

Luftgüte

Messungen mit Passivsammler
Jahresbericht 2019

DI Alexander Kranabetter, DI (FH) Katja Krämer
Abt.5, Natur- und Umweltschutz, Gewerbe, Mai 2020

Kurzfassung

Der vorliegende Bericht bietet einen Überblick über Messungen von Stickstoffdioxid im Land Salzburg, die mit einer integralen Messmethode erhoben wurden. Neben dem vollautomatischen Luftmessnetz SALIS (Salzburger Luftgüte Informations System) führt die Umweltschutzabteilung des Landes seit 2010 verstärkt Stickstoffdioxidmessungen mit sogenannten NO₂-Passivsammler durch.

Diese Messungen ergänzen die im Vollzug des gesetzlichen Auftrages des Immissionsschutzgesetzes Luft (IG-L) durchgeführten Luftgütemessungen. Passivsammler sind preisgünstig und einfach zu handhaben, sodass Messungen mit verhältnismäßig geringem Aufwand an einer größeren Zahl von Messorten durchgeführt werden können.

Diese Messmethode eignet sich gut zur Bestimmung von Langzeitbelastungen, wie Monats- und Jahresmittelwerte.

Im Jahr 2019 wurden im Land Salzburg an 91 Standorten NO₂-Messungen mittels Passivsammler durchgeführt. Die gemessenen NO₂-Konzentrationsbereiche (als Jahresmittelwerte) lagen dabei zwischen 7 µg/m³ und 42 µg/m³, wobei die niedrigsten Werte an ländlichen Hintergrundmessstellen, die höchsten Konzentrationen an stark verkehrsbelasteten Standorten auftreten. Gegenüber dem Jahr 2018 wurde an allen Messstellen ein deutlicher Rückgang der Stickstoffdioxidbelastung beobachtet. Die Stickstoffdioxidkonzentrationen liegen an verkehrsbelasteten Standorten, insbesondere an Autobahnen und innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen, punktuell über den Grenzwerten der EU-Richtlinie, sowie des österreichischen IG-L. Die NO_x-Emissionen stammen zum Großteil aus dem Straßenverkehr, wobei Dieselmotoren gegenüber Benzinmotoren einen wesentlich höheren Anteil haben. Die neuesten Dieselmotoren der Abgasklassen ab „EURO 6d TEMP“ stoßen deutlich weniger Stickstoffoxide aus, was sich auch in den Messwerten spiegelt.

Die höchsten NO₂-Jahresmittelwerte wurden Ende der 80er Jahre gemessen. Durch Einführung des 3-Wegekatalysators beim Benzinmotor konnten die Stickstoffoxidemissionen deutlich gesenkt werden und erreichten Ende der 90er Jahre ein Minimum. Durch den darauffolgenden Dieselboom und das steigende Verkehrsaufkommen stiegen die NO₂-Werte bis 2007 wieder an. Seit 2008 ist ein leicht sinkender Trend, der sich im Jahr 2019 deutlich verstärkt hat, erkennbar.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Stickstoffdioxid	1
1.2	Gesundheitliche Aspekte	1
1.3	Beurteilungsgrundlagen	2
1.4	Klasseneinteilung	2
2	Methoden	3
2.1	Probenahme	3
2.2	Messprinzip	3
2.3	Qualitätssicherung	5
3	Ergebnisse.....	8
3.1	Messergebnisse im Bundesland Salzburg	8
3.2	Messergebnisse in den einzelnen Bezirken.....	12
3.2.1	Stadt Salzburg	12
3.2.2	Stadt Salzburg - Messstandorte	14
3.2.3	Flachgau.....	15
3.2.4	Flachgau- Messstandorte.....	17
3.2.5	Tennengau	18
3.2.6	Tennengau -Messstandorte	20
3.2.7	Pongau	21
3.2.8	Pongau - Messstandorte	23
3.2.9	Pinzgau	24
3.2.10	Pinzgau -Messstandorte	26
3.2.11	Lungau	27
3.2.12	Lungau -Messstandorte	28
3.3	Meteorologie	29
4	Diskussion	31
4.1	Trend der Stickstoffdioxidkonzentrationen.....	31
4.2	Jahreszeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxidkonzentrationen.....	32

1 Einleitung

1.1 Stickstoffdioxid

Stickstoffdioxid ist ein nicht brennbares Gas, welches sich aus einem Stickstoffatom und zwei Sauerstoffatomen zusammensetzt. Es hat eine rotbraune (bzw. blassgelb bei niedrigen Temperaturen) Farbe und wirkt stark oxidierend, sowie in höheren Konzentrationen korrosiv. Dieses leichtflüchtige Gas ist ein Spurengas der Atmosphäre und kommt in Bodennähe in den höchsten Konzentrationen vor, da hier die meisten Emittenten sind.

Neben seiner Wirkung auf die Qualität unserer Außenluft spielt dieses Molekül auch als Ozonvorläufersubstanz bei der Bildung von bodennahem Ozon eine bedeutende Rolle. Stickstoffoxide reagieren zu einem gewissen Anteil in der Luft weiter zu Salpetersäure (HNO_3) und können somit teilweise aus der Atmosphäre ausgewaschen werden und in den Boden gelangen. Salpetersäure ist mitunter ein Verursacher für die Versauerung und Eutrophierung von Böden und Gewässern. NO_2 selbst kann, im Gegensatz zu Feinstaub, nur eingeschränkt durch Regen aus der Atmosphäre ausgewaschen werden.

1.2 Gesundheitliche Aspekte

Den Hauptaufnahmeweg von Stickstoffdioxid beim Menschen stellt vor allem die Atmung dar. Der Kontakt mit hohen Konzentrationen dieses Gases führt im Bereich der Atemwege zu Reizungen, die bis zu Gewebe- und Zellschäden (z.B. des Lungengewebes) einschließlich entsprechender Funktionsstörungen, führen können. Zusätzlich verursachen hohe NO_2 Konzentrationen Reizungen der Augen, sowie Kopfschmerzen und Schwindel. Auf Grund seiner geringen Wasserlöslichkeit kann Stickstoffdioxid über die Bronchien bis in die Lungenperipherie (dem Bereich des Gasaustausches - Lungenbläschen) transportiert werden. Stickstoffdioxid kann auch Ursache für eine Überempfindlichkeit (Hyperreagibilität) der Bronchien sein, welche die Entwicklung von allergischen Atemwegserkrankungen fördern kann.

Weltweit ergaben epidemiologische Untersuchungen eindeutige Zusammenhänge zwischen der Stickstoffdioxidbelastung und Erkrankungen wie z.B.: Asthma. Diese Erkenntnisse fließen in die jeweiligen Grenzwerte der WHO bzw. der Gesetzgeber ein. Als eine effektive Maßnahme werden vom Gesetzgeber verstärkt Tempolimits eingesetzt um die NO_2 -Belastung im Nahbereich von Autobahnen zu reduzieren.

1.3 Beurteilungsgrundlagen

Als gesetzliche Grundlage zur Beurteilung der Luftqualität werden die Ziel- und Grenzwerte des Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) sowie der EU-Richtlinie 2008/50/EG in ihrer jeweils gültigen Fassung zum Zeitpunkt der Messungen herangezogen.

Tabelle 1: Grenzwerte nach IG-L und EU-Richtlinie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Luftschadstoff	IG-L Jahresmittelwert	EU Jahresmittelwert
Stickstoffdioxid	30*)	40

*) Der Immissionsgrenzwert von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ist ab 1. Jänner 2012 einzuhalten. Die Toleranzmarge beträgt $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei Inkrafttreten dieses Bundesgesetzes und wird am 1. Jänner jedes Jahres bis 1. Jänner 2005 um $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verringert. Die Toleranzmarge von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gilt gleichbleibend ab 1. Jänner 2005 bis 31. Dezember 2009. Die Toleranzmarge von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gilt gleichbleibend ab 1. Jänner 2010. Im Jahr 2012 ist eine Evaluierung der Wirkung der Toleranzmarge für die Jahre 2010 und 2011 durchzuführen. Auf Grundlage dieser Evaluierung hat der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Wirtschaft, Familie und Jugend gegebenenfalls den Entfall der Toleranzmarge mit Verordnung anzuordnen.

1.4 Klasseneinteilung

Als Grundlage für die folgende Klasseneinteilung der Konzentrationswerte dient die Richtlinie 2008/50/EG des Rates der Europäischen Union. Diese Richtlinie gibt einen Jahresgrenzwert von Stickstoffdioxid für den Schutz der menschlichen Gesundheit von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an. Die obere Beurteilungsschranke liegt bei 80 % ($32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) des Grenzwertes und die untere bei 65 % ($26 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabelle 2: Klasseneinteilung nach EU Richtlinie 2008/50/EG

Klasse	NO ₂ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Beschreibung
I	≤ 26	Jahresmittelwert geringer als die Beurteilungsschranke
II	27-32	Jahresmittelwert zwischen oberer und unterer Beurteilungsschranke
III	33-39	Jahresmittelwert größer als die obere Beurteilungsschranke
IV	>40	Jahresmittelwert für den Schutz der Gesundheit überschritten

2 Methoden

2.1 Probenahme

Bei den Passivsammlern handelt es sich um kleine Röhren, die das Stickstoffdioxid aus der Luft aufnehmen und anreichern. Sie werden in kleinen Schutzgehäusen, siehe *Abbildung 1*, mit einer Aufhängevorrichtung montiert. Die Montage erfolgt in einer Höhe von ca. 2,5 Meter über dem Erdboden um Beschädigungen der Sammler weitgehend auszuschließen. Die Passivsammler sind unauffällig und stellen keinerlei Sichtbehinderung dar.



Abbildung 1: Schutzgehäuse eines Passivsammlers

Nach einer Expositionszeit von einem Monat werden die Röhren gewechselt und im Landeslabor analysiert.

2.2 Messprinzip

Das Messprinzip der Passivsammler beruht auf der Diffusion gasförmiger Verbindungen über eine definierte Strecke zu einem Sammelmedium. Die Röhren der Firma Passam sind an einem Ende fest verschlossen, wo sich ein Metallgitter befindet. Dieses ist mit einer Substanz (Triethanolamin) imprägniert und absorbiert Stickstoffdioxid quantitativ.

Am anderen Ende des Röhrchens wird am Beginn der Exposition eine Turbulenzbarriere (Glasfritte) montiert, am Ende einer Messperiode wieder demontiert und mit einem roten Stöpsel luftdicht verschlossen (siehe *Abbildung 2*).



Abbildung 2: Passivsammler Transport (linkes Bild), Passivsammler Exposition (mittleres Bild), Turbulenzsperre des Passivsammlers (rechtes Bild)

Bei der anschließenden Analyse im Landeslabor wird dem Passivsammlerröhrchen 2 ml Farbreagenz (NEDA (N-(1-Naphthyl)-ethylendiamin-dihydrochlorid-monomethanolat) und Sulfanilsäure) zugesetzt, erneut verschlossen und kräftig geschüttelt. Nach 15 min Reaktionszeit wird die Probe in eine Mikroküvette überführt und die gesammelte Stoffmenge bei einer Wellenlänge von 540 nm im Photometer gemessen. Aus der Menge des absorbierten Schadstoffes lässt sich über das Fick'sche Diffusionsgesetz die mittlere Umgebungskonzentration der untersuchten Komponente an der Messstelle berechnen.

2.3 Qualitätssicherung

Für die Datenqualitätsziele wurde die Richtlinie 2008/50/EG, sowie die EN 16339 und EN 13528 herangezogen.

Bezogen auf den Jahresmittelwert ist bei ortsfesten Messungen mit einer Mindestdatenerfassung von 90% eine Messunsicherheit von 15% zulässig, bei orientierenden Messungen eine Messunsicherheit von 25%. Die Aufnahme der Passivsammler wird jährlich durch Vergleich mit den kontinuierlichen Messungen (Referenzverfahren) von fünf verschiedenen Messstationen (Rudolfsplatz, Hallein A10, Hallein B159, Hallein Winterstall und Salzburg Lehener Park) mit unterschiedlich hohen NO_2 -Konzentrationen neu bestimmt. Es werden dabei monatlich Parallelmessungen mit kontinuierlichen Messgeräten des Luftgütemessnetzes und den Passivsammlern durchgeführt.

Die Aufnahme der Passivsammler kann von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst werden. Einen großen Einfluss hat dabei der Wind beim offenen Ende des Sammlerröhrchens. Um diesen Einfluss zu vermindern werden in Salzburg schon seit Jahren sogenannte Glasfritten als Turbulenzsperrern verwendet (siehe Abbildung 2). Peroxyacetylnitrat (PAN), das neben Ozon auch photochemisch erzeugt wird, wird von den NO_2 -Passivsammlern miterfasst. Einen weiteren Einfluss hat die chemische Reaktion von Stickstoffmonoxid (NO) mit Ozon (O_3) innerhalb des Sammlers, welcher bis zu 25% betragen kann (Quelle: *Biases in the Measurement of Ambient Nitrogen Dioxide (NO_2) by Palmes Passive Diffusion Tube: A Review of Current Understanding*, Atmosphere 2019).

Die Monatsmittelwerte der NO_2 -Passivsammler und des Referenzverfahren (Chemilumineszenz) weichen je nach Einfluss (zB Höhe der Ozonkonzentration) zum Teil deutlich voneinander ab. In Salzburg werden in der kalten Jahreszeit die NO_2 -Konzentrationen mit den Passivsammlern eher unterschätzt, in den warmen Sommermonaten mit höheren Ozonkonzentrationen eher überschätzt. Nachfolgende Grafik verdeutlicht dies am verkehrsnahen Standort Rudolfsplatz.

Die blaue Linie zeigt dabei die Differenz zwischen dem Passivsammler und dem Referenzverfahren. Die orange Linie entspricht den Monatsmittelwerten von Ozon in der Stadt Salzburg (Lehener Park). Die Unterschiede zwischen Passivsammler und Referenzverfahren können im Monatsmittel bis zu $\pm 11 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ ausmachen. Im Jahresmittel gleichen sich diese monatlichen Unterschiede wieder weitgehend aus.

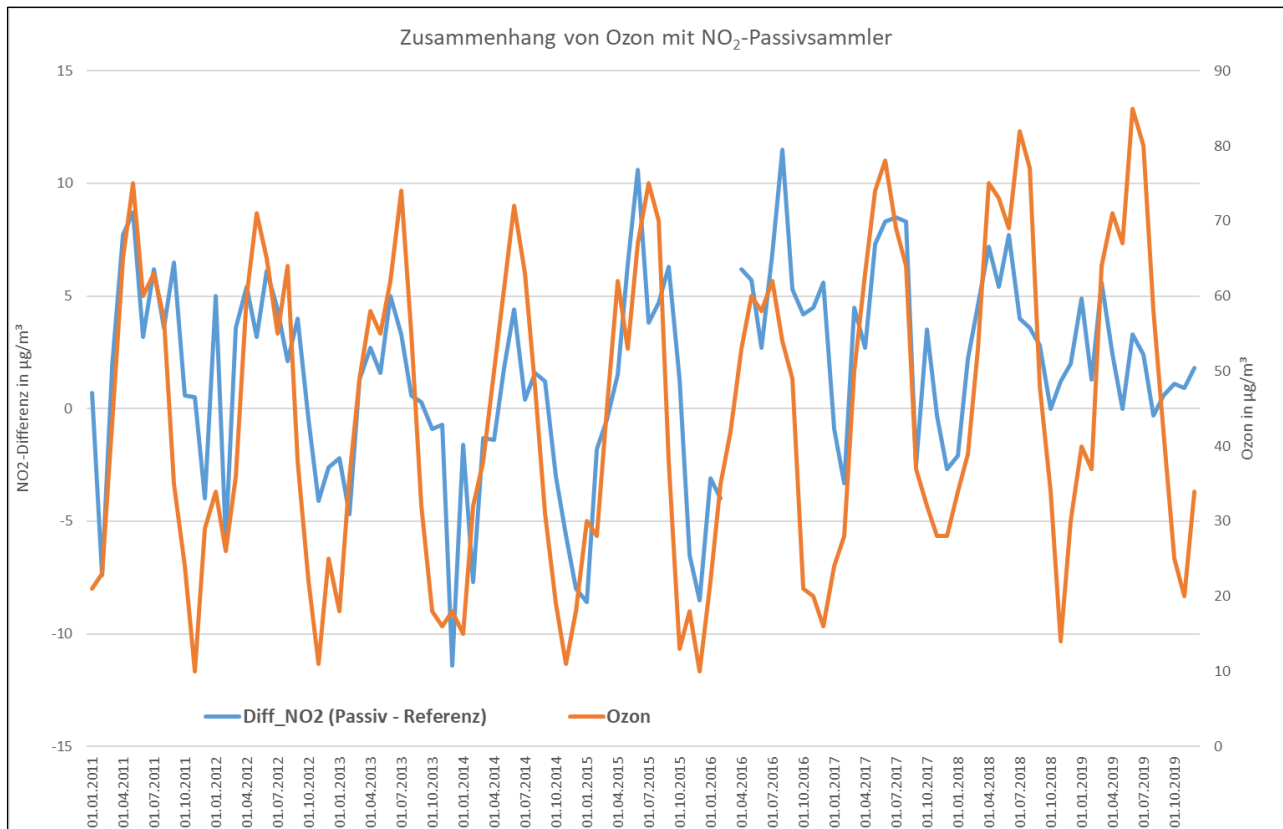


Abbildung 3: Einfluss von Ozon auf die Monatsmittelwerte vom Passivsammler am verkehrsnahen Rudolfsplatz

Es ist deshalb notwendig jedes Jahr die Aufnahme rate der Passivsammler durch Parallelmessungen mit dem Referenzverfahren (Chemilumineszenz) neu zu bestimmen. Dies erfolgt in Salzburg an fünf Messstellen. Abhängig von der Ozonkonzentration scheinen verkehrsnaher Passivsammler den NO_2 -Jahresmittelwert bei höheren Ozonmittelwerten und milden Winter (siehe Abbildung 3) etwas zu überschätzen. Im Jahr 2018 gab es um durchschnittlich 20% höhere Ozonkonzentration als in den Jahren davor. Am Rudolfsplatz hat im Jahr 2018 der Passivsammler den „realen“ Jahresmittelwert um $3 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ überschätzt. Im Jahr 2019 ist diese Differenz auf $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gesunken.

Die Auswertung mit dem "Äquivalenz Test" ergab gegenüber 2018 eine vergleichbare erweiterte relative Messunsicherheit von 13,5 %, welche aber unter der geforderten Messunsicherheit von 15 % liegt.

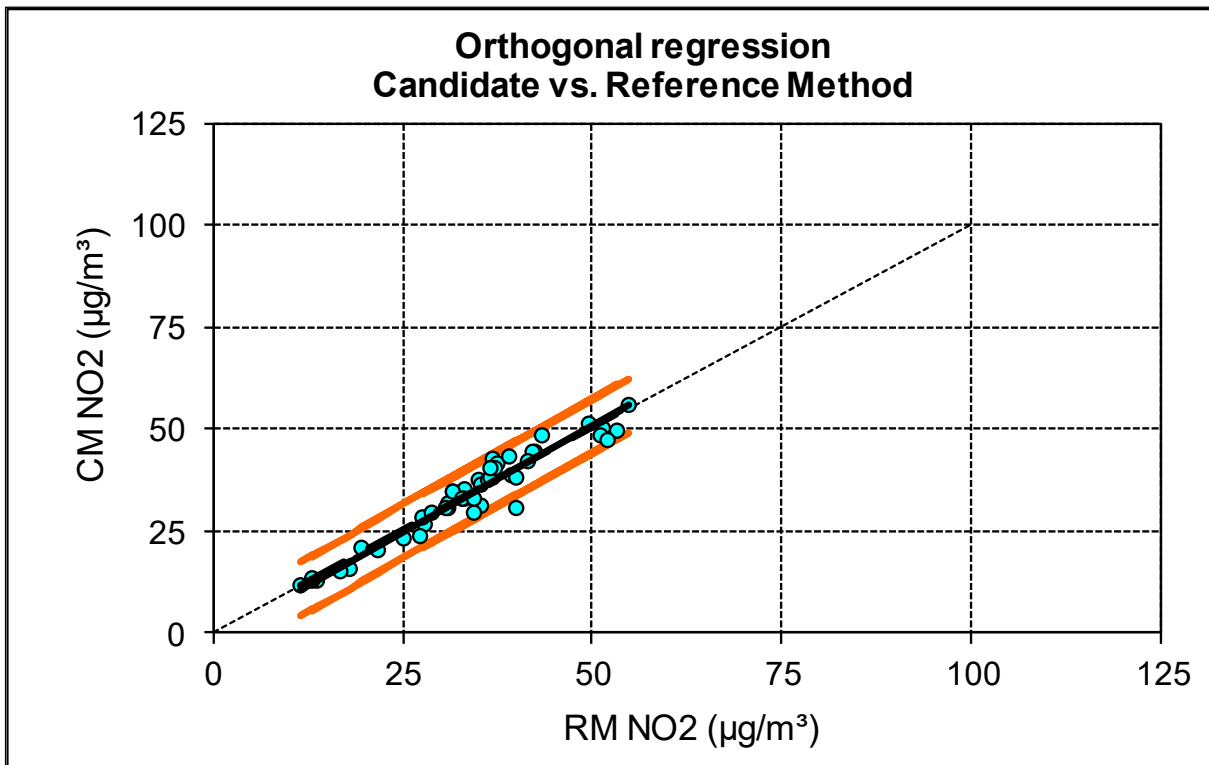


Abbildung 4: Ergebnis nach Auswertung mit dem „Äquivalenz Test“

3 Ergebnisse

Die Messergebnisse in *Abbildung 5* zeigen, dass 61 der 91 Messstationen (~70%) in der Klasse I liegen, diese befinden sich im regionalen oder städtischem Hintergrund und Wohngebieten. Standorte der Klasse II und III liegen vorwiegend in größeren Wohngebieten oder entlang von Bundesstraßen. Weitere zwei Standorte wurden der Klasse IV zugeordnet, welche sehr verkehrsnah situiert sind.

3.1 Messergebnisse im Bundesland Salzburg

In nachfolgender Tabelle sind die Jahresmittelwerte von Stickstoffdioxid aller Passivsammler nach ansteigender Konzentration geordnet. Der Übergang von den niedrig belasteten Hintergrundstationen über Wohngebiete bis hin zu den höher belasteten verkehrsnahen Messpunkten ist fließend. Die höchsten Stickstoffdioxidkonzentrationen wurden im Stadtgebiet und entlang der Autobahnen gemessen.

Tabelle 3: JMW NO₂ Gesamt- Klasseneinteilung

Nr.	Messort	Bezirk	Siedlungsstruktur	NO ₂ [µg/m ³]	Klasse
1	Werfenweng Ruhdorf	Pongau	Wohngebiet	7	I
2	Mariapfarr Zentrum	Lungau	Wohngebiet	8	I
3	Bad Vigaun Riedl	Tennengau	ländlicher Hintergrund	8	I
4	Hallein Winterstall	Tennengau	ländlicher Hintergrund	9	I
5	Tamsweg Krankenhaus	Lungau	Wohngebiet	11	I
6	Weissbachkalk Gramler	Pinzgau	Wohngebiet, industriehnah	11	I
7*	Hallein Kraihammer 1	Tennengau	Wohngebiet, industriehnah	12	I
8	Hallein Steinbachbauer	Tennengau	Wohngebiet, industriehnah	12	I
9	Lend Buchberg	Pinzgau	industriehnah	13	I
10	Grödig Goisweg	Flachgau	Wohngebiet, industriehnah	13	I
11	Golling Tagger Kaindsiedlung	Tennengau	Wohngebiet, industriehnah	13	I
12	Neumarkt Bahnhofgasse 38	Flachgau	Wohngebiet, industriehnah	14	I
13	Neumarkt Bahnhofgasse 1	Flachgau	Wohngebiet, industriehnah	14	I
14*	Grödig Gartenau St.Leonhard	Flachgau	Wohngebiet, industriehnah	14	I
15	Maishofen Kirchham	Pinzgau	Wohngebiet	14	I
16	Weissbachkalk Bruecke	Pinzgau	industriehnah	15	I
17	St.Johann Urreiting	Pongau	regionaler Hintergrund	15	I
18	Bad Vigaun Kurzentrum	Tennengau	regionaler Hintergrund	15	I
19	Saalfelden Försterweg	Pinzgau	Wohngebiet	15	I
20	Wals Ortsrand	Flachgau	städtischer Hintergrund	15	I
21	Werfenweng Gemeindeamt	Pongau	Wohngebiet	15	I
22	St.Veit Schule	Pongau	Wohngebiet	15	I
23	Bruck Oberhof	Pinzgau	Wohngebiet	16	I
24	St.Michael Wastlwirt	Lungau	Wohngebiet	16	I
25	Bad Hofgastein Kurpark	Pongau	regionaler Hintergrund	16	I

26	Tenneck Eisenwerk	Pongau	industriehnah	17	I
27	Salzburg Herrnau	Stadt Salzburg	Wohngebiet	17	I
28	Hallein Birkenweg	Tennengau	Wohngebiet	18	I
29	Hallein Solvay-Halvic-Str	Tennengau	industriehnah	18	I
30	Salzburg Alpenstrasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	18	I
31*	Grödig Kapellenweg	Flachgau	Wohngebiet, verkehrsnah	18	I
32	Radstadt Feuerwehr	Pongau	Wohngebiet	19	I
33	Bischofshofen Friedhof	Pongau	Wohngebiet	19	I
34	Salzburg Lehener Park	Stadt Salzburg	städtischer Hintergrund	19	I
35	Kuchl Altersheim	Tennengau	Wohngebiet	19	I
36*	St.Veit Grafenhof-Dorf	Pongau	Wohngebiet, verkehrsnah	19	I
37	Salzburg Gnigl Sportplatz	Stadt Salzburg	Wohngebiet	20	I
38	Anif B150	Flachgau	Wohngebiet, verkehrsnah	20	I
39	Bad Vigaun Kirche	Tennengau	Wohngebiet, verkehrsnah	21	I
40	Puch Bahnhof	Tennengau	Wohngebiet, verkehrsnah	21	I
41	Saalbach Rotes Kreuz	Pinzgau	Wohngebiet, verkehrsnah	21	I
42	Wals Weizenweg	Flachgau	Wohngebiet, verkehrsnah	22	I
43	Bergheim Lagerhausstrasse	Flachgau	Wohngebiet, verkehrsnah	22	I
44	Salzburg SALK Blutzentrale	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	22	I
45	Salzburg Europark 2	Stadt Salzburg	verkehrsnah	22	I
46	Neumarkt Bahnhofstrasse	Flachgau	industriehnah	22	I
47	Eugendorf Feuerwehr	Flachgau	Wohngebiet, verkehrsnah	22	I
48	Salzburg Schwarzparkstrasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet	22	I
49	Salzburg Treppelweg	Stadt Salzburg	autobahnnah	23	I
50	Salzburg Josef-Ressel-Str.	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	23	I
51	Strasswalchen Bundesstrasse	Flachgau	Wohngebiet, verkehrsnah	23	I
52	Hallein Burgfried	Tennengau	Wohngebiet, verkehrsnah	23	I
53	St.Johann Palfner Dörfel	Pongau	Wohngebiet, verkehrsnah	23	I
54	Salzburg Flughafen	Stadt Salzburg	verkehrsnah	23	I
55*	Salzburg L.v.Keutschach-Str.	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	24	I
56	St.Michael Autobahnmeisterei	Lungau	verkehrsnah	24	I
57	Salzburg Seniorenheim Lieferung	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	25	I
58	Bergheim Plainwiesenweg	Flachgau	Wohngebiet, autobahnnah	25	I
59	Salzburg Paris-Lodronstrasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	25	I
60	Bergheim Plainwiesenweg 2	Flachgau	Wohngebiet, autobahnnah	25	I
61	Zell am See Gemeinde	Pinzgau	Wohngebiet, verkehrsnah	25	I
62	St.Veit Marktplatz	Pongau	Wohngebiet, verkehrsnah	26	II
63	Radstadt Burg	Pongau	Wohngebiet, verkehrsnah	26	II
64	Salzburg ASFINAG	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	26	II
65	Salzburg Almgasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	26	II
66*	Salzburg Neutorstrasse 20	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	27	II
67	Zederhaus Agip Raststätte	Lungau	autobahnnah	27	II
68	Salzburg Hildmannplatz 2a	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	27	II
69	Salzburg Hildmannplatz 1a	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	27	II
70	Salzburg Fürstenallee	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	28	II
71*	Salzburg Lehener Strasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	28	II
72	Salzburg Schmiedingerstr. 2	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	28	II
73*	Salzburg Eichpointweg	Stadt Salzburg	Wohngebiet, autobahnnah	29	II
74	Bergheim Siggerwiesen	Flachgau	verkehrsnah	29	II
75	Salzburg Emil-Kofler-Gasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	29	II
76	Salzburg Hubertusweg	Stadt Salzburg	Wohngebiet, autobahnnah	30	II
77	Eugendorf Bundesstrasse 2	Flachgau	verkehrsnah	31	II
78	Salzburg Europark 1	Stadt Salzburg	verkehrsnah	31	II
79	Radstadt Bundesstrasse	Pongau	verkehrsnah	31	II
80	Saalfelden Kaiserallee	Pinzgau	verkehrsnah	32	II

81	Bergheim L118 Parkplatz	Flachgau	verkehrsnahe	32	II
82*	Salzburg Schiessstattgasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnahe	33	III
83	Salzburg Sinnhubstrasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnahe	33	III
84	Salzburg Linzer Bundesstraße	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnahe	34	III
85	Hallein B159 Kreisverkehr	Tennengau	Wohngebiet, verkehrsnahe	35	III
86	Wals Bahnweg	Flachgau	autobahnnah	36	III
87	Salzburg Vogelweiderstrasse	Stadt Salzburg	verkehrsnahe	38	III
88	Kuchl A10	Tennengau	autobahnnah	38	III
89	Salzburg Rudolfsplatz	Stadt Salzburg	verkehrsnahe	39	III
90	Salzburg Roseggerstrasse	Stadt Salzburg	verkehrsnahe	42	IV
91	Hallein A10 Messstation	Tennengau	autobahnnah	42	IV

*) Datenverfügbarkeit < 90%

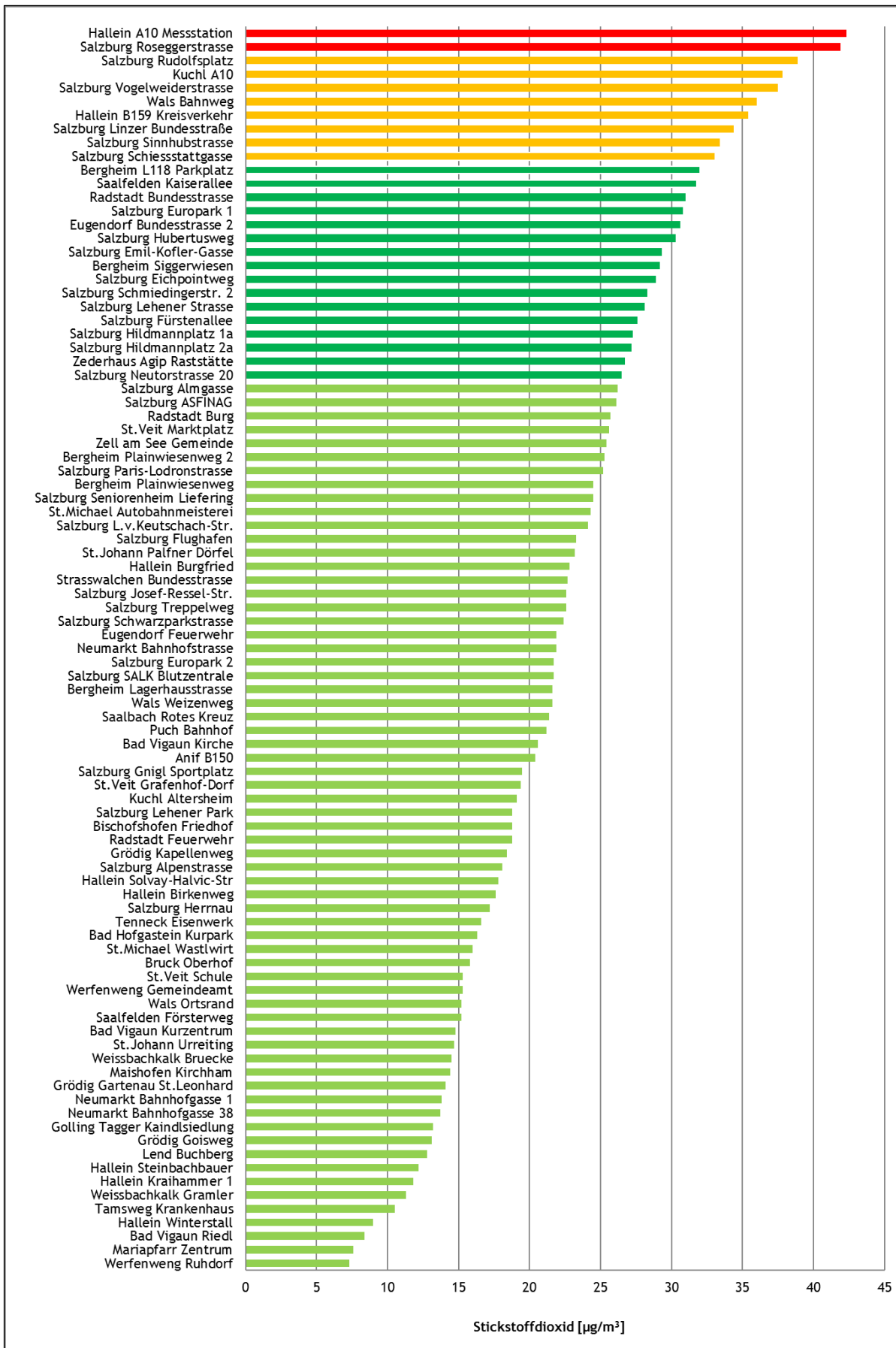


Abbildung 5: Ergebnisse der Passivsammler 2019

3.2 Messergebnisse in den einzelnen Bezirken

3.2.1 Stadt Salzburg

In der Stadt Salzburg wurden 31 Passivsammler montiert, welche einerseits in Wohngebieten oder entlang von verkehrsbelasteten Straßen platziert wurden. Davon entsprechen 15 Messstationen der Klasse I, sowie weitere 10 Messstationen der Klasse II. Die restlichen 6 Messstationen liegen in den Klassen III und IV und sind verkehrsnah situiert.

Hinweis: Der Passivsammler im direkten Kreuzungsbereich Ignaz-Harrer-Straße/Roseggerstraße erfüllt nicht die Standortkriterien der Messkonzeptverordnung (mind. 25 Meter Abstand zu verkehrsreichen Kreuzungen).

Tabelle 4: JMW NO₂ Stadt Salzburg - Klasseneinteilung

Nr.	Messort	Bezirk	Siedlungsstruktur	NO ₂ [µg/m ³]in	Klasse
1	Salzburg Herrnau	Stadt Salzburg	Wohngebiet	17,2	I
2	Salzburg Alpenstrasse	Stadt Salzburg	verkehrsnah	18,1	I
3	Salzburg Lehener Park	Stadt Salzburg	städtischer Hintergrund	18,8	I
4	Salzburg Gnigl Sportplatz	Stadt Salzburg	Wohngebiet	19,5	I
5	Salzburg SALK Blutzentrale	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	21,7	I
6	Salzburg Europark 2	Stadt Salzburg	verkehrsnah	21,7	I
7	Salzburg Schwarzparkstrasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet	22,4	I
8	Salzburg Treppelweg	Stadt Salzburg	autobahnnah	22,6	I
9	Salzburg Josef-Ressel-Str.	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	22,6	I
10	Salzburg Flughafen	Stadt Salzburg	verkehrsnah	23,3	I
11	Salzburg L.v.Keutschach-Str.	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	24,1	I
12	Salzburg SH Lieferung	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	24,5	I
13	Salzburg Paris-Lodronstrasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	25,2	I
14	Salzburg ASFINAG	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	26,1	I
15	Salzburg Almgasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	26,2	I
16	Salzburg Neutorstrasse 20	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	26,5	II
17	Salzburg Hildmannplatz 2a	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	27,2	II
18	Salzburg Hildmannplatz 1a	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	27,3	II
19	Salzburg Fürstenallee	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	27,6	II
20	Salzburg Lehener Strasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	28,1	II
21	Salzburg Schmiedingerstr. 2	Stadt Salzburg	verkehrsnah	28,3	II
22	Salzburg Eichpointweg	Stadt Salzburg	autobahnnah	28,9	II
23	Salzburg Emil-Kofler-Gasse	Stadt Salzburg	verkehrsnah	29,3	II
24	Salzburg Hubertusweg	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	30,3	II
25	Salzburg Europark 1	Stadt Salzburg	verkehrsnah	30,8	II
26	Salzburg Schiessstattgasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	33,1	III
27	Salzburg Sinnhubstrasse	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	33,4	III
28	Salzburg Linzer Bundesstraße	Stadt Salzburg	Wohngebiet, verkehrsnah	34,4	III
29	Salzburg Vogelweiderstrasse	Stadt Salzburg	verkehrsnah	37,5	III
30	Salzburg Rudolfsplatz	Stadt Salzburg	verkehrsnah	38,9	III
31	Salzburg Roseggerstrasse	Stadt Salzburg	verkehrsnah	41,9	IV

*) Datenverfügbarkeit < 90%

Wie in Tabelle 4 ersichtlich liegen drei Standorte über den IG-L Grenzwert ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und einer über dem Grenzwert der EU ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). An den restlichen Standorten werden die Grenzwerte der EU-Richtlinie sowie des IG-L eingehalten.

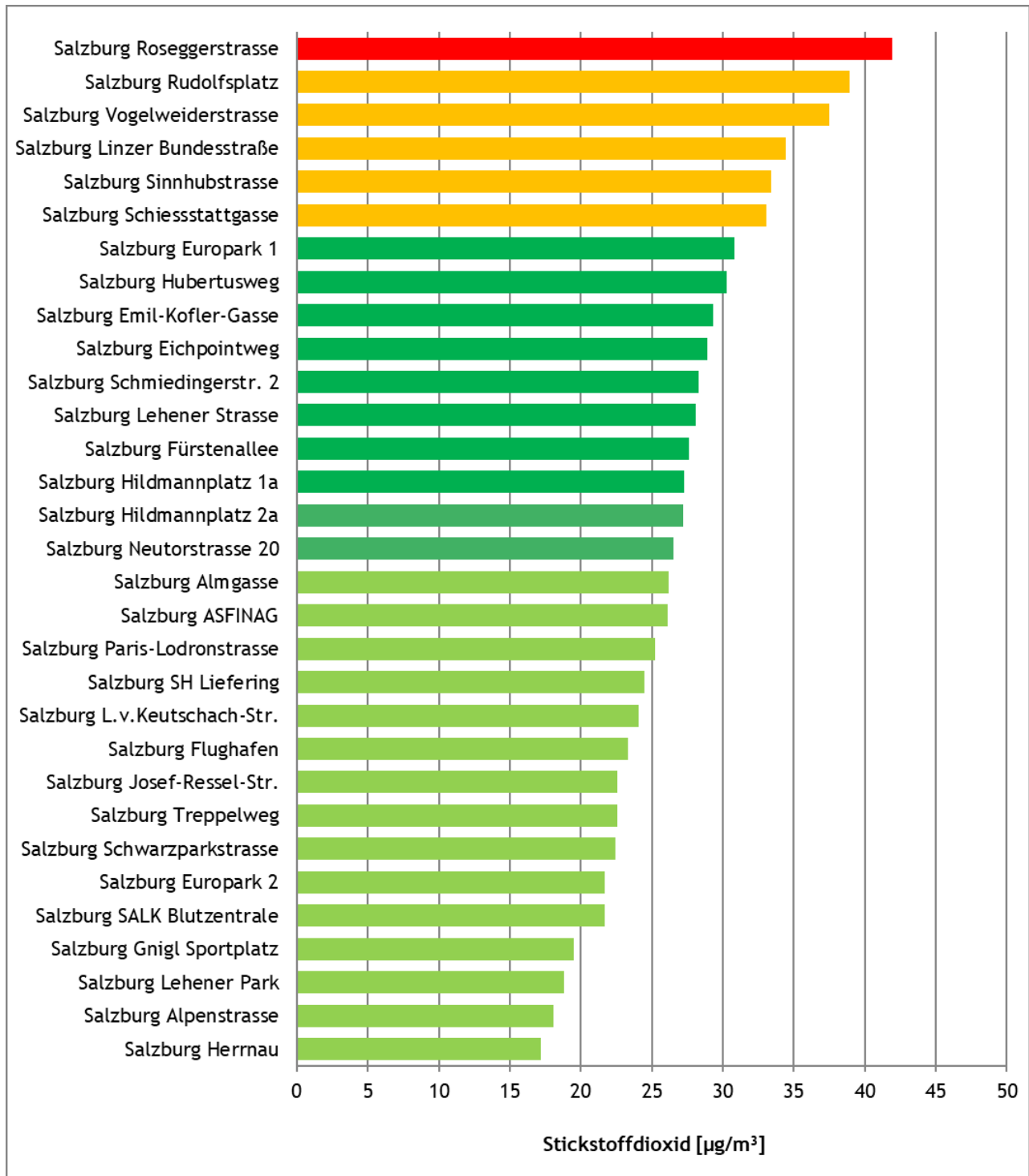


Abbildung 6: Ergebnisse Passivsammler Stadt Salzburg

3.2.2 Stadt Salzburg - Messstandorte

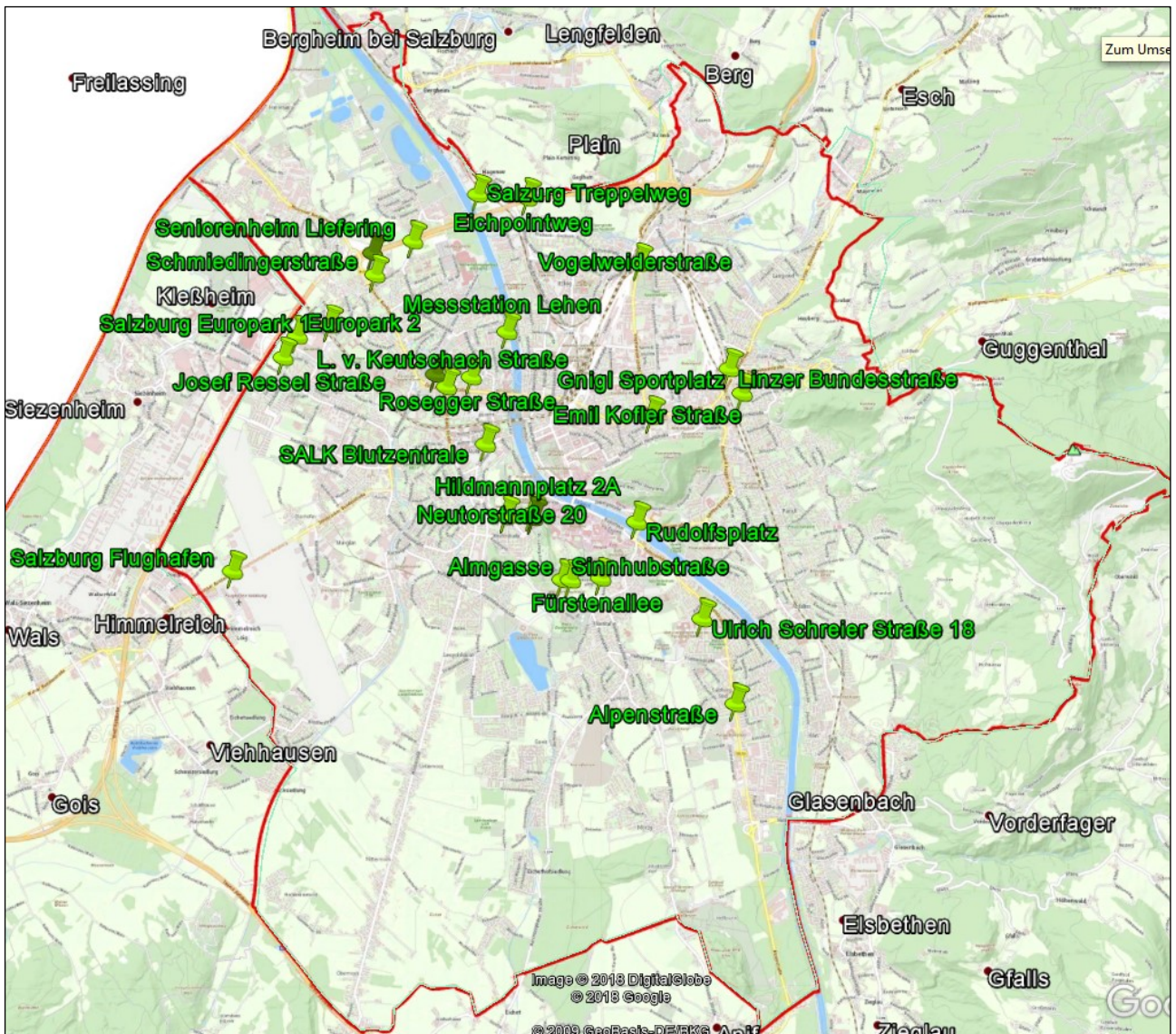


Abbildung 7: Messstandorte Passivsammler Stadt Salzburg

3.2.3 Flachgau

Im Bezirk Flachgau wurden 18 Passivsammler aufgestellt. Diese befinden sich in Wohn- und Industriegebieten, sowie an Bundesstraßen und in der Nähe der Autobahn.

Tabelle 5: JMW NO₂ Flachgau - Klasseneinteilung

Nr.	Messort	Bezirk	Siedlungsstruktur	NO ₂ [µg/m ³]	Klasse
1	Grödig Goisweg	Flachgau	industriehnah	13,1	I
2	Neumarkt Bahnhofgasse 38	Flachgau	Wohngebiet	13,7	I
3	Neumarkt Bahnhofgasse 1	Flachgau	Wohngebiet	13,8	I
4*	Grödig Gartenau St.Leonhard	Flachgau	industriehnah	14,1	I
5	Wals Ortsrand	Flachgau	städtischer Hintergrund	15,2	I
6*	Grödig Kapellenweg	Flachgau	Wohngebiet, verkehrsnah	18,4	I
7	Anif B150	Flachgau	Wohngebiet, verkehrsnah	20,4	I
8	Wals Weizenweg	Flachgau	Wohngebiet, verkehrsnah	21,6	I
9	Bergheim Lagerhausstrasse	Flachgau	Wohngebiet, verkehrsnah	21,6	I
10	Neumarkt Bahnhofstrasse	Flachgau	industriehnah	21,9	I
11	Eugendorf Feuerwehr	Flachgau	Wohngebiet, verkehrsnah	21,9	I
12	Strasswalchen Bundesstrasse	Flachgau	Wohngebiet, verkehrsnah	22,7	I
13	Bergheim Plainwiesenweg	Flachgau	autobahnnah	24,5	I
14	Bergheim Plainwiesenweg 2	Flachgau	autobahnnah	25,3	I
15	Bergheim Siggerwiesen	Flachgau	verkehrsnah	29,2	II
16	Eugendorf Bundesstrasse 2	Flachgau	verkehrsnah	30,6	II
17	Bergheim L118 Parkplatz	Flachgau	verkehrsnah	32,0	II
18	Wals Bahnweg	Flachgau	verkehrsnah	36,0	III

*) Datenverfügbarkeit < 90%

14 Messstationen sind der Klasse I zuzuordnen. Diese befinden sich in Wohngebieten bzw. im städtischen Hintergrund. Drei Messstationen liegt in der Klassen II und eine weitere in der Klasse III, wobei die letzten vier Standorte verkehrsnah bzw. Autobahnnähe liegen. Alle Messpunkte halten den Grenzwert der EU-Richtlinie (40 µg/m³) ein. Ein Standort liegt über dem Grenzwert des IG-L (35 µg/m³).

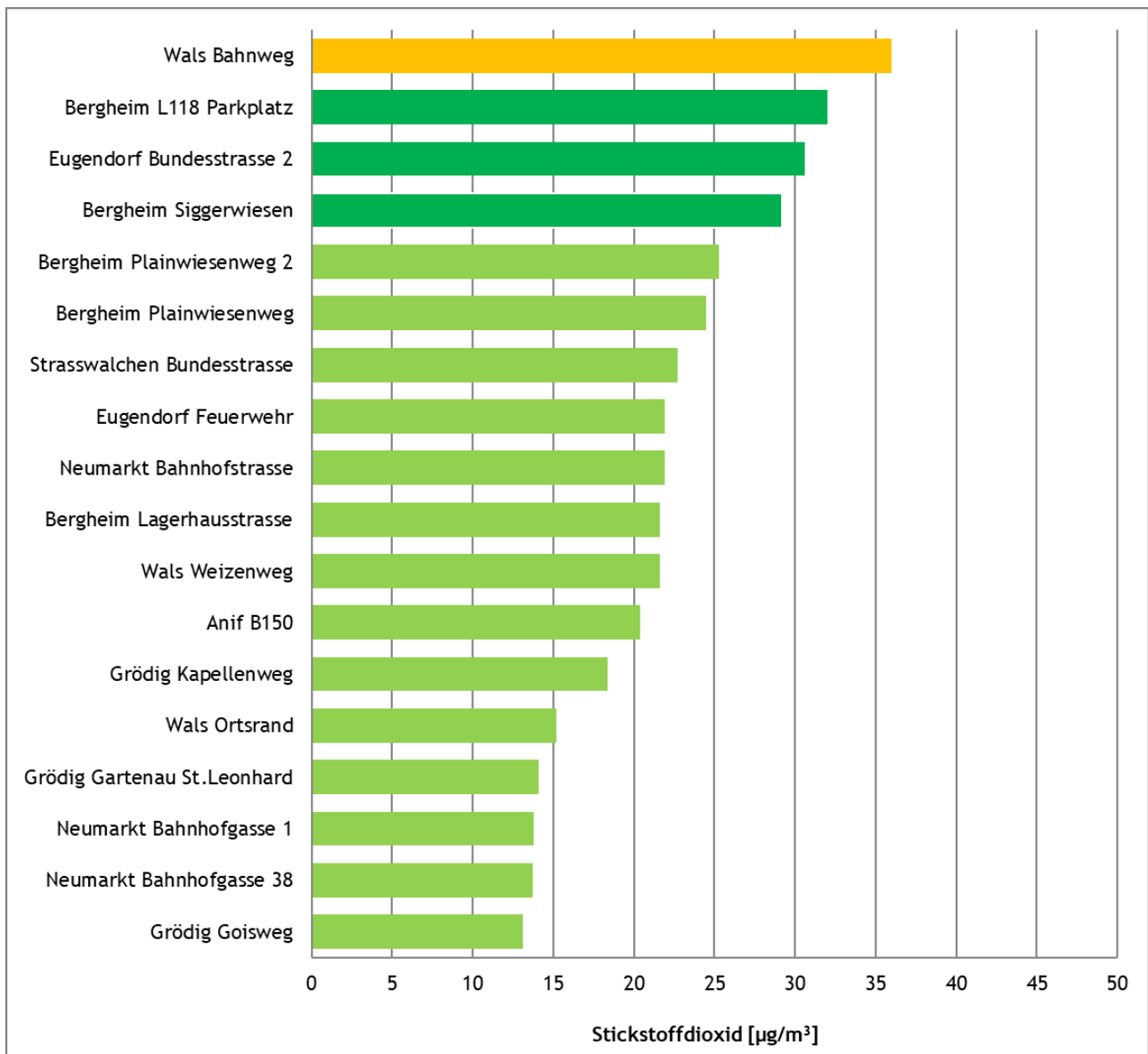


Abbildung 8: Ergebnisse Passivsammler Flachgau

3.2.4 Flachgau- Messstandorte



Abbildung 9: Messstandorte Passivsammler Flachgau

3.2.5 Tennengau

Im Tennengau sind 15 Passivsammler montiert. Diese sind zumeist verkehrs- oder industrienah situiert. Die drei Passivsammler in Bad Vigaun dienen zur Beurteilung der Immissionsituation eines Kurortes.

Tabelle 6: JMW NO₂ Tennengau - Klasseneinteilung

Nr.	Messort	Bezirk	Siedlungsstruktur	NO ₂ [µg/m ³]	Klasse
1	Bad Vigaun Riedl	Tennengau	ländlicher Hintergrund	8,4	I
2	Hallein Winterstall	Tennengau	ländlicher Hintergrund	9,0	I
3*	Hallein Kraihammer 1	Tennengau	industriehnah	11,8	I
4	Hallein Steinbachbauer	Tennengau	industriehnah	12,2	I
5	Golling Tagger Kaindsiedl.	Tennengau	Wohngebiet	13,2	I
6	Bad Vigaun Kurzentrum	Tennengau	regionaler Hintergrund	14,8	I
7	Hallein Birkenweg	Tennengau	Wohngebiet	17,6	I
8	Hallein Solvay-Halvic-Str	Tennengau	industriehnah	17,8	I
9	Kuchl Altersheim	Tennengau	Wohngebiet	19,1	I
10	Bad Vigaun Kirche	Tennengau	Wohngebiet, verkehrsnah	20,6	I
11	Puch Bahnhof	Tennengau	Wohngebiet, verkehrsnah	21,2	I
12	Hallein Burgfried	Tennengau	Wohngebiet, verkehrsnah	22,8	I
13	Hallein B159 Kreisverkehr	Tennengau	verkehrsnah	35,4	III
14	Kuchl A10	Tennengau	autobahnnah	37,8	III
15	Hallein A10 Messstation	Tennengau	autobahnnah	42,3	IV

*) Datenverfügbarkeit < 90%

12 Messstationen befinden sich in der Klasse I. Diese befinden sich im ländlichen Hintergrund oder sind industrienah positioniert. Die Messstellen „Hallein B159“ und „Kuchl A10“ entsprechen der Klasse III. Der autobahnahe Messpunkt „Hallein A10“ liegt in der Klasse IV und damit über dem Grenzwert der EU (40 µg/m³).

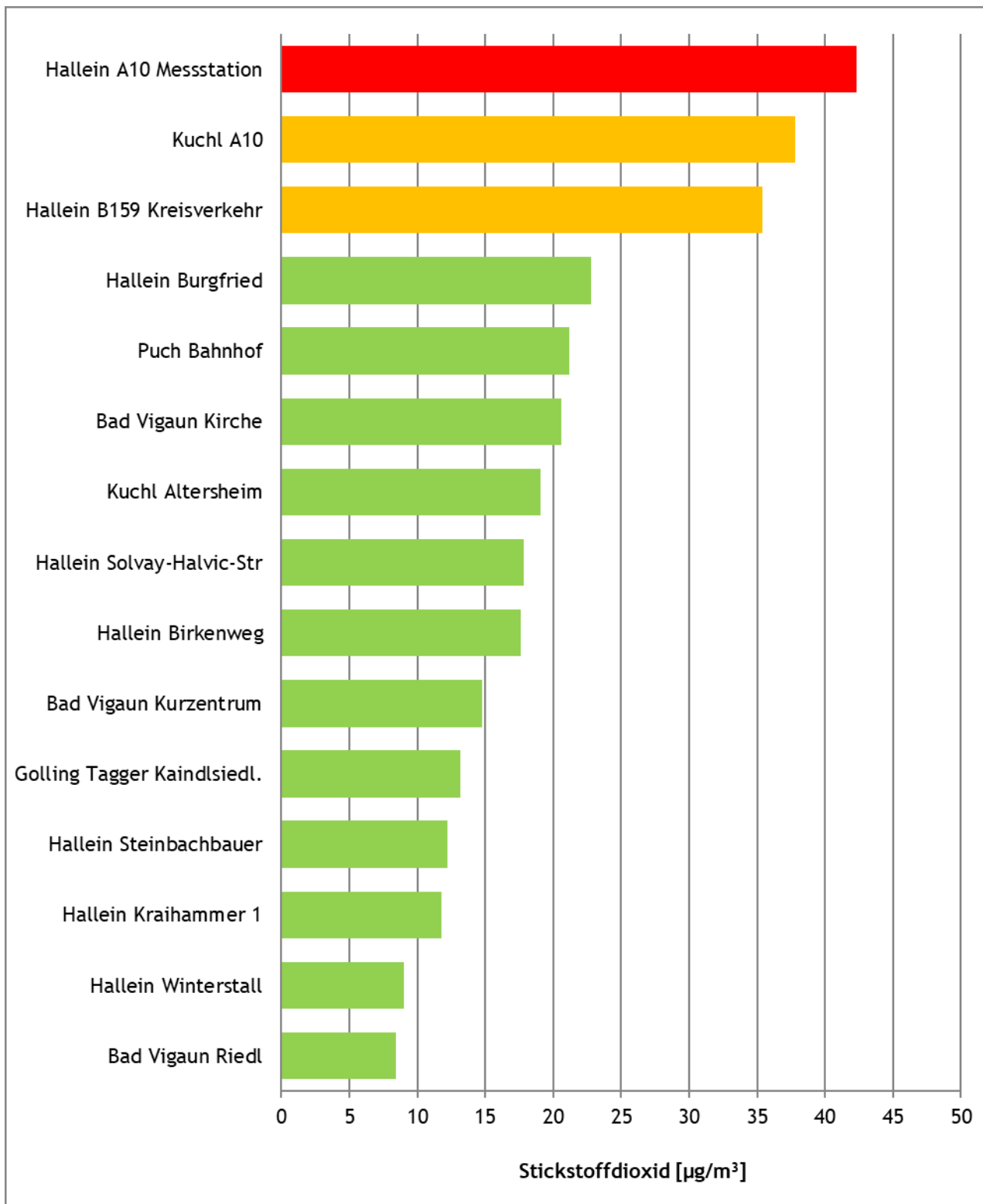


Abbildung 10: Ergebnisse Passivsammler Tennengau

3.2.6 Tennengau -Messstandorte

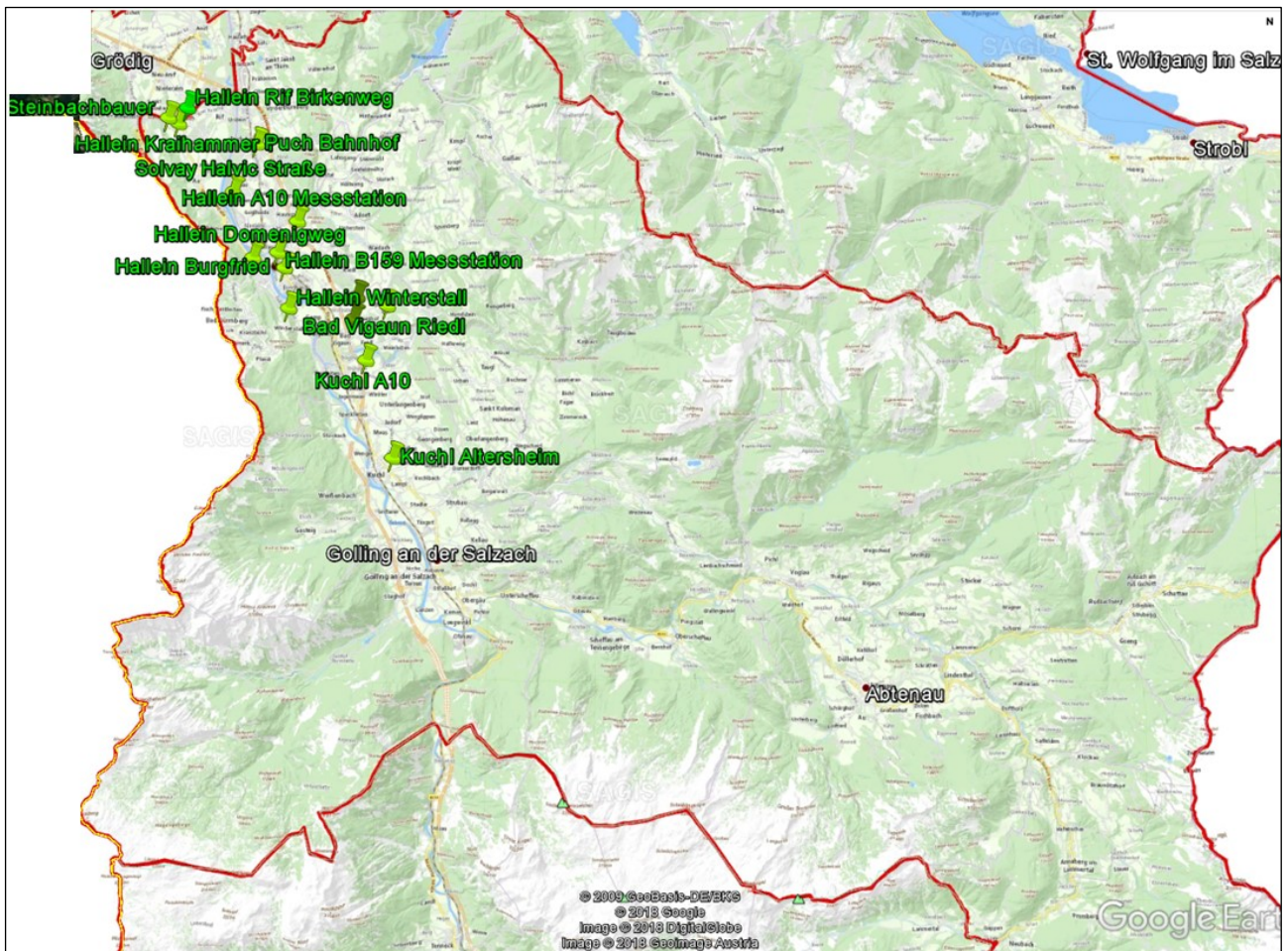


Abbildung 11: Messstandorte Passivsammler Tennengau

3.2.7 Pongau

An 13 Messstellen werden im Pongau Stickstoffdioxidmessungen mittels Passivsammler-röhrchen durchgeführt. Die drei Messpunkte in Bad Hofgastein bzw. in St.Veit dienen zur Überwachung der Immissionssituation in Kurorten. Der Messort „Tenneck“ wurde industrienah neben dem Eisenwerk gewählt. In Werfenweng Ruhdorf wurde 2019 landesweit der niedrigste NO₂-Jahresmittelwert mit 7,3 µg/m³ gemessen.

Tabelle 7: JMW NO₂ Pongau - Klasseneinteilung

Nr.	Messort	Bezirk	Siedlungsstruktur	NO ₂ [µg/m ³]	Klasse
1	Werfenweng Ruhdorf	Pongau	Wohngebiet	7,3	I
2	St.Johann Urreiting	Pongau	regionaler Hintergrund	14,7	I
3	Werfenweng Gemeindeamt	Pongau	Wohngebiet	15,3	I
4	St.Veit Schule	Pongau	Wohngebiet	15,3	I
5	Bad Hofgastein Kurpark	Pongau	regionaler Hintergrund	16,3	I
6	Tenneck Eisenwerk	Pongau	industriehnah	16,6	I
7	Radstadt Feuerwehr	Pongau	Wohngebiet	18,8	I
8	Bischofshofen Friedhof	Pongau	Wohngebiet	18,8	I
9*	St.Veit Grafenhof-Dorf	Pongau	Wohngebiet, verkehrsnah	19,4	I
10	St.Johann Palfner Dörfel	Pongau	Wohngebiet, verkehrsnah	23,2	I
11	St.Veit Marktplatz	Pongau	Wohngebiet, verkehrsnah	25,6	I
12	Radstadt Burg	Pongau	Wohngebiet, verkehrsnah	25,7	I
13	Radstadt Bundesstrasse	Pongau	verkehrsnah	31,0	II

*) Datenverfügbarkeit < 90%

Bis auf einen Messpunkt liegen alle in der Klasse I. Ein verkehrsnaher Messpunkt liegt in der Klasse II. Sowohl der Grenzwert der EU (40 µg/m³) als auch der Grenzwert des IG-L (35 µg/m³) wird an allen Standorten im Pongau eingehalten.

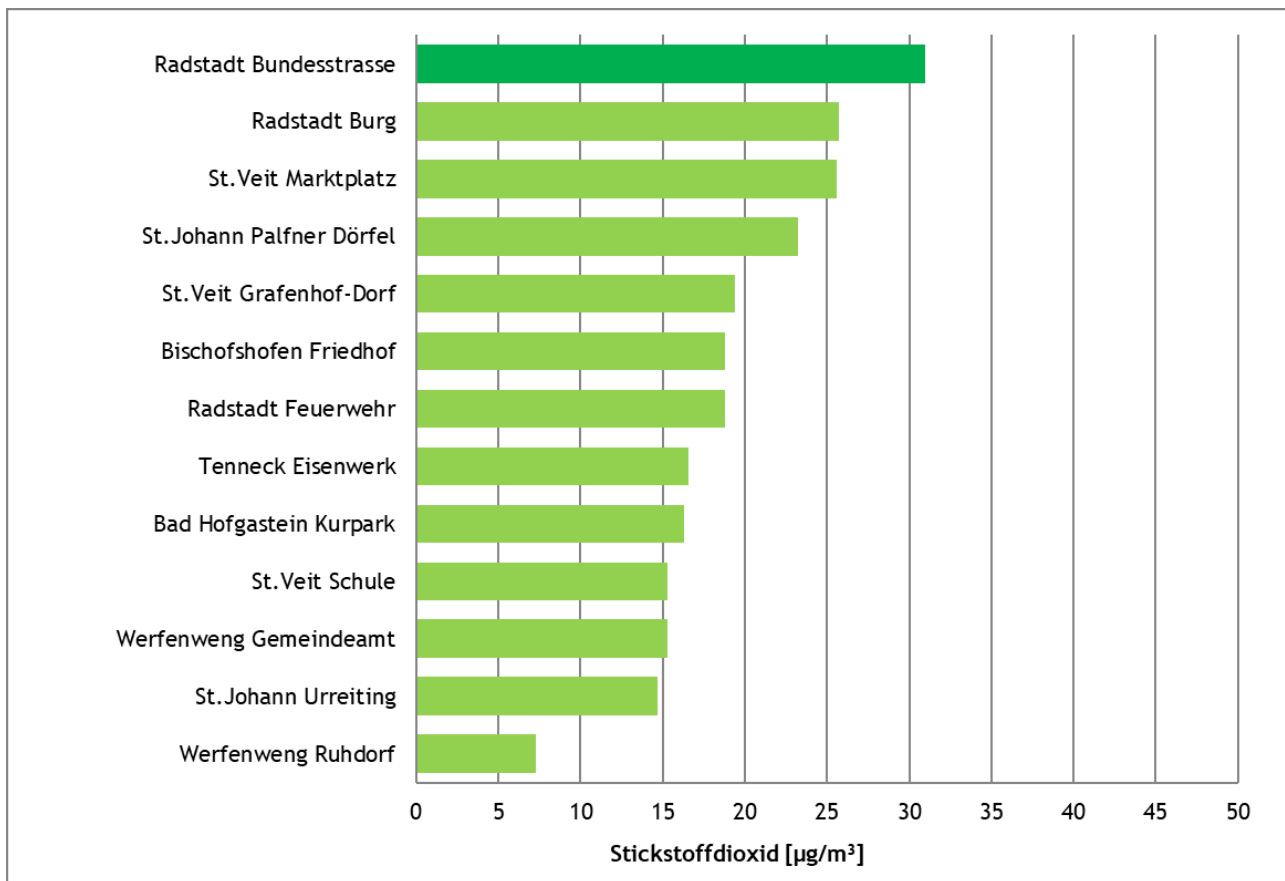


Abbildung 12: Ergebnisse Passivsammler Pongau

3.2.8 Pongau - Messstandorte

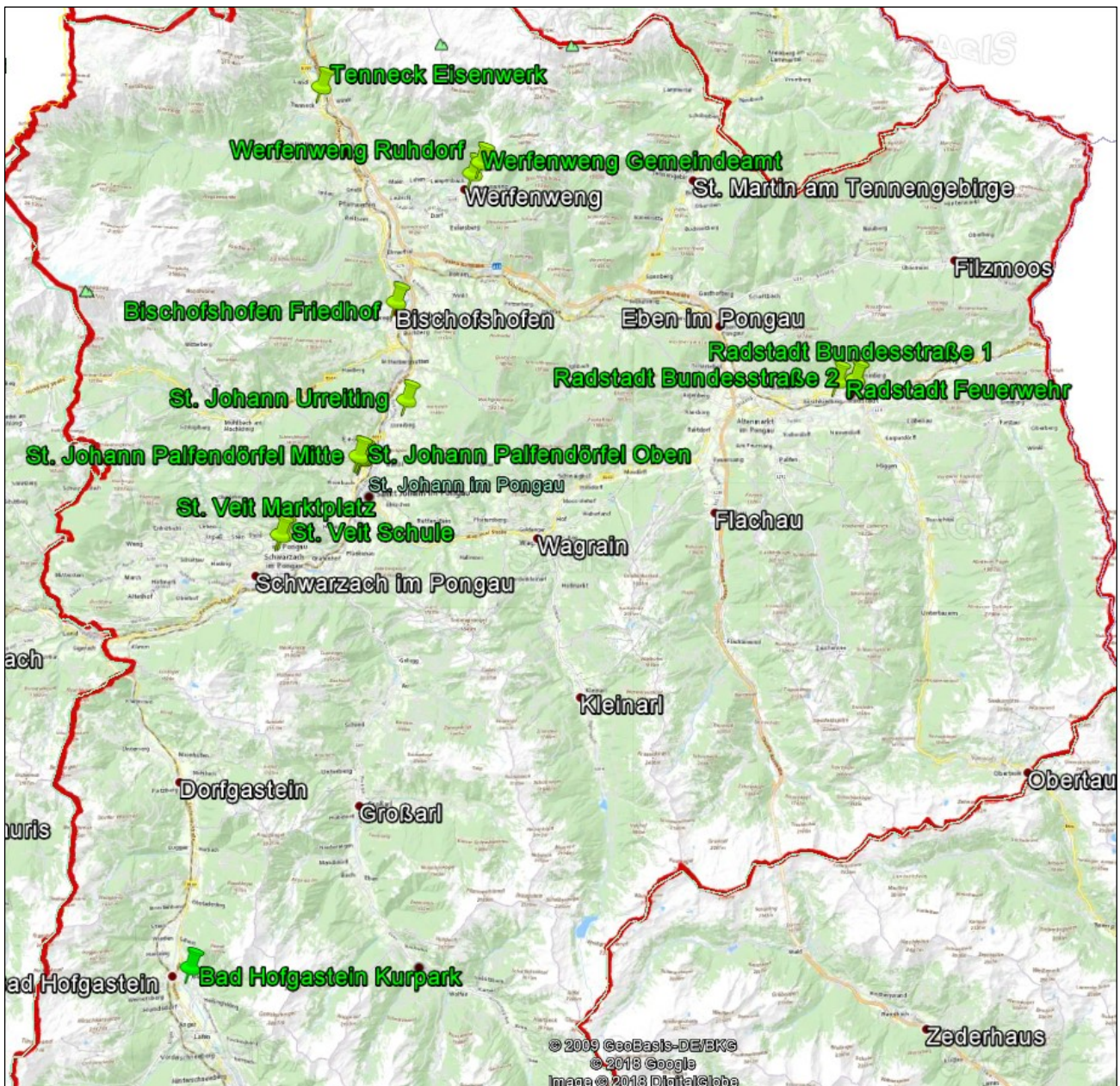


Abbildung 13: Messstandorte Passivsammler Pongau

3.2.9 Pinzgau

Die neun Messstationen im Pinzgau sind zumeist in Wohngebieten, verkehrsnah bzw. industrienah situiert.

Tabelle 8: JMW NO₂ Pinzgau - Klasseneinteilung

Nr.	Messort	Bezirk	Siedlungsstruktur	NO ₂ [µg/m ³]	Klasse
1	Weissbachkalk Gramler	Pinzgau	verkehrsnah	11,3	I
2	Lend Buchberg	Pinzgau	industriehnah	12,8	I
3	Maishofen Kirchham	Pinzgau	Wohngebiet	14,4	I
4	Weissbachkalk Bruecke	Pinzgau	verkehrsnah	14,5	I
5	Saalfelden Försterweg	Pinzgau	Wohngebiet	15,2	I
6	Bruck Oberhof	Pinzgau	Wohngebiet	15,8	I
7	Saalbach Rotes Kreuz	Pinzgau	Wohngebiet, verkehrsnah	21,4	I
8	Zell am See Gemeinde	Pinzgau	Wohngebiet, verkehrsnah	25,4	I
9	Saalfelden Kaiserallee	Pinzgau	verkehrsnah	31,8	II

Acht Messstationen (eine davon industrienah) liegen in den Klasse I. Ein Messpunkt liegt im Nahbereich einer stark befahrenen Straße und weist die Klasse II auf. Sowohl der Grenzwert der EU (40 µg/m³) als auch der Grenzwert des IG-L (35 µg/m³) werden an allen Messpunkten im Pinzgau eingehalten.

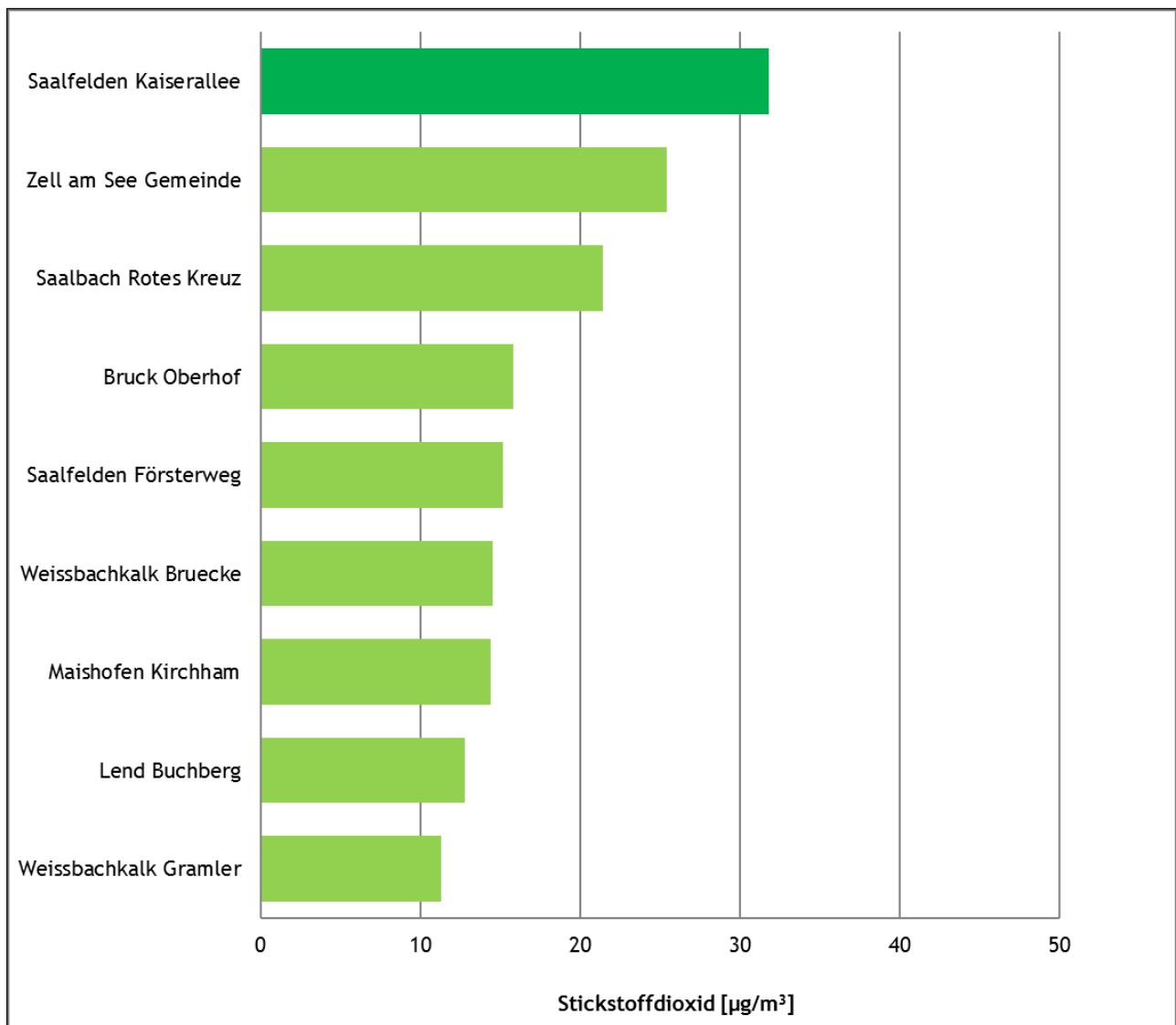


Abbildung 14: Ergebnisse Passivsammler Pinzgau

3.2.10 Pinzgau -Messstandorte

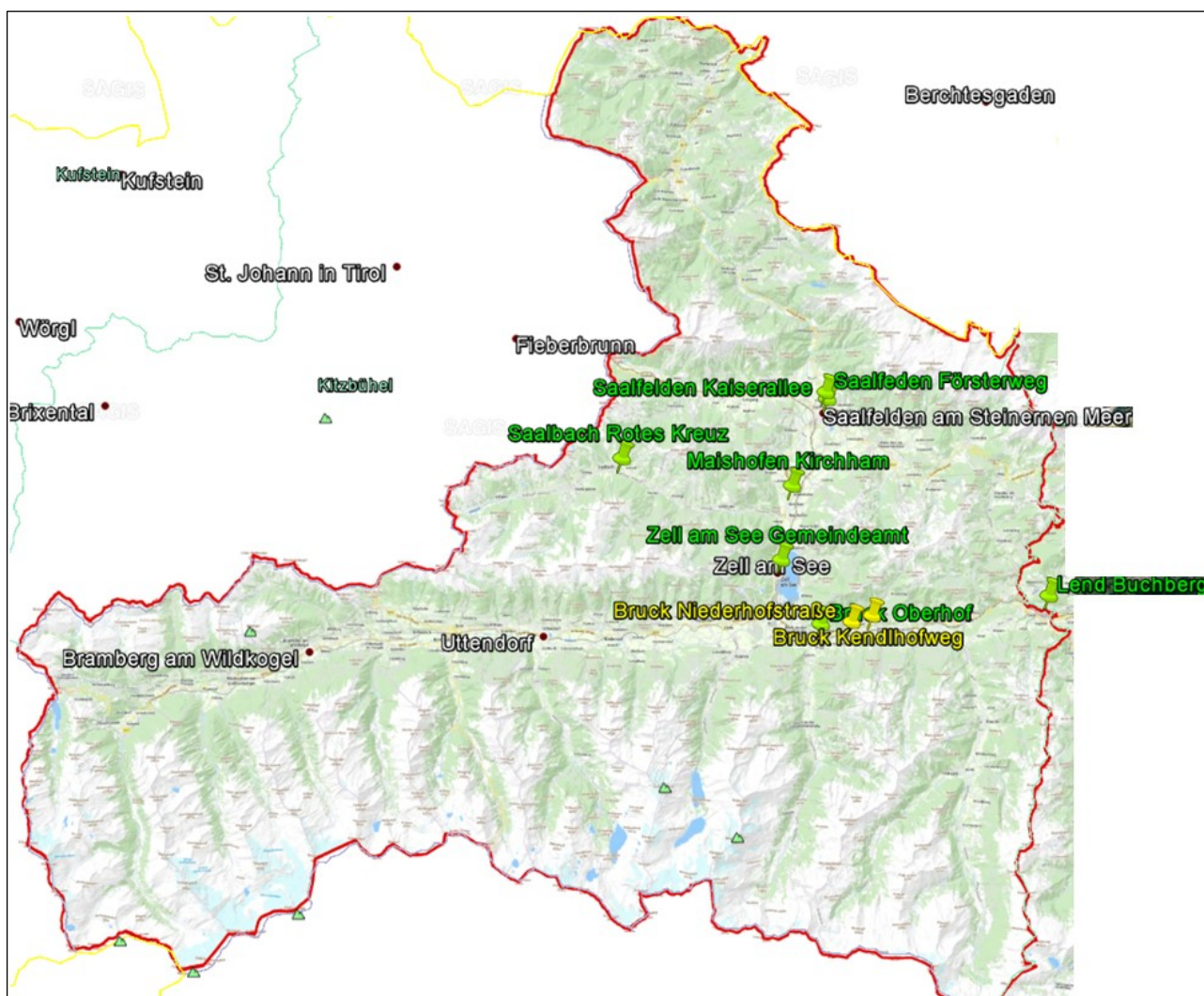


Abbildung 15: Messstandorte Passivsammler Pinzgau

3.2.11 Lungau

Im Lungau sind fünf Passivsammlermessstellen installiert. Davon sind drei in Wohngebieten und zwei in Autobahnnähe bzw. verkehrsnah aufgestellt. Die Messwerte sind im Lungau im Vergleich zum restlichen Bundesland auf einem niedrigen Niveau. In Mariapfarr wurde 2019 landesweit der zweitniedrigste NO₂-Jahresmittelwert gemessen.

Tabelle 9: JMW NO₂ Lungau - Klasseneinteilung

Nr.	Messort	Bezirk	Siedlungsstruktur	NO ₂ [µg/m ³]	Klasse
1	Mariapfarr Zentrum	Lungau	Wohngebiet	7,6	I
2	Tamsweg Krankenhaus	Lungau	Wohngebiet	10,5	I
3	St.Michael Wastlwirt	Lungau	Wohngebiet	16,0	I
4	St.Michael Autobahnmeisterei	Lungau	verkehrsnah	24,3	I
5	Zederhaus Agip Raststätte	Lungau	autobahnnah	26,7	II

Vier Messpunkte entsprechen Klasse I. Ein Passivsammler entspricht der Klasse II. Dieser ist verkehrsnah an der Tauernautobahn aufgestellt.

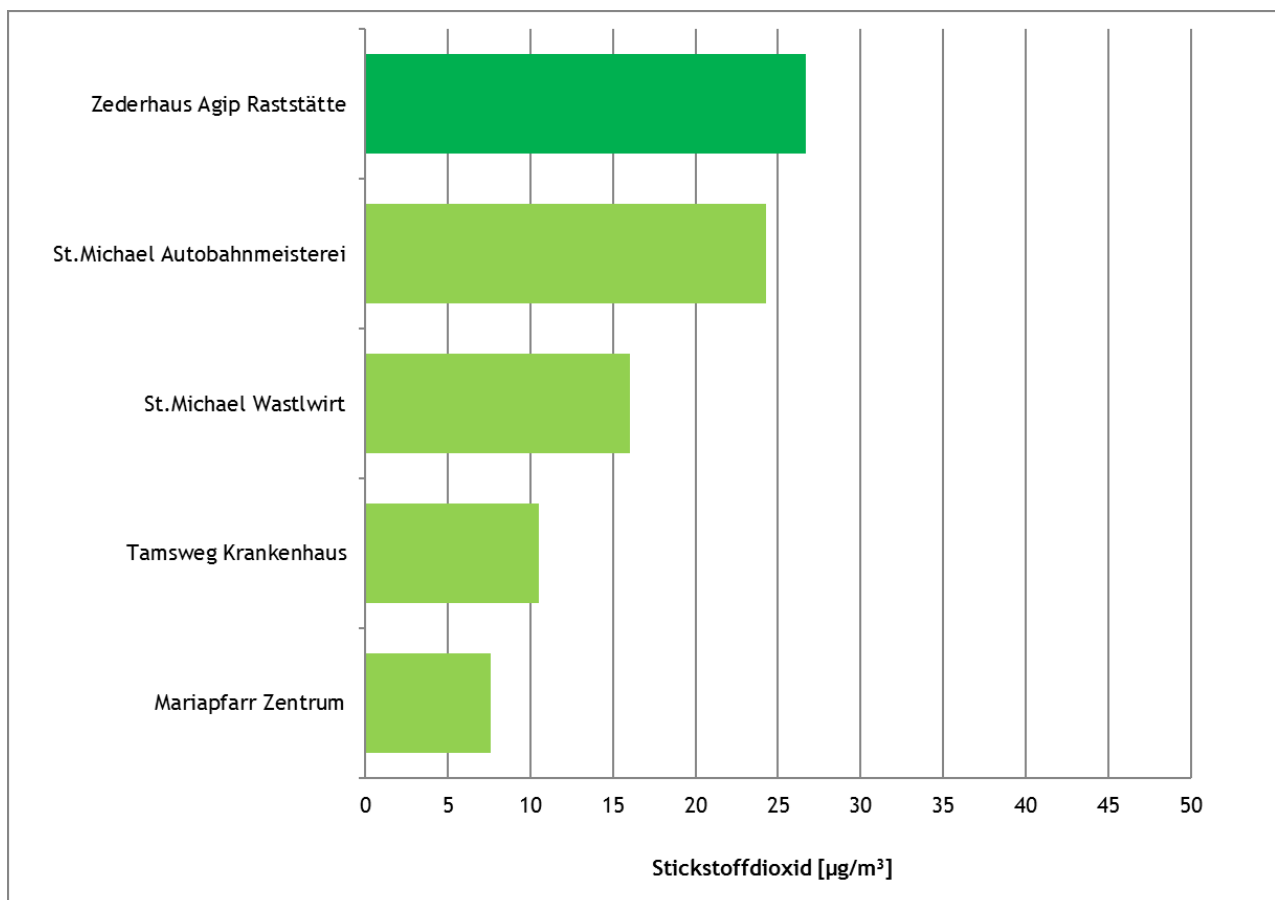


Abbildung 16: Ergebnisse Passivsammler Lungau

3.2.12 Lungau - Messtandorte

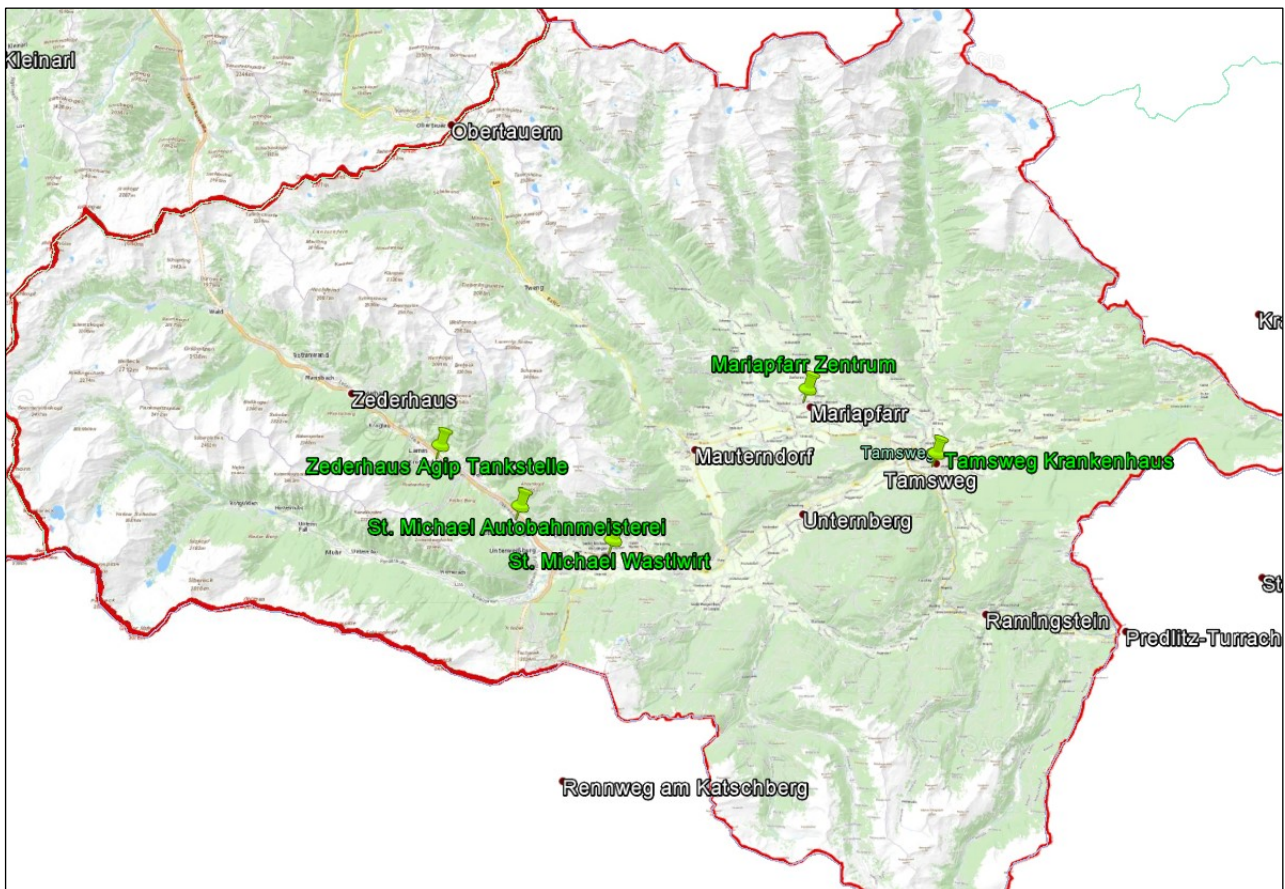


Abbildung 17: Messtandorte Passivsammler Lungau

3.3 Meteorologie

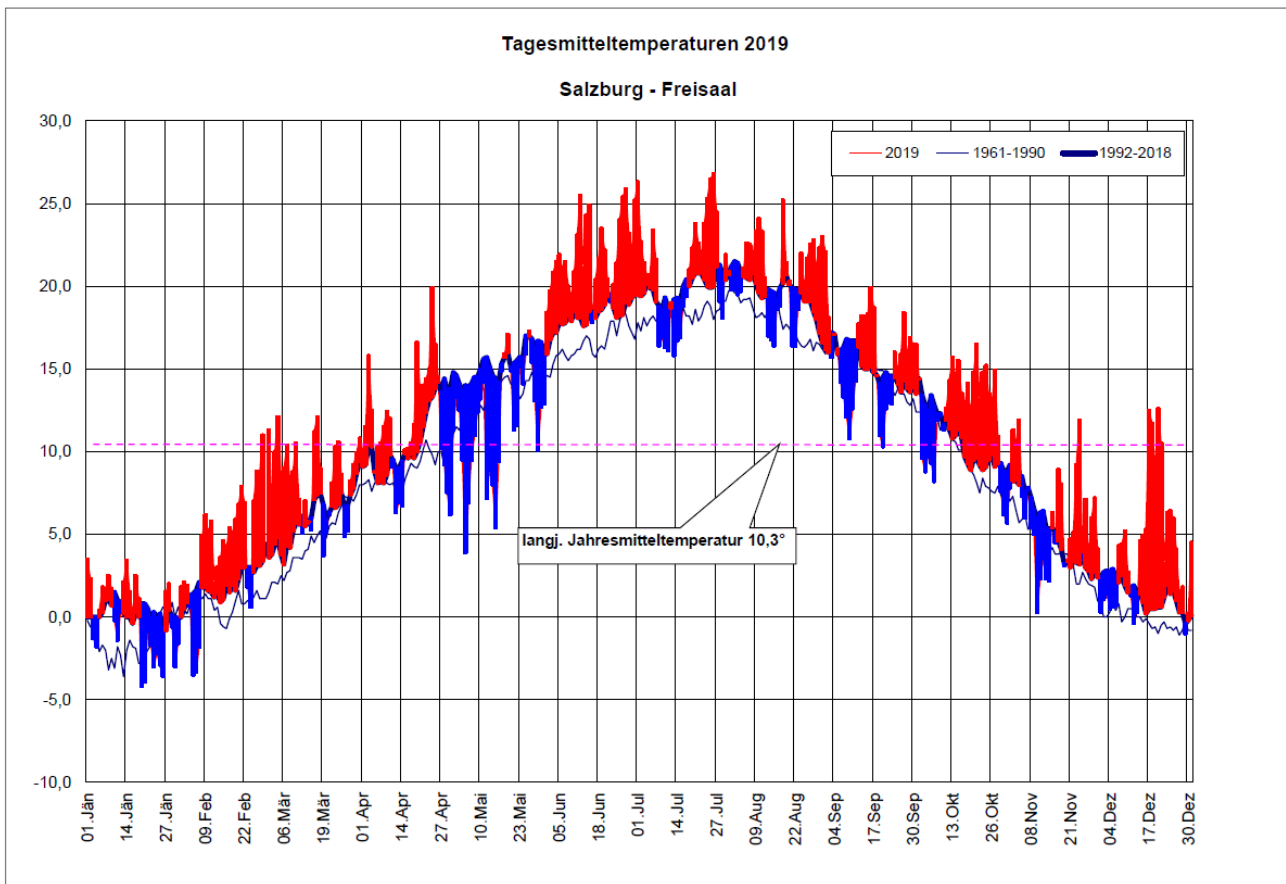


Abbildung 18: Temperaturverlauf 2019 im Vergleich zum langjährigen Mittel

Die Jahresmitteltemperaturen lagen an den Messstellen im Land Salzburg 2019 0,8 Grad bis 1,9 Grad über den langjährigen Klimawerten. Es war eines der wärmsten Jahre seit es Messungen gibt.

Fast in allen Monaten war es deutlich wärmer als im Klimamittel, wobei es im Juni die größten Abweichungen zum Klimamittel gab. Durchschnittliche Temperaturverhältnisse gab es im Jänner, unterdurchschnittliches Temperaturniveau gab es nur im Mai.

Die Niederschlagsmengen waren im Land unterschiedlich. Die relativ geringste Niederschlagsmenge wurde in Mattsee mit 90 % des langjährigen Durchschnitts gemessen, am relativ meisten Niederschlag gab es in St. Veit im Pongau mit 125 % des Klimamittels. Überdurchschnittlichen Niederschlag gab es im Jänner, Mai und November. Im ganzen Land zu trocken war es in den Monaten Juni und August.

Die Sonne schien in Summe ähnlich lange wie im langjährigen Vergleich. Die Spanne der relativen Sonnenscheindauer reicht von 89 % in Saalbach bis 111 % der Klimawerte in der Stadt Salzburg.

Vor allem im Februar und im Juni gab es im ganzen Land sehr viel Sonnenschein. Unterdurchschnittlichen Sonnenschein im ganzen Land wiesen die Monate Jänner, Mai und November auf.

Witterungsverlauf:

Der **Jänner** brachte winterliches Wetter mit unterschiedlichen Temperaturverhältnissen, viel Niederschlag und nur wenig Sonnenschein. Es gab verbreitet viel Neuschnee.

Der **Februar** verlief relativ mild und meist trocken, im Süden gab es überdurchschnittliche Niederschlagsmengen. Die Sonne schien im ganzen Land überdurchschnittlich lange.

Im **März** gab es durchwegs wechselhaftes und in Summe mildes Wetter mit Luft vom Atlantik. Durch die wechselhafte Witterung gab es meist frische Luft.

Der **April** war relativ mild und verbreitet trocken. Im Bereich der Tauern gab es überdurchschnittliche Niederschlagsmengen.

Der **Mai** war einer der kühlest und niederschlagsreichsten der Messgeschichte. Durch wechselhafte Witterung mit guter Luftdurchmischung gab es durchgehend unterdurchschnittliche Schadstoffkonzentrationen.

Der **Juni** war einer der wärmsten der Messgeschichte. Es gab überdurchschnittliche Sonnenscheindauer und unterdurchschnittlich Niederschlagsmengen.

Der **Juli** verlief wechselhaft mit 2 Hitzeperioden. In Summe war es überdurchschnittlich warm.

Der **August** brachte längere Perioden mit warmem, aber unbeständigem Sommerwetter. Die Sonnenscheindauer entsprach etwa dem Klimamittel.

Im **September** verlief die Witterung wechselhaft mit abwechselnd milder und kühler Luft. Die Sonnenscheindauer war unterschiedlich. Zu Beginn und zum Ende des Monats regnete es häufig, zur Monatsmitte gab es eine längere niederschlagsfreie Witterungsperiode.

Der **Oktober** brachte zu Beginn und zum Ende wechselhaftes Wetter mit kühler Luft und Niederschlag. Zur Monatsmitte gab es viel Sonnenschein und eine längere Periode mit milder Luft.

Im **November** gab es häufig Südströmungen und dadurch oft warmes Wetter. Zur Monatsmitte gab es von Süden her zum Teil ergiebigen Niederschlag.

Im **Dezember** gab es meist mildes Wetter mit Luft von Süden oder Westen. In den Niederungen lag nur selten Schnee. Durch oft föhniges Wetter schien die Sonne länger als im langjährigen Mittel.

4 Diskussion

4.1 Trend der Stickstoffdioxidkonzentrationen

In den letzten Jahren zeichnete sich, wie in *Abbildung 19* dargestellt, ein leicht sinkender Trend der Stickstoffdioxidkonzentrationen ab, der sich im Jahr 2018 deutlich verstärkt hat. Der Rückgang ist vor allem auf die verbesserte Motorentechnik von Dieselmotoren rückzuführen. Die Autoindustrie hat aus dem im Jahr 2015 publik gewordenen Dieselskandal gelernt und scheinen die neuesten Fahrzeuge über deutlich bessere Abgasreinigungen zu verfügen.

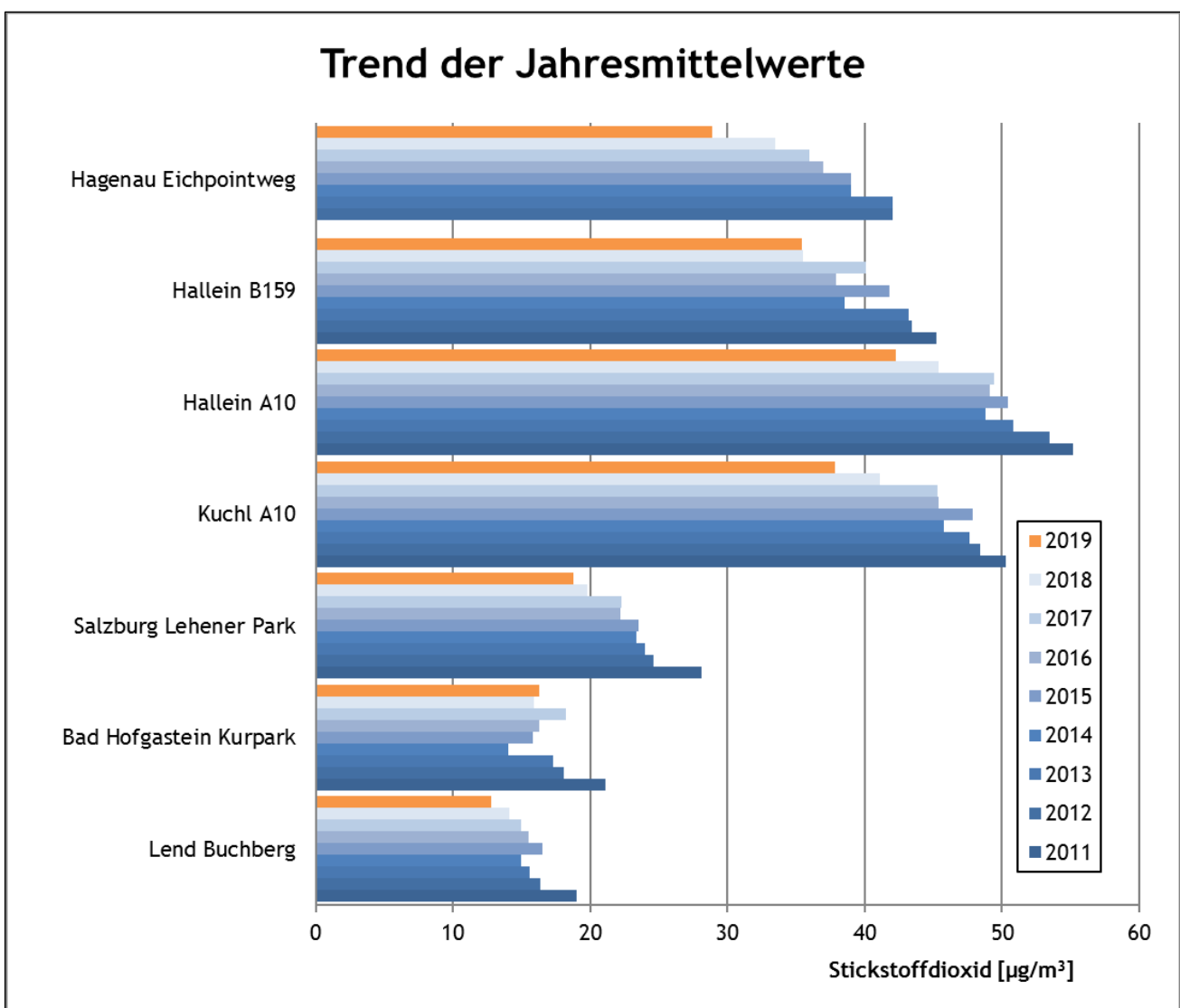


Abbildung 19: Trend der Jahresmittelwerte (2011 - 2019)

4.2 Jahreszeitlicher Verlauf der Stickstoffdioxidkonzentrationen

In *Abbildung 20* ist der jahreszeitliche Verlauf der Stickstoffdioxidkonzentrationen an drei verschiedenen Standorten für das Jahr 2019 dargestellt. Die Messstelle Werfenweng ist eine im Pongau gelegene Hintergrundmessstelle, die Messstelle Puch Bahnhof liegt an der Halleiner Landstraße. Diese beiden Messstellen weisen einen typischen jahreszeitlichen Verlauf der Stickstoffdioxidkonzentration auf. Während der Sommermonate liegt die NO₂-Belastung deutlich niedriger als während der Wintermonate, in denen ungünstigere meteorologische Bedingungen (Inversionen, geringe Windgeschwindigkeiten) herrschen.

Weiters ist der NO₂-Verlauf der autobahnnahen Messstelle A10 Hallein dargestellt. Man erkennt, dass an der A10 der Rückgang während der Sommermonate (zur Hauptreisezeit gibt es sogar einen Anstieg) weniger stark ausgeprägt ist als an den anderen beiden Messstellen. Dies ist vor allem auf den Urlauberreiseverkehr während der Sommermonate auf der Tauernautobahn rückzuführen.

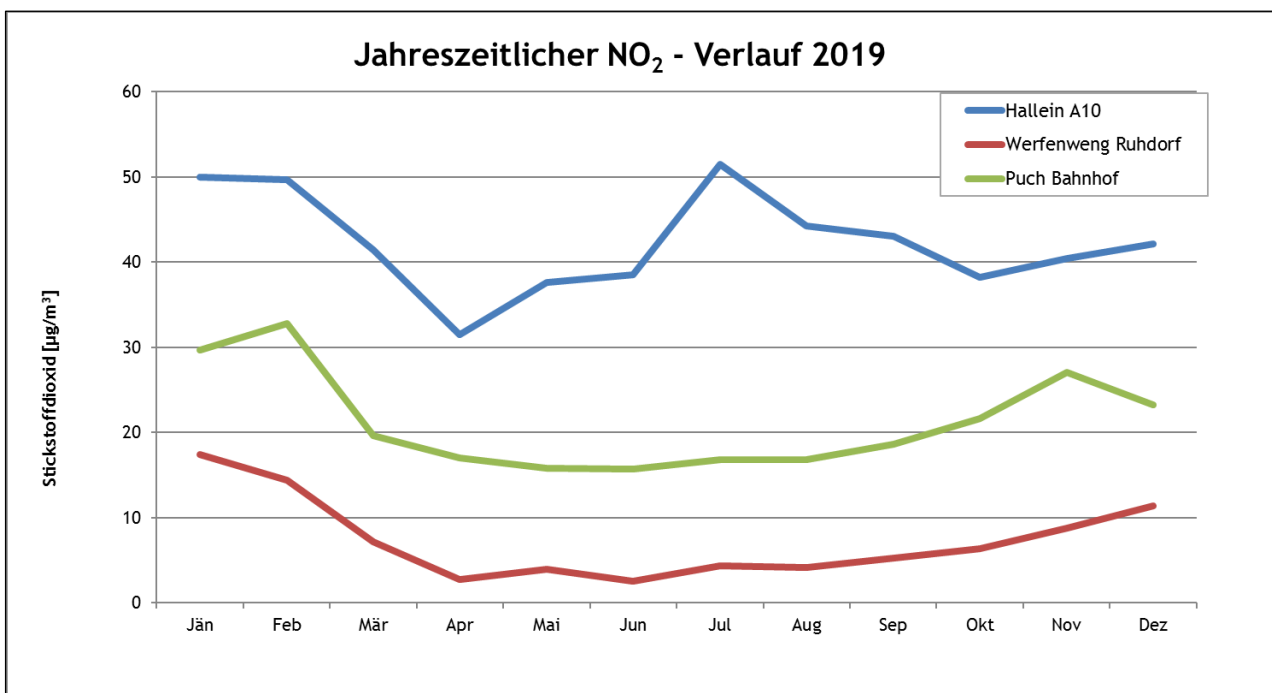


Abbildung 20: Jahreszeitlicher NO₂-Verlauf