

FGSV 210/3

Wirkung von Maßnahmen zur Umweltentlastung

Teil 3
Umweltsensitives Verkehrsmanagement
(UVM)

Zwischenstand
Stand: 14. Oktober 2014

Das Arbeitspapier „Wirkung von Maßnahmen zur Umweltentlastung, Teil 3: Umweltsensitives Verkehrsmanagement (UVM)“, Ausgabe 2015, ist Teil einer Sammlung von insgesamt 24 Teilen bzw. Themen. Wenn alle Teile vorliegen, wird daraus ein Handbuch erstellt und im FGSV Verlag veröffentlicht.

W 2

1. Rahmenbedingungen

Allgemeines

Der Verkehr – und dabei insbesondere der innerstädtische Kfz-Verkehr – spielt eine dominierende Rolle beim Auftreten von umweltrelevanten Problemen, wie z. B. der Belastung durch Lärm und Luftschadstoffe. Um die verbindlichen Grenzwerte der Immissionsbelastung einzuhalten, wurden kommunale und regionale Luftreinhaltepläne erstellt und Minderungsmaßnahmen festgelegt. Zu unterscheiden sind statische und dynamische Maßnahmen. Als dynamische Maßnahme wird zur Senkung der Immissionsbelastungen an den Hot Spots vermehrt auf das umweltsensitive Verkehrsmanagement (UVM) gesetzt, um kurzfristige Eingriffe in den Verkehrsablauf zu ermöglichen. Solche Eingriffe können sein:

- verschiedene Arten von Verboten, besonders für Lkw,
- Pförtnerampeln und/ oder Umlenkung von Verkehrsströmen durch Signalisierungen mittels Lichtsignalanlagen oder „Schilderbrücken“.
- Veränderung des Grünbandes zu Lasten der Wartezeit/des Verkehrsflusses auf Querstraßen und ggf. in der Gegenrichtung
- Geschwindigkeitsreduktion.

Beschreibung der Maßnahme

Ein UVM muss folgende Aufgaben erfüllen [1]:

- Erfassung und Darstellung der aktuellen Umweltsituation,
- Prognose der zu erwartenden Umweltsituation,
- Wirkungskontrolle, d. h. Überwachung der Auswirkungen der Managementmaßnahme,
- Datenarchivierung zur Evaluierung und als Datengrundlage für die Planung.

Für den Einsatz des UVM ist ein System erforderlich, das es erlaubt, die aktuelle und/oder zu erwartende Luftschadstoffbelastung zu bestimmen sowie die notwendigen Informationen für die Umsetzung von Steuerungsmaßnahmen bereitzustellen. Ein bereits vorhandenes dynamisches Verkehrsmanagement wird als UVM damit zu einem multi-kriteriellen Managementsystem erweitert (Bild 1).

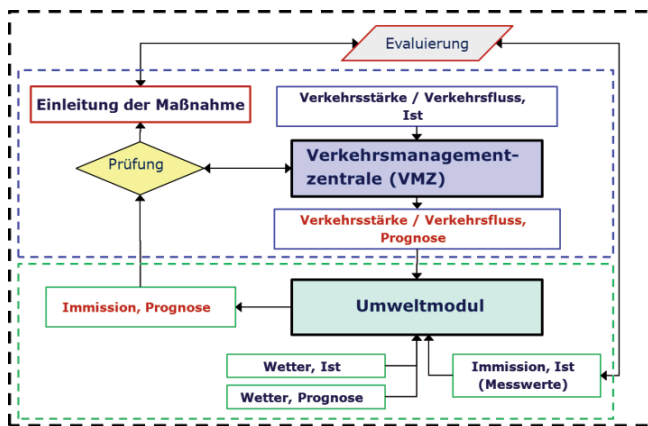


Bild 1: Funktionsschema eines Verkehrsmanagements mit integrierter umweltsensitiver Verkehrssteuerung

Solche Systeme sind sowohl im überregionalen Bereich für Bundesfernstraßen als auch in einigen Städten bzw. Ballungsräumen bereits in Betrieb.

Ein *vollständiges und weitgehend automatisiertes* UVM besteht aus folgenden technischen Einrichtungen:

Infrastruktur zur Bereitstellung der Onlinedaten

- Verkehrsdetektoren zur Erfassung von Verkehrsstärken, Fahrzeugarten und Geschwindigkeiten bzw. der Verkehrsqualität,
- meteorologische Messeinrichtungen (Wind, Temperatur, Globalstrahlung, Stabilität der Atmosphäre),
- repräsentative Luftschadstoffmessungen zur Ableitung der urbanen oder regionalen Vorbelastung.

Infrastruktur zur Verkehrsbeeinflussung

- Verkehrsrechner,
- steuerbare LSA,
- Wechselbeschilderung.

Statische Daten:

- Geometrie der Randbebauung in den Hot Spots,
- georeferenziertes digitales Straßennetz mit Verkehrsmengen,
- Emissionskataster.

Software:

- Verkehrsmodell zur Einschätzung der aktuellen Verkehrslage für nicht detektierte Abschnitte,
- Verkehrsmodell zur Prognose der Verkehrslage,
- Prognosedaten für die meteorologischen Eingangsdaten,
- Luftschadstoffmodelle zur Bestimmung der Vorbelastung und der Gesamtbelastung in den Hot Spots sowohl für den aktuellen Zustand wie für die notwendigen Prognosehorizonte,
- Schnittstellen zwischen Verkehrs-, Luftschadstoffmodell und dem Verkehrsmanagementsystem.

Vereinfachte Systeme kommen auch mit einer geringeren technischen Ausstattung aus. Hier ist eine Abwägung zwischen der Komplexität der Maßnahme im Straßennetz, der notwendigen Genauigkeit bzw. dem gewünschten Detaillierungsgrad der Berechnungsergebnisse, dem notwendigen bzw. gewünschten Automatisierungsgrad der Maßnahmenaktivierung und den Kosten des Systems zu führen. Entscheidend ist auch die Frage, ob die Aktivierung von temporären Maßnahmen auf der Basis der aktuellen Belastungssituation in Kombination mit einer zu erwartenden weiteren zeitlichen Entwicklung oder aber auf der Basis prognostizierter Belastungen für die kommenden Stunden oder Tage erfolgen muss.

Als Umweltmodule für UVM stehen bereits verschiedene Systeme zur Verfügung ([2], [16]). Man kann dabei zwischen Emissions- und Ausbreitungsmodellen sowie statistischen Verfahren (z. B. multilineare Regression, neuronale Netzwerke) unterscheiden, wobei auch Kombinationen eingesetzt werden können. Die Auswahl eines

Systems erfordert eine Abwägung zwischen vorhandener Infrastruktur und Datenlage, Anforderung an die Prognosegenauigkeit und Kosten.

Für den autonomen Betrieb und für verlässliche Prognosen sind ausgereifte Prüfalgorithmen für die Kontrolle der Eingangsdaten auf Vollständigkeit und Plausibilität notwendig. Die Genauigkeit der Prognosen der Belastung im Hot Spot hängt im entscheidenden Maße von der Güte der verwendeten prognostizierten Eingangsdaten (Meteorologie, Verkehrsbelastung, Verkehrssituation, Hintergrundbelastungen) ab. Prognosen der Meteorologie können vom Deutschen Wetterdienst oder von privaten Datenanbietern geliefert werden.

Bei der Verwendung von Prognosen der Immissionsbelastung sollte sowohl im Vorfeld der Anwendung wie auch im Betrieb die Validität der Prognosewerte geprüft werden. Dabei müssen auch die prognostizierten Eingangsdaten auf ihre Aussagegenauigkeit überprüft werden. Bei den Prognosen mit Emissions- und Ausbreitungsmodellen ist darauf zu achten, dass die örtlichen verkehrlichen Gegebenheiten im Hot Spot ausreichend genau abgebildet werden. Dies betrifft insbesondere die Verkehrsstärken, -zusammensetzungen sowie Verkehrssituationen. Ebenso ist die Repräsentativität der Messstandorte für die Meteorologie und für die Hintergrundbelastungen sicherzustellen.

2. Umweltbezogene Wirkungen

Allgemeines

Im Vordergrund der Zielsetzung von UVM steht die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für Feinstaub und für NO_2 . UVM verfolgt aber auch das Ziel einer CO_2 -Emissionsreduzierung. Soweit möglich sollte sich UVM auch positiv auf die Reduktion von Lärm-Hot Spots auswirken oder zumindest die Lärmbelastung im Bereich von empfindlichen Nutzungen nicht erhöhen. Der Vorteil von UVM gegenüber statischen Maßnahmen besteht in der geringeren Störung von Verkehrsabläufen. So werden Nachteile der Maßnahme aufgrund von erzwungenen Umwegfahrten und einer damit meist verbundene Verschlechterung der Gesamtbilanz vermindert. Bei Eingriffen mit statischen Systemen kann sich die Umweltbilanz hingegen dauerhaft verschlechtern.

Die Berechtigung für ein UVM resultiert auch aus dem Umstand, dass nur unter bestimmten, meist windschwachen meteorologischen Bedingungen Akkumulationen der Schadstoffe Feinstaub und NO_2 , die zu hohen Belastungen führen können, auftreten. In windstarken Phasen ist im Allgemeinen die Luftschadstoffbelastung deutlich geringer.

Luftreinhaltung

Die in Tabelle 1 aufgeführten Beispiele zeigen, dass eine pauschale Aussage der Möglichkeiten zur Verbesserung der Luftqualität mittels UVM nicht möglich ist. Zum einen wirkt UVM je nach konkreter Maßnahme unterschiedlich auf die betrachteten Komponenten NO_x und PM_{10} . Zum anderen bestimmt eine Vielzahl von Einflussfaktoren die

Wirksamkeit der vorgesehenen Maßnahmen. Auch die Häufigkeit, mit der die Maßnahme eingesetzt wird und die Intensität der Überwachung spielen eine Rolle.

Um ein im Luftreinhalteplan vorgesehenes UVM zu konkretisieren, empfiehlt sich zunächst eine sorgfältige Analyse der Immissions- und Verkehrsablaufmessungen sowie der relevanten Wetterdaten. Darauf aufbauend können Maßnahmen konkretisiert werden. Es folgt eine Potenzialabschätzung (Ex-ante-Untersuchung) der Maßnahmen, die für eine erste Wirkungsaussage vor Realisierung der Maßnahmen zwingend ist.

In der Tabelle 1 sind die Ergebnisse zum Großteil aus Ex-ante-Untersuchungen (Potenziale) zusammengestellt. Ex-post-Ergebnisse (reale Veränderungen) liegen bisher nur für zwei Fälle vor. Dies liegt an dem Problem, dass der „Ohne-Fall“ (Immissionen ohne Maßnahme) nicht bekannt ist, somit die Bezugsgröße zur Ableitung einer Veränderung der Immissionsbelastung fehlt. Man darf aber annehmen, dass die aus der Ex-ante-Untersuchung abgeleiteten Wirkungspotenziale in der realen Welt über eine längere Zeitreihe in der Tendenz bestätigt werden.

In der Tabelle 1 wird unterschieden in Angaben zur Minderung der verkehrlichen Zusatzbelastung und Angaben zur Minderung der Gesamtbelastung im Hot Spot. Die Angaben zur Reduktion der verkehrlichen Zusatzbelastung beziehen sich, sofern in den Studien keine anderen Angaben vorliegen, auf die Minderung der Kfz-Emissionen bei Aktivierung der Maßnahme.

Die Minderungspotenziale für NO_x liegen – bezogen auf die Gesamtbelastung – zwischen einigen Prozent und fast 30 Prozent. Bei PM_{10} wurden Minderungspotenziale bis zu 10 Überschreitungstagen identifiziert. Die Höhe des Potenzials hängt dabei stark von der Aktivierungsrate (AR) ab. Eine Aktivierungsrate von knapp 50 % würde bedeuten, dass die Maßnahme jeden Montag bis Freitag 17 Stunden von 5 bis 22 Uhr aktiviert sein müsste.

Die Minderungspotenziale von UVM liegen damit in der Größenordnung nachgewiesener Wirkungen von Umweltzonen, teilweise auch deutlich darüber. Im Gegensatz zu einer Umweltzone kann UVM jedoch ohne juristischen Vorlauf an zukünftige Entwicklungen angepasst werden.

Lärmminderung

UVM dient in vielen Fällen auch – als Nebeneffekt – einer Reduzierung von Verkehrslärm an den Hot Spots der Lärmimmissionen. Wegen der logarithmischen Abhängigkeit zwischen Verkehrsstärke und Schallemission kann generell von einer geringeren Wirkung von Maßnahmen des UVM im Vergleich zu den Immissionswirkungen bei Luftschadstoffen ausgegangen werden.

Maßnahmen zur direkten Reduzierung der Schallimmissionen sind in den Lärmaktionsplänen der Gemeinden enthalten. Darin finden sich Maßnahmen zur Reduzierung von Verkehr, insbesondere von Lkw, in den Nachtstunden. Diese Maßnahmen sind statisch definiert, sie könnten aber auch über ein dynamisches UVM umgesetzt werden und dann in Abhängigkeit des aktuellen bzw. des zu erwartenden Schallpegels in Betrieb gesetzt werden.

3. Weitere Maßnahmenwirkung

Da UVM als Maßnahme vor allem auf den Hot Spot wirken soll, kann es z.B. durch temporäre Umwegfahrten zu einer Erhöhung der Fahrleistung kommen, was für den bilanzierten CO₂- und Kraftstoffverbrauch kontraproduktiv sein kann. Auch hier gilt aber, dass eine temporäre Aktivierung geringere negative Folgewirkungen hat, als eine dauerhafte Aktivierung.

4. Zusatznutzen der UVM

Der Einsatz von UVM lässt erwarten, dass temporäre Restriktionen im Kfz-Verkehr (MIV) zu dauerhaften Änderungen im Nutzungsverhalten führen. Verstärkt durch ergänzende Angebote im Umweltverbund kann damit mittelfristig Einfluss auf die Nachfrage genommen werden und der, in erster Linie verkehrsorganisatorische Eingriff eines UVM, auch Verhaltensänderungen bewirken. Entscheidend dafür ist, dass der Nutzer über die Angebote und Restriktionen und deren Zusammenhänge informiert ist.

Bei Einbindung der Ergebnisse der Umweltmodule in Umweltportale können diese Daten zur Information der Bevölkerung dienen (Umweltinformationspflicht, Bedienung der INSPIRE-Richtlinie).

UVM muss auch im Kontext zu den Aktivitäten der EU im Bereich Telematik gesehen werden. So hat die EU 2008 einen Aktionsplan zum beschleunigten Telematikeinsatz erstellt sowie 2010 eine Richtlinie (2010/40/EU) für die Einführung Intelligenter Verkehrssysteme im Straßenverkehr und für deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern vorgelegt. Diese Richtlinie ist seit 28. August 2010 in Kraft. Die Mitgliedstaaten hatten erforderliche Gesetze, Regelungen und administrative Vorkehrungen bis 27. Februar 2012 in Kraft zu setzen. Hierbei wird ausgeführt, dass „der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im Straßenverkehrssektor und an dessen Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern... einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Umweltleistung, der Effizienz, einschließlich der Energieeffizienz, der Straßenverkehrssicherheit, ...gewährleisten (wird).“

Es besteht die Pflicht der Mitgliedstaaten zur Berichterstattung über den Status Quo bis 27. August 2011 bzw. zur Meldung nationaler Maßnahmen der folgenden fünf Jahre bis 27. August 2012 an die Kommission. Deutschland stellt einen nationalen Aktionsplan „IVS Rahmen Straße“ auf und setzt die EU-Richtlinie mit einem IVS-Gesetz in nationales Recht um.

An einer Vielzahl von Hot Spots könnten zurzeit die Grenzwerte für die NO₂-Belastung und die Überschreitungshäufigkeit bei PM10 auch mit UVM nicht eingehalten werden. Eine Kombination mehrerer Maßnahmen (Verkehrssteuerungsmaßnahmen in Kombination mit dynamischem UVM) ist daher notwendig. In das UVM integriert werden können Verkehrslenkung, Verkehrsverstärkung, Tempolimit, Vernetzung zum Umweltverbund sowie Informationsangebote zu dessen Nutzung. Damit kann die Umweltsituation auch jenseits der Grenzwertdiskussion verbessert werden.

5. Rechtsgrundlagen

Luftreinhaltung

Die Grenzwerte zur Luftqualität sind mit [3] definiert. Die Richtlinie wurde mit [4] in deutsches Recht umgesetzt. Überschreiten in bestimmten Gebieten oder Ballungsräumen Luftschadstoffe einen Immissionsgrenzwert zuzüglich einer jeweils dafür geltenden Toleranzmarge oder den in der Verordnung genannten Zielwert, müssen die zuständigen Behörden für diese Gebiete oder Ballungsräume Luftreinhaltepläne (auch Luftqualitätspläne) erstellen. Mit den zu ergreifenden Maßnahmen ist der Zeitraum einer Nichteinhaltung so kurz wie möglich zu halten.

Lärmschutz

Ergeben die strategischen Lärmkarten, dass in einer Gemeinde Lärmprobleme bestehen, haben die Betroffenen Anspruch auf die Aufstellung eines Lärmaktionsplans, der darstellt, wie die Lärmprobleme zumindest gemindert werden können. Darüber hinaus besteht bei Überschreitung der Immissionsrichtwerte für die Lärmsanierung in Abhängigkeit von der Gebietskategorie Anspruch auf die Gewährung von Schallschutzmaßnahmen. Grundlage dafür ist die Ermittlung der Lärmsituation anhand der Richtlinien für den Verkehrslärmschutz in der Baulast des Bundes (VLärmSchRL97) in Verbindung mit den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90).

6. Akzeptanz

Systematische Untersuchungen zur Akzeptanz und zum Befolgungsgrad von UVM-Maßnahmen fehlen zurzeit. Die Diskussionen haben jedoch gezeigt, dass Betroffene bei restriktiven (dauerhaften) Maßnahmen große Voreingenommenheit zeigen. Ein Vorteil eines UVM ist deshalb, dass die Maßnahmen nur temporär wirken. Dadurch werden einerseits Verlagerungseffekte und andererseits lufthygienische Verschlechterungen auf anderen Straßen verringert. Diese Vorteile werden aber nur wirksam, wenn der Befolgungsgrad der Maßnahme hoch ist. Die Erfahrungen zeigen, dass, anders als bei permanenten Maßnahmen, die nach der Einführungsphase eine Gewöhnung an die Maßnahme ermöglichen, die Einhaltung der Maßnahmenvorschrift nur mit Kontrollen erreicht wird. Positiv wirkt dabei, dass die Maßnahme begründet wird.

Bei Informationsbedarf und Befolgungsgrad spielt die Art der Maßnahme eine Rolle. Eine temporäre Geschwindigkeitsreduktion kann mit bekannter Technik angezeigt und sollte für einen hohen Befolgungsgrad automatisch kontrolliert werden. Demgegenüber erfordert eine temporäre Sperrung einer Straße für bestimmte Fahrzeugkategorien einen höheren Informationsaufwand, weil die Sperrung in der Regel an mehreren Routenentscheidungspunkten angezeigt werden muss. Grundsätzlich sollte angestrebt werden, dass die Information über eine Sperrung möglichst weiträumig angezeigt wird, z. B. zur Lenkung des Schwerverkehrs bereits an den Autobahnanschlussstellen. Um einen hohen Befolgungsgrad zu erreichen, muss die temporäre Sperrung ebenfalls – möglichst automatisch – kontrolliert werden. Der Kontrollaufwand ist z. B. hoch, wenn

eine Warenbelieferung auch bei Sperrung notwendig ist und dann Lieferverkehr von der Sperrung ausgenommen ist. Eine frühzeitige Einbeziehung der Betroffenen ist dabei vorzusehen, um die UVM-Maßnahmen mit dem Ziel einer Erhöhung von Akzeptanz und Befolgung zu optimieren.

7. Bewertung Vor-/Nachteile

Die Vorteile von UVM liegen darin, dass das Verkehrssystem nur dann beeinflusst wird, wenn es aus Umweltsicht erforderlich ist. UVM ist dynamisch, temporär wirksam, bedarfsorientiert und leicht nachjustierbar.

Als Nachteile von UVM müssen die Kosten für Investition und Betrieb, die von der öffentlichen Hand zugetragen sind, genannt werden. Auch kann es im Einzelfall Nachteile geben, wenn durch Verkehrsverlagerungen neue Betroffenheiten generiert werden. Letzteres sollte aber durch eine sorgfältige Planung der UVM-Maßnahmen weitgehend ausgeschlossen, zumindest abgewogen werden.

8. Planungsinstrumente zur Umsetzung

UVM wird im Rahmen der kommunalen und regionalen Luftreinhaltepläne festgelegt. Dabei sollte eine Abstimmung mit Verkehrsentwicklungsplänen, Lärmaktionsplänen und dem IVS-Rahmenplan auf Bundesebene erreicht werden.

9. Beteiligte Akteure

UVM ist im Aufgabenbereich der kommunalen oder regionalen Umwelt- und Verkehrsverwaltung angesiedelt. Eine Abstimmung mit den zuständigen Stellen des kommunalen/regionalen Verkehrsmanagements ist erforderlich.

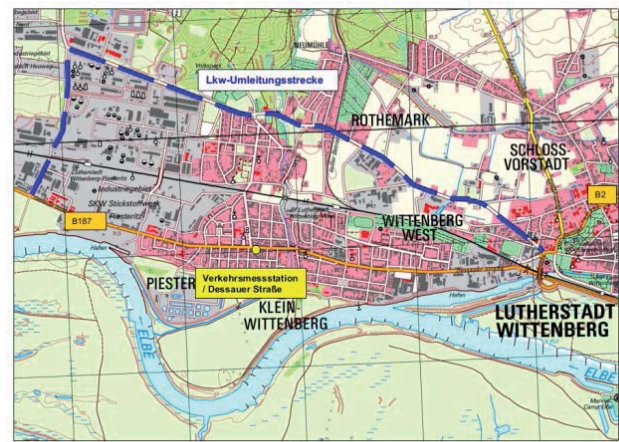
10. Kosten

Für UVM fallen Planungskosten sowie Kosten für Hard- und Software an. Auch sind die Kosten für den Betrieb zu berücksichtigen. Es ist sinnvoll, ein UVM in ein bestehendes Verkehrsmanagement einzubinden und damit wesentliche Kosten einzusparen. Einfachere Systeme kommen auch ohne automatische Kopplung an ein Verkehrsmanagementsystem aus und sind deshalb relativ kostengünstig umzusetzen. Ob Einzelmaßnahmen förderfähig sind, ist entsprechend zu prüfen.

11. Ausgeführte Beispiele

11.1 Beispiel UVM Lutherstadt Wittenberg

Wegen PM10-Tagesgrenzwertüberschreitungen beinhaltet der LRP/AP Wittenberg als Minderungsmaßnahmen u. a. eine verkehrslenkende Maßnahme (Lkw-Umleitung Dessauer Straße, Ableitung des Lkw-Verkehrs aus Richtung Westen in Fahrtrichtung Ost, siehe Bild 2). Die kurzfristig zu ergreifende Maßnahme des Aktionsplanes wird aktiviert, wenn das Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) der Lutherstadt Wittenberg und dem Landkreis Wittenberg eine bevorstehende Überschreitung des Tagesmittelwertes Partikel PM10 von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ signalisiert. Die Maßnahme bleibt stets bis zur Deaktivierung durch das LAU aktiv.



Lkw-Umleitungsstrecke: Coswiger Landstraße – Heuweg – Möllensdorfer Straße – Rothemarkstraße – Dobschützstraße

Quelle: Geobasisdaten ELVerrn
(www.lvermgeo.sachsen-anhalt.de)

Bild 2: Beispiel UVM Lutherstadt Wittenberg
(Quelle: Entwurf Luftreinhalteplan 2013 für die Lutherstadt Wittenberg/DTK50 © Geobasis-DE/L VermGeo LSA[12/2012/010312])

Die Auslösung der Maßnahme erfolgt entsprechend der Prognoseergebnisse des Modellsystems ProFet/PROKAS^{Online} des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt. ProFet/PROKAS^{Online} prognostiziert den zu erwartenden PM10-Tagesmittelwert für den nächsten Tag und erstellt eine Trendprognose für die folgenden fünf Tage.

Technische Voraussetzungen:

- Umweltmodul: ProFet/PROKAS^{Online}

Umweltrelevante Voraussetzungen:

- Meteorologische Messdaten (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Temperaturprofil, Globalstrahlung, Luftdruck, Niederschlagsmenge) aus Landesüberwachungssystem (LÜSA),
- meteorologische Prognosedaten (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Niederschlagsmenge, Inversion, Bewölkung) des DWD,
- Immissionsmessdaten (Hintergrundbelastungen und Verkehrsstation) aus LÜSA,
- Verkehrszählung (Kfz, SV) für Dessauer Straße.

Die Maßnahme wird bei Prognose einer Tagesgrenzwertüberschreitung manuell geschaltet (Verkehrszeichen Lkw-Verbot = Klapptafel). Entsprechend [5] konnten folgende Minderungen nachgewiesen werden:

- PM10: max. 1 bis 2 µg/m³ im Tagesmittelwert bzw. -3 Überschreitungstage in Episode über 14 Tage,
- NO_x: nicht untersucht

Der in Aufstellung befindliche Lärmaktionsplan der 2. Stufe wird Maßnahmen auch für die Gegenrichtung enthalten, da mit der einseitigen Sperrung keine ausreichende Lärm-minderung erzielt werden kann.

Als Planungsinstrument zur Umsetzung diente der Luft-reinhalte-/Aktionsplan Wittenberg. Beteiligte Akteure wa-ren hier das LAU Sachsen-Anhalt, die Lutherstadt Witten-berg sowie der Landkreis Wittenberg.

11.2 Beispiel VBA Umwelt in Österreich

Das Österreichische Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) beinhaltet die Verfügung von Tempolimits auf Autobah-nen, wenn der Grenzwert der Schadstoffbelastung über-schritten wird. Realisiert wird dies u. a. in Verkehrsbeeinflussungsanlagen (VBA) durch den Einsatz dynamischer Verkehrszeichen, auf denen neben Tempolimits auch Stauwarnungen sowie Informationen zum Fahrbahn-zustand angezeigt werden können. Die österreichische Autobahnfinanzierungsgesellschaft ASFINAG hat dazu das Projekt VBA Umwelt Steiermark und VBA Umwelt Tirol West umgesetzt.

Die verarbeiteten Daten und das Funktionsschema sind im Bild 3 dargestellt. Durch das flexible Tempolimit wird vermieden, dass die VBA schaltet, sobald zwar viele Pkw fahren, aber die Luftdurchmischung im Unterinntal sehr gut ist (z. B. bei Föhn), die gemessenen Luftschadstoffe zwar sehr hoch sind, jedoch kaum Pkw unterwegs sind, sodass auch das Reduktionspotenzial durch ein Pkw-Tempolimit gering ist. Aufgrund der klimatischen Bedin-gungen ist davon auszugehen, dass im Winter häufiger geschaltet wird als im Sommer und am Tag auf Grund des Verkehrsaufkommens häufiger geschaltet wird als in der Nacht. Im Regelfall bleibt jedoch zwischen 22:00 und 5:00 Uhr das bestehende Tempolimit aus Lärmschutzgründen (z. B. Pkw 110 km/h) erhalten. Aufgrund der Komplexität der Wetterbedingungen können jedoch auch Schaltungen vorkommen, obwohl sie aus subjektiver Sicht nicht berech-tigt erscheinen.

Die Berechnungen und Schaltungen werden auf Basis der Landes-Verordnung bei der ASFINAG vollautomatisch durchgeführt und die Tempobeschränkungen an den VBA-Portalen angezeigt. Das Rechenmodell wählt jene Stun-den für ein Tempolimit aus, in denen der größte Beitrag zur Verbesserung der Luftsituation erreicht wird.

Der NO_x-Ausstoß sank beim Pkw-Verkehr um 23 % (das sind ca. 82 t), die Feinstaubemissionen bei den Abgasen sogar um 27 % (das entspricht einer Reduktion um -3,4 t PM10). Ohne Tempo 100 wäre die Belastung um 4,5 µg/m³ NO₂ höher gewesen. Das entspricht einer Reduktion von 6 %.

Als Planungsinstrument zur Umsetzung diente das IG-L (Im-missionsschutzgesetz-Luft) sowie der Fristerstreckungs-antrag Unterinntal für die Einhaltung des NO₂-Grenzwertes. Beteiligte Akteure waren hier die Tiroler Landesregie-rung und die ASFINAG.

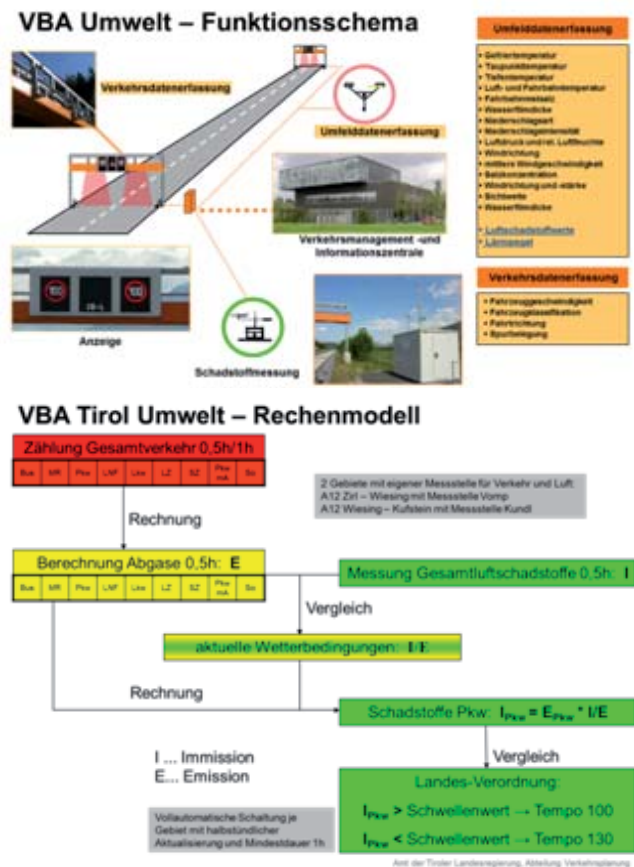


Bild 3: Funktionsschema VBA Umwelt (Quelle: http://www.landtagsklub.tirol.spoe.at/mediaarchiv/shared/Dokumente/100_Tage_VBA_Umwelt_Tirol.pdf)

Ein UVM zur Einhaltung der Lärmgrenzwerte wurde von der ASFINAG an der A 2 in Gleisdorf (Steiermark) installiert [17]. Dort kommt eine sog. multifunktionale Lärmschutzanlage zum Einsatz. Für die Dauer einer verstärkten Lärm-belastung wird über ein schallgekoppeltes Verkehrsbeeinflussungs-System eine geringere Fahrgeschwindigkeit (130-100-80 km/h für Pkw oder 80-60 km/h für Lkw) über multimediale Schilderbrücken signalisiert. In Verbindung mit der bestehenden Lärmschutzwand wird damit der Ver-kehrslärm für die Anlieger um 9 bis 11 dB(A) reduziert und damit das subjektive Lärmempfinden auf die Hälfte verrin-gert. Unterstützt wird die Wirkung dramaturgisch über An-zeigen wie die Darstellung eines schlafenden Kindes mit dem Begleittext „Ich möchte schlafen“. Zudem dienen die Lärmschutzwandflächen der Gewinnung von Solarstrom. Diese multifunktionale Lärmschutzanlage verknüpft syner-getisch die Komponenten Lärmschutz – Stromerzeugung – Infotainment – Verkehrsberuhigung.

11.3 Beispiel UVM Potsdam

Die im Projekt iQ mobility [6] gewonnenen Erfahrungen flossen in den Luftreinhalte- und Aktionsplan für die Lan-deshauptstadt Potsdam aus dem Jahr 2007 ein. Als eine verkehrliche Maßnahme wurde eine „Verbesserung der Verkehrssituation in kritischen Bereichen“ aufgenommen, die bei entsprechend hohen Schadstoffbelastungen aktiviert werden sollte. Seit April 2012 betreibt die Stadt Potsdam ein System zur umweltorientierten Verkehrs-

steuerung, mit dem Grenzwertüberschreitungen bei NO₂ und PM₁₀ verhindert werden sollen.

Im Bild 4 ist beispielhaft für einen ausgewählten Bereich mit zwei lufthygienischen Hot Spots (Zeppelinstraße, Breite Straße) das Maßnahmenprogramm dargestellt. Je nach Überschreitung von Schwellwerten der lokal gemessenen Verkehrsbelastung und/oder Luftschadstoffbelastung, die



Bild 4 : Maßnahmenprogramm am Beispiel des Bereichs Zeppelinstraße/Breite Straße/Lange Brücke/Heinrich-Mann-Allee/Brauhausberg im UVM Potsdam (Quelle: www.mobil-potsdam.de/de/umweltorientierte-verkehrssteuerung/informationen)

mit dem Monitoringsystem IMMIS^{mt} berechnet werden, werden folgende Strategien und Maßnahmen aktiviert [7].

Strategien

- Verflüssigung des Verkehrs durch kapazitätsabhängige Schaltung von „Grünen Wellen“,
- zeitlich verkehrs- und umweltabhängige Pfortnerung des Kfz-Verkehrs an der Lichtsignalanlage (LSA) am Beginn der Hot Spot-Bereiche,
- Verkürzung der Wartezeiten im querenden Verkehr (Radfahrer und Fußgänger),
- Information der Verkehrsteilnehmer über erhöhte Belastungen und veränderte Verkehrssteuerung durch Informationstafeln.

Technische Voraussetzungen:

- Verkehrsmanagementsystem SCALA,
- Messstellensystem Verkehr mit strategischen Detektoren (TEU),
- Steuerungsfähige LSA,
- Umweltmonitoringsystem IMMIS^{mt}.

Umweltrelevante Voraussetzungen:

- Meteorologische Messdaten (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Temperatur, Globalstrahlung) aus Landesüberwachungssystem und Flughafendaten,
- Immissionsmessdaten (Hintergrundbelastungen und Verkehrsstation) aus Landesüberwachungssystem,
- halbstündige Verkehrsmengen (Kfz, SV) und Verkehrsqualität aus Detektion an Hotspots,

Tabelle 1: Übersicht über durchgeführte Wirkungsuntersuchungen von UVM; AR = Aktivierungsrate; Alle Untersuchungen sind Ex-ante-Untersuchungen außer die mit * gekennzeichneten

Projekt / Literatur	Ort, Lage, Art der Maßnahme	Veränderung im Bereich Verkehr	Veränderung der Zusatzbelastung	Veränderung der Gesamtbelastung
iQ mobility [6]	Abschnitt Leipziger Straße, Berlin Optimierung Verkehrsfluss		NO ₂ : -10 % PM ₁₀ : -8%	
Hagen [8]	Lkw-Sperrung auf dem Märkischen Ring		NO _x : -14 % bis -20 % PM ₁₀ : -11 % bis -16 %	
UVM Braunschweig Stufe 2 [9]	Abschnitt Hildesheimer Straße	Kfz-Belastung: -27 % temporär		NO _x : -7 % bzw. -15 % bei AR 8 % bzw. 15 %
	Abschnitt Hildesheimer Straße	Kfz-Belastung: -14 % temporär		NO _x : -3 % bzw. -6 % bei AR: 8 % bzw. 15 %
	Weitere Hotspots			NO _x : -3 % bzw. -5 % bei AR 12 % bzw. 30 %
LANUV Essener Norden [10]	Gladbecker Straße, Verkehrsadaptive LSA-Steuerung			NO ₂ : -3 % PM ₁₀ : -6 %
	Nächtliches Abschalten der LSA Steuerung			NO ₂ : -4 % PM ₁₀ : -3 %
	Wetterabhängige Verkehrssteuerung			NO ₂ : -2 %, PM ₁₀ : -10 Überschreitungstage
Wittenberg [5]*	Dessauer Straße Dynamische Lkw-Umleitung bei prognostizierter PM ₁₀ -Überschreitung			PM ₁₀ : max. 1 bis 2 µg/m ³ im Tagesmittelwert bzw. -3 Überschreitungstage in Episode über 14 Tage
Halle/Saale [5], [11]	Merseburger Straße Tempo30-Signalisierung bei prognostizierter PM ₁₀ -Überschreitung		PM ₁₀ : kleiner -10 bis max. -50% für nicht motorbedingte Partikelemissionen	
Erfurt [12]	UVM Erfurt-Bergstraße, Verstetigung Verkehrsfluss, Verkehrsverlagerung, Verkehrslenkung			NO ₂ : -1 bis -3 µg/m ³ , PM ₁₀ : -1 bis -2 µg/m ³ bzw. -2 Überschreitungstage
Köln [13]	Clevischer Ring, Verstetigung Verkehrsfluss		NO _x : bis -24 %	NO ₂ : -9 % bei AR 45 % und -6 % bei AR 25 %
Frankfurt / Oder [14]	Leipziger Straße, Variante 1, Umleitung		NO _x : -12 %, PM ₁₀ : -12 %	NO ₂ : -2 % bis -3 %, PM ₁₀ : -1 bis -4 Tage
	Variante 2 zusätzliches Lkw-Verbot		NO _x : -29 %, PM ₁₀ : -27 %	NO ₂ : -5 % bis -7 %, PM ₁₀ : -2 bis -9 Tage
UVM Rostock [15]	L 22 Am Strande, Verkehrsumleitung		NO _x : -11 % bei AR 60 % und -3 bis -5 % bei AR 10-20 %	NO ₂ : -6 % bei AR 60 % und -2 % bei AR: 10 bis 20 %
Potsdam [1]*	Behlerstraße Verbesserung Verkehrsfluss		NO _x : -4 %, PM ₁₀ : -6 %	NO ₂ : -3 %, PM ₁₀ : -2 %

- weitere Verkehrsmengen aus Verkehrsmengenkarte und typisierter Ganglinien,
- reale Straßenraumgeometrie an Hotspots,
- maßnahmenspezifische Besonderheiten sind die Implementierung von umweltorientierten Steuerungsprogrammen an 21 Lichtsignalanlagen.

Nach Inbetriebnahme des Systems in 2012 erfolgt für 2 Jahre eine Evaluierung der Maßnahmenwirkung für die Hot-Spots an Hand der real gemessenen Verkehrs- und Umweltdaten. Erste Ergebnisse für den weiteren Hotspot Behlerstraße liegen z. B. für das III. Quartal 2013 vor. Es wurden Minderungen in der Gesamtbelastung von ca. 3 % (NO_x und NO₂) sowie von 2 % beim PM10 ermittelt. Die Auswirkungen auf Lärm und CO₂/Energie wurden nicht untersucht.

Als Planungsinstrument zur Umsetzung diente der Luftreinhalteplan Potsdam. Die beteiligten Akteure waren die Stadt Potsdam und das Land Brandenburg.

Die Akzeptanz wurde bisher nicht explizit untersucht. Die Maßnahme wird in der Öffentlichkeit intensiv diskutiert. Umlandgemeinden beklagten teilweise negative Auswirkungen auf Straßen die nach Potsdam führen.

Korrespondierende FGSV-Veröffentlichungen

FGSV 210/1 und 210/2: Wirkung von Maßnahmen zur Umweltentlastung

Teil 1 – Stadtgeschwindigkeitskonzepte und Tempo 30 (2015)

Teil 2 – Kreisverkehre (2015)

FGSV 210: Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen (RLuS 2012), Ausgabe 2012

FGSV 148/1: Hinweise zur EU-Umweltgesetzgebung in der Verkehrsplanungspraxis, Teil 1: Luftreinhalteplanung, Ausgabe 2011

FGSV 334: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-90), Ausgabe 1990, Berichtigte Fassung 1992

FGSV 148/2: Hinweise zur EU-Umweltgesetzgebung in der Verkehrsplanungspraxis, Teil 2: Lärmaktionsplan, Ausgabe 2011

Literatur

[1] Diegmann, V. 2013: Potenziale des Umweltorientierten Verkehrsmanagements – eine Übersicht. In: BAST; FGSV (Hrsg.): Luftqualität an Straßen 2013. Tagungsband. Kolloquium der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) und der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), 20.–21.3.2013 in Bergisch Gladbach, 2013

[2] Düring, I., Hoffmann, T. u.a (2014): Luftschadstoffprognosemodelle als Umweltmodule für umweltorientiertes Verkehrsmanagement. In Tagungsband zur HEUREKA 14 – Optimierung in Verkehr und Transport am 2./3. April 2014 in Stuttgart. FGSV-Verlag. ISBN 978-3-86446-074-6

[3] EU 2008: Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 152, S. 1. 2008

[4] 39. BImSchV 2010: Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV). In der Fassung vom 02.08.2010. BGBl. I S. 1065

[5] Albrecht, W.; Zimmermann, U. u.a. 2012: Maßnahmen zur Luftreinhalteplanung in Sachsen-Anhalt, Vortrag auf dem Statusseminar Luftqualität Sachsen, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden 2012

[6] Giehler, R. 2008: Verkehrsmittelübergreifende Qualitätsüberwachung des straßengebundenen Verkehrs. In: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.): Verkehrsmanagement und Verkehrstechnologien. Mobile Zukunft mit intelligenten Verkehrssystemen. 2008

[7] Potsdam 2012: http://www.potsdam.de/cms/bilder/40682/80/0/0/9217f0cf/Massnahmen_Zeppelinstr_BreiteStr_LangeBruecke_HMA_web.jpg

[8] Ludes, G.; Siebers, B.; Kuhlbusch, T. u.a. 2008: Feinstaub und NO₂ – Entwicklung und Validierung einer Methode zur immissionsabhängigen dynamischen Verkehrssteuerung. Forschungsbericht 205 45 130. Abschlussbericht. Veröffentlichung 2010 in der Reihe UBA-Texte, Nr. 25/2010. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. 2008

[9] UVM-BS 2012: Umweltorientiertes Verkehrsmanagement Braunschweig – Stufe 2. Gemeinsamer Ergebnisbericht. Erarbeitet von Bellis GmbH, Braunschweig; BLIC GmbH, Berlin; IVU Umwelt GmbH, Freiburg und WVI GmbH, Braunschweig. Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) im Rahmen der Förderinitiative „Mobilität 21 – Beispiele für innovative Verkehrslösungen“. 2012

[10] LANUV 2012: Machbarkeitsstudie ‚Essener Norden‘. Möglichkeiten und Potenziale verkehrlicher Maßnahmen zur Verringerung von Partikel-, Stickstoffdioxid und Lärm-Immissionen im Essener Norden. Fachbericht 41. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV). 2012

[11] BAST (2010): Einfluss von verkehrsberuhigenden Maßnahmen auf die PM10-Belastung an Straßen (Düring, I., Lohmeyer, A. u.a.). Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V189, ISBN 978-3-86509-985-3, Bergisch Gladbach, Januar 2010

[12] BUW, pwp (2013): Schlussbericht Umweltsensitive Verkehrssteuerung Erfurt (UVE) UVE-Pilotmaßnahme Bergstraße/Talstraße Erfurt. Bauhaus-Universität Weimar, Professur Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, pwp-systems GmbH im Auftrag vom Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr Thüringen. April 2013

[13] Neunhäuserer, L.; Diegmann, V. 2010: Analysis of the Impacts of an Environmental Traffic Management System on Vehicle Emissions and Air Quality. Proceedings ‚Transport and Air Pollution TAP 2010‘. Poster Session 2. 18th International Symposium. May 18-19, 2010 in Dübendorf, Switzerland. 2010

[14] IVU Umwelt 2012: Machbarkeits- und Wirkungsabschätzung einer Dynamischen Umweltgesteuerten Verkehrsumleitung (DUV) für Frankfurt (Oder); Auftraggeber Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, unter Mitarbeit von CS Plan GmbH, Berlin und Ansorge & Partner GmbH, Frankfurt (Oder); Entwurf 2012

[15] LUNG 2013: LRP der Hansestadt Rostock-Anpassung des Analysefalls für NO₂ und PM2.5 an den aktuellen Datenstand sowie Berechnung der reduzierten NO₂-Gesamtbelastung bei Einsatz verkehrssteuernder Maßnahmen. Ing.-Büro Lohmeyer GmbH & Co. KG im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) Güstrow, April 2013

[16] Diegmann, V.; Michael, M. u.a. 2012: Umweltorientiertes Verkehrsmanagement Braunschweig. In: Löwner, M.; Hillen, F.; Wohlfahrt, R. (Hrsg.): Geoinformatik 2012 „Mobilität und Umwelt“. Konferenzband. 28.–30.3.2012 in Braunschweig. 2012

[17] (<http://www.sze.hu/~gyorfia/Immisszio%20terkepezes%20-%20Zaj/Plusz%20anyag/ASFINAG/Asfinag.pdf>)

Die Redaktionsgruppe bestand aus Dr. Ingo Düring, Radebeul, Dipl.-Phys. Volker Diegmann, Freiburg, Dipl.-Ing. Jochen Richard, Aachen und Prof. em. Dr. techn. Jörg Schönharting, Essen.