

POLICIES Research Report Nr. 115-2011

## *FEINSTAUB GRAZ II*

*BEWERTUNG DES „LUFT- UND KLIMAPAKETS“ DER  
WIRTSCHAFTSKAMMER STEIERMARK ZUR REDUKTION DER  
FEINSTAUBEMISSIONEN IM GROBRAUM GRAZ*

Franz Prettenthaler, Judith Köberl, Nikola Rogler,  
Claudia Winkler

April 2011

**JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH** – Zentrum für Wirtschafts- und Innovationsforschung

Büro Graz:  
Leonhardstraße 59  
A-8010 Graz, Austria  
Tel.: +43-316-876 1488  
E-Mail: [policies@joanneum.at](mailto:policies@joanneum.at)

Büro Wien:  
Haus der Forschung, Sensengasse 1  
A-1090 Wien, Austria  
Tel.: +43-1-581 75 20  
E-Mail: [policies@joanneum.at](mailto:policies@joanneum.at)

## Impressum

Im Auftrag von:

Wirtschaftskammer Steiermark

Ausgearbeitet von:

JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH  
Zentrum für Wirtschafts- und Innovationsforschung  
Leonhardstraße 59  
A-8010 Graz  
Telefon: +43 316 876 1488  
Fax: +43 316 876 1480  
e-Mail: [rtg@joanneum.at](mailto:rtg@joanneum.at)  
<http://www.joanneum.at/rtg>

MitarbeiterInnen:

Mag. Dr. Franz Prettenthaler, M.Litt

Mag. Judith Köberl

Nikola Rogler, Bakk.

Mag. Claudia Winkler

Graz, April 2011



# Inhaltsverzeichnis

TABELLENVERZEICHNIS.....	1
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	2
1 EINLEITUNG .....	3
2 BEWERTUNG DER MAßNAHMEN.....	5
2.1 Raumwärme/Hausbrand.....	5
2.1.1 Heizkesseltauschprogramm: „Sanierungspaket Heizung“ .....	5
2.1.2 Umfassende bzw. thermische Sanierung.....	6
2.1.3 Programm „Saubere Heizung“ .....	8
2.2 Verkehr .....	10
2.2.1 Job-Tickets.....	10
2.2.2 Jahreskarten GVB .....	12
2.2.3 Sonntagsfreifahrt GVB und S-Bahn während Feinstaubhochsaison.....	14
2.2.4 Erhöhung und Optimierung des Angebots an öffentlichen Verkehrsmitteln.....	15
2.2.5 Partikelfilternachrüstaktion.....	17
2.2.6 Verkehrsleitsystem.....	18
2.2.7 Betriebliches Mobilitätsmanagement für die großen Grazer Arbeitgeberbetriebe .....	19
2.2.8 Umweltprämie .....	19
2.2.9 Privilegierung für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben .....	21
2.2.10 Einsatz von erdgasbetriebenen bzw. dieselhybridbetriebenen Fahrzeugen im städtischen Kraftfahrtdienstleistungenverkehr und für Abfallsammelfahrzeuge.....	22
2.2.11 Städtebauliche Verdichtung.....	24
2.3 Industrie/Betriebsanlagen .....	25
2.3.1 Betriebsanlagenchecks Feinstaub.....	25
3 ANALYSE DES ZUSAMMENHANGS ZWISCHEN HEIZGRADTAGEN UND ÜBERSCHREITUNGSTAGEN.....	27
3.1 Datenauswahl.....	27
3.2 Regressionsmodell.....	27
3.3 Winterregressionsmodell.....	28
3.4 Ergebnis .....	28
3.4.1 Ganzjähriges Regressionsmodell .....	28
3.4.2 Winterregressionsmodell .....	29
4 ABSCHLIEßENDES RESÜMEE .....	31
5 VERZEICHNISSE .....	34
5.1 Literaturverzeichnis .....	34

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Maximales Reduktionspotenzial durch Kesseltausch .....	6
Tabelle 2:	Kosten durch Kesseltausch .....	6
Tabelle 3:	Maximales Reduktionspotenzial durch umfassende bzw. thermische Sanierung .....	7
Tabelle 4:	Kosten durch umfassende bzw. thermische Sanierung .....	8
Tabelle 5:	Maximales Reduktionspotenzial durch Verbot von Kaminöfen .....	9
Tabelle 6:	Maximales Reduktionspotenzial durch Verbot von Kaminöfen – Befuerung an zwei Tagen je Woche je Heizperiode.....	9
Tabelle 7:	Kosten durch Verbot von Kaminöfen.....	10
Tabelle 8:	Kosten durch Verbot von Kaminöfen – Befuerung an zwei Tagen je Woche je Heizperiode .....	10
Tabelle 9:	Maximales Reduktionspotenzial durch Job-Tickets .....	11
Tabelle 10:	Kosten durch Job-Tickets .....	11
Tabelle 11:	Maximales Reduktionspotenzial durch Jahreskarten GVB .....	12
Tabelle 12:	Maximales Reduktionspotenzial durch Jahreskarten GVB – Verkauf von Halbjahreskarten .....	13
Tabelle 13:	Kosten durch Jahreskarten GVB .....	13
Tabelle 14:	Kosten durch Jahreskarten GVB – Verkauf von Halbjahreskarten .....	13
Tabelle 15:	Maximales Reduktionspotenzial durch Sonntagsfreifahrt GVB und S-Bahn während Feinstaubhochsaison .....	14
Tabelle 16:	Kosten durch Sonntagsfreifahrt GVB und S-Bahn während Feinstaubhochsaison .....	15
Tabelle 17:	Maximales Reduktionspotenzial durch Erhöhung und Optimierung des Angebots an öffentlichen Verkehrsmitteln – zusätzlicher Bus .....	16
Tabelle 18:	Maximales Reduktionspotenzial durch Erhöhung und Optimierung des Angebots an öffentlichen Verkehrsmitteln – zusätzliche Straßenbahn.....	16
Tabelle 19:	Kosten durch Erhöhung und Optimierung des Angebots an öffentlichen Verkehrsmitteln – zusätzlicher Bus .....	17
Tabelle 20:	Kosten durch Erhöhung und Optimierung des Angebots an öffentlichen Verkehrsmitteln – zusätzliche Straßenbahn .....	17
Tabelle 21:	Maximales Reduktionspotenzial durch Partikelfilternachrüstaktion.....	18
Tabelle 22:	Kosten durch Partikelfilternachrüstaktion .....	18
Tabelle 23:	Maximales Reduktionspotenzial durch Umweltprämie.....	20
Tabelle 24:	Kosten durch Umweltprämie.....	21
Tabelle 25:	Maximales Reduktionspotenzial durch den Einsatz erdgasbetriebener Abfallsammelfahrzeuge .....	24
Tabelle 26:	Kosten durch den Einsatz erdgasbetriebener Abfallsammelfahrzeuge .....	24
Tabelle 27:	Ergebnisse des Ganzjahres-Regressionsmodells.....	29
Tabelle 28:	Ergebnisse des Winterregressionsmodells .....	30

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: PM10-Emissionen der einzelnen EURO-Klassen (Diesel) lt. Abgasnorm .....	20
Abbildung 2: Maximales Reduktionspotenzial der einzelnen betrachteten Maßnahmen des „Luft- und Klimapakets“ .....	31
Abbildung 3: Kosten der einzelnen betrachteten Maßnahmen des „Luft- und Klimapakets“ .....	32
Abbildung 4: Kumulierte Kosten bzw. Einsparungspotenziale einzelner Maßnahmen des „Luft- und Klimapakets“ im Vergleich zur Umweltzone Graz „April 2010“ .....	33

# 1 Einleitung

Die vorliegende Untersuchung stellt den Versuch dar, eine erste Orientierung im Hinblick auf Kosten und Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen, die von den steirischen Sozialpartnern im Herbst 2010 unter dem Titel „Luft- und Klimapaket“ als Alternative zur Umweltzone Graz ausgearbeitet wurden, zu geben. JOANNEUM RESEARCH hat diesen Prozess der Ausarbeitung mit Berechnungen begleitet, hatte aber keinen Einfluss auf die Auswahl der in das Paket aufgenommenen Maßnahmen. Der vorgegebene zeitliche und ressourcenmäßige Rahmen (die Berechnungen wurden vor der Präsentation des Paketes im November 2010 abgeschlossen) machte einige Einschränkungen und Vereinfachungen im Hinblick auf die gewählte Detailgenauigkeit der Berechnungen notwendig.

So wurde zwar ein volkswirtschaftlicher Ansatz gewählt, der grundsätzlich alle direkten Kosten der Umsetzung einer Maßnahme, unabhängig davon, von wem sie zu tragen sind, als relevant erachtet, die volkswirtschaftlichen Kosten und Nutzen, die sich indirekt und induziert ergeben, wurden aufgrund des Zusatzaufwandes für die ansonsten notwendige Erhebung von detaillierten Investitionsvektoren für das makroökonomische Modell jedoch nicht ermittelt.

Dieser volkswirtschaftliche Multiplikatoreffekt, der berücksichtigt, dass alle Kosten bei anderen Wirtschaftssubjekten Einkommen generieren und somit die volkswirtschaftlichen Kosten senken, würde jedoch für die hier betrachteten Maßnahmen im Vergleich zur Umweltzone Graz deutlich unterschiedliche Größen annehmen. Denn während sich der Nachfrageeffekt der, durch die Umweltzone Graz ausgelösten Investitionen fast ausschließlich in eine zusätzliche Nachfrage nach importierten Fahrzeugen äußern würde und damit verpufft, sind die hier vorgeschlagenen Maßnahmen zum Teil mit deutlichen Nachfrageimpulsen nach national bzw. sogar regional hergestellten Gütern und Dienstleistungen (etwa in Maschinenbau, Baugewerbe etc.) verbunden, sodass positive regionalwirtschaftliche Rückkopplungseffekte erwartet werden können.

Eine weitere Vereinfachung betrifft die Abschätzung des Wirkungspotentials der einzelnen Maßnahmen: Es wurde hier jeweils von der, mit einem bestimmten Fördervolumen maximal erzielbaren Einsparungspotential ausgegangen, Annahmen über eine nur teilweise Mittelausschöpfung wurden also nicht getroffen. Nur in einem Fall (Partikelfilter), in welchem die geänderte Ausgangssituation im Vergleich zu früheren Förderaktionen zu beachten war, wurde auf der Kostenseite korrigiert um nicht eine unrealistisch hohe Effizienz der Maßnahme vorgetäuscht zu bekommen. Um diese Korrektur zu verstehen, ist noch eine kurze Erklärung des Bewertungsansatzes angebracht, der sich im Falle von weichen Maßnahmen, die auf freiwillige Verhaltensänderung durch finanzielle Anreize setzen von harten Maßnahmen, die auf Zwang setzen unterschiedlich auf die einzubeziehenden Kosten auswirkt: Die Kosten, die privaten Akteuren im Zuge der Umsetzung der Maßnahmen entstehen, werden nur dann zum Ansatz gebracht, wenn diese unfreiwillig getragen werden müssen. Handelt es sich hingegen um sogenannte weiche Maßnahmen, wo durch Förderungen ein gewünschtes Verhalten, etwa ein Heizkesseltausch, erzielt wird, so wird angenommen, dass für jenen Kostenanteil, der vom Heizkesselbesitzer getragen werden muss, mindestens in derselben Höhe ein privater Nutzen entsteht, da andernfalls die Investitionstätigkeit nicht ausgeübt werden würde.

Bewirkt die Förderung jedoch eine Verhaltensänderung, die den annähernd gleichen Nutzen zu deutlich geringeren Kosten erzielt, dann muss diese volkswirtschaftliche Kostenreduktion berücksichtigt werden. Daher werden in einem solchen Fall die entgangenen Kosten ebenfalls angesetzt und in diesem Fall auch die privaten (freiwillig) getragenen Kosten berücksichtigt, um so die Kostendifferenz in die Berechnung mit aufzunehmen, da hier derselbe (private) Nutzen nun zu geringeren (privaten) Kosten erzielt wird.

Bei aller notwendigen Vereinfachung und grobskaligen Betrachtungsweise sollte der nach Möglichkeit konsistent durchgehaltene Bewertungsansatz eine Orientierung dafür geben, welche Maßnahmen im Vergleich der direkten Kosten und der Wirksamkeit prioritär in Angriff genommen werden sollten, um die Reduktion des Grazer Feinstaubproblems noch energischer als bisher vorantreiben zu können.

## 2 Bewertung der Maßnahmen

### 2.1 RAUMWÄRME/HAUSBRAND

#### 2.1.1 Heizkesseltauschprogramm: „Sanierungspaket Heizung“

##### *Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise*

Über einen Zeitraum von drei Jahren (1.1.2011 bis 31.12.2013) sollen im Rahmen von Gebäudesanierungen veraltete Festbrennstoffheizkessel gegen energieeffizientere sowie emissionsärmere Modelle ausgetauscht werden. Dabei soll eine Umstellung von mindestens zehn Jahre alten Festbrennstofffeuerungsanlagen auf Feuerungsanlagen, die den Grenzwert der Staubemission von 4,0 g je m<sup>2</sup> Bruttogeschoßfläche des Gebäudes pro Jahr nicht überschreiten (siehe Beschränkungszonen für Raumheizungen Graz), durchgeführt werden. Die räumliche Dimension erstreckt sich dabei über jene Luftsanierungsgebiete, in denen in den letzten drei Jahren die höchstzulässige Anzahl an Überschreitungstagen für PM10 nicht eingehalten werden konnte (Anmerkung: Großraum Graz, Köflach, Leibnitz).

Als Förderung ist ein Direktzuschuss in Höhe von 30 % der Investitionskosten für Betriebe und Privatpersonen, die vom bestehenden Förderprogramm „Heizungsumstellung“ der Stadt Graz ausgenommen sind, angedacht. Zudem soll die Vereinheitlichung der Sanierungsförderungen des Landes Steiermark (kleine Sanierung und energetische Sanierung) im Sinne von 30%-Direktzuschüssen der Investitionskosten angestrebt werden.

Als Finanzierungsmethode wird die so genannte Contractingvariante vorgeschlagen, hier übernimmt der Contractor (z.B. die Grazer Energieagentur) die Kosten für den Kesseltausch, der Kunde/die Kundin zahlt seine/ihre bisherigen Heizkosten für eine zuvor vertraglich vereinbarte Laufzeit weiter. Das Contractingmodell kann mit dem Heizkostenzuschuss bzw. Mietzinszahlungmodell der Stadt Graz kombiniert werden.

Als Motivation für einen Festbrennstoffkesseltausch sind z.B. Prämien für Firmen bzw. Institutionen denkbar. Für stark emittierende Festbrennstofffeuerungsanlagen ist ein Übergangsszenario zu erstellen (bis 2014 Förderung des Umstiegs, ab 2019 Ergreifung von ordnungspolitischen Maßnahmen/Verbot).

Im Raum Graz befinden sich nach Auskunft der Wirtschaftskammer Steiermark 827 konventionelle Festbrennstoffheizungen, die für die vorliegende Maßnahme in Frage kommen. Als Basis für die Berechnung der Reduktion der Feinstaubemissionen dienen die Einsparungswerte des Evaluierungsberichtes des Landes Steiermark zum „Programm zur Feinstaubreduktion Steiermark 2008“<sup>1</sup>. Hier wurde nach dem Tausch von 115 veralteten Heizkesseln eine Reduktion um 700 kg PM10/Jahr festgestellt.

Umsetzungshorizont: mittelfristig

---

<sup>1</sup> Land Steiermark (2008)



### ***Wirkungspotenzial der Maßnahme / Reduktionsziel***

Bei einem Tausch von 827 Kesseln würde die Feinstaubersparnis demnach 5.030 kg PM10 pro Jahr betragen. Da Feinstaub aus Hausbrand zu 90 % in der kalten Jahreszeit anfällt, bedeutet dies je Wintermonat eine Ersparnis von 910 kg PM10 (siehe Tabelle 1).

*Tabelle 1: Maximales Reduktionspotenzial durch Kesseltausch*

	Maximales Einsparungspotenzial
pro Jahr (kg)	5.030
pro Wintermonat (kg)	910
prozentuelle Reduktion der Tagesmittelwerte (%)	2,75
Anzahl der reduzierten Überschreitungstage	7

*Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES*

### ***Kosten der Maßnahme***

Als Referenzwert für die Heizungsanlage eines Mehrfamilienhauses wurden nach Meinung von Fachexperten<sup>2</sup> private Investitionskosten von € 40.000,- veranschlagt, 30 % der Investitionskosten (€ 12.000,-) fallen als Förderkosten an. Die Abschreibung einer neuen Anlage wird mit fünf Jahren festgesetzt, zudem wird angenommen, dass die Heizungsanlagen um fünf Jahre früher als vorgesehen getauscht werden, weswegen die vollen Anschaffungskosten zu kalkulieren sind. Eine eventuelle Brennstoffersparnis wurde in der Analyse nicht berücksichtigt.

Die Kosten dieser Maßnahme sind der nachfolgenden Tabelle 2 zu entnehmen:

*Tabelle 2: Kosten durch Kesseltausch*

	Kosten (€)
je kg Reduktion im Winter	3.210
je reduzierter Überschreitungstag	2.079.310

*Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES*

## **2.1.2 Umfassende bzw. thermische Sanierung**

### ***Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise***

Im Zuge einer umfassenden bzw. thermischen Sanierung sollen zusätzlich sieben Millionen Euro als Wohnbauförderungsmittel für Sanierungsmaßnahmen zur Verfügung gestellt werden (Erhöhung von

<sup>2</sup> Diese Daten beziehen sich auf ein telefonisches Gespräch mit Herrn DI Kurt Mayr der Firma SOLARier Gesellschaft für erneuerbare Energie mbH. (4.11.2010)

53 Millionen Euro auf 60 Millionen Euro). Die räumliche Dimension erstreckt sich dabei erneut über jene Luftsanierungsgebiete, in denen in den letzten drei Jahren die höchstzulässige Anzahl an Überschreitungstagen für PM10 nicht eingehalten werden konnte (Anmerkung: Großraum Graz, Köflach, Leibnitz).

Ausgehend von einem Maßnahmenbündel zur Investition in Gebäudesanierungen, das unter Mitwirkung der JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft im Zuge des „Klimaschutzplans Steiermark – Perspektive 2020/2030“<sup>3</sup> erstellt wurde, wurde die im Rahmen dieses Projektes ermittelte CO<sub>2</sub>-Ersparnis als Basis für die potenzielle Einsparung von hausbrandbedingtem Feinstaub verwendet. Dabei wurde ein linearer Zusammenhang zwischen CO<sub>2</sub>-Emissionen und PM10-Emissionen unterstellt. Der Umrechnungsfaktor wurde aufgrund der limitierten Datenverfügbarkeit sowie wegen der bestehenden Vergleichbarkeit der Emissionen urbaner Räume auf Basis des Verhältnisses der CO<sub>2</sub>- und PM10-Werte zwischen 2000 und 2007 in Wien berechnet<sup>4</sup>. Dabei wurde ein Faktor von 0,18 to PM10 je 1.000 to CO<sub>2</sub> ermittelt.

Umsetzungshorizont: mittelfristig

### ***Wirkungspotenzial der Maßnahme / Reduktionsziel***

Durch die aus der erwähnten Literatur bekannten Einsparungen an Tonnen CO<sub>2</sub> je einer Million Euro Nettoinvestitionskosten wurde die mögliche Reduktion von Feinstaub je eine Million Euro, bzw. je sieben Millionen Euro, ermittelt. Zu berücksichtigen ist auch in diesem Fall erneut, dass Feinstaub aus Hausbrand zu 90 % in den Wintermonaten anfällt, wodurch sich eine mögliche Reduktion von 230 kg PM10 je Wintermonat ergibt, was eine jährliche Reduktion von 1.250 kg PM10 bedeutet (siehe Tabelle 3).

*Tabelle 3: Maximales Reduktionspotenzial durch umfassende bzw. thermische Sanierung*

	maximales Einsparungspotenzial
pro Jahr (kg)	1.250
pro Wintermonat (kg)	230
prozentuelle Reduktion der Tagesmittelwerte (%)	0,68
Anzahl der reduzierten Überschreitungstage	1

*Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES*

### ***Kosten der Maßnahme***

Die Kosten der Maßnahme (siehe Tabelle 4) bestehen insgesamt aus jenen zusätzlichen sieben Millionen Euro, die als Wohnbauförderungsmittel für Sanierungsmaßnahmen zur Verfügung gestellt werden sollen.

<sup>3</sup> Land Steiermark (2010)

<sup>4</sup> Umweltbundesamt (2009)

Tabelle 4: Kosten durch umfassende bzw. thermische Sanierung

	Kosten (€)
je kg Reduktion im Winter	6.210
je reduzierter Überschreitungstag	7.000.000

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

### 2.1.3 Programm „Saubere Heizung“

#### **Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise**

Eine allgemeine Überprüfungspflicht für Festbrennstoffheizungsanlagen im Sanierungsgebiet Großraum Graz sowie eine entsprechende Adaptierung des steiermärkischen Feuerungsanlagengesetzes soll zur Reduktion der Feinstaubemissionen aus dem Hausbrand beitragen.

Das Hauptaugenmerk liegt in diesem Zusammenhang auf dem Bestand an Kaminöfen (sog. Schwedenöfen). Da für Graz aufgrund fehlender regelmäßiger Feuerbeschauen etc. keine Bestandsdaten vorhanden sind, wurde über Kennzahlen aus Deutschland<sup>5</sup> näherungsweise ein Bestand von Kaminöfen für Graz ermittelt. Mittels eines Referenzszenarios wurde der Feinstaubausstoß, und damit das maximale Reduktionspotenzial durch eine Nicht-Befuerung der Kaminöfen, ermittelt. Dabei wurde von einem beheizten Referenzbestand von 5.181 Kaminöfen ausgegangen (i.e. zwei Drittel des für den Raum Graz näherungsweise berechneten Bestandes an Kaminöfen, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass 100 % der Kaminöfen beheizt werden). Es wurde für dieses Szenario eine Heizperiode von 138 Tagen angenommen (basierend auf der durchschnittlichen Anzahl an Heiztagen der letzten Jahre<sup>6</sup>) sowie ein täglicher mittlerer Verbrauch von 7 kg Brennholz je Kaminofen<sup>7</sup>. Der mittlere Feinstaubausstoß je Heizgang wurde gemäß den Ergebnissen einer Studie<sup>8</sup> der Technischen Universität Graz in das Szenario einbezogen. Auf Basis dieser Studie wurde ein durchschnittlicher Feinstaubausstoß von 0,94 Gramm PM10 je kg Brennholz berechnet. Als Kosten dieser Maßnahme werden die Kosten einer zur Kaminofenbefuerung alternativen Beheizung mittels Fernwärme veranschlagt, die Privaten entstehen, aber annahmegemäß nicht freiwillig getragen werden.

In einem zweiten Szenario wird nur von einer zweimaligen Befuerung der Grazer Kaminöfen je Woche der Heizperiode ausgegangen.

Umsetzungshorizont: kurzfristig

#### **Wirkungspotenzial der Maßnahme / Reduktionsziel**

Es ergibt sich aufgrund der oben genannten Werte aus der durchgeführten Berechnung ein Ausstoß von 3.850 kg PM10 je Heizperiode, bzw. 690 kg PM10 je Wintermonat, da Feinstaub aus Hausbrand zu

<sup>5</sup> Struschka et al. (2003)

<sup>6</sup> Berechnung aufgrund von Tagestemperaturwerten der ZAMG.

<sup>7</sup> Diese Daten beziehen sich auf ein telefonisches Gespräch vom 21.10.2010 mit Herrn Dr. Thomas Brunner der Technischen Universität Graz.

<sup>8</sup> Brunner et al. (2010)

90 % in den Wintermonaten anfällt. Diese Werte können als maximales Reduktionspotenzial gesehen werden (siehe Tabelle 5).

**Tabelle 5:** *Maximales Reduktionspotenzial durch Verbot von Kaminöfen*

	maximales Einsparungspotenzial
pro Jahr (kg)	3.850
pro Wintermonat (kg)	690
prozentuelle Reduktion der Tagesmittelwerte (%)	2,10
Anzahl der reduzierten Überschreitungstage	3

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

Im Rahmen des Szenarios einer lediglich zweimaligen Befuerung würde eine Feinstaubmenge von 1.117 kg PM10 je Heizperiode bzw. 201 kg je Wintermonat eingespart werden (siehe dazu Tabelle 6).

**Tabelle 6:** *Maximales Reduktionspotenzial durch Verbot von Kaminöfen – Befuerung an zwei Tagen je Woche je Heizperiode*

	maximales Einsparungspotenzial
pro Jahr (kg)	1.120
pro Wintermonat (kg)	201
prozentuelle Reduktion der Tagesmittelwerte (%)	0,61
Anzahl der reduzierten Überschreitungstage	1

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

### **Kosten der Maßnahme**

Als Kosten dieser Maßnahme (siehe Tabelle 7) werden, wie erwähnt, die Kosten einer zur Kaminofenbefuerung alternativen Beheizung mittels Fernwärme berechnet. Die insgesamt nach eigener Berechnung verwendete Menge Brennholz (4.766.930 kg) liefert einen Endenergiegehalt von 19.067.720 kWh<sup>9</sup>, bei Kosten von € 0,095 für 1 kWh Fernwärme<sup>10</sup> bedeutet dies Gesamtkosten von € 1.807.620,- je Heizperiode.

<sup>9</sup> Siehe <http://www.die-ofen-manufaktur.de/heizleistung.html>, bzw.: [http://energieberatung.ibs-hlk.de/planholz\\_dat.htm](http://energieberatung.ibs-hlk.de/planholz_dat.htm) (Stand: Oktober 2010).

<sup>10</sup> Siehe <http://www.iwo-austria.at/index.php?id=126> (Stand: November 2010).

Tabelle 7: *Kosten durch Verbot von Kaminöfen*

	Kosten (€)
je kg Reduktion im Winter	520
je reduzierter Überschreitungstag	602.540

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

Die Kosten für eine alternative Beheizung durch Fernwärme (siehe Tabelle 8) würden sich im Rahmen des Szenarios einer zweimaligen wöchentlichen Befuerung hingegen auf insgesamt € 523.950,- je Heizperiode belaufen.

Tabelle 8: *Kosten durch Verbot von Kaminöfen – Befuerung an zwei Tagen je Woche je Heizperiode*

	Kosten (€)
je kg Reduktion im Winter	520
je reduzierter Überschreitungstag	523.950

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

## 2.2 VERKEHR

### 2.2.1 Job-Tickets

#### *Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise*

So genannte „Job-Tickets“ sollen als Nachfolgemodell des sehr stark nachgefragten „Frischluftrittickets“ konzipiert werden, das sich jedoch aufgrund der Bezugsweise (Anstellen an einem Wochentag) überwiegend nicht an unselbständig Beschäftigte gerichtet hat. Durch die Konzentration auf die Zielgruppe der Berufstätigen und vor allem der PendlerInnen ist eine höhere Treffsicherheit gegeben, als es beim „Frischluftritticket“ der Fall war. Der ArbeitgeberInnenanteil beträgt bei dieser Aktion ca. zwischen € 2,- und € 3,- je MitarbeiterIn und Monat, wobei der Mitarbeiter/die Mitarbeiterin auf Wunsch im Gegenzug eine Jahreskarte zum Halbpriis erwerben kann.

Da die bereitgestellten 5.000 „Frischluftrittickets“ bereits nach wenigen Stunden vergriffen waren, wird in der Szenarienberechnung bezüglich des maximalen Einsparungspotenzials an Feinstaub von der doppelten Menge an angebotenen „Job-Tickets“ ausgegangen.

Im Zuge der Berechnung wird von der maximal möglichen Einsparung an PKW-Kilometern ausgegangen, nämlich 50 % der Tagesfahrleistung von 10.000 PKW (50 % der Wege werden als nicht

durch den öffentlichen Personennahverkehr zurücklegbar angenommen). Die Jahresfahrleistung eines PKW wird dabei mit durchschnittlich 9.442 km p.a. veranschlagt<sup>11</sup>.

Umsetzungshorizont: kurzfristig

### ***Wirkungspotenzial der Maßnahme / Reduktionsziel***

Wenn 50 % der Jahresfahrleistung von 10.000 PKW eingespart werden, so bedeutet dies ein Reduktionspotenzial von 3.840 kg PM10 pro Jahr bzw. 320 kg PM10 je Wintermonat (siehe Tabelle 9).

*Tabelle 9: Maximales Reduktionspotenzial durch Job-Tickets*

	maximales Einsparungspotenzial
pro Jahr (kg)	3.840
pro Wintermonat (kg)	320
prozentuelle Reduktion der Tagesmittelwerte (%)	0,97
Anzahl der reduzierten Überschreitungstage	1

*Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES*

### ***Kosten der Maßnahme***

Die Kosten der Maßnahme bestehen aus den Beiträgen der Unternehmen (ca. € 300.000,-), den Kosten der PendlerInnen für eine Jahreskarte zum Halbpriis (€ 1.680.000,-<sup>12</sup>) sowie den entgangenen Einnahmen der Grazer Verkehrsbetriebe (GVB) für die nicht abgegoltene zweite Hälfte der Jahreskarte (ebenfalls € 1.680.000,-). Reduziert werden diese Kosten um die Ausgaben, die sich PendlerInnen durch die Nicht-Benützung ihrer PKW ersparen (€ 7.711.311,-). Die nicht gefahrenen Kilometer werden dabei mit dem variablen Bestandteil des amtlichen Kilometergeldes veranschlagt (€ 0,16<sup>13</sup>), da die Fixkosten der PKW-Erhaltung bestehen bleiben. Eine genauere Darstellung der Kosten liefert Tabelle 10.

*Tabelle 10: Kosten durch Job-Tickets*

	Kosten (€)
je kg Reduktion im Winter	-2.540
je reduzierter Überschreitungstag	-4.051.310

*Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES*

<sup>11</sup> Pretenthaler *et al.* (2010)

<sup>12</sup> Preise der Einzelfahrscheine siehe: <http://www.verbundlinie.at/tarif/download/tarifabelle.pdf> (Stand: November 2010)

<sup>13</sup> Köppl *et al.* (2004) bzw. <http://www.finanzz-journal.at/kilometergeld-2010> (Stand: November 2010)

## 2.2.2 Jahreskarten GVB

### *Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise*

Um die Attraktivität des öffentlichen Personennahverkehrs für Privatpersonen zu steigern und so weitere Einsparungen im Bereich des verkehrsbedingten Feinstaubes zu realisieren, wird die Einführung einer vergünstigten Familienweitjahreskarte vorgeschlagen. Diese Aktion soll es ermöglichen, innerhalb von Familien oder Lebensgemeinschaften, insofern bereits eine Jahreskarte der GVB vorhanden ist, eine zweite Jahreskarte zum Preis einer Halbjahreskarte zu erwerben.

Laut Geschäftsbericht der Graz AG<sup>14</sup> wurden 2009 9.388 reguläre Jahreskarten der Grazer Verkehrsbetriebe verkauft. Bei der Berechnung des Maximalpotenzials wird davon ausgegangen, dass im Falle der Durchführung dieser Maßnahme gleich viele Familienweitkarten erworben werden und dass dies zu einer Einsparung von 50 % der Fahrleistung von 9.388 PKW führt (durchschnittliche Jahresgesamtfahrleistung pro PKW 9.442 km). Als Annahme gilt hierbei erneut, dass 50 % der Wege nicht mit dem öffentlichen Personennahverkehr zurückgelegt werden können, sowie zudem, dass die Person, welche die vergünstigte Jahreskarte bezieht, kein Kind ist, da es etwa für SchülerInnen bereits entsprechende Ermäßigungen im öffentlichen Verkehr gibt.

Vor dem Hintergrund des Ziels einer hauptsächlichen PM10-Reduktion in den Wintermonaten wird in einem zweiten Szenario die maximale feinstaubreduzierende Wirksamkeit einer vergünstigten zweiten Halbjahreskarte je Familie berechnet, wobei laut Geschäftsbericht der Graz AG 2009 4.648 reguläre Halbjahreskarten verkauft wurden.

Umsetzungshorizont: kurzfristig

### *Wirkungspotenzial der Maßnahme / Reduktionsziel*

Durch die Einsparung von 50 % der Fahrleistung von 9.388 PKW könnten ca. 3.600 kg PM10 pro Jahr, bzw. 300 kg PM10 je Wintermonat eingespart werden. Weitere Informationen liefert Tabelle 11.

*Tabelle 11: Maximales Reduktionspotenzial durch Jahreskarten GVB*

	maximales Einsparungspotenzial
pro Jahr (kg)	3.600
pro Wintermonat (kg)	300
prozentuelle Reduktion der Tagesmittelwerte (%)	0,91
Anzahl der reduzierten Überschreitungstage	1

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

<sup>14</sup> Graz AG (2009)

Im Rahmen einer Maßnahme zur Vergünstigung von Halbjahreskarten innerhalb einer Familie würde eine Reduktion von 890 kg PM10 im Jahr, bzw. 70 kg PM10 je Wintermonat, erzielt werden (siehe Tabelle 12).

*Tabelle 12: Maximales Reduktionspotenzial durch Jahreskarten GVB – Verkauf von Halbjahreskarten*

	maximales Einsparungspotenzial
pro Jahr (kg)	890
pro Wintermonat (kg)	70
prozentuelle Reduktion der Tagesmittelwerte (%)	0,23
Anzahl der reduzierten Überschreitungstage	1

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

### **Kosten der Maßnahme**

Die Kosten der Maßnahme beinhalten die Ausgaben der Passagiere für die reduzierte Jahreskarte (€ 1.746.168,-) sowie die entgangenen Einnahmen der GVB für die nicht abgeholte zweite Hälfte der Jahreskarte (€ 1.746.168,-). Auch hier werden diese Kosten um die eingesparten Ausgaben, die sich die zusätzlichen Passagiere durch die Nicht-Benützung ihrer PKW ersparen, reduziert (€ 7.239.379,-). Die nicht gefahrenen Kilometer werden dabei wiederum mit dem variablen Bestandteil des amtlichen Kilometersgeldes veranschlagt (€ 0,16). Tabelle 13 zeigt die entstehenden Kosten der Maßnahme für Ganzjahreskarten, Tabelle 14 zeigt die Kosten bei einem vergünstigten Verkauf von Halbjahreskarten.

*Tabelle 13: Kosten durch Jahreskarten GVB*

	Kosten (€)
je kg Reduktion im Winter	-2.500
je reduzierter Überschreitungstag	-3.747.040

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

*Tabelle 14: Kosten durch Jahreskarten GVB – Verkauf von Halbjahreskarten*

	Kosten (€)
je kg Reduktion im Winter	-170
je reduzierter Überschreitungstag	-63.050

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES



### 2.2.3 Sonntagsfreifahrt GVB und S-Bahn während Feinstaubhochsaison

#### **Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise**

Im Rahmen der Aktion „Ich fahre umweltbewusst“ soll im Zeitraum von 15. November bis 15. März die Gratisbenutzung von Linien der GVB sowie der S-Bahn an Sonntagen ermöglicht werden. Aufgrund der Datenverfügbarkeit wird im folgenden Szenario das maximale Einsparungspotenzial einer Sonntagsfreifahrt der GVB in den Wintermonaten berechnet.

Nach Auskunft der Graz AG<sup>15</sup> transportiert der städtische Personennahverkehr an Sonntagen 28 % seiner täglich gezählten Fahrgäste, nämlich 75.880 Personen. In den betreffenden Zeitraum fielen 2009 insgesamt 17 Sonntage. Für die Ermittlung des maximalen Einsparungspotenzials wird eine PKW-Benutzung von ebenfalls 28 % der üblichen täglichen Fahrleistung angenommen, wobei erneut davon ausgegangen wird, dass 50 % der Wege nicht mit dem öffentlichen Personennahverkehr zurückgelegt werden können (durchschnittliche Jahresgesamtfahrleistung pro PKW 9.442 km).

Umsetzungshorizont: kurzfristig

#### **Wirkungspotenzial der Maßnahme / Reduktionsziel**

Auf Basis der oben angegebenen Werte ist eine Reduktion der Feinstaubemissionen um 2.400 kg pro Jahr bzw. 480 kg je Wintermonat möglich (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15: *Maximales Reduktionspotenzial durch Sonntagsfreifahrt GVB und S-Bahn während Feinstaubhochsaison*

	maximales Einsparungspotenzial
pro Jahr (kg)	2.400
pro Wintermonat (kg)	480
prozentuelle Reduktion der Tagesmittelwerte (%)	7,59
Anzahl der reduzierten Überschreitungstage	4

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

#### **Kosten der Maßnahme**

Die zusätzlichen Fahrgäste bedeuten dabei keine zusätzlichen Kosten für die GVB, da der Betrieb im üblichen Ausmaß aufrechterhalten bleibt. Die Kosten der Maßnahme (siehe Tabelle 16) bestehen aus den entgangenen Einnahmen der GVB durch jene zahlende Fahrgästen, die bereits zuvor an Sonntagen den öffentlichen Nahverkehr benutzt haben. Hierbei werden nur BesitzerInnen von Stunden- bzw. Tageskarten berücksichtigt, da nur diese Fahrscheine tagesspezifisch ausgegeben werden. Anhand der

<sup>15</sup> Die Daten beziehen sich auf eine Auskunft per E-Mail von Frau Nina Maninger, Controlling und Rechnungswesen der Graz AG. (29.10.2010)

prozentuellen Verteilungen verkaufter Stunden- bzw. Tageskarten<sup>16</sup> wurde somit eine Umsatzeinbuße von € 162.460,- je Sonntag und € 2.761.800,- für die gesamte Winterzeit ermittelt.

Diese Kosten werden aus volkswirtschaftlicher Sicht wiederum um die Einsparungen gemindert, die aufgrund der Nicht-Benützung privater PKW entstehen (€ 2.016.410). Die nicht zurückgelegten Kilometer werden dabei wiederum mit dem variablen Bestandteil des amtlichen Kilometersgeldes (€ 0,16,-) veranschlagt.

*Tabelle 16: Kosten durch Sonntagsfreifahrt GVB und S-Bahn während Feinstaubhochsaison*

	Kosten (€)
je kg Reduktion im Winter	1.790
je reduzierter Überschreitungstag	186.350

*Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES*

## 2.2.4 Erhöhung und Optimierung des Angebots an öffentlichen Verkehrsmitteln

### *Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise*

Im Sinne einer Nutzungssteigerung des öffentlichen Personennahverkehrs durch Privatpersonen und eine damit in Zusammenhang stehende Reduzierung der verkehrsbedingten Feinstaubemissionen soll neben einer Taktverdichtung der Bahn- und Buslinien auch eine Ausdehnung des Einsatzes von öffentlichen Verkehrsmitteln zu Tageszeiten mit erhöhtem Verkehrsaufkommen (Früh- und Abendstunden) realisiert werden.

Eine weitergehende Staffelung von Schul- und Betriebsbeginnzeiten soll ebenfalls zur Reduktion der verkehrsbedingten Feinstaubemissionen beitragen. Eine Lösung des Nadelöhrs Herrengasse mittels einer Entlastungsstrecke ist anzustreben. Zudem sollen im Sinne der Optimierung der Schnittstellen des öffentlichen Verkehrs Übergänge zwischen Bahn, Bus und Straßenbahn an die KundInnenbedürfnisse angepasst werden.

Es wurde in diesem Zusammenhang die Wirkung eines zusätzlichen Busses sowie einer zusätzlichen Straßenbahn auf die verkehrsbedingten Feinstaubemissionen untersucht. Auf Basis von Daten der Graz AG<sup>17</sup> werden täglich durchschnittlich 918 Personen je Linienbus und 2.088 Personen je Straßenbahn befördert, wodurch das maximale Einsparungspotenzial an PKW-Kilometern (wieder gilt die Annahme, dass 50 % der Wege nicht mit dem öffentlichen Personennahverkehr zurückgelegt werden können) und somit das maximale Einsparungspotenzial an verkehrsbedingten PM10-Emissionen gegeben ist. Das bedeutet, dass durch einen zusätzlichen Bus maximal 4.334.830 PKW-Kilometer, durch eine zusätzliche Straßenbahn maximal 9.859.840 PKW-Kilometer im Jahr eingespart werden können.

Umsetzungshorizont: mittelfristig

<sup>16</sup> Graz AG (2009)

<sup>17</sup> [http://www.gvb.at/home/wir\\_ueber\\_uns/zahlen\\_und\\_daten.php](http://www.gvb.at/home/wir_ueber_uns/zahlen_und_daten.php)

### **Wirkungspotenzial der Maßnahme / Reduktionsziel**

Die angegebenen einzusparenden PKW-Kilometer bedeuten bei einem zusätzlichen Linienbus eine Ersparnis von 350 kg PM10 im Jahr bzw. 30 kg PM10 je Wintermonat (siehe Tabelle 17). Eine weitere Straßenbahn würde demnach eine Einsparung von 800 kg PM10 pro Jahr bzw. 70 kg PM10 je Wintermonat erzielen (siehe Tabelle 18).

*Tabelle 17: Maximales Reduktionspotenzial durch Erhöhung und Optimierung des Angebots an öffentlichen Verkehrsmitteln – zusätzlicher Bus*

	maximales Einsparungspotenzial
pro Jahr (kg)	350
pro Wintermonat (kg)	30
prozentuelle Reduktion der Tagesmittelwerte (%)	0,09
Anzahl der reduzierten Überschreitungstage	0

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

*Tabelle 18: Maximales Reduktionspotenzial durch Erhöhung und Optimierung des Angebots an öffentlichen Verkehrsmitteln – zusätzliche Straßenbahn*

	maximales Einsparungspotenzial
pro Jahr (kg)	800
pro Wintermonat (kg)	70
prozentuelle Reduktion der Tagesmittelwerte (%)	0,20
Anzahl der reduzierten Überschreitungstage	1

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

### **Kosten der Maßnahme**

Die Kosten der Maßnahme (siehe Tabelle 19 bzw. Tabelle 20) setzen sich dabei aus den Anschaffungskosten eines zusätzlichen Busses bzw. einer zusätzlichen Straßenbahn zusammen (Annahmen: Zinssatz 5 %, Laufzeit 20 Jahre, Abschreibungsdauer zehn Jahre; jährliche Finanzierungskosten Linienbus: € 29.890,-, jährliche Finanzierungskosten Straßenbahn: € 573.110,-), sowie aus den Betriebskosten (Annahme: € 15.000,- je Bus pro Jahr, € 48.200 je Straßenbahn pro Jahr), Personalkosten (Annahme: € 30,-/Stunde) und Treibstoffkosten (Annahme: € 40,-/100 km).<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Die Daten beziehen sich auf eine Auskunft von Hrn. Schmidt, Grazer Verkehrsbetriebe (2010), bzw. [http://de.wikipedia.org/wiki/Stra%C3%9Fenbahn\\_Graz](http://de.wikipedia.org/wiki/Stra%C3%9Fenbahn_Graz)

Tabelle 19: *Kosten durch Erhöhung und Optimierung des Angebots an öffentlichen Verkehrsmitteln – zusätzlicher Bus*

	Kosten (€)
je kg Reduktion im Winter	1.090
je reduzierter Überschreitungstag	n.v.

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

Tabelle 20: *Kosten durch Erhöhung und Optimierung des Angebots an öffentlichen Verkehrsmitteln – zusätzliche Straßenbahn*

	Kosten (€)
je kg Reduktion im Winter	2.210
je reduzierter Überschreitungstag	737.390

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

## 2.2.5 Partikelfilternachrüstung

### *Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise*

Durch die Reaktivierung einer bereits zuvor durchgeführten Förderaktion soll die Nachrüstung von Dieselfahrzeugen der Abgasklasse EURO-3 mit Partikelminderungssystemen forciert werden.

Im Sinne einer Maximalpotenzialanalyse wird der Tausch des gesamten dieselbetriebenen EURO-3 PKW-Bestandes im Großraum Graz analysiert. Dabei handelt es sich nach Auskunft der Wirtschaftskammer Steiermark um 9.176 PKW (55 % des gesamten PKW-Bestandes sind laut Statistik Austria dieselbetrieben<sup>19</sup>) sowie 855 Sondernutzfahrzeuge, 5.075 Klein-LKW und 202 Omnibusse, für die allesamt ein Dieselantrieb unterstellt wird. In der vergangenen Förderaktion wurden die PKW mit je € 300,- gefördert, die übrigen KFZ wurden jeweils mit € 700,- gefördert.

Die Ersparnis an verkehrsbezogenen Feinstaubemissionen wurde auf Basis des bereits erwähnten vorangegangenen Projektes berechnet, für das durch das Grazer Umweltamt<sup>20</sup> eine jährliche Einsparung von 3.490 kg PM10 bei einem nachgerüsteten KFZ-Bestand von 30.000 PKW und 137 LKW ausgewiesen wurde.

Umsetzungshorizont: mittelfristig

### *Wirkungspotenzial der Maßnahme / Reduktionsziel*

Aufgrund dieser Daten wurde eine durchschnittliche Ersparnis von 0,11 kg PM10 pro Jahr je KFZ berechnet sowie eine maximale Gesamtersparnis einer erneuten Nachrüstung von 5.210 kg PM10 pro Jahr, bzw. 430 kg PM10 je Wintermonat (siehe Tabelle 21).

<sup>19</sup> Siehe: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge\\_-\\_bestand/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/verkehr/strasse/kraftfahrzeuge_-_bestand/index.html) (Stand: Oktober 2010)

<sup>20</sup> Siehe: [http://www.feinstaubfrei.at/htm/abschlusskongress\\_r\\_prutsch.pdf](http://www.feinstaubfrei.at/htm/abschlusskongress_r_prutsch.pdf)

Tabelle 21: Maximales Reduktionspotenzial durch Partikelfilternachrüstung

	maximales Einsparungspotenzial
pro Jahr (kg)	5.210
pro Wintermonat (kg)	430
prozentuelle Reduktion der Tagesmittelwerte (%)	1,32
Anzahl der reduzierten Überschreitungstage	2

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

### **Kosten der Maßnahme**

Die Kosten (siehe Tabelle 22) bestehen dabei aus der Summe der Investitionskosten, da aufgrund des fehlenden Drohpotentials (Fahrverbot ohne Nachrüstung) der individuelle Nutzen vermutlich geringer eingeschätzt wird als zuletzt und die Förderquote zur Ausschöpfung des Maximalpotentials wahrscheinlich angehoben werden müsste. Es wurden je € 800,- für PKW und Klein-LKW veranschlagt, bei Sondernutzfahrzeugen und Omnibussen wurden Kosten von € 1.600,- angenommen und so Gesamtkosten von € 13.091.720,- ermittelt.<sup>21</sup>

Tabelle 22: Kosten durch Partikelfilternachrüstung

	Kosten (€)
je kg Reduktion im Winter	6.040
je reduzierter Überschreitungstag	6.545.860

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

## **2.2.6 Verkehrsleitsystem**

### **Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise**

Die Einführung eines modernen und den Anforderungen eines Zentralraums gerecht werdenden Verkehrs- und Parkleitsystems kann zur Reduktion von verkehrsbezogenen Feinstaubemissionen beitragen, da ein flüssiges und damit ökologisches Verkehrsgeschehen unterstützt wird. So genannte „Restzeitampeln“ könnten zusätzlich zur Förderung dieser Maßnahme beitragen.

Umsetzungshorizont: mittelfristig

***Für diese Maßnahme konnte aus Gründen der mangelnden Datenverfügbarkeit keine quantitative Bewertung vorgenommen werden.***

<sup>21</sup> Pretenthaler et al. (2010)

## 2.2.7 Betriebliches Mobilitätsmanagement für die großen Grazer Arbeitgeberbetriebe

### *Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise*

Durch eine gezielte Logistikberatung für große Grazer Betriebe soll eine Reduzierung der Feinstaubemissionen, die vor allem aus dem PendlerInnenverkehr resultieren, realisiert werden. In diesem Zusammenhang soll im Rahmen der Wirtschaftsinitiative Nachhaltigkeit – WIN ein intensives Promoting der Programme von klima:aktiv im Hinblick auf das Ziel einer verstärkten Inanspruchnahme dieser Förderungen durch Firmen durchgeführt werden. Des Weiteren sollen Unternehmen dazu angeregt werden, die Bildung von Fahrgemeinschaften innerhalb ihrer Belegschaft zu forcieren.

Umsetzungshorizont: langfristig

*Für diese Maßnahme konnte aus Gründen der mangelnden Datenverfügbarkeit keine quantitative Bewertung vorgenommen werden.*

## 2.2.8 Umweltprämie

### *Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise*

In Anlehnung an das Bundesmodell der „Ökoprämie“ soll die Ersatzbeschaffung für PKW der Klasse EURO-0 bis EURO-2 durch Neuanschaffung eines EURO-6-PKW in Höhe von € 1.000,- je PKW gefördert werden. Dabei gilt, dass das Neufahrzeug max. 140g CO<sub>2</sub>/km emittieren darf, was einem Normverbrauch von ca. 5,3 l Diesel- bzw. 6,0 l Benzin Kraftstoff je 100 km entspricht. Die Erfordernis der Klasse EURO-6 ist dabei durch EU-beihilfenrechtliche Vorgaben bedingt.

Bei der durchgeführten Potenzialanalyse wird wie bereits im Bericht „Feinstaub Graz – Diskussionsgrundlage zu Kosten und Wirksamkeit der Umweltzone Graz“<sup>22</sup> davon ausgegangen, dass – bei gleichbleibender Fahrleistung – ein Drittel der betroffenen Fahrzeuge der Klassen EURO-0 bis EURO-2 getauscht wird. Da auch der Kauf emissionsärmerer PKW als die der Klasse EURO-6 gefördert werden, handelt es sich in diesem Zusammenhang um eine Mindestwirkung, die hinsichtlich der Reduktion verkehrsbedingter Feinstaubemissionen erzielt werden kann.

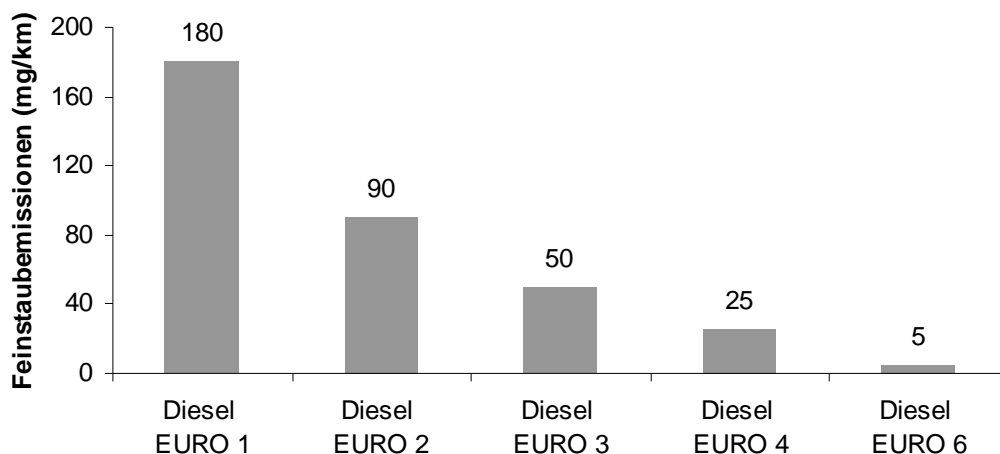
Aufgrund der limitierten Datenlage wurde die Berechnung nur für dieselbetriebene Fahrzeuge durchgeführt. Hinsichtlich der Dimensionen der unterschiedlichen fahrzeugbezogenen PM<sub>10</sub>-Emissionen je EURO-Klasse zeigt Abbildung 1 die Unterschiede zwischen den laut Abgasnorm maximal zulässigen Feinstaubemissionen für Diesel-PKW.

Umsetzungshorizont: mittelfristig

---

<sup>22</sup> Pretenthaler *et al.* (2010)

Abbildung 1: PM10-Emissionen der einzelnen EURO-Klassen (Diesel) lt. Abgasnorm



Quelle: Eigene Darstellung JR-POLICIES<sup>23</sup>

**Wirkungspotenzial der Maßnahme / Reduktionsziel**

Die Berechnung ergibt einen Gesamtbestand an 10.793 auszutauschenden PKW<sup>24</sup>. Aus der Differenz der Emissionen aufgrund der jährlichen Fahrleistung<sup>25</sup> von Fahrzeugen der Klassen EURO-0 bis EURO-2 und jener von PKWs der Klasse EURO-6 wurde das maximale PM10-Reduktionspotenzial ermittelt. Durch die wesentlich geringeren Emissionen von PKW der Klasse EURO-6 würde es durch die Maßnahme zu einer Differenz und somit zu einer Ersparnis von 6.570 kg PM10 im Jahr bzw. 550 kg PM10 je Wintermonat kommen (siehe Tabelle 23).

Tabelle 23: Maximales Reduktionspotenzial durch Umweltprämie

	maximales Einsparungspotenzial
pro Jahr (kg)	6.570
pro Wintermonat (kg)	550
prozentuelle Reduktion der Tagesmittelwerte (%)	1,66
Anzahl der reduzierten Überschreitungstage	1

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

<sup>23</sup> Siehe: <http://www.dieselnet.com/standards/eu/ld.php> (Stand: 2010)

<sup>24</sup> i.e. ein Drittel der in Betracht kommenden PKW, diesbezügliche Daten wurden von der Wirtschaftskammer Steiermark zur Verfügung gestellt.

<sup>25</sup> Pretenthaler et al. (2010)

### ***Kosten der Maßnahme***

Die volkswirtschaftlichen Kosten (siehe Tabelle 24) ergeben sich aus der Summe der einzelnen Förderzahlungen, die für den getauschten Bestand an PKW aufgewendet werden müssen (€ 1.000,- je PKW). Die Kosten der Privatpersonen sind in diesem Fall nicht Teil der volkswirtschaftlichen Kosten, da die Neuanschaffung eines PKW freiwillig ist und nur dann passiert, wenn der individuelle Nutzen eines Neuwagens die individuellen Kosten übersteigt.

*Tabelle 24: Kosten durch Umweltprämie*

	Kosten (€)
je kg Reduktion im Winter	3.940
je reduzierter Überschreitungstag	10.793.000

*Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES*

## **2.2.9 Privilegierung für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben**

### ***Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise***

Um die Attraktivität emissionsarmer PKW zu steigern und im Zuge dessen hinsichtlich einer Reduktion der verkehrsbedingten Feinstaubemissionen zu wirken, soll etwa das Fahren auf Busspuren für alternativ betriebene Fahrzeuge ermöglicht werden. Auch eine Ausnahme von lokalen Fahrverboten (z.B. Lieferverkehr Herrngasse) ist denkbar sowie Gratisparkplätze für emissionsarme PKW. Zusätzlich ist das Pilotprojekt „E-Mobility“ für Liefer- und Taxiverkehr in der Stadt Graz geplant.

Umsetzungshorizont: kurzfristig

### ***Wirkungspotenzial der Maßnahme / Reduktionsziel***

Diese Maßnahme kann als kurzfristiger Anreiz zum Umstieg auf emissionslose Fahrzeugtechnologien sinnvoll sein und könnte dadurch auch einen (eher geringen) Beitrag zur Senkung der Feinstaubemissionen bewirken. Die Problematik des motorisierten Individualverkehrs im Zusammenhang mit der Luftgütesituation im Bereich Feinstaub hängt aber nur zu einem geringeren Anteil an den tatsächlichen motorbezogenen Emissionen und zu einem größeren Teil an der Wiederaufwirbelung von Feinstaub aus allen Emissionsquellen. Diese zweite Problematik würde aber auch durch emissionsfreie PKW nicht verbessert werden und auch das eigentliche verkehrspolitische Problem, nämlich der hohe relative Platzverbrauch je Personenkilometer, kommt mit diesem Konzept einer Lösung nicht näher. Überspitzt formuliert: der längerfristig zu erwartende Stau von Elektrofahrzeugen auf der Busspur hätte u.U. zwar positive Emissionseffekte, wäre aber nicht der entscheidende Beitrag, den Großraum Graz mit einer der eigenen Urbanität geschuldeten Mobilität auszustatten.

Dennoch sollten alle Möglichkeiten zur Förderung des raschen Austausches der Fahrzeugflotte im Großraum Graz auf emissionsfreie Fahrzeuge auch im Hinblick auf andere verkehrsbezogene Emissionen vorangetrieben werden.



**Für diese Maßnahme konnte aus Gründen der mangelnden Datenverfügbarkeit keine quantitative Bewertung vorgenommen werden.**

### **2.2.10 Einsatz von erdgasbetriebenen bzw. dieselhybridbetriebenen Fahrzeugen im städtischen Kraftfahrtlinienverkehr und für Abfallsammelfahrzeuge**

#### **Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise**

Durch den Einsatz emissionsarmer Fahrzeuge im öffentlichen Personennahverkehr sowie für die Abfallentsorgung soll eine Reduktion der verkehrsbezogenen Feinstaubemissionen erreicht werden. Aufgrund limitierten Datenmaterials können im Rahmen dieser Studie allerdings nur Nutzen und Kosten des Umstiegs auf erdgasbetriebene (bzw. dieselhybridbetriebene) Abfallsammelfahrzeuge abgeschätzt werden, wobei anzumerken ist, dass es sich bei dieser Quantifizierung um eine größenordnungsmäßige Abschätzung handelt, die auf folgenden Ausgangsdaten und Annahmen beruht:

#### Restmüllsammlung<sup>26</sup>:

- Gemäß den Wirtschaftsbetrieben der Stadt Graz, die die Restmüllsammlung durchführt, erfolgt die Entleerung der Restmüllbehälter rund zwei Millionen Mal im Jahr<sup>27</sup>. Wird pro Behälterentleerung eine Betriebszeit des Abfallsammelfahrzeuges von 90 Sekunden unterstellt, ergibt sich für die Sammlung des Restmülls eine Betriebszeit von 200.000 Stunden pro Jahr.
- Während zwei Drittel der Restmüllsammelfahrzeuge der Wirtschaftsbetriebe eine Leistung von 220 kW aufweisen, verfügt ein Drittel über eine Leistung von 200 kW. Unter Berücksichtigung der oben unterstellten Betriebszeit ergibt dies eine Energiemenge von knapp elf Millionen kWh, die pro Jahr für die Restmüllsammlung in Graz aufgewendet wird.
- Weiters ist bekannt, dass die insgesamt 18 Restmüllsammelfahrzeuge mit Diesel betrieben werden und zu je einem Drittel unter die Abgasklassen EURO 3 (mit Partikelfilter), EURO 4 (mit Partikelfilter) und EURO 5 bzw. EEV fallen<sup>28</sup>.
- Insgesamt werden pro Jahr rund 225.000 Liter Treibstoff für die Restmüllsammlung verbraucht.

#### Altpapier-, Glas- und Biomüllsammlung<sup>29</sup>:

- Gemäß der Servus Abfall Dienstleistungs GmbH & CoKG, die die Altpapier-, Glas- und Biomüllsammlung durchführt, sind die Sammelfahrzeuge 17.650 Stunden im Jahr im Einsatz.

---

<sup>26</sup> Die Daten beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf eine Auskunft per E-Mail von Herrn Ing. Helfried Ulrich, Geschäftsbereichsleiter des Technischen Service der Grazer Wirtschaftsbetriebe (19.11.2010).

<sup>27</sup> Siehe <http://www.graz.at/cms/ziel/312132/DE/> (Stand: November, 2010).

<sup>28</sup> Die EURO 3 Norm weist für Partikelemissionen einen Grenzwert von 0,1 g/kWh auf, EURO 4 und EURO 5 Norm sowie EEV-Standard hingegen einen Grenzwert von 0,02 g/kWh (siehe z.B. <http://www.mobil-in-d.net/UNI128940130100318/doc522A.html> oder <http://www.bmu.de/verkehr/foerderprojekte/verteilerverkehr/downloads/doc/35148.php>, jeweils Stand: November, 2010).

<sup>29</sup> Die Daten beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf eine Auskunft per E-Mail von Frau Natascha Klein, Betriebsleiterin der Servus Abfall Dienstleistungs GmbH CoKG (23.11.2010).

- Die eingesetzten Sammelfahrzeuge weisen im Schnitt eine Leistung von 340 bis 360 PS (250 bis 265 kW) auf. Unter Berücksichtigung der Betriebszeit ergibt dies eine Energiemenge von rund 4,6 Millionen kWh, die pro Jahr für die Altpapier-, Glas- und Biomüllsammlung aufgewendet wird.
- Zwei der insgesamt neun eingesetzten Sammelfahrzeuge – allesamt mit Diesel betrieben – fallen unter die Abgasklasse EURO 5, die restlichen sind mit Partikelfilter ausgestattet.

Für die Abschätzung des Partikelaustritts, der derzeit durch die Abfallsammlung anfällt, werden grundsätzlich jeweils die für die einzelnen Abgasklassen angeführten Grenzwerte herangezogen (0,1 g/kWh für die Abgasklasse EURO 3 sowie 0,02 g/kWh für die Abgasklassen EURO 4, EURO 5 und EEV) und mit der pro Jahr aufgewendeten Energiemenge gewichtet. Für Sammelfahrzeuge, die einen Partikelfilter besitzen, wird ein Partikelaustritt von 0,02 g/kWh unterstellt.

Die Abschätzung des Partikelaustritts unter Verwendung von erdgasbetriebenen (bzw. hybridbetriebenen) Sammelfahrzeugen erfolgt unter der Annahme eines Partikelaustritts von 0,004 g/kWh, was den Emissionen eines von der Saubermacher AG in Wien getesteten erdgasbetriebenen Abfallsammelfahrzeuges (Mercedes Eonic) entspricht<sup>30</sup>.

Da lediglich Daten für die Restmüll-, Altpapier-, Glas- und Biomüllsammlung zur Verfügung stehen, werden die auf diesen Daten basierenden Abschätzungen zum Einsparungspotenzial auf die gesamte Abfallsammlung hochgerechnet. Dies geschieht unter der Annahme, dass Restmüll-, Altpapier-, Glas- und Biomüllsammlung zwei Drittel, Metall- und Leichtverpackungssammlung hingegen ein Drittel der gesamten Abfallsammlung (und der dadurch entstehenden Partikelemissionen) ausmachen. Selbiges gilt übrigens auch für die Hochrechnung der Kostenabschätzung.

Umsetzungshorizont: mittelfristig

### ***Wirkungspotenzial der Maßnahme / Reduktionsziel***

Aufgrund der oben genannten Daten sowie der zusätzlich getroffenen Annahmen wird durch die Berechnung ein Einsparungspotenzial von 370 kg PM10 pro Jahr bzw. 30 kg PM10 je Wintermonat ausgewiesen (siehe Tabelle 25).

---

<sup>30</sup> Siehe [http://www.saubermacher.at/web/at/presse/Saubermacher\\_Zwischenbilanz\\_08042008\\_2\\_.pdf](http://www.saubermacher.at/web/at/presse/Saubermacher_Zwischenbilanz_08042008_2_.pdf) und [www.mercedes-benz.de](http://www.mercedes-benz.de) (Stand: November 2010).

Tabelle 25: Maximales Reduktionspotenzial durch den Einsatz erdgasbetriebener Abfallsammelfahrzeuge

	maximales Einsparungspotenzial
pro Jahr (kg)	370
pro Wintermonat (kg)	30
prozentuelle Reduktion der Tagesmittelwerte (%)	0,1
Anzahl der reduzierten Überschreitungstage	1

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

### **Kosten der Maßnahme**

Die Annahmen für die Abschätzung der Kosten des Fahrzeugtausches (siehe Tabelle 26) sind konsistent mit jenen in Pretenthaler *et al.* (2010). Zusätzlich zu den Kosten, die der Fahrzeugtausch verursacht, werden auch etwaige Einsparungen im Bereich der Treibstoffkosten, die durch einen Umstieg von Diesel auf Erdgas zu erwarten sind, berücksichtigt. Für die Abschätzung der jährlichen Treibstoffkosteneinsparungen wird ein Dieselpreis von 1,06 €/Liter<sup>31</sup> und ein Erdgaspreis von 0,56 €/Liter<sup>32</sup> (Benzinäquivalenzpreis) unterstellt.

Tabelle 26: Kosten durch den Einsatz erdgasbetriebener Abfallsammelfahrzeuge

	Kosten (€)
je kg Reduktion im Winter	3.160
je reduzierter Überschreitungstag	482.160

Quelle: Eigene Berechnungen JR-POLICIES

## **2.2.11 Städtebauliche Verdichtung**

### **Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise**

Durch die Umsetzung des Konzepts der „Stadt der kurzen Wege“ in Graz sowie eine Lockerung der Baudichtebeschränkungen soll die Senkung der relativen Infrastrukturkosten erreicht werden, zugleich sollen so die verkehrsbedingten Feinstaubemissionen gesenkt werden.

Umsetzungshorizont: langfristig

<sup>31</sup> Durchschnitt der Jahreswerte von 2006-2009 (Statistik Austria).

<sup>32</sup> Siehe <http://www.cng-tankstellen.at/> (Stand: November 2010).

### ***Wirkungspotenzial der Maßnahme / Reduktionsziel***

Dieser Ansatz hat jedenfalls ein positives Einsparungspotenzial, weil es die Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs positiv verändert. Das Ziel kann aber nur längerfristig erreicht werden und bedarf einer sorgfältigen städteplanerischen Vorbereitung, da eine Baudichteerhöhung nicht in allen Stadtteilen wünschenswert ist und gegebenenfalls in einzelnen Stadtteilen auch zu zusätzlichen Feinstaubbelastungen führen könnte. Jedenfalls ist dieser Ansatz für die Reininghausgründe zu verfolgen, wo auch eine echte Hochleistungsdrehscheibe für Park&Ride mit ausschließlicher Verbindung des hochrangigen Straßennetzes (A9) zum öffentlichen Verkehrsnetz geschaffen werden sollte. Wenn im Westen von Graz zumindest über eine Autobahnspur aus dem Plabutschunnel (bestehende Notausfahrten) ein zusätzlicher Zugang zum Grazer Stadtgebiet geschaffen wird, dieser aber ausschließlich im kombinierten Verkehr ermöglicht wird (ausschließlich unterirdische Park- und Umsteigemöglichkeit auf eine hochfrequente Straßenbahnbindung), könnte dies zu einer wesentlichen Verbesserung der Gesamtverkehrssituation in Graz beitragen.

### ***Kosten der Maßnahme***

Diese Maßnahme ist per se kostenneutral, trägt aber wie erwähnt zu einer indirekten Kostensenkung aller Maßnahmen bei, die auf den öffentlichen Verkehr abzielen, indem die Deckungsbeiträge des öffentlichen Verkehrs durch nicht subventionierte KundInnennachfrage erhöht wird. Einzelne Infrastrukturmaßnahmen wie eine unterirdische Park&Ride-Anlage in einem autofreien neuen Stadtteil Eggenberg können selbstverständlich nicht als kosteneffiziente Maßnahme zur Senkung der Feinstaubemissionen betrachtet werden, sondern haben darüber hinausgehenden städtebaulichen Mehrwert und daher sind die entsprechenden Kosten auch auf mehrere dieser positiven Effekte umzulegen.

## **2.3 INDUSTRIE/BETRIEBSANLAGEN**

### **2.3.1 Betriebsanlagenchecks Feinstaub**

#### ***Konkrete Ausgestaltung und Wirkungsweise***

Neben der Feinstaubreduktion soll den Unternehmen im Großraum Graz geholfen werden, Einsparungspotenziale (veraltete Maschinen, Kesselanlagen etc.) zu identifizieren und eine verbesserte Wirtschaftlichkeit zu erreichen, wobei es nicht um eine Förderung zur Erreichung der Legal Compliance geht.

#### ***Wirkungspotenzial der Maßnahme / Reduktionsziel***

Die Feinstaubwirkung dieser Maßnahme lässt sich mit dem derzeitig vorhandenen Datenmaterial nicht quantifizieren, ist aber jedenfalls positiv und daher sollte an einer Konkretisierung und Weiterverfolgung dieses Ansatzes intensiv gearbeitet werden. In den Wintermonaten tragen die Emissionen von Industrie und Gewerbe bis zu ca. 22 % zu den Feinstaubemissionen bei.

#### ***Kosten der Maßnahme***

Da es sich um freiwillige über die gesetzlichen Verpflichtungen hinausgehende Maßnahmen handelt, ist jedenfalls damit zu rechnen, dass diese zu betriebswirtschaftlich vertretbaren Kosten umgesetzt

werden können. Im Normalfall haben solche Maßnahmen mittelfristig gesehen sogar negative Umsetzungskosten und werden von den Betrieben nur deshalb nicht aus eigenen Stücken umgesetzt, weil deren Amortisationsdauer den kurzfristigen Planungshorizont von bis zu drei Jahren übersteigt.

## 3 Analyse des Zusammenhangs zwischen Heizgradtagen und Überschreitungstagen

### 3.1 DATENAUSWAHL

Zur Modellierung lagen die PM10-Werte der Grazer Messstation Don Bosco für den Zeitraum von 2002 bis 2009 auf Monatsbasis vor. Es standen ebenfalls PM10-Tageswerte zur Verfügung, von deren Verwendung allerdings abgesehen wurde, da Monatsmittelwerte im Gegensatz zu Tageswerten den Zeitunterschied zwischen dem Ausstoß der Abgase durch Verkehr bzw. Hausbrand und deren Messung nicht beinhalten.

Weiters wurden Daten bzgl. Niederschlag, Heiztage und Heizgradtage für den Zeitraum von 2002 bis 2009 verwendet, die von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) zur Verfügung gestellt wurden. Für die Berechnung der Inversionswettertage pro Monat wurde die Temperaturdifferenz zwischen den Messstationen Graz Mitte und Kalkleiten betrachtet.<sup>33</sup> Die zur Modellierung herangezogenen Daten zur Anzahl der Radfahrten waren von der Abteilung für Verkehrsplanung des Magistrats der Stadt Graz zur Verfügung gestellt und sind bereits im Vorfeld vom Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel aufbereitet worden.

### 3.2 REGRESSIONSMODELL

In der Modellierung wurde anschließend versucht, den Zusammenhang zwischen der Variabilität der PM10-Monatsmittelwerte und Wettervariablen, Heizgradtagen und weiteren Variablen zu erklären. Dabei wurde mittels Hypothesentests überprüft, ob eine weitere hinzugefügte Variable zusätzliche Erklärungskraft besitzt oder die Information durch jene Variablen, die bereits im Modell enthalten sind, erklärt wird.

Durch diese Hypothesentests, die mit Hilfe des statistischen Programms *R* durchgeführt wurden, wurden folgende Variablen als signifikant in das Modell aufgenommen: Trend, Heizgradtage (quadratisch), Heiztage, Niederschlag, Inversionswetterlage und Radfahrer.

Das bedeutet, dass der PM10-Monatsmittelwert durch einen monatlichen Trend, die monatlichen Heizgradtage, die Summe der Heiztage pro Monat, die Niederschlagssumme pro Monat, die Anzahl der Inversionswetterlagentage pro Monat und die Anzahl der monatlichen Radfahrten erklärt wird, wobei bei den Radfahrern darauf hingewiesen werden muss, dass diese den PM10-Wert nicht direkt beeinflussen und daher mehr als saisonaler Trend betrachtet werden sollten. Das heißt, im Sommer können viele Radfahrten beobachtet werden, während ein niedriger PM10-Wert gemessen wird, im Winter kann allerdings ein genau gegensätzliches Verhalten beobachtet werden. Sehr wohl legt diese Untersuchung jedoch nahe, dass die saisonale Veränderung der Verkehrsmittelwahl in der Verkehrspolitik stärkere Berücksichtigung finden sollte.

---

<sup>33</sup> Hörmann, S., Pfeiler, B. und Stadlober E. (2005)

Mit diesem Modell wurde ein Erklärungsgrad von ca. 85 % erreicht. Das bedeutet, dass 85 % des mittleren monatlichen PM10-Werts durch die oben genannten Variablen erklärt werden können.

Zusätzlich wurde die Korrektheit des Modells getestet, indem die Residuen (d.h. der Modellfehler) betrachtet und analysiert wurden.

### 3.3 WINTERREGRESSIONSMODELL

Wenn der Sommer in die Betrachtung miteinbezogen wird, können unerwünschte Abweichungen entstehen, da dieselbe Variable im Sommer einen anderen Einfluss als im Winter aufweisen kann. Daher wurde ein zusätzliches Modell erstellt, das ausschließlich die Wintermonate betrachtet (Oktober bis März).

Das Wintermodell enthält die Variablen Trend, Heizgradtage (quadratisch), Heiztage, Niederschlag, Radfahrer sowie zusätzlich die Variable Werktage. Die Anzahl der Werktage (Montag bis Freitag) pro Monat hat zusätzlichen Einfluss auf den durchschnittlichen PM10-Wert pro Monat.<sup>34</sup> Dies kann wiederum durch den zusätzlichen Verkehr an Werktagen erklärt werden.

In diesem Modell kommt die Inversionswetterlage wegen nicht ausreichender Signifikanz nicht mehr vor, allerdings muss auch dieses Ergebnis mit Vorsicht betrachtet werden. Für einzelne Tage kann die Inversionswetterlage sehr großen Einfluss auf die PM10-Werte haben<sup>35</sup>, für das Monatsmittel in diesem Modell weist es diese allerdings nicht mehr auf.

Auch hier wurde ein Erklärungsgrad von ca. 85 % erreicht und die Residuen (d.h. der Modellfehler) analysiert, um die Korrektheit des Modells zu gewährleisten.

## 3.4 ERGEBNIS

### 3.4.1 Ganzjähriges Regressionsmodell

In untenstehender Tabelle 27 sind die Ergebnisse für das Ganzjahres-Regressionsmodell abgebildet. Für jede Variable wird ihr Einfluss auf den mittleren monatlichen PM10-Wert und damit auf die Anzahl der Überschreitungstage dargestellt. Zusätzlich wird das Signifikanzniveau für jede Variable betrachtet, wobei in Klammern die Größenordnung der jeweiligen Fehlerwahrscheinlichkeit angegeben ist.

---

<sup>34</sup> Hörmann, S., Pfeiler, B. und Stadlober E. (2005)

<sup>35</sup> Hörmann, S., Pfeiler, B. und Stadlober E. (2005)

Tabelle 27: Ergebnisse des Ganzjahres-Regressionsmodells

Einflussgröße	Veränderung des PM10-Monatsmittelwerts ( $\mu\text{g}$ )	Veränderung der Anzahl an Überschreitungstagen	Signifikanzniveau
1 Jahr Umweltpolitik	-3,25	-0,98	*** (< 0,001)
1 Heiztag mehr z.B. im Oktober	1,53	0,46	** (< 0,01)
50 Heizgradtage mehr (bei gleicher Anzahl an Heiztagen)	16,09	4,83	*** (< 0,001)
1 Tag Inversionswetterlage	0,45	0,14	*** (< 0,001)
Erhöhung der monatlichen Niederschlagssumme um 1 mm	-0,49	-0,07	*** (< 0,001)

Quelle: Eigene Berechnung JR-POLICIES

Die Variable „1 Jahr Umweltpolitik“ aus Tabelle 27 entspricht dabei dem langjährigen Trend im Modell. Wie der Trend hat auch die Niederschlagsmenge einen negativen Einfluss auf den PM10-Wert, dies entspricht einem bekannten Ereignis – nämlich dem „Reinwaschen der Luft“ durch den Niederschlag.

Für die Heizgradtage wurde eine Abweichung von 50 Heizgradtagen betrachtet, da diese der mittleren Standardabweichung der Heizgradtage entspricht. Eine Erhöhung von 50 Heizgradtagen würde demnach eine Steigerung des monatlichen mittleren PM10-Wertes um über 16  $\mu\text{g}$  und eine Zunahme von beinahe fünf Überschreitungstagen bedeuten.

### 3.4.2 Winterregressionsmodell

Wie für das Ganzjahres-Regressionsmodell kann auch für das Winterregressionsmodell der Einfluss jeder einzelnen Variablen betrachtet werden. Dieser ist in der untenstehenden Tabelle 28 abgebildet.

Die Vorzeichen sind wie in der vorangegangenen Betrachtung für die Umweltpolitik und den Niederschlag negativ, während sich die restlichen Variablen erhöhend auf den PM10-Wert und die damit verbundenen Überschreitungstage auswirken.

Die in diesem Modell den Verkehr beschreibende Variable der Werkzeuge zeigt ebenfalls einen großen Einfluss auf den PM10-Wert – ein zusätzlicher Werktag pro Monat bringt im Durchschnitt einen zusätzlichen Überschreitungstag.



Tabelle 28: Ergebnisse des Winterregressionsmodells

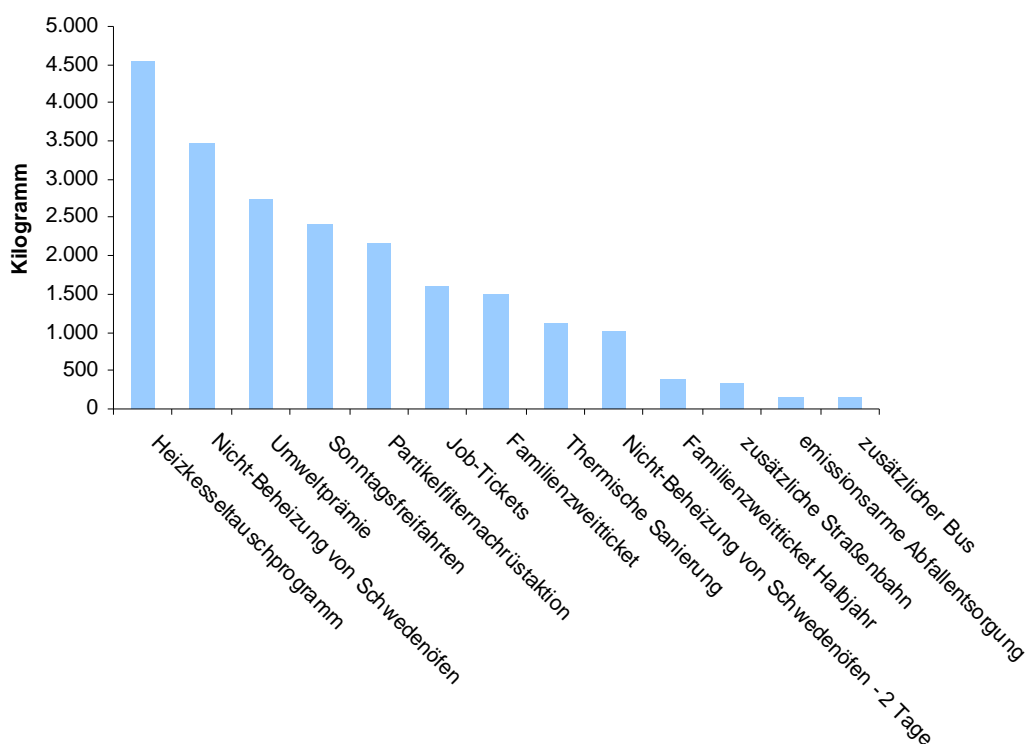
Einflussgröße	Veränderung des PM10-Monatsmittelwerts ( $\mu\text{g}$ )	Veränderung der Anzahl an Überschreitungstagen	Signifikanzniveau
1 Jahr Umweltpolitik	-1,22	-0,24	*** (< 0,001)
1 Heiztag mehr z.B. im Oktober	0,39	0,08	*** (< 0,001)
50 Heizgradtage mehr (bei gleicher Anzahl an Heiztagen)	8,44	1,69	*** (< 0,001)
1 zusätzlicher Werktag	5,55	1,11	*** (< 0,001)
Erhöhung der monatlichen Niederschlagssumme um 1mm	-1,13	-0,23	** (< 0,01)

Quelle: Eigene Berechnung JR-POLICIES

## 4 Abschließendes Resümee

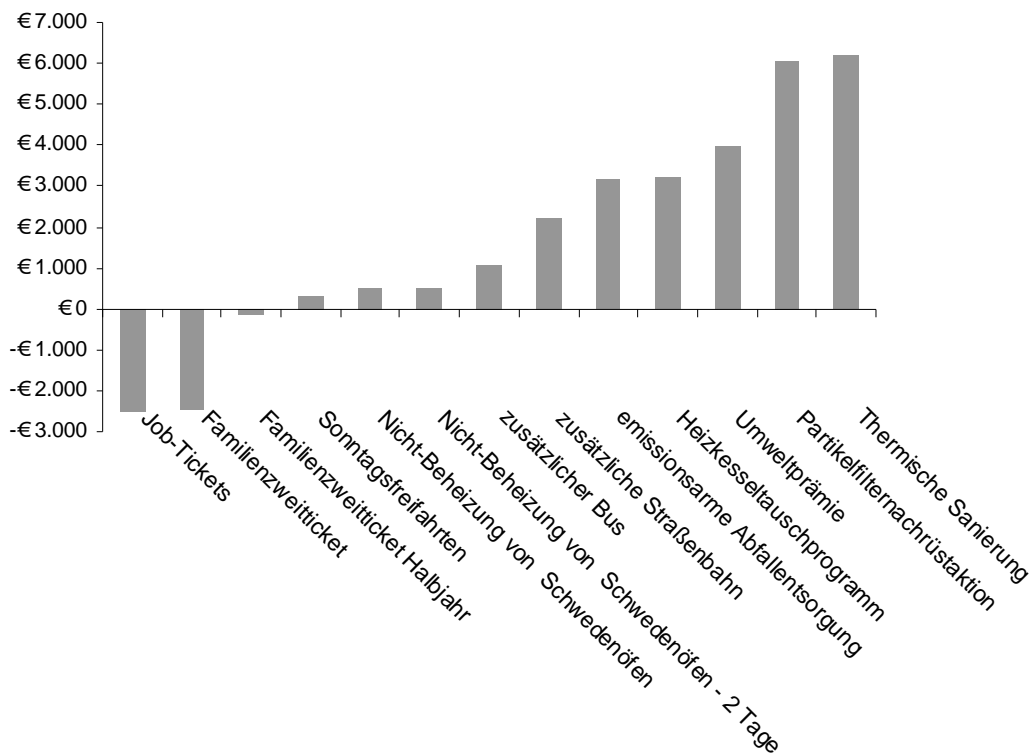
Im Rahmen dieser Bewertung wurden insgesamt 13 quantifizierbare Maßnahmen (bzw. deren Erweiterungen) aus dem „Luft- und Klimapaket“ für den Großraum Graz hinsichtlich ihres Wirkungspotentials sowie ihrer Kosten analysiert: Abbildung 2 zeigt das maximale Reduktionspotenzial dieser Maßnahmen, Abbildung 3 stellt deren Kosten dar.

Abbildung 2: *Maximales Reduktionspotenzial der einzelnen betrachteten Maßnahmen des „Luft- und Klimapakets“*



Quelle: Eigene Darstellung JR-POLICIES

Abbildung 3: Kosten der einzelnen betrachteten Maßnahmen des „Luft- und Klimapakets“



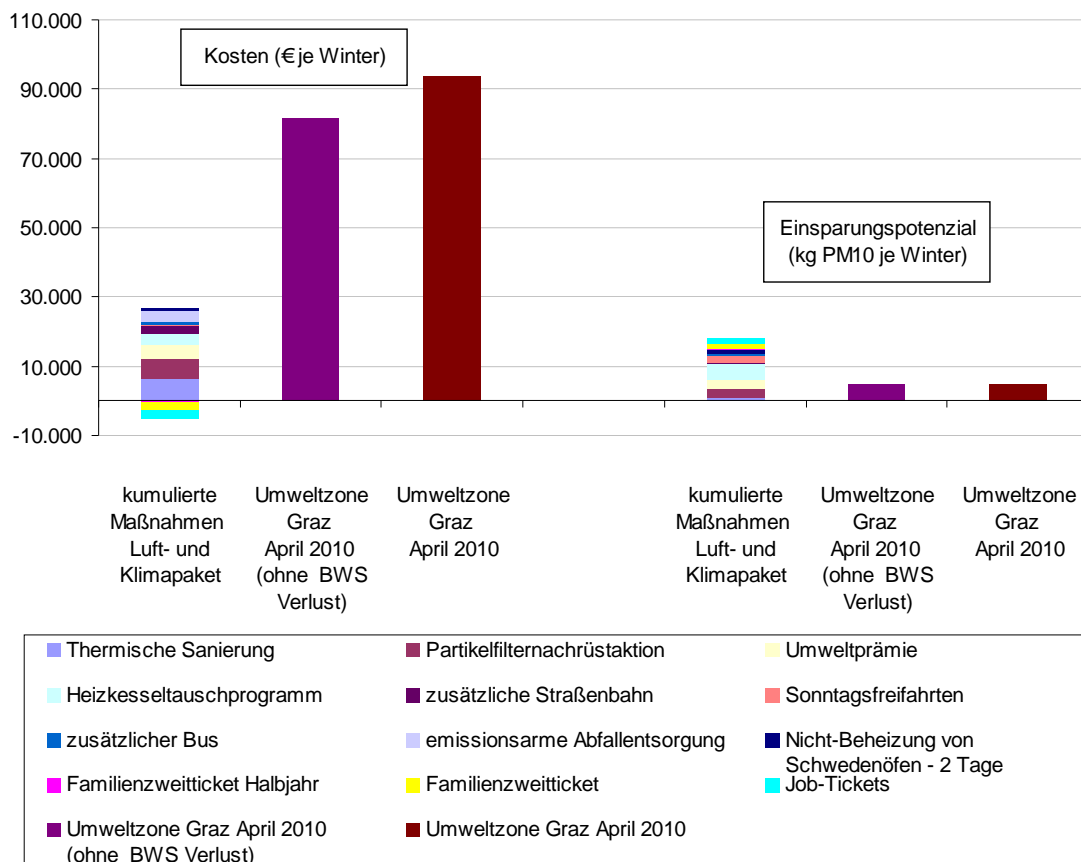
Quelle: Eigene Darstellung JR-POLICIES

Hinsichtlich des maximalen Einsparungspotenzials erweist sich ein Kesseltausch bei Festbrennstoffheizungen als die erfolgversprechendste Maßnahme. Auch die allgemeine Nicht-Beheizung von Schwedenöfen stellt ein großes Reduktionspotenzial dar, wobei der Fall einer möglichen Einsparung bei einer durchschnittlich zweimaligen Beheizung je Woche als realitätsnaher berücksichtigt werden sollte. Weniger hohe Einsparungen sind durch einen zusätzlichen Linienbus, bzw. eine zusätzliche Straßenbahn zu erwarten. Auch die Umrüstung der städtischen Müllwägen auf emissionsärmere Modelle stellt im Vergleich ein geringes Reduktionspotenzial dar.

Hinsichtlich der Kosten sind vor allem jene Maßnahmen zu präferieren, die negative volkswirtschaftliche Kosten und somit auch einen finanziellen Gewinn für die Bevölkerung der Stadt Graz darstellen. In diesem Fall wären eine Einführung von so genannten „Job Tickets“ zur Reduzierung des Pendlerverkehrs sowie die Ausgabe einer zweiten, begünstigten Jahreskarte innerhalb von Familien besonders kosteneffizient.

Im Vergleich mit der Grazer Umweltzone zeigt Abbildung 4, dass die analysierten Maßnahmen des vorgeschlagenen „Luft und Klimapakets“ insgesamt nicht nur zu wesentlich geringeren Kosten als die Grazer Umweltzone „April 2010“ umgesetzt werden könnten, sondern auch zu einem deutlich höheren Einsparungspotenzial führen würden. Durch die Implementierung sämtlicher der untersuchten Maßnahmen hätte etwa für das Jahr 2009 ein Rückgang der Anzahl der Überschreitungstage von 14 Tagen erreicht werden können.

Abbildung 4: Kumulierte Kosten bzw. Einsparungspotenziale einzelner Maßnahmen des „Luft- und Klimapakets“ im Vergleich zur Umweltzone Graz „April 2010“



Quelle: Eigene Darstellung JR-POLICIES

## 5 Verzeichnisse

### 5.1 LITERATURVERZEICHNIS

Brunner et al. (2010): PM emissions from old and modern biomass combustion systems and their health effects.

Graz AG (2009): Graz AG Geschäftsbericht 2009.

Hörmann, S., Pfeiler, B. und Stadlober E. (2005): Analysis and Prediction of Particulate Matter PM10 for the Winter Season in Graz ([www.stat.tugraz.at/stadl/papers/hopfst05.pdf](http://www.stat.tugraz.at/stadl/papers/hopfst05.pdf)).

Köppl, A., Steininger, K. (Hg.) (2004): Reform umweltkontraproduktiver Förderungen in Österreich. Energie und Verkehr. Schriftenreihe des Institutes für Technologie- und Regionalpolitik der Joanneum Research.

Land Steiermark (2008): Programm zur Feinstaubreduktion Steiermark 2008 Evaluierungsbericht und Maßnahmenübersicht in Vorbereitung des § 9a IG-L Programmes. FA 13A Umwelt- und Anlagenrecht.

Land Steiermark (2010): Klimaschutzplan Steiermark. Perspektive 2020/2030. 26 Maßnahmenbündel für eine zukunftssichernde Klimapolitik in der Steiermark. Gebäude. Ausgabe 2010.

Prettenthaler, F., Habsburg-Lothringen, C., Richter, V. (2010): Feinstaub Graz. Diskussionsgrundlage zu Kosten und Wirksamkeit der Umweltzone Graz. Stand: 16. August 2010.

Struschka, M., Zuberbühler, U., Dreiseidler, A., Dreizler, D., Baumbach, G., Hartmann, H., Schmid, V., Link, H. (2003): Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinf Feuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher sowie Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Emissionsminderung. Kurzfassung. Umweltschutzforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Forschungsbericht 299 44 140. UBA-FB 000477.

Umweltbundesamt (2009): Bundesländer Schadstoffinventur 1990–2007. Regionalisierung der nationalen Emissionsdaten auf Grundlage von EU-Berichtspflichten (Datenstand 2009).

### **POLICIES Research Report Series**

Research Reports des Zentrums für Wirtschafts- und Innovationsforschung der JOANNEUM RESEARCH geben die Ergebnisse ausgewählter Auftragsforschungsprojekte des POLICIES wieder. Weitere .pdf-Files der Research Report Series können unter <http://www.joanneum.at/policies> heruntergeladen werden.

Für weitere Fragen wenden Sie sich bitte an [policies@joanneum.at](mailto:policies@joanneum.at).

© 2011, JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH – Alle Rechte vorbehalten.

Büro Graz:

Leonhardstraße 59  
A-8010 Graz, Austria  
Tel.: +43-316-876 1488  
E-Mail: [policies@joanneum.at](mailto:policies@joanneum.at)

Büro Wien:

Haus der Forschung, Sensengasse 1  
A-1090 Wien, Austria  
Tel.: +43-1-581 75 20  
E-Mail: [policies@joanneum.at](mailto:policies@joanneum.at)