



**Mehr Wert.
Mehr Vertrauen.**

Staubniederschlagsmessungen im Umfeld des Tagebaus Garzweiler im Jahr 2023 Abschlussbericht



Die Akkreditierung gilt nur für den
in der Urkundenanlage aufgeführten Akkredi-
tierungsumfang.

Berichtsnummer: LX17765.1 B01
Versionsnummer: 1
Projektnummer: LX17765.1
Auftraggeber: RWE Power AG
POB-N Abteilung Natur-/Umweltschutz,
Braunkohle
Stüttgenweg 2
50935 Köln

Auftragsnummer: 4300372801-R4-566
Auftragsdatum: 20.12.2022
Art der Messung: Immissionsmessung nach § 29b BImSchG
in Verbindung mit 41. BImSchV

Messkomponenten: Staubniederschlag STN
As, Cd, Pb, Ni, Tl und Hg
im Staubniederschlag STN

Messort/Messgebiet: Umfeld des Tagebaus Garzweiler im rheini-
schen Braunkohlerevier

Messzeitraum: 02.01.2023 bis 03.01.2024

Datum: 07.05.2024

Unsere Zeichen:
IS-UT-IMM/ WRo

Das Dokument besteht aus
67 Seiten.
Seite 1 von 67

Die auszugsweise Wiedergabe
des Dokumentes und die
Verwendung zu Werbezwecken
bedürfen der schriftlichen
Genehmigung der
TÜV SÜD Industrie Service
GmbH.

Die Prüfergebnisse beziehen
sich ausschließlich auf die
untersuchten Prüfgegenstände.



Inhaltsverzeichnis

1	Beschreibung der Messaufgabe.....	3
1.1	Aufgabenstellung	3
1.2	Administrative Anforderungen und Bewertungsmaßstäbe	3
1.3	Messkomponenten.....	3
1.4	Repräsentativität der Messungen.....	4
1.5	Bewertungsmaßstäbe und Luftqualitätsmerkmale	4
1.6	Ergänzende Messungen	5
1.7	Anforderungen an die Messtechnik	5
1.8	Organisatorische Anforderungen	5
2	Vorwissen	6
3	Messstrategie	6
3.1	Messgebiet und Messorte	6
3.2	Messzeitraum	7
3.3	Messzeiten.....	7
3.4	Datenverfügbarkeit.....	8
3.5	Messverfahren	8
3.6	Verfahrenskenngrößen	8
3.7	Ergebnisunsicherheit.....	9
3.8	Erfassung und Archivierung der Messdaten.....	9
4	Auswertung / Messwertverarbeitung	10
4.1	Berechnung der Mittelwerte	10
4.2	Behandlung von Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze	10
4.3	Behandlung von Messausfällen	10
4.4	Behandlung von Ausreißern	10
5	Beurteilung der Luftqualität und Diskussion	11
5.1	Staubniederschlag STN	11
5.2	Arsen im Staubniederschlag STN	13
5.3	Blei im Staubniederschlag STN.....	15
5.4	Cadmium im Staubniederschlag STN	17
5.5	Nickel im Staubniederschlag STN	19
5.6	Thallium im Staubniederschlag STN	21
5.7	Quecksilber im Staubniederschlag STN.....	23
6	Anhang.....	25



1 Beschreibung der Messaufgabe

1.1 Aufgabenstellung

Die RWE Power AG betreibt zur Gewinnung von Braunkohle zur fossilen Energiegewinnung im rheinischen Braunkohlerevier den Tagebau Garzweiler.

Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung einschließlich Umweltprüfung zur Änderung des Braunkohlenplans Garzweiler II sind Fragen hinsichtlich der Auswirkungen des Tagebaubetriebes über den Luftpfad auf das angrenzende Umfeld aufgetreten.

Sollten durch den Tagebau immissionsschutzrechtliche Auswirkungen über den Luftpfad ausgehen, werden diese an die Partikelphase gebunden sein. Auswirkungen durch Stäube werden im Tagebaubetrieb hauptsächlich diffus durch Transport-, Ablagerungs- und Abwehuvorgänge emittiert. Die Staubbelastungen nehmen mit zunehmender Entfernung von dem als Flächenquelle wirkenden Tagebau ab.

In Bezug auf Staubbelastungen des Umfeldes durch den Tagebaubetrieb, werden seit mehreren Jahren Messungen auf Staubbiederschlag (sedimentierender Staub) an 20 Messpunkten durchgeführt.

Im Jahr 2023 sollte dieses Messprogramm um die in der Nummer 4.5.1 der TA Luft in Tabelle 6 genannten metallischen und halbmatalischen Inhaltsstoffe erweitert werden.

Die TÜV Süd Industrieservice GmbH wurde von der RWE Power AG damit beauftragt im Jahr 2023 Staubbiederschlagsmessungen inklusive der darin adsorbierten Inhaltsstoffe im Umfeld des Tagebaus Garzweiler durchzuführen.

1.2 Administrative Anforderungen und Bewertungsmaßstäbe

Die Messungen sollten durch ein nach DIN EN 17025 akkreditiertes und nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) notifiziertes Messinstitut durchgeführt werden.

Die TÜV Süd Industrieservice GmbH ist nach den Maßgaben des § 29b BImSchG in Verbindung mit der 41. BImSchV im Tätigkeitsbereich IV (Immissionen) im Stoffbereich P (partikelförmige und an Partikeln adsorbierte Stoffe) bekanntgegeben.

Zudem ist die TÜV Süd Industrieservice GmbH im Bereich der Außenluftüberwachung nach dem „Modul Immissionsschutz“ der DIN EN 17025 durch die DAkkS akkreditiert.

Die Messungen wurden unter Berücksichtigung der Forderungen der TA Luft und der 39. BImSchV durchgeführt.

1.3 Messkomponenten

Die Auswahl der zu überwachenden Parameter der Immissionsmessungen fand rezeptorspezifisch nach den geltenden Vorgaben der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft, 2002) und der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) und den damit verbundenen Normen und Richtlinien statt.



Es wurden die Parameter Staubniederschlag (STN) sowie die darin enthaltenen Metalle und Halbmetalle Arsen (As), Cadmium (Cd), Nickel (Ni), Blei (Pb), Thallium (Tl) und Quecksilber (Hg) im Staubniederschlag untersucht.

1.4 Repräsentativität der Messungen

Im Rahmen dieses Messprogramms wurden passive Staubniederschlagsmessungen an insgesamt 20 Messstellen durchgeführt.

Die seit mehreren Jahren existierende Messreihe auf Staubniederschlag an 20 Messpunkten wurde ab Januar 2023 um die im Staubniederschlag enthaltenen Metalle und Halbmetalle der TA Luft erweitert.

Die Messungen wurden als ortsfeste und zeitlich fortlaufende Immissionsmessungen über ein gesamtes Jahr durchgeführt.

Die Messpunkte wurden so ausgewählt, dass im Umfeld des Tagebaus beurteilungsrelevante Immissionsorte, bei denen die höchsten Immissionen zu erwarten sind, erfasst werden. Dabei wurde berücksichtigt, dass in Deutschland eine vorherrschende Hauptwindrichtung aus Südwest angetroffen wird. Weitere Details zur Messpunktauswahl befinden sich im Kapitel 3.1 (Messgebiet und Messorte).

Die Messungen wurden im Januar 2023 (02.01.2023) begonnen und endete Anfang Januar 2024 (03.01.2024) und decken somit den Zeitraum eines vollständigen Jahres ab.

Die in der 39. BImSchV und der TA Luft genannten Anforderungen zur Ermittlung der Immissionswerte, die als Mittel über ein gesamtes Jahr zu verstehen sind und auch jahreszeitliche Gänge der Immissionen berücksichtigen, werden mit diesem Messprogramm somit erfüllt.

1.5 Bewertungsmaßstäbe und Luftqualitätsmerkmale

Zum Schutz vor erheblicher Belästigung oder erheblichen Nachteilen wird für den Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub) unter der Nummer 4.3.1 der TA Luft ein Immissionswert festgelegt.

Für die Ablagerung (Deposition/Staubniederschlag) von As, Cd, Ni, Pb, Tl und Hg werden in der TA Luft unter Nummer 4.5.1 a) entsprechende Immissionswerte zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdeposition angegeben.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die beschriebenen Bewertungsgrundlagen.

Tab. 1 Bewertungskriterien BImSchG

Parameter	Beurteilungswert (Mittelungszeitraum)	Schutzgut	Bewertungs- grundlage
Staubniederschlag STN			
Staubniederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35 g/(m ² d) (Jahresmittelwert)	erhebliche Belästigungen	Immissionswert TA Luft Nr. 4.3.1
Metalle und Halbmetalle (As, Cd, Cr, Ni, Tl, Pb, Hg) im STN			
Arsen (As)	4 µg/(m ² d) (Jahresmittelwert)	schädliche Umweltein- wirkung	Immissionswert TA Luft Nr. 4.5.1 a
Blei (Pb)	100 µg/(m ² d) (Jahresmittelwert)		
Cadmium (Cd)	2 µg/(m ² d) (Jahresmittelwert)		
Nickel (Ni)	15 µg/(m ² d) (Jahresmittelwert)		
Thallium (Tl)	2 µg/(m ² d) (Jahresmittelwert)		
Quecksilber (Hg)	1 µg/(m ² d) (Jahresmittelwert)		

1.6 Ergänzende Messungen

Im Rahmen dieses Messprogramms wurden keine weiteren Messungen durchgeführt

1.7 Anforderungen an die Messtechnik

Zur Messung der vorgenannten Komponenten wurden Messverfahren angewendet, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen und dem VDI Regelwerk „Reinhaltung der Luft“ bzw. DIN-Normen entstammen.

Die angewandten Verfahren werden in einem späteren Kapitel ausführlich beschrieben.

1.8 Organisatorische Anforderungen

Zur Durchführung dieses Messprogramms wurden die gesamten Materialien für die Probenahme gestellt, die monatlichen Probenahmen der Sammelmedien an den Messpunkten gewährleistet und die zugehörige Analytik der Proben, inklusive der Berichterung der Ergebnisse erbracht.

2 Vorwissen

Im Auftrag der RWE Power werden im Umfeld des Tagebaus Garzweiler seit mehreren Jahren Staubbiederschlagsmessungen an insgesamt 20 Messpunkten durch.

Für die Deposition von Stäuben (Staubbiederschlag) liegen somit Messdaten einer langjährigen Messreihe vor.

Die im Rahmen dieses Messprogramms vorliegenden Daten weisen, in Bezug auf den sedimentierenden Staub, auf eine niedrige Immissionsituation im Umfeld des Tagebaus hin.

Während besonderer zumeist meteorologisch bedingten Situationen (wie Starkwindereignisse bei gleichzeitiger Abtrocknung des Oberbodens) können kurzfristige und lokal punktuelle Staubausträge aus dem Tagebau auftreten.

Im Rahmen dieses mehrjährigen Messprogramms hat sich gezeigt, dass auch wenn kurzzeitige punktuelle Belästigungen auftreten, diese immer deutlich unterhalb des in der TA Luft unter Nummer 4.3.1 genannten Immissionswertes für Staubbiederschlag in Höhe von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ als Jahresmittelwert für ein Kalenderjahr liegen.

3 Messstrategie

Die Messstrategie dieses Messprogramms hat sich nach den Anforderungen der VDI-Richtlinie 4280 Blatt 1 (Planung von Immissionsmessungen) gerichtet.

3.1 Messgebiet und Messorte

Die Auswahl der Beurteilungspunkte fand anhand der im Einwirkungsbereich des Tagebaus vorkommenden Rezeptoren statt (schutzgutbezogene Messpunktauswahl).

Nach Maßgaben der Nummer 4.6.2.6 der TA Luft sollen Messungen „...*an den Punkten mit mutmaßlich höchster relevanter Belastung für dort nicht nur vorübergehend exponierte Schutzgüter...*“ durchgeführt werden.

Die nächstgelegenen Wohnbebauungen (Schutzgut menschliche Gesundheit) sowie das Schutzgut Wald/Boden befinden sich in direkter Nachbarschaft des Tagebaus.

Da in Deutschland von einer statistisch vorherrschenden Windrichtung aus Südwesten, mit nordöstlichem Nebenmaximum auszugehen ist, kann davon ausgegangen werden, dass diffuse Staubbemissionen statistisch betrachtet hauptsächlich leeseitig zur Hauptwindrichtung in direkter Nachbarschaft zum Tagebau niederschlagen. Somit also hauptsächlich nordöstlich des Tagebaus Garzweiler.

In der folgenden Abbildung sind die insgesamt 20 Messpunkte in einer Übersichtskarte eingezeichnet.



Abb. 1 Übersichtskarte Messpunkte

3.2 Messzeitraum

Die TA Luft verweist in Nummer 4.6.2.4, dass der Messzeitraum in der Regel ein Jahr betragen soll. Zudem wird erwähnt, dass dieser Zeitraum auf 6 Monaten verkürzt werden kann, wenn „*die Jahreszeit mit den zu erwartenden höchsten Immissionen erfasst werden*“.

Der Parameter Staubbiederschlag wird bereits im Rahmen einer mehrjährigen Messreihe an insgesamt 20 Messpunkten überwacht. Die Erweiterung des Untersuchungsumfangs dieser langjährigen Messungen um die in der TA Luft genannten Metalle und Halbmetalle wurden im Januar 2023 begonnen und wurden über die Dauer eines gesamten Jahres durchgeführt.

Die Messungen wurden im Januar 2023 (02.01.2023) begonnen und wurden bis Ende Dezember 2023 (03.01.2024) durchgeführt und decken somit den Zeitraum eines vollständigen Jahres ab.

3.3 Messzeiten

Der Messzeitraum bei den Staubbiederschlagsmessungen beträgt einen Monat (30 ± 2 Tage), so dass pro Messpunkt und Messzeitraum eine Monatsprobe gewonnen wird.

In diesen Monatsproben werden neben dem Staubbiederschlag ebenfalls die metallischen und halbmatalischen Inhaltsstoffe untersucht.

3.4 Datenverfügbarkeit

Für den Parameter Staubniederschlag werden in der 39. BImSchV und der TA Luft keine expliziten Datenqualitätsziele genannt. Es wird jedoch die für andere Parameter übliche Mindestdatenerfassung von 90 % zur Orientierung zugrunde gelegt.

Aufgrund biologischer und anderer Umstände wie Vandalismus sind während der bisherigen Messungen nur vereinzelt Messausfälle zu verzeichnen gewesen.

3.5 Messverfahren

Zur Messung der vorgenannten Komponenten wurden Messverfahren angewendet, die dem aktuellen Stand der Technik entsprechen und dem VDI Regelwerk „Reinhaltung der Luft“ bzw. DIN-Normen entstammen.

Die Ermittlung des Staubniederschlages erfolgt mit diskontinuierlich arbeitenden Geräten nach dem Bergerhoff-Verfahren. Das Verfahren ist in der VDI-Richtlinie 4320, Blatt 2 beschrieben. Nach vorgenannter Richtlinie beträgt bei diesem Verfahren die Probenahmedauer einen Monat (30 ± 2 Tage).

Für die Metallanalytik von As, Pb, Cd, Ni und Tl in der Deposition werden die Proben nach dem Eindampfen mit Hilfe eines geschlossenen Aufschlusses des Trockenrückstands mittels eines oxidierenden Säureaufschluss (HNO_3 , HF und H_2O_2) aufgeschlossen. Dies entspricht dem in der VDI 2267 Blatt 3 genannten Aufschluss.

Die Metallanalytik der Elemente in der Deposition erfolgt per Multielement-Bestimmung mit der Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) gemäß VDI 2267 Blatt 15 und DIN EN 15841.

Die Messungen erfolgen wie beim Staubniederschlag monatsweise.

Die Ermittlung des Quecksilbers im Staubniederschlag erfolgt nach der aktuellen Norm DIN EN 15853 mit Hilfe einer separaten Probenahmeeinrichtung und separatem Aufschluss und Analyse.

3.6 Verfahrenskenngrößen

Die Grundlagen der Berechnung der Verfahrenskenngrößen und der Messunsicherheiten werden in der „ISO/IEC Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“, (GUM) beschrieben. Die spezifischen Anforderungen an die Ermittlung der Messunsicherheit für Messungen mit diskontinuierlichen Messverfahren werden in der DIN EN ISO 20988 dargestellt.

Die Verfahrenskenngrößen Messunsicherheit und Nachweisgrenze der Bestimmung des Staubniederschlages nach der Bergerhoffmethode wurde nach Kapitel 8 „Verfahrenskenngrößen“ der VDI-Richtlinie 4320, Blatt 2 ermittelt. Die Nachweisgrenze wurde dabei, wie in der Richtlinie beschrieben, nach der Leerwertmethode durchgeführt. Die Nachweisgrenze bei der Bestimmung des Staubniederschlages beträgt $0,001 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$.

Die erweiterte Messunsicherheit wurde, wie in der vorgenannten Richtlinie beschrieben, durch direkten Ansatz ermittelt. Hierzu wurde der Staubbiederschlag nach paralleler Probenahme (Doppelbestimmung) errechnet.

Tab. 2 Verfahrenskenngrößen Staubbiederschlag

Kenngröße	Wert STN
Nachweisgrenze	0,001 g/(m ² *d)
erweiterte Messunsicherheit U _{0,95}	0,023 g/(m ² *d)

Die Bestimmungsgrenze der analytischen Bestimmung von As, Cd, Ni, Pb und TI im Staubbiederschlag mit der ICP-MS wurde nach der in Kapitel 6 „Verfahrenskenngrößen“ der VDI-Richtlinie 2267, Blatt 15 beschriebenen Leerwertmethode durchgeführt. Für die Bestimmung der o.g. Inhaltstoffe im Schwebstaub PM₁₀ wurden die Bestimmungsgrenzen ebenfalls nach der Leerwertmethode gemäß VDI-Richtlinie 2267, Blatt 1 bestimmt.

Die erweiterte Messunsicherheit wurde durch Doppelbestimmung gemäß DIN EN 20988, Anhang C, Abschnitt C.10 ermittelt. Die ermittelten Werte werden in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tab. 3 Verfahrenskenngrößen Metallanalytik im Staubbiederschlag

Kenngröße	As	Cd	Ni	Pb	TI	Hg
	[µg/(m ² *d)] *					
Bestimmungsgrenze	0,03	0,04	0,15	0,15	0,15	0,01
erweiterte Messunsicherheit U _{0,95}	0,04	0,04	0,5	1,9	./.	./.

* bezogen auf einen mittleren Expositionszeitraum von 30 Tagen

3.7 Ergebnisunsicherheiten

Die Ergebnisunsicherheit der Messungen ist abhängig von den Unsicherheitsbeiträgen der angewandten Verfahren, der Auswahl der Messzeiten und der Messpunktauswahl.

Da es sich bei den Messungen um Punktmessungen handelte und damit keine Repräsentativitäten in Bezug auf andere Messpunkte, bzw. größere Gebiete stattfinden sollten, entfällt der hierdurch anfallende Unsicherheitsbetrag.

Da an den Messpunkten ortsfeste, den gesamten Zeitraum eines Jahres abdeckende Messungen durchgeführt wurden, entfällt der Unsicherheitsbetrag in Bezug auf die Messzeit ebenfalls.

3.8 Erfassung und Archivierung der Messdaten

Alle Probenahmedaten werden schriftlich auf dem Probenahmeprotokoll erfasst. Diese werden in Papierform sowie in elektronischer Form archiviert. Alle laboranalytisch anfallenden Daten



werden auf elektronische Weise erfasst und in einem Laborinformations- und Managementsystem LIMS gespeichert und archiviert.

Die Verarbeitung der ermittelten Messdaten erfolgte mit einem Tabellenkalkulationsprogramm.

4 Auswertung / Messwertverarbeitung

4.1 Berechnung der Mittelwerte

Beim Parameter Staubbiederschlag wurden aufgrund der unterschiedlich langen Messzeiträume der einzelnen Monatsmessungen (die Zeiträume variieren in der Regel zwischen 28 und 32 Tagen) zur Berechnung der Mittelwerte im Messzeitraum über die Zeit gewichtete Mittelwerte angegeben.

4.2 Behandlung von Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze

Bei den vorgenannten Verfahren werden Messwerte unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze mit dem vollen Betrag der Bestimmungsgrenze in die Mittelwertberechnung einbezogen.

Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze werden mit einem „<“ entsprechend gekennzeichnet.

4.3 Behandlung von Messausfällen

Messausfälle wurden mit Angabe des entsprechenden Grundes dokumentiert.

4.4 Behandlung von Ausreißern

Ob ein gemessener Wert ein Ausreißer aus dem Datenkollektiv ist, kann rechnerisch durch den Ausreißertest nach Grubbs berechnet werden.

Auf eine rein rechnerische Bestimmung eines solchen Ausreißers wird während der Messungen verzichtet, da diese Berechnung auch reale Immissionssituationen bei starker Streubreite der gemessenen Werte als Ausreißer aus dem Datenkollektiv erkennt.

5 Beurteilung der Luftqualität und Diskussion

Im Folgenden werden die errechneten Immissionskenngrößen dargestellt. Alle ermittelten Einzelmesswerte sowie graphische Darstellungen dieser Einzelergebnisse befinden sich im Anhang.

5.1 Staubbiederschlag STN

Für den sedimentierenden Staub (Staubbiederschlag) als nicht gefährdender Staub wird in der TA Luft unter Nr. 4.3.1 ein Immissionswert von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ als Mittelwert über ein gesamtes Jahr zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen festgelegt.

Die folgende Tabelle listet die im Rahmen dieses Projektes im Jahr 2023 an den insgesamt 20 Messpunkten ermittelten Kenngrößen auf.

Tab. 4 Kenngrößen Staubbiederschlag

Messpunkt	Kenngröße STN [g/(m ² ·d)]	Messpunkt	Kenngröße STN [g/(m ² ·d)]
G3	0,097 (28 %)	G31	0,130 (37 %)
G7	0,072 (20 %)	G32	0,060 (17 %)
G11	0,120 (34 %)	G37	0,082 (24 %)
G12	0,086 (25 %)	G38	0,092 (26 %)
G19	0,066 (19 %)	G39	0,072 (21 %)
G22	0,086 (24 %)	G40	0,077 (22 %)
G25	0,106 (30 %)	G41	0,051 (15 %)
G28	0,084 (24 %)	G42	0,080 (23 %)
G29	0,062 (18 %)	G44	0,070 (20 %)
G30	0,083 (24 %)	G45	0,055 (16 %)

(Werte in Klammern) = Verhältnis ermittelte Kenngröße zum Immissionswert TA Luft

Aus den vorgestellten Daten ist zu erkennen, dass alle im Jahr 2023 ermittelten Werte deutlich unterhalb des Immissionswertes der TA Luft in Höhe von $0,35 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ angesiedelt sind. Alle ermittelten Kenngrößen bewegen sich im Bereich von 15 % bis maximal 37 % des Immissionswertes der TA Luft.

Die folgende Abbildung stellt die im Jahr 2023 ermittelten Kenngrößen für den Staubbiederschlag nochmals graphisch dar.

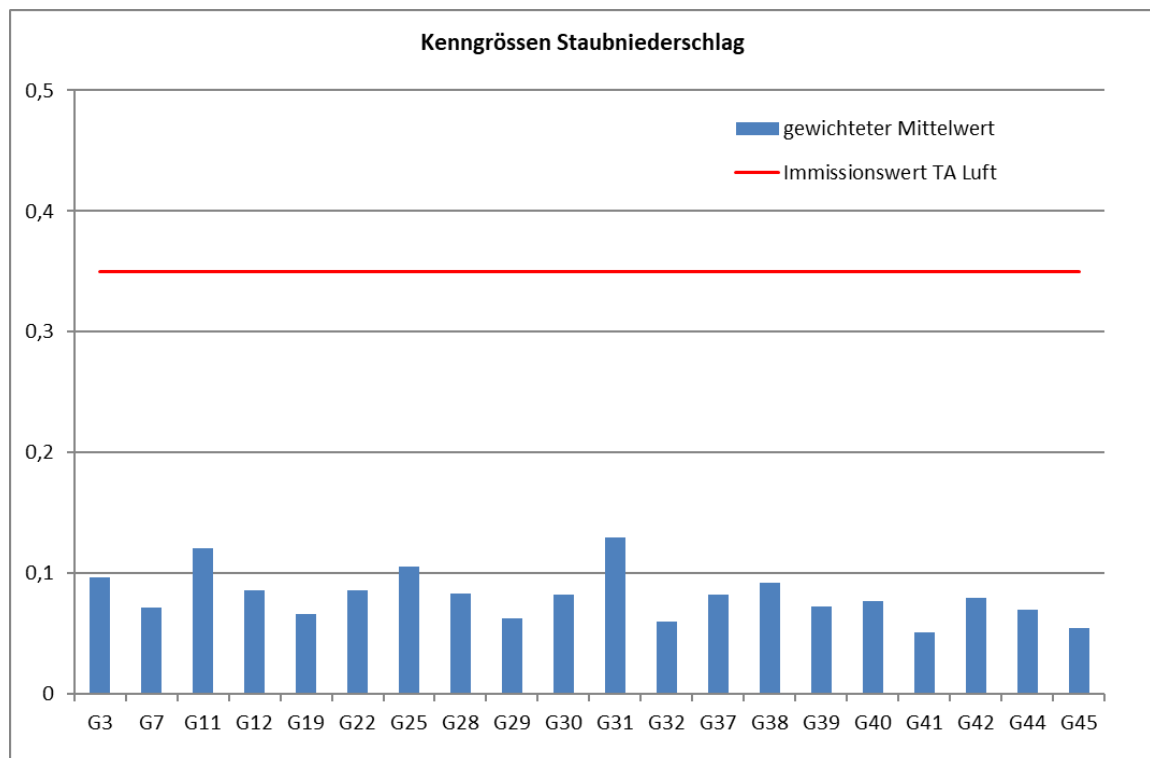


Abb. 2 Kenngößen Staubniederschlag in g/(m²*d)

5.2 Arsen im Staubniederschlag STN

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen wird in der Nummer 4.5.1 der TA Luft für Arsen im Staubniederschlag ein Immissionswert in Höhe von $4 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ genannt.

Die folgende Tabelle listet die im Rahmen dieses Projektes ermittelten Kenngrößen für Arsen im Staubniederschlag im Jahr 2023 an den insgesamt 20 Messpunkten auf.

Tab. 5 Kenngrößen Arsen im Staubniederschlag

Messpunkt	Kenngröße As im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]	Messpunkt	Kenngröße As im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]
G3	0,36 (9 %)	G31	0,46 (12 %)
G7	0,33 (8 %)	G32	0,34 (8 %)
G11	0,64 (16 %)	G37	0,34 (8 %)
G12	0,43 (11 %)	G38	0,37 (9 %)
G19	0,27 (7 %)	G39	0,3 (7 %)
G22	0,36 (9 %)	G40	0,2 (5 %)
G25	0,65 (16 %)	G41	0,2 (6 %)
G28	0,29 (7 %)	G42	0,3 (8 %)
G29	0,22 (5 %)	G44	0,2 (5 %)
G30	0,42 (10 %)	G45	0,20 (5 %)

(Werte in Klammern) = Verhältnis ermittelte Kenngröße zum Immissionswert TA Luft

Die Daten in der vorstehenden Tabelle zeigen, dass der Immissionswert der TA Luft in Höhe von $4 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ an allen Messpunkten eingehalten wird. Alle bisher ermittelten Kenngrößen sind im Bereich von 5 bis maximal 16 % des Immissionswertes der TA Luft angesiedelt.

Die folgende Abbildung stellt die ermittelten Kenngrößen nochmals graphisch dar.

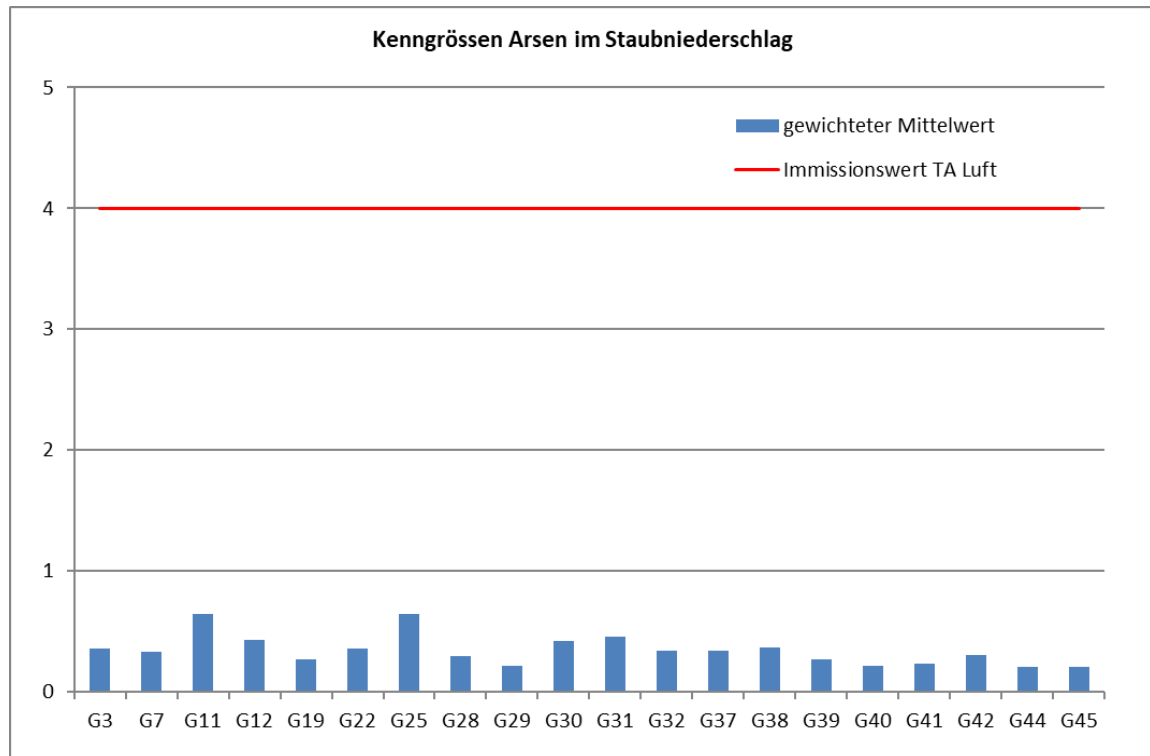


Abb. 3 Kenngrößen Arsen im Staubniederschlag in µg/(m²*d)

5.3 Blei im Staubniederschlag STN

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen wird in der Nummer 4.5.1 der TA Luft für Blei im Staubniederschlag ein Immissionswert in Höhe von $100 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ genannt.

Die folgende Tabelle listet die im Rahmen dieses Projektes ermittelten Kenngrößen für Blei im Staubniederschlag im Jahr 2023 an den insgesamt 20 Messpunkten auf.

Tab. 6 Kenngrößen Blei im Staubniederschlag

Messpunkt	Kenngröße Pb im STN $[\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$	Messpunkt	Kenngröße Pb im STN $[\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$
G3	4,3 (4 %)	G31	2,6 (3 %)
G7	2,9 (3 %)	G32	2,1 (2 %)
G11	4,5 (4 %)	G37	2,3 (2 %)
G12	2,8 (3 %)	G38	2,7 (3 %)
G19	1,6 (2 %)	G39	2,8 (3 %)
G22	3,2 (3 %)	G40	2,5 (3 %)
G25	3,2 (3 %)	G41	2,0 (2 %)
G28	3,6 (4 %)	G42	2,2 (2 %)
G29	2,4 (2 %)	G44	2,3 (2 %)
G30	2,9 (3 %)	G45	2,1 (2 %)

(Werte in Klammern) = Verhältnis ermittelte Kenngröße zum Immissionswert TA Luft

Die Daten in der vorstehenden Tabelle zeigen, dass der Immissionswert der TA Luft in Höhe von $100 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ an allen Messpunkten deutlich unterschritten wird. Alle bisher ermittelten Kenngrößen sind im Bereich bis maximal 4 % des Immissionswertes der TA Luft angesiedelt.

Die folgende Abbildung stellt die ermittelten Kenngrößen nochmals graphisch dar.

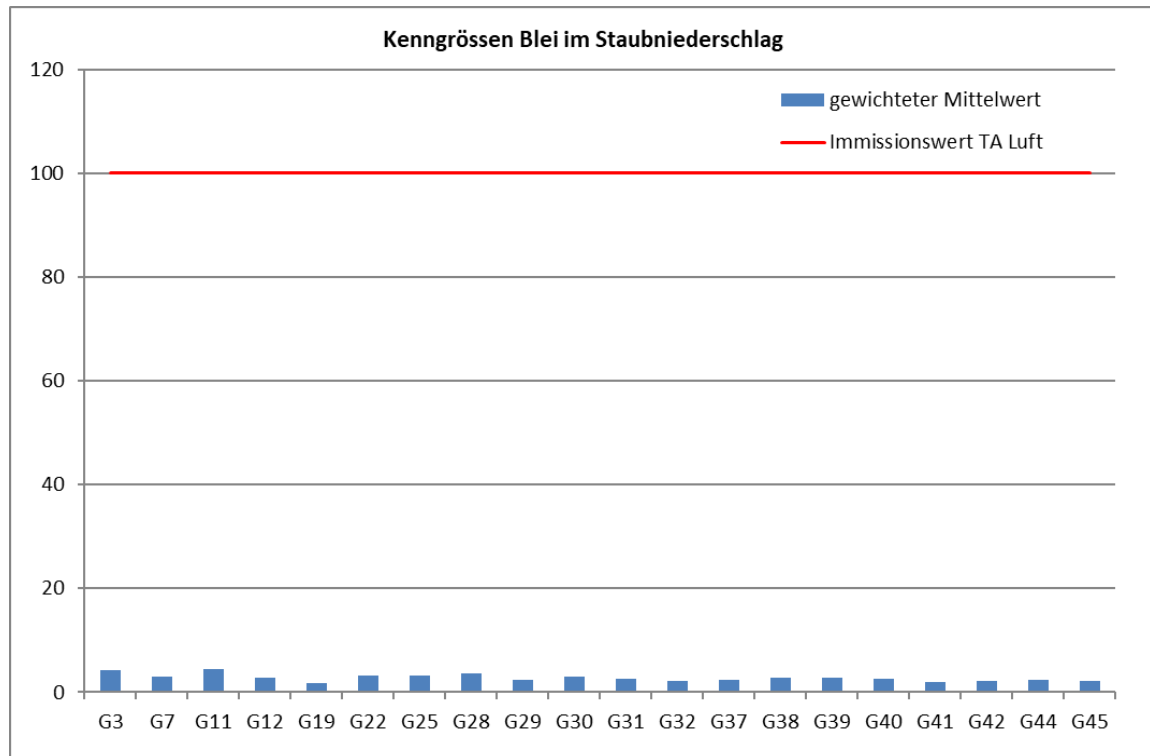


Abb. 4 Kenngrößen Blei im Staubbiederschlag

5.4 Cadmium im Staubniederschlag STN

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen wird in der Nummer 4.5.1 der TA Luft für Cadmium im Staubniederschlag ein Immissionswert in Höhe von $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ genannt.

Die folgende Tabelle listet die im Rahmen dieses Projektes ermittelten Kenngrößen für Cadmium im Staubniederschlag im Jahr 2023 an den insgesamt 20 Messpunkten auf.

Tab. 7 Kenngrößen Cadmium im Staubniederschlag

Messpunkt	Kenngröße Cd im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]	Messpunkt	Kenngröße Cd im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]
G3	0,05 (2 %)	G31	0,06 (3 %)
G7	0,05 (2 %)	G32	0,04 (2 %)
G11	0,06 (3 %)	G37	0,06 (3 %)
G12	0,05 (3 %)	G38	0,05 (3 %)
G19	0,05 (2 %)	G39	0,05 (2 %)
G22	0,05 (2 %)	G40	0,05 (3 %)
G25	0,07 (3 %)	G41	0,05 (2 %)
G28	0,05 (2 %)	G42	0,04 (2 %)
G29	0,05 (2 %)	G44	0,05 (2 %)
G30	0,05 (2 %)	G45	0,05 (2 %)

(Werte in Klammern) = Verhältnis ermittelte Kenngröße zum Immissionswert TA Luft

Die Daten in der vorstehenden Tabelle zeigen, dass der Immissionswert der TA Luft in Höhe von $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ an allen Messpunkten deutlich unterschritten wird. Alle bisher ermittelten Kenngrößen sind im Bereich bis maximal 3 % des Immissionswertes der TA Luft angesiedelt.

Die folgende Abbildung stellt die ermittelten Kenngrößen nochmals graphisch dar.

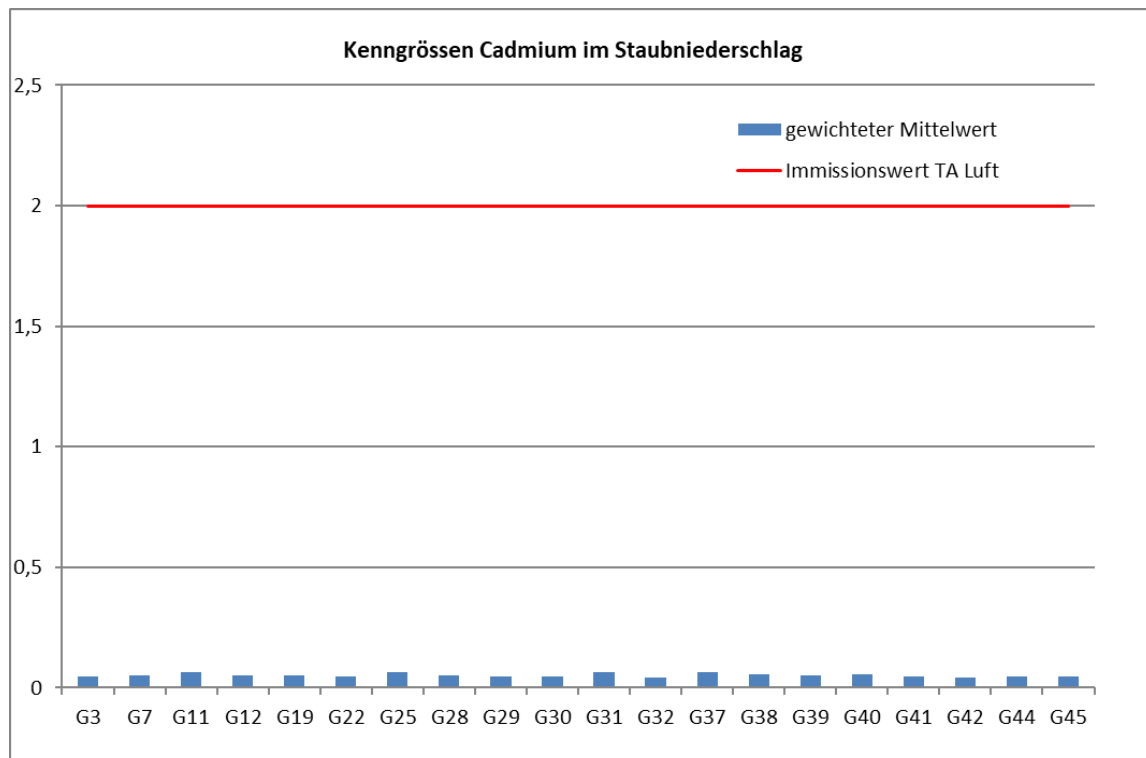


Abb. 5 Kenngrößen Cadmium im Staubbiederschlag in µg/(m²*d)

5.5 Nickel im Staubniederschlag STN

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen wird in der Nummer 4.5.1 der TA Luft für Nickel im Staubniederschlag ein Immissionswert in Höhe von $15 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ genannt.

Die folgende Tabelle listet die im Rahmen dieses Projektes ermittelten Kenngrößen für Nickel im Staubniederschlag im Jahr 2023 an den insgesamt 20 Messpunkten auf.

Tab. 8 Kenngrößen Nickel im Staubniederschlag

Messpunkt	Kenngröße Ni im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]	Messpunkt	Kenngröße Ni im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]
G3	1,2 (8 %)	G31	1,8 (12 %)
G7	1,2 (8 %)	G32	1,1 (8 %)
G11	1,9 (13 %)	G37	1,6 (11 %)
G12	1,4 (9 %)	G38	1,4 (9 %)
G19	1,4 (9 %)	G39	1,3 (9 %)
G22	1,4 (9 %)	G40	1,2 (8 %)
G25	2,1 (14 %)	G41	1,0 (7 %)
G28	1,1 (7 %)	G42	0,8 (5 %)
G29	1,0 (6 %)	G44	1,0 (7 %)
G30	1,4 (9 %)	G45	0,9 (6 %)

(Werte in Klammern) = Verhältnis ermittelte Kenngröße zum Immissionswert TA Luft

Die Daten in der vorstehenden Tabelle zeigen, dass der Immissionswert der TA Luft in Höhe von $15 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ an allen Messpunkten unterschritten wird. Alle bisher ermittelten Kenngrößen sind im Bereich von 5 bis maximal 14 % des Immissionswertes der TA Luft angesiedelt.

Die folgende Abbildung stellt die ermittelten Kenngrößen nochmals graphisch dar.

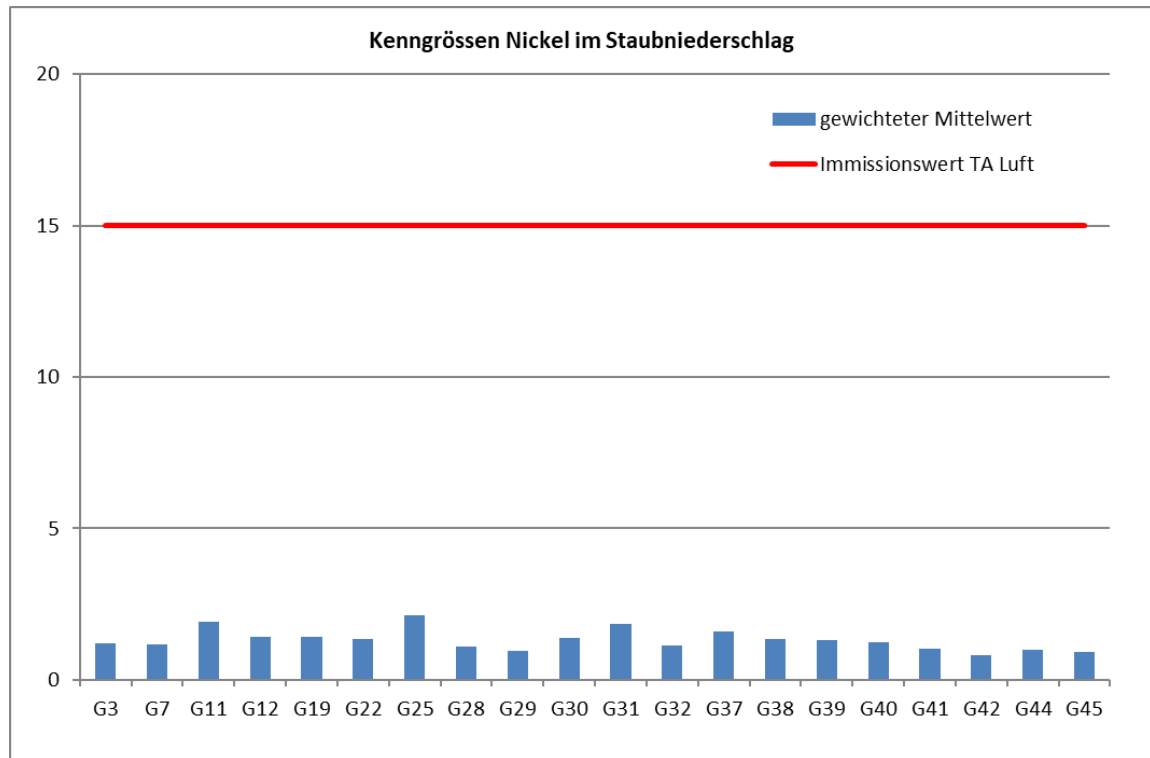


Abb. 6 Kenngrößen Nickel im Staubniederschlag in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$

5.6 Thallium im Staubniederschlag STN

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen wird in der Nummer 4.5.1 der TA Luft für Thallium im Staubniederschlag ein Immissionswert in Höhe von $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ genannt.

Die folgende Tabelle listet die im Rahmen dieses Projektes ermittelten Kenngrößen für Thallium im Staubniederschlag im Jahr 2023 an den insgesamt 20 Messpunkten auf.

Tab. 9 Kenngrößen Thallium im Staubniederschlag

Messpunkt	Kenngröße TI im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]	Messpunkt	Kenngröße TI im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]
G3	0,02 (1 %)	G31	0,03 (1 %)
G7	0,02 (1 %)	G32	0,02 (1 %)
G11	0,03 (1 %)	G37	0,02 (1 %)
G12	0,02 (1 %)	G38	0,02 (1 %)
G19	0,02 (1 %)	G39	0,02 (1 %)
G22	0,02 (1 %)	G40	0,01 (1 %)
G25	0,03 (1 %)	G41	0,02 (1 %)
G28	0,02 (1 %)	G42	0,01 (1 %)
G29	0,01 (1 %)	G44	0,01 (1 %)
G30	0,02 (1 %)	G45	0,01 (1 %)

(Werte in Klammern) = Verhältnis ermittelte Kenngröße zum Immissionswert TA Luft

Die Daten in der vorstehenden Tabelle zeigen, dass der Immissionswert der TA Luft in Höhe von $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ an allen Messpunkten deutlich unterschritten wird. Alle bisher ermittelten Kenngrößen sind im Bereich von 1 % des Immissionswertes der TA Luft angesiedelt.

Die folgende Abbildung stellt die ermittelten Kenngrößen nochmals graphisch dar.

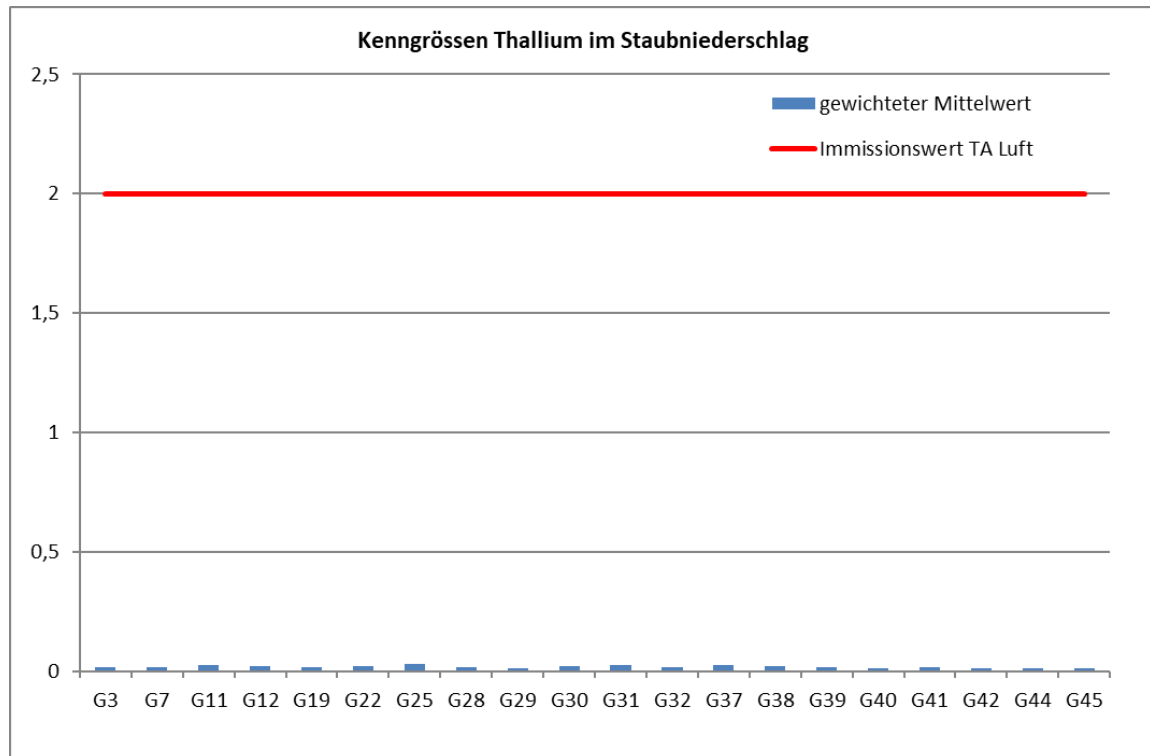


Abb. 7 Kenngrößen Thallium im Staubniederschlag in $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$

5.7 Quecksilber im Staubniederschlag STN

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen wird in der Nummer 4.5.1 der TA Luft für Quecksilber im Staubniederschlag ein Immissionswert in Höhe von $1 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ genannt.

Die folgende Tabelle listet die im Rahmen dieses Projektes ermittelten Kenngrößen für Quecksilber im Staubniederschlag im Jahr 2023 an den insgesamt 20 Messpunkten auf.

Tab. 10 Kenngrößen Quecksilber im Staubniederschlag

Messpunkt	Kenngröße Hg im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]	Messpunkt	Kenngröße Hg im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]
G3	0,02 (2 %)	G31	0,02 (2 %)
G7	0,02 (2 %)	G32	0,03 (3 %)
G11	0,02 (2 %)	G37	0,02 (2 %)
G12	0,02 (2 %)	G38	0,02 (2 %)
G19	0,02 (2 %)	G39	0,02 (2 %)
G22	0,02 (2 %)	G40	0,02 (2 %)
G25	0,02 (2 %)	G41	0,02 (2 %)
G28	0,02 (2 %)	G42	0,02 (2 %)
G29	0,02 (2 %)	G44	0,02 (2 %)
G30	0,02 (2 %)	G45	0,02 (2 %)

(Werte in Klammern) = Verhältnis ermittelte Kenngröße zum Immissionswert TA Luft

Die Daten in der vorstehenden Tabelle zeigen, dass der Immissionswert der TA Luft in Höhe von $1 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ an allen Messpunkten deutlich unterschritten wird. Alle bisher ermittelten Kenngrößen sind im Bereich von 2 % des Immissionswertes der TA Luft angesiedelt.

Die folgende Abbildung stellt die ermittelten Kenngrößen nochmals graphisch dar.

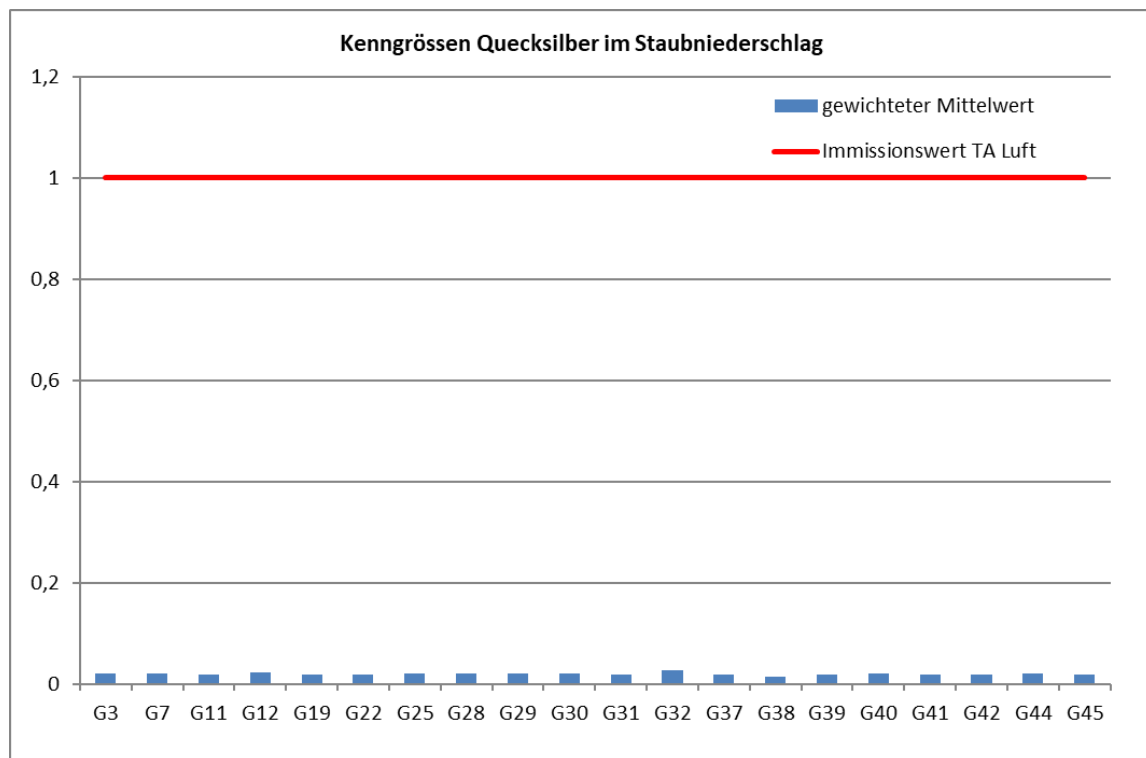
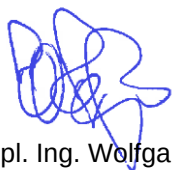


Abb. 8 Kenngrößen Quecksilber im Staubniederschlag in µg/(m²*d)

Prüflaboratorium Immissionsmessungen

Messstelle nach § 29b BImSchG - DAkkS Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025

fachlich Verantwortlicher
BImSchG und Projektleitung



Dipl. Ing. Wolfgang Roß

fachlich Verantwortlicher
BImSchG



Dr. Stefan Schmitz

Projektleiter Immission



Dipl.-Geol. Lars Bohnenkämper



6 Anhang

Tab. A1.1 Einzelwerte Staubniederschlag

Mess- punkt	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23
	02.01.23	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23
	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23	03.07.23
	Staubniederschlag [g/(m²*d)]					
G3	0,054	0,078	0,066	0,102	0,158	0,084
G7	0,053	0,083	0,065	0,090	0,083	0,078
G11	0,065	0,080	0,144	0,104	0,105	0,095
G12	0,029	0,024	0,109	0,064	0,091	0,142
G19	0,020	0,032	0,021	0,072	A	0,128
G22	0,030	0,059	0,052	0,095	0,124	0,139
G25	0,042	0,069	0,161	0,134	0,111	0,101
G28	0,015	0,028	0,055	0,073	0,181	0,099
G29	0,022	0,032	0,051	0,067	0,066	0,082
G30	0,017	0,042	0,072	0,103	0,077	0,101
G31	0,045	0,072	0,091	0,147	0,116	0,217
G32	0,019	0,038	0,036	0,061	0,104	0,079
G37	0,019	0,031	0,023	0,090	0,143	0,099
G38	A	0,040	A	0,109	0,159	0,097
G39	0,027	0,050	0,033	0,072	0,112	0,097
G40	0,031	0,040	0,045	0,060	0,099	0,069
G41	0,018	0,032	0,027	0,052	0,103	0,071
G42	0,015	0,017	0,017	0,050	0,174	0,064
G44	0,020	0,026	0,035	0,077	0,110	0,071
G45	0,018	0,027	0,025	0,040	0,050	0,050

A = Ausfall



Tab. A1.2 Einzelwerte Staubniederschlag

Mess- punkt	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
	03.07.23	02.08.23	04.09.23	04.10.23	02.11.23	04.12.23
	02.08.23	04.09.23	04.10.23	02.11.23	04.12.23	03.01.24
	Staubniederschlag [g/(m ² *d)]					
G3	0,121	0,161	0,058	0,101	0,074	0,099
G7	0,090	A	0,035	0,079	0,054	0,077
G11	A	0,116	0,102	0,160	0,195	0,159
G12	0,088	0,090	0,059	0,161	A	0,093
G19	0,027	0,201	0,098	0,040	0,015	0,051
G22	0,055	0,156	0,110	0,085	0,051	0,058
G25	A	0,129	0,063	0,131	A	0,113
G28	0,115	0,133	0,088	0,060	A	0,063
G29	0,061	0,120	0,039	0,091	0,031	0,082
G30	A	0,096	0,184	0,116	0,034	0,066
G31	0,180	0,151	0,140	0,116	0,182	0,081
G32	0,045	0,097	0,067	0,076	0,041	0,048
G37	0,142	0,190	0,054	0,045	0,105	0,026
G38	0,065	0,120	0,081	0,062	0,116	0,058
G39	0,036	0,163	0,104	0,074	0,035	0,053
G40	0,046	0,117	0,154	0,065	0,035	0,073
G41	0,050	0,084	0,074	0,060	0,015	0,021
G42	0,087	0,152	0,062	0,131	0,054	0,042
G44	0,049	0,105	0,077	0,046	0,139	0,069
G45	0,024	0,131	0,051	0,053	0,030	0,090

A = Ausfall

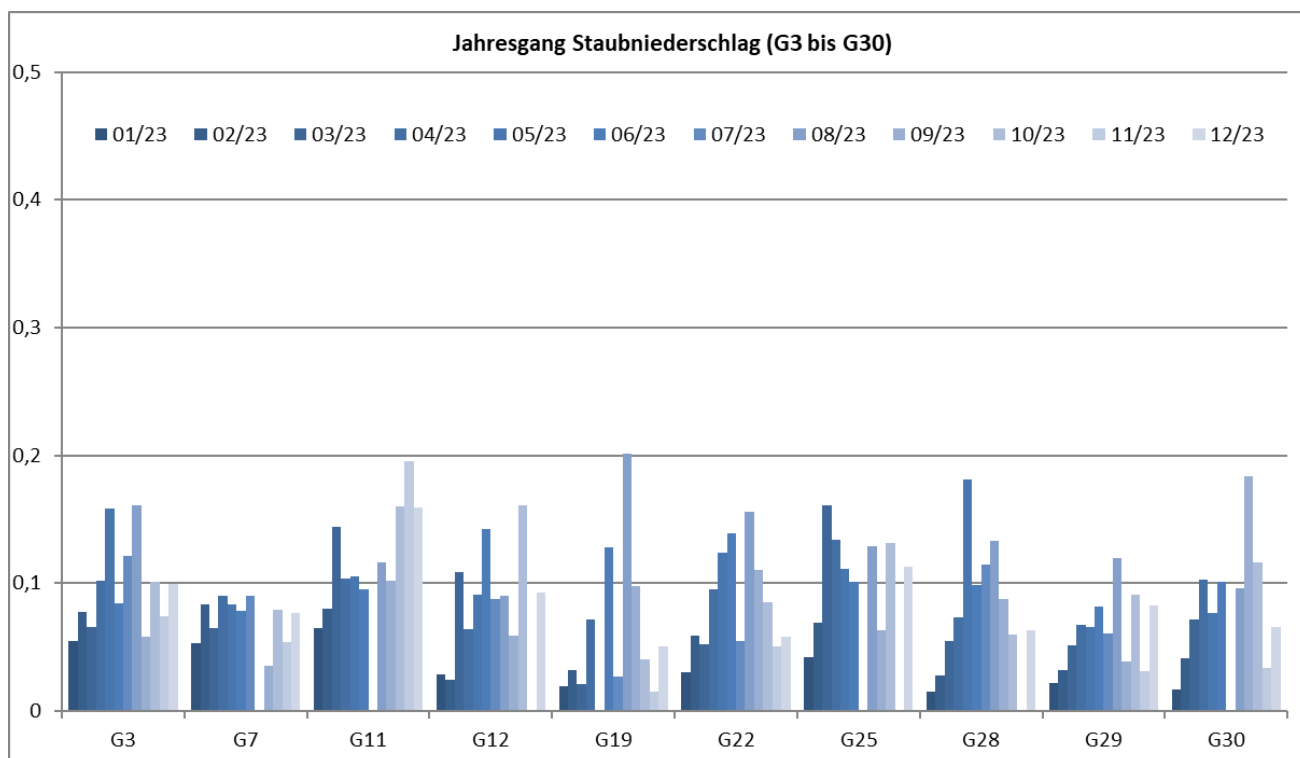


Abb. A1.1 Jahresgang Staubniederschlag

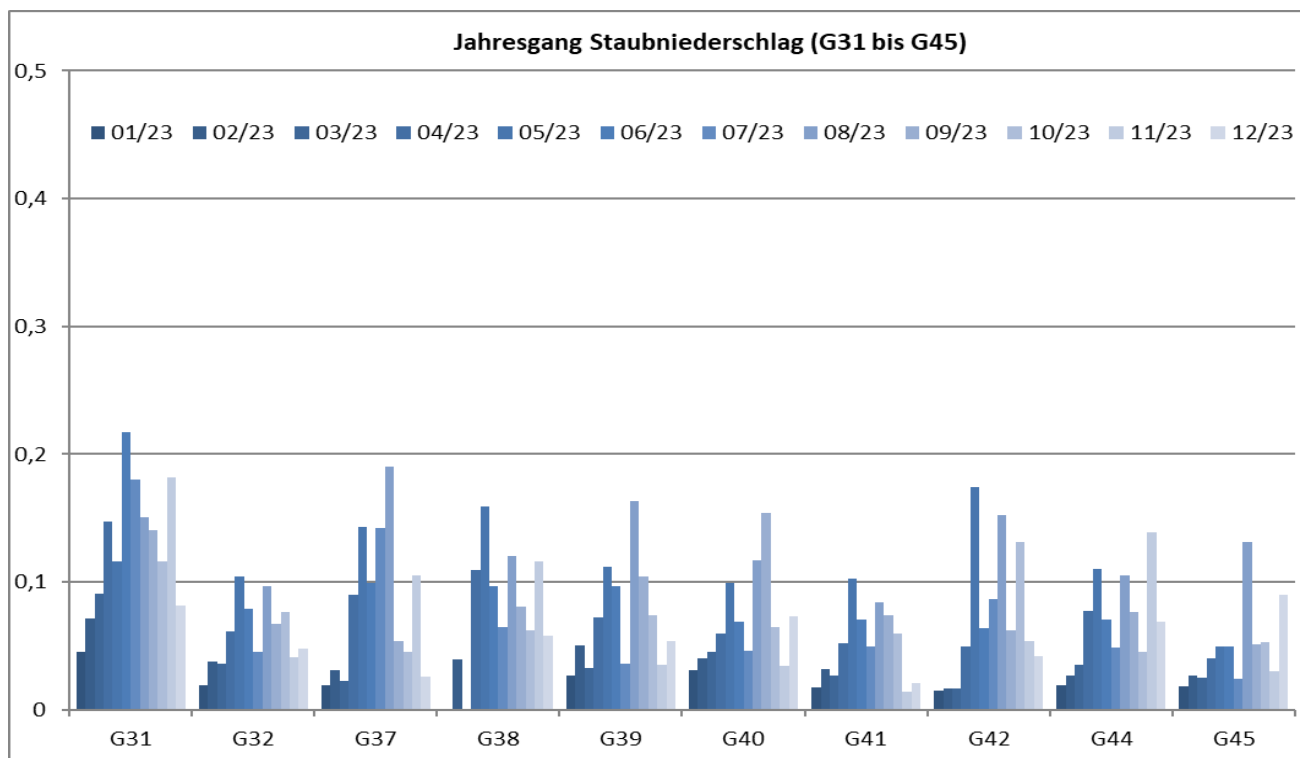


Abb. A1.2 Jahresgang Staubniederschlag



Tab. A2.1 Einzelwerte Arsen im Staubbiederschlag

Mess- punkt	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23
	02.01.23	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23
	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23	03.07.23
	Arsen im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]					
G3	0,23	0,46	0,33	0,46	0,99	0,35
G7	0,29	0,59	0,46	0,58	0,34	0,46
G11	0,41	0,93	1,5	0,60	0,72	0,97
G12	0,16	0,24	1,1	0,30	0,30	0,89
G19	0,07	0,26	0,09	0,45	A	0,88
G22	0,14	0,30	0,23	0,69	0,86	0,86
G25	0,25	0,88	1,9	0,61	0,53	0,65
G28	0,08	0,21	0,65	0,33	0,37	0,37
G29	0,08	0,21	0,39	0,35	0,30	0,39
G30	0,05	0,32	0,76	0,95	0,56	0,78
G31	0,20	0,41	0,58	0,80	0,62	1,1
G32	0,05	0,31	0,29	0,74	0,67	0,63
G37	0,03	0,20	0,10	0,65	0,96	0,57
G38	A	0,35	A	0,67	0,86	0,79
G39	0,06	0,26	0,18	0,30	0,52	0,75
G40	0,11	0,22	0,19	0,32	0,45	A
G41	0,06	0,19	0,13	0,24	0,76	0,39
G42	0,07	0,15	0,11	0,30	0,61	A
G44	0,04	0,21	0,15	0,25	0,34	0,42
G45	0,05	0,26	0,11	0,33	0,35	A

A = Ausfall



Tab. A2.2 Einzelwerte Arsen im Staubbiederschlag

Mess- punkt	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
	03.07.23	02.08.23	04.09.23	04.10.23	02.11.23	04.12.23
	02.08.23	04.09.23	04.10.23	02.11.23	04.12.23	03.01.24
	Arsen im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$]					
G3	0,61	0,28	0,10	0,26	0,21	0,05
G7	0,54	A	0,08	0,08	0,18	0,05
G11	A	0,6	0,30	0,38	0,44	0,27
G12	0,87	0,4	0,15	0,15	A	0,20
G19	0,18	0,7	0,08	0,03	0,03	0,03
G22	0,3	0,47	0,2	0,11	0,09	0,03
G25	A	0,73	0,47	0,33	A	0,20
G28	0,66	0,21	0,13	0,12	A	0,1
G29	0,24	0,26	0,14	0,17	0,06	0,03
G30	A	0,5	0,16	0,35	0,12	0,03
G31	0,60	0,53	0,20	0,17	0,22	0,03
G32	0,31	0,45	0,20	0,18	0,14	0,03
G37	0,58	0,56	0,14	0,06	0,08	0,03
G38	0,33	0,3	0,10	0,08	0,13	0,05
G39	0,21	0,4	0,18	0,2	0,10	0,04
G40	0,24	0,4	0,19	0,08	0,11	0,05
G41	0,32	0,4	0,15	0,1	0,06	0,03
G42	1,3	0,3	0,11	0,27	0,1	0,03
G44	0,27	0,4	0,12	0,08	0,21	0,03
G45	0,14	0,5	0,19	0,11	0,07	0,06

A = Ausfall

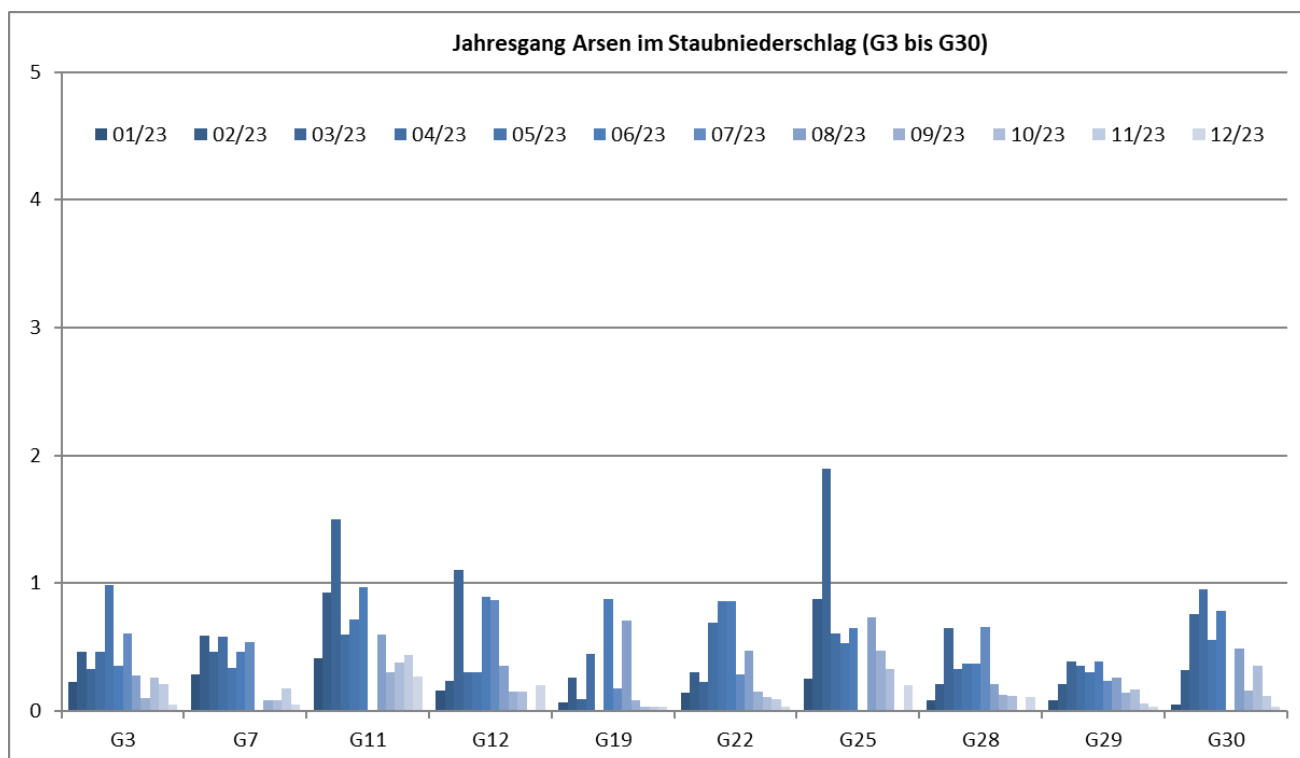


Abb. A2.1 Jahresgang Arsen im Staubniederschlag

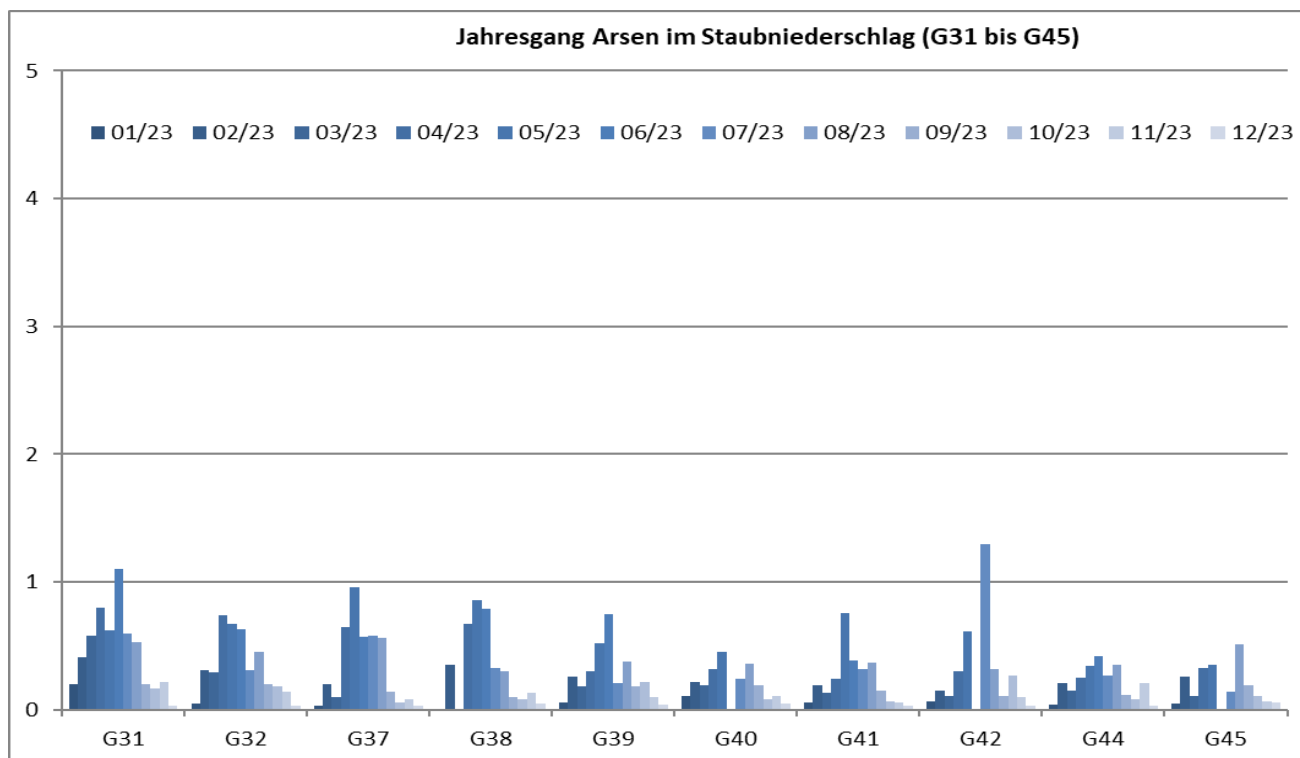


Abb. A2.2 Jahresgang Arsen im Staubniederschlag



Tab. A3.1 Einzelwerte Blei im Staubniederschlag

Mess- punkt	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23
	02.01.23	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23
	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23	03.07.23
	Blei im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]					
G3	2,7	2,9	16	12	4,3	3,5
G7	2,1	3,0	7,4	5,4	3,8	4,4
G11	3,0	2,9	6,7	3,5	7,3	10
G12	1,7	1,2	6,9	2,7	2,5	7,0
G19	1	1,4	2,4	2,9	A	3,5
G22	4	2,0	2,8	3,3	4,0	4,8
G25	5,1	3,2	6,8	3,4	3,7	3,2
G28	5,2	1,6	3,0	3,6	3,0	2,8
G29	3,4	1,4	2,5	2,7	2,2	2,6
G30	3,2	2,3	3,0	5,0	2,7	3,5
G31	3,2	2,9	4,6	5,1	3,8	A
G32	2,0	1,7	4,6	3,1	2,4	3,9
G37	1,1	1,3	1,6	4,2	4,7	3,0
G38	A	2,2	A	3,8	3,2	8,5
G39	1,4	2,3	2,4	2,5	4,8	7,9
G40	1,7	2,3	8,4	2,0	3,2	A
G41	1,2	1,9	1,9	2,2	4,8	3,4
G42	1,3	1	1,5	2,3	3,1	A
G44	1,8	1,6	1,9	2,4	3,2	2,8
G45	0,7	1,3	1,8	2,3	1,8	A

A = Ausfall



Tab. A3.2 Einzelwerte Blei im Staubniederschlag

Mess- punkt	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
	02.01.23	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23
	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23	03.07.23
	Blei im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]					
G3	3,6	2,9	1,1	0,3	1,4	0,8
G7	3,5	A	0,7	0,0	0,8	0,8
G11	A	3,4	1,2	3,4	1,1	6,9
G12	3,3	2,5	0,9	0,4	A	1,3
G19	1	2,7	0,9	0,1	0,3	0,8
G22	5	2,4	1,0	1,0	0,8	6,9
G25	A	3,3	2,0	0,4	A	1,1
G28	2,4	7,1	4,5	0,3	A	5,1
G29	1,8	7,3	1,3	0,5	1,9	0,8
G30	A	5,5	3,3	0,6	0,6	1,7
G31	5,0	3,8	1,1	0,4	1,0	0,7
G32	1,6	3,6	0,9	0,4	0,6	0,6
G37	4,9	3,1	1,2	1,3	0,6	0,5
G38	4,0	2,4	0,8	0,9	0,4	0,9
G39	2,1	3,0	1,3	2,0	2,7	0,6
G40	2,5	4,0	2,3	0,3	0,6	0,8
G41	2,2	3,1	0,7	1,4	0,6	0,7
G42	1,9	2	0,6	7,2	2,4	1,2
G44	3,8	5,6	0,9	0,0	1,8	0,9
G45	1,2	9,7	1,1	0,2	0,5	1,4

A = Ausfall

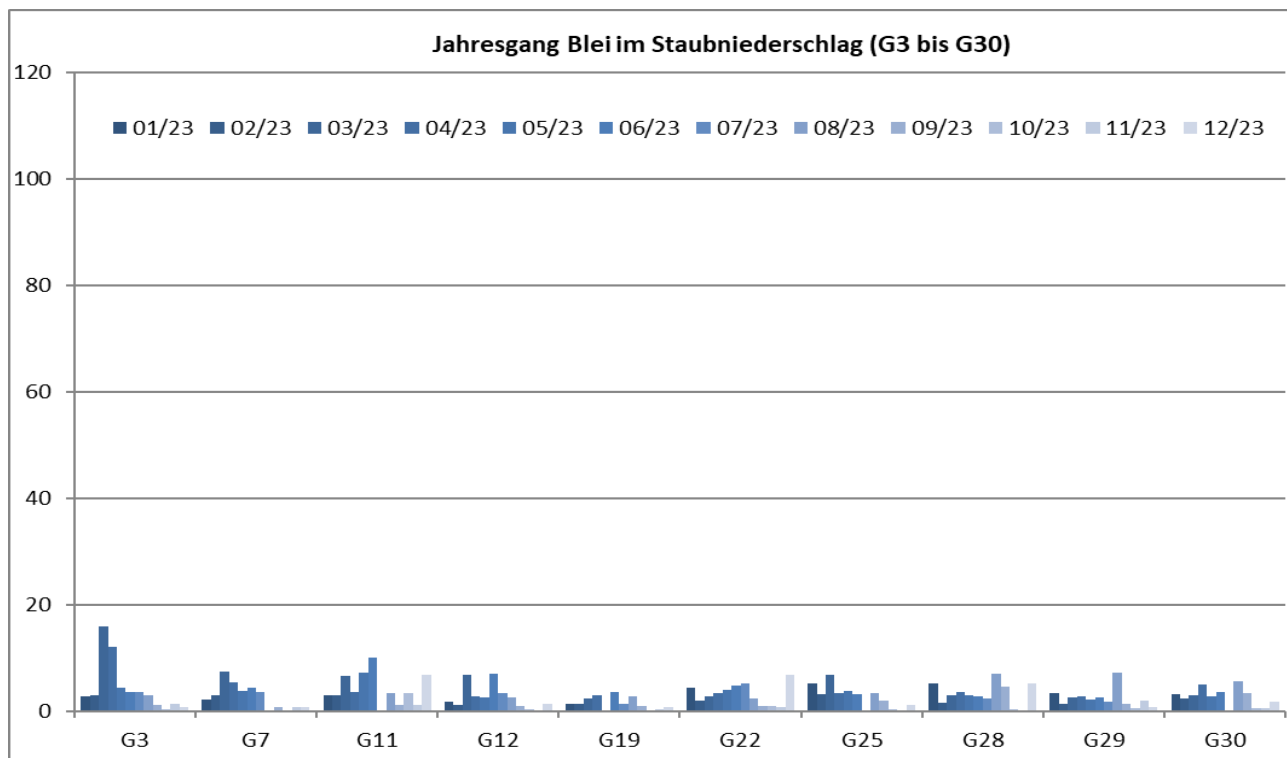


Abb. A3.1 Jahresgang Blei im Staubniederschlag

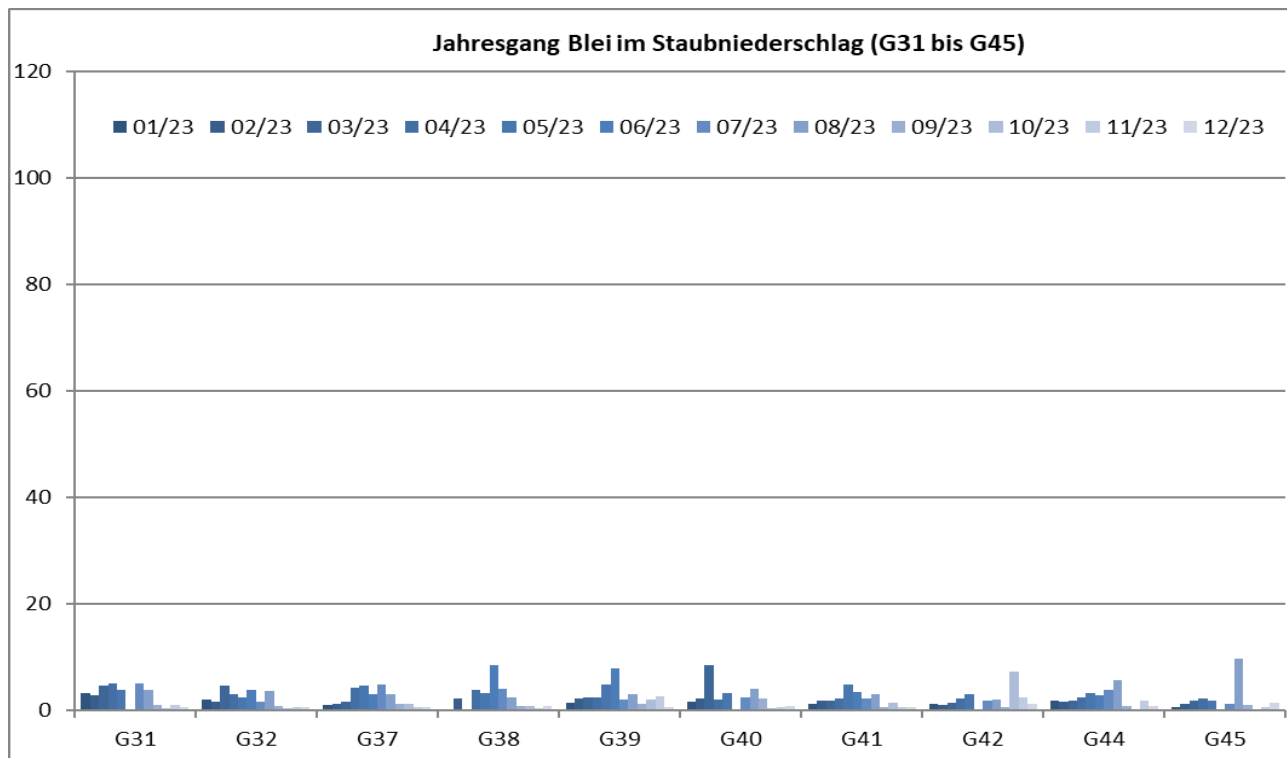


Abb. A3.2 Jahresgang Blei im Staubniederschlag



Tab. A4.1 Einzelwerte Cadmium im Staubniederschlag

Mess- punkt	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23
	02.01.23	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23
	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23	03.07.23
	Cadmium im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]					
G3	0,04	0,07	0,07	0,08	0,06	0,05
G7	0,04	0,08	0,09	0,09	0,05	0,06
G11	0,05	0,10	0,11	0,09	0,06	0,07
G12	0,03	0,03	0,10	0,06	0,05	0,09
G19	0,03	0,06	0,05	0,06	A	0,06
G22	0,03	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07
G25	0,04	0,08	0,11	0,13	0,07	0,09
G28	0,03	0,06	0,08	0,08	0,07	0,05
G29	0,03	0,04	0,09	0,07	0,05	0,05
G30	0,02	0,06	0,08	0,12	0,04	0,06
G31	0,05	0,06	0,10	0,11	0,06	0,12
G32	0,05	0,05	0,07	0,08	0,04	0,05
G37	0,03	0,05	0,04	0,09	0,09	0,05
G38	A	0,07	A	0,09	0,07	0,06
G39	0,02	0,08	0,07	0,06	0,07	0,08
G40	0,04	0,06	0,12	0,07	0,06	A
G41	0,03	0,06	0,06	0,08	0,07	0,05
G42	0,02	0,04	0,04	0,09	0,09	A
G44	0,04	0,05	0,05	0,08	0,06	0,05
G45	0,03	0,06	0,06	0,08	0,05	A

A = Ausfall



Tab. A4.2 Einzelwerte Cadmium im Staubniederschlag

Mess- punkt	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
	03.07.23	02.08.23	04.09.23	04.10.23	02.11.23	04.12.23
	02.08.23	04.09.23	04.10.23	02.11.23	04.12.23	03.01.24
	Cadmium im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]					
G3	0,06	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02
G7	0,06	A	0,01	0,02	0,02	0,02
G11	A	0,09	0,02	0,03	0,03	0,04
G12	0,06	0,08	0,02	0,02	A	0,02
G19	0,04	0,17	0,01	0,02	0,01	0,02
G22	0,01	0,10	0,01	0,03	0,02	0,03
G25	A	0,07	0,03	0,02	A	0,02
G28	0,04	0,04	0,02	0,02	A	0,05
G29	0,05	0,10	0,04	0,02	0,02	0,02
G30	A	0,07	0,01	0,02	0,02	0,02
G31	0,08	0,09	0,02	0,02	0,02	0,02
G32	0,04	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02
G37	0,07	0,19	0,07	0,04	0,02	0,02
G38	0,06	0,11	0,01	0,02	0,01	0,03
G39	0,04	0,08	0,02	0,03	0,02	0,02
G40	0,05	0,11	0,03	0,02	0,02	0,02
G41	0,06	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02
G42	0,03	0,07	0,01	0,03	0,02	0,02
G44	0,04	0,10	0,01	0,02	0,02	0,02
G45	0,03	0,10	0,02	0,02	0,02	0,03

A = Ausfall

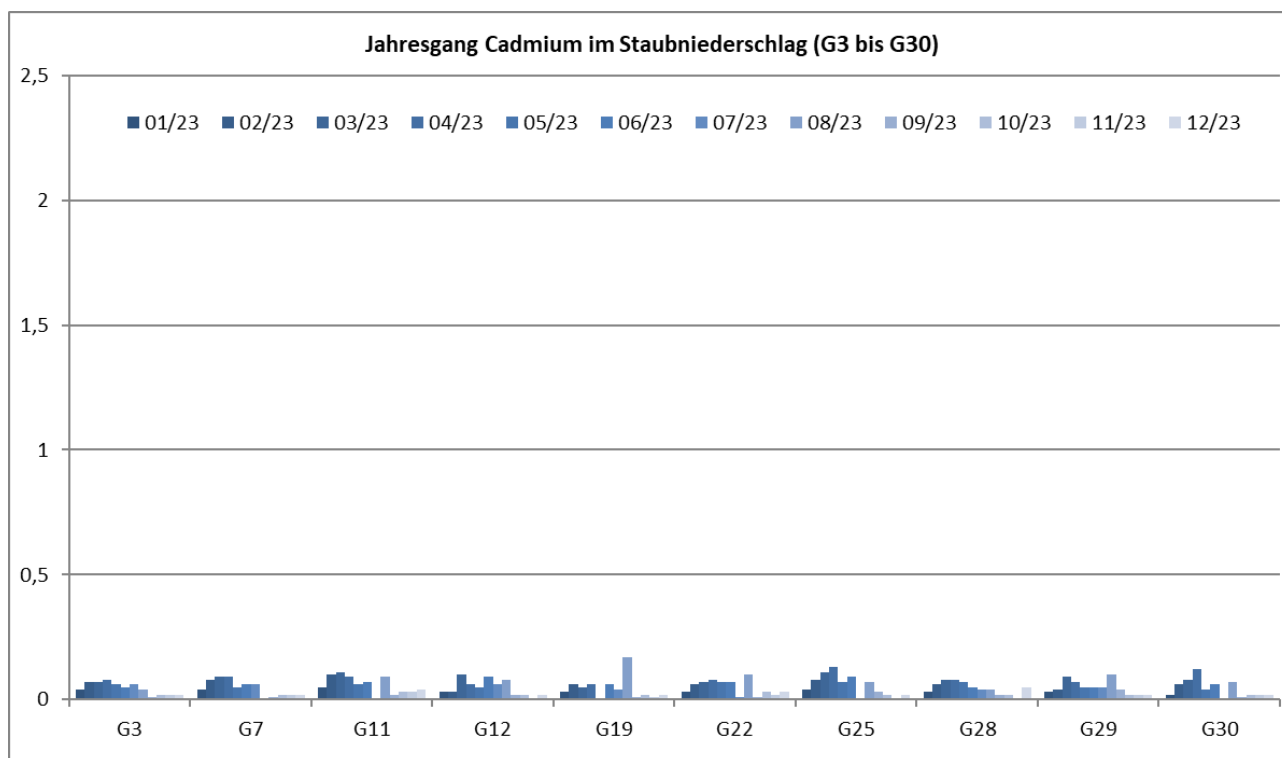


Abb. A4.1 Jahresgang Cadmium im Staubniederschlag

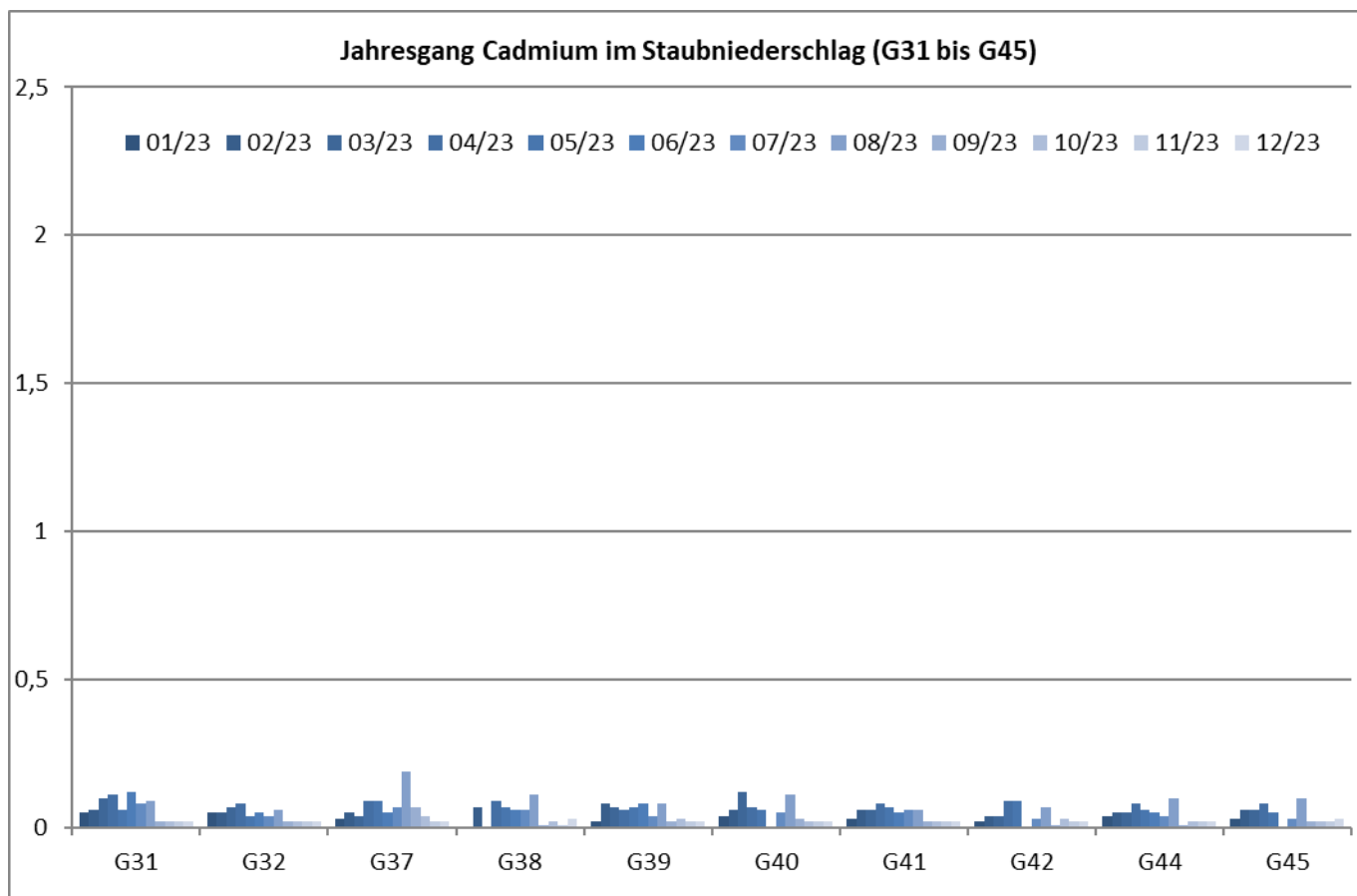


Abb. A4.2 Jahresgang Cadmium im Staubniederschlag



Tab. A5.1 Einzelwerte Nickel im Staubniederschlag

Mess- punkt	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23
	02.01.23	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23
	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23	03.07.23
	Nickel im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$]					
G3	1,3	1,6	1,3	1,4	2,8	1,3
G7	1,1	1,6	1,5	1,8	1,2	1,8
G11	1,6	2,3	3,2	3,5	2,6	2,4
G12	1,3	1,1	2,2	1,5	1,1	2,9
G19	0,6	1,3	0,6	1,2	A	3,3
G22	0,8	1,3	1,2	1,9	2,3	3,2
G25	1,1	1,5	3,3	2,3	5,2	2,6
G28	0,5	0,9	1,2	2,0	1,7	1,8
G29	0,7	1,0	1,3	1,1	1,2	2,2
G30	0,7	1,3	1,6	3,5	1,7	2,8
G31	1,0	1,7	1,9	2,8	1,9	3,8
G32	1,0	1,1	1,3	1,5	1,5	2,2
G37	0,5	1,0	0,8	1,7	2,7	6,6
G38	A	1,2	A	2,8	2,2	2,3
G39	0,7	1,3	1,0	1,8	2,0	2,2
G40	0,9	1,2	1,5	2,4	1,9	A
G41	0,6	1,0	0,7	1,2	2,2	1,6
G42	0,5	1,3	0,6	1,0	1,5	A
G44	0,6	0,9	0,9	1,1	1,6	1,7
G45	0,6	0,9	0,8	1,0	1,4	A

A = Ausfall



Tab. A5.2 Einzelwerte Nickel im Staubniederschlag

Mess- punkt	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
	02.01.23	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23
	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23	03.07.23
	Nickel im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$]					
G3	1,6	1,0	0,5	1,2	0,4	0,3
G7	2,1	A	0,3	0,6	0,3	0,5
G11	A	1,9	0,8	1,1	0,8	0,9
G12	1,7	1,5	0,5	1,5	A	0,3
G19	0,7	1,8	0,4	0,6	4,4	0,2
G22	1,2	2,1	0,5	0,8	0,5	0,2
G25	A	2,1	1,9	0,8	A	0,4
G28	1,7	0,7	0,4	0,7	A	0,3
G29	1,0	1,0	0,7	1,0	0,0	0,3
G30	A	1,7	0,5	0,9	0,2	0,3
G31	2,6	3,0	0,7	0,8	1,2	0,4
G32	1,1	1,6	0,5	0,9	0,6	0,2
G37	2,3	1,6	0,5	0,4	0,2	0,3
G38	1,3	1,3	0,4	0,7	0,8	0,4
G39	1,0	3,2	0,5	0,9	0,4	0,4
G40	1,2	1,5	0,6	0,7	0,4	1,1
G41	1,1	1,6	0,6	0,7	0,2	0,6
G42	1,2	1,2	0,3	0,9	0,2	0,2
G44	1,4	1,6	0,3	0,6	0,4	0,5
G45	0,6	1,6	0,6	0,6	0,8	1,1

A = Ausfall

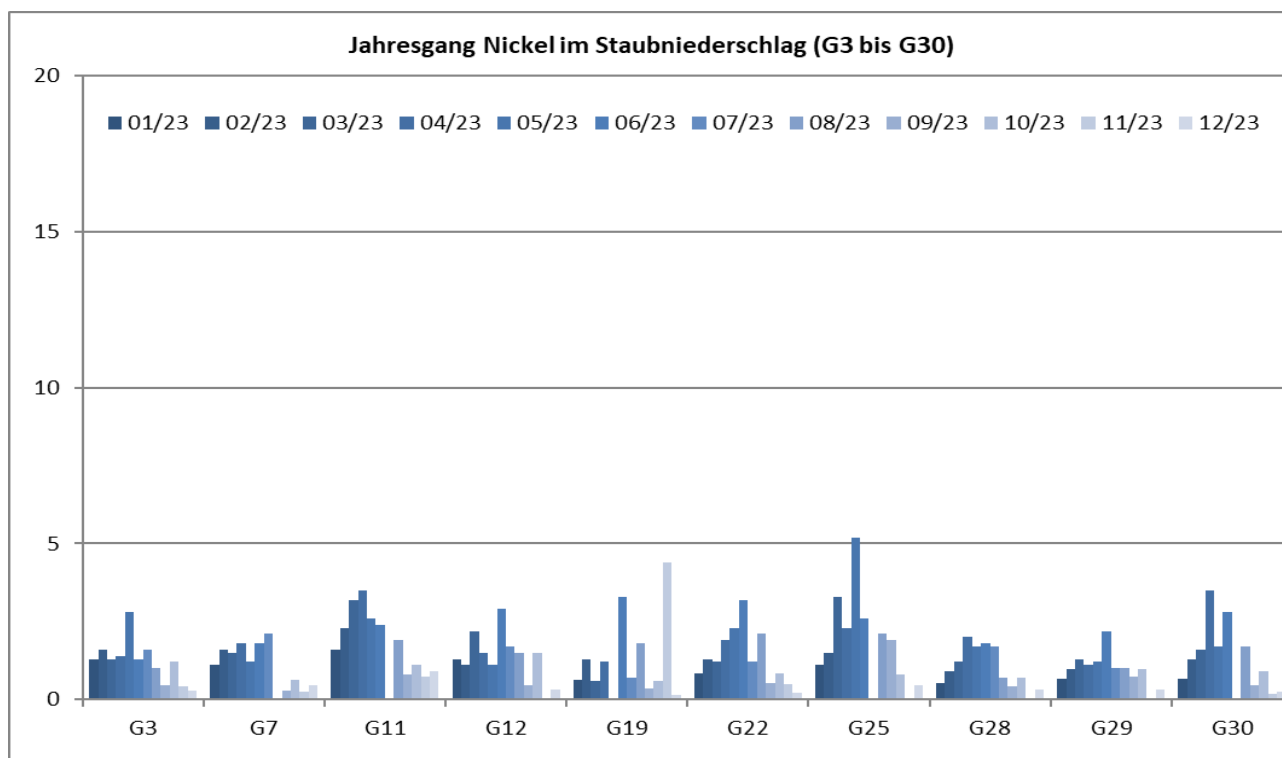


Abb. A5.1 Jahresgang Nickel im Staubniederschlag

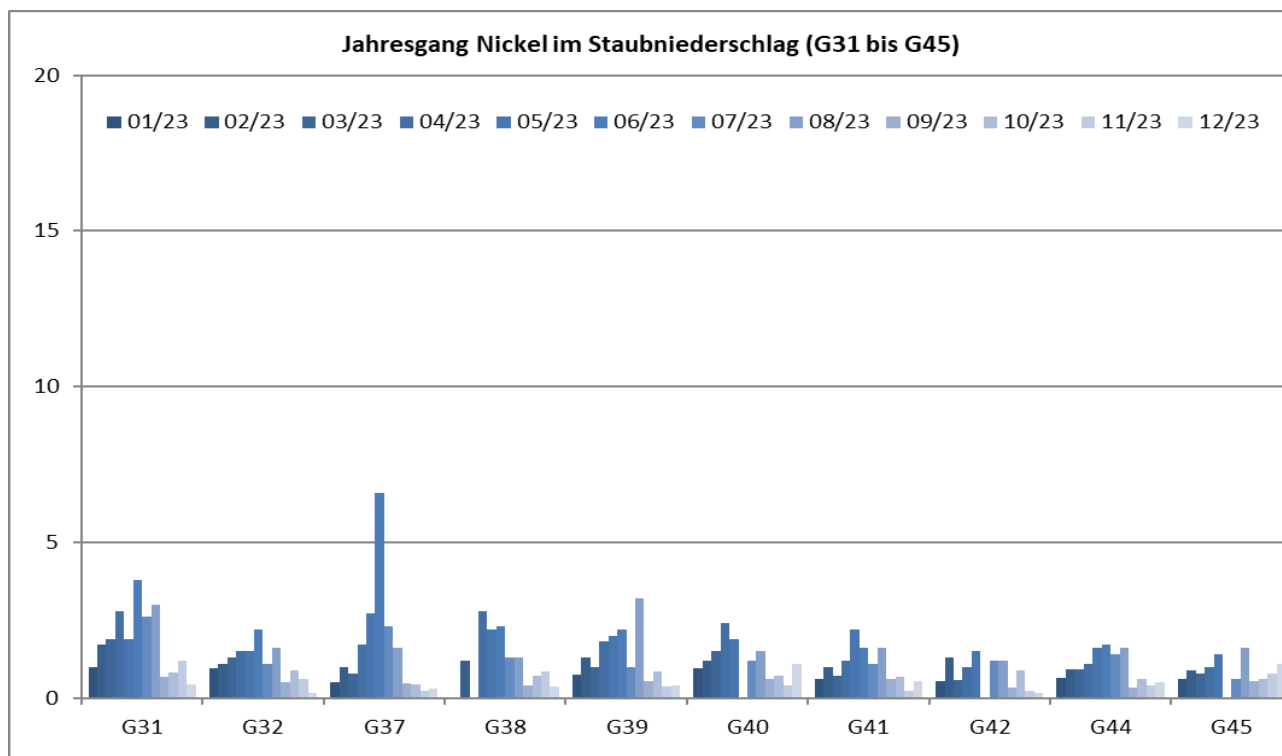


Abb. A5.2 Jahresgang Nickel im Staubniederschlag



Tab. A6.1 Einzelwerte Thallium im Staubniederschlag

Mess- punkt	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23
	02.01.23	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23
	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23	03.07.23
	Thallium im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$]					
G3	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,01
G7	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02
G11	0,02	0,04	0,07	0,03	0,02	0,03
G12	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,05
G19	0,01	0,01	0,01	0,02	A	0,03
G22	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
G25	0,02	0,04	0,08	0,02	0,02	0,03
G28	0,01	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02
G29	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
G30	0,01	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03
G31	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,05
G32	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
G37	0,01	0,02	0,01	0,03	0,05	0,03
G38	A	0,02	A	0,03	0,03	0,03
G39	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03
G40	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	A
G41	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02
G42	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	A
G44	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
G45	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	A

A = Ausfall



Tab. A6.2 Einzelwerte Thallium im Staubniederschlag

Mess- punkt	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
	02.01.23	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23
	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23	03.07.23
	Thallium im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$]					
G3	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
G7	0,03	A	0,01	0,01	0,01	0,01
G11	A	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
G12	0,03	0,02	0,01	0,01	A	0,01
G19	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
G22	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
G25	A	0,03	0,03	0,01	A	0,01
G28	0,03	0,01	0,01	0,01	A	0,01
G29	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
G30	A	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
G31	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
G32	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
G37	0,05	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01
G38	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
G39	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
G40	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
G41	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
G42	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
G44	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
G45	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01

A = Ausfall

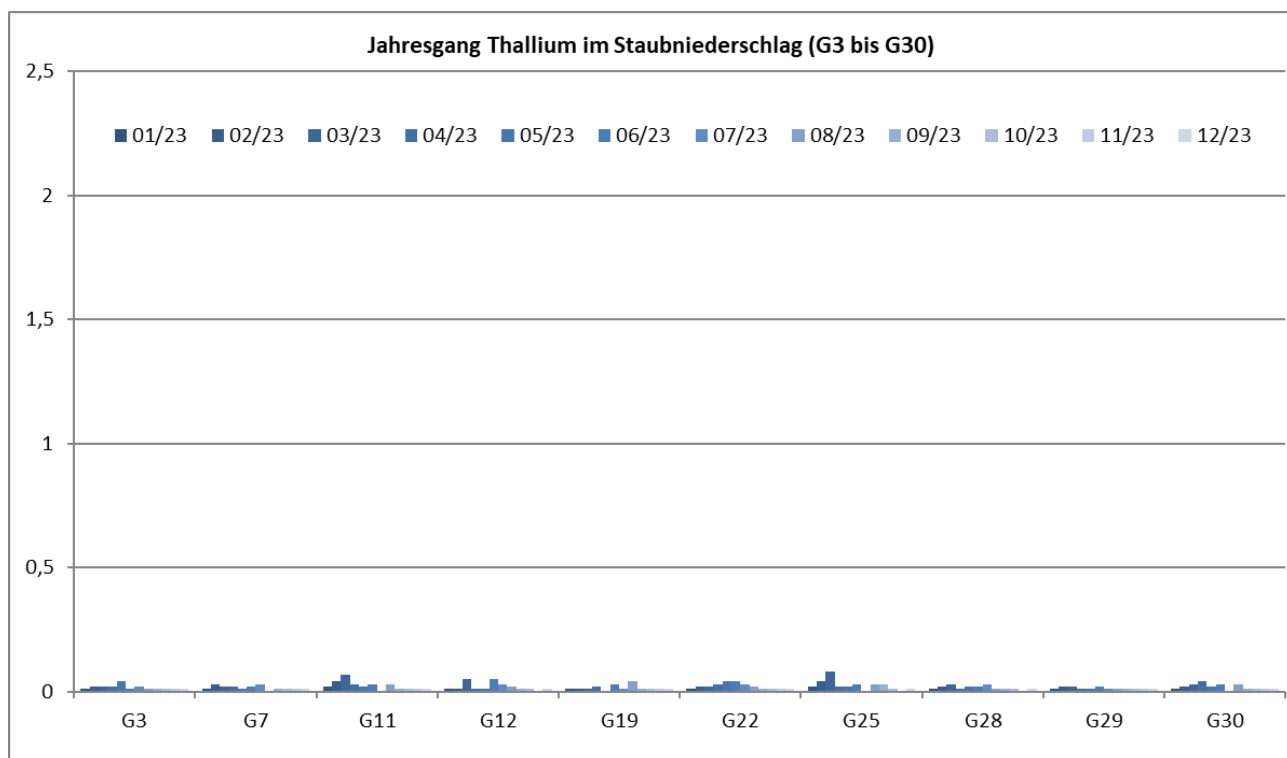


Abb. A6.1 Jahresgang Thallium im Staubniederschlag

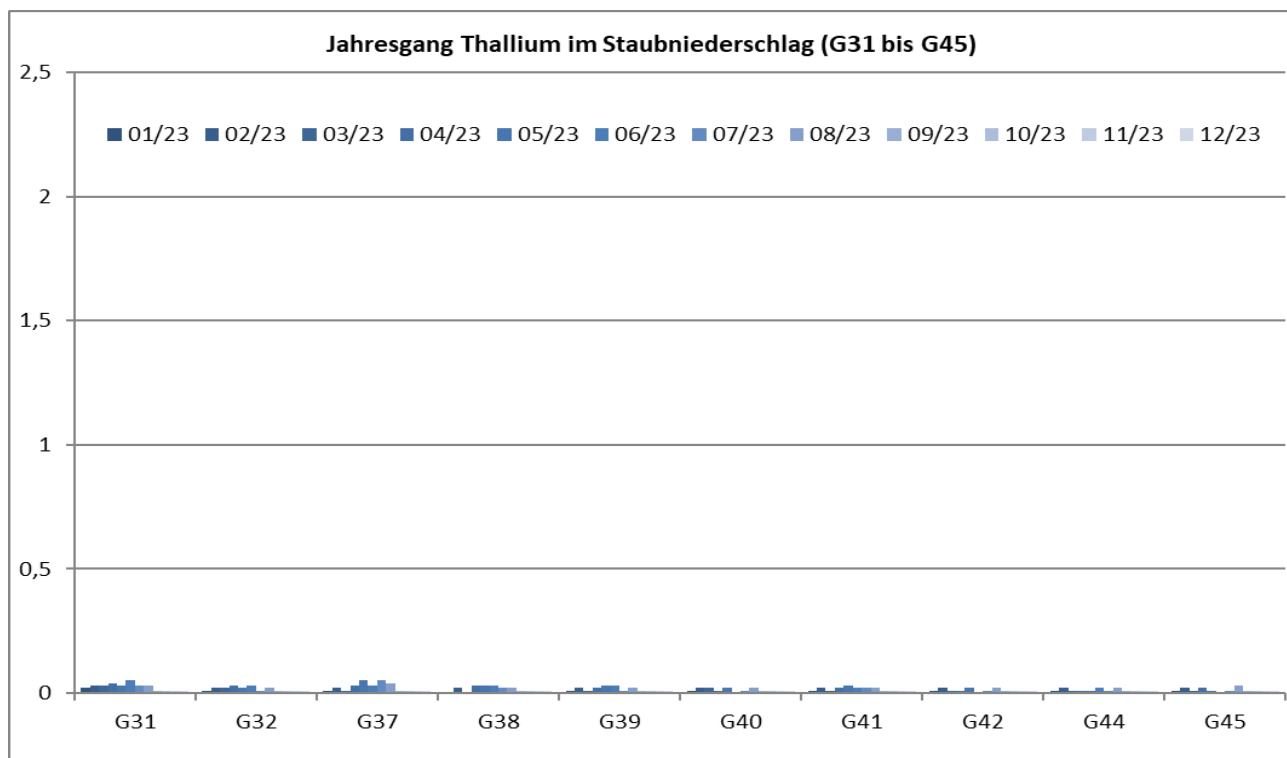


Abb. A6.2 Jahresgang Thallium im Staubniederschlag



Tab. A7.1 Einzelwerte Quecksilber im Staubniederschlag

Mess- punkt	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23
	02.01.23	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23
	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23	03.07.23
	Quecksilber im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]					
G3	0,01	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01
G7	0,01	0,01	0,08	0,01	0,01	0,01
G11	0,01	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01
G12	0,01	0,01	0,08	0,01	0,01	0,01
G19	0,01	0,01	0,06	0,01	A	0,01
G22	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01
G25	0,01	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01
G28	0,01	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01
G29	0,01	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01
G30	0,01	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01
G31	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01
G32	0,01	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01
G37	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01
G38	A	0,01	A	0,01	0,01	0,01
G39	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01
G40	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01
G41	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01
G42	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01
G44	0,02	0,01	0,07	0,01	0,01	0,01
G45	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01

A = Ausfall



Tab. A7.2 Einzelwerte Quecksilber im Staubniederschlag

Mess- punkt	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
	02.01.23	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23
	01.02.23	02.03.23	30.03.23	02.05.23	01.06.23	03.07.23
	Quecksilber im STN [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]					
G3	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,03
G7	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,03
G11	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03
G12	0,02	0,01	0,05	0,01	0,03	0,03
G19	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03
G22	0,01	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03
G25	0,02	0,01	0,04	0,01	0,03	0,03
G28	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03
G29	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03	0,03
G30	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03
G31	0,01	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03
G32	0,01	0,07	0,04	0,01	0,03	0,03
G37	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03
G38	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03
G39	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03
G40	0,01	0,01	0,06	0,01	0,03	0,03
G41	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03
G42	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03
G44	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,03
G45	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03

A = Ausfall

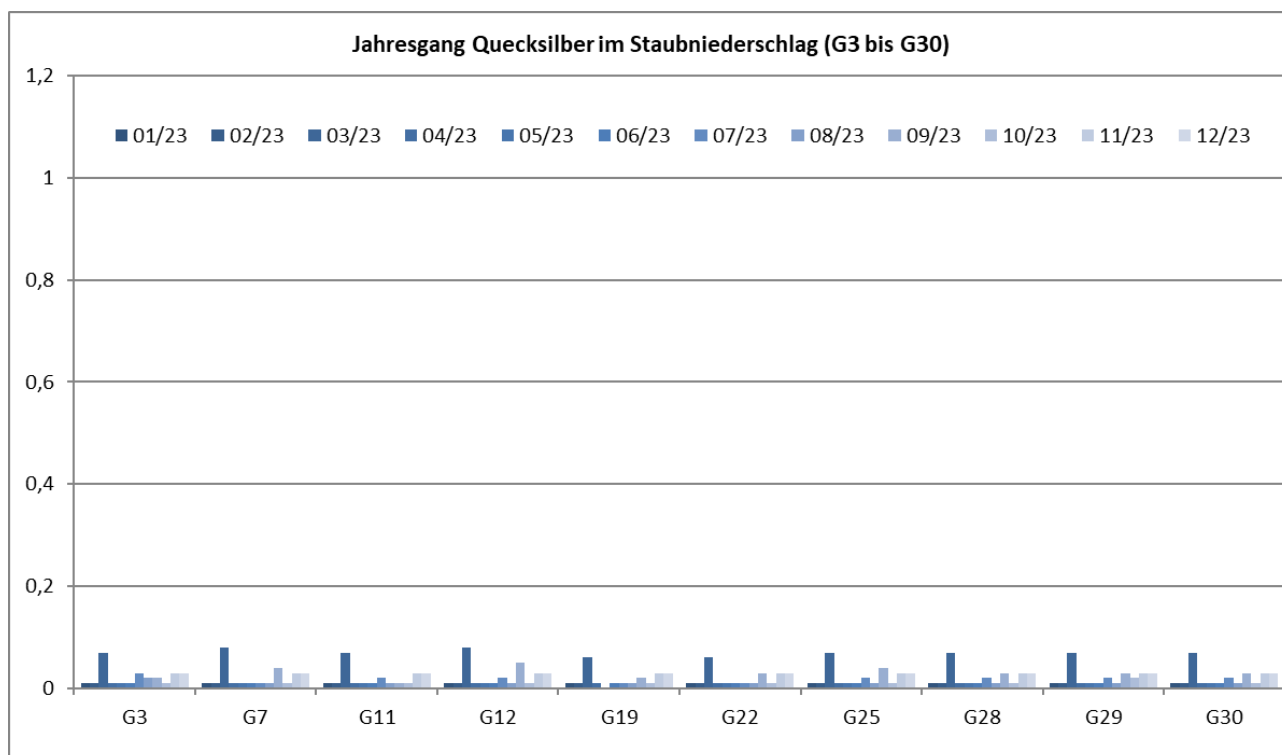


Abb. A7.1 Jahresgang Quecksilber im Staubniederschlag

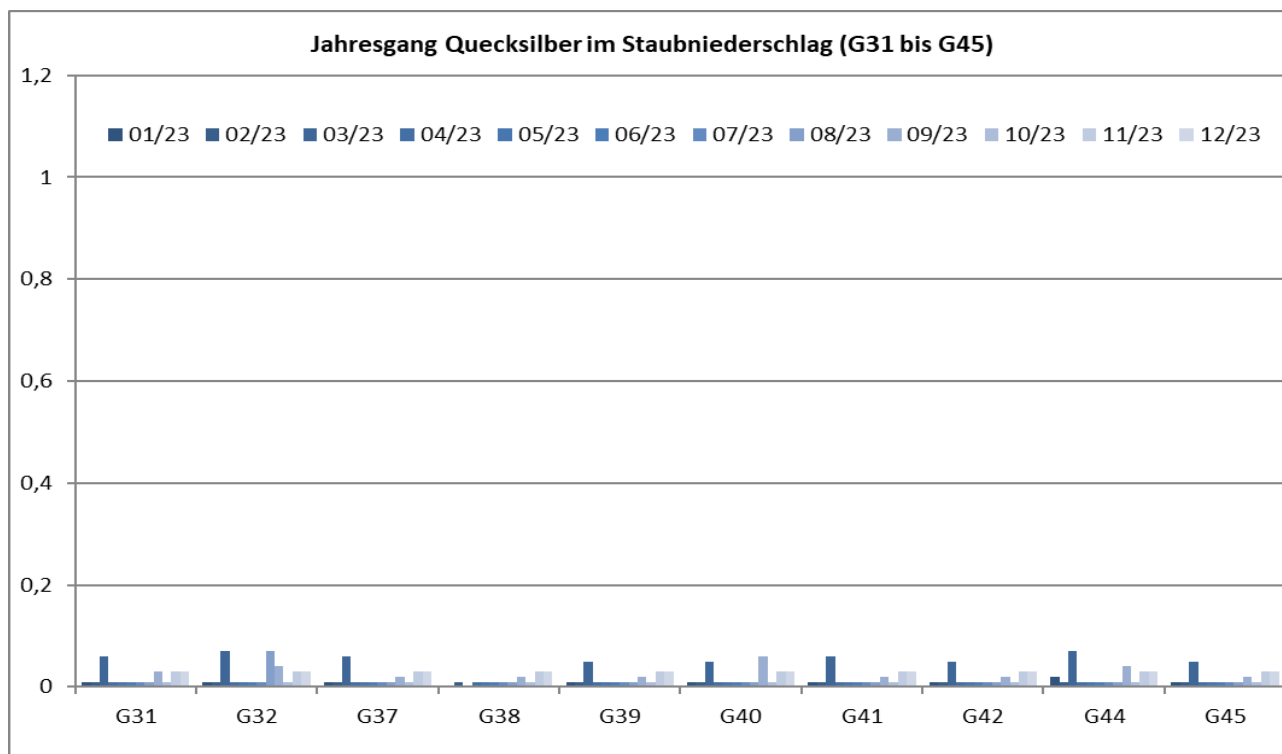


Abb. A7.2 Jahresgang Quecksilber im Staubniederschlag

Tab. A8.1 Messpunktbeschreibung

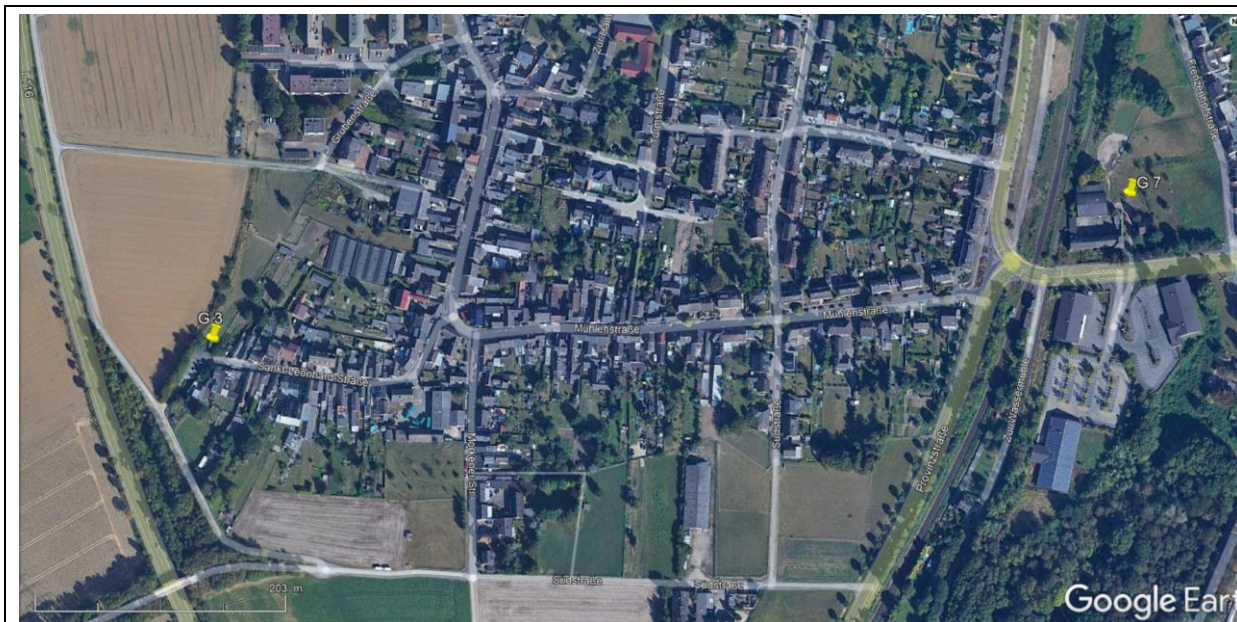
	Messpunkt	Adresse	Beschreibung
1	RWG 3 St. Leonhard Straße	St.-Leonhard-Straße 45, 41517 Grevenbroich (Gindorf)	Am Ende der St.-Leonhard-Straße am Zu- gang zu einer Pferdekoppel (hinter Digital- Gerät vom LANUV)
2	RWG 7 Wassermühle	Zur Wassermühle 1, 41517 Grevenbroich (Gindorf)	Im Bereich der Zufahrt zum Bauernhof „Zur Wassermühle 1“ am Weidezaun.
3	RWG 11 Friedhof Jüchen	Friedhofstrasse 25, 41363 Jüchen	Schräg gegenüber von Friedhofstraße 25 auf dem Parkplatz zum Friedhof an einer Leitplanke (am Bahnübergang)
4	RWG 12 Scheulen- bend	Scheulenbend 24, 41363 Jüchen	Am Gartenzaun von „Scheulenbend 14“ zur angrenzenden Hundewiese
5	RWG 19 Holzweiler- straße	Holzweilerstraße 23, 52445 Titz (Jackerath)	Am Rand des Gartens von „Holzweiler- straße 23“ (erreichbar über Trampelpfad an der L241)
6	RWG 22 Stockenend	Stockenend 31, 52445 Titz (Jackerath)	Am Zaun zur Wiese an der Kreuzung „Stockenend“ und „Friedhofstraße“
7	RWG 25 Birkenallee	Birkenallee 68, 41363 Jüchen (Hochneukirch)	Am Zaun zu den Kleingärten neben „Bir- kenallee 68“
8	RWG 28 Bürgerhaus	Von Werth Straße 21, 41363 Jüchen (Hochneukirch)	Am Rand der Wiese hinter dem Bürger- haus.
9	RWG 29 Schweine- markt	Schweinemarkt 42, 41189 Mönchengladbach (Wanlo)	Am Zaun neben der Einfahrt zum „Geflü- gelhof Schweinemarkt 42“
10	RWG 30 Friedhof Wanlo	Hochstraße, 41189 Mönchengladbach (Wanlo)	Am Ende der Hochstraße aus Wanlo kom- mend. Beschränkte Freifläche zwischen Friedhof und der A 61.

Tab. A8.2 Messpunktbeschreibung

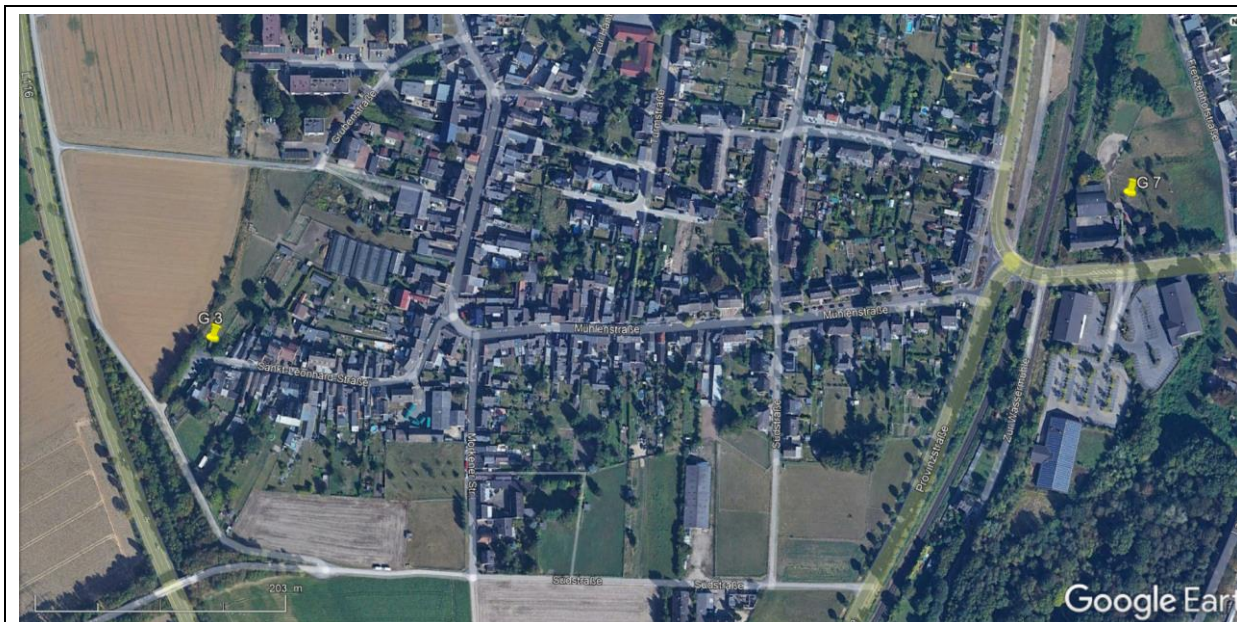
	Messpunkt	Adresse	Beschreibung
11	RWG 31 Westricher Straße	Westricher Straße 4, 41812 Erkelenz (Keyenberg)	Am Rand des Grundstücks „Westricher Straße 4“ am Zaun.
12	RWG 32 Borschemicher Straße	Borschemicher Straße 34, 41812 Erkelenz (Keyenberg)	Ortsausgang Keyenberg zur L277 rechts an einer Wiese an der Borschemicher Straße (nahe Verkehrsschild)
13	RWG 37 Weidwäsch	In der Weidwäsch 2d, 41812 Erkelenz (Holzweiler)	In der Verlängerung des „Schützenweges“ nach Einmündung „In der Weidwäsch“ (ca. 200 m) an einem Weidezaun
14	RWG 38 Kindsfeld	Im Kindsfeld 14, 41812 Erkelenz (Holzweiler)	Grundstücksrand von „Im Kindsfeld 14“ (Stichstrasse zu den Feldern am Ortsrand)
15	RWG 39 Quickstraße	Quickstraße, 41812 Erkelenz (Kückhoven)	Am Ende des parallel zur L19 verlaufenden Teilstücks der Quickstraße Richtung Kückhoven (Weidezaun zur Wiese)
16	RWG 40 Wockerath	Annastraße 16, 41812 Erkelenz (Wockerath)	Am südlichen Ortsrand von Wockerath am Umspanntrafo neben Bauernhof „Annastraße 16“
17	RWG 41 NSB Kaulhausen	Kaulhausen 65, 41812 Erkelenz (Kaulhausen)	Auf dem Grundstück der Fa. NSB „Kaulhausen 65“ (vor Gartenteich)
18	RWG 42 Pferdekoppel	Kaulhausen 98, 41812 Erkelenz (Kaulhausen)	Am Ende des Grundstücks „Kaulhausen 98“ am Zaun zwischen zwei Pferdekoppeln (erreichbar über Feldweg)
19	RWG 44 Berverath	Berverath 8 41815 Erkelenz	Am Ortsausgang Berverath nach Oberwestrich links am Feldrand
20	RWG 45 Oberwestrich	Oberwestrich 3 41812 Erkelenz	Am südlichen Ortsrand von Oberwestrich, rechts auf dem Feldrand am Pumpwerk WA 6310

Tab. A9.1 Fotos Messpunkte

RWG 3 - Sankt Leonhard Straße (Gindorf)



RWG 7 - Wassermühle (Gindorf)



RWG 11 – Friedhof (Jüchen)



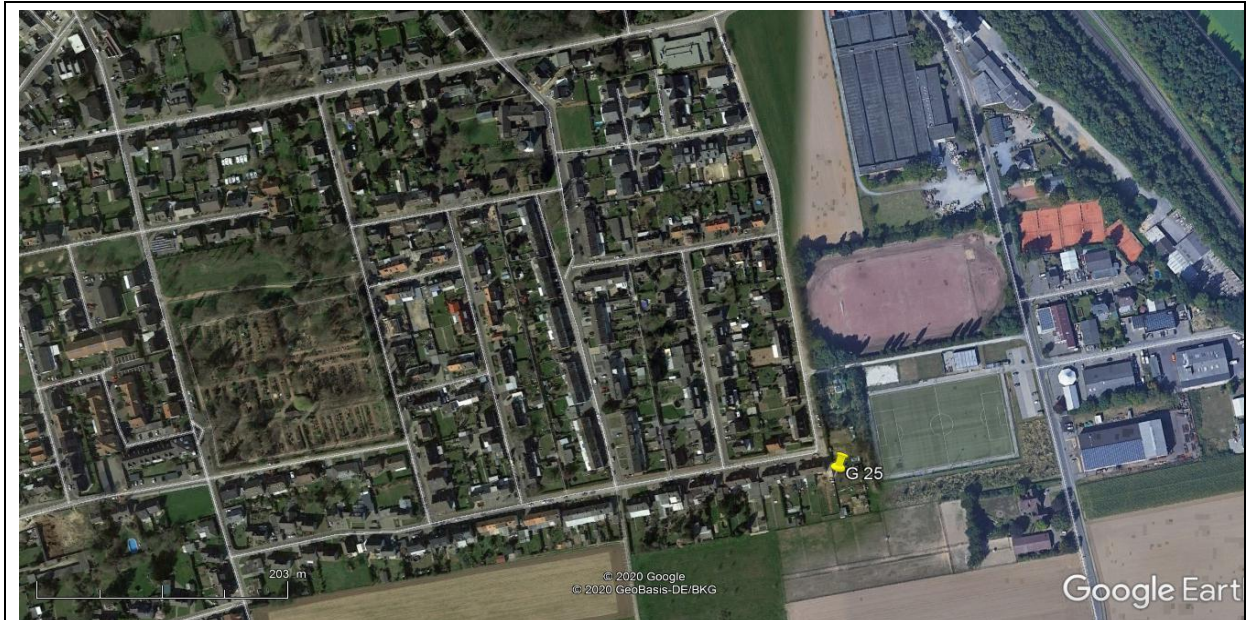
An aerial satellite view of a residential neighborhood in Gießen, Germany. A yellow pin labeled 'G 12' is placed on a road near a large, dark green forested area. The surrounding area consists of residential houses with grey roofs, green lawns, and some commercial buildings. Street names visible include Priesterath, Damerstraße, Kettelerstraße, and others. A Google Earth watermark is present in the bottom right corner.



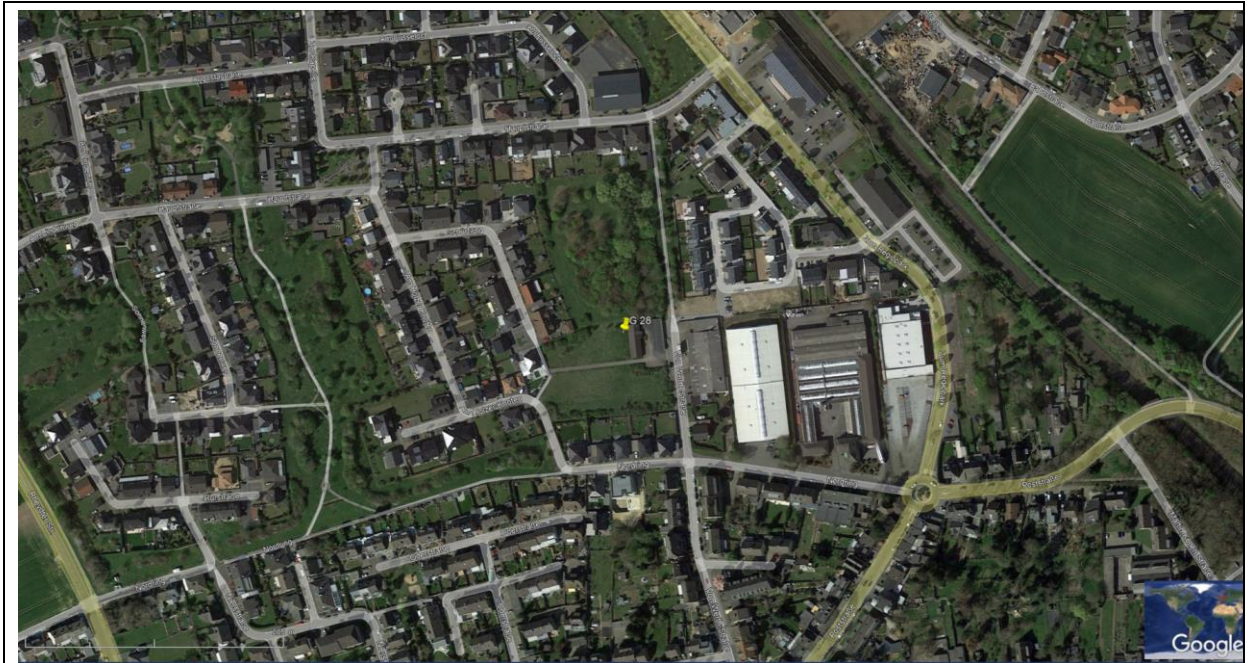
RWG 19 – Holzweilerstraße (Jackerath)



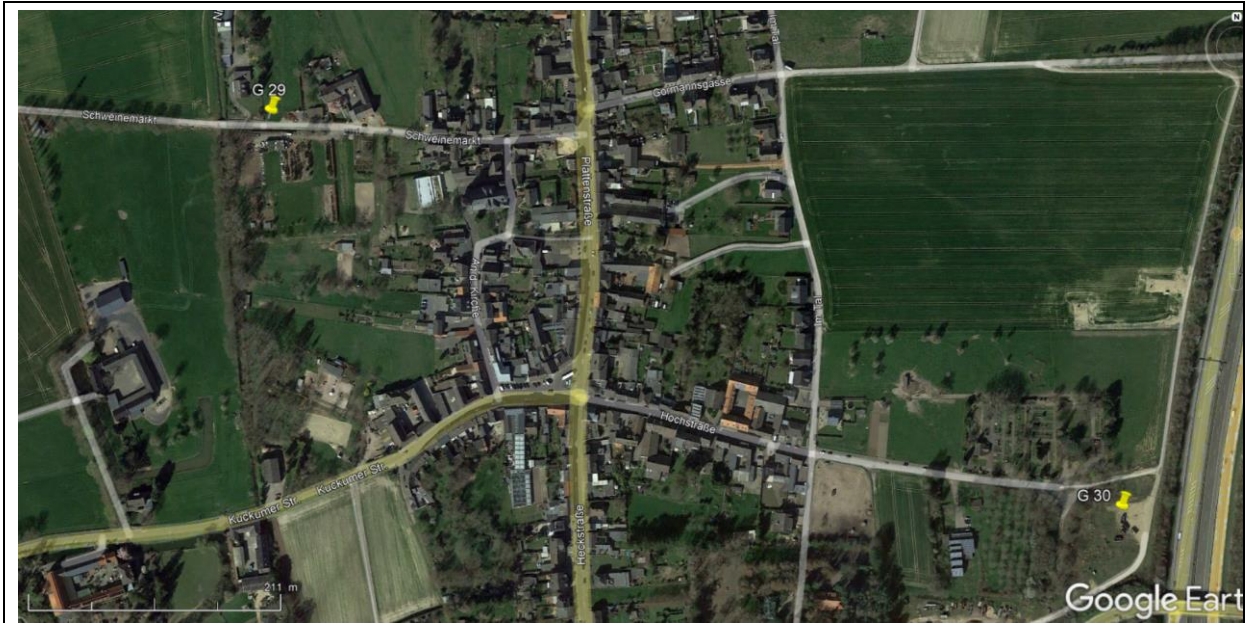
RWG 25 – Birkenallee (Hochneukirch)



RWG 28 – Bürgerhaus (Hochneukirch)



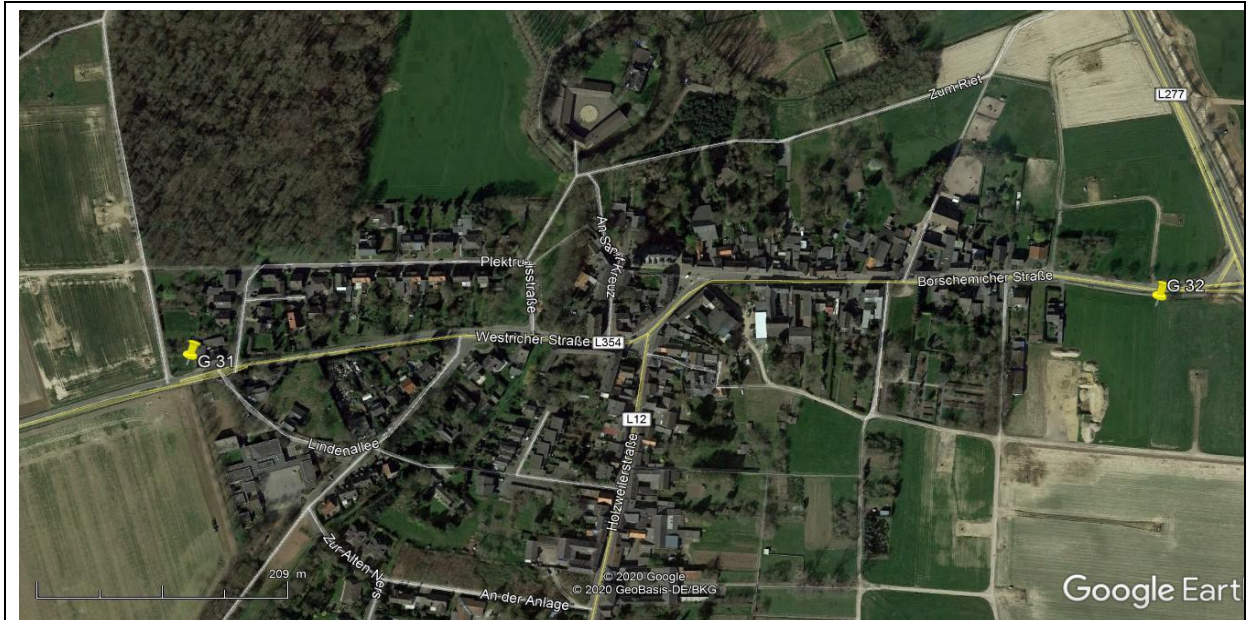
RWG 29 – Schweinemarkt (Wanlo)



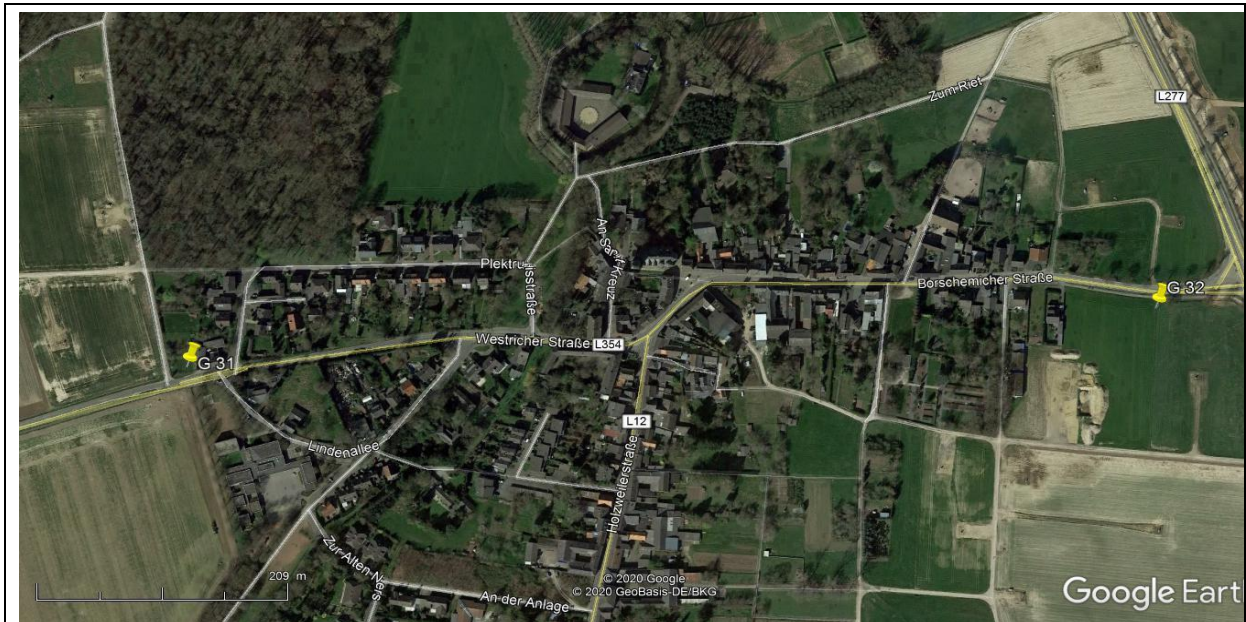
RWG 30 - Friedhof (Wanlo)



RWG 31 – Westricher Straße (Keyenberg)



RWG 32 - Borschemicher Straße (Keyenberg)



RWG 37 – Weidwäsch (Holzweiler)



RWG 38 – Kindsfeld (Holzweiler)



RWG 39 – Quickstraße (Kückhoven)



RWG 40 – Wockerath



RWG 41 – NSB (Kaulhausen)



RWG 42 – Pferdekoppel (Kaulhausen)



RWG 44 – Berwerath



RWG 45 – Oberwestrich

