Integriertes Klimaschutzkonzept
Stadt Korntal-Münchingen

Teil 1
Energie- und CO_2-Bilanz

2010 – 2012

Projekt-Nr.: **74531**

Erstellt im Auftrag von:

Stadt Korntal-Münchingen

Saalplatz 4

70825 Korntal-Münchingen

Gefördert durch:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Klimaschutz zahlt sich aus! DIE BMU KLIMASCHUTZ-INITIATIVE

Dipl.-Ing. R. Strauß,
Dipl.-Betrw. (FH) M. Wickert
Dipl. Geol. M. Di Muzio

2012-02-27

CDM Consult GmbH · Motorstraße 5 · 70499 Stuttgart · tel: 0711 83076-0 · fax: 0711 83076-76 · stuttgart@cdmsmith.com · cdmsmith.com
Bankverbindungen: Sparkasse Darmstadt BLZ 508 501 50 Konto 220 019 81 · UniCredit Bank Frankfurt BLZ 508 202 92 Konto 304 514 5
Commerzbank Bochum BLZ 430 400 36 Konto 221 113 400 · Niederlassung: Stuttgart, eingetragen unter HRB 10957 AG Bochum
Geschäftsführung: Hans-Martin Gaus (Vorsitz) · Dr.-Ing. Peter Jordan · Heiko Kroll

R:\Germany\Offices\Berlin\Projects\74500-74999\74531\Berichte\Teil 1 CO2-Bilanz\20120227_Endfassung_4\tx20120227_Korntal-Münchingen_Klimakonzept_Teil1.docx

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1 ZUSAMMENFASSUNG 6

2 VORBEMERKUNG 7

3 RAHMENBEDINGUNGEN 9
3.1 Ortsbeschreibung 9
3.2 Strukturelle Beschreibung des Modellgebietes 9
3.2.1 Flächennutzung und Raumentwicklung 9
3.2.2 Bevölkerungsentwicklung 10
3.2.3 Arbeitsstandort 12
3.2.4 Infrastruktur 13
3.3 Klimatische Situation 14

4 BERECHNUNG DER CO_2-EMISSIONEN 15
4.1 Datengrundlage und methodische Vorgehensweise 15
4.1.1 Einleitung 15
4.1.2 Grenzen und Randbedingungen 16
4.1.3 Fortschreibung 17
4.1.4 Vergleichbarkeit und Einordnung der Emissionswerte 17
4.2 Bilanzierung kommunaler Einrichtungen 19
4.3 Bilanzierung Privathaushalte 20
4.3.1 Datengrundlage und Vorgehensweise 21
4.3.2 Ermittlung Stromanteil 25
4.3.3 Berechnung Wärmeanteil 26
4.3.4 Zusammenfassung Privathaushalte 29
4.4 Bilanzierung Privatwirtschaft 30
4.4.1 Datengrundlage und Vorgehensweise 30
4.4.2 Zusammenfassung Privatwirtschaft 34
4.5 Bilanzierung Verkehr 35
4.5.1 Kraftfahrzeugverkehr 35
4.5.2 Sonstiger Verkehr 38
4.5.3 Zusammenfassung Verkehr 38
4.6 CO_2-Bilanz und Einordnung der Ergebnisse 39

5 UNTERSCHRIFTEN 42

6 UNTERLAGEN 43

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Seite

Abbildung 1: Zusammenfassung - Emissionen nach Sektoren ohne (links) und mit (rechts) den übergeordneten Straßen A81 und B10 6
Abbildung 2: Vergleich der Flächennutzung für die Jahre 2000 und 2009 10
Abbildung 3: Entwicklung der Einwohnerzahlen im Zeitraum 2000-2009 11
Abbildung 4: Durchschnittlicher jährlicher Wanderungssaldo 12
Abbildung 5: Entwicklung sozialversicherungspflichtige Beschäftigte im Zeitraum 2000-2009 13
Abbildung 6: Verlauf von Höchst- und Tiefsttemperaturen im Jahr 2009 (Wetterstation Schnarrenberg, DWD) 14
Abbildung 7: Installierte Leistung und Baujahr der Feuerstätten (Summenlinie) 22
Abbildung 8: Energieträgermix für einen Kehrbezirk in Korntal-Münchingen 23
Abbildung 9: Diagramm, Verteilung der CO_2-Emissionen auf die Sektoren 40
Abbildung 10: Vergleich der CO_2-Emissionen pro Kopf 41

TABELLENVERZEICHNIS

Seite

Tabelle 1: CO_2-Emissionsfaktoren für Endenergie 17
Tabelle 2: Ermittlung der Emissionen aus Wärmebereitung kommunaler Einrichtungen 19
Tabelle 3: Ermittlung der Emissionen aus Licht- und Kraftstrom kommunaler Einrichtungen 20
Tabelle 4: Bevölkerung und Wohnraum (Stand 2009) 21
Tabelle 5: Auswertung der Feuerstätten für einen Kehrbezirk in Korntal-Münchingen 22
Tabelle 6: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen in den privaten Haushalten 24
Tabelle 7: Umlage der Haushaltsgrößen 25
Tabelle 8: Stromverbrauch privater Haushalte in Korntal-Münchingen 26
Tabelle 9: CO_2-Emission privater Haushalte, Stromanteil 26
Tabelle 10: Flächenspezifischer Jahres-Energieverbrauch differenziert nach Energieträger 27
Tabelle 11: CO_2-Emission nach Anwendungsbereichen in den privaten Haushalten 28
Tabelle 12: CO_2-Emission privater Haushalte, Wärmeanteil 29
Tabelle 13: CO_2-Gesamtemission privater Haushalte 29
Tabelle 14: Ermittlung des gesamten Strom- und Wärmebedarfes nach Wirtschaftszweigen 31
Tabelle 15: Ermittlung der Verteilung der Energieträger und der Gesamtemissionen 33
Tabelle 16: Darstellung der Emissionen bezogen auf Energieträger 34
Tabelle 17: Ermittlung der Emissionen aus Stromverbrauch 34
Tabelle 18: Zusammenfassung Emissionen aus Privatwirtschaft 34
Tabelle 19: Durchschnittliche Verkehrsbelastung – Annahmen PKW-Verkehr 36
Tabelle 20: Durchschnittliche Verkehrsbelastung – Annahmen LKW-Verkehr 36
Tabelle 21: Emissionsfaktoren für Kraftfahrzeuge nach Fahrzeugkategorien (HBEFA 3.1) 37
Tabelle 22: CO_2-Emissionen des Kraftfahrzeugverkehrs nach Straßentyp 37
Tabelle 23: CO_2-Emissionen des Sektors Verkehr, Zusammenfassung 38
Tabelle 24: Zusammenstellung der CO_2-Emissionen 39

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 **Übersichtslageplan**

Anlage 2 **Berechnung der Emissionen**
Anlage 2.1 Liste der Emissionen städtischer Liegenschaften
Anlage 2.2 Verkehrswegenetz mit CO_2-Emissionen

Anlage 3 **Berücksichtigte Datengrundlage (gesichtet)**

Anlage 4 **CD-ROM: Unterlagen für das Projektmanagement / Controlling**
(Digitale Berichtsversionen, Berechnungstool auf Basis von Microsoft Excel, GIS-Daten, Zeitplanungs-Tool)
(digitale Anlage, nur zur internen Verwendung bei der Stadtverwaltung)

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Ermittlung der CO_2-Emissionen erfolgte für die einzelnen Bereiche Kommunale Einrichtungen, Privatwirtschaft, Verkehr und Privathaushalte. Es wurde mit Blick auf die Fortschreibbarkeit der Bilanz auf einen hohen Differenzierungsgrad und eine transparente Darstellung des Berechnungsweges geachtet. Damit ist die Möglichkeit gegeben, maßgebende Teile der Berechnung mit ortstypischen Werten zu aktualisieren ohne die grundlegende Systematik zu ändern.

Die Berechnungen zeigen auf Grund der verkehrsreichen übergeordneten Straßen A81 und B10 einen dominanten Verkehrssektor. Für die öffentliche Diskussion und die Ableitung der städtischen Maßnahmen zum Klimaschutz werden daher die beiden übergeordneten Straßen von der Gesamtbilanz ausgenommen. Die nachfolgenden Diagramme stellen die Ergebnisse der CO_2-Bilanz im direkten Vergleich dar, links die ortsbezogene Endfassung ohne übergeordnete Straßen und rechts zur Verdeutlichung der Verhältnisse mit den übergeordneten Straßen A81 und B10.

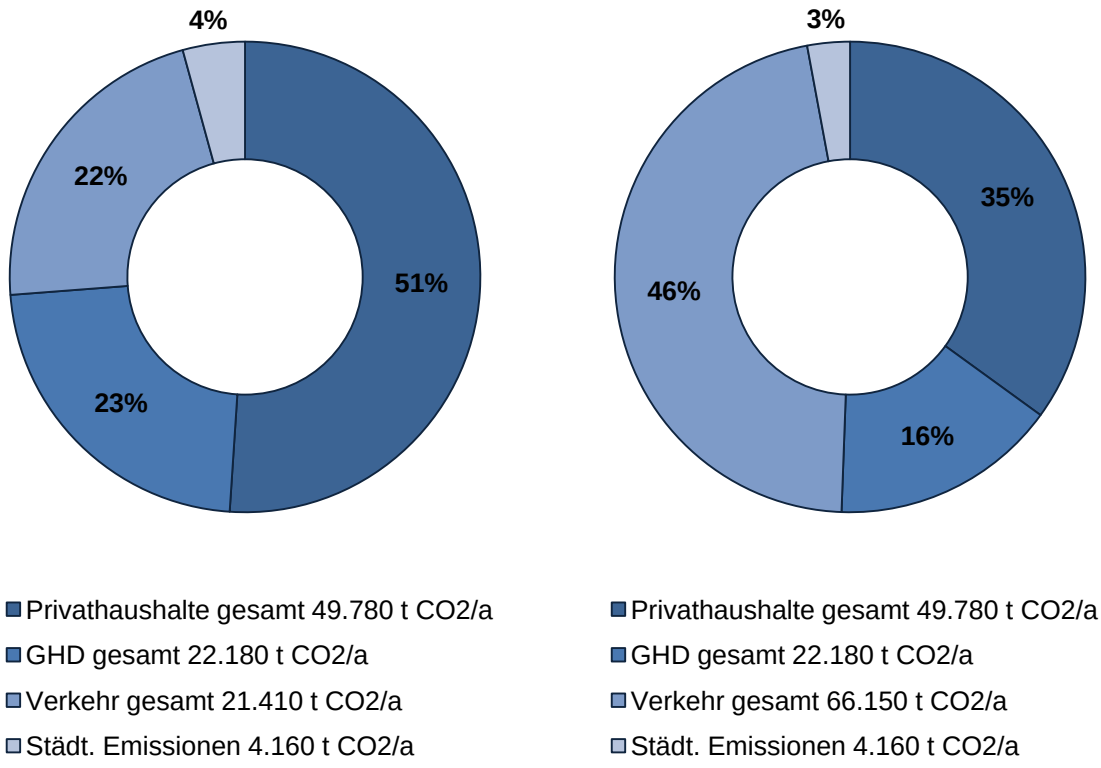


Abbildung 1: Zusammenfassung - Emissionen nach Sektoren ohne (links) und mit (rechts) den übergeordneten Straßen A81 und B10

Die Gesamtemissionen betragen ohne A81 und B10 ca. 97.530 t CO_2 pro Jahr, was etwa 5,3 t je Einwohner und Jahr entspricht. Werden die übergeordneten Straßen bei der Bilanz berücksichtigt ergibt sich eine Emission von ca. 142.270 t CO_2 pro Jahr, respektive 7,7 t je Einwohner und Jahr.

2 VORBEMERKUNG

Die Stadt Korntal-Münchingen hat, um ihrer Verantwortung und Vorbildfunktion für sparsame Energieverwendung und Klimaschutz gerecht zu werden, die Erstellung eines integrierten kommunalen Klimaschutzkonzeptes in Auftrag gegeben. Das Konzept wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert (Förderkennzeichen: 03KS1181).

Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes sollen die auf dem Gebiet der Stadt Korntal-Münchingen verursachten Emissionen bilanziert und für die Bereiche Kommunale Einrichtungen, Privatwirtschaft, Verkehr und Privathaushalte ausgewiesen werden. Auf der Grundlage der erkannten Emissionsschwerpunkte sowie der Anteile der einzelnen Emittentengruppen sollen Maßnahmen zur Verringerung der CO_2-Emissionen entwickelt und gemeinsam mit den Akteuren der Stadt ein Fahrplan zum Klimaschutz aufgestellt werden. Die Priorisierung der Maßnahmen soll sich dabei aus den vorstehend genannten Aspekten ergeben.

Bei Betrachtung der einzelnen Bereiche werden unter dem Begriff „Kommunale Einrichtungen“ alle städtischen Gebäude und der städtische Anlagenbestand (Bürogebäude der Verwaltung, Kindergärten, Sportstätten, Straßenbeleuchtung und Lichtzeichenanlagen) verstanden. Des Weiteren umfasst der Sektor Privatwirtschaft den Gebäudebestand von Gewerbe / Handel / Dienstleistung, welches das produzierende und verarbeitende Gewerbe (Industrie und Handwerk), den Groß- und Einzelhandel (z.B. Lebensmittel- und Elektrogeschäfte) sowie Dienstleistungen diverser Branchen (Hotel- und Gaststätten, Friseur etc.) beinhaltet. Der Bereich Verkehr bezieht sich auf den öffentlichen und individuellen Kraftfahrzeugverkehr sowie den sonstigen Verkehr (Flug-, Bahn- und Schiffsverkehrs) und unter Privathaushalten werden alle Wohnhäuser der Stadtbewohner verstanden.

Der Maßnahmenkatalog enthält zudem neben Maßnahmenbeschreibungen auch Potenzialabschätzungen zur CO_2-Minderung und, wo möglich, eine Abschätzung der Kosten.

Daher werden im vorliegenden Konzept alle Bereiche des öffentlichen Lebens, der privaten Lebensführung und der Wirtschaft berücksichtigt. Da insbesondere im kommunalen Bereich und damit auch beim kommunalen Klimaschutz dem Anspruch, etwas gegen den steigenden Energieverbrauch zu tun, häufig limitierende Faktoren wie die finanzielle Situation der Kommunen, die Interessenlage der Wirtschaft aber auch ganz allgemein das Konsumverhalten der Gesellschaft entgegen stehen, muss das Ziel sein, alle Bürgerinnen und Bürger von der Notwendigkeit des Klimaschutzes zu überzeugen und sie an der Gestaltung einer zukunftsfähigen Gesellschaft zu beteiligen. Klimaschutzmaßnahmen sind zudem oftmals in ihrer Reichweite begrenzt und mögliche Einsparungen setzen sich aus vielen verschiedenen, großen und kleinen Beiträgen zusammen. Dabei können alle Emittentengruppen nur im Rahmen des ihnen Möglichen zum Klimaschutz beitragen. Diese Faktoren berücksichtigt das vorliegende Konzept.

Besonders herausgearbeitet werden dabei die Verbindung von Kosten und Einsparpotenzialen sowie eine mögliche kommunale Wertschöpfung, die sich unmittelbar und mittelbar aus Einsparbemühungen speist.

So lässt sich mit zunehmenden Energiekosten und zunehmend alten Anlagen zur Erzeugung beispielsweise von Wärme auch ein ernstzunehmendes Sparpotenzial durch Anlagenmodernisierung und damit Steigerung von Wirkungsgraden und Verringerung des Energieverbrauches erschließen. Bei der integrierten Betrachtung aller Sektoren und Potenziale lassen sich darüber hinaus regionale Wertschöpfungspotenziale und veritable Einnahmequellen generieren. Somit werden ganz konkrete, auf die Stadt zugeschnittene Maßnahmen entwickelt, welche durch die Abstimmung mit den bei der Stadt Verantwortlichen umsetzbar und kontrollierbar sind und zu einer tatsächlichen Emissionsminderung beitragen. Die Fortschreibbarkeit der Bilanz gewährleistet, dass ein Soll-Ist-Vergleich möglich ist und die Ergebnisse der Einsparbemühungen überprüfbar und abbildbar werden.

Das integrierte Klimaschutzkonzept bildet durch den gesamtheitlichen Ansatz einen anderen Detaillierungsgrad als ein vertiefendes Teilkonzept, welches die als besonders relevant identifizierten Themengebiete aufgreift und tiefergehend analysiert. Vielmehr wird im Folgenden eine umfassende, übergeordnete Betrachtung aller Bereiche angestellt und durch Abwägung einzelner Maßnahmen eine Kombination verschiedener als besonders wirksam und umsetzbar erkannter Maßnahmen ausgearbeitet.

3 RAHMENBEDINGUNGEN

3.1 Ortsbeschreibung

Die in Baden-Württemberg in der Region Stuttgart gelegene Stadt Korntal-Münchingen, ist verwaltungsrechtlich dem Regierungsbezirk Stuttgart und dem Landkreis Ludwigsburg zugeordnet.

Korntal-Münchingen besteht aus den drei Stadtteilen Korntal, Münchingen und Kallenberg mit Müllerheim und Hofgut Mauer, die sich im Zuge der Gemeindereform 1975 zur Stadt Korntal-Münchingen zusammengeschlossen haben. Die Stadt hat rund 18.500 Einwohner (Stand: 2009) und umfasst eine Gemarkungsfläche von 2.071 ha.

Im Norden grenzt Korntal-Münchingen an die Gemarkungen Schwieberdingen und Möglingen. Im Osten und Süden befinden sich die Stuttgarter-Bezirke Stammheim, Zuffenhausen und Weilimdorf. Im Westen schließen sich Ditzingen und Hemmingen an. Geografisch liegt die Stadt im Bereich der kartesischen Koordinaten R 35 04 000 bis R 35 10 500 und H 54 09 750 bis H 54 14 500.

Die höchste Erhebung bildet mit 361 m ü. NN der Kallenberg an der Nordostseite des Stadtgebiets. Die Gemarkung erstreckt sich im Westen bis zum Glemstal, dort liegt bei der ehem. Sägmühle mit 278 m ü. NN der tiefste Punkt. Der Stadtteil Münchingen befindet sich in der Strohgäuebene auf einer Höhe von ca. 300 m ü. NN und wird von landwirtschaftlichen Flächen umsäumt. Der Stadtteil Korntal befindet sich in der Keuperlandschaft und weist ein deutliches Relief auf. Das Gelände steigt im Süden zum Greutterwald und im Norden zum Lotterberg an. Das Stadtzentrum liegt auf einer Höhe von 300 m ü. NN.

Während der Stadtteil Korntal noch deutlich in den Bereich der Gipskeuperformation eingebettet ist, befindet sich Münchingen bereits im durch die Kalksteinschichten des Muschelkalks geprägten Strohgäu. Der Landschaftsbegriff „Strohgäu“ kennzeichnet Hochflächen des Muschelkalks, die noch von Deckschichten des Lettenkeupers oder durch Löß bzw. Lößlehm überlagert werden und fruchtbares Ackerland bilden.

3.2 Strukturelle Beschreibung des Modellgebietes

3.2.1 Flächennutzung und Raumentwicklung

Von den 2.071 ha der Gemarkungsfläche Korntal-Münchingen wurden 2009 etwa 62 % als Landwirtschaftsfläche (1.287 ha) genutzt. Die restlichen Flächen sind zu etwa 27 % Siedlungs- und Verkehrsflächen (574 ha) und zu ca. 9,5 % Waldflächen (927 ha). Hinzu kommen 19 ha Erholungs- und Wasserflächen und 12 ha sonstige Nutzungsflächen. Die landwirtschaftlichen Flächen wurden von 2000 bis 2009 um 82 ha zu Gunsten von Siedlungs- und Verkehrsflächen verringert [U13].

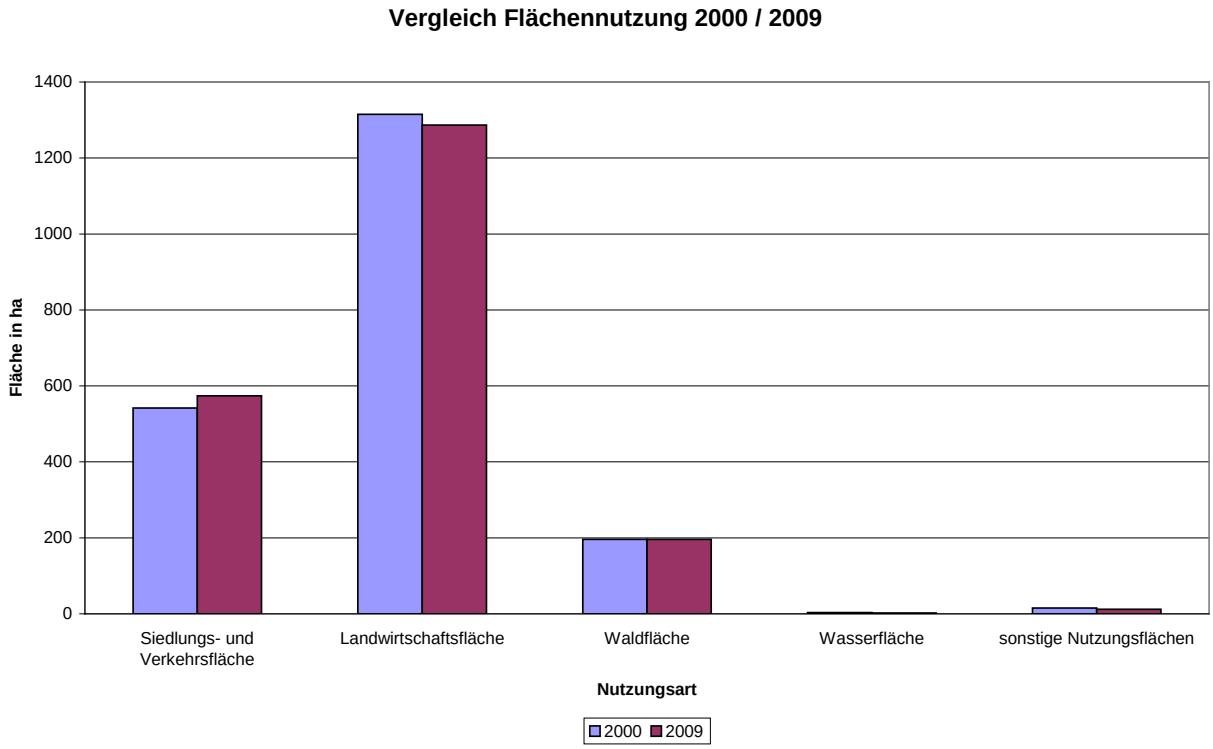


Abbildung 2: Vergleich der Flächennutzung für die Jahre 2000 und 2009

3.2.2 Bevölkerungsentwicklung

Die Stadt Korntal-Münchingen ist, bedingt durch ihre Lage, stark von den Abhängigkeiten und Wechselwirkungen mit den benachbarten Ober- und Mittelzentren Stuttgart und Ludwigsburg geprägt.

In der nachfolgenden Abbildung 3 [U13] ist die Bevölkerungsentwicklung in Korntal-Münchingen dargestellt. Innerhalb von 9 Jahren ist eine Bevölkerungszunahme um ca. 6,5% zu erkennen. So waren im Jahr 2000 insgesamt 17.420 Einwohner in Korntal-Münchingen angemeldet, während es im Jahr 2009 bereits 18.561 Einwohner waren.

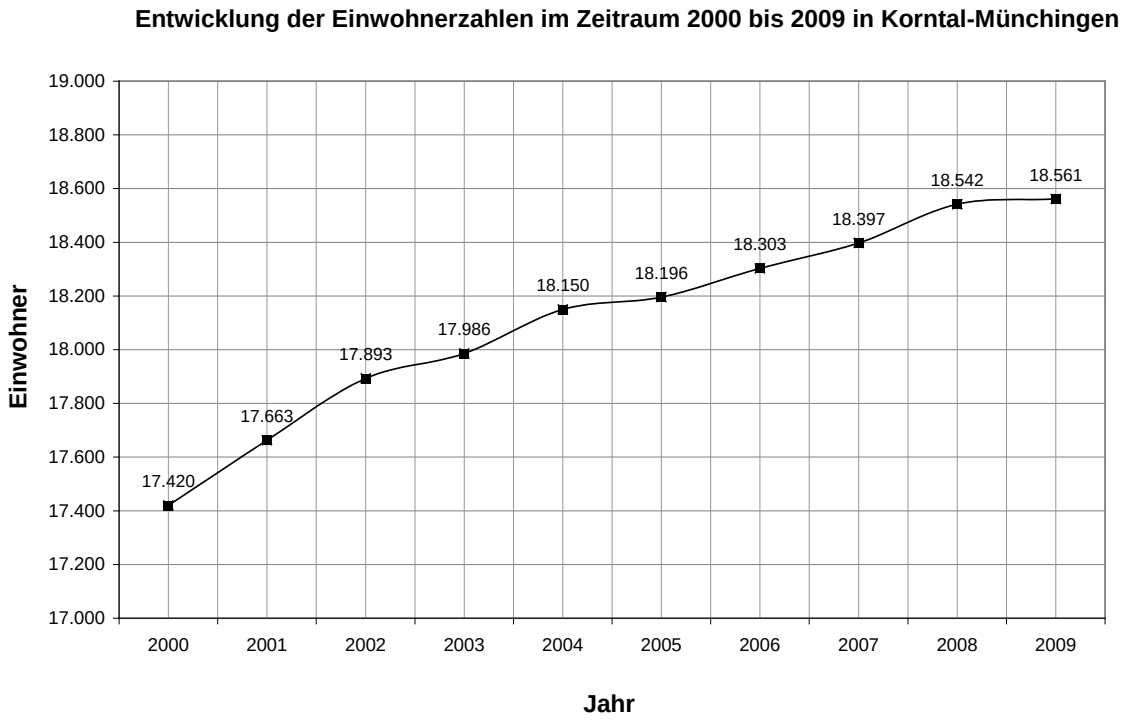


Abbildung 3: Entwicklung der Einwohnerzahlen im Zeitraum 2000-2009

Die Bevölkerungsdichte liegt somit für Korntal-Münchingen im Jahr 2009 bei 896 Einwohnern pro km². Der Landesdurchschnitt liegt mit 301 Einwohnern pro km² bei rund einem Drittel von Korntal-Münchingen und verdeutlicht dadurch den eher städtischen Charakter von Korntal-Münchingen.

In nachfolgenden Abbildung 4 [U13] ist der durchschnittliche jährliche Wanderungssaldo im Vergleich zur Gemeindegrößenklasse (10.000 – 20.000 Einwohner), zum Kreis und zum Land dargestellt. Dabei wird ein deutlich höherer Wanderungsgewinn für Korntal-Münchingen gegenüber vergleichbaren Städten, dem Kreis und Land erkennbar.

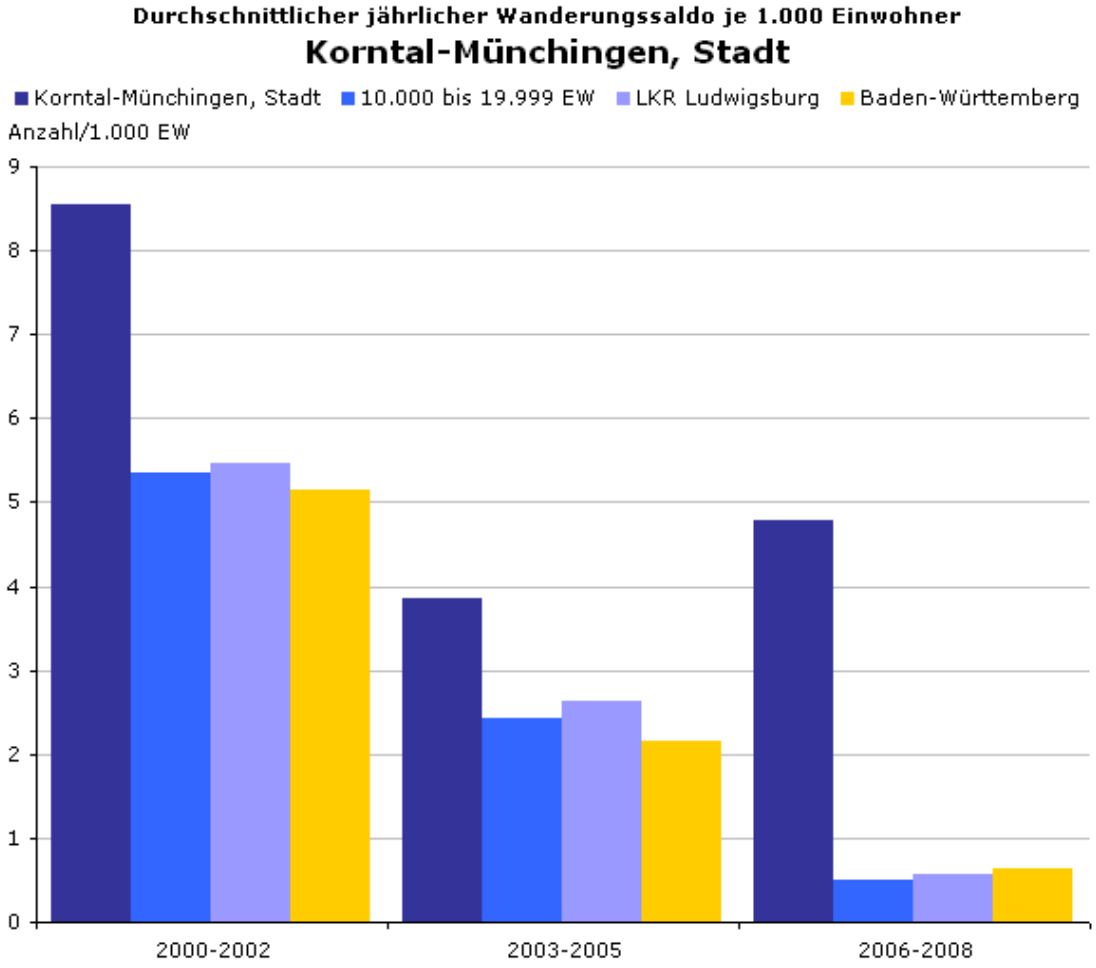


Abbildung 4: Durchschnittlicher jährlicher Wanderungssaldo

Für die Periode 2006 bis 2008 betrug der Wanderungsüberschuss für Korntal-Münchingen 4,8 Personen / je 1.000 Einwohner und verdeutlicht dadurch die konstante Attraktivität des Standorts. Im Landesdurchschnitt hat sich für die Periode von 2006 bis 2008 ein Wanderungsüberschuss von 0,6 Personen je 1.000 Einwohner ergeben.

3.2.3 Arbeitsstandort

Abbildung 5 zeigt die Entwicklung der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten in Korntal-Münchingen auf. Im Zeitraum 2000 bis 2009 schwankten die Beschäftigtenzahlen zwischen 6.796 und maximal 7.197 Personen, wobei in den letzten 4 Jahren ein stetiger Aufwärtstrend erkennbar ist. Im Basisjahr 2009 arbeiteten 7.102 sozialversicherungspflichtige Beschäftigte in Korntal-Münchingen.

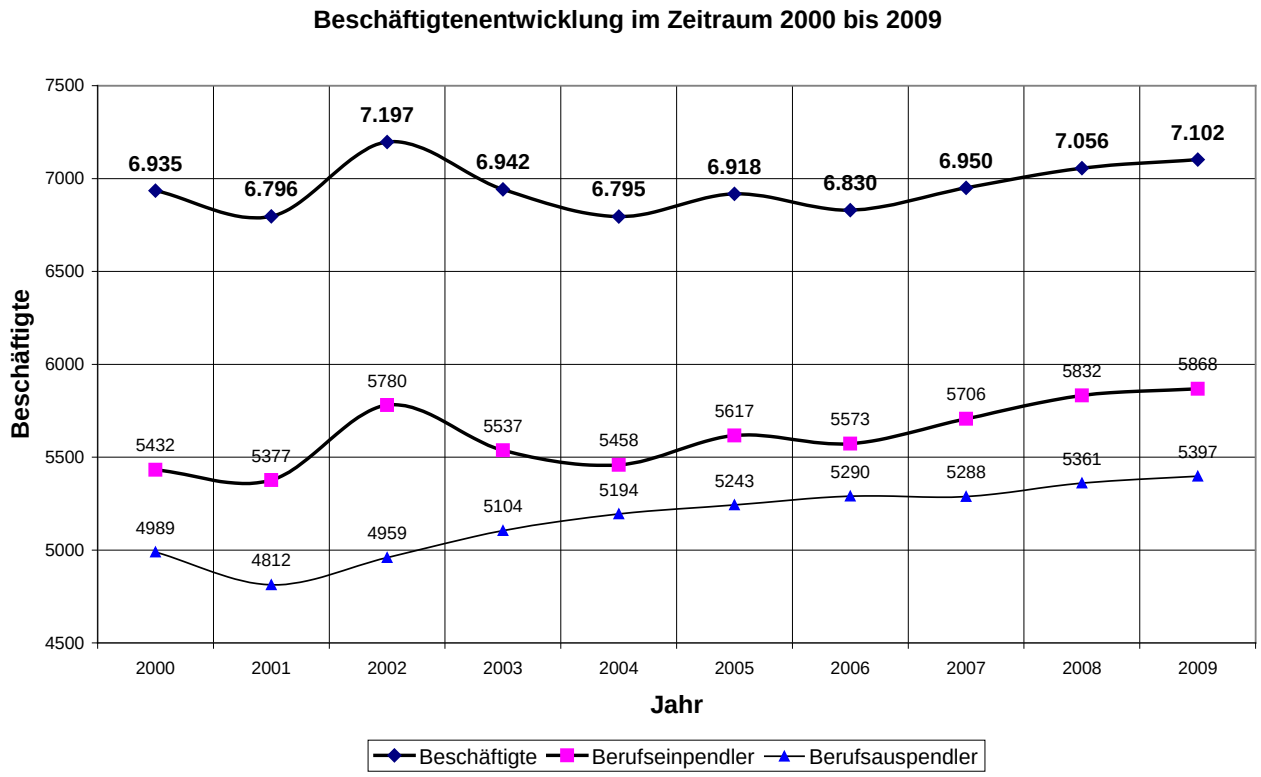


Abbildung 5: Entwicklung sozialversicherungspflichtige Beschäftigte im Zeitraum 2000-2009

Des Weiteren sind in Abbildung 5 die Pendlerraten angegeben. Während im Basisjahr 2009 5.868 Berufseinpendler registriert wurden, pendelten 5.397 Personen aus Korntal-Münchingen heraus. Dieser Vergleich zeigt, dass die Stadt Korntal-Münchingen keine unerhebliche Rolle in der lokalen Wirtschaft einnimmt und für zahlreiche Bürger Arbeitsstandort ist [U13].

3.2.4 Infrastruktur

Straßenverkehrsachsen

Neben den überregionalen Verkehrsadern Bundesautobahn A 81 (Stuttgart - Heilbronn) und der Bundesstraße B 10, wird die Verkehrsanbindung durch weitere Landes- und Kreisstraßen ergänzt (L 1141, L 1143 und K1701, K1704, K1656, K1690). Dabei ist Münchingen über Kreisstraßen sternförmig mit den Nachbargemeinden Ditzingen, Schöckingen, Hemmingen, Schwieberdingen, Markgröningen verbunden.

Auffällig ist, dass die beiden Hauptgemeinden Korntal und Münchingen nicht direkt über Kreisstraßen verbunden sind. Die Bundesautobahn A 81 liegt zwischen den beiden Gemeinden und wirkt als trennende Barriere. Die beiden Gemeinden sind entweder über Stuttgart-Weilimdorf über die L1141 oder über Stuttgart-Zuffenhausen über die L1143 und die B10 miteinander verbunden.

Öffentlicher Personen Nahverkehr (ÖPNV)

Korntal-Münchingen hat Anschluss an die S-Bahnlinie S6 des Verkehrs- und Tarifverbundes Stuttgart GmbH (VVS). Die Linie S6 stellt die nordwestliche Verbindungsachse des S-Bahnnetzes der Region Stuttgart dar und verbindet das Oberzentrum Stuttgart mit den Mittel- und Unterzentren Leonberg, Weil der Stadt, Ditzingen und Korntal-Münchingen.

Des Weiteren endet in Korntal die Strohgäubahn, die die Gemeinden des Strohgäus (Weissach, Hemmingen, Schwieberdingen und Münchingen) an die Hauptverkehrsachsen des ÖPNV anbindet.

Darüber hinaus existieren Busverbindungen, die Korntal-Münchingen mit den Nachbarstädten und Gemeinden verbinden. Die Buslinie 535 verkehrt auf der Strecke Ditzingen-Münchingen-Ludwigsburg, die Buslinie 501 auf der Stecke Feuerbach-Münchingen-Schwieberdingen-Hemmingen und die Stadtbuslinie 612 pendelt stündlich zwischen Korntal-Kallenberg-Müllerheim-Münchingen. Ergänzt wird das Angebot seit April 2010 durch einen Bürgerbus und in den Abend- und Nachtstunden durch ein Anruf-Sammel-Taxi.

3.3 Klimatische Situation

Korntal-Münchingen ist klimatisch durch seine Lage im südwestlichen Neckarbecken und dem Großraum Stuttgart geprägt. Neben dem Oberrheintal ist der Großraum Stuttgart eines der wärmsten Gebiete Deutschlands. Neben den milden Temperaturen sind die lange Sonnenscheindauer und die geringen Niederschläge charakteristisch.

Im Jahre 2009 betrug die Jahresmitteltemperatur für die nördliche Region Stuttgart, gemessen an der Klimastation „Schnarrenberg“ 10,9 °C. Die Höchsttemperatur betrug 33 °C, die tiefste Temperatur lag bei -13 °C (Abbildung 6) (www.wetteronline.de).

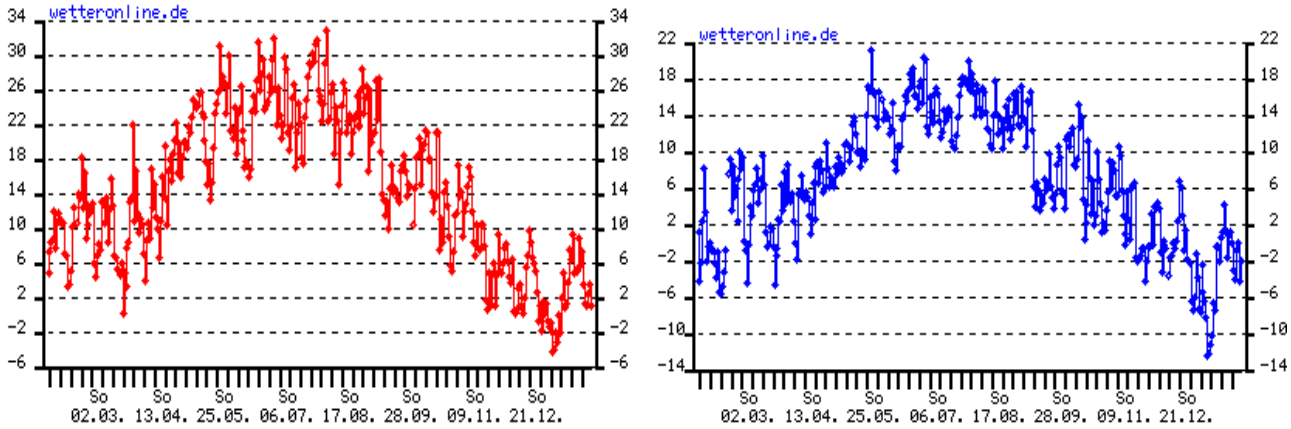


Abbildung 6: Verlauf von Höchst- und Tiefsttemperaturen im Jahr 2009 (Wetterstation Schnarrenberg, DWD)

Die Niederschlagsmenge betrug 790 mm und die Globalstrahlung lag bei einem jährlichen Durchschnittswert von 129 W/ m^2 (Amt für Umweltschutz, Abteilung Stadtklimatologie: Messdaten Stuttgart-Stadtmitte). Die Jahressonnenscheindauer betrug für das Jahr 2009 rund 1.792 h/Jahr und die Zahl der Frosttage lag bei 57.

4 BERECHNUNG DER CO_2-EMISSIONEN

4.1 Datengrundlage und methodische Vorgehensweise

4.1.1 Einleitung

Vereinfachend wird der Begriff „CO_2-Emission“ gleichbedeutend mit „CO_2-Äquivalente“ verwendet. Alle Angaben zu CO_2-Emissionen beinhalten die Treibhausgase des Kyoto-Protokolls Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), Lachgas (N_2O), Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC), Halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC) und Schwefelhexafluorid (SF_6).

Für die Errechnung der CO_2-Emissionen zur Erstellung einer CO_2-Bilanz werden üblicherweise Informationen aus den vier Bereichen Kommunale Einrichtungen, Privatwirtschaft, Verkehr und Privathaushalte benötigt. Kommunale Einrichtungen werden in der Bilanz separat betrachtet und ausgewiesen. Für die Ermittlung der durch kommunale Aktivitäten verursachten Emissionen werden die vorhandenen Energieverbrauchsdaten der städtischen Gebäude, Straßenbeleuchtung und Lichtzeichenanlagen sowie das vorhandene Teilkonzept „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“ von 2010 verwendet. Analog zu den Berechnungen im Teilkonzept [U12] wird im Rahmen dieses Konzeptes eine Endenergiebilanz erstellt.

Im vorliegenden Gutachten wurde, sofern für einzelne Bereiche keine Zählerwerte vorliegen, auf statistisch abgesicherte Durchschnittswerte mit möglichst detaillierter Auflösung zurückgegriffen. Mittels eines hinreichend pragmatischen Ansatzes soll sichergestellt werden, dass die Bilanz so ortsbezogen und tiefgehend wie möglich und so abstrakt wie nötig erstellt wird. Dabei ist vorrangiges Ziel nicht die möglichst wissenschaftlich detaillierte Darstellung der Emissionen, tonnenscharf, sondern die sinnvolle und zügige und ausreichend präzise Identifikation der Emissionsschwerpunkte. Hierdurch soll außerdem sichergestellt werden, dass die Stadt Korntal-Münchingen die Möglichkeit hat, die Bilanz fortzuschreiben und Teilbereiche fortlaufend zu aktualisieren.

4.1.2 Grenzen und Randbedingungen

Modellgrenze ist die Grenze der Stadt Korntal-Münchingen. Für die CO_2-Bilanz wurde in den Vorgesprächen festgelegt möglichst das Jahr 2009 als Stichjahr zu verwenden.

Für das Basisjahr 2009 liegen Informationen der Stadt sowie des Statistischen Landesamtes und weiterer statistischer Ämter sowie Forschungsinstituten vor, so dass sich insgesamt eine ausreichend detaillierte Datengrundlage ergibt. Die Liste der vorliegenden Unterlagen ist dem Unterlagenverzeichnis in Kapitel 6 sowie der Anlage 3 zu entnehmen.

Für die Bilanzierung wurde eine Methode entwickelt, welche die vorliegenden Daten in möglichst hoher Auflösung verarbeiten kann. Das heißt, dass die vorliegenden ortsspezifischen Daten in möglichst großem Umfang in die Bilanzierung eingeflossen sind, fehlende Daten wurden durch statistische Werte ergänzt. Für die Verwendung der Daten aus Bundesstatistiken wurde die grundlegende Annahme getroffen, dass die Stadt Korntal-Münchingen hinsichtlich ihrer Siedlungs- und Nutzerstruktur, keine wesentlichen Abweichungen gegenüber dem Bundesdurchschnitt aufweist.

Somit wird sichergestellt, dass die Bilanz hinreichend ortsspezifisch ist und den IST Zustand hinreichend präzise abbildet. Gleichzeitig bietet diese Bilanzierungsmethode und die ausdifferenzierte Darstellung der verwendeten Daten im Berechnungstool die Möglichkeit, im Rahmen der Fortschreibung der Bilanz jederzeit neu gewonnene Daten (beispielsweise aus Erhebungen) zu ergänzen und damit die Bilanz weiter zu verfeinern. Da detaillierte Daten über den Energieverbrauch in der Stadt nicht vorliegen, sollte ein erstes Ergebnis dieser Untersuchung und damit Ziel der Stadt sein, diese Datenlage im Rahmen der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes zu verbessern und zu ergänzen. Hierzu können Erhebungen dienen, aber auch Ergebnisse aus Maßnahmenumsetzungen und Detailuntersuchungen im Rahmen der Konzeptumsetzung. Dies dient auch dem Maßnahmencontrolling und dem Nachvollziehen des Projekterfolges.

Im Rahmen der Erstellung der Bilanz wurde umfangreiches Datenmaterial der Stadt verschiedenen Alters gesichtet und zusammengeführt. Hierbei war es stets gutachterlicher Anspruch, die jeweils vollständigsten und aktuellsten Daten zu verwenden. Beispielhaft sei der Bereich kommunale Einrichtungen genannt. Hier wurde für den Gebäudebestand auf die Ergebnisse des Teilkonzeptes „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“ zurückgegriffen, welches im Juli 2010 fertiggestellt wurde und 23 kommunale Gebäude untersucht worden sind. Ergänzt wurden diese Daten durch Auszüge aus dem kommunalen Energiemanagement (KEM) der Stadt Korntal-Münchingen. Für die Lichtzeichenanlagen und die Straßenbeleuchtung konnte auf Zählerwerte zurückgegriffen werden.

Die verwendeten Endenergie-Emissionsfaktoren für Strom, Heizöl und Gas stammen aus der Software des kommunalen Energiemanagements und wurden ebenfalls im Klimaschutz-Teilkonzept verwendet. Somit wird eine Vergleichbarkeit sichergestellt. Werte für Steinkohlen, Braunkohlen und Nah-/Fernwärme stammen vom BMU aus der Tabelle "Direkte CO_2-

Emissionsfaktoren für Energieträger im Bereich von Haushalten/Gewerbe, Handel, Dienstleistungen" [U1]. Es handelt sich um allgemein anerkannte Standardwerte für Emissionsfaktoren für CO_2, die von der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) veröffentlicht werden.

Tabelle 1: CO_2-Emissionsfaktoren für Endenergie

Hauptprodukte	CO_2-Emissionsfaktor
Strom (KEM)	633 g/kWh
Strom (BMU)	628 g/kWh
Braunkohlen	361 g/kWh
Steinkohlen	354 g/kWh
Heizöl, leicht (KEM)	318 g/kWh
Nah-/Fernwärme	303 g/kWh
Erdgas (KEM)	258 g/kWh

Diese Werte spiegeln die CO_2-Emissionen wider, welche die einzelnen Energieträger bei Ihrer Verwendung freisetzen. Beim Einsatz zu Heizzwecken werden diese Emissionen bei der Verbrennung des Energieträgers frei, bei der Verwendung von Strom entstehen diese Emissionen am Kraftwerksstandort, werden aber dem Stromverbraucher am Verbrauchsort zugerechnet. Die Tabelle zeigt die unterschiedlichen Emissionsfaktoren einzelner Energieträger und verdeutlicht, dass bereits die Substitution von Heizölheizungen durch Erdgasheizungen erhebliches CO_2-Einsparpotenzial birgt.

Das Vorgehen bei der Bilanzierung der Sektoren im Detail sowie die im Einzelnen verwendeten Daten sind den jeweiligen Kapiteln zu entnehmen.

4.1.3 Fortschreibung

Die Fortschreibbarkeit der CO_2-Bilanz wird durch die ausdifferenzierte Methodik ermöglicht. Die Datenherkunft sowie die Verwendung von statistischen Durchschnittswerten sind nachvollziehbar dargestellt und einzelne Datenblöcke können angepasst werden. So ist es möglich, bei zukünftigen CO_2-Bilanzen eine weiter verbesserte Datengrundlage – auch in Teilbereichen – einzusetzen und das Berechnungsergebnis so zu verfeinern.

4.1.4 Vergleichbarkeit und Einordnung der Emissionswerte

Für die Bilanzierung auf Landesebene und kommunaler Ebene gibt es eine Vielzahl von Methoden. Diese Vielzahl von Methoden erschwert die Vergleichbarkeit verschiedener Emissionswerte und muss bei Vergleichen und der Einordnung von Werten berücksichtigt werden.

Entscheidend für die Aussagekraft eines kommunalen Klimaschutzkonzeptes ist dabei allerdings weniger der Vergleich der Kommunen untereinander als das Ermitteln von Emissionsschwer-

punkten und Handlungsfeldern. So ist entscheidend, dass eine Kommune für die Maßnahmenentwicklung und die Ausarbeitung des Handlungskataloges erkennt, welche Emissionsquellen Ansatzpunkte für eine Optimierung bieten und welche Maßnahmen zu welcher Zeit daher sinnvoll zu einer Emissionsminderung beitragen können.

Eine Kommune, die Sitz eines großen industriellen Betriebes ist, kann daher in diesem Bereich naturgemäß die Emissionen nicht unter einen bestimmten Betrag senken. Dies führt nicht zwingend dazu, dass auch in anderen Bereichen keine Einsparpotenziale erschließbar sind, jedoch vermutlich dazu, dass ein Vergleich mit einer Kommune welche eine reine „Wohnstadt“ ist wenig zielführend ist, da in solchen Bereichen die Emissionen naturgemäß unter denen von Industriestandorten liegen werden. Eine vergleichende Betrachtung von Emissionswerten ist daher nur unter vollständiger Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und Strukturunterschiede möglich.

Neben der Einwohnerzahl spielt für die Ermittlung und die Höhe der Pro-Kopf-Emissionen, die Wirtschaftsstruktur und der Sektor Energieumwandlung eine große Rolle. Für den Sektor Energieumwandlung und hier vor allem die Stromerzeugung, ist die regionale Verteilung der Kraftwerke und der jeweils verwendete Energieträger relevant, da Kohle beispielsweise einen höheren Emissionswert hat als Erdgas. Während zum Beispiel in Brandenburg die Stromerzeugung aus Kohlekraftwerken überwiegt, kommt in Baden-Württemberg ein Großteil der Stromerzeugung aus Kernkraft.

Für die Vergleichbarkeit der Emissionswerte muss außerdem berücksichtigt werden, wie diese ermittelt wurden. So ist eine Endenergiebilanz nicht mit einer Primärenergiebilanz zu vergleichen. Auch das Thema Verkehr ist bei der Einordnung der Emissionswerte zu würdigen. So haben Kommunen die sämtliche Emissionen aus Verkehr in ihre Bilanz aufnehmen stets eine höhere Gesamtemission und Emission pro Kopf als Kommunen, die bspw. Autobahnen oder große Bundesstraßen von der Bilanz ausnehmen.

Im Folgenden werden daher einige Werte zusammengetragen und deren Herkunft besprochen, um eine Einordnung der Werte zu ermöglichen.

Das statistische Landesamt weist im Monatsheft 9/2008 [U7] eine durchschnittliche CO_2-Emission pro Kopf in Baden-Württemberg in Höhe von 7,2 t/a aus. Der Bundesdurchschnitt wird mit 9,6 t/a angegeben. Die Spanne zwischen den einzelnen baden-württembergischen Kommunen reicht bei einer Quellenbilanzierung von 2 bis über 500 Tonnen CO_2 pro Kopf [U7]. Dies hängt mit der örtlichen Struktur und der Bilanzweise zusammen. So kommen Kraftwerksstandorte und Standorte energieintensiver Industrien auf hohe Werte. Beispielsweise kommen Altbach und Walheim – beides Standorte von Steinkohlekraftwerken – auf deutlich über 100 Tonnen.

Für den Straßenverkehr lassen sich ähnlich große Unterschiede feststellen. Kommunen an der A8 weisen deutlich höhere Werte auf, als Kommunen die im Wesentlichen Quell- und Zielverkehr ausweisen.

Werden Strecken des Durchgangsverkehrs von der Bilanz ausgenommen oder auch Strom mittels seiner indirekten Emissionen bilanziert (also diejenigen Emissionen die theoretisch durch den Stromeinsatz des Verbrauchers zu Hause am Standort des Kraftwerkes frei werden dem Verbraucher zugerechnet) so stellen sich die Werte anders dar, weil die Emissionen den Verursachern zugeordnet werden, nicht den Orten der Entstehung. Diese Bilanzierungsart führt zu einer verursachergerechteren Bilanzierung der Emissionen und ist damit der Bevölkerung einfacher zu vermitteln.

Die obige Aufstellung zeigt die Komplexität und Vielfalt bei der Ermittlung von CO_2 - Emissionen. Je nach Bilanzraum und örtlichen Bedingungen können bei verschiedenen Methoden die Werte erheblich voneinander abweichen. Ziel einer CO_2-Bilanz ist jedoch, einen verursachergerechten Emissionsrahmen und Emissionsschwerpunkte als Grundlage für Minderungsanstrengungen zu ermitteln, was insbesondere für den Bereich Energieumwandlung und Verkehr andere, verursacherbezogene Bewertungsverfahren erfordert als eine Quellenbilanz.

Die für Korntal-Münchingen ermittelten Werte werden im Kapitel 4.6 einem Vergleich mit anderen Werten unterzogen.

4.2 Bilanzierung kommunaler Einrichtungen

Der städtische Gebäude- und Anlagenbestand umfasst Einrichtungen und Zählstellen die sich im kommunalen Besitz befinden. Dies sind beispielsweise Bürogebäude der Verwaltung, Kindergärten, Sportstätten aber auch Technische Anlagen und die Straßenbeleuchtung sowie Lichtzeichenanlagen.

Die Berechnung wurde mit Microsoft Excel auf Basis der von Seiten der Stadt gelieferten Auszüge aus dem Kommunalen Energie Management (KEM) durchgeführt und liegt dem Konzept als digitale Anlage bei. Darin sind die in Abhängigkeit vom verwendeten Energieträger berechneten CO_2-Emissionen detailliert für den städtischen Gebäudebestand aufgeführt. Die Energieverbrauchsdaten zur Deckung des Wärmebedarfs wurden analog zu den Daten des Teilkonzeptes gradtagszahlenbereinigt und sind daher mit anderen Jahren vergleichbar. Für die bereits im Teilkonzept untersuchten städtischen Gebäude wurden die Emissions- und Verbrauchswerte übernommen.

Tabelle 2: Ermittlung der Emissionen aus Wärmebereitung kommunaler Einrichtungen

Verbraucher Wärme in 2009	Verbrauch 2009 in kWh (auf volle 1.000 gerundet)	Emissionen in t/a (auf volle 10 gerundet)
Wärmebedarf gemäß Teilkonzept	4.246.000	970
Wärmebedarf restlicher städtischer Gebäudebestandgemäß KEM in 2009 (Witterungsbereinigt)	5.134.000	1.320
Summe	9.380.000	2.290

** davon 2 Liegenschaften mit Strom (85.000 kWh), restliche Liegenschaften mit Erdgas*

Tabelle 3: Ermittlung der Emissionen aus Licht- und Kraftstrom kommunaler Einrichtungen

Verbraucher Strom in 2009	Verbrauch 2009 in kWh (auf volle 1.000 gerundet)	Emissionen in t / a (auf volle 10 gerundet)
Summe Verbrauch gemäß Teilkonzept	891.000	560
Summe Verbrauch restlicher städtischer Gebäudebestandgemäß KEM	1.210.000	770
Summe Verbrauch restlicher GebäudebestandHeizstrom	85.000	Bei Wärme berücksichtigt
Verbrauch Ampelanlagen	43.000	30
Verbrauch Straßenbeleuchtung	794.000	510
Gesamtsumme	3.023.000	1.870

Auf den städtischen Gebäude- und Anlagenbestand entfällt damit eine CO_2-Emission von rund 4.160 t/a.

4.3 Bilanzierung Privathaushalte

Die CO_2-Emissionen im Verbrauchssektor Haushalte sind Teil eines weitgefassten privaten Bereichs, den man am besten mit „Individueller Konsum“ umschreiben kann. Neben dem Energieverbrauch im Zusammenhang mit Arbeit, Freizeitaktivitäten, Nahrungsmitteln oder z.B. Bekleidung umfasst der individuelle Konsum das Wohnhaus und das Wohnen an sich.

Während private Aktivitäten außerhalb der eigenen Wohnung über die Sektoren Privatwirtschaft und Verkehr berücksichtigt werden, sind für den Sektor Privathaushalte alle Einflussgrößen im Zusammenhang mit den Aktivitäten innerhalb der eigenen Wohnung maßgebend.

- Wohnen – Küche, Hygiene, Kommunikation, Beleuchtung
- Wohnhaus – Gebäudehülle, Raumwärme, Raumlüftung, Raumkühlung

Für beide Teilbereiche wird ein Mix unterschiedlicher Energieträger verwendet, der zusammengenommen den Endenergieverbrauch eines Haushaltes darstellt. Bezogen auf den jeweiligen Energieträger gibt es dabei eine Vielzahl von Überschneidungen und Berührungspunkten nach Anwendungsbereichen.

Der Endenergieverbrauch wird außer vom Energieträgermix von einigen anderen Faktoren wie z.B. dem energetischen Zustand der Gebäudehülle, der Anlagentechnik, der Personenanzahl und der Wohnfläche beeinflusst. Zusätzlich hat noch das Nutzerverhalten einen entscheidenden Einfluss. Bei gleichem Gebäude und technischer Ausstattung beeinflussen z.B. die Lüftungsgewohnheiten oder auch die gewünschte Raumtemperatur (individuelle „Wohlfühltemperatur“) den Verbrauch ganz erheblich.

Für eine exakte Ermittlung der CO_2-Emissionen würde nun sowohl die Höhe des Energieverbrauchs eines Haushaltes benötigt, als auch der dafür verwendete Energieträgermix mit den Prozentanteilen seiner Nutzung.

4.3.1 Datengrundlage und Vorgehensweise

Für Korntal-Münchingen stehen derzeit Daten des Statistischen Landesamtes mit sehr geringem Detaillierungsgrad zur Verfügung sowie eine differenzierte Liste mit Feuerstätten für einen einzelnen Kehrbezirk (Schornsteinfegerdaten). Die Daten der übrigen Kehrbezirke konnten im zeitlichen Rahmen der Datenbeschaffung nicht besorgt werden. Aus diesem Grund wird der vorliegende Datensatz als Stichprobe für den Energieträgermix verwendet. Ergänzende Studien oder Haushaltsbefragungen wurden im Stadtgebiet auf Grund des erheblichen Aufwandes und der zweifelhaften Erfolgsaussichten nicht durchgeführt.

Tabelle 4: Bevölkerung und Wohnraum (Stand 2009)

Gesamtbevölkerung [U9]	18.561 EW
Wohnraum [U10]	
Anzahl Wohngebäude	3.221
Anzahl Wohnungen insgesamt	8.984

Für die Wärmeversorgung bietet sich eine Umlage bezogen auf den Quadratmeter Wohnfläche an, während für den Stromverbrauch die Anzahl der Personen je Haushalt maßgebend ist.

Dies lässt sich damit begründen, dass z.B. mit der Vergrößerung eines Haushaltes die Zahl der elektrischen Geräte wie Waschmaschine, Herd oder Geschirrspüler nicht ebenfalls verdoppelt wird. Auch beim Kochen sinkt der Energieverbrauch pro Person, wenn gleichzeitig für eine größere Personenzahl gekocht wird.

Da keine Gesamtwohnfläche von Korntal-Münchingen bekannt ist, wird diese über die mittlere Wohnfläche je Einwohner hochgerechnet.

Davon ausgehend kann eine Energieträgerverteilung nach bundesdeutschem Durchschnitt ausdifferenziert werden. Diese Verteilung wird für den Bereich Raumwärme mit den Auswertungsergebnissen der Schornsteinfegerdaten hinterlegt. Die detaillierte Auswertung liegt diesem Gutachten in digitaler Form bei und kann bei Bedarf um weitere Kehrbezirke ergänzt werden.

Nachfolgende Tabelle zeigt die im untersuchten Kehrbezirk installierte Anlagenleistung in Abhängigkeit vom Baujahr. Legt man die übliche Nutzungsdauer von 30 Jahren für Heizungsanlagen zu Grunde, zeigt sich, dass fast 10% der insgesamt installierten Anlagenleistung aus Anlagen stammt, die auch aus wirtschaftlichen Gründen umgehend ausgetauscht werden sollten. Etwa 25% der Anlagenleistung erreicht innerhalb der nächsten 10 Jahre die übliche Nutzungsdauer.

Tabelle 5: Auswertung der Feuerstätten für einen Kehrbezirk in Korntal-Münchingen

Anzahl Gebäude			784 Stück
Anteil am Gesamtbestand gem. Tabelle 4			ca. 24 %
Feuerstätten nach Gruppen	Anzahl Anlagen	Installierte Kesselleistung	Leistungs-anteile
	Stück	kW	%
Überschrittene Nutzungsdauer (Bj. 1965 bis 1980)	44	5.721	9,6
Erreichen Nutzungsdauer (Bj. 1981 bis 1990)	234	14.918	24,9
Innerhalb Nutzungsdauer (Bj. 1991 bis 2010)	1.029	39.232	65,5
Gesamtergebnis	1.307	59.871	100,0

In der folgenden Abbildung ist dieser beschriebene Umstand noch einmal differenziert dargestellt. Auf der rechten Achse sind die Feuerstätten nach Baujahr als Summenlinie aufgetragen, so dass Aussagen zum Anteil der Anlagentechnik vor einem bestimmten Baujahr abgelesen werden können: 50% der Anlagen wurde vor 1998 gebaut. Auf der linken Achse ist die Summe der im jeweiligen Jahr installierten Anlagenleistung aufgetragen: Lohnenswert ist insbesondere der Austausch der Anlagentechnik aus dem Jahr 1979, denn hier wird mit wenigen Anlagen eine hohe Leistung erzeugt.

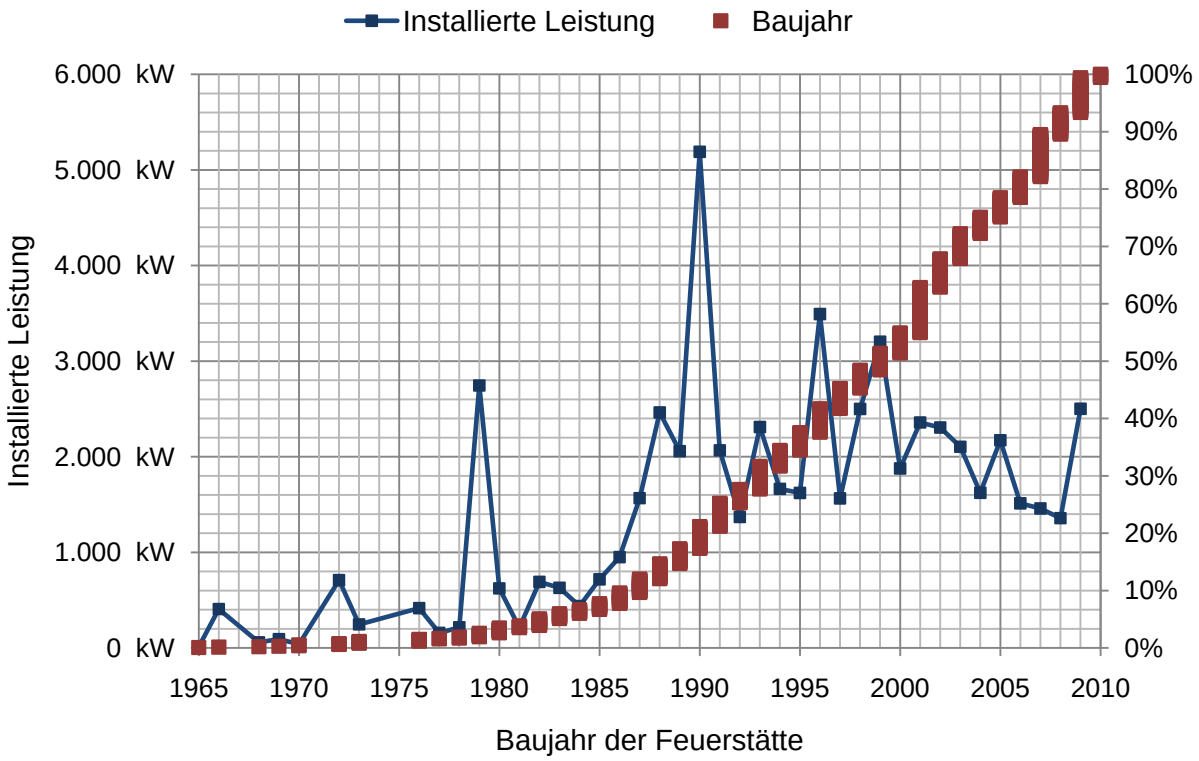


Abbildung 7: Installierte Leistung und Baujahr der Feuerstätten (Summenlinie)

Die Aussagekraft wird allerdings etwas eingeschränkt, da in dem vorliegenden Datensatz keine weitere Differenzierung nach einer gewerblichen oder privaten Nutzung der zugehörigen Immobilie enthalten ist. Eine Aufschlüsselung entsprechend den Sektoren des Klimaschutzkonzeptes ist daher nicht möglich.

Das folgende Diagramm zeigt die im Kehrbezirk verwendeten Energieträger, die bei der Berechnung der CO_2-Emissionen an Stelle der statistischen Daten des Bundes berücksichtigt werden.

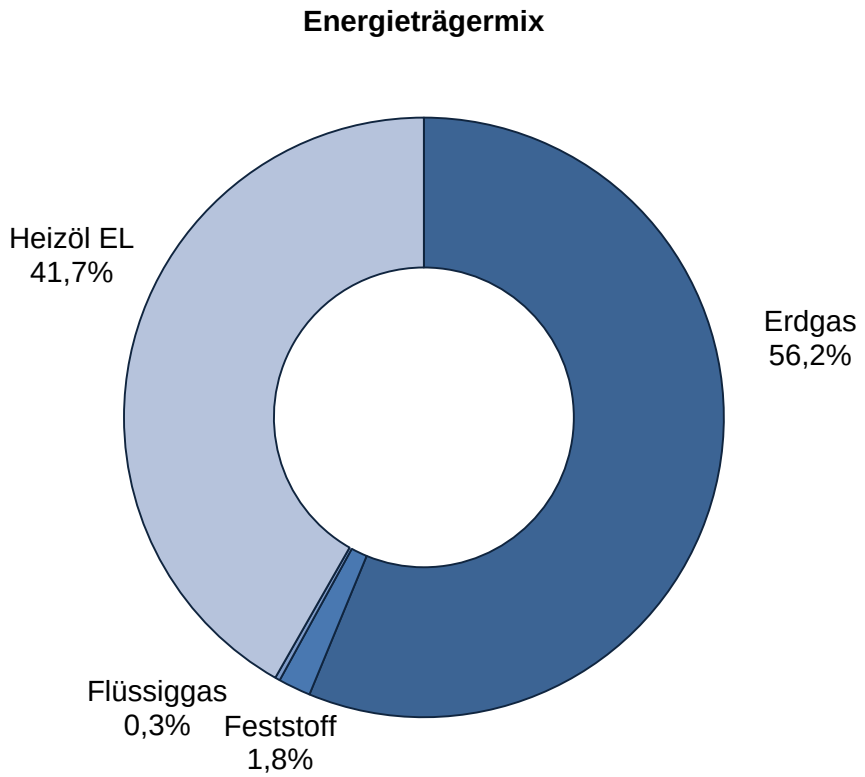


Abbildung 8: Energieträgermix für einen Kehrbezirk in Korntal-Münchingen

Basierend auf dem nach Anwendungsbereichen differenzierten Endenergieverbrauch gemäß bundesdeutschem Durchschnitt wird eine rechnerische Trennung zwischen dem Stromverbrauch und dem übrigen Energieverbrauch vorgenommen. Ziel ist die Berechnung eines personenbezogenen Durchschnittswertes für Strom und eines wohnflächenbezogenen Wertes für den sonstigen Verbrauch. Tabelle 6 zeigt die generelle Verteilung der Energieträger bezogen auf die Privathaushalte für das Jahr 2008 ([U4] Tabelle 7a, Stand 24.02.2011):

Tabelle 6: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen in den privaten Haushalten

	Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen	Anteil am Endenergieverbrauch des jeweiligen Sektors
	[PJ]	[%]
Gesamt	2.558,14	100,0
Raumwärme	**1832,53**	**71,64**
- davon Öl	559,84	28,92
- davon Gas	801,46	39,14
- davon Strom	60,40	2,36
- davon Fernwärme	151,25	0,00
- davon Kohle	40,86	0,00
- davon Erneuerbare	218,72	1,21
Warmwasser	**339,83**	**13,28**
- davon Öl	86,91	3,40
- davon Gas	163,88	6,41
- davon Strom	61,80	2,42
- davon Fernwärme	12,80	0,50
- davon Kohle	3,84	0,15
- davon Erneuerbare	10,60	0,41
sonstige Prozesswärme	**140,70**	**5,50**
- davon Gas	3,40	0,13
- davon Strom	137,30	5,37
- davon Fernwärme		0,00
- davon Kohle		0,00
- davon Erneuerbare		0,00
sonstige Prozesskälte (Strom)	**100,10**	**3,91**
mechanische Energie	**14,38**	**0,56**
- davon Öl	2,38	0,09
- davon Strom	12,00	0,47
IKT (Strom)	**86,60**	**3,39**
Beleuchtung (Strom)	**44,00**	**1,72**

Die Angaben für Raumwärme werden durch die Anteile entsprechend den örtlichen Gegebenheiten nach Abbildung 8 ersetzt, der Anteil Raumwärme aus Strom wird beibehalten.

4.3.2 Ermittlung Stromanteil

Der private Stromverbrauch wird ausschließlich durch Nutzerverhalten einschließlich der Art und Anzahl der von den Nutzern betriebenen Geräte bestimmt. Dabei spielt die Haushaltsgröße eine maßgebende Rolle. Exakter ließe sich der Stromverbrauch nur durch die Erhebung des privaten Anteils am Gesamtstromverbrauch in Korntal-Münchingen ermitteln, diese Größe liegt bislang allerdings nicht vor. In einem späteren Schritt könnten jedoch durch statistisch abgesicherte Erhebungen Durchschnittswerte mit besserem Ortsbezug ermittelt werden.

Für die Berechnung des Stromverbrauchs werden Informationen zur Verteilung der Einwohner auf die verfügbare Wohnfläche benötigt. Die Anzahl der Wohnräume je Gebäude oder je Wohneinheit sind als Datenbasis nicht zielführend. In Ermangelung statistischer Daten zur Anzahl der Haushaltsgrößen für Korntal-Münchingen wird hier auf Daten des Statistischen Landesamtes zurückgegriffen [U8] (vgl. Bundesdurchschnitt nach [U5]).

In nachfolgender Tabelle werden die Haushaltsgrößen entsprechend der Verteilung für die Region Stuttgart auf den berechneten Wohnraum in Korntal-Münchingen umgelegt. Da für die Region keine Differenzierung der 4-Personen-Haushalte vorliegt, wurde hier eine zusätzliche Aufteilung mit Landesdaten vorgenommen.

Tabelle 7: Umlage der Haushaltsgrößen

Haushaltsgröße	Haushalte 2008	Anteile 2008	Wohnungen 2008
1 Person	322.200	34,1%	3.063
2 Personen	325.800	34,5%	3.097
3 Personen	130.200	13,8%	1.238
4 Personen	118.428	12,5%	1.126
>4 Personen	48.372	5,1%	460
Summe			8.984

Quelle Haushalte: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Mikrozensus, Privathaushalte in der Region Stuttgart

Als Grundlage für den haushaltsbezogenen Stromverbrauch werden Zahlen der EnergieAgentur.NRW verwendet [U17]. Es handelt sich um Zahlen des Internetportals Stromcheck der EnergieAgentur.NRW, die auf Auswertungen von über 28.000 Datensätzen beruhen. Durch die Verwendung dieser Werte ist auf Grund der vergleichsweise regelmäßigen Veröffentlichungen und der ständig wachsenden Datenbasis (2011: 380.000 Datensätze) die Verfügbarkeit von Verbrauchswerten auch bei der zukünftigen Aktualisierung des Klimaschutzkonzeptes gegeben.

Aus den berechneten Haushaltsgrößen und den mittleren Verbrauchswerten je Haushalt errechnet sich der nachfolgend aufgeführte Stromverbrauch.

Tabelle 8: Stromverbrauch privater Haushalte in Korntal-Münchingen

Haushaltsgröße	Wohnungen 2008*	Verbrauch je Haushalt [kWh]	Verbrauch nach Haushaltsgröße [kWh]
1 Person	2.872	2.000	5.744.035
2 Personen	2.904	3.100	9.002.082
3 Personen	1.161	3.908	4.536.441
4 Personen	1.056	4.503	4.754.233
>4 Personen	431	5.257	2.267.440
Summe	8.424		26.304.231

** Wohnungen 2008 abzüglich umgelegter Wohnungsleerstand*

Mit Hilfe der vorstehend berechneten haushaltsbezogenen Werte lässt sich nun die CO_2-Emission der Haushalte bezogen auf den Stromanteil berechnen:

Tabelle 9: CO_2-Emission privater Haushalte, Stromanteil

Emissionsfaktor (Strommix)	633 g CO_2/kWh
Haushalte Energiebedarf Strom gesamt	26.304.231 kWh/a
Haushalte CO_2-Emission Strom	16.651 t CO_2/a

Der Anteil direkter und indirekter Stromheizungen ist hier noch nicht beinhaltet und wird im nächsten Abschnitt berücksichtigt. Unter indirekten Stromheizungen ist der Betrieb von bspw. Wärmepumpen zu verstehen, die mit Hilfe elektrischer Energie die dem Boden entzogene Wärme nutzen und als Heizenergie zur Verfügung stellen. Direkte Stromheizungen sind zum Beispiel Nachtspeicheröfen oder Heizlüfter.

4.3.3 Berechnung Wärmeanteil

Wie eingangs schon angedeutet, hängen die CO_2-Emissionen im Bereich Raumwärme vorrangig von drei Einflussgrößen ab:

1. Energetische Qualität der Gebäudehülle oder vereinfachend Gebäudetyp
2. Eingesetzte Endenergieart
3. Nutzerverhalten (Heizdauer, Temperatur, Anzahl der Bewohner etc.)

Während sich Veränderungen bei den ersten beiden Punkten nur mittel- bis langfristig vollziehen, handelt es sich beim Nutzerverhalten um einen schwer zu fassenden Faktor mit schnell wechselnden Gegebenheiten.

Wird eine vollständige Zeitreihe der für Korntal-Münchingen spezifischen Veränderungen angestrebt, sollten alle drei Einflussfaktoren regelmäßig erfasst werden. Mit Hilfe statistisch abgesi-

cherter Befragungen kann eine entsprechende Zeitreihe aufgebaut werden, allerdings ist der Aufwand unverhältnismäßig hoch.

Für die Berechnung der Emissionen des Wärmeanteils sind außerdem energieträgerbezogene Verbrauchsdifferenzen zu berücksichtigen. Jeder Energieträger wird in unterschiedlichem Maß auf unterschiedliche Weise genutzt. So entsteht ein unterschiedlicher Verbrauch bezogen auf die Wohnfläche. Wohnungen mit Einzelraumheizungen sind häufig nicht vollständig beheizt, wie das bei einer Zentralheizung der Fall ist. So erklären sich die niedrigen Verbräuche bei Flüssiggas, Steinkohle und Stückholz in der Tabelle 10 . Zudem könnte eine Wohnung über eine Hauptheizung mit Gas oder Öl beheizt und gelegentlich ergänzend mit Stückholz beheizt werden. Bezogen auf die Wohnungsfläche ergibt sich dann ein erheblich höherer Energieverbrauch für den Energieträger Gas gegenüber Stückholz.

Für die Berechnung des energieträgerbezogenen Energieverbrauchs werden die durchschnittlichen Verbrauchswerte bezogen auf die Wohnfläche entsprechend nachfolgender Aufstellung angesetzt (Jahr 2005 [U3]).

Tabelle 10: Flächenspezifischer Jahres-Energieverbrauch differenziert nach Energieträger

Energieträger	Flächenspezifischer Energieverbrauch
Erdgas	172,3 kWh/m²
Heizöl	193,4 kWh/m²
Fernwärme	113,3 kWh/m²
Flüssiggas	63,2 kWh/m²
Steinkohle	68,4 kWh/m²
Holzhackschnitzel etc.	34,0 kWh/m²

Mit diesen Angaben zum flächenspezifischen Energieverbrauch und der Verteilung nach Anwendungsbereichen gem. Tabelle 6 lässt sich nun ein nach Energieträger gewichteter Verbrauch bezogen auf einen Quadratmeter Wohnfläche berechnen.

Da der Allgemeinstromverbrauch bereits im vorigen Kapitel personenbezogen jedoch ohne den Anteil der Stromheizungen ermittelt wurde, wird der Betrieb von Stromheizungen in der nachfolgenden Tabelle rechnerisch berücksichtigt. Der erheblich höhere Stromverbrauch eines Haushaltes mit Stromheizung hätte die Durchschnittswerte des Allgemeinstroms der Studie [U3] verfälscht und wurde daher ausgenommen. Die nicht berücksichtigten Anteile sind in Tabelle 10 mit dem Vermerk „entfällt“ gekennzeichnet.

Der Energieträgermix für Raumwärme wird durch die Anteile der örtlichen Stichprobe aus Abbildung 8 ersetzt, so dass sich im Ergebnis wieder ein Durchschnitt von 71,6% ergibt. Energieverbrauch und daraus berechnete CO_2-Emissionen sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 11: CO_2-Emission nach Anwendungsbereichen in den privaten Haushalten

	Anteil am Endenergie-verbrauch des jeweiligen Sektors	Gewichteter flächen-spezifischer Energieverbrauch	Flächenspezifische CO_2-Emission
	[%]	[kWh/m²a]	[g/m²a]
Gesamt	100,0	145,99	42.483,21
Raumwärme	**71,64**		
- davon Öl	28,92	55,93	17.786,61
- davon Gas	39,14	67,44	17.398,95
- davon Strom	2,36	3,38	2.140,23
- davon Fernwärme	0,00		
- davon Kohle	0,00		
- davon Erneuerbare	1,21	0,41	0,00
Warmwasser	**13,28**		
- davon Öl	3,40	6,57	2.089,35
- davon Gas	6,41	11,04	2.847,73
- davon Strom	2,42	in Kapitel 4.3.2	in Kapitel 4.3.2
- davon Fernwärme	0,50	0,57	117,31
- davon Kohle	0,15	0,10	36,39
- davon Erneuerbare	0,41	0,14	0,00
sonstige Prozesswärme	**5,50**		
- davon Gas	0,13	0,23	59,07
- davon Strom	5,37	in Kapitel 4.3.2	in Kapitel 4.3.2
- davon Fernwärme	0,00		
- davon Kohle	0,00		
- davon Erneuerbare	0,00		
sonstige Prozesskälte (Strom)	**3,91**	in Kapitel 4.3.2	in Kapitel 4.3.2
mechanische Energie	**0,56**		
- davon Öl	0,09	0,18	7,57
- davon Strom	0,47	in Kapitel 4.3.2	in Kapitel 4.3.2
IKT (Strom)	**3,39**	in Kapitel 4.3.2	in Kapitel 4.3.2
Beleuchtung (Strom)	**1,72**	in Kapitel 4.3.2	in Kapitel 4.3.2

Nach dieser Berechnung liegt ein auf dem Bundesdurchschnitt und Ortsdaten basierender gewichteter Energieverbrauch für den Quadratmeter Wohnfläche und eine daraus resultierende CO_2-Emission vor. Der Detaillierungsgrad ermöglicht eine problemlose Anpassung der Berechnung, falls im Rahmen von zukünftigen Datenerhebungen genauere Kenntnisse mit Ortsbezug zu Korntal-Münchingen vorliegen.

Mit Hilfe der vorstehend berechneten, flächenbezogenen Werte lassen sich nun der Verbrauch und die CO_2-Emission der Haushalte ohne den Stromanteil berechnen.

Tabelle 12: CO_2-Emission privater Haushalte, Wärmeanteil

Wohnfläche gesamt	779.562 m²
Gewichteter flächenspezifischer Energieverbrauch	145,99 kWh/m²a
Flächenspezifische CO_2-Emission	42.483,21 g/m²a
Haushalte Energiebedarf ohne Strom gesamt	113.808.256 kWh/a
Haushalte CO_2-Emission ohne Strom	33.118 t CO_2/a

4.3.4 Zusammenfassung Privathaushalte

Tabelle 13: CO_2-Gesamtemission privater Haushalte

Haushalte CO_2-Emission ohne Strom	33.118 t CO_2/a
Haushalte CO_2-Emission Strom	16.651 t CO_2/a
Gesamtsumme*	49.769 t CO_2/a

**Rundungsdifferenz*

Die CO_2-Emissionen der privaten Haushalte belaufen sich damit gemäß vorstehender Tabelle auf insgesamt 49.769 t CO_2 pro Jahr.

4.4 Bilanzierung Privatwirtschaft

Die CO_2-Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie werden im folgenden Kapitel zusammenfassend als Privatwirtschaft betrachtet. Die Emissionen dieses Sektors stellen erfahrungsgemäß, neben den Emissionen der privaten Haushalte den größten Anteil der Gesamtemissionen.

Die in diesem Bereich freigesetzten CO_2-Emissionen, werden durch verschiedene Faktoren beeinflusst, beispielsweise

- Größe der Unternehmen
- Anzahl der Mitarbeiter
- Automatisierungsgrad
- Branche bzw. Sektor (Fertigungsbetriebe haben in der Regel höhere Energieaufwendungen als reine Dienstleistungs- und Bürobetriebe)
- Aktivitäten zu Umweltschutz und Emissionsminderung
- Baulicher Zustand und technische Ausstattung von Fertigungshallen, Geschäften und Büros

Ähnlich wie beim Sektor Privathaushalte würde für eine exakte Ermittlung der CO_2-Emissionen der Privatwirtschaft sowohl die Höhe des Energieverbrauchs eines Betriebes, als auch der dafür verwendete Energieträgermix mit den zugehörigen Nutzungsanteilen benötigt. Trotz des Kostenfaktors Energie und trotz des zunehmenden Umweltbewusstseins vieler Unternehmen liegen diese Verbrauchsdaten längst nicht bei allen Unternehmen vor und werden nicht zentral erfasst. Zusätzlich besteht von Seiten der Gewerbebetriebe wenig Interesse an einer Weitergabe oder Veröffentlichung des eigenen Energieverbrauchs, so dass hier zum großen Teil auf statistische Daten zurückgegriffen werden muss.

4.4.1 Datengrundlage und Vorgehensweise

Es liegen keine ortsspezifischen Erhebungen hinsichtlich Energieträgermix und Energieverbrauch für den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie vor.

Daher wird für den Energieverbrauch und den Energieträgermix eine umfangreiche Studie des Fraunhofer ISI/IfE/GfK [U6] sowie eine Fortschreibung bis ins Jahr 2010 [U16] herangezogen. Diese gibt Orientierungswerte für den Energieverbrauch wieder.

Von Seiten der Stadt Korntal-Münchingen liegt eine detaillierte Gewerbeliste mit Beschäftigtenzahlen vor. Diese Liste wurde umfassend ausgewertet. Es ergibt sich eine Differenz zu den Beschäftigtenzahlen des Statistischen Landesamtes (aus Kapitel 3.2.3). Aufgrund der lokalen Verfügbarkeit detaillierterer Daten bei der Stadt wird zur Berechnung der Emissionen aus Privatwirtschaft vereinbarungsgemäß auf die Daten der Stadt anstelle der statistischen Werte zurückgegriffen.

Die Gewerbeliste enthält neben Angaben zu Gewerbebetrieben auch Beschäftigtenzahlen. Die Gewerbearten wurden zugeordnet und passend für die Studie des Fraunhofer ISI/IfE/GfK [U16] aggregiert.

Darüber hinaus wurden weitere Annahmen getroffen: Vollzeitbeschäftigte entsprechen einer Bezugseinheit, Teilzeitbeschäftigte einer halben Bezugseinheit. Für Unternehmen ohne Angabe wurde vereinfachend angenommen, dass dort zumindest ein Mitarbeiter (der/ die Inhaber/-in) beschäftigt ist. Auf Grundlage dieser Annahmen konnte die Gesamtzahl an Bezugseinheiten für die einzelnen Wirtschaftszweige ermittelt und über die Energieverbrauchskennwerte pro Beschäftigtem und Jahr der gesamte Energieverbrauch des Sektors ermittelt werden.

Hinweis: Es ergibt sich eine Differenz zu den Beschäftigtenzahlen des Statistischen Landesamtes (aus Kapitel 3.2.3). Aufgrund der lokalen Verfügbarkeit detaillierter Daten und der Vereinbarung mit der Stadt, möglichst immer ortsspezifische Daten zu verwenden, wird zur Berechnung der Emissionen aus Privatwirtschaft auf die Datenlage der Stadt anstelle statistischer Werte zurückgegriffen.

Tabelle 14: Ermittlung des gesamten Strom- und Wärmebedarfes nach Wirtschaftszweigen

Gewerk / Wirtschaftszweig	Summe Beschäftigte	Energieverbrauch Wärme pro BZE* (Hochrechnung)	Energieverbrauch Wärme gesamt	Energieverbrauch Strom pro BZE* (Hochrechnung)	Energieverbrauch Strom gesamt
		[kWh**]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
Backen	29	16.100	458.850	6.500	185.250
Bau	533	5.200	2.769.000	1.500	798.750
Büro	1.106	5.600	6.190.800	2.500	2.763.750
Fleischerei	35	8.900	311.500	8.500	297.500
Gartenbau	28	23.900	669.200	2.200	61.600
Gastro	146	11.900	1.737.400	4.100	598.600
Handel	1.967	6.900	13.568.850	4.200	8.259.300
Herstellung	896	8.000	7.164.000	3.700	3.313.350
Landwirt	12	57.900	694.800	7.500	90.000
Lebensmittel	3	10.200	30.600	7.800	23.400
Sonstige	490	8.000	3.916.000	4.000	1.958.000
Schulen	9	1.400	12.600	200	1.800
Textil	7	3.400	23.800	1.800	12.600
Wäschereien	3	11.600	34.800	5.600	16.800
Gesamtergebnis	**5.261**		**37.582.200**		**18.380.700**

** BZE (Bezugseinheit) hier: beschäftigte Person*

***Hochrechnung der Studie*

Obenstehende Tabelle bildet die Grundlage für die Ermittlung der CO_2-Emissionen im Bereich Privatwirtschaft. Mittels der Energieverbrauchskennwerte für die einzelnen Bereiche und der Beschäftigtenzahlen wird der Gesamtverbrauch ermittelt. Die nachstehende Tabelle ermittelt die Emissionen über die Energieträgerverteilung nach [U4].

Tabelle 15: Ermittlung der Verteilung der Energieträger und der Gesamtemissionen

	BRD 2008 Anteil [%]	Umlage [%]	Emissions-werte [g CO_2 / kWh]	Verbrauch Anteil [kWh]	Emission [t / CO_2]
Raumwärme	**50,64**				
- davon Öl	13,55	19,9	318	7.468.129,9	2.374,9
- davon Gas	24,03	35,2	258	13.246.178,8	3.417,5
- davon Strom	2,03	3,0	633	1.120.786,9	709,5
- davon Fernwärme	9,58	14,0	207	5.279.416,0	1.092,8
- davon Kohle	0,96	1,4	354	526.761,8	186,5
- davon Erneuerbare	0,50	0,7	0	278.075,2	0,0
- davon Sonstige	0,00	0,0	0	0,0	0,0
Warmwasser	**4,54**				
- davon Öl	1,31	1,9	318	720.744,9	229,2
- davon Gas	1,54	2,3	258	849.930,2	219,3
- davon Strom	0,83			in Tabelle 14	in Tabelle 14
- davon Fernwärme	0,61	0,9	207	338.414,3	70,1
- davon Erneuerbare	0,25	0,4	0	139.550,6	0,0
Sonstige Prozesswärme	**8,15**				
- davon Öl	2,33	3,4	318	1.283.402,2	408,1
- davon Gas	3,32	4,9	258	1.831.572,6	472,5
- davon Strom	1,69			in Tabelle 14	in Tabelle 14
- davon Fernwärme	0,71	1,0	207	391.466,7	81,0
- davon Kohle	0,00	0,0	354	0,0	0,0
- davon Erneuerbare	0,10	0,1	0	53.153,8	0,0
- davon Sonstige				0,0	
Klimakälte	**2,26**				
- davon Gas	0,04	0,1	258	20.426,5	5,3
- davon Strom	2,22			in Tabelle 14	in Tabelle 14
Prozesskälte	**0,71**				
- davon Gas	0,17	0,2	258	93.789,3	24,2
- davon Strom	0,54			in Tabelle 14	in Tabelle 14
mechanische Energie	**14,66**				
- davon Öl	7,03	10,3	318	3.873.766,4	1.231,9
- davon Gas	0,12	0,2	258	66.634,0	17,2
- davon Strom	7,51			in Tabelle 14	in Tabelle 14
IKT (Strom)	**5,14**			in Tabelle 14	in Tabelle 14
Beleuchtung (Strom)	**13,90**			in Tabelle 14	in Tabelle 14
Summe	**100,00**	**100,0**		**37.582.200,0**	**10.539,9**

Da für den Energieträger ‚Sonstige' keine weitere Differenzierung angegeben wird, gehen wir vereinfachend davon aus, dass es sich hier vollständig um CO_2-neutrale Erneuerbare Energie wie z.B. Holz handelt.

Obenstehende Tabelle zeigt die Zusammensetzung der Gesamtemissionen bezogen auf die Energieträger für einzelne Anwendungsbereiche. In der folgenden Tabelle sind die Emissionen bezogen auf Energieträger abgetragen.

Tabelle 16: Darstellung der Emissionen bezogen auf Energieträger

Energieträger	Emission in t CO_2/a
Öl	4.244,0
Gas	4.156,0
Strom	709,5
Fernwärme	1.243,9
Kohle	186,5
Summe	10.539,9

Die Gesamtemissionen aus Wärmebereitung des Bereiches Privatwirtschaft belaufen sich auf rund 10.540 Tonnen CO_2 pro Jahr.

Die Emissionen aus Stromverbrauch gemäß Tabelle 14 errechnen sich wie folgt:

Tabelle 17: Ermittlung der Emissionen aus Stromverbrauch

Stromverbrauch	18.380.700 kWh
Emissionsfaktor	633 g CO_2/kWh
CO_2-Emission	11.635 t CO_2/a

4.4.2 Zusammenfassung Privatwirtschaft

Tabelle 18: Zusammenfassung Emissionen aus Privatwirtschaft

Gewerbe CO_2-Emission inkl. Heizstrom	10.540 t CO_2/a
Gewerbe CO_2-Emission Strom	11.635 t CO_2/a
Gesamtsumme	22.175 t CO_2/a

Die CO_2-Emissionen der privaten Wirtschaftsbetriebe belaufen sich damit gemäß vorstehender Tabelle auf insgesamt 22.175 t CO_2 pro Jahr.

4.5 Bilanzierung Verkehr

Die CO_2-Emissionen im Verkehrssektor setzen sich aus dem Kraftfahrzeugverkehr und einem Betrag für sonstige Verkehrsmittel zusammen.

Der Kraftfahrzeugverkehr umfasst vollständig den straßengebundenen Verkehr, basierend auf Daten aus sehr unterschiedlichen Quellen. In Ermangelung aktueller flächendeckender Zählungen und Modellrechnungen werden für die Bilanzierung Fahrzeugzahlen aus älteren Hochrechnungen und Prognosen mit Bezug auf das vergangene Jahrzehnt verwendet. Aus gutachterlicher Sicht reduziert sich durch diese Herangehensweise der zu erwartende Fehler und das Ergebnis liegt näher an der tatsächlichen Emission, als eine Hochrechnung mit rein statistischen Daten ohne Ortsbezug. Für übergeordnete Straßen stehen die Zahlen der Verkehrsmengenkarte 2005 zur Verfügung. Bei Straßen ohne Angaben werden Fahrzeugzahlen durch plausible Annahmen ergänzt.

Zusätzlich wird eine personenbezogene Pauschale für sonstigen Verkehr wie z.B. Bahnverkehr und die Feldarbeit landwirtschaftlicher Maschinen sowie den Flugreiseverkehr angesetzt, der über das Verkehrsmodell nicht erfasst wird.

Eine qualitative Verbesserung der Datenlage ist nur durch eine Verkehrszählung und ein Verkehrsmodell zu erreichen.

4.5.1 Kraftfahrzeugverkehr

In einem ersten Schritt wurde bei allen Straßenabschnitten der Stadt Korntal-Münchingen in ESRI ArcMap (GIS) die Straßenlänge hinterlegt. Für die weitere Berechnung wurden für größere Straßen die Fahrzeugzahlen aus vorliegenden Gutachten übernommen, für kleinere Straßen wurde eine Tagespauschale berechnet. Da für jeden Straßenabschnitt Fahrzeugzahlen im GIS hinterlegt sind, lassen sich diese Zahlen zukünftig sehr detailliert fortschreiben. Das GIS-Shape mit der Berechnung wird digital übergeben.

Die Berechnung enthält den Anteil Schwerverkehr über eine Gewichtung des Emissionsfaktors in Abhängigkeit vom Straßentyp. Der Schwerverkehr berücksichtigt dabei alle Fahrzeuge ab einem Gewicht von 3,5 Tonnen, also auch Reise- und Linienbusse sowie landwirtschaftliche Zugmaschinen auf öffentlichen Straßen.

Sofern für den jeweiligen Straßenzug in einem der Gutachten Zahlen zur Verfügung standen, wurden diese verwendet. Für alle übrigen Straßen wie z.B. Nebenstraßen wurden sinnvolle Annahmen gemäß den nachfolgenden Tabellen getroffen, ohne dabei die Vernetzung der Straßen näher zu betrachten oder Verkehrsströme zu simulieren. Der aus der Schätzung resultierende Fehler wird bei der Darstellung der Ergebnisse diskutiert.

Alle Straßen innerhalb des Stadtgebietes wurden in Abhängigkeit von Funktion und Nutzungsintensität grob in zwei Kategorien eingeteilt, denen ein Schätzwert gem. nachfolgenden Tabellen zugeordnet wurde, sofern kein besserer Wert in der Datengrundlage enthalten war.

Tabelle 19: Durchschnittliche Verkehrsbelastung – Annahmen PKW-Verkehr

Straßentyp/Funktion	Tagesverkehr 6:00 bis 22:00 h [Kfz/h]	Nachtverkehr 22:00 bis 6:00 h [Kfz/h]	Tagessumme [Kfz/d]
Wohnweg/Wohnstraße	6	1	104
Wohnstraße/Sammelstraße	25	2	416

Für den Schwerverkehrsanteil am Kfz-Verkehr wird bei der Kategorie Wohnstraße/Sammelstraße ein Wert von ca. 3% angesetzt. Bei noch kleineren Straßen kann der Anteil vernachlässigt werden, da er sich rechnerisch nicht mehr bemerkbar macht:

Tabelle 20: Durchschnittliche Verkehrsbelastung – Annahmen LKW-Verkehr

Straßentyp/Funktion	Tagesverkehr 6:00 bis 22:00 h [Kfz/h]	Nachtverkehr 22:00 bis 6:00 h [Kfz/h]	Tagessumme [Kfz/d]
Wohnweg/Wohnstraße	0	0	0
Wohnstraße/Sammelstraße	0,8	0	13

Für Hauptstraßen wird nach [U11] ein ortstypischer Schwerverkehrsanteil am Kfz-Verkehr von 7% angesetzt.

Mit Hilfe der nun für jeden Straßenabschnitt vorliegenden Fahrbahnlänge und Fahrzeuganzahl wurden anschließend die daraus resultierenden Fahrzeugkilometer errechnet.

Nach Berechnung der Fahrzeugkilometer für jeden Straßenabschnitt differenziert nach Fahrzeuggrößen wurde der deutsche Fahrzeugmix für die weitere Berechnung verwendet.

Mit Hilfe des Handbuchs Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 3.1) [U15] wurden auf Basis des durchschnittlichen deutschen Fahrzeugmixes 2010 Emissionsfaktoren für innerörtliche und außerörtliche Straßen berechnet. Hinsichtlich der Klimawirksamkeit wird dabei für CH_4 (Methan) ein Äquivalenzfaktor zu CO_2 von 21 verwendet, für N_2O Lachgas beträgt dieser Faktor 310. Der Rechenweg liegt diesem Gutachten in der digitalen Anlage bei.

Tabelle 21: Emissionsfaktoren für Kraftfahrzeuge nach Fahrzeugkategorien (HBEFA 3.1)

Fahrzeugkategorien		CO_2-Äquivalent
PKW	Autobahn	177,1 g/km
	Außerorts	137,2 g/km
	Innerorts	177,7 g/km
SNF (Schwere Nutzfahrzeuge)	Autobahn	703,1 g/km
	Außerorts	639,0 g/km
	Innerorts	669,7 g/km

Nach Auswertung der Berechnung im GIS errechnet sich folgende Zusammensetzung der CO_2-Emissionen in Korntal-Münchingen.

Tabelle 22: CO_2-Emissionen des Kraftfahrzeugverkehrs nach Straßentyp

Straßentyp/Funktion	Gesamtlänge [m]	CO_2-Emission [t CO_2/Jahr]	Anteile [%]	Anteile (ohne A81 und B10) [%]
Autobahn	8.017	36.967	55,9%	-
Bundesstraße	5.899	11.505	17,4%	-
Landesstraße	4.644	4.428	6,7%	25,0%
Kreisstraße	5.121	2.467	3,7%	14,0%
Sonstige Hauptstraßen	9.080	6.852	10,4%	38,8%
Wohnstraße/Sammelstraßen	50.784	3.888	5,9%	22,0%
Wohnstraße/Wohnweg	6.790	46	0,1%	0,3%
Summe	90.335	66.152	100,0%	100,0%

In Summe ergibt sich für den Sektor Verkehr aus Kraftfahrzeugen eine CO_2-Emission von 66.152 t/Jahr. Dabei entfallen ca. 73 % der Emissionen auf Autobahn und Bundesstraße. Bereinigt man die CO_2-Emission um diese beiden Straßenkategorien, reduziert sich der Wert auf 17.681 t/Jahr. Für die weitere Betrachtung wird mit diesem selektiven Wert gerechnet.

Bei der Berechnung der CO_2-Emission von 66.152 t/Jahr für den Sektor Verkehr aus Kraftfahrzeugen entfällt ein Anteil von etwa 1.868 t/Jahr (entspricht ca. 2,8 %) auf eine angenommene Verkehrsbelastung gem. Tabelle 19 und Tabelle 20 bzw. auf eine Ergänzung aus Plausibilitätsgründen. Da der überwiegende Teil der Emissionen auf Landes-, Kreis- und sonstige Hauptstraßen entfällt, sollte mit Blick auf das Alter der verwendeten Verkehrsgutachten und der baulichen Veränderungen im Umfeld von Münchingen eine Verkehrsuntersuchung mit ganzheitlichem Ansatz durchgeführt werden.

4.5.2 Sonstiger Verkehr

Die Emissionen aus Flugverkehr werden pauschal pro Einwohner angesetzt. Der Berechnung mit einer Pauschale liegt die Annahme zu Grunde, dass die Bevölkerung in Korntal-Münchingen ein ähnlich ausgeprägtes Flug- und Reiseverhalten wie der Bundesdurchschnitt hat.

Nach Ermittlungen des Statistischen Landesamtes betragen die durchschnittlichen Emissionen aus Flug-, Bahn- und Schiffsverkehr sowie Baumaschinen und Off-Road Verkehr (z.B. landwirtschaftliche Maschinen abseits von Straßen) rund 0,2 t/Person und Jahr an direkten CO_2-Emissionen in den Städten und Gemeinden in Baden-Württemberg.

Die CO_2-Gesamtemission aus sonstigem Verkehr beträgt für die 18.561 Einwohner von Korntal-Münchingen im Jahr 2009 insgesamt ca. 3.720 t CO_2/Jahr.

4.5.3 Zusammenfassung Verkehr

In der nachfolgenden Tabelle werden die berechneten Ergebnisse noch einmal zusammenfassend dargestellt. Dabei werden für den Kfz-Verkehr die CO_2-Emissionen um Autobahn und Bundesstraße bereinigt.

Tabelle 23: CO_2-Emissionen des Sektors Verkehr, Zusammenfassung

Kraftfahrzeuge gesamt	17.681 t CO_2/Jahr
Sonstiger Verkehr gesamt	3.720 t CO_2/Jahr
Gesamtsumme	21.401 t CO_2/Jahr
Emission Pro-Kopf bezogen auf den Gesamtverkehr	1,2 t CO_2/Jahr

Das Statistische Landesamt gibt für Baden-Württemberg eine CO_2-Emission je Einwohner von durchschnittlich 1,9 t/a für den gesamten Verkehrssektor an.

Die Lage der Stadt mit ihrer direkten Anbindung an das überörtliche Straßennetz außerhalb der Stadtgrenzen, legt allerdings den Schluss nahe, dass der Hauptanteil der persönlichen Fahrleistung außerhalb des Stadtgebietes zurückgelegt wird. Dazu zählt auch die Verkehrsverbindung zwischen den beiden Ortsteilen Korntal und Münchingen, die in Teilen über das Streckennetz der Nachbargemeinden verläuft. Der Wert des Statistischen Landesamtes berücksichtigt dagegen die vollständige durchschnittliche Fahrleistung jedes Einwohners: Im Jahr 2008 legten 346.112 Kfz eine Strecke von 5.100,7 Mill km zurück, was einer mittleren jährlichen Fahrleistung von ca. 14.740 km / Kfz entspricht.

Gleichzeitig besteht in Korntal-Münchingen mit 625 Kfz / 1000 EW ein geringfügig niedrigerer Motorisierungsgrad als in Baden-Württemberg mit durchschnittlich 634 Kfz/1.000 EW, was zu einem niedrigeren Ergebnis bei den CO_2-Emissionen beitragen dürfte.

Legt man diese Durchschnittswerte zu Grunde, erhält man auch für Korntal-Münchingen eine vergleichbare CO_2-Emission von 1,84 t CO_2/Jahr je Einwohner (18.542 EW, 200 g CO_2/km, 625 Kfz/1000 EW, 14.740 km).

4.6 CO_2-Bilanz und Einordnung der Ergebnisse

Die Ermittlung der CO_2-Emissionen erfolgte für die einzelnen Bereiche kommunale Einrichtungen, Privatwirtschaft, Privathaushalte und Verkehr. Dazu musste in Ermangelung von detaillierten Daten unter anderem auf Durchschnittswerte zurückgegriffen werden. Es wurde aber mit Blick auf die Fortschreibbarkeit der Bilanz auf einen hohen Differenzierungsgrad und eine transparente Darstellung des Berechnungsweges geachtet. Damit ist die Möglichkeit gegeben, maßgebende Teile der Berechnung mit weiteren ortstypischen Werten zu aktualisieren ohne die grundlegende Systematik zu ändern. Somit wird den Anforderungen an ein integriertes kommunales Klimaschutzkonzept in Hinblick auf Fortschreibbarkeit aber auch Erfolgskontrolle (Controllingkonzept) Rechnung getragen.

Für die vier Einzelbereiche in der Stadt Korntal-Münchingen wurden die CO_2-Emissionen gemäß nachfolgender Übersicht ermittelt. Da für die Straßenbeleuchtung und Lichtsignalanlagen eigene Zählerwerte vorlagen und so das Verhältnis zwischen den einzelnen Emittentengruppen gut verdeutlicht werden kann, sind diese bei den öffentlichen Einrichtungen noch einmal gesondert aufgeführt.

Tabelle 24: Zusammenstellung der CO_2-Emissionen

Bereich	CO_2-Emissionen [t/a]	CO_2-Emissionen, Anteil [%]
Kommunale Einrichtungen	4.160	4,3
davon Straßenbeleuchtung	510	-
davon Ampelanlagen	30	-
Privathaushalte	49.780	51,0
Privatwirtschaft	22.180	22,7
Verkehr gesamt	21.410	22,0
Summe	97.530	100,0

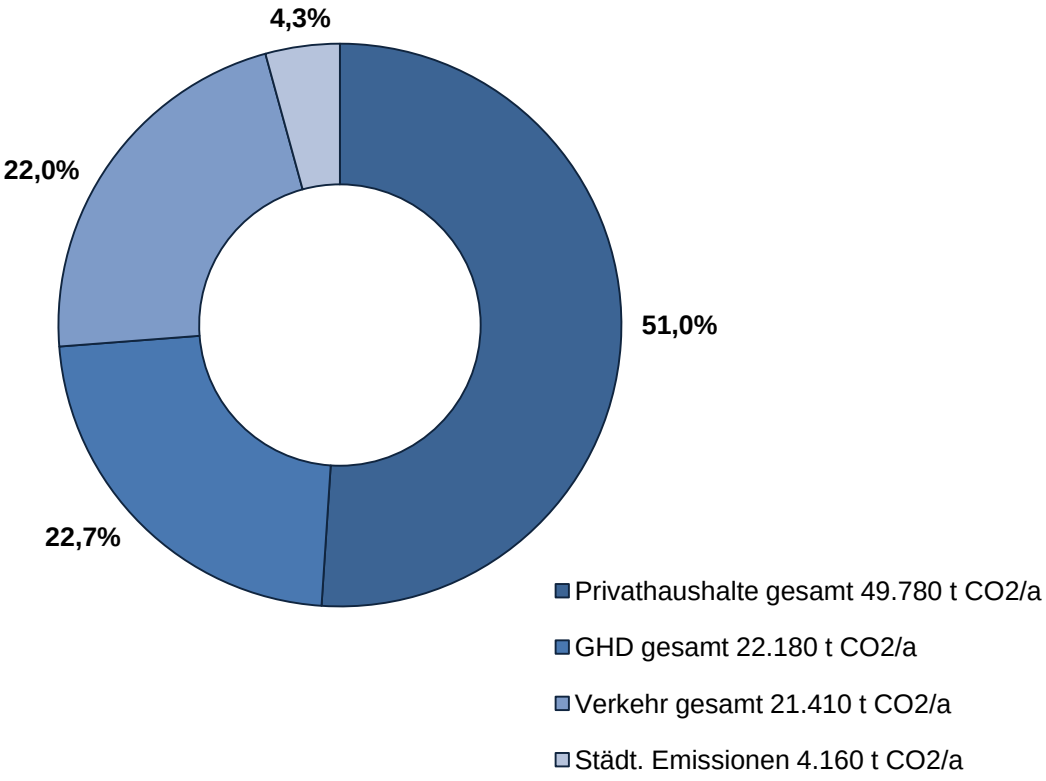


Abbildung 9: Diagramm, Verteilung der CO_2-Emissionen auf die Sektoren

Die gesamten Emissionen der Stadt betragen rund 97.530 Tonnen / Jahr. Der größte Anteil hiervon entfällt auf den Bereich Privathaushalte mit 49.780 Tonnen / Jahr. Zweitgrößter Emittent ist der Verkehr mit rund 24 % der Emissionen bzw. knapp 21.500 Tonnen CO_2 pro Jahr.

Nur rund 4 % der Emissionen werden durch direkte Aktivitäten der Kommune verursacht. Trotz dieses geringen Anteils kommt der Stadt eine Vorbildfunktion beim Klimaschutz zu und der Haushalt kann durch Einsparmaßnahmen entlastet werden.

Für die Ermittlung der Emissionen pro Kopf wird die Einwohnerzahl zugrunde gelegt. Im Jahr 2009 hatte Korntal-Münchingen 18.561 Einwohner. Es ergibt sich eine Pro Kopf CO_2-Emission in Höhe von 5,3 Tonnen / Person und Jahr. Nach Berechnungen von Klimaschutzorganisationen gilt als allgemein verträgliche CO_2-Emission pro Kopf und Jahr eine Emission von 2,5 t (vgl. http://www.climatealliance.org).

Die CO_2-Emissionen in der Stadt liegen damit insgesamt auf einem relativ guten Niveau, wie die nachfolgende Abbildung zeigt:

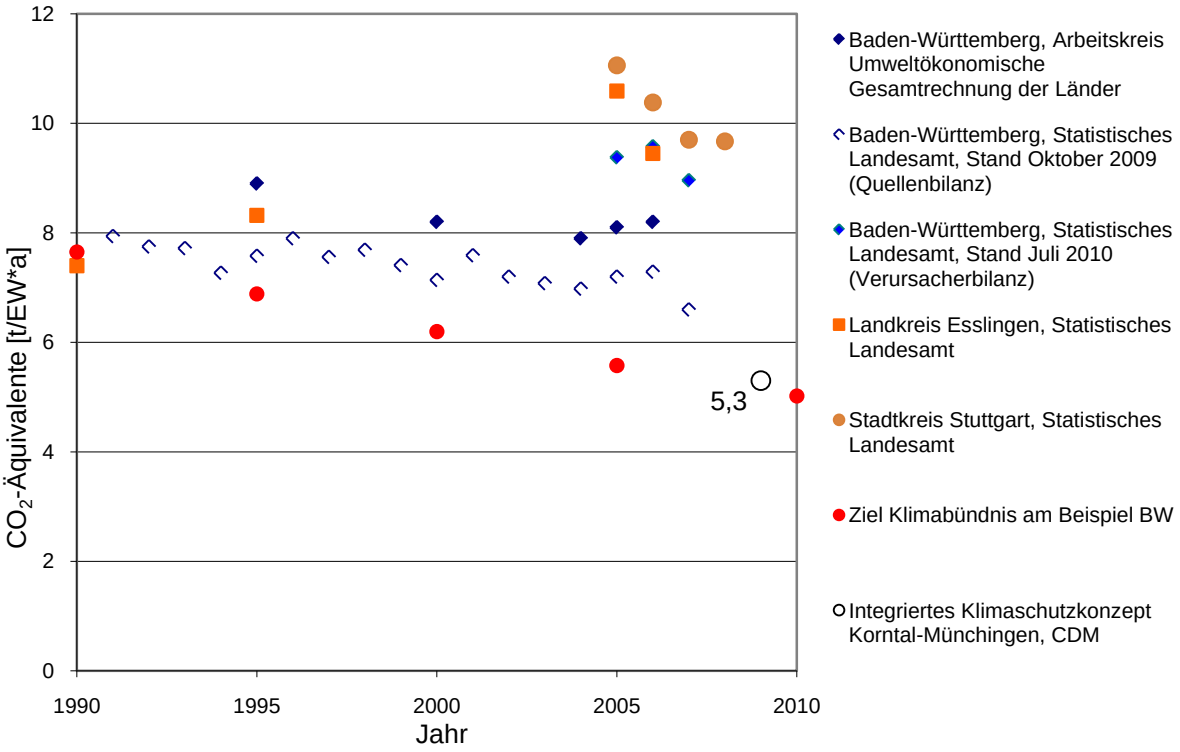


Abbildung 10: Vergleich der CO_2-Emissionen pro Kopf

Diese Darstellung muss immer vor dem Hintergrund unterschiedlicher Berechnungsverfahren gesehen werden. Sie zeigt, dass unterschiedliche Rechenwege zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen, die jedoch in ihrer Größenordnung durchaus vergleichbar sind. Eine direkte Gegenüberstellung des Bilanzierungsergebnisses verbietet sich auf Grund der pragmatischen Berechnungsweise, die von vornherein nicht die Vergleichbarkeit mit anderen Regionen, sondern durch eine Differenzierung der Datenbasis die Kontrollierbarkeit der städtischen Fortschritte beim Klimaschutz zum Ziel hatte.

5 UNTERSCHRIFTEN

Für dieses Konzept zeichnen verantwortlich

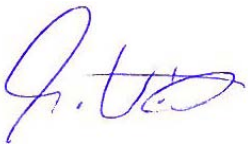
CDM Consult GmbH
2012-02-27

Dr. Thomas Seeger

erstellt:

i.A. Dipl.-Ing. R. Strauß

i. A. Dipl.-Geol. Martin Di Muzio



i.A. Dipl.-Betrw. M. Wickert

6 UNTERLAGEN

[U1] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (Hrsg.): *Berechnungsformulare und Tabellen zum Förderprogramm Kommunen, soziale und öffentliche Einrichtungen: www.bmu.de/41802.* Berlin : BMU, 2009.

[U2] FRONDEL, DR. M. (Projektleitung) ; GRÖSCHE, P. ; TAUCHMANN ; KRAUSE, B. ; WOLF, A. ; PANTIGOSO, D. ; RHEINISCH-WESTFÄLISCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (RWI ESSEN) / FORSA GESELLSCHAFT FÜR SOZIALFORSCHUNG UND STATISTISCHE ANALYSEN MBH; BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (Hrsg.): *Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für das Jahr 2003: Endbericht: Forschungsprojekt Nr. 61/04 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.* Berlin : BMWi, 2005.

[U3] FRONDEL, DR. M. (Projektleitung) ; GRÖSCHE, P. ; TAUCHMANN DR. H. ; VANCE DR. C. ; CHRISTIANSEN G. ; MÜLLER U. ; RHEINISCH-WESTFÄLISCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (RWI ESSEN) / FORSA GESELLSCHAFT FÜR SOZIALFORSCHUNG UND STATISTISCHE ANALYSEN MBH; BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (Hrsg.): *Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für das Jahr 2005: Endbericht: Forschungsprojekt Nr. 15/06 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie.* Berlin : BMWi, 2008.

[U4] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND TECHNOLOGIE (Hrsg.): *Energiedaten: Zahlen und Fakten: Nationale und Internationale Entwicklung. URL http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energiestatistiken.html, Aktualisierung 22.06.2011.* Berlin : BMWi, 2011.

[U5] KOTT, K. ; BEHRENDS, S. ; STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.): *Ausstattung mit Gebrauchsgütern und Wohnsituation privater Haushalte in Deutschland – Ergebnisse der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe 2008 – Auszug aus Wirtschaft und Statistik 5/2009.* Wiesbaden : DESTATIS, 2009.

[U6] FRAUNHOFER ISI, IFE MÜNCHEN, GFK MARKETING SERVICES GMBH UND CO. KG: *Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006 – Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.* Karlsruhe/München/Nürnberg : BMWi/BMU, 2009.

[U7] SCHMAUZ, S. ; STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): *Direkte CO_2-Emissionen in den Städten und Gemeinden Baden-Württembergs, Ergebnisse und methodische Hintergründe. Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg 9/2008.* Stuttgart : 2008.
über: http://www.statistik-bw.de/Veroeffentl/Monatshefte/PDF/Beitrag08_09_11.pdf

[U8] STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): *Privathaushalte in Baden-Württemberg seit 1950 nach Anzahl der Personen im Haushalt. URL http://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/Landesdaten/LRt0116.asp* - Aktualisierungsdatum 12.02.2010.

[U9] STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): *Bevölkerung.* Stuttgart : Stand 31.12.2005.

[U10] STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): *Fortschreibung des Bestandes an Wohngebäuden, Wohnungen und Räumen - Basis GWZ 25.05.1987.* Stuttgart : Stand 31.12.2005.

[U11] DR. BENDER + STAHL: *Verkehrsuntersuchung Stadtteil Münchingen.* Ludwigsburg : 1986.

[U12] KNOPP ARCHITEKTEN: *Klimaschutz-Teilkonzept, Klimaschutz in eigenen Liegenschaften – Gebäudebewertung, inkl. Bauteildatenbank.* Stuttgart : 2010.

[U13] STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.): *Landesinformationssystem (LIS)*. Stuttgart : 2010.

[U14] DEUTSCHER WETTERDIENST (Hrsg.): *URL http://www.dwd.de/.* Offenbach : DWD, 2011.

[U15] INFRAS AG : *Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, HBEFA 3.1, (Software auf Basis Microsoft Access), URL http://www.hbefa.net/.* Bern (CH) : 2010.

[U16] FRAUNHOFER ISI, IFE MÜNCHEN, GFK MARKETING SERVICES GMBH UND CO. KG, IREES GmbH, BASE-ING.: *Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010 – Bericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).* Karlsruhe/München/Nürnberg : 2011.

[U17] ENERGIEAGENTUR.NRW (Hrsg.): *Erhebung: Singles verbrauchen Strom anders, Pressemitteilung der Energieagentur NRW vom 06.04.2006,* Darstellung: *Prozentuale Anteile der 12 Stromverbrauchsbereiche in den verschiedenen Haushaltsgrößen, URL http://www.ea-nrw.de/_database/_data/datainfopool/prozentuale_anteile_tabelle.pdf.pdf.* Düsseldorf : 2006.