



# ESP Wankdorf

Monitoring und Controlling Luftbelastung 2015 – 2019

## Impressum

Auftraggeber Kontaktperson Adresse	Projektkoordination ESP Wankdorf Katja Bessire (AÖV) / Manuel Flückiger (AGR) Reiterstrasse 11 3011 Bern
Datum Aktuelle Version Ältere Versionen Projektnummer Datei	05.05.2020 Schlussbericht - 20_0030 luftbelastung_esp_wankdorf_jahre_2015-2019.docx
Erstellt durch Kontrolliert durch Genehmigt durch	Thomas Künzle 04.05.2020   Beat Rihm 04.05.2020   René Cattin
Gewährleistung	Meteotest gewährleistet ihren Kunden eine sorgfältige und fachgerechte Auftragsbearbeitung. Jegliche Haftung, insbesondere auch für Folgeschäden, wird im Rahmen des gesetzlich Zulässigen wegbedungen.

# Zusammenfassung

## Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

Der Grenzwert für den Jahresmittelwert von NO<sub>2</sub> (30 µg/m<sup>3</sup>) wurde im Messjahr 2019 im Untersuchungsgebiet nur entlang der Autobahn überschritten. Entlang der Hauptverkehrsachsen und in den Quartieren lagen die Jahresmittelwerte unter dem Grenzwert.

## Feinstaub (PM10)

Die Jahresmittelwerte von Feinstaub lagen im Messjahr 2019 auf geringerem Niveau als im Vorjahr. Der Grenzwert für den Jahresmittelwert (20 µg/m<sup>3</sup>) sowie der Kurzzeitgrenzwert (24-h-Mittelwert) wurden im Untersuchungsgebiet nicht überschritten.

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung, Projektrahmen, Zielsetzungen .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Messdaten und Analyse .....</b>	<b>6</b>
2.1	Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) .....	6
2.2	Jahresmittelwerte Feinstaub (PM10) .....	11
2.3	Monatsmittelwerte Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) und Feinstaub (PM10).....	12
2.4	Meteorologische Situation.....	13
2.5	Verkehrszählungen .....	14
<b>3</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>15</b>
<b>A</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>16</b>
A.1	Luftschadstoffe .....	16
	Stickoxide (NO <sub>x</sub> ), Stickstoffdioxid (NO <sub>2</sub> ) .....	16
	Feinstaub (PM10).....	17
A.2	Standorte mit Luftschadstoffmessungen .....	19
A.3	Standorte mit meteorologischen Messdaten .....	20
A.4	Hintergründe .....	20
A.5	Verkehrszahlen im ESP Wankdorf .....	21
A.6	Abkürzungen und Begriffserläuterungen .....	24

## Tabellen

Tabelle 1:	Entwicklung der Luftbelastung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den Standorten mit <b>NO<sub>2</sub>-Passivsammler-Messungen</b> in den vergangenen fünf Jahren. ....	8
Tabelle 2:	Jahresmittelwerte ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Anzahl Tage über dem Grenzwert von NO <sub>2</sub> an den <b>Fixstationen</b> in den Jahren 2015 – 2019. ....	10
Tabelle 3:	Jahresmittelwerte ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Anzahl Tage über dem Grenzwert von PM10 an den <b>Fixstationen</b> in den Jahren 2015 – 2019. ....	11
Tabelle 4:	Anzahl Tage mit Inversionen in der Region Bern in den Jahren 2015 – 2019. ....	14
Tabelle 5:	Standorte mit Luftschadstoffmessungen (Fixstationen).....	19
Tabelle 6:	Standorte mit Luftschadstoffmessungen (Passivsammler).....	19
Tabelle 7:	Standorte mit meteorologischen Messdaten. ....	20

## Abbildungen

Abbildung 1:	Stickstoffdioxid-Messstandorte im Untersuchungsgebiet des ESP Wankdorf. Die Symbole und Stationsnamen sind entsprechend den klassierten NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerten ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) des Jahres 2019 eingefärbt. ....	7
Abbildung 2:	Verlauf der Jahresmittelwerte an den NO <sub>2</sub> - <b>Passivsammlerstationen</b> von 2015 – 2019. ....	9
Abbildung 3:	Darstellung der NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte an den <b>Fixstationen</b> 2015 – 2019. ....	10
Abbildung 4:	PM10-Jahresmittelwerte an den <b>Fixstationen</b> 2015 – 2019. ....	11
Abbildung 5:	Monatsmittelwerte und Anzahl Tage mit Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes an der Station Bern-Wankdorf 2015 – 2019. ....	12
Abbildung 6:	Monatsmittelwerte und Anzahl Tage mit Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes an der Station Bern-Morgartenstrasse. ....	12
Abbildung 7:	Zusammenhang zwischen Emission, Transmission und Immission. ....	13
Abbildung 8:	Zeitlicher Verlauf der Anzahl Inversionen in der Region Bern in den Jahren 2015 – 2019. ....	14

# 1 Einleitung, Projektrahmen, Zielsetzungen

Im Rahmen des Projektes der Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern (BVE) zum Monitoring und Controlling im Entwicklungsschwerpunkt (ESP) Wankdorf (BVE 2009) wurde Meteotest beauftragt, den Bereich Luftbelastung im Untersuchungsgebiet des ESP Wankdorf zu bearbeiten. In diesem Dokument wird nicht näher auf die Vorgeschichte und die Randbedingungen zu diesem Projekt eingegangen.

Ziel dieses Berichtes ist es, die die Luftbelastung durch Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Feinstaub (PM10) im Gebiet des ESP Wankdorf und des Nordquartiers in Bern auf der Basis von Messungen für die Jahre 2015 bis 2019 aufzuzeigen. Dieser Bericht ist eine Weiterführung des Berichtes aus dem letzten Jahr (Meteotest 2019).

Das Untersuchungsgebiet ist das Gebiet des Perimeters ESP gemäss BVE-Bericht (BVE 2009) inklusive der Zusatzgebiete bis zum Breitenrainplatz (siehe Abbildung 1).

In den Anhängen sind diverse Informationen zu Luftschadstoffen, Standorten und Verkehrsdaten sowie Abkürzungen und Begriffserläuterungen zusammengestellt.

## 2 Messdaten und Analyse

Im Untersuchungsgebiet stehen Luftschadstoffmessungen von einem Messwagen sowie von 17 NO<sub>2</sub>-Passivsammler-Standorten zur Verfügung (AUE-IMM, 2020a).

Ergänzend werden diverse Messstationen im angrenzenden und weiteren Umfeld des Untersuchungsgebietes beigezogen.

Die Luftschadstoffdaten werden bezüglich der Langzeit- und Kurzzeitgrenzwerte beurteilt und mit früheren Jahren verglichen. Die Kurzzeitgrenzwerte werden nur an Standorten mit kontinuierlichen Messungen analysiert.

Meteorologische Messdaten stehen von den Standorten Bern-Zollikofen und Bantiger zur Verfügung (SwissMetNet).

### 2.1 Jahresmittelwerte Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

Abbildung 1 zeigt das Untersuchungsgebiet ESP Wankdorf mit den Standorten der Luftschadstoffmessungen. Die Stationen sind grün dargestellt, wenn der Grenzwert gemäss LRV (30 µg/m<sup>3</sup>; LRV 1985) eingehalten ist. Orange dargestellt sind Stationen mit Werten über dem Grenzwert. Violett dargestellt sind Stationen mit Werten mehr als 25% über dem Grenzwert. Die Grenze des Untersuchungsgebietes ist hellblau gepunktet dargestellt.

Tabelle 1 und Abbildung 2 zeigen die Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Luftbelastung an den Standorten mit Passivsammler-Messungen in den vergangenen fünf Jahren. An Standorten in grosser Entfernung zur Autobahn liegen die Werte zum ersten Mal im grünen Bereich, also unterhalb des Grenzwertes (30 µg/m<sup>3</sup> gemäss LRV).

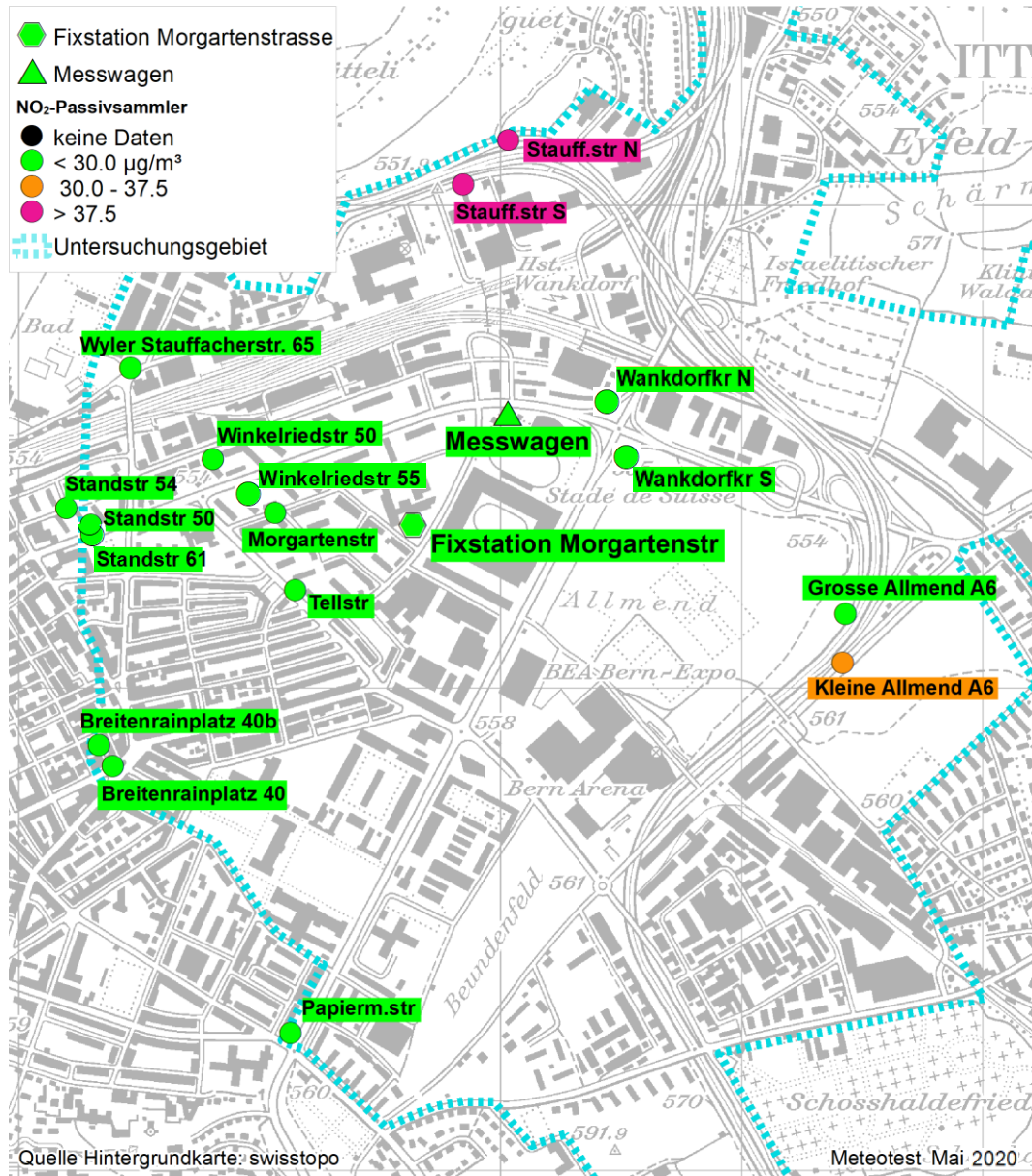


Abbildung 1: Stickstoffdioxid-Messstandorte im Untersuchungsgebiet des ESP Wankdorf. Die Symbole und Stationsnamen sind entsprechend den klassierten NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerten (µg/m<sup>3</sup>) des Jahres 2019 eingefärbt.

An der Standstrasse und der Winkelriedstrasse bestehen zwei oder mehrere Messstandorte, um das Querprofil der Belastung entlang stark befahrener Strassen in die angrenzenden Wohnzonen zu erfassen. Die Messungen 2015 bis 2019 zeigen, dass an den beiden strassennahen Standorten deutlich höhere

NO<sub>2</sub>-Werte auftreten als bei den beiden dazugehörigen Quartierstandorten (siehe Tabelle 1).

Die Interpretation der zeitlichen Entwicklung der Belastungssituation an den verschiedenen Messstationen seit dem Jahr 2015 ist nicht Hauptgegenstand dieses Berichtes. Im Jahr 2019 wurden an allen Stationen geringere Jahreswerte gegenüber dem Vorjahr registriert. Insgesamt kann über alle betrachteten Messstationen ein Trend zu geringeren Werten festgestellt werden.

In den nachfolgenden Tabellen sind Jahresmittelwerte grün dargestellt, wenn der Grenzwert eingehalten ist. Orange dargestellt sind Werte über dem Grenzwert. Violett dargestellt sind Werte mehr als 25% (37.5 µg/m<sup>3</sup>) über dem Grenzwert.

Tabelle 1: Entwicklung der Luftbelastung in µg/m<sup>3</sup> an den Standorten mit NO<sub>2</sub>-Passivsammler-Messungen in den vergangenen fünf Jahren<sup>1</sup>.

Messstandorte	Abkürzung	2015	2016	2017	2018	2019
Breitenrainplatz 40	Breit.pl 40	33.1	29.7	29.9	26.3	24.2
Breitenrainplatz 40b	Breit.pl 40b	21.0	19.2	19.9	17.2	16.9
Grosse Allmend A6	Gr. Allmend	38.0	33.0	33.6	28.6	27.2
Kleine Allmend A6	Kl. Allmend	44.4	41.8	37.8	34.9	33.8
Morgartenstrasse 23-25	Morgartenstr	24.9	24.9	25.2	23.2	19.8
Papiermühlestr. / Viktoriastr.	Papierm.str	34.1	33.3	30.8	27.5	25.2
Standstrasse 50	Standstr 50	27.9	25.9	26.7	22.4	21.2
Standstrasse 54	Standstr 54	---	24.8	25.0	22.2	19.0
Standstrasse 61	Standstr 61	35.3	36.2	36.7	32.1	27.2
Stauffacherstr. A1 Nord	Stauff.str N	---	---	50.9	45.3	39.3
Stauffacherstr. A1 Süd	Stauff.str S	---	---	53.2	49.0	38.4
Tellstrasse 20-22	Tellstr	23.7	19.2	19.8	16.8	16.2
Wankdorf Kreisel Nord	Wankdorfkr N	37.3	38.2	38.1	35.4	29.6
Wankdorf Kreisel Süd	Wankdorfkr S	36.7	36.5	35.9	35.6	28.8
Winkelriedstrasse 50	Winkelriedstr 50	25.3	26.3	26.1	23.7	20.4
Winkelriedstrasse 55	Winkelriedstr 55	32.4	32.4	32.8	32.4	24.6
Wyler Stauffacherstr. 65	Wyler St.str 65	27.1	27.5	27.5	24.8	20.6

<sup>1</sup> Seit 2015 wird ein Teil der Standorte von der Abteilung Immissionsschutz des AUE betreut. Diese Jahresmittelwerte basieren auf Zweiwochenperioden. Bei fehlenden Werten wird der gewichtete Mittelwert berechnet. Die verbleibenden Standorte werden wie bisher vom AfU betreut. --- keine Messdaten  
Die Abteilung Immissionsschutz hat 2018 die Messstandorte z.T. umbenannt. Im Bericht wurden diese Anpassungen übernommen. Die Standorte sind alphabetisch sortiert.



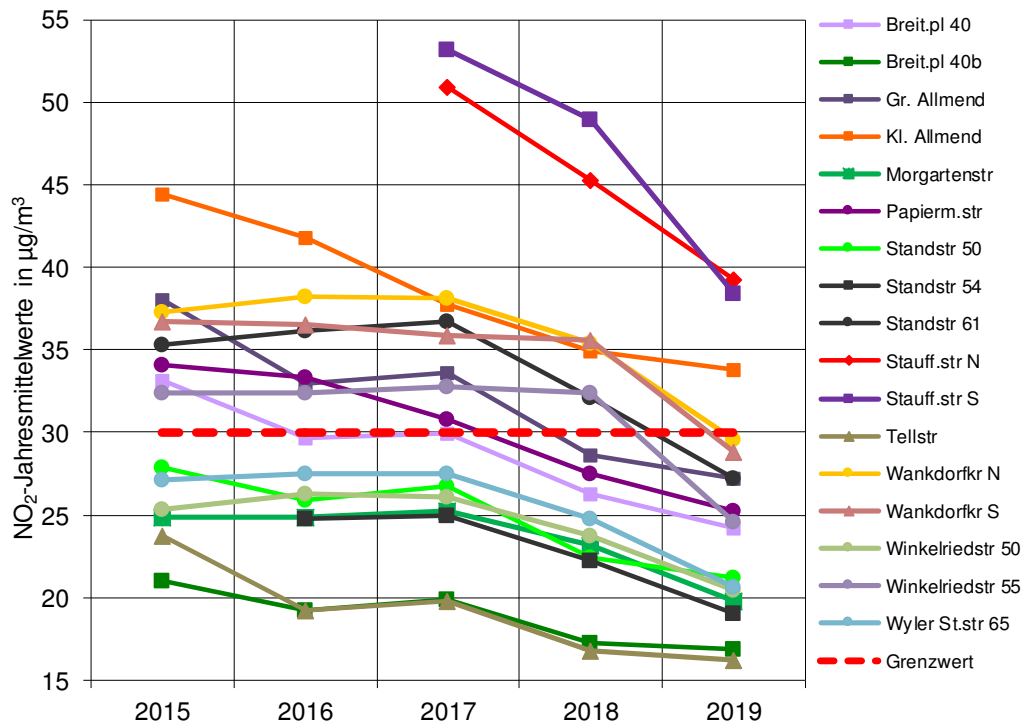


Abbildung 2: Verlauf der Jahresmittelwerte an den NO<sub>2</sub>-Passivsammlerstationen von 2015 – 2019.

In Tabelle 2 sind die Stickstoffdioxid-Daten der Fixstationen dargestellt. An der innenstädtischen Messstation am Bollwerk (NABEL, Strassenschlucht) wird der Grenzwert für den Jahresmittelwert nicht eingehalten. In den letzten Jahren konnte aber ein Trend zur Reduktion der Immissionsbelastung festgestellt werden.

Tabelle 2: Jahresmittelwerte ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Anzahl Tage über dem Grenzwert von  $\text{NO}_2$  an den **Fixstationen** in den Jahren 2015 – 2019.

Jahresmittelwerte	2015	2016	2017	2018	2019
Bern-Morgartenstrasse (AfU) <sup>2</sup>	---	---	20.8	18.3	17.9
Bern-Bollwerk (NABEL)	40.1	36.8	36.6	36.1	32.9
Bern-Wankdorf (AUE-IMM)	34.1	29.7	30.6	28.3	27.1
Ittigen (AUE-IMM)	21.5	20.1	19.5	16.9	17.5
Anzahl Tage > Grenzwert	2015	2016	2017	2018	2019
Bern-Morgartenstrasse (AfU) <sup>2</sup>	---	---	0	0	0
Bern-Bollwerk (NABEL)	0	0	1	1	0
Bern-Wankdorf (AUE-IMM)	1	0	1	0	0
Ittigen (AUE-IMM)	0	0	0	0	0

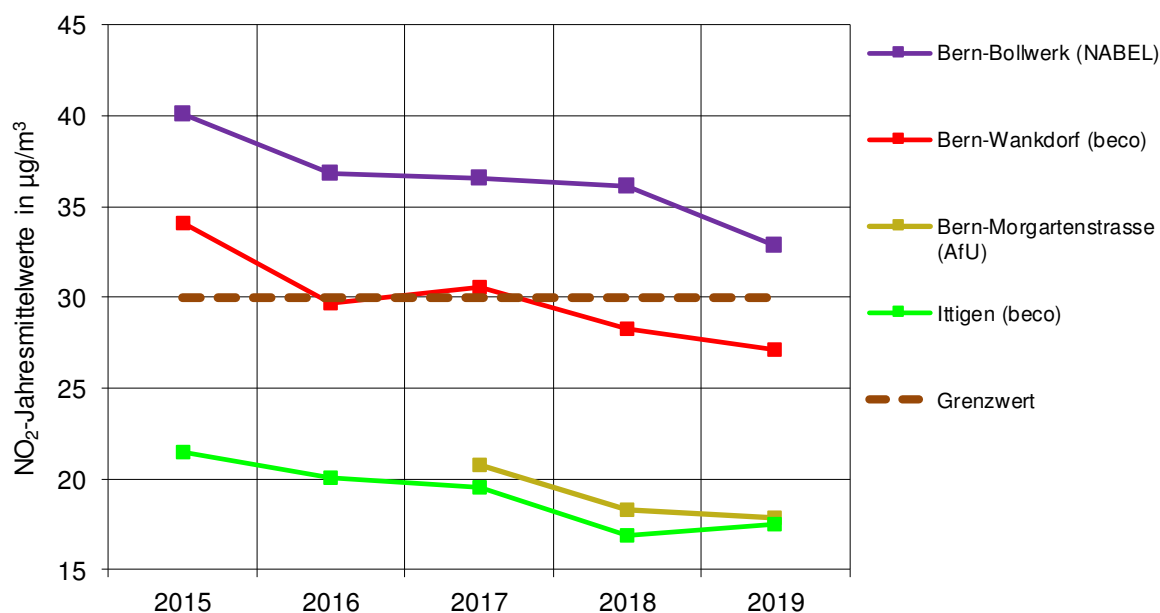


Abbildung 3: Darstellung der  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte an den **Fixstationen** 2015 – 2019.

<sup>2</sup> Im Dezember 2015 wurde eine neue Messstation an der Morgartenstrasse in Betrieb genommen. Für das Jahr 2016 standen mangels ausreichender Daten noch keine Jahresmittelwerte zur Verfügung.  
 --- keine Messdaten

## 2.2 Jahresmittelwerte Feinstaub (PM10)

In Tabelle 3 sind die Feinstaub-Jahresmittelwerte der Fixstationen dargestellt. Die Jahresmittelwerte von Feinstaub waren im Messjahr 2019 deutlich geringer als im Vorjahr. Zum zweiten Mal wurde auch am Bollwerk der Grenzwert von 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  eingehalten. Der Kurzzeitgrenzwert (24-h-Mittelwert, Anzahl Tage) von Feinstaub wurde nur am Bollwerk überschritten.

Tabelle 3: Jahresmittelwerte ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) und Anzahl Tage über dem Grenzwert von PM10 an den **Fixstationen** in den Jahren 2015 – 2019.

Jahresmittelwerte	2015	2016	2017	2018	2019
Bern-Morgartenstrasse (AfU) <sup>3</sup>	---	---	14.5	15.6	13.9
Bern-Bollwerk (NABEL)	21.5	19.3	20.8	21.5	18.7
Bern-Wankdorf (AfU)	17.8	15.4	16.2	16.5	14.7
Ittigen (AUE-IMM) <sup>4</sup>	17.0	14.7	13.5	---	---
Anzahl Tage > Grenzwert	2015	2016	2017	2018	2019
Bern-Morgartenstrasse (AfU) <sup>3</sup>	---	---	4	1	0
Bern-Bollwerk (NABEL)	11	2	13	6	4
Bern-Wankdorf (AfU)	5	0	6	1	0
Ittigen (AUE-IMM) <sup>4</sup>	3	0	4	---	---

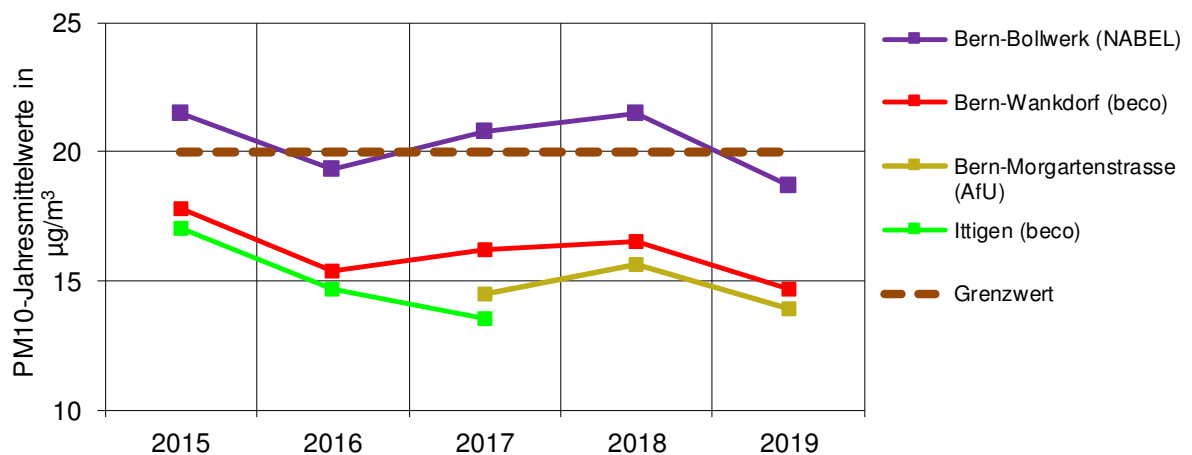


Abbildung 4: PM10-Jahresmittelwerte an den **Fixstationen** 2015 – 2019.

<sup>3</sup> Für das Jahr 2016 standen an der Messstation Morgartenstrasse mangels ausreichender Daten keine Jahresmittelwerte zur Verfügung.  
--- keine Messdaten

<sup>4</sup> Die PM10-Messstation in Ittigen wurde aufgehoben, ab dem Jahr 2018 stehen keine Jahresmittelwerte mehr zur Verfügung.

## 2.3 Monatsmittelwerte Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Feinstaub (PM10)

In Abbildung 5 und Abbildung 6 sind die Monatsmittelwerte und die Anzahl Tage über dem Kurzzeitgrenzwert der letzten fünf Jahre dargestellt. Höhere Belastungswerte treten im Winterhalbjahr (Oktober–März, hellblau hinterlegt) auf, je nach meteorologischen Einflüssen.

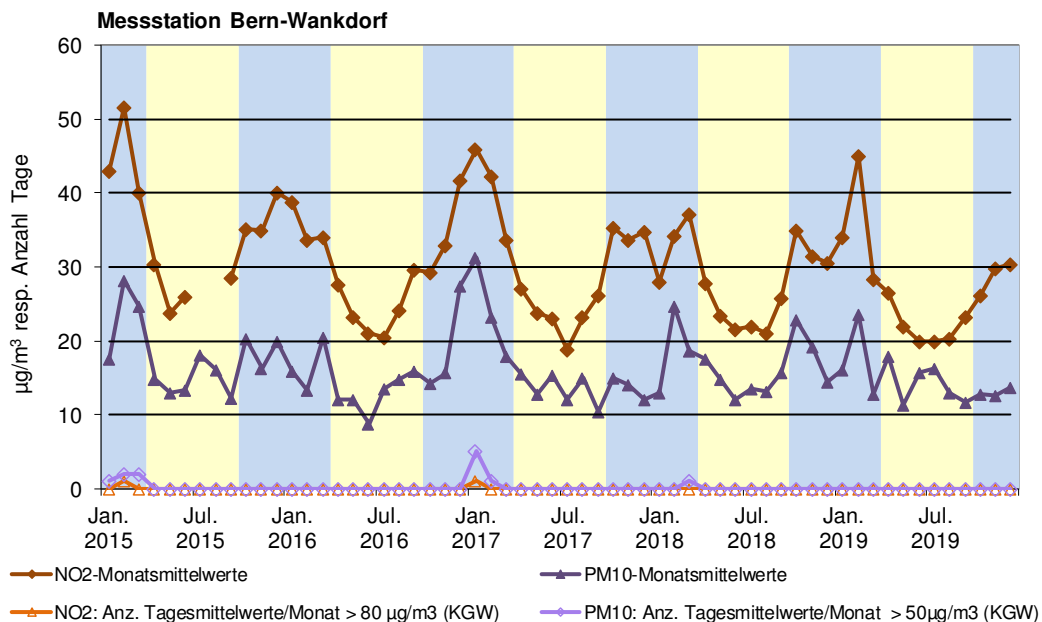


Abbildung 5: Monatsmittelwerte und Anzahl Tage mit Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes an der Station Bern-Wankdorf 2015 – 2019.

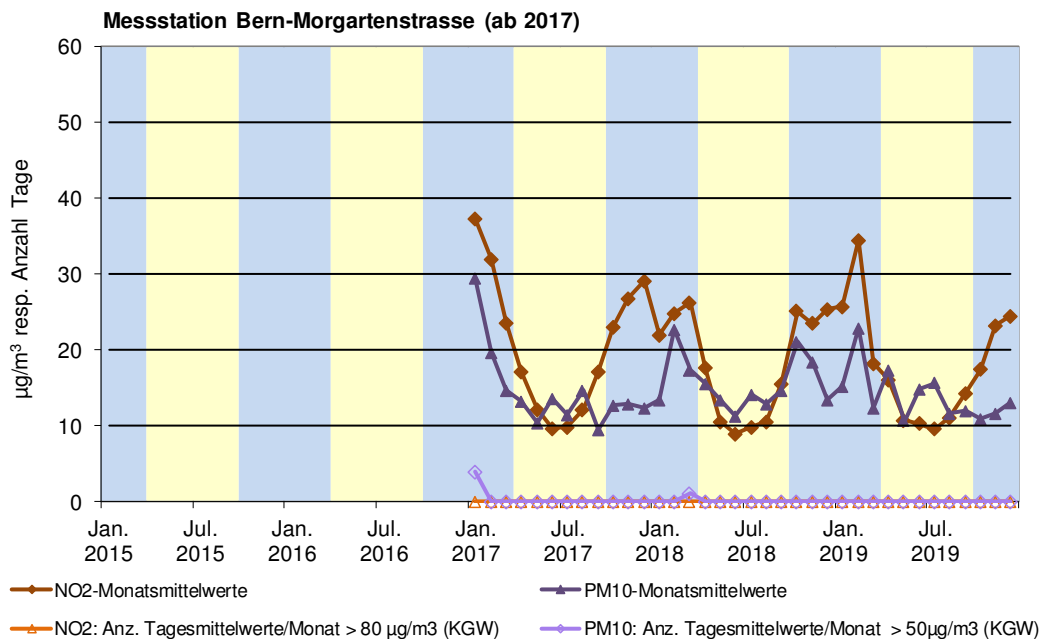


Abbildung 6: Monatsmittelwerte und Anzahl Tage mit Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes an der Station Bern-Morgartenstrasse.

## 2.4 Meteorologische Situation

Entscheidend für die effektive Luftbelastung (Immission) in einem Untersuchungsjahr sind die Menge an ausgestossenen Schadstoffen (Emissionen) sowie die Ausbreitungssituation (Transmission). Abbildung 7 zeigt ein Schema zur Ausbreitung der Luftschadstoffe.

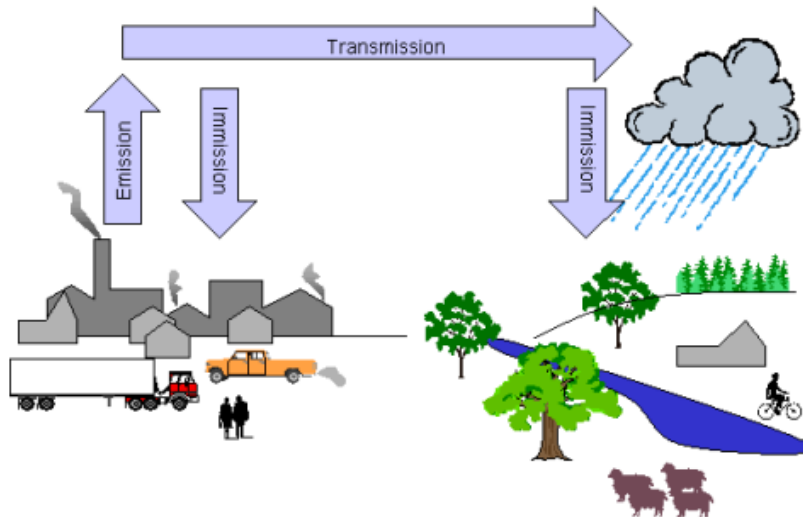


Abbildung 7: Zusammenhang zwischen Emission, Transmission und Immission<sup>5</sup>.

Die Qualität der Ausbreitung der Luftschadstoffe hängt u.a. von der Anzahl Frosttage (Heizperiode), der Stabilität der Atmosphäre (Anzahl Inversionen) und der Windgeschwindigkeit und Windrichtung ab.

In der Tabelle 4 sind die Anzahl Tage mit Inversionen in der Region Bern aufgelistet und in der Abbildung 8 grafisch dargestellt. Die Anzahl Tage mit Inversionen wurde aus den Messdaten der SwissMetNet-Stationen Bantiger und Bern-Zollikofen bestimmt: Tage mit stabiler Temperaturschichtung zwischen 12 und 14 MEZ (mindestens Isothermie, d.h. Höhen- und Talstation haben dieselbe Temperatur). 2019 gab es weniger Tage (19) mit Inversionen als 2018.

<sup>5</sup> aus <http://www.umwelt.sg.ch/home/Themen/Luft/luftmessergebnisse/umgewandelt.html>  
[05.03.2018, Seite ist aktuell nicht mehr in Betrieb]

Tabelle 4: Anzahl Tage mit Inversionen in der Region Bern in den Jahren 2015 – 2019.

	2015	2016	2017	2018	2019		2015	2016	2017	2018	2019
<b>Jan</b>	6	4	11	3	0	<b>Jul</b>	0	0	0		0
<b>Feb</b>	4	1	3	2	4	<b>Aug</b>	0	0	0		0
<b>Mrz</b>	0	0	0	4	0	<b>Sep</b>	0	0	0		0
<b>Apr</b>	0	0	0	0	0	<b>Okt</b>	2	3	0	1	2
<b>Mai</b>	0	0	0	0	0	<b>Nov</b>	5	6	1	8	3
<b>Jun</b>	0	0	0	0	0	<b>Dez</b>	17	23	10	7	10
						<b>Summe</b>	34	37	25	25	19

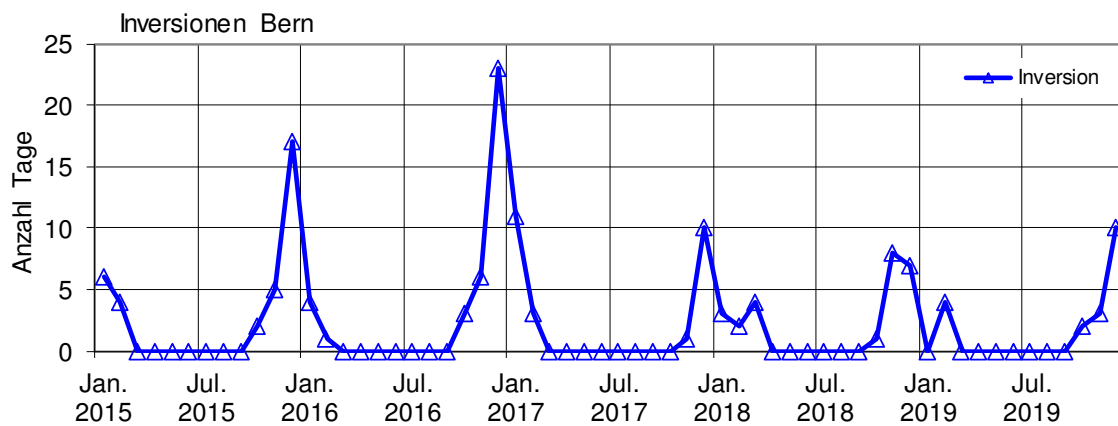


Abbildung 8: Zeitlicher Verlauf der Anzahl Inversionen in der Region Bern in den Jahren 2015 – 2019.

## 2.5 Verkehrszählungen

Die Verkehrszahlen wurden von der Projektkoordination ESP Wankdorf AÖV/AGR für diesen Bericht zur Verfügung gestellt (AUE-IMM, 2020b) und sind in Anhang A.5 dargestellt.

### 3 Literatur

- AUE-IMM 2020a: Datenlieferung der Luftschadstoffmessungen zur Aufbereitung und Integration in den Bericht. E-Mail von Claude Anthamatten vom 20.04.2020
- AUE-IMM 2020b: Lieferung Verkehrsdaten zur Integration in den Bericht. E-Mail von Claude Anthamatten vom 20.04.2020
- BVE 2009: Monitoring und Controlling ESP Wankdorf. Monitoring Bericht 08. Stand März 2009. Projektorganisation ESP Wankdorf.  
[http://www.espwankdorf.bve.be.ch/espwankdorf\\_bve/de/index/avi/index/Raum.html](http://www.espwankdorf.bve.be.ch/espwankdorf_bve/de/index/avi/index/Raum.html) [30.04.2020]
- LRV 1985: Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985; Stand am 1. April 2020.  
[www.admin.ch/ch/d/sr/c814\\_318\\_142\\_1.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_318_142_1.html) [30.04.2020]
- Meteotest 2019: Monitoring und Controlling ESP Wankdorf. Luftbelastung 2014 – 2018.  
[http://www.wankdorf.info/index.php?fid=der\\_raum&sid=monitoring\\_xx\\_controlling](http://www.wankdorf.info/index.php?fid=der_raum&sid=monitoring_xx_controlling) [30.04.2020]  
[http://www.espwankdorf.bve.be.ch/espwankdorf\\_bve/de/index/avi/index/ueber\\_uns/downloads.html](http://www.espwankdorf.bve.be.ch/espwankdorf_bve/de/index/avi/index/ueber_uns/downloads.html) [30.04.2020]

# A Anhang

## A.1 Luftschadstoffe

Als Indikatoren für die Luftbelastung werden die zwei Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Feinstaub (PM10) definiert. Nachfolgend wird kurz auf die Eigenschaften von NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub> und PM10 eingegangen<sup>6</sup>. Weiterführende Angaben und Links sind in den Anhängen A.4 und A.6 zu finden.

### Stickoxide (NO<sub>x</sub>), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

#### Eigenschaften

- umfassen u. a. Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)
- gesamte Emissionen als Stickstoffdioxid-Äquivalente
- Stickstoffmonoxid: farbloses Gas
- Stickstoffmonoxid: in der Atmosphäre Umwandlung zu Stickstoffdioxid

#### Hauptquellen

- motorisierter Strassenverkehr (Verbrennungsprozesse, bei hohen Temperaturen)
- Feuerungen

#### Auswirkungen

- Erkrankung der Atemwege
- vielfältige Schädigung von Pflanzen und empfindlichen Ökosystemen bei kombinierter Einwirkung mehrerer Schadstoffe
- Überdüngung von Ökosystemen
- Stickstoffdioxid: Reizung von Augen, Atmungsorganen und Haut
- Stickoxide: wichtige Vorläufersubstanzen für die Bildung saurer Niederschläge und sekundärer Aerosole (Feinstaub)

---

<sup>6</sup> Quelle: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/luftschaedstoff-glossar.html>.  
[30.04.2020]



- Stickoxide mit flüchtigen organischen Verbindungen: wichtige Vorläufersubstanzen für die Bildung von Photo-Oxidantien wie z.B. Ozon

### **Immissionsgrenzwerte Stickstoffdioxid**

- 30 µg/m<sup>3</sup> Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
- 100 µg/m<sup>3</sup> 95 % der 1/2-h-Mittelwerte eines Jahres kleiner oder gleich 100 µg/m<sup>3</sup>
- 80 µg/m<sup>3</sup> 24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden

### **Zustand und Entwicklung**

Stickoxide zählen zu den Hauptluftschadstoffen. Die Belastung der Luft durch Stickstoffdioxid hat seit 1990 deutlich abgenommen. In grossen Städten und entlang stark befahrener Strassen werden die Immissionsgrenzwerte der Jahresmittel von Stickstoffdioxid zum Teil deutlich überschritten. In vorstädtischen Gebieten liegt die Belastung im Bereich des Grenzwerts oder darunter. Im ländlichen Raum abseits der Strassen wird der Grenzwert deutlich unterschritten. Mögliche Ursache für die schwächer sinkende Konzentration von Stickstoffdioxid ist die Zunahme des Anteils an Personenwagen mit Dieselmotor. Sie stossen mehr Stickstoffdioxid aus als Autos mit Benzinmotoren. Die bisherigen Massnahmen genügen nicht, um die Immissionsziele (Immissionsgrenzwerte Ozon) zu erreichen.

### **Feinstaub (PM10)**

#### **Eigenschaften**

- feste und flüssige Teilchen unterschiedlicher Grösse (aerodynamischer Durchmesser von weniger als 10 Mikrometer) und Zusammensetzung: Schwermetalle, Sulfat, Nitrat, Ammonium, organischer Kohlenstoff, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Dioxine und Furane
- physikalisch-chemisch komplexes Gemisch aus primär emittierten und sekundär gebildeten Komponenten natürlichen und anthropogenen Ursprungs wie Russ, geologisches Material, Abriebpartikel und biologisches Material

#### **Hauptquellen**

- motorisierter Strassenverkehr (Verbrennungsprozesse, Abrieb)
- Schienenverkehr (Abrieb)

- Land- und Forstwirtschaft (Verbrennungsprozesse)
- Industrie, Gewerbe (Produktionsprozesse)
- Baustellen (Verbrennungsprozesse, mechanische Prozesse)
- Feuerungen, insbesondere mit Brennstoff Holz
- sekundäre Bildung aus Schwefeldioxid, Stickoxiden, Ammoniak und flüchtigen organischen Verbindungen

### **Auswirkungen**

- Erkrankungen der Atemwege und des Herz-Kreislauf-Systems
- Zunahme der Mortalität und des Krebsrisikos
- Belastung des Bodens, der Pflanzen und der Menschen durch Schwermetalle und Dioxine und Furane (im Staub enthalten)

### **Immissionsgrenzwerte**

- 20 µg/m<sup>3</sup>      Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
- 50 µg/m<sup>3</sup>      24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden

### **Zustand und Entwicklung**

Die Feinstaubbelastung hat seit 1991 deutlich abgenommen. Der Rückgang dürfte einerseits auf die Reduktion der sekundären Partikel (insbesondere Sulfat) und andererseits auf die Reduktion der primären Partikelemissionen zurückzuführen sein. Seit 2000 hat die Feinstaubbelastung weiter abgenommen. Ausnahmen bildeten die Jahre 2003 und 2006. Häufige Inversionslagen auf der Alpennordseite führten damals zu erhöhten Werten. Die Höhe der Feinstaubbelastung wird sehr stark von winterlichen Inversionslagen bestimmt. Sie unterbinden den Luftaustausch und führen zu hohen Konzentrationen von Feinstaub in Bodennähe.

## A.2 Standorte mit Luftschadstoffmessungen

Tabelle 5: Standorte mit Luftschadstoffmessungen (Fixstationen).

Station	Abkürzung	Koordinaten
Bern-Brunngasshalde (AfU)	AfU	2'600'833 / 1'199'785
Bern-Morgartenstrasse (AfU)	Bern Nord	2'601'818 / 1'201'338
Bern-Bollwerk (NABEL)	NABEL	2'600'170 / 1'199'990
Bern-Wankdorf (AUE- IMM/AfU)	Messwagen	2'602'040 / 1'201'565
Ittigen (AUE-IMM)	Ittigen	2'603'050 / 1'202'815

Tabelle 6: Standorte mit Luftschadstoffmessungen (Passivsammler).

NO <sub>2</sub> -Passivsammler <sup>7</sup>	Koordinaten
Breitenrainplatz 40	2'601'195 / 1'200'838
Breitenrainplatz 40b	2'601'166 / 1'200'881
Grosse Allmend A6	2'602'715 / 1'201'153
Kleine Allmend A6	2'602'710 / 1'201'052
Morgartenstrasse 23-25	2'601'532 / 1'201'363
Papiermühlestrasse/Viktoriastrasse	2'601'564 / 1'200'285
Standstrasse 50	2'601'150 / 1'201'338
Standstrasse 54	2'601'099 / 1'201'372
Standstrasse 61	2'601'155 / 1'201'316
Stauffacherstrasse A1 Nord	2'602'016 / 1'202'135
Stauffacherstrasse A1 Süd	2'601'922 / 1'202'043
Tellstrasse 20-22	2'601'574 / 1'201'203
Wankdorf Kreisel Nord	2'602'222 / 1'201'595
Wankdorf Kreisel Süd	2'602'257 / 1'201'476
Winkelriedstrasse 50	2'601'403 / 1'201'474
Winkelriedstrasse 55	2'601'472 / 1'201'407
Wyler Stauffacherstrasse 65	2'601'232 / 1'201'663

<sup>7</sup> hier sind nur diejenigen Stationen aufgeführt, welche im Untersuchungsgebiet des ESP Wankdorf liegen. Die übrigen Stationen sind unter <http://www.bern.ch/themen/umwelt-natur-und-energie/luft/luftqualitaet/infos-rund-um-das-stickstoffdioxid/uebersichtskarten-der-no2-belastung-in-bern> [30.04.2020] sowie <https://luftqualitaet.ch/messdaten/no2ps> [30.04.2020] dokumentiert.

### A.3 Standorte mit meteorologischen Messdaten

Tabelle 7: Standorte mit meteorologischen Messdaten.

Station	Abkürzung	Koordinaten	Höhe [m.ü.M.]
Bern-Zollikofen (SwissMetNet)	Zollikofen	2'601'930 / 1'204'410	553
Bantiger (SwissMetNet)	Bantiger	2'606'850 / 1'202'975	942

### A.4 Hintergründe<sup>8</sup>

#### Stickstoffdioxid

Obschon die Belastung mit Stickstoffdioxid in den letzten 20 Jahren markant zurückgegangen ist, stellt sie, vor allem an stark befahrenen Verkehrsachsen, nach wie vor ein Problem dar. Untersuchungen zeigen, dass die Stickoxidemissionen aus dem Verkehr weniger stark abgenommen haben, als dies aufgrund der Entwicklung der Emissionsfaktoren zu erwarten war. Dazu beigetragen hat der stark gestiegene Anteil von Dieselfahrzeugen bei den Personen- und Lieferwagen, die im Vergleich zu Benzinfahrzeugen ein Mehrfaches an Stickoxid ausstossen. Zudem wird in Dieselfahrzeugen durch den Einsatz von Oxidationskatalysatoren ein zunehmender Teil des NO bereits im Abgas direkt zu NO<sub>2</sub> umgewandelt. Dies ist ein Grund, weshalb die Belastung an einigen Hauptverkehrsachsen in den letzten Jahren nicht im erwarteten Ausmass zurückgegangen ist. Die Stickoxid-Emissionen aus dem motorisierten Strassenverkehr werden aufgrund der zu erwartenden technischen Verbesserungen bei den Abgasnormen weiter zurückgehen. Da dies alleine nicht genügen wird, um den NO<sub>2</sub>-Grenzwert auch in den verkehrsbelasteten Zentren der Agglomerationen einzuhalten, sieht der kantonale Massnahmenplan zur Luftreinhaltung entsprechende Vorgehensweisen und Massnahmen für die Raum- und Verkehrsplanung vor.

#### Feinstaub

Die Belastung der Luft durch Feinstaub hat im Vergleich zu 1990 deutlich abgenommen. In den Stadt- und Vorstadtgebieten liegt der Feinstaub-Jahresmittelwert heute im Bereich des Grenzwertes. Überschritten wird er entlang von Hauptverkehrsstrassen. Während Wintersmogepisoden wird zudem der 24-h-Grenzwert grossräumig überschritten. Der Stadt-Land Gegensatz ist beim lungengängigen Feinstaub weniger stark ausgeprägt als beim Stickstoffdioxid. Zwei Ursachen sind dafür verantwortlich: Ein Drittel bis über die Hälfte der Feinstaub-Belastung besteht aus sekundär gebildeten Feinstaubpartikeln (sekundären Ae-

---

<sup>8</sup> Auszüge aus Massnahmenplan zur Luftreinhaltung 2015 / 2030 resp. Standortbestimmung 2010  
[https://www.vol.be.ch/vol/de/index/umwelt/luftreinhaltung/downloads\\_publicationen/luftreinhaltung.html](https://www.vol.be.ch/vol/de/index/umwelt/luftreinhaltung/downloads_publicationen/luftreinhaltung.html) [30.04.2020]

rosolen), die erst abseits der Quellen der Vorläuferschadstoffe in der Atmosphäre gebildet werden. Dies führt zu einer homogenen räumlichen Verteilung. Als zweite Ursache ist der grossräumige Transport von Feinstaub zu nennen.

## **A.5 Verkehrszahlen im ESP Wankdorf**

(siehe nächste zwei Seiten)

# Verkehrszahlen im ESP Wankdorf



DTV: durchschnittlicher täglicher Verkehr (Mo-So); Messstellen der Stadt Bern (wo nicht anders vermerkt)

Station	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Entwicklung 2008-neuste
Ostermundigenstrasse 61	9'232	9'560	10'712	10'497				8'760	8'760	8'380	8'230	8'000	-13.3%
Papiermühlestrasse 91	19'322	17'290						16'120	15'390	16'430	16'360	16'180	-16.3%
Winkelriedstrasse 10	17'226	17'245				13'970	14'630	14'850	15'080	15'060	14'990	14'470	-16.0%
Bern, Felsenauviadukt (ASTRA 118)	98'428	97'881	86'460			96'830	100'505	102'965		107'010	107'258	108'028	9.8%
Umfahrung Bern Ost (ASTRA 042)	70'791	70'398	67'409	67'582	68'946	70'982	72'873	73'807		75'934	76'859	76'970	8.7%
A6-Ausfahrt von ZH (Kt. BE 2934)	8'795	8'038				4'670					4'902	4'698	-46.6%
A6-Einfahrt nach ZH (Kt. BE 2935)	7'840	7'185				3'807			4'423		3'922	4'098	-47.7%
Bolligenstrasse Mitte	5'679	7'763	7'442	7'900		7'991		8'160	8'460	8'380	8'470	8'520	50.0%
Bolligenstrasse Stadthaus (Kt. BE 2935)	19'925	18'697		24'444				20'768	21'303	21'397	20'393	20'372	2.2%
Mingerstrasse (2016 aufgelöst)	6'840	5'058		7'708			7'261	7'560					10.5%
Papiermühlestrasse Nord	10'225	7'572				8'214		9'400	8'890	8'770	8'700	8'200	-19.8%
Papiermühlestrasse Süd	12'075	8'772	9'200	10'213				10'420	10'800	10'410	9'980	9'850	-18.4%
Pulverweg	5'262	5'313		6'686	6'290	6'050	6'110	5'530		4'920	5'620	5'600	6.4%
Rodtmattstrasse Sa	5'583	4'889		4'101				4'300	4'325	4'240	3'840	3'720	-33.4%
Rodtmattstrasse Se	6'023	4'474		4'101				4'300	4'325	4'240	4'260	4'250	-29.4%
Schermenweg 133	4'693	2'449	3'421	3'109				4'900	5'070	4'830	4'840	4'640	-1.1%
Sempacherstrasse 7													
Standstrasse 15	10'096	11'097	9'587	9'979	9'530	8'550	8'480		8'840	8'760		8'220	-18.6%
Löchligut	6'167	3'510	5'890	5'820	5'500	3'450	3'010	2'990	3'010	2'620	2'450	2'770	-55.1%
Stauffacherstrasse 134	3'458			4'931	4'740	4'350	3'990		4'690	4'880		4'790	38.5%
Stauffacherstrasse 145	2'937					2'770	2'820	3'360	3'360	4'310	4'420	4'110	39.9%
Stauffacherstrasse 17a	4'233	5'520		5'340	4'890	4'540	4'410				4'050	4'210	-0.5%
Stauffacherstrasse 44	9'057	7'386					4'840		6'330			3'660	-59.6%
Tellstrasse 18	1'494												
Wankdorffeldstrasse West	2'274	2'689	2'911	2'788	2'710	2'460	2'300					1'560	-31.4%
Winkelriedstrasse Mitte	12'645	11'400		12'140	12'930	12'390	12'790	12'720	13'080	13'050	beschädigt	12'420	-1.8%
Winkelriedstrasse West	14'363	12'230	11'458	11'240	11'150	10'730	11'110	11'020	11'390	11'310	beschädigt	10'740	-25.2%
Wöllistrasse (Kt. BE 22945)	616								1'617		3'824	2'126	245.1%
Worblaufenstrasse Nord (Kt. BE 2392)	4'611	8'590		8'938	8'490	8'290	8'220	8'080	6'645			6'476	40.4%
Zentweg West	3'854	4'000	5'074	4'040	4'050	5'180	4'130				3'890	4'060	5.3%
<b>Summe*</b>	<b>382'250</b>										<b>371'448</b>	<b>370'298</b>	<b>-3.1%</b>

**Quellen:**

für das Jahr 2008 jeweils Bericht Luftbelastung (siehe www.wankdorf.info)

für die Jahre 2009-2019:

ASTRA: Schweizerische automatische Strassenverkehrszählung (SASVZ)

Kanton: periodische Verkehrszählung

Stadt Bern: jährliche Verkehrsmessungen

*kursive Werte aufgrund der Messperiode und Bauarbeiten nicht trendrelevant*

\* Summe 2008: ohne graue Stationen; Summe 2018 entspricht der Summe der jeweils neusten Werte

grau hinterlegte Messstellen: Controlling gemäss Vereinbarung

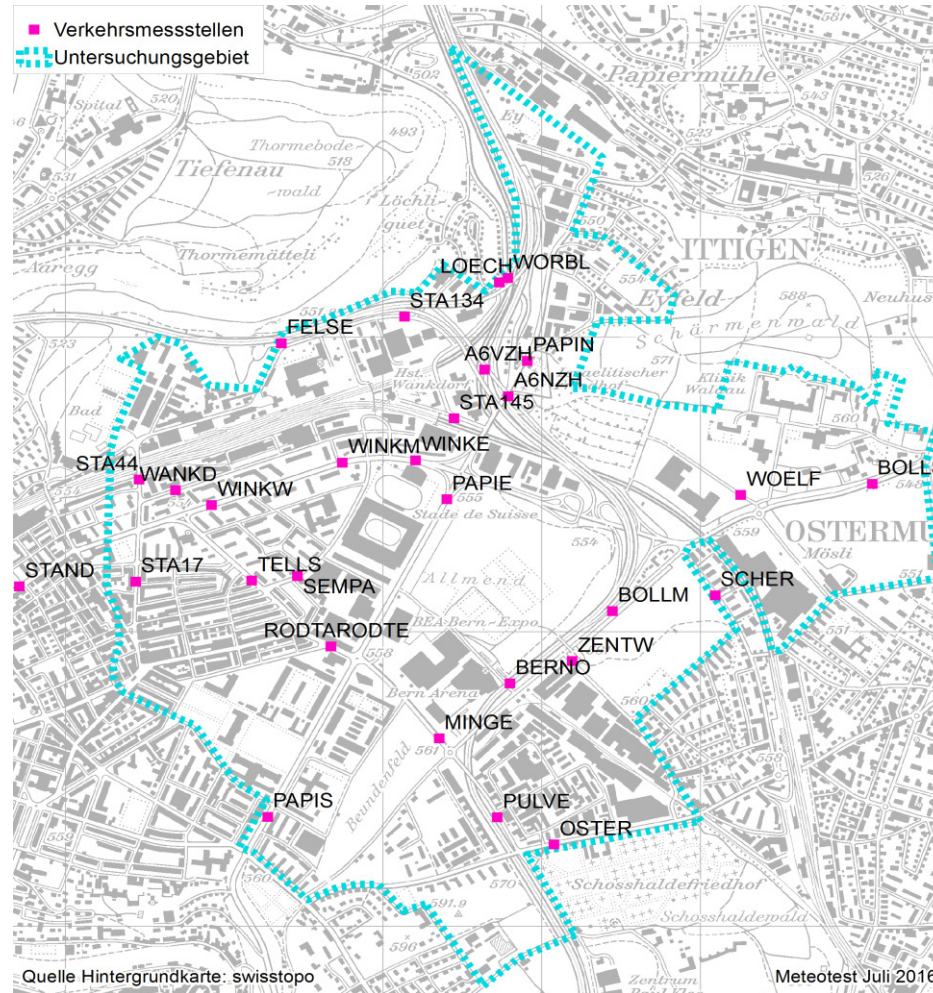
blau hinterlegt: Zählstellen mit periodischen Messungen; keine Messung

## Übersichtskarte der Messstellen



Station	Abkürzung
Ostermündigenstrasse 61	OSTER
Papiermühlestrasse 91	PAPIE
Winkelriedstrasse 10	WINKE
Bern, Felsenauviadukt (ASTRA)	FELSE
Umfahrung Bern Ost (ASTRA)	BERNO
A6-Ausfahrt von ZH (Kanton)	A6VZH
A6-Einfahrt nach ZH (Kanton)	A6NZH
Bolligenstrasse Mitte	BOLLM
Bolligenstrasse Stadtgrenze (Kanton)	BOLLS
Mingerstrasse	MINGE
Papiermühlestrasse Nord	PAPIN
Papiermühlestrasse Süd	PAPIS
Pulverweg	PULVE
Rodtmattstrasse Sa	RODTA
Rodtmattstrasse Se	RODTE
Schermenweg 133	SCHER
Sempacherstrasse 7	SEMPA
Standstrasse 15	STAND
Löchligut	LOECH
Stauffacherstrasse 134	STA134
Stauffacherstrasse 145	STA145
Stauffacherstrasse 17a	STA17
Stauffacherstrasse 44	STA44
Tellstrasse 18	TELLS
Wankdorffeldstrasse West	WANKD
Winkelriedstrasse Mitte	WINKM
Winkelriedstrasse West	WINKW
Wöflistrasse (Kanton)	WOELF
Worblaufenstrasse Nord (Kanton)	WORBL
Zentweg West	ZENTW

Messstellen der Stadt Bern (wo nicht anders vermerkt)  
grün hinterlegte Messstellen gemäss Vereinbarung



## A.6 Abkürzungen und Begriffserläuterungen

AfU	Amt für Umweltschutz der Stadt Bern <a href="http://www.bern.ch/politik-und-verwaltung/stadtverwaltung/sue/amt-fur-umweltschutz">http://www.bern.ch/politik-und-verwaltung/stadtverwaltung/sue/amt-fur-umweltschutz</a> [30.04.2020]
AUE-IMM	Amt für Umwelt und Energie, Abteilung Immissionsschutz, Wirtschafts-, Energie- und Umweltdirektion des Kantons Bern (früher: Berner Wirtschaft, Immissionsschutz) <a href="https://www.vol.be.ch/vol/de/index/umwelt/luftreinhaltung.html">https://www.vol.be.ch/vol/de/index/umwelt/luftreinhaltung.html</a> [30.04.2020]
BAFU	Bundesamt für Umwelt <a href="https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft.html">https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft.html</a> [30.04.2020]
BVE	Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern <a href="http://www.bve.be.ch">http://www.bve.be.ch</a> [30.04.2020]
ESP	Programm Entwicklungsschwerpunkte <a href="http://www.jgk.be.ch/jgk/de/index/raumplanung/raumplanung/kantonale_raumplanung/entwicklungsschwerpunkte.html">http://www.jgk.be.ch/jgk/de/index/raumplanung/raumplanung/kantonale_raumplanung/entwicklungsschwerpunkte.html</a> [30.04.2020]
Feinstaub	Particulate Matter <10 Mikrometer (PM10, Feinpartikel): feindisperse Schwebestoffe mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 10 Mikrometer. Partikel dieser Gröszenfraktion passieren den Nasen-/ Rachenbereich und können in die unteren Atemwege gelangen. Aus umfangreichen Studien sind Zusammenhänge zwischen PM10-Konzentration und der Häufigkeit von Atemwegs- sowie Herz- und Kreislauferkrankungen erwiesen (siehe auch PM10) <a href="https://www.feinstaub.ch">https://www.feinstaub.ch</a> [30.04.2020]
Immissionen	Messbare Luftbelastung in der Umwelt <a href="https://www.vol.be.ch/vol/de/index/umwelt/luftreinhaltung/das-wichtigste-in-kuerze/entstehung-von-luftschadstoffen.html">https://www.vol.be.ch/vol/de/index/umwelt/luftreinhaltung/das-wichtigste-in-kuerze/entstehung-von-luftschadstoffen.html</a> [30.04.2020] <a href="http://www.bern.ch/themen/umwelt-natur-und-energie/luft/luftqualitat/aktuelle-luftbelastung-in-bern">http://www.bern.ch/themen/umwelt-natur-und-energie/luft/luftqualitat/aktuelle-luftbelastung-in-bern</a> [30.04.2020] <a href="https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung--aktuelle-daten.html">https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung--aktuelle-daten.html</a> [30.04.2020]
Inversion	Eine Inversionswetterlage ist eine Wetterlage, die durch eine Umkehr (Inversion) des vertikalen Temperaturgradienten in der Atmosphäre geprägt ist: Die oberen Luftschichten sind hierbei wärmer als die unteren, was den Austausch der unteren Luftschicht mit der oberen unterbindet. Infolge dieser Abschirmung



	<p>kann es zu einer Ansammlung von Luftschadstoffen in der kühleren, unteren Schicht kommen. Eine besonders starke und gerade über Ballungszentren auftretende Erscheinungsform einer solchen Luftverschmutzung ist der Smog.</p> <p><a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Inversionswetterlage">http://de.wikipedia.org/wiki/Inversionswetterlage</a> [30.04.2020]</p>
LRV	<p>Luftreinhalte-Verordnung</p> <p><a href="http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_318_142_1.html">http://www.admin.ch/ch/d/sr/c814_318_142_1.html</a> [30.04.2020]</p>
NABEL	<p>Nationales Beobachtungsnetz für Luftfremdstoffe</p> <p><a href="https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/nationales-beobachtungsnetz-fuer-luftfremdstoffe--nabel-.html">https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/nationales-beobachtungsnetz-fuer-luftfremdstoffe--nabel-.html</a> [30.04.2020]</p> <p><a href="https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung--historische-daten/jahres--und-monatsberichte-nabel.html">https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung--historische-daten/jahres--und-monatsberichte-nabel.html</a> [30.04.2020]</p>
NO <sub>x</sub>	<p>Stickoxide (Emissionen an den Schadstoffquellen. Sie werden zu 90 bis 99 Prozent als Stickstoffmonoxid (NO) emittiert, welches in der Folge in der Atmosphäre relativ rasch in das giftigere Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) umgewandelt wird).</p> <p><a href="https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/schadstoffglossar/stickstoffoxide.html">https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/schadstoffglossar/stickstoffoxide.html</a> [30.04.2020]</p>
NO <sub>2</sub>	<p>Stickstoffdioxid (Immissionen)</p> <p><a href="http://www.bern.ch/themen/umwelt-natur-und-energie/luft/luftqualitat/infos-rund-um-das-stickstoffdioxid">http://www.bern.ch/themen/umwelt-natur-und-energie/luft/luftqualitat/infos-rund-um-das-stickstoffdioxid</a> [30.04.2020]</p> <p><a href="https://www.vol.be.ch/vol/de/index/umwelt/luftreinhalung/das-wichtigste-in-kuerze/entstehung-von-luftschadstoffen.html">https://www.vol.be.ch/vol/de/index/umwelt/luftreinhalung/das-wichtigste-in-kuerze/entstehung-von-luftschadstoffen.html</a> [30.04.2020]</p>
Passivsammler	<p>Der Passivsammler dient zur orientierenden Messung von Stickstoffdioxid. Er wird mehrere Tage exponiert und danach im Labor analysiert. Die Passivsammlermesstechnik erlaubt eine einfache, kostengünstige Überwachung einer grösseren Anzahl von Messstellen, ohne aufwändige und grosse Messeinrichtungen installieren zu müssen. Dies bedeutet eine erhebliche Kostenersparnis bei der Überwachung der NO<sub>2</sub>-Belastung und ermöglicht es daher, gegenüber der Standardmesstechnik flächendeckende Informationen zu erhalten. Nachteil dieser Technik ist die grössere Unsicherheit der Messdaten. Vergleiche mit den Grenzwerten für NO<sub>2</sub> sind daher nur unter einem gewissen Vorbehalt durchführbar, als Orientierung und zur Überwachung der generellen Situation ist diese Methode jedoch durchaus gut geeignet (angepasst aus <a href="http://www.bern.ch/leben_in_bern/sicherheit/umweltschutz/Luft/passivsammler">http://www.bern.ch/leben_in_bern/sicherheit/umweltschutz/Luft/passivsammler</a>; diese Seite wurde in der Zwischenzeit ausser</p>

	Betrieb genommen.) <a href="https://www.passam.ch/de/no2-tube">https://www.passam.ch/de/no2-tube</a> [30.04.2020]
PM10	siehe auch Feinstaub. Kleine Partikel des Gesamtstaubs mit einem Durchmesser von weniger als 10 µm; Bezeichnung sowohl als Emissionen wie auch Immissionen. <a href="http://www.bern.ch/themen/umwelt-natur-und-energie/luft/luftqualitat/infos-rund-um-den-feinstaub">http://www.bern.ch/themen/umwelt-natur-und-energie/luft/luftqualitat/infos-rund-um-den-feinstaub</a> [30.04.2020] <a href="https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/schadstoffglossar/feinstaub.html">https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/schadstoffglossar/feinstaub.html</a> [30.04.2020]
Stickoxide	siehe NO <sub>x</sub>
Stickstoffdioxid	siehe NO <sub>2</sub>
SwissMetNet	Das neue meteorologische Messnetz der MeteoSchweiz. <a href="http://www.meteoschweiz.admin.ch/home/mess-und-prognosesysteme/bodenstationen/automatisches-messnetz.html">http://www.meteoschweiz.admin.ch/home/mess-und-prognosesysteme/bodenstationen/automatisches-messnetz.html</a> [30.04.2020]
µg/m <sup>3</sup>	Mikrogramm pro Kubikmeter