

Informationsvorlage der Verwaltung

Gremium	Sitzung am	Beratung
Ausschuss für Umwelt und Klimaschutz	16.01.2018	öffentlich
Stadtentwicklungsausschuss	30.01.2018	öffentlich

Beratungsgegenstand (Bezeichnung des Tagesordnungspunktes)
Neue Technologien zur Luftreinhaltung
Betroffene Produktgruppe 11.14.04 Luft, Stadtklima und Lärm
Auswirkungen auf Ziele, Kennzahlen keine
Auswirkungen auf Ergebnisplan, Finanzplan keine
Sachverhalt:
Anlass In der Sitzung des AfUK vom 28.02.2017 wurde folgender Beschluss gefasst: Die Verwaltung wird beauftragt, auch neue Technologien, wie zum Beispiel den „Citytree“ von Green City Solution, zur Einhaltung der Grenzwerte zu recherchieren sowie ihre Umsetzung zu prüfen. Die Ergebnisse der Prüfung sollen dem Ausschuss inklusive Förderkulisse zur weiteren Beschlussfassung vorgestellt werden.
Hintergrund In Bielefeld werden an der Herforder Str./Jahnplatz ($49 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und an der Stapenhorststraße ($41 \mu\text{g}/\text{m}^3$) der Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Luft in 2016 und auch in den Vorjahren überschritten. Die Grenzwerte für Feinstaub werden in Bielefeld seit Jahren eingehalten. Der bestehende Luftreinhalteplan Bielefeld muss durch die Bezirksregierung Detmold fortgeschrieben werden, mit dem Ziel, die Einhaltung der Grenzwerte schnellstmöglich zu erreichen. Maßnahmen wie die Förderung des ÖPNV und des Radverkehrs sind in diesem Zusammenhang - allerdings eher langfristig - zielführend. Kurzfristig wirksame Maßnahmen können neben verkehrslenkenden Maßnahmen ggf. neue Technologien sein, die im Folgenden bewertet werden sollen.
Technologien zur Reduktion von Luftschadstoffen Bekannt ist, dass Innenstadtgrün positiv auf die Luftqualität wirkt. Die Filterwirkung von Pflanzen in Bezug auf Luftschadstoffe wie Feinstäube und Stickstoffdioxid ist in einer Vielzahl von Studien nachgewiesen worden. Bereits in den 70er Jahren haben Studien in Frankfurt/Main gezeigt, dass die Feinstaubbelastung in Gebieten mit guter Durchgrünung signifikant niedriger war als in Gebieten mit Defiziten in der Begrünung. Allerdings kann durch eine übermäßige Durchgrünung des Straßenraums auch ein sogenannter „Tunneleffekt“ entstehen, bei dem die ausladenden

Kronen der Bäume die Durchlüftung der belasteten Straßenräume behindern.

In den letzten Jahren wurden verschiedene Technologien entwickelt, die sich die Filterwirkung von Pflanzen zunutze machen, wie z.B. das Konzept der City Trees, Dachbegrünungen, strategisch platzierte Vegetationselemente etc. Es besteht allerdings weiterhin ein großer Forschungsbedarf in Hinblick auf die Quantifizierung der Filterleistung von Gehölzen „entsprechend ihrer artspezifischen Blatteigenschaften unter Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Eigenschaften der Partikel und der mikroklimatischen Bedingungen.“ (Gartenamtsleiterkonferenz 2012)

Eine völlig andere Form der Säuberung der Luft von Stickstoffdioxid ist die Beschichtung von Oberflächen, deren grundsätzliche Wirksamkeit bereits belegt werden konnte.

1. Vegetationswände (Mooswände wie „City Trees“, Algenwände),

Bei dem Produkt „City Tree“ des Berliner Start-Ups „Green City Solutions“ handelt es sich um eine 4 Meter hohe, 3 Meter breite und 64 cm tiefe, rechteckige Konstruktion. Diese Moosquader können als Stadtmöbel genutzt werden, da sie mit Sitzmöglichkeiten ausgestattet sind und über einen W-LAN Hotspot verfügen. Der Strom für den Hotspot sowie für die interne Bewässerungsanlage wird über ein eigenes Solarpanel erzeugt, lediglich in trockenen Sommermonaten ist eine monatliche manuelle Befüllung des Wassertanks erforderlich.

Die „City Trees“ sind entwickelt worden, um sich die Filterwirkung von Moosen in Bezug auf Feinstäube und Stickoxide zunutze zu machen. Die Anschaffungskosten für einen City Tree liegen bei ca. 22.000 € pro Stück.

Über den Wirkungsgrad der Anlagen wird seit deren Vorstellung spekuliert. Belastbare unabhängige Studien, die den von den Firmengründerinnen und -gründern verbreiteten Wirkungsgrad belegen würden, gibt es nicht. Eine von der Firma selbst in Umlauf gebrachte Studie kann als Werbemittel betrachtet werden, da sie die zentralen Marketingaussagen der Firma nicht stützen kann. So ist z.B. das Kernstück der Studie eine Versuchsreihe, bei der schadstoffbelastete Luft eine mit Moosen ausgekleidete Röhre durchströmt. Der Schadstoffgehalt der Luft wird vor und hinter der Röhre gemessen. Hier setzen sich die Partikel an den Moosen ab und werden demnach am Ende der Röhre nicht mehr gemessen werden. Aus der Differenz werden Rückschlüsse über die Filterwirkung von Moosen im Straßenraum gezogen. Die Luftaustauschbedingungen sind allerdings in Straßen weitaus komplexer. In Straßenschluchten ist zumindest die obere Seite offen, es treten Windböen auf, die Partikel aufwirbeln etc. Über die Reduktion von Stickstoffdioxid werden in der Studie keine Ergebnisse ermittelt, sondern lediglich Hochrechnungen aus experimentellen Studien anderer Wissenschaftler präsentiert. Die Versuchsaufbauten sind insofern für den zu erbringenden Nachweis ungeeignet. Der Nachweis eines positiven Effektes für die Umgebungsluft im Straßenraum könnte nur durch eine Messung unter realen Bedingungen erbracht werden.

Insbesondere die Aussage, dass ein City Tree in Bezug auf Feinstaub die gleiche Filterwirkung wie 275 Straßenbäume aufweisen soll, ist in der Fachwelt deutlich kritisiert worden. Für diese Aussage lassen sich bislang keine Beweise in einer belastbaren Versuchsanordnung finden. In der Studie der Firmengründer selbst taucht diese Zahl nicht auf bzw. wird nur aus den Ergebnissen der experimentellen Versuche anderer Forscher abgeleitet. Eine Professorin von der Universität Hannover spricht gar von einer ‚Verunglimpfung‘ der Stadtbäume durch ein solches Marketing. (Oppermann 2017)

Momentan läuft eine, ebenfalls von Green City Solutions beauftragte Studie an sechs Standorten in der italienischen Stadt Modena, die über einen Zeitraum von einem Jahr untersuchen soll, wieviel Feinstaub, Stick- und Kohlendioxide aus der Luft gefiltert werden können. Die Untersuchung wird von der Firma Green City Solutions in Zusammenarbeit mit der Stadt Modena und dem Climate KIC der EU durchgeführt. Nach Abschluss der Studie 2018 werden der nationale Forschungsrat Modena und die Universität Ferrara die Ergebnisse auswerten.

Das Landesumweltamt NRW (LANUV) hat sich in einer Stellungnahme vom 11.04.2017 ebenfalls mit dem Thema City Trees befasst und kommt zu dem Ergebnis, dass diese einen Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität in Innenstädten leisten können. Es sei allerdings nicht klar, wie hoch dieser ist, und es sei nicht davon auszugehen, dass durch die Aufstellung dieser Anlagen

das Luftschadstoffproblem in Innenstädten gelöst oder entschieden verbessert werden kann. Es ist auch möglich, dass der Luftaustausch durch eine unsachgemäße Aufstellung der Moosquader behindert wird, und es so zu einer Verschlechterung der Luftqualität kommt.

In Stuttgart wird seit Frühjahr 2017 das zweijährige Projekt „Mooswand“ an der stark befahrenen B 14 im Bereich „Am Neckartor“ durchgeführt. Die Wirkung dieser 100m langen und ca. 3m hohen Mooswand wird durch die Universität Stuttgart wissenschaftlich untersucht und erprobt.

Erste Ergebnisse der Studie werden laut Auskunft des begleitenden Instituts wahrscheinlich im Frühjahr 2018 vorliegen.

Darüber hinaus sind auch diverse experimentelle Ansätze in der Erprobungsphase, wie z.B. Versuche, Algen über speziell abgeschirmte Bioreaktoren in die Straßenräume zu bringen. Als Bioreaktor wird dabei eine Konstruktion bezeichnet, bei der ein Behälter, in dessen Innerem sich Algen befinden, von schadstoffbelasteter Luft durchströmt wird. Bei der Durchströmung des Behälters soll dabei die Luft gefiltert werden, in dem die natürliche Photosynthese sowie die Fähigkeit der Algen, Stoffe zu binden, genutzt werden soll, um am anderen Ende des Systems sauberere Luft abzugeben.

Theoretisch soll es mit diesem Verfahren möglich sein, größere Mengen CO₂, Stickstoffdioxid, Schwefeldioxid und Feinstaub in den Algen zu binden. Als Abfallprodukt des Prozesses fällt Biomethan an, das in das Erdgasnetz gespeist werden könnte.

Hierzu läuft momentan ein Versuch der Firma SUEZ in Paris, der medial auf ein großes Echo gestoßen ist. Dabei wurde ein 1 m³ Bioreaktor in eine Litfaßsäule eingesetzt, die an einer viel befahrenen Straße steht. Der Wirkungsgrad dieser Technik im Straßenraum ist noch nicht belegt.

2. Sedum Dächer

Als Sedum (auch Fetthenne oder Mauerpfeffer genannt) bezeichnet man eine Pflanzengattung in der Familie der Dickblattgewächse. Diese meist krautartigen Pflanzen haben in der Regel keinen Wurzelstock, sondern Wurzelfasern, was sie zu einer beliebten Pflanzenart für Dachbegrünungen macht, da sie einfach in Matten zu kaufen sind und sowohl starke Hitze und Trockenheit als auch große Kälte und Feuchtigkeit aushalten.

Über die Wirksamkeit von Sedum als „Filter“ von Luftschadstoffen wurden verschiedene experimentelle Versuche durchgeführt, die belegen, dass diese Pflanzengattung unter Laborbedingungen Feinstäube aus der Luft filtern kann.

Das „Filtern“ der Luft bedeutet, dass sich feine Partikel an den Blättern der Pflanze absetzen bzw. durch die elektrostatische Aufladung der Blätter angezogen und gebunden werden. In Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass Sedum an stark belasteten Standorten einen höheren Anteil an Magnesium, Eisen und Kupfer aufweist als an wenig belasteten Standorten. Dies lässt darauf schließen, dass die Pflanzen in begrenztem Maße auch Feinstäube in sich aufnehmen können. Über die genaue Quantifizierung besteht weiterhin Forschungsbedarf. Genauso ist noch zu klären, ob eine mögliche Sättigung der Pflanze oder das Verkleben der Blätter mit Feinstäuben eine weitere Aufnahme von Feinstaub verhindern könnte. Da die Pflanzen jedoch, anders als Moose, deutlich wachsen, ist auch denkbar, dass nach einer Vegetationsperiode wieder eine ausreichende Fläche zur Bindung von Feinstäuben bereit steht. (Gorbachevskaya, O.; Herfort, S. 2012)

Durch die große Blattoberfläche des Sedums sind diese, ähnlich den Moosen, in der Lage, größere Mengen Feinstaub zu binden, wenn eine entsprechend große Fläche bepflanzt wird. In einem Versuch unter Laborbedingungen (Semper et al 2013) konnten im Vergleich zu einem Schotterdach Reduktionen von 11,3 % bei einer Partikelgröße von 0,3 µm (Mikrometer), 30,9 % bei einer Größe von 0,5 µm und 33,4 % bei einer Größe von 1 µm festgestellt werden. Es ist zu beobachten, dass größere Stäube besser gefiltert werden. Die vom LANUV in Bielefeld gemessene Partikelgröße beträgt 2,5 bzw. 10 µm, was darauf schließen lässt, dass der Wirkungsgrad bei dieser Größe nochmal höher liegt.

Die Filterwirkung in Bezug auf Stickstoffdioxid konnte ebenfalls nachgewiesen werden. Eine, genaue Bezifferung des Wirkungsgrads für die Menschen im Straßenraum ist aber schwierig.

Die Universität Amsterdam führt dazu momentan eine Untersuchung durch. Die Studie wird im nächsten Sommer abgeschlossen sein.

Letztlich lässt sich aber vorab feststellen, da die Hauptimmissionsquellen in der Regel bodennah

sind, dass von einem Sedumdach in der Nähe einer Emissionsquelle kein großer positiver Effekte für den Straßenraum zu erwarten ist. Bei einer konsequenten Dachbegrünung im gesamten Stadtgebiet könnte allerdings eine messbare Reduktion erzielt werden, wie einige Studien aus dem anglo-amerikanischen Raum nahelegen. (Gorbachevskaya, O.; Herfort, S. 2012)

3. Spezielle Oberflächenbeschichtungen

Eine weitere Maßnahme zur Reduktion von Luftschadstoffen sind speziell beschichtete Oberflächen, die durch chemische Reaktionen wie bzw. photokatalytische Verfahren den Anteil von Stickstoffdioxid in der Umgebungsluft reduzieren. Dazu zählen z.B. Beschichtungen von Pflastersteinen oder auch von Dächern und Fassaden.

Ein so beschichtetes Pflaster wirkt auf den ersten Blick wie ein normales Pflaster, das durch seine Beschichtung aus dem Kraftwerkserzeugnis Flugasche und photokatalytisch aktivem Titanoxid Stickoxide in Nitrate umwandeln kann, die durch Regen wieder aus dem Stein ausgewaschen werden.

Verschiedene Städte in NRW haben diese Oberflächenbeschichtungen bereits getestet, darunter Bottrop an einer viel befahrenen Straßenkreuzung und Detmold am zentralen Omnibusbahnhof.

Die Messung der Wirksamkeit dieser Maßnahme gestaltet sich in den beiden Modellkommunen schwierig. Die meteorologischen Bedingungen in einer Straßenschlucht sind komplex und sorgen dafür, dass ein Teil des Gases die speziell beschichteten Oberflächen nie erreicht. Dazu kommt, dass das LANUV die Belastung im Jahresmittel misst. Um eine Aussage über die Reduktion von NO₂ auf den Jahresmittelwert zu bekommen, müsste über ein Jahr lang in einer realen Straßenschluchtsituation gemessen werden, in der die Vorbelastung ebenfalls bekannt war und ein erhöhter Aufwand der Straßenreinigung betrieben wurde, um die beschichteten Oberflächen sauber zu halten.

In Bottrop wurde laut Abschlusspräsentation der Steag bei einer „Langzeitmessung“ eine Reduktion von 22% – 39,5% gemessen. Dabei wurden verschiedene Passivsammler (die gleiche Messmethode wie am Jahnplatz) auf einer 750 m² Kreuzung installiert, die mit photokatalytisch aktivem Pflaster beschichtet wurde. Danach wurde der gemessene Wert mit der Belastung vor der Umbaumaßnahme verglichen.

Auf der Website des Unternehmens „Innovation City Bottrop“, die eine Tochtergesellschaft der Stadt ist und innovative Projekte mit Fördermitteln des Initiativkreises Ruhr umsetzen soll, wird von 12 % Reduktion bei günstigen Wetterlagen gesprochen. Da die genauen Rahmenbedingungen der Untersuchung jedoch nicht einsehbar sind, sind die Zahlen dieser Studie nur bedingt belastbar.

In Detmold wurde die Wirksamkeit des behandelten Pflasters durch ein Forschungsteam der Hochschule Ostwestfalen-Lippe über einen Zeitraum von drei Jahren untersucht. Dabei wurde ein Ansatz gewählt, bei dem nicht der Anteil an Stickoxiden in der Luft gemessen wurde, sondern die Menge der ausgewaschenen Nitrates im abfließenden Regenwasser. Durch diese Größe können Rückschlüsse auf die Menge an Stickoxiden in der Luft gezogen werden, wenn man den Nitratgehalt mit dem von Regenwasser einer unbehandelten Kontrollfläche vergleicht. Bei dieser Versuchsanordnung spricht man von einer sogenannten indirekten Wirksamkeit. Insgesamt bescheinigt das Detmolder Forschungsteam um Prof. Schlötzer der Titandioxid- Beschichtung eine Wirksamkeit in einer Größenordnung von etwa 30 %.

Die angegebenen Zahlen sind laut LANUV mit Vorsicht zu bewerten, da die Vergleichbarkeit der Messungen der indirekten Wirksamkeit mit den komplexen meteorologischen Gegebenheiten der Realität zweifelhaft ist. Die Reduktion wurde nicht in der Umgebungsluft festgestellt, sondern nur aus einer rein experimentellen Versuchsanordnung abgeleitet.

Eine kritische Analyse von bekannten Pilotstudien (u.a. vom Fraunhofer Institut 2010) zum Thema Schadstoffreduktion durch photokatalytisch aktive Oberflächenbeschichtungen liefert Dr. Kleffmann von der Universität Wuppertal. Dabei kommt der Chemiker zu dem Schluss, dass die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Umgebungsluft in einer Straßenschlucht nicht möglich ist. Kleffmann geht insgesamt von einer belegbaren Reduktion in Höhe von ca. 2 µm³ Luft aus. Das

LANUV schließt sich diesem eher wenig hoffnungsvollen Fazit an. Da sich Herr Dr. Kleffmann aber nicht explizit auf die beiden oben genannten Studien bezieht, kann deren Aussagekraft hier nicht abschließend bewertet werden.

Darüber hinaus läuft momentan ein Feldversuch in Krefeld, bei dem der Gehweg neben einer Hauptverkehrsstraße mit speziell beschichteten Pflastersteinen versehen wurde, deren Wirkungsgrad höher als der in den beiden genannten Feldversuchen aus Bottrop und Detmold sein soll. Erste Ergebnisse werden im Herbst 2018 erwartet.

Der Einsatz von Titandioxid-Beschichtungen ist auch auf Dächern und an Fassaden möglich. Das Aufbringen an Fassaden würde fachlich Sinn machen, wenn die Steine die teilweise angegebenen Reduktionen tatsächlich erbringen. Der Effekt einer Beschichtung der Dächer lässt sich in Ermangelung konkreter Studien schwer abschätzen. Es ist aber, ähnlich wie bei den bereits behandelten Sedumdächern, aufgrund des Abstandes zur Immissionsquelle zumindest keine Reduktion zu erwarten, die die Einhaltung der Grenzwerte sicherstellen würde.

Förderkulisse

Aktuell sind keine Förderprogramme bekannt, die speziell für die hier vorgestellten Maßnahmen ausgelegt sind. Verschiedene Förderprogramme finanzieren aber Begrünungsmaßnahmen. Sobald das Klimaanpassungskonzept fertiggestellt ist, könnten Förderungen nach der Kommunalrichtlinie 2017 des Bundes in Anspruch genommen werden. Kurzfristig kommt auch eine Förderung durch die Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundes in Frage (kommunale Klimaschutzmodellprojekte). Die Stadt Bielefeld hat zum Projektauftrag „Kommunaler Klimaschutz.NRW“ für den Förderbereich „Emissionsfreie Innenstadt“ Mittel für die Aufstellung von City Trees beantragt. Ein Förderbescheid steht noch aus.

Fazit

Alle vorgestellten Maßnahmen können einen Beitrag dazu leisten, die Luftqualität in Innenstädten zu verbessern. In der Regel gibt es aber keine Möglichkeit, diesen Beitrag durch Messungen oder ein Monitoring zu verifizieren und zu quantifizieren. Durch die Vielzahl der Parameter, die die Belüftungssituation der einzelnen Straßenzüge prägen, kann eine Wirkung auch gegen Null gehen. Eine Übertragung der ermittelten Ergebnisse aus Laborversuchen in die Praxis ist nicht möglich.

Auch die Wirksamkeit der City Trees lässt sich zur Zeit nicht gesichert feststellen. Die Fachwelt sieht diese Stadtmöbel in Bezug auf die Luftreinhaltung sehr kritisch. Die Ergebnisse der Universität Stuttgart zum 300 m² Mooswandprojekt könnten in 2018 zu weitergehenden Erkenntnissen führen.

Die Beschichtung von Oberflächen mit Titandioxid erscheint aufgrund der ersten Wirkungsanalysen eine vielversprechende Möglichkeit zu sein, Stickstoff aus der Luft zu filtern. Zur realen Wirksamkeit des Belags und möglichen Belastungen des Bodens durch die ausgewaschenen Nitrate besteht allerdings weiterhin Forschungsbedarf. Im Ergebnis ist der Wissensstand über die Wirkungsgrade der hier beschriebenen Technologien zu gering, um daraus Investitionsentscheidungen abzuleiten. Zudem ist keine der vorgestellten Maßnahmen geeignet, kurzfristig einen nachweisbaren, wesentlichen Beitrag zur Senkung der Stickstoffdioxidbelastung an der Herforder Str./Jahnplatz zu leisten. Für die aktuell notwendige deutliche Senkung der Stickstoffdioxidbelastung Nähe Jahnplatz bleibt als Kernmaßnahme nur die Senkung der Verkehrsbelastung, u. a. durch Verlagerung von Verkehrsanteilen. Selbstverständlich ist aber die weitere Forschungs- und Marktentwicklung kontinuierlich zu beobachten.

Quellen:

Stellungnahme LANUV 2017: Wirksamkeit von Begrünungsmaßnahmen oder photokatalytischen Oberflächen zur Reduzierung von lokalen Stickstoffdioxidbelastungen.

Sempel, F., Gorbachevskaya, O., Mewis, I. et al. Gesunde Pflanzen (2013) 65: 113. <https://doi.org/10.1007/s10343-013-0305-6>

Universität Amsterdam (Hg.) 2017: Succulents to Improve Air Quality. <http://www.uva.nl/en/shared-content/faculiteiten/en/faculteit-der-natuurwetenschappen-wiskunde-en-informatica/news/2017/08/succulents-to-improve-air-quality.html> [abgerufen am 12.10.2017]

Gartenamtsleiterkonferenz (Hg.) 2012: Positionspapier Feinstaub. http://www.galk.de/projekte/pr_down/pospapier_feinstaub_akstb1211langfass.pdf [abgerufen am 19.10.2017]

Gorbachevskaya, O.; Herfort, S. 2012: Feinstaubbindungsvermögen der für Bauwerksbegrünung typischen Pflanzen.

Oppermann, Bettina 2017: Moosmonster im Stadtraum. In: Stadt und Grün 2017 (7).

Kleffmann, Jörg 2015: The PhotoPAQ Team: Can Photocatalysis Help to Improve Urban Air Quality? Results from LIFE+-Project PhotoPAQ. Kolloquium Luftqualität an Straßen 2015, 4. Und 5.3.2015; Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach, 2015

Green City Solutions (Hg.) 2016: Zusammenfassung der Untersuchungen zur Eignung des CityTrees für die Luftreinhaltung. Dresden

Erste Beigeordnete

Wenn die Begründung länger als drei Seiten ist, bitte eine kurze Zusammenfassung voranstellen.

Anja Ritschel