Arbeitsgemeinschaft „Immissionsschutzbeauftragter S21 & WeU"

Prüfbericht Staubschutz

Stuttgart 21
Planfeststellungsabschnitt 1.1

Bericht 1. Halbjahr 2015
Messdatenauswertung vom
01.01. bis 30.06.2015

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

Lohmeyer

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

Bericht Nr.: 69005-15-10
Datum: 25.01.2016

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

Sachbearbeiter:
Dr.-Ing. Wolfgang Bächlin

Qualitätskontrolle:
Dr.-Ing. Achim Lohmeyer

Umfang des Dokumentes:
28 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRUCKEN 1

1 ZUSAMMENFASSUNG 4

2 AUFGABENSTELLUNG 5

3 MESSDATENAUSWERTUNG JANUAR BIS JUNI 2015 6

3.1 Datengrundlagen 6

3.2 Vorgehensweise 7

4 FEINSTAUBBELASTUNG AN DEN MESSSTATIONEN 8

4.1 Erstes Halbjahr 2015 8

4.2 Selektion besonders auffälliger Tage 13

4.2.1 Messwerte Arnulf-Klett-Platz 13

4.2.2 Messwerte Neckartor 16

4.3 Schwachwindtage 19

5 VERGLEICH DER FEINSTAUBBELASTUNG ÜBER MEHRERE JAHRE 20

5.1 Bad Cannstatt 20

5.2 Arnulf-Klett-Platz 23

5.3 Neckartor 25

6 LITERATUR 28

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 Straßen (Kfz-Emission) 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 µg 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 Immission, 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 Größen wie Windrichtung und Windgeschwindigkeit usw. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen „Jahresmittelwert“ und „Kurzzeitwerte“ charakterisieren 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.

Grenzwerte

Immissionsgrenzwerte sind vom Gesetzgeber 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.

Die 39. BImSchV fordert neben der Einhaltung des Jahresmittelwertes für PM10 auch die Begrenzung von Kurzzeitwerten in Form des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration.

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.

Dieser Wert wurde 2010 als Zielwert eingeführt und gilt ab 01.01.2015 als gesetzlicher Grenzwert:

Primäre Aerosole

Primäre Aerosole-Partikel werden als Teilchen direkt in die Umwelt emittiert und sind überwiegend größer als 2.5µm. Sie entstehen durch die mechanische Bearbeitung von Feststoffen (Zerkleinern, Bearbeiten von Oberflächen, Abrieb, etc.) z. B. bei der Ernte, bei Bautätigkeiten, durch physikalische Einflüsse wie Erosion durch Wind und Wetter, oder durch Aufwirbelung von bereits sedimentierten Partikeln auf Oberflächen. 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 Verbrennung 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, Heizungsanlagen und den Abgasen von Kraftfahrzeugen und Baumaschinen.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Zur Beurteilung der Immissionssituation durch Feinstaub PM10 im Bereich der Baustellen 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 Referenzstation dient die Messstation Bad-Cannstatt (BC). Von der Messstation Schwabenzentrum (SZ) werden die meteorologischen Daten verwendet.

Der amtliche Grenzwert für PM10 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. Zusätzlich wurden in diesen Bericht Messergebnisse für die Feinstaubfraktion PM2.5 aufgenommen, welche ab 2015 mit einem Grenzwert von 25 µg/m³ für das Jahresmittel zu beurteilen sind.

Im 1. Halbjahr 2015 erfolgten am AKP 16 Überschreitungen des Tageswertes PM10, am NT wurde mit 42 Überschreitungstagen der Grenzwert bereits nicht eingehalten, an der Messstation in BC waren es dagegen im 1. Halbjahr 2015 nur 3 Tage.

Durch Berechnung der Differenz PM10-PM2.5 kann der „gröbere“ Feinstaubanteil separat beurteilt werden, welcher eher Anteilen aus Abrieb und Aufwirbelung beim Verkehr und Baustellenaktivitäten zugeschrieben werden kann. Am AKP wurden Konzentrationsspitzen bis zu 30 µg/m³, am NT über 50 µg/m³, in BC dagegen maximal 15 µg/m³ dieses Feinstaubanteils gemessen. Auch zeigte sich am AKP und NT ein auffälliger Wochengang, mit geringen Werten am Sonntag und deutlich höheren an den Werktagen.

Die Selektion besonders auffälliger Tage erfolgte mit der statistischen Methode der Korrelation von Messwerten an den Stationen AKP und NT im Vergleich zu BC. Dabei wurden im Berichtszeitraum am AKP 7 und am NT 8 Tage mit Auffälligkeiten(unerwartet hohen Werten) ermittelt. Diese Tage wurden zunächst anhand der meteorologischen Situation untersucht, dann wurden für diese Tage Informationen zur Art und Umfang der Bautätigkeiten eingeholt.

Die Auswertungen mit dieser Methode ergaben, dass im 1. Halbjahr 2015 am AKP an zwei Tagen die erhöhten Staubmesswerte den Bauaktivitäten von S21 zugeordnet werden können. Für die Messstelle NT ergaben sich 3 – 4 Tage, für die direkte Zusammenhänge zwischen Baustellenaktivitäten und erhöhten Messwerten abgeleitet wurden. Eine Identifizierung von einzelnen Bautätigkeiten, welche konkrete weiter verbesserte Staubschutzmaßnahmen initiieren könnten, ergab sich daraus jedoch nicht.

Ergänzend wurden neben den Messwerten für das 1. Halbjahr 2015 auch die Messwerte der Jahre 2008 bis 2015 betrachtet. Am AKP und am NT ist ein Trend zu einer Zunahme der „gröberen“ Fraktionen im PM10 erkennbar, der auf Bauaktivitäten und Beiträge aus Abrieb und Aufwirbelung aus dem Verkehr Hinweise liefert. Eine Quantifizierung der Beiträge aus den Bauaktivitäten war aus den für die Auswertung vorliegenden Daten aber nicht möglich.

2 AUFGABENSTELLUNG

Laut Planfeststellungsbeschluss 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.

Der Punkt a) ist erledigt. Es 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, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), welche die Staubmessungen durchführt, ist eine solche Messstelle.

Vorliegend wird bezüglich Punkt b) die Auswertung der Messungen vorgelegt. Dazu erfolgte die Beschaffung der Messergebnisse für Feinstaub von der LUBW und meteorologischer Parameter von der Stadt Stuttgart. Die Aufbereitung, Bewertung und Interpretation der Messergebnisse und ihre Darstellung erfolgt im vorliegenden Bericht für das erste Halbjahr 2015.

3 MESSDATENAUSWERTUNG JANUAR BIS JUNI 2015

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)

SZ: Schwabenzentrum (Stadt Stuttgart)

(LUBW: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz 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 Staubimmissionen (Feinstaub 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 Neckartor (NT): Verkehrsstation, ganz überwiegend durch Verkehrseinflüsse geprägt
- Schwabenzentrum (SZ): städtische Station, mit meteorologischen Messungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Niederschlag

Die obige Standortklassifikation der einzelnen Stationen entspricht den Vorgaben der 39. BImSchV.

Die Stationen der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) erfassen die PM10 und PM2.5 Konzentrationen als Tagesmittelwert (Kalendertag) mit einem sog. gravimetrischen Verfahren (Staubabscheidung auf Filtern).

Die meteorologischen Komponenten werden beim Schwabenzentrum als Halbstundenmittel gemessen.

3.2 Vorgehensweise

Die Messdaten der Station Arnulf-Klett-Platz (AKP) und Neckartor (NT) sind die Grundlage zur Erkennung eines möglichen Einflusses der Bauarbeiten bezüglich Feinstaub auf die Immissionssituation im weiteren Bereich des Hauptbahnhofes Stuttgart.

Bei der Station Neckartor (NT) kommt erschwerend für die Interpretation hinzu, dass wegen des starken Verkehrseinflusses mit täglich schwankender Emission (Werktage zu Samstag und Sonntag) auch die Feinstaubkonzentrationen vom Verkehr dominiert werden und deshalb über einen weiten Bereich variieren. Die Station gibt nicht den unbeeinflussten städtischen Hintergrund wieder. Allerdings ist es durch die Ausweitung der Bauarbeiten möglich, dass die Station ebenfalls in den Einflussbereich von Baustaubimmissionen gerät. Deshalb werden die Messergebnisse auch daraufhin untersucht.

Die Station Stuttgart Bad-Cannstatt (BC) wird als vom Baubetrieb weitestgehend unbeeinflusste Referenzstation 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 gut 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. Die Ergebnisse dieses Windfeldmodells werden als zusätzliche Information der Ausbreitungsverhältnisse für Tage mit dem Verdacht auf S21 bedingte Immissionseinflüsse im Bereich der Baumaßnahmen verwendet.

4 FEINSTAUBBELASTUNG AN DEN MESSSTATIONEN

4.1 Erstes Halbjahr 2015

Um einen allgemeinen Überblick über die PM10- und PM2.5-Konzentrationen für den Berichtszeitraum Januar bis Juni 2015 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 nach Jahresende 2015 möglich.

Station	Mittelwert PM10 in µg/m³	PM10 Tage >50 µg/m³ Anzahl	Mittelwert PM2.5 in µg/m³
Bad Cannstatt (BC)	20	3	14
Arnulf-Klett- Platz (AKP)	29	16	16
Neckartor (NT)	38	42	19
Grenzwerte	**40**	**35**	**25**

Tab. 4.1: Mittelwerte der PM10- und der PM2.5-Konzentrationen sowie Anzahl von Tagesmitteln der PM10-Konzentrationen >50 µg/m³ im 1. Halbjahr 2014

Überschreitungen des Tagesgrenzwertes von 50 µg/m³ traten an allen Stationen auf. Nach der 39. BImSchV sind 35 Überschreitungen des Tagesmittels von 50 µg/m³ im Kalenderjahr zulässig. Diese Anzahl wurde an der Station NT bereits bis Ende Juni 2015 deutlich überschritten

Der zeitliche Verlauf der Tagesmittel von PM10 und PM2.5 wird in der **Abb. 4.1** für AKP, in der **Abb. 4.2** für NT und in der **Abb. 4.3** für BC grafisch dargestellt.

Die Immissionssituation bezüglich der Staubbelastung war durch Episoden mit höheren Werten im Februar und im März, in geringem Umfang auch noch im April gekennzeichnet. Im Februar wurde am AKP der Tagesgrenzwert an 9 Tagen, im März an 7 Tagen überschritten, am NT waren es im Februar 17 Tage und im März 16 Tage. Diese Episoden zeigen sich auch an der Referenzstation BC, allerdings mit nur 3 Überschreitungstagen.

Auffällig sind für beide Episoden die erhöhten PM2.5 Konzentrationen, welche in BC fast die gesamte PM10 Fraktion ausmachen. Bemerkenswert ist, dass an allen drei Stationen durchaus vergleichbare PM2.5 Konzentrationen aufgetreten sind, sowohl bei den Mittelwerten (vgl. **Tab. 4.1**) als auch den Maximalwerten zwischen 40 µg/m³ am AKP, 45 µg/m³ in BC und bis 49 µg/m³ am NT. Offensichtlich hat es sich um eine großräumige regionale Situation mit Feinstaub PM2.5 gehandelt. Die im Staubanteil PM10 - PM2.5 aufgetretenen großen Unterschiede gegenüber BC sind damit eindeutig durch lokale Emissionen am AKP und am NT verursacht worden.

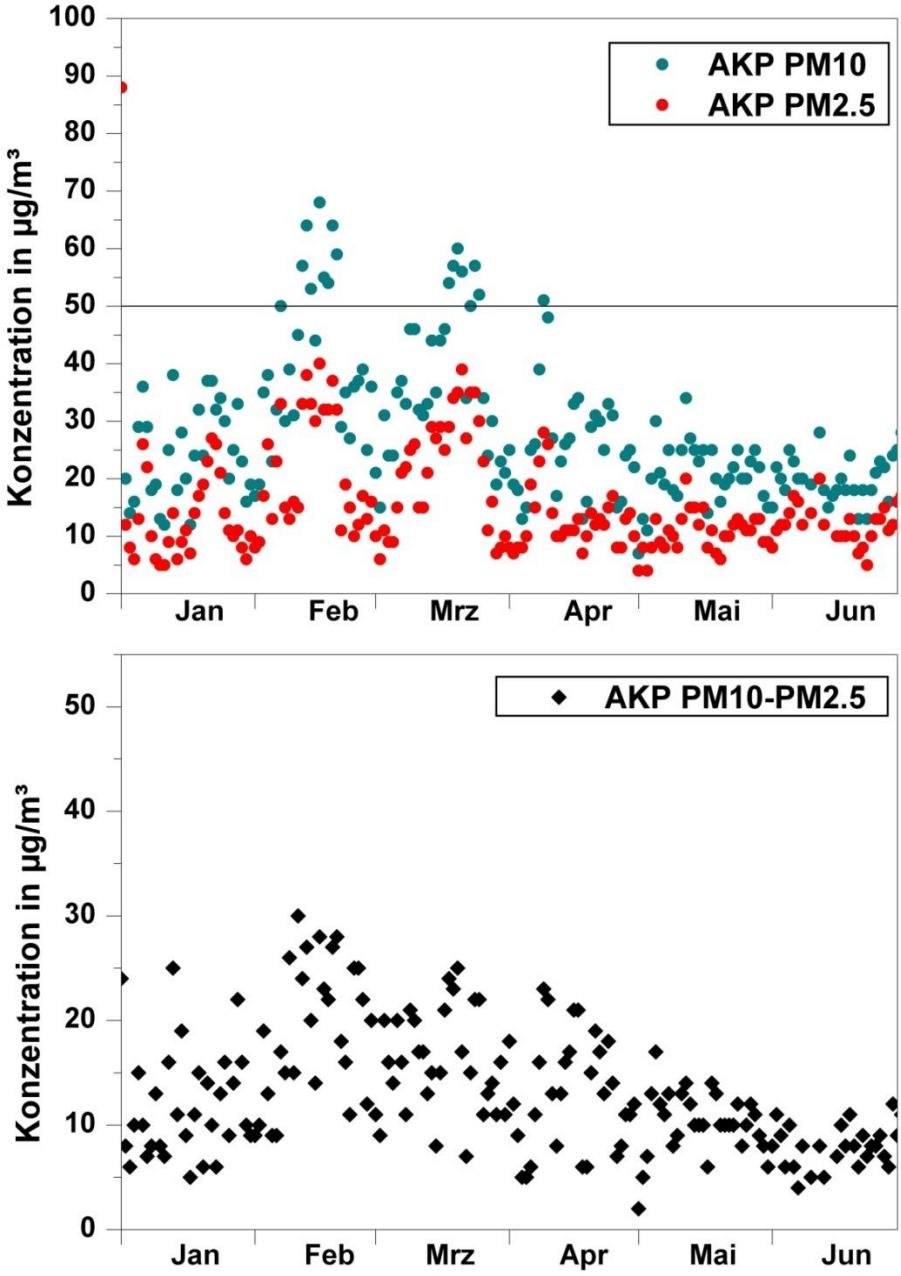

Abb. 4.1: Oben: Tagesmittel der PM10- und PM2.5-Konzentrationen vom 01.01.2015 bis 30.06.2015 am Arnulf-Klett-Platz. Schwarze horizontale Linie: Grenzwert für das Tagesmittel PM10. Unten: Differenz PM10 minus PM2.5

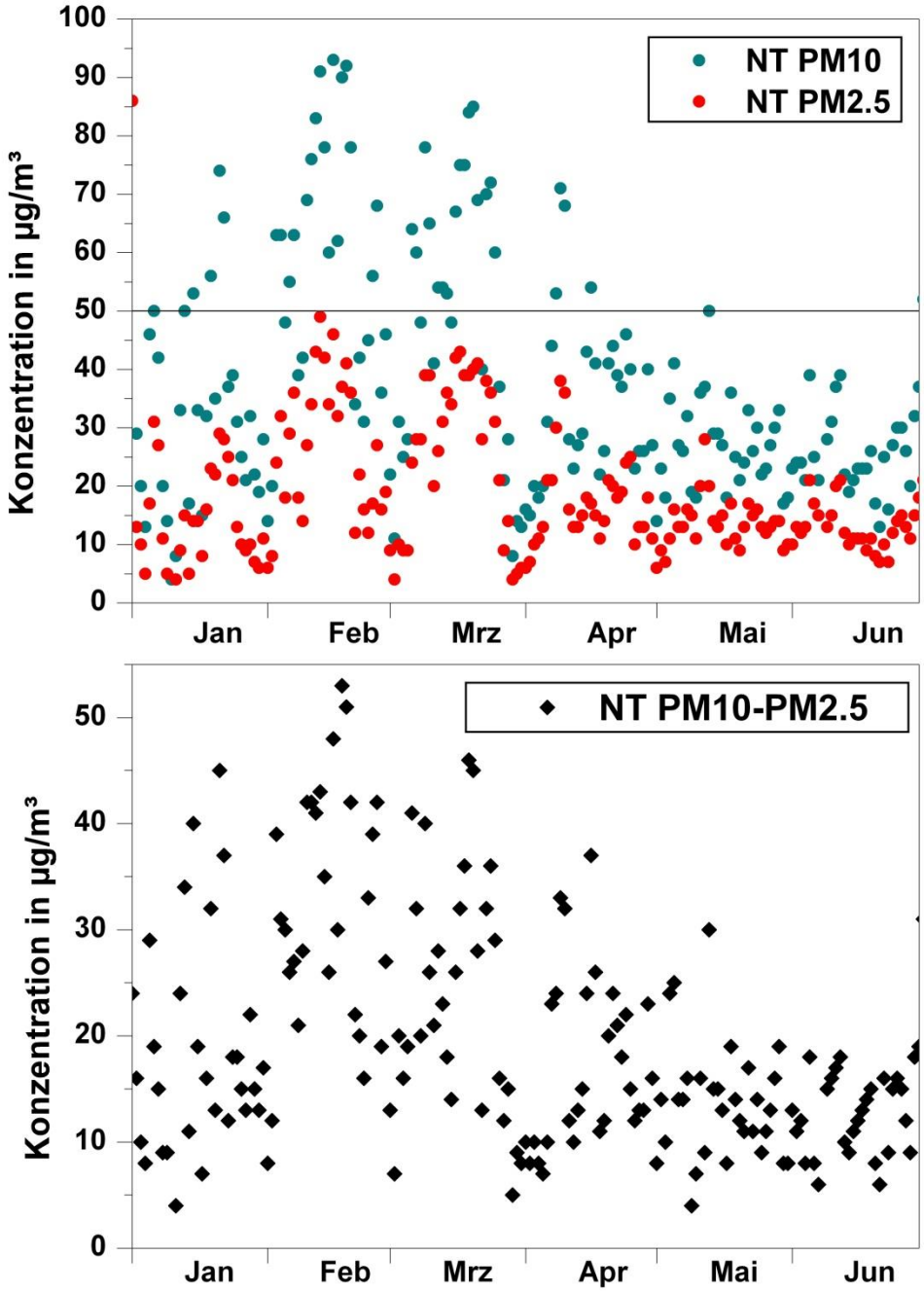

Abb. 4.2: Oben: Tagesmittel der PM10- und PM2.5-Konzentration vom 01.01.2015 bis 30.06.2015 am Neckartor. Schwarze horizontale Linie: Grenzwert für das Tagesmittel PM10.Unten: Differenz PM10 minus PM2.5

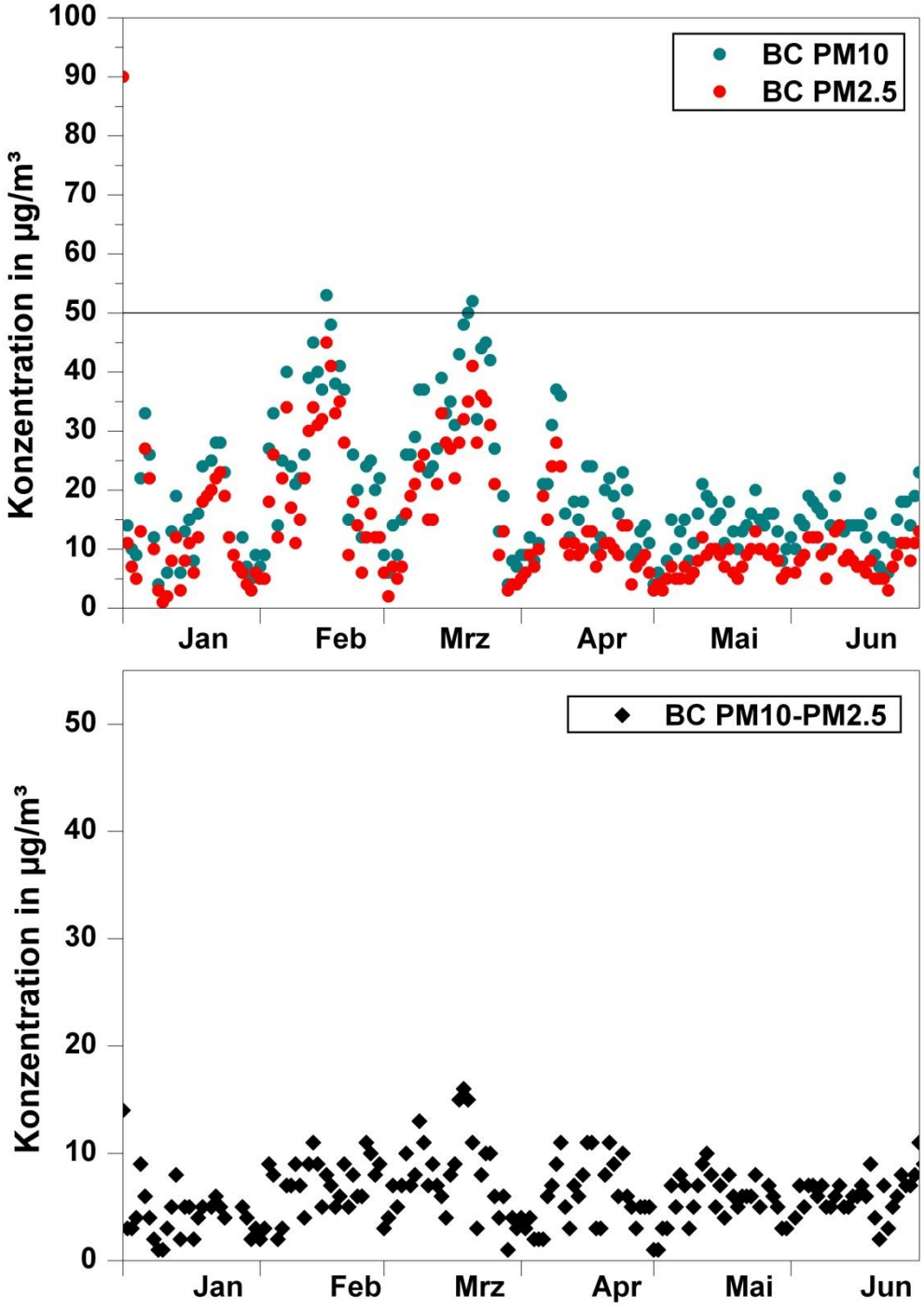

Abb. 4.3 Oben: Tagesmittel der PM10- und PM2.5-Konzentration vom 01.01.2015 bis 30.06.2015 in Bad Cannstatt. Schwarze horizontale Linie: Grenzwert für das Tagesmittel PM10. Unten: Differenz PM10 minus PM2.5

Die Feinstaubfraktion PM2.5 besteht im Wesentlichen aus sekundären Aerosolen, welche regional gebildet werden und damit weniger durch lokale Emissionen beeinflusst werden. Der Anteil Partikel größer PM2.5 von der gesamten PM10-Fraktion besteht dagegen vorwiegend aus primären Partikeln, welche durch lokale Emissionen verursacht sind, z.B. durch Bautätigkeiten, Aufwirbelung von Straßenstaub, Verwehungen von Erdhalden sowie von 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 **4.3**. ist dieser Anteil ebenfalls dargestellt. Es wurden am AKP bis 30 µg/m³, am NT über 50 µg/m³, in BC dagegen nur maximal 15 µg/m³ des gröberen Staubes gemessen.

Eine gesonderte Auswertung des Anteils PM10 minus PM2.5 in der **Abb. 4.4** für die Monate Februar und März bezogen auf die Wochentage zeigt eine auffällig regelmäßige Absenkung dieser Fraktion an jedem Sonntag für die Stationen AKP und NT, welche in dieser Form in BC fehlen. Die beiden Ausnahmen an den Montagen im Februar und März sind wetterbedingt durch stürmische Winde und Niederschläge. Der Einfluss lokaler Staubemissionen an den Arbeitstagen ist deutlich erkennbar.

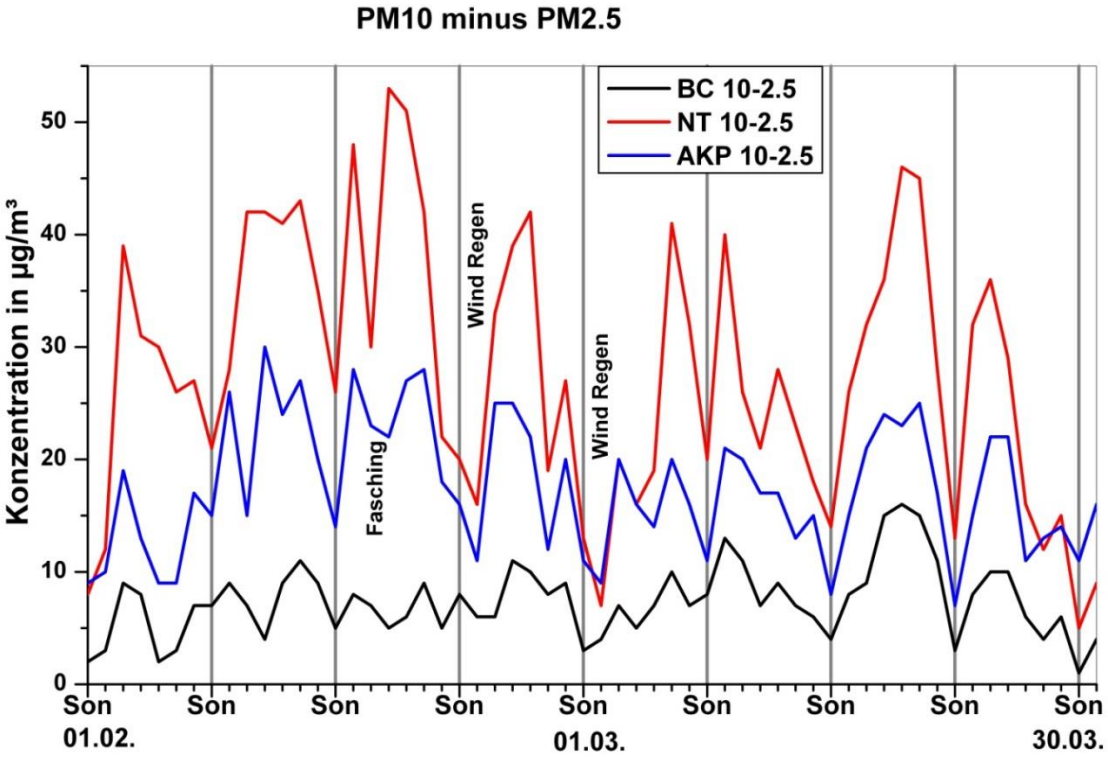

Abb. 4.4:Tagesmittel des gröberen Feinstaubes PM10 minus PM2.5 im Februar und März 2015

4.2 Selektion besonders auffälliger Tage

Die Selektion von möglicherweise durch Baustellen beeinflussten Tagen mit PM10-Belastungen über dem Tagesgrenzwert von 50 µg/m³ für PM10 am AKP und am NT erfolgt, wie in den zurückliegenden Auswertungen, anhand der Methode einer Korrelation der Tagesmittel zwischen der Basisstation BC sowie den Stationen AKP und NT. Tage mit Messwerten, die um mehr als die doppelte Standardabweichung von der der Regressionsgeraden abweichen, werden als solche identifiziert und gesondert betrachtet, vgl. **Abb. 4.5** und **Abb**. **4.6**. Auch unterhalb der Schwelle von 50 µg/m³ zeigten mehrere Tage auffällige Differenzen zur Referenzstation BC, weshalb das Auswahlkriterium auch für diesen Bereich angewendet wurde.

Im 1. Halbjahr 2015 wurden nach dieser Methode am AKP 7 Tage und am NT jeweils 8 Tage ermittelt und anhand der meteorologischen Daten auf Plausibilität untersucht. Wenn an solchen Tagen der Wind während der täglichen Hauptarbeitszeit durchgängig nicht von den Baustellen in Richtung der Messstation wehte, dann können die Bauarbeiten nicht für Grenzwertüberschreitungen oder stark erhöhte PM10 Konzentrationen verantwortlich sein.

4.2.1 Messwerte Arnulf-Klett-Platz

Von den insgesamt 7 Tagen am AKP in der **Tab. 4.2** können deshalb drei Tage nicht in die weitere Untersuchung eingehen. Am 13.01., am 28.01. und auch am 24.02. waren die Ausbreitungsverhältnisse jeweils durch einen starken südwestlichen Wind (teils Windgeschwindigkeiten bis 5.0 m/s) gekennzeichnet. An diesen Tagen ist daher eine Beeinflussung der PM10 Messungen am AKP durch S21 Bautätigkeit sicher auszuschließen (daher in **Tab. 4.2** grau), auch im Hinblick auf die relativ geringen PM10 Konzentrationen. Am 24.02. waren unterschiedliche Windrichtungen vorhanden, deshalb kann ein Einfluss auf die PM10 Konzentration im Tagesmittel nicht gesichert zugeordnet werden.

Die anderen vier Tage waren durch überwiegend schwache östliche bis südliche, nördliche bis nordöstliche und südliche bis nordwestliche Winde gekennzeichnet, z.T. im Tagesverlauf auch mit stark wechselnden Windrichtungen, sog. „umlaufende Winde“, verursacht durch die geringen Geschwindigkeiten.

Der sehr geringe Niederschlag am 13.02. dauerte nur bis 9 Uhr, der weitere Tagesverlauf war durch nordöstliche bis nördliche Winde gekennzeichnet, also eine Baustellenbeeinflussung nicht auszuschließen. Auch am 20.02. trat der stärkere Südwestwind erst gegen Abend auf, sodass tagsüber auch ein Einfluss durchaus möglich war.

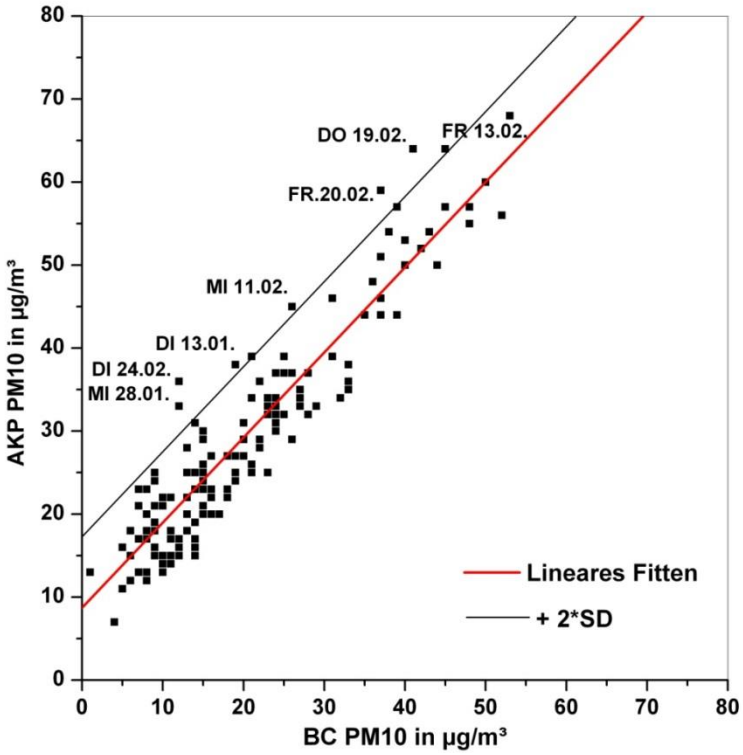

Abb. 4.5: Korrelation der PM10-Tagesmittel BC zu AKP vom 01.01. bis 30.06.2015

Datum Wochentag	Windgeschw. in m/s	Windrichtungen
13.01. Dienstag	2.0 - 5.0	SW andauernd Kein Niederschlag
28.01. Mittwoch	2.6 – 4.9	SW andauernd 0.1 mm Niederschlag
11.02. Mittwoch	0.8 - 2.1	E bis S stündlich stark schwankend Kein Niederschlag
13.02. Freitag	0.7 – 1.9	8 bis 10 Uhr SW dann drehend auf N bis NE 8 bis 9 Uhr; 0.4mm Niederschlag
19.02. Donnerstag	0.8 – 2.2	S bis NW stark schwankend Kein Niederschlag
20.02. Freitag	0.7 – 4.0	8 bis 10 Uhr NE dann SW Kein Niederschlag
24.02. Dienstag	1.6 – 3.8	S bis SW vorwiegend Kein Niederschlag

Tab. 4.2: Windgeschwindigkeiten und –richtungen sowie Niederschlag am Schwabenzentrum (SZ) jeweils zwischen 8 Uhr und 18 Uhr, Abkürzungen für die Windrichtungen: N Norden, E Osten, S Süden, W Westen.

Eine Zusammenstellung der relevanten Bautätigkeiten für die verbleibenden Tage, an welchen von den Windverhältnissen her eine Beaufschlagung der Messstelle AKP durch die Baustellen möglich erscheint, erfolgt in der **Tab. 4.3**

Datum Wochentag	**AKP PM10 in µg/m³**	**Bautätigkeiten**		
		PFA 1.1 Südkopf und HS Staatsgalerie	**PFA 1.1 Talquerung**	**PFA 1.1 Nordkopf**
11.02. Mittwoch	45	Rückbau prov. Staubschutzabhängung bei Bahnsteig HS Staatsgalerie	Bonatzbau: Betonsägearbeiten. Rückbau Posttunnel	-
13.02. Freitag	64	-	-	-
19.02. Donnerstag	64	BA 25 (Sängerstraße): Betonabbruch Altbestand	Baustr. B: Betonabbruch; Abbruch Kellerräume zur Baustr. Bonatzbau: Betonsägearbeiten. Rückbau Posttunnel	-
20.02. Freitag	59	-	Baustr. B: Betonabbruch Bonatzbau: Betonsägearbeiten. Rückbau Posttunnel	PFA 1.5: Abbrucharbeiten an Fundamenten IHK-Gebäude Jägerstraße

Tab. 4.3: Bautätigkeiten an ausgewählten Tagen im Bereich Arnulf-Klett-Platz.

Die Staubemissionen bei den Bautätigkeiten HS Staatsgalerie am 11.02.2015 können bei östlichen Winden in den Bereich der Messstelle AKP gelangen, die Distanz ist jedoch zu groß, um bei den stark schwankenden Windrichtungen eine eindeutige Zuordnung durchführen zu können. Die anderen Arbeiten wirken sich nicht auf die Messstelle AKP aus.

Am 13.02.1015 wurden keine staubrelevanten Bautätigkeiten gemeldet.

Am 19.02.2015 können Staubemissionen auf Grund der Betonabbrucharbeiten im Bereich der Talquerung bei Windrichtungen aus westlichen bis nördlichen Sektoren einen Beitrag zu den gemessenen Staubimmissionen am AKP liefern.

Am 20.02.2015 können bedingt durch die Windrichtungen von 8 Uhr bis 10 Uhr aus nordöstlichen Windrichtungen an der Messstelle AKP Staubbeiträge durch Abbrucharbeiten bei der Talquerung möglich sein. Im weiteren Tagesverlauf mit südwestlichen Windrichtungen sind keine Beiträge durch den Baustellenbetrieb zu erwarten.

Somit kann zusammenfassend festgehalten werden, dass im ersten Halbjahr 2015 mit hoher Wahrscheinlichkeit an zwei Tagen die erfassten erhöhten Staubmesswerte am AKP den Baustellenaktivitäten von S21 zugeordnet werden können.

4.2.2 Messwerte Neckartor

Im Berichtszeitraum ist eine größere Anzahl von Tagen mit Messwerten aufgetreten, die stärker von der linearen Korrelation abweichen. Die besonders auffälligen Abweichungen (insgesamt 8 Tage) außerhalb der doppelten Standardabweichung wurden im Weiteren betrachtet, vgl. die **Abb. 4.6.**

Die zugehörigen meteorologischen Daten der Station Schwabenzentrum (SZ) sind in der **Tab. 4.4** aufgeführt

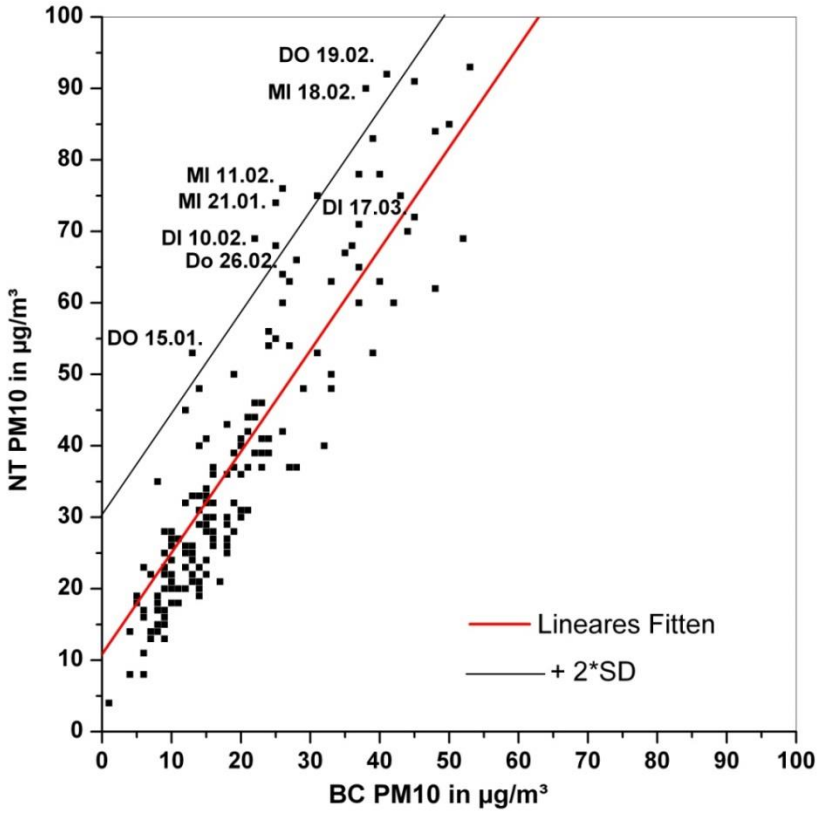

Abb. 4.6: Korrelation der PM10-Tagesmittel BC zu NT vom 01.01. bis 30.06.2015

Datum Wochentag	Windgeschw. in m/s	Windrichtung Niederschlag
15.01. Donnerstag	0 – 3.5	8 bis 13 Uhr SW stark, dann bis 18 Uhr SE bis SW stündl. schwankend Kein Niederschlag
21.01. Mittwoch	0.9 – 2.9	N bis E,12 bis 15 Uhr SE Kein Niederschlag
10.02. Dienstag	0 – 2.1	N bis NE, SE bis SW, stündl. stark schwankend Kein Niederschlag
11.02. Mittwoch	0.8 - 2.1	E bis S stündlich stark schwankend Kein Niederschlag
18.02. Mittwoch	1.4 – 2.3	NE bis SE, schwankend Kein Niederschlag
19.02. Donnerstag	0.8 – 2.2	S bis NW stark schwankend Kein Niederschlag
26.02. Donnerstag	0 – 2.6	SW auf SE drehend Kein Niederschlag
17.03. Dienstag	0.9 – 2.5	bis 9:30 Uhr SW, ab 10 Uhr NE Kein Niederschlag

Tab. 4.4: Windgeschwindigkeiten und -richtungen sowie Niederschlag am Schwabenzentrum (SZ) jeweils zwischen 8 Uhr und 18 Uhr, Abkürzungen für die Windrichtungen: N Norden, E Osten, S Süden, W Westen.

Auch am NT ist eine Abhängigkeit der Staubkonzentration von den Bautätigkeiten S21 und anderen Quellen durchaus möglich. Bei südlichen bis südwestlichen Winden können Staubemissionen vom Bereich Hauptbahnhof-Wagenburgtunnel bis zur Messstelle verwehen. Andererseits sind bei westlichen bis nordwestlichen sowie bei „umlaufenden“ Winden Staubaufwirbelungen aus dem Bereich Wolframstraße/Europaviertel bei entsprechender Verschmutzung nicht auszuschließen. Aufgrund der meteorologischen Daten ist an allen ausgewählten Tagen eine Beeinflussung der Staubkonzentration durch Baustellen möglich.

Die Zuordnung zu den abgefragten staubrelevanten Bauaktivitäten entsprechend **Tab. 4.5** ergab für den 15.01.2015 und 10.02.2015 keine staubrelevanten Arbeiten. Am 21.01.2015 besteht keine Zuordnung zu den S21-Baustellen auf Grund der erfassten Windrichtungen. Am 11.02.2015 und 18.02.2015 ist auf Grund der erfassten Windrichtungen keine Zuordnung gegeben. Am 19.02.2015 sind bei stark schwankenden Windrichtungen aus südlichen bis nordwestlichen Richtungen baustellenbedingte Beiträge möglich, die aber auf Grund der stark schwankenden Windrichtungen und der Entfernung zur Messstelle nur geringe Beiträge zu den Messwerten liefern

sollten. Am 26.02.2015 und am 17.03.2015 wurden Winde aus südwestlichen Richtungen registriert, die aber im Tagesverlauf auf südöstliche bzw. nordöstliche Richtungen drehen. Bei Winden aus südwestlichen Richtungen können Staubemissionen aus den aufgeführten Baustellenbereichen in Richtung Messstelle transportiert werden. Die Entfernung ist aber auch hier sehr groß, so dass auf Grund der im Tagesverlauf nur zeitweise auftretenden Windrichtung aus Südwest und der großen Entfernung zur Messstelle nur geringe Beiträge zur gemessenen Staubkonzentration zu erwarten sind.

Datum Wochentag	**NT PM10 in µg/m³**	**Bautätigkeiten**	
		PFA 1.1 Südkopf und HS Staatsgalerie	**PFA 1.1 Talquerung**
15.01. Donnerstag	53	-	-
21.01. Mittwoch	74	BA 25: Rückbau und Abtransport Fahrbahnbelag Asphalt und Rückbau Schottertragschicht. Einsatz eines Saugbaggers. Ersatzpausenhof KK-Stift: Einbau Schotter	Rückbau Bahnsteig 3 / 4: Abbruch, Aushub und Abtransport. Baustr. A.; Abbruch am Südflügel
10.02. Dienstag	69	-	-
11.02. Mittwoch	76	Rückbau prov. Staubschutzabhängung bei Bahnsteig HS Staatsgalerie	Bonatzbau: Betonsägearbeiten. Rückbau Posttunnel
18.02. Mittwoch	90	BA 25 (Sängerstraße): Betonabbruch Altbestand	Baustr. B: Abbruch Kellerräume zur Baustr. Bonatzbau: Betonsägearbeiten. Rückbau Posttunnel
19.02. Donnerstag	92	BA 25: Betonabbruch Altbestand	Baustr. B: Betonabbruch; Abbruch Kellerräume zur Baustr. Bonatzbau: Betonsägearbeiten. Rückbau Posttunnel
26.02. Donnerstag	68	BA 22: Rückbau Fahrbahn: Asphalt und Schotterunterbau, mit Abtransport. BA 25: Betonabbruch und Abfuhr im Bereich Treppe Haltestelle Staatsgalerie	Rückbau Posttunnel
17.03. Dienstag	75	BA 22: Rückbau Fahrbahn: Asphalt und Schotterunterbau, mit Abtransport. BA 25: Seilsägeschnitte im Bereich Bestandstunnel SSB (mit fester Staubschutzwand eingehaust)	Baustraße B: Abbruch Asphalt und Beton an Böschung zu BS A, Aushub und Abtransport. S-Bahn: Verladung und Abtransport Schutt. BA 12-14: Verladung und Abtransport Aushub und Abbruchmaterial. Baustr. A: Herstellung Planum Schottertragschicht

Tab. 4.5: Bautätigkeiten an ausgewählten Tagen im Bereich Neckartor.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Auswertung für 3 – 4 Tage mögliche direkte Zusammenhänge zwischen den Baustellenaktivitäten und den erhöhten Messwerten am NT ergibt.

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 2015 an 3 Tagen erfüllt. Aus der **Tab. 4.6** ist ersichtlich, dass entgegen den Erwartungen an diesen Tagen nicht überwiegend auffällige PM10-Konzentrationen gemessen wurden. Nur am 19.01. wurde am NT der Tagesgrenzwert von 50 µg/m³ geringfügig überschritten.

Messstation	16.01.2015	19.01.2015	02.05.2015
AKP	20	32	13
NT	33	56	23
BC	15	24	6

Tab. 4.6: 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 2015 dienen.

Die Feinstaubfraktion PM2.5 besteht zu einem großen Anteil aus sekundären Aerosolen, welche in einem regionalen Bereich gebildet werden und damit weniger durch lokale Emissionen beeinflusst sind. Daher sind die Konzentrationsunterschiede an den drei Messstellen in Stuttgart relativ gering mit Mittelwerten im 1. Halbjahr 2015 von PM2.5 in BC 14 µg/m³, am AKP 16 µg/m³, und am NT 19 µg/m³ (vgl. **Tab. 4.1**). Die Anteile größer PM2.5 an der gesamten PM10 Fraktion besteht dagegen vorwiegend aus primären Partikeln, welche durch lokale Emissionen verursacht sind, z.B. durch Bautätigkeiten, Aufwirbelung von Straßenstaub, Verwehungen vom Erdboden und der Vegetation sowie von Feststoffheizungen.

Wenn von den PM10-Werten 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 30. Juni 2015 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 (Quartal) eingefügt.

5.1 Bad Cannstatt

Bei den getrennt abgebildeten Komponenten PM10 und PM2.5 ist seit 2008 kein signifikanter Trend zu erkennen, es überwiegen die jahreszeitlichen Änderungen der Konzentration mit höheren Werten im Winter und niedrigeren im Sommer, vgl. **Abb. 5.1**.

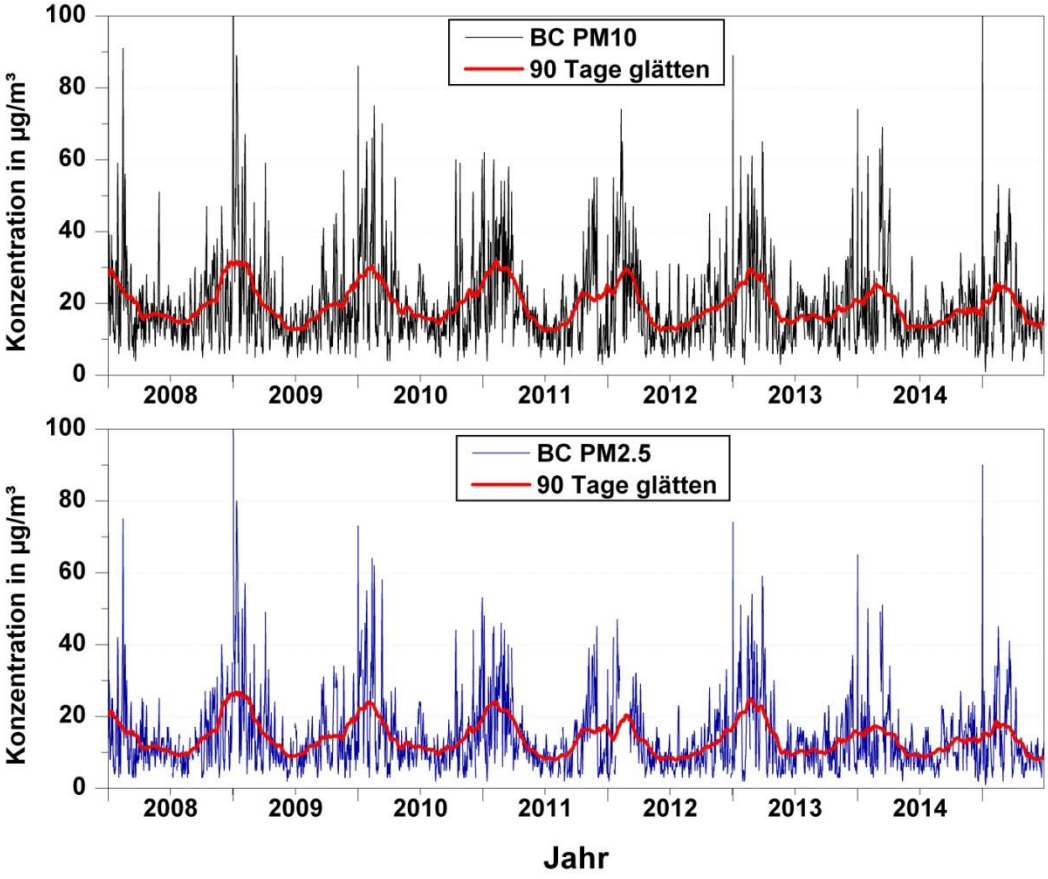

Abb. 5.1: Verlauf der Tagesmittel der PM10- und PM2.5-Konzentration in Bad Cannstatt

Die Auswertung des Quotienten PM2.5/PM10 (**Abb. 5.2**) deutet an der städtischen Hintergrundstation BC auf einen relativ geringen Anteil des gröberen Staubes hin. Das Verhältnis liegt im Mittel bei 0.7 und entspricht damit den deutschlandweiten Werten für eine solche Stationslage. Die saisonalen Schwankungen bewegen sich zwischen 0.8 im Sommer/Frühherbst und 0.6 im Winter, vgl. **Abb. 5.2**. Im dargestellten Zeitraum ist kein zeitlicher Trend zu erkennen, allerdings ist die Abnahme im Frühjahr 2015 beachtenswert, kann aber derzeit nicht abschließend erklärt werden.

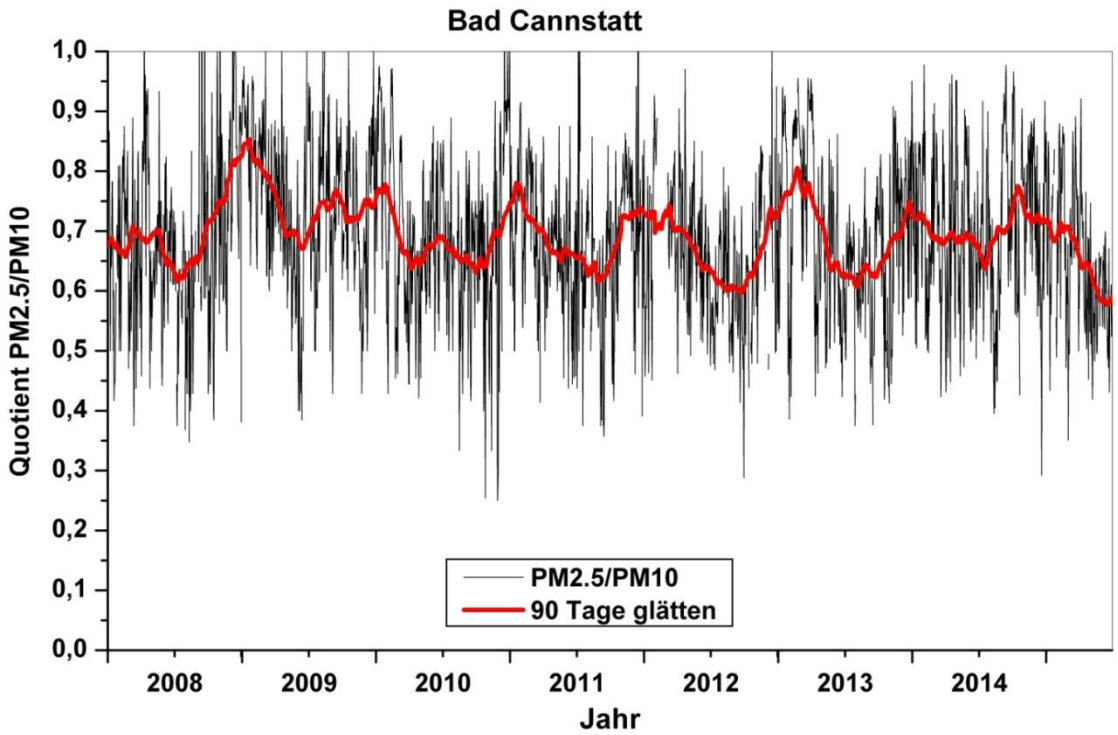

Abb. 5.2: Verlauf des Verhältnisses PM2.5 zu PM10 der Tagesmittel in Bad Cannstatt

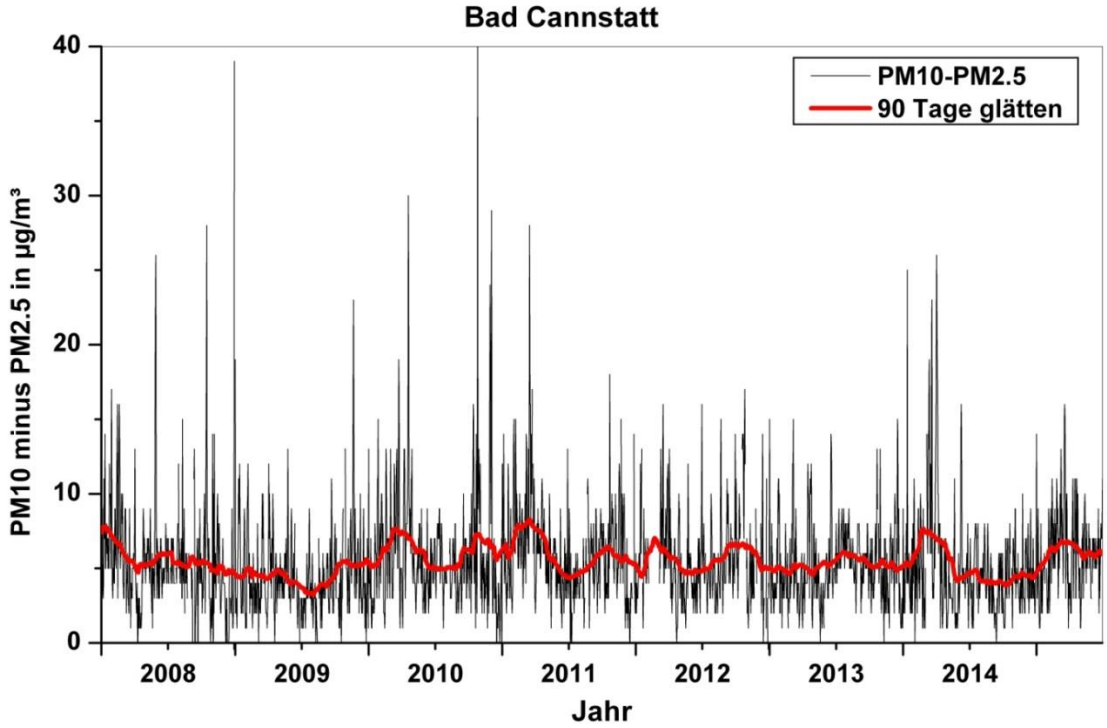

Abb. 5.3: Verlauf der Differenz PM10 minus PM2.5 der Tagesmittel in Bad Cannstatt

Auch 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 etwa 5 µg/m³, aber im Frühjahr 2015 leicht über diesem Wert.

5.2 Arnulf-Klett-Platz

Die Verlaufskurven in der **Abb. 5.4** zeigen weder für PM10 noch für PM2.5 eine eindeutige zeitliche Tendenz seit 2008, außer der bekannten Tatsache, dass die PM10 Konzentration um etwa 9 µg/m³ im Mittel höher ist als in BC. Der Jahresgang des Quotienten PM2.5/PM10 ist weniger ausgeprägt als in BC mit flachen Maxima meist im Winter, vgl. **Abb. 5.5**. Es ist aber seit 2009 ein abnehmender Trend zur gröberen Fraktion hin, mit Werten von 0.7 in 2009 bis auf Werte von 0.5 im Winter 2013/2014 erkennbar**.** Dieser Trend hat sich im Winter 2014/2015 nicht fortgesetzt sondern teilweise umgekehrt.

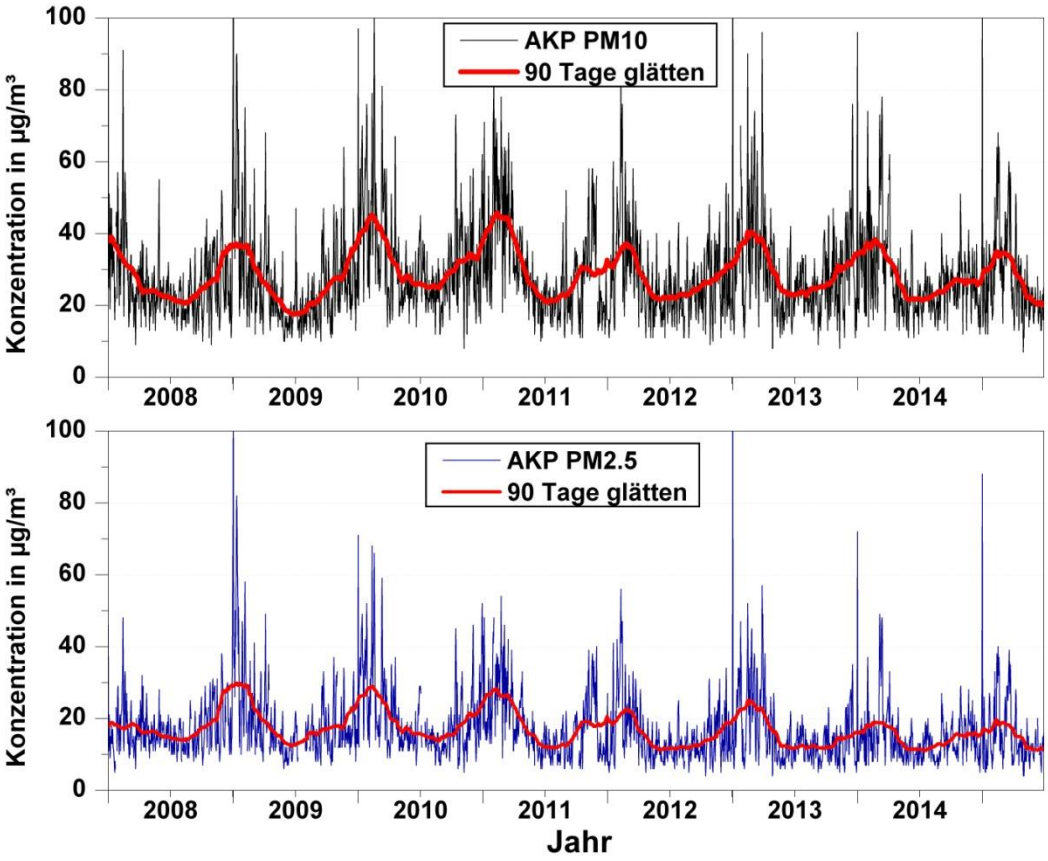

Abb.5.4: Verlauf der Tagesmittel der PM10- und PM2.5-Konzentration am Arnulf-Klett-Platz

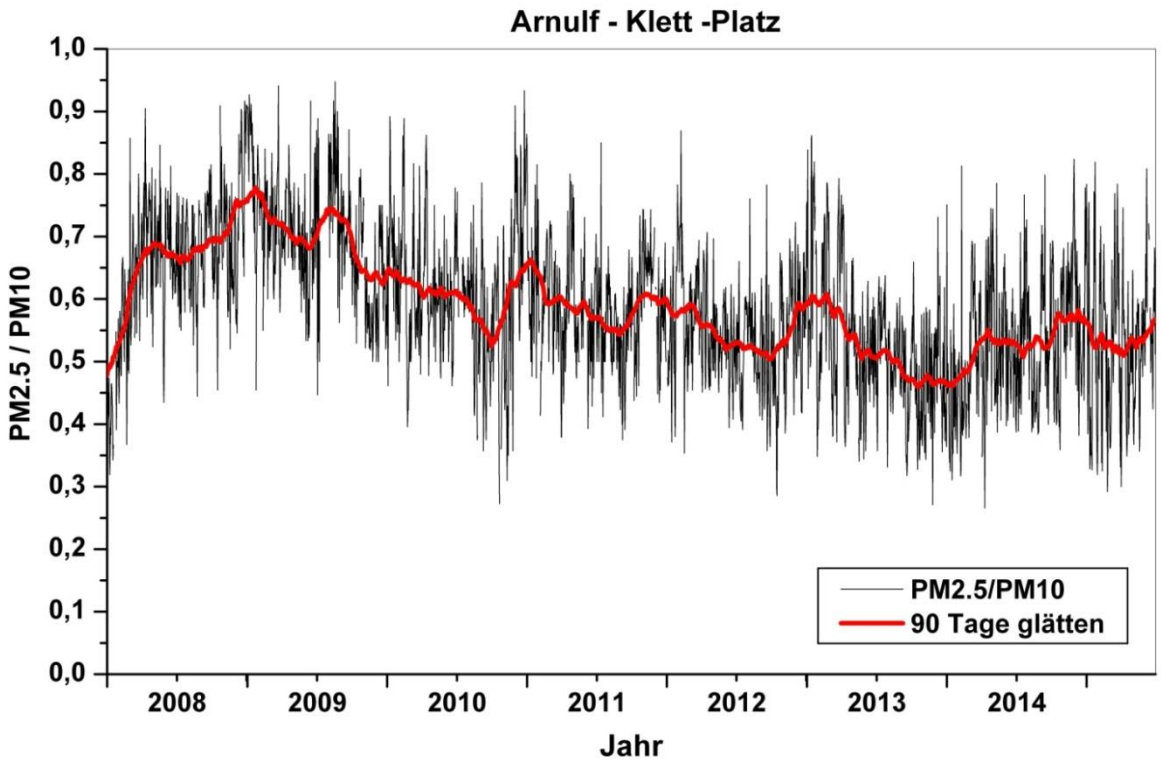

Abb. 5.5: Verlauf des Verhältnisses PM2.5 zu PM10 der Tagesmittel am Arnulf-Klett-Platz

Die in der **Abb. 5.6** dargestellte Differenz PM10 minus PM2.5 folgt einer zunehmenden Tendenz mit besonders hohen Differenzwerten von fast 20 µg/m³ im Winter 2013/2014. Weiterhin auffällig ist der starke Rückgang im Frühjahr 2014. Im Winter 2014/2015 ist im Vergleich zum Winter 2013/2014 eine Abnahme eingetreten mit Werten um 15 µg/m³.

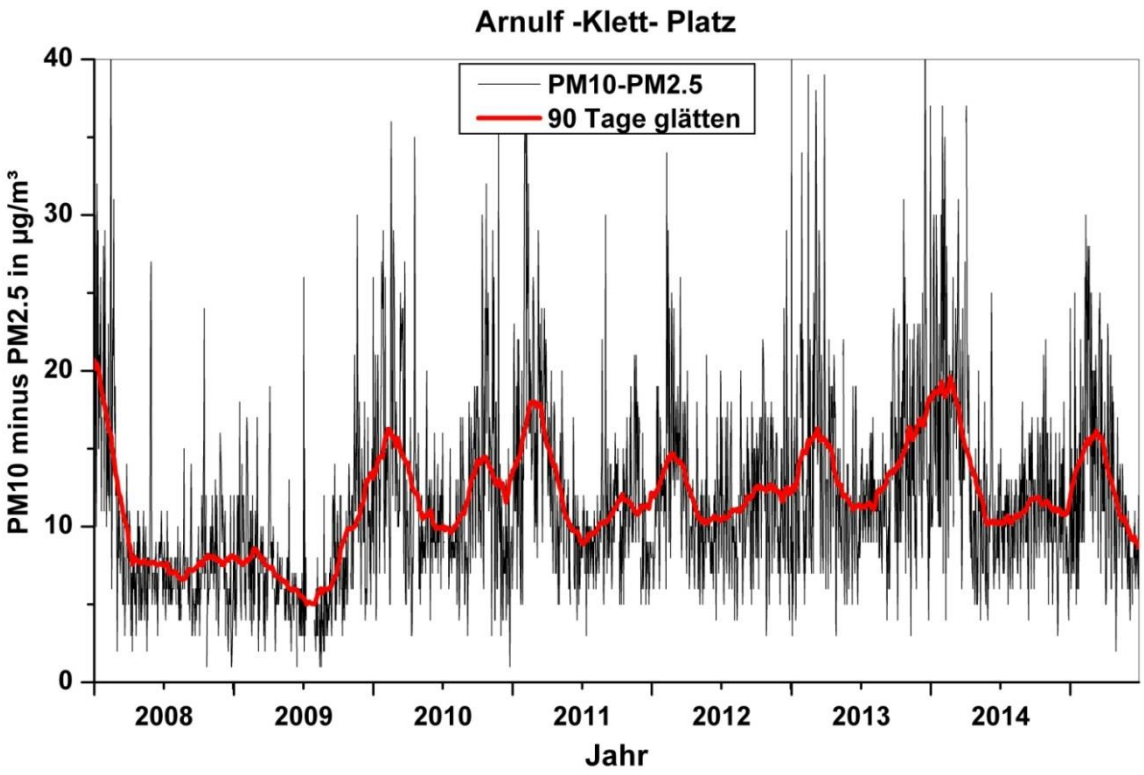

Abb. 5.6: Verlauf der Differenz PM10 minus PM2.5 der Tagesmittel am Arnulf-Klett-Platz

5.3 Neckartor

Am Neckartor werden die höchsten PM10 Konzentrationen aller drei 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 siebeneinhalb Jahre ist nicht erkennbar.

Der Quotient PM2.5/PM10 ist an dieser Messstelle 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 zu erkennen, der zu einem Minimum von nur noch 0.4 im Winter 2013/2014 geführt hatte. Im Winter 2014/2015 ergab sich dagegen wieder ein Trend zu höheren Werten um 0.5.

Auch die Differenz PM10 minus PM2.5 war im Winter 2013/2014 mit bis zu 30 µg/m³ höher als in allen Jahren seit 2008, wie die **Abb. 5.9** zeigt. Wie bei den anderen Messstationen wurden im Winter 2014/2015 wieder etwas geringere Anteile gemessen.

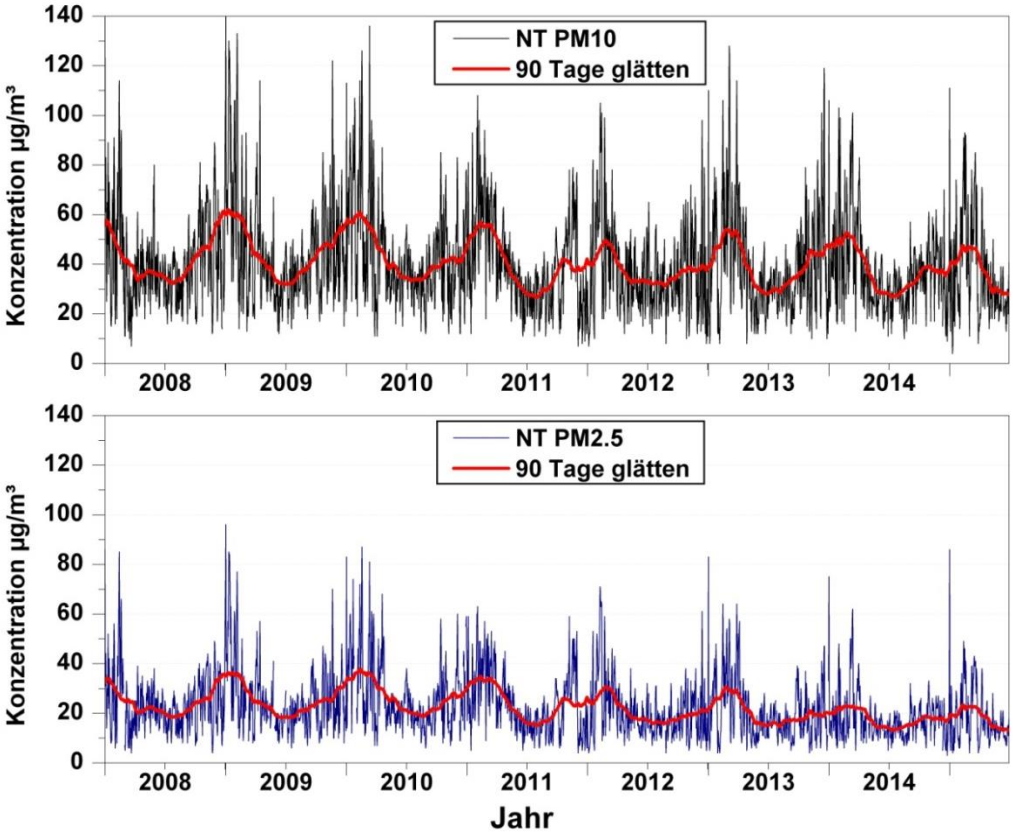

Abb. 5.7: Verlauf der Tagesmittel der PM10- und PM2.5-Konzentration am Neckartor

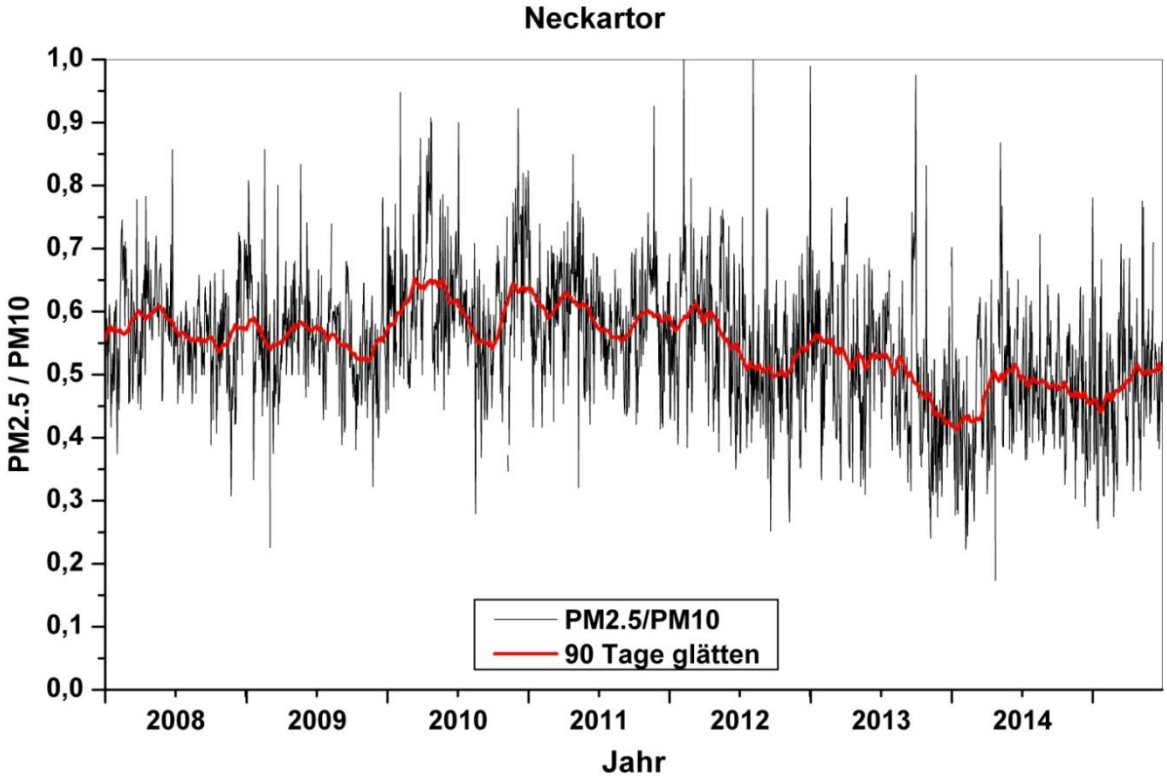

Abb. 5.8: Verlauf des Verhältnisses PM2.5 zu PM10 der Tagesmittel am Neckartor

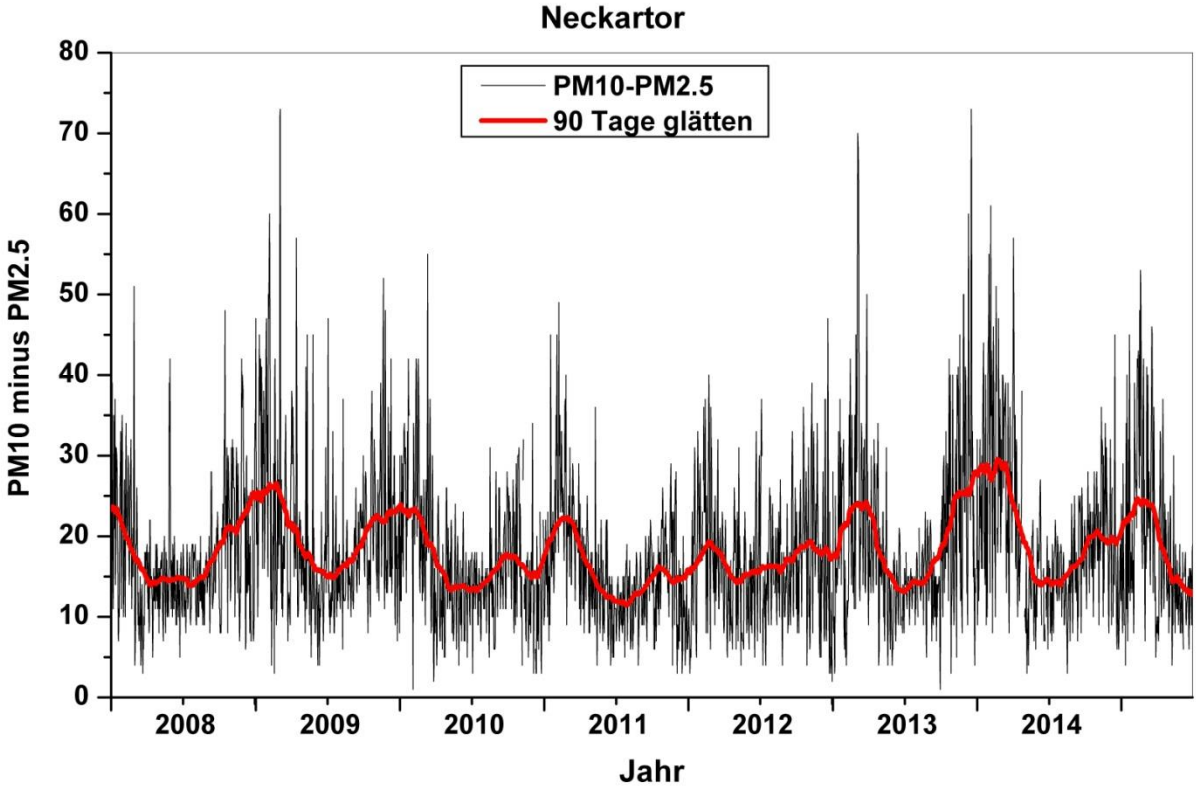

Abb. 5.9: Verlauf der Differenz PM10 minus PM2.5 der Tagesmittel am Neckartor

Zusammenfassend zeigen die Auswertungen des Quotienten PM2.5/PM10 und der Differenz PM10–PM2.5 an der Messstelle Bad Cannstatt für die Jahre 2008 bis 2015 keinen zeitlichen Trend. Am Arnulf-Klett-Platz ist dagegen seit 2009 eine Tendenz hin zum gröberen Staubanteil zu erkennen. Auch am Neckartor kann seit 2011 ein solcher Trend beobachtet werden. Ein Zusammenhang mit den vielfältigen und intensiven Bautätigkeiten in diesen Bereichen und der Umgebung kann nicht ausgeschlossen werden, kann aber aus den für die Auswertung vorliegenden Daten nicht quantifiziert werden.

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.

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.

Stadt Stuttgart 2015: stadtklima-stuttgart.de/windfeld/windfeldrelief.htm