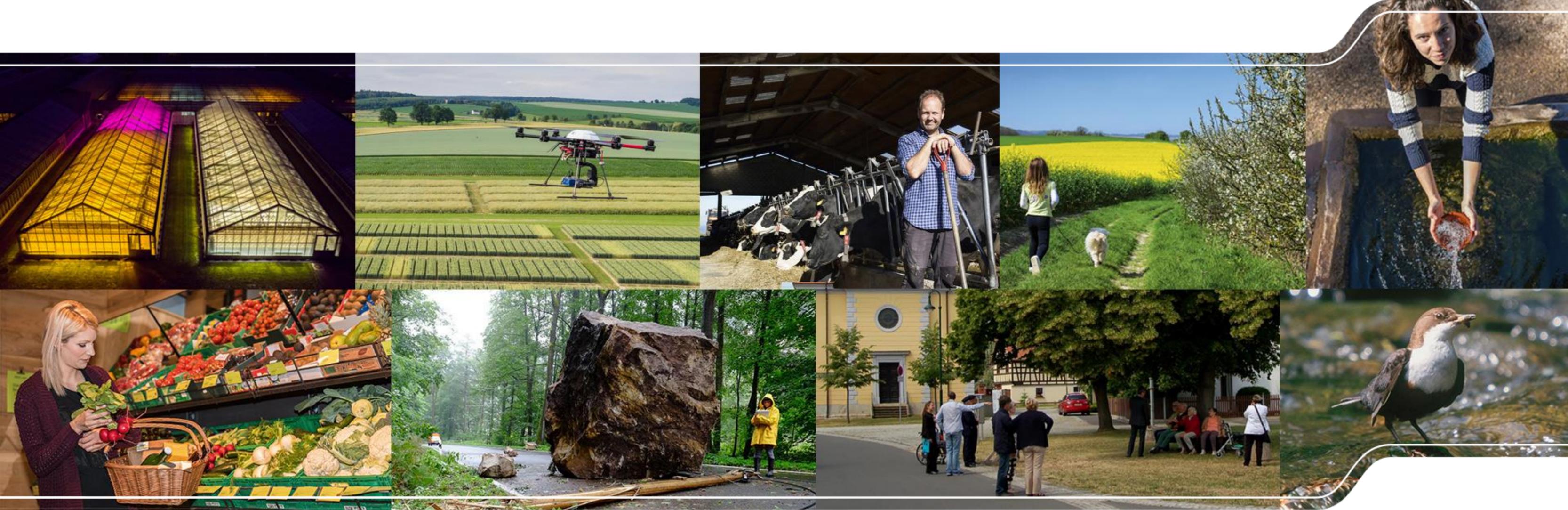


Einfluss der Lockdowns auf die Stickoxidbelastung

Eine Auswertung mit zwei unterschiedlichen Verfahren für Sachsen



Einfluss der Lockdowns auf die Stickoxidbelastung

Motivation, Vorgehensweise und Ziel

- Nach dem ersten Lockdown wurden in Presse, Funk und Fernsehen behauptet, dass die Stickoxidkonzentrationen nicht vom Verkehr abhängen, weil sie in dem Maße gesunken waren, wie es nach dem Rückgang des Verkehrs zu erwarten gewesen wäre
- Ursache waren schlechtere meteorologische Bedingungen während des Lockdowns im Vergleich zum Zeitraum davor
- Deshalb war eine objektive, quantitative Abschätzung des Rückgangs Immissionen von großen Interesse
- Trotz des unbestreitbaren Einflusses der Meteorologie auf die Konzentrationen sind die Korrelationen der Stickoxidkonzentration zu den einzelnen meteorologischen Größen nur schwach. Außerdem gibt es noch andere Einflussgrößen außer dem Verkehr, wie die Ozonkonzentrationen, den Hausbrand usw.
- Ziel war es, durch Eliminierung bekannter Einflussgrößen die ohne Lockdown zu erwartenden Immissionen zu berechnen und durch einen Vergleich mit den tatsächlich gemessenen zu bilanzieren
- Verwendet wurden dafür zwei sehr unterschiedliche Methoden, die hier zwar gegenübergestellt aber nicht wertend verglichen werden können, da die verwendeten Daten unterschiedlich sowohl bezüglich des Zeitraums als auch der verwendeten Komponenten sind
- Die Ergebnisse sind nicht nur für die Quantifizierung des Rückgangs der Immissionen in den letzten beiden Jahren von Interesse sondern auch für zukünftige Trendaussagen notwendig

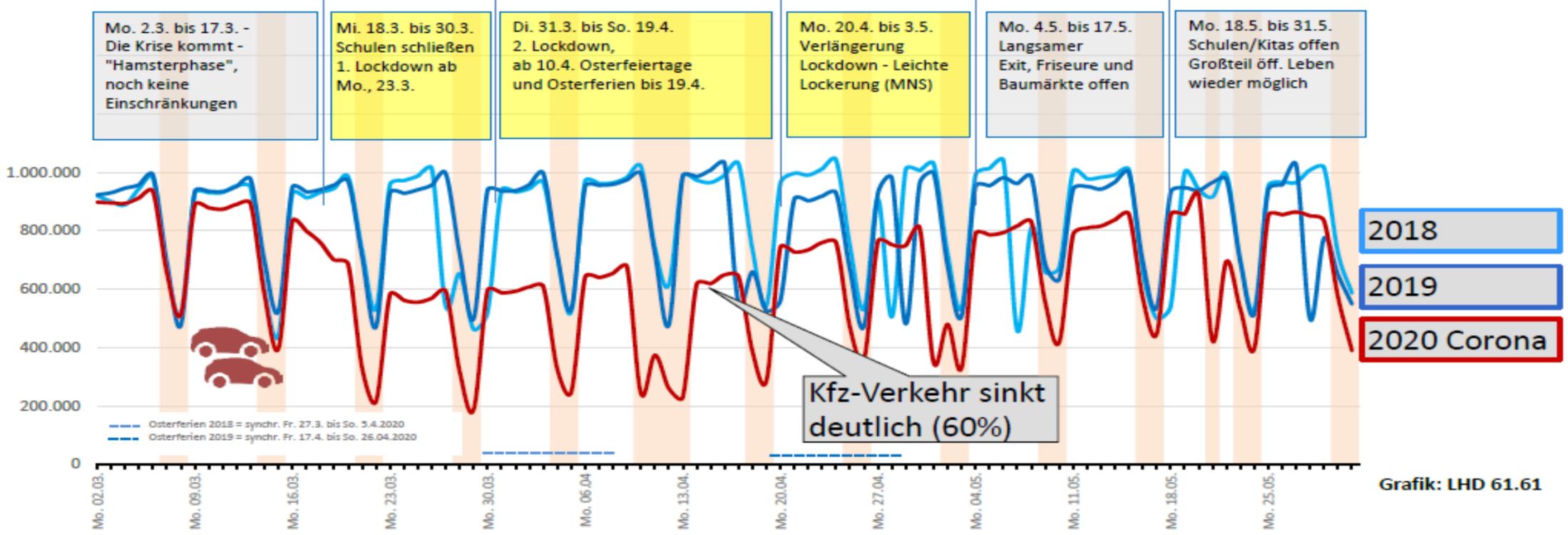
Einfluss der Lockdowns auf die Stickoxidbelastung

(Quelle: Analyse von Verkehrszähldaten im Zuge des COVID-19 Lockdowns März bis Mai 2020; Pressekonferenz 23. Juli 2020, 10 Uhr)

Kfz-Verkehr im Lockdown im Vergleich zu 2018/19

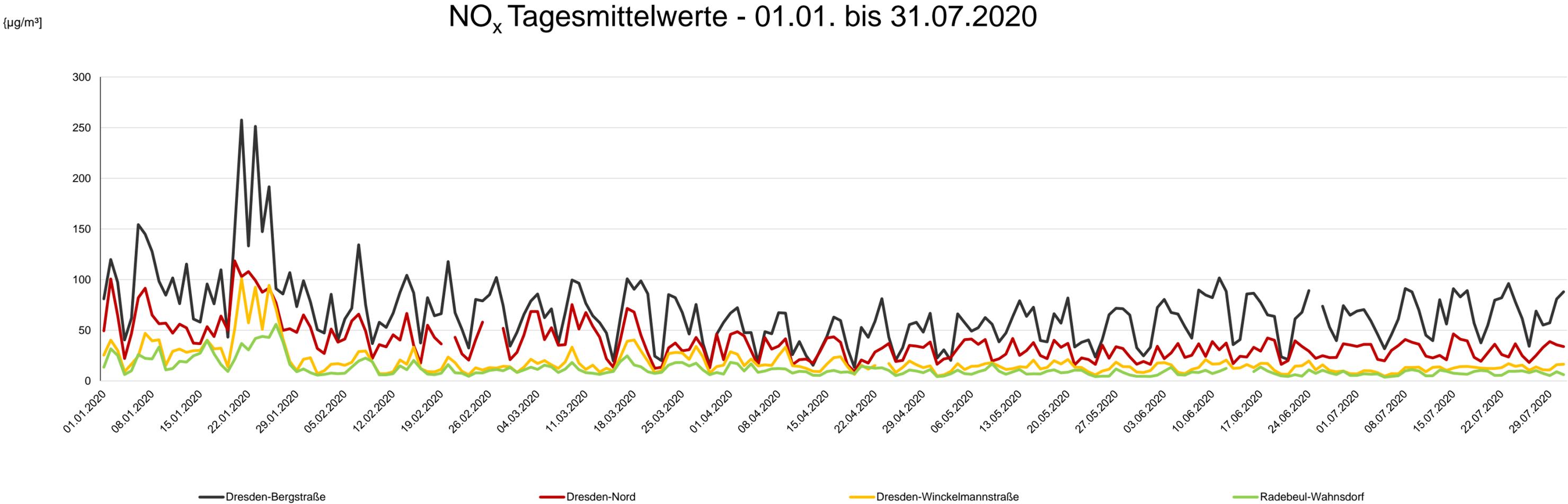
Verkehrsanalysen Coronaphase Dresden - Kfz-Verkehr
Auswertung Pegelzählstellen: Summe 41 PZS Kfz nach Jahren, Einzeltageswerte, 2.3. bis 31.5.2020
Vergleich der Tagessummen der Jahre 2018, 2019 und 2020

Quelle/Methodik: Daten PZS des STA, Auswertung SPA/61.61



Einfluss der Lockdowns auf die Stickoxidbelastung

NO_x-Tagesmittelwerte 2020 der Dresdner Messstellen

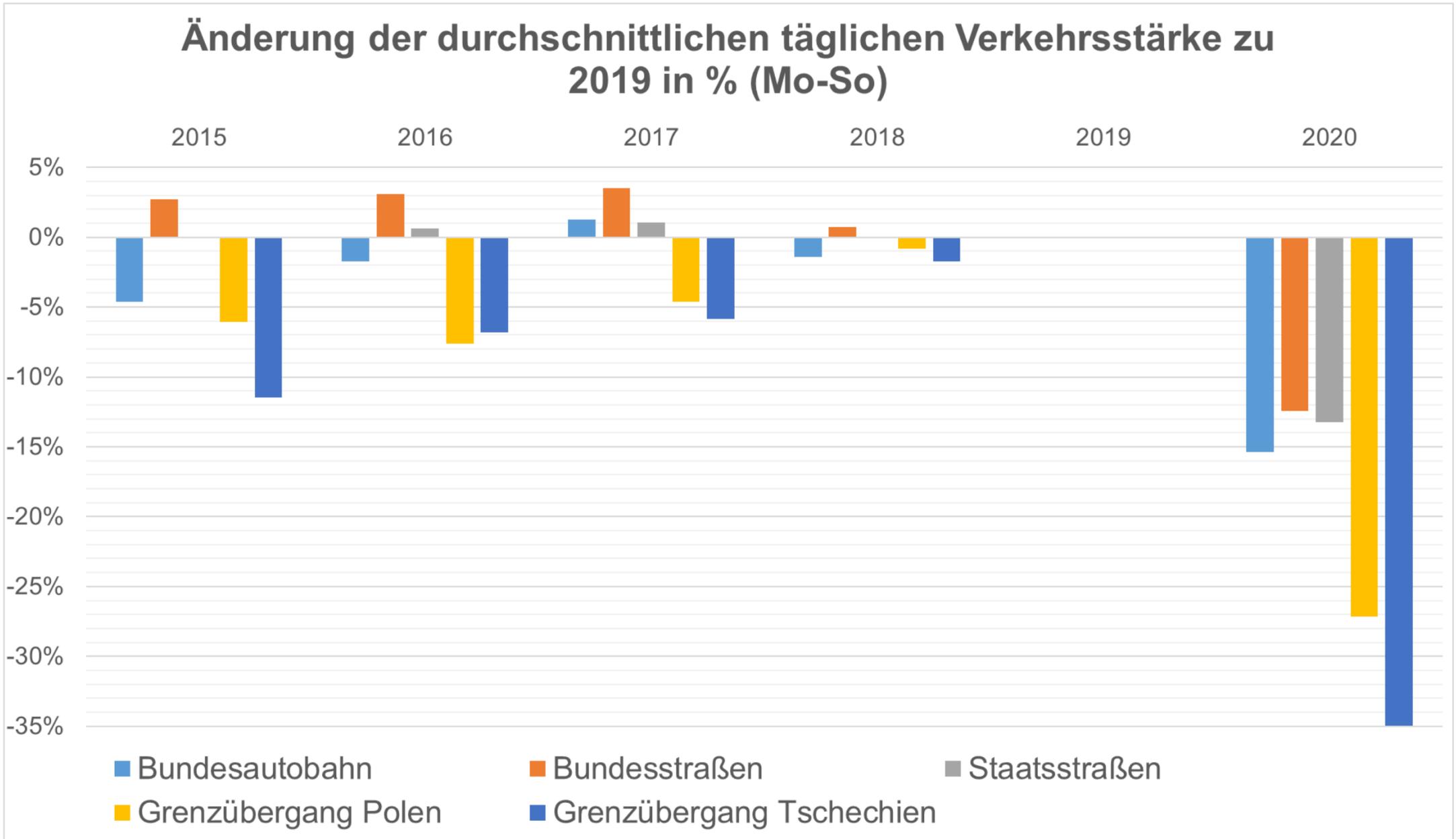


Einfluss der Lockdowns auf die Stickoxidbelastung

Motivation, Vorgehensweise und Ziel

- Nach dem ersten Lockdown wurden in Presse, Funk und Fernsehen behauptet, dass die Stickoxidkonzentrationen nicht vom Verkehr abhängen, weil sie in dem Maße gesunken waren, wie es nach dem Rückgang des Verkehrs zu erwarten gewesen wäre
- Ursache waren schlechtere meteorologische Bedingungen während des Lockdowns im Vergleich zum Zeitraum davor
- Deshalb war eine objektive, quantitative Abschätzung des Rückgangs Immissionen von großen Interesse
- Trotz des unbestreitbaren Einflusses der Meteorologie auf die Konzentrationen sind die Korrelationen der Stickoxidkonzentration zu den einzelnen meteorologischen Größen nur schwach. Außerdem gibt es noch andere Einflussgrößen außer dem Verkehr, wie die Ozonkonzentrationen, den Hausbrand usw.
- Ziel war es, durch Eliminierung bekannter Einflussgrößen die ohne Lockdown zu erwartenden Immissionen zu berechnen und durch einen Vergleich mit den tatsächlich gemessenen zu bilanzieren
- Verwendet wurden dafür zwei sehr unterschiedliche Methoden, die hier zwar gegenübergestellt aber nicht wertend verglichen werden können, da die verwendeten Daten unterschiedlich sowohl bezüglich des Zeitraums als auch der verwendeten Komponenten sind
- Die Ergebnisse sind nicht nur für die Quantifizierung des Rückgangs der Immissionen in den letzten beiden Jahren von Interesse sondern auch für zukünftige Trendaussagen notwendig

Auswertung Zählstellen in Sachsen



Einfluss der Lockdowns auf die Stickoxidbelastung

1. Methode

Die Auswertung erfolgte in Anlehnung an die Veröffentlichung „Reduktion von Stickoxiden in deutschen Städten nach Corona-Lockdown – Materialien, Methoden und Analysen zum GAW Brief 76 des DWD“ von [C. Plaß-Dülmer und Stefan Gilge, DWD, U.Dauert, S. Kessinger und A. Minkos, UBA] vom **13.07.2020**.

- Der Untersuchungszeitraum ist vom 01.01.2015 bis 31.06.2021 für die Großstädte und den Hintergrund in Sachsen
- Verwendet wurden die Tagesmittelwerte der Stickoxide (NO_x und NO₂) und als meteorologische Parameter die Windgeschwindigkeiten und Temperaturen, sowie die Ozonkonzentrationen wenn vorhanden
- Die Berechnung erfolgte mit einem exponentieller Ansatz entsprechend der Veröffentlichung:
 - $NO_x = A * \exp(-B * \text{Windgeschwindigkeit}) * \exp(-C * \text{Temperatur}) * (1 - D * \text{Zeit})$
 - $NO_2 = A * \exp(-B * \text{Windgeschwindigkeit}) * \exp(-C * \text{Temperatur}) * (1 - D * \text{Zeit}) * (1 + E * O_3)$
- Bestimmung der Koeffizienten mittels Excel – Solver. Trainingszeitraum ist dabei 01.01.2015 bis 20.03.2020, nur für Werkzeuge
- Das Ergebnis ist abhängig von der Wahl der Startwerte, der Zielfunktion, der Nebenbedingungen und dem Abbruchkriterium

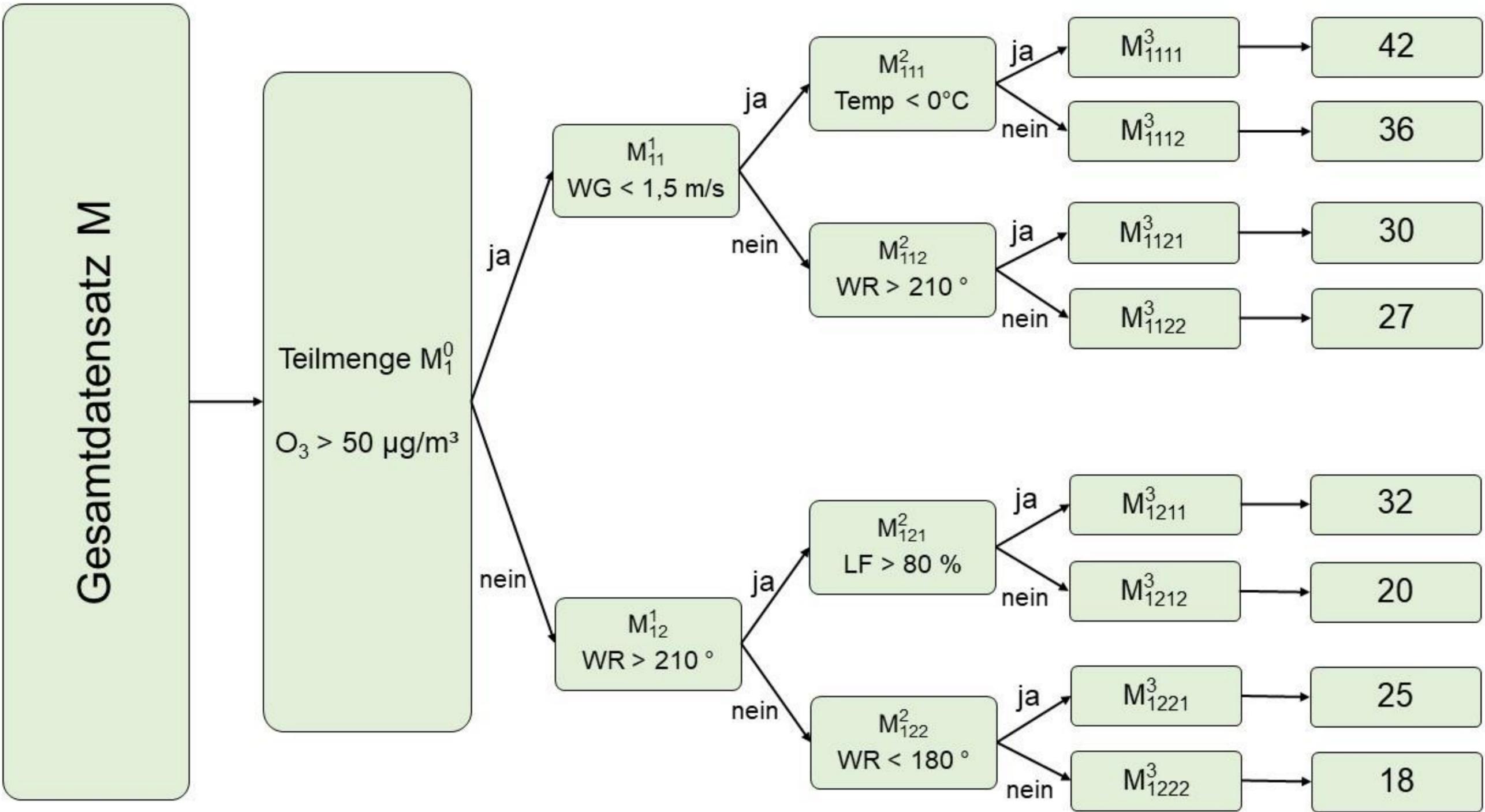
Einfluss der Lockdowns auf die Stickoxidbelastung

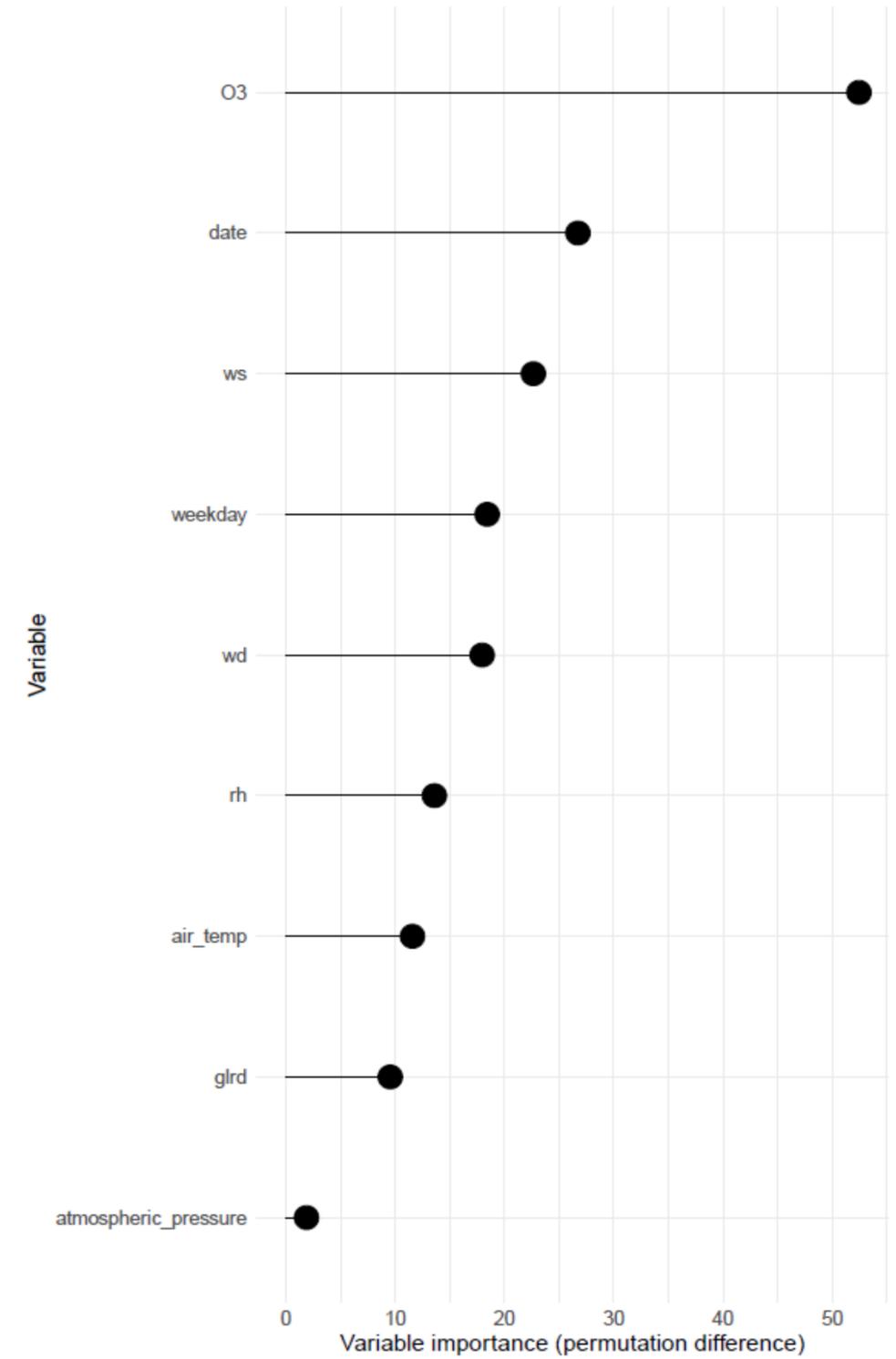
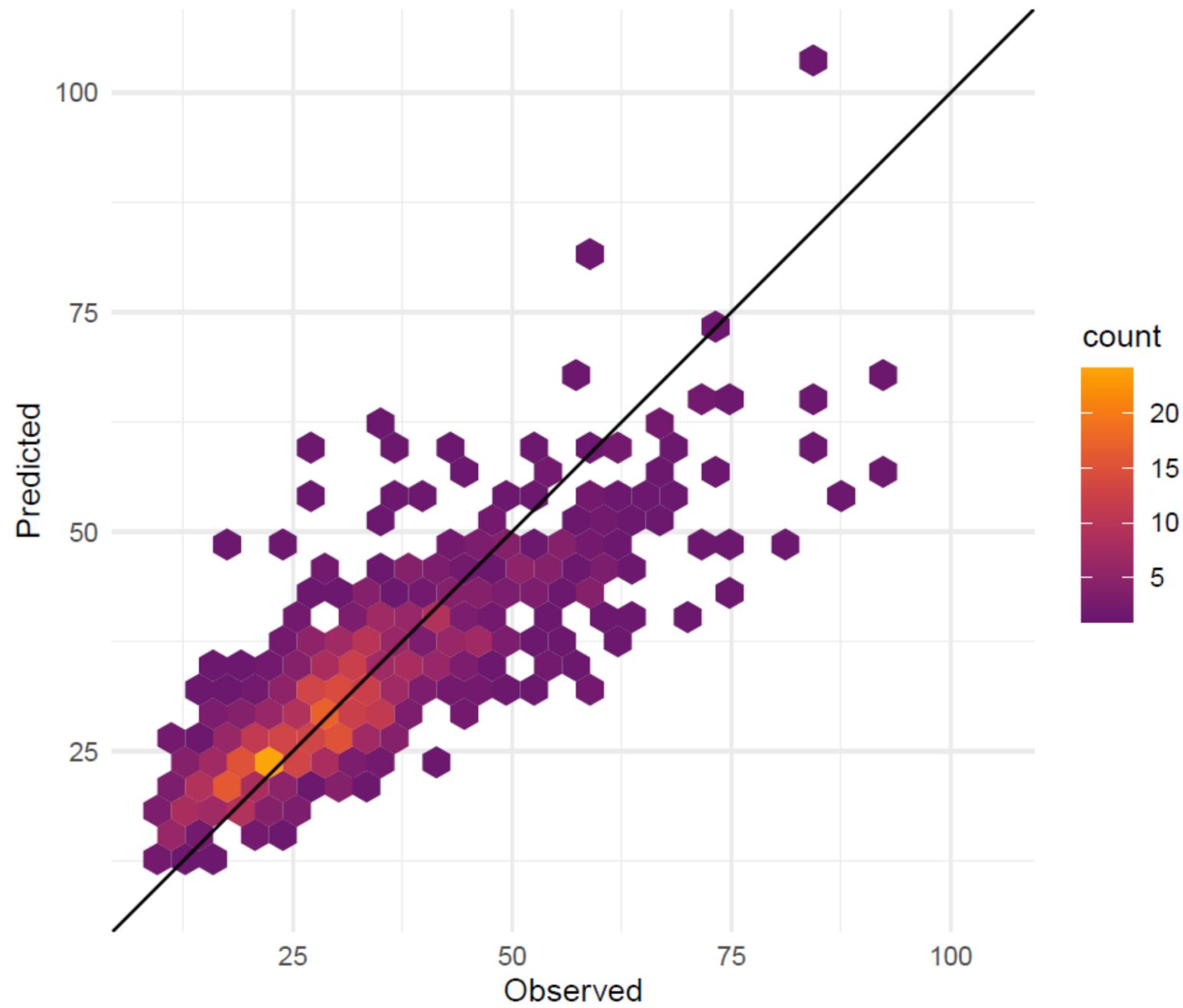
2. Methode

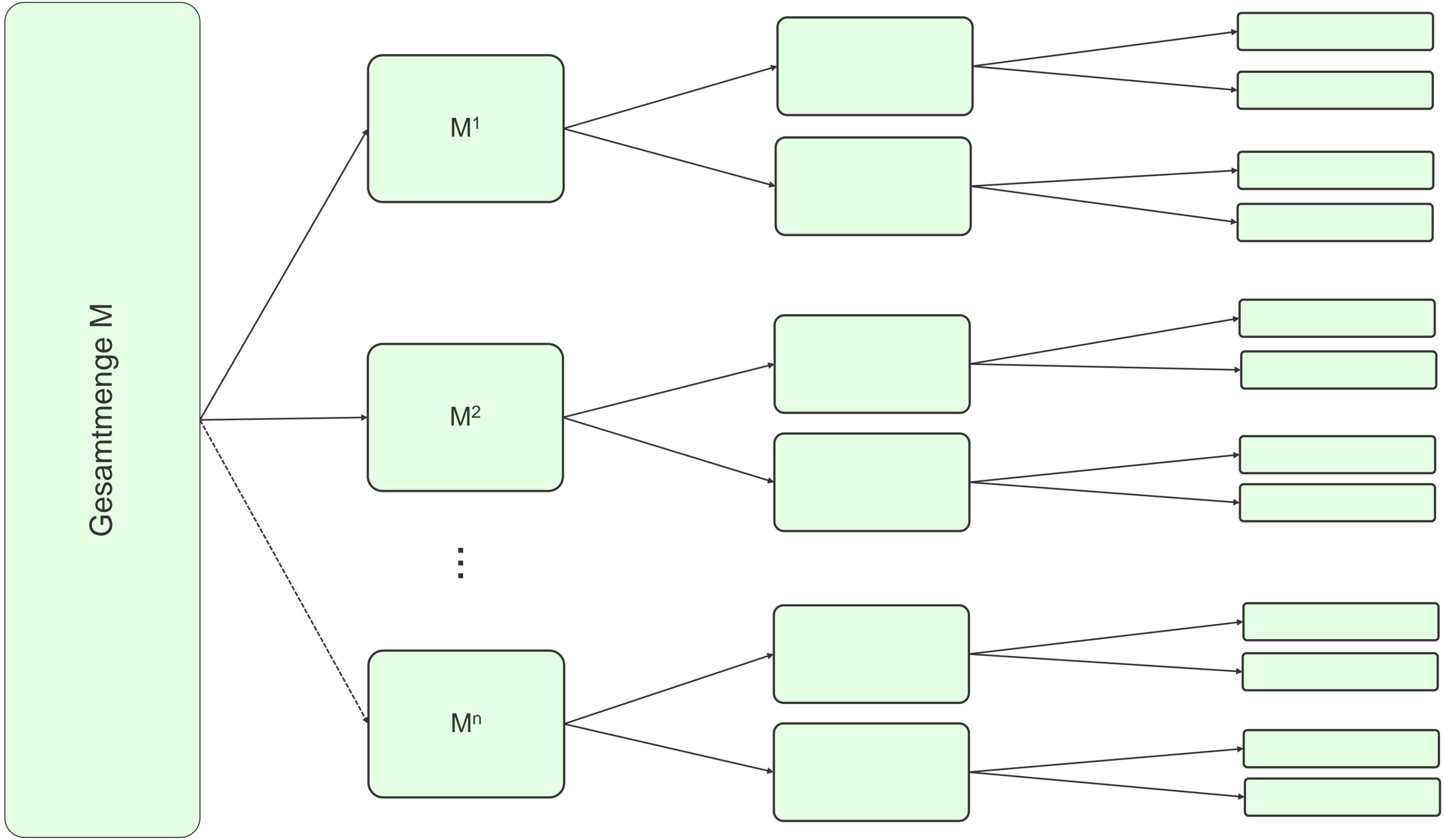
Die Auswertung basiert auf dem R-Paket `rmweather` von Stuart K. Grange (2018)

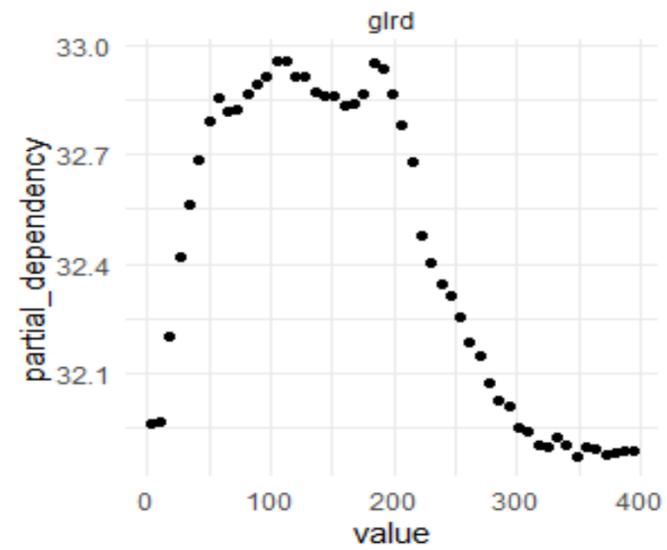
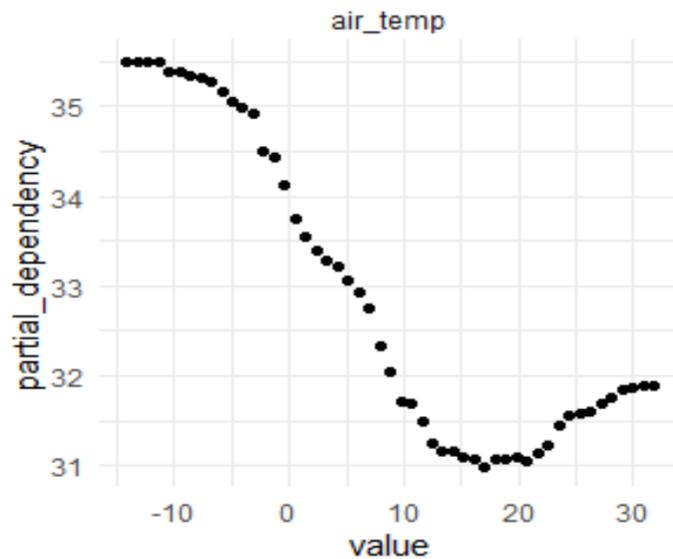
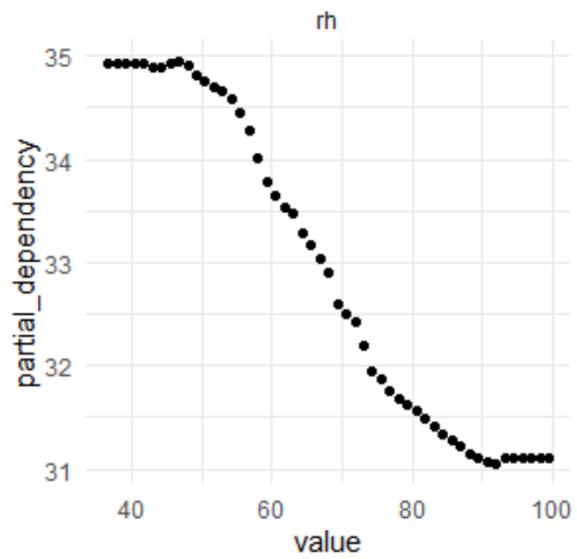
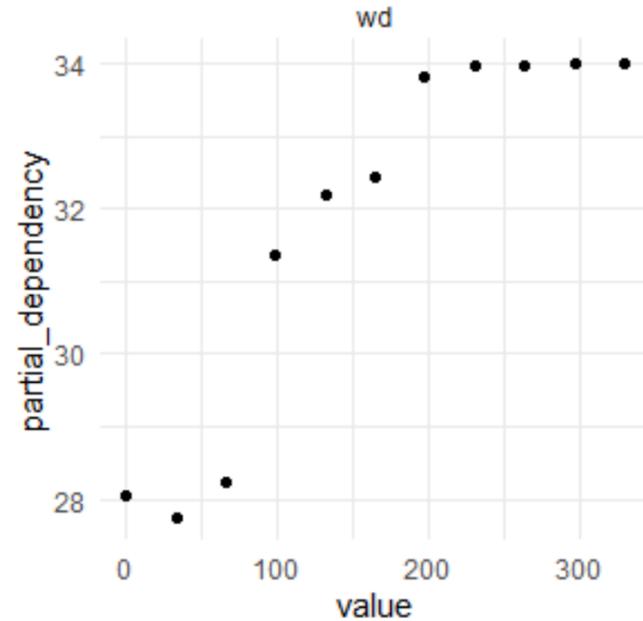
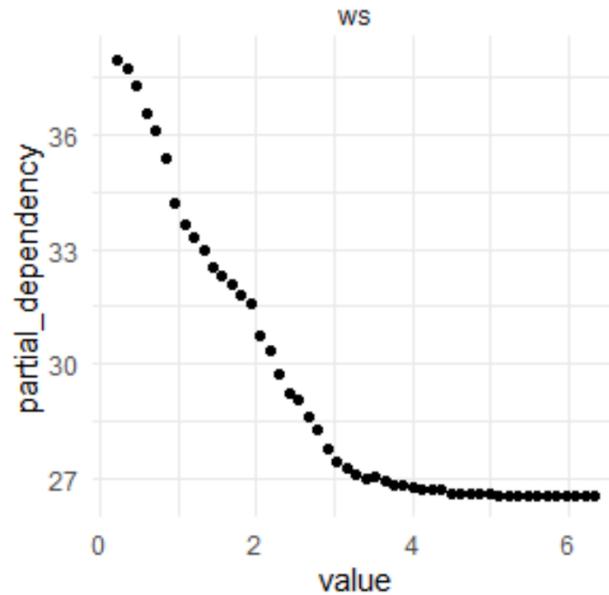
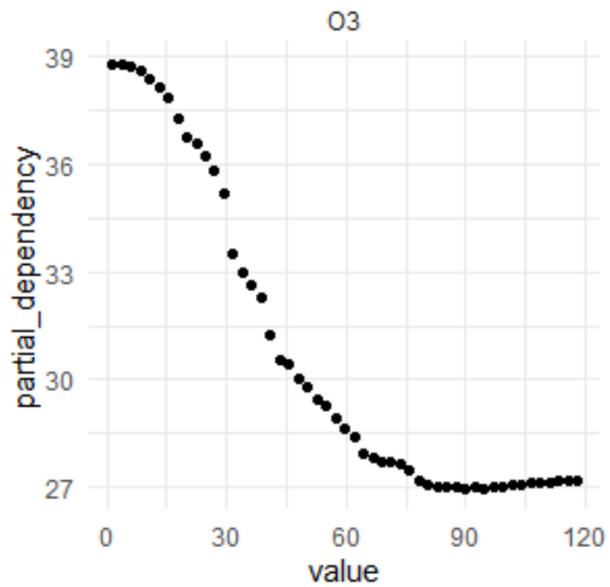
URL: <https://github.com/skgrange/rmweather>

- Der Untersuchungszeitraum ist vom 01.01.2011 bis 31.06.2021 für die Großstädte, einige Kleinstädte und den Hintergrund in Sachsen
- Verwendet wurden (wenn vorhanden) die Tagesmittelwerte der Stickoxide (NO_x und NO₂), Ozonkonzentrationen, als meteorologische Parameter die Windgeschwindigkeit und –richtung, Temperatur, Luftfeuchte, Luftdruck und Globalstrahlung
- Berechnungsmodell ist ein random forest Modell
- Bestimmung der Regression mit `rmweather`. Trainingszeitraum ist dabei 01.01.2011 bis 20.03.2020 für alle Tage
- Ergebnis ist abhängig von Kombination und Anzahl der verwendeten Komponenten, Tiefe der Berechnung, ...

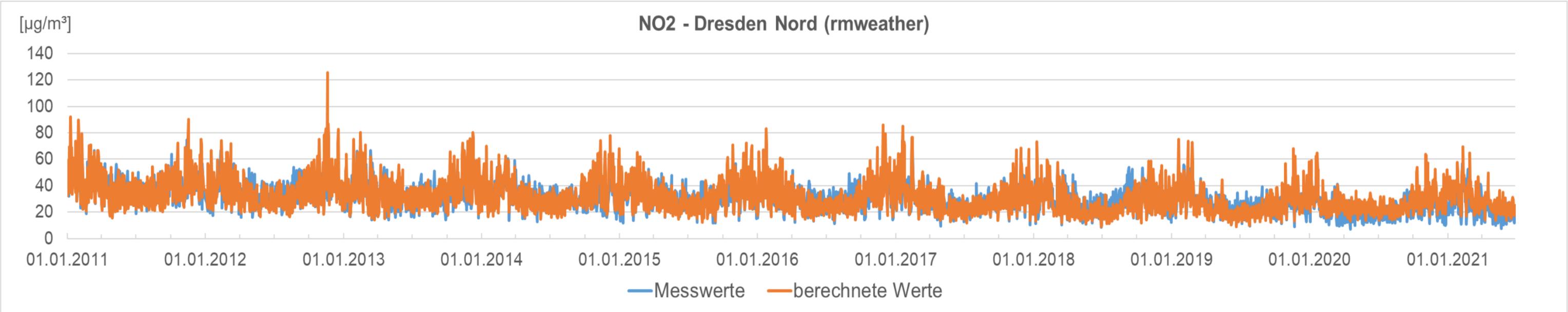
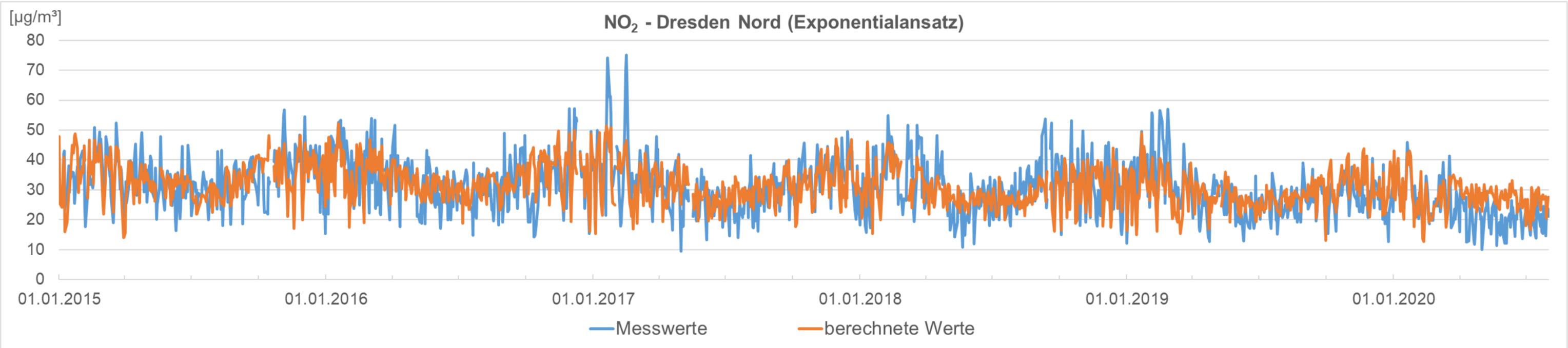




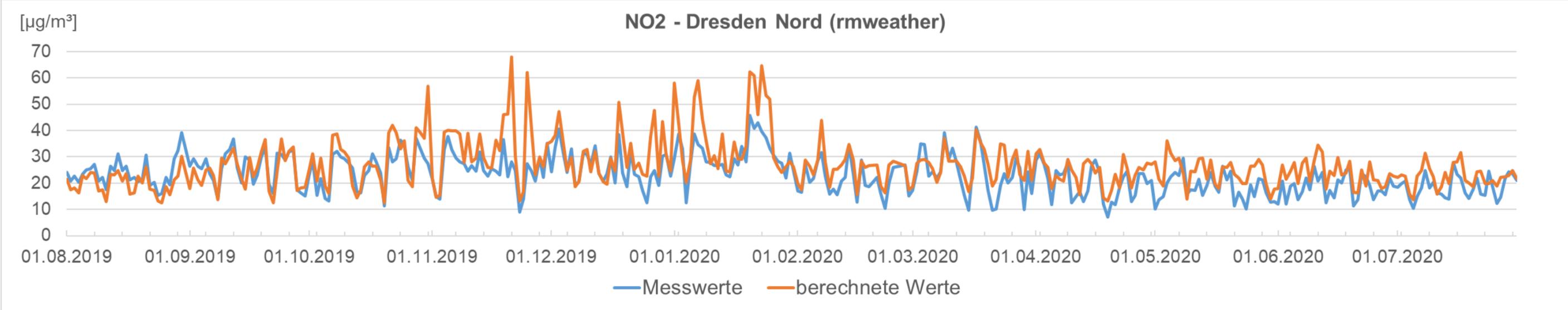
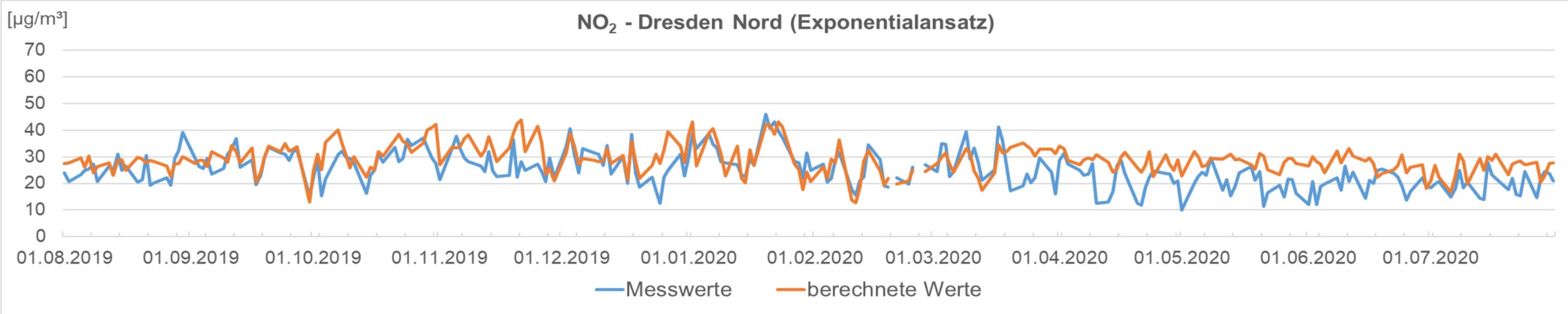




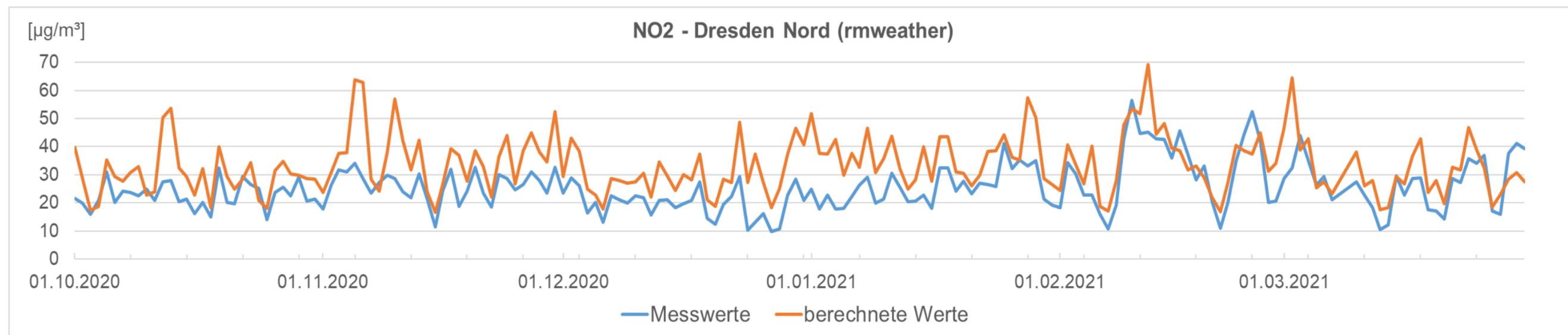
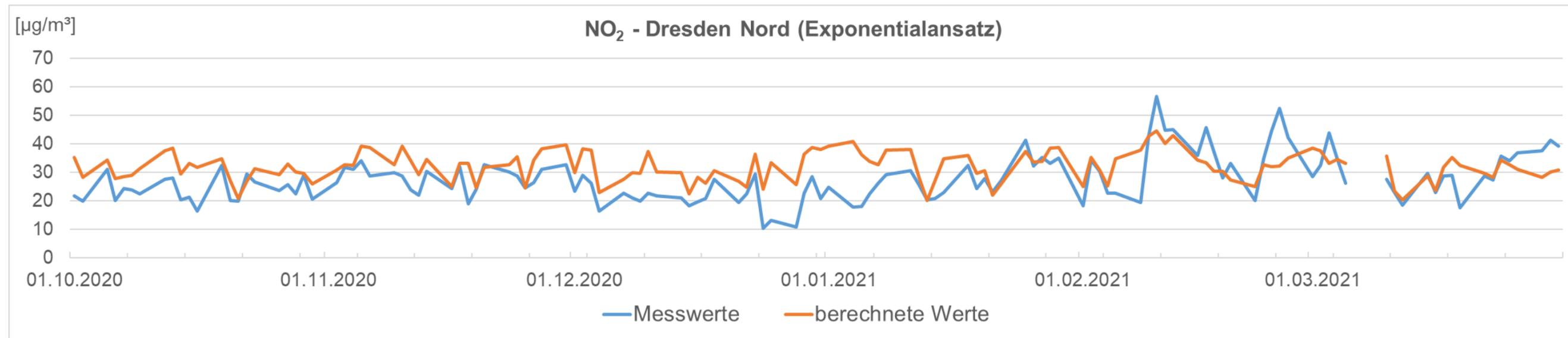
Vergleich der NO₂-Messwerte mit den berechneten Tagesmittelwerten an der Messstelle Dresden Nord



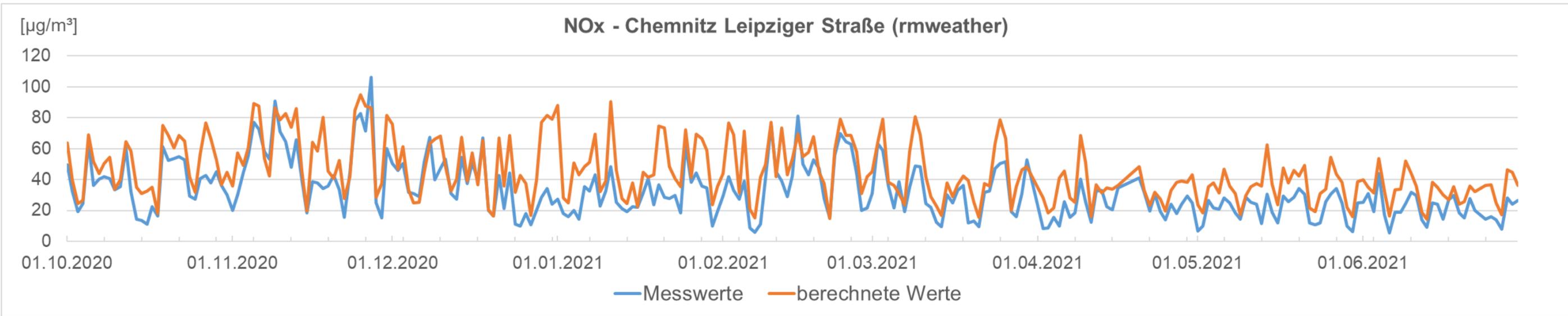
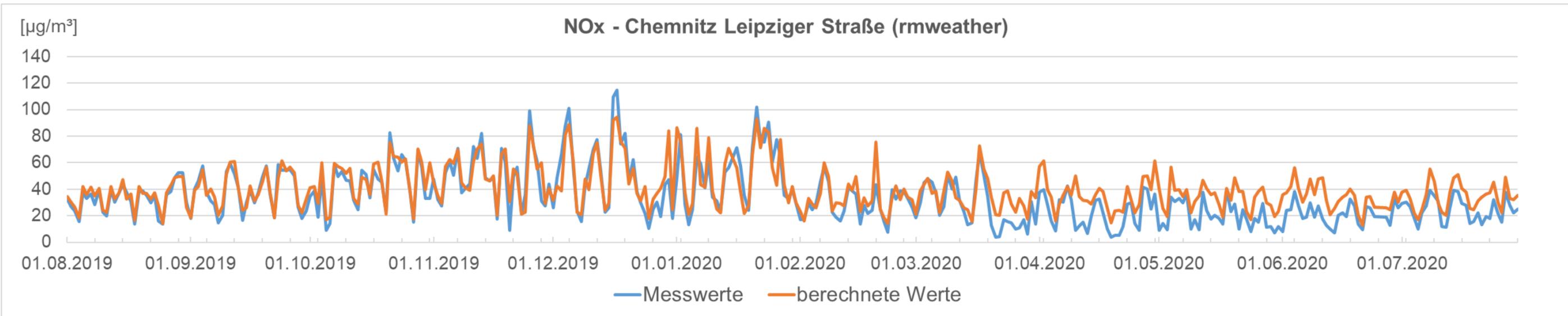
Vergleich der NO₂-Messwerte mit den berechneten Tagesmittelwerten an der Messstelle Dresden Nord



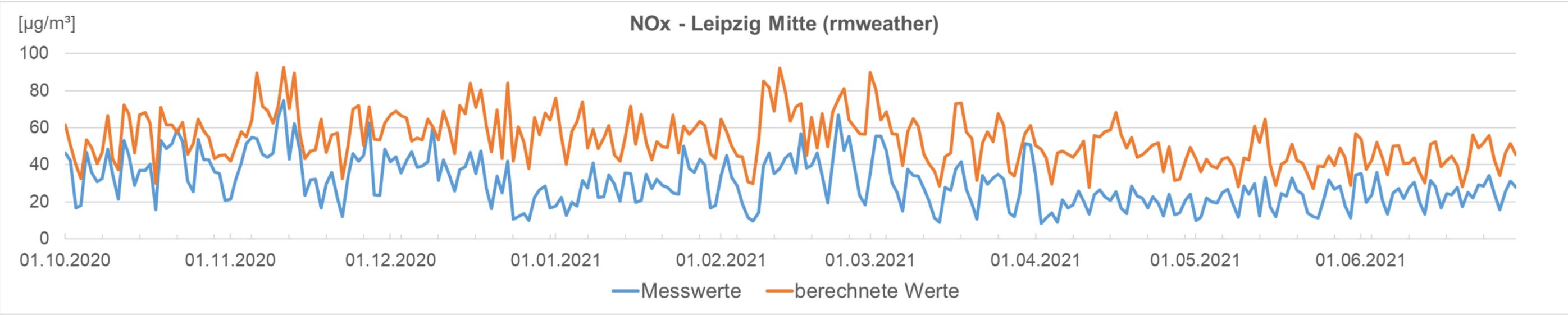
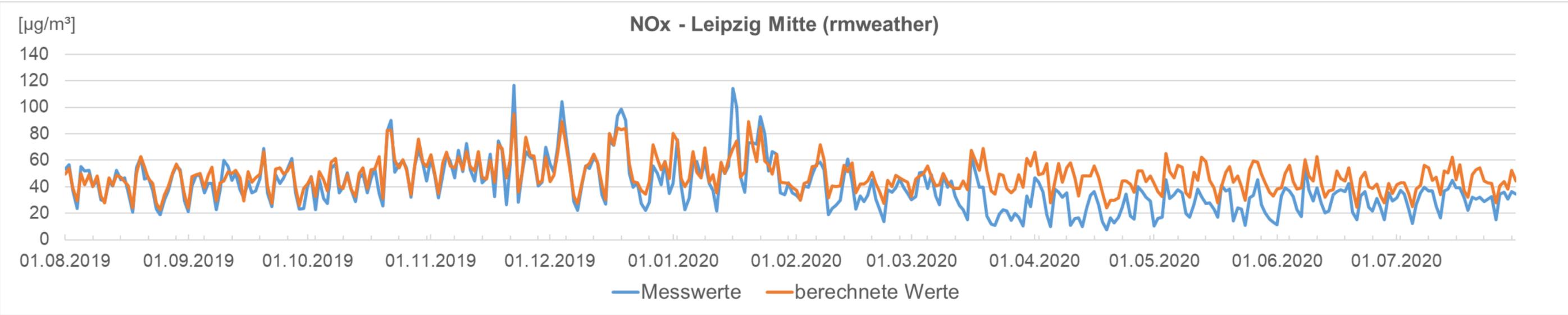
Vergleich der NO₂-Messwerte mit den berechneten Tagesmittelwerten an der Messstelle Dresden Nord



Vergleich der NO_x-Messwerte mit den berechneten Tagesmittelwerten vor und während der Lockdowns an der Messstelle Chemnitz Leipziger Straße



Vergleich der NO_x-Messwerte mit den berechneten Tagesmittelwerten vor und während der Lockdowns an der Messstelle Leipzig



Vergleich der Stickoxid-Messwerte mit den berechneten Werten zu verschiedenen Zeiträumen an den Messstellen der Großstädte mit hohem Verkehrsaufkommen (Teil 1 – Exponentialansatz)

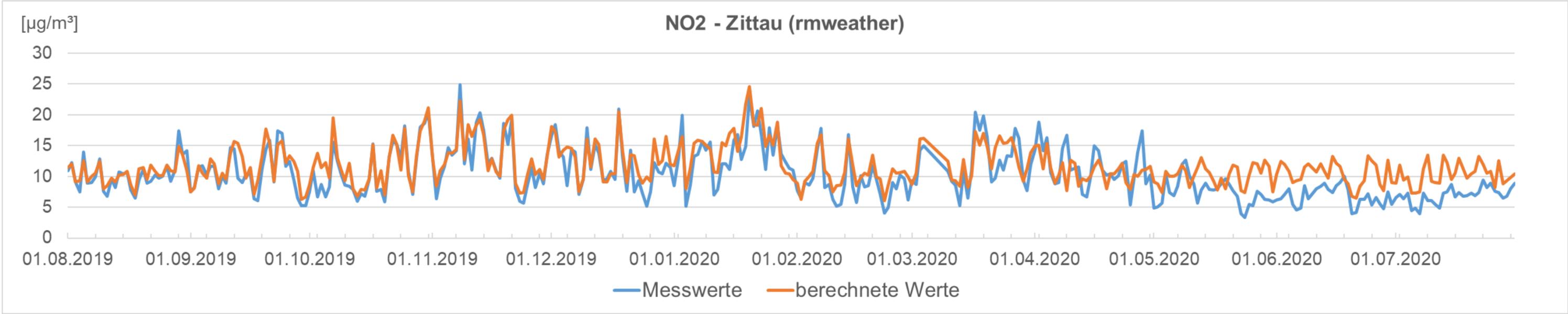
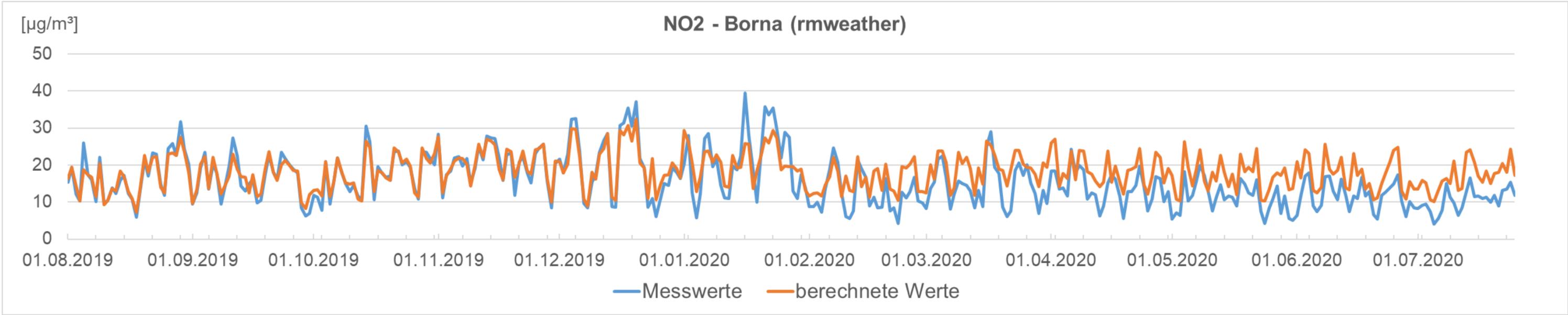
	Dresden Bergstr.						Dresden Nord					
	NO _x (MW)	NO _x (Fit)		NO ₂ (MW)	NO ₂ (Fit)		NO _x (MW)	NO _x (Fit)		NO ₂ (MW)	NO ₂ (Fit)	
03.02.20 - 22.03.20	79.4	80.7	98%	28.2	30.7	92%	50.8	50.8	100%	26.3	25.8	102%
23.03.20 - 19.04.20	55.6	89.9	62%	25.7	33.5	77%	35.1	56.4	62%	22.6	30.2	75%
20.04.20 - 17.05.20	57.3	90.2	64%	25.0	35.3	71%	32.3	49.4	65%	21.7	27.9	78%
23.03.20 - 31.05.20	57.0	90.3	63%	25.1	34.9	72%	33.2	51.7	64%	21.2	28.9	73%
01.08.20 - 30.11.20	106.8	106.3	101%	34.0	38.5	88%	61.6	59.8	103%	28.2	33.2	85%
14.12.20 - 29.01.21	71.3	97.2	73%	27.2	35.3	77%	45.2	60.3	75%	24.4	31.9	77%
01.02.21 - 28.02.21	65.1	100.3	65%	39.2	36.1	109%	47.4	63.6	75%	35.5	33.6	106%
22.03.20 - 21.03.21	81.3	94.8	86%	31.5	36.8	86%	43.4	52.0	83%	24.6	29.7	83%
01.01.20 - 31.12.20	83.4	93.7	89%	31.2	36.5	85%	43.6	50.7	86%	23.9	28.9	83%

Vergleich der Stickoxid-Messwerte mit den berechneten Werten zu verschiedenen Zeiträumen an den Messstellen der Großstädte mit hohem Verkehrsaufkommen (Teil 2 – rmweather)

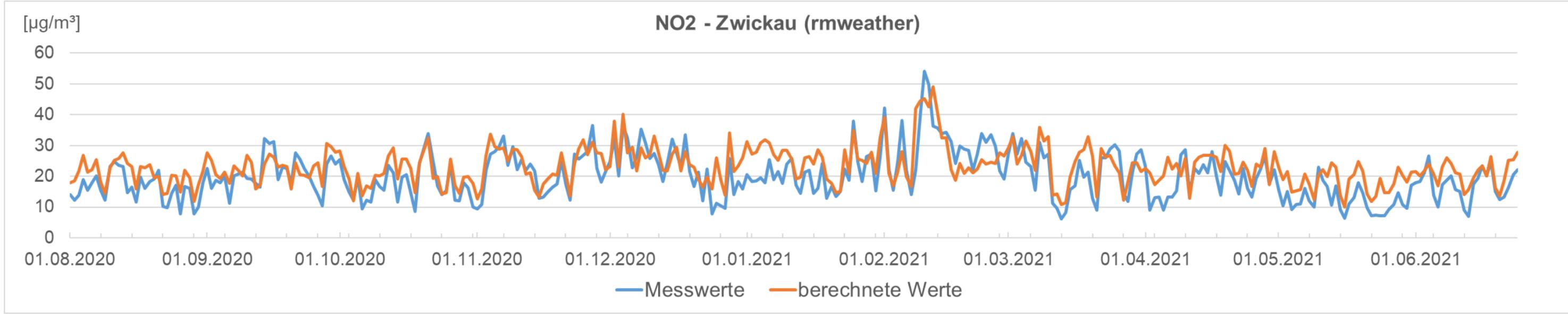
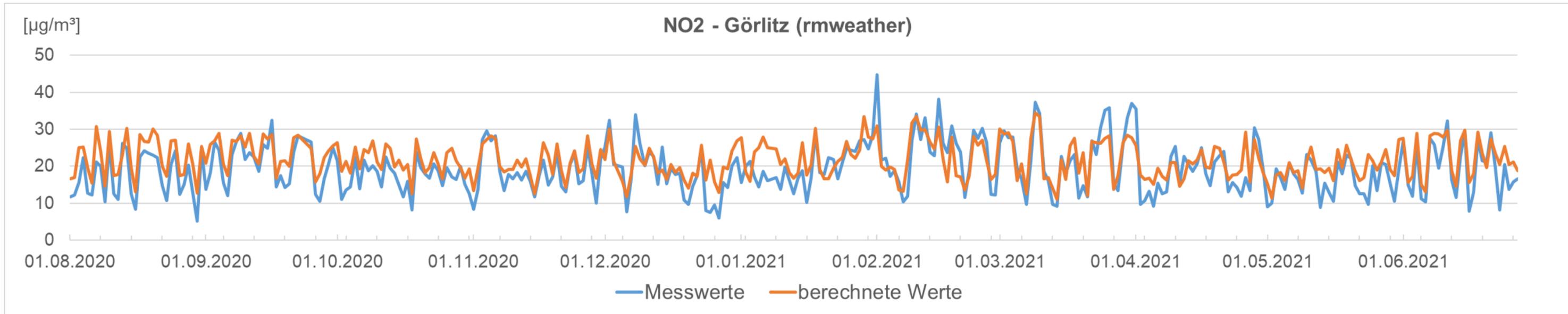
NO ₂ [µg/m ³]	Dresden Bergstr.			Dresden Nord			Leipzig Mitte			Leipzig Lützner Str.			Chemnitz Leipziger Str.		
	MW	Fit		MW	Fit		MW	Fit		MW	Fit		MW	Fit	
02.01.20 - 22.03.20	29.5	29.7	99%	25.9	30.3	86%	29.3	30.4	96%	27.8	30.7	91%	30.1	29.8	101%
23.03.20 - 19.04.20	23.5	31.3	75%	20.8	25.1	83%	25.4	33.7	75%	30.7	38.1	81%	24.5	30.0	82%
20.04.20 - 17.05.20	22.7	31.6	72%	18.9	24.6	77%	25.2	32.6	77%	29.2	36.3	80%	24.2	29.7	82%
23.03.20 - 31.05.20	22.9	31.8	72%	19.4	24.6	79%	25.0	33.4	75%	29.3	37.1	79%	23.8	29.8	80%
01.08.20 - 30.11.20	32.8	36.4	90%	23.4	28.6	82%	29.3	34.2	86%	29.2	36.5	80%	30.8	37.4	82%
14.12.20 - 29.01.21	25.7	32.0	80%	23.3	34.9	67%	23.5	33.9	69%	24.3	34.0	71%	26.1	33.1	79%
01.03.21 - 11.06.21	34.9	34.5	101%	32.0	36.1	89%	33.4	35.5	94%	36.1	36.6	99%	36.6	35.2	104%
01.02.21 - 28.02.21	25.8	31.2	83%	21.9	27.5	80%	22.4	32.1	70%	33.4	35.9	93%	24.7	30.1	82%
22.03.20 - 21.03.21	28.8	34.2	84%	22.4	28.4	79%	27.2	34.0	80%	28.9	36.3	80%	27.6	33.8	82%
01.01.20 - 31.12.20	28.6	33.5	86%	22.1	27.5	80%	27.6	33.3	83%	28.1	35.1	80%	27.5	33.0	84%

NO _x [ppb]	Dresden Bergstr.			Dresden Nord			Leipzig Mitte			Leipzig Lützner Str.			Chemnitz Leipziger Str.		
	MW	Fit		MW	Fit		MW	Fit		MW	Fit		MW	Fit	
02.01.20 - 22.03.20	44.2	49.0	90%	27.0	30.3	89%	43.5	45.9	95%	29.9	28.8	104%	38.6	41.6	93%
23.03.20 - 19.04.20	25.1	45.3	55%	16.3	25.1	65%	24.1	46.8	52%	27.7	37.2	74%	20.2	34.2	59%
20.04.20 - 17.05.20	26.6	45.4	59%	15.3	24.6	62%	26.2	44.1	59%	25.9	35.1	74%	21.8	35.2	62%
23.03.20 - 31.05.20	26.0	45.8	57%	15.4	24.6	63%	25.5	45.5	56%	26.5	36.3	73%	20.5	34.2	60%
01.08.20 - 30.11.20	45.5	58.2	78%	22.2	28.6	77%	36.9	51.8	71%	31.5	35.5	89%	37.1	48.1	77%
14.12.20 - 29.01.21	33.8	55.8	61%	22.0	34.9	63%	28.3	58.7	48%	26.2	32.1	82%	30.1	48.6	62%
01.03.21 - 11.06.21	42.0	58.9	71%	27.2	36.1	75%	35.9	61.8	58%	38.8	35.6	109%	40.1	52.2	77%
01.02.21 - 28.02.21	30.8	46.5	66%	19.1	27.5	70%	24.0	47.7	50%	40.0	34.7	115%	25.0	37.0	68%
22.03.20 - 21.03.21	37.2	53.7	69%	20.1	28.4	71%	32.0	51.3	62%	30.7	35.2	87%	30.6	43.2	71%
01.01.20 - 31.12.20	38.6	52.1	74%	20.5	27.5	75%	34.8	49.6	70%	29.1	33.9	86%	31.8	41.7	76%

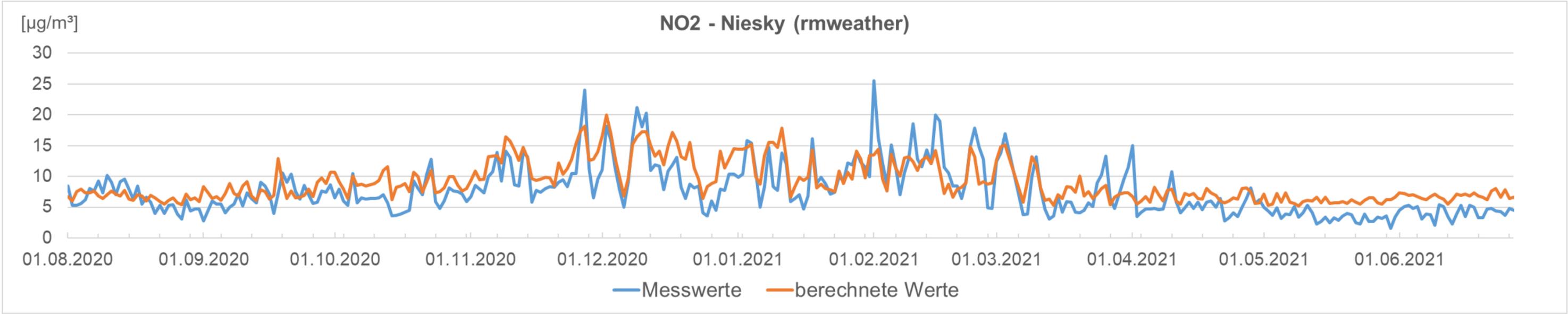
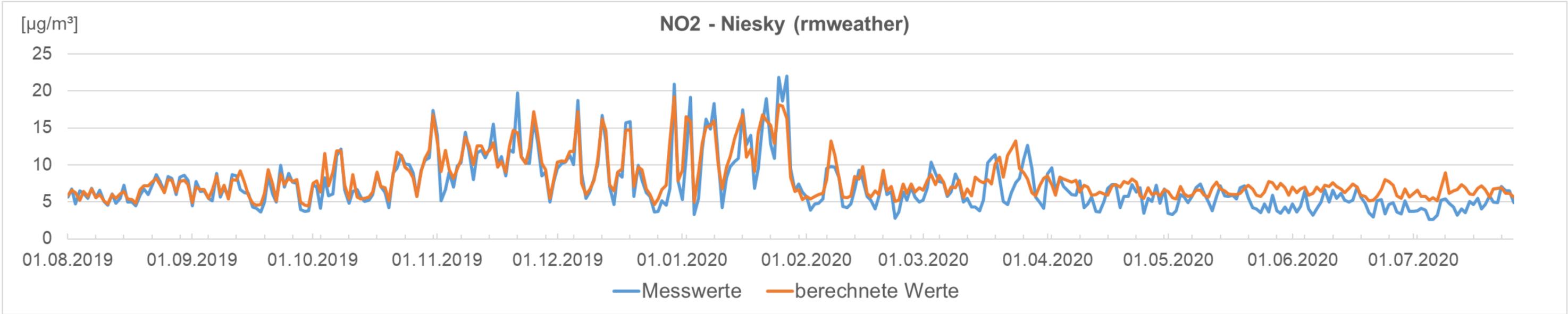
Vergleich der NO₂-Messwerte mit den berechneten Tagesmittelwerten an Messstellen kleinerer Städte



Vergleich der NO₂-Messwerte mit den berechneten Tagesmittelwerten an Messstellen kleinerer Städte



Vergleich der NO₂-Messwerte mit den berechneten Tagesmittelwerten an einer Hintergrundmessstelle



Vergleich der Stickoxid-Messwerte mit den berechneten Werten zu verschiedenen Zeiträumen an den Messstellen kleineren Städte und einer Hintergrundmessstelle

NO ₂ [µg/m ³]	Borna			Görlitz			Zittau Ost			Zwickau West			Niesky		
	MW	Fit		MW	Fit		MW	Fit		MW	Fit		MW	Fit	
02.01.20 - 22.03.20	16.4	18.5	89%	18.7	18.5	101%	11.5	12.7	90%	19.3	20.0	96%	8.5	9.3	92%
23.03.20 - 19.04.20	15.0	19.7	76%	17.9	21.4	84%	12.3	12.0	102%	19.2	24.2	80%	6.8	7.6	89%
20.04.20 - 17.05.20	12.7	17.7	72%	18.2	20.4	89%	9.2	10.2	90%	15.8	20.5	77%	5.6	6.5	87%
23.03.20 - 31.05.20	13.4	18.3	73%	17.9	21.1	85%	9.9	10.9	91%	16.7	22.1	75%	5.7	6.9	83%
01.08.20 - 30.11.20	15.9	19.6	81%	18.7	22.0	85%	9.7	12.7	77%	19.1	21.9	87%	10.6	12.7	83%
14.12.20 - 29.01.21	16.7	21.7	77%	18.1	21.3	85%	11.4	15.2	75%	20.0	24.4	82%	9.4	11.8	79%
01.02.21 - 28.02.21	23.7	22.6	105%	23.9	22.6	106%	15.6	14.6	107%	29.5	28.3	104%	12.6	10.9	116%
01.03.21 - 11.06.21	12.2	17.5	70%	19.3	21.2	91%	9.5	10.9	88%	17.6	21.8	81%	5.4	7.0	77%
22.03.20 - 21.03.21	15.3	19.6	78%	18.6	21.9	85%	10.2	12.5	81%	19.1	23.0	83%	7.6	8.9	85%
01.01.20 - 31.12.20	14.9	19.0	78%	18.0	21.0	86%	9.7	12.1	80%	18.2	21.6	84%	7.2	8.6	84%

Einfluss der Lockdowns auf die Stickoxidbelastung

Zusammenfassung

- Mit beiden Methoden lässt sich der Einfluss der ersten beiden Lockdowns abschätzen, die random forest Methode trifft den Zeitverlauf aber besser und kann eingeschränkt auch noch für den 3. Lockdown Abschätzungen liefern
- In den Großstädten lässt sich ein Rückgang der NO_x-Belastungen von 30-35 % und für NO₂ von 15-30 % für die ersten beiden Lockdowns zeigen
- Für die kleineren Städte ist in diesem Zeitraum ein Rückgang um rund 15 % für NO₂ bilanziert worden (außer Zittau), an der Hintergrundmessstelle in Niesky ein Rückgang von ca.10 %
- Das Immissionsniveau erreichte anschließend beim NO₂ meist nicht mehr das zu erwartende
- Beim 3. Lockdown lässt sich in den Großstädten noch ein Rückgang von 10- 25 % für NO_x und 5- 20 % für NO₂ nachweisen
- In den kleineren Städten ist kaum noch weiterer Rückgang (maximal ca. 0-5 %) mit den verwendeten Methode nachweisbar

Einfluss der Lockdowns auf die Stickoxidbelastung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit