

# Ergebnisse der Spotmessungen in Baden-Württemberg 2015



Baden-Württemberg



# Ergebnisse der Spotmessungen in Baden-Württemberg 2015



<b>HERAUSGEBER</b>	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg 76231 Karlsruhe, Postfach 100163, <a href="http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de">www.lubw.baden-wuerttemberg.de</a> <a href="mailto:poststelle@lubw.bwl.de">poststelle@lubw.bwl.de</a>
<b>BEARBEITUNG</b>	Referat 33 – Luftqualität
<b>DATENGRUNDLAGE</b>	Referat 62 – Betrieb Messnetze, Zentrale Logistik Referat 64 – Labor für Luftmessungen und stofflichen Verbraucherschutz
<b>DOKUMENTATION-NUMMER</b>	33-02/2016
<b>STAND</b>	Dezember 2016
<b>BERICHTSUMFANG</b>	74 Seiten

Berichte und Anlagen dürfen nur unverändert weitergegeben werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung ist ohne schriftliche Genehmigung der LUBW nicht gestattet.



<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>		<b>6</b>
<b>1</b>	<b>AUSWAHL DER MESSSTELLEN UND BEURTEILUNGSGRUNDLAGEN</b>	<b>8</b>
1.1	Auswahl der Messstellen	8
1.2	Beurteilungsgrundlagen	12
<b>2</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>13</b>
2.1	Ergebnisse an den Referenzmesspunkten	13
2.1.1	Stickstoffdioxid	13
2.1.2	Partikel PM <sub>10</sub>	13
2.1.3	Benzol	17
2.1.4	Ruß	17
2.1.5	Benzo[a]pyren	18
2.2	Räumliche Struktur der Luftverunreinigungen	19
2.2.1	Messungen an den Profilmesspunkten	19
<b>3</b>	<b>ENTWICKLUNG DER LUFTQUALITÄT AN VERKEHRSDAHEN STANDORTEN</b>	<b>20</b>
3.1	Partikel PM <sub>10</sub>	20
3.2	Stickstoffdioxid	20
3.3	Benzol	21
3.4	Benzo[a]pyren	21
3.5	Ruß	21
<b>4</b>	<b>ENTWICKLUNG DER FAHRZEUGBEDINGTEN EMISSIONEN</b>	<b>23</b>
4.1	Emissionen pro Fahrzeug	23
4.2	Zusammensetzung und Größe der Fahrzeugflotte	26
4.3	Entwicklung der Fahrleistungen	26
4.4	Fazit	27
<b>5</b>	<b>ANHANG</b>	<b>29</b>
5.1	Kartendarstellungen	31
5.2	Auswertungen für die Regierungsbezirke	64
5.3	Messverfahren	66
5.4	Quellenverzeichnis	73
5.5	Glossar	74

# Zusammenfassung

Aufgabe der Spotmessungen Baden-Württemberg ist die Erfassung der verkehrsnahen Luftbelastung in städtischen Gebieten. An den Spotmesspunkten werden die Konzentrationen der Luftschadstoffe Partikel  $PM_{10}$  und Stickstoffdioxid ( $NO_2$ ) gemessen. Für beide Luftschadstoffe gelten gemäß der 39. BImSchV (39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit. Die LUBW führt die Spotmessungen seit dem Jahr 2004 durch.

Die Spotmessungen umfassten im Jahr 2015 landesweit 9 verkehrsnah gelegene Messpunkte für Partikel  $PM_{10}$  und 23 Messpunkte für Stickstoffdioxid. An einigen Messpunkten wurden darüber hinaus die Komponenten Benzol, Benzo[a]pyren und Ruß gemessen. Mit dargestellt werden auch die Ergebnisse an den 8 Verkehrsmessstationen im Land. Diese 8 verkehrsnah gelegenen Luftmessstationen werden im Gegensatz zu den Spotmessstellen dauerhaft betrieben.

Die Ergebnisse zeigen einen Schwerpunkt der verkehrsbedingten Luftverunreinigungen im Großraum Stuttgart. Hier werden die höchsten Konzentrationen und die häufigsten Überschreitungen der Tages- und Stundengrenzwerte festgestellt. Daneben liegen auch noch vergleichsweise hohe Belastungen in Reutlingen und Heilbronn vor.

An 27 Messstellen wurden Überschreitungen des Jahresmittelwertes für **Stickstoffdioxid** von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. Der höchste Jahresmittelwert wurde an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor mit  $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgestellt. Eingehalten wurde dagegen der Jahresgrenzwert an der Spotmessstelle Wendlingen Stuttgarter Straße und an der Verkehrsmessstation Pfinztal Karlsruher Straße. Insgesamt hat sich das Immissionsniveau reduziert, so wurden an 18 weiteren Messstellen Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid unter  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ermittelt. Der Stundenwert von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für Stickstoffdioxid wurde nur an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor mit 61 Überschreitungen mehr als 18 mal im Kalenderjahr überschritten. Die Überschreitungen traten dabei überwiegend im Sommer in Kombination mit hohen Ozonwerten auf. Bezüglich der Grenzwerte für **Partikel  $PM_{10}$**  wurde nur an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor der Tagesgrenzwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mit 72 (bzw. 68 nach Abzug von Streusalz) Überschreitungstagen an mehr als 35 Tagen überschritten. Der Jahresgrenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde an allen Messstellen eingehalten. Bei der Komponente **Benzo[a]pyren**, die als Marker für andere polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe erfasst wird, wird der Zielwert von  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$  an der Messstelle Tübingen Jesinger Hauptstraße mit  $1,7 \text{ ng}/\text{m}^3$  überschritten. Hier ist im Gegensatz zu den anderen Schadstoffen nicht der Verkehr, sondern die Holzfeuerung der Hauptverursacher. Der Jahresgrenzwert für **Benzol** von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde an allen Messstellen deutlich unterschritten. Der mit  $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  höchste Jahresmittelwert wurde an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor gemessen. Für **Ruß** lagen die Jahresmittelwerte an den beprobten Spotmessstellen zwischen  $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße) und  $4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  am Messpunkt Stuttgart Am Neckartor.

In der zeitlichen Entwicklung sind die Stickstoffdioxid- und Partikel  $PM_{10}$ -Konzentrationen im Jahr 2015 im Vergleich zum Vorjahr im Wesentlichen unverändert geblieben. Zugenommen hat die Belastung durch Benzo[a]pyren in Tübingen Unterjesingen.

Die Entwicklung der Luftverunreinigungen an verkehrsnahen Standorten wird maßgeblich von der Entwicklung der Emissionen aus dem Straßenverkehr und den jährlichen meteorologischen Bedingungen geprägt. Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen des Spotmessberichts 2015 erstmals auch die Entwicklung der Abgasemissionen insbesondere der Pkw-Flotte während der letzten 25 Jahre dargestellt und diskutiert. Dabei werden sowohl die Grenzwerte als auch die Realemissionen betrachtet. So hat die Senkung der Emissionsgrenzwerte schon zu einer deutlichen Reduzierung der Emissionen von Partikel  $PM_{10}$ , Ruß und Benzol geführt, die sich auch immissionsseitig niederschlägt. Auch bei Stickstoffdioxid sind Erfolge zu verzeichnen. Hier haben sich die Emissionen von Stickoxiden ( $NO_x$ ), die Vorläufer für Stickstoffdioxid sind, bei den Otto-Pkw („Benzinern“) deutlich reduziert, während die  $NO_x$ -Emissionen der Diesel-Pkw entgegen der Entwicklung der Emissionsgrenzwerte nur marginal zurückgegangen sind. Hinzu kommt, dass der Anteil der Diesel-Pkw an der Pkw-Flotte kontinuierlich ansteigt.

Neben den Emissionen hat auch die Witterung einen maßgeblichen Anteil an der Luftbelastung. Ungünstige Austauschbedingungen (niedrige Windgeschwindigkeit, niedrige Mischungsschichthöhe, anhaltende Inversion) haben eine Anreicherung von Schadstoffen in der Atmosphäre zur Folge. Diese lagen im Jahr 2015 ausgeprägt jedoch nur im zweiten Februardrittel und der dritten Märzwoche während der Wintermonate vor. Im Sommer 2015 führten stabile Hochdruckwetterlagen zu heißen und ozonreichen Episoden und damit zu erhöhten Stickstoffdioxidkonzentrationen.

# 1 Auswahl der Messstellen und Beurteilungsgrundlagen

## 1.1 Auswahl der Messstellen

### Allgemeines

In der EU-Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa [EU 2008] sind die Anforderungen an die Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität festgelegt. Die LUBW hat auf Grundlage dieser EU-Richtlinie eine Messnetzkonzeption „Pflicht-Luftmessnetz Baden-Württemberg“ zur rechtskonformen Überwachung der Luftqualität in Baden-Württemberg erarbeitet [LUBW 2010]. Die Spotmessungen ergänzen das Luftmessnetz und

die darin enthaltenen 8 Verkehrsmessstationen um weitere Messstellen an innerörtlichen Straßen mit hohem Verkehrsaufkommen und schlechten Ausbreitungsbedingungen. An diesen Spotmessstellen sind im Gegensatz zum Luftmessnetz nur zeitlich befristete Messungen vorgesehen. Das prinzipielle Vorgehen hinsichtlich Einrichtung und Betrieb einer Spotmessstelle ist in Abbildung 1-1 gezeigt. An einigen Spotmessstellen werden neben  $PM_{10}$  und  $NO_2$  noch weitere Parameter gemessen.

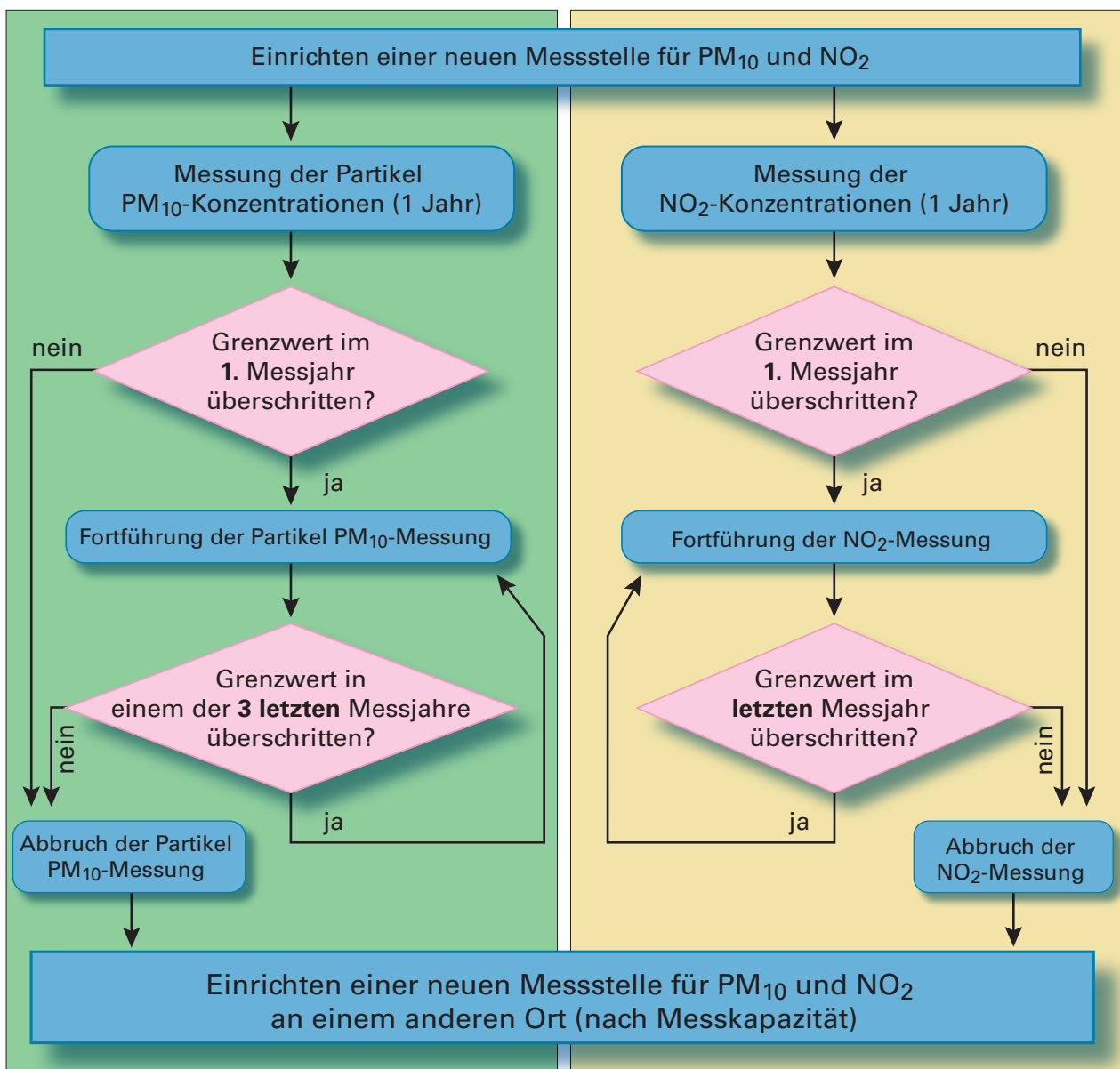


Abbildung 1-1: Vorgehen bei Einrichtung und Betrieb einer Spotmessstelle

Die an den Spotmessstellen ermittelten Kenngrößen werden bei der Beurteilung der Luftqualität in Deutschland für das Jahr 2015 berücksichtigt und an die EU gemeldet. Werden bei den Messungen Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte nach der 39. BImSchV festgestellt, sind von den Regierungspräsidien Luftreinhaltepläne zu erstellen.

Dem Beginn der Spotmessungen im Jahr 2004 waren im Jahr 2003 umfangreiche Voruntersuchungen vorangegangen. Dabei wurden landesweit hoch belastete, verkehrsnah gelegene Punkte, sogenannte Spots, ermittelt und entsprechend ihrer Schadstoffbelastung in eine Prioritätenliste einsortiert. Diese Prioritätenliste wird seitdem entsprechend der Messkapazität nach und nach abgearbeitet.

Die Voruntersuchungen wurden im Jahr 2006 wiederholt, um den seither eingetretenen Veränderungen bei den Verkehrsverhältnissen Rechnung zu tragen. Die Ergebnisse der orientierenden Messungen bei den Voruntersuchungen 2006 lieferten zusammen mit den Ergebnissen der Spotmessungen aus den Jahren 2005 und 2006 die Planungsgrundlage für die Spotmessungen ab dem Jahr 2007.

Die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Voruntersuchungen sind im LUBW-Bericht „Spotmessungen ab dem

Jahr 2007 – Voruntersuchungen 2006“ ausführlich beschrieben [LUBW 2006]. Der Bericht kann im Internet unter [www.lubw.baden-wuerttemberg.de/publikationen](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/publikationen) (Rubrik: > Bestellshop > Luft > Luft - Spotmessungen) abgerufen werden. Dort stehen auch die Berichte mit den Ergebnissen der Spotmessungen 2004 bis 2014 zur Verfügung.

#### Messstellen im Jahr 2015

Gegenüber dem Messjahr 2014 ergeben sich bei den Spotmessungen 2015 die in Tabelle 1-1 dargestellten wesentlichen Änderungen. Ein Überblick über alle Messstellen und die dort gemessenen Komponenten findet sich in Tabelle 1-2. Mit Ausnahme der in Tabelle 1-3 dargestellten Messstellen bzw. Komponenten konnten für alle übrigen Messungen Jahreskenngößen berechnet werden. Insgesamt wurden im Jahr 2015 an 9 Spotmessstellen und 8 Verkehrsmessstationen Messungen von Partikel PM<sub>10</sub> und an 21 Spotmessstellen und 8 Verkehrsmessstationen Messungen von Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) sowie an einigen ausgewählten Spotmessstellen und Verkehrsmessstationen Messungen von Benzol, Ruß und Benzo[a]pyren erfolgreich durchgeführt. Die Lage der Spotmessstellen und Verkehrsmessstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2015 sind in der Abbildung 1-2 dargestellt.

Tabelle 1-1: Änderungen der Spotmessungen 2015 im Vergleich zu den Spotmessungen 2014

Station	Änderung	Komponenten	Grund
Fellbach Burgstraße	Abbau	alle (NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> )	Im ersten Jahr der Messungen (2014) wurden alle Grenzwerte eingehalten.
Freiberg Benninger Straße	Aufbau	PM <sub>10</sub>	Bisher nur Messungen von NO <sub>2</sub> .*
Horb Neckarstraße	Abbau	PM <sub>10</sub>	Im ersten Jahr der Messungen (2014) wurden die PM <sub>10</sub> -Grenzwerte eingehalten.
Ilsfeld König-Wilhelm-Straße	Abbau	PM <sub>10</sub>	Die PM <sub>10</sub> -Grenzwerte wurden im dritten Jahr in Folge (2012, 2013, 2014) eingehalten.
Ingersheim Tiefengasse	Abbau	PM <sub>10</sub>	Die PM <sub>10</sub> -Grenzwerte wurden im dritten Jahr in Folge (2012, 2013, 2014) eingehalten.
Lahr Reichenbacher Hauptstraße	Abbau	alle (NO <sub>2</sub> )	Die Grenzwerte von NO <sub>2</sub> wurden im Vorjahr (2014) eingehalten.
Pleidelsheim Beihinger Straße	Abbau	PM <sub>10</sub>	Die PM <sub>10</sub> -Grenzwerte wurden im dritten Jahr in Folge (2012, 2013, 2014) eingehalten.
Stuttgart Waiblinger Straße	Abbau	PM <sub>10</sub>	Die PM <sub>10</sub> -Grenzwerte wurden im dritten Jahr in Folge (2012, 2013, 2014) eingehalten.
Ulm Karlstraße	Abbau	alle (NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> )	Vorübergehender Abbau wegen Bautätigkeiten
Wendlingen Stuttgarter Straße	Aufbau	NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub>	Neue Spotmessstelle zur Überprüfung der Wirksamkeit des Luftreinhalteplans im Bezug auf PM <sub>10</sub>

\* Die im Auftrag der Stadt Freiburg am Neckar im Jahr 2008 durchgeführten PM<sub>10</sub>-Messungen zeigten eine Überschreitung des Grenzwertes

Tabelle 1-2: Spotmessstellen und Verkehrsmessstationen 2015

Stadt/Gemeinde	Messjahre	Referenzmessung												Hintergrundmessung	Profilmessung
		NO <sub>2</sub> -kontinuierlich	NO <sub>2</sub> -passiv	PM <sub>10</sub> -Messung	Benzol-Messung	Ruß in PM <sub>10</sub>	B[a]P in PM <sub>10</sub>	Arsen in PM <sub>10</sub>	Kadmium in PM <sub>10</sub>	Blei in PM <sub>10</sub>	Nickel in PM <sub>10</sub>	NO <sub>2</sub> -passiv	Anzahl der NO <sub>2</sub> -Messpunkte		
<b>Spotmessstellen</b>															
Freiburg Benninger Straße															
Freiburg Zähringer Straße	2004														
Heidelberg Mittermaierstraße															
Heidenheim Wilhelmstraße															
Herrenberg Hindenburgstraße															
Horb Neckarstraße															
Ilisfeld König-Wilhelm-Straße	2004														
Ingersheim Tiefengasse															
Leonberg Grabenstraße	2004														
Ludwigsburg Friedrichstraße	2004														
Markgröningen Grabenstraße															
Mögglingen Hauptstraße															
Mühlacker Stuttgarter Straße															
Pforzheim Jahnstraße															
Pleideisheim Behninger Straße	2004														
Schwäbisch Gmünd Remsstraße															
Stuttgart Am Neckartor	2004														
Stuttgart Hohenheimer Straße	2004														
Stuttgart Weiblinger Straße	2004														
Tübingen Jesinger Hauptstraße	2005														
Tübingen Mühlstraße	2004														
Ulm Zinglerstraße															
Walzbachtal Bahnhofstraße															
Wendlingen Stuttgarter Straße															
<b>Verkehrsmessstationen</b>															
Freiburg Schwarzwaldstraße															
Heilbronn Weinsberger Straße-Ost															
Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	2004														
Mannheim Friedrichsring	2004														
Pfintzal Karlsruher Straße															
Reutlingen Lederstraße-Ost															
Schramberg Oberndorfer Straße															
Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	2004														



Tabelle 1-3: Übersicht über Messstellen, für die keine Jahreskenngrößen berechnet werden konnten

Station	Komponenten	Grund
Ulm Zinglerstraße	NO <sub>2</sub>	Wiederholter Vandalismus
Tübingen Mühlstraße	Alle	Baustelle
Horb Neckarstraße	NO <sub>2</sub>	Messstelle ist nur für einen kurzen Straßenabschnitt repräsentativ (vgl. Kapitel 2.2.1)

LUBW

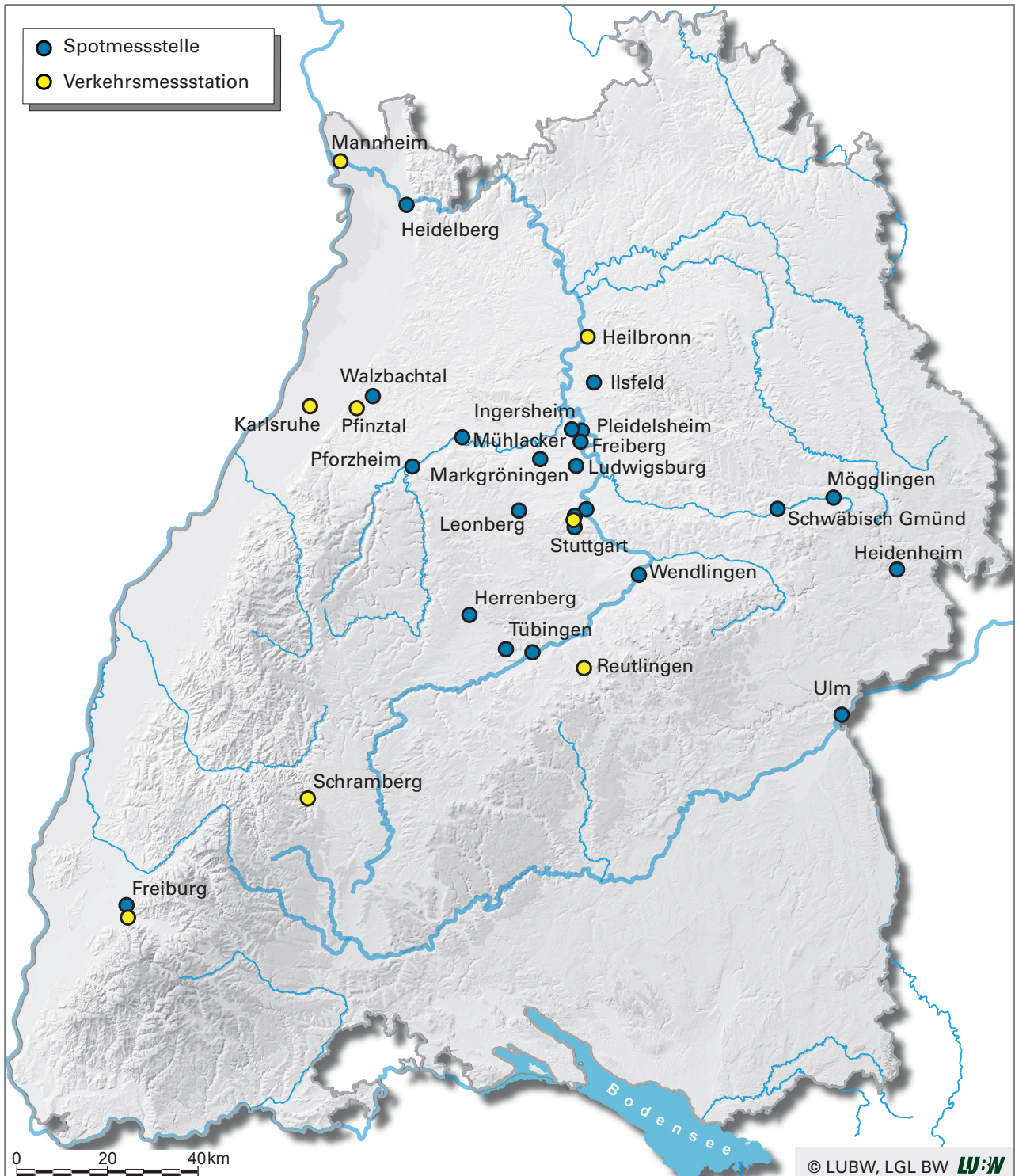


Abbildung 1-2: Lage der Spotmessstellen und der Verkehrsmessstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2015

## Profil- und Hintergrundmessungen

Eine Spotmessstelle umfasst immer einen Referenzmesspunkt. Der Referenzmesspunkt stellt den ausgewählten Standort dar. An den Referenzmesspunkten wird Stickstoffdioxid mit kontinuierlich messenden Analysatoren in Kleinmessstationen oder mit Passivsammlern erfasst. Die Probenahme von Partikeln PM<sub>10</sub> wird gravimetrisch durchgeführt. Zusätzlich wird an ausgewählten Messpunkten und an den Verkehrsmessstationen Ruß und Benzo[a]pyren in der Partikelfraktion PM<sub>10</sub> sowie Benzol bestimmt.

An neuen Spotmessstellen werden zusätzlich für 1 bis 3 Jahre ein Hintergrundmesspunkt sowie verschiedene Profilmesspunkte eingerichtet. Der Hintergrundmesspunkt erfasst die Hintergrundbelastung des betreffenden Stadtteiles. Die Profilmesspunkte ermöglichen, die Repräsentativität des Referenzmesspunktes entlang der Straße festzustellen. Die Beprobung der Hintergrund- und Profilmesspunkte wird mit Passivsammlern für Stickstoffdioxid durchgeführt.

Die kontinuierliche Messung von Stickstoffdioxid ermöglicht die Überprüfung des Einstundenmittelwertes auf Überschreitung der Kurzzeitgrenzwerte. Mit Passivsammlern können hingegen nur Jahresmittelwerte gemessen werden. Die eingesetzten Messverfahren sind im Anhang 3 beschrieben.

## 1.2 Beurteilungsgrundlagen

### Rechtliche Grundlagen

Das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) [BImSchG] sieht in § 44 die Überwachung der Luftqualität durch die zuständigen Behörden vor. In Baden-Württemberg wurde die LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg mit der Durchführung der Überwachung der Luftqualität beauftragt.

Die genauen Durchführungsbestimmungen wurden vom Gesetzgeber in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) [39. BImSchV] festgelegt. Die 39. BImSchV dient der nationalen Umsetzung der Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21.05.2008 über Luftqualität und saubere Luft in Europa [EU 2008]. Die in der 39. BImSchV definierten und im Rahmen der Spotmessungen relevanten Immissionsgrenzwerte, Zielwerte, Informations- und Alarmschwellen sind in Tabelle 1-4 aufgeführt.

Tabelle 1-4: Immissionsgrenzwerte und Zielwerte der 39. BImSchV für die Komponenten Stickstoffdioxid, Partikel PM<sub>10</sub>, Benzol und Benzo[a]pyren

Luftschadstoff	Schutzgut	Mittelungszeitraum	Wert	Zulässige Anzahl von Überschreitungen	Definition des Immissionswertes
Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )	Menschliche Gesundheit	1 Stunde	200 µg/m <sup>3</sup>	18 im Kalenderjahr	Grenzwert
	Menschliche Gesundheit	Kalenderjahr	40 µg/m <sup>3</sup>	-	Grenzwert
		1 Stunde*	400 µg/m <sup>3</sup>	-	Alarmschwelle
Partikel PM <sub>10</sub>	Menschliche Gesundheit	1 Tag	50 µg/m <sup>3</sup>	35 im Kalenderjahr	Grenzwert
	Menschliche Gesundheit	Kalenderjahr	40 µg/m <sup>3</sup>	-	Grenzwert
Benzol	Menschliche Gesundheit	Kalenderjahr	5 µg/m <sup>3</sup>	-	Grenzwert
Benzo[a]pyren (B[a]P)	Menschliche Gesundheit	Kalenderjahr	1 ng/m <sup>3</sup>	-	Zielwert

\* gemessen an 3 aufeinander folgenden Stunden



# 2 Ergebnisse

## 2.1 Ergebnisse an den Referenzmesspunkten

Die Messergebnisse der Spotmessstellen und Verkehrsmessstationen sind in Tabelle 2-1 aufgeführt. Es ist farblich gekennzeichnet, ob eine Überschreitung von Immissionsgrenz- bzw. Zielwerten vorliegt.

Darüber hinaus werden die Ergebnisse dieser und weiterer Messungen (soweit vorhanden Partikel  $PM_{2,5}$ , Schwermetalle, Ergebnisse der Profil- und Hintergrundmesspunkte) in Kartenausschnitten im Anhang 1 dargestellt.

An 4 Spotmessstellen wurde für die Messung von Stickstoffdioxid ein kontinuierliches Messgerät eingesetzt, so dass hier auch Überschreitungen des Einstundengrenzwertes von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für Stickstoffdioxid überprüft werden konnten. Die Stickstoffdioxidkonzentrationen an den weiteren Messpunkten wurden mit Passivsammlern erfasst, weswegen dort nur Jahresmittelwerte angegeben werden können.

In der Tabelle 2-1 sind die durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) und das tägliche Schwerlastverkehrsaufkommen ( $> 3,5 \text{ t}$ ) mit angegeben. Die Verkehrsstärken aus dem Emissionskataster 2014 basieren auf der bundesweiten Straßenverkehrszählung 2010. An 4 Spotmessstellen und 5 Verkehrsmessstationen basieren die Verkehrsstärken im Jahr 2015 auf Verkehrszählstellen der LUBW. Für 2 Spotmessstellen sind die Ergebnisse der Verkehrszählungen des Jahres 2014 aufgeführt.

### 2.1.1 Stickstoffdioxid

Der Immissionsgrenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Jahresmittelwert) wurde an der Spotmessstelle Wendlingen Stuttgarter Straße und der Verkehrsmessstation Pfnitztal Karlsruher Straße eingehalten. An allen anderen Messpunkten wurde der Immissionsgrenzwert überschritten (Abbildung 2-1). Belastungsschwerpunkte sind der Großraum Stuttgart mit Konzentrationen bis  $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$  am Messpunkt Stuttgart Am Neckartor und  $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$  am Messpunkt Stuttgart Hohenheimer Straße und der Messpunkt Reutlingen Lederstraße-Ost mit  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ .

Die zulässige Anzahl von 18 Überschreitungen im Kalenderjahr für den Immissionsgrenzwert von  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Einstundenmittelwert) wurde nur an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor mit 61 Stunden nicht eingehalten (Abbildung 2-2). Der höchste maximale Einstundenmittelwert wurde mit  $264 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor gemessen. Eine Überschreitung der Alarmschwelle von  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Einstundenwert) lag im Jahr 2015 an keinem Messpunkt vor.

### 2.1.2 Partikel $PM_{10}$

Der Immissionsgrenzwert für den Partikel  $PM_{10}$ -Jahresmittelwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde im Jahr 2015 an allen Messpunkten eingehalten. Die  $PM_{10}$ -Jahresmittelwerte lagen im Jahr 2015 zwischen  $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Abbildung 2-3).

Der Immissionsgrenzwert für den  $PM_{10}$ -Tagesmittelwert von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde im Jahr 2015 nur an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor mit 72 Tagen an mehr als den zulässigen 35 Tagen pro Kalenderjahr überschritten (Abbildung 2-4), dabei sind 4 Überschreitungen auf den Einsatz von Streusalz zurückzuführen.

### Emissionen aufgrund von Streusalz

Gemäß § 25 der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [39. BImSchV] können Emissionsbeiträge, die auf die Ausbringung von Streusalz auf Straßen im Winterdienst zurückzuführen sind, bei der Ermittlung von Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten außer Ansatz bleiben. Die LUBW untersucht den Streusalzanteil an den gemessenen Partikel  $PM_{10}$ -Konzentrationen an ausgewählten Spotmessstellen in Baden-Württemberg. In der Regel werden Streusalzuntersuchungen an diesen Messstellen nur an Tagen durchgeführt, an denen der Partikel  $PM_{10}$ -Grenzwert für das Tagesmittel in Höhe von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  überschritten wurde.

Im Jahr 2015 wurden Streusalzuntersuchungen an den Spotmessstellen Ludwigsburg Friedrichstraße und Stuttgart Am Neckartor durchgeführt. An der Spotmessstelle Lud-

Tabelle 2-1: Ergebnisse der Messungen an den Spotmessstellen und den Verkehrsmessstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2015

Kennung	Messort/Station	Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> )				Partikel PM <sub>10</sub>				Benzol JMW [µg/m <sup>3</sup> ]	Ruß JMW [µg/m <sup>3</sup> ]	B(a)P JMW [ng/m <sup>3</sup> ]	DTV Kfz/Tag	DTV Lkw	DTV basiert auf		
		max. 1h-MW [µg/m <sup>3</sup> ]	Alarmschw. Anzahl 1h-MW > 400 µg/m <sup>3</sup>	Anzahl der 1h-MW > 200 µg/m <sup>3</sup>	Passiv JMW [µg/m <sup>3</sup> ]	max. TMW [µg/m <sup>3</sup> ]	Anzahl TMW > 50 µg/m <sup>3</sup>	davon Sahara- staub	davon Streusalz							JMW [µg/m <sup>3</sup> ]	Kfz/Tag
<b>Spotmessstellen</b>																	
DEBW154	Freiburg Benninger Straße				45	105	20	-	26			0,8	18.300	600	Emissionskataster 2014		
DEBW127	Freiburg Zähringer Straße				41								39.000	2.090	Emissionskataster 2014		
DEBW151	Heidelberg Mittermaierstraße				45								26.700	500	Emissionskataster 2014		
DEBW145	Heidenheim Wilhelmstraße				48								10.400	600	Weitere Datenquelle		
DEBW135	Herrnberg Hindenburgstraße				52								19.700	830	Emissionskataster 2014		
DEBW133	Ilsfeld König-Wilhelm-Straße				46								18.100	930	Emissionskataster 2014		
DEBW148	Ingersheim Tiefengasse				41								11.900	240	Emissionskataster 2014		
DEBW120	Leonberg Grabenstraße	174	0	0	47	65	10	-	21				17.600	360	Emissionskataster 2014		
DEBW117	Ludwigsburg Friedrichstraße	218	0	3	58	121	22	0	26		3,5		36.700	1.300	Verkehrszählung 2015		
DEBW142	Markgröningen Grabenstraße				44	117	32	-	29				12.500	280	Emissionskataster 2014		
DEBW198	Mögglingen Hauptstraße				43								21.100	2.140	Emissionskataster 2014		
DEBW128	Mühlacker Stuttgarter Straße				54								14.800	810	Verkehrszählung 2014		
DEBW130	Pforzheim Jahnstraße				42								31.400	1.190	Emissionskataster 2014		
DEBW121	Pleidisheim Behinger Straße				49								14.500	450	Verkehrszählung 2014		
DEBW155	Schwäbisch Gmünd Remsstraße				44								24.300	1.750	Emissionskataster 2014		
DEBW118	Stuttgart Am Neckartor	264	0	61	87	111	72	4	37		1,8	0,4	69.100	1.910	Verkehrszählung 2015		
DEBW116	Stuttgart Hohenheimer Straße	253	0	15	77	129	24	-	27				30.400	610	Verkehrszählung 2015		
DEBW134	Stuttgart Waiblinger Straße				49								22.000	590	Emissionskataster 2014		
DEBW137	Tübingen Jesinger Hauptstraße				45	74	13	-	23		3,1	1,7	15.200	400	Verkehrszählung 2015		
DEBW136	Tübingen Mühlstraße*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*					
DEBW138	Ulm Zinglerstraße				46								20.400	700	Emissionskataster 2014		
DEBW144	Waizbachtal Bahnhofstraße				40								12.700	1.410	Emissionskataster 2014		
DEBW157	Wendlingen Stuttgarter Straße				40	112	18	-	25			0,9	17.000	700	Emissionskataster 2014		
<b>Verkehrsmessstationen</b>																	
DEBW122	Freiburg Schwarzwaldstraße	160	0	0	56	65	4		19		1,1	0,3	54.000	2.970	Verkehrszählung 2015		
DEBW152	Heilbronn Weinsberger Straße-Ost	214	0	3	64	92	17		27		3,9	0,5	33.000	830	Emissionskataster 2014		
DEBW080	Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße	201	0	1	45	152	7		22		1,3	0,3	19.900	130	Verkehrszählung 2015		
DEBW098	Mannheim Friedrichsring	227	0	3	47	143	15		25		1,3	0,2	37.500	640	Emissionskataster 2014		
DEBW125	Pfinztal Karlsruhe Straße	153	0	0	40	144	4		20		1,4	0,7	19.500	900	Verkehrszählung 2015		
DEBW147	Reutlingen Lederstraße-Ost	235	0	3	70	103	33		29		1,6	0,5	46.400	1.930	Verkehrszählung 2015		
DEBW156	Schramberg Oberndorfer Straße	122	0	0	44	65	3		20		1,4	0,8	14.700	850	Verkehrszählung 2015		
DEBW099	Stuttgart Arnulf-Klett-Platz	165	0	0	62	112	17		27		1,3	0,3	54.600	2.220	Emissionskataster 2014		

\* Bauteiltätigkeiten lassen eine Wertung des NO<sub>2</sub>- und PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwertes nicht zu  
 MW = Mittelwert  
 JMW = Jahresmittelwert  
 TMW = Tagesmittelwert  
 DTV = durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke

Immissionsgrenzwerte bzw. Zielwerte

 Grenzwert eingehalten  
 Grenzwert überschritten

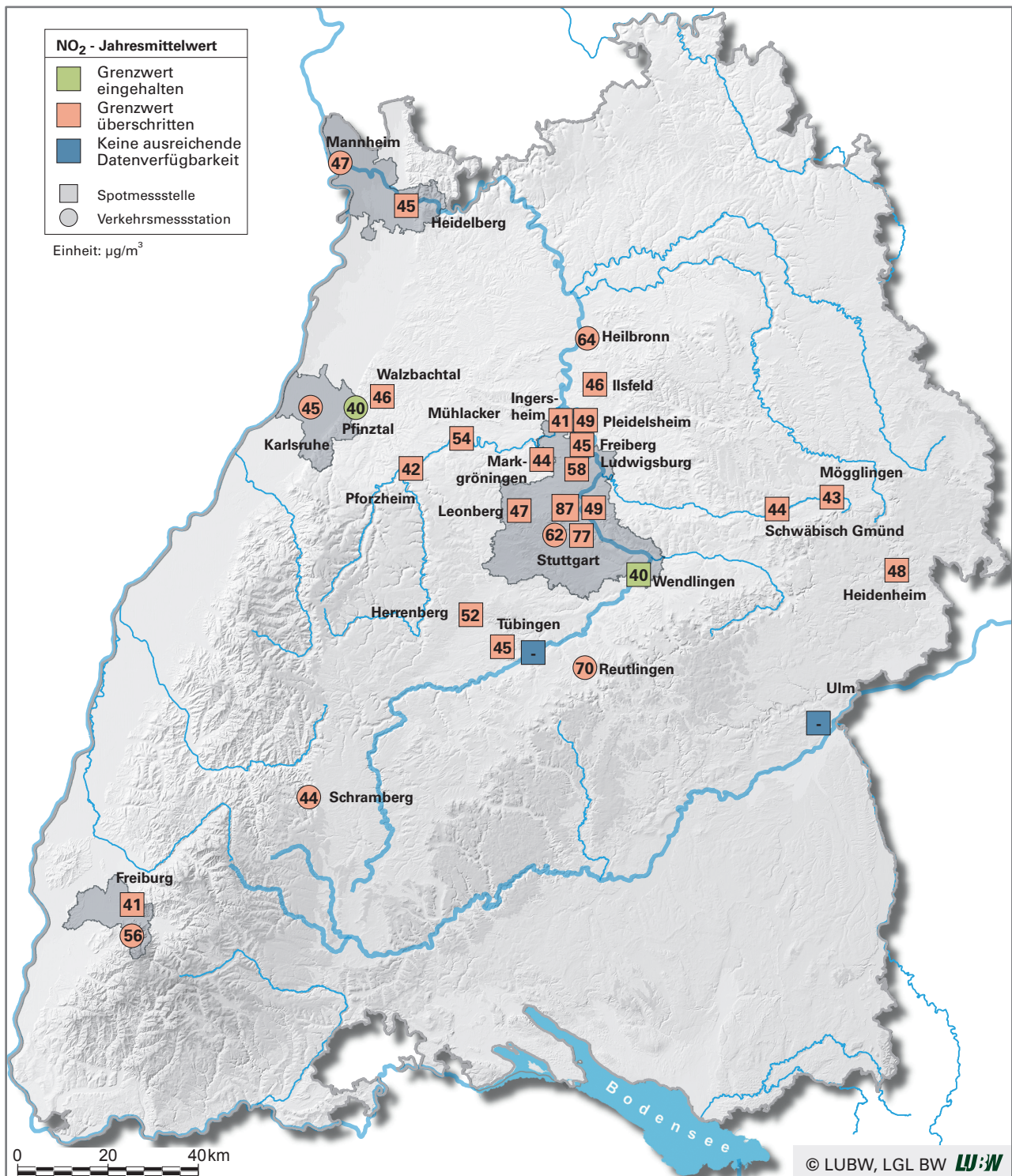


Abbildung 2-1: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen an den Spotmessstellen und den Verkehrsmessstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2015

wigsburg Friedrichstraße führte das Ausbringen von Streusalz zu keinen, an der Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor zu 4 Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Abbildung 2-4). Die Untersuchungen zum Streusalzbeitrag wurden von der LUBW dokumentiert [LUBW, 2016-1]. Die auf den Streusalzbeitrag zurückzuführenden Grenzwertüberschreitungen werden bei der Luftreinhalteplanung sowie bei der Berichterstattung an die

Europäische Union nicht berücksichtigt [LUBW 2016-2]. Im vorliegenden Bericht werden ausschließlich gemessene Überschreitungen dargestellt, ein Streusalzabzug erfolgte hier nicht.



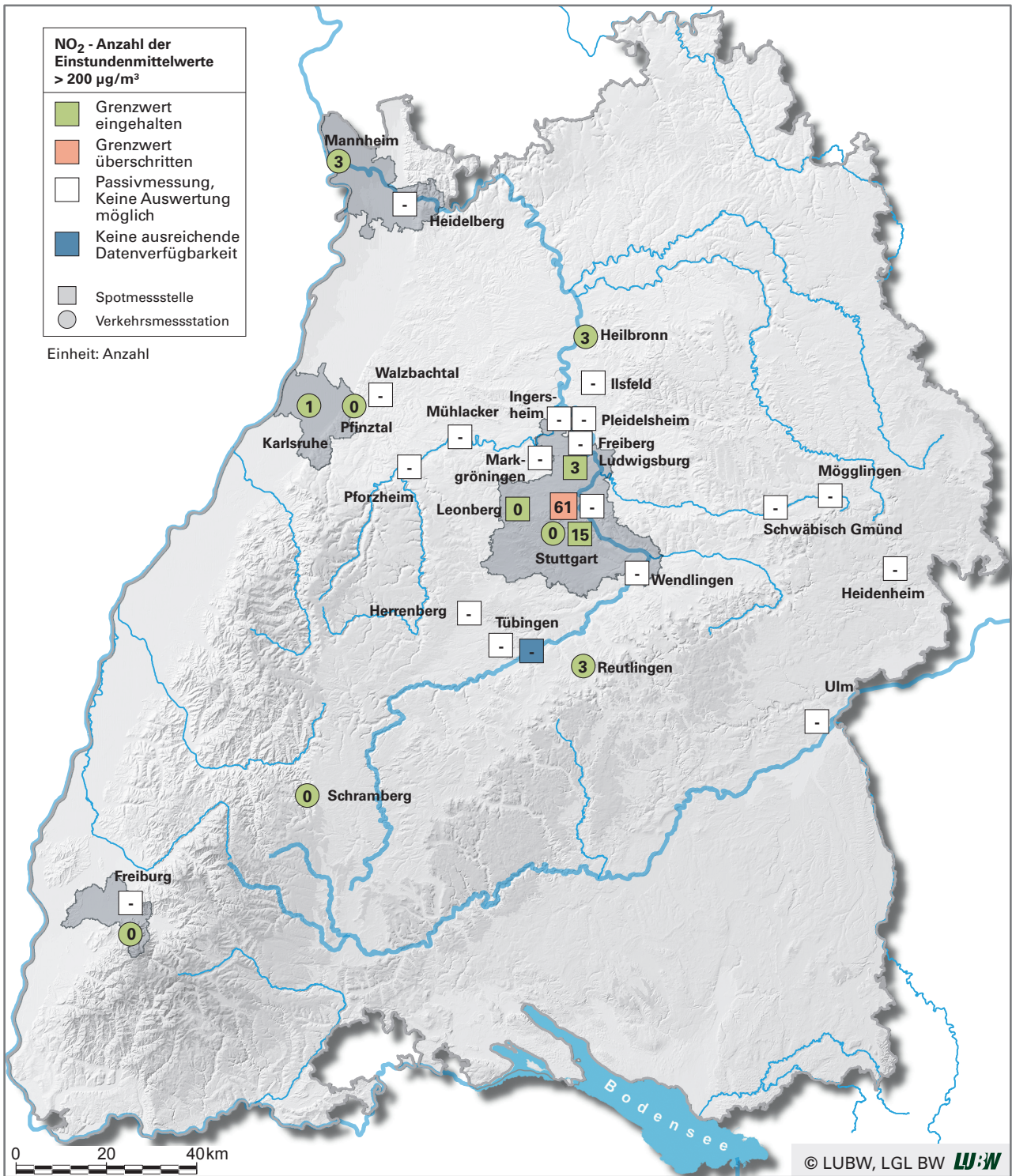


Abbildung 2-2: Anzahl der Überschreitungen des Einstundenmittelwertes von 200 µg/m<sup>3</sup> der Stickstoffdioxidkonzentrationen an den Spotmessstellen und den Verkehrsmessstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2015



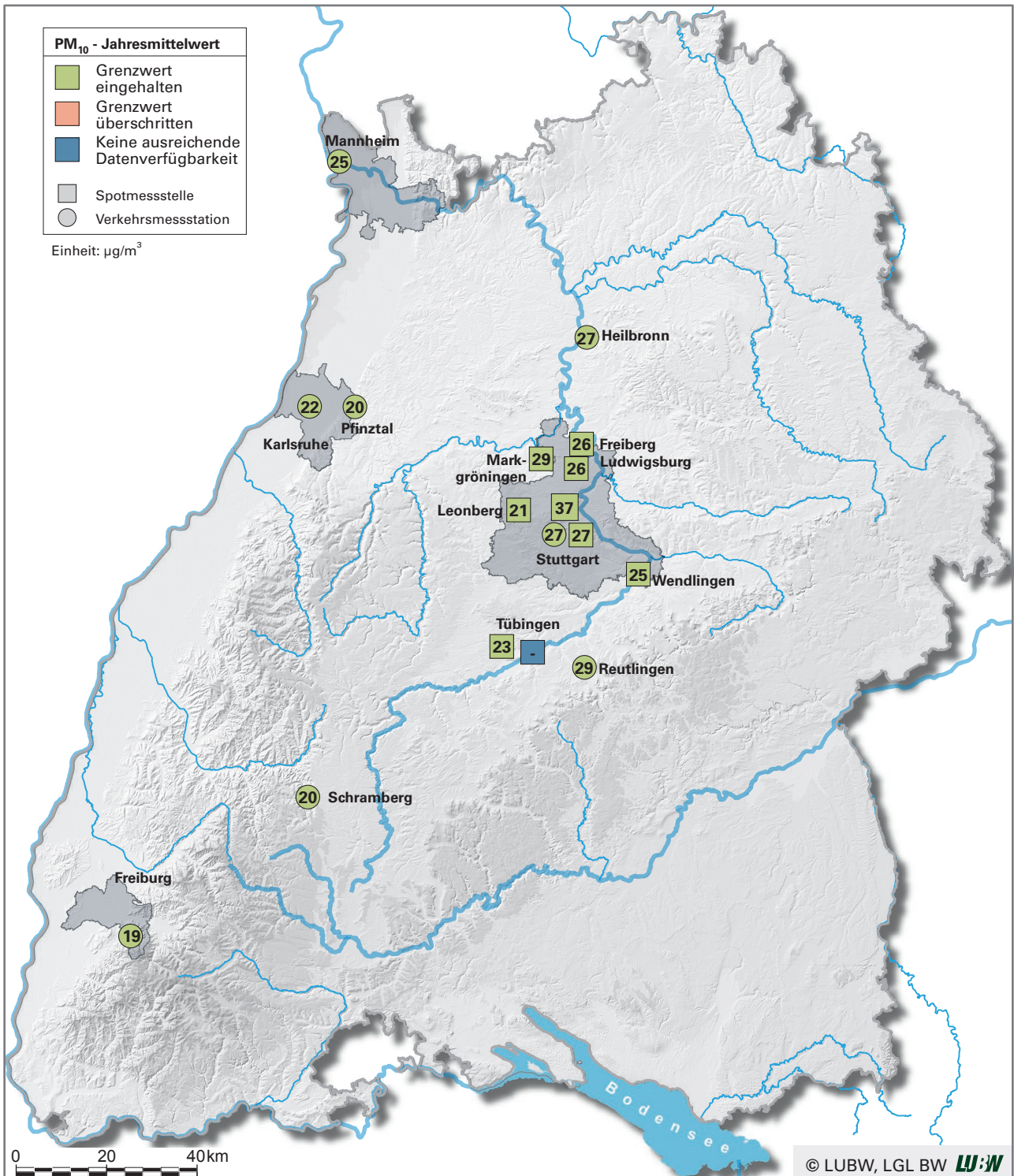


Abbildung 2-3: Jahresmittelwerte der Partikel  $PM_{10}$ -Konzentrationen an den Spotmesstellen und den Verkehrsmessstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2015

### 2.1.3 Benzol

Der Benzol-Immissionsgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Jahresmittelwert) wurde im Jahr 2015 an allen beprobten Messpunkten eingehalten. Der mit  $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  höchste Jahresmittelwert wurde an der Spotmesstelle Stuttgart Am Neckartor gemessen.

### 2.1.4 Ruß

Die Jahresmittelwerte der Ruß-Konzentration lagen im Jahr 2015 zwischen  $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße) und  $4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Stuttgart Am Neckartor). Ein Immissionsgrenzwert für Ruß ist nicht festgelegt.



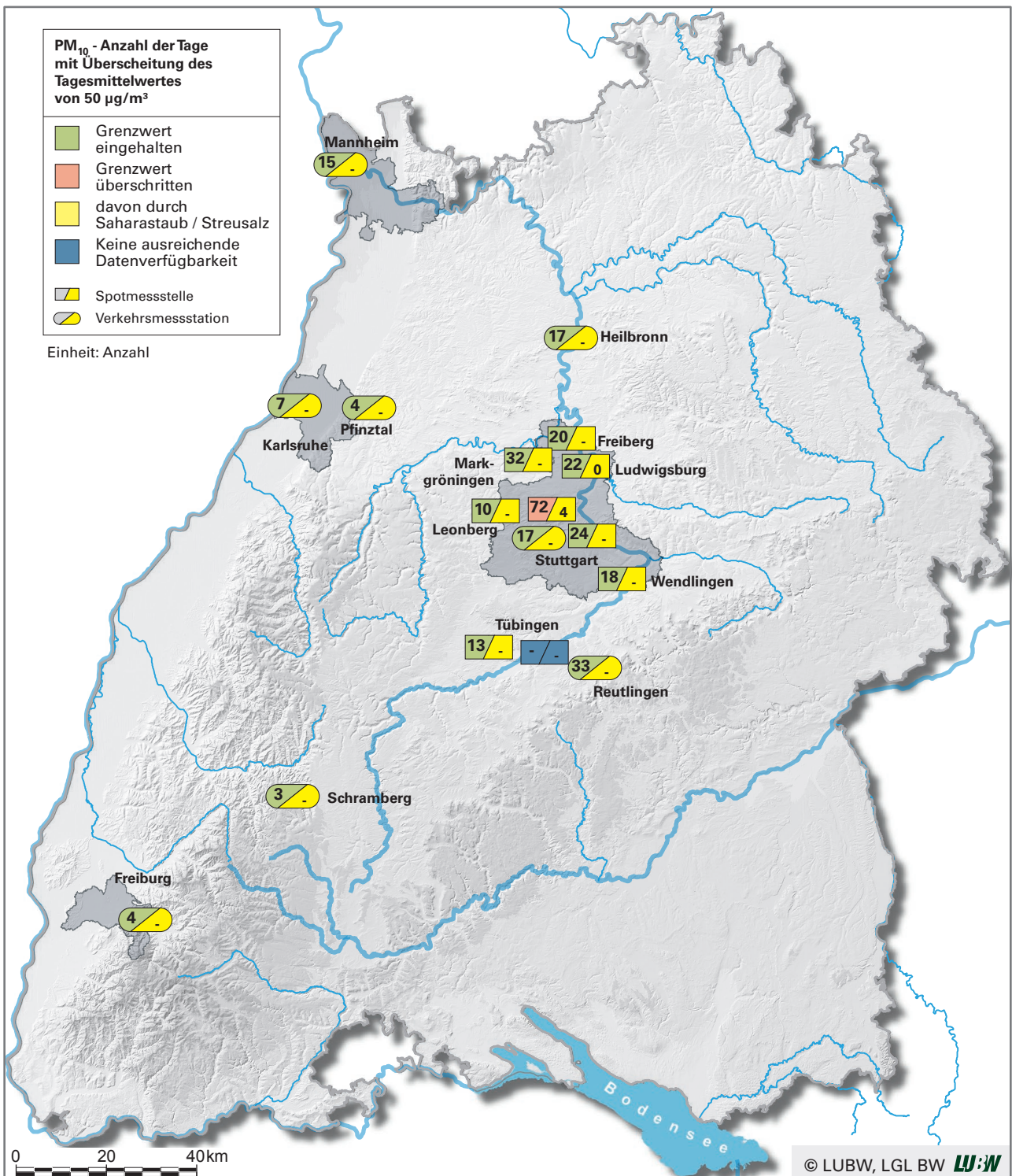


Abbildung 2-4: Anzahl der Tage mit Überschreitung der Partikel PM<sub>10</sub>-Konzentrationen von 50 µg/m<sup>3</sup> an den Spotmessstellen und den Verkehrsmessstationen in Baden-Württemberg im Jahr 2015

### 2.1.5 Benzo[a]pyren

Für Benzo[a]pyren, das auch als Markersubstanz für weitere polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe dient, gilt ein Zielwert von 1 ng/m<sup>3</sup>. Mit einer gemessenen Benzo[a]pyren-Konzentration von 1,7 ng/m<sup>3</sup> wurde dieser Zielwert im Jahr 2015 an der Spotmessstelle Tübingen Jesinger Hauptstraße überschritten. Bei Benzo[a]pyren zeigen sich somit andere Belastungsschwerpunkte als bei Partikel

PM<sub>10</sub> und Stickstoffdioxid, bei denen die Belastungsschwerpunkte im Raum Stuttgart liegen. Hauptgrund für die hohen Benzo[a]pyren-Belastungen in der Jesinger Hauptstraße sind die Holzfeuerungen.

## 2.2 Räumliche Struktur der Luftverunreinigungen

### 2.2.1 Messungen an den Profilmesspunkten

Gemäß Anlage 3 der 39. BImSchV ist der Ort einer Probenahme- und Beurteilung der Luftqualität eines Straßenabschnitts dient, so zu wählen, dass die Luftproben für mindestens eine Länge von 100 Metern repräsentativ sind. Bei neu eingerichteten Spotmessstellen wird diese Repräsentativität geprüft, indem zusätzlich zum Referenzmesspunkt (RMP) sogenannte Profilmesspunkte (PMP) entlang der Straße eingerichtet werden. An jedem Profilmesspunkt wird die Konzentration von Stickstoffdioxid durch Passivsammler bestimmt. Die Profilmesspunkte werden 1 bis 3 Jahre mit beprobt.

An der Spotmessstelle Horb Neckarstraße haben die Profilmessungen im Jahr 2015 gezeigt, dass nur eine kleinräumige Überschreitung des Jahresmittelwertes von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für Stickstoffdioxid vorliegt, die nicht repräsentativ ist (Tabelle 2-2, Abbildung 2-5). Die Messergebnisse dieser Messstelle genügen den Anforderungen der 39. BImSchV somit nicht und werden deshalb nur im Anhang 1 dieses Berichts veröffentlicht. Eine Meldung an die EU erfolgt nicht.

Die im Jahr 2015 durchgeführten Profilmessungen an der Spotmessstelle Möggingen Hauptstraße belegen, dass die am Referenzmesspunkt gemessene Überschreitung des Immissionsgrenzwertes von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  für Stickstoffdioxid für mindestens 100 Meter repräsentativ ist (Tabelle 2-2, Abbildung 2-5).

Ergänzend zu den Profilmessungen wurden an 2 Messstellen Messungen der städtischen Hintergrundbelastung in den betreffenden Stadtteilen durchgeführt. Sie dienen u. a. der Maßnahmenplanung bei Überschreitung der Immissionsgrenzwerte an den Referenzmesspunkten.

Die Ergebnisse für das Jahr 2015 sind in Tabelle 2-3 aufgeführt. Die Stickstoffdioxidkonzentrationen an den Hintergrundmesspunkten liegen in beiden Fällen bei  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im Jahresmittel.

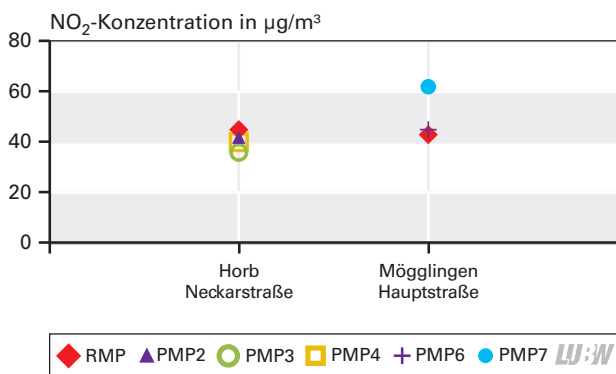


Abbildung 2-5: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen an ausgewählten Referenz- (RMP) und Profilmesspunkten (PMP) im Jahr 2015

Tabelle 2-3: Jahresmittelwerte (JMW) der Stickstoffdioxidkonzentrationen an ausgewählten Hintergrund- und Referenzmesspunkten im Jahr 2015

Messpunkt	Hintergrundmesspunkt JMW NO <sub>2</sub> in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Referenzmesspunkt JMW NO <sub>2</sub> in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Horb Neckarstraße	20	45
Möggingen Hauptstraße	20	43

LUBW

Tabelle 2-2: Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen an ausgewählten Referenz- und Profilmesspunkten im Jahr 2015

Messpunkt	Referenzmessung			Profilmessung (NO <sub>2</sub> -Passiv)				
	RMP	Messverfahren	NO <sub>2</sub> -MW in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PMP2 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PMP3 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PMP4 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PMP6 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PMP7 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Horb Neckarstraße	RMP1	passiv	45	42	36	40		
Möggingen Hauptstraße	RMP2	passiv	43				45	62

LUBW

# 3 Entwicklung der Luftqualität an verkehrsnahen Standorten

An den meisten Spotmessstellen und Verkehrsmessstationen stehen inzwischen seit mehreren Jahren Kenngrößen für Stickstoffdioxid, Partikel PM<sub>10</sub>, Benzol, Ruß und Benzo[a]pyren zur Verfügung und ermöglichen die Betrachtung der Entwicklung der Luftverunreinigungen an verkehrsbelasteten Standorten. Dies ist insbesondere in Verbindung mit der Beurteilung der Wirksamkeit von emissionsmindernden Maßnahmen von Interesse.

Zur Veranschaulichung der Immissionstrends an den Spotmessstellen wurden nur die Spotmessstellen berücksichtigt, die mindestens 5 Jahre ohne größere Unterbrechung in Betrieb waren. Die Auswertungen für die einzelnen Regierungsbezirke finden sich in Anhang 5.2. Die Langzeitreihen beginnen für Benzo[a]pyren im Jahr 2008, für alle anderen Komponenten im Jahr 2006.

## 3.1 Partikel PM<sub>10</sub>

Im Jahr 2015 sind die Partikel PM<sub>10</sub>-Konzentrationen an den Spotmessstellen und Verkehrsmessstationen im Vergleich zum Vorjahr leicht zurückgegangen (Abbildung 3-1).

Der Grenzwert für den Jahresmittelwert für Partikel PM<sub>10</sub> von 40 µg/m<sup>3</sup> wird seit 2012 an allen Messpunkten in Baden-Württemberg eingehalten.

## 3.2 Stickstoffdioxid

Die Stickstoffdioxidkonzentrationen sind im Jahr 2015 im Vergleich zum Vorjahr 2014 im Wesentlichen unverändert geblieben (Abbildungen 3-1 und 3-2). An der bisher am stärksten belasteten Spotmessstelle Stuttgart Am Neckartor sank der Jahresmittelwert im Jahr 2015 auf 87 µg/m<sup>3</sup> (Vorjahr: 89 µg/m<sup>3</sup>), die Anzahl der Überschreitungen des Einstundenmittelwertes von 200 µg/m<sup>3</sup> für Stickstoffdioxid stieg auf 61 (Vorjahr: 36). Dabei ist mit 45 Stunden die Mehrzahl der Überschreitungen in den im Jahr 2015 ungewöhnlich heißen Sommermonaten Juli und August aufgetreten. Hier sorgten die hohen Ozonkonzentrationen für eine rasche Autoxidation des Stickstoffmonoxids und somit zu einer zusätzlichen Stickstoffdioxidbelastung im Straßenraum. An der zweitbelastetsten Spotmessstelle Stuttgart Hohenheimer Straße sind die Konzentrationen bzw. Überschreitungszahlen nahezu identisch geblieben.

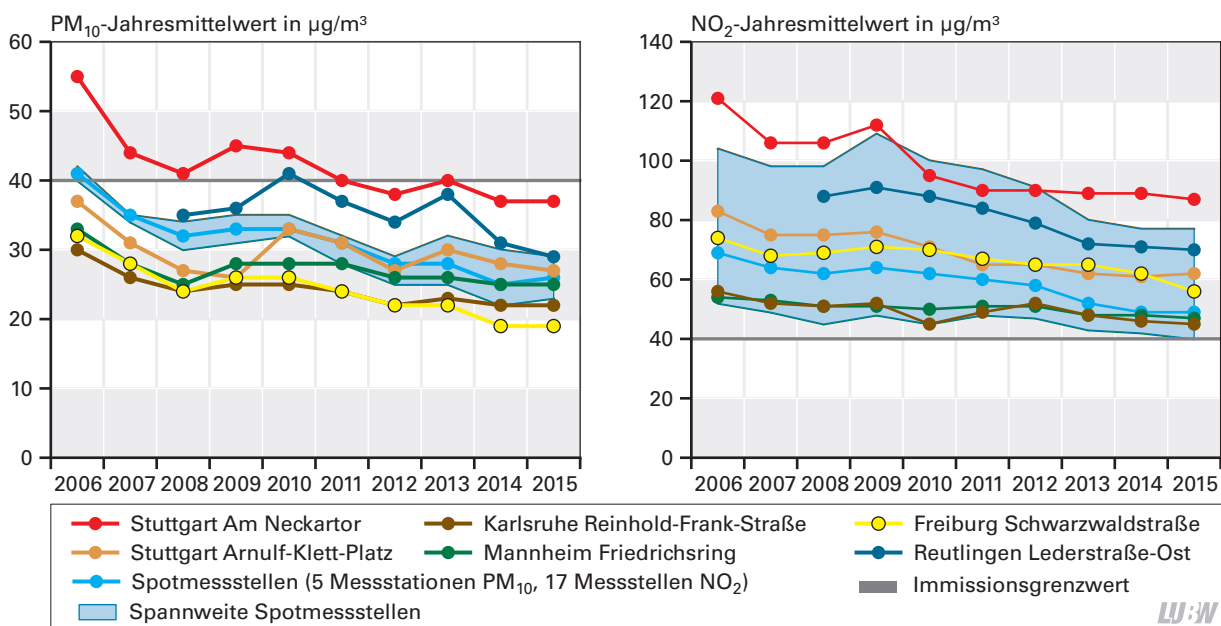


Abbildung 3-1: Entwicklung der Jahresmittelwerte der Partikel PM<sub>10</sub> und der Stickstoffdioxidkonzentration an ausgewählten Spotmessstellen und Verkehrsmessstationen des Luftmessnetzes des Landes Baden-Württemberg seit 2006



### 3.3 Benzol

Die Benzolkonzentrationen an den Spotmessstellen und an den Verkehrsmessstationen sind seit 2006 rückläufig und liegen derzeit bei 1,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  bis 1,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Abbildung 3-2). Der Rückgang der Belastung mit Benzol ist ab dem Jahr 2000 durch die Limitierung von Benzol als Zusatz im Ottokraftstoff auf maximal 1 Vol.-% und in den späteren Jahren durch den vermehrten Einsatz von geregelten Katalysatoren begründet.

### 3.4 Benzo[a]pyren

Die Immissionsbelastung durch Benzo[a]pyren wird maßgeblich von den meteorologischen Verhältnissen im Winterhalbjahr geprägt. Im Jahr 2015 waren die Konzentrationen von Benzo[a]pyren an einigen Messstellen etwas höher als im Vorjahr (Abbildung 3-3). Insbesondere an der Spotmessstelle Tübingen Jesinger Hauptstraße ergab sich ein deutlicher Anstieg der Benzo[a]pyrenbelastung und dadurch eine Überschreitung des Zielwertes von 1  $\text{ng}/\text{m}^3$ .

### 3.5 Ruß

Die Belastung durch Ruß ist seit 2006 an allen betrachteten Messstellen kontinuierlich zurückgegangen (Abbildung 3-3). Hauptverursacher von Ruß in Verkehrsnähe sind Kraftfahrzeuge mit Dieselmotoren. Die Entwicklung für Ruß als Bestandteil von Partikel  $\text{PM}_{10}$  spiegelt die Wirksamkeit emissionsmindernder verkehrsbezogener Maßnahmen wider.

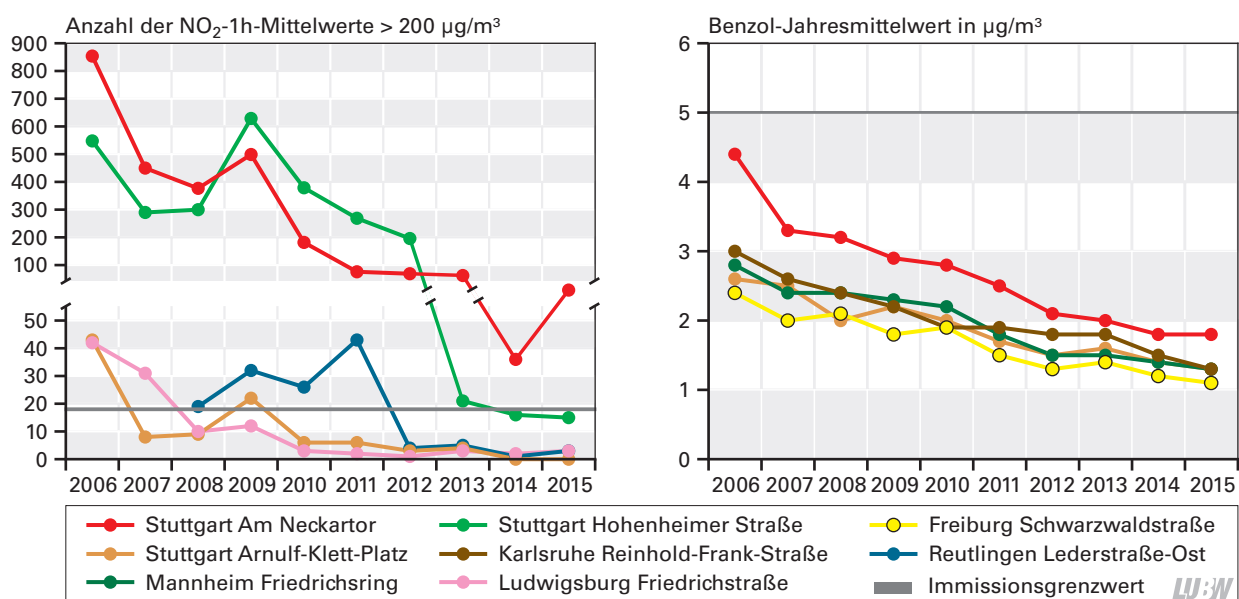


Abbildung 3-2: Entwicklung der Anzahl der Stickstoffdioxid-Einstundenmittelwerte über 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und der Jahresmittelwerte der Benzolkonzentrationen an ausgewählten Spotmessstellen und Verkehrsmessstationen des Luftmessnetzes des Landes Baden-Württemberg seit 2006

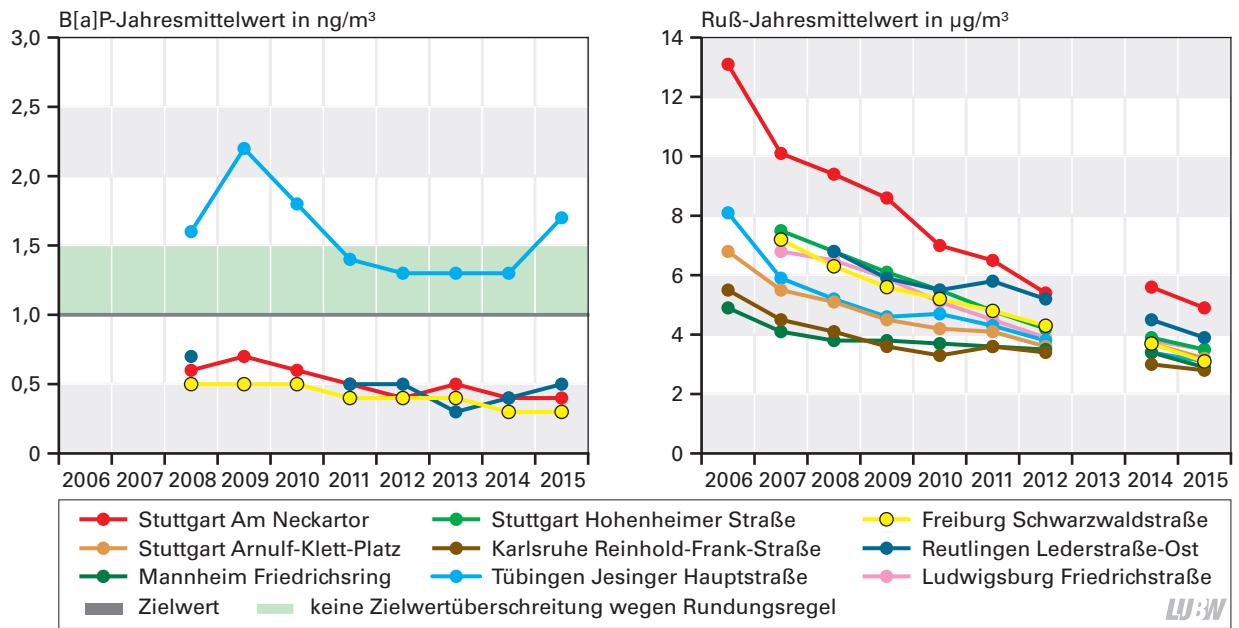


Abbildung 3-3: Entwicklung der Jahresmittelwerte der Benzo[a]pyrenkonzentrationen und der Rußkonzentrationen an ausgewählten Spotmessstellen und Verkehrsmessstationen des Luftmessnetzes des Landes Baden-Württemberg seit 2006

# 4 Entwicklung der fahrzeugbedingten Emissionen

Die langjährige Entwicklung, der im Rahmen der Spotmessungen straßennah erfassten Luftschadstoffe, stehen im engen Zusammenhang mit der Entwicklung der fahrzeugbedingten Emissionen. So sind entsprechend der von der LUBW jährlich veröffentlichte Ursachenanalyse in erster Linie die fahrzeugbedingten  $\text{NO}_x$ -Emissionen für die Überschreitungen des  $\text{NO}_2$ -Immissionsgrenzwertes an verkehrsnahen Messpunkten verantwortlich [LUBW 2016-2].

Auf EU-Ebene wurden in den vergangenen Jahrzehnten die Emissionsgrenzwerte für Personenkraftfahrzeuge (Pkw) kontinuierlich gesenkt (vgl. Tabelle 4-1). Zu Beginn dieser Entwicklung wurden vor allem Kohlenmonoxid sowie die Vorläuferstoffe für Ozon (Summe der Stickstoffoxide und Kohlenwasserstoffe) reguliert. In den folgenden Jahren wurden dann auch separate Grenzwerte für Stickstoffoxide und Kohlenwasserstoffe eingeführt sowie die Grenzwerte für Partikel gesenkt bzw. neu eingeführt (Tabelle 4-1). Dabei wurden Dieselfahrzeugen vom Gesetzgeber deutlich höhere Grenzwerte eingeräumt als Ottofahrzeugen.

Die Emissionen des Straßenverkehrs werden im Wesentlichen durch folgende Parameter beeinflusst:

- Die Emissionen pro Fahrzeug bzw. Fahrzeugtyp<sup>1)</sup>
- Die Zusammensetzung und Größe der Fahrzeugflotte
- Die pro Fahrzeug (bzw. Fahrzeugtyp) und Jahr zurückgelegte Strecke („Fahrleistung“).

Im Folgenden wird die Entwicklung dieser drei Parameter seit 1990 zusammengefasst dargestellt.

## 4.1 Emissionen pro Fahrzeug

### Grenzwerte

Hier ist insbesondere die Diskrepanz zwischen Emissionsgrenzwerten und Realemissionen von Interesse. Die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte durch neue

Fahrzeugmodelle muss durch die Hersteller in einem definierten Verfahren nachgewiesen werden. Hierfür hat der Gesetzgeber vorgesehen, dass die Fahrzeugemissionen bei einer Auswahl an typischen Fahrsituationen unter Laborbedingungen überprüft werden müssen. In realen Fahrsituationen auf der Straße können die Emissionen von diesen Laborergebnissen abweichen, da im Labor naturgemäß nicht alle real auftretenden Fahrsituationen abgeprüft werden können. Dieser Unterschied zwischen den im Labor gemessenen Grenzwerteinhaltungen und den in der Realität meist höheren Emissionen ist seit Jahren bekannt und hat im Jahr 1995 zur Erstellung des „Handbuchs für Emissionsfaktoren“ (HBEFA) geführt [HBEFA 3.2]. In diesem Handbuch sind die realen Emissionen unterschiedlicher Fahrzeugtypen unter unterschiedlichen Fahrbedingungen datenbankartig abgelegt. Das Handbuch enthält ferner Informationen zu Flottenzusammensetzungen in unterschiedlichen Ländern und Jahren. Die Emissionsfaktoren in HBEFA basieren auf Ergebnissen des Modells PHEM (Passenger car and Heavy duty vehicle Emission Model). Dieses Modell wird an der Universität Graz entwickelt und basiert auf Messungen der realen Emissionen, z. B. mit Hilfe von PEMS (Portable Emission Measurement System). Vergleiche zeigen, dass die von PHEM vorausgesagten (und somit auch die in HBEFA hinterlegten) Emissionsfaktoren gut mit gemessenen Emissionen übereinstimmen. Dies wurde auch bei Messungen der LUBW an drei ausgewählten Euro 6-Fahrzeugen bestätigt [LUBW 2015].

Ein Vergleich der in HBEFA hinterlegten Realemissionen mit den im Labor geprüften Emissionsgrenzwerten zeigt, dass der Gesetzgeber das Ziel, durch die Emissionsgesetzgebung die Realemissionen zu senken, in vielen Fällen erreicht hat. Beispielsweise konnten die Stickoxidemissionen von Ottofahrzeugen („Benziner“) in den vergangenen Jahrzehnten unter allen Fahrbedingungen deutlich gesenkt werden (vgl. Abbildung 4-1). Bei den Dieselfahrzeugen wurden vergleichbare Erfolge hinsichtlich der Partikelemissionen erreicht.

1) Diese sind u. a. abhängig vom Verkehrszustand (flüssig, stop-and-go)

Tabelle 4-1: Entwicklung der Emissionsgrenzwerte für Pkw

Euro-Normstufe Zusatz (nicht-offiziell)	Einheit für Euro 1-4		Euro 1		Euro 2		Euro 3		Euro 4		Euro 5		Euro 6		
	91/441/EWG	94/12/EG	01.01.1992	01.10.1999	01.01.1996	01.10.1999	01.01.2000	01.01.2005	01.09.2009	01.09.2011	01.09.2014	01.09.2017	EG/715/2007	EG/692/2008	EU/459/2012
Typprüfung ab			01.01.1992	01.10.1999	01.01.1996	01.10.1999	01.01.2000	01.01.2005	01.09.2009	01.09.2011	01.09.2014	01.09.2017	EG/715/2007	EG/692/2008	EU/459/2012
Erstzulassung ab			31.12.1992	-	01.01.1997	-	01.01.2001	01.01.2006	01.01.2011	01.01.2013	01.09.2015	01.09.2018			
<b>Emissionsgrenzwerte für Otto-Pkw ("Benziner")</b>															
CO (Kohlenmonoxid)			2,72	2,2	2,2	2,2	2,3	1,0	1000	1000	1000	1000			
NO <sub>x</sub> + HC (Stickoxide und Kohlenwasserstoffe)			0,97	0,5	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-			
HC (Kohlenwasserstoffe)			-	-	-	-	0,20	0,10	100	100	100	100			
davon NMHC (Nicht-Methankohlenwasserstoffe)			-	-	-	-	-	-	68	68	68	68			
NO <sub>x</sub> (Stickoxide)			-	-	-	-	0,15	0,08	60	60	60	60			
PM (Partikelmasse)			-	-	-	-	-	-	- / 5,0*	- / 4,5*	- / 4,5*	- / 4,5*			
PN (Partikelanzahl)			-	-	-	-	-	-	-	-	- / 6,0·10 <sup>12</sup> *	- / 6,0·10 <sup>11</sup> *			
Plakette															
<b>Grenzwerte für Diesel-Pkw</b>															
CO (Kohlenmonoxid)			2,72	1,0	1,0	1,0	0,64	0,50	500	500	500	500			
NO <sub>x</sub> + HC (Stickoxide und Kohlenwasserstoffe)			0,97	0,7 / 0,9*	0,7	0,7	0,56	0,30	230	230	170	170			
HC (Kohlenwasserstoffe)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
davon NMHC (Nicht-Methankohlenwasserstoffe)			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
NO <sub>x</sub> (Stickoxide)			-	-	-	-	0,50	0,25	180	180	80	80			
PM (Partikelmasse)			0,14	0,08 / 0,10*	0,08	0,08	0,05	0,025	5,0	4,5	4,5	4,5			
PN (Partikelanzahl)			-	-	-	-	-	-	-	6,0·10 <sup>11</sup>	6,0·10 <sup>11</sup>	6,0·10 <sup>11</sup>			
Plakette			keine												

\* Grenzwert für konventionelle Eindüsung / Grenzwert für Direkteinspritzer  
 -: kein Grenzwert festgelegt

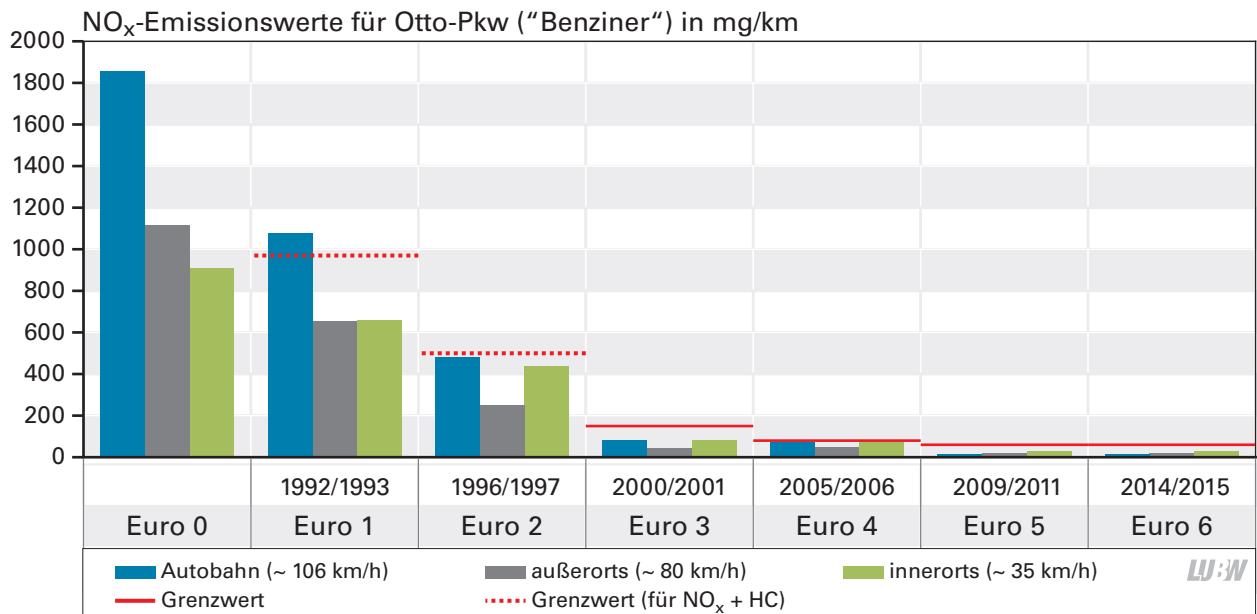


Abbildung 4-1: Entwicklung der Stickoxidemissionen für Otto-Pkw unter verschiedenen Betriebsbedingungen [HBEFA 3.2]; Flotte Deutschland, Durchschnittsverkehr, Durchschnittssteigung

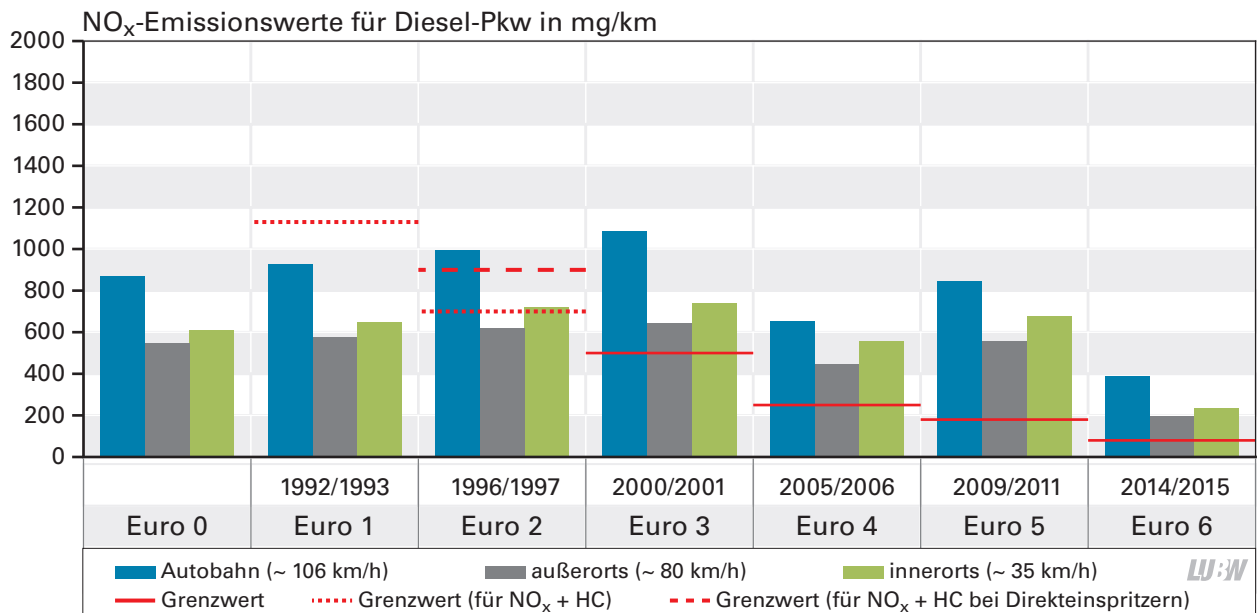


Abbildung 4-2: Entwicklung der Stickoxidemissionen für Diesel-Pkw unter verschiedenen Betriebsbedingungen [HBEFA 3.2]; Flotte Deutschland, Durchschnittsverkehr, Durchschnittssteigung

Im Vergleich zu den Ottofahrzeugen haben Dieselfahrzeuge vor Beginn der europäischen Emissionsgesetzgebung in den 1990er Jahren noch deutlich geringere Stickoxidemissionen gezeigt (vgl. Abbildung 4-2). Während die ursprünglich höheren Stickoxidemissionen der Ottomotoren durch die Emissionsgesetzgebung aber wirksam gemindert werden konnten, sind die Emissionen von Dieselmotoren trotz kontinuierlich sinkender Grenzwerte bisher kaum zurückgegangen. Phasenweise sind die Stickoxidemissionen von Dieselmotoren sogar wieder angestiegen, insbesondere mit der Einführung der Euro-Normstufe 5. Hierbei sind die

realen Emissionen von Dieselfahrzeugen trotz niedrigerer Grenzwerte höher als diejenigen der älteren Euro 4-Fahrzeuge. Dies liegt an den in Euro 5-Fahrzeugen erstmals flottenweit eingebauten Partikelfiltern, die zwar die Partikelemissionen deutlich verringert haben, bauartbedingt aber auch zu erhöhten Stickoxidemissionen führten. Die Emissionen von Euro 6-Dieselfahrzeugen zeigen demgegenüber zwar eine Verbesserung, liegen in der Realität aber immer noch deutlich über den Grenzwerten und den Emissionen von Ottofahrzeugen.

## 4.2 Zusammensetzung und Größe der Fahrzeugflotte

Durch die Stilllegung von Altfahrzeugen und den Kauf neuer Fahrzeuge wird die Fahrzeugflotte in Baden-Württemberg kontinuierlich erneuert (vgl. Abbildung 4-3). Im Jahr 2014, dem Jahr der letzten Erhebung, bestand die Flotte aus ca. 4 Mio. Otto- und 2 Mio. Diesel-Pkw. Hinzu kommen ca. 1,3 Mio. weitere Fahrzeuge (z. B. Motorräder, Busse, Lkw, in der Abbildung nicht dargestellt [StaLa 2016-1]).

Die Anzahl der Fahrzeuge in Baden-Württemberg nimmt kontinuierlich zu, zwischen 2008 und 2014 um gut 70.000 Fahrzeuge pro Jahr. Dieses Wachstum findet bei den Pkw fast ausschließlich bei den Dieselfahrzeugen statt, während die Anzahl der Ottofahrzeuge seit 2008 nahezu konstant ist. Dementsprechend hat sich in den letzten Jahren der Anteil der Dieselfahrzeuge an der Pkw-Flotte kontinuierlich erhöht: Während in den 1980er Jahren nur ca. 10% aller Fahrzeuge mit einem Dieselmotor angetrieben wurden und dieser Anteil in den 1990er Jahren nur geringfügig auf 15% anstieg, waren es im Jahr 2014 schon 32%. Dieser Trend wird sich in den kommenden Jahren voraussichtlich weiter fortsetzen, da bei den Neuzulassungen bereits etwa die Hälfte aller Pkw mit einem Dieselmotor ausgerüstet ist. Da die Dieselfahrzeuge, wie in Kapitel 4.1 gezeigt, deutlich

höhere Stickoxidemissionen haben als Ottofahrzeuge, ist dieser Trend aus lufthygienischer Sicht als kritisch zu bewerten.

## 4.3 Entwicklung der Fahrleistungen

Mit der zunehmenden Anzahl an Pkw in Baden-Württemberg geht eine Erhöhung der pro Jahr zurückgelegten Strecken (Abbildung 4-4) einher, d. h. es gibt in Baden-Württemberg immer mehr Fahrzeuge, die immer weitere Strecken zurücklegen.

Die Jahresfahrleistungen einzelner Fahrzeuge können sich signifikant unterscheiden. So liegt der Anteil der mindestens 20 Jahre alten Euro 1-Ottofahrzeuge an der Fahrzeugflotte in Baden-Württemberg beispielsweise bei 2,9% (siehe Abbildung 4-3), diese werden aber kaum noch benutzt und tragen deshalb nur zu ca. 1,3% zur Jahresfahrleistung bei. Auf der anderen Seite nutzen gerade Vielfahrer häufig Dieselfahrzeuge, so dass Dieselfahrzeuge zwar nur ein Drittel der Flotte ausmachen (Abbildung 4-3), aber für etwa die Hälfte der Jahresfahrleistung verantwortlich sind (Abbildung 4-5).

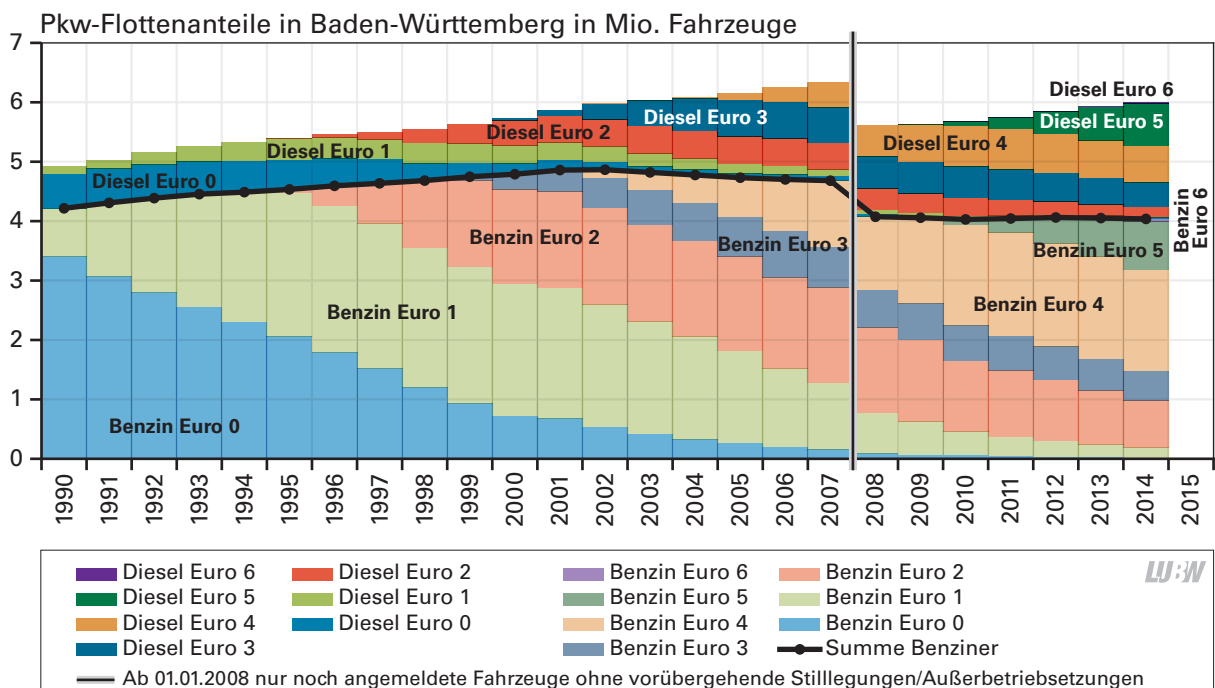


Abbildung 4-3: Flottenzusammensetzung in Baden-Württemberg [StaLa 2016-2]. Hinweise: Stand jeweils am 1. Juli, ab 2001 jeweils 1. Januar des Jahres

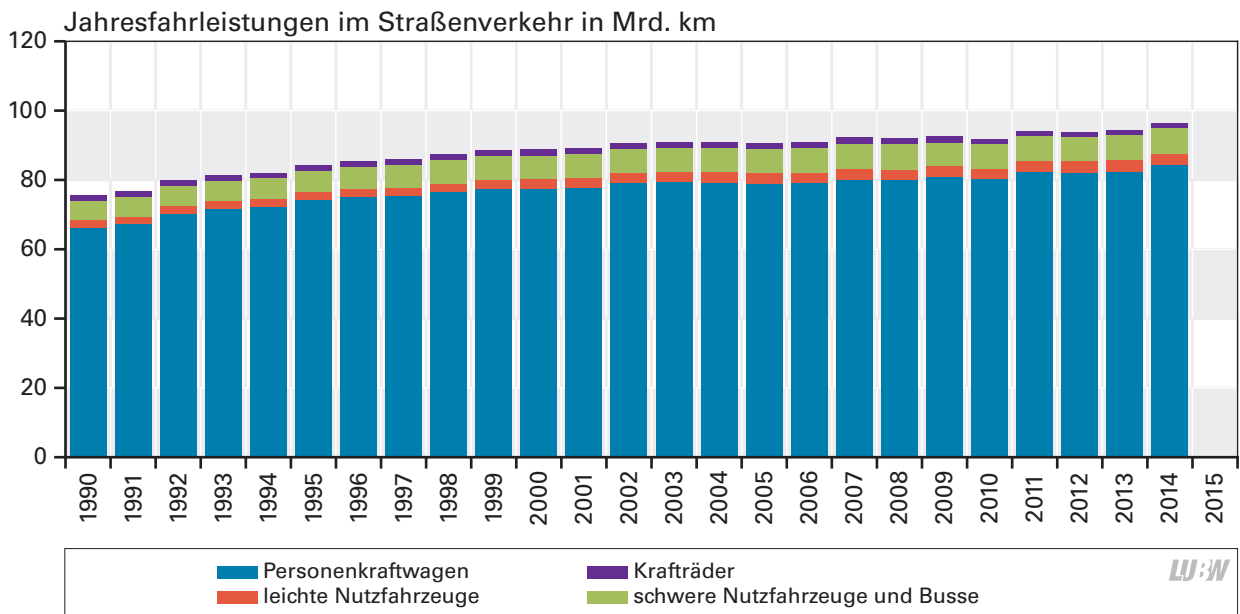


Abbildung 4-4: Gesamt-Jahresfahrleistung in Baden-Württemberg [StLa 2016-3]

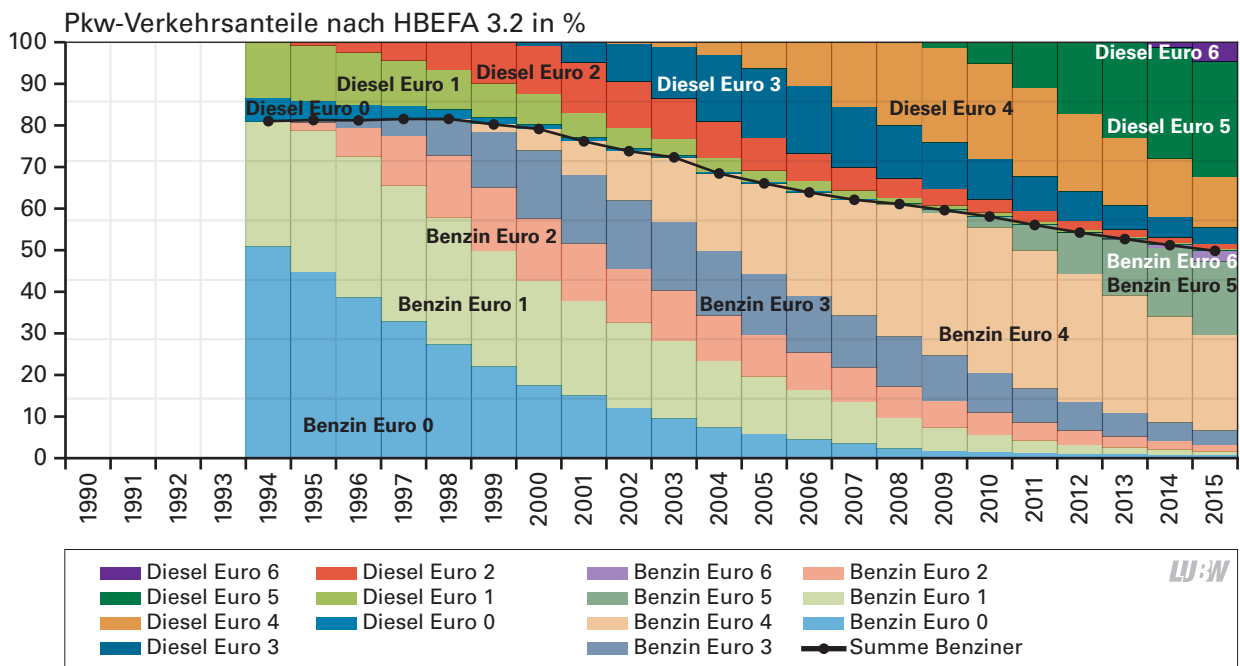


Abbildung 4-5: Pkw-Verkehrsanteile (d. h. fahrleistungsgewichtete Flottenanteile) in Deutschland [HBEFA 3.2]

#### 4.4 Fazit

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Emissionen pro Fahrzeug für eine Vielzahl von Komponenten seit 1990 stark zurückgegangen sind. Eine Ausnahme bilden die  $\text{NO}_x$ -Emissionen der Diesel-Pkw, deren Emissionen kaum zurückgegangen sind und inzwischen deutlich über denjenigen der Otto-Pkw liegen. Da zusätzlich die Anzahl der Pkw in Baden-Württemberg generell steigt und der Anteil der Diesel-Pkw an der Fahrzeugflotte bzw. der jährlichen Fahrleistung in den letzten Jahren deutlich zu-

genommen hat, sind die verkehrsbedingten  $\text{NO}_x$ -Emissionen nicht in dem Maße zurückgegangen, wie ursprünglich von der EU-Gesetzgebung angedacht.





# 5 Anhang

5.1 Kartendarstellungen

5.2 Auswertungen für die Regierungsbezirke

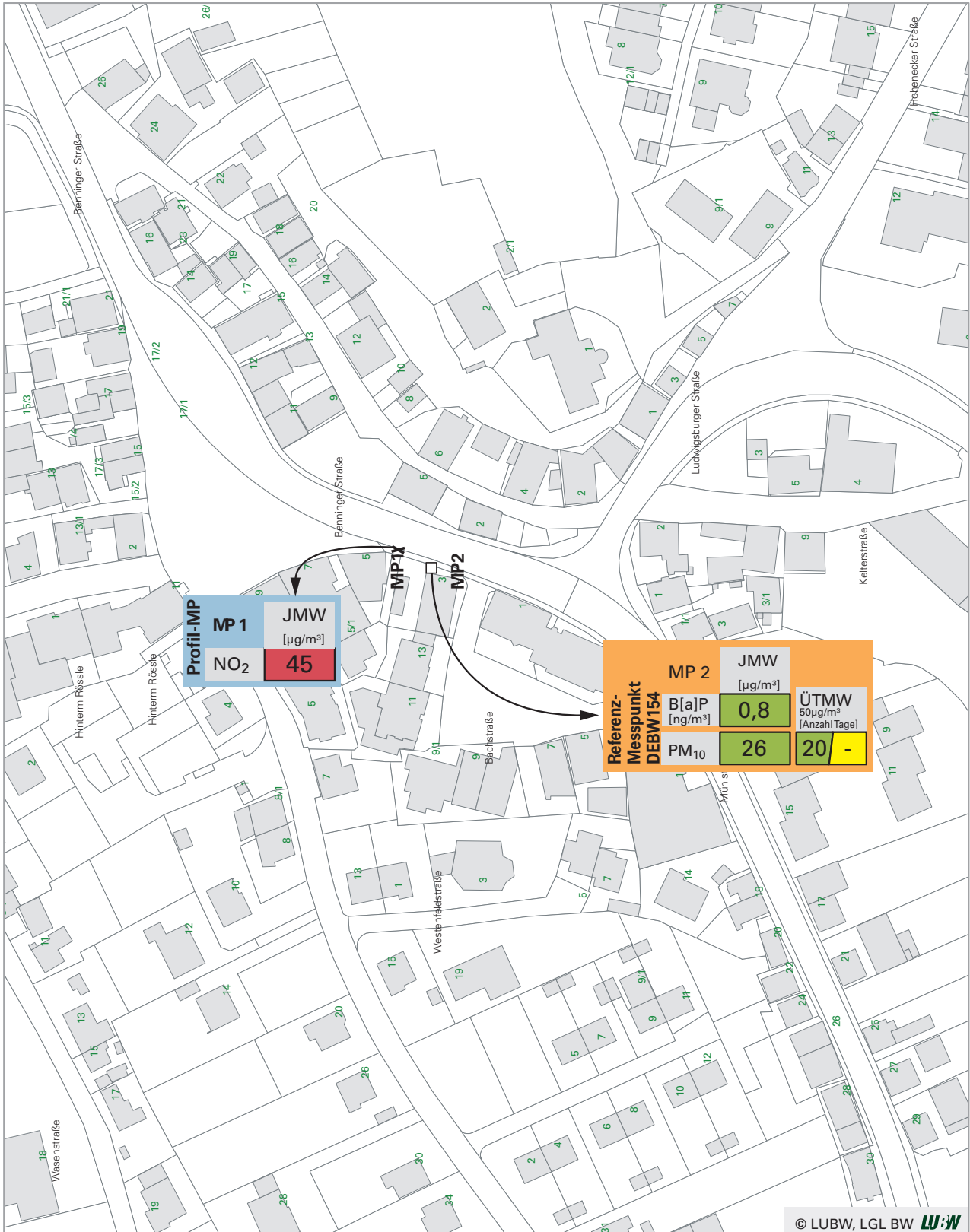
5.3 Messverfahren

5.4 Quellenverzeichnis

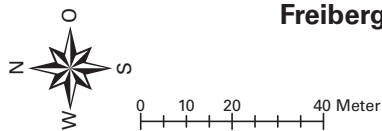
5.5 Glossar



## 5.1 Kartendarstellungen



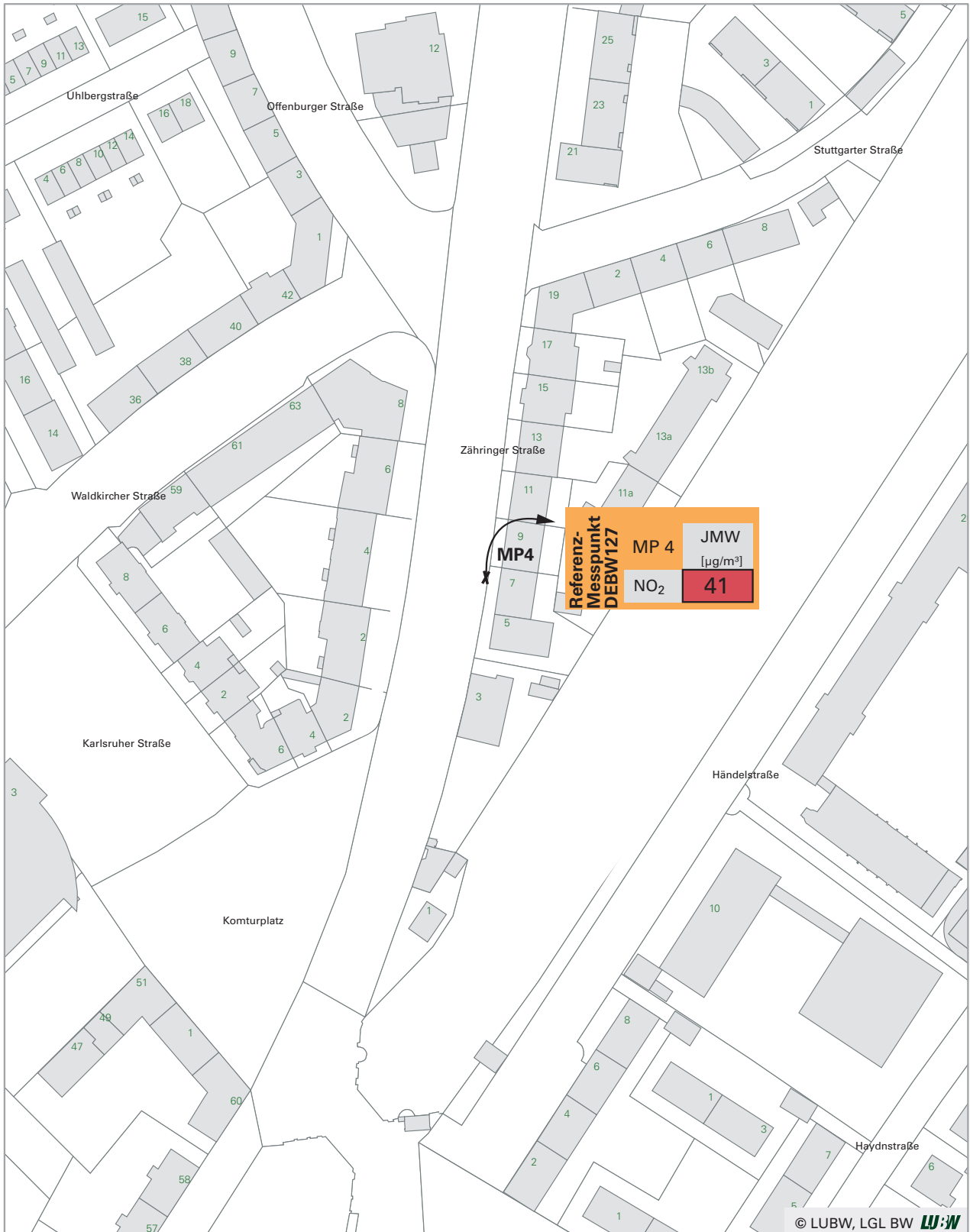
X NO<sub>2</sub>-Passivsammler  
 □ PM<sub>10</sub>



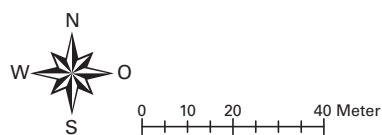
### Freiburg am Neckar Benninger Straße

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Sahara Staub / Streusalz

Karte 1: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Freiburg Benninger Straße



X NO<sub>2</sub>-Passivsammler



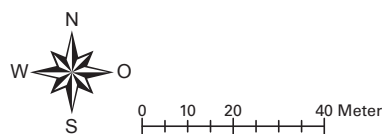
### Freiburg Zähringer Straße

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden

Karte 2: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Freiburg Zähringer Straße



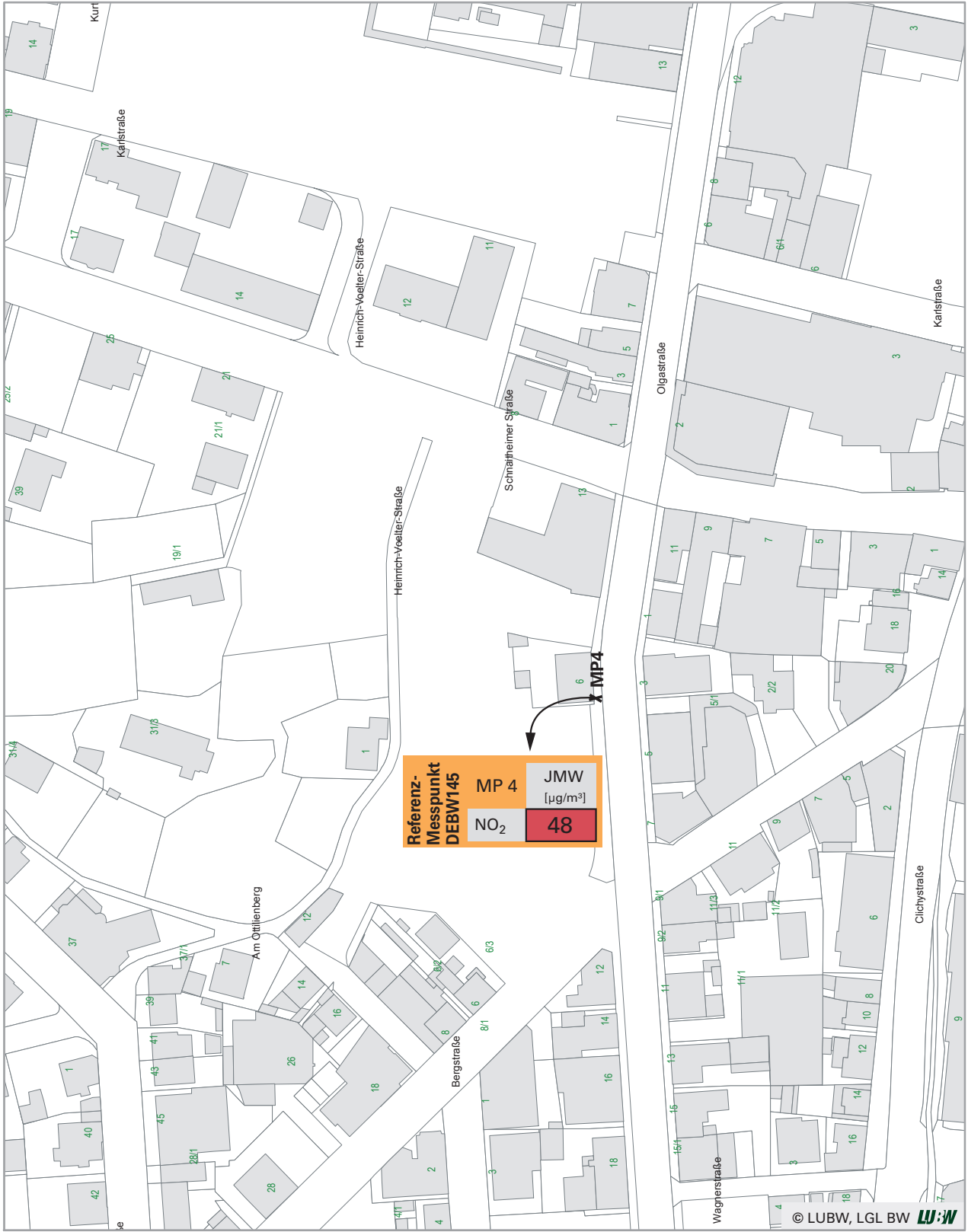
X NO<sub>2</sub>-Passivsammler



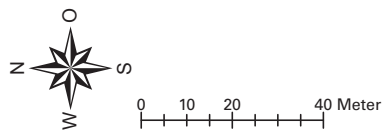
### Heidelberg Mittermaierstraße

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden

Karte 3: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Heidelberg Mittermaierstraße



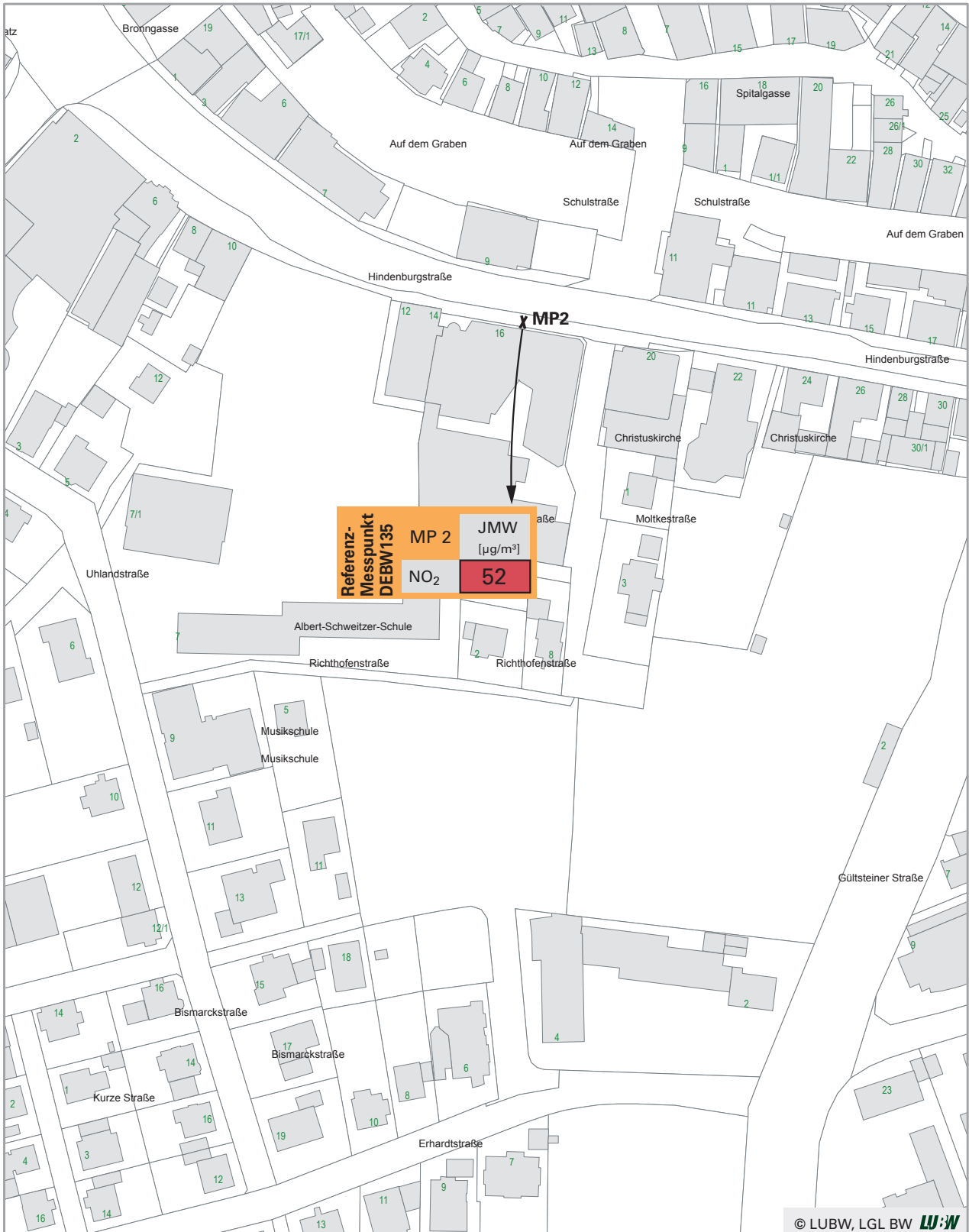
✕ NO<sub>2</sub>-Passivsammler



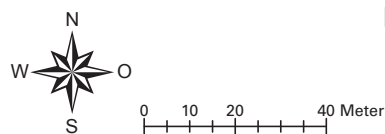
**Heidenheim Wilhelmstraße**

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden

Karte 4: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Heidenheim Wilhelmstraße



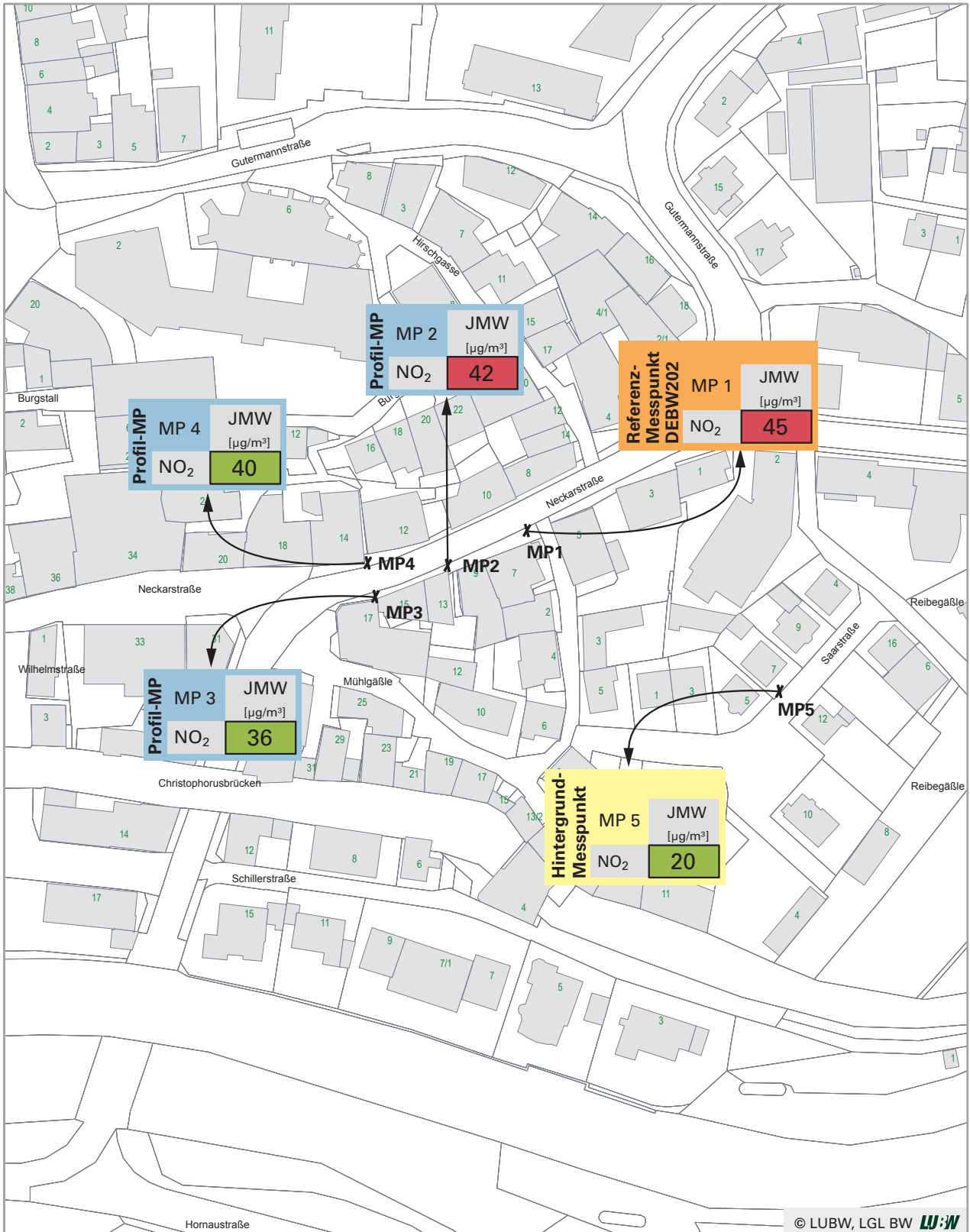
✕ NO<sub>2</sub>-Passivsammler



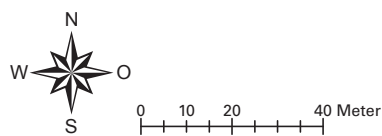
### Herrenberg Hindenburgstraße

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden

Karte 5: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Herrenberg Hindenburgstraße



✕ NO<sub>2</sub>-Passivsammler

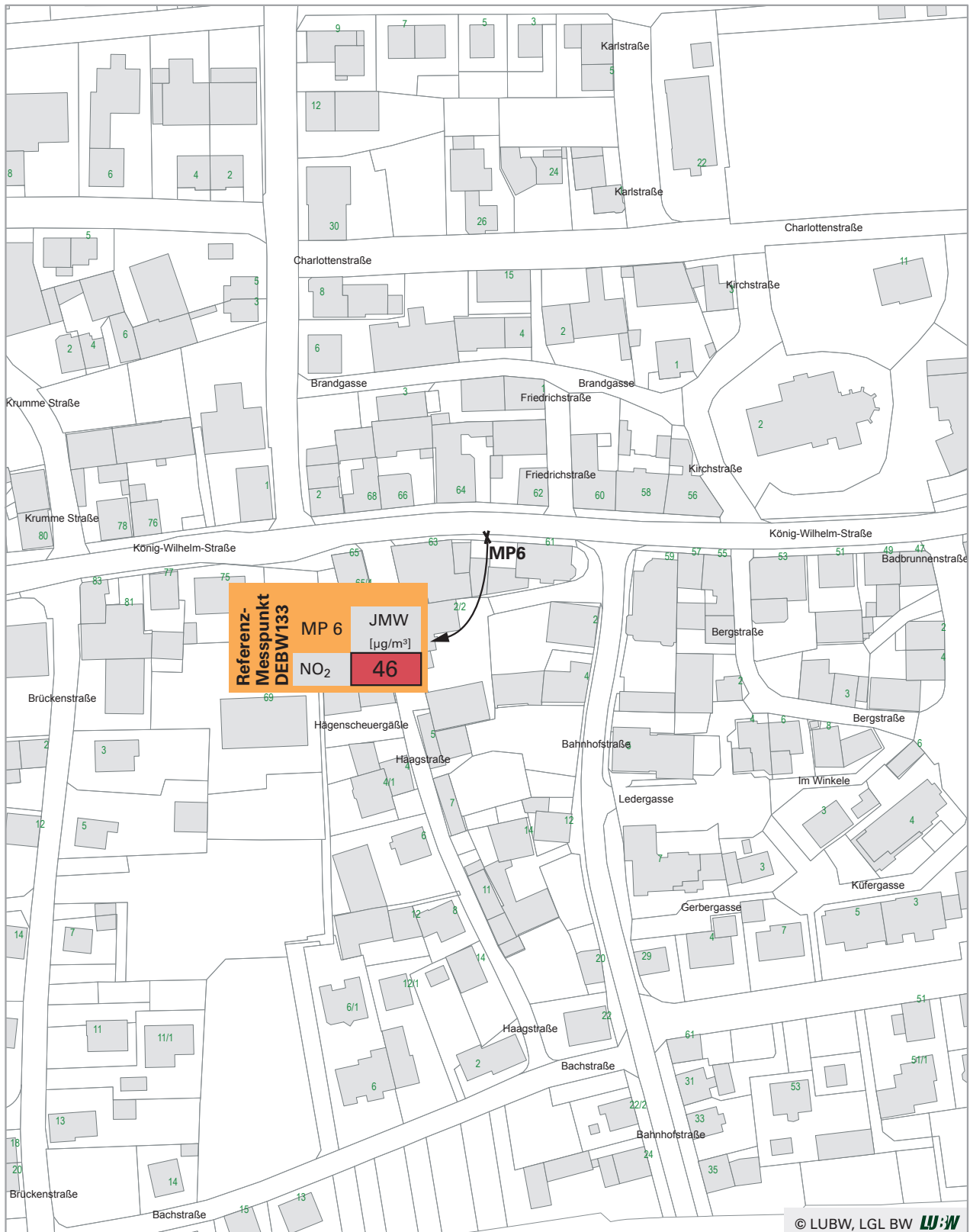


### Horb Neckarstraße

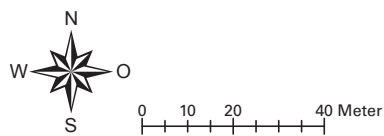
- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Saharastaub / Streusalz

Karte 6: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Horb Neckarstraße





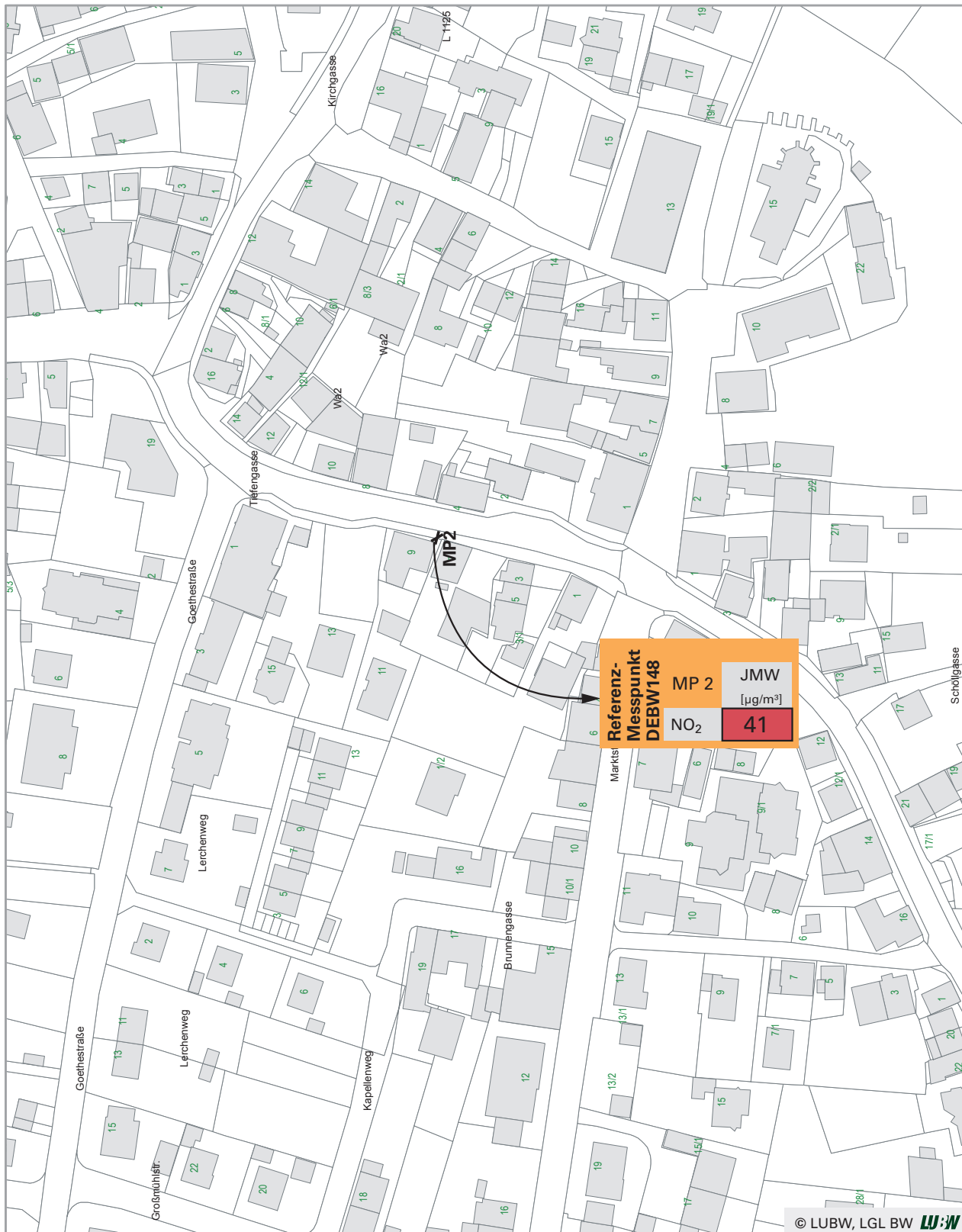
X NO<sub>2</sub>-Passivsammler



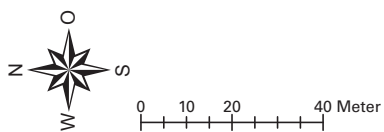
### Ilsfeld König-Wilhelm-Straße

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Sahara-Staub / Streusalz

Karte 7: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Ilsfeld König-Wilhelm-Straße



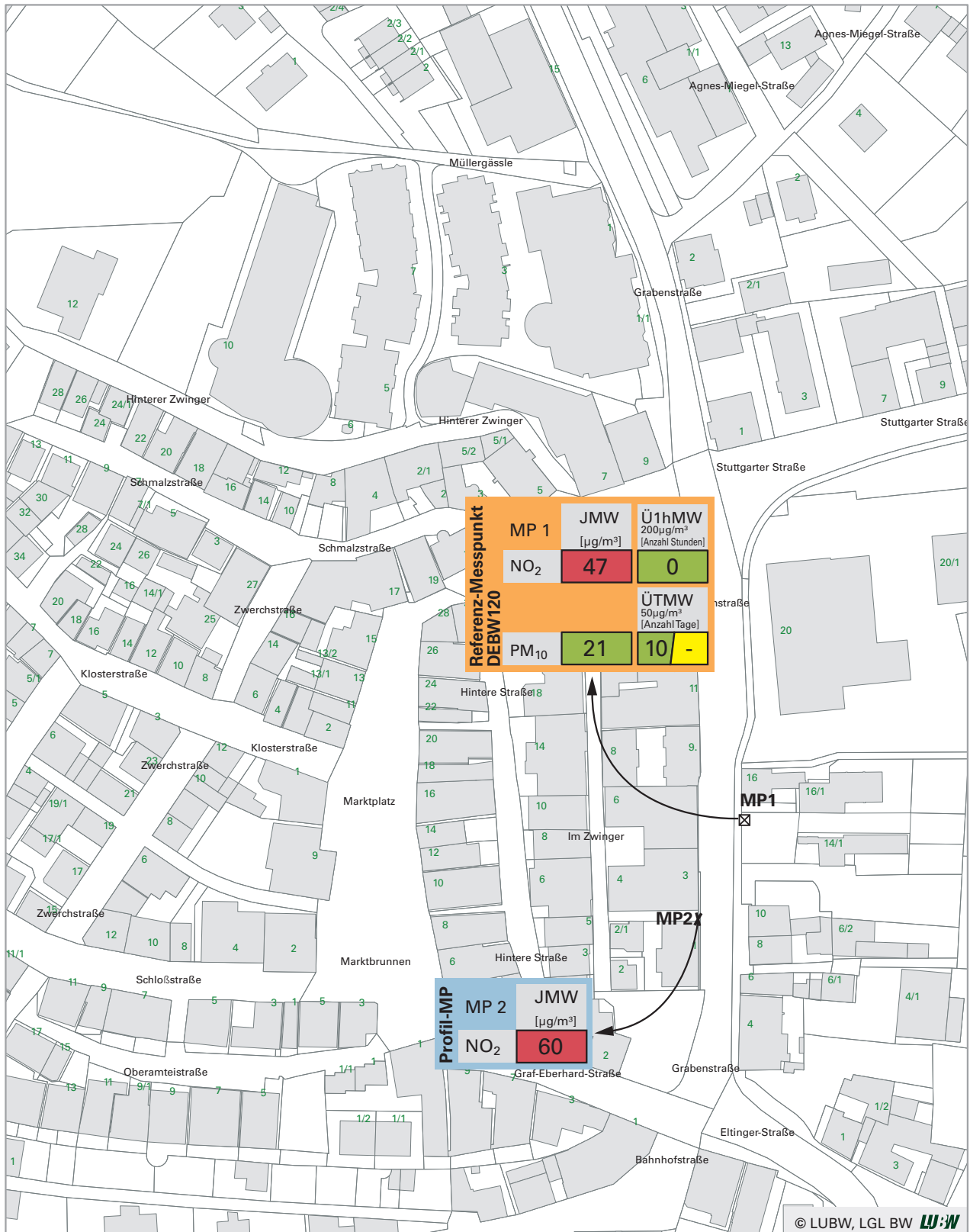
x NO<sub>2</sub>-Passivsammler



### Ingersheim Tiefengasse

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Saharastaub / Streusalz

Karte 8: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Ingersheim Tiefengasse



© LUBW, LGL BW **LUBW**

- ✕ NO<sub>2</sub>-Passivsammler
- ☒ NO<sub>2</sub>-kontinuierlich, PM<sub>10</sub>

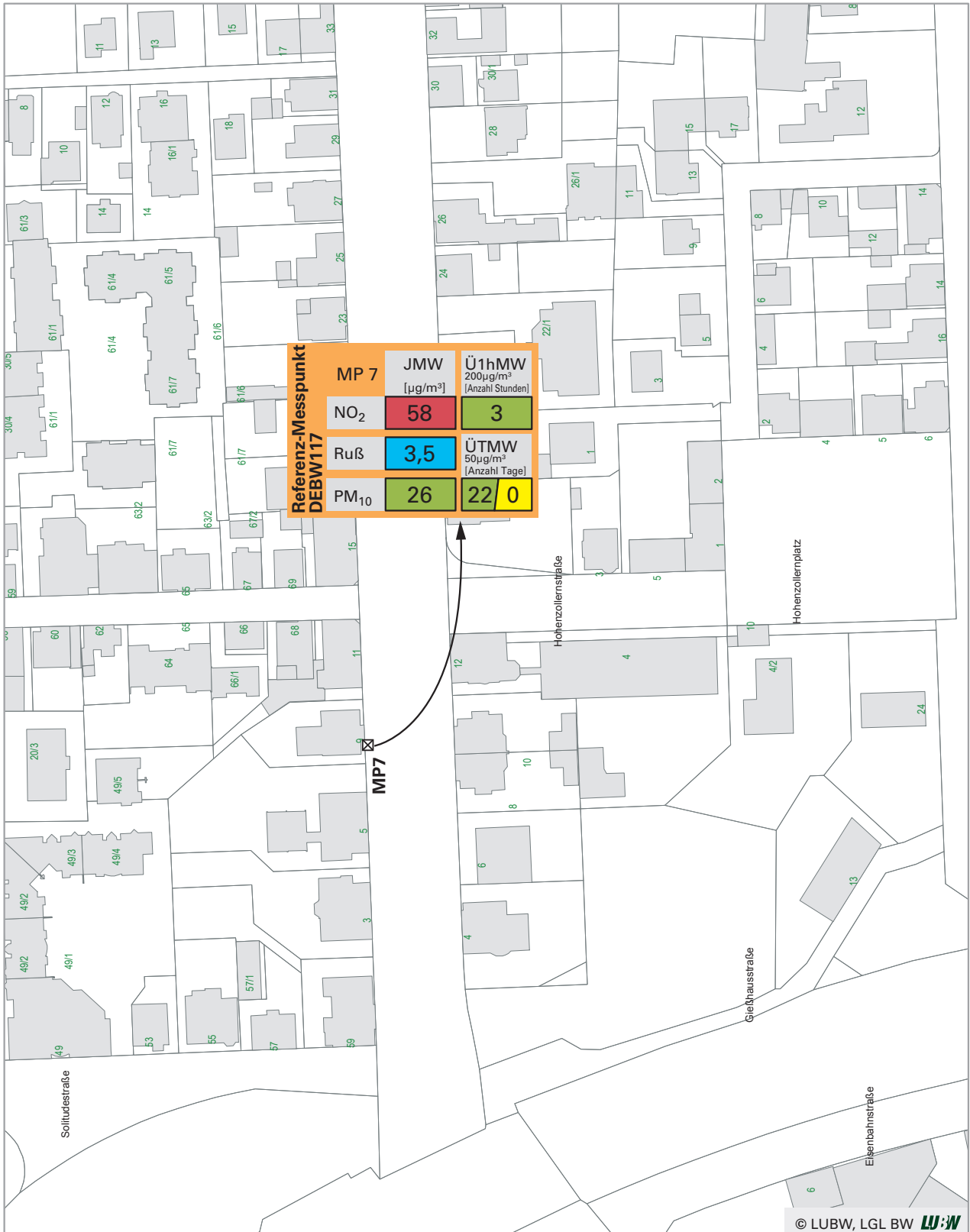
Ü1hMW= Anzahl der Überschreitungen der 1-Stundenmittelwerte (NO<sub>2</sub>)  
 ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



### Leonberg Grabenstraße

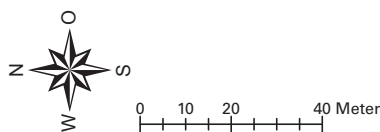
- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Sahara-Staub / Streusalz

Karte 9: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Leonberg Grabenstraße



☒ NO<sub>2</sub>-kontinuierlich, PM<sub>10</sub>, Ru $\beta$

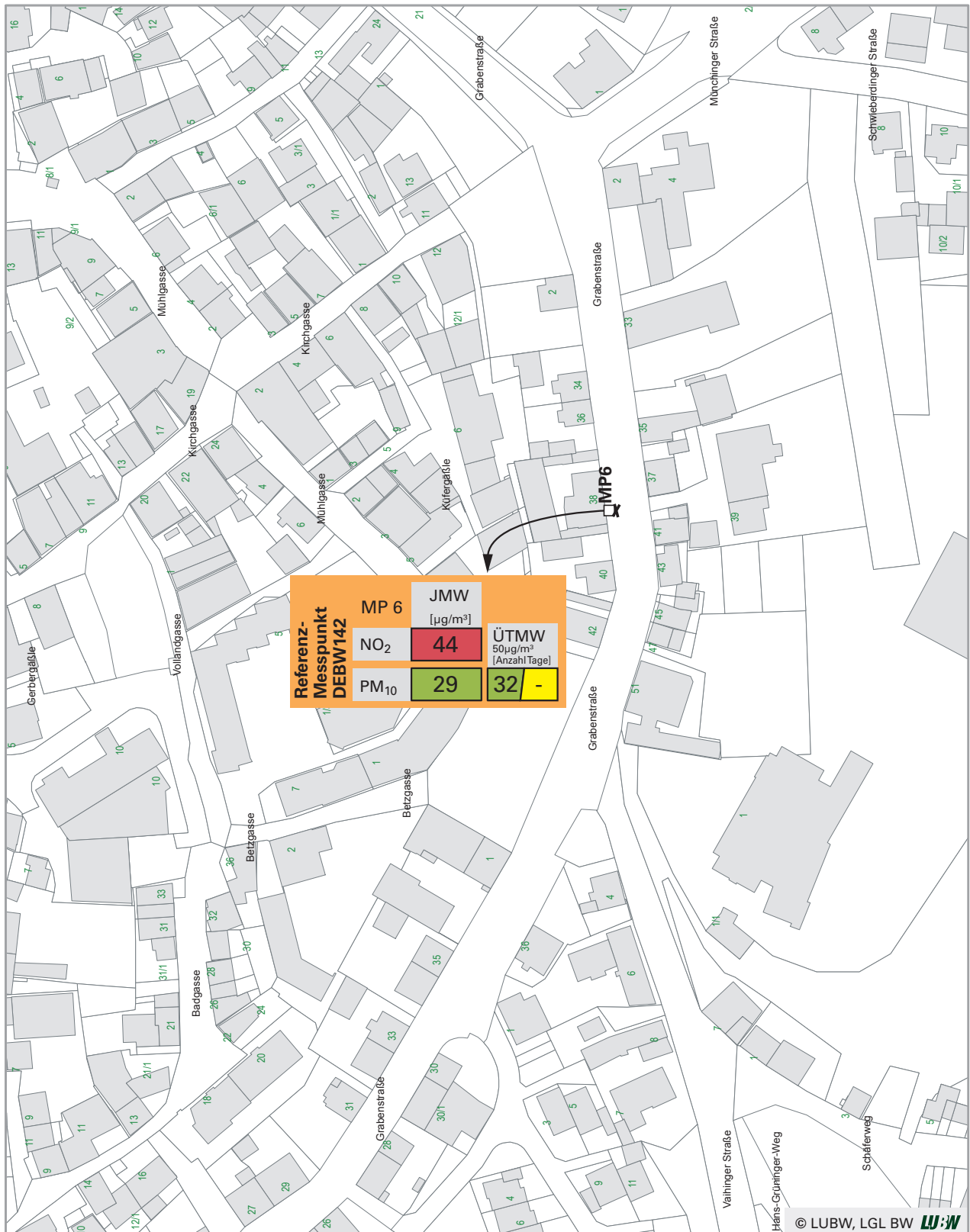
Ü1hMW= Anzahl der Überschreitungen  
der 1-Stundenmittelwerte (NO<sub>2</sub>)  
ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen  
der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



### Ludwigsburg Friedrichstraße

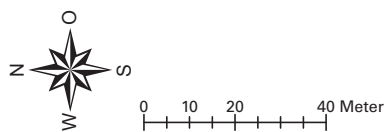
- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Saharastaub / Streusalz

Karte 10: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Ludwigsburg Friedrichstraße



X NO<sub>2</sub>-Passivsammler  
 □ PM<sub>10</sub>

ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)

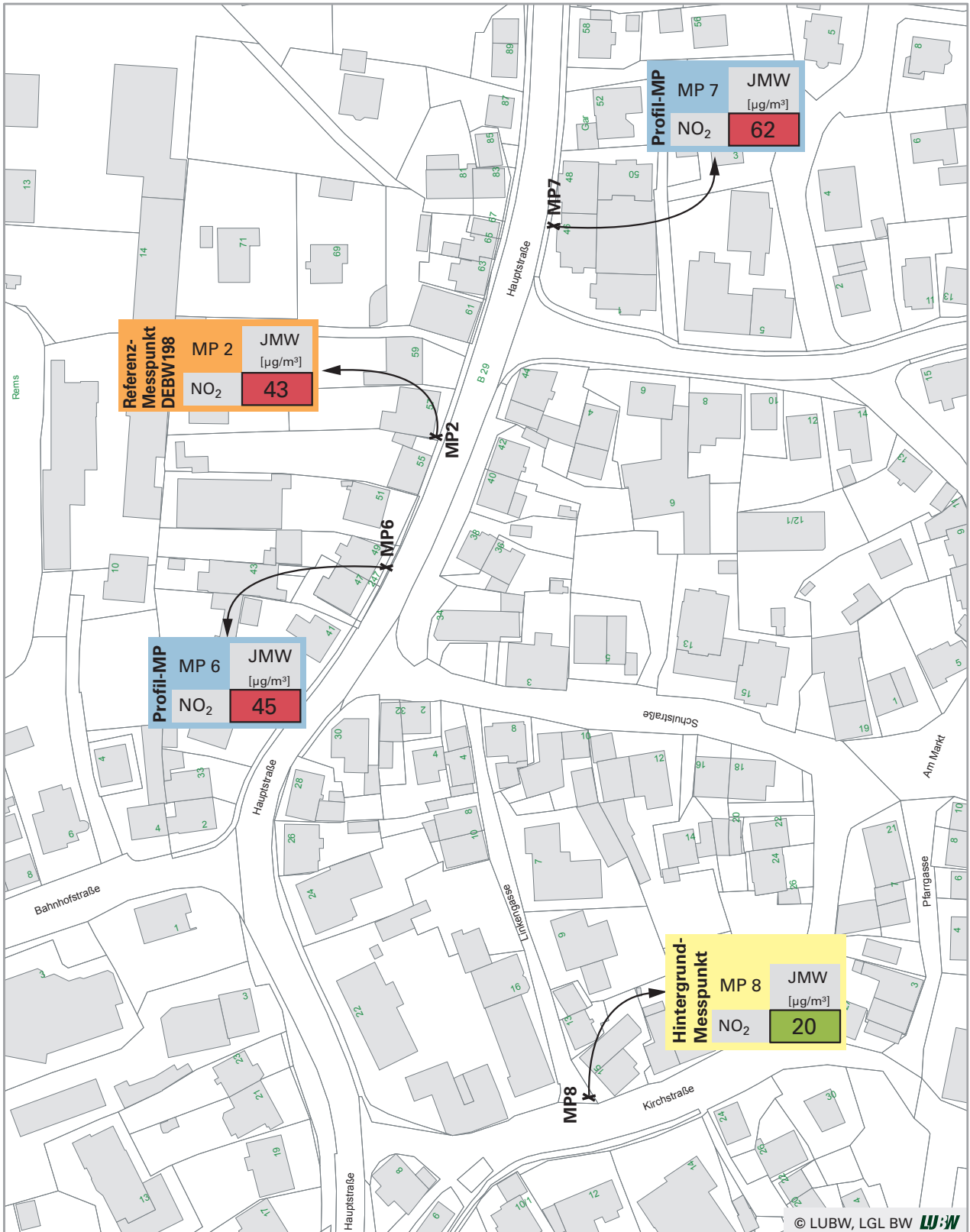


### Markgröningen Grabenstraße

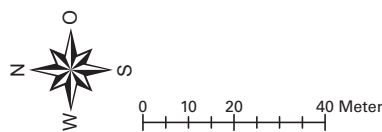
- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Saharastaub / Streusalz

Karte 11: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Markgröningen Grabenstraße





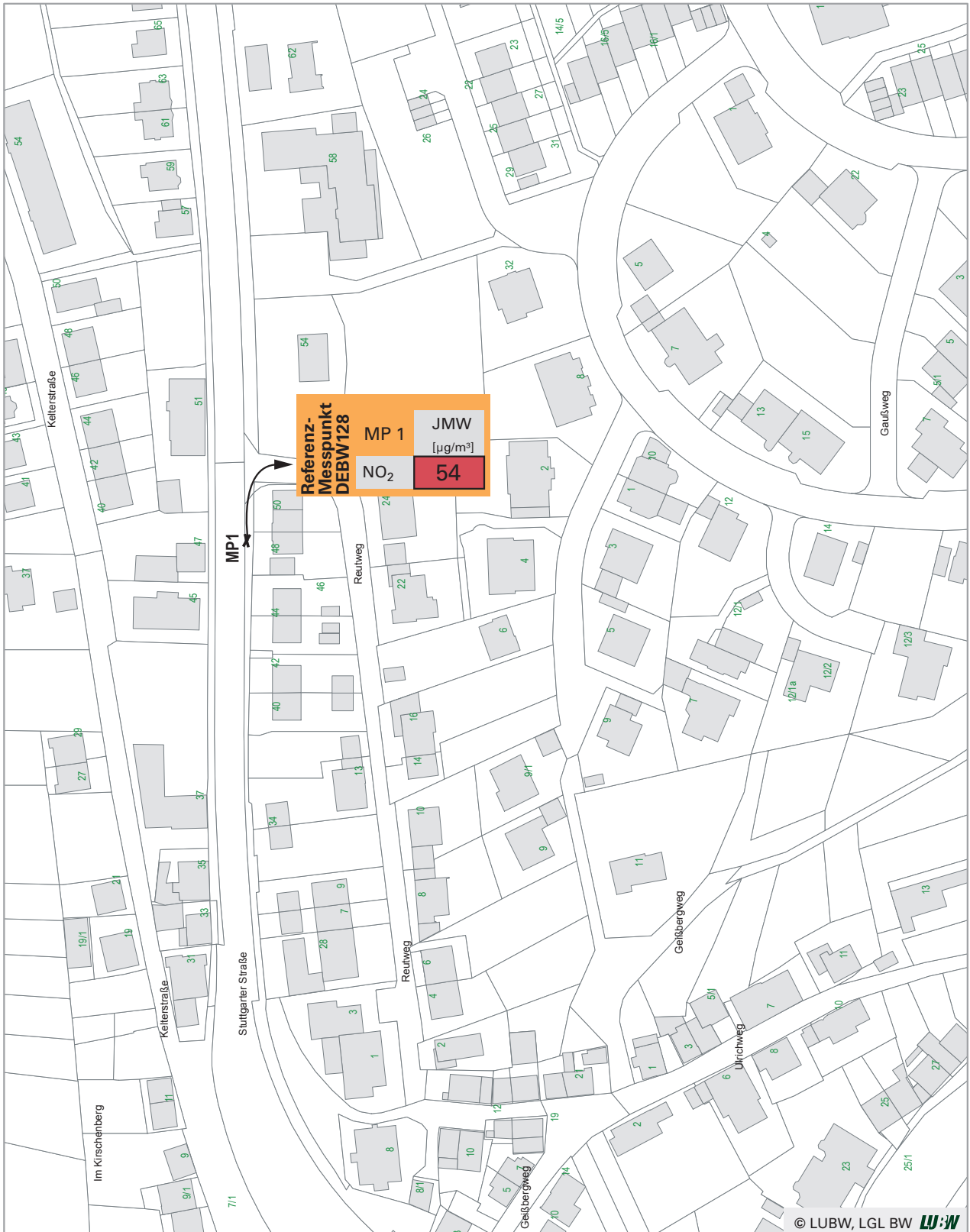
X NO<sub>2</sub>-Passivsammler



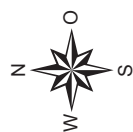
### Mögglingen Hauptstraße

- Red: Grenzwert / Zielwert überschritten
- Green: Grenzwert / Zielwert eingehalten
- Blue: kein Grenzwert / Zielwert vorhanden

Karte 12: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Mögglingen Hauptstraße



✕ NO<sub>2</sub>-Passivsammler

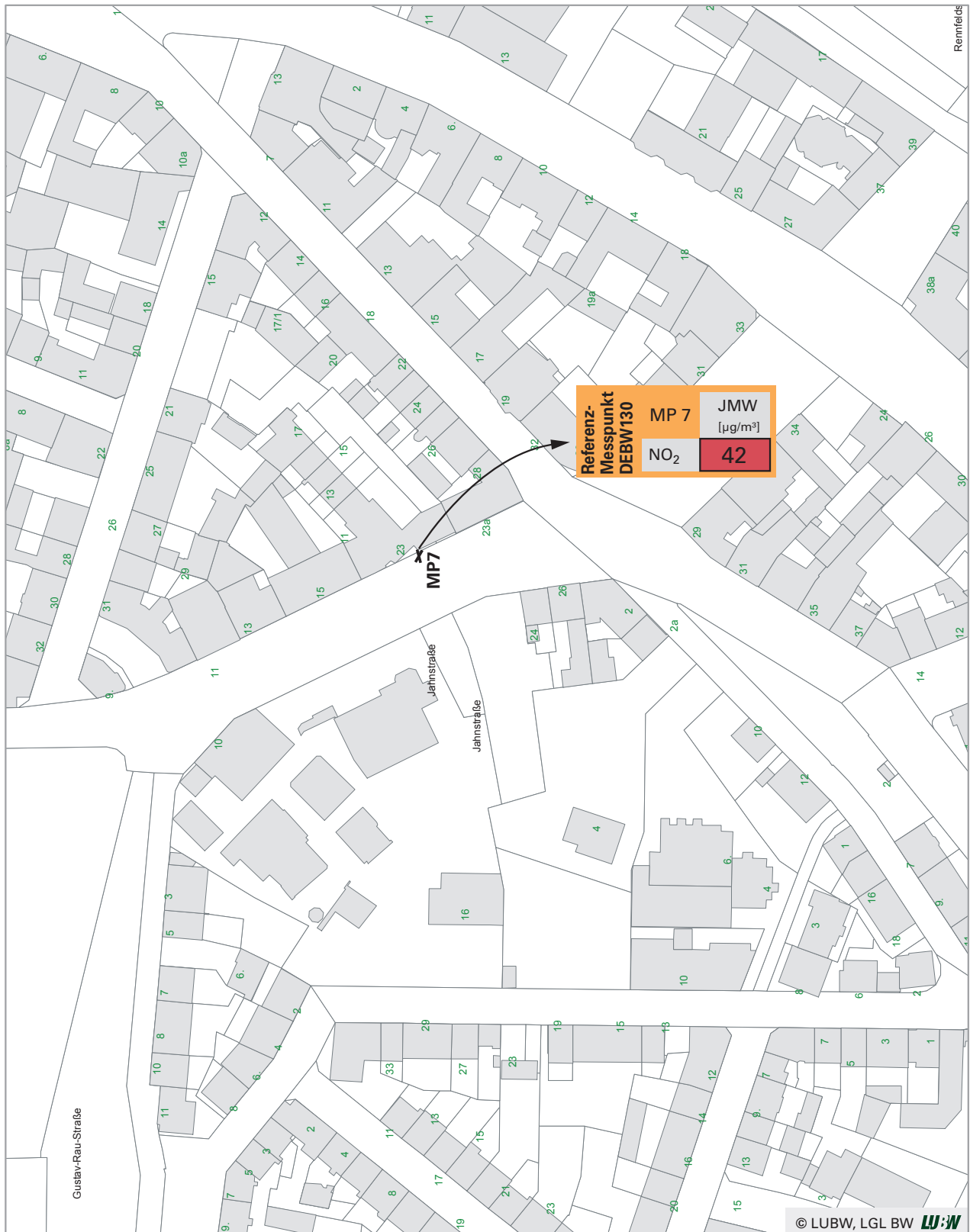


0 10 20 40 Meter

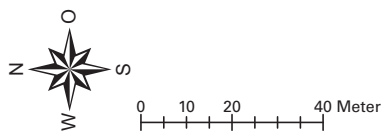
### Mühlacker Stuttgartger Straße

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden

Karte 13: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Mühlacker Stuttgartger Straße



✕ NO<sub>2</sub>-Passivsammler

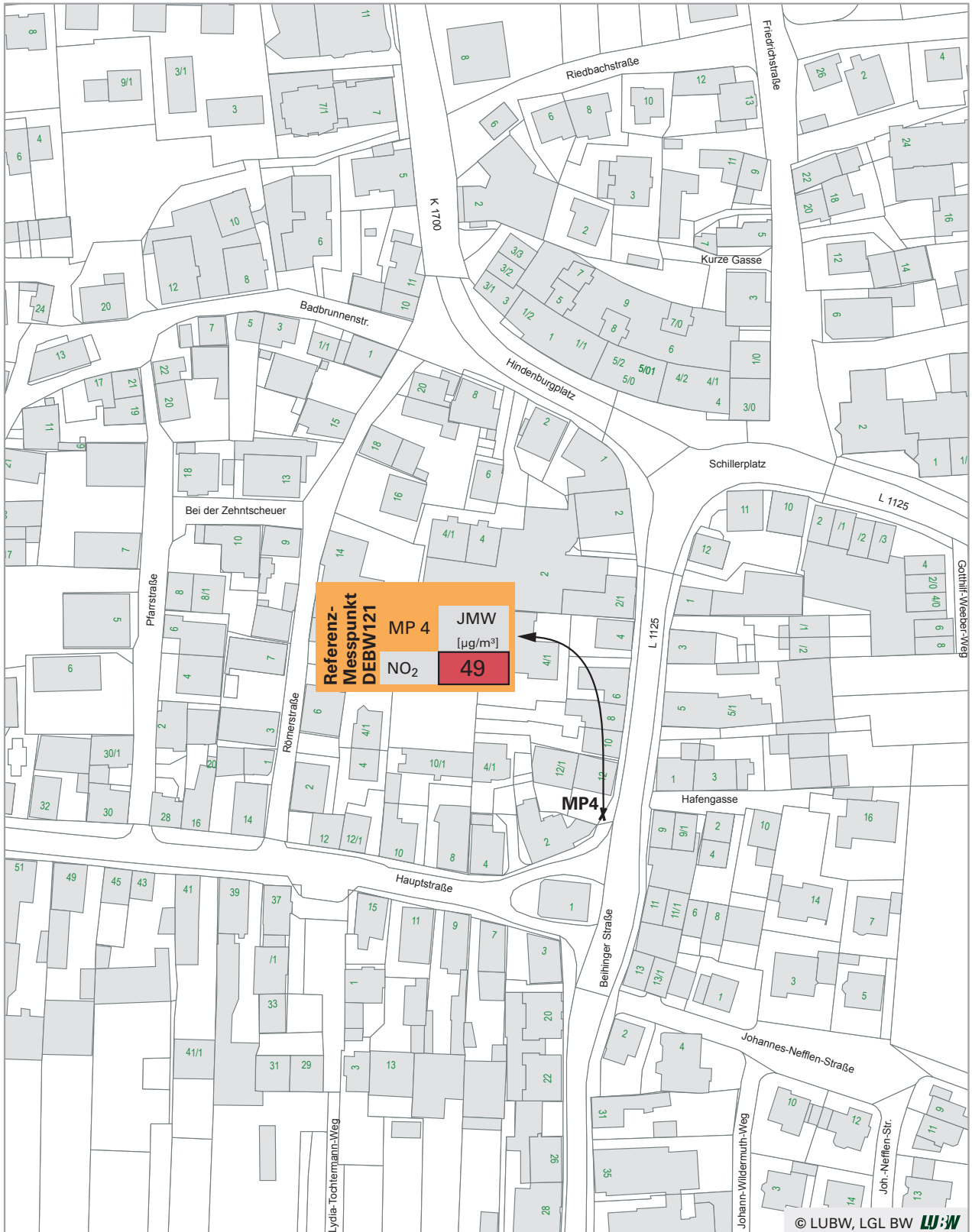


### Pforzheim Jahnstraße

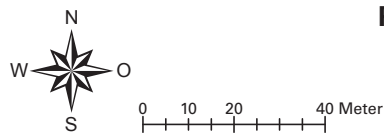
- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden

Karte 14: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Pforzheim Jahnstraße





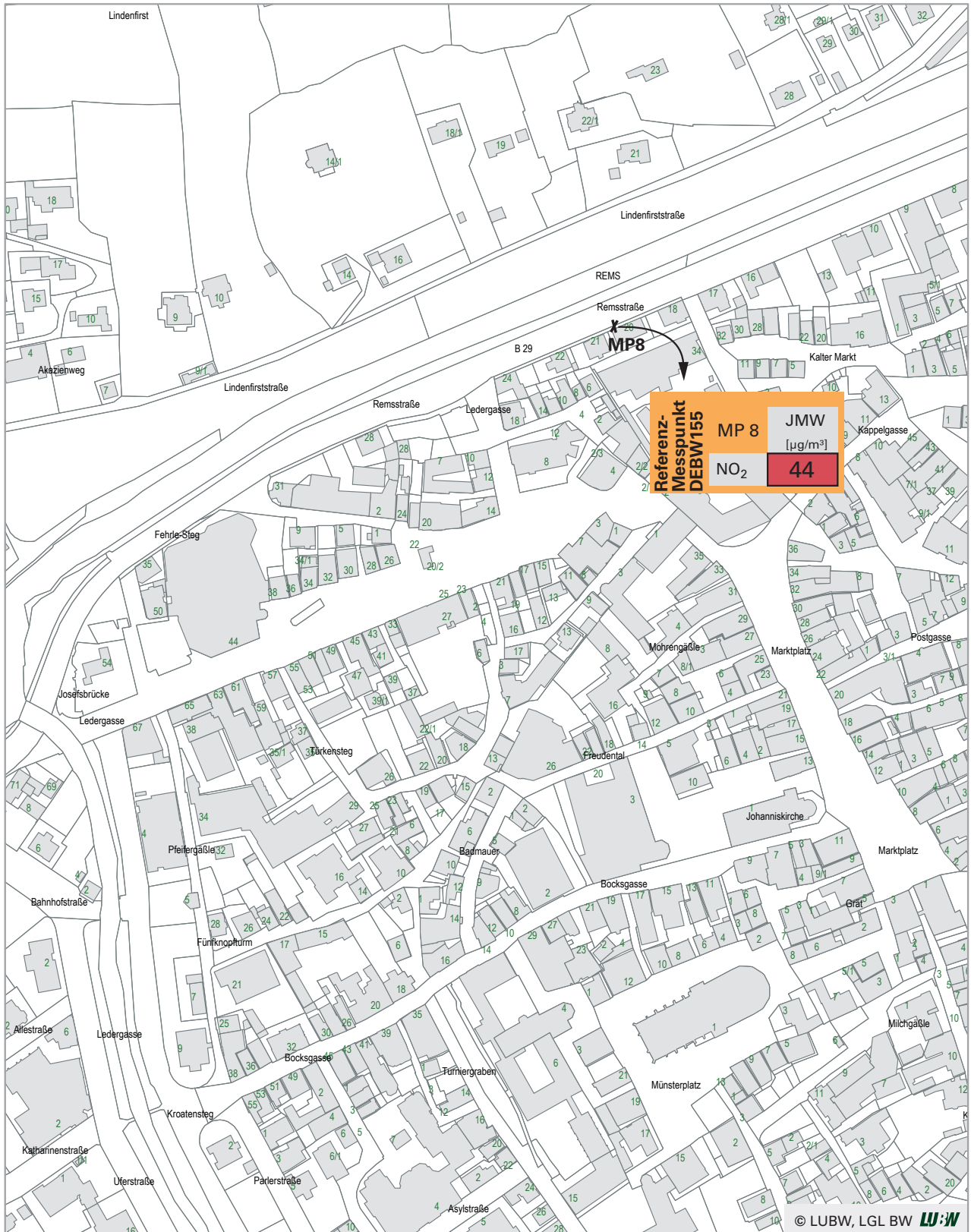
X NO<sub>2</sub>-Passivsammler



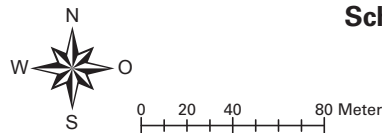
**Pleidelsheim Beihinger Straße**

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Saharastaub / Streusalz

Karte 15: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Pleidelsheim Beihinger Straße



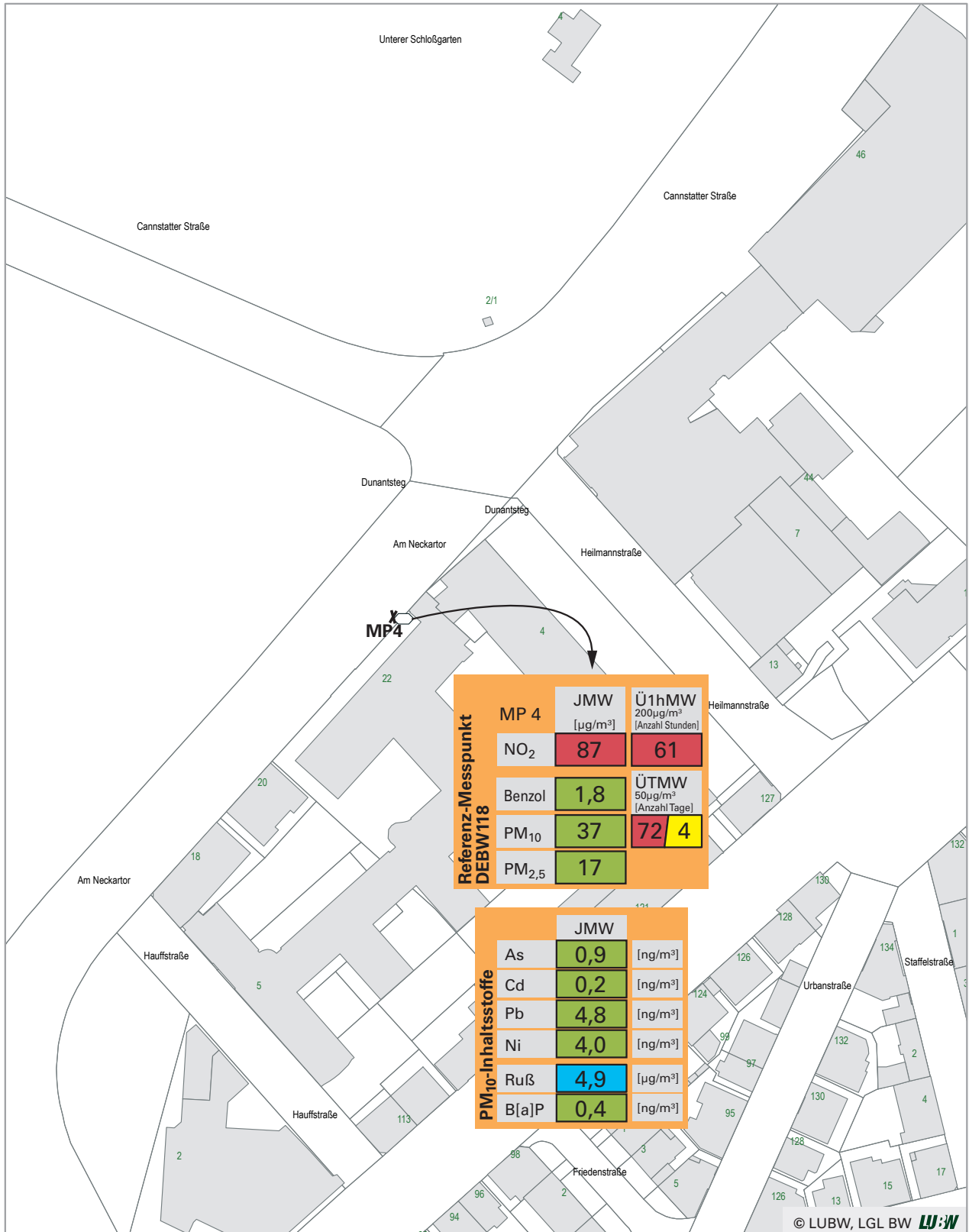
X NO<sub>2</sub>-Passivsammler



**Schwäbisch Gmünd Remsstraße**

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden

Karte 16: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Schwäbisch Gmünd Remsstraße

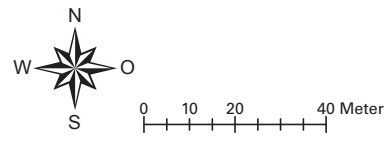


Referenz-Messpunkt DEBW118	MP 4	JMW [µg/m³]	Ü1hMW 200µg/m³ [Anzahl Stunden]
	NO <sub>2</sub>	87	61
Benzol	1,8		ÜTMW 50µg/m³ [Anzahl Tage]
PM <sub>10</sub>	37	72	4
PM <sub>2,5</sub>	17		

PM <sub>10</sub> -Inhaltsstoffe	JMW	[ng/m³]
As	0,9	[ng/m³]
Cd	0,2	[ng/m³]
Pb	4,8	[ng/m³]
Ni	4,0	[ng/m³]
Ruß	4,9	[µg/m³]
B[a]P	0,4	[ng/m³]

X Benzol-Passivsammler  
 ○ NO<sub>2</sub>-kontinuierlich, PM<sub>10</sub>, SM,  
 Ruß, B[a]P, PM<sub>2,5</sub>

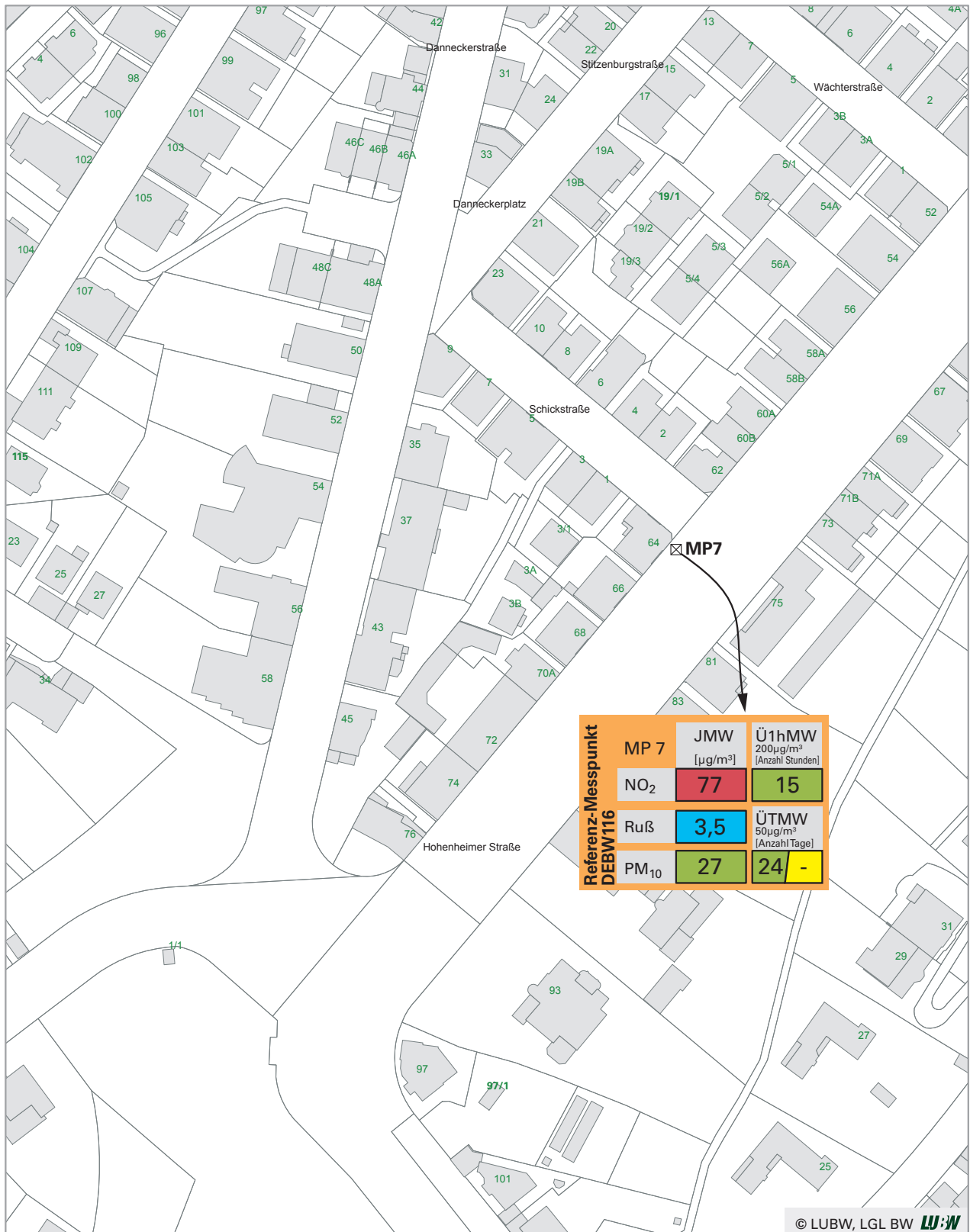
Ü1hMW= Anzahl der Überschreitungen  
 der 1-Stundenmittelwerte (NO<sub>2</sub>)  
 ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen  
 der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



### Stuttgart Am Neckartor

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Sahara-Staub / Streusalz

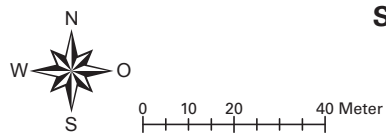
Karte 17: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Stuttgart Am Neckartor



© LUBW, LGL BW **LUBW**

☒ NO<sub>2</sub>-kontinuierlich, PM<sub>10</sub>, Ruß

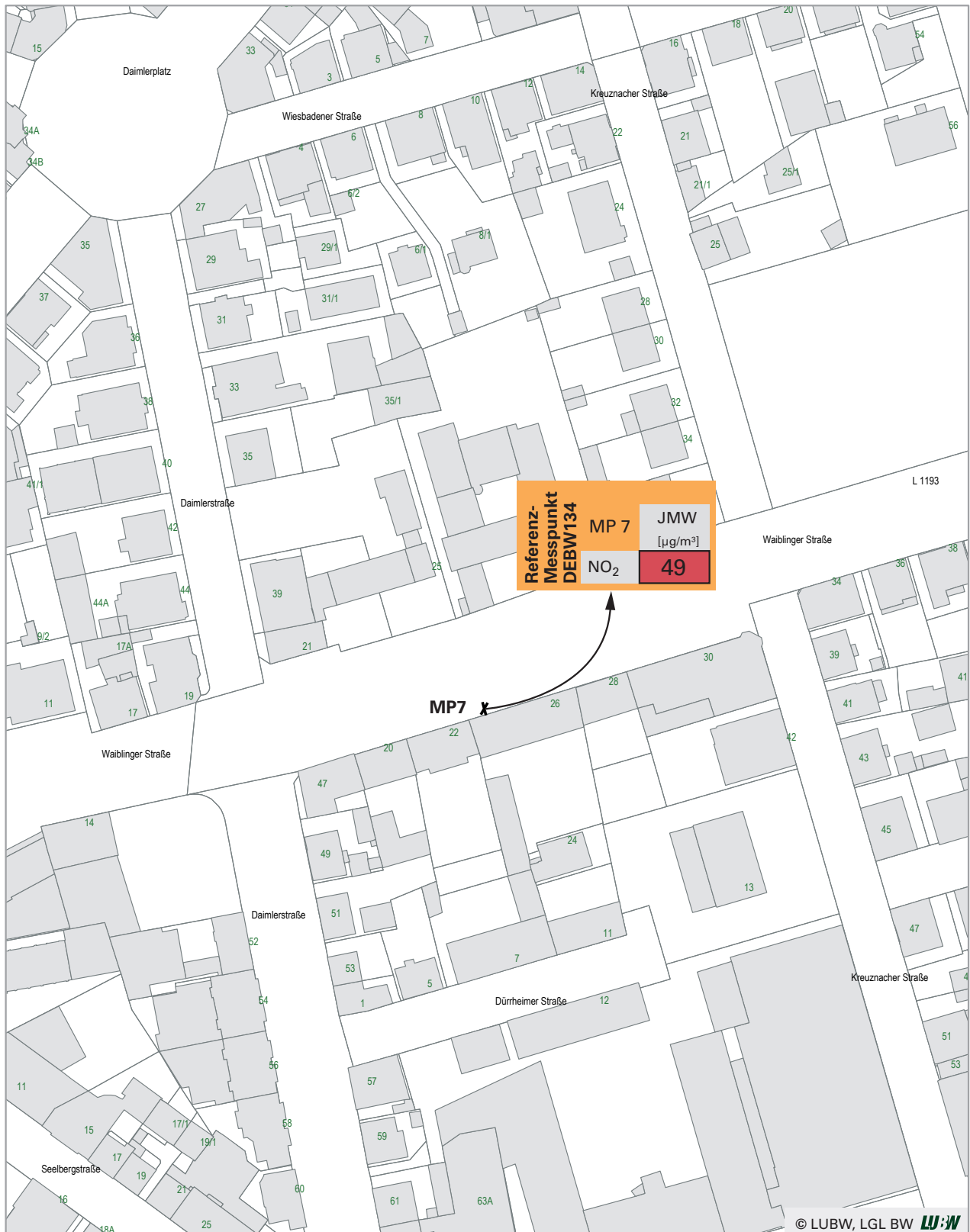
Ü1hMW= Anzahl der Überschreitungen  
der 1-Stundenmittelwerte (NO<sub>2</sub>)  
ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen  
der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



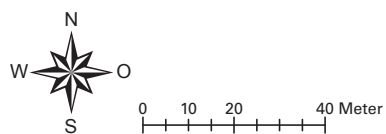
### Stuttgart Hohenheimer Straße

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Sahara Staub / Streusalz

Karte 18: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Stuttgart Hohenheimer Straße



x NO<sub>2</sub>-Passivsammler

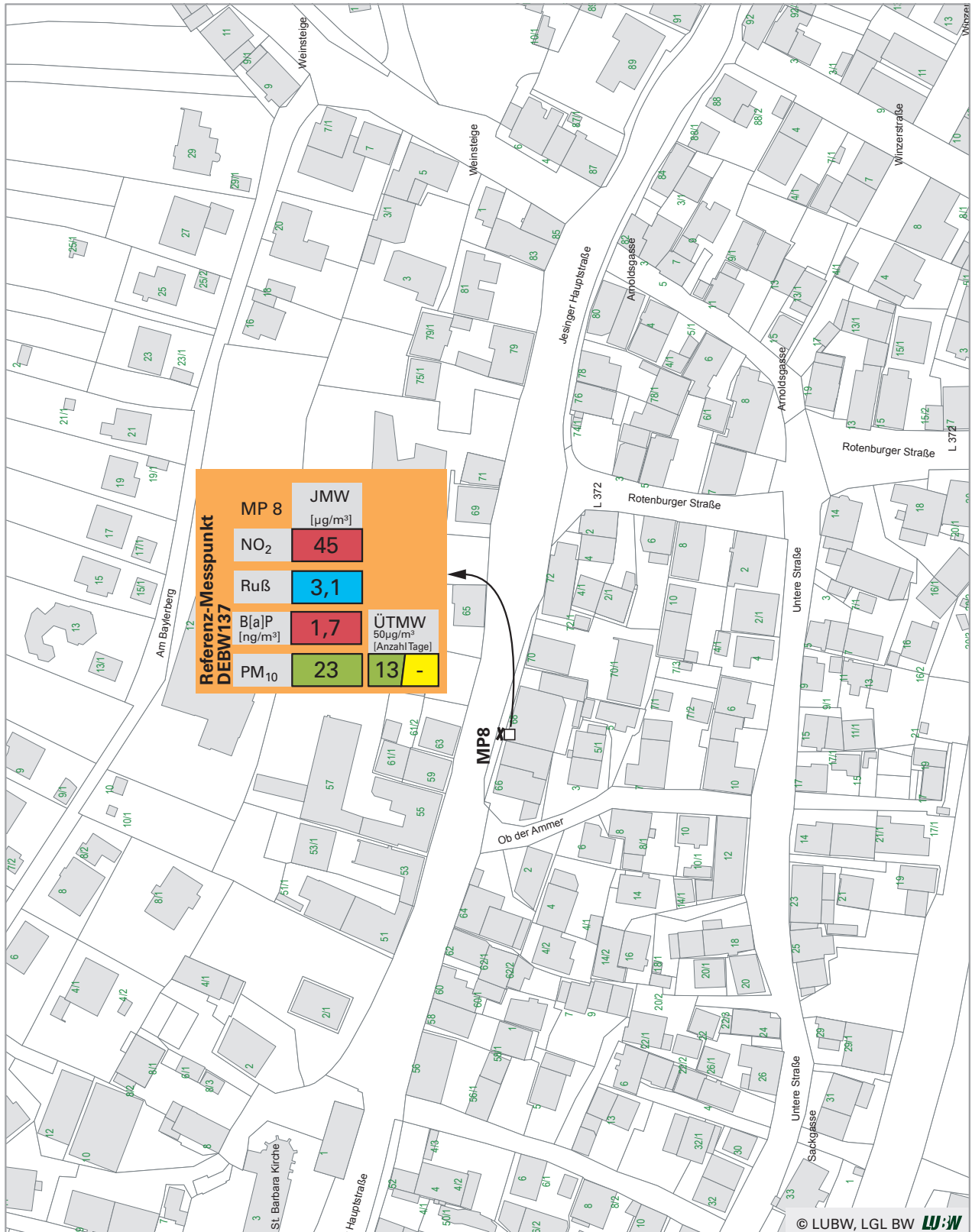


### Stuttgart Waiblinger Straße

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden

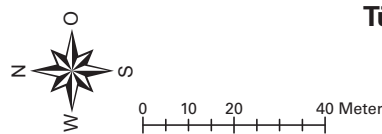
Karte 19: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Stuttgart Waiblinger Straße





✕ NO<sub>2</sub>-Passivsammler  
 □ PM<sub>10</sub>, Ruß, B[a]P

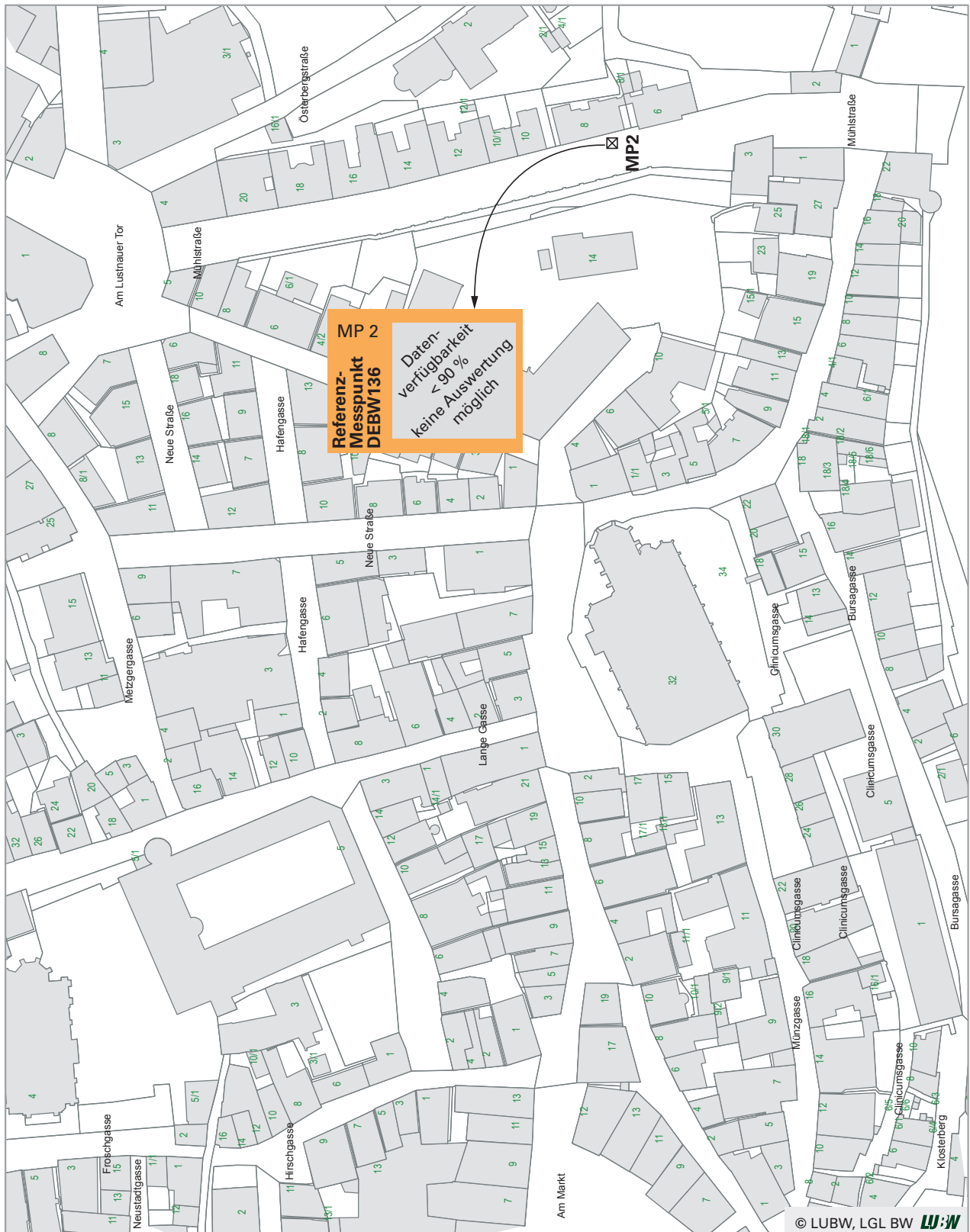
ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



### Tübingen Jesinger Hauptstraße

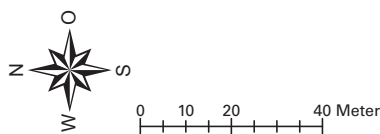
- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Saharastaub / Streusalz

Karte 20: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Tübingen Jesinger Hauptstraße



☒ NO<sub>2</sub>-kontinuierlich, PM<sub>10</sub>, B[a]P

Ü1hMW= Anzahl der Überschreitungen der 1-Stundenmittelwerte (NO<sub>2</sub>)  
 ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



### Tübingen Mühlstraße

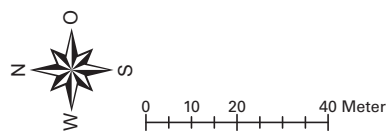
- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Saharastaub / Streusalz

Karte 21: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Tübingen Mühlstraße



X NO<sub>2</sub>-Passivsammler  
 □ PM<sub>10</sub>, Ruß

ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen  
 der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



### Ulm Karlstraße

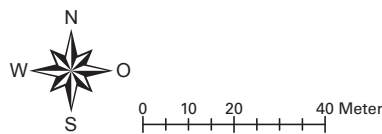
- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Saharastaub / Streusalz

Karte 22: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Ulm Karlstraße





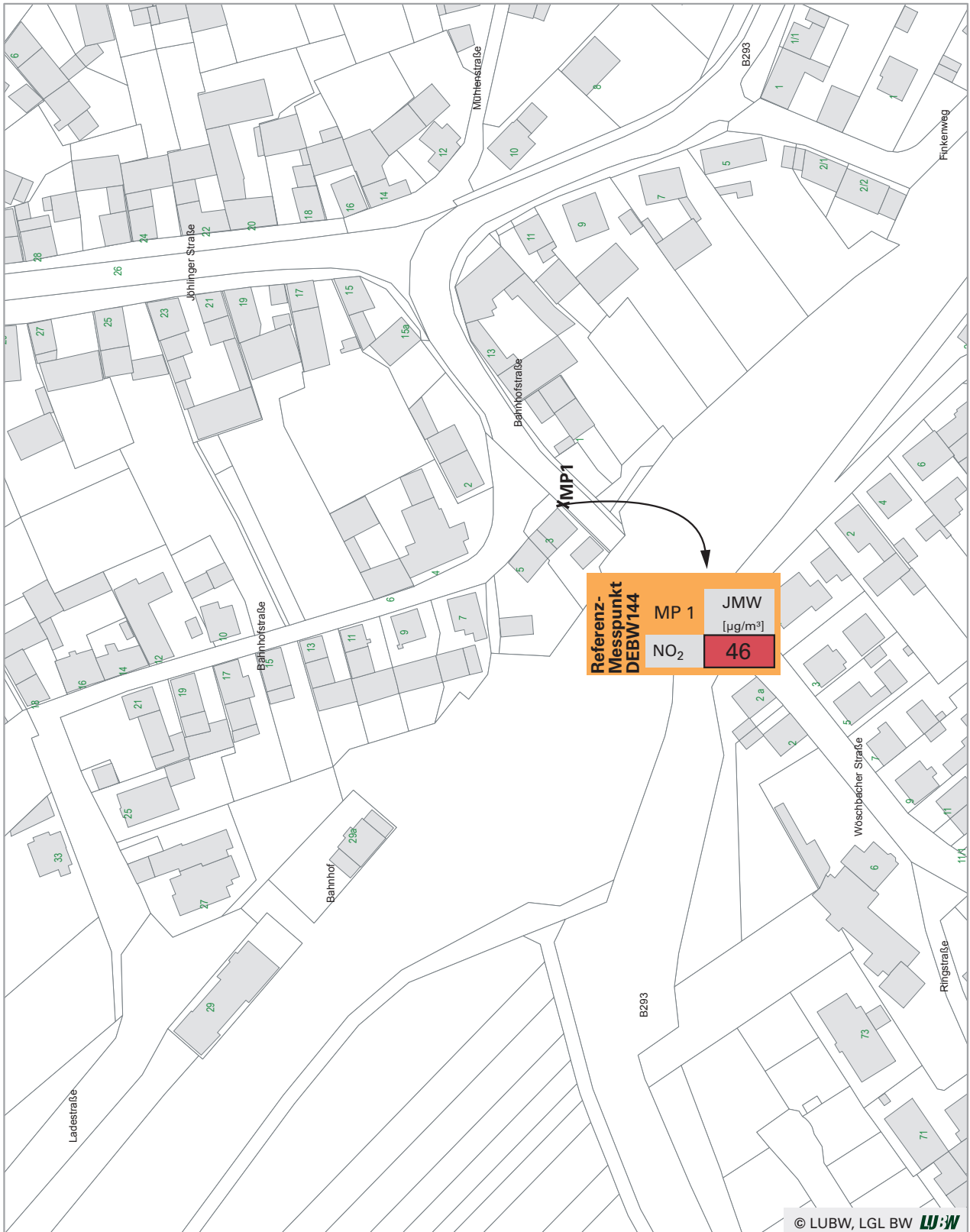
✕ NO<sub>2</sub>-Passivsammler



### Ulm Zinglerstraße

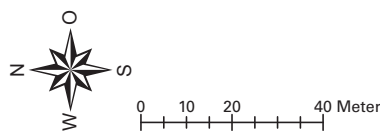
- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden

Karte 23: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Ulm Zinglerstraße



© LUBW, LGL BW **LUBW**

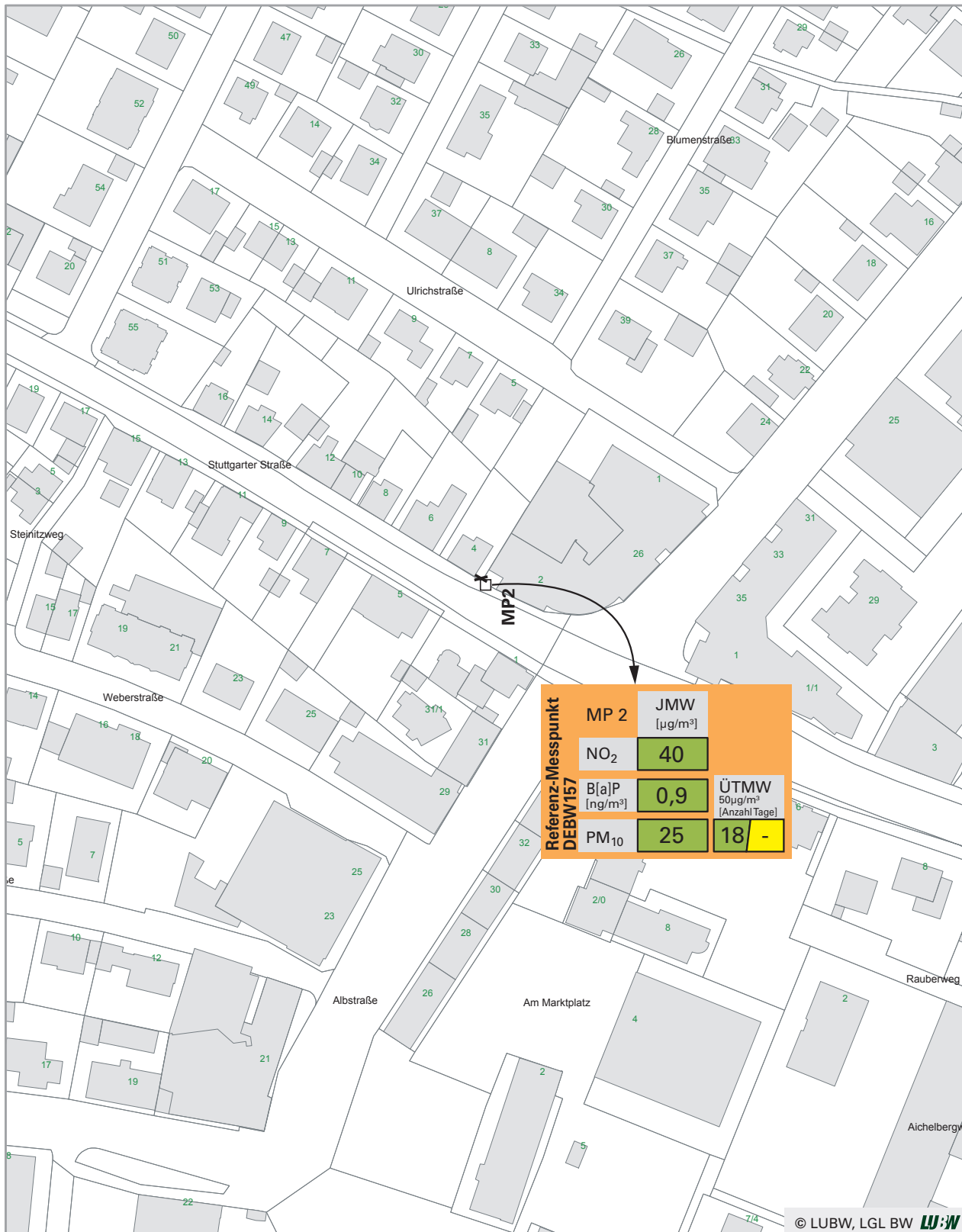
✕ NO<sub>2</sub>-Passivsammler



**Walzbachtal Bahnhofstraße**

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden

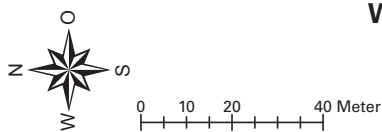
Karte 24: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Walzbachtal Bahnhofstraße



© LUBW, LGL BW **LUBW**

✕ NO<sub>2</sub>-Passivsammler  
□ PM<sub>10</sub>, B[a]P

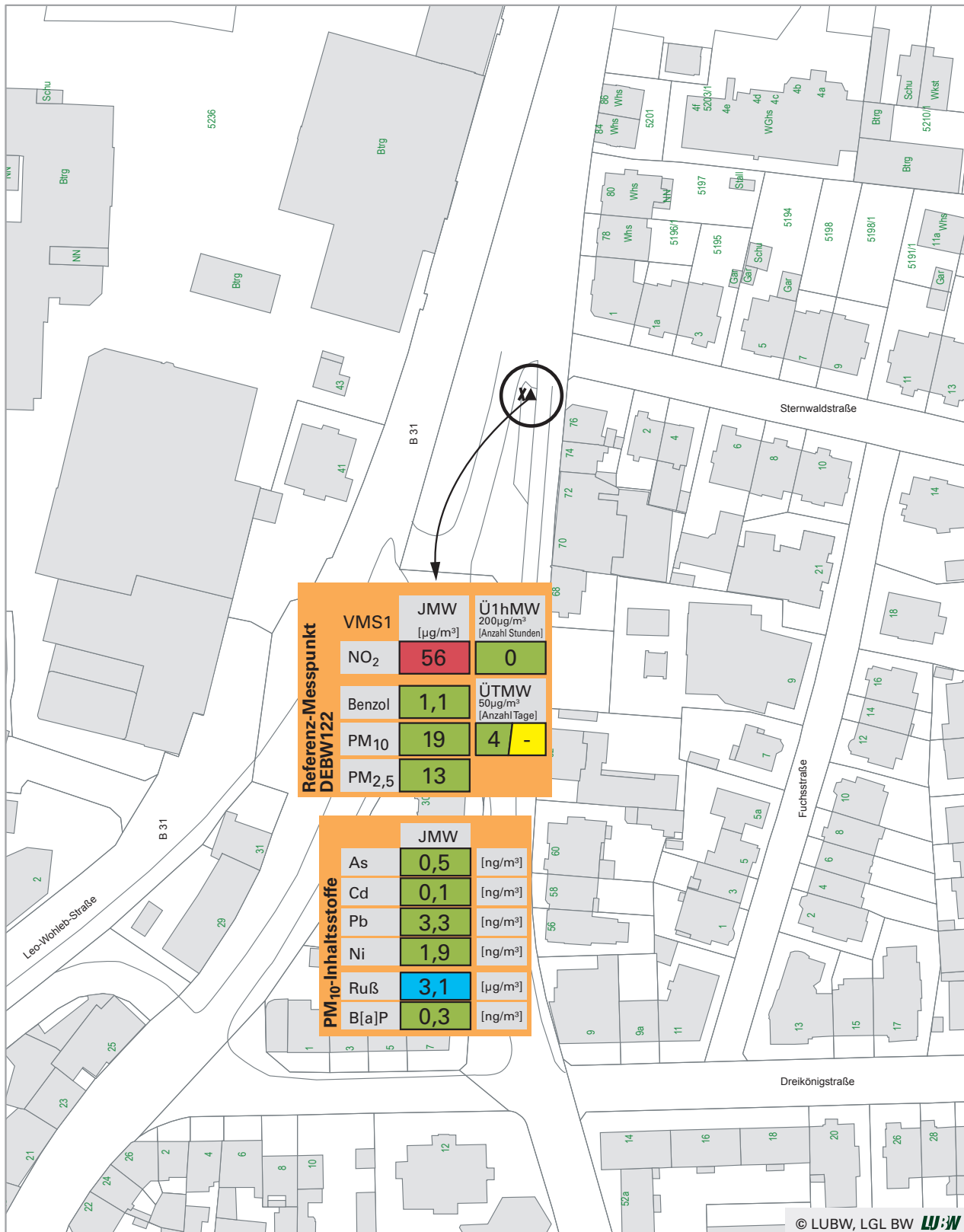
ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen  
der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



### Wendlingen Stuttgarter Straße

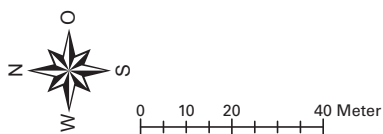
- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Sahara Staub / Streusalz

Karte 25: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messpunkt Wendlingen Stuttgarter Straße



X Benzol-Passivsammler  
 ▲ NO<sub>2</sub>-kontinuierlich, PM<sub>10</sub>, SM, Ruß, B[a]P, PM<sub>2,5</sub>

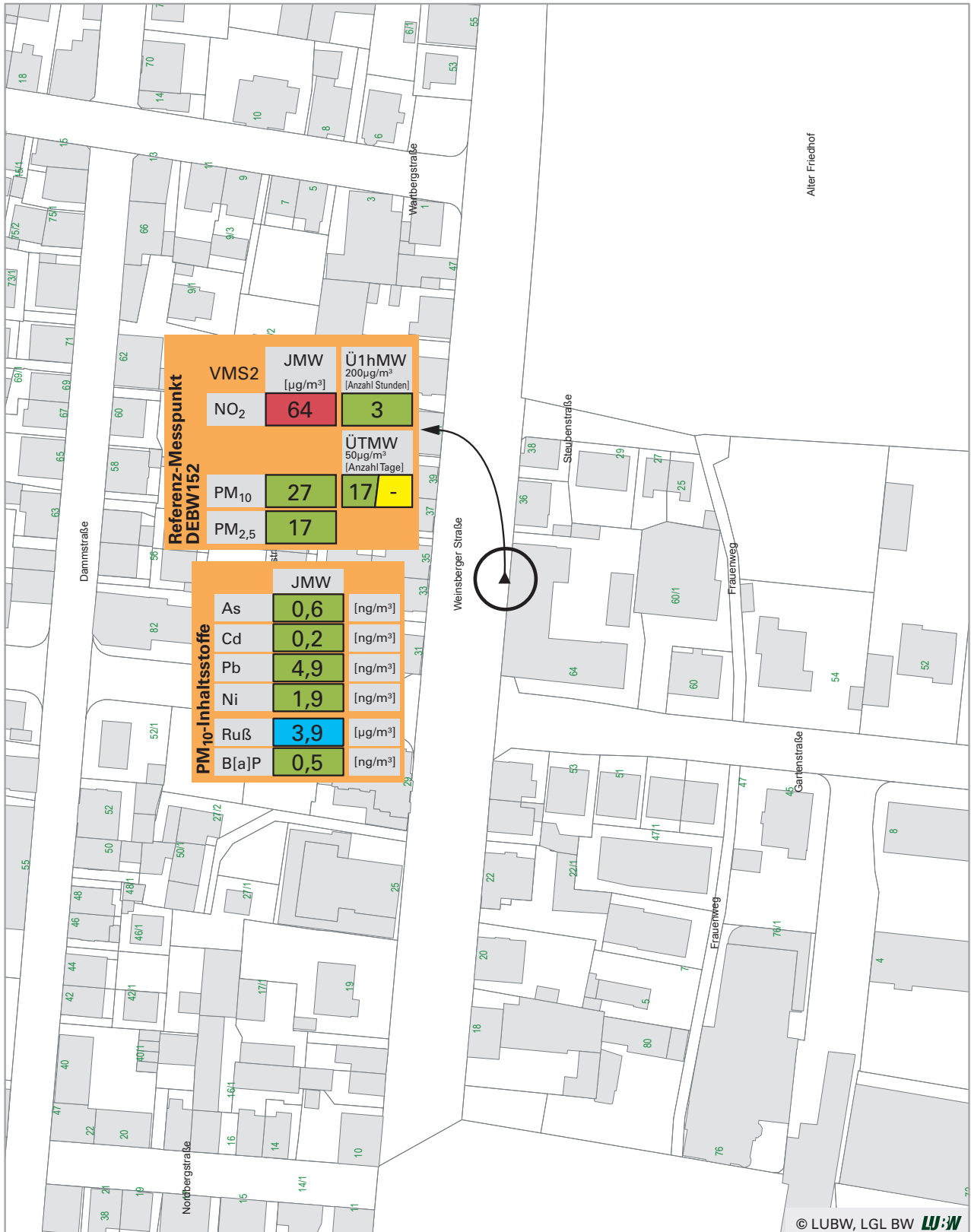
Ü1hMW= Anzahl der Überschreitungen der 1-Stundenmittelwerte (NO<sub>2</sub>)  
 ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



### Freiburg Schwarzwaldstraße

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Saharastaub / Streusalz

Karte 26: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messstation Freiburg Schwarzwaldstraße



Referenz-Messpunkt DEBW152		
VMS2	JMW [µg/m³]	Ü1hMW 200µg/m³ [Anzahl Stunden]
NO <sub>2</sub>	64	3
PM <sub>10</sub>	27	17 -
PM <sub>2,5</sub>	17	

PM <sub>10</sub> -Inhaltsstoffe		
As	JMW [ng/m³]	0,6
Cd	0,2	[ng/m³]
Pb	4,9	[ng/m³]
Ni	1,9	[ng/m³]
Ruß	3,9	[µg/m³]
B[a]P	0,5	[ng/m³]

- ✕ Benzol-Passivsammler
- ▲ NO<sub>2</sub>-kontinuierlich, PM<sub>10</sub>, SM, Ruß, B[a]P, PM<sub>2,5</sub>

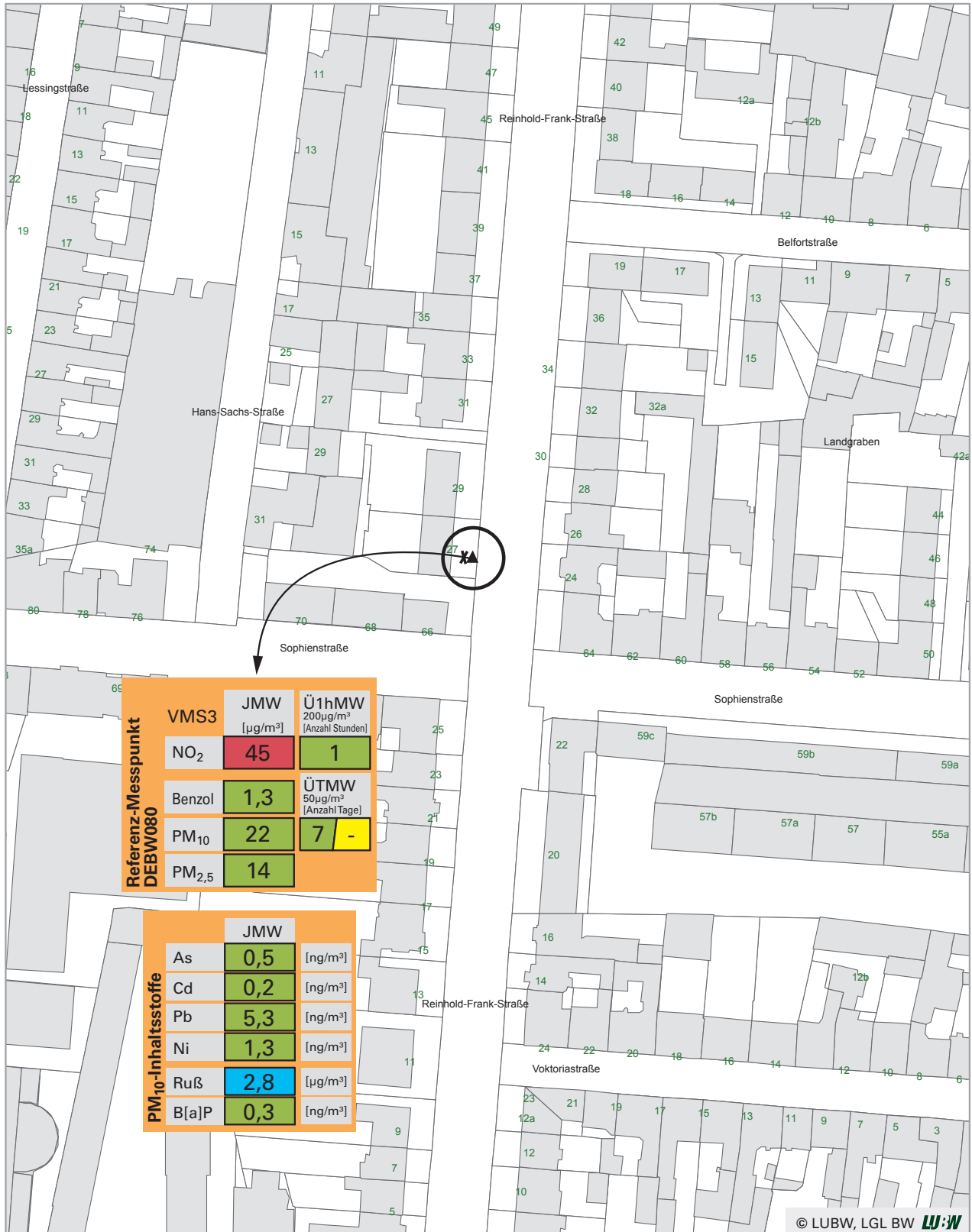
Ü1hMW= Anzahl der Überschreitungen der 1-Stundenmittelwerte (NO<sub>2</sub>)  
 ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



### Heilbronn Weinsberger Straße-Ost

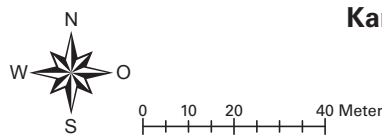
- Red box: Grenzwert / Zielwert überschritten
- Green box: Grenzwert / Zielwert eingehalten
- Blue box: kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- Yellow box: davon durch Saharastaub / Streusalz

Karte 27: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messstation Heilbronn Weinsberger Straße-Ost



✕ Benzol-Passivsammler  
 ▲ NO<sub>2</sub>-kontinuierlich, PM<sub>10</sub>, SM,  
 Ruß, B(a)P, PM<sub>2,5</sub>

Ü1hMW= Anzahl der Überschreitungen  
 der 1-Stundenmittelwerte (NO<sub>2</sub>)  
 ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen  
 der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)

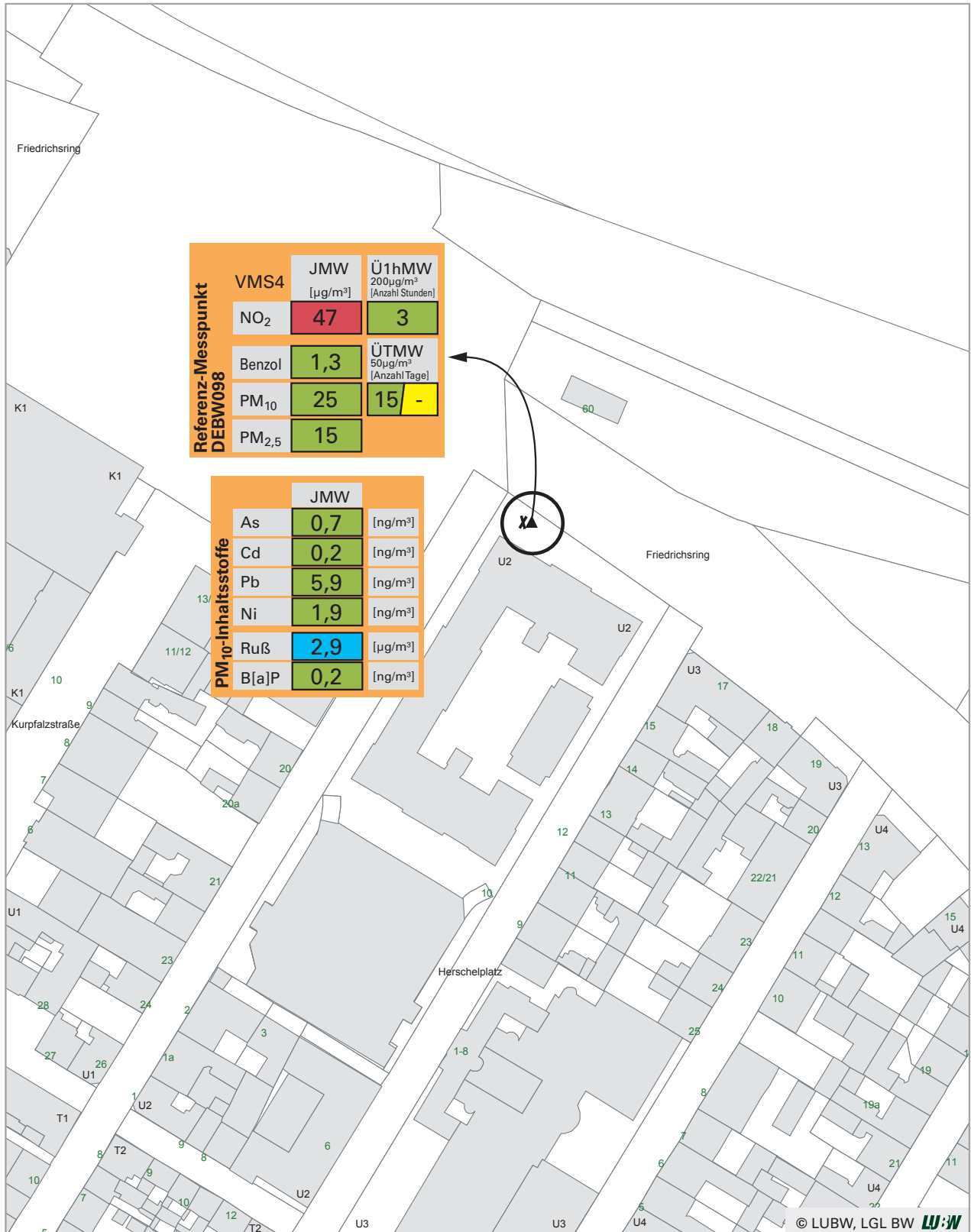


### Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Saharastaub / Streusalz

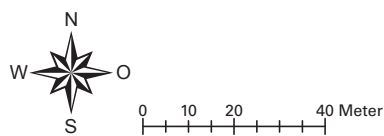
Karte 28: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messstation Karlsruhe Reinhold-Frank-Straße





X Benzol-Passivsammler  
 ▲ NO<sub>2</sub>-kontinuierlich, PM<sub>10</sub>, SM,  
 Ruß, B[a]P, PM<sub>2,5</sub>

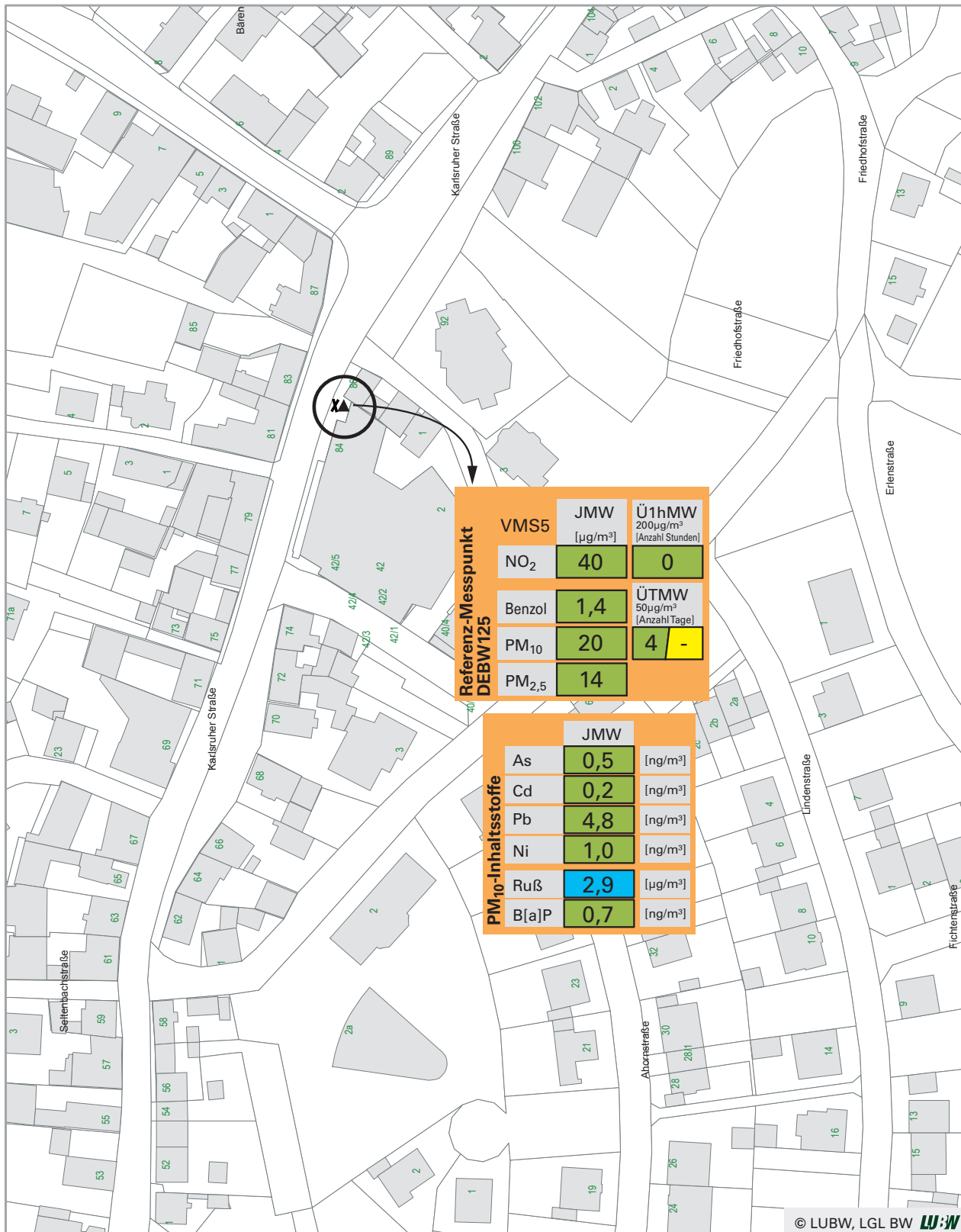
Ü1hMW= Anzahl der Überschreitungen  
 der 1-Stundenmittelwerte (NO<sub>2</sub>)  
 ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen  
 der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



### Mannheim Friedrichsring

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Saharastaub / Streusalz

Karte 29: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messstation Mannheim Friedrichsring

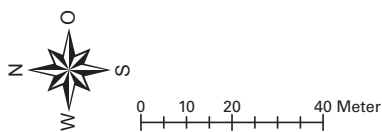


Referenz-Messpunkt DEBW125	VMS5	JMW	Ü1hMW
		[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [Anzahl Stunden]
NO <sub>2</sub>	40	40	0
Benzol	1,4	1,4	ÜTMW
PM <sub>10</sub>	20	20	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [Anzahl Tage]
PM <sub>2,5</sub>	14	14	4 -

PM <sub>10</sub> -Inhaltsstoffe	JMW	
As	0,5	[ng/m <sup>3</sup> ]
Cd	0,2	[ng/m <sup>3</sup> ]
Pb	4,8	[ng/m <sup>3</sup> ]
Ni	1,0	[ng/m <sup>3</sup> ]
Ruß	2,9	[ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
B[a]P	0,7	[ng/m <sup>3</sup> ]

X Benzol-Passivsammler  
 ▲ NO<sub>2</sub>-kontinuierlich, PM<sub>10</sub>, SM,  
 Ruß, B[a]P, PM<sub>2,5</sub>

Ü1hMW= Anzahl der Überschreitungen  
 der 1-Stundenmittelwerte (NO<sub>2</sub>)  
 ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen  
 der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)

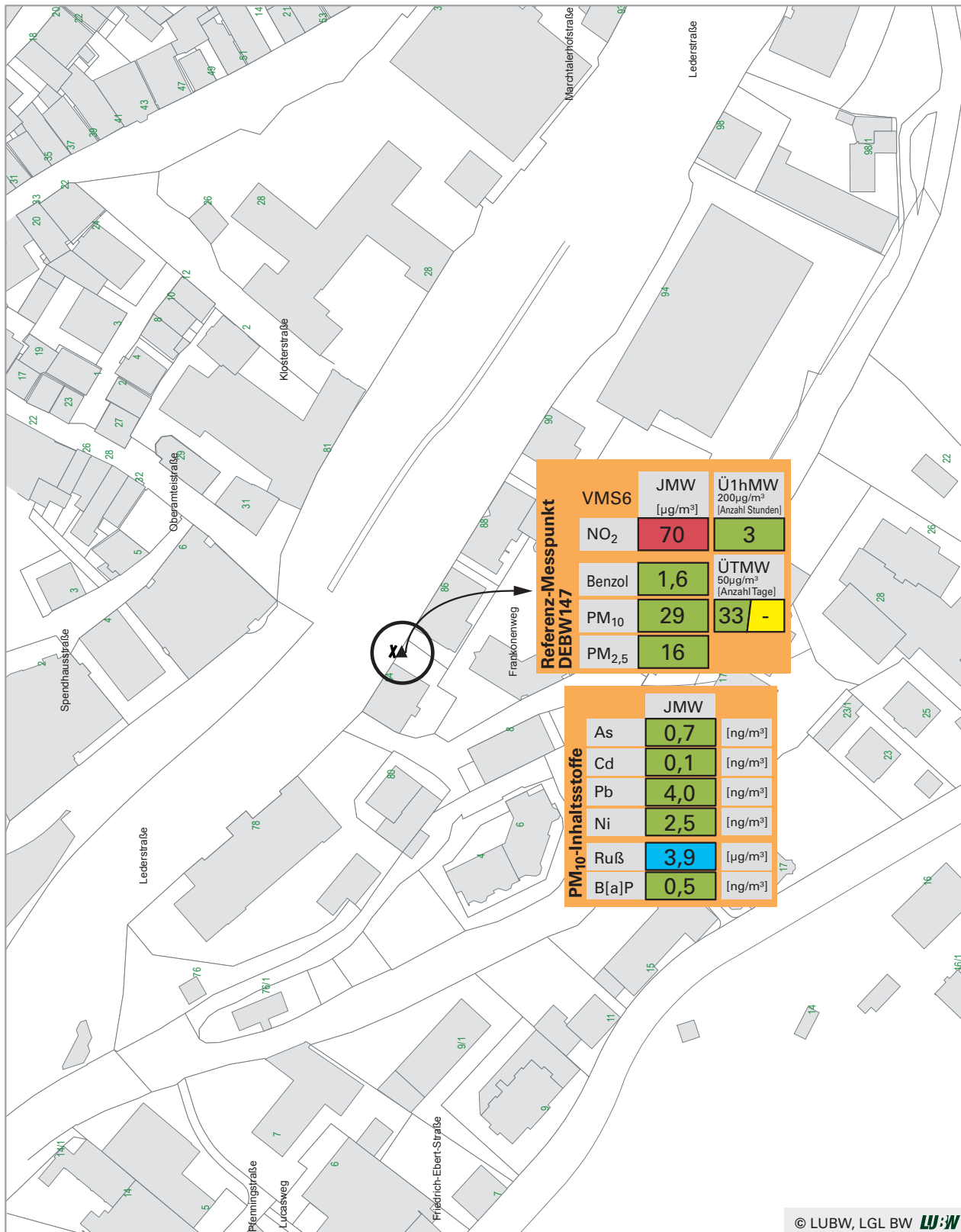


### Pfinztal Karlsruher Straße

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Saharastaub / Streusalz

Karte 30: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messstation Pfinztal Karlsruher Straße

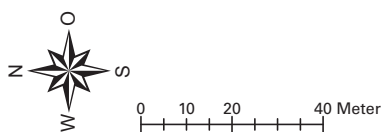




© LUBW, LGL BW **LUBW**

**X** Benzol-Passivsammler  
**▲** NO<sub>2</sub>-kontinuierlich, PM<sub>10</sub>, SM,  
 Ruß, B[a]P, PM<sub>2,5</sub>

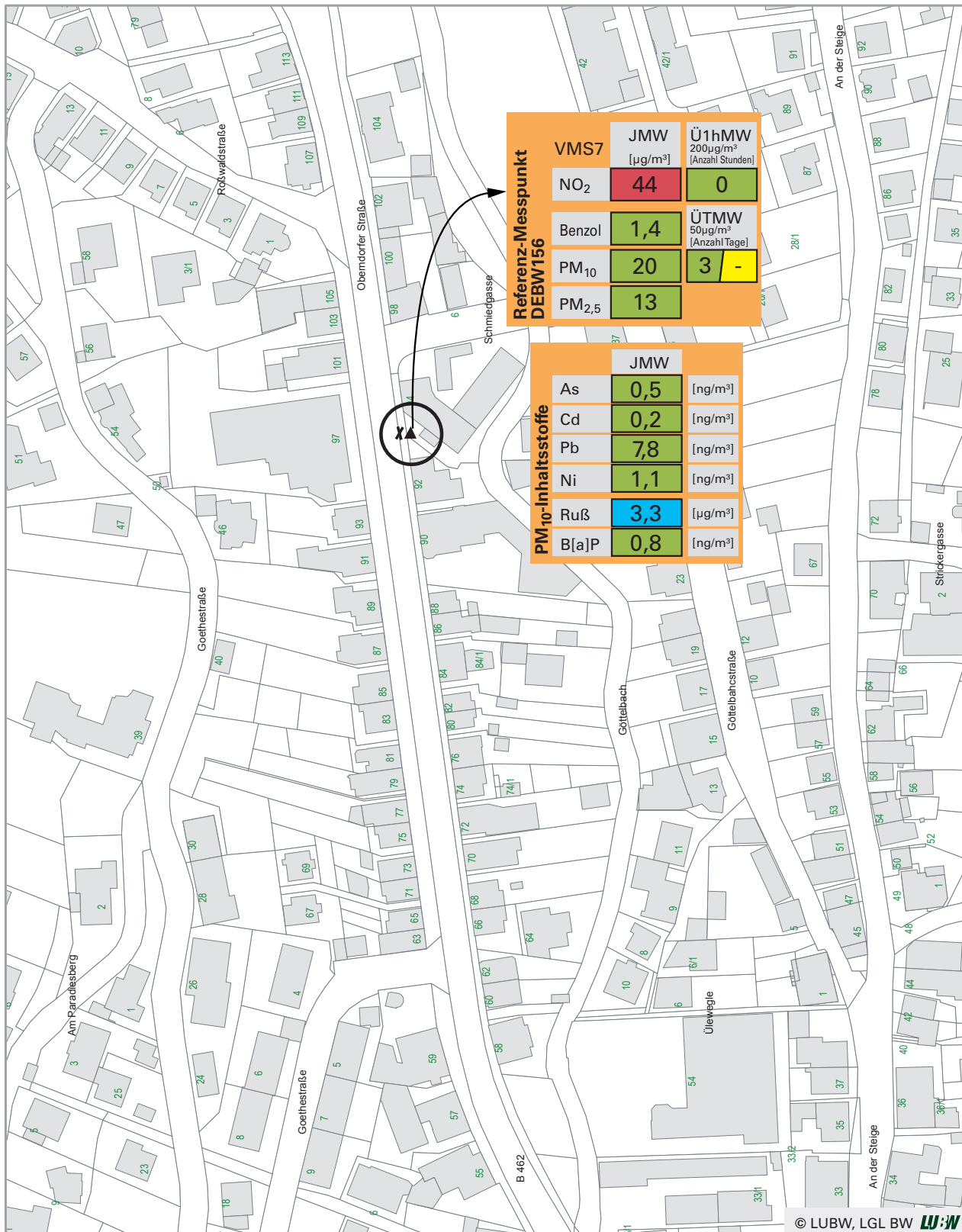
Ü1hMW= Anzahl der Überschreitungen  
 der 1-Stundenmittelwerte (NO<sub>2</sub>)  
 ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen  
 der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



### Reutlingen Lederstraße-Ost

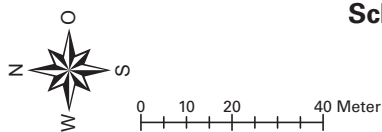
- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Saharastaub / Streusalz

Karte 31: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messstation Reutlingen Lederstraße-Ost



X Benzol-Passivsammler  
 ▲ NO<sub>2</sub>-kontinuierlich, PM<sub>10</sub>, SM, Ruß, B[a]P, PM<sub>2,5</sub>

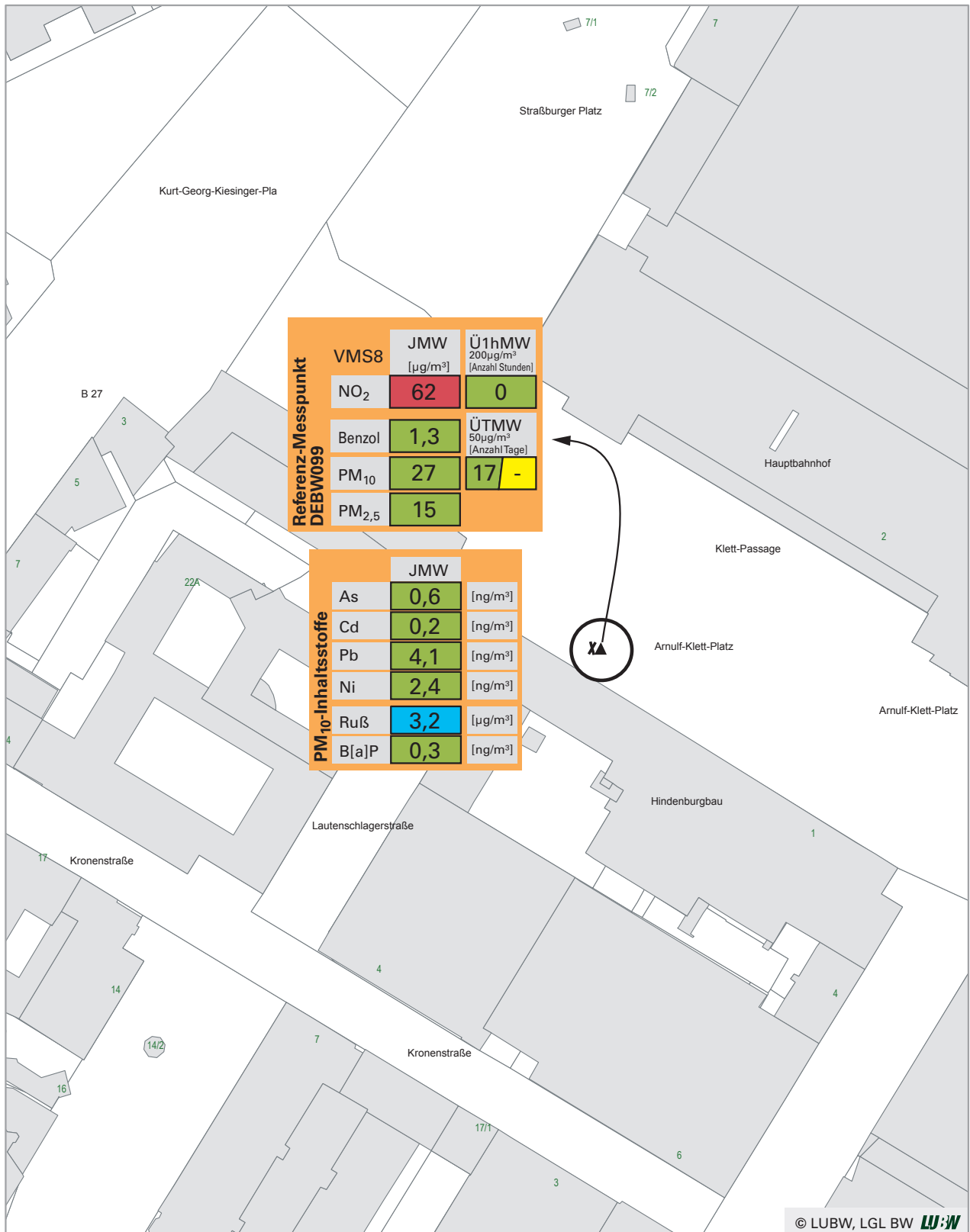
Ü1hMW= Anzahl der Überschreitungen der 1-Stundenmittelwerte (NO<sub>2</sub>)  
 ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



### Schramberg Oberndorfer Straße

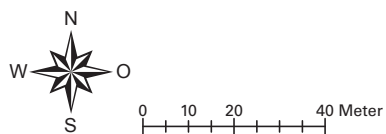
- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Sahara Staub / Streusalz

Karte 32: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messstation Schramberg Oberndorfer Straße



✕ Benzol-Passivsammler  
 ▲ NO<sub>2</sub>-kontinuierlich, PM<sub>10</sub>, SM,  
 Ruß, B[a]P, PM<sub>2,5</sub>

Ü1hMW= Anzahl der Überschreitungen  
 der 1-Stundenmittelwerte (NO<sub>2</sub>)  
 ÜTMW= Anzahl der Überschreitungen  
 der Tagesmittelwerte (PM<sub>10</sub>)



### Stuttgart Arnulf-Klett-Platz

- Grenzwert / Zielwert überschritten
- Grenzwert / Zielwert eingehalten
- kein Grenzwert / Zielwert vorhanden
- davon durch Sahara-Staub / Streusalz

Karte 35: Ergebnisse der Spotmessungen 2015 - Messstation Stuttgart Arnulf-Klett-Platz

## 5.2 Auswertungen für die Regierungsbezirke

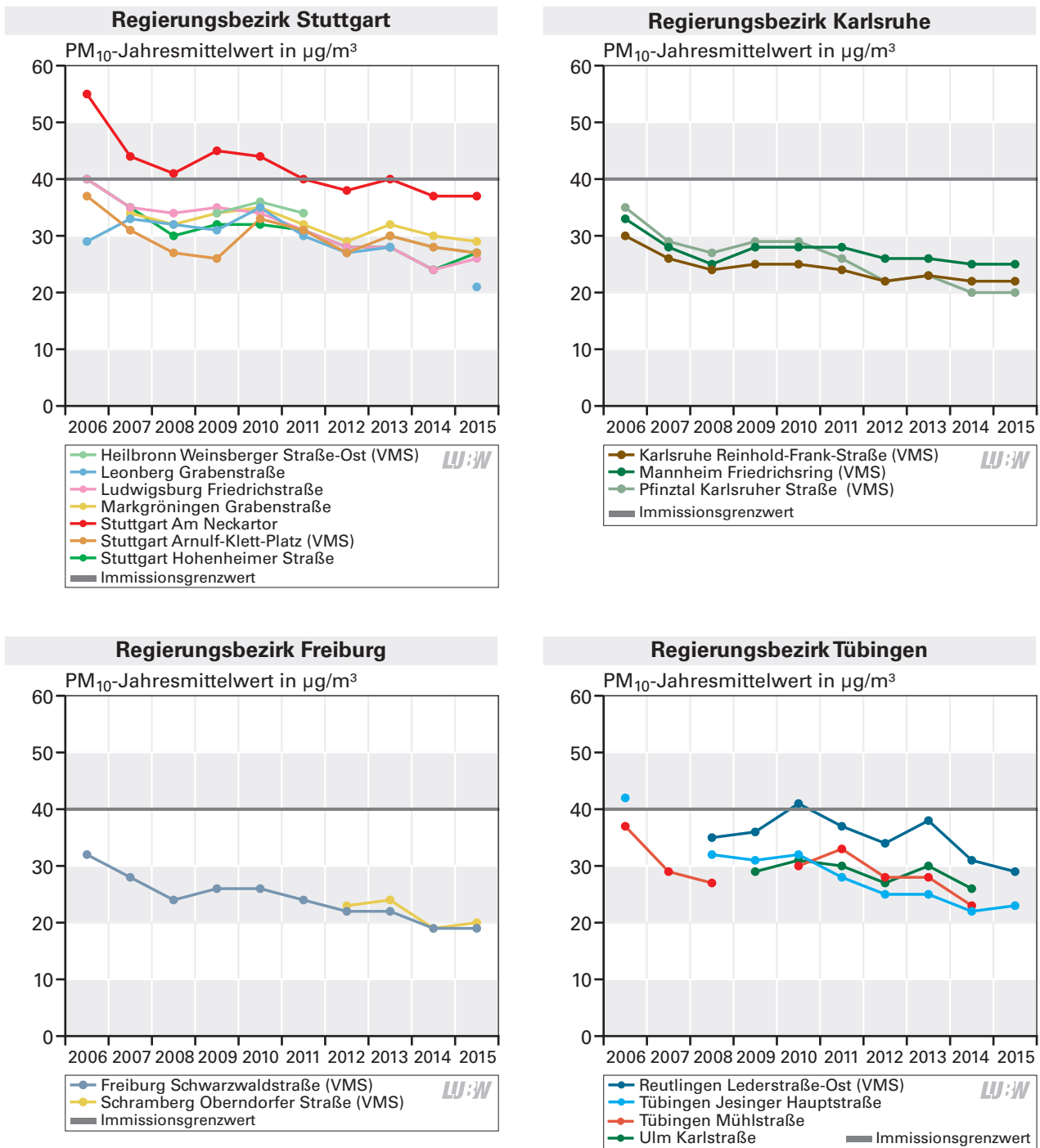


Abbildung 5.2-1: Entwicklung der Jahresmittelwerte der Partikel PM<sub>10</sub>-Konzentrationen an ausgewählten Spotmessstellen und Verkehrsmessstationen in den Regierungsbezirken (RB) Stuttgart, Karlsruhe, Tübingen und Freiburg seit 2006

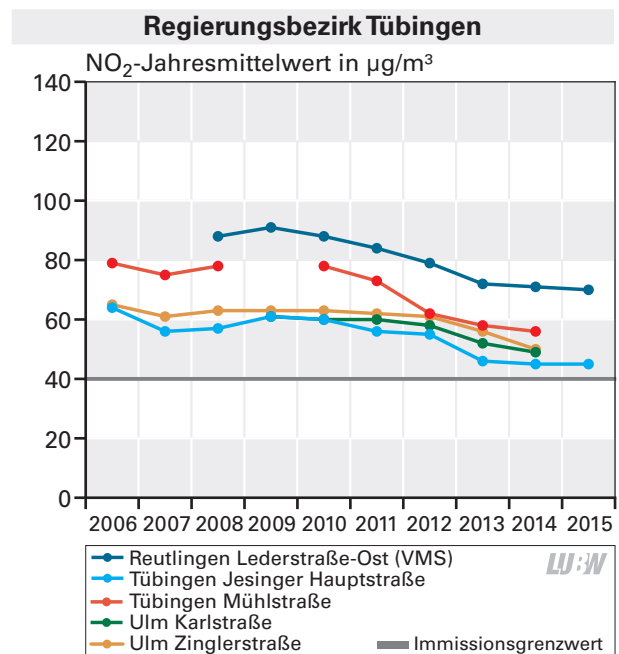
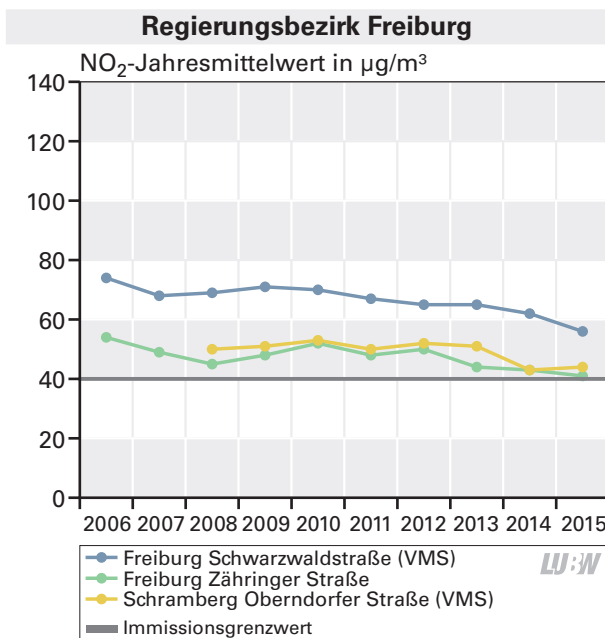
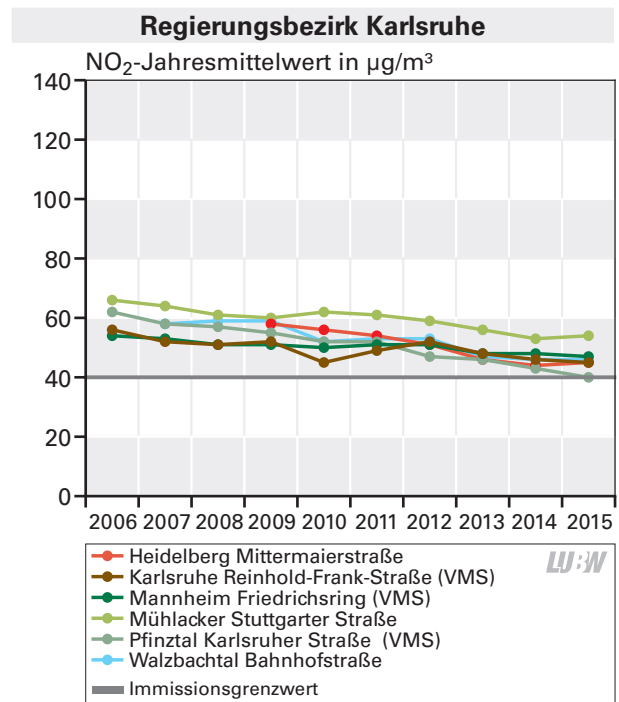
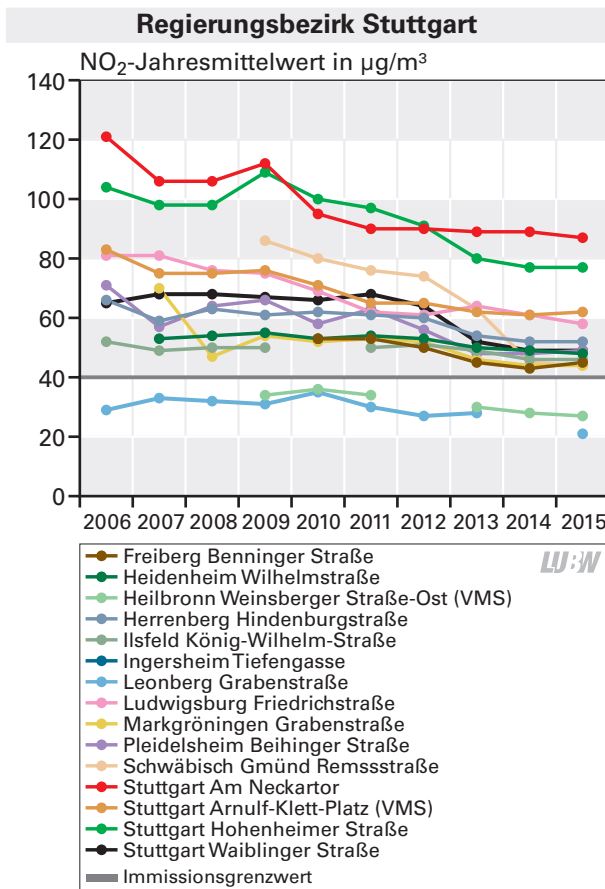


Abbildung 5.2-2: Entwicklung der Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen an ausgewählten Spotmessstellen und Verkehrsmessstationen in den Regierungsbezirken (RB) Stuttgart, Karlsruhe, Tübingen und Freiburg seit 2006



## 5.3 Messverfahren

### Messung von Stickstoffdioxid mit Chemilumineszenz

<b>Richtlinien</b>	DIN EN 14211: Luftqualität - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz; Deutsche Fassung EN 14211:2005						
<b>Messgerät</b>	Die Probenahme und Analyse erfolgt mit einem eignungsgeprüfem Gasanalysator MLU Modell 200A. Die Ergebnisse werden als Halbstundenmittelwerte bereitgestellt.						
<b>Messprinzip</b>	<p>Die Chemilumineszenz beruht hier auf der Reaktion von Stickstoffmonoxid mit Ozon. Im Chemilumineszenz-Messgerät wird Luft durch ein Filter gesaugt (um die Verunreinigung der gasführenden Teile, besonders der optischen Komponenten, zu verhindern) und bei konstantem Volumenstrom in die Reaktionskammer geleitet, in der sie zur Bestimmung von Stickstoffmonoxid mit Ozon im Überschuss gemischt wird. Die emittierte Strahlung (Chemilumineszenz) ist proportional zur Anzahl der Stickstoffmonoxid-Moleküle im Detektionsvolumen und damit proportional zur Stickstoffmonoxid-Konzentration. Die emittierte Strahlung wird mit einem selektiven optischen Filter gefiltert und mit einem Photomultiplier oder einer Photodiode in ein elektrisches Signal umgewandelt.</p> <p>Zur Bestimmung des Gehaltes an Stickstoffdioxid wird die Probenluft durch einen Konverter geleitet, in dem das Stickstoffdioxid zu Stickstoffmonoxid reduziert und dieses auf die zuvor beschriebene Weise bestimmt wird. Das Signal des Photomultipliers oder der Photodiode ist proportional zur Summe der Konzentrationen von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid. Der Gehalt an Stickstoffdioxid ergibt sich aus der Differenz dieses Wertes und der Stickstoffmonoxid-Konzentration allein (wenn die Probenluft nicht durch den Konverter geleitet wurde).</p> <p>Chemilumineszenz ist die Emission von Licht bei einer chemischen Reaktion. Das bei der Gasphasenreaktion von NO mit Ozon entstehende Licht, dessen Intensität proportional zur NO-Konzentration ist, entsteht, wenn Elektronen der angeregten NO<sub>2</sub>-Moleküle in einen niedrigeren Energiezustand übergehen.</p>						
<b>Kenngrößen</b>	<table><tr><td>Wiederholstandardabweichung bei null:</td><td>≤ 1,0 ppb</td></tr><tr><td>Wiederholstandardabweichung bei der Prüfgaskonzentration:</td><td>≤ 3,0 ppb</td></tr><tr><td>Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei</td><td>&lt; 2,5 µg/m<sup>3</sup></td></tr></table>	Wiederholstandardabweichung bei null:	≤ 1,0 ppb	Wiederholstandardabweichung bei der Prüfgaskonzentration:	≤ 3,0 ppb	Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei	< 2,5 µg/m <sup>3</sup>
Wiederholstandardabweichung bei null:	≤ 1,0 ppb						
Wiederholstandardabweichung bei der Prüfgaskonzentration:	≤ 3,0 ppb						
Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei	< 2,5 µg/m <sup>3</sup>						

#### Foto der Messeinrichtung

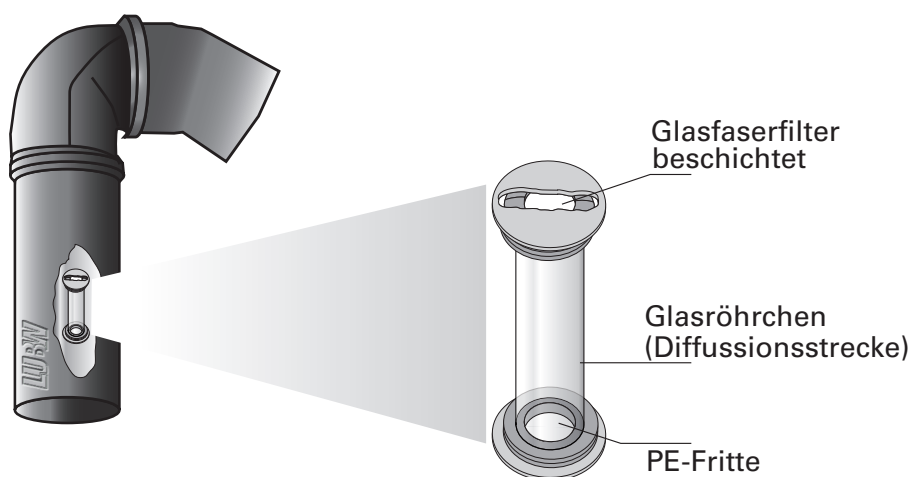


© LUBW

## Messung von Stickstoffdioxid mit Passivsammlern

<b>Richtlinien</b>	Verfahrensanweisung der LUBW: 504-721192-5 - Bestimmung von $\text{NO}_2$ in der Außenluft mittels Palmes-Sammler (Passivsammlung $d = 12 \text{ mm}$ ) und Analyse am Ionenchromatograph
<b>Probenahme</b>	Bei diesem Verfahren wird das in der Luft vorhandene $\text{NO}_2$ auf einem alkalisch beschichteten Filter, der sich am Ende eines Glasröhrchens in der Verschlusskappe befindet, adsorbiert. Das saure Gas $\text{NO}_2$ wird an dem alkalisch beschichteten Filter zu Nitrit umgesetzt.
<b>Messprinzip</b>	Der Passivsammler besteht aus einem Glasröhrchen von etwa 7,5 cm Länge, das an einem Ende mit einer Polyethenkappe verschlossen ist, in den das beschichtete Glasfaserfilter eingelegt ist. $\text{NO}_2$ diffundiert vom anderen Ende des Glasröhrchens bis an den beschichteten Glasfaserfilter und wird dort adsorbiert. Um eine von der Windgeschwindigkeit unabhängige statische Luftschicht sicher zu stellen, ist eine Turbulenzbarriere (PE-Fritte, mittlere Porengröße $100 \mu\text{m}$ ) am Anfang des Röhrchens angebracht. Zum Schutz vor Witterungseinflüssen ist der Passivsammler in ein Kunststoff-Rohr senkrecht eingehängt.
<b>Analyse</b>	Die Bestimmung des an dem beschichteten Glasfaserfilter adsorbierten $\text{NO}_2$ erfolgt mittels Ionenchromatographie nach wässriger Elution des Glasfaserfilters.
<b>Nachweisgrenze</b>	Die Nachweisgrenze für das Verfahren liegt bei $< 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei einer Sammelzeit von 14 Tagen.

### Foto der Messeinrichtung



## Messung von Partikel PM<sub>10</sub> mit Gravimetrie

<b>Richtlinien</b>	DIN/EN 12341: Luftbeschaffenheit - Ermittlung der PM <sub>10</sub> -Fraktion von Schwebstaub - Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode; Deutsche Fassung EN 12341:1998
<b>Probenahme</b>	Die Probenahme der PM <sub>10</sub> -Fraktion von Schwebstaub (Feinstaubfraktion PM <sub>10</sub> ) erfolgt als Tagesmittelwert von 0 bis 24 Uhr. Der vorgeschaltete gröÙenselektierende Lufteinlass weist eine Abscheidewirksamkeit von 50 % für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm auf (PM <sub>10</sub> -Einlass). Zur Bestimmung der Feinstaubmasse erfolgt die Probenahme auf Glasfaserfiltern.
<b>Messgerät</b>	Der Filterwechsler SEQ47/50 ist der Referenzsammler nach CEN EN 12341 und verfügt über einen automatischen Probenwechsler, so dass ohne Wartung 14 Tagesmittelwerte gewonnen werden können. Zusätzlich enthält das Gerät einen Blindfilter zur Kontrolle. Der Filter hat einen Durchmesser von 47 mm. Der Volumenstrom wird konstant auf 2,3 m <sup>3</sup> /h geregelt. Das Gerät verfügt über eine Filterheizung, die bei Taupunktunterschreitung die Filtertemperatur erhöht, um den Filter trocken zu halten bzw. vor Vereisung zu schützen.
<b>Wägung</b>	Die für die Probenahme verwendeten Filter werden vor der Bestäubung im Labor äquibriert, d. h. auf eine definierte Feuchte eingestellt und gewogen. Nach der Bestäubung werden die Filter wieder äquibriert und zurückgewogen. Die Waage besitzt eine Genauigkeit von 0,1 mg.
<b>Nachweisgrenze</b>	Die Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei einem Sammelvolumen von 55,2 m <sup>3</sup> bei 1 µg/m <sup>3</sup> .

### Foto der Messeinrichtung



© Ingenieurbüro Sven Leckel, Berlin

## Messung von Schwermetallen in der Partikel PM<sub>10</sub>-Fraktion

### Richtlinien

DIN EN 14902: Außenluftbeschaffenheit - Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung von Pb/Cd/As/Ni als Bestandteil der PM<sub>10</sub>-Fraktion des Schwebstaubes; Deutsche Fassung EN 14902:2005  
Verfahrensanweisung der LUBW: 504-721151-3 - Analyse zur Elementbestimmung im Schwebstaub oder Staubbiederschlag mittels Mikrowellenaufschluss / Offener Aufschluss (ICP-MS)

### Probenahme

Die Probenahme der Elemente in der Feinstaubfraktion PM<sub>10</sub> erfolgt als Tagesmittelwert. Der vorgeschaltete gröÙenselektierende Lufteinlass weist eine Abscheidewirksamkeit von 50 % für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm auf (PM<sub>10</sub> Einlass).  
Zur Bestimmung der Elemente im Feinstaub erfolgt die Probenahme auf Quarzfaserfilter.

### Messgerät

Der Digital High-Volume-Sampler (DHA-80) erfüllt die Anforderungen an Äquivalenzsampler nach DIN/EN 12341. Das Gerät verfügt über einen automatischen Probenwechsler, so dass ohne Wartung 14 Tagesmittelwerte gewonnen werden können. Zusätzlich enthält das Gerät einen Filter zur Blindwertkontrolle. Der Filter hat einen Durchmesser von 150 mm. Der Volumenstrom wird konstant auf 30 m<sup>3</sup>/h geregelt. Die Gerätefunktion wird per Fernübertragung der Pumpenleistung kontrolliert.

### Analyse

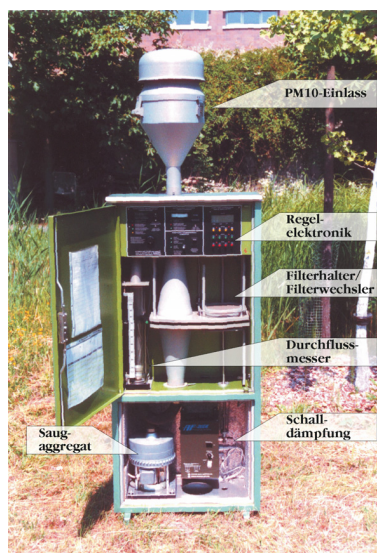
Die bestaubten Filter werden offen in oxidierendem Säuregemisch aufgeschlossen. Die Elementbestimmung erfolgt durch Massenspektrometrie im induktiv gekoppelten Plasma (ICP-MS).

### Nachweisgrenze

Die relativen Nachweisgrenzen für dieses Verfahren liegen bei einem Probenahme-Volumen von 720 m<sup>3</sup> bei den nachstehend aufgeführten Werten.

Arsen:	0,04 ng/m <sup>3</sup>	Mangan:	0,03 ng/m <sup>3</sup>	Blei:	0,2 ng/m <sup>3</sup>	Nickel:	0,06 ng/m <sup>3</sup>
Kadmium:	0,04 ng/m <sup>3</sup>	Thallium:	0,005 ng/m <sup>3</sup>	Chrom:	0,06 ng/m <sup>3</sup>	Vanadium:	0,15 ng/m <sup>3</sup>
Kobalt:	0,01 ng/m <sup>3</sup>	Zink:	1 ng/m <sup>3</sup>	Kupfer:	0,7 ng/m <sup>3</sup>	Zinn:	1 ng/m <sup>3</sup>

### Foto der Messeinrichtung



© LUBW

## Messung von Ruß in der Partikel PM<sub>10</sub>-Fraktion

**Richtlinien** VDI 2465 Blatt 2: Messen von Ruß (Immission) - Thermographische Bestimmung des elementaren Kohlenstoffes nach Thermodesorption des organischen Kohlenstoffes; Ausgabedatum: 1999-05

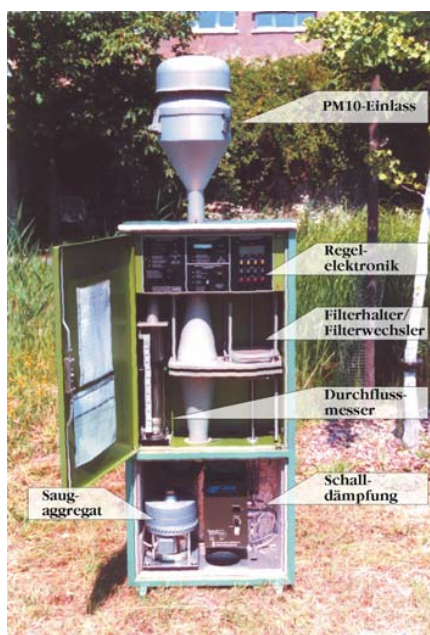
**Probenahme** Die Probenahme von Ruß in der Feinstaubfraktion PM<sub>10</sub> erfolgt als Tagesmittelwert. Der vorgeschaltete gröÙenselektierende Lufteinlass weist eine Abscheidewirksamkeit von 50 % für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm auf (PM<sub>10</sub>-Einlass).  
Zur Bestimmung von Ruß im Feinstaub erfolgt die Probenahme auf Quarzfaserfiltern.

**Messgerät** Der Digital High-Volume-Sampler (DHA-80) erfüllt die Anforderungen an Äquivalenzsammler nach DIN/EN 12341. Das Gerät verfügt über einen automatischen Probenwechsler, so dass ohne Wartung 14 Tagesmittelwerte gewonnen werden können. Zusätzlich enthält das Gerät einen Filter zur Blindwertkontrolle. Der Filter hat einen Durchmesser von 150 mm. Der Volumenstrom wird konstant auf 720 m<sup>3</sup>/24 h geregelt. Die Gerätefunktion wird per Fernübertragung der Pumpenleistung kontrolliert.

**Analyse** Die Bestimmung des Rußes als elementarer Kohlenstoff (EC) und organischer Kohlenstoff (OC) im abgeschiedenen Feinstaub erfolgt durch Verbrennen der Probe unter Sauerstoffatmosphäre und der IR-spektroskopischen Detektion des dabei gebildeten CO<sub>2</sub>. Das kohlenstoffspezifische Analyseverfahren der Infrarotspektroskopie erlaubt jedoch keine Unterscheidung zwischen organisch gebundenem (OC) und elementarem Kohlenstoff (EC). Die Spezifität des Verfahrens auf elementaren Kohlenstoff wird durch ein Zweiphasentemperaturprogramm erreicht. Im ersten Schritt wird der organisch gebundene Kohlenstoff zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O verbrannt. Dies lässt sich auch an dem Auftreten eines Wasserpeaks feststellen. Im zweiten Schritt wird der verbleibende Kohlenstoff bestimmt.

**Nachweisgrenze** Die relative Nachweisgrenze für dieses Verfahren liegt bei einem Probevolumen von 720 m<sup>3</sup> bei 0,2 µg Kohlenstoff/m<sup>3</sup>.

### Foto der Messeinrichtung

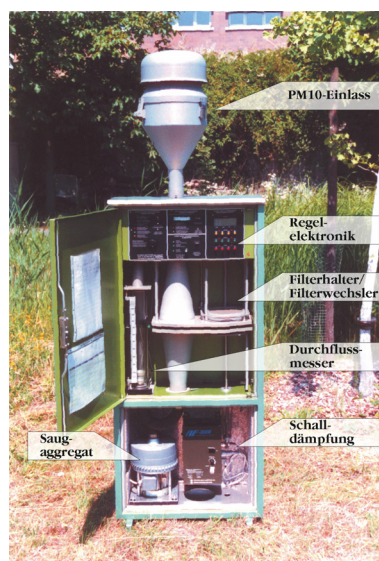


© LUBW



## Messung von Benzo(a)pyren in der Partikel PM<sub>10</sub>-Fraktion

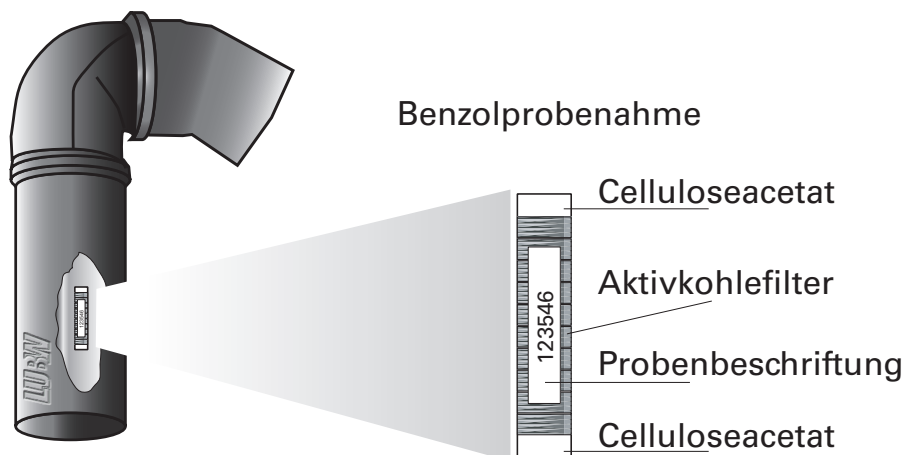
<b>Richtlinien</b>	DIN EN 15549: Luftbeschaffenheit - Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzo[a]pyren in Luft; Deutsche Fassung EN 15549:2008 DIN ISO 16362: Außenluft - Bestimmung partikelgebundener aromatischer Kohlenwasserstoffe mit Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (ISO 16362:2005)
<b>Probenahme</b>	Die Probenahme von PAK in der Feinstaubfraktion PM <sub>10</sub> erfolgt als Wochenwert. Dies bedeutet, dass aus den Filtern einer Woche eine Sammelprobe erstellt und analysiert wird. Der vorgeschaltete gröÙenselektierende Lufteinlass weist eine Abscheidewirksamkeit von 50 % für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm auf (PM <sub>10</sub> -Einlass).
<b>Messgerät</b>	Der Digital High-Volume-Sampler (DHA-80) erfüllt die Anforderungen an Äquivalenzsammler nach DIN/EN 12341. Das Gerät verfügt über einen automatischen Probenwechsler, so dass ohne Wartung 14 Tagesmittelwerte gewonnen werden können. Zusätzlich enthält das Gerät einen Filter zur Blindwertkontrolle. Der Filter hat einen Durchmesser von 150 mm. Der Volumenstrom wird konstant auf 720 m <sup>3</sup> /24 h geregelt. Die Gerätefunktion wird per Fernübertragung der Pumpenleistung kontrolliert.
<b>Analyse</b>	B(a)P und andere PAK werden aus einem Teilfilter der Probenahme analysiert. Die auf dem Filter gesammelten PAK werden mit Toluol heiß extrahiert. Dabei werden die PAK aus den Feinstaubpartikeln gelöst. Die Bestimmung erfolgt mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC).
<b>Nachweisgrenze</b>	Die Nachweisgrenze für B(a)P und ähnliche PAK liegt bei 0,05 ng/m <sup>3</sup> .
<b>Foto der Messeinrichtung</b>	



## Messung von Benzol mit Passivsammlern

<b>Richtlinien</b>	DIN EN 14662-5: Luftbeschaffenheit - Standardverfahren zur Bestimmung von Benzolkonzentrationen - Teil 5: Diffusionsprobenahme mit anschließender Lösemitteldesorption und Gaschromatographie; Deutsche Fassung EN 14662-5:2005 Verfahrensanweisung der LUBW: 504-722112-7 - Bestimmung von leicht- und mittelflüchtigen Kohlenwasserstoffen nach Probenahme mittels ORSA-Passivsammlern
<b>Probenahme</b>	Die Probenahme erfolgt durch Diffusion von Benzol durch Celluloseacetat in ein Glasröhrchen und anschließender Adsorption an Aktivkohle.
<b>Messgerät</b>	Das ORSA 5 besteht aus einem beidseitig offenen Glasröhrchen, das mit Aktivkohle gefüllt ist. An den Röhrchenöffnungen befindet sich jeweils eine Diffusionsstrecke aus Celluloseacetat. Umgebungsluft diffundiert in das Röhrchen, wo Benzol an der Aktivkohle adsorbiert wird.
<b>Analyse</b>	Das adsorbierte Benzol wird mit Kohlenstoffdisulfid von der Aktivkohle eluiert und anschließend nach kapillargaschromatographischer Auftrennung mit dem Flammenionisationsdetektor (FID) über die Retentionszeit identifiziert. Die Quantifizierung erfolgt über Peakflächenvergleich mit internen Standards.
<b>Nachweisgrenze</b>	Die Nachweisgrenze für das Verfahren liegt bei einer Sammelzeit von einer Woche bei $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Foto der Messeinrichtung



## 5.4 Quellenverzeichnis

### [BImSchG]:

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 26. September 2002 (BGBl. I, S. 3830) zuletzt geändert durch Artikel 8 des Gesetzes vom 8. November 2011 (BGBl. I, Nr. 57, S. 2178) in Kraft getreten am 1. Dezember 2011

### [39. BImSchV]:

Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I, Nr. 40, S. 1065) in Kraft getreten am 6. August 2010

### [EU 2008]:

Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft in Europa

### [HBEFA 3.2]

Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.2, Juli 2014, [www.hbefa.net](http://www.hbefa.net)

### [LUBW 2006]:

Spotmessungen ab dem Jahr 2007 - Voruntersuchungen 2006, Bericht der LUBW 2006

### [LUBW 2010]:

Pflicht-Luftmessnetz, Bericht der LUBW vom 6. Mai 2010, intern

### [LUBW 2015]:

PEMS-Messungen an drei Euro 6-Diesel-Pkw auf Streckenführungen in Stuttgart und München sowie auf Außerortsstrecken, Bericht der LUBW, März 2015, 98 Seiten.

### [LUBW 2016-1]:

Beiträge von Streusalz und natürlichen Quellen zu den Partikel PM<sub>10</sub>-Immissionen in Baden-Württemberg - Kurzbericht für das Jahr 2015, Bericht der LUBW, Karlsruhe, August 2016

### [LUBW 2016-2]:

Luftreinhaltepläne für Baden-Württemberg – Grundlagenband 2015, Bericht der LUBW, Karlsruhe, Dezember 2016, zuletzt abgerufen am 02.08.2016

### [StaLa 2016-1]:

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Verkehr/KFZBelastung/LRt1503.jsp>, zuletzt abgerufen am 02.08.2016

### [StaLa 2016-2]:

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Verkehr/KFZBelastung/v5a01.jsp>, zuletzt abgerufen am 02.08.2016

### [StaLa 2016-3]:

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stuttgart, <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Verkehr/KFZBelastung/v5c01.jsp>, zuletzt abgerufen am 02.08.2016

## 5.5 Glossar

Es sind nur die Abkürzungen und Begriffe aufgeführt, die im Bericht **nicht** ausführlich erläutert wurden.

**mg/m<sup>3</sup>:** Milligramm pro Kubikmeter (0,001 g)

**µg/m<sup>3</sup>:** Mikrogramm pro Kubikmeter (0,000001 g)

**ng/m<sup>3</sup>:** Nanogramm pro Kubikmeter (0,000000001 g)

### **Aerodynamischer Durchmesser:**

Der aerodynamische Durchmesser ist eine abstrakte Größe zur Beschreibung des Verhaltens eines gasgetragenen Partikels (zum Beispiel eines in der Luft schwebenden Staubteilchens). Der aerodynamische Durchmesser eines Partikels entspricht dem Durchmesser einer Kugel mit der Dichte 1 g/cm<sup>3</sup>, welche die gleiche Sinkgeschwindigkeit in Luft wie der Partikel hat.

### **DEBW<sub>xxx</sub>:**

Stationscode nach Formular 3 der jährlichen Meldung an das Umweltbundesamt (DE: Deutschland, BW: Baden-Württemberg)

**DTV:** Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke

**JMW:** Jahresmittelwert

**MP:** Messpunkt

### **PM<sub>10</sub>:**

Partikel, die einen gröbselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 Mikrometern einen Abscheidegrad von 50 Prozent aufweist.

### **PM<sub>2,5</sub>:**

Partikel, die einen gröbselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 Mikrometern einen Abscheidegrad von 50 Prozent aufweist.

**PMP:** Profilmesspunkt

**RMP:** Referenzmesspunkt

**TMW:** Tagesmittelwert

### **ÜTMW:**

Anzahl der Überschreitungen des Tagesmittelwertes

### **Ü1hMW:**

Anzahl der Überschreitungen des Einstundenmittelwertes

**VMS:** Verkehrsmessstation





