pilotanlage

Die prinzipielle Eignung des Verfahrens und die Qualität der Produkte wurden experimentell am Gießerei-Institut der Technischen Universität Bergakademie Freiberg im Kleinkupolofen nachgewiesen. Die Technologie ist evident, aber in den notwendigen Dimensionen unerprobt. Die Risiken hinsichtlich Investitionsentscheidung, Realisierungs- und Betriebserfolg einer technischen Großlösung sind besonders im Verhältnis zum erwarteten

Erlös noch zu hoch, um allein durch den Betreiber einerseits, oder einen potenziellen Generalübernehmer der Anlage (Wirtschaftspartner/Privatinvestor) andererseits übernommen werden zu können. Eine Pilotanlage im halbtechnischen Maßstab soll im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsprojekts klären, ob die Technik zur Erreichung der genannten Ziele eine betriebssichere und wirtschaftliche Lösung ist.

4.1 Organisation

Im Rahmen der Projektentwicklung wurde nach Lösungen gesucht, um die hohen Risiken des Vorhabens zu begrenzen, beziehungsweise den Erfolg zu sichern. Das Forschungsvorhaben wird seitens der Bundesregierung gemäß vorläufiger Ergebnisse zu günstigen Förderquoten des Programms ERWAS unterstützt [2]. Die Kooperationspartner sind die Stadt Nürnberg als projektierende Gesellschaft und Standortsgeber, ein privater Wirtschaftspartner und Verfahrensgeber, der Betreiber einer Klärschlammmonoverbrennungsanlage und vier renommierte Forschungsinstitute.

Die Partner bleiben wirtschaftlich eigenständig und selbstverantwortlich; die Projektkoordination wird über einen Kooperationsvertrag geregelt. Nürnberg stellt die Infrastruktur und die laufenden Betriebsmittel einschließlich Betriebspersonal. Die Kosten

dafür entstehen überwiegend proportional zur tatsächlichen Laufzeit des Projekts. Das verfahrenstechnische und wirtschaftliche Hauptrisiko trägt der private Investor. Zusammen mit dem Verfahrensgeber entscheidet er maßgebend über die (wirtschaftliche) Zukunft des Verfahrens. Die Zusammenarbeit mit den wissenschaftlichen Fachinstituten gewährleistet die transparente Überprüfung der Technologie unter technischen, wirtschaftlichen, ökologischen und marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten.

Das Projekt wird seitens der Stadt durch eine GmbH abgewickelt, um Vorteile aus der Absetzung von Umsatzsteuer auf Investition und Betriebsmittel zu erwirtschaften. Langfristig werden zudem Vorteile hinsichtlich Verwaltung und Geschäftsbwicklung zusammen mit den Kooperationspartnern erwartet.

4.2 Programm und Zeitplanung

Die Pilotanlage hat eine Anlagenleistung von etwa einem Fünftel der geplanten Großanlage. Die technische Ausstattung reduziert sich auf die wesentlichen Komponenten des Verfahrens. Das Projekt gilt als erfolgreich, wenn die Anlage die geplanten Produkte mit der Mindestqualität und -Menge verlässlich erzeugt und eine Dauerleistung von 1000 Betriebsstunden erreicht. Es entstehen Betriebskosten von 2,2 Mio EUR. Der Gesamtaufwand einschließlich Abriss der Anlage beträgt bis zu 5,7 Millionen EUR (incl. MwSt).

Die technischen Schwierigkeiten liegen im Bereich der Ofentechnik, der zuverlässigen und kontinuierlichen Betriebsweise und besonders in der erforderlichen Aufbereitung der Eingangsstoffe. Es ist unklar, mit welchem Aufwand die notwendige Stabilität und Stückigkeit des Klärschlammbricketts erfolgen muss, damit der Schmelzvorgang sicher und kontinuierlich funktioniert. Die zweite Herausforderung liegt in der (preis)optimierten Gestaltung der Abluftreinigung.

Die hergestellten Klärschlammbricketts sind lagerfähig und könnten als Energiespeicher für eine anti-zyklische Nutzung überschüssiger Energie über die Sommermonate hinweg den Gesamtwirkungsgrad der Kläranlage optimieren.

Das Verfahren wird ökologisch bilanziert. Für eine Vermarktung des Recyclingphosphats sind die Nachweise für die REACH-Konformität mit umfangreicher Prüfung der Umwelt- und Gesundheitsrelevanz zu erarbeiten. Die Vermarktung der Technik und der Produkte wird studiert.

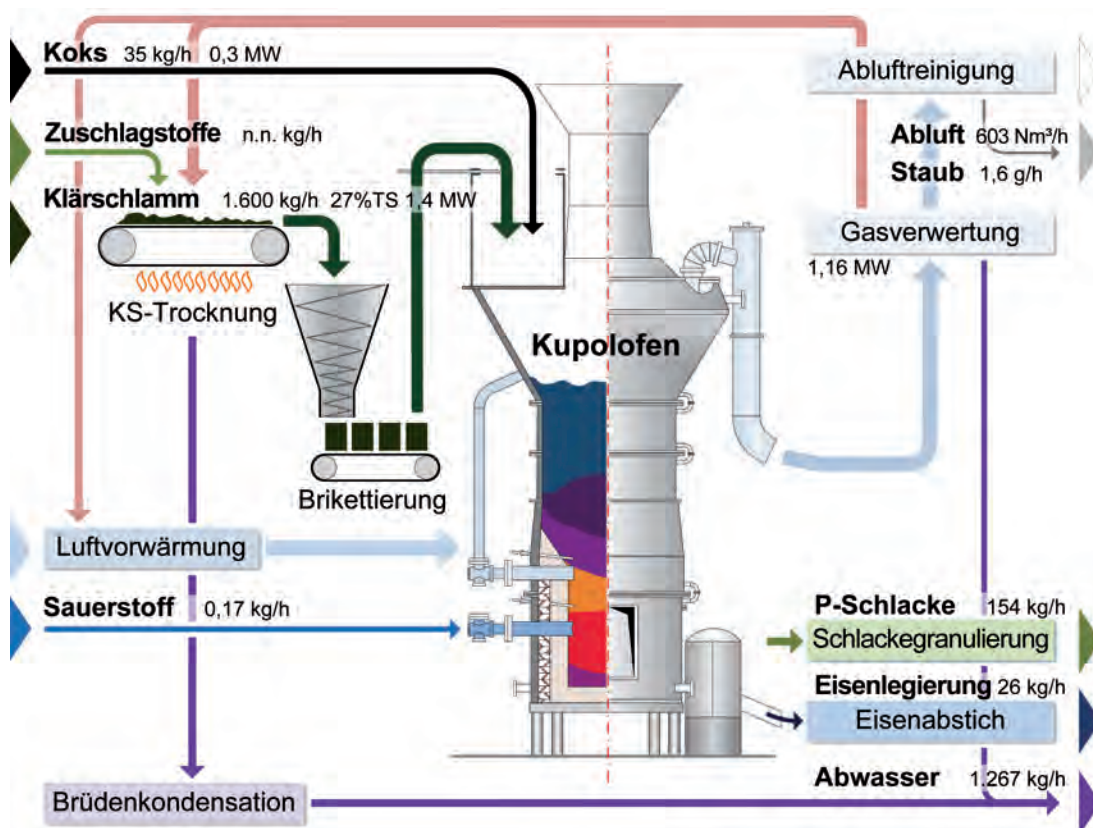


Bild 4: Anlagenkomponenten Mephrec-Pilotanlage Nürnberg im halbtechnischen Maßstab.

5. Die Aussichten

Die anhaltende Diskussion um die Klärschlamm Entsorgung, die Verstärkung der Integrationsbemühungen in Folge des Vorrangs der stofflichen Verwertung im Kreislaufwirtschaftsgesetz und nicht zuletzt die international zunehmende Abhängigkeit vom Rohstoffmarkt für Phosphor haben das Interesse der Bundesregierung an realisierbaren technischen Lösungen zur nachhaltigen Verwertung der Abwasserreststoffe verstärkt [4].

Während bei handelsüblichen NPK-Dünger indirekt der steigende Preis dessen vernünftigen Gebrauch regelt, wird die Entsorgung von Klärschlamm in der Landwirtschaft durch das Entgelt der Klärbetriebsbetreiber gefördert und nur durch Gesetze wirksam und umweltbezogen begrenzt. Es ist nicht abzusehen, dass die gezahlten Entgelte überhaupt dazu verwendet werden, die negativen Langzeitwirkungen je auszugleichen.

Das Ergebnis der Förderinitiative der Bundesregierung zu „Kreislaufwirtschaft für Pflanzennährstoffe, insbesondere Phosphor“ [1] macht offensichtlich, dass

- die meisten neuartigen Verfahren des Phosphorrecyclings noch sehr fern von einer industriellen Anwendung sind,
- der Investitions- und Betriebsmittelaufwand zur Rückgewinnung von Phosphor im Verhältnis zum Nutzen in der Regel unverhältnismäßig hoch sind und dass
- eine Refinanzierung des Aufwands durch Verkaufserlöse aus recyceltem Phosphor bis auf weite Zukunft nicht absehbar ist.

Das Problem ist volkswirtschaftlich nur dadurch lösbar, dass ein geeignetes Verfahren integraler Bestandteil der am Standort vorhandenen Anlagen- und Marktfaktoren wird, und zwar durch

- Mitbenutzung vorhandener Infrastruktur wie Abwasser- und Abluftreinigung,
- einfache, möglichst einstufige Prozessketten mit Eigenverwertung der erzeugten Energie (Wärme und Strom) und
- Substitution von Aufwand für Logistik und Fremddentsorgung durch Vermeidung von Abfall (Klärschlamm/Rechengut) bei gleichzeitiger Wertschöpfung (leicht verfügbares Phosphorsubstrat).

Der wasser- und gebührenrechtliche Auftrag der Gemeinden endet mit der Abwasserreinigung und Entsorgung der Abfallstoffe. Um einen finanziellen Deckungsbeitrag zu erzielen und eine ökologisch wie volkswirtschaftlich positive Wirkung zu entfalten, muss zudem ein alternativer Markt für den Recyclingstoff entwickelt werden. Unter marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten könnte sich dieser im Umfeld der öffentlichen Siedlungswasserwirtschaft günstig entwickeln, wenn folgende Faktoren eingehalten werden:

- im Vergleich zu natürlichen, marktüblichen Rohphosphaten geringere Schadstoffgehalte,
- spekulationsfreie, weltmarktunabhängige und gesicherte Mindestliefermengen, sowie
- verlässliche Margen durch niedrige Abgabepreise.

5.1 Das Potenzial

Eine im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums erstellte Untersuchung [13] kommt zum Ergebnis, dass das Vorhaben zur Verhüttung des Klärschlammes nicht nur für die Metropolregion Nürnberg, sondern generell das aussichtsreichste Modell für eine Umsetzung einer landesweiten Phosphorrückgewinnung darstellt, da gleichzeitig das stoffliche als auch das energetische Potenzial des Ausgangsstoffs genutzt wird, das Recycling eine Quote erzielt, die derzeit konkurrenzlos ist und die hergestellte P-Schlacke besonders geringe Mengen schädlicher Stoffe enthält.

Prinzipiell weist das Verfahren hohe Flexibilität hinsichtlich der Annahme weiterer P-haltiger Reststoffe aus Biovergärung oder aus der Tiermehlverwertung auf.

Die Klärschlammbricketts sind ein potenzieller Energiespeicher, der hinsichtlich des Ausgleichs von Nachfrage und Angebot von Wärmeenergie zur Optimierung der energetischen Bilanz der Kläranlage und gegebenenfalls auch eines Fernwärmeverbunds beitragen kann.

Wenn die Entsorgung von Klärschlamm in der Landwirtschaft gesetzlich beendet werden sollte, stehen derzeit die Wege der Monoverbrennung und die der Mitverbrennung als wirtschaftlich vertretbare Alternativen zur Verfügung. Um neben der energetischen auch die stoffliche Verwertung zu gewährleisten, gibt es nur die Möglichkeit, entweder vor der Mitverbrennung einen Mindestanteil von ca. 30 bis 40% düngemittelfähiger P-Verbindungen aus Abwasser oder Faulschlamm zu extrahieren, oder im Falle der Monoverbrennung in einem zusätzlichen Verfahrensschritt die Asche thermochemisch oder nasschemisch aufzuschließen. Der Zwischenschritt einer Deponierung von Monoverbrennungsasche ist ein denkbarer politischer Kompromiss, volkswirtschaftlich aber nur das geringere Übel, da der finanzielle und ökologisch relevante Ressourcenaufwand der nochmaligen Aufbereitung die Vorteile des Verfahrens aufzehrt.

Der dritte Weg ist die Verwertung in einem gemeinsamen Prozess. Dieser Weg scheint aktuell sowohl energetisch als auch ökologisch die sinnvollste Lösung. Die Behandlung von Abfall mit Schmelzvergasung zum Beispiel im Verfahren des DirectMelting ist bewährte Praxis. Es ist naheliegend, die Technik auch auf Klärschlamm anzuwenden und im Verhüttungsprozess die phosphorhaltige Schlacke, vergleichbar zum Thomasmehl, weiter zu verwerten.

Gemäß den vorliegenden Wirtschaftlichkeitsberechnungen hat Mephrec als integrierte Lösung das höchste Potenzial, zum gleichen Preis wie die Klärschlamm-Monoverbrennung die Ziele zu erreichen.

Tabelle 4: Einschätzung des Potenzials der alternativen Klärschlammverwertungskonzepte für die Metropolregion Nürnberg.

System der Klärschlammnutzung		P aus Abwasser / Klärschlamm + Mitverbrennung	Klärschlamm- und Ascheverhüttung + P - Schlacke	Monoverbrennung + P aus Asche
Kriterium / Gewichtung		1. P - Extraktion 2. Energetische Nutzung	Stofftrennung mit energetischer Nutzung	1. Energetische Nutzung 2. P - Extraktion
Energetische Nutzung	15%	-	++	-- (+) ¹⁾
Eigenbedarfsdeckung				
P-Verwertung (Effekt.+ Verfügbarkeit)	15%	o (Fällung) + chem. Aufschluss	++	++
Qualität der Produkte	10%	+ (MAP-Fällung)	++	+
Abfall	10%	o (Emission Braunkohle)	+	o
Emissionen sonstige Faktoren Ökobilanz	10%	o	+ (bei Eigenbedarfsdeckung)	o
Regionale Allokation und Wertschöpfung	5%	- (Handel) + (kurze Entfernung)	+ (Großanlage)	+ (Großanlage)
Gesamtkosten der Verwertung	25%	+ (MAP-Fällung)	++	- o ¹⁾
Investitionsbindung	5%	+	--	--
Erfahrung	5%	+	o	+
Gesamtwertung		o	++	o (+) ¹⁾

¹⁾ Ohne Zwischendeponierung und ohne spätere Aufbereitung im zweiten Schritt

5.2 Der Beitrag der Politik

Ob das vorgestellte Recyclingverfahren am Markt gegenüber der konventionellen Monoverbrennung bestehen kann, hängt letztlich davon ab, ob die Bundesregierung gemäß der Koalitionsvereinbarung das Phosphor-Recyclinggebot tatsächlich durch Bundesverordnungen durchsetzt.

Die Entscheidung, ein Rückgewinnungsgebot für Phosphor einzuführen, hängt jedoch nach Auffassung der Bundesregierung und der Bundesländer unter anderem von der Pflanzenverfügbarkeit der Recyclingdünger sowie von der technischen Durchführbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Rückgewinnungsverfahren ab. Hier bedarf es nach Auffassung der Bundesregierung weiterer Erkenntnisse, so dass die Einführung eines Rückgewinnungsgebots derzeit als verfrüht eingeschätzt wird. [4]

Diese Feststellung benennt das Kernproblem der Regierung: Sie will Weichen für eine sinnvolle Umweltpolitik stellen, kennt aber noch nicht die wirtschaftlich überzeugenden Handlungsoptionen.

Eine Subventionierung der Düngemittelproduktion ist über Abwassergebühren nicht möglich. Neben indirekten Fördermaßnahmen wird demnach die Qualität des Endprodukts die zukünftige Recyclingquote definieren.

Es bedarf der Unterstützung geeigneter, finanziell leistungsfähiger Verbandsstrukturen, um in geeignete Technik zu investieren. Der Vorteil des Betreibers bei Eigenstromerzeugung und -Nutzung muss zumindest im Rahmen des selbst erzeugten Synthesegases erhalten bleiben. Zur Einführung des Verwertungsgebots sind Übergangsfristen in Höhe von mindestens einer Anlagengeneration notwendig, um Markt und Strukturen anzupassen.

Die Ziele lassen sich nur gemeinsam in größeren Verbandsstrukturen lösen und Umweltschutz hat seinen Preis. Eine effiziente und wirtschaftliche Verwertungsstrategie erfordert nicht zuletzt die Verständigung der Kommunen auf eine gemeinsame Strategie und Finanzierung über Lokalinteressen hinweg.

6 Das Ergebnis

Die Siedlungswasserwirtschaft der Zukunft muss neben den Fragen der Erhaltung der bestehenden Infrastruktur und der Vervollständigung der Abwasserreinigung auch die verfahrenstechnische Herausforderung der möglichst weitgehenden Verwertung des Abwassers und seiner Inhaltsstoffe lösen. Rechengut und Klärschlamm sind zunächst Rohstoff für die Eigenbedarfsdeckung an Wärme und Strom. Sie sollen aber zugleich den Dünger für die Nahrungskette wieder zur Verfügung stellen. Aus den Nebenprodukten der Abwasserreinigung ließen sich hierbei bis zu 40 Prozent des zukünftigen Phosphorbedarfs der Landwirtschaft und Nahrungsmittelindustrie decken.

Obwohl einige Recyclingtechniken bessere Qualitäten als der Rohstoffmarkt liefern, bleibt die Herstellung von Düngemitteln ein Nebeneffekt der Abwasserreinigung. Der Preis für die Verwertung ist weiterhin der Entsorgungspreis für Klärschlamm. In diesem Sinne spielt die Optimierung der Verfahren hinsichtlich Energieausbeute und Eigenbedarfsdeckung weiterhin die bestimmende Rolle.

Unter der Prämisse „Sludge to energy and food“ hat das integrierte Verfahren der Klärschlammverhüttung mittelfristig das größte Potenzial. Die Abwasserwirtschaft kann auf diese Weise langfristig ihre volkswirtschaftliche Bedeutung durch Erschließung neuer, zusätzlicher organischer Rohstoffquellen für die Zukunft nicht nur behaupten, sondern möglicherweise sogar vergrößern.

Die lufthygienische Situation – erstes Quartal 2014

Das erste Quartal des Jahres 2014 begann zum Jahreswechsel aufgrund des Feuerwerks mit erhöhten Feinstaubwerten bis $1100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Stundenmittelwert, PM_{10} am Jakobsplatz) und damit wie in fast jedem Jahr mit der ersten Überschreitung des Tages-Grenzwertes für PM_{10} . Am Neujahrstag war die Belastung der Luft wieder auf ein normales Maß gesunken; um die Mittagszeit lagen die PM_{10} -Werte wieder unter $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Wegen der ungewöhnlich hohen Temperaturen im Januar kam es kaum zu Inversionswetterlagen, so dass es im ersten Monat des neuen Jahres nur zu 3 Feinstaub-Überschreitungstagen an den städtischen Luftmessstationen kam. Insgesamt wurden im ersten Quartal am Jakobsplatz 10 Überschreitungstage beim PM_{10} registriert (s.u.). Bei den anderen gemessenen Luftschadstoffen zeigte das Ozon für die Jahreszeit auffällige Konzentrationsspitzen, was mit dem ungewöhnlich sonnigen Monat März erklärbar ist. Im Februar erreichte uns eine Staubwolke aus der Sahara, die allerdings keine größeren Auswirkungen auf die Feinstaubbelastung im Stadtgebiet hatte.

Feinstaub:

Die Feinstaubbelastung der Luft (PM_{10}) blieb im ersten Quartal am Jakobsplatz und am Flughafen im Rahmen der durchschnittlichen langjährigen Monatsmittelwerte.

Die PM_{10} -Monatsmittel betrugen am Jakobsplatz 23 bis $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und am Flughafen 15 bis $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sie lagen damit deutlich unter dem Jahresgrenzwert der 39. BImSchV von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Im 1. Quartal 2014 wurden an den Messstationen Jakobsplatz und Flughafen 10 bzw. 3 Überschreitungen des Tagesgrenzwertes für PM_{10} ($=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) festgestellt. Mit 10 Überschreitungstagen blieb das erste Quartal etwas unter dem Schnitt der letzten 5 Jahre. Die höchsten an den städtischen Luftmessstationen gemessenen Tagesmittelwerte von PM_{10} , die zu Überschreitungen des Tagesmittelwertes führten, wurden am Jakobsplatz registriert: $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1.1.), $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (31.1., Inversionswetterlage) und $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (14.3.). Am Flughafen betrug der höchste PM_{10} -Wert $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (31.1.).

Der am 19. Februar einsetzende Ferneintrag von Wüstenstaub hatte keine Grenzwertüberschreitungen beim Feinstaub PM_{10} zur Folge: Die Tagesmittelwerte blieben am Jakobsplatz und am Flughafen unter 50% des Tagesgrenzwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Auch an der Luftmessstation des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) an der Von-der-Tann-Straße wurde nur ein Tagesmittel von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Dies zeigt, dass deutlich sichtbare Ferneinträge von Staub oft keinen großen Einfluss auf die lokale Feinstaubbelastung haben.

Für die Feinstaubfraktion $\text{PM}_{2,5}$ wurden für das 1. Quartal Mittelwerte von $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Jakobsplatz und $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Flughafen gemessen. Die Werte liegen damit deutlich unter dem ab 2015 geltenden Luftgrenzwert für $\text{PM}_{2,5}$ (von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Ganzjahresgrenzwert).

Stickstoffdioxid:

Die Belastung der Luft mit Stickstoffdioxid (NO_2) entsprach den Verhältnissen der vier vorangegangenen Jahre. An der Messstation Flughafen lag die NO_2 -Konzentration im Quartalsmittel bei $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, am Jakobsplatz bei $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und an der Messstation Muggenhof bei $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Grenzwert der 39. BImSchV von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 (Mittelwert für ein Kalenderjahr) wurde an allen städtischen Messstationen im 1. Quartal 2014 deutlich unterschritten. Die höchsten Belastungen durch Stickstoffdioxid traten Mitte März auf. Am 14.3. wurde am Jakobsplatz ein Tagesmittelwert von $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen (Station Muggenhof: $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Die höchsten Stundenmittelwerte lagen an diesem Tag bei 110 bis $122 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der zulässige Stunden-Grenzwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 der 39. BImSchV wurde damit sicher eingehalten.

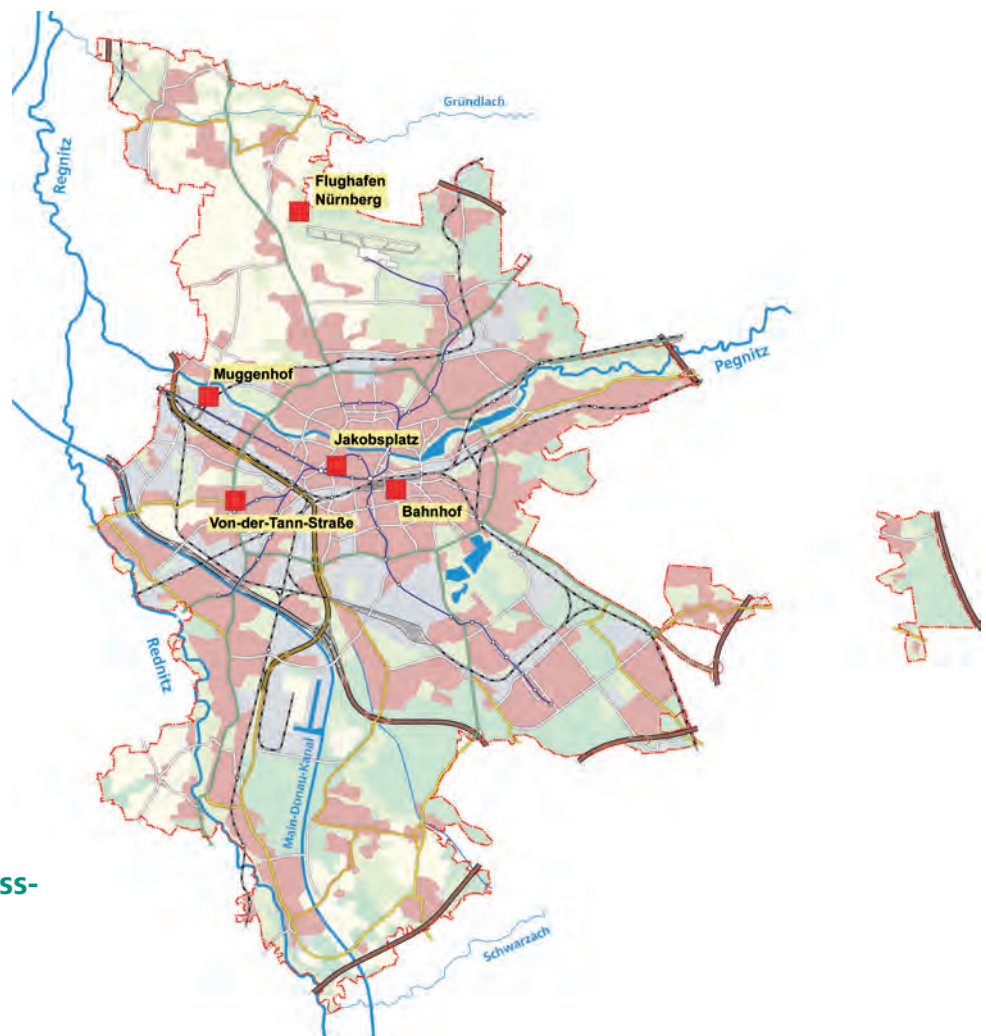
Am Flughafen wurde an diesem Tag auch eine höhere Konzentration Toluol gemessen. Ursache für beide Auffälligkeiten war eine Hochdruckwetterlage mit nur geringen Windgeschwindigkeiten. Mit dem Einsetzen des kräftigen Windes am 15.3. (bis Windstärke 5) sank die Luftbelastung wieder auf niedrige Konzentrationen.

Ozon:

Für die Jahreszeit ungewöhnlich war die Situation beim Ozon: Am 30. März schien die Sonne kräftig, am Flughafen wurden Ozonkonzentrationen von über $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Insgesamt wurde an dieser Messstation im März an 9 Tagen ein Stundenmittelwert von $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschritten. Der Informationsschwellenwert von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nach der 39. BImSchV wurde aber deutlich unterschritten. Auf den Ozon-Monatsmittelwert für den März 2014 hatte dies keinen relevanten Einfluss, denn mit $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Flughafen) blieb dieser im üblichen Rahmen.

Messwerte im Internet:

Die aktuellen Messwerte der städtischen Luftmessstationen und sämtliche Quartals-berichte werden im Internet unter www.umweltdaten.nuernberg.de durch die Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg, Werkbereich Umweltanalytik (SUN/U) bereit gestellt.



Die Lage der Luftmessstationen im Nürnberger Stadtgebiet

Standort	Betreiber	Charakteristik
Flughafen Nürnberg	Stadt Nürnberg	Stadttrand / Hintergrundbelastung
Jakobsplatz	Stadt Nürnberg	Innenstadt / Hintergrundbelastung
Muggenhof	Stadt Nürnberg + LfU	Innenstadt / Hintergrundbelastung
Hauptbahnhof	Landesamt für Umwelt (LfU)	Hauptverkehrsstraße
Von-der-Tann-Straße	Landesamt für Umwelt (LfU)	Hauptverkehrsstraße

Luft-Messwerte und Wetterdaten, Tabellen

für das erste Quartal 2014

Messstationen Flughafen, Jakobsplatz, Muggenhof und Klärwerk 1

Verwendete Abkürzungen:

PM_{2,5}: Feinstaub PM_{2,5}

PM₁₀: Feinstaub PM₁₀

CO: Kohlenmonoxid

NO: Stickstoffmonoxid

NO₂: Stickstoffdioxid

NA Aktiv: Natürliche Radioaktivität

TMW: Tagesmittelwert

HTMW: Höchster Tagesmittelwert

HSMW: Höchster Stundenmittelwert

98-P: 98%-Perzentil

Tagesmax: max. Niederschlagsmenge pro Tag

Mittelwertbildung

Für die Luftschadstoffe gelten als Bewertungsgrundlage verschiedene Mittelungszeiträume. Diese werden geregelt in der 39. BImSchV vom 2.8.2010. Es gelten jeweils folgende Zeiträume für die Mittelwertbildung:

Stundenmittelwert : NO₂, O₃

Tagesmittelwert : PM₁₀

Gleitender-Mittelwert über 8 Stunden : O₃, CO

Jahresmittelwert : PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂

Luftschadstoffe, Quartalsübersicht Januar bis März

Parameter	Station	Einheit	Mittelwert	Höchster Stundenmittelwert	Höchster Tagesmittelwert	Ausfall [%]	Median	98% Perzentil
Stickstoffdioxid NO ₂	Flughafen	µg/m ³	27	110	53	2,3	25	64
	Jakobsplatz	µg/m ³	37	135	78	1,9	34	84
	Muggenhof	µg/m ³	34	121	66	0,6	33	77
Stickstoffmonoxid NO	Flughafen	µg/m ³	10	121	39	2,3	3	66
	Jakobsplatz	µg/m ³	21	243	66	1,3	12	102
	Muggenhof	µg/m ³	21	323	82	0,6	9	118
Feinstaub PM ₁₀	Flughafen	µg/m ³	20	363	65	0,1	16	63
	Jakobsplatz	µg/m ³	28	1102	97	1,3	22	85
Feinstaub PM _{2,5}	Flughafen	µg/m ³	16	117	59	0,2	13	52
	Jakobsplatz	µg/m ³	21	285	64	1,9	16	62
Kohlenmonoxid CO	Flughafen	mg/m ³	0,3	0,8	0,5	2,3	0,3	0,5
	Jakobsplatz	mg/m ³	0,4	2,0	0,7	4,2	0,3	0,8
Ozon O ₃	Flughafen	µg/m ³	29	123	74	3,4	22	97
	Jakobsplatz	µg/m ³	20	118	63	7,1	11	89
Benzol	Flughafen	µg/m ³	1,1	5,2	2,7	4,5	1,0	2,5
Toluol	Flughafen	µg/m ³	1,84	39,52	7,33	4,54	1,33	7,40
Natürliche Radioaktivität	Klärwerk 1	Bq/m ³	9,32 (a)	20,79	17,92	67,7	9,07	18,56
Künstliche Radioaktivität	Klärwerk 1	Bq/m ³	0,50 (a)	0,50	0,50	67,7	*	*

Meteorologische Daten, Quartalsübersicht Januar bis März

Parameter	Station	Einheit	Mittelwert	Höchster Stundenmittelwert	Höchster Tagesmittelwert	Niedrigster Stundenwert	Niedrigster Tageswert	Ausfall [%]
Temperatur	Flughafen	°C	4,9	21,7	14,1	-4,3	-1,1	0,2
	Jakobsplatz	°C	6,0	22,4	16,9	-1,9	-0,5	0,8
relative Luftfeuchte	Flughafen	%	82	100	100	21	51	0,2
	Jakobsplatz	%	75	100	99	19	41	0,8
Windgeschwindigkeit	Flughafen	m/s	2,8	10,1	7,7	0,3	1,0	0,2
Luftdruck	Flughafen	hPa	1013	1034	1032	995	997	0,2

Niederschlagsmessungen

Station	Einheit	Summe	Stundenmaximum	Zeitpunkt des Maximums	Tagesmaximum
Flughafen	mm	48,0	2,9	13.02.2014 22:00	7,0
Jakobsplatz	mm	46,6	2,4	27.01.2014 03:00	6,2

1 mm Niederschlag entspricht 1 Liter pro Quadratmeter

Messung der Globalstrahlung

Station	Einheit	Quartalsmittel	Tagesmaximum	Tagesminimum	Zeitpunkt des Maximums
Flughafen	Watt/m ²	77	219	9	25.03.2014 12:05

Maxima und Minima aus den Tagesmittelwerten

Luftschadstoffe, Monatsübersicht Januar 2014

Parameter	Station	Einheit	Mittelwert	Höchster Stundenmittelwert	Höchster Tagesmittelwert	Ausfall [%]	Median	98% Perzentil
Stickstoffdioxid NO ₂	Flughafen	µg/m ³	28	64	40	2,6	27	55
	Jakobsplatz	µg/m ³	33	71	47	1,7	32	55
	Muggenhof	µg/m ³	35	95	54	0,4	33	67
Stickstoffmonoxid NO	Flughafen	µg/m ³	11	100	31	2,6	5	58
	Jakobsplatz	µg/m ³	22	188	63	0,3	17	73
	Muggenhof	µg/m ³	21	323	82	0,5	13	96
Feinstaub PM ₁₀	Flughafen	µg/m ³	18	363	65	0,0	14	65
	Jakobsplatz	µg/m ³	26	1102	97	0,0	20	84
Feinstaub PM _{2,5}	Flughafen	µg/m ³	16	117	59	0,0	12	59
	Jakobsplatz	µg/m ³	19	285	64	0,1	15	67
Kohlenmonoxid CO	Flughafen	mg/m ³	0,3	0,7	0,5	2,0	0,3	0,5
	Jakobsplatz	mg/m ³	0,4	2,0	0,7	4,0	0,3	0,9
Ozon O ₃	Flughafen	µg/m ³	18	76	43	2,0	11	62
	Jakobsplatz	µg/m ³	9	47	22	4,0	6	32
Benzol	Flughafen	µg/m ³	1,2	3,3	2,7	0,0	1,1	2,7
Toluol	Flughafen	µg/m ³	1,87	10,60	3,22	0,00	1,57	5,85
Natürliche Radioaktivität	Klärwerk 1	Bq/m ³	9,32	20,79	17,92	6,2	9,07	18,56
Künstliche Radioaktivität	Klärwerk 1	Bq/m ³	0,50	0,50	0,50	6,2	*	*

Meteorologische Daten, Monatsübersicht Januar 2014

Parameter	Station	Einheit	Mittelwert	Höchster Stundenmittelwert	Höchster Tagesmittelwert	Niedrigster Stundenwert	Niedrigster Tageswert	Ausfall [%]
Temperatur	Flughafen	°C	2,8	12,8	7,9	-4,3	-1,1	0,0
	Jakobsplatz	°C	3,8	12,7	9,3	-1,9	-0,5	0,0
relative Luftfeuchte	Flughafen	%	93	100	100	62	81	0,0
	Jakobsplatz	%	87	100	99	59	75	0,0
Windgeschwindigkeit	Flughafen	m/s	2,9	8,6	4,1	0,3	1,1	0,0
Luftdruck	Flughafen	hPa	1011	1026	1024	997	1000	0,0

Niederschlagsmessungen

Station	Einheit	Summe	Stundenmaximum	Zeitpunkt des Maximums	Tagesmaximum
Flughafen	mm	20,2	1,9	13.01.2014 21:00	3,2
Jakobsplatz	mm	21,4	2,4	27.01.2014 03:00	6,2

1 mm Niederschlag entspricht 1 Liter pro Quadratmeter

Messung der Globalstrahlung

Station	Einheit	Monatsmittel	Tagesmaximum	Tagesminimum	Zeitpunkt des Maximums
Flughafen	Watt/m ²	30	68	9	27.01.2014 13:14

Maxima und Minima aus den Tagesmittelwerten

Luftschadstoffe, Monatsübersicht Februar 2014

Parameter	Station	Einheit	Mittelwert	Höchster Stundenmittelwert	Höchster Tagesmittelwert	Ausfall [%]	Median	98% Perzentil
Stickstoffdioxid NO ₂	Flughafen	µg/m ³	27	82	46	2,4	25	63
	Jakobsplatz	µg/m ³	38	86	63	1,0	36	76
	Muggenhof	µg/m ³	35	84	56	0,6	35	73
Stickstoffmonoxid NO	Flughafen	µg/m ³	8	93	23	2,4	3	59
	Jakobsplatz	µg/m ³	20	190	57	1,0	13	93
	Muggenhof	µg/m ³	20	259	74	0,6	9	110
Feinstaub PM ₁₀	Flughafen	µg/m ³	15	81	45	0,4	12	46
	Jakobsplatz	µg/m ³	23	107	63	0,7	19	63
Feinstaub PM _{2,5}	Flughafen	µg/m ³	13	52	37	0,6	10	42
	Jakobsplatz	µg/m ³	16	74	50	0,7	13	44
Kohlenmonoxid CO	Flughafen	mg/m ³	0,3	0,7	0,5	3,0	0,3	0,5
	Jakobsplatz	mg/m ³	0,4	1,1	0,6	4,5	0,3	0,8
Ozon O ₃	Flughafen	µg/m ³	29	77	58	6,7	26	72
	Jakobsplatz	µg/m ³	14	69	31	11,3	10	54
Benzol	Flughafen	µg/m ³	1,0	3,5	2,3	1,0	0,9	2,1
Toluol	Flughafen	µg/m ³	1,72	15,40	3,10	1,04	1,26	7,35
Natürliche Radioaktivität	Klärwerk 1	Bq/m ³	---	---	---	100,0	---	---
Künstliche Radioaktivität	Klärwerk 1	Bq/m ³	---	---	---	100,0	---	---

Meteorologische Daten, Monatsübersicht Februar 2014

Parameter	Station	Einheit	Mittelwert	Höchster Stundenmittelwert	Höchster Tagesmittelwert	Niedrigster Stundenwert	Niedrigster Tageswert	Ausfall [%]
Temperatur	Flughafen	°C	4,1	13,8	7,4	-3,9	-0,2	0,0
	Jakobsplatz	°C	5,3	14,2	8,0	-1,4	0,9	0,1
relative Luftfeuchte	Flughafen	%	82	100	98	39	65	0,0
	Jakobsplatz	%	75	97	92	36	60	0,1
Windgeschwindigkeit	Flughafen	m/s	3,1	8,3	5,1	0,4	1,4	0,0
Luftdruck	Flughafen	hPa	1011	1025	1023	995	999	0,0

Niederschlagsmessungen

Station	Einheit	Summe	Stundenmaximum	Zeitpunkt des Maximums	Tagesmaximum
Flughafen	mm	22,9	2,9	13.02.2014 22:00	7,0
Jakobsplatz	mm	20,1	2,0	13.02.2014 15:00	6,1

1 mm Niederschlag entspricht 1 Liter pro Quadratmeter

Messung der Globalstrahlung

Station	Einheit	Monatsmittel	Tagesmaximum	Tagesminimum	Zeitpunkt des Maximums
Flughafen	Watt/m ²	64	140	21	28.02.2014 12:30

Maxima und Minima aus den Tagesmittelwerten

Luftschadstoffe, Monatsübersicht März 2014

Parameter	Station	Einheit	Mittelwert	Höchster Stundenmittelwert	Höchster Tagesmittelwert	Ausfall [%]	Median	98% Perzentil
Stickstoffdioxid NO ₂	Flughafen	µg/m ³	25	110	53	1,9	22	72
	Jakobsplatz	µg/m ³	40	135	78	2,7	37	101
	Muggenhof	µg/m ³	34	121	66	0,8	31	85
Stickstoffmonoxid NO	Flughafen	µg/m ³	12	121	39	1,9	2	79
	Jakobsplatz	µg/m ³	20	243	66	2,7	6	127
	Muggenhof	µg/m ³	22	234	77	0,8	7	142
Feinstaub PM ₁₀	Flughafen	µg/m ³	25	74	51	0,0	22	64
	Jakobsplatz	µg/m ³	35	122	72	3,1	30	91
Feinstaub PM _{2,5}	Flughafen	µg/m ³	21	60	40	0,0	17	53
	Jakobsplatz	µg/m ³	27	68	54	4,6	23	61
Kohlenmonoxid CO	Flughafen	mg/m ³	0,3	0,8	0,4	1,9	0,3	0,6
	Jakobsplatz	mg/m ³	0,4	1,1	0,7	4,0	0,3	0,8
Ozon O ₃	Flughafen	µg/m ³	42	123	74	1,9	44	109
	Jakobsplatz	µg/m ³	38	118	63	6,3	38	99
Benzol	Flughafen	µg/m ³	1,1	5,2	1,7	12,2	1,0	2,2
Toluol	Flughafen	µg/m ³	1,91	39,52	7,33	12,23	1,17	9,18
Natürliche Radioaktivität	Klärwerk 1	Bq/m ³	---	---	---	100,0	---	---
Künstliche Radioaktivität	Klärwerk 1	Bq/m ³	---	---	---	100,0	---	---

Meteorologische Daten, Monatsübersicht März 2014

Parameter	Station	Einheit	Mittelwert	Höchster Stundenmittelwert	Höchster Tagesmittelwert	Niedrigster Stundenwert	Niedrigster Tageswert	Ausfall [%]
Temperatur	Flughafen	°C	7,6	21,7	14,1	-3,7	2,8	0,7
	Jakobsplatz	°C	9,0	22,4	16,9	-1,4	4,3	2,3
relative Luftfeuchte	Flughafen	%	72	100	92	21	51	0,7
	Jakobsplatz	%	64	100	80	19	41	2,3
Windgeschwindigkeit	Flughafen	m/s	2,6	10,1	7,7	0,3	1,0	0,7
Luftdruck	Flughafen	hPa	1018	1034	1032	995	997	0,7

Niederschlagsmessungen

Station	Einheit	Summe	Stundenmaximum	Zeitpunkt des Maximums	Tagesmaximum
Flughafen	mm	4,9	1,0	22.03.2014 15:00	3,2
Jakobsplatz	mm	5,1	0,9	22.03.2014 15:00	3,3

1 mm Niederschlag entspricht 1 Liter pro Quadratmeter

Messung der Globalstrahlung

Station	Einheit	Monatsmittel	Tagesmaximum	Tagesminimum	Zeitpunkt des Maximums
Flughafen	Watt/m ²	135	219	32	25.03.2014 12:05

Maxima und Minima aus den Tagesmittelwerten

Tagesmittelwerte / höchste Stundenmittelwerte, Januar 2014

Datum	Stickstoffdioxid NO ₂ [µg/m³]						Stickstoffmonoxid NO [µg/m³]			
	Flughafen		Jakobsplatz		Muggenhof		Jakobsplatz		Muggenhof	
	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW
01.01.2014	26	38	30	42	27	38	13	54	5	11
02.01.2014	34	53	37	54	40	58	18	36	11	24
03.01.2014	33	49	33	47	41	59	13	26	10	26
04.01.2014	29	43	37	54	38	56	14	31	6	22
05.01.2014	21	45	26	49	28	54	7	13	2	7
06.01.2014	27	38	27	43	26	44	8	15	2	7
07.01.2014	39	52	42	59	49	76	36	97	46	158
08.01.2014	40	64	47	71	54	95	63	188	82	323
09.01.2014	34	53	38	53	42	57	31	77	32	66
10.01.2014	26	63	30	54	41	69	15	48	16	52
11.01.2014	36	49	34	39	39	50	30	42	22	55
12.01.2014	30	63	35	43	41	77	12	36	21	85
13.01.2014	32	40	32	37	39	46	32	41	32	54
14.01.2014	27	39	29	33	33	40	49	76	42	79
15.01.2014	26	56	37	44	39	73	15	28	12	43
16.01.2014	33	42	34	37	37	48	22	39	23	53
17.01.2014	35	51	40	46	43	61	18	36	12	29
18.01.2014	15	36	31	39	19	32	9	18	4	13
19.01.2014	17	29	29	31	26	37	18	31	22	52
20.01.2014	23	33	28	32	28	45	39	53	32	62
21.01.2014	20	24	25	30	23	29	35	52	36	55
22.01.2014	26	41	30	41	32	47	32	46	32	68
23.01.2014	30	40	31	38	36	47	29	53	32	74
24.01.2014	26	39	29	41	33	48	21	58	20	68
25.01.2014	27	33	26	32	32	42	21	30	16	23
26.01.2014	16	38	22	45	20	43	5	20	3	8
27.01.2014	29	64	42	68	38	69	15	67	13	58
28.01.2014	31	47	36	48	37	53	13	35	16	69
29.01.2014	17	30	31	48	25	38	6	13	5	12
30.01.2014	16	33	30	49	24	49	8	28	7	27
31.01.2014	33	56	41	58	41	60	36	96	45	128

Datum	Feinstaub PM ₁₀ [µg/m³]				Feinstaub PM _{2,5} [µg/m³]				CO [mg/m³]	
	Flughafen		Jakobsplatz		Flughafen		Jakobsplatz		Muggenhof	
	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW
01.01.2014	52	363	97	1102	41	117	64	285	0,3	0,4
02.01.2014	17	24	22	45	15	20	21	28	0,3	0,5
03.01.2014	10	16	13	24	9	12	12	15	0,3	0,4
04.01.2014	11	21	15	27	8	14	9	14	0,3	0,5
05.01.2014	9	16	13	24	9	16	10	14	0,2	0,4
06.01.2014	8	16	11	21	8	11	9	12	0,2	0,3
07.01.2014	15	30	20	42	10	22	13	17	0,5	1,0
08.01.2014	13	21	24	53	11	18	15	23	0,7	2,0
09.01.2014	14	23	21	32	11	16	15	22	0,4	0,5
10.01.2014	11	25	18	39	7	19	10	14	0,3	0,5
11.01.2014	17	24	23	35	16	28	17	27	0,4	0,6
12.01.2014	15	28	22	35	11	15	15	19	0,4	0,9
13.01.2014	22	31	27	38	21	29	22	25	0,4	0,5
14.01.2014	20	38	26	46	14	23	21	30	0,5	1,0
15.01.2014	11	21	16	28	9	18	13	20	0,3	0,6
16.01.2014	13	21	21	45	11	13	14	17	0,3	0,5
17.01.2014	9	17	16	25	9	14	11	15	0,3	0,5
18.01.2014	9	17	12	22	10	15	11	16	0,3	0,4
19.01.2014	15	26	18	27	12	19	14	19	0,4	0,6
20.01.2014	17	29	24	36	16	24	19	23	0,5	0,6
21.01.2014	12	18	15	22	11	15	13	15	0,5	1,3
22.01.2014	17	27	22	33	15	22	17	20	0,4	0,6
23.01.2014	20	30	24	37	18	24	19	25	0,4	0,5
24.01.2014	9	19	14	22	10	14	13	17	0,3	0,5
25.01.2014	37	52	43	57	33	45	32	42	0,5	0,5
26.01.2014	11	36	13	42	8	31	14	33	0,3	0,4
27.01.2014	9	14	13	36	5	10	7	9	0,3	0,5
28.01.2014	12	19	17	25	12	16	14	20	0,3	0,4
29.01.2014	19	39	32	56	18	35	21	35	0,3	0,4
30.01.2014	40	53	57	69	37	50	41	54	0,5	0,6
31.01.2014	65	77	86	104	59	69	64	71	0,6	0,9

(a) ungültig (nicht ausreichende Verfügbarkeit der Ausgangswerte)

TMW: Tagesmittelwert HSMW: Höchster Stundenmittelwert

Tagesmittelwerte / höchste Stundenmittelwerte, Januar 2014

Datum	Ozon O ₃ [µg/m³]				Globalstrahlung [Watt/m²]		Temperatur [°C]			
	Flughafen		Jakobsplatz		Flughafen		Flughafen		Jakobsplatz	
	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW
01.01.2014	8	15	11	18	24	127	-0,7	2,9	0,5	3,3
02.01.2014	13	23	9	17	19	92	2,7	5,5	3,8	6,1
03.01.2014	16	32	10	15	33	190	4,3	8,2	5,3	8,4
04.01.2014	21	36	10	16	26	149	5,6	8,0	6,7	8,7
05.01.2014	35	65	19	34	12	58	4,2	6,3	5,3	6,9
06.01.2014	20	37	14	23	31	144	3,0	6,5	4,2	7,1
07.01.2014	6	16	5	9	32	151	7,4	11,4	8,6	12,5
08.01.2014	9	35	5	7	34	165	7,9	12,8	9,3	12,7
09.01.2014	14	76	8	39	23	129	7,8	11,9	9,0	12,4
10.01.2014	42	71	21	43	32	209	4,9	6,8	5,7	7,2
11.01.2014	10	44	6	26	20	138	2,1	5,9	3,3	6,7
12.01.2014	22	53	11	25	61	275	1,1	7,1	2,4	5,3
13.01.2014	4	15	2	6	19	114	0,9	4,2	2,1	4,7
14.01.2014	2	3	2	2	11	51	2,8	3,2	3,4	4,0
15.01.2014	30	59	9	17	32	228	3,3	5,0	4,1	5,1
16.01.2014	10	21	4	10	27	167	4,5	6,7	5,3	7,3
17.01.2014	18	46	5	10	23	106	4,7	7,5	5,9	8,0
18.01.2014	30	43	13	22	56	287	3,8	6,7	4,3	7,1
19.01.2014	13	32	5	14	48	289	3,2	7,2	4,7	7,6
20.01.2014	2	10	2	4	9	53	3,3	4,7	4,4	5,5
21.01.2014	2	8	2	3	10	45	2,3	3,0	3,1	3,7
22.01.2014	4	22	2	3	20	103	2,7	3,9	3,5	4,4
23.01.2014	4	16	1	1	18	78	3,2	4,8	4,2	5,4
24.01.2014	10	35	2	9	14	89	2,5	3,1	3,2	3,7
25.01.2014	5	14	1	2	22	90	-0,4	1,9	0,6	2,9
26.01.2014	42	63	18	31	15	69	1,0	2,7	1,7	3,3
27.01.2014	37	68	21	47	68	332	1,5	4,3	2,1	4,3
28.01.2014	20	37	11	29	44	196	0,2	1,9	1,0	2,2
29.01.2014	36	53	16	31	13	55	-0,2	0,6	0,5	1,2
30.01.2014	43	56	22	31	63	277	-1,1	1,0	-0,5	1,4
31.01.2014	17	46	7	26	64	267	-0,9	1,8	0,5	2,6

Datum	Benzol [µg/m³]		Toluol [µg/m³]		nat. Radioaktivität [Bq/m³]		Niederschlag [mm]	
	Flughafen		Flughafen		Klärwerk 1		Flughafen	Jakobsplatz
	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	Summe	Summe
01.01.2014	1,3	1,7	1,22	2,15	17,9	20,3	0,0	0,0
02.01.2014	1,1	1,5	1,80	3,44	13,5	17,9	0,3	0,0
03.01.2014	0,9	1,1	1,87	5,09	9,2	11,6	0,3	0,8
04.01.2014	0,8	1,3	1,82	7,75	8,8	13,4	0,5	0,3
05.01.2014	0,7	1,0	1,14	3,45	5,7	10,0	0,8	0,7
06.01.2014	0,8	1,1	1,38	2,50	8,2	14,5	0,0	0,0
07.01.2014	1,1	1,4	3,15	8,79	12,0	15,2	0,0	0,0
08.01.2014	0,9	1,4	3,20	8,78	10,3	14,3	0,2	0,3
09.01.2014	1,0	1,5	2,21	4,69	9,9	12,1	1,7	1,1
10.01.2014	0,7	1,4	1,06	3,13	2,7	5,4	0,6	0,2
11.01.2014	1,1	1,7	2,71	6,88	8,0	10,0	0,3	0,0
12.01.2014	0,8	1,6	1,42	2,85	5,1	7,7	0,0	0,0
13.01.2014	1,2	1,4	3,03	8,53	11,4	14,2	3,2	1,5
14.01.2014	1,5	2,3	2,37	5,01	15,8	20,8	1,8	2,0
15.01.2014	0,7	1,3	1,45	5,32	4,7	11,2	0,3	0,0
16.01.2014	1,0	1,4	3,22	10,60	11,7	16,3	1,2	0,2
17.01.2014	0,8	1,2	2,47	7,04	7,0	15,8	0,0	0,0
18.01.2014	0,9	1,2	0,99	2,58	9,6	13,9	0,0	0,0
19.01.2014	1,6	2,1	1,64	3,21	15,0	18,4	0,0	0,0
20.01.2014	1,9	2,3	1,88	2,69	15,7	18,6	0,1	0,0
21.01.2014	2,1	2,7	1,85	2,59	10,9	12,0	1,3	1,1
22.01.2014	1,8	3,3	1,93	2,59	8,0	9,7	0,0	0,0
23.01.2014	1,4	2,0	2,49	6,01	8,3	10,0	0,8	0,8
24.01.2014	1,0	1,6	1,98	5,85	8,8	11,0	1,2	0,3
25.01.2014	2,5	2,9	2,02	3,68	10,9	15,0	0,0	0,0
26.01.2014	0,8	2,3	1,00	2,77	4,7	10,1	3,2	5,0
27.01.2014	0,7	1,2	1,44	4,17	3,5	5,0	2,4	6,2
28.01.2014	0,8	1,0	1,19	3,01	4,8	5,5	0,0	0,9
29.01.2014	1,2	2,2	0,84	1,49	8,3	12,2	0,0	0,0
30.01.2014	2,1	2,6	1,04	1,44	8,5 (a)	12,4	0,0	0,0
31.01.2014	2,7	3,3	2,03	4,80	---	---	0,0	0,0

(a) ungültig (nicht ausreichende Verfügbarkeit der Ausgangswerte)

TMW: Tagesmittelwert HSMW: Höchster Stundenmittelwert

Tagesmittelwerte / höchste Stundenmittelwerte, Februar 2014

Datum	Stickstoffdioxid NO ₂ [µg/m³]						Stickstoffmonoxid NO [µg/m³]			
	Flughafen		Jakobsplatz		Muggenhof		Jakobsplatz		Muggenhof	
	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW
01.02.2014	36	50	44	58	45	62	36	55	31	74
02.02.2014	23	46	32	44	35	60	18	36	14	35
03.02.2014	16	27	28	41	26	40	11	23	9	28
04.02.2014	30	52	40	49	39	52	16	45	15	45
05.02.2014	31	45	34	43	34	44	20	38	19	40
06.02.2014	30	65	37	60	36	61	15	51	12	44
07.02.2014	17	46	32	50	28	57	12	38	10	61
08.02.2014	19	35	27	38	21	39	6	12	3	7
09.02.2014	11	23	21	30	13	26	4	7	2	8
10.02.2014	22	52	39	58	38	58	17	62	17	64
11.02.2014	26	64	35	60	36	69	15	47	16	57
12.02.2014	34	55	41	62	43	63	28	96	32	118
13.02.2014	23	47	32	45	29	57	8	17	7	35
14.02.2014	15	46	29	48	23	58	8	30	6	24
15.02.2014	19	36	29	44	23	47	9	36	5	24
16.02.2014	13	33	22	32	15	43	4	5	3	8
17.02.2014	36	82	45	67	50	82	45	135	59	193
18.02.2014	35	51	42	53	46	72	48	129	74	259
19.02.2014	33	52	39	52	43	60	38	91	35	104
20.02.2014	35	61	37	66	39	70	18	41	16	74
21.02.2014	27	45	39	54	35	51	18	44	11	47
22.02.2014	28	59	42	84	36	84	17	59	14	80
23.02.2014	26	46	40	67	31	58	16	40	10	33
24.02.2014	29	73	52	86	47	77	24	69	38	97
25.02.2014	44	72	63	86	52	78	57	190	46	145
26.02.2014	46	60	59	84	56	78	42	142	31	100
27.02.2014	33	45	46	63	39	54	19	84	14	31
28.02.2014	20	36	38	70	28	53	7	24	5	11

Datum	Feinstaub PM ₁₀ [µg/m³]				Feinstaub PM _{2,5} [µg/m³]				CO [mg/m³]	
	Flughafen		Jakobsplatz		Flughafen		Jakobsplatz		Muggenhof	
	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW
01.02.2014	45	81	63	107	34	52	50	74	0,6	0,8
02.02.2014	22	47	29	56	21	37	28	42	0,4	0,6
03.02.2014	26	42	36	58	23	33	27	37	0,4	0,6
04.02.2014	29	39	41	45	27	32	30	35	0,4	0,6
05.02.2014	38	48	49	63	37	45	40	46	0,5	0,7
06.02.2014	11	31	15	31	7	23	11	27	0,3	0,6
07.02.2014	8	14	15	28	4	7	5	11	0,3	0,3
08.02.2014	8	12	11	22	6	13	7	12	0,2	0,3
09.02.2014	5	11	11	20	3	5	5	11	0,2	0,2
10.02.2014	8	16	16	36	7	15	9	27	0,4	0,8
11.02.2014	10	20	19	39	7	11	11	21	0,3	0,6
12.02.2014	14	22	24	38	11	18	15	23	0,4	0,6
13.02.2014	8	16	12	23	7	18	9	23	0,3	0,4
14.02.2014	6	15	12	19	3	6	5	11	0,2	0,4
15.02.2014	7	13	10	21	5	11	9	18	0,3	0,4
16.02.2014	6	14	9	21	4	10	5	12	0,2	0,5
17.02.2014	10	19	22	44	9	14	13	30	0,6	1,1
18.02.2014	15	27	27	70	14	25	19	32	0,6	1,1
19.02.2014	16	26	23	35	13	22	16	24	0,5	0,7
20.02.2014	14	24	19	42	11	21	13	20	0,4	0,7
21.02.2014	12	27	18	34	12	27	12	27	0,3	0,7
22.02.2014	10	16	18	48	6	13	9	31	0,4	1,0
23.02.2014	13	24	18	32	11	19	15	26	0,4	0,6
24.02.2014	15	27	25	50	12	20	16	30	0,5	0,8
25.02.2014	19	25	31	66	14	20	21	33	0,4	0,7
26.02.2014	26	33	37	64	24	29	30	36	0,5	0,7
27.02.2014	16	33	21	49	16	29	19	35	0,4	0,5
28.02.2014	8	17	11	28	6	15	8	17	0,3	0,5

Tagesmittelwerte / höchste Stundenmittelwerte, Februar 2014

Datum	Ozon O ₃ [µg/m³]				Globalstrahlung [Watt/m²]		Temperatur [°C]			
	Flughafen		Jakobsplatz		Flughafen		Flughafen		Jakobsplatz	
	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW
01.02.2014	11	47	3	16	77	358	1,3	7,7	2,8	7,5
02.02.2014	17	44	5	17	24	129	2,3	3,7	3,3	4,4
03.02.2014	24	42	9	19	27	144	0,7	1,9	1,7	3,0
04.02.2014	21	39	6	15	51	277	-0,2	3,6	0,9	3,7
05.02.2014	14	31	6	15	52	215	0,4	3,9	1,6	4,4
06.02.2014	31	72	12	30	84	420	5,3	10,1	6,1	10,2
07.02.2014	51	75	17	27	35	201	7,4	12,4	8,0	12,8
08.02.2014	45	68	20	34	63	265	5,6	9,6	6,5	10,2
09.02.2014	58	77	26	32	32	139	4,4	7,5	5,2	8,2
10.02.2014	33	52	14	43	41	213	1,1	3,4	3,2	6,0
11.02.2014	37	67	15	52	31	165	3,8	5,8	4,9	6,7
12.02.2014	20	64	7	19	36	146	1,0	5,5	2,6	6,3
13.02.2014	43	77	15	31	44	259	5,0	8,1	5,4	8,8
14.02.2014	57	76	21	37	106	489	5,3	8,9	5,8	9,3
15.02.2014	42	64	16	32	21	142	6,7	9,2	7,6	10,3
16.02.2014	52	70	20	31	34	151	5,6	7,4	6,5	8,3
17.02.2014	3 (a)	12 (a)	4 (a)	9 (a)	109	462	4,0	10,2	5,6	10,7
18.02.2014	14 (a)	59 (a)	6 (a)	33 (a)	79	416	3,6	10,0	5,2	10,4
19.02.2014	11	27	3 (a)	12 (a)	34	121	5,4	8,3	6,8	9,1
20.02.2014	14	46	7	31	72	386	6,4	10,6	7,7	11,2
21.02.2014	20	50	13	35	38	130	5,5	8,7	6,4	9,2
22.02.2014	23	56	18	49	93	480	3,7	8,7	5,4	9,2
23.02.2014	20	53	17	51	102	433	4,5	9,6	5,9	10,4
24.02.2014	27	59	22	63	140	525	5,1	13,1	6,3	12,5
25.02.2014	15	60	13	69	125	511	5,5	13,8	7,0	14,2
26.02.2014	11	39	13	48	117	463	6,3	12,9	7,6	13,1
27.02.2014	15	54	12	38	43	230	4,6	7,4	6,1	8,1
28.02.2014	42	73	31	61	76	312	4,9	8,6	5,8	8,7

Datum	Benzol [µg/m³]		Toluol [µg/m³]		nat. Radioaktivität [Bq/m³]		Niederschlag [mm]	
	Flughafen		Flughafen		Klärwerk 1		Flughafen	Jakobsplatz
	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	Summe	Summe
01.02.2014	2,3	3,5	1,94	3,46	---	---	0,0	0,0
02.02.2014	1,5	2,0	1,30	2,16	---	---	2,0	1,5
03.02.2014	1,6	2,1	1,06	1,53	---	---	0,0	0,0
04.02.2014	1,3	1,5	1,02	1,55	---	---	0,0	0,0
05.02.2014	1,7	2,1	1,73	4,83	---	---	0,0	0,0
06.02.2014	0,8	1,8	2,11	6,86	---	---	0,0	0,0
07.02.2014	0,6	0,9	1,14	4,48	---	---	0,0	0,0
08.02.2014	0,6	0,8	1,63	5,94	---	---	0,0	0,0
09.02.2014	0,5	0,7	0,57	1,32	---	---	4,4	3,4
10.02.2014	0,8	2,0	1,02	5,13	---	---	0,0	0,0
11.02.2014	0,8	1,4	1,35	8,40	---	---	0,0	0,0
12.02.2014	1,1	1,7	2,25	6,91	---	---	0,0	0,0
13.02.2014	0,7	1,1	1,60	5,01	---	---	7,0	6,1
14.02.2014	0,6	1,1	1,10	4,81	---	---	0,3	0,0
15.02.2014	0,8	1,3	1,77	5,67	---	---	3,4	2,3
16.02.2014	0,7	1,1	0,83	2,11	---	---	0,0	0,0
17.02.2014	1,0	1,5	2,18	9,92	---	---	0,0	0,0
18.02.2014	1,1	1,6	2,00	5,21	---	---	0,0	0,0
19.02.2014	1,2	1,7	2,33	6,70	---	---	0,1	0,1
20.02.2014	1,0	1,3	2,52	7,40	---	---	0,0	0,0
21.02.2014	0,9	1,4	2,10	7,00	---	---	0,9	1,8
22.02.2014	0,8	1,4	1,83	8,06	---	---	0,0	0,0
23.02.2014	1,1	1,7	2,49	10,17	---	---	0,0	0,0
24.02.2014	0,9	1,6	1,05	2,09	---	---	0,0	0,0
25.02.2014	1,2	1,6	2,57	10,23	---	---	0,0	0,0
26.02.2014	1,5	2,1	3,10	15,40	---	---	0,0	0,0
27.02.2014	1,3	2,0	2,59	7,35	---	---	4,3	4,4
28.02.2014	0,7	1,1	1,29	4,87	---	---	0,5	0,5

(a) ungültig (nicht ausreichende Verfügbarkeit der Ausgangswerte)

TMW: Tagesmittelwert HSMW: Höchster Stundenmittelwert

Tagesmittelwerte / höchste Stundenmittelwerte, März 2014

Datum	Stickstoffdioxid NO ₂ [µg/m³]						Stickstoffmonoxid NO [µg/m³]			
	Flughafen		Jakobsplatz		Muggenhof		Jakobsplatz		Muggenhof	
	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW
01.03.2014	27	41	40	51	36	50	17	101	20	82
02.03.2014	23	49	37	61	33	58	14	42	19	73
03.03.2014	25	41	40	65	35	59	23	62	27	88
04.03.2014	25	44	39	60	35	53	27	90	32	105
05.03.2014	26	48	38	59	37	64	31	102	44	144
06.03.2014	30	41	48	85	43	70	29	72	27	65
07.03.2014	36	70	58	103	52	89	48	172	77	232
08.03.2014	33	59	53	88	41	85	50	136	37	97
09.03.2014	19	57	37	66	34	74	7	25	22	66
10.03.2014	18	44	40	83	39	83	16	127	31	234
11.03.2014	31	66	47	81	41	74	24	169	32	155
12.03.2014	33	66	52	98	47	102	8	49	20	90
13.03.2014	51	97	78	135	66	121	46	243	51	160
14.03.2014	53	110	77	122	64	116	66	139	54	143
15.03.2014	27	78	33	88	24	65	5	23	4	19
16.03.2014	6	9	13	21	7	14	2	4	2	3
17.03.2014	16	47	30	67	27	56	7	25	9	33
18.03.2014	27	46	39	60	26	36	25	91	22	83
19.03.2014	13	39	25	50	18	35	7	40	6	20
20.03.2014	30	51	40 (a)	60 (a)	30	50	21 (a)	99 (a)	12	72
21.03.2014	22	56	35	79	27	62	10	58	7	45
22.03.2014	19	33	34	47	18	25	5	11	2	5
23.03.2014	12	34	21	55	11	35	4	9	2	5
24.03.2014	19	34	30	49	26	51	6	21	7	28
25.03.2014	25	46	38	67	38	61	11	51	7	29
26.03.2014	20	41	33	62	29	56	32	116	30	114
27.03.2014	10	18	27	62	19	42	4	14	3	9
28.03.2014	13	34	26	50	19	28	4	12	3	9
29.03.2014	14	38	28	72	21	57	4	7	4	36
30.03.2014	28	75	44	113	39	86	11	42	11	28
31.03.2014	52	85	72	108	63	93	52	210	50	191

Datum	Feinstaub PM ₁₀ [µg/m³]				Feinstaub PM _{2,5} [µg/m³]				CO [mg/m³]	
	Flughafen		Jakobsplatz		Flughafen		Jakobsplatz		Muggenhof	
	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW
01.03.2014	19	36	27	47	18	30	23	38	0,4	0,6
02.03.2014	24	40	34	53	23	35	27	41	0,5	1,0
03.03.2014	23	61	31	72	21	55	28	60	0,4	0,7
04.03.2014	19	35	28	50	17	31	21	32	0,5	0,7
05.03.2014	25	36	36	60	21	41	29	47	0,5	0,9
06.03.2014	27	45	43	67	24	45	34	48	0,4	0,7
07.03.2014	48	64	71	104	40	60	54	68	0,7	1,1
08.03.2014	43	63	62	95	36	53	47	65	0,5	0,8
09.03.2014	35	54	50	100	31	51	41	54	0,5	0,9
10.03.2014	32	59	43	81	27	53	32	56	0,4	1,0
11.03.2014	29	64	38	68	21	55	26	59	0,4	0,8
12.03.2014	42	69	51	75	34	57	40	55	0,4	0,8
13.03.2014	38	60	56	91	27	30	35	55	0,6	0,9
14.03.2014	51	70	72	122	40	51	49	66	0,6	0,8
15.03.2014	40	74	51	90	32	60	36	63	0,3	0,5
16.03.2014	18	24	24	32	17	22	18	23	0,2	0,3
17.03.2014	19	33	30	45	15	25	24 (a)	29 (a)	0,3	0,6
18.03.2014	21	36	28	48	17	32	21	34	0,3	0,5
19.03.2014	14	33	19	34	9	24	13	30	0,2	0,4
20.03.2014	14	23	18 (a)	34 (a)	8	13	10 (a)	15 (a)	0,3	0,5
21.03.2014	16	24	21	28	12	17	15	20	0,3	0,4
22.03.2014	14	26	19	32	10	17	14	20	0,2	0,3
23.03.2014	8	16	12	25	6	10	8	16	0,2	0,4
24.03.2014	11	17	14	26	10	13	11	19	0,3	0,4
25.03.2014	12	18	19	38	11	18	16	26	0,3	0,5
26.03.2014	12	25	21	48	11	23	17	29	0,4	0,6
27.03.2014	15	19	20	29	11	18	15	29	0,3	0,4
28.03.2014	21	32	27	35	18	28	22	33	0,3	0,3
29.03.2014	24	42	30	51	21	34	25	37	0,3	0,5
30.03.2014	32	57	36	60	21	34	27	42	0,4	0,7
31.03.2014	39	65	50	104	27	34	34	49	0,5	0,8

(a) ungültig (nicht ausreichende Verfügbarkeit der Ausgangswerte)

TMW: Tagesmittelwert HSMW: Höchster Stundenmittelwert

Tagesmittelwerte / höchste Stundenmittelwerte, März 2014

Datum	Ozon O ₃ [µg/m³]				Globalstrahlung [Watt/m²]		Temperatur [°C]			
	Flughafen		Jakobsplatz		Flughafen		Flughafen		Jakobsplatz	
	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW
01.03.2014	19	43	18	38	120	464	4,2	8,6	5,8	9,8
02.03.2014	16	50	17	49	54	252	3,5	7,4	5,7	8,3
03.03.2014	22	60	17	47	136	517	5,2	10,0	5,9	11,1
04.03.2014	15	55	13	49	91	405	4,0	9,6	6,0	10,1
05.03.2014	20	62	19	54	102	565	4,3	10,6	6,3	11,1
06.03.2014	17	74	13	62	112	557	3,2	11,3	5,3	10,9
07.03.2014	17	61	13	48	151	547	4,2	12,0	6,5	11,9
08.03.2014	31	84	23	77	154	555	6,3	15,4	8,2	14,9
09.03.2014	53	101	44	95	167	586	8,0	17,6	9,5	17,3
10.03.2014	63	103	52	95	167	587	9,0	17,4	10,3	17,1
11.03.2014	45	103	43	93	176	609	8,0	17,5	10,2	17,0
12.03.2014	53	117	52	109	171	596	8,6	17,8	11,0	17,8
13.03.2014	32	90	26	84	170	585	7,9	17,7	10,6	18,0
14.03.2014	33	104	26	102	171	593	7,8	17,2	10,2	17,4
15.03.2014	43	73	46	70	39	239	7,1	9,2	8,4	9,7
16.03.2014	57	66	56	63	32	140	9,4	11,6	9,8	12,1
17.03.2014	50	74	44	72	94	432	10,7	14,2	11,7	15,0
18.03.2014	29	64	26	63	108	404	9,6	15,5	11,1	16,7
19.03.2014	55	69	49	64	74	281	9,6	12,3	10,4	12,8
20.03.2014	42	90	36 (a)	83 (a)	201	673	11,1	20,4	10,4	20,8
21.03.2014	66	111	72 (a)	100 (a)	180	642	14,1	21,5	16,7	22,4
22.03.2014	55	76	47	72	55	322	10,3	14,7	11,2	15,5
23.03.2014	50	72	51	68	54	208	5,3	7,4	6,8	8,1
24.03.2014	39	80	42	75	141	469	3,9	8,6	5,6	9,6
25.03.2014	35	79	36	71	162	748	2,8	9,0	4,3	8,8
26.03.2014	46	89	39	83	184	653	4,3	10,8	5,4	11,2
27.03.2014	74	101	60	93	201	672	8,8	14,3	9,6	15,2
28.03.2014	74	95	63	88	182	623	9,9	14,8	10,5	15,3
29.03.2014	73	112	62	102	219	705	11,5	19,2	12,4	19,4
30.03.2014	56	123	51	118	215	685	12,1	21,7	14,1	22,0
31.03.2014	25	88	20	82	117	605	10,0	16,7	12,6	18,1

Datum	Benzol [µg/m³]		Toluol [µg/m³]		nat. Radioaktivität [Bq/m³]		Niederschlag [mm]	
	Flughafen		Flughafen		Klärwerk 1		Flughafen	Jakobsplatz
	TMW	HSMW	TMW	HSMW	TMW	HSMW	Summe	Summe
01.03.2014	1,2	1,7	2,17	8,88	---	---	0,0	0,0
02.03.2014	1,3	1,8	1,49	2,20	---	---	0,0	0,0
03.03.2014	1,2	2,2	1,56	5,68	---	---	0,0	0,0
04.03.2014	1,7	5,2	2,09	4,75	---	---	0,0	0,0
05.03.2014	1,6	2,6	2,02	3,93	---	---	0,0	0,0
06.03.2014	1,4 (a)	1,7 (a)	2,00 (a)	3,04 (a)	---	---	0,0	0,0
07.03.2014	---	---	---	---	---	---	0,0	0,0
08.03.2014	---	---	---	---	---	---	0,0	0,0
09.03.2014	---	---	---	---	---	---	0,0	0,0
10.03.2014	1,2 (a)	2,3 (a)	0,86 (a)	1,65 (a)	---	---	0,0	0,0
11.03.2014	1,2	2,1	1,41	3,56	---	---	0,0	0,0
12.03.2014	1,5	2,2	1,52	3,49	---	---	0,0	0,0
13.03.2014	1,4	2,1	2,47	7,01	---	---	0,0	0,0
14.03.2014	1,7	2,6	7,33	39,52	---	---	0,0	0,0
15.03.2014	1,0	2,0	1,91	6,10	---	---	0,1	0,0
16.03.2014	0,6	0,8	0,56	0,68	---	---	0,2	0,0
17.03.2014	0,6	1,1	0,77	1,31	---	---	0,0	0,0
18.03.2014	0,9	1,9	3,41	11,72	---	---	0,0	0,0
19.03.2014	0,6	1,0	0,75	1,62	---	---	0,4	0,4
20.03.2014	0,7	1,5	5,53	20,61	---	---	0,0	0,0
21.03.2014	0,6	1,2	3,05	10,91	---	---	0,4	0,0
22.03.2014	0,6	0,8	2,04	7,54	---	---	3,2	3,3
23.03.2014	0,7	1,6	0,67	1,22	---	---	0,3	0,4
24.03.2014	0,8	1,0	0,81	1,29	---	---	0,0	0,3
25.03.2014	0,8	1,1	0,99	2,36	---	---	0,3	0,7
26.03.2014	1,0	1,8	1,27	4,00	---	---	0,0	0,0
27.03.2014	1,0	1,6	0,62	1,06	---	---	0,0	0,0
28.03.2014	1,2	2,7	0,73	1,81	---	---	0,0	0,0
29.03.2014	1,1	1,6	0,89	2,36	---	---	0,0	0,0
30.03.2014	1,1	1,9	1,26	2,90	---	---	0,0	0,0
31.03.2014	1,4	2,4	3,08	8,66	---	---	0,0	0,0

(a) ungültig (nicht ausreichende Verfügbarkeit der Ausgangswerte)

TMW: Tagesmittelwert HSMW: Höchster Stundenmittelwert

Luft-Messwerte und Wetterdaten, Grafiken

für das erste Quartal 2014

Messstationen Flughafen, Jakobsplatz, Muggenhof und Klärwerk 1

Verwendete Abkürzungen:

PM_{2,5}: Feinstaub PM_{2,5}

PM₁₀: Feinstaub PM₁₀

CO: Kohlenmonoxid

NO: Stickstoffmonoxid

NO₂: Stickstoffdioxid

NA Aktiv: Natürliche Radioaktivität

TMW: Tagesmittelwert

HTMW: Höchster Tagesmittelwert

HSMW: Höchster Stundenmittelwert

98-P: 98%-Perzentil

Tagesmax: max. Niederschlagsmenge pro Tag

Mittelwertbildung

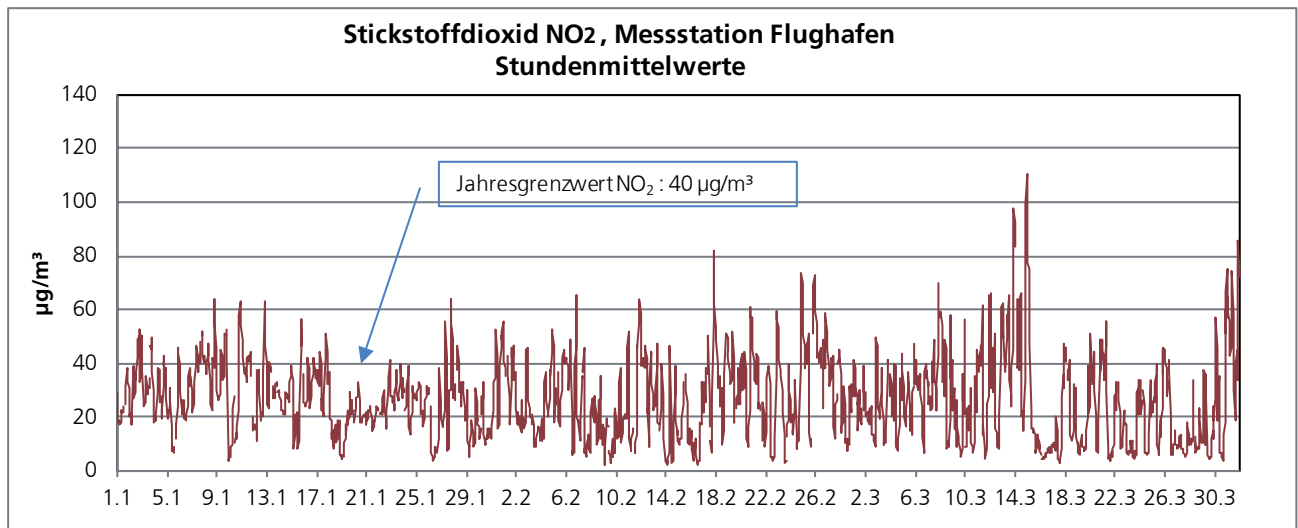
Für die Luftschadstoffe gelten als Bewertungsgrundlage verschiedene Mittelungszeiträume. Diese werden geregelt in der 39. BImSchV vom 2.8.2010. Es gelten jeweils folgende Zeiträume für die Mittelwertbildung:

Stundenmittelwert : NO₂, O₃

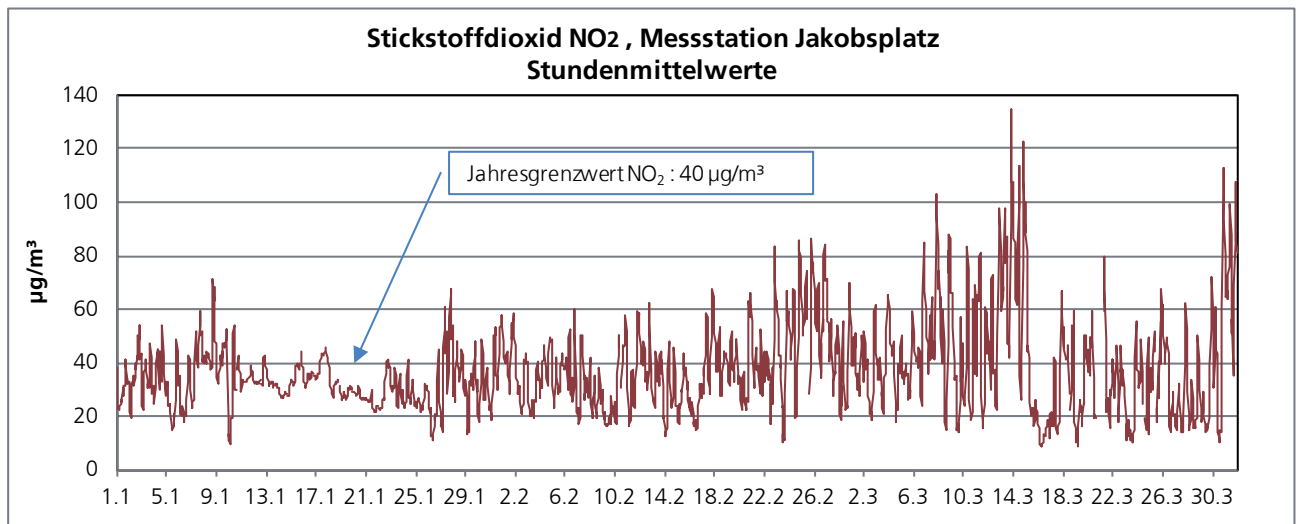
Tagesmittelwert : PM₁₀

Gleitender-Mittelwert über 8 Stunden : O₃, CO

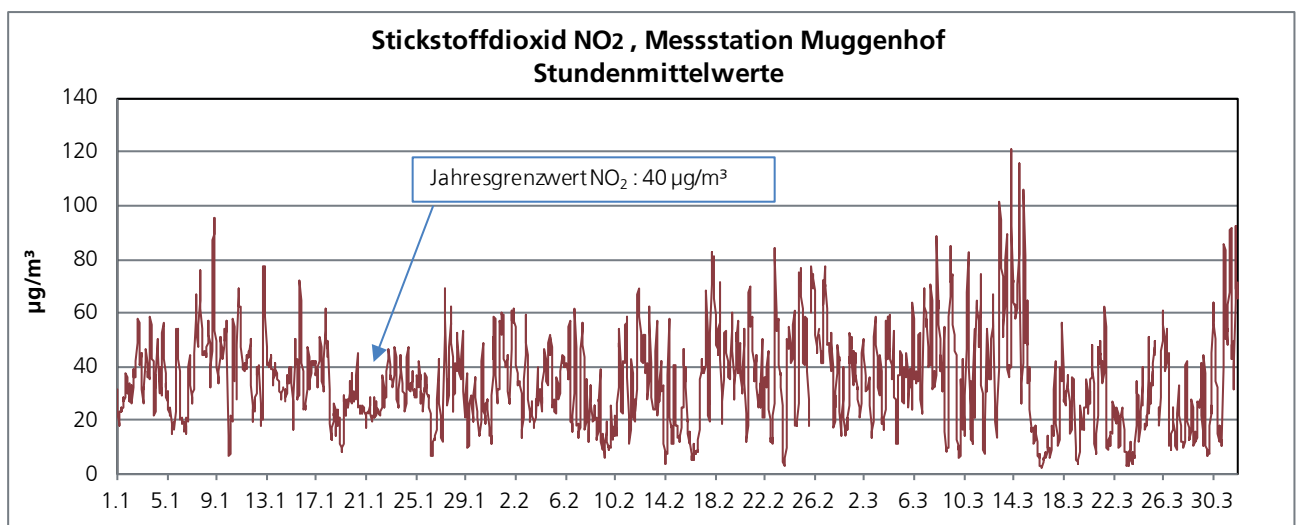
Jahresmittelwert : PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂

Stickstoffdioxid NO₂

Stundenmittelwerte: Mittelwert: 27 Maximum: 110 Minimum: 2 µg/m³

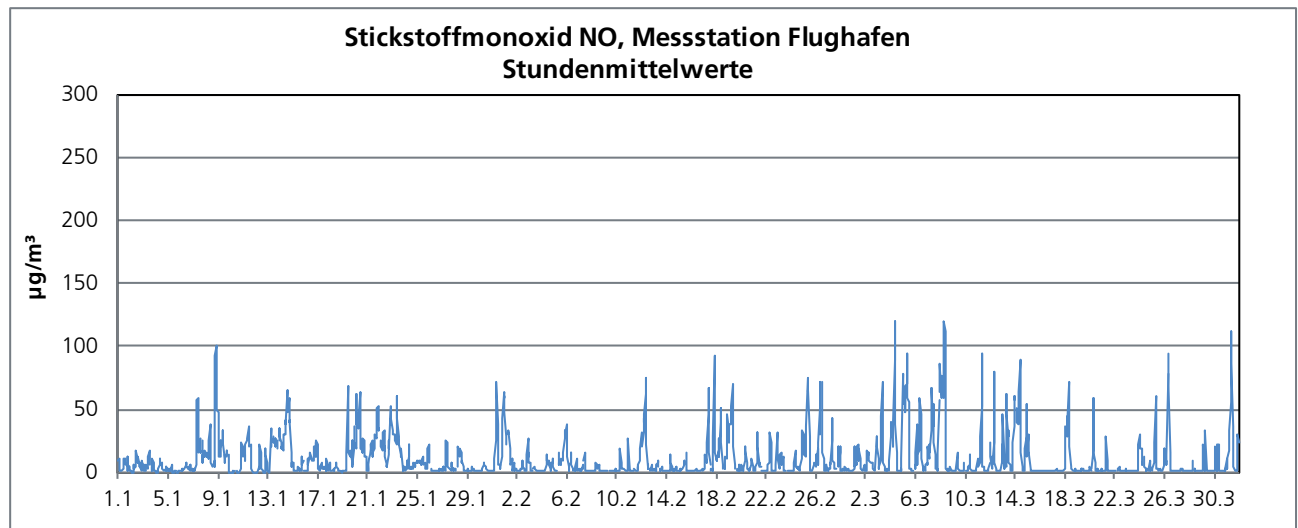


Stundenmittelwerte: Mittelwert: 37 Maximum: 135 Minimum: 9 µg/m³

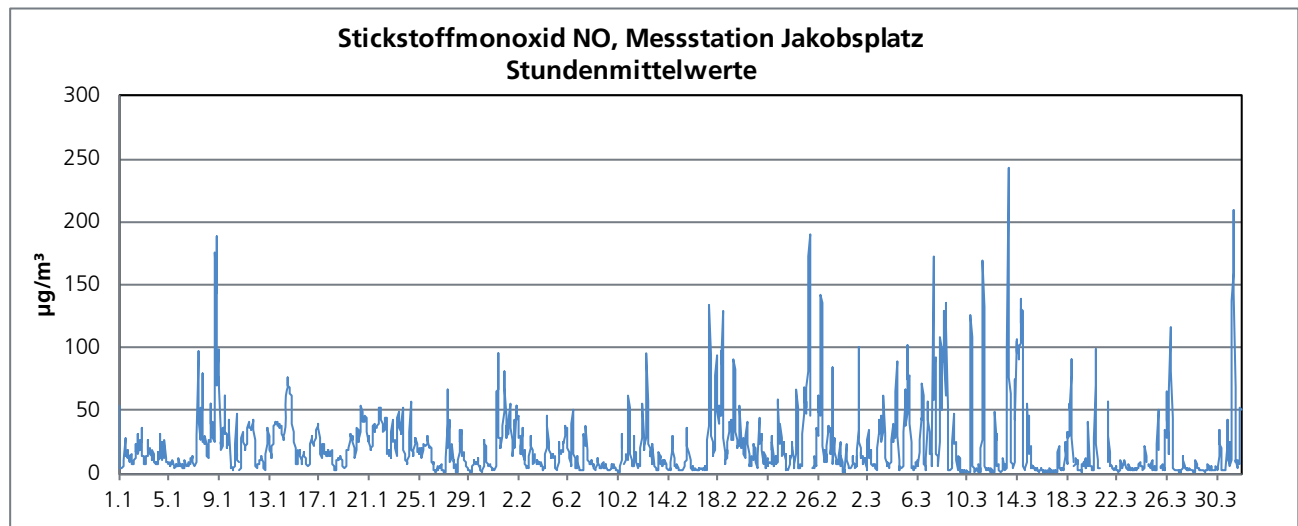


Stundenmittelwerte: Mittelwert: 34 Maximum: 121 Minimum: 3 µg/m³

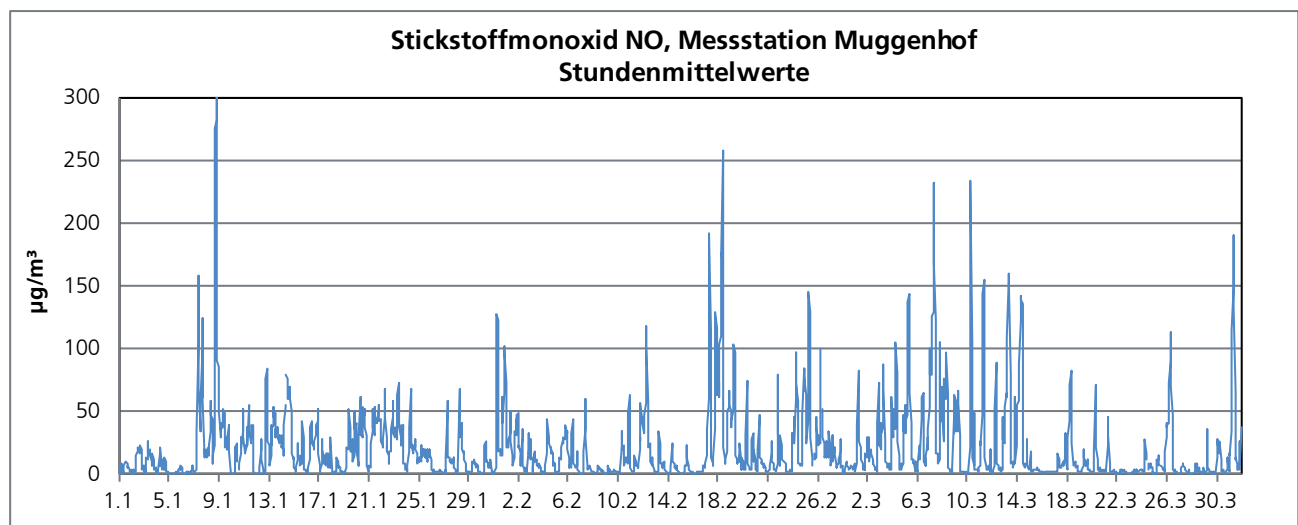
Stickstoffmonoxid NO



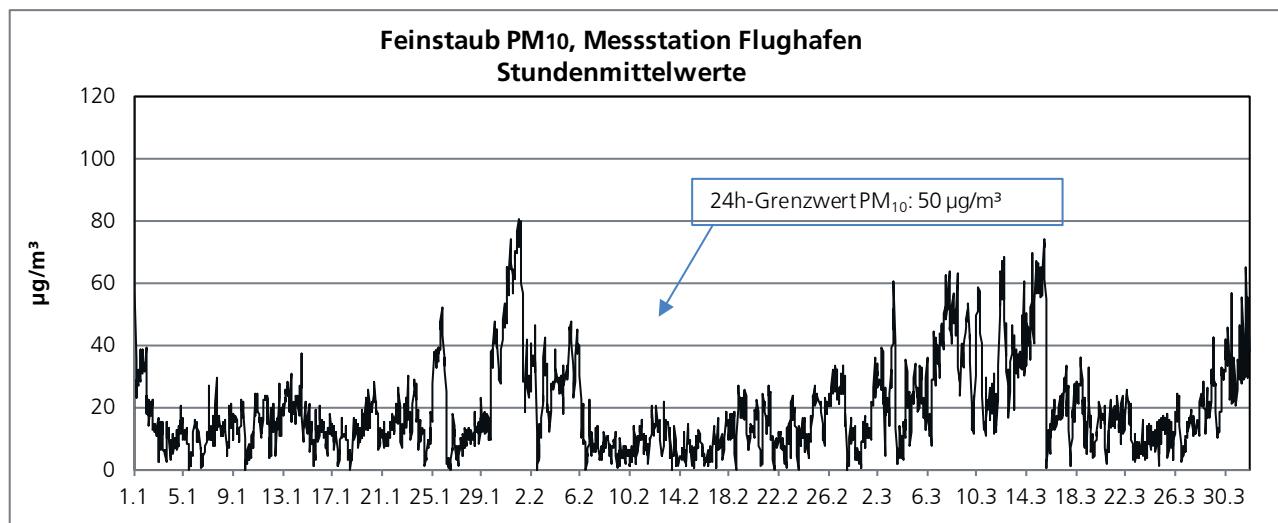
Stundenmittelwerte: Mittelwert: 10 Maximum: 121 Minimum: 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



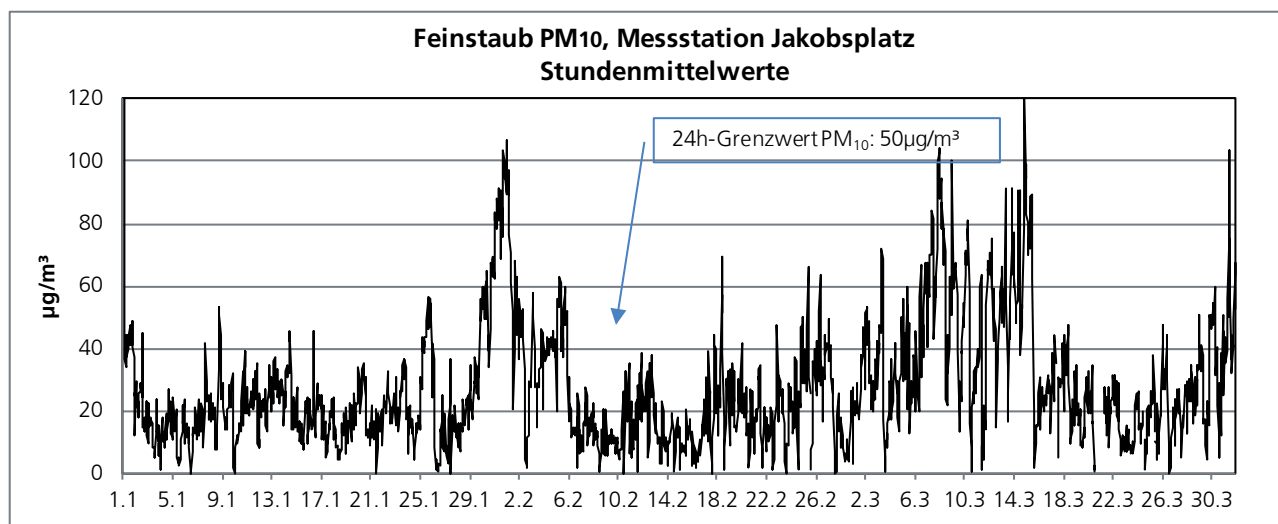
Stundenmittelwerte: Mittelwert: 21 Maximum: 243 Minimum: 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



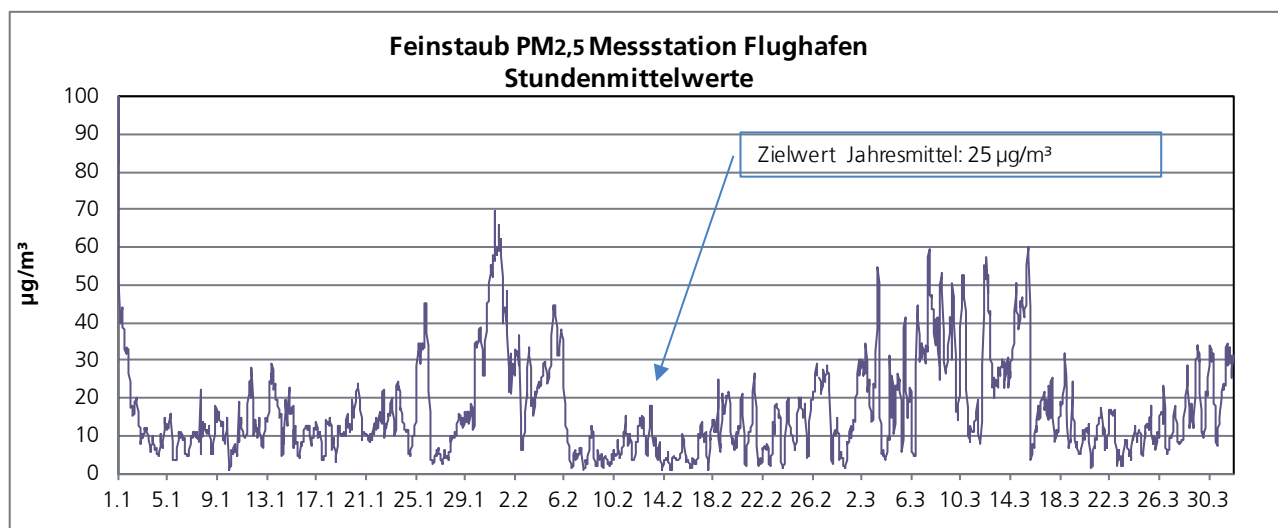
Stundenmittelwerte: Mittelwert: 21 Maximum: 323 Minimum: 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Feinstaub PM₁₀

Stundenmittel PM10: Mittelwert: 20 Maximum: 363 Minimum: 0 µg/m³

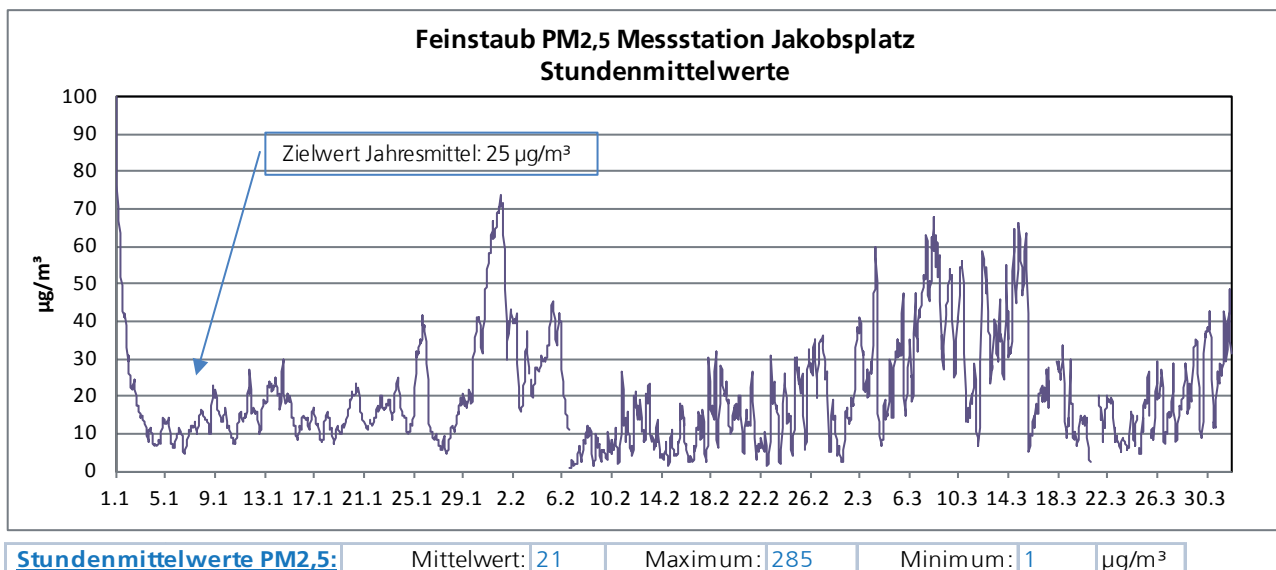


Stundenmittelwerte PM10: Mittelwert: 28 Maximum: 1102 Minimum: 0 µg/m³

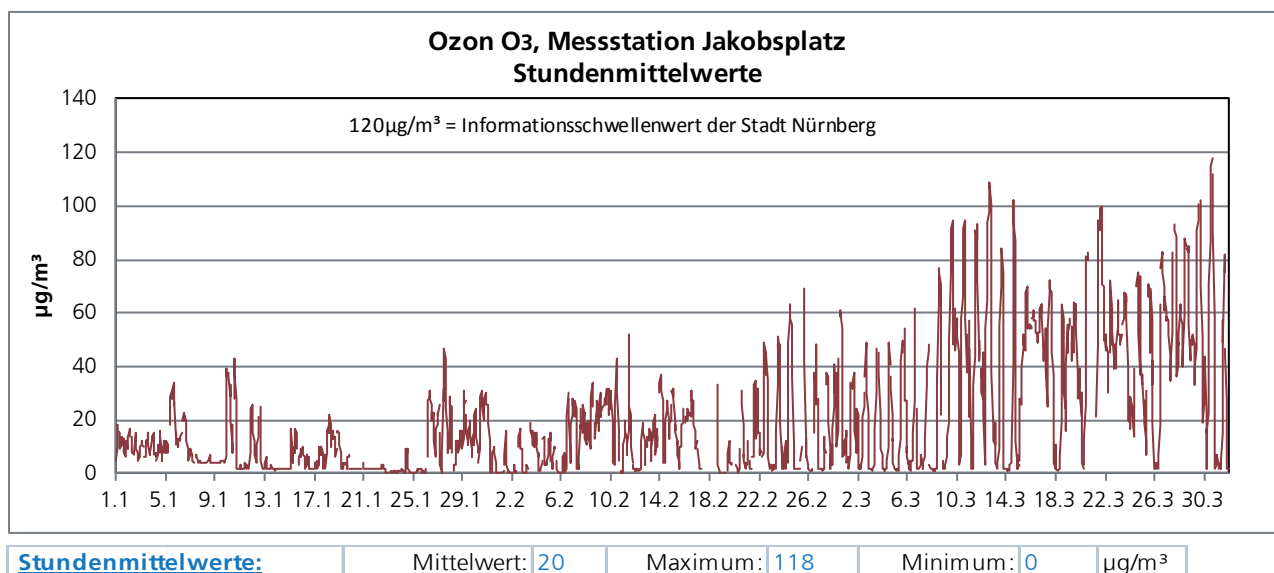
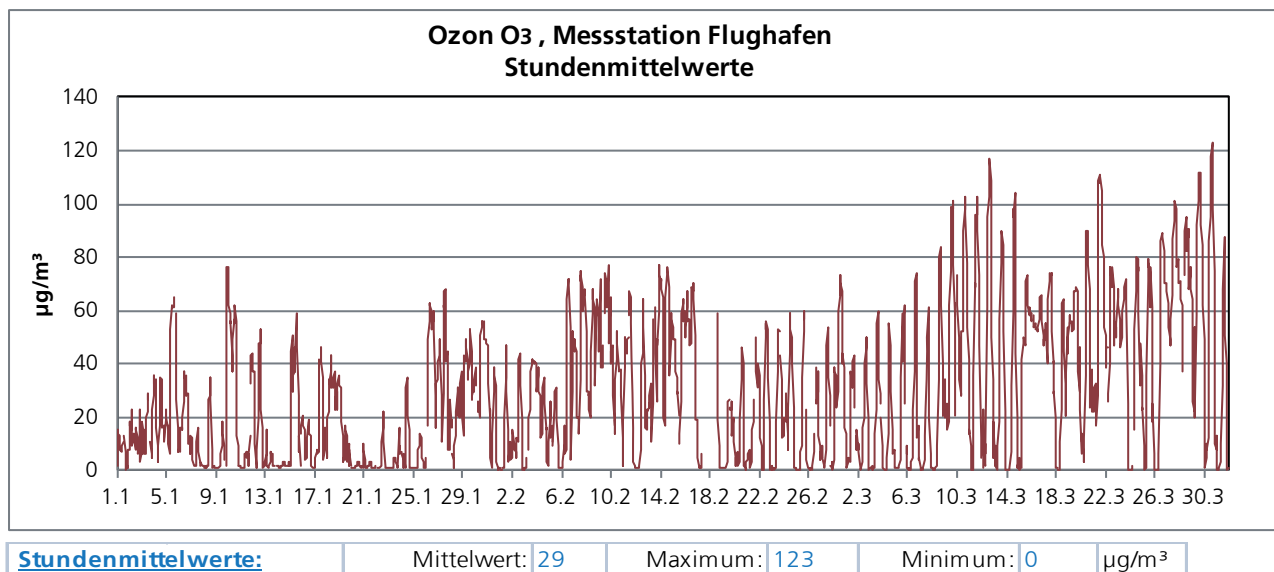
Feinstaub PM_{2,5}

Stundenmittel PM2.5: Mittelwert: 16 Maximum: 117 Minimum: 1 µg/m³

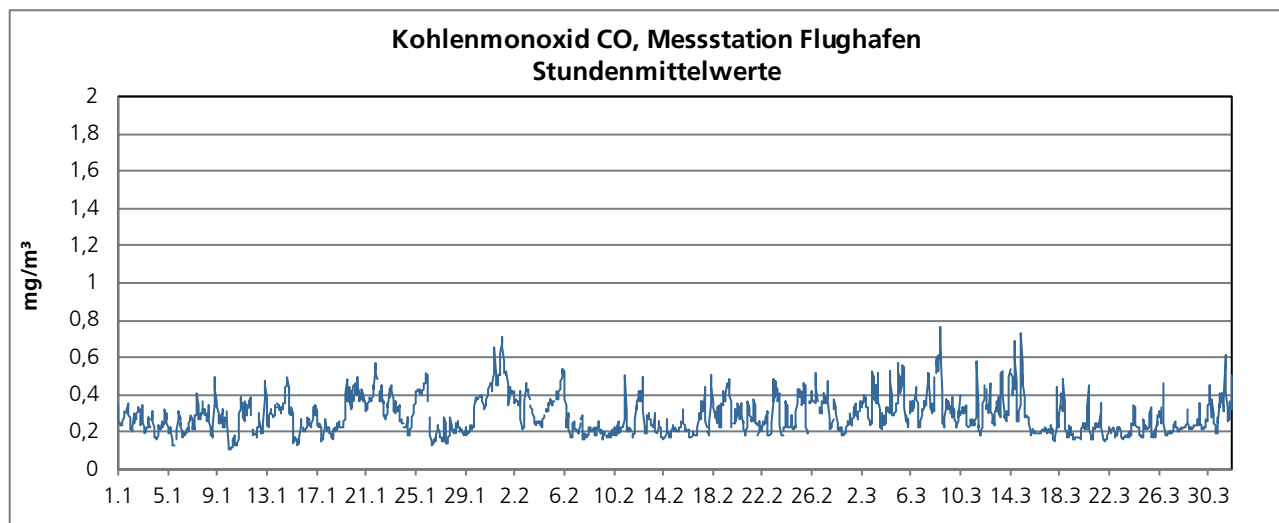
Feinstaub PM_{2,5}



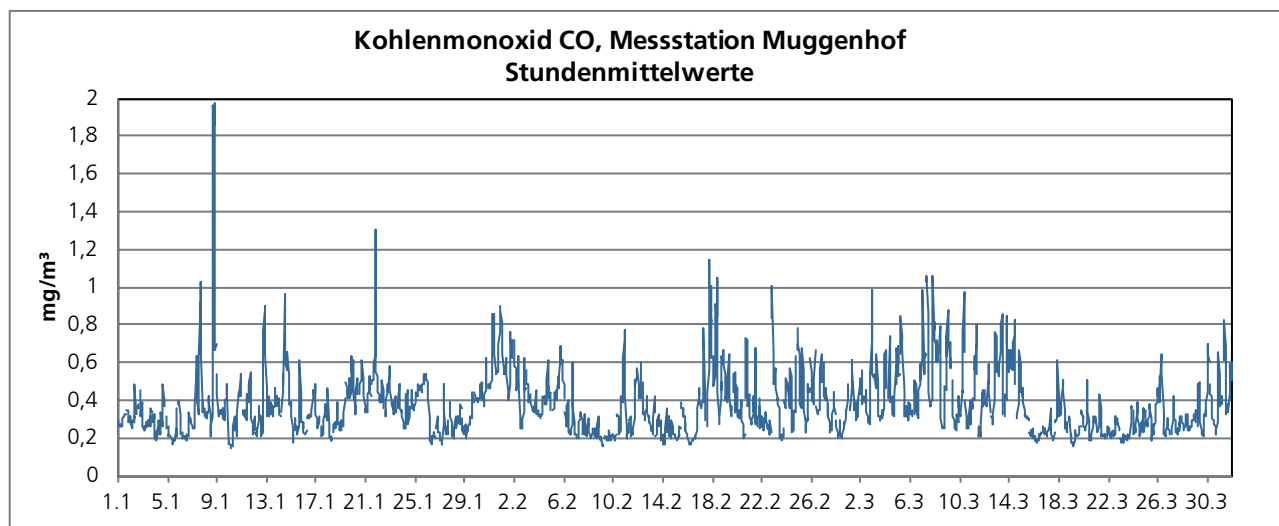
Ozon O₃



Kohlenmonoxid CO

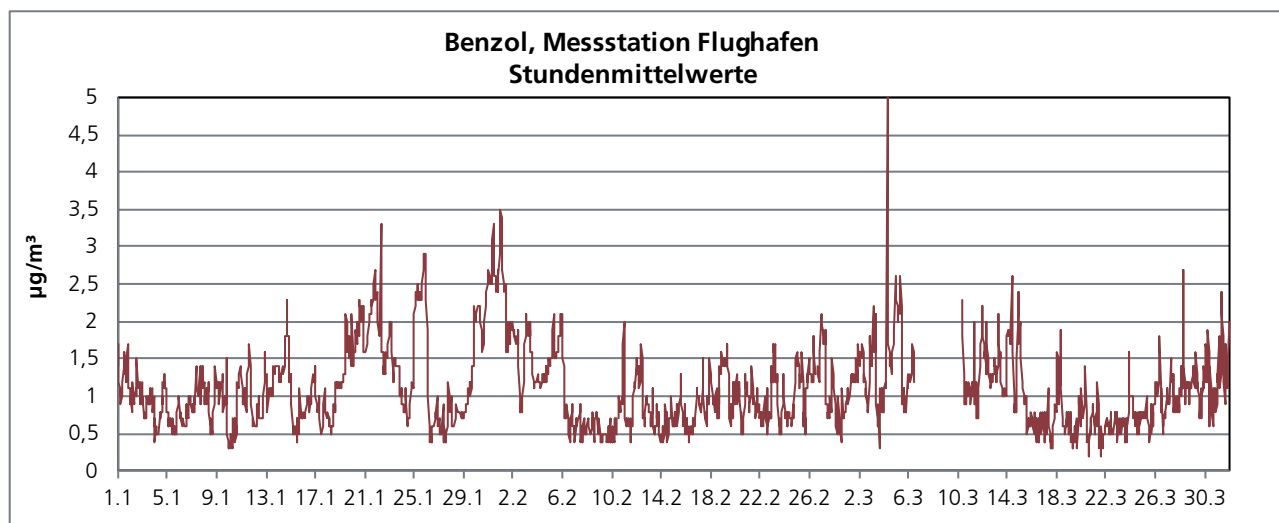


Stundenmittelwerte: Mittelwert: 0,29 Maximum: 0,76 Minimum: 0,11 mg/m³



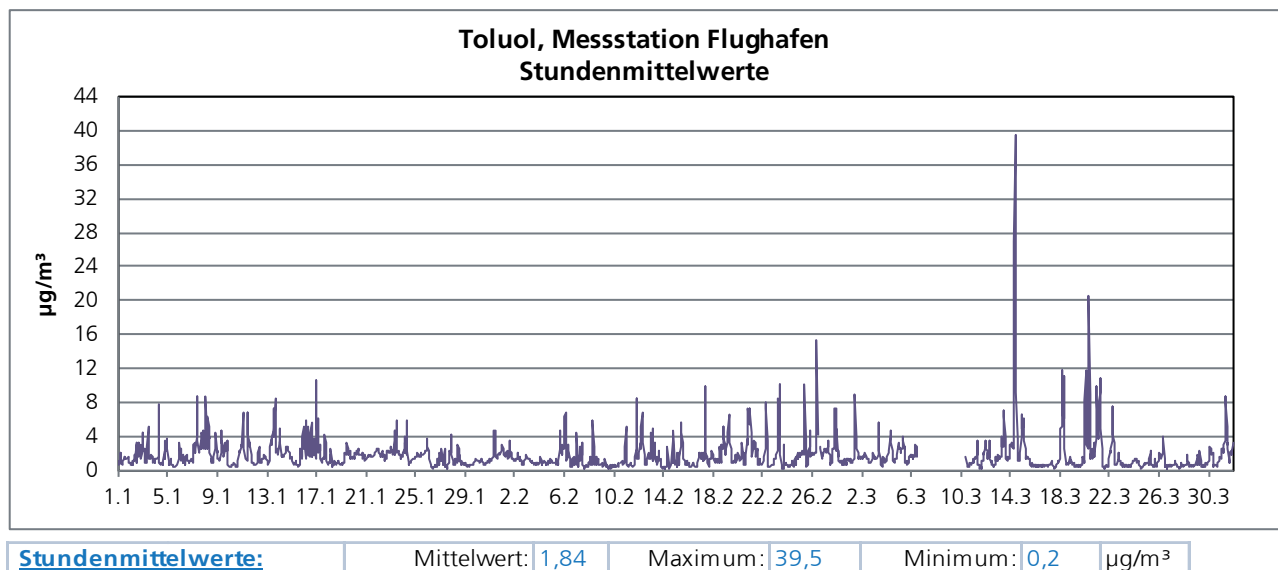
Stundenmittelwerte: Mittelwert: 0,37 Maximum: 2,0 Minimum: 0,1 mg/m³

Benzol

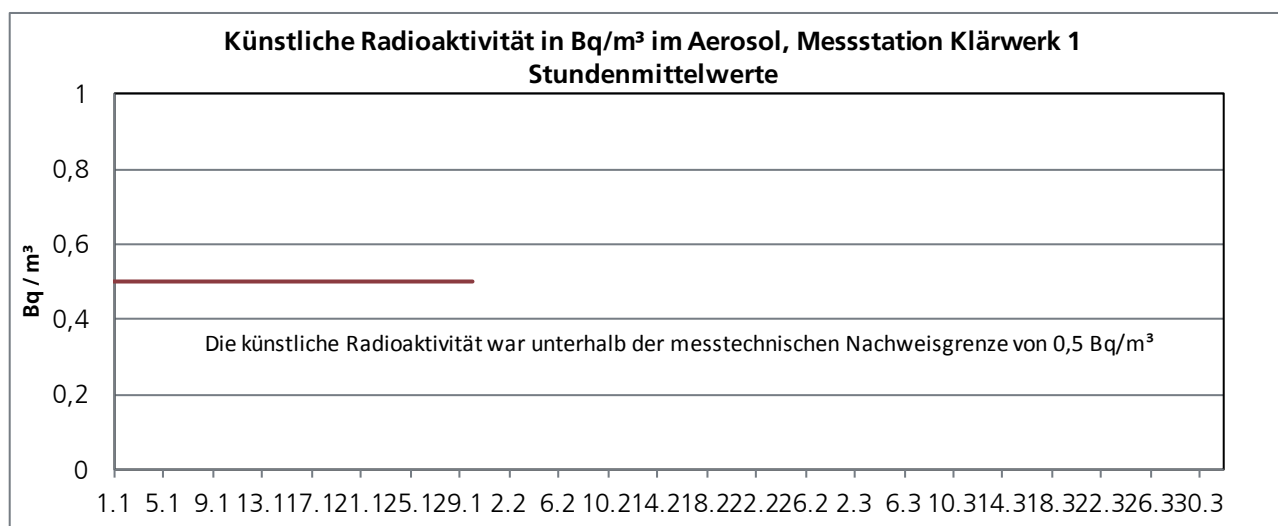
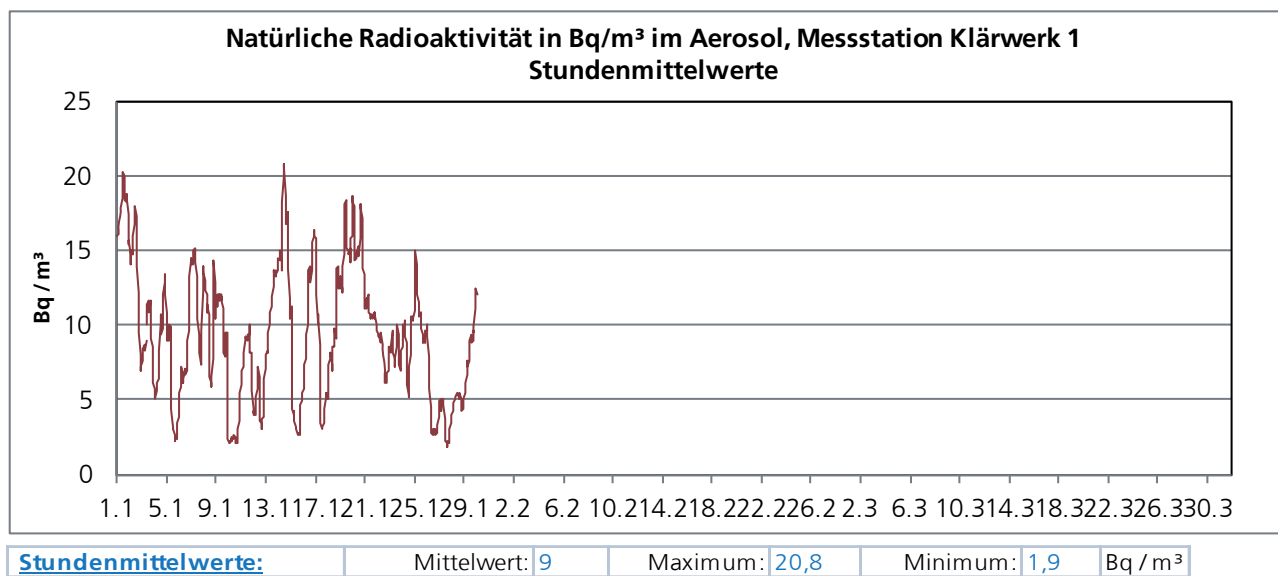


Stundenmittelwerte: Mittelwert: 1,10 Maximum: 5,20 Minimum: 0,20 µg/m³

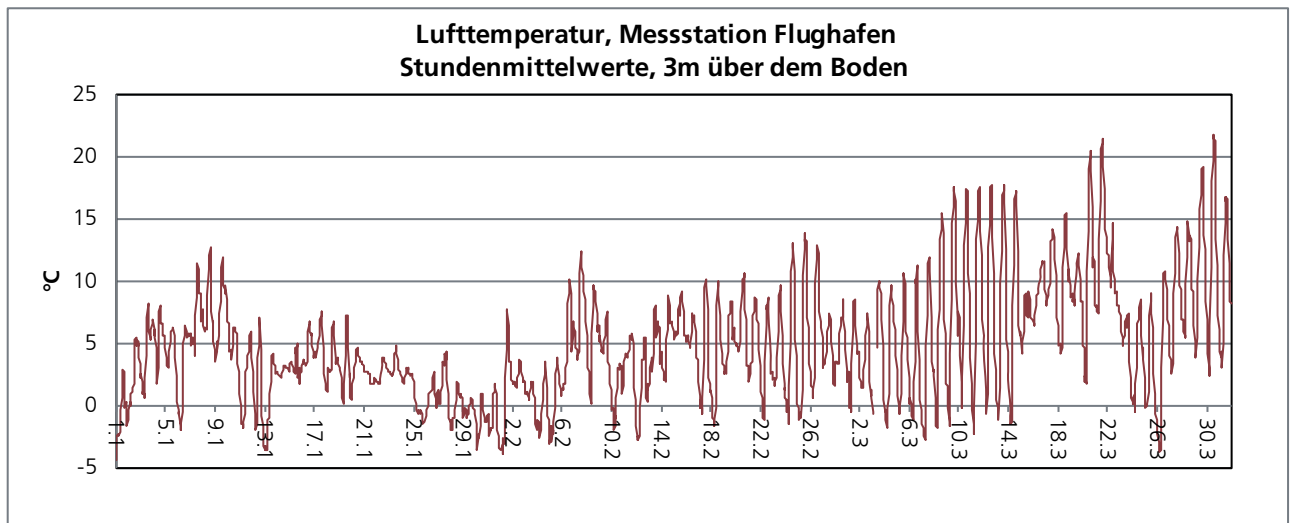
Toluol



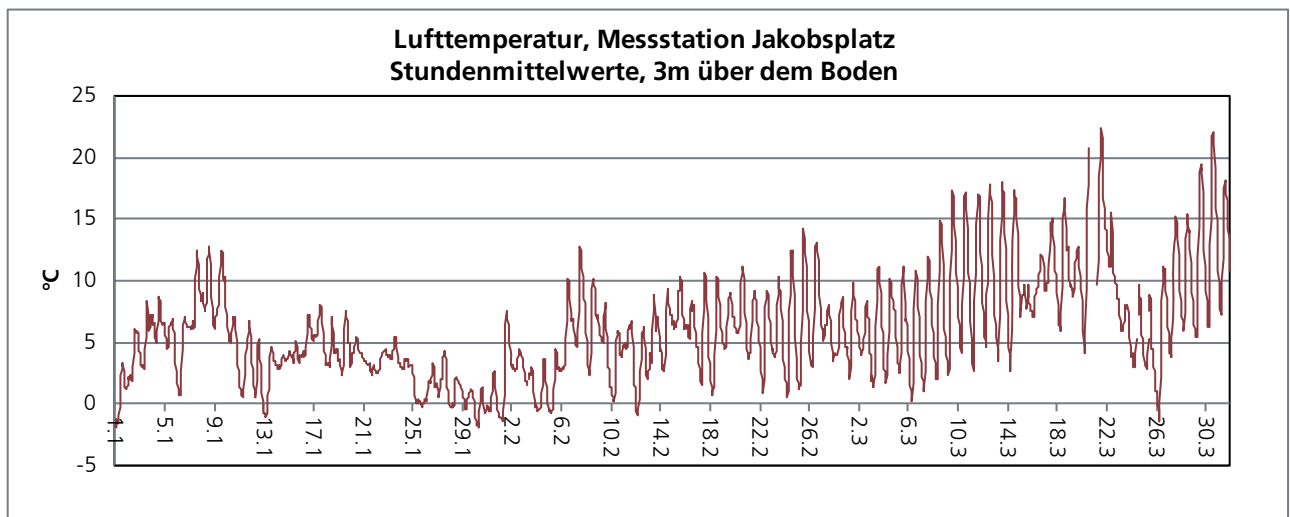
Radioaktivität



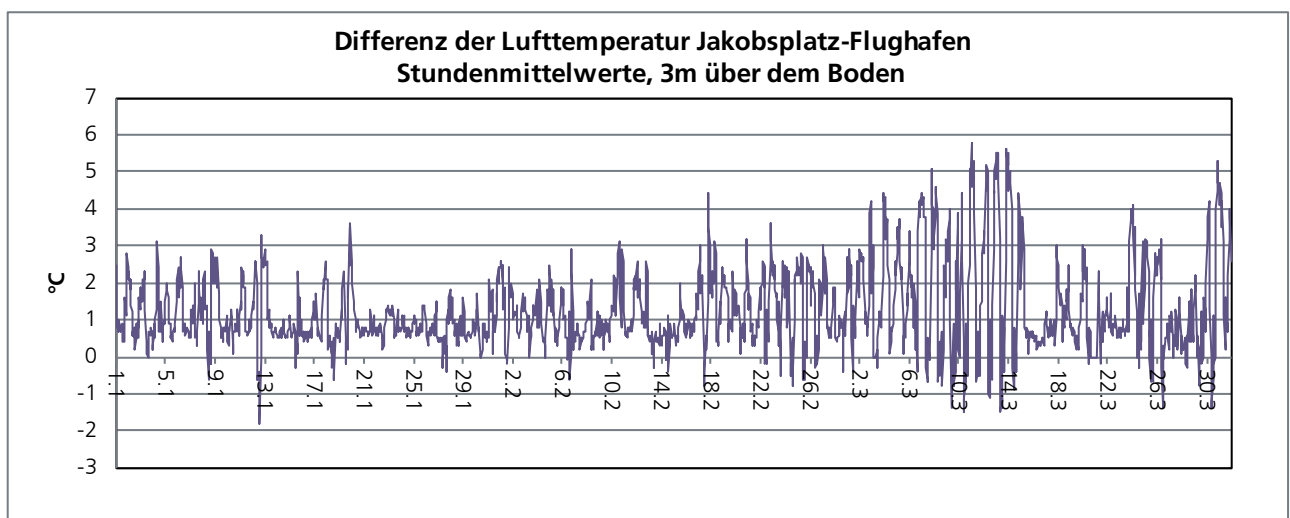
Lufttemperatur



Stundenmittelwerte: Mittelwert: 5 Maximum: 22 Minimum: -4,3 °C

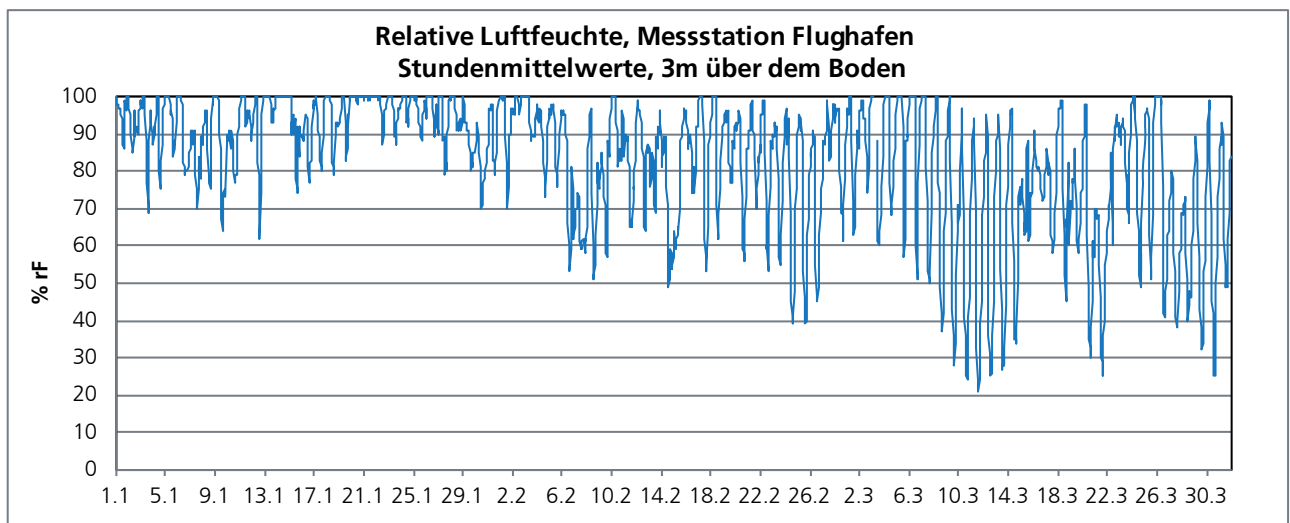


Stundenmittelwerte: Mittelwert: 6 Maximum: 22 Minimum: -1,9 °C

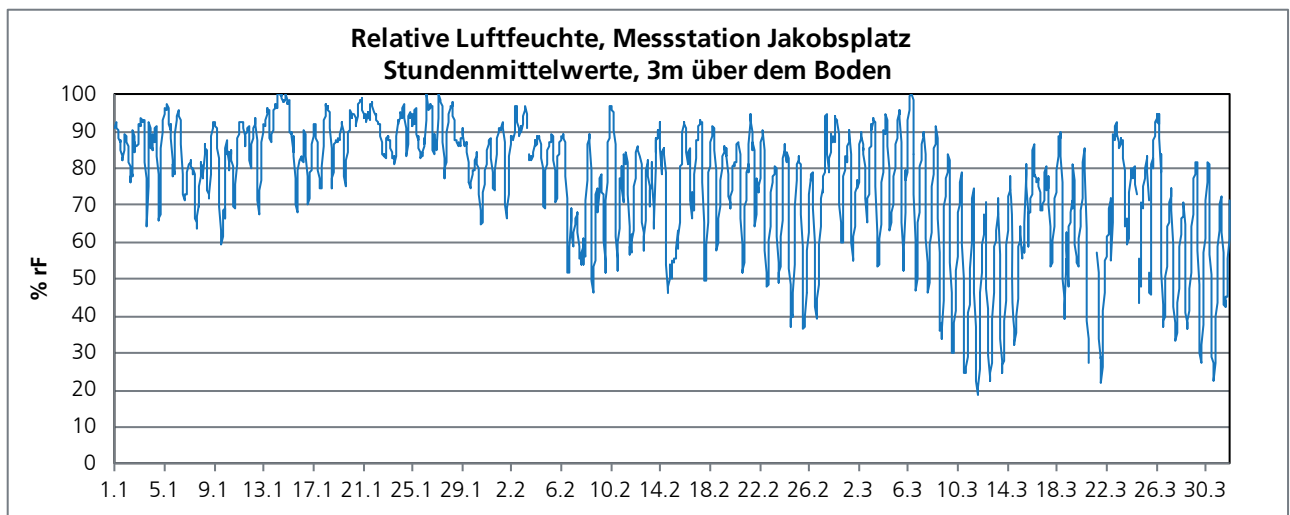


Stundenmittelwerte: Mittl. Differenz: 1,3 Diff.-Max.: 6 Diff. Min.: -1,8 °C

Relative Luftfeuchte

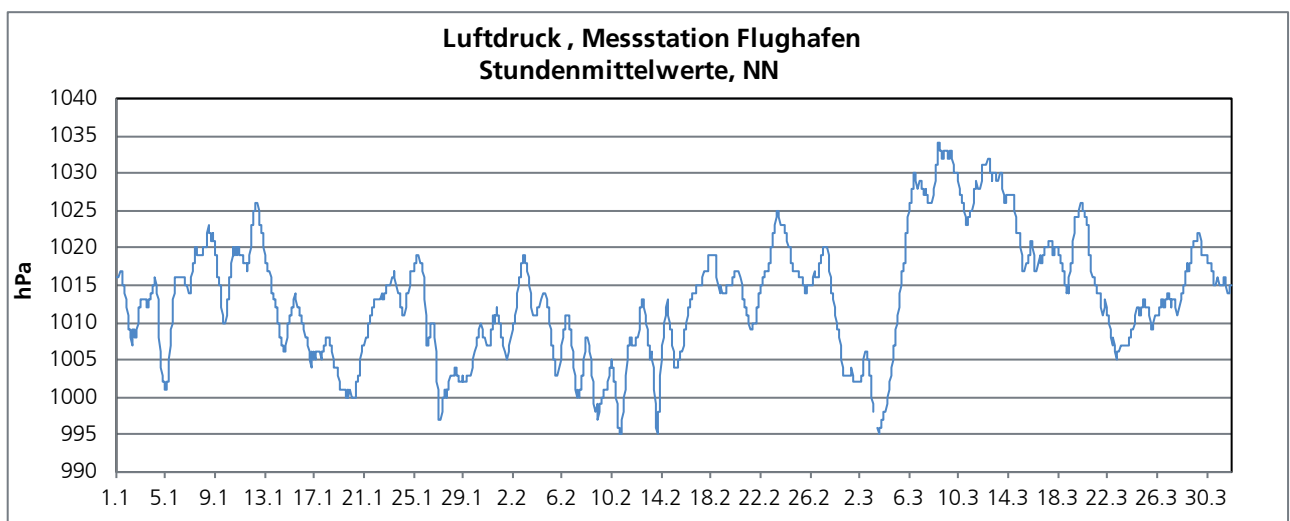


Stundenmittelwerte: Mittelwert: 82 Maximum: 100 Minimum: 21,0 % rF



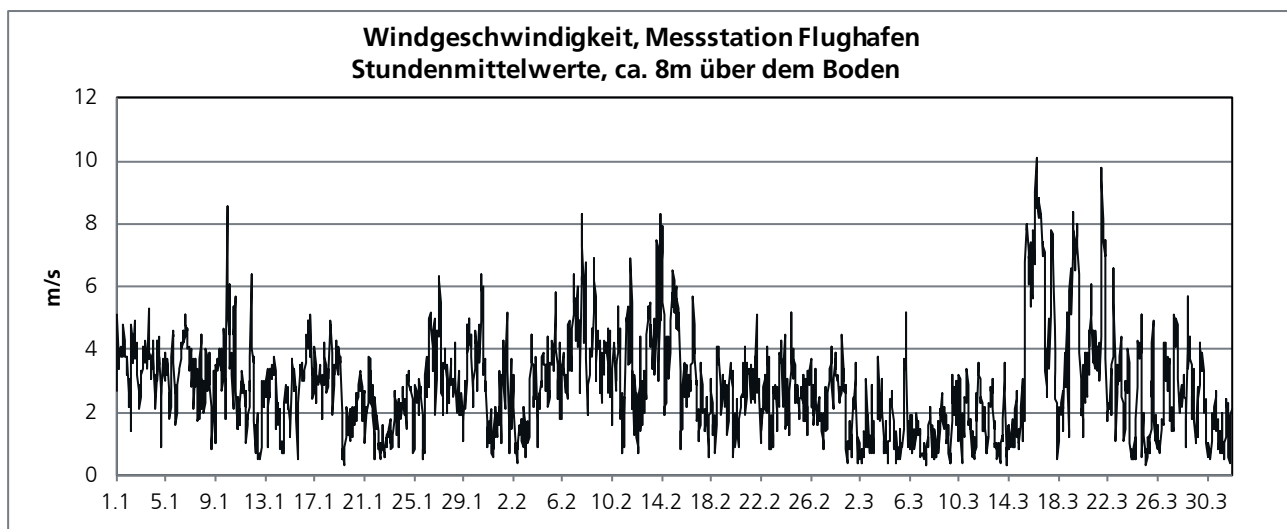
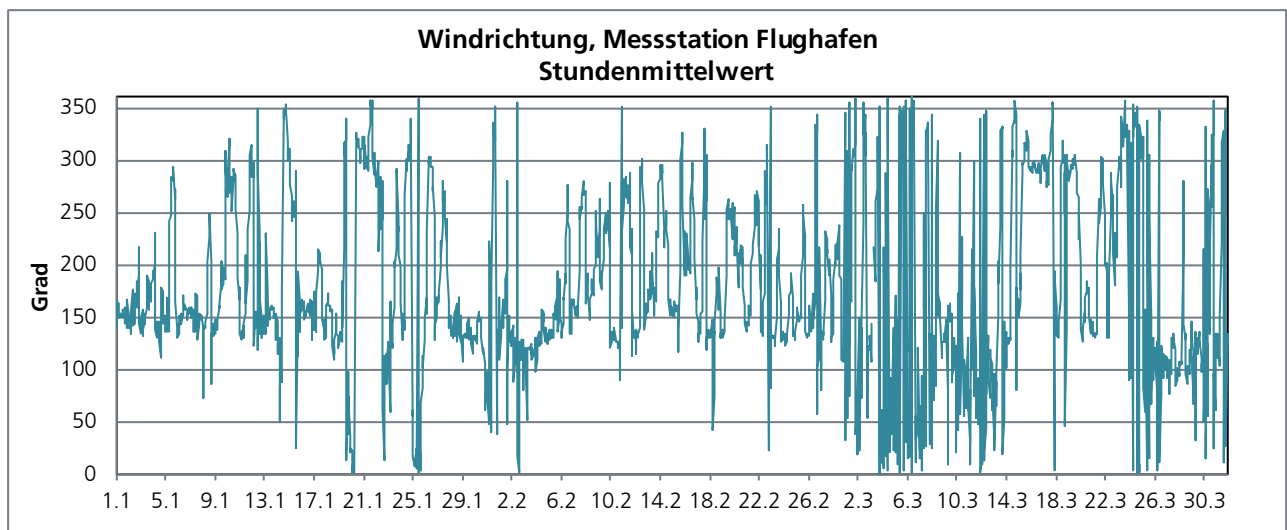
Stundenmittelwerte: Mittelwert: 75 Maximum: 100 Minimum: 18,8 % rF

Luftdruck



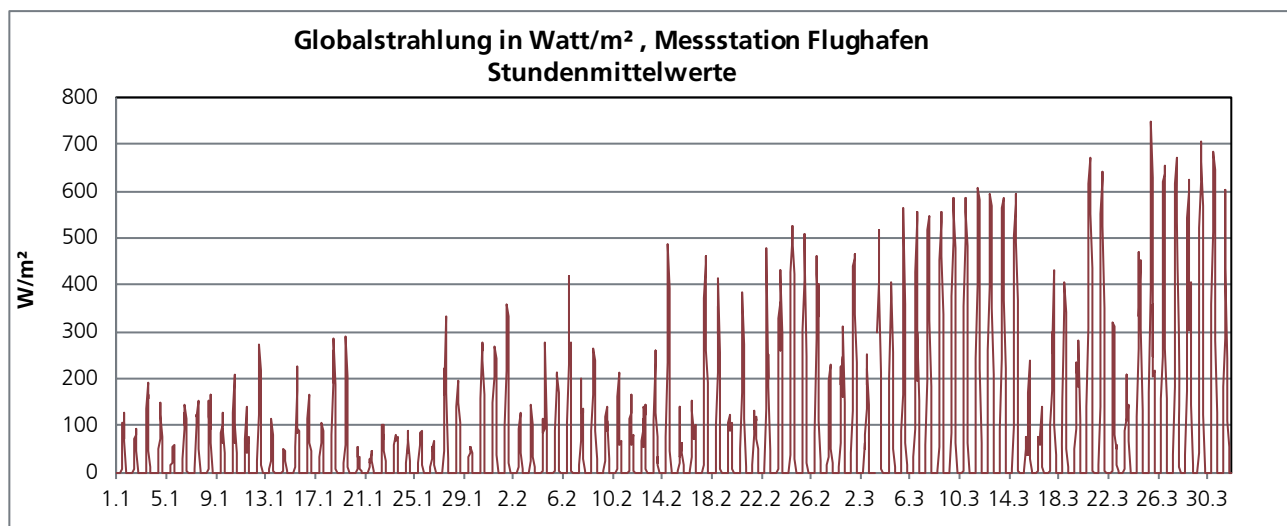
Stundenmittelwerte: Mittelwert: 1013 Maximum: 1034 Minimum: 995 hPa

Windrichtung, Windgeschwindigkeit



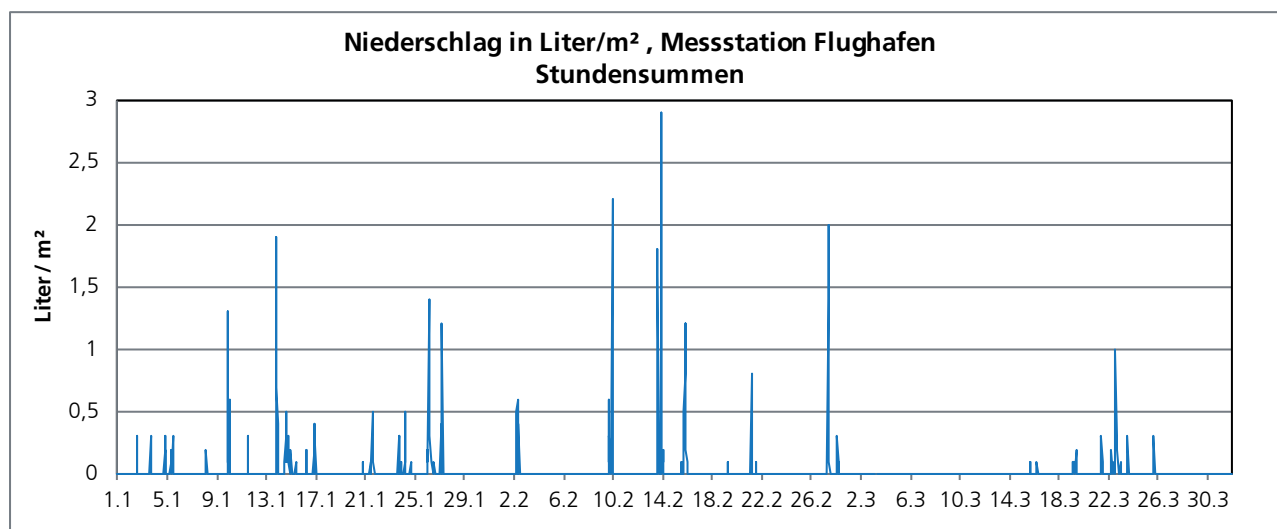
Stundenmittelwerte: Mittelwert: 2,8 Maximum: 10,1 m/s

Globalstrahlung



Stundenmittelwerte: Mittelwert: 77 Maximum: 748 Watt/m²
Gesamtsumme: 165 kWh / m² (aus Stundenmittel)

Niederschlag

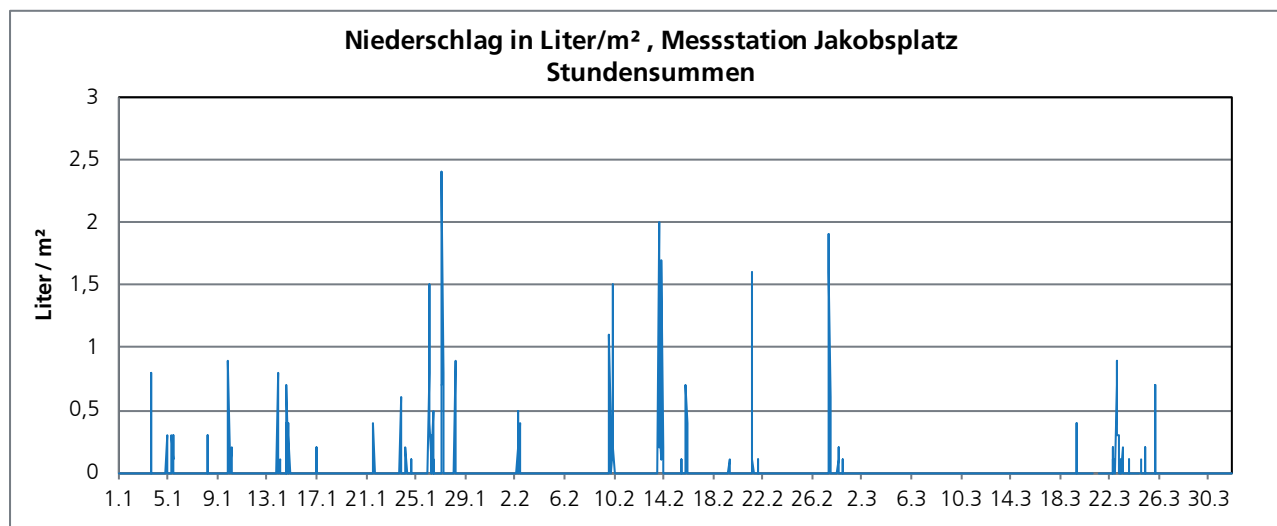


Stundenmittelwerte:

Maximum: 2,9 L/m²

Summe: 48,0

Liter



Stundenmittelwerte:

Maximum: 2,4 L/m²

Summe: 46,6

Liter

Quellenverzeichnis „Klärschlammverwertung Region Nürnberg“

- [1] Bundesministerium für Bildung und Forschung 2001: Schlusspräsentation Förderinitiative Kreislaufwirtschaft für Pflanzennährstoffe, insbesondere Phosphor.
- [2] Bundesministerium für Bildung und Forschung 2012: Bekanntmachung von Richtlinien zur Förderung von Forschungsvorhaben auf dem Gebiet „Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft“ (ERWAS) des Förderschwerpunktes „Nachhaltiges Wassermanagement NaWaM“ im Rahmen des Förderprogramms „Forschung für nachhaltige Entwicklungen FONA“ vom 21. Februar 2012.
- [3] Bundesrat 2013: Beschluss Drucksache Nummer 576/13 vom 20.09.13.
- [4] Bundesregierung 2012: Antwort auf Anfrage Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN zum Thema Phosphatversorgung der Landwirtschaft sowie Strategien und Maßnahmen zur Förderung des Phosphatrecyclings Drucksache 17/11486.
- [5] Bundestag 2012: Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung DüMV) vom 05.12.2012: Düngemittel aus besonderen Ausgangsstoffen Tabelle 6 Nr. 6.2.5.
- [6] CDU/CSU und SPD 2013: Koalitionsvertrag Bundesregierung zur 18. Legislaturperiode 2013: Deutschlands Zukunft gestalten.
- [7] Dittrich, B., Klose, R. 2008: Schwermetalle in Düngemitteln. Schriftenreihe Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 3/2008. Leiterer, M., Riedel, R. 2011: Konformitätsbescheinigungen zur düngemittelrechtlichen Bewertung des phosphathaltigen Düngemittels aus Hochtemperatur Schmelzbehandlung von Klärschlamm nach dem Mephrec®-Verfahren). Thüringer Landesanstalt in Jena.
- [8] DWA-Arbeitsgruppe KEK1.1 2013: Stand und Perspektiven der Phosphorgewinnung aus Abwasser und Klärschlamm. Korrespondenz Abwasser, Abfall Nr. 10, S. 837-844.
- [9] Everding, W. und Pinnekamp, J. 2011: Kostenabschätzung von ausgewählten Phosphorrückgewinnungsverfahren. In: Kreislaufwirtschaft für Pflanzennährstoffe, insbesondere Phosphor, Schlusspräsentation der Förderinitiative am 14.09.2011 in Berlin. Schriftenreihe Gewässerschutz-Wasser-Abwasser Band 228, Aachen.
- [10] Everding, W. 2011: Kostenabschätzung für das Mephrec-Verfahren, Aachen (unveröffentlicht).
- [11] Fehrenbach H., Reinhardt J. 2011: Ökobilanzielle Bewertung der in der Förderinitiative entwickelten Verfahren. In: Kreislaufwirtschaft für Pflanzennährstoffe, insbesondere Phosphor, Schlusspräsentation der Förderinitiative am 14.09.2011 in Berlin. Schriftenreihe Gewässerschutz-Wasser-Abwasser Band 228, Aachen.
- [12] Fehrenbach H., Reinhardt J. 2011: Ökobilanzielle Bewertung des P-Rückgewinnungsverfahrens Mephrec® im Vergleich mit alternativen Verfahren für die Stadtentwässerung Nürnberg, Heidelberg. (Unveröffentlicht)
- [13] Fraunhofer-Institut für Umwelt, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT 2012: Phosphorstrategie für Bayern (Abschlussbericht).
- [14] Ingenieurbüro für Gießereitechnik GmbH (Ingitec) 2009: DBU-Abschlussbericht AZ24557 „Metallurgisches Phosphor-Recycling aus Klärschlämmen und Filterstäuben als Voraussetzung für die wirtschaftliche Erzeugung eines hochwertigen Phosphor-Düngemittels aus Abfällen, Leipzig, 70 S.
- [15] Nobuhiro Tanigaki NIPPON STEEL & SUMIKIN ENGINEERING CO., LTD. 2013: Technical Introduction of the Direct-Melting-System (Summit Convergence Waste to Energy City 2013).
- [16] Scheidig, K., Mallon, J., Schaaf, M. 2010: Zukunftsfähige Klärschlammverwertung. Korrespondenz Abwasser, Abfall 57 (2010) Nr. 9, S. 902-915.

Weitere Informationen sowie die Publikationen
der Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg
finden Sie unter www.sun.nuernberg.de