

Integriertes Klimaschutzkonzept für die Stadt Braunschweig

Verfasser: GEO-NET Umweltconsulting GmbH
Große Pfahlstraße 5a
30161 Hannover

Hannover, September 2010

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	5
1.1	Aufbau des Klimaschutzkonzeptes	7
1.2	Umsetzungsprozess	8
1.3	Öffentlichkeitsarbeit	9
2	ENERGIE- UND CO₂-BILANZ	12
2.1	Vorbemerkungen	12
2.1.1	Zielsetzung.....	12
2.1.2	Ausgangssituation.....	13
2.2	Methodik.....	13
2.2.1	Witterungsbereinigung	15
2.2.2	Emissionsfaktoren zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen.....	16
2.2.2.1	Besonderheiten bei den Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme..	18
2.2.2.2	Emissionsfaktoren für den Verkehrsbereich.....	19
2.3	Energiebilanzen und Treibhausgasemissionen.....	20
2.3.1	Gesamtstadt.....	20
2.3.1.1	Erfassung der Energieverbrauchsdaten.....	20
2.3.1.2	Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen der Gesamtstadt	20
2.3.1.3	Startbilanz für die Jahre 1990 bis 2007.....	25
2.3.2	Private Haushalte	27
2.3.2.1	Erfassung der Energieverbrauchsdaten für private Haushalte	27
2.3.2.2	Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen aus privaten Haushalten	28
2.3.3	Wirtschaft.....	30
2.3.3.1	Erfassung der Energieverbrauchsdaten für die Wirtschaft	30
2.3.3.2	Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen der Wirtschaft	31
2.3.4	Stadt und städtische Gesellschaften	33
2.3.4.1	Erfassung der Energieverbrauchsdaten für Stadt und städtische Gesellschaften.....	33
2.3.4.2	Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen der Stadt.....	34
2.3.4.3	Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen von städtischen Gesellschaften	38

2.3.5	Verkehr	39
2.3.5.1	Motorisierter Straßenverkehr	39
2.3.5.2	Bahnverkehr der DB	46
2.3.5.3	Personennahverkehr der Braunschweiger Verkehrs AG	47
2.3.5.4	Binnenschifffahrt	48
2.3.5.5	Zusammenfassung des Teilbereichs Verkehr	49
2.3.5.6	Flugverkehr	52
2.3.6	Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen aller Sektoren einschließlich Verkehr	53
3	ENERGIEEFFIZIENZ UND -EINSPARPOTENZIALE	57
3.1	Einsparpotenziale im Sektor Private Haushalte	58
3.2	Einsparpotenziale im Sektor Wirtschaft (einschließlich Sektor Stadt und städtische Gesellschaften)	64
3.3	Einsparpotenziale im Verkehrsbereich	67
4	POTENZIAL FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN	69
4.1	Windpotenzial	69
4.2	Biomassepotenzial	72
4.2.1	Grundlagen	74
4.2.2	Untersuchte Biomassearten	77
4.2.3	Biogaspotenzial	78
4.2.3.1	Biogaspotenzial aus Energiepflanzenproduktion	78
4.2.3.2	Biogaspotenzial aus Brachland	82
4.2.3.3	Biogaspotenzial aus Dauergrünland	83
4.2.3.4	Biogaspotenzial aus landwirtschaftlichen Reststoffen	83
4.2.3.5	Biogas aus Rübenblatt	83
4.2.3.6	Biogas aus Kartoffelkraut	84
4.2.3.7	Biogaspotenzial aus Gülle und Festmist	85
4.2.3.8	Biogaspotenzial aus der Abfallwirtschaft	86
4.2.4	Biokraftstoffpotenzial	87
4.2.4.1	Rapsöl und Biodiesel	87
4.2.4.2	Bioethanol	88
4.2.5	Festbrennstoffpotenzial	88
4.2.5.1	Waldrestholz und Schwachholz	88
4.2.5.2	Landschaftspflegeholz	89
4.2.5.3	Industrierestholz	89
4.2.5.4	Altholz	89

4.2.6	Brennstoffpotenzial aus Ernterückständen	90
4.3	Solarpotenzial	91
4.4	Geothermiefotenzial.....	92
4.4.1	Einführung.....	92
4.4.2	Erdwärmekollektoren.....	93
4.4.2.1	Einführung	93
4.4.2.2	Situation im Stadtgebiet Braunschweig.....	94
4.4.3	Erdwärmesonden	96
4.4.3.1	Einführung	96
4.4.3.2	Situation im Stadtgebiet Braunschweig.....	96
5	ZIELGRUPPENSPEZIFISCHER MAßNAHMENKATALOG	101
5.1	Übersicht der Maßnahmen.....	108
5.2	Maßnahmenblätter.....	116
6	WERTSCHÖPFUNG	184
7	UMSETZUNGSCONTROLLING.....	186
8	LITERATUR UND QUELLEN.....	189

1 EINLEITUNG

Im Auftrag der Stadt Braunschweig hat die Firma GEO-NET das vorliegende Klimaschutzkonzept erarbeitet. Es soll die Stadt dabei unterstützen, einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und eine langfristige Klimaschutzpolitik zu etablieren.

Die globalen Erfordernisse zum Klimaschutz haben seit den frühen 90er Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen und machen innerhalb der nächsten Jahrzehnte eine gravierende Reduktion der Treibhausgasemissionen notwendig. Eine Erwärmung des Klimasystems ist nach Ansicht von Klimaforschern eindeutig, vor allem der Einfluss des Menschen durch den seit 1750 enorm gestiegenen Verbrauch an fossilen Brennstoffen wird hierfür verantwortlich gemacht. Für die Zukunft sind als Folge des Klimawandels erhebliche Schäden durch zunehmende Naturkatastrophen, extreme Wetterereignisse und eine Belastung der menschlichen Gesundheit zu erwarten. Bis zum Jahr 2050 müsste der Ausstoß der Treibhausgase um ca. 80% reduziert werden, um diesen anthropogenen Treibhauseffekt aufzuhalten und damit die Folgen des Klimawandels zu begrenzen.

Die Bundesregierung hat sich aus diesem Grunde zum Ziel gesetzt, die Menge der Treibhausgasemissionen bis 2020 gegenüber dem Basisjahr 1990 um 40 % zu verringern. Hierbei kommt den Kommunen eine besondere Bedeutung zu, da Deutschland nur durch eine Ausschöpfung der hohen Einsparpotenziale in den Kommunen seine klimaschutzpolitischen Ziele erreichen kann. Aus diesem Grunde werden Kommunen bei der Erarbeitung eigener Klimaschutzpläne und deren Umsetzung finanziell unterstützt, um die Senkung des Energiebedarfs, die Steigerung der Energieeffizienz sowie die Nutzung Erneuerbarer Energien kostengünstig zu realisieren. Nur wenn es gelingt, das Thema Klimaschutz auf lokaler Ebene stärker zu etablieren, wird ein Klimabewusstsein bei Entscheidungsträgern in Politik, Wirtschaft und Verwaltung und vor allem bei den Bürgerinnen und Bürgern entstehen, das die auf allen Ebenen notwendigen Maßnahmen mit trägt.

Zahlreiche Kommunen haben sich bereits diesen Herausforderungen gestellt und sind Schritte in Richtung eines aktiven Klimaschutzes gegangen. Auch die Stadt Braunschweig hat in den letzten Jahren viele Klimaschutz-Aktivitäten umgesetzt. So hat die Stadt beispielsweise bereits 1993 die Studie „Energiesparpotentiale im Einflussbereich der Stadt Braunschweig“ beauftragt und seitdem verschiedenen Maßnahmen getroffen, um die dort beschriebenen Potenziale auch zu nutzen. Um die deutschlandweiten und auch globalen Einsparziele zu erreichen, müssen in allen Bereichen jedoch weitere Anstrengungen unternommen werden. Auch eröffnet die in großen Schritten fortschreitende Entwicklung im Bereich der Energiegewinnung und –nutzung neue Möglichkeiten und Handlungsoptionen zum Klimaschutz.

Was bislang fehlt, ist die Verfolgung einer wirksamen lokalen Gesamtstrategie, die das Erreichen aller für den Klimaschutz wichtigen Zielgruppen im Blick hat. Darüber hinaus hat die Stadt Braunschweig bislang noch keine eigenen konkreten Klimaschutzziele formuliert, die bis zu einem bestimmten Zeitpunkt erreicht werden sollen. Als Grundlage für dieses Konzept

und für die zukünftige Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen ist die Festlegung von konkreten Klimaschutzzielen allerdings unabdingbar. Als Maßstab kann hier zunächst die EU-Energieeffizienzrichtlinie gelten, die einen generellen nationalen Energieeinsparrichtwert von 1% pro Jahr vorsieht. Einen auf den Ausstoß von Treibhausgasen bezogenen Zielwert stellt die Maßgabe des Klima-Bündnisses, zu dem sich viele Städte in Europa zusammengeschlossen haben und dem Braunschweig bis zum Jahr 2004 ebenfalls angehörte, dar. Diese haben in einer Selbstverpflichtung festgesetzt, alle 5 Jahre eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um 10 Prozent zu erreichen und bis zum Jahr 2030 die Pro-Kopf-Emissionen (bezogen auf das Basisjahr 1990) zu halbieren. Als Orientierung wird auch für die Stadt Braunschweig diese Zielsetzung vorgeschlagen.

Damit das Klimaschutzkonzept nicht nur „am grünen Tisch“ entsteht, wurden zahlreiche kommunale Akteure in den Beteiligungsrounden in die Konzeptentwicklung und Ausgestaltung einbezogen. Das vorliegende Konzept bietet damit eine gute Grundlage für ein zielgerichtetes kommunales Handeln in Sachen Klimaschutz in den nächsten Jahren. Es unterbreitet Vorschläge für konkrete Aktivitäten des Rates, der Verwaltung sowie weiterer Akteure. Die Fertigstellung des Konzeptes stellt zugleich den Einstieg in die Umsetzungsphase dar, die es nun konstruktiv zu gestalten gilt. Wichtigster erster Schritt ist zunächst eine Beschlussfassung durch den Rat der Stadt Braunschweig. Entscheidend für den Erfolg des Klimaschutzes in der Stadt Braunschweig bleibt aber das Engagement ihrer Bürgerinnen und Bürger.

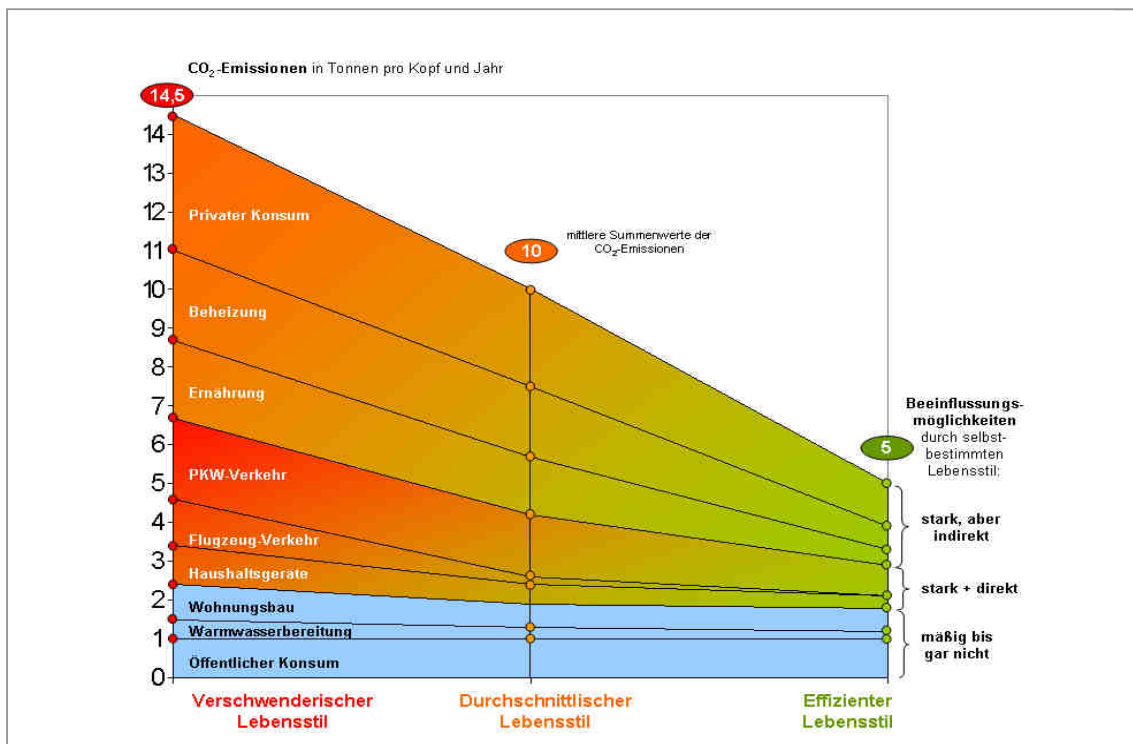


Abbildung 1.1: Spielraum der Konsumenten in Deutschland bei ihrer CO₂-Emission

(Quelle: geändert nach Wuppertal-Institut, 2006, erschienen in E&M)

Der Alltag bietet zahlreiche Möglichkeiten, zu einer Verminderung der CO₂-Emissionen beizutragen. Häufig schont Klimaschutz den Geldbeutel und verbessert insgesamt die Lebensqualität. Abbildung 1.1 verdeutlicht anhand bundesdeutscher Mittelwerte die Einflusspotenziale jedes einzelnen Bundesbürgers auf die CO₂-Emissionen, die allein durch die Wahl des Lebensstils eines jeden bestehen. Wesentliche Potenziale zur CO₂-Minderung befinden sich im Bereich des privaten Konsums sowie bei der Beheizung von Gebäuden. Nicht auf alle Bereiche hat eine Kommune gleichermaßen Einfluss. Die Grafik verdeutlicht aber, dass entscheidende Stellschrauben vor allem beim Verbraucherverhalten zu suchen sind.

Dies zu vermitteln und die Vorteile einer langfristigen Klimaschutzpolitik gegenüber einem rein ökonomischen Kosten-Nutzen-Kalkül und einer kurzfristigen Gewinnmaximierung herauszustellen, ist vorrangig Aufgabe der Akteure in Politik und Verwaltung.

Nicht zuletzt sei darauf hingewiesen, dass die Reduzierung der Treibhausgasemissionen mit einer deutlich steigenden Wertschöpfung vor Ort einhergeht und daher auch aus Sicht der Wirtschaftsförderung begrüßt und unterstützt werden sollte.

1.1 Aufbau des Klimaschutzkonzeptes

Das Klimaschutzkonzept liefert Beiträge für eine kommunale Klimaschutzstrategie und macht Vorschläge für konkrete Maßnahmen. Im Einzelnen enthält das vorliegende Konzept:

- eine Bestandsaufnahme der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen des Energie- und Verkehrssektors in der Stadt Braunschweig für das Jahr 2008
- eine Abschätzung der Energieeinspar- und CO₂-Minderungspotenziale im Bereich Erneuerbare Energien sowie Energieeffizienz
- einen Katalog an empfohlenen Maßnahmen für eine zukünftige Klimaschutzstrategie der Stadt Braunschweig.

Eine wichtige Grundlage für die Erarbeitung eines Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Braunschweig stellt die Energie- und CO₂-Bilanz für das Jahr 2008 dar, die für das Stadtgebiet sowohl für den Energie- als auch für den Verkehrsbereich erstellt wurde.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bilanz konnten mit Hilfe spezifischer Daten der Stadt und Ergebnissen aus verschiedenen bundesweiten Potenzialstudien die Einsparpotenziale in verschiedenen Sektoren abgeschätzt werden.

Parallel dazu wurde eine Potenzialanalyse im Bereich der Erneuerbaren Energien durchgeführt, um die Möglichkeiten für den Ausbau einer umwelt- und klimafreundlichen Energieerzeugung und –nutzung in Braunschweig auszuloten.

Unter Hinzunahme der Ergebnisse aus dem Partizipationsprozess wurde in einem weiteren Schritt für die Stadt Braunschweig ein Katalog mit gezielten Klimaschutzmaßnahmen erarbeitet. Dieser soll dem Rat der Stadt bei Entscheidungen über Schritte zur Erreichung der Klimaschutzziele und bei der Verteilung von Haushaltsmitteln ein hilfreiches Instrumentarium an die Hand geben.

Die Wirkungsansätze der einzelnen Maßnahmen im Katalog sind breit gefächert. Sie betreffen sowohl die Wärme- und Stromversorgung als auch den Verkehrsbereich, umfassen die

Einsparung von Energie sowie deren effizienteren Nutzung, die Errichtung neuer Anlagen zur umweltfreundlichen Energienutzung und beziehen stadtplanerische Belange mit ein. Maßnahmen der Bewusstseinsbildung, Aufklärung, Beratung und der Qualifizierung einzelner Zielgruppen müssen diesen bilanzierbaren Maßnahmen oft vorausgehen, um sie zu ermöglichen.

Einige der aufgeführten Maßnahmen sind in den letzten Jahren partiell bereits realisiert oder in die Wege geleitet worden. Dies betrifft sowohl Maßnahmen, die seitens der Stadt initiiert wurden, als auch solche von vielen anderen Akteuren, die eigene Aktivitäten im Bereich Klimaschutz durchführen.

So decken sich beispielsweise die in diesem Klimaschutzkonzept aufgeführten Maßnahmen im Verkehrsbereich zu einem Teil mit den verbindlichen Maßnahmen, die im Rahmen des Luftreinhalte- und Aktionsplans von 2007 festgesetzt wurden. Insbesondere im stark belasteten Innenstadtbereich hat die Stadt Braunschweig bereits zahlreiche Einzelmaßnahmen umgesetzt. In Hinblick auf einen größeren Klimaschutzeffekt und die Erreichung von konkreten Klimaschutzziele ist allerdings eine Verstärkung dieser Aktivitäten notwendig.

Ergänzend wurden darüber hinaus weitere neue Maßnahmenvorschläge in den Katalog mit aufgenommen, die weitere Wege zu den angestrebten Klimaschutzziele aufzeigen.

1.2 Umsetzungsprozess

Maßnahmen zum Schutz des Klimas sind für die Kommunen zum Teil mit größeren Investitionen verbunden. Wie groß diese ausfallen, ist häufig von der Art der Ausgestaltung der einzelnen Maßnahmen abhängig und ist für die Stadt Braunschweig in einem politischen Entscheidungsprozess in den nächsten Monaten festzulegen. Der Großteil der im Katalog aufgeführten Maßnahmen ist jedoch dem nicht oder nur gering investivem Bereich zuzuordnen.

Die Fertigstellung des Konzeptes stellt zugleich den Einstieg in die Umsetzungsphase dar, die es nun konstruktiv zu gestalten gilt. Für eine zügige Umsetzung wird folgende Herangehensweise empfohlen:

1. Veröffentlichung des Konzeptes und Diskussion des Konzeptes in den politischen Gremien
2. Beschluss über politische Zielsetzungen zum Klimaschutz und konkrete Einsparziele
3. Verabschiedung eines Maßnahmenplans inklusive Bereitstellung der nötigen Haushaltsmittel:

Der Rat der Stadt Braunschweig sollte einen Beschluss über die Klimaschutzmaßnahmen fassen, die im direkten Einflussbereich der Stadt liegen. Einzelne Maßnahmen werden im Weiteren konkretisiert und verschiedene Einzelmaßnahmen in Maßnahmepaketen zusammengefasst. Die Einrichtung verschiedener thematischer Arbeitsgruppen zur weiteren Ausgestaltung und der Betreuung der Umsetzung ist hier sinnvoll. Die Verwaltung wird beauftragt, einen Zeit- und Kostenplan zur Umsetzung der Maßnahmen zu erarbeiten, auf dessen Basis die Haushaltsberatungen stattfinden und die benötigten Mittel freigestellt

werden. Für Maßnahmen, die nicht im aktuellen Jahr realisiert werden, wird ein verbindlicher Umsetzungsplan für die Folgejahre erstellt. Um auch eine Umsetzung der Maßnahmen, die außerhalb des Wirkungsbereiches der Stadtverwaltung liegen, anzustoßen, richtet der Rat der Stadt einen Appell an die entsprechenden Akteure, sich an der Realisierung zu beteiligen.

4. Appell an die Bürger:

Der Rat der Stadt ruft alle Bürger und Unternehmen, aber auch Vereine, Verbände und Bildungseinrichtungen auf, an der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes aktiv mitzuwirken. Der Start einer Klimaschutzkampagne (s. Kap. 5) bietet sich hierfür als Zeitpunkt an.

5. Einstellung eines Klimaschutzmanagers:

Zur Erreichung von Klimaschutzeffekten müssen gezielt und in allen Bereichen Maßnahmen ergriffen und mutig umgesetzt werden. Ein effizientes Klimaschutzmanagement muss dafür installiert werden. Die Initiierung der einzelnen Maßnahmen sowie die Begleitung der Umsetzung durch ein entsprechendes Monitoring-Programm werden einer geeigneten Instanz übertragen. Diese Funktion sollte ein hauptamtlicher Klimaschutzmanager übernehmen (s. Kap. 5).

Für die turnusmäßige Überprüfung der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes ist der Rat der Stadt verantwortlich, diese erfolgt auf Basis von regelmäßigen (jährlichen) Berichten des Klimaschutzbeauftragten/ -managers.

6. Umsetzung von einzelnen Maßnahmen hoher Priorität:

Über die zuvor genannten Umsetzungsschritte hinaus muss der Fokus insbesondere auf einer verbesserten Verzahnung der unterschiedlichen Aktivitäten sowie eine stärkere Vernetzung der verschiedenen Akteure liegen. Zur Erreichung dieses Zieles werden als vorrangige Maßnahmen neben der Einstellung eines Klimaschutzmanagers insbesondere die Gründung einer Klimaschutzagentur sowie die Durchführung einer zielgerichteten und zeitlich begrenzten Klimaschutzkampagne vorgeschlagen.

7. Einführung eines Controllingsystems:

Für eine Evaluierung der Projektfortschritte ist ein angepasstes Controllingssystem einzuführen (Näheres dazu siehe im Kapitel „Controlling“).

1.3 Öffentlichkeitsarbeit

Das vorliegende Klimaschutzkonzept richtet den Fokus in erster Linie auf die Ebene der städtischen Verwaltung. Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben initiiierenden, planenden und beratenden Charakter. Geht es um die konkrete Umsetzung von Maßnahmen hat die Stadt Braunschweig überwiegend nur noch einen indirekten Einfluss, z.B. bei Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung, sofern es sich nicht um kommunale Liegenschaften handelt. Aus diesem Grund ist für eine zielgerichtete Umsetzung ein Zusammenwirken mit lokalen und regionalen Akteuren notwendig. Entscheidend für den Erfolg wird dabei vor allem das Engagement der Bürger und Bürgerinnen sein. Eine kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit zur Begleitung der Umsetzung des Konzeptes ist deshalb besonders wichtig und sorgt

dafür, das Thema präsent zu halten und die Möglichkeiten des Einzelnen zu verdeutlichen, selbst zum Klimaschutz beizutragen.

Bereits jetzt wird in Braunschweig regelmäßig eine projekt- und veranstaltungsbezogenen Öffentlichkeitsarbeit auch im Bereich Klimaschutz betrieben. Als Beispiele seien hier Pressemitteilungen und -termine, die Kampagne „Kopf an: Motor aus. Für null CO₂ auf Kurzstrecken“, die Multivisionsschau zum Thema Klima & Energie, gezielte Marketingaktionen oder das begleitende Internetangebot der Stadt genannt. Für die Zukunft sollte angestrebt werden, diese **Aktivitäten stärker in einen Gesamtzusammenhang zum Klimaschutzkonzept zu stellen.**

Um eine spezifische Ausrichtung der zukünftigen Klimaschutzmaßnahmen zu erreichen, waren in die Erarbeitung des Konzeptes zahlreiche Zielgruppen eingebunden. Für eine weitere Begleitung der themen- und zielgruppenspezifische Maßnahmen sind in jedem der Themenfelder auch gesonderte Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit enthalten, diese sind im Maßnahmenkatalog unter dem Thema „Information, Beratung und Beteiligung“ aufgeführt. Die Bedürfnisse verschiedener Zielgruppen werden hierbei besonders berücksichtigt. Darüber hinaus ist bei weiteren Maßnahmen der Hinweis auf die Notwendigkeit einer projektbegleitenden Öffentlichkeitsarbeit mit aufgenommen worden.

Beratungs- und Informationsangebote sind im Maßnahmenkatalog für verschiedene Zielgruppen z.B. Hausbesitzer, private Haushalte oder Unternehmen aufgeführt.

Die **Einrichtung einer zentralen unabhängigen Energieberatungsstelle** nimmt in Hinblick auf die Förderung von Maßnahmen zur Energieeffizienz und –einsparung grundsätzlich eine zentrale und besonders wichtige Stellung im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit ein. Ziel der Beratung, vor allem im Gebäudebereich, muss es sein, mit gezielter Öffentlichkeitsarbeit Hemmnisse abzubauen, die insbesondere vorhanden sein können durch mangelndes Problembewusstsein, fehlende Bereitschaft oder Möglichkeit zu investieren oder Befürchtungen vor zu komplexen Planungen zu stehen. Besondere Bedeutung kommt daher der Beratung in Richtung finanzielle Förderung zu. Die hohe Vielfalt an Fördermöglichkeiten für z.B. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden und die damit ebenfalls einhergehenden kontinuierlichen Änderungen an diesen Förderprogrammen können bereits im Vorfeld eine abschreckende Wirkung auf interessierte Bürger haben. Somit ist es wichtig, dass in der Stadt Braunschweig eine Möglichkeit geschaffen wird, Bürger kompetent zu beraten und damit zu unterstützen.

Viele der Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog (s. Kapitel 5) zielen in der Konsequenz darauf ab, dass in Maßnahmen zum Klimaschutz investiert werden muss. Dabei sind verschiedene Akteure/Zielgruppen gezielt anzusprechen. Die Ausgestaltung der Information oder Interaktion kann dabei in unterschiedlicher Form erfolgen. Mögliche Maßnahmen sind z.B. Workshops oder Seminare zu Fachthemen wie Nutzung Erneuerbarer Energien oder Gebäudeenergieeffizienz. Neben gezielten Einzelberatungen für Hauseigentümer sind auch Nutzerschulungen in diesem Zusammenhang sinnvoll. Zur Ansprache einer breiteren Öffentlichkeit sollte die Stadt Braunschweig Informationen zu Fördermöglichkeiten, Veranstaltungen zum Klimaschutz und auch Teilinhalten des Fachplans Klimaschutz auf der Internetseite der Stadt verfügbar machen. Veranstaltungen der Stadt oder anderer Akteure sollten immer

durch eine Berichterstattung im Vorfeld und nach Durchführung begleitet werden (Presse, Internet, Lokalradio).

Ebenfalls eine zentrale Rolle spielen der **Aufbau einer Klimaschutzagentur** sowie die **Einstellung eines Klimaschutzmanagers**, welche die Umsetzung der Maßnahmen der Stadt Braunschweig im Bereich Öffentlichkeitsarbeit unterstützen und koordinieren sowie wichtige Informationen und Zielsetzungen nach innen und außen kommunizieren sollen.

Des Weiteren kommt vor allem der **Klimaschutzkampagne** mit ihren einzelnen zielgruppenorientierten Bausteinen (siehe Maßnahme I3 – I8) eine wichtige Bündelungsfunktion im Bereich Öffentlichkeitsarbeit zu. Neben der Berichterstattung über zahlreiche Einzelveranstaltungen und –aktivitäten sollten auch hier vor allem das Klimaschutzkonzept und die damit verbundenen neuen Klimaziele in der öffentlichen Kommunikation eine wesentliche Rolle spielen. Erfolge bei der Umsetzung fortschrittlicher Klimaschutzkonzepte sind zur Imagepflege und für die Standort- und Tourismuswerbung nutzbar.

Die im Prozess der Konzepterstellung angebotene Beteiligungsmöglichkeit auf der Homepage der Stadt Braunschweig wurde gut angenommen und sollte zukünftig als ein wichtiges Element der Öffentlichkeitsarbeit in Form eines eigenen **Internetportals zum Klimaschutz** in Braunschweig fortgesetzt und ausgebaut werden. **Internetbasierte Bürgerbeteiligungsangebote** anderer Städte¹ zu verschiedenen Themenfeldern ließen sich auch auf den Bereich Klimaschutz übertragen. Eine Nutzung dieses Mediums für die Weiterentwicklung des Maßnahmenkatalogs würde die Akzeptanz einer Braunschweiger Klimaschutzstrategie erhöhen und sollte deshalb dringend erwogen werden.

Nicht zuletzt sollte über die Einstellung regelmäßiger Umsetzungsberichte in das Internet eine Information der Öffentlichkeit über die Klimaschutzaktivitäten der Stadt Braunschweig gewährleistet sein.

Selbstverständlich sind neben den Printmedien und Internet auch konventionelle **Informationsmaterialien** wie Broschüren, Flyer, Plakate u. ä. auch geeignete Möglichkeiten, die Öffentlichkeit anzusprechen, diese sollten daher im gleichen Maße genutzt werden.

Deutschlandweit gibt es zahlreiche Wettbewerbe zu verschiedenen Themenbereichen rund um den Klimaschutz. Die Stadt sollte sich kontinuierlich an derartigen Wettbewerben beteiligen. Auch hierin besteht eine Möglichkeit, die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit für den Klimaschutz zu gewinnen. Die Wettbewerbsergebnisse sind darüber hinaus für die weitere Arbeit entsprechend auszuwerten.

¹ Beispiele: Köln (<https://buengerhaushalt.stadt-koeln.de>), Solingen (www.solingen-spart.de), Trier (www.buengerhaushalt-trier.de)

2 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ

2.1 Vorbemerkungen

Als Basis für das Klimaschutzkonzept wurde für das Stadtgebiet eine regionale Energie- und CO₂-Bilanz für das Jahr 2008 erstellt. Sie soll dazu dienen, besonders klimarelevante Bereiche zu identifizieren. Dies wiederum ist die Grundlage für die Festlegung von Handlungsschwerpunkten und für alle weiteren Aktivitäten der Stadt, systematisch und zielgerichtet Klimaschutz zu betreiben.

Hauptquelle für die Emission von Kohlendioxid (CO₂) ist die Verbrennung fossiler Energieträger zur Erzeugung von Nutzenergie.

Die Bilanzierung der energiebedingten CO₂-Emissionen erfasst den Anteil der gesamten Kommune an dem Ausstoß dieses Treibhausgases. Die Berechnung der Energieverbräuche und der daraus resultierenden Emissionen an Kohlendioxid und weiterer Treibhausgase erfolgte in folgenden Teilbereichen:

- Private Haushalte
- Wirtschaft: Gewerbe, Handel, Dienstleistung, Industrie
- Kommunale Einrichtungen
- Verkehr

2.1.1 Zielsetzung

Ziel der vorliegenden kommunalen CO₂-Bilanz ist die möglichst genaue Abschätzung der im Stadtgebiet Braunschweig emittierten Treibhausgase. Die Bilanz stellt somit eine Fortsetzung der für die EU, Deutschland und Niedersachsen vorgenommenen Erhebungen der Treibhausgase auf lokaler Ebene dar und ist Ausgangspunkt für zukünftige CO₂-Minderungsprogramme in Braunschweig.

Die ermittelten Referenzwerte bilden die Grundlage für die Festlegung von örtlich spezifischen Emissionsminderungszielen, für die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen in den prioritären Handlungsfeldern. Zukünftig sollten die CO₂-Bilanzierung außerdem in regelmäßigen Abständen fortgeschrieben und bereits umgesetzte Maßnahmen auf diese Weise evaluiert werden.

Die Bilanz bietet damit auch die Basis für eine Erfolgskontrolle. Die Methodik sowie die verwendeten Datenquellen wurden daher so gewählt, dass eine möglichst einfache und stimmige Fortschreibung möglich ist.

2.1.2 Ausgangssituation

In den vergangenen Jahren sind in der Stadt Braunschweig bereits zahlreiche Aktivitäten zur Schonung der Umwelt und zum Schutz des Klimas umgesetzt worden.

So hat beispielsweise bereits 1993 die Stadt die Studie „Energiesparpotentiale im Einflussbereich der Stadt Braunschweig“ beauftragt. Ebenso wie in dem „Energieversorgungskonzept der Stadtwerke Braunschweig“ von 1995 wurden in diesen Studien die Energieverbräuche und teilweise auch CO₂-Emissionen der Gesamtstadt erhoben.

Auch in der Studie „Ermittlung des CO₂-Äquivalents der Fernwärmelieferung der Braunschweiger Versorgungs-AG & Co. KG“ der TU Dresden aus dem Jahr 2007 wurden Teilbereiche der Energieversorgung der Stadt evaluiert. Zusammen mit dem „Luftreinhalte- und Aktionsplan Braunschweig“ aus dem gleichen Jahr wurde damit eine wertvolle Datengrundlage für die Beschäftigung mit Klimaschutz in Braunschweig geschaffen.

Die in großen Schritten fortschreitende Entwicklung im Bereich der Energiegewinnung und Energienutzung eröffnet neue Möglichkeiten und Handlungsoptionen im Bereich Klimaschutz. Auch neuere Erkenntnisse über den Klimawandel erfordern eine Aktualisierung der kommunalen Klimaschutzziele.

Um über die bereits umgesetzten Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen hinaus für ihren Bereich die Verantwortung dafür zu übernehmen, dass die von Deutschland eingegangenen internationalen Verpflichtungen zum Klimaschutz erreicht werden können, hat die Stadt im Jahr 2009 die Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes für das Stadtgebiet in Auftrag gegeben. Diese vorliegende Energie- und CO₂-Bilanz bildet die Grundlage für ein solches Konzept und dient zur aktuellen energetischen und klimaschutzpolitischen Standortbestimmung.

2.2 Methodik

Die Bilanzierung erfolgt nach dem sogenannten **Territorialprinzip**, d.h. die Emissionen werden **lokal** dort bilanziert, wo sie entstehen bzw. verursacht werden. Dazu werden die CO₂-Emissionen aus den Energieverbrauchswerten der einzelnen Energieträger berechnet, die innerhalb des Stadtgebietes Braunschweigs verbraucht werden. Soweit die Energieträger fossile Brennstoffe sind, werden die Emissionen dort bilanziert wo sie freigesetzt werden, lediglich bei der Stromerzeugung werden die in den Kraftwerken entstehenden Emissionen dem Ort ihres Verbrauchs zugerechnet (s. Kap. 2.2.2.1).

Auf diese Weise werden alle Emissionen erfasst, die lokal in Braunschweig verursacht werden. Die so bilanzierten Energieverbrauchswerte und Emissionen spiegeln damit die ortsspezifischen Besonderheiten des Bilanzierungsgebietes wider. Darauf basierend können Maßnahmen ergriffen werden, welche die lokalen Verhältnisse berücksichtigen.

Im **Energiesektor** basiert die Bilanz auf Daten, die vom örtlichen Energieversorger BS|ENERGY, der Energieleitstelle der Stadt Braunschweig, den größeren städtischen Gesellschaften, dem Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim und dem Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (LSKN) zur Verfügung gestellt wurden. Für den

Verkehrssektor wurde auf Daten von der Stadt, der Braunschweiger Verkehrs-AG, der Wasser- und Schifffahrtsdirektion und der DB zurückgegriffen.

Die CO₂-Emissionen werden nach dem „Primärenergie-Prinzip“ berechnet, d.h. es werden alle fossilen Vorkettenanteile, unabhängig davon, wo sie geografisch anfallen, bilanziert und dem Endenergieverbrauch der entsprechenden Energieträger zugerechnet. Hierdurch wird z.B. der Energieträger Strom bei der Emissionsberechnung mit den Emissionen der Stromerzeugung belastet.

Die so genannte „**Startbilanz**“ zeigt die anhand der Einwohner- und Erwerbstätigenzahlen abgeschätzten Energieverbräuche und Emissionen Braunschweigs. Als Basis der Berechnung dienen die bundesdurchschnittlichen Energieverbrauchszahlen der verschiedenen Wirtschaftssektoren und der Haushalte, diese werden über die Einwohner- und Erwerbstätigenzahlen auf die Verhältnisse in Braunschweig umgerechnet. Die Startbilanz bildet damit die Energieverbräuche und Emissionen in Braunschweig so ab, als wenn diese in den jeweiligen Wirtschaftssektoren und im Sektor Private Haushalte dem Bundesdurchschnitt entsprächen.

Die Berechnung der Startbilanz erfolgte mit Hilfe des von der Schweizer Firma Ecospeed entwickelte Programms ECO2-Region^{Smart}.

Tabelle 2.1: Vergleich zwischen Start- und Feinbilanz

	Startbilanz	Feinbilanz
Bilanzzeitraum	1990 bis 2007	2007 und 2008
Eingangsdaten	<ul style="list-style-type: none"> Gemeldete Einwohner am Hauptwohnsitz Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen 	<ul style="list-style-type: none"> Gemessene Energieverbrauchsdaten Analysedaten zum Verkehrsaufkommen Treibstoffverbrauch der Stadtbahnen und Linienbusse und Bahnen (DB) u.a.
Bedeutung	Bildet die Energieverbräuche und Emissionen in Braunschweig ab, wenn die verschiedenen Verbrauchssektoren dem Bundesdurchschnitt entsprechen.	Spiegelt die tatsächlichen Verhältnisse wider.

Zur **Feinbilanzierung** werden alle lokal verfügbaren Energieverbrauchsdaten eingesetzt, so dass der tatsächliche Energieverbrauch der Kommune soweit wie möglich dargestellt wird. Neben dem eigentlichen Bilanzjahr 2008 finden zum Vergleich in Braunschweig die Energieverbrauchsdaten des Jahres 2007 Berücksichtigung. Die Feinbilanz stellt damit eine detaillierte Annäherung an die regionalen Gegebenheiten dar. Nur in den Fällen, in denen für Braunschweig keine konkreten Daten vorliegen, werden bei der Berechnung der Feinbilanz die Daten der Startbilanz genutzt, so z.B. für den Flugverkehr.

Ausdrücklich sei den Datenlieferanten für ihre Kooperations- und Informationsbereitschaft gedankt, ohne deren Unterstützung die vorliegenden Bilanzen für die Stadt Braunschweig nicht hätten erstellt werden können.

2.2.1 Witterungsbereinigung

Die Menge an Energie, die zum Heizen aufgebracht wird, schwankt nicht nur innerhalb des Jahresverlaufs, sondern unterscheidet sich auch in Abhängigkeit vom gesamten Witterungsverlauf eines Jahres (Schwankungen bis zu 35%, so z.B. zwischen 1996 und 2000).

Um den Verbrauch unterschiedlicher Jahre miteinander vergleichen zu können, muss der Einfluss der jeweiligen Außentemperaturen also berücksichtigt werden. Hierzu werden für die einzelnen Jahre Klimakorrekturenfaktoren herangezogen, mit denen der Anteil des Wärmeverbrauchs, der witterungsabhängig ist (= Heizenergieverbrauch), multipliziert wird. Als Grundlage dienen hierzu die Gradtage² G20/15 der Station Braunschweig, als Referenzwert wird der Mittelwert der Jahre 2000 bis 2009 (Normperiode) herangezogen.

Tabelle 2.2: Witterungsbedingter Heizbedarf für die Jahre 1992 bis 2009 der Station Braunschweig

Jahr	Gradtage (Kd)	Vergleich zur Normperiode 2000–2009	Mittelwert der letzten 5 Jahre
1992	3494	101%	
1993	3881	112%	
1994	3496	101%	
1995	3725	107%	
1996	4440	128%	max. 3807,2
1997	3704	107%	3849,2
1998	3576	103%	3788,2
1999	3341	96%	3757,0
2000	3233	93%	min. 3658,6
2001	3662	106%	3503,1
2002	3525	102%	3467,2
2003	3601	104%	3472,2
2004	3633	105%	3530,8
2005	3577	103%	3599,5
2006	3382	98%	3543,5
2007	3217	93%	min. 3481,9
2008	3389	98%	3439,4
2009	3461	100%	3405,0
Normperiode 2000–2009	3468		

² Gradtage = Summen der Differenz zwischen täglichen Durchschnittstemperaturen < 15°C und der normalen Raumtemperatur von 20°C (in Kelvin) aufsummiert pro Jahr.

2.2.2 Emissionsfaktoren zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen

Die Emissionsfaktoren sind die Grundlage für die Berechnung der CO₂-Emissionen aus dem Energieverbrauch. Sie geben an, wie viel CO₂ bei der Erzeugung einer Energie-Einheit entsteht. Berücksichtigung finden dabei nicht nur die am Ort der Energieumwandlung direkt entstehenden Emissionen. In die ausgewiesenen Emissionswerte werden darüber hinaus auch die gesamten Emissionen eingerechnet, die für die Primärenergiegewinnung, Aufbereitung bzw. Umwandlung und den Transport der jeweiligen Energieträger aufgewendet werden („Vorkette“).

Neben dem am häufigsten auftretenden Treibhausgas CO₂ gibt es weitere Gase, die eine klimaschädigende Wirkung haben. Dazu zählen vor allem Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Für die vollständige Berechnung der Emissionen verschiedener Energieträger müssen auch diese Treibhausgase Berücksichtigung finden und somit in die CO₂-Bilanz einfließen. Diese Vorgehensweise erfolgte auch bei der Erstellung der CO₂-Bilanzen in Hannover (2008), Frankfurt/Main (2008) und Wolfenbüttel (2008), so dass in diesem Punkt eine Vergleichbarkeit zu diesen Studien gegeben ist.

Um die verschiedenen Treibhausgase leichter untereinander vergleichen zu können, sowie im Interesse einer vereinfachten Darstellung, werden die Emissionen eines Energieträgers zu so genannten CO₂-Äquivalenten zusammengerechnet. Dazu werden die einzelnen Gas-mengen mit bestimmten Gewichtungsfaktoren multipliziert, in denen das jeweilige Treibhauspotenzial berücksichtigt wird. Diese liegen beispielsweise für Methan bei 21 bis 28; 1 kg Methan hat also die gleiche Treibhauswirkung wie 21 bis 28 kg CO₂. Die Bandbreite erklärt sich durch die unterschiedliche Beständigkeit von Methan in der Atmosphäre. Üblicherweise wird ein Betrachtungszeitraum von 100 Jahren angenommen und Methan mit einem Gewichtungsfaktor von 25 berechnet, Lachgas mit 298³.

Alle auf diese Weise ermittelten CO₂-Äquivalente werden addiert und finden sich im Gesamt-Emissionswert des jeweiligen Energieträgers wieder.

In Tabelle 2.3 sind die verwendeten Emissionsfaktoren für die Bilanzjahre 2007 und 2008 zusammengefasst. Neben den Werten für die Berechnung der CO₂-Äquivalente sind die Emissionsfaktoren ohne Äquivalente dargestellt, wie sie für die Berechnung der Startbilanz durch das Programm ECO-Region verwendet werden (vgl. 2.3.1.3).

Bei einem Vergleich der Bilanzierungsergebnisse mit dem Energieversorgungskonzept Braunschweig⁴ von 1995 ist darauf zu achten, dass auch hier andere Emissionsfaktoren verwendet wurden.

³ IPCC (2007)

⁴ STADTWERKE BRAUNSCHWEIG GMBH (1995)

Tabelle 2.3: Gegenüberstellung Emissionsfaktoren in g CO₂/kWh bzw. g CO_{2äq}/kWh

[g/kWh]	Verwendete Faktoren ⁵ CO _{2äq}		CO ₂ (inkl. Vorkette) nach ECO-Region
	2007	2008	2007
Strom BS ENERGY	929	891	581
Heizöl EL	321	321	320
Benzin	330	330	302
Diesel	314	314	292
Kerosin	627	627	284
Erdgas	252	252	228
Fernwärme	180	180	227
Holz	24	24	24
Braunkohle	438	438	438
Steinkohle	411	411	365
Kohle	420	420	371
Umweltwärme	232	232	164
Sonnenkollektoren	34	34	25
Biogase	19	19	15
Abfall	166	166	250
Flüssiggas	277	277	241
Pflanzenöl	110	110	36
Biodiesel	150	150	87

Beim Vergleich der Emissionsfaktoren für die verschiedenen Energieträger zeigt sich, dass diese sehr unterschiedlich ausfallen. So weist Strom mit Abstand den höchsten Wert auf, was auf den durch Umwandlungsverluste bedingten vergleichsweise hohen Energieverbrauch bei der Stromerzeugung und die Netzverluste zurückzuführen ist. Dies führt dazu, dass die Nutzung von Strom in der Treibhausgasbilanz wesentlich stärker zu Buche schlägt als die anderer Energieträger.

Erneuerbare Energien hingegen wie Sonnenenergie, Biogas, Holz etc. weisen sehr geringe CO₂-Emissionsfaktoren auf. Nicht nur der Energieverbrauch des Endverbrauchers, sondern auch die Wahl des jeweiligen Energieträgers haben daher erhebliche Auswirkungen auf die gesamtstädtische CO₂-Bilanz.

Allerdings ist bei der Berechnung der Emissionsfaktoren zu beachten, dass insbesondere die Emissionen aus Erneuerbaren Energien oft mit großen Unsicherheiten behaftet sind. Dies zeigte beispielsweise die Diskussion um Pflanzenöl, Biodiesel und die Lachgasemissionen bei ihrer Erzeugung.

⁵ FRITSCH (2007)/ GEMIS 4.2 (2004)/ GEMIS 4.4 (2007). Ausnahmen bilden Fernwärme und Strom (abgeschätzt, s. u. 1.2.1.), Kerosin (abgeschätzt mit RFI-Faktor von 1,9 für Emissionen in großen Höhen), Umweltwärme (abgeschätzt anhand des Faktors für Strom) sowie Holz und Braunkohle (nach ECO-Region).

2.2.2.1 Besonderheiten bei den Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme

Lokal betrachtet verursacht die Nutzung von Strom und Fernwärme keine Emissionen, daher tauchen diese in der Studie zur Luftreinhaltung der Stadt Braunschweig⁶ nicht auf. Weil die Emissionen aus den Kraftwerken und Heizkraftwerken jedoch hauptsächlich durch Verbrauchsminderung gesenkt werden können, werden dem Strom und der Fernwärme die Emissionen aus den Erzeugungsanlagen anteilig zugerechnet. Dieses verbrauchsorientierte Territorialprinzip dient dazu, zukünftige Klimaschutzbemühungen in der Stadt Braunschweig sowohl auf der Verbrauchs- als auch auf der Erzeugungsseite der CO₂-Bilanz sichtbar zu machen.

Für die Berechnung der **Emissionen aus dem Stromverbrauch** gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten: die Verwendung des bundesdeutschen Strommixes (Energieträgermix) oder die Verwendung des örtlichen Strommixes.

Der Strom für Haushalte und Gewerbe wird durch die Liberalisierung des Marktes vom lokalen Energieversorger BS|ENERGY und anderen Stromversorgern geliefert. Einen beträchtlichen Anteil seines Stroms verkauft BS|ENERGY außerdem an Kunden außerhalb des Stadtgebiets. BS|ENERGY betreibt zum einen eigene Erzeugungsanlagen, kauft aber auch Strom zu. Um diesen Tatsachen gerecht zu werden, werden die Emissionen aus den Erzeugungsanlagen im Stadtgebiet in vollem Umfang der Stadt zugerechnet, Anlagen außerhalb des Stadtgebietes werden jedoch nicht berücksichtigt.

Zur Berechnung des Emissionsfaktors für Strom wird für den Anteil des verbrauchten Stroms, der nicht im Stadtgebiet erzeugt wird, der Emissionsfaktor des bundesdeutschen Strommix verwendet.

Der Emissionsfaktor des deutschen Strom-Mix wird jedoch in der Regel nur ohne die ausländischen Vorketten⁷ berechnet, da die Regeln des Kyoto-Protokolls diese Vorgehensweise festlegen. Deshalb wurden die vollständigen Emissionen einschließlich der Vorketten mittels zweier Quellen abgeschätzt: erstens aus der GEMIS-Datenbank und zweitens aus der vom UBA veröffentlichten Zeitreihe⁸ ohne ausländische Vorketten. Aufgrund der veränderten Zusammensetzung der Energieträger ergeben sich für Strom unterschiedliche Emissionsfaktoren für die Jahre 2007 und 2008.

Bei der Stromerzeugung entsteht immer auch Wärme. Diese lässt sich mittels sogenannter Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) auskoppeln und auf diese Weise nutzbar machen. Über kürzere Strecken lässt sich die so gewonnene Wärme zu Wärmeverbrauchern hin transportieren. Die Nutzung dieser sogenannten **Fernwärme** führt zu einer besseren Brennstoffausbeute der jeweiligen Energieträger. Die Fernwärme der Stadt Braunschweig wird zu mehr als 95 Prozent in KWK erzeugt und in Zukunft durch die neue Gas- und Dampfturbinenanlage (GuD) verstärkt.

⁶ STADT BRAUNSCHWEIG (Hrsg.) (2007)

⁷ UBA (2006+07 vorläufig) Stand April 2009: Wie viel CO₂ verursacht eine Kilowattstunde Strom im deutschen Strommix? www.umweltbundesamt.de/energie/politik.htm

⁸ www.umweltbundesamt.de/energie/politik.htm → Wieviel CO₂ verursacht eine Kilowattstunde Strom im deutschen Strommix?

Es gibt verschiedene Methoden, die Emissionen aus der Fernwärme zu berechnen. BS|Energy nutzt seit 2007 die Exergetische Methode⁹, um bei ihren KWK-Anlagen den Brennstoffeinsatz bzw. die CO₂-Emissionen auf die Produkte Strom und Wärme aufzuteilen. Die Allokation des Brennstoffes wird über das Verhältnis des Exergieanteils von Strom und Wärme bestimmt, d.h. bei den Produktströmen von KWK-Anlagen werden nur die exergetischen Anteile bewertet.

Da jedoch die Berechnung des Emissionsfaktors für Fernwärme nach dieser Methode bislang von BS|ENERGY noch nicht abgeschlossen ist, wurde eine vorläufige Abschätzung vorgenommen, die noch mit einer leichten Unsicherheit behaftet ist. An der Gesamt-Emission an Treibhausgasen der Stadt Braunschweig wird sich dadurch jedoch nichts ändern, da auch die strombedingten Emissionen aus den Heizkraftwerken vollständig dem Energieverbrauch von Braunschweig zugerechnet werden, wie oben beschrieben.

2.2.2.2 Emissionsfaktoren für den Verkehrsbereich

Die Emissionen im Bereich Verkehr werden auf Grundlage des „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“, HBEFA Version 3.1 (Umweltbundesamt 2010) berechnet. Während CO₂-Emissionen direkt proportional zum Kraftstoffverbrauch sind, sind Emissionen der Äquivalente Methan und Lachgas vom Betriebszustand abhängig und werden für die gegebene Flottenzusammensetzung für 2008 und die jeweilige Verkehrssituation berechnet. Für Methan (CH₄) wird ein Wert von 21 als Äquivalenzfaktor zu CO₂ verwendet, für Lachgas (N₂O) wird ein Äquivalenzfaktor von 310 angenommen.

Da die Emissionen des Straßenverkehrs letztlich aus Kraftstoffverbrauchswerten berechnet werden, ist die Verwendung eines kraftstoffbezogenen Emissionsfaktors sinnvoll.

Zur Abschätzung der Emissionen aus der Vorkette für die Bereitstellung frei Tankstelle wird auf die Emissionsfaktoren zurückgegriffen. Die verwendeten Emissionsfaktoren gemäß FRITSCH (2007) sind in der folgenden Tabelle aufgelistet. Über den in der GEMIS-Datenbank genannten Heizwert für Benzin und Diesel in Deutschland im Jahr 2005 werden die Werte auf einen kraftstoffbezogenen Emissionsfaktor umgerechnet.

Tabelle 2.4: Emissionsfaktoren für die Bereitstellung von Benzin und Diesel frei Tankstelle.

Energieträger	Emissionsfaktor in g CO ₂ / g Kraftstoff	Emissionsfaktor in g CO ₂ / kWh*	Heizwert in MJ / kg
Benzin	0,686	58,2	42,45
Diesel	0,512	43,3	42,6

* bezogen auf 100 % der Endenergie (Heizwert)

⁹ Die Exergie ist in der Thermodynamik als der Anteil einer thermischen Energie definiert, die als Arbeit genutzt werden kann ($\eta_{\text{carnot}} = \text{Exergie} / \text{thermische Energie}$ und $\text{Energie} = \text{Exergie} + \text{Anergie}$). Strom hat dabei den Faktor 1, Fernwärme von 72°C bis 130°C hat einen Exerriefaktor zwischen 0,25 und 0,4.

Die Emissionsfaktoren für die Bereitstellung frei Tankstelle ergeben für Benzin einen Aufschlag von ca. 21 %, für Diesel einen Aufschlag von etwa 16 %. In erster Näherung wird für die CO₂-Emissionen der einzelnen Straßenabschnitte ein einheitlicher Aufschlag für die Vorkette von 19 % angenommen. Die CO₂-Äquivalentemissionen werden ebenfalls gegliedert nach Verkehrskategorien aufgelistet.

2.3 Energiebilanzen und Treibhausgasemissionen

2.3.1 Gesamtstadt

2.3.1.1 Erfassung der Energieverbrauchsdaten

Die Energiebilanz für Gebäude und Wirtschaft basiert teilweise auf Daten, die vom örtlichen Energieversorger BS|ENERGY und dem Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim zur Verfügung gestellt wurden. In beiden Fällen ist, wie unten beschreiben, eine präzise Abgrenzung der einzelnen Sektoren nicht immer möglich (vgl. Kap. 2.3.2.1 und 2.3.3.1).

Eine genauere Darstellung der Erfassung der Energieverbrauchsdaten erfolgt in den Kapiteln zu den einzelnen Verbrauchssektoren.

2.3.1.2 Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen der Gesamtstadt

Insgesamt ergibt sich für das Stadtgebiet Braunschweig für das Jahr 2008 ein **Endenergieverbrauch** von 4 762 GWh.

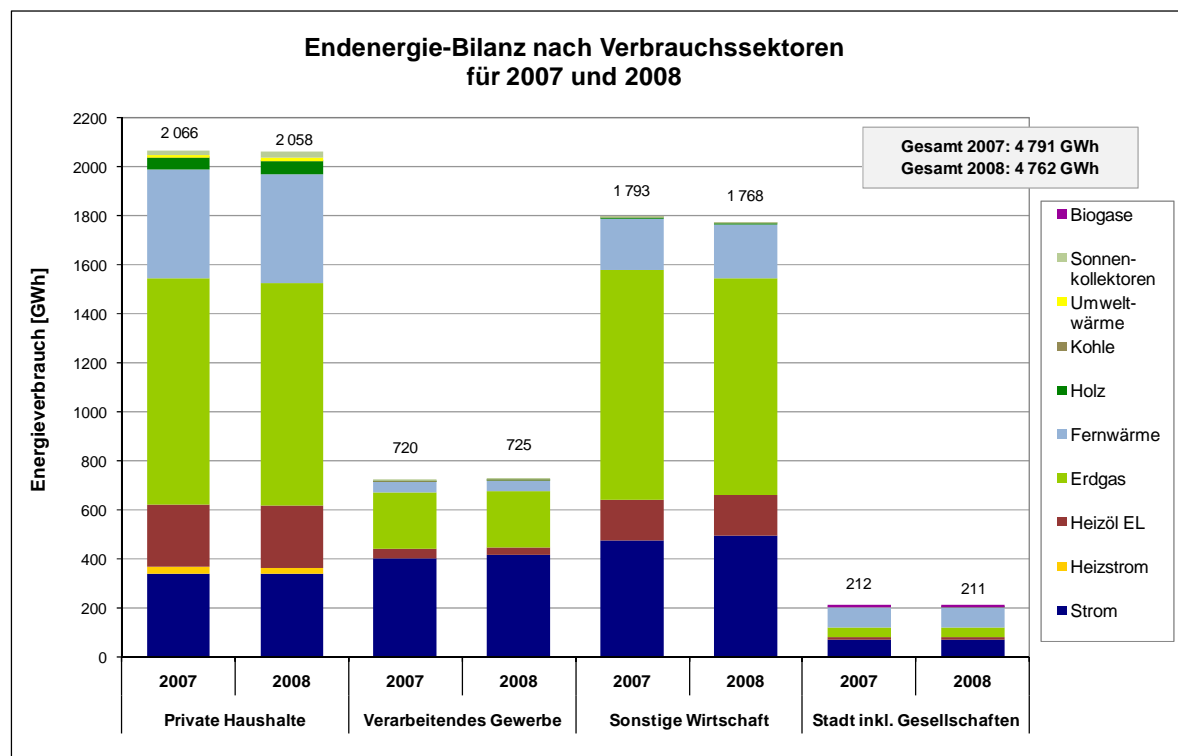


Abbildung 2.1: Endenergie-Bilanz nach Verbrauchssektoren für das Stadtgebiet Braunschweig

In Abbildung 2.1 ist zu sehen, wie sich der Gesamtverbrauch auf die verschiedenen Verbrauchssektoren verteilt.

Damit ist der Endenergieverbrauch gegenüber dem Jahr 2007 [4 791 GWh] leicht gesunken, wobei der Verbrauch in den Sektoren Private Haushalte, Sonstige Wirtschaft und Stadt inklusive städtische Gesellschaften etwas abgenommen, sich im Sektor Verarbeitendes Gewerbe hingegen leicht erhöht hat.

Aus dem Energieverbrauch der Gesamtstadt ohne Verkehr resultieren **Treibhausgasemissionen** von 2,011 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten (s. Abb. 2.2).

Auch bei den CO₂-Emissionen ist eine geringe Abnahme gegenüber 2007 [2,055 Mio. t CO_{2äq}] zu verzeichnen. Dies bezieht sich auf alle Sektoren.

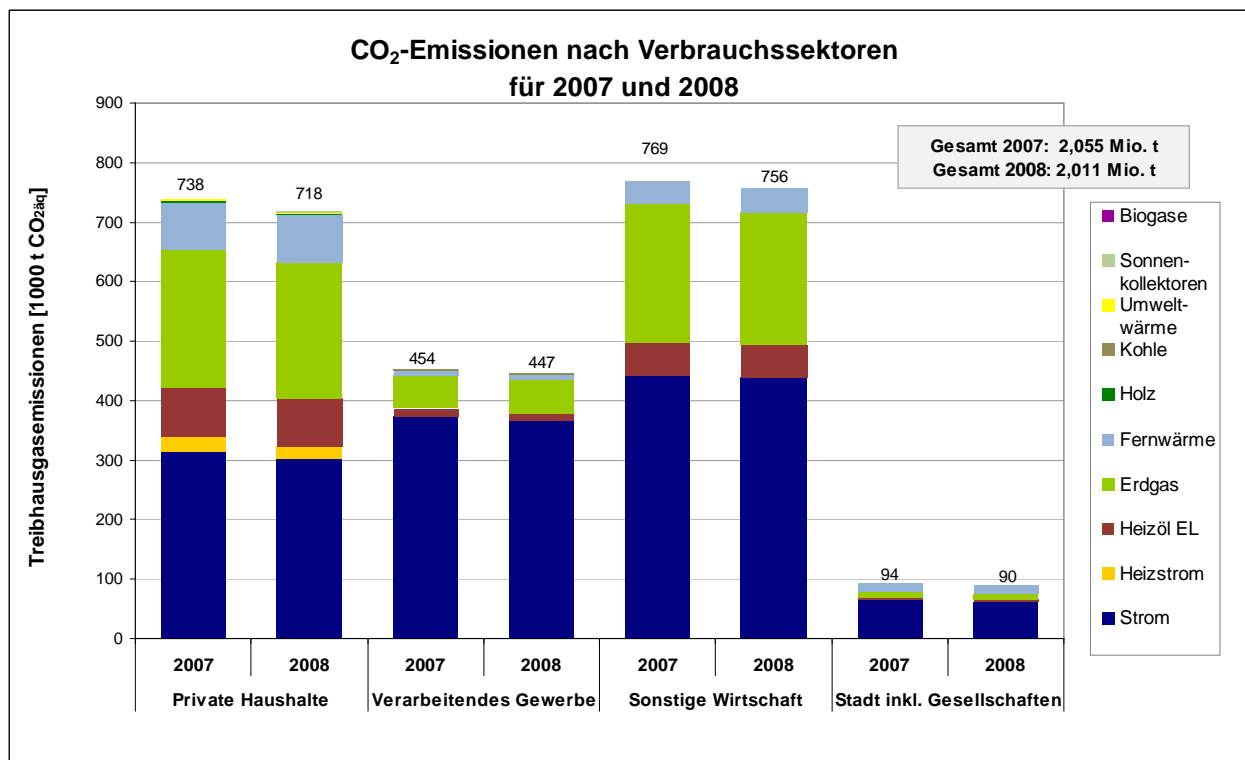


Abbildung 2.2: Treibhausgasemissionen verschiedener Verbrauchssektoren für das Stadtgebiet Braunschweig unterteilt nach Energieträgern

Umgerechnet auf eine Einwohnerzahl von 246 012 Einwohnern im Jahr 2008 (Quelle: Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen) ergibt sich ein Verbrauch an Endenergie von 19 355 kWh pro Einwohner (siehe Abb. 2.3). Dies entspricht 8,18 Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Einwohner (s. Abb. 2.4).

Gegenüber dem Vorjahr bedeutet das eine leichte Abnahme des Endenergieverbrauchs [245 810 Einwohner; 19 491 kWh pro Einwohner in 2007]; die Treibhausgasemissionen sind ebenfalls geringfügig zurück gegangen [8,36 t CO_{2äq} pro Einwohner in 2007].

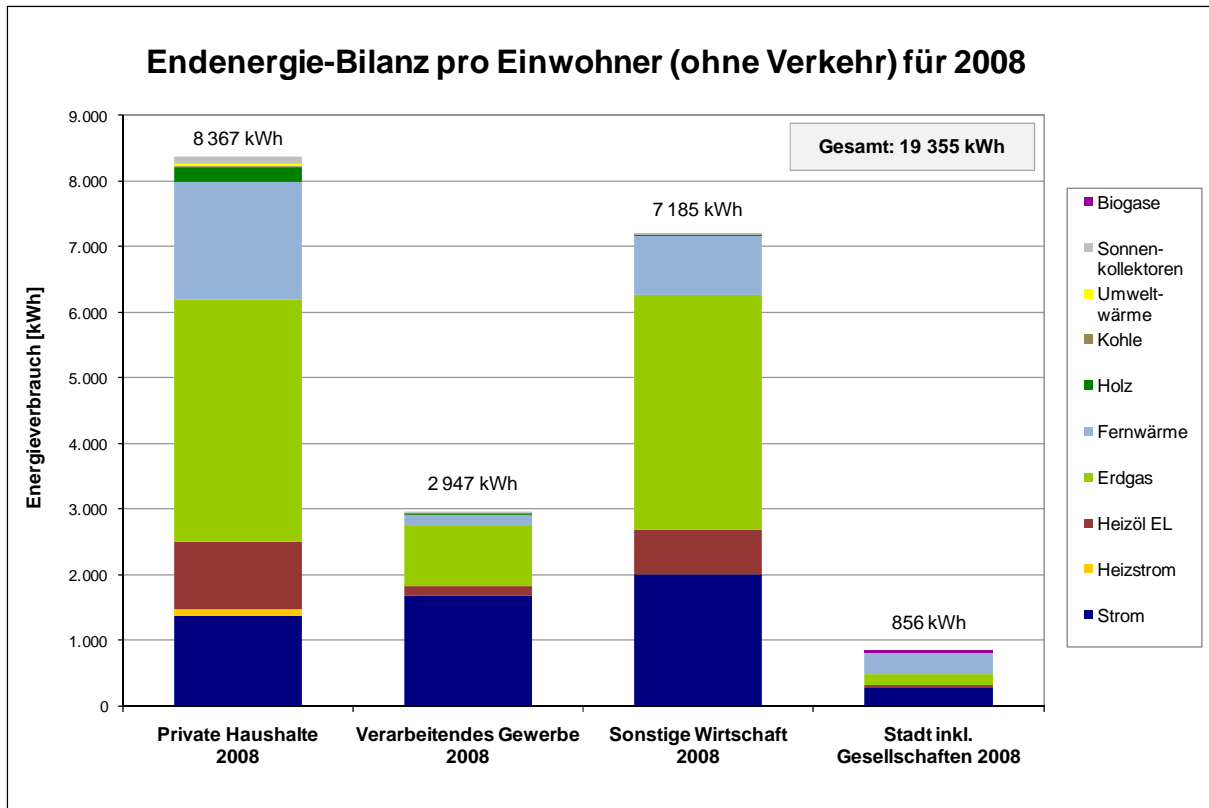


Abbildung 2.3: Endenergie-Bilanz pro Einwohner für das Stadtgebiet Braunschweig

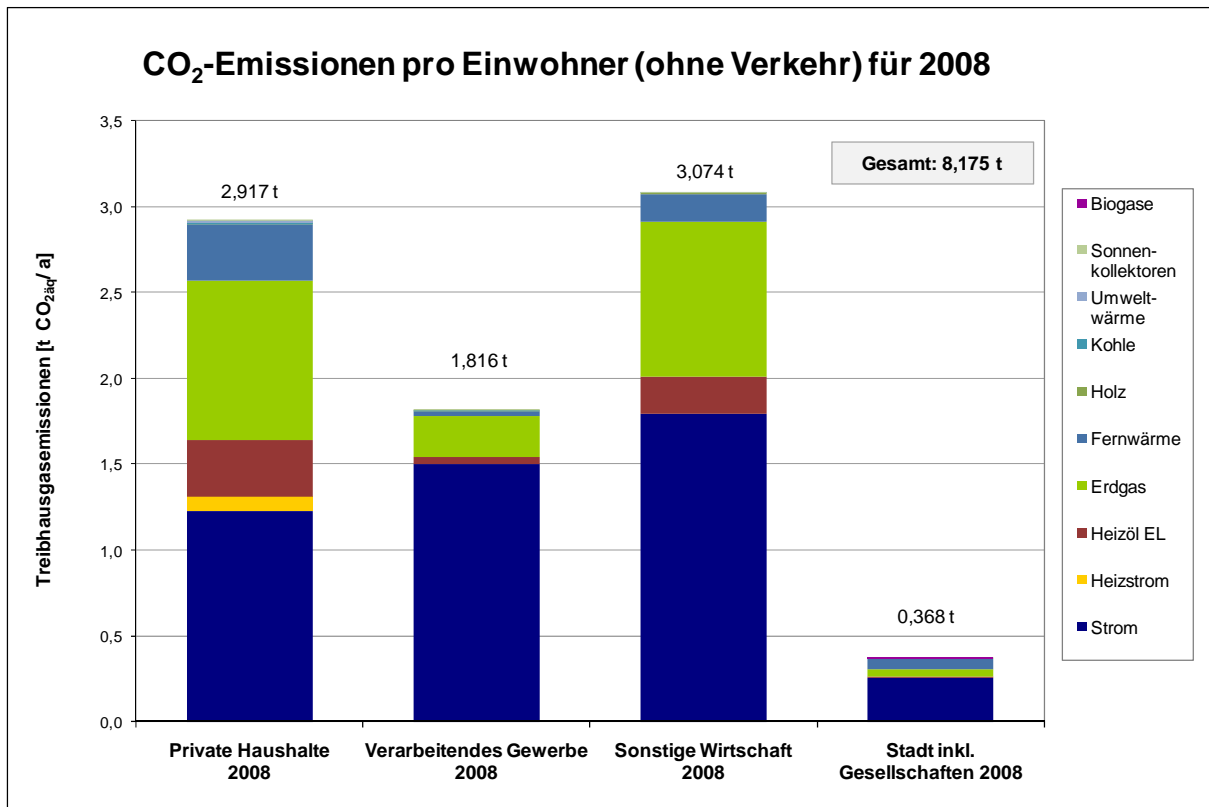


Abbildung 2.4: CO₂-Bilanz pro Einwohner für das Stadtgebiet Braunschweig

Bei einem Vergleich der Energie- und CO₂-Bilanz wird deutlich, dass Sektoren mit hohem Stromverbrauch aufgrund des gegenüber anderen Energieträgern relativ hohen Emissionsfaktors für Strom höhere Anteile an den Gesamtemissionen besitzen als bei der Endenergiebilanz.

So hat im Bilanzjahr 2008 der gesamte Sektor Wirtschaft (Sektor Verarbeitendes Gewerbe und Sektor Sonstige Wirtschaft) mit 2 493 GWh am Endenergieverbrauch im Bereich Energie den größten Anteil, dies sind 52,3% des gesamten Endenergieverbrauchs der Stadt Braunschweig (s. Abb. 2.5). Im Vergleich dazu fällt der Anteil dieser Sektoren an den CO_{2äq}-Emissionen noch größer aus. Rund 60% der Treibhausgasemissionen in Braunschweig im Bereich Energie sind auf wirtschaftliche Aktivitäten zurückzuführen, dies entspricht 1,203 Mio. Tonnen CO_{2äq}. Hier liegt ein wesentliches Einsparpotenzial für zukünftige Emissionsreduzierungen.

Auch der Sektor Private Haushalte hat mit 43,2% des Energieverbrauchs [entspricht 2.058 GWh] einen erheblichen Anteil an der endenergetischen Gesamtbilanz. Insgesamt gehen 35,7% der Treibhausgasemissionen im Bereich Energie [717 628 t CO_{2äq}] zu Lasten dieses Sektors. Diese Zahlen verdeutlichen, dass auch hier ein wesentliches Einsparpotenzial vorliegt und dieser Sektor eine Schlüsselposition bei der Umsetzung von Klimaschutzstrategien einnimmt.

Städtische Stellen weisen in der Energie-Bilanz noch einen Anteil von 4,4% auf, was 211 GWh entspricht. In der CO₂-Bilanz liegt der Anteil mit 90 464 Tonnen CO_{2äq} bei 4,5%.

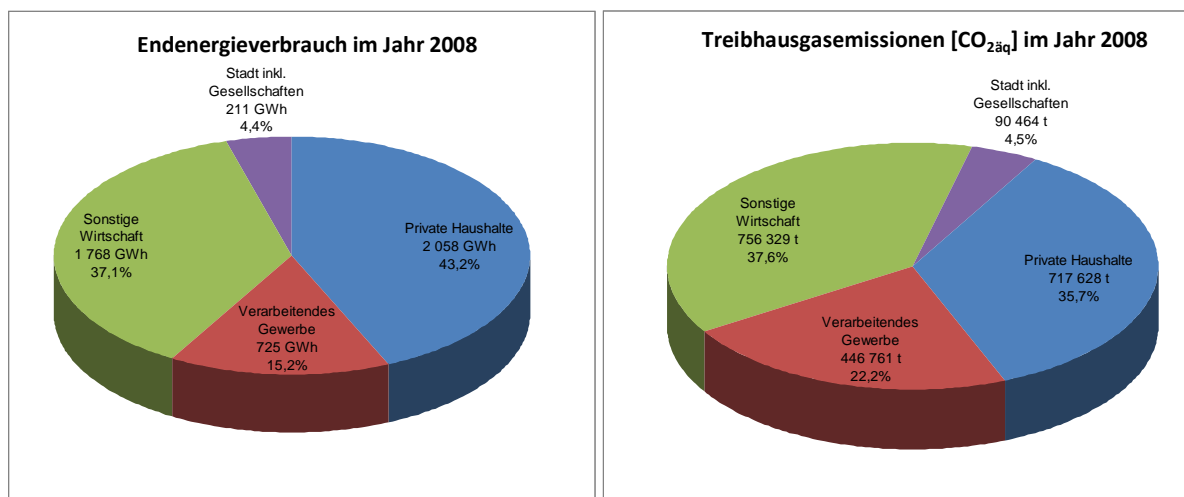


Abbildung 2.5: Verteilung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen auf die Verbrauchssektoren im Jahr 2008

Die höchsten Anteile an der Endenergiebilanz haben in Braunschweig die Energieträger Erdgas (43%), Strom (28%), Fernwärme (16%) und Heizöl (10%). Andere Energieträger werden mit etwa 2% am Endenergieverbrauch nur verhältnismäßig wenig eingesetzt. Eine Übersicht über die Verteilung gibt Abbildung 2.6.

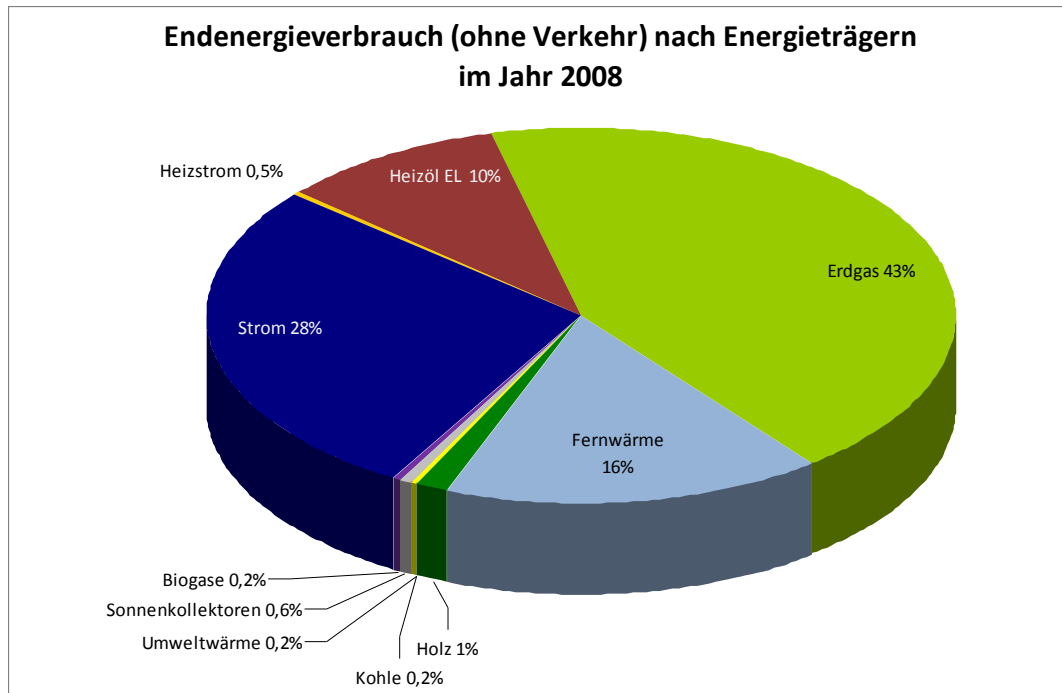


Abbildung 2.6: Anteile verschiedener Energieträger an den Treibhausgasemissionen (ohne Verkehr) im Stadtgebiet Braunschweig im Jahr 2008

Eine Betrachtung der Anteile der Energieträger an den Treibhausgasemissionen (s. Abb. 2.7) zeigt, dass im Bilanzjahr 2008 Strom mit 59% bzw. 1,194 Mio. Tonnen CO_{2äq} den höchsten Anteil an den Emissionen in Braunschweig besitzt.

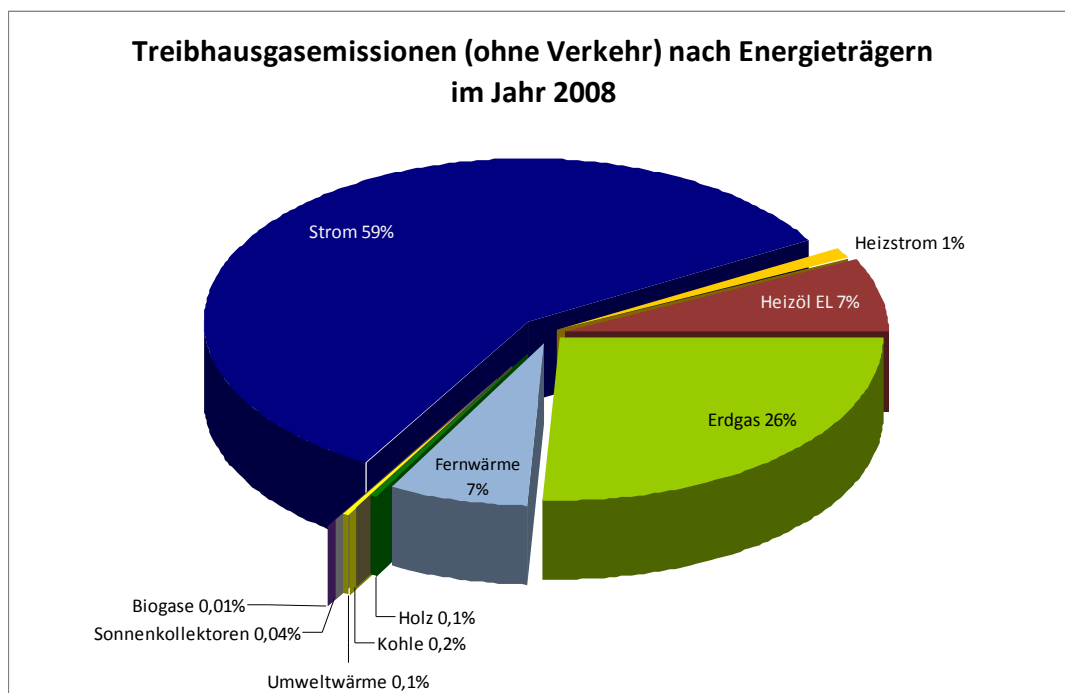


Abbildung 2.7: Anteile verschiedener Energieträger an den Treibhausgasemissionen (ohne Verkehr) im Stadtgebiet Braunschweig im Jahr 2008

Davon sind 0,02 Mio. Tonnen [1 % der Gesamtemissionen] auf den Heizenergieanteil zurückzuführen. Der in Braunschweig endenergetisch am meisten genutzte Energieträger Erdgas hat bei den CO₂-Emissionen mit 0,519 Mio. Tonnen CO_{2äq} nur noch einen Anteil von 26% an den Gesamtemissionen. Heizöl mit 0,149 Mio. Tonnen CO_{2äq} [7%] und Fernwärme mit 0,141 Mio. Tonnen CO_{2äq} [7%] spielen bei den Gesamtemissionen eine verhältnismäßig geringe Rolle. Sonstige Energieträger haben nur 0,009 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen, was ungefähr 0,4 % der Gesamtemissionen entspricht.

2.3.1.3 Startbilanz für die Jahre 1990 bis 2007

Die Berechnung der Startbilanz erfolgte mit Hilfe des von der Schweizer Firma Ecospeed entwickelte Programms ECO2-Region^{Smart} auf Grundlage bundesdurchschnittlicher Energieverbrauchszahlen für die verschiedenen Wirtschaftssektoren und Haushalte. Diese werden über die Einwohner- und Erwerbstätigenzahlen auf die Verhältnisse in Braunschweig umgerechnet. Die Startbilanz bildet damit die Energieverbräuche und Emissionen von CO₂ in Braunschweig so ab, als wenn diese in den jeweiligen Wirtschaftssektoren und im Sektor Private Haushalte dem Bundesdurchschnitt entsprechen.

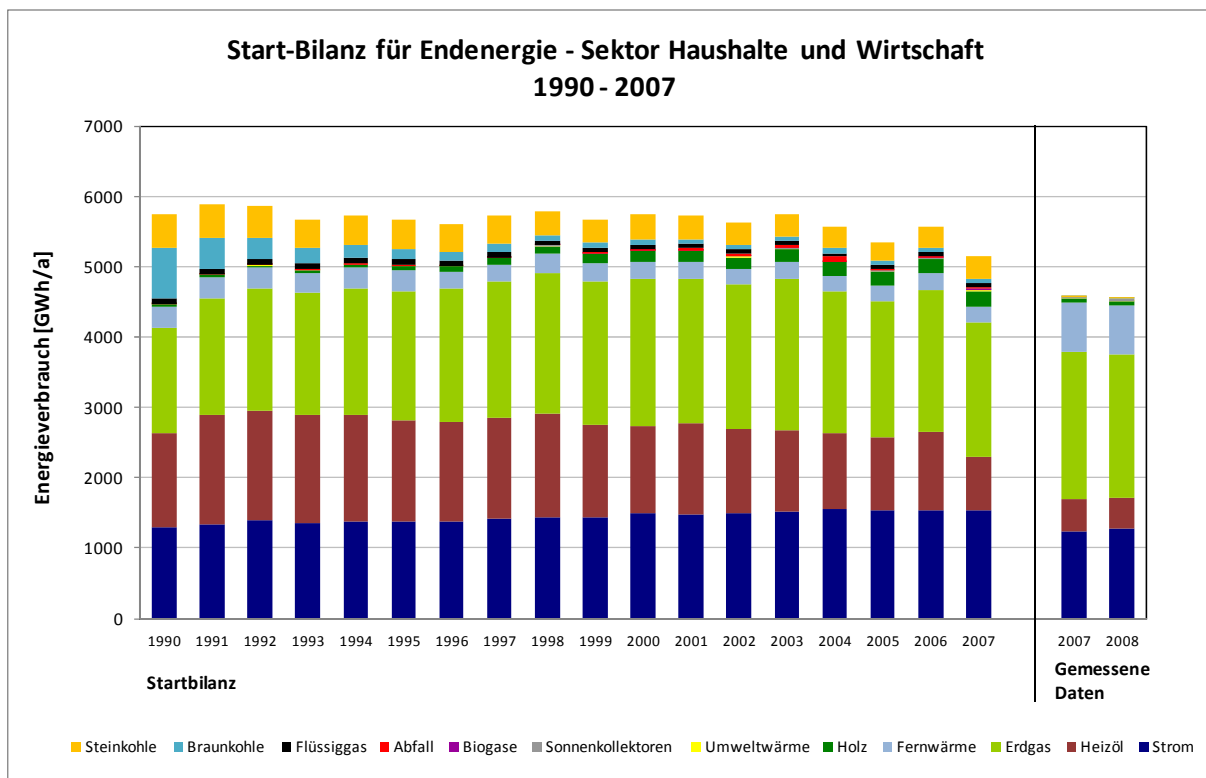


Abbildung 2.8: Gesamt-Startbilanz für Endenergie der Jahre 1990 bis 2007, Gegenüberstellung der Startbilanz aus statistischen Daten und der gemessenen Verbrauchswerte

In Abbildung 2.8 sind die so ermittelten Endenergieverbräuche der Jahre 1990 bis 2007 dargestellt. Eine Startbilanz für das Jahr 2008 konnte mit dem Programm ECO2-Region nicht

berechnet werden, da zum Zeitpunkt der Erstellung der Bilanz entsprechende Grunddaten des Programms für dieses Bilanzjahr nicht vorlagen.

Dem gegenüber gestellt sind die in Kapitel 2.3.1 erläuterten tatsächlichen Verbrauchsdaten aus den Jahren 2007 und 2008. Der Endenergieverbrauch vermindert sich demnach zwischen 1990 und 2007 um 17% von 5 742 GWh auf 5 152 GWh.

Die endenergiebezogenen Emissionen zeigen deutlich die Abnahme der Nutzung von Heizöl, Braunkohle und Steinkohle, die durch Erdgas ersetzt werden.

Die tatsächlichen Energieverbrauchsdaten des Jahres 2007 liegen immer unter den bundesdeutschen Durchschnittswerten in der Startbilanz, für 2008 kann man von einem ähnlichen Verhältnis ausgehen. Ein in Braunschweig vergleichsweise höherer Gasverbrauch und ein niedrigerer Heizölverbrauch sind gut erkennbar, insbesondere der Anteil an Fernwärme liegt deutlich über dem Bundesdurchschnitt.

Die analog zu Abbildung 2.8 dargestellten Treibhausgasemissionen in Abbildung 2.9 weisen einen sukzessiven Rückgang von 2 699 000 Tonnen CO₂ in 1990 auf 2 149 000 Tonnen CO₂ in 2007 auf.

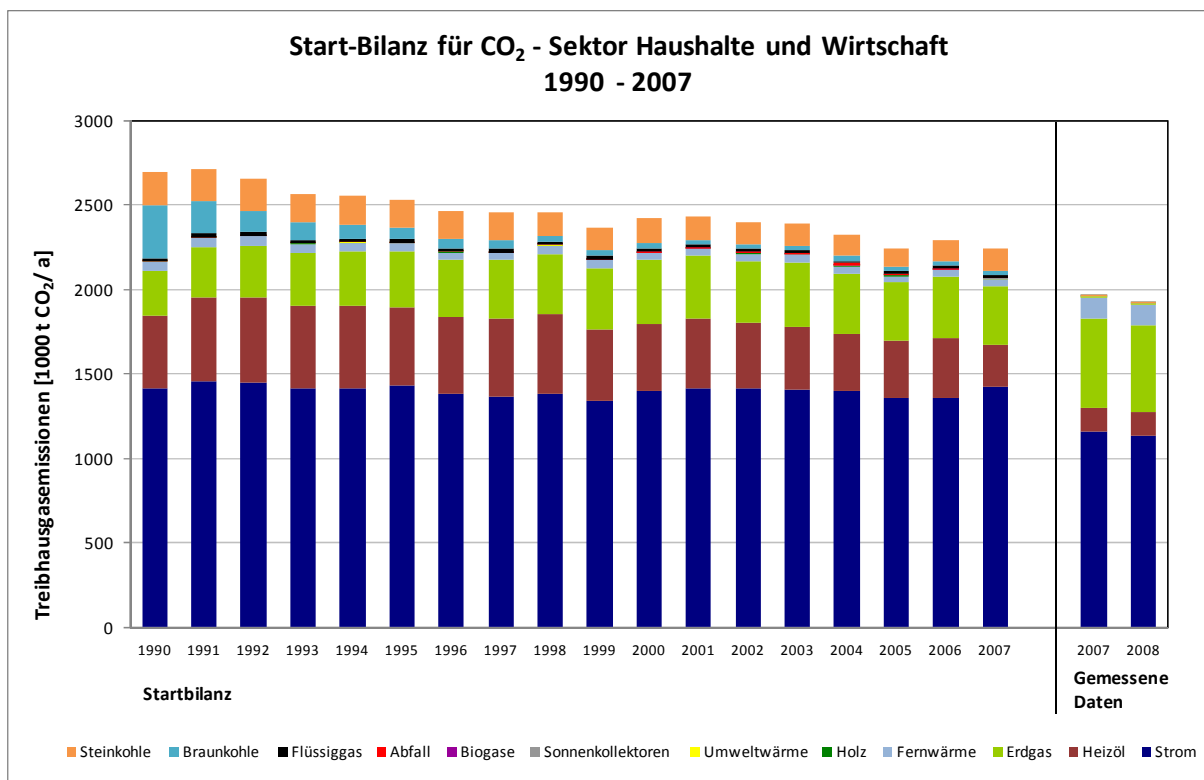


Abbildung 2.9: Gesamt-Startbilanz für Treibhausgasemissionen der Jahre 1990 bis 2007, Gegenüberstellung der Startbilanz aus statistischen Daten und der Bilanz aus gemessenen Verbrauchswerten.

2.3.2 Private Haushalte

2.3.2.1 Erfassung der Energieverbrauchsdaten für private Haushalte

Für die netzgebundenen Energieträger **Strom, Gas und Fernwärme** stellte die BS|ENERGY Netz GmbH Daten zur Verfügung. Dabei erwies sich bei Gas und Fernwärme die Aufteilung des Verbrauchs zwischen Haushalten und dem Wirtschaftssektor Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD) als schwierig.

Beim **Gasverbrauch** differenziert BS|ENERGY Netz nur nach Standard-Lastprofilen (SLP) und registrierender Lastgangmessung (RLM). Letztere gibt den Gasverbrauch von Großabnehmern, in der Regel des verarbeitenden Gewerbes¹⁰ wieder. Mittels Standard-Lastprofilen (SLP) werden sowohl Haushalte als auch Kleinverbraucher wie z.B. die kommunalen Liegenschaften abgerechnet¹¹.

Da bei den Zahlen des Vertriebs von BS|ENERGY hingegen zwischen Haushalten und Wirtschaft differenziert wird, sind für die Berechnung der Energiebilanz für die Jahre 2007 und 2008 diese genutzt worden. Es ist anzunehmen, dass der tatsächliche Gasverbrauch der privaten Haushalte noch etwas höher anzusetzen ist, da in Braunschweig auch Gas von anderen Gasanbietern durchgeleitet und verbraucht wird. Da hierüber aber keine Daten vorliegen, wird dieser Teil hilfsweise dem Bereich der sonstigen Wirtschaft zugerechnet.

Für **Fernwärme** wird dagegen die Aufteilung nach der Startbilanz genutzt (d. h. 60% des Energieverbrauchs werden den privaten Haushalten zugerechnet, 40% den Kleinverbrauchern).

Die nicht-leitungsgebundenen Energieträger wie **Heizöl, Kohle und Holz** werden auf Basis von Daten aus dem noch unveröffentlichten Entwurf „Modellgestützte Abschätzung von Luftschadstoffkonzentrationen in Braunschweig“ des staatlichen Gewerbeaufsichtsamtes (GAA) Hildesheim von 2009 abgeschätzt. Dazu wurden weitere Angaben des GAA und ein Vergleich der Werte für Gas mit den Angaben von BS|ENERGY herangezogen. Zur Abschätzung des Holzverbrauchs wurden die Daten des GAA zusätzlich mit der Feuerstättenzählung des 3N-Kompetenzzentrums Nachwachsende Rohstoffe (2009), der zentralen Anlaufstelle für Informationen über nachwachsende Rohstoffe in Niedersachsen, verglichen.

Die Basis der Emissionsberechnung des GAA und des 3N-Kompetenzzentrums sind die Daten des Landesinnungsverbandes der Schornsteinfeger (LIV). Von den in den ‚Kehrbüchern‘ aufgezeichneten Daten wurden Informationen zu den Feuerstättenarten, zum verwendeten Brennstoff und zur Nennwärmeleistung verwendet. Dabei wurden vom GAA fehlende Gebäude (die weder in den Daten der Schornsteinfeger enthalten, noch als Fernwärme beheizt bekannt sind) nach ihrem Gebäudevolumen ergänzt und die gewonnenen Feuerstätteninformationen mit vom UBA für Deutschland ermittelten mittleren Wärmeleistungen und Jahresverbrauchsstunden kombiniert.

¹⁰ Nach Informationen größerer Netzbetreiber (KuK 2009)

¹¹ Der Gasverbrauch wird mittels 2 SLP für Haushalte und bis zu 11 SLP für den tertiären Wirtschaftssektor abgerechnet (KuK 2009)

Die Zahlen der vom 3N-Kompetenzzentrums erfassten Holzfeuerstätten wurden überwiegend mit den von 3N zur Abschätzung des niedersächsischen Holzverbrauchs verwendeten Faktoren¹² multipliziert. Für die relativ hohe Anzahl von Scheitholz-Einzelöfen wurde jedoch eine geringere Vollbenutzungsstunden-Zahl angenommen, da diese in städtischen Gebieten deutlich seltener genutzt werden als in ländlichen Gegenden mit preiswerterem Holzangebot. So stimmen die Angaben aus beiden Quellen in etwa überein. Da die Feuerstättenzählung jährlich durchgeführt wird, sind diese Zahlen fortschreibbar und werden zur Bilanzierung verwendet.

2.3.2.2 Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen aus privaten Haushalten

Im Jahr 2007 liegt der tatsächliche Endenergieverbrauch im Bereich der privaten Haushalte höher als der bundesdeutsche Durchschnitt in der Startbilanz.

Der Endenergieverbrauch des Sektors Private Haushalte beträgt im Bilanzjahr 2008 2 058 GWh, dies entspricht Treibhausgasemissionen in Höhe von 717 628 t CO_{2äq}.

Erdgas hat sowohl endenergetisch als auch bei den CO₂-Emissionen den größten Anteil (44% bzw. 32%). Strom (inkl. Heizstrom) hat noch einen endenergetischen Anteil von 18% bzw. 45% bei den Äquivalentemissionen. Der Anteil der Fernwärme im Sektor Private Haushalte ist mit 22% des Endenergieverbrauchs im Vergleich zu anderen Kommunen relativ hoch. Dies entspricht 11% der in diesem Sektor emittierten CO₂-Äquivalente. Heizöl hat 2008 in Braunschweig einen Anteil von 12% bei der Endenergie und 11% bei den CO₂-Emissionen. Sonstige Energieträger spielen mit knapp 5% bei der Endenergie und 0,8% bei den CO₂-Emissionen im Haushaltssektor bisher eine untergeordnete Rolle.

Auffällig ist auch, dass der Verbrauch an Heizöl und auch Holz, Steinkohle und Braunkohle niedriger ist als im deutschen Durchschnitt (vgl. Abb. 2.1 und 2.10). Höher ist im Sektor Private Haushalte in Braunschweig hingegen der Verbrauch an Fernwärme. Auch Energie, die mit Hilfe von Sonnenkollektoren gewonnen wird, wird in Braunschweig häufiger genutzt als im bundesdeutschen Mittel.

Der gemessene Energieverbrauch der Haushalte ist von 2007 auf 2008 nur geringfügig gesunken, der Anteil erneuerbarer Energieträger wie Solarwärme und Holzenergie ist jedoch leicht gestiegen. Dies und der Rückgang des Verbrauchs von Heizstrom um 13% führten zu einer Verringerung der Treibhausgasemissionen aus der Wärmenutzung (vgl. Abb. 2.2).

Auch der Verbrauch von Strom im normalen Haushaltstarif blieb in etwa gleich, die Verminderung des Emissionsfaktors für Strom u.a. durch die Inbetriebnahme des Biogas-Blockheizkraftwerks in Ölper trägt jedoch ca. zur Hälfte der (geringen) Verminderung der Treibhausgasemissionen bei.

Die (geschätzte) Wärmemenge aus elektrischen Wärmepumpen („Umweltwärme“) ist 2008 angestiegen, diese Form der Wärme ist jedoch mit höheren Treibhausgas-Emissionen verbunden als die Nutzung von Fernwärme (vgl. Tab. 2.3).

¹² 3N, Herr Udo Jakobs (mündlich)

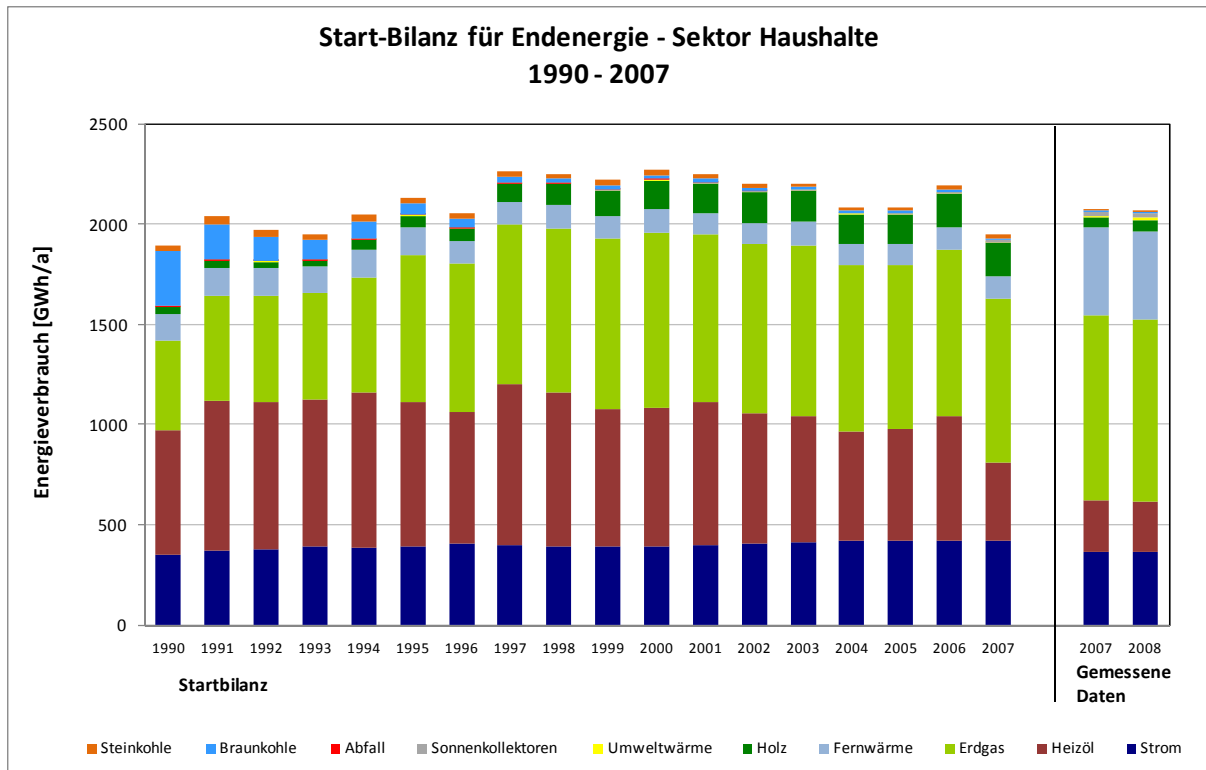


Abbildung 2.10: Startbilanz für Endenergieverbrauch der privaten Haushalte zwischen 1990 und 2007, Gegenüberstellung der Startbilanz aus statistischen Daten und der Bilanz aus gemessenen Verbrauchswerten

Der Stromverbrauch der privaten Haushalte hat deutschlandweit seit 1990 trotz steigender Energieeffizienz um 19,3% zugenommen. Gründe dafür sind vor allem die Zunahme der Wohnfläche, u. a. bedingt durch eine steigende Zahl an 1- und 2-Personen-Haushalten und die zunehmende Ausstattung mit elektrischen Geräten. Über die letzten zehn Jahre fand bei der Anschaffung von Computern eine Steigerungsrate von 194 % statt. Die Anzahl an Wäschetrocknern, Spülmaschinen oder Mikrowellen hat jeweils ungefähr um die Hälfte zugenommen.¹³ In Braunschweig ist der Stromverbrauch etwas niedriger als im Bundesdurchschnitt, was dazu beiträgt, dass die Gesamtsumme der Treibhausgasemissionen im Gegensatz zum gesamten Energieverbrauch der Haushalte unter dem statistischen Wert liegt. Ein weiterer Grund ist der geringe Anteil klimaschädlicher Energieträger wie Öl und Kohle und der hohe Fernwärmeanteil.

¹³ STATISTISCHES BUNDESAMT (2008)

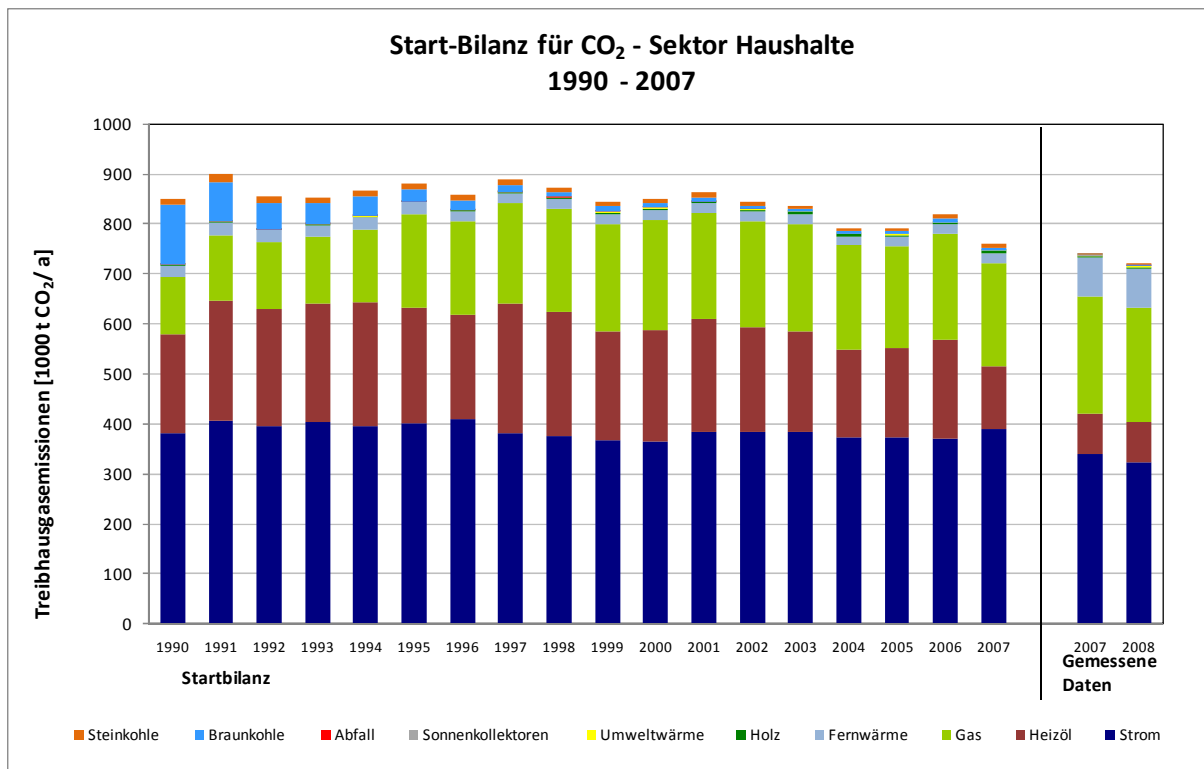


Abbildung 2.11: Startbilanz für Treibhausgasemissionen der privaten Haushalte zwischen 1990 und 2007, Gegenüberstellung der Startbilanz aus statistischen Daten und der Bilanz aus gemessenen Verbrauchswerten.

2.3.3 Wirtschaft

2.3.3.1 Erfassung der Energieverbrauchsdaten für die Wirtschaft

Für das verarbeitende Gewerbe stehen Daten des Landesbetriebs für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (LSKN) zur Verfügung¹⁴. Weitere Daten von Strom, Gas und Fernwärme wurden, wie unter 2.2.2.1 beschrieben, vom örtlichen Energieversorger bereitgestellt.

Die Daten des LSKN für den Gasverbrauch des verarbeitenden Gewerbes sind erheblich niedriger (230 GWh) als die Daten von BS|ENERGY für den nach der registrierenden Lastgangmessung (RLM) abgerechneten Gasverbrauch (973 GWh), der nach Informationen von Netzbetreibern aus Niedersachsen dem Verbrauch des sekundären Wirtschaftssektors entsprechen soll. Auch ist der Verbrauch des sekundären Wirtschaftssektors nach der Startbilanz dreimal so hoch wie die Angaben des LSKN. Letzteres könnte darin begründet sein, dass in Braunschweig viele Erwerbstätige des verarbeitenden Gewerbes entweder in der

¹⁴ Diese liegen als Summe für Betriebe des verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden vor. Aufgrund der Beschäftigtenzahlen dieser drei Wirtschaftszweige können die beiden letzteren jedoch im Vergleich zum verarbeitenden Gewerbe (= Industrie, sekundärer Wirtschaftssektor) vernachlässigt werden.

Verwaltung oder in arbeitsintensiven Produktionen oder in kleinen Betrieben, die vom LSKN nicht erfasst werden, beschäftigt sind.

Da für das verarbeitende Gewerbe bezüglich der anderen Energieträger nur die Daten des LSKN verfügbar sind, wird auch für den Gasverbrauch die Zahl aus dieser Quelle verwendet. Die Differenz wird der sonstigen Wirtschaft zugerechnet.

Für die weiteren Wirtschaftssektoren stehen keine separaten Daten zur Verfügung. Da der primäre Sektor in Braunschweig jedoch insgesamt sehr klein ist, wird er mit dem tertiären Sektor unter „Sonstige Wirtschaft“ zusammengefasst.

Für die sonstige Wirtschaft werden die Daten für Öl und Kohle der noch unveröffentlichten Studie des GAA zur Luftreinhaltung entnommen. Für Holz werden Daten aus der Feuerstättenzählung 2008 des 3N-Kompetenzzentrums verwendet.

2.3.3.2 Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen der Wirtschaft

Der Sektor Wirtschaft (Sektor Verarbeitendes Gewerbe und Sektor Sonstige Wirtschaft) hat im Bilanzjahr 2008 einen Endenergieverbrauch von 2 493 GWh und Emissionen von 1,2 Mio. Tonnen CO_{2äq}. Dies entspricht Emissionen von 4,890 Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Braunschweiger Einwohner für den Bereich Wirtschaft.

Strom hat in diesem Sektor sowohl endenergetisch mit 36% als auch bei den CO₂-Emissionen mit 67% als Energieträger die größten Anteile. Endenergetisch hat Erdgas einen Anteil von 45%. Der Anteil der Fernwärme am Endenergieverbrauch ist mit 11% niedriger als in den übrigen Sektoren. Bei den CO₂-Emissionen liegt der Anteil von Erdgas nur noch bei 23%, bei Fernwärme nur noch bei etwa 4%. Heizöl hat einen endenergetischen Anteil von 8%, dies entspricht 5% der CO₂-Emissionen.

Kohle hat nur noch Anteile von jeweils 0,2%. Sonstige Energieträger spielen in diesem Sektor kaum eine Rolle.

Abbildung 2.12 und 2.13 zeigen die ermittelten Endenergieverbräuche und Treibhausgasemissionen im Bereich der Wirtschaft, differenziert nach den Sektoren Verarbeitendes Gewerbe und Sonstige Wirtschaft. Während die erhobenen Parameter zum Energieverbrauch im verarbeitenden Gewerbe bei geringfügig verringerten Treibhausgasemissionen von 2007 auf 2008 leicht gestiegen sind, ist im Bereich der sonstigen Wirtschaft sowohl bei dem Energieverbrauch als auch den Emissionen in diesem Zeitraum ein geringer Rückgang zu verzeichnen. Dieser ist in erster Linie auf einen niedrigeren Gasverbrauch zurückzuführen.

Der Verbrauch von Strom ist bei der Wirtschaft insgesamt ebenfalls leicht angestiegen, die damit verbundenen Treibhausgas-Emissionen sind jedoch annähernd konstant geblieben. Dies ist auf die Verbesserung des Emissionsfaktors für Strom u. a. durch die Inbetriebnahme des Biogas-Blockheizkraftwerk in Ölper zurückzuführen. Weitere Anstrengungen zur Energieeinsparung sind sowohl im Wärmebereich (Dämmung, Einsatz erneuerbarer Energieträger, z.B. in Kraft-Wärme-Kopplung) als auch im Strombereich erfolgversprechend.

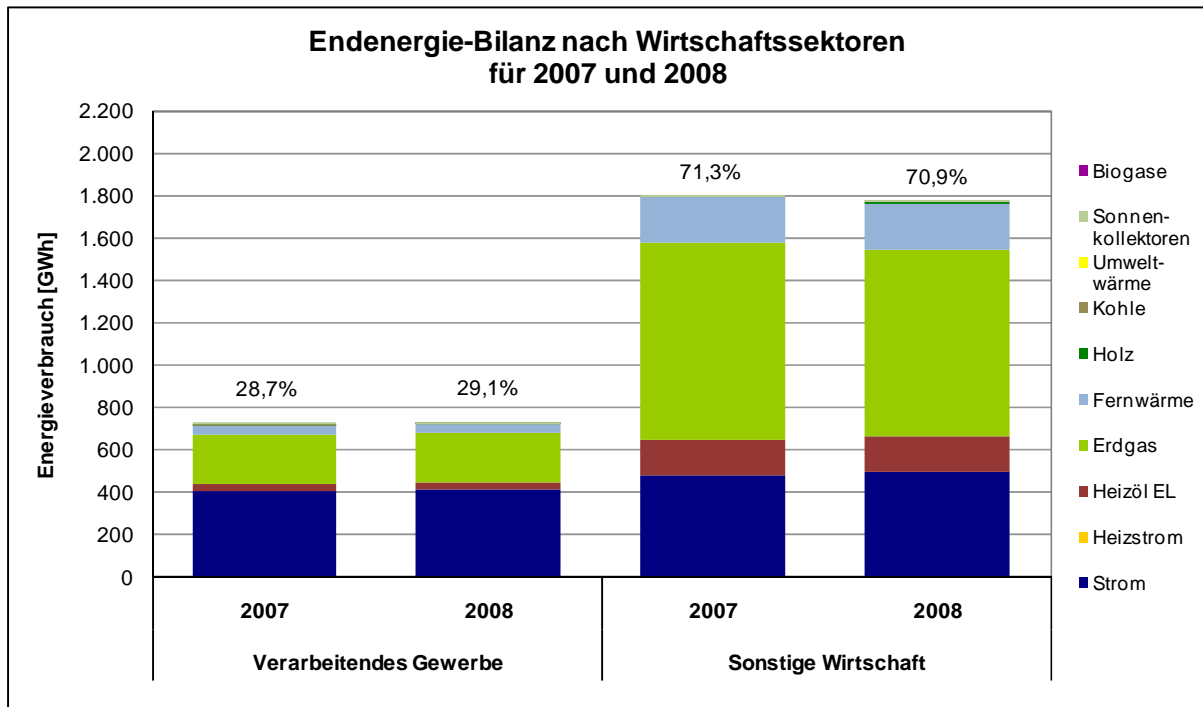


Abbildung 2.12: Endenergie-Bilanz für den Sektor Wirtschaft

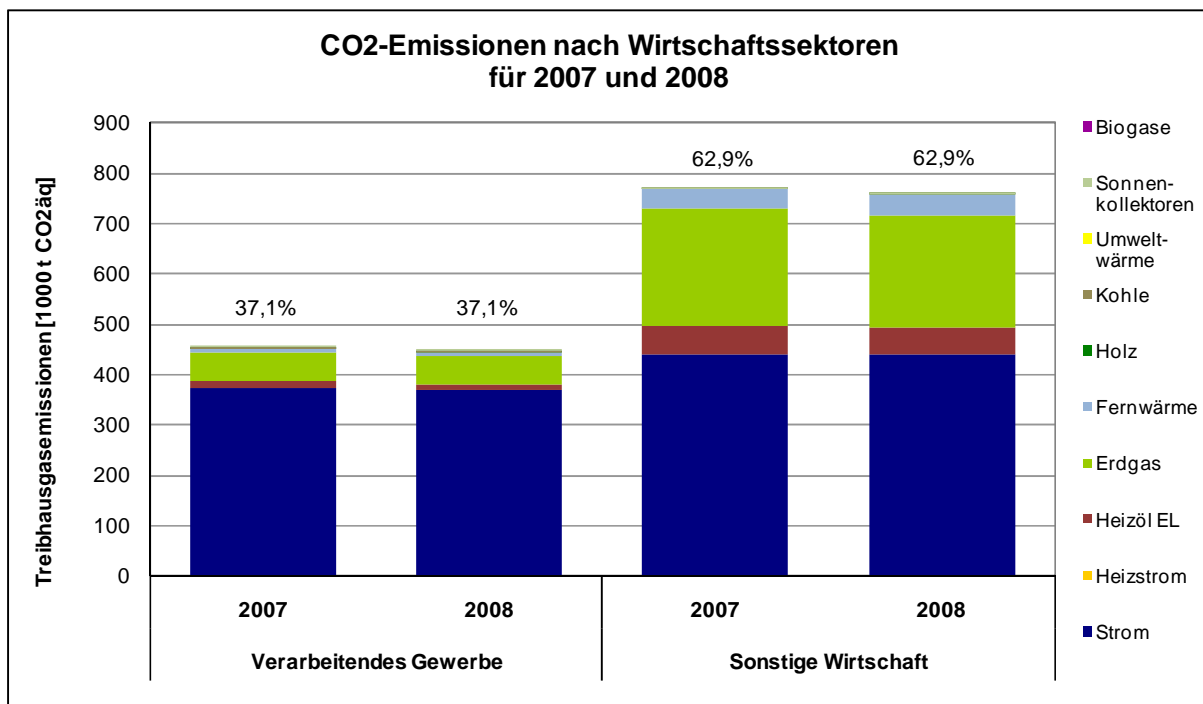


Abbildung 2.13: Treibhausgasemissionen im Sektor Wirtschaft

Auffallend ist, dass das verarbeitende Gewerbe in 2008 mit 22,2% einen sehr geringen Anteil an den Gesamtemissionen hat (vgl. Abb. 2.5). Damit stellen sich die tatsächlichen Verhältnisse in Braunschweig auch anders dar als in der Startbilanz, die anhand der Erwerbstätigenzahlen sehr viel höhere Energieverbräuche des sekundären

Wirtschaftssektors errechnet. Als Erklärung könnte die Tatsache dienen, dass in Braunschweig überwiegend arbeitsintensive Branchen sowie größere Verwaltungen des verarbeitenden Gewerbes angesiedelt sind.

2.3.4 Stadt und städtische Gesellschaften

2.3.4.1 Erfassung der Energieverbrauchsdaten für Stadt und städtische Gesellschaften

Über die Verbrauchsdaten der mehr als 600 Gebäude der Stadt führt die Energieleitstelle ein Controlling durch, ebenso über den Energieverbrauch angemieteter Gebäude, soweit dieser direkt mit dem Versorger abgerechnet wird (in der Regel der Stromverbrauch). Zur Berechnung des Wärmeverbrauchs werden zudem angemietete Gebäude über 550 m² Nutzfläche, die mit dem Vermieter abgerechnet werden, mit einbezogen. Hier wurden Abschätzungen anhand der Heizkostenabrechnung vorgenommen.

Zusätzlich wurden die größeren städtischen Gesellschaften wie Klinik, Stadtbad Braunschweig, Sport und Freizeit GmbH, Stadthalle, VHS, KOSYNUS, Bellis (für Ampeln und Straßenbeleuchtung) nach Daten zum Energieverbrauch befragt. Die überlassenen Daten wurden auf Wunsch einzelner Gesellschaften vertraulich behandelt und nur als Summe aller städtischen Gesellschaften ausgewertet.

Für die Bilanzierung standen Verbrauchsdaten der folgenden städtischen Gesellschaften zur Verfügung:

Tabelle 2.5: Städtische Gesellschaften, von denen Daten erhoben wurden

Städt. Gesellschaften
Stadtbad Braunschweig S+F GmbH
Städtisches Klinikum Braunschweig gGmbH
Volkshochschule Braunschweig GmbH
KOSYNUS GmbH
BELLIS GmbH
Stadtentwässerung Braunschweig GmbH (SE BS)
Stadthalle Braunschweig Betriebs-GmbH

Die Verbrauchsdaten der Stadt werden nach Abrechnungsjahr¹⁵ dokumentiert, die der städtischen Gesellschaften teilweise auch tagesgenau (Stadtbad).

¹⁵ Also z.B. bei Abrechnung im Februar 2008 von Februar 2007 bis Februar 2008 als „Verbrauch 2008“.

2.3.4.2 Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen der Stadt

Insgesamt ergibt sich für das Jahr 2008 für die Stadtverwaltung ohne die städtischen Gesellschaften ein Endenergieverbrauch von 95,0 GWh. Dieser Wert liegt damit rund 1,6% niedriger als im Vorjahr [93,5 GWh] (s. Abb. 2.14).

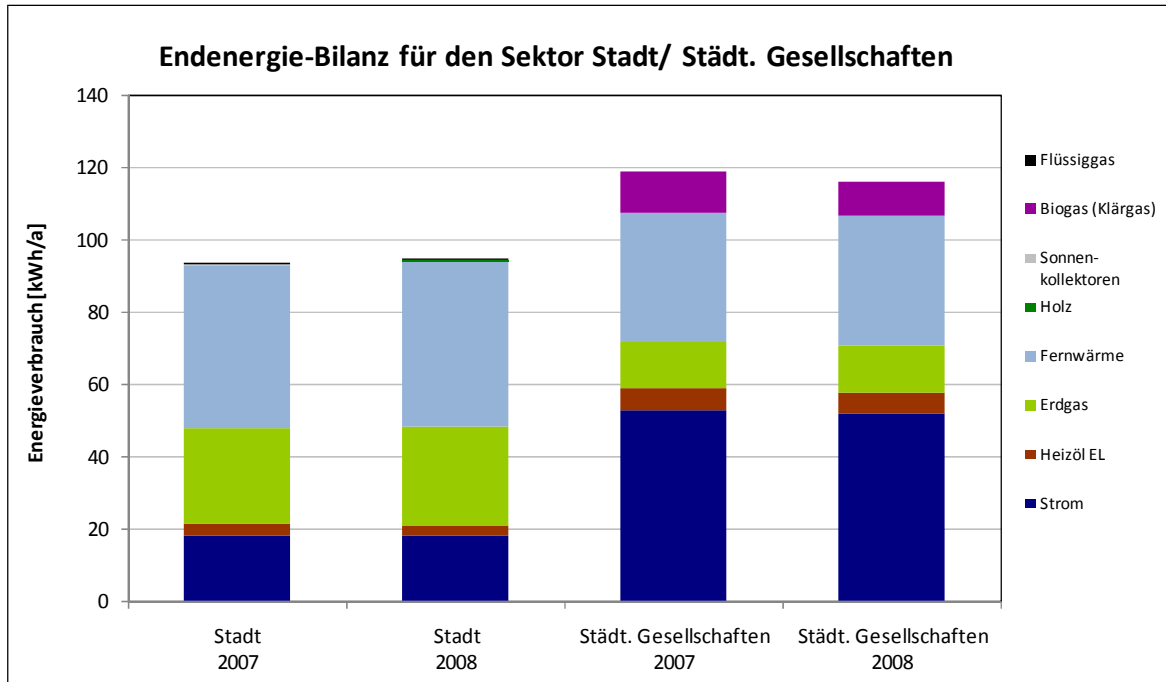


Abbildung 2.14: Endenergie-Bilanz für die Stadt und die größten städtischen Gesellschaften

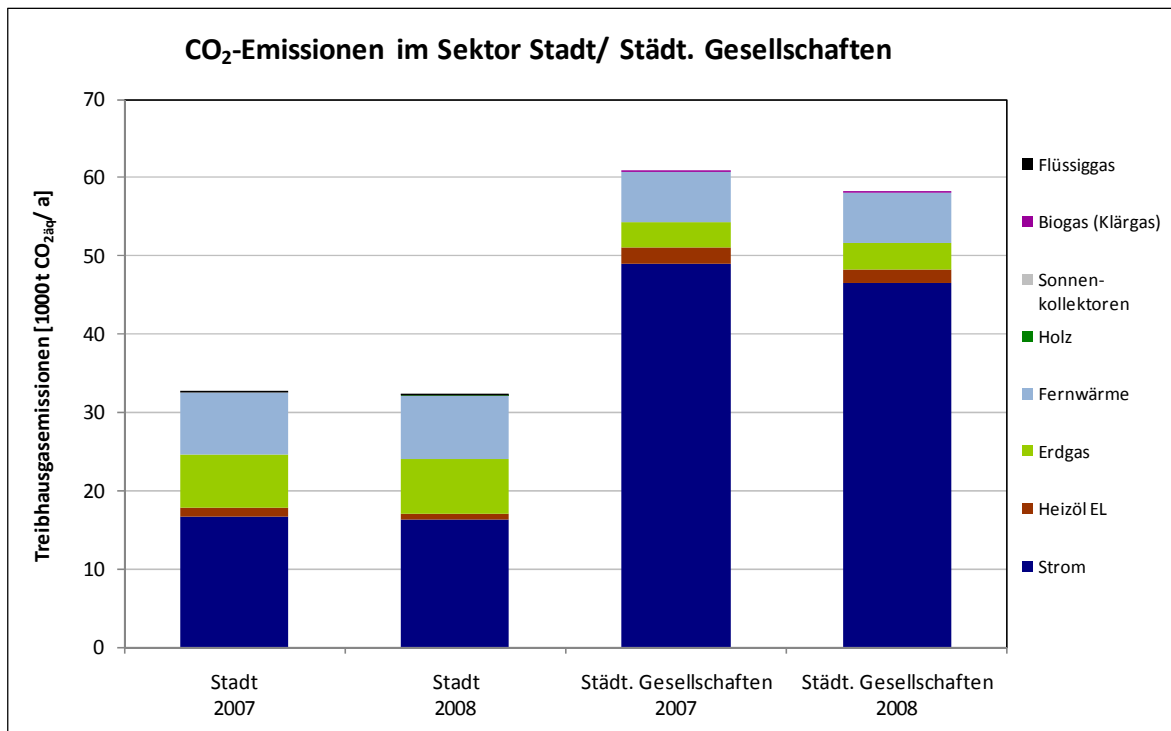


Abbildung 2.15: Treibhausgasemissionen im Sektor Stadt und städtischen Gesellschaften

Dagegen verringerten sich die Treibhausgasemissionen im selben Zeitraum von 32 727 auf 32 382 Tonnen CO_{2äq} (s. Abb. 2.15; weitere Erläuterungen zu Abb. 2.14 und 2.15 siehe Kap. 2.3.4.3).

Der am meisten genutzte Energieträger ist bei der Stadt mit einem Anteil von 48% am Endenergieverbrauch die Fernwärme (entspricht 25% der Emissionen dieses Sektors). Weiterhin spielt Erdgas mit einem endenergetischen Anteil von 29% bzw. 22% der Emissionen eine Rolle. Der Anteil des Stroms am Endenergieverbrauch (19%) macht bei den CO₂-Emissionen mit 50 % den größten Anteil aus. Heizöl hingegen wird bei der Stadt wenig genutzt (nur jeweils 3% Anteil). Als regenerativer Energieträger hat Holz einen Anteil von knapp 0,4%, dieser macht nur 0,03% der Treibhausgasemissionen aus.

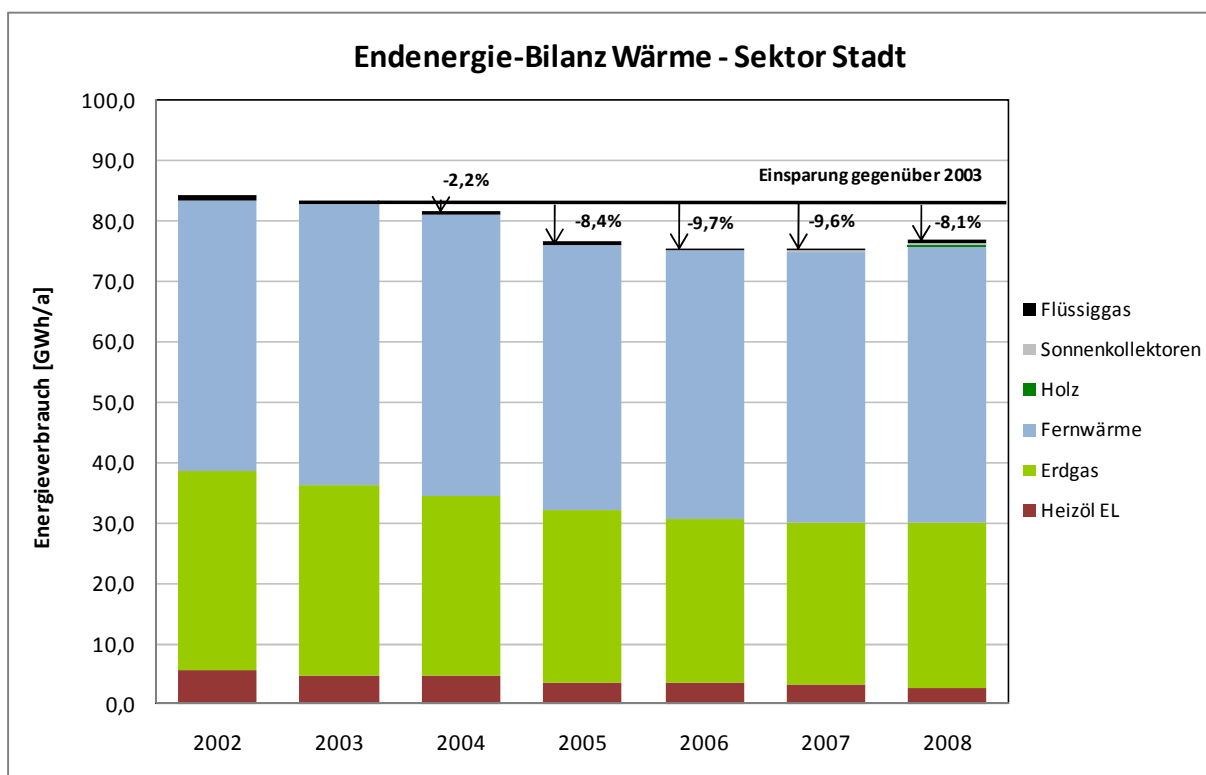


Abbildung 2.16: Endenergieverbrauch im Bereich Wärmenutzung der Stadt in den Jahren 2002 bis 2008

Bei getrennter Betrachtung von Strom- und Wärmeverbrauch wird deutlich, dass die Stadt im Bereich des Wärmeverbrauchs seit 2003 rund 8% Endenergie einsparen konnte (vgl. Abbildung 2.16). Bezieht man den Flächenzuwachs von etwa 3% im selben Zeitraum mit ein, so sind die Einsparungen pro Quadratmeter noch höher.

Zugleich ist der Stromverbrauch deutlich angestiegen (s. Abbildung 2.17); seit 2006 verursacht er mehr als die Hälfte der kommunalen Treibhausgasemissionen (vgl. Abbildung 2.15). Insgesamt ist die Bezugsfläche für den Stromverbrauch in den fünf Jahren um 8,8% gewachsen. Von 2005 auf 2006 ist die Größe der Bezugsfläche allerdings nur um 1,3% angestiegen, so dass sich hierdurch die deutliche Zunahme des Stromverbrauchs zwischen diesen Jahren nicht erklären lässt. Die Energieleitstelle erklärt, dass ca. 0,4 GWh des Anstiegs von 2005 auf 2006 dem Bürogebäude des Instituts für Angewandte Mikro-Elektronik (IAM)

als Mehrverbrauch zuzuschreiben seien. Die übrigen ca. 1,6 zusätzlich verbrauchten GWh sind über veränderte Nutzerprofile in den Liegenschaften der Stadt Braunschweig zu erklären. In einigen Schulen wurde z.B. der Halbtagsunterricht auf Ganztagsunterricht umgestellt. Zusätzlich kommen Neuanschaffungen von elektronischen Geräten (PCs) hinzu, die ebenfalls für den erhöhten elektrischen Energieverbrauch im Jahr 2006 verantwortlich sind.

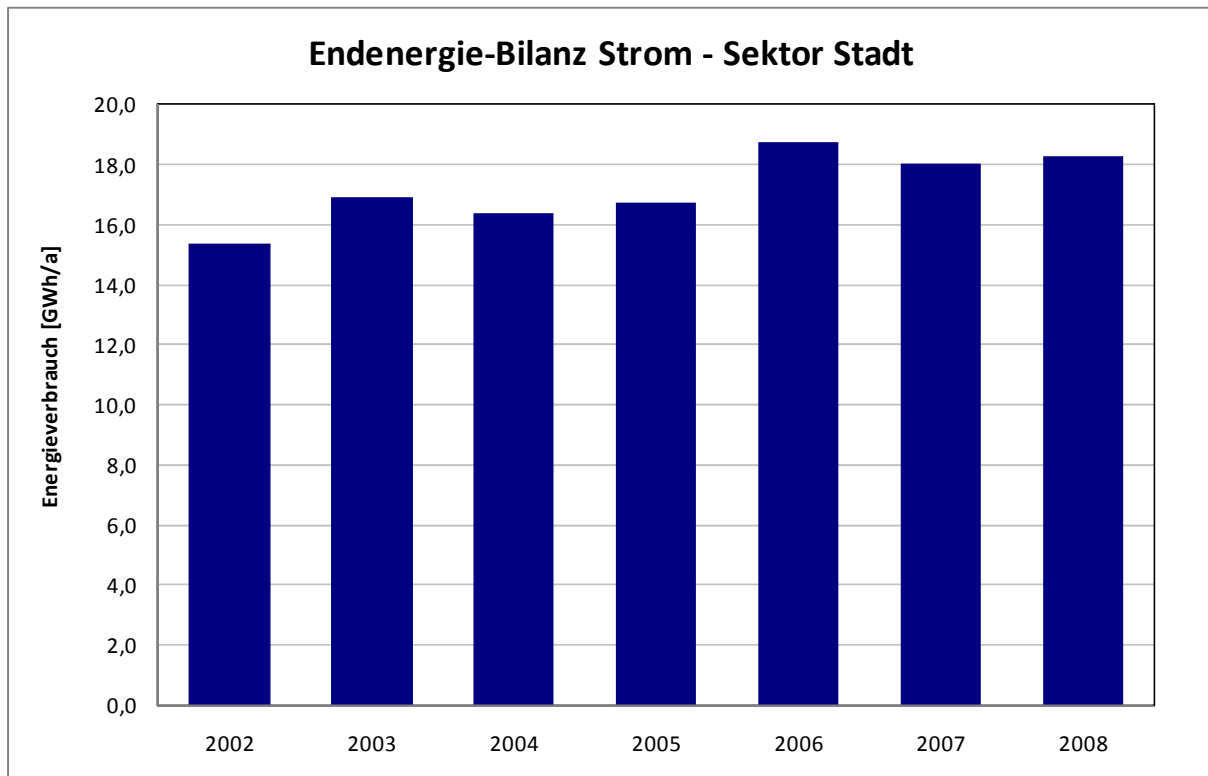


Abbildung 2.17: Endenergieverbrauch im Bereich Stromnutzung der Stadt in den Jahren 2002 bis 2008

Im Bereich der Wärmenutzung sind kontinuierliche Fortschritte im Klimaschutz erkennbar. Bei den Schulen sind ähnliche Tendenzen zu erkennen wie für die übrigen städtischen Stellen. Auch hier konnten im Bereich der Nutzung von Wärmeenergie deutliche Einsparungen verzeichnet werden (s. Abb. 2.18), während die Verbrauchswerte bei der Stromnutzung angestiegen sind (s. Abb. 2.19). Trotz Ausweitung des schulischen Angebots in den Nachmittagsstunden konnten auch die Schulen im Wärmebereich erhebliche Einsparungen realisieren (8,1% in 2008 gegenüber 2003). Dem gegenüber macht sich das verstärkte Nachmittagsangebot beim Stromverbrauch bemerkbar (etwa durch Schulkantinen), zusätzlich steigt der Strombedarf durch vermehrten Computereinsatz. Einsparungen sind in gewissem Rahmen möglich, wenn bei der Beschaffung von Technik konsequent auf sparsamen Stromverbrauch geachtet wird.

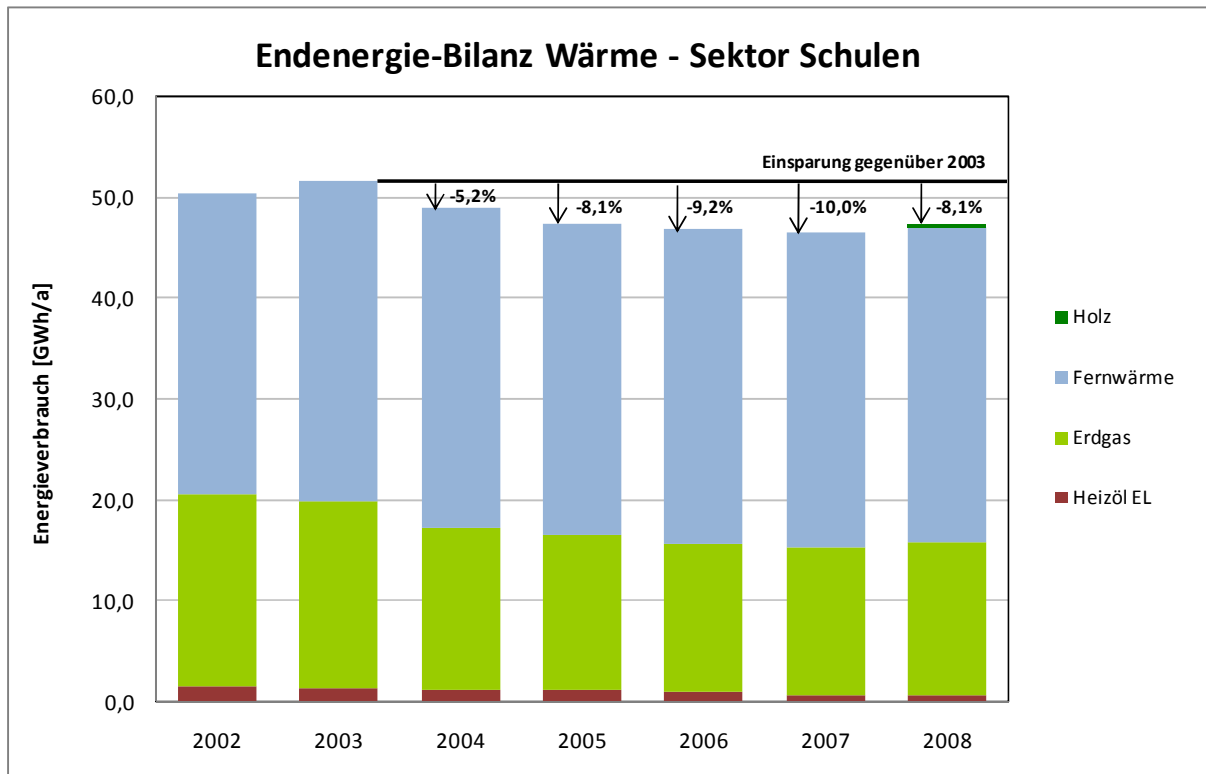


Abbildung 2.18: Endenergieverbrauch der Schulen im Stadtgebiet Braunschweig im Bereich Wärmenutzung in den Jahren 2002 bis 2008

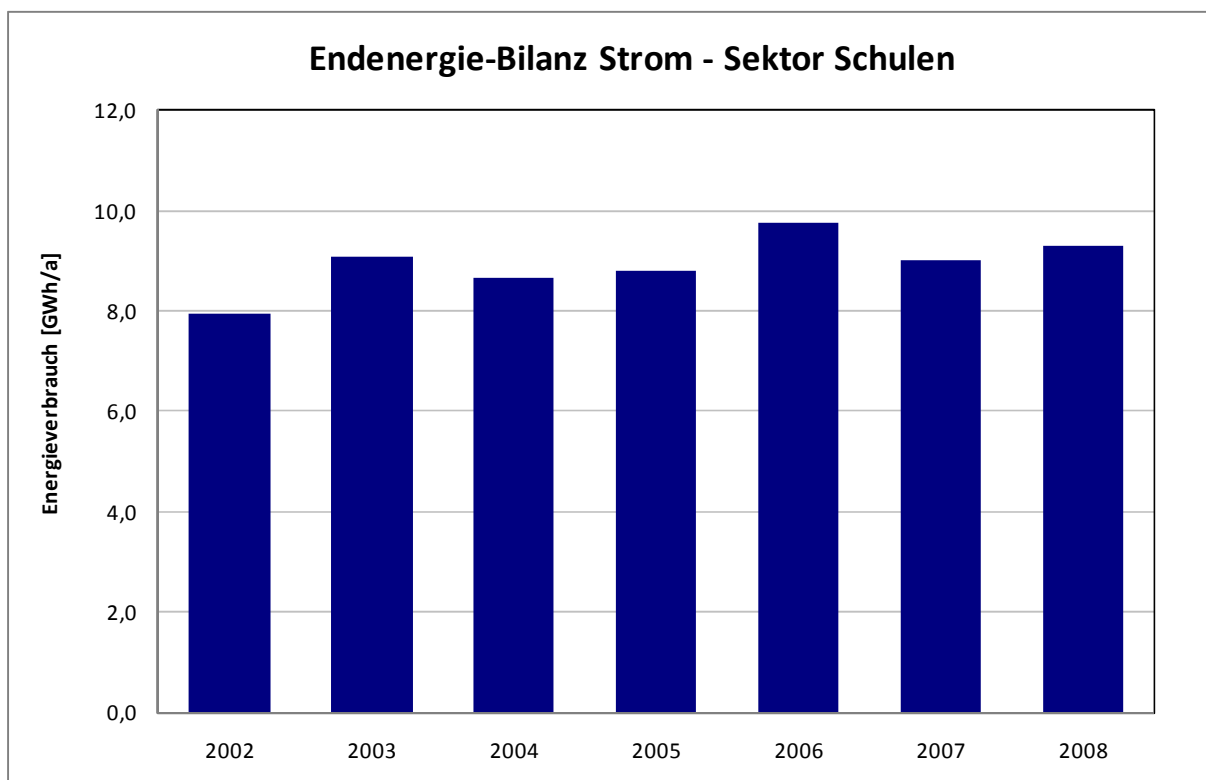


Abbildung 2.19: Endenergieverbrauch der Schulen im Stadtgebiet Braunschweig im Bereich Stromnutzung in den Jahren 2002 bis 2008

Im Bereich der Nutzung Erneuerbaren Energien für die Wärmeerzeugung ist nur eine Schule bekannt, die seit 2008 mit Holzpellets im Contracting beheizt wird. Die Energieverbrauchs-werte beruhen auf einer Abschätzung aufgrund der beheizten Fläche (vgl. Säule für 2008 in Abbildung 2.18).

2.3.4.3 Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen von städtischen Gesellschaften

Der Energieverbrauch der städtischen Gesellschaften in Braunschweig übersteigt im Jahr 2008 mit 116 GWh den Endenergieverbrauch der Liegenschaften der Stadt (vgl. Abb. 2.14), noch größer ist aufgrund des hohen Stromanteils mit 58 218 Tonnen CO_{2äq} der Abstand bei den Treibhausgasemissionen (vgl. Abb. 2.15).

Mit einem Anteil von 45% am Endenergieverbrauch ist Strom bei den städtischen Gesellschaften der am meisten genutzte Energieträger, dies entspricht mit 80% dem Großteil der Emissionen. 31% der Endenergie entfallen auf die Nutzung von Fernwärme, dies sind 11% der Treibhausgasemissionen. Weiterhin spielt Erdgas mit einem endenergetischen Anteil von 11% bzw. 6% der Emissionen eine gewisse Rolle.

Immerhin wird ein nennenswerter Anteil der Energieversorgung (8%) über den klimaneutralen Energieträger Klärgas abgedeckt, dieser hat einen Anteil von 0,3% an den CO₂-Emissionen. Außerdem sind im Bereich der Bäder Sonnenkollektoren mit 800 m² Absorberfläche¹⁶ bekannt. Angaben über weitere Nutzungen erneuerbarer Energieträger liegen leider nicht vor.

Den größten Anteil am Stromverbrauch haben Krankenhaus, Stadtentwässerung und Straßenbeleuchtung. Bei der Stadtentwässerung ist der Stromverbrauch leicht gesunken, was eventuell auch auf niedrigere Niederschlagsmengen zurückzuführen ist, da ein Großteil des Stroms für die Pumpen aufgewendet werden muss. Bei der Straßenbeleuchtung ist ein Anstieg zu verzeichnen, weil einzelne Straßenzüge 2007 im Zuge der Einsparbemühungen der Bellis GmbH zu schlecht ausgeleuchtet worden waren und im Folgejahr nachgerüstet wurden. In Zukunft soll veraltete Technik durch moderne Lampen ersetzt und auf diese Weise wieder Einsparungen erzielt werden. Eine Beschleunigung dieser Maßnahmen wäre sinnvoll. Auch im Bereich des Krankenhauses ist der Stromverbrauch gegenüber 2007 leicht angestiegen, was sicherlich durch den vermehrten Einsatz energieintensiver Technologien in Kliniken begründet ist. Dennoch sind auch hier Einsparungsmöglichkeiten, z.B. durch effiziente Leuchten (mit Reflektoren) und Energiesparlampen zu überprüfen.

Bei den Lichtsignalanlagen hat sich der Energiebedarf von 2005 bis 2009 durch den Einsatz von LED-Technik fast halbiert. Der Austausch soll fortgesetzt werden.

Im Bereich der Wärmenutzung hat erwartungsgemäß das Klinikum den höchsten Anteil. Davon wird allerdings weit über die Hälfte mit umweltfreundlicher Fernwärme abgedeckt, deren Treibhausgasemissionen ab Ende 2010 durch das neue GuD-Heizkraftwerk weiter sinken werden.

¹⁶ Umweltatlas von 2000

Die städtischen Bäder hatten 2008 den zweithöchsten Anteil an der Wärmenutzung. Die Stadtentwässerung meldete für 2008 bereits deutliche Einsparungen gegenüber 2007.

2.3.5 Verkehr

Die CO₂-Emissionen aus dem Teilbereich Verkehr werden soweit möglich nach dem sogenannten Territorialprinzip bilanziert. Das heißt, es werden alle CO₂-Emissionen aufsummiert, die innerhalb der Stadt Braunschweig, z. B. auf dem Straßen- oder Schienennetz freigesetzt bzw. verursacht wurden. Gerade im Teilbereich Verkehr werden dabei vielfach Emissionen bilanziert, die von Personen verursacht werden, die nicht im Stadtgebiet von Braunschweig wohnen. Solange mit Diesel oder Benzin betriebene Fahrzeuge betrachtet werden, werden die Emissionen auch tatsächlich vor Ort freigesetzt. Bei den elektrisch betriebenen Zugfahrzeugen der Deutschen Bahn und der Braunschweiger Verkehrs-AG wird angenommen, dass die CO₂-Emissionen der Stromerzeugung proportional dem Stromverbrauch auf dem betrachteten Schienenabschnitt dort freigesetzt werden.

Lediglich der Flugverkehr innerhalb des Stadtgebietes wird durch die gegebene Datenlage nach dem Verursacherprinzip bilanziert. Die hieraus ermittelten CO₂ Emissionen sind damit nicht unmittelbar mit den übrigen Emissionen des Verkehrssektors vergleichbar.

2.3.5.1 Motorisierter Straßenverkehr

Basisdaten zum motorisierten Straßenverkehr

Die Berechnungen der Emissionen des motorisierten Straßenverkehrs basieren auf aktuellen Prognosedaten zum Verkehrsaufkommen für das Jahr 2008, die von der Stadt Braunschweig bereitgestellt wurden. Die Daten beinhalten neben der räumlichen Lage der Straßenabschnitte und dem mittleren täglichen Verkehrsaufkommen (DTV: daily traffic value) auch Informationen zu den Verkehrssituationen. Das zur Verfügung gestellte Verkehrsnetz unterscheidet zwischen dem Hauptstraßennetz und einem Nebenstraßennetz, welches vornehmlich kleinere Straßen in Wohngebieten umfasst. Für die Verkehrsbelastung auf diesen Nebenstraßen wurde einheitlich ein DTV von 600 Kraftfahrzeugen mit einem LKW-Anteil von 1 % vorgegeben.

Insgesamt werden in den Daten 15 verschiedene Verkehrssituationen unterschieden, die sich im Wesentlichen an den Vorgaben im Handbuch Emissionsfaktoren von 2004 (HBEFA Version 2.1, Umweltbundesamt 2004) orientieren. Da die Bilanzierung auf Grundlage des aktuellen Handbuch Emissionsfaktoren HBEFA 3.1 vom Januar 2010 (Umweltbundesamt 2010) durchgeführt wird, werden die vorgegebenen Verkehrssituationen auf Situationen im HBEFA 3.1 übertragen.

Mit den vorliegenden mittleren Verkehrsbelastungen (DTV) und den Informationen zur Verkehrssituation der einzelnen Straßenabschnitte können durchschnittliche tägliche CO₂-, CH₄- und N₂O-Emissionen auf Grundlage des Handbuches Emissionsfaktoren 3.1 für jeden Abschnitt für das Bezugsjahr 2008 berechnet werden. Die Emissionen des Handbuches ent-

sprechen den tatsächlich am Ort freigesetzten Emissionen der Fahrzeuge und werden als derzeitiger Stand der Technik auch für die Bewertungen von verkehrsbedingten Immissionen im Rahmen von Genehmigungsverfahren verwendet. Zur Bestimmung der Gesamtemissionen des motorisierten Straßenverkehrs werden alle Emissionen aufsummiert und auf eine Jahresfracht an CO₂-Äquivalenten hochgerechnet.

Die zur Verfügung gestellten Datensätze beinhalten ebenfalls Informationen zur Lage bzw. Funktion der Straßen, um Emissionen aus Kaltstarts abschätzen zu können. Hierbei werden vier verschiedene Straßenkategorien unterschieden, wobei für die Kategorien Geschäftsstraße, Wohnstraße sowie Einfallstraße Zuschläge durch Kaltstarts einzelner Fahrzeuge zu berücksichtigen sind. Der Prozentsatz der Fahrzeuge, die sich in dem jeweiligen Straßentyp im Kaltstartmodus befindet, wird in Anlehnung an die Berechnungsverfahren in dem Programmsystem IMMIS (IVU, 2008) abgeschätzt. Als Emissionsfaktoren für Kaltstarts werden Durchschnittswerte für Deutschland gemäß dem Handbuch Emissionsfaktoren 3.1 angenommen.

In den folgenden Tabellen sind die wesentlichen Eingangsdaten zusammengefasst. Tabelle 2.6 listet die berücksichtigten Verkehrssituationen gemäß HBEFA 3.1 auf, in Tabelle 2.7 sind für zusammengefasste Verkehrssituation die aufsummierten Streckenlängen sowie die dazugehörigen Fahrleistungen (Kraftfahrzeuge pro Tag x Streckenlänge) im Bezugsjahr 2008 aufgeführt. In dem in der Tabelle aufgeführten LKW-Anteil am KFZ-Aufkommen sind schwere Nutzfahrzeuge sowie Busse zusammengefasst. Der Linienbusverkehr innerhalb des Stadtgebietes, wie auch z. B. Fahrten von Müllfahrzeugen, sind in den Daten enthalten.

Tabelle 2.6: In der Bilanzierung berücksichtigte Verkehrssituationen, Bezeichnungen gemäß HBEFA-3.1.

Terminologie aus HBEFA 3.1	Beschreibung der Verkehrssituation
Land/AB/100/flüssig	Autobahn, $\geq 2 \times 2$ Fahrstreifen, Tempolimit 100 km/h, Flottenmix: Autobahn
Agglo/AB-Nat./120/flüssig	Autobahn, überregionaler Verkehr in städtischem Bereich, Tempolimit 120 km/h, Flottenmix: Autobahn
Agglo/AB-City/60/flüssig	Stadtautobahn, Tempolimit 60 km/h, Flottenmix: städtisch
Agglo/AB-City/80/flüssig	Stadtautobahn, Tempolimit 80 km/h, Flottenmix: städtisch
Land/HVS/90/flüssig	Hauptverkehrsstraße / Landstraße, mittlere Kapazität mit überregionalem Verkehr, Tempolimit 90 km/h, Flottenmix: ländlich
Land/HVS-kurv./80/flüssig	Hauptverkehrsstraße / Landstraße, mit Kurven, mittlere Kapazität mit überregionalem Verkehr, Tempolimit 80 km/h, Flottenmix: ländlich
Land/Sammel/80/flüssig	Sammelstraße: Verbindungsstraße zwischen Ortschaften, mit Kurven, Tempolimit 80 km/h, Flottenmix: ländlich
Agglo/FernStr-City/60/flüssig	Fernstraße, regionaler Verkehr Tempolimit 60 km/h, Flottenmix: städtisch
Agglo/HVS/50/flüssig	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, Flottenmix: städtisch, flüssiger Verkehr: Anteil Stopps: 2%
Agglo/HVS/50/dicht	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, Flottenmix: städtisch, dichter Verkehr: Anteil Stopps: 7%
Agglo/HVS/50/gesättigt	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, Flottenmix: städtisch, gesättigter Verkehr: Anteil Stopps: 16%
Agglo/HVS/50/stop+go	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, Flottenmix: städtisch, Verkehr mit Staus: Anteil Stopps: 27%
Agglo/Erschliessung/30/dicht	Erschließungsstraße, Tempolimit 30 km/h, Flottenmix: städtisch, dichter Verkehr: Anteil Stopps: 11%
Agglo/Erschliessung/30/gesättigt	Erschließungsstraße, Tempolimit 30 km/h, Flottenmix: städtisch, gesättigter Verkehr: Anteil Stopps: 18%
Agglo/Erschliessung/40/flüssig	Erschließungsstraße, Tempolimit 40 km/h, Flottenmix: städtisch, flüssiger Verkehr: Anteil Stopps: 4%

Tabelle 2.7: Fahrleistungen und Streckenlängen zusammengefasster Verkehrssituationen in Braunschweig

Straßenkategorie / Fahrsituationen	Streckenlänge Summe in km	Fahrleistung in Mio. km/a	LKW Anteil an Fahrleistungen in %
A2	9,0	301,94	24,8
<i>Stadtautobahnen (alle Autobahnsituationen ohne A2)</i>	40,5	586,33	8,1
Summe alle Autobahnabschnitte	49,5	888,3	13,8
Hauptverkehrsnetz außerort (ohne Autobahnen)	67,9	167,6	4,8
Hauptverkehrsnetz innerort (ohne Autobahnen)	274,5	806,9	3,7
Nebennetz innerort	473,7	103,7	1,0
Summe Stadt Braunschweig	865,5	1.966,5	8,2

Die höchsten Fahrleistungen werden auf den Autobahnabschnitten erbracht. Diese insgesamt nur knapp 50 km langen Straßenabschnitte weisen eine Fahrleistung von insgesamt etwa 888 Mio. Kilometern pro Jahr auf, entsprechend einem Anteil von etwa 45 % der gesamten Fahrleistung im Stadtgebiet von Braunschweig. Mit einem Anteil von 41 % werden vergleichbare Fahrleistungen auf dem Hauptverkehrsnetz mit innerörtlichen Fahrsituationen erbracht. Das innerörtliche Hauptverkehrsnetz umfasst dabei allerdings eine Streckenlänge von etwa 275 km.

Die größten Streckenlängen weist das Nebenstraßennetz auf, welches vornehmlich Nebenstraßen in Wohngebieten umfasst. Durch ein insgesamt geringes Verkehrsaufkommen werden hier aber die geringsten Fahrleistungen erbracht.

Energieverbrauch des motorisierten Straßenverkehrs

Emissionen von Kraftfahrzeugen hängen vom Kraftstoffverbrauch und Betriebszustand des Motors ab. Die Berechnung der Emissionen durch das Handbuch Emissionsfaktoren beruht letztlich auf durchschnittlichen Kraftstoffverbrauchsdaten von LKW und PKW in definierten Verkehrssituationen. Die Verbrauchsdaten unterscheiden sich dabei deutlich für einzelne Verkehrssituationen, wobei die höchsten Verbräuche beispielsweise für Autobahnfahrten oder Stop-and-Go-Verkehr im Innenstadtbereich zu verzeichnen sind. In der nachfolgenden Tabelle sind Kraftstoffverbrauchswerte innerhalb des Stadtgebietes von Braunschweig für einzelne Straßenkategorien aufgeführt. Bei der Auflistung der verbrauchten Kraftstoffmengen wird nicht zwischen Benzin und Diesel unterschieden, der Auswertung liegen aber charakteristische Benzin- und Dieselverbräuche der Fahrzeuge in Deutschland für das Jahr 2008 zugrunde.

Tabelle 2.8: Summe des Kraftstoffverbrauchs und Kraftstoffverbrauch pro Strecke im Jahr 2008 für die verschiedenen Straßenkategorien

Straßenkategorie	Streckenlänge Summe in km	Fahrleistung in Mio. km/Jahr	Kraftstoff- verbrauch in t/Jahr	Kraftstoff- verbrauch in t/km pro Jahr
A2	9,0	301,94	26.187,8	2.905,3
<i>Stadtautobahnen (alle Autobahn- situationen ohne A2)</i>	40,5	586,33	37.039,8	915,1
alle Autobahnabschnitte	49,5	888,3	63.227,6	1.277,6
Hauptverkehrsnetz außerort (ohne Autobahnen)	67,9	167,63	9.125,8	134,5
Hauptverkehrsnetz innerort (ohne Autobahnen)	274,5	806,9	85.533,4	311,6
Nebennetz innerort	473,7	103,73	13.274,8	28,0
Summe Stadt Braunschweig	865,5	1.966,49	171.161,7	197,8

Treibhausgasemissionen des motorisierten Straßenverkehrs

Die Emissionen werden auf Grundlage des „Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“, HBEFA Version 3.1 (Umweltbundesamt 2010) berechnet. Während CO₂-Emissionen direkt proportional zum Kraftstoffverbrauch sind, sind Emissionen der Äquivalente Methan und Lachgas vom Betriebszustand abhängig und werden für die gegebene Flottenzusammensetzung für 2008 und die jeweilige Verkehrssituation berechnet. Für Methan (CH₄) wird ein Wert von 21 als Äquivalenzfaktor zu CO₂ verwendet, für Lachgas (N₂O) wird ein Äquivalenzfaktor von 310 angenommen.

Da die Emissionen des Straßenverkehrs letztlich aus Kraftstoffverbrauchswerten berechnet werden, ist die Verwendung kraftstoffbezogener Emissionsfaktoren sinnvoll. Die Flottenzusammensetzung basiert auch auf dem Handbuch Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes. Demnach sind im Bezugsjahr 2008 bei den PKW rund 67% mit Benzin- und 33% mit Dieselmotoren ausgestattet. Bei den leichten Nutzfahrzeugen bis 3,5 t sind es 11% Benziner und 89% Diesel-Fahrzeuge. Schwere Nutzfahrzeuge und Busse sind zu 100% Diesel-Fahrzeuge.

Zur Abschätzung der Emissionen aus der Vorkette für die Bereitstellung frei Tankstelle wird auf die Emissionsfaktoren (vgl. Kapitel 2.2.2) zurückgegriffen.

Die Emissionsfaktoren für die Bereitstellung frei Tankstelle ergeben für Benzin einen Aufschlag von ca. 21 %, für Diesel einen Aufschlag von etwa 16 %. In erster Näherung wird für die CO₂-Emissionen der einzelnen Straßenabschnitte ein einheitlicher Aufschlag für die Vorkette von 19 % angenommen.

Die CO₂-Äquivalentemissionen werden hier ebenfalls gegliedert nach Verkehrskategorien aufgelistet.

Tabelle 2.9: Anteil zusammengefasster Verkehrssituationen/ Straßenkategorien an CO₂-Äquivalentemissionen und Kraftstoffverbrauch

Straßenkategorie	Kraftstoffverbrauch in t/Jahr	CO_{2äq}-Emissionen in t/a	CO_{2äq}-Emissionen inkl. Vorkette in t/a	LKW-Anteil an den CO₂-Emissionen
A2	26.187,8	83.661,2	99.556,8	58,2 %
<i>Stadtautobahnen (alle Autobahnsituationen ohne A2)</i>	37.039,8	117.735,5	140.105,3	25,9 %
alle Autobahnabschnitte	63.227,6	201.396,7	239.662,1	39,4 %
Hauptverkehrsnetz außerort (ohne Autobahnen)	9.125,8	28.987,9	34.495,6	17,7 %
Hauptverkehrsnetz innerort (ohne Autobahnen)	85.533,4	270.934,7	322.412,3	7,5 %
Nebennetz innerort	13.274,8	41.919,6	49.884,3	2,0 %
Summe Stadt Braunschweig	171.161,7	543.238,9	646.454,3	19,4 %

Die höchsten Kraftstoffverbrauchswerte und CO₂-Emissionen ergeben sich für die innerörtlichen Abschnitte des Hauptverkehrsnetzes. Auf diesen etwa 275 km langen Straßenabschnitten werden ca. 50 % der CO₂-Emissionen des motorisierten Straßenverkehrs freigesetzt. 37 % der Emissionen werden auf den Autobahnabschnitten verursacht, wovon allein 15,4 % auf dem nur 9 km langen Abschnitt der A2 freigesetzt werden. Die hohen Emissionen dieses Abschnittes liegen neben einer starken Verkehrsbelastung an dem sehr hohen LKW-Anteil. Auf diesem Autobahnabschnitt werden etwa 25 % der Fahrleistungen durch LKW erbracht und etwa 58 % der CO₂-Emissionen durch LKW Fahrten verursacht.

In der Summe ergeben sich insgesamt 646.454 t CO_{2äq}. Davon entfallen 19,4 % auf den LKW-Verkehr.

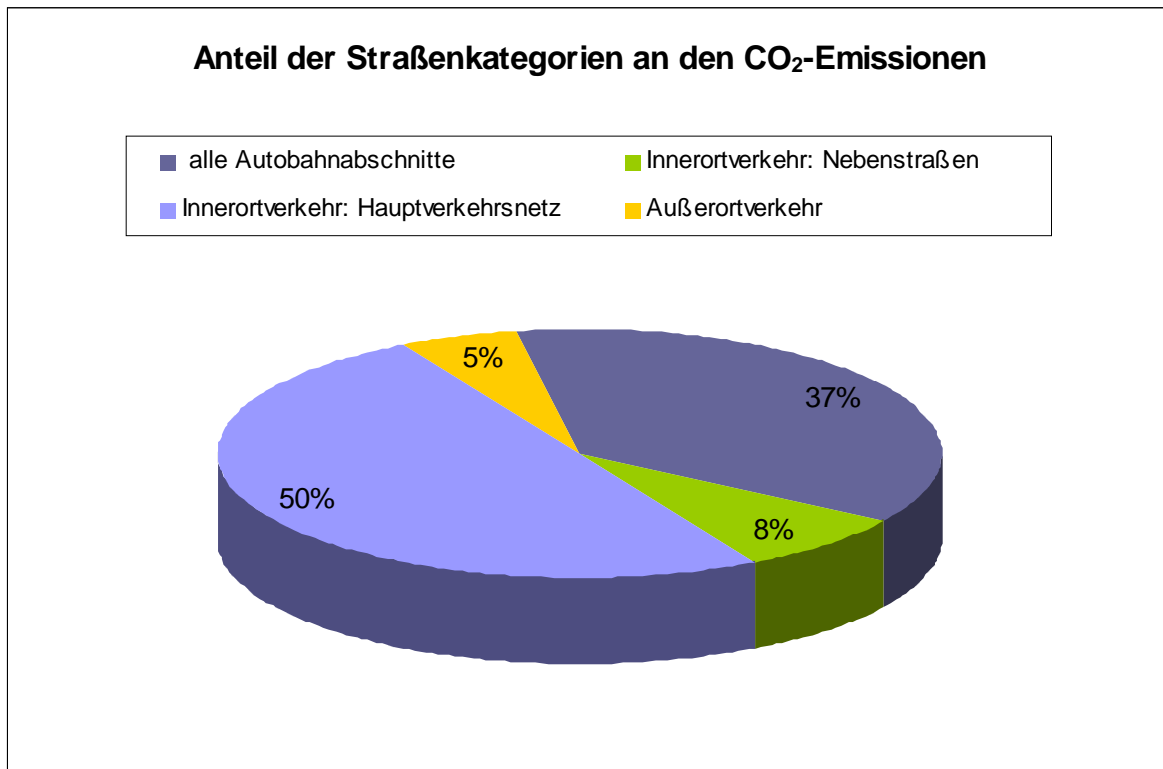


Abbildung 2.20: Anteil einzelner Straßenkategorien an den CO₂-Emissionen des motorisierten Straßenverkehrs.

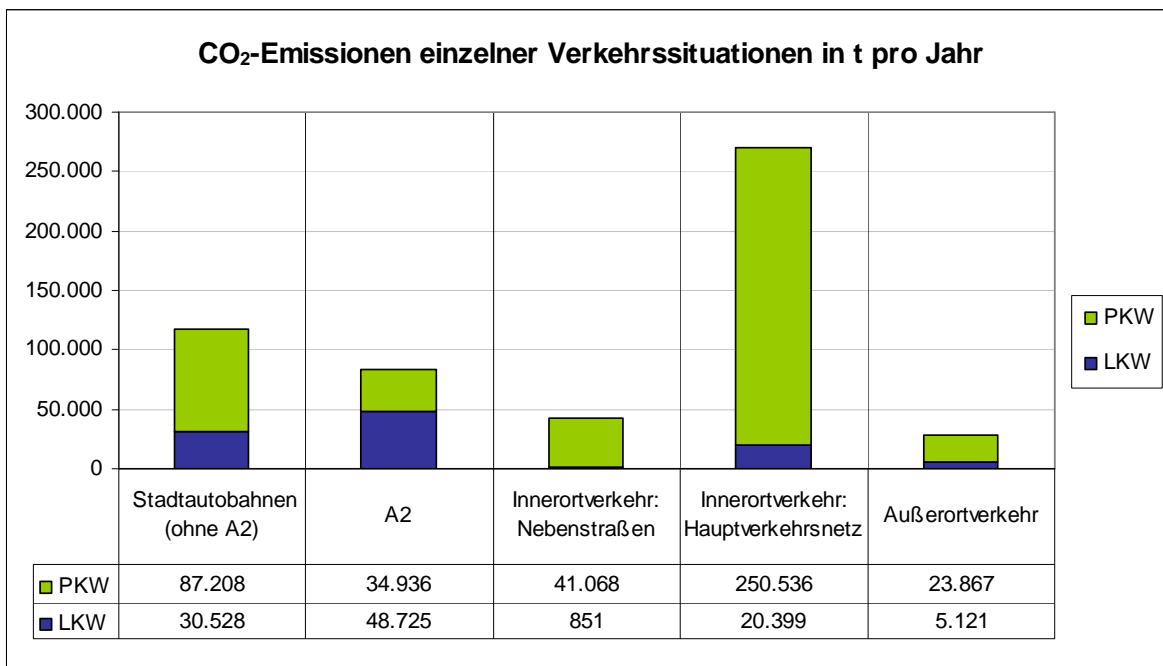


Abbildung 2.21: CO₂-Äquivalentmissionen einzelner Straßenkategorien in Tonnen pro Jahr.

2.3.5.2 Bahnverkehr der DB

Basisdaten zum Bahnverkehr der DB

Das Streckennetz der Deutschen Bahn innerhalb des Stadtgebietes von Braunschweig umfasst eine Länge von ca. 67 km. Von der Deutschen Bahn AG wurden Daten zum Strom- und Dieserverbrauch im Jahr 2008 auf einzelnen Streckenabschnitten innerhalb der Stadt Braunschweig bereitgestellt. Bei den Verbrauchswerten wird zwischen Güter- und Personenverkehr unterschieden. Berücksichtigt wurden ausschließlich fahrplanmäßige Fahrten.

Von der Stadt Braunschweig wurden für das Jahr 2008 auch die Anzahl der Zugfahrten im Personennahverkehr der Deutschen Bahn (RE und RB) zur Verfügung gestellt¹⁷. Im Bereich öffentlicher Personennahverkehr wurden demnach von der Deutschen Bahn im Jahr 2008 etwa 0,8 Mio. Zugkilometer innerhalb des Stadtgebiets von Braunschweig zurückgelegt.

Energieverbrauch des Bahnverkehrs

Der höchste Stromverbrauch innerhalb des Stadtgebietes von Braunschweig entfällt auf einen Streckenabschnitt westlich des Hauptbahnhofes mit etwa 138 MWh pro km für das Jahr 2008, der höchste Dieserverbrauch mit etwa 42 Tonnen pro km und Jahr zwischen Braunschweig Hauptbahnhof und Leiferde. Insgesamt wurden für Fahrten der Deutschen Bahn innerhalb des Stadtgebietes von Braunschweig im Jahr 2008 etwa 16 608 MWh Strom und 824 Tonnen Diesel verbraucht.

Treibhausgasemissionen des Bahnverkehrs

Das Stromnetz der DB ist eigenständig, daher können die sonst verwendeten Emissionsfaktoren für Strom für den Schienenverkehr der DB nicht herangezogen werden. Nach Angaben der Deutschen Bahn AG kann ein Emissionsfaktor für CO₂ von 605 g CO₂ pro kWh für den Fahrstrom angenommen werden, der Emissionen der Vorkette einschließt. Zur Berücksichtigung von CO₂-Äquivalenten ist nach Angaben der Bahn für 2007 mit einem Aufschlag von 9% zu rechnen, Emissionen aus der Vorkette betragen etwa 42,35 g/kWh. Daraus berechnet sich ein Faktor von 562,65 g CO₂ pro kWh ohne Berücksichtigung von Emissionen aus der Vorkette und ein Faktor von gerundet 614 g CO₂-Äquivalentemissionen pro kWh ohne Berücksichtigung der Vorkette. Unter Verwendung dieser Emissionsfaktoren errechnen sich CO₂-Emissionen für den Zugbetrieb mit Elektroantrieb unter Berücksichtigung von Äquivalenten und Vorkette von etwa 10.944 Tonnen für das Jahr 2008.

Unter Annahme eines Emissionsfaktors von 3,179 kg CO₂ pro kg Dieselkraftstoff (HBEFA 3.1) und einem Aufschlag von 427 g CO₂/kg Diesel zur Berücksichtigung der Vorkette (gemäß Angaben der Bahn), errechnen sich daraus CO₂-Äquivalentemissionen durch Fahrten auf dem Streckennetz von ca. 2 970 Tonnen im Jahr 2008.

Die folgende Tabelle fasst Verbrauchswerte und CO₂-Emissionen aus dem Bahnverkehr zusammen.

¹⁷ ZWECKVERBAND GROSSRAUM BRAUNSCHWEIG (2008)

Tabelle 2.10: CO₂-Äquivalentemissionen durch den Verkehr der Deutschen Bahn in der Stadt Braunschweig im Jahr 2008

		Verbrauchswerte 2008	CO ₂ -Emissionen in t	CO ₂ -Emissionen in t inkl. Vorkette
Personenverkehr	Dieselantrieb	407,3 t Diesel	1 294,7	1 468,6
	Elektroantrieb	9 378,9 MWh	5 758,7	6 180,7
Summe Personenverkehr			7 053	7 649
Güterverkehr	Dieselantrieb	416,4 t Diesel	1 323,6	1 501,4
	Elektroantrieb	7 228,7 MWh	4 438,4	4 763,7
Summe Güterverkehr			5 762	6 265
Summe Stadt Braunschweig	Dieselantrieb	823,6	2 618	2 970
	Elektroantrieb	16 607,6	10 197	10 944
Summe CO₂-Emissionen			12 815	13 914

2.3.5.3 Personennahverkehr der Braunschweiger Verkehrs AG

Basisdaten und Energieverbrauch im Personennahverkehr

Von der Stadt Braunschweig wurden Daten zur räumlichen Lage des Stadtbahnnetzes und zu dem Teil des Busliniennetzes der Verkehrs AG innerhalb des Stadtgebiets von Braunschweig zur Verfügung gestellt. Von der Braunschweiger Verkehrs AG wurden Energieverbrauchswerte sowie Fahrzeugkilometer der Bus- und Straßenbahnflotte für das Jahr 2008 bekannt gegeben.

Das Straßenbahn-Liniennetz umfasst eine Länge von ca. 80 km. Nach Angaben der Verkehrs AG wurden von den Stadtbahnen im Jahr 2008 knapp 2,5 Mio. Zugkilometer zurückgelegt. Von den Bussen der Verkehrs AG wurden 2008 mehr als 6,6 Mio. Nutzwagenkilometer zurückgelegt, wobei allerdings das Busnetz teilweise über die Grenzen der Stadt Braunschweig hinausgeht. Zu beachten ist, dass die aufgeführten Fahrleistungen von Straßenbahnen und Bussen nicht direkt miteinander zu vergleichen sind, da ein Straßenbahnzug häufig aus zwei Wagen besteht, bzw. ein Straßenbahnfahrzeug auch ohne Anhänger mit zwei Gelenken eine deutlich höhere Kundenkapazität als ein Bus aufweist.

Im Vergleich zu den Fahrleistungen der Verkehrs AG im Personennahverkehr wurden von der DB AG im Personennahverkehr innerhalb der Stadt Braunschweig ca. 0,8 Mio. Zugkilometer zurückgelegt. Mit insgesamt etwa 9 Mio. Wagenkilometern durch Fahrzeuge der Braunschweiger Verkehrs AG ist diese der Hauptträger des öffentlichen Nahverkehrs in der Stadt Braunschweig.

Im Jahr 2008 wurden für den öffentlichen Nahverkehr der Braunschweiger Verkehrs-AG insgesamt 12 879 MWh Strom und 2 918 Tonnen Diesel verbraucht.

Treibhausgasemissionen des Personennahverkehrs

Die Braunschweiger Verkehrs-AG bezieht ihren Strom von BSIENERGY, so dass zur Berechnung der Treibhausgasemissionen durch den Betrieb der Stadtbahnen der in Kapitel 2.2.2 aufgeführte Emissionsfaktor von 881g CO_{2äq} pro kWh verwendet wird. Die Emissionen der Busflotte werden, analog zum Vorgehen für den motorisierten Straßenverkehr, über den Emissionsfaktor für Diesel gemäß HBEFA3.1 und einem Aufschlag für Emissionen aus der Vorkette berechnet.

Die Treibhausgas-Emissionen von Bussen sind in der Berechnung des motorisierten Straßenverkehrs bereits enthalten. In der Berechnung der Gesamtbilanz Verkehr werden sie daher als Teil des motorisierten Straßenverkehrs berücksichtigt. Emissionen der Linienbusflotte der Verkehrs AG werden hier nochmals separat bilanziert, um eine Aufteilung der Verkehrsemissionen auf die Verursacher Personen- und Güterverkehre abschätzen zu können. Für diese Aufteilung der Verkehrsemissionen werden die Emissionen der Linienbusse von den Emissionen des LKW-Verkehrs subtrahiert. Emissionen aller übrigen Busse bleiben unter den Emissionen der LKW aufsummiert.

Busse und Straßenbahn ersetzen PKW-Verkehr und erhöhen zudem die Mobilität insbesondere z.B. von Jugendlichen. Durch Modernisierung der Bahnen können zudem Energie und CO₂-Äquivalentemissionen eingespart werden.

Die folgende Tabelle fasst Verbrauchswerte und CO₂-Emissionen aus dem Personennahverkehr zusammen.

Tabelle 2.11: CO₂-Äquivalentemissionen durch den Personennahverkehr der Braunschweig Verkehrs-AG im Jahr 2008

	Verbrauchswerte 2008	CO ₂ -Emissionen in t inkl. Vorkette
Personennahverkehr	2 918,4 t Diesel	11 040,2
	12 058,9 MWh	10 623,9
Summe_{-äq}-Emissionen		21 664

2.3.5.4 Binnenschifffahrt

Basisdaten zur Binnenschifffahrt

Durch das Stadtgebiet von Braunschweig verläuft ein etwa 10 km langer Abschnitt des Mittellandkanals. Zur Abschätzung der Emissionen aus der Binnenschifffahrt wurden Informationen zum Schiffsverkehr aus dem Verkehrsbericht der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte herangezogen. Von der Wasser- und Schifffahrtsdirektion wurden

für das Jahr 2008 die transportierten Ladungstonnen auf den einzelnen Abschnitten der von der Binnenschifffahrt genutzten Gewässer in Niedersachsen veröffentlicht (WSD-Mitte, 2008). Transportleistungen in der Schifffahrt werden üblicherweise in Ladungstonnen (Tonnen x gefahrene Kilometer) beurteilt. Die CO₂-Emissionen der Binnenschifffahrt werden dann auf Grundlage von Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes berechnet.

Die auf dem Mittellandkanal bei Braunschweig transportierten Ladungstonnen wurden aus den an den nächstgelegenen Schleusen registrierten Ladungstonnen der geschleusten Schiffe abgeschätzt. Damit wurden Zählraten der Schleuse Anderten (Mittellandkanal) und der östlich von Braunschweig gelegenen Schleuse Sülfeld (Mittellandkanal) sowie der Schleuse zwischen Mittellandkanal und Elbeseitenkanal verwendet. Zwischen diesen drei Schleusen verläuft der größte Anteil des Schiffverkehrs auf dem Mittellandkanal sowie dem Elbeseitenkanal, ein deutlich geringerer Verkehr verläuft zwischen dem Mittellandkanal und den abzweigenden Stichkanälen Hildesheim und Salzgitter. An den beiden Stichkanälen gibt es keine Schleusen, so dass hier keine exakten Daten vorliegen.

Treibhausgasemissionen der Binnenschifffahrt

Gemäß Angaben des Umweltbundesamtes kann für die Binnenschifffahrt im Jahr 2007 durchschnittlich mit CO₂-Äquivalentemissionen von 30,13 g CO₂ pro Tonnenkilometer gerechnet werden. Unter Einbeziehung von Emissionen der Vorkette ist gemäß UBA (Mitteilungen, 2009) ein Faktor von 33,57g CO₂ pro Tonnenkilometer zu verwenden. Tabelle 3.8 fasst die Transportleistungen und CO₂ Emissionen aus der Binnenschifffahrt zusammen.

Tabelle 2.12: CO₂-Äquivalentemissionen und Transportleistung der Binnenschifffahrt im Jahr 2008

Streckenlänge in km	Transportleistung in Mio. Tonnen	CO _{2äq} -Emissionen in t/a	CO _{2äq} -Emissionen inkl. Vorkette in t/a
9,7	11,0	3 220	3 588

2.3.5.5 Zusammenfassung des Teilbereichs Verkehr

In der folgenden Tabelle werden Gesamtemissionen aus dem Teilbereich Verkehr noch einmal gegliedert nach Verkehrsträgern aufgelistet. In der Tabelle wird der Energieverbrauch sowohl aufgeteilt auf die verschiedenen Energieträger als auch einheitlich in MWh angegeben. Für die Umrechnung wurden die ermittelten Kraftstoffmengen an Benzin oder Diesel über das in GEMIS 4.5 auf den Energiegehalt des Brennstoffes bezogene spezifische Gewicht umgerechnet. Die in GEMIS 4.5 aufgeführten Werte für die Jahre 2005 und 2010 werden dabei auf das Jahr 2008 interpoliert. Für das Jahr 2008 kann gemäß GEMIS ein energiespezifisches Gewicht für Diesel und Benzin von 83,92 kg/MWh angenommen werden.

Für die Binnenschifffahrt sind keine Dieserverbrauchswerte bekannt, so dass der Energieverbrauch der Schiffe auf Grundlage der gleichen Emissionsfaktoren, die für den Dieselmotor des Motorisierten Straßenverkehrs verwendet wurden, abgeschätzt wird.

Tabelle 2.13: CO₂-Äquivalentemissionen und Energieverbrauch der Quellgruppe Verkehr in der Stadt Braunschweig für das Jahr 2008

	Energieverbrauch nach Energieträgern/ <i>Transportleistung</i>	Energieverbrauch 2008 in MWh	CO ₂ äq- Emissionen 2008 in t inkl. Vorkette
Motorisierter Straßenverkehr: PKW	138 265 t Benzin / Diesel	1 647 581	520 761
Motorisierter Straßenverkehr: LKW, Fahrzeuge >3,5 t	32 897 t Diesel	392 004	125 693
Schienerverkehr (DB)	16 608 MWh 824 t Diesel	26 427	13 914
Stadtbahnen der Verkehrs AG	12 058,9 MWh	12 059	10 624
Binnenschifffahrt	100 Mio. Tonnen km 939 t Diesel*	11 190*	3 588
Summe Quellgruppe Verkehr		2 089 261	674 580

* Wert abgeschätzt

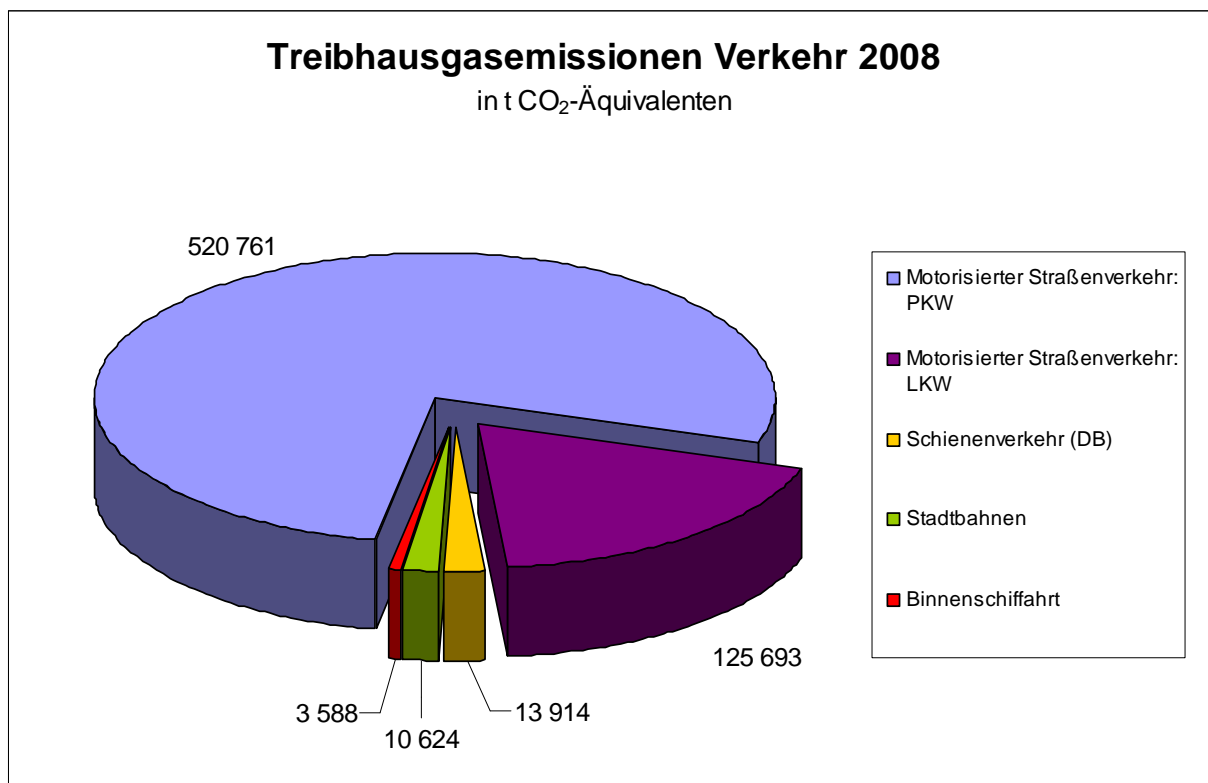


Abbildung 2.22: Treibhausgasemissionen des Gesamt-Verkehrs in 2008

In der folgenden Tabelle werden die Emissionen soweit möglich nach Personen- und Güterverkehr unterteilt.

Tabelle 2.14: CO₂-Äquivalentemissionen der Quellgruppe Verkehr in der Stadt Braunschweig für das Jahr 2008 aufgeteilt nach Güter- und Personenverkehr

		CO₂_{äq}-Emissionen 2008 in t inkl. Vorkette
Personenverkehr	Motorisierter Straßenverkehr: PKW	520 761
	Busse und Bahnen der Verkehrs AG	21 664
	Personenverkehr (DB)	7 649
	Summe Personenverkehr	550 074
Güterverkehr	Motorisierter Straßenverkehr LKW (Fahrzeuge > 3,5 t) ohne Linienbusse	114 653
	Güterverkehr (DB)	6 265
	Binnenschifffahrt	3 588
	Summe Güterverkehr	124 506
Summe Quellgruppe Verkehr		674 580

Beim motorisierten Straßenverkehr wird in erster Näherung davon ausgegangen, dass die Emissionen der PKW dem Personenverkehr und die Emissionen der LKW in erster Linie dem Güterverkehr zuzurechnen sind. Da die Emissionen des Schwerlastverkehrs auch Busse einschließen, werden für eine Abschätzung die auf Grundlage der Daten der Verkehrs AG ermittelten Emissionen ihrer Busflotte von den Emissionen der unter der Kategorie LKW zusammengefassten Fahrzeuge mit einem Gewicht > 3,5 t abgezogen.

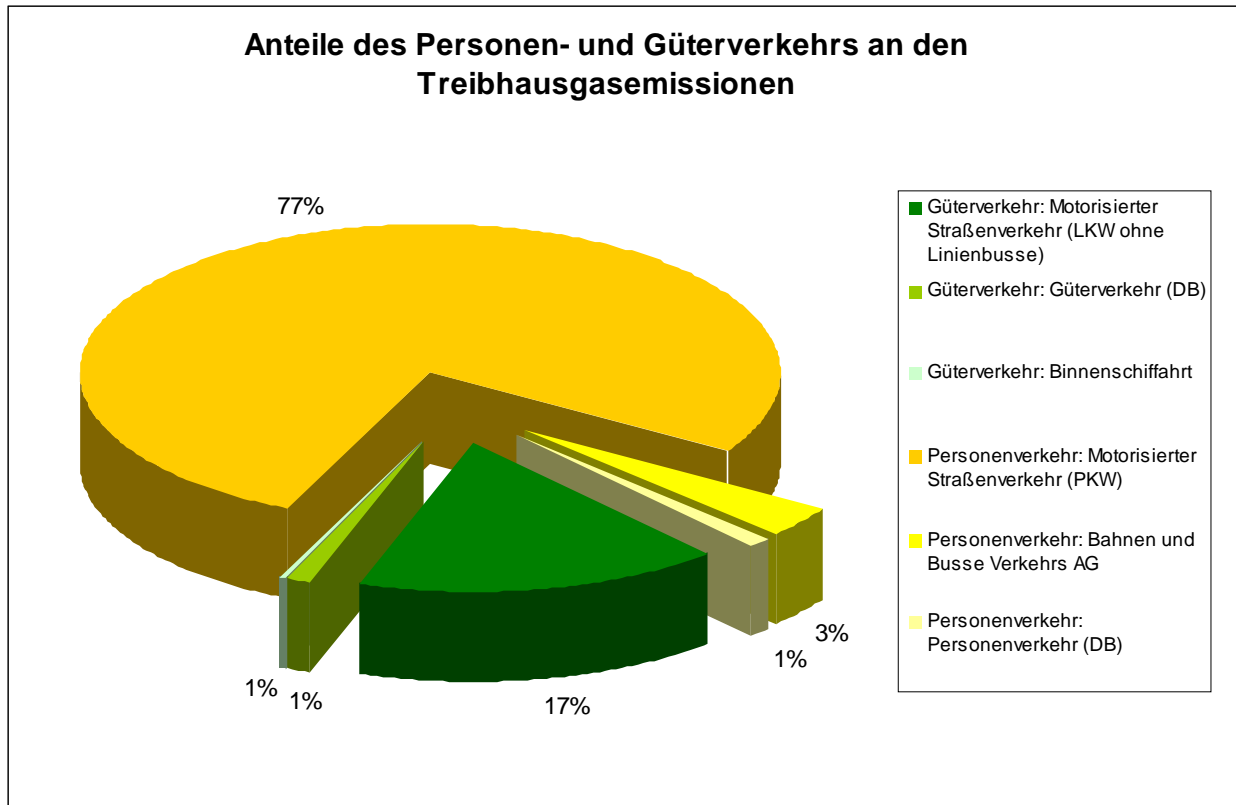


Abbildung 2.23: Anteile an den Treibhausgasemissionen der Quellgruppe Verkehr in 2008, aufgeteilt nach Personenverkehr (Gelbtöne) und Güterverkehr (Grüntöne).

2.3.5.6 Flugverkehr

Zur Ermittlung der Emissionen durch den Luftverkehr im Nahbereich eines Flughafens müssen sämtliche Betriebsphasen der Flugzeugtriebwerke bei Landung und Start berücksichtigt werden. Die Vorgehensweise ist z.B. bei Hüttig et.al. 1994 beschrieben. Die einzelnen Betriebs-/ Lastzustände während Start, Landung und Rollbewegungen wurden von der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (International Civilian Aviation Organisation – ICAO) als typische Start-Lande-Zyklen (LTO-Zyklus) definiert. Den verschiedenen Bewegungszuständen können bestimmte Betriebszustände der Turbinen zugeordnet werden. Bei der Zulassung von Triebwerken werden für diese Betriebszustände die Emissionen von Kohlenwasserstoffen, Stickoxiden und Kohlenmonoxid sowie Kraftstoffverbrauchsdaten ermittelt und in der ICAO-Emissionsdatenbank zusammengestellt. Die Emissionen der kleineren Fluggeräte, insbesondere Propellermaschinen und Hubschrauber, sind in der Aircraft Engine Emissions Database (FAEED) enthalten.

Die Bilanzierung der Emissionen im Nahbereich eines Flughafens ist sehr aufwändig und erfordert eine genaue Kenntnis der gestarteten und gelandeten Flugzeugtypen. Da es sich bei dem Braunschweiger Flugplatz um einen vergleichsweise kleinen Flughafen handelt, an dem kleinere Propellermaschinen starten, sind aus den Starts- und Landungen dieser Maschinen, im Vergleich zum motorisierten Straßenverkehr, nur geringe Emissionen zu erwarten.

ten. Der hohe Aufwand, der mit einer genaueren Bilanzierung der bei Starts- und Landungen freigesetzten Emissionen einhergeht, führt allerdings nicht zu einer größeren Genauigkeit der Ergebnisse, so dass diese vernachlässigt werden können. Als Vergleich ergab z. B. eine Bilanzierung der Emissionen des Fliegerhorst Wunstorf einen Anteil an den Emissionen des Sektors Verkehr von nur 1 % (GEO-NET, 2008). Dieses Bilanzierungsergebnis basiert auf einem separaten Gutachten eines Fachbüros zu Emissionen im Bereich des Fliegerhorstes. Auf dem Braunschweiger Flughafen starten und landen, verglichen mit Wunstorf, kleinere Maschinen. Da die Emissionen bei Starts und Landungen mit dem Gewicht der Maschinen deutlich zunehmen, ist zu erwarten, dass der Anteil des Braunschweiger Flughafens an den Emissionen innerhalb der Stadt Braunschweig geringer sein wird als der Anteil des Flughafens Wunstorf an den Verkehrsemissionen der Region Hannover.

Emissionen aus dem Flugverkehr sollen hier zusätzlich nach dem Verursacherprinzip ermittelt werden. Die nach dem Verursacherprinzip ermittelten Emissionen geben Emissionen wieder, die durch Flüge von Einwohnern der Stadt Braunschweig weltweit freigesetzt (verursacht) wurden. Diese Emissionen sind daher nicht mit den nach dem Territorialprinzip berechneten Emissionen des übrigen Sektors Verkehr, die innerhalb des Stadtgebietes verursacht, bzw. freigesetzt werden, vergleichbar.

Für die Abschätzung von flugzeugbedingten Emissionen durch Einwohner der Stadt Braunschweig werden Angaben aus der Startbilanz verwendet, die mit Hilfe des Programms ECO2-Region ermittelt wurden. Die Daten der gesamten Startbilanz beruhen auf statistischen Angaben pro Einwohner und pro Erwerbstätigen in den einzelnen Wirtschaftszweigen. Als Emissionsfaktor für CO₂-Äquivalentemissionen wird ein Wert von 3,2 kg CO₂/ kg Kerosin angenommen. Um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass die durch Flugzeuge in großen Höhen emittierten Treibhausgase eine größere Wirkung entfalten als in Bodennähe, werden die errechneten Emissionswerte mit einem Korrekturfaktor (Radiative Forcing Index=1,9) multipliziert.

Die durch Flüge der Bewohner der Stadt Braunschweig verursachten Emissionen betragen für das Jahr 2007 etwa 152 246 Tonnen pro Jahr, für das Jahr 2008 dürfte ein ähnlicher Wert angenommen werden.

2.3.6 Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen aller Sektoren einschließlich Verkehr

Insgesamt wurden im Jahr 2008 in Braunschweig 6 851 GWh Endenergie verbraucht und damit etwa 2,686 Mio. Tonnen Treibhausgase emittiert. In den Abbildungen 2.24 bis 2.27 sind zusammenfassend die Anteile der verschiedenen Verbrauchssektoren am Endenergieverbrauch und an den Treibhausgasemissionen in Braunschweig im Bereich Energie sowie Verkehr dargestellt. Nicht Beachtung findet in diesen Darstellungen der Flugverkehr, da diese Daten nur auf Basis der verursacherbasierten Startbilanz erfasst werden.

Umgerechnet ergibt sich damit insgesamt für alle Sektoren ein Verbrauch an Endenergie von 27 847 kWh pro Einwohner, dies entspricht 10,92 Tonnen CO₂-Äquivalenten pro Einwohner.

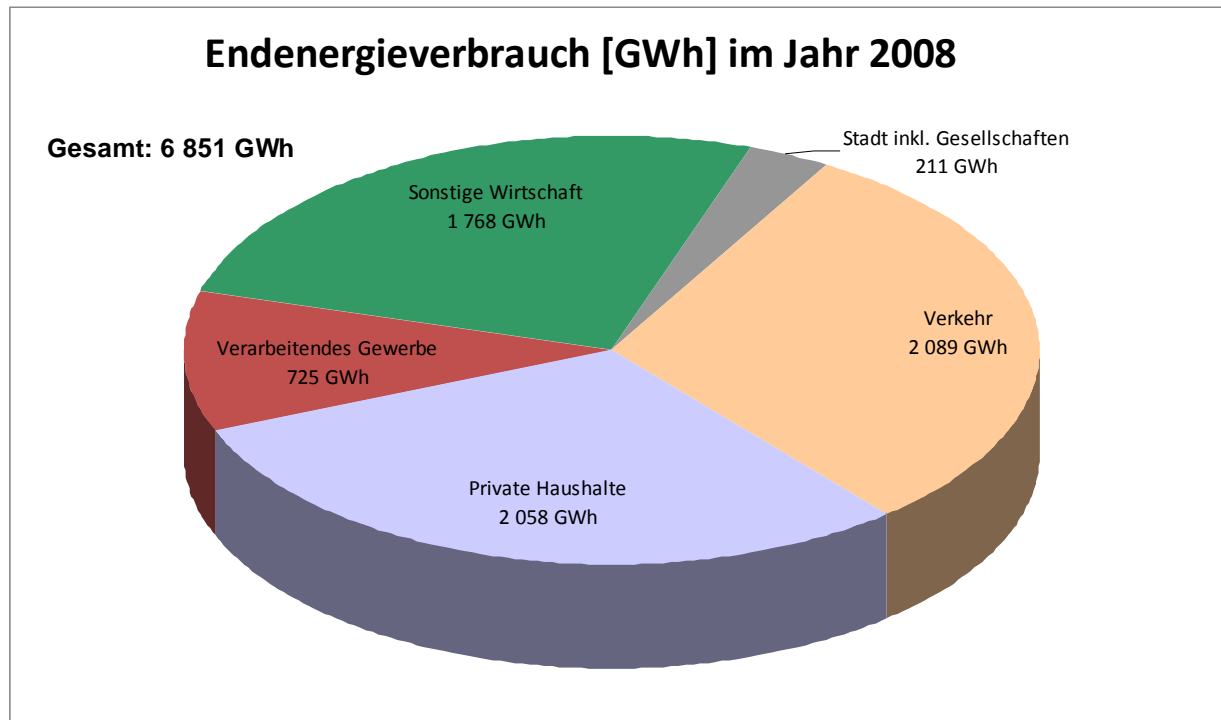


Abbildung 2.24: Endenergieverbrauch verschiedener Verbrauchssektoren im Bereich Energie und Verkehr im Stadtgebiet Braunschweig

Die Gesamtdarstellung des Endenergieverbrauchs in Braunschweig zeigt, dass der größte Anteil der Endenergie im Sektor Wirtschaft (36%) verbraucht wird, wovon wiederum etwa ein Drittel auf den Sektor Verarbeitendes Gewerbe fällt (s. Abb. 2.24 und 2.25). Ähnliche große Anteile entfallen mit jeweils 30% des Gesamtverbrauchs auf den Sektor Private Haushalte und den Sektor Verkehr. Allein 24% der Endenergie wird durch den Pkw-Verkehr verbraucht. Die Stadt mit ihren städtischen Gesellschaften verursacht ungefähr 3% des Gesamt-Endenergieverbrauchs in Braunschweig.

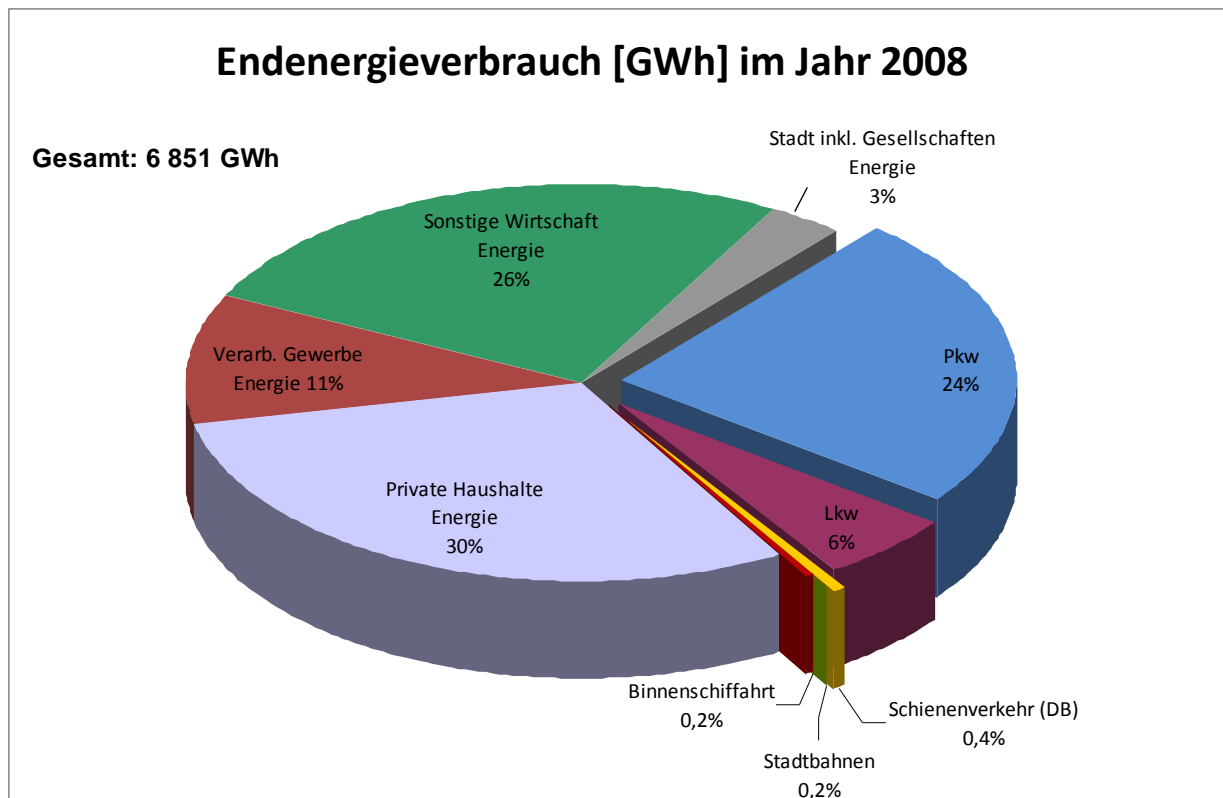


Abbildung 2.25: Anteile der verschiedenen Verbrauchssektoren am Endenergieverbrauch im Bereich Energie und Verkehr im Stadtgebiet Braunschweig

Den größten Anteil an den Treibhausgasemissionen hat mit annähernd 45% der Sektor Wirtschaft (s. Abb. 2.26 und 2.27)). 27% der CO₂-Äquivalentemissionen fallen auf den Sektor Private Haushalte. Mit 25% ist der Anteil des Sektors Verkehr in etwa genauso groß, allein 19% sind dem PKW-Verkehr zuzuschreiben, weitere 5% den Fahrten von LKW bzw. Fahrzeugen, die schwerer als 3,5 t sind. Der Sektor Stadt inklusive der größten städtischen Gesellschaften hat einen Anteil von knapp 3% an den gesamtstädtischen Treibhausgasemissionen.

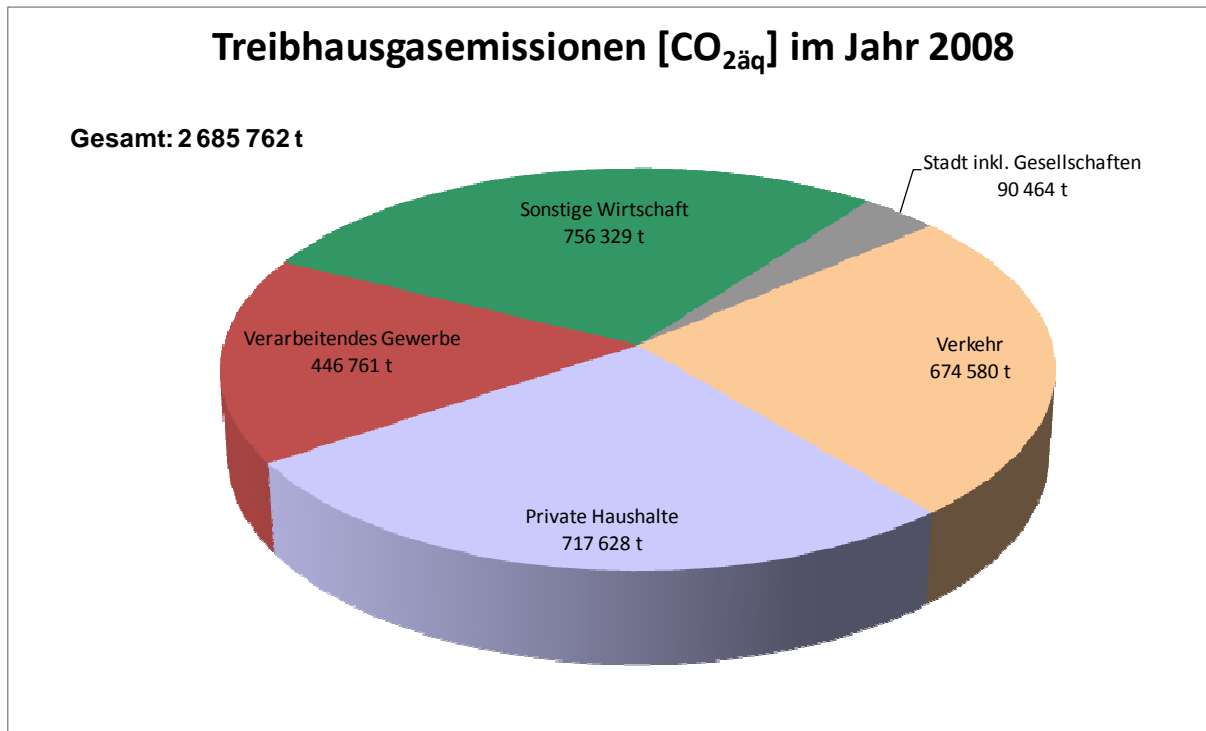


Abbildung 2.26: Treibhausgasemissionen verschiedener Verbrauchssektoren im Bereich Energie und Verkehr im Stadtgebiet Braunschweig

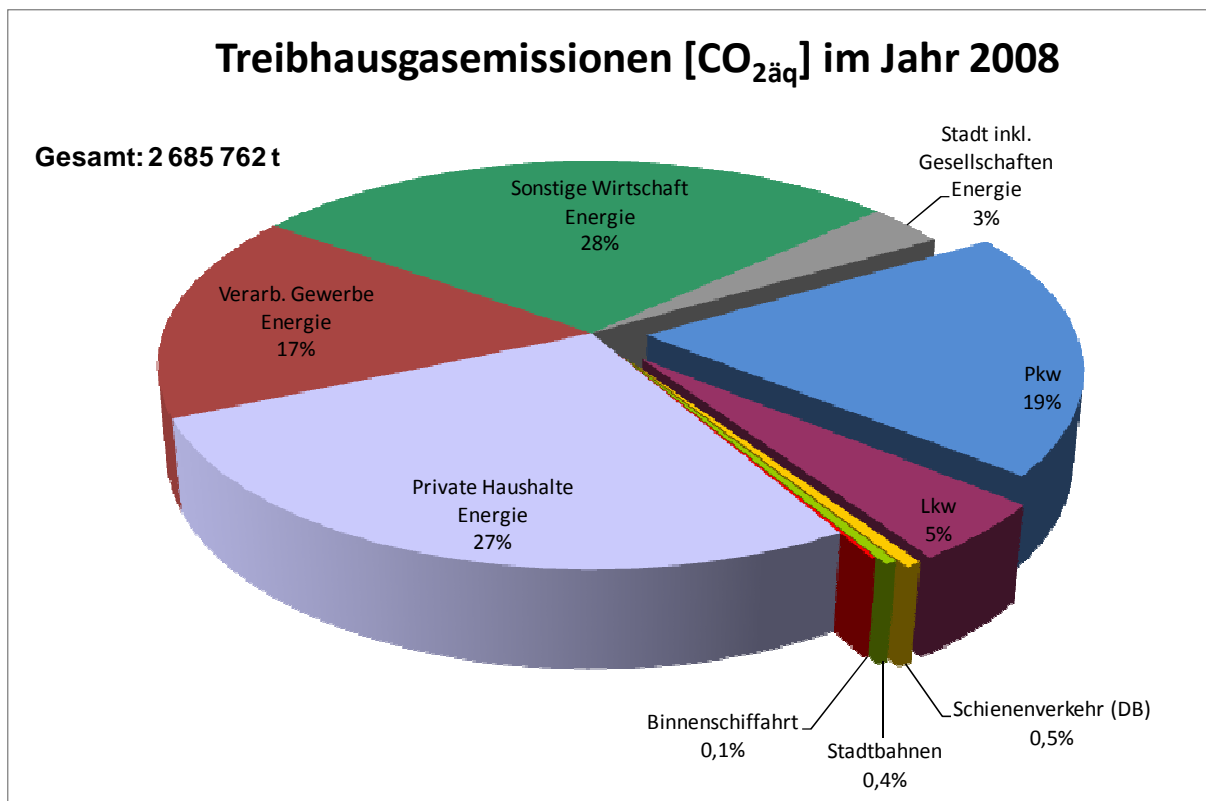


Abbildung 2.27: Anteile der verschiedenen Verbrauchssektoren an den Treibhausgasemissionen im Bereich Energie und Verkehr im Stadtgebiet Braunschweig

3 ENERGIEEFFIZIENZ UND -EINSPARPOTENZIALE

Grundlage der Potenzialabschätzung ist die CO₂-Bilanz für die Stadt Braunschweig, die im Rahmen dieses Klimaschutzkonzeptes für das Basisjahr 2008 erstellt wurde. Mit Hilfe dieser Bilanz können besonders klimarelevante Bereiche identifiziert und Handlungsschwerpunkte formuliert werden.

Die vorzunehmenden Abschätzungen von Einsparpotenzialen basiert auf bundesweiten Durchschnittswerten, die auf die lokalen Verhältnisse in Braunschweig übertragen wurden. Obwohl diese Verfahren dem „State of the Art“ entsprechen, können sie nur grobe Abschätzungen liefern und dienen daher nur einer ersten Orientierung. Insbesondere Angaben zu konkreten Emissionsmengen sind mit einer Unsicherheit behaftet, so dass in der Realität mit größeren Abweichungen zu rechnen ist. Dies liegt zum einen darin begründet, dass verschiedenen Sektoren und Bereiche in Hinblick auf eine energetische Analyse nur unzureichend erfasst sind, fehlende Daten also durch Abschätzungen ergänzt werden müssen. Zum anderen liegt allen Abschätzungen der momentane Brennstoffmix zugrunde, Umstellungen der Braunschweig beliefernden Kraftwerke auf klimafreundlichere Energieträger würden z. B. zu einer Reduzierung des Emissionsminderungspotenzials führen.

Die vorliegende Potenzialabschätzung kann daher nur als erste Orientierung und Entscheidungsgrundlage zur Identifikation besonders lohnender Maßnahmen Schwerpunkt für die verschiedenen Zielgruppen dienen.

Neben dem Umstieg auf erneuerbare Energieträger zur Erzeugung von Strom und Wärme sind die wichtigsten Maßnahmen zur Senkung von Treibhausgasemissionen die Verringerung des Energieverbrauchs sowie die Steigerung der Energieeffizienz. Generell lässt sich sagen: Die beste Energie ist diejenige, die gar nicht erst benötigt wird.

Auf kommunaler Ebene bestehen durch die Anwendung von energiesparenden Systemen in vielen Bereichen Potenziale zur Erhöhung der Energieeffizienz. Ein bekanntes System ist die Kraft-Wärme-Kopplung. Andere Möglichkeiten zur Verbesserung einer rationellen Energienutzung bestehen in dem Einsatz von effizienteren elektrischen Geräten und Anlagen sowie in dem Austausch von veralteten Heizungsanlagen durch moderne Technik (Brennwertkessel). Vor allem in bestehenden Gebäuden liegt zweifelsohne ein beträchtliches Energieeinsparpotenzial.

Als Orientierung für ein konkretes CO₂-Einsparziel für Braunschweig kann der Zielwert des Klimabündnisses, dem zurzeit ca. 472 deutsche Städte, Gemeinden und Landkreise angehören, dienen. Dieser sieht eine Reduzierung der CO₂-Emissionen alle 5 Jahre um 10 Prozent und eine Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen (bezogen auf das Basisjahr 1990) bis zum Jahr 2030 vor. Übertragen auf die Stadt Braunschweig müssten bis zum Jahr 2020 jährlich Einsparungen an Endenergie in Höhe von 95 GWh vorgenommen werden. Verteilt auf die einzelnen Sektoren würde dies rechnerisch folgende Einsparungen pro Jahr bedeuten:

Private Haushalte: 41 GWh

Verarbeitendes Gewerbe: 15 GWh

Sonstige Wirtschaft: 35 GWh

Stadt und städtische Gesellschaften: 4 GWh.

3.1 Einsparpotenziale im Sektor Private Haushalte

Laut CO₂-Bilanz der energiebedingten CO₂-Emissionen in Braunschweig sind die privaten Haushalte mit einem Anteil von 35,7% der zweitgrößte Treibhausgasemittent. Rund 43 % der insgesamt benötigten Energie in Braunschweig werden von den privaten Haushalten verbraucht. Davon entfallen etwa 87% Prozent auf die Raumerwärmung und Warmwassererzeugung.

Mit Hilfe von Literaturdaten lässt sich die Aufteilung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen auf die verschiedenen Anwendungsbereiche in privaten Haushalten abschätzen (Tab. 3.1). Dies stellt eine Näherung an die tatsächlichen Verbrauchswerte dar, im Vergleich dazu sind für Braunschweig etwas abweichende Werte anzunehmen. Zur Berechnung wurden bundesweite Mittelwerte auf die Stromverbräuche in Braunschweig umgelegt und die Treibhausgasemissionen in den verschiedenen Anwendungsbereichen anhand der spezifischen Emissionsfaktoren abgeleitet.

Tabelle 3.1: Endenergieverbräuche und CO₂-Emissionen nach Anwendungen in Braunschweig im Jahr 2008 [eigene Berechnungen auf Basis von BDEW (2008)]

Anwendungsbereich	Anteil am Verbrauch (%)	Temperaturbereinigter Verbrauch gesamt (MWh)	davon Verbrauch Strom (MWh)	CO ₂ -Emissionen absolut (t)	CO ₂ -Emissionen Anteil (%)
Raumwärme	77,8%	1 600 780	67 213	419 360	58,4%
Warmwasser	9,2%	188 827	37 943	79 897	11,1%
Kochen	2,0%	41 272	28 692	29 382	4,1%
Wärme gesamt	89,0%	1 830 879	133 849	528 639	73,7%
Kraft	0,7%	15 177	15 177	12 611	1,8%
Beleuchtung	2,0%	40 834	40 834	33 930	4,7%
Elektrogeräte	4,8%	98 869	98 869	82 153	11,4%
Information/Kommunikation	2,3%	46 543	46 543	38 675	5,4%
Sonstige	1,3%	26 018	26 018	21 619	3,0%
Strom gesamt	11,0%	227 441	227 441	188 989	26,3%
Gesamt	100%	2 058 320	361 290	717 628	100,0%

Für die Einschätzung realistischer Einsparpotenziale im Bereich Strom wurden verschiedene bundesdeutsche Studien¹⁸ herangezogen, in denen die Minderungspotenziale für die verschiedenen Sektoren und Techniken berechnet wurden. Der Zeithorizont der Bewertung ist das Jahr 2020.

¹⁸ FRAUNHOFER-ISI (2004), MCKINSEY & COMPANY (2007), IFEU (2005), PROGNOSE (2007), PROGNOSE AG, EWU (2007), UMWELTBUNDESAMT (2008), WUPPERTAL INSTITUT (2006)

Wirtschaftliche Minderungspotenziale im Wärmebereich

In Braunschweig entfällt der größte Teil des Endenergieverbrauches im Gebäudebereich auf die Heiz- und Warmwasserversorgung (s. Tabelle 3.1). Aus diesem Grunde liegen in diesem Bereich auch die größten Einsparpotenziale.

Der Hauptanteil des Endenergieverbrauches der privaten Haushalte entfällt in Braunschweig auf die Bereitstellung der Raumwärme (78%). Insgesamt 25,2% der Treibhausgasemissionen entstehen bei der Erzeugung von Raumwärme allein für diesen Sektor, so dass in diesem Bereich erhöhter Handlungsbedarf besteht.

Einsparpotenziale lassen sich vor allem durch die Einführung verbesserter Techniken und Standards, die eine höhere Energieeffizienz aufweisen, erschließen. Effizienzmaßnahmen ergeben sich im Gebäudebestand im Bereich der Gebäudehüllen und der Anlagentechnik. Hierunter fallen im Wesentlichen:

- Dämmung der Wände
- Erneuerung der Fenster
- Dachdämmung bzw. Dämmung der obersten Geschosdecke
- Dämmung der Kellerdecke
- Erneuerung von Heizungsanlagen
- Optimierung bestehender Heizungsanlagen

Weitere Potenziale lassen sich darüber hinaus durch Einhaltung hoher energetischer Neubaustandards, Umstellung der Heizungsanlagen auf klimafreundliche Energieträger sowie ein angepasstes Nutzerverhalten erschließen.

Das Minderungspotenzial einer Gebäudehüllensanierung hängt in erster Linie von dem Alter sowie dem Typ der Gebäude ab. Ältere Wohnhäuser benötigen für die Heizung je nach Wärmedämmung bis zu 350-400 kWh pro m² Wohnfläche und pro Jahr. Bei gut wärmege-dämmten Neubauten sinkt dieser Wert auf ca. 75 kWh/m²·a für einen Neubau EnEV 07, auf 50 kWh/m²·a für ein KfW-Effizienzhaus 60 und auf 15 kWh/m²·a für ein Passivhaus. Ein- und Zweifamilienhäuser haben in der Regel einen signifikant höheren Heizwärmebedarf als Mehrfamilienhäuser.

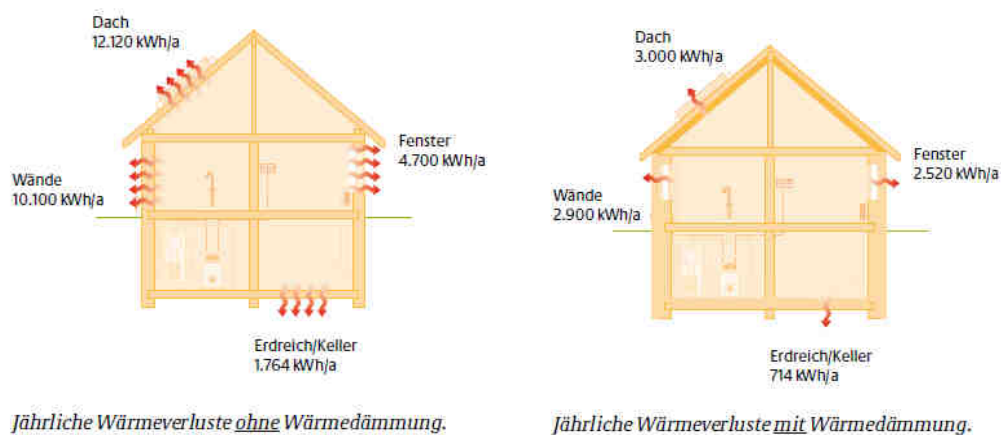


Abbildung 3.1: Durchschnittliche Wärmeverluste von Gebäuden [Quelle: DENA 2009]

Weiterhin sind bereits erfolgte Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand für eine Potenzialabschätzung entscheidend. Es wird davon ausgegangen, dass der Austausch von Bauteilen unter energetischen Aspekten jeweils nur im Zuge einer ohnehin anstehenden Sanierung erfolgt, da eine energetische Modernisierung im Allgemeinen nur bei einer Instandsetzung vorgenommen wird und entsprechende Maßnahmen i. d. R. nur dann wirtschaftlich sind.

Die üblichen Erneuerungs- und Instandsetzungszyklen von einzelnen Bauteilen, von denen nur ein bestimmter Anteil einer energetischen Modernisierung unterzogen wird, betragen für:

Fenster: 25-40 Jahre (Isolierverglasung: 20-35 Jahre),

Flachdächer: 20-40 Jahre,

Steildächer: 40-60 Jahre,

Fassaden, Außenputz: 30-60 Jahre.

Bei der Betrachtung der Treibhausgasemissionen und des Energieverbrauchs spielt im Gebäudesektor die Entwicklung des Wohngebäude- bzw. Wohnungsbestandes eine wesentliche Rolle. Die folgende Tabelle zeigt den Gebäudebestand in der Stadt Braunschweig zum Ende des Jahres 2008. Insgesamt waren zu diesem Zeitpunkt 39 169 Wohngebäude mit einer Gesamtwohnfläche von 10 344 400 Quadratmetern vorhanden zuzüglich 141 500 m² in Nichtwohngebäuden (z. B. Hausmeisterwohnungen).

Hinsichtlich der Anzahl der Wohngebäude dominieren in Braunschweig mit 21 734 Gebäuden die Einfamilienhäuser, dies entspricht einem Anteil von 52%. Bei weiteren 14% handelt es sich um Zweifamilienhäuser. Trotz dieses hohen Anteils an Ein- und Zweifamilienhäuser verteilen sich lediglich 24% der etwa 136 700 Wohnungen in Braunschweig auf diese Gebäude.

Tabelle 3.2: Wohngebäude, Wohnungen und Wohnfläche in der Stadt Braunschweig

(Quelle: Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (LSKN), Stand 31.12.2008)

Wohngebäude gesamt	davon		Wohnungen gesamt	Wohnfläche gesamt
	Gebäude mit 1 oder 2 Wohnungen	Gebäude mit 3 und mehr Wohnungen		
Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	1000 qm
39 169	25 894	13 275	136 712	10 344,4
Anteil	Anteil	Anteil		
100%	66,1%	33,9%		

Zusätzlich zu diesen Informationen liegen Angaben zu dem jeweiligen Baujahr der Gebäude bzw. Wohnungen vor. Detaillierte statistische Angaben zu Baualtersklassen, differenziert nach Gebäudetypen, verwendeter Konstruktion, Bauform und Baustoff sowie zu erfolgten Sanierungsmaßnahmen gibt es für den Gebäudebestand in Braunschweig allerdings nicht.

Insbesondere fehlt auch eine Erfassung der landwirtschaftlichen und industriell genutzte Gebäude sowie von Gebäuden aus dem Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.

Eine differenzierte Betrachtung der Einsparpotenziale des Gebäudesektors kann jedoch nur auf Grundlage einer aussagekräftigen Datenlage vorgenommen werden und ist daher für Braunschweig nicht möglich. Aufgrund der generell großen Energieeinsparpotenziale im Wohngebäudebereich bedarf es zukünftig einer gründlichen Analyse der Gebäudestruktur, hier besteht also weiterer Informationsbedarf. Die Erstellung eines Wärmeatlas für Braunschweig wird empfohlen (s. Maßnahme A 10 in Kap. 5).

Aufgrund der eingeschränkten Datenlage ist nur eine begrenzte Aussage bezüglich des Einsparpotenzials möglich. Für eine allgemeine Abschätzung des Einsparpotenzials im Wärmebereich im Sektor Private Haushalte auf Grundlage von Literaturdaten wird davon ausgegangen, dass die üblichen Sanierungs- und Erneuerungszyklen beibehalten werden. Effizienzsteigernde Maßnahmen werden also in diesem Sektor üblicherweise nur bei einer ohnehin anstehenden Sanierung eingeführt. Die Berechnungen beziehen sich weiterhin auf den Bestand an Gebäuden und Anlagen im Jahr 2008. Prognosedaten, wie z. B. ein weiterer Zubau bei den Gebäuden und Veränderungen bei der Einwohnerzahl, können im Rahmen dieser Studie nicht berücksichtigt werden. Im Folgenden wird der Einfachheit halber davon ausgegangen, dass diese Rahmenbedingungen konstant bleiben. Die folgenden Annahmen werden zur Abschätzung der Potenziale getroffen:

- Die Gebäudehülle wird im Schnitt alle 30 Jahre erneuert. Das Minderungspotenzial beträgt für diesen Zeitraum im Schnitt 66%. Bis 2020 können somit 26,4% des Nutzwärmebedarfs für die Raumheizung vermieden werden (Zielstandard: je nach Gebäudetyp 20 – 30% unter der heutigen Neubau-Anforderung der Energieeinsparverordnung (EnEV) an Bauteile).
- Die Anlagentechnik wird im Schnitt alle 15 Jahre erneuert. Die Verluste im Bereich Warmwasserbereitung und Heizungstechnik können in diesem Zeitraum um etwa 50% reduziert werden. In den 12 Jahren von 2008 bis 2020 können somit 40% der Wärmeverluste im Anlagenbereich vermieden werden.

Das gesamte Einsparpotenzial für Wärmeenergie im Sektor Private Haushalte liegt somit bis zum Jahr 2020 bei 27,2%, dies entspricht ca. 498 GWh. Pro Jahr ergibt sich damit ein wirtschaftliches Effizienzpotenzial von etwa 42 GWh oder 2,3% des raumwärmebedingten Energieverbrauchs.

Insgesamt liegt das erschließbare CO₂-Minderungspotenzial bei einer Größenordnung von etwa 153 000 t/a. Das entspricht etwa 29% der CO₂-Emissionen des Sektors Private Haushalte im Jahr 2008 in Braunschweig.

Notwendige Investitionen sind im Gebäudesektor zu 90 Prozent wirtschaftlich, da entsprechende Sanierungs- und Umbaumaßnahmen in der Regel erhebliche Energieeinsparungen nach sich ziehen. Dabei ist die umfassende Sanierung alter, nicht energieeffizienter Gebäude deutlich vorteilhafter als die Sanierung einzelner Gebäudebereiche.

Aufgrund der unterschiedlichen Klimarelevanz der Energieträger können zusätzliche Potenziale zur Einsparung von Treibhausgasemissionen auch ohne Verbrauchseinsparungen al-

lein durch einen Wechsel von Energieträgern erschlossen werden, z. B. mit der Umstellung von Heizöl auf das CO₂-ärmere Erdgas, Fernwärme oder den Ersatz fossiler Energieträger durch Erneuerbare Energien. So bringt beispielsweise der Ersatz von elektrischen Nachtspeicherheizungen ein besonders großes Einsparpotenzial mit sich, die mit einem Anteil von 6% am Stromverbrauch der privaten Haushalte beteiligt sind. Die direkte Nutzung von Strom zu Heizzwecken ist mit vergleichsweise hohen Treibhausgasemissionen verbunden und äußerst ineffizient. Würden alle Nachtspeicheröfen in Braunschweig durch Wärmeerzeugungsanlagen, die sich aus Erneuerbaren Energien speisen, ersetzt werden, könnten 2,5% der gesamten Treibhausgasemissionen des Sektors Private Haushalte eingespart werden.

Umsetzungshemmnisse bestehen häufig aufgrund von hohen Gesamtinvestitionen, langen Amortisationszeiten von über zehn Jahren und aufgrund der unterschiedlichen Verteilung von Kosten und Nutzen einer Maßnahme für Vermieter und Mieter. Gerade auch bei privaten Hausbesitzern ist die Unkenntnis über die technischen Möglichkeiten und über die wirtschaftlichen Vorteile von Energiesparmaßnahmen häufig groß. Laut MCKINSEY & COMPANY (2007) ist bei Umsetzung der wirtschaftlichen Maßnahmen im Gebäudebereich eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen um gut 15 Prozent realistisch.

Wirtschaftliche Minderungspotenziale beim Stromverbrauch

Für eine Analyse der wirtschaftlichen Minderungspotenziale im Strombereich durch Einsatz energieeffizienterer Techniken wurden die Ergebnisse verschiedener bundesweiter Studien auf die Stadt Braunschweig übertragen. Betrachtet wird der Zeithorizont bis 2020.

Da insbesondere im Bereich der Haushaltsgeräte für Braunschweig keine gesonderten Informationen über den spezifischen Verbrauch sowie die Anzahl der zu ersetzenden Geräte vorliegen, handelt es sich um eine grobe Abschätzung der Potenziale, die von einer mittleren Quote für den Ersatz älterer Geräte durch energieeffizienterer Neugeräte ausgeht. Auch besteht aufgrund der hohen Dynamik bei der Technikentwicklung eine gewisse Unsicherheit bezüglich der angesetzten Potenziale.

Im Sektor Private Haushalte bestehen hohe Potenziale im Bereich der Beleuchtung in Höhe von knapp 4,7% (bezogen auf den gesamten Stromverbrauch ohne Heizung und Warmwasser; s. Abb. 3.2). Hier könnten noch deutlich mehr Kompaktleuchtstofflampen (Energiesparlampen) zum Einsatz gelangen, welche die konventionellen Glühlampen ersetzen.

Ebenfalls hohe Sparpotenziale (10,5%) bestehen durch den Einsatz besonders effizienter „Weiße Ware“-Geräte (Gefrier- und Kühlgeräte, Waschmaschinen, Spülmaschinen, Wäschetrockner, Herde). Allein durch den Austausch von Kühl- und Gefriergeräte sind Einsparungen in Höhe von 5,6% realisierbar, weitere 4,9% des Stromverbrauchs können im Bereich anderer „Weiße Ware“-Geräte eingespart werden.

Als Minderungspotenziale für Kraftanwendungen (Lüftungen und Ventilatoren, Heizungs- und Warmwasserumwälzpumpen) bis zum Jahr 2020 lassen sich für die privaten Haushalte in Braunschweig und die dort im Einsatz befindlichen Heizungsumwälzpumpen etwa 2,5% ermitteln.

Im Elektronikbereich bestehen Effizienzpotenziale in einer Größenordnung von etwa 1,1% durch den Einsatz deutlich effizienterer Bürogeräte, außerdem liegt das Potenzial für die Unterhaltungselektronik (Fernseh-, Audio-, Video- und DVD-Geräte) bei etwa 2,7%.

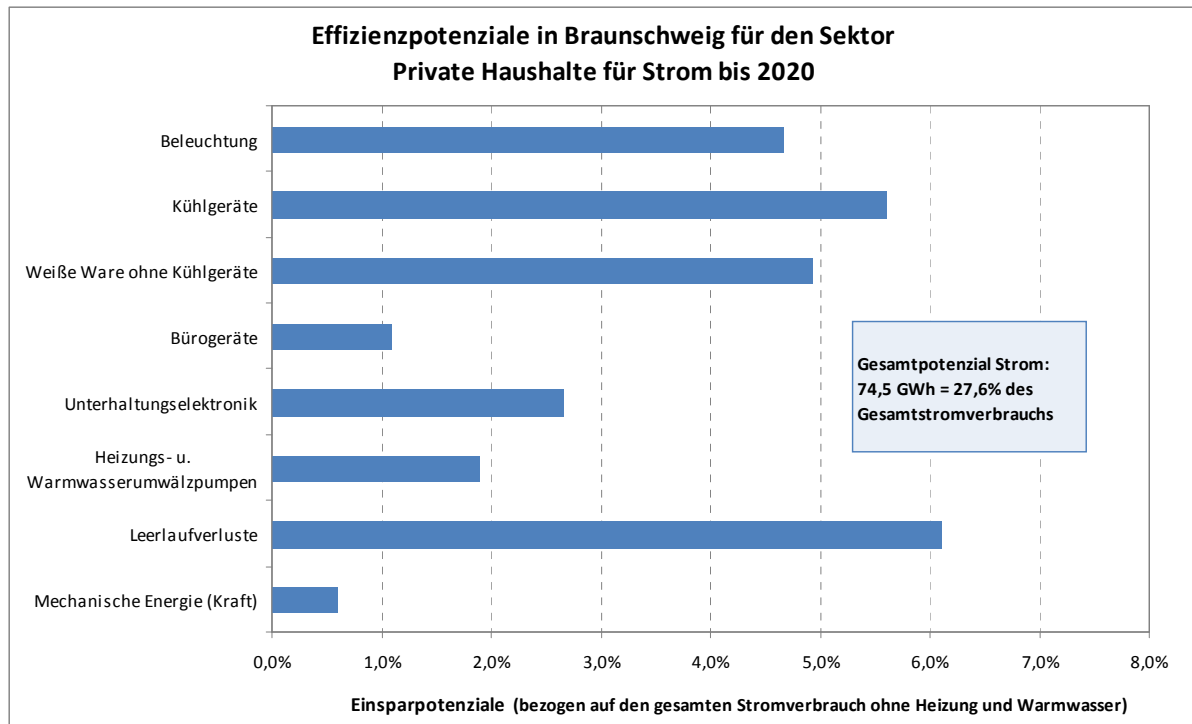


Abbildung 3.2: Effizienzpotenziale bei den privaten Haushalten in Braunschweig im Bereich Strom bis zum Jahr 2020

Zusätzlich zu diesen Anwendungsbereichen gibt es die Möglichkeit, den Stromverbrauch wirkungsvoll durch eine Reduzierung von Leerlaufverlusten zu mindern. Hierunter versteht man den Energieverbrauch von technischen Anlagen und Geräten im Bereitschafts- oder Standby-Betrieb. Es wird unterschieden zwischen den Betriebszuständen Standby, also der Bereitschaftschaltung in nutzungsfreier Zeit, und dem „Schein-Aus“-Zustand, bei denen das Gerät für den Nutzer ausgeschaltet scheint, aber trotzdem Energie verbraucht.

Sind die Energieverbräuche einzelner Geräte und Anlagen in diesen Betriebszuständen auch minimal, ergibt sich in Summe für die privaten Haushalte durch vollständige Abschaltung der Geräte ein wesentliches Minderungspotenzial in Höhe von ca. 6%.

Insgesamt besteht damit bis 2020 für den Strombereich im Sektor Private Haushalte der Stadt Braunschweig ein wirtschaftliches Effizienzpotenzial von etwa 27,6% des Stromverbrauchs bzw. 74,5 GWh. Pro Jahr ergibt das ein wirtschaftliches Effizienzpotenzial von etwa 9,5 GWh oder 2,8%.

Weitere CO₂-Minderungspotenziale im Sektor Private Haushalte können noch durch Substitution von Energieträgern erreicht werden (vgl. Kap. 4).

3.2 Einsparpotenziale im Sektor Wirtschaft (einschließlich Sektor Stadt und städtische Gesellschaften)

Im Vergleich zu anderen Städten ist Braunschweig durch einen hohen Anteil an sogenannten Kleinverbrauchern (Handwerk, Dienstleistungsgewerbe, öffentliche Einrichtungen etc.) am Gesamtenergieverbrauch gekennzeichnet.

Der Anteil der Industrie am Energieverbrauch ist dagegen gering. Die Industrie in Braunschweig ist durch die Automobilindustrie, den Maschinen- und Musikinstrumentebau, die Verkehrstechnikherstellung sowie Biotechnologie geprägt. Besonders energieintensive Betriebe sind bis auf wenige Ausnahmen nicht vorhanden.

In bundesweiten Potenzialstudien (s. Kap. 3.1) wird für die Abschätzung von Einsparpotenzialen im Sektor Wirtschaft in der Regel eine weitere Differenzierung nach „Gewerbe, Handel, Dienstleistung“ und „Industrie“ vorgenommen. Aufgrund fehlender separater Grunddaten ist eine Aufschlüsselung des Energieverbrauchs nach diesen verschiedenen Wirtschaftszweigen für Braunschweig nicht möglich. Eine genaue Quantifizierung von Einsparpotenzialen im Sektor Wirtschaft ist jedoch ohne eine detaillierte Betrachtung einzelner Branchen nicht möglich und daher im Rahmen dieser Studie nicht durchführbar.

Im Folgenden werden deshalb die Einsparmöglichkeiten für verschiedene Anwendungsbereiche der verschiedenen Wirtschaftssektoren in Anlehnung an bundesweite Studien allgemein beschrieben. Aufgrund von Überschneidungen der Einzelpotenziale (z. B. vermindert eine verbesserte Wärmedämmung den Heizwärmebedarf und damit das Einsparpotenzial in der Wärmeerzeugung) verringert sich das kumulierte Potenzial.

Um dennoch einen Anhaltspunkt für das Potenzial abzugeben, wird eine grobe Abschätzung vorgenommen. Das kumulierte wirtschaftliche Potenzial liegt bis 2020 laut einer Studie des PROGNO AG¹⁹ in der Größenordnung von rund 11% des gesamten Endenergieverbrauchs der beiden Sektoren. Auf Braunschweig übertragen liegt das Potenzial damit bei 276 GWh für den gesamten Sektor Wirtschaft.

Generell zeigt sich, dass eine große Differenz zwischen dem technischen und wirtschaftlichen Potenzial besteht. Bei den meisten Techniken liegt das technische Potenzial um den Faktor zwei höher als das wirtschaftliche Potenzial. Gerade in der Industrie sind die Hemmnisse zur Realisierung von an sich wirtschaftlichen Einsparpotenzialen besonders vielfältig. Aus diesem Grunde ist für alle Anwendungsbereiche im Sektor Wirtschaft durch geeignete Instrumente eine gezielte Aufklärung zu betreiben, damit die Vorteile beim Einsatz neuer und energiesparender Techniken erkannt und umgesetzt und die entsprechenden Potenziale damit ökonomisch erschlossen werden.

Wirtschaftliche Minderungspotenziale im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung

Aufgrund der sehr inhomogenen Zusammensetzung des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) sind hier sehr unterschiedliche Energieverbrauchsprofile vorzufinden. Diese entsprechen teilweise den Energieverbräuchen des Sektors Private Haushalte, teils bestehen Analogien zum Industriesektor. Demzufolge variieren auch die Einsparungspotenziale,

¹⁹ PROGNO/ EWI (2007)

und es bieten sich damit unterschiedliche Ansatzpunkte zur rationellen Verwendung der Energie. Wenngleich auch bei der Energie- und CO₂-Bilanz eine getrennte Betrachtung vorgenommen wurde, sind dem Sektor GHD ebenso die Stadt einschließlich der städtischen Gesellschaften zuzuordnen. Alle getroffenen Aussagen zu den Minderungspotenzialen treffen somit auch auf diesen Bereich zu.

Die wirtschaftlichen Einsparpotenziale des Gewerbes im Strombereich durch Einsatz energieeffizienterer Techniken sind in Abb. 3.3 dargestellt. Hohe Potenziale bestehen vor allem im Bereich der Beleuchtung und der Kühlgeräte.

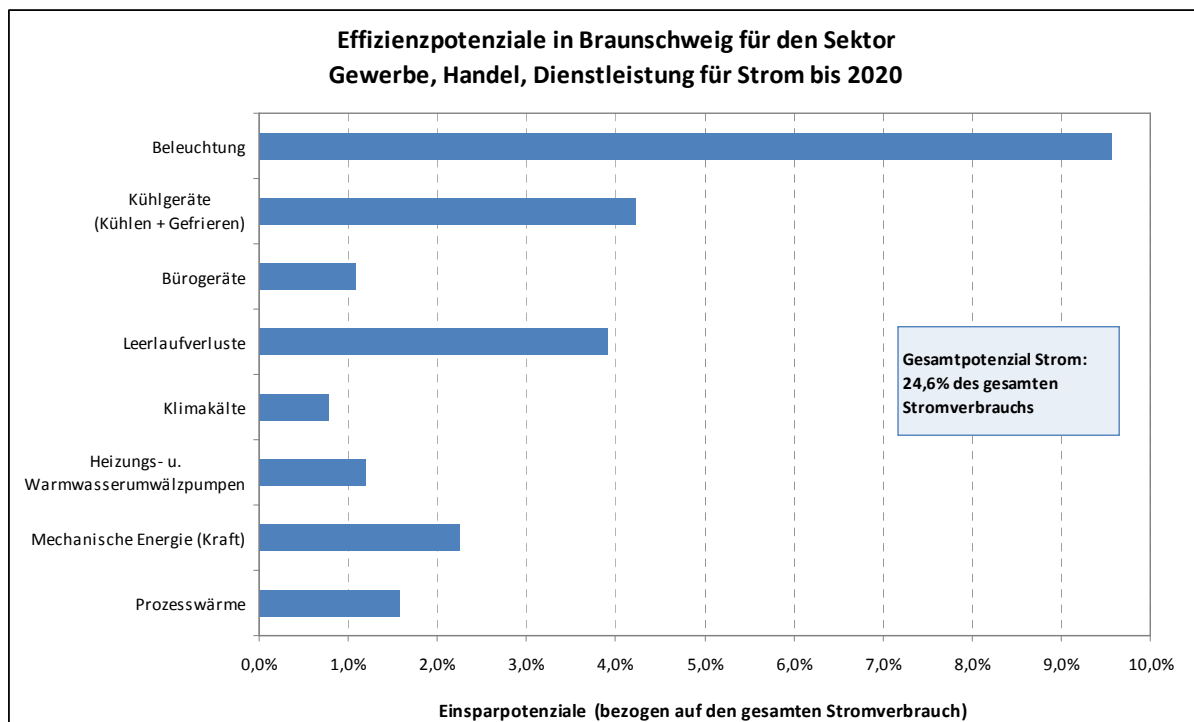


Abbildung 3.3: Effizienzpotenziale im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung in Braunschweig im Bereich Strom bis zum Jahr 2020

So lassen sich in Braunschweig mit moderner Beleuchtungstechnik bis zum Jahr 2020 ca. 9,5% des Gesamtverbrauchs dieses Sektors einsparen, dies sind 31% des im gewerblichen Sektor für Licht benötigten Stroms. Das Potenzial, das durch den Einsatz energieeffizienterer Kühl- und Gefriergeräte erschlossen werden kann, beträgt etwa 4%.

Weitere Effizienzpotenziale liegen mit etwa 3,5% bei der mechanischen Energie (Kraft) inkl. Heizungs- und Warmwasserpumpen sowie bei der Verhinderung von Leerlaufverlusten (4%).

Darüber hinaus besteht ein weiteres Einsparpotenzial in Höhe von insgesamt 8,5% bei der Raumwärme. Hier bieten vor allem Brennwertgeräte und KWK-Anlagen (Blockheizkraftwerke, Mikrogasturbinen) Möglichkeiten der Energieeinsparung. Aufgrund der vergleichsweise niedrigen Sanierungs- und Neubauraten liegt das Einsparpotenzial durch Modernisierung der Gebäudehüllen nur bei 4,5%. Auf lange Sicht betrachtet ergibt sich hier allerdings ein höheres Potenzial.

Unter der Annahme, dass die Bruttowertschöpfung bis 2020 real um etwa ein Drittel zunimmt, liegt das kumulierte gewerbliche Einsparpotenzial in der Größenordnung von jährlich

1,2% des gesamten Endenergieverbrauchs des Sektors GHD. Dies bedeutet bis 2020 eine Einsparung von rund 14,5%.

Weitere Minderungspotenziale im Sektor Gewerbe können noch durch Substitution von Energieträgern erschlossen werden, beispielsweise mit der Umstellung von Heizöl auf das CO₂-ärmere Erdgas, Fernwärme oder Erneuerbare Energien.

Ein aufgrund der geringeren Gesamtfläche im Vergleich zum privaten Gebäudebestand vergleichsweise kleines Potenzial besteht in der energetischen Sanierung von Schulen und Bürogebäuden (Dämmung auf „7 Liter-Standard“).

Bei Gebäuden des tertiären Sektor (öffentliche Gebäude, GHD, Gebäude in der Landwirtschaft) leisten der Austausch vorhandener Lüftungssysteme durch energieeffizientere Systeme sowie verbesserte Energiemanagementsysteme mit die größten Beiträge zur Treibhausgasvermeidung. Derartige Systeme können z. B. im Rahmen eines Energiesparcontractings eingeführt werden.

Für den städtischen Bereich ist eine technisch-bauliche Untersuchung der einzelnen Liegenschaften Voraussetzung für die Abschätzung von Einsparpotenzialen und die Grundlage für gezielte und effektive Investitionen.

Wirtschaftliche Minderungspotenziale in der Industrie

Bei den Angaben handelt es sich um Branchen-Durchschnittswerte, einzelne Unternehmen hingegen können ganz unterschiedlich große relative Einsparpotenziale aufweisen.

Anders als in den anderen Sektoren spielt der Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser im Sektor Industrie nur eine untergeordnete Rolle. Wenngleich auch die Einzelpotenziale in diesen Bereichen relativ hoch liegen (etwa 6,5% des Wärmebedarfs), sind bei einer Gesamtbetrachtung des Sektors die absoluten Minderungspotenziale recht gering.

Eine höhere absolute Absenkung des Energieverbrauchs kann in der Industrie hingegen im Bereich der Produktionsprozesse realisiert werden.

Aufgrund der unterschiedlichen betrieblichen Gegebenheiten bietet sich eine Vielzahl an betrieblichen und technischen Möglichkeiten zur Steigerung der Effizienz, die von Unternehmen zu Unternehmen sehr unterschiedlich ausfallen können. Betrachtet werden muss hierbei die Effizienzsteigerung einzelner technischer Komponenten, wie auch die energetische Verbesserung ganzer Prozesse und Systeme. Größere Einsparpotenziale ergeben sich im Anlagenbereich durch den Einbau neuer, energieeffizienter Anlagen sowie durch betriebliche Optimierung bestehender Anlagen.

Im Bereich der Prozesswärme geht es vor allem um die Optimierung von thermischen und anderen Prozessen. Potenziale bestehen beispielsweise durch die vermehrte Rückgewinnung von Wärme, verbesserte Wärmedämmung, Kaskadennutzung, elektronische Prozessleitsysteme, Brennerersatz, stufenlose Brennerregelung, Nutzung von Niedertemperaturwärme mit Wärmepumpen oder den Einsatz von Kondensationskesseln. Bei mechanischen Prozessen eröffnen sich weitere Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung beispielsweise durch die Steigerung von Motorenwirkungsgraden, die Anpassung von Produktionsanlagen an den

tatsächlichen Bedarf, Energierückgewinnung, Verhinderung mechanischer Verluste sowie die Verbesserung der Transmission (PROGNOS 2007, PROGNOS/ EWI 2007).

Trotz einer Produktionsausweitung bis 2020 um etwa ein Drittel, liegt das kumulierte gewerbliche Einsparpotenzial bei Einführung bereits jetzt am Markt verfügbarer Techniken in der Größenordnung von jährlich 0,7% des gesamten Endenergieverbrauchs des Sektors Industrie. Dies bedeutet bis 2020 eine Einsparung von rund 9%; allein für das verarbeitende Gewerbe in Braunschweig bedeutet dies ein Potenzial von 65 GWh.

Neben den bereits aufgeführten Potenzialen bestehen weitere Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauchs bzw. der Treibhausgasemissionen durch die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung, bei der Wärme und Strom parallel bereit gestellt werden, gegeben. Für eine Darstellung dieser Potenziale ist eine detaillierte Untersuchung notwendig.

Deutschlandweite Erfahrungen zeigen, dass die Hemmnisse zur Realisierung der wirtschaftlichen Einsparpotenziale im Sektor Industrie besonders groß sind. Dabei bestehen allerdings aufgrund der Heterogenität des Sektors große Unterschiede zwischen verschiedenen Branchen bzw. Unternehmen. Die Wirtschaftlichkeit von Energieeinsparungen ist stark von der jeweiligen Branche abhängig. Teilweise bestehen hohe Erwartungen an die Amortisationszeit, häufig auch Informationsdefizite bezüglich Technik und Wirtschaftlichkeit.

Die Wahl geeigneter Maßnahmen ist in diesem Sektor daher von besonderer Wichtigkeit. Dabei sollte der Fokus nicht nur auf besonders energieintensive Unternehmen gerichtet werden, welche in der Regel schon aus wirtschaftlichen Gründen ein hohes Eigeninteresse an Energieeffizienz haben. Insbesondere sollten passende Instrumente gefunden werden, auch solche Unternehmen anzusprechen, bei denen die Energiekosten (in Bezug auf die übrigen Produktionskosten) vergleichsweise gering sind und die aus diesem Grund von sich aus bislang kaum veranlasst waren, Effizienzpotenziale zu identifizieren und zu nutzen. Da dies einen großen Teil der Unternehmen betrifft, ist insgesamt von einem erheblichen Minderungspotenzial auszugehen.

3.3 Einsparpotenziale im Verkehrsbereich

Damit auch im Verkehrsbereich auf lange Sicht CO₂-Minderungen erreicht werden, ist es zweifelsohne erforderlich, eine Mobilität mit weniger verkehrsbedingten CO₂-Emissionen zu ermöglichen und zusätzliche Maßnahmen und Instrumente zur CO₂-Emissionsminderung der Fahrzeuge selbst zu ergreifen und einzusetzen.

Wesentliche strategische Ansatzpunkte zur Minderung der CO₂-Emissionen im Verkehr sind allgemein in

- 1.) der **Verkehrsvermeidung** zu sehen – d.h. den Bedarf nach Verkehr zu beeinflussen und die Wegstrecken zu verkürzen. Dies sollte insgesamt nach der Prämisse „Verkehr, der nicht stattfindet, erzeugt auch keine CO₂-Emissionen“ geschehen. Dazu müssen Maßnahmen an den Ursachen der Verkehrsentstehung ansetzen, um Verkehr zu vermeiden. Eine wesentliche Maßnahme in diesem Bereich ist z. B. die integrierte Stadt- und Verkehrsplanung;

2.) der **Verkehrsverlagerung** – d.h. den Verkehr auf umweltverträglichere Verkehrsträger zu verlagern. Die verschiedenen Verkehrsträger – Straße, Schiene, Wasser und Luft – weisen streckenbezogen unterschiedliche CO₂-Emissionen pro transportierter Person oder Tonne auf (siehe oben). Eine Reduzierung der CO₂-Emissionen des Gesamtverkehrs lässt sich daher auch erreichen, indem man Verkehr von höher emittierenden Verkehrsmitteln (Flugzeug, Lkw, Pkw) auf andere Verkehrsmittel (Bahn, Schiff, Bus, Rad und Fußverkehr) verlagert;

3.) der **Verkehrsoptimierung** – d.h. die bestehenden Kapazitäten im Verkehr besser auszulasten. Ein Teil der Fahrleistung und der damit verbundenen Umweltbelastungen lässt sich bei besserer Auslastung der Fahrzeuge vermeiden.

Und 4.) der spezifischen **Emissionsminderung** der Fahrzeuge durch technische Maßnahmen.

In den genannten strategischen Ansatzpunkten sind auch die Minderungspotenziale für Braunschweig zu suchen. Grundsätzlich bringen Maßnahmen, die zu einer Vermeidung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) bzw. zu einer Verlagerung auf emissionsärmere und emissionsfreie Verkehrsmittel des Umweltverbands führen, ein großes CO₂-Minderungspotenzial mit sich. Einsparpotenziale auf kommunaler Ebene ergeben sich vor allem durch eine Beeinflussung des Verhaltens der Verkehrsteilnehmer. Die Höhe der Potenziale hängt stark von der jeweiligen Ausgestaltung und Wirksamkeit einer Maßnahme ab.

Eine Quantifizierung der CO₂-Minderungspotenziale in diesem Sektor ist jedoch nur unter sehr spezifischen Annahmen und im Zusammenwirken mit den anderen verkehrsvermeidenden Maßnahmen möglich. Hier sei insbesondere auf den Sachstandsbericht des Umweltbundesamtes „CO₂-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland - Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale“ verwiesen (Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter http://www.umweltbundesamt.de/uba-infomedien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3773 verfügbar).

- Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV): Die Treibhausgasemissionen pro gefahrenem Kilometer liegen im ÖPNV um 40 – 70% niedriger als von PKW-Verkehr. Bei Rad- und Fußverkehr reduzieren sie sich auf Null.

Werden in Braunschweig 10% des MIV-Verkehrs auf den ÖPNV, Rad- und Fußverkehr verlagert, könnten 65 000 Tonnen (Verlagerung auf ÖPNV) bzw. 8 300 Tonnen CO₂ (Verlagerung auf nichtmotorisierten Verkehr) vermieden werden.

- Schienenverkehr: Treibhausgasemissionen des Schienenverkehrs hängen von der jeweiligen Zusammensetzung des Energiemix ab. Eine Umstellung auf CO₂-ärmere Energieträger in den Kraftwerken führt hier zu einer Reduzierung der Emissionen. Die Klimafreundlichkeit der einzelnen Verkehrsträger hängt zudem stark von der jeweiligen Auslastung ab.

- Radverkehr: Abschätzungen aus anderen Studien zeigen, dass eine konsequente Förderung des Radverkehrs und eine kontinuierliche Steigerung des Radverkehrsanteils das mit Abstand höchste Minderungspotenzial aufweist.

4 POTENZIAL FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN

Auch ohne Einsparungen bei dem Verbrauch lassen sich allein durch den Ersatz fossiler Brennstoffe wie Heizöl durch erneuerbare Energieformen wie Biogas, Holz, Windenergie oder Solarenergie die Treibhausgasemission erheblich reduzieren. Im Folgenden wird das Potenzial für Erneuerbare Energien im Stadtgebiet Braunschweig betrachtet.

Bei den Energieträgerpotenzialen kann zwischen theoretischen, technischen, wirtschaftlichen und erschließbaren Potenzialen unterschieden werden. Mit dem theoretischen Potenzial wird das gesamte Energieaufkommen des jeweiligen Energieträgers beschrieben. Das technische und wirtschaftliche Potenzial umschreibt den technisch nutzbaren (z. B. die verfügbaren Anlagentechniken und ihre Wirkungsgrade) und den wirtschaftlich nutzbaren Teil hiervon. Das erschließbare Potenzial ist der letztlich zu erwartenden Anteil, dieser ist in der Regel erheblich kleiner als das theoretische Potenzial.

Das im Folgenden ermittelte Potenzial ist dabei ein theoretisches Potenzial. Die aufgeführten Potenziale für die verschiedenen Energieformen können grundsätzlich addiert werden. Auf lange Sicht vermindert sich das Gesamtpotenzial jedoch, da bei steigendem Anteil der Erneuerbaren Energien an der Energieversorgung der CO₂-Minderungseffekt von Effizienzmaßnahmen nachlässt.

Nicht Beachtung können im Rahmen dieser Studie die Entwicklung der Bevölkerungszahlen, Verbrauchstrends für Nahrungsmittel, das Wirtschaftswachstum und verschiedene Umweltszenarien finden.

4.1 Windpotenzial

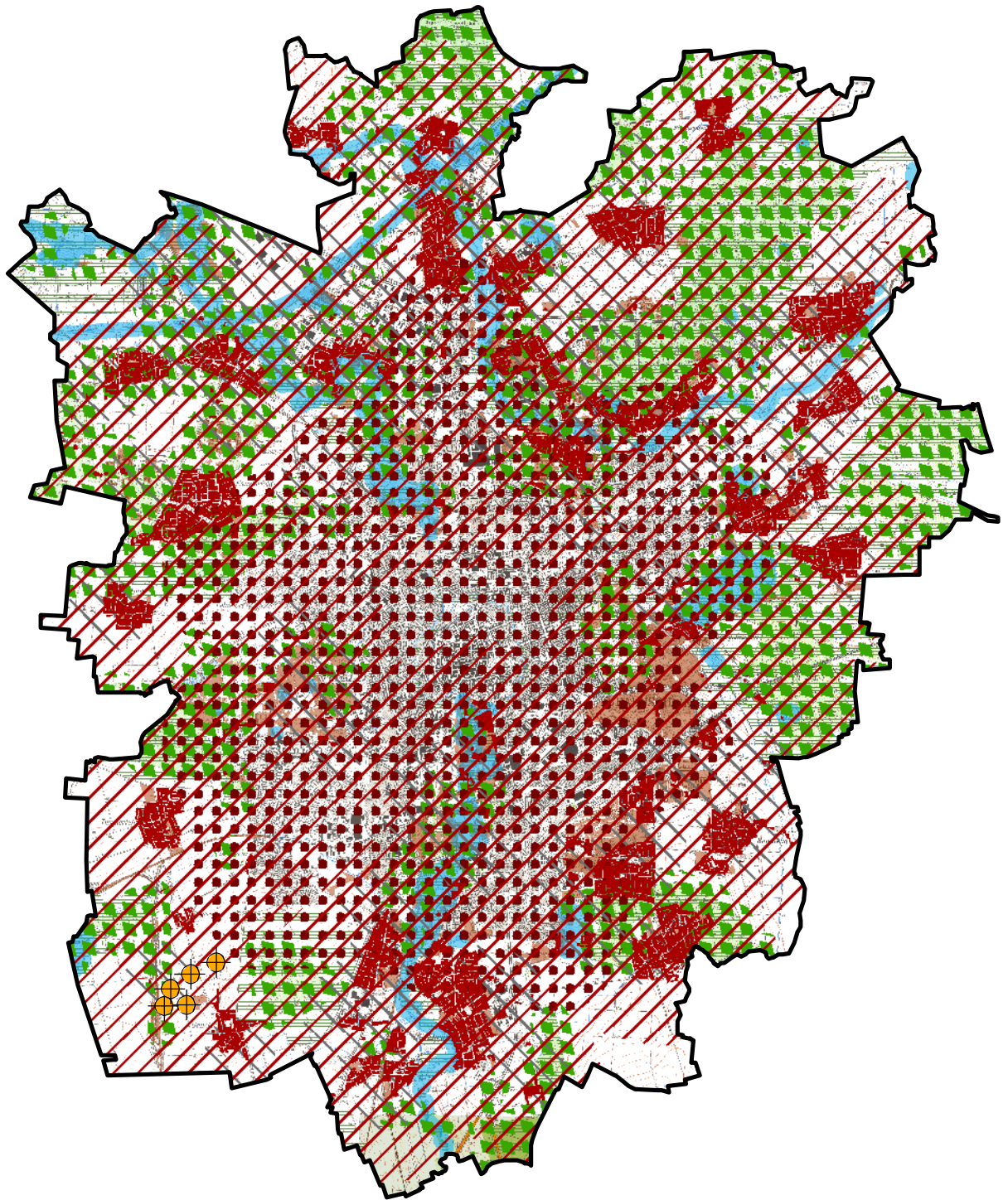
Für die Ermittlung eines Potenzials im Bereich der Windenergie sind zwei Faktoren von entscheidender Bedeutung: Zum einen muss eine ausreichende Windgeschwindigkeit in bestimmten Höhen über der Erdoberfläche, in der Regel in der Höhe gängiger Nabenhöhen, vorherrschen. Zum anderen müssen aus Sicht der planungsrechtlichen Situation die Voraussetzungen gegeben sein, Windenergieanlagen aufstellen zu können. Dies betrifft im Wesentlichen die Bereiche Siedlung und Naturschutz, neben weiteren einschränkenden Nutzungen.

Es wurde für das Stadtgebiet Braunschweig eine Vorabschätzung in Bezug auf die planungsrechtliche Situation durchgeführt, um herauszufinden, inwieweit theoretisch Möglichkeiten zum Ausbau der Windenergie bestehen. Hierzu wurden alle Siedlungsbereiche sowie ein Pufferbereich von 1 000 m um die Siedlungsflächen als Ausschlussgebiet für Windenergie festgesetzt. Die Datengrundlage bildet hierbei die Biotoptypenkartierung 2005 der Stadt Braunschweig, in der auch folgenden Arten von Siedlungsflächen kartiert und in den Ausschlussgebieten berücksichtigt wurden:

- Dorfgebiet/Dörfliche Bebauung,
- bebaute Bereiche (Gebäude- und Industrieflächen),
- Hochhausbebauung,
- Wochenendhaussiedlungen.

Der nicht kartierte Stadtkern wurde als eine Fläche digital erfasst und in seiner Gesamtheit ebenfalls mit 1 000 m gepuffert. Separat erfasste Gewerbe- und Industrieflächen wurden mit einem Abstand von 500 m versehen. Als Ausschlussflächen wurden auch als „sonstige Gebäude“ festgesetzte Flächen charakterisiert. Dies können beispielsweise Kasernen oder andere militärisch genutzte Gebäude sein. Aufgrund ihrer Nutzung ausgeschlossen sind auch die Flächen, die als Bahnanlage, Friedhof, Sumpf/Niedermoor/Tümpel, Hafenanlage, Kleingarten, naturfernes Stillgewässer, Obstplantage, Obstwiese, Parkanlage oder Sport-/Spiel-/Erholungsanlage genutzt werden.

Alle kartierten Waldgebiete wurden ebenfalls ausgeschlossen, sowie ein Abstandsbereich von 200 m um die Waldflächen. Für Gewässer wurde ein Abstand von 100 m angenommen. Auch diese Flächen wurden von der Nutzung für Windenergie ausgeschlossen.



Planungsrechtliche- und
 Naturschutzfachliche Situation
 zum Ausbau der Windenergie



Klimaschutzkonzept
 Stadt Braunschweig

Legende

- Stadtgrenze
- Siedlung
- /// Siedlung Abstand 1000 m
- Industrie/Gewerbe Abstand 500 m
- Stadtkern Abstand 1000 m
- bestehende WEA
- Wald Abstand 200 m
- Gewässer Abstand 100 m
- Sonstiger Ausschluss
- EU-Vogelschutzgebiete

Auftraggeber

Stadt Braunschweig
 Platz der Deutschen Einheit 1
 D - 38 100 Braunschweig
 Tel. (0) 531/470 - 1
 Fax (0) 531/15112
 E-Mail: stadt@braunschweig.de

bearbeitet von



Große Pfahlstraße 5a
 D - 30 161 Hannover
 Tel. (0511) 388 72 00
 Fax (0511) 388 72 01
 E-Mail: info@geo-net.de

Abbildung 4-1:
 Windenergie

Maßstab
 M 1 : 100.000

Datum / Bearbeiter
 Juli 2010 / AH

Unter Berücksichtigung dieser aufgeführten Flächen verbleiben bereits nur noch wenige Bereiche im Stadtgebiet, die nicht von einer dieser Nutzungen betroffen sind. Da auch aus naturschutzfachlicher Sicht zahlreiche Flächen unter die Ausschlussbereiche fallen, wurden diese Flächen ebenfalls in die Betrachtung einbezogen. Dabei bilden die vom Niedersächsischen Landesamt für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) frei verfügbaren Daten (Stand April 2010) die Grundlage. Es wurden folgende Bereiche berücksichtigt:

- EU-Vogelschutzgebiete
- FFH-Gebiete
- Naturschutzgebiete
- Landschaftsschutzgebiete
- Gebiete, die als geschützte Landschaftsbestandteile ausgewiesen sind
- Für Brut- und Gastvögel bedeutsame Gebiete.

Unter Berücksichtigung aller aufgeführten Ausschlusskriterien verbleibt lediglich eine Fläche am südöstlichen Rand des Stadtgebietes, die potenziell als Eignungsfläche angesehen werden kann. Zur weiteren Beurteilung ist eine genauere Betrachtung dieser Fläche nötig.

Die Windverhältnisse in diesem Bereich liegen bei 6,2 bis 6,5 m/s in einer Höhe von 100 m über Grund, was für einen Binnenlandstandort einen ökonomischen Betrieb von Windkraftanlagen ermöglicht.

Da die potenzielle Fläche direkt an der Stadtgrenze verläuft, ist zu prüfen, ob sich die Fläche durch Ausschlusskriterien des Nachbarlandkreises verkleinern würde. Die nächstgelegene Ortschaft Salzdahlum des Landkreises Wolfenbüttel würde mit ihrem 1 000 m Abstandsbe- reich um die Siedlungsfläche in das Stadtgebiet von Braunschweig reichen und somit die potenzielle Eignungsfläche verkleinern. Die verbleibende Flächengröße beträgt ca. 70 ha.

Nordwestlich der potenziellen Fläche liegt ein Flora-Fauna-Habitat (FFH)-Gebiet (FFH 3729-331 „Wälder und Kleingewässer zwischen Mascherode und Cremlingen“), welches durch ein Landschaftsschutzgebiet (LSG WF 032 „Mascheroder-, Rautheimer- und Salzdahlumer Holz“) überlagert wird. Hier ist zu prüfen, welcher Mindestabstand anzuwenden ist, sodass es auch dadurch zu einer weiteren Verkleinerung der potenziellen Eignungsfläche kommen würde. Südlich verläuft ebenfalls ein Landschaftsschutzgebiet (LSG WF 012 „Lechlumer Holz und angrenzende Forste“), auch hier sind die Abstandskriterien zu prüfen.

4.2 Biomassepotenzial

Insgesamt lässt sich für Braunschweig ein theoretisches Biogaspotenzial von bis zu 16 641 375 m³ pro Jahr ableiten, das unter Berücksichtigung aktuell üblicher Wirkungsgrade von KWK-Anlagen einer Stromproduktion von 32,5 GWh und einer Wärmeproduktion von 41,2 GWh entspricht. Damit könnten rund 2,4% des benötigten Stroms sowie 1,4% des Wärmebedarfs der Stadt Braunschweig aus Biogas produziert werden, insgesamt würden in diesem Fall gegenüber 2008 Treibhausgasemissionen in Höhe von 38 600 Tonnen vermieden werden.

Die nachfolgenden Tabellen 4.1 und 4.2 geben eine Zusammenfassung der vorhandenen Biomassenpotenziale in der Stadt Braunschweig wieder.

Tabelle 4.1: Theoretische jährliche Biogaspotenziale in Braunschweig

Biogasanlagepotenzial	Gasertrag (m³/a)	Stromproduktion (GWh/a)	Wärmeproduktion (netto, GWh/a) ²⁰
Energiepflanzen: Substitution von Futtermitteln	13 856 940	26,9	34,0
Energiepflanzen: Zweitfrucht	1 835 191	3,9	4,9
Energiepflanzen: Brachland	0	0	0
Dauergrünland	0	0	0
Gülle	149 075	0,3	0,4
Ernterückstände	800 169	1,5	1,9
Summe	16 641 375	32,5	41,2

Rein rechnerisch ergibt sich ein Potenzial für acht Biogasanlagen mit jeweils 500 kW. Dieses Potenzial setzt sich überwiegend aus dem Anbau von Energiepflanzen sowie der Nutzung von Zweitfrüchten zusammen (siehe Tabelle).

Das beschriebene Potenzial ist jedoch theoretischer Natur und betrachtet lediglich die Erzeugungsseite. Es ist davon auszugehen, dass das erschließbare Potenzial wesentlich geringer ist. Dies gilt insbesondere für die folgenden Biomassequellen:

- Zweitfrucht: Der Anbau von Zweitfrüchten ist gegenwärtig in Braunschweig nicht immer wirtschaftlich.
- Energiepflanzenanbau: Die Nutzung dieses Potenzials hängt wesentlich von der Bereitschaft der Landwirte ab, Futtermittel zugunsten von Energiepflanzen zu substituieren. In Braunschweig verfügen wenige Landwirte über Vieh und verkaufen daher großteils ihr Getreide als Futtermittel, das daher grundsätzlich als NawaRo verwendet werden kann.

Weitere Restriktionen ergeben sich darüber hinaus aufgrund ökologischer, struktureller und administrativer Schranken. So müssen die jeweiligen spezifischen örtlichen Verhältnisse (z.B. Infrastruktur, wie Leitungssysteme, und Logistik einer Biogasanlage) jeweils gesondert betrachtet werden.

Insgesamt unterliegt dieser Bereich derzeit einer starken Dynamik, dabei spielt nicht zuletzt auch die Pro- und Contra-Diskussion um die „Vermaischung“ der Landschaft eine Rolle.

²⁰ Nur 50 % dieser Wärmeerzeugung ist extern nutzbar. 15 % entfallen auf Wärmeverluste und 35 % auf Prozesswärme (FNN 2009c).

Tabelle 4.2: Theoretische jährliche Festbrennstoffpotenziale in Braunschweig

Festbrennstoffpotenzial	Wärmeproduktion (netto, GWh/a)
Waldrestholz und Schwachholz	11,0
Landschaftspflegeholz	7,7
Ernterückstände	19,1

Die mögliche Wärmeproduktion aus potenziell verfügbaren biogenen Festbrennstoffen in Braunschweig beträgt insgesamt 37,8 GWh. Auch für dieses Potenzial gelten die obigen Ausführungen.

Damit könnten rund 0,9% der benötigten Brennstoffe der Stadt Braunschweig aus Biomasse produziert werden, insgesamt würden in diesem Fall gegenüber 2008 weitere Treibhausgasemissionen in Höhe von 7 500 Tonnen vermieden werden. Die theoretisch mögliche Gesamteinsparung durch den Einsatz von Biomasse beträgt damit 46 100 Tonnen, dies sind 2,3% der gesamten Treibhausgasemissionen der Stadt Braunschweig im Jahr 2008.

Neben dem bisher diskutierten Angebotspotenzial sind auch die Voraussetzungen auf der Nachfrageseite zur Einschätzung der Biomassenutzungsmöglichkeiten von Bedeutung. Aufgrund der großflächigen Fernwärmeversorgung im Stadtgebiet sind wesentliche infrastrukturelle Bedingungen zur energetischen Biomassenutzung erfüllt, da sich Biomasse gut in die Strom- und Fernwärmeerzeugung integrieren lässt. Allerdings ist auch davon auszugehen, dass fernwärmeversorgte Gebäude kaum für eine Einzelversorgung (z. B. durch Holzheizungen) zur Verfügung stehen.

Eine differenzierte Darstellung der Einzelpotenziale findet sich in den Kapiteln 4.2.1 bis 4.2.6.

4.2.1 Grundlagen

Wie auch in anderen Kommunen und Landesteilen ist in Braunschweig in den zurückliegenden Jahren ein kontinuierlicher Rückgang des Anteils der Landwirtschaftsfläche (d. h. Anbaufläche und landwirtschaftliche Betriebsfläche) an der Gesamtfläche zu beobachten. Während 1990 noch 45% der Flächen landwirtschaftlich genutzt wurden, sind dies 2008 nur noch knapp 38% (s. Tab 4.3).

Tabelle 4.3: Flächennutzung des Stadtgebiets Braunschweigs

Nutzungsart Katasterfläche in ha	1990	2000	2008
Gebäude- und Freifläche	4 249	4 530	4 781
Betriebsfläche	227	308	262
Erholungsfläche	916	1 339	1 374
Verkehrsfläche	2 215	2 263	2 429
Landwirtschaftsfläche	8 574	7 619	7 232
Waldfläche	2 301	2 407	2 436
Wasserfläche	565	581	556
Flächen anderer Nutzung	158	161	154
Gesamt	19 206	19 209	19 215

Quelle: Stadt Braunschweig, Referat Stadtentwicklung und Statistik, 2009 (www.braunschweig.de/statistik)

Abbildung 4.2 zeigt die Nutzung der landwirtschaftlichen Anbauflächen in Braunschweig. Die Grundlage hierfür bilden die Daten der alle vier Jahre durchgeführten Agrarstrukturerhebung.

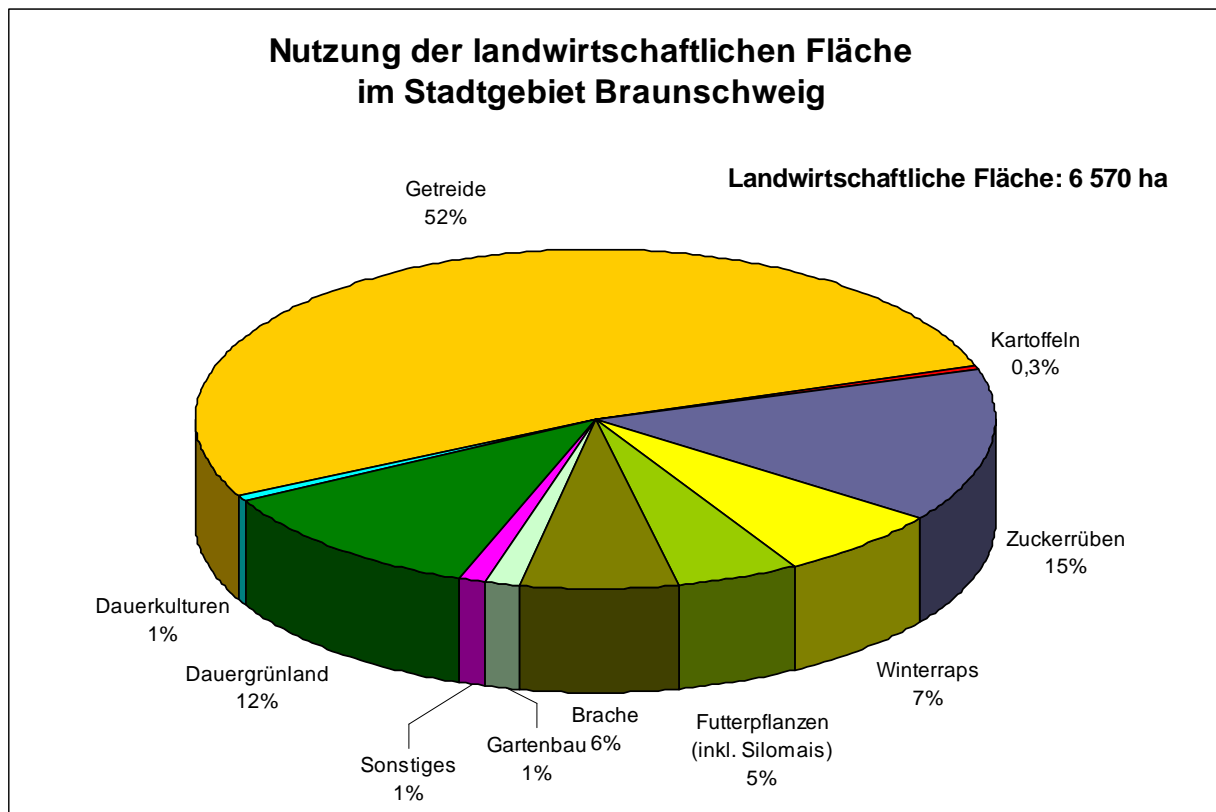


Abbildung 4.2: Anteile der Hauptnutzungs- und Kulturarten an der gesamten Landwirtschaftsfläche im Stadtgebiet Braunschweig (Daten aus der Agrarstrukturerhebung 2007)

Die aktuellsten Daten stammen aus dem Jahr 2007 und bilden die agrarisch bewirtschafteten Flächen einschließlich der darauf angebauten Kulturen sowie die Viehbestände im Raum Braunschweig ab. Sie stellen die Basis für die Ermittlung des Biomasse-Potenzials dar.

Zu beachten ist, dass die Daten der Agrarstrukturerhebung zwar einen Überblick geben, wie Braunschweiger Landwirte ihre Flächen nutzen. Sie sind allerdings nicht flächenbezogen, sondern betriebsbezogen erhoben worden. Damit fehlt im Einzelfall jeweils die genaue Zuordnung zum Braunschweiger Stadtgebiet. Dies bedeutet, dass teilweise Pachtflächen, die außerhalb der Stadtgrenzen liegen, Berücksichtigung finden können, ebenso aber auch vereinzelt gepachtete Flächen im Stadtgebiet von Betrieben, die außerhalb Braunschweigs liegen, nicht erfasst werden. Aus diesem Grunde kommt es auch zu geringen Unterschieden im Vergleich mit Daten, die auf der Katasterfläche beruhen (vgl. Tab. 4.1).

Vorherrschend ist in Braunschweig vor allem der Ackerbau, 81% der Landwirtschaftsfläche werden ackerbaulich genutzt. Viehhaltung und somit die Bewirtschaftung von Grünland spielen eine untergeordnete Rolle.

Üblich sind in Braunschweig Fruchtfolgen mit einem Wechsel von Zuckerrüben und Getreide. Der Anbau von Getreide erfolgt auf 3439 ha, dies sind 52% der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Dabei ist Weizen die am stärksten vertretene Getreideart (69% des Getreides), auch der Anbau von Roggen und Wintergerste (jeweils 13% des Getreides) spielt eine Rolle. Zuckerrübenanbau findet auf 15% der Landwirtschaftsfläche (969 ha) statt, gerade auf den schwereren Böden im Süden Braunschweigs erbringen diese gute Erträge. Der Anbau von Kartoffeln hingegen ist mit 0,3% minimal.

Ebenfalls nicht sehr verbreitet ist der Anbau von Körnermais mit einem Anteil von 0,3% der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Stadtgebiet Braunschweig, weitere 3% der Fläche werden für den Anbau von Silomais genutzt.

Bei 12% der Fläche handelt es sich um Dauergrünland, dieser sowie auch der Anteil der Brachflächen von 6% dürfte sich seit 2007 noch weiter verringert haben.

Eine Biogasanlage findet sich bislang nicht im Stadtgebiet Braunschweig. Allerdings betreibt BS-Energy seit 2007 ein Biogas-Blockheizkraftwerk. Dieses hat eine elektrische Leistung von 2,0 Megawatt und eine Wärmeleistung von 2,14 Megawatt und wird mit Methangas aus Maissilage gespeist, das über eine 20 Kilometer lange netzfähige Biogas-Pipeline aus der Biogasanlage Hillerse (2 500 kW) herangeführt wird. Die erzeugte Biowärme wird von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) und dem Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) genutzt.

Im Umkreis von 10 Kilometern um Braunschweig befinden sich noch weitere sechs Biogasanlagen, die in der folgenden Tabelle aufgelistet werden:

Tabelle 4.4: Bestehende Biogasanlagen im Umland von Braunschweig

Biogasanlage	Kreis	kW _{el}	MWFWL	Substrat	Wärmeabnehmer
Klein Schwülper	Gifhorn	510	1270	NawaRo, Festmist	Gewerbe
Salzdahlum	Wolfenbüttel	500	1240	k. A.	Wohngebäude
Veltheim (Ohe)	Wolfenbüttel	500	1300	NawaRo (Mais)	Soziale Einrichtung
Hillerse	Gifhorn	2.500		NawaRo	Wohngebäude in Ölper, von Thünen- Institut
Rietze	Peine	515	1280	k. A.	k. A.
Ribbesbüttel	Gifhorn	537	1340	NawaRo	Gewerbe
Groß Denkte	Wolfenbüttel	537	1340	NawaRo (Maissilage/ Roggen)	Trocknung von Klär- schlamm

Diese Biogasanlagen in den Nachbargemeinden werden zu einem kleinen Teil mit Substraten aus der Stadt Braunschweig beliefert. Die Anbauflächen für Biomasse sind in Braunschweig jedoch insgesamt noch recht gering. Laut Agrarstrukturerhebung wurde im Jahr 2007 auf 164 ha, das sind nur 2,5% der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Braunschweig, Biomasse für Biogasanlagen angebaut. Den größten Anteil daran hat Silomais, rund zwei Drittel des in Braunschweig angebauten Silomais landet in Biogasanlagen. Es ist davon auszugehen, dass sich die Biomasse-Anbaufläche insgesamt aber in den zurückliegenden drei Jahren noch vergrößert hat.

Neben dem Biomasse-Anbau für Biogasanlagen, werden auch andere nachwachsende Rohstoffe in Braunschweig produziert. Darunter fallen z. B. Raps für die Biodieselerzeugung und die chemische Industrie, Lein (Flachs) zur Fasergewinnung sowie Öllein für Druck- und Naturfarbenherstellung.

4.2.2 Untersuchte Biomassearten

Entsprechend dem heutigen Stand der Technik gibt es verschiedene Möglichkeiten der energetischen Verwertung von Biomasse. Im Folgenden werden betrachtet:

- die Vergärung von Biomasse in Biogasanlagen zur Biogas-/ Biomethangewinnung
- die Kraftstoffgewinnung: Bioethanol, Biodiesel oder Biomethan
- die Festbrennstoffgewinnung: Verfeuerung in Heizanlagen

Einige Substrate können dabei unterschiedlich energetisch genutzt werden. Pflanzliches Inputmaterial für die Vergärung in Biogasanlagen kann potenziell auch für die Biokraftstoffherstellung geeignet sein. In diesem Fall wird bei der Potenzialermittlung auf beide Möglich-

keiten eingegangen, eine Aufsummierung des energetischen Potenzials erfolgt in diesem Fall aber nicht.

Tabelle 4.5: Untersuchte Biomassearten

Biomasse		Energetische Verwertung
	Energiepflanzen vom Acker	Biogas- oder Kraftstoffgewinnung
	Grünland	Biogasgewinnung
Landwirtschaftliche Biomasse	Kartoffelkraut und Zuckerrübenblätter	Biogasgewinnung
	Stroh und Rapsstroh	Festbrennstoffgewinnung
	Gülle aus der Viehhaltung	Biogasgewinnung
Biomasse aus Abfallwirtschaft	Bioabfälle	Biogasgewinnung
Holzartige Biomasse	Restholz	Festbrennstoffgewinnung

Damit konkurrieren die verschiedenen Optionen der ackerwirtschaftlichen Flächennutzungen zum einen untereinander. Zum anderen stehen sie aber auch im Wettbewerb mit den herkömmlichen Anbauweisen der Futter- und Nahrungsmittelherstellung und der sonstigen stofflichen Nutzung.

4.2.3 Biogaspotenzial

Biogas kann durch Vergärung (sogen. Fermentation) unterschiedlicher Substrate gewonnen werden. Dazu zählen verschiedene Reststoffe wie landwirtschaftliche Ernterückstände und Tierexkrementen (Gülle) sowie Rückstände aus der Abfallwirtschaft. Von Bedeutung ist außerdem die Vergärung von direkt für die energetische Nutzung angebaute Energiepflanzen. Nicht für die Biogasproduktion geeignet sind Substrate mit einem hohen Anteil an Lignin, wie zum Beispiel Holz.

Der Vergärungsprozess läuft grundsätzlich in mehreren Teilschritten unter anaeroben Bedingungen ab. Zurück bleibt ein Gärrest aus nicht abgebauter Biomasse und Mineralien, der auf Grund seines hohen Nährstoffgehaltes als Dünger im landwirtschaftlichen Ackerbau eingesetzt werden kann.

4.2.3.1 Biogaspotenzial aus Energiepflanzenproduktion

Als Energiepflanzen werden ein- oder mehrjährige Kulturen bezeichnet, die zu einer ausschließlich energetischen Verwertung auf den landwirtschaftlichen Flächen angebaut werden. Im Gegensatz zur Futtermittelproduktion liegt der Fokus bei der Biomasseproduktion auf der Erzeugung maximaler Mengen an Energie pro Flächeneinheit.

Das regionale Potenzial für nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) hängt von der jeweils hierfür verfügbaren Anbaufläche ab. Der Anbau von Energiepflanzen benötigt zusätzliche Ackerflächen, die entweder durch die Substitution bestehender Kulturen, den Anbau einer zweiten Frucht vor bzw. neben der eigentlichen Hauptfrucht oder die Nutzung von Brachland gewonnen werden können.

Substitution der heutigen Kulturen durch Energiepflanzen

Nicht zuletzt aufgrund der Tatsache, dass seit 2008 die EU-Stilllegungsregelung ausgesetzt ist, gibt es wenige ungenutzte Flächen, die zusätzlich für die Biomasseproduktion genutzt werden können. In der Regel findet eine innerbetriebliche Substitution der bestehenden Pflanzenbestände durch Energiepflanzen und deren Integration in die bestehende Fruchtfolge statt.

Für die Abschätzung, welche Anbauflächen für die Energiepflanzenproduktion zur Verfügung stehen ist die Flächenkonkurrenz insbesondere zur Nahrungsmittelproduktion zu beachten. Dabei werden folgende Annahmen getroffen:

- Aufgrund der niedrigeren Deckungsbeiträge fließen Flächen, auf denen Futtermittel angebaut werden (Roggen, Hafer, Wintergerste und Mais), in vollem Umfang mit ein.
- Als verfügbare Flächen für den Anbau von energetischen Früchten werden nur 20 % der Weizenflächen berücksichtigt, da die restlichen 80% dieser Flächen für den Anbau von Backweizen genutzt werden und damit nicht für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung stehen.

Wie in Tabelle 4.6 dargestellt lässt sich unter Berücksichtigung der Tatsache, dass ein Anteil der Fläche schon heute für den Anbau von energetischen Pflanzen genutzt wird, aufgrund der dargestellten Annahmen die potenziell verfügbare Fläche für die Biomasseproduktion ermitteln. In der vorletzten Spalte der Tabelle („Substitution“) ist jeweils beispielhaft eine geeignete Energiepflanze aufgeführt, die sich für den Ersatz der bestehenden Kultur eignet. In die Betrachtung einbezogen werden dabei alle landwirtschaftlichen Anbauflächen im Stadtgebiet Braunschweig. Abgezogen werden lediglich die Anbauflächen der Versuchsstation des Friedrich-Loeffler-Instituts, die vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) und Julius Kühn-Institut (JKI) genutzt werden. Es ist davon auszugehen, dass diese Flächen auch in Zukunft für pflanzenbauliche Versuche genutzt werden und somit nicht für die wirtschaftliche Gewinnung von Energiepflanzen zur Verfügung stehen.

In Abhängigkeit von den Standortfaktoren, insbesondere der Bodenfruchtbarkeit, sind nicht alle Energiepflanzen gleichermaßen geeignet. Da die verschiedenen Getreidearten gegenwärtig zusammen mit Hackfrüchten in einer Fruchtfolge vorkommen, sollten sie nur durch solche Kulturen ersetzt werden, die weiterhin neben den Hackfrüchten angebaut werden können. Beispielhaft wäre hier der Einsatz von Mais und Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS) denkbar.

Mais ist aufgrund von hohen Biomasseerträge sowie einer guten ackerbaulichen Eignung die in der Praxis am meisten verbreitete und bekannteste Energiepflanze. Sie eignet sich sowohl zur Herstellung von Biokraftstoffen (Bioethanol) als auch als Biogassubstrat.

Tabelle 4.6: Annahme für die Berechnung des sofort nutzbaren Potenzials

Kulturen	Ackerfläche insgesamt	Derzeitige Energiepflanzen-nutzung	Derzeitige Fläche für Nahrungs-mittel/ Futter	Anteil an Futternutzung	Substitution durch	Zusätzliches Energiepflanzen-Potenzial
Mais	139 ha	111 ha	28 ha	(76 -)100 %	Silomais	28 ha
Weizen	2 366 ha	0 ha	2 366 ha	20 %	Silomais	473 ha
Roggen	437 ha	0 ha	437 ha	100 %	Roggen-GPS	437 ha
Gerste	509 ha	0 ha	509 ha	100 %	Silomais	509 ha
Hafer	44 ha	0 ha	44 ha	100%	Silomais	44 ha
Sommermeng-getreide	59 ha	0 ha	59 ha	100 %	Silomais	59 ha
Summe	3 554 ha	min. 111 ha	3 443 ha			1 550 ha

Trotz der positiven Eigenschaften für die Energiegewinnung stellt Mais eine aus Umweltsicht eher problematische Kulturart dar. Eine langsame Jugendentwicklung und ein damit später Bestandsschluss des Mais sowie die hohe Gülleverträglichkeit erhöhen das Risiko der Wasser- und Winderosion. Seine geringe Konkurrenzkraft bedingt zudem eine geringe Mischkulturverträglichkeit, ein in Folge dessen häufig anzutreffender Monokulturanbau wirkt sich negativ auf das Landschaftsbild und die Artenvielfalt aus. Nicht zuletzt ist der hohe Wasserbedarf von Mais gerade auch in Hinblick auf in Folge des Klimawandels zu erwartende sommerliche Wasserknappheit als problematisch zu bewerten.

In Braunschweig wird auf knapp 7% der prinzipiell zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Fläche (437 ha) Roggen angebaut, welcher auch gut für Ganzpflanzensilage (GPS) geeignet ist. Grundsätzlich könnte der heute bereits angebaute Roggen komplett als GPS genutzt werden.

Der Anbau von Roggen kann im Bereich der trockenen und armen Böden bei keiner oder minimaler Bewässerung stattfinden. In der Regel kann Roggen bereits vor dem Sommer viel Feuchtigkeit aufnehmen und Biomasse generieren. Wird der gesamte Roggen als GPS genutzt, ergibt sich bei über 437 ha Anbaufläche ein Potenzial von rund 9 000 t Biomasse. Gegebenenfalls ist nach dem Roggen noch der Anbau einer Zweitfrucht möglich.

Aktuell werden ca. 1 550 ha Futtermittel angebaut, welche aufgrund ihrer niedrigeren Deckungsbeiträge durch den Anbau von Energiepflanzen substituiert werden können. Prinzipiell ließe sich der Anbau von Silomais zu Lasten von Futtergerste und Weizen, Hafer und Körnermais je nach Marktpreissituation um ca. 17% (1 113 ha) erhöhen, somit ergibt sich hieraus ein weiteres Potenzial von bis zu 64 000 t Silage. Damit würde sich im Maximum eine Integration von insgesamt bis zu 24% Biomasseproduktion in die bestehende Fruchtfolge

ergeben (17% durch Erhöhung des Maisanbaus und 7% durch Umstellung des Roggens von Körnerproduktion auf GPS).

Dies darf unter der Prämisse der Nachhaltigkeit und zur Vorbeugung von Umweltproblemen aber nur sinnvoll bei gleichzeitiger Vermeidung von Mais-Monokulturanbau geschehen. Fruchtfolgen, in denen Mais mit anderen Kulturen kombiniert wird, sind deshalb zu empfehlen.

Ausgehend von den Annahmen der Tabelle 4.6 und den mittleren Roggen- und Maiserträgen in Braunschweig ergibt sich eine potenzielle Biogasproduktion von 13 856 940 m³ pro Jahr. Bei einem fixen Energiegehalt des Methans von 9,94 kWh pro m³ und unter Berücksichtigung der durchschnittlichen elektrischen und thermischen Wirkungsgrade der gängigen BHKW (Tabelle 4.8) ergibt sich ein Strompotenzial von 26,9 GWh pro Jahr plus einem Wärmepotenzial von 34,0 GWh pro Jahr.

Tabelle 4.7: Datenbasis zur Ermittlung des Biomassepotenzials aus Energiepflanzen (KTBL 2006)

Kennwerte	Mais-GPS	Roggen-GPS
Anteil oTS ^{*)} in der Frischmasse in %	34	33
Biogasertrag in m ³ /t FM	202	171
Methangehalt in %	52	52

^{*)} oTS: organische Trockensubstanz; FM: Festmasse

Tabelle 4.8: Merkmale einer BHKW (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2009b)

Wirkungsgrad BHKW _{el} in %	30 bis 45
Wirkungsgrad BHKW _{th} in %	35 bis 60
Wirkungsgrad BHKW _{gesamt} in %	85
Laufzeit BHKW in Stunden pro Jahr	8000

Das beschriebene Substitutionsszenario geht davon aus, dass die vorhandenen Anbauflächen für Futtermittel komplett für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden können. Das tatsächlich erschließbare Potenzial kann hingegen in Abhängigkeit von den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen oder aufgrund anderer Hemmnisse (z. B. Umstrukturierung und Kapazitätsbeschränkungen im Bau und Betrieb der Anlagen) geringer ausfallen. Zudem sind bei dem großflächigen Anbau von Energiepflanzen die Auswirkungen auf den Naturschutz zu beachten.

Biogaspotenzial aus Zweitfrucht-Anbau

Das Zweikulturenanbausystem verbindet einen hochproduktiven Energiepflanzenanbau mit vielen ökologischen Vorteilen und stellt somit eine mögliche Alternative zum konventionellen Hauptfruchtanbau dar. Bei diesem Anbausystem werden im Laufe eines Jahres auf derselben Fläche zwei Kulturen angebaut, die jeweils vor der Vollreife geerntet werden. Auf diese Weise wird die Nutzung der Vegetationszeit verlängert und damit der Biomasseertrag je Hektar, die Ertragssicherheit und Energieausbeute gegenüber einer Hauptfrucht erhöht.

In der heutigen Rüben-Getreide-Fruchtfolge in Braunschweig ist die Zeit zwischen den einzelnen Früchten für den Anbau von Zwischenfrüchten nicht ausreichend. Der Anbau von Grünroggen, der ca. vier bis sechs Wochen vor der Vollreife geerntet wird, vor dem Anbau von Mais stellt hier beispielsweise eine gute Alternative dar und ist grundsätzlich ohne zusätzliche Beregnung in Braunschweig möglich.

Die Nutzung aller Flächen, auf denen derzeit Mais angebaut wird (139 ha), für den Zweikulturenanbau (beispielsweise mit Grünroggen/ Mais-GPS) bietet auf Grundlage der Datenbasis in Tabelle 4.9 ein Plus von ca. 195 323 m³ Biogas gegenüber dem alleinigen Anbau von Mais als Hauptkultur. Dies bedeutet eine zusätzliche elektrische Erzeugung von 0,4 GWh_{el} und Wärmeerzeugung von 0,5 GWh_{th}.

Unter der Annahme eines intensiveren Szenarios, d.h. mit dem Anbau von zusätzlichen 1085 ha Mais (s. o.), stünden insgesamt 1224 ha für den Anbau von Zweitfrüchten zur Verfügung. In diesem Falle könnten hierauf das Substrat für zusätzlich 1 835 191 m³ Biogas, bzw. 3,9 GWh_{el} Strom und 4,9 GWh_{th} Wärme erzeugt werden.

Tabelle 4.9: Datenbasis zur Ermittlung des Biomassepotenzials aus Zweitfrüchten – Beispiel Grünroggen (KTBL 2006)

Kennwerte	Grünroggen
Anteil oTS in der Trockenmasse in %	33
Biogasertrag in m ³ /t oTS	600
Methangehalt in %	54

4.2.3.2 Biogaspotenzial aus Brachland

In der Agrarstatistik von 2007 ist für die Stadt Braunschweig noch eine Fläche von 409 ha Brachland ausgewiesen. Es wird davon ausgegangen, dass seit der Einstellung des obligatorischen Flächenstilllegungsprogramms im Jahr 2008 das Brachland nahezu vollständig wieder für den Anbau genutzt wird und deshalb als Flächen für den Energiepflanzenanbau nicht mehr verfügbar ist.

4.2.3.3 Biogaspotenzial aus Dauergrünland

Dauergrünland hat in Braunschweig einen Anteil von 12% der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche, dies entspricht einer Fläche von 756 ha.

Beim Umbruch von Dauergrünland wird ein Teil der Bodenkohlenstoffvorräte zu CO₂ abgebaut, insbesondere wenn eine Umwandlung in Ackerfläche vorgenommen wird.

Dabei wird zudem auch Stickstoff freigesetzt, der zum Teil als N₂O entweicht. Auf diese Weise verursachte CO₂- und N₂O-Emissionen haben zur Folge, dass die Ausdehnung der Bioenergieerzeugung auf Ackerflächen im Endeffekt sogar kontraproduktiv für den Klimaschutz sein kann.

Die Klimabilanz der Biogasnutzung fällt somit nur positiv aus, wenn sie ohne Grünlandumbruch auskommt. Darüber hinaus ist Grünland auch für den Artenschutz, den Gewässer- und Bodenschutz von hoher Bedeutung. Mit einem Umbruch gehen somit auch weitere ökologische Ausgleichsfunktionen verloren.

Nicht zuletzt sei darauf hingewiesen, dass es in Niedersachsen seit Herbst 2010 für alle landwirtschaftlichen Betriebe, die EU-Direktzahlungen erhalten, ein Verbot zum Umbruch von Dauergrünlandflächen gilt.

Insgesamt betrachtet ist ein Anbau von Energiepflanzen auf Grünlandflächen daher nicht empfehlenswert.

4.2.3.4 Biogaspotenzial aus landwirtschaftlichen Reststoffen

Als Substrat für die Vergärung in Biogasanlagen eignen sich neben Energiepflanzen auch verschiedene Ernterückstände aus der Landwirtschaft.

Im Rahmen dieser Studie werden insbesondere Ernterückstände aus dem Getreide-, Raps- und Zuckerrübenanbau betrachtet. Andere Rückstände, wie z. B. aus der Gemüse- und Zierpflanzenproduktion haben aufgrund ihrer geringen Anbaufläche in Braunschweig nur eine untergeordnete Bedeutung und werden daher nicht betrachtet. Da eine Vergärung von Stroh aufgrund des hohen Ligningehaltes unrentabel ist, wird das Potenzial aus Getreide- und Rapsenernterückständen als Festbrennstoff in Kapitel 4.2.6 betrachtet.

Die Berechnung des jährlichen Rückstandsaufkommens basiert auf der Anbaufläche des Jahres 2007, den mittleren Erträgen für Braunschweig und dem Frucht-Reststoffverhältnis.

4.2.3.5 Biogas aus Rübenblatt

In Braunschweig werden auf einer Fläche von 969 ha Zuckerrüben angebaut. Bei der Ernte fallen neben den Rüben auch die Blätter an, die ebenfalls energetisch genutzt werden können.

Bei einem mittleren Ertrag von 595 dt/ ha lässt sich für Braunschweig entsprechend der Annahmen in Tabelle 4.10 insgesamt ein Anfall von 57 656 Tonnen Rübenblattfrischmasse errechnen. Im Mittel können etwa 25-50% der Rübenblätter als Substrat für die Biogaser-

zeugung genutzt werden²¹. Für die ackerbaulich sehr intensiv genutzten Flächen in Braunschweig wird von dem unteren Wert ausgegangen. Damit ergibt sich das in Tabelle 4.8 dargestellte Potenzial für Biogas aus Rübenblatt in Braunschweig.

Unter Berücksichtigung der heutigen Flächennutzung und der oben genannten Annahmen, steht ein Potenzial von 773 967 m³ Biogas aus Zuckerrübenblatt zur Verfügung, was ungefähr einer Stromproduktion von 1,4 GWh und einer Wärmeproduktion von 1,8 GWh entspricht.

Es gilt allerdings, dass die Konservierung von Rübenblatt schwierig ist und zu nicht unerheblichen Geruchsemissionen führen kann. Zudem ist auch die Erntetechnik kostenintensiv und nur unter bestimmten Erntebedingungen empfehlenswert. Aus heutiger Sicht ist Rübenblatt deshalb eher als eine Nischenerscheinung im Bereich Biogas einzuordnen.

Tabelle 4.10: Datenbasis zur Ermittlung des Biogaspotenzials aus Rübenblättern (KTBL)

Kennwerte	Rübenblatt
Verfügbarkeit der Ernterückstände	20 %
Frucht-Reststoffverhältnis Rübe/ Blätter	1:0,8
Anteil oTS in der Frischmasse	18,1 %
Biogasertrag (Normgas)	83,9 m ³ /t FM
Methangehalt	48,9 Vol-% im Biogas
Ertrag an Biogas (Normgas in)	773 967 m ³
davon Methangas	378 470 m ³
Bruttoenergie	3 761 993 kWh

4.2.3.6 Biogas aus Kartoffelkraut

Kartoffelkraut stellt ebenso wie Zuckerrübenblatt ein bisher überwiegend ungenutztes Potenzial bei der Energiegewinnung dar.

Bei einer Kartoffelanbaufläche von insgesamt lediglich 20 ha in Braunschweig ist dieses Potenzial allerdings als sehr gering einzustufen. Der gesamte Ernteertrag von Kartoffeln lag im Jahr 2007 bei 736 Tonnen. Mit einem Anteil von 20% organischer Trockensubstanz (oTS) weist Kartoffelkraut einen recht hohen Wassergehalt auf. Das Massenverhältnis von Kartoffeln zu Kraut liegt bei 1:0,4. Aus technischen Gründen können nur 50% des Krautes vom Feld gewonnen werden²², so dass in Braunschweig mit einer Frischmasse von 147 Tonnen kalkuliert werden kann. Diese Menge entspricht einem Biogas-Potenzial von 26 202 m³.

²¹ KALTSCHMITT U.A. 2003

²² KALTSCHMITT U.A. 2003

Aus verschiedenen Gründen ist allerdings die Erschließung dieses Potenzials nicht immer in nennenswertem Umfang möglich. Gründe hierfür sind vor allem der saisonale Anfall von Kartoffelkraut, hoher Sandgehalt und vor allem die etablierten Erntepraxis.

Unter Berücksichtigung der heutigen Flächennutzung und der oben genannten Annahmen, steht ein Potenzial von 26 202 m³ Biogas aus Kartoffelkraut zur Verfügung, was ungefähr einer Stromproduktion von 0,05 GWh und einer Wärmeproduktion von 0,06 GWh entspricht.

Tabelle 4.11: Datenbasis zur Ermittlung des Biogaspotenzials aus Kartoffelkraut (KTBL, Kaltschmitt u.a. 2003)

Kennwerte	Kartoffelkraut
Verfügbarkeit der Ernterückstände	50 %
Frucht-Reststoffverhältnis Kartoffel/ Kraut	1:0,4
Anteil oTS in der Frischmasse	20 %
Biogasertrag (Normgas)	890 m ³ /t oTS
Methangehalt	52 Vol-% im Biogas
Ertrag an Biogas (Normgas)	26 202 m ³
davon Methangas	13 625 m ³
Bruttoenergie	135 431 kWh

4.2.3.7 Biogaspotenzial aus Gülle und Festmist

Das höchste energetische Potenzial zur Biogasgewinnung im Landwirtschaftssektor stammt aus der Nutztierhaltung. Die in diesem Bereich anfallenden Gülle- und Festmistmengen können nahezu vollständig energetisch genutzt werden. Insbesondere Gülle ist aufgrund ihrer Konsistenz besonders geeignet. Schweine- und Rindergülle sind deshalb die Grundsubstrate für die meisten Biogasanlagen. Aufgrund ihres relativ niedrigen Trockensubstanzgehaltes lassen sie sich auch gut mit anderen Substraten (Kosubstrate) kombinieren. Festmist hingegen muss in der Regel verdünnt und homogenisiert werden, um pumpfähig zu sein.

Einschränkungen bei der Verfügbarkeit gibt es teilweise aufgrund technischer und wirtschaftlicher Gründe. Grundsätzlich ausgenommen sind Exkremate von Tieren aus Weide- bzw. Freilandhaltung (wie Schafe und Freilandgeflügel) sowie kleine Bestände mit sehr niedrigen Tierbestandszahlen. In diesen Fällen ist die Verwertung der Exkremate nicht mit vertretbarem Aufwand realisierbar²³, so dass sie in dieser Studie nicht betrachtet werden. Da die Bestandszahlen bei Hühnern in Braunschweig insgesamt ebenfalls niedrig sind, werden diese Daten ebenfalls nicht angesetzt.

Berücksichtigung finden dagegen größere Bestände an Rindern und Schweinen. Die in Braunschweig anfallenden Mengen an organischen Düngern (Gülle/ Mist) wurden anhand

²³ Kaltschmitt et al., 2003

der Daten der Agrarstrukturerhebung 2007, Daten des KTBL (2009) sowie den Standardwerten für den Wirtschaftsdüngeranfall, die in der Richtlinie zum Niedersächsischen Agrar-Umweltprogramm angegeben werden, ermittelt.

Tabelle 4.12: Datenbasis zur Ermittlung des Biogaspotenzials aus der Viehhaltung (LSKN 2007, KTBL 2009, ML 2009)

	Ferkel	Jungschwein < 50 kg	Mastschwein > 50 kg	Zuchtschwein	Jungvieh <1/2 Jahr	Rind 1/2-2 Jahre	Rind > 2 Jahre	Milchkuh
Entsprechende GVE	0,03	0,06	0,135	0,3	0,35	0,65	1,2	1,2
Gülleanfall nach Vieh- art in m ³ /a je GVE	18	11	11	8	13	13	13	20
Gülleanfall in Braun- schweig in m ³ /a	2 386				9 463			
Anteil oTS in %	4,8%				6,4%			
Dichte der Gülle in t/ m ³	1,04				1,04			
Biogasausbeute in m ³ /t	400				280			
Erzeugbare Biogas- menge (Normgas in m ³)	46 685				102 390			
Methangehalt in %	60%				55%			
Erzeugbare Methan- gasmenge in m ³	28 011				56 314			

Für Braunschweig ergibt sich unter Berücksichtigung der in Tabelle 4.12 aufgeführten Mittelwerte eine nutzbare Güllemenge an 9 253 m³. Dies entspricht einem Biogasertrag von ca. 149 075 m³ und einem Methanertrag von etwa 84 325 m³.

4.2.3.8 Biogaspotenzial aus der Abfallwirtschaft

Eine energetische Verwertung der Bioabfälle erfolgt in Braunschweig bereits, der Vollständigkeit halber wird dieses Potenzial dennoch an dieser Stelle mit aufgeführt.

Bioabfälle umfassen organische Küchen-, Garten- und Grünabfälle. Die Müllabfuhr wird in Braunschweig von der ALBA Braunschweig GmbH durchgeführt. Im Mittel von 10 Jahren fallen insgesamt ca. 35 300 Tonnen Bioabfälle pro Jahr an (Quelle: Landesbetrieb für Statis-

tik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (LSKN)). Diese Bioabfallmenge entspricht einem Potenzial von 4 566 938 m³ Biogas und damit ungefähr einer Stromproduktion von 10,5 GWh sowie einer Wärmeproduktion von 13,3 GWh.

Tabelle 4.13: Datenbasis zur Ermittlung des Biogaspotenzials aus Bioabfällen (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2009a)

Kennwerte	Bioabfälle
Anteil oTS in der Frischmasse	34,5 %
Biogasertrag (Normgas)	375 m ³ /t oTS
Methangehalt	61,5 Vol-% im Biogas
Ertrag an Biogas (Normgas)	4 566 938 m ³
davon Methangas	2 808 667 m ³
Bruttoenergie	27 918 146 kWh

Seit 1997 werden in der Bioabfallvergärungsanlage Watenbüttel (VGA) die Bioabfälle aus den Privathaushalten der Stadt Braunschweig vergoren. Das gewonnene Methangas wird über eine Gasleitung zum benachbarten Klärwerk des Abwasserverbandes Braunschweig transportiert und im dortigen Blockheizkraftwerk elektrisch und thermisch verwertet. Der Wärmebedarf für den Vergärungsprozess sowie der Warmwasserbedarf des Anlagengebäudes werden über eine Fernwärmeleitung vom Klärwerk gedeckt. Die erzeugte elektrische Energie wird vom Abwasserverband ins Netz eingespeist.

Damit erfolgt bereits eine energetische Verwertung der Bioabfälle in Braunschweig, das Potenzial in diesem Bereich ist damit ausgeschöpft.

4.2.4 Biokraftstoffpotenzial

4.2.4.1 Rapsöl und Biodiesel

Zu den Biokraftstoffen zählen reines Pflanzenöl und Biodiesel, die beide als Ersatz für herkömmlichen Dieselkraftstoff dienen können. In Deutschland wird für beide Produkte als nachwachsender Rohstoff aus einheimischer Produktion ausschließlich Raps genutzt. Neben hohen Erträgen bietet Raps optimale chemische und physikalische Eigenschaften für die Verwendung als Kraftstoff. Rapsöl wird durch Auspressen der Ölsaaten in Ölmöhlen gewonnen, es lässt sich in raffiniertes und kaltgepresstes Öl unterscheiden. Biodiesel wird durch Umesterung aus Rapsöl hergestellt.

Die Anbaufläche für Raps beträgt in Braunschweig 447 ha, dies entspricht einem Ertrag von 1 424 Tonnen Korn. Umgerechnet lassen sich hieraus ca. 590 000 Liter Rapsöl oder 620 000

Liter Biodiesel gewinnen. Die Herstellung des Öls erfolgt nicht in Braunschweig, sondern in externen Ölmühlen.

Ein Teil der Anbaufläche dient bei der Gewinnung von Rapsöl und Biodiesel gleichzeitig auch der Produktion von Futtermittel, da bei der Herstellung von Rapsöl und Bioethanol immer auch Futtermittel wie Rapsschrot und Trockenschlempe als Koppelprodukt anfallen.

4.2.4.2 Bioethanol

Bioethanol wird durch Vergärung von in Pflanzen enthaltenen Zuckern gewonnen. Grundsätzlich eignen sich somit zucker- und stärkehaltige Pflanzen. In Deutschland werden vor allem Weizen, Roggen und Zuckerrüben als Rohstoffe genutzt. Die Herstellung von Ethanol aus Lignocellulose-haltigen Rohstoffen wie z.B. Holz oder Stroh ist zwar dank neuer Verfahren möglich, aber aus Kostengründen noch nicht praxisrelevant.

Bioethanol erfordert einen aufwändigen Herstellungsprozess. Dieser kann deshalb hauptsächlich in landwirtschaftlichen Großanlagen in großtechnischem Maßstab wirtschaftlich betrieben werden. Die heutigen Bioethanol-Anlagen verfügen über Produktionskapazitäten von mindestens 80.000 m³ pro Jahr. Diese Kapazität entspricht einem Anbau von ca. 1200 ha Zuckerrüben oder von 3600 ha Weizen.

Dem gegenüber stehen die tatsächlichen Anbauflächen in Braunschweig von 969 ha Zuckerrüben bzw. 2378 ha Weizen. Diese könnten der Gewinnung von 8,659 Mio. Litern Bioethanol dienen, eine entsprechende Verarbeitungskapazität vorausgesetzt. Bei der Bilanzierung ist zu beachten, dass die verfügbaren Energiepflanzen nur einmal genutzt werden können; eine vollständige Nutzung des Bioethanol-Potenzials würde selbstverständlich andere energetische Nutzungen (z. B. im Bereich Biogas) ausschließen. Da bereits heute ein Teil der Anbauflächen für die Biogas-Produktion genutzt wird, muss realistischerweise von einem geringeren theoretischen Potenzial ausgegangen werden.

4.2.5 Festbrennstoffpotenzial

4.2.5.1 Waldrestholz und Schwachholz

Schwachholz ist verwertbares Derbholz (Durchmesser >7cm) und bezeichnet die Hauptholzmengen, die bei den Durchforstungsmaßnahmen anfallen. Unter Waldrestholz wird der Teil des Holzzuwachses verstanden, das nach Entnahme des industriell oder anderweitig nutzbaren Holzes, im Bestand verbleibt. Das energetische Potenzial dieser beiden Fraktionen wird bislang nur zu einem kleinen Teil genutzt.

Die Zuwachsraten in den Wäldern der Stadt Braunschweig sind baumartenspezifisch. Der Vorratsfestmeter gibt den Holzvorrat eines stehenden Baumes mit Rinde an. Für eine exakte Potenzialermittlung notwendige Angaben zu Altersverteilung und Holzvorrat usw. liegen jedoch für das Stadtgebiet Braunschweig nicht vor.

Für eine grobe Abschätzung wird ein überschlägiger Wert von 1,5 Festmetern pro ha angenommen. Damit beläuft sich bei einer gesamten Waldfläche (57% Laubwald, 8% Nadelwald,

24% Mischwald, 11% Gehölze) das Potenzial für Waldrestholz und Schwachholz auf ca. 11 GWh/a. Es handelt sich hierbei auch deshalb um eine theoretische Größe für die energetische Holznutzung in Braunschweig, da einer nichtenergetischen Nutzung von Holz in Bau und Industrie in der Regel der Vorrang eingeräumt wird.

4.2.5.2 Landschaftspflegeholz

Unter dem Begriff Landschaftspflegeholz versteht man Holz aus Pflegearbeiten und Baumschnittaktivitäten sowie sonstigen landschaftspflegerischen Tätigkeiten. Hierunter fallen u. a. Straßenbegleitholz, Baum- und Gehölzschnitt aus Parks und Anlagen sowie Schwemmholz. Bislang wird das geschnittene Holz in Braunschweig üblicherweise an Ort und Stelle gehäckselt und verbleibt dann dort, oder es wird an Grüngutsammelplätzen zusammengetragen und später als Bodenverbesserer genutzt.

Auch diese Holzfraktion kann jedoch thermisch genutzt werden. Für die Nutzung dieses Potenzials ist die bestehende gute Infrastruktur und Logistik von Vorteil.

Der Anfall an Landschaftspflegeholz ist erheblichen Variationen unterworfen. Für eine energetische Verwertung stehen in Braunschweig ca. 750 bis 1500 Tonnen pro Jahr zur Verfügung, damit ergibt sich ein Potenzial von ca. 7,7 GWh/a. Diese Holzfraktion in der Vergangenheit jedoch häufig an Unternehmen außerhalb Braunschweigs verkauft wurden.

4.2.5.3 Industrierestholz

Abfälle aus der Holzverarbeitenden Industrie eignen sich ebenfalls für eine energetische Nutzung. Hierunter fallen z. B. Hackschnitzel, Rindenstücke, Sägespäne, Stäube. Diese stehen für eine energetische Verwertung allerdings nur dann zur Verfügung, wenn diese Nutzungsform für den jeweiligen Betrieb diejenige mit der höchsten Wertschöpfung darstellt. Häufig gilt aber, dass eine stoffliche Nutzung bevorzugt wird, so dass nur ein Teil des anfallenden Industrierestholzes als Energieträger genutzt werden kann. Daneben werden die Resthölzer aus Industrie und Handwerksbetrieben auch häufig einer eigenen thermischen Nutzung zugeführt. Angaben zu Restholzmengen einzelner Betriebe liegen für Braunschweig nicht vor. Das Potenzial ist aber insgesamt für Braunschweig aufgrund der obigen Ausführungen als vernachlässigbar gering einzustufen. Lediglich bei einzelbetrieblicher Betrachtung sollte die thermische Verwertung von Resthölzern berücksichtigt werden.

4.2.5.4 Altholz

Als Altholz bezeichnet man Holz, welches nach Gebrauch aus dem Nutzungsprozess ausscheidet und entsorgt wird. Problematisch bei dieser Fraktion der Resthölzer ist ein häufig hoher Schadstoffanteil. Die Möglichkeiten der schadlosen Verwertung werden in der Altholzverordnung (AltholzV) geregelt.

Der Altholz-Anfall ist abhängig von der Einwohnerdichte und deren jeweiligen Wohlstand, der Industriedichte usw. Im Schnitt wird deutschlandweit eine Menge von 95 kg Altholz (Feucht-

masse, Wassergehalt 10 – 30%) pro Einwohner angenommen²⁴. Auf Braunschweig umgerechnet ergibt sich damit ein theoretisches Potenzial von 23 371 t/a. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass es konkurrierende Interessen um diese recycelten Rohstoff gibt, erscheint es nicht sinnvoll, diese Fraktion in die Bilanzierung mit aufzunehmen. Bekanntlich werden hochwertige Sortimente des Altholzrecyclings der Holzwerkstoffindustrie zugeführt, die minderwertigen Sortimente werden für die thermische Verwertung (z. B. Müllverbrennung) genutzt.

4.2.6 Brennstoffpotenzial aus Ernterückständen

Stroh

Das als Reststoff im Getreideanbau anfallende Stroh steht nur zu einem kleinen Teil für eine energetische Nutzung zur Verfügung. In der Regel findet der Großteil des Strohs als Dünger auf den Ackerflächen Verwendung. Die Wirkung dieser Düngung beruht dabei sowohl auf der Rückführung von Nährstoffen als auch von organischer Substanz auf die Flächen.

Ein weiterer Teil des anfallenden Getreidestrohs wird als Einstreu oder Futter in der Tierproduktion genutzt. Zudem ist Stroh ein wichtiger Rohstoff in der Freizeittierhaltung (z. B. Pferdehaltung und Kleintierzucht)

In diversen Studien und regionalen Erhebungen zu diesem Thema wird die entnehmbare Strohmenge je nach Autor und Studie deshalb im Normalfall auf nur ca. 20 bis 30% der Gesamtmenge geschätzt (Kaltschmitt 2003, Thrän & Kaltschmitt 2002). Nur dieser Anteil kann aus den betrieblichen Stoffkreisläufen herausgenommen und als Energieträger genutzt werden, ohne dass es zu signifikanten Problemen kommt.

Eine Vergärung von Stroh ist angesichts des hohen Ligningehaltes problematisch und nicht wirtschaftlich. Im Folgenden wird deshalb ausschließlich die Verbrennung von Getreide- und Rapsstroh betrachtet. Trotz der noch vorhandenen Betriebs- und Emissionsprobleme sollte sich diese Art der energetischen Nutzung von Biomasse in der Zukunft noch weiter entwickeln und verbreiten.

Die Berechnung des jährlichen Strohaufkommens in Braunschweig basiert auf den Anbauflächen und Erträgen des Jahres 2007 und dem Frucht-Reststoffverhältnis des Getreides. Wie in Tabelle 4.14 dargestellt werden für die Ermittlung des energetischen Potenzials darüber hinaus der Trockenmasse-Gehalt und der entsprechenden Heizwert herangezogen. Berücksichtigt man die im Jahr 2007 genutzten Getreideanbauflächen ergibt sich unter den oben getroffenen Annahmen ein Brennstoffpotenzial von 26,29 GWh aus Stroh.

Unter der Annahme, dass zusätzlich 1 550 ha Energiepflanzen (Erläuterung siehe Kapitel 4.2.3.1) angebaut werden, reduziert sich die Weizenanbaufläche auf 1 893 ha. In diesem Fall beträgt das Getreidestroh-Potenzial 9,15 GWh.

²⁴ KALTSCHMITT M., HARTMANN H., HOFBAUER H. (2009)

Tabelle 4.14: Datenbasis zur Ermittlung des Biogaspotenzials aus Getreidestroh (KTBL 2009)

Kennwerte	Getreidestroh	Rapsstroh
Verfügbarkeit der Ernterückstände		20 %
Frucht-Reststoffverhältnis Korn/ Stroh	1:0,9	1:1,7
Anteil TM in der Frischmasse in %		86 %
Heizwert kWh/ kg TM		4,78
Bruttoenergie	16,53 GWh	9,95 GWh

4.3 Solarpotenzial

In Braunschweig sind zum Ende des Jahres 2008 insgesamt 354 Photovoltaik-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 2 485 kWp installiert. Davon befinden sich 16 Anlagen mit einer gesamten Leistung von 140 kWp auf Dächern städtischer Liegenschaften. Dazu kommen fünf große solarthermische Anlagen mit einer Absorberfläche von insgesamt über 75 m² (Stand 30.09.2010: 22 PV-Anlagen mit 236 kWp; 11 Solarthermie-Anlagen, Absorberfläche über 140 m²). Detaillierte Untersuchungsergebnisse zum bestehenden wirtschaftlichen Solarpotenzial liefert das Projekt „SUN-AREA“, eine im Jahr 2008 durchgeführte Untersuchung der Fachhochschule Osnabrück, bei dem mittels Laserscanbefliegung ermittelte Daten aufgenommen wurden. Damit war Braunschweig eine der ersten Kommunen, die eine Solarpotenzialanalyse nach der SUN-AREA-Methode vornehmen ließen. Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass die installierte Leistung Ende 2008 ungefähr 2% des Gesamtpotenzials entspricht.

Die jährliche Sonneneinstrahlung beträgt in Braunschweig ca. 1012 kWh/m² (20-jähriges Mittel des Deutschen Wetterdienstes). Das ist zwar weniger als in Südeuropa und auch weniger als in Süddeutschland, jedoch ausreichend, um über die Nutzung von Solaranlagen einen nicht unerheblichen Beitrag zur Strom- und Wärmeversorgung der Stadt zu leisten. Bedeutend für die Höhe des Ertrags der solaren Einstrahlung sind die Ausrichtung, die Neigung und die Verschattung der jeweiligen Solaranlage. Dachflächen stellen daher ein großes Potenzial zur Nutzung von Solarenergie dar. Prinzipiell sind alle nach Süden ausgerichteten Dachflächen mit keiner oder geringer Verschattung geeignet. Für Photovoltaikanlagen ist eine Neigung von 30° auf einer horizontal nach Süden ausgerichteten Fläche mit dem größten Ertrag verbunden. Ost-West Dächer dagegen können i. d. R. nur wirtschaftlich erschlossen werden, wenn die Dachneigung eher niedrig und eine Aufständigung der Module in Richtung Süden möglich ist. Bei der Nutzung von thermischer Sonnenenergie sind die Ausrichtung und die Neigung des Kollektors abhängig vom Anwendungsbereich. Zum Beispiel rentieren sich von - 30° bis zu 30° ausgerichtete und von 30° bis zu 50° geneigte Kollektoren am besten für die ganzjährige Warmwasserbereitung.

Aus einer Abschätzung der im Stadtgebiet verfügbaren, grundsätzlich für die Solarenergienutzung geeigneten Dachflächen wird im Projekt SUN-AREA ein Potenzial von rund 1,9 km² Dachfläche ermittelt. Auf diesen könnten nach Angaben der Fachhochschule Osnabrück bei einem Wirkungsgrad von 15 % rund 249 274 MWh/a Strom erzeugt werden. Dies entspricht ca. 19% des Gesamtstromverbrauchs der Stadt im Jahr 2008, bzw. ca. 69% des Stromverbrauchs der privaten Haushalte.

Die Darstellung der Eignung der in Braunschweig vorhandenen Dachflächen nach Abschluss des Projektes trägt zu einer Sensibilisierung der Öffentlichkeit für diese Thematik bei. Auf der Internetseite der Stadt Braunschweig sind für jeden frei zugänglich detaillierte Informationen zur Gebäudeausrichtung, Dachneigung und Verschattung dargestellt, da diese die Möglichkeit einer Nutzung der solaren Energie beeinflussen.

Weitere Abschätzungen bezüglich des „beeinflussbaren Potenzials“ sind im Rahmen einer Bachelor-Arbeit zu den Ergebnissen des SUN-AREA-Projektes in Braunschweig vorgenommen worden.²⁵ In einem Szenario, dem die Annahme einer aktiven Energiepolitik zugrunde liegt, wird davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2020 rund 25% des Potenzials ausgeschöpft werden können. Dies entspräche rund 69 MW installierter Leistung, bzw. einem Stromertrag von 62 300 MWh pro Jahr und einer jährlichen CO₂-Einsparung von 32 000 Tonnen.

4.4 Geothermiepotenzial

4.4.1 Einführung

Nach VDI-Richtlinie 4640 „Thermische Nutzung des Untergrundes“ ist Geothermie die „Energie, die in Form von Wärme unterhalb der Oberfläche der festen Erde gespeichert ist“. Als Synonym für Geothermie wird auch der Begriff Erdwärme verwendet. Erdwärme kann aus unterschiedlichen Prozessen resultieren, aus dem geothermischen Wärmefluss und aus der eingestrahlten Sonnenenergie. Für den geothermischen Wärmefluss kommen zwei Quellen in Frage, zum einen handelt es sich um die im Erdkern und Erdmantel gespeicherte Ursprungs- und Erdentstehungsenergie und zum anderen um freigesetzte Energie durch radioaktiven Zerfall von z. B. Uran, Thorium und Kalium, vor allem in der Erdkruste. Die auf die Erdoberfläche eingestrahlte Sonnenenergie erwärmt das Erdreich bis zu einer Tiefe von maximal 20 m.²⁶ Neben den unterschiedlichen Quellen von Erdwärme ist auch zwischen unterschiedlichen Arten der Nutzung von Erdwärme zu differenzieren. Die Nutzungsarten, und auch die Tiefenlage, bedingen die Unterteilung in oberflächennahe Geothermie und Tiefengeothermie. Zudem werden verschiedene Techniken bei der Nutzung der jeweiligen Erdwärme verwendet.²⁷

Oberflächennahe Geothermie bezieht sich auf die obersten Erdschichten und ist tendenziell auf Tiefen bis zu 400 m und Temperaturen bis zu 20°C begrenzt (vgl. VDI Richtlinie 4640).

²⁵ HOPPENBROCK, C., ALBRECHT A.-K. (2009)

²⁶ BENZ 2007

²⁷ STOBER, LORINSER 2008

Die Grenze zur Tiefengeothermie bildet hierbei einen fließenden Übergang und ist abhängig von den thermischen und geologischen Gegebenheiten, wobei die eigentliche Tiefengeothermie erst bei Tiefen über 1 000 m beginnt. Die durchschnittliche Zunahme der Temperatur unterhalb der Erdoberfläche beträgt etwa 3°C pro 100 m Tiefe. Der geothermische Tiefengradient liegt damit bei ca. 33 m pro 1°C. In dieser Studie liegt der Schwerpunkt nur auf der oberflächennahen Geothermie.

Bei der Nutzung von oberflächennaher Erdwärme ist immer ein Einsatz von Wärmepumpen notwendig, um das geringe Temperaturniveau auf die entsprechende Nutzwärmetemperatur anzuheben. Die Erdwärme wird in Verbindung mit Wärmepumpen hauptsächlich zum Heizen und Kühlen von Gebäuden und zur Warmwasserbereitung genutzt. Die Technik der Wärmepumpe spielt bei der Effektivität der Erdwärmenutzung eine entscheidende Rolle. Dies bedeutet, dass Aussagen über den Wirkungsgrad von oberflächennaher Erdwärme in den kommenden Jahren unter Umständen aufgrund der Weiterentwicklung der Wärmepumpentechnik eine eingeschränkte Gültigkeit haben. Für den Betrieb einer Wärmepumpe wird jedoch Energie von außen benötigt. In der Regel erfolgt diese Energiezufuhr durch mechanischen Antrieb, also durch die Nutzung von Strom (Kompressionswärmepumpe). Möglich ist auch die Verwendung einer Absorptionswärmepumpe, das Prinzip ist hierbei die Zufuhr von Heizwärme durch thermische Antriebsenergie, z. B. durch die Verbrennung von Gas oder Öl oder die Nutzung von andernorts erzeugter Abwärme. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Zufuhr von zusätzlicher Wärme durch thermische Solarkollektoren. Der Einsatz von Absorptionswärmepumpen ist zurzeit noch wenig verbreitet.²⁸

4.4.2 Erdwärmekollektoren

4.4.2.1 Einführung

Neben der Sonnenenergie haben auch das zirkulierende Grundwasser und die Wärmeleitung im Boden einen Einfluss auf das Wärmepotenzial in den ersten Metern unterhalb der Erdoberfläche.²⁹ In den ersten 10 m unterhalb der Bodenoberfläche wird die Temperatur des Bodens vom Verlauf der Jahreszeiten beeinflusst, ab einer Tiefe von ungefähr 15 m hält sich die Temperatur auf einem konstanten Niveau. Der Temperaturverlauf in den oberen Bodenschichten erfolgt allerdings im Vergleich zur darüber liegenden bodennahen Luftschicht in einem stark gedämpften Verlauf, bedingt durch das Energiespeichervermögen des Bodens. Die Temperaturen in diesem Bereich bewegen sich in Deutschland um die Jahresmitteltemperatur des Standortes, d. h. in einer Spannweite von ca. 8 – 10°C.³⁰ Der Abschnitt, der sich unterhalb des von Schwankungen beeinflussten Bereichs anschließt, wird neutrale Zone genannt und liegt, in Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeit der Gesteine und der Grundwasserströmung, in einer Tiefe von 15 – 40 m. Im Anschluss daran wird die Temperatur des Erdreichs durch den geothermischen Wärmefluss beeinflusst.

²⁸ SCHMIDT 1998

²⁹ KALTSCHMITT, STREICHER, WIESE 2006

³⁰ THEIß 2008

Erdwärmekollektoren sind schon heute in nordeuropäischen Ländern stark verbreitet. Der Einsatz in Deutschland ist vor allem durch die Flächenverfügbarkeit begrenzt. Denn durch die Auslegung der Kollektoren in geringer Tiefe und die einzuhaltenden Mindestabstandsflächen (0,5 - 1 m) zwischen den Rohrleitungen steigt, je nach Bedarf an Wärme, die freizuhaltende Erdoberfläche für die Installation der Anlagen. Als Faustregel kann angenommen werden, dass die benötigte Erdfläche 1,5 - 2-mal so hoch sein muss, wie die zu beheizende Fläche.³¹

4.4.2.2 Situation im Stadtgebiet Braunschweig

Bei einer Übersichtsbetrachtung der Standortbedingungen für den Einsatz von Erdwärmekollektoren zeigt sich, dass die Verhältnisse in und um Braunschweig sehr heterogen sind.

Die aufgrund ihrer verfügbaren Freifläche potenziell eher nachgefragten Bereiche am Randgebiet der Kernstadt bzw. in den umliegenden Ortschaften weisen zum Teil gute Bedingungen für die Eignung auf, zum Teil sind sie aber auch wenig geeignet.

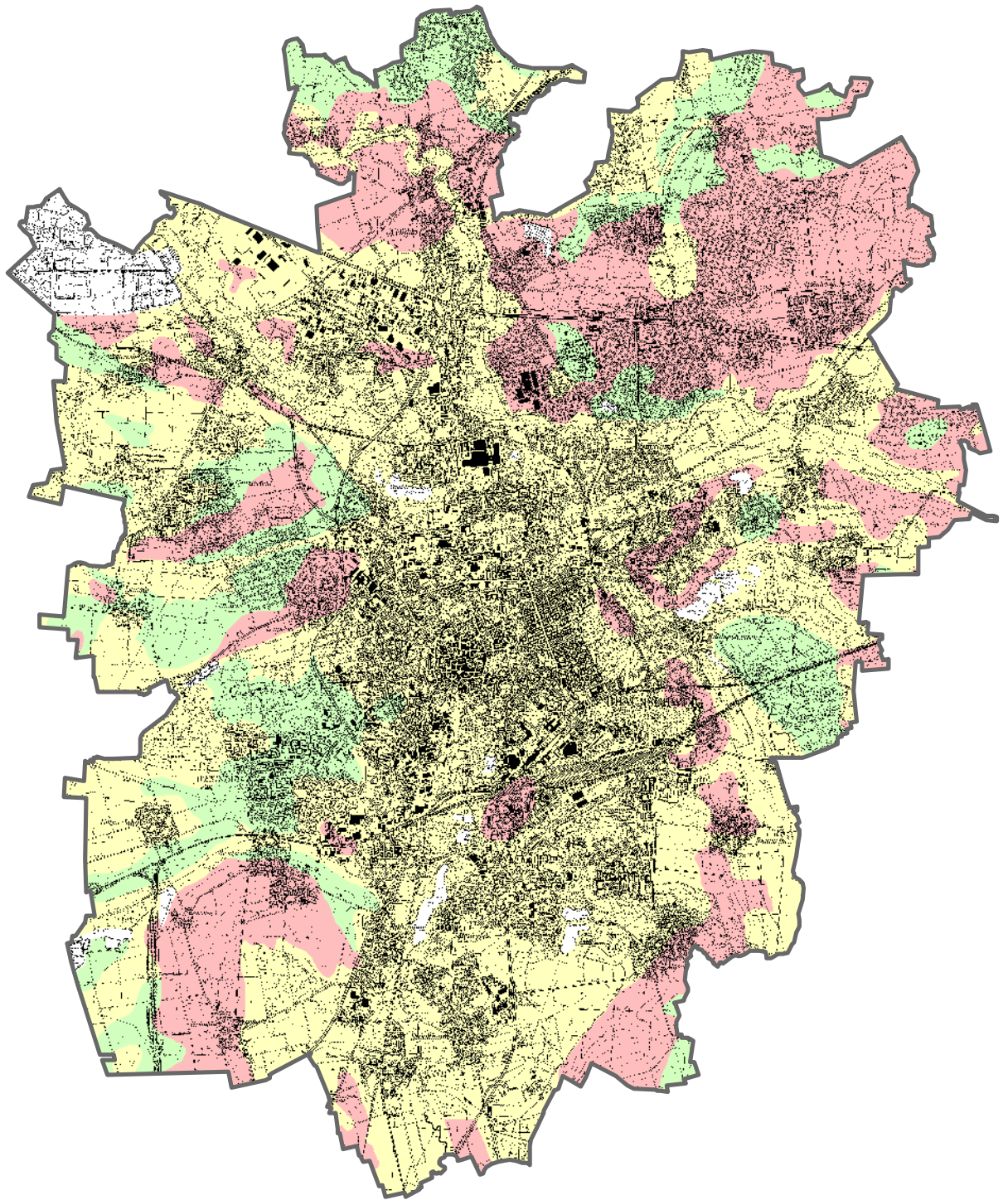
Flächen, die gut geeignet sind, liegen beispielsweise im Bereich der Weststadt, im Bereich Lehndorf, nordöstliches Kanzlerfeld, der nördliche Teil von Waggum oder der westliche Teil von Bevenrode (vgl. Abbildung 4.3).

Wenig geeignet sind zum Beispiel die Ortschaft Hondelage, ein Großteil von Broitzem, Alt-Lehndorf oder Bienrode.

Wenig geeignete Bereiche herrschen oftmals dort vor, wo trockene Sandböden verbreitet sind oder Festgestein an die Erdoberfläche tritt. Gut geeignet dagegen sind Standorte, wo feucht-lehmige Böden vorkommen.

Die in Karte 4.3 weiß dargestellten Flächen können keiner Eignungsstufe zugeordnet werden, so dass eine flächenhafte Aussage hier nicht möglich ist.

³¹ KALTSCHMITT 2009



Datenquelle: Standorteignung für Erdwärmekollektoren © Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover, 2010

**Potenzielle Standorteignung für
Erdwärmekollektoren
(Einbautiefe 1,2 - 1,5 m)**



**Klimaschutzkonzept
Stadt Braunschweig**

Legende

Eignung

- geeignet
- gut geeignet
- wenig geeignet
- keine Zuordnung möglich
- Stadtgrenze

Auftraggeber

Stadt Braunschweig
Platz der Deutschen Einheit 1
D - 38 100 Braunschweig
Tel. (0) 531/470 - 1
Fax (0) 531/15112
E-Mail: stadt@braunschweig.de

bearbeitet von



Große Pfahlstraße 5a
D - 30 161 Hannover
Tel. (0511) 388 72 00
Fax (0511) 388 72 01
E-Mail: info@geo-net.de

Abbildung 4-3:
Potenzial EWK

Maßstab
M 1 : 100.000

Datum / Bearbeiter
Juli 2010 / AH

4.4.3 Erdwärmesonden

4.4.3.1 Einführung

Erdwärmesonden als Erdreichwärmeüberträger haben durch ihre vertikale Ausrichtung einen geringeren Flächenverbrauch und werden daher bevorzugt bei geringem Platzangebot verwendet. Die Bohrungen erreichen dabei selten Tiefen von über 150 m. Wichtig für die Einschätzung der Entzugsleistung von Erdwärmesonden ist die vorherrschende geologische Situation, also die Zusammensetzung der Gesteinsarten am Ort der Bohrung. Die genaue Entzugsleistung vorab zu ermitteln ist nur über einen sogenannten Thermal-Response-Test möglich. Dabei wird eine fertig ausgebaute Erdwärmesonde mit einem definierten Wärmeeintrag über einen Zeitraum von meist 72 Stunden belastet und somit der Untergrund zu einer Temperaturantwort („response“) angeregt. Diese Reaktion ist charakteristisch für die dort anstehenden Gesteine und lässt die Berechnung der effektiven Wärmeleitfähigkeit im weiteren Umfeld der Sonde zu. Eine Einschätzung der Entzugsleistung über die Gesteinsverhältnisse, sowie durch weitere Faktoren, wie die Grundwasserbeeinflussung, kann, ohne einen Thermal-Response-Test, nur einen Näherungswert der Entzugsleistung ergeben. Neben den Gesteinen hat die Grundwasserbeeinflussung eine wesentliche Bedeutung für die Entzugsleistung, da ein wassergesättigter Untergrund eine wesentlich höhere Leitfähigkeit aufweist, als ein Untergrund ohne Einfluss des Grundwassers. Dies ist bedeutend für Bereiche, in denen eine Lockergesteinsschicht vorhanden ist. Es wird angenommen, dass die Ablagerungen des Quartärs Lockergestein darstellen und sich unter diesen geologisch gesehen jüngsten Ablagerungen das Festgestein befindet. Die Art des Festgesteins und damit verbunden die jeweilige Wärmeleitfähigkeit sind maßgebend für die Entzugsleistung von Erdwärmesonden.

Der Einsatz von Erdwärmesonden hängt darüber hinaus von den Nutzungsbedingungen oberflächennaher Geothermie ab. Diese legen fest, ob die Errichtung einer Erdwärmesonde zulässig ist, nur unter Einschränkungen zulässig ist oder unzulässig ist. Unzulässig sind Bereiche, in denen die Trinkwasserschutzgebiete-Schutzzonen I oder II vorherrschen. Eine Zulässigkeit mit Einschränkungen ist dort gegeben, wo Grundwasserversalzen vorherrschen, sowie dort, wo Salzstrukturen im Untergrund gegeben sind oder wo ein sogenannter Grundwasserstockwerksbau vorzufinden ist. Ebenfalls bedingt zulässig ist der Einsatz von Erdwärmesonden im Bereich von Trinkwasserschutzgebiet-Schutzzone III. In allen übrigen Bereichen ist der Einsatz von Erdwärmesonden ohne Einschränkungen möglich.

4.4.3.2 Situation im Stadtgebiet Braunschweig

In den Karten 4.4 bis 4.6 sind die folgenden Sachverhalte grafisch dargestellt:

- Nutzungsbedingungen für den Einsatz von Erdwärmesonden
- Schematische Übersicht der geologischen Situation (Festgestein)

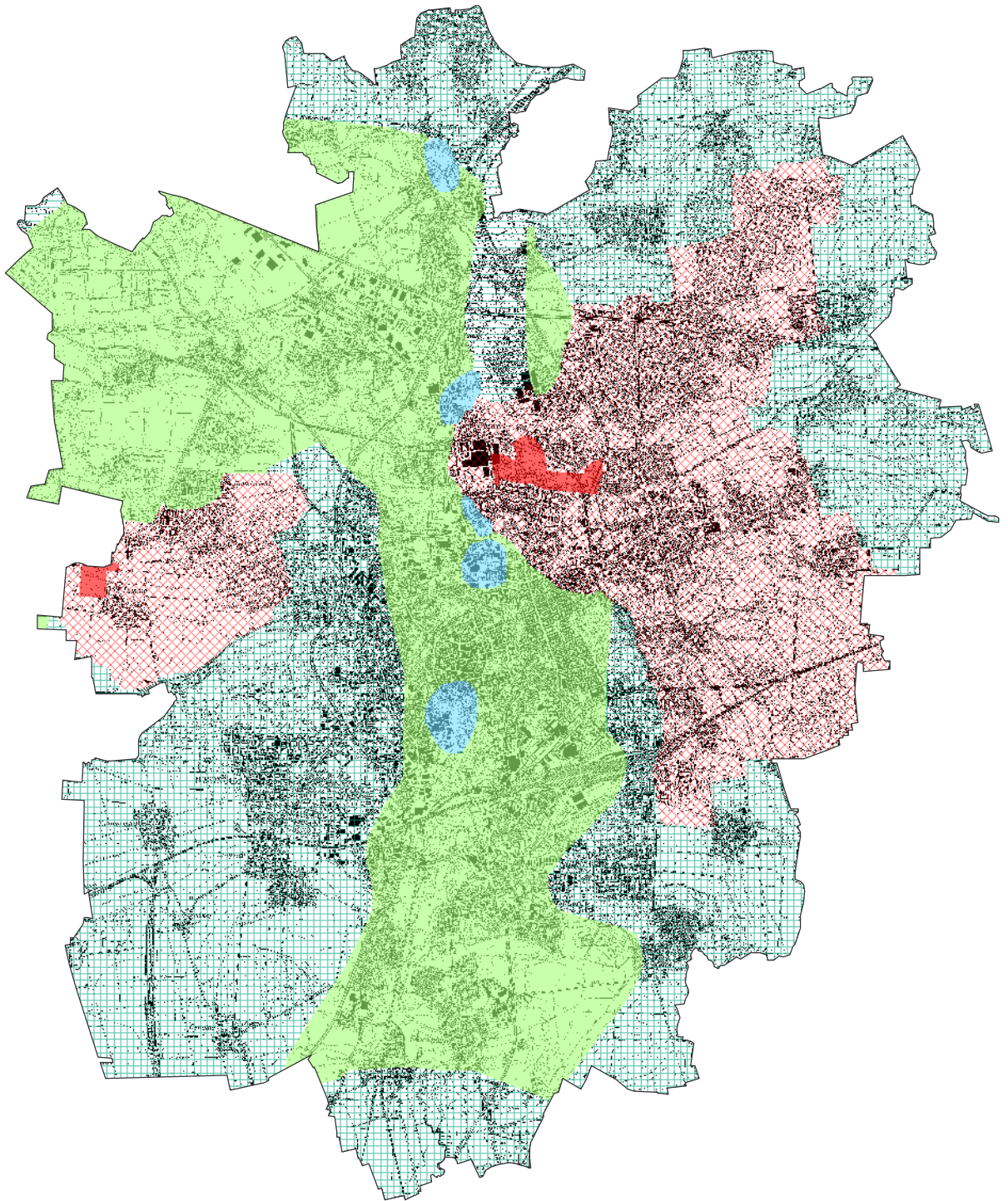
- Gesamtsituation zur Nutzung von Erdwärmesonden (geologische Verhältnisse)

Abgeleitet aus den Darstellungen im vorherigen Kapitel ergibt sich folgende Situation der Nutzungsbedingungen: Nicht zulässig ist der Einsatz von Erdwärmesonden im Bereich des Siegfriedviertels der Stadt Braunschweig und nordwestlich der Ortschaft Lamme. Diese Flächen sind als Trinkwasserschutzgebiet-Schutzzone I oder II gekennzeichnet.

Ohne Einschränkungen möglich ist der Erdwärmesondeneinsatz im nordwestlichen Bereich des Stadtgebietes sowie in Fortsetzung daran in einem nach Süden verlaufenden Streifen (vgl. Karte 4.4).

Die Festgesteinsverhältnisse sind in Karte 4.5 dargestellt. Für Braunschweig zeigt sich, dass der südwestliche und südöstliche Bereich des Stadtgebietes sowie ein Streifen in nördlicher Richtung geologische Verhältnisse des Festgesteins aufweist, die eine gute Wärmeleitfähigkeit haben. Bei Bereichen, wo das Festgestein an die Erdoberfläche reicht, hat ausschließlich die Entzugsleistung des Gesteins Einfluss auf die gesamte Entzugsleistung, da Lockergesteinsschichten hier nicht vorkommen. Die betreffenden Bereiche wurden in Karte 4.5 gesondert dargestellt.

In der Karte der Gesamtbeurteilung sind neben den Informationen zur Festgesteinsart auch Informationen zum Lockergestein eingeflossen. Als Lockergestein werden die Ablagerungen angenommen, die sich im geologischen Zeitalter des Quartärs abgelagert haben. Diese befinden sich über dem Festgestein. Lockergestein weist zwei unterschiedliche Leitfähigkeiten auf, die im Zusammenhang mit dem Einfluss des Wassers stehen. Wassergesättigte Lockergesteinsbereiche haben eine hohe Wärmeleitfähigkeit, Lockergesteinsbereiche, die nicht unter dem Einfluss des Wassers stehen, weisen eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit auf. Bei Betrachtung dieser vorherrschenden Verhältnisse in Verbindung mit der Wärmeleitfähigkeit des sich darunter anschließenden Festgesteins kann das Stadtgebiet Braunschweig in verschiedene Bereiche geteilt werden. Gut geeignete Gebiete für die Nutzung von Erdwärmesonden, geeignete Bereiche und schlecht geeignete Bereiche (vgl. Karte 4.8). An die Oberfläche heranreichendes Festgestein ist im Südwesten und im östlichen Teil des Stadtgebietes sowie im kleinen nördlichen Bereich vorzufinden. Gut geeignet für die Nutzung von Erdwärmesonden ist ein in der Mitte des Stadtgebietes von Nord nach Süd verlaufende Bereich.



Datenquelle:
Nutzungsbedingungen oberflächennahe Geothermie © Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover, 2010

Potenzielle Standorteignung für Erdwärmesonden: Nutzungsbedingungen



Klimaschutzkonzept Stadt Braunschweig

Legende

Nutzungsbedingung

- unzulässig, TWZ 1 oder 2
- bedingt zulässig, GW-Versalzung
- zulässig, keine Einschränkung
- bedingt zulässig, TWZ 3
- bedingt zulässig, Salzstrukturen
- bedingt zul., GW-Stockwerksbau
- Stadtgrenze Braunschweig

Abbildung 4-4:
Nutzungsbedingungen

Maßstab
M 1 : 100.000

Datum / Bearbeiter
September 2010 / AH

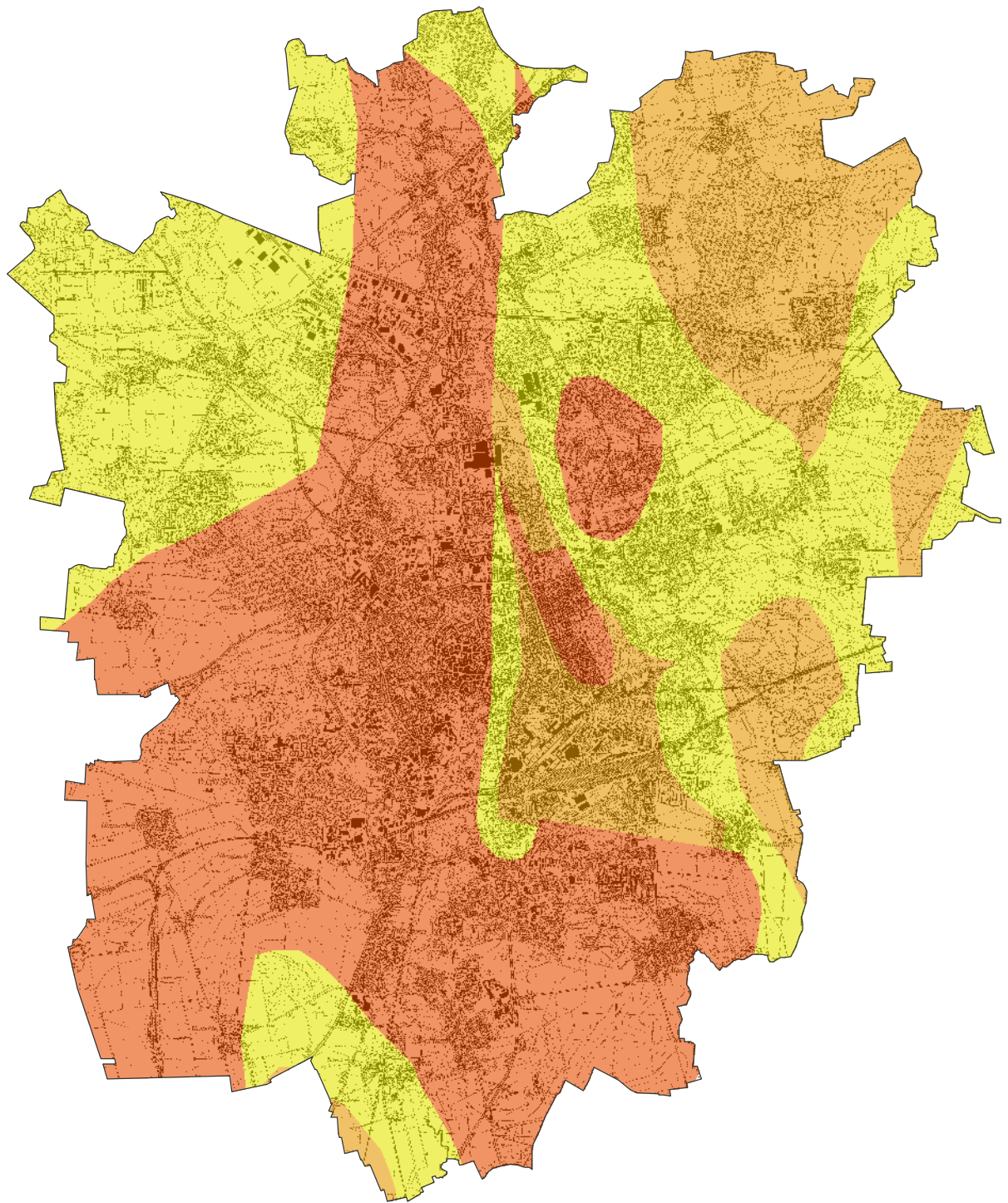
Auftraggeber

Stadt Braunschweig
Platz der Deutschen Einheit 1
D - 38 100 Braunschweig
Tel. (0) 531/470 - 1
Fax (0) 531/15112
E-Mail: stadt@braunschweig.de

bearbeitet von



Große Pfahlstraße 5a
D - 30 161 Hannover
Tel. (0511) 388 72 00
Fax (0511) 388 72 01
E-Mail: info@geo-net.de



Potenzielle Standorteignung für
Erdwärmesonden:
Wärmeleitfähigkeit Festgestein



Klimaschutzkonzept Stadt Braunschweig

Legende

Wärmeleitfähigkeit

- moderat
 - durchschnittlich
 - überdurchschnittlich
- Stadtgrenze

Auftraggeber

Stadt Braunschweig
Platz der Deutschen Einheit 1
D - 38 100 Braunschweig
Tel. (0) 531/470 - 1
Fax (0) 531/15112
E-Mail: stadt@braunschweig.de

bearbeitet von

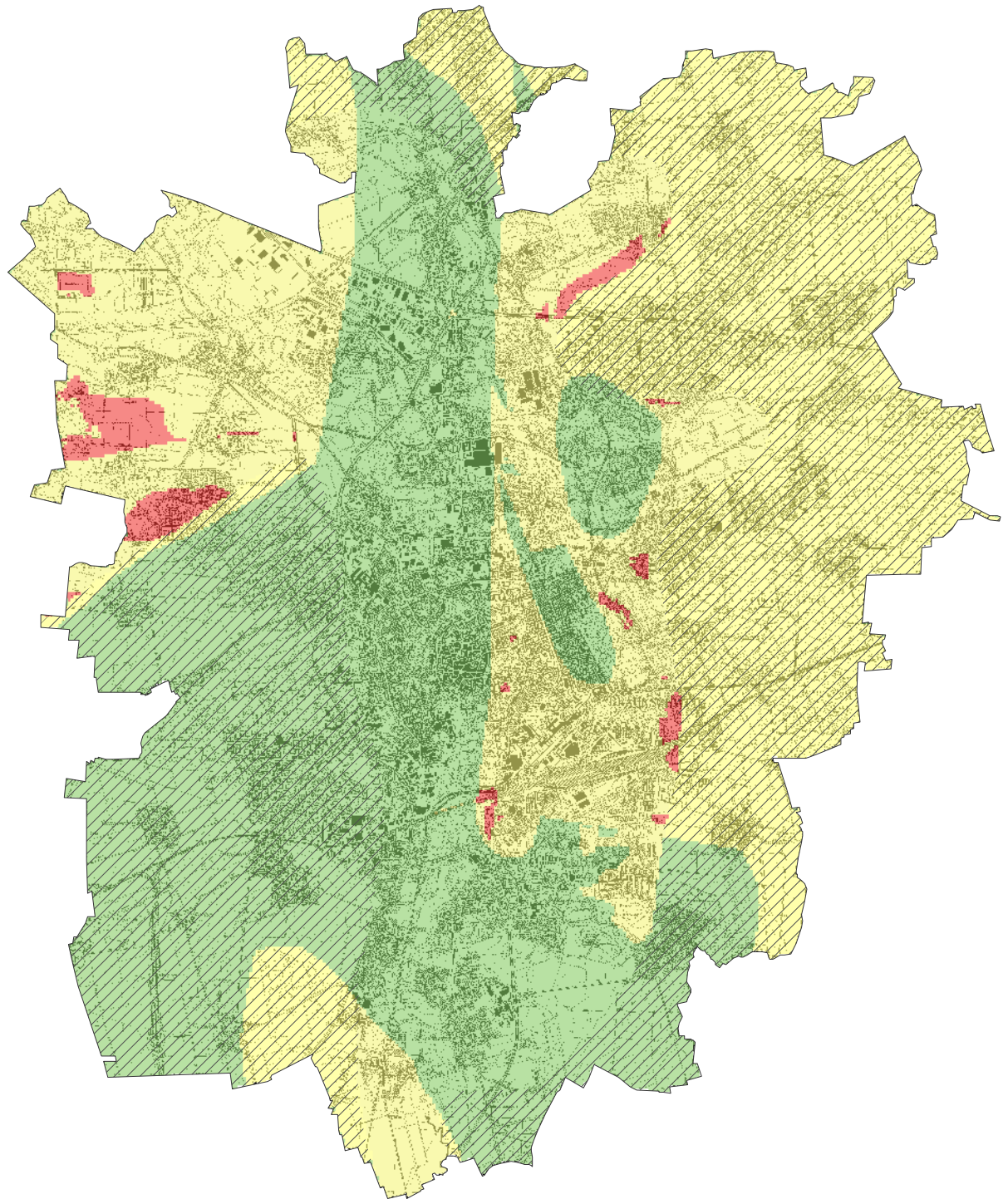


Große Pfahlstraße 5a
D - 30 161 Hannover
Tel. (0511) 388 72 00
Fax (0511) 388 72 01
E-Mail: info@geo-net.de

Abbildung 4-5:
WLF Festgestein

Maßstab
M 1 : 100.000

Datum / Bearbeiter
September 2010 / AH








Potenzielle Standorteignung für
Erdwärmesonden:
Gesamtsituation Geologie



Klimaschutzkonzept Stadt Braunschweig

Legende

Eignung

	gut geeignet		Stadtgrenze
	geeignet		anstehendes Festgestein
	wenig geeignet		

Auftraggeber

Stadt Braunschweig
Platz der Deutschen Einheit 1
D - 38 100 Braunschweig
Tel. (0) 531/470 - 1
Fax (0) 531/15112
E-Mail: stadt@braunschweig.de

bearbeitet von



Große Pfahlstraße 5a
D - 30 161 Hannover
Tel. (0511) 388 72 00
Fax (0511) 388 72 01
E-Mail: info@geo-net.de

Abbildung 4-6:
Gesamt Gestein

Maßstab
M 1 : 100.000

Datum / Bearbeiter
September 2010 / AH

5 ZIELGRUPPENSPEZIFISCHER MAßNAHMENKATALOG

Klimaschutz muss in Braunschweig nicht bei Null anfangen. In den vergangenen Jahren sind in der Stadt Braunschweig bereits zahlreiche Klimaschutzaktivitäten umgesetzt worden. Verantwortlich für diese Aktivitäten zeigten sich aber stets einzelne Akteure. Anders als in einigen anderen Städten war Klimaschutz noch kein bedeutendes Thema in der öffentlichen Diskussion.

Für eine schnelle Implementierung des Klimaschutzgedanken sind daher die folgenden Strategien und Herangehensweisen wichtig:

- **Klimaschutz als politisches Handlungsziel:** Als Grundlage für die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes beschließt der Rat der Stadt, Klimaschutz als politisches Handlungsziel der kommunalen Daseinsvorsorge in Braunschweig zu verankern.
- **Vernetzung:** Eine Verknüpfung der einzelnen Akteure in Braunschweig schafft die Voraussetzungen für die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes. Dabei werden vorhandene Strukturen genutzt und durch neue Aktivitäten ergänzt.
- **Konkrete Ziele und Standards:** Durch die Festlegung von konkreten Emissionsminderungsziele und nachhaltigen Standards werden die Klimaschutzanforderungen präzisiert und nachvollziehbar gemacht.
- **Öffentlichkeitsarbeit:** Die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes wird durch eine breit angelegte und abgestimmte Öffentlichkeitsarbeit aller wichtigen Institutionen begleitet. Diese Begleitung umfasst z. B. eine intensive Information und Presseberichterstattung sowohl bei den politischen Abstimmungsprozessen zu den Klimaschutz-Grundsätzen in Braunschweig als auch bei der Realisierung einzelner Maßnahmen.
- **Vorbilder schaffen:** Durch Pilotprojekte erfahren die Bürgerinnen und Bürger Klimaschutz zum Anfassen in Braunschweig
- **Controlling:** Mit Hilfe eines geeigneten Monitoring-Programms, welches das Klimaschutzkonzept in der Umsetzung begleitet, wird der Grundstein für langfristigen Klimaschutz in Braunschweig gelegt.

Hilfreich bei der Umsetzung dieser Strategien ist der Umstand, dass sich der Großteil der Maßnahmen im Klimaschutzbereich rechnet und zu einer regionalen Wertschöpfung beiträgt. Zudem haben viele der erarbeiteten Maßnahmen über ihre Klimaschutzfunktion hinaus auch Auswirkungen auf andere Bereiche (z. B. den Sozialbereich, Luftreinhaltung), so dass von vielfältigen Synergieeffekten auszugehen ist.

In den Beteiligungsrunden wurden zahlreiche zielgruppenspezifische Klimaschutzmaßnahmen entwickelt und durch das Fachbüro GEO-NET zu dem vorliegenden Katalog ergänzt. Dieser soll für die Stadt Braunschweig konkrete Handlungsvorschläge liefern und nicht zu-

letzt auch dem Rat der Stadt bei Entscheidungen über Schritte zur Erreichung der Klimaschutzziele und bei der Verteilung von Haushaltsmitteln ein hilfreiches Instrumentarium an die Hand geben.

Die Wirkungsansätze der einzelnen Maßnahmen im Katalog sind breit gefächert. Sie betreffen sowohl die Wärme- und Stromversorgung als auch den Verkehrsbereich, umfassen die Einsparung von Energie sowie deren effizientere Nutzung, die Errichtung neuer Anlagen zur umweltfreundlichen Energienutzung und beziehen stadtplanerische Belange mit ein. Maßnahmen der Bewusstseinsbildung, Aufklärung, Beratung und der Qualifizierung einzelner Zielgruppen müssen diesen bilanzierbaren Maßnahmen oft vorausgehen, um sie zu ermöglichen.

Viele der aufgelisteten Maßnahmen resultieren auf Vorschläge von Bürgern, Vereinen und Verbänden sowie kommunale Akteuren, die in sich in mehreren Workshops sowie über das Beteiligungsformular auf der Internetseite der Stadt an der Diskussion über sinnvolle Klimaschutzaktivitäten der Stadt Braunschweig beteiligt haben. Dabei gingen insgesamt 225 Vorschläge ein.

Einige der aufgeführten Maßnahmen sind in den letzten Jahren partiell bereits realisiert oder in die Wege geleitet worden. Dies betrifft sowohl Maßnahmen, die seitens der Stadt initiiert wurden, als auch solche von vielen anderen Akteuren, die eigene Aktivitäten im Bereich Klimaschutz durchführen.

So decken sich beispielsweise die in diesem Klimaschutzkonzept aufgeführten Maßnahmen im Verkehrsbereich zu einem Teil mit den verbindlichen Maßnahmen, die im Rahmen des Luftreinhalte- und Aktionsplans von 2007 festgesetzt wurden. Insbesondere im stark belasteten Innenstadtbereich hat die Stadt Braunschweig bereits zahlreiche Einzelmaßnahmen umgesetzt oder in die Wege geleitet.

Eine Aufnahme in den Klimaschutzmaßnahmenkatalog ist dennoch angebracht, um die Klimawirksamkeit dieser einzelnen Maßnahmen sowie ihre Funktion im Gesamtzusammenhang aller Maßnahmen herauszustellen. Zudem ist in Hinblick auf einen Klimaschutzeffekt und die Erreichung von konkreten Klimaschutzziele für die Zukunft eine konsequente Fortführung und Verstärkung dieser Aktivitäten wichtig.

Ergänzend wurden darüber hinaus neue Maßnahmenvorschläge in den Katalog mit aufgenommen, die weitere Wege zu den angestrebten Klimaschutzziele aufzeigen. Ein wichtiges Kriterium bei der Auswahl war u. a., dass eine gute Chance für die Umsetzung der Maßnahmen in der Zukunft besteht.

Allerdings hat die Stadt nicht auf alle klimarelevanten Bereiche einen direkten Einfluss. So können einige der vorgeschlagenen Projekte nicht von der Stadt Braunschweig selbst realisiert werden, sondern müssen auch oder ausschließlich von Dritten (Hausbesitzer, Privatleute, Gewerbebetriebe) umgesetzt werden.

Wenngleich auch ein Beschluss des Rates der Stadt zum Klimaschutzkonzept diese übergeordneten Maßnahmen nicht einbeziehen kann, wurden sie dennoch in den Katalog mit aufgenommen, um die besondere Bedeutung dieser Maßnahmen hervorzuheben und die Notwendigkeit eines gemeinschaftlichen und ganzheitlichen Vorgehens zu verdeutlichen. Vielfach ergeben sich aus der Zusammenführung einzelner Maßnahmen (auch verschiedener

Akteure) Synergieeffekte und Kooperationsmöglichkeiten, die nicht zuletzt die städtischen Kassen entlasten. Es wird daher entscheidend sein, auch diese Handlungsfelder zu adressieren.

Für das weitere Vorgehen ist es sinnvoll, die einzelnen Maßnahmen weiter zu konkretisieren und verschiedene Einzelmaßnahmen in Maßnahmepaketen zusammenzufassen. Die Einrichtung verschiedener thematischer Arbeitsgruppen zur weiteren Ausgestaltung und der Betreuung der Umsetzung ist hier sinnvoll.

Zur Erreichung von wirksamen Klimaschutzeffekten müssen gezielt und in allen Bereichen Maßnahmen ergriffen und mutig umgesetzt werden. Ein effizientes Klimaschutzmanagement muss dafür installiert werden. Für eine Evaluierung der Projektfortschritte ist ein angepasstes Controllingsystem einzuführen.

Der Großteil der im Katalog aufgeführten Maßnahmen ist dem nicht oder nur gering investiven Bereich zuzuordnen. Einige Maßnahmen zum Schutz des Klimas sind für die Kommunen jedoch zum Teil auch mit größeren Investitionen verbunden. Wie groß diese ausfallen, ist häufig von der Art der Ausgestaltung der einzelnen Maßnahmen abhängig und ist für die Stadt Braunschweig in einem politischen Entscheidungsprozess in den nächsten Monaten festzulegen.

Darüber hinaus muss der Fokus insbesondere auf einer verbesserten Verzahnung der unterschiedlichen Aktivitäten sowie einer stärkeren Vernetzung der verschiedenen Akteure liegen. Zur Erreichung dieser Ziele wird eine Reihe sektorübergreifender Maßnahmen vorgeschlagen, die hier noch einmal gesondert aufgeführt werden:

- **Einstellung eines Klimaschutzmanagers (A 3)**
- **Gründung einer regionalen Energie- und Klimaschutzagentur (A 4)**
- **Weiterentwicklung des städtischen Energiemanagements (A 9)**
- **Durchführung einer Klimaschutzkampagne (I 3 - I 8):** zielgerichtet und zeitlich begrenzt
- **Einführung eines Klimaschutzfonds (A 8)**
- **Festlegung von Bau- und Nutzungsstandards im Bereich Energie (E 6)**
- **Einrichtung einer zentralen Energie- und Bauherrenberatungsstelle (I 1)**
- **Einrichtung "Runder Tisch ÖPNV" (V 13)**
- **Schulungs- und Qualifizierungsprogramme für verschiedene Zielgruppen (I 12, I 13, E 18)**
- **Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz/ Controlling (A 2)**

Bezüglich der oben aufgelisteten Maßnahmen wird auf die jeweiligen Maßnahmenblätter verwiesen. Auf den folgenden Maßnahmen sollte ein ganz besonderes Gewicht liegen:

Einstellung eines Klimaschutzmanagers (Maßnahme A 3)

Dem Klimaschutzmanager kommt eine wichtige Funktion bei der beratenden Begleitung der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes zu. Er koordiniert die Umsetzung des Gesamt-

konzeptes und fungiert als Ansprechpartner und Berater für Projektpartner, Bürger und Politik. Verwaltungintern gehört zu den wesentlichen Aufgaben des Klimaschutzmanagers die inhaltliche Zuarbeit sowie fachliche Beratung von Entscheidungsträgern und Sachbearbeitern, um sie bei der Vorbereitung und Planung von Entscheidungen zu unterstützen.

Ein Aspekt hierbei ist z. B. das Fördermittelmanagement. Ebenso informiert der Klimaschutzbeauftragte auch extern über das Klimaschutzkonzept.

Eine weitere wichtige Funktion besteht in der Vernetzung wichtiger Akteure. Der Klimaschutzmanager schiebt hierzu Prozesse für die übergreifende Zusammenarbeit an, um verstärkt Klimaschutzaspekte in die Verwaltungsabläufe zu integrieren und an mögliche externe Akteure heranzutragen. Ein geeignetes Mittel kann beispielsweise die Durchführung von kommunalen und regionalen Fachforen sein.

Es muss an dieser Stelle deutlich darauf hingewiesen werden, dass die Verantwortung für die Umsetzung des Konzeptes nicht allein dem Klimaschutzmanager obliegen kann. Für einen erfolgreichen Prozess ist die Integration zahlreicher weiterer Akteure innerhalb und außerhalb der Stadtverwaltung ein Muss. In der Stadtverwaltung befassen sich zwar einzelne Organisationsbereiche und Mitarbeiter mit den Klimaschutz tangierenden Themen, jedoch sind bislang nur sehr eingeschränkt Personalkapazitäten direkt für diese Thematik und kaum Vernetzungen der Aktivitäten der Fachämter vorhanden. Für eine Verstärkung der städtischen Klimaschutzaktivitäten sind entsprechende Personalkapazitäten allerdings einzuplanen. Notwendig ist im ersten Schritt die Schaffung zumindest einer Vollzeitstelle (Klimaschutzmanager), je nach Aktivitätsumfang ist später ggf. eine Personalerweiterung vorzusehen.

Wenngleich also die eigentliche Umsetzung des Konzeptes und notwendiger Investitionen in der Verantwortung der Stadt liegt, übernimmt der Klimaschutzmanager bei der Koordinierung aller Beteiligten und Begleitung einzelner Maßnahmen eine wichtige Rolle.

Neben der Initiierung von Klimaschutzprojekten steuert er deren Umsetzung und berichtet regelmäßig über den Stand der Maßnahmen. Zudem erfasst er Konzept begleitend relevante Daten und wertet sie aus. Hierunter fallen zum einen die CO₂-Bilanz, die in einem Rhythmus von 4 – 5 Jahren fortgeschrieben werden sollte sowie jährliche Umsetzungsberichte (siehe Kapitel 7 „Umsetzungscontrolling“).

Zusätzlich kommt dem Klimaschutzmanager die Aufgabe zu, die Erarbeitung einer Prioritätenliste auf der Grundlage einer Bestandsaufnahme aller öffentlichen Einrichtungen als Basis für die weitere energetische Modernisierung durch die Abteilung Gebäudemanagement zu begleiten.

Die Aufgabenbereiche, bei denen eine inhaltliche oder organisatorische Mitarbeit des Klimaschutzmanagers erfolgen sollte/ kann, umfassen ein großes Spektrum der Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog:

- Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz, jährliche Erfassung der Energieverbrauchsdaten/ Controlling (A 2)
- Aufbau einer regionalen Energie- und Klimaschutzagentur (A 4)
- Fortschreibung des Klimaschutz-Maßnahmenkataloges (A 7)
- Anreize Nutzerverhalten Schulen + Kitas (A 10)
- Anreize Nutzerverhalten für Verwaltungsmitarbeiter (A 13)

- Vereinbarung von Klimaschutzzielen mit größeren Unternehmen in den Bereichen Energie, Strom, Wärme (A 14)
- Stromsparwettbewerb für Haushalte (A 17)
- Überprüfung Dienstvorschriften der Stadtverwaltung nach Klimaschutz-Kriterien (A 19)
- Erarbeitung einer „Leitlinie Klimaschutzgerechte Bauleitplanung“ mittels Bebauungsplänen oder städtebaulicher Verträge (P 19)
- Initiierung eines Programms zum verstärkten Einsatz von KWK-Anlagen in privaten Haushalten und im Gewerbe (E 4)
- Bau- und Nutzungsstandards Energie (E 6)
- Modernisierung Gebäudehüllen (E 12)
- Thermografie (E 14)
- Qualifizierung Passivhaus-Bauweise für Handwerker und Architekten (E 18)
- Fortführung und Erweiterung der Verpachtung städt. Dächer für solare Nutzung (R 6)
- Nutzung von oberflächennaher Geothermie (R 15)
- Förderung klimafreundlicher Mobilität (V 2)
- Aufstellung weiterer Fahrradständer in der Innenstadt (V 8)
- Einrichtung von Schließfachanlagen für Fahrradfahrer für die Zwischenlagerung von Einkäufen (V 9)
- Verbesserung der Akzeptanz vorhandener P+R-Anlagen (V 11)
- Weiterentwicklung und Ausbau des ÖPNV (V 12)
- Einrichtung "Runder Tisch ÖPNV", Einbindung aller relevanten Akteure (V 13)
- Stärkere Bewerbung des Jobtickets für städtische Angestellte (V 15)
- Teilnahme am Wettbewerb "Die fahrradfreundlichsten Arbeitgeber" (V 23)
- Fahrrad-Route „Klimafreundliches Braunschweig“ (V 24)
- Unterstützung von Carsharing (V 25)
- Klimaschutzkampagnen der Stadt (I 3 – I11)
- Informationszirkel für Unternehmen (I 15)
- Schulpartnerschaft mit Energieunternehmen oder anderen außerschulischen Partnern im Bereich Klimaschutz (I 17)

Die Förderung eines Klimaschutzmanagers kann auch durch Schul- oder andere Bildungsträger für die Einführung von Energiesparmodellen in Schulen oder Kindertagesstätten (z. B. Fifty-fifty-Modelle) beantragt werden.

Wichtigste Voraussetzung für die Förderung einer beratenden Begleitung durch einen Klimaschutzmanager ist ein Umsetzungsbeschluss des Rates der Stadt zum vorliegenden Klimaschutzkonzept. Die aktuell geplante Förderquote beträgt 50 %.

Gründung einer regionalen Energie- und Klimaschutzagentur (Maßnahme A 4)

Die Stadt Braunschweig sollte gemeinsam mit anderen Partnern eine Braunschweiger Energie- und Klimaschutzagentur gründen, die eine wichtige Koordinierungsfunktion in Braunschweig und über die Stadtgrenzen hinaus übernimmt und damit für eine nachhaltige Verankerung des Klimaschutzes in Braunschweig sorgt. Das Hauptziel der Klimaschutzagentur ist die Förderung von Erneuerbaren Energien sowie von Maßnahmen zur Energieeinsparung

und Energieeffizienzsteigerung. Als unabhängiges Kompetenzzentrum soll sie zudem die Netzbildung im Bereich Klimaschutz vorantreiben und eng mit Netzwerkpartnern wie Beratern, Planern, Handwerkern und Produzenten zusammen arbeiten. Die Aufgaben der Agentur sollen überwiegend in der Vermittlung von Informationen und Wissen, der Schulung von Multiplikatoren und Beratung von Akteuren liegen. Zusätzlich kann die Klimaschutzagentur eigene Pilotprojekte durchführen.

Für die Gründung der Agentur sollte möglichst auf schon vorhandene Kapazitäten und ggf. Räumlichkeiten aufgebaut werden. Es ist ein Zusammenschluss der Stadt Braunschweig mit den anderen Hauptakteuren des Klimaschutzkonzeptes anzustreben. Gleichberechtigte Gesellschafter der Energie- und Klimaschutzagentur können die Stadt Braunschweig, der ZGB, Energieversorgungsunternehmen sowie die Handwerkskammer, die IHK oder größere Wohnungsbaugesellschaften sein.

Weiterentwicklung des städtischen Energiemanagements (Maßnahme A 9)

Durch effektive Schritte zur nachhaltigen Senkung des Energieverbrauchs können von der Stadt Braunschweig entscheidende Impulse sowohl zur Entlastung des Klimas als auch der städtischen Kassen gegeben werden. Das kommunale Energiemanagement nimmt hierbei einen hohen Stellenwert in der Braunschweiger Klimaschutzstrategie ein. In den letzten Jahren wurde in Braunschweig bereits erfolgreich ein Energiemanagement aufgebaut, und in diesem Rahmen wurden die Energieverbräuche und insbesondere die Energiekosten teilweise bereits deutlich reduziert.

Das kommunale Energiemanagement sollte kontinuierlich fortgesetzt und weiterentwickelt werden. Die Aufgabenbereiche des kommunalen Energiemanagements reichen von der Erfassung und Auswertung von Energieverbrauchsdaten städtischer Liegenschaften über die Gebäudeanalysen bis zur Planung und Koordination von Energieeinsparmaßnahmen. Dabei sollte sich das Energiemanagement zukünftig stärker als bisher auf den Energieverbrauch und die Höhe der CO₂-Emissionen und nicht nur vorrangig auf Kostenaspekte konzentrieren.

Die personelle Erweiterung der Energieleitstelle ist in diesem Zusammenhang sinnvoll. Dies mag angesichts der angespannten Haushaltslage als ein „Luxus“ erscheinen. Erfahrungen anderer Kommunen zeigen aber, dass sich zusätzlich aufgenommene Personalmittel durch die eingesparten Energiebezugskosten nicht nur selbst finanzieren, sondern sich darüber hinaus auch Überschüsse in mehrfacher Höhe des Mitteleinsatzes erwirtschaften lassen.³² Zudem geht von einem städtischen Energiemanagement eine starke Vorbildwirkung aus, so dass auch Einsparungseffekte in anderen Bereichen zu erwarten sind.

Die Grundlage für das Energiemanagement bildet eine zentrale Gebäudeleittechnik zur Überwachung der Lüftungs- und Heizungsregelung. Bislang sind ca. 50 von 700 städtischen Gebäuden aufgeschaltet. Die vorhandene Gebäudeleittechnik sollte auf weitere Gebäude ausgedehnt werden.

Zudem sollte zukünftig eine systematische Rückmeldung der Verbrauchsdaten an die Gebäudenutzer und Hausmeister angestrebt werden. Flächenzugänge und –abgänge sollten

³² DIFU 1997

dabei in die Auswertung einbezogen werden. Durch ein transparentes Energiebilanzierungssystem auf der Basis gebäude- und nutzungsbezogener Daten werden die Hausmeister städtischer Liegenschaften monatlich über den Energieverbrauch der von ihnen betreuten Gebäude informiert und erhalten Vergleichsdaten zu anderen Gebäuden. Hieran geknüpft ist zudem eine Verstärkung von entsprechenden Informations- und Weiterbildungsmöglichkeiten für diese Mitarbeiter.

Es sollte ein Konzept einschließlich einer Prioritätenliste zur Sanierung kommunaler Liegenschaften unter energetischen Gesichtspunkten vorgelegt werden. Als Basis für eine kurzmittel- und langfristige Investitionsplanung, die eine zielgerichtete und effiziente Verwendung der verfügbaren Haushaltsmittel sicherstellt, werden dazu Energieeffizienzmaßnahmen mit Sanierungsmaßnahmen, die unter baulichen oder technischen Gesichtspunkten fällig sind, abgeglichen. Das Sanierungskonzept sollte sowohl geringinvestive Maßnahmen als auch ganzheitliche und umfassende Sanierungen (z. B. Wärmedämmung der Gebäudehülle) enthalten.

Die vorrangige Durchführung von Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen, bei denen bereits mit geringen Investitionen wirtschaftliche Energieeinsparungen und CO₂-Minderungen erreicht werden, führt zu einer kurzfristigen Kostenreduzierung. Hierzu gehört vor allem die optimale Betriebsführung von Anlagen. Häufig kann durch einfache (z. B. Nacht- und Wochenendabsenkung von Heizungen) oder gering-investiven Maßnahmen (z. B. Schaltuhren) eine deutliche Einsparung erzielt werden. Umfassende energetische Sanierungen sollten dagegen im Rahmen der üblichen Erneuerungs- und Sanierungszyklen erfolgen. Dabei sind energetische Gesamtkonzepte zur Sanierung dem Austausch einzelner Bauteile vorzuziehen. Neben Eigenmitteln sind hier zur Finanzierung von Energiesparinvestitionen öffentliche Fördermittel einzuplanen. Ebenfalls sind Drittfinanzierungsmodelle zu berücksichtigen.

Die Energieberichterstattung ist weiter zu optimieren. In einem jährlichen Energiebericht sollten die Erfolge dokumentiert werden, wesentliche Teile des Berichtes können über die städtischen Internetseiten veröffentlicht werden.

Auch die Erfahrungen anderer Städte und Gemeinden mit dem kommunalen Energiemanagement gilt es für Braunschweig zu nutzen.

5.1 Übersicht der Maßnahmen

Die folgende Tabelle bietet eine thematisch sortierte Übersicht über die Einzelmaßnahmen. Diese wurden in mehreren Workshops unter Beteiligung von Bürgern sowie der Stadtverwaltung entwickelt und durch das Fachbüro GEO-NET zu dem vorliegenden Katalog ergänzt. Eine weitergehende Beschreibung und Bewertung der Maßnahmen findet sich in den einzelnen Maßnahmenblättern.

Neben einer kurzen Beschreibung wird eine Bewertung der jeweiligen Maßnahmen vorgenommen. Die Einstufung der Priorität erfolgt in zwei Kategorien (hohe/ mittlere Priorität) und entspricht der Sicht des Gutachters. Bei der Einordnung werden unter „hohe Priorität“ vor allem solche Maßnahmen mit aufgenommen, welche eine große Relevanz für weitere Maßnahmen haben, da sie die Grundlage für deren Umsetzung bilden. Auch Maßnahmen, bei denen durch einen relativ geringen Mitteleinsatz verhältnismäßig große Wirkungen erzielt werden können, werden in diese Kategorie eingestuft. Zudem sind weiterhin auch zeitliche Aspekte für die Maßnahmenumsetzung von Bedeutung. Günstige Zeitpunkte für die Umsetzung, wie z. B. zeitlich begrenzte Bundesförderprogramme, sind hier ebenfalls zu beachten. Alle anderen Maßnahmen werden in die Kategorie „mittlere Priorität“ aufgenommen; zu beachten ist, dass trotz dieser Einordnung auch diese Maßnahmen wichtige Bausteine des Gesamtkonzeptes sind.

Weiterhin erfolgt eine qualitative Bewertung der jeweiligen Klimaschutzeffekte der Einzelmaßnahmen und Einteilung in drei verschiedene Kategorien (hohes/ mittleres/ geringes CO₂-Einsparpotenzial). Die Bewertung beruht auf einer Einschätzung der jeweiligen Potenziale zur Energieeinsparung bzw. der damit verbundenen CO₂-Minderung aufgrund von Angaben in der Literatur. So genannten weichen Maßnahmen (wie z. B. Projekten zur Motivation bestimmter Zielgruppen, die auf eine Verhaltensänderung abzielen) lässt sich im Gegensatz zu technischen Maßnahmen in der Regel kein direkter CO₂-Einspareffekt zuschreiben.

Insgesamt formuliert die Bewertung des Klimaschutzeffektes allerdings lediglich eine Grundtendenz der Wirkung, die durch die einzelne Maßnahme erreicht werden kann. Der tatsächliche (absolute) Klimaschutzeffekt hängt in den meisten Fällen wesentlich von der Ausstattung und Ausgestaltung der jeweiligen Maßnahme ab. Dies ist bei einigen Maßnahmen, für die dies in besonderem Maße zutrifft, durch die Angabe mehrerer Kategorien berücksichtigt. .

	Bereits umgesetzte Maßnahme bzw. in der Umsetzung
	Geplante Maßnahme
	Vereinzelte bereits umgesetzte Maßnahme, die aber vertieft werden sollte
	Weitere empfohlene Maßnahme
1	Hohe Priorität
2	Mittlere Priorität
•••	Hohes CO ₂ -Einsparpotenzial
••	Mittleres CO ₂ -Einsparpotenzial
•	Geringes CO ₂ -Einsparpotenzial
()	Einsparpotenzial ist je nach Ausgestaltung und betrachtetem Zeitraum variabel

Nr.	Maßnahme	Jährl. Klima- schutzeffekt/ CO ₂ - Reduktion	Umsetzungsakteur	Priorität
-----	----------	--	------------------	-----------

1 Allgemeines

1.1 Planung, Steuerung und Controlling

	A 1	Klimaschutz als politisches Handlungsziel	ind. Effekt	Rat der Stadt, Stadt	1
	A 2	Fortschreibung der Energie- und CO ₂ -Bilanz, jährliche Erfassung der Energieverbrauchsdaten/Controlling	ind. Effekt	Stadt, BSIENERGY, Verkehrs-AG, Bellis GmbH und weitere städtische Gesellschaften u. a. Institutionen der Stadt	1
	A 3	Einstellung eines Klimaschutzmanagers	ind. Effekt	Rat der Stadt, Stadtverwaltung	1
	A 4	Aufbau einer regionalen Energie- und Klimaschutzagentur	ind. Effekt	Stadt, ZGB, EVU, andere Institutionen der Stadt	1
	A 5	Politische Begleitung der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes durch den Rat der Stadt Braunschweig	ind. Effekt	Rat der Stadt	1
	A 6	Klimaschutzbeirat	ind. Effekt	Stadt, Umweltverbände, Forschungsinstitutionen, Solar- und Energie-Unternehmen	1
	A 7	Fortschreibung des Klimaschutz-Maßnahmenkataloges	ind. Effekt	Stadtverwaltung, Rat der Stadt	2

A 8	Einführung eines Klimaschutzfonds	•/•••/•••	Industrie- und Gewerbebetriebe, Stadt, EVU, andere Akteure	1
A 9	Weiterentwicklung des städtischen Energiemanagements	•••	Energieleitstelle der Stadt	1
A 10	Erstellung eines Wärmeatlas	ind. Effekt	Stadt	2

1.2 Weitere allgemeine Maßnahmen

A 11	Anreize Nutzerverhalten Schulen + Kindertagesstätten	••	Stadt, Schulen, Kindertagesstätten	1
A 12	Unterstützung von Schulprojekten	ind. Effekt	Stadt, EVU u. a. Unternehmen	2
A 13	Anreize Nutzerverhalten für Verwaltungsmitarbeiter	••	Stadt	1
A 14	Anreize Nutzerverhalten an den Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen	••	Hochschulen, wissenschaftliche Einrichtungen	1
A 15	Klimafreundliche öffentliche Beschaffung	••	Stadt, städtische Unternehmen	1
A 16	Vereinbarung von Klimaschutzzielen mit größeren Unternehmen in den Bereichen Energie, Strom, Wärme	ind. Effekt	Rat der Stadt, Stadt, größere Unternehmen	1
A 17	Stromsparwettbewerb für Haushalte	••	Stadt, Verbraucherchutzverbände, Presse, Energieberater, EVU	2
A 18	Energiesparwettbewerb für Schulen	••	Stadt, Schulen, Fördervereine der Schulen, Energieberater, EVU	2
A 19	Überprüfung der Dienstvorschriften der Stadtverwaltung nach Klimaschutz-Kriterien (z. B. für Autofahrten, Bahn-card)	ind. Effekt	Stadt	2
A 20	Fleischfreier Tag in Kantinen	•	Stadt, Unternehmen	2

2 Stadtplanung

P 1	Erarbeitung einer „Leitlinie Klimaschutzgerechte Bauleitplanung mittels Bebauungsplänen“	ind. Effekt	Stadt, Rat der Stadt	1
P 2	Integrierte Stadt- und Verkehrsplanung (ISVP)	ind. Effekt	Stadt	1

P 3	Verstärkte Einbindung der Bürger in die Stadt- und Verkehrsplanung	ind. Effekt	Stadt- und Verkehrsplanung	2
P 4	Förderung autofreien Wohnens	••	Stadt	2
P 5	Realisierung des Baugebiets „St. Leonhards Garten“ mit Unterschreitung des EnEV-Standards	••	Stadt, Planung	1
P 6	Realisierung des Baugebiets „Am Buchenberg“ mit optimalen Nutzungsbedingungen für Solarenergie	••	Stadt, Planung	1
P 7	Städtebauliche Ergänzung von Wohnbebauung in der Innenstadt	ind. Effekt	Stadt	1

3 Energieeffizienz

3.1 Energieerzeugung und -umwandlung

E 1	Ausbau des Fernwärmenetzes und Erhöhung der Anschlusszahlen	•••	BS ENERGY, Stadt	1
E 2	Bau und Inbetriebnahme GuD-Kraftwerk 75 MW _{el}	•••	BS ENERGY	1
E 3	Verstärkte Nutzung von dezentralen KWK-Anlagen in öffentlichen Einrichtungen	•••	Stadt, EVU	1
E 4	Programm zum verstärkten Einsatz von KWK-Anlagen in privaten Haushalten und im Gewerbe	•••	Stadt, EVU	1
E 5	Wärmegewinnung aus Abwasser prüfen	ind. Effekt	Stadt, Stadtentwässerung	2

3.2 Energiebedarf in Gebäuden (Strom, Wärme, Kühlung)

E 6	Bau- und Nutzungsstandards Energie	•••	Rat der Stadt, Stadt, Wohnungsbaugesellschaften, städt. Gesellschaften, Kirchen u. a. Bauträger	1
E 7	Finanzielle Förderung von Gebäudesanierungsmaßnahmen	••	Stadt	2
E 8	Heizungspumpen-Tausch öffentliche Liegenschaften	•••	Stadt	1
E 9	Förderprogramm/ Finanzierung Heizungspumpentausch im Wohnungsbau	•••	EVU, Stadt	1
E 10	Modernisierung von Schulgebäuden	•••	Stadt, PPP	1
E 11	Modernisierung von Kindertagesstätten	•••	Stadt, PPP	1

E 12	Modernisierung Gebäudehülle	• • •	Stadt, öffentli. Einrichtungen, Hauseigentümer, Wohnungsbau- gesellschaften, Industrie u. Gewerbe	1
E 13	Erneuerung der Heizungen	• • •	BS ENERGY u. a. EVU, Stadt, Wohnungsbau- gesellschaften	2
E 14	Thermografie	ind. Effekt	Stadt, EVU, Energie- berater, Handwerks- kammer, IHK	2
E 15	Energiesparcontracting für öffentliche Gebäude	• • •	Stadt, städt. Gesell- schaften	1
E 16	Beleuchtungssanierung in öffentlichen Gebäuden durch effizientere Leuchten, Präsenzregler und Helligkeitssensoren	• • •	Stadt, städtische Gesellschaften, öffentl. Einrichtungen	1
E 17	Energetische Mustersanierung o. Neubau eines öffentlichen Gebäudes	• • •	Stadt	2
E 18	Qualifizierung Passivhaus-Bauweise	ind. Effekt	Handwerkerschaft	1
E 19	Anschaffung von Steckerleisten (mit Schalter) für alle Office-Kommunikationsgeräte in kommunalen Büros	•	Stadtverwaltung	1

3.3 Stadtbeleuchtung

E 20	Modernisierung der Straßenbeleuchtung	• • •	Bellis, EVU	1
E 21	Energieeffiziente Objektbeleuchtung	• • •	Stadt	1

4 Regenerative Energien

R 1	Nutzung Erneuerbarer Energien in städt. Liegenschaften	• •	Stadt	2
R 2	Suche nach neuen Windvorranggebieten	ind. Effekt	ZGB	2
R 3	Ausbau der Windkraft: Repowering der fünf bestehenden Anlagen	• • •	WKA-Betreiber, Stadt	1
R 4	Ausbau Photovoltaik	• •	Stadt, Hausbesitzer, städt. Unternehmen, Wohnungsbau- Gesellschaften, öffentl. Einrichtungen, Gewerbe, Industrie, Kirchen	2

R 5	Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung	••	Stadt, Hausbesitzer, städt. Unternehmen, Wohnungsbau-Gesellschaften, öffentl. Einrichtungen, Gewerbe, Industrie, Kirchen	2
R 6	Fortführung und Erweiterung der Verpachtung städtischer Dächer für solare Nutzung	••	Stadt	1
R 7	Erstellung eines Katasters vorhandener Solarthermie-Anlagen	ind. Effekt	Stadt	2
R 8	Qualifizierung Solar-Installateure	ind. Effekt	Handwerkskammer, IHK	1
R 9	Demonstrationsanlage Photovoltaik in öffentlichem Raum mit hoher Aufmerksamkeit	ind. Effekt	Stadt, Kooperation mit örtlichen Anbietern	2
R 10	Prüfung der Nutzung von Photovoltaik auf Gebäuden der ALBA	ind. Effekt	ALBA Braunschweig GmbH, Stadt	2
R 11	Potenzielle Standorte für regenerative KWK-Anlagen ermitteln	ind. Effekt	Stadt	2
R 12	Einsatz von Biomasseheizungen	••	Stadt, Hausbesitzer, städt. Unternehmen, Wohnungsbau-Gesellschaften, öffentl. Einrichtungen, Gewerbe, Industrie, Kirchen	2
R 13	Betrieb eines Holzenergiehofes mit Aufbereitung von (Rest-)Holz aus der Region für Holzhackschnitzel, Pellets und Scheitholz	ind. Effekt	Stadt, Forstwirtschaft, Privatwirtschaft	2
R 14	Strombezug: Bezug von Natur-Strom für kommunale Liegenschaften	•	Stadt	1
R 15	Nutzung von oberflächennaher Geothermie	•••	Stadt	2
R 16	Prüfung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit von Tiefen-Geothermie veranlassen	ind. Effekt	Stadt	2

5 Verkehr

V 1	Umweltorientiertes Verkehrsmanagement (UVM)	ind. Effekt	Stadt	1
V 2	Förderung klimafreundlicher Mobilität	ind. Effekt	Stadt	1
V 3	Neubau von Radwegen	•••	Stadt, Land, Bund	1
V 4	Intensivierung des Deckenerneuerungsprogramm Radwege	•••	Stadt	1
V 5	Aus- und Umbau der Radverkehrsinfrastruktur	•••	Stadt, Politik, Polizei und Verbände	1

V 6	Fahrradstraßen	(•••)	Stadt, Politik, Polizei und Verbände	1
V 7	Öffnung weiterer Einbahnstraßen für den Radverkehr in Gegenrichtung	(•••)	Stadt, Politik, Polizei und Verbände	1
V 8	Aufstellung weiterer Fahrradständer (ca. 450 Stück) in der Innenstadt	ind. Effekt	Stadt, Handel	1
V 9	Einrichtung von Schließfachanlagen für Fahrradfahrer und ÖPNV-Nutzer für die Zwischenlagerung von Einkäufen	ind. Effekt	Stadt, Handel	1
V 10	Tempolimit in der Innenstadt	••	Stadt	2
V 11	Verbesserung der Akzeptanz vorhandener P+R-Anlagen	••	Stadt, Verkehrs-AG	1
V 12	Weiterentwicklung und Ausbau des ÖPNV	(•••)	Stadt, Verkehrs-AG	1
V 13	Einrichtung "Runder Tisch ÖPNV", Einbindung aller relevanten Akteure (Planung, Verkehrsunternehmen, Schulträger, Schulen, Fahrgastbeiräte, Fahrgastverbände, relevante Verkehrs- und Umweltverbände)	ind. Effekt	Stadt Rat der Stadt, Verkehrs-AG, Schulträger, Schulen, Fahrgastverbände, relevante Verkehrs- und Umweltverbände	1
V 14	Spezialtickets ÖPNV	•	Verkehrs-AG, kulturelle Einrichtungen, Einzelhandel	2
V 15	Stärkere Bewerbung des Jobtickets für städtische Angestellte	ind. Effekt	Stadt	1
V 16	Ausbau der Bereitstellung von Dienstfahrrädern	••	Stadt	2
V 17	Dienstreisemanagement: Förderung der Nutzung klimaschonender Verkehrsmittel bei Dienstreisen	••	Stadt	2
V 18	Modernisierung des Fahrzeugbestandes der Stadt	•••	Stadt, insbes. Stadtreinigung/ Grünflächenamt	2
V 19	Modernisierung des Fahrzeugbestandes der Verkehrs-AG	•••	Verkehrs-AG	1
V 20	Modernisierung des Fuhrparks der ALBA	•••	ALBA Braunschweig GmbH	1
V 21	Bauleitplanung für eine klimafreundliche Mobilität	ind. Effekt	Stadt	1
V 22	Fahrradaktion des Klinikums	••	Klinikum Braunschweig	1
V 23	Teilnahme am Wettbewerb "Die fahrradfreundlichsten Arbeitgeber"	••	Wirtschaftsförderung, Unternehmen	2
V 24	Fahrrad-Route „Klimafreundliches Braunschweig“	ind. Effekt	Stadt, Stadtmarketing, ADFC	2
V 25	Unterstützung von Carsharing	(•)	Carsharing-Anbieter, Stadt	2

6 Information, Beratung und Beteiligung

I 1	Einrichtung einer zentralen Energie- und Bauherrenberatungsstelle	ind. Effekt	BS ENERGY u.a. EVU, EnerMaTec, Stadt, Handwerkskammer, IHK, Energieberater	1
I 2	Wiederansiedlung einer Verbraucherzentrale in Braunschweig	ind. Effekt	Verbraucherzentralen Niedersachsen e. V.	1
I 3	Klimaschutzkampagne der Stadt	ind. Effekt	Stadt	1
I 4	Kampagne „Stromsparen in privaten Haushalten“	ind. Effekt	Stadt, EVU	1
I 5	Kampagne „Energetische Modernisierung“	ind. Effekt	Stadt, Energieberater	1
I 6	Kampagne „Heizungspumpentausch“	ind. Effekt	Stadt, EVU, Handwerk, IHK	1
I 7	Kampagne für klimafreundliche Mobilität	ind. Effekt	Stadt, Umweltverbände, Interessensverbände (z. B. ADFC, VCD, Pro Bahn), Krankenkassen, Bund	1
I 8	Kampagne „Löwenstark im Klimaschutz – Braunschweiger Unternehmen präsentieren erfolgreiche Klimaschutzmaßnahmen“, Klimaschutz-Leuchtturmprojekte in Unternehmen	ind. Effekt	Stadt, Unternehmen	2
I 9	Energiesparberatung für einkommensschwache Haushalte	ind. Effekt (•••)	Stadt, Energieberater, EVU, Wohlfahrtsverbände, kirchliche Organisationen	1
I 10	Veranstaltungsreihe und Aktionen zum Klimaschutz	ind. Effekt	Stadt, Bildungseinrichtungen, Innungen, Handwerkskammer, Umweltorganisationen, Vereine, Kirchen	1
I 11	Städtisches Internetportal zum Klimaschutz	ind. Effekt	Stadt	1
I 12	Nutzerschulungen für Verwaltungsmitarbeiter	ind. Effekt	Stadt, Bildungseinrichtungen, Energieberater	1
I 13	Schulungsprogramm für städtische Hausmeister	ind. Effekt	Stadt, Bildungseinrichtungen, Energieberater	1
I 14	Kostenloser Verleih von Strommessgeräten	ind. Effekt	Stadt, EVU	2
I 15	Informationszirkel für Unternehmen	ind. Effekt	Unternehmen, IHK, Handwerkskammer, Stadt	1
I 16	Schulpartnerschaft mit Energieunternehmen oder anderen außerschulischen Partnern im Bereich Klimaschutz	ind. Effekt	EVU, andere Unternehmen, Schulen, Stadt	2
I 17	Initiierung Klimaschutz-Ausstellungen	ind. Effekt	Stadt, verschiedene Kooperationspartner	2

5.2 Maßnahmenblätter

A 1	Klimaschutz als politisches Handlungsziel
Beschreibung der Maßnahme	Als Grundlage für die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes beschließt der Rat der Stadt Braunschweigs: 1.) Klimaschutz wird als politisches Handlungsziel der kommunalen Daseinsvorsorge in Braunschweig verankert. Hieraus werden 2.) konkrete Emissionsminderungsziele abgeleitet und diese 3.) durch ein Monitoring-Programm in der Umsetzung begleitet.
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	Rat der Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Keine zusätzlichen Kosten
Anmerkungen	-

A 2	Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz, jährliche Erfassung der Energieverbrauchsdaten/ Controlling
Beschreibung der Maßnahme	Ein regelmäßiges Klimaschutzcontrolling ist zukünftig erforderlich, um die tatsächlichen Effekte der Klimaschutzaktivitäten im Stadtgebiet Braunschweig abschätzen zu können. Zur Trendkontrolle wird deshalb alle fünf Jahre die Energie- und CO ₂ -Bilanz fortgeschrieben. Diese dient als Grundlage für zukünftige Entscheidungen über weitere Klimaschutzmaßnahmen sowie zur Information der Öffentlichkeit der Stadt Braunschweig. Die Eingangsdaten sollten leicht zu beschaffen sein. Zur Aktualisierung wird ein Datenaustausch zwischen den verschiedenen Akteuren, die im Besitz energetisch relevanter Daten sind, vereinbart.
Zielgruppe	Stadt, Akteure im Bereich Klimaschutz, Öffentlichkeit
Umsetzungsakteure	Stadt, BS ENERGY, Verkehrs-AG, Bellis GmbH, weitere städtische Gesellschaften u. a. Institutionen der Stadt
Status	Geplante Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt; durch die regelmäßige Überprüfung der CO ₂ -Emissionen kann die Stadt Braunschweig mittel und langfristig erkennen, ob ihre Klimaschutzmaßnahmen gegriffen haben.
Kosten	Mittlerer Personalaufwand für die Erfassung der Gebäudegrunddaten, Aufbereitung und Rückkopplung der Verbrauchsdaten, für die Fortschreibung der Bilanzen und Berichterstellung – Sachmittelaufwand für EDV
Anmerkungen	Begleitende Maßnahme ist der Aufbau einer regionalen Energie- und Klimaschutzagentur (A 4). Die Fortschreibung der Energie- und CO ₂ -Bilanz ist eine Förderbedingung für die Erstellung des Klimaschutzkonzeptes.

A 3	Einstellung eines Klimaschutzmanagers
Beschreibung der Maßnahme	Für eine erfolgreiche Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes ist eine gezielte Steuerung des Umsetzungsprozesses unerlässlich. Eine wichtige Funktion kann hierbei ein Klimaschutzmanager übernehmen. Er koordiniert die Umsetzung des Gesamtkonzeptes und fungiert als Ansprechpartner und Berater für Projektpartner, Bürger und Politik. Seine Tätigkeit besteht in der inhaltlichen Zuarbeit sowie fachlichen Beratung von Entscheidungsträgern, darüber hinaus ist er wesentlich für die Vernetzung der verschiedenen Klimaschutzakteure verantwortlich. Auch das Fördermittelmanagement gehört zu seinem Aufgabenbereich.
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	Rat der Stadt, Stadtverwaltung
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekte Effekte; die Maßnahme ist Voraussetzung für die mittelfristige Verankerung der Klimaschutzmaßnahmen in der Stadt Braunschweig.
Kosten	Ca. 70 000 € pro Jahr. Die Einstellung eines Klimaschutzmanagers wird voraussichtlich aktuell für 3 Jahre zu 50% vom Bund gefördert.
Anmerkungen	Diese Maßnahme ist zentral für die Umsetzung vieler anderer hier aufgeführten Maßnahmen. Die Beantragung der Förderung ist nur zwischen dem 1.1.2011 und 30.03.2011 möglich. Bestandteil des Antrags muss ein Ratsbeschluss für die Umsetzung konkret benannter Maßnahmen innerhalb von 3 Jahren nach der Einstellung des Klimamanagers sein.

A 4	Aufbau einer regionalen Energie- und Klimaschutzagentur
Beschreibung der Maßnahme	Im Rahmen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes für Braunschweig werden umfangreiche Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele vorgeschlagen. Zur Umsetzung ist eine Abstimmung der Akteure in der Verwaltung und Politik notwendig. Die Stadt Braunschweig plant in Kooperation mit BS ENERGY die Gründung einer regionalen Energie- und Klimaschutzagentur, die hierbei eine wichtige Koordinierungsfunktion übernehmen soll. Die Klimaschutzagentur soll als unabhängiges Kompetenzzentrum die Netzwerkbildung im Bereich Klimaschutz vorantreiben. Ihr Hauptziel ist die Förderung von Erneuerbaren Energien sowie von Maßnahmen zur Energieeinsparung und Energieeffizienzsteigerung. Die Aufgaben der Agentur sollen überwiegend in der Vermittlung von Informationen und Wissen, der Schulung von Multiplikatoren und Beratung von Akteuren liegen. Für die Gründung der Agentur sollte möglichst auf schon vorhandene Kapazitäten und ggf. Räumlichkeiten aufgebaut werden. Daher ist ein Zusammenschluss der Stadt Braunschweig mit den anderen Hauptakteuren

	des Klimaschutzkonzeptes anzustreben.
Zielgruppe	Stadtverwaltung, Politik, Akteure außerhalb der Stadtverwaltung, Verbraucher
Umsetzungsakteure	Stadt, Mitarbeiter der Energie- und Klimaschutzagentur. Gleichberechtigte Gesellschafter der Energie- und Klimaschutzagentur können die Stadt Braunschweig, der ZGB, Energieversorgungsunternehmen sowie die Handwerkskammer, die IHK oder größere Wohnungsbaugesellschaften sein.
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekte Effekte; die Maßnahme ist Voraussetzung für die mittelfristige Verankerung der Klimaschutzmaßnahmen in der Stadt Braunschweig.
Kosten	Die jährliche Finanzausstattung sollte in Abhängigkeit von der Ausstattung und des Aufgabenumfangs zunächst mind. 150 000 Euro pro Jahr betragen, darin sollten Personalkosten für mind. eine Vollzeitstelle enthalten sein. Förderung eines Klimaschutzmanagers durch den Bund möglich
Anmerkungen	Begleitende Maßnahme ist die Einstellung eines Klimaschutzmanagers (A 3).

A 5	Politische Begleitung der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes durch den Rat der Stadt Braunschweig
Beschreibung der Maßnahme	Die politische Begleitung der Umsetzung der vom Rat beschlossenen Klimaschutzmaßnahmen erfolgt durch den Planungs- und Umweltausschuss (PLUA). Insbesondere beinhaltet dies: <ul style="list-style-type: none"> · die Abstimmung über die Vorgehensweise zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes · die Diskussion von Klimaschutzprogrammen und –projekten, · die turnusmäßige Überprüfung der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes. Durch die politische Begleitung erlangen die Klimaschutzaktivitäten der Stadt eine hohe Transparenz und Wertigkeit.
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	Rat der Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	-
Anmerkungen	-

A 6	Klimaschutzbeirat
Beschreibung der Maßnahme	Als ständiges, in Klimaschutzbelangen die Politik und Verwaltung beratendes Gremium, wird ein Klimaschutzbeirat eingeführt. Dieser setzt sich zusammen aus Mitgliedern aus Umweltverbänden, Forschung, Solar- und Energie-Wirtschaft.
Zielgruppe	Politik und Stadtverwaltung
Umsetzungsakteure	Stadt, Umweltverbände, Forschungsinstitutionen, Solar- und Energie-Unternehmen
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Ca. 2 000 € Sachkosten für Organisation
Anmerkungen	Begleitende Maßnahmen: - Politische Begleitung der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes durch den Rat der Stadt Braunschweig (A 5), - Einführung eines Klimaschutzfonds (A 8).

A 7	Fortschreibung des Klimaschutz-Maßnahmenkataloges
Beschreibung der Maßnahme	Die kontinuierliche Überarbeitung und Aktualisierung des Klimaschutz-Maßnahmenkataloges ist im Austausch mit allen Beteiligten und Bürgern durchzuführen. Neue Anregungen für Maßnahmen und Kritik an laufenden Prozessen muss in die Fortschreibung mit eingehen, um effektiv die Weiterentwicklung und Anpassung der Ziele durchzuführen. Die Fortschreibung sollte auf Basis der jährlichen Umsetzungsberichte alle 5 Jahre erfolgen.
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	Stadtverwaltung, Rat der Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Kosten für Personalaufwand (ggf. Klimaschutzmanager)
Anmerkungen	Der Maßnahmenkatalog kann nicht beliebig oft überarbeitet werden, und die Umsetzung beschlossener Ziele muss Priorität vor immer neuen Ideen behalten.

A 8	Einführung eines Klimaschutzfonds
Beschreibung der Maßnahme	Zur Finanzierung der kooperativen Umsetzung von lokalen Klimaschutzmaßnahmen und –projekten soll unter Mitwirkung der Stadt ein Braunschweiger Klimaschutzfonds der großen Industrie- und Gewerbebetriebe eingerichtet werden. Mit Hilfe des Fonds soll vor allem eine langfristige Sicherung der Finanzierung erreicht werden. Die Förderung kann z. B. KWK-Anlagen, Passivhauselementen im Altbau oder die energetische Sanierungen denkmalgeschützter Gebäude umfassen. Erforderliche Handlungsschritte zur Gründung des Fonds sind die Aufnahme von Gesprächen mit potenziell geeigneten Partnern, die Klärung der Beteiligung und die Prüfung der Möglichkeiten, bereits bestehende Förderprogramme in den Fonds einzubinden
Zielgruppe	Akteure in allen Sektoren
Umsetzungsakteure	Industrie- und Gewerbebetriebe, Stadt, Energieversorgungsunternehmen, andere Akteure
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Die CO ₂ -Einsparung kann nicht quantifiziert werden; je nach Ausstattung des Fonds und in Abhängigkeit von den unterstützten Projekten gering bis sehr hoch.
Kosten	Sollte sukzessive auf mind. 500 000 € jährlich ausgebaut werden; anteilige Zuschüsse der Stadt
Anmerkungen	Vgl. den Klimaschutzfonds (proKlima) der Region Hannover [www.proklima-hannover.de] mit einer Gesamtausstattung von 5,11 Mio. € jährlich; Beachtung weiterer Förderprogramme des Landes und Bundes; Vergabebedingung bei Förderung: Einhaltung der städtischen Bau- und Nutzungsstandards Energie (E6)

A 9	Weiterentwicklung des städtischen Energiemanagements
Beschreibung der Maßnahme	Um langfristig Energie und auch Kosten einzusparen ist eine systematische und regelmäßige Kontrolle der Energieverbrauchsdaten der städtischen Liegenschaften unerlässlich. Grundlage hierfür bildet, neben der Aufschaltung der Gebäude auf eine zentrale Gebäudeleittechnik (bisher Aufschaltung von ca. 50 von 700 Gebäuden) zur Überwachung der Lüftungs- und Heizungsregelung, die Zählerfernauslesung in städtischen Liegenschaften. Mit Hilfe einer Energiedatenbank, in der die Verbrauchs- und Kostendaten aller städtischen Liegenschaften zusammengefasst sind, lassen sich so die notwendigen Auswertungen zur Verbrauchsüberwachung und für Einsparungsmaßnahmen zeitnah generieren. Zudem sollte zukünftig eine systematische Rückmeldung der Verbrauchsdaten an die Gebäudenutzer und Hausmeister angestrebt werden. Durch ein transparentes Energiebilanzierungssystem auf der Basis gebäude- und nutzungsbezogener Daten werden die Hausmeister städtischer Liegenschaften monatlich über den Energieverbrauch der von ihnen betreuten Gebäude informiert und erhalten Vergleichsdaten zu anderen Gebäuden.
Zielgruppe	Nutzer und Hausmeister der städtischen Liegenschaften

Umsetzungsakteure	Energieleitstelle der Stadt
Status	Maßnahme zum Teil bereits in der Umsetzung
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Hohes CO ₂ -Minderungspotenzial. Durch die Einführung eines umfassenden Energiecontrollings in der Stadtverwaltung ist ein CO ₂ -Minderungspotenzial von ca. 5% jährlich gegeben, dies entspricht etwa 1600 CO _{2äq} pro Jahr.
Kosten	Das zu etablierende System (Energiedienst) amortisiert sich in der Regel durch vermiedene Energiekosten in wenigen Jahren. Die Zählerfernauslesung der 100 größten Gebäude kostet ca. 700 000 €.
Anmerkungen	-

A 10	Wärmeatlas
Beschreibung der Maßnahme	<p>Als verlässliche Grundlage für eine gezielte Planung von Einsparmaßnahmen im Gebäudebestand sollte für Braunschweig ein Wärmeatlas erstellt werden. Dabei handelte es sich um eine Datenbank, die als Basis für eine stadtteil- und baublockscharfe Bilanzierung der Heizenergieträger, für die Bewertung von Maßnahmen im Bereich der Wärmeversorgung (dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung, Holzheizungen, Ausbau leitungsgebundener Heizenergieversorgung) sowie zur Einschätzung von Einsparpotenzialen sowie Verdichtungspotenzialen für die leitungsgebundene Versorgung mit Erdgas bzw. mit Fernwärme im Gebäudebestand herangezogen werden kann.</p> <p>In einem ersten Schritt sollte hierfür eine Haustypologie für Wohngebäude und Nichtwohngebäude erstellt und die aktuellen energetischen Gebäudezustände unter Berücksichtigung des Umfangs nachträglich durchgeführter Sanierungsmaßnahmen erhoben werden. Aus diesen Ergebnissen lässt sich der Wärmebedarf in Abhängigkeit vom jeweiligen Anwendungssektor (Wohnbereich, Industrie, Gewerbe/ Handel/ Dienstleistung und kommunaler Sektor) bestimmen.</p> <p>Zur Visualisierung der Ergebnisse dient ein Geographisches Informationssystem (GIS). Zudem sollte die Studie Prognosetrends beinhalten, in denen eine Abschätzung für den zukünftigen Wärmebedarf von Wohn- und Nichtwohngebäude vorgenommen wird. Für die Weiterentwicklung von Einsparmaßnahmen im Gebäudebereich ist eine regelmäßige Aktualisierung des Wärmeatlases in größeren Intervallen (ca. alle 5 Jahre) notwendig.</p>
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Abhängig von Aufnahmeintensität ab 40.000 €

Anmerkungen	-
A 11	Anreize Nutzerverhalten Schulen + Kitas
Beschreibung der Maßnahme	Durch verändertes Nutzerverhalten in Schulen und Kindertagesstätten kann Geld und Energie gespart werden. Daher entwirft die Stadt ein Anreiz-Programm und schließt dazu Verträge mit ihren Schulen und Kindertagesstätten.
Zielgruppe	Mitarbeiter, Kinder und Jugendliche an Schulen und in Kindertagesstätten
Umsetzungsakteure	Stadt, Schulen
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	In den jeweiligen Schulen kann mit Energieeinsparungen von 5% - 10% gerechnet werden. Zudem sind aufgrund von Multiplikatoren-Effekten Einsparungen in privaten Haushalten zu erwarten.
Kosten	Kosten werden durch Energieeinsparungen gedeckt
Anmerkungen	Beispiel: s. a. http://www.fiftyfiftyplus.de

A 12	Unterstützung von Schulprojekten
Beschreibung der Maßnahme	An zahlreichen Schulen in Braunschweig gibt es bereits verschiedene Projekte, die sich mit dem Klimaschutz befassen. Viele dieser Projekte sind innovativ und fördern den effizienten Umgang mit Energie. Diese konkreten Beiträge sollen als wichtiger Teil der Bildung zur Nachhaltigen Entwicklung zukünftig stärker unterstützt werden, weitere Projekte sollen ermöglicht werden. Lehrpersonen und Schulen sollen leichter Projekte durchführen können, welche die Kompetenz der Kinder fördern, selbstbestimmt und verantwortungsbewusst die Zukunft von Umwelt und Gesellschaft mit zu gestalten.
Zielgruppe	Schulen
Umsetzungsakteure	Stadt (Fachbereich Schule und Sport), Energieversorgungs- und andere Unternehmen
Status	Vereinzelt bereits umgesetzte Maßnahme, die aber vertieft werden sollte.
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Kosten für Materialien
Anmerkungen	Die Stadt sollte den Schulen Unterstützung bieten hinsichtlich der Anbahnung von Public-Privat-Partnership; ggf. Begleitung der Projekte durch einen Umweltbildungsverein, die TU Braunschweig oder HBK.

A 13	Anreize Nutzerverhalten für Verwaltungsmitarbeiter
Beschreibung der Maßnahme	<p>Der Ansatz, die Gebäudenutzer mit in die Verantwortung für den Energieverbrauch der Gebäude einzubeziehen, sollte auch auf die Verwaltungsgebäude der Stadtverwaltung Braunschweigs ausgedehnt werden. Um die Mitarbeiter der Stadtverwaltung zu nutzerbedingten Einsparungen zu motivieren, werden diese über Ziele und Möglichkeiten zur Energieeinsparung informiert. Darüber hinaus müssen aber auch Anreizsysteme geschaffen werden. Dies können zum Beispiel Modelle sein, bei denen die eingesparten Kosten direkt den Verwaltungsabteilungen zu Gute kommen. Eine andere Möglichkeit besteht in der Vergabe eines verwaltungsinternen Energiesparpreises, bei dem die Abteilungen über das Preisgeld je nach Bedarf frei verfügen können. Bei der Unterbringung von mehreren Abteilungen in einem Gebäude, Nutzungsänderungen, Änderungen in der technischen Ausstattung oder energierelevanten Sanierungen (Dämmung, Fenster, Pumpentausch u. a.) erweist sich eine verbrauchsorientierte Prämienausschüttung als schwierig, da der Aufwand zur Ermittlung dieser Verbrauch verändernden und nicht nutzerabhängigen Punkte sehr hoch ist. Weitere Optionen bestehen in der jährlichen Prämierung von Verbesserungsvorschlägen zur Energieeinsparung. Gemeinsame Einsparerefolge könnten auch durch Anschaffungen, von denen alle Mitarbeiter profitieren können, belohnt werden. Die Aktionen werden durch eine adäquate Öffentlichkeitsarbeit begleitet, um den Bürgern Braunschweigs die vorbildhaften Bemühungen der städtischen Mitarbeiter zur Energieeinsparung nahe zu bringen. Wichtig ist eine regelmäßige Wiederholung der Aktionen, um eine langfristige Stabilisierung der Energieeinsparungen in den Verwaltungsgebäuden zu erreichen.</p>
Zielgruppe	Mitarbeiter Stadtverwaltung
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Geplante Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Bei Mitwirkung aller Akteure in der Braunschweiger Stadtverwaltung mittleres CO ₂ -Einsparpotenzial.
Kosten	- Mittlerer Personalaufwand für die Betreuung der Maßnahme - Kosten für Preisgelder lassen sich aus Einsparungen generieren
Anmerkungen	Begleitende Maßnahmen sind die Weiterentwicklung des städtischen Energiemanagements (A 9), klimafreundliche öffentliche Beschaffung (A 15) und die Überprüfung der Dienstvorschriften der Stadtverwaltung nach Klimaschutz-Kriterien (A 19).

A 14	Anreize Nutzerverhalten an den Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen
Beschreibung der Maßnahme	Auch die Mitarbeiter und Studenten an den Hochschulen und anderen wissenschaftlichen Einrichtungen sollen zu nutzerbedingten Einsparungen motiviert werden. Dazu werden systematische Energiespar- und Klimaschutzprojekte zur Nutzer motivation auch in den Hochschulen eingeführt. Anreize zur Energieeinsparung können über ein Prämien- oder Beteiligungsmodells geschaffen werden.
Zielgruppe	Mitarbeiter und Studierende der Hochschulen u. a. wissenschaftlicher Einrichtungen
Umsetzungsakteure	Hochschulen und wissenschaftliche Einrichtungen
Status	Geplante Maßnahmen
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	In den jeweiligen Einrichtungen kann mit Energieeinsparungen von 5% - 10% gerechnet werden.
Kosten	Durch die jeweiligen Einrichtungen zu tragen.
Anmerkungen	Kooperation mit studentischen Initiativen. Maßnahme sollte durch eine entsprechende Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden.

A 15	Klimafreundliche öffentliche Beschaffung
Beschreibung der Maßnahme	<p>Bei dem Bezug von Materialien und Dienstleistungen sollte ein besonderes Augenmerk auf Klimaschutzaspekte gelegt werden. Mit einer breiten Berücksichtigung von Energieeffizienzkriterien, insb. bei der Beschaffung energieverbrauchender Geräte und Anlagen in der Stadtverwaltung sowie den städtischen Unternehmen wäre ein zusätzlicher Beitrag zum Klimaschutz mit hohem Multiplikationspotenzial gegeben. Deshalb sollten für einschlägige Produktgruppen (in erster Linie Bürogeräte und IT-Technik) verbindliche Kriterien für eine energieoptimierte Beschaffung eingeführt und stadtweit umgesetzt werden. Bspw. kann beschlossen werden, dass von der Stadt nur noch Elektrogeräte mit der jeweils höchsten Energieeffizienzklasse gekauft werden. Auf die Beschaffung von Produkten, deren Herstellung, Gebrauch oder Entsorgung sehr energieaufwendig sind, wird hingegen verzichtet. Zudem sollte eine stärkere Verkopplung der Beschaffungsstellen mit den Nutzern erreicht werden, um die Beschaffung zu optimieren.</p> <p>Die bestehende Dienstanweisung sollte um den Hinweis ergänzt werden, dass bei Neuanschaffungen die Produktauswahl anhand der internetbasierten Datenbank empfohlen wird, um aufwendige Recherchearbeiten bei der Ermittlung energieeffizienter Materialien und Geräte zu vermeiden.</p>
Zielgruppe	Mitarbeiter der Stadtverwaltung sowie der städtischen Unternehmen
Umsetzungsakteure	Stadt, städtische Unternehmen
Status	Maßnahme in der Umsetzung

Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittleres Minderungspotenzial, aber Bewusstsein schaffende Maßnahme
Kosten	In der Regel höhere Anfangsinvestitionskosten, die sich aber nach einiger Zeit amortisieren. Ggf. Verwaltungskosten für Werbemaßnahmen ca. 7000 €.
Anmerkungen	Auf der Internetseite www.topten.info finden sich zuverlässige und ständig aktualisierte Produktinformationen über besonders energiesparende und wirtschaftliche Geräte inkl. Angaben zu deren Lebenszykluskosten. Mit dem Projekt „Buy smart“ bietet die EU kostenfrei Beratung, Infomaterialien und Ausschreibungshilfen im Bereich grüner Beschaffung für Unternehmen und öffentliche Verwaltungen an, www.buy-smart.info . Die Seite www.itk-beschaffung.de gibt hilfreiche Informationen über Ausschreibungen zur Beschaffung von Informations- und Kommunikationstechnologie.

A 16	Vereinbarung von Klimaschutzzielen mit größeren Unternehmen in den Bereichen Energie, Strom, Wärme
Beschreibung der Maßnahme	Die Einbindung von größeren Unternehmen in die Klimaschutzbemühungen ist mit konkreten Vereinbarungen und Absprachen effektiv umzusetzen. Die Auswahl der Maßnahmen kann so mit dem Gesamtkonzept für die Stadt abgestimmt und die Durchführung von offizieller Stelle kontrolliert und gefördert werden. Hauptaugenmerk soll dabei auf ressourcensparende Ansätze in Strom- und Wärmenutzung bzw. Energiemanagement gelegt werden. Größere Unternehmen können dabei eine wichtige Vorbildfunktion einnehmen, als Aushängeschild für die Vereinbarungen zwischen Stadt und Unternehmen fungieren und damit die Ernsthaftigkeit der Bemühungen unterstreichen.
Zielgruppe	Größere Unternehmen, Industrie
Umsetzungsakteure	Rat der Stadt, Stadt, Unternehmen, Industrie
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekte Effekte
Kosten	Ggf. Aufwand für Öffentlichkeitsarbeit
Anmerkungen	-

A 17	Stromsparwettbewerb für Haushalte
Beschreibung der Maßnahme	<p>Rund ein Viertel des gesamten Stroms wird in Braunschweig in den privaten Haushalten genutzt. Damit haben diese einen großen Anteil am gesamten Stromverbrauch der Stadt.</p> <p>Ein Stromsparwettbewerb für Privathaushalte, bei dem innerhalb eines bestimmten Zeitraumes erzielte Stromsparerfolge prämiert werden, kann als Motivation für häusliche Bemühungen zum Klimaschutz dienen. Mit begleitenden Informationsveranstaltungen können die Möglichkeiten privaten, umweltbewussten Handelns aufgezeigt und besonders vorbildliches Verhalten öffentlichkeitswirksam dargestellt werden.</p>
Zielgruppe	Private Haushalte
Umsetzungsakteure	Stadt, Verbraucherschutzverbände, Presse, Energieberater, Energieversorgungsunternehmen
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittleres Minderungspotenzial, aber Bewusstsein schaffende Maßnahme
Kosten	Geringe Kosten für Werbung, Prämierung. Sponsoring anstreben
Anmerkungen	Begleitende Maßnahmen sind Informationsveranstaltungen, Öffentlichkeitsarbeit und Werbung.

A 18	Energiesparwettbewerb für Schulen
Beschreibung der Maßnahme	<p>Erziehung zu umweltbewusstem und energiesparendem Handeln beginnt schon im frühen Kindesalter. Schulen können hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten. Mit Hilfe eines Wettbewerbs sollen Schüler motiviert werden, Vorschläge zur Energieeinsparung an ihren Schulen zu machen. Ziel ist es, die Schüler für die Thematik zu sensibilisieren und ihnen einen bewussten Umgang mit Energie näher zu bringen. Die Schüler werden anhand ihrer erzielten Einsparungen und der Art und Weise, wie sie diese erreichen, beurteilt. Wenn Schulen ihren Verbrauch an Energie oder Wasser reduzieren, entlasten sie damit zum einen die Umwelt. Zum anderen können mit energiesparendem und Ressourcen schonendem Handeln Kosten gespart werden. Dieses alltagsbezogene und problemlösungsorientierte Lernen, verbunden mit derartigen finanziellen Einsparanreizen, fördert das Engagement der Kinder und somit die Bereitschaft, das Erlernete direkt umzusetzen.</p>
Zielgruppe	Schulen, Schüler
Umsetzungsakteure	Stadt, Schulen, Fördervereine der Schulen, Energieberater, Energieversorgungsunternehmen
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	In den jeweiligen Schulen kann mit Energieeinsparungen von 5% - 10% gerechnet werden. Zudem sind aufgrund von Multiplikatoren-Effekten Einsparungen in privaten Haushalten zu erwarten.

Kosten	- Personalaufwand für Organisation - Kosten für Gewinnprämien, die sich durch Sponsoring minimieren lassen
Anmerkungen	Die Maßnahme kann durch zusätzliche Unterrichtsprojekte in den Schulen begleitet und sollte durch eine entsprechende Pressearbeit flankiert werden. Ggf. ehrenamtliche Mitarbeit durch schulische Fördervereine, Arbeitsgemeinschaften. Checklisten zum Energiesparen an Schulen s. a.: http://www.klimaschutz.de/fileadmin/klimaschutz/inhalte/downloads/ZOOM/Downloads/Checklisten_E-sparen_Schulen.pdf

A 19	Überprüfung der Dienstvorschriften der Stadtverwaltung nach Klimaschutz-Kriterien (z. B. für Autofahrten, Bahncard)
Beschreibung der Maßnahme	Nicht immer begünstigen Dienstvorschriften auch ein klimaschonendes Verhalten der Verwaltungsmitarbeiter. Die Dienstvorschriften der Braunschweiger Stadtverwaltung werden daher auf ihre Klimawirksamkeit hin überprüft. Dies betrifft insbesondere die Bereiche Beschaffung, Dienstfahrten und Energiesparen im Büro. Unter Klimaschutzaspekten ungünstige Dienstvorschriften werden nach Möglichkeit angepasst, fehlende Vorgaben z. B. zum Energiesparen am Arbeitsplatz ergänzt.
Zielgruppe	Mitarbeiter der Stadtverwaltung
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekte Effekte
Kosten	Geringer Personalaufwand
Anmerkungen	-

A 20	Fleischfreier Tag in Kantinen
Beschreibung der Maßnahme	Der gestiegene Konsum von Fleisch stellt eine große Belastung für das Klima dar - annähernd ein Fünftel der Treibhausgasemissionen weltweit geht auf das Konto der Viehzucht. Eine Reduzierung der Fleischproduktion und eine Änderung der damit verbundenen Landnutzung werden als ein wesentlicher Faktor im Kampf gegen den Klimawandel und die globale Erwärmung angesehen. Mit der Einführung regelmäßiger fleischfreier Tage in Kantinen kann ein wichtiger Anstoß zu klimaschutzgerechtem Verbraucherverhalten gegeben werden. Auch gezielte Aktionen zur Hervorhebung von regionalen Produkten stellen eine sinnvolle Ergänzung dar.
Zielgruppe	Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Stadtverwaltung, Hochschulen, Unternehmen, Fachschulen
Umsetzungsakteure	Stadt, Unternehmen, Fachschulen
Status	Neue Maßnahme

Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Einmaliger Fleischverzicht pro Woche führt pro Person zu einer Einsparung von rund 170 Kilogramm CO ₂ im Jahr (Quelle: Weltklimarat).
Kosten	
Anmerkungen	Eine Begleitung durch gezielte Informationskampagnen ggf. in Kooperation mit Fachschulen, Umweltschutz- und Verbraucherschutzverbänden bietet sich an. Siehe auch Wanderausstellung des BUND Niedersachsen „Heimatgenüsse aus Niedersachsen“: www.heimat-braucht-freun.de

P 1	Erarbeitung einer „Leitlinie Klimaschutzgerechte Bauleitplanung“ mittels Bebauungsplänen oder städtebaulicher Verträge
Beschreibung der Maßnahme	<p>Klimaschutz durch eine zielgerichtete Bauleitplanung ist ein wichtiger Teil eines integrierten und umfassenden Klimaschutzkonzeptes einer Gemeinde. Klimaschutzorientierte Bauleitplanung kann dazu beitragen, unnötigen CO₂-Ausstoß zu verringern, indem energetische Aspekte bei der Planung frühzeitige berücksichtigt werden. Bauleitplanung bezieht sich primär auf neue Wohn- und Gewerbegebiete; durch Festsetzung bauleitplanerischer Handlungsziele lässt sich aber insgesamt zu einer klimagerechten (Innen-) Entwicklung der Stadt beitragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch ein kommunales Flächenressourcenmanagement und durch die Reaktivierung innerörtlicher Brachflächen („Innenentwicklung vor Außenentwicklung“). Dies ist in den letzten Jahren zur Handlungsmaxime in Braunschweig geworden und sollte weiterhin berücksichtigt werden. - Kopplung der Siedlungsentwicklung an günstige ÖPNV-Anbindung sowie Förderung des Radverkehrs; - Sicherung und Schaffung wohnortnaher öffentlicher und privater Dienstleistungen (Gesundheit, Bildung, Freizeit, Lebensmittel etc.). - Durchgrünung von Siedlungen durch CO₂-absorbierende Anpflanzung von Bäumen, Sträuchern etc. - Gebäude- und energieeinsparungsbezogene Maßnahmen durch eine lagemäßig effektive Ausrichtung der Gebäude, durch die Nutzung Erneuerbarer Energien und den Einsatz CO₂-sparender Kraft-Wärme-Kopplung etc. (versch. Festsetzungsmöglichkeiten nach BauGB). <p>Die kommunalen Möglichkeiten in Bebauungsplänen oder städtebauliche Verträgen sollten geprüft werden. Entsprechende bauleitplanerische Handlungsziele werden festgesetzt und in einer Leitlinie zusammengefasst, um eine größere Verbindlichkeit zu erzielen.</p>
Zielgruppe	Bauherren, Hausbesitzer
Umsetzungsakteure	Stadt, Rat der Stadt
Status	Neue Maßnahme, da eine entsprechende Leitlinie bisher nicht existiert. Einzelne Aspekte werden bei der Bauleitplanung aber durchaus schon berücksichtigt.
Priorität	Hoch (1)

Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt.
Kosten	Personalkosten für interne Durchführung, bei externer Bearbeitung mind. 20.000 €.
Anmerkungen	-

P 2	Integrierte Stadt- und Verkehrsplanung (ISVP)
Beschreibung der Maßnahme	<p>Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels, des Klimaschutzes und der Klimafolgenanpassung muss sich integrierte, nachhaltige Stadtentwicklung insgesamt stärker als bisher auf die Stabilisierung der gewachsenen Stadtstrukturen und die Innenentwicklung konzentrieren. Die vorhandenen Instrumente der Städtebauförderung, der Wohnraumförderung und der Bauleitplanung müssen hinsichtlich dieser Schwerpunktsetzung weiter entwickelt und stärker miteinander verzahnt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zentren- und schienenorientierte Siedlungsplanung: Um Verkehre zu vermeiden, sind entsprechend des Leitbildes der „Stadt der kurzen Wege“ kompakte, verkehrssarme Siedlungsstrukturen zu erhalten und weiter zu entwickeln, regionale Wirtschaftskreisläufe zu fördern und der PKW-Verkehr innerhalb der Innenstädte und Stadtteilzentren allmählich zurückzudrängen. Siedlungsneubau sollte entlang der Trassen des öffentlichen Verkehrs entstehen, um einen kurzen Zugang zum ÖPNV zu ermöglichen. • Gezielte Funktionsmischung: Eine Nutzungsmischung in Quartieren, welche die Lebensbereiche Wohnen, Freizeit, Arbeit und Bildung an einem Ort zusammenfassen, trägt wesentlich zu einer Vermeidung von Verkehr bei. • Innenentwicklung vor Neubau im Außenbereich (siehe auch Maßnahme P 7) • Städtebauliche und ökologische Aufwertung bestehender Wohn- und Stadtquartiere: Eine Verbesserung des Wohnumfelds und der Wohnqualität in bestehenden städtischen Bereichen ist essentiell. Hierzu gehört auch eine Umgestaltung von Straßen zu Gunsten der Aufenthaltsqualität. • Verkehrsvermeidende Unternehmensansiedlung <p>Eine verstärkte Integration von Siedlungs- und Verkehrsplanung ist dazu die Basis. Diese setzt eine stärkere Abstimmung von Verkehrsplanung, Bauleitplanung, Umweltplanungen und auch Raumordnung (Landes- und Regionalplanung) sowie der regionalen Wirtschaftsförderung voraus. Klimapolitische Ziele müssen bei allen Entscheidungen über den Erhalt und Ausbau der Siedlungs- sowie der Verkehrsinfrastruktur Vorrang haben. Je mehr Maßnahmen zur Vermeidung von motorisiertem Stadtverkehr und zur Verschiebung im Bereich des Modal-Splits beitragen, umso größer wird die Chance, die angestrebten Klimaschutz-Ziele zu erreichen.</p>
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	Stadt

Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt. Durch die Maßnahme wird das Verkehrsaufkommen entscheidend reduziert, das CO ₂ -Minderungspotenzial ist aber je nach Ausgestaltung sehr variabel. Eine Quantifizierung ist aufgrund der Komplexität der Wechselwirkungen der einzelnen raumplanerischen Maßnahmen nicht möglich.
Kosten	Maßnahmenbedingt variabel
Anmerkungen	-

P 3	Verstärkte Einbindung der Bürger in die Stadt- und Verkehrsplanung
Beschreibung der Maßnahme	Die Bürger sind als Hauptnutzer der Verkehrsinfrastruktur stark von einer funktionalen und problembezogenen Stadt- und Verkehrsplanung abhängig. Die Erfahrungen und Wünsche der Verbraucher in ein auf Klimaschutz ausgerichtetes Planungsweisen einzubeziehen ist daher sinnvoll. Ein dauerhaftes Forum oder ein Ansprechpartner für Anregungen der Bürger könnten eine geregelte Kommunikation gewährleisten.
Zielgruppe	Bürger
Umsetzungsakteure	Stadt- und Verkehrsplanung
Status	Vereinzelt bereits umgesetzte Maßnahme, die aber in Hinblick auf Klimaschutzziele vertieft werden sollte.
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Personalaufwand
Anmerkungen	-

P 4	Förderung autofreien Wohnens
Beschreibung der Maßnahme	Die Nutzung privater PKW hat großen Anteil am Ausstoß von CO ₂ , die Förderung von Alternativen hat daher große Relevanz für den Klimaschutz. Die Verringerung der Anzahl der genutzten PKW trägt zudem zu einer Entspannung der Verkehrslage bei. Zu den Instrumenten der Stadt, hier Abhilfe zu schaffen, gehört die Schaffung von Anreizen, auf einen privaten PKW zu verzichten und den öffentlichen Nahverkehr zu nutzen. Die Förderung autofreien Wohnens stellt eine äußerst effektive Möglichkeit dar. Autofreie oder autoarme Siedlungen, in denen die Bewohner auf ein eigenes Auto verzichten, setzen alternative Möglichkeiten der (klimafreundlicheren) Mobilität voraus. Hierzu zählen vor allem eine verstärkte Anbindung des ÖPNV und eine geeignete Fahrradinfrastruktur. Ein Konzept für „Carsharing“ kann unterstützend mit Partnern entwickelt werden (V 25).
Zielgruppe	Verbraucher

Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittleres Minderungspotenzial, aber Vorbildcharakter
Kosten	Standortabhängige Kosten für Anbindung ÖPNV möglich
Anmerkungen	<p>Bisherige Konzepte zum autofreien Wohnen konzentrieren sich i. d. R. auf den Neubau. Die hier in Frage kommenden Flächen sind jedoch im Vergleich zum Bestand gering. Zudem genügen die meisten Gebiete hinsichtlich der Faktoren Mindestgröße, stadträumliche Lage und ÖPNV-Anbindung nicht den überdurchschnittlichen Standortanforderungen, die an autofreie Gebiete zu stellen sind. Unbebaute geeignete Standorte sollten dementsprechend für derartige Konzepte freigehalten werden.</p> <p>Begleitende Maßnahmen sind u. a. Weiterentwicklung und Ausbau des ÖPNV (V 12) und Förderung von Carsharing (V 25).</p>

P 5	Realisierung des Baugebiets „St. Leonhards Garten“ mit Unterschreitung des EnEV-Standards
Beschreibung der Maßnahme	Neue quartiersbezogene Nutzung des Geländes eines ehemaligen Stadtbahndepots mit innovativen Wohnkonzepten. Die Gebäudehüllen der zu errichtenden Wohnbebauung sollen dabei die Anforderungen der Energieeinsparverordnung um mindestens 30% unterschreiten, der Primärenergiebedarf jedes Gebäudes wird auf 60 kWh/m ² •a begrenzt. Das gesamte Quartier wird an das Fernwärmenetz angeschlossen.
Zielgruppe	Bauherren
Umsetzungsakteure	Stadt, Planer, BS ENERGY
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittleres Minderungspotenzial, aber Vorbildcharakter
Kosten	-
Anmerkungen	-

P 6	Realisierung des Baugebiets „Am Buchenberg“ mit optimalen Nutzungsbedingungen für Solarenergie
Beschreibung der Maßnahme	In der Stadt Braunschweig gibt es bereits ein Modellvorhaben zur Nutzung der Solarenergie: Das Baugebiet „Am Buchenberg“ ist das erste Wohnbaugebiet in der Stadt Braunschweig, in dem die städtebauliche Planung konsequent auf die Nutzung solarer Energie ausgerichtet wurde. Lage und Zuschnitt der Grundstücke sowie die Vorschriften bezüglich der Dächer sind bereits bei der städtebaulichen Planung auf eine optimale Nutzung der Solarenergie ausgerichtet worden. Darüber hinaus werden solarthermische Anlagen finanziell gefördert, wenn mindestens

	25 % des Energiebedarfs (Heizung, Warmwasser) durch solarthermische Anlagen gedeckt werden. Mit der Verpflichtung eines Teils der künftigen Bauherren zum Einsatz solarthermischer Anlagen und dem dafür vorgesehenen Kaufpreinsnachlass soll die Realisierung einer für Braunschweig beispielhaften Siedlung ressourcenschonender Einfamilienhäuser gefördert werden.
Zielgruppe	Bauherren
Umsetzungsakteure	Stadt, Planung
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittleres Minderungspotenzial, aber Vorbildcharakter
Kosten	-
Anmerkungen	-

P 7	Städtebauliche Ergänzung von Wohnbebauung in der Innenstadt
Beschreibung der Maßnahme	<p>Die städtebauliche Ergänzung von Wohnbebauung in innerstädtischen Bereichen ist unter Klimaschutzaspekten ein wichtiges stadtplanerisches Instrument. Entsprechende Möglichkeiten sind bei der Planung von Neubauten zu prüfen.</p> <p>Die städtebauliche Ergänzung ist der Planung von Neubaugebieten vorzuziehen. Auch eine Berücksichtigung des demografischen Wandels sollte hierbei erfolgen.</p> <p>Eine behutsame städtebauliche Ergänzung führt zu einer kompakten, energieeffizienten Siedlungsstruktur. Sie verringert den Verkehr, nutzt bereits vorhandene Infrastruktur, verhindert die Zersiedelung der Landschaft und stärkt das soziale Gefüge. Ein Schluss von Baulücken ist im Einzelfall jedoch jeweils abzuwägen gegen den Verlust von Freiräumen und Grünflächen mit ihren wichtigen Funktionen für Klimaökologie und Naherholung. Entsprechende Gehölz- und Grünflächen sind deshalb von vornherein mit einzuplanen.</p> <p>Für eine Mobilisierung der im Innenbereich vorhandenen Baulandpotenziale durch eine maßvolle Ergänzung der Wohnbebauung müssen Kenntnisse über entsprechende Baulücken vorliegen. Die Anlage eines Baulückenkatasters ist deshalb Voraussetzung. Die Fachabteilung wird deshalb beauftragt, erneut die Möglichkeiten zur Anlage eines Katasters zu prüfen.</p>
Zielgruppe	Bauherren
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Maßnahme in der Umsetzung.
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt.
Kosten	Interne Personalkosten
Anmerkungen	-

E 1	Ausbau des Fernwärmenetzes und Erhöhung der Anschlusszahlen
Beschreibung der Maßnahme	Die intensive Nutzung von Fernwärme stellt schon heute mit einem Anteil von 16% des Endenergieverbrauchs ein wichtiges Standbein für den Klimaschutz in Braunschweig dar. Insbesondere im Bereich der Privaten Haushalte und von Industrie und Gewerbe gibt es noch weitere Ausbaupotenziale. Ein wesentliches ist deshalb der weitere Ausbau des Fernwärmenetzes und eine Erhöhung der Anschlusszahlen, bei Bedarf sind auch neue Trassen zu Erschließung zu verlegen. Zur Erreichung eines zuvor festgelegten Zielwertes ist eine gemeinsame Strategie von Stadt und Stadtwerken zum Ausbau der Fernwärme zu verfolgen. Insbesondere bei der Beratung und Gebäudesanierung sollte der Fernwärmeanschluss bzw. -ausbau vorrangig mit berücksichtigt werden. Auch die Gebäudebestände der Wohnungsgesellschaften müssen in diese Strategie eingebunden werden. Langfristige Konzepte für die Umstellung der KWK-Anlagen auf Erneuerbare Energie sollten erstellt werden.
Zielgruppe	Private Immobilienbesitzer, Wohnungsbaugesellschaften, Unternehmen, Kommune
Umsetzungsakteure	BS ENERGY , Stadt
Status	Bereits umgesetzte Maßnahme, die weiter fortgeführt werden soll.
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Hohes CO ₂ -Einsparpotenzial, insbesondere bei der Nutzung Erneuerbarer Energien.
Kosten	Nicht von der Stadt zu tragen.
Anmerkungen	-

E 2	Bau und Inbetriebnahme GuD-Kraftwerk
Beschreibung der Maßnahme	Durch den Neubau einer Gas- und Dampfturbinen-Anlage (erste Inbetriebnahme geplant für Ende 2010, Dauerbetrieb ab 2011) kann BS ENERGY die Stromeffizienz seiner Kraftwerke erheblich steigern. Die Anlage wird eine elektrische Leistung von 75 Megawatt und eine thermische Leistung von maximal 65 Megawatt haben. Zukünftig wird ein Teil des bisher aus Steinkohle erzeugten Kraft-Wärme-Kopplungsstroms von der neuen GuD-Anlage aus Erdgas erzeugt. Der Anteil der Stromproduktion aus Kraft-Wärme-Kopplung in Höhe von heute 35% steigt damit noch einmal erheblich und trägt damit wesentlich zur CO ₂ -Reduktion bei.
Zielgruppe	Stromkunden von BS ENERGY
Umsetzungsakteure	BS ENERGY
Status	Neue Maßnahme; das Kraftwerk befindet sich derzeit im Bau.
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Hohes CO ₂ -Einsparpotenzial, 35.000 t/a nach Angaben von BS ENERGY

Kosten	Nicht von der Stadt zu tragen.
Anmerkungen	-

E 3	Verstärkte Nutzung von dezentralen KWK-Anlagen in öffentlichen Einrichtungen
Beschreibung der Maßnahme	<p>Der gesamte Wirkungsgrad (elektrisch und thermisch) liegt bei KWK-Anlagen meistens im Bereich von 80 bis 90% und ist erheblich höher als die herkömmliche Kombination von lokaler Heizung und zentralem Kraftwerk. Sowohl Biogas als auch Erdgas können in BHKW verwendet werden. In städtischen Gebäuden und anderen öffentlichen Einrichtungen, die nicht mit Fernwärme versorgt werden, werden bei nachgewiesener Wirtschaftlichkeit dezentrale Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen eingebunden. Anwendungsmöglichkeiten bestehen in städtischen Einrichtungen wie Hallenbäder, Schulzentren, Krankenhäusern.</p> <p>Um eine verstärkte Anzahl von KWK-Anlagen in öffentlichen Einrichtungen zu erreichen, sollten durch die Stadt Zielwerte entwickelt werden. Zudem sollte die Ausarbeitung konkreter Contracting-Angebote des Energieversorgers für die Stadt erfolgen. In Braunschweig ist das Portfolio an geeigneten städtischen Liegenschaften allerdings begrenzt. Viele Liegenschaften weisen gerade in den Sommermonaten einen zu geringen Wärmebedarf auf.</p>
Zielgruppe	Stadt, Energieversorgungsunternehmen; Contracting-Nehmer
Umsetzungsakteure	Vereinzelte bereits umgesetzte Maßnahme, die aber vertieft werden sollte.
Status	Hoch (1)
Priorität	Hohes CO ₂ -Einsparpotenzial, durch Kraft-Wärme-Kopplung können jährlich erhebliche CO ₂ -Emissionen vermieden werden, die aber nur im Einzelfall konkretisiert werden können.
Jährlicher Klimaschutzeffekt	<ul style="list-style-type: none"> - Hoher investiver Aufwand; Wirtschaftlichkeit stark vom Strompreis und der BHKW-Laufzeit abhängig. - Personalaufwand für Identifikation geeigneter Liegenschaften und Entwicklung von Zielwerten
Kosten	Stadt, Energieversorgungsunternehmen, Contracting-Nehmer
Anmerkungen	-

E 4	Programm zum verstärkten Einsatz von KWK-Anlagen in privaten Haushalten und im Gewerbe
Beschreibung der Maßnahme	<p>Der gesamte Wirkungsgrad (elektrisch und thermisch) liegt bei KWK-Anlagen meistens im Bereich von 80 bis 90% und ist erheblich höher als die herkömmliche Kombination von lokaler Heizung und zentralem Kraftwerk. In Quartieren, die nicht mit Fernwärme versorgt werden, sollten bei nachgewiesener Wirtschaftlichkeit dezentrale KWK-Anlagen eingebunden werden. Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich auch in privaten Haushalten und in Industrie- und Gewerbeunternehmen. Im Bereich der Energieeffizienzsteigerung und CO₂-Reduktion sind häufig kollektive Lösungen wirkungsvoller als individuelle. Die Stadt sollte daher in</p>

	<p>Kooperation mit BSIENERGY ein Programm zur Erschließung dieser Potenziale initiieren. Dabei sollten geeignete Standorte für Einsatz von KWK-Anlagen systematisch ermittelt und entsprechende Wärmeabnehmer akquiriert werden. Zur Unterstützung ist eine neutrale Einrichtung empfehlenswert, welche die Koordination der Einzelentscheidungen sowie die Kommunikation zwischen den Teilnehmern am Wärmenetz sowie anderen Beteiligten organisiert und zu einer guten Gemeinschaftslösung führt.</p> <p>Um eine verstärkte Nutzung von KWK-Anlagen in privaten Haushalten und im Gewerbe zu erreichen, sollte durch den Energieversorger Zielwerte entwickelt werden. Zudem sollte die Ausarbeitung konkreter Contracting-Angebote des Energieversorgers für Gewerbebetriebe und Wohnungsbaugesellschaften erfolgen.</p>
Zielgruppe	Privaten Immobilienbesitzer, Industrie- und Gewerbeunternehmen
Umsetzungsakteure	Stadt, Energieversorgungsunternehmen
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Hohes CO ₂ -Einsparpotenzial, durch Kraft-Wärme-Kopplung können jährlich erhebliche CO ₂ -Emissionen vermieden werden, die aber nur im Einzelfall konkretisiert werden können.
Kosten	
Anmerkungen	-

E 5	Wärmegewinnung aus Abwasser prüfen
Beschreibung der Maßnahme	<p>Die Stadt Braunschweig betreibt ein weit verzweigtes Kanalnetz. Die im Abwasser enthaltene Wärmemenge wird dabei größtenteils ungenutzt in die Umwelt abgegeben. Diese Energie kann man an vielen Standorten auf relativ einfache Weise effizient zum klimafreundlichen Heizen und Kühlen größerer Gebäude nutzen. Mit Hilfe von Wärmetauschern und Wärmepumpen ist es mittlerweile technisch möglich, die im Abwasser gespeicherte Energie zu entziehen und ganzjährig zur Warmwassererzeugung sowie im Winter zur Raumheizung zu nutzen. Darüber hinaus ist im Sommer auch die Erzeugung von Kaltwasser für Klimaanlage möglich. Das Potenzial für die Energiegewinnung aus Abwasser soll weiter untersucht und im wirtschaftlich sinnvollen Rahmen erschlossen werden. Der Investitionsaufwand zur Installation solcher Anlagen ist recht hoch und es müssen mehrere technische Voraussetzungen erfüllt sein.</p>
Zielgruppe	Öffentliche Einrichtungen wie Schwimmhallen, Krankenhäuser, Sporthallen, Seniorenzentren, Gewerbe- und Industriegebäude, Bürogebäude.
Umsetzungsakteure	Stadt, Stadtentwässerung
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)

Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt durch die Maßnahme. Das CO ₂ -Minderungspotenzial der Abwasserwärmenutzung ist abhängig von dem ersetzten Energieträger und kann zwischen 40 – 60 % liegen. Zusätzliche Einsparungen ergeben sich, wenn Wärmepumpen mit Erneuerbaren Energien angetrieben werden.
Kosten	Für die Stadt Braunschweig fallen Kosten für den Personalaufwand bzw. Beratung durch Externe an. Die Wirtschaftlichkeit einer Abwasserwärmenutzung ist stark abhängig von der Ausgangslage. Synergieeffekte bzgl. der Kosten ergeben sich bei Einbau der Wärmetauscher im Zusammenhang mit einer anstehenden Kanalsanierung. Die Wirtschaftlichkeit verbessert sich, wenn Wärmepumpen zusätzlich zur Kühlung eingesetzt werden. Bei größeren Abnehmern, geeigneter Leitungsführung und Vorlauftemperatur ist die Abwasserwärmenutzung trotz des hohen Investitionsaufwands für die Umsetzung insbesondere vor dem Hintergrund steigender Energiepreise gegenüber konventionellen Erdöl- oder Erdgasheizungen wirtschaftlich interessant.
Anmerkungen	

E 6	Bau- und Nutzungsstandards Energie
Beschreibung der Maßnahme	Mit der 2009 novellierten Energieeinsparverordnung (EnEV) des Bundes existiert aus energetischer Sicht ein neuer Mindeststandard für den Bau und Betrieb von Gebäuden. Ziel der Stadt sollte es sein, bei allen zukünftigen Neubauvorhaben diese gesetzlichen Vorgaben zu übertreffen und einen anspruchsvollen, zukunftsweisenden Neubaustandard zu definieren. Für die Planung, Errichtung und Nutzung städtischer und privater Gebäude sollen deshalb im Rahmen eines Konzeptworkshops Bau- und Nutzungsstandards erarbeitet werden. Der Niedrigenergiestandard stellt dabei die maximale Obergrenze dar. Eigene Liegenschaften der Stadt und ggf. auch durch sie angemietete Liegenschaften sollen diesen Kriterien ebenfalls genügen. Zur Erreichung dieser Ziele ist eine Selbstverpflichtung der Stadt sowie weiterer Akteure notwendig.
Zielgruppe	Stadtverwaltung, Bauherren, Architekten und Planer, Baugewerbe, Wohnungsbaugesellschaften und weitere Bauträger im Stadtgebiet
Umsetzungsakteure	Rat der Stadt, Stadt (div. Organisationseinheiten), Wohnungsbaugesellschaften, städt. Gesellschaften, Kirchen und weitere Bauträger im Stadtgebiet
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Die CO ₂ -Einsparung ist je nach Ausgestaltung der Maßnahme sehr variabel und kann nicht konkretisiert werden. Die Maßnahme trägt aber wesentlich zur CO ₂ -Minderung insbesondere im Bereich der Privaten Haushalte und Stadt inkl. städtischen Gesellschaften bei.
Kosten	Personalaufwand zur Organisation von ämterübergreifenden Konzeptworkshops; Organisations- und Überzeugungsaufwand

	(Verwaltung und Politik) Bei der Umsetzung der Standards ist mit Mehrkosten zu rechnen, die max. 10% über den Kosten zur Einhaltung des EnEV-Standards liegen.
Anmerkungen	Vorbildfunktion für private Bauherren (Multiplikatorenwirkung). Begleitende Maßnahmen sind div. Qualifizierungsprogramme (siehe z. B. E 18), der Aufbau einer regionalen Energie- und Klimaschutzagentur (A 4) und die Einstellung eines Klimaschutzmanagers (A 3).

E 7	Finanzielle Förderung von Gebäudesanierungsmaßnahmen
Beschreibung der Maßnahme	Ziel eines Gebäudesanierungsverfahrens nach energetischen Gesichtspunkten ist die Verbesserung der Gebäudesubstanz sowie eine wirksame Reduzierung des Energiebedarfs. Der Erfolg des Sanierungsverfahrens hängt entscheidend von der Mitwirkungsbereitschaft und der Mitwirkungsmöglichkeit der privaten Gebäudeeigentümer ab. Um diese Bereitschaft zu wecken und zu fördern, gewährt die Stadt Braunschweig im Rahmen der bundes- und landesrechtlichen Bestimmungen für Sanierungsgebiete und der zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel finanzielle Hilfen (Förderung) für geeignete Sanierungsmaßnahmen. Die Förderung sollte sehr gezielt und ergänzend zu den Bundesförderprogrammen erfolgen. Geeignete Maßnahmen sind energetische Sanierungen von Gebäudehüllen, der Energieversorgungssysteme sowie der Beleuchtung. Voraussetzung für eine Förderung ist, dass die geplanten Maßnahmen zuvor definierten energetischen Standards (s. Maßnahme E 6) entsprechen.
Zielgruppe	Mieter, Gebäudeeigentümer, Wohnungsbaugesellschaften
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittleres Minderungspotenzial, aber Vorbildcharakter
Kosten	Maßnahmenbedingt variabel. Vorschlag 400 000 Euro, ggf. durch Klimaschutzfonds
Anmerkungen	Begleitende Maßnahmen sind die Festlegung von Bau- und Nutzungsstandards im Bereich Energie (E 6) und die Einführung eines Klimaschutzfonds (A 8).

E 8	Heizungspumpen-Tausch öffentliche Liegenschaften
Beschreibung der Maßnahme	Das bei Heizungsumwälzpumpe vorhandene Potenzial zum Stromsparen ist oftmals nicht hinlänglich bekannt. Durch den Ersatz alter Heizungspumpen in Wohngebäuden durch die neue Generation von Hocheffizienz-Motorpumpen, die bauartbedingt über deutlich höhere Wirkungsgrade verfügen, lässt sich dieses Einsparpotenzial in den öffentlichen Liegenschaften erschließen. Moderne Umwälzpumpen begnügen sich mit einer

	um ca. 70 % geringeren Leistungsaufnahme bei gleicher hydraulischer Förderleistung. Die Stadt ermittelt das Potenzial an Heizungsumwälzpumpe in den städtischen Liegenschaften, die ersetzt werden können, und veranlasst deren Austausch.
Zielgruppe	Stadt und städtische Nutzer und Mieter
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Vereinzelt bereits umgesetzte Maßnahme, die aber vertieft werden sollte.
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Hohes Einsparpotenzial, pro Pumpe und Jahr etwa 100 kg CO ₂ .
Kosten	Höherer Anschaffungspreis als bei konventionellen Pumpen (ca. 1.000 Euro pro Pumpe). Wirtschaftlichkeit aber in der Regel durch kurze Amortisationszeit gegeben. Die Kostenschätzung für den Austausch der Pumpen in den städtischen Schulen beläuft sich auf ca. 520 000 €.
Anmerkungen	-

E 9	Förderprogramm/ Finanzierung Heizungspumpentausch im Wohnungsbau
Beschreibung der Maßnahme	<p>Mit rund 4 000 bis 6 000 Betriebsstunden pro Jahr sind Heizungsumwälzpumpen das Gerät mit der höchsten Betriebsstundenzahl eines normalen Haushalts. In Haushalten verursachen alte Heizungspumpen rund zehn Prozent des jährlichen Stromverbrauchs, meist mehr als Waschmaschine und Kühlschrank zusammen. Das dadurch vorhandene Potenzial zum Stromsparen ist oftmals nicht hinlänglich bekannt. Durch den Ersatz alter Heizungspumpen in Wohngebäuden durch die neue Generation von Hocheffizienz-Motorpumpen, die bauartbedingt über deutlich höhere Wirkungsgrade verfügen, lässt sich dieses Einsparpotenzial auch im Wohnungsbau erschließen. Moderne Umwälzpumpen begnügen sich mit einer um ca. 70 % geringeren Leistungsaufnahme bei gleicher hydraulischer Förderleistung.</p> <p>Im Bereich des vermieteten Wohnraums besteht für Vermieter allerdings kein ausreichender Anreiz für einen Pumpentausch oder den Einsatz effizienter Pumpen bei Neuinstallationen, da der Vermieter die hohen Stromkosten für den Betrieb alter bzw. ineffizienter Pumpen problemlos über die Nebenkostenabrechnung auf die Mieter umlegen kann. Auch erfolgt der Einkauf der Pumpen in der Regel durch die Heizungshersteller oder Installateure, nicht durch den Endverbraucher. Kauf entscheidend ist deshalb meistens der Produktpreis. Diese Barrieren können durch ein entsprechendes Förderprogramm oder ein Finanzierungskonzept überwunden werden.</p>
Zielgruppe	Mieter, Wohneigentümer, Wohnungsbaugesellschaften
Umsetzungsakteure	Energieversorgungsunternehmen, Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Hohes Einsparpotenzial, pro Pumpe und Jahr etwa 100 kg CO ₂ .

Kosten	Abhängig von Fördersumme, zuzüglich entgangener Deckungsbeiträge aus geringerem Stromabsatz.
Anmerkungen	Die Optimierung der Heizsysteme bietet zusätzliche Umsatz- und Beschäftigungsmöglichkeiten für das lokale Handwerk und stärkt so die Wirtschaft vor Ort.

E 10	Modernisierung von Schulgebäuden
Beschreibung der Maßnahme	<p>Klimafreundliche Gebäude benötigen wenig Energie für Bau und Betrieb. Verbesserungen im Gebäudebestand gehören daher zu den wichtigsten Klimaschutzmaßnahmen, da in diesem Bereich ein sehr hohes Potential zur Energieeinsparung und Reduzierung der CO₂-Emissionen besteht. Die energieeffiziente Sanierung von Schulgebäuden wird seit 2007 verstärkt durch die Bundesregierung gefördert und sollte im Mittelpunkt der städtischen Maßnahmen zur Energieeinsparung im Gebäudebestand stehen. Auf Grundlage einer qualitativen Analyse der energetischen Schwächen und Potentiale der bestehenden Schulgebäuden ist insbesondere der Ersatz veralteter Heizungsanlagen durch moderne Heiztechnik, eine Erneuerung von Fenstern, Dämmung, Erneuerung Beleuchtungsanlagen sowie der Einbau von integralen Lüftungsanlagen anzustreben. Dabei sind energetische Gesamtkonzepte zur Sanierung dem Austausch einzelner Bauteile vorzuziehen.</p> <p>Aufgrund der zu erzielenden Einspareffekte lässt sich durch umfassende Sanierungsmaßnahmen eine Entlastung der Haushalte mit einem wertvollen Beitrag zum Klimaschutz verbinden.</p>
Zielgruppe	Städtische Schulgebäude
Umsetzungsakteure	Stadt, Public-Private-Partnership
Status	Fortgesetzte und für die Folgejahre geplante Maßnahme.
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Durch eine energetische ganzheitliche Schulsanierung kann eine wirtschaftlich sinnvolle Einsparung von über 50% der Heizenergie erzielt werden.
Kosten	Objektabhängig
Anmerkungen	<p>Checklisten zum Energiesparen an Schulen: http://www.klimaschutz.de/fileadmin/klimaschutz/inhalte/downloads/ZOOM/Downloads/Checklisten_E-sparen_Schulen.pdf.</p> <p>Begleitende Maßnahmen sind Anreize Nutzerverhalten Schulen + Kindertagesstätten (A 11) und Schulungsprogramm für städtische Hausmeister (I 13).</p>

E 11	Modernisierung von Kindertagesstätten
Beschreibung der Maßnahme	Siehe Maßnahme E 10. Für die Sanierung von Kindertagesstätten gelten dieselben Grundsätze wie für Schulgebäude.
Zielgruppe	Gebäude der städtischen Kindertagesstätten
Umsetzungsakteure	Stadt, Public-Private-Partnership
Status	Fortgesetzte und für die Folgejahre geplante Maßnahme.
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Hohes Minderungspotenzial
Kosten	Objektabhängig
Anmerkungen	Begleitende Maßnahmen sind Anreize Nutzerverhalten Schulen + Kindertagesstätten (A 11) und Schulungsprogramm für städtische Hausmeister (I 13).

E 12	Modernisierung Gebäudehülle
Beschreibung der Maßnahme	<p>Für eine wirkungsvolle Senkung der Treibhausgasemissionen ist es unter dem Aspekt der Energieeinsparung bei gleichzeitiger Erhöhung der Energieeffizienz zwingend, insbesondere den Gebäudebestand in den Fokus zu nehmen. Nur durch eine Fokussierung auf die CO₂-Einsparpotentiale im Siedlungsbestand können ambitionierte Klimaschutzziele erreicht werden. Der öffentlichen Hand, die im Besitz eines großen Gebäudebestandes ist und zudem viele Gebäude zur Erfüllung öffentlicher Aufgaben nutzt, kommt dabei eine besondere Rolle zu.</p> <p>Fast 20 Prozent aller Kohlendioxid-Emissionen in Deutschland entstammen der Nutzung von Gebäuden. Drei Viertel der Wohngebäude haben ein erhebliches Einsparpotenzial. Die Heiz- und Warmwasserkosten machen den größten Anteil der Wohnnebenkosten aus und belasten Eigentümer- wie Mieterhaushalte.</p> <p>Insbesondere durch Modernisierung und Sanierung von Gebäudehüllen lässt sich verstärkter Einfluss auf Energieeinsparung und Verminderung der CO₂-Emissionen nehmen. Um dieses zu erreichen sind folgende Schritte erforderlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> · gezielte Beratung (s. auch Maßnahme I 2) · gezielte Maßnahmenförderung (s. auch Maßnahme E 7) <p>Denkmalpflegerische und stadtgestalterische Belange werden stärker mit kostengünstigen und Energie sparenden Erneuerungszielen verbunden.</p> <p>Eine Vorreiterrolle kommt bei der Gebäudesanierung den großen städtischen Wohnungsunternehmen zu. Sie sollten zeitnah eine solche Konzeption für ihren Wohnungsbestand vorweisen können.</p>
Zielgruppe	Stadt, Bürger
Umsetzungsakteure	Stadt, Hauseigentümer, Wohnungsbaugesellschaften, öffentliche Einrichtungen, Industrie und Gewerbe
Status	Vereinzelt bereits umgesetzte Maßnahme, die aber vertieft werden sollte.

Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Hohes CO ₂ -Minderungspotenzial
Kosten	Öffentlichen Liegenschaften: Für die Dämmung der obersten Geschossdecken gemäß EnEV 2009 betragen die Kosten ca. 4,7 Mio. Euro.
Anmerkungen	-

E 13	Erneuerung der Heizungen
Beschreibung der Maßnahme	<p>Bei Heizungserneuerungen sollte, wo möglich, der Einsatz von Brennwerttechnik erfolgen. Einzubauen sind ebenfalls moderne Steuerungs- und Regelungstechnik. Ein recht großes Potenzial zur Einsparung von Treibhausgasen liegt weiterhin in der Umstellung von Strom- und Ölheizungen auf Gas oder Erneuerbare Energien (z.B. Holzkessel), möglichst in Verbindung mit Solarthermie. Insbesondere dort, wo sich noch Nachtspeicherheizungen auf Strombasis in Betrieb befinden, sollten die betreffenden Hauseigentümer gezielt angesprochen und beraten werden, um Umstellungsraten, die über den regelmäßigen Erneuerungszyklus hinausgehen, zu erzielen.</p> <p>Zusätzliche Einspareffekte sind durch die Optimierung bestehender Heizungsanlagen, z. B. durch den Einbau eines hydraulischen Abgleich zu erzielen. Hauseigentümer und Handwerksbetriebe sollten zur Erschließung dieser Potenziale motiviert werden. Eine Vorreiterrolle kommt dabei den großen städtischen Wohnungsunternehmen zu. Sie sollten zeitnah eine solche Konzeption für ihren Wohnungsbestand vorweisen können.</p> <p>Hauseigentümer sind hinsichtlich der verschiedenen Möglichkeiten der Anlagenerneuerung zu informieren. Dabei sollte auf entsprechende Beratungsangebote hingewiesen werden.</p> <p>Bei Heizungserneuerungen in städtischen Liegenschaften sollten CO₂-Minderungseffekte gegenüber Kostenaspekten vorrangig berücksichtigt werden.</p>
Zielgruppe	Hauseigentümer, städtische Liegenschaften
Umsetzungsakteure	BS ENERGY, andere Energieversorgungsunternehmen, Stadt, Wohnungsbaugesellschaften
Status	Fortgesetzte Maßnahme.
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Hohes CO ₂ -Minderungspotenzial
Kosten	Vom Gesamtumfang der Erneuerungen abhängig, für die städtischen Liegenschaften liegt keine Aufstellung vor.
Anmerkungen	-

E 14	Thermografie
Beschreibung der Maßnahme	Thermografie ist ein berührungsloses Temperaturmessverfahren, das man zur Feststellung von Wärmeemissionen von Gebäuden nutzen kann. Mit Hilfe dieses Verfahrens lassen sich leicht und kostengünstig Fehlstellen in der Dämmung orten. Die Feststellung solch energetischer Schwachstellen einer Gebäudehülle macht den Sanierungsbedarf anschaulich und stellt eine gute Grundlage für gezielte Sanierungsmaßnahmen dar, die den Wärmeschutz verbessern und somit zu Energieeinsparungen führen. Das Angebot zur Nutzung thermografischer Verfahren sollte erweitert und bekannter gemacht werden.
Zielgruppe	Stadt, Hauseigentümer, Wohnungsbaugesellschaften
Umsetzungsakteure	Stadt, Energieversorgungsunternehmen, Energieberater, Handwerkskammer, IHK
Status	Vereinzelt bereits umgesetzte Maßnahme, die aber vertieft werden sollte.
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Mind. 50.000 € bei Thermalbefliegung (Erfassung der Gesamtstadt), Einzelgebäude zw. 300-800 €.
Anmerkungen	Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) fördert derzeit Thermographie-Aufnahmen in Kombination mit einer ausführlichen Energiesparberatung. (http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energiesparberatung/index.html)

E 15	Energiespar-Contracting für öffentliche Gebäude
Beschreibung der Maßnahme	Energiespar-Contracting ist ein außerordentlich interessantes und erprobtes Instrument, um Einsparpotenziale in den öffentlichen Liegenschaften zu erschließen. Hierbei übernimmt der Contractor entweder die komplette Energiebewirtschaftung (Wärme, Kälte, Kraft, Beleuchtung etc.) von Gebäuden/ Anlagen oder er führt einzelne Maßnahmen zur Energieeinsparung durch. Dies kann z. B. durch Substitution veralteter durch moderne Technik, Veränderung der Laufzeiten von Anlagen oder durch Schulung der Nutzer geschehen. Alle vom Auftragnehmer durchgeführten Energiesparmaßnahmen werden aus der beim Kunden realisierten Energiekosteneinsparmenge finanziert. Energiespar-Contracting sollte überall dort verstärkt eingesetzt werden, wo über direkte Investitionen oder über ein Intracting-Verfahren die vorhandenen Einsparpotenziale aufgrund der engen finanziellen Spielräume nicht erschlossen werden können.
Zielgruppe	kommunale Liegenschaften
Umsetzungsakteure	Stadt, städtische Gesellschaften
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Hoch (1)

Jährlicher Klimaschutzeffekt	Verschiedene Energiespar-Contracting-Projekte des Umweltbundesamtes (UBA) zeigen, dass CO ₂ -Einsparungen von 20 bis 30 Prozent in den öffentlichen Gebäuden ohne zusätzliche Kostenbelastung der öffentlichen Haushalte erreicht werden können.
Kosten	
Anmerkungen	Die Möglichkeiten des Energiespar-Contractings sind dort begrenzt, wo der Energieverbrauch und die Einsparpotenziale eines Gebäudes zu klein sind oder die Nutzung eines Gebäudes großen Schwankungen unterworfen ist. Weitere Probleme ergeben sich durch zusätzliche Schnittstellen, aufwändiges Störfallmanagement und schwierige Abrechnungen des Garantieverbrauchs in der betrieblichen Abwicklung.

E 16	Beleuchtungssanierung in öffentlichen Gebäuden durch effizientere Leuchten, Präsenzregler und Helligkeitssensoren
Beschreibung der Maßnahme	<p>Energetische Sanierungsmaßnahmen an den Beleuchtungsanlagen in öffentlichen Gebäuden führen nicht nur zu einer Reduktion des CO₂-Ausstoßes, sondern auch zu einer deutlichen Reduzierung der Kosten. Durch optimierte Planungen und Verwendung energieeffizienter Technologien lassen sich die Anschlussleistungen meist halbieren, die Qualität verbessern und die Stromkosten reduzieren. Neben dem Einsatz effizienter Technik, insbesondere dem Umrüsten vorhandener Beleuchtungsanlagen auf Energiesparlampen und energiesparender LED, sind tageslichtabhängige Beleuchtungsregelungen, Präsenzregler sowie eine Erweiterung der Gebäudeleittechnik weitere Maßnahmen, die Einsparmöglichkeiten mit sich bringen.</p> <p>Im Rahmen der Klimaschutzinitiative wurden in Braunschweig die Beleuchtung in einem Parkhaus und die Aulabeleuchtung in einer Schule optimiert. Zudem werden fortlaufend kleinere Einzelmaßnahmen, wie z.B. der Einbau von Bewegungsmeldern in Sporthallen, umgesetzt.</p> <p>Die Stadt analysiert zukünftig die Beleuchtungstechnik in ihren Liegenschaften und verpflichtet sich zu einem Aktionsplan einschließlich Erfolgskontrolle. Die Vorgaben der EnEV sollten dabei möglichst unterschritten werden.</p>
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	Rat der Stadt, Stadt, städtische Gesellschaften, öffentliche Einrichtungen
Status	Fortgesetzte Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Grundsätzlich hohes CO ₂ -Einsparpotenzial, allerdings besteht im Rahmen von Bestandssanierungen häufig die Pflicht, die Beleuchtungsstärke auf einen erhöhten Beleuchtungsstandard anzupassen. Aus diesem Grund vermindern sich die Stromeinsparungen.
Kosten	Hoher Personalaufwand für Analyse der Beleuchtungstechnik in sämtlichen Liegenschaften.
Anmerkungen	Möglichkeiten des Contracting sollten geprüft werden. Begleitende Maßnahmen: Weiterentwicklung des städtischen Energiemanagements (A 9), Maßnahmen zur Beeinflussung des Nutzerverhaltens (A 11, A 13, A14, I 12, I 13).

E 17	Energetische Mustersanierung o. Neubau eines öffentlichen Gebäudes
Beschreibung der Maßnahme	<p>Dringend notwendig ist eine Imageaufwertung des nachhaltigen und ökologischen Bauens. Die Stadt sollte daher mit gutem Beispiel vorangehen und in einem beispielhaften Projekt die energetische Mustersanierung einer städtischen Liegenschaft oder eines energetischen Neubaus in die Praxis umsetzen. Für die Planung werden die zuvor festgelegten städtischen Baustandards zugrunde gelegt, die errungenen Einsparungen werden dokumentiert.</p> <p>Neben dem Vorbildcharakter kommunaler Energiesparmaßnahmen und der damit verbundenen Erhöhung der Glaubwürdigkeit des kommunalen Engagements für den Klimaschutz eröffnen sich dabei auch Möglichkeiten zur Einsparung von Haushaltsmitteln.</p>
Zielgruppe	Private Bauherren
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Hohes direktes CO ₂ -Minderungspotenzial; vor allem aber indirekte Effekte durch Vorbildwirkung.
Kosten	Kosten sind im Einzelfall zu ermitteln.
Anmerkungen	-

E 18	Qualifizierung Passivhaus-Bauweise für Handwerker und Architekten
Beschreibung der Maßnahme	<p>Das Bauen in Passivhaus-Bauweise ermöglicht nachhaltige Kosteneinsparungen, da der Energieverbrauch eines Gebäudes minimiert wird. Eine Qualifizierung der örtlichen Architekten und Handwerker aller bauausführenden Gewerke inkl. Gebäudetechnik ist eine wichtige Voraussetzung dafür, in Zukunft mehr Bauvorhaben dieser Art umsetzen zu können.</p> <p>Ein entsprechendes praxisorientiertes Schulungsangebot vermittelt in Form von Weiterbildungen das theoretische und praktische Fachwissen für den Bau von Passivhäusern.</p> <p>Eine Förderung von Weiter- und Ausbildungsmaßnahmen durch die Stadt wäre wünschenswert.</p>
Zielgruppe	Handwerkerschaft, Architekten
Umsetzungsakteure	Handwerkskammer, Architektenkammer, Bildungsträger, Unternehmen, Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Keine städtischen Mittel erforderlich. Ggf. Anschubfinanzierung durch die Stadt: 20 000 €.
Anmerkungen	-

E 19	Anschaffung von Steckerleisten (mit Schalter) für alle Office-Kommunikationsgeräte in kommunalen Büros
Beschreibung der Maßnahme	Office-Kommunikationsgeräte verbrauchen im Standby-Modus unnötige Energie. Ein regelmäßiges Ausschalten der Geräte wird durch den Einsatz von Steckerleisten mit integrierten Netzschaltern erleichtert, weswegen alle Computerarbeitsplätze der Stadtverwaltung hiermit ausgestattet werden.
Zielgruppe	Arbeitnehmer in kommunalen Büros
Umsetzungsakteure	Stadtverwaltung
Status	Vereinzelt bereits umgesetzte Maßnahme, die aber vertieft werden sollte.
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Geringes CO ₂ -Minderungspotenzial
Kosten	Pro Steckerleiste ca. 5->30 € (Größe, Überspannungsschutz bestimmen Preise)
Anmerkungen	-

E 20	Modernisierung der Straßenbeleuchtung
Beschreibung der Maßnahme	Für eine Modernisierung der Straßenbeleuchtung stehen vielseitige Ansätze zur Verfügung. Die Einsparungspotenziale sind innerhalb des Stadtgebietes zu bewerten, um individuelle Lösungen zu finden und eine Balance zwischen Einsparungen, Klimaschutzziele und optimaler Beleuchtung zu gewährleisten. Insbesondere ist im Einzelfall auch zu prüfen, ob eine Reduzierung bzw. ein völliger Verzicht auf eine Beleuchtung möglich ist.
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	Bellis GmbH, Energieversorgungsunternehmen
Status	Geplante Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Ca. 50% Energieeinsparung durch energieeffiziente Straßenbeleuchtung möglich. Von 2008 bis 2012 ist eine sukzessive Senkung des Energieverbrauchs durch Energieeffizienzmaßnahmen auf einen Wert von ca. 12% geplant. Dies entspricht insgesamt einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen um ca. 2 700 Tonnen.
Kosten	
Anmerkungen	Informationen zur Förderung energieeffizienter Straßenbeleuchtung durch das Land Niedersachsen unter www.recht-niedersachsen.de/28000/stabstelle,29100.htm . Weitere Infos: www.strassenlicht.de .

E 21	Energieeffiziente Objektbeleuchtung
Beschreibung der Maßnahme	Eine energieeffiziente Beleuchtung ist für ein zügiges Erreichen der Klimaziele von Bedeutung Energiesparende Beleuchtungsanlagen mit moderner Lichttechnik eröffnen hohe Einsparpotenziale. „Intelligente Beleuchtungssysteme“ zeichnen sich dadurch aus, dass alle Komponenten einer Anlage energieeffizient zu höherer Lichtqualität beitragen. Hierzu zählen langlebige Lampen, effiziente Leuchten mit hoher Lichtausbeute, sparsame Betriebsgeräte sowie ein modernes Lichtmanagement.
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Ca. 50% Energieeinsparung
Kosten	
Anmerkungen	-

R 1	Nutzung Erneuerbarer Energien in städt. Liegenschaften
Beschreibung der Maßnahme	Langfristig müssen Erneuerbare Energien die fossile Energieerzeugung ablösen. Daher sollten auch die städtischen Liegenschaften verstärkt auf die Möglichkeiten zur Nutzung Erneuerbarer Energien hin untersucht werden. Hierunter fällt zum einen die Prüfung des Einsatzes Erneuerbarer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung bei Neubaumaßnahmen nach der EU-Gebäuderichtlinie. Aber auch bei Sanierung städtischer Gebäude sollten Erneuerbarer Energien verstärkt einbezogen werden. Grundlage für diese Maßnahme ist eine Selbstverpflichtung der Stadt zur Umsetzung von EE-Anlagen, die sich als geeignet erwiesen haben. Aufgrund der Vorbildwirkung der Stadt ist in bestimmten Grenzen auch ein noch nicht wirtschaftlicher Mitteleinsatz zu rechtfertigen. - Bereitstellung von geeigneten Dachflächen für Photovoltaik-Anlagen (s. auch R 4) - Neubauten sollen generell die Installation von PV-Anlagen ermöglichen - Nutzung von Solarthermie (s. auch R 5) - Einsatz von Biomasseheizungen (s. auch R 12) - Nutzung von oberflächennaher Geothermie (s. auch R 15)
Zielgruppe	Stadt und ihre Liegenschaften
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Fortgesetzte und verstärkte Maßnahme.
Priorität	Kontinuierliche Umsetzung. Hohe Priorität (1).
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Das CO ₂ -Minderungspotenzial Erneuerbarer Energien hängt davon ab, welche Energietechniken und Energieträger durch die einzelnen regenerativen Systeme substituiert werden.

Kosten	Je nach Energieform können EE-Anlagen ggf. unter Einbeziehung von Fördermöglichkeiten wirtschaftlich sein.
Anmerkungen	In städtischen Liegenschaften werden bereits verschiedene Formen Erneuerbarer Energien genutzt: Wärmepumpen: Sporthalle Lamme; Jugendzentrum Lamme; Kita Broitzem; Biomasse: eine Holzpellet-Anlage an einer Schule; Photovoltaik: diverse Kleinanlagen 1 kWp sowie Großanlagen bis ca. 50 kWpeak auf verpachteten städtischen Dachflächen; Solarthermie: diverse städtische Liegenschaften mit hohem Warmwasser-Bedarf (z. B. Sporthallen, Schwimmbäder)

R 2	Suche nach neuen Windvorranggebieten
Beschreibung der Maßnahme	Windkraft ist eine Technik, mit der sich annähernd emissionsfrei Strom erzeugen lässt. Auf Grundlage des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) ist ein wirtschaftlicher Betrieb auch im Binnenland möglich.
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	ZGB
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Keine städtischen Mittel erforderlich
Anmerkungen	Kontroverse Diskussion insbesondere bzgl. des Landschaftsbildes und Abstandsregelungen

R 3	Ausbau der Windkraft: Repowering der fünf bestehenden Anlagen
Beschreibung der Maßnahme	Das Ersetzen älterer Windkraftanlagen durch neue Technologien verringert meist den CO ₂ -Ausstoß und erhöht die Effizienz der Stromerzeugung. Dabei werden schon vorhandene Infrastrukturen genutzt und so Investitionskosten gegenüber kompletten Neubauten gespart.
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	Betreiber von Windkraftanlagen, (Stadt)
Status	Neue Maßnahme.
Priorität	Hoch (1)
Kosten	Keine städtischen Mittel erforderlich
Anmerkungen	-

R 4	Ausbau Photovoltaik
Beschreibung der Maßnahme	<p>Die Anzahl der installierten Photovoltaikanlagen in Braunschweig sollte erhöht werden. Braunschweig bietet mit dem Vorliegen eines Solardach-Potenzialkatasters sehr gute Voraussetzungen für die Nutzung von Solarenergie. Dennoch spielt die Nutzung dieser Energieform hier eine eher noch geringe Rolle.</p> <p>Die Nutzung von Photovoltaik sowie das Solardach-Potenzialkataster „SunArea“ sollen deshalb stärker beworben werden.</p> <p>Die Stadt mit ihren eigenen Liegenschaften, aber auch andere öffentliche und kirchliche Einrichtungen könnten hier noch stärker mit Vorbildwirkung vorangehen und die Installation entsprechender Anlagen auf ihren Gebäuden forcieren.</p> <p>So sollte bei Neubauten und auch Sanierung öffentlicher Gebäude die Errichtung von Photovoltaikanlagen geprüft bzw. eingeplant werden. Auch für eine spätere Installation sollte bei Neubauten entsprechende Möglichkeiten eingeplant werden.</p> <p>Der Bestand an geeigneten städtischen Dachflächen (Ausnahme Neubau) ist eher gering einzuschätzen, da sich insbesondere hinsichtlich des Denkmalschutzes, der Sanierungsnotwendigkeiten oder der Statik Einschränkungen ergeben.</p>
Zielgruppe	Hauseigentümer, Bauherren, Wohnungsbaugesellschaften, öffentliche Einrichtungen, Kirchen
Umsetzungsakteure	Stadt, Hausbesitzer, städtische Unternehmen, Wohnungsbau-Gesellschaften, öffentliche Einrichtungen, Gewerbe und Industrie, Kirchen
Status	Vereinzelt bereits umgesetzte Maßnahme, die aber vertieft werden sollte.
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittlerer Minderungseffekt.
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> - Hohe Anfangsinvestitionen für die Installation für PV-Anlagen notwendig. Die Stromgewinnung aus Photovoltaik anlagen ist auf Grundlage des Erneuerbaren-Energie-Gesetzes (EEG) wirtschaftlich. - mind. 8 000 bis 10 000 Euro für stärkere Bewerbung des „SunArea“-Katasters und weitere Öffentlichkeitsarbeit
Anmerkungen	<p>Hohe Wertschöpfung durch Unterstützung der örtlichen Handwerkschaft gegeben.</p> <p>Ggf. Anreize für private Hauseigentümer</p>

R 5	Solare Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung
Beschreibung der Maßnahme	<p>Ein großer Teil der in Gebäuden benötigten Energie wird für Heizung und Warmwasserbereitung genutzt. Konventionelle Systeme erzeugen die benötigte Wärme in der Regel mit Hilfe von Durchlauferhitzern (Strom, Gas) oder auch über Zentralheizungen (Gas, Öl, Holz). Die Nutzung solarer Energie dabei ermöglicht es, den Ausstoß von CO₂ und den Stromverbrauch zu verringern. Der jährliche Wasserbedarf kann zu 40 - 60% über eine thermische Solaranlage gedeckt werden.</p> <p>In Liegenschaften der Stadt sind die Nutzungspotentiale für Sonnenkollektoren zu ermitteln, entsprechende Möglichkeiten sollten genutzt werden. Bei Sanierung und Neubau öffentlicher Gebäude mit hohem Warmwasserbedarf (Schwimmballen, Wohnheime, Arbeitsstätten mit Duschanlagen, Sporthallen...) wird die Errichtung von Solaranlagen geprüft. Erweist sich der Bau einer Solarthermieanlage als vorteilhaft, sind die Kosten in das Finanzierungs-konzept des Objektes einzubinden.</p> <p>Die Verbraucher sind durch die Stadt über vorhandene Förderungsprogramme für private Investitionen zu informieren.</p>
Zielgruppe	Städtische Liegenschaften, Hausbesitzer, Wohnungsbau-Gesellschaften, Kirchen
Umsetzungsakteure	Stadt, Hausbesitzer, städtische Unternehmen, Wohnungsbau-Gesellschaften, öffentliche Einrichtungen (z.B. Bäder), Gewerbe und Industrie, Kirchen
Status	Vereinzelt bereits umgesetzte Maßnahme, die aber vertieft werden sollte.
Priorität	Kontinuierliche Umsetzung. Mittlere Priorität (2).
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mindestens 20-30% Energieeinsparung bei entsprechender Exposition.
Kosten	Nur im Einzelfall identifizierbar
Anmerkungen	-

R 6	Fortführung und Erweiterung der Verpachtung städtischer Dächer für solare Nutzung
Beschreibung der Maßnahme	<p>Die solare Nutzung von Dachflächen spielt in Braunschweig bislang eine geringe Rolle. Öffentliche Einrichtungen, aber auch z.B. kirchliche Einrichtungen könnten hier noch stärker mit Vorbildwirkung vorangehen und verstärkt geeignete Dachflächen zur Verpachtung freistellen. Bisher werden 10 Dächer auf städtischen Liegenschaften zur solaren Nutzung verpachtet. Dieses Dächerprogramm sollte fortgeführt und erweitert werden. Die Möglichkeiten der weiteren Verpachtung städtischer Dachflächen für die Errichtung privater Solarstromanlagen (bevorzugt Bürgersolaranlagen) wird daher geprüft. Grundsätzlich sind alle Neubauten sowie Dachflächen nach umfassender Sanierung unter Berücksichtigung von Statik und Denkmalschutz nutzbar. Es empfiehlt sich, die in Frage kommenden städtischen Dächer in einem</p>

	<p>"Dachkataster" zu erfassen. Alle relevanten Angaben wie Neigung, Ausrichtung, Gebäudehöhe und Statik sollten darin aufgelistet werden.</p> <p>Insbesondere sollten kommunale Dachflächen für bürgerschaftliches Engagement („Bürgersolaranlagen“) zur Verfügung gestellt werden. Bürgersolaranlagen haben den Vorteil, dass sich viele Menschen daran beteiligen und so an den wirtschaftlichen Erfolgen partizipieren können.</p>
Zielgruppe	Bürger, Vereine, Unternehmen
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittel
Kosten	Maßnahme dient der Erschließung von Finanzmitteln. Die anfänglichen Kosten zur Prüfung der Dachflächen tragen sich durch spätere Pachteinnahmen.
Anmerkungen	Sowohl die Eigennutzung als auch ähnliche Programme zur Verpachtung für solare Nutzungszwecke durch andere sind auch durch Kirchen, Wohnungsbaugesellschaften, Gewerbe, Industrie sowie Landwirtschaft durchführbar.

R 7	Erstellung eines Katasters vorhandener Solarthermie-Anlagen
Beschreibung der Maßnahme	<p>Im Gegensatz zu PV-Anlagen sind die in Braunschweig vorhandenen solarthermische Anlagen zur Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung nicht zentral erfasst.</p> <p>Um CO₂-Einsparerfolge besser demonstrieren zu können sowie als Datengrundlage für eine regelmäßig fortgeschriebene Energie- und CO₂-Bilanz, wird ein Solarthermie-Kataster angelegt. Dies sollte Angaben über die Anzahl, Größe und Standorte der installierten solarthermischen Anlagen enthalten. Dazu ist zu prüfen, wie Anlagenbetreiber zu einer freiwilligen Meldung bewegt werden können. Unter der Voraussetzung der Kooperation der Eigentümer könnten vorhandene Anlagen auch als Demonstrationsanlagen Interessierten zugänglich gemacht werden.</p>
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Neue Maßnahme.
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> - Kosten für Personalaufwand - Einpflege in ein PC-Programm
Anmerkungen	-

R 8	Qualifizierung Solar-Installateure
Beschreibung der Maßnahme	Das lokale Handwerk kann von einer verstärkten Nachfrage nach Solartechnologie nur profitieren, wenn ausreichende Qualifikationen vorhanden sind. Die Aus- und Weiterbildung von Solar-Installateuren ist daher für die Region wirtschaftlich sinnvoll. Mit einer größeren Angebotsdichte und Konkurrenz wird intensiver beworben und es gibt für die Verbraucher positive Rückkopplungseffekte für Preise und Leistung.
Zielgruppe	lokales Handwerk
Umsetzungsakteure	Handwerkskammer, IHK
Status	Vereinzelt bereits umgesetzte Maßnahme, die aber vertieft werden sollte.
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Keine städtischen Mittel erforderlich, ggf. Anschubfinanzierung von 5 000 € durch die Stadt.
Anmerkungen	-

R 9	Demonstrationsanlage Photovoltaik in öffentlichem Raum mit hoher Aufmerksamkeit
Beschreibung der Maßnahme	Eine auf öffentlichen Liegenschaften der Stadt gebaute Photovoltaikanlage kann durch die Dokumentation der produzierten Strommenge mit Hilfe eines öffentlich zugänglichen Zählers, als Vorzeigeprojekt auf die Effektivität der Nutzung von solarer Energie hinweisen. Geeignet sind hierfür möglichst publikumsnahe Dachflächen.
Zielgruppe	Potenzielle Nutzer von Solarenergie
Umsetzungsakteure	Stadt, Kooperation mit örtlichen Anbietern
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittlerer Einspareffekt, aber Vorbildcharakter
Kosten	Ab ca. 5000 €
Anmerkungen	-

R 10	Prüfung der Nutzung von Photovoltaik auf Gebäuden der ALBA
Beschreibung der Maßnahme	Große Dachflächen, wie sie auf den Betriebsgebäuden der ALBA Braunschweig GmbH zu finden sind, bieten sich grundsätzlich für eine solare Nutzung an. In Zusammenarbeit mit dem FB Gebäudemangement sollte eingehender geprüft werden, ob Photovoltaik auf diesen Flächen zum Einsatz kommen kann. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sollten hierfür abgesteckt werden.
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	ALBA Braunschweig GmbH, Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Keine städtischen Mittel erforderlich.
Anmerkungen	-

R 11	Potenzielle Standorte für regenerative KWK-Anlagen ermitteln
Beschreibung der Maßnahme	Bioenergie ist ein klimafreundlicher Energieträger und hat den Vorteil, dass sie nahezu jederzeit verfügbar vorliegt und somit einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit leistet.
Zielgruppe	Energieversorger, Landwirte
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Nicht von der Stadt zu tragen. Weiterführende Analyse des Stadtgebiets hinsichtlich Standort aber erforderlich.
Anmerkungen	-

R 12	Einsatz von Biomasseheizungen
Beschreibung der Maßnahme	<p>Holz ist ein wichtiger nachwachsender Rohstoff. Während seines Wachstums nimmt Holz die gleiche Menge CO₂ auf, wie bei Verrottung oder Verbrennung wieder abgegeben werden. Die thermische Verwertung von Holz gilt darum als CO₂-neutral. In Braunschweig ist in städtischer Verantwortung bereits eine Pelletanlage im Gebäude des Gymnasiums Raabeschule in Stöckheim im Contracting-Verfahren realisiert worden. Insgesamt wird der Energieträger Holz in Braunschweig bislang aber nur unzureichend genutzt, der Einsatz von Holzbrennstoffe auch in gewerblichen und privaten Heizanlagen erfolgt nur in Einzelfällen als Alternative zu den fossilen Energieträgern Öl und Gas.</p> <p>Holzhackschnitzelheizungen lassen sich bei Neubauten, beispielsweise zur Nahwärmeversorgung von Neubaugebieten, bei Sanierungsvorhaben bestehender Gebäude im Wohnungsbau, in städtischen Liegenschaften oder anderen Sektoren nutzen. Die Möglichkeiten hierzu sollten geprüft werden.</p>
Zielgruppe	Hauseigentümer, Bauherren, Wohnungsbaugesellschaften, öffentliche Einrichtungen, Kirchen, Energieversorgungsunternehmen
Umsetzungsakteure	Stadt, Hausbesitzer, städtische Unternehmen, Wohnungsbau-Gesellschaften, öffentliche Einrichtungen, Gewerbe und Industrie, Kirchen
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Das CO ₂ -Minderungspotenzial Erneuerbarer Energien hängt davon ab, welche Energietechniken und Energieträger durch die einzelnen regenerativen Systeme substituiert werden.
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> - Personalaufwand für Identifikation geeigneter Liegenschaften - Investitionskosten sind im Einzelfall zu prüfen - Beratungsleistungen für Bürger
Anmerkungen	Holzhackschnitzelanlagen stellen vor dem Hintergrund steigender Preise für fossile Energien eine gute wirtschaftliche Alternative dar. Holzheizkraftwerke erfordern zwar höhere Anfangsinvestitionen, ein sorgfältige Planung und Dimensionierung der technischen Systeme machen aber eine wirtschaftliche Strom- und Wärmeerzeugung möglich. Die jeweiligen Kosten werden bestimmt durch die baulichen Voraussetzungen, dem Wärmeabsatz und anderen Faktoren. Die Nutzung eigener Holzbestände ist dabei als besonders günstig einzuordnen. Verschiedene Förderprogramme des Bundes und der EU helfen weiterhin, Kosten zu sparen.

R 13	Betrieb eines Holzenergiehofes mit Aufbereitung von (Rest-)Holz aus der Region für Holzhackschnitzel, Pellets und Scheitholz
Beschreibung der Maßnahme	<p>Holz ist ein wichtiger nachwachsender Rohstoff. Während seines Wachstums nimmt Holz die gleiche Menge CO₂ auf, wie bei Verrottung oder Verbrennung wieder abgegeben werden. Die thermische Verwertung von Holz gilt darum als CO₂-neutral. Eine Nutzung dieser regional verfügbaren Bioenergie ist heute für fast jeden Einsatzbereich durch praxiserprobte Konzepte und Serientechnik mit hohem technologischem Standard möglich. Möglichkeiten für den Einsatz von Holz als Energieträger bieten sich beispielsweise in der Nahwärmeversorgung von Neubaugebieten, bei Sanierungsvorhaben im Wohnungsbau, in Gewerbegebieten sowie in Großanlagen unter kommunaler Regie.</p> <p>In Braunschweig wird der Energieträger Holz bislang nur unzureichend genutzt, der Einsatz von Holzbrennstoffe in kommunalen, gewerblichen und privaten Heizanlagen erfolgt nur in Einzelfällen als Alternative zu den fossilen Energieträgern Öl und Gas.</p> <p>Durch den Betrieb eines Holzenergiehofes, auf dem Schwachhölzer und Waldresthölzer, die bislang keiner wirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden können, zu Holzhackschnitzeln und Scheitholz aufbereitet werden, kann die Angebotspalette bei den Holzbrennstoffen erweitert und damit die Attraktivität zu deren Nutzung gesteigert werden. Die Organisation eines Holzenergiehofes als Sozialprojekt unter Einbindung von Langzeitarbeitslosen bietet sich an.</p>
Zielgruppe	Stadt, private Haushalte, städtische Unternehmen, öffentliche Einrichtungen, Landwirtschaft, Wohnungsbauunternehmen
Umsetzungsakteure	Stadt, Forstwirtschaft oder Privatwirtschaft
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Invest und Betrieb durch Privatunternehmen
Anmerkungen	Holzhackschnitzelanlagen stellen vor dem Hintergrund steigender Preise für fossile Energien eine gute wirtschaftliche Alternative dar. Holzheizkraftwerke erfordern zwar höhere Anfangsinvestitionen, eine sorgfältige Planung und Dimensionierung der technischen Systeme machen aber eine wirtschaftliche Strom- und Wärmeerzeugung möglich. Die jeweiligen Kosten werden bestimmt durch die baulichen Voraussetzungen, dem Wärmeabsatz und anderen Faktoren. Die Nutzung eigener Holzbestände ist dabei als besonders günstig einzuordnen. Verschiedene Förderprogramme des Bundes und der EU helfen weiterhin, Kosten zu sparen.

R 14	Strombezug: Bezug von Ökostrom für kommunale Liegenschaften
Beschreibung der Maßnahme	Als Ökostrom wird elektrischer Strom bezeichnet, der auf ökologisch vertretbare Weise aus Erneuerbaren und umweltschonenden Energiequellen hergestellt wird. Der Bezug von Ökostrom verbessert indirekt die CO ₂ -Bilanz einzelner Liegenschaften, als Großabnehmer hat eine Kommune aber durch den flächendeckenden Bezug von Ökostrom auch einen wesentlichen Einfluss auf den gesamten Strommix des jeweiligen Energieversorgungsunternehmens. Darüber hinaus nimmt die Stadt eine wesentliche Vorbildfunktion gegenüber anderen Stromabnehmern ein. Als Zuschlagskriterium sollte ein Nachweis des Anbieters festgelegt werden, dass er tatsächlich in den Bau neuer Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien investiert. Dies ist z. B. gewährleistet bei Ökostrom-Anbietern, die mit dem „Grüner Strom Label“ ausgezeichnet sind. Die Stadt Braunschweig bezieht seit 2009 zu 60% Ökostrom für die kommunalen Liegenschaften, ab 2011 werden 100% des kommunalen Stromverbrauchs durch Ökostrom abgedeckt. Auch über die bestehenden Konzessionsverträge hinaus sollte dies fortgesetzt werden.
Zielgruppe	Kommunale Liegenschaften
Umsetzungsakteure	Rat der Stadt, Stadt
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittleres CO ₂ -Minderungspotenzial
Kosten	In Braunschweig belaufen sich die Mehrkosten auf unter 1% gegenüber Strom aus konventioneller Erzeugung, dies sind ca. 23 000 €.
Anmerkungen	Um eine Leuchtturmfunktion zu erzielen, sollten der Bezug von Ökostrom durch die Stadt sowie die Hintergründe hierzu deutlich und regelmäßig nach außen kommuniziert werden. Eine solche deutliche Positionierung ist förderlich, um einen Nachahmungseffekt bei der Bevölkerung und anderen Strombeziehern zu erzielen.

R 15	Nutzung von oberflächennaher Geothermie
Beschreibung der Maßnahme	Geothermie ist eine erneuerbare Energiequelle, die von klimatischen Einflussfaktoren weitestgehend unabhängig ist. Das Stadtgebiet Braunschweig ist generell zur Nutzung von Geothermie geeignet. Die oberflächennahe Geothermie kann dezentral und individuell genutzt werden. In ihren eigenen Liegenschaften nutzt die Stadt Braunschweig bislang drei Wärmepumpen-Anlagen: in der Sporthalle Lamme, im Jugendzentrum Lamme und in der Kita Broitzern. Auf Grundlage des Erneuerbaren-Energie-Gesetzes (EEG) können Förderprogramme für geothermische Bauvorhaben in Anspruch genommen werden. Die Verfügbarkeit dieser Förderungen und Möglichkeiten der Finanzierung für Umbaumaßnahmen sind öffentlich bekannter zu machen, um auch die private Nutzung zu verstärken.

Zielgruppe	Hausbesitzer, öffentliche Liegenschaften, Unternehmen, Wohnungsbaugesellschaften
Umsetzungsakteure	Stadt, Kooperation mit Handwerk, Hausbesitzer, Wohnungsbau-Gesellschaften, Unternehmen
Status	Vereinzelt bereits umgesetzte Maßnahme, die aber vertieft und von der Stadt unterstützt werden sollte.
Priorität	Kontinuierliche Umsetzung
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Erdwärmesonden zur Wärmeversorgung privater Haushalte können zwischen 100 und 200 t CO ₂ /a einsparen.
Kosten	Insbesondere bei Neubauten kann die Nutzung von Erdwärme zum Heizen und Kühlen von Gebäuden im Vergleich mit konventionellen Heizsystemen mit Holz, Kohle oder Öl lohnend sein. Investitionskosten vergleichsweise hoch, die laufenden Kosten (für Stromverbrauch der Wärmepumpe) dagegen sind gering. Unter Beachtung der Einbaukosten betragen die Gesamtinvestitionen für Erdwärmekollektoren jeweils ca. 15 000 bis 20 000 Euro. Auch mit steigenden Öl- und Gaspreisen wächst der wirtschaftliche Vorteil einer Geothermieanlage. Insgesamt fallen die durch den Betrieb der Erdwärmeheizung entstehenden Heizkosten im Vergleich zu konventionellen Heizungen 50 bis 70 Prozent niedriger aus. Wirtschaftlichkeit ist an eine ausreichende Wärmedämmung geknüpft.
Anmerkungen	Projektinfo „Erdwärme für Bürogebäude nutzen“ des BINE Informationsdienstes unter www.bine.info . Hemmnisse bestehen in dem relativ großen Flächenbedarf für Einzelanlagen, hohe Anfangsinvestitionskosten, bestimmten geographische Einschränkungen (z. B. Wasserschutzgebiete).

R 16	Prüfung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit von Tiefen-Geothermie veranlassen
Beschreibung der Maßnahme	<p>Unter Tiefengeothermie versteht man geothermische Energie, die aus einer Tiefe von über 400 Metern gewonnen wird. Ab einer Temperatur von 100°Celsius kann aus der gewonnenen Wärme auch Strom produziert werden. Nutzbare Temperaturen werden in Deutschland meist erst in erheblich größeren Tiefen erreicht. Nutzbare Gesteinsschichten weisen eine poröse Struktur auf und speichern selber Wasser oder sind als Zirkulationsmedium geeignet. Im Gegensatz zur oberflächennahen Geothermie müssen für die Nutzung der Tiefengeothermie damit besondere geologische Verhältnisse mit hohen geothermischen Gradienten vorliegen. Nur ein Teil der in der Erdkruste gespeicherten Wärme kann tatsächlich genutzt werden (technisches Erzeugungspotenzial). Darüber hinaus sind die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (wirtschaftliches Potenzial) zu berücksichtigen.</p> <p>Die Erschließung der Erdwärme in den tieferen Schichten des Erdmantels ist aufwändiger und mit höheren Bohrkosten verbunden. Tiefengeothermie findet daher überwiegend in geothermischen Großanlagen Anwendung.</p> <p>Voraussetzung für eine Bohrung ist eine umfangreiche Exploration bzw. geophysikalische und geologische Voruntersuchungen des jeweiligen Standortes, um das Fündigkeitsrisiko zu minimieren. Bei</p>

	der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit hat darüber hinaus die Abnehmerstruktur eine hohe Priorität. Die Stadt lässt an einzelnen Standorten die wirtschaftliche Nutzbarkeit von tiefeingeothermischen Anlagen prüfen.
Zielgruppe	Private Investoren
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Neue Maßnahme.
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt durch die Maßnahme selbst, Tiefengeothermie bietet aber hohe CO ₂ -Einsparpotenziale.
Kosten	Die Erschließung der Erdwärme in den tieferen Schichten des Erdmantels ist mit sehr hohen Investitionskosten (insbes. hohe Bohrkosten) verbunden. Sie eignet sich daher nicht zu privaten Nutzung, und findet überwiegend in geothermischen Kraftwerken Anwendung. Hohes Fündigkeitsrisiko.
Anmerkungen	Die Exploration und Erschließung nutzbarer Gebiete ist mit hohem planerischem und finanziellem Aufwand verbunden.

V 1	Umweltorientiertes Verkehrsmanagement (UVM)
Beschreibung der Maßnahme	<p>Der motorisierte Straßenverkehr trägt in erheblichem Maße zu den CO₂- und Schadstoffemissionen in der Luft bei. Mit Hilfe eines effektiven Umweltorientierten Verkehrsmanagements lässt sich der Verkehr durch Lenken und Verlagern situationsgerecht und effizient so beeinflussen, dass kritische Grenzwertüberschreitungen vermieden werden und die Luftschadstoffbelastung insgesamt gesenkt wird. Dazu werden in einem zentralen System jeweils aktuell aus umfangreichen Verkehrsdaten sowie die gemessenen Schadstoffemissionen in jedem Abschnitt des betrachteten Straßennetzes erfasst. Diese werden mit aktuellen oder prognostizierten meteorologischen Daten verrechnet und zur Steuerung des Verkehrsflusses in entsprechende Verkehrsmanagement-Maßnahmen (z. B. Lichtsignalsteuerung) umgesetzt.</p> <p>Eine Weiterentwicklung des Umweltorientierten Verkehrsmanagementsystems Braunschweig ist geplant. Der Aufbau eines umweltorientierten Verkehrsmanagements muss alle Verkehrsteilnehmer mit einbeziehen. Ziel muss es sein, die umweltfreundlichsten Verkehrsmittel Fahrräder und Fußgänger zu bevorzugen. Daher sollte in Zukunft in jedem Fall eine stärkere Berücksichtigung des Rad- und Fußgängerverkehrs erfolgen. Das Ziel des UVM muss eine Verbesserung der Mobilität, bei Reduzierung des Motorisierten Individualverkehrs (MIV) sein. Ein alleiniger Fokus auf eine Verflüssigung des MIV zieht erfahrungsgemäß zusätzliche Fahrzeuge auf diese „gut fließenden Streckenabschnitte“. Eine derartige Attraktivierung des MIV geht mit Emissionserhöhung einher und ist somit kontraproduktiv.</p>
Zielgruppe	Verkehrsteilnehmer
Umsetzungsakteure	BELLIS GmbH, Stadt
Status	Fortgesetzte Maßnahme

Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekte Effekte, maßnahmebedingt lokal hohe Einsparungseffekte möglich.
Kosten	Jährliche Kosten für Betrieb, Systempflege und ggf. Erweiterung des bestehenden Systems
Anmerkungen	-

V 2	Förderung klimafreundlicher Mobilität
Beschreibung der Maßnahme	<p>Vor allem der motorisierte Individualverkehr trägt erheblich zu einer hohen CO₂-Belastung bei. In Braunschweig beträgt der Anteil des motorisierten Individualverkehrs an den gesamten Treibhausgasemissionen rund 24%.</p> <p>Als Grundlage für Maßnahmen im Verkehrsbereich, die auf eine wirksame Reduzierung der CO₂-Emissionen abzielen, sollte ein Grundsatzentschluss zur nachhaltigen Stärkung der öffentlichen Verkehrsmittel sowie des Rad- und Fußgängerverkehrs gefasst werden. Die Förderung klimafreundliche Mobilität besitzt ein sehr hohes CO₂-Reduktionspotenzial, daneben wird außerdem die Aufenthaltsqualität in Quartieren gesteigert, indem der öffentliche Raum aufgewertet wird.</p> <p>Alle verkehrspolitische Maßnahmen im Bereich Mobilität und Stadtplanung sollten daher zu einer Steigerung der Attraktivität der Nutzung klimafreundlicher Verkehrsmittel beitragen, so dass eine hohe Lebensqualität in der Stadt garantiert werden kann und die Klimaschutzziele erreicht werden.</p>
Zielgruppe	Bürgerinnen und Bürger, Verkehrsteilnehmer
Umsetzungsakteure	Rat der Stadt, Stadt, Verkehrs-AG, Bahn AG
Status	Maßnahme in Umsetzung
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	<p>Verlagerungspotenziale im Bereich Fußverkehr eher gering, aber langfristig sind positive Klimaschutzeffekte zu erwarten, da eine gute Fußgängerinfrastruktur dazu beiträgt, den generellen Umstieg auf emissionsärmere Verkehrsmittel zu fördern.</p> <p>Sehr hohe CO₂-Reduktionspotenziale bestehen bei Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs, da durch diesen ein Großteil der PKW-Fahrten mit einer Länge von unter fünf Kilometer substituiert werden können.</p>
Kosten	Indirekte Effekte, maßnahmebedingt variabel
Anmerkungen	<p>Ergänzung zu den Maßnahmen des Luftreinhalte- und Aktionsplans.</p> <p>Weitere begleitende Maßnahmen sind solche zur Schaffung von unterstützenden siedlungsstrukturellen Bedingungen (siehe z.B. Integrierte Stadt- und Verkehrsplanung (P 2)) und eine Kampagne für klimafreundliche Mobilität (I 7).</p>

V 3	Neubau von Radwegen
Beschreibung der Maßnahme	<p>Das Fahrradwegenetz in Braunschweig ist entsprechend seines Potenzials an Umweltentlastung verstärkt zu entwickeln und gezielt für Berufsverkehr, Einkaufs- und Freizeitverkehr attraktiv zu gestalten.</p> <p>Zudem ist Braunschweig in das bestehende Fernradwegenetz einzubinden. Dabei handelt es sich um beschilderte Routen, die vorrangig dem Fahrradtourismus dienen.</p>
Zielgruppe	Radfahrer
Umsetzungsakteure	Stadt, Land, Bund
Status	Geplante Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Hoher CO ₂ -Minderungseffekt. Einsparung von ca. 140 g CO ₂ für jeden Kilometer, der mit dem Rad anstatt mit dem PKW gefahren wird.
Kosten	Die Kosten für den Neubau von Radwegen belaufen sich im Mittel auf ca. 220 € pro Meter. Die genauen Kosten können hiervon je nach baulicher Ausgestaltung variabel abweichen, so dass dieser Wert nur als Anhaltspunkt zu sehen ist.
Anmerkungen	In den Maßnahmen des Luftreinhalte- und Aktionsplans enthalten. Verbesserungen der Radverkehrsinfrastruktur führen zu der Erzeugung eines fahrradfreundlichen Klimas in der Stadt Braunschweig und verstärken die Nutzung des klimafreundlichen Verkehrsmittels Fahrrad.

V 4	Intensivierung des Deckenerneuerungsprogramm Radwege
Beschreibung der Maßnahme	<p>Die Oberfläche eines Radweges hat entscheidenden Anteil an der Befahrungsqualität und damit am Nutzungskomfort der Radwege. Gute Radwege werden intensiver genutzt und der PKW-Individualverkehr nimmt ab. Die Qualität der Radwege ist kontinuierlich zu überprüfen und Verbesserungen sind durchzuführen. Der Umfang der Deckenerneuerungsmaßnahmen sollte vergrößert werden, um dem Anspruch einer verstärkten Förderung klimafreundlicher Mobilität gerecht werden zu können. Eine Erneuerung der Radwegedecken von mindestens 10 km jährlich wird empfohlen.</p> <p>Im Einzelfall sollte geprüft werden, ob bei Radwegen, die durch Wurzelaufbrüche beschädigt sind, eine Verlegung, ein Rückbau oder Ersatz durch einen Radfahrstreifen sinnvoller ist.</p>
Zielgruppe	Radfahrer
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Maßnahme in der Umsetzung, die verstärkt werden sollte.
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Hoher CO ₂ -Minderungseffekt. Einsparung von ca. 140 g CO ₂ für jeden Kilometer, der mit dem

	Rad anstatt mit dem PKW gefahren wird.
Kosten	
Anmerkungen	Verbesserungen der Radverkehrsinfrastruktur führen zu der Erzeugung eines fahrradfreundlichen Klimas in der Stadt Braunschweig und verstärken die Nutzung des klimafreundlichen Verkehrsmittels Fahrrad.

V 5	Aus- und Umbau der Radverkehrsinfrastruktur
Beschreibung der Maßnahme	<p>Zahlreiche der Braunschweiger Radwege stammen noch aus den 60er und 70er Jahren und entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen an ein modernes Radverkehrsnetz. Sie sind teilweise zu schmal, sind unstetig oder weisen starke Verschwenkungen auf. Radwegenden sind häufig nicht ausreichend gesichert. Einige Radwege wurden nur provisorisch mit weißen Linien von den Gehwegen abgetrennt (z. B. Petristraße), auf anderen Radwegen bleibt bei gleichzeitiger Nutzung als Parkraum nicht ausreichend Platz zum Radfahren (z. B. Am Hohen Tore, Salzdahlumer Straße, Alter Pippelweg). Eine Verbesserung von Straßenquerungen für Radfahrer (z. B. Kurt-Schumacher-Straße) sollte erfolgen.</p> <p>Bei allen Straßenbaumaßnahmen im Netz der Hauptverkehrsstraßen sollte eine stärkere Priorisierung des Radverkehrs erfolgen. So sollte es z. B. an Ampelanlagen Vorrangschaltungen für Radfahrer geben.</p> <p>Es ist in jedem Fall nachzuweisen, inwieweit Möglichkeiten zur Verbesserung der Radfahrbedingungen untersucht wurden. Stadt, Politik, Polizei und Verbände erarbeiten zusammen eine Prioritätenliste, in die alle erforderlichen Um- und Ausbaumaßnahmen zusammengestellt werden. Die Wichtigkeit der einzelnen Maßnahmen wird nach den Kriterien Sicherheit, Qualitätsgewinn und Bedeutung der Strecke für den Radverkehr bewertet. Für jede Strecke, die umgebaut werden soll, wird jeweils individuell die optimale Führungsform für den Radverkehr ermittelt.</p> <p>Als Ziel sollte definiert werden, dass jährlich mindestens 5 km Radwege, die nicht mehr dem Stand der Technik entsprechen, um- oder rückgebaut und durch andere Führungsformen ersetzt werden. Grundlage sollten die „Empfehlungen für Radverkehrsanlagen“ (ERA 09) der FGSV sein.</p>
Zielgruppe	Radfahrer
Umsetzungsakteure	Stadt, Politik, Polizei und Verbände
Status	Maßnahme in der Umsetzung, die verstärkt werden sollte.
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Hoher CO ₂ -Minderungseffekt. Einsparung von ca. 140 g CO ₂ für jeden Kilometer, der mit dem Rad anstatt mit dem PKW gefahren wird.
Kosten	

Anmerkungen	Verbesserungen der Radverkehrsinfrastruktur führen zu der Erzeugung eines fahrradfreundlichen Klimas in der Stadt Braunschweig und verstärken die Nutzung des klimafreundlichen Verkehrsmittels Fahrrad.
--------------------	--

V 6	Fahrradstraßen
Beschreibung der Maßnahme	<p>Fahrradstraßen sind ein verkehrsplanerisches Mittel um den Radverkehr in seiner Stellung gegenüber dem motorisierten Verkehr zu stärken. In Bereichen in denen Fahrradverkehr dominiert oder in Zukunft dominieren soll, sind Fahrradstraßen sinnvoll. Fahrradstraßen können mit zusätzlicher Beschilderung für andere Fortbewegungsmittel freigegeben werden, sind in der Regel aber nur für den Radverkehr vorgesehen.</p> <p>Die Fahrradstraßen in Braunschweig haben sich bewährt. Hier wird der Radverkehr sicher und komfortabel geführt, für viele Braunschweiger ein Grund häufiger aufs Fahrrad zu steigen. Es sollten weitere Fahrradstraßen ausgewiesen werden. Zudem sollten die Fahrradstraßen höchste Priorität beim Winterdienst haben.</p>
Zielgruppe	Radfahrer
Umsetzungsakteure	Stadt, Politik, Polizei und Verbände
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	<p>Kurzfristig geringe, aber langfristig hohe CO₂-Einsparungen sind zu erwarten.</p> <p>Einsparung von ca. 140 g CO₂ für jeden Kilometer, der mit dem Rad anstatt mit dem PKW gefahren wird.</p>
Kosten	
Anmerkungen	Verbesserungen der Radverkehrsinfrastruktur führen zu der Erzeugung eines fahrradfreundlichen Klimas in der Stadt Braunschweig und verstärken die Nutzung des klimafreundlichen Verkehrsmittels Fahrrad.

V 7	Öffnung weiterer Einbahnstraßen für den Radverkehr in Gegenrichtung
Beschreibung der Maßnahme	<p>Die Öffnung von Einbahnstraßen für den Radverkehr in Gegenrichtung hat sich in Braunschweig bewährt und ist ein wichtiger Baustein zur Förderung des Radverkehrs.</p> <p>Aus diesem Grund sollten weitere Einbahnstraßen, insbesondere in der Innenstadt für den Radverkehr geöffnet werden (z. B. Kuhstraße, Klint, Ölschlägern, Hinter Liebfrauen, Mummetwete, Schützenstraße, Kannengießerstraße, Höhe, Am Gaußberg etc.).</p>
Zielgruppe	Radfahrer
Umsetzungsakteure	Stadt, Politik, Polizei und Verbände

Status	Geplante Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Kurzfristig geringe, aber langfristig hohe CO ₂ -Einsparungen sind zu erwarten. Einsparung von ca. 140 g CO ₂ für jeden Kilometer, der mit dem Rad anstatt mit dem PKW gefahren wird.
Kosten	
Anmerkungen	Verbesserungen der Radverkehrsinfrastruktur führen zu der Erzeugung eines fahrradfreundlichen Klimas in der Stadt Braunschweig und verstärken die Nutzung des klima-freundlichen Verkehrsmittels Fahrrad.

V 8	Aufstellung weiterer Fahrradständer (ca. 450 Stück) in der Innenstadt
Beschreibung der Maßnahme	Die jährlichen Zählungen des ADFC in der Innenstadt zeigen, dass dort noch ca. 450 Fahrradständer fehlen. Diese sollten kurzfristig aufgestellt werden. An den Schulen und anderen städtischen Einrichtungen sind in der Regel veraltete Fahrradständer vorhanden, die ein sicheres Abstellen und Anschließen des Fahrrades nicht erlauben. Diese veralteten Fahrradständer sollten kurzfristig durch moderne Fahrradabstellanlagen ersetzt werden. Auch viele Supermärkte und Geschäfte verfügen über unzureichende oder gar keine Fahrradständer. Hier sollte die Stadt in Zusammenarbeit mit der IHK und dem Arbeitsausschuss Innenstadt (AAI) Anreize schaffen, gute und hochwertige Fahrradabstellanlagen zu errichten.
Zielgruppe	Radfahrer
Umsetzungsakteure	Stadt, Arbeitsausschuss Innenstadt (AAI), Handel
Status	Fortgesetzte Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt, Maßnahme hat aber große Auswirkung auf Attraktivität des Radverkehrs.
Kosten	Vergleichsweise geringe Kosten
Anmerkungen	Verbesserungen der Radverkehrsinfrastruktur führen zu der Erzeugung eines fahrradfreundlichen Klimas in der Stadt Braunschweig und verstärken die Nutzung des klimafreundlichen Verkehrsmittels Fahrrad.

V 9	Einrichtung von Schließfachanlagen für Fahrradfahrer und ÖPNV-Nutzer für die Zwischenlagerung von Einkäufen
Beschreibung der Maßnahme	Fahrradfahrer und Fußgänger haben keinen abschließbaren Kofferraum. Aus diesem Grund sollten zentral in der Innenstadt Fahrradboxen und Schließfächer aufgestellt werden, die es erlauben, Einkäufe zwischen zu lagern. Möglicher Standort wäre z. B. die Fahrradabstellanlage am Domplatz. Für den Entwurf einer gestalterisch hochwertige Lösung könnte ein Wettbewerb für Studierenden der Fachrichtung Architektur der TU Braunschweig ausgelobt werden.
Zielgruppe	Radfahrer
Umsetzungsakteure	Stadt, Handel
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt, Maßnahme hat aber große Auswirkung auf Attraktivität des Radverkehrs.
Kosten	- Personalaufwand für Planung - Kosten für Sachmittel
Anmerkungen	Verbesserungen der Radverkehrsinfrastruktur führen zu der Erzeugung eines fahrradfreundlichen Klimas in der Stadt Braunschweig und verstärken die Nutzung des klimafreundlichen Verkehrsmittels Fahrrad.

V 10	Tempolimit in der Innenstadt
Beschreibung der Maßnahme	Durch die Einführung eines Tempolimits von 30 km/h in der Braunschweiger Innenstadt könnte der CO ₂ -Ausstoß und der Ausstoß von Luftschadstoffen reduziert werden. In einer Studie des Umweltbundesamtes wird aufgezeigt, dass durch Geschwindigkeitsreduzierungen die Verkehrssicherheit zunimmt, die Lärmbelastung abnimmt und die Trennwirkung der Straßen reduziert wird. Die direkte Folge ist, dass die Bürger häufiger Rad fahren oder zu Fuß gehen. Es ist zu beobachten, dass in Straßen mit geringeren Geschwindigkeiten mehr Rad gefahren wird und mehr Leute zu Fuß gehen. Ein weiterer Vorteil der geringeren Geschwindigkeiten ist, dass die Fahrbahnbreiten reduziert werden können und so den Fußgängern mehr Raum zur Verfügung steht. Auch in Braunschweig ist zu beobachten, dass die Tempo-30 Zonen bei den Radfahrern sehr beliebt sind. Die Einführung eines Tempolimits in der Innenstadt stellt deswegen einen wichtigen Baustein bei der Förderung klimafreundlicher Mobilität dar.
Zielgruppe	Radfahrer und Fußgänger
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Vereinzelt bereits umgesetzte Maßnahme, die aber vertieft werden sollte.
Priorität	Mittel (2)

Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittleres CO ₂ -Einsparpotenzial
Kosten	Personal- und Sachmittel für Beschilderung
Anmerkungen	Ziel aller Maßnahmen im Bereich Straßenverkehr sollte die Erzeugung eines fahrradfreundlichen Klimas in der Stadt Braunschweig sein, um die Nutzung des klimafreundlichen Verkehrsmittels Fahrrad zu verstärken.

V 11	Verbesserung der Akzeptanz vorhandener P+R-Anlagen
Beschreibung der Maßnahme	Durch die Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf den öffentlichen Personennahverkehr bestehen erhebliche CO ₂ -Minderungspotenziale. Für eine Erleichterung des Umstiegs auf den ÖPNV sollte das Angebot an Park- and Ride-Anlagen stetig ausgebaut werden. Neben der Ermittlung von Angebotsdefiziten und ggf. Maßnahmen zur Angebotsverbesserung könnten z. B. auch dynamische Hinweistafeln für den Straßenverkehr auf P&R-Anlagen hierzu beitragen.
Zielgruppe	Verkehrsteilnehmer
Umsetzungsakteure	Stadt, Verkehrs-AG
Status	Fortgesetzt Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittlere CO ₂ -Einspareffekte
Kosten	Maßnahmebedingt variabel
Anmerkungen	-

V 12	Weiterentwicklung und Ausbau des ÖPNV
Beschreibung der Maßnahme	<p>Eine angestrebte Verbesserung des Modal Split zugunsten umweltverträglicher Verkehrsmittel und einer Verringerung des Individualverkehrs muss mit einer Anpassung des ÖPNV-Angebots einhergehen.</p> <p>Dazu sollten alle Möglichkeiten genutzt werden, die Attraktivität des ÖPNV zu erhöhen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung des Stadtbahnnetzes • Möglichkeiten der ÖPNV-Beschleunigung voll ausnutzen • Höhere Taktfrequenzen • Verdichtung des ÖPNV-Netzes • Attraktive Fahrpreisgestaltung • weitere Verbesserung des Fahrkomforts (insbesondere für gehingeschränkte Menschen und Kinderwagen) • Höhere Benutzerfreundlichkeit bei Gestaltung der Fahrpläne • Erleichterte Mitnahme von Fahrrädern • Einsatz von kleineren Bussen im Innenstadtbereich, die in kürzeren Taktzeiten fahren • Angebot von Spezialtickets (s. V 14)
Zielgruppe	Verkehrsteilnehmer

Umsetzungsakteure	Stadt, Verkehrs-AG
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Maßnahmebedingt variables CO ₂ -Einsparpotenzial (gering bis hoch), je nachdem, wie es gelingt, die ÖPNV-Nutzerrate zu erhöhen und gleichzeitig den PKW-Anteil am Modal Split zu reduzieren.
Kosten	Maßnahmenbedingt variabel, Kosten aber tendenziell hoch.
Anmerkungen	Die Ausgestaltung dieser Maßnahme sollte unter Einbindung aller relevanten Akteure (siehe V 13 "Runder Tisch ÖPNV") geschehen. Begleitende Maßnahmen sollten solche zur Vermeidung des MIV sein aus dem Bereich Stadtplanung (z. B. Integrierte Stadt- und Verkehrsplanung (P 2)) und zur Förderung des Rad- und Fußgängerverkehrs sein.

V 13	Einrichtung "Runder Tisch ÖPNV", Einbindung aller relevanten Akteure
Beschreibung der Maßnahme	Zur Ausgestaltung einer klimafreundlichen Mobilität im Bereich ÖPNV sollte die Stadt Braunschweig einen „Runden Tisch“ einsetzen, bei dem Vertreter von Verbänden, Verwaltungen, des Rates der Stadt, Forschung und Wirtschaft, der Verkehrsbetriebe, Schulen und Unternehmen über den öffentlichen Personennahverkehr diskutieren und künftige Anpassungsmaßnahmen zur Verbesserung des ÖPNV in Braunschweig erarbeiten können.
Zielgruppe	ÖPNV-Nutzer
Umsetzungsakteure	Stadt (Planung), Rat der Stadt, Verkehrs-AG, Schulträger, Schulen, Fahrgastbeiräte, Fahrgastverbände, relevante Verkehrs- und Umweltverbände
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt. Die Stärkung und Erhöhung der Akzeptanz des ÖPNV ist aber ein zentraler Bestandteil des Klimaschutzkonzeptes, von daher kommt dieser Maßnahme eine hohe Bedeutung für die mögliche Einsparung von CO ₂ zu.
Kosten	Ca 2 000 Euro pro Jahr
Anmerkungen	-

V 14	Spezialtickets ÖPNV
Beschreibung der Maßnahme	Um eine verstärkte Nutzung des ÖPNV zu fördern, ist eine Erweiterung des Angebots an Spezialtickets als „Klimaschutztickets“ sinnvoll. Zielgruppen könnten z. B. Menschen sein, die Einkäufe tätigen oder Kino- bzw. Theaterbesucher. So ist z. B. die Möglichkeit einer kostenlosen oder stark preisreduzierten ÖPNV-Nutzung bei Einkäufen in der Stadt zu prüfen (vergleichbar dem von Parkhäusern). Ähnlich wie bei dem Rabattsystem bei Parktickets für Pkw-Parkplätze, wären hier Teilvergütungen von ca. 50 Cent für Bustickets möglich. Kooperationen mit Einzelhändlern und kulturellen Einrichtungen sind anzustreben. Verschiedene Service- und Rabattangebote gehören seit langem zum Standard, lassen sich aber weiter verbessern, z.B. auch durch übertragbare ÖPNV-Jahresabonnements, vereinfachte Fahrradmitnahme, Kombinationsangebote mit BahnCard etc.
Zielgruppe	ÖPNV-Nutzer
Umsetzungsakteure	Verkehrs-AG, Kulturelle Einrichtungen, Einzelhandel
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Geringer direkter CO ₂ -Minderungseffekt. Die Stärkung und Erhöhung der Akzeptanz des ÖPNV ist aber ein zentraler Bestandteil des Klimaschutzkonzeptes, von daher kommt dieser Maßnahme eine hohe Bedeutung für die mögliche Einsparung von CO ₂ zu.
Kosten	Kosten sind nicht von der Stadt zu tragen
Anmerkungen	-

V 15	Stärkere Bewerbung des Jobtickets für städtische Angestellte
Beschreibung der Maßnahme	Der individuelle Berufsverkehr kann vom ÖPNV entschieden entlastet werden. Über offensiv vertriebene und gut zugeschnittene Fahrkartenangebote können Kunden gewonnen und CO ₂ -Emission aus dem Individualverkehr verringert werden. In Braunschweig wird seit Januar 2003 ein Jobticket für die Beschäftigten der Stadtverwaltung angeboten. Die Nutzungsrate soll weiter erhöht werden, zu diesem Zwecke wird das Jobticket stärker beworben.
Zielgruppe	Städtische Angestellte
Umsetzungsakteure	Stadt, Braunschweiger Verkehrs-AG
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt. Die Stärkung und Erhöhung der Akzeptanz des ÖPNV ist aber ein zentraler Bestandteil des Klimaschutzkonzeptes, von daher kommt dieser Maßnahme eine hohe Bedeutung für die mögliche Einsparung von CO ₂ zu.
Kosten	Kosten für verwaltungsinterne Werbung

Anmerkungen	-
--------------------	---

V 16	Ausbau der Bereitstellung von Dienstfahrrädern
Beschreibung der Maßnahme	Klimaschonende Mobilität auf Kurzstrecken und besonders in der Innenstadt ist am effektivsten mit dem Fahrrad realisierbar. Für derartige kurze Fahrten stellt die Stadt Dienstfahrräder zur Verfügung, wenn sie für eine Nutzung innerhalb der Arbeitszeiten (Botengänge etc.) sinnvoll sind.
Zielgruppe	Städtische Angestellte
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittlerer CO ₂ -Minderungseffekt. Einsparung ist abhängig von der Auslastung, generell gilt aber, dass ca. 140 g CO ₂ für jeden Kilometer, der mit dem Rad anstatt mit dem PKW gefahren wird, eingespart werden.
Kosten	Vergleichsweise geringe Investitionskosten und Kosten für Wartung und Unterbringung, insbes. im Vergleich zur Anschaffung von Dienst-PKW. Ggf. können Fahrräder aus dem Bestand des Fundbüros rekrutiert werden.
Anmerkungen	-

V 17	Dienstreisemanagement: Förderung der Nutzung klimaschonender Verkehrsmittel bei Dienstreisen
Beschreibung der Maßnahme	Richtlinien zur Nutzung von klimaschonenden Verkehrsmitteln bei Dienstreisen, die zu umweltbewusstem Handeln verpflichten, sind zu erstellen und gemäß den gesetzten Klimaschutzziele weiterzuentwickeln.
Zielgruppe	Verwaltungsmitarbeiter
Umsetzungsakteure	Stadtverwaltung
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittleres Minderungspotenzial, aber Vorbildcharakter
Kosten	Nicht-investive Maßnahme
Anmerkungen	-

V 18	Modernisierung des Fahrzeugbestandes der Stadt
Beschreibung der Maßnahme	Es erfolgt laufend eine weitere Verjüngung des städtischen Fuhrparks. Bei Neu- bzw. Ersatzbeschaffung von Personenkraftfahrzeugen wird auf verbrauchsarme Fahrzeuge und bei Nutzkraftfahrzeugen auf Erdgasfahrzeuge (Stadtreinigung/ Grünflächenamt) zurückgegriffen. Erdgas betriebene Fahrzeuge emittieren weniger CO ₂ und andere Gase als vergleichbare Diesel getriebene Systeme. Über günstigere Kraftstoffpreise und geringere Automobilsteuern können Kosten eingespart werden. Eine Umrüstung der Fahrzeuge ist durchzuführen. Die Entwicklungen alternativer Antriebssysteme (z. B. Hybrid) werden beobachtet und ggf. in Erwägung gezogen.
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	Stadt, alle Ämter, insbes. Stadtreinigung/ Grünflächenamt
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Signifikante Verbrauchsminderung möglich, damit hohes CO ₂ -Minderungspotenzial.
Kosten	Maßnahmebedingt je nach Umfang variabel
Anmerkungen	Informationen für Unternehmen zur Optimierung ihres Fuhrparks im VCD Leitfaden »Effizienter Fuhrpark - kostengünstig, umweltschonend, zukunftssicher« (http://www.vcd.org/leitfaden_effizienter_fuhrpark.html)

V 19	Modernisierung des Fahrzeugbestandes der Verkehrs-AG
Beschreibung der Maßnahme	Es erfolgt laufend eine weitere Verjüngung der Fahrzeugflotte der Verkehrs AG. Insbesondere bei Neu- bzw. Ersatzbeschaffung von Fahrzeugen, ist die Anschaffung von Erdgasfahrzeuge und solchen mit klimaschonenden Antriebstechniken zu erwägen.
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	Verkehrs-AG
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Signifikante Verbrauchsminderung möglich, damit hohes CO ₂ -Minderungspotenzial.
Kosten	Kosten sind akteursseitig zu tragen
Anmerkungen	Informationen für Unternehmen zur Optimierung ihres Fuhrparks im VCD Leitfaden »Effizienter Fuhrpark - kostengünstig, umweltschonend, zukunftssicher« (http://www.vcd.org/leitfaden_effizienter_fuhrpark.html)

V 20	Modernisierung des Fuhrparks der ALBA
Beschreibung der Maßnahme	Es erfolgt laufend eine weitere Verjüngung der des ALBA-Fuhrparks. Insbesondere bei Neu- bzw. Ersatzbeschaffung von Fahrzeugen, ist die Anschaffung von Erdgasfahrzeuge und solchen mit klimaschonenden Antriebstechniken zu erwägen.
Zielgruppe	-
Umsetzungsakteure	ALBA Braunschweig GmbH
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Signifikante Verbrauchsminderung möglich, damit hohes CO ₂ -Minderungspotenzial.
Kosten	Keine städtischen Mittel erforderlich.
Anmerkungen	Informationen für Unternehmen zur Optimierung ihres Fuhrparks im VCD Leitfaden »Effizienter Fuhrpark - kostengünstig, umweltschonend, zukunftssicher« (http://www.vcd.org/leitfaden_effizienter_fuhrpark.html)

V 21	Bauleitplanung für eine klimafreundliche Mobilität
Beschreibung der Maßnahme	Bereits bei der Entwicklung städtebaulicher Entwürfe sowie bei deren Umsetzung in Bebauungsplänen lassen sich wesentliche Voraussetzungen für eine klimafreundlicher Mobilität schaffen. Dabei sind im Sinn einer „Stadt der kurzen Wege“ insbesondere bei der Planung neuer Wohn- und Gewerbegebiete die Prioritäten bei einer gute ÖPNV-Anbindung zu setzen. Gute Bedingungen für Fußgänger- und Radverkehr, eine ausgewogene Nutzungsmischung sowie geringe räumliche Distanzen zwischen den verschiedenen Funktionsbereichen der Stadt (Wohnen, Arbeiten, Versorgung, Bildung, Dienstleistungen, Freizeit) erhöhen die Attraktivität und die Nutzung klimafreundlicher Verkehrsmittel und führen somit zu einer Verringerung des motorisierten Verkehrs. Insbesondere, aber eben nicht nur, im Innenstadtbereich sind schwache Verkehrsteilnehmer (Radfahrer, Fußgänger) zu bevorzugen. Die Zerschneidung der Innenstadt durch große Straßen (wie z. B. am Bohlweg) sollte vermieden werden.
Zielgruppe	Bürgerinnen und Bürger
Umsetzungsakteure	Rat der Stadt, Stadt, Architekten
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Keine direkten Kosten

Anmerkungen	Neue polyzentrische Strukturen sind erst bei erheblichem finan- ziellem und planerischem Einsatz erreichbar. Darüber hinaus steht einer baulichen (Nach-)Verdichtung der Wunsch vieler nach einem Leben im Grünen entgegen. Nachhaltige Erfolge bei bereits be- stehenden Stadtstrukturen können insgesamt nur langfristig über mehrere Jahrzehnte hinweg erwartet werden.
--------------------	---

V 22	Fahrradaktion des Klinikums
Beschreibung der Maßnahme	Das Klinikum Braunschweig motiviert seine Mitarbeiter zur Nut- zung von Fahrrädern über ein eigens eingerichtetes Internetportal, das der Dokumentation der von den einzelnen Mitarbeitern mit dem Fahrrad zurückgelegten Kilometer dient. Ergänzend werden weitere Angebote zur komfortablen Nutzung von Fahrrädern an- geboten. [http://www.klinikum-braunschweig.de/870.0.html] . Die Aktion wird fortgeführt.
Zielgruppe	Mitarbeiter des Klinikums
Umsetzungsakteure	Klinikum Braunschweig
Status	Maßnahmen in der Umsetzung
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittlerer CO ₂ -Minderungseffekt. Einsparung von ca. 140 g CO ₂ für jeden Kilometer, der mit dem Rad anstatt mit dem PKW gefahren wird.
Kosten	Keine städtischen Mittel erforderlich.
Anmerkungen	Unternehmerische Initiative mit Beispielcharakter

V 23	Teilnahme am Wettbewerb "Die fahrradfreundlichsten Arbeit- geber"
Beschreibung der Maßnahme	Der Bundesdeutsche Arbeitskreis für Umweltbewusstes Manage- ment (B.A.U.M.) e.V. möchte mit dem Wettbewerb die fahrrad- freundlichsten Arbeitgeber in Deutschland suchen und auf das Fahrrad als umweltfreundliches Verkehrsmittel aufmerksam ma- chen. Der Wettbewerb richtet sich insbesondere an Unternehmen, aber auch an Behörden und sonstige Einrichtungen mit mindes- tens 10 Mitarbeitern. Eine hohe Beteiligung in Braunschweig ist anzustreben.
Zielgruppe	Beschäftigte
Umsetzungsakteure	Wirtschaftsförderung, Unternehmen
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Mittlerer CO ₂ -Minderungseffekt. Einsparung von ca. 140 g CO ₂ für jeden Kilometer, der mit dem Rad anstatt mit dem PKW gefahren wird.
Kosten	Kosten für interne Werbung

Anmerkungen	Bislang mangelnder Bekanntheitsgrad bei Unternehmen. Informationen zum Wettbewerb unter www.fahrrad-fit.de .
--------------------	---

V 24	Fahrrad-Route „Klimafreundliches Braunschweig“
Beschreibung der Maßnahme	Einrichtung von einer (oder mehreren) Fahrradrouten an Orte, wo Klimaschutz sichtbar wird. Bürgerinnen und Bürger sowie Besucher sollen „erfahren“ können, wie und wo Energie in Braunschweig klimafreundlich erzeugt und genutzt wird. Ziel sollte sein, die Vielfältigkeit von Projekten in Braunschweig, die zum Klimaschutz beitragen, aufzuzeigen. Hierzu ist die Ausarbeitung einer entsprechenden Route, eine Ausschilderung entlang der Fahrstrecke, die Aufstellung von Tafeln mit genauen Informationen an den Zielorten sowie eine begleitende Öffentlichkeitsarbeit vorzusehen.
Zielgruppe	Radfahrer
Umsetzungsakteure	Stadt, Stadtmarketing, ADFC
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Kosten für Schilder, Öffentlichkeitsarbeit und Personalaufwand
Anmerkungen	-

V 25	Unterstützung von Carsharing
Beschreibung der Maßnahme	Carsharing ist ein Konzept, um PKW effektiver zu nutzen, Kosten zu sparen und die Umwelt zu schonen. Dazu steht im Stadtgebiet ein Kontingent von PKW zur Verfügung, auf die von der Carsharing-Gemeinschaft zugegriffen werden kann. Für die einzelnen Nutzer treten so nur Kosten auf, wenn sie einen PKW tatsächlich nutzen. Insgesamt führen derartige Konzepte zu einer Entlastung der Umweltbelastungen durch Individualverkehr. Die Anzahl der Carsharing-Autos müsste deutlich erhöht werden durch die Gewinnung von mehr Teilnehmenden sowohl aus dem Kreis der gewerblichen als auch der privaten Nutzer. Entsprechende Carsharing-Anbieter werden von der Stadt unterstützt.
Zielgruppe	Bürgerinnen und Bürger, Gewerbetreibende
Umsetzungsakteure	Carsharing-Anbieter, Stadt
Status	Geplante Maßnahme. In Braunschweig bietet die Drive-Carsharing GmbH in Zusammenarbeit mit dem Carsharing der Deutschen Bahn Carsharing an.
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Reduzierung des MIV-Anteils am Modal Split. Das CO ₂ -Minderungspotenzial hängt primär vom Nutzerverhalten ab und lässt sich deshalb nicht quantifizieren. Kurzfristig sind jedoch

	geringe CO ₂ -Einsparungen zu erwarten.
Kosten	Keine direkten Kosten
Anmerkungen	[www.carsharing.de]; [www.carsharing-braunschweig.de/carsharingbraunschweig.html] Ergänzend sollte die Vermittlung von privaten Mitnutzungsverträgen angestoßen, die Nutzung von Mitfahrzentralen und nachbarschaftliches Autoteilen gefördert werden [z. B. www.mitfahrzentrale.de].

I 1	Einrichtung einer zentralen Energie- und Bauherrenberatungsstelle
Beschreibung der Maßnahme	<p>In Braunschweig gibt es verschiedene Angebote der Energieberatung (z. B. von BS ENERGY, der Handwerkskammer, der IHK). Diese sind aber teilweise nicht genügend bekannt und miteinander vernetzt; für eine umfangreiche Beratung in der Breite sind diese Angebote nicht ausreichend.</p> <p>Die Einrichtung einer zentralen und unabhängigen Beratungsstelle ist daher ein wichtiger Bestandteil des Klimaschutzkonzeptes der Stadt Braunschweig. Ein entsprechendes Konzept sollte entwickelt werden und in den kommenden Jahren nach und nach umgesetzt werden. In den kommenden Jahren soll die Beratungsstelle eine feste Institution in der Stadt werden. Die städtische Beratungsstelle sollte in erster Linie der Initialberatung dienen, ggf. über Förderungsangebote der Stadt informieren und für eine eingehendere Fachberatung die Vermittlung an andere Beratungsbüros bieten.</p> <p>Die Beratung soll zu zwei Schwerpunktbereichen erfolgen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vermittlung von Informationen über Energieeinsparung in privaten Haushalten, umweltfreundliche Haustechnik, energieeffizientes Nutzerverhalten und Klimaschutz im Alltag: Bürger sollen sich hier zu den Themen Energie sparen und Energieeffizienz im Haushalt informieren können. - Gezielte Beratung und Information von Bauherren und Hauseigentümer zur Verminderung der CO₂-Emissionen bei Gebäudeerhaltung und -modernisierung: <p>Mangelnde Kenntnis und begrenzte Investitionsmittel führen beim Verbraucher häufig zu Unsicherheit und Fehlentscheidungen. Zur Erreichung von Einsparzielen sind insbesondere im Gebäudebereich deshalb Beratung und andere Hilfestellungen insbesondere im Vorfeld einer Bautätigkeit von größter Wichtigkeit.</p> <p>Wichtige Themen sind die Verwendung umweltfreundlicher Energieträger und Baustoffe beim Bau von Wohn-, Gewerbe- und Industriegebäuden sowie Energie sparender Bauweise im Sinne von Niedrigenergiehäusern. Insbesondere soll der Einsatz von umweltschonenden Heizungssystemen, Blockheizkraftwerken (BHKW), Brennstoffzellen- oder Solaranlagen unterstützt werden.</p> <p>Hauseigentümer sollen zur Verminderung der CO₂-Emissionen bei Gebäudeerhaltung und -modernisierung beraten werden. Hier wird vor allem eine Beratung zu energetisch optimalen Sanierungsmaßnahmen (z.B. Wärmedämmung), zur Erstellung</p>

	<p>von Energieausweisen und rechtlichen Rahmenbedingungen erfolgen. Eine Einbindung des Denkmalschutzes sollte erfolgen, sinnvoll ist dabei eine Beratung zur Vereinbarkeit von Denkmalschutz/ Fassadenerhaltung und energetischer Sanierung. Das Angebot soll zudem eine beratende Prüfung von Handwerkerangeboten, die Vermittlung fachkundiger Ingenieurbüros sowie Informationen zu Förderungsmöglichkeiten umfassen. Bei der Vermarktung städtischer Grundstücke zum Zweck der Bebauung soll diese Beratung obligatorisch sein.</p> <p>Maßgeblich für die Beratung sind die zu beschließenden „Bau- und Nutzungsstandards Energie“ (E 6). Eine enge Kooperation mit der „Beratungsstelle Planen – Bauen – Umwelt“ der Stadtverwaltung muss gegeben sein.</p> <p>Zusätzlich zu der persönlichen Vor-Ort-Beratung könnte die Energieberatungsstelle für die Einrichtung einer Internet-Plattform verantwortlich sein (s. Maßnahme I 11), die das Einholen allgemeiner Informationen zu den Beratungsthemen ermöglicht.</p>
Zielgruppe	Bürger der Stadt, Hauseigentümer, Institutionen, Vereine
Umsetzungsakteure	Stadt, EnerMaTec GmbH, Handwerkskammer, IHK, Landwirtschaftskammer, Energieberater, Verbraucherzentrale, Mieterschutzverein
Status	Neue Maßnahme. In Braunschweig gibt es vereinzelte Angebote zur Energieberatung, eine zentrale Anlaufstelle unter städtischer Regie gibt es bislang aber nicht.
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> - Die Beratung selbst muss über die Beteiligung der einzelnen Akteure abgedeckt werden. - Es wird mit einem städtischen Anteil von ca. 120 000 € pro Jahr für Personal, Koordination und Öffentlichkeitsarbeit gerechnet. - In den ersten zwei Jahren ist von zusätzlichen Entwicklungskosten auszugehen.
Anmerkungen	Die Beratungszeit sollte mindestens 20 Stunden pro Woche betragen. Eine begleitende Maßnahme sollte die Einführung eines städtischen Internetportals zum Klimaschutz (I 11) sein.

I 2	Wiederansiedlung einer Verbraucherzentrale in Braunschweig
Beschreibung der Maßnahme	Die Verbraucherzentralen Niedersachsen sind unabhängige, gemeinnützige Organisationen, die ein vielfältiges Informations- und Beratungsangebot in klimaschutzrelevanten Themenfeldern anbieten. Die Ansiedlung einer Verbraucherzentrale in Braunschweig ist daher eine äußerst sinnvolle Ergänzung zu einer städtischen Energieberatung und sollte unter Klimaschutzaspekten von der Stadt unterstützt werden. Kooperationsmöglichkeiten zur Finanzierung des Energieberatungsangebots sollten geprüft werden.
Zielgruppe	Bürgerinnen und Bürger
Umsetzungsakteure	Verbraucherzentralen Niedersachsen e. V.

Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Beteiligung in Höhe von ca. 70% (150 000 - 170 000 €) erforderlich.
Anmerkungen	-

I 3	Klimaschutzkampagne der Stadt
Beschreibung der Maßnahme	<p>Initiierung einer großen, auf einen bestimmten Zeitraum begrenzten Klimaschutzkampagne, die einen nachhaltigen Effekt für die Stadt Braunschweig haben soll.</p> <p>Diese sollte mindestens folgende Bausteine in verschiedenen Handlungsfeldern umfassen, die unter der jeweiligen Maßnahmennummer näher beschrieben werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zielgruppenorientierte „Stromsparen in privaten Haushalten“ (I 4) • Kampagne „Energetische Modernisierung“ (I 5) • Kampagne „Heizungspumpentausch“ (I 6) • Kampagne für klimafreundliche Mobilität (I 7) • Kampagne „Löwenstark im Klimaschutz – Braunschweiger Unternehmen präsentieren erfolgreiche Klimaschutzstrategien“ (I 8) • Veranstaltungsreihe und Aktionen zum Klimaschutz (I 10) • Städtisches Internetportal zum Klimaschutz (I 11) <p>Darüber hinaus können weitere Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes eingebunden werden. Kampagnen für unterschiedliche Zielgruppen beschleunigen den Entwicklungsprozess und tragen damit zum Erreichen der Klimaschutzziele bei. Anstelle einer Gesamtkampagne können die aufgeführten Bausteine auch als Einzelkampagnen gestartet werden.</p>
Zielgruppe	Die Stadt Braunschweig als Gesamtheit
Umsetzungsakteure	Stadt
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Finanzieller Aufwand für die Entwicklung einer Kampagne ca. 150 000 Euro sowie 40 000 bis 80 000 Euro pro Jahr für die Durchführung. Ggf. finanzielle Beteiligung durch andere Akteure.
Anmerkungen	-

I 4	Kampagne „Stromsparen in privaten Haushalten“
Beschreibung der Maßnahme	<p>Als Teil einer auf eine bestimmte Dauer angelegte Klimaschutzkampagne wird eine gezielte Beratung zu Stromeinsparungen in Privathaushalten vorgeschlagen.</p> <p>Das Projekt ist für eine begrenzte Anzahl von Bürgern ausgelegt, die über einen bestimmten Zeitraum intensiv beim Stromsparen in ihrem Haushalt beraten und unterstützt werden sollen. Ziel soll eine Anregung zum bewussten Umgang mit Strom sein. Die Kampagne wird medienwirksam begleitet.</p> <p>Eine gezielte Kampagne zu Einsparungen von Strom in privaten Haushalten kann eine Sensibilisierung der Zielgruppe bewirken, wichtige Impulse geben und den Auftakt für die Einrichtung einer dauerhaften Beratungsstelle bilden (s. I 1).</p>
Zielgruppe	Private Haushalte
Umsetzungsakteure	Stadt, Energieversorgungsunternehmen
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Kosten siehe Maßnahme I 3
Anmerkungen	Gute Ideen liefert die Aktion „Stromfasten“: www.klimaschutz-hannover.de/Stromfasten.2297.0.html Weitere Informationen: www.energiesparclub.de

I 5	Kampagne „Energetische Modernisierung“
Beschreibung der Maßnahme	<p>Die Einsparung von Energie in privaten Gebäuden stellt einen wichtigen Schritt zum Schutz des Klimas dar. Voraussetzung für alle baulichen Veränderungen zur Steigerung von Energieeffizienz und –einsparung ist eine gute Information und Beratung der Bauherren. Eine gezielte Kampagne zur energetischen Modernisierung von Gebäuden, die interessierten Hausbesitzern und Mietern eine Erstberatung zu diesem Thema bietet, kann eine Sensibilisierung der Zielgruppe bewirken, wichtige Impulse geben und den Auftakt für die Einrichtung einer dauerhaften Beratungsstelle bilden (s. I 2). Eine Dokumentation der Ergebnisse und Begleitung durch die Medien ist wesentlicher Bestandteil der Kampagne.</p>
Zielgruppe	Hauseigentümer, Mieter
Umsetzungsakteure	Stadt, Energieberater
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Kosten siehe Maßnahme I 3
Anmerkungen	Die Energieberatungsinitiative „Cle[WF]er modernisieren“ des Landkreises Wolfenbüttel, die einen kostenlosen Heizcheck, eine

	Vor-Ort-Beratung sowie eine thermografische Untersuchung beinhaltet, stellt ein beispielhaftes Modell für eine derartige Kampagne dar, weitere Beispiele gibt es in zahlreichen anderen Städten.
--	--

I 6	Kampagne „Heizungspumpentausch“
Beschreibung der Maßnahme	Siehe Maßnahmen E 8 und E 9; eine zielgerichtete Kampagne sollte im Rahmen einer Klimaschutzkampagne durchgeführt werden.
Zielgruppe	Mieter, Wohneigentümer, Wohnungsbaugesellschaften, Gewerbe
Umsetzungsakteure	Stadt , Energieversorgungsunternehmen, Handwerk, IHK
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Kosten siehe Maßnahme I 3
Anmerkungen	Informationen unter www.sparpumpe.de .

I 7	Kampagne für klimafreundliche Mobilität
Beschreibung der Maßnahme	<p>Die Akzeptanz klimafreundlicher Verkehrsmittel ist stark beeinflusst durch eine fußgänger- und radfahrerfreundliche Gestaltung der Umgebung. Dieses wird geprägt von dem Willen zur Umsetzung von verbessernden Infrastrukturmaßnahmen sowie von unterschiedlichen Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit. Eine Kampagne für klimafreundliche Mobilität soll zeigen, dass Klimaschutz und Mobilität kein Widerspruch sein muss.</p> <p>Um z. B. mehr Bürger aufs Fahrrad zu bringen, sind Öffentlichkeitskampagnen erforderlich, die Emotionen wecken: Radfahren macht Spaß! Radfahren ist modern! Die Braunschweiger müssen begeistert werden, ihre lebendige Stadt mit dem Fahrrad zu entdecken.</p> <p>In Braunschweig ist mit der der erfolgreich durchgeführten Kampagne „Kopf an: Motor aus. Für null CO₂ auf Kurzstrecken“ bereits ein wichtiger erster Schritt getan. Das Ziel dieser Kampagne lag insbesondere in der Sensibilisierung der Bevölkerung für das Thema, um langfristige Verhaltensänderungen, d. h. einen Verzicht auf die Autonutzung bei Wegen im Nahbereich, anzustoßen. Um auch über das Ende der Kampagne im Oktober 2010 hinaus für eine Verstetigung zu sorgen, sollte diese Kampagne im nächsten Jahr fortgeführt werden. Dies würde die zusätzliche Möglichkeit eröffnen, mit neuen Motiven wieder aktuelle Bezüge herzustellen und somit die Relevanz der Kampagnenargumente zu erhöhen.</p> <p>Ähnliche Aktionen (ggf. mit anderen Schwerpunkten) könnten sich z. B. im Rahmen einer Klimaschutzgesamtkampagne anschließen.</p>

Zielgruppe	Bürger
Umsetzungsakteure	Stadt, Umweltverbände, Interessensverbände (z. B. ADFC, VCD, Pro Bahn), Krankenkassen, Bund
Status	Fortgesetzte Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Kosten siehe Maßnahme I 3. Aktuell besteht die Möglichkeit der Verlängerung der Kampagne „Kopf an: Motor aus. Für null CO ₂ auf Kurzstrecken“ unter Erhalt von Fördermitteln.
Anmerkungen	Hervorragende Ideen für eine ansprechende Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Radverkehr werden z. B. auf den Internetseiten www.radlust.info , www.radlhauptstadt.muenchen.de und www.kk.dk/sitecore/content/Subsites/CityOfCopenhagen/SubsiteFrontpage/CitizenInformation/CityAndTraffic/CityOfCyclists.aspx präsentiert, zum Thema ÖPNV auf der Seite www.youthmove.de .

I 8	Kampagne „Löwenstark im Klimaschutz – Braunschweiger Unternehmen präsentieren erfolgreiche Klimaschutzmaßnahmen“
Beschreibung der Maßnahme	<p>Monatliche Vorstellung eines prominenten Klimaschutzprojektes örtlicher Unternehmen in der Stadt Braunschweig. Nach dem Motto "wir zeigen, wie es geht". Ein Jahr lang soll in jedem Monat in den Medien und auf der Internetseite der Stadt jeweils eine Klimaschutzmaßnahme eines Wirtschaftsunternehmens als Leuchtturmprojekt präsentiert werden. Zu Beginn eines jeden Monats soll dazu in Kooperation mit der Stadt eine Veranstaltung organisiert werden, in der die jeweiligen Firmen ihre Maßnahme vorstellen können. Eine entsprechende Einbeziehung der Presse sowie der Öffentlichkeit ist dabei eine wichtige Voraussetzung. Jede auf diese Weise präsentierte Maßnahme sollte einen gewissen Vorbildcharakter für andere Unternehmen in der Stadt haben und/ oder eine besondere Kreativität bei der Suche nach Lösungen zum Schutze des Klimas aufweisen. Dies können z. B. innovative Energieeinsparmöglichkeiten, eine besonders konsequente Umsetzung des Klimaschutzgedankens oder auch alternative Finanzierungsmöglichkeiten von Klimaschutzmaßnahmen sein. Besondere Beachtung sollten solche Projekte erfahren, die intensiv den Klimaschutzgedanken mit ihren Mitarbeitern gemeinsam erarbeiten und im Alltag leben und so eine besondere Identifikation mit der Thematik schaffen. Unternehmen sollen sich für dieses Projekt selber bei der Stadt bewerben können oder von anderen vorgeschlagen werden. Jedes Unternehmen benennt außerdem eine Kontaktperson, die im Anschluss an die Vorstellung ihrer Maßnahme andere Interessierte informiert und die eigenen Erfahrungen mit diesem Klimaschutzprojekt weitergibt. Zum Abschluss und zur Abrundung des Projektes soll eine Broschüre entstehen, in der alle teilnehmenden Firmen mit ihren Klimaschutzaktionen noch einmal dargestellt werden.</p> <p>Die Einbeziehung der Öffentlichkeit ist ein wesentliches Ziel dieser Maßnahme. Insbesondere örtliche Unternehmer sollen motiviert werden, ähnliche Aktivitäten in ihren eigenen Unternehmen anzustoßen (Multiplikatorenansatz).</p>
Zielgruppe	Unternehmen
Umsetzungsakteure	Stadt, Unternehmen
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	CO ₂ -Einsparungen dieses Projektes sind indirekter Natur und damit nur schwer abzuschätzen und zu messen.
Kosten	Verwaltungskosten ca. 50 000 €
Anmerkungen	-

I 9	Energiesparberatung für einkommensschwache Haushalte
Beschreibung der Maßnahme	<p>Steigende Energiepreise treffen vor allem einkommensschwache Haushalte, da die Bezieher der Grundsicherung oder anderer staatlicher Transferleistungen ihre Stromkosten aus den Regelsätzen begleichen müssen.</p> <p>Eine Energiesparberatung speziell für einkommensschwache Haushalte kann Tipps für Energie-Einsparpotenziale geben, um so knappe Budgets zu entlasten. Im Rahmen dieser Aktion ist eine Qualifizierung von Langzeitarbeitslosen oder Ehrenamtlichen im Bereich Energieeffizienz möglich, welche die Beratung der Haushalte übernehmen.</p>
Zielgruppe	Einkommensschwache Haushalte
Umsetzungsakteure	Stadt, Energieversorgungsunternehmen, Jobcenter, Wohlfahrtsverbände, kirchliche Organisationen; Energieberater
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1). Ergebnisse anderer Städte zeigen, dass sich mit relativ geringen Investitionskosten Ziele im Klimaschutz, im sozialen Bereich sowie eine finanzielle Entlastung des städtischen Haushalts erreichen lassen.
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt durch die Maßnahme selbst, aber hohes CO ₂ -Einsparpotenzial durch Umsetzung der Energiespar-Tipps. Bei vergleichbaren Projekten konnten pro Haushalt jährliche Einsparung von ca. 250 kWh und damit durchschnittlich ca. 50 € erzielt werden.
Kosten	Die Finanzierung sollte auf mehrere Träger verteilt werden. Externe Beratungs- bzw. Schulungskosten, aber Kompensation durch direkte Einsparungen im Sozialbereich bei dem kommunalen Anteil an den Heizenergiekosten.
Anmerkungen	Information zu dem bundesweit vorbildlichen Projekt „Cariteam-Energiesparservice“: www.caritas-frankfurt.de/60531.html ; Informationen zu dem Projekt „Stromspar-Check“ des Deutschen Caritas-Verbandes e. V. (DCV) und dem Bundesverband der Energie- und Klimaschutzagenturen (eaD): www.stromspar-check.de

I 10	Veranstaltungsreihe und Aktionen zum Klimaschutz
Beschreibung der Maßnahme	<p>Klimaschutz betrifft alle und setzt deshalb ein breites Problembewusstsein in der Bevölkerung voraus. Ein vielfältiges Veranstaltungsangebot, das zur Sensibilisierung und Information verschiedener Zielgruppen beiträgt, sollte deshalb die Klimaschutzkampagne der Stadt begleiten und auch über deren Ende hinaus bestehen bleiben. Eine Kooperation der Stadt mit verschiedenen Bildungsträgern, Vereinen, anderen Organisationen und der Wirtschaft ist hierbei anzustreben. Dabei sollte die Stadt zur Bündelung der vielfältigen Veranstaltungsangebote durch eigene kontinuierliche Veranstaltungsreihen zu wichtigen Themenfeldern beitragen.</p>
Zielgruppe	Verschiedene Zielgruppen

Umsetzungsakteure	Stadt, Schulen, Universität, VHS, Familienbildungsstätten, Kindertagesstätten u. a. Bildungseinrichtungen, Innungen, Handwerkskammer, Umweltorganisationen, Vereine, Kirchen u. a.
Status	Fortgesetzte Aktivitäten, die aber intensiviert und vernetzt werden.
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Anschubfinanzierung ca. 12 000 € pro Jahr (für 12 Veranstaltungen), zusätzlich Kosten für Öffentlichkeitsarbeit
Erforderliche Handlungsschritte	Schwerpunktsetzung für eine Veranstaltungsreihe über zunächst ein Jahr; Vereinbarung über Kooperation mit anderen Veranstaltern; Organisation der einzelnen Veranstaltungen
Begleitende Maßnahmen	Öffentlichkeitsarbeit
Anmerkungen	Mögliche Themen/ Aktionen: Erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Energiesparen im Haushalt, Integrale Planung, Stand der Forschung zu Klimawandel und verschiedenen Klimaschutz-Bereichen, Klimawandel und Entwicklungszusammenarbeit, Denkmalschutz und energieeffiziente Sanierung von Altbauten, Biokraftstoffe und Elektromobilität, Ausstellungen, Filmvorführungen.

I 11	Städtisches Internetportal zum Klimaschutz
Beschreibung der Maßnahme	<p>Das Internet ist heute für viele Menschen erste Anlaufstelle bei der Suche nach Informationen. Die Stadt Braunschweig sollte sich auch im Bereich Klimaschutz dieses neue Medium zunutze machen und ein städtisches Internetportal zu diesem Themenfeld anbieten. In einem Braunschweiger Internetportal Klimaschutz könnten zum einen die Bemühungen, Ziele und Erfolge der Stadt beim Klimaschutz präsentiert werden. Zum anderen könnten hier zahlreiche Informationen aus allen relevanten Themenfeldern zusammengeführt werden. Die Auswahl der Themen kann dabei von den Hintergründen zum Klimawandel über die Darstellung von Best practice-Beispielen bis hin zur Kosteneffizienz einzelner Klimaschutzmaßnahmen im privaten Bereich reichen.</p> <p>An Beratung interessierte Bürger werden über das Internetportal an die richtigen Stellen verwiesen, eine Vernetzung zu anderen Kooperationspartnern und Initiativen, die für den Klimaschutz aktiv sind, findet statt. Auch eine Einbeziehung der Bürgerinnen und Bürger über das Internet ist möglich, um die Qualität von Entscheidungen im Bereich Klimaschutz zu verbessern und die Akzeptanz von Maßnahmen zu erhöhen.</p>
Zielgruppe	Bürgerinnen und Bürger
Umsetzungsakteure	Stadt, ggf. zukünftige Energie- und Klimaschutzagentur
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Grob geschätzt ca. 20 000 - 30 000 €

Anmerkungen	Beispielhafte Internetseiten: www.muenster.de/stadt/umwelt/klima_energie.html
--------------------	---

I 12	Nutzerschulungen für Verwaltungsmitarbeiter
Beschreibung der Maßnahme	Die Verwaltungsmitarbeiter nehmen regelmäßig an Schulungen über Klimaschutz, insbesondere Energieeinsparung, teil. Insbesondere Mitarbeiter des Referats Baurecht, die eine Beratungsfunktion für Bauherren innen haben, nehmen kontinuierlich an Qualifizierungen zu Klimaschutzansätze, insbesondere zu den Themen ökologisches Bauen, regenerative Energien und Energieeinsparungen teil. Der Einsatz freiwilliger Energiebeauftragte in den einzelnen Dezernaten ist eine weitere Option.
Zielgruppe	Mitarbeiter der städtischen Verwaltung
Umsetzungsakteure	Stadt (Energieleitstelle), Bildungseinrichtungen, Energieberater
Status	Neue Maßnahme
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Externe Beratungskosten 2 000 € pro Tag für 20 Personen, aber Kompensation durch direkte Einspareffekte.
Anmerkungen	<ul style="list-style-type: none"> • Die Maßnahme sollte von einer Dienstanweisung „Energie“ begleitet werden • Schulungen sollten auch den treibstoffsparenden Betrieb von Dienstfahrzeugen beinhalten.

I 13	Schulungsprogramm für städtische Hausmeister
Beschreibung der Maßnahme	Es werden regelmäßige Schulungen für Energie sparende Nutzung der Regelungssysteme, Haustechnik und Gebäude organisiert.
Zielgruppe	Hausmeister
Umsetzungsakteure	Stadt (Energieleitstelle), Bildungseinrichtungen, Energieberater
Status	Neue Maßnahmen
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Externe Beratungskosten 2 000 € pro Tag für 20 Personen, aber Kompensation durch direkte Einspareffekte.
Anmerkungen	<ul style="list-style-type: none"> - Die Maßnahme sollte von der Dienstanweisung „Energie“ begleitet werden. - Schulungen sollten auch den treibstoffsparenden Betrieb von Dienstfahrzeugen beinhalten.

I 14	Kostenloser Verleih von Strommessgeräten
Beschreibung der Maßnahme	Insbesondere ältere Haushaltsgeräte können sich als Stromfresser entpuppen. Daher lohnt es sich für Verbraucher, den Stromverbrauch im eigenen Haushalt genauer unter die Lupe zu nehmen. Die Stadt bietet dazu einen kostenlosen Verleih von Strommessgeräten für den Verbrauchs-Check daheim an.
Zielgruppe	Verbraucherinnen und Verbraucher
Umsetzungsakteure	Energieversorgungsunternehmen, Stadt (neu einzurichtende Energieberatungsstelle),
Status	Maßnahme in der Umsetzung
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Geringe Investitionskosten
Anmerkungen	-

I 15	Informationszirkel für Unternehmen
Beschreibung der Maßnahme	Regelmäßiger Erfahrungsaustausch insbesondere für kleine und mittlere Betriebe im Gewerbe-, Handel-, Dienstleistungssektor zum Energiemanagement in Betrieben, möglichen Klimaschutzmaßnahmen und deren Wirtschaftlichkeit sowie Förderungsmöglichkeiten. Ergänzt wird dieser Austausch durch adäquate Fachvorträge.
Zielgruppe	Unternehmen
Umsetzungsakteure	Unternehmen, IHK, Handwerkskammer, Stadt
Status	Fortgesetzte Maßnahme, die intensiviert werden soll
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Keine städtischen Mittel erforderlich. Ggf. eine Anschubfinanzierung in Höhe von ca. 2 000 €.
Anmerkungen	-

I 16	Schulpartnerschaft mit Energieunternehmen oder anderen außerschulischen Partnern im Bereich Klimaschutz
Beschreibung der Maßnahme	Um das Umwelt- und Energiebewusstsein der Schülerinnen und Schüler zu schärfen und ein verändertes Denken und Verhalten im Energiekonsum innerhalb und außerhalb der Schule zu erreichen, muss an den Schulen ein vielgestaltiges Lernangebot zum Themenfeld Klimaschutz bestehen. Der Aufbau von Schulpartnerschaften mit Energieunternehmen oder anderen außerschulischen Partnern, welche die Schulen im Bereich des Klimaschutzes unterstützen, z. B. bei Energieeinsparprojekten, Projektunterricht zum Klimawandel, der Installation von Solaranlagen, der Lehrer-

	fortbildung, Energie-Werkstätten und Sponsoring, sind ein geeignetes Mittel. Die Stadt steht zur Anbahnung derartiger Kooperation vermittelnd zur Seite.
Zielgruppe	Schülerinnen und Schüler
Umsetzungsakteure	Energieversorgungsunternehmen, andere Unternehmen, Schulen, Stadt.
Status	Neue Maßnahme.
Priorität	Hoch (1)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	Nur geringe städtischen Mittel erforderlich.
Anmerkungen	-

I 17	Initiierung Klimaschutz-Ausstellungen
Beschreibung der Maßnahme	Ausstellungen sind ein wichtiges und erprobtes Mittel um Sachthemen in die Öffentlichkeit zu tragen. Im Themenfeld Klimaschutz gibt es eine Vielzahl renommierter Ausstellungen Beispiel: „Unser Haus spart Energie, gewusst wie“ von der Gesellschaft für Umwelt und Sozialbildung mbH (GUSB).
Zielgruppe	Bürger und Bürgerinnen
Umsetzungsakteure	Stadt, verschiedene Kooperationspartner
Status	Vereinzelt bereits umgesetzte Maßnahme, die aber vertieft werden sollte.
Priorität	Mittel (2)
Jährlicher Klimaschutzeffekt	Indirekter Effekt
Kosten	- Ausstellung ist herstellerneutral, - Transport, Versicherung etc. ca. 3000 €, Verwaltungskosten ca. 7 000 € - Gesamt min. 10 000 € - Personalkosten für Organisation
Anmerkungen	-

6 WERTSCHÖPFUNG

Regionale Wertschöpfung umfasst alle in einer Region erbrachten wirtschaftlichen Leistungen. Der wirtschaftliche Kreislauf einer Region setzt sich aus regionaler Produktion, dem regionalem Konsum und den dafür geleisteten überregionalen Importen und Exporten zusammen.

Im Energiesektor werden in der Stadt Braunschweig derzeit überwiegend fossile Energieträger genutzt. Da diese nicht aus der Region und überwiegend auch nicht aus Deutschland stammen, fließen die aufgewendeten Gelder zu einem großen Teil in andere Regionen ab. Erneuerbare Energien hingegen basieren i. d. R. auf heimischen Energieträgern und kommen überwiegend auf der lokalen Ebene zur Anwendung. Sie haben damit einen entscheidenden Vorteil gegenüber zentralen, überregionalen Großkraftwerken, die auf Basis fossiler Energieträger arbeiten: Erneuerbare Energien bewirken Einnahmen und Arbeitsplätze auf lokaler bzw. regionaler Ebene. Damit verbleibt ein wesentlich höherer Teil der Wertschöpfung in der Region. Erneuerbare Energien leisten regional- und agrarwirtschaftliche sowie industriepolitische Impulse und helfen zukunftssichere Arbeitsplätze aufzubauen. Sind regionale Akteure in der Lage, diese Entwicklung zu begünstigen, wird die Energiepolitik zum Motor der Wirtschaftsförderung, welche z.B. die Planung, den Bau und den Betrieb von Anlagen sowie vor- und nachgelagerte Dienstleistungen umfasst. Installation, Betrieb und Wartung von dezentralen Energieversorgungsanlagen können Aufträge für lokale Handwerksbetriebe einbringen (z.B. Handwerker, Servicetechniker oder Rohstoffzulieferer). Höhere Steuereinnahmen für die Kommunen und neu geschaffene Arbeitsplätze sind die Folge. Unternehmen wie Kommunen profitieren gleichermaßen. Damit schafft eine weitgehende Versorgung aus heimischen Energien ein hohes Maß an Kaufkraftbindung. 1 Euro zusätzliche Ausgaben in einer Region können also ein Mehrfaches an regionaler Wertschöpfung auslösen. In Abbildung 6.1 ist die bei Nutzung von Erneuerbaren Energien zu erwartende Wertschöpfung dargestellt.



Abbildung 6.1: Faktoren der regionalen Wertschöpfung [Quelle: AGENTUR FÜR ERNEUERBAREN ENERGIEN]

Wie die Potenzialanalyse zeigt, stehen diese regionalen Wertschöpfungspotenziale auch in der Stadt Braunschweig zur Verfügung. Insbesondere Investitionen zur Nutzung der Einsparpotenziale, die durch die umfassende Modernisierungen der Gebäudebestände bestehen, kommen maßgeblich dem regionalen Handwerk und Baugewerbe zugute. Auftragsrückgänge im Bereich der Baufertigstellung könnten hierdurch mehr als kompensiert werden. Darüber hinaus ergeben sich erhebliche regionale Wertschöpfungspotenziale durch die Nutzung Erneuerbarer Energien, insbesondere im Bereich Solarenergie und Geothermie sowie durch weitere Maßnahmen wie den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung oder die Erneuerung von Heizkesseln, die ebenfalls positive Beschäftigungseffekte im Bereich Handwerk und Dienstleistung nach sich ziehen.

Mit einer umfangreichen Umstellung der Energieversorgung in der Stadt bis 2020 auf Erneuerbare Energien und der Steigerung der Energieeffizienz können sowohl die negativen Effekte der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern als auch der damit verbundene Abfluss von Mitteln für Energieimporte verringert werden.

Aufgabe der regionalen Akteure ist es nun, auf Basis der vorgenommenen Abschätzungen die entsprechenden Potenziale zu erschließen. Bei der Bewusstseinsbildung und auch bei der Initiierung von notwendigen Investitionen kommt der Politik sowie der Stadtverwaltung eine entscheidende Rolle zu.

7 UMSETZUNGSCONTROLLING

Es besteht ein genereller Konsens darüber, dass das Engagement für den Klimaschutz auf allen politischen Ebenen, einschließlich der kommunalen Ebene, ausgeweitet werden muss, um die Zielstellungen des Klimabündnisses sowie der Bundesregierung und damit eine ausreichend wirksame Verminderung der CO₂-Emissionen erreichen zu können. Aufgrund begrenzter finanzieller und personeller Ressourcen sind die politischen und anderen Entscheidungsträger in vielen Kommunen, wie auch in Braunschweig, dazu angehalten, Schwerpunkte für vorrangige Klimaschutzmaßnahmen zu setzen. Als Hilfestellung hierzu dient dieses Klimaschutzkonzept. So sind vorrangig Maßnahmen durchzuführen, die mit geringem Mitteleinsatz hohe CO₂-Emissionsminderungen erwarten lassen und bei denen wesentliche institutionelle sowie finanzielle Umsetzungsvoraussetzungen in Braunschweig gegeben sind. Generell beinhaltet das u. a. auch, dass sich die Aktivitäten stark an Erneuerungsraten und Reinvestitionszyklen orientierten sollten.

Insbesondere unter diesen Voraussetzungen muss begleitend zu der Umsetzung der Maßnahmen durch ein geeignetes Controlling überprüft werden, ob die in Braunschweig gesetzten Klimaschutzziele erreicht werden. Diese Evaluierung muss immanenter Bestandteil des Klimaschutzkonzeptes sein. So können unerwartete Hemmnisse dazu beitragen, dass nicht alle Maßnahmen per se planungsgemäß verlaufen. Aus diesem Grund ist es während der Durchführung besonders wichtig, regelmäßig ausführliche Informationen über den Projektablauf zur Erreichung der Klimaschutzziele zu erhalten und diese auch zu nutzen.

Als reines Steuerungselement kann das Controlling den Ressourceneinsatz (finanziell, personell) effektiv unterstützen und als Mittel dienen, um auf dem Weg zur Zielerreichung in pointierter Weise über Fort- aber auch Rückschritte in der Öffentlichkeit zu informieren und damit das Thema Klimaschutz im Bewusstsein der Öffentlichkeit auf lokaler Ebene zu halten. Sowohl positive wie auch negative Entwicklungen können zudem einen Anreizimpuls für weitere Maßnahmen und Bestrebungen zur CO₂-Einsparung geben. Das Controlling ermöglicht es so, positive Entwicklungen zu verstärken und neue Chancen und Potenziale zu identifizieren sowie möglichen negativen Verläufen frühzeitig entgegen zu steuern. Eine vergleichende Analyse (Benchmarking) könnte als Ansatz dienen, stetig die Klimaschutzaktivitäten der Kommune und deren Erfolge systematisch zu vergleichen, um daraus Empfehlungen für die Umsetzung weiterer Maßnahmen ableiten zu können. Eine Anknüpfungsmöglichkeit besteht hierbei am Qualitätsmanagementsystem und Zertifizierungsverfahren der European Energy Award® (eea®, www.european-energy-award.de).

Aus dem Qualitätsmanagement ist die Ermittlung von Kennzahlen ein erprobtes Mittel, um die Prozessentwicklung zu evaluieren. Damit kann auch möglicher Handlungsbedarf ermittelt werden, wenn eine Zielerreichung verzögert oder unwahrscheinlich wird.

Wird Controlling als Regelkreis beschrieben, so wird die Sicherung des Erreichens der Klimaschutzziele dadurch gesichert, dass

- ein Soll-Ist-Vergleich erfolgt,

- mögliche Abweichungen festzustellen sind und mögliche Konsequenzen aus den Abweichungen bewertet werden müssen und
- Korrekturmaßnahmen erarbeitet und die Maßnahmenplanung zur Erreichung der Klimaschutzziele angepasst werden.

Dabei sollte betont werden, dass ein Umsetzungscontrolling eine unterstützende Rolle für das Klimaschutzkonzept von Braunschweig hat und somit einen gewissen Servicecharakter einnimmt. Dem Umsetzungscontrolling obliegt die Transparenzverantwortung, um die Antwort zur Frage nach der Effektivität („*Doing the right things?*“) und der Effizienz des Klimaschutzkonzeptes für Braunschweig („*Doing things right?*“) eindeutig abbilden zu können

Es umfasst somit zwei Bereiche:

- **Evaluierung der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen:**

Eine Kernaufgabe der Evaluierung ist die Dokumentation der Umsetzung von Maßnahmen. Dies sollte in Form von Umsetzungsberichten erfolgen, die in einem jährlichen Turnus dem Rat der Stadt vorgelegt werden (s. u.). In einer weiteren Analyse könnten spezifische Wirkungen, z.B. CO₂-Reduktion, Wertschöpfungs- und Kommunikationseffekte ermittelt werden. Ziel ist die Informationsgewinnung über den Wirkung der einzelnen Maßnahmen. Diese wird abgeglichen mit den Erwartungen, die an die jeweilige Maßnahme geknüpft wurden, bzw. mit den vereinbarten konkreten Klimaschutzziele. Damit wird die Grundlage geschaffen, um im Sinne eines kontinuierlichen (Verbesserungs-) Prozesses den Gesamtfortschritt der Aktivitäten im Klimaschutz zu messen und bei Bedarf ggf. nachsteuern zu können.

- **Evaluierung des Umsetzungsprozesses**

Der Umsetzungsprozess sollte nachhaltig erfolgreich gestalten werden. Voraussetzung hierfür ist, dass Ziele, Vorgehensweise und Ergebnisse offen dargelegt werden. Nur auf diese Weise kann erreicht werden, dass die konkreten Klimaschutzziele in Braunschweig erreicht und von allen Umsetzungsakteuren mitgetragen werden. Eine Evaluierung des Umsetzungsprozesses verfolgt in erster Linie das Ziel, den Fortgang der Konzeptrealisierung zu analysieren und anhand verschiedener Kriterien (z. B. Lösungswille, Projektmanagement, starke Partner, Akteurseinbindung, Akteursvernetzung, Win-win-Situation, Finanzierung, Transparenz, Erfolge verkaufen) nach Optimierungsmöglichkeiten hin zu untersuchen. Mit diesem Umsetzungscontrolling kann so insgesamt dem dynamischen Prozess, der generell einem Klimaschutzkonzept immanent ist, entsprochen werden.

Zur Durchführung des Controllings ist die regelmäßige Erstellung von Umsetzungsberichten auf Basis interner Audits erforderlich, um eine kontinuierliche Bewertung und Dokumentation des erreichten Stands zu gewährleisten. Die Berichte sollten folgende Punkte umfassen:

- Dokumentation der umgesetzten Klimaschutzprojekte der Stadt durch den Klimaschutzmanager (jährlich)

- Evaluierung der Ergebnisse der Beratungstätigkeiten der Energie- und Bauherrenberatungsstelle sowie der neu zu gründenden Energie- und Klimaschutzagentur (jährlich)
- Energieberichte der Energieleitstelle über die Entwicklung der CO₂-Emissionen, der Energieverbräuche und der -kosten in den öffentlichen Einrichtungen (jährlich)
- Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz der Stadt Braunschweig (mind. alle 5 Jahre)

Für die Aufgaben des Controllings sollte eine gesonderte Controllingstelle eingesetzt werden, um die Fortschreibung des Konzeptes im Sinne einer Verbesserung zu gewährleisten. Die Federführung hierfür sollte bei der Abteilung Umweltschutz liegen. Im Falle der Einstellung eines hauptamtlichen Klimaschutzmanagers kann/ muss die Aufgabe von diesem übernommen werden.

Alle relevante städtischen Abteilungen, Gesellschaften und anderen Akteure sind in den Evaluierungsprozess über feste Ansprechpartner eingebunden.

Eine zentrale Unterstützungsfunktion fällt außerdem einer neuen Braunschweiger Energie- und Klimaschutzagentur zu. Sie soll die unterschiedlichen Akteure bei der Steuerung und Umsetzung des Klimaschutzkonzepts optimal miteinander vernetzen, um einen dynamischen Start zu gewährleisten.

8 LITERATUR UND QUELLEN

3N-KOMPETENZZENTRUM NIEDERSACHSEN NETZWERK NACHWACHSENDE ROHSTOFFE (Hrsg.) (2009): Feuerstättenzählung Niedersachsen 2008 für holzbefeuerte Anlagen bis 1 MW

AGENTUR FÜR ERNEUERBAREN ENERGIEN, <http://www.unendlich-viel-energie.de> (März 2010).

AK ENERGIE (2007): Erstellung der Grundlagen für einen harmonisierten und fortschreibbaren Datensatz des deutschen Strommixes Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung FKZ 01 RN 0401 2., korrigierte Version vom Mai 2008 http://www.dlr.de/tt/desktopdefault.aspx/tabid-2885/4422_read-6598/ (26.02.2010)

BENZ, S. (2007): Rechtliche Rahmenbedingungen für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie. Berlin: BWV.

BUNDESVERBAND DER ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT E.V. (BDEW) (2008): Endenergieverbrauch in Deutschland 2007, Berlin.

DENA (2009): Machen Sie dicht: Energiesparen in Gebäuden. <http://www.dena.de/de/themen/thema-bau/publikationen/publikation/machen-sie-dicht>

DEUTSCHES INSTITUT FÜR URBANISTIK (DIFU) (1997): Klimaschutz in Kommunen, Berlin.

E4-CONSULT (2008): CO₂-Bilanz 2005 für die Region Hannover, Emissionen aus dem Energiebereich (Strom- und Wärmeverbrauch) <http://www.kuk-nds.de/content,530.html> (23.2.2010)

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (FNN) (2009a): Handreichung: Biogasgewinnung und –Nutzung. www.nachwachsende-rohstoffe.de.

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (FNN) (2009b): Biogas- eine Einführung, Gülzow, www.nachwachsende-rohstoffe.de.

FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (FNN) (2009c): Biogas: Basisdaten, Gülzow, www.nachwachsende-rohstoffe.de.

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SYSTEMTECHNIK UND INNOVATIONS-FORSCHUNG (2004): Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD), Karlsruhe, Berlin, Nürnberg, Leipzig, München, 2004.

FRITSCHKE, U. (2007): Endenergiebezogene Gesamtemissionen für Treibhausgase aus fossilen Energieträgern unter Einbeziehung der Bereitstellungsvorketten.

GEMIS 4.2 (2004)/ GEMIS 4.4 (2007): Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme – Software-Programm, Öko-Institut, Darmstadt, www.gemis.de.

GEO-NET UMWELTCONSULTING GMBH (2008): GIS-basierte Erstellung einer CO₂-Bilanz der Quellgruppe Verkehr für die Region Hannover (Bezugsjahr 2005) <http://www.kuk-nds.de/content,533.html> (Entwurfsversion) (26.02.2010)

GISINGER, L. (1961): Neue Erkenntnisse über die Bereitung der Gülle und ihre zweckmäßige Anwendung. Bericht über die 3. Arbeitstagung „Fragen der Güllerei“, Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein. München: Selbstverlag.

HOPPENBROCK, C., ALBRECHT A.-K. In: DEENET (HRSG.), ARBEITSMATERIALIEN 100EE NR. 2 (2009): Diskussionspapier zur Erfassung regionaler Wertschöpfung in 100%-EE-Regionen, Kassel.

ICAO (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION): Emissionsdatenbank, www.caa.co.uk

IFEU - INSTITUT FÜR ENERGIE UND UMWELTFORSCHUNG (2006): UmweltMobilCheck, wissenschaftlicher Grundlagenbericht, Heidelberg.

INSTITUT WOHNEN UND UMWELT: Gradtagszahlen in Deutschland, <http://www.iwu.de/downloads/fachinfos/energiebilanzen/> (Februar 2010)

IPCC (2007): CLIMATE CHANGE 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)], Chapter 2, Table 2.14. (S. 212f.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf> (11.03.2010)

HÜTTIG, G. et al. (1994): Forschungsbericht FE-Nr. L7/93 des Bundesministers für Verkehr: Kenntnisstand über die Bewertung der Schadstoffemissionen im Flughafennahbereich, Berlin.

KALTSCHMITT, M. (HRSG.) (2009): Energie aus Erdwärme: Geologie, Technik und Energiewirtschaft. Heidelberg: Spektrum.

KALTSCHMITT M. ET AL. (2003): Energiegewinnung aus Biomasse, Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten 2003. Berlin, Heidelberg.

KALTSCHMITT M., HARTMANN H., HOFBAUER H. (Hrsg.) (2009): Energie aus Biomasse.

KALTSCHMITT M.; STREICHER, W.; WIESE, A. (HRSG.) (2006): Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Berlin, Heidelberg: Springer.

KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (KTBL) (2006): Energiepflanzen, Darmstadt.

KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT (KTBL) (2009): Faustzahlen für die Landwirtschaft, 14. Auflage, Darmstadt.

LANDESBETRIEB FÜR STATISTIK UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIE NIEDER-SACHSEN (LSKN) (2007): Agrarstrukturerhebung 2007.

MEMMLER, M. et al. (2009) Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2007. Hrsg.: Umweltbundesamt. Climate Change 12/2009 http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3761 (25.01.2010)

MCKINSEY & COMPANY (2007): Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, im Auftrag von „BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz“.

NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR DEN LÄNDLICHEN RAUM, ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (ML) (2009): Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für das Niedersächsische und Bremer Agrar-Umweltprogramm (NAU/ BAU) 2009.

PROGNOS AG (2007): Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen, Basel, Berlin, 2007.

PROGNOS AG, EWI (2007): Energieszenarien für den Energiegipfel 2007, Basel/ Köln.

SCHMIDT, M. (1998): Haustechnik. In: Transferstelle Ökologisch orientiertes Bauen (Hrsg.): Umweltverträgliches Planen und Bauen. Maria Rain: Mittag-Verlag, Kapitel 3.5.

STAATLICHES GEWERBEAUF SICHTSAMT HILDESHEIM (Hrsg.) (2009): Modellgestützte Abschätzung von Luftschadstoffkonzentrationen in Braunschweig. Entwurf (noch unveröffentlicht).

STADT BRAUNSCHWEIG (2000): Umweltatlas Klima&Energie http://www.braunschweig.de/leben/umwelt_naturschutz/umweltatlas/11/11.html (15.03.2010)

STADT BRAUNSCHWEIG (Hrsg.) (2007): Luftreinhalte- und Aktionsplan Braunschweig.

STADT BRAUNSCHWEIG (2009): Gesellschaften und Beteiligungen der Stadt Braunschweig im Überblick. Stand: Januar 2009, Anteile in Nominalwerten http://www.braunschweig.de/politik_verwaltung/fb_institutionen/fachbereiche_referate/ref_0200/ref_0200_berichte_organigramme.html (25.01.2010)

STADT KARLSRUHE UMWELT- UND ARBEITSSCHUTZ (2009): Klimaschutzkonzept Karlsruhe 2009. Handlungsrahmen für den kommunalen Klimaschutz. <http://www.karlsruhe.de/rathaus/buergerdienste/umwelt/klimaschutz/klimakonzept.de> (12.03.2009)

STADT HANNOVER (2007): CO₂-Bilanz 1990/2005 Energie- und verkehrsbedingte Emissionen http://www.hannover.de/de/umwelt_bauen/umwelt/energie_klimaschutz/klima.html.

STADT HANNOVER (2008): CO₂-Emissionsfaktoren 2005 bis 2008 - Prämissen für Klimaschutz-Allianz Hannover 2020. Stand 30.10.2008, <http://www.hannover.de/klimaschutzallianz/emissionen/monitor/index.html> (23.2.2010).

STADTWERKE BRAUNSCHWEIG GMBH (1995): Energieversorgungskonzept.

STADT WOLFENBÜTTEL (2008): Emissions- und Energiebilanz. Stand 30.10.2008.

STADT WOLFSBURG (2009): CO₂-Bilanz und –Minderungskonzept der Stadt Wolfsburg.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2008): Wirtschaftsrechnungen, Einkommen- und Verbrauchsstichprobe, Ausstattung privater Haushalte mit ausgewählten Verbrauchsgütern.

STOBER, I.; LORINSER, B. (2008): Wärme ist unter uns. Geothermie in Baden-Württemberg, Stuttgart: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hrsg.).

STRUSCHKA, M. et al. (2008): Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung. UBA-FB 205 42 322. Texte 44/08. <http://www.umweltbundesamt.de>

THEIß, E. (2008): Regenerative Energietechnologien; Anlagenkonzepte, Anwendungen, Tipps, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

THRÄN, D., KALTSCHMITT, M. (2002): Stroh als biogener Festbrennstoff in Europa, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 52 (2002), 9.

UMWELTBUNDESAMT (2008): Politikszenerarien für den Klimaschutz IV, Szenarien bis 2030, Dessau-Roßlau.

UMWELTBUNDESAMT (2009): Wieviel CO₂ verursacht eine Kilowattstunde Strom im deutschen Strommix? FG I 2.5., Stand: April 2009 www.umweltbundesamt.de/energie/politik.htm (12.02.2010)

UMWELTBUNDESAMT (2010): HBEFA Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Version 3.1/ Januar 2010. INFRAS AG, Bern Schweiz, Hrsg; Umweltbundesamt Berlin.

UMWELTBUNDESAMT (HRSG.), IFEU (2007): Die CO₂-Bilanz des Bürgers, Recherche für ein internetbasiertes Tool zur Erstellung persönlicher CO₂-Bilanzen.

VDI (HRSG.) (2000): VDI-Richtlinie 4640. Thermische Nutzung des Untergrundes, Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte.

WUPPERTAL INSTITUT (2006): Optionen und Potenziale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistung, Wuppertal.

WWW.UNI-PROTOKOLLE.DE (2009): Größte Deutsche Tagung über Klimawandel und Landnutzung in Braunschweig. <http://www.uni-protokolle.de/nachrichten/id/179054/> (16.02.2010).

ZWECKVERBAND GROSSRAUM BRAUNSCHWEIG (2008): Nahverkehrsplan 2008 für den Großraum Braunschweig.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2.1: Endenergie-Bilanz nach Verbrauchssektoren für das Stadtgebiet Braunschweig.....	20
Abbildung 2.2: Treibhausgasemissionen verschiedener Verbrauchssektoren für das Stadtgebiet Braunschweig unterteilt nach Energieträgern	21
Abbildung 2.3: Endenergie-Bilanz pro Einwohner für das Stadtgebiet Braunschweig	22
Abbildung 2.4: CO ₂ -Bilanz pro Einwohner für das Stadtgebiet Braunschweig.....	22
Abbildung 2.5: Verteilung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen auf die Verbrauchssektoren im Jahr 2008	23
Abbildung 2.6: Anteile verschiedener Energieträger an den Treibhausgasemissionen	24
Abbildung 2.7: Anteile verschiedener Energieträger an den Treibhausgasemissionen (ohne Verkehr) im Stadtgebiet Braunschweig im Jahr 2008	24
Abbildung 2.8: Gesamt-Startbilanz für Endenergie der Jahre 1990 bis 2007, Gegenüberstellung der Startbilanz aus statistischen Daten und der gemessenen Verbrauchswerte	25
Abbildung 2.9: Gesamt-Startbilanz für Treibhausgasemissionen der Jahre 1990 bis 2007, Gegenüberstellung der Startbilanz aus statistischen Daten und der Bilanz aus gemessenen Verbrauchswerten.	26
Abbildung 2.10: Startbilanz für Endenergieverbrauch der privaten Haushalte zwischen 1990 und 2007, Gegenüberstellung der Startbilanz aus statistischen Daten und der Bilanz aus gemessenen Verbrauchswerten.....	29
Abbildung 2.11: Startbilanz für Treibhausgasemissionen der privaten Haushalte zwischen 1990 und 2007, Gegenüberstellung der Startbilanz aus statistischen Daten und der Bilanz aus gemessenen Verbrauchswerten.	30
Abbildung 2.12: Endenergie-Bilanz für den Sektor Wirtschaft.....	32
Abbildung 2.13: Treibhausgasemissionen im Sektor Wirtschaft.....	32
Abbildung 2.14: Endenergie-Bilanz für die Stadt und die größten städt. Gesellschaften	34
Abbildung 2.15: Treibhausgasemissionen im Sektor Stadt und städt. Gesellschaften	34
Abbildung 2.16: Endenergieverbrauch im Bereich Wärmenutzung der Stadt in den Jahren 2002 bis 2008.....	35
Abbildung 2.17: Endenergieverbrauch im Bereich Stromnutzung der Stadt in den Jahren 2002 bis 2008.....	36
Abbildung 2.18: Endenergieverbrauch der Schulen im Stadtgebiet Braunschweig im Bereich Wärmenutzung in den Jahren 2002 bis 2008	37

Abbildung 2.19: Endenergieverbrauch der Schulen im Stadtgebiet Braunschweig im Bereich Stromnutzung in den Jahren 2002 bis 200837

Abbildung 2.20: Anteil einzelner Straßenkategorien an den CO₂-Emissionen des motorisierten Straßenverkehrs.45

Abbildung 2.21: CO₂-Äquivalentmissionen einzelner Straßenkategorien in t pro Jahr.45

Abbildung 2.22: Treibhausgasemissionen des Gesamt-Verkehrs in 200850

Abbildung 2.23: Anteile an den Treibhausgasemissionen der Quellgruppe Verkehr in 2008.52

Abbildung 2.24: Endenergieverbrauch verschiedener Verbrauchssektoren im Bereich Energie und Verkehr im Stadtgebiet Braunschweig.....54

Abbildung 2.25: Anteile der verschiedenen Verbrauchssektoren am Endenergieverbrauch im Bereich Energie und Verkehr im Stadtgebiet Braunschweig55

Abbildung 2.26: Treibhausgasemissionen verschiedener Verbrauchssektoren im Bereich Energie und Verkehr im Stadtgebiet Braunschweig.....56

Abbildung 2.27: Anteile der verschiedenen Verbrauchssektoren an den Treibhausgasemissionen im Bereich Energie und Verkehr im Stadtgebiet Braunschweig56

Abbildung 3.1: Durchschnittliche Wärmeverluste von Gebäuden.....59

Abbildung 3.2: Effizienzpotenziale bei den privaten Haushalten in Braunschweig im Bereich Strom bis zum Jahr 2020.....63

Abbildung 3.3: Effizienzpotenziale im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung in Braunschweig im Bereich Strom bis zum Jahr 2020.....65

Abbildung 4.1: Windenergie..... 71

Abbildung 4.2: Anteile der Hauptnutzungs- und Kulturarten an der gesamten Landwirtschaftsfläche im Stadtgebiet Braunschweig75

Abbildung 4.3: Potenzielle Standorteignung für Erdwärmekollektoren in Braunschweig95

Abbildung 4.4: Potenzielle Standorteignung für Erdwärmesonden in Braunschweig: Nutzungsbedingungen.....98

Abbildung 4.5: Potenzielle Standorteignung für Erdwärmesonden in Braunschweig: Wärmeleitfähigkeit Festgestein.....99

Abbildung 4.6: Potenzielle Standorteignung für Erdwärmesonden in Braunschweig: Gesamtsituation Geologie 100

Abbildung 6.1: Faktoren der regionalen Wertschöpfung 185

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2.1: Vergleich zwischen Start- und Feinbilanz.....	14
Tabelle 2.2: Witterungsbedingter Heizbedarf für die Jahre 1992 bis 2009 der Station Braunschweig.....	15
Tabelle 2.3: Gegenüberstellung Emissionsfaktoren in g CO ₂ /kWh bzw. g CO _{2äq} /kWh	17
Tabelle 2.4: Emissionsfaktoren für die Bereitstellung von Benzin und Diesel frei Tankstelle.	19
Tabelle 2.5: Städtische Gesellschaften, von denen Daten erhoben wurden	33
Tabelle 2.6: In der Bilanzierung berücksichtigte Verkehrssituationen	41
Tabelle 2.7: Fahrleistungen und Streckenlängen zusammengefasster Verkehrssituationen in Braunschweig.....	42
Tabelle 2.8: Summe des Kraftstoffverbrauchs und Kraftstoffverbrauch pro Strecke im Jahr 2008 für die verschiedenen Straßenkategorien.....	43
Tabelle 2.9: Anteil zusammengefasster Verkehrssituationen/ Straßenkategorien an CO ₂ -Äquivalentemissionen und Kraftstoffverbrauch	44
Tabelle 2.10: CO ₂ -Äquivalentemissionen durch den Verkehr der Deutschen Bahn in der Stadt Braunschweig im Jahr 2008	47
Tabelle 2.11: CO ₂ -Äquivalentemissionen durch den Personennahverkehr der Braunschweig Verkehrs AG im Jahr 2008	48
Tabelle 2.12: CO ₂ -Äquivalentemissionen und Transportleistung der Binnenschifffahrt im Jahr 2008	49
Tabelle 2.13: CO ₂ -Äquivalentemissionen und Energieverbrauch der Quellgruppe Verkehr in der Stadt Braunschweig für das Jahr 2008.....	50
Tabelle 2.14: CO ₂ -Äquivalentemissionen der Quellgruppe Verkehr in der Stadt Braunschweig für das Jahr 2008 aufgeteilt nach Güter- und Personenverkehr.....	51
Tabelle 3.1: Endenergieverbräuche und CO ₂ -Emissionen nach Anwendungen in Braunschweig im Jahr 2008	58
Tabelle 3.2: Wohngebäude, Wohnungen und Wohnfläche in der Stadt Braunschweig.....	60
Tabelle 4.1: Theoretische jährliche Biogaspotenziale in Braunschweig	73
Tabelle 4.2: Theoretische jährliche Festbrennstoffpotenziale in Braunschweig	74
Tabelle 4.3: Flächennutzung des Stadtgebiets Braunschweigs	75
Tabelle 4.4: Bestehende Biogasanlagen im Umland von Braunschweig.....	77
Tabelle 4.5: Untersuchte Biomassearten.....	78

Tabelle 4.6: Annahme für die Berechnung des sofort nutzbaren Potenzials	80
Tabelle 4.7: Datenbasis zur Ermittlung des Biomassepotenzials aus Energiepflanzen	81
Tabelle 4.8: Merkmale einer BHKW	81
Tabelle 4.9: Datenbasis zur Ermittlung des Biomassepotenzials aus Zweitfrüchten – Beispiel Grünroggen	82
Tabelle 4.10: Datenbasis zur Ermittlung des Biogaspotenzials aus Rübenblättern	84
Tabelle 4.11: Datenbasis zur Ermittlung des Biogaspotenzials aus Kartoffelkraut	85
Tabelle 4.12: Datenbasis zur Ermittlung des Biogaspotenzials aus der Viehhaltung	86
Tabelle 4.13: Datenbasis zur Ermittlung des Biogaspotenzials aus Bioabfällen	87
Tabelle 4.14: Datenbasis zur Ermittlung des Biogaspotenzials aus Getreidestroh	91