

Anlage 16

Betr.: Genehmigungsantrag vom 26.09.2023

Az.: 404-3816-63 USG

**Antrag gem. § 68 WHG über die Vertiefung des Steinbruchs Asbeck (K10)
auf 120 m üNN im Werk Hönnetal der Rheinkalk GmbH**

**Messung von Sprengschwaden
(ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.,
Mönchengladbach)**

nachrichtlich, wird nachgereicht

Rheinkalk GmbH


Gödde


Vogt

Messbericht

Immissionsmessungen von Sprengschwaden im Steinbruch Asbeck im Hönnetal

Name der Messstelle	ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co., Fraunhoferstraße 1, 48161 Münster ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co., Wehnerstraße 1-7, 41068 Mönchengladbach
Berichts-Nr. / Datum:	18413-134_Bericht-01 18. Oktober 2023
Auftraggeber:	Rheinkalk GmbH Postfach 13 40 42480 Wülfrath
Ansprechpartner:	Herr Karl-Raimund Vogt
Auftragsnummer:	3000431221 und 3000390135
Auftragsdatum:	07.03.2023 und 09.08.2022
Art der Messung:	Sonderuntersuchungen über Immissionsmessungen von Sprengschwaden an einem Steinbruch Messungen in Beschwerdefällen
Messaufgabe:	Geprüft werden soll, ob die Immissionssituation für die im Einflussbereich des Steinbruch Asbeck befindlichen Wohngebiete unzulässig durch Luftschadstoffe aus den Sprengschwaden während des Steinbruchbetriebs belastet ist. Die Untersuchungen sind Teil eines Genehmigungsverfahrens zur Erweiterung des Steinbruchs Asbeck.
Messkomponenten:	<ul style="list-style-type: none">- Schwebstaub PM10 / PM2.5 (kontinuierlich)- Kohlenwasserstoffe in der Außenluft- Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Windrichtung, Windgeschwindigkeit
Messort / Messgebiet:	Am östlichen Rand der Steinbruchkante des Steinbruch Asbeck auf dem Werksgelände (Werk Hönnetal, Askeystraße 30, 58710 Menden – Oberrödinghausen) nach der Kleinstadt Balve
Messzeitraum:	Von 04.07.2023 bis 02.08.2023
Berichterstellung:	Dr. Katrin Dieckmann, Michael Robert
Berichtsumfang:	53 Seiten Bericht inkl. Anlage

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand und den Umfang der durchgeführten Untersuchungen. Dieses Dokument darf nur als Ganzes wiedergegeben werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Genehmigung der ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung	4
1 Beschreibung der Messaufgabe	5
1.1 Anlass der Messungen	5
1.2 Administrative Anforderungen und Bewertungsmaßstäbe	5
1.3 Messkomponenten	6
1.4 Anforderungen an die Messtechnik	7
1.5 Organisatorische Anforderungen	7
1.6 Beteiligung weiterer Institute	8
2 Vorwissen	8
3 Ortsbeschreibung	8
4 Messstrategie	9
4.1 Messorte	10
4.2 Messzeitraum	12
4.3 Messzeiten	13
4.4 Datenverfügbarkeit	13
4.5 Messtechnik	13
5 Auswertung	16
5.1 Messwertverarbeitung	16
5.2 Messergebnisse	17
5.3 Ermittlung der Messunsicherheit	18
6 Beurteilung und Diskussion	19
6.1 Meteorologie im Messzeitraum	19
6.2 Kurzzeitereignis Sprengschwaden	21
6.3 Mittlere Schwebstaub PM10 Konzentration über den Messzeitraum	23
6.4 Mittlere Schwebstaub PM2.5 Konzentration über den Messzeitraum	24
6.5 Plausibilitätsprüfung	24
7 Literaturverzeichnis	25
Anlagen	26
Anlage I: Mess- und Rechenwerte	26
Anlage I.1: Darstellung der Messergebnisse	26

Anlage I.2: Darstellung der meteorologischen Daten	45
Anlage I.3: Fotodokumentation der Messpunkte	48

Zusammenfassung

Die ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. (nachfolgend ANECO genannt) wurde von der Rheinkalk GmbH beauftragt, Immissionsmessungen von Sprengschwaden am Kalksteinbruch Asbeck im Hönnetal durchzuführen. Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zur Steinbruchserweiterung durchgeführt. Zusätzlich handelt es sich bei den Messungen um Messungen im Beschwerdefall, da sich die Mitglieder des Bürgerforums Eisborn über die Sprengschwaden beschwert haben.

Geprüft werden soll, ob die Immissionssituation für die im Einflussbereich des Steinbruch Asbeck befindlichen Wohngebiete unzulässig durch Luftschadstoffe aus den Sprengschwaden während des Steinbruchbetriebs belastet ist. Hierfür werden zeitlich hochaufgelöste Messungen der Sprengschwaden während mehreren Sprengungen am Steinbruch Asbeck im Hönnetal durchgeführt.

Über den Zeitraum von einem Monat wurden die Parameter Schwebstaub PM10 und PM2.5 kontinuierlich bestimmt. Während und kurz nach den Sprengungen wurden zusätzlich Kohlenwasserstoffe in der Außenluft erfasst.

Dieser Bericht umfasst die Untersuchungsergebnisse des Messprogramms. Die Messungen wurden vom 04.07.2023 bis zum 02.08.2023 durchgeführt. Innerhalb dieses Zeitraums kam es zu insgesamt neun Sprengereignisse. Nach zwei von diesen Sprengereignissen sind die Sprengschwaden über den Messort gezogen und konnten charakterisiert werden. Dies sind die Sprengereignisse vom 06.07.2023 und 01.08.2023. Am 06.07.2023 wurden kurzzeitig (d.h. für 30 Sekunden) PM10 Konzentrationen von $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und am 01.08.2023 von $138 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Die PM2.5 Konzentrationen lagen mit $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wesentlich niedriger.

In dem einmontigen Messzeitraum lag der Mittelwert der PM10 Konzentrationen bei $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dies liegt weit unterhalb des Immissionswerts von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittel. Von April 2019 bis März 2020 wurden in Balve-Eisborn mittlere PM10 Konzentrationen von $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt. Die im Rahmen der einmontigen Messungen im Juli 2023 ermittelten PM10 Konzentrationen bewegen sich auf einem ähnlichen Niveau. Die kurzen (ca. 30 bis 120 Sekunden) durch die Sprengschwaden verursachten Spitzenkonzentrationen beeinflussen den PM10-Monatsmittelwert von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ somit nicht erkennbar.

In dem einmontigen Messzeitraum wurden mittlere PM2.5 Konzentrationen von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Dies liegt weit unterhalb des Immissionswerts von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittel.

Kohlenwasserstoffe in der Außenluft in den beiden kumulativ gesammelten Proben während bzw. kurz nach den Sprengungen, konnten im Messzeitraum nicht oberhalb der Bestimmungsgrenze von ca. $2 \text{mg}/\text{m}^3$ bestimmt werden.

Eine abschließende immissionsschutzrechtliche Bewertung bleibt der zuständigen Behörde vorbehalten.

1 Beschreibung der Messaufgabe

1.1 **Anlass der Messungen**

Die ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co. (nachfolgend ANECO genannt) wurde von der Rheinkalk GmbH beauftragt, Immissionsmessungen von Sprengschwaden am Kalksteinbruch Asbeck im Hönnetal durchzuführen. Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zur Steinbruchserweiterung durchgeführt. Zusätzlich handelt es sich bei den Messungen um „Messungen im Beschwerdefall“ (Tab. 1 in VDI 4280 Bl. 1 [1], da sich die Mitglieder des Bürgerforums Eisborn über die Sprengschwaden beschwert haben.

Geprüft werden soll, ob die Immissionssituation für die im Einflussbereich des Steinbruch Asbeck befindlichen Wohngebiete unzulässig durch Luftschadstoffe aus den Sprengschwaden während des Steinbruchbetriebs belastet ist. Hierfür werden zeitlich hochaufgelöste Messungen am Steinbruch Asbeck im Hönnetal durchgeführt. Es handelt sich hierbei um Sondermessungen.

Folgende Parameter sollen über einen Zeitraum von einem Monat erfasst werden:

- Schwebstaub PM10 / PM2.5 (kontinuierlich)
- Kohlenwasserstoffe in der Außenluft (während bzw. kurz nach den Sprengungen)

1.2 **Administrative Anforderungen und Bewertungsmaßstäbe**

Administrative Anforderungen

Die ANECO ist ein u. a. für die Ermittlung von Immissionen gemäß §29b BImSchG [2] bekanntgegebenes Messinstitut mit langjähriger Erfahrung in der Durchführung von Immissionsuntersuchungen.

Bewertungsmaßstäbe

Für den Parameter **Schwebstaub PM10** sind in der 39. BImSchV [3] sowie TA Luft [4] Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit angegeben. Demnach darf die Gesamtbelastung für Schwebstaub PM10, gemittelt über ein Jahr, an keinem Beurteilungspunkt $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreiten. Als weiteres Beurteilungskriterium nennen die 39. BImSchV [3] sowie TA Luft [4] die Überschreitungshäufigkeit des Immissionswertes für die 24-stündige Immissionsbelastung von PM10. Es dürfen demnach maximal 35 Tageswerte innerhalb eines Jahres einen Wert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreiten.

Für den Parameter **Schwebstaub PM2.5** ist in der 39. BImSchV [3] sowie TA Luft [4] zum Schutz der menschlichen Gesundheit ein Immissionsgrenzwert angegeben (§5 Absatz 2). Demnach darf die Gesamtbelastung für Schwebstaub PM2.5, gemittelt über ein Jahr, an keinem Beurteilungspunkt $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreiten.

Da es sich bei den Bewertungsmaßstäben um Jahresmittelwerte handelt, ist eine Beurteilung der einmonatigen Messungen und der Messperioden während der Sprengereignisse nur orientierend möglich. Ein direkter Vergleich der Messergebnisse mit den Beurteilungsmaßstäben ist nicht möglich.

Für den Parameter **Kohlenwasserstoffe in der Außenluft** gibt es keine Bewertungsmaßstäbe nach der TA Luft [4] oder 39. BImSchV [3]. Es kann somit nur bewertet werden, ob diese in der Außenluft im Rahmen der Messungen nachgewiesen werden können oder nicht.

Die zur Anwendung kommenden Bewertungsmaßstäbe (ggf. Vergleichswerte) sind in Tabelle 1 (für Schwebstaub) zusammengefasst.

Tabelle 1: Beurteilungsmaßstäbe bzw. hilfsweise Vergleichswerte für Schwebstaub PM10, Schwebstaub PM2.5

Parameter	Beurteilungsmaßstab / ggf. Vergleichswerte	Quelle	Bemerkung
Schwebstaub PM10	40 µg/m ³	39. BImSchV [3] §4, TA Luft [4] 4.2.1	Immissionswert (JMW*)
	50 µg/m ³		Immissionswert (TMW**) mit 35 erlaubten Überschreitungen im Jahr
Schwebstaub PM2.5	25 µg/m ³	39. BImSchV [3] §5(2), TA Luft [4] 4.2.1	Immissionswert (JMW*)

*JMW: Jahresmittelwert, **TMW: Tagesmittelwert, *** SMW: Stundenmittelwert

Mit dem Auftraggeber vereinbarte Anforderungen

Da im Speziellen die Sprengschwaden untersucht werden sollten, wurden zeitlich hochaufgelöste Messungen für PM2.5 und PM10 vereinbart. Da die Sprengschwaden je nach Witterung ca. 5 Minuten in der Atmosphäre verweilen, wurden alle 5 bis 25 Sekunden PM2.5 und PM10 Daten erhoben.

Die Kohlenwasserstoffmessungen wurden im Messzeitraum je nach Witterung 5 bis 10 Minuten während und kurz nach der Sprengung durchgeführt. Eine Beprobung der Außenluft auf Kohlenwasserstoffe in den Zeiträumen ohne Sprengereignis fand nicht statt.

Zusätzlich wurden meteorologische Messungen von Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Windgeschwindigkeit und Windrichtung vereinbart.

1.3 Messkomponenten

Luftverunreinigungen

Bei der Auswahl der Parameter kamen hauptsächlich Stäube (Staubniederschlag und Schwebstaub) zur Überprüfung in Betracht. Bei einer Sprengung im Steinbruch kommt es zur diffusen Emission vorwiegend staubförmiger Stoffe, die überwiegend in der Nähe zur Emissionsquelle sedimentieren. Aufgründessen lag der Schwerpunkt auf der Erfassung von Staub im Umfeld des Steinbruchs. Da ein Hauptaugenmerk darauf bestand, die Immissionsbelastung der Sprengschwaden im Bezug auf das Schutzgut Mensch zu bestimmen, wurden hier nur die lungengängigen Schwebstäube (PM2.5 und PM10) untersucht. Schwebstäube (PM10 und PM2.5) können über weitere Entfernungen transportiert werden und somit in der weiteren Umgebung des Steinbruchs zu Immissionszusatzbelastungen führen, die insbesondere das Schutzgut Mensch betreffen.

Bedingt durch die kurze Verweildauer der Sprengschwaden in der Atmosphäre von ca. 5 Minuten ist eine Erfassung von Staubniederschlag allein während der Sprengungen messtechnisch nicht möglich. Dieses Verfahren erfordert wesentlich längere Expositionszeiten von in der Regel einem Monat.

Nach Angaben des Auftraggebers werden bei den Sprengungen vorwiegend Sprengstoffe, die im Wesentlichen aus Ammoniumnitrat und in kleineren Anteilen aus Mineralöl bestehen, für die Sprengungen im Steinbruch Asbeck eingesetzt. Ammoniumnitrat besitzt die Fähigkeit, zusammen mit brennbaren Anteilen, wie Öl, einen Sprengstoff zu bilden. Wird das Mineralöl während des Sprengvorgangs nicht vorllständig verbrannt, können Kohlenwasserstoffe in die Atmosphäre gelangen. Aus diesem Grund wurde der Parameter „Kohlenwasserstoffe in der Außenluft“ bestimmt. Ammoniumnitrat zerfällt durch starke Initialzündung in die Parameter

Stickstoff, Sauerstoff und Wasser. Diese sind nicht als Luftschadstoffe klassifiziert. Somit ist die Bestimmung dieser nicht von Relevanz.

Weitere Luftverunreinigungen (z.B. Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Schwefeldioxid, Ammoniak, PAKs, Schwermetalle, etc.), kamen bei der Bestimmung nicht in Betracht, da Sprengungen in Kalksteinbrüchen, wie dem Steinbruch Asbeck, keine Quelle für diese darstellen.

Zusätzlich ist die Erfassung der meteorologischen Parameter Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Windgeschwindigkeit und Windrichtung sinnvoll. Anhand der Winddaten kann unterstützend geprüft werden, in welche Richtung die entstehenden Sprengschwaden geweht werden.

1.4 Anforderungen an die Messtechnik

Die Anforderungen an die Messtechnik sind hinsichtlich der erforderlichen Messtechnik und ihrer Anforderungen (beispielsweise an die Probenahmezeit) nachfolgend je Luftverunreinigung aufgeführt.

Die kontinuierliche Bestimmung von PM10 und PM2.5 wurde gemäß der DIN EN 16450 [5] mit kontinuierlich registrierenden Messeinrichtungen durchgeführt. Die eingesetzten Messgeräte sind nach der DIN EN 15267 [6] eignungsgeprüft und beim Umweltbundesamt gelistet. Die Messeinrichtungen sind in die Datenerfassung sowie Datenfernübertragung eingebunden und können mittels Fernübertragung überprüft werden. Für die Untersuchung von Sprengschwaden ist die Standardzeitauflösung der Messgeräte (2 Minutenmittelwerte) nicht ausreichend und musste daher mit einem speziellen Datenerfassungsprogramm auf einen ca. 5 bis 25 Sekunden Takt erhöht werden. Aus diesen Daten werden in der Datenerfassungssoftware 30 Sekundenmittelwerte gebildet und abgespeichert. Dies ermöglicht es die kurzen Zeiten, in denen die Sprengschwaden in der Atmosphäre verweilen, höher aufgelöst zu betrachten.

Die Ermittlung der Konzentrationen der gasförmig in der Außenluft vorkommenden Kohlenwasserstoffe wurde in Anlehnung an das in der DIN EN 14662 Blatt 2 [7] genannte aktive Sammelverfahren durchgeführt. Die Probenahme fand bei diesem Verfahren durch mit Aktivkohle gefüllte Sorptionsröhrchen statt. Für die Probenahme wurden im Messzeitraum alle Sprengereignisse kumulierend und je nach Witterung ausschließlich 5 bis 10 Minuten nach der Sprengung durchgeführt. Dafür mussten die Probenahmeeinrichtungen mittels Fernübertragung ansteuerbar sein.

1.5 Organisatorische Anforderungen

Akkreditierung / QM-System

Die ANECO ist ein u.a. für die Ermittlung von Immissionen gemäß §29b BImSchG [2] bekanntgegebenes Messinstitut mit langjähriger Erfahrung in der Durchführung von Immissionsuntersuchungen. Die kontinuierlichen Schwebstaubmessungen und die meteorologischen Messungen sind derzeit im Akkreditierungsrahmen nicht enthalten.

Personal

Projektleitung / Fachlich Verantwortlicher:

Michael Robert Tel.-Nr.: 02161 / 30169 60 E-Mail: Michael.Robert@aneco.de

Projektleitung / Stellvertretende Fachlich Verantwortliche:

Dr. Katrin Dieckmann Tel.-Nr.: 02534 / 807 123 E-Mail: Katrin.Dieckmann@aneco.de

Probenahme und Analytik wurden durch fachkundiges Personal der ANECO durchgeführt. Die Analytik erfolgte im Labor der ANECO.

1.6 Beteiligung weiterer Institute

Keine.

2 Vorwissen

Im direkten Umfeld des Steinbruch Asbeck im Hönnetal wurden seit November 2011 Messungen von Schwebstaub (PM10) und Staubniederschlag durch die ANECO im Rahmen von drei verschiedenen Messkampagnen durchgeführt [8].

Im Messzeitraum 19.12.2012 bis 20.03.2013 wurde Schwebstaub (PM10) und vom 24.11.2011 bis 21.03.2013 Staubniederschlag bestimmt. Vom 11.04.2019 bis 08.04.2020 wurde Schwebstaub (PM10) und Staubniederschlag gemessen. Ab dem 28.12.2015 bis heute (fortlaufend) wird Staubniederschlag bestimmt.

In den entsprechenden Messzeiträumen wurden die zulässigen Grenzwerte für PM10 sicher eingehalten. Die Messwerte von Schwebstaub (PM10) mit $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Mittelwert des jeweiligen Messzeitraums unterschreiten auch den Grenzwert von Schwebstaub (PM2.5). Es kann somit sicher davon ausgegangen werden, dass auch die Werte für Schwebstaub (PM2.5) unterhalb des Grenzwertes von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lagen. Die Überschreitungshäufigkeit für 35 zulässige Überschreitungen des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Schwebstaub (PM10) im Kalenderjahr lag im ersten Messzeitraum bei 8 und im zweiten bei 0 Überschreitungen.

Die Messwerte des Staubniederschlags aller Messkampagnen als Jahreskenngroße oder Mittelwert über den Messzeitraum berechnet unterschreiten den Grenzwert von $0,35 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$. Der maximale Wert ($0,207 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$, Jahresmittelwert im Jahr 2017), der während der Messkampagnen bestimmt wurde, schöpft den Grenzwert zu 60 % aus.

Alle Messwerte umfassen die Staubsituation vor Ort und enthalten alle Einflüsse, die auf den Messwert wirken, z. B. Einflüsse durch Ferntransporte, austauscharme Wetterlagen und Befallschlagungen durch einzelne Staubwolken (z.B. Sprengschwaden) infolge kurzzeitiger Staubereignisse. Die Auswirkungen dieser Einflüsse sind in den Messdaten enthalten. Somit konnte anhand der Ergebnisse der vergangenen Messungen gezeigt werden, dass besondere, lokale Ereignisse, die zu Staubemissionen führten, die Messwerte von Schwebstaub (PM10), Schwebstaub (PM2.5) und Staubniederschlag nicht derart beeinflusst haben, dass die Kenngrößen im Jahresmittel und Tagesmittel die geltenden Beurteilungswerte überschritten [8].

3 Ortsbeschreibung

Der Steinbruch Asbeck wird von der Firma Rheinkalk GmbH betrieben und liegt im Hönnetal an der Grenze der Gemeinden Balve (ca. 12.000 Einwohner) im Sauerland in Nordrhein-Westfalen. Der Steinbruch Asbeck ist ein Kalksteinbruch, in dem von der Firma Rheinkalk GmbH Kalk abgebaut wird. Nordwestlich des Steinbruchs liegt das Werk Hönnetal der Rheinkalk GmbH in dem der abgebaute Kalkstein zu Kalk verarbeitet wird. Östlich des Steinbruchs Asbeck beginnt in einem Abstand von ca. 150 m die Wohnbebauung des Ortsteils Eisborn (ca. 500 Einwohner, zugehörig zur Gemeinde Balve). Südlich des Steinbruchs schließen landwirtschaftlich genutzte Flächen mit einzelnen Höfen an. Hier befindet sich die nächstgelegene Wohnbebauung in ca. 250 m Entfernung zur Werksgrenze. Ebenfalls südlich des Steinbruchs befindet sich ein Betonwerk. Das nördlich an den Steinbruch angrenzende Gebiet ist von land-

und forstwirtschaftlich genutzten Flächen geprägt. Westlich des Steinbruchs schießen ebenfalls land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen an. In ca. 250 m Abstand zur westlichen Werksgrenze verläuft die Bundesstraße 515.

In der Region Sauerland ist das Klima gemäßigt warm. Im Mittel gibt es das ganze Jahr über deutliche Niederschläge mit einem Maximum im Sommer. Selbst der trockenste Monat weist noch hohe Niederschlagsmengen auf. Die Klassifikation des Klimas nach Köppen und Geiger ist Cfb. Die Jahresdurchschnittstemperatur und der durchschnittliche summierte Jahresniederschlag werden an der nächstgelegenen DWD-Wetterstation Arnsberg-Neheim im vieljährigen Mittel (1991-2020) mit 9,6 °C und 846 mm angegeben. [9] Durchschnittliche meteorologische Bedingungen (Temperatur und Niederschlag) sind unter Punkt 6.1 angegeben.



Abbildung 1: Karte mit dem Steinbruch Asbeck und der Umgebung

Quelle der Karte: <https://www.openstreetmap.de/karte.html>, verändert, zuletzt abgerufen am 11.10.2023 [10]

4 Messstrategie

Das Ziel der Immissionsmessungen ist die Charakterisierung der Sprengschwaden in Bezug auf potentiell darin enthaltene gesundheitsgefährdende luftgetragene Stoffe. Geprüft werden soll, ob die Immissionssituation für die im Einflussbereich des Steinbruch Asbeck befindlichen Wohngebiete unzulässig durch Luftschadstoffe aus den Sprengschwaden während des Steinbruchbetriebs belastet wird. Da ein großer Anteil der Sprengschwaden Staub ist, wird das Hauptaugenmerk auf die Bestimmung des gesundheitsgefährdenden Schwebstaubs (PM10 und PM2.5) gelegt. Zusätzlich werden Kohlenwasserstoffe in der Außenluft bestimmt (siehe auch Kapitel 1.3).

Die PM10- und PM2.5-Messungen erfolgen kontinuierlich. Es werden in einer hohen zeitlichen Auflösung die PM-Konzentrationen kontinuierlich während des gesamten einmonatigen Messzeitraums aufgezeichnet. Anschließend können aus den Daten verschiedene Mittelungszeiträume (Stunden-, Tagesmittelwerte, etc.) gebildet werden anhand derer die Beurteilung der Luftqualität erfolgen kann.

Für die Messungen wurde der Zeitraum von einem Monat gewählt. Dies ermöglicht es während mehrerer Sprengungen die Sprengschwaden bei verschiedenen u.a. meteorologischen Situationen zu charakterisieren. Diese Werte können mit Zeiträumen in denen nicht gesprengt

wird verglichen werden. Es kann so z.B. geprüft werden, ob an Tagen mit Sprengungen die Tagesmittelwerte am Messort den in der TA Luft vorgegebene Tagesgrenzwert für PM10 überschreiten. Eine Bewertung der PM10- bzw. PM2.5-Jahresmittelkonzentration mit dem entsprechenden Grenzwert ist allenfalls nur orientierend möglich, da der Messzeitraum von einem Monat hierfür zu kurz ist (siehe auch Kapitel 1.2).

Der Messort sollte nahe der Werksgrenze im Lee zur vorherrschenden Hauptwindrichtung und möglichst in Richtung Schutzgut (Wohnsiedlungen) liegen.

Die Erfassung der Kohlenwasserstoffe in der Außenluft erfolgt mittels aktivem Probenahmeverfahren kumulativ über alle Sprengungen innerhalb des Messzeitraumes. Eine höhere zeitliche Auflösung ist mit der eingesetzten Messtechnik nicht möglich. Die Probenahme fand als Doppelbeprobung statt.

Zusätzlich werden während der Messungen die meteorologischen Parameter Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Temperatur, Luftfeuchte und Luftdruck ermittelt. Durch die Erfassung der Windverhältnisse parallel zu den Schwebstaubmessungen können Aussagen getroffen werden, ob die Sprengschwaden über die Messgeräte gezogen sind oder nur die Hintergrundkonzentration des Schwebstaubs gemessen wurde.

4.1 Messorte

Festlegung der Messorte

Die Lage des Messortes wurde anhand der Aufgabenstellung festgelegt. Die dem Steinbruch Asbeck nächstgelegene Wohnbebauung befindet sich in einem Abstand von ca. 150 m zur östlichen Werksgrenze im Ortsteil Eisborn (Gemeinde Balve). Die Auswahl der Beurteilungspunkte (Messorte, Messpunkte) erfolgt unter Berücksichtigung des zu betrachtenden Schutzgutes Mensch. Da die Gesamtbelastung während der Sprengungen erfasst werden soll, wurde ein Messort in Abstimmung mit dem Auftraggeber zwischen der Quelle (Sprengort im Steinbruch Asbeck) und der nächstgelegenen Wohnbebauung gewählt.

Anzahl und Lage

Aus dem oben beschriebenen Grund wurde ein Messort am östlichen Rand des Steinbruchs in Richtung Eisborn ausgewählt. Der Messort befindet sich direkt an der Steinbruchkante auf dem Werksgelände. Der Abstand von Messort zur nächsten Wohnbebauung nordöstlich des Messortes beträgt ca. 200 m. Der Messort repräsentiert ein „worst case“ Szenario in Bezug auf die Belastung der Anwohner durch die Sprengschwaden. Die hier bestimmten Konzentrationen entsprechen der maximalen Belastungshöhe, da die Luftverunreinigungen mit zunehmendem Abstand zur Quelle verdünnt werden.

Aufgrund der Zielsetzung fanden die Messungen an einem Messpunkt (MP 1) statt.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sowie in Abbildung 2 ist der Messpunkt (MP 1) beschrieben. Fotos des Messortes sind in der Anlage I.3 abgebildet.

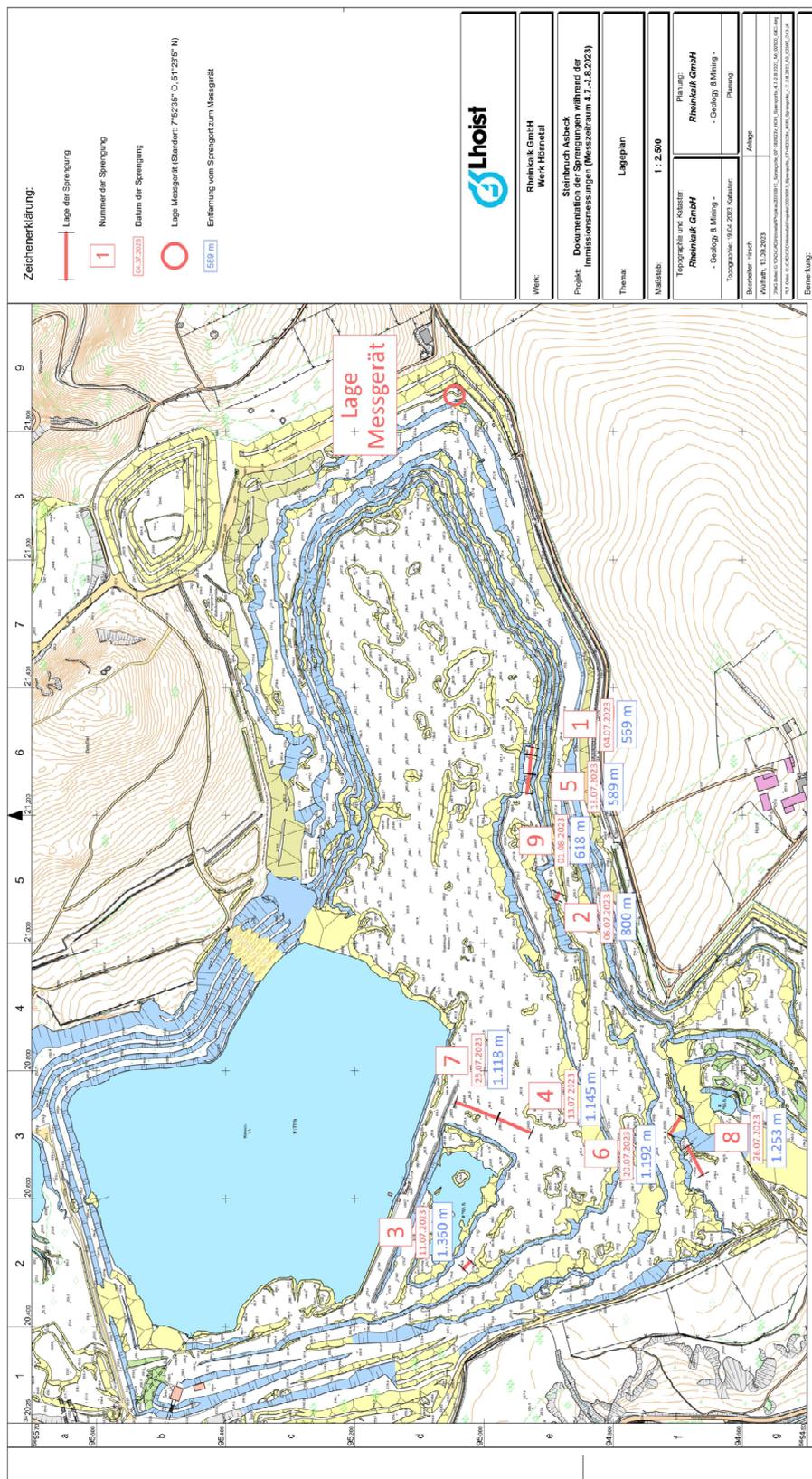


Abbildung 2: Übersichtskarte des Messgebiets, mit Lage des Messortes (hier: roter Kreis, „Lage Messgeräte“) und Sprengorten

Quelle der Karte: Die Karte ist der ANECO vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt worden.

Tabelle 2: Messpunkt MP 1 (Lage, Standortbeschreibung, Nutzungsstrukturen)

Beschreibung und Lage	Koordinaten	Parameter
<p>Lage: An der östlichen Kante des Steinbruchs auf dem Werksgelände</p> <p>Standortbeschreibung: Repräsentiert den Bereich der maximalen Gesamtbelastung der luftverunreinigenden Stoffe während der Sprengungen - „worst case“ Szenario im Bezug auf die Belastung der Anwohner durch die Sprengschwaden</p> <p>Dem Messort nächstgelegene Nutzungsstrukturen: Wohngebiet, landwirtschaftliche Nutzung, forstwirtschaftliche Nutzung</p>	<p>51°23'5“ N 7°52'35“ E</p>	<p>Schwebstaub PM10, PM2.5, Kohlenwasserstoffe meteorologische Parameter</p>

4.2 Messzeitraum

Die Messungen sollten einen Zeitraum von einem Monat abdecken. Mit den Immissionsmessungen wurde am 04.07.2023 begonnen. Die Messungen wurden am 02.08.2023 beendet. Der hier vorliegende Messbericht behandelt den gesamten Messzeitraum.

Besondere Vorkommnisse

Am 19.07.2023 10:12 bis 10:32 Uhr fanden Wartungsarbeiten an den Geräten statt. In dieser Zeit wurden keine Daten erhoben.

Während des Messzeitraumes fanden die in Tabelle 3 gelisteten Sprengungen statt.

Tabelle 3: Sprengereignisse während des Messzeitraums (die Daten sind vom Auftraggeber erhoben und der ANECO zur Verfügung gestellt worden)

Nummer der Sprengung*	Datum	Uhrzeit	Sohle	Hauptsprengstoff	Bemerkung
1	04.07.2023	18:02:32	5	ANFO (Rioxam)	
2	06.07.2023	09:15:50	4	ANFO (Rioxam)	
3	11.07.2023	10:31:45	6	Emulsion (Riomex 7000 bzw. Riohit)	
4	13.07.2023	10:12:03	6	Emulsion (Riomex 7000 bzw. Riohit)	
5	18.07.2023	09:26:57	5	ANFO (Rioxam)	
6	20.07.2023	10:36:00	4	Emulsion (Riomex 7000 bzw. Riohit)	Zehensprengung
7	25.07.2023	10:45:37	6	Emulsion (Riomex 7000 bzw. Riohit)	
8	26.07.2023	11:41:46	3	ANFO (Rioxam)	Flächensprengung
9	01.08.2023	10:48:01	5	Emulsion (Riomex 7000 bzw. Riohit)	

*Die Lage der Sprengungen ist in Abbildung 2 ersichtlich.

4.3 Messzeiten

Zeitliche Auflösung der Messungen

Es wurde eine kontinuierliche Messung der Parameter PM2.5 und PM10 für den oben beschriebenen Messzeitraum durchgeführt. Die kontinuierlich registrierenden Messgeräte für PM2.5 und PM10 übermitteln jeweils die Messdaten mit einer Rate von 9600 Baud an die Datenerfassung der Messstation, welche die Daten mit einer zeitlichen Auflösung von ca. 5 bis 25 Sekunden verarbeitet. Aufgrund der Beobachtungen während der ersten messtechnisch begleiteten Sprengung am 04.07.2023 wurde die Datenerfassung am Folgetag noch einmal geändert, um die zeitliche Auflösung zu erhöhen. Die zeitliche Auflösungen der Messungen zur Bestimmung von Schwebstaub PM10 und PM2.5 ist wie folgt:

- Messzeitraum (PM2.5 und PM10): 04.07.2023 12:50 Uhr bis 05.07.2023 12:30 Uhr
ca. alle 25 Sekunden wird ein Messwert erfasst
- Messzeitraum (PM2.5 und PM10): 05.07.2023 12:30 Uhr bis 02.08.2023 07:37 Uhr
ca. alle 5 Sekunden wird ein Messwert erfasst

Die Probenahme auf Kohlenwasserstoffe in der Außenluft erfolgte je nach Witterung 5 bis 10 Minuten während und nach der Sprengung. Es wurde eine kumulative Probenahme durchgeführt, d.h. es wurde über den gesamten Messzeitraum immer das gleiche Adsorbens beprobt. Die folgenden Zeiten wurden beprobt.

Für die Bestimmung von Kohlenwasserstoffen in der Außenluft wurden nachfolgende Messzeiten gewählt.

- 04.07.2023 18:00 – 18:05 Uhr
- 06.07.2023 09:15 – 09:28 Uhr
- 11.07.2023 10:30 – 10:35 Uhr
- 13.07.2023 10:11 – 10:16 Uhr
- 18.07.2023 09:27 – 09:37 Uhr
- 20.07.2023 10:33 – 10:44 Uhr
- 25.07.2023 10:44 – 10:54 Uhr
- 26.07.2023 11:41 – 11:51 Uhr
- 01.08.2023 10:45 – 10:56 Uhr

Daraus ergibt sich ein gesamter Probenahmezeitraum von 84 Minuten.

Bei den begleitenden meteorologischen Messungen wurden die Parameter Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Windrichtung, Windgeschwindigkeit als 1-Minuten Mittelwerte über den gesamten Messzeitraum erfasst.

4.4 Datenverfügbarkeit

Es gab keine unerwarteten Datenausfälle im Messzeitraum. Am 19.07.2023 10:12 bis 10:32 Uhr fanden Wartungsarbeiten an den Geräten statt. In dieser Zeit wurden keine Daten erhoben.

4.5 Messtechnik

Die Messhöhe der Schwebstaub- und Kohlenwasserstoffmessungen betrug ca. 1,5 bis 2 m über der Flur und der seitliche Abstand zu Bauwerken von minimal 1,5 m (TA Luft [4] Nummer 4.6.2.3) wurde eingehalten.

Die Messungen der Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, Windrichtung und Windgeschwindigkeit betrug ca. 3,5 m über der Flur und 296 m üNN.

Eine Übersicht über die zur Anwendung gekommenen Messverfahren und deren zugrundeliegenden Technischen Regeln gibt Tabelle 4. Die Verfahrenskenngrößen können den nachfolgenden Beschreibungen der Messverfahren bzw. Analysenverfahren entnommen werden.

Tabelle 4: Messtechnik

Messkomponente	Messverfahren	Technische Regel	Akkreditierung* vorhanden
Schwebstaub PM10/PM2.5 (kontinuierlich)	Kontinuierlich registrierendes Streulichtphotometer	DIN EN 16450 [5]	Nein **
Kohlenwasserstoffe in Außenluft	Aktive Probenahme auf Aktivkohle, FID-Messungen nach Eluation	Probenahme in Anlehnung an DIN EN 14662 Blatt 2 [7] Analytik in Anlehnung an IFA 7735:2009-10	Probenahme: Ja Analytik: Nein
Meteorologische Verfahren	Kontinuierlich registrierende Sensoren	VDI 3786 Blatt 2, 3, 4 und 16 [11]–[14]	Nein**

* nach DIN EN ISO/IEC 17025 [15] ** Die Akkreditierung dieses Verfahrens ist in Vorbereitung.

Messverfahren / Analyseverfahren

Schwebstaub PM10 und PM2.5 (kontinuierlich)

Für die kontinuierlich registrierende Messung von PM10 und PM2.5 werden kontinuierlich registrierende Staubmessgeräte der Firma Comde Derenda, Typ APM-2 eingesetzt. Das Messgerät ist nach DIN EN 15267 [6] eignungsgeprüft und beim Umweltbundesamt gelistet. Das Messgerät bestimmt die Parameter PM10 und/oder PM2.5 optoelektronisch. Dabei wird die Lichtstreuung an Aerosolpartikeln innerhalb eines definierten Messvolumens gemessen. Ein Streulichtphotometer, welches im Winkel von 90° zum optischen Strahlengang einer Laserdiode angeordnet ist, liefert ein Spannungssignal, das ein direktes Maß für die Massenkonzentration im Messvolumen darstellt und aufgezeichnet wird. Die Impaktionsplatte zur Abtrennung des Grobstaubes wird zweiwöchentlich neu gefettet.

Das APM-2 spült einmal pro Stunde für 2 Minuten automatisch die Leitungen/Kammern durch. Dies erfolgt automatisch und ist vom Probenehmer nicht zu beeinflussen. In diesem 2-Minuten Zeitraum werden keine Messdaten aufgezeichnet.

Tabelle 5: Typische Verfahrenskenndaten der Bestimmung von PM10 und PM2.5 (Streulichtphotometer)

Parameter	Methode	Nachweisgrenze*	Erweiterte Messunsicherheit*
PM10 / PM2.5	Streulichtphotometrie	ca. 0,1 µg/m ³	< 25%

* Nachweisgrenze und erweiterte Messunsicherheit basierend auf den Angaben des Eignungsprüfungsberichtes der verwendeten Geräte [16], [17]

Kohlenwasserstoffe in Außenluft (aktiv)

Die Bestimmung der gasförmig vorkommenden Kohlenwasserstoffe in der Außenluft erfolgte über ein aktives Probenahmeverfahren in Anlehnung an die DIN EN 14662 Blatt 2 [7]. Die Bestimmung von Kohlenwasserstoffen in der Außenluft erfolgte als kumulative Probe über alle Sprengungen während des Messzeitraums (insgesamt 84 Minuten Probenahmedauer, Details siehe Kapitel 4.3). D.h., es wurde über den gesamten Messzeitraum immer das gleiche Ad-

sorbenz beprobt. Eine geringere Zeitauflösung war vor dem Hintergrund der Bestimmungsgrenzen dieses Verfahrens nicht möglich. Während der Probenahme wird Außenluft mit Hilfe einer Pumpe über ein Sorptionsröhrchen mit Aktivkohle bei einem Volumenstrom von ca. 0,2 L/min gesaugt. Dabei werden die in der Luft enthaltenen Zielsubstanzen auf der Aktivkohle adsorbiert. Die so gewonnenen Proben werden mit Schwefelkohlenstoff eluiert und die Summe alle Kohlenwasserstoffe (gerechnet als Isooktan) mittels Flammen Ionisations Detektor (FID) laboranalytisch bestimmt.

Tabelle 6: Typische Verfahrenskenndaten der Bestimmung von Kohlenwasserstoffen in der Außenluft mittels aktiver Probenahme

Parameter	Methode	Bestimmungsgrenze*
Kohlenwasserstoffe	FID	2 mg/m ³

* Laboranalytische Bestimmungsgrenze gerechnet als Isooktan (angenommene Expositionszeit: 84 Minuten bei einer Absaugrate von 0,2 L/min)

Meteorologie

Für die Darstellung der meteorologischen Gegebenheiten während des Untersuchungszeitraumes wurden Wetterdaten (Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Luftdruck, Windrichtung und Windgeschwindigkeit) mit einem Klima Sensor US der Firma Thies Climate am Messort in 3,5 m Höhe über der Flur erhoben. Die Messungen erfolgen in Anlehnung an die VDI 3786 Blatt 2, 3, 4 und 16 [11]–[14]. Die Daten wurden mit als 1-Minuten Mittelwerte aufgezeichnet.

Für die Darstellung der meteorologischen Gegebenheiten des langjährigen Mittels wurden zusätzlich die die Wetterdaten der nächstgelegenen Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes, Arnsberg-Neheim, (Lufttemperatur und Niederschlag) genutzt.

Rahmenbedingungen für den Einsatz der Messverfahren

Die Aufstellgenehmigungen für die Probenahmegeräte an dem Messort wurden im Vorfeld durch den Auftraggeber gegeben, der damit auch für die Zutrittsgenehmigung sorgte.

Infrastruktur

Die Aufstellung der Messgeräte erfolgte auf dem Werksgelände des Steinbruch Asbeck. Ein gesonderter Schutz der Messeinrichtung war bedingt durch die Standortauswahl nicht notwendig. Die Energieversorgung der Messgeräte wurde durch den Auftraggeber bereitgestellt.

Erfassung und Archivierung der Messdaten

Die Messdaten und Analysenergebnisse wurden von der ANECO mit Hilfe von Protokollen oder mittels EDV-Systemen gemäß der jeweiligen Standardarbeitsanweisungen erfasst. Die erfassten Daten werden elektronisch gespeichert und für mindestens zehn Jahre aufbewahrt. Die auf Papier dokumentierten Probenahmedaten und die Projektunterlagen werden ebenfalls über einen Zeitraum von mindestens fünf Jahren archiviert.

Die Messdaten der kontinuierlich registrierenden Geräte werden in unveränderter Form, d.h. als Rohdaten, in einem separaten digitalen Ordner auf dem Messrechner im Messcontainer erfasst. Eine Kopie der Daten wird auf einen zentralen Server der ANECO übertragen und dort zusätzlich archiviert.

Qualitätssichernde Maßnahmen

Siehe hierzu auch Punkt 1.2 „Administrative Anforderungen“ und Punkt 1.5 „Akkreditierung/ QM-System“.

Weitere qualitätssichernde Maßnahmen, u. a. Wartung der Messgeräte, werden regelmäßig durchgeführt und sind in den jeweiligen Standardarbeitsanweisungen beschrieben.

Die kontinuierlich registrierenden Messgeräte wurden gemäß Anforderungen der DIN EN 16450 [5] unter zusätzlicher Berücksichtigung der Herstellerangaben geprüft und kalibriert.

5 Auswertung

5.1 Messwertverarbeitung

Behandlung von Messausfällen

Sofern Messausfälle festgestellt wurden, wurden diese kenntlich gemacht und beschrieben, ob und wie diese in die Kenngrößenbildung Eingang finden. Im Messzeitraum gab es keine unerwarteten Messausfälle (siehe hierzu auch unter Punkt 4.4 Datenverfügbarkeit). Die zwei minütigen Spülzyklen der beiden kontinuierlich messenden PM2.5 und PM10 Messgeräte werden als Datenlücken gewertet. Sie werden nicht mit Schätzwerten ersetzt.

Behandlung von Ausreißern

Sofern Ausreißer festgestellt wurden, wurden diese kenntlich gemacht und beschrieben, ob und wie diese in die Kenngrößenbildung Eingang finden. Es wurden alle im Rahmen der Messkampagne erhobenen Messwerte in die Berechnungen der Kenngrößen mit einbezogen.

Behandlung von Messwerten unterhalb der Nachweisgrenze

Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze (NWG) wurden mit dem halben Betrag der Nachweisgrenze in die Kenngrößenberechnung mit einbezogen.

Behandlung von Messwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze

Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze (BG) wurden mit dem halben Betrag der Bestimmungsgrenze in die Kenngrößenberechnung mit einbezogen.

Bildung der Kenngrößen

Allgemein

Die Bildung der Kenngrößen zur Immissionsbelastung erfolgte unter Berücksichtigung der Vorgaben der TA Luft [4] sowie der 39. BImSchV [3] und basiert auf den Rechenvorschriften der VDI 4280 Blatt 1 [1] Anhang D.

Im Rahmen der Aufgabenstellung wird für diesen Bericht zur Kenngrößenbildung nur die Rechenvorschrift für den arithmetischen Mittelwert benötigt (Formel D2 der VDI 4280 Blatt 1 [1]):

$$\bar{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C(i)$$

Legende: \bar{A} = arithmetischer Mittelwert
 n = Anzahl der Werte
 $C(i)$ = Messwerte, alle Messwerte weisen eine gemeinsame Integrationszeit auf

5.2 Messergebnisse

Die nachfolgenden Tabellen und Abbildungen geben einen Überblick über die Messergebnisse im Untersuchungszeitraum (04.07.2023 bis 02.08.2023). Eine vollständige Darstellung aller Messwertergebnisse ist in Anlage I.1 des Messberichtes zu finden.

Schwebstaub PM10

Tabelle 7: Mittelwerte für Schwebstaub PM10 und Anzahl der Tagesmittelwerte über 50 µg/m³
Messzeitraum von 04.07.2023 12:50 Uhr bis 02.08.2023 07:37 Uhr

Mittelwert über den Messzeitraum in µg/m³	MP 1
Schwebstaub PM10	9,7
Anzahl der 24h-PM10-Mittelwerte über 50 µg/m³	0

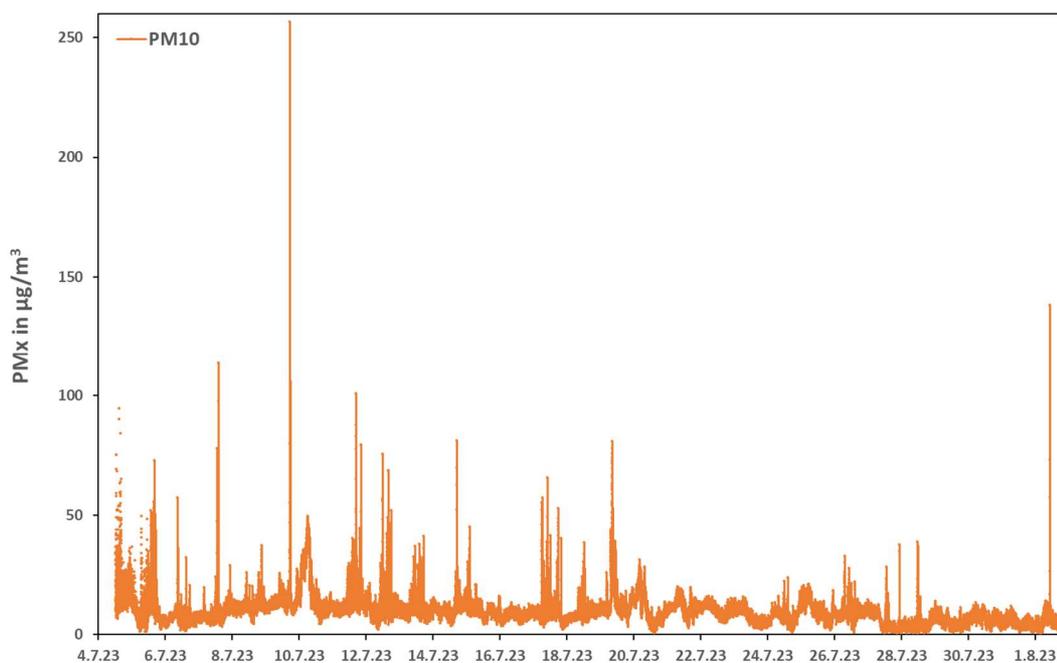


Abbildung 3: Konzentrationsverlauf für Schwebstaub PM10
Messzeitraum von 04.07.2023 12:50 Uhr bis 02.08.2023 07:37 Uhr

Schwebstaub PM2.5

Tabelle 8: Mittelwerte für Schwebstaub PM2.5
Messzeitraum von 04.07.2023 12:50 Uhr bis 02.08.2023 07:37 Uhr

Jahresmittelwert / Anzahl in µg/m³	MP 1
Schwebstaub PM2.5	5,3

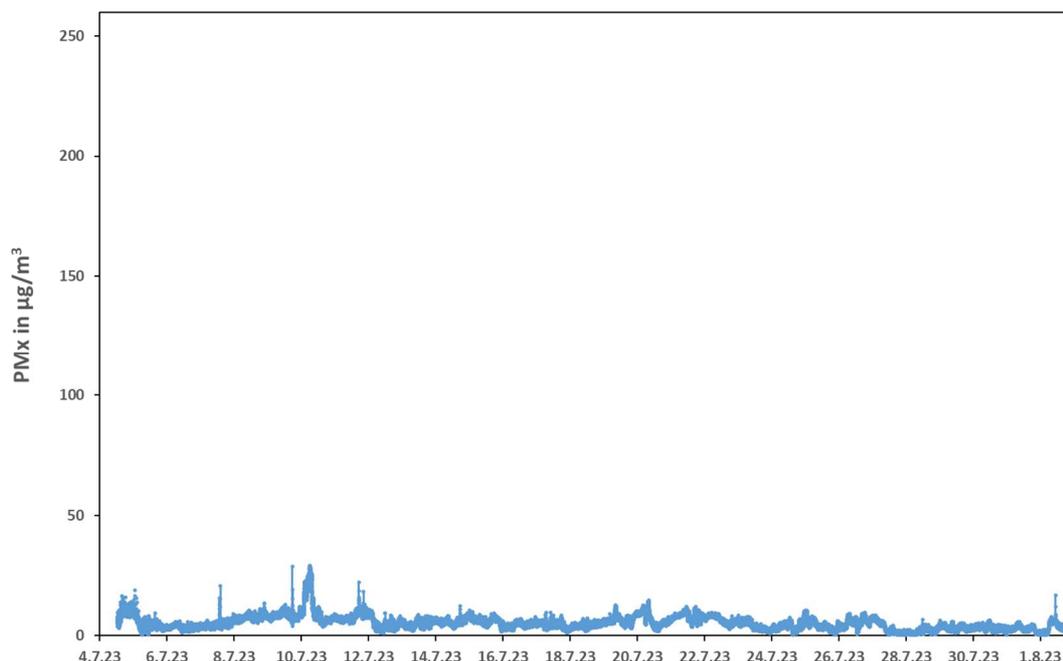


Abbildung 4: Konzentrationsverlauf für Schwebstaub PM2.5
Messzeitraum von 04.07.2023 12:50 Uhr bis 02.08.2023 07:37 Uhr

Kohlenwasserstoffe in der Außenluft (aktiv)

Tabelle 9: Messwerte für gesamtes Kohlenwasserstoffe in der Außenluft (aktive Probenahme)
84 Minuten Probenahme während und direkt nach den Sprengungen
Messzeitraum von 04.07.2023 bis 02.08.2023

Messwert in mg/m ³	Probe 1 (Nr. 335217)	Probe 2 (Nr. 335218)
Kohlenwasserstoffe in der Außenluft	<1,7	<2,0

5.3 Ermittlung der Messunsicherheit

Neben dem ermittelten Wert der Messgröße ist es erforderlich eine Aussage über die Qualität des Ergebnisses zu machen. Hier gilt es zu beachten, dass der Wert der betrachteten Messgröße grundsätzlich nicht genau bestimmt werden kann. Das Ergebnis der Messung ist stets eine Schätzung für den wahren Wert, welcher grundsätzlich unbestimmbar bleibt. Aus diesem Grund ist eine Aussage über die Messunsicherheit zu machen, d.h. eine Angabe über die Wahrscheinlichkeit, dass das Ergebnis der Messung mit dem "wahren" Wert übereinstimmt.

Die ANECO hat für die zur Verwendung gekommenen Messverfahren entsprechende Messunsicherheitsbeiträge ermittelt. Diese wurden auf der Basis der DIN EN ISO 20988 [18] "Luftbeschaffenheit – Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit" und den dort aufgeführten normativen Verweisungen bestimmt, sofern nicht anders angegeben.

Konkrete Angaben zu den Messunsicherheiten der hier angewendeten Messverfahren finden sich im Abschnitt 4.5 dieses Berichtes.

6 Beurteilung und Diskussion

Nachfolgend erfolgt eine Diskussion und Bewertung der ermittelten Daten. Bei der Beurteilung ist zu berücksichtigen, dass die Bewertungsmaßstäbe sich auf einen Jahreszeitraum beziehen. Da es sich bei den Bewertungsmaßstäben um Jahresmittelwerte handelt, ist eine Beurteilung der einmonatigen Messungen und der Messperioden während der Sprengereignisse nur orientierend möglich. Ein direkter Vergleich der Messergebnisse mit den Beurteilungsmaßstäben ist nicht möglich.

Die Auswahl der Bewertungsmaßstäbe ist im Kapitel 1.2 dargestellt, hier werden diese der Übersichtlichkeit halber im Rahmen der Beurteilung nochmal kurz angeben.

Alle Einzelmesswerte sind in Anlage I.1 detailliert tabellarisch aufgeführt.

6.1 Meteorologie im Messzeitraum

Im Folgenden werden ausgewählte meteorologische Parameter mit der 30jährigen Referenzperiode verglichen. Die meteorologischen Vergleichsdaten wurden dem Deutschen Wetterdienst [9] entnommen:

- Arnsberg-Neheim (DWD Code 7330): ca. 12 km nordöstlich gelegene meteorologische Messstation des Deutschen Wetterdienstes für die Klimadaten.

Der klimatische Jahresverlauf von Temperatur und Niederschlägen, gemittelt über eine Vergleichsperiode von 30 Jahren, ist in der Abbildung 5 ersichtlich. Dem gegenübergestellt sind die monatlichen Temperaturmittel und Niederschläge aus dem Juli 2023. Es ist erkennbar, dass der Juli 2023 deutlich feuchter das 30-jährige Mittel im Juli ausfiel. Die Temperaturen im Juli 2023 waren hingegen gleich denen des 30-jährigen Mittels.

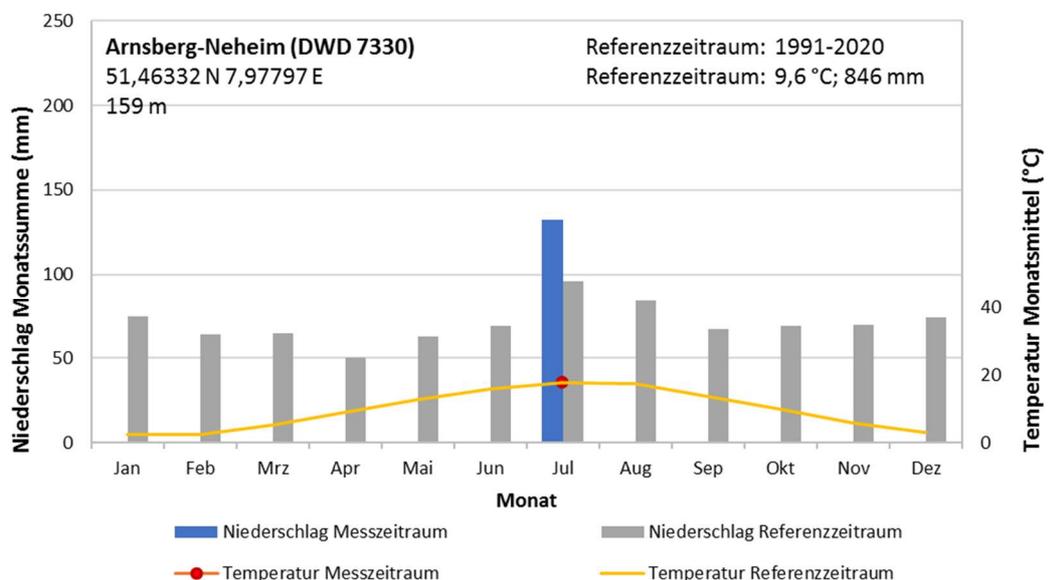


Abbildung 5: Niederschlagssumme (mm) und Temperatur (°C) während des betrachteten Messzeitraumes an der Station Arnsberg-Neheim (DWD Code 7330) im langjährigen Mittel

Schwarze Linie: Temperatur im Referenzzeitraum, ungefärbte Balkendarstellung: Niederschlag im Referenzzeitraum, rote Linie: Temperatur im Juli 2023, blaue Balkendarstellung: Niederschlag im Juli 2023
eigene Grafik, Quelle der Daten: DWD [9]

Die am Messpunkt MP 1 im Messzeitraum 04.07.2023 bis 02.08.2023 gemessenen meteorologischen Parameter sind in Die vorherrschende Windrichtung war im Messzeitraum West bis Südwest mit einem zweiten Windrichtungsmaximum bei nordöstlichen Winden.

Tabelle 10 und Abbildung 6 dargestellt. Eine vollständige graphische Darstellung aller meteorologischen Messweltergebnisse über den Untersuchungszeitraum ist im Anlage I des Messberichtes zu finden.

Die vorherrschende Windrichtung war im Messzeitraum West bis Südwest mit einem zweiten Windrichtungsmaximum bei nordöstlichen Winden.

Tabelle 10: Mittelwerte der meteorologischen Parameter am Messpunkt MP 1

Messzeitraum von 04.07.2023 12:50 Uhr bis 02.08.2023 07:37 Uhr

Tempertur in °C	Relative Luftfeuchte in %	Luftdruck in hPa
18,2	70	980

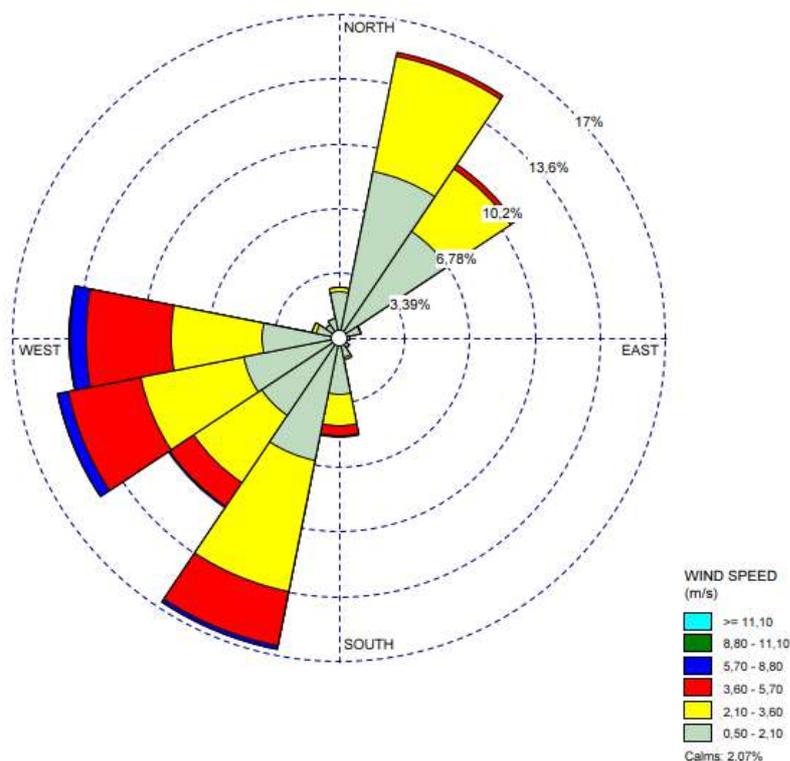


Abbildung 6: Darstellung der Windgeschwindigkeit und Windrichtung am Messpunkt MP 1 für den Messzeitraum 04.07.2023 bis 02.08.2023

Die vektorielle Windstatistik wurde berechnet und visualisiert mit WRPlot (Lakes Environmental Software)

6.2 Kurzzeitereignis Sprengschwaden

In diesem Abschnitt wird noch einmal detailliert auf die Messergebnisse während und kurz nach den Sprengungen eingegangen. In Tabelle 11 sind die Sprengereignisse chronologisch gelistet. Der Abstand der Messgeräte sowie die gemessene Windrichtung und Sichtbeobachtungen während des jeweiligen Sprengereignisses sind dort ebenfalls dargestellt. Die Lage der Sprengungen ist in Abbildung 2 ersichtlich. Es gibt während der Messperiode zwei Sprengungen (Sprengung Nr. 2 und Nr. 9) nach denen die entstandenen Sprengschwaden in Richtung und über die Messgeräte hinweg zogen. Alle anderen Messtage enthalten zum Zeitpunkt der Sprengungen bzw. danach Daten, die keinen Einfluss der Sprengschwaden erkennen lassen. Sie zeigen somit die PM_{2.5} und PM₁₀ Konzentration in denen der Einfluss der Sprengung nicht erwartbar oder sichtbar ist. Die Graphiken mit allen Messdaten sind im Anlage I.1 zu finden. An dieser Stelle wird nur auf die Daten mit Sprengereignissen eingegangen, bei denen die Sprengschwaden über die Messgeräte gezogen sind.

Tabelle 11: Sprengereignisse während des Messzeitraums (die Daten sind vom Auftraggeber erhoben und der ANECO zur Verfügung gestellt worden)

Nummer der Sprengung*	Datum	Uhrzeit	Abstand Sprengung zu Messgeräten	Vorherrschende Windrichtung an MP 1**	Bemerkung
1	04.07.2023	18:02:32	569 m	West	Sichtbeobachtung ANECO: Sprengschwaden ziehen Richtung Messgeräte aber nicht darüber hinweg
2	06.07.2023	09:15:50	800 m	Ost drehend auf Südwest bis Süd	Sichtbeobachtung Mitarbeiter von Rheinkalk: Sprengschwaden ziehen direkt Richtung Messgeräte
3	11.07.2023	10:31:45	1.360 m	Süd bis Südwest (mit einem kleinen Anteil Nordwest und Ost)	Sichtbeobachtung Mitarbeiter von Rheinkalk: Sprengschwaden ziehen nicht Richtung Messgeräte
4	13.07.2023	10:12:03	1.145 m	West (mit einem kleinen Anteil Südwest)	Sichtbeobachtung Mitarbeiter von Rheinkalk: Sprengschwaden haben sich geteilt, ziehen nicht Richtung Messgeräte
5	18.07.2023	09:26:57	589 m	Nord bis Nordost	Sichtbeobachtung Mitarbeiter von Rheinkalk: Sprengschwaden ziehen nicht Richtung Messgeräte
6	20.07.2023	10:36:00	1.192 m	Südwest bis West (mit einem kleinen Anteil Nord)	Zehensprengung Keine Sichtbeobachtung
7	25.07.2023	10:45:37	1.118 m	Südwest bis West	Keine Sichtbeobachtung
8	26.07.2023	11:41:46	1.253 m	Südwest bis West	Flächensprengung Keine Sichtbeobachtung

Nummer der Sprengung*	Datum	Uhrzeit	Abstand Sprengung zu Messgeräten	Vorherrschende Windrichtung an MP 1**	Bemerkung
9	01.08.2023	10:48:01	618 m	Südwest bis West	Sichtbeobachtung Mitarbeiter von Rheinkalk: Sprengschwaden ziehen direkt Richtung Messgeräte

*Die Lage der Sprengungen ist in Abbildung 2 ersichtlich. **Windrichtung während der Sprengung bis 10 Minuten nach der Sprengung, gemessen durch die ANECO

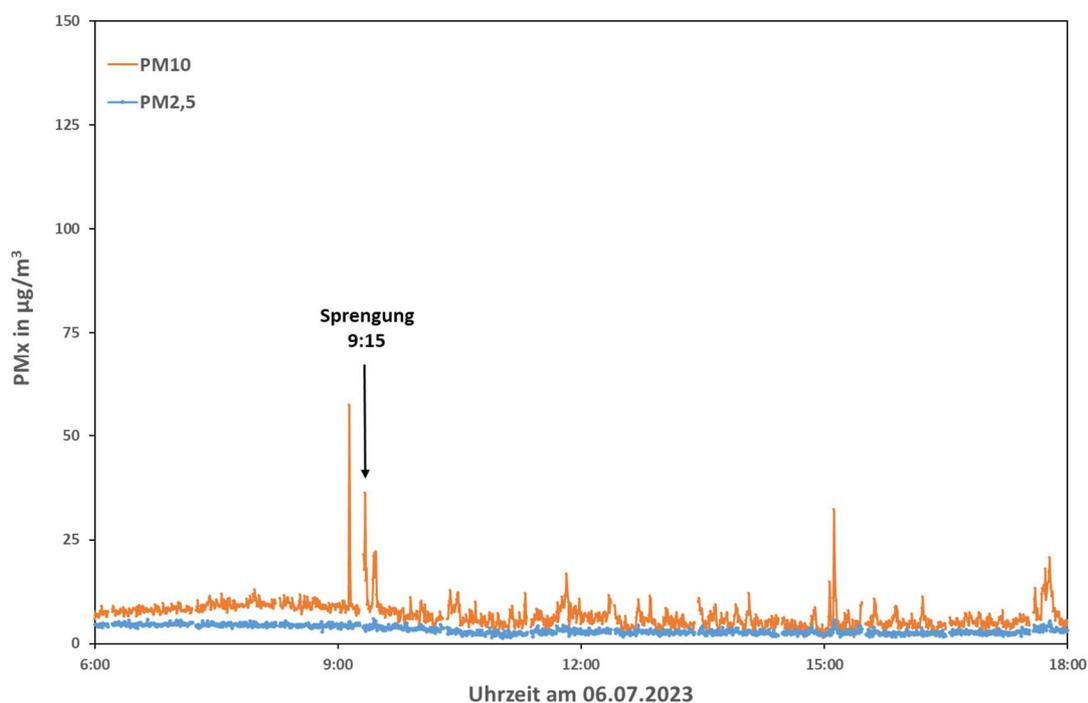


Abbildung 7: Darstellung der PM2.5 und PM10 Konzentrationen am Messpunkt MP 1 für den Zeitraum vor und nach der Sprengung am 06.07.2023

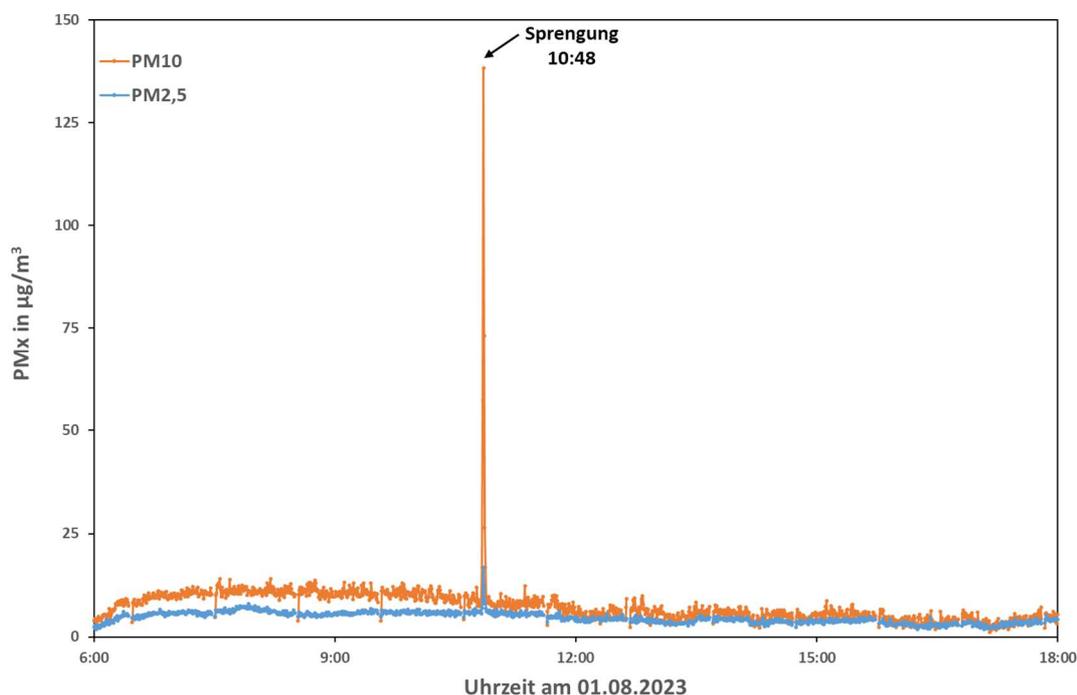


Abbildung 8: Darstellung der PM2.5 und PM10 Konzentrationen am Messpunkt MP 1 für den Zeitraum vor und nach der Sprengung am 01.08.2023

In Abbildung 7 und Abbildung 8 sind die Sprengereignisse vom 06.07.2023 und 01.08.2023 dargestellt. Nach den Sprengungen sind die Sprengschwaden über die Messgeräte hinweg gezogen. Am 06.07.2023¹ wurden kurzzeitig (30 Sekunden) PM10 Konzentrationen von $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und am 01.08.2023 von $138 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Die PM2.5 Konzentrationen lagen mit $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wesentlich niedriger. Eine tabellarische Auflistung der PM2.5 und PM10 Konzentrationen während der Ereignisse ist der Anlage I.1 zu entnehmen.

Die kurzen (ca. 30 bis 120 Sekunden) durch die Sprengschwaden verursachten Spitzenkonzentrationen beeinflussen den PM10-Monatsmittelwert von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht erkennbar.

Ein Vergleich der Spitzenkonzentrationen während der beiden Messungen der Sprengschwaden mit anderen Tagen im Messzeitraum zeigt, dass kurzzeitig auch ohne Sprengung hohe PM10 Konzentrationen auftreten (siehe Abbildungen in der Anlage I.1). Diese sind durch andere Ereignisse bedingt.

Kohlenwasserstoffe in der Außenluft in den beiden kumulativ gesammelten Proben während bzw. kurz nach den Sprengungen, konnten im Messzeitraum nicht oberhalb der Bestimmungsgrenze von ca. $2 \text{mg}/\text{m}^3$ bestimmt werden.

6.3 Mittlere Schwebstaub PM10 Konzentration über den Messzeitraum

Für den Parameter Schwebstaub PM10 sind in der 39. BImSchV [3] sowie der TA Luft [4] Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit angegeben. Für Schwebstaub PM10 beträgt dieser $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der vorhergenannte Immissionswert gilt als Mittelwert der PM10-Konzentrationen über ein Jahr. Als weiteres Beurteilungskriterium nennt sowohl die

¹ Bei den Messungen am 06.07.2023 ist zu bemerken, dass eine Datenlücke von zwei Minuten während der Messzeit vorhanden ist (siehe auch Tabelle A2 in der Anlage I.1), da beide Messgeräte in den automatischen Spüzyklus schalteten. Dies bedeutet, dass die PM-Konzentrationen in diesen zwei Minuten nicht ermittelt werden konnten. Es ist möglich, dass hier kurzzeitig höhere Konzentrationen vorherrschten.

39. BImSchV [3] als auch die TA Luft [4] die Überschreitungshäufigkeit des Immissionswertes für die 24-stündige Immissionsbelastung von PM10. Es dürfen demnach maximal 35 Tageswerte innerhalb eines Jahres einen Wert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreiten.

Da es sich bei den Bewertungsmaßstäben um Jahresmittelwerte handelt, ist eine Beurteilung der einmonatigen Messungen und der Messperioden während der Sprengereignisse nur orientierend möglich. Ein direkter Vergleich der Messergebnisse mit den Beurteilungsmaßstäben ist nicht möglich.

In dem einmontigen Messzeitraum wurden mittlere PM10 Konzentrationen von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Dies liegt deutlich unterhalb des Immissionswertes für PM10 von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Von April 2019 bis März 2020 wurden in Balve-Eisborn mittlere PM10 Konzentrationen von $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ermittelt (Kapitel 2 Vorwissen). Die im Rahmen der einmonatigen Messungen im Juli 2023 ermittelten PM10 Konzentrationen bewegen sich auf einem ähnlichen Niveau.

6.4 Mittlere Schwebstaub PM2.5 Konzentration über den Messzeitraum

Für den Parameter Schwebstaub PM2.5 sind in der 39. BImSchV [3] sowie der TA Luft [4] Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit angegeben. Für Schwebstaub PM2.5 beträgt dieser $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der vorhergenannte Immissionswert gilt als Mittelwert der PM2.5-Konzentrationen über ein Jahr.

Da es sich bei den Bewertungsmaßstäben um Jahresmittelwerte handelt, ist eine Beurteilung der einmonatigen Messungen und der Messperioden während der Sprengereignisse nur orientierend möglich. Ein direkter Vergleich der Messergebnisse mit den Beurteilungsmaßstäben ist nicht möglich.

In dem einmontigen Messzeitraum wurden mittlere PM2.5 Konzentrationen von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Dies liegt deutlich unterhalb des Immissionswertes für PM2.5 von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel.

6.5 Plausibilitätsprüfung

Unplausible Ergebnisse traten im Laufe des Messprogrammes nicht auf.

Münster, den 18.10.2023

Dr. Katrin Dieckmann
(Projektleiterin / stellv. Fachlich Verantwortliche)

Michael Robert
(Fachlich Verantwortlicher)

7 Literaturverzeichnis

- [1] VDI 4280 Blatt 1 2014-10, „Planung von Immissionsmessungen – Allgemeine Regeln für Untersuchungen der Luftbeschaffenheit“.
- [2] BImSchG, „Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 3 des Gesetzes vom 19. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1792) geändert worden ist“, 2022.
- [3] 39. BImSchV, „Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist“, 2020.
- [4] TA Luft, „Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 18. August 2021 (GMBl. Nr. 48-54 vom 14.09.2021 S. 1049)“, 2021.
- [5] DIN EN 16450:2017-07, „Außenluft – Automatische Messeinrichtungen zur Bestimmung der Staubkonzentration (PM10; PM2,5)“.
- [6] DIN EN 15267-1:2009-07, „Luftbeschaffenheit – Zertifizierung von automatischen Messeinrichtungen – Teil 1: Grundlagen“.
- [7] DIN EN 14662-2:2005-8, „Luftbeschaffenheit – Standardverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen – Teil 2: Probenahme mit einer Pumpe mit anschließender Lösemittel-desorption und Gaschromatographie“.
- [8] Uwe Hartmann und Nicole Borchering, „Fragenkatalog der Eisborner BF zur Staubsituation in Balve-Eisborn - Persönliche Mitteilung“. 2021.
- [9] Deutscher Wetterdienst, „CDC-Portal“. Zugegriffen: 12. Oktober 2023. [Online]. Verfügbar unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/cdc_portal/cdc_portal.html
- [10] OpenStreetMap, „Topographische Karte der Umgebung des Steinbruchs Asbeck“. Zugegriffen: 11. Oktober 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://openstreetmap.de/karte/>
- [11] VDI 3786 Blatt 2 2018-05, „Umweltmeteorologie Meteorologische Messungen Wind“.
- [12] VDI 3786 Blatt 3 2012-10, „Umweltmeteorologie Meteorologische Messungen Lufttemperatur“.
- [13] VDI 3786 Blatt 4 2013-06, „Umweltmeteorologie Meteorologische Messungen Luftfeuchte“.
- [14] VDI 3786 Blatt 16 2022-02, „Umweltmeteorologie Meteorologische Messungen Luftdruck“.
- [15] DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017)“.
- [16] Umweltbundesamt und TÜV Rheinland Energy GmbH, „Zertifikat über Produktkonformität (QAL1) Comde-Derenda Air Pollution Monitor 2 (APM-2) für Schwebstaub PM10 und PM2,5“, 2019.
- [17] TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH, „Bericht über die Eignungsprüfung der Immissionsmesseinrichtung Air Pollution Monitor 2 (APM-2) der Firma Comde-Derenda GmbH für die Komponenten Schwebstaub PM10 und PM2,5“, 2014.
- [18] DIN EN ISO 20988:2007-09, „Luftbeschaffenheit – Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit (ISO 20988:2007)“.

Anlagen

Anlage I: Mess- und Rechenwerte

Anlage I.1: Darstellung der Messergebnisse

1. Ergebnisse Schwebstaub PM2.5 und PM10

Tabelle A 1: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 am Messpunkt MP 1 (Tagesmittelwerte)

Immissionsgrenzwerte:
40 µg/m ³ als Jahresmittelwert (39. BImSchV / TA Luft)
50 µg/m ³ als Tagesmittelwert mit 35 erlaubten Überschreitungen im Kalenderjahr (39. BImSchV / TA Luft)

Messwerte an MP 1			
Messtag	PM2.5 (µg/m ³)	PM10 (µg/m ³)	Bemerkung
Dienstag, 4. Juli 2023	9,2	18,7	Messstart 12:50 Uhr
Mittwoch, 5. Juli 2023	4,4	11,2	
Donnerstag, 6. Juli 2023	3,4	6,5	
Freitag, 7. Juli 2023	4,6	8,6	
Samstag, 8. Juli 2023	7,7	11,8	
Sonntag, 9. Juli 2023	8,7	13,5	
Montag, 10. Juli 2023	11,3	18,3	
Dienstag, 11. Juli 2023	8,0	13,4	
Mittwoch, 12. Juli 2023	4,6	11,4	
Donnerstag, 13. Juli 2023	4,8	10,8	
Freitag, 14. Juli 2023	5,8	10,8	
Samstag, 15. Juli 2023	6,1	10,1	
Sonntag, 16. Juli 2023	4,3	8,0	
Montag, 17. Juli 2023	4,2	9,3	
Dienstag, 18. Juli 2023	4,2	8,7	
Mittwoch, 19. Juli 2023	6,4	13,5	10:12-10:32 Uhr Geräterwartung
Donnerstag, 20. Juli 2023	6,7	10,3	
Freitag, 21. Juli 2023	7,9	11,3	
Samstag, 22. Juli 2023	6,5	10,2	
Sonntag, 23. Juli 2023	4,2	7,7	
Montag, 24. Juli 2023	3,9	7,4	
Dienstag, 25. Juli 2023	4,2	10,2	
Mittwoch, 26. Juli 2023	5,4	9,0	
Donnerstag, 27. Juli 2023	3,1	5,9	
Freitag, 28. Juli 2023	1,9	3,9	
Samstag, 29. Juli 2023	3,3	5,4	
Sonntag, 30. Juli 2023	3,1	7,0	
Montag, 31. Juli 2023	2,8	5,4	
Dienstag, 1. August 2023	3,6	6,0	
Mittwoch, 2. August 2023	3,5	7,3	Messende 07:37 Uhr
Mittelwert*:	5,3	9,7	
Minima:	2	4	
Maxima:	11	19	
Anzahl Überschreiter:	0	0	
Anzahl valider Werte:	30	30	

* Werte kleiner NWG/BG gehen mit dem halben Wert der NWG/BG in die Berechnung des Mittelwertes ein

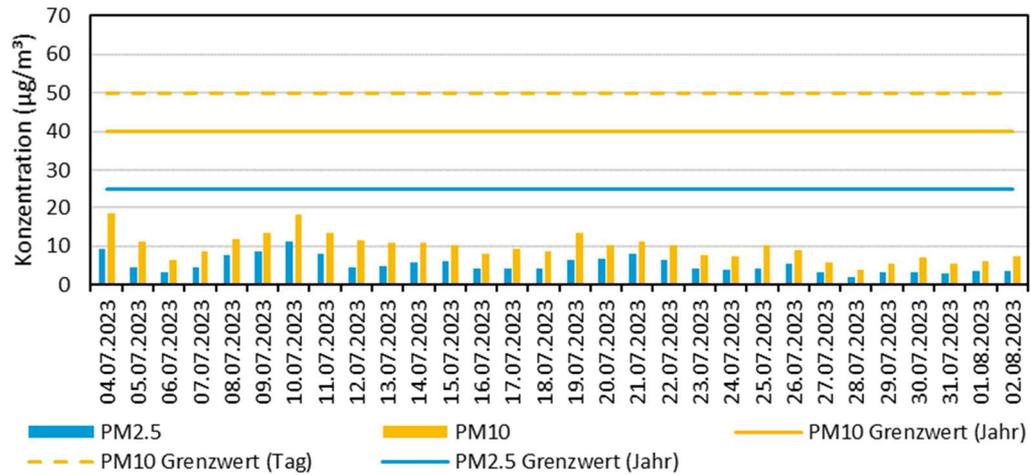


Abbildung A 1: Graphische Darstellung der Schwebstaub PM2.5 und PM10 Tagesmittelwerte im Messzeitraum an Messpunkt MP 1

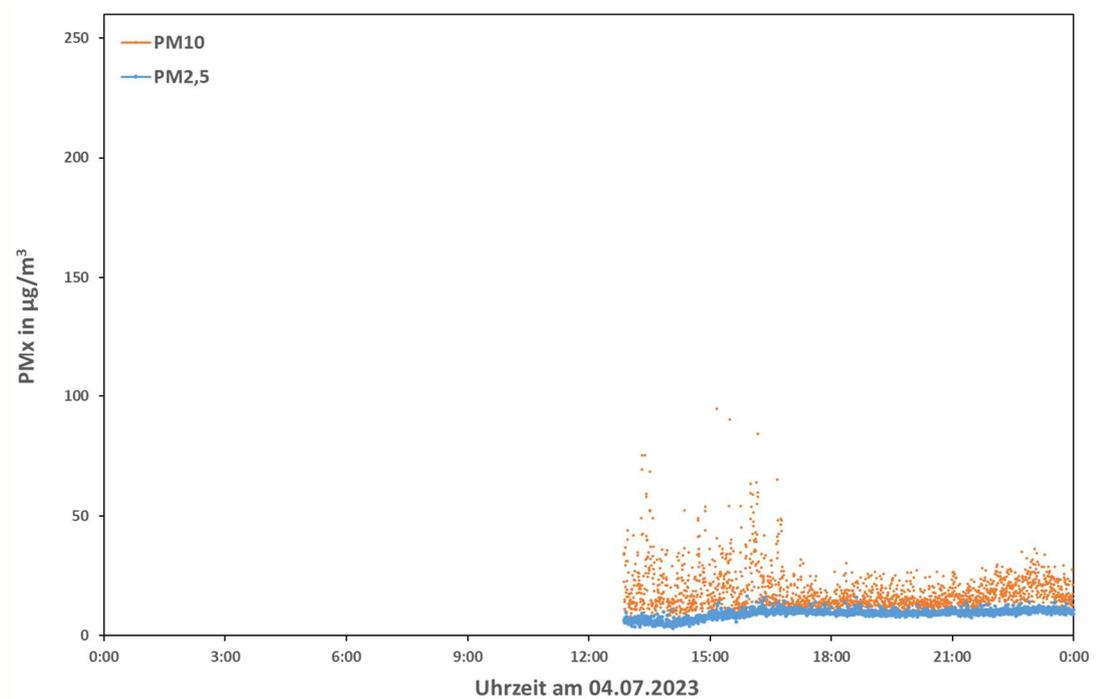


Abbildung A 2: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 04.07.2023 am Messpunkt MP 1 (25 Sekunden-Kurzzeitwerte)

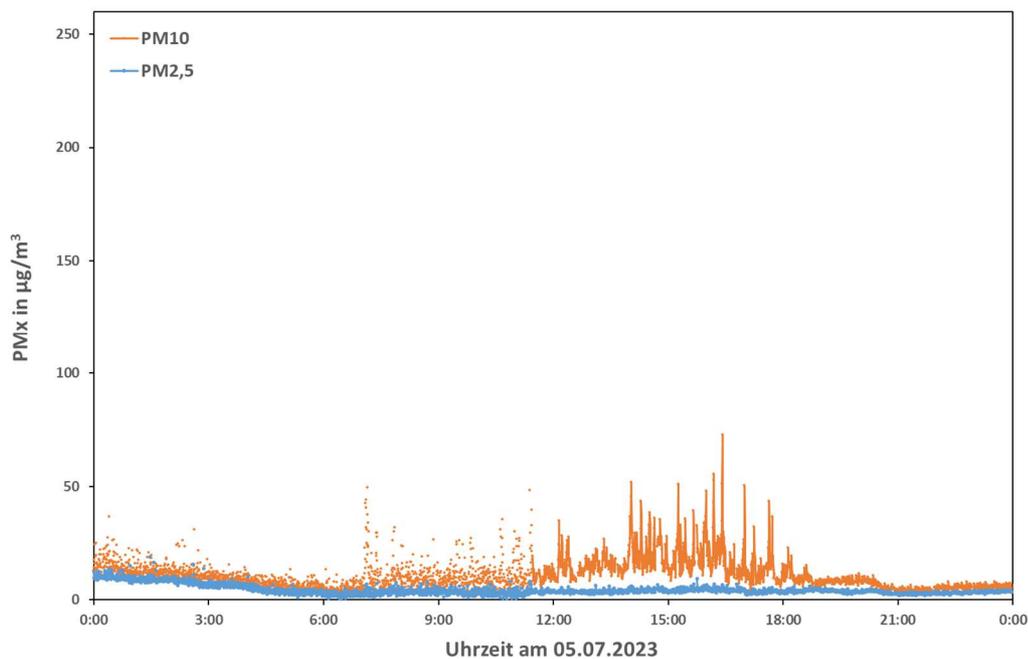


Abbildung A 3: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 05.07.2023 am Messpunkt MP 1 (25 Sekunden-Kurzzeitwerte und 30 Sekunden-Mittelwerte)

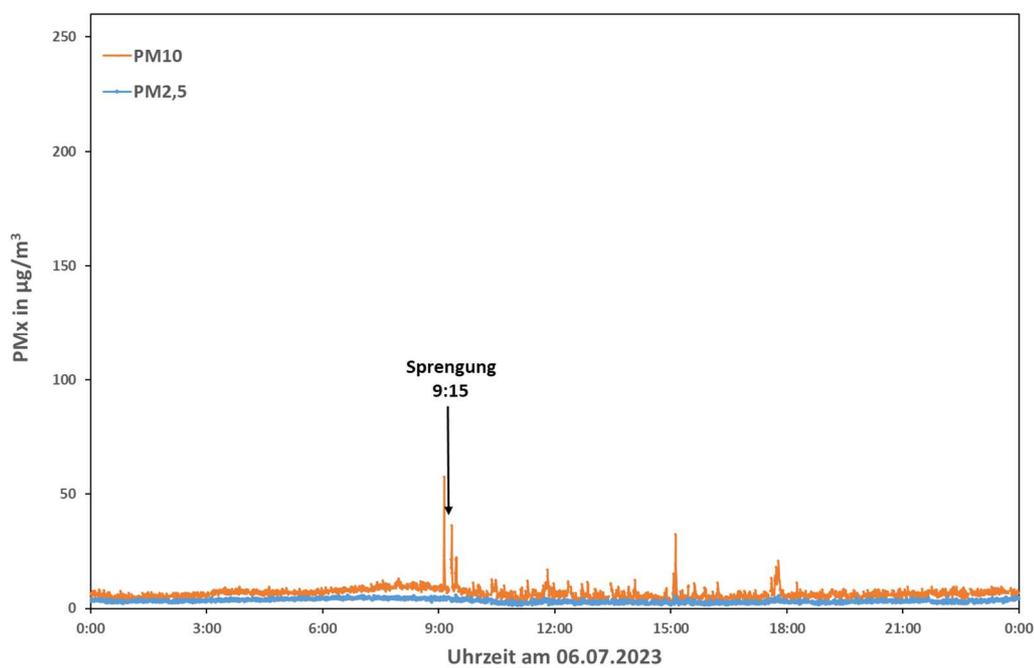


Abbildung A 4: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 06.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

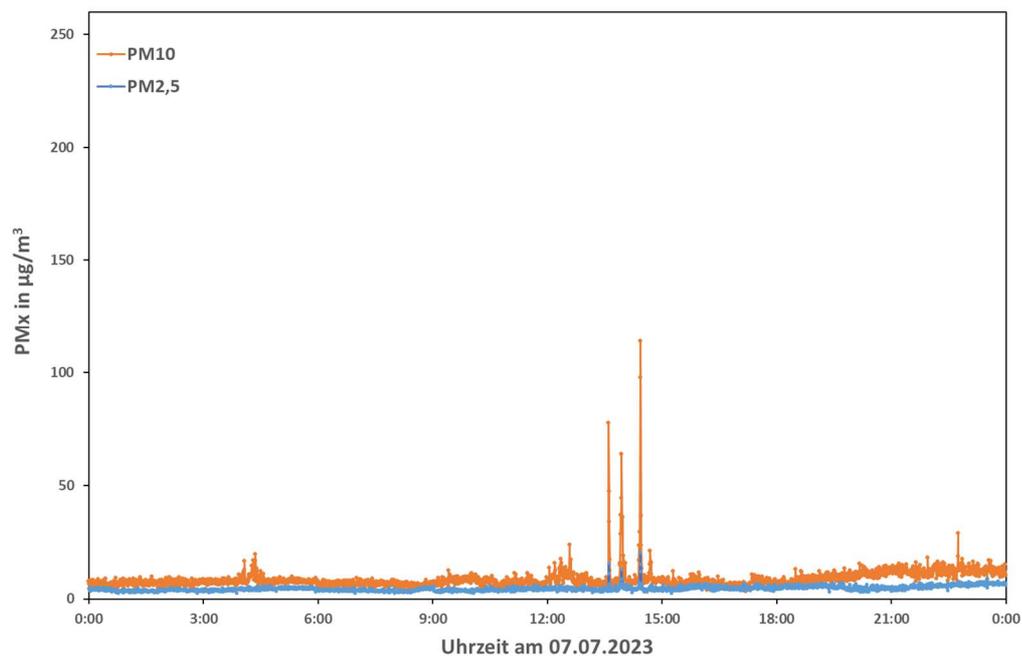


Abbildung A 5: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 07.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

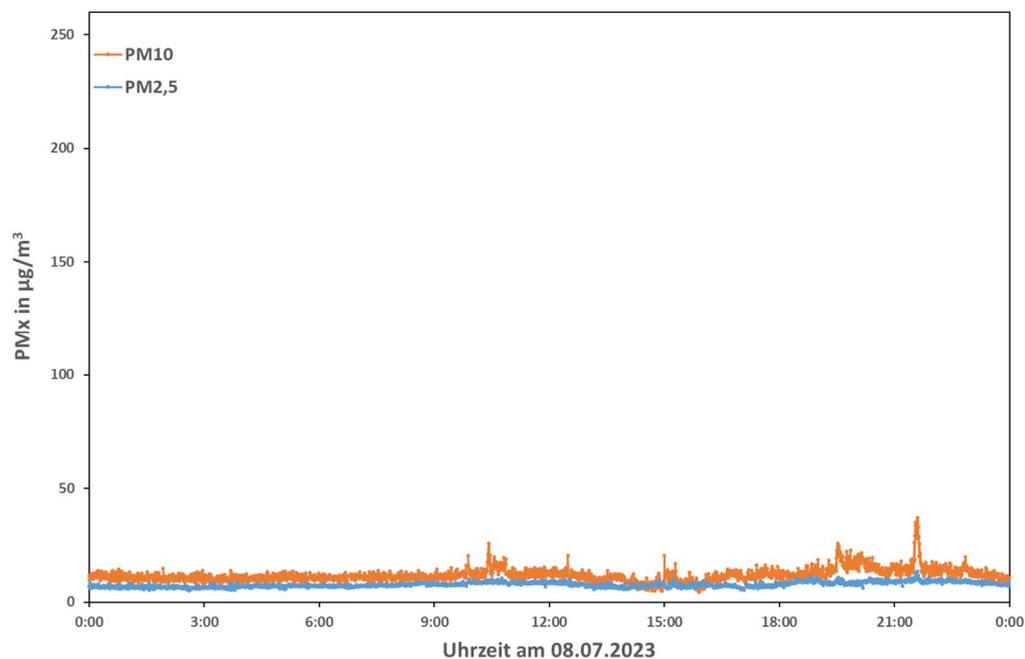


Abbildung A 6: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 08.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

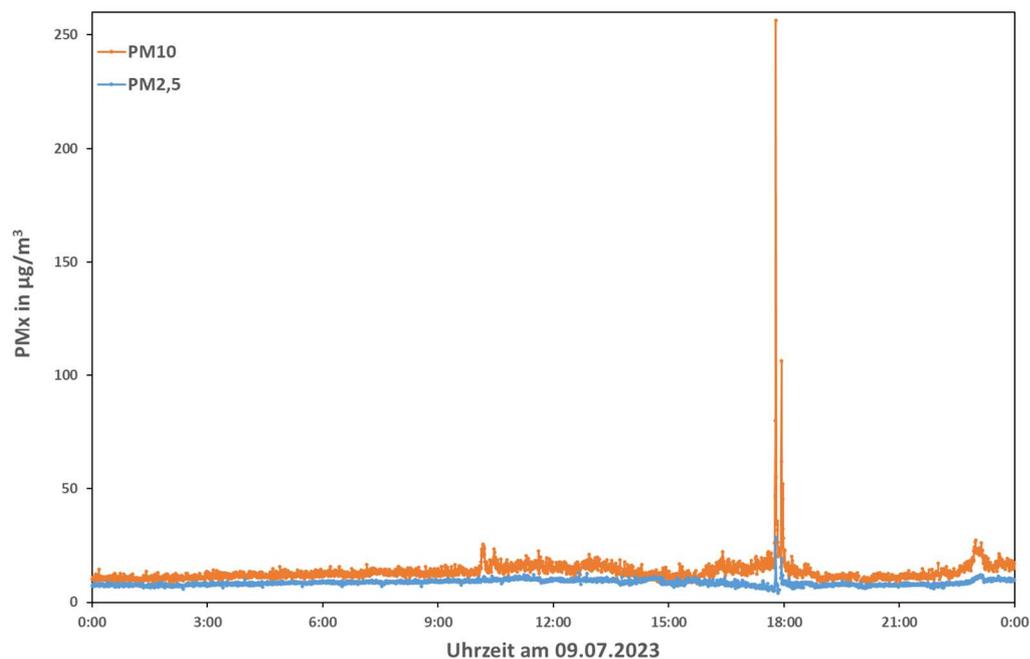


Abbildung A 7: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 09.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

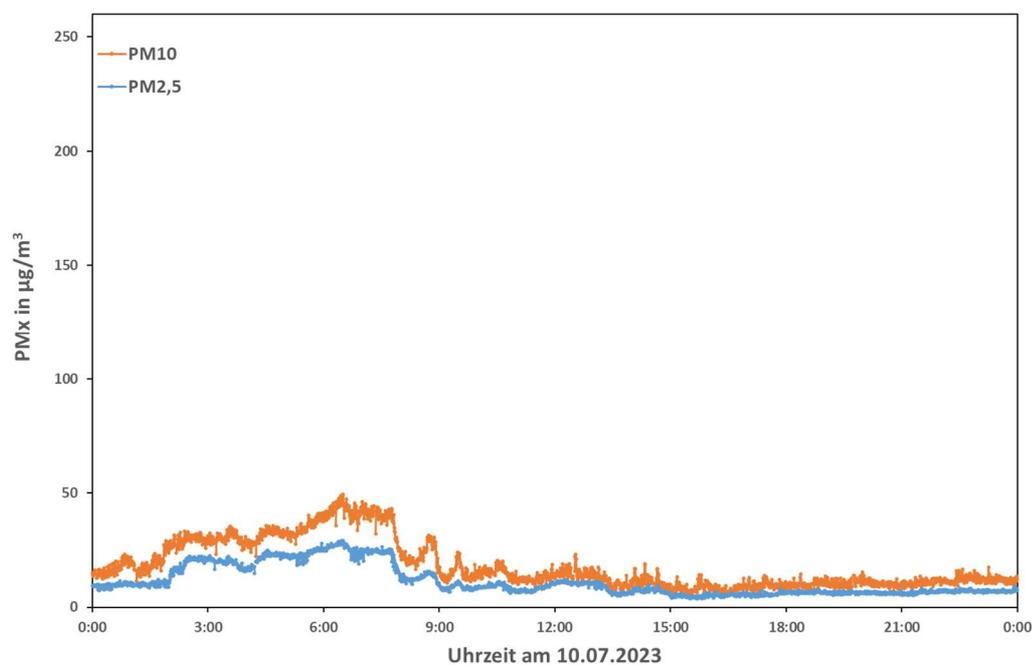


Abbildung A 8: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 10.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

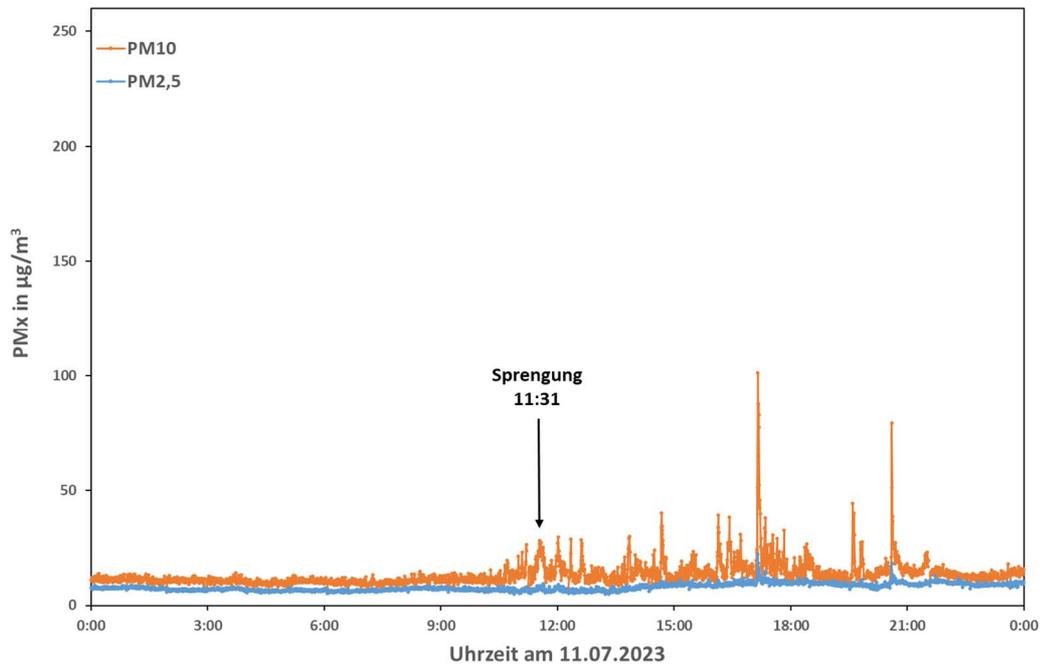


Abbildung A 9: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 11.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

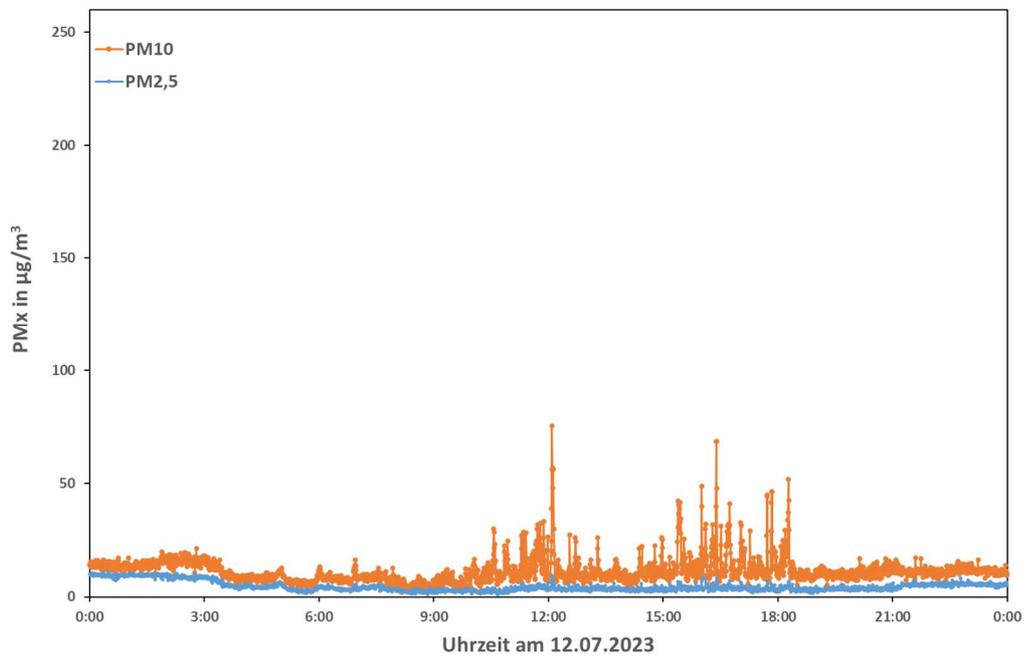


Abbildung A 10: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 12.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

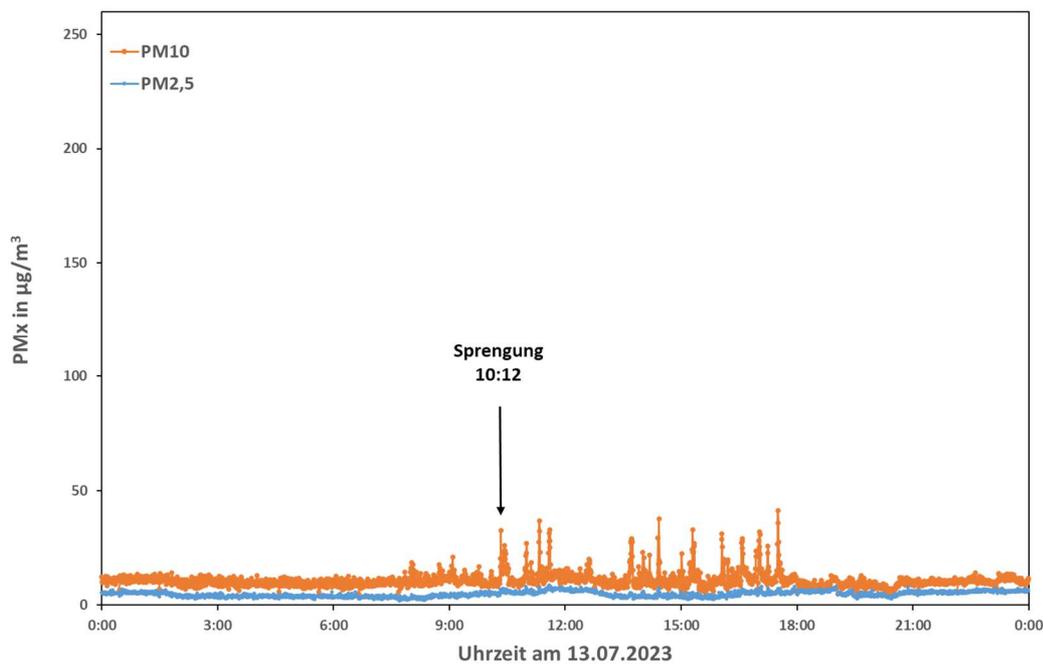


Abbildung A 11: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 13.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

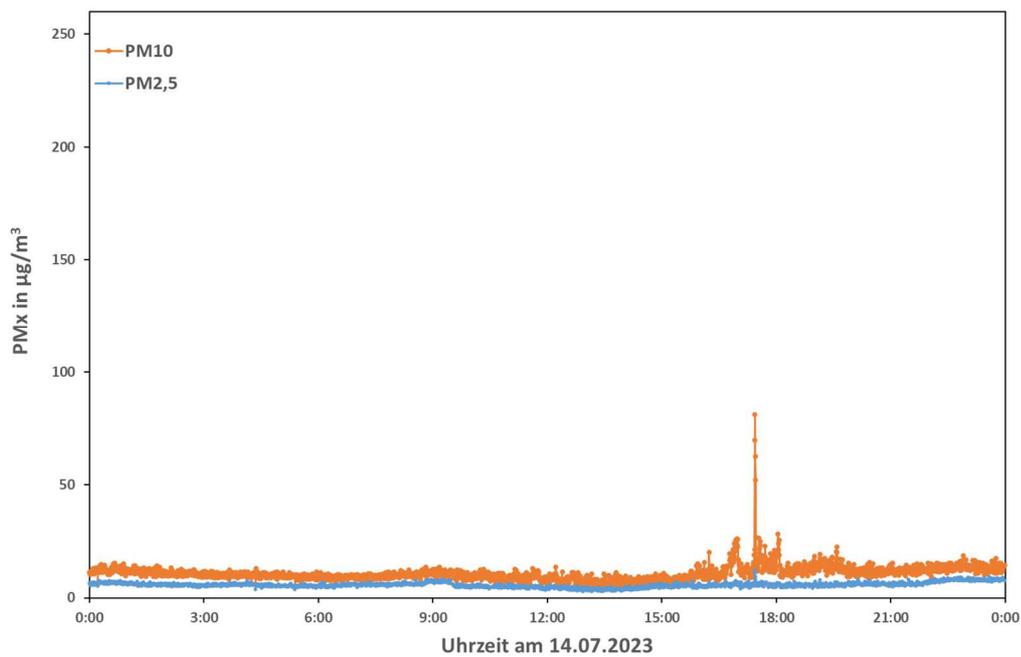


Abbildung A 12: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 14.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

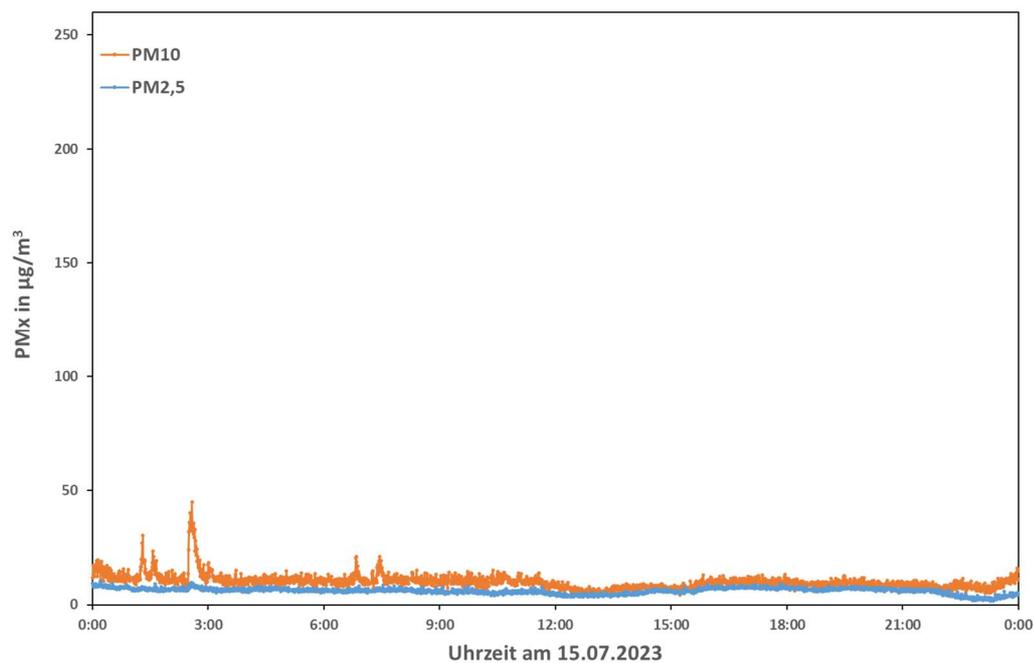


Abbildung A 13: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 15.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

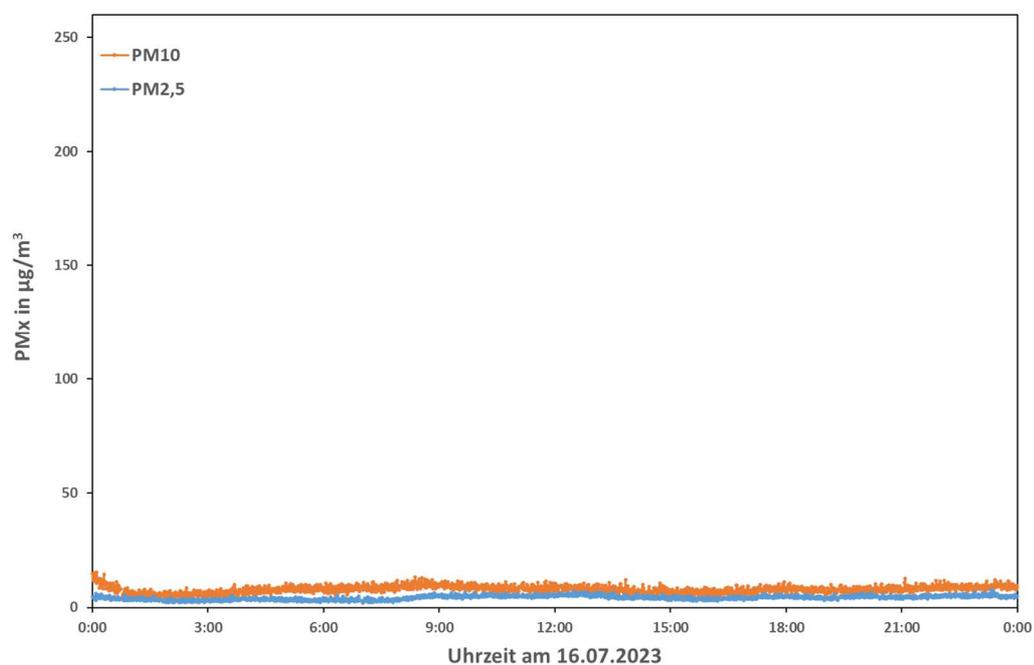


Abbildung A 14: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 16.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

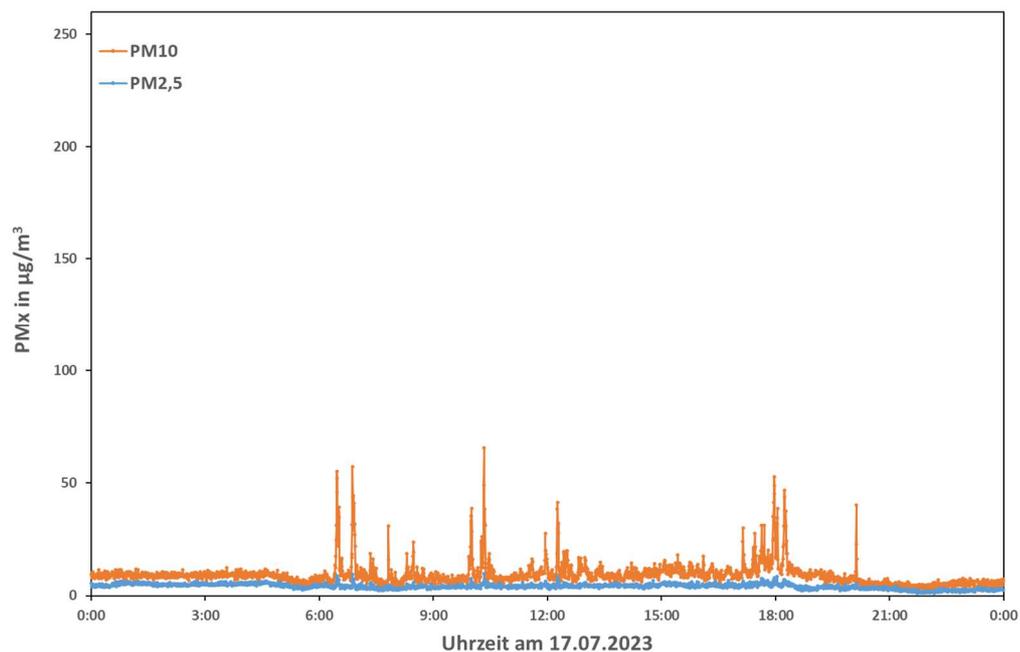


Abbildung A 15: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 17.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

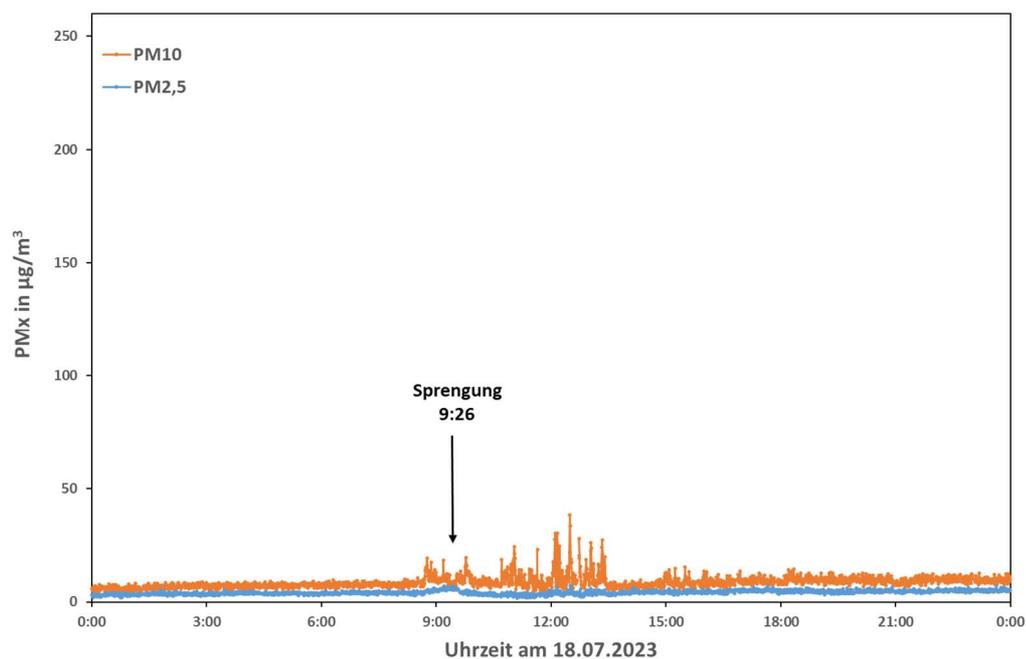


Abbildung A 16: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 18.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

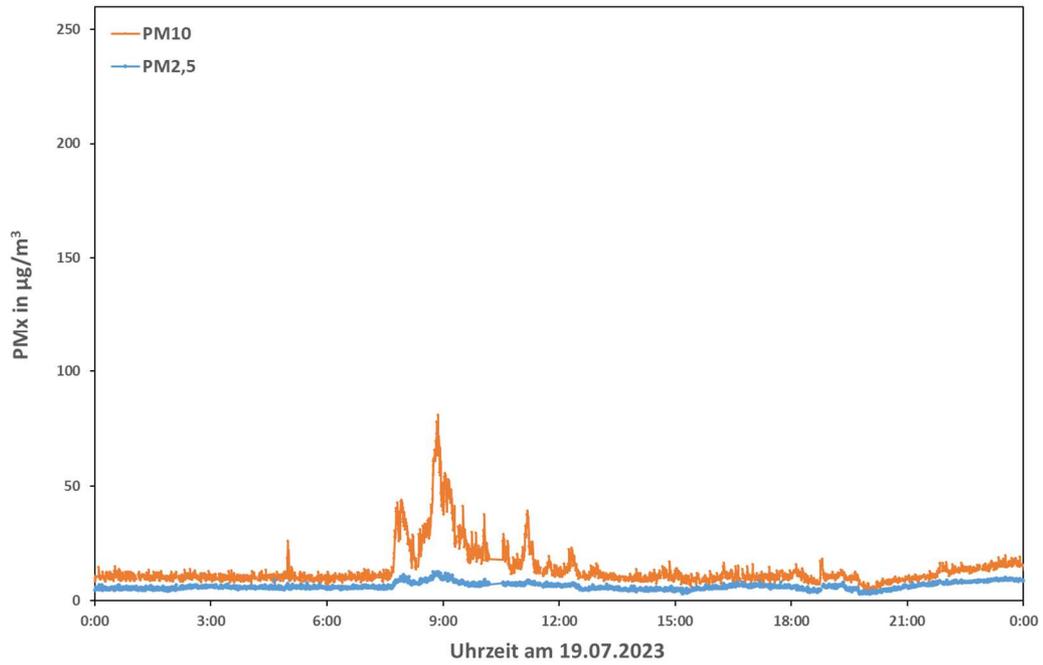


Abbildung A 17: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 19.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

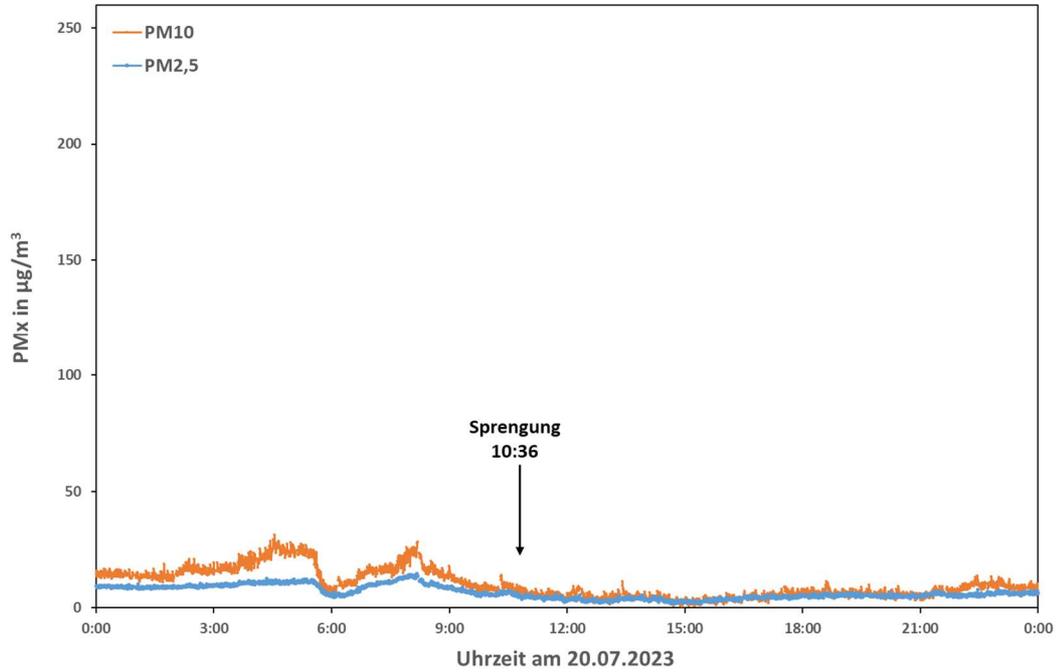


Abbildung A 18: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 20.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

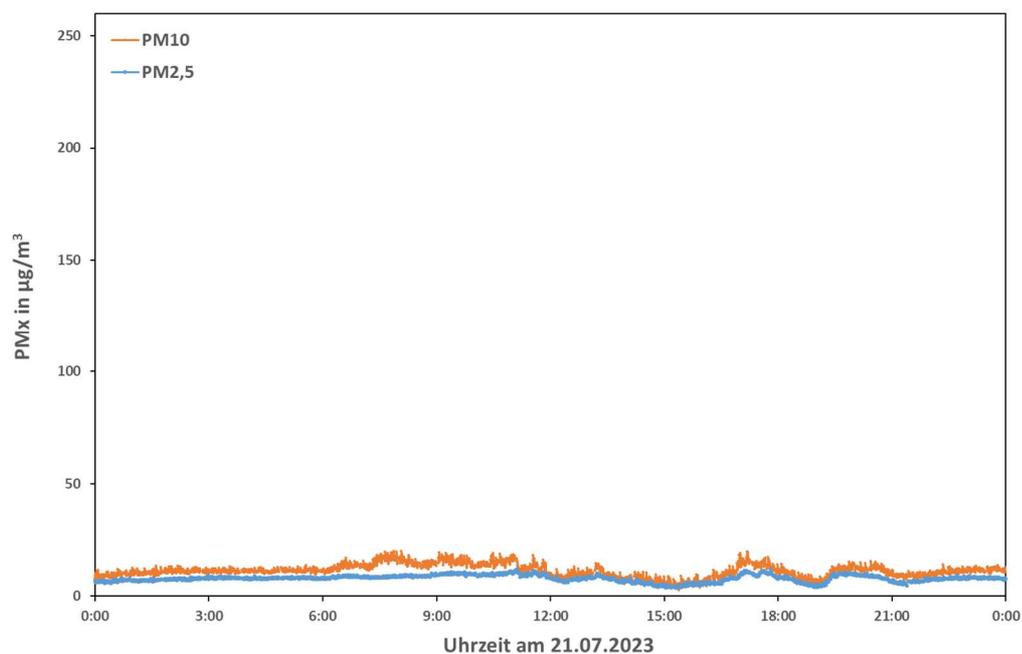


Abbildung A 19: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 21.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

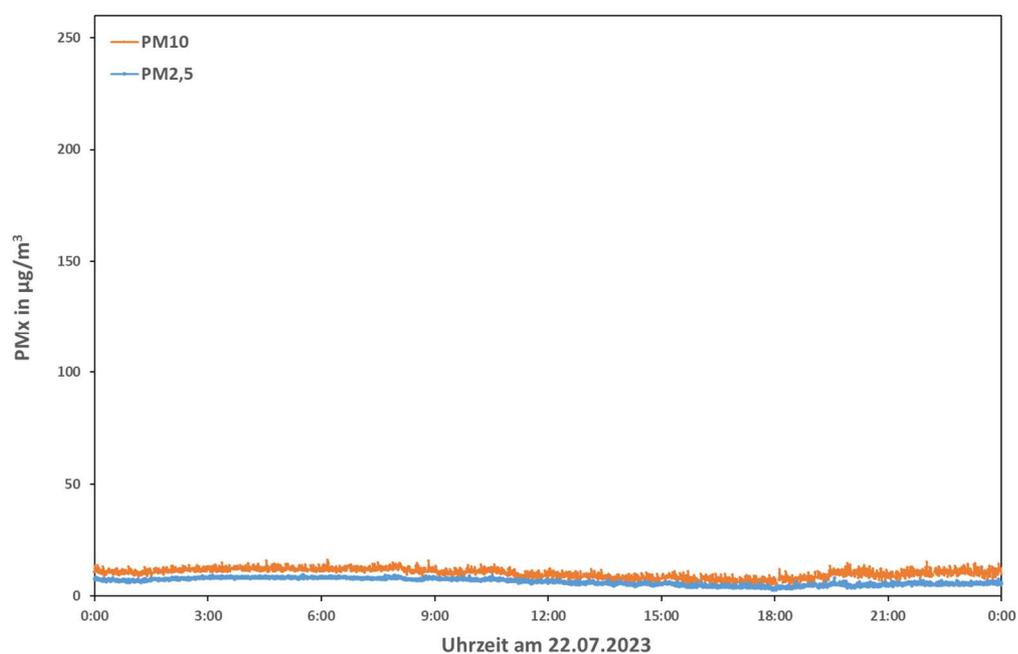


Abbildung A 20: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 22.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

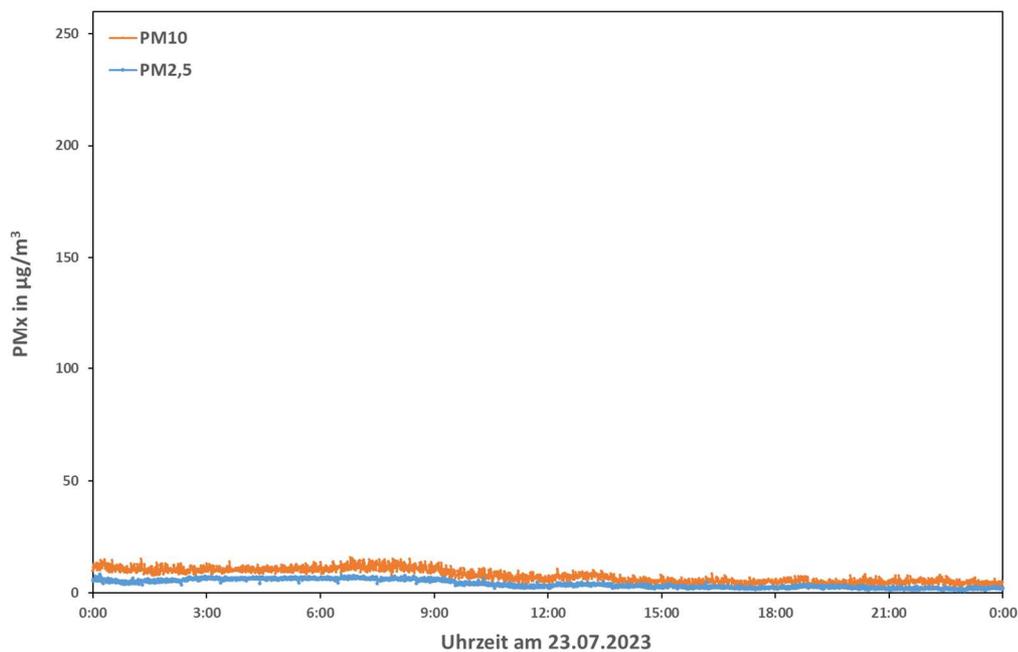


Abbildung A 21: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 23.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

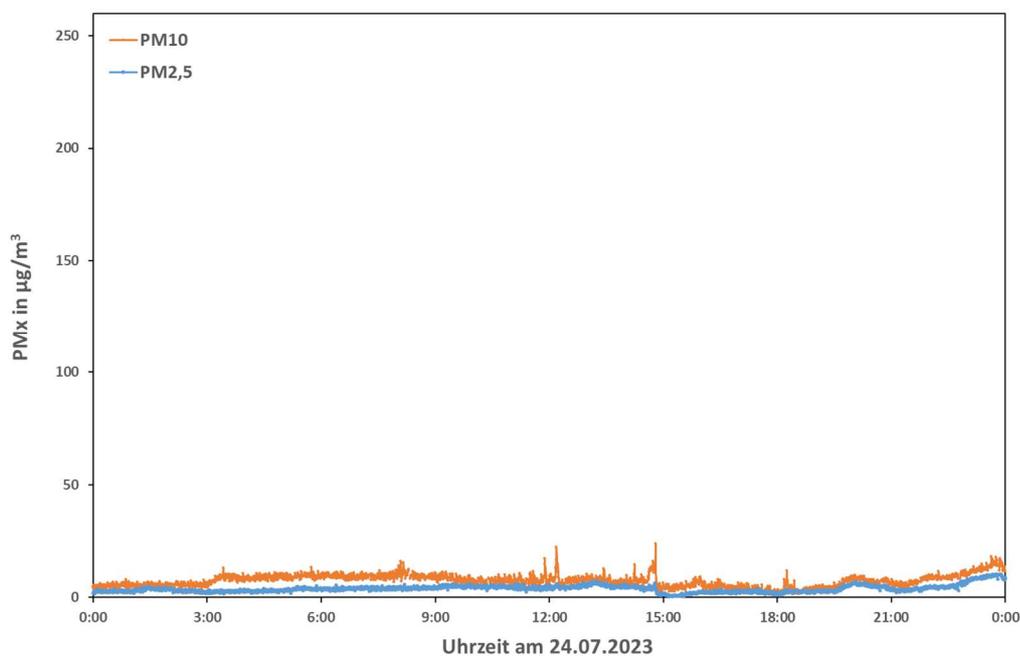


Abbildung A 22: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 24.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

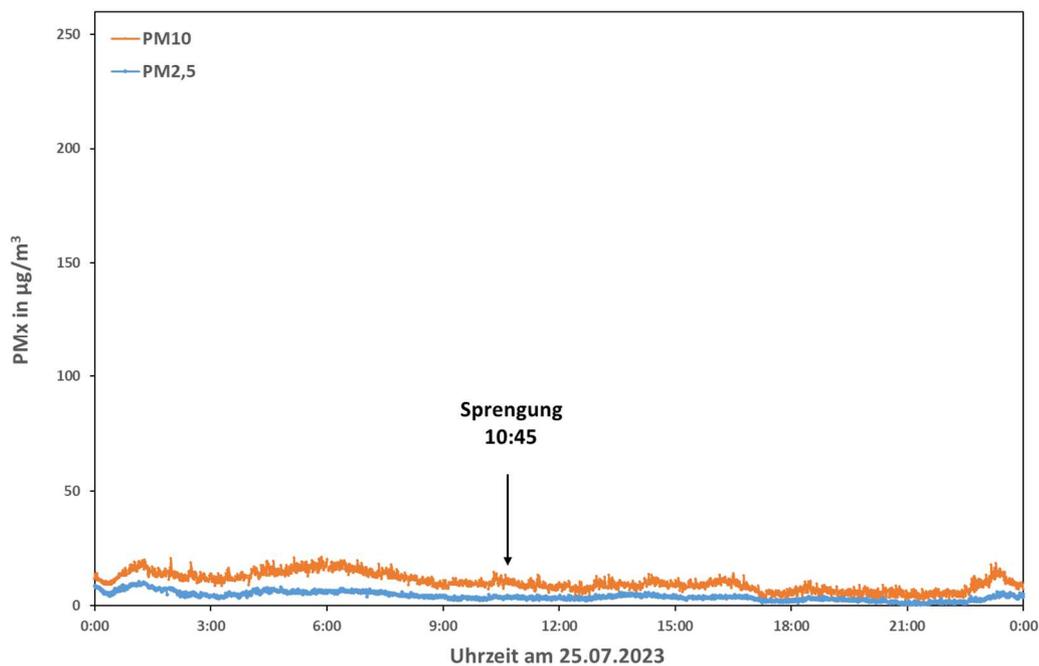


Abbildung A 23: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 25.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

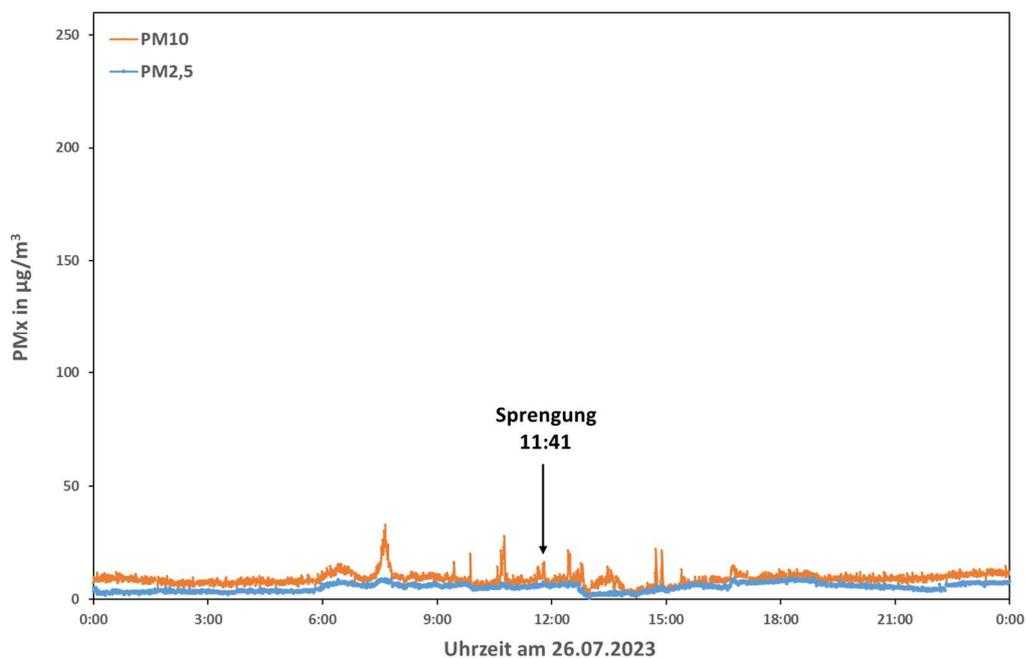


Abbildung A 24: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 26.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

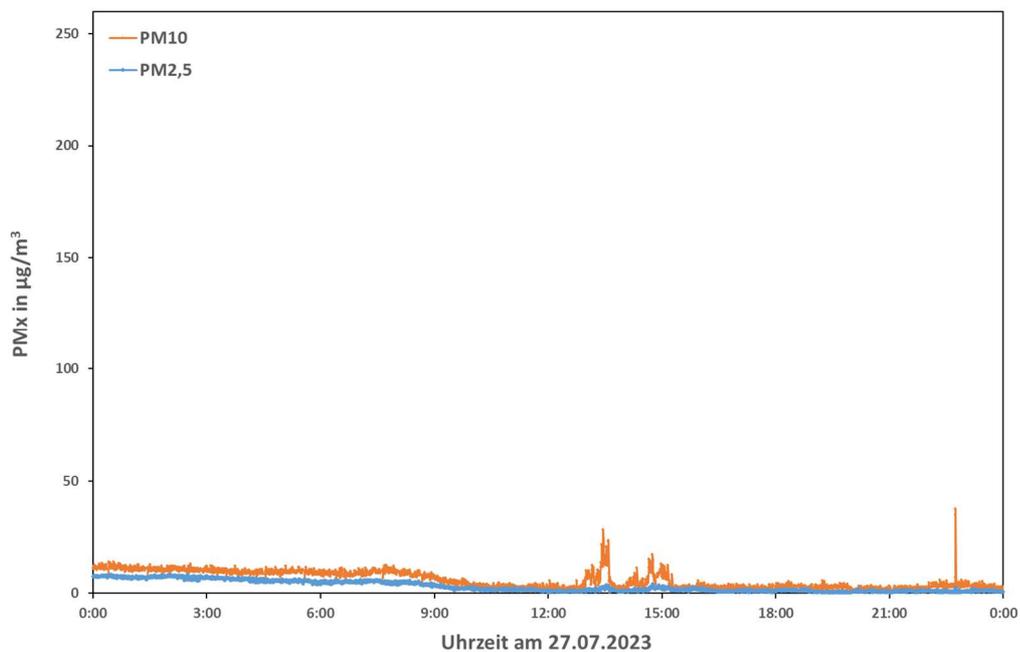


Abbildung A 25: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 27.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

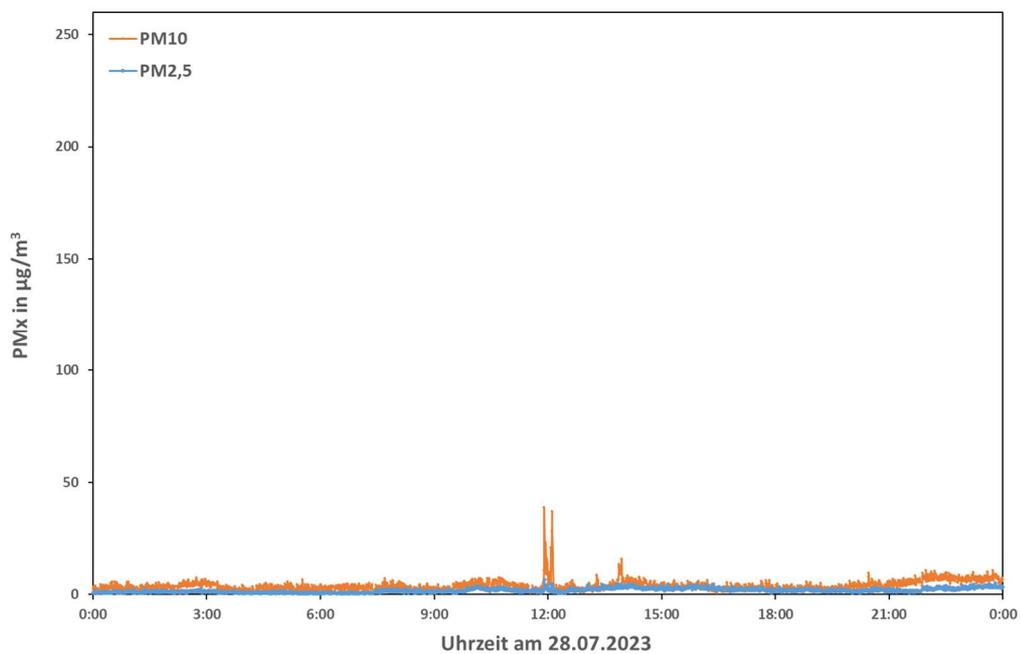


Abbildung A 26: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 28.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

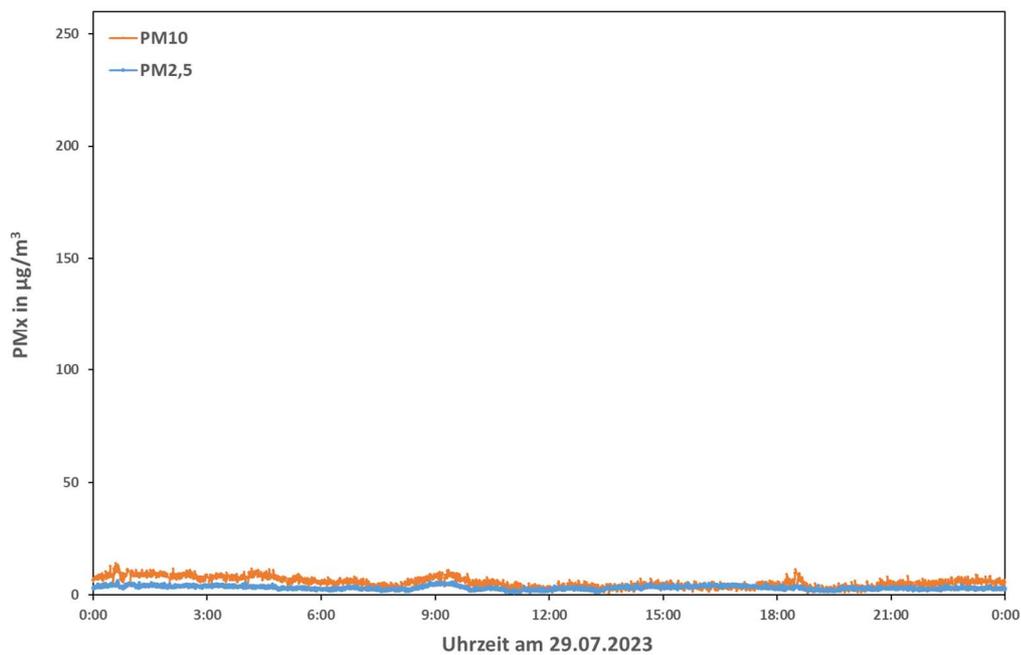


Abbildung A 27: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 29.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

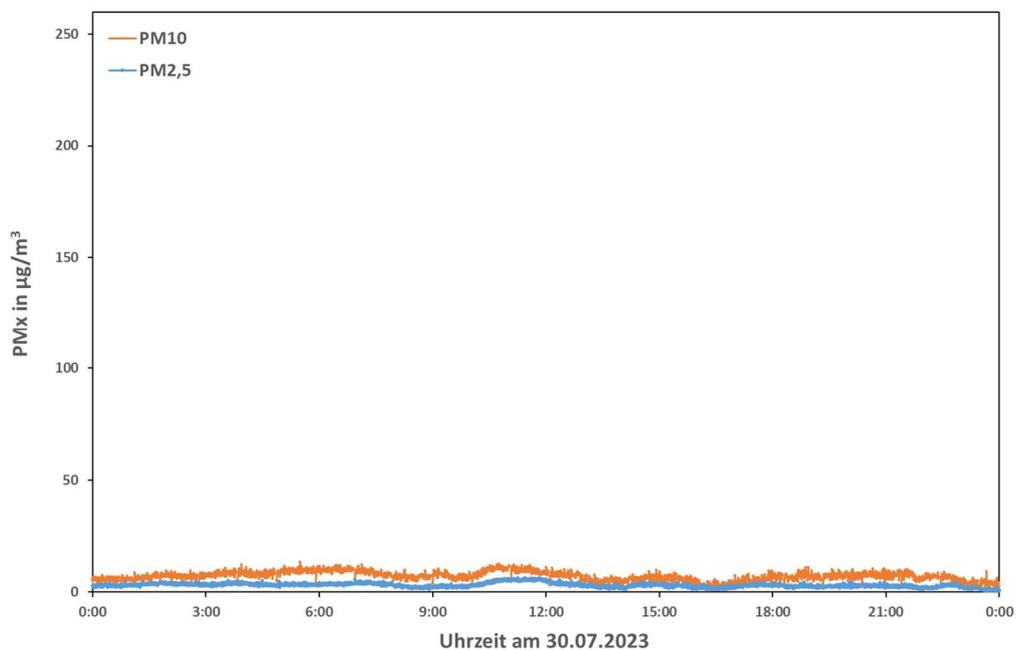


Abbildung A 28: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 30.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

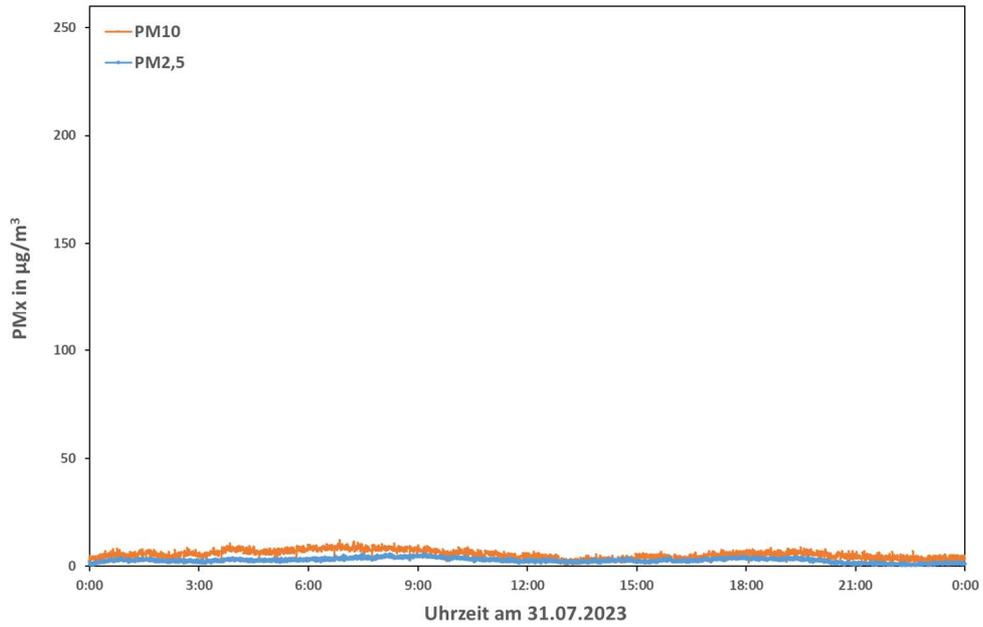


Abbildung A 29: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 31.07.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

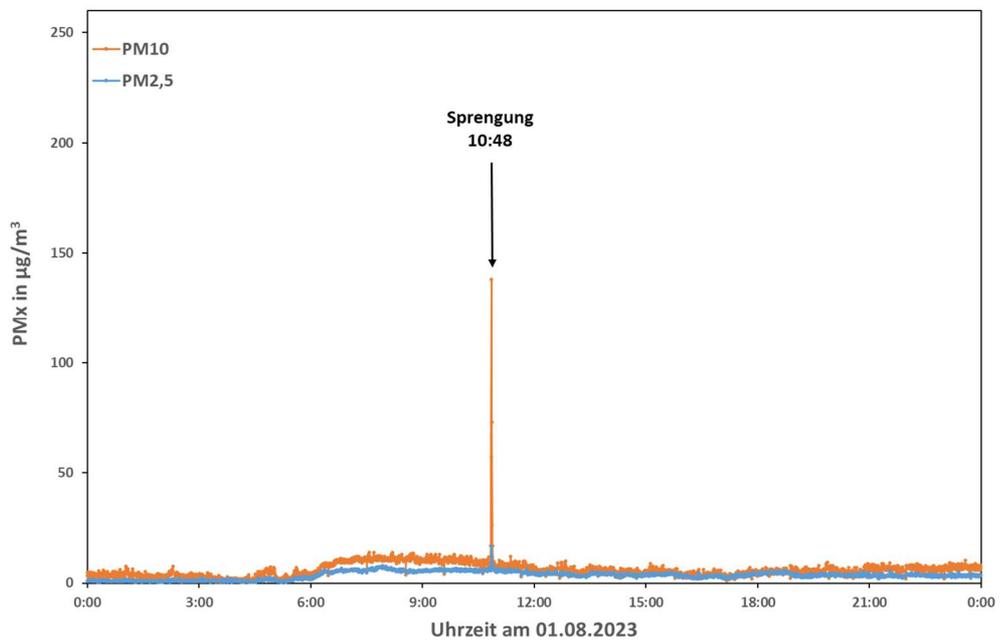


Abbildung A 30: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 01.08.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

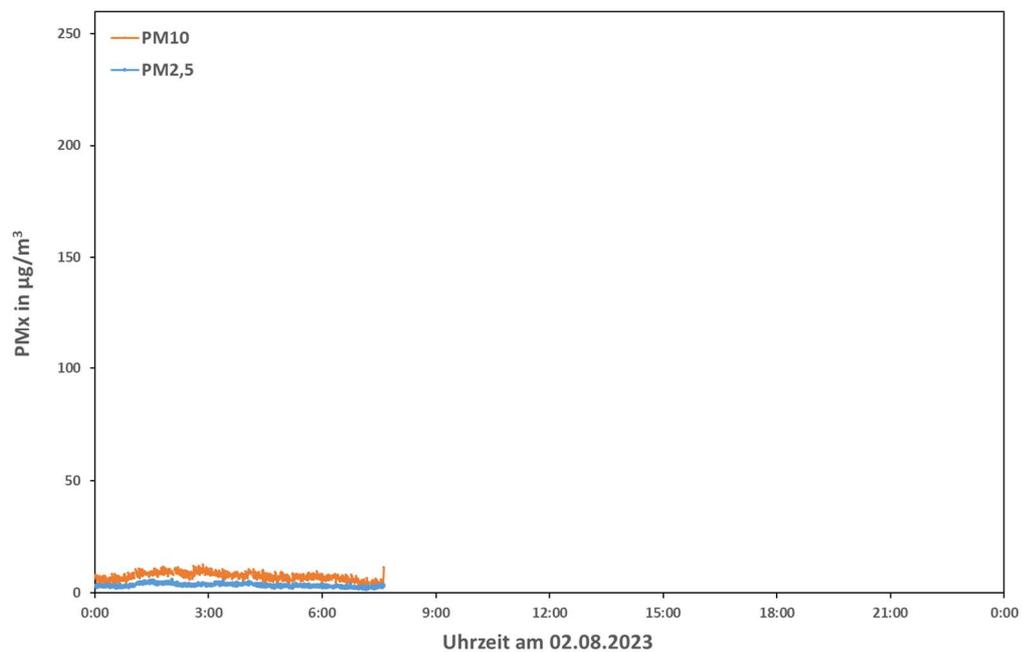


Abbildung A 31: Ergebnisübersicht Schwebstaub PM2.5 und PM10 vom 02.08.2023 am Messpunkt MP 1 (30 Sekunden-Mittelwerte)

Tabelle A 2: PM2.5 und PM10 Konzentrationen während der Sprengereignisse in denen die Sprengschwaden über die Messgeräte gezogen sind

Datum	Uhrzeit	PM2.5 µg/m³	PM10 µg/m³	Bemerkung
06.07.2023	09:15:00	5	9	
06.07.2023	09:15:30	5	7	
06.07.2023	09:16:00	4	8	
06.07.2023	09:16:30	--	--	Gerätespülzyklus
06.07.2023	09:17:00	--	--	Gerätespülzyklus
06.07.2023	09:17:30	--	--	Gerätespülzyklus
06.07.2023	09:18:00	--	--	Gerätespülzyklus
06.07.2023	09:18:30	--	--	Gerätespülzyklus
06.07.2023	09:19:00	4	21	
06.07.2023	09:19:30	4	18	
06.07.2023	09:20:00	4	36	
06.07.2023	09:20:30	3	15	
06.07.2023	09:21:00	4	18	
06.07.2023	09:21:30	4	9	
06.07.2023	09:22:00	4	9	
06.07.2023	09:22:30	4	10	
06.07.2023	09:23:00	3	8	
06.07.2023	09:23:30	5	9	
06.07.2023	09:24:00	4	8	
06.07.2023	09:24:30	4	9	
06.07.2023	09:25:00	4	9	
06.07.2023	09:25:30	4	10	
06.07.2023	09:26:00	5	15	
06.07.2023	09:26:30	6	21	
06.07.2023	09:27:00	5	22	
06.07.2023	09:27:30	4	16	
06.07.2023	09:28:00	5	22	
06.07.2023	09:28:30	4	12	
06.07.2023	09:29:00	3	9	
06.07.2023	09:29:30	4	9	
01.08.2023	10:48:00	6	8	
01.08.2023	10:48:30	6	7	
01.08.2023	10:49:00	6	8	
01.08.2023	10:49:30	6	9	
01.08.2023	10:50:00	7	17	
01.08.2023	10:50:30	9	57	
01.08.2023	10:51:00	17	138	
01.08.2023	10:51:30	12	73	

Datum	Uhrzeit	PM2.5 µg/m ³	PM10 µg/m ³	Bemerkung
01.08.2023	10:52:00	8	26	
01.08.2023	10:52:30	8	17	
01.08.2023	10:53:00	7	9	
01.08.2023	10:53:30	6	9	
01.08.2023	10:54:00	6	9	
01.08.2023	10:54:30	6	8	
01.08.2023	10:55:00	6	10	
01.08.2023	10:55:30	7	8	
01.08.2023	10:56:00	6	9	
01.08.2023	10:56:30	6	9	

Anlage I.2: Darstellung der meteorologischen Daten

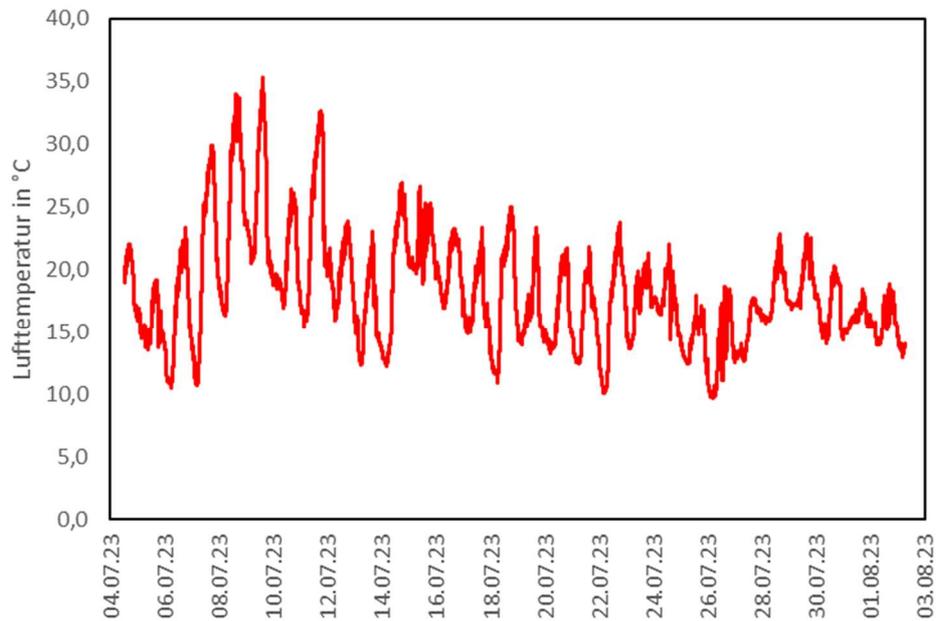


Abbildung A 4: Darstellung der Lufttemperatur am Messpunkt MP 1 für den Messzeitraum 04.07.2023 bis 02.08.2023

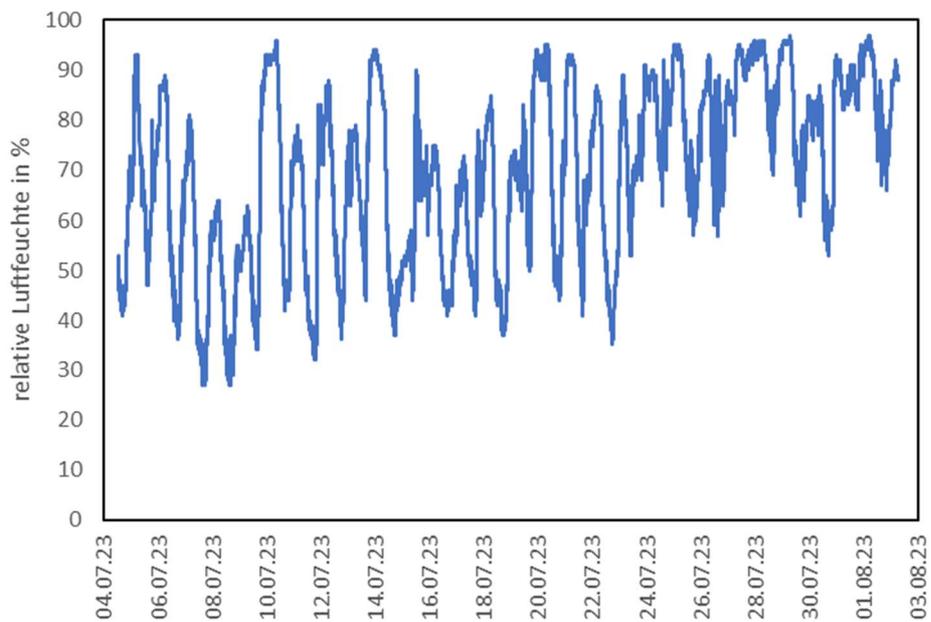


Abbildung A 4: Darstellung der relativen Luftfeuchte am Messpunkt MP 1 für den Messzeitraum 04.07.2023 bis 02.08.2023

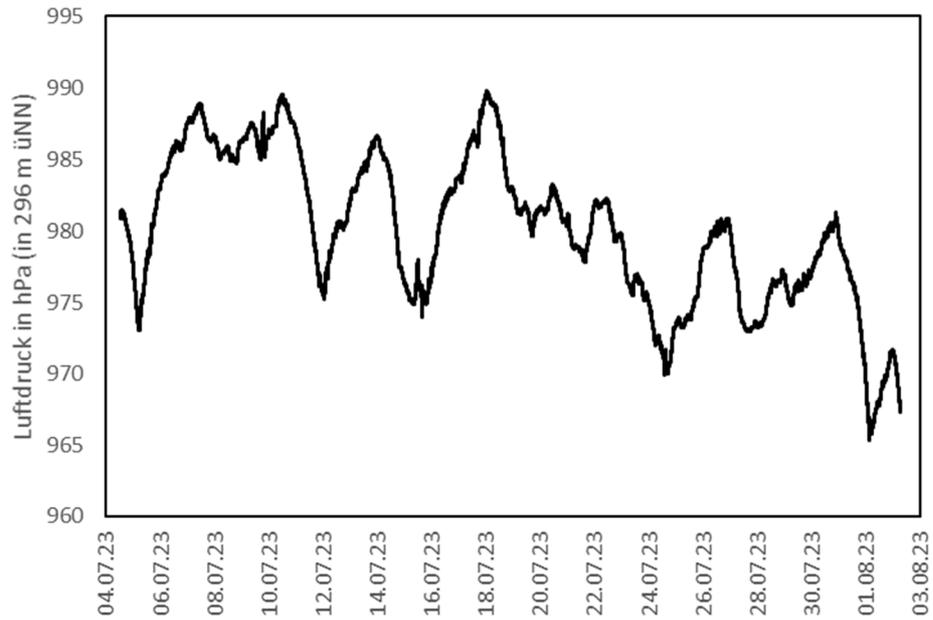


Abbildung A 4: Darstellung des Luftdrucks (in 296 m üNN) am Messpunkt MP 1 für den Messzeitraum 04.07.2023 bis 02.08.2023

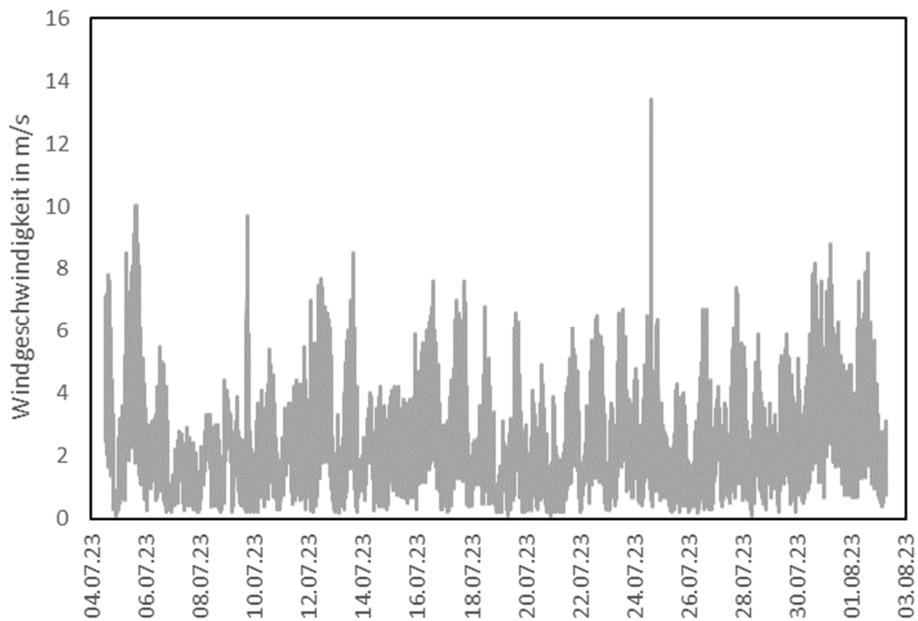


Abbildung A 4: Darstellung der Windgeschwindigkeit am Messpunkt MP 1 für den Messzeitraum 04.07.2023 bis 02.08.2023

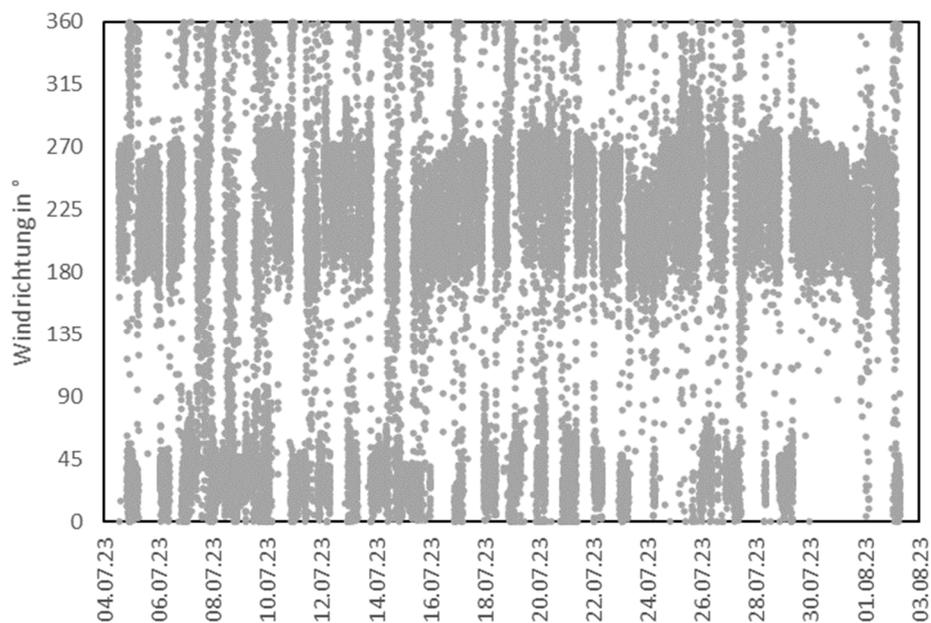


Abbildung A 4: Darstellung der Windrichtung am Messpunkt MP 1 für den Messzeitraum 04.07.2023 bis 02.08.2023

Anlage I.3: Fotodokumentation der Messpunkte



Abbildung A 32: Immissionsmessstation mit Messpunkt MP 1; Blickrichtung Nord.



Abbildung A 33: MP 1 (Schwebstaubmessgeräte); Blickrichtung Westen/Steinbruch.



Abbildung A 34: MP 1 (Schwebstaubmessgeräte); Blickrichtung Osten/Werksgrenze.



Abbildung A 35: MP 1 (Probenahmeeinrichtung für die Bestimmung von Kohlenwasserstoffen in der Außenluft); Blickrichtung Westen/Steinbruch.



Abbildung A 36: MP 1 (Probenahmeeinrichtung für die Bestimmung von Kohlenwasserstoffen in der Außenluft); Blickrichtung Südost/Werksgrenze.



Abbildung A 37: MP 1 (meteorologische Messgeräte); Blickrichtung Südwest/Steinbruch.