Arbeitsgemeinschaft „Immissionsschutzbeauftragter S21 & WeU"

Prüfbericht Staubschutz

Stuttgart 21
Planfeststellungsabschnitt 1.1

Bericht 1. Halbjahr 2018

Messdatenauswertung vom
01.01. bis 30.06.2018

Von der Industrie- und Handelskammer Karlsruhe
Dr. Ing.
Achim Lohmeyer
Sachverständiger für
"Reinhaltung der Luft
Immissionsfragen
Kleinklima,"
öffentlich bestellt und vereidigt

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftraggebers bestimmt.
Eine darüber hinausgehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

FRITZ GmbH
BERATENDE INGENIEURE VBI
SCHALLIMMISSIONSSCHUTZ
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG
Immissionsschutz, Klima, Aerodynamik, Umweltsoftware

Bearbeiter:
Ingenieurbüro
Lohmeyer GmbH & Co. KG
An der Roßweid 3 ❑ 76229 Karlsruhe
Telefon (0721) 62510 0
Telefax (0721) 62510 30

E-Mail: info.ka@lohmeyer.de
URL: www.lohmeyer.de

Projekt Nr.: 69005-15-10
Datum: 25.09.2018

Auftraggeber:
DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH
Räpplenstraße 17
70191 Stuttgart

Sachbearbeiter:
Dr.-Ing. Wolfgang Bächlin

Qualitätskontrolle:
Dr.-Ing. Achim Lohmeyer

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRUCKEN 3

1 ZUSAMMENFASSUNG 6

2 AUFGABENSTELLUNG 8

3 MESSDATENAUSWERTUNG 9

3.1 Datengrundlagen 9

3.2 Vorgehensweise 10

4 FEINSTAUBBELASTUNG AN DEN MESSSTATIONEN IM 1. HJ. 2018 11

4.1 Messwerte PM10 und PM2.5 11

4.2 Selektion besonders auffällige Tage 16

4.3 Schwachwindtage 20

5 VERGLEICH DER FEINSTAUBBELASTUNG ÜBER MEHRERE JAHRE 22

5.1 Messstation Bad Cannstatt 22

5.2 Messstation Arnulf - Klett - Platz 24

5.3 Messstation Am Neckartor 27

6 LITERATUR 30

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

Als Emission bezeichnet man die von einer Anlage oder wie hier von einer Baustelle ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm pro Stunde, bei Kfz-Emission von Straßen in Gramm pro Kilometer und Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter nachteilig auswirken können. Die Maßeinheit der Schadstoffkonzentration am Immissionsort ist Mikrogramm Schadstoff pro m³ Luft (µg/m³).

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

Als Hintergrundbelastung werden im vorliegenden Fall diejenigen Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen der Bautätigkeiten an den betrachteten Messorten vorliegen. Die Zusatzbelastung ist diejenige Konzentration in der Luft, die ausschließlich von den Emissionen der betrachteten Bautätigkeit hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung und wird in µg/m³ angegeben.

Messungen der Schadstoffkonzentration an einem Immissionsort können nur die Gesamtbelastung erfassen. Die Aufteilung in Hintergrund- und Zusatzbelastung muss mit statistischen Verfahren und durch Vergleiche mit anderen, durch Bautätigkeiten unbeeinflussten Messstationen erfolgen.

Feinstaub PM10

Mit Feinstaub PM10 werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM10-Fraktion wird auch als inhalierbarer Staub bezeichnet. Auch der Ausdruck Schwebstaub wird verwendet.

Feinstaub PM2.5

Mit Feinstaub PM2.5 werden alle Partikel bezeichnet, die einen größenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Partikeldurchmesser von 2.5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist. Die PM2.5-Fraktion wird auch als lungengängiger Staub bezeichnet.

Jahresmittelwert / Tagesmittelwert

Die Konzentrationen von Luftschadstoffen unterliegen in Abhängigkeit von den Emissionen und den meteorologischen Einflussgrößen wie Windrichtung und Windgeschwindigkeit usw. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen „Jahresmittelwert“ und „Kurzzeitwerte“ charakte-

risieren den Konzentrationsverlauf. Der Jahresmittelwert stellt den über das Kalenderjahr gemittelten Konzentrationswert dar. Eine Einschränkung hinsichtlich Beurteilung der Luftqualität mit Hilfe des Jahresmittelwertes besteht darin, dass er nichts über Zeiträume mit hohen Konzentrationen aussagt. Kurzzeitwerte sind beim Feinstaub PM10 als Tagesmittelwerte (0-24 Uhr) definiert.

Grenzwerte

Immissionsgrenzwerte sind vom Gesetzgeber durch Rechtsverordnungen vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen zum Schutz der menschlichen Gesundheit oder der Umwelt insgesamt, die nicht überschritten werden dürfen. Diese sind in der Neununddreißigsten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) vom 2. August 2010 und in der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft-TA Luft) vom 24.Juli 2002 festgelegt.

Grenzwerte PM10

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt

- der über ein Kalenderjahr gemittelte PM10-Immissionsgrenzwert 40 µg/m³,
- der über den Tag gemittelte PM10-Immissionsgrenzwert 50 µg/m³, bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr.

Grenzwert PM2.5

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit beträgt

- der über ein Kalenderjahr gemittelte PM2.5-Immissionsgrenzwert 25 µg/m³.

Primäre Aerosole

Primäre Aerosole (Partikel) werden als Teilchen direkt in die Umwelt emittiert und sind überwiegend größer als 2.5 µm. Sie entstehen durch die mechanische Bearbeitung von Feststoffen (Zerkleinern, Bearbeiten von Oberflächen, Abrieb, etc.) z. B. bei der Ernte, bei Bautätigkeiten, Reifen- und Straßenabrieb, Erosion durch Wind und Wetter vom Erdboden und der Vegetation. Im Bereich von Straßenoberflächen ist die Aufwirbelung von bereits sedimentierten Partikeln und der Abrieb von Reifen und Fahrbahn Belag eine bedeutende Emissionsquelle. Auch Blütenpollen und Emissionen von Feststoffheizungen sind wichtige Quellen primärer Aerosole.

Sekundäre Aerosole

Sekundäre Aerosole werden aus gasförmigen Substanzen in der Atmosphäre durch chemische Reaktionen in einem zweiten Schritt – also sekundär – gebildet. Sekundäre Aerosole natürlichen Ursprungs entstehen zum größten Teil aus leicht flüchtigen organischen Verbindungen, wie z. B. den Terpenen, welche von Bäumen emittiert werden, aber auch aus der Holzfeuerung und Ver-

brennung fossiler Brennstoffe. Diese werden durch Oxidation in schwerer flüchtige Substanzen umgewandelt, die dann auf luftgetragenen Partikeln kondensieren. Sekundäre Aerosole bilden sich auch aus Ammoniak-, Schwefeldioxid- und Stickstoffdioxid-Emissionen sowie den leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen von Industrie und Heizungsanlagen. Die direkte Partikelemission im Abgas von Kraftfahrzeugen und Baumaschinen besteht im Wesentlichen aus der Größenfraktion PM2.5, weniger aus PM10.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Zur Beurteilung der Immissionssituation durch Feinstaub PM10 und PM2.5 im Bereich der Bauarbeiten S21 Planfeststellungsabschnitt (PFA) 1.1 werden wegen ihrer Nähe zu den Baustellen die Luftmessstationen Arnulf-Klett-Platz (AKP) und Neckartor (NT) herangezogen. Als weitgehend unbeeinflusste Referenzstationen dienen die Messstationen Bad Cannstatt (BC) und Stadtgarten (STG). Von der Messstation Schwabenzentrum (SZ) werden die meteorologischen Daten verwendet.

Der Grenzwert für PM10 nach der 39. BImSchV (2010) beträgt 40 µg/m³ für das Jahresmittel im Kalenderjahr. Der Grenzwert für das Tagesmittel beträgt 50 µg/m³, bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr. Die feinere Staubfraktion PM2.5 wird mit einem Grenzwert von 25 µg/m³ für das Jahresmittel beurteilt.

Die im 1.Halbjahr 2018 gemessenen Staubkonzentrationen für PM10 und PM2.5 lagen (gemittelt über den Messzeitraum) an allen drei Messstationen unter den Werten des Vergleichszeitraums von 2017. In Bad Cannstatt und im Stadtgarten wurde ein PM10-Mittelwert von 17 µg/m³ gemessen, am Arnulf – Klett – Platz von 24 µg/m³. Am Neckartor ist aufgrund von Datenlücken derzeit keine Angabe der Konzentrationswerte möglich.

Eine abschließende Beurteilung bezüglich der Grenzwerte ist erst am Jahresende 2018 möglich. Der bisher relativ zum Vorjahr günstige Verlauf der Staubkonzentrationen zeigt sich auch in der Zahl der Überschreitungen des Tagesgrenzwertes PM10 von 50 µg/m³. Anders als im Vorjahr waren es an der Messstelle AKP 5 Tage (Vorjahr 17 Tage), in BC 3 Tage (Vorjahr 11 Tage) und an der Messstelle STG 4 Tage (Vorjahr 12 Tage).

Die zur Identifikation der Wirkung von Bautätigen durchgeführte Selektion besonders auffälliger einzelner Tage an der Station AKP erfolgte mit der statistischen Methode der Korrelation von Messwerten gegenüber den Referenzstationen BC und STG. Dabei wurden im Berichtszeitraum am AKP 9 Tage mit Auffälligkeiten ermittelt. Diese Tage wurden zunächst anhand der meteorologischen Situationen beurteilt, denn die Bautätigkeiten können sich an der Messtation nur dann auswirkrn, wenn der Wind von der Baustelle zur Messstation weht. Dabei verblieben 5 mögliche Tage mit Baustelleneinflüssen an der Messstelle AKP. Für diese Tage wurden Informationen zu Art und Umfang der Bautätigkeiten eingeholt.

Die Auswertungen mit dieser Methode ergaben, dass am AKP möglicherweise an 2 Tagen Anteile der Staubmesswerte den Bauaktivitäten von S21 zugeordnet werden können. Daraus konnten

jedoch keine umsetzbaren Hinweise für Emissionsminderungsmaßnahmen des Baubetriebs abgeleitet werden.

Ergänzend wurde neben den Messwerten für das 1. Halbjahr 2018 auch die Reihe der Messwerte aller Jahre seit 2008 untersucht. Am AKP und am NT ist bis 2013 ein Trend zu einer Zunahme der „gröberen“ Fraktionen im PM10 erkennbar. Seit 2014 waren die Konzentrationen eher wieder rückläufig und erreichten im Winter 2017/2018 vergleichsweise niedrige Werte.

Eine Quantifizierung der Beiträge aus den Bauaktivitäten war aus den vorliegenden Daten nicht möglich, eine außergewöhnliche Erhöhung der Staubbelastung im Bereich der Messstellen ab Baubeginn, wie anfangs befürchtet, konnte anhand der Messdaten nicht festgestellt werden. Eine Identifizierung von einzelnen Bautätigkeiten, welche konkrete weiter verbesserte Staubschutzmaßnahmen initiieren könnten, ergab sich nicht.

2 AUFGABENSTELLUNG

Laut Planfeststellungsbeschluss für den PFA 1.1 vom 28.01.2005, Nebenbestimmungen, Abschnitt 4.4 ist die Vorhabenträgerin verpflichtet, während der Bauphase in der Nachbarschaft den Immissionswert für Schwebstaub einzuhalten. Dort heißt es weiter:

a) Geeignete Staubmesspunkte sind rechtzeitig vor Beginn der Bauarbeiten vom Immissionsschutzbeauftragten im Einvernehmen mit dem Eisenbahn-Bundesamt festzulegen.

b) Die Messungen sind von einer nach § 26 BImSchG zugelassenen Messstelle durchzuführen und dem Eisenbahn-Bundesamt unmittelbar vorzulegen, damit ggf. geeignete wirksame Abhilfemaßnahmen zeitnah getroffen werden können.

Bezüglich Punkt a) wurde vereinbart, keine eigenen Messstationen zu betreiben, sondern die Messergebnisse der bisher ohnehin vom Land Baden-Württemberg betriebenen Messstationen in Stuttgart zu verwenden, auch wegen der Möglichkeit, auf Daten vor Baubeginn zurückgreifen zu können.

Der Punkt b) ist bezüglich der Forderung nach einer nach § 26 BImSchG zugelassenen Messstelle ebenfalls erfüllt, denn die Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW), welche die Staubmessungen durchführt, ist eine solche Messstelle.

Mit vorliegendem Bericht werden die Auswertung der Messungen und deren Ergebnisse für das 1. Halbjahr 2018 dargestellt. Dazu erfolgte die Beschaffung der Messergebnisse für Feinstaub von der LUBW und der meteorologischen Parameter von der Stadt Stuttgart.

3 MESSDATENAUSWERTUNG

Im Folgenden finden sich die verwendeten Abkürzungen für die Messstationen, Betreiber sind in Klammern aufgeführt.

BC: Stuttgart Bad Cannstatt (LUBW)

AKP: Arnulf-Klett-Platz (LUBW)

NT: Neckartor (LUBW)

STG: Stadtgarten (LUBW)

SZ: Schwabenzentrum (Stadt Stuttgart)

(LUBW: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg)

3.1 Datengrundlagen

Im Stadtgebiet Stuttgart können zur Prüfung der Auswirkungen der verschiedenen Bauarbeiten für S21 (und auch anderer Bauarbeiten) bezüglich der Belastung durch Feinstaubimmissionen PM10 und PM2.5 folgende Messstationen mit den entsprechenden Standortklassifikationen herangezogen werden:

- Stuttgart Bad Cannstatt (BC): städtisch, städtischer Hintergrund
- Stuttgart Mitte: Arnulf - Klett - Platz (AKP), städtisch, verkehrsbeeinflusst
- Stuttgart Stadtgarten (STG): innerstädtisch
- Stuttgart Am Neckartor (NT): Verkehrsstation, ganz überwiegend durch Verkehrseinflüsse geprägt
- Schwabenzentrum (SZ): städtische Station, mit meteorologischen Messungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Niederschlag

Die obigen Standortklassifikationen der einzelnen Stationen entsprechen den Vorgaben der 39. BImSchV.

Die Stationen der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) erfassen die PM10- und PM2.5-Konzentrationen als Tagesmittelwerte (Kalendertag) mit einem sog. gravimetrischen Verfahren (Staubabscheidung auf Filtern). Die Station „Stadtgarten“ (Lagekoordinaten RW 3512737 / HW 5404906) befindet sich etwa 400 Meter westlich der Station AKP. Gemessen wird dort nur die Staubfraktion PM10, es erfolgt keine PM2.5-Messung.

Die meteorologischen Komponenten werden beim Schwabenzentrum als Halbstundenmittelwerte gemessen.

Nach der 39. BImSchV können erhöhte Konzentrationswerte für Staub durch Wüstenstaub und Streusalzeinsatz einer Korrektur unterzogen werden. Die LUBW führt solche Auswertungen kalenderjährlich durch (LUBW, 2017). Entsprechende Daten für 2018 liegen damit erst 2019 vor und können in diesem Bericht nicht berücksichtigt werden.

3.2 Vorgehensweise

Die Messdaten der Stationen Arnulf - Klett - Platz (AKP) und Am Neckartor (NT) liefern die Grundlagen zur Erkennung eines möglichen Einflusses der Bauarbeiten bezüglich des Feinstaubs auf die Immissionssituation im weiteren Bereich des Hauptbahnhofes Stuttgart.

Bei der Station Am Neckartor (NT) kommt für die Interpretation erschwerend hinzu, dass wegen des starken Verkehrseinflusses die Feinstaubkonzentrationen vom Kfz-Verkehr dominiert werden und aufgrund der täglich unterschiedlichen Emissionen (Werktage zu Samstag, Sonntag und Feiertagen) über einen weiten Bereich variieren. Diese Messungen geben nicht einen unbeeinflussten städtischen Hintergrund wieder. Die Station ist recht weit von den Bauarbeiten entfernt, sodass dort der Baustelleneinfluss nicht zweifelsfrei identifiziert werden kann, gleichwohl ist es natürlich möglich, dass die Station ebenfalls in den Einflussbereich von Baustaubimmissionen gerät.

In der 39.BImSchV, Anlage 1 wird eine Datenverfügbarkeit von 90% für Partikel PM10 und PM2.5 gefordert. Für das 1.Halbjahr 2018 sind dies 163 Tageswerte. Die Messreihe am NT erfüllt für PM10 und PM2.5 dieses Kriterium nicht. Am AKP wird das Kriterium für PM2.5 auch nicht erreicht, vgl. Tab. 4.1 (Datenstand 27.08.2018). Deshalb sind im vorliegenden Bericht nicht alle Auswertungen wie für frühere Berichtszeiträume möglich.

Die Stationen Stuttgart Bad Cannstatt (BC) und Stadtgarten (STG) werden als vom Baubetrieb weitestgehend unbeeinflusste Referenzstationen herangezogen, um die tagesaktuelle städtisch-regionale Hintergrundkonzentration von PM10 und PM2.5 zu charakterisieren.

Windmessungen sind verfügbar für das Schwabenzentrum (SZ). Diese Station ist für die Windverhältnisse im Innenstadtkessel repräsentativ. Die dortigen Messungen der Windrichtung und Windgeschwindigkeit sind für die vorliegende Aufgabenstellung geeignet, was durch zahlreiche Vergleiche mit den von der Stadt Stuttgart kontinuierlich veröffentlichten Ergebnissen des mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells (Stadt Stuttgart, 2015) für das gesamte Stadtgebiet belegt wird.

4 FEINSTAUBBELASTUNG AN DEN MESSSTATIONEN IM 1. HJ. 2018

4.1 Messwerte PM10 und PM2.5

Um einen allgemeinen Überblick über die PM10- und PM2.5-Konzentrationen für den Berichtszeitraum zu erhalten, sind in der **Tab. 4.1** die Messwerte entsprechend den Kenngrößen der 39. BImSchV und der TA Luft dargestellt. Ein abschließender Vergleich mit den Grenzwerten ist aber erst am Jahresende 2018 zulässig.

Station	N PM10	Mittelwert PM10 in µg/m³	PM10 Anzahl Tage >50 µg/m³	N PM2.5	Mittelwert PM2.5 in µg/m³
Bad Cannstatt (BC)	170	17	3	170	12
Arnulf - Klett - Platz (AKP)	175	24	5	148	-
Am Neckartor (NT)	149	-	-	116	-
Stadtgarten (STG)	180	17	4	-	-
Jahresgrenzwerte		**40**	**35**		**25**

Tab. 4.1: Mittelwerte der PM10- und der PM2.5-Konzentrationen sowie Anzahl von Tagesmittelwerten der PM10-Konzentrationen >50 µg/m³ im 1.Halbjahr 2018. N: Verfügbare Anzahl von Messwerte des Tagesmittels.

Durch das Feuerwerk am Neujahrstag erfolgt eine Beeinflussung der Staubkonzentrationen, wenn auch am 01.01.2018 nicht so hohe Werte wie in den Vorjahren gemessen wurden. Dieser Tag wird gleichwohl in den folgenden Abbildungen nicht dargestellt, weil er außerhalb des Ordinatenmaßstabes liegt.

Der zeitliche Verlauf der Tagesmittelwerte von PM10 und PM2.5 wird in der **Abb. 4.1** für AKP, in der **Abb. 4.2** für NT, in der **Abb. 4.3** für BC und in der **Abb. 4.4** für STG (nur PM10) grafisch dargestellt.

Die Feinstaubfraktion PM2.5 besteht zum Teil aus sekundären Aerosolen, welche regional gebildet werden und damit weniger durch lokale Emissionen beeinflusst werden. Auch die Auspuffemissionen von Kraftfahrzeugen können überwiegend der PM2.5 Fraktion zugeordnet werden. Der Anteil Partikel größer PM2.5 von der gesamten Staubkonzentration PM10 besteht dagegen vorwiegend aus primären Stäuben, welche durch lokale Emissionen verursacht sind, z.B. durch Bautätigkeiten, Aufwirbelung von Straßenstaub, Verwehungen von Erdhalden sowie von Emissi-

onen aus Feststoffheizungen. Wenn von PM10 der Anteil PM2.5 abgezogen wird, lässt sich der „gröbere“ Staubanteil getrennt untersuchen und gibt u.U. Hinweise auf lokale Emissionen. In den **Abb. 4.1** bis **4.4**. ist dieser Anteil deshalb jeweils im unteren Teil der Abbildung mit dargestellt.

Der zeitliche Verlauf der Staubbelastung mit PM10 im ersten Halbjahr 2018 war, verglichen mit den Vorjahren, durch geringere Staubkonzentrationen gekennzeichnet. Dies betrifft sowohl die Mittelwerte als auch die Zahl der Überschreitungstage. Am AKP lag der Mittelwert von PM10 bei 23 µg/m³ gegenüber 30 µg/m³ im Vorjahr. Der Tagesgrenzwert von 50 µg/m³ wurde an 5 Tagen überschritten gegenüber 17 im gleichen Vorjahreszeitraum. Auch die PM2.5 Konzentrationen waren mit 12 µg/m³ niedriger als im Vorjahr mit 17 µg/m³.

Ein sehr ähnlicher Verlauf beider Staubkomponenten ergab sich an den beiden Referenzstationen Bad Cannstatt und Stadtgarten, vgl. Tab.4.1. Es zeigten sich also keine außergewöhnlichen Konzentrationswerte, welche besondere Untersuchungen veranlassen könnten.

Die mittlere Konzentrationsdifferenz PM10 minus PM2.5, d.h. der Anteil des gröberen Feinstaubes beträgt in BC 5 µg/m³. Am AKP und am NT konnten aufgrund der fehlenden Daten keine mittleren Differenzen berechnet werden. Einen Hinweis auf die Grobstaubbelastung an diesen Stationen ist aus der Abb. 4.2 abzulesen. An der innerstädtischen Stationen AKP ist diese etwa doppelt so hoch wie in BC. Auffällig sind am NT die häufigen hohen Grobstaubanteile PM10-PM2.5 bis über 40 µg/m³, während diese am AKP unter 30 µg/m³ lagen. Dieser Befund ist deshalb bemerkenswert, da der Schwerpunkt der Bautätigkeiten S21 im Bereich Hauptbahnhof stattfindet und an der dort direkt gelegenen Messstation keine vergleichbaren Häufigkeiten hoher Grobstaubkonzentrationen gemessen wurden. Die Bautätigkeiten S21 können also nicht ursächlich für die besondere Situation am NT verantwortlich sein.

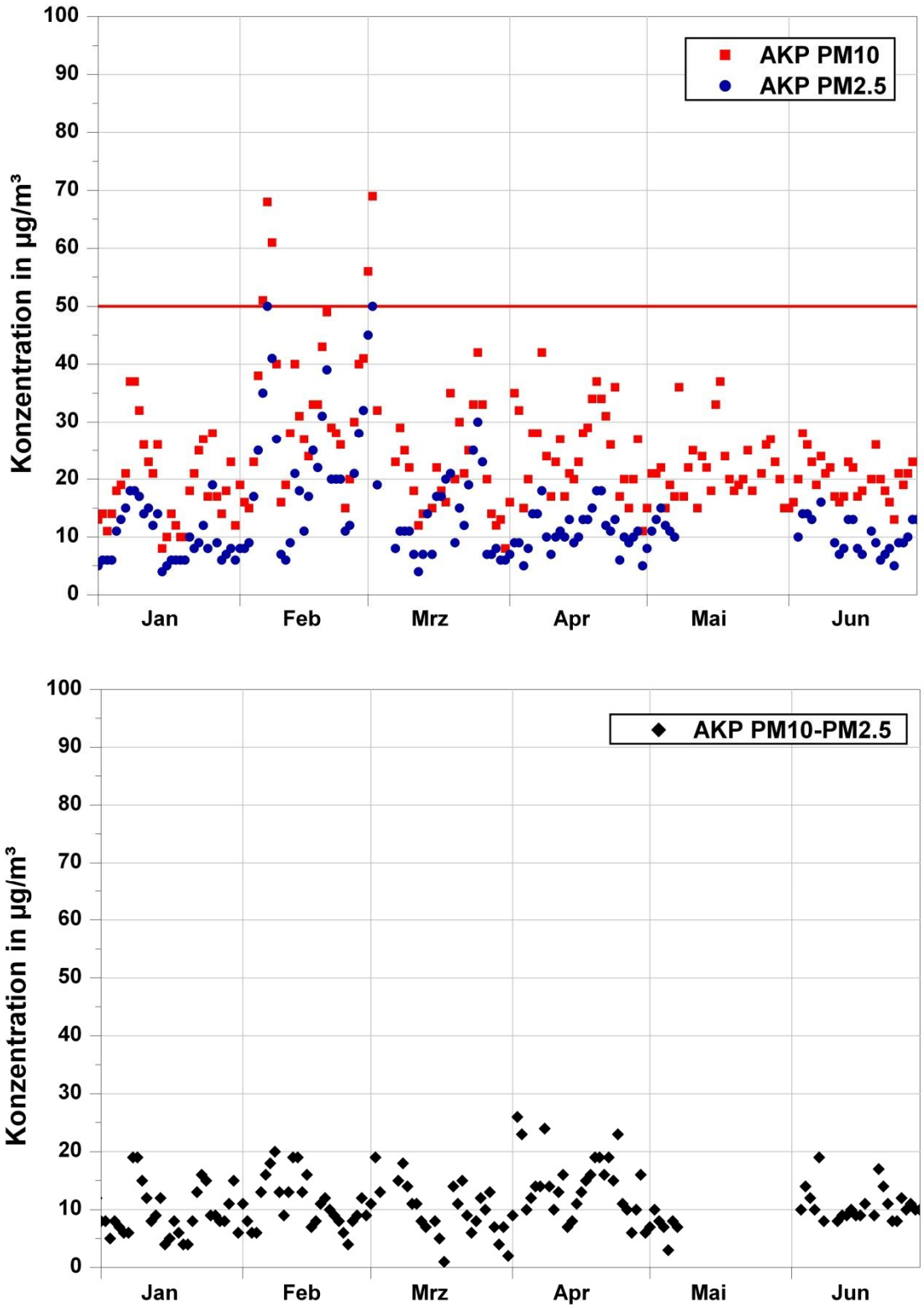

Abb. 4.1 Oben: Tagesmittel der PM10- und PM2.5-Konzentration vom 02.01.2018 bis 30.06.2018 am Arnulf – Klett - Platz.
Rote horizontale Linie: Grenzwert für das Tagesmittel PM10.
Unten: Differenz PM10 minus PM2.5.

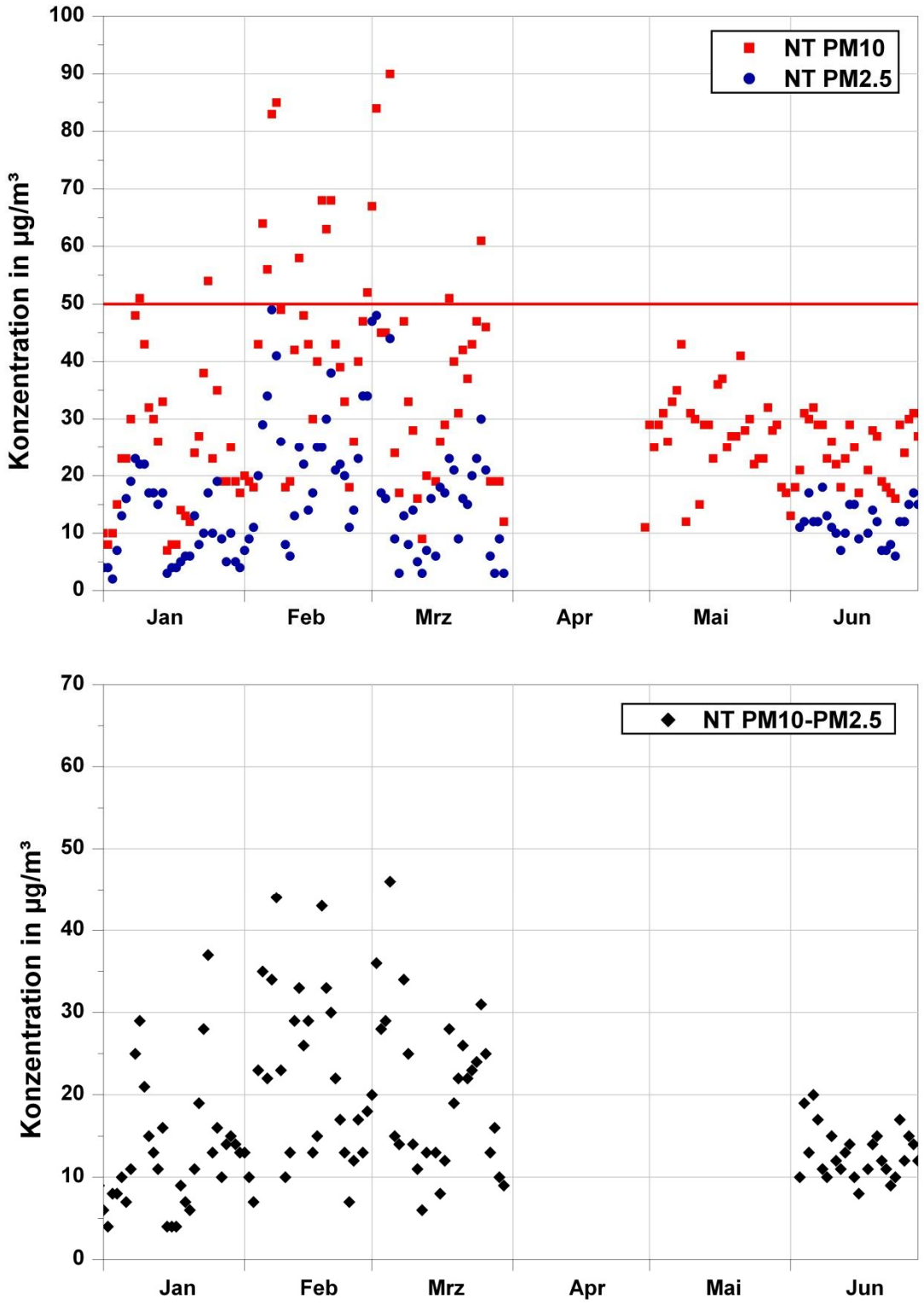

Abb. 4.2: Oben: Tagesmittel der PM10- und PM2.5-Konzentrationen vom 02.01.2018 bis 30.06.2018 Am Neckartor.
Rote horizontale Linie: Grenzwert für das Tagesmittel PM10.
Unten: Differenz PM10 minus PM2.5.

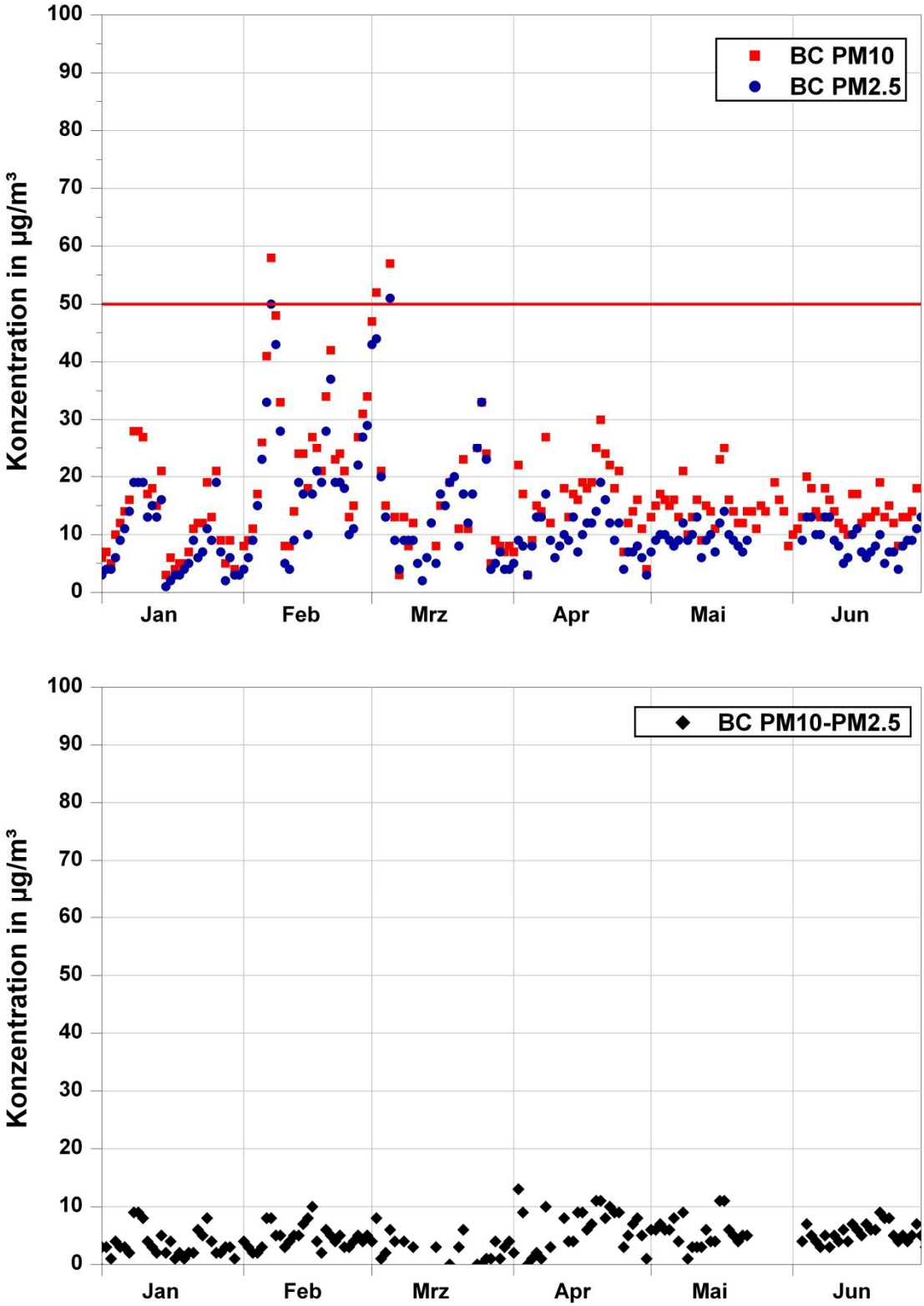

Abb. 4.3: Oben: Tagesmittel der PM10- und PM2.5-Konzentration vom 02.01.2018 bis 30.06.2018 in Bad Cannstatt.
Rote horizontale Linie: Grenzwert für das Tagesmittel PM10.
Unten: Differenz PM10 minus PM2.5.

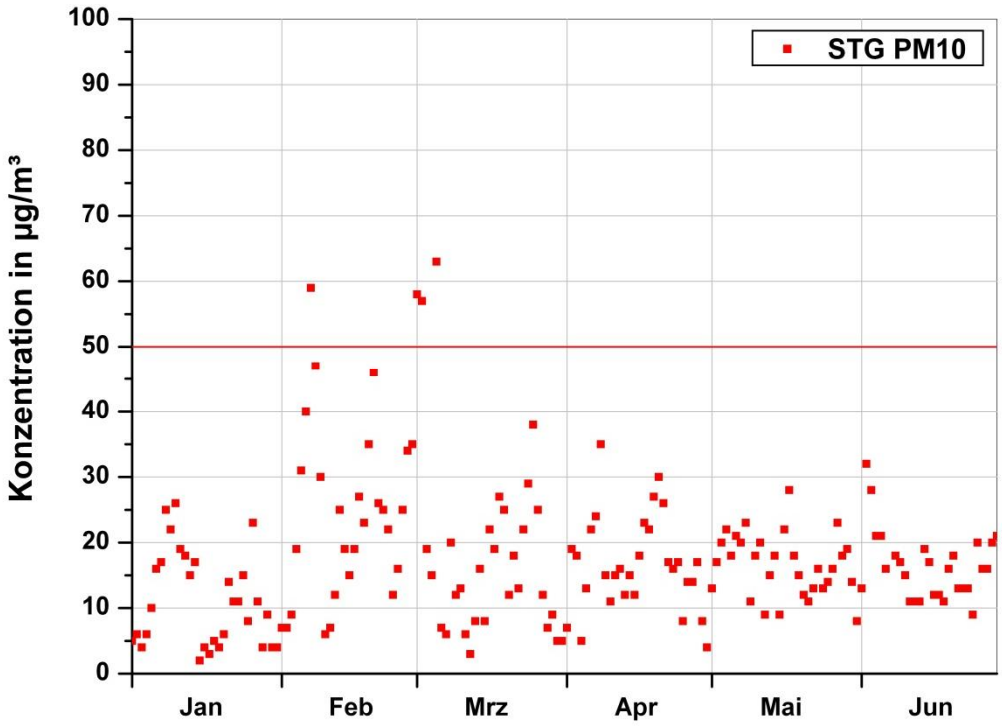

Abb. 4.4: Tagesmittel der PM10-Konzentration vom 02.01.2018 bis 30.06.2018 im Stadtgarten. Rote horizontale Linie: Grenzwert für das Tagesmittel PM10.

4.2 Selektion besonders auffällige Tage

Die Selektion von möglicherweise durch Baustellen besonders beeinflussten Tagen erfolgte, wie in den zurückliegenden Auswertungen, anhand der Methode einer Korrelation der Tagesmittel von PM10 zwischen der Station AKP und den Referenzstationen BC und STG. Für NT wurde wegen der Dominanz der Verkehrsemissionen und der großen Entfernung zur Baustelle keine Korrelation untersucht. Tage mit Messwerten, die um mehr als die doppelte Standardabweichung (+2*SD) von der Regressionsgeraden abweichen, werden als solche identifiziert und gesondert betrachtet, vgl. **Abb. 4.5** und **Abb**. **4.6**. Aus den oben genannten Gründen wurde der 01.01.2018 nicht mit berücksichtigt.

Im 1. Halbjahr 2018 wurden nach dieser Methode am AKP 9 Tage ermittelt und anhand der tagesspezifischen meteorologischen Ausbreitungsbedingungen auf Baustelleneinflüsse untersucht. Wenn an solchen Tagen der Wind während der täglichen Hauptarbeitszeit nicht von der Baustelle in Richtung Messstation wehte, dann können die Bauarbeiten nicht für eine Erhöhung

der PM10-Konzentrationen an der Messstation verantwortlich sein. Solche Tage werden deshalb nicht weiter untersucht.

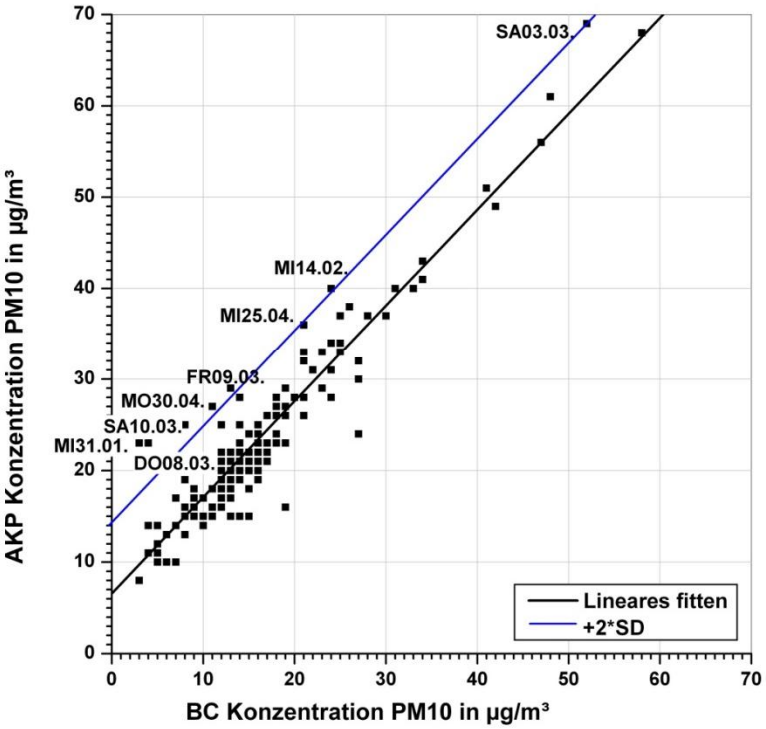

Abb. 4.5: Korrelation der PM10-Tagesmittelwerte BC zu AKP vom 02.01. bis 30.06.2018

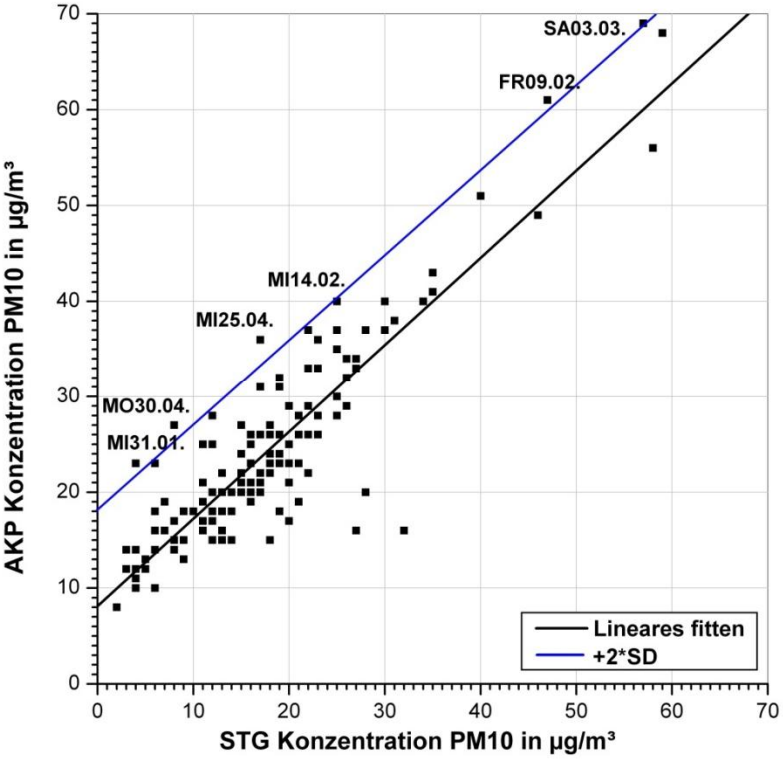

Abb. 4.6: Korrelation der PM10-Tagesmittelwerte STG zu AKP vom 02.01. bis 30.06.2018

Unter Berücksichtigung der Wetterbedingungen sind durch Baustellen bedingte Beeinflussungen an den Tagen 09.02., 14.02., 08.03., 10.03., 25.04., 30.04. eher unwahrscheinlich, vgl. **Tab. 4.2**. Diese Tage waren alle durch südöstliche oder südwestliche Winde mit teilweise höheren Geschwindigkeiten gekennzeichnet, sodass sich die Messstation AKP in Luv der Baustellen befindet. Damit verbleiben noch die 3 Tage 31.01., 03.03. und 09.03. mit nordöstlichen oder variablen Windrichtungen und sehr geringen Windgeschwindigkeiten. An diesen Tagen wurden auf den Baustellen die in den **Tab.4.3 und 4.4** beschriebenen Tätigkeiten durchgeführt.

Datum	**PM10 µg/m³**	**PM10-2.5 µg/m³**	**WR**	**WG m/s**	**Niederschlag Uhrzeit**
31.01.	23	15	NE-E	0.8	9:00-10:30 13:00 gering
09.02.	61	20	SE	1.6	--
14.02.	40	19	SE	1.2	--
03.03	69	19	umlaufend meist NE	1.0	--
08.03.	23	15	SW	3.1	--
09.03.	29	18	8:00 bis 13:00 SW dann bis 18:00 NE	1.3	--
10.03.	25	14	SW	2.0	--
25.04.	36	23	SW	3.6	--
30.04.	27	16	SW	4.1	--

Tab. 4.2: Auffällige Tage am Arnulf - Klett - Platz, 1.Halbjahr 2018, Wetterdaten vom Schwabenzentrum (SZ) jeweils zwischen 8 Uhr und 18 Uhr,
Abkürzungen für die Windrichtungen: N Norden, E Osten, S Süden, W Westen.

Mittwoch 31.01.2018	
Sängerstr.	Düker Nesenbach, Oberhaupt und Bypass: Bodenaushub, **Betonsägearbeiten, Stemmarbeiten am Bestand, Meißelarbeiten an Bohrpfahlköpfen.** Fuß- und Radwegführung bei Planetarium: **Asphaltierungsarbeiten**
Talquerung	BA 11 / S-Bahn: **Betonsägearbeiten**, auch während der Nacht. BA 18: Bodenaushub und Abtransport, LKW-Verkehr, Ankerbohrarbeiten
Jägerstr.	Keine Aktivitäten
Staatsgalerie	Baufeld 8.6 Nord - Block 32.55-57 Aushub und Abfuhr Aushub; Bei Block 32.56/57 Abbruch Laternenfundament. Baufeld 8.4 Haltestelle – Block 32.76 Restabbruch und Abfuhr Beton
Königin Katharina Stift	Baufeld 8.3 GMP - Abbruch Verbau und Kranfundament; Bohren und Sägen des Kragarms der Behelfsbrücke. Baufeld 8.7 Achse 34 – Block 34.15 Sägeschnitte vom Bestandstunnel.
PFA 1.5, Los 4 Süd	Ingenieurbau: keine staubrelevanten Arbeiten (Baustelle einrichten, Leitungen verlegen) Spezialtiefbau: keine staubrelevanten Arbeiten (Stillstand Bohrgerät) Tiefbau: Aushubarbeiten, Verdichtungsarbeiten, Asphalt Baulogstraße fräsen (keine bzw. geringe Staubentwicklung)

Samstag 03.03.2018	
Sängerstr.	Düker Nesenbach Pumpstation: Betonagearbeiten
Talquerung	Keine Aktivitäten am Samstag
Jägerstr.	Keine Aktivitäten
Staatsgalerie	Keine staubrelevanten Besonderheiten
Königin Katharina Stift	Keine staubrelevanten Besonderheiten
PFA 1.5, Los 4 Süd	Ingenieurbau: keine Arbeiten Spezialtiefbau: Herstellen Bohrpfähle Block 18 (keine bzw. geringe Staubentwicklung) Tiefbau: keine Arbeiten

Tab. 4.3: Staubrelevante Besonderheiten durch Bautätigkeiten im Bereich Hauptbahnhof an konzentrationsmäßig auffälligen Tagen. Fett gedruckte Tätigkeiten werden als besonders relevant eingeschätzt. Quelle: Bauberichte (2018)

Freitag 09.03.2018	
Sängerstr.	Düker Nesenbach Oberhaupt und Bypass: Betonagearbeiten, Umgestaltung am Bestand. BA 24 Willy-Brandt-Straße: **Betonabbrucharbeiten**
Talquerung	BA 10: Bodenaushub und Abtransport mit LKW BA 12: Betonagearbeiten BA 14: Bodenaushub und Abtransport mit LKW BA 16 Düker Cannstatter Straße am Zugang Klett-Passage: Bodenaushub und Abtransport mit LKW BA 16 Medienkanal an S3-Fläche: Baugrubenverfüllung (Materialantransport mit LKW, Verdichtung mit Rüttelplatte), Asphaltierung
Jägerstr.	BA 1 Jägerstraße: Ankerbohrarbeiten, Bodenaushub und Abtransport mit LKW. BA 8 Hauptsammler West: Baugrubenverfüllung (Materialantransport mit LKW, Verdichtung mit Rüttelplatte), **Reinigung von Oberflächen**
Staatsgalerie	Baufeld 8.4 Haltestelle – Block 32.71-72 Herstellen Rampe.
Königin Katharina Stift	Baufeld 8.7 Achse 34 – Abbruch Verbau. Baufeld 8.3 Lückenschluss – Aushub auf der Bohrebene.
PFA 1.5, Los 4 Süd	Ingenieurbau: keine staubrelevanten Arbeiten (Medienkanal mit Seekiefertafeln und PE-Folie abschotten) Spezialtiefbau: Anker Bl. 28-29 nachverpressen, Probeanker Bl. 28 herstellen (keine bzw. geringe Staubentwicklung) Tiefbau: keine Arbeiten

Tab. 4.4: Staubrelevante Besonderheiten durch Bautätigkeiten im Bereich Hauptbahnhof an konzentrationsmäßig auffälligen Tagen. Fett gedruckte Tätigkeiten werden als besonders relevant eingeschätzt. Quelle: Bauberichte (2018)

Am auffälligen Tag Samstag, 03.03.2018 wurden keine staubrelevanten Arbeiten durchgeführt, die Baustellen ruhten weitgehend.

Es zeigt sich also, dass im 1. Halbjahr 2018 mit der hier zugrunde gelegten Auswertung an 2 Tagen, dem 31.01. und 09.03., die erhöhten Staubmesswerte am AKP durch Baustellenaktivitäten verursacht sein können. Interessanterweise ist an diesen beiden Tagen der Tagesgrenzwert für die PM10-Konzentration eingehalten, sodass die im Berichtszeitraum bisher aufgetretenen Tagesgrenzwertüberschreitungen am AKP eher nicht durch S21-Bautätigkeiten verursacht sind.

Eine Identifizierung von einzelnen Bautätigkeiten, welche eine Anordnung von zusätzlichen Emissionsminderungsmaßnahmen nahelegen würde, ergibt sich aus obigen Betrachtungen nicht.

4.3 Schwachwindtage

Bei Tagen mit andauernd schwachem Wind ist keine eindeutige Ursachenanalyse anhand der Windrichtung möglich, es liegen sog. „umlaufende Winde“ vor. Solche Tage sind daher gesondert

zu betrachten. Es wurden dazu alle Tage selektiert, bei denen die mittlere Windgeschwindigkeit am Schwabenzentrum im Zeitraum von 8 Uhr bis 18 Uhr kleiner oder gleich 1.0 m/s betragen hat.

Dieses Kriterium war im 1. Halbjahr 2018 an 37 Tagen erfüllt. Aus der **Abb. 4.7** ist ersichtlich, dass es dabei an 3 Tagen zu Überschreitungen des Tagesgrenzwertes gekommen ist. Es handelte sich dabei um ausgeprägte überregionale Stagnationswetterlagen mit Feinstaubalarm des Deutschen Wetterdienstes für Stuttgart, wovon auch die Stationen Stadtgarten und Bad Cannstatt betroffen waren. Bei letzterer ist ein Einfluss von S21 Bauarbeiten ganz sicher ausgeschlossen. Aus der Auswertung ist auch ersichtlich, dass am AKP keine ungewöhnlich großen Unterschiede zu den Referenzstationen BC und STG aufgetreten sind, sondern sich im mittleren Differenzbereich von acht bis zehn µg/m³ bewegen. Am NT treten jeweils die höchsten Konzentrationen auf. Eine eindeutige Zuordnung der Staubbelastung zu Bautätigkeiten ist in solchen Wettersituationen nicht möglich, AKP zeigt sich bei Schwachwindlagen nicht auffällig.

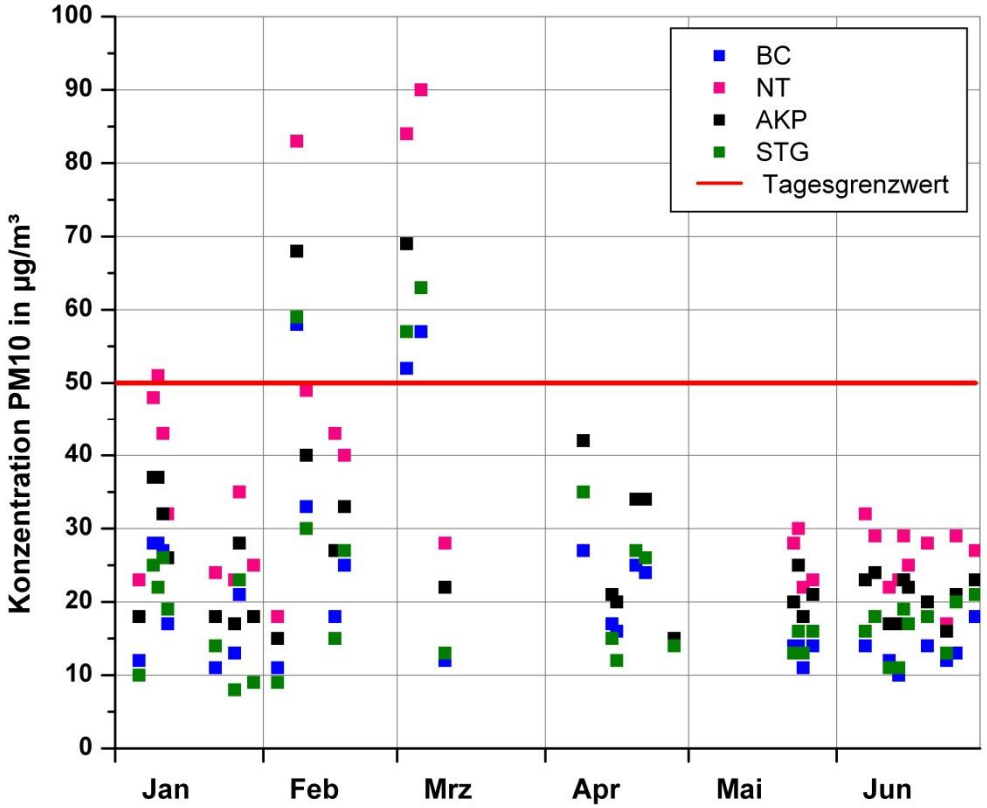

Abb. 4.7: PM10-Konzentrationen an Tagen mit mittlerer Windgeschwindigkeit <=1.0 m/s von 8 Uhr bis 18 Uhr (Schwachwindtage) gemessen am Schwabenzentrum

5 VERGLEICH DER FEINSTAUBBELASTUNG ÜBER MEHRERE JAHRE

Ein Vergleich der PM10- und PM2.5-Konzentrationen mit vorangegangenen Jahren ohne Bautätigkeiten durch S21 kann zur weiteren Einschätzung der Messergebnisse aus dem 1.Halbjahr 2018 dienen.

Wenn von der PM10-Konzentration der Anteil PM2.5 abgezogen wird, lässt sich der „gröbere“ Staubanteil getrennt untersuchen und gibt u.U. Hinweise auf lokale Emissionen. Ein vergleichbares Maß ist auch der Quotient PM2.5/PM10. Aus der Literatur ist bekannt, dass dieses Verhältnis bei Hintergrund- und Reinluftstationen (z.B. auf Berggipfeln) nahe bei 1.0 liegt, d. h. der Anteil gröberen Feinstaubs ist sehr gering. Für viele Stationen in Deutschland mit vorstädtischer, z.T. auch städtischer Lage beträgt der Quotient etwa 0.7. In diesen Bereichen ist also schon ein höherer Anteil gröberen Staubes vorhanden. An stark befahrenen Straßen, insbesondere mit hoher, geschlossener Randbebauung oder in Industriegebieten, kann der Quotient auf Werte von 0.5 oder darunter absinken.

Im Folgenden werden sowohl die Differenzen PM10 minus PM2.5 als auch die Quotienten PM2.5/PM10 für den Zeitraum 2008 bis Juni 2018 dargestellt. Vorangestellt werden die Zeitreihen der Tagesmittel PM10 und PM2.5 für den betrachteten Zeitraum. Für alle Zeitreihen wird zusätzlich eine Glättungskurve über 90 Tage (gleitendes Quartal) eingefügt.

5.1 Messstation Bad Cannstatt

Bei den getrennt abgebildeten Komponenten PM10 und PM2.5 ist seit 2008 kein signifikanter zeitlicher Trend zu erkennen, es überwiegen die jahreszeitlichen Änderungen der Konzentration mit höheren Werten im Winter und niedrigeren im Sommer, vgl. **Abb. 5.1**. Nach den höchsten Werten von PM10 und PM2.5 im Winter 2016/ 2017 wurden im Winter 2017/2018 und dem Frühjahr 2018 vergleichsweise niedrige Konzentrationen bei beiden Komponenten gemessen.

Die Auswertung des Quotienten PM2.5/PM10 (**Abb. 5.2**) deutet an dieser städtischen Hintergrundstation auf einen relativ geringen Anteil des gröberen Staubes hin. Das Verhältnis liegt im Mittel bei ca. 0,7 und entspricht damit den deutschlandweiten Werten für eine solche Stationslage. Die saisonalen Schwankungen, dargestellt durch die 90 Tage Kurve, bewegen sich zwischen 0.85 im Winter 2008/2009 und 0.55 im Sommer 2016. Im 1. Halbjahr 2018 ergaben sich Werte bis 0.75, also etwas über dem langjährigen Durchschnitt, d.h. mit geringerem Grobstaubanteil.

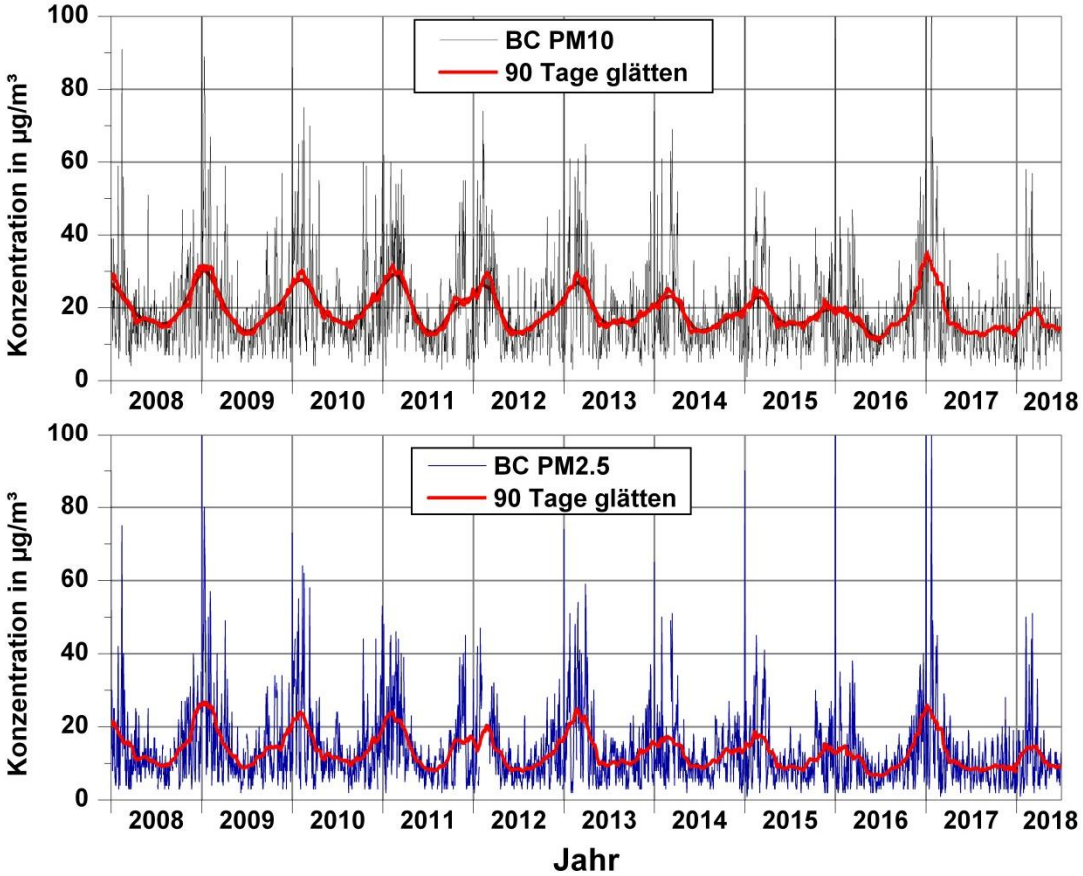

Abb. 5.1: Verlauf der Tagesmittelwerte der PM10- und PM2.5-Konzentration in Bad Cannstatt

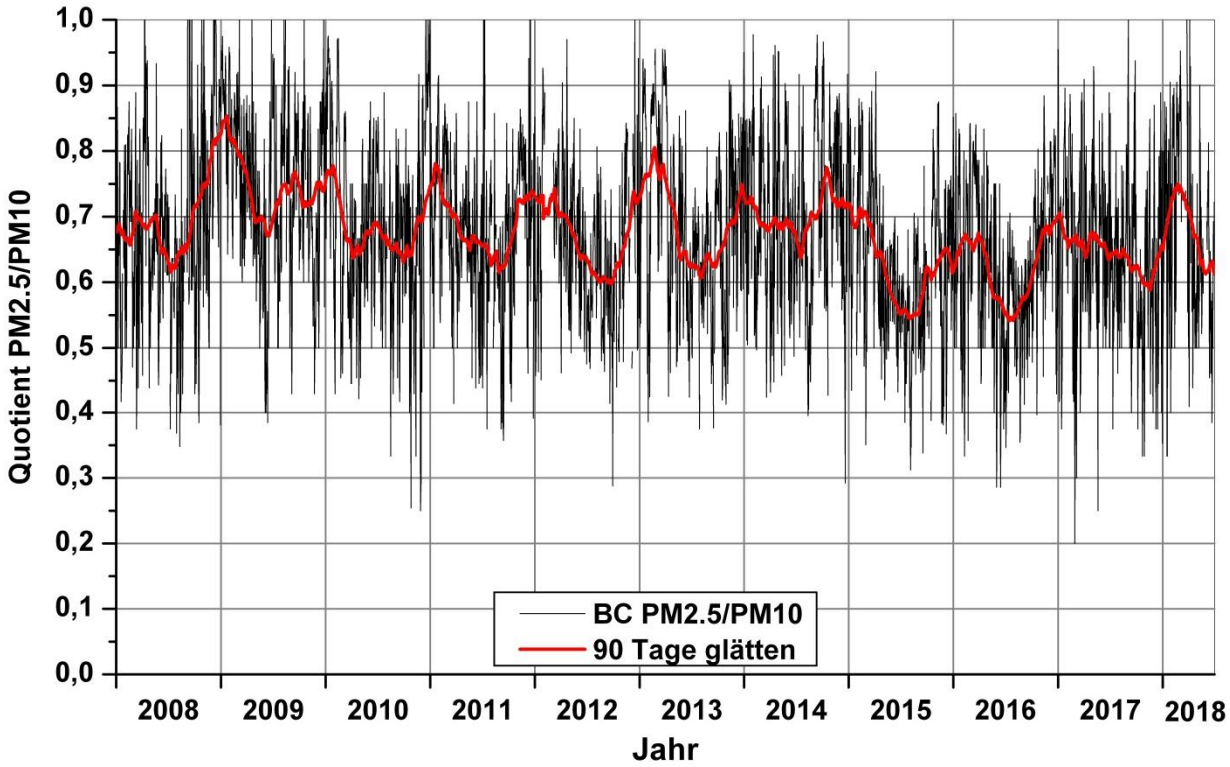

Abb. 5.2: Verlauf des Verhältnisses PM2.5 zu PM10 der Tagesmittelwerte in Bad Cannstatt

Die Differenz PM10 minus PM2.5 in der **Abb. 5.3** zeigt bei einem wenig ausgeprägten Jahresgang keine eindeutige Veränderung während des untersuchten Zeitraums. Der Anteil des gröberen Staubs liegt im Mittel bei 5.6 µg/m³, im Winter 2017/2018 mit 4 bis 6 µg/m³ eher im unterdurchschnittlichen Bereich verglichen mit den bisherigen Messwerten.

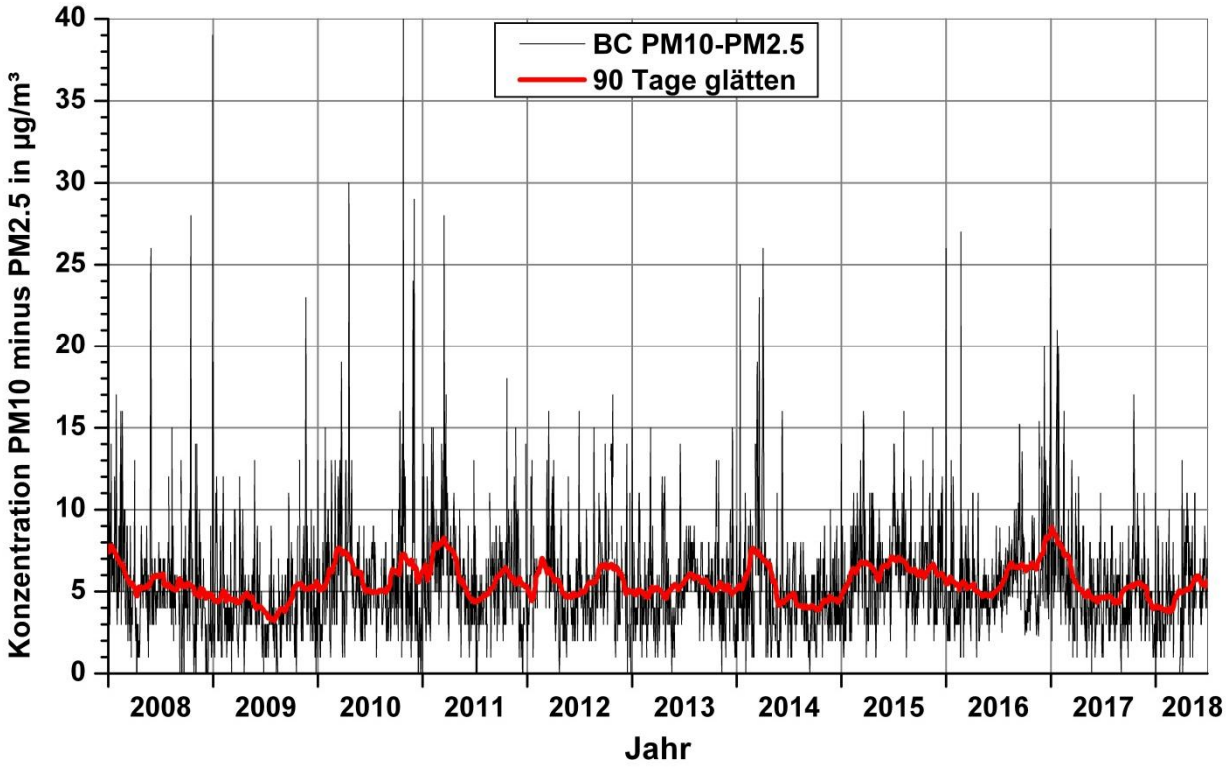

Abb. 5.3: Verlauf der Differenz PM10 minus PM2.5 der Tagesmittelwerte in Bad Cannstatt

5.2 Messstation Arnulf - Klett - Platz

Die Verlaufskurven in der **Abb. 5.4** zeigen weder für PM10 noch für PM2.5 eine eindeutige zeitliche Tendenz, außer der bekannten Tatsache, dass die PM10 Konzentration im Mittel um etwa 10 µg/m³ höher ist als in BC. Im ersten Halbjahr 2018 sind die bisher niedrigsten PM10 und PM2.5 Konzentrationen seit 2008 gemessen worden.

Der Verlauf des Quotienten PM2.5/PM10 zeigt neben dem weniger ausgeprägten Jahresgang mit flachen Maxima im Winter begrenzte Episoden höherer und niedrigerer Quotienten, vgl. **Abb. 5.5**. Auffallend ist aber ein seit 2009 abnehmender Trend, mit Werten von 0.7 in 2009 bis zu Werten unter 0.5 im Winter 2013/2014**.** Dieser Trend hat sich aber seitdem nicht fortgesetzt, sondern es

erfolgte ein Wiederanstieg auf Werte von 0.5 bis 0.6 im 90 Tage Mittel, so auch im 1.Halbjahr 2018. Für eine innerstädtische Station sind diese Werte durchaus typisch. Allerdings wird diese Aussage durch größere Lücken in den PM2.5-Messwerten in der Zeitreihe 2018 eingeschränkt.

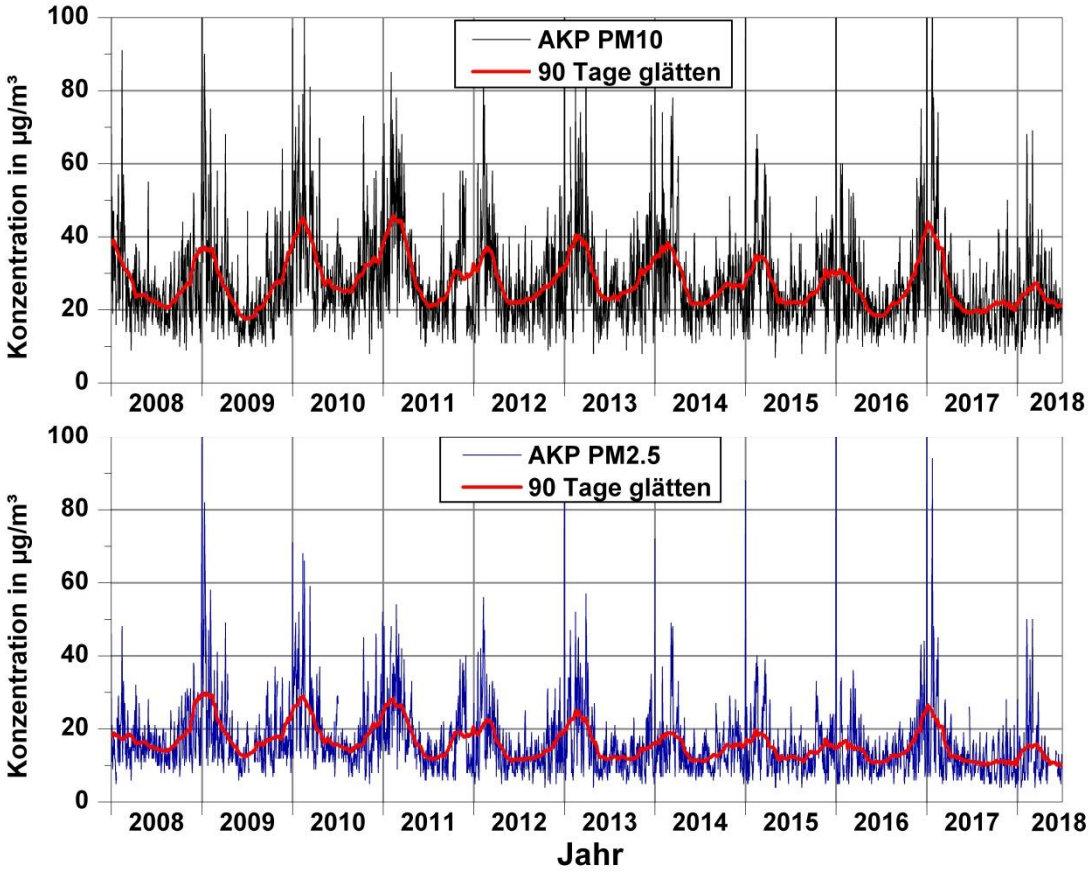

Abb. 5.4: Verlauf der Tagesmittelwerte der PM10- und PM2.5-Konzentration am Arnulf - Klett - Platz

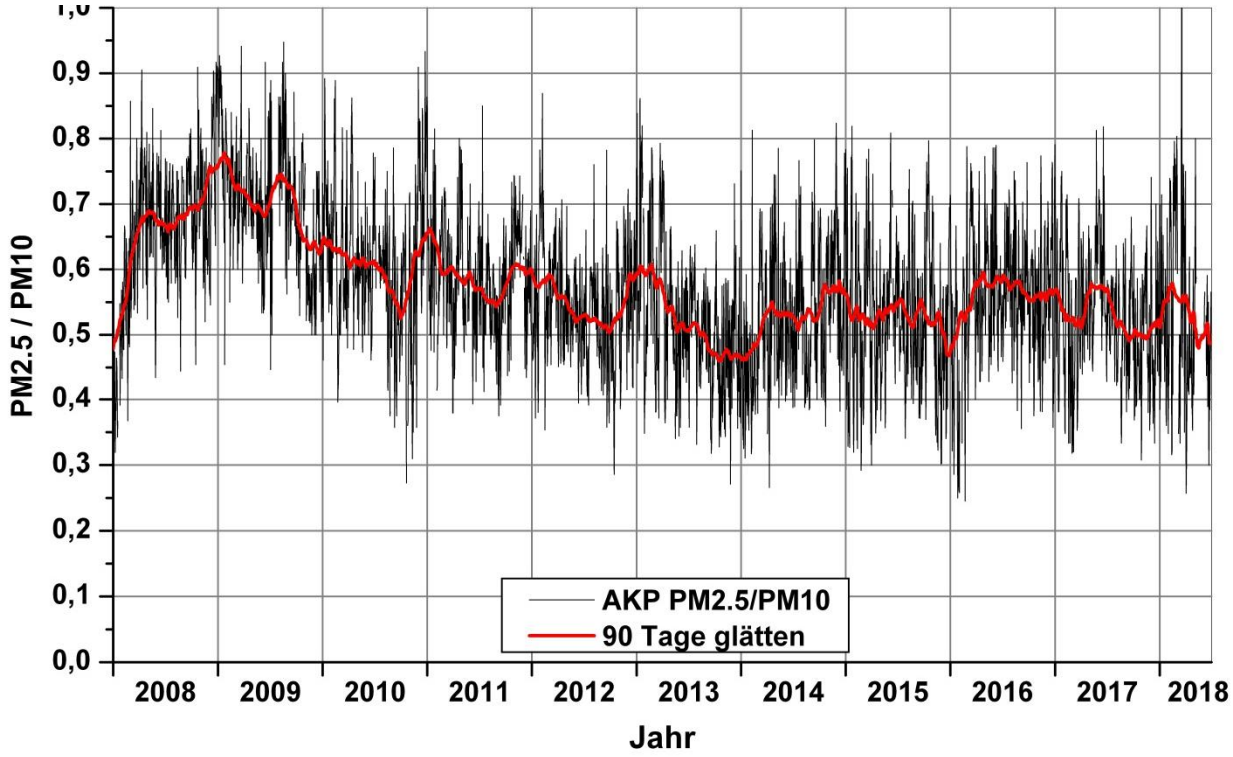

Abb. 5.5: Verlauf des Verhältnisses PM2.5 zu PM10 der Tagesmittelwerte am Arnulf - Klett - Platz

Die in der **Abb. 5.6** dargestellte Differenz PM10 minus PM2.5 ergab eine zunehmende Tendenz zum gröberen Staubanteil mit besonders hohen Werten von fast 20 µg/m³ im Winter 2013/2014. In beiden Folgejahren sind nicht mehr so hohe Werte aufgetreten. Im Winter 2017/2018 und dem folgenden Frühjahr wurden im Mittel noch 10 µg/m³ gemessen, was die niedrigsten Werte seit 2010 sind. Auch diese Auswertung lässt derzeit keinen Einfluss durch eine erhöhte Emissionen aus dem Baubetrieb erkennen.

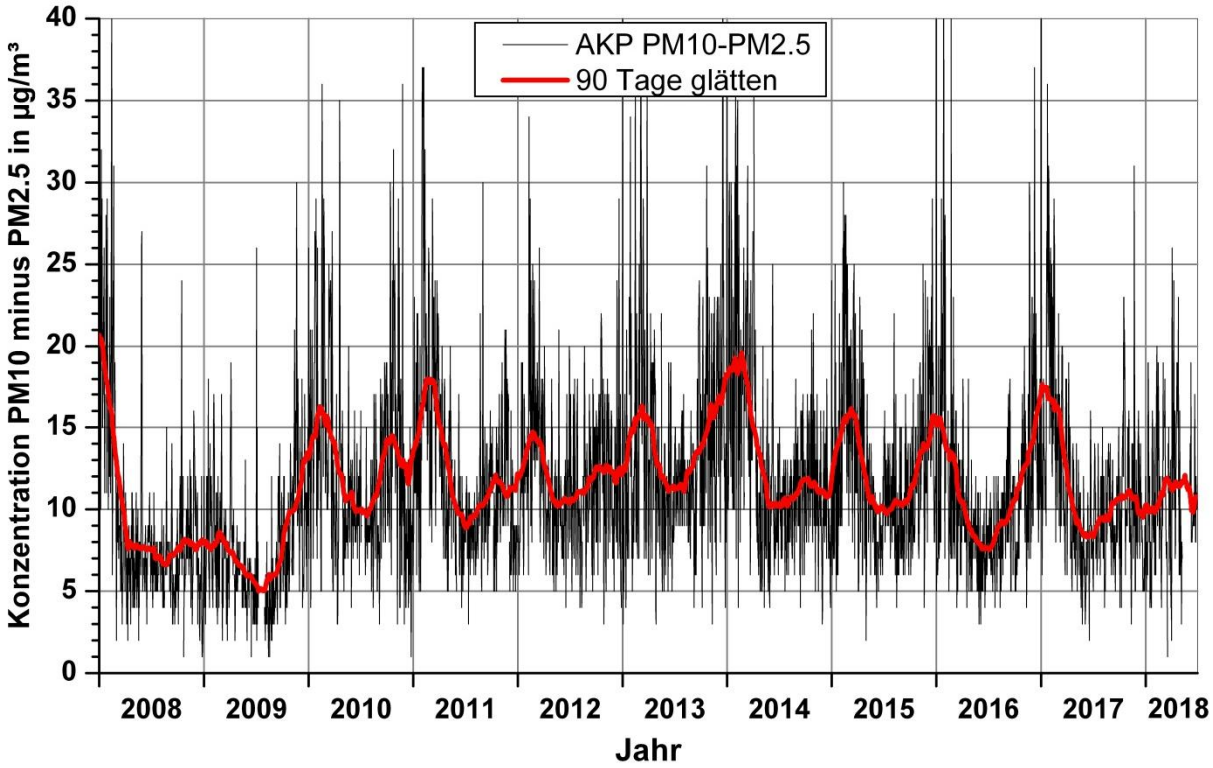

Abb. 5.6: Verlauf der Differenz PM10 minus PM2.5 der Tagesmittelwerte am Arnulf - Klett - Platz

5.3 Messstation Am Neckartor

Am Neckartor werden die höchsten PM10 Konzentrationen aller vier Stuttgarter Stationen gemessen. Im Mittel liegen sie ca. 20 µg/m³ über den Werten in BC und ca. 10 µg/m³ über den Werten am AKP. Der zeitliche Verlauf in der **Abb. 5.7** zeigt hohe Konzentrationen im Winter und geringere im Sommer. Eine eindeutige Tendenz über die zehn Jahre seit 2008 ist nicht nachweisbar. Im Winter 2016/2017 wurden die höchsten Quartalswerte seit 2010 gemessen. Die anschließenden Sommerwerte lagen dann wieder im üblichen Bereich. Im 1.Halbjehr 2018 kann aufgrund der Datenlücken keine verlässliche Tendenz angegeben werden.

Der Quotient PM2.5/PM10 ist an dieser Messstation im Vergleich zu den Messstationen AKP und BC im Mittel am geringsten, d. h. hier wird der höchste Anteil von gröberem Staub in der PM10 Fraktion gemessen, vgl. **Abb. 5.8.** Seit 2010 ist auch hier eine Abnahme des Quotienten zu erkennen, der zu einem Minimum von nur noch 0.4 im Winter 2013/2014 geführt hatte. Seitdem bewegen sich die Quotienten zwischen 0.4 und 0.5. Auch im 1.Halbjahr 2018 liegen die Werte in diesem Bereich, soweit vorhanden.

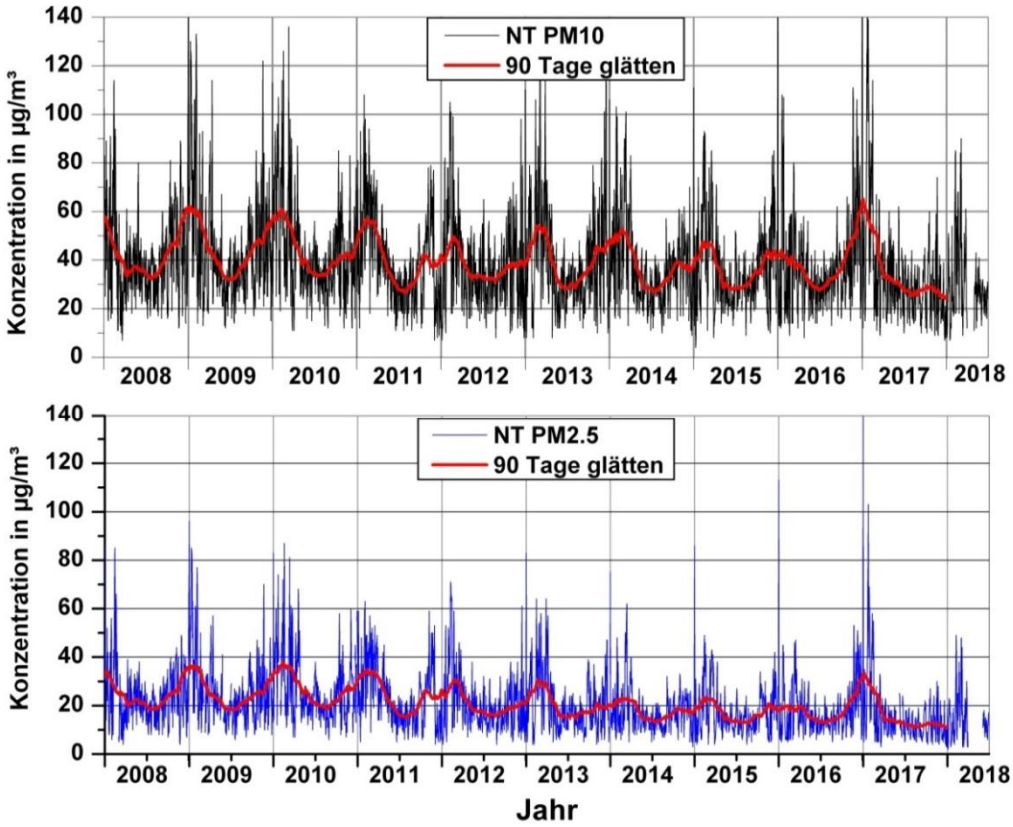

Abb. 5.7: Verlauf der Tagesmittelwerte der PM10- und PM2.5-Konzentration am Neckartor Glättungsfunktion wegen der Datenlücken 2018 nicht anwendbar

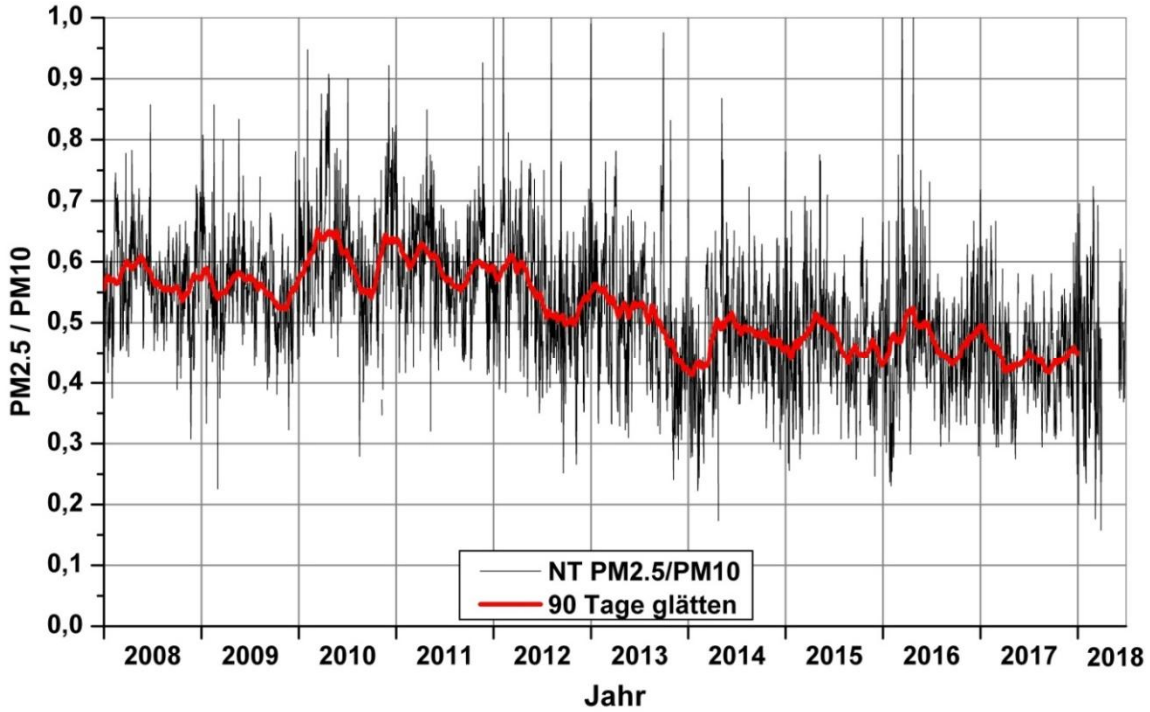

Abb. 5.8: Verlauf des Verhältnisses PM2.5 zu PM10 der Tagesmittelwerte Am Neckartor. Glättungsfunktion wegen der Datenlücken 2018 nicht anwendbar.

Auch die Differenz PM10 minus PM2.5 war im Winter 2016/2017 mit über 30 µg/m³ höher als in allen Jahren seit 2008, wie die **Abb. 5.9** zeigt. Im Winter 2017/2018 wurden deutlich niedrigere Werte gemessen, die auf etwa 20 µg/m³ geschätzt werden können.

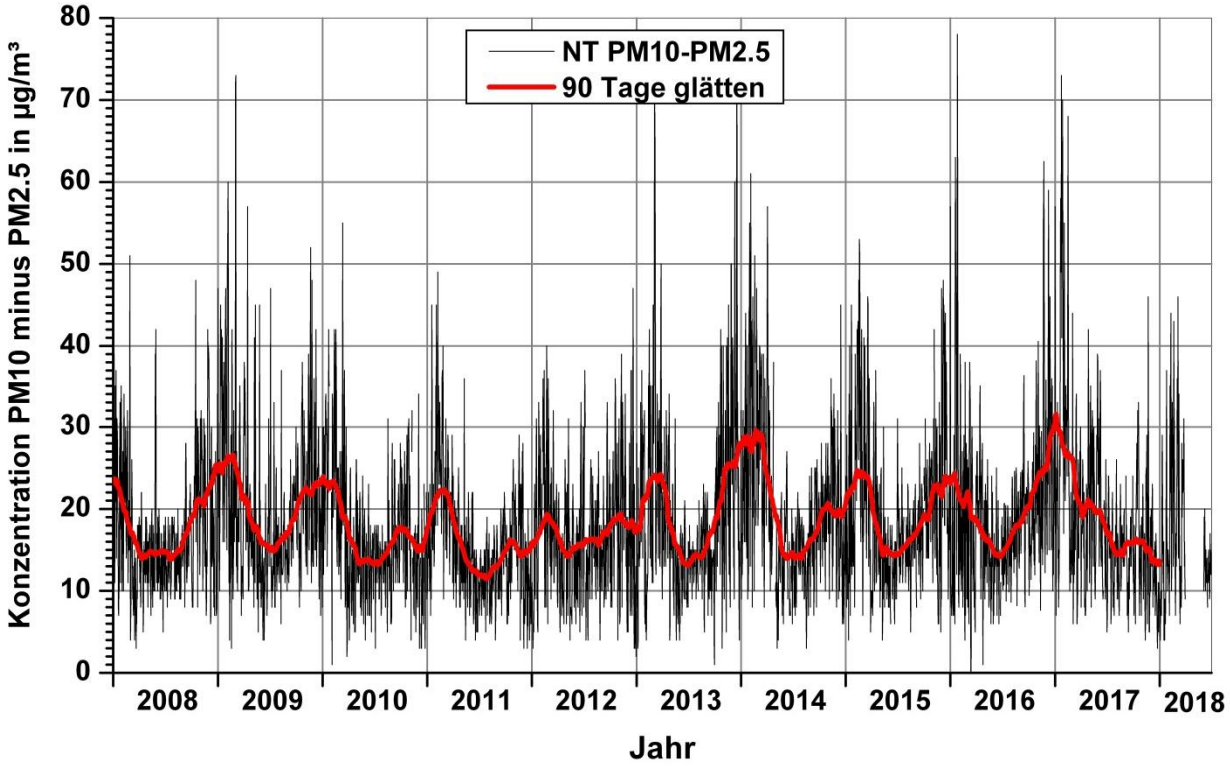

Abb. 5.9: Verlauf der Differenz PM10 minus PM2.5 der Tagesmittelwerte Am Neckartor. Glättungsfunktion wegen der Datenlücken 2018 nicht anwendbar.

Zusammenfassend bestätigen die im 1.Halbjahr 2018 gemessenen Staubkonzentrationen sowohl bei PM10 als auch bei PM2.5 an allen drei Stationen, dass eine übermäßige Verschlechterung der Luftqualität in Stuttgart seit 2008 durch die Baumaßnahmen, wie zu Anfang befürchtet, aus den vorliegenden Daten nicht zu belegen ist.

6 LITERATUR

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes - Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) Vom 2. August 2010. S. 1065-1104. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2010 Teil I Nr. 40, ausgegeben zu Bonn am 5. August 2010.

Bauberichte (2018): Bauberichte 1.HJ 2018, diverse Daten und Autoren. E-Mails an den Immissionsschutzbeauftragten.

Lohmeyer (2018): Prüfbericht Staubschutz Stuttgart 21 Planfeststellungsabschnitt 1.1, Bericht Kalenderjahr 2017. Bericht Nr.: 69005-15-10

LUBW (2017): Beiträge von Streusalz und natürlichen Quellen zu den Partikel PM10-Immissionen in Baden-Württemberg. LUBW Bericht 33-05.2017

LUBW (2018):Daten und Kartendienst der LUBW. http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/ Datenstand 27.08.2018

Stadt Stuttgart (2015): Stadtklima-Stuttgart.de/windfeld/windfeldrelief.htm

TA Luft (2002): 1. Allg. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft). GMBl. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605.