



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Ministère du Développement durable
et des Infrastructures

Administration de l'environnement

Luftqualitätsplan für den Großraum Stadt Luxemburg

Aktualisierung für den Zeitraum 2010 - 2020



Dezember 2011

Projekt: **Luftqualitätsplan für den Großraum Stadt Luxemburg**
Aktualisierung für den Zeitraum 2010 - 2020
Version: Dezember 2011

Autor: **Administration de l'Environnement**
16, rue Eugène Ruppert
L-2453 Luxembourg

Kontakt: **Pierre DORNSEIFFER**
Administration de l'Environnement, Division Air/Bruit
Tel.: (+352) 40 56 56 648
e-mail: pierre.dornseiffer@aev.etat.lu

Pierre SCHMITT
Ville de Luxembourg - Délégué à l'Environnement
Tel.: (+352) 4796 - 3217
e-mail: PSchmitt@vdl.lu

Berechnungen : **Müller-BBM GmbH**
Telefon : (+49) (0)721 / 50 43 79 – 0
e-mail : Rainer.Boesinger@MuellerBBM.de

Beratung: **Studienbüro efor-ersa ingénieurs-conseils**
7, rue Renert
L-2422 Luxembourg
Tel.: (+352) 40 03 04
e-mail: info@efor-ersa.lu

LISTE DER ABKÜRZUNGEN

| | |
|------------------|---|
| NO | Stickstoffmonoxid |
| NO ₂ | Stickstoffdioxid |
| NO _x | Stickstoffoxide, Summe von NO und NO ₂ |
| PM ₁₀ | Particulate Matter, Feinstaub mit einem Durchmesser von 10 Mikrometern oder weniger |
| WHO | World Health Organisation |

EINHEITEN

| | | |
|----|------------|---------------------------|
| t | Tonne | 1 t = 10 ⁶ g |
| g | Gramm | |
| mg | Milligramm | 1 mg = 10 ⁻³ g |
| µg | Mikrogramm | 1 µg = 10 ⁻⁶ g |

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission

Als Emission werden die von Anlagen, Fahrzeugen oder Produkten an die Umwelt abgegebenen Luftverunreinigungen – Gase und Stäube bezeichnet („Quelle“). Auch in anderen Bereichen spricht man von Emissionen etwa bei Lärm oder Strahlung.

Immission

Als Immission wird der Übergang bzw. die Einwirkung von Luftverunreinigungen (bzw. anderer Emissionen) auf Menschen, Tiere, Pflanzen oder Sachgüter bezeichnet.

Zusammenfassung

Im Rahmen der Überwachung der Luftqualität werden an der Messstelle *Luxembourg-Centre* seit 2003 Überschreitungen des auf EU-Ebene festgesetzten NO_2 -Grenzwertes festgestellt. Die Überschreitung des NO_2 -Grenzwertes hat zur Folge, dass ein Luftqualitätsplan für das Stadtgebiet erstellt werden muss. Ein solcher Plan legt die erforderlichen Maßnahmen zur dauerhaften Verminderung von Luftverunreinigungen fest.

Ein erster Luftqualitätsplan wurde offiziell im Dezember 2010 verabschiedet. Daraus ging hervor, dass trotz einer Vielfalt von umgesetzten Maßnahmen der Grenzwert für NO_2 im Jahre 2010 nicht eingehalten werden konnte.

In der Folge wurde der Luftqualitätsplan für die Periode 2010 bis 2020 aktualisiert. Dem vorausgegangen sind neue Emissions- und Immissionsberechnungen für das Referenzjahr 2010 und die Prognosejahre 2015 und 2020, basierend auf den neuesten Informationen über die geplanten Maßnahmen und die Entwicklung des Straßenverkehrs sowie die Zunahme der Bevölkerung und der Arbeitsplätze.

Da derzeit nicht genau bekannt ist, wann in der Periode zwischen 2015 und 2020 die großen Infrastrukturprojekte mit Auswirkungen auf die Luftqualität abgeschlossen sein werden, wurde das Jahr 2020 als Basis für die Prognose gewählt. Für die europäische Richtlinie ist das Jahr 2015 von Bedeutung. Infolgedessen wurde auf Basis der Prognose für das Jahr 2020 ebenfalls eine Prognose für das Jahr 2015 abgeleitet.

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst neben dem Territorium der Stadt Luxemburg, Teile der umliegenden Gemeinden sowie das gesamte Flughafenareal. Hauptaugenmerk der Untersuchungen gilt den Hauptverkehrsachsen.

Stickstoffoxide

Stickstoffoxide NO_x entstehen bei Verbrennungsprozessen bei hohen Temperaturen durch Oxidation des Stickstoffs der Verbrennungsluft und durch Oxidation des im jeweiligen Brennstoff gebundenen Stickstoffs. Gebildet wird in erster Linie Stickstoffmonoxid NO , während sich das giftigere Stickstoffdioxid NO_2 erst im Anschluss an die Verbrennung bildet. Stickstoffdioxid wirkt sich in unterschiedlicher Weise negativ auf die Lunge bzw. die Lungenfunktionen aus. Eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Atemwegsinfektionen sowie chronische Bronchitis bei länger einwirkenden höheren Konzentrationen lassen sich nachweisen. Seit 2003 wird an der Messstation *Luxembourg – Centre am Centre Hamilius* eine Überschreitung der Grenzwerte bei der durchschnittlichen Jahreskonzentration für NO_2 festgestellt.

Feinstaub

Für Feinstaub - PM_{10} – mit einem Durchmesser von 10 Mikrometern oder kleiner, hat die EU strenge Grenzwerte festgelegt. Die mikroskopisch kleinen Staubpartikel können bis in die Lunge gelangen und sind daher besonders gesundheitsschädigend. Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen bis hin zu Lungenkrebs können die Folge sein. An der Teilchenoberfläche können sich schädliche Stoffe anlagern. Zu den Quellen gehören neben natürlichen Quellen u.a. Verbrennungsanlagen zur Energieversorgung, Abfallverbrennungsanlagen, Hausbrand, Industrieprozesse und der Verkehr, wobei letzterer in Ballungsgebieten meist die dominierende Feinstaubquelle darstellt. Was den Feinstaub anbelangt, so konnten bisher im Untersuchungsgebiet keine Grenzwertüberschreitungen gemessen werden.

Emissions- und Immissionskataster

Als Grundlage für die Erstellung des Luftqualitätsplanes mit Maßnahmenkonzepten zur Minderung der Immissionen wurde ein Emissions- und Immissionskataster für den Großraum Stadt Luxemburg erarbeitet. Der Emissionskataster beschreibt die Emissionen aller relevanten

Verschmutzungsquellen. Für das Untersuchungsgebiet werden mithilfe von Ausbreitungsberechnungen auf Basis des Emissionskatasters flächendeckend die Immissionsbeiträge der verschiedenen Schadstoffquellen ermittelt. Im Emissionskataster wurden folgende Emittentengruppen berücksichtigt:

- Schienenverkehr,
- Straßenverkehr,
- Flugverkehr,
- Industrie und Kraftwerke,
- Kleinf Feuerungsanlagen (Gebäudeheizung).

Dabei haben die straßenverkehrsbedingten NO₂-Emissionen den größten Einfluss auf die Immissionen im Untersuchungsgebiet. An zwei Untersuchungspunkten der am höchsten belasteten Standorte ist der Straßenverkehr im Jahre 2010 für jeweils mehr als $\frac{3}{4}$ der Immissionen (ohne regionale Hintergrundbelastung) verantwortlich. Während an der *Place de la Gare* die PKW's mit 31% und die Busse mit 27% an den NO_x-Immissionen beteiligt sind, gehen an der *Place Dargent* die NO_x-Immissionen zu 36% auf das Konto der LKW's.

Für die vorliegende Aktualisierung des Planes wurden das Referenzjahr 2010 sowie die Prognosejahre 2015 und 2020 betrachtet. Dabei wurde das Jahr 2010 anhand der neuen Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr aktualisiert. Die Prognose 2020 beruht auf einer Verkehrsprognose für 2020 sowie den aktualisierten Emissionsfaktoren für das Jahr 2020. Außerdem wurden für diese Prognose die Emissionen der Kleinf Feuerungsanlagen neu berechnet. Die Prognose für 2015 beruht auf der Verkehrsprognose für 2020 sowie den Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr für das Jahr 2015. Die Emissionen der Kleinf Feuerungsanlagen wurden dabei aus der Prognose 2020 übernommen.

Um die Luftverschmutzung zu reduzieren und die vorgegebenen Grenzwerte einzuhalten, wurden bereits eine Reihe von Maßnahmen in die Wege geleitet. Dies ist jedoch nicht ausreichend, und weitere Anstrengungen sind notwendig, um der EU-Gesetzgebung gerecht zu werden.

Bereits durchgeführte Maßnahmen

Hier werden jene Maßnahmen angeführt, die bis 2010 umgesetzt wurden.

- Maßnahmen zur Vermeidung des Individualverkehrs
- Förderung des sanften Verkehrs
- Kontinuierliche Modernisierung der Busflotte in der Stadt Luxemburg
- Umsetzung eines neuen Buskonzeptes
- Anpassung der Ampelschaltungen zur Verbesserung des Verkehrsflusses
- Ersatz von Dieselloks durch Elektroloks
- Finanzielle Beihilfen bei der Anschaffung emissionsarmer Nutzfahrzeuge
- Umlagerung von Güterverkehr von der Straße auf die Schiene
- Einsatz von Blockheizkraftwerken in Verbindung mit Nahwärmenetzen
- Energieberatung und entsprechende finanzielle Beihilfen
- Information und Sensibilisierung der Bevölkerung
- Einrichtung von Tempo 30-Zonen in Wohngebieten
- Überprüfung der Luftqualität
- Begrünung der Stadt
- Finanzielle Beihilfen zur Lenkung der Verbraucher beim Autokauf

Zusätzliche Maßnahmen

Voraussichtlich bis 2015 bzw. 2020 sollen zudem folgende Maßnahmen umgesetzt werden, um u.a. die Luftqualität in der Stadt zu verbessern.

- Einführung der Trambahn
- Umsetzung von Infrastrukturprojekten im Interesse des Eisenbahnverkehrs

- Weitere Förderung des sanften Verkehrs
- Teilweise Verlagerung des LKW- und PKW-Verkehrs auf die Nordstraße
- Einschränkung des Lieferverkehrs
- Umbau des *Centre Hamilius* mit Optimierung der Verkehrsführung
- Reglementierung der Holzfeuerungen, um den Schadstoffausstoß zu senken
- Ausbau des Nahwärmenetzes
- Car-pooling und Car-sharing
- Schaffung neuer Wohnviertel ohne Autos
- Elektromobilität
- Anzeige der Luftqualitätswerte zwecks Sensibilisierung

Zu prüfende Maßnahmen

Weitere mögliche Maßnahmen sind im Folgenden angeführt:

- Schnellerer Ersatz älterer Busse durch moderne Fahrzeuge
- Optimierung der Buslinien
- Sensibilisierung und Beihilfen beim Autokauf
- Berücksichtigung von Umweltkriterien bei Ausschreibungen
- Verkehrseinschränkung für PKW, LKW und Busse unter einer bestimmten EURO-Norm
- „Eco-Driving“
- Berücksichtigung von Luftqualitätsaspekten bei der Stadtplanung

Beteiligung der Öffentlichkeit

Der vorliegende Plan ist durch dessen Veröffentlichung auf der Internetseite www.emwelt.lu der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

Schlussfolgerungen

Durch die zusätzlich geplanten Maßnahmen wird der europäische Grenzwert für NO₂ an dem Standort der Messstelle Luxembourg-Centre nach 2015 und spätestens in 2020 unterschritten. Es ist davon auszugehen, dass ab dem gleichen Zeitpunkt im gesamten Untersuchungsgebiet der europäische Grenzwert für NO₂ eingehalten wird, ausser an einigen wenigen kurzen Straßenabschnitten. An diesen Stellen sollen die Ergebnisse des Berechnungsmodells durch Messungen überprüft werden. Bei Bedarf sollen an diesen Stellen spezifische Maßnahmen umgesetzt werden.

Résumé

Dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air, les résultats des mesures à la station Luxembourg – Centre montrent depuis 2003 des dépassements de la valeur limite pour le dioxyde d'azote fixée au niveau communautaire. Suite à ces dépassements de la valeur limite, l'Etat a l'obligation selon la directive 2008/50 d'établir un plan relatif à la qualité de l'air. Un tel plan définit les mesures nécessaires pour réduire la pollution de l'air de manière durable.

Un premier plan de qualité de l'air a été adopté en décembre 2010. Le plan a montré que les valeurs limites n'ont pas pu être respectées en 2010 et ceci malgré le nombre élevé de mesures qui ont été mises en oeuvre.

Par la suite, le plan de la qualité de l'air a été actualisé pour la période de 2010 à 2020. L'actualisation a été réalisé suite à des calculs nouveaux concernant les émissions et les immissions pour l'année de référence 2010 ainsi que pour les prévisions de 2015 et 2020. Ces calculs se basent sur les informations actuelles concernant les mesures planifiées et l'évolution du trafic routier, de la population et de l'emploi.

Puisqu'il n'est actuellement pas connu à quel moment les grands projets d'infrastructures qui ont une influence sur la qualité de l'air seront réalisés dans la période 2015 à 2020, l'année 2020 a été choisie comme base pour la prévision. Dans le cadre de la directive européenne l'année 2015 doit être analysée de plus près. Par conséquent et sur base de la prévision pour l'année 2020, une prévision a également été élaborée pour l'année 2015.

Zone d'étude

La zone d'étude comprend le territoire de la ville de Luxembourg et des parties du territoire des communes limitrophes ainsi que toute la zone de l'aéroport de Luxembourg. Alors que le centre ville a été analysé de manière détaillée, les autres parties de la zone d'étude ont été analysées de façon sommaire afin d'avoir une vue globale concernant la pollution de l'air. Pour cette analyse plus sommaire, on s'est focalisé sur les axes routiers principaux.

Oxydes d'azote

Les oxydes d'azote NO_x sont produits par la combustion dans l'air à haute température, par oxydation de l'azote de l'air ambiant resp. de l'azote contenu dans le combustible concerné. Est créé en première ligne le monoxyde d'azote NO alors que le dioxyde d'azote NO_2 – plus toxique – se constitue seulement après la combustion. Le dioxyde d'azote a différentes répercussions négatives sur les poumons resp. la respiration. Une sensibilité élevée vis-à-vis des infections de l'appareil respiratoire ainsi que des bronchites chroniques suite à une exposition prolongée à ce polluant ont été démontrées.

Depuis 2003 la station de mesure Luxembourg – Centre au *Centre Hamilius* montre chaque année un dépassement des valeurs limites de la concentration moyenne annuelle en NO_2 .

Particules fines

Pour les particules fines - PM_{10} – avec un diamètre de 10 micromètres ou moins, des valeurs limites ont été définies par l'Union Européenne. Ces particules de poussières microscopiques peuvent s'introduire dans les poumons et sont de ce fait spécialement nocives. Des maladies de l'appareil respiratoire ou cardio-vasculaires voire des cancers du poumon peuvent en être la conséquence. Des substances toxiques peuvent en plus se fixer à la superficie des particules et rendre leur effet encore plus nocif. En tant que sources il faut citer à côté des sources naturelles notamment les installations de combustion pour la production d'énergie, l'incinération de déchets, les chauffages, les processus industriels et le trafic, ce dernier étant la source de particules fines prépondérante dans les agglomérations.

En ce qui concerne les particules fines, aucun dépassement des valeurs limites n'a été mesuré jusqu'à présent dans la zone d'étude.

Cadastre des émissions et des immissions

Comme base pour l'élaboration du plan relatif à la qualité de l'air comportant des mesures destinées à réduire les immissions, un cadastre des émissions et des immissions a été établi pour la zone d'étude. Le cadastre des émissions décrit les émissions de toutes les sources importantes de pollution. Pour la zone d'étude, la part des différentes sources aux immissions est ensuite déterminée sur base du cadastre des émissions par une modélisation de la propagation et en tenant compte de la pollution de fond. Dans le cadastre des émissions, on a tenu compte des sources de pollution suivantes :

- trafic ferroviaire,
- trafic routier,
- trafic aérien,
- industries et centrales énergétiques,
- installations de chauffage.

Les émissions du trafic routier ont le plus d'influence sur les immissions de dioxyde d'azote dans la zone d'étude. A deux points de mesurage des sites qui présentent les immissions les plus importantes, le trafic routier est responsable pour plus de $\frac{3}{4}$ des immissions en 2010 (hors

pollution de fond). Alors qu'à la *Place de la Gare*, les voitures contribuent à 31 % et les bus à 27 % aux immissions de NO_x, 36% des immissions à la *Place Dargent* sont liées à des camions.

Pour la présente actualisation du plan de qualité de l'air, l'année de référence 2010 ainsi que les prévisions pour les années 2015 et 2020 ont été analysées. Les calculs pour l'année 2010 ont été actualisés à l'aide de nouveaux facteurs d'émissions pour le trafic routier. La prévision 2020 est basée sur les prévisions du trafic en 2020 ainsi que sur les facteurs d'émissions actualisés. En plus, les émissions des installations de chauffage ont été recalculées. La prévision pour 2015 est basée sur les prévisions du trafic routier pour 2020 ainsi que sur les facteurs d'émissions pour le trafic routier pour 2015. Les émissions des installations de chauffage ont été reprises de la prévision pour 2020.

Afin de réduire la pollution de l'air et de respecter les valeurs limites en vigueur, une série de mesures ont déjà été mises en œuvre. Ceci est cependant insuffisant et des efforts supplémentaires sont nécessaires afin de respecter les dispositions de la législation communautaire.

Mesures déjà mises en oeuvre

Les mesures suivantes ont déjà été mises en oeuvre jusqu'en 2010 :

- Mesures pour la réduction du trafic individuel
- Promotion du trafic non motorisé
- Modernisation continue des bus circulant sur le territoire de la ville de Luxembourg
- Réorganisation du réseau des autobus de la ville de Luxembourg
- Adaptation des feux de circulation de manière à augmenter la fluidité du trafic
- Remplacement des locomotives au diesel par des locomotives électriques
- Aides financières lors de l'achat de véhicules utilitaires à faibles émissions
- Utilisation de l'autoroute ferroviaire pour le transport de marchandises
- Utilisation de centrales de cogénération en combinaison avec un réseau de chauffage urbain
- Conseil en matière d'énergie et aides financières
- Information et sensibilisation de la population
- Mise en place de « zones 30 » dans les quartiers résidentiels
- Vérification de la qualité de l'air
- Végétalisation de la ville
- Aides financières pour inciter des consommateurs à acheter des voitures moins polluantes

Mesures supplémentaires

A partir de 2010 et probablement jusqu'en 2015, les mesures suivantes seront réalisées afin d'améliorer e.a. la qualité de l'air dans la ville de Luxembourg.

- Réalisation du projet du tramway
- Mise en oeuvre des projets d'infrastructures dans l'intérêt du trafic ferroviaire
- Promotion continue du trafic non motorisé
- Déplacement d'une partie du trafic de voitures et de camions vers la route du nord
- Restriction de la circulation de livraison
- Réaménagement du *Centre Hamilius* avec optimisation de la circulation
- Réglementation pour les chauffages au bois afin de réduire les émissions.
- Développement du réseau de chauffage urbain
- Car-pooling et car-sharing
- Création de quartiers résidentiels sans voitures
- Electromobilité
- Affichage des valeurs de polluants de l'air pour sensibiliser la population

Mesures à examiner

D'autres mesures potentielles sont reprises ci-dessous:

- Remplacement plus rapide de bus anciens par des véhicules pauvres en émissions
- Optimisation des lignes d'autobus
- Sensibilisation du grand public lors de l'achat de voitures en combinaison avec des aides financières
- Prise en compte de critères environnementaux lors de marchés publics
- Restrictions de circulation pour voitures, camions et bus ne respectant pas une certaine norme de pollution EURO
- „Eco-Driving“
- Prise en compte des aspects de la qualité de l'air dans la planification urbaine

Participation du public

Le présent plan est rendu accessible au public par sa publication sur le site internet www.emwelt.lu.

Conclusions

Suite à la réalisation des mesures complémentaires planifiées, la valeur limite communautaire pour NO₂ sera respecté sur le site actuel de la station de mesure Luxembourg-Centre après 2015 et au plus tard en 2020. On peut s'attendre à ce que cette valeur limite sera respecté au même moment dans toute la zone d'étude à l'exception de quelques sections de routes limitées. A ces endroits, les résultats de la prévision doivent être vérifiés par des mesurages. Le cas échéant, des mesures spécifiques y sont à mettre en oeuvre.

Summary

The monitoring of the air quality at the station *Luxembourg - Centre* has shown levels of nitrogen dioxide exceeding the European limit value for every year since 2003. As a result of these exceeding values, the government of Luxembourg is obliged to prepare an air quality plan. This plan outlines the necessary steps to reduce air pollution in a long term perspective.

The first air quality plan was officially adopted in December 2010. The plan showed that it was not possible to respect the limit values for NO₂ in 2010 despite all the measures that have already been taken. Following that first plan, an update has been developed for the period from 2010 to 2020. The update was realised using new calculations of emissions and immissions for the reference year 2010 and the projections for 2015 and 2020. These calculations were based on actual information concerning future measures as well as on the development of road traffic, population and the job market.

Since it is not known exactly at what moment during the period from 2015 to 2020 the big infrastructure projects with an influence on air quality will be completed, the year 2020 was chosen as basis for the projection. For the European directive, the year 2015 is of importance. Thus a projection for that year was deduced from the projection for 2020.

Study area

The study area includes the city of Luxembourg and parts of the neighbouring municipalities as well as the entire airport area. While the city centre has been analysed in detail, a summary analysis has been carried out for the rest of the study area in order to get an overview on air pollution. For this summary analysis, the focus lies on main roads.

Nitrogen oxides

Nitrogen oxides NO_x are produced during combustion at high temperatures by oxidation of nitrogen from the air or nitrogen contained in the fuel. The primary product of combustion is nitrogen monoxide NO, while the more toxic nitrogen dioxide NO₂ is formed only after

combustion. Nitrogen dioxide has many negative effects on the lungs and breathing in general. High sensitivity to infections of the respiratory tract and chronic bronchitis due to prolonged exposure to this pollutant have been proved.

Since 2003 the measuring station *Luxembourg – Centre* at *Centre Hamilius* shows values of the mean annual NO₂ concentration that exceed the limit value.

Particulate matter

For fine particulate matter - PM₁₀ - with a diameter of 10 micrometers or less, limit values have been defined by the European Union. These microscopic particles can enter the lungs and are therefore especially harmful. Diseases of the respiratory or cardiovascular system or even lung cancer may result from prolonged exposition. Toxic substances can bind to the surface of the particles and make them even more harmful. Sources of these pollutants are for example natural sources, energy production, incineration of household waste, heating, industrial processes and traffic, the latter being the main source of fine particulates in urban areas. The measurements of fine particles have not shown any exceedances of the limit values so far.

Register of emissions and immissions

As a basis for the development of an air quality plan including measures to reduce the immissions, a register of emissions and immissions was established for the study area.

The register of emissions describes the emissions of all sources of pollution. For the study area, the contribution of the different sources to the total amount of immissions is determined on the basis of the register of emissions through modelling of the propagation and taking into account the background pollution. In the register of emissions, the following sources have been taken into account :

- Rail traffic,
- Road traffic,
- Air traffic,
- Industries and power plants,
- Heating installations.

Road traffic is by far the most important source of NO₂-emissions in the study area. At two investigation points at the sites showing the highest degree of pollution road traffic is responsible for more than ¾ of the immissions (without regional background pollution). At the *Place de la Gare*, cars and busses are responsible for 31 respectively 27 percent of NO_x-immissions, whereas at the *Place Dargent*, 36% of the NO_x-immissions are generated by trucks.

For the present update of the plan, the reference year 2010 as well as the forecast years 2015 and 2020 were considered. Data for 2010 was updated using the new emission factors for road traffic. The 2020 forecast is based on a new traffic projection for 2020 and updated emission factors. In addition to this forecast, emissions from small combustion have been recalculated. The 2015 forecast is based on the traffic projection for 2020 and the emission factors for 2015. The emissions from small combustion plants were taken from the prognosis for 2020.

To reduce air pollution and to respect target values a series of measures have already been implemented. Yet this is insufficient and further efforts are needed to comply with the European legislation.

Measures already taken

The following measures have already been implemented until 2010:

- Measures to reduce car traffic
- Promotion of non-motorized traffic
- Continuous modernisation of the bus fleet in the city of Luxembourg
- Adaptation of bus lines and their schedules

- Adaptation of traffic lights to increase traffic fluidity
- Replacement of diesel locomotives with electric ones
- Financial aid for purchasing vehicles with low emissions
- Freight transport by railway
- Using cogeneration in combination with district heating
- Energy consulting and aid payments
- Public awareness information campaigns
- Establishment of 30 km/h zones in residential areas
- Monitoring air quality
- Greening of the city
- Financial aid to influence consumers when they are buying a car

Additional measures

Probably until 2015 or 2020, the following measures will be implemented to improve the air quality in the city:

- Realisation of the tramway project
- Implementation of infrastructure projects in the interests of railway traffic
- Continuing promotion of non-motorized traffic
- Partial traffic displacement to the “route du Nord”
- Restrictions concerning delivery traffic
- Conversion of *Centre Hamilius* including an optimisation of traffic routing
- Regulation of heating with wood in order to reduce emissions
- Extension of district heating
- Promotion of car-pooling and introduction of car-sharing
- Creation of residential areas without cars
- Electromobility
- Display of air quality values in order to raise public awareness

Actions to consider

Other potential measures are listed below:

- Faster replacement of older buses by low-emission vehicles
- Optimization of bus lines
- Raising public awareness in order to promote the purchase of low-emission cars in combination with financial incentives
- Restricting circulation of cars, trucks and buses that do not comply with a certain emission standard
- “Eco-Driving”
- Consideration of air quality aspects in urban planning

Public participation

The present air quality plan is made public through publication of the document on the website www.emwelt.lu.

Conclusions

Due to the additional measures, the European limit value for NO₂ will be respected at the site of the measuring station *Luxembourg-Centre* after 2015 and at the latest in 2020. It is assumed that the limit value will be respected at the same time throughout the study area with the exception of a few short road sections. At these points, the results of the analytical model will be verified by measurements. If required specific measures have to be implemented at these sites.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| 1. Einleitung | 5 |
| 2. Angaben zum Plangebiet | 6 |
| 3. Grundlagen des Luftqualitätsplans | 7 |
| 3.1. Rechtliche Grundlagen..... | 7 |
| 3.1.1. Richtlinie 2008/50/EG | 7 |
| 3.1.2. Nationale Gesetzgebung | 7 |
| 3.2. Zuständige Behörden | 7 |
| 3.3. Datenquellen | 8 |
| 4. Betrachtete Schadstoffe und deren Auswirkungen | 8 |
| Stickoxide | 8 |
| 5. Situationsanalyse | 9 |
| 5.1. Das bestehende Überwachungssystem | 9 |
| 5.1.1. Durchgeführte Messungen | 9 |
| 5.1.2. Resultate | 10 |
| 5.2. Emissions- und Immissionskataster: Vorgehensweise | 12 |
| 5.3. Der Emissionskataster | 14 |
| 5.3.1. Allgemeines | 14 |
| 5.3.2. Emissionsquellen | 14 |
| 5.3.2.1. Schienenverkehr..... | 14 |
| 5.3.2.2. Straßenverkehr | 14 |
| 5.3.2.3. Flugverkehr..... | 15 |
| 5.3.2.4. Industrie und Kraftwerke..... | 15 |
| 5.3.2.5. Kleinf Feuerungsanlagen..... | 15 |
| 5.3.2.6. Gesamtemissionen..... | 15 |
| 5.4. Die Hintergrundbelastung | 16 |
| 5.5. Der Immissionskataster..... | 17 |
| 5.5.1. Ergebnisse für das gesamte Untersuchungsgebiet..... | 17 |
| 5.5.2. Ergebnisse für das Detailgebiet um die Messstelle Luxembourg – Centre | 23 |
| 6. Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität..... | 24 |
| 6.1. Bereits durchgeführte Maßnahmen..... | 24 |
| 6.1.1. Vermeidung von Individualverkehr | 24 |
| 6.1.2. Förderung des sanften Verkehrs | 24 |
| 6.1.3. Kontinuierliche Modernisierung der Busflotte in der Stadt Luxemburg | 25 |
| 6.1.4. Neues Buskonzept..... | 26 |
| 6.1.5. Anpassung der Ampelschaltungen | 26 |
| 6.1.6. Ersatz von Dieselloks durch Elektroloks..... | 27 |
| 6.1.7. Finanzielle Beihilfen bei der Anschaffung emissionsarmer Nutzfahrzeuge..... | 27 |
| 6.1.8. Umlagerung von Güterverkehr von der Straße auf die Schiene | 27 |
| 6.1.9. Blockheizkraftwerke und Nahwärmenetz | 27 |
| 6.1.10. Energieberatung und finanzielle Beihilfen | 28 |
| 6.1.11. Information und Sensibilisierung..... | 28 |
| 6.1.12. Einrichtung von Tempo 30-Zonen in Wohngebieten | 29 |
| 6.1.13. Überprüfung der Luftqualität | 29 |

| | |
|---|----|
| 6.1.14. Begrünung | 29 |
| 6.1.15. Finanzielle Beihilfen zur Lenkung der Verbraucher beim Autokauf..... | 29 |
| 6.2. Zusätzliche Maßnahmen | 30 |
| 6.2.1. Mobilitätsstrategie „Modu“ | 30 |
| 6.2.2. Einführung der Trambahn | 30 |
| 6.2.3. Einrichten von Umsteigepunkten Zug/Tram/Bus an der Peripherie oder im Perizentrum der Stadt Luxemburg..... | 31 |
| 6.2.5. Förderung des sanften Verkehrs | 32 |
| 6.2.6. Verlagerung des LKW- und PKW-Verkehrs auf die Nordstraße | 33 |
| 6.2.7. Einschränkung des Lieferverkehrs | 33 |
| 6.2.8. Umbau des Centre Hamilius | 33 |
| 6.2.9. Reglementierung von Heizungsanlagen und Energiezentralen | 34 |
| 6.2.10. Ausbau des Nahwärmenetzes..... | 34 |
| 6.2.11. Car-pooling und Car-sharing | 34 |
| 6.2.12. Wohnviertel ohne Autos..... | 34 |
| 6.2.13. Elektromobilität | 34 |
| 6.2.14. Anzeige der Luftqualitätswerte | 35 |
| 6.3. Zu prüfende Maßnahmen..... | 35 |
| 6.3.1. Schnellerer Ersatz älterer Busse durch moderne Fahrzeuge | 35 |
| 6.3.2. Optimierung der Buslinien | 35 |
| 6.3.3. Sensibilisierung und Beihilfen beim Autokauf..... | 35 |
| 6.3.4. Umweltkriterien bei Ausschreibungen | 36 |
| 6.3.5. Verkehrseinschränkung für PKW, LKW und Busse unter einer bestimmten EURO-Norm | 36 |
| 6.3.6. „Eco-Driving“ | 37 |
| 6.3.7. Berücksichtigung von Luftqualitätsaspekten bei der Stadtplanung..... | 37 |
| 7. Unterrichtung der Öffentlichkeit..... | 37 |
| 8. Schlussfolgerungen..... | 38 |
| 9. Literatur..... | 39 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| TAB. 5-1: DURCHSCHNITTliche JAHRESKONZENTRATION DER GEMESSENEN NO ₂ -IMMISSIONEN..... | 11 |
| TAB. 5-2: GRENZWERTE FÜR DIE BETRACHTETEN LUFTSCHADSTOFFIMMISSIONEN GEMÄß EU-RICHTLINIE 2008/50/EG | 12 |
| TAB. 5-3: HYPOTHESEN FÜR DIE PROGNOSE 2020 | 13 |
| TAB. 5-4: SUMME DER EMISSIONEN UND ANTEILE DER EMITTENTENGRUPPEN IM UNTERSUCHUNGSGEBIET..... | 16 |
| TAB. 6-1: UMWELTKOSTEN DURCH SCHADSTOFFEMISSIONEN IN EURO PRO TONNE SCHADSTOFF | 36 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| ABB. 2-1: UNTERSUCHUNGSGEBIET MIT DEM BERÜCKSICHTIGTEN HAUPTSTRAßENNETZ | 6 |
| ABB. 5-1: LAGE DER MESSSTATIONEN <i>LUXEMBOURG – CENTRE</i> UND <i>LUXEMBOURG – BONNEVOIE</i> | 9 |
| ABB. 5-2 & 5-3 : MESSSTATIONEN „ <i>LUXEMBOURG – CENTRE</i> “ UND „ <i>BONNEVOIE</i> “ | 10 |
| ABB. 5-4 : ENTWICKLUNG DER NO ₂ -IMMISSIONEN IM VERHÄLTNISS ZUM GRENZWERT | 11 |
| ABB. 5-5 : ENTWICKLUNG DER PM ₁₀ -IMMISSIONEN IM VERHÄLTNISS ZUM GRENZWERT | 12 |
| ABB. 5-6: NO _x -EMISSIONEN DER VERSCHIEDENEN EMITTENTENGRUPPEN IM UNTERSUCHUNGSGEBIET | 16 |
| ABB. 5-7: NO ₂ -IMMISSIONEN AN DEN UNTERSUCHTEN STRAßENABSCHNITTEN (PROGNOSE 2010) | 18 |
| ABB. 5-8: NO ₂ -IMMISSIONEN AN DEN UNTERSUCHTEN STRAßENABSCHNITTEN (PROGNOSE 2015) | 19 |
| ABB. 5-9: NO ₂ -IMMISSIONEN AN DEN UNTERSUCHTEN STRAßENABSCHNITTEN (PROGNOSE 2020) | 20 |
| ABB. 5-10: LAGE DER AUSGEWÄHLTEN UNTERSUCHUNGSPUNKTE..... | 21 |
| ABB. 5-11: MODELLIERUNG DER LUFTVERSCHMUTZUNG DURCH STICKSTOFFOXIDE..... | 22 |
| ABB. 5-12 & 5-13: STARK BELASTETE BEREICHE: <i>PLACE DE LA GARE</i> UND <i>PLACE D'ARGENT</i> | 23 |
| ABB. 5-14 & 5-15: AKTUELLE SITUATION AM <i>BOULEVARD ROYAL</i> UND <i>CENTRE HAMILIUS</i> | 23 |
| ABB. 6-1: VEL'OH!-VERLEIHSTATION AN DER <i>PLACE DES MARTYRS</i> | 25 |
| ABB. 6-2: ENTWICKLUNG DER BUSFLOTTE IM GROßRAUM STADT LUXEMBURG HINSICHTLICH DER VON DEN BUSSEN ERFÜLLTEN EURO-NORM (SITUATION UND PROGNOSE)..... | 26 |
| ABB. 6-3: ENTWICKLUNG DER ANGESCHLOSSENEN LEISTUNG DER BHKW IN DER STADT LUXEMBURG SEIT 1998 | 28 |
| ABB. 6-4: ZURÜCKBEHALTENE TRASSE DER TRAMBAHN (QUELLE: MINISTÈRE DES TRANSPORTS)..... | 31 |
| ABB. 6-5: ÜBERSICHTSPLAN UMSTIEGEPUNKTE 2020 (QUELLE: DÉPARTEMENT DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE)..... | 32 |

1. Einleitung

Im Rahmen der Überwachung der Luftqualität werden von der Administration de l'Environnement, Division Air/Bruit, u.a. die Konzentrationen von Stickoxiden und Feinstaub in der Luft gemessen. An der Messstelle *Luxembourg-Centre* wurden dabei seit 2003 Überschreitungen des NO₂-Grenzwertes gemäß der europäischen Gesetzgebung festgestellt. Die Überschreitung des NO₂-Grenzwertes hat zur Folge, dass aufgrund der EU-Richtlinie 2008/50/EG ein Luftqualitätsplan für das Stadtgebiet von Luxemburg erstellt werden muss. Ein solcher Plan legt die erforderlichen Maßnahmen zur dauerhaften Verminderung von Luftverunreinigungen fest. Messungen der Feinstaubbelastung werden an der oben genannten Messstelle seit 2006 durchgeführt. Eine Überschreitung der Feinstaub-Grenzwerte wurde bisher nicht festgestellt. Auch für andere Schadstoffe besteht kein Handlungsbedarf im Sinne der EU-Richtlinie 2008/50/EG.

Als Grundlage für die Aktualisierung des Luftqualitätsplans dienen die Resultate der Emissions- und Immissionsberechnungen für NO_x sowie die Berechnung der Wirkung von möglichen Minderungsmaßnahmen (Müller-BBM, 2011).

Hinsichtlich der Hauptemissionsquelle Straßenverkehr werden auf den problematischen Straßenabschnitten in den nächsten fünf bis zehn Jahren erhebliche Veränderungen stattfinden. Die Verkehrssituation wird durch bauliche und verkehrstechnische Umgestaltungen zum Teil eine vollständig andere sein, mit einer entsprechend großen Reduktion der Schadstoffimmissionen. Diese Veränderungen und deren voraussichtliche Auswirkungen sind im vorliegenden Bericht dargestellt.

Ein erster Luftqualitätsplan wurde offiziell im Dezember 2010 verabschiedet. Daraus ging hervor, dass trotz einer Vielfalt von umgesetzten Maßnahmen der Grenzwert für NO₂ im Jahre 2010 nicht eingehalten werden kann.

In der Folge wurde der Luftqualitätsplan für die Periode 2010 bis 2020 aktualisiert. Dem vorausgegangen sind neue Emissions- und Immissionsberechnungen für das Referenzjahr 2010 und die Prognosejahre 2015 und 2020, basierend auf den neuesten Informationen über die geplanten Maßnahmen und die Entwicklung des Straßenverkehrs sowie die Zunahme der Bevölkerung und der Arbeitsplätze.

Da derzeit nicht bekannt ist, wann in der Periode zwischen 2015 und 2020 die großen Infrastrukturprojekte mit Auswirkungen auf die Luftqualität abgeschlossen sind, wurde das Jahr 2020 als Basis für die Prognose gewählt. Für die europäische Richtlinie ist das Jahr 2015 von Bedeutung. Infolgedessen wurde auf Basis der Prognose für das Jahr 2020 ebenfalls eine Prognose für das Jahr 2015 abgeleitet.

2. Angaben zum Plangebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst neben dem Territorium der Stadt Luxemburg, Teile der umliegenden Gemeinden Niederanven, Sandweiler, Hesperange, Leudelange, Strassen, Bertrange, Kopstal und Walferdange sowie das gesamte Flughafenareal. In diesem stark urbanisierten Gebiet leben ca. 142.500 Menschen (Stand 2011, Quelle: STATEC) (siehe Abb. 2-1). Hauptaugenmerk gilt den Hauptverkehrsachsen.

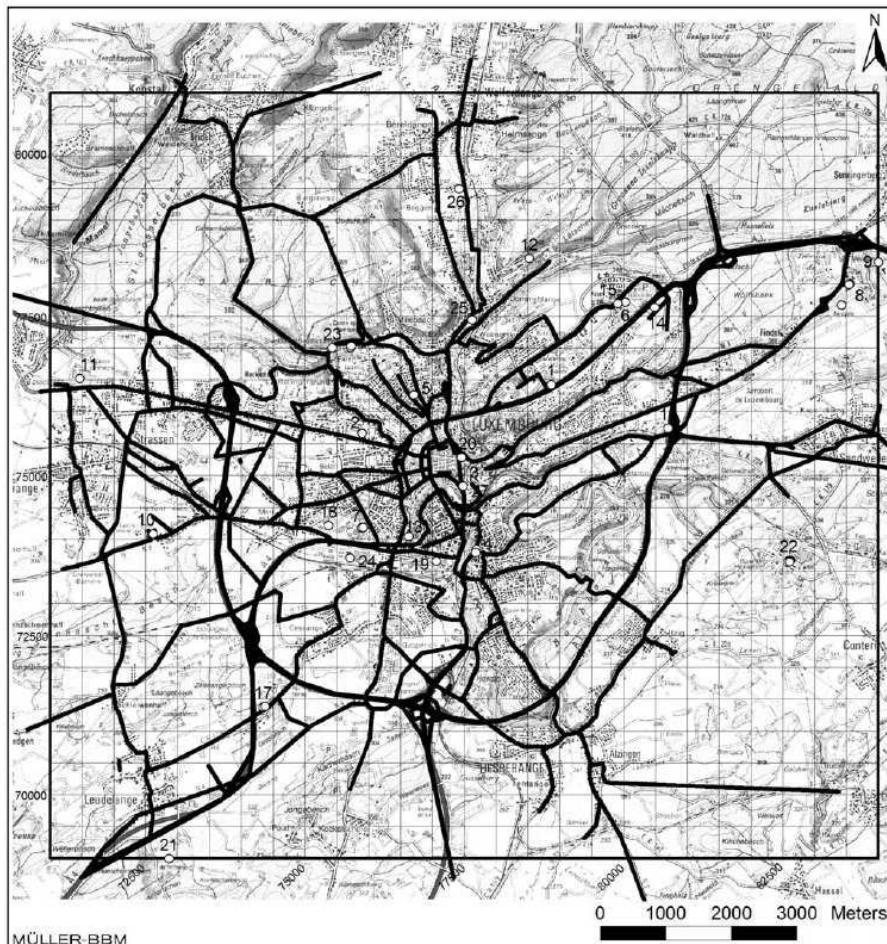


Abb. 2-1: Untersuchungsgebiet mit dem berücksichtigten Hauptstraßennetz

Die dichte Besiedlung und die hohe Arbeitsplatzdichte im Untersuchungsgebiet führen zu einem entsprechend hohen Verkehrsaufkommen. Neben den Verkehrsströmen innerhalb des Stadtgebietes sorgen insbesondere Berufspendler aus dem In- und Ausland für einen dichten Individualverkehr insbesondere während der Spitzenzeiten. Hinzu kommt während der Schulzeit ein hohes Aufkommen an Schülerbussen hin zu den zahlreichen höheren Schulen innerhalb des Stadtgebietes.

3. Grundlagen des Luftqualitätsplans

3.1. Rechtliche Grundlagen

3.1.1. Richtlinie 2008/50/EG

Richtlinie 2008/50/EG des europäischen Parlamentes und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa

Die in dieser Richtlinie festgelegten Maßnahmen dienen u.a. der Definition und Festlegung von Luftqualitätszielen zur Vermeidung oder Verringerung schädlicher Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt, der Beurteilung der Luftqualität in den Mitgliedstaaten anhand einheitlicher Methoden und Kriterien und der Gewährleistung des Zugangs der Öffentlichkeit zu Informationen über die Luftqualität. Diese Richtlinie ist ein entscheidender Schritt der Europäischen Union hin zu einer dauerhaften und nachhaltigen Bekämpfung der Luftverschmutzung. Die Richtlinie hat vier bisher geltende Luftqualitätsrichtlinien - darunter auch die Richtlinien 96/62/EG und 99/30/EG - im Sinne einer besseren Rechtsetzung zusammengefasst und an den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisstand im Bereich der Gesundheit angepasst. Alle bisher eingeführten Luftqualitätswerte wurden unverändert übernommen.

Neu ist unter anderem, dass erstmals Luftqualitätsstandards für die besonders gesundheitsschädlichen kleineren Feinstäube-PM_{2.5} eingeführt werden und dass den Mitgliedsstaaten die Möglichkeit zur Beantragung einer Fristverlängerung für die Einhaltung einiger Grenzwerte unter bestimmten Randbedingungen eingeräumt wird.

3.1.2. Nationale Gesetzgebung

Die Richtlinie 2008/50/EG wurde durch das „*Règlement grand-ducal du 29 avril 2011 portant application de la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe*“ in nationales Recht umgesetzt.

3.2. Zuständige Behörden

Die Umweltverwaltung des Nachhaltigkeitsministeriums ist für die Ausarbeitung der Luftqualitätspläne gemäß der großherzoglichen Verordnung vom 29. April 2011 zuständig. Die Erstellung der vorliegenden Aktualisierung läuft unter der Verantwortung der *Division Air/Bruit*.

Kontaktperson : Herr Pierre DORNSEIFFER

Administration de l'Environnement, Division Air/Bruit

Tel.: (+352) 40 56 56 648

e-mail: pierre.dornseiffer@aev.etat.lu

Das Gesundheitsministerium ist allgemein zuständig für alle Gesundheitsfragen und dementsprechend auch für die Beeinträchtigung der Gesundheit durch die Luftverschmutzung.

Die Gemeinden sind für verschiedene Aufgaben im Umweltbereich zuständig und können auch eigene Maßnahmen im Interesse einer besseren Luftqualität umsetzen. Innerhalb des Untersuchungsgebietes gilt dies insbesondere für die Stadt Luxemburg. Das Stadtgebiet ist nicht nur am meisten betroffen, sondern die Stadt Luxemburg ist auch am stärksten an der Umsetzung von Maßnahmen beteiligt (siehe auch Kapitel 6). Im Rahmen des Luftqualitätsplanes

läuft die Koordination innerhalb der verschiedenen Dienste der Stadtverwaltung über den *Délégué à l'Environnement*.

Kontaktperson : Herr Pierre SCHMITT

Ville de Luxembourg

Délégué à l'Environnement

Tel.: (+352) 4796 - 3217

e-mail: PSchmitt@vdl.lu

3.3. Datenquellen

An der Beschaffung der für den Bericht benötigten Daten waren u.a. folgende Dienste und Institutionen beteiligt:

- Administration de l'Aéroport, Service météorologique
- Administration de l'Environnement
- Administration des Ponts et Chaussées
- Cellule Modèle de Transport
- CFL
- Deutscher Wetterdienst
- Ministère des Transports
- Ville de Luxembourg – Service biens communaux, aménagement foncier
- Ville de Luxembourg – Service chauffage urbain - énergétique
- Ville de Luxembourg – Service circulation
- Ville de Luxembourg – Service topographie et géomatique
- Ville de Luxembourg – Service transports en commun

4. Betrachtete Schadstoffe und deren Auswirkungen

Stickoxide

Stickstoffoxide, abgekürzt Stickoxide NO_x , entstehen bei Verbrennungsprozessen bei hohen Temperaturen durch Oxidation des Stickstoffs der Verbrennungsluft und durch Oxidation des im jeweiligen Brennstoffs gebundenen Stickstoffs. Gebildet wird in erster Linie Stickstoffmonoxid NO , während sich das giftigere Stickstoffdioxid NO_2 erst im Anschluss an die Verbrennung bei ausreichend vorhandenem Sauerstoff in den Abgasen und in der Atmosphäre bildet (BAUMBACH, 1994). Die Umwandlung von NO in NO_2 ist dabei ein relativ komplexer Vorgang und von verschiedenen Parametern abhängig.

Die Grenzwerte hinsichtlich der Stickoxide gemäß EU-Richtlinie 99/30/EG beziehen sich auf das Stickstoffdioxid NO_2 .

NO_2 wirkt sich in unterschiedlicher Weise negativ auf die Lunge bzw. die Lungenfunktionen aus. Eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Atemwegsinfektionen sowie chronische Bronchitis bei länger einwirkenden höheren Konzentrationen lassen sich nachweisen (WHO, 2006).

5. Situationsanalyse

5.1. Das bestehende Überwachungssystem

5.1.1. Durchgeführte Messungen

Die Luftqualität wird in der Stadt Luxemburg durch kontinuierliche Messungen der Schadstoffkonzentrationen an zwei Messstationen erfasst: im Zentrum der Stadt – am *Boulevard Royal/Centre Hamilius (Luxembourg – Centre)* (Abb. 5-2) – sowie im Stadtteil Bonnevoie (*rue de Bonnevoie*) (Abb. 5-3). An diesen Messstationen werden Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Ozon, Kohlenmonoxid, Benzol, Toluol und Xylol gemessen. Während an der Messstation in Bonnevoie seit längerem kontinuierlich die Konzentration des Feinstaubes PM_{10} in der Luft bestimmt wird, finden die Messungen von PM_{10} am *Centre Hamilius* seit März 2006 mit der Referenzmethode (auf Filter) statt.

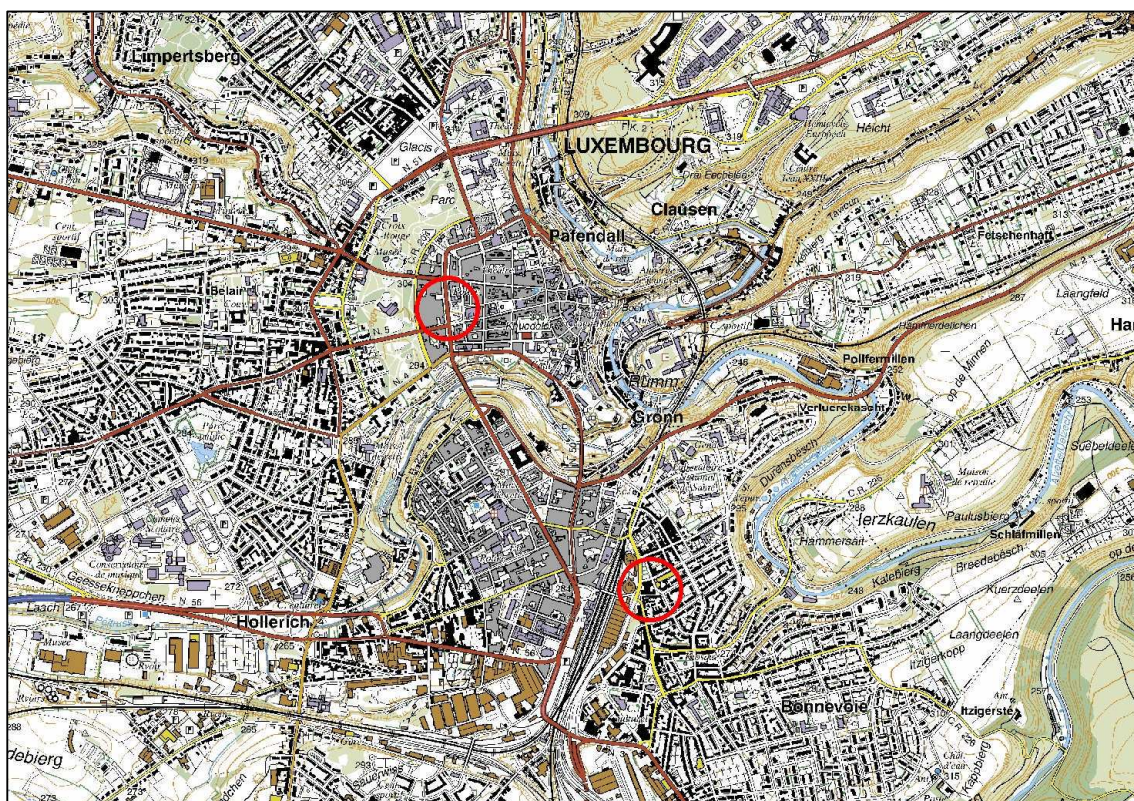


Abb. 5-1: Lage der Messstationen *Luxembourg – Centre* und *Luxembourg – Bonnevoie*¹

¹ Kartenhintergrund : © Origine Cadastre: Droits réservés à l'Etat du Grand-Duché de Luxembourg (2001)



Abb. 5-2 & 5-3 : Messstationen „Luxembourg – Centre“ und „Bonnevoie“

Bedingt durch eine komplette Neugestaltung des *Centre Hamilius*, voraussichtlich ab Ende 2011, muss die Messstation *Luxembourg – Centre* verlegt werden. Ein neuer Standort wird im Rahmen einer Neugestaltung des Messnetzes festgelegt. Derzeit ist ein neuer Standort auf der *Place de Paris* in Planung.

5.1.2. Resultate

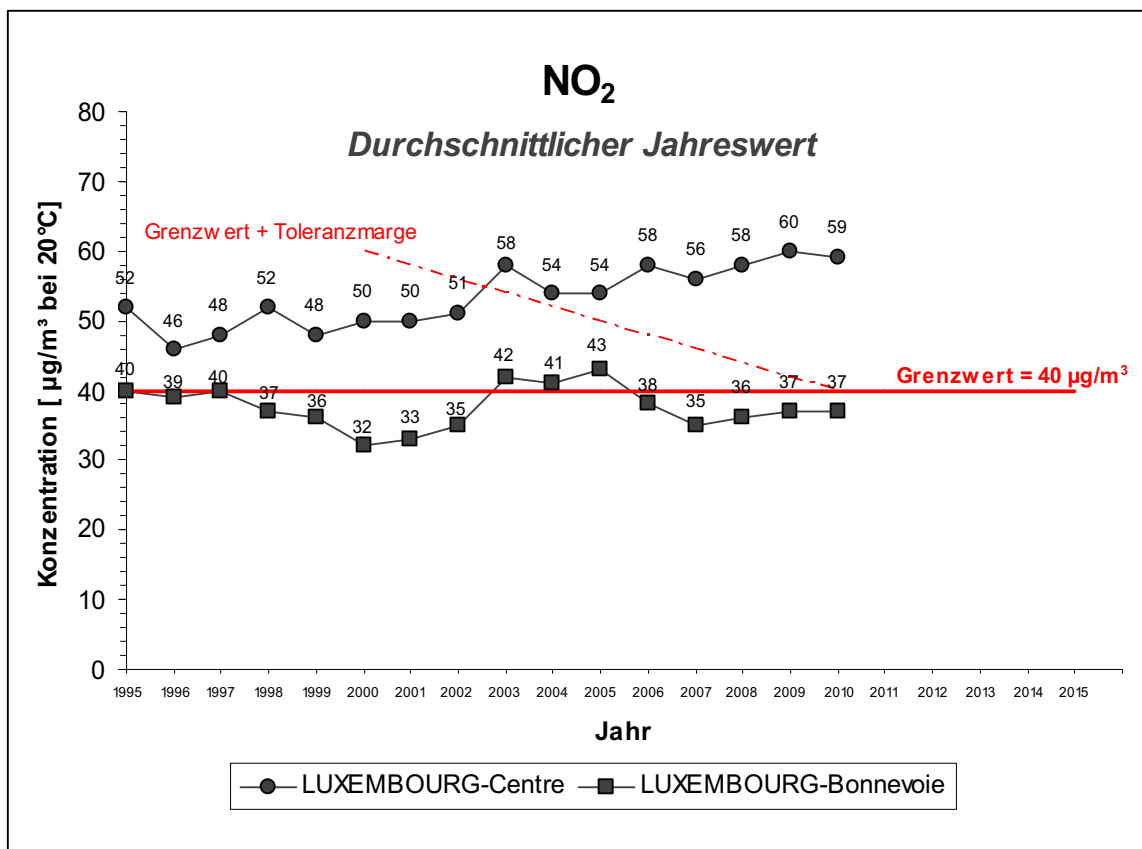
Seit 2003 wird an der Messstation *Luxembourg – Centre* eine Überschreitung des NO₂-Grenzwertes nach der Richtlinie 99/30/EG unter Beachtung der zulässigen Toleranzmarge festgestellt.

Die nachfolgende Tabelle 5-1 und Abbildung 5-4 zeigen für die beiden in Luxemburg-Stadt installierten Messstationen den durchschnittlichen Jahreswert der NO₂-Immissionen, sowie den jeweils gültigen Grenzwert (40 µg/m³ + Toleranzmarge bis 2010). Während sich die Werte an der Station *Luxembourg – Bonnevoie* unterhalb des Grenzwertes stabilisieren, so ergeben die Messungen an der Station *Luxembourg – Centre* eine Stabilisierung auf hohem Niveau um die 60 µg/m³.

Die aktuellen Messwerte können über die Internetseite www.emwelt.lu (Lien rapides: Qualité de l'air) abgerufen werden.

Tab. 5-1: Durchschnittliche Jahreskonzentration der gemessenen NO₂-Immissionen

| | Luxembourg-Centre | Luxembourg-Bonnevoie | |
|------|---|---|---|
| | Durchschn. Jahreswert [µg/m ³] | Durchschn. Jahreswert [µg/m ³] | Grenzwert inklusive Toleranzmarge [µg/m ³] |
| 2000 | 50 | 32 | 60 |
| 2001 | 50 | 33 | 58 |
| 2002 | 51 | 35 | 56 |
| 2003 | 58 | 42 | 54 |
| 2004 | 54 | 41 | 52 |
| 2005 | 54 | 43 | 50 |
| 2006 | 58 | 38 | 48 |
| 2007 | 56 | 35 | 46 |
| 2008 | 58 | 36 | 44 |
| 2009 | 60 | 37 | 42 |
| 2010 | 59 | 37 | 40 |


Abb. 5-4 : Entwicklung der NO₂-Immissionen im Verhältnis zum Grenzwert

Was den Feinstaub anbelangt, so konnten bisher keine Grenzwertüberschreitungen festgestellt werden (siehe Abbildung 5-5).

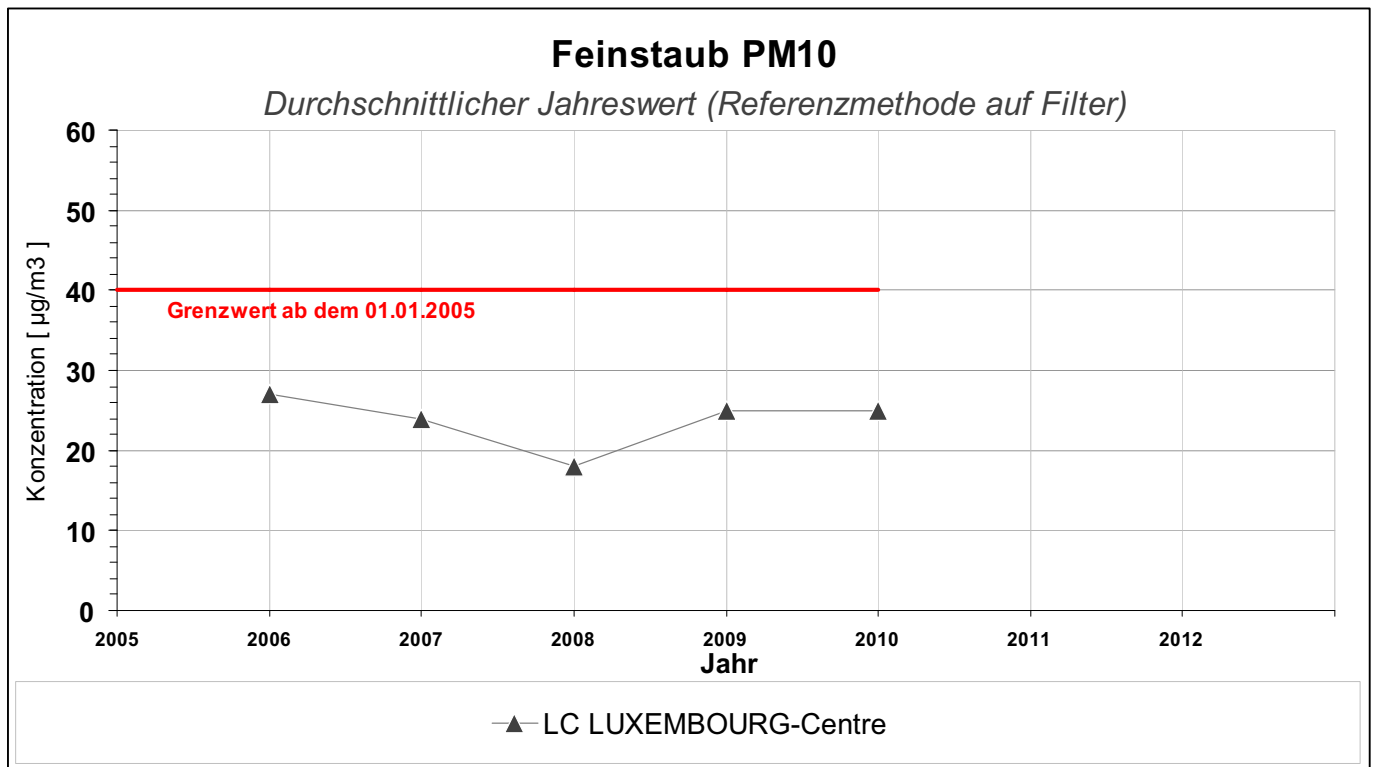


Abb. 5-5 : Entwicklung der PM₁₀-Immissionen im Verhältnis zum Grenzwert

Tab. 5-2: Grenzwerte für die betrachteten Luftschadstoffimmissionen gemäß EU-Richtlinie 2008/50/EG

| Schadstoff | Mittelungszeit | Grenzwert | Geltung |
|------------------------------|----------------|---|--------------------|
| NO ₂ | 1 Stunde | 200 µg/m ³ maximal 18 Überschreitungen / Jahr | seit 01.01.2010 |
| NO ₂ | Kalenderjahr | 40 µg/m ³ | seit 01.01.2010 |
| Partikel (PM ₁₀) | 24 Stunden | 50 µg/m ³ maximal 35 Überschreitungen / Jahr | seit 2005 |
| Partikel (PM ₁₀) | Kalenderjahr | 40 µg/m ³ | seit 2005 |

5.2. Emissions- und Immissionskataster: Vorgehensweise

Für die vorliegende Aktualisierung des Planes wurden das Referenzjahr 2010 sowie die Prognosejahre 2015 und 2020 betrachtet. Dabei wurde das Jahr 2010 anhand der neuen Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr aktualisiert. Die Prognose 2020 beruht auf einer Verkehrsprognose für 2020 sowie den aktualisierten Emissionsfaktoren für das Jahr 2020. Außerdem wurden für diese Prognose die Emissionen der Kleinf Feuerungsanlagen neu berechnet. Dabei wurde einerseits die Zunahme der Bevölkerung und der Arbeitsplätze, andererseits der Ausbau des Fernwärmenetzes und der brennstoffspezifische Energieverbrauch berücksichtigt (Müller-BBM, 2011).

Die Prognose für 2015 beruht auf der Verkehrsprognose für 2020 sowie den Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr für das Jahr 2015. Die Emissionen der Kleinf Feuerungsanlagen wurden

dabei aus der Prognose 2020 übernommen. Die Prognose für 2015 ist nur als orientierende Prognose zu betrachten. Einerseits wird die Entwicklung des Straßenverkehrs sowie die Zunahme der Bevölkerung und Arbeitsplätze bis 2015 überschätzt (aufgrund der Übernahme aus der Prognose 2020). Andererseits sind die berücksichtigten Maßnahmen bis dahin noch nicht alle zur Gänze umgesetzt.

Grund für die Wahl des Jahres 2020 als Basis für die Prognose ist die Tatsache, dass die größeren Infrastrukturprojekte mit Auswirkungen auf die Luftqualität voraussichtlich im Zeitraum zwischen 2012 und 2020 realisiert werden. Diese Infrastrukturarbeiten werden im Rahmen eines städtebaulichen und verkehrsplanerischen Gesamtkonzeptes umgesetzt und unterliegen dementsprechend verschiedenen Zwängen was z.B. die zeitliche Abfolge der Arbeiten anbelangt.

Die der Verkehrsprognose für 2020 zu Grunde liegenden Hypothesen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. Dabei wurden nur die für das Stadtgebiet relevanten Veränderungen dargestellt. Die anderen im vorliegenden Bericht dargestellten Maßnahmen wurden für die Prognose 2020 nicht quantifiziert, tragen jedoch zu einer Verbesserung der Luftqualität im Untersuchungsgebiet bei.

Tab. 5-3: Hypothesen für die Prognose 2020

| | | Basisszenario | |
|---------------|--|--|-------------------------------|
| Daten | Region | 2009 | 2020 Update |
| Einwohner | Ville de Luxembourg | 89 900 | 122 300 |
| | DICI Sud-Ouest (Bertrange, Strassen, Leudelange, Hesperange) | 28 250 | 52 200 |
| | G. D. de Luxembourg | 494 800 | 586 000 |
| Arbeitsplätze | Ville de Luxembourg | 143 500 | 176 300 |
| | DICI Sud-Ouest (Bertrange, Strassen, Leudelange, Hesperange) | 28 100 | 52 000 |
| | G. D. de Luxembourg | 365 900 | 453 400 |
| Grenzgänger | G. D. de Luxembourg | 147 800 | 196 400 |
| | | Basisszenario / Variante Infrastrukturen | |
| | Größere Transportinfrastrukturprojekte | 2009 | 2020 Update |
| | Route du Nord (A7) | | x |
| | Mise à 2x3 voies de la A3 (Berchem - Croix de Gasperich) | | x |
| | Boulevard de Merl (Val St Croix - N5 - A4) | | x |
| | Réaménagement Centre Douanier et Ban de Gasperich | | x |
| | Raccord Helfenterbrück | | x |
| | nouvelle ligne ferroviaire Luxembourg - Bettembourg | | x |
| | Mise à double voie de la ligne Luxembourg - Pétange | | x |
| | Tram léger entre Kirchberg FIL et Gare Centrale | | x |
| | Concept bus AVL 2020 adapté au Tram léger | | x |
| | Concept bus RGTR 2020 adapté au Tram léger | | x |
| | P+R Kirchberg (nouveau) / 2100 emplacements | | x |
| | Concept CFL 2020 (mars 2010) | | x |
| | | Strukturelle Basisdaten | |
| | Ville de Luxembourg | | PAG oct. 2010 |
| | DICI Sud-Ouest (Bertrange, Strassen, Leudelange, Hesperange) | | PIDP politique 5/2009 |
| | G. D. de Luxembourg (andere Gemeinden) | | IVL-2020 Einwohnerszenario |

Der erstellte Emissionskataster beschreibt die Emissionen aller relevanten Verschmutzungsquellen. Die Darstellung der räumlichen Verteilung der Emissionen erfolgt je nach Emittentengruppe flächenhaft (Anlagen aus Industrie und Gewerbe, Gebäudeheizung, Verkehr auf Nebenstraßen und Schienenverkehr) oder in Form von Liniendarstellungen (Straßenverkehr auf Hauptstraßen). Für das Untersuchungsgebiet werden mithilfe von Ausbreitungsberechnungen auf Basis des Emissionskatasters flächendeckend die Immissionsbeiträge der verschiedenen Schadstoffquellen ermittelt.

5.3. Der Emissionskataster

5.3.1. Allgemeines

Aufgabe eines Emissionskatasters ist eine möglichst umfassende Aufstellung der im Erhebungsgebiet in die Luft emittierten Schadstoffe. Die Unterscheidung der unterschiedlichen Emissionsquellen (Verkehr, Energieproduktion, Haushalte, usw.) ist die Grundlage für eine Analyse der Ursachen erhöhter Immissionsbelastungen. Diese Analyse erlaubt es auch, Maßnahmen zur Minderung der Immissionen zu definieren.

Ein Emissionskataster soll den Ausstoß aller wichtigen Schadstoffquellen enthalten, mit dem Ziel, alle durch menschliche Aktivitäten verursachten Emissionen für ein Gebiet zu erfassen. Die Qualität eines Emissionskatasters wird dabei wesentlich von der Vollständigkeit und Genauigkeit der erfassten Daten bestimmt.

Im Emissionskataster für den vorliegenden Luftqualitätsplan wurden folgende Emittentengruppen berücksichtigt:

- Schienenverkehr,
- Straßenverkehr,
- Flugverkehr,
- Industrie und Kraftwerke,
- Kleinf Feuerungsanlagen (Gebäudeheizung).

5.3.2. Emissionsquellen

5.3.2.1. Schienenverkehr

Die Emissionen des Schienenverkehrs sind durch die mittlerweile erfolgte quasi komplette Elektrifizierung vernachlässigbar.

5.3.2.2. Straßenverkehr

Die Emissionen des Straßenverkehrs werden für das detailliert betrachtete Netz der Hauptverkehrsstraßen als Linien, der Verkehr auf den Nebenstraßen wird flächenhaft betrachtet.

Die Gesamtemission der als Linienquellen betrachteten Verkehrsbelastung auf den Hauptverkehrsstraßen beträgt im Referenzjahr 2010 1.648 t/a NO_x und reduziert sich in den Prognosejahren auf 1.011 t/a (2015) bzw. 672 t/a (2020).

Der flächenhaft betrachtete Verkehr auf Nebenstraßen trägt für das Katastergebiet im Referenzjahr 2010 mit einer Gesamtemission an Stickoxiden (NO_x) von 120 t/a zur

Schadstoffbelastung bei. In der Prognose 2015 steigt der Wert 126 t/a bevor er sich in der Prognose 2020 auf 83 t/a reduziert.

Die Prognosen der Straßenverkehrsemissionen berücksichtigen dabei sowohl die voraussichtliche Entwicklung des Verkehrsaufkommens im Untersuchungsgebiet als auch die Entwicklung der Schadstoffemissionen der Kraftfahrzeuge (Benzin- oder Dieselmotor, Hubraum, Verbrauch, etc.).

5.3.2.3. Flugverkehr

Im Rahmen einer Studie (Argumet, 2002) wurden Emissions- und Immissionsberechnungen für das Prognose-Szenario 2012 auf einem 14 km x 12 km großen Untersuchungsgebiet um den Flughafen Luxemburg durchgeführt. Es wurden die Emissionen aller startender und landender Flugzeuge, inklusive der Sportflugzeuge, bis zu einer Höhe von mindestens 230 m berücksichtigt. Emissionen, die oberhalb dieser Höhe von Flugzeugtriebwerken freigesetzt werden, erzeugen am Boden erfahrungsgemäß keine relevanten Immissionsbeiträge.

Summiert man alle durch den Flugverkehr entstehenden Emissionen im oben genannten Untersuchungsgebiet, so ergeben sich Jahresemissionen von 728 t/a NO_x im Prognose-Szenario 2012.

Die Auswirkungen des Flugverkehrs auf die Immissionssituation ist gering. Dementsprechend wurden die Berechnungen für 2012 sowohl für das Referenzjahr 2010 als auch für die Prognosejahre 2015 und 2020 übernommen.

Die in der Argumet-Studie berechneten Immissionsbeiträge durch den Flugverkehr werden in der Folge den Immissionsbeiträgen der anderen Quellen überlagert.

5.3.2.4. Industrie und Kraftwerke

Eine zusammenfassende Auswertung aller verfügbaren Emissionserklärungen von Industriebetrieben und Kraftwerken ergibt für das Referenzjahr 2010 Gesamtemissionen von 563 t/a NO_x. Für die Berechnungen wurden 22 Energiezentralen und 5 Industriebetriebe berücksichtigt, darunter die Müllverbrennungsanlage in Leudelange und die Anlage von *DuPont De Nemours* in Contern. Aufgrund des geringen Anteils an den Gesamtmissionen und der Tatsache, dass in diesem Bereich nicht mit größeren Veränderungen gerechnet wird, wurden die für das Referenzjahr 2010 ermittelten Werte auch für die Prognosejahre 2015 und 2020 übernommen.

5.3.2.5. Kleinfeuerungsanlagen

Für das Referenzjahr 2010 summieren sich die Emissionen auf 427 t/a NO_x. Für die Prognosen wurden die Emissionen der Feuerungsanlagen auf Basis der Einwohner- und Arbeitsplatzprognose 2020 und Emissionsfaktoren nach aktuellem Stand der Technik für das Untersuchungsgebiet berechnet und in Rasterflächen mit einer Auflösung von 500 x 500 m zusammengefasst (Müller-BBM, 2011).

5.3.2.6. Gesamtemissionen

Die folgenden Abbildungen zeigen die Bedeutung der einzelnen Emittentengruppen sowie die Entwicklung zwischen dem Referenzjahr 2010 und den Prognosejahren 2015 und 2020. Tabelle 5-4 zeigt die Summe der Emissionen an Stickstoffoxiden im Untersuchungsgebiet sowie die Anteile der einzelnen Emittentengruppen.

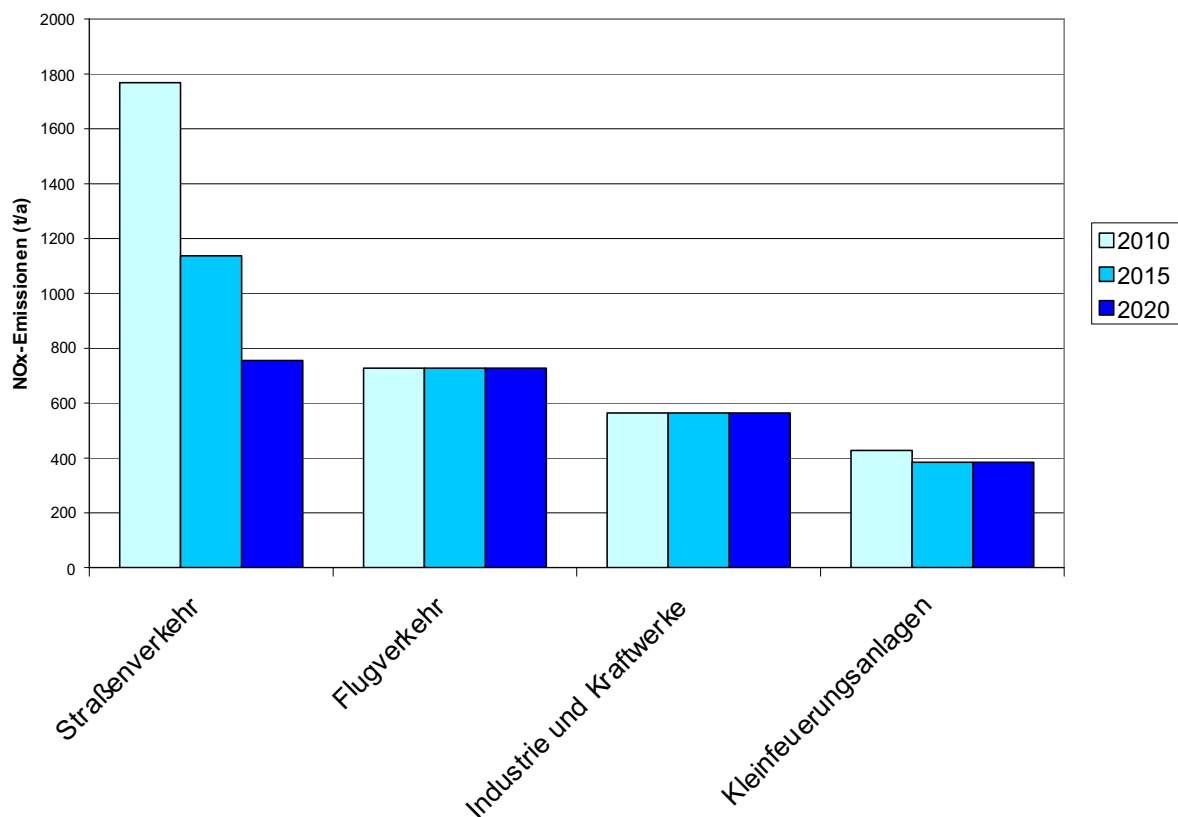


Abb. 5-6: NO_x-Emissionen der verschiedenen Emittentengruppen im Untersuchungsgebiet

Tab. 5-4: Summe der Emissionen und Anteile der Emittentengruppen im Untersuchungsgebiet

| Emittentengruppe | Emissionen | | | | | |
|-----------------------|-----------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | NO _x | | | | | |
| | 2010 | | 2015 | | 2020 | |
| | [t/a] | % | [t/a] | % | [t/a] | % |
| Industrie und Gewerbe | 563 | 16,1 | 563 | 20,0 | 563 | 23,1 |
| Gebäudeheizung | 427 | 12,3 | 384 | 13,7 | 384 | 15,8 |
| Flugverkehr | 728 | 20,9 | 728 | 25,9 | 728 | 30,0 |
| Straßenverkehr | 1.768 | 50,7 | 1.137 | 40,4 | 755 | 31,1 |
| Summe | 3.486 | 100 | 2.812 | 100 | 2.430 | 100 |

5.4. Die Hintergrundbelastung

Die Immissionskonzentration eines Schadstoffes setzt sich zusammen aus der regionalen Hintergrundbelastung (Ferntransport von Schadstoffen) und der städtischen Zusatzbelastung.

Die städtische Zusatzbelastung resultiert aus Schadstoffemissionen der Industrie, von Feuerungsanlagen zur Gebäudeheizung und dem Straßen-, Schienen- und Flugverkehr.

Aus Messungen an nicht unmittelbar von den oben genannten Quellen beeinflussten Punkten außerhalb des Untersuchungsgebietes lässt sich die regionale Hintergrundbelastung abschätzen. Zu dieser regionalen Hintergrundbelastung werden die jeweiligen Immissionsbeiträge der Schadstoffquellen Industrie, Gebäudeheizung, Haupt- und Nebenstraßen, Schienenverkehr und Flugverkehr addiert. Als Ergebnis erhält man räumlich differenzierte Werte der lokalen, städtischen Belastung.

Die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen, als ländlich charakterisierten Messstationen in Beckerich und in Elvange geben die regionale Hintergrundbelastung wieder. Diese regionale Hintergrundbelastung wurde als die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung angesehen.

5.5. Der Immissionskataster

Der Immissionskataster für das Untersuchungsgebiet besteht aus zwei Teilen: einem flächendeckenden Kataster und einer Liniendarstellung der Immissionen aus dem Straßenverkehr.

Dazu werden flächendeckend für das Katastergebiet die Immissionsbeiträge der untersuchten Emittentengruppen mit Hilfe von Ausbreitungsrechnungen ermittelt und der regionalen Hintergrundbelastung überlagert. Ergebnis ist ein räumlich strukturiertes Raster der lokalen Schadstoffbelastung. Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten berücksichtigt, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind. Dazu werden Klimadaten verwertet, die an der Wetterstation des Flughafens erhoben wurden.

5.5.1. Ergebnisse für das gesamte Untersuchungsgebiet

Die folgenden Abbildungen zeigen die Immissionsergebnisse sowohl im Referenzjahr 2010 als auch in den Prognosejahren 2015 und 2020 (Abb. 5-7 bis 5-9).

Der seit 2010 gültige Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den NO_2 -Jahresmittelwert wird an mehreren Straßenabschnitten überschritten. Auch in der Prognose 2015 werden Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Die höchsten NO_2 -Belastungen mit mehr als $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ treten dabei im Bahnhofsviertel (place de la Gare, rue de Bonnevoie – Punkt 7 Graphik 5-10) auf. In Hollerich (route d'Esch – Punkt 3 Graphik 5-10) und Eich (place Dargent – Punkt 1 Graphik 5-10) sind die NO_2 -Jahresmittelwerte höher als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Weitere Straßenabschnitte mit Überschreitungen des Grenzwertes finden sich im Zentrum (avenue de la Porte-Neuve, Boulevard Royal, avenue Monterey, avenue Marie-Thérèse), in Gasperich, Bonnevoie, Strassen, Merl, Bertrange und Hesperange (siehe Abb. 5-8).

Die Darstellung der Resultate der Prognose 2020 (Abb. 5-9) zeigt, dass nur noch sehr kleine Straßenabschnitte von Grenzwertüberschreitungen betroffen sein werden, so u.a. an der Place Dargent, der route d'Esch und der Place de la Gare. An diesen Stellen sollen die Ergebnisse des Berechnungsmodells durch Messungen bestätigt, und anschließend, bei Bedarf, spezifische Maßnahmen umgesetzt werden. Im Bereich, in dem seit 2003 Grenzwertüberschreitungen bei NO_2 festgestellt wurden, wird die vorgeschriebene Luftqualität spätestens im Jahre 2020 erreicht.

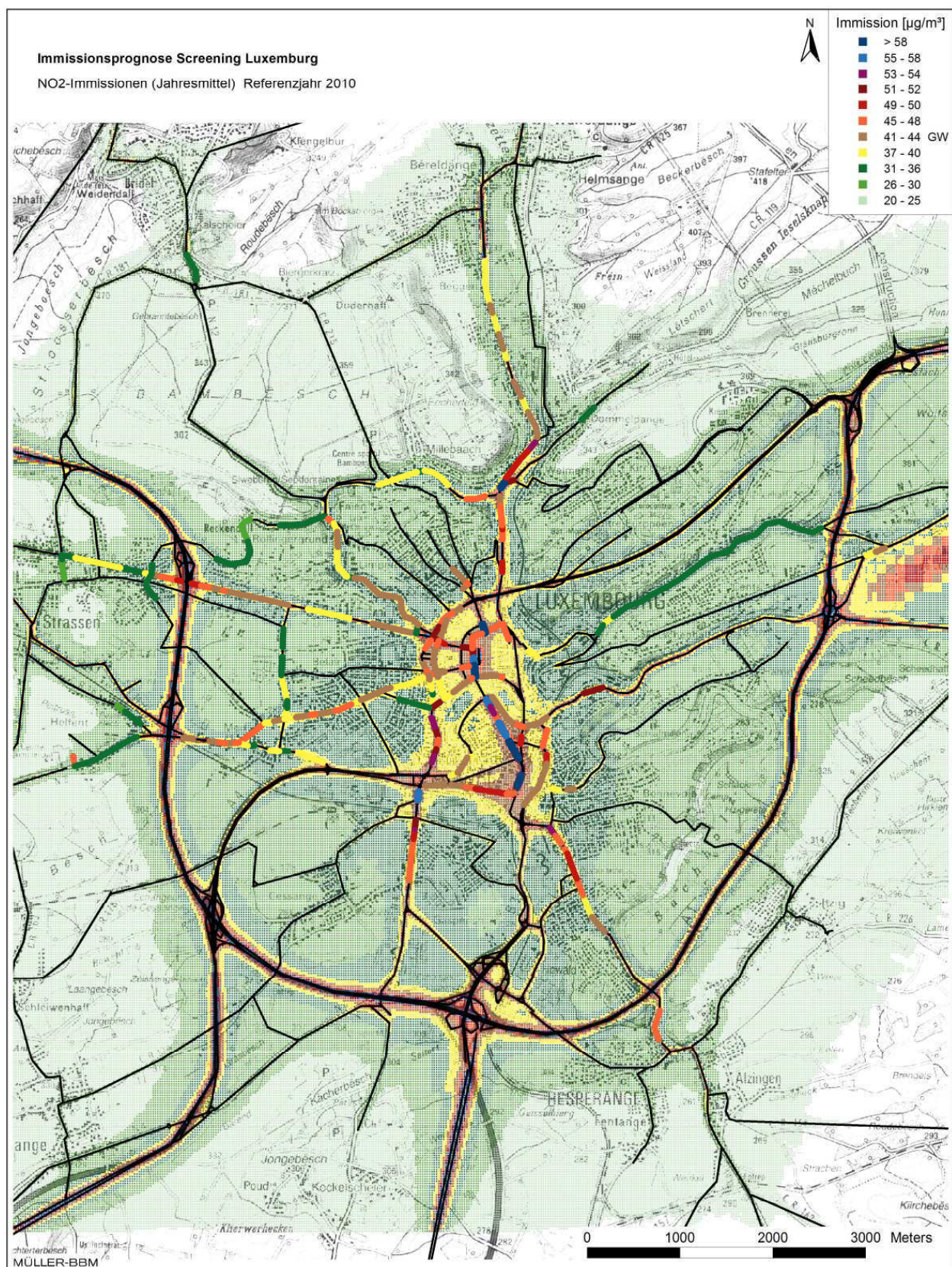


Abb. 5-7: NO₂-Immissionen an den untersuchten Straßenabschnitten (Prognose 2010)

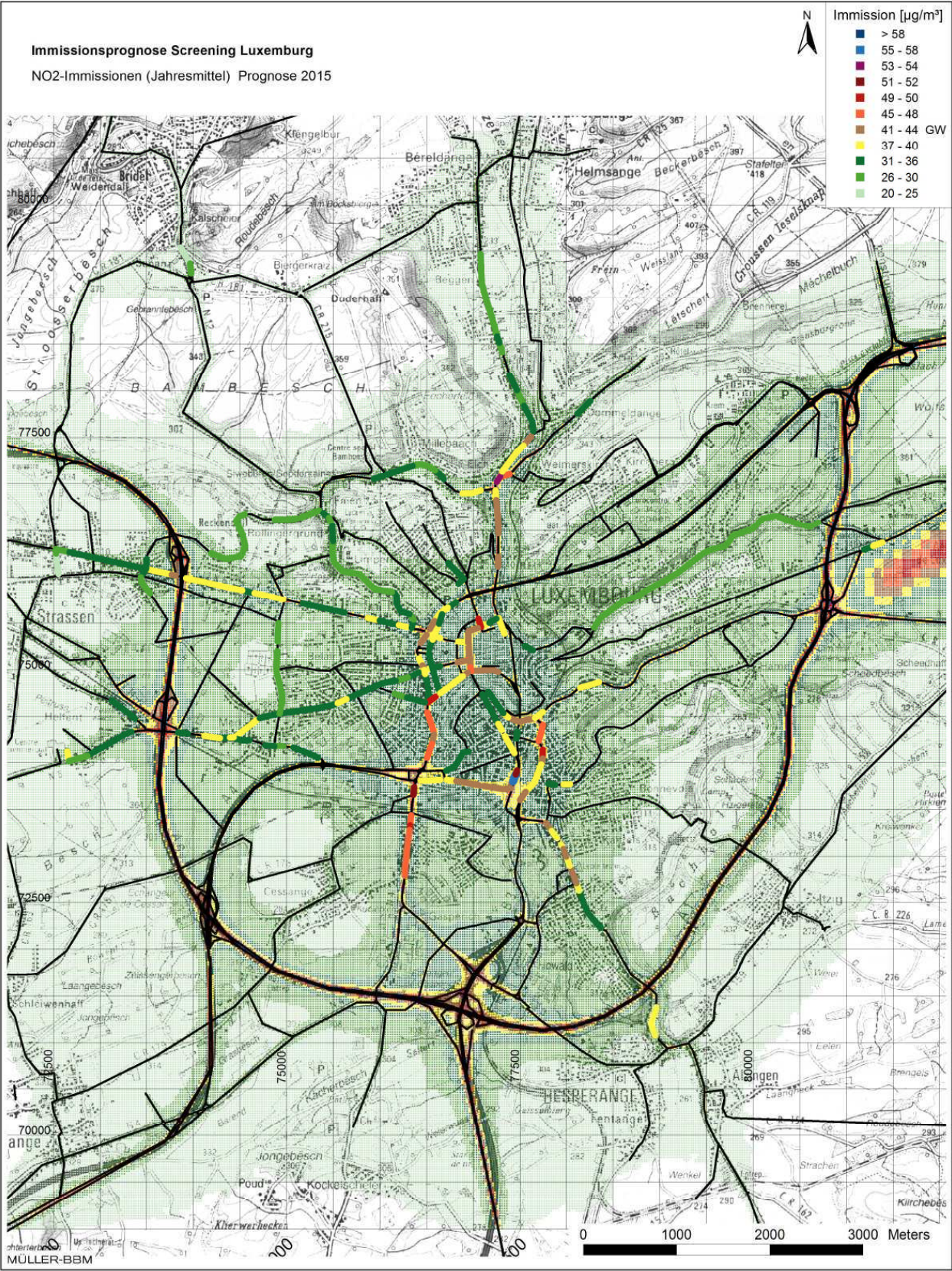


Abb. 5-8: NO₂-Immissionen an den untersuchten Straßenabschnitten (Prognose 2015)

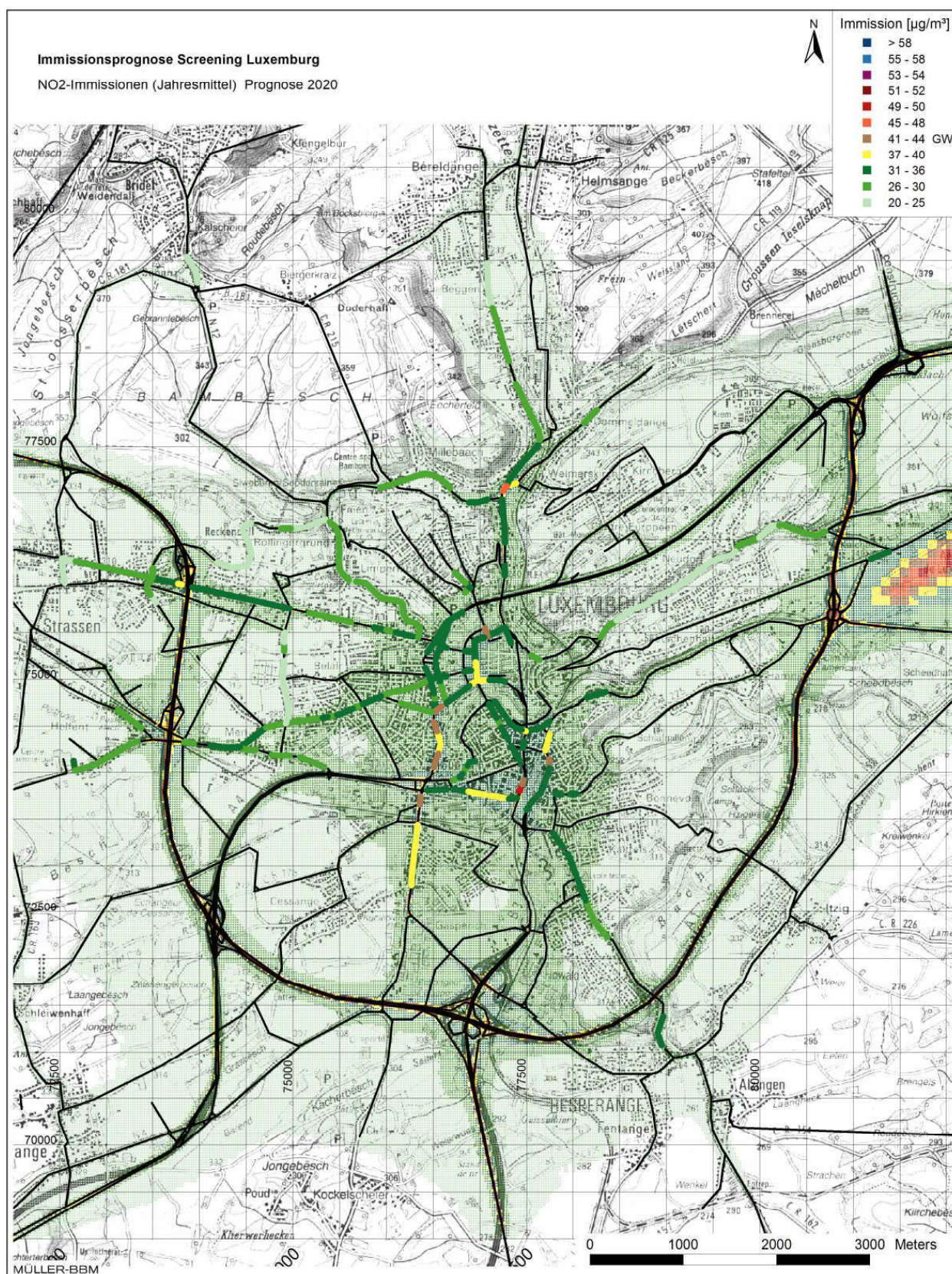


Abb. 5-9: NO₂-Immissionen an den untersuchten Straßenabschnitten (Prognose 2020)

Die Abbildung 5-11 zeigt die Resultate der Modellierung der Luftbelastung durch Stickstoffoxide für die Jahre 2010, 2015 und 2020 an verschiedenen neuralgischen Punkten innerhalb des Untersuchungsgebietes. Die Lage dieser problematischen Straßenabschnitte ist in der folgenden Karte dargestellt.

An allen Punkten ist eine deutliche Abnahme der NO_2 -Immissionen zwischen 2010 und 2020 feststellbar (zwischen 22 und 34%).

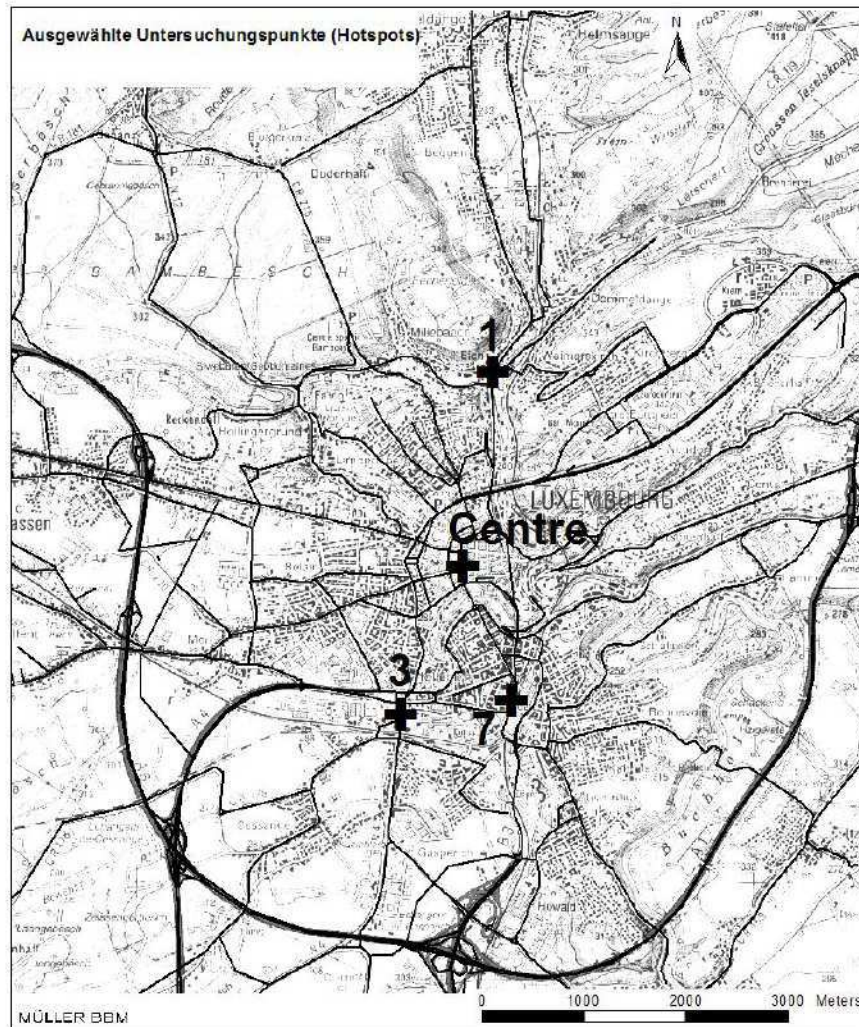


Abb. 5-10: Lage der ausgewählten Untersuchungspunkte

Modellierung der Luftbelastung durch Stickstoffoxide 2010 - 2015 - 2020

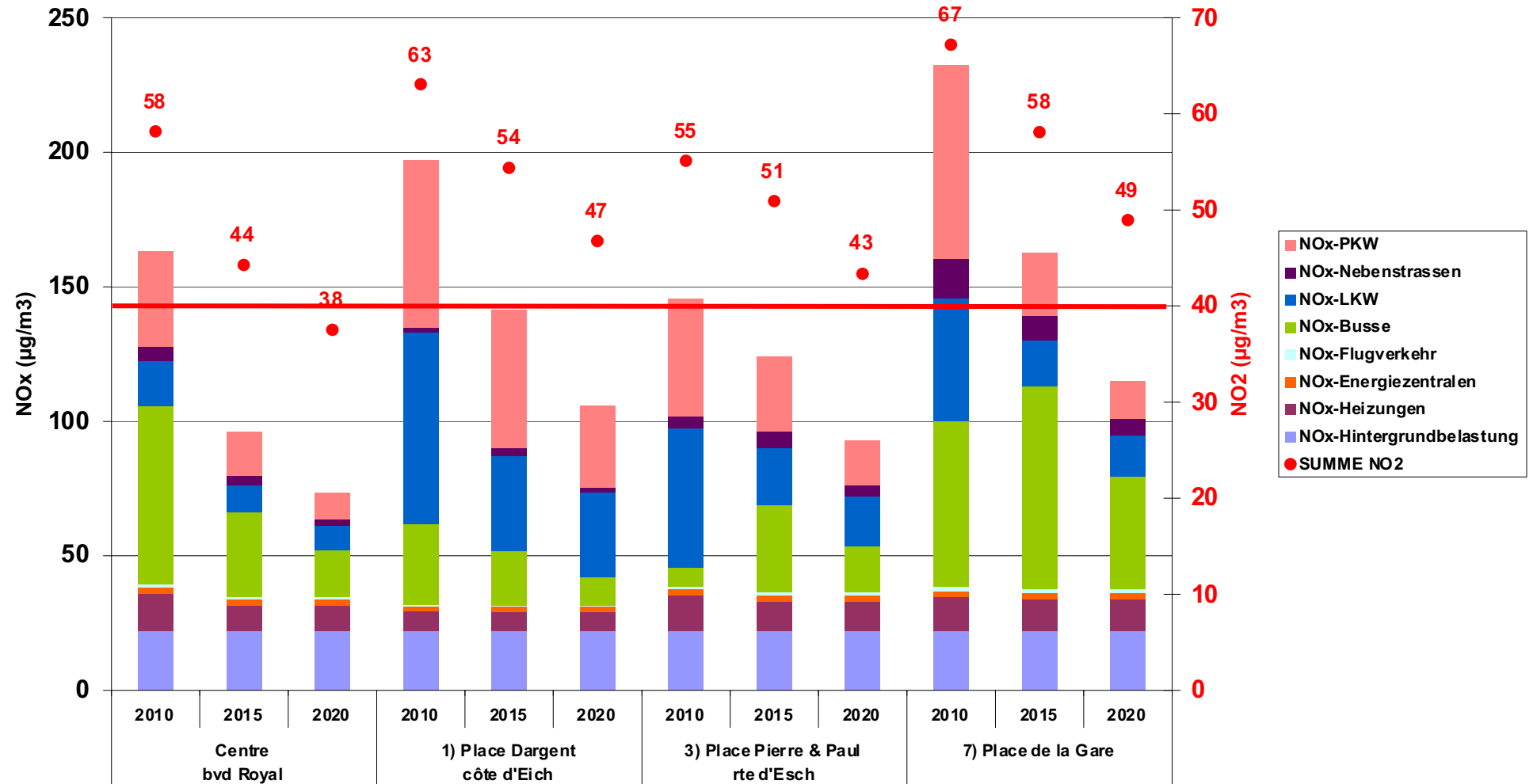


Abb. 5-11: Modellierung der Luftverschmutzung durch Stickstoffoxide

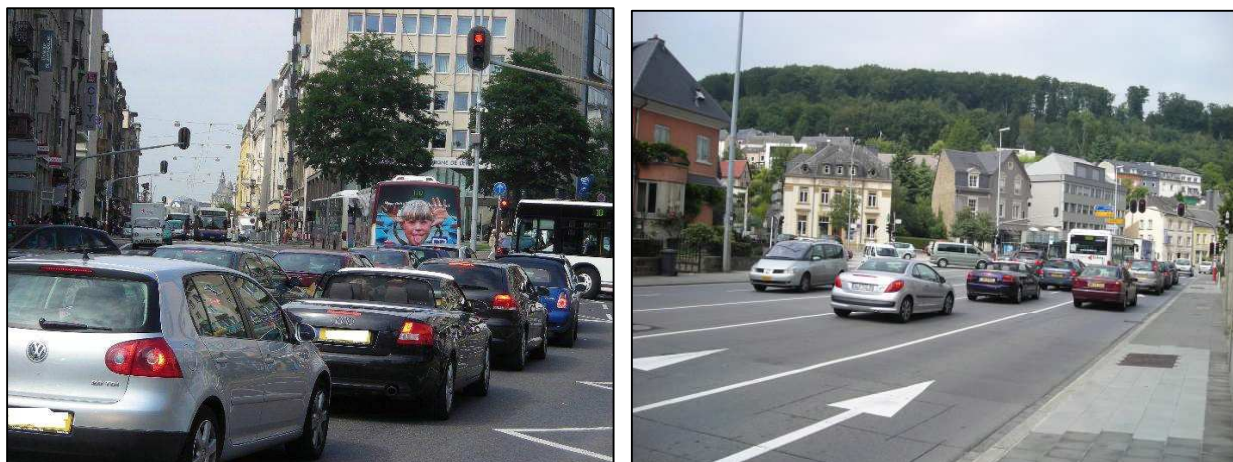


Abb. 5-12 & 5-13: Stark belastete Bereiche: *Place de la Gare* und *Place Dargent*

Bei den Immissionen der Stickstoffoxide spielen neben den Bussen, der LKW- und der PKW-Verkehr eine herausragende Rolle. Die Abnahme der Immissionen zwischen 2010 und 2020 ist folgerichtig vor allem auf die Abnahme des Schadstoffausstoßes durch den Kraftfahrzeugverkehr an der jeweiligen Hauptverkehrsachse zurückzuführen.

5.5.2. Ergebnisse für das Detailgebiet um die Messstelle Luxembourg – Centre

Die Emissionen des Straßenverkehrs liefern einen dominanten Beitrag zu den Immissionen an der Messstelle *Luxembourg-Centre* an der seit 2003 Überschreitungen der NO₂ Grenzwerte festgestellt werden. Neben der Hintergrundbelastung ist der Busverkehr die Hauptursache der NO₂-Belastung an dieser Messstation.

Die Umgestaltung des *Centre Hamilius* wird sich auch auf den Busbahnhof und somit auf eine der Hauptemissionsquellen in diesem Bereich auswirken. In einer ersten Phase wird sich der Busbahnhof entlang des Boulevard Royal orientieren. In einer zweiten Phase wird ein Großteil der Busse aufgrund der Einführung der Trambahn aus diesem Bereich verschwinden. Wie die Prognose 2020 zeigt, ist mittelfristig durch die Umsetzung der geplanten Maßnahmen im Gebiet *Luxembourg-Centre* mit einer Einhaltung der Grenzwerte zu rechnen.

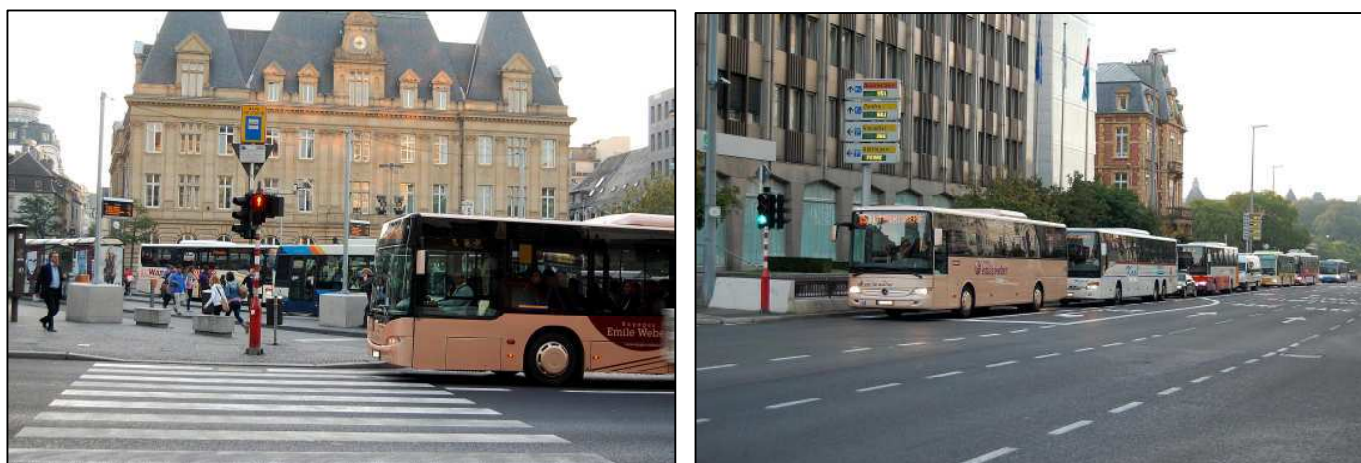


Abb. 5-14 & 5-15: Aktuelle Situation am *Boulevard royal* und *Centre Hamilius*

6. Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität

6.1. Bereits durchgeführte Maßnahmen

In diesem Kapitel werden jene Maßnahmen angeführt, die bereits umgesetzt wurden, um u.a. den Schadstoffausstoß im Untersuchungsgebiet zu reduzieren.

6.1.1. Vermeidung von Individualverkehr

Durch das Einrichten von Park&Ride-Parkplätzen an der Peripherie des Stadtzentrums bzw. in den Nachbargemeinden und an Bahnhöfen oder in Grenznähe (z.B. Wasserbillig oder Frisange), wird das Umsteigen vom Individualverkehr auf öffentliche Verkehrsmittel gefördert und so das Stadtzentrum entlastet. In der direkten Peripherie der Stadt Luxemburg stehen so z.B. auf sechs Stellflächen² insgesamt fast 5.000 Park&Ride-Parkplätze zur Verfügung (www.vdl.lu, www.mayago.lu).

Die Einführung einer Klimaschutzbeitrages beim Kraftstoff (Kyoto-Cents) sowie eine Anpassung der Autosteuer welche auf Basis der CO₂ Emissionen berechnet wird, soll eine Lenkung zu verbrauchs- und emissionsärmern Fahrzeugen bewirken. Ferner können diese Maßnahmen den Stellenwert des öffentlichen Transports erhöhen.

6.1.2. Förderung des sanften Verkehrs

Mit einem ambitionierten Fahrrad- und Fußgängerkonzept der Stadt Luxemburg soll der Anteil des sogenannten sanften Verkehrs am Verkehrsaufkommen in der Stadt Luxemburg erhöht und der motorisierte Individualverkehr damit reduziert werden. Dazu wird u.a. das Fahrradwegenetz in der Stadt konsequent ausgebaut bzw. klar gekennzeichnet. Die Gesamtlänge der Fahrradwege betrug 2010 141 km auf dem Gebiet der Stadt Luxemburg und wird gemäß einem Mehrjahresplan auf 160 km ausgebaut. Seit 2007 werden bestehende Einbahnstraßen für die Fahrräder in beide Fahrtrichtungen befahrbar gestaltet und Abstellboxen für Fahrräder an Parkhäusern wurden eingeführt.

Im März 2008 wurde das Fahrradleihsystem „vel’oh!“ eingeführt. Derzeit besteht das System aus 54 Stationen (Stand 2010). Mit durchschnittlich 380 Verleihungen pro Tag trägt „vel’oh!“ entscheidend zur Steigerung der sanften Mobilität auf dem Gebiet der Stadt Luxemburg bei. Das System wurde auch bereits auf Nachbargemeinden ausgedehnt.

² Bouillon, Beggen, Kirchberg, Kockelscheier, Luxembourg-Sud, route d’Arlon.



Abb. 6-1: Vel'oh!-Verleihstation an der *Place des Martyrs*

2007 wurde von der Stadt Luxemburg ein Kinderstadtplan herausgegeben der auch als Fußgängerplan dient.

Der Stadtkern ist Fußgängerzone. Weiterhin werden zurzeit verschiedene Straßen im Stadtzentrum als sogenannte *zones de rencontre* ausgebaut, in denen Fußgänger und Fahrradfahrer sich den Straßenraum gleichberechtigt mit dem motorisierten Verkehr teilen.

6.1.3. Kontinuierliche Modernisierung der Busflotte in der Stadt Luxemburg

Die Busflotte, die in der Stadt Luxemburg verkehrt ist relativ modern. Bei den meisten privaten Busunternehmen liegt der Anteil der Busse, die nur der EURO 2-Norm oder schlechter entsprechen bei unter 20%. Zwei in der Stadt tätige private Busunternehmen sowie die Busflotte der CFL hatten bereits 2010 keine Busse mehr, die nicht mindestens der EURO 3-Norm entsprechen.

Bei den städtischen Bussen werden zurzeit die EURO 2 – Busse oder schlechter durch den jährlichen Einkauf von mindestens 10 neuen Busse ersetzt. Dabei gehen die Neuanschaffungen seit 2007 über die ab 1. September 2009 gültige EURO 5-Norm hinaus. So verfügt die Stadt Luxemburg im Jahr 2010 über eine Busflotte bei der 34% der Busse bereits der EEV-Norm entsprechen. In den Jahren 2009 und 2010 wurden jeweils 15 Busse erneuert.

Man kann davon ausgehen, dass die Busflotte der Stadt Luxemburg ab 2018 nur noch aus Fahrzeugen besteht, die mindestens die EURO 5-Norm erfüllen.

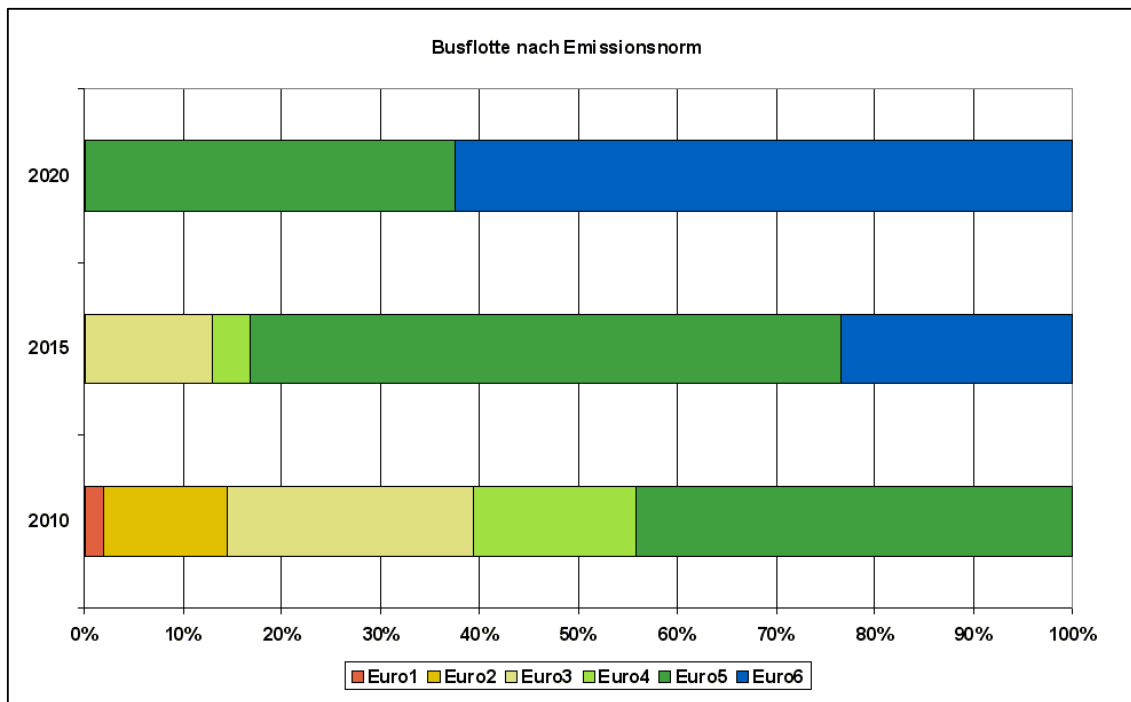


Abb. 6-2: Entwicklung der Busflotte im Großraum Stadt Luxemburg hinsichtlich der von den Bussen erfüllten EURO-Norm (Situation und Prognose)

6.1.4. Neues Buskonzept

Seit dem 15. September 2008 ist in der Stadt Luxemburg ein neues Buskonzept in Kraft. Durch optimierte Verbindungen, verkürzte Wartezeiten, eine Erweiterung des Busnetzes und Takterhöhungen auf einzelnen Linien soll der Busverkehr in der Stadt noch attraktiver gestaltet werden, um so noch mehr Bewohner und Berufspendler zum Umsteigen auf den öffentlichen Nahverkehr zu bewegen und den Individualverkehr dementsprechend zu reduzieren bzw. dessen Zunahme zu bremsen.

Neben dem Einrichten von zusätzlichen Durchmesserlinien, welche es den Benutzern erlauben, ihr Ziel schneller und ohne Umsteigen zu erreichen, ist auch die Ausrichtung im Hinblick auf die Einführung der Straßenbahn ein wesentlicher Aspekt des neuen Buskonzeptes. Um eine nochmalige allgemeine Netzanpassung zu vermeiden, wurde die Buslinie 1 auf der Strecke der späteren Straßenbahn eingeführt (P+R Bouillon - Gare Centrale - Centre E. Hamilius - Kirchberg). Diese Linie kann später durch die Straßenbahn ersetzt werden.

Weitere Leistungen wurden von der Stadt Luxemburg eingeführt, um den Dienst am Kunden zu verbessern: Ticketkauf per SMS, Busabholdienst auf Abruf *Call-a-Bus*, Möglichkeit für Unternehmen ihren Mitarbeitern die *Jobkaart* zur Gratis-Nutzung der Busse anzubieten, Abholdienst „Rollibus“ für Behinderte. Auch die Einführung eines Busleitsystems im Jahre 2010 mit elektronischer Anzeige der Abfahrtszeiten trägt dazu bei, die Attraktivität des öffentlichen Nahverkehrs zu verbessern.

6.1.5. Anpassung der Ampelschaltungen

Im Bereich der Ampelschaltungen wird mittels Sensoren der Verkehr über eine dynamische Ampelschaltung flüssiger gestaltet, und Stop- und Anfahrmanöver werden verringert. Dies führt

zu einem verbesserten Verkehrsfluss und zu einer Reduzierung des Schadstoffausstoßes, da insbesondere beim Anfahren Verbrauch und Schadstoffausstoß der Motoren hoch sind.

6.1.6. Ersatz von Dieselloks durch Elektroloks

Durch den praktisch kompletten Ersatz der CFL-Dieselloks durch Elektroloks im Bereich des Hauptbahnhofs, können die Emissionen des Schienenverkehrs hier seit 2006 quasi vollständig vermieden werden.

6.1.7. Finanzielle Beihilfen bei der Anschaffung emissionsarmer Nutzfahrzeuge

Das *Règlement grand-ducal du 24 octobre 2008 concernant l'octroi d'une aide financière aux entreprises pour la promotion des véhicules utilitaires lourds et des autobus à faibles émissions* sah bei der Anschaffung von Bussen und Lastkraftwagen, welche mindestens der EURO 5 Norm entsprechen, finanzielle Beihilfen vor. Die Beihilfe betrug 2.500 Euro pro Fahrzeug und galt für Fahrzeuge, deren Erstimmatriculation zwischen dem 1. Januar 2007 und dem 30. Juni 2009 lag. Die Beihilfen galten jedoch nicht für öffentliche Körperschaften.

6.1.8. Umlagerung von Güterverkehr von der Straße auf die Schiene

Die Umlagerung von Schwerlastverkehr von der Straße auf die Schiene (*autoroute ferroviaire*) wirkt sich im Rahmen des vorliegenden Luftqualitätsplanes vor allem auf die Hintergrundbelastung aus.

6.1.9. Blockheizkraftwerke und Nahwärmenetz

Seit 1998 wird in der Stadt Luxemburg der Einsatz von Blockheizkraftwerken (BHKW) in Verbindung mit Nahwärmenetzen betrieben (*chauffage urbain*). Dabei wird bei einem hohen Wirkungsgrad gleichzeitig Strom und Wärme produziert, wobei die Wärmeproduktion im Vordergrund steht. Während der Strom ins Netz eingespeist wird, wird die erzeugte Wärme über ein Nahwärmenetz zum Endverbraucher transportiert. Aufgrund des hohen Wirkungsgrades wird mit dieser Methode gegenüber den Individualheizungen Energie eingespart mit einer entsprechenden Reduzierung der Schadstoffemissionen. Diese Maßnahme wird kontinuierlich weiter geführt und ausgebaut.

Die folgende Abb. zeigt die Entwicklung der angeschlossenen Leistung der BHKW in der Stadt Luxemburg.

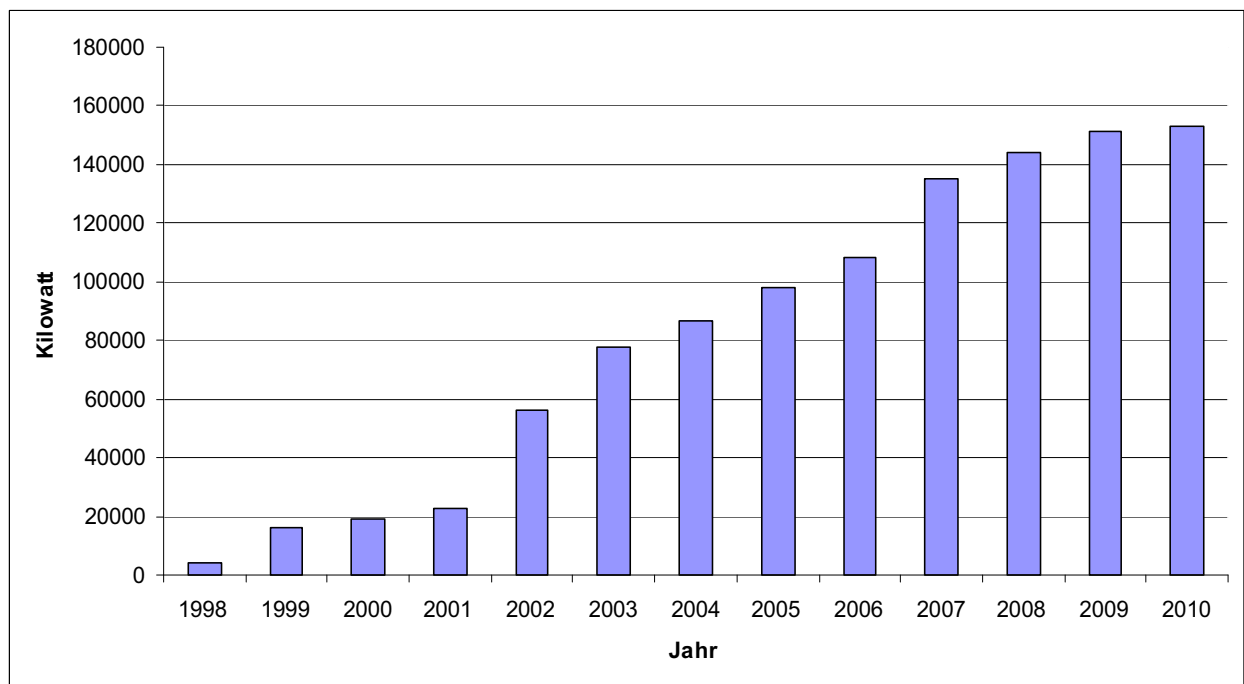


Abb. 6-3: Entwicklung der angeschlossenen Leistung der BHKW in der Stadt Luxemburg seit 1998

6.1.10. Energieberatung und finanzielle Beihilfen

Zwei aufeinander abgestimmte Energieberatungen beim Staat und bei der Stadt Luxemburg für Betriebe und Privatpersonen in Kombination mit einer entsprechenden staatlichen finanziellen Unterstützung führen zur Einsparung fossiler Brennstoffe und zu einer Erhöhung der Nutzung regenerativer Energieträger. Herzstück ist dabei das *Règlement grand-ducal du 21 décembre 2007 instituant un régime d'aides pour des personnes physiques en ce qui concerne la promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie et la mise en valeur des énergies renouvelables* bzw. die Nachfolgeverordnung *Règlement grand-ducal du 20 avril 2009 instituant un régime d'aides pour la promotion de l'utilisation rationnelle de l'énergie et la mise en valeur des énergies renouvelables* welche die verschiedenen finanziellen Unterstützungen festlegt.

Ferner können die öffentlichen Körperschaften von finanziellen Beihilfen profitieren, welche über den „Fonds pour la protection de l'environnement“ zur Verfügung gestellt werden. Diese Beihilfen decken die gleichen Themenfelder ab, wie die für Privatpersonen.

6.1.11. Information und Sensibilisierung

Verschiedene Maßnahmen im Bereich Information und Sensibilisierung werden durchgeführt, etwa um die Bevölkerung zum Umsteigen auf den öffentlichen Nahverkehr zu bewegen oder zum Energiesparen anzuregen. So haben sich z.B. verschiedene Ausgaben des Umweltmagazins der Stadt Luxemburg *ECOlogique* mit den Vorzügen des öffentlichen Nahverkehrs und der sanften Mobilität beschäftigt, die Luftqualität in Zusammenhang mit der Mobilität thematisiert, bzw. sich speziell mit dem Thema Luftqualität auseinander gesetzt. Die Stadt Luxemburg führt ebenfalls Konferenzen und jährliche Führungen (Energie-Tours) zum Thema Energiesparen durch.

6.1.12. Einrichtung von Tempo 30-Zonen in Wohngebieten

In den Wohnvierteln der Stadt Luxemburg bestehen seit 2010 flächendeckend Tempo 30-Zonen und diese Zonen werden auch weiterhin ausgebaut.

Tempo 30 reduziert die Stickoxid (NO_x)-Emissionen von Motorfahrzeugen und spart Benzin. Die positiven Auswirkungen sind vor allem auf die ruhigere und gleichmäßigere Fahrweise mit weniger Beschleunigungen und Verzögerungen zurückzuführen. Gemessen am gesamten Verkehrsaufkommen einer Stadt sind die Fahrleistungen in den örtlich begrenzten Tempo-30-Zonen allerdings gering. Über den lokalen Anwendungsbereich in den Wohnquartieren hinaus, wirkt sich die Maßnahme deshalb nicht sehr stark auf die gesamten Immissionen aus.

6.1.13. Überprüfung der Luftqualität

Die Überschreitungen der Grenzwerte, die den vorliegenden Luftqualitätsplan notwendig machen, wurden durch die kontinuierlichen Messungen der Schadstoffkonzentrationen festgestellt, die von der Umweltverwaltung durchgeführt werden. Diese Messungen werden fortgeführt, um die Entwicklung der Luftqualität verfolgen zu können. An jenen Stellen, an denen die Berechnungen eine Überschreitung der Grenzwerte ergeben haben, sollen durch Messungen die berechneten Werte sowie die Wirksamkeit der Maßnahmen überprüft werden. Daraus ergeben sich gegebenenfalls auch Änderungen am Messnetz.

Dies ist ebenfalls von der Richtlinie 2008/50/EG vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa vorgesehen. Anhang III beschäftigt sich u.a. mit der Lage der Probenahmestellen und legt fest, dass die „Ortswahl [...] regelmäßig zu überprüfen und jeweils erneut zu dokumentieren [ist], damit sichergestellt ist, dass die Kriterien für die Wahl weiterhin Gültigkeit haben“. Die Installierung eines neuen Messnetzes, welches insbesondere den zukünftigen Veränderungen im Bereich der Verkehrsinfrastruktur und -planung Rechnung trägt, ist vorgesehen.

6.1.14. Begrünung

Die Pflanzung von Bäumen in Wohnquartieren, die allgemeine Begrünung von Wegen und Plätzen und die extensive Nutzung vieler Grünflächen trägt zur Verbesserung der Luftqualität innerhalb des Stadtgebietes bei.

6.1.15. Finanzielle Beihilfen zur Lenkung der Verbraucher beim Autokauf

Die 2007 eingeführten finanziellen Beihilfen beim Kauf von emissionsarmen Personenkraftwagen, hat es ermöglicht den Käufer zu verbrauchsärmeren Fahrzeugen hin zu orientieren. Darüber hinaus ist es bei Dieselmotorfahrzeugen Pflicht, dass sie einen Partikelfilter besitzen, damit der Käufer in den Genuss der Beihilfe kommt. Eine jährliche Anpassung der einzuhaltenden Grenzwerte ermöglicht eine progressive Reduktion der CO₂-Emissionen der neu zugelassenen Fahrzeuge. Die Beihilfen liegen in einem Bereich von 750 € bis 1.500 €.

Die Einführung einer Verschrottungsprämie für Autos älter als 10 Jahre verbunden mit Minimalwerten, welche vom Neuwagen eingehalten werden müssen, hat die Erneuerung des Fuhrparks beschleunigt. Die Verschrottungsprämie galt für Autos bei denen der Neuwagen zwischen dem 1 Januar 2009 und dem 31 Juli 2010 immatrikuliert wurden.

Im Jahre 2010 wurde eine Prämie in Höhe von 3.000 € für Elektro-PKW eingeführt. Um von dieser Beihilfe zu profitieren muss nachgewiesen werden, dass die Möglichkeit besteht das Fahrzeug mit Strom aus erneuerbaren Energien aufzuladen.

6.2. Zusätzliche Maßnahmen

In diesem Kapitel werden jene Maßnahmen angeführt, die bereits in der Planung sind, jedoch wegen ihres Umfangs erst seit 2010 und voraussichtlich bis 2015 bzw. 2020 umgesetzt werden können, um die Luftqualität in der Stadt zusätzlich zu verbessern.

6.2.1. Mobilitätsstrategie „Modu“

Die neue Mobilitätsstrategie „Modu“ des *Ministère du Développement durable et Infrastructures* ist besonders hervorzuheben. Allgemein soll diese Strategie dazu beitragen, den Anteil des öffentlichen Verkehrs auf 25% des gesamten motorisierten Verkehrs, sowie den Anteil der sanften Mobilität auf 25% des Gesamtverkehrs zu steigern. Einer der wichtigsten Aspekte dieser Strategie ist das Thema „Verkehrskette“. Zur Optimierung dieser Verkehrsketten im öffentlichen Nah-, Regional- und grenzüberschreitenden Verkehr wird insbesondere in den Ausbau des Schienennetzes investiert, das Buskonzept an das Schienenangebot optimaler angepasst, sowie das Angebot an P&R Anlagen verbessert.

Diese Maßnahmen werden durch die Trambahn (siehe 6.2.2.) und die Peripheriebahnhöfe (6.2.4.) komplettiert. Elemente dieser Strategie sind außerdem Projekte wie z.B. der neue Bahnhof Belval-Usines, der zweigleisige Ausbau der Eisenbahnstrecke Péttingen - Luxemburg sowie die Neubaustrecke zwischen Luxemburg und Bettemburg.

Diese Maßnahmen werden den öffentlichen Verkehr attraktiver gestalten, und die Leute schneller und bequemer zu ihren Zielorten bringen. Gleichzeitig wird der (Bus-)Verkehr durch das Stadtzentrum stark reduziert.

6.2.2. Einführung der Trambahn

Die geplante Einführung der Trambahn in der Stadt Luxemburg wird sich positiv auf die Luftqualität auswirken. Dies ist durch verschiedene Faktoren bedingt. Die vorort abgasfreie Trambahn wird besonders auf der am meisten belasteten Achse *Centre Hamilius* – Hauptbahnhof im Stadtzentrum für einen effizienteren öffentlichen Nahverkehr sorgen, der eine Vielzahl an Busbewegungen ersetzen wird. Dadurch verringern sich u.a. die Emissionen von NO_x und Feinstaub. So wird beispielsweise der Busbetrieb in der *Avenue de la Liberté* in der morgendlichen Spitzenstunde in Richtung Oberstadt von aktuell 139 Fahrten (86 städtische Busse und 53 Überlandbusse) auf zukünftig 0 Fahrten (ohne Schulverkehr) reduziert, mit einem entsprechenden Beitrag zur Reduzierung der Emissionen. Lediglich 36 Fahrten städtischer Busse werden noch in der morgendlichen Spitzenstunde durch die *Avenue de la Gare* Richtung Oberstadt getätigt.



Abb. 6-4: Zurückbehaltene Trasse der Trambahn (Quelle: Ministère des Transports)

Durch eine allgemeine Attraktivitätssteigerung des öffentlichen Nahverkehrs im Zuge der Einführung der Trambahn und der damit verbundenen Umgestaltung des Straßenraumes, sowie der Einrichtung von Peripheriebahnhöfen ist zudem mit einer Reduzierung des Anteils des Individualverkehrs zugunsten von öffentlichem Nahverkehr und sanfter Mobilität zu rechnen. Auf der Achse *Boulevard Royal* – Hauptbahnhof wird der Individualverkehr zudem durch das Ersetzen einer Fahrspur durch die Tramtrasse reduziert.

Die momentanen Planungen gehen von einem Betrieb der Trambahn ab 2017 aus.

6.2.3. Einrichten von Umsteigepunkten Zug/Tram/Bus an der Peripherie oder im Perizentrum der Stadt Luxemburg

Durch das Einrichten von Umsteigepunkten an der Peripherie sowie im Perizentrum der Stadt Luxemburg, wird das Aufkommen von Regionalbussen im Stadtzentrum deutlich reduziert. An solchen Umsteigepunkten, wie z.B. dem Höhenhof oder der *Place de l'Etoile*, können die Reisenden mit geringem Zeitverlust von den Überlandbussen auf die Trambahn umsteigen, um die Fahrt ins Zentrum oder zum Viertel „Kirchberg“ fortzusetzen.

Die Installation von solchen Umsteigepunkten in Kombination mit der Trambahn durchs Stadtzentrum wird dazu führen, dass nach in Kraft treten des neuen Konzeptes, quasi kein Busverkehr mehr entlang der bisher problematischen Achse *Centre Hamilius* – *Gare centrale* stattfinden wird. Dadurch werden sich die NO_x-Immissionen im betroffenen Bereich erheblich reduzieren.

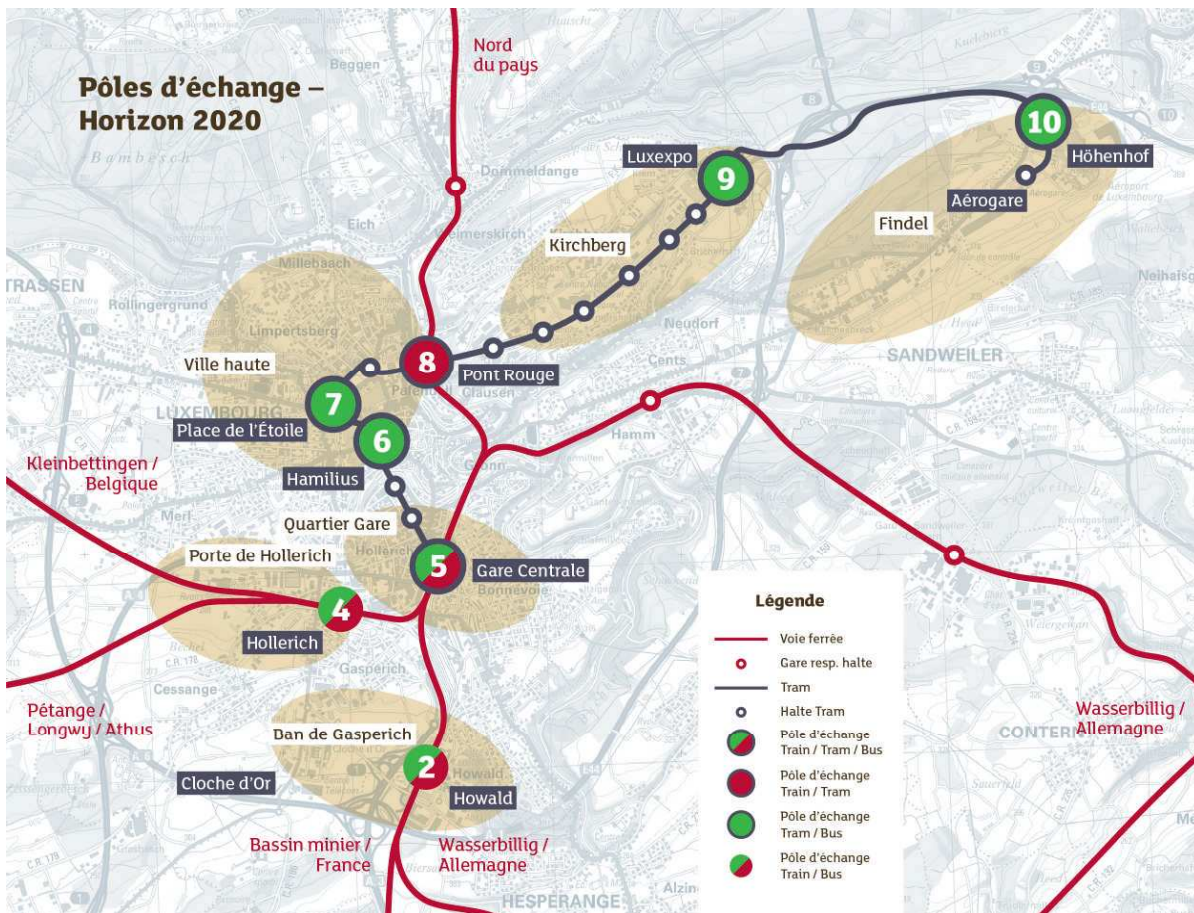


Abb. 6-5: Übersichtsplan Umsteigepunkte 2020 (Quelle: Département de l'Aménagement du Territoire)

6.2.4. Infrastrukturprojekte für den Zugverkehr

Die geplanten Infrastrukturprojekte im Interesse des Eisenbahnverkehrs werden dazu beitragen, die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs zu verbessern. Neben den geplanten Neubaustrecken bzw. Gleisverdoppelungen, sind hier auch der Umbau des Hauptbahnhofs in Luxemburg-Stadt und die Einrichtung von zusätzlichen Bahnhöfen in der Peripherie und dem Perizentrum der Stadt Luxemburg zu nennen. Diese Bahnhöfe bilden Knotenpunkte des öffentlichen Nah- und Regionalverkehrs an denen der Nutzer schnell und bequem umsteigen bzw. zu Fuß oder mit dem Fahrrad in kurzer Zeit sein Ziel erreichen kann, ohne den Umweg über den Hauptbahnhof zu nehmen. Dadurch kommt es auch zu einer Entlastung des Hauptbahnhofs, was wiederum dessen Attraktivität steigert. Die Fertigstellung der ersten Peripheriebahnhöfe ist für 2016 geplant.

Diese Attraktivitätssteigerung des öffentlichen Verkehrs soll den Zustrom des Individualverkehrs in den Ballungsraum der Stadt Luxemburg sowie dessen Durchfahrt des Stadtzentrums selbst verringern. Auch dies hat einen positiven Impact auf die Luftqualität im Untersuchungsgebiet und insbesondere im Stadtzentrum.

Allgemein könnten Maßnahmen im Interesse des öffentlichen Verkehrs jedoch durch eine generelle Steigerung der Verkehrsströme im Falle einer starken Zunahme der Arbeitsplätze in der Stadt Luxemburg zumindest zum Teil wieder neutralisiert werden. Deshalb ist man bemüht in der Landesplanung den notwendigen Zuwachs der Arbeitsplätze kontrolliert landesweit zu verteilen und nicht ausschließlich innerhalb der Stadt Luxemburg.

6.2.5. Förderung des sanften Verkehrs

Um für Fußgänger und Fahrradfahrer weitere Direktverbindungen zwischen den verschiedenen Stadtteilen zu schaffen und insbesondere die topografischen Hindernisse zu überwinden, sind zusätzliche Infrastrukturen geplant: Aufzug der das Pfaffenthal mit der Oberstadt verbindet, Fußgänger- und Fahrradbrücke zwischen den Plateaus von Cents und Weimershof. Ziel ist es, den sanften Verkehr verstärkt im Alltag als Alternative zum Auto einzusetzen und nicht nur zur Freizeitbetätigung. Ausdrückliches Ziel ist es, den Anteil der Bewegungen mit dem Fahrrad bis 2015 von heute 2% auf 10% zu erhöhen.

Allgemein wird der sanften Mobilität eine große Bedeutung in der Verkehrskette der unter Kapitel 6.2.1 beschriebenen Strategie „Modu“ eingeräumt. Sie soll vor allem auf regionaler Ebene, so z.B. in den einzelnen Konventionsgebieten zwischen Staat und Gemeinden (Nordstad, Uelzechtall, Süd-Westen der Stadt Luxemburg und Air Region) eine bedeutungsvolle Rolle spielen. Dies würde grundlegend zu einer Reduzierung des motorisierten Verkehrs führen und somit die Emissionswerte unter anderem innerhalb der oben genannten Konventionsgebiete reduzieren.

6.2.6. Verlagerung des LKW- und PKW-Verkehrs auf die Nordstraße

Wie Abbildung 5-11 zeigt, ist u.a. an der *Place Dargent* in Eich der LKW-Verkehr für einen wesentlichen Teil an den untersuchten Schadstoffimmissionen verantwortlich. In der Prognose 2010 macht der LKW-Verkehr dabei bei den Stickstoffoxiden rund 36% aus. Es ist davon auszugehen, dass zumindest ein Teil dieses Verkehrs Transitverkehr ist, der von der Nordstraße kommend in Lorentzweiler auf die N7 fährt, um an der *Place Dargent* über Rollingergrund und *Place de l'étoile* bzw. über den Autobahnanschluss Waldhof wieder auf das Autobahnnetz zu gelangen.

Nach der Fertigstellung der Nordstraße zwischen Lorentzweiler und Kirchberg kann man davon ausgehen, dass der Anteil des Schwerlastverkehrs an den Immissionen an der *Place Dargent* abnehmen wird. Dies setzt allerdings voraus, dass es nicht zu der prognostizierten allgemeinen Zunahme des LKW-Verkehrs kommt, welche den Effekt der Nordstraße wieder aufheben könnte. Zumindest in einer ersten Phase kann man auch mit einer Reduzierung des PKW-Verkehrs auf der N7 rechnen.

6.2.7. Einschränkung des Lieferverkehrs

Wegen diverser Probleme durch schwere Lieferwagen in der Innenstadt, besonders in den Fußgängerzonen, plant die Stadt Luxemburg, den Zugang des Stadtkerns für den Lieferverkehr einzuschränken. Belieferungen in diesem Bereich sollen durch kleinere, umweltfreundlichere Lieferwagen gewährleistet werden.

6.2.8. Umbau des Centre Hamilius

Im Rahmen des geplanten Umbaus des *Centre Hamilius* wird u.a. dafür gesorgt, dass die Reorganisation des gesamten öffentlichen Raumes, in Verbindung mit der geplanten Trambahn, einem optimierten Umsteigekonzept für Busse sowie einer Beruhigung und Einschränkung des Individualverkehrs, zu einer Verringerung der Luftverschmutzung führen wird. Die geplante Nutzung der Anschlussmöglichkeiten an das Nahwärmenetz, im Zuge der Umgestaltung dieses Bereiches, wird zusätzlich den Anteil der Gebäudeheizungen an der Luftverschmutzung senken.

Die neuen Gebäude, die im Rahmen der Umgestaltung des *Centre Hamilius* entstehen, werden nach der BREEAM-Methode zertifiziert. Es handelt sich dabei um das älteste und am weitesten

verbreitete Zertifizierungssystem für nachhaltiges Bauen. Beurteilungskategorien sind u.a. Energie, Transport, Material und Verschmutzung.

6.2.9. Reglementierung von Heizungsanlagen und Energiezentralen

Um bei der zunehmenden Anzahl der mit Holz befeuerten Heizungsanlagen den Schadstoffausstoß zu senken, ist eine entsprechende Reglementierung geplant, welche Maßnahmen zur Emissionsreduzierung vorschreibt. Die Reglementierung ist zur Zeit in Ausarbeitung.

Eine Überarbeitung der Verordnung über die Emissionen aus Energiezentralen und Heizungsanlagen unter Berücksichtigung des neusten Standes der Technik in Bezug auf NO_x und PM₁₀-Emissionsreduktionen sollte baldmöglichst erfolgen. Insbesondere für neue Anlagen sollen aktualisierte Grenzwerte eingeführt werden.

6.2.10. Ausbau des Nahwärmenetzes

Auch über 2010 hinaus, ist ein Ausbau des Nahwärmenetzes geplant. Einerseits ist der Anschluss in bereits urbanisierten Gebieten vorgesehen. Andererseits haben die Arbeiten für die Nutzung der Abwärme der Müllverbrennungsanlage in Leudelange für die Neubaugebiete im *Ban de Gasperich* bereits begonnen.

6.2.11. Car-pooling und Car-sharing

Zurzeit ist jeder fahrende PKW in der Stadt Luxemburg durchschnittlich nur von 1,14 Personen besetzt. Angesichts dieser Zahl ist das Potenzial einer Verkehrs- und Abgasverminderung durch eine effizientere PKW-Auslastung nachvollziehbar. Initiativen zur Bildung von Fahrgemeinschaften (Car-pooling) sollen deshalb weiterentwickelt und gefördert werden. Die Internetseite www.karzoo.lu bietet beispielsweise die Möglichkeit, sich zu Fahrgemeinschaften zusammenzuschließen bzw. Mitfahrgelegenheiten zu finden.

Nicht zu verwechseln mit der Fahrgemeinschaft ist das Prinzip des *Car-sharing*. Hier handelt es sich um ein PKW-Leihsystem. Größter Vorteil für die Luftqualität eines solchen Systems ist, dass die PKW hauptsächlich für den innerstädtischen Gebrauch ausgelegt sind und somit, über den Betreiber, ausschließlich Kleinwagen mit kleinem Hubraum und umweltfreundlicher Technik angeboten werden können. Ein Car-sharing-System soll in den nächsten Jahren in der Stadt Luxemburg eingeführt werden und ist in der konkreten Planung.

6.2.12. Wohnviertel ohne Autos

Im Rahmen des Projektes „vivre sans voiture“ werden Wohnquartiere ohne Zugang für den Individualverkehr, ohne Garagen und ohne Stellplätze geschaffen, in denen die Bewohner rein auf sanfte Mobilität und den öffentlichen Nahverkehr zurückgreifen.

Ein erstes Projekt der Stadt Luxemburg ist im Quartier Limpertsberg vorgesehen.

6.2.13. Elektromobilität

Die Einführung der Elektromobilität als Alternative zum klassischen Verbrennungsmotor, wird ebenfalls als Maßnahme angesehen, um die lokalen Emission zu reduzieren. Einerseits wird zurzeit ausgehend von einer staatlichen Initiative mit allen interessierten Parteien, beispielsweise Netzbetreibern, Stromanbietern, Privatunternehmen und Forschungszentren, geprüft, welchen Kriterien die öffentliche Ladeinfrastruktur gerecht werden muss, damit sie

wirkungsvoll eingesetzt werden kann. Andererseits gibt es zwei Pilotprojekte, welche sich in der Ausarbeitung befinden. Sie sollen dazu dienen, die praktischen Aspekte der Elektromobilität zu beleuchten.

Die Stadt Luxemburg geht ebenfalls hin zu einer Förderung und zum Einsatz der Elektromobilität.

6.2.14. Anzeige der Luftqualitätswerte

Mit der Hilfe von Anzeigetafeln sollen die aktuellen Werte der Luftqualität der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Dies soll neben der reinen Informationsvermittlung auch einen Sensibilisierungseffekt haben, um die Bevölkerung bei hoher Luftverschmutzung zu einem vermehrten Umsteigen auf öffentliche Verkehrsmittel zu bewegen.

6.3. Zu prüfende Maßnahmen

6.3.1. Schnellerer Ersatz älterer Busse durch moderne Fahrzeuge

Wie unter 6.1.3. angeführt, erfüllen viele Busse, die in der Stadt Luxemburg verkehren hohe EURO-Normen. Während der Busdienst der Stadt Luxemburg über eine ständig wachsende Anzahl an modernen EEV-Busse verfügt, so entsprachen 2008 noch 40% der Busflotte der EURO 2- bzw. einer schlechteren Norm. Aus budgetären Gründen ist der Ersatz älterer Busse zurzeit auf 10 - 12 Neuanschaffungen pro Jahr begrenzt.

Ein schnellerer Ersatz älterer Fahrzeuge wäre mit entsprechend höheren Ausgaben verbunden, die ohne finanzielle Unterstützung nicht mit den budgetären Einschränkungen vereinbar sind.

6.3.2. Optimierung der Buslinien

Bei zukünftigen Überarbeitungen der Buslinien und der Verteilung der Haltestellen sollte auch die Luftqualität als Kriterium berücksichtigt werden, insbesondere auf der Hauptachse zwischen dem *Centre Hamilius* und dem Hauptbahnhof. Durch gut organisierte Umsteigemöglichkeiten von Überlandlinien auf städtische Busse am Stadtrand könnten beispielsweise die Busbewegungen auf diesem Streckenabschnitt verringert werden. Zusätzlich sollte versucht werden, die Auslastung der Busse zu steigern und Betriebsfahrten weiter zu reduzieren. Wie unter 6.2.2. beschrieben, wird die Einführung der Trambahn zu einer wesentlichen Veränderung der Buslinien und -bewegungen führen und insbesondere auf der derzeit stark belasteten Achse *Centre Hamilius* – Hauptbahnhof eine wesentliche Reduzierung des Busaufkommens und der damit verbundenen Schadstoffemissionen mit sich bringen.

6.3.3. Sensibilisierung und Beihilfen beim Autokauf

In den letzten paar Jahren wurden Sensibilisierungskampagnen durchgeführt, um die Autokäufer dazu zu bewegen, Autos mit geringerem Verbrauch bzw. geringeren CO₂-Emissionen den Vorzug zu geben. Bei zukünftigen Kampagnen sollte darauf hingewiesen werden, dass hinsichtlich der Emissionen eines Fahrzeugs auch andere Schadstoffe von Bedeutung sind und dementsprechend berücksichtigt werden sollten. Was beispielsweise die NO_x-Emissionen anbelangt, so emittiert ein EURO 4-Benzinmotor im Stadtverkehr ca. 0,06 g NO_x/km während die Emissionen bei einem EURO 4-Dieselmotor mehr als 5 mal höher, bei ca. 0,34 g NO_x/km liegen.

Zusätzlich ermöglicht der technische Fortschritt wesentliche Verbesserungen bei den Abgasemissionen. Ein zusätzlicher Anreiz würde Nachfrage und Angebot fördern und somit die

Umsetzung des technischen Potenzials beschleunigen. Autokäufer sollten deshalb auf die Vorteile von Gas- bzw. Hybridfahrzeugen hingewiesen werden. Auch sollten zusätzliche finanzielle Anreize zur Anschaffung umweltfreundlicher PKW geschaffen werden, die nicht nur wie bisher dem CO₂-Ausstoß, sondern u.a. auch den NO_x- und Feinstaubemissionen Rechnung tragen.

6.3.4. Umweltkriterien bei Ausschreibungen

In seinen Ausschreibungen integriert der städtische Busdienst bereits heute die Umweltkosten durch Abgase in der Wirtschaftlichkeitsberechnung der Angebote.

Neuangeschaffte Betriebswagen der Stadt Luxemburg werden zurzeit mit Gas angetrieben. Firmen sowie Gemeinde- und Staatsdienste mit einem größeren internen Fuhrpark sollten in diesem Bereich verstärkt sensibilisiert und informiert werden. Durch den Sitz vieler Firmen sowie nationaler und europäischer Verwaltungen auf dem Gebiet der Stadt Luxemburg, kommt deren Fuhrpark eine wichtige Rolle zu. Sie sollten dazu übergehen, über die Vergabekriterien Dienstwagen und Nutzfahrzeuge mit möglichst niedrigen Abgaswerten und umweltfreundlicher Abgastechnik anzuschaffen (v.a. Elektrofahrzeuge).

Tab. 6-1: Umweltkosten durch Schadstoffemissionen in Euro pro Tonne Schadstoff

| | CO ₂ | SO ₂ | NO _x | PM ₁₀ | NMVOC |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------|
| Klimawandel | 70 | | | | |
| Gesundheitsschäden | | 4 980 | 3 120 | 12 000 | 230 |
| Ernteverluste | | -10 | 130 | | 640 |
| Materialschäden | | 230 | 70 | | |
| Summe | 70 | 5 200 | 3 320 | 12 000 | 870 |

Quelle: Externe (2005), für CO₂: BMU (2006) und Umweltbundesamt, 2007. Bandbreite CO₂ 20€ – 280 €,

6.3.5. Verkehrseinschränkung für PKW, LKW und Busse unter einer bestimmten EURO-Norm

Die Einführung von Zugangsbeschränkungen im Stadtzentrum oder in verschiedenen Stadtvierteln für Kraftfahrzeuge, die eine gewisse Mindestnorm bei den Abgasen nicht erfüllen, wäre eine Möglichkeit, die Luftverschmutzung in den betroffenen Gebieten zu reduzieren. Solche Beschränkungen haben jedoch insbesondere bei PKW den Nachteil, dass sie mit einem erheblichen administrativen Aufwand verbunden sind bzw. entsprechende Kontrollen benötigen, deren Verhältnismäßigkeit anzuzweifeln ist. Deshalb sollte eher auf die Umverlegung des motorisierten Individualverkehrs auf den öffentlichen Nahverkehr und die sanfte Mobilität, sowie auf die Förderung von abgasarmen PKW gesetzt werden.

Die Luftverschmutzung an verschiedenen Hotspots am Eingang der Stadt, wie *Place Dargent*, *Place St. Pierre et Paul* und *Place de l'Etoile*, ist maßgeblich durch den LKW-Verkehr verursacht. Hier würden sich systematische Verkehrseinschränkungen für schwere LKW, besonders im Transitverkehr, anbieten. Die Umverteilung von Waren auf kleinere

umweltfreundlichere Fahrzeuge, zwecks innerstädtischer Belieferung, könnte ab Logistikzentren an der Peripherie der Stadt erfolgen.

Da auch Linienbusse, die durch die Stadt verkehren, gewissen Reglementierungen und Konventionen unterliegen, können auch hier durch entsprechende Vertragsklauseln mit geringem Aufwand Verkehrseinschränkungen für Busse unter einer bestimmten EURO-Norm herbei geführt werden.

6.3.6. „Eco-Driving“

Durch gezielte Schulungen von Berufsfahrern (LKW, Bus, Taxi, Lieferdienst) hinsichtlich einer treibstoffsparenden Fahrweise, können Verbrauch, Schadstoff- und Lärmemissionen reduziert werden. Erfahrungen aus dem Ausland zeigen, dass damit der Verbrauch um 5 bis 8% reduziert werden kann – ohne Aufwand und mit einer entsprechenden Reduzierung der Schadstoffemissionen.

6.3.7. Berücksichtigung von Luftqualitätsaspekten bei der Stadtplanung

Der Luftqualität soll auch in der Stadtplanung, insbesondere im Rahmen der Neuschreibung des *plan d'aménagement général* (PAG) Rechnung getragen werden. Deshalb spielt die Berücksichtigung des Stadtklimas, mit unter anderem den Frischluftschneisen, eine wichtige Rolle, so wie im *Règlement grand-ducal du 28 juillet 2011 concernant le contenu de l'étude préparatoire d'un plan d'aménagement général d'une commune* vorgesehen.

Die Festlegung von Luftreinhaltezone ist zu überprüfen.

Durch die Planung einer Stadt der kurzen Wege können bereits im Vorfeld lange Transportstrecken vermieden und Emissionen dementsprechend begrenzt werden.

7. Unterrichtung der Öffentlichkeit

Die EU-Richtlinie 2008/50/EG vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa sieht in ihrem Artikel 26 vor, dass die Öffentlichkeit sowie relevante Organisationen wie Umweltschutzorganisationen, Verbraucherverbände, Interessenvertretungen empfindlicher Bevölkerungsgruppen, andere mit dem Gesundheitsschutz befasste relevante Stellen und die betreffenden Wirtschaftsverbände angemessen und rechtzeitig über Luftqualität, Luftqualitätspläne, Fristverlängerungen und Ausnahmen zu unterrichten sind.

Diese Informationen sind kostenlos über alle leicht zugänglichen Medien einschließlich des Internets oder jede andere geeignete Form der Telekommunikation zur Verfügung zu stellen.

Der vorliegende Plan ist durch dessen Veröffentlichung auf der Internetseite www.emwelt.lu der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Die kontinuierlichen Messungen der Umweltverwaltung können von der Bevölkerung ebenfalls auf dieser Internetseite abgerufen werden. Von der Internetseite der Stadt Luxemburg besteht ein Link zu dieser Webseite.

8. Schlussfolgerungen

Durch die zusätzlich geplanten Maßnahmen wird der europäische Grenzwert für NO₂ von 40 µg/m³ (Jahresmittelwert) an dem Standort der Messstelle Luxembourg-Centre nach 2015 und spätestens in 2020 unterschritten. Die wirksamsten Maßnahmen sind in erster Linie der Ersatz einiger Buslinien im Stadtzentrum durch die geplante Trambahn, die Reduzierung des Verkehrs im Stadtzentrum durch die Einrichtung von Peripheriebahnhöfen sowie die konsequente Erneuerung der Busflotten auf den Stand EURO 5 und EURO 6.

Es ist davon auszugehen, dass ab dem gleichen Zeitpunkt im gesamten Untersuchungsgebiet der europäische Grenzwert für NO₂ eingehalten wird, ausser an einigen wenigen kurzen Straßenabschnitten. An diesen Stellen sollen die Ergebnisse des Berechnungsmodells durch Messungen überprüft werden. Bei Bedarf sollen an diesen Stellen spezifische Maßnahmen umgesetzt werden.

9. Literatur

Argumet (2002). Prognose der luftverkehrsbedingten Immissionen durch den Flughafen Luxemburg. Argumet Bahmann & Schmonsees GbR, Köln, Februar 2002.

Baumbach, G. (1994). Luftreinhaltung, 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 461 pp.

Müller-BBM GmbH (2011). Emissions- und Immissionsberechnungen für den Luftreinhalteplan Großraum Stadt Luxemburg, Referenzjahr 2010, Szenarien 2015 und 2020, Bericht Nr. M89 052/1, 21.09.2011, 57 pp.

WHO (2006). Air quality guidelines, Global update 2005, Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, 484 pp. ISBN 92 890 2192 6.

Internet

<http://www.vdl.lu/Autobus-p-1445618.html> (Stand: 03.07.2010)

http://www.statistiques.public.lu/stat/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=397&IF_Language=fra&MainTheme=2&FldrName=1 (Stand: 03.10.2011)