

Energienutzungsplan für die Stadt Mühldorf a. Inn

Prof. Dr.-Ing. Markus Brautsch

Institut für Energietechnik IfE GmbH
an der ostbayerischen technischen
Hochschule Amberg-Weiden
Kaiser-Wilhelm-Ring 23
92224 Amberg

www.ifeam.de

Inhaltsverzeichnis

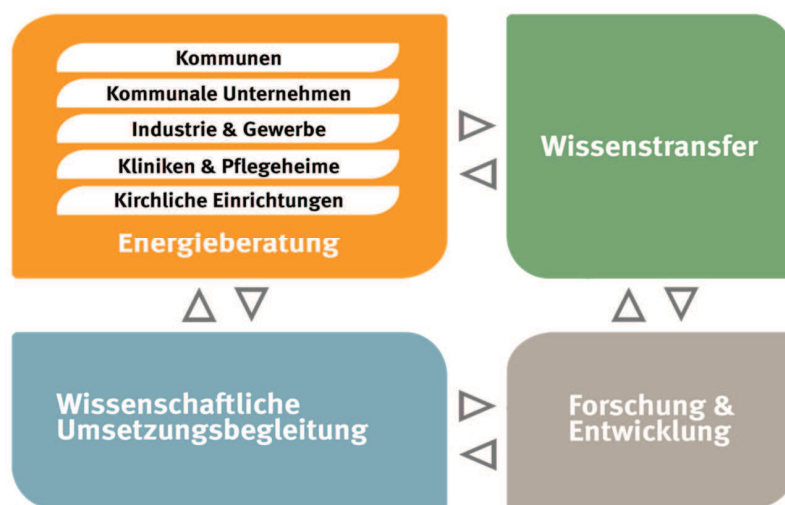
1. Vorstellung IfE
2. Energiebilanz im Ist-Zustand
 - a. Methodik
 - b. Endenergiebedarf
 - c. Wärmekataster
 - d. Erneuerbare Energien
 - e. Primärenergiebedarf und CO₂-Bilanz
3. Energieeinsparung und Energieeffizienz
4. Potential Erneuerbare Energien
5. Entwicklung Endenergie und CO₂-Bilanz
6. Auswahl von Schwerpunktprojekten

Inhaltsverzeichnis

- 1. Vorstellung IfE**
2. Energiebilanz im Ist-Zustand
 - a. Methodik
 - b. Endenergiebedarf
 - c. Wärmekataster
 - d. Erneuerbare Energien
 - e. Primärenergiebedarf und CO₂-Bilanz
3. Energieeinsparung und Energieeffizienz
4. Potential Erneuerbare Energien
5. Entwicklung Endenergie und CO₂-Bilanz
6. Auswahl von Schwerpunktprojekten

Vorstellung IfE

- Gegründet aus dem Forschungsbetrieb der Hochschule Amberg-Weiden als An-Institut
- 25 Ingenieure und Wissenschaftler





Wissenschaftlich-messtechnische Begleitforschung von Demonstrations- und Entwicklungsvorhaben im mehrjährigen Versuchsbetrieb

Effiziente Vernetzung innovativer Strom- und Wärmeproduktion in kommunalen Liegenschaften, Stadt Eschenbach i. d. Opf.
Gefördert vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Laufzeit 2008-2010



Bayerischer Energiepreis 2008



Bayerischer Energiepreis 2010



Bayerischer Energiepreis 2012

ITE Institut für
Energietechnik

Innovationspartner

ENERGIEWENDE 180°



E.ON Umweltpreis 2009

Markus Brautsch | 24.07.2014

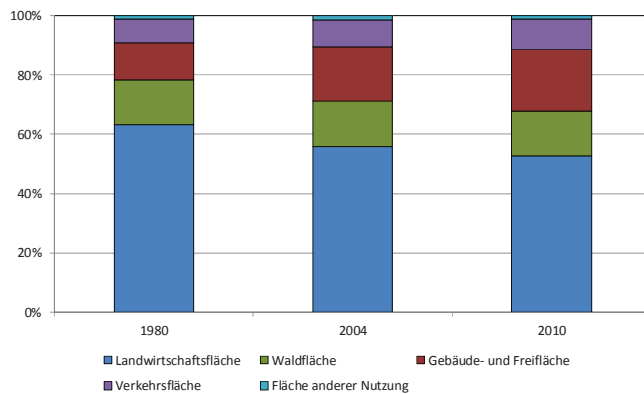
5

Inhaltsverzeichnis

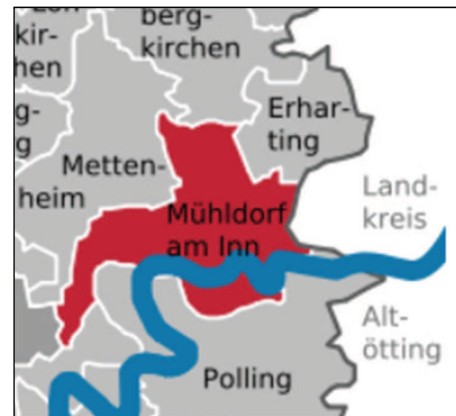
1. Vorstellung IfE
- 2. Energiebilanz im Ist-Zustand**
 - a. Methodik
 - b. Endenergiebedarf
 - c. Wärmekataster
 - d. Erneuerbare Energien
 - e. Primärenergiebedarf und CO₂-Bilanz
3. Energieeinsparung und Energieeffizienz
4. Potential Erneuerbare Energien
5. Entwicklung Endenergie und CO₂-Bilanz
6. Auswahl von Schwerpunktprojekten

Energiebilanz im Ist-Zustand

Allgemeine Daten



[Quelle: Bayerisches Landesamt für Statistik; eigene Darstellung]



[Quelle: Wikipedia]

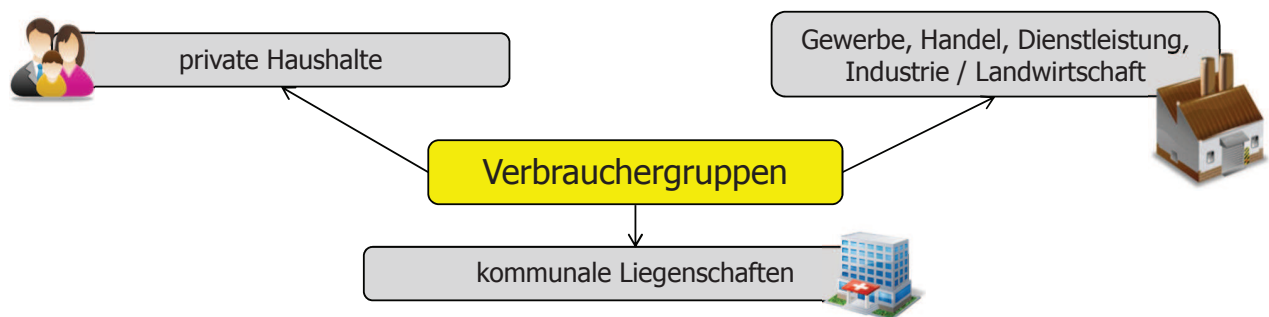
Gebietsfläche: 26,2 km²

→ 53% landwirtschaftliche Fläche

→ 21% Gebäude- & Freifläche

Energiebilanz im Ist-Zustand

Methodik – Bilanzjahr 2011/2012



- ➔ Erfassung / Ermittlung des Energiebedarfs an:
- Elektrischer Energie
 - Thermischer Energie (Heiz- und Prozesswärme)

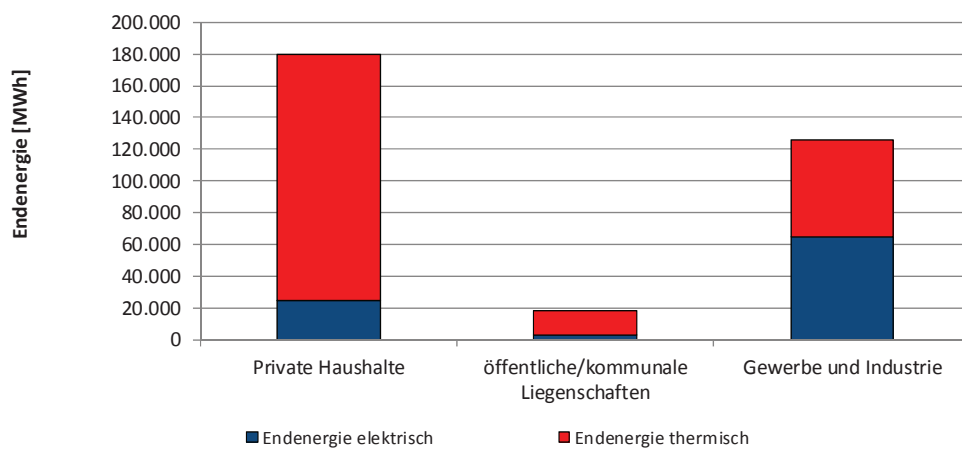
Energiebilanz im Ist-Zustand

Methodik – Schnittstellen - Datenerhebung



Energiebilanz im Ist-Zustand

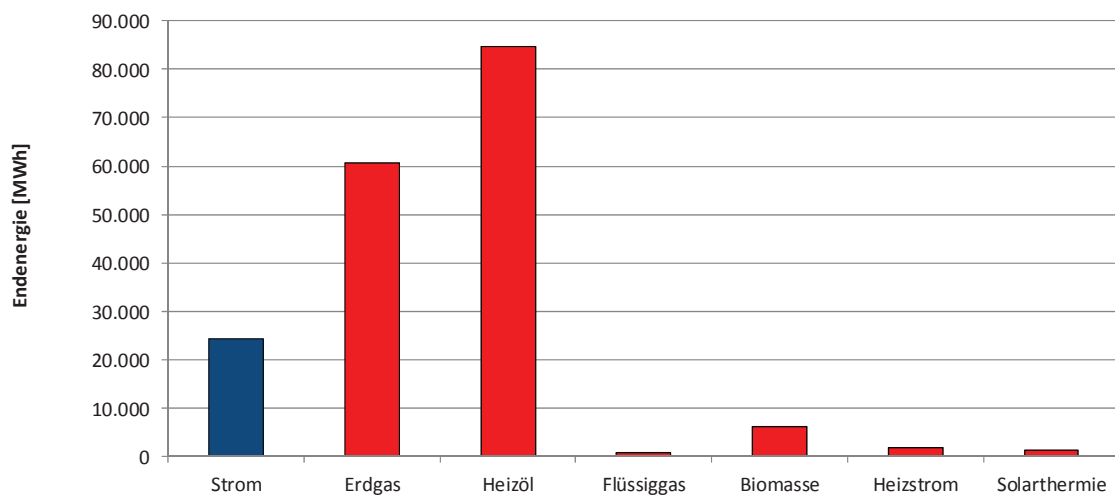
Stadt Mühlendorf Gesamt



Endenergieverbrauch von rund 323.200 MWh/a

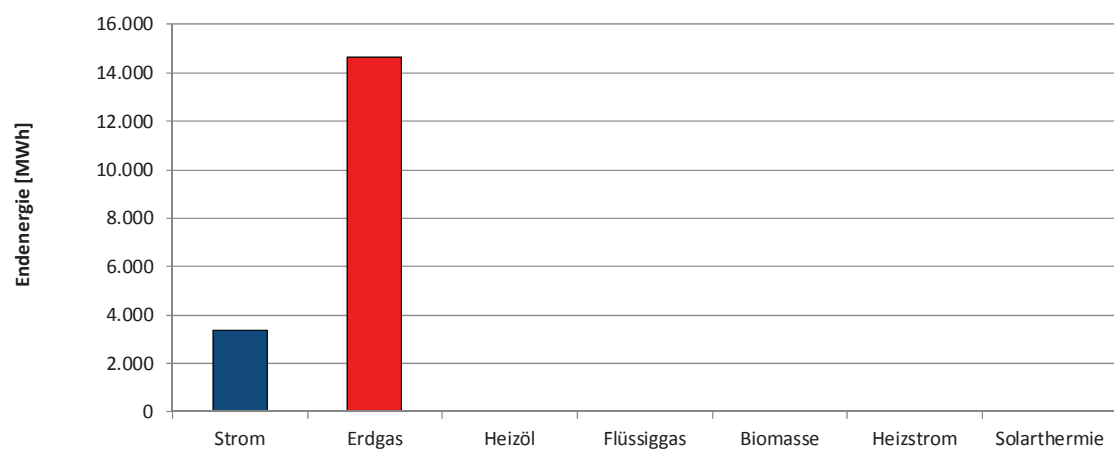
Energiebilanz im Ist-Zustand

Private Haushalte



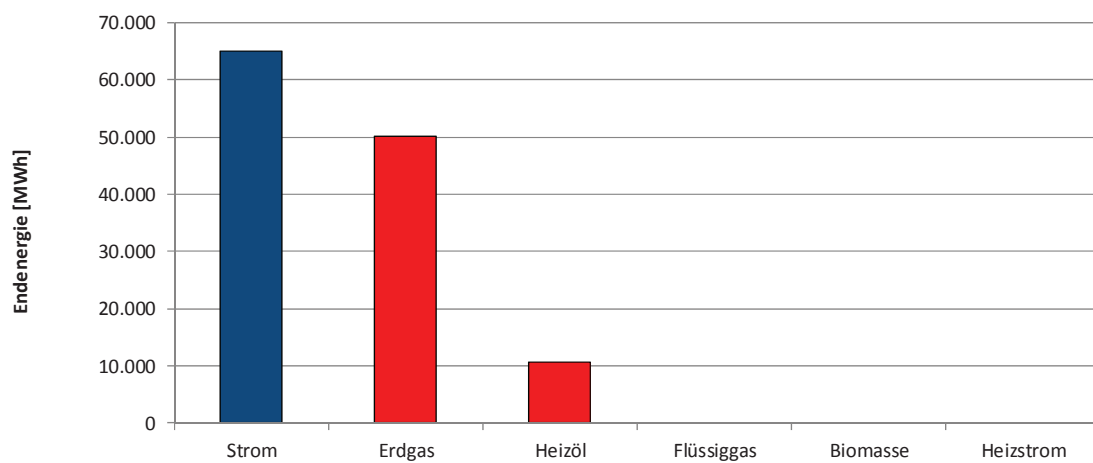
Endenergieverbrauch von rund 179.430 MWh/a

Energiebilanz im Ist-Zustand kommunale/öffentliche Liegenschaften



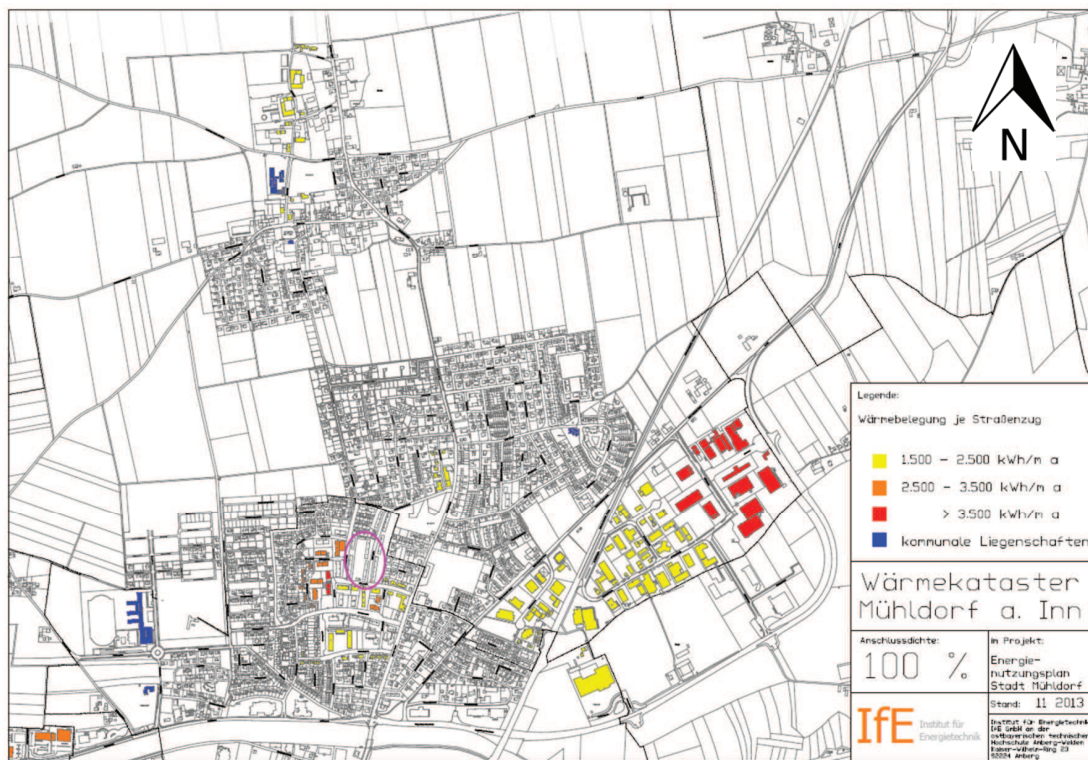
Endenergieverbrauch von rund 18.000 MWh/a

Energiebilanz im Ist-Zustand GHD/Industrie

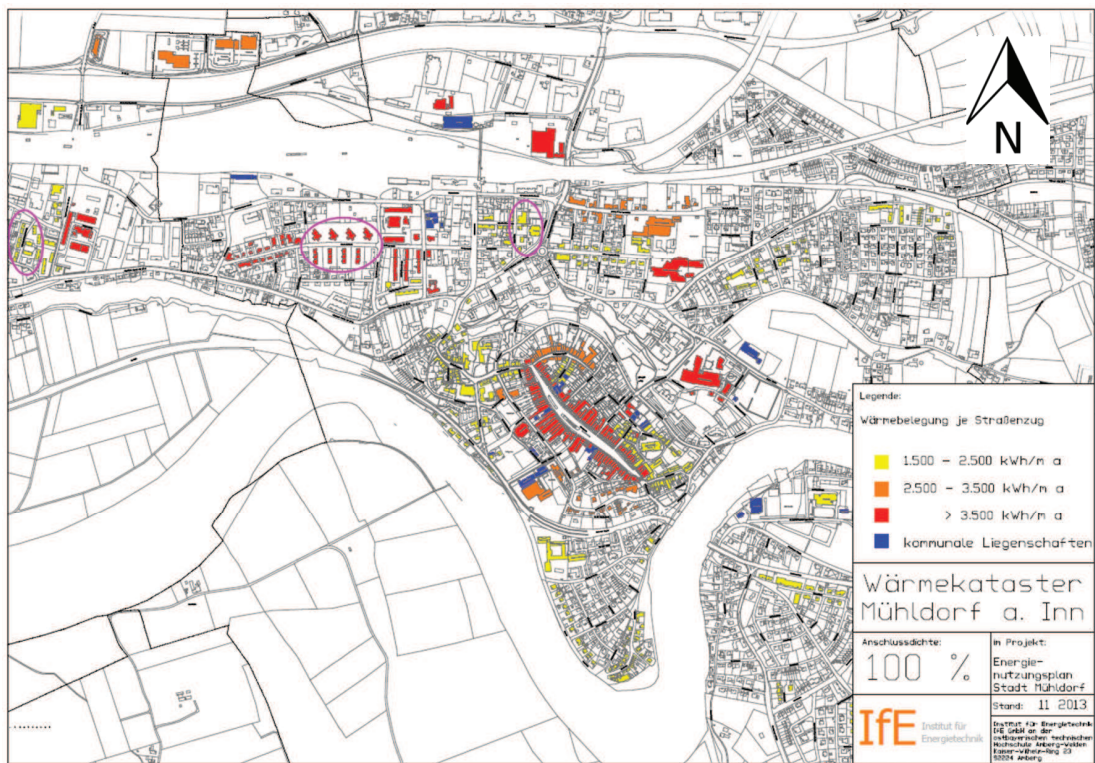


Endenergieverbrauch von rund 125.800 MWh/a

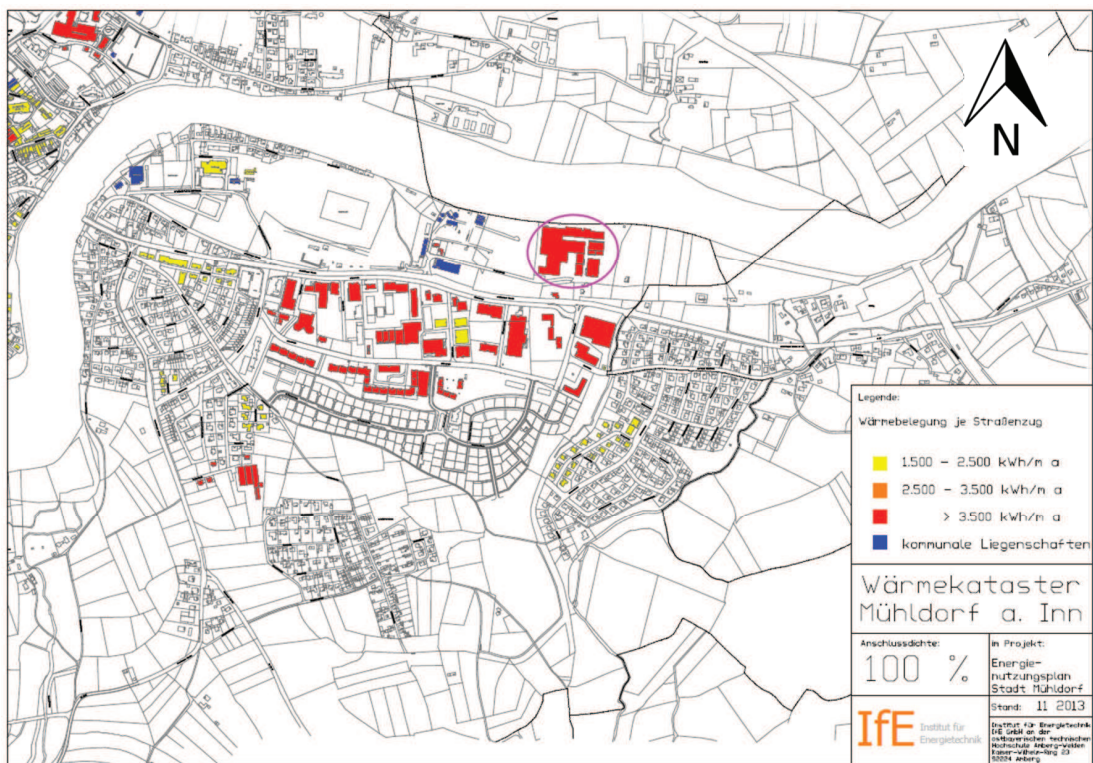
Wärmekataster: Nördlicher Stadtbereich



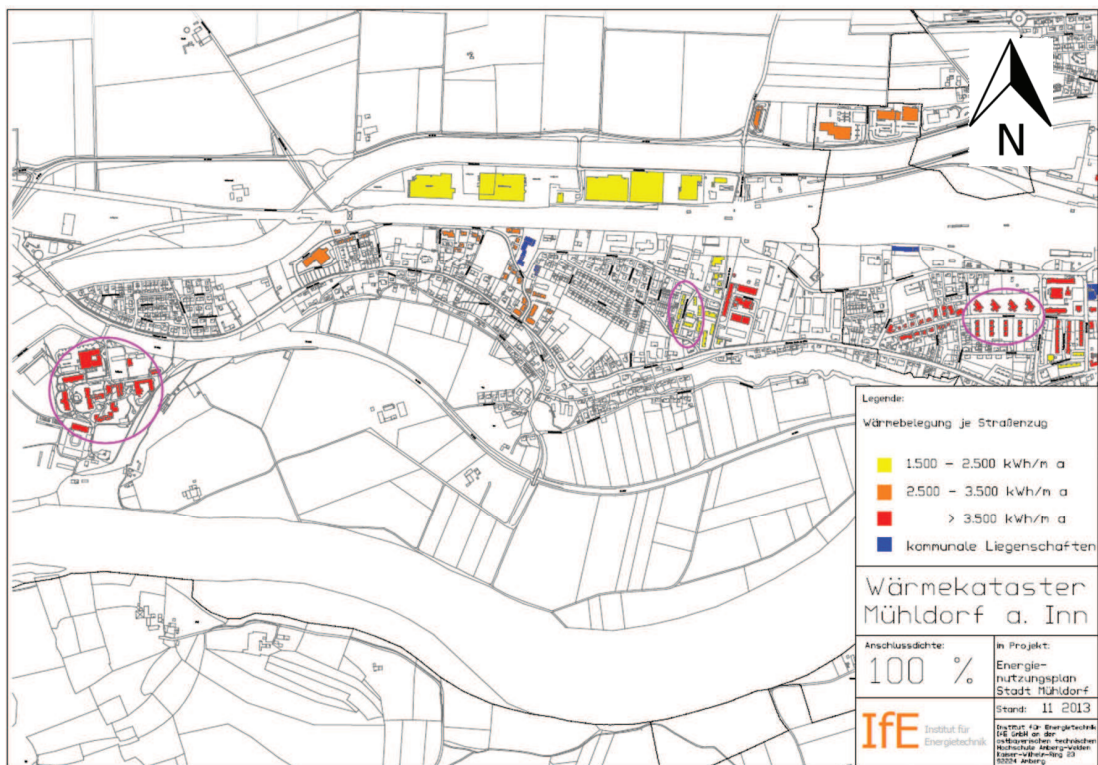
Wärmekataster: Mittlerer Stadtbereich



Wärmekataster: Südlicher Stadtbereich

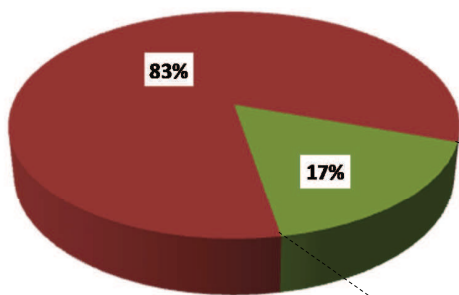


Wärmekataster: Westlicher Stadtbereich



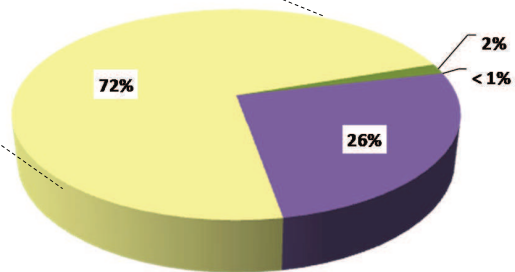
Erneuerbare Energien

Anteil der Erneuerbaren Energien / KWK fossil – Elektrische Energie 2011



- Strom aus konventioneller Erzeugung
- Strom aus Erneuerbaren Energien und KWK

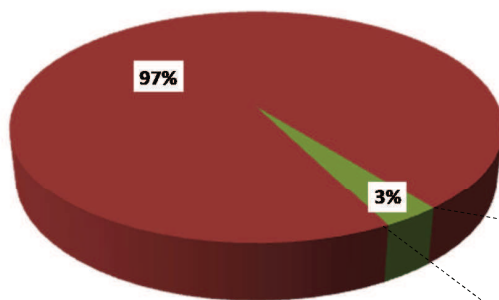
elektrische Energie	[Mwh _{el}]	[-]
Stadt Mühldorf a. Inn (Bedarf)	92.680	
Photovoltaik	11.460	73%
Biomasse	250	2%
Wasserkraft	0,21	< 1%
KWK-Fossil	4.080	26%
Erzeugung	15.790	100,0%



- Photovoltaik
- Biomasse
- Wasserkraft
- KWK-Fossil

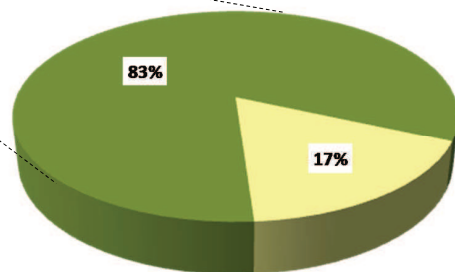
Erneuerbare Energien

Anteil der Erneuerbaren Energien – Thermische Energie 2011



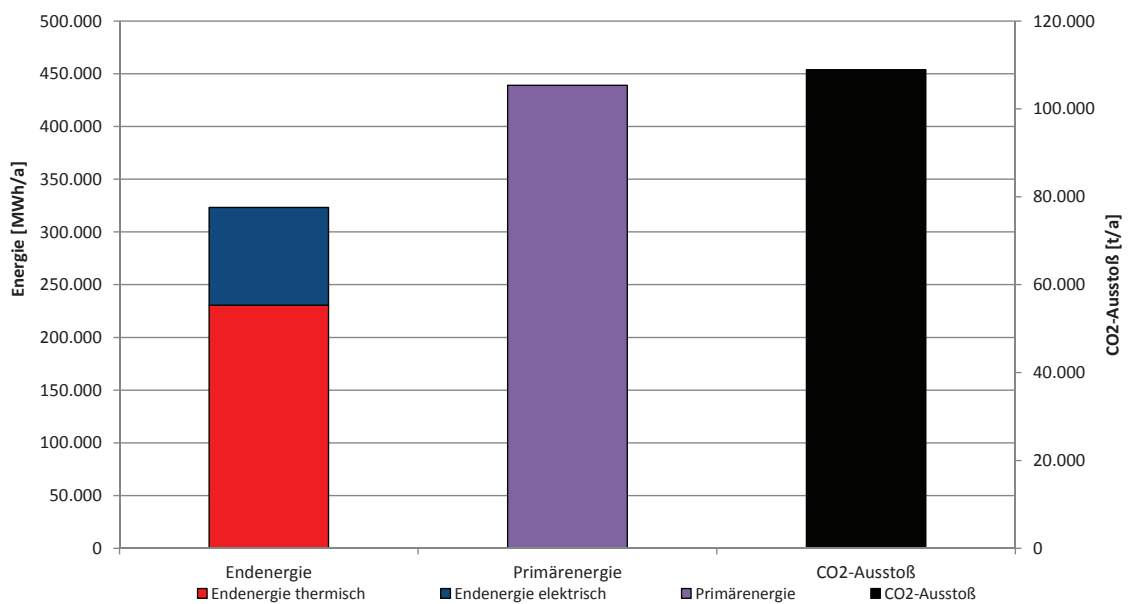
- Wärme konventionell
- Wärme aus Erneuerbaren Energien und KWK

thermische Energie	[Mwh _{th}]	[-]
Stadt Mühldorf a. Inn (Bedarf)	230.500	
Solarthermie	1.280	17%
feste Biomasse	6.150	83%
Erzeugung	7.430	100%



- Solarthermie
- feste Biomasse

Primärenergiebedarf und CO₂-Bilanz

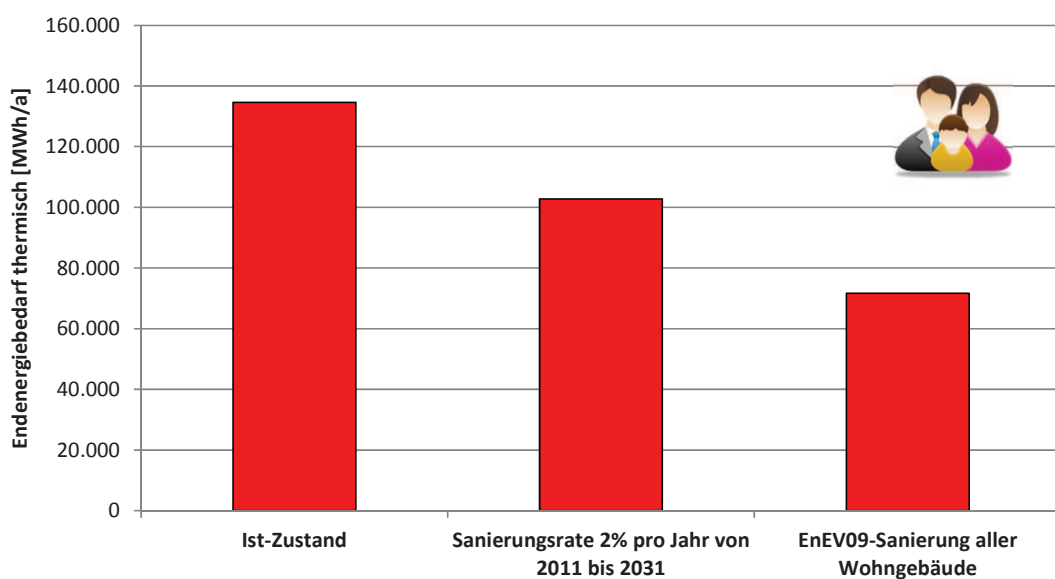


ca. 108.900 Tonnen CO₂-Ausstoß pro Jahr (6,1 Tonnen/Einwohner x Jahr) OHNE Verkehr
(Durchschnitt Bayern 10 Tonnen/Einwohner x Jahr)

Inhaltsverzeichnis

1. Vorstellung IfE
2. Energiebilanz im Ist-Zustand
 - a. Methodik
 - b. Endenergiebedarf
 - c. Wärmekataster
 - d. Erneuerbare Energien
 - e. Primärenergiebedarf und CO₂-Bilanz
- 3. Energieeinsparung und Energieeffizienz**
4. Potential Erneuerbare Energien
5. Entwicklung Endenergie und CO₂-Bilanz
6. Auswahl von Schwerpunktprojekten

Energieeinsparung – Private Wohngebäude



Sanierungsrate 2% pro Jahr: **31.800 MWh/a (=24%)**

Sanierung aller Wohngebäude: **62.940 MWh/a (=47%)**

Energieeinsparung

		Endenergie Ist-Zustand	Maßnahme	Einsparpotential	
		[MWh/a]		[%]	[MWh/a]
Private Haushalte	Endenergie thermisch	155.000	Wärmedämmmaßnahmen Sanierungsrate 2 %/a auf EnEV 2009	24%	31.796
	Endenergie elektrisch	24.320	Steigerung der Elektroeffizienz	20%	4.900
Kommunale Liegenschaften	Endenergie thermisch	14.600	Wärmedämmmaßnahmen auf EnEV 2009	30%	4.380
	Endenergie elektrisch	3.360	Steigerung der Elektroeffizienz	30%	1.010
GHD/Industrie	Endenergie thermisch	60.800	Steigerung der th. Effizienz (EU-Richtlinie 1,5%/a)	30%	18.240
	Endenergie elektrisch	65.000	Steigerung der Elektroeffizienz (EU-Richtlinie 1,5%/a)	30%	19.500
Summe	Endenergie gesamt	323.100			79.800

Inhaltsverzeichnis

1. Vorstellung IfE
2. Energiebilanz im Ist-Zustand
 - a. Methodik
 - b. Endenergiebedarf
 - c. Wärmekataster
 - d. Erneuerbare Energien
 - e. Primärenergiebedarf und CO₂-Bilanz
3. Energieeinsparung und Energieeffizienz
- 4. Potential Erneuerbare Energien**
5. Entwicklung Endenergie und CO₂-Bilanz
6. Auswahl von Schwerpunktprojekten

Potential an Erneuerbaren Energien

Solarthermie und Photovoltaik	
geeignete Modulfläche im Stadtgebiet (Dachneigung, Denkmalschutz, etc.)	264.000 m ²
Warmwasserbereitung durch Solarthermie (30% des WW-Bedarfes der Privaten Haushalte)	
Erforderliche Kollektorfläche	8.925 m ²
bereits installiert	4.273 m ²
Ausbaupotential	4.651 m ²
→ gesamte Wärmeproduktion	2.677 MWh/a
Stromproduktion durch Photovoltaik (50% der übrigen geeigneten Dachfläche)	
Gesamtpotential	16.965 kW _p
bereits installiert	12.549 kW _p
Ausbaupotential	4.416 kW _p
→ gesamte Stromproduktion	15.268 MWh/a



thermisches Gesamtpotential: **2.677 MWh/a** (Zubau: 1.282 MWh)

elektrisches Gesamtpotential: **15.268 MWh/a** (Zubau: 3.810 MWh)

Potential an Erneuerbaren Energien

Energiebereitstellung	[MWh/a]
Nachwuchs auf gesamter Waldfläche <i>(rund 399 ha; regenerativer Nachwuchs ca. 8,5 Fm/ha x a)</i>	8.140
davon als Brennholz nutzbar	5.291 (rund 65%)
<u>zusätzlich:</u>	
Landschaftspflegeholz	3.726
Altholz	1.144
Summe nutzbares Gesamtpotential	10.161 MWh/a

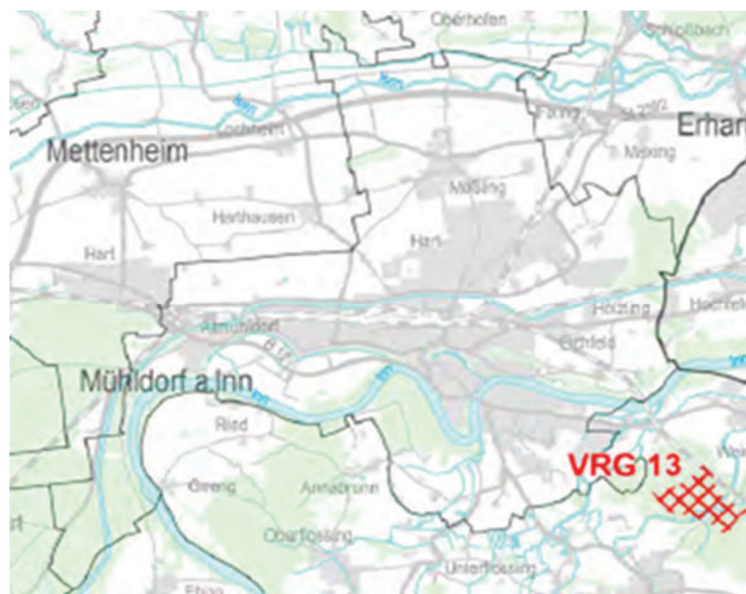


thermisches Gesamtpotential: **10.161 MWh/a**

→ *Ausbaupotential: 4.011 MWh/a*

Potential an Erneuerbaren Energien

-  Vorranggebiet
-  Vorbehaltsgebiet
-  weiße Fläche



→ KEIN elektrisches Ausbaupotential vorhanden!

Potential an Erneuerbaren Energien

Potential Erneuerbarer Energien		Bestand		Gesamtpotential		Ausbaupotential	
		Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]	Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]	Endenergie elektrisch [MWh/a]	Endenergie thermisch [MWh/a]
Photovoltaik	50% der geeigneten Fläche	11.459		15.268		3.810	
Freiflächen-PV	A 94 & Bahntrasse	0		20.910		20.910	
Solarthermie	30% WW-Deckung		1.282		2.677		1.395
Wind	keine Vorranggebiete						
Biomasse		250	6.150	4.699	15.167	4.449	9.017
	<i>darin enthalten Biogas landw. Nutzfläche, Gülle</i>	0	0	4.449	5.006	4.449	5.006
Wasserkraft	kein Ausbau	0,21		0,21		0	
Summe		11.709	7.432	45.327	22.849	33.618	15.417

Erzeugte elektrische Energie: 50% des Gesamtstromverbrauchs

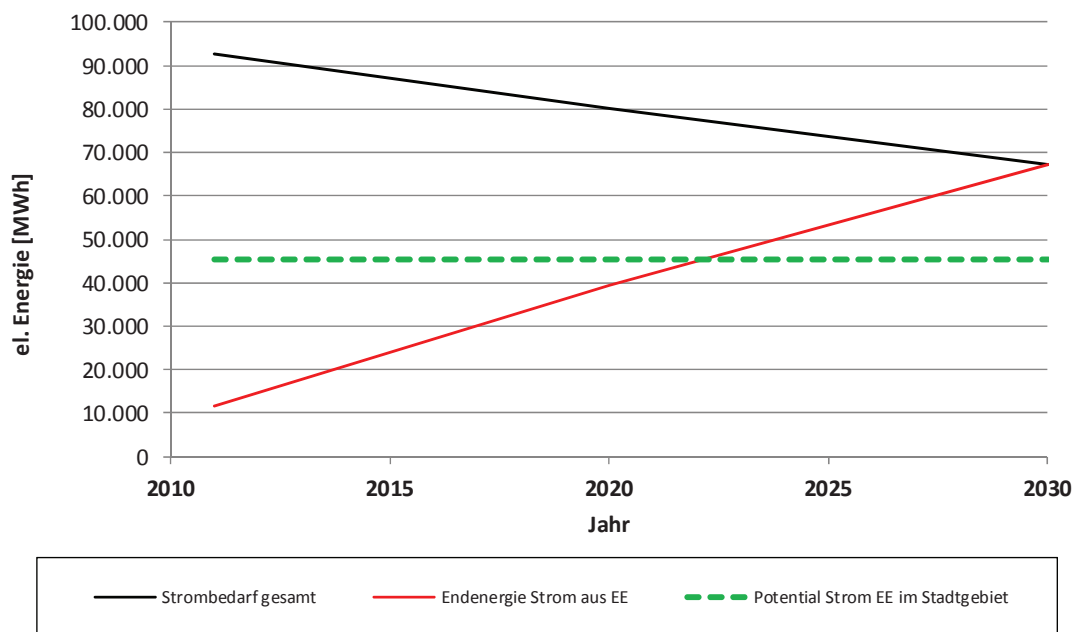
Erzeugte thermische Energie: 10% des thermischen Endenergiebedarfs

Inhaltsverzeichnis

1. Vorstellung IfE
2. Energiebilanz im Ist-Zustand
 - a. Methodik
 - b. Endenergiebedarf
 - c. Wärmekataster
 - d. Erneuerbare Energien
 - e. Primärenergiebedarf und CO₂-Bilanz
3. Energieeinsparung und Energieeffizienz
4. Potential Erneuerbare Energien
- 5. Entwicklung Endenergie und CO₂-Bilanz**
6. Auswahl von Schwerpunktprojekten

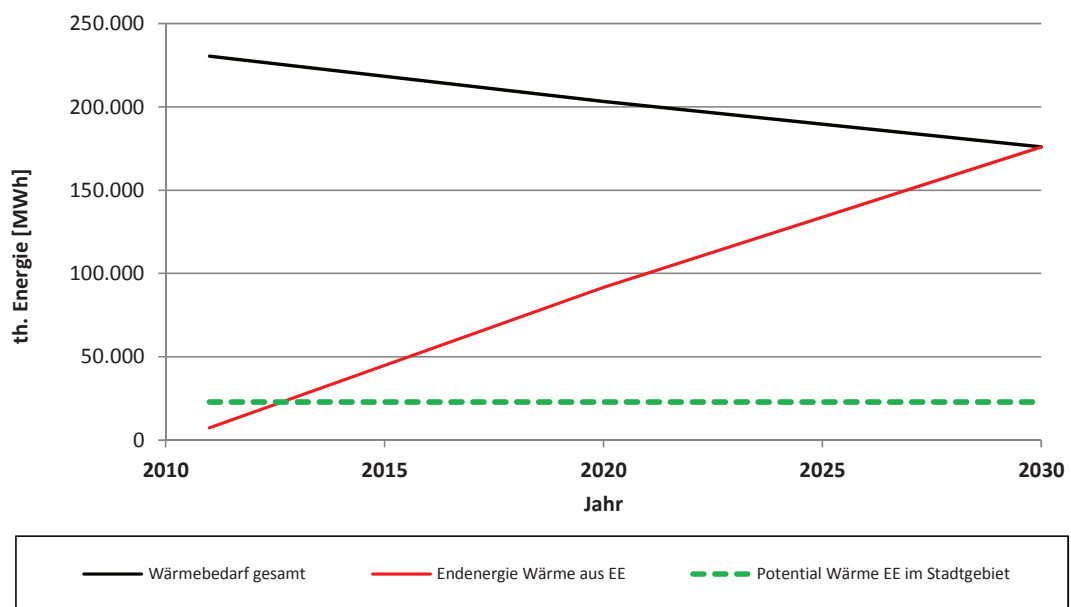
Endenergie und CO₂-Bilanz: 2011 - 2030

Elektrischer Energiebedarf – Stadt Mühlendorf



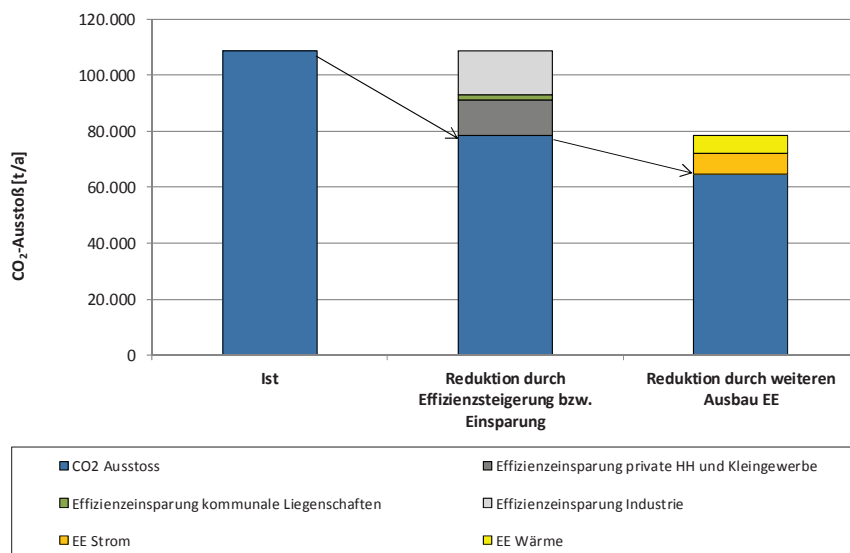
Endenergie und CO₂-Bilanz: 2011 - 2030

Thermischer Energiebedarf – Stadt Mühlendorf



Endenergie und CO₂-Bilanz: 2011 - 2030

CO₂-Bilanz – Stadt Mühldorf



Reduktion der CO₂-Emissionen von ca. 108.900 t/a auf ca. 64.800 t/a



Entspricht ca. 3,6 t/EW

OHNE Verkehr!

Inhaltsverzeichnis

1. Vorstellung IfE
2. Energiebilanz im Ist-Zustand
 - a. Methodik
 - b. Endenergiebedarf
 - c. Wärmekataster
 - d. Erneuerbare Energien
 - e. Primärenergiebedarf und CO₂-Bilanz
3. Energieeinsparung und Energieeffizienz
4. Potential Erneuerbare Energien
5. Entwicklung Endenergie und CO₂-Bilanz
- 6. Auswahl von Schwerpunktprojekten**

Auswahl von Schwerpunktprojekten

Schwerpunktprojekte Mühldorf a. Inn	
1	Gebietsungriff Wohnblöcke Schlörstraße: keine Kaminkehrerdaten vorhanden
2	Ecksberg
3	Gebietsungriff: Wohnblöcke Wilhel-Beinhold-Straße
4	Wohnblöcke Schillerstraße: Kaminkehrerdaten vorhanden, Gasquote ca. 50%
5	Gebietsungriff Sedanstraße: Polizei/Finanzamt,
6	Pregelstraße: Fa. ODU, Kaminkehrerdaten vorhanden, Erdgas: 1870 kW, Heizöl: 1480 kW
7	Oderstraße: Wohnblöcke und Gewerbegebiet, Kaminkehrerdaten vorhanden, Wärmebedarf Erdgas: 859.00 kWh, Wärmebedarf Heizöl: 3.955.000 kWh
8	Traunstraße: Kaminkehrerdaten vorhanden, Wärmebedarf Gas: 12.780 kWh, Wärmebedarf Heizöl: 1.095.000 kWh
9	Gebietsungriff Kläranlage
10	Gebietsungriff LRA/Schule: bereits kleines BHKW gebaut
11	Fraunhoferstraße: nur 1 Gasabnehmer vorhanden
12	Färberstraße: Leistungen Heizkessel: 1.960 kW
13	Elbestraße: Kaminkehrerdaten vorhanden, KEIN Gasabnehmer, 20 Heizkessel = 3.115 KW
14	
15	
16	

Exemplarische Detailbetrachtung Netz 1: Nahwärmenetz Gabelsbergerstraße/Kärnerstraße

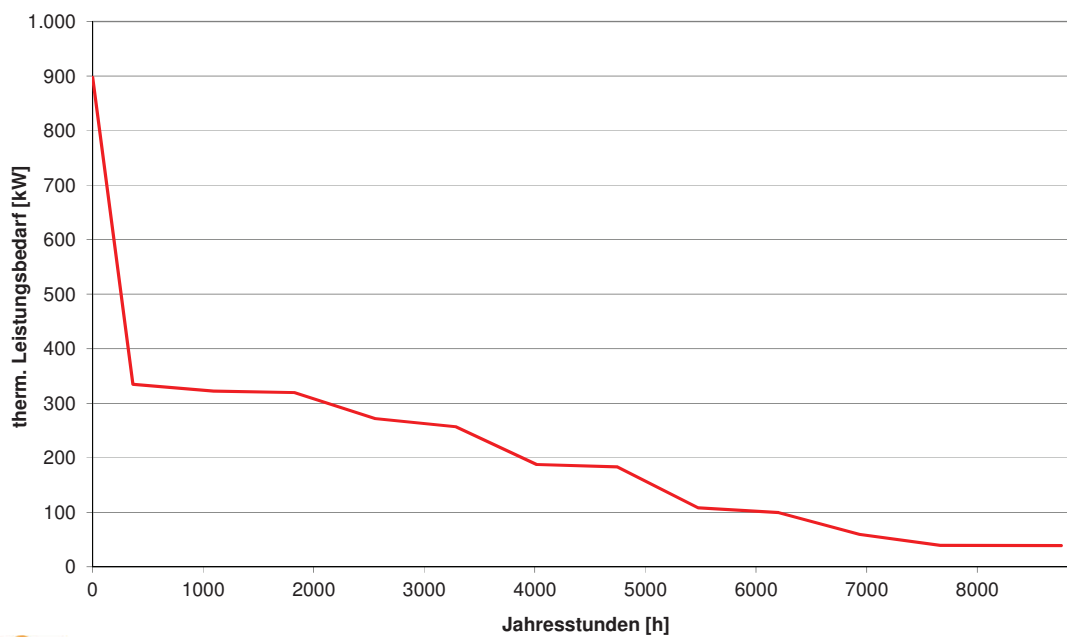


Kenndaten des Wärmenetzes

Netzlänge	905	[m]
Heizleistung	900	[kW]
Nutzwärmebedarf	1.387.000	[kWh/a]
Verlustwärme	228.000	[kWh/a]
Verlust	16,4	[%]
Wärmebelegung	1.530	[kWh/m ² a]



Exemplarische Detailbetrachtung Netz 1: Dimensionierung – thermische Jahresdauerlinie



Exemplarische Detailbetrachtung Netz 1: Dimensionierung – Energieversorgungsvarianten

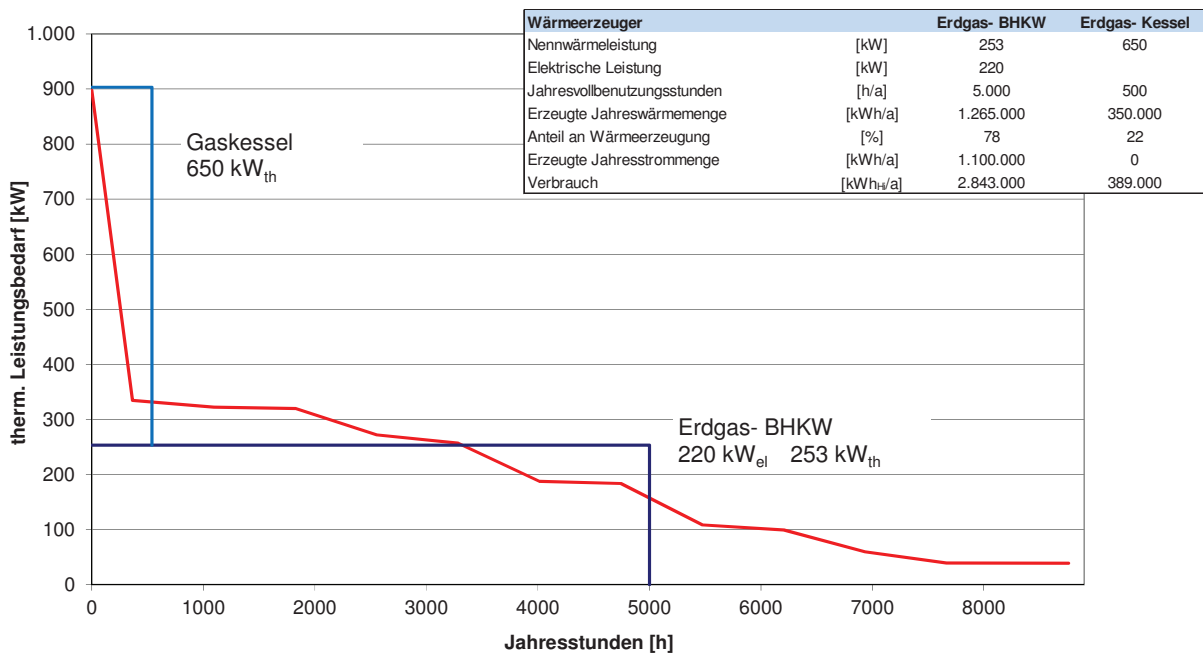
Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4
Gaskessel dezentral	Biomethan- BHKW	Gas- BHKW	Pelletkessel	Hackgutkessel
	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel

Rahmenbedingungen: Alle Kosten NETTO

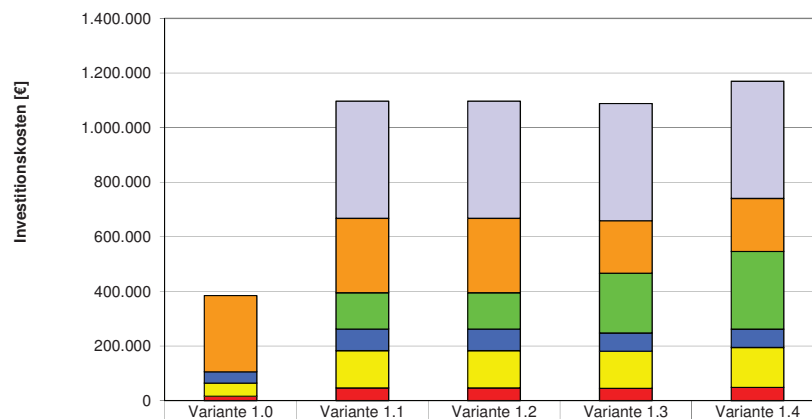
- Erdgas: 5,0 ct/kWh_{Hi}
- Strom: 13,5 ct/kWh
- Biomethan: 9,6 ct/kWh_{Hi}
- Pellets: 210 €/t
- Hackschnitzel: 110 €/t

→ **Gas-BHKW:** 100% Einspeisung in das öffentliche Stromnetz

Exemplarische Detailbetrachtung Netz 1: Dimensionierung – Variante 1.2



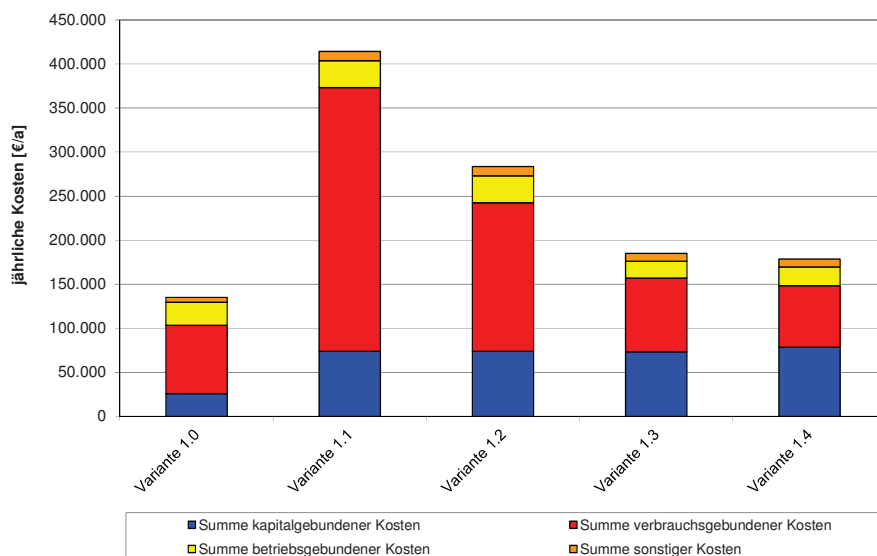
Exemplarische Detailbetrachtung Netz 1: Wirtschaftlichkeit – Investitionskosten (netto)



	Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4
□ Nahwärmeleitungen und Übergabestationen	0	429.000	429.000	429.000	429.000
■ Wärmeerzeuger und Anlagenteile	279.000	273.000	273.000	192.000	194.000
■ Bauliche Maßnahmen	0	133.000	133.000	219.000	284.500
■ Technische Installation	42.000	79.000	79.000	67.000	67.000
■ Projektentwicklung	48.000	137.000	137.000	136.000	146.200
■ Unvorhergesehenes	16.000	46.000	46.000	45.000	48.700

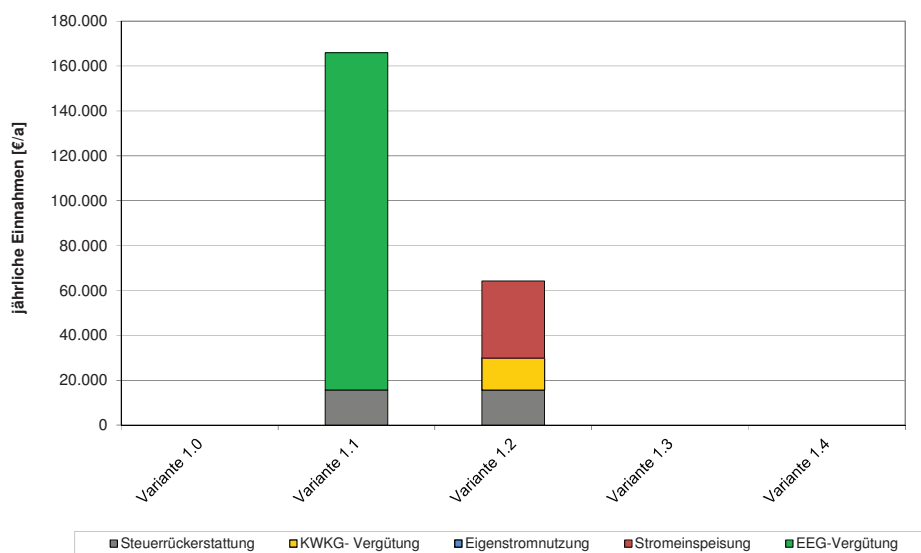
	Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4
	Gaskessel dezentral	Biomethan- BHKW	Gas- BHKW	Pelletkessel	Hackgutkessel
		Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel

Exemplarische Detailbetrachtung Netz 1: Wirtschaftlichkeit – jährliche Ausgaben (netto)



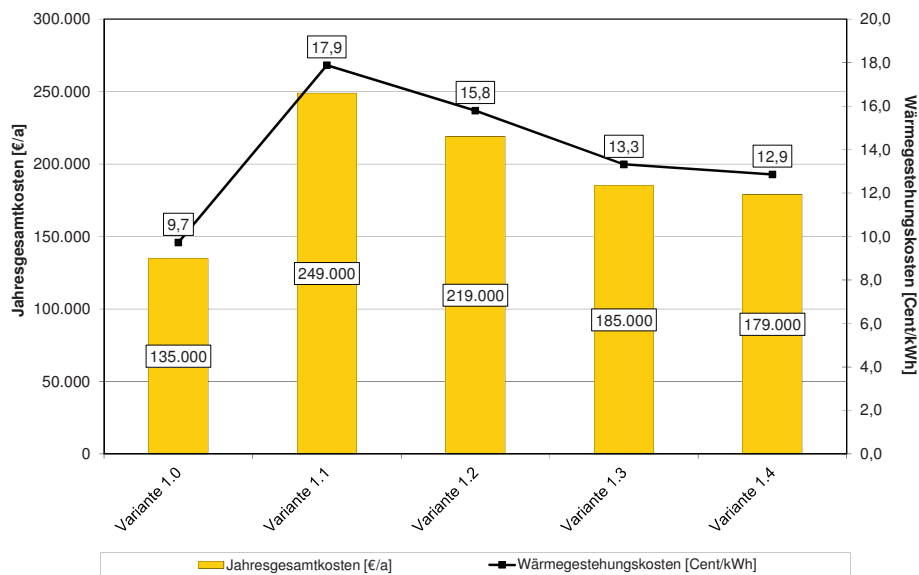
Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4
Gaskessel dezentral	Biomethan- BHKW	Gas- BHKW	Pelletkessel	Hackgutkessel
	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel

Exemplarische Detailbetrachtung Netz 1: Wirtschaftlichkeit – jährliche Einnahmen (netto)



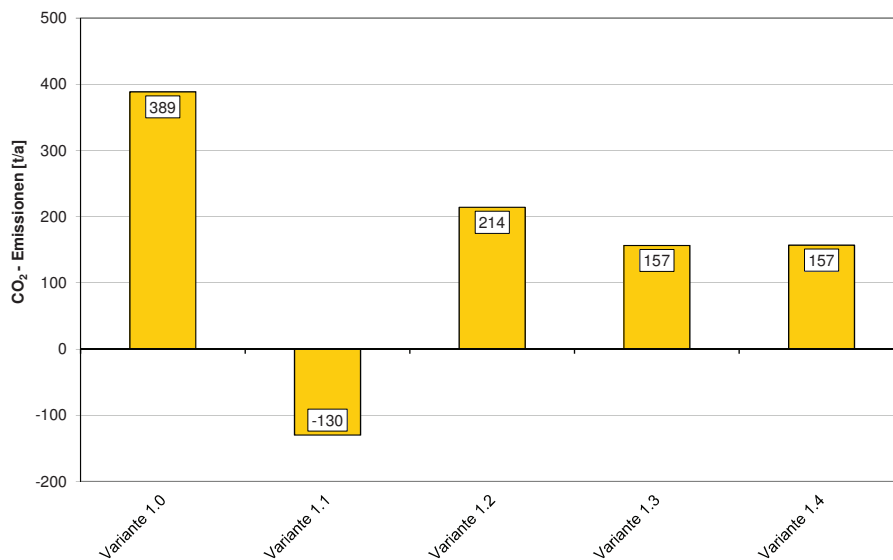
Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4
Gaskessel dezentral	Biomethan- BHKW	Gas- BHKW	Pelletkessel	Hackgutkessel
	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel

Exemplarische Detailbetrachtung Netz 1: Wirtschaftlichkeit – Wärmegestehungskosten



Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4
Gaskessel dezentral	Biomethan- BHKW	Gas- BHKW	Pelletkessel	Hackgutkessel
	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel

Exemplarische Detailbetrachtung Netz 1: Ökologische Betrachtung



Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4
Gaskessel dezentral	Biomethan- BHKW	Gas- BHKW	Pelletkessel	Hackgutkessel
	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel

Exemplarische Detailbetrachtung Netz 1:

Zusammenfassung

		Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4
ohne mögliche Förderungen						
Investitionskosten	[€]	385.000	1.097.000	1.097.000	1.089.000	1.170.000
Jahresgesamtkosten	[€]	135.000	249.000	219.000	185.000	179.000
Wärmegestehungskosten	[€-Cent/kWh]	9,7	17,9	15,8	13,3	12,9
mit möglichen Förderungen						
maximale Projektförderung	[€]	0	115.890	90.500	162.980	162.980
Jahresgesamtkosten	[€]	135.000	241.000	213.000	174.000	168.000
Wärmegestehungskosten	[€-Cent/kWh]	9,7	17,3	15,3	12,5	12,1
CO ₂ -Emissionen	[t/a]	390	-130	210	160	160

Variante 1.0	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 1.4
Gaskessel dezentral	Biomethan- BHKW	Gas- BHKW	Pelletkessel	Hackgutkessel
	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel

Exemplarische Detailbetrachtung Netz 2: Nahwärmenetz Schillerstraße

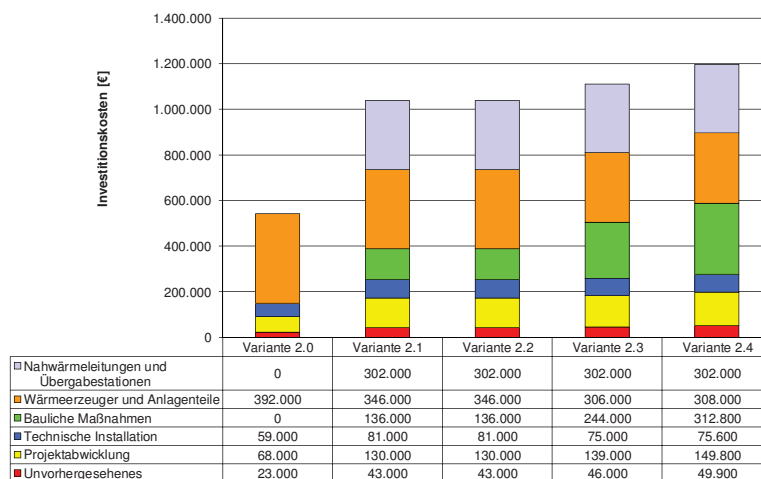


Kenndaten des Wärmenetzes

Netzlänge	522	[m]
Heizleistung	1.170	[kW]
Nutzwärmebedarf	2.493.000	[kWh/a]
Verlustwärme	138.000	[kWh/a]
Verlust	5,5	[%]
Wärmebelegung	4.780	[kWh/m ² ·a]

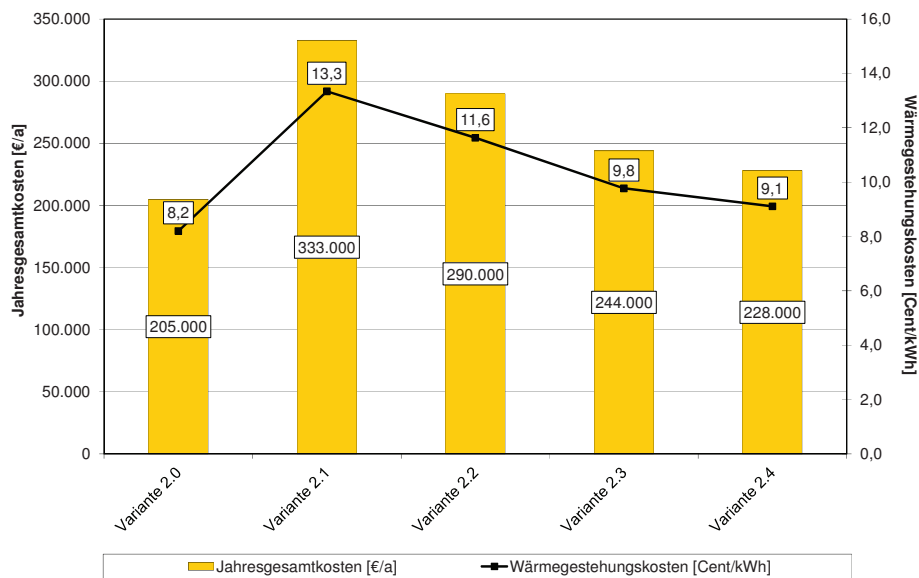


Exemplarische Detailbetrachtung Netz 2: Wirtschaftlichkeit – Investitionskosten (netto)



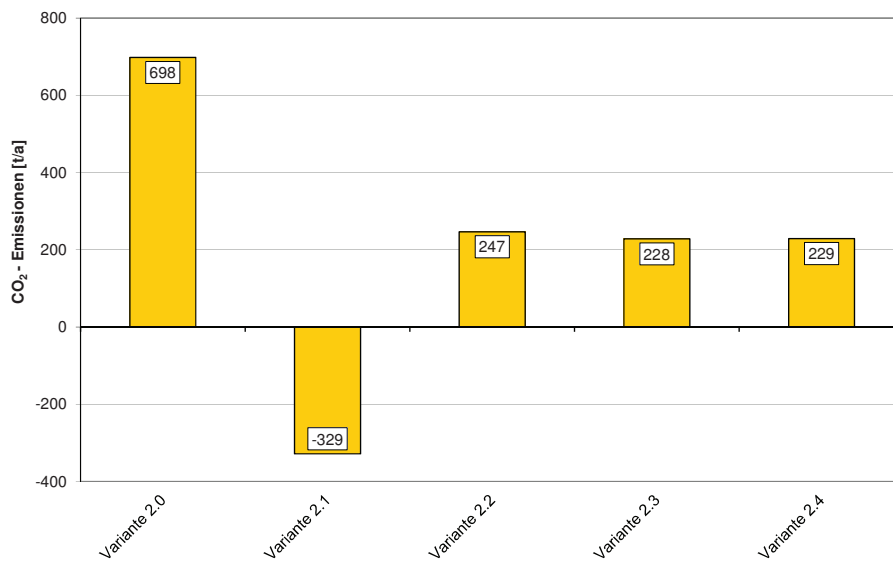
Variante 2.0	Variante 2.1	Variante 2.2	Variante 2.3	Variante 2.4
Gaskessel dezentral	Biomethan- BHKW	Gas- BHKW	Pelletkessel	Hackgutkessel
	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel

Exemplarische Detailbetrachtung Netz 2: Wirtschaftlichkeit – Wärmegestehungskosten



Variante 2.0	Variante 2.1	Variante 2.2	Variante 2.3	Variante 2.4
Gaskessel dezentral	Biomethan- BHKW	Gas- BHKW	Pelletkessel	Hackgutkessel
	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel

Exemplarische Detailbetrachtung Netz 2: Ökologische Betrachtung



Variante 2.0	Variante 2.1	Variante 2.2	Variante 2.3	Variante 2.4
Gaskessel dezentral	Biomethan- BHKW	Gas- BHKW	Pelletkessel	Hackgutkessel
	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel

Exemplarische Detailbetrachtung Netz 2: Zusammenfassung

		Variante 2.0	Variante 2.1	Variante 2.2	Variante 2.3	Variante 2.4
ohne mögliche Förderungen						
Investitionskosten	[€]	542.000	1.041.000	1.041.000	1.113.000	1.199.000
Jahresgesamtkosten	[€]	205.000	333.000	290.000	244.000	228.000
Wärmegestehungskosten	[€-Cent/kWh]	8,2	13,3	11,6	9,8	9,1
mit möglichen Förderungen						
maximale Projektförderung	[€]	0	71.790	52.200	161.700	161.700
Jahresgesamtkosten	[€]	205.000	328.000	287.000	233.000	217.000
Wärmegestehungskosten	[€-Cent/kWh]	8,2	13,1	11,5	9,3	8,7
CO ₂ -Emissionen	[t/a]	700	-330	250	230	230

	Variante 2.0	Variante 2.1	Variante 2.2	Variante 2.3	Variante 2.4
Gaskessel dezentral		Biomethan- BHKW	Gas- BHKW	Pelletkessel	Hackgutkessel
		Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel	Gaskessel

Zusammenfassung

Energiekonzept für die Stadt Mühldorf a. Inn

- Umfassende Zustandsanalyse
- Detaillierte Ermittlung der realistischen und nachhaltigen Potentiale
- Erstellung von Wärmekataster
- Entwicklung und Bewertung einer Projektliste
- Exemplarische Betrachtung von 2 konkreten Projektvorschlägen

→ Enge Abstimmung mit dem ENP für den Landkreis Mühldorf