

Musterbeispiel Smart City - Fit4SET

Das vorliegende Musterbeispiel dient ausschließlich zur Illustration der Anwendung des Leitfadens "Ermittlung der THG-Emissionsreduktion im Rahmen der Einreichung von Forschungsprojekten" beim Klima- und Energiefonds. Die angegebenen Werte und Parameter sowie die davon abgeleiteten Potenziale nehmen dabei weder Bezug auf ein konkretes Fördervorhaben, noch handelt es sich um real existierende Anlagen oder Standorte.

Kurzbeschreibung des Projektes

In einem stark wachsenden Stadtteil einer Stadt mit 20.000 EW (=Einwohner) sollen im Rahmen eines langfristigen Leitprojektes in den drei Sektoren Straßenverkehr, Dienstleistungsgebäude (DL-Gebäude) und Wohngebäude vielfältige Maßnahmen zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen gesetzt werden. Die Ziele dieses Smart City Stadtteils sind folgendermaßen festgelegt: Reduktion der THG-Emissionen des Straßenverkehrs und im Gebäudesektor bis 2050 auf Zielwerte der Stadtplanung, jeweils bezogen auf das Einreichjahr 2012. Durch ein jährliches Wirkungsmonitoring werden Abweichungen vom Zielpfad maßnahmensseitig kurzfristig korrigiert, sodass der Zielpfad eine gute Näherung für die zu erwartende Emissionsentwicklung darstellt.

Konzept der Quantifizierung

Durch die Fülle der Maßnahmen des smart City Leitprojektes bei sämtlichen Gebäuden in einem Mustergebiet mit Wohn- und Dienstleistungsgebäuden sowie bei der Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs zu emissionsfreien Verkehrsträgern wurden keine Einzelmaßnahmen quantifiziert, sondern die betroffenen Sektoren betrachtet. Das Mustergebiet weist in den drei Sektoren näherungsweise charakteristische Strukturen und Emissionstrends im Vergleich zu ähnlichen Standorten in Österreich auf. Aus diesem Grund muss keine weitere Struktur- und Maßnahmenkorrektur für das Mustergebiet, der an die Stadtgröße und Bevölkerungsentwicklung angepassten Szenarien, vorgenommen werden.

Bevölkerungsentwicklung

Ein maßgebender Faktor für Energieverbrauch und THG-Emissionen ist die Bevölkerungsentwicklung der betrachteten Region. Laut Stadtplanung wird die Bevölkerung im betrachteten Smart City Stadtteil von 2009 bis 2030 um 50% anwachsen, für die Musterstadt wird im gleichen Zeitraum ein Wachstum von 15% erwartet.

Region	Einwohnerzahl		Bevölkerungswachstum	
	2009	2030	2009–2030 jährlich	
Österreich [1]	8.363.040	8.993.464	7,5%	0,35%
Österreich ohne Wien	6.670.973	7.108.720	6,6%	0,30%
Wien [2]	1.692.067	1.884.744	11,4%	0,51%
Durchschnitt je Gemeinde (ohne Wien)	2.831	3.017	6,6%	0,30%
Musterstadt	20.000	23.000	15,0%	0,67%
Smart City Stadtteil	2.000	3.000	50,0%	1,95%

Anzahl Gemeinden in Österreich (ohne Wien) [3]

2.356

Ermittlung der spezifischen Emissionen

Die spezifischen Emissionen (THG-Emissionen pro Einwohner) hängen stark von der Einwohnerzahl der Gemeinde ab. Die Werte für die Musterstadt ergeben sich aus Interpolation zwischen den Werten für Wien und jenen für eine durchschnittliche Gemeinde ohne Wien ("Österreich ohne Wien"). Da größere Städte (z.B. Landeshauptstädte) in ihrer Emissionscharakteristik eher Wien als einer ländlichen Gemeinde entsprechen (durch Bebauungsstruktur, Energieträger-Einsatz und -Mix, PKW-Bestand, öffentlicher Verkehr, etc.), wird zwischen den beiden Werten logarithmisch statt linearer interpoliert.

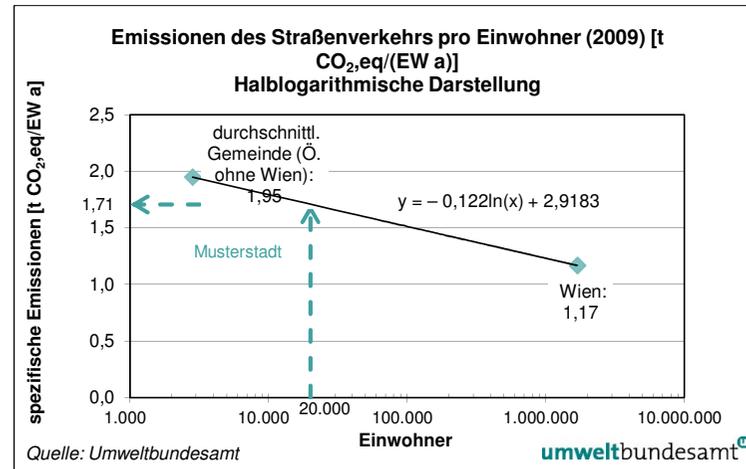
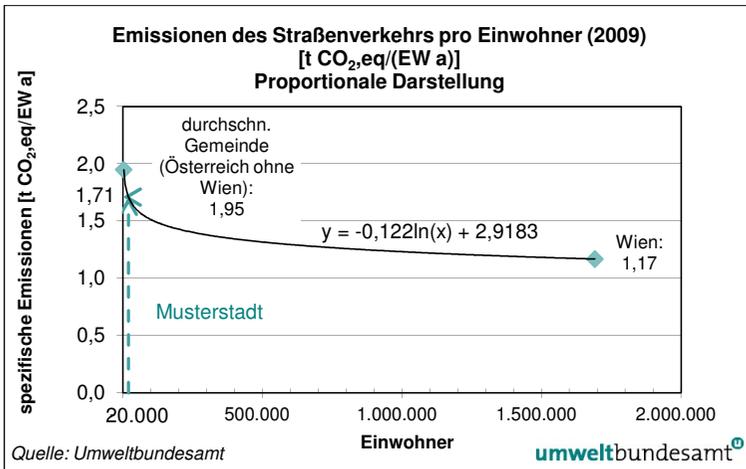
Die Interpolationskurve entspricht einer Geraden mit der Gleichung $y=k \cdot \ln(x)+d$ in einem halblogarithmischen Diagramm (nur eine Achse logarithmisch). "y" sind hierbei die Emissionen pro Einwohner und "x" die Einwohnerzahl. Diese Interpolation wird für jeden der drei Sektoren getrennt durchgeführt, wobei jene für den Sektor Straßenverkehr beispielhaft dargestellt sind.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Werte der Interpolationsgeraden für die einzelnen Sektoren angeführt.

Interpolation $y=k \cdot \ln(x)+d$	k	d
Straßenverkehr	-0,1220	2,9183
Dienstleistungsgebäude	-0,0118	0,4182
Wohngebäude	-0,0205	1,0932

Bewertung der Treibhausgas-Aktivität von Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) mit folgenden Werten [6]:

THG	[CO ₂ eq]
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310



Abgasemissionen des Straßenverkehrs* 2009 [5]	CO ₂	CH ₄		N ₂ O		CO ₂ -Äquiv.
	[kt]	[kt]	[kt CO ₂ eq]	[kt]	[kt CO ₂ eq]	[kt CO ₂ eq]
Wien	1.951	0,063	1,3	0,078	24	1.976
Österreich ohne Wien	12.839	0,393	8,3	0,482	149	12.996
Österreich	14.789	0,456	9,6	0,560	173	14.972

Emissionen von Dienstleistungsgebäuden 2009 [5]	CO ₂	CH ₄		N ₂ O		CO ₂ -Äquiv.
	[kt]	[kt]	[kt CO ₂ eq]	[kt]	[kt CO ₂ eq]	[kt CO ₂ eq]
Wien	417	0,063	1,3	0,010	3,1	422
Österreich ohne Wien	2.148	0,141	3,0	0,042	13	2.165
Österreich	2.566	0,204	4,3	0,052	16	2.586

Emissionen von Wohngebäuden 2009 [5]	CO ₂	CH ₄		N ₂ O		CO ₂ -Äquiv.
	[kt]	[kt]	[kt CO ₂ eq]	[kt]	[kt CO ₂ eq]	[kt CO ₂ eq]
Wien	1.340	0,158	3,3	0,027	8,5	1.352
Österreich ohne Wien	5.921	8,631	181	0,331	103	6.205
Österreich	7.261	8,790	185	0,359	111	7.557

Spezifische Emissionen der Musterstadt je Sektor	sektorale Emissionen (2009) [kt CO ₂ eq/a]			sektorale Emissionen pro Einwohner (2009) [t CO ₂ eq/(EW a)]				
	Sektor \ Region	Wien	Österreich ohne Wien	Österreich	Wien	Österreich ohne Wien	Österreich	Musterstadt
Straßenverkehr*		1.976	12.996	14.972	1,17	1,95	1,79	1,71
Dienstleistungsgebäude		422	2.165	2.586	0,25	0,32	0,31	0,30
Wohngebäude		1.352	6.205	7.557	0,80	0,93	0,90	0,89

* ohne Kraftstoffexport

Quellen:

- [1] http://www.statistik.at/web_de/static/ergebnisse_im_ueberblick_bevoelkerungsprognose_-_oesterreich_027308.pdf, S.1, 23.7.2012
 [2] http://www.statistik.at/web_de/static/ergebnisse_im_ueberblick_bevoelkerungsprognose_-_wien_027317.pdf, S.1, 23.7.2012
 [3] Abfrage Statistik Austria, <http://sdb.statistik.at/superwebguest/login.do?guest=guest&db=def1197>, 23.7.2012
 [4] <http://www.gemeinbund.at/content.php?m=2&sm=5>, 17.7.2012
 [5] Umweltbundesamt, Bundesländer Luftschadstoff-Inventur 1990-2009 (Wien 2011), S.225
 [6] Umweltbundesamt, Austria's National Inventory Report 2011

Emissionen des Referenzszenarios ohne Umsetzung von Smart City Maßnahmen für den betrachteten Stadtteil

Als Referenzszenario (keine Smart City Investitionen und Maßnahmen bei den zu substituierenden Technologien und Aktivitäten) werden für die Szenarios der sektoralen Emissionen die sektoralen Trends aus dem "With Existing Measures" (WEM) Szenario im Rahmen des EU Monitoring Mechanismus (MonMech) für Österreich herangezogen. Aus Vergleichbarkeitsgründen (Einwohnerzahl, Emissionsdaten) wird für die Emissionsentwicklung das Basisjahr 2009 verwendet. Im Referenzszenario verändern sich die Emissionen je Einwohner des betrachteten Stadtteils ohne die Smart City Maßnahmen näherungsweise analog zum Sektor im MonMech-Szenario für ganz Österreich. Das MonMech-Szenario ist mit dem prognostizierten Bevölkerungswachstum Österreichs hinterlegt. Da jedoch das Bevölkerungswachstum des Smart City Stadtteils über dem Österreich-Durchschnitt liegt (laut Stadtplanung, siehe "Bevölkerungsentwicklung"), werden im Vergleichszeitraum die Emissionen im betrachteten Stadtteil bei einer allgemein üblichen Stadtteilentwicklung ohne Smart City Investitionen und Maßnahmen einen anderen Trend aufweisen als in Österreich.

	Bevölkerung		MonMech WEM-Szenario der sektoralen Emissionen für Österreich [7] [kt CO ₂ eq/a]			Entwicklung der Emissionen pro EW für Österreich (gemäß WEM MonMech-Szenario und Bevölkerungsentwicklung)			Referenzszenario: abgeleitete Entwicklung der Emissionen pro Einwohner für den Smart City Stadtteil ohne Maßnahmen [t CO ₂ eq/(EW a)]			Emissionen des Smart City Stadtteils für alle Einwohner gemäß abgeleitetem Referenzszenario [t CO ₂ eq/a]		
	Österreich	Smart City Stadtteil	Straßenverkehr	DL-Gebäude	Wohngebäude	Straßenverkehr	DL-Gebäude	Wohngebäude	Straßenverkehr	DL-Gebäude	Wohngebäude	Straßenverkehr	DL-gebäude	Wohngebäude
2009	8.363.040	2.000	14.972	2.586	7.557	100%	100%	100%	1,71	0,30	0,89	3.419	603	1.780
2010	8.392.033	2.039	16.419	3.123	7.652	109%	120%	101%	1,87	0,36	0,90	3.809	740	1.831
2011	8.421.126	2.079	16.623	3.089	7.493	110%	119%	98%	1,88	0,36	0,88	3.918	743	1.822
2012	8.450.320	2.119	16.828	3.055	7.334	111%	117%	96%	1,90	0,35	0,85	4.030	747	1.812
2013	8.479.615	2.161	17.032	3.021	7.175	112%	115%	94%	1,92	0,35	0,83	4.144	750	1.801
2014	8.509.012	2.203	17.237	2.987	7.017	113%	114%	91%	1,93	0,34	0,81	4.261	754	1.789
2015	8.538.511	2.246	17.441	2.953	6.858	114%	112%	89%	1,95	0,34	0,79	4.380	757	1.777
2016	8.568.112	2.289	17.421	2.914	6.708	114%	110%	87%	1,94	0,33	0,77	4.445	759	1.765
2017	8.597.815	2.334	17.401	2.875	6.558	113%	108%	84%	1,93	0,33	0,75	4.511	761	1.754
2018	8.627.622	2.380	17.380	2.835	6.408	113%	106%	82%	1,92	0,32	0,73	4.577	762	1.741
2019	8.657.532	2.426	17.360	2.796	6.259	112%	104%	80%	1,91	0,31	0,71	4.645	764	1.727
2020	8.687.545	2.473	17.340	2.757	6.109	111%	103%	78%	1,91	0,31	0,69	4.714	765	1.713
2021	8.717.663	2.521	17.282	2.705	5.939	111%	100%	75%	1,89	0,30	0,67	4.773	763	1.692
2022	8.747.885	2.571	17.225	2.653	5.770	110%	98%	73%	1,88	0,30	0,65	4.833	760	1.670
2023	8.778.212	2.621	17.167	2.600	5.600	109%	96%	71%	1,87	0,29	0,63	4.894	757	1.647
2024	8.808.644	2.672	17.110	2.548	5.430	108%	94%	68%	1,85	0,28	0,61	4.956	753	1.622
2025	8.839.181	2.724	17.052	2.496	5.261	108%	91%	66%	1,84	0,28	0,59	5.018	750	1.597
2026	8.869.825	2.777	16.988	2.445	5.090	107%	89%	64%	1,83	0,27	0,57	5.079	746	1.570
2027	8.900.574	2.831	16.923	2.393	4.920	106%	87%	61%	1,82	0,26	0,54	5.140	742	1.541
2028	8.931.430	2.886	16.859	2.342	4.750	105%	85%	59%	1,80	0,26	0,52	5.203	738	1.512
2029	8.962.394	2.943	16.794	2.291	4.579	105%	83%	57%	1,79	0,25	0,50	5.265	733	1.481
2030	8.993.464	3.000	16.730	2.239	4.409	104%	81%	54%	1,78	0,24	0,48	5.329	728	1.449

Quelle:

[7] Umweltbundesamt 2011, GHG Projections and Assessment of Policies and Measures in Austria, S.144ff



FFG

Ursprünglich enthält das MonMech-Straßenverkehrs-Szenario den Kraftstoffexport in Fahrzeugtanks. Durch Vergleich der Werte von 2008 (ohne und mit Kraftstoffexport) wurde für CO₂, CH₄ und N₂O jeweils ein eigener Faktor je THG berechnet, um ein Szenario ohne Kraftstoffexport zu erhalten. Ermittelte Werte: CO₂: 72,7%; CH₄: 64,6%; N₂O: 79,3%

Mobile Verbraucher (z.B. Rasenmäher, Schneefräsen, Kehrmaschinen, etc.) der Wohngebäude sollen nicht berücksichtigt werden. Da das MonMech-Szenario diese aber enthält, wurde wiederum ein Verhältniss (ohne und mit mobilen Verbrauchern) errechnet. Für das Jahr 2008 ergeben sich die folgenden Faktoren je THG: CO₂: 98,2%; CH₄: 99,6%; N₂O: 95,8%

Emissionsentwicklung für den Smart City Stadtteil mit Maßnahmenumsetzung

Das Ziel der Smart City ist es, die THG-Emissionen des Stadtteils bis 2050 im Sektor Straßenverkehr auf 20%, im Sektor Dienstleistungsgebäude auf 25% und im Sektor Wohngebäude auf 10% der Emissionen des Einreichjahres (2012) zu reduzieren.

Smart City Ziele	Zielvorgaben Smart City [%]			Zielvorgaben Smart City [t CO ₂ eq/a]		
	Straßenverkehr	DL-Gebäude	Wohngebäude	Straßenverkehr	DL-Gebäude	Wohngebäude
2012	100,0%	100,0%	100,0%	4.030	747	1.812
2030	62,1%	64,5%	57,4%	2.503	482	1.039
2050	20,0%	25,0%	10,0%	806	187	104

Der Wert für 2030 wurde entsprechend dem Zielpfad der Stadtplanung zwischen den Werten des Jahres 2012 und 2050 linear interpoliert.

Für den Sektor Verkehr wird eine kürzere Vorlaufzeit (Zeitraum bis zur emissionswirksamen Umsetzung der Maßnahmen) von 2 Jahren nach Einreichung angenommen. Für Dienstleistungs- und Wohngebäude beträgt diese Vorlaufzeit 5 Jahre.

	sektorale Zielpfade des Smart City Stadtteils [t CO ₂ eq/a]		
	Straßenverkehr	DL-Gebäude	Wohngebäude
2012	4.030	747	1.812
2013	4.144	750	1.801
2014	4.048	754	1.789
2015	3.951	757	1.777
2016	3.854	759	1.765
2017	3.758	739	1.714
2018	3.661	719	1.662
2019	3.565	700	1.610
2020	3.468	680	1.558
2021	3.372	660	1.506
2022	3.275	640	1.454
2023	3.179	620	1.402
2024	3.082	600	1.351
2025	2.986	581	1.299
2026	2.889	561	1.247
2027	2.792	541	1.195
2028	2.696	521	1.143
2029	2.599	501	1.091
2030	2.503	482	1.039

Angepasster Zeitverlauf der Anrechenbarkeit

Ausgangsbasis ist der Standardverlauf der Anrechenbarkeit im THG Leitfaden des KLIEN

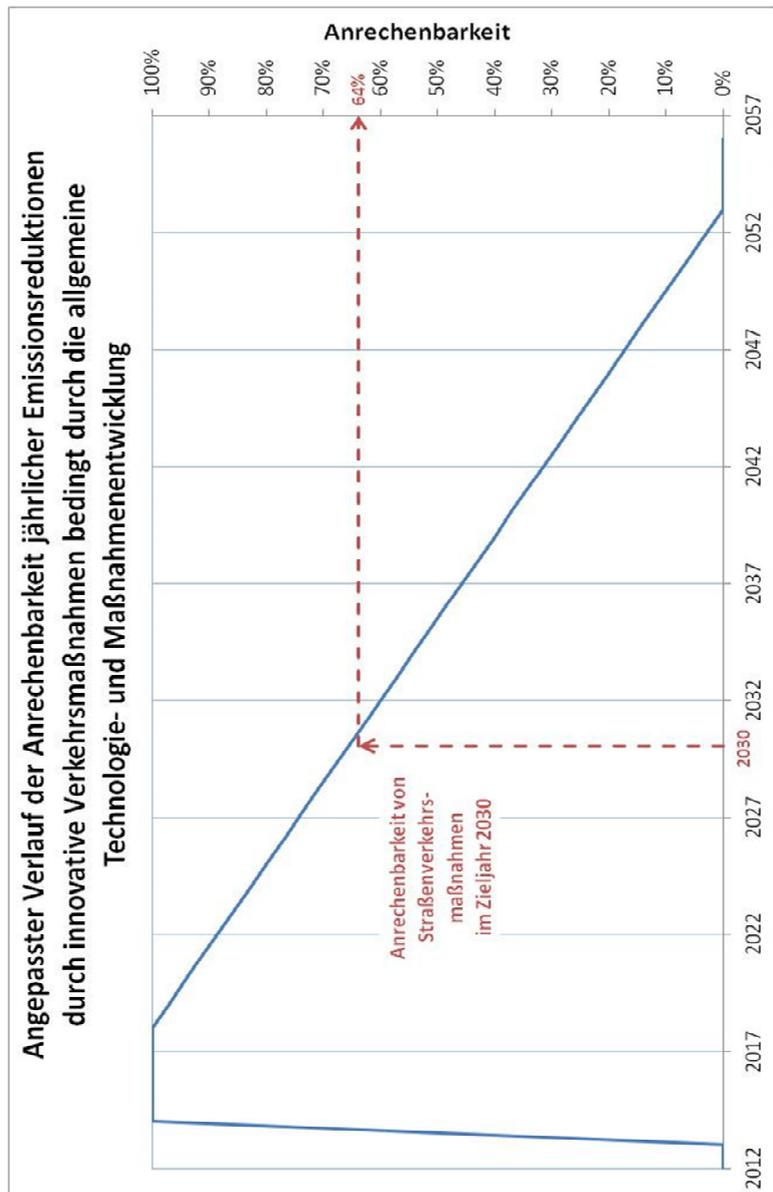
	Straßenverkehr	DL-Gebäude	Wohngebäude
2012	0%	0%	0%
2013	0%	0%	0%
2014	100%	0%	0%
2015	100%	0%	0%
2016	100%	0%	0%
2017	100%	100%	100%
2018	100%	100%	100%
2019	97%	100%	100%
2020	94%	100%	100%
2021	91%	100%	100%
2022	89%	96%	97%
2023	86%	92%	94%
2024	83%	88%	91%
2025	80%	84%	89%
2026	77%	80%	86%
2027	74%	76%	83%
2028	71%	72%	80%
2029	69%	68%	77%
2030	66%	64%	74%
2031	63%	60%	71%
2032	60%	56%	69%
2033	57%	52%	66%
2034	54%	48%	63%
2035	51%	44%	60%
2036	49%	40%	57%
2037	46%	36%	54%
2038	43%	32%	51%
2039	40%	28%	49%
2040	37%	24%	46%
2041	34%	20%	43%
2042	31%	16%	40%
2043	29%	12%	37%
2044	26%	8%	34%
2045	23%	4%	31%
2046	20%	0%	29%
2047	17%	0%	26%
2048	14%	0%	23%
2049	11%	0%	20%
2050	9%	0%	17%
2051	6%	0%	14%
2052	3%	0%	11%
2053	0%	0%	9%
2054	0%	0%	6%
2055	0%	0%	3%
2056	0%	0%	0%

Jahre nach der Einreichung 2012 bis kein Effekt mehr anrechenbar ist:

Straßenverkehr	40 Jahre
Dienstleistungsgebäude	30 Jahre
Wohngebäude	40 Jahre

Beispiel Straßenverkehr

Jahr der Einreichung & Zusage	2012
Beginn der Reduktionswirkung	2014
100 % Anrechenbarkeit der Reduktionseffekte bis	2018
Zieljahr	2030
Anrechenbarkeit im Zieljahr	64%
0% Anrechenbarkeit ab	2053



Reduktion der Treibhausgas-Emissionen im betrachteten Smart City Stadtteil der Musterstadt

	jährliche Treibhausgas-Emissionen und Reduktionen nach Sektoren [t CO ₂ eq/a]									
	Straßenverkehr			Dienstleistungsgebäude			Wohngebäude			Gesamt
	Referenz-szenario	Smart City Ziel	Reduktion inkl. Anrechenbarkeit	Referenz-szenario	Smart City Ziel	Reduktion inkl. Anrechenbarkeit	Referenz-szenario	Smart City Ziel	Reduktion inkl. Anrechenbarkeit	
2012	4.030	4.030	0	747	747	0	1.812	1.812	0	0
2013	4.144	4.144	0	750	750	0	1.801	1.801	0	0
2014	4.261	4.048	213	754	754	0	1.789	1.789	0	213
2015	4.380	3.951	429	757	757	0	1.777	1.777	0	429
2016	4.445	3.854	591	759	759	0	1.765	1.765	0	591
2017	4.511	3.758	753	761	739	22	1.754	1.714	40	814
2018	4.577	3.661	916	762	719	43	1.741	1.662	79	1.038
2019	4.645	3.565	1.050	764	700	64	1.727	1.610	118	1.231
2020	4.714	3.468	1.174	765	680	85	1.713	1.558	155	1.415
2021	4.773	3.372	1.281	763	660	103	1.692	1.506	186	1.570
2022	4.833	3.275	1.380	760	640	115	1.670	1.454	210	1.705
2023	4.894	3.179	1.470	757	620	126	1.647	1.402	230	1.826
2024	4.956	3.082	1.552	753	600	135	1.622	1.351	249	1.936
2025	5.018	2.986	1.626	750	581	142	1.597	1.299	264	2.032
2026	5.079	2.889	1.689	746	561	148	1.570	1.247	277	2.114
2027	5.140	2.792	1.744	742	541	153	1.541	1.195	287	2.184
2028	5.203	2.696	1.791	738	521	156	1.512	1.143	295	2.241
2029	5.265	2.599	1.828	733	501	158	1.481	1.091	301	2.286
2030	5.329	2.503	1.857	728	482	158	1.449	1.039	304	2.319

Daraus ergibt sich im Jahr 2030 über alle drei Sektoren eine anrechenbare Emissionsreduktion von 2.319 kt CO₂eq bzw. von 30,9 % gegenüber dem Referenzszenario.

kumulierte THG Reduktion durch die Smart City Maßnahmen des Leitprojektes bis 2030:

25.946 t CO₂eq

