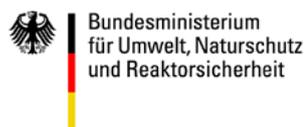


Integriertes Klimaschutzkonzept für die Stadt Braunschweig - Kurzfassung -

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

Kurzfassung erstellt durch: Dr. Barbara Lübben
www.blue-script.de

Gefördert durch: Bundesministerium für
Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



Projektträger Jülich



Im Rahmen der BMU Klimaschutzinitiative



INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	3
2	ENERGIE- UND CO₂-BILANZ.....	3
2.1	Methodik	4
2.2	Energiebilanzen und Treibhausgasemissionen	4
3	ENERGIEEFFIZIENZ UND EINSARPOTENZIALE	8
3.1	Einsparpotenziale im Sektor private Haushalte	8
3.2	Einsparpotenziale im Sektor Wirtschaft (einschließlich Sektor Stadt und städtische Liegenschaften)	11
3.3	Einsparpotenziale im Sektor Verkehr	14
4	POTENZIAL FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN.....	15
4.1	Windpotenzial	15
4.2	Biomassepotenzial.....	15
4.3	Solarpotenzial	17
4.4	Geothermiepotenzial.....	18
5	ZIELGRUPPENSPEZIFISCHER MAßNAHMENKATALOG	20
6	WERTSCHÖPFUNG.....	29
7	UMSETZUNGSCONTROLLING	29
8	ZUSAMMENFASSUNG.....	31

Ein Hinweis vorab: Um einen kurzen und leicht lesbaren Überblick zu schaffen, orientiert sich die vorliegende Kurzfassung an der Gliederung der Langfassung. Im Detail sind die ausführlichen Beschreibungen wie auch die Literaturangaben dadurch in der Langfassung leicht aufzufinden.

1 EINLEITUNG

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. Die Bundesregierung hat sich aus diesem Grunde zum Ziel gesetzt, die Menge der Treibhausgasemissionen bis 2020 gegenüber dem Basisjahr 1990 um 40% zu verringern. Dieses Ziel lässt sich nur erreichen, wenn die hohen Einsparpotenziale in den Kommunen ausgeschöpft werden. Den Kommunen kommt also eine besondere Bedeutung zu und deshalb werden sie bei der Erarbeitung eigener Klimaschutzpläne und deren Umsetzung finanziell unterstützt.

Die Stadt Braunschweig hat in den letzten Jahren bereits viele Klimaschutz-Aktivitäten umgesetzt. Ziel des vorliegenden Klimaschutzkonzeptes ist es, eine wirksame lokale Gesamtstrategie zu entwerfen, die alle für den Klimaschutz wichtigen Zielgruppen der Stadt einbezieht. Das Klimaschutzkonzept dient der Stadt als Unterstützung, einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und eine langfristige Klimaschutzpolitik zu etablieren.

Basisbaustein des Konzeptes ist eine Energie- und CO₂-Bilanz für das Jahr 2008. Zusätzlich werden die durch Effizienzsteigerung, Energieeinsparung und erneuerbare Energien bestehenden Minderungspotenziale beschrieben und ein umfangreicher Maßnahmenkatalog entwickelt. Damit das Klimaschutzkonzept nicht nur „am grünen Tisch“ entsteht, wurden zahlreiche kommunale Akteure in den Beteiligungsrunden in die Konzeptentwicklung und Ausgestaltung einbezogen. Auf dieser Basis bietet das vorliegende Konzept eine breit gefächerte Grundlage für ein zielgerichtetes kommunales Handeln in Sachen Klimaschutz. 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. Wichtigster erster Schritt ist zunächst ein Beschluss durch den Rat der Stadt Braunschweig. Entscheidend für den Erfolg des Klimaschutzes in der Stadt Braunschweig bleibt aber das Engagement ihrer Bürgerinnen und Bürger.

2 ENERGIE- UND CO₂-BILANZ

Hauptquelle für die Emission von Kohlendioxid (CO₂) ist die Verbrennung fossiler Energieträger zur Erzeugung von Nutzenergie. Ausgehend vom Energieverbrauch lassen sich die energiebedingten CO₂-Emissionen berechnen. Dabei wird berücksichtigt, dass die einzelnen Energieträger unterschiedlich hohe CO₂-Emissionen mit sich bringen. Die erstellte CO₂-Bilanz erfasst den Anteil der gesamten Kommune an dem Ausstoß dieses Treibhausgases.

Eine regionale Energie- und CO₂-Bilanz wurde für das Jahr 2008 für Braunschweig erstellt. Sie dient dazu, 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.

2.1 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. 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. Auf diese Weise werden alle Emissionen erfasst, die lokal in Braunschweig verursacht werden.

Die CO₂-Emissionen werden nach dem „Primärenergie-Prinzip“ berechnet, d. h. es werden alle fossilen Vorkettenanteile¹, 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. Für die vollständige Berechnung der Emissionen verschiedener Energieträger werden auch die weiteren Treibhausgase (z. B. Methan und Lachgas) als sogenannte CO₂-Äquivalente in die Bilanz eingerechnet.

2.2 Energiebilanzen und Treibhausgasemissionen

Der Endenergieverbrauch von **Privaten Haushalten, Gewerbe, Wirtschaft, Stadtverwaltung und städtischen Gesellschaften** wird zunächst **getrennt vom Verkehr** betrachtet. Für das Stadtgebiet Braunschweig ergibt sich für das Jahr 2008 ein Endenergieverbrauch von 4 762 GWh. Aus diesem Energieverbrauch resultieren Treibhausgasemissionen von 2,011 Mio. t CO_{2äq}. Umgerechnet auf eine Einwohnerzahl von 246 012 Einwohnern im Jahr 2008 ergibt sich ein Verbrauch an Endenergie von 19 355 kWh pro Einwohner. Dies entspricht 8,18 t CO_{2äq} pro Einwohner (ohne Verkehr).

Ein Vergleich von Energie- und CO₂-Bilanz zeigt, dass Sektoren mit hohem Stromverbrauch höhere Anteile an den Gesamtemissionen besitzen als am Endenergieverbrauch. Grund dafür ist der gegenüber anderen Energieträgern relativ hohe CO₂-Emissionsfaktor für Strom. So hat der gesamte Sektor **Wirtschaft** (Sektor Verarbeitendes Gewerbe und Sektor Sonstige Wirtschaft) mit 2 493 GWh einen Anteil von 52,3% am Endenergieverbrauch, aber mit 1,203 Mio. t CO_{2äq} einen Anteil von rund 60% an den Treibhausgasemissionen in Braunschweig. Beim Sektor **Private Haushalte** ist es umgekehrt. Sie tragen mit 2 058 GWh einen Anteil von 43,2% zum Gesamtenergieverbrauch bei, aber nur 35,7% der Treibhausgasemissionen im Bereich Energie (717 628 t CO_{2äq}) gehen zu Lasten dieses Sektors. **Städtische Stellen** weisen in der Energie-Bilanz einen Anteil von 4,4% auf, was 211 GWh entspricht; in der CO₂-Bilanz liegt der Anteil mit 90 464 t CO_{2äq} bei 4,5%.

¹ Vorkettenanteile: Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen, die vor der Nutzung des Energieträgers anfallen (z. B. für Gewinnung, Aufbereitung, Transport, Lagerung etc.).

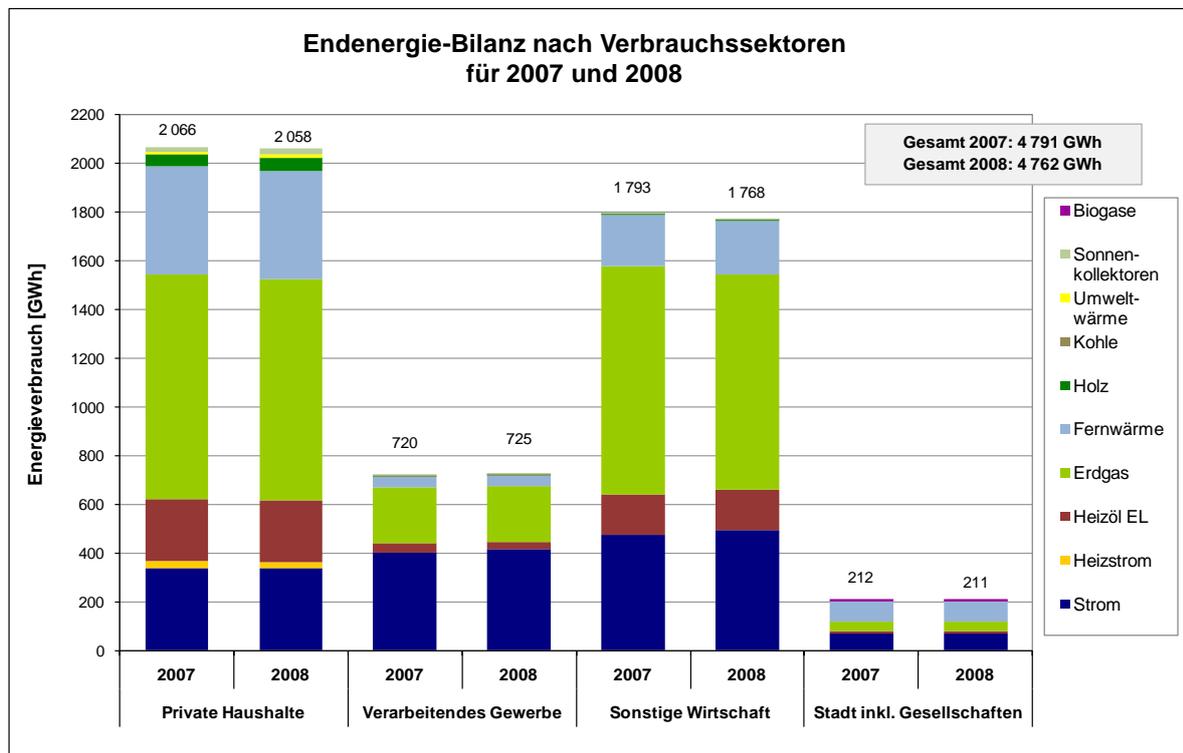


Abbildung 2.1: Endenergie-Bilanz nach Verbrauchssektoren für das Stadtgebiet Braunschweig

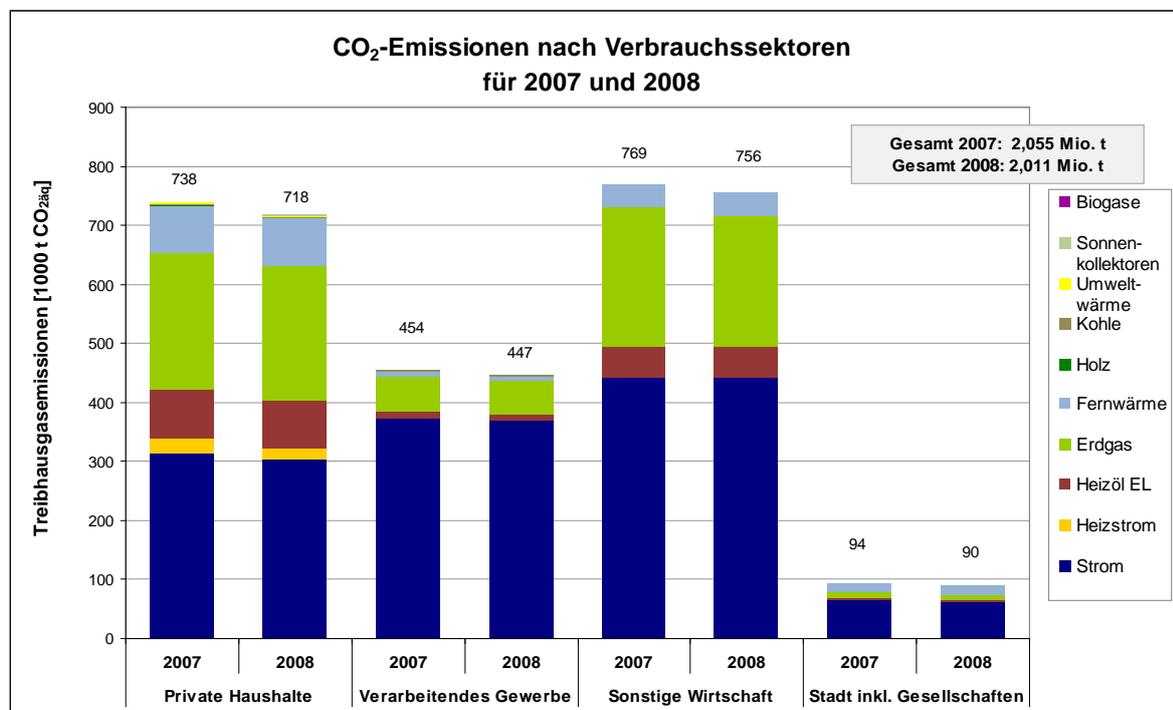


Abbildung 2.2: Treibhausgasemissionen verschiedener Verbrauchssektoren für das Stadtgebiet Braunschweig unterteilt nach Energieträgern

Die höchsten Anteile an der Endenergiebilanz (ohne Verkehr) haben in Braunschweig die Energieträger Erdgas (43%), Strom (28%), Fernwärme (17%) und Heizöl (10%). Andere Energieträger werden mit etwa 2% am Endenergieverbrauch nur verhältnismäßig wenig eingesetzt.

Der Sektor **Verkehr** (ohne Flugverkehr) verursachte im Jahr 2008 Treibhausgasemissionen von 674 580 t CO_{2äq.} Den weitaus größten Anteil an den Emissionen (77%) hat der motorisierte Individualverkehr durch PKW (MIV). Auch der LKW-Verkehr verursacht mit 18,6% einen nennenswerten Anteil. Schienenverkehr und Binnenschifffahrt verursachen dagegen nur vergleichsweise geringe Emissionen.

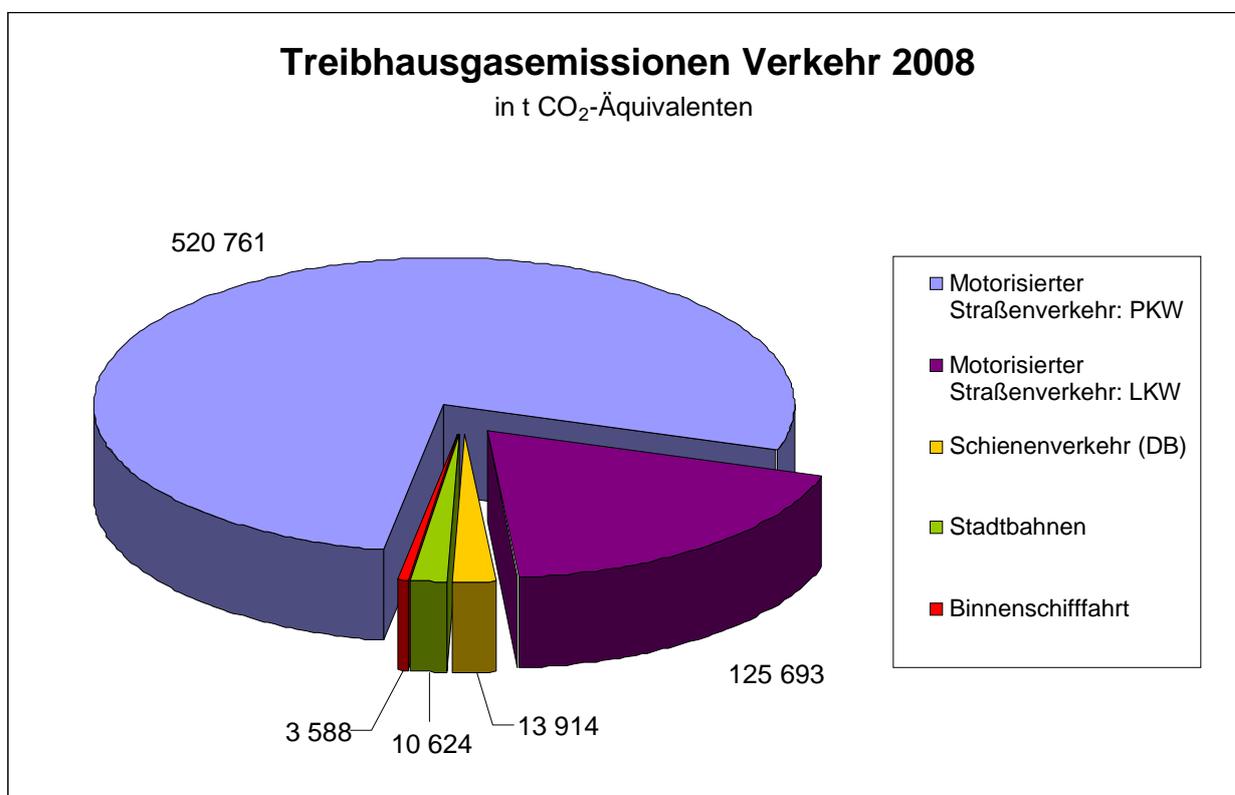


Abbildung 2.3: Treibhausgasemissionen des Gesamt-Verkehrs in 2008

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 den nur 9 km langen Abschnitt der A2 entfallen. 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.

Gesamtbilanz (Energie und Verkehr)

Insgesamt wurden im Jahr 2008 in Braunschweig 6 851 GWh Endenergie verbraucht und damit 2,686 Mio. t Treibhausgase emittiert. Abbildung 2.4 zeigt zusammenfassend die Anteile der verschiedenen Verbrauchssektoren an den Treibhausgasemissionen in Braunschweig. Nicht Beachtung findet in diesen Darstellungen der Flugverkehr, da diese Daten nur auf Basis der verursacherbasierten Startbilanz erfasst werden.

Den größten Anteil an den Treibhausgasemissionen hat mit annähernd 45% der Sektor Wirtschaft. 27% der Treibhausgasemissionen 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.

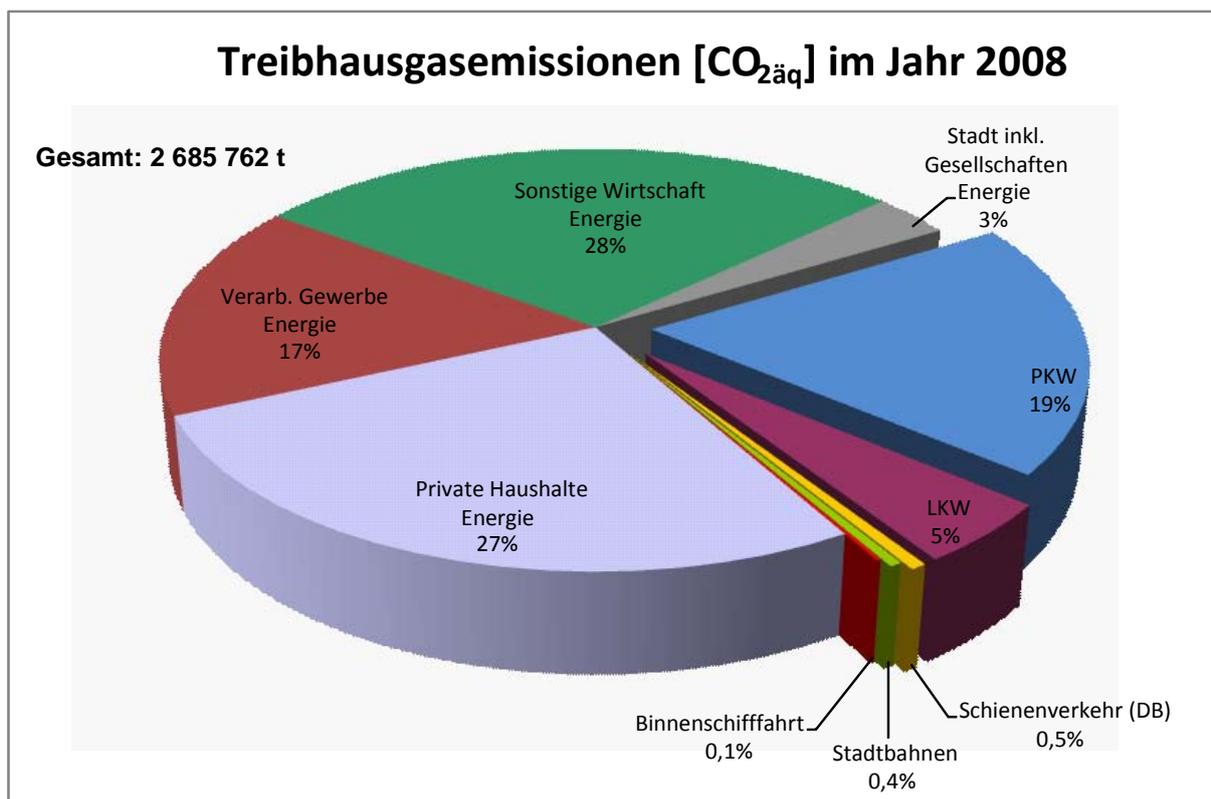


Abbildung 2.4: Anteile der verschiedenen Verbrauchssektoren an den Treibhausgasemissionen im Bereich Energie und Verkehr im Stadtgebiet Braunschweig

3 ENERGIEEFFIZIENZ UND EINSPARPOTENZIALE

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. Grundlage der Potenzialabschätzung ist die CO₂-Bilanz für die Stadt Braunschweig im Bezugsjahr 2008.

Die im Folgenden beschriebenen Einsparpotenziale basieren auf bundesweiten Durchschnittswerten, die auf die lokalen Verhältnisse in Braunschweig übertragen wurden. Die Angaben zu konkreten Emissionsmengen sind daher als grobe Abschätzungen anzusehen und dienen vor allem als Orientierung und Entscheidungsgrundlage zur Identifikation besonders lohnender Maßnahmenswerpunkte für die verschiedenen Zielgruppen.

3.1 Einsparpotenziale im Sektor private Haushalte

Laut CO₂-Bilanz sind die privaten Haushalte in Braunschweig der zweitgrößte Treibhausgasemittent. Die Quellen ergeben sich aus dem Energieverbrauch.

Tabelle 3.1: Endenergieverbräuche und CO₂-Emissionen des Sektors private Haushalte 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%

Wärme

Der Hauptanteil (78%) des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte entfällt auf die Bereitstellung der Raumwärme (vgl. Tab. 3.1). Hier besteht das größte Minderungspotenzial und damit erhöhter Handlungsbedarf. Sinnvolle Einspar- und Effizienzmaßnahmen ergeben sich im Bereich der Gebäudehüllen und der Anlagentechnik. Hierunter fallen im Wesentlichen:

- Dämmung der Wände
- Erneuerung der Fenster
- Dachdämmung bzw. Dämmung der obersten Geschossdecke
- 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 etwa 350 – 400 kWh pro m² Wohnfläche und Jahr. Bei gut wärmegeprägten Neubauten sinkt dieser Wert auf ca. 75 kWh/m²a für einen Neubau EnEV 07, auf 50 kWh/m²a für ein KfW-Effizienzhaus 60 und auf 15 kWh/m²a für ein Passivhaus. Weiterhin sind bereits erfolgte Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand für eine Potenzialabschätzung entscheidend.

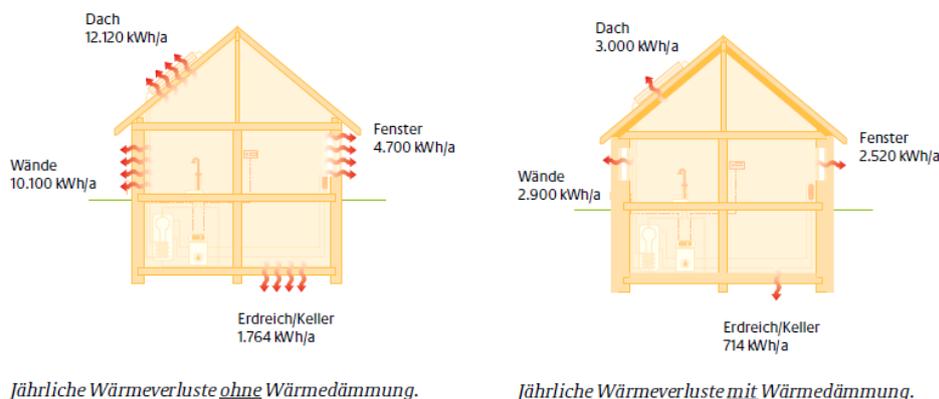


Abbildung 3.1: Durchschnittliche Wärmeverluste von Gebäuden [Quelle: DENA 2009]

Unter Einbeziehung von Literaturdaten und gängigen Sanierungs- und Erneuerungszyklen lassen sich die Potenziale folgendermaßen darstellen: Das gesamte Einsparpotenzial für Wärmeenergie im Sektor private Haushalte liegt 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. Bis 2020 ist damit umgerechnet ein CO₂-Minderungspotenzial von etwa 153 000 t/a erschließbar. Das entspricht etwa 29% der CO₂-Emissionen des Sektors Private Haushalte im Jahr 2008.

Notwendige Investitionen sind im Gebäudesektor zu 90% 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 allein durch einen Wechsel von Energieträgern erschlossen werden, z. B. mit der Umstellung von Heizöl auf das CO₂-ärmere Erdgas oder Fernwärme, den Ersatz fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien, sowie den Ersatz von Nachtspeicheröfen.

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.

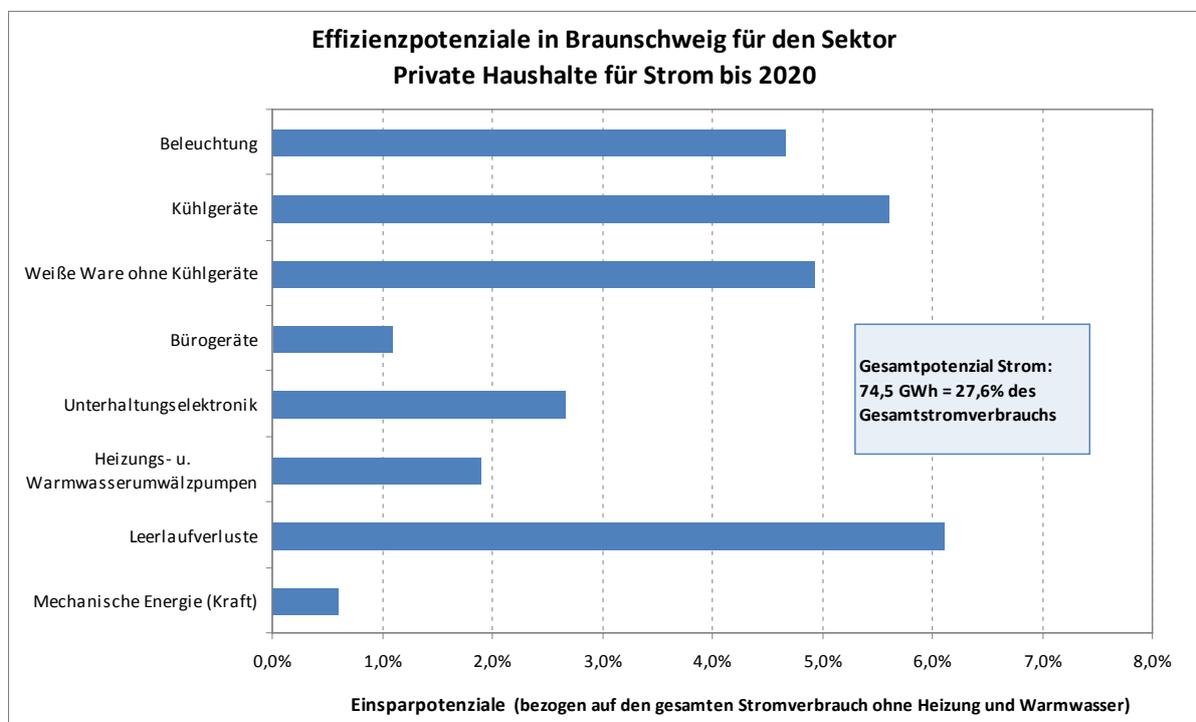


Abbildung 3.2: Effizienzpotenziale bei den privaten Haushalten in Braunschweig im Bereich Strom bis zum Jahr 2020

Bezogen auf den Gesamtstromverbrauch ergibt sich ein Einsparpotenzial von 74,5 GWh oder 27,6% bis 2020. Hervorzuheben sind dabei insbesondere die Potenziale bei

- **Beleuchtung** (4,7%) Hier könnten noch deutlich mehr Kompaktleuchtstofflampen (Energiesparlampen) die konventionellen Glühlampen ersetzen.
- **Austausch von „Weiße Ware“-Geräten** (Gefrier- und Kühlgeräte, Waschmaschinen, Spülmaschinen, Wäschetrockner, Herde) gegen effiziente Neugeräte (10,5%).
- **Kraftanwendungen** (2,5%), vor allem bei Heizungs- und Warmwasserumwälzpumpen
- **Bürogeräte und Unterhaltungselektronik** (3,8%) durch den Einsatz deutlich effizienterer Geräte.
- **Reduzierung von Leerlaufverlusten** wie Standby und "Schein-Aus" (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 Liegenschaften)

Einer bundesweiten Studie der PROGNOSE AG² zufolge liegt das kumulierte wirtschaftliche Potenzial des Sektors Wirtschaft bis 2020 bei 11% des Gesamtenergieverbrauchs. Für Braunschweig ergibt sich daraus grob abgeschätzt ein wirtschaftliches Einsparpotenzial von 276 GWh bis 2020. Das technisch mögliche Potenzial liegt etwa um den Faktor 2 höher.

Im Vergleich zu anderen Städten ist Braunschweigs Wirtschaft durch einen hohen Anteil an sogenannten Kleinverbrauchern (Handwerk, Dienstleistungsgewerbe, öffentliche Einrichtungen etc.) 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. Aufgrund fehlender separater Grunddaten über die einzelnen Wirtschaftszweige ist eine Aufschlüsselung des Energieverbrauchs nach den in Potenzialabschätzungen üblichen Kategorien "Gewerbe, Handel, Dienstleistungen" und "Industrie" anhand der Braunschweiger Daten nicht möglich. Damit ist auch eine entsprechende Quantifizierung von Einsparpotenzialen im Sektor Wirtschaft im Rahmen dieser Studie nicht durchführbar. Im Folgenden werden deshalb die Einsparmöglichkeiten für die üblicherweise verwendeten Wirtschaftssektoren in Anlehnung an bundesweite Studien allgemein beschrieben.

² PROGNOSE/ EWI (2007)

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, und es bieten sich damit unterschiedliche Ansatzpunkte zur rationellen Verwendung der Energie.

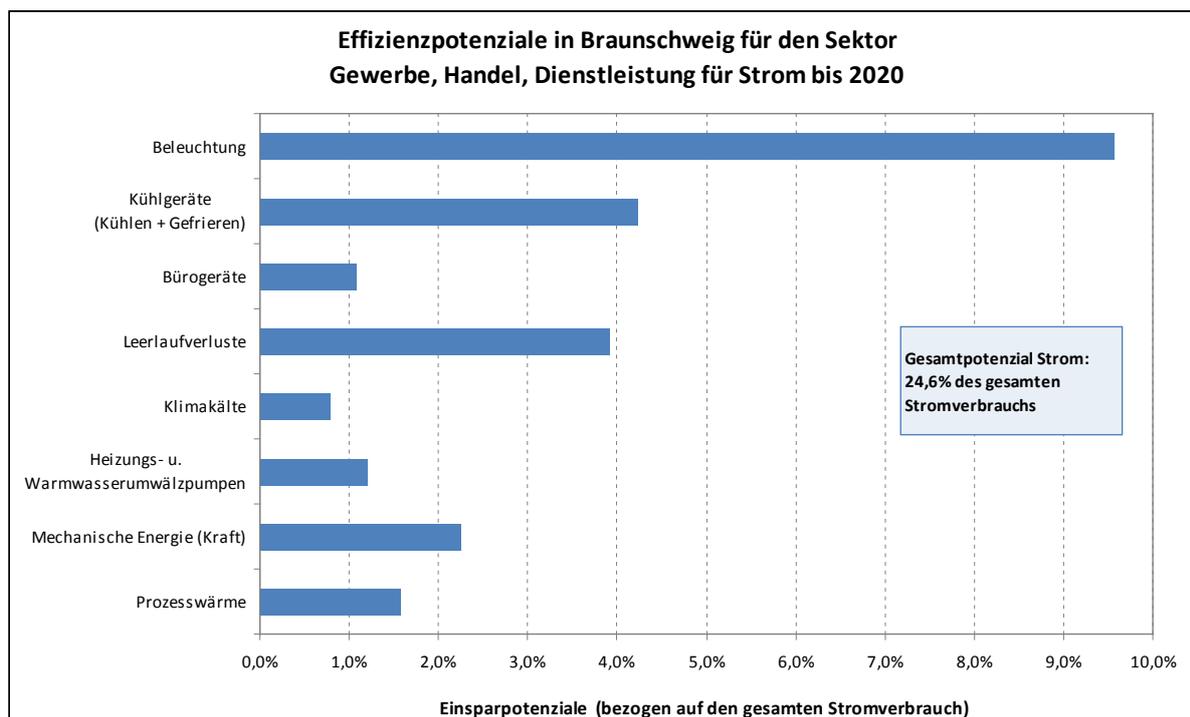


Abbildung 3.3: Effizienzpotenziale im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung in Braunschweig im Bereich Strom bis zum Jahr 2020

Hohe Einsparpotenziale im Strombereich sind vor allem bei der Beleuchtung und bei Kühlgeräten zu verzeichnen. 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.

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.

Industrie

Anders als in den anderen Sektoren spielt der Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser im Sektor Industrie nur eine untergeordnete Rolle. 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.

Prozessoptimierung von thermischen Prozessen zielen gegebenenfalls auf Wärmerückgewinnung, 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. Die Kraft-Wärme-Kopplung bietet weitere Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauchs bzw. der Treibhausgasemissionen.

Trotz einer angenommenen Produktionsausweitung um etwa ein Drittel bis 2020, liegt das kumulierte 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.

Während besonders energieintensive Unternehmen in der Regel schon aus wirtschaftlichen Gründen ein hohes Eigeninteresse an Energieeffizienz haben, sollten auch solche Unternehmen angesprochen werden, 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 Sektor Verkehr

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 Emissionsminderung der Fahrzeuge selbst zu ergreifen und einzusetzen.

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

- **Verkehrsvermeidung:** (Prämisse „Verkehr, der nicht stattfindet, erzeugt auch keine CO₂-Emissionen“) Eine wesentliche Maßnahme in diesem Bereich ist z. B. die integrierte Stadt- und Verkehrsplanung.
- **Verkehrsverlagerung:** Eine Reduzierung der CO₂-Emissionen des Gesamtverkehrs lässt sich erreichen, indem man Verkehr von höher emittierenden Verkehrsmitteln (Flugzeug, LKW, PKW) auf umweltverträglichere Verkehrsträger (Bahn, Schiff, Bus, Rad und Fußverkehr) verlagert.
- **Verkehrsoptimierung:** Ein Teil der Fahrleistung und der damit verbundenen Umweltbelastungen lässt sich bei besserer Auslastung der Fahrzeuge vermeiden.
- **Emissionsminderung** der Fahrzeuge durch technische Maßnahmen.

Grundsätzlich bringen Maßnahmen, die zu einer Vermeidung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) bzw. zu einer Verlagerung auf emissionsärmere und emissionsfreie Verkehrsmittel des Umweltverbunds führen, ein großes CO₂-Minderungspotenzial mit sich. Auf kommunaler Ebene können Einsparpotenziale eröffnet werden, wenn das Verhalten der Verkehrsteilnehmer entsprechend beeinflusst wird. Eine Quantifizierung der CO₂-Minderungspotenziale im Sektor Verkehr ist jedoch nur unter sehr spezifischen Annahmen und im Zusammenwirken der verschiedenen Maßnahmen möglich.

Einige Beispiele:

- **Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV):** Die Treibhausgasemissionen pro gefahrenem Kilometer liegen im ÖPNV um 40 – 70% niedriger als von PKW-Verkehr.
- **Schieneverkehr:** 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:** Bei Rad- und Fußverkehr reduzieren sich die Treibhausgasemissionen auf Null. Abschätzungen aus anderen Studien zeigen, dass eine konsequente Förderung des Radverkehrs und eine kontinuierliche Steigerung des Radverkehrsanteils das mit Abstand höchste Minderungspotenzial aufweist.

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

4 POTENZIAL FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN

Auch ohne Einsparungen beim Verbrauch lassen sich allein durch den Ersatz fossiler Brennstoffe wie Heizöl und Erdgas durch erneuerbare Energieformen wie Biogas, Holz, Windenergie oder Solarenergie die Treibhausgasemission erheblich reduzieren. Im Folgenden wird das theoretische Potenzial für erneuerbare Energien im Stadtgebiet Braunschweig betrachtet. Mit dem theoretischen Potenzial wird das gesamte Energieaufkommen des jeweiligen Energieträgers beschrieben. Das erschließbare Potenzial, also der letztlich zu erwartende Anteil, ist in der Regel erheblich kleiner als das theoretische Potenzial.

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 Höhe gängiger Nabenhöhen, vorherrschen.
- Zum anderen müssen aus planungsrechtlicher Sicht **Mindestabstände** zu anderen Nutzungen z. B. zu Siedlungen und Naturschutzgebieten eingehalten werden.

Unter Berücksichtigung aller Ausschlusskriterien verbleibt lediglich eine kleine Fläche von ca. 70 ha am südöstlichen Rand des Stadtgebietes, die potenziell als Eignungsfläche angesehen werden kann. 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 allerdings zu prüfen, ob sich die Fläche durch Ausschlusskriterien des Nachbarlandkreises verkleinern würde.

4.2 Biomassepotenzial

Eine energetische Verwertung der Bioabfälle aus den Privathaushalten erfolgt bereits in der Biovergärungsanlage Watenbüttel. Die anfallende Bioabfallmenge entspricht ungefähr einer Stromproduktion von 10,5 GWh und einer Wärmeproduktion von 13,3 GWh pro Jahr. Dieses Potenzial ist damit bereits ausgeschöpft und wird im Folgenden nicht weiter betrachtet.

Abgesehen davon 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 (vgl. Tabelle 4.1). 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.

Tabelle 4.1: Theoretische jährliche Biogaspotenziale in Braunschweig

Biogasanlagepotenzial	Gasertrag (m³/a)	Stromproduktion (GWh/a)	Wärmeproduktion (netto, GWh/a) ³
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 zur Energiegewinnung zusammen. 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. Daher ist grundsätzlich ein Wechsel auf die Produktion von nachwachsenden Rohstoffen möglich.

Die mögliche Wärmeproduktion aus potenziell verfügbaren biogenen **Festbrennstoffen** in Braunschweig beträgt insgesamt 37,8 GWh (s. Tabelle 4.2). Damit könnten rund 0,9% der benötigten Festbrennstoffe der Stadt Braunschweig aus Biomasse produziert werden, insgesamt würden in diesem Fall gegenüber 2008 weitere Treibhausgasemissionen in Höhe von 7 500 Tonnen vermieden werden.

³ 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 theoretisch mögliche Gesamteinsparung durch den **Einsatz von Biomasse** (Biogas und Festbrennstoff) beträgt damit 46 100 t, dies sind 2,3% der gesamten Treibhausgasemissionen der Stadt Braunschweig im Jahr 2008.

4.3 Solarpotenzial

In Braunschweig sind zum Ende des Jahres 2008 insgesamt 354 Photovoltaik-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 2 485 kWp installiert. Mittels einer Laserscanbefliegung im Rahmen des Projektes „SUN-AREA“, durchgeführt im Jahr 2008, wurde ermittelt, dass die in Braunschweig installierte Leistung Ende 2008 ungefähr 2% des Gesamtpotenzials entspricht.

Die jährliche Sonneneinstrahlung von ca. 1012 kWh/m² ist 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. Prinzipiell sind alle nach Süden ausgerichteten Dachflächen mit keiner oder geringer Verschattung geeignet. Auf den Internetseiten der Stadt Braunschweig ist die Eignung der in Braunschweig vorhandenen Dachflächen abrufbar. Für jeden frei zugänglich sind detaillierte Informationen zur Gebäudeausrichtung, Dachneigung und Verschattung dargestellt.

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 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.

Im Rahmen einer Bachelor-Arbeit⁴ zu den Ergebnissen des SUN-AREA-Projektes wird unter Annahme einer aktiven Energiepolitik 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 t.

⁴ HOPPENBROCK, C., ALBRECHT A.-K. (2009)

4.4 Geothermiepotenzial

Bei der Erdwärmenutzung unterscheidet man oberflächennahe Geothermie (in den obersten Erdschichten) und Tiefengeothermie (unter ca.1000 m). In dieser Studie wird nur die oberflächennahe Geothermie betrachtet.

Bei der Nutzung von oberflächennaher Erdwärme ist immer ein Einsatz von Wärmepumpen notwendig, weil die Temperaturdifferenz so gering ist. 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.

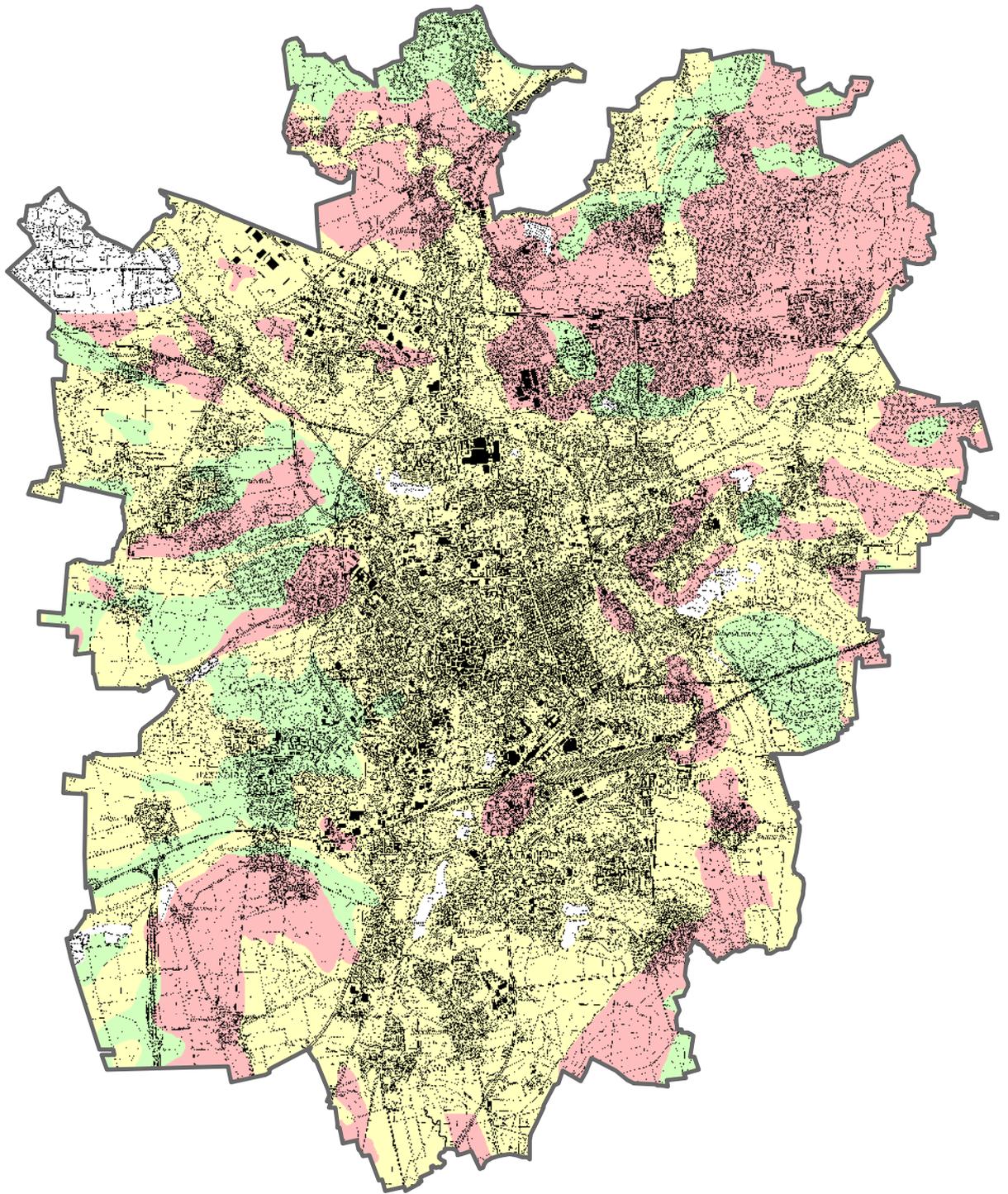
Erdwärmekollektoren (horizontal und oberflächennah ins Erdreich eingebrachte Systeme) sind schon heute in nordeuropäischen Ländern stark verbreitet. Der Einsatz in Deutschland ist vor allem durch die Flächenverfügbarkeit begrenzt. Denn durch die Auslegung der Kollektoren in geringer Tiefe und die einzuhaltenden Mindestabstandsflächen (0,5 – 1 m) zwischen den Rohrleitungen steigt, je nach Wärmebedarf, die freizuhaltenen 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 Fläche⁵.

Wenig geeignet sind Bereiche, wo trockene Sandböden vorliegen oder Festgestein an die Erdoberfläche tritt. Gut geeignet dagegen sind Standorte mit feucht-lehmigen Böden. Als potenziell geeignete Standorte gelten Freiflächen im Bereich der Weststadt, im Bereich Lehndorf, nordöstliches Kanzlerfeld, der nördliche Teil von Waggum oder der westliche Teil von Bevenrode. Wegen ungünstiger Untergrundbedingungen wenig geeignet sind zum Beispiel die Ortschaft Hondelage, ein Großteil von Broitzem, Alt-Lehndorf und Bienrode (Abbildung 4.1).

Erdwärmesonden (vertikale Bohrungen) haben durch ihre 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 und die Wasserführung am Ort der Bohrung. In einigen Gebieten sind Erdwärmesonden nur bedingt oder gar nicht zulässig, beispielsweise in Wasserschutzgebieten.

Ohne Einschränkungen zulässig ist der Erdwärmesondeneinsatz im nordwestlichen Bereich des Stadtgebietes sowie in Fortsetzung daran in einem nach Süden verlaufenden Streifen. Ausgehend von den Eigenschaften des Untergrunds ist für die Nutzung von Erdwärmesonden ein in der Mitte des Stadtgebietes von Nord nach Süd verlaufender Bereich. (Entsprechende Übersichtskarten finden sich in der Langfassung.)

⁵ 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

5 ZIELGRUPPENSPEZIFISCHER MAßNAHMENKATALOG

In verschiedenen Beteiligungsrunden wurden zahlreiche für Braunschweig relevante Klimaschutzmaßnahmen entwickelt und diskutiert. Auch über ein Beteiligungsformular auf der Internetseite der Stadt konnten alle Interessierten Meinungen austauschen und Vorschläge machen. Viele der im Folgenden aufgelisteten Maßnahmen basieren somit auf Vorschlägen von Bürgern, Vereinen und Verbänden sowie kommunalen Akteuren. Die Wirkungsansätze der Maßnahmen 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 Qualifizierung sind ebenfalls aufgeführt.

Einige der aufgeführten Maßnahmen sind in den letzten Jahren bereits partiell realisiert oder in die Wege geleitet worden. Dies betrifft sowohl Maßnahmen, die seitens der Stadt initiiert wurden, als auch solche von anderen Akteuren. So sind beispielsweise einige in der Umsetzung befindliche Maßnahmen aus dem Verkehrsbereich aufgeführt, die bereits im Luftreinhalte- und Aktionsplan von 2007 festgeschrieben wurden. Diese Maßnahmen werden hier erneut genannt, um ihre Funktion im Gesamtzusammenhang zu zeigen und um einen möglichst vollständigen Maßnahmenkatalog bereitzustellen.

Nicht bei allen genannten Maßnahmen hat die Stadt direkten Einfluss auf die Realisierung. Einige vorgeschlagene Projekte müssen ausschließlich von Dritten (Hausbesitzer, Privatleute, Gewerbetreibende) umgesetzt werden. Auch wenn der Rat nicht über diese Projekte beschließen kann, wurden sie dennoch in den Katalog aufgenommen, um ihre Bedeutung hervorzuheben, um ein gemeinschaftliches und ganzheitliches Vorgehen zu ermöglichen.

Ein Fokus soll auf einer besseren Verzahnung der unterschiedlichen Aktivitäten sowie einer stärkeren Vernetzung der verschiedenen Akteure liegen. Dazu sind folgende sektorübergreifende Maßnahmen besonders hervorzuheben:

- Einstellung eines Klimaschutzmanagers (A 3)
- Gründung einer regionalen Energie- und Klimaschutzagentur (A 4)
- Weiterentwicklung des städtischen Energiemanagements (A 9)
- Durchführung einer Klimaschutzkampagne (13 – 18): 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 (A 3)

Ein Klimaschutzmanager koordiniert die Umsetzung des Gesamtkonzepts und fungiert als Ansprechpartner und Berater für Projektpartner, Bürger und Politik. Verwaltungsintern gehört zu seinen wesentlichen Aufgaben die inhaltliche Zuarbeit sowie fachliche Beratung von Entscheidungsträgern und Sachbearbeitern. Ebenso informiert der Klimaschutzbeauftragte auch extern über das Klimaschutzkonzept. Eine weitere Funktion ist die Vernetzung wichtiger Akteure, z. B. über die Durchführung von kommunalen und regionalen Fachforen. Der Klimaschutzbeauftragte initiiert und begleitet Klimaschutzprojekte, erfasst 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. Die Verantwortung für die Umsetzung des Konzeptes kann allerdings nicht allein dem Klimaschutzmanager obliegen. Für einen erfolgreichen Prozess ist die Integration zahlreicher weiterer Akteure innerhalb und außerhalb der Stadtverwaltung ein Muss.

Notwendig ist im ersten Schritt die Schaffung zumindest einer Vollzeitstelle, je nach Aktivitätsumfang ist später ggf. eine Personalerweiterung vorzusehen. Wichtigste Voraussetzung für die **Förderung** einer beratenden Begleitung durch einen Klimaschutzmanager ist ein Umsetzungsbeschluss des Rates der Stadt zum vorliegenden Klimaschutzkonzept. Die aktuelle Förderquote durch das BMU 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. Die Aufgaben der Agentur sollen überwiegend in der Vermittlung von Informationen und Wissen, der Schulung von Multiplikatoren und Beratung von Akteuren liegen. 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)

In den letzten Jahren wurde in Braunschweig bereits erfolgreich ein Energiemanagement aufgebaut. Die Aufgabenbereiche reichen von der Erfassung und Auswertung von Energieverbrauchsdaten städtischer Liegenschaften über die Gebäudeanalysen bis zur Planung und Koordination von Energieeinsparmaßnahmen. Das kommunale Energiemanagement sollte kontinuierlich weiterentwickelt werden, wobei zukünftig stärker als bisher auf den Energieverbrauch und die Höhe der CO₂-Emissionen und nicht vorrangig auf Kostenaspekte fokussiert werden sollte. Die personelle Erweiterung der Energieleitstelle ist sinnvoll.

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 der Langfassung. Die Kategorie "Hohe Priorität" wurde vergeben für Maßnahmen, die hohe Relevanz für Folgemaßnahmen haben, oder die mit geringen Kosten verhältnismäßig große Wirkung versprechen, oder die auf zeitlich begrenzte Bundesförderprogramme abgestimmt werden sollten.

	Bereits umgesetzte Maßnahme bzw. in der Umsetzung
	Geplante Maßnahme
	Vereinzelt 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. Klimaschutz- effekt/ 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, BS ENERGY, 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, Verbraucherschutzverbände, 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, Bahncard)	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 MWel	•••	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, IHK Hand-werkskammer,	2
E 15	Energiesparcontracting für öffentliche Gebäude	•••	Stadt, städtische Gesellschaften	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

6 WERTSCHÖPFUNG

Viele Klimaschutzmaßnahmen sind geeignet, die regionale Wertschöpfung zu erhöhen. Neue Arbeitsplätze und größere Steuereinnahmen für die Kommune stehen in Aussicht.

Bisher werden in der Stadt Braunschweig überwiegend fossile Energieträger genutzt. Da diese nicht aus der Region kommen, fließen die aufgewendeten Gelder zu einem großen Teil in andere Regionen ab. Vor Ort durchgeführte Maßnahmen zur Energieeffizienz und vor Ort gewonnene und genutzte erneuerbare Energien haben dagegen den Vorteil, dass sie Arbeitsplätze und Einnahmen und damit auch Steuereinnahmen auf regionaler Ebene generieren. Die Energiepolitik kann so zum Motor der Wirtschaftsförderung werden und einen Abfluss der Mittel für Energieimporte verringern.

Die Nutzung der **Einsparpotenziale** kann die regionale Wertschöpfung erhöhen. Investitionen in die energetische Modernisierung der Gebäudebestände kommen maßgeblich dem regionalen Handwerk und Baugewerbe zugute und kompensieren Auftragsrückgänge im Bereich der Baufertigstellung. Darüber hinaus ergeben sich erhebliche 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**. Vor- und nachgelagerte Dienstleistungen wie Installation, Betrieb und Wartung bringen zusätzliche Aufträge für das Handwerk.

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 und der Stadtverwaltung eine entscheidende Rolle zu.

7 UMSETZUNGSCONTROLLING

Aufgrund begrenzter finanzieller und personeller Ressourcen sind die politischen und anderen Entscheidungsträger dazu angehalten, Schwerpunkte für vorrangige Klimaschutzmaßnahmen zu setzen. 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.

Begleitend zu der Umsetzung der Maßnahmen muss durch ein geeignetes Controlling überprüft werden, ob die in Braunschweig gesetzten Klimaschutzziele erreicht werden. Um unerwartete Hemmnisse schnell aufzudecken und zu beseitigen, ist es während der Durch-

führung besonders wichtig, regelmäßig ausführliche Informationen über den Projektablauf zur Erreichung der Klimaschutzziele zu erhalten und diese auch zu nutzen. Das Controlling ermöglicht es, positive Entwicklungen zu verstärken und neue Chancen und Potenziale zu identifizieren sowie möglichen negativen Verläufen frühzeitig entgegen zu steuern. Das Controlling kann auch als Mittel dienen, um regelmäßig über Fort- aber auch Rückschritte des Projektes in der Öffentlichkeit zu informieren und damit das Thema Klimaschutz im Bewusstsein der Öffentlichkeit zu halten. Evaluierung und Steuerung mittels Controlling muss immanenter Bestandteil des Klimaschutzes sein. Eine Anknüpfungsmöglichkeit für die Ausgestaltung des Controllings bietet das Qualitätsmanagementsystem und Zertifizierungsverfahren der European Energy Award® (eea®, www.european-energy-award.de).

Controlling sorgt dafür, dass

- ein Soll-Ist-Vergleich erfolgt,
- mögliche Abweichungen festgestellt und mögliche Konsequenzen aus den Abweichungen bewertet werden und
- Korrekturmaßnahmen erarbeitet und die Maßnahmenplanung zur Erreichung der Klimaschutzziele angepasst werden.

Regelmäßig erstellte Umsetzungsberichte 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. 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 relevanten städtischen Abteilungen, Gesellschaften und anderen Akteure sind in den Evaluierungsprozess über feste Ansprechpartner einzubinden.

8 ZUSAMMENFASSUNG

Im Auftrag der Stadt Braunschweig wurde ein Klimaschutzkonzept erstellt. Ziel war es, eine wirksame lokale Gesamtstrategie zu entwerfen, die alle für den Klimaschutz wichtigen Zielgruppen einbezieht. Das nun vorliegende Klimaschutzkonzept dient als Grundlage, um den Klimaschutz im politischen Handeln der Stadt Braunschweig fest zu verankern. Es dient aber auch allen anderen Akteuren als Leitfaden zum gemeinschaftlichen Handeln in Sachen Klimaschutz in Braunschweig.

Die Basis des Klimaschutzkonzepts bildet eine für das Jahr 2008 erstellte Energie- und CO₂-Bilanz. Sie zeigt Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen aufgefächert für einzelne Bereiche wie private Haushalte, Gewerbe, Stadtverwaltung inkl. städtischer Gesellschaften und Verkehr. Darauf aufbauend entstand eine Potenzialanalyse, die Energieeffizienz und Energieeinsparmöglichkeiten für einzelne Bereiche untersucht und beschreibt. Eine weitere Analyse beschreibt die Potenziale im Bereich der erneuerbaren Energien.

Auf dieser Grundlage wurde in mehreren Beteiligungsrounds mit verschiedenen Akteuren und der Bevölkerung ein Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz entwickelt, in dem über 100 zielgruppenspezifische Maßnahmen aufgeführt sind. Die Wirkungsansätze der Maßnahmen 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 Qualifizierung sind ebenfalls enthalten.