



Diplomarbeit

Potentiale des öffentlichen (Nah-)Verkehrs der Stadt Sofia in Bezug auf den Ökologischen Fußabdruck

Vitan Brankov
Matr. Nummer 1029217

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

Unter der Leitung:

Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Thomas Macoun

Dipl. Ing. Dr. techn. Harald Frey

Wien, Juli 2016

Zusammenfassung (Deutsch, English)

Danksagung

Inhaltverzeichnis

1. Einleitung, Problembeschreibung, Zielsetzung und Methodologie der Studie

S. 12 - 18

1.1 Problembeschreibung

1.2 Zielsetzung, grundlegende Aufgaben und Deckungsbereich der Studie

1.3 Methodologie und Struktur

2. Zusammenhänge zwischen der nachhaltigen Entwicklung und dem ökologischen und dem Kohlenstofffußabdruck des öffentlichen Personennahverkehrs in der Stadt Sofia

S. 19 – 52

2.1 Definitionen, Methodologie, Vor- und Nachteile des ökologischen Fußabdrucks des öffentlichen Personennahverkehrs

2.1.1 Nachhaltige städtische Mobilität - Grundbegriffe und verwendete Indikatoren

2.1.2 Hauptdefinitionen und Methodologie des ökologischen Fußabdrucks des öffentlichen Nahverkehrs

2.1.2.1 Der ökologische Fußabdruck von Rees und Wackernagel /EFRW/

2.1.2.2 Der Ökologische Fußabdruck /Environmental footprint - EF/ des öffentlichen Nahverkehrs - Grundsätze und Anforderungen an dem Konzept, Definition und verwendeten Indikatoren.

2.1.2.2.1 Beschränkungen bei der Bestimmung des Deckungsbereichs und Validität des ökologischen Fußabdrucks /EF/

2.1.2.2.2 Format /Profil/ des ökologischen Fußabdrucks des öffentlichen Nahverkehrs

2.2 Anwendung des ökologischen Fußabdrucks bei der Analyse, Politiken, Zielsetzung und Planung für einen nachhaltigen öffentlichen Nahverkehr

3. Bestand, Trends für die Entwicklung und Planungszielsetzungen des öffentlichen Nahverkehrs in der Stadt Sofia	S. 53 - 85
3.1 Der allgemeine Zustand, Entwicklung und Bodennutzung in der Stadt Sofia	
3.2 Allgemeine Charakteristik des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia	
3.2.1 Strassennetz und Transportmittel	
3.2.2 Verkehrsverteilung (Modal split) und Energieverbrauch	
3.2.2.1 Verkehrsverteilung (Modal split)	
3.2.2.2 Energieverbrauch des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia	
3.3 Allgemeiner Überblick über die administrative Verwaltung, Politiken, Planung, Maßnahmen und Konzepten für einen nachhaltigen öffentlichen verkehr in der Stadt Sofia	
4. Der ökologische Fußabdruck (EF) und Kohlenstofffussabdruck (CF) des öffentlichen Nahverkehrs in der Stadt Sofia	S. 86 - 99
4.1 Der ökologische Fußabdruck (EF) des öffentlichen Nahverkehrs und Verkehrsverteilung (Modal Split) in der Stadt Sofia	
4.2 Der Kohlenstofffussabdruck (CF) des öffentlichen Nahverkehrs in der Stadt Sofia im Zeitraum 2008-2014	
4.3 Analyse und Abschätzung gegenüber verschiedenen „vergleichbaren“ Städten /in Arbeit/	
4.4 Allgemeine Abschätzung der Potentiale und die geplanten Massnahmen und Politiken für einen nachhaltigen öffentlichen Nahverkehr durch Anwendung des ökologischen Fußabdrucks	
5. Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Potentialentwicklung des öffentlichen Nahverkehrs in der Stadt Sofia in Bezug auf den ökologischen Fußabdruck	S.100-101
Literaturverzeichnis	S. 102-108
Anhänge	S. 109-144

Verzeichnis der Anhänge

Anhang 1 Die Übereinstimmung der Hauptbegriffe in Englisch, Deutsch und Russisch nach ISO 14050:2009 im Zusammenhang mit dem Konzept fuer den ökologischen und den Kohlenstoff-Fußabdruck

Anhang 2 Hierarchie aller 49 Kausalitätsketten /„Hierarchy of the 49 chains of causalities“ /Joumard R., Gudmundsson H. et al. 2010, S. 72/

Anhang 3 Liste der wesentlichen Begriffe /in Englisch, Bulgarisch und Deutsch/ und Definitionen (in Englisch) laut ISO 14050:2009, im Zusammenhang mit dem Definieren des Konzepts für ökologischen Fußabdruck

Anhang 4 Darstellung des oekologischen Fussabdrucks unter Beruecksichtigung von verschiedenen Gruppen /Klassifikationen/ von Umweltauswirkungen und Kriterien der Bedeutsamkeit

Anhang 5 Der öffentliche Verkehr in der Stadt Sofia -. Gesamtkilometerleistung, beförderte Passagiere, Kraftstoff- nd Stromverbrauch, Emissionsfaktoren, THG-Emissionen und abgeleitete Indikatoren für den Zeitraum 2008-2014

Anhang 6 Bestimmung der Emissionsfaktoren für Treibhausgasemissionen aus Diesel Kraftstoff in Unternehmen „Stolichen Autobusen Transport“ EAD – (Bustransport) für den Zeitraum 2008-2014

Anhang 7 Bestimmung der Emissionsfaktoren über die Treibhausgasemissionen aus dem Stromherstellung, anwendbar für öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia für den Zeitraum 2007-2014

Anhang 8 Bewertung der durchschnittlichen Tageskilometerleistung, Anzahl der Fahrten, Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen beim Taxifahren in der Stadt Sofia /Durchschnitt berechnen 2014-2015/

Anhang 9 Bulgarian primary and secondary legislation related to urban transport and environmental protection

Abbildungsverzeichnis /Diagrammen und Karten/

Abb. 1 Das konzeptionelle Modell der Studie

Abb. 2 Der ökologische und Kohlenstoff-Fußabdruck und verfügbare Biokapazität nach Rees und Wackernagel (GFN) für Bulgarien und Österreich, 1961-2012 /global Hektare pro Einwohner/

Abb. 3 Methodik zur Bewertung von ökologischen Fußabdruck von Rees und Wackernagel /EFRW/ für Straßenverkehr auf dem Transportkorridor in Houghton County, Michigan

Abb. 4 Logische Zusammenhänge und Beschränkungen des Deckungsbereiches der Indikatoren für ökologischen Fußabdruck für den motorisierten Individualverkehr

Abb. 5 Karte der Innenstadt Sofia

Abb. 6 Schutzgebiete in Rahmen oder in der Nähe von Gemeinde Sofia

Abb. 7 Fahrplan des öffentlichen Verkehrs in Sofia

Abb. 8 Fahrplan / U-Bahnnetz in der Stadt Sofia

Abb. 9 Anteil der täglichen Fahrten je nach Haupttypen des öffentlichen Nahverkehrs

Abb. 10 Selbstabschätzung der Politik für Verkehr und Klima von vier vergleichbaren Städten /Creutzig F. et al. 2012/

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1 Hauptbegriffe, Definitionen und Indikatoren im Zusammenhang mit der nachhaltigen Stadtentwicklung und Mobilität und Verwendung von ökologischen Fußabdruck (EF) und Kohlenstoff-Fußabdruck (CF)

Tab. 2 Allgemeine Bewertung (nach 10 Kriterien) und eine ergänzende Bewertung (nach fünf Kriterien) von aggregierten (compositen) Indikatoren, die die summarische Wirkung auf die Umwelt messen

Tab. 3 Der Kohlenstoff - und ökologische Fußabdruck - Hauptdefinitionen und die verwendeten Indikatoren

Tab. 4 Ein Beispielformat für ökologischen Fußabdruck (EF) des öffentlichen Nahverkehrs zur Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt und Anwendung der Verkehrsplanung

Tab. 5 Demografische und wirtschaftliche Merkmale für die Sofia Agglomeration 2007-14

Tab. 6 Schutzgebiete Natura 2000 in Sofia AgglomerationTab. ...einige Merkmale des Verkehrssystems in der Stadt Sofia und Sofia Agglomeration 2007-2014

Tab. 7 Einige Merkmale des Verkehrssystems in der Stadt Sofia und Sofia Agglomeration 2007-2014

Tab. 8 Wege- und Straßennetz der 1. Klasse in Sofia Agglomeration

Tabl. 9 Anzahl der Fahrzeuge und Marschroute des öffentlichen Verkehrs im Jahr 2008 und 2014

Tab. 10 Frühfahrten zur Arbeit, die Verteilung der Fahrten mit den öffentlichen Verkehrsmitteln und durchschnittliche Dauer einer Fahrt /in Minuten/ im Jahr 2000 und 2009 in der Stadt Sofia

Tab. 11 Anzahl der Fahrten mit öffentlichen Nahverkehr im Zeitraum 2004 - 2008 /Tausend Menschen/

Tab. 12 Anzahl der Fahrten des öffentlichen Nahverkehrs im Zeitraum 2008 - 2014 /tausend Menschen/

Tab. 13 Verkehrsverteilung /Modal split/ in der Stadt Sofia – Datenquellen

Tab. 14 Verkehrsverteilung /Modal split/ in einigen Hauptstädten von EU-Mitgliedstaaten %

Tab. 15 Beförderten Fahrgäste mit U-Bahn, leicht U-Bahn, S-Bahnen, O-Bus und Bustransport, Anteil, durchschnittliche Umsteigenanzahl für jede Variante und Anzahl der von PKW Fahrten auf U-Bahn umgezogen Fahrgäste herangezogene Fahrgästen /Variante für die dritte U-Bahn Linie/ bis 2019-2020

Tab. 16 Stromverbrauch vom elektrischen Verkehr in der Stadt Sofia, im Zeitraum 1996-2002 /MWh/

Tab. 17 Verbrauchte Energie vom öffentlichen Verkehr, privaten Busunternehmen, Shuttle-Bussen und Taxis für das Jahr 2007 und 2011 nach Denkstadt /Денкщадт. 2012/ und diese Studie.

Tab. 18 Der Verbrauch von Kraftstoff und Energie im öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia und abgeleitete Indikatoren für den Zeitraum 2008-2014.

Tab. 19 Reduzierung des Energieverbrauchs für den Zeitraum 2007-2020 gemäß dem Aktionsplan von Stadtverwaltung von Sofia für eine nachhaltige Energieentwicklung für den Zeitraum 2012 - 2020, in tausend MW h /CO.2012/

Tab. 20 Merkmale der Stadt Sofia gegenüber vergleichbaren Städten /Creutzig F. et al. 2012/

Tab. 21 Stelle der Stadt Sofia in Bezug auf die Intensität des Verkehrs, Verkehrsstau und städtischen Typologie /PWC. 2010; TomTom European Traffic index, 2013/

Tab. 22 Strategisch wichtige Dokumente und Schlüsselkennzahlen über den Zustand, Auswirkungen und die übernommenen Ziele für die Umwelt in Bezug auf öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia

Tab. 23 Beispielformat von ökologischen Fußabdruck des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia

Tab. 24 Vergleich zwischen den Emissionsfaktoren für die Bestimmung der Treibhausgasemissionen in dieser Studie /2008-2014/ und den verwendeten von Denkstadt /2012/ für das Jahr 2007 und 2011

Tab. 25 Abgesonderte Treibhausgasemissionen aus dem öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia und die damit verbundenen abgeleiteten Indikatoren für den Zeitraum 2008-2014

Tab. 26 Reduzierung der THG-Emissionen für den Zeitraum 2007-2020 gemäß dem Aktionsplan für eine nachhaltige Energieentwicklung von Stadtverwaltung in Sofia für den Zeitraum 2012 - 2020 , Mio t CO₂ /CO. 2012/

Tab. 27 Index der europäischen grünen Städte /EIU. 2009/

Tab. 28 THG-Emissionen für Sofia, Wien und Kopenhagen für das Jahr 2011 im Vergleich – tausend Tonnen CO₂

Tab. 29 Vergleich zwischen den Plänen für eine nachhaltige Mobilität in der Stadt und den traditionellen Verkehrspläne /Rupprecht Consult. 2012/

Tab. 30 Vorgehen zur Bewertung der Planung, der Ebene der Koordination und gezielte Maßnahmen der umgesetzten Strategien /EC, DG MOVE. 2013/

Zusammenfassung

Es wird eine Überprüfung der Konzepten für den ökologischen Fußabdruck /environmental footprint, ecological footprint/, der sogenannte ökologische Fußabdruck von Rees und Wackernagel und Kohlenstoff-Fußabdruck, anwendbar gegenüber dem Personennahverkehr gemacht. Im Rahmen und für die Zwecke dieser Studie wird ein Konzept und Definition für den ökologischen Fußabdruck und auch ein Beispiel für ein Format für ökologischen Fußabdruck des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia vorgeschlagen. Es wird eine Bewertung der bis heute fehlenden Daten zu den Treibhausgasemissionen vom öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia für den Zeitraum 2008 - 2014 und auch des Verbrauchs von Treibstoff und Elektroenergie auf der Grundlage von Informationen, die von kommunalen Verkehrsunternehmen zur Verfügung gestellt wurden, gemacht.

Es wird ein Überblick über die allgemeine Entwicklung der Stadt Sofia, Straßeninfrastruktur und den aktuellen Stand des öffentlichen Verkehrs, sowie eine detaillierte Auswertung der verfügbaren Information über die Verkehrsverteilung /sog. Modal Split / vorgenommen.

Es wird eine Analyse der Verwaltungsleitung, der Strategien, der Planung, der Maßnahmen und der Potentiale für einen nachhaltigen öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia unter Berücksichtigung des geschätzten ökologischen und Kohlenstoff-Fußabdrucks erstellt.

Auf dieser Basis werden grundlegende Empfehlungen für Erstellung von einer öffentlich zugänglichen Datenbank über die Anzahl der Fahrten, Verkehrsverteilung /Modal Split/, wichtige Umweltkennzahlen /der sog. ökologische Fußabdruck im Konzept dieser Studie/, Treibhausgasemissionen, Kohlenstoff-Fußabdruck und Energieverbrauch im Personennahverkehr in der Stadt Sofia und ihre kontinuierliche Aktualisierung danach, abgeleitet.

Es wird vorgeschlagen, dass ein erster Plan für nachhaltige Mobilität in der Stadt Sofia in Übereinstimmung mit den Richtlinien der Europäischen Kommission und der bestehenden guten Praxis der führenden Städte darunter Stadt Wien, unter Berücksichtigung des Konzeptes und der Indikatoren für den ökologischen und Kohlenstoff-Fußabdruck unverzüglich zu entwickeln und abzunehmen ist.

Juli, 2016

Summary

The study undertakes an overall concepts' review of environmental footprint, ecological footprint, the s.c. ecological footprint of Rees and Wackernagel, and the carbon footprint applicable to the urban passenger transport.

A concept and definition of environmental footprint of the Sofia municipal transport in the framework and research objectives of the present study is further offered. Using newly acquired information provided by the Sofia municipal transport companies an assessment and calculation of the missing data on greenhouse gases, fuel and electricity consumption for the period 2008 – 2014 is provided.

The study further presents a general review of the development and major characteristics of city of Sofia, road network, and municipal passenger transport, focusing particularly on the modal split and comparison with cities with similar characteristics using accessible sources of information.

The administrative governance, policies, goals and the potential for development Sofia sustainable urban transport are also assessed using the proposed concept and format (profile) of the environmental footprint.

Based on the previous analysis basic recommendations were derived to Sofia Municipality for developing, continuous improvement and assuring availability to the public of a database of main indicators such as number and structure of the daily trips /Modal split/, the set of key environmental performance indicators /the environmental footprint under the concept of the present study/ incl., greenhouse gases, carbon footprint and energy consumption etc.

Finally the study proposes to undertake immediate steps toward development and adoption of the first Sofia sustainable urban mobility plan consistent with European Commission recommendations and applicable best practices of the leading European cities incl. Vienna taking into account the concept and acquired data on environmental and carbon footprint.

July, 2016

Danksagung

Die Formulierung des Themas und der Ziele und Umsetzung dieser Studie verdanke ich Herrn Prof. Dipl. Ing. Dr. Thomas Macoun, der meine Masterarbeit betreut und begutachtet hat. Ich bedanke mich für die Mitwirkung von Herrn Dipl. Ing. Dr. Harald Frey und Herrn Dipl. Ing. Marin Donchev.

Es ist notwendig das freundliche Entgegenkommen der Geschäftsführung der kommunalen Verkehrsunternehmen und insbesondere von Frau Ekaterina Yordanova – der Vorsitzende des Ausschusses für Verkehr zu dem Gemeinderat sowie für die Hilfe von Herrn Ivan Kovachev, Experte im Ausschuss für Verkehr und Herrn Ivan Kostov, Obersekretär von Industrial Cluster "Elektromobili." zu betonen.

Ich möchte auch meiner Familie danken, ohne deren Unterstützung und Verständnis Abschluss dieser Studie nicht möglich wäre.

1. Problembeschreibung, Zielsetzung und Methodologie der Studie

1.1. Problembeschreibung

Die von EU übernommenen Verpflichtungen gemäß Klimaschutzabkommen von Paris /Dezember 2015/, die ehrgeizige Ziele und die Vorplanung zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis Jahr 2030 und 2040-2050 stellen für die Hauptwirtschaftsbereiche und städtischen Agglomerationen und insbesondere für den öffentlichen (Nah-)Verkehr in der Stadt Sofia große Herausforderungen dar.

Die Entwicklung des öffentlichen (Nah-)Verkehrs und der anliegenden Straßeninfrastruktur in Sofia hängt in den letzten zwei Jahrzehnten unmittelbar damit zusammen:

- mit der Erfüllung der aufgenommenen Plänen für Stadtentwicklung und Städtebaukonzepten;
- mit den übernommenen politischen Verpflichtungen und mit den von der Verwaltungsleitung der Gemeinde gesetzten Zielen zur Reduzierung der Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen;
- mit den realisierten Projekten durch Finanzierung vom Europäischen Fonds.¹

Die nachhaltige Entwicklung und insbesondere die Planung des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia stellt eine Reihe von Anforderungen, einerseits an die Auswahl von relevanten Konzepten, Modellen, geeigneten Indikatoren für Umweltauswirkungen und Zielsetzung, und andererseits an deren angemessene Informationssicherheit.

Die wenig gemachten Versuche zur Treibhausgase-Bilanz (GHG-inventory) des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia /DenkStadt, 2012/ umfassen nur das Jahr 2007 und 2011. Neben der zu kurzen Zeitperiode zeigten diese gewisse Auslassungen oder Unterschätzungen der damit verbundenen positiven oder negativen Auswirkungen auf die Umwelt. Es besteht Bedarf für Erhebung von fehlenden Daten und auch Datenzusammenfassung, für Präzisierung und Aktualisierung der verwendeten Zugangsdaten und Emissionsfaktoren, für Detailisierung der räumlichen Verkehrsverteilung /Modal Split/ und für Generieren von zuverlässigen Daten für längere Zeit.

¹ detailliert im Abschnitt 3 u. Abschnitt 4 dieser Studie

Als nächstes sollten moderne Konzepte und vereinheitliche, vergleichbare Indikatoren zur Erfassung der Umweltauswirkungen und Umweltleistung (Environmental Impact and Performance Concepts) des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia verwendet werden. Zu den modernen Konzepten und Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung gehören u.a. auch diese für den Kohlenstofffußabdruck /CF/ und ökologischen Fußabdruck /EF/. Im Rahmen des definierten Bereichs und aufgrund der Einschränkungen überprüft die vorliegende Untersuchung die Anwendbarkeit der grundlegenden Konzepte für EF und CF und der gewählten Grundelemente von EF zur Potenzialentwicklung des öffentlichen (Nah-) Verkehrs in der Stadt Sofia.

Das Ziel ist, die Analyse der Dynamik der THG-Emissionen, den Vergleich gegenüber anderen Städten mit einem Fortschritt auf dem Gebiet der nachhaltigen städtischen Mobilität, die Beurteilung des Effektes angesichts der bisherigen Politiken und Strategien, zu erleichtern und eine Prognose der in der Verkehrsverteilung /Modal Split/ zu erwartenden Veränderungen, zu erstellen. Die Ermittlung von präziseren Werten /Ist-Wert, Prognose und Soll-Wert/ der THG-Emissionen ermöglicht die Erstellung, Annahme, Erfüllung, Überwachung und Steuerung der Pläne inkl. Maßnahmen für einen nachhaltigen städtischen Nahverkehr in der Stadt Sofia im Einklang mit den EU-Anforderungen².

Die potenzielle Nutzer der Ergebnisse dieser Studie könnten die daran Interessierenden und vor allem die zuständigen Behörden – wie Gemeinderat, und die zugehörigen Ausschüsse, Stadtverwaltung, das kommunale Unternehmen „Zentrum für städtische Mobilität“, die kommunalen Verkehrsunternehmen in der Stadt Sofia und die Regierungsbehörden, zuständig für öffentlichen Verkehr, regionale Entwicklung und Städtebau, sein.

1.2. Zielsetzung, grundlegende Aufgaben und Deckungsbereich der Studie

Das Hauptziel der Studie ist, die fehlenden Daten zu sammeln, die Dynamik von einzelnen Elementen von EF und CF für einen beschränkten Zeitraum /2008-2014/ darzustellen und die

² siehe Kapitel 3 u. 4, Wefering Fr. 2013 und die formulierten Anforderungen in ECa. 2009; ECb. 2009; EC. 2011; EC. 2013.

Möglichkeiten zur deren Anwendung bei der Prognose, Planung und Potentialentwicklung für einen nachhaltigen öffentlichen (Nah-)Verkehr in der Stadt Sofia zu analysieren.

Der gewählte Zeitraum 2008-2014 und die Möglichkeiten zur Prognose basieren sich auf die limitierten Möglichkeiten für Datenerhebung und -beschaffung. Gleichzeitig hat dies eine Reihe von Vorteilen, nämlich:

- Übereinstimmung mit den ersten Jahren der Mitgliedschaft der Republik Bulgarien in die EU bzw. mit der Realisierung des Haushaltsrahmens der Struktur- und Kohäsionsfonds der EU, mit denen Großprojekte in der Straßeninfrastruktur und im öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia finanziert wurden;
- Übereinstimmung mit dem Beginn der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise, die einen beträchtlichen Einfluss auf die demographischen und Migrationsprozesse, auf die Wirtschaft und auf den Arbeitsmarkt in der Stadt Sofia und dementsprechend auf die Intensität und Verkehrsverteilung /Modal Split/ ausgeübt hatte;
- Nicht zuletzt die Übereinstimmung mit der Erfüllung der Verpflichtungen aus der ersten Periode /2008-2012/ der von den Mitgliedstaaten im Annex A des Kyoto-Protokolls /1987/ gezielten Reduzierung der Treibhausgasemissionen, vor allem sind das Länder aus Mittel- und Osteuropa (zu denen Republik Bulgarien gehört).

Zum Erreichen des definierten Hauptziels der Studie sind fünf Forschungsaufgaben zu lösen:

Erstens: Übersicht auf die grundlegenden Konzepte für EF und CF hinsichtlich Potenzialentwicklung des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia zu verschaffen;

Zweitens: Fachbasisdaten über den öffentlichen (Nah-)Verkehr in der Stadt Sofia in der Zeit 2008-2014 vor allem über Verkehrsverteilung /Modal Split/, Energieverbrauch, gefahrene Gesamtkilometerleistung und Anzahl der beförderten Passagiere, Präzisierung und Anwendung von Emissionsfaktoren zur Ermittlung der THG-Emissionen zu erstellen;

Drittens: die Werte der gewählten Komponenten von EF und CF für den genannten Zeitraum und den Deckungsbereich, unter Berücksichtigung der Einschränkungen dieser Studie zu ermitteln;

Viertens: die gewählten Indikatoren für Stadt Sofia mit jenen für andere Städten, vor allem mit der Stadt Wien zu vergleichen;

Fünftens: die Möglichkeiten für die Anwendung der ausgewählten Elemente von EF, vor allem CF bei der Planung und Entwicklung der Potentiale des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia zu analysieren.

Dem Deckungsbereich dieser Studie legen die gestellten Zielen und Aufgaben, die Beschränkungen, verbunden mit der verfügbaren Ressourcen, Zeit und einen geringen Zugang zu Datenquellen und Informationen, zugrunde. Zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen findet vor allem die so genannte Scope 1 Anwendung, d.h. es wird der Anteil der direkten Emissionen aus dem Betrieb der im öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia vorhandenen Transportmittel, die fossile Brennstoffe /Diesel und Erdgas - CNG/ verwenden, und die indirekten Emissionen aus Elektroverbrauch, die so genannte Scope 2³ für Trolleybus- und Schienentransport - Straßenbahn und U-Bahn, ermittelt. Es werden ausgeschlossen die indirekten Emissionen inkl. diese für den Bau und Wiederherstellung der anliegenden Straßeninfrastruktur und die Emissionen aus vorherigen und darauffolgenden Prozessen und Aktivitäten. In diesem Sinne erlauben die verfügbaren Daten, Ressourcen und Zeit nicht, das Verfahren für die so genannte "Life Cycle Assessment" in seiner Ganzheit anzuwenden. Trotzdem werden in den einzelnen Abschnitten auch die Möglichkeiten zur Bewertung der THG-Emissionen in der so genannten Scope 3, vorgestellt. Angegeben sind zugänglich verfügbaren Quellen und Untersuchungen. In den jeweiligen Abschnitten werden konkret noch weitere Beschränkungen erwähnt, die sich aus der Definition, Deckungsbereich, Systemabgrenzung, Bestandteilen der verwendeten Indikatoren und Daten, Methoden zur Berechnung und Bewertung, Zugang zu primären Daten und Zuverlässigkeit der bewerteten Parameter, ergeben.

Im Laufe dieser Arbeit wird Schwerpunkt auf die ersten vier Aufgaben gestellt. Trotz der hohen Bedeutsamkeit und der praktischen Relevanz der fünften Aufgabe, erfordert ihre Gesamtlösung eine separat durchzuführende vertiefende Untersuchung und Forschung, was aber erhebliche Ressourcen und Zeit in Anspruch nehmen könnte. Auf der anderen Seite ist es notwendig, Erfahrung bei der Umsetzung des EF-Konzeptes in die Praxis bei der Planung

³ Sieh: WRI/WBCSD. 2004 u. ISO 14064–1: 2011.

und Management des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia, zu sammeln. Parallel dazu ist zu betonen, dass die Methodologie und gewisse Aspekte der Planung des öffentlichen Verkehrs im Bezug auf die Umwelt Gegenstand von langjährigen, zahlreichen und fundierten Forschungen und Analysen der bisherigen Praxis⁴ gewesen war.

1.3. Methodologie und Struktur

Zur Lösung der formulierten Forschungsaufgaben dieser Arbeit finden nachfolgende Methoden und Vorgehen, Anwendung:

- Überprüfung der wesentlichen, verfügbaren Literaturquellen, Studien, Gesetzgebung und der politischen Dokumente;
- Überprüfung der verfügbaren Daten und Informationen in Bezug auf die verwendeten Indikatoren;
- Beschaffung und Bearbeitung von neuen oder fehlenden Daten unter der Berücksichtigung der begrenzten Ressourcen und Zeit;
- Berechnung /Auswertung/ und Vorstellung der Dynamik der gewählten Schlüsselkennzahlen (Key Performance Indicators - KPI) für den öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia;
- Analyse zur Identifizierung der Möglichkeiten zur Anwendung von gewählten Indikatoren bei der Planung und Potenzialentwicklung des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia.

Die Datenquellen umfassen die offizielle Analyse und THG-Bilanz (GHG-inventory), Untersuchungen und die von den kommunalen Verkehrsunternehmen der Stadt Sofia „Stolichen Elektrotransport EAD“ (SE EAD) und „Metropolitan EAD“ und „Stolichen Autotransport“ EAD (SA EAD) zur Verfügung gestellten Basisinformation, deren Geschäftsführung ich mein besonderes Dankeschön für das Verständnis und Entgegenkommen aussprechen möchte.

⁴ Macoun Th. 2000; Geissler S., Thomas Macoun. 2001; Macoun, Th. 2007. Sieh ebenfalls die genannten Quellen im Kapitel 3 dieser Studie

Nachfolgend wird in einer schematischen Form das konzeptionelle Modell mit Abfolge der Hauptetappen /Prozesse/ der Arbeit und die Zusammenhänge mit den Hauptkapiteln dieser Studie, dargestellt.

Die Struktur der Studie wird auf der Grundlage des entwickelten, konzeptionellen Modells aufgebaut und beinhaltet:

Kapitel 1 stellt das identifizierte Hauptproblem, Zielsetzung und Hauptaufgaben der Studie, Beschränkungen des Deckungsbereichs und die dafür angewendeten Methoden, dar.

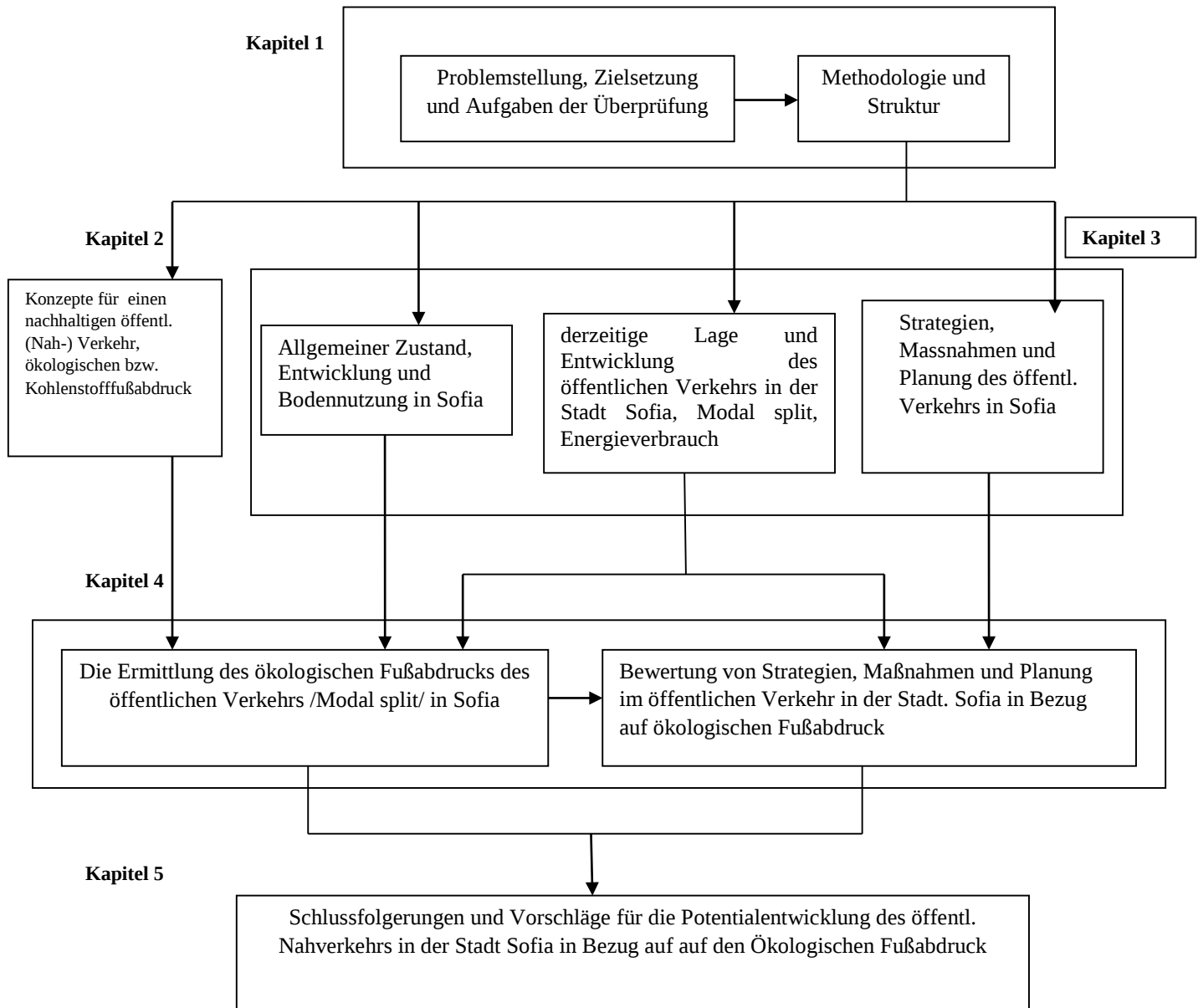
Kapitel 2 stellt die wesentlichen Konzepte und Definitionen für EF und CF, dar. Kurz werden die Zusammenhänge zwischen den Konzepten /Begriffen/ für Umwelt, Ökologie, nachhaltige Entwicklung, nachhaltige städtische Mobilität etc. markiert. Die Methodologie, das Vorgehen und die Verfahrensmittel /Bewertung, Berechnung/, Beschränkungen bei der Anwendung, Vor- und Nachteile von EF und CF des öffentlichen Verkehrs werden analysiert. Für die Zwecke dieser Studie wird eine neue Definition für EF eingeführt. Im letzten Abschnitt wird eine kurze Zusammenstellung der Möglichkeiten zur Anwendung von EF und CF bei der Analyse, Formulierung der Politiken und Strategien, bei der Zielsetzung und Planung der Potentialentwicklung für einen nachhaltigen öffentlichen Verkehr, gemacht.

Kapitel 3 stellt einen allgemeinen Überblick über die Charakteristiken, das Profil und die Entwicklung der Stadt Sofia vor allem Bodennutzung, Straßennetz, Transportmittel, und auch über den aktuellen Stand, über die Entwicklung, Verwaltung und Planung des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia in den letzten Jahren, dar. Der Schwerpunkt liegt auf der Abschätzung der so genannten Verkehrsverteilung /Modal Split /.

Im Kapitel 4 werden einzelne Elemente von EF und CF des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia in dem definierten Deckungsbereich mit Schwerpunkt auf Verkehrsverteilung /Modal Split/, bezogen auf dem Energieverbrauch und auf die im Zeitraum 2008-2014 bewerteten Treibhausgasemissionen, bestimmt. Stadt Wien wird mit jenen „ähnlichen“ vergleichbaren Städten verglichen und es wird eine kurze Abschätzung gemacht. Durch Verwendung von EF/CF in dem definierten Deckungsbereich (inkl. räumliche und Verwaltungsgrenzen der Großgemeinde Sofia) wird das Potenzial der geplanten Maßnahmen und Strategien für einen nachhaltigen öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia, beurteilt.

Kapitel 5 fasst die Hauptschlussfolgerungen und Empfehlungen für Potenzialentwicklung des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia in Bezug auf die bewerteten EF/CF, zusammen.

Abb. 1 Konzeptmodell zur Überprüfung/Vorgangskarte/



Quelle: eigene Darstellung

2. Zusammenhänge zwischen der nachhaltigen Entwicklung und dem ökologischen (EF) und dem Kohlenstofffußabdruck (CF) des öffentlichen Nahverkehrs

2.1 Definitionen, Methodologie, Vor- und Nachteile des ökologischen Fußabdrucks des öffentlichen Nahverkehrs

2.1.1 Nachhaltige städtische Mobilität, Hauptbegriffe und verwendete Indikatoren

Das Funktionieren des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) ist mit den zahlreichen und komplexen Auswirkungen auf die Umwelt und auf die menschliche Gesundheit miteinander fest verbunden und ist Gegenstand vieler Untersuchungen⁵. Seit Anfang der 70-er Jahren des letzten Jahrhunderts erhöht sich der Druck und die Suche nach einheitlichen Vorgehen und Verfahrensmitteln, Strategien, Durchsetzung der Rechtsvorschriften, nach einer nationalen, Sektor- und regionalen Raumplanung, wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung und korporatives Management im Einklang mit der Erhaltung von Umwelt und menschlicher Gesundheit. Diese Versuche sind im Konzept für nachhaltige Entwicklung zum Ausdruck gebracht. Die Hauptdefinition für nachhaltige Entwicklung ist mit der Arbeit der Kommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen /„Brundtland-Kommission“, 1983/ verbunden und wurde als Entwicklung, die "die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zur Befriedigung ihrer eigenen Bedürfnisse zu beeinträchtigen“, definiert.

Der nachhaltige öffentliche Nahverkehr sollte die Anwendung der Grundsätze der nachhaltigen Entwicklung gewährleisten und effektive Lösungen für die wichtigsten Umweltprobleme wie Ausschöpfung der Ressourcen, globale Klimawandel, Zerstörung der natürlichen Ökosysteme, Luftverschmutzung, Lärm und andere Auswirkungen finden. Gleichzeitig sind die Anforderungen, Ziele und Beschränkungen der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung zu berücksichtigen.

⁵ Tiefgründige Untersuchung der zahlreichen Auswirkungen auf die Umwelt und auf die menschliche Gesundheit vom ÖPNV und ihre Erkennung bei der Verkehrsplanung - Studie von Prof. Dr. Th. Macoun, TU Wien, Institut für Straßenbauplanung, s. Macoun Th. 2000; Geissler S., Th. Macoun 2001; Macoun, Th. 2007 u.a. s. auch Autoren und Studien, die in diesem und in den folgenden Abschnitten dieses Kapitels zitiert werden.

Für die Zwecke dieser Studie nehmen wir die Definition für nachhaltigen Verkehr, die beim Zusammentreffen der Verkehrsminister aus 15 EU-Mitgliedsstaaten /4.-5. April 2001/ gegeben wurde, an (englische Version):

„A sustainable transport system [is] defined as one that:

- allows the basic access and development needs of individuals, companies and societies to be met safely and in a manner consistent with human and ecosystem health, and promotes equity within and between successive generations;
- is affordable, operates fairly and efficiently, offers choice of transport mode, and supports a competitive economy, as well as balanced regional development;
- limits emissions and waste within the planet's ability to absorb them, uses renewable resources at or below their rates of generation, and, uses nonrenewable resources at or below the rates of development of renewable substitutes while minimizing the impact on the use of land and the generation of noise.“⁶

Bei der Charakterisierung und bei der praktischen Anwendung der Konzepte für nachhaltige Entwicklung, nachhaltige Stadtentwicklung und insbesondere für nachhaltigen öffentlichen Nahverkehr findet eine breite Palette von Indikatoren, Anwendung. Sie werden in zwei Hauptgruppen zugeordnet:

- zur Charakterisierung der Auswirkungen auf die Umwelt und
- zur Festlegung der Strategien, Ziele, Planung und Steuerung des nachhaltigen öffentlichen Nahverkehrs.

Es gibt eine Reihe von Forschungen, Normen und offizielle Empfehlungen, die die grundlegende Indikatoren /Definitionen, Bestandteile, Methode zur Berechnung und Bewertung/, anwendbar für einen nachhaltigen öffentlichen Nahverkehr(ÖNV)⁷, definieren.

⁶ Kurze Zusammenstellung der grundlegende Anforderungen an die Politiken und Planung des nachhaltigen Verkehrs, steht am Ende dieses Kapitels

⁷ Macoun, Th. 2000; Macoun, Th. 2007; Geissler S., Macoun Th., 2001; Joumard R., Gudmundsson H. (Editors) et al. 2010; Steenberghen, Th., et al. 2013, ebenfalls zitierte Quellen in diesem und in anderen Abschnitten.

Zur korrekten Verwendung von verschiedenen Begriffen in dieser Studie, vor allem gewählten Indikatoren wie EF und CF, sind die wichtigen und miteinander verbundenen Begriffen wie Umwelt, Ökologie /Systeme für/ Umweltmanagement, Umweltleistung /Performance/, nachhaltige Entwicklung, nachhaltige städtische Mobilität, nachhaltiger öffentlicher Nahverkehr u. a. zu unterscheiden. Die Darstellung der Rolle, Zusammenhänge und Hierarchie dieser Begriffe erlaubt: Erstes - die Unterschiede in den Konzepten für ökologischen Fußabdruck /EF/ und Kohlenstoff-Fußabdruck /CF/ zu klären; zweites – einen konzeptionellen Rahmen zur Lösung der unmittelbaren Aufgaben dieser Studie inkl. zur Charakterisierung der Potentiale des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia in Bezug auf EF und CF zu gestalten.

Auf der Grundlage der verfügbaren Literatur werden weit verwendete Begriffe tabellenartig nachfolgend dargestellt.⁸ Für einen Teil davon sind Definitionen und Beschreibungen, Hinweise auf Literaturquellen und Möglichkeiten zur Verwendung von einzelnen Indikatoren für eine nachhaltige städtische Mobilität inkl. EF und CF, gegeben.

Tab. 1 Hauptbegriffe, Definitionen und Indikatoren im Zusammenhang mit der nachhaltigen Stadtentwicklung und Mobilität und Verwendung von ökologischen Fußabdruck (EF) und Kohlenstoff-Fußabdruck (CF).

Begriff	Bedeutung, Definition	Indikatoren
Umwelt /Environment /	s. Definition für Umwelt nach ISO 14001 miteinander verbundene Begriffe / Synonyme / - Ökosphäre, Ökosystem / usw.	Ein System von Indikatoren, die die Umwelt und die Auswirkung auf die Umwelt - Umweltzustandsindikatoren charakterisieren. z.B. Umweltindikatoren, /Environmental indicators/ nach ISO 14 031 /. darunter EF und CF global, national, lokal, für die Ortschaft

⁸ Siehe Anhang 1 dieser Studie für Übereinstimmung der Hauptbegriffe auf Englisch, Deutsch und Russisch nach ISO 14050:2009, bezogen auf dem Konzept für EF und CF.

Ökologie	System aus verschiedenen wissenschaftlichen Konzepten und analytischen Modellen zur Bezeichnung der Wechselwirkungen und Veränderungen der Umwelt .	Indikatoren, die in verschiedenen wissenschaftlichen Bereichen nach dem räumlichen Umfang, Umweltkomponenten / Luft, Gewässer, Boden, Landschaft, etc./ und nach dem ausgewählten theoretischen Modell etc. verwendet werden Ebenso EF und CF- global, national, für die Ortschaft, von einem Produkt / Dienstleistung, Tätigkeit / Organisation, Unternehmen, Persönlichkeit, für das Haushalt oder eine Gruppe von Einzelpersonen oder Gemeinschaften.
Auswirkungen auf die Umwelt /Environmental Impact/	Veränderungen der Umwelt durch anthropogenen /menschlichen/ Eingriff. Diese können positiv oder negativ sein. Nach den Definitionen und angegebenen Beispielen in ISO 14001, 3.7 und ISO 14004.	s. Definitionen und Beispiele für einzel verwendbare Indikatoren in ISO 14004, ISO 14031 u.a.
Umweltmanagement Systeme für das Umweltmanagement /Environmental Management. Environmental Management system/	Laut Definitionen in ISO 14001	Umweltmanagementkennzahlen / Environmental Management Indicators / und Umweltleistung /Environmental Performance Indicators/, nach ISO 14031 u.a. Ebenso EF und CF - typisch für den definierten Umfang für das Managementsystem /Organisation, Unternehmen, territorialen Einheiten, Ortschaft, Infrastruktursystem mit seinen teritorrialen oder administrativen Grenzen, Produkt, Dienstleistungen oder Gruppe von Dienstleistungen u.a. /

Städtische Umwelt Siedlungsumwelt Urban Environment	Die von den anthropogenen Eingriffen modifizierte Umwelt und Landschaft. Hauptkomponenten der modifizierten Umwelt / Landschaft, Boden, Flora und Fauna, Oberflächen- und Grundwasser, Luft / und Infrastruktur, Straßen-, Kommunikations-, Gebäude-, Energie-, Industrie-Netz, mit geleisteten Aktivitäten, Prozessen und Funktionen, einschließlich Stadtverkehr / Güterbeförderung, öffentlicher Verkehr, und individueller Personenverkehr, Handelsverkehr, Bodentransport, U-Bahn-Verkehr, Luft- und Wasser-Transport/	Spezifische Indikatoren, die den Zustand und die Veränderungen der Siedlungsumwelt und räumliche Struktur bezeichnen. Ebenso EF und CF für jeweilige Siedlung und für einen konkreten Zeitraum
städtische Mobilität Urban mobility. Stadtverkehr / Güter- und Personenbeförderung, einschließlich öffentlicher und individueller Personenverkehr/. Urban transport /Freight, Individual, Public/	Ein System aus Mitteln und Formen zur Güter- und Personenbeförderung und seine Verwaltung und Steuerung in einer konkreten Siedlung /Stadt / inkl. anliegende Infrastruktur, <i>verwendeten Ressourcen</i> , die sich <i>daraus ergebenden</i> Auswirkungen auf die Umwelt und auf die menschliche Gesundheit.	Ein Satz aus weit verwendeten und spezifischen Indikatoren, die den Zustand und die Hauptelemente der Transportinfrastruktur, Art und Anzahl der Transportmittel, Personen- und Güterverkehr, Transportfluß, Intensität, Belastungen, durchschnittliche Geschwindigkeit u.a. Indikatoren inkl., für Auswirkungen auf die Umwelt, EF und CF, bezeichnet.
Verkehrsverteilung des öffentlichen Personenverkehrs /Modal split/	Verteilung der Fahrtenanzahl /Passagiere, die konkrete Verkehrsmittel inkl. nachhaltige Verkehrsträger zur Beförderung-.. zu Fuß und Radfahren, mit öffentlichen Verkehrsmitteln u.a / nutzen	Fahrtenanzahl, durchschnittlicher Abstand, Gesamtleistung, durchschnittliche und gesamte Fahrtdauer, Energieverbrauch für eine Fahrt und insgesamt, Treibhausgasemissionen u.a Auswirkungen auf die Umwelt, inkl. CF und EF.
Nachhaltige städtische Mobilität Sustainable Urban Mobility Nachhaltiger öffentlicher	Städtische Mobilität und Verkehr, geplante, gesteuerte und auf den Grundsätzen der nachhaltigen Entwicklung funktionierende /s. Quellen und Definitionen, die in	Schwerpunkt auf spezifische Indikatoren und <i>Detaillierung</i> , die die Umweltauswirkungen und Klimawandel einschließlich CF und EF sowie die wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen /menschliche Gesundheit, Wirtschaftswachstum,

/Personen/ Verkehr Sustainable urban /passenger/ transport Strategien, Planung, Management des nachhaltigen städtischen /Personen/ Verkehrs Policies, Planning, Management of Sustainable Urban /Passenger/ Transport	diesem Abschnitt zitiert werden/.	Beschäftigung, Erhaltung des kulturellen und historischen Erbes, usw. bezeichnen
--	-----------------------------------	--

Quelle: eigene Darstellung

Aufgrund des durchgesetzten breiten Einsatzes werden kurze Definitionen nur für einen Teil der Hauptbegriffe von der wissenschaftlichen Literatur, Normen für Umweltmanagement und städtischen Verkehrsplanung gegeben.

Mit dieser tabellenartigen Darstellung wird nicht gezielt, die verschiedenen Auffassungen in der Tiefe zu betrachten und stellt keine Vergleichsanalyse dar. Es wird allerdings eine Vorstellung der Zusammenhänge /Hierarchie/ der Hauptbegriffe in Bezug auf die Konzepte für EF (ökologischen Fußabdruck) und CF (Kohlenstoff-Fußabdruck) gegeben. Die Möglichkeiten für eine Anwendung der theoretischen und der praktischen Potentiale von EF und CF zur Erkennung und Charakterisierung des Zustandes, der Elemente und der Auswirkungen auf die Umwelt in einem gewissen territoriellen und/oder Sektor-Bereich /Transportdienstleistungen, konkrete Ortschaft etc./ werden markiert. Das gilt auch für die Verwendung von EF und CF bei der Politiken und Strategien, Planung und Steuerung der nachhaltigen Stadtentwicklung und öffentlichen Nahverkehrs insbesondere in der Stadt Sofia.

2.1.2 Hauptdefinitionen und Methodologie des ökologischen Fußabdrucks (EF) des öffentlichen Nahverkehrs

Nachfolgend steht eine allgemeine Übersicht über die Verwendung der Begriffe "ökologischen Fußabdruck" /ecological footprint/ und „Umweltbezogener

Fußabdruck“ /environmental footprint/, die aus den Literaturquellen und Normen entnommen wurden und eine Abgrenzung der Konzepte ermöglicht.

Die Bezeichnung "öko Fußabdruck" /eco footprint/ ist ein Synonym für beide Begriffe oben und wird vor allem umgangssprachlich verwendet.⁹

In der offiziellen bulgarischen Übersetzung der internationalen Normen und rechtlichen Dokumenten wird der Begriff „Umwelbezogener Fußabdruck“ /environmental footprint/ häufig als "ökologischer Fußabdruck" /ecological footprint / oder "Öko-Fußabdruck" /eco footprint/ übersetzt.

Der Begriff "ökologischer Fußabdruck von Rees und Wackernagel" /**Ecological footprint of Rees and Wackernagel - EFRW**/- die verwendete Abkürzung /aufgeschrieben auf dieser Art und Weise überall in dieser Arbeit/ bringt einzig und allein die Bezeichnung und die Definition, die von "Global Footprint Network"¹⁰ gegeben wurden, zum Ausdruck. EFRW stellt ein compositer Indikator, der in den Veröffentlichungen von Rees W. und Wackernagel M. /aus dem Jahr 1992, 1994, 1996, etc./ definiert worden ist, dar. Dadurch wird versucht, den jetzigen Zustand der globalen natürlichen Umwelt gegenüber der vorhandenen globalen Biokapazität, vorzustellen. Beide Begriffe „Zustand der globalen natürlichen Umwelt“, und „vorhandene globale Biokapazität“, werden durch so genannte „Globale Hektare“ bezeichnet.

Das Konzept der EFRW wird nachfolgend dargelegt. Zugleich werden kritische Bewertungen vorgestellt, die die wesentlichen Mängel dieses Indikators¹¹ argumentieren. Die Anzahl der kritischen Bewertungen erhöht sich. Durch diese kritischen Bewertungen wird die Zuverlässigkeit und Anwendbarkeit von EFRW in Bezug auf die praktische Relevanz für einen bestimmten Bereich, Region, Siedlung, Produkt /Dienstleistung/ oder Organisation, in Zweifel gezogen. Aus diesen Gründen und wegen der wachsenden kritischen Analysen

⁹ Cambridge Business English Dictionary On line <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/ecological-footprint>

¹⁰ www.footprintnetwork.org ebenso: Global footprint network. 2009. Ecological Footprint Standards und andere Veröffentlichungen von GFN.

¹¹ EP. 2001. S. 27, 39-40; Joumard R., Gudmundsson H. (Editors) et al. 2010. S. 239, 240-243; EC/JCR. 2011. u. a.

gegenüber dem Konzept für EFRW wird der Begriff "ökologischer Fußabdruck" - EF entweder im breiten Sinne /Cambridge Business English Dictionary/, als auch im engen Sinne nach den nachfolgend eingeführten Definitionen, in dieser Studie verwendet /s. Abschnitt 2.1.2.2/.

2.1.2.1 Der ökologische Fußabdruck von Rees und Wackernagel /EFRW/

Das Konzept für EFRW hatte als ein synthetischer, integrierter, aggregierter, /composite/ Indikator für die Umwelt eine große Popularität gewonnen, nachdem es von World Wild Fund For Nature - WWF und von Global Footprint Network - /GFN/ wahrgenommen und aktiv gefördert wurde. EFRW zeigt die Menge der angeeigneten regenerativen Kapazität aus der Biosphäre, die zur Ressourcengewinnung erforderlich ist, die in einem bestimmten Jahr verbraucht wurden, und auch für biologische Absorption (Absaugung) der generierten CO₂-Emissionen.

Nach Ansichten der Autoren ist der EFRW von einem konkreten Einzelwesen, Gemeinschaft, Gruppe, Land, Siedlung, Produkt, Dienstleistung, etc. als ein Teil der biologisch produktiven Boden- und Wasserfläche der Planete /unabhängig von ihrer Lokalisierung/ zu betrachten, die für Bereitstellung von Ressourcen biologischer Herkunft und für Assimilation von generierten Abfällen /einzig und allein CO₂-Emissionen/, bei einem bestimmten Stand der Technologie und Ertrag /Ernte/ für das entsprechende Jahr, erforderlich ist. Die gewählte Einheit zur Ermittlung von EFRW ist der so genannte "Globale Hektar" oder "global durchschnittliche" biologisch produktiver Boden¹². Die Abrechnung /accounting/ von EFRW wird auf der Grundlage von folgenden wichtigen Voraussetzungen gemacht:

- Ressourcen und Abfälle, die nicht gemessen werden können, werden ausgeschlossen;
- im Geltungsbereich werden ausschliesslich Ressourcen biologischer Herkunft, und aus den Abfällen – nur die CO₂-Emissionen, eingeschlossen;

¹² siehe: <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/methodology/#1>

- Durch Gewähren von unterschiedlichen relativen Gewichten (die so genannte Äquivalenzfaktoren für Bioproduktivität) für jedes einzelne Land je Bodeneinheit (Ackerland, Wälder, Weidenflächen, Ozean- und Meeresgebiet für Fischfang, Bebauungsflächen, Boden für CO₂-Assimilation) wird eine einheitliche Maßeinheit, die so genannte „Globaler Hektar (gha) mit einer durchschnittlichen globalen Bioproduktivität“ bezeichnet;

– Der Verbrauch (die Aneignung) der Biokapazität von Menschen, ausgedrückt als EFRW lässt sich mit dem verfügbaren Angebot an Biokapazität, soweit beide Parameter in globalen Hektaren ausgedrückt werden, direkt miteinander vergleichen

EFRW und die verfügbare Biokapazität betrachtet folgenden Typen der Bodennutzung und Bodenflächen:

-Ackerland, Wälder, Weidenflächen, Ozean- und Meeresgebiet für Fischfang– Bodenfläche, die für Agrarproduktion inkl. Futter, Ölpflanzen, Naturkautschuk, Holz, Weiden für das Vieh erforderlich sind;

- Bebaute Fläche und Stauseen - gleichgestellt zu der Biokapazität von Ackerland;

- Boden zum CO₂-Absorbieren aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe /gleichgestellt zu der Biokapazität vom Wald/ gemessen nach zwei Arten:

- Kapazität für CO₂-Absaugung nach Koeffizient der Bewertung laut Richtlinien von IPCC (2006) in der Hypothese, dass die Ozeane ca. 35% und die Wälder restlichen 65% /d.h das sind Bodenflächen, die zu Waldflächen gehören/; absorbieren;
- Substitutionsmethode /immer noch untersucht/ - bioproduktives Land, notwendig für Gewinnung von einer äquivalenten Menge an Ersatzenergie aus Biomasse durch Photosynthese /Waldflächen, die zur Holzproduktion für Energiezwecke erforderlich sind/.

Die beiden Grundformeln sind:

A. Für den Kohlenstoff-Fußabdruck von Rees und Wackernagel – KFRW,

$$\text{KFRW} = \text{PC} * (1 - \text{SOcean}) * \text{EQF} / \text{YC}$$

Mit folgenden Bezeichnungen: PC - jährliche Emissionen von Kohlenstoff; - SOcean Emissionsrate in %, die durch die Ozeane in einem angegebenen Jahr assimiliert werden; YC

jährliches Absorptionskoeffizient von Kohlenstoff für 1 global Hektar durchschnittliche Waldfläche.

B. Für EFRW für ein einzelnes Land in globalen Hektaren,

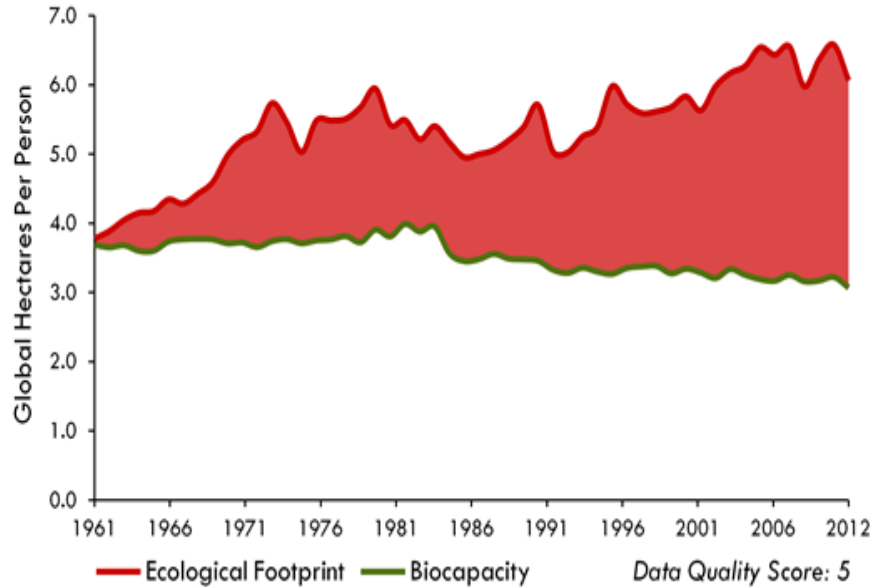
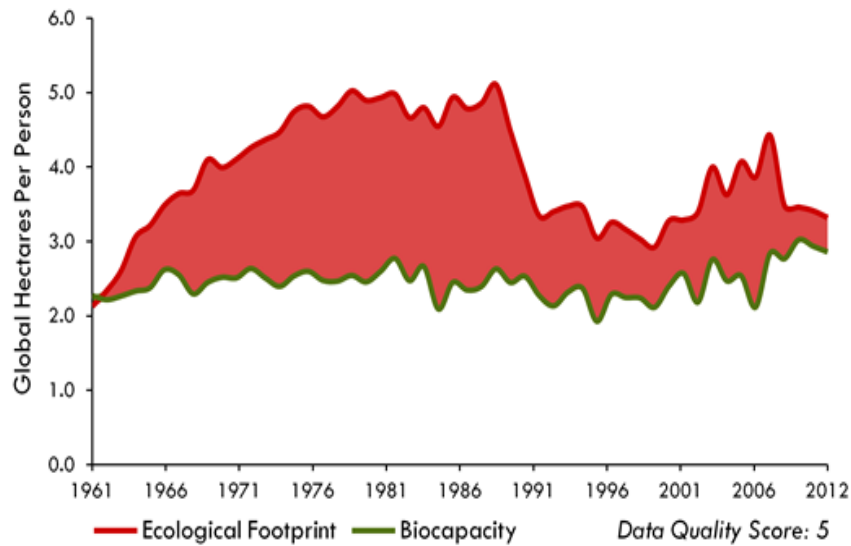
$$\text{EFRW} = P * YF * EQF / YN$$

Mit den Bezeichnungen: P - Menge an erzeugtem Produkt oder abgetrennten Abfall; YN - nationaler Durchschnittsertrag /Ernte/ für das Produkt P; YF und EQF - Ertragsfaktor und Äquivalenzfaktor für jeweilige Bodennutzung.

Die Ertragsfaktoren /Ernte/ und der Äquivalenzfaktor werden zugleich für die Berechnung von EFRW, KFRW und Biokapazität zur Bereitstellung von vergleichbaren Einheiten, angewendet. Der Ertragsfaktor /Ernte/ ist unterschiedlich für verschiedene Flächenarten und Bodennutzung für verschiedene Länder für jede Art der Bodennutzung. Global Footprint Network /GFN/ nutzt vor allem die Modelle und statistischen Daten der Organisation der Vereinten Nationen für Ernährung /FAO/ zur Berechnung von EFRW und KFRW inkl. für Hauptertrag von Pflanzenbau je nach Ländern und Kategorien für Fruchtbarkeit des gleichen Typs von Ackerland.

Im Folgenden sind Beispiele für EFRW für Bulgarien und Österreich, die von GFN bestimmt wurden.

Abb. 2 Der ökologische und Kohlenstoff-Fußabdruck und verfügbare Biokapazität nach Rees und Wackernagel /GFN/ für Bulgarien und Österreich, 1961-2012 /global Hektare pro Einwohner/



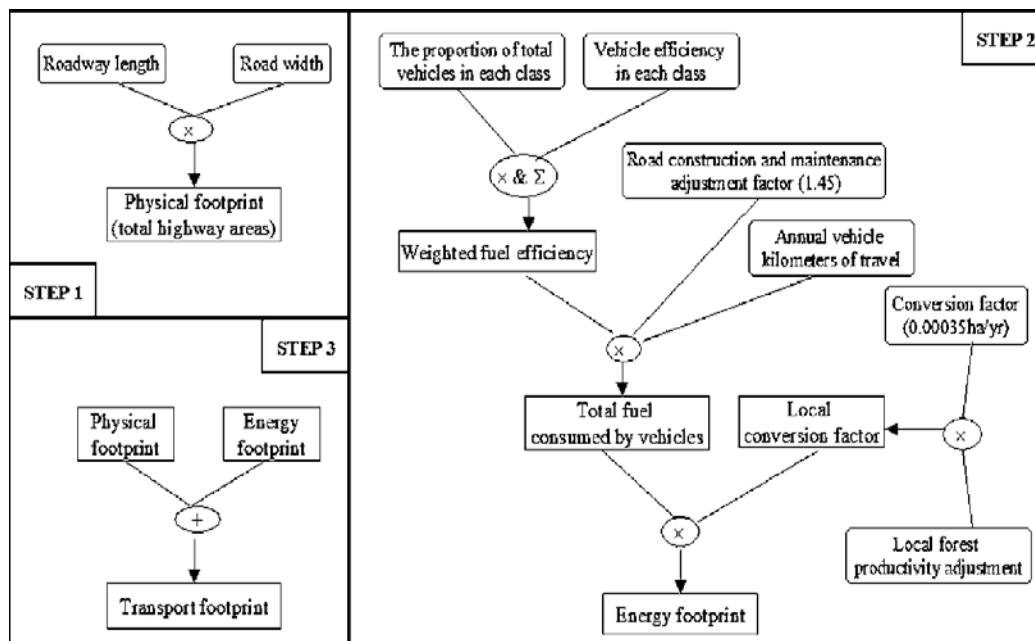
Quelle: Global footprint network: <http://www footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/trends/bulgaria/> und <http://www footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/trends/austria/>

Vermerk: untere Linie: Biocapacity, obere Linie: Ecological Footprint

Mit der Unterstützung von Global Footprint Network /GFN/ wird EFRW von verschiedenen Städten, wie Calgary und San Francisco, für einzelne Produkte, Unternehmen und für Einzelwesen ¹³ bestimmt. Es wurden einzelnen Versuche für Bewertung von EFRW von öffentlichem Verkehr für eine bestimmte Stadt / Yildirim, Gh. 2005/ auf mögliche Anwendungen in den Bereichen Infrastruktur und Verkehrsplanung in einer bestimmten Gemeinde - Houghton County, Michigan /Chi und Stein, 2005/ und bei der Formulierung von Strategien für die Städtebauzwecke /Browne et al, 2008, zitiert nach Amekudzi A . et al. pp. 339-348/ etc. unternommen.

Zur Veranschaulichung der angewandten Vorgehensweise wird nachfolgend eine Schematische Darstellung des Verfahrens zur Bewertung von EFRW bei tatsächlichen und bei dem zu erwartenden Gesamtverkehr für einen geplanten Straßenkorridor in Houghton County, Michigan, vorgestellt

Abb. 3 Methodik zur Bewertung von EFRW für Straßenverkehr auf dem Transportkorridor in Houghton County, Michigan



Quelle: Chi-Guangging, Brian Stone, 2005, S. 172

¹³ http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint_for_cities/ sieh ebenfalls Walsh C. et al. 2010, Daxbeck H. et al. 2001.

Das Hauptziel, das EFRW nach zahlreichen Studien und Autoren erfolgreich erreicht hat, ist das die Menschen und die Gesellschaften über die "nicht nachhaltige" und umweltunfreundliche Produktion und Verbrauch klar zu informieren. Die Verbraucher werden zu einer Lebensweise und Konsum mit niedrigen Umweltauswirkungen gefördert. Es ist wichtig zu erwähnen, dass sich diese Auswirkungen nur bis zur CO₂-Emitierung und Nutzung von bioproduktiver Bodenfläche begrenzen.

Im Laufe der Zeit erhöht sich die Anzahl und die Argumentation der kritischen Analysen, die eine Reihe von signifikanten Mängel der angewandten Methodik, Deckungsbereich und Genauigkeit des Indikators herausgehoben hatten. In ihrer Gesamtheit betrachtend, beschränken diese Mängel die Möglichkeiten für die Verwendung von EFRW für die Entscheidungsnahme auf verschiedenen Ebenen inkl. im Unternehmen, für Stadtplanung und insbesondere bei der Planung des Stadtverkehrs.

Die wesentlichen Einwände und Argumente gegen das Konzept, die Zuverlässigkeit und Eignung von EFRW zur Analyse und Planung sind¹⁴:

-ein deutlich begrenzter Deckungsbereich der im EFRW eingeschlossenen Umweltauswirkungen inkl. Verlust von natürlichen Lebensräumen durch Erschließung von neuzubearbeitenden Ackerländer, Verlust von nicht regenerierbaren Ressourcen – aber nur von fossilen Brennstoffen und für Treibhauseffekt - nur von CO₂-Emissionen;

-viele grundlegende Umweltauswirkungen bleiben nicht erfasst, zudem ein Teil davon mit einer Schlüsselbedeutung bei der Verkehrsplanung, wie Lärm und Vibrationen, Luft-, Gewässer-, Bodenverschmutzung, Erschöpfung von vielen der nicht erneuerbaren Ressourcen, Fläche, die für eine normale Reproduktion von Hauptgruppen von biologischen Arten erforderlich ist etc.¹⁵ All das führt zu systematischen Unterschätzung von EFRW und Überschätzung der Biokapazität;

¹⁴ siehe ausführlich: EP. 2001., p. 27, 39-40; Joumard R. and Gudmundsson H. et al. 2010, S. 238 – 243 und zitierten Autoren und Quellen.

¹⁵ Vorhanden sind verschiedene Vorgehen und zahlreiche Klassifikationen für Umweltauswirkungen inkl. von öffentlichen Verkehr. Diese Arbeit ist auf dem Konzept der so genannten "Chain of causalities" - Kette von Kausalitäten /Niemeijer und de Groot. 2008/ bezogen, definiert von insgesamt 49 Hauptketten von Einflüssen, vereinigt in acht Hauptgruppen. Siehe auch Joumard R. und Gudmundsson H. et al. 2010, S. 66-76 und in den folgenden Abschnitten dieser Studie.

-die definierten Äquivalenzfaktoren für Ozean- und Meeresgebiet und Ackerland basieren ausschließlich auf dem Vergleich der Produktivität von Lachsfischfang und Gewinnung von Rindfleisch;

-eine undurchsichtige Art der Beschreibung der Datenquellen, der wichtigsten Bedingtheiten /Konventionen/ und der Auswahl von den wechselnden und gemessenen Faktoren.

Die nachstehende Tabelle zeigt eine Bewertung von EFRW und von weiteren sechs compositen Indikatoren gegenüber 10 gewählten Kriterien nach einer 4-Stufen-Skala in der zitierten Studie /Joumard R., Gudmundsson H. et al. 2010, S. 239/. Die alle sieben bewerteten alternativen compositen Indikatoren versuchen die so genannt „Gesamte Umweltverträglichkeit"/overall environmental sustainability/ zu messen. Für die Zwecke dieser Arbeit ist noch eine /letzte/ Spalte für die Gesamtbeurteilung der vorgeschlagenen insgesamt zehn Kriterien hinzugefügt. Darüber hinaus wird eine summarische Bewertung nach fünf gewählten Kriterien /Nr 1-3 und 9-10/ mit einer größeren Bedeutung für die Anwendung der Indikatoren bei der Infrastruktur- und Verkehrsplanung darunter Gültigkeit, Zuverlässigkeit, Empfindlichkeit, Möglichkeit für Zielsetzung und für das Treffen von Maßnahmen /actionability/ gemacht.

Wie aus der letzten Spalte zu entnehmen ist, bekommt EFRW die niedrigste summarische Bewertung nach allen 10 Kriterien Summe der erreichten Punktzahl - insgesamt 21 Punkte/, während zwei der Indikatoren / Methoden / eine Punktzahl von 28 Punkte erreichen. Mit der Summierung der Gesamtbewertung nach den fünf gewählten Kriterien mit einer Bedeutung für einen potentiellen Einsatz bei der Infrastruktur- und Verkehrsplanung, nimmt EFRW schon wieder den letzten Platz mit einer Punktzahl von 8 Punkten gegenüber 15 Punktzahl für den Leader /Damage oriented Economic approaches/.

Tab. 2 Allgemeine Bewertung (nach 10 Kriterien) und eine ergänzende Bewertung (nach fünf Kriterien) von aggregierten (compositen) Indikatoren, die die summarische Wirkung auf die Umwelt messen

Criterion	Category										Evaluation Summary /in brackets sum of 1-3 and 9-10 criterion/
	Representation			Operation			Application				
	Validity	Reliability	Sensitivity	Measurability	Data Availability	Ethical concerns	Transparency	Interpretability	Target relevance	Actionability	
Indicator / Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ecological Scarcity method (Switzerland)	xxx	xxxx	xxx	xxx	xxx	xxxx	xxx	x	xxx	x	28 /11/
ReCiPe (Europe)	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxxx	xxx	x	xx	x	26 /12/
Ecological footprint Reess and Wackernagel	x	xx	xxx	xx	xxx	xxxx	xxx	x	x	x	21 /8/
MIPS	x	xx	xx	xx	xxx	xxxx	xxxx	xx	x	x	22 /7/
Economic approaches (stated preferences)	xxx	xx	xxx	xxx	xx	xxxx	xx	xx	xxx	x	25 /12/
Economic approaches (revealed preferences)	xxx	xxx	xx	xxx	xx	xxxx	xx	xx	xxx	x	25 /12/
Economic approaches (damage oriented)	xxx	xxx	xxxx	xxx	xx	xxxx	xx	xx	xxx	xx	28 /15/

x=poor; xx=limited; xxx=good; xxxx=excellent

Quelle: Joumard R., Gudmundsson H. et al. 2010, S. 239. Zum Zweck dieser Studie wird in der letzten Spalte der berechnete Wert der Gesamt- und der ergänzenden Bewertung (in Klammern) der vorgeschlagenen Methoden hinzugefügt.

Vorhanden sind viele andere Kritiken an dem Konzept für EFRW zuvor inkl. seitens der offiziellen Institutionen wie DEFRA /Risk & Policy Analysts Ltd. 2007/ und

dementsprechende Reaktionen und Argumente von GFN /Global Footprint Network. 2008/¹⁶ in Beantwortung diesbezüglich.

Eine Studie zur Bestimmung von EF und CF, die in Auftrag der Europäischen Kommission zur Potenzialbewertung der geltenden nationalen und internationalen Regeln zur Bestimmung von EF und CF vergeben wurde, hatte EFRW in einem Vergleich gegenüber anderen normativen Dokumenten unterzogen. Es wird eine Reihe von Lücken und Einschränkungen im Deckungsbereich von EFRW festgestellt /EC. 2011/. Auf dieser Grundlage wurde EFRW von der weiteren Arbeit für die Entwicklung von Produktnormen und Regelungen der Europäischen Kommission für EF und CF /EC. 2016/ ausgeschlossen.

Die obige Übersicht argumentiert den Ausschluss des Konzepts EFRW und seine konkrete Anwendung für die Ziele der Verkehrsplanung in dieser Arbeit.

2.1.2.2 Der ökologischer Fußabdruck /Environmental footprint - EF/ des öffentlichen Nahverkehrs - Grundsätze und Anforderungen an dem Konzept, Definition und verwendeten Indikatoren.

Der Begriff EF wird heutzutage zur Bezeichnung von zahlreichen und komplexen Auswirkungen auf die Umwelt oder für Umweltmanagement¹⁷ immer breiter verwendet. Die Überprüfung der verfügbaren offiziellen Quellen zeigt allerdings zwei einheitliche Definitionen des Begriffs "Fußabdruck", die für Umwelt anwendbar ist. Die Begriffe für den sog. "Wasser-Fußabdruck" /Water footprint/ und sog. "Kohlenstoff-Fußabdruck" /Carbon Footprint/ wurden im Jahr 2013 und 2014 in den Normen der Internationalen Organisation für Standardisierung /International Organization for Standardization – ISO¹⁸/ offiziell eingeführt.

¹⁶ http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/national_reviews#ukd

¹⁷ Sieh U.S. Environmental Footprint /CSR, University of Michigan. 2015/. Siehe Definition von Cambridge Business English Dictionary /on line/ - <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/environmental-footprint> "Environmental footprint (also ecological footprint, eco footprint) - the effect that a person, company, activity, etc. has on the environment, for example the amount of natural resources that they use and the amount of harmful gases that they produce: Every organization should work towards a zero environmental footprint by conserving, restoring, and replacing the natural resources used in its operations."

¹⁸ "3.1.1.1 carbon footprint of a product CFP - sum of greenhouse gas emissions (3.1.3.5) and removals (3.1.3.6) in a product system (3.1.4.2), expressed as CO₂ equivalents (3.1.3.2) and based on a life cycle assessment

Für die Zwecke dieser Arbeit wird im Folgenden das Konzept zur Bestimmung von EF dargestellt. Zuvor wird aber ein kurzer Überblick über die Verwendung von Umweltindikatoren, die für den ÖNV und Verkehrsplanung anwendbar sind¹⁹.gemacht.

Die Umweltindikatoren für den ÖNV werden in drei große Gruppen je nach der Art der verwendeten Parameter und Maßeinheiten /Abmessung, Dimension/ geteilt:

- *"ad-hoc" Indikatoren* - separate, einzelne oder selbstständige Indikatoren für einen konkreten Fall. Zum Beispiel zur Charakterisierung von einer spezifischen Auswirkung auf die Umwelt durch gemessenen oder geschätzten Parameter für Zwecke der Überwachung;
- *Set von Mehrkomponenten-Indikatoren /set of indicators, parameters/*. Diese decken mehr oder wenige Anzahl an Indikatoren zur Charakterisierung von Ketten der Umweltauswirkungen, unter Berücksichtigung des gewählten praktischen Vorgehens und Methodik;
- *composite Indikatoren /aggregierte, integrierte, synthetische /²⁰.*

Die zweite Gruppe von Indikatoren wird am häufigsten zur Ermittlung des spezifischen Umweltprofils /Benchmarks/ /environmental profile/ eines Produkts, Dienstleistung, Einzelwesen oder Gemeinschaft, verwendet.

Nach der Hauptrichtung und Verwendungszweck, charakterisieren diese drei Gruppen von Indikatoren folgendes:

(3.1.5.3) using the single impact category“ /ISO 14067:2013/; “3.3.1 water footprint - metric(s) that quantifies the potential environmental impacts related to water” /ISO 14064 : 2014/.

3 Geissler S., Thomas Macoun Th., 2001; Macoun Th. 2000; Jourmard R., Gudmundsson H. et al. 2010; Steenberghen, Th., et al. 2013; EEA. 1999 Towards a transport and environment reporting mechanism (TERM) for the EU. Technical report No 18. Part 1: TERM concept and process. EEA. 2013. A closer look at urban transport TERM 2013: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe. Report No 11/2013; WBCSD. 2015. Methodology and indicator calculation method for sustainable urban mobility.

¹⁹ Geissler S., Macoun Th., 2001; Macoun Th. 2000; Jourmard R., Gudmundsson H. et al. 2010; Steenberghen, Th., et al. 2013; EEA. 1999; EEA. 2013; WBCSD. 2015., u.a.

²⁰ Wie im letzten Abschnitt hingewiesen, ist EFRW ein Indikator compositor oder synthetischer Art. Dieser deckt nur drei von insgesamt 49 Ketten von Umweltauswirkungen, die im Konzept für die sog. Kette der Kausalität -Chain of causalities /Jourmard R., Gudmundsson H. et al. 2010, S. 72/ vorgestellt wurde. Der beschränkte Deckungsbereich von EFRW ist sichtbar ebenfalls beim Vergleichen mit der Kategorisierung der Umweltauswirkungen vom Verkehr und von Indikatoren, die von anderen Autoren inkl. von Europäischer Agentur für Umwelt vorgeschlagenen wurden /siehe obige Fußnote /.

- die Umweltauswirkungen, die sich aus den grundlegenden Funktionen eines Produkts, Dienstleistung, Einzelwesen, Gemeinschaften / z.B. Transportleistungen in der Ortschaft/ ergeben;
- der durch eine konkrete Auswirkungsquelle ausgeübte Druck auf die Umwelt und/oder die durch diesen Druck verursachten, bewerteten/gemessenen Umweltveränderungen bzw. Umweltauswirkungen /Environmental impacts/;²¹
- das Umweltmanagement und seine Umweltleistungskennzahl /Environment management indicators, Environmental performance indicators/ zur Formulierung und Durchführung von Strategien, Plänen, Programmen und Projekten zur Entwicklung des ÖNV.

Die Übersicht aus dem vorstehenden Abschnitt bezüglich der Anwendbarkeit von EFRW erlaubt es, Schlüsselgrundsätze und Anforderungen an die Methodik, Wesen, Deckungsbereich und Einschränkungen für die Anwendung des Begriffs für EF, der für die Zwecke und im Rahmen dieser Arbeit eingeführt wird, zu bestimmen:

a) EF ist eine Gesamtheit /Set/ von Kernindikatoren, ihre tatsächliche oder Soll-Werte, die den Zustand und die Auswirkungen auf die Umwelt eines Produkts, Dienstleistung, Aktivität, Einzelwesen, Organisation oder Gemeinschaft in einem bestimmten Deckungsbereich und Zeit charakterisieren. EF ist ein Mehrkomponente-Indikatorenset /Profil / zur Darstellung von:

- Bewertung des Zustandes und der Auswirkungen auf die Umwelt /von der Type der Umweltleistungskennzahlen - Environmental indicators и Environmental condition

²¹ Anm. d. Verf. (Vitan Brankov) Die ermittelte Menge an CO₂-Emissionen von öffentlichen Verkehr /global, national oder gewählten räumlichen Geltungsbereich/ innerhalb eines Zeitraums ist ein Beispiel für den Druck auf die Umwelt. Die Änderung der globalen CO₂-Konzentration in der Atmosphäre durch diese Emissionen stellt die Auswirkung auf die Umwelt dar. In diesem Beispiel sollte die Emissionen auch aus anderen Treibhausgasquellen /Heizung, Industrie etc./ sowie die natürliche Absaugung oder Technologien zur Abscheidung und Speicherung von CO₂ /CCS/ erfasst, berechnet und abgegrenzt werden. Die gemessenen Änderungen der globalen Durchschnittstemperatur, die mit der Änderung der globalen CO₂-Konzentration verbunden ist, stellt eine Änderung des Zustandes / Mileu /dar d.h. sie ist ein Teil von den gesamten Umweltauswirkungen. Die geschätzten globalen und lokalen Klimaänderungen in Rahmen der angenommenen Modellen und theoretischen Hypothesen stellen die Reaktion auf dem Mileu dar. In ähnlicher Weise, in einem anderen Beispiel können die Quelle und der Druck von den Auswirkungen der Emissionen von Schadstoffen / SO₂, NO_x, VOC, PM, inkl. Schwermetalle u. a./ getrennt werden. In diesem Beispiel wird die Auswirkung auf die Umwelt durch die verursachten Änderungen im Rezipienten /Mileu/ bezeichnet - Eutrophierung, Versauerung /sauren Regen/ und andere Auswirkungen auf Böden, Flora, Fauna, natürliche Lebensräume, die menschliche Gesundheit und das kulturelle Erbe.

indicators/. Die relevanten Indikatoren, Parameter und ihre Werte definieren den sogenannten "tatsächlichen, geschätzten" EF;

- Umweltmanagement und die Bewertung der Umweltleistung / Environmental management, Environmental performance evaluation/, inkl zum Zwecke der Verkehrsplanung – Formulieren von Strategien und Zielen, Plänen, Programmen, Projekten, Instrumenten und Maßnahmen für deren Umsetzung . In diesem Fall definieren die entsprechenden Indikatoren, Parameter und Werte den so genannten "gezielten, geplanten, den zu erwartenden oder künftigen" EF;

b) Das allgemeine Grundmodell oder Format von EF sollte die bekannten und die untersuchten Ketten von Kausalitäten und Auswirkungen auf die Umwelt /Chains of causalities/ ganz und vollständig decken und auch sollte einen geeigneten, anwendbaren Indikatorenset zur Charakterisierung der Ketten von Kausalitäten beinhalten;

c) Das spezifische EF-Format für ein konkretes Objekt /Produkt, Dienstleistung, Organisation, Gemeinschaft/ ist ein Ergebnis aufgrund der Anwendung eines bestimmten Verfahrens/ Methode Kriterien/ oder einer zuverlässigen Argumentation für die Wahl der zu bewertenden Umweltauswirkungsketten und der geeigneten Indikatoren zur deren Charakterisierung.

d) Das Verfahren für Wahl von Ketten der Umweltauswirkungen und von anwendbaren Indikatoren, die im EF für ein bestimmtes Objekt eingeschlossen sind, hängt von nachfolgenden Umständen und Faktoren, ab:

- Signifikanzkriterien / hoch, mittel, niedrig / der Auswirkungen auf die Umwelt;²²
- Kriterien für die Zuverlässigkeit, Qualität, Glaubwürdigkeit / ein zulässiger Fehler/ der Daten;
- Verfügbarkeit oder Fehlen an Daten bzw. zulässige Kosten und Zeit für ihre Beschaffung;
- Zyklus der Entscheidungsfindung– die sogenannte vorläufige Bewertung, Prognose und Planung / ex ante /, für kontinuierliche Überwachung oder für ex-post-Bewertung / ex poste /;

²² Siehe Definitionen, Bewertungsmethoden und Beispiele gegeben in ISO 14001: 2015; ISO 14004 : 2004 u. EMAS /ECb. 2009/.

- konkrete Anforderungen an Management und Planung - strategisch / Politiken, Pläne /, taktisch / Programme / oder operativ /Projekte/²³ im Einklang mit den anwendbaren zwingenden rechtlichen Vorschriften;
- Verkehrsverteilung / Modal Split / und Transportmitteln für die Verkehrsplanungsfälle;
- unter Berücksichtigung von anderen Aspekten und damit verbundenen Auswirkungen auf die Umwelt wie Bodennutzung , Infrastruktur (Wohn- und Nichtwohn-Anlagen) u.a.;
- Politischer Kontext inkl. Druck der Öffentlichkeit";²⁴

e) Das Bestimmen von EF hängt mit der Bewertung der sogenannten Ökobilanz /Life cycle assessment/ für das Produkt, Dienstleistung, Gemeinschaft oder Organisation in einem gewählten Deckungsbereich, zusammen. Bei der EF-Bestimmung für ein konkretes Objekt, das einer Bewertung unterliegt , ist klar und vollständig folgendes bekanntzugeben:

- den anwendbaren Deckungsbereich /Grenzen des zu bewertenden Systems/ inkl. für Bewertung der Ökobilanz;
- Kategorisieren der Umweltauswirkungen /Ketten der Kausalität/, die einer Bewertung unterliegen sowie die anwendbaren Kriterien und Methoden zur Bestimmung der Signifikanz;
- ein konkretes Indikatorenset zur Charakterisierung der Auswirkungen auf die Umwelt.

Auf dieser Grundlage ist EF ein allgemein anwendbares oder ein spezifisches Hauptindikatoren-Set, und deren tatsächlichen oder Soll-Werten für den Zustand und Auswirkungen auf die Umwelt, und/oder zu Umweltmanagement-Zwecke für ein konkretes

²³ Siehe Geissler S., Macoun Th., 2001; für die Eigenart der Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt für Projekten und ökologische Bewertung von Plänen und Programmen.

²⁴ Ein dafür passendes Vorgehen ist "das situationsbezogene Vorgehen" bei der Auswahl von anwendbaren Indikatoren zur Umweltauswirkungen vom Verkehr, vorgeschlagen von Jourmard R., Gudmundsson H. et al. /2010; part 3.3, 3.4, 4/ Dieses Vorgehen fokussiert sich auf die Erkennung der konkreten Bedingungen und Beziehungen zwischen den politischen Behörden, Planern und Verwaltung und der Druckkraft der Öffentlichkeit - örtliche Bevölkerung, non-governmental organization (NGO) etc. In diesem Sinne ist die Indikatorenwahl, per Definition ein Kompromiss und "politisch" gerechtfertigt und hat schließlich der einschlägigen Politiken zu dienen, die der Wechselwirkung, Position der Stärke und Druckpotentiale der verschiedenen Beteiligten im Prozess der Stadtplanung zufolge sind.

Produkt, Dienstleistung, Tätigkeit, Einzelwesen, Organisation oder Gemeinschaft, in einem bestimmten Deckungsbereich und Zeitraum.

EF des öffentlichen Nahverkehrs ist ein allgemein anwendbares oder ein spezifisches Set an Hauptindikatoren(Parameter), und deren tatsächlichen oder Soll-Werten für den Zustand und Auswirkungen auf die Umwelt, und/oder zu Umweltmanagement-Zwecken und Verkehrsplanung in einem bestimmten Deckungsbereich und Zeitraum.

Die vorgeschlagenen Grundsätze und Anforderungen an dem Definieren eines allgemein gültigen "standardisierten" EF-Konzept zur die Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt und deren Verwendung bei der Analyse, Modellierung und Planung von öffentlichen Verkehr sind im Rahmen der vorliegenden Studie anwendbar. Sie zeigen die Notwendigkeit von Erkennung und Erfassung nicht nur von vielen zahlreichen Faktoren und Kriterien, sondern von modernen Konzepten und Modellen, die bei der Verkehr- und Stadtplanung Anwendung finden, sowie neue Normen für Umweltmanagement, Bewertung der Ökobilanz etc. Die wichtigsten davon sind:

- das sogenannte Vorgehen "DPSIR" (driving forces, pressures, states, impacts, responses) von der Europäischen Agentur für Umwelt /EEA, 2009/, das zur Charakterisierung der Umweltauswirkungen anwendbar ist;
- Das Konzept für die sogenannten „Ketten der Kausalität“ - Chains of causalities /Joumard R., Gudmundsson H. et al. 2010, S. 72/, siehe ebenfalls Anhang No. 2 zu dieser Studie;
- Moderne Methodik und Konzepte für Indikatoren für nachhaltige städtische Mobilität /siehe Quellen, die in der dritten Fußnote in diesem Kapitel zitiert sind/;
- Internationale Normen für Kohlenstoff und Wasser-Fußabdruck;
- Die in einer Reihe von Normen ISO 14000 über Umweltmanagement definierten Grundbegriffe inkl. Schlüsselindikatoren für Umweltleistung /key performance indicators/.²⁵. Für eine einfache und klare Verweisung wird in Anhang № 3 zu dieser Arbeit ein Teil von den verwendeten oder miteinander verbundenen Begriffen in Englisch, Bulgarisch und Deutsch und ihre Definitionen in englischer Sprache in

²⁵ „3.17 key performance indicator KPI - indicator of performance deemed by an organization to be significant and giving prominence and attention to certain aspects“ /ISO 14031:2013/.

Übereinstimmung mit dem internationalen Normen für Umweltmanagement - ISO 14050: 2009, angegeben;

- -die sogenannten "Regeln für Produktkategorien" auf der Grundlage der ISO 14040 und ISO 14044 für Ökobilanz der Umweltauswirkungen verschiedener Produkte und Dienstleistungen, inkl. Transport / EPD. 2009/²⁶

Die wahrgenommene Definitionen für EF und CF für die Zwecke dieser Studie sowie ein Teil der anwendbaren Indikatoren und deren Maßeinheit /Dimension/ sind nachfolgend tabellarisch dargestellt.

Tab. 3 Der Kohlenstoff- und ökologische Fußabdruck - Hauptdefinitionen und die verwendeten Indikatoren.

Indikatoren	Wesen, Definition	Vorstellungart - Dimension des Indikators
ökologischer Fußabdruck global, national, für jeweilige Ortschaft, Branche / Gewerbe, Energie, Verkehr, Gebäuden/ Organisation , Unternehmen, Prozess, Produkt, Dienstleistung, Tätigkeit Einzelwesen und andere.	EF –ein allgemein anwendbares oder ein spezifisches Set an Hauptindikatoren, und ihre tatsächlichen oder Soll-Werten zur Charakterisierung des Zustandes und Auswirkungen auf die Umwelt, und / oder für Umweltmanagement-Zwecke für ein konkretes Produkt, Dienstleistung, Tätigkeit, Einzelwesen, Organisation oder Gemeinschaft, in einem bestimmten Deckungsbereich und Zeitraum.	In Übereinstimmung mit den gewählten Ketten der Umweltauswirkungen und ihre charakteristischen Indikatoren /nach den genannten Quellen in den kommenden zwei Unterabschnitten/.
ökologischer Fußabdruck des ÖNVs darunter Verkehrsverteilung /Modal split/ -der motorisierte Individualverkehr	EF ist ein allgemein anwendbares oder ein spezifisches Set an Hauptindikatoren, und ihre tatsächlichen oder Soll-Werten für den Zustand und Auswirkungen auf die Umwelt, und / oder für Zwecke des Umweltmanagements und Verkehrsplanung in einem bestimmten Deckungsbereich und Zeitraum.	In Übereinstimmung mit den gewählten Ketten der Umweltauswirkungen und ihre charakteristischen

²⁶ Sieh ebenfalls EC/JRC. 2010; EC/JRC. 2011; EC/JRC. 2012.

-Busverkehr /kommunal und privat / - lokal Shuttle Kleinbusse -Taxifahren -_Elektroverkehr der Stadt inkl.: •S-Bahn •O-Buss •U-Bahn -Radfahrerverkehr und Fussgänger		Indikatoren inkl. je nach der Art der Transportmittel /Modal split/
Kohlenstoff-Fußabdruck global, national, für jeweilige Ortschaft, der Branche, Organisation , Unternehmen, Prozess, Produkt, Dienstleistung, Tätigkeit Einzelperson und andere.	Die allgemeinen THG-Emissionen vorgestellt als CO2 oder die äquivalenten CO2-Emissionen in verschiedenen Dimensionen /Maßeinheiten/ für ein Produkt, Dienstleistung, Aktivität, Einzelwesen, Organisation oder Gemeinschaft zur Charakterisierung des Drucks auf die Umwelt und/oder zur Bestimmung der Umweltmanagementziele innerhalb eines bestimmten Deckungsbereichs und Zeitraums. Siehe ebenfalls P. 3.1.1.1 von ISO 14067:2013	Gesamtmenge CO2-Emissionen im gewählten Deckungsbereich; Tonne CO2-Äquivalent/ Einwohner; Tonne CO2-Äquivalent/ Bruttoinlandsprodukt BIP; Tonne CO2-Äquivalent/ Bruttomehrwert; Tonne CO2-Äquivalent/ km²; Und anderes

Kohlenstoff Fußabdruck des öffentl. Personennahverkehrs darunter Verkehrsverteilung /Modal split/ -der motorisierte Individualverkehr -Busverkehr /kommunaler und privater / -lokal Shuttle-Kleinbusse -Taxifahren -Stadtbahnverkehr inkl.: •S-Bahn •O-Buss •U-Bahn -Fahrrad- und Fussgänger	Die allgemeinen THG-Emissionen, vorgestellt als CO2 oder äquivalente CO2-Emissionen aus dem ÖPNV zur Charakterisierung des Drucks auf die Umwelt und/oder zur Bestimmung der Umweltmanagementziele oder bei der Verkehrsplanung innerhalb eines bestimmten Deckungsbereichs und Zeitraums. Bei der Bestimmung des Deckungsbereiches und des Grades der Detailisierung von CF und je nach den Zielen und Datenverfügbarkeit wird auch die sog. Verkehrsverteilung (Modal Split) erfasst	Gesamtmenge CO2-Emissionen im ausgewählten Deckungsbereich; kg CO2-Äquivalent/ Einwohner; kg CO2-Äquivalent/km Gesamtaufleistung ; kg CO2-Äquivalent/ Personenkilometer ; kg CO2-Äquivalent/ Fahrtanzahl; kg CO2-Äquivalent/ Sitzplatz ; kg CO2-Äquivalent/ Länge des Straßennetzes in km allgemein und für jeweiligen Transport-Modus; kg CO2-Äquivalent/ Hektar Fläche der Siedlung u. a..
---	--	---

Quelle: eigene Darstellung

2.1.2.2.1 Beschränkungen bei der Bestimmung des Deckungsbereichs und Validität des ökologischen Fußabdrucks /EF/

Die Auswirkungen auf die Umwelt bei der Bestimmung des EF werden in drei Bereichen, analog zu ISO 14040: 2006²⁷ wie folgt eingestuft:

²⁷ Sieh ebenfalls: C40/ICLEI/WRI. 2012, S. 4-5; GHG Protocol <http://www.ghgprotocol.org/node/453> u.a.

„*Erster Bereich*“ /*Scope 1*/: - Umweltauswirkungen vom laufenden Betrieb und Wartung und Instandhaltung der Transportmittel. Die Auswirkungsquellen können direkt und zu einem gewissen Grad von Verkehrsunternehmen innerhalb der Verwaltungsgrenzen der Siedlung /z.B. Emissionen aus der Kraftstoffverbrennung/ kontrolliert werden.

„*Zweiter Bereich*“ /*Scope 2*/: - indirekte Umweltauswirkungen vom Betrieb und Wartung Instandhaltung der verfügbaren Transportmittel für öffentlichen Verkehr. Das sind zum Beispiel THG-Emissionen und Schadstoffe aus Elektroverbrauch des öffentlichen Verkehrs. In diesem Fall sind die Emissionsquellen außerhalb der Siedlung /im Bereich der Stromerzeugungsunternehmen/. Trotzdem können diese Auswirkungen zu einem gewissen Grad durch das Verkehrsunternehmen oder kommunalen Behörden /Energieeffizienzmaßnahmen, intelligente Verkehrsplanung und Management, nachhaltige Verkehrsverteilung - /Modal Split/ etc.kontrolliert und reduziert werden.

„*Dritter Bereich*“ /*Scope 3*/: - alle anderen Auswirkungen im Zusammenhang mit dem Bau von Straßeninfrastruktur, Herstellung von Transportmitteln, Erzeugung der zu verbrauchenden Ressourcen und Brennstoffen, Nutzung von fremden Dienstleistungen und weitere ähnlichen Umweltauswirkungen. Die unmittelbare Kontrolle darüber ist fast unmöglich oder ist sehr beschränkt, insofern diese Kontrolle von langfristigen Entscheidungsfindungen abhängig ist oder nicht und es liegt im Kompetenzbereich des Verkehrsunternehmens oder der kommunalen Behörden, z.B:

- Auswirkungen auf die Umwelt beim Bau von Straßeninfrastruktur in den vergangenen Jahren;
- Schadstoff-Emissionen aus der Brennstoffherstellung /Diesel, Erdgas/ die außerhalb der laufenden Kontrolle durch das Verkehrsunternehmen oder Gemeinde sind;
- tägliche Arbeitsfahrt des beschäftigten Personals;
- Verbrauch von Transportdienstleistungen durch den Kunden. In diesem Fall sollte einen spezifischen EF in einem erweiternden Deckungsbereich durch indirekte Indikatoren wie der Durchschnittswert für die zu Fuß begehbbare Strecke, benötigte Zeit für das erste Einsteigen, Transportmitteltausch, durchschnittliche Anzahl an

Umsteigen, durchschnittliche Zeit für eine tägliche Fahrt zur Arbeit, zusätzliche Kosten und Zeit zum Parken für die aus anderen Orten ankommenden Fahrgäste und anderen, ermittelt werden.

Die uns bekannten Versuche für eine zuverlässige Abschätzung der Auswirkungen auf die Umwelt, verbunden mit der gebauten Infrastruktur in Scope 3 sind nicht viel. Zum Beispiel Chester /2009/²⁸ schätzt die zusätzlichen THG-Emissionen aus dem Bau und Instandhaltung der Straßeninfrastruktur als Prozentsatz von der Emissionen aus dem Betrieb wie folgt, ab: für individuelle PKW - 70%, für Busse - 40%, für Straßenbahnen - 150%, für Schienentransport - 120%.

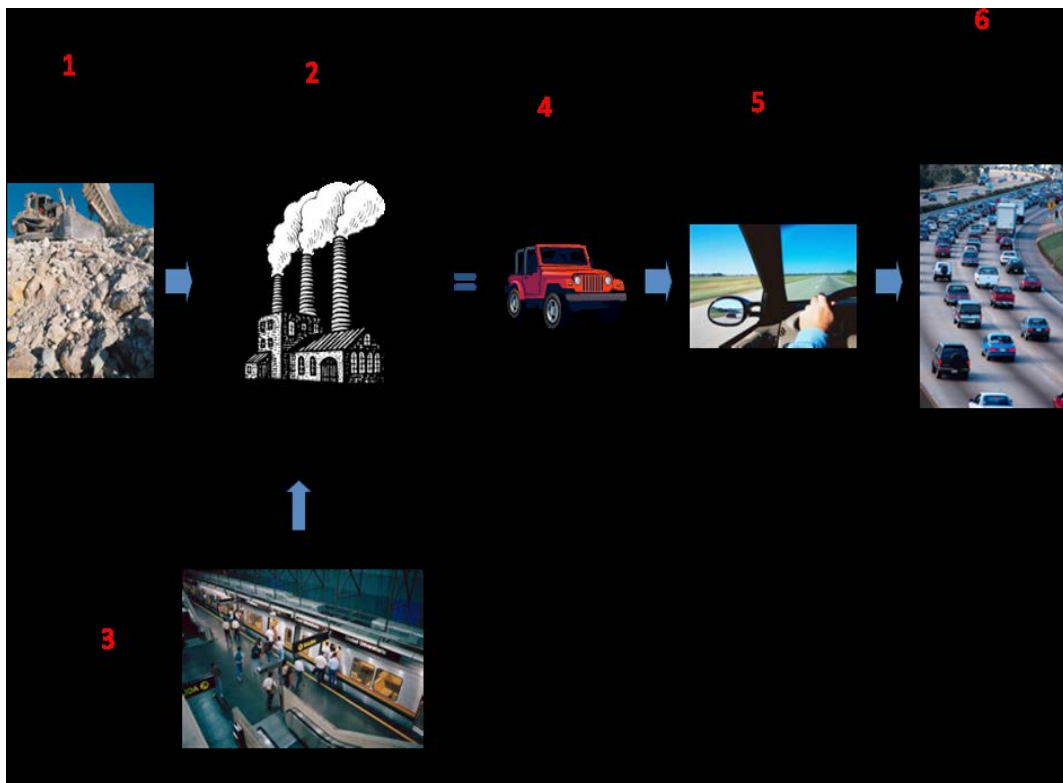
Je nach der Art der Kontrollausübung und nach dem Zweck der Anwendung des Indikators ökologischen Fußabdruck EF /z.B. für laufende Überwachung oder zum Zwecke der langfristigen Planung/ kann ein Teil der Auswirkungen in einem verschiedenen Bereich /im angegebenen Beispiel in Scope 1 oder Scope 3 / kategorisiert werden.

Es ist zu erwähnen, dass bei einer ungenauen, unklaren oder unvollständigen Bestimmung des Deckungsbereiches und der Grenzen der Bewertung das Risiko einer Doppelzählung entsteht. Zum Beispiel eine parallele Erfassung der Treibhausgasemissionen bei Stromherstellung /Energiesektor/ und bei anschließendem Endverbrauch in einem gewählten räumlichen Deckungsbereich / Elektrotransport, Haushalts- und kommunalen Sektor u. a./.

Das nachfolgende Diagramm veranschaulicht die Beschränkungen, die logische Zusammenhänge und die Abfolge von Prozessen /in diesem Beispiel sind sechs Prozesse angegeben/ bei der Bestimmung des gesamten EF für den motorisierten Individualverkehr in einem unterschiedlichen Deckungsbereich.

²⁸ Zitiert, nach: Hodges, T. 2009, S. 4.

Abb. 4 Logische Zusammenhänge und Beschränkungen des Deckungsbereiches des Indikators EF für den motorisierten Individualverkehr.



Quelle.: GFN. 2009, S. 14.

2.1.2.2.2 Format /Profil/ des ökologischen Fußabdrucks EF des öffentlichen Nahverkehrs

Die Bestimmung des EF-Formats /Profil/ für den öffentlichen Nahverkehr ist abhängig von der Wahl von:

- Hauptgruppen von Umweltauswirkungen die sog. Kausalitätsketten /Chains of Causality/;
- Deckungsbereich von EF /Scope 1, 2 und 3, wie oben definiert/;
- weit verbreitete, geeignete und vergleichbare Indikatoren für die einzelnen Auswirkungen /Druck, Änderungen und Reaktionen des Rezipienten /Empfänger – Mileau/.

Einen Einfluss auf die Auswahl /Kategorisierung/ der Auswirkungen und Indikatoren üben auch weitere Überlegungen im Zusammenhang mit der Verkehrsplanung und Analyse und auch andere in der EF -Definition genannten Faktoren /Abschnitt 2.1.2.2 dieser Arbeit/ aus.

In der nachfolgenden Tabelle ist als Beispiel ein EF-Format für den öffentlichen Personennahverkehr zur Bewertung der Umweltauswirkungen und Anwendung bei der Verkehrsplanung dargestellt. In der ersten Spalte werden die Hauptgruppen von Umweltauswirkungen nach dem Konzept der sog. Kausalitätsketten - Chains of Causality /Joumard R., Gudmundsson H. et al. 2010/ zusammengefasst. Für diese verallgemeinerten Gruppen werden die Auswirkungen als häufig verwendete Indikatoren, Literaturquellen, Emission - und Immissionsgrenzwerte, die von EU aufgenommenen Ziele und Kriterien für Wichtigkeit /Benchmarks for significance/, die von verschiedenen Autoren und Organisationen vorgeschlagen sind, bezeichnet.

Tab. 4 Ein Beispielformat für ökologischen Fußabdruck /EF/ des öffentlichen Nahverkehrs zur Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt und zur Anwendung bei der Verkehrsplanung.

Selected Major groups of Environmental impacts	Sample indicators and descriptions	Benchmarks of Significance, EU targets and limit values
Noise and vibrations/	Percentage of people exposed to levels above the WHO interim target for night-time noise in Europe from road transport, in 2012 /> 55 dB L_{night}/: Sofia – 38%; Vienna – 24%; Copenhagen 20%; Berlin 11%. Traffic exposes half of the EU's urban population to noise levels above 55 dB. /EEA. 2013/. Percentage of population hindered by city transport noise based on factors for noise level L_{den}; field measurements as defined in ISO 1996-2 (1987) and EU noise directive. /WBCSD. 2015/. Length of streets (+ traffic volume) in density populated areas; incidence of noise; balance of noise, represented by isolines and balance of emissions /Geissler S., Th. Macoun Th., 2001/.	0 75% population hindered 10 = 0% population hindered /WBCSD. 2015/.
/Accidents/	Amount of accidents; Risk of accidents /Geissler S., Thomas Macoun Th., 2001/. In 2010, around 38 % of all road traffic accident fatalities occurred in urban areas in the EU-19 /EEA. 2013/	
/Air pollution/	Air polluting emissions of all passenger city transport modes; Total tailpipe harmful emission harm equivalent per year per capita. Total emission of air pollutants per capita, emitted by city transport calculated by conversion of the total vehicle-kilometers per capita into a corresponding amount of pollutants for the most relevant harmful emissions endangering public health - NO_x and PM₁; The emissions are expressed in NO_x equivalent emission; this is calculated based on a NO_x conversion factor per emission unit provided by the EMEP/ EEA in	0 75 kg Nox eq./cap 10 = 0 kg Nox eq./cap/WBCSD. 2015/. Directive 2008/50/EC (EC, 2008) sets limit values (LVs) for EU Member States for the atmospheric concentrations of main pollutants and be met by 1 January 2010 incl.: - sulphur dioxide (SO₂),

	[EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook 2009, updated in 2012]. Emissions expressed in g/vehicle-kilometer for pollutants among which NOx, and PM10 e.g.: http://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook. Factors Eeqs are found, for example in AEA Technology Environment, 2005. “Damages per tonne emission of PM2.5, NH3, NOx and VOC’s from each EU25 member state (excluding Cyprus) and surrounding areas. A third of Europeans living in cities are exposed to air pollutant levels exceeding EU air quality standards. Between 2009 and 2011, up to 96 % of city dwellers were exposed to fine particulate matter (PM2.5) concentrations and up to 98 % were exposed to O3 levels above WHO guidelines. EU urban population exposed to harmful levels of air pollution in 2011, according to: <table><tr><th>Pollutants</th><th>EU limit/target values</th><th>WHO guidelines</th></tr><tr><td>PM2.5</td><td>31 %</td><td>96 %</td></tr><tr><td>PM10</td><td>33 %</td><td>88 %</td></tr><tr><td>O3</td><td>14 %</td><td>98 %</td></tr><tr><td>NO2</td><td>5 %</td><td>5 %</td></tr><tr><td>BaP</td><td>31 %</td><td>94 %</td></tr><tr><td>SO2</td><td>< 1 %</td><td>46 %</td></tr></table> Source: EEA, 2013	Pollutants	EU limit/target values	WHO guidelines	PM2.5	31 %	96 %	PM10	33 %	88 %	O3	14 %	98 %	NO2	5 %	5 %	BaP	31 %	94 %	SO2	< 1 %	46 %	- nitrogen dioxide (NO2) annual mean - 40 µg NO2/m3, hourly LV of 200 µg NO2/m3 not to be exceeded more than 18 times in a calendar year. -airborne particulate matter PM10 - 50 µg/m3 (24-hour average), not to be exceeded more than 35 times in a calendar year and 40 µg/m3 as an annual average - PM2.5 - lead, - carbon monoxide (CO), - benzene, and - ozone (O3). <table><tr><th>Pollutant</th><th>Relative importance (based on 2007USD) with NOx, cost as reference</th></tr><tr><td>NOx</td><td>1.00</td></tr><tr><td>PM10</td><td>1.06</td></tr></table> Source: AEA Tech. /2005/; Wang et al. /1994/; Victoria Transport Policy Institute /2011/, www.vtpi.org /WBCSD. 2015/.	Pollutant	Relative importance (based on 2007USD) with NOx, cost as reference	NOx	1.00	PM10	1.06
Pollutants	EU limit/target values	WHO guidelines																											
PM2.5	31 %	96 %																											
PM10	33 %	88 %																											
O3	14 %	98 %																											
NO2	5 %	5 %																											
BaP	31 %	94 %																											
SO2	< 1 %	46 %																											
Pollutant	Relative importance (based on 2007USD) with NOx, cost as reference																												
NOx	1.00																												
PM10	1.06																												
Soil and water pollution	Length of streets (+ traffic volume) in protection areas of water resources /Geissler S., Thomas Macoun Th., 2001/.																												
Impacts on land	Quality of public area - presence in the city of streets and squares that offer sociability and a good image. /WBCSD. 2015/. Loss of areas in protected regions; Additional direct use of space (in hectare); Length of streets (+ traffic volume) in sensitive landscape areas; Waste of space, noise, exhaust gases, areas of protection, impact while constructing /Geissler S., Thomas Macoun Th., 2001/. Space available for non motorised trips; Loss of soil	0%: ,score 0 100%: score 10 /WBCSD. 2015/.																											

	resources due to the covering of land for roads or other construction work; An average of 30 % of soil sealing occurs in those areas devoted to transport /EEA. 2013/.	
Non-renewable resource use and waste handling	Consumption of fossil fuels ton oil equivalent. Share of renewables in total fuel consumption	10% EU 2020 minimum thresholds for the share of biofuels in the final energy consumption. /EC. 2011./.
Greenhouse effect	Greenhouse gas emissions (CO ₂) and equivalent GHG gases with Global warming potential e.g. for 100 years time horizon /CO ₂ -1, CH ₄ – 21, N ₂ O – 310; other substances - under Montreal Protocol; Hydrofluorocarbons; Perfluorinated compounds. /GHG Protocol. 2006/.	0 2,75 Ton CO ₂ (eq)/cap. 10= 0 Ton CO ₂ (eq) /cap. /WBCSD. 2015/. 2030 EU target: 20 % transport GHG reduction compared to 2008 /+ 8% on 1990 levels/; 2050 EU target: 60 % transport GHG reduction compared to 1990. /ECa, 2011a./. Reduction of conventionally fuelled cars in urban transport by 50 % in 2030 and by 100 % in 2050 compared to 2008. /EC. 2011./. 2015 EU target for new passenger cars (130 g CO ₂ /km); 2020 EU target for new passenger cars (95 g CO ₂ /km) 2020 Fuel suppliers to reduce lifecycle GHG of road transport fuel by 6–10 % versus 2010 fossil fuels /Fuel Quality Directive 2009/30/EC/.
Other impacts	Indicators for effects of electromagnetic pollution on health and ecosystems; Light pollution; Introduction of invasive alien species; Illnesses; Fire risk. Energy efficiency /WBCSD. 2015/	0 3,5 MJ/transport unit km 10 0,5 MJ/transport unit km /WBCSD. 2015/

Quelle: eigene Darstellung und die darin zitierten Quellen

Bei der Auswahl eines konkreten EF-Formats und in der Abhängigkeit von der Zielsetzung lassen sich verschiedene Klassifizierungen /Profil/ der Umweltauswirkungen und Indikatoren für deren Vorstellung verwenden. In Anhang. 4 sind einige mögliche Gruppen /Klassifikationen/ der Umweltauswirkungen zur Verwendung bei der Auswahl eines bestimmten EF-Formats /Profil/, jedoch nicht vollständig vorgestellt. Das Formulieren des EF-Profiles eines konkreten Falls /Objekt/ ist von den verfügbaren Basisdaten abhängig. Es können verfügbare zugängliche Emissionsfaktoren und Rechenmaschinen, sowie Daten aus eigener Überwachung und Messungen, durchgeführte Abschätzungen der Auswirkungen, ökologische Bewertungen von Plänen und Programmen u. a. verwendet werden. Neben dem Matrix-Format können für bessere Visualisierung der Ergebnisse und bei einer begrenzten Anzahl an Indikatoren die sog. in 360 Grad kreisförmige Diagramme /spydernet diagramme/ verwendet werden.

2.2. Anwendung des ökologischen Fußabdrucks bei der Analyse, Politiken, Zielsetzung und Planung für einen nachhaltigen öffentlichen Nahverkehr

Es gibt eine gesammelte umfangreiche Erfahrung bei der Anwendung von verschiedenen Umweltindikatoren im öffentlichen Nahverkehr und in der Flächennutzungsplanung inkl.:

Zu einer laufenden Überwachung, Messung und für analytischen Zwecke:

- zur Übereinstimmungsüberprüfung der geltenden gesetzlichen Anforderungen an die einzelnen Umweltkomponenten / Emissions- und Immissionsgrenzwerte, Begrenzung der Exposition der Bevölkerung und Risiko u. a./;
- zur Abschätzung der Umweltauswirkungen bei der Realisierung von konkreten Projekten / EG. 2014/;
- ökologische Bewertung der Pläne und Programme inkl, vorläufige, laufende oder kontinuierliche Bewertung - Ex-post-Bewertung. Anwendung finden verschiedene Alternativmethoden zur Analyse darunter wirtschaftliche Analyse -. zur Monetisierung der Umweltauswirkungen die sog. Mehrkriterienanalyse (MCA), usw²⁹;

²⁹ siehe: EC. 2008; EC. 2014; DT. 2014; Joumard R. Gudmundsson H. et al. 2010 etc.

Zur Unterstützung bei der Entscheidungsfindung auf verschiedenen Ebenen der Verwaltung zur:

- Modellierung der Anzahl und Verteilung der Fahrten / Modal Split /, Entwicklung und Bewertung der Alternativlösungen bei der Stadt- und Raumplanung, Bau der Straßeninfrastruktur, Organisation und Leitung des Verkehrs, und für andere Zwecke;
- Formulierung von Zielen und Politiken /Strategien/ Plänen, Programmen. Das umfasst die Auswahl von geeigneten Indikatoren, Bestimmung der Ausgangswerte, tatsächlichen Werte, / im Vergleich zur Basislinie/ und Sollwerte in einem ausgewählten Bereich und Zeitraum.

Die oben aufgeführten funktionalen Anwendungen basieren auf der vorläufigen Auswahl von relevanten Kernkennzahlen für die Umweltleistung /key environmental performance indicators/, die ein Bestandteil des in den vorherigen Abschnitten definierten EF-Konzepts. Die verschiedenen funktionellen Anwendungen von EF stellen keine Neuheit sowohl für unterschiedliche Konzepte in den Bereichen Verkehr und Stadtplanung, und in der gesammelten Erfahrung in der Praxis in der Raum- und Verkehrsplanung dar.

Zum Beispiel werden für die allgemeine Modellierung von Fahrten und Verkehr /Transport demand models/, eine große Vielfalt an modernen, frei verfügbaren oder kommerziellen Anwendungen / WBCSD. 2015, S. 31 /³⁰ verwendet:

auf der Makroebene /Macroscopic/:

- Aimsun
- Cube Voyager
- DYNEV
- Emme
- OmniTRANS
- OREMS
- TransCAD
- TransModeler
- PTV Visum

³⁰ Eine umfassende Überprüfung der Nachfragemodelle und deren Anwendung in der Raum- und Verkehrsplanung und konkret das Modell MARS für die Stadt Wien ist in der Arbeit von Pfaffenbichler /2003/ enthalten

auf der Mittelebene /Mesoscopic/:

- Aimsun
- Cube Avenue
- DTALite/NeXTA
- Dyname,
- DYNASMART
- DynusT
- OmniTRANS
- PTV VISSUM
- Tracks
- TRANSIMS
- TransModeler

Sie alle vorhersagen die geplanten oder die zu erwartenden Änderungen in der sog. Verkehrsnachfrage / Anzahl und Verteilung der durchschnittlichen Tagesfahrten und Spitzenlast Verkehr/ und die Auswirkungen auf die notwendige Verkehrsinfrastruktur , Organisation und Management des Stadtverkehrs . Durch ausgewählte Umweltindikatoren-Sets werden verschiedene Alternativen und/oder wesentliche Umweltauswirkungen durch den Stadtverkehr - THG-Emissionen, Luftverschmutzung , Lärm, Bodennutzung , biologische Vielfalt, usw. ausgewertet - /WBCSD. 2015; Geissler S., Macoun Th., 2001, part 3 u.a./. Bei der Umsetzung der Veränderungen in dem allgemeinen Plan der Stadt Sofia / 2004 / wurde das deutsche Softwaremodell PTV VISSUM für Verkehrsnachfrage verwendet, welches im Detail im Masterplan für Verkehrsorganisation in der Grossgemeinde Sofia / CO. 2011, S.. 35 / analysiert wird.

3. Stand, Entwicklungstrends und Planung des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia

3.1. Der allgemeine Zustand, Entwicklung und Bodennutzung in der Stadt Sofia

Sofia ist die Hauptstadt und die größte Stadt Bulgariens. Es ist die 13. größte Stadt in der Europäischen Union mit einer Bevölkerung von 1.202.761 Menschen nach der Volkszählung vom Jahr 2011 /ca. 16% der Bevölkerung von Bulgarien/. Das Gebiet um die heutige *Stadt* Sofia war offenbar schon vor 7000 Jahren unter den Namen Serdika, Sredez, Triaditza und Sofia /das Ende des Zweiten Bulgarischen Reiches Ende des 14. Jahrhunderts/ besiedelt. Nach der Erklärung zur Hauptstadt im Jahre 1879, hat sich die Bevölkerung der Stadt Sofia mehr als vierzigfach erhöht.

Die Grossgemeinde Sofia nimmt 1348 Quadratkilometer ein, wovon 267 km² besiedelte Fläche; 613 km² landwirtschaftliche Fläche; 358 km² Wälder; 12 km² für Bergbau; 18 km² für Verkehr und Infrastruktur; 43 km² Wasserflächen /CO Sofia Grossgemeinde. 2007/. Die räumliche Struktur der Gemeinde ist radial konzentrisch und deutlich monozentrisch konzipiert. *Es* sind drei separate Zonen abgesondert inkl. Innenstadt /Kern/, Peripherie der Stadt und die Umgebung mit Innen- und Außenzone. Der Stadtkern erstreckt sich über eine Fläche von 190,8 km² /209,14 km² im Rahmen der Baugrenzen/, wo 1.256.700 Menschen im Jahr 2014 lebten (ca. 90% der Gesamtbevölkerung der Gemeinde). In Sofia befinden sich die Regierungsanstalten, Amtstellen für Bildung, Wissenschaft und Kultur und hat nationale Bedeutung.

Abb. 5 Karte der Innenstadt Sofia



Quelle.: mappery.com, 2013.

Im Jahr 2015 war die Bevölkerung nach angegeben Aufenthaltsadresse 1.430.929 Einwohner laut Angaben von Einwohnermeldeamt und Bürgerservice /ГПАО/ und nach dem Bulgarischen Nationalen Statistischen Institut /НСИ/ - 1.228.282 Einwohner. Das Stadtgebiet innerhalb der Baugrenzen ist 209,14 km², und die Dichte - 6 726,86 Einwohner/km² /nach ГПАО/ und 6 841,97 Einwohner/km² nach Nationalen Statistischen Institut /НСИ/. Die nachfolgende Tabelle fasst einige der grundlegenden Merkmale der demographischen und wirtschaftlichen Situation der Stadt Sofia und der Agglomeration Sofia innerhalb des Zeitraums 2007-2014 zusammen.

Tab. 5 Demografische und wirtschaftliche Merkmale für die Sofia Agglomeration 2007-14

Bezeichnung	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Bevölkerung am Ende des Jahres - Tausend Einwohner	1 183,4	1 189,6	1 192,3	1 201,5	1 208,1	1242,0	1 249,7	1 256,7
Bezirk Sofia-Stadt			1 249,8	1 259,5	1 296,6	1 302,3	1 309, 6	1 316,
Sofia Agglomeration				1 499 301	1 535 819	1 538 842		
Gesamtzahl der Haushalte	359 421	389 811	422 609					
Wirtschaftlich aktive Bevölkerung	622 800	643 400	644 200	596 349	607 174	598 384		
Sofia Agglomeration				733 212	745 096	731 707		
Arbeitslose	8 283	7 237	15 991	38 351	38 863	46 953		
Sofia Agglomeration Großgemeinde Sofia				42 871	43 536	52 036		
Arbeitnehmer Sofia Agglomeration	675 149	733 633	789 862					
Beschäftigte Bezirk Sofia /Hauptstadt/ Vollbeschäftigung				662 211	653 254	648 864	650 783	664 211
Beschäftigte Bezirk Sofia - Stadt			716 916	681 864	681 915	674 504	679 356	696 588
Unternehmen				100 575	101 273	102 818	105 870	108 776
Bruttoinnenprodukt (BIP) pro Kopf der Bevölkerung /1,96 BGN per 1 EUR/				23 366	24 536	24 415	24 680	
Wohngebäuden		98 025	98 152	101 816	101 891	101 918	101 924	98 025

Bezeichnung	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Bezirk Sofia - Stadt Wohnungen			534 672	536 629	608 426	608 992	609 208	609 321

Quelle. Nationales Statistisches Institut (HСИ)

Sofia hat 6 Parkanlagen (mit einer großen Bedeutung für die ganze Stadt) mit einer Fläche von ca. 9 km² /Jahr 2000/. Ein beträchtlicher Anteil der Grünflächen nehmen mehrere kleinere Stadtparks, kleine Gärten und Grünanlagen zwischen den Wohnblöcken, ein. Die Verteilung von Grünflächen ist wie folgt: 52,1% aufgeforstete Flächen, 21,2% freie Flächen und 26,7% bebaute Flächen. Die Bebauung erfolgt in den letzten zwei Jahrzehnten /CO. 2007, S. 130/ sehr intensiv. In der Nähe der Stadt befinden sich fünf Schutzgebieten, die zu Natura-2000 gehören, siehe die nachfolgende Tabelle

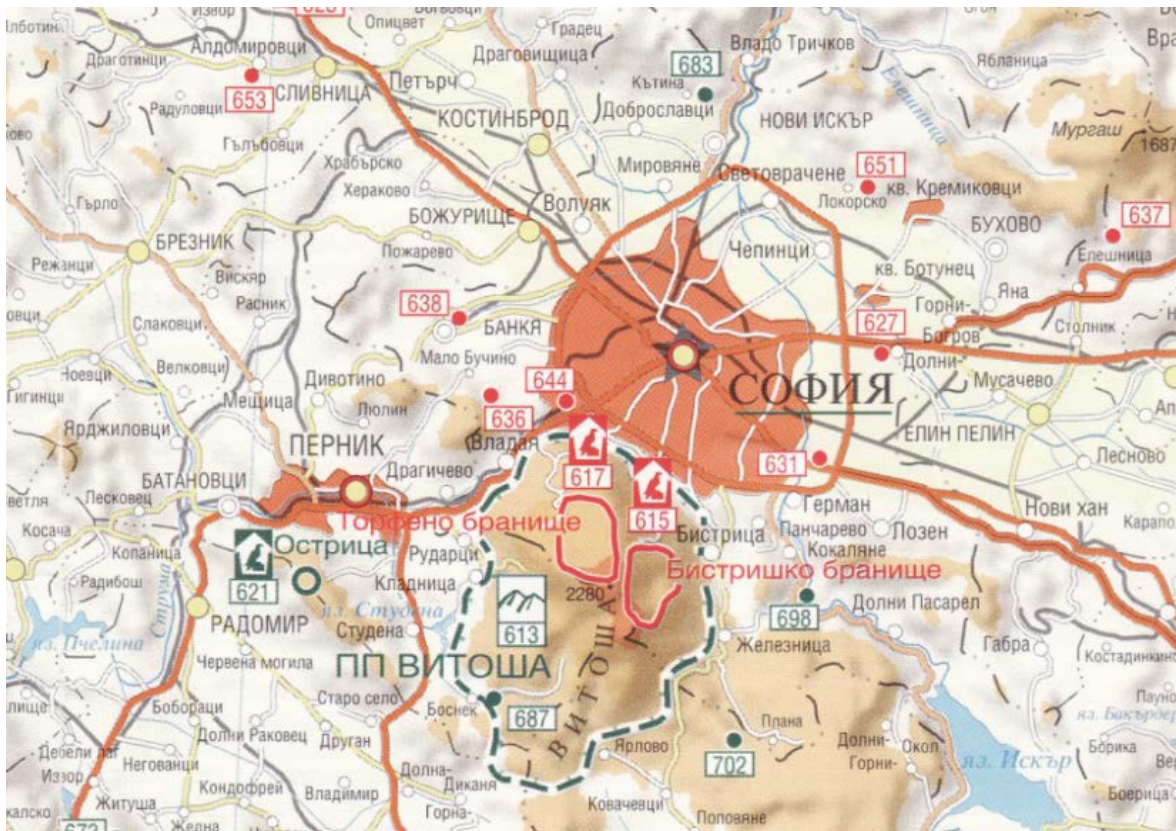
Tabl. 6 Schutzgebiete Natura 2000 in Sofia Agglomeration

Name	Gesamtfläche, km ²
<i>Lozen-Gebirge</i>	12.9
<i>Plana-Gebirge</i>	27.9
<i>Vitosha-Gebirge /9 Gipfeln über 2000 Meter</i>	273.6
Feuchtgebiet Dolni Bogrov- Kazichane	22.5
Fischteich <i>Tschelopetschene</i>	0.7
Gesamt	337.6

Quelle.: Ministerium für regionale Entwicklung und Städtebau, <http://www.regag.eu/info?id=1&spr=1>

Es gibt noch 4 weitere Schutzgebiete /57,3 km²/, die nur ca.7-11 km von Innenstadt Sofia entfernt sind /Abb. 6/.

Abb. 6 Schutzgebiete innerhalb oder in der Nähe von Gemeinde Sofia



Quelle: CO. 2007, S. 37.

3.2. Die wesentlichen Merkmale des öffentlichen Verkehrs in Sofia

Die Entwicklung des modernen städtischen Personennahverkehrs begann seit Jahr 1901 nach der Eröffnung des ersten Straßenbahnnetzes in Sofia mit 25 Triebwagen, 10 Wagons und 6 Straßenbahnlinien mit einer Gesamtlänge von 23 km. Im Jahr 1938 wurde der erste Masterplan aufgenommen. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde das Netz von Bussen, Straßenbahnen und Trolley Transport rasch entwickelt, und bis zum Ende der 70er des letzten Jahrhunderts begann der Bau der ersten U-Bahn-Linie. Tabelle 7 enthält einige der wesentlichen Merkmale zur Charakterisierung des öffentlichen Personennahverkehrs in den letzten Jahren. Es wird in den folgenden Abschnitten eine detaillierte Information zusätzlich gegeben.

Tab. 7 Einige Merkmale des Verkehrssystems in der Stadt Sofia und Sofia Agglomeration
2007-2014

Bezeichnung	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Länge der Eisenbahnlinien (km)	203	203	203	186	186	183	172	203
Registrierte private PKW	549 792	602 489	665 000					
Transportmittel im Bezirk Sofia - Stadt				767 561	780 529	800 920	821 916	842 026
Verkehrsunfälle				1 212	1 245	1 296	1 210	1 299
Anzahl der bei Straßenverkehrsunfällen Getöteten	114	130	88	58	50	51	57	82
In Sofia Agglomeration				82	75	84		
Diebstahl/-Statistik registrierte Fahrzeuge	2 606	2 726	2 582					
Preis der Monatskarte für das gesamte Netz in Euro	20	25	25	30	30	30	30	30

Quelle: Nationales Statistisches Institut /НСИ/

3.2.1. Straßennetz und Transportmittel

Der Stadtentwicklungsplan der Grossgemeinde Sofia 2007-2013 /CO. 2007/ stellt eine geringe Dichte des Straßennetzes 1.Klasse -2,54 km/km² fest. Aus der nachfolgenden Tabelle lassen sich Daten über eine größere Dichte des Hauptstraßennetzes und ueber das gesamte Straßennetz, auch unter Ausschluss von einem großen Teil der Ringstraße, die sogenannten Tangenten, entnehmen.

Tab. 8 Wege- und Straßennetz der 1. Klasse in Sofia Agglomeration

Bezeichnung der Strecke	Klasse	Laenge - km
Nordtangente, Süd-, Ost- und Westbogen der Ringstraße	1	61.0
Ein- und Ausfahrt, Ost Tangente, West Tangente	2	116.3
Regionalstrecken	3	304.2
Hauptstraßen	4	371.1
Gesamtlänge		852,6

Quelle.: Ministerium für regionale Entwicklung und Staedtebau <http://www.regag.eu/info?id=1&spr=1>

Die nachfolgende Tabelle veranschaulicht den Gesamtzustand des öffentlichen Personennahverkehrs und gibt Daten der Anzahl der Fahrzeugen, Strecken und Längen an.

Tabl. 9 Anzahl der Fahrzeuge und Marschroute des öffentlichen Verkehrs im Jahr 2008-2014

Fahrzeug	2008		2014	
	Stückzahl	Strecken	Stückzahl	Strecken mit Länge
Bus	554	94	596	66 /860 km/
Strassenbahn	303	17	317 /inkl. Straßenbahndepot/	16 / Einwegstrecke 153 km/ 288 km, 70,43km /1435mm Spurweite/ u. 217,93km mit 1009mm Spurweite
O-Buss	102	9	153	9 /97 km/
insgesamt	959	120	1066	211 /1110 km/

Abb. 8 Fahrplan des U-Bahnnetzes in der Stadt Sofia



3.2.2. Verkehrsverteilung/Modal split/ und Energieverbrauch in der Stadt Sofia

3.2.2.1 Verkehrsverteilung /Modal split/

In den letzten zwei Jahrzehnten wurden Analysen der Verkehrsverteilung im Zusammenhang mit der Erstellung des allgemeinen Stadtplans /2004, 2009/, des Generalplans zur Verkehrsorganisation / CO. 2009 / und in den einzelnen Studien von Forschungszentren und NGOs gemacht. Es wurde immer wieder betont, dass die sich daraus ergebenden Daten, vor allem die laufenden und letztlichen Bewertungen, angefertigt vom Unternehmen Center for Urban Mobility für die Verteilung von Einkommen und Subventionen zwischen den drei kommunalen Verkehrsunternehmen in der Stadt Sofia / Stolichen Elektrotransport EAD, Stolichen Busstransport EAD und Metropolitan EAD / der erforderlichen Vollständigkeit, Detaillierung und Zuverlässigkeit³¹ nicht entsprechen.

Die Bewertungen zeigen, dass die Schwarzfahrten /gratis / von 10 -11% bis über 20% in den Spitzenzeiten variieren, vor allem für einige der Linien, die Gebiete mit einer Bevölkerung von gefährdeten sozialen Gruppen bedienen. Die teilweise eingeführten Systeme zur elektronischen Entrichtung erreichen offensichtlich die gesetzten Ziele nicht. Es fehlt ein automatisches Zählen der Fahrgäste, die U-Bahn-Stationen verlassen. Nicht alle verfügbaren Daten sind öffentlich zugänglich inkl. es fehlen Daten über die vergebenen Transporte und beförderten Passagiere / Fahrten-Anzahl / von privaten Busunternehmen und von Shuttlebus-Fahrten. Es fehlen weitere wichtige Daten oder diese werden nicht regelmäßig aktualisiert durch eine zuverlässige Methodik zur Datenerhebung und Bewertung - z. B. Radfahren und Fussgänger.

Diese Erkenntnisse lassen sich weiter mit der zu grossen Senkung der Fahrten des öffentlichen Busverkehrs nach Jahr 2012 argumentieren. Für diese grosse Senkung– über 32% sind die Gründen unklar /siehe Tabelle 12/ Offensichtlich ist das nicht nur auf eröffneten neue U-Bahn-Linien und anschließend auf die Umverteilung des Verkehrs zurückzuführen. Es gibt auch erhebliche Unterschiede im Kraftstoff-Verbrauch vom

³¹ Die Verteilung der Fördermittel erfolgt nicht auf beförderten Passagiere, sondern auf km. Es fehlt eine öffentlich zugängliche Information über die Methodik der Bewertung und Aktualisierung der Zuordnung der Laufleistung und Fahrten

privaten Bustransport /siehe den nächsten Abschnitt /, deren Analyse einen Zugang zu einem wesentlich größeren Umfang und zuverlässiger Daten erfordert.

In der nachfolgenden Abb. 9 und Tabelle 10 sind die Ergebnisse aus der Bewertung der Verkehrsverteilung sog. Modal Split von zwei voneinander getrennten Untersuchungen für das Jahr 2000 bis Jahr 2009 dargestellt, die auch auf einen wesentlichen Unterschied in der vorgenommenen Bewertungen hinweisen.

Abb. 9 Anteil der täglichen Fahrten je nach Haupttypen der öffentlichen Transportmittel



Quelle: ЦИР/Булплан ООД (Zentrum für wirtschaftliche Entwicklung/Bulplan GmbH). 2006a.

Vermerk: für PKW, Bus, O-Bus und Strassenbahn. Bezeichnung: Автомобили – PKW; Автобуси – Buse; Тролейбуси – O-Buse; Трамваи – S-Bahn.

Tab. 10 Frühfahrten zur Arbeit, die Verteilung der Fahrten mit den öffentlichen Verkehrsmitteln und durchschnittliche Dauer einer Fahrt /in Minuten/ im Jahr 2000 und 2009 in der Stadt Sofia

Fahrten nach Art der öffentlichen Verkehrsmittel in der Stadt Sofia -%		
Transportmittel	Jahr 2000, Dezember	Jahr 2009, August
Bus	45,5	52,1
S-Bahn	29,6	27,0
O-Bus	17,1	12,7
U-Bahn	3,3	5,6
Zug	0,8	0,4
Shuttle-Kleinbuss	3,7	2,2
Gesamt Verkehrsverteilung /Modal split/ Frühfahrten		
öffentlicher Verkehr	64,7	49
Zug	0,6	-
Dienstverkehr	3,6	0,4
Shuttlebus-Fahrten	-	2,9
radfahrt und Fussgänger	10,7	12,2
- Fussgänger	10,6	11,1
- Radfahren	0,1	1,1
PKW	17,4	30,5
Durchschnittliche Dauer einer Fahrt mit öffentlichen Verkehrsmitteln und mit PKW in Minuten Frühfahrten		
alle	34,3	38,3

öffentlicher Verkehr	41,0	44,4
PKW	29,9	36,0
alle	34,3	38,3

Quelle.: CO. 2009, S. 26-27.

Die sich aus der Jahresanalysen von allen drei kommunalen Verkehrsunternehmen in der Stadt Sofia / Stolichen Elektrotransport EAD, Stolichen Busstransport EAD und Metropolitan EAD /ergebenen Daten für den Zeitraum 2004-2008, die nachfolgend zusammengefasst sind.

Tabl. 11 Anzahl der Fahrten mit öffentlichen Nahverkehr im Zeitraum 2004 - 2008 /Tausend Menschen/

Art der Transportmittel	Jahr2004	Jahr2005	Jahr2006	Jahr2007	Jahr2008
Busstransport	243549,4	233535,8	241987,8	251528,4	259914,0
Elektrischer transport	185601,9	177970,9	184411,9	191682,5	198073,0
S-Bahn	126302,4	121109,5	125492,6	130440,3	134789,0
O-Buss	59299,5	56861,4	58919,3	61242,3	63284,0
U-Bahn	26135,9	25061,3	25968,3	26992,1	27892,0
Gesamt	455287,0	436568,0	452368,0	470203,0	485879,0

Quelle. CO.2009, S. 111.

Für die Zwecke dieser Studie werden in Anhang 5 in einer vergleichbaren Form grundlegende Daten über die öffentlichen Verkehrsmittel in der Stadt Sofia, darunter: Anzahl der Fahrten mit O-Buss, Straßenbahn, U-Bahn, Bus, jährliche Gesamtkilometerlaufleistung, befoerdeten Passagiere, Kraftstoff- und Stromverbrauch, Emissionsfaktoren, Treibhausgasemissionen und andere für den Zeitraum 2008-2014 abgeleiteten Indikatoren, zusammengefasst. Sie werden aus analytischen Berichten der kommunalen Verkehrsunternehmen, die von der Agentur der Eintragungen veröffentlicht sind, herausgestellt. Ein wesentlicher Teil der fehlenden Daten für einzelne Jahre und Indikatoren

sind mit dem freundlichen Entgegenkommen der Geschäftsführung dieser Unternehmen zur Verfügung gestellt. Zusätzlich wird im Anhang 8 eine Bewertung der alltäglichen Taxi – Fahrten, gebrauchte Energie und Treibhausgasemissionen dargestellt.

Die folgende Tabelle fasst die Zahl der Fahrten mit dem öffentlichen Verkehr in der Zeit 2008 - 2014 zusammen. Daten aus dem durch Grossgemeinde Sofia vergebenen privaten Bustransport und Daten über die zusätzlichen Shuttlebus- und Taxifahrten sind nicht eingeschlossen.

Tabl. 12 Anzahl der Fahrten des öffentlichen Nahverkehrs im Zeitraum 2008 - 2014 /tausend

Bezeichnung	Jahr2008	Jahr2009	Jahr2010	Jahr2011	Jahr2012	Jahr2013	Jahr2014
Bus	260203.6	245862.0	235970.9	233159.2	232540.2	171029.5	157289.4
Elektrischer Transport	198073	188056	179970	177941	177394	148929	132233
Strassenbahn	133869	126999	121498	120138	119901	105554	95348
O-Bus	64204	61057	58472	57803	57493	43375	36885
U-Bahn	28184.5	41740.7	59420.7	60752.2	65742.9	77346.4	85612.1
Gesamt	486461,1	475658,7	475361,6	471852,4	475677,1	397304,9	375134,5

Quelle.: Unternehmen Stolitschen Bus-Transport EAD, Jahresbericht. Zeitraum 2008-2014 /Agentur für die Eintragungen/; Unternehmen Stolitschen Elektrotransport EAD. Die Analyse der Produktions- und Wirtschaftstätigkeit. 2008-2014 /Agentur für die Eintragungen/. Die Daten wurden vom Unternehmen Stolitschen Elektrotransport EAD und Metropolitan EAD zur Verfügung gestellt. Die Daten fuer das Jahr 2014 ueber Busreisen wurden vom kommunalen Unternehmen "Tourismus" /OP-Tourismus. 2015, S. 9/ zur Verfügung gestellt. Alle Daten für die Fahrten und Reisen werden nach der geltenden Methodik für das jeweilige Jahr durch das Unternehmen Center for Urban Mobility EAD für die Verteilung der Einnahmen aus dem Transportdokumenten zwischen den kommunalen Verkehrsunternehmen ermittelt.

Sofern es keine zuverlässigen Daten für detaillierte Analysen zur Verfügung stehen, werden wir die wahrscheinlichsten Gründe für den deutlichen Rückgang der Fahrten mit öffentlichem Verkehr in Rahmen der genannten Zeitperiode, darlegen.

- unzuverlässige Methodik zur Abrechnung der Fahrten durch das Unternehmen Center for Urban Mobility EAD, die zur Zahlung der ausstehenden Zuschüsse an den kommunalen Unternehmen angewandt wird;
- eine deutliche Senkung der Anzahl der Bewohner nach Aufenthaltsadresse /Saison- und Bauarbeiter/ nach dem Jahr 2008 mit dem Beginn der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise und mit dem Ende der Investitions- und Bauboom;
- teilweise, beschränkte Umverteilung des Verkehrs auf Fußgänger und Radfahrer, soweit es eine teilweise Erweiterung des Radwegenetzes vorhanden ist;
- deutlich zunehmender Anteil der verwendeten persönlichen Fahrzeuge. Es ist von zahlreichen Faktoren unterschiedlicher Bedeutung verursacht, inkl: -sich ständig erhöhte Zahl von PKW /nach einer Reihe von Schätzungen überschreitet die Anzahl von Fahrzeugen 600 von 1000 Einwohner noch im Jahr 2010/; - allmählich, wenn auch langsam Rückgewinnung der Wirtschaft und des Arbeitsmarkts in der Stadt Sofia / Tabelle 5/ nach dem Jahr 2009. - Reduzierung der Kraftstoffpreise; wahrscheinliche Reduzierung der Fahrzeit mit Privatfahrzeugen infolge Verlängerung der U-Bahn Linien und der wesentlichen Erweiterungen des Straßennetzes nach der Fertigstellung von Projekten mit Finanzierung aus EU-Mitteln; - Erhöhung der Tarife für öffentlichen Verkehr etc. Es gibt eine Reihe von Ausgleichsfaktoren wie das eingeführte System für gebührenpflichtige Parkplätze, die sogenannten der Grüne und Blaue Bereich in der Stadtmitte und andere.

Allgemeine Verteilung des Verkehrs in der Stadt Sofia weicht stark von den verfügbaren offiziellen Quellen ab. Im Folgenden wird die durchschnittliche Verteilung des Verkehrs inkl. Frühzeitfahrten in der Spitzenzeit nach Angaben von CO /2009/ und Daten für das Jahr 2013 und 2014 dargestellt. Die zitierte erste Quelle /Avramov, M. 2015/ stellt ein extrem hoher Anteil des öffentlichen Verkehrs von 56% im Jahr 2013 dar. Diese Quelle und auch Ugrinska G. /2015/ weisen auf insgesamt 489 Millionen Passagiere im öffentlichen Verkehr für das Jahr 2014 /375 Mio. Einwohner, nach Daten der Transportunternehmen/ und 60 Mio. km Laufleistung /46,8 Mio. km nach Daten der Transport Unternehmen – siehe oben/ auf. Die Differenz von 114 Mio. Einwohner für Fahrten und von mehr als 13 Millionen km Laufleistung kann nicht allein durch die zusätzliche Belastung der privaten Busunternehmen

und die Shuttlebusfahrten erläutert werden. Ugrinska G., /2015/ erklärt auch eine strittige Verteilung der Fahrten mit öffentlichen Verkehr und insbesondere mit der U-Bahn, wie folgt:

- Busse - 40,77%; -19,5% Straßenbahn, O-Buss - 7,54 % und U-Bahn- 32,15%. Bei den O-Bussen und Straßenbahnen ist eine volle Übereinstimmung der Daten von den Unternehmen. Bei Bustransport gibt es eine Erhöhung von mehr als 42 Millionen Fahrten, was wahrscheinlich mit den vergebenen Dienstleistungen an privaten Unternehmen erklärt werden kann. Bei der U-Bahn gibt es eine große Abweichung von 157 Millionen Fahrten mit 85,6 Millionen Passagieren nach Angaben des Unternehmens. Dies gibt Grund zu glauben, dass nur die letzte Beurteilung für das Jahr 2009 in der nachstehenden Tabelle /CO, 2010/ als glaubwürdig zu betrachten ist.

Tabl. 13 Verkehrsverteilung /Modal split/ in der Stadt Sofia – Datenquellen

Quelle, Jahr	Zu Fuß %	Fahrrad %	Allgemein Verkehr %	PKW %	Häufigkeit - Anzahl der Fahrten/E ³²
http://www.managenergy.net/lib/documents/1422/original/Sofia - Metodi Avramov.pdf 2013	11	2	56	31	1,8
City of Sofia's Master Plan for Traffic Organisation, 2010 http://h2020-flow.eu/flow-cities/sofia/sofia-en/ Morning trips /CO, 2010/	11	2	49	38	2,1
TEMS - (European Platform on Mobility Management) Modal Split Tool http://www.epomm.eu/tems/compare_cities.phtml 2010	14	3	32	51	3,2

Quelle: Avramov, M. 2015; Ugrinska G. 2015. TEMS - The EPOMM (European Platform on Mobility Management) Modal Split Tool http://www.epomm.eu/tems/compare_cities.phtml

Unabhängig davon, scheint der geschätzte Anteil des öffentlichen Verkehrs gegenüber dem Jahr 2014 zu niedrig und die Gesamtzahl der beförderten Passagiere erhöht angesetzt. Ein Grund für eine solche Beurteilung gibt die berechnete relativ hohe Häufigkeit der Fahrten /mehr als drei Fahrten pro Kopf und Tag /, die vor allem für Städte mit mehr als 25.000 Euro pro Einwohner³³ typisch ist. Die Vermutung ist, dass der Anteil des öffentlichen Verkehrs ca. 35 - 38% und der Anteil an PKW ca. 40-45% bei einer geringeren Zahl der jährlichen

³² bestimmt für 489 Mio Fahren pro Jahr für das Jahr 2014 mit ÖV, Unternehmen Center for urban mobility EAD/IQM/ und 1.3 Mio E. der Bevölkerung

³³ EMTA. 2012, S. 17.

Gesamtfahrten mit den öffentlichen Verkehrsmitteln unter 450 Millionen pro Jahr, mit einer Häufigkeit unter 2,5 Fahrten pro Kopf und Tag, ist.

Im Vergleich zu anderen Hauptstädten in Zentral- und Osteuropa zeigt in den letzten 15-20 Jahren die Verkehrsverteilung in der Stadt Sofia ähnliche Trends - ersichtlich ist eine beträchtliche Senkung des Anteils des öffentlichen Verkehrs trotz der massiven Investitionen und Verbesserung der Betreuungsqualität, vor allem auf Kosten des Zuwachs der Verwendung von persönlichen Fahrzeugen.

Tabl. 14 Verkehrsverteilung /Modal split/ in einigen Hauptstädten von EU-Mitgliedstaaten %

Stadt	Jahr	Bevölkerung Mio E	Fussgänger	Radfahrer	Gesamt ÖV	PKW	Total
Sofia	2010	1,3	14	3	32	51	100%
Fruehfahrt Spitzenzeit	2010	1,3	11	2	49	38	100%
Wien	2015	1,79	27	7	39	27	100%
Budapest	2014	1,74	18	2	45	35	100%
Bukarest	2007	1,94	22	1	53	24	100%

Quelle.: TEMS - The EPOMM (European Platform on Mobility Management) Modal Split Tool.
http://www.epomm.eu/tems/compare_cities.phtml

Im Folgenden wird eine Beurteilung der fünf Varianten zur Wahl der Strecke für die dritte U-Bahn Linie in der Stadt Sofia im Jahr 2020 gemacht. Es ist ersichtlich, dass nicht geplant wird, den Anteil der U-Bahn-Fahrten im gesamten öffentlichen Verkehr 26% nicht zu überschreiten. Die letzte Variante zeigt ein Wachstum von mehr als 25% von den gesamten Fahrten /1.679 Mio. Einwohner pro Tag / mit öffentlichen Verkehrsmitteln im Vergleich zu jenen, die das Unternehmen „Center for Urban für Mobility“ EAD 489 Millionen Fahrten für das Jahr 2014 ausgewiesen hat /Siehe Tabelle 15 unten/ es ist eine deutliche Überschätzung³⁴ feststellbar.

³⁴ siehe auch Транспро ООД. 2013.

Tabl. 15 Beförderten Fahrgäste mit U-Bahn, leichte U-Bahn, S-Bahn, O-Bus und Bustransport, Anteil, durchschnittliche Umsteigenanzahl für jede Variante und Anzahl der von PKW Fahrten auf U-Bahn umgezogenen Fahrgäste, herangezogene Fahrgäste/Variante für die dritte U-BahnLinie / in der Zeit 2019-2020.

Verkehrsmittel	Variante 1		Variante 2		Variante 3		Variante 4a		Variante 4b	
	Fahrtanzahl	Anteil [%]	Fahrtanzahl	Anteil [%]	Fahrtanzahl	Anteil [%]	Fahrtanzahl	Anteil [%]	Fahrtanzahl	Anteil [%]
S-Bahn	183 176	10.9	284 893	16.8	276 664	17.0	289 231	17.24	287 554	17.1
Bus	855 862	51.1	815 196	48.0	767 144	47.1	813 750	48.49	813 301	48.4
O-Bus	195 382	11.8	173 548	10.1	157 984	9.7	160 013	9.54	159 114	9.5
U-Bahn	350 145	20.9	328 467	19.4	322 296	19.8	310 801	18.52	310 811	18.5
Leicht U-Bahn	91 644	5.5	93 896	5.5	103 591	6.4	104 272	6.21	108 264	6.5
gesamt	1 676 209	100	1 696 000	100	1 627 679	100	1 678 067	100	1 679 044	100
Matrix Verkehrsmittel	984 289		987 639		952 943		987 746		988 24	
Koeffizient Umsteigen	1.703		1.717		1.708		1.699		1.699	
herangezogene Fahrgäste	48 331		51 681		16 985		51 788		52 284	
Stationen für leichte U-Bahn	18		17		18		18		19	
Prognose leicht U-Bahn Fahrgäste/Tag	119000-121000		122000-125000		135000-137000		135000-137000		140797	

Quelle.: Metroprojekt Praha a.s. 2011, S. 11

3.2.2.2 Energieverbrauch im öffentlichen Nahverkehr in der Stadt Sofia

Die nachfolgende Tabelle stellt Stromverbrauch des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia in der Zeit 1996-2002 dar.

Tabl. 16 Stromverbrauch vom elektrischen Verkehr in der Stadt Sofia, im Zeitraum 1996-2002 /MWh/.

Elektrischer Verkehr	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Elektrischer Verkehr und U-Bahn inkl.:	70 663	66 820	64 582	73 979	72 068	74 214	71 386
Elektrischer Verkehr (S-Bahn u.O-Bus)	70 663	66 820	64 582	65 345	61 188	61 555	58 845
U-Bahn				8 634	10 880	12 659	12 541

Quelle: CO. 2007, S. 100.

<http://www.google.bg/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjexea-iaLMAhVKJpoKHStHCUGQFggfMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.strategy.bg%2FFileHandler.ashx%3FfileId%3D397&usg=AFQjCNFgpzsgH2gwKzNe6Ql20EAFURnYVQ>

Unter Verwendung der Daten von der Direktion "Transport" der Grossgemeinde Sofia macht Denkshtadt /2012/ Bewertung des Energieverbrauchs des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia im Jahre 2007 und 2011, die "alle Arten der Verkehrsmittel in der Hauptstadt, einschließlich Bus-Transport (betrieben sowohl von kommunalen Unternehmen Stolichen Avtotransport, wie auch von privaten Unternehmern), zusätzliche Shuttle-Busse, Straßenbahnen, O-Bus, U-Bahn und Taxi-Fahrten" /Ebenda, S. 16/ umfasst. Dies erlaubt es, eine allgemeine Abschätzung für das Jahr 2011 fuer den Anteil des Energieverbrauchs von den privaten Busunternehmen, zusätzlichen Shuttlebus- und Taxi-Fahrten vorzunehmen. Diese Abschätzung dient zur Orientierung. Ein Teil der Daten über den Anteil an PKW, über die Laufleistung der Taxi-Fahrten und den gebrauchten Kraftstoff basieren sich auf allgemeinen Annahmen. Der Stromverbrauch außerhalb des öffentlichen Verkehrs sowie der Stromverbrauch von Strassenbahn und Trolley-Transport sind nicht angegeben (es fehlen Messgeräte zur Verfolgung und Abrechnung der Anzeigen). Es gibt sicherlich andere Faktoren, die die endgültigen Schlussfolgerungen verformen können.

Dennoch zeigt der Vergleich einen steigenden Anteil an PKW. Man kann annehmen, dass der private Bus- und Shuttlebus-Transport sinkt, jedoch hat dies einen relativ kontinuierlichen Anteil, da alternative Strecken für öffentlichen Verkehr fehlen. Einen hohen Anteil haben auch die Taxifahrten.

Tab. 17 Verbrauchte Energie vom öffentlichen Verkehr, privaten Busunternehmen, Shuttle-Bussen und Taxis für das Jahr 2007 und 2011 nach Denkstadt /Денкшадт. 2012/ und nach dieser Studie.

Energie	Einheit Denkstadt		MWh Denkstadt		2011, Einheit für diese Arbeit	2011, MWh für diese Arbeit	Differenz 2011, natur. Einheit	Differenz 2011, MWh
	2007	2011	2007	2011				
Elektroenergie MWh			67 710	79 617		77950		1667
Diesel (t)	25302	16013	297303	188150	10759.3	126420	5253,7	61730
Benzin (t)	216	129	2638	1573			1573	1573
Methan (t)	1916	13137	26134	179168	1004.4	13698,4	12132,6	165470
Propan/Butan (t)	14939	2 971	190888	37958			37958	37958
Gesamt MWh			584673	486466		218068		268398

Quelle: Denkstadt /2012/ und Tabl. 18 unten dieser Studie. Zur Vergleichbarkeit wird die Gesamtenergie in MWh für das Jahr 2011 durch die Anwendung des Umrechnungsfaktors von Denkshtadt /2012/ Energiewert von gebrauchten Diesel und Erdgas, ausgedrückt in MWh berechnet.

Die nachstehende Tabelle zeigt den Verbrauch von Kraftstoff und Energie in den öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia für den Zeitraum 2008-2014, und einige abgeleitete Indikatoren mit einer hohen analytische Nützlichkeit auf der Grundlage der Daten, dargestellt im Anhang 5.

Tab. 18 Der Verbrauch von Kraftstoff und Energie im öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia und abgeleitete Indikatoren für den Zeitraum 2008-2014.

Indikatoren		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1. Unternehmen Stolichen Avtobusen transport EAD - Bustransport								
1.	Diesel – t /1195 l/t /	13270.6	12478.5	10759.3	10385.1	10154.7	9823.2	9613.2
2.	Erzeugte Energie - Diesel (11,75 MWh / t) MWh	155929.8	146622.8	126422.2	122025.3	119317.1	115422.3	112955.2
3.	CNG - tausend Nm ³	1314.3	1306.8	1131.1	1004.4	967.9	808.0	1004.2
4.	erzeugte Energie von CNG - MWh (9,348 MWh/1000 Nm ³)/ ³⁵	12404.1	12333.3	10675.8	9479.4	9134.9	7626.2	9477.6
5.	Total gebrauchte Energie MWh	168333.9	158956.2	137097.9	131504.7	128452.0	123048.6	122432.8
2. Unternehmen Stolichen Elektrotransport EAD - Elektrischer Transort								
6.	gebrauchte Elektroenergie MWh	53779.3	53049.2	48221.6	48412.1	48827.0	45586.5	45461.8
7.	Zugkraftenergie - MWh	49848.1	48811.78	44066.2	44130.1	44668.1	41463.3	40778.9
3. Unternehmen Metropoliten EAD – U-Bahn								
8.	Elektroenergie MWh	15784.0	24336.3	29472.3	29727.9	43520.3	57451.4	57801.1
9.	Zugkraftenergie - MWh	7900.0	11770.0	17500.0	17560.8	24012.0	28500.1	30665.6
4. öffentlicher Verkehr in Sofia								
10.	gebrauchte Energie MWh	237897.3	236341.6	214791.8	209644.7	220799.3	226086.4	225695.8
11.	gebrauchte Energie - TJ	856.430	850.830	773.250	754.721	794.878	813.911	812.505
12.	Energie - MWh/1000 Fahrgaeste	0.49	0.50	0.45	0.44	0.46	0.57	0.60

³⁵ Emissionsfaktor 0,033653 TJ/1000 Nm³, siehe http://eea.government.bg/bg/r-r/r-te/danni_z_a_emisionen

13.	Energie in MWh/1000 km Laufleistung	3.97	4.12	4.13	4.35	4.45	4.74	4.82
14.	Energie in MWh /1000 E. Bevoelkerung	199.98	198.22	178.77	173.53	177.78	180.91	179.59
15.	Energie in TJ/1 Mio Fahrgaeste	1.76	1.79	1.63	1.60	1.67	2.05	2.17
16.	Energie in TJ/1000 E. Bevoelkerung	0.72	0.71	0.64	0.62	0.64	0.65	0.65
17.	Energie - TJ/Mio km Laufleistung	14.29	14.84	14.88	15.67	16.04	17.07	17.37

Quelle: Unternehmen Stolichen Avtotransport EAD Jahresbericht für den Zeitraum 2008-2014/ Agentur für Eintragungen/; Unternehmen Stolichen Elektrotransport EAD Analyse der Produktions- und Wirtschaftstätigkeit für den Zeitraum 2008-2014/. Agentur für Eintragungen/. Daten, die von der Geschäftsführung der Unternehmen Stolichen Elektrotransport EAD und Metropolitien EAD freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden. Die Daten für das Jahr 2014 für die Fahrten mit dem Bus wurden aus der Veröffentlichung des kommunalen Unternehmens "Tourismus" / ОП Туризм. 2015, S. 9 / entnommen. Alle Fahrtdaten für das jeweilige Jahr werden durch das Center for Urban Mobility EAD geltende Methodik für die Verteilung von Einnahmen aus dem Transportdokumenten zwischen den kommunalen Verkehrsunternehmen festgelegt. Die Transportaufgabe weicht von der allgemeinen Laufleistung der vergebenen Transportdienstleistungen und Sonderlaufleistung, ab.

Der größte Teil der vorgestellten abgeleiteten Indikatoren zeigen eine sinkende Gesamtenergieeffizienz. Dies ist sehr wahrscheinlich auf die deutlich wachsende Verwendung von MIV motorisierten Individualverkehr zurückzuführen. Die reduzierte Anzahl der Fahrgäste im öffentlichen Verkehr hat keine Reduzierung der Kilometerleistung der Anzahl der Linien und des Energieverbrauchs zu Folge. Die Begründung ist, dass ein wesentlicher Teil der bestehenden Linien und Routen keine Alternative sind oder sie dienen als Transport von aussen Verbindungen zu den bestehenden und künftigen U-Bahn-Stationen. Die Erneuerung der Flote des Bustransportes am Ende des Jahres 2014 und die in Betrieb genommenen Erweiterungen der U-Bahnlinien hatten einen deutlich positiven Einfluss auf das Jahr 2015.

Neue Quellen /Метрополитен ЕАД.2015/ zeigen eine erreichbare Belastung von mehr als 350 Tausend Fahrgäste in den Arbeitstagen der bestehenden zwei U-Bahnlinien. Es wird zitiert, dass sich die Schadstoffe und Treibhausgase im Bereich von 79,5 bis 90.5 Tausend Tonnen pro Jahr infolge Reduzierung des Anteils von MIV (motorisierten Individualverkehr) gesenkt werden. Es wird erwartet, dass mit der Einführung der dritten U-Bahn-Linie, noch zusätzlich 160 tausend E. befördert werden, womit die Schadstoffe und die Treibhausgasemissionen um ca. 37 - 40.000 Tonnen pro Jahr /ebenda, S. 29/ reduziert werden. Für den Betrieb von 512 Zügen pro Tag in beide Richtungen wird für eine U-Bahn-Station eine Maximale Leistung bis zu 2 MW und für einen anderen Bedarf (wie Beleuchtung, Lüftung, Geräte und Betriebsanlagen) bis 0,18 MW /ebenda, S.18/ geplant. Weitere Senkung des Gesamtenergieverbrauchs ist auf die Erneuerung der Flotte von Straßenbahn und Bus-Transportmitteln, Optimierung der Shuttle Bus Linien und Einführung von einem intelligenten Traffic Management System.

Im Folgenden wird die gezielte Reduzierung des Energieverbrauchs für den Zeitraum 2007-2020 gemäß dem Aktionsplan für eine nachhaltige Energieentwicklung von der Stadtverwaltung von Sofia, für den Zeitraum 2012 - 2020, in tausend MW h /CO.2012/ gezeigt

Tab. 19 Reduzierung des Energieverbrauchs für den Zeitraum 2007-2020 gemäß dem Aktionsplan von Stadtverwaltung von Sofia für eine nachhaltige Energieentwicklung, für den Zeitraum 2012 - 2020, in tausend MW h / CO.2012 /

Sektor	2007	2011	2020	Soll-Reduzierung im Jahr 2020 gegenüber 2007	
				tausend MW h	%
insgesamt Grossgemeinde Sofia	10 881,0	11 928,5	8 813,6	-2 067,4	- 19 %
insgesamt Transport	2 293,1	2 309,0	- 1 146,5	- 1 146,6	- 50 %
Autopark der kommunalen Unternehmen	34,7	32,4			

öffentlicher Verkehr	584,7	486,5			
Transport privat und für Handel	1 673,8	1 790,1			

Quelle: CO. 2012.

Die gezielte Energieeinsparung von 50% insgesamt für den Verkehrssektor in der Gemeinde Sofia scheint unrealistisch und nicht erreichbar zu sein. Dennoch sollte eine neue Bewertung vorgenommen werden, die nötige Öffentlichkeit der Daten gesichert werden und die Möglichkeit zur Ergreifung von zusätzlichen Verpflichtungen laut sog. Konvent der Bürgermeister für das Klima und Energie 15.10.2015. /The Covenant of Mayors for Climate & Energy/ geprüft werden.

3.3 Bewertung im Vergleich zu anderen vergleichbaren Städten

Nachfolgend ist ein Vergleich der wichtigsten Merkmale der Stadt Sofia gegenüber den Städten Barcelona, Freiburg und Malmö und Prognosen für das Bevölkerungswachstum bis zum Jahr 2040

Tab. 20 Merkmale der Stadt Sofia gegenüber vergleichbaren Städten /Creutzig F. et al. 2012/

Indicators	Barcelona	Freiburg	Malmö	Sofia
Population	1.6 m. Urban / 4.8 m. metrop.	224 000 urban	300 000 urban /630 000 metrop.	1.27 m. Urban / 1.49 m. metrop.
Pop. growth 2010–40 (%)	35	25	52	keine Zuwachs prognostiziert
Urb. pop. density (km -2)	16 000	1450	3651	944
GDP/cap	35 400 e (2004)	32 397 e (2004)	36 975 e (2004)	24 000 e
Modal share urban + regional (% number of trips)				
MIV (%)	24	48	41	34
PT (%)	36	18	16	54
NMT (%)	40	34	43	12

Transport volume /cap - km/cap/day	28.7	32.5	26.8	29.2
Transport CO2 emissions /cap. - tCO2/cap/a	1.8	2.0	1.6	2.3 +/- 0.3

Quelle: Creutzig F. et al. 2012. Data are from municipal documents. MIT: motorized individual transport. PT: public transport; NMT: Non-motorized transport.

Ein allgemeiner Vergleich zwischen anderen ähnlichen Städten zeigt, dass die Stadt Sofia *in Bezug auf die Intensität des Verkehrs an der Grenze zwischen den mittleren und hoch kritischen Städten* liegt. Dies wird durch den Vergleich der wichtigsten Indikatoren wie Bevölkerungsdichte, die Verteilung der Fahrten, zugelassenen Fahrzeuge pro 1000 E der Bevölkerung und andere Indikatoren bestätigt. /siehe Tabelle 20 und Tabelle 21 unten/.

Tab. 21 Stelle der Stadt Sofia in Bezug auf die Intensität des Verkehrs, Verkehrsstau und städtischen Typologie /PWC. 2010; TomTom European Traffic index, 2013/ - Positioning of the city of Sofia according to traffic intensity, congestion levels and urban typology /PWC. 2010; TomTom European Traffic index, 2013/

Indicator/City cluster	Value/description		
	High	Medium	Low
Population density Inh./km2	> 3000 (4492, 2011)	1000 ÷ 3000	< 1000
Modal share Private Vehicles	> 50%	30% -50% <u>(17% - 1999, 32% 2009 morning)</u>	< 30%
Public Transport	> 35%	20% -35% <u>(65% 1999; 49% 2009 morning, 32 % average)</u>	< 20%
Walking & Cycling	> 30%	10% -30%	< 10% (11% walk, 1% cycling 2009)
Road network (Public Transport Net extension	> 10 km/km2	3-10 km/km2 <u>(RN 3,7; PTN 2,1; 3,8)³⁶</u>	< 3 km/km2

³⁶ RN density based on the extended city area and PTN on city and urbanized area (City area - 492,03 km2, settlements and other urbanized area – 267,7 km2, and total extended area - 1349 km2 with suburban villages). Population density of population with current address registration in the city area – 1, 203 mil (1,292 mil) 2011

density)			
Cars/1000 inhab.	> 600	400 – 600 (<u>528, 2012</u>)	< 400
Main city clusters	“Critical cities” - very high traffic intensity combined with a high use of private cars and relatively low shares of collective transport and non-motorized modes; most likely affected by acute air quality problems and high congestion levels.	“Semi-critical cities” - although the traffic intensity is high thus entailing high congestion level – modal shares are more favorable (Public Transport and/or walking and cycling play a significant role), thus mitigating the overall picture.	“Non-critical cities” - even an unfavorable modal split does not offset the major advantage of relatively low traffic intensity.
Examples ³⁷	Tollhouse, Rome, Manchester etc.	Munich, Genova, Stockholm, London, Rotterdam, etc.	Berlin etc.
TT Traffic Index - congestion level - % and time delay per year (hours) per commuter	> 15% (> 60)	10 % (32) – 15 % (60) <u>(TTT congestion level Index - 20% for car commuters, 2009 and 45 hours annual delay)</u>	< 10 % (32)

Sources: Brankova N. 2014, S. 29 – 30; PWC. 2010 Study on Urban Access Restrictions, Final Report; TomTom European Traffic index, 2013. Brankova N. 2014, S. 29 – 30.

Die meisten von den Indikatoren aus der obigen Tabelle zeigen ein Wachstum in den letzten Jahren. In der Stadt wird die kritische Schwelle von 20% für Verkehrsintensität /TomTom, 2013, S. 169-171 / überschritten. Das entspricht einer jährlichen Gesamtverzögerung von 45 Stunden mit Pkw-Nutzung. Das Überschreiten der Grenzwerte und die Aufnahme in die Gruppe der kritischen Städte bedeutet eine Verlängerung der Fahrzeit zu und von der Arbeitsstelle in einer Richtung /als üblich anerkannt 30 Minuten / mehr als 5 Minuten. Es wird angenommen, dass bei einer Erhöhung über dieser Grenze, die Arbeitslosigkeit steigt und die Bevölkerungsentwicklung in der Stadt sinkt, aber ohne spürbare negative Auswirkungen auf die Produktivität³⁸. Nach den neuesten vorhanden Daten /siehe Tabelle 10 dieser Studie/

census and 1,309 mil inh, in 2013 by the civil registration agency – GRAO (<http://www.grao.bg/tna/tadr-2013.txt>). The density of population (4492 inh/km2) and public transport network (3,8 km/km2) calculated on the basis of the urbanized area of 267,7 km2 and road network is calculated on the basis of total extended area.

³⁷ According to the mentioned criteria in TREN/A4/103-2/2009, Study on Urban Access Restrictions, Final Report. Rome, December 2010; TomTom European Traffic index, 2013, pp. 169-171.

³⁸ “In a study of U.S. cities, Sweet (2013) found evidence that congestion delays that exceed 4.5 minutes per one-way commute (widely accepted standard one way trip of 30 minutes) reduces employment but no evidence that it impedes per-worker productivity. Matthias Sweet Traffic Congestion’s Economic Impacts: Evidence from US Metropolitan Regions. Urban Studies, October 10, 2013.” /zitiert, Brankova N., S. 30/.

überschreitet die Dauer einer Fahrt mit dem öffentlichen Verkehr die Schwelle von 30 Minuten wesentlich von 41 auf 44 Minuten und mit PKW von etwa 30 auf 36 Minuten jeweils im Jahr 2000 und im Jahr 2009.

3.4 Allgemeine Übersicht über die Verwaltung, Politik, Planung, Maßnahmen und Konzepte für einen nachhaltigen öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia

Das Definieren und die Umsetzung von Richtlinien, Plänen, Programmen und Projekten im öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia werden auf einem hierarchischen Aufbau (6 Hierarchieebenen) der Verwaltung von oben nach unten wie folgt geregelt:

- Bürgermeister von Großgemeinde Sofia;
- Gemeinderat der Großgemeinde Sofia;
- Ständiger Ausschuss für Verkehr und Tourismus beim Gemeinderat der Großgemeinde Sofia;
- Stellvertretender Bürgermeister Richtung Transport und Verkehrsverbindungen:
 - Direktion "Transport" mit vier Abteilungen, die öffentlichen Verkehr, intermodale Verbindungen, Tarifsystem, Genehmigungen für Taxifahren, Planung, Programme und technische Projektentwicklung - Investitionen, Renovierung und Sanierung, Bau und Wiederaufbau inkl, Projekte mit Finanzierung durch die European Bank for Reconstruction and Development (EBRD), die EU, etc. verwalten;
 - Direktion "Verkehrsinfrastruktur" mit zwei Abteilungen, die die Investitionen und die Instandhaltung des Straßennetzes und der Einrichtungen, verwalten;
- Unternehmen "Center for Urban Mobility" EAD;
- Überwachungskomitee unter dem operationellen Programm "Verkehr" und „Umwelt" für die Finanzierung von Projekten mit EU-Mitteln für den Zeitraum 2007-2013 und 2014-2020.

Zu den wichtigsten Aufgaben für die Durchführung und Kontrolle von den angenommen Zielen vom Gemeinderat der Großgemeinde Sofia und strategische Dokumente für den öffentlichen Verkehr sind an den Bürgermeister von Großgemeinde Sofia und an den stellvertretenden Bürgermeister, zuständig für den Verkehr und Transportkommunikationen

bzw. an die untergeordneten zwei Direktionen und Center for Urban Mobility " EAD zugeordnet.

Andere staatliche Behörden mit direkten Funktionen für die Politikformulierung, Ausarbeitung von Durchführungsbestimmungen und Überwachung der Umsetzung der zwingenden gesetzlichen Anforderungen für den öffentlichen Verkehr sind: - das Ministerium für Verkehr /MTHC/, Ministerium für regionale Entwicklung und Städtebau /MPPE/, Ministerium für Umwelt und Wasser MOCB und eine Reihe von Kontrollstellen, wie Exekutive Agentur für Umwelt /HAOC/, Regionale Inspektion für Umwelt etc.

Für den öffentlichen Verkehr und für die damit verbundenen Auswirkungen auf die Umwelt finden beträchtliche Anzahl von Rechtsinstrumenten, die verbindlichen Anforderungen bestimmen, Anwendung. Sie sollten bei der Bestimmung der Umweltauswirkungen aus dem Betrieb des öffentlichen Verkehrs und bei der Beurteilung und Annahme von Plänen, Programmen und konkreten Projekten für die Entwicklung in Betracht gezogen werden. Bei der Ermittlung von tatsächlichen oder Soll- EF sollten die geltenden gesetzlichen Bestimmungen berücksichtigt werden. Von besonderer Bedeutung sind diejenigen, die spezifischen Indikatoren und Grenzwerte der Emissionen /emissions' limit values/ definieren . Im Anhang 10 zu dieser Arbeit sind die wichtigsten Regelungen der nationalen Gesetzgebung für den öffentlichen Verkehr und Umweltschutz auf Bulgarisch und Englisch aufgeführt.

Gültige Quellen für die sog. Schlüsselindikatoren für Umweltauswirkungen und -Leistung /key environmental impacts and performance indicators/, die im Rahmen des Deckungsbereichs von EF eingeschlossen sind, ergeben aus den entwickelten Abschätzungen der Umweltauswirkungen und aus der umweltbezogenen Prüfung von Plänen und Programmen. Erforderlich ist, strategische Dokumente für die Transportentwicklung in der Stadt Sofia zu verabschieden, die die Ziele in Bezug auf die Umwelt definieren, die auch in der Definition und im geltenden Deckungsbereich von EF enthalten sind. In dieser Hinsicht werden unten in einer tabellarischen Form, bestehende strategische Dokumente für die Entwicklung des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia zusammengefasst, die Schlüsselindikatoren für den Zustand und / oder Ziele in Bezug auf EF definieren.

- Ein kurzer Überblick über die wichtigsten strategischen Dokumente für die Entwicklung des Verkehrs in der Stadt Sofia zeigt einige Mängel im allgemeinen

Planungsprozess wie folgt.:

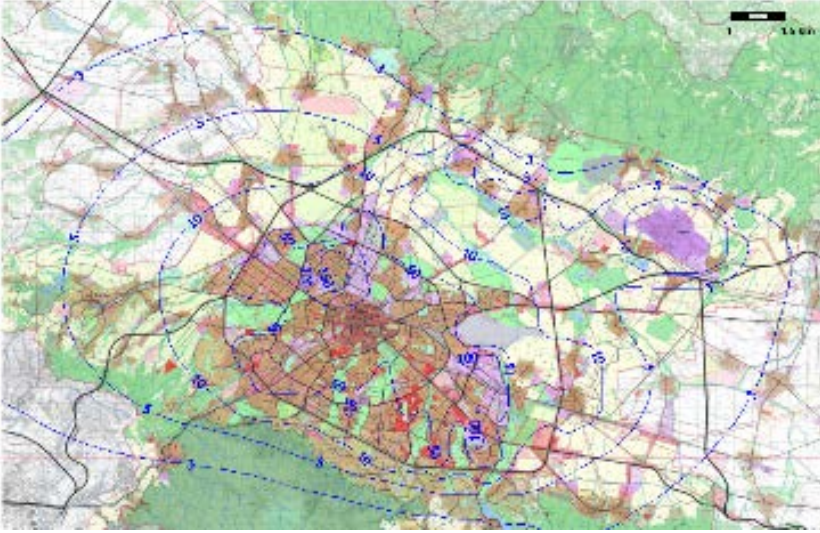
- es fehlt eine vorherige Abstimmung und sogar ist ein Konflikt zwischen den einzelnen definierten Zielen feststellbar;
- Bestimmung von verschiedenen Zielen für einen und denselben Indikator und in den gleichen Zeitraum;
- Irreale /nichtrealisierbar/ Ziele;
- es fehlt ein Mechanismus zur Durchführungsüberwachung und Maßnahmen für Verstärkung der Verwaltungskapazität;
- es fehlt Offenheit und Transparenz der Ergebnisse aus der Überwachung und regelmäßige Kontrolle des Fortschritts;
- es fehlt ein Mechanismus für regelmäßige Aktualisierung der angenommen Ziele, usw.

Tab. 22 Strategisch wichtige Dokumente und Schlüsselkennzahlen über den Zustand, Auswirkungen und die übernommenen Ziele für die Umwelt in Bezug auf öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia

№	Strategien/Pläne	Schlüsselindikatoren für den Zustand / Umweltauswirkungen oder angenommenen Ziele
1.	Bericht der Europäischen Kommission, Fahrplan zu einer wettbewerbsfähigen CO2-armen Wirtschaft bis 2050 COM 2011,112. /ES.2011a./	Szenario für Senkung von THG-Emissionen aus dem Verkehr im allgemeinen - 20% für die Zeit 2008- 2030, für die Zeit 1990- 2030 – 9%, für die Zeit 1990 – 2050 - 60%
2.	Der dritte nationale Aktionsplan zum Klimawandel im Zeitraum 2013-2020./MOCB. 2011/	+ 20% zulässige Erhöhung der THG-Emissionen aus dem Verkehr für die Zeit 2005-2020 / Beschluss 406/2009 / EF Decision No.406/2009/EC /. Prioritätsachse 2, Maßnahme 2. Senkung bis zur Hälfte (50%) der Zahl der Fahrzeugen mit konventionellen Kraftstoffen im öffentlichen Verkehr .
3.	Sixt National Communication on Climate Change UNFCCC /RB.2013/	Das Wachstum der Treibhausgasemissionen in der Zeit 1988-2009, von Autotransport 6,8%. PKW und LKW 60% und 21% von den gesamten Emissionen in diesem Sektor. Maßnahme 2 Senkung von 50% der Zahl der Fahrzeuge mit konventionellen Kraftstoffen im öffentlichen Verkehr .

4.	langfristiges Nationalprogramm für die Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen im Verkehrs /MIE, MT. 2007/	Nationales Ziel für den Anteil von Biokraftstoffen für die Zeit 2008- 2020 : 2,0% - 10,0 %.
5.	Entwicklungsplan der Großgemeinde Sofia für die Zeit 2014 –2020 /CO. 2014/	Gebiete mit erhöhtem Risiko mit Überschreitung der maximal zulässigen Konzentration von "Feinstaub-Partichenl": Messpunkt „Druzha“, Messpunkt „Orlov Most“, Messpunkt „Nedezhda“, Messpunkt „Pavlovo“ und Messpunkt „Hypodruma“. Es gibt Überschreitung der durchschnittlichen Jahresnorm für NO2 im Messpunkt " Orlov Most," der durchschnittlichen Stundennorm - im Messpunkt "Krasno Selo". Überschreitungen von O3 – im Messpunkt "Kopitoto" Messpunkt "Nedezhda" und Messpunkt "Pavlovo". Gebiete mit Lärmbelastung: - Boul.. „Zarigradsko shaussee“, Boul. „Botevgradsko shausee, Boul. „Zar Boris III“, Boul. „Bulgaria“, Boul.. „Slivniza“, Boul. "Alexander Stambolyski " etc.; mittlere Werte - von 71,3 bis 75,7 dB(A) Priorität 1.3: bis Jahr 2020- 18% Anteil der erneubaren Energiequellen an dem Endverbrauch der Energie und Steigerung der Energieeffizienz um 27%. Massnahme 4: Erstellung eines Systems zur Bestandsaufnahme von THG-Emissionen; gebauten Fahrradwegen und Fahrradabstellplätze 30-100 km; Wachstum der täglichen Fahrten mit Fahrrad 50 bis 100%.
6.	Entwurf des Programms für Umweltmanagement von der Stadtverwaltung Sofia für die zeit 2010 - 2020 /CO. 2009a/	Teil 1: Luftqualität in der Zeit 2007-2008: PM10- mittlere Tagesschwelle - 50 MMg / m3, gemessen von 302 bis 571 MMg / m; zulässige Anzahl der Überschreitungen pro Jahr - 35; gemessen in 5 Messpunkten – von 66 bis 199 -fach. PM 2,5: 40 MMg / m3, gemessen in einem Messpunkt - 366 MMg / m und 443 MMg / m; zulässige Anzahl der Überschreitungen pro Jahr - 14; 97, gemessen in 1 Messpunkt von 97 bis 98-fach . Überschreitung der Jahresdurchschnittsnorm PM 2.5 – zweimal, für PM10 - dreimal. Maximal -Konzentrationen für 8-Stunden von O3 für das Jahr 2007 und 2008 (Schwellewert - 10 MMg / m3), gemessen 115 und 162 MMg / m3; Anzahl der Überschreitungen von 1 bis 54 für drei Messpunkte. Maximal 8-Stunden-CO-Konzentrationen im Jahr 2007 und 2008 (Schwellewert - 10 MMg / m3), gemessen 11.2 und 10.2 MMg / m3; Anzahl der Überschreitungen von 1 bis 2 für 4 Messpunkte. Teil II, S. 2 Anteil der verkehrsbedingten Umweltverschmutzung in Sofia mit Stickoxiden - 50%. - Nichtmethan -Kohlenwasserstoffe und flüchtige

		organische Verbindungen - 15%; - Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe - 10%; - SOx - unter 5%.																																										
7.	Strategie zur Verkehrssicherheit auf den Straßen von Bezirk Sofia für den Zeitraum 2012-2020 /OY. 2012/	Reduzierung der Anzahl der Todesfälle durch Verkehrsunfälle um 50% bis Jahr 2020, Reduzierung der Zahl der Verletzungen bei Verkehrsunfällen um 20% bis Jahr 2020																																										
8.	ökologische Bewertung der Änderung des Masterplans der Stadt Sofia und der Großgemeinde Sofia. 2009 Änderung des Masterplans von Großgemeinde Sofia 2009 /Троева Консулт ЕООД. 2009/	Beurteilung der zu erwartenden durchschnittlichen jährlichen Schadstoff-Konzentrationen aus diffusen Quellen aus Grenzschicht der Atmosphäre durch -Modul Diffusion der Software TRAFFIC ORACLE Tabl. 4.1.2-1. jährliche Konzentrationen aus dem Automobiltransport <table><tr><th rowspan="2">Verschmutzer</th><th>Max. Konzentration</th><th rowspan="2">Maß</th><th colspan="2">Norm</th><th rowspan="2">Gesetzgebung</th></tr><tr><th>[mg/m³]</th><th>CTH</th><th>ДОП</th></tr><tr><td>SOx</td><td>0.13164</td><td rowspan="4">µg/m³</td><td>50 (1)</td><td></td><td rowspan="4">Verordnung № 9/1999</td></tr><tr><td>NOx</td><td>2.32132</td><td>40</td><td>26</td></tr><tr><td>PM10</td><td>0.07679</td><td>30</td><td>10</td></tr><tr><td>Pb</td><td>0.00031</td><td>0.5</td><td>0.2 5</td></tr><tr><td>C6H6</td><td>0.02730</td><td rowspan="3">ng/m³</td><td>5</td><td>2</td><td>Verordn. № 1/2004</td></tr><tr><td>Cd</td><td>0.00288</td><td>5</td><td>2</td><td rowspan="2">Verordnung № 11/2007</td></tr><tr><td>BaP</td><td>0.01693</td><td>1</td><td>0.4</td></tr></table> (1) Empfehlung von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) durchschnittliche jährliche Wachstumsrate Quelle: ebenda Tabelle 4.1.2-1. Abb. zusammengefasste jährliche Immissionsbelastung für die Regionen der Großgemeinde Sofia durch den Straßenverkehr	Verschmutzer	Max. Konzentration	Maß	Norm		Gesetzgebung	[mg/m³]	CTH	ДОП	SOx	0.13164	µg/m³	50 (1)		Verordnung № 9/1999	NOx	2.32132	40	26	PM10	0.07679	30	10	Pb	0.00031	0.5	0.2 5	C6H6	0.02730	ng/m³	5	2	Verordn. № 1/2004	Cd	0.00288	5	2	Verordnung № 11/2007	BaP	0.01693	1	0.4
Verschmutzer	Max. Konzentration	Maß		Norm		Gesetzgebung																																						
	[mg/m³]		CTH	ДОП																																								
SOx	0.13164	µg/m³	50 (1)		Verordnung № 9/1999																																							
NOx	2.32132		40	26																																								
PM10	0.07679		30	10																																								
Pb	0.00031		0.5	0.2 5																																								
C6H6	0.02730	ng/m³	5	2	Verordn. № 1/2004																																							
Cd	0.00288		5	2	Verordnung № 11/2007																																							
BaP	0.01693		1	0.4																																								

		 Quelle.: ebenda, Abb. 4.1.2. -3.
9.	Masterplan für die Verkehrsorganisation in der Großgemeinde Sofia. Gesamtbericht /CO. 2011/	Indikator 1. Ziel, gefahrene Gesamtstrecke ; Ziel Erhaltung der Anzahl der Fahrten Indikator 2 Anteil der Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln; Ziel Erhaltung von 50% der Frühfahrten mit den öffentlichen Verkehrsmitteln Indikator 7: Verletzte und Tote bei Verkehrsunfällen pro 100.000. E , Ziel: Reduzierung um 30% gegenüber dem Durchschnittswert in der Zeit 2004-08 Indikator 16: Richtlinie 2008/50 / EG Konzentration NO₂ > 200 MMg / m³ pro Stunde, bis 18-fach jährlich, und im Durchschnitt 40 MMg / m³ - PM₁₀ - 50 MMg / m³ pro Stunde bis 35-fach jährlich, und 40 MMg / m³ durchschnittl.. im Jahr. Ziel: Erfüllung der Anforderungen der EU-Richtlinien für NO₂ und PM₁₀. Indikator 17: Lärmpegel, verursacht durch den Straßenverkehr. L₁₀ (18 h) - 68 dB (A) ist für mehr als 50% der Menschen unangenehm. Ziel: Reduzierung des Lärmpegels in Übereinstimmung mit der WHO-Richtlinien. Einführung von einem intelligenten Verkehrssystem - Reduzierung um 40% der Verkehrsunfälle , um 20% Reisezeit , um 18% Kraftstoff, um 15% THG-Emissionen und um 12% der schädlichen Gase.
10.	Programm zur Entwicklung des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia für die Zeit 2012-2015 /CO. 2012a/	Es fehlen quantifizierte Indikatoren für Umweltzustand oder -Ziele.

11.	Aktionsplan für die nachhaltige Energieentwicklung in der Großgemeinde Sofia, für die Zeit 2012 - 2020 / CO. 2013 /	Gesamte Reduzierung der THG-Emissionen für die Stadt Sofia um 1129 Millionen Tonnen CO₂, d.h. - 22% im Jahr 2020 im Vergleich zu 2007 /5,130 Millionen Tonnen CO₂ /. Stand im Jahr 2011 - 5799000 Tonnen CO₂. Reduzierung der THG-Emissionen aus dem Verkehr um 0.256.000 Tonnen CO₂ -. 41,2% im Jahr 2020 im Vergleich gegenüber Jahr 2007 / 0.622.000 Tonnen. CO₂ / Energieeinsparung - insgesamt - 2067,4 x MW h – 19% im Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2007 /10 881,0 tausend MW h ³⁹; - vom Transport 1.466.600 MW h - 50% im Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2007 /2293,1 tausend MW h /.
12.	Konvent der Bürgermeister über Klima und Energie v. 15.10.2015 /Covenant. 2015/	Bevorstehende Zustimmung des Konvents der Bürgermeister für Klima und Energie, vom 15.10.2015 /? / Ziele für das Jahr 2030 - mindestens 40% ige Senkung der THG-Emissionen um 2,05 Mio. Tonnen CO₂ weniger gegenüber 2007 / 5,130 Millionen Tonnen CO₂ /.
13.	Plan zur Entwicklung des Fahrrad-Verkehrs in der Großgemeinde Sofia für die Zeit 2011-2017 / /IΓM. 2012/	Bau der ersten 100 km Fahrradwege (von geplanten etwa 300 Kilometern im Masterplans).

Quelle: eigene Darstellung und Quellen, die darin zitiert werden

³⁹ Der Plan definiert tatsächlich zwei Ziele zur Senkung des gesamten Energieverbrauchs für den Zeitraum 2007-2020 – 19% und 50%, das ist ersichtlich beim Vergleich zwischen dem gesamten Energieverbrauch für das Jahr 2007 und den gesetzten Zielen zur Energiereduzierung für das Jahr 2020 /ebenda, S. 58, 110, 113 und 114/.

4. Der ökologische Fußabdruck und der Kohlenstoff- Fußabdruck des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia

4.1. Der ökologische Fußabdruck des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia

Im Folgenden wird ein Beispiel von ökologischen Fußabdruck des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia für den Zeitraum der Studie vorgestellt. Je nach der Verfügbarkeit von Daten sind Indikatoren für einzelne Komponenten der Umwelt und/oder Umweltziele, die direkt mit dem Transport bzw. mit dem öffentlichen Verkehr verbunden sind, angegeben. Als Datenquellen sind Forschungen und strategische Dokumente für die Verkehrsplanung in Sofia verwendet und es werden eigene Abschätzungen in dieser Studie gemacht

Die Indikatoren und die ermittelten Werte für den Kohlenstoff-Fußabdruck sind ausführlich im nächsten Abschnitt, soweit die THG-Emissionen ein besonders wesentliches Problem für Umwelt sind, dargestellt.

Tab. 23 Beispiel von ökologischen Fußabdruck des öffentlichen Verkehrs in der Stadt Sofia

Significant Environmental impacts	Key environmental indicators, indicators and values for significant environmental impacts	/Environmental Objectives and, or emission limit values/																																																																							
Noise and vibrations	1. registrierte Schallpegel in Sofia in der Zeit 2008-2014 /ГИС София ЕООД, Спектри ЕООД. 2010/.	1. /CO. 2011/ Indikatoren und Ziele im Zeitraum 2011-2015 Indikator 17: Schallpegel, verursacht vom Verkehrslärm L10 (18 h) - 68 dB(A) ist unangenehm für mehr als 50% der Menschen. Ziel: Lärmpegelreduzierung im Einklang mit den Richtlinien von WHO. 2. 0 = 75% population hindered 10 = 0% population hindered /WBCSD. 2015/.																																																																							
	<table><tr><td rowspan="2">Jahr</td><td colspan="7">Verteilung der beobachteten Meßpunkte je nach registrierten Schallpegel - dB</td></tr><tr><td>unter 58</td><td>58 - 62</td><td>63 - 67</td><td>68 - 72</td><td>73 - 77</td><td>78 - 82</td><td>über 82</td></tr><tr><td>2008</td><td>5</td><td>11</td><td>11</td><td>19</td><td>3</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>2009</td><td>7</td><td>8</td><td>19</td><td>12</td><td>3</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>2010</td><td>9</td><td>8</td><td>17</td><td>13</td><td>2</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>2011</td><td>6</td><td>11</td><td>17</td><td>13</td><td>2</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>2012</td><td>12</td><td>6</td><td>13</td><td>16</td><td>2</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>2013</td><td>12</td><td>4</td><td>9</td><td>22</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>2014</td><td>9</td><td>7</td><td>13</td><td>18</td><td>2</td><td>-</td><td>-</td></tr></table>		Jahr	Verteilung der beobachteten Meßpunkte je nach registrierten Schallpegel - dB							unter 58	58 - 62	63 - 67	68 - 72	73 - 77	78 - 82	über 82	2008	5	11	11	19	3	-	-	2009	7	8	19	12	3	-	-	2010	9	8	17	13	2	-	-	2011	6	11	17	13	2	-	-	2012	12	6	13	16	2	-	-	2013	12	4	9	22	1	-	-	2014	9	7	13	18	2	-	-
	Jahr			Verteilung der beobachteten Meßpunkte je nach registrierten Schallpegel - dB																																																																					
			unter 58	58 - 62	63 - 67	68 - 72	73 - 77	78 - 82	über 82																																																																
	2008		5	11	11	19	3	-	-																																																																
	2009		7	8	19	12	3	-	-																																																																
	2010		9	8	17	13	2	-	-																																																																
	2011		6	11	17	13	2	-	-																																																																
	2012		12	6	13	16	2	-	-																																																																
	2013		12	4	9	22	1	-	-																																																																
2014	9	7	13	18	2	-	-																																																																		
2. Percentage of people exposed to levels above the WHO interim target for night-time noise in Europe from																																																																									

	road transport, in 2012 (> 55 dB Lnight): Sofia – 38%; Vienna – 24%; Copenhagen 20%; Berlin 11%. Traffic exposes half of the EU's urban population to noise levels above 55 dB. /EEA. 2013/.																																																	
Accidents	Getötete im Verkehrunfall in der Stadt Sofia <table><tr><th>2007</th><th>2008</th><th>2009</th><th>2010</th><th>2011</th><th>2012</th><th>2013</th><th>2014</th></tr><tr><td>114</td><td>130</td><td>88</td><td>58</td><td>50</td><td>51</td><td>57</td><td>82</td></tr></table>	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	114	130	88	58	50	51	57	82	1. /CO. 2011/ Indikatoren und Ziele im Zeitraum 2011-2015 Indikator 7: Verletzte und Getötete im Verkehrunfall in der Stadt Sofia pro100 tausend E. Ziel Reduzierung um 30% gegenüber dem Zeitraum 2004-2008																																
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014																																											
114	130	88	58	50	51	57	82																																											
Air pollution	1. Emissionen von PM10 und NOx insgesamt und vom Verkehr in Sofia im Jahr 2007 und Jahr 2010 – t u. Anteil %/ <table><tr><th rowspan="2">Quellen</th><th colspan="2">PM 10</th><th colspan="2">NOx</th></tr><tr><th>2007</th><th>2010</th><th>2007</th><th>2010</th></tr><tr><td>insgesamt</td><td>12954 100%</td><td>10335 100%</td><td>34831 100%</td><td>20734 100%</td></tr><tr><td>Verkehr</td><td>7266 56%</td><td>6536 63%</td><td>5573 16%</td><td>6258 30%</td></tr><tr><td>ÖV*</td><td>1853 14%</td><td>1379 13%</td><td>1421 4%</td><td>1320 6%</td></tr></table> Quelle: XTMV. 2011. *Abschätzung in der vorliegenden Studie durch den Anteil des Energieverbrauchs des öffentlichen Verkehrs für das Jahr 2007 - 25,5% und Jahr 2011- 21,1% /Денкшадт. 2012/. 2. /CO. 2009a/ Luftqualität in der Zeit 2007-2008: PM10- mittlere Schwelle - 50µg/m³ gemessen von 302 bis 571µg/m³; zulässige Anzahl von Überschreitungen pro Jahr - 35; gemessen an 5 Meßpunkten – von 66- bis 199-fach. PM2,5: 40µg/m³, gemessen an einem Meßpunkt - 366 µg/m³ und 443 µg/m³; zulässige Anzahl von Überschreitungen pro Jahr - 14; gemessen an einem Meßpunkt von 97 und 98-fach. Überschuss der Jahresdurchschnittsnorm für PM 2.5: - zweimal für PM10 - dreimal. Maximale Konzentrationen innerhalb von 8-Stunden von O3 für das Jahr 2007 und Jahr 2008 (Schwelle - 10 µg/m³), gemessen 115 µg/m3 und 162 µg/m³; Anzahl der	Quellen	PM 10		NOx		2007	2010	2007	2010	insgesamt	12954 100%	10335 100%	34831 100%	20734 100%	Verkehr	7266 56%	6536 63%	5573 16%	6258 30%	ÖV*	1853 14%	1379 13%	1421 4%	1320 6%	1. Ziele für Emissionen von PM10 und NOx vom Verkehr und insgesamt in Sofia im Jahr 2012 und Jahr 2014 – t und Anteil %/ <table><tr><th rowspan="2">Quellen</th><th colspan="2">PM 10</th><th colspan="2">NOx</th></tr><tr><th>2012</th><th>2014</th><th>2012</th><th>2014</th></tr><tr><td>insgesamt</td><td>7969 100%</td><td>6196 /100%</td><td>20098 100%</td><td>15550 100%</td></tr><tr><td>Verkehr</td><td>4174 52%</td><td>3091 - 50%</td><td>5622 28%</td><td>3294 21%</td></tr><tr><td>ÖV*</td><td>881 11%</td><td>652 10%</td><td>1186 6%</td><td>695 4%</td></tr></table> Quelle: XTMV. 2011. *Abschätzung durch den Anteil des Energieverbrauchs des öffentl. Verkehrs für das Jahr 2011– 21,1% /Денкшадт. 2012/. 2. /CO. 2011/ Indikatoren und Ziele im Zeitraum 2011-2015 Richtlinie 2008/50/EC Konzentration NO2> 200 µg/m³ pro Stunden, bis 18-fach pro Jahr und durchschnittlich 40 µg/m3 durchschn. im Jahr; PM10 -. 50µg/m³ pro Stunde bis 35-fach pro Jahr, und 40µg/m³ durchschnittl. im Jahr Ziel: Anforderungen der Richtlinien von EC für NO2 und PM10 3.Directive 2008/50/EC (EC, 2008) sets limit values (LVs) for EU Member States for the atmospheric concentrations of main pollutants and be met by 1 January 2010 incl.: -nitrogen dioxide (NO2) annual mean - 40 µg	Quellen	PM 10		NOx		2012	2014	2012	2014	insgesamt	7969 100%	6196 /100%	20098 100%	15550 100%	Verkehr	4174 52%	3091 - 50%	5622 28%	3294 21%	ÖV*	881 11%	652 10%	1186 6%	695 4%
Quellen	PM 10		NOx																																															
	2007	2010	2007	2010																																														
insgesamt	12954 100%	10335 100%	34831 100%	20734 100%																																														
Verkehr	7266 56%	6536 63%	5573 16%	6258 30%																																														
ÖV*	1853 14%	1379 13%	1421 4%	1320 6%																																														
Quellen	PM 10		NOx																																															
	2012	2014	2012	2014																																														
insgesamt	7969 100%	6196 /100%	20098 100%	15550 100%																																														
Verkehr	4174 52%	3091 - 50%	5622 28%	3294 21%																																														
ÖV*	881 11%	652 10%	1186 6%	695 4%																																														

	Überschreitungen von 1 - 54 für drei Messpunkte Maximale CO-Konzentrationen innerhalb von 8 Stunden im Jahr 2007 und Jahr 2008 (Schwelle - 10 µg/m³), gemessen 11,2 µg/m³ und 10,2 µg/m³; Anzahl der Überschreitungen 1-2 an vier Meßpunkten. Teil II, S. 2 Anteil der verkehrsbedingten Umweltverschmutzung in Sofia mit Stickoxiden - 50%; - Kohlenwasserstoffe und Nichtmethan flüchtige organische Verbindungen - 15%; - Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe - 10%; - SOx - unter 5%. 3. Prozentsatz der von den Ebenen von SO2, NO2 PM10 und O3 betroffenen Bevölkerung <table><tr><th rowspan="2">Bereiche zur Steuerung der Luftqualität</th><th colspan="4">Prozentsatz der betroffenen Bevölkerung</th></tr><tr><th>SO2</th><th>NO2</th><th>PM10</th><th>O3</th></tr><tr><td></td><td>*</td><td>**</td><td>***</td><td>****</td></tr><tr><td>Großgemeinde Sofia</td><td>0</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr><tr><td>Insgesamt für das Land</td><td>1,8</td><td>21,8</td><td>50,9</td><td>17,4</td></tr></table> *Abschätzung gegenüber Tagessatz i.D. = 125 µg/m³ (Schwelle für Überschreitung - nicht mehr als drei Tage im Jahr) ** Abschätzung gegenüber Jahressatz i.D = 40 µg/m³ *** Abschätzung gegenüber Tagessatz i.D = 50 µg/m³ (Schwelle für Überschreitung– nicht mehr als 35 Tage pro Kalenderjahr) **** Abschätzung gegenüber kurzfristig gesetzten Zielnorm (KIQH =120 µg/m³). Die Norm darf nicht mehr als 25-fach überschritten werden, i.D. für einen Zeitraum von 3 Jahren Quelle: https://eea.government.bg/bg/soer/2011/air/kachestvo-na-atmosferniya-vazduh	Bereiche zur Steuerung der Luftqualität	Prozentsatz der betroffenen Bevölkerung				SO2	NO2	PM10	O3		*	**	***	****	Großgemeinde Sofia	0	100	100	100	Insgesamt für das Land	1,8	21,8	50,9	17,4	NO2/m3, hourly LV of 200 µg NO2/m3 not to be exceeded more than 18 times in a calendar year. -airborne particulate matter - PM10 - 50 µg/m3 (24-hour average), not to be exceeded more than 35 times in a calendar year. <table><tr><th>Pollutant</th><th>Relative importance (based on 2007USD) with NOx, cost as reference</th></tr><tr><td>NOx</td><td>1.00</td></tr><tr><td>PM10</td><td>1.06</td></tr></table> Source: AEA Tech. /2005/; Wang et al. /1994/; Victoria Transport Policy Institute /2011/, www.vtpi.org /WBCSD. 2015/.	Pollutant	Relative importance (based on 2007USD) with NOx, cost as reference	NOx	1.00	PM10	1.06
Bereiche zur Steuerung der Luftqualität	Prozentsatz der betroffenen Bevölkerung																															
	SO2	NO2	PM10	O3																												
	*	**	***	****																												
Großgemeinde Sofia	0	100	100	100																												
Insgesamt für das Land	1,8	21,8	50,9	17,4																												
Pollutant	Relative importance (based on 2007USD) with NOx, cost as reference																															
NOx	1.00																															
PM10	1.06																															
Soil and water pollution/	Es fehlen Daten und Abschätzungen über eine erhebliche Auswirkung	es fehlen gesetzte Ziele																														

Impacts on land	Weitere Forschungen werden benötigt								es fehlen gesetzte Ziele	
Non-renewable resource use and waste handling	Biokraftstoff-Gehalt im Diesel /% vol / für den Zeitraum 2008 2014. /Anhang 6 dieser Studie/								Nationales Ziel für den Anteil an Biokraftstoffen im Zeitraum 2008 - 2020: 2,0% - 10,0 %. 10% share of biofuels in the final energy consumption - EU 2020, minimum treshold EC. 2011./.	
	Indikatoren	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		
	Gesetzlich vorgeschriebener Anteil an Biokraftstoff im Diesel /% vol /			2	3	4	5	6		
	Anteil an Biokraftstoff im insgesamt verbrauchten Diesel - nationale Ebene (%)	0,26	0,27	0,96	1,13	5,13	7,17	6,81		
Greenhouse effect	THG-Emissionen aus dem Verkehr insgesamt und aus dem ÖV in der Stadt Sofia								1. /CO. 2013/ allgemeine Reduzierung der THG-Emissionen für die Stadt Sofia um 1129 Mio t. CO2, d.h. - 22% im Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2007 /5,130 Mio t CO2/. Stand Jahr 2011 - 5799000 t CO2. Reduzierung der THG-Emissionen aus dem Verkehr um 0.256.Mio t CO2 -. 41,2% im Jahr 2020 im Vergleich zum Jahr 2007 /0.622 Mio Tonnen. CO2/ Energieeinsparen vom Transport - insgesamt - 2067,4 x MBT h - 19% im Jahr 2020 im Vergleich zum Jahr 2007 /10 x 881,0 MW h /; - vom Transport 1.466.6 tausend MW h - 50% im Jahr 2020 im Vergleich zum Jahr 2007 / 2293,1 MW h /. 2. /Covenant. 2015/ eventuelle Zustimmung des Konvents der Bürgermeister für Klima und Energie vom 15.10.2015 Ziele für das Jahr 2030 – mindestens 40% Senkung der THS-Emissionen um 2,05 Mio t CO2 weniger gegenüber dem Jahr 2007 /5,130 Mio t CO2/.	
	Denkstadt/2012/ und diese Studie /Abschnitt 4.1.2 u.Tabl.25 unten/									
	Indikatoren - tausend t CO2	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		2014
	Transport Denkstadt. 2012	622				630				
	ÖV inkl.private Unternehmen Denkstadt . 2012	184				161				
	ÖV – Abschnitt 4.1.2 und Tab. 25 unten		93,3	93,5	87,3	88,9	91,8	82,8		86,4

		3. /MOCB. 2011/ Prioritätenachse 2, Maßnahme 2. Halbieren (um 50%) der PKW-Anzahl, die konventionelle Kraftstoffen im Stadtverkehr verwenden /Jahr 2020/. 4. 0 2,75 T CO₂(eq)/cap. 10 = 0 T CO₂(eq) /cap. /WBCSD. 2015/. 5. 2015 EU target for new passenger cars (130 g CO₂/km); 2020 EU target for new passenger cars (95 g CO₂/km) 2020 Fuel suppliers to reduce lifecycle GHG of road transport fuel by 6–10 % versus 2010 fossil fuels /Fuel Quality Directive 2009/30/EC/. 2030 EU target: 20 % transport GHG reduction compared to 2008 /+ 8% on 1990 levels/; Reduction of conventionally fuelled cars in urban transport by 50 % in 2030 and by 100 % in 2050 compared to 2008. /EC. 2011./. 2050 EU target: 60 % transport GHG reduction compared to 1990. /ECa, 2011a./.
/Other impacts/	Weitere Forschungen werden benötigt	Es fehlen gesetzte Ziele

Quelle: eigene Darstellung und Quellen, die darin zitiert werden

4.2 Kohlenstoff- Fußabdruck des öffentlichen Personennahverkehrs in der Stadt Sofia im Zeitraum 2008-2014

Die Versuche zur Bestandsaufnahme der Treibhausgasemissionen aus dem öffentlichen Verkehr in Sofia sind nicht viel /БУП. 2009; Денкшадт. 2012/. Die von Denkshtadt verwendeten Emissionsfaktoren, die auch für Großbritannien anwendbar sind, berücksichtigen nicht:

- Verbindliche Anforderungen angenommen in Bulgarien zur Erhöhung des Anteils an Biokraftstoffen im Dieselmotorkraftstoff im Zeitraum 2010-2014 - von 2 auf 6 Vol%;
- Unterschiede im Brennwert und Dichte des in Bulgarien verwendeten Erdgases gegenüber dem in UK angewendeten / DEFRA. 2012 /;
- Wesentliche strukturelle Veränderungen in der Stromerzeugung und des zuwachsenden Anteil der erneuerbaren Energie am gesamten Energiemix /im Zeitraum 2008-2014/.

Detaillierte Überprüfung der verwendeten Emissionsfaktoren /DEFRA. 2012/ für Treibhausgas / CO₂/ CO₂äqv / aus der erzeugten Strom, Diesel und Erdgas, angewandt von Denkstadt zeigt die Notwendigkeit für eine neue, zuverlässige Abschätzung.

Im Anhang 6 und 7 zu dieser Arbeit werden die Ergebnisse nach einer Umberechnung der Emissionsfaktoren für Dieselmotorkraftstoff, Erdgas und Strom für den öffentlichen Verkehr in Sofia im Zeitraum 2008-2014 angegeben.

In der Tabelle unten ist einen Vergleich zwischen den sich in dieser Studie ergebenden Werten gegenüber den von Denkstadt /2012/ verwendeten Emissionsfaktoren , gemacht

Tab. 24 Vergleich zwischen den Emissionsfaktoren für die Bestimmung der Treibhausgasemissionen in dieser Studie /2008-2014/ und den verwendeten von Denkstadt /2012/ für das Jahr 2007 und 2011.

Brennstoffe/Elektroenergie	Denkstadt.2012	vorliegende Studie
Dieselmotorkraftstoff t CO₂/t	3,14	3,164 /2008/ 3,164 /2009/ 3,132 /2010/ 3,094 /2011/ 3,001 /2012/ 2,969 /2013/ 2,969 /2014/ Durchschnittswert: 3,07

CNG t CO2/t	2,76	2,69
Dichte (kg/Nm3) Erdgas	(0,705)	(0,6889)
Elektroenergie t CO2/MW h	0.819	0,703 /2008/ 0,667 /2009/ 0,663 /2010/ 0,703 /2011/ 0,645 /2012/ 0,506 /2013/ 0,542 /2014/ Durchschnittswert: 0,633

Quelle: Denkstadt /2012/ und Anhang 6 und 7 zu dieser Studie

Im Folgenden werden die aus dem öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia abgesonderten Treibhausgasemissionen und die damit verbundenen abgeleiteten Indikatoren mit einem analytischen Wert für den Zeitraum 2008-2014, dargestellt.

Sie werden durch die Formel bestimmt

$$E = AD * EF, \text{ wo:}$$

E - Treibhausgasemissionen in Tonnen sind; **AD** - die Primärdaten für den gebrauchten Kraftstoff oder Strom in Tonnen ausgedrückt wird, 1000 Nm3 MWh; **EF** - Emissionsfaktor für die jeweilige Brennstoffe oder Strom, ausgedrückt in Tonnen CO2 pro Tonne, in 1000 Nm3 oder in MW h, ist.

Tab. 25 Abgesonderte Treibhausgasemissionen aus dem öffentlichen Verkehr in der Stadt Sofia und die damit verbundenen abgeleiteten Indikatoren für den Zeitraum 2008-2014.

Bezeichnung		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1. Unternehmen Stolichen Avtobusen transport EAD - Bustransport								
1.	THG-Emissionen aus Dieselkraftstoff - t CO ₂	41992.2	39485.8	33695.0	32127.4	30475.1	29160.1	28536.8
2.	THG-Emissionen aus CNG - t (1,851 t CO ₂ /1000 Nm ³) ⁴⁰	2432.7	2418.9	2093.7	1859.1	1791.6	1495.7	1858.8
3.	THG-Emissionen, Autotransport - t CO ₂	44424.9	41904.7	35788.7	33986.6	32266.7	30655.8	30395.6
2. Unternehmen Stolichen Elektrotransport EAD - Elektrischer Transort – Strassenbahn und Trolley-Transport								
4.	THG-Emissionen - t CO ₂	37806.9	35383.8	31970.9	34033.7	31493.4	23066.7	24640.3
3. Unternehmen Metropoliten EAD – U-Bahn								
5.	THG-Emissionen - t CO ₂	11096.15	16232.2	19540.1	20898.7	28070.6	29070.4	31328.2
4. öffentlicher Verkehr in Sofia								
6	Allgemeine THG-Emissionen öffentlicher Verkehr in Sofia – t CO ₂	93327.9	93520.7	87299.8	88919.0	91830.7	82792.9	86364.1
7	t CO ₂ /1000 E. der Bevölkerung	78.45	78.44	72.66	73.60	73.94	66.25	68.72
8	t CO ₂ /1000 Fahrgäste	0.19	0.20	0.18	0.19	0.19	0.21	0.23
9	t CO ₂ /1000 km Laufleistung	1.56	1.63	1.68	1.85	1.85	1.74	1.85

Quelle: CAT EAD 2008-2014 (Unternehmen Stolichen Avtotransport EAD) Agentur für Eintragungen;/ Unternehmen CE EAD. 2008-2014 (Stolichen Elektrotransport EAD) /Agentur für Eintragungen/. Daten, die von der Geschäftsführung der Unternehmen CE EAD und Metropoliten EAD freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden. Die Daten für das Jahr 2014 für die Fahrten mit dem Bus wurden vom Unternehmen "Tourismus" /ОП Туризм. 2015, S. 9/ genommen. Alle Fahrtdaten für das jeweilige Jahr werden durch das

⁴⁰ http://eea.government.bg/bg/r-r/r-te/danni_z_a_emisionen

Center for Urban Mobility EAD geltende Methodik für die Verteilung von Einnahmen aus dem Transportdokumenten zwischen den kommunalen Verkehrsunternehmen festgelegt. Die Transportaufgabe unterscheidet sich von der allgemeinen Laufleistung der vergebenen Transportdienstleistungen und Sonderlaufleistung.

Im Folgenden sind die Treibhausgasemissionen insgesamt für Gemeinde Sofia nach Typen der Transportmittel für das Jahr 2007 und Jahr 2011 und die gestellten Ziele für deren Reduktion laut Aktionsplan für eine nachhaltige Energieentwicklung von Sofia Großgemeinde im Zeitraum 2012- 2020 /CO. 2012/ dargestellt.

Tab. 26 Reduzierung der THG-Emissionen für den Zeitraum 2007-2020 gemäß dem Aktionsplan für eine nachhaltige Energieentwicklung von Stadtverwaltung in Sofia für den Zeitraum 2012 - 2020 , Mio t CO₂ /CO. 2012/.

Sektor	2007	2011	2020	Soll-Reduzierung 2020 gegenüber dem Jahr 2007	
				Mio t CO ₂	%
insgesamt Grossgemeinde Sofia	5,13	5,797	4,003	-1,129	-22%
insgesamt Grossgemeinde Sofia*	5,252		4,096	-1 ,155	-22%
insgesamt Transport	0,622	0,629	0,366	-0,256	- 41,2%
Autopark der kommunalen Unternehmen	0,009	0,009	0,007	-0,002	- 22%
öffentlicher Verkehr	0,184	0,161	0,137	- 0,047	- 25,5%
Transport privat und für Handel	0,429	0,46	0,23	- 0,199	- 46,4%

Quelle: CO. 2012; Notiz*:

http://www.sporazumenietonakmetovete.eu/about/signatories_bg.html?city_id=2893&seap

Es macht den Eindruck der extremen Überschätzung der gesamten Treibhausgasemissionen aus dem öffentlichen Verkehr für das Jahr 2011, nämlich 161 tausend t gegen 88,9 tausend t /ohne privaten Bustransport/ nach dieser Studie. Neben der Korrektur der in dieser Studie

ausgewerteten Emissionsfaktoren, besteht sicherlich eine Überschätzung der THG-Emissionen aus dem privaten Bustransport. Als unrealistisch könnte das gesetzte Ziel zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Jahr 2020 gegenüber dem Jahr 2007 aus dem privaten /- 46,4%/ und gesamten Verkehr/- 41,2%/ betrachtet werden.

Die Erfüllung des aufgenommenen Plans, Maßnahmen und Aktivitäten, die oben aufgeführt sind sollte in allen zwei Jahren vom Gemeinderat aufgrund des Berichtes des Bürgermeisters der Großgemeinde Sofia überwacht werden. Auf jeden Fall besteht der Bedarf ein neues Register der THG-Emissionen in der Großgemeinde Sofia zu entwickeln, die erforderliche Zuverlässigkeit, Transparenz und Öffentlichkeit der Beurteilung zu gewährleisten und die Zielsetzung zur Reduzierung der THG-Emissionen und des Energieverbrauchs in den einzelnen Sektoren zu aktualisieren. Diese Maßnahmen sollten vor dem eventuellen Beitritt von Sofia zum Konvent der Bürgermeister für das Klima und Energie /am 15.10.2015/ dementsprechend vor der Annahme eines noch ehrgeizigeren Ziels für eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen von 40% bis Jahr 2030 gegenüber dem Jahr 2007 getroffen werden.

4.3. Verschiedene Städte im Vergleich

Die nachstehende Tabelle zeigt den Index der europäischen grünen Städte - European Green City Index Assessing the environmental impact of Europe's major cities, Economist Intelligence Unit /EIU. 2009/.

Tab. 27 Index der europäischen grünen Städte - European Green City Index Assessing the environmental impact of Europe's major cities /EIU. 2009/

Cities	Overall Index	CO2	T CO2 emissions per head:	Transport	Share of walking, cycling or public transport trips to work	Air quality	Environmental governance
First city in range	Copenhagen 87,31	Oslo 9,58	2.19 (Oslo)	Stockholm 8,81	93 % (Stockholm)	Vilnius 9,37	Brussels 10,00
Vienna	4; 83,34	8 Vienna 7,53	5.19	4; Vienna 8,00	68 %		7; Vienna 9,44

Sofia	29; Sofia 36,85	29 Sofia 2,95	4.32	27; Sofia 4,62	75.4 %	10 Vienna 7,59	28; Sofia 3,89

Quelle.: EIU. 2009 Es wird ein Teil der Indikatoren für die Stadt, die an erster Stelle in der Rangliste steht ,
Wien und Sofia von insgesamt 30 Städten, dargestellt. In Klammern ist den Rang / Stelle in der Rangliste /,
Name der Stadt und die Anzahl der Bewertungspunkte angegeben

Zusätzlich werden die THG-Emissionen für Sofia, Wien und Kopenhagen für das Jahr 2011
in der nachfolgenden Tabelle verglichen

Tab. 28 THG-Emissionen für Sofia, Wien und Kopenhagen für das Jahr 2011 im Vergleich –
tausend Tonnen CO₂

Bezeichnung	Sofia	Wien	Kopenhagen
insgesamt	5798	7226	2 712
Verkehr	630	2075	454
Bevölkerung Mio E	1,208	1,671	0,504

Quelle: Денкщадт. 2012; Pangerl E. 2014, S. 84. Die Abschätzungen für Wien variieren 5308 x t CO₂ bis 9021
x t CO₂ nach dem verwendeten Verfahren CVA oder BLI und Einbeziehung von Sektoren der europäischen
Regelung für den Emissionshandel -. EU ETS /Pangerl E. 2014, S. 57/

4.4 Allgemeine Abschätzung der Potentiale und der geplanten Maßnahmen und Politiken für einen nachhaltigen öffentlichen Nahverkehr in der Stadt Sofia durch Anwendung des ökologischen Fußabdrucks

Nachfolgend sind die wesentlichen Unterschiede zwischen den Vorgehen zur Entwicklung
von Plänen für eine nachhaltige Mobilität in der Stadt und der traditionellen Verkehrspläne
von Rupprecht Consult /2012/ verglichen. Es ist ersichtlich, dass von insgesamt neun
vergleichbaren Kriterien, vier davon Indikatoren für Umwelt einschließen, die sich direkt auf
das Konzept und die Anwendung von ökologischen Fußabdruck /der Text in Schwarz/
bezogen sind.

Tab. 29 Vergleich zwischen den Plänen für eine nachhaltige Mobilität in der Stadt und den traditionellen Verkehrspläne - Comparison of the SUMPS and traditional transport plans /Rupprecht Consult. 2012/

Transport Plans		Sustainable Urban Mobility Plan
Often short-term perspective without a strategic vision	Strategic level / vision	Including a long-term / strategic vision with a time horizon of 20-30 years
Usually focus on particular city	Geographic scope	Functional city; cooperation of city with neighboring authorities essential
Limited input from operators and other local partners, not a mandatory characteristic	Level of public involvement	High, citizen and stakeholder involvement an essential characteristic
Not a mandatory consideration	Sustainability	Balancing social equity, environmental quality and economic development
Low, transport and infrastructure focus	Sector integration	Integration of practices and policies between policy sectors (environment, land-use, social inclusion, etc.)
Usually not mandatory to cooperate between authority levels	Institutional cooperation	Integration between authority levels (e.g. district, municipality, agglomeration, region)
Often missing or focusing on broad objectives	Monitoring and evaluation	Focus on the achievement of measurable targets and outcomes (=impacts)
Historic emphasis on road schemes and infrastructure development	Thematic focus	Decisive shift in favor of measures to encourage public transport, walking and cycling and beyond (quality of public space, land-use, etc.)
Not considered	Cost internalization	Review of transport costs and benefits also across policy sectors

Quelle: Rupprecht Consult. 2012. Vermerk: *Im fettgedruckten Text werden Aspekte einer nachhaltigen Verkehrsplanung, die direkt mit dem Konzept und Anwendung von ökologischen Fußabdruck verbunden sind, angegeben*

Tab. 30 nachstehend werden die Strategien und Vorgehen für Verkehrsplanung in den Großstädten der Mitgliedsländer der EU darunter Sofia und Wien zeigt. Die Beurteilung der städtischen Verkehrsplanung für 21 gewählten Städte in der EU-28, die von Vertretern der zuständigen Stadtverwaltung gegeben wurden, bestätigt den Mangel an messbaren Zielen inkl. Umweltziele in den grundlegenden strategischen Dokumenten für Verkehrsplanung in der Stadt Sofia /EC, DG MOVE. 2013, „Appendix C City Survey“/. Die zitierte Studie stellt derzeitige Praxis der Verkehrsplanung in der Stadt Sofia nicht umfassend und unvollständig inkl. im Hinblick auf die Zielsetzungen dar /siehe Tabellen 22 und 23 in dieser Studie/. Dennoch sind die allgemeinen Schlussfolgerungen zuverlässig und sie bestätigen das Vorhandensein von vielen widerstreitenden Pläne, widersprüchliche oder unrealistische Ziele, mangelnde Koordination, Rückverfolgbarkeit und andere "klassische" Mängel des angenommenen Vorgehen, ein Teil davon sind typisch für traditionelle Verkehrsplanung /Ebenda, S. 347/

Tab. 30 Vorgehen zur Bewertung der Planung, der Ebene der Koordination und gezielte Maßnahmen der umgesetzten Strategien - Assessment of current planning approach and the level of coordination and targeted policy actions /EC, DG MOVE. 2013/

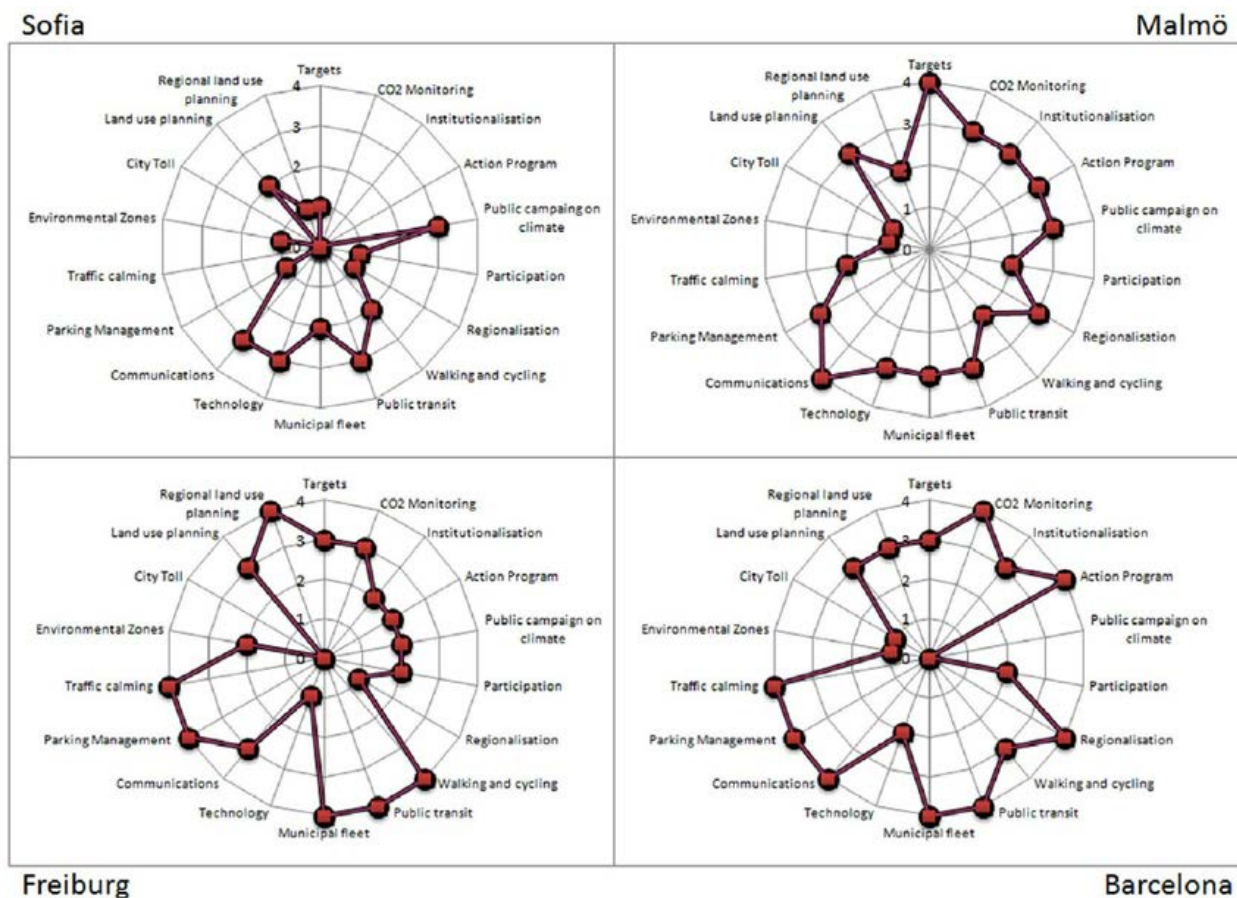
Country	No of cities	Population in cities	No/limited	Low/medium	Medium/high	High/complete
Austria	5	2,344,488	None	Some	Some	None
Belgium	7	2,488,115	None	Few	Many	Many
Bulgaria	7	2,687,217	None	Many	None	None
Czech Republic	6	2,212,657	Few	Many	Few	None
EU 28	438	180,378,070	Few	Some	Some	None

Quelle: EC/DG MOVE. 2013, S. 11-12 /es sind nur 4 Mitgliedsländer der EU gezeigt /.

Die gleiche Untersuchung von EC/DG MOVE 2013 /S.342/ betont, dass bei der Bewertung von verschiedenen alternativen Projekten und Optionen (qualitative ex-ante assessments - multi criteria analysis) für den Verkehr in der Stadt Sofia eine Reihe von Indikatoren für die Umwelt verwendet wurden. *Gleichzeitig wurde eine umfassende Umweltprüfung des Gesamtplans für einen integrierten Stadtverkehr, finanziert durch das operationelle Programm "Regionale Entwicklung, 2010-2012 nicht unternommen /Operational Programme for Regional Development – OPRD 2010 - 2012/. Der Entwicklungsplan selbst enthält kein Budget und keinen konkreten Zeitrahmen / ebenda, S. 344 /. Abschließend wird deutlich betont, dass Sofia keinen vollständigen Plan für einen nachhaltigen Verkehr /ebenda, S. 372 / hat. Die Aufnahme eines solchen Plans sollte vor der öffentlichen Anhörung der sog. strategischen Bewertung der Umwelt vorangehen - Strategic Environmental Assessment in Erfüllung der anwendbaren Richtlinie /EC. 2001/ und Art. 85, Abs. 1 des Umweltschutzgesetzes /veröffentl., Amtsblatt, Ausgabe 91, Jahr 2002 und darauffolgende Änderungen/.*

Ähnliche Schlussfolgerungen ergeben sich aus einer vergleichenden Studie, die sich auf Selbstabschätzung der Politik für Verkehr und Klima in Sofia und in drei anderen vergleichbaren Städten - Malmö, Freiburg und Barcelona basiert. Relevante Ergebnisse werden übersichtlich in Abb. 10 zusammengefasst. Es kann entnommen werden, dass für die Aufnahme der Ziele /das Verfahren der Zielsetzung/ und Überwachung der THG Emissionen die niedrige Bewertung– 1 und die maximale Bewertung – 4, ist. Eine Null-Bewertung wird beim Mangel an Aktionsplan gegeben.

Abb. 10 Selbstabschätzung der Politik für Verkehr und Klima von vier vergleichbaren Städten /Creutzig F. et al. 2012/



Quelle: Creutzig F. et al. 2012. Self-evaluation of climate transport policies of four European cities. Level 0: zero policies in this domain. Level 1: minimum quality of policies. Level 2: medium. Level 3: advanced. Level 4: state-of-the-art. The self-assessment guided by a detailed questionnaire (stacks.iop.org/ERL/7/044042/mmedia).

5. Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Potentialentwicklung des öffentlichen Nahverkehrs in der Stadt Sofia in Bezug auf den ökologischen Fußabdruck

Die vorliegende Studie bestätigt ausdrücklich den Bedarf an:

-Bestimmung von einem passenden Set, bestehend aus Schlüsselindikatoren für Umwelt für den Verkehr in der Stadt Sofia in einer vergleichbaren Form zu anderen Städten von den EU-Mitgliedsländern. Das vorgeschlagene Konzept und Format für EF und CF lassen sich als Ausgangsbasis nach dem vorläufigen Testen und mit einer zusätzlichen administrativen Informationssicherheit, verwenden;

- Erstellung von einer *öffentlich zugänglichen* Datenbank und ständige Aktualisierung danach;
- Überblick über den erreichten Zustand der Bestimmung von Schlüsselindikatoren, inkl. ihre Verwendung zur laufenden Analyse und Bewertung;
- Aufnahme von Umweltzielen,
- Die Berichterstattung über Kennzahlen und Ziele bei der Ausarbeitung von langfristigen Plänen für einen nachhaltigen Verkehr in der Stadt Sofia;
- Aufsicht der Erfüllung.

In diesem Zusammenhang sollte ein Register der THG-Emissionen festgelegt werden indem die verwendeten Emissionsfaktoren genau präzisiert und die Zuverlässigkeit der verwendeten Daten und Bewertungsmethoden beurteilt werden.

Es ist noch einmal zu betonen die erhebliche Bedeutung von der Sicherheit von vollen Transparenz der bedeutsamen Kerninformation für den Verkehr in der Stadt Sofia im Internet durch die die Webseite der Großgemeinde Sofia und des Unternehmens „Center for Urban Mobility“:

- -Verkehrsverteilung /sog. Modal Split/ nach Arten der Fahrzeugen und Reisezwecke werden moderne digitale Instrumente zur Überwachung und/oder repräsentative Bewertung verwendet;

- -Bewertung der Zahl der täglichen Fahrten und die gesamte Häufigkeit der Fahrten;
- -Die Gesamtkilometerleistung und beförderten Passagiere mit dem öffentlichen Verkehr inkl. von privaten Unternehmen, den Kraftstoffverbrauch und die Energiebewertungsmethoden und andere;
- grundlegende Auswirkungen auf die Umwelt, inkl. THG-Emissionen, Staub, NOx, Lärmbelästigung und andere Indikatoren separat für den allgemeinen Verkehr, Personenbeförderung sowie für bestimmten Komponenten der Verkehrsverteilung /Modal Split/

Nach einer vorläufigen Vorbereitung und Informationssicherheit ist voranzugehen zu:

- -Vorbereitung der aktualisierten Prognosen durch moderne Modelle der sog. Verkehrsnachfrage;
- Entwicklung und Einführung **des ersten Plan für eine nachhaltige Mobilität in der Stadt Sofia im Einklang mit den Richtlinien der EG und mit der anwendbaren guten Praxis der führenden Städte von EU-Mitgliedsländern.**

Die Umsetzung von diesem Vorgehen gibt die Chance, die Stadt Sofia in der Gruppe der mittel kritischen Städte in Bezug auf die Gesamtentwicklung und Verkehrsintensität zu bleiben. Als nächstens werden beträchtlichen Umweltauswirkungen durch Formulierung und Umsetzung der vereinbarten Ziele für Umwelt zur Reduzierung von Treibhausgasenemissionen und wesentlichen Luftschadstoffen, Lärmbekämpfung, nachhaltige Bodennutzung etc. begrenzt bzw. unter Kontrolle gesetzt. Diesem Vorgehen folgend wird eine positive Wirkung für ein ausgeglichene / stable / Entwicklung und strukturelle Veränderungen in der Beschäftigungspolitik, Bevölkerungszuwachs, Häufigkeit und Verteilung von täglichen Fahrten und andere wichtige Merkmale der Entwicklung der Stadt Sofia und den öffentlichen Verkehr ausgeübt.

Literaturverzeichnis

Quellen in Bulgarisch:

БУП. 2009. /Българско училище за политика. НБУ. Нисковъглеродна енергийна стратегия на град София.

ГИС София ЕООД/Спектри ЕООД. 2010. Разработване на план за действие за управление, предотвратяване и намаляване на шума в околната среда на агломерация София.

Денкшадт. 2012. /Denkstadt/ Грижа за Климата. Инвентаризация на емисиите на CO₂, отделени в атмосферата в резултат от потреблението на енергия на територията на Столична община. Финален доклад.

Метрополитен ЕАД. 2015. Информация за преценяване необходимостта от ОВОС на инвестиционни предложения за трети метродиаметър.

Метропроект Прага АД. 2011. /METROPROJEKT Praha a.s./. Разширение на метрото в София. Съпроводителен доклад, Юли 2011 г.

МТИТС. 2010. /Министерство на транспорта, информационните технологии и съобщенията/. Стратегия за развитие на транспортната система на Република България до 2020г.

ОП Туризм. 2015 Общинско предприятие Туризм. София – туризмът в цифри. www.visitsofia.bg

САТ ЕАД. 2008; 2009; 2010; 2012; 2013; 2014г. /Столичен автобусен транспорт ЕАД/. Годишен доклад за дейността. 2008; 2009; 2010; 2012; 2013; 2014 г./Агенция по вписванията/.

СЕ ЕАД. 2008; 2009; 2010; 2012; 2013; 2014г. /Столичен електротранспорт ЕАД/. Анализ на производствено стопанската дейност. 2008; 2009; 2010; 2012; 2013; 2014 г. /Агенция по вписванията/.

СО. 2007. Общински план за развитие, 2007-2013 г. Стратегия за развитие на Столична община до 2015г.

СО. 2009 Генерален план за организация на движението на територията на Столична община.

СО. 2012. План за действие за устойчиво енергийно развитие на Столична община, 2012 -2020 /договор РД-55-208/23.04.2012/.

ЦГМ. 2012. План за развитие на велосипедния транспорт на територията на Столична община, 2011-2017.

ЦИР/Булплан.2006. Усъвършенстване управлението на обществения пътнически транспорт в София

ЦИР/Булплан ООД. 2006а Подобряване на столичния обществен пътнически транспорт

Quellen in Deutsch und Englisch:

- ADEME. 2007. Bilan Carbone Companies and Local Authorities Version. Methodological Guide Version 5.0: Objectives and Principles for the Counting of Greenhouse Gas Emissions.
- Amekudzi A.A., Khisty C.J. and Khayesi M, 2009. Using the sustainability footprint model to assess development impacts of transportation systems. Transportation Research Part A, 43.
- Avramov, M. 2015. City of Sofia Active transport in the metropolitan century: Policies and measures to support walking and cycling and their impact on urban development.
- BSI. 2011. PAS 2050 – Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services.
- Browne et al., 2008, цитиран по Amekudzi A.A., Khisty C.J. and Khayesi M, 2009. Using the sustainability footprint model to assess development impacts of transportation systems. Transportation Research Part A, 43).
- C40/ICLEI/WRI. 2012. Global Protocol for Community Scale GHG Emissions (GPC), Pilot Version 1.0.
- Chi-Guangging, Brian Stone, 2005. Sustainability transport planning: estimating the ecological footprint of vehicle travel in future years. ASCE Journal of Urban Planning and Development, vol. 131. American Society of Civil Engineers. No. 3.
- Daxbeck H. et al. 2001. Der ökologische Fussabdruck der Stadt Wien /Project Footprint/ Endbericht /Vers. 3.05/.
- DEFRA. 2009. Guidance on How to Measure and Report your Greenhouse Gas Emissions. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London.
- DEFRA. 2012. Policy paper. 2012 greenhouse gas conversion factors for company reporting=
- EEA. 1999 Towards a transport and environment reporting mechanism (TERM) for the EU. Technical report No 18. Part 1: TERM concept and process.
- EEA. 2013. A closer look at urban transport TERM 2013: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe. Report No 11/2013
- EC. 2001. Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment.

- ECa. 2009. Communication "A Sustainable Future for Transport" COM(2009) 279.
- ECb. 2009. Communication "The Action Plan on Urban Mobility" COM(2009) 490.
- ECc. 2009. Regulation (EC) No 1221/2009 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the voluntary participation by organisations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS), repealing Regulation (EC) No 761/2001 and Commission Decisions 2001/681/EC and 2006/193/EC.
- EC. 2011. Transport White Paper COM (2011) 144.
- ECa, 2011a. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 'A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050' (COM(2011) 112 final of 8 March 2011)
- EC, 2001a. Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment.
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0042:EN:HTML>
- EC/JRC. 2010. Analysis of existing Environmental Impact Assessment methodologies for use in Life Cycle Assessment.
- EC/JRC. 2011. Analysis of Existing Environmental Footprint Methodologies for Products and Organizations: Recommendations, Rationale, and Alignment.
- EC/JRC. 2012. JRC Reference reports. The International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook.
- EC. 2013. Communication "Urban Mobility Package" COM (2013) 913.
- EC. 2016, Environmental Footprint Pilot Guidance document, - Guidance for the implementation of the EU Product Environmental Footprint (PEF) during the Environmental Footprint (EF) pilot phase, version 5.2, February 2016.
- ECOFYS.2015. The land use change impact of biofuels consumed in the EU Quantification of area and greenhouse gas impacts.
- EMTA. 2012. Barometer of Public Transport in the European Metropolitan Areas in 2009.

EP. 2001. Ecological footprinting. Final Study. European Parliament. Directorate A Division Industry, Research and Energy.

Geissler S., Thomas Macoun Th., 2001. Sustainability indicators of built environment 'State of the art. AUSTRIA. <http://cic.vtt.fi/eco/crisp/Austria-2.pdf>

GFN /Global footprint network/. 2008. Review of the 2007 Defra-commissioned report on the value of the Ecological Footprint for UK policy use.

GFN. 2009. Ecological Footprint Standards. 2009

Hodges, T. 2009. Public Transportation Role in Responding to Climate Change. US Department of transportation.

ILCD. 2010. European Commission - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance.

ISO 14001:2015. Environmental management systems -- Requirements with guidance for use

ISO 14004:2016 Environmental management systems - General guidelines on implementation

ISO 14031:2013. Environmental management — Environmental performance evaluation — Guidelines

ISO 14040:2006. Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework

ISO 14044:2006 Environmental management. Life cycle assessment - Requirements and guidelines.

ISO 14046:2014. Environmental management — Water footprint — Principles, requirements and guidelines

ISO 14064-1 : 2011. Greenhouse Gases – Part 1: Specification with Guidance at the Organization Level for Quantification and Reporting of Greenhouse Gas Emissions and Removals.

ISO 14067:2013. Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification and communication.

Jaspers. 2013. Sectoral EIA Guidelines. Bulgaria Railway Construction Projects. FINAL DRAFT

Joumard R., Gudmundsson H. et al. 2010. Indicators of environmental sustainability in transport. An interdisciplinary approach to methods (<http://cost356.inrets.fr>)

Macoun Th. 2000. Bewertungen und Bewertungsmethoden in komplexer Umwelt mit besonderer Berücksichtigung der Verkehrsplanung“ (Assessments and assessment method in a complex environment under special consideration of the transport planning). in: Beiträge zu einer ökologisch und sozial verträglichen Verkehrsplanung, 1/2000, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Technische Universität Wien.

Macoun, Th. 2005, Energy minimizing settlement structures as a precondition of energy efficient mobility, paper No.12-017, The 2005 World Sustainable Building Conference, Tokyo, Sept. 2005 (Sb05 Tokyo) Macoun, Th. 2007. Workshop k badatelsky orientovane vyuce v dopravě, CZ 1.07/2.300/45.0020

Macoun Th. 2008. Amount of Body energy versus external energy – Decisive factor for sustainable structures. From the Proceedings of the World Conference SB08 - ISBN 978-0-646-50372-1 Macoun, Th. 2013. Multimodal roads and infrastructures adjusted to transport and settlement planning principles.

Niemeijer D. and de Groot R. 2008. Conceptual framework for selecting environmental indicator sets. Ecological Indicators, vol 8, 14-25.

Rees W. 1992. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: What leaves out ? Environment and Urbanisation, Vol. 4, No 2, Oct. 1992.

Risk & Policy Analysts Ltd. 2007. A review of recent developments in, and the practical use of ecological footprinting methodologies: A report to the DEFRA.

Steenberghen, Th., et al. 2013. Study on harmonized collection of European data and statistics in the field of urban transport and mobility; Final report (revised version). MOVE/B4/196-2/2010.

Ugrinska G. 2015. Sofia Urban Transport – challenges and strategies. HoPE International Workshop, Karlsruhe.

Wackernagel M. 1994. Ecological footprint and appropriated carrying capacity: A tool for planning towards sustainability. PhD Thesis.

Walsh C. et al. 2010. The application of the Ecological Footprint in two Irish urban areas: Limerick and Belfast. Centre for Environmental Research, Chemical and Environmental Sciences Department, University of Limerick, Ireland.

Wefering Fr. 2013. Methodology for the development of a Sustainable Urban Mobility Plan: European experiences.

WRI/WBCSD. 2004. GHG Protocol. A Corporate Accounting and Reporting Standard.

WBCSD. 2015. Methodology and indicator calculation method for sustainable urban mobility.

Yildirim, Gh. 2005. The use of ecological footprint in Traffic Planing and the Comparison of the Passenger Trafic Structure between Istanbul and Vienna with this method. Master Ththesis. Vienna University of Technology.

Anhang

Anhang 1: Die Übereinstimmung der Hauptbegriffe in Englisch, Deutsch und Russisch nach ISO 14050:2009 im Zusammenhang mit dem Konzept für den ökologischen und den Kohlenstoff-Fußabdruck

Alphabetical index of English terms	Alphabetische Liste der Begriffe	Алфавитный указатель русских терминов
accreditation 5.9	Abfall 3.12	аккредитация 5.9
accreditation body 5.10	Abschneidekriterien 7.2.2.5	анализ неопределенности 7.2.1.2
affected greenhouse gas source, sink or reservoir 9.2.5	Akkreditierung 5.9	анализ правил для категории продукции 8.5.5
allocation 6.7	Akkreditierungsstelle 5.10	анализ чувствительности 7.2.1.3
ancillary input 6.17.1	Allokation 6.7	апелляция 5.25
appeal 5.25	andere indirekte Treibhausgasemission 9.1.4	аудируемый субъект 5.28
assessee 5.31.3	Anlage 3.14	аудит 5.18
assessor 5.31.4	Antragsteller des Treibhausgasprojektes 9.7.3	аудитор 5.31.1
audit 5.18	Audit 5.18	аудиторская группа 5.31
audit client 5.30	Auditauftraggeber 5.30	базовый год 9.3.1
audit conclusion 5.24	Auditfeststellungen 5.23	базовый сценарий 9.3.2
audit criteria 5.20	auditierte Organisation 5.28	валидация 5.4
audit evidence 5.21	Auditkriterien 5.20	верификация 5.1
audit findings 5.23	Auditnachweis 5.21	верификация экологического заявления 8.2.3
audit plan 5.33	Auditor 5.31.1	внутренний аудит 5.18.1
audit programme 5.32	Auditplan 5.33	воздействие на окружающую среду 3.3
audit scope 5.34	Auditprogramm 5.32	возможность модернизации 8.6
audit team 5.31	Auditschlussfolgerung 5.24	вспомогательный входной поток 6.17.1
auditee 5.28	Auditteam 5.31	входной поток 6.17
auditor 5.31.1	Auditumfang 5.34	выброс парниковых газов 9.1.1
base year 9.3.1	Aufrüstbarkeit 8.6	выбросы 6.19
baseline scenario 9.3.2	Auftraggeber 3.9	выводы аудита 5.23
BAT A.1	Aufzeichnung 4.6	выделение 6.7
best available technique A.1	Aussage über Treibhausgase 9.5.2	высшее руководство 3.5
business consequence 5.35	Auswertung 7.2.3	
carbon dioxide equivalent 9.3.5	Basisjahr 9.3.1	

category endpoint 7.2.2.4	Beratungsstelle für Treibhausgase	выходной поток 6.18
certification 3.10	9.5.3	граница системы 6.6
characterization factor 7.2.2.2	Beschwerde 5.26	группа по валидации или
client 3.9	Betriebsstoff-Input 6.17.1	верификации 5.7
CO ₂ e 9.3.5	betroffene(r) Treibhausgasquelle, -	данные о деятельности по
comparative assertion 7.2.4	senke oder	парниковым
competence 5.31.5	-speicher 9.2.5	газам 9.3.3
complaint 5.26	Bewertungsobjekt 5.31.3	документ 4.5
completeness check 7.2.3.4	Bezugsszenario 9.3.2	другой косвенный выброс
conflict of interest 5.15	Charakterisierungsfaktor 7.2.2.2	парниковых
consistency check 7.2.3.2	charakteristische Funktion eines	газов 9.1.4
consumer 8.8	Produktes 8.3.3.2	единичный процесс 6.4.1
continual improvement 4.7	CO ₂ -e 9.3.5	жалоба 5.26
controlled greenhouse gas source,	Daten-Beauftragter 7.3.1	жизненный цикл 7.1
sink or	Daten-Dokumentar 7.3.3	загрязнение A.5
reservoir 9.2.6	Datendokumentationsformat 7.4.4	задача обмена экологической
co-product 6.2.2	Daten-Erzeuger 7.3.2	информацией 8.1.4
correction 4.4.1	Datenfeld 7.4.5	заинтересованная сторона 3.6
corrective action 4.4.2	Datenqualität 7.4	заказчик 3.9
critical load A.2	Datenquelle 7.4.3	заказчик аудита 5.30
critical review 7.2.3.1	Datentyp 7.4.2	заказчик сбора данных 7.3.1
cut-off criteria 7.2.2.5	Design und Entwicklung 6.3	заклучение аудита 5.24
data commissioner 7.3.1	direkte Treibhausgasemission 9.1.2	запись 4.6
data documentation format 7.4.4	Dokument 4.5	затронутые источник,
data documentor 7.3.3	Dritter 3.7	поглотитель или
data field 7.4.5	Einrichtung 3.14	накопитель парникового газа
data generator 7.3.2	Einspruch 5.25	9.2.5
data quality 7.4	Einzelziel der	заявление о валидации 5.13
data source 7.4.3	Umweltkommunikationsziel 8.1.4	заявление о верификации 5.14
data type 7.4.2	Elementarfluss 6.9	идентификация материала 8.7
design and development 6.3	Emissionen 6.19	инвентаризационный анализ
direct greenhouse gas emission	energiebedingte indirekte	жизненного
9.1.2	Treibhausgasemission 9.1.3	цикла 7.2.1
directed action 9.4.3	Energiefluss 6.13	индикатор результативности
document 4.5	Energieinhalt nicht energetisch	деятельности 3.16.6
EASO 5.19	genutzter Rohstoffe	индикатор результативности
ECI 3.16.3	6.14	менеджмента 3.16.5

ecolabelling body 8.3.4	Entzug von Treibhausgasen;	индикатор состояния
elementary flow 6.9	Abscheidung von	окружающей среды 3.16.3
EMS 4.1	Treibhausgasen 9.1.6	индикатор экологической
energy flow 6.13	EPI 3.16.4	результативности 3.16.4
energy indirect greenhouse gas	ergänzende Erklärung 8.2.4	инициатор проекта по
emission 9.1.3	Fehlerabschätzung 7.2.1.2	парниковым газам 9.7.3
environment 3.1	funktionelle Einheit 6.5	инструментальное исследование
environmental aspect 3.2	Gebrauchstauglichkeit 8.3.3.1	5.22
environmental assessment of sites	gerichtete Tätigkeit 9.4.3	интерпретация жизненного
and	gesteuerte(r) Treibhausgasquelle, -	цикла 7.2.3
organizations 5.19	senke oder	информационная система по
environmental claim 8.2	-speicher 9.2.6	парниковым
environmental claim verification	globales Erwärmungspotenzial 9.3.4	газам 9.6.1
8.2.3	GWP 9.3.4	информационный блок (модуль)
environmental communication 8.1	Informationsmodul 8.5.3	8.5.3
environmental communication	Informationssystem zu	источник данных 7.4.3
objective 8.1.3	Treibhausgasen 9.6.1	источник парниковых газов 9.2.1
environmental communication	Input 6.17	категория воздействия 7.2.2.1
policy 8.1.1	Interessenkonflikt 5.15	категория продукции (группа
environmental communication	interessierter Kreis 3.6	однородной
strategy 8.1.2	internes Audit 5.18.1	продукции) 8.3.3
environmental communication	Klimawirksamkeit 9.3.4	качество данных 7.4
target 8.1.4	Kohlendioxid-Äquivalent; CO ₂ -e	компетенция 5.31.5
environmental condition indicator	9.3.5	конечный объект категории
3.16.3	Konsistenzprüfung 7.2.3.2	воздействия 7.2.2.4
environmental declaration 8.2.1	Koppelprodukt 6.2.2	консультационные услуги по
environmental impact 3.3	Korrektur 4.4.1	парниковым
environmental issue 5.27	Korrekturmaßnahme 4.4.2	газам 9.5.3
environmental label 8.2.1	kritische Prüfung 7.2.3.1	контролируемые источник
environmental management	Lebensweg 7.1	парникового газа,
system 4.1	Lieferkette 6.8	накопитель или поглотитель
environmental mechanism 7.2.2.3	Lizenz (für die Vergabe von Typ I	9.2.6
environmental objective 4.1.2	Umweltzeichen) 8.3.1	конфликт интересов 5.15
environmental performance 3.16	Lizenznehmer 8.3.2	корректировка 4.4.1
environmental performance	Managementleistungskennzahl	корректирующее действие 4.4.2
criterion 3.16.2	3.16.5	коэффициент выброса или
environmental performance	Materialkennzeichnung 8.7	удаления

evaluation 3.16.1	Monitoring 9.5.1	парниковых газов 9.1.8
environmental performance	MPI 3.16.5	критерии аудита 5.20
indicator 3.16.4	Nichtkonformität 4.3	критерии валидации 5.12
environmental policy 4.1.1	Nomenklatur 7.4.6	критерии верификации 5.12
environmental target 4.1.3	oberste Leitung 3.5	критерии исключения 7.2.2.5
EPE 3.16.1	Ökobilanz 7.2	критерии экологичности
EPI 3.16.4	operative Leistungskennzahl 3.16.6	продукции 8.3.3.3
explanatory statement 8.2.4	OPI 3.16.6	критерий экологической
facility 3.14	Organisation 3.4	результативности 3.16.2
feedstock energy 6.14	Output 6.18	критическая нагрузка А.2
fitness for purpose 8.3.3.1	Personal 5.11	критический анализ 7.2.3.1
functional unit 6.5	PKR 8.5.4	лицензиат 8.3.2
GHG 9.1	PKR-Prüfung 8.5.5	лицензия (для экологической
global warming potential 9.3.4	Produkt 6.2	маркировки
greenhouse gas 9.1	Produktfluss 6.11	типа I) 8.3.1
greenhouse gas activity data 9.3.3	Produktkategorie 8.3.3	мониторинг 9.5.1
greenhouse gas assertion 9.5.2	Produktkategorieregeln 8.5.4	наилучшая доступная
greenhouse gas consultancy	Produktsystem 6.1	технология А.1
services 9.5.3	Programmbetreiber 8.5.2	накопитель парниковых газов
greenhouse gas emission 9.1.1	Prozess 6.4	9.2.3
greenhouse gas emission or	Prozessenergie 6.15	направленное действие 9.4.3
removal factor 9.1.8	Prozessmodul 6.4.1	несоответствие 4.3
greenhouse gas emission	Prüfer 5.3	номенклатура 7.4.6
reduction 9.1.5	Qualifikation 5.31.5	область аудита 5.34
greenhouse gas information	qualifizierte Umweltaussage 8.2.2	обмен экологической
system 9.6.1	Reduktion der	информацией 8.1
greenhouse gas inventory 9.6.3	Treibhausgasemissionen 9.1.5	окружающая среда 3.1
greenhouse gas programme 9.4.1	Referenzfluss 6.16	оператор программы 8.5.2
greenhouse gas project 9.4.2	Repräsentant des	орган по аккредитации 5.10
greenhouse gas project proponent	Bewertungsobjektes 5.29	орган по валидации 5.5
9.7.3	Repräsentativität 7.4.1	орган по валидации или
greenhouse gas removal 9.1.6	Rohstoff 6.12	верификации 5.6
greenhouse gas removal	Sachbilanz 7.2.1	орган по верификации 5.2
enhancement 9.1.7	Sachbilanzergebnis 7.2.1.1	орган по экологическому
greenhouse gas report 9.6.2	Sachkundiger 5.31.2	маркированию 8.3.4
greenhouse gas reservoir 9.2.3	Sachverständiger 5.31.4	организация 3.4
greenhouse gas sink 9.2.2	Sensitivitätsanalyse 7.2.1.3	ответственная сторона 9.7.1

greenhouse gas source 9.2.1	Sensitivitätsprüfung 7.2.3.3	отходы 3.12
GWP 9.3.4	ständige Verbesserung 4.7	отчет по парниковым газам 9.6.2
impact category 7.2.2.1	Standort 3.13	оцениваемый субъект 5.31.3
impact category indicator	Steigerung des Entzugs von	оценка воздействия жизненного
7.2.2.1.1	Treibhausgasen 9.1.7	цикла 7.2.2
information module 8.5.3	Stufe der Zuverlässigkeit 5.16	оценка жизненного цикла 7.2
input 6.17	Systemgrenze 6.6	оценка экологической
intended user 9.7.2	THG 9.1	результативности 3.16.1
interested party 3.6	Transparenz 3.15	парниковый газ 9.1
intermediate flow 6.10	Treibhausgas 9.1	ПГ 9.1
intermediate product 6.2.1	Treibhausgasbericht 9.6.2	персонал 5.11
internal audit 5.18.1	treibhausgasbezogene	план аудита 5.33
intrusive investigation 5.22	Aktivitätsdaten 9.3.3	поглотитель парниковых газов
LCA 7.2	Treibhausgasbilanz 9.6.3	9.2.2
LCI 7.2.1	Treibhausgasemission 9.1.1	погрешность
LCI result 7.2.1.1	Treibhausgas-Emissions- oder	(неопределенность) 5.17
LCIA 7.2.2	-Entzugsfaktor 9.1.8	показатель категории
level of assurance 5.16	Treibhausgas-Programm 9.4.1	воздействия 7.2.2.1.1
licence (for type I environmental	Treibhausgasprojekt 9.4.2	поле данных 7.4.5
labelling) 8.3.1	Treibhausgasquelle 9.2.1	политика в области обмена
licensee 8.3.2	Treibhausgassenke 9.2.2	экологической
life cycle 7.1	Treibhausgasspeicher 9.2.3	информацией 8.1.1
life cycle assessment 7.2	Typ III Umweltdeklaration 8.5	последовательное улучшение 4.7
life cycle impact assessment 7.2.2	Typ III	последствие для бизнеса 5.35
life cycle interpretation 7.2.3	Umweltdeklarationsprogramm 8.5.1	потенциал глобального
life cycle inventory analysis 7.2.1	Überprüfung der Umweltaussage	потепления 9.3.4
life cycle inventory analysis result	8.2.3	поток продукции 6.11
7.2.1.1	Überwachung 9.5.1	поток энергии 6.13
management performance	UBSO 5.19	потребитель 8.8
indicator 3.16.5	Umwelt 3.1	правила для категории
material discrepancy 9.3.7	Umweltaspekt 3.2	продукции 8.5.4
material identification 8.7	Umweltaussage 8.2	предполагаемый пользователь
materiality 9.3.6	Umweltauswirkung 3.3	9.7.2
monitoring 9.5.1	Umweltbewertung von Standorten	представитель оцениваемого
MPI 3.16.5	und	субъекта 5.29
nomenclature 7.4.6	Organisationen 5.19	представительность 7.4.1
nonconformity 4.3	umweltbezogene Anbietererklärung	предупредительное действие

operational performance indicator	8.4	4.4.3
3.16.6	umweltbezogene Zielsetzung 4.1.2	предупреждение загрязнения
OPI 3.16.6	umweltbezogenes Einzelziel 4.1.3	3.11
organization 3.4	Umweltdeklaration 8.2.1	принцип «загрязнитель платит»
other indirect greenhouse gas	Umweltkennzeichnung 8.2.1	A.4
emission 9.1.4	Umweltkennzeichnung Typ I 8.3	принцип предосторожности A.3
output 6.18	Umweltkommunikation 8.1	проверка полноты 7.2.3.4
packaging 6.2.3	Umweltkommunikationsstrategie	проверка соответствия 7.2.3.2
PCR 8.5.4	8.1.2	проверка чувствительности
PCR review 8.5.5	Umweltkommunikationspolitik	7.2.3.3
personnel 5.11	8.1.1	программа аудита 5.32
polluter pays principle A.4	Umweltkriterium für Produkte	программа по парниковым газам
pollution A.5	8.3.3.3	9.4.1
precautionary principle A.3	Umweltleistung 3.16	программа экологического
prevention of pollution 3.11	Umweltleistungsbewertung 3.16.1	декларирования
preventive action 4.4.3	Umweltleistungskennzahl 3.16.4	типа III 8.5.1
procedure 4.2	Umweltleistungskriterium 3.16.2	программа экологической
process 6.4	Umweltmanagementsystem 4.1	маркировки типа I 8.3
process energy 6.15	Umweltpolitik 4.1.1	продукция 6.2
product 6.2	umwelttechnische Untersuchung	проект по парниковым газам
product category 8.3.3	5.22	9.4.2
product category rules 8.5.4	Umweltthema 5.27	проектирование и разработка 6.3
product environmental criteria	Umweltwirkungsmechanismus	прозрачность 3.15
8.3.3.3	7.2.2.3	производственный объект 3.14
product flow 6.11	Umweltzeichenvergabestelle 8.3.4	промежуточная продукция 6.2.1
product function characteristic	Umweltzustandsindikator 3.16.3	промежуточный поток 6.10
8.3.3.2	Unsicherheit 5.17	процедура 4.2
product system 6.1	Validierer 5.8	процесс 6.4
programme operator 8.5.2	Validierung 5.4	прямой выброс парниковых
qualified environmental claim	Validierungs- oder	газов 9.1.2
8.2.2	Verifizierungsstelle 5.6	разъясняющее заявление 8.2.4
raw material 6.12	Validierungs- oder	регистратор данных 7.3.3
record 4.6	Verifizierungsteam 5.7	реестр по парниковым газам
reference flow 6.16	Validierungsaussage 5.13	9.6.3
related greenhouse gas source,	Validierungskriterien 5.12	результат инвентаризационного
sink	Validierungsstelle 5.5	анализа
or reservoir 9.2.4	verantwortliche Seite 9.7.1	жизненного цикла 7.2.1.1

releases 6.19	Verbraucher 8.8	свидетельства аудита 5.21
representative of the assessee 5.29	Verfahren 4.2	связанная энергия 6.14
representativeness 7.4.1	vergleichende Aussage 7.2.4	сертификация 3.10
responsible party 9.7.1	Verifizierung 5.1	система жизненного цикла
self-declared environmental claim	Verifizierungsaussage 5.14	продукции 6.1
8.4	Verifizierungskriterien 5.12	система экологического
sensitivity analysis 7.2.1.3	Verifizierungsstelle 5.2	менеджмента 4.1
sensitivity check 7.2.3.3	Vermeidung von	создатель данных 7.3.2
site 3.13	Umweltbelastungen 3.11	сокращение выброса
supply chain 6.8	Verpackung 6.2.3	парниковых газов 9.1.5
sustainable development A.6	Vollständigkeitsprüfung 7.2.3.4	соответствие назначению 8.3.3.1
system boundary 6.6	Vorbeugungsmaßnahmen 4.4.3	сопродукция (совместная
target group 3.8	vorgesehener Anwender 9.7.2	продукция) 6.2.2
technical expert 5.31.2	wesentliche Abweichung 9.3.7	сопутствующие источник,
third party 3.7	Wesentlichkeit 9.3.6	поглотитель или
top management 3.5	Wirkungsabschätzung 7.2.2	накопитель парниковых газов
transparency 3.15	Wirkungsendpunkt 7.2.2.4	9.2.4
type I environmental labelling	Wirkungskategorie 7.2.2.1	сравнительное утверждение
programme 8.3	Wirkungskategorie-Indikator	7.2.4
type III environmental declaration	7.2.2.1.1	стратегия обмена экологической
8.5	wirtschaftliche Auswirkung 5.35	информацией 8.1.2
type III environmental declaration	Zertifizierung 3.10	существенное несоответствие
programme 8.5.1	Zielgruppe 3.8	9.3.7
uncertainty 5.17	Zielgruppe 9.7.2	существенность 9.3.6
uncertainty analysis 7.2.1.2	Zielsetzung der	сырье 6.12
unit process 6.4.1	Umweltkommunikation 8.1.3	технический эксперт 5.31.2
upgradability 8.6	zugehörige(r) Treibhausgasquelle, -	тип данных 7.4.2
validation 5.4	senke oder	третья сторона 3.7
validation body 5.5	-speicher 9.2.4	увеличение удаления
validation criteria 5.12	Zwischenprodukt 6.2.1	парниковых газов 9.1.7
validation or verification body 5.6	Zwischenproduktfluss 6.10	удаление парниковых газов 9.1.6
validation or verification team 5.7		упаковка 6.2.3
validation statement 5.13		уровень заверения 5.16
validator 5.8		устойчивое развитие A.6
verification 5.1		утверждение по парниковым
verification body 5.2		газам 9.5.2
verification criteria 5.12		уточненное экологическое

verification statement 5.14 verifier 5.3 waste 3.12		заявление 8.2.2 участок (площадка) 3.13 формат документирования данных 7.4.4 функциональная единица 6.5 функциональная характеристика продукции 8.3.3.2 характеристический коэффициент 7.2.2.2 целевая группа 3.8 цель обмена экологической информацией 8.1.3 цепочка поставки 6.8 эквивалент по двуокиси углерода 9.3.5 экологическая декларация 8.2.1 экологическая декларация типа III 8.5 экологическая задача 4.1.3 экологическая оценка участков (площадок) и организаций 5.19 экологическая политика 4.1.1 экологическая проблема 5.27 экологическая результативность 3.16 экологическая самодекларация 8.4 экологическая цель 4.1.2 экологический аспект 3.2 экологический знак 8.2.1 экологический механизм 7.2.2.3 экологическое заявление 8.2 эксперт по валидации 5.8 эксперт по верификации 5.3 эксперт по оценке 5.31.4 элементарный поток 6.9
---	--	--

		энергетический косвенный выброс парниковых газов 9.1.3 энергия процесса 6.15 эталонный поток 6.16
--	--	---

Anhang 2: Hierarchie aller 49 Kausalitätsketten / „Hierarchy of the 49 chains of causalities“ /Joumard R., Gudmundsson H. et al. 2010, S. 72/

Noise and vibrations

- . Noise:
- . Disappearance of quiet areas (chain 1)
- . Annoyance and sleep disturbance to people due to noise (chain 2)
- . Effects on human health (restricted meaning) of noise (chain 3)
- . Noise and wildlife (chain 4)
- . Vibrations (chain 5)

Accidents

- . Effect of traffic accidents on human health (chain 6)
- . Animal collision: Animal fatalities (chain 7)

Air pollution

- . Sensitive air pollution
- . Odours (chain 8)
- . Soiling (chain 9)
- . Visibility (chain 10)
- . Direct (restricted) toxicity of air pollutants
- . Direct restricted effects on human health of air pollutants (chain 11)
- . Direct ecotoxicity on fauna and flora of air pollutants (chain 12)
- . Photochemical pollution
- . Health effects of photochemical pollution (chain 13)
- . Loss of crop productivity due to photochemical pollution (chain 14)
- . Ecotoxicity on fauna and flora of photochemical pollution (chain 15)
- . Loss of cultural heritage due to photochemical pollution (chain 16)
- . (Secondary effects: greenhouse gas, acidification)

Transport, environment and sustainability

- . Acidification
- . Decrease of ecosystem health, loss of biodiversity due to acidification (chain 17)
- . Deterioration of historical buildings and other cultural assets due to acidification (chain 18)
- . Eutrophication (chain 19)

- . Dimming (chain 20)
- . Ozone depletion
- . Health effects of ozone depletion (chain 21)
- . Ecotoxicity on fauna and flora of stratospheric ozone depletion (chain 22)

Soil and water pollution

- . Pollution of soil, surface waters and groundwater
- . Effects on ecosystem health of pollution of soil, surface waters and groundwater (chain 23)
- . Health effects of pollution of soil, surface waters and groundwater (chain 24)
- . Recreational areas forbidden due to pollution of soil and surface waters (chain 25)
- . Maritime pollution
- . Effects on ecosystem health of maritime pollution (chain 26)
- . Health effects of maritime pollution (chain 27)
- . Recreational areas forbidden due to maritime pollution (chain 28)
- . Hydraulic changes and risks
- . Hydraulic changes (chain 29)
- . Hydraulic risk (chain 30)

Impacts on land

- . Land take
- . Loss of natural habitats due to land take (chain 31)
- . Degradation of ecosystems due to land take (chain 32)
- . Modification of outdoor recreation areas, due to land take (chain 33)
- . Loss of cultural heritage due to land take (chain 34)
- . Habitat fragmentation
- . Loss of ecosystem health, loss of biodiversity, due to habitat fragmentation (chain 35)
- . Reduction of living areas of people, due to fragmentation (chain 36)
- . Soil erosion (chain 37)
- . Visual qualities of landscape / townscape (chain 38)

Non-renewable resource use and waste handling

- . Non-renewable resource use (chain 39)
- . Non-recyclable waste (chain 40)
- . Direct waste from vehicles (chain 41)

Greenhouse effect (chain 42)

Other impacts

- . Electromagnetic pollution
- . Health effects of electromagnetic pollution (chain 43)
- . Effects on ecosystem health of electromagnetic pollution (chain 44)
- . Light pollution (chain 45)
- . Introduction of invasive alien species (chain 46)
- . Introduction of illnesses (chain 47)
- . Fire risk (chain 48)
- . Technological hazards (chain 49)

Anhang 3: Liste der wesentlichen Begriffe /in Englisch, Bulgarisch und Deutsch/ und Definitionen (in Englisch) laut ISO 14050: 2009, im Zusammenhang mit dem Definieren des Konzepts für den ökologischen Fußabdruck /EF/.

Begriffe			Definition
English	Български	Deutsch	
environment 3.1	Околна среда 3.1	Umwelt 3.1	3.1 Environment - surroundings in which an organization (3.4) operates, including air, water, land, natural resources, flora, fauna, humans, and their interrelation NOTE Surroundings in this context extend from within an organization to the global system. [ISO 14001:2004]
environmental condition indicator 3.16.3	Показател за състояние на ОС 3.16.3	Umweltzustandsi ndikator 3.16.3	3.16.3 environmental condition indicator ECI - specific expression that provides information about the local, regional, national or global condition of the environment (3.1) NOTE "Regional" may refer to a state, a province, or a group of states within a country, or it may refer to a group of countries or a continent, depending on the scale of the condition of the environment that the organization (3.4) chooses to consider. [ISO 14031:1999]
environmental impact 3.3	Въздействие върху ОС 3.3	Umweltauswirkun g 3.3	3.3 environmental impact any change to the environment (3.1), whether adverse or beneficial, wholly or partially resulting from an organization's (3.4) environmental aspects (3.2) [ISO 14001:2004]
environmental management system 4.1	Система за управление по ОС 4.1	Umweltmanage mentsystem 4.1	4.1 environmental management system EMS part of an organization's (3.4) management system used to develop and implement its environmental policy (4.1.1) and manage its environmental aspects (3.2) NOTE 1 A management system is a set of interrelated elements used to establish policy and objectives and to achieve those objectives. NOTE 2 A management system includes organizational structure, planning activities, sponsibilities, practices, procedures (4.2), processes and resources. [ISO 14001:2004]
environmental mechanism 7.2.2.3	Механизъм свързан с ОС 7.2.2.3	Umweltwirkungs mechanismus 7.2.2.3	7.2.2.3 environmental mechanism system of physical, chemical and biological processes for a given impact category (7.2.2.1), linking the life cycle inventory analysis results (7.2.1.1) to category indicators and to category

			endpoints (7.2.2.4) [ISO 14040:2006]
environmental objective 4.1.2	Обща цел по ОС 4.1.2	umweltbezogene Zielsetzung 4.1.2	4.1.2 environmental objective - overall environmental goal, consistent with the environmental policy (4.1.1), that an organization (3.4) sets itself to achieve [ISO14001:2004]
environmental performance 3.16	Резултатност по ОС 3.16	Umweltleistung 3.16	3.16 environmental performance measurable results of an organization's (3.4) management of its environmental aspects (3.2) NOTE In the context of environmental management systems (4.1), results can be measured against the organization's environmental policy (4.1.1), environmental objectives (4.1.2), environmental targets (4.1.3) and other environmental performance requirements. [ISO 14001:2004]
environmental performance criterion 3.16.2	Критерий за резултатност по ОС 3.16.2	Umweltleistungs kriterium 3.16.2	3.16.2 environmental performance criterion environmental objective (4.1.2), target (4.1.3), or other intended level of environmental performance (3.16) set by the management of the organization (3.4) and used for the purpose of environmental performance evaluation (3.16.1) [ISO 14031:1999]
environmental performance evaluation EPE 3.16.1	Оценка на резултатността по ОС - ОРОС 3.16.1	Umweltleistungs bewertung 3.16.1	3.16.1 environmental performance evaluation EPE process (6.4) to facilitate management decisions regarding an organization's (3.4) environmental performance (3.16) by selecting indicators, collecting and analysing data, assessing information against environmental performance criteria (3.16.2), reporting and communicating, and periodically reviewing and improving this process [ISO 14031:1999]
environmental performance indicator 3.16.4	Индикатор за резултатност по ОС 3.16.4	Umweltleistungs kennzahl 3.16.4	3.16.4 environmental performance indicator EPI specific expression that provides information about an organization's (3.4) environmental performance (3.16) [ISO 14031:1999]
environmental policy 4.1.1	Политика по ОС 4.1.1	Umweltpolitik 4.1.1	4.1.1 environmental policy overall intentions and direction of an organization (3.4) related to its environmental performance (3.16) as formally expressed by top management NOTE The environmental policy provides a framework for action and for the setting of environmental objectives (4.1.2) and environmental targets (4.1.3). [ISO

			14001:2004]
environmental target 4.1.3	Конкретна цел по ОС 4.1.3	umweltbezogene Einzelziel 4.1.3	4.1.3 environmental target detailed performance requirement, applicable to the organization (3.4) or parts thereof, that arises from the environmental objectives (4.1.2) and that needs to be set and met in order to achieve those objectives [ISO 14001:2004]
impact category 7.2.2.1	Категория на въздействие 7.2.2.1	Wirkungskategorie 7.2.2.1	7.2.2.1 impact category class representing environmental issues of concern to which life cycle inventory analysis results (7.2.1.1) may be assigned [ISO 14040:2006]
impact category indicator 7.2.2.1.1	Показател за категорията на въздействие 7.2.2.1.1	Wirkungskategorie-Indikator 7.2.2.1.1	7.2.2.1.1 impact category indicator quantifiable representation of an impact category (7.2.2.1) NOTE The shorter expression “category indicator” is used in the text of this International Standard for improved readability. [ISO 14040:2006]
Life cycle assessment LCA 7.2	Оценка на жизнения цикъл – ОЖЦ 7.2	Ökobilanz 7.2	7.2 life cycle assessment LCA compilation and evaluation of the inputs (6.17), outputs (6.18) and the potential environmental impacts (3.3) of a product system (6.1) throughout its life cycle (7.1) [ISO 14040:2006]
product category rules 8.5.4	Правила за продуктова категория rules 8.5.4	Produktkategorie regeln 8.5.4	8.5.4 product category rules PCR set of specific rules, requirements, and guidelines for developing type III environmental declarations (8.5) for one or more product categories (8.3.3) [ISO 14025:2006]

Anhang 4: Darstellung des ökologischen Fußabdrucks unter Berücksichtigung von verschiedenen Gruppen /Klassifikationen/ von Umweltauswirkungen und Kriterien der Bedeutsamkeit

Representing Environmental Footprint through Environmental impacts' alternative grouping	Environmental impacts' groupings/ and, or criteria for significance to be taken into account in the selected environmental footprint format /profile/
Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment. /EC. 2001./.	The likely significant effects on the environment – Necessary Information to be provided under Article 5(1): (a) an outline of the contents, <i>main objectives of the plan or programme</i> and relationship with other relevant plans and programmes; (b) the <i>relevant aspects of the current state of the environment and the likely evolution thereof without implementation of the plan or programme</i>; (c) the <i>environmental characteristics of areas likely to be significantly affected</i>; (d) any <i>existing environmental problems which are relevant to the plan or programme including</i>, in particular, those relating to any areas of a particular environmental importance, such as areas designated pursuant to Directives 79/409/EEC and 92/43/EEC; (e) the <i>environmental protection objectives, established</i> at international, Community or Member State level, which are relevant to the plan or programme and the way those objectives and any environmental considerations have been taken into account during its preparation; (f) the <i>likely significant effects</i> (secondary, cumulative, synergistic, short, medium and long-term permanent and temporary, positive and negative effects) on the environment, including on issues such as biodiversity, population, human health, fauna, flora, soil, water, air, climatic factors, material assets, cultural heritage including architectural and archaeological heritage, landscape and the interrelationship between the above factors; (g) the <i>measures envisaged to prevent, reduce and as fully as possible offset any significant adverse effects on the environment</i> of implementing the plan or programme; (h) an outline of the reasons for selecting the alternatives dealt with, and a description of how the assessment was undertaken including any difficulties (such as

	technical deficiencies or lack of know-how) encountered in compiling the required information;
Hierarchy of objectives in the environmental field according to Rousval (2005) or Rousval and Maurin (2008) /Citation Joumard R., Gudmundsson H. et al. /2010., p. 65/.	Master the environment At global scale Preserve an environment in favour of the human life Limit the greenhouse effect Limit the climate change Protect the ozone layer Preserve the natural resources Limit the extinction of natural species Limit the extinction of natural environment Limit the energy consumptions Limit the maritime pollution Limit the production of non-recyclable waste At local scale Concerning the natural environment Limit the soil degeneration Protect fauna Protect flora Preserve landscapes Limit the excessive concreting Concerning the human environment Concerning the public health Limit the effects of air pollution Of the pollution peaks

	Of the background pollution Limit the effects of the hazards Limit the health impacts of noise Concerning the quality of life Limit the annoyance Due to noises Dues to fumes Dues to odours Improve the townscape Preserve the cultural legacy Respect the areas « villages » Preserve habitats from soiling
„Hierarchy of the 49 chains of causalities“ /Joumard R., Gudmundsson H. et al. 2010, p 72/	As per Annex 2 to this work

Anhang 5: Der öffentliche Verkehr in der Stadt Sofia - Gesamtkilometerleistung, beförderte Passagiere, Kraftstoff- und Stromverbrauch, Emissionsfaktoren, THG-Emissionen und abgeleitete Indikatoren für den Zeitraum 2008-2014.

Bezeichnung		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1. Unternehmen Stolichen Avtobusen transport EAD - Bustransport								
1.	Kilometerleistung pro Jahr tausend km	40585.07	37818.09	33106.55	29408.00	30128.00	28658.00	28445.00
2.	beförderte Passagiere tausend E	260203.6	245862.0	235970.9	233159.2	232540.2	171029.5	157289.4
3.	Diesel Brennstoff Liter	15858396	14911854	12857405	12410235	12134807	11738697	11487787
4.	Diesel Brennstoff –Tonnen (1195 l/t)	13270.62	12478.54	10759.33	10385.13	10154.65	9823.18	9613.21
5.	Erzeugte Energie - Diesel Brennstoff – MWh /11,75 MWh/t/	155929.8	146622.8	126422.2	122025.3	119317.1	115422.3	112955.2
6.	Emissionsfaktor – tCO ₂ / t Diesel /Anhang 6/	3.1643	3.1643	3.1317	3.0936	3.0011	2.9685	2.9685
7.	Emissionsfaktor THG von Diesel - t CO ₂	41992.24	39485.84	33695.01	32127.45	30475.12	29160.10	28536.82
8.	CNG –tausend NM ³	1314.256	1306.757	1131.132	1004.371	967.871	808.025	1004.184
9.	Emissionen THG von CNG - t (1,851 t CO ₂ /1000 NM ₃) ⁴¹	2432.7	2418.8	2093.7	1859.1	1791.5	1495.7	1858.7
10.	Erzeugte Energie von CNG - MWh (9,348 MWh/1000 NM ₃)/ ⁴²	12404.09	12333.31	10675.75	9479.36	9134.87	7626.23	9477.60

⁴¹ http://eea.government.bg/bg/r-r/r-te/danni_zh_emisionen

⁴² Emissionsfaktor 0,033653 TJ/1000 NM₃. siehe http://eea.government.bg/bg/r-r/r-te/danni_zh_emisionen

11.	THG -Emissionen, Autotransport – t CO2	44424.9	41904.7	35788.7	33986.5	32266.7	30655.8	30395.6
12.	insgesamt verbrauchte Energie - MWh	168333.9	158956.2	137097.9	131504.7	128452.0	123048.6	122432.8
2. Unternehmen Stolichen Elektrotransport EAD - Elektrischer Transort								
1.	Kilometerleistung pro Jahr - tausend km	18469.00	18009.10	16723.80	16580.50	16773.77	15633.74	14936.99
2.	beförderte Passagiere tausend E.	198073	188056	179970	177941	177394	148929	132233
3.	Verbrauchte Stromenergie - MWh	53779.32	53049.16	48221.58	48412.10	48827.03	45586.46	45461.80
4.	Kraftbetriebene Energie - MWh	49848.12	48811.78	44066.16	44130.08	44668.06	41463.32	40778.88
6.	Emissionsfaktor – tCO2/MWh /Anhang 8/	0.703	0.667	0.663	0.703	0.645	0.506	0.542
7.	Emissionen THG - tCO2	37806.86	35383.79	31970.91	34033.71	31493.43	23066.75	24640.29
2.1 Strassenbahn Transport								
1.	Kilometerleistung pro Jahr tausend km	11534.00	11205.70	10290.50	10185.53	10443.35	9830.96	9155.61
2.	beförderte Passagiere tausend E.	133869	126999	121498	120138	119901	105554	95348
2.2 O-Bus Transport								
1.	Kilometerleistung pro Jahr tausend km	6935.00	6803.30	6433.30	6394.98	6330.42	5802.78	5781.37
2.	beförderte Passagiere tausend E.	64204	61057	58472	57803	57493	43375	36885

3. Unternehmen Metropolen EAD – U-Bahn								
1.	Kilometerleistung pro Jahr tausend km	885.5	1498.3	2151.2	2165.8	2668.9	3386.1	3394.4
2.	beförderte Passagiere tausend E.	28184,5	41740,7	59420,7	60752,2	65742,9	77346,4	85612,1
3.	Stromenergie MWh	15784.00	24336.28	29472.26	29727.90	43520.33	57451.38	57801.13
4.	Kraftbetriebene Stromenergie MWh	7900.00	11770.00	17500.00	17560.80	24012.00	28500.05	30665.62
5.	Emissionsfaktor - tCO ₂ /MWh /Anhang 8/	0.703	0.667	0.663	0.703	0.645	0.506	0.542
6.	Emissionen THG - t CO ₂	11096.15	16232.30	19540.11	20898.71	28070.61	29070.40	31328.21
4. Öffentlicher Verkehr in Sofia								
1.	Bevölkerung – tausend E	1189.6	1192.3	1201.5	1208.10	1242.00	1249.70	1256.70
2.	Gesamtanzahl der Fahrgäste tausend E.	486461.1	475658.7	475361.6	471852.4	475677.1	397304.9	375134.5
3.	Gesamtkilometerleistung tausend km	59939.57	57325.49	51981.55	48154.30	49570.67	47677.84	46776.39
4.	Verbrauchte Energie - MWh	237897.3	236341.6	214791.8	209644.7	220799.3	226086.4	225695.8
5.	Verbrauchte Energie - TJ	856.430	850.830	773.250	754.721	794.878	813.911	812.505
6.	Energie - MWh/1000 E	0.49	0.50	0.45	0.44	0.46	0.57	0.60
7.	Energie in MWh /1000 km Kilometerleistung	3.97	4.12	4.13	4.35	4.45	4.74	4.82
8.	Energie MWh/1000 E der Bevölkerung.	199.98	198.22	178.77	173.53	177.78	180.91	179.59
9.	Energie in TJ/1 Mio Fahrgäste	1.76	1.79	1.63	1.60	1.67	2.05	2.17

10.	Energie in TJ/1000 E der Bevölkerung.	0.72	0.71	0.64	0.62	0.64	0.65	0.65
11.	Energie in TJ/1 Mio km Kilometerleistung	14.29	14.84	14.88	15.67	16.04	17.07	17.37
12.	Gesamtemissionen THG öffentlicher Verkehr in Sofia– t CO2	93327.9	93520.7	87299.8	889198.0	91830.7	82792.9	86364.1
13.	t CO2/1000 E der Bevölkerung	78.45	78.44	72.66	73.60	73.94	66.25	68.72
14.	t CO2/1000 Fahrgäste	0.19	0.20	0.18	0.19	0.19	0.21	0.23
15.	t CO2/1000 km Kilometerleistung	1.56	1.63	1.68	1.85	1.85	1.74	1.85

Quelle: Unternehmen Stolichen Autobustransport EAD Jahresbericht für den Zeitraum 2008-2014 / Agentur für Eintragungen /; Unternehmen Stolichen Elektrotransport EAD Analyse der Produktions- und Wirtschaftstätigkeit für den Zeitraum 2008-2014 / Agentur für Eintragungen /. Daten, die von der Geschäftsführung der Unternehmen Stolichen Elektrotransport EAD und Metropolitens EAD freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurden. Die Daten für das Jahr 2014 für die Fahrten mit dem Bus wurden aus der Veröffentlichung des kommunalen Unternehmens "Tourismus" /ОП Туризъм. 2015, S. 9 / entnommen. Alle Fahrtdaten für das jeweilige Jahr werden durch vom Center for Urban Mobility EAD angewendete geltende Methodik für die Verteilung von Einnahmen aus dem Transportdokumenten zwischen den kommunalen Verkehrsunternehmen festgelegt. Die Transportaufgabe weicht von der allgemeinen Laufleistung der vergebenen Transportdienstleistungen und Sonderlaufleistung, ab.

Anhang 6: Bestimmung der Emissionsfaktoren für Treibhausgasemissionen aus Diesel Kraftstoff in Unternehmen Stolichen Autobusen transport EAD – (Bustransport) für den Zeitraum 2008-2014.

Emissionsfaktoren aus Mineraldiesel Brennstoff und Diesel Brennstoff mit 3,6 % Biokraftstoffanteil/DEFRA, 2012/

Converting fuel types by unit mass	Units	t CO ₂ /t	t CO ₂ /t	t CO ₂ /t
		Scope 1	Scope 3	Total
Diesel (average biofuel blend 3,6% unit volume, 3,3% unit energy)	tonnes	3,0468	0,6937	3,7642
Diesel (100% mineral diesel)	tonnes	3,1643	0,6722	3,8604

Quelle: Greenhouse gas conversion factors for company reporting 2012, DEFRA

Zur Ermittlung des geschätzten Emissionsfaktors des in Unternehmen Stolichen Autobusen transport EAD verwendeten Dieselkraftstoffs wird folgende Formel zur Abrechnung der normativen Erhöhung des Gehaltes von Biokraftstoff in Diesel in Volumenprozenten / siehe die folgende Tabelle / verwendet:

$$E = E_{\text{mineral diesel DEFRA}} * \{1 - Y / [\text{Average biofuel blend } 3,6\% / (1 - E_{\text{mineral diesel DEFRA}} / E_{\text{biodiesel } 3,6\% \text{ DEFRA}})]\}$$

Der Durchschnittswert für das Jahr 2011 und 2008 (Vorjahr 2007), die durch die obige Formel (3,12895 t CO₂ / t) berechnet wurde, ist nahliegend dem Wert des Emissionsfaktors für Diesel (3,14 t CO₂ / t), verwendet bei Emission Inventory der Stadt Sofia für das Jahr 2007 und 2011 /Denkstadt. 2012 /. Die Differenz von 0,35% zeigt die Zuverlässigkeit der obigen Formel für eine genauere Bewertung der CO₂-Emissionen für den gesamten Zeitraum /2008-2013/ auf.

Bewertung der Emissionsfaktoren für Mineraldiesel und Diesel, beigemischt mit Biokraftstoffen im Unternehmen CA EAD (Stolichen Avtobusen transport EAD) für den Zeitraum 2008-2014.

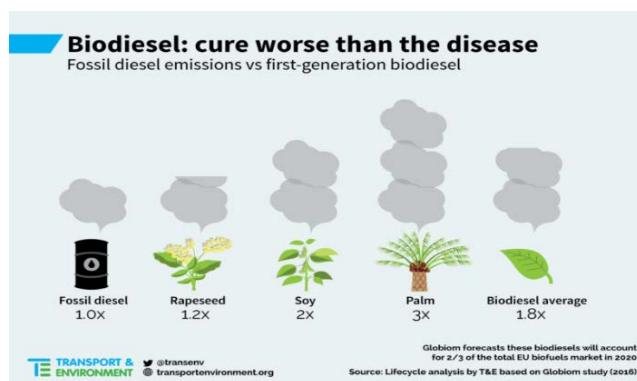
Bezeichnung	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Gesetzlich vorgeschriebener Anteil an Biokraftstoffen für Diesel / Volumenprozent vol %/			2	3	4	5	6
Anteil an Biokraftstoffen am Gesamtverbrauch von Diesel – auf nationaler Ebene (%)	0,26	0,27	0,96	1,13	5,13	7,17	6,81
Bewertung für den Biokraftstoffgehalt im Diesel / 2008-2011 / und der in den Normen vorgeschriebene Gehalt / 2012-2014 / - Y (Volumenprozent vol %)	0	0	1	2,167	5	6	6
Der geschätzte Emissionsfaktor für Dieselmotorkraftstoff in CA EAD /E/ (t CO₂/t)	3,164	3,164	3,132	3,094	3,001	2,969	2,969

Quelle: Nationales Statistisches Institut /HCII/; Art. 24, Abs 1 des Gesetzes über erneuerbare und alternative Energiequellen und Biokraftstoffe und Art. 47, Abs. 1 des Gesetzes für erneuerbare Energie; Greenhouse gas conversion factors for company reporting 2012, DEFRA.

<http://www.defra.gov.uk/publications/2012/05/30/pb13773-2012-ghg-conversion/>

Wir möchten auf die wachsende Zahl von Untersuchungen und Einschätzungen über die Schäden von Biodiesel, der durch heutigen Technologien erzeugt wird gegenüber der Nutzung fossiler Brennstoffe /ECOFYS.2015./ hinweisen. Siehe auch die folgende Abbildung.

Biodiesel: die Arzneimittel, die schlimmer als die Krankheit ist.



Quelle: <http://www.euractiv.com/section/climate-environment/news/biodiesel-worse-for-the-environment-than-fossil-fuels-warn-green-campaigners/>

Bestimmung von Treibhausgas-Emissionsfaktoren von Erdgas

Der Emissionsfaktor für Erdgas in Bulgarien im Zeitraum 2008-2014 wurde von den durchschnittlichen Daten für Monat März 2012 bestimmt /Zertifikat von Bulgartransgaz EAD, am Ausgang der Leitung der Gasverteilerstation – 1, Bereich Botewgrad / wie folgt:

- Dichte	-	0,6889kg/Nm ³
- Brennwert - unterer Heizwert/ net calorific value /	-	8040 kcal/Nm ³

Beim Konvertieren von Heizwert ergeben sich folgende Werte⁴³:

9.348108 MW h / 1000 Nm³

0,0336 TJ / 1000 Nm³.

⁴³ Diese Bewertung wurde durch die Exekutivagentur für Umwelt bestätigt, veröffentlicht:
http://eea.government.bg/bg/r-r/r-te/danni_za_emisionen

Anhang 7: Bestimmung der Emissionsfaktoren über die Treibhausgasemissionen aus dem Stromerzeugung, anwendbar für öffentlichen Verkehr in Sofia für die Zeit 2007-2014

Bezeichnung	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
THG Emissionen CO2 äqv - tausend t /HCl/	60036	54858	48412	49857	59316	54558	45834	48603
CO2 tausend t Wärmeenergie, Strom und Heizung von öffentlichen Gebäuden /HCl, CORINAIR/	35320,8	34811,3	30652,5	30988,2	40307,4	34740,0	28883,0	30805,1
Anteil der erneuerbaren Energie am Verbrauch von Kraftstoffen im Verkehr	0,4	0,5	0,5	1,0	0,4	0,3	5,6	5,3
CO2 tausend t für Stromenergie /IAOC/	29590,4	31108,9	28411,3	30393,8	35214,5	30248,7		
THG Emissionen CO2 äqv tausend t Strom /IAOC/	29715,4	31238,8	28529,3	30519,8	35361,9	30554,1		
Brutto Stromerzeugung GWh /HCl/	42875	44423	42789	46011	50330	47406	44040	47193
Berechnete CO2 Tonnen/ MWh	0,690	0,700	0,664	0,661	0,700	0,639		
Berechnete t CO2 äqv/MWh	0,693	0,703	0,667	0,663	0,703	0,645		
Bewertung / Prognose von MOCB für tCO2 äqv/MWh					0.616	0.616	0.616	0.600

dritter National Bericht erneuerbare Energiequellen tCO ₂ äqv/ MWh					0,711	0,672	0,506	0,542
Emissionsfaktoren in dieser Studie tCO ₂ äqv/MWh	0,693	0,703	0,667	0,663	0,703	0,645	0,506	0,542

Quelle: Nationales Statistisches Institut /HCU/ Executive Umweltagentur /IAOC/; Allgemeine Information über Stromerzeugung und Treibhausgasemissionen des Elektrizitätssystems der Republik Bulgarien für den Zeitraum 2011-2013, Ministerium für Umwelt und Wasser /MOCB/. 2014.

http://www.moew.government.bg/files/file/Climate/Climate_Change_Policy_Directorate/IECCP/AKTUALNO/EmissionFactors.pdf ; National inventory report for Greenhouse Gas Emissions Submission under the UNFCCC and the Kyoto Protocol., 2014, S. 109, 111-112

http://eea.government.bg/bg/dokladi/dokumenti/BG_NIR_2014_15_April.pdf ; dritter National Bericht über die Fortschritt Bulgariens bei der Förderung und Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. Dezember 2015., S. 74 <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/progress-reports> und eigene Berechnungen.

Ergänzender Vergleich: Durchschnittlicher Emissionsfaktor - t CO₂ / MWh für den Zeitraum 2011-2013 und Prognose für den Zeitraum 2013-2014 von Ministerium für Umwelt und Wasser /MOCB/.

Jahr	2011- 2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Durchschnittlicher Emissionsfaktor tCO₂ / MWh	0.616	0.600	0.555	0.577	0.549	0.536	0.526	0.534

Quelle: Ministerium für Umwelt und Wasser /MOCB, 2014/ Berechnung und Prognose für den Emissionsfaktor von Treibhausgasen für das nationale Stromnetz der Republik Bulgarien für den Zeitraum 2014 -2020

http://www.moew.government.bg/files/file/Climate/Climate_Change_Policy_Directorate/IECCP/AKTUALNO/Bulgaria_EGEF_2014.pdf und

http://www.moew.government.bg/files/file/Climate/Climate_Change_Policy_Directorate/IECCP/AKTUALNO/EmissionFactors.pdf

Anhang 8: Bewertung der durchschnittlichen Tageskilometerleistung, Anzahl der Fahrten, Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen beim Taxifahren in der Stadt Sofia
/Durchschnittswert berechnen in der Zeit 2014-2015/.

Bezeichnung	Wert	maximal
durchschnittliche Anzahl der lizenzierten Taxis in der Stadt Sofia in den letzten Jahren / BG- 23000 /	8000	
Anteil im informellen Sektor%	2	
Anzahl der Kurse für eine Arbeitsschicht 8-12 Std. / 60% in zwei Schichten, 40% in einer Schicht /	12	15 maximal
Anzahl der Passagiere pro Kurs	1,1	
Gesamtzahl der Taxi Kurse pro Tag - / 40% - in einer Schicht; 60% in zwei Schichten/.	19,2	9422:300 (Arbeitstage) = 31 ist das Maximum.
Gesamtzahl der Kurse täglich 8000, 19.2 Kurse	153 600	
Gesamtzahl der Passagiere /Fahrten 1.1 E/ Kurs /	168 960	
Die durchschnittliche tägliche Zahl der Fahrten mit Taxi / 365 Tage /	138 871	
Durchschnittlich bezahlte Kilometerleistung für 1 Taxi - km / 55% der gesamten Tageskilometerleistung /	135	57945 км.: 300 =193 km pro Tag. Pro Schicht - 96,58 km.
Durchschnittliche Entfernung eines Kurses – in km 96 km, 12 Kurse	7	57944 : 9422 (Kursanzahl pro Jahr) - 6.15 km.
durchschnittliche tägliche Gesamtkilometerleistung für 1 Taxi	250	
Gesamt Tageskilometerleistung - Millionen km	2	
Gesamtjahreskilometerleistung / 300 Arbeitstage/ -.. Millionen km	600	
Jahreslaufleistung separat für Methan und Erdgas / 1:1 Methan und LPG / - Millionen km	300	
Gebrauchtes Methan - t (5 kg / 100 km)	15000	
Der Energieverbrauch Methan (13,57 MW h / t) MW h	203550	
TCO2Emissionen aus Methan - 0,198 t CO2 / MW h	40300,3	
Gebrauchte LPG - Tonnen (10 l / 100 km; 1968 l/t)	15244,0	
Energieverbrauch LPG - MW h (12,78 MW h / t)	194817,1	
TSO2 Emissionen von LPG - 0,227 t CO2 / MWh	442234,5	

Quelle: Interview mit Dpl.Ing. Spas Atanasov, Vorsitzender der Branchenkammer der Taxifahrer am 30.05.2016, anwendbare -Emissions- und Konversionsfaktoren und eigene Berechnungen

Anhang 9: Bulgarian primary and secondary legislation related to urban transport and environmental protection

№	LAWS	ЗАКОНИ
1.	Law on Spatial Development (SG 1 of 02/01/2001, as last amended and supplemented SG 28 of 19/03/2013)	Закон за устройство на територията, (обн., ДВ, бр. 1 от 02.01.2001 г., посл. изм. и доп., ДВ, бр. 28 от 19.03.2013 г.)
2.	Law on Regulation and Build-up of Sofia Municipality, 2007/	Закон за устройството и застрояването на Столична община, 2007 г.
3.	Law and Regulation on the road traffic, 2009	Закон за движението по пътищата, 1999г.
4.		
5.	Law on Environmental Protection (SG 91 of 25/09/2002, as last amended and supplemented SG 27 of 15/03/2013)	Закон за опазване на околната среда, (обн., ДВ, бр. 91 от 25.09.2002 г., посл. изм. и доп., ДВ, бр. 27 от 15.03.2013 г.)
6.	Law on Clean Ambient Air (SG 45 of 28/05/1996, as last amended SG 102 of 21/12/2012)	Закон за чистотата на атмосферния въздух, (обн., ДВ, бр. 45 от 28.05.1996 г., посл. изм. ДВ бр. 102 от 21.12.2012 г.)
7.	Law on Waste Management (SG 53 of 13/07/2012)	Закон за управление на отпадъците (обн., ДВ, бр. 53 от 13.07.2012 г.,)
8.	Law on Soils (SG 89 of 06/11/2007, as last amended SG 92 of 22/11/2011)	Закон за почвите (обн., ДВ. бр. 89 от 06.11.2007 г., посл. изм. ДВ, бр. 92 от 22.11.2011 г.)
9.	Law on the liability for prevention and remediation of environmental damages (SG 43 of 29/04/2008, as last amended SG 53 of 13/07/2012)	Закон за отговорността за предотвратяване и отстраняване на екологични щети (обн., ДВ, бр. 43 от 29.04.2008 г., посл. изм. ДВ, бр. 53 от 13.07.2012 г.)
	Law on Biological Diversity (SG 77 of 09/08/2002, as last amended and supplemented SG 27 of 15/03/2013)	Закон за биологичното разнообразие (обн., ДВ, бр. 77 от 09.08.2002 г., посл. изм. и доп. ДВ, бр. 27 от 15.03.2013 г.)
10.	Law on Protected Areas (SG 133 of 11/11/1998, as last amended SG 27 of 15/03/2013)	Закон за защитените територии (обн. ДВ, бр. 133 от 11.11.1998 г., посл. изм. ДВ, бр. 27 от 15.03.2013 г.)
11.	Law on Waters (SG 67 of 27/07/1999, as last amended SG 82 of 26/10/2012)	Закон за водите (обн., ДВ, бр. 67 от 27.07.1999 г.; посл. изм., ДВ. бр. 82 от 26.10.2012 г.)
12.	Law on Protection Against Environmental Noise (SG 74 of 13/09/2005, as last supplemented SG 32 of 24/04/2012)	Закон за защита от шума в околната среда (обн., ДВ, бр. 74 от 13.09.2005 г., посл. доп. ДВ, бр. 32 от 24.04.2012 г.)

№	LAWS	ЗАКОНИ
13.	Law on Protection Against the Harmful Impact of Chemical Substances and Mixtures (title amended SG 114/2003, SG No. 63/2010, effective 13.08.2010, promulgated SG 10 of 04/02/2000, as last amended and supplemented SG 84 of 02/11/2012)	Закон за защита от вредното въздействие на химичните вещества и смеси (загл. изм. ДВ, бр. 114 от 2003 г., бр. 63 от 2010 г., в сила от 13.08.2010 г., обн., ДВ, бр. 10 от 04.02.2000 г., посл. изм. и доп., бр. 84 от 02.11.2012 г.)
14.	Law on Access to Spatial Data (SG 19 of 09/03/2010)	Закон за достъп до пространствени данни (обн., ДВ, бр. 19 от 09.03.2010 г.)
15.	Law on Protection of Agricultural Lands (SG 35 of 24/04/1996,)	Закон за опазване на земеделските земи (обн., ДВ, бр. 35 от 24.04.1996 г., посл. изм., ДВ, бр. 27 от 15.03.2013 г.)
16.	Law on Health (SG 70 of 10/08/2004, as last amended SG 30 of 26/03/2013)	Закон за здравето (обн., ДВ, бр. 70 от 10.08.2004 г., посл. изм. ДВ, бр. 30 от 26.03.2013 г., в сила от 1.01.2014 г.);
17.	Law Cultural Heritage (SG 19 of 13/03/2009, as last amended and supplemented SG 15 of 15/02/2013, in force as of 01/01/2014)	Закон за културното наследство (обн., ДВ, бр. 19 от 13.03.2009 г., посл. изм., ДВ. 15 от 15.02.2013 г., в сила от 01.01.2014 г.)
18.	Law on Rail Transport (SG 97 of 28/11/2000, as last amended and supplemented SG 15 of 15/02/2013, in force as of 01/01/2014)	Закон за железопътния транспорт (обн., ДВ, бр. 97 от 28.11.2000 г., посл. изм. и доп. ДВ, бр. 15 от 15.02.2013 г., в сила от 01.01.2014 г.)
19.	Law on Geodesy and Cartography (SG 29 of 07/04/2006, as last amended SG 77 of 09/10/2012)	Закон за геодезията и картографията (обн., ДВ, бр. 29 от 07.04.2006 г., посл. изм., ДВ, бр. 77 от 09.10.2012 г.)
20.	Law on Cadastre and the Property Register (SG 34 of 25/04/2000, as last amended SG 15 of 15/02/2013, in force as of 01/01/2014)	Закон за кадастъра и имотния регистър (обн., ДВ, бр. 34 от 25.04.2000 г., посл. изм., ДВ, бр. 15 от 15.02.2013 г., в сила от 1.01.2014 г.)
21.	Law on Ratification of the Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context (SG 28 of 28/03/1995)	Закон за ратифициране на Конвенцията за оценка на въздействието върху околната среда в трансграничен контекст (обн., ДВ, бр. 28 от 28.03.1995 г.)
22.	Law on Ratification of the Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-making and Access to Justice in Environmental Matters (SG 91 of 14/10/2003)	Закон за ратифициране на Конвенцията за достъпа до информация, участието на обществеността в процеса на вземането на решения и достъпа до правосъдие по въпроси на околната среда (обн., ДВ, бр. 91 от 14.10.2003 г.)

№	LAWS	ЗАКОНИ
23.		
	Ordinances	НАРЕДБИ
24.	Municipal ordinance on the organization of road traffic on the territory of the Sofia Municipality, 2005г.	Наредба за организация на движението на територията на Столична община, 2005
25.	Ordinance No 2p 29/06/2004 on planning and design of transport – communication systems in the urbanized areas/	НАРЕДБА № 2 от 29 юни 2004 г. за планиране и проектиране на комуникационно-транспортните системи на урбанизираните територии
26.	Ordinance No 1 on organization of the road traffic Ministry of the regional development and welfare, 2001	НАРЕДБА No 1 от 17.01г. за организиране на движението по пътищата, 2001, МРРБ
27.	Ordinance on the conditions and the order for implementing environmental impact assessment (adopted by Council of Ministers Decree (CMD) No. 59 of 07/03/2003, prom. SG 25 of 18/03/2003, as last amended and supplemented SG 94 of 30/11/2012)	Наредба за условията и реда за извършване на оценка на въздействието върху околната среда (загл. изм. ДВ, бр. 3 от 2006 г., приета с ПМС № 59 от 07.03.2003 г., обн., ДВ, бр. 25 от 18.03.2003 г., посл. изм. и доп. ДВ, бр. 94 от 30.11.2012 г.)
28.	Ordinance on the development of management plans for protected areas (adopted by CMD No. 7 of 08/02/2000, prom. SG 13 of 15/02/2000, as amended and supplemented SG 55 of 20/07/2012)	Наредба за разработване на планове за управление на защитени територии (приета с ПМС № 7 от 08.02.2000 г., обн., ДВ, бр. 13 от 15.02.2000 г., изм. и доп., ДВ, бр. 55 от 20.07.2012 г.)
29.	Ordinance No. 2 of 18/12/2006 on the conditions and the procedure for the establishment and the functioning of the National System for Monitoring of the Status of the Biological Diversity (SG 3 of 12/01/2007)	Наредба № 2 от 18.12.2006 г. за условията и реда за създаването и функционирането на Националната система за мониторинг на състоянието на биологичното разнообразие (обн., ДВ, бр. 3 от 12.01.2007 г.)
30.	Ordinance No. 5 of 01/08/2003 on the conditions and the procedure for preparation of action plans for plant and animal species (SG 73 of 19/08/2003)	Наредба № 5 от 01.08.2003 г. за условията и реда за разработване на планове за действие за растителни и животински видове (обн., ДВ, бр. 73 от 19.08.2003 г.)
31.	Ordinance on the conditions and the order for implementing environmental assessment of plans and programmes (adopted by CMD No.	Наредба за условията и реда за извършване на екологична оценка на планове и програми (загл. изм. ДВ, бр. 3 от 2006 г., приета с ПМС № 139 от

№	LAWS	ЗАКОНИ
	139 of 24/06/2004, prom. SG 57 of 02/07/2004, as last amended and supplemented SG 94 of 30/11/2012)	24.06.2004 г., обн., ДВ, бр. 57 от 02.07.2004 г., посл. изм. и доп. ДВ, бр. 94 от 30.11.2012 г.)
32.	Ordinance on the conditions and order for carrying out compatibility assessment on plans, programmes, projects and investment proposals with the conservation objectives of the protected areas (adopted by a Council of Minister Decree No. 201 of 31/08/2007, prom. SG 73 of 11/09/2007, as last amended and supplemented SG 94 of 30/11/2012)	Наредба за условията и реда за извършване на оценка за съвместимостта на планове, програми, проекти и инвестиционни предложения с предмета и целите на опазване на защитените зони (приета с ПМС № 201 от 31.08.2007 г., обн., ДВ, бр. 73 от 11.09.2007 г., в сила от 11.09.2007 г., посл. изм. и доп. ДВ, бр. 94 от 30.11.2012 г.)
33.	Ordinance No. 1 of 26/05/2000 on design of roads (SG 47 of 09/06/2000, as amended SG 102 of 20/12/2005)	Наредба № 1 от 26.05.2000 г. за проектиране на пътища (обн., ДВ, бр. 47 от 09.06.2000 г., изм. и доп. ДВ, бр. 102 от 20.12.2005 г.)
34.	Ordinance No. 55 of 29/01/2004 on design and construction of rails, rail stations, rail crossings and other elements of the railway infrastructure (SG 18 of 05/03/2004, as last corrected SG 42 of 21/05/2004)	Наредба № 55 от 29.01.2004 г. за проектиране и строителство на железопътни линии, железопътни гари, железопътни прелези и други елементи от железопътната инфраструктура (обн., ДВ, бр. 18 от 05.03.2004 г., посл. попр. ДВ, бр. 42 от 21.05.2004 г.)
35.	Ordinance No. 35 of 30/11/2012 on the rules and the norms for design, construction and commissioning of the exploitation of cable electronic communication networks and the adjacent infrastructure (SG 99 of 14/12/2012)	Наредба № 35 от 30.11.2012 г. за правилата и нормите за проектиране, изграждане и въвеждане в експлоатация на кабелни електронни съобщителни мрежи и прилежащата им инфраструктура (обн., ДВ, бр. 99 от 14.12.2012 г.)
36.	Ordinance No. 19 of 25/10/2012 on construction on agricultural lands without changing its purpose of use (SG 85 of 06/11/2012)	Наредба № 19 от 25.10.2012 г. за строителство в земеделските земи без промяна на предназначението им (обн., ДВ, бр. 85 от 06.11.2012 г.)
37.	Ordinance No. 3 of 16/08/2010 on the temporary traffic organization and safety during construction and installation works on roads and streets (SG 74 of 21/09/2010)	Наредба № 3 от 16.08.2010 г. за временната организация и безопасността на движението при извършване на строителни и монтажни работи по пътищата и улиците (обн., ДВ, бр. 74 от 21.09.2010 г.)

№	LAWS	ЗАКОНИ
38.	Ordinance No. 2 of 17/01/2001 on the wayside signalling with road marking (SG 13 of 10/02/2001, as last amended SG 54 of 14/07/2009)	Наредба № 2 от 17.01.2001 г. за сигнализация на пътищата с пътна маркировка (обн., ДВ, бр. 13 от 10.02.2001 г., посл. изм., ДВ, бр. 54 от 14.07.2009 г.)
39.	Ordinance No. 18 of 27/05/2009 on the quality of waters used for irrigation for agricultural products (SG 43 of 09/06/2009)	Наредба № 18 от 27.05.2009 г. за качеството на водите за напояване на земеделските култури (обн., ДВ, бр. 43 от 09.06.2009 г.)
40.	Ordinance No. 7 of 14/11/2000 on the conditions and the procedure for discharge of industrial waste waters in the settlements sewerage systems (SG 98 of 01/12/2000)	Наредба № 7 от 14.11.2000 г. за условията и реда за заустване на производствени отпадъчни води в канализационните системи на населените места (обн., ДВ, бр. 98 от 01.12.2000 г.)
41.	Ordinance No. 12 of 15/07/2010 on the norms for sulphur dioxide, nitrogene, particulate matter, lead, benzene, carbon dioxide and ozone in the ambient air (SG 58 of 30/07/2010)	Наредба № 12 от 15.07.2010 г. за норми за серен диоксид, азотен диоксид, фини прахови частици, олово, бензен, въглероден оксид и озон в атмосферния въздух (обн., ДВ, бр. 58 от 30.07.2010 г.)
42.	Ordinance No. 11 of 14/05/2007 on the norm for arsenium, cadmium, nickel and polycyclic aromatic carbon oxides in the ambient air (SG 42 of 29/05/2007)	Наредба № 11 от 14.05.2007 г. за норми за арсен, кадмий, никел и полициклични ароматни въглеводороди в атмосферния въздух (обн., ДВ, бр. 42 от 29.05.2007 г.)
43.	Ordinance No. 1 of 27/06/2005 on limit emission values for harmful substances (pollutants) released in the atmosphere by installations and activities with immovable sources of emissions (SG 64 of 05/08/2005)	Наредба № 1 от 27.06.2005 г. за норми за допустими емисии на вредни вещества (замърсители), изпускани в атмосферата от обекти и дейности с неподвижни източници на емисии (обн., ДВ, бр. 64 от 05.08.2005 г.)
44.	Ordinance No. 6 on the procedure and the methods for measurement of emission of harmful substances released in the ambient air by immovable sources of emissions (SG 31 of 06/04/1999, as last amended SG 102 of 21/12/2012)	Наредба № 6 от 26.03.1999 г. за реда и начина за измерване на емисиите на вредни вещества, изпускани в атмосферния въздух от обекти с неподвижни източници (обн., ДВ, бр. 31 от 06.04.1999 г., посл. изм., бр. ДВ, 102 от 21.12.2012 г.)
45.	Ordinance No. 10 of 24/02/2004 on the conditions and the procedure for approval of the types of internal combustion engines to be installed off-road mobile machinery regarding	Наредба № 10 от 24.02.2004 г. за условията и реда за одобрение на типа на двигатели с вътрешно горене за извънпътна техника по отношение на емисиите на замърсители (обн.,

№	LAWS	ЗАКОНИ
	their emissions of pollutants (SG 28 of 06/04/2004, as last amended and supplemented SG 69 of 11/09/2012)	ДВ, бр. 28 от 06.04.2004 г., посл. изм. и доп. ДВ, бр. 69 от 11.09.2012 г.)
46.	Ordinance No. 7 on the assessment and management of the quality of ambient air (SG 45 of 14/05/1999)	Наредба № 7 от 3.05.1999 г. за оценка и управление качеството на атмосферния въздух (обн., ДВ, бр. 45 от 14.05.1999 г.)
47.	Ordinance No. 54 of 13/12/2010 on the activities of the national system for monitoring of the environmental noise and the requirements to self-monitoring and submission of information by the industrial sources of environmental noise (SG 3 of 11/01/2011)	Наредба № 54 от 13.12.2010 г. за дейността на националната система за мониторинг на шума в околната среда и за изискванията за провеждане на собствен мониторинг и предоставяне на информация от промишлените източници на шум в околната среда (обн., ДВ, бр. 3 от 11.01.2011 г.)
48.	Ordinance No. 6 of 26/06/2006 on the indicators for environmental noise, measuring the level of discomfort during the different parts of the day, the limit values of the indicators for environmental noise, the methods for assessment of the limit values of the indicators for noise and the harmful effects of the noise on the health of the population (SG 58 of 18/07/2006)	Наредба № 6 от 26.06.2006 г. за показателите за шум в околната среда, отчитащи степента на дискомфорт през различните части на денонощието, граничните стойности на показателите за шум в околната среда, методите за оценка на стойностите на показателите за шум и на вредните ефекти от шума върху здравето на населението (обн. ДВ, бр. 58 от 18.07.2006 г.)
49.	Ordinance No. 9 of 12/02/2010 on the maximum admissible values of vibrations in the living premises (SG 17 of 02/03/2010)	Наредба № 9 от 12.02.2010 г. за максимално допустимите стойности на вибрациите в жилищни помещения (обн., ДВ, бр. 17 от 02.03.2010 г.)
50.	Ordinance No. 9 of 14/03/1991 on the limit permissible levels of electro-magnetic fields in settlements and for the determination of the hygiene-protected areas around emitting sources (SG 35 of 03/05/1991, as last amended and supplemented SG 8 of 22/01/2002)	Наредба № 9 от 14.03.1991 г. за пределно допустими нива на електромагнитни полета в населени територии и определяне на хигиенно-защитни зони около излъчващи обекти (обн., ДВ, бр. 35 от 03.05.1991 г., посл. изм. и доп. ДВ, 8 от 22.01.2002 г.)
51.	Ordinance No. 3 of 01/08/2008 on the norms for admissible content of dangerous substances in the soils (SG 71 of 12/08/2008)	Наредба № 3 от 01.08.2008 г. за нормите за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите (обн., ДВ, бр. 71 от 12.08.2008 г.)

№	LAWS	ЗАКОНИ
52.	Ordinance No. 4 of 12/01/2009 on the soils monitoring (SG 19 of 13/03/2009)	Наредба № 4 от 12.01.2009 г. за мониторинг на почвите (обн., ДВ, бр. 19 от 13.03.2009 г.)
53.	Ordinance No. 3 of 01/04/2004 on the classification of waste (SG 44 of 25/05/2004, as amended and supplemented SG 23 of 20/03/2012)	Наредба № 3 от 01.04.2004 г. за класификация на отпадъците (обн., ДВ, бр. 44 от 25.05.2004 г., изм. и доп. ДВ, бр. 23 от 20.03.2012 г.)
54.	Ordinance No. 2 of 22/01/2013 on the procedure and the templates for submission of information on the activities with waste, as well as the procedure for maintaining the public registries (SG 10 of 05/02/2013)	Наредба № 2 от 22.01.2013 г. за реда и образците, по които се предоставя информация за дейностите по отпадъците, както и реда за водене на публични регистри (обн., ДВ, бр. 10 от 05.02.2013 г.)
55.	Ordinance on the management of construction waste and for the application of recycled construction materials (adopted by CMD No. 277 of 05/11/2012, prom. SG 89 of 13/11/2012)	Наредба за управление на строителните отпадъци и за влагане на рециклирани строителни материали (приета с ПМС № 277 от 05.11.2012 г., обн., ДВ, бр. 89 от 13.11.2012 г.)
56.	Ordinance on the requirements to treatment and transport of industrial and hazardous waste (adopted by CMD No. 53 of 19/03/1999, prom. SG 29 of 30/03/1999)	Наредба за изискванията за третиране и транспортиране на производствени и на опасни отпадъци (приета с ПМС № 53 от 19.03.1999 г., обн., ДВ, бр. 29 от 30.03.1999 г.)
57.	Ordinance on the waste oils and waste petrol products (adopted by CMD No. 352 of 27/12/2012, prom. SG 2 of 08/01/2013)	Наредба за отработените масла и отпадъчните нефтопродукти (приета с ПМС № 352 от 27.12.2012 г., обн., ДВ, бр. 2 от 08.01.2013 г.)
58.	Ordinance on the end-of live vehicles (adopted by CMD No. 11 of 15/01/2013, prom. SG 2 of 25/01/2013)	Наредба за излезлите от употреба моторни превозни средства (приета с ПМС № 11 от 15.01.2013 г., обн., ДВ, бр. 7 от 25.01.2013 г.)
59.	Ordinance No. 26 of 02/10/1996 on the rehabilitation of damaged terrains, improvement of low-productive lands, reclamation and recovery of humus layer (SG 89 of 22/10/1996, as amended and supplemented SG 30 of 22/03/2002)	Наредба № 26 от 02.10.1996 г. за рекултивация на нарушени терени, подобряване на слабопродуктивни земи, отнемане и оползотворяване на хумусния пласт (обн., ДВ, бр. 89 от 22.10.1996 г., изм. и доп. ДВ, бр. 30 от 22.03.2002 г.)
60.	Ordinance on the categorization of the agricultural lands and the change of their purpose of use (adopted by CMD No. 261 of	Наредба за категоризиране на земеделските земи при промяна на тяхното предназначение (приета с ПМС № 261 на МС от 17.10.1996 г., обн., ДВ,

№	LAWS	ЗАКОНИ
	17/10/1996, prom. SG 09 of 24/10/1996, as last amended SG 50 of 01/07/2011)	бр. 90 от 24.10.1996 г., посл. изм. ДВ, бр. 50 от 01.07.2011 г.);
61.	Ordinance No. 1 of 10/03/1993 for protection of the terrains of greenery and decorative vegetation (SG 26 of 30/03/1993)	Наредба № 1 от 10.03.1993 г. за опазване на озеленените площи и декоративната растителност (обн., ДВ, бр. 26 от 30.03.1993 г.)
	Decisions	Решения
62.	Decision No. 122 of the Council of Ministers (CM) of 02/03/2007 for the adoption of a List of Protected Areas for Protection of Wild Birds and a List of Protected Areas for Protection of Natural Habitats and Wild Flora and Fauna (SG 21 of 09/03/2007, as last amended and supplemented SG 41 of 31/05/2011)	Решение № 122 на Министерски съвет (МС) от 02.03.2007 г. за приемане на Списък на защитените зони за опазване на дивите птици и на Списък на защитените зони за опазване на природните местообитания и на дивата флора и фауна (обн., ДВ, бр. 21 от 09.03.2007 г., посл. изм. и доп. ДВ, бр. 41 от 31.05.2011 г.)
63.	Decision No. 661 of the CM of 16/10/2007 for the adoption of a List of Protected Areas for Protection of Natural Habitats and Wild Flora and Fauna (SG 85 of 23/10/2007, as last amended and supplemented SG 96 of 07/12/2010)	Решение № 661 на МС от 16.10.2007 г. за приемане на Списък на защитените зони за опазване на природните местообитания и на дивата флора и фауна (обн., ДВ, бр. 85 от 23.10.2007 г., посл. изм. и доп. ДВ, бр. 96 от 07.12.2010 г.)
64.	Decision No. 802 of the CM of 04/12/2007 for the adoption of a List of Protected Areas for Protection of Wild Birds and a List of Protected Areas for Protection of Natural Habitats and Wild Flora and Fauna (SG 107 of 18/12/2007, as last amended and supplemented SG 41 of 31/05/2011)	Решение № 802 на МС от 04.12.2007 г. за приемане на Списък на защитени зони за опазване на дивите птици и на Списък на защитени зони за опазване на природните местообитания и на дивата флора и фауна (обн., ДВ, бр. 107 от 18.12.2007 г., посл. изм. и доп., ДВ, бр. 41 от 31.05.2011 г.)

Quelle: Jaspers. 2013. Sectoral EIA Guidelines. Bulgaria Railway Construction Projects. FINAL DRAFT.

Ebenfalls enthalten sind zusätzliche Rechtsakte. Die Liste ist unvollständig