



Flächennutzungsmonitoring VIII Flächensparen – Ökosystemleistungen – Handlungsstrategien

IÖR Schriften Band 69 · 2016

ISBN: 978-3-944101-69-9

Erhöhte Luftqualität durch Verkehrsverwaltung in Echtzeit – funktioniert das?

Thorvald de Goede

de Goede, T. (2016): Erhöhte Luftqualität durch Verkehrsverwaltung in Echtzeit – funktioniert das? In: Meinel, G.; Förtsch, D.; Schwarz, S.; Krüger, T. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring VIII. Flächensparen – Ökosystemleistungen – Handlungsstrategien. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 69, S. 233-239.

Erhöhte Luftqualität durch Verkehrsverwaltung in Echtzeit – funktioniert das?

Thorvald de Goede

Zusammenfassung

In Haarlem wird dieser Fragestellung nachgegangen, indem zwei Ziele umgesetzt werden: (1) zuverlässige und regelmäßige Messwerte zu erheben für eine genaue Bestimmung des NO_2 -Jahreswerts und (2) ein Verfahren zu entwickeln, das es erlaubt, aktiv auf die NO_2 -Werte in den Zufahrtsstraßen Einfluss zu nehmen. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Erhöhung der Luftqualität durch Verkehrsverwaltung in Echtzeit bedingt funktioniert. Obwohl die gemessene Luftqualität den Verkehr in Echtzeit beeinflussen wird, ist die Effektivität des Verfahrens anhand zusätzlicher Umgebungsdaten weiter zu erforschen.

1 Problemansatz und Zielsetzung näher erklärt

Die europäische Union schreibt ihren Mitgliedsländern Richtlinien für Luftqualität vor. Sie orientiert sich dabei an den Vorgaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO). Die Überschreitung der Richtlinien hat verheerende Folgen für die verantwortliche Behörde und kann im Ernstfall zu Einschränkungen des Verkehrs und einem Baustopp vor Ort führen. Einschränkungen, die sich auf die Mobilität und die ökonomische Lage der betroffenen Region auswirken. Eine genaue Verwaltung der Luftqualität, zusammen mit einem Ansatz zur Regulierung des Ausstoßes von schädlichen Stoffen, helfen Grenzwerte einzuhalten und die Luftqualität zu verbessern. Ein Ansatz, der in den Niederlanden durch die Gemeinde Haarlem zurzeit umgesetzt wird.

Im Grunde scheint alles in Ordnung zu sein an den zwei Haarlemer Zufahrtsstraßen Amsterdamsevaart und Schipholweg. An beiden Straßen werden regelmäßig NO_2 -, Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsmessungen durchgeführt, wobei der mittlere Jahreswert unter den vorgeschriebenen $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt und zwischen $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ schwankt (Abb. 1). Dieses Bild erwies sich als trügerisch, weil erstens Messungen in unregelmäßigen Intervallen durchgeführt werden und zweitens ein Feldtest erwiesen hat, dass die NO_2 -Werte während einer Stunde und 6 Minuten über $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und 3 Minuten sogar über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lagen. Werte, die sich in den Jahreswerten verlieren, aber – wenn auch nicht zu Restriktionen für Mobilität und Bau führen – trotzdem ein erhebliches Gesundheitsrisiko darstellen.

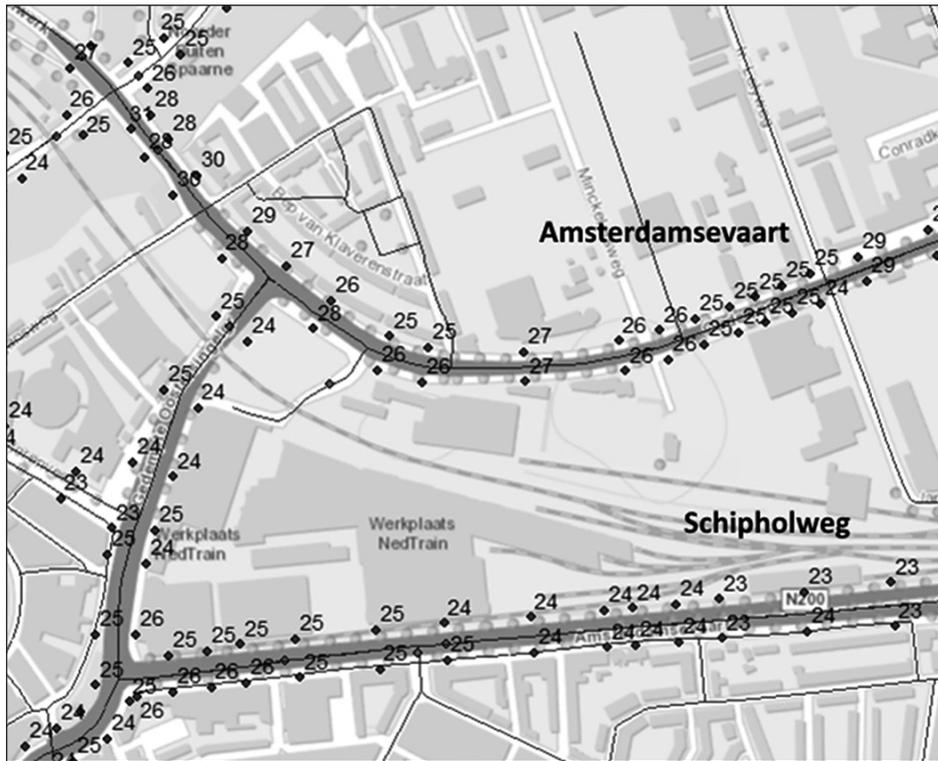


Abb. 1: Jahresmesswerte 2015 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Gemeinde Haarlem, Abschnitt Amsterdamsevaart und Schipholweg (Quelle: Thorvald de Goede 2016)

Diese Umstände werfen Fragen auf wie ‚Wie viele Messungen braucht man für einen zuverlässigen Jahreswert?‘ oder ‚Ist der Feldtest ein isolierter Fall gewesen?‘. Fragen, die dazu geführt haben über eine Methodik nachzudenken, die zwei Ziele verfolgt: erstens zuverlässige und regelmäßige Messwerte für eine genaue Bestimmung des Jahreswerts zu erheben und zweitens ein Verfahren zu entwickeln, das es erlaubt, aktiv auf die NO₂-Werte in den Zufahrtstraßen Einfluss zu nehmen. Ziele, die die Gemeinde Haarlem durch aktive Verkehrsverwaltung in die Lage versetzen soll, die Luftqualität zu erhöhen.

2 Lösungsansatz: erheben, verwerten, weitergeben

Die beiden Ziele beziehen sich auf den Ansatz, dass die Luftqualität dadurch zu erhöhen ist, dass regelmäßige Messungen als Grundlage für die Verwaltung von Verkehrsströmen dienen, wodurch der Ausstoß von schädlichen Stoffen wie NO₂ durch PKW und LKW reduziert werden soll. Aber wie soll das funktionieren? Der Ansatz erfordert die folgenden Phasen: (1) Daten erheben – Input; (2) Daten verwerten – Through-Put; (3)

Daten weitergeben – Output (Abb. 2). Wobei die weitergegebenen Daten aktiv Systeme zur Regulierung der Luftqualität steuern sollen.

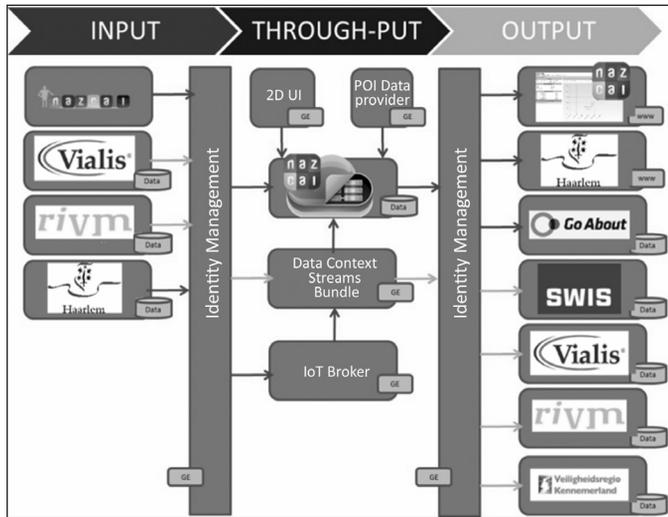


Abb. 2: Verzeichnis von Datenströmen in den drei Phasen und die involvierten Organisationen (Quelle: Thorvald de Goede 2016)

Für die Erhebung von zuverlässigen Messwerten wurde von der Methodik der historischen Messergebnisse der Gemeinde ausgegangen, in dem Sinne, dass die gleichen Stoffe (NO_2 , Temperatur und Luftfeuchtigkeit) mit der gleichen Genauigkeit ($0,003 \text{ ppm/m}^3$) gemessen werden. Für die Bestimmung des Jahreswerts und die Ergebnisse des Feldtests misst das Sensornetz alle drei Sekunden.

Trotzdem gibt es Unterschiede. Die historischen Daten wurden mit Handmessgeräten erhoben. Das heißt, dass die Messungen auf Augenhöhe erfolgten. Die Messstationen befinden sich aus Sicherheitsgründen in einer Höhe von vier Meter. Da die Konzentration von NO_2 auf verschiedenen Höhen auf Grund von Windstärke, Bebauung u. a. variiert, sind Vergleiche mit den historischen Daten nur eingeschränkt möglich. Um den Unterschied zwischen den aktuellen und historischen Daten handhabbar zu machen, wurden die folgenden Maßnahmen ergriffen. Die Auswertung der Daten und damit die Überprüfung der Genauigkeit erfolgte in der zweiten Phase (Daten verwerten) an Hand der Messergebnisse der RIVM-Messstation (Robert Koch-Institut), eine Trendanalyse der historischen Messergebnisse (Abb. 1) wurde erstellt und zusätzliche Handmessungen an den Messorten wurden durchgeführt. Auf Grund der Auswertung wird die Platzierung der Messgeräte angepasst und erweitert. Somit ist der Rahmen gegeben für die erste Zielsetzung des Projekts: zuverlässige und regelmäßige Messwerte für eine genaue Bestimmung des Jahreswerts zu erheben. Die zweite Zielsetzung, ein Verfahren zu entwickeln, das es erlaubt, aktiv Einfluss auf die NO_2 -Werte in den Zufahrtstraßen zu nehmen, hat seine Tücken.

2.1 Aktive Einflussnahme auf die NO₂-Werte

Es gibt viele Umstände, die den aktuellen NO₂-Messstand beeinflussen können. Zum Beispiel fallen bei starkem Wind die NO₂-Werte niedriger aus als bei Windstille. Welche Konsequenz das auf den Grad der Einflussnahme hat, ist noch zu beantworten, da das Projekt in erster Linie auf der Annahme basiert, dass es eine kausale Verbindung zwischen NO₂-Werten und Verkehrsdichte gibt. Andere Umstände, wie z. B. die Windstärke, werden vorerst bei den Messungen nicht berücksichtigt. Somit lässt sich auf Grund der verfügbaren Daten nur ermitteln, dass es eine Überschreitung der NO₂-Werte gibt und dass der Verkehr ab- bzw. zugenommen hat nachdem die entsprechenden Maßnahmen durchgeführt wurden.

2.2 Konstellation: Messungen, Navigation und Berichtservice

Wie sehen diese Maßnahmen aus? Dem kausalen Zusammenhang zwischen NO₂-Werten und Verkehrsdichte wird Rechnung getragen, indem die Maßnahmen zur Verringerung des Verkehrs in den Zufahrtstraßen nur dann in Kraft treten, wenn erhöhte Messwerte registriert werden. Um den Verkehr zu beeinflussen, wird die Drosselung des Zuflusses von Fahrzeugen angestrebt. Der gezielte Einsatz von Verkehrsampeln und Informationstafeln soll den Zufluss des Verkehrs eindämmen und helfen, alternative Routen zu finden. Sobald die erforderliche Datenverbindung mit der Verkehrszentrale (Abb. 2, Vialis) zustande gekommen ist, werden die Daten an eine online-Navigation-App weitergegeben. Die Navigation-App zeigt bei erhöhten NO₂-Konzentrationen eine Warnung und bietet dem Fahrer alternative Routen an. In der Konstellation Messung – Navigation – Berichtservice, spielt letzterer eine kontrollierende Rolle. Nachdem Überschreitungen wahrgenommen wurden, wird die Umweltstelle der Gemeinde benachrichtigt. Der Berichtservice verschickt die Meldung per E-Mail und ermöglicht den sofortigen Zugriff auf die Daten. Beamte im Feld führen auf Grund von Meldung und Daten vor Ort zusätzliche Messungen durch. Diese sollen Aufschluss über die Verbreitung der erhöhten NO₂-Werte geben. Auf diese Weise ist ein Verfahren eingerichtet worden, womit die Messergebnisse automatisch die aktive Beeinflussung des Verkehrs zur Folge haben.

2.3 Zusammenwirken mit der bestehenden IT-Infrastruktur

Das beschriebene Verfahren und der technische Lösungsansatz fügen sich in die bestehende IT-Infrastruktur des 4W-Ortungs labs ein. Das Haarlemer Projekt 4W-Ortungs lab verfolgt das Ziel eine IT-Struktur zu errichten, die auf Dauer alle raumbezogenen Daten der Gemeinde in einer zentralen Datenbank speichert. Somit arbeitet die Behörde an der Umsetzung von u. a. den INSPIRE-Richtlinien, die einen anderen Umgang mit raumbezogenen Daten erfordern. Eine der wichtigsten Anforderungen ist, dass Daten

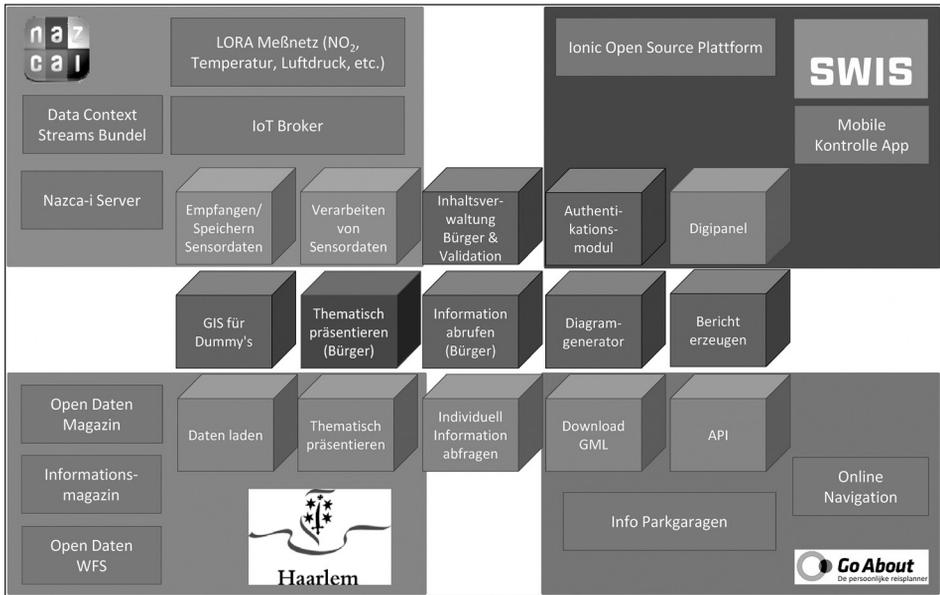


Abb. 3: Bausteine des 4W-Ordnungslabs in Bezug auf den Projektteilnehmer (Quelle: Thorvald de Goede 2016)

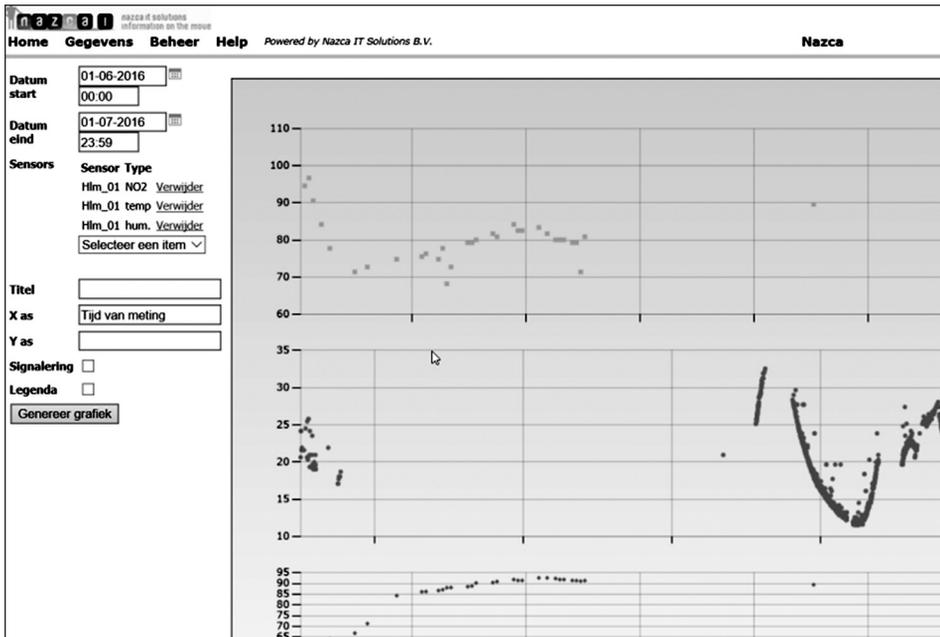


Abb. 4: Plattform Arid Sensorverwaltung (Quelle: Nazca IT Solutions 2016)

auf verschiedenen Ebenen (Abteilungs-, Gemeinde-, (inter-)nationale Ebene) sofort abrufbar und für die Verwaltung nutzbar sein müssen. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, beschreibt das 4W-Ortungslab verschiedene Bausteine für die Erhebung, Auswertung und Weiterleitung von Daten (Abb. 3). Um die raumbezogenen Messdaten in der zentralen Datenbank zu speichern, wurden drei neue Bausteine geplant: (1) Empfangen und Speichern der Sensordaten, (2) Verarbeiten von Sensordaten und (3) thematische Präsentation. Während die ersten zwei Bausteine den technischen und funktionalen Rahmen bilden für die Erhebung, Verwertung und Weitergabe der Messdaten, spielt die Berichtsservice-App eine entscheidende Rolle für die thematische Präsentation der Daten. Die online-Navigation-App verfügt über keinen separaten Baustein.

3 Erste Ergebnisse

Die zwei Ziele des Projekts werden in zwei Phasen verfolgt. Das heißt, dass in der ersten Phase die Infrastruktur für das Sammeln von Messdaten gelegt wird, um in der zweiten Phase die Messdaten für die aktive Regulierung des Verkehrs zu verwenden. In der ersten Phase wurden bisher zwei von sechs Messstationen eingerichtet, deren Daten über das private LoRa-Netz der Gemeinde online abrufbar sind. Die über das LoRa-Netz verschickten Daten wurden bereits auf einer DOTnet-basierten Plattform aufbereitet (Abb. 4).

Die eingehenden Daten werden zurzeit dieser Publikation anhand der historischen Daten und den Daten des RIVM analysiert. Die bisherigen Messergebnisse zeigen Lücken und Schwankungen auf, die auf die Kalibration der Sensoren und die Verfügbarkeit von Strom zurückzuführen sind. Die Messgeräte nutzen für ihre Energieversorgung Photovoltaik. Die Ausrichtung der Anlagen und der Ertrag waren anfangs ungenügend für eine 24-Stunden-Versorgung der Installation. Die zweite Phase läuft Anfang August 2016 an.

4 Fazit

Erhöhte Luftqualität durch Verkehrsverwaltung in Echtzeit. Funktioniert das? Der Umfang des Projekts und die ersten Ergebnisse in Bezug auf die beiden Ziele – (1) zuverlässige und regelmäßige Messwerte für eine genaue Bestimmung des Jahreswerts zu erheben und (2) ein Verfahren zu entwickeln, das es erlaubt, aktiv auf die NO_2 -Werte in den Zufahrtsstraßen Einfluss zu nehmen – zeigen auf, dass es bedingt funktioniert. Technisch ist die Durchführung von Umweltmessungen in Echtzeit möglich, indem die Daten bereits in einer Online-Plattform aufbereitet werden. Zusammen mit den zusätzlichen Messungen von Handgeräten und der RIVM-Messstation sind die Weichen für die genaue Bestimmung des Jahreswerts gestellt. Das beschriebene Verfahren zur Regulierung des Verkehrs kann auf Grund der verfügbaren Daten nur belegen, dass es

zu Überschreitungen der NO₂-Grenzwerte kommt und dass der Verkehr, nachdem entsprechende Maßnahmen durchgeführt wurden, ab- bzw. zugenommen hat. Obwohl die gemessene Luftqualität den Verkehr in Echtzeit beeinflussen wird, ist die Effektivität des Verfahrens noch nachzuweisen und es kann sein, dass anhand der Ergebnisse noch andere Parameter für eine nachweisbare Erhöhung der Luftqualität durch Verkehrsverwaltung in Echtzeit einbezogen werden müssen.

5 Literatur

- Commission of the European Communities (2005): Thematic Strategy on air pollution. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52005DC0446&from=EN> (Zugriff: 18.02.2016).
- Elminir, Hamdy K. (2005): Science of The Total Environment: "Dependence of urban air pollutants on meteorology", 225-237.
- European Commission (2007): Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32007L0002> (Zugriff: 15.03.2016).
- Goede, Thorvald O.V. de (2016): Erhöhte Luftqualität durch Verkehrsverwaltung in Echtzeit: funktioniert das? http://prezi.com/r2fujjbfpff3/?utm_campaign=share&utm_medium=copy&rc=ex0share (Zugriff: 21.07.2016).
- LoRaWAN – LoRa Alliance (2016): Wide Area Networks for IoT. <https://www.lora-alliance.org/> (Zugriff: 04.02.2016).
- Nazca IT Solutions (2016): Arid Sensorverwaltung. <http://arid.nazcaportal.nl/Home/Login> (Zugriff: 21.7.2016).
- World Health Organisation (2005): Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide – Global update 2005 – Summary of risk assessment. www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/ (Zugriff: 21.02.2016).