

Die Maßnahmen der Bundesregierung und des Deutschen Bundestags zur Eindämmung der Ausbreitung des Coronavirus (SARS-CoV-2) führten zeitweilig zu einer deutlichen Reduzierung des Straßenverkehrs. Wie im folgenden Beitrag diskutiert, war in Leipzig damit auch eine Verbesserung der Luftqualität verbunden.

Einleitung

Die Veränderungen im öffentlichen Leben in Deutschland, Sachsen und in der Stadt Leipzig wurden sehr deutlich wahrnehmbar, als ab dem 16. März dieses Jahres zunächst die Schulpflicht aufgehoben und kurz darauf die Schulen geschlossen wurden. Mit der etwa zeitgleichen Schließung der Kinderbetreuungseinrichtungen standen viele Eltern vor der Herausforderung, die Kinderbetreuung selbst zu übernehmen bzw. neu zu organisieren. Für viele Berufstätige verlagerte sich der Arbeitsplatz in die eigenen vier Wände. Die Bedeutung von Home-Office und Home-Schooling bewegte sich in eine zuvor nicht gekannte Dimension. Durch den Entfall von Wegen zur eigenen Arbeit, zur Schule oder Kinderbetreuungseinrichtung und allgemein der verminderten Teilnahme am öffentlichen Leben verringerte sich das Verkehrsaufkommen spürbar. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, welchen Einfluss der Rückgang der Verkehrsbelastung auf die Luftqualität hatte. Ein erster Blick auf die Ergebnisse der amtlichen Luftmessstationen in Leipzig wirft dabei Fragen auf, denn ein Rückgang der Schadstoffbelastung der Luft insbesondere mit Stickstoffdioxid und Feinstaub ist nicht ohne weiteres erkennbar. Im Folgenden sollen Antworten gegeben werden, die den Zusammenhang zwischen Verkehrsbelastung, Luftqualität und Meteorologie, sprich dem Einfluss des Wetters, näher verdeutlichen. Dazu wird der Zeitraum der verschärften Regelungen, hier vom 16.03.2020 bis zum 19.04.2020, näher betrachtet (Lockdown) und dem gleichlangen Zeitraum davor, vom 10.02.2020 bis zum 15.03.2020, gegenübergestellt.

Analyse des Verkehrsaufkommens

Das Verkehrsaufkommen wird anhand von Verkehrszählungen quantitativ erfasst. Dazu sind Verkehrszähleinrichtungen an relevanten Hauptverkehrsstraßen in Leipzig installiert. Zwei dieser sogenannten Dauerzählstellen befinden sich in unmittelbarer Nähe der Luftmessstation in der Lützner Straße sowie am Willy-Brandt-Platz in Leipzig.

Abb. 1 veranschaulicht die Entwicklung des Verkehrsaufkommens an der Kfz-Zählstelle Willy-Brandt-Platz im Zeitraum vor dem Lockdown (8. bis

11. Kalenderwoche) und während des Lockdowns (12. bis 16. Kalenderwoche).

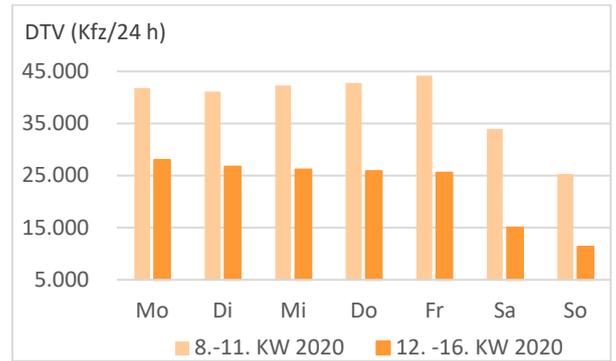


Abb. 1 Tageswerte aus der Kfz-Zählung Willy-Brandt-Platz gemittelt über alle gleichen Tage im Zeitraum vor (8.-11. KW 2020) und während des Lockdown (12.-16. KW 2020).

Anhand von Referenztagen vor dem Lockdown, hier dem 27.02. (nach den Winterferien) und dem 05.03., sowie während des Lockdowns, hier dem 24.03. und 02.04.2020 (vor den Osterferien), zeigt sich eine Reduzierung des Kfz-Verkehrs an der Dauerzählstelle Willy-Brandt-Platz um ca. 47 Prozent. Dabei hat sich der Pkw-Verkehr gegenüber dem Schwerverkehr erwartungsgemäß etwas stärker verringert (nicht dargestellt). Zu beachten ist, dass die geringere Verkehrsbelastung anteilig auch durch den am 30.03.2020 begonnenen Umbau der ÖPNV-Haltestelle Goerdelerring mitverursacht sein kann.

Die Entwicklung des Verkehrsaufkommens an der Dauerzählstelle Lützner Straße verdeutlicht Abb. 2.

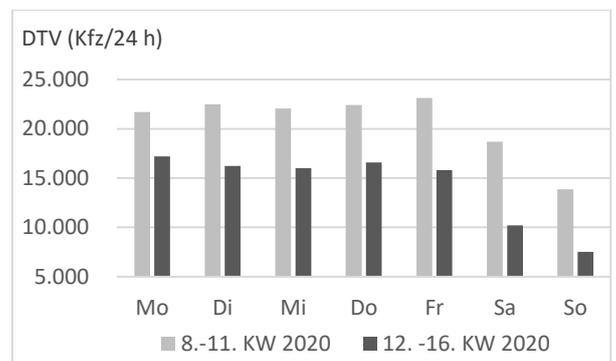


Abb. 2 Tageswerte aus der Kfz-Zählung Lützner Straße gemittelt über alle gleichen Tage im Zeitraum vor (8.-11. KW 2020) und während des Lockdown (12.-16. KW 2020).

Anhand der o. g. Referenztage ist eine Minderung des Kfz-Verkehrs in der Lützner Straße um ca. 37 Prozent zu beobachten. Auch hier ist ein stärkerer Rückgang beim Pkw-Verkehr im Vergleich zum Schwerverkehr festzustellen (nicht dargestellt). Es sei angemerkt, dass die Sperrung der Plagwitzer Brücke im Zuge der Karl-Heine-Straße seit Mai 2018 das Verkehrsaufkommen in der Lützner Straße gegenüber Normalverkehrsbedingungen

sowohl vor, als auch während dem Lockdown sehr wahrscheinlich zusätzlich erhöht.

Analyse der Luftqualität

Die Luftqualität wird in Leipzig an vier Messstationen überwacht. Zuständig für diese Überwachung ist in Sachsen das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG). Bei den Messstationen handelt es sich um zwei Messstellen, welche die Luftschadstoffbelastung im städtischen Hintergrund registrieren (Leipzig-West – LWE und Leipzig-Thekla – LTH). An LTH wird lediglich die Ozonbelastung überwacht. Zwei weitere Messstellen (Leipzig Lützner Straße – LLÜ und Leipzig-Mitte – LMI) überwachen die straßennahe Luftqualität.

Abb. 3 zeigt die Entwicklung der Luftbelastung mit Stickstoffdioxid (NO₂) an den verkehrsnahen Messstellen in der Lützner Straße (LLÜ) und am Willy-Brandt-Platz (LMI) sowie im städtischen Hintergrund (LWE) vor und während dem Lockdown.

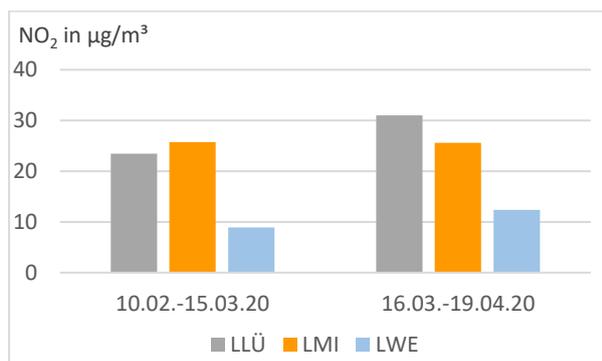


Abb. 3 Mittelwerte der NO₂-Konzentration an den Luftmessstationen Leipzig-Lützner Straße (LLÜ), Leipzig-Mitte (LMI) und Leipzig-West (LWE) im Zeitraum vor und während dem Lockdown (Datenquelle: LfULG).

Zunächst veranschaulicht die vorstehende Abbildung ein deutliches Konzentrationsgefälle zwischen den verkehrsnahen Stationen und der Station im städtischen Hintergrund, was den luftqualitätsbestimmenden Einfluss der innerstädtisch kompakteren Bebauung und des Straßenverkehrs verdeutlicht. Darüber hinaus ist eine Zunahme (LLÜ und LWE) bzw. Stagnation (LMI) der NO₂-Konzentration im Zeitraum des Lockdowns gegenüber dem fünfwöchigen Zeitraum davor erkennbar. Dies erscheint zunächst wenig plausibel, zumal das Verkehrsaufkommen, wie Abb. 1 und Abb. 2 darlegen, deutlich gesunken ist. An der Messstation LWE wäre bei reduziertem Straßenverkehrsaufkommen und anzunehmender verminderter gewerblicher und industrieller Tätigkeit ebenfalls ein Rückgang zu erwarten. Der Grund dafür, dass dies in den Messwerten nicht unmittelbar sichtbar ist, wird nachfolgend näher untersucht.

Die Konzentration an NO₂ hängt von verschiedenen Faktoren ab. Neben der eigentlichen Quellstärke, verkehrsnah betrifft dies im Wesentlichen die Emissionen der Kraftfahrzeuge, ist die vorhandene Konzentration an Stickstoffmonoxid (NO) von Bedeutung. Das Schadgas NO entsteht ebenfalls bei Verbrennungsprozessen, bspw. im Kraftfahrzeugmotor. Unter dem Einfluss der Ozonkonzentration in der Außenluft wird NO in NO₂ umgewandelt. Zum Teil zerfällt NO₂ wieder durch die Sonneneinstrahlung unter Bildung von NO. Dieser Prozess wird als Photolyse bezeichnet. Je nach Konzentration der beteiligten Stoffe und Strahlungsintensität stellt sich ein so genanntes luftchemisches Gleichgewicht ein. Da Kraftfahrzeuge mit Verbrennungsmotor technologieabhängig mehr oder weniger hohe Mengen an NO und NO₂ ausstoßen, wird im Folgenden die Summe aus beiden Schadstoffen, auch als Stickstoffoxide (NO_x) bezeichnet, und deren Konzentration in der Luft näher betrachtet. Abb. 4 veranschaulicht dazu die Belastung der Luft mit NO_x vor und während des Lockdowns.

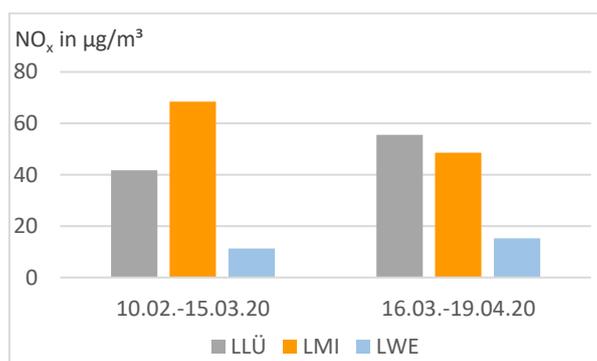


Abb. 4 Mittelwerte der NO_x-Konzentration an den Luftmessstationen Leipzig-Lützner Straße (LLÜ), Leipzig-Mitte (LMI) und Leipzig-West (LWE) im Zeitraum vor und während dem Lockdown (Datenquelle: LfULG).

Aus Abb. 4 ist eine höhere NO_x-Konzentration an der verkehrsnahen Messstation LLÜ sowie im städtischen Hintergrund (LWE) während des Lockdowns ablesbar. Demgegenüber ist ein Belastungsrückgang an der verkehrsnahen Messstation LMI zu verzeichnen.

Der insbesondere im städtischen Hintergrund beobachtete Anstieg der NO₂- und NO_x-Konzentration legt nahe, dass die Schadstoffbelastung noch von einem weiteren sehr wesentlichen Faktor beeinflusst wird, dem Wetter. Nähere Untersuchungen u. a. zum Einfluss des Wetters auf die Stickstoffdioxidkonzentration in der Außenluft sind in van Pinxteren et al. [2020] enthalten. Eine in diesem Zusammenhang bedeutsame Kenngröße des Wetters ist die Windgeschwindigkeit. Je höher die Windgeschwindigkeit, umso niedriger ist die zu erwartende Konzentration an Luftschadstoffen. Abb. 5 zeigt die Windgeschwindigkeit während des

Lockdowns und zum Vergleich dazu im fünf-wöchigen Zeitraum davor. Erkennbar ist, dass im Zeitraum des Lockdowns (16.03.20 - 19.04.20) die Windgeschwindigkeit um etwa 40 bis 50 Prozent niedriger war als im vorhergehendem Zeitraum. Dieser Fakt lässt einen nicht unerheblichen Einfluss auf die Höhe der gemessenen Luftschadstoffbelastung erwarten.

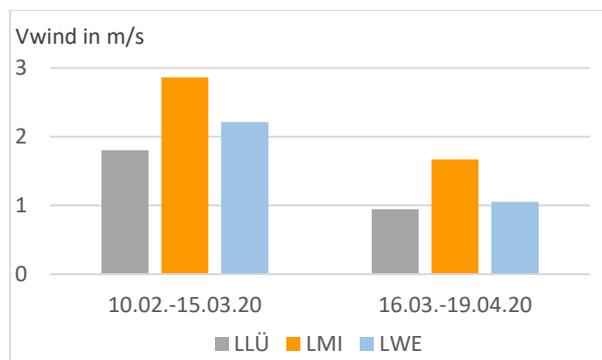


Abb. 5 Mittelwerte der Windgeschwindigkeit an den Luftmessstationen Leipzig-Lützner Straße (LLÜ), Leipzig-Mitte (LMI) und Leipzig-West (LWE) im Zeitraum vor und während dem Lockdown (Datenquelle: LfULG).

Um den Einfluss des Wettergeschehens auf die Luftschadstoffbelastung während des Lockdowns näher zu quantifizieren, wurde eine softwaregestützte Modellrechnung mit dem Programmsystem PROKAS (nähere Informationen dazu unter: www.lohmeyer.de/PROKAS) durchgeführt. Im Modell werden die lokalen Windverhältnisse berücksichtigt und es gelingt beispielsweise, das Verkehrsaufkommen konstant zu halten und die Wetterbedingungen an die realen Gegebenheiten

anzupassen. Im Ergebnis der Berechnung ist die Luftschadstoffkonzentration zu erwarten, welche im Wesentlichen aus der Änderung des Wetters resultiert. Tab. 1 fasst die Ergebnisse für NO₂ und NO_x am Beispiel der Messstation Leipzig-Mitte zusammen.

Luftschadstoff	Gesamtbelastung (Modell)	
	10.02. – 15.03.	16.03. – 19.04.
NO ₂ in µg/m ³	22	36
NO _x in µg/m ³	36	68

Tab. 1 Modellierte Mittelwerte der NO₂- und NO_x-Gesamtbelastung unter dem Einfluss unterschiedlichen Wetters je Zeitraum bei konstantem Verkehrsaufkommen auf dem Niveau des Zeitraums 10.02. bis 15.03.20 bezogen auf die Messstation Leipzig-Mitte.

Anhand der Werte in Tab. 1 offenbart sich der Einfluss des Wetters auf die Luftschadstoffkonzentration. Im Modell erhöht sich die NO₂- und NO_x-Belastung wetterbedingt etwa um den Faktor 1,6 bzw. 1,9. Mit diesen Faktoren wird der Versuch unternommen, aus den im Zeitraum vom 16.03.20 bis 19.04.20 gemessenen Luftschadstoffkonzentrationen den Einfluss des Wetters herauszurechnen. Tab. 2 veranschaulicht die gemessene NO₂- und NO_x-Gesamtbelastung vor und während dem Lockdown. Zudem sind die um den Einfluss des Wetters modifizierten Mess- und Modellwerte („Wetterkorrektur“) für den Zeitraum des Lockdowns angegeben. Die „wetterkorrigierten“ Modellwerte zeigen dabei eine relativ gute Übereinstimmung mit den „wetterkorrigierten“ Messwerten.

Luftschadstoff	Gesamtbelastung			
	Messung	Messung	Messung mit „Wetterkorrektur“	Modell mit „Wetterkorrektur“
	10.02.20 – 15.03.20	16.03.20 – 19.04.20	16.03.20 – 19.04.20	16.03.20 – 19.04.20
NO ₂ in µg/m ³	26	26	16	18
NO _x in µg/m ³	68	49	26	25

Tab. 2 Mittelwerte der gemessenen und modellierten NO₂- und NO_x-Gesamtbelastung bezogen auf die Messstation Leipzig-Mitte.

Wie die Werte in Tab. 2 nahe legen, führte das mit dem Lockdown vom 16.03.20 bis 19.04.20 einhergehend geringere Verkehrsaufkommen zu einer Reduzierung der NO₂- und NO_x-Gesamtbelastung an der Luftmessstation Leipzig-Mitte. In den Messwerten bildet sich dieser Effekt nicht unmittelbar ab, da das Wettergeschehen einen Anstieg der Luftschadstoffbelastung verursacht, welcher der verkehrsbedingten Reduzierung entgegenwirkt und diese teilweise kompensiert. So stagniert die gemessene NO₂-Belastung auf ihrem Niveau von 26 µg/m³. Dagegen wird der Einfluss der verkehr-

lichen Reduzierung bei einer „Korrektur“ des Weterereinflusses auch an der NO₂-Gesamtbelastung sichtbar. Wäre das Wetter im Zeitraum des Lockdowns so geblieben wie in den fünf Wochen davor, so ist anzunehmen, dass die NO₂-Gesamtbelastung im Mittel bei etwa 16 bis 18 µg/m³ gelegen hätte.

Zusammenfassung und Diskussion

Die vorliegende Auswertung verdeutlicht den Einfluss des Straßenverkehrs und des Wetters auf die gemessene Luftschadstoffbelastung mit NO₂

und NO_x. Sie lässt darauf schließen, dass der Rückgang des Verkehrsaufkommens als Folge des Lockdowns die Luftqualität verbessert hat. Gleichwohl dieser Effekt nicht unmittelbar aus den vorliegenden Messwerten der Luftschadstoffe ablesbar ist, konnten die wesentlichen Einflüsse mit Hilfe eines vereinfachten Modellansatzes bezogen auf die Luftmessstation Leipzig-Mitte beschrieben werden.

In der Öffentlichkeit besteht häufig die Erwartung, dass die Wirkung von Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität und damit zum Gesundheitsschutz unmittelbar an den Messergebnissen sichtbar werden müsste. Ist das nicht der Fall, werden insbesondere Maßnahmen, welche Restriktionen für den motorisierten Straßenverkehr bedeuten, schnell in Frage gestellt. Der Einfluss des Wetters kann die Ausbreitung von Luftschadstoffen jedoch derart überlagern, dass es im Allgemeinen langfristiger Beobachtungen bedarf, um Luftreinhaltemaßnahmen nicht nur im Modell, sondern auch messtechnisch bewerten zu können. Hierbei relativiert sich der wetterbedingte Einfluss.

Literatur

van Pinxteren D., Düsing S., Wiedensohler A., Herrmann H. (2020): Einfluss von Wetterlagen und Witterung auf die Stickstoffdioxid-Konzentrationen in der Außenluft 2015 bis 2018. Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Schriftenreihe, Heft 2/2020.