

Klimaschutzkonzept Gangelt

Abschlussbericht

18.09.2012

NOWUM-Energy

In-Institut der FH Aachen (gegründet 1998)

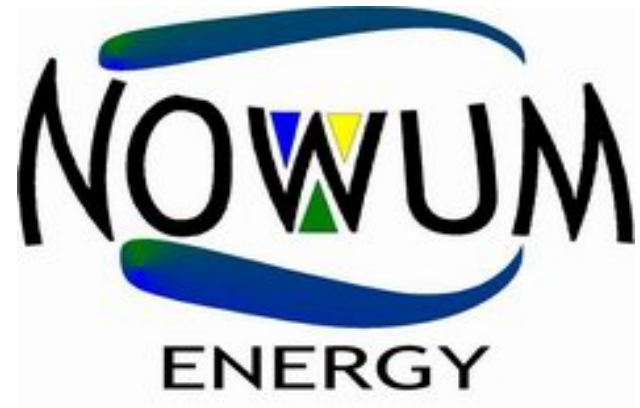
Leitung:

Prof. Dr.-Ing. Isabel Kuperjans

unabhängig – rein Drittmittel finanziert

Transfer von wissenschaftlichen Erkenntnissen
in die Wirtschaft

Nachhaltige
Oekonomische
Weiterentwicklung
UMweltfreundlicher Systeme



Schwerpunkt der Arbeiten des NOWUM-Energy



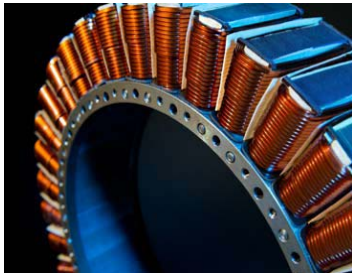
Industrielle Energietechnik
Elektromotoren
Energie- und Klimaschutzkonzepte
Mikrogasturbine
Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung
Biomasse und Biogas



Machbarkeitsstudien und
Wirtschaftlichkeitsanalysen
Gutachten



Betreuung von Biogas- und KWK-Anlagen,
Prozessüberwachung und -optimierung
Vergärbarkeitsuntersuchungen



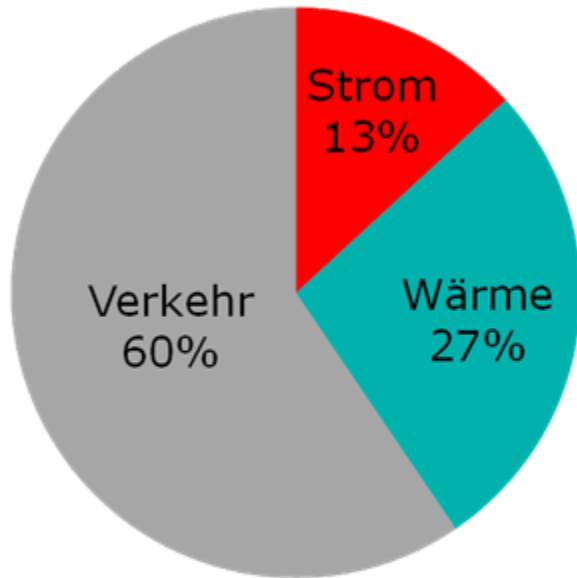
Inhalt

1. Energiebilanz
2. CO₂-Bilanz
3. CO₂-Einsparpotentiale
4. Energieneutraler Ortsteil Schümm
5. Energieneutrales Schulzentrum
6. Öffentlichkeitsarbeit
7. Nutzung regenerativer Energien, insbesondere von Umwelt /Abwärme durch Wärmepumpen
8. Controllingkonzept

Ergebnisse Bilanz 2010

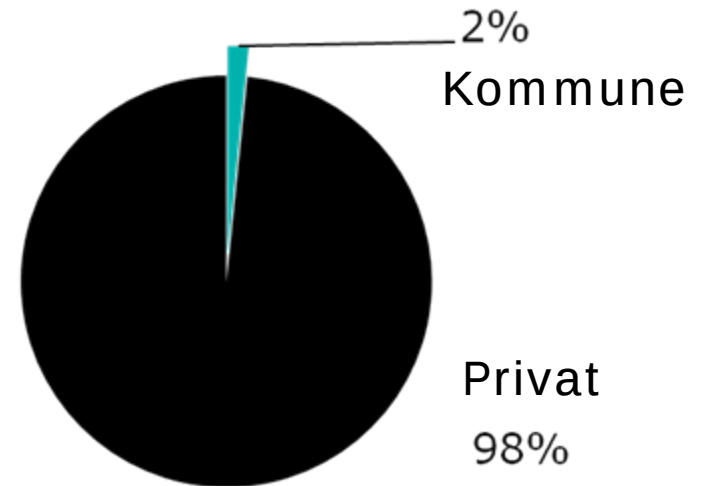
Endenergie Gemeinde Gangelt

	Strom [MWh/a]	Wärme [MWh/a]	Verkehr [MWh/a]	Gesamt [MWh/a]
Endenergieverbrauch	41.500	85.000	185.000	311.000



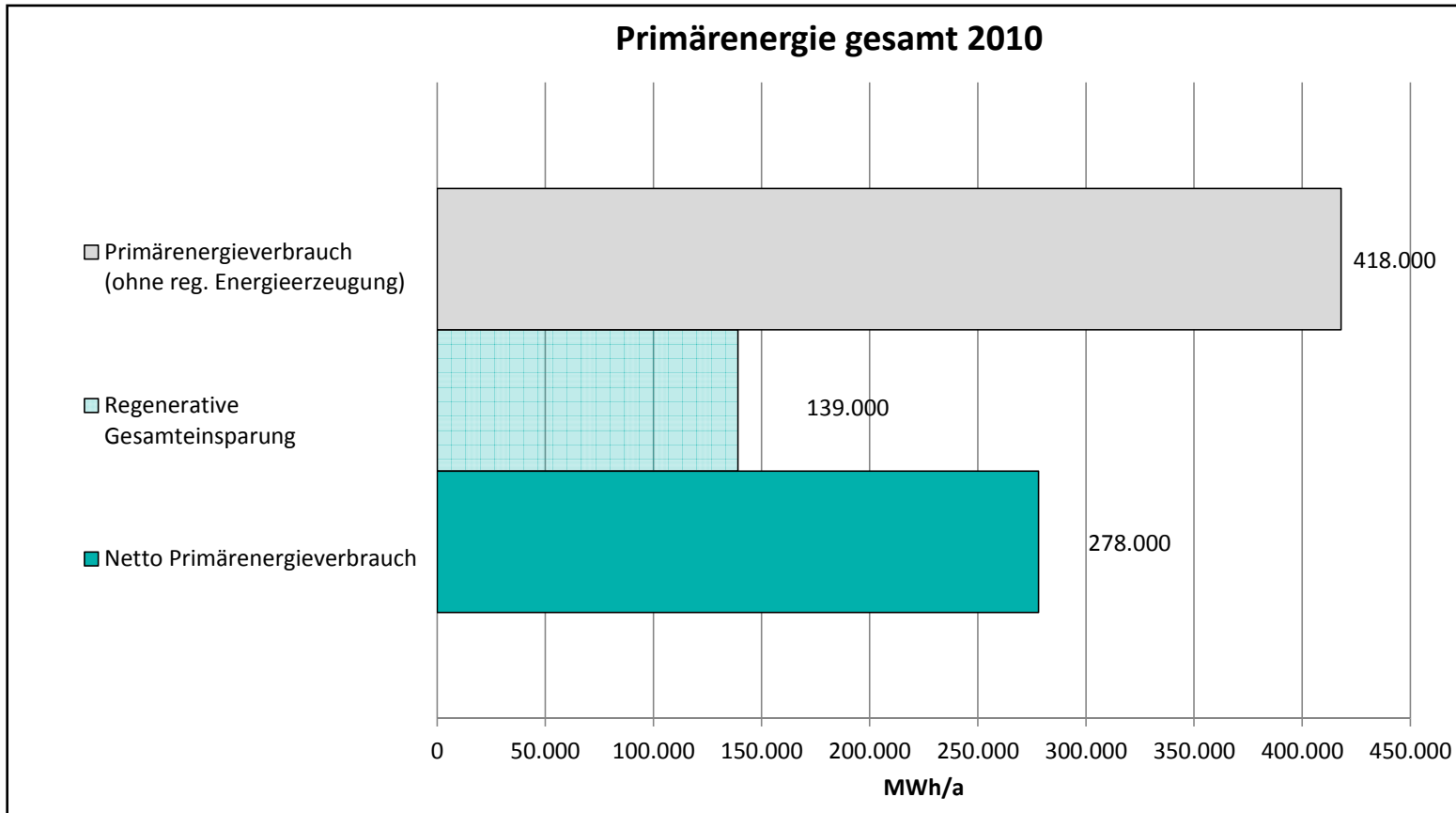
Endenergieverbrauch in Gangelt

Endenergieanteile Gangelt



Energiebilanz

Primärenergie



Bereits 30 % der Primärenergie werden regenerativ erzeugt.

- Primärenergieverbrauch pro Kopf

Gangelt: 23.000 kWh/a

BRD: 46.000 kWh/a

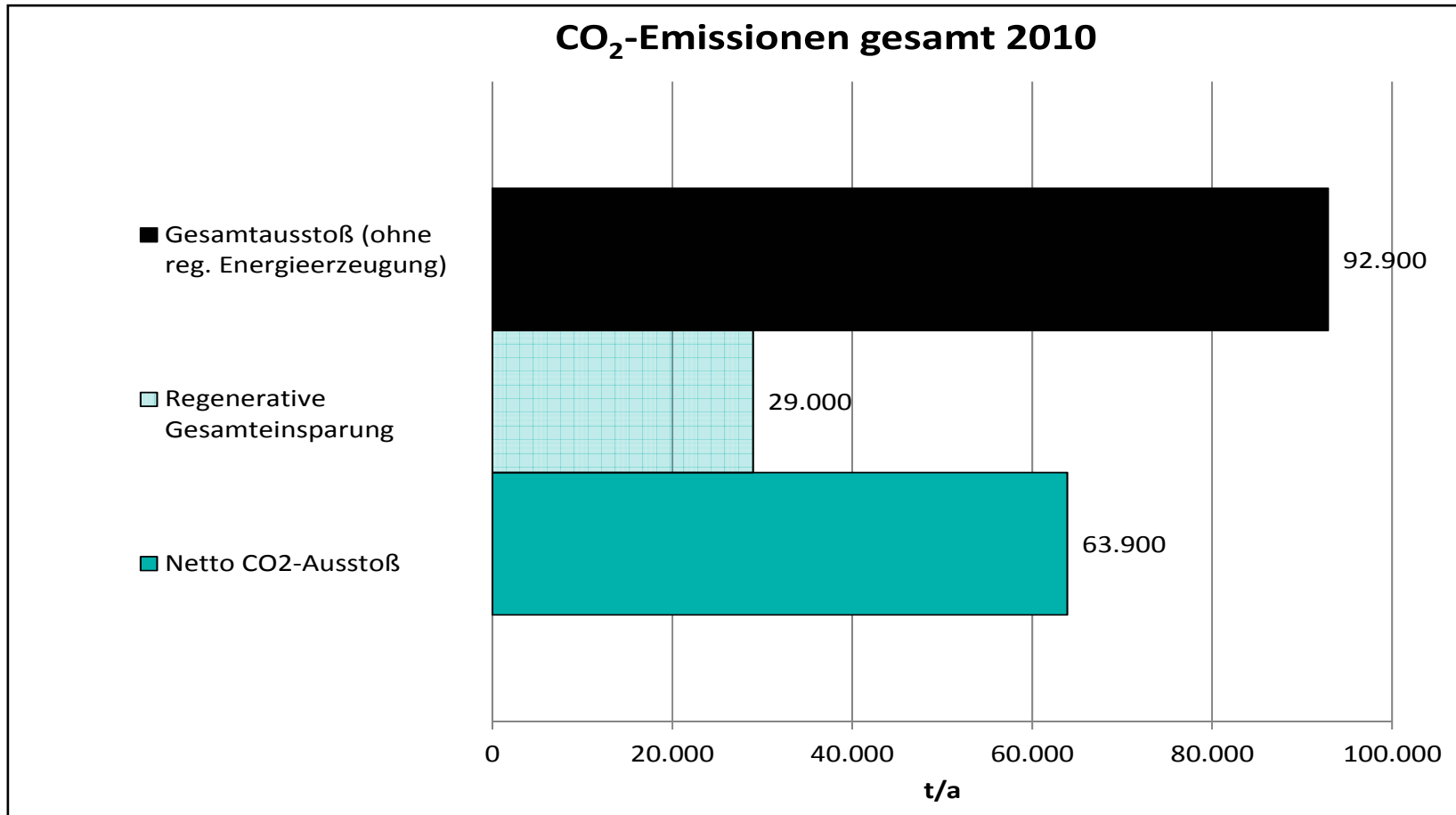
→ Der Primärenergiebedarf in Gangelt ist pro Einwohner um 50% niedriger als der bundesdeutsche Durchschnitt
(Dies liegt u.a. an der hohen Produktion von Windstrom, aber auch am Fehlen energieintensiver Betriebe innerhalb der Gemeinde)

Inhalt

1. Energiebilanz
- 2. CO₂-Bilanz**
3. CO₂-Einsparpotentiale
4. Energieneutraler Ortsteil Schümm
5. Energieneutrales Schulzentrum
6. Öffentlichkeitsarbeit
7. Nutzung regenerativer Energien, insbesondere von Umwelt /Abwärme durch Wärmepumpen
8. Controllingkonzept

CO₂-Bilanz

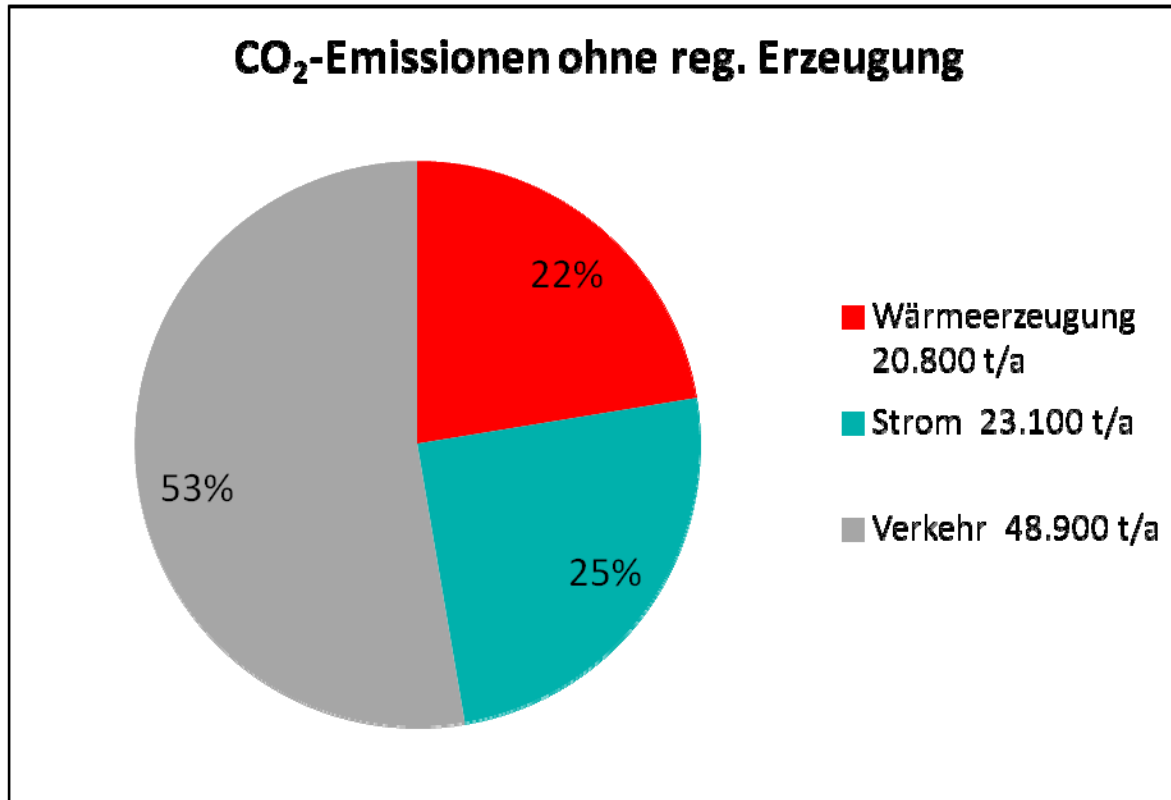
Emissionen gesamt



31 % der CO₂-Emissionen werden durch regenerative Energieerzeugung vermieden.

CO₂-Bilanz

Emissionen gesamt

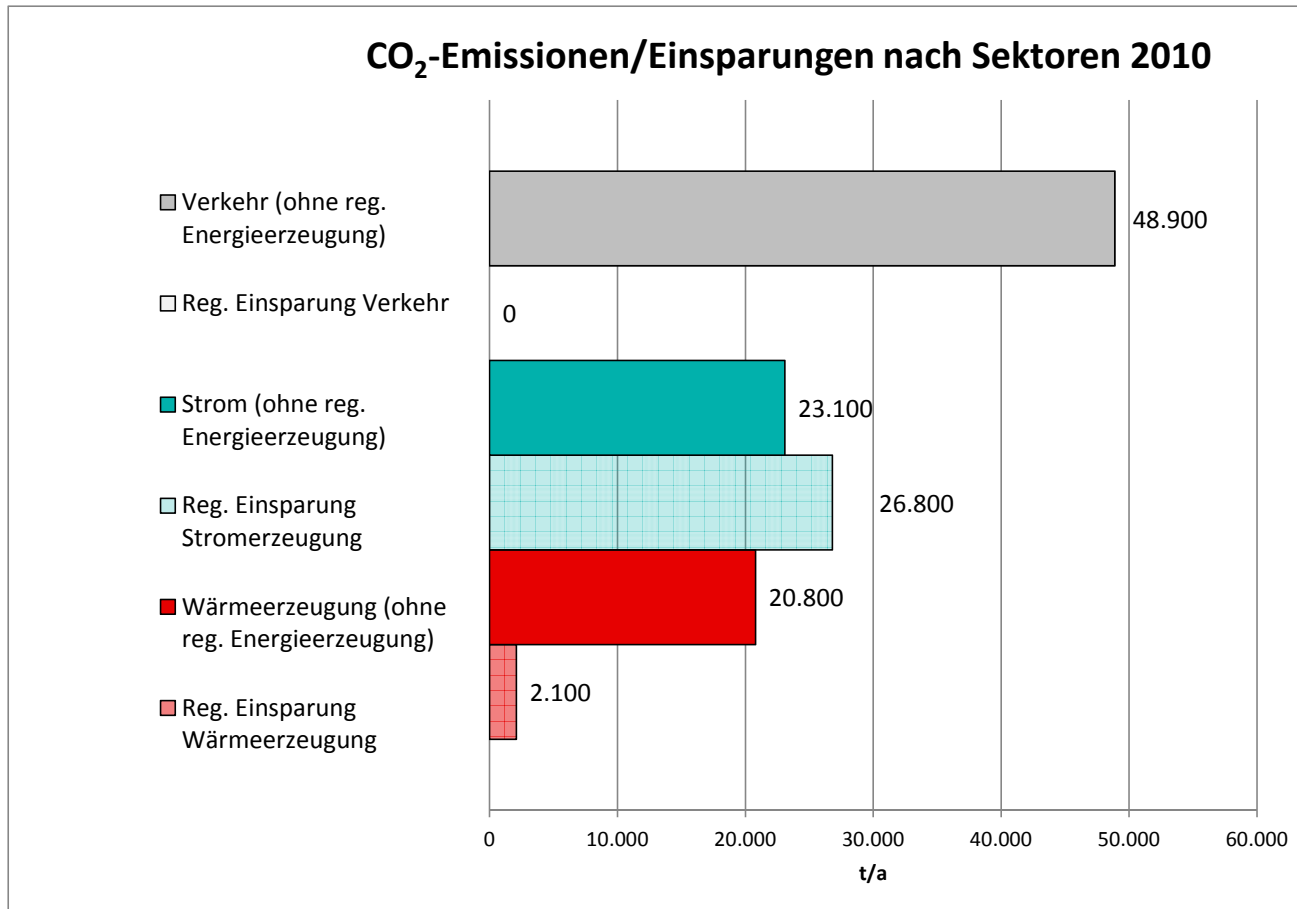


Verkehrssektor verursacht den größten Teil der CO₂-Emissionen

	Strom [t/a]	Wärmeerzeugung [t/a]	Verkehr [t/a]	Gesamt [t/a]
CO ₂ -Emission ohne reg. Energien	23.000	21.000	49.000	93.000

CO₂-Bilanz

Emissionen gesamt



Keine regenerative Erzeugung im Verkehrssektor

Ergebnisse Bilanz 2010

CO₂-Emission Gemeinde Gangelt

CO₂-Einsparungen durch Regenerative



	Gesamt [t/a]
CO ₂ -Einsparung durch reg. Energien	29.000

CO₂-Bilanz

Pro Kopf

■ CO₂-Emissionen pro Kopf

Gangelt: 5,2 t/a

BRD: 10,3 t/a

um → Der CO₂-Ausstoß in Gangelt ist pro Einwohner ebenfalls
ca. 50% niedriger als der bundesdeutsche Durchschnitt

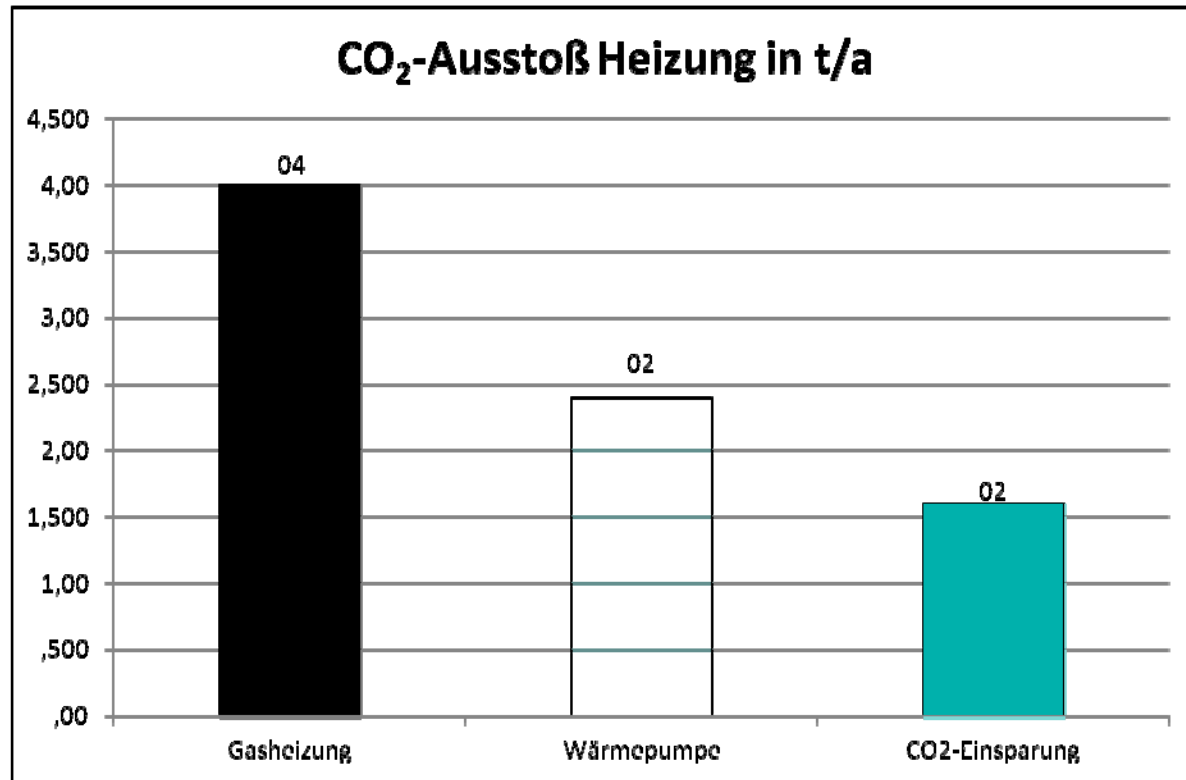
(Dies liegt u.a. an der hohen Produktion von Windstrom, aber auch am Fehlen energieintensiver Betriebe innerhalb der Gemeinde)

Inhalt

1. Energiebilanz
2. CO₂-Bilanz
- 3. CO₂-Einsparpotentiale**
4. Energieneutraler Ortsteil Schümm
5. Energieneutrales Schulzentrum
6. Öffentlichkeitsarbeit
7. Nutzung regenerativer Energien, insbesondere von Umwelt /Abwärme durch Wärmepumpen
8. Controllingkonzept

CO₂ Minderungspotential durch Nutzung von Geothermie

Vergleich Gasheizung und Wärmepumpe für einen Haushalt

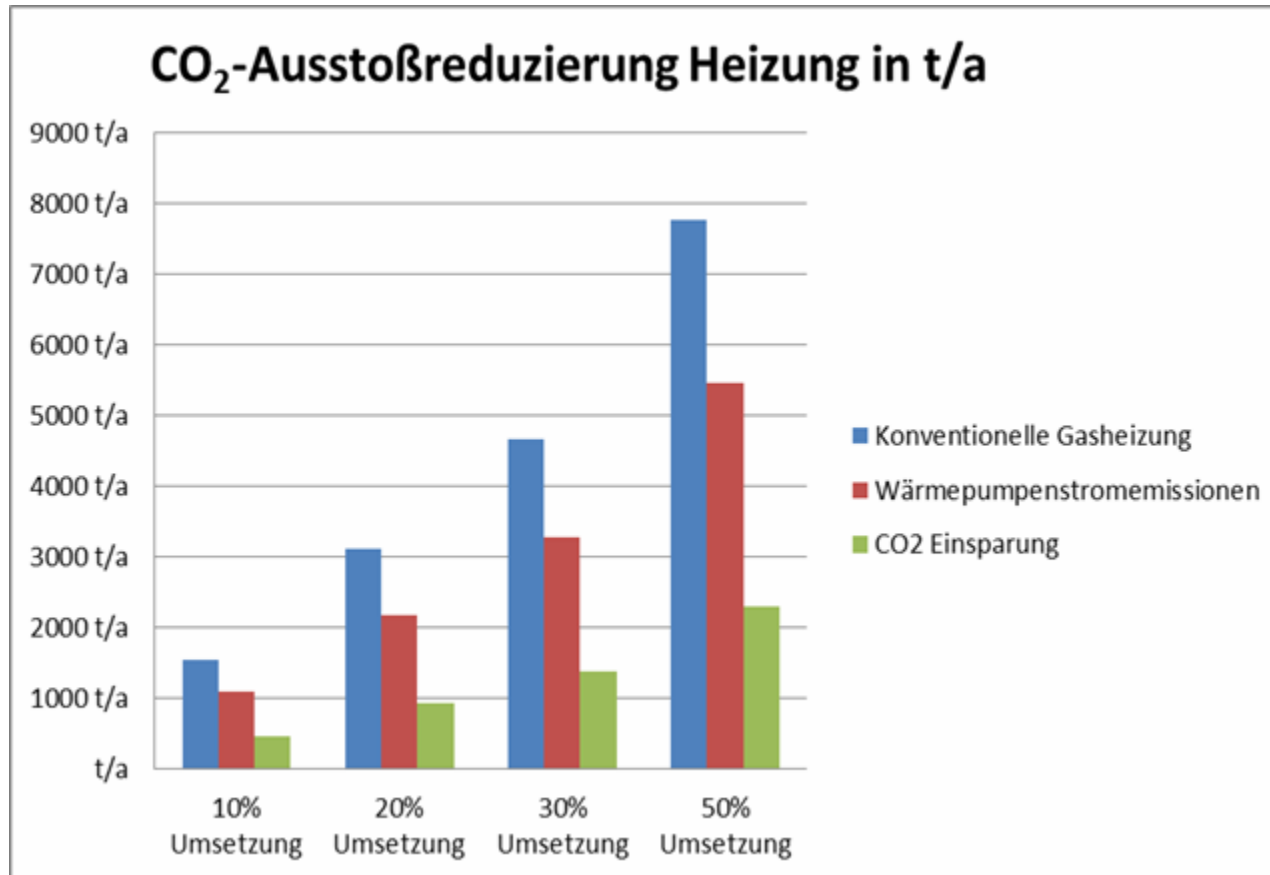


- Haushalt mit 18MWh/a Heizenergie
- Wirkungsgrad Heizung 90%
- COP Wärmepumpe 4
- Strombezug Standardmix BRD

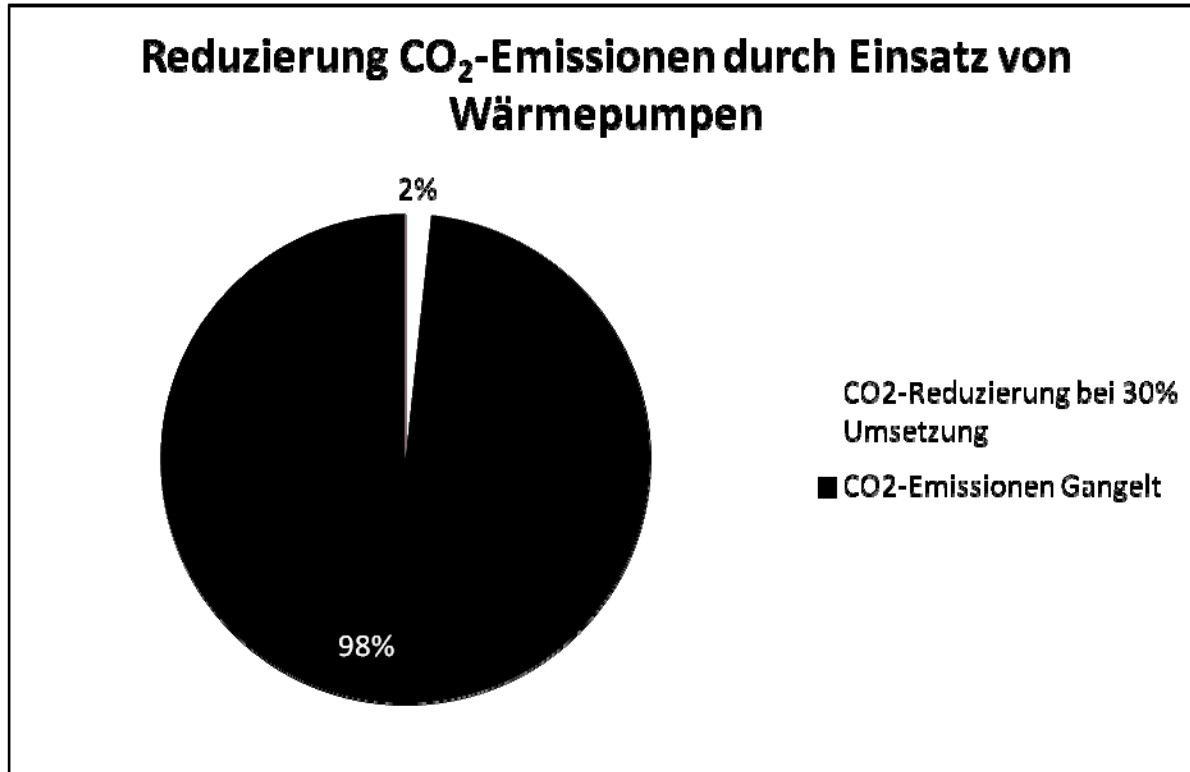
40% CO₂ Einsparung durch den Einsatz einer Wärmepumpe.

CO₂ Minderungspotential durch Nutzung von Geothermie

Vergleich Gasheizung und Wärmepumpe für 10-50 % der Haushalte in Gangelt

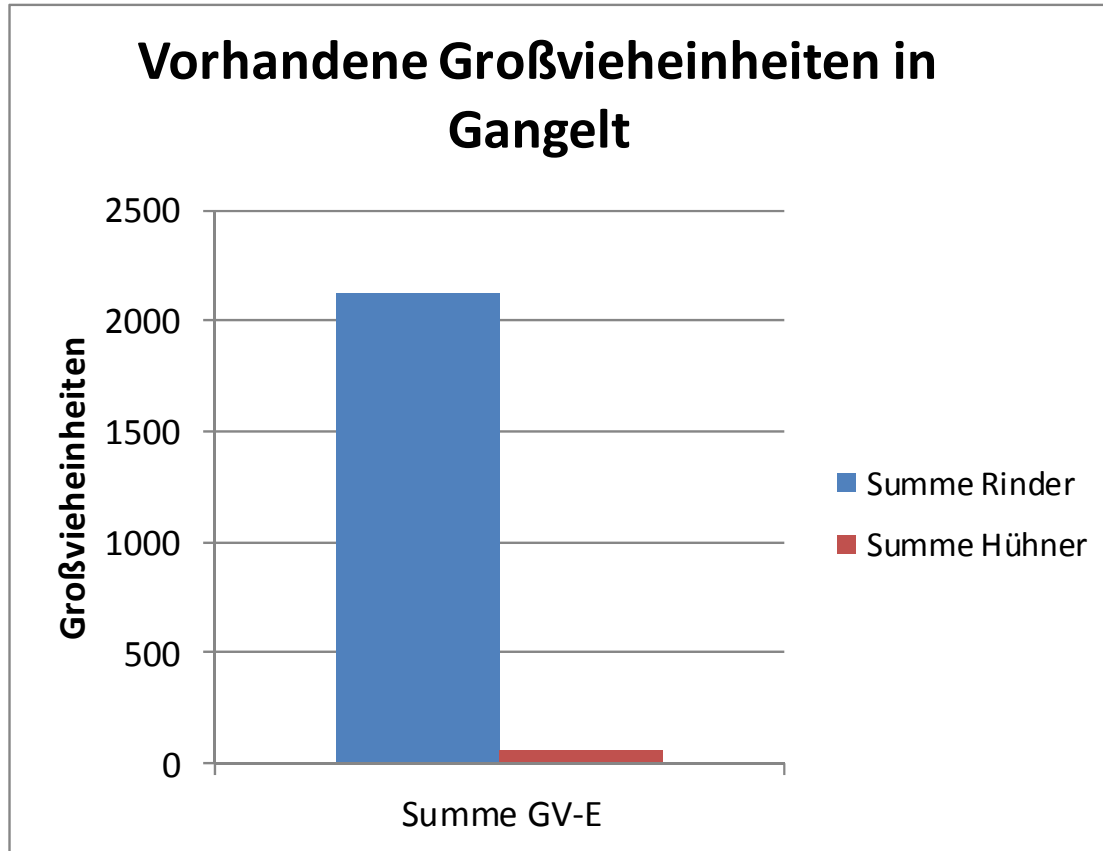


CO₂ Minderungspotential durch Nutzung von Geothermie



Annahme Nutzung von Wärmepumpen in 30% der Haushalte
→ rund 1.500 Tonnen CO₂-Einsparung pro Jahr

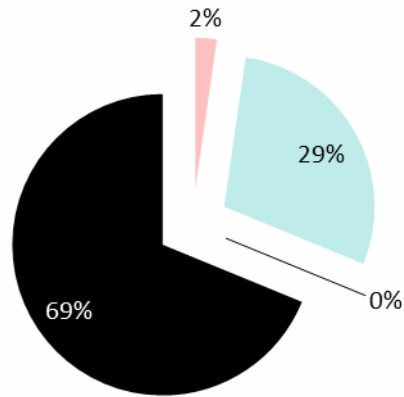
CO₂ Minderungspotential durch Nutzung von Biomasse



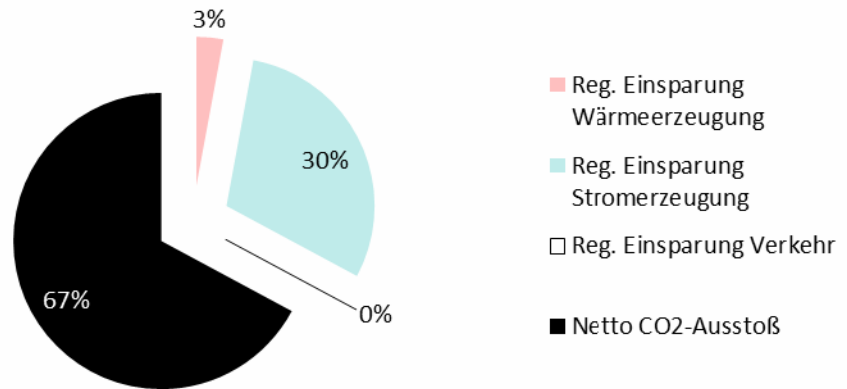
Durch Nutzung der Gülle kann Biogas mit einem Energiegehalt von 7.200 MWh bereitgestellt werden

CO₂ Minderungspotential durch Nutzung von Biomasse

CO₂-Emissionen/Einsparungen 2010



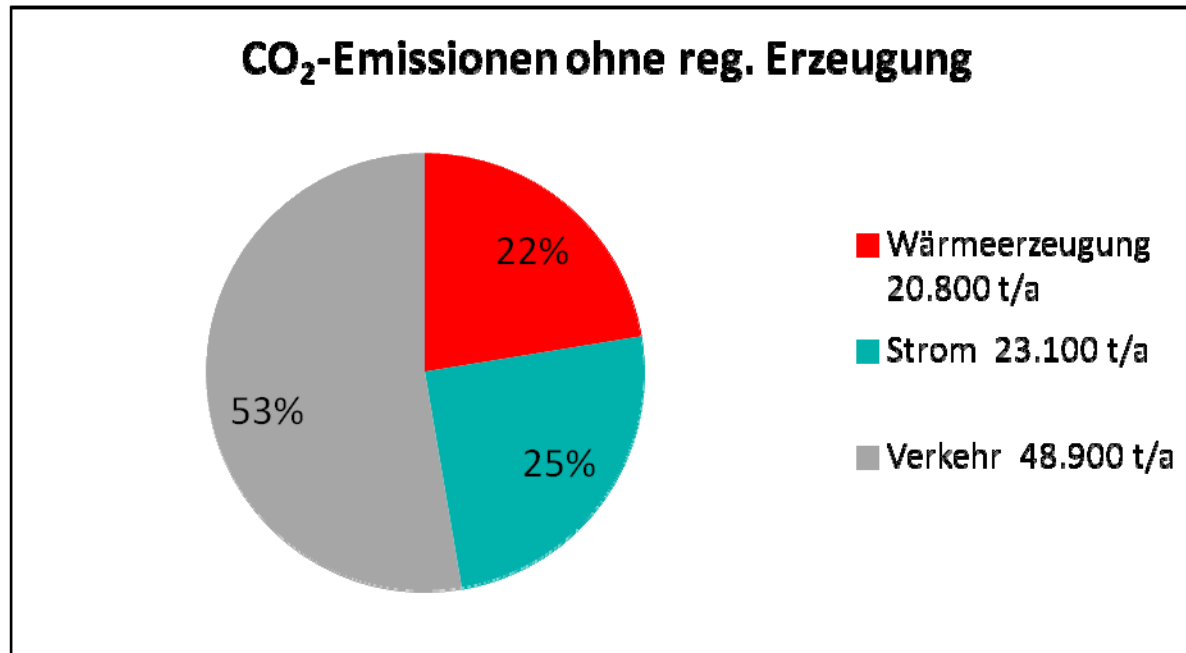
CO₂-Emissionen/Einsparungen bei Ausschöpfung Gülle Potential



Durch die energetische Nutzung der Gülle in einem BHKW zur Strom- und Wärmeerzeugung können weitere rund 2 % CO₂-Emissionen eingespart werden.

Bei Verwendung weiterer Substrate (Mais, Stroh) ist Einsparung steigerbar

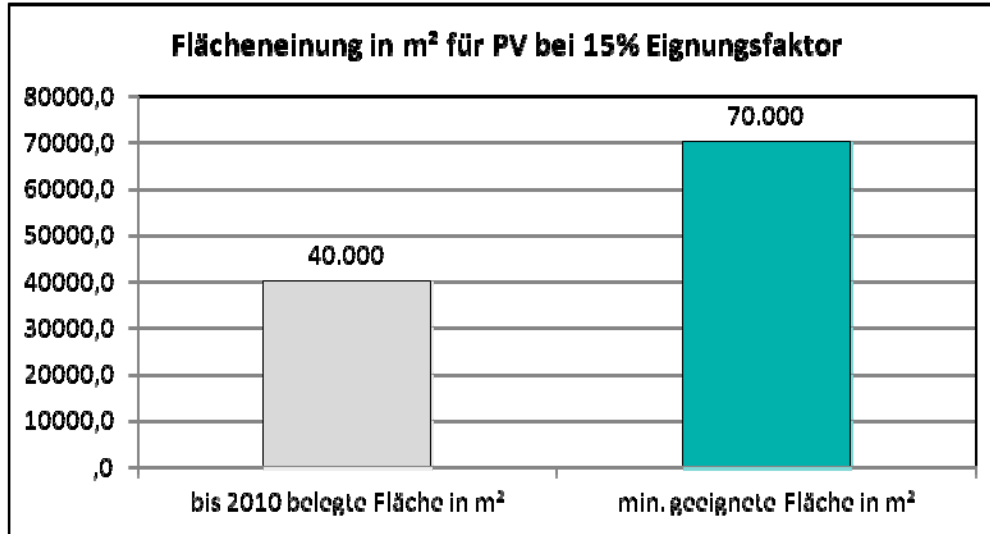
CO₂ Minderungspotential im Verkehrssektor



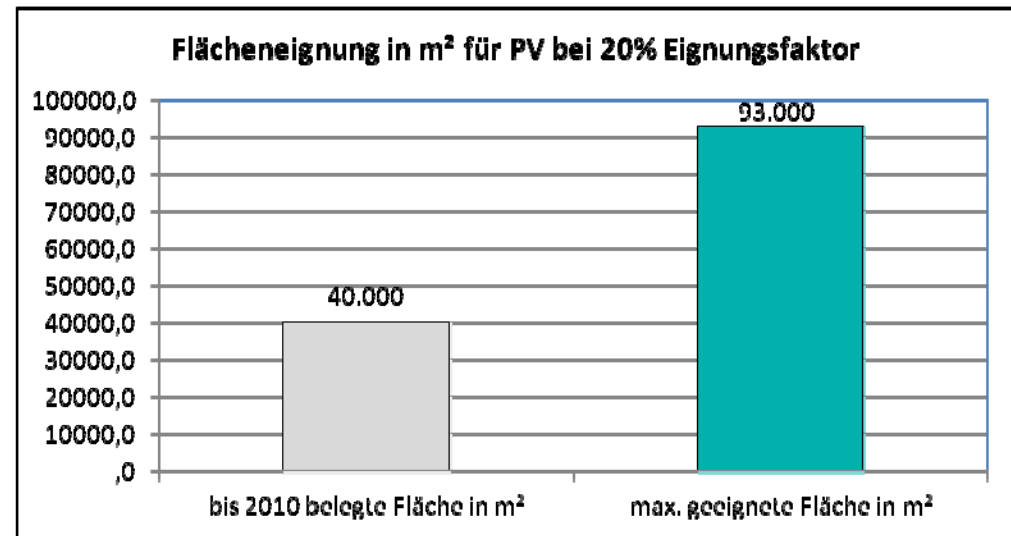
- Wesentliche Minderung CO₂ Emission nur durch Reduktion Individualverkehr oder bei Umstieg auf Elektroauto mit reg. Strom
- Umrüstung PKW auf Erdgas keine Minderung
- Minderungspotential ohne detaillierte Verkehrszählung und Anwohnerbefragung ist nicht zu beziffern

CO₂ Minderungspotential durch Photovoltaik

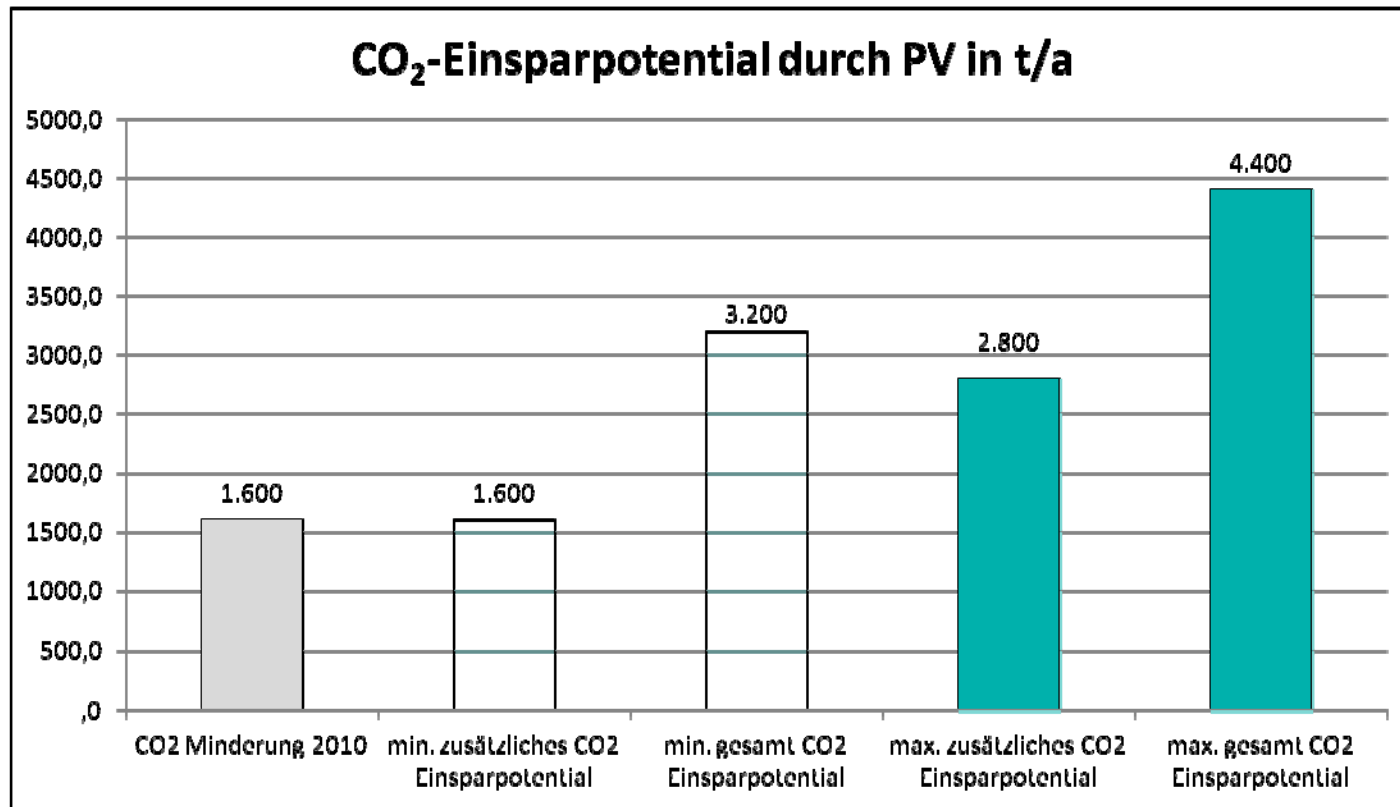
Flächenpotential



- nicht alle Dachflächen sind für PV-Anlagen geeignet
- durchschnittlich sind 15% - 20% der Gebäudegrundfläche geeignet
- PV-Anteil ist gegenüber 2010 verdoppelbar



CO₂ Minderungspotential durch Photovoltaik



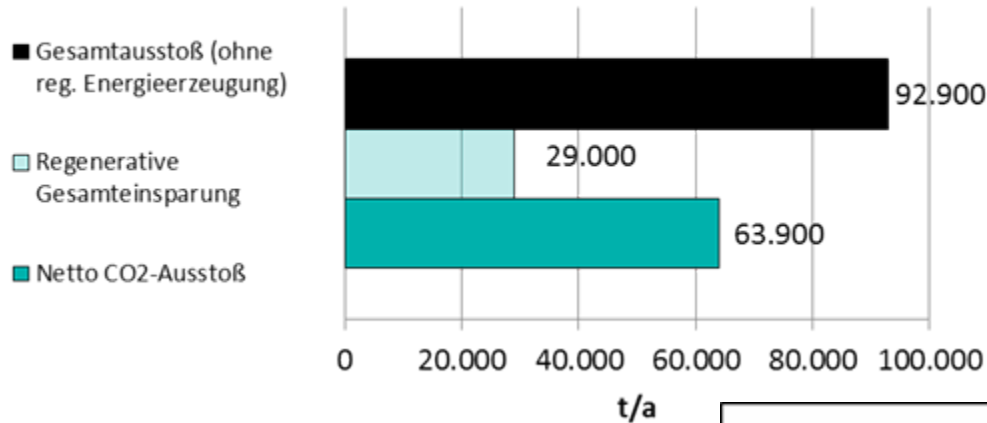
Für das Gemeinde besteht bei einem Eignungsfaktor von 20% ein max. zusätzliches Einsparpotential von 2.800 Tonnen CO₂.



- Windkraft → wichtigste Rolle für regenerative Stromerzeugung
- Steigerung der eingespeisten Strommenge durch:
 - Anlagenneubau
 - Repowering
- Zurzeit wird ein detailliertes Gutachten für die Nutzung der Windkraft auf dem Gemeindegebiet erstellt
- Genaue Aussage erst nach Fertigstellung des Gutachtens möglich

CO₂ Minderungspotential Gemeindegebiet

CO₂-Emissionen gesamt 2010



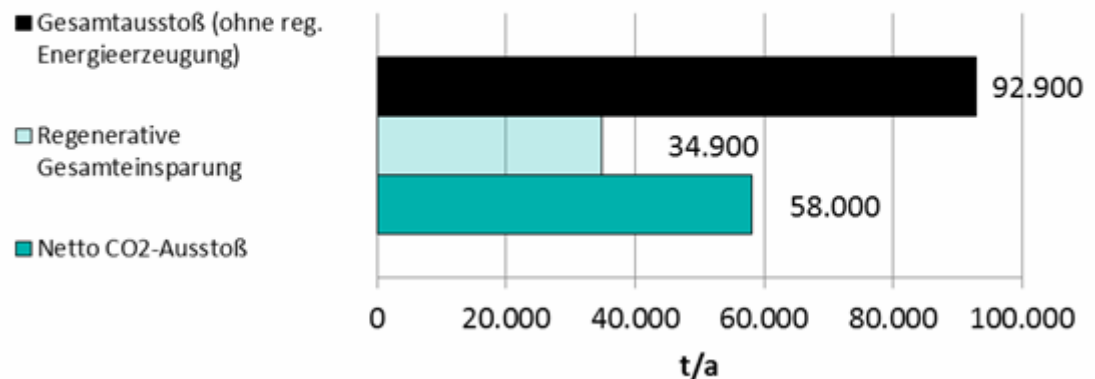
Verringerung CO₂-Ausstoß um rund 9 % gegenüber 2010 möglich durch:

- Photovoltaik
- Geothermie
- Güllevergärung zu Biogas

Windkraftpotentiale nicht betrachtet.

- Netto CO₂-Ausstoß Verkehr 49.000 t.
- Ohne Verkehrssektor und Ausbau Windkraft:
 - 9.000 t Netto CO₂-Ausstoß erreichbar
 - 90 % CO₂-Neutralität

CO₂-Emissionen gesamt bei Nutzung der Potentiale



Inhalt

1. Energiebilanz
2. CO₂-Bilanz
3. CO₂-Einsparpotentiale
- 4. Energieneutraler Ortsteil Schümm**
5. Energieneutrales Schulzentrum
6. Öffentlichkeitsarbeit
7. Nutzung regenerativer Energien, insbesondere von Umwelt /Abwärme durch Wärmepumpen
8. Controllingkonzept

Energieneutraler Ortsteil Schümm

Vorgehen

Einleitung: Übersicht Schümm

- Energiebedarf
- CO₂-Bilanz

Maßnahmenunterpunkte:

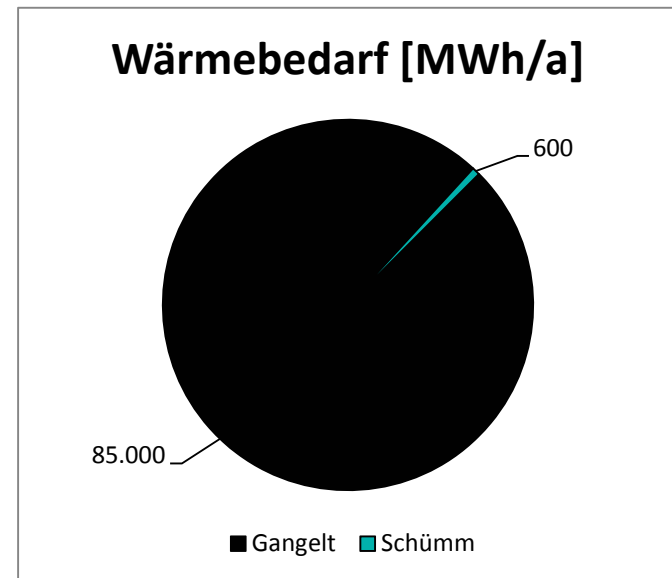
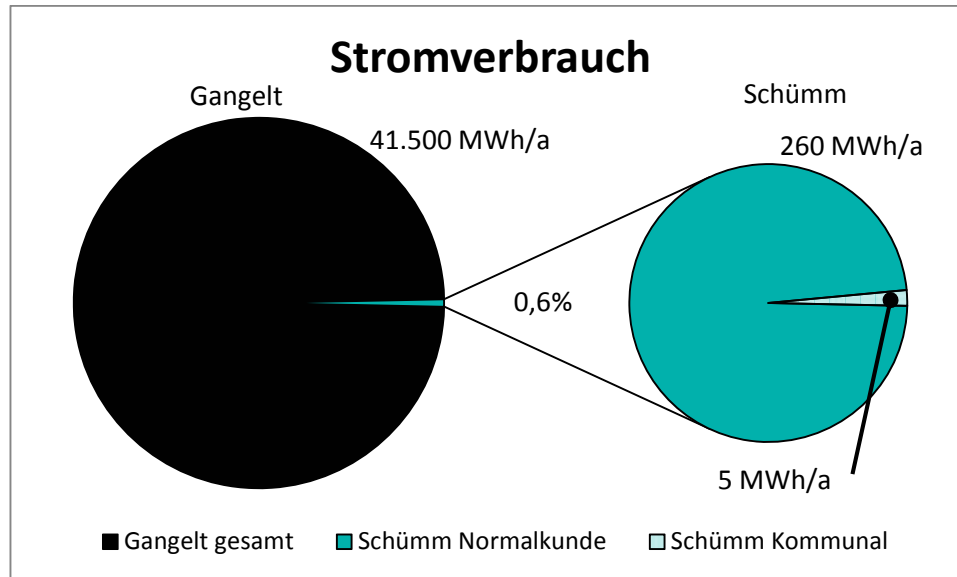
- Energieeinsparung durch Effizienzsteigerung im Haushalt
 - Biogasnutzungspotential
 - Windpotential
 - Photovoltaikpotential
 - Geothermiepotential
-
- Kostenabschätzung / Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Abschluss:

- Maßnahmenbewertung

Energieneutraler Ortsteil Schümm

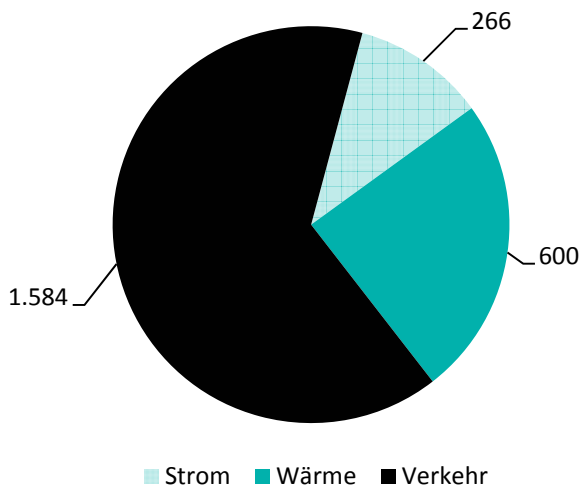
Vergleich Endenergiebedarf



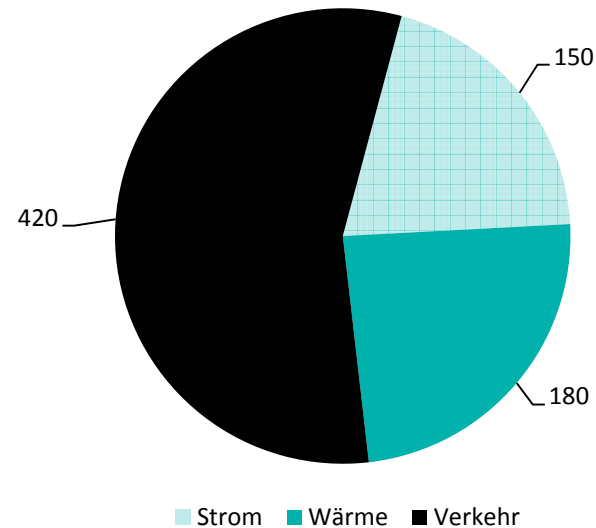
Energieneutraler Ortsteil Schümm

Endenergiebedarf & CO₂-Bilanz nach Sektoren

Endenergiebedarf nach
Sektoren [MWh/a]



CO₂-Bilanz nach Sektoren [t/a]



Energieneutraler Ortsteil Schümm

Energieeinsparung durch Effizienzsteigerung

Energieeinsparung diverser Haushaltsgeräte

Beleuchtung (5W gegen 40W)	88 %
Kühlschränke	56 %
Kühl-Gefrier-Kombis	61 %
Fernseher	56 %
Sat-Empfänger	80 %
Monitore	70 %
Hifi-Anlage	67 %
Wäschetrockner	44 %

Durchschnittliche Einsparung **66 %**

Anteil am Haushaltsstrombedarf 50 %

Gesamteinsparung **33 % = 85,8 MWh / a = 48,5 t_{CO2} / a**

Energieneutraler Ortsteil Schümm

Biogasnutzung

Installierte Leistung Schümm:	265 kW _{el}
In 2011 eingespeiste Strommenge Schümm: 715 % Strombedarfsdeckung	1.900 MWh/a
Mögliche Wärme durchschnittliches BHKW: Wirkungsgrade (el/th): 35% / 55%	3.000 MWh _{th} /a
Mögliche Wärme installiertes BHKW: Wirkungsgrade (el/th): 47% / 37%	1.600 MWh _{th} /a
Benötigte Wärme für Normalkunden gesamt: 265 % Wärmebedarfsdeckung	600 MWh/a
Gutschrift für exportiertes Gas Breberen:	5.500 MWh/a
CO₂-Einsparung	2.180 t_{CO2} / a

Energieneutraler Ortsteil Schümm

Windpotential

Großwindanlage

Anlagentyp	E-82 E2
Nennleistung	2.300 kW bzw. 2,3 MW
Volllaststunden	2.600 h/a
Jahresertrag	5.980 MWh/a
Ertrag abzüglich 20 % Verluste	4.750 MWh / a
Ertrag nach 20 Jahren	95.680.000 MWh
Referenzertrag (Klimazone 5, TRY 1988-2007)	5.600 MWh/a
CO₂-Einsparung	2.700 t_{CO2} / a

!!Abstandsproblem!!

Energieneutraler Ortsteil Schümm

Windpotential

Kleinwindanlage

Anlagentyp	Windspot 7500
Nennleistung	7,5 kW bzw. 0,0075 MW
Volllaststunden	1.250 h/a

Jahresertrag **9,4 MWh / a**

Strombedarf Schümm	265 MWh/a
Benötigte Windräder	29 Stk.

CO₂-Einsparung **150 t_{CO2} / a**

Energieneutraler Ortsteil Schümm

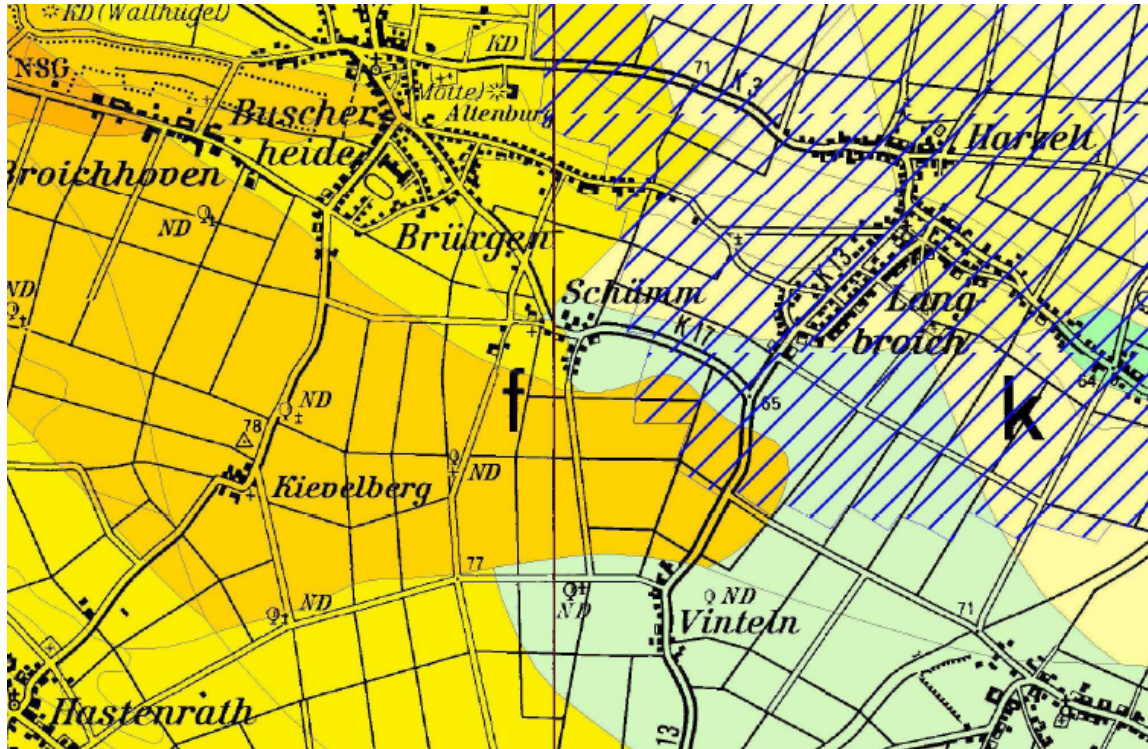
Photovoltaik-Potential

Benötigte Kollektorfläche (für 265 MWh/a)		2.300 m ²
Gebäudegrundrissflächen		10.800 m ²
Nutzbare Dachflächen mit Eignungsfaktoren	15%	1.620 m ²
	20%	2.160 m ²
Mögliche Strombedarfsdeckung mit Eignungsfaktoren	15%	71% = 188 MWh/a
	20%	94% = 250 MWh/a
CO₂-Einsparung mit Eignungsfaktoren	15%	49 t_{CO2} / a
	20%	65 t_{CO2} / a

CO₂-Emission für PV-Herstellung 2,5 t/kWP berücksichtigt, Lebensdauer PV-Anlage 20 a

Energieneutraler Ortsteil Schümm

Geothermiepotential



Geothermische Ergiebigkeit

für 1800 Betriebsstunden / a [kWh/(m²a)]

>= 135	99-107	64-74
126-134	90-98	55-63
117-125	82-89	< 55
108-116	75-81	

0 1 2 3 km

Zusatzinformationen

Gewässer	künstl. Aufschüttung
Mineralquelle <, >= 100m	Verkarstung
Heilquellenschutzgebiete	Methanaustrittsflächen
Wasserschutzgebiete	

1:50000

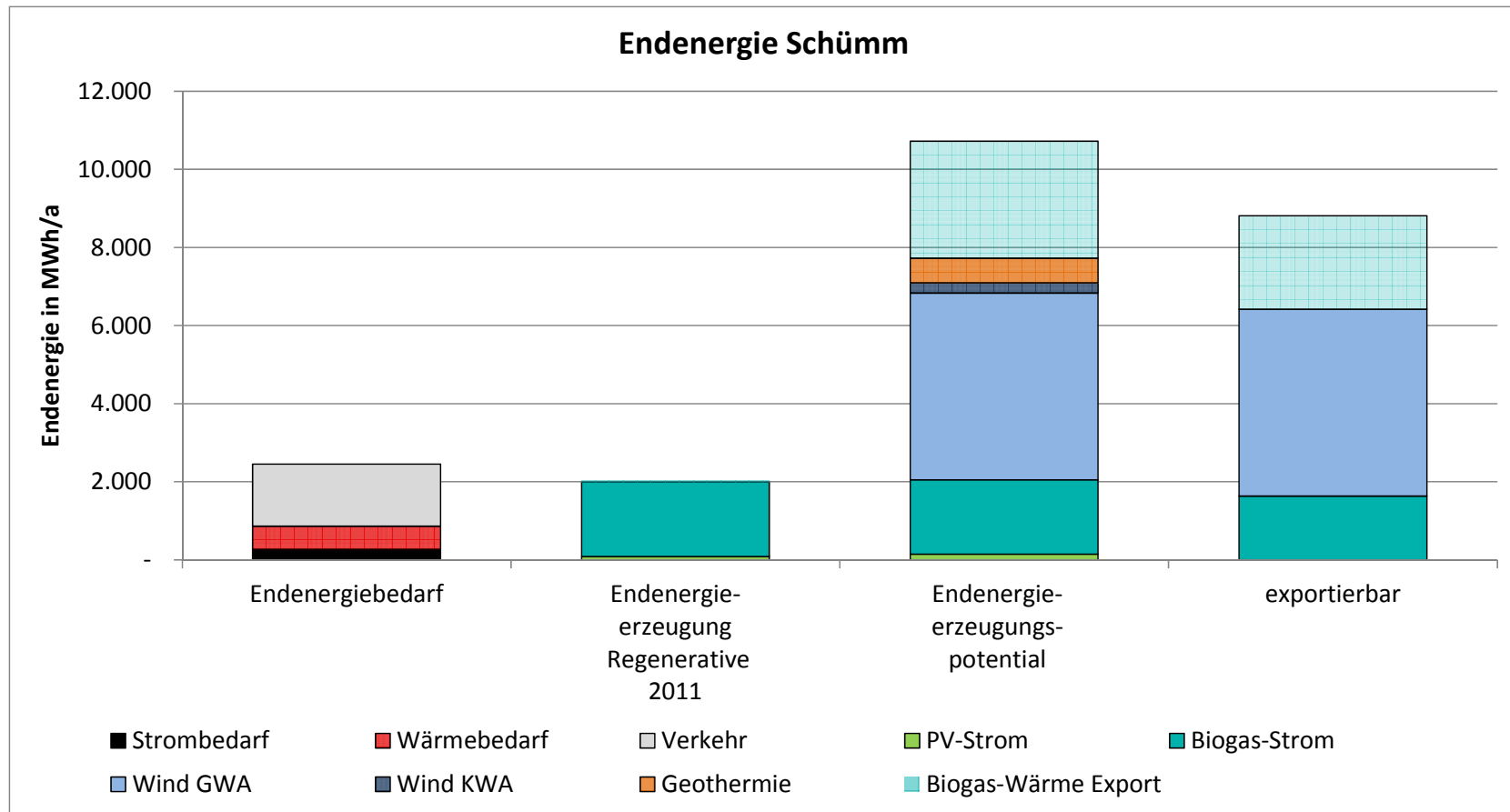
Energieneutraler Ortsteil Schümm

Geothermepotential

Wärmebedarf	600 MWh/a
Wohneinheiten	35 WE
Sondentiefe	80 m
Ergiebigkeit	75 kWh/(m * a)
Betriebsstunden	1800 h
Anzahl Sonden pro WE	3 Stk. / WE
Wärmeproduktion	630 MWh/a
CO₂-Einsparung (inkl. Strombedarf Wärmepumpe)	61 t_{CO2} / a

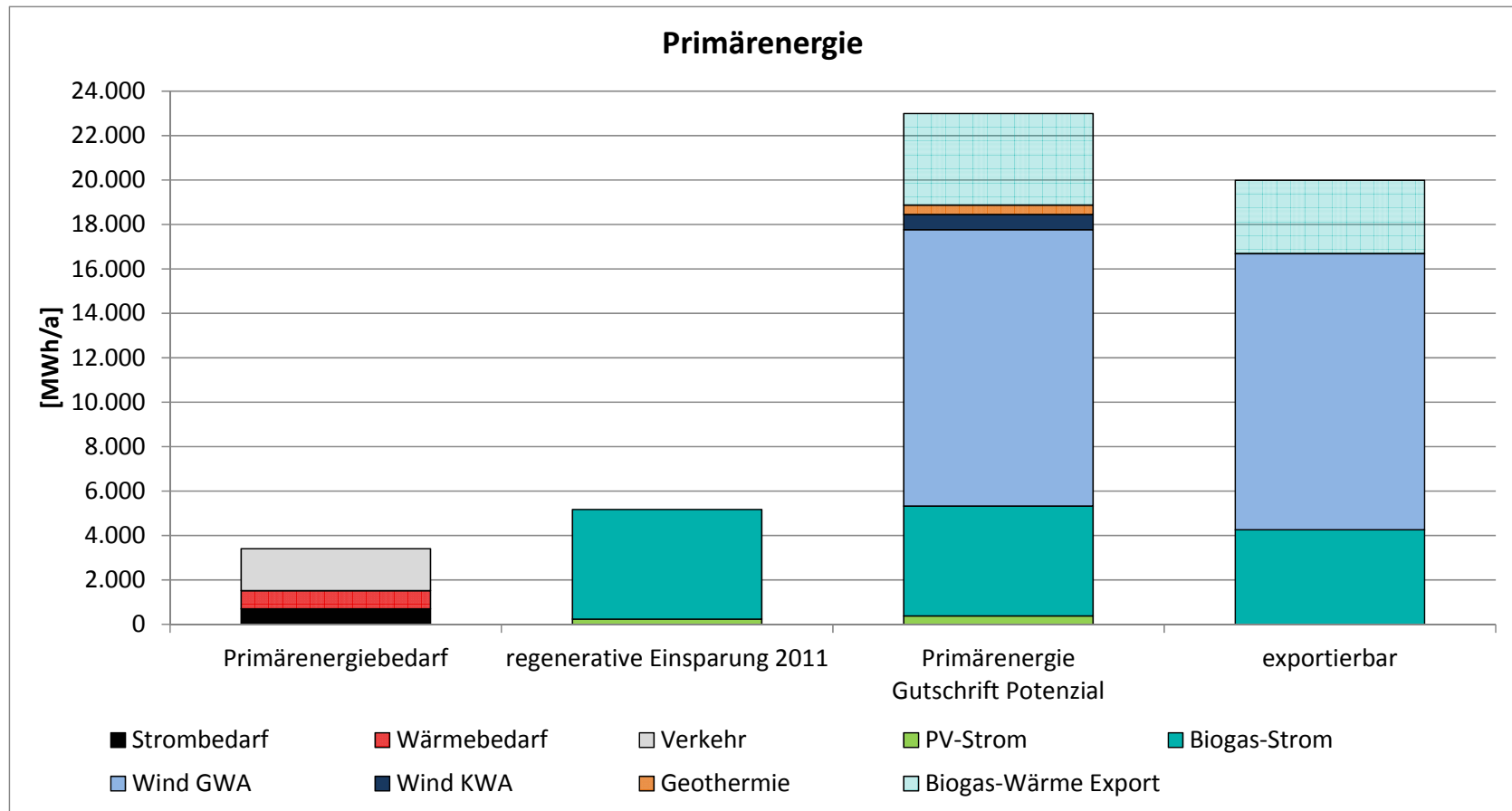
Energieneutraler Ortsteil Schümm

Endenergieerzeugungspotential



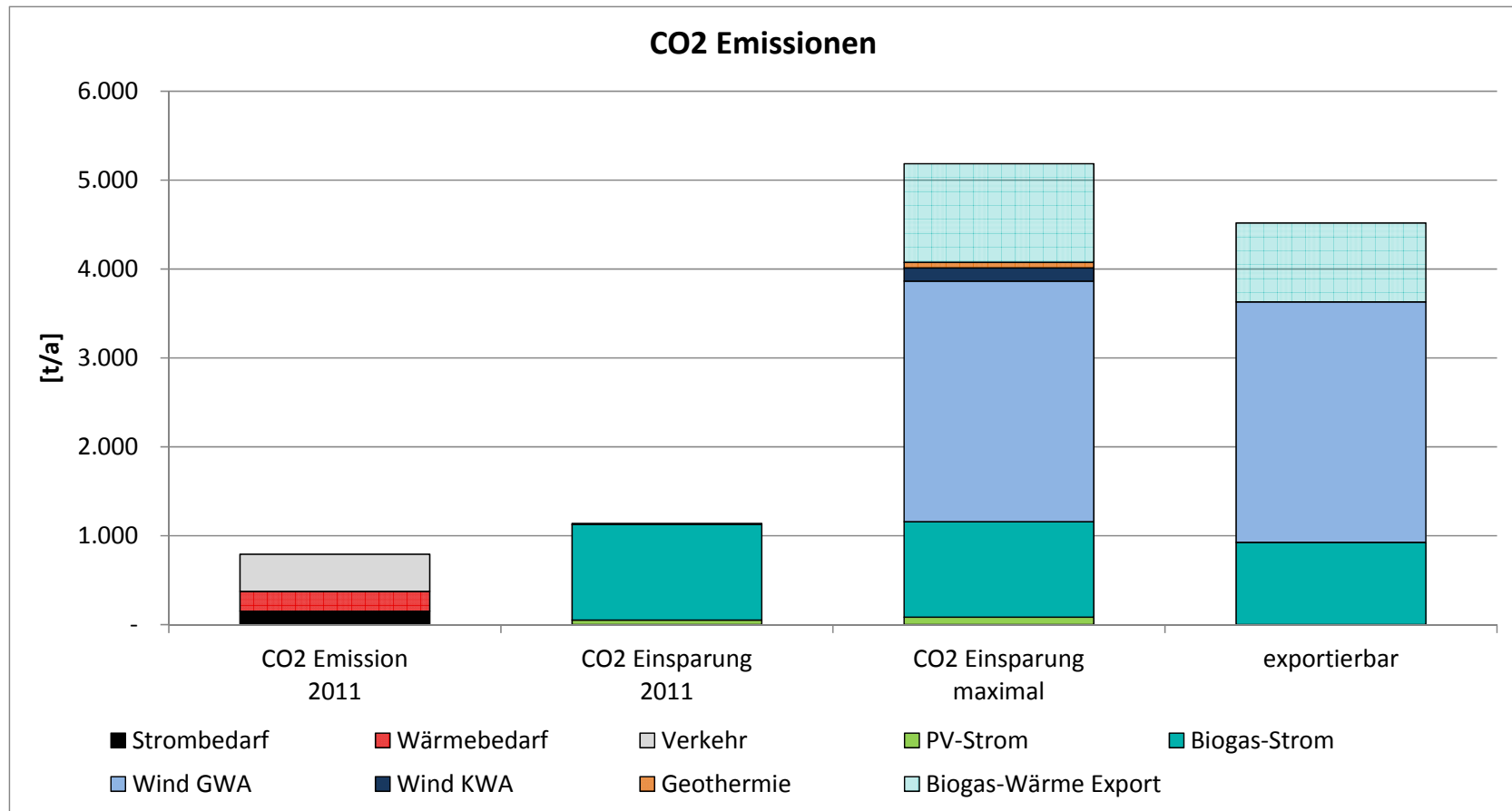
Energieneutraler Ortsteil Schümm

Einsparpotential Primärenergie



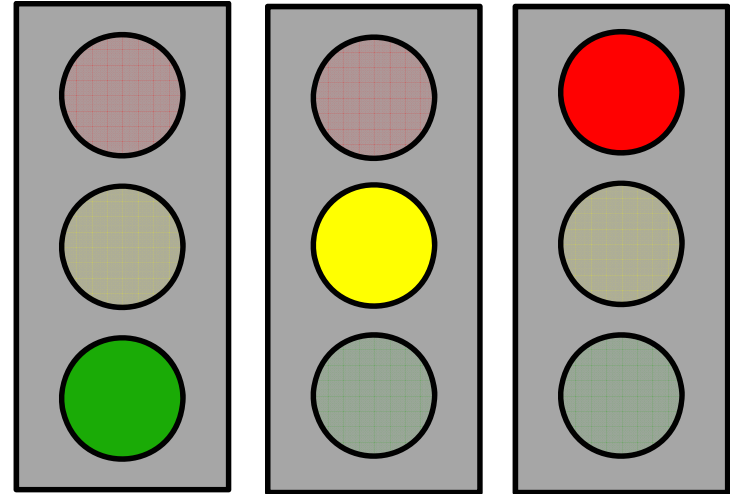
Energieneutraler Ortsteil Schümm

CO₂ Minderungspotential



Energieneutraler Ortsteil Schümm Bewertungssystem

Ampel



grün	=	sehr empfehlenswert
gelb	=	empfehlenswert
rot	=	nicht empfehlenswert

Bewertungskriterien:

Energieeinsparung

CO₂-Einsparung

Kosten bzw. Wirtschaftlichkeit

Regionale Wertschöpfung

Energieneutraler Ortsteil Schümm

Kostenabschätzung Effizienzsteigerung

Geschätzte Kosten pro WE **2.850 €/WE**

Beleuchtung ca. 150 €

TV ca. 750€

Kühlschrank ca. 1000€

Wäschetrockner ca. 750 €

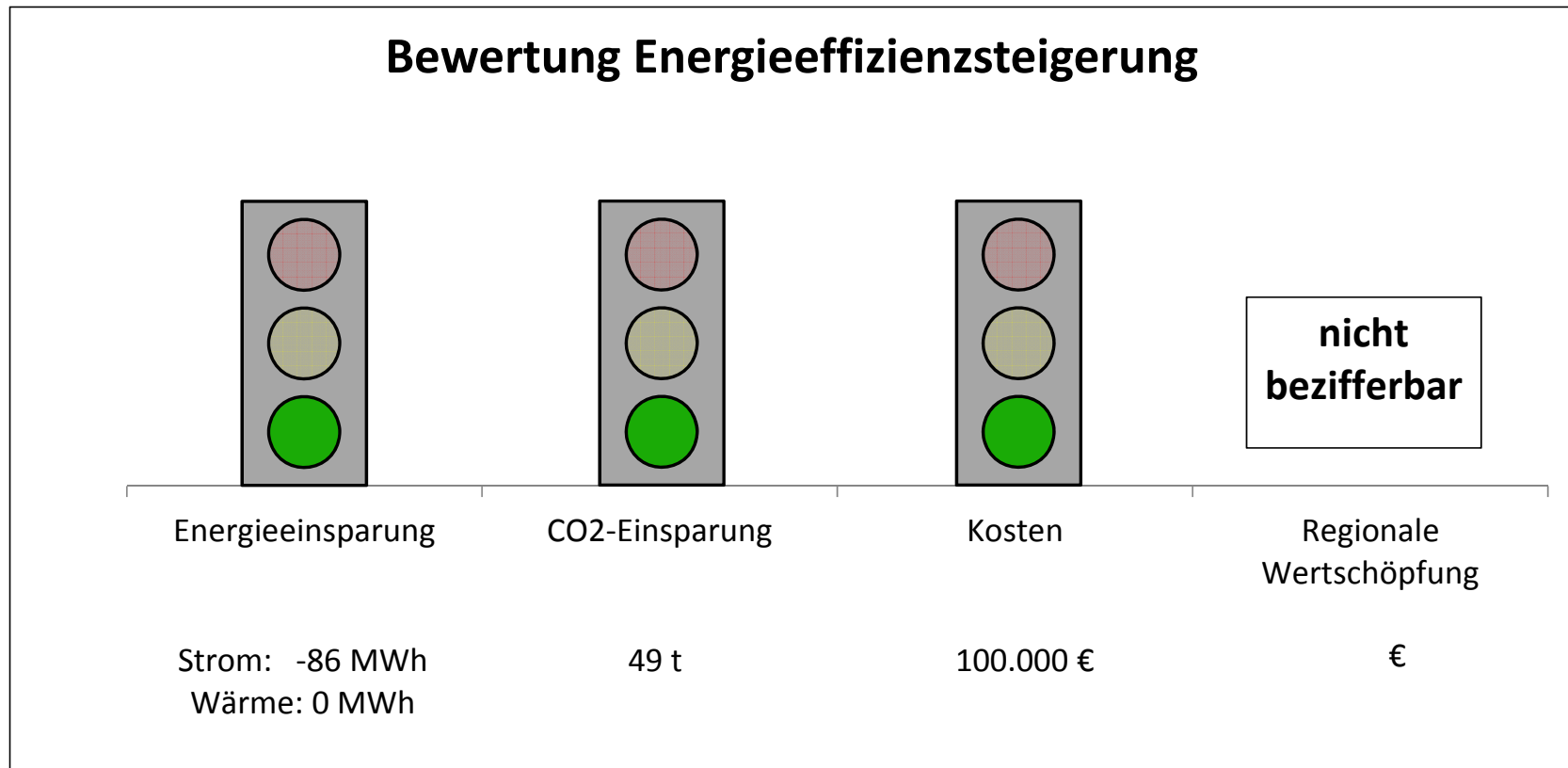
Gesamtkosten gerundet **100.000 €**

Einsparung 33% = 86 MWh/a

Energiekostensparnis **21.500 €/a**
(Stromkosten 25 Ct/kWh)

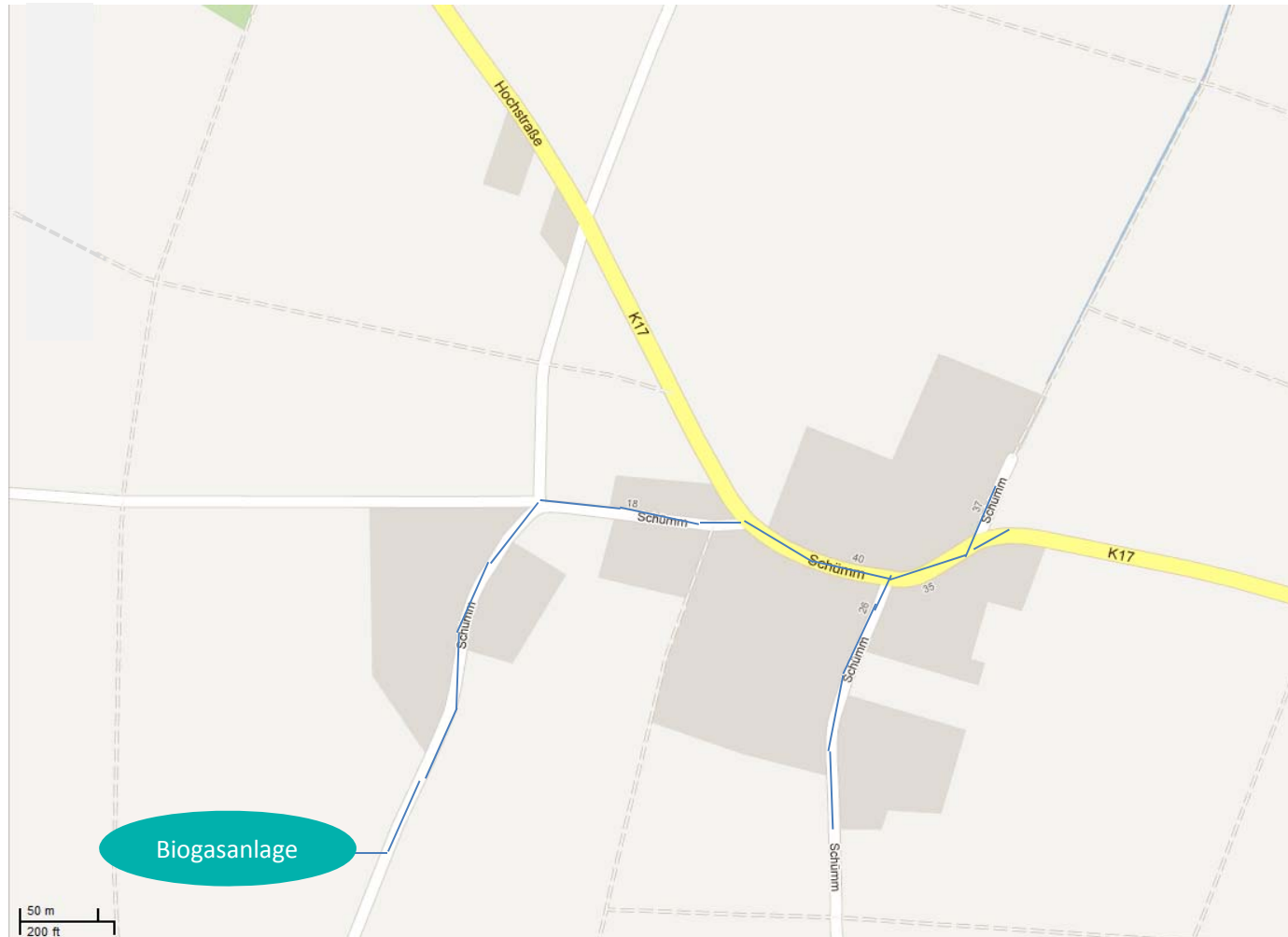
Energieneutraler Ortsteil Schümm

Bewertung Effizienzsteigerung



Energieneutraler Ortsteil Schümm

Kostenabschätzung Nahwärmenetz Biogas-BHKW



Energieneutraler Ortsteil Schümm

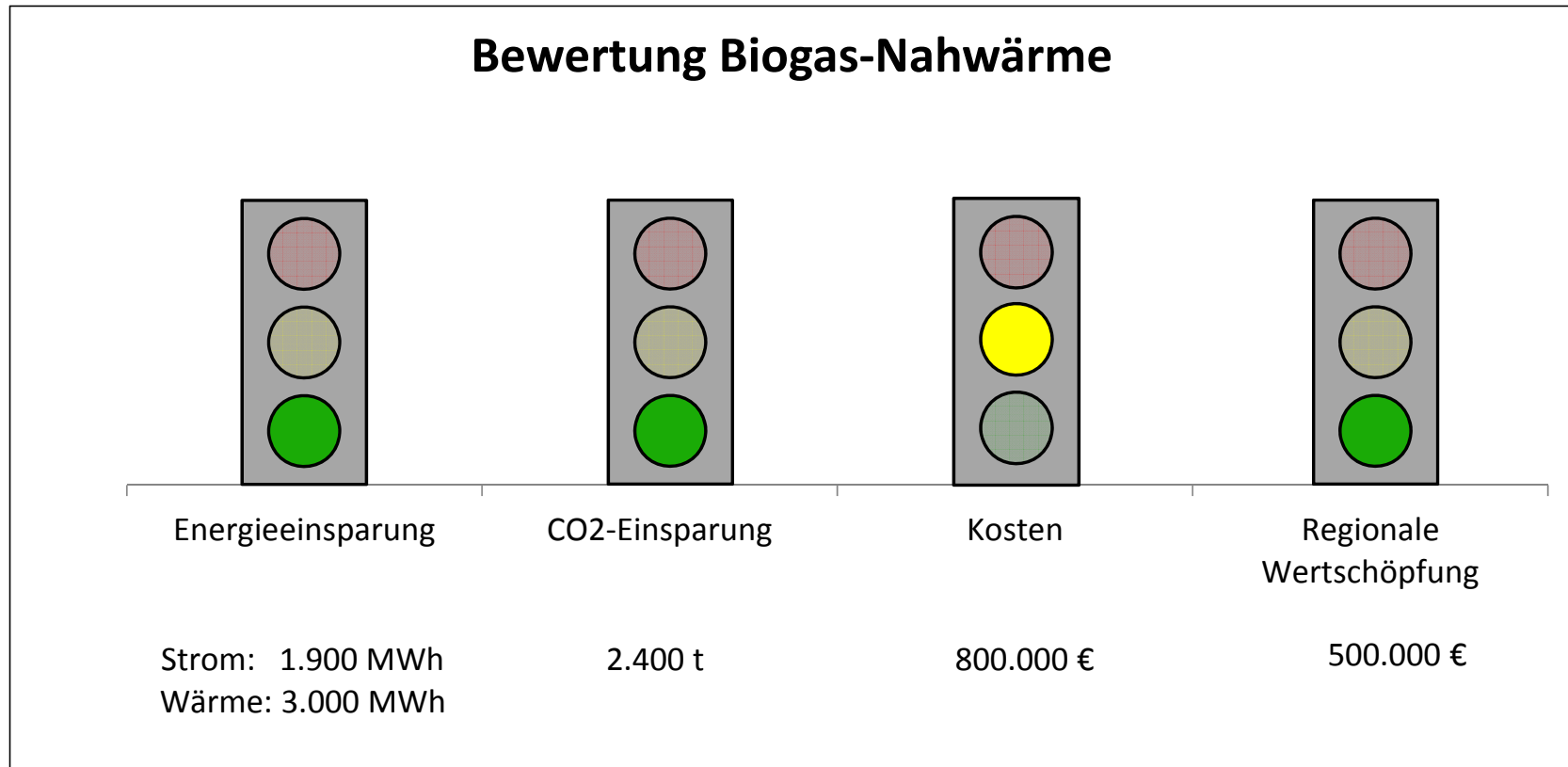
Kostenabschätzung Nahwärmenetz Biogas-BHKW

Anschlusskosten	3.000 €/Anschluss
Anzahl	35 Stück
spez. Rohrkosten	300 €/m
Rohrlänge	2.000 m
Sonstige Kosten	50.000 €
Gesamtkosten	750.000 €
Jährlicher Wärme-Erlös (kostenfreie Wärme)	42.000 €/a + ggf. EEG Erstattung

Annahme: Brennstoffpreis 7 Ct/kWh

Energieneutraler Ortsteil Schümm

Bewertung Nahwärmenetz Biogas-BHKW



Energieneutraler Ortsteil Schümm

Kostenabschätzung Windkraft

Großwindanlage

spez. Preis Windenergieanlagen (WEA) 1.000.000 €/MW
WEA-Kosten 2.300.000 €

Fundament	100.000 €
Übergabestation	50.000 €
Verkabelung WEA	30.000 €
Netzanbindung	300.000 €
Zuwege/Kranstellfläche	50.000 €
Planungskosten	75.000 €
Gutachten/Gebühren	25.000 €
Sonstiges	50.000 €

Gesamtinvestition 2.980.000 €

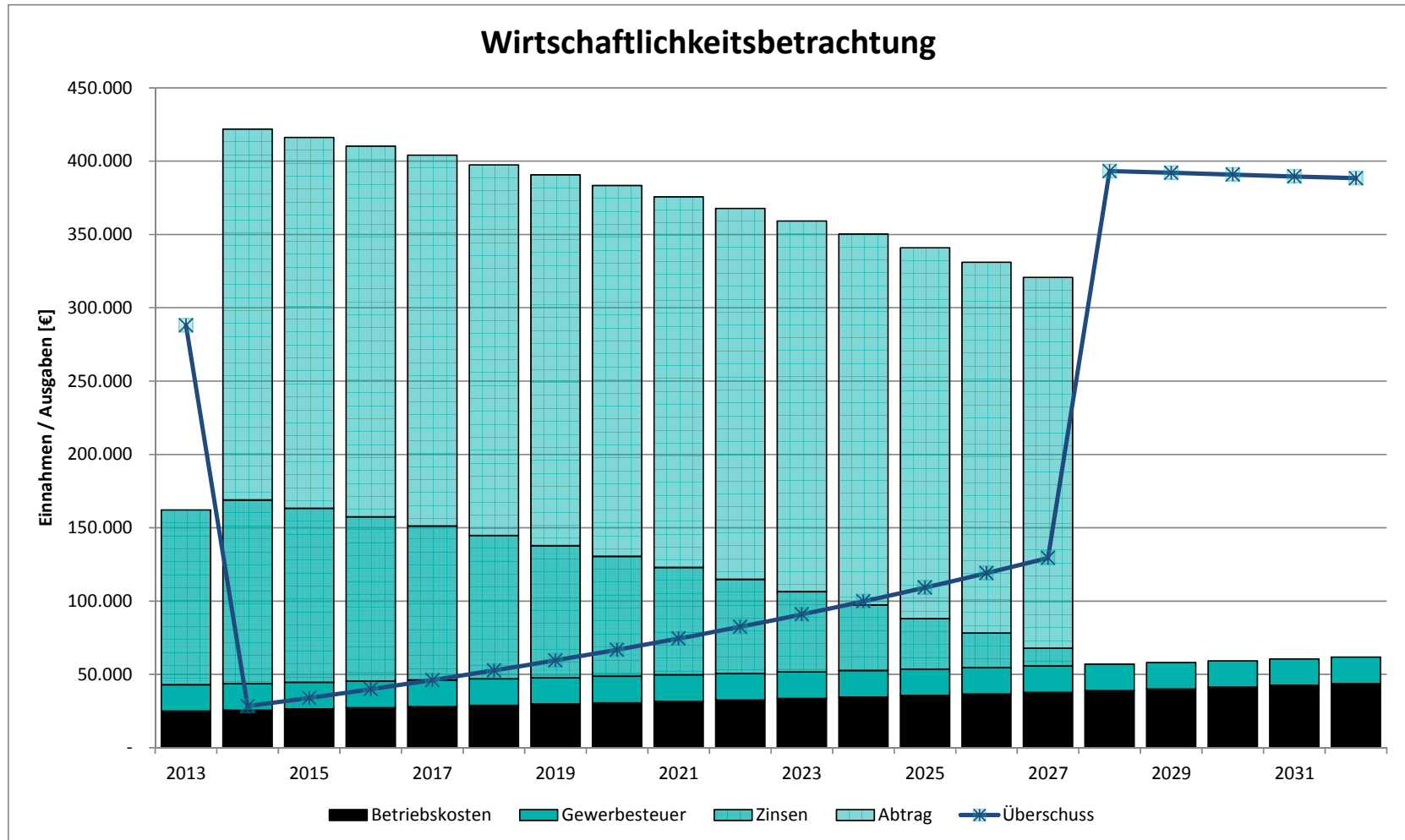
Energieneutraler Ortsteil Schümm

Kostenabschätzung Windkraft

Gesamtinvestition	2.980.000 €
Eigenkapitalanteil	20%
Eigenkapital	596.000 €
Eigenkapital pro WE	17.000 €
Zinsen	5%
 Fremdkapital	 2.384.000 €
Zinsen	5%
Laufzeit	15 a
 Vergütung	 9,41 Ct / kWh
 Jährlicher Erlös	 450.000 € / a

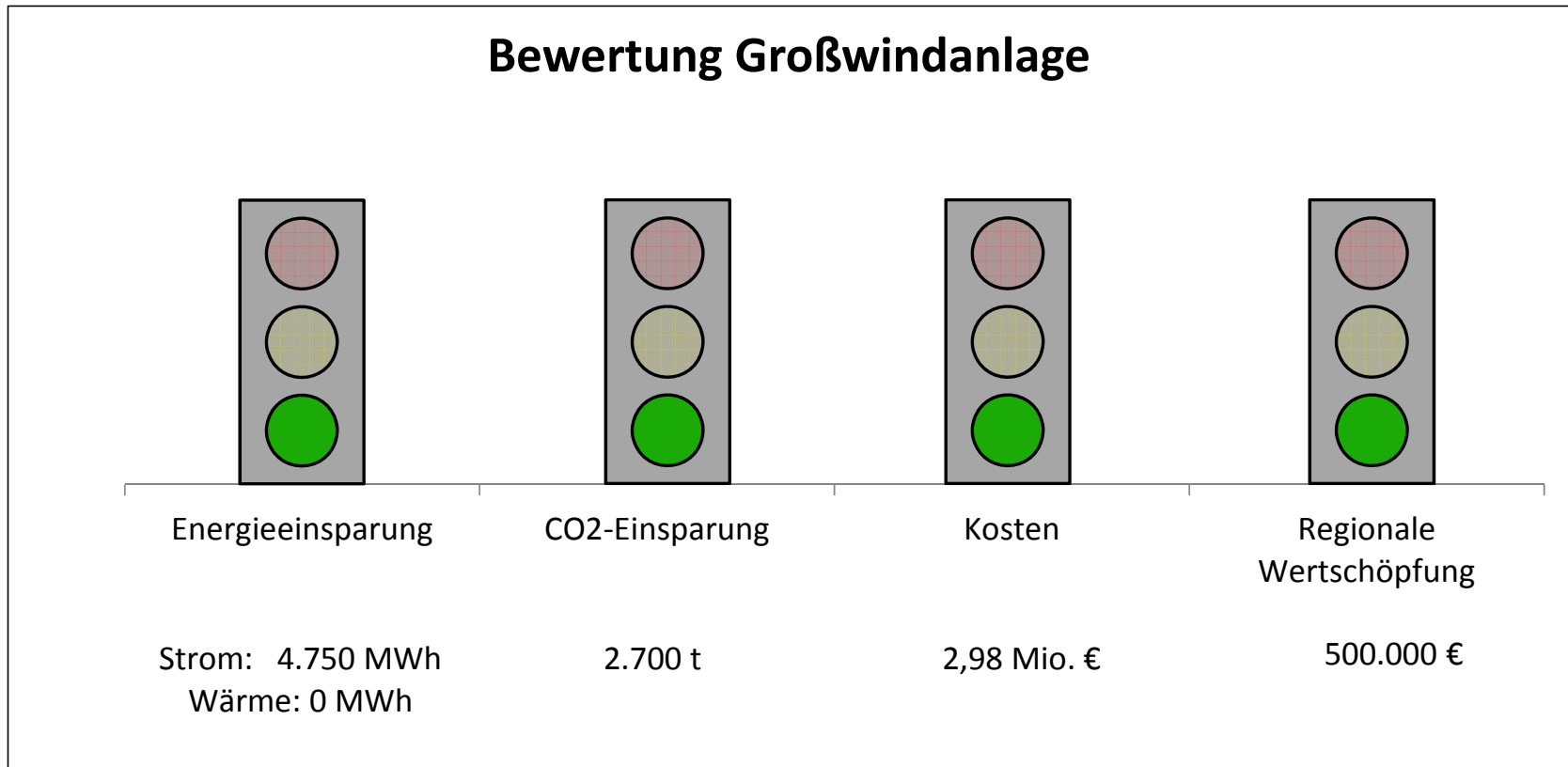
Energieneutraler Ortsteil Schümm

Kostenabschätzung Windkraft



Energieneutraler Ortsteil Schümm

Bewertung Großwindanlage



Energieneutraler Ortsteil Schümm

Kostenabschätzung Windkraft

Kleinwindanlage

spez. Windradkosten 33.000 €/Stk

Gesamtinvestition 957.000 €

Eigenkapital 100%

Eigenkapital pro WE 27.350 €

Zinsen 5%

Vergütung 9 Ct / kWh

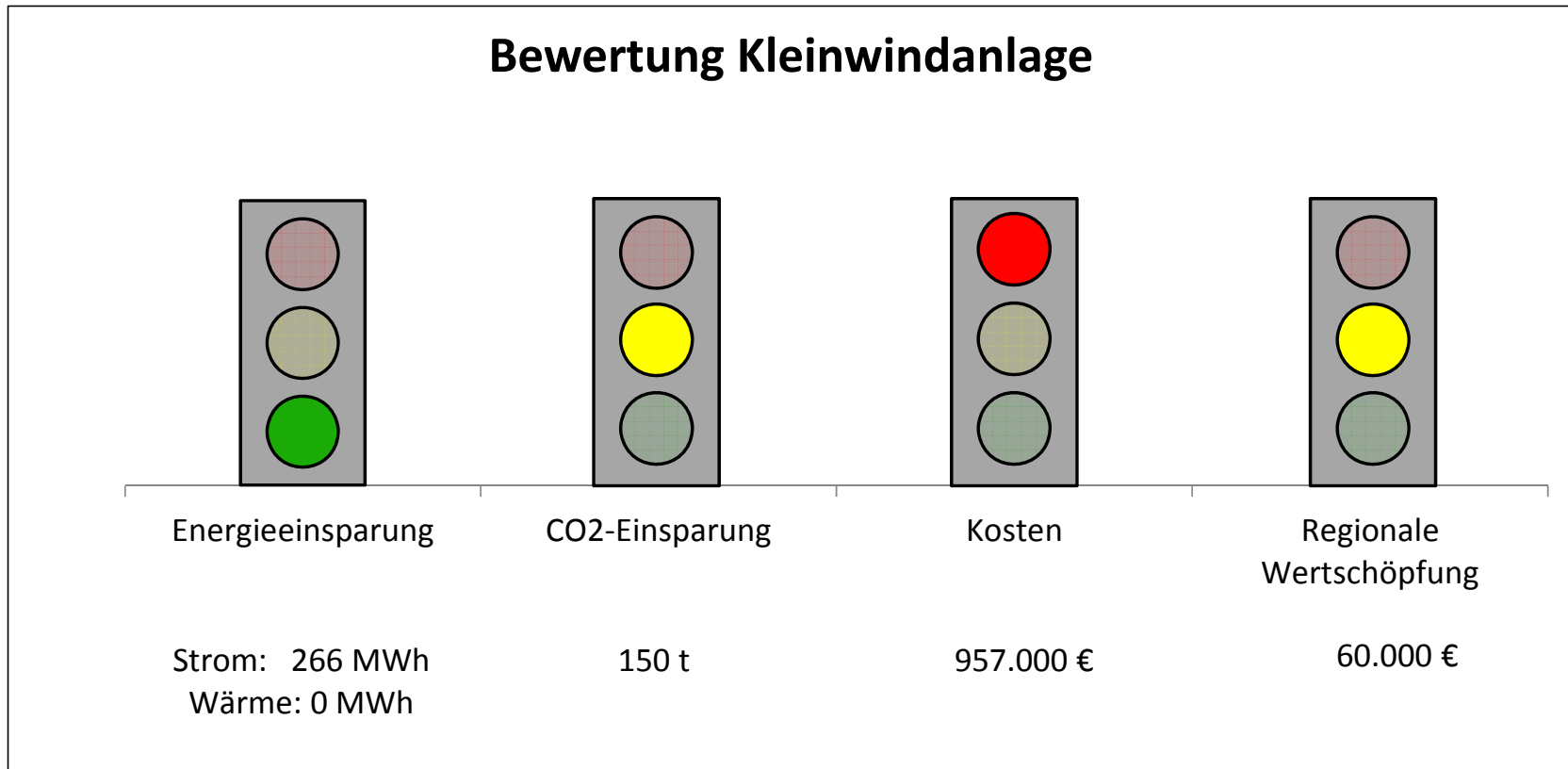
Ertrag 9,4 MWh/a

Anzahl KWA 29 Stk.

Jährlicher Erlös 24.500 €/a

Energieneutraler Ortsteil Schümm

Bewertung Kleinwindanlage



Energieneutraler Ortsteil Schümm

Kostenabschätzung PV

Nutzbare Dachflächen

mit Eignungsfaktoren 15%

1.620 m²

20%

2.160 m²

Kollektorfläche ca.

9 m²/kWp

Mögliche Kollektorleistung

1.620 m² = 180 kWp

2.160 m² = 240 kWp

Effizienz (BRD)

700 kWh/kWp

Installierbare PV-Leistung
(Mittelwert)

210 kWp = 147 MWh/a

spez. Anlagen Kosten

2.000 €/kWp

PV-Anlagen Kosten

420.000 €

Energieneutraler Ortsteil Schümm

Kostenabschätzung PV

Gesamtinvestition

420.000 €

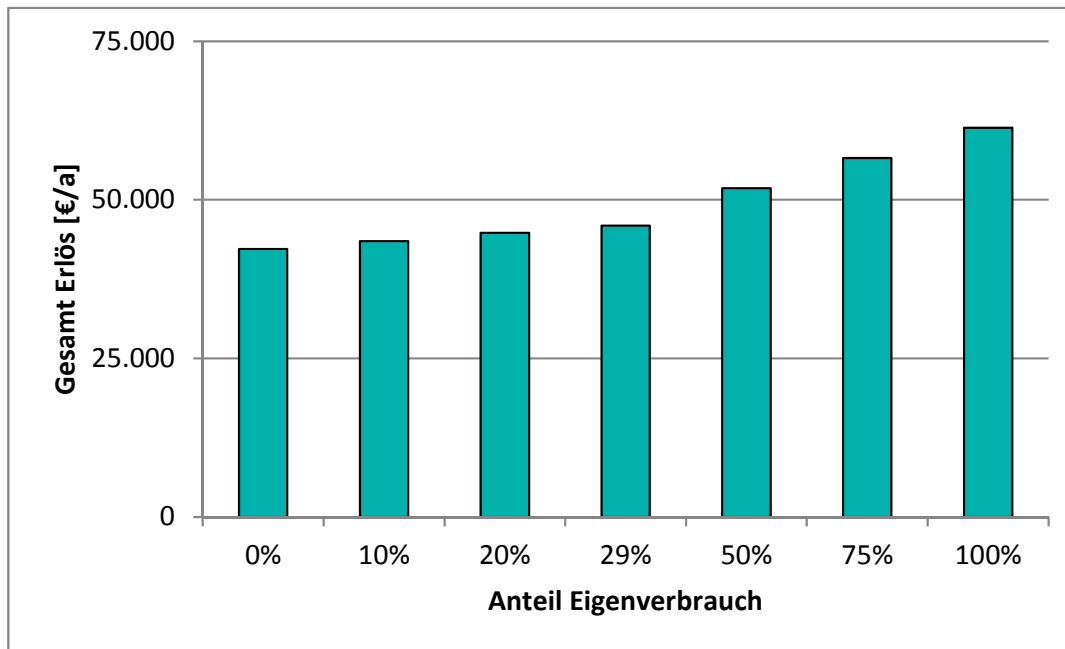
Vergütung

(100% Einspeisung)

28,7 Ct / kWh

Jährlicher Erlös

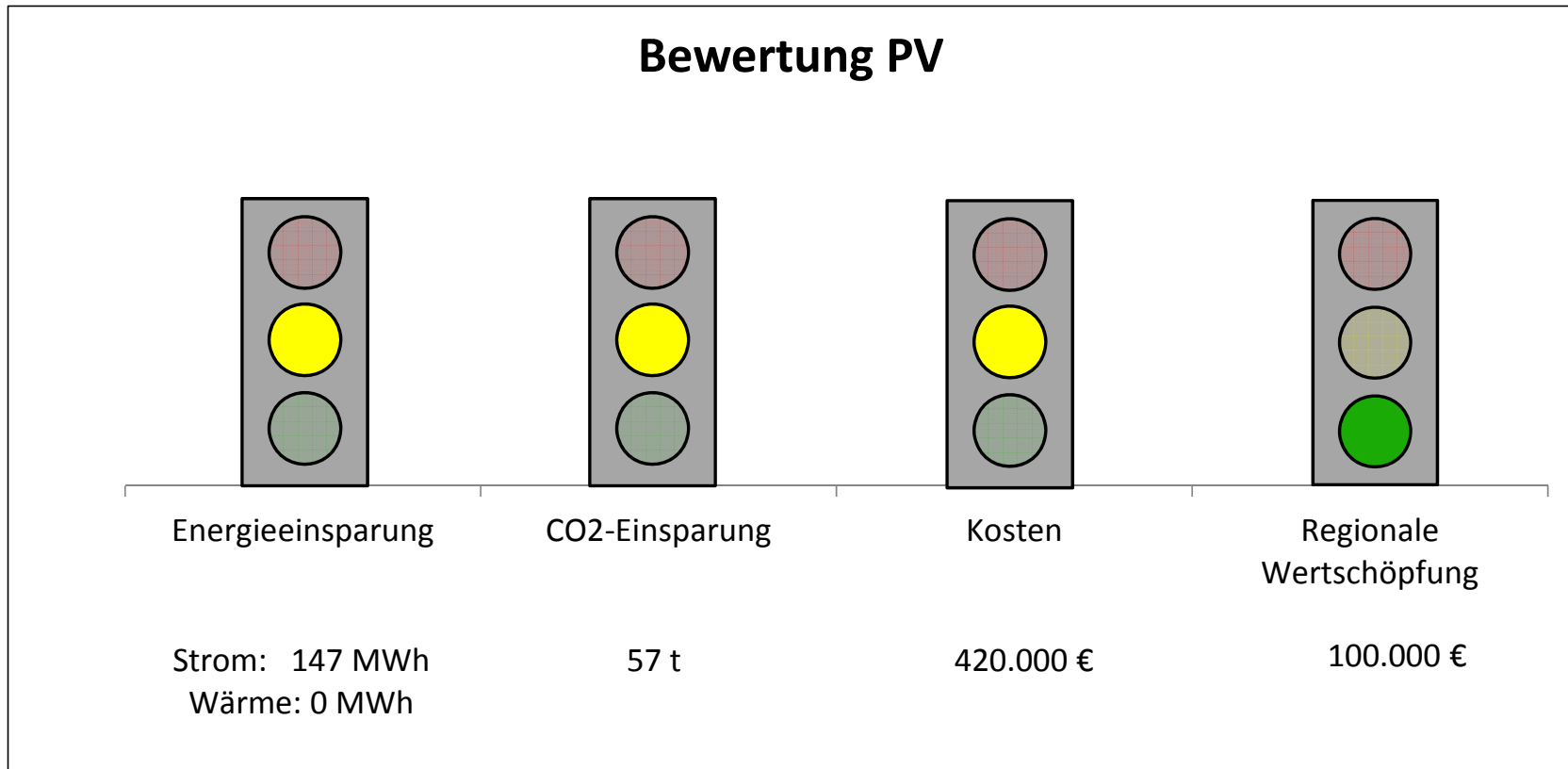
42.000 €/a



**mit steigendem
Eigenverbrauch
steigt die
Rentabilität**

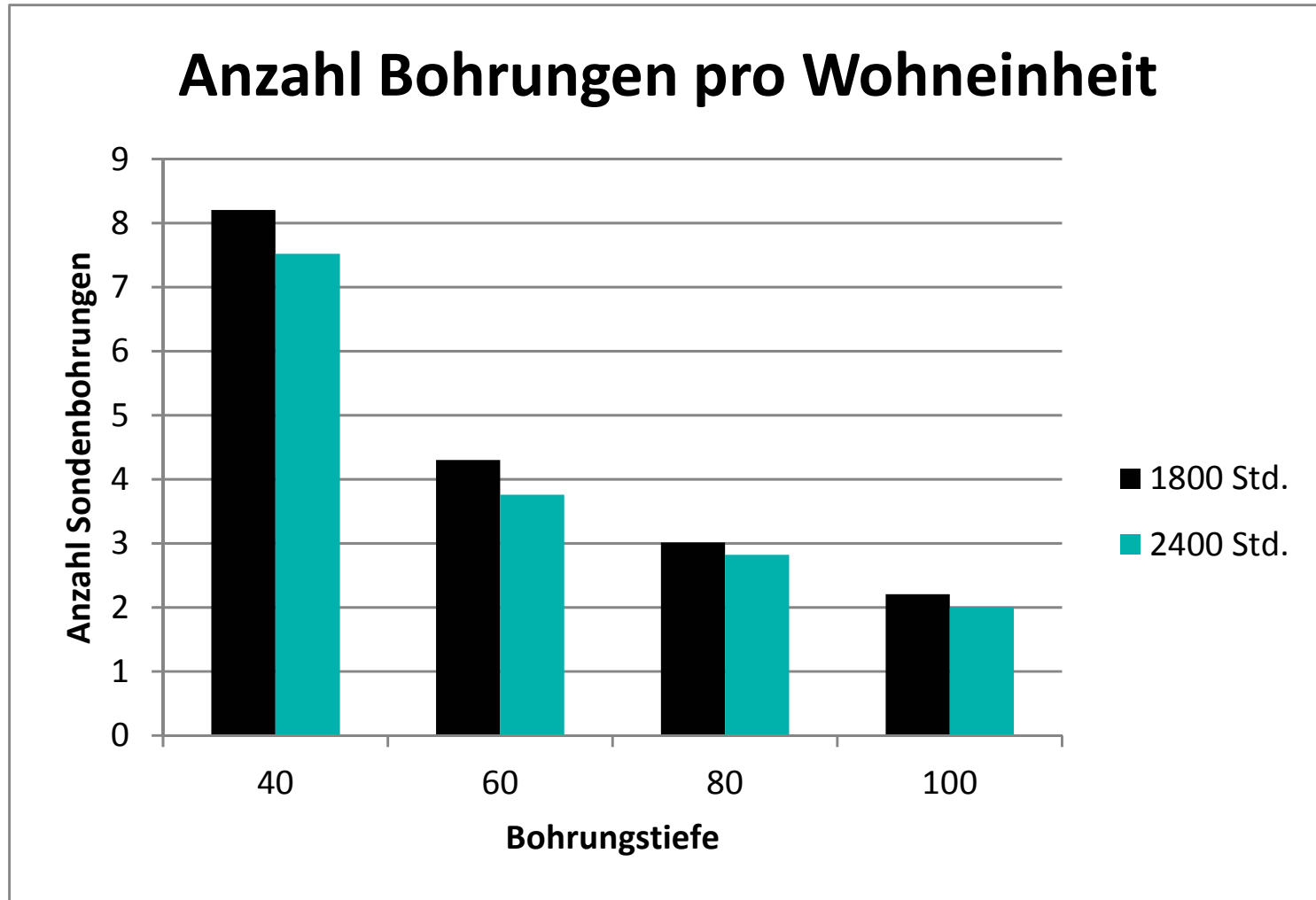
Energieneutraler Ortsteil Schümm

Bewertung PV



Energieneutraler Ortsteil Schümm

Kostenabschätzung Geothermie + Wärmepumpe



Energieneutraler Ortsteil Schümm

Kostenabschätzung Geothermie + Wärmepumpe

Anzahl Sonden	3 Stk./WE
Bohrungstiefe	80 m
Kosten pro Bohrmeter	60 €/m
Kosten pro Wärmepumpe	9.000 €
Kosten pro WE	23.000 €/WE
Sonstige Kosten	50.000 €
Gesamtkosten	850.000 €
Jährlicher Wärme-Erlös	42.000 €/a
Jährliche Stromkosten	37.000 €/a
Gesamterlös	5.000 €/a

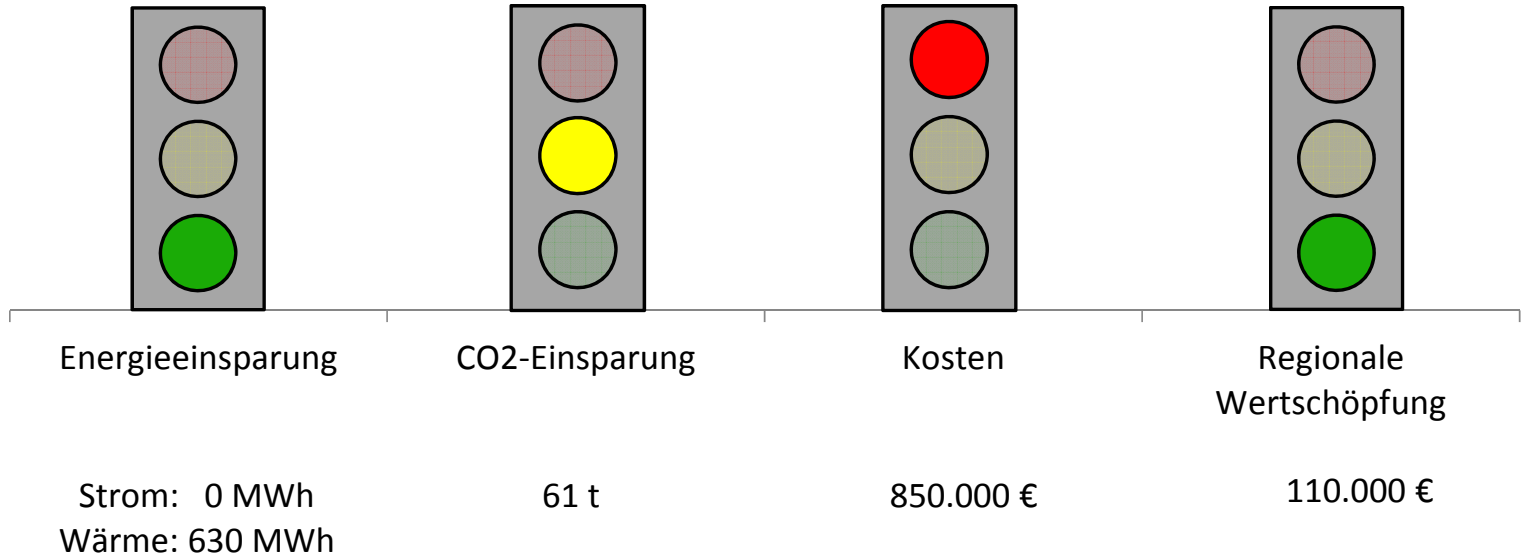
Für Bestandsgebäude nicht Wirtschaftlich!!!

Annahme: Brennstoffpreis 7 Ct/kWh, Strompreis 25 Ct/kWh

Energieneutraler Ortsteil Schümm

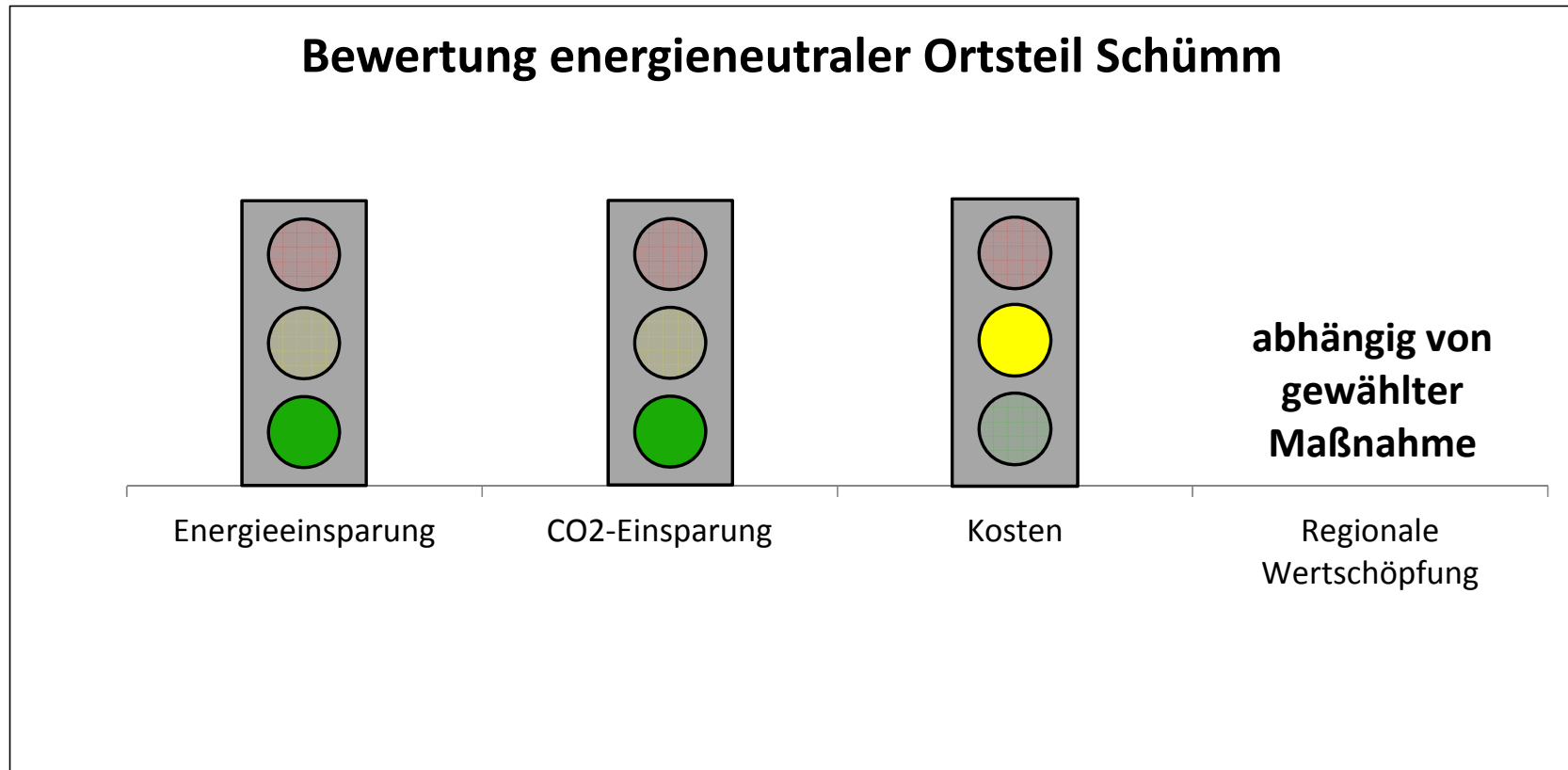
Bewertung Geothermie

Bewertung Geothermie



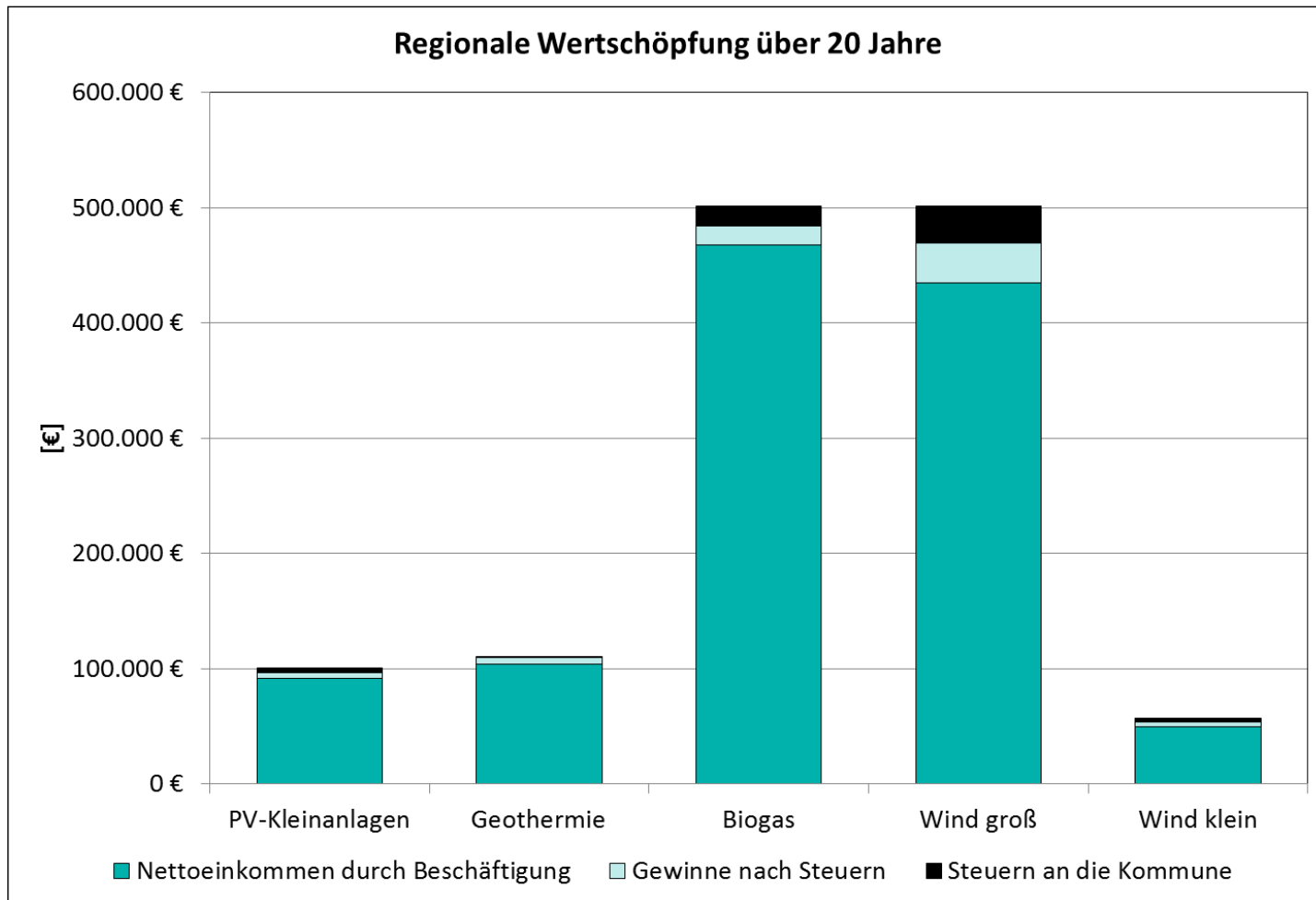
Energieneutraler Ortsteil Schümm

Bewertung aller Maßnahmen



Energieneutraler Ortsteil Schümm

Bewertung aller Maßnahmen



Energieneutraler Ortsteil Schümm

Handlungsschritte

Handlungsempfehlung für 2013:

1. Energiebedarf senken
2. Neuen Energiebedarf bewerten
3. Maßnahmen zur Bedarfsdeckung neu bewerten
4. Maßnahmen zur Energieneutralität umsetzen

Inhalt

1. Energiebilanz
2. CO₂-Bilanz
3. CO₂-Einsparpotentiale
4. Energieneutraler Ortsteil Schümm
- 5. Energieneutrales Schulzentrum**
6. Öffentlichkeitsarbeit
7. Nutzung regenerativer Energien, insbesondere von Umwelt /Abwärme durch Wärmepumpen
8. Controllingkonzept

Energieneutrales Schulzentrum

Potential- und Machbarkeitsanalyse für ein energieneutrales Schulzentrum

Einleitung:

1.Übersicht Schulzentrum

Maßnahmenunterpunkte:

2.Aktionstage, Projektwoche und Wettbewerbe

3.Fahrrad im Sommer, Schulbus im Winter

4.Sanierungsmaßnahmen

5.Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung

Abschluss:

6.Fazit

Übersicht Schulzentrum

Potential- und Machbarkeitsanalyse für ein energieneutrales Schulzentrum



Gemeinschafts Hauptschule
Gangelt (GHS)

Foto: Mike Belov



Realschule des Schulverbandes
Selfkant in Gangelt (RSG)

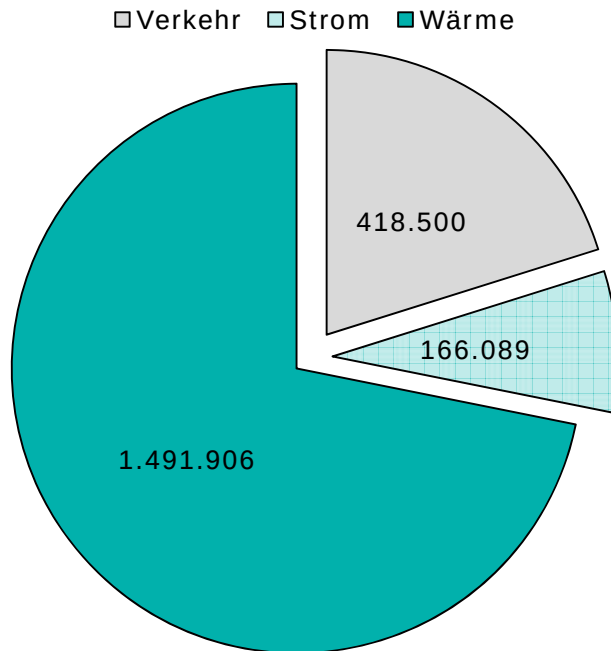
Foto: -agsb-

Übersicht Schulzentrum

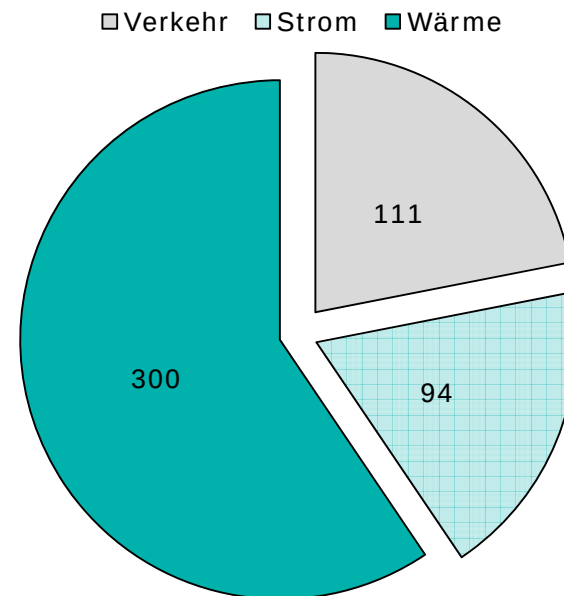
Endenergieverbrauch und CO₂-Emission

	Strom [kWh/a]	Wärme [kWh/a]	Verkehr [kWh/a]	Gesamt [kWh/a]
Endenergieverbrauch	166.089	1.491.906	418.500	2.076.495

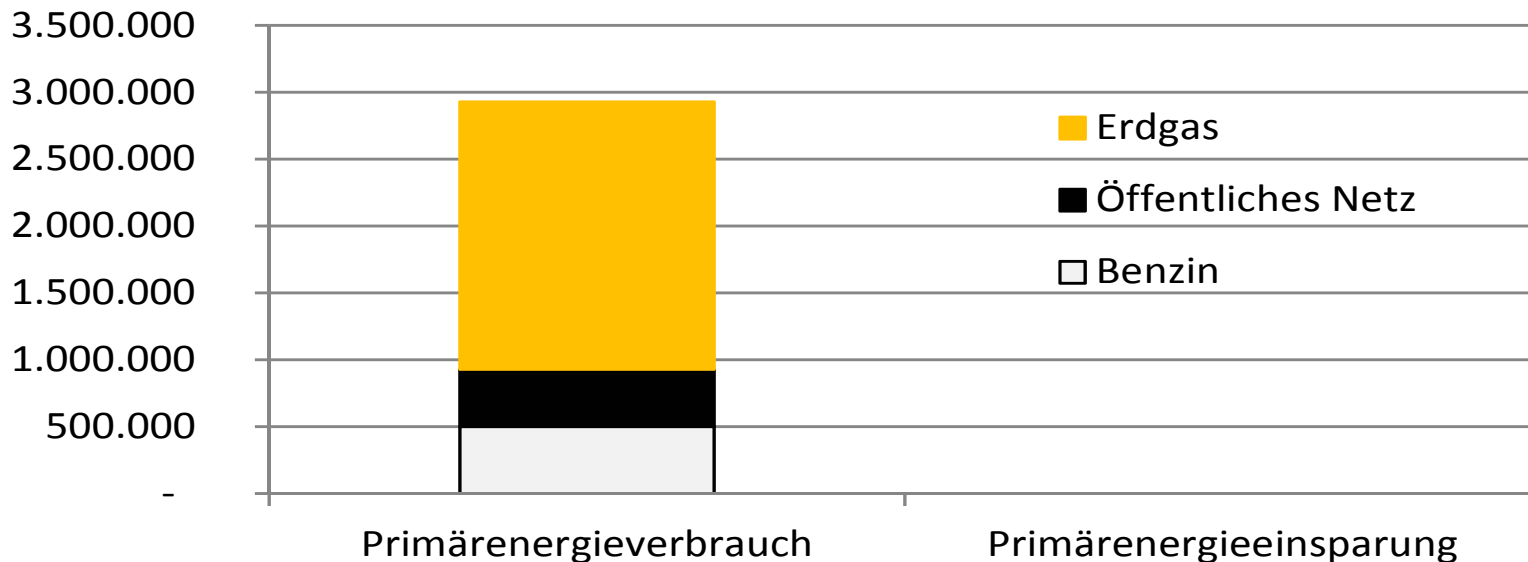
Endenergie in kWh / a



CO₂-Emission in t / a



Primärenergiebilanz in kWh/a Stand 2011



	Strom [kWh/a]	Erdgas [kWh/a]	Benzin [kWh/a]	Gesamt [kWh / a]
Primärenergieverbrauch	431.831	1.999.154	498.015	2.929.000

Aktionstage, Projektwochen und Wettbewerbe

Beschreibung

Schulzentrum wird täglich von ca. 1.000 Personen genutzt.
entsprechend 8,5% der Bevölkerung von Gangelt.

Inkl. Eltern, Freunde und Verwandte > 20% der Bevölkerung mit
Kontakt zur Schule.

Das Schulzentrum bietet sich an um auf das Thema Energie
aufmerksam zu machen.

Ziele:

- Energieverbrauch reduzieren
- Über die Schule Öffentlichkeitsarbeit verrichten und damit auch innerhalb der Kommune Energie einsparen
- Die Schüler auf das Thema Energie sensibilisieren

Minderungspotential und Kostenbestimmung

- Sehr schwer mess- und abschätzbar

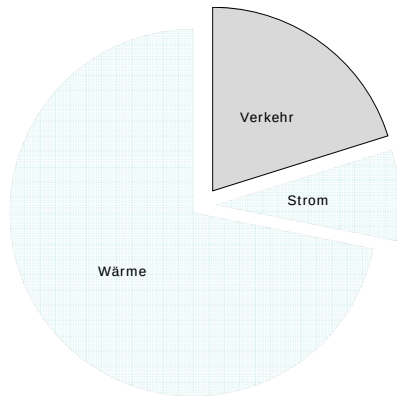
Fahrrad im Sommer, Schulbus im Winter

Beschreibung

Problematik

-Circa 15% der Schüler werden morgens und nachmittags zur Schule gebracht und abgeholt

Verkehrsbilanz:

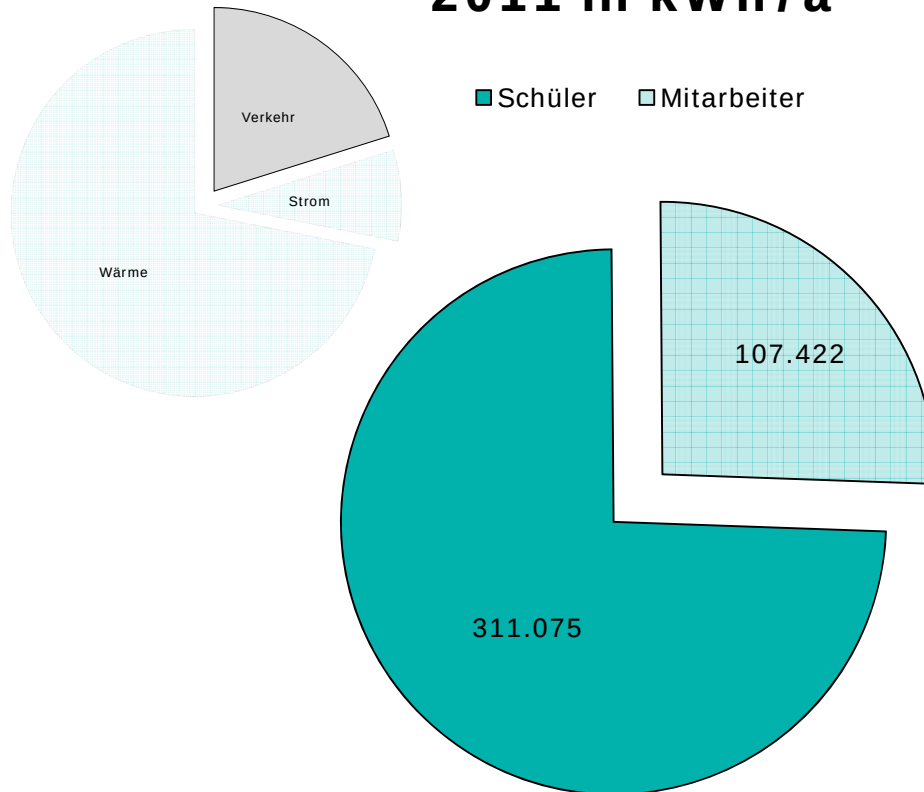


Über 200 Personen gelangen mit dem Auto zur Schule. Dadurch entstehen vermeidbare Energieverbräuche, da es die Möglichkeit gibt mit Bussen oder dem Fahrrad zum Schulzentrum zu gelangen.

Fahrrad im Sommer, Schulbus im Winter

Endenergieverbrauch und Entwicklung

Endenergieverbrauch 2011 in kWh/a



Einsparungsziel:
ca. 320.000kWh/a

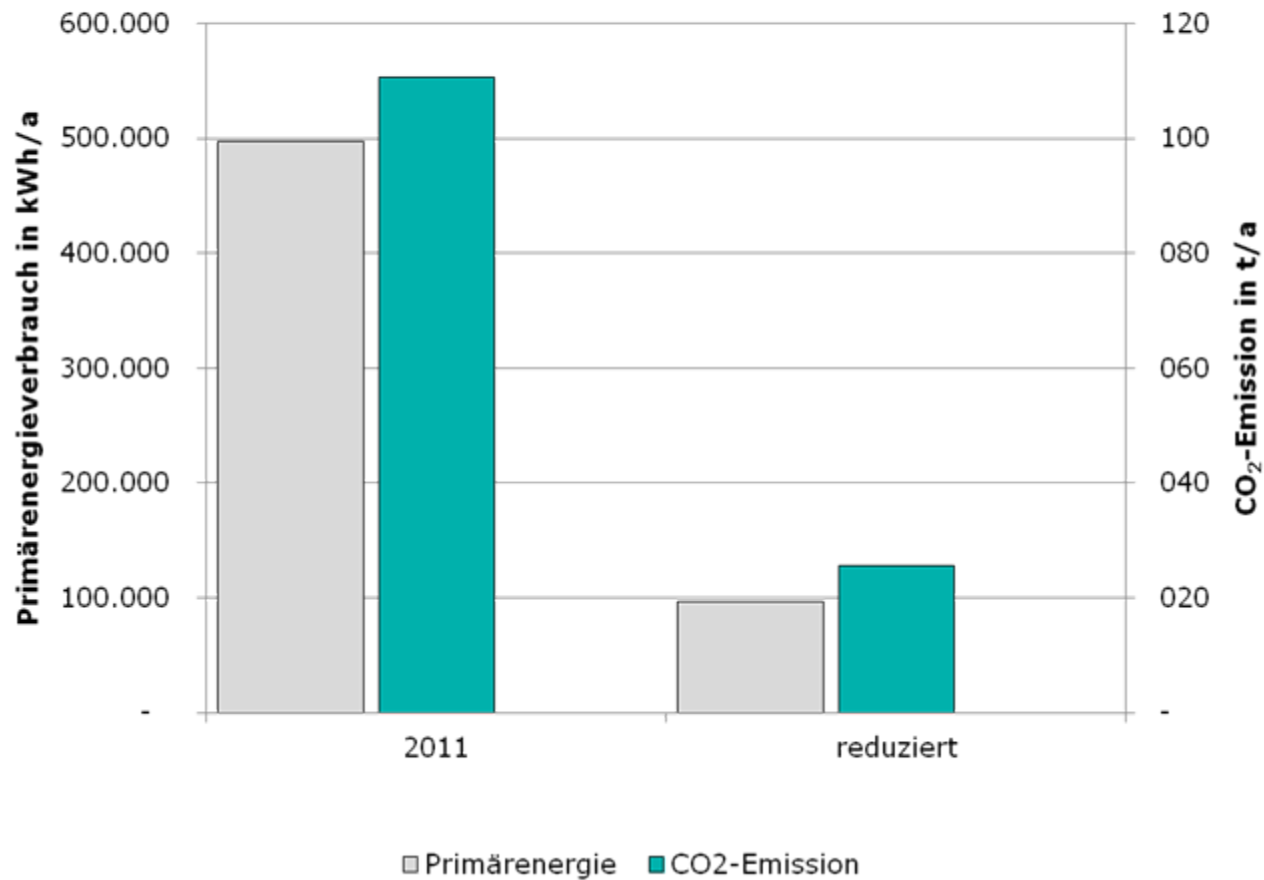
Die Schüler nutzen die öffentlichen Verkehrsmittel und Fahrräder für den täglichen Schulweg

10% der Mitarbeiter steigen ebenfalls auf öffentliche Verkehrsmittel oder das Fahrrad um

Fahrrad im Sommer, Schulbus im Winter

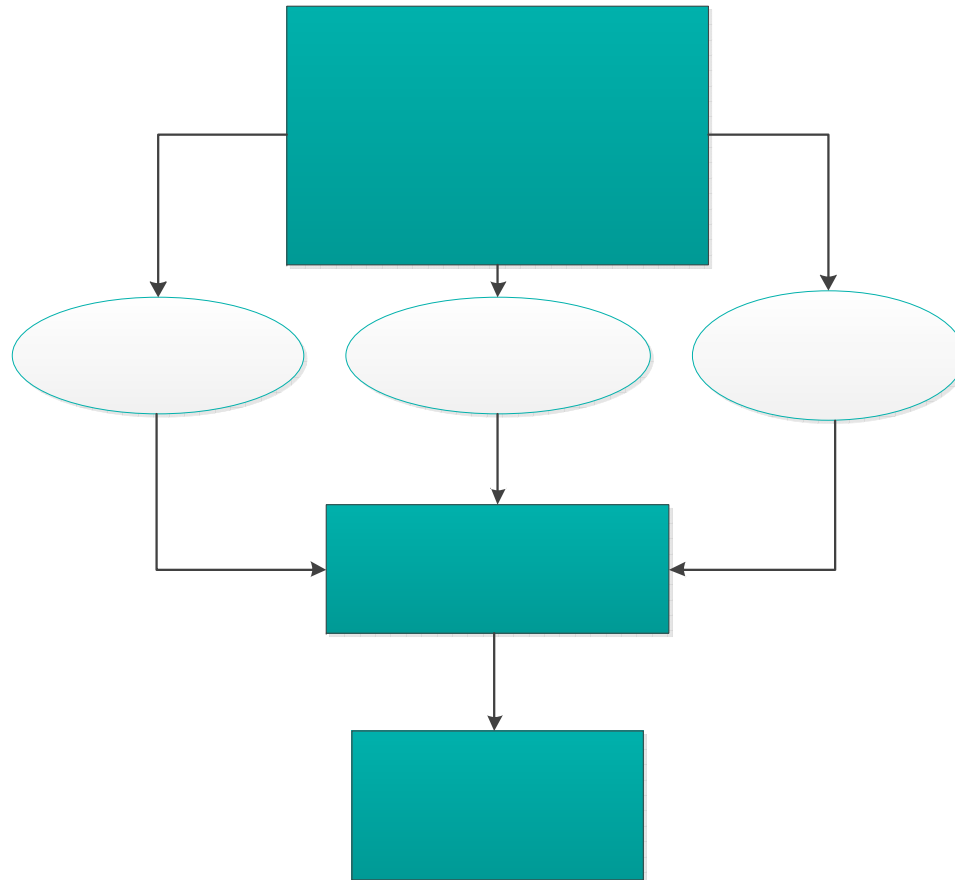
Entwicklungsbilanz Verkehrssektor

Verbrauch und Emission des Verkehrssektors



Fahrrad im Sommer, Schulbus im Winter

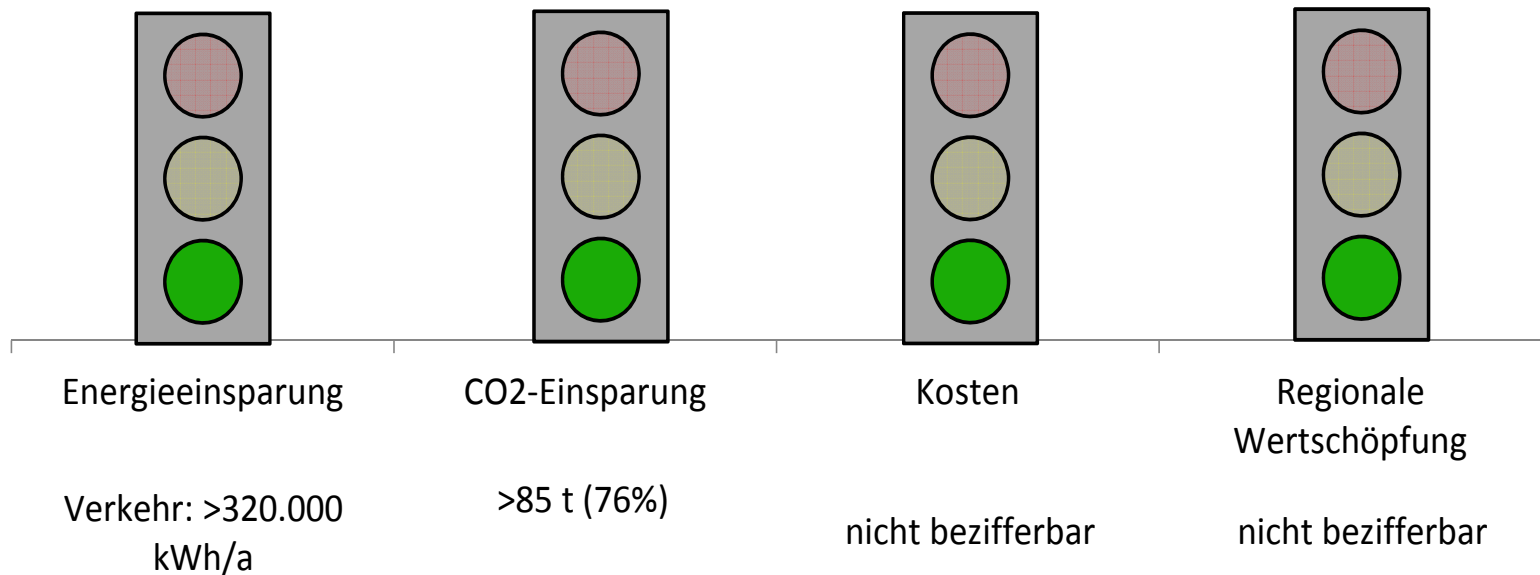
Handlungsschritte



Bewertung

„Aktionstage, Projektwochen und Wettbewerbe“ & „Fahrrad im Sommer; Schulbus im Winter“

Bewertung für: "Aktionstage, Projektwochen und Wettbewerbe" & "Fahrrad im Sommer; Schulbus im Winter"



Ziele:

- Einsparpotential am Energieverbrauch aufzeigen
- Anpassung an Richtwerte nach EnEV 2009 und EEWärmeG 2011

Variante Passivhaus-Schule:

- Vorteile und Kostenvergleich

Sanierungsmaßnahmen

Vergleich: Ist-Zustand und Bauweise nach EnEV 2009 und EEWärmeG 2011

Aktuelle Gebäudestruktur

- Einfachverglaste Fenster
- Fehlende Wärmedämmung an Fassaden und Dächern
- Undichtigkeiten
- Wärmebrücken
- Keine regenerative Wärmeerzeugung

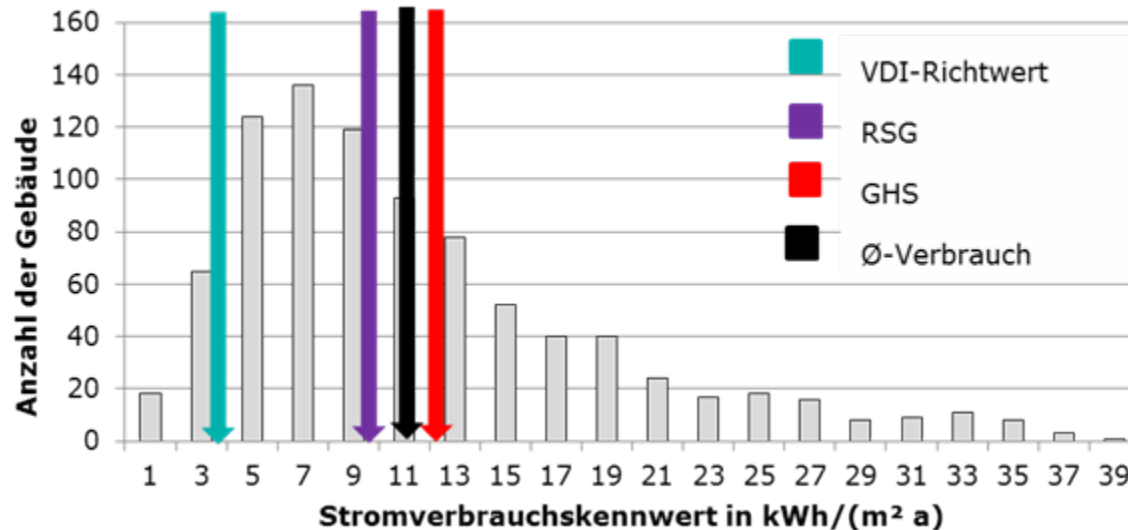
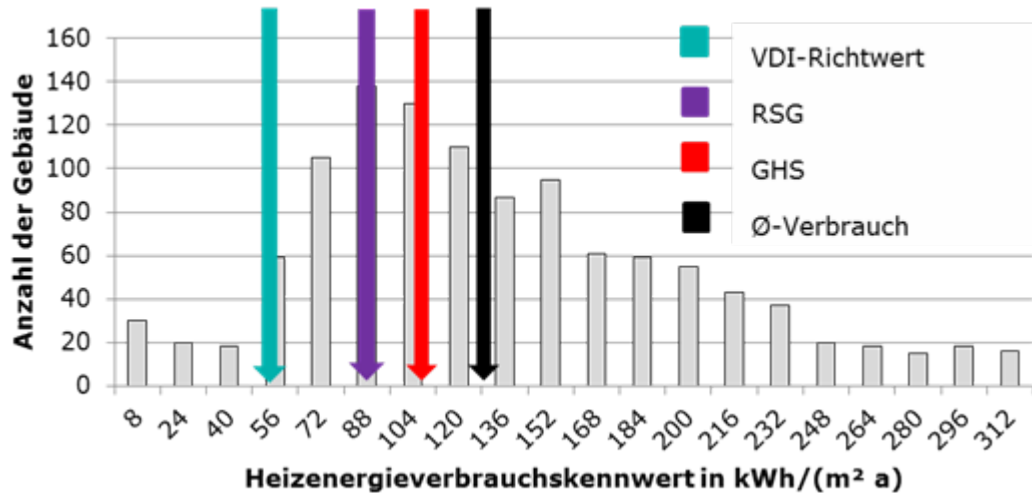
Aktuelle Bauweise nach EnEV 2009 und EEWärmeG 2011

Richtwerte:

- lichtundurchlässige Außenbauteile $0,35\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- lichtdurchlässige Außenbauteile $1,9\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- 15% des Wärme- und Kältebedarfs regenerativ decken

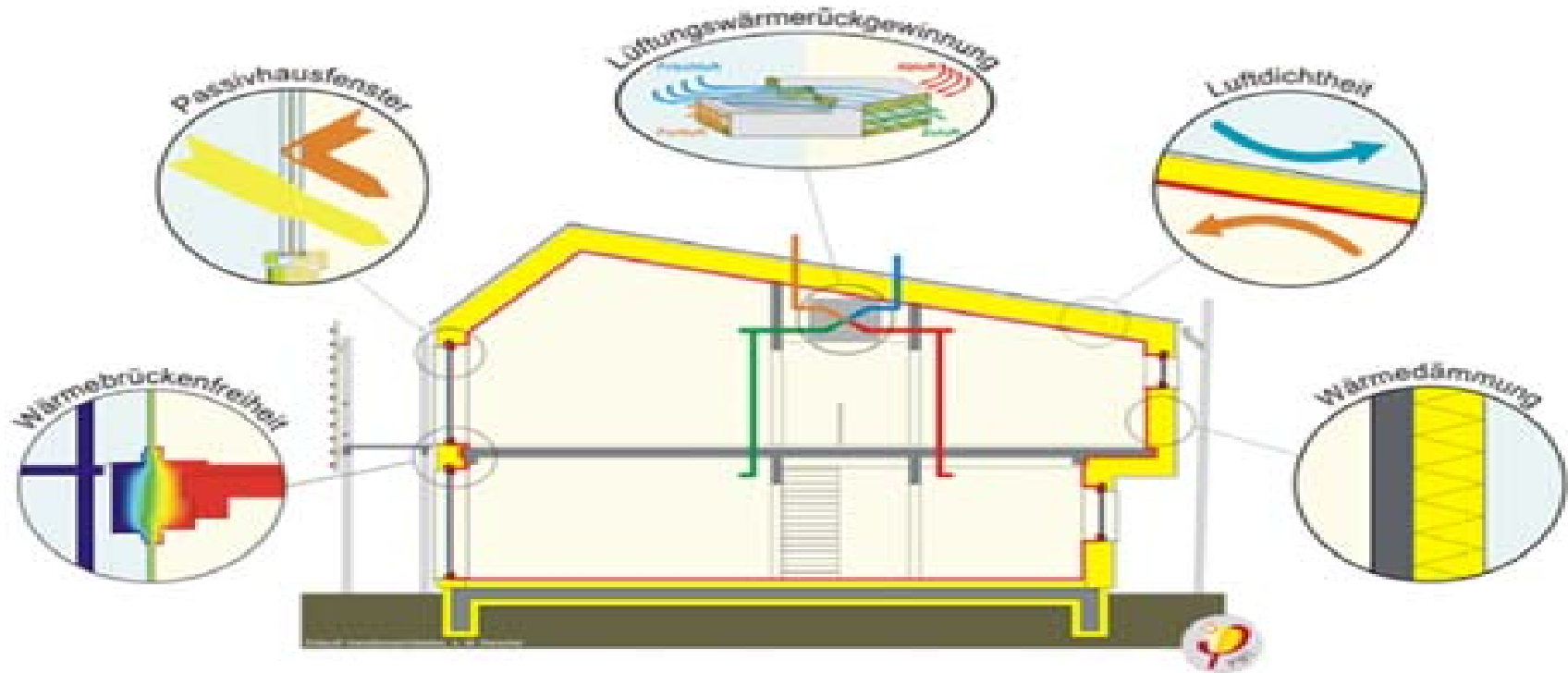
Sanierungsmaßnahmen

Vergleich: Richtwerte nach VDI 3807 und aktuelle Verbräuche



Sanierungsmaßnahmen

Option Passivhaus



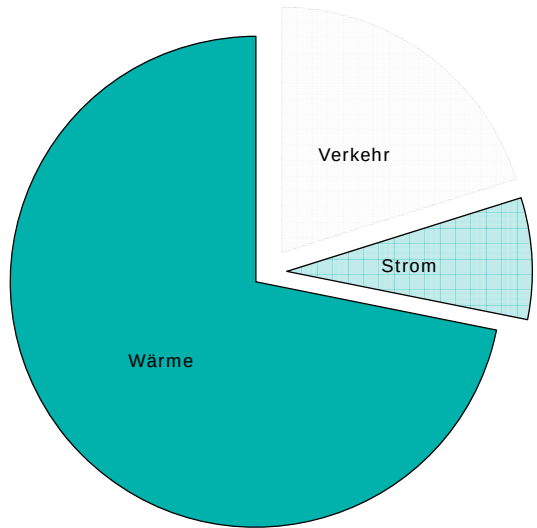
Vorteile:

Senkung des Heizenergiebedarfs auf $< 22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

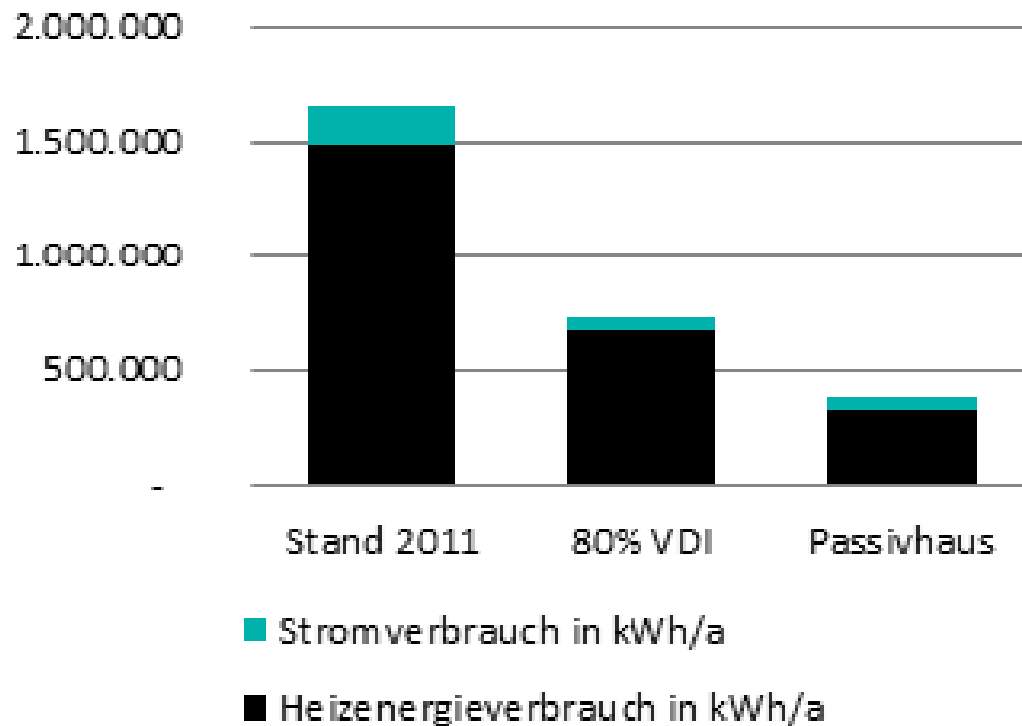
Belüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Sanierungsmaßnahmen

Handlungsschritte



Endenergieverbrauch



Sanierungsmaßnahmen

Kostenvergleich

Investitionskosten:

Sanierungsmaßnahme	ca. 4.750.000 €
Sanierung auf Passivhaus-Schule	ca. 5.500.000 €

Mögliche Einsparungen an Energiekosten:

Sanierungsmaßnahme:	ca. 73.500 €
Sanierung auf Passivhaus-Schule	ca. 95.325 €

Eine Amortisation ist erst nach über 55 Jahren möglich.

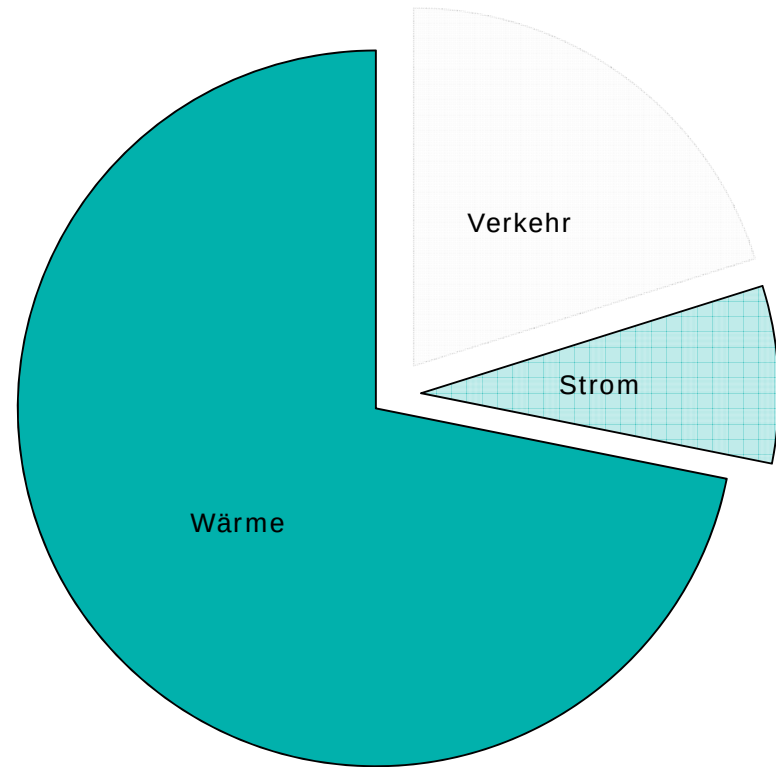
Annahme: Sanierung Fassade 840€/m²; Dach 160€/m²
bei 4.650m² Fassadenfläche & 4.900m² Dachfläche
Mehrkosten Passivhaus-Schule 10-15%

Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung

Beschreibung

Möglichkeiten:

- Photovoltaik
- Solarthermie
- Windkraft
- Biogasnutzung in einem BHKW
- Geothermie
- Biogene Brennstoffe



Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung

Photovoltaik-Anlagen und Solarthermie-Anlagen

Vorhandene Dachflächen:	6.100 m ²
Dachform:	Flachdach
Mögliche Installationsleistung:	295 kW _p
Mögliche Stromerzeugung:	265.000 kWh/a
Investitionskosten:	2.500 €/kW _p
Investitionssumme:	737.500 €
Einspeisevergütung:	58.247 €/a
Amortisationsdauer:	12,7 a

Durch Eigennutzung des erzeugten Stroms lässt sich die Amortisationszeit verkürzen.

Der geringe Warmwasserbedarf und die dezentrale Verteilung der Warmwasserspeicher sprechen gegen die Installation von Solarthermieanlagen. Eine solarthermische Nutzung ist nur auf dem Dach der GHS-Turnhalle denkbar.

Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung

Windkraft-Anlagen

Nutzung von Kleinwindanlagen ist möglich.

Anlagentyp:	Windspot 7500
Anlagenleistung:	7.500 W
Nabenhöhe:	18 m
Mögliche Auslastung:	1.250 Volllaststunden
Mögliche Erzeugung:	9.375 kWh/a
Investitionskosten:	33.000 €
Einspeisevergütung:	880 €/a
Amortisationsdauer:	37,5 a

Installation ist aufgrund der geringen erwarteten Auslastung nicht sinnvoll.

Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung

Biogas-Nutzung

Nutzung von Biogas ist möglich bei Anbindung an die Biogas-Anlage in Schümm.

Biogas-Leitungslänge:	3,5 km
Investitionskosten:	175.000 €

Die mögliche Wärmenutzung hängt von der Gebäudestruktur ab.
Versorgung durch ein biogasbetriebenes BHKW

BHKW-Auslastung bei unsaniertem Gebäude:	7.500 h/a
Maximale thermische Leistung für KWK-Zuschlag:	230 kW _{th}
Investitionskosten bei Neukauf (100 kW _{el}):	150.000 €

Installation ist nur sinnvoll, wenn die Gebäude nicht saniert werden, da sonst der Wärmebedarf sinkt und Auslastung des BHKW nicht gewährleistet wird.

Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung

Geothermie-Anlagen

Die Leistungszahl einer Wärmepumpe ist abhängig vom eingesetzten Heizungstyp. Sinnvolle Nutzung von Erdwärme ist nur denkbar, wenn Flächenheizungen im Schulzentrum vorhanden sind.

Versorgung mit Erdwärme bei Sanierung auf Passivhaus-Schule

Anzahl der nötigen Erdwärmesonden:	18 bzw. 25
Tiefe der Erdwärmebohrung:	140 bzw. 100 m
Nutzbare Heizwärmemenge:	320.000 kWh/a
Benötigte Strommenge:	71.000 kWh/a
Investitionskosten:	400.000 €

Installation ist nur sinnvoll, wenn die Gebäude auf Passivhaus-Standard saniert werden, da sonst der Wärmebedarf zu hoch und die Leistungszahl der Wärmepumpen zu gering ist.

Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung

Biogene Brennstoffe

Als möglicher biogener Brennstoff steht neben Biogas nur Grünschnitt zur Auswahl. Andere Brennstoffe wie Holz oder Raps lassen sich nicht extra auf dem Schulgelände anbauen.

Die in Gangelst gesammelte Grünschnittmenge von 720 t/a reicht nicht aus um eine Anlage zur Wärme- und Stromerzeugung zu realisieren. Dazu sind weitere Mengen biogener Brennstoffe wie beispielsweise Wald-/Industrieholz notwendig.

Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung

Varianten zur primärenergieneutralen Gestaltung

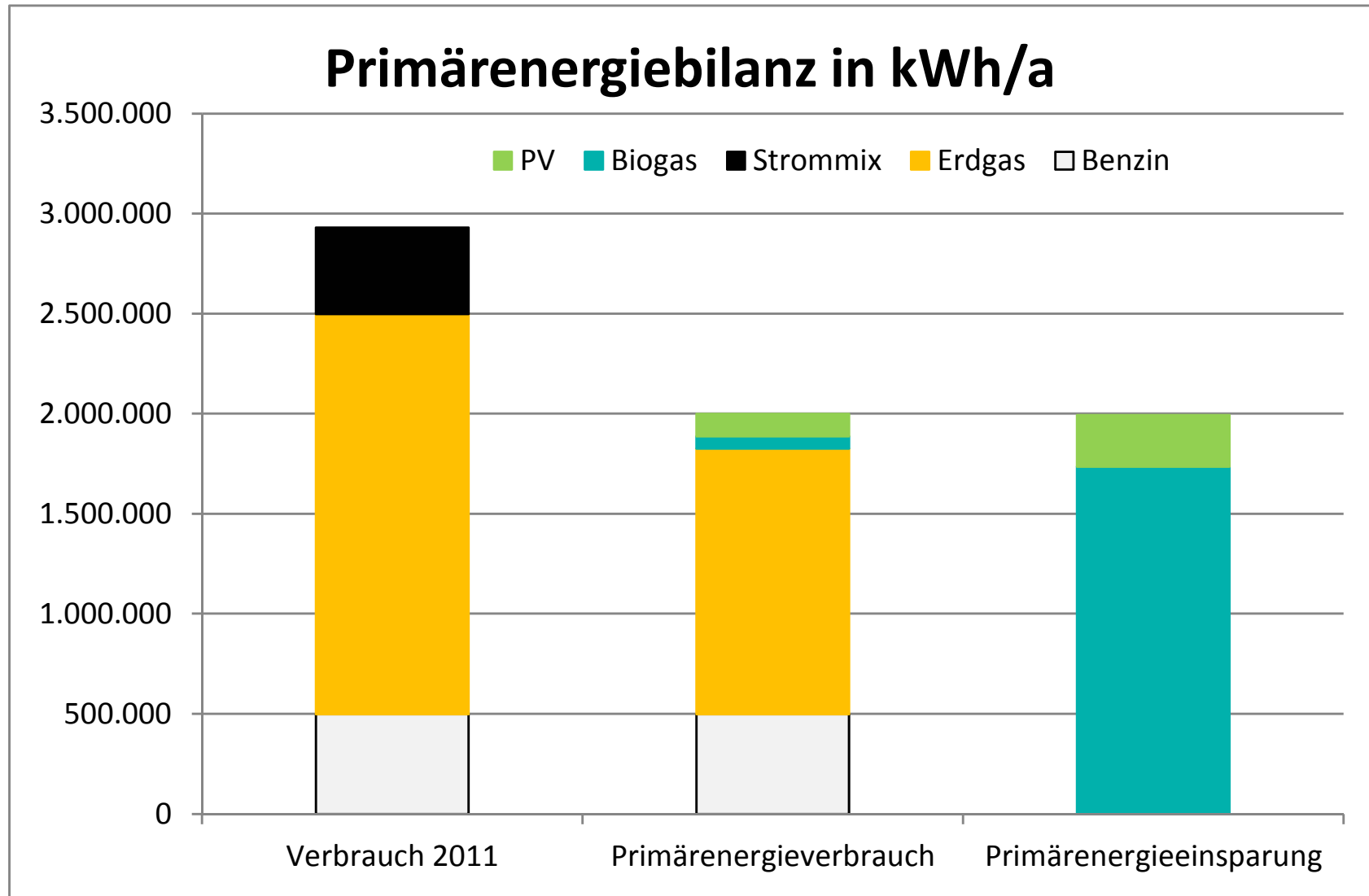
	VARIANTE 1	VARIANTE 2	VARIANTE 3
Verkehrssituation	gleichbleibend	Reduziert	Reduziert
Strom- & Wärmebedarf	gleichbleibend	Reduziert nach VDI 3807	Reduziert auf PH-Standard
Stromerzeugung	Photovoltaik & Biogas-BHKW	Photovoltaik & Kleinwind	Photovoltaik
Wärmeerzeugung	Biogas-BHKW & Erdgaskessel	Erdwärme & Erdgaskessel	Erdwärme

	VARIANTE 1	VARIANTE 2	VARIANTE 3
Primärenergie-neutrale Gestaltung	möglich	Nicht möglich	möglich

Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung

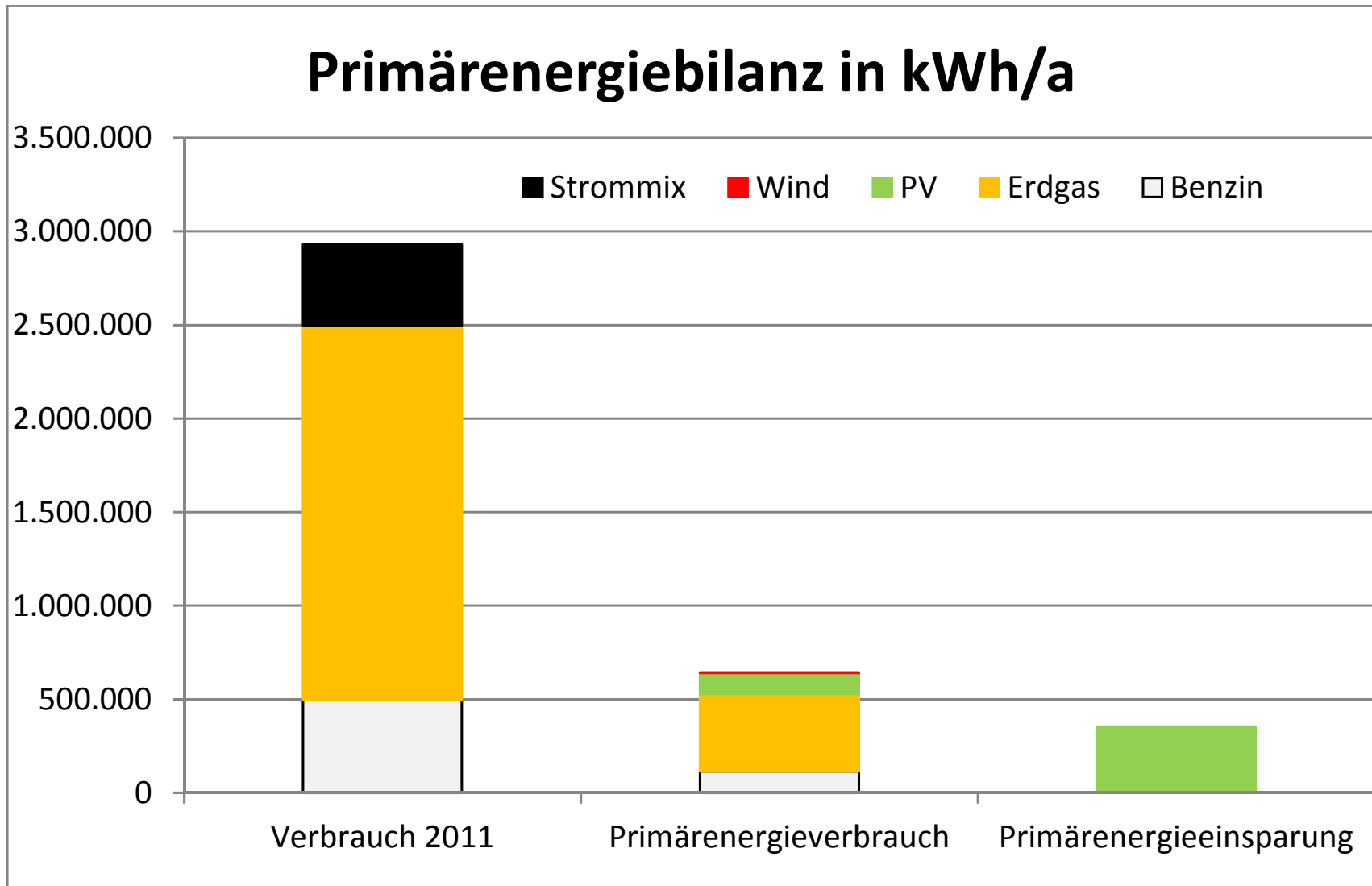
Primärenergiebilanz Variante 1: gleichbleibende Verbräuche

Erzeugung durch PV & Biogas



Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung

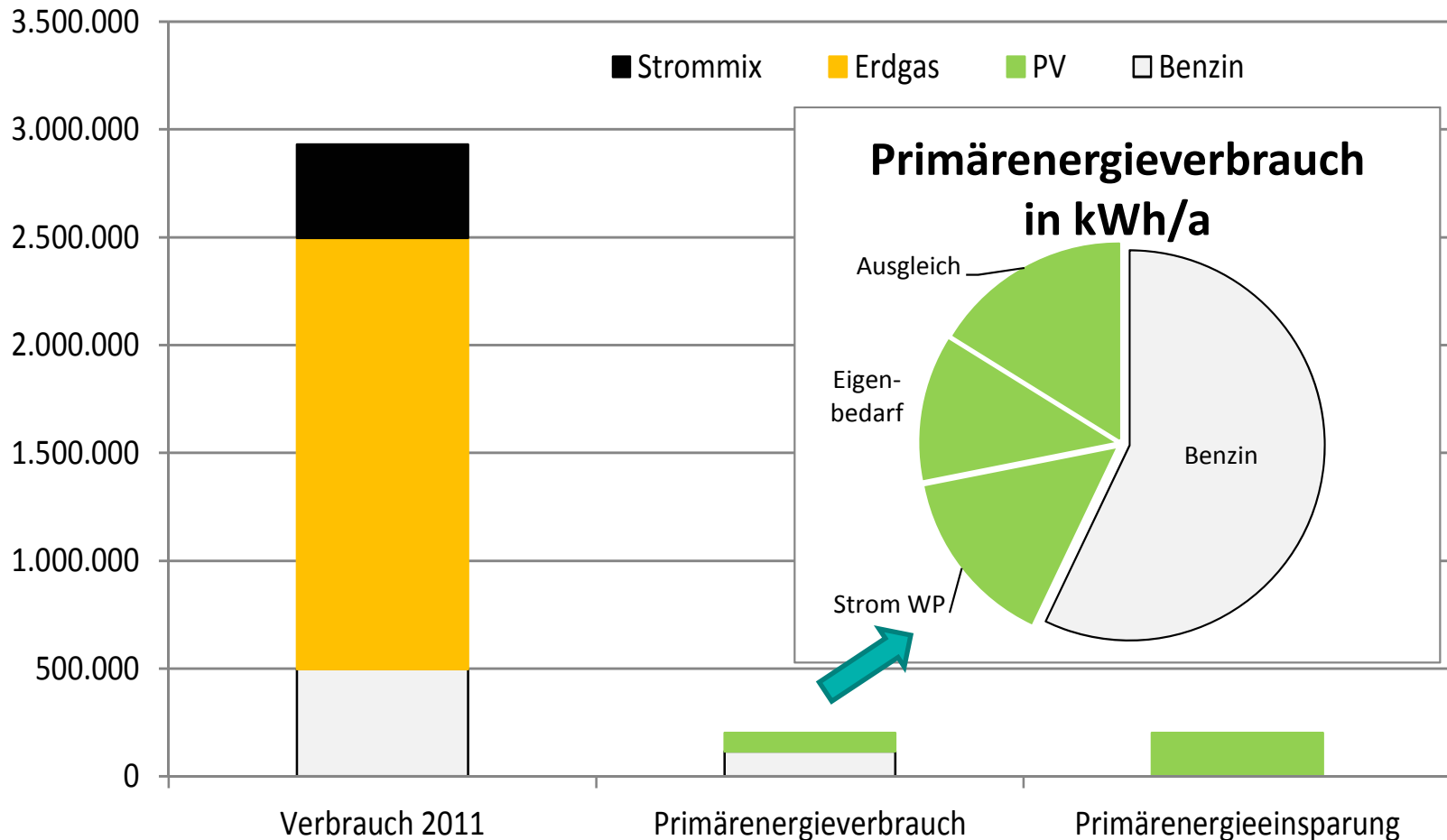
Primärenergiebilanz Variante 2: Saniertes Gebäude & reduzierter Verkehr
Erzeugung mit Kleinwind, Erdwärme & PV



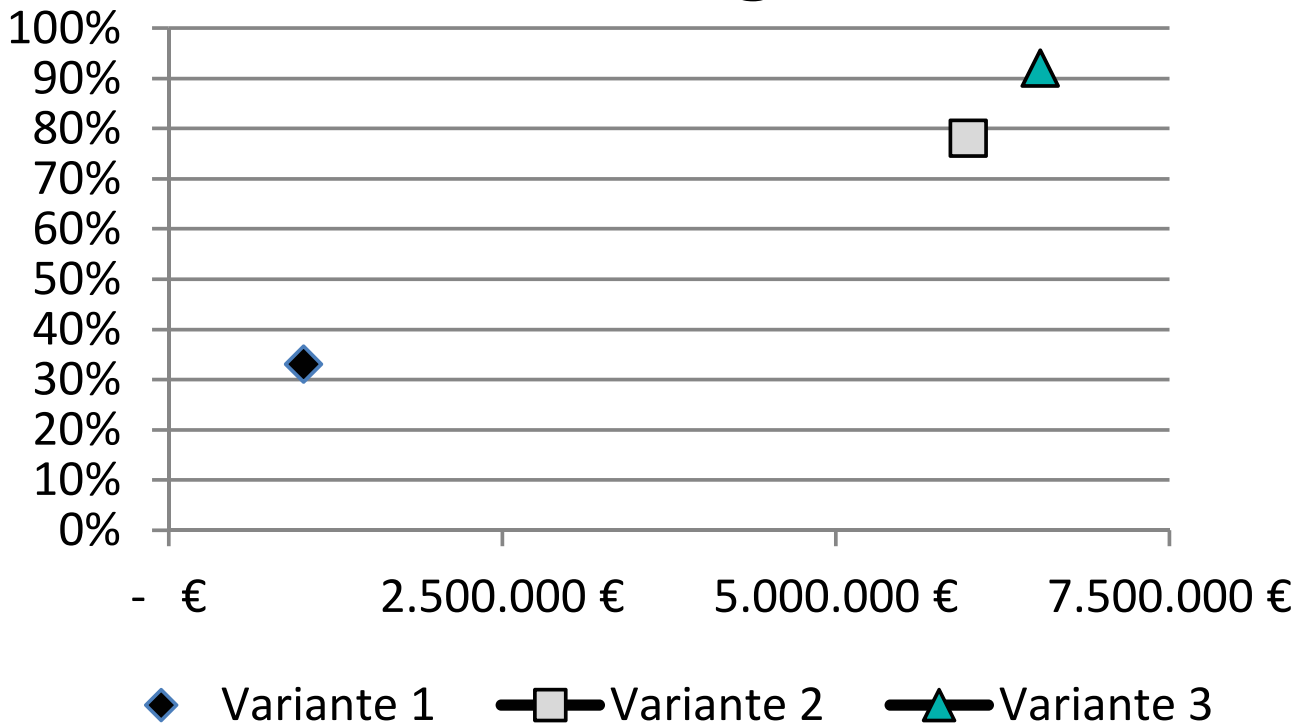
Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung

Primärenergiebilanz Variante 3: Passivhaus-Schule & reduzierter Verkehr
Erzeugung durch Erdwärme & PV

Primärenergiebilanz in kWh/a

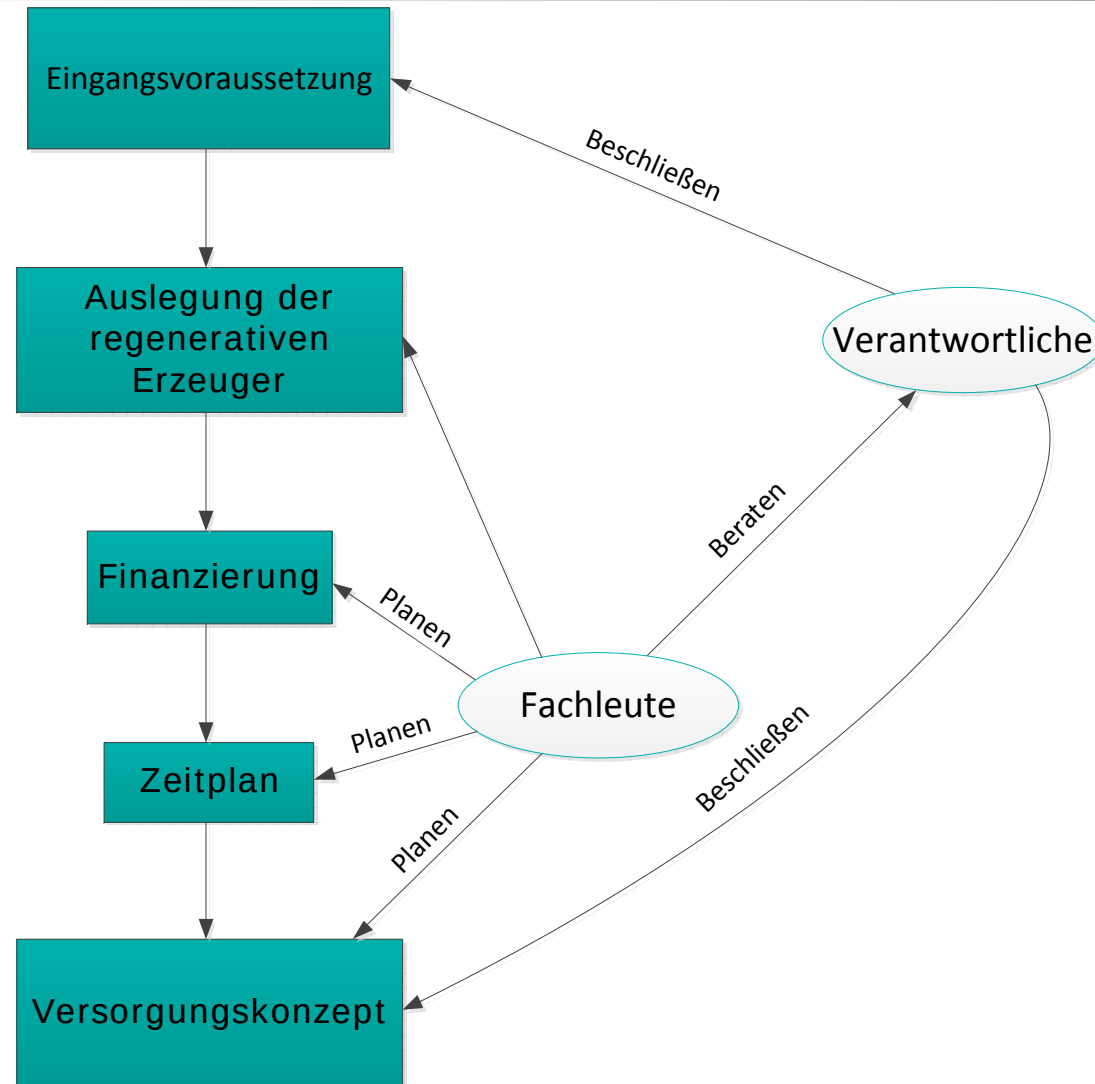


Primärenergieeinsparung & Kostenvergleich



Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung

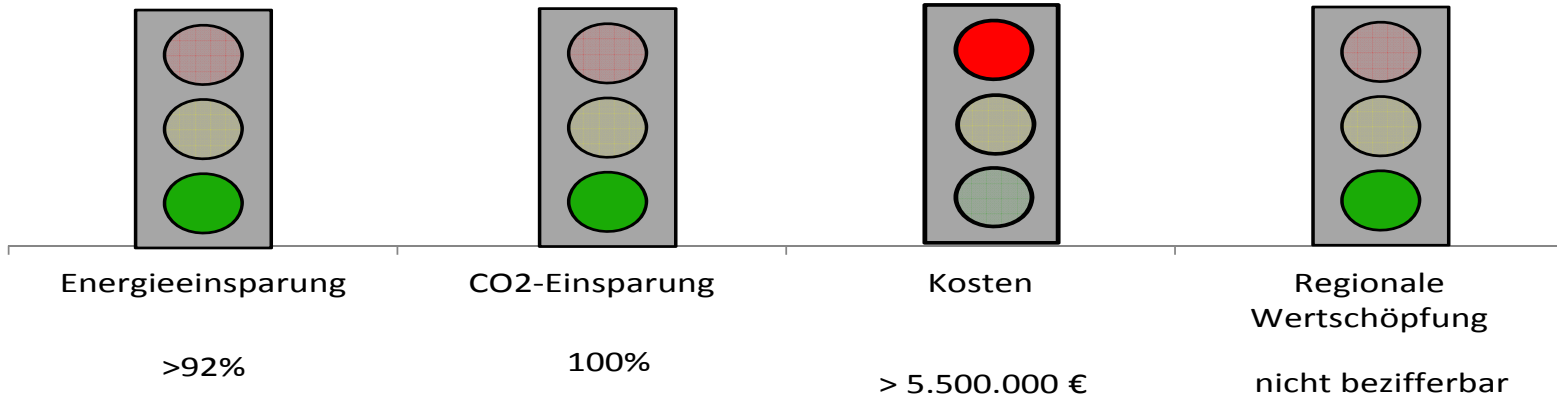
Handlungsschritte



Bewertung

„Sanierungsmaßnahmen“ & „Regenerative Strom- und Wärmeerzeugung“

Bewertung saniertes energieneutrales Schulzentrum



Vorteile:

- Hohe Reduktion des Primärenergieverbrauchs um >92%
- CO₂-Emission wird auf 0 t/a gesenkt
- Sensibilisierung der Schüler für das Thema Energie
- Gesteigerte Luftqualität

Nachteile

- Hohe Investitionskosten

Empfehlung

Potential- und Machbarkeitsanalyse für ein energieneutrales Schulzentrum

Zur Umsetzung empfohlen:

Öffentlichkeitsmaßnahmen inkl. Fahrrad im Sommer; Schulbus im Winter

Sanierungsmaßnahmen inkl. Umstellung auf regenerative Erzeugung

Handlungsschritte:

1. Aufnahme des Energiebedarfsprofils
(Stundenwerte für Strom & Wärme)
2. Entscheidung Sanierung ODER Neubau eines Schulgebäudes
3. Auslegung der regenerativen Erzeuger

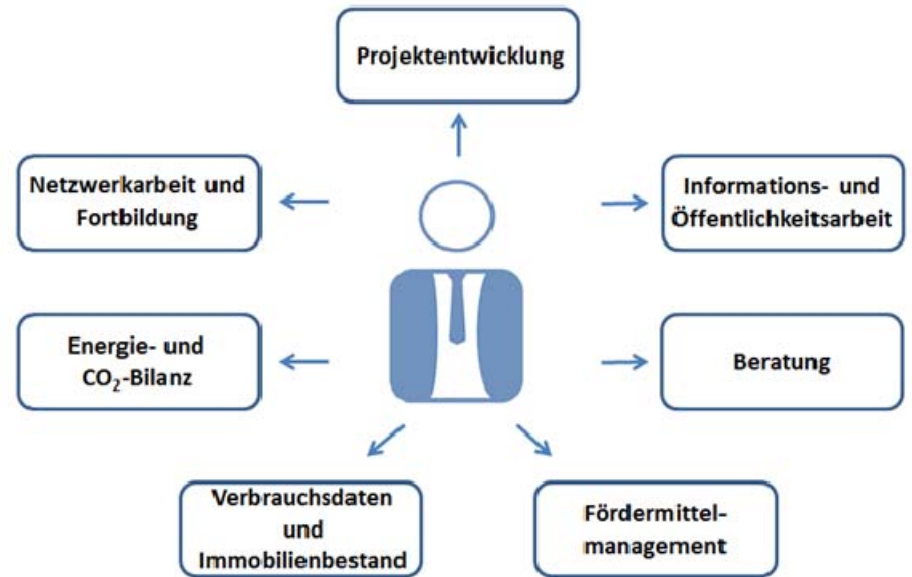
Inhalt

1. Energiebilanz
2. CO₂-Bilanz
3. CO₂-Einsparpotentiale
4. Energieneutraler Ortsteil Schümm
5. Energieneutrales Schulzentrum
- 6. Öffentlichkeitsarbeit**
7. Nutzung regenerativer Energien, insbesondere von Umwelt /Abwärme durch Wärmepumpen
8. Controllingkonzept

Öffentlichkeitsarbeit setzt sich aus 3 Säulen zusammen:

1. Klimaschutzmanager
2. Versand von Informationen an Haushalte und Unternehmen
3. Nutzung öffentlicher Flächen zu Werbezwecken

Klimaschutzmanager bildet
zentrales Organ
→ Koordiniert alle Aktivitäten



Themen, die durch Öffentlichkeitsarbeit angesprochen werden

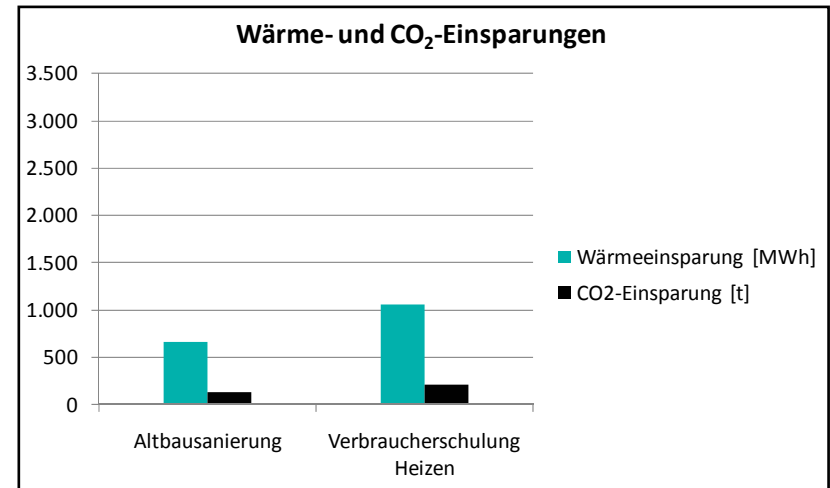
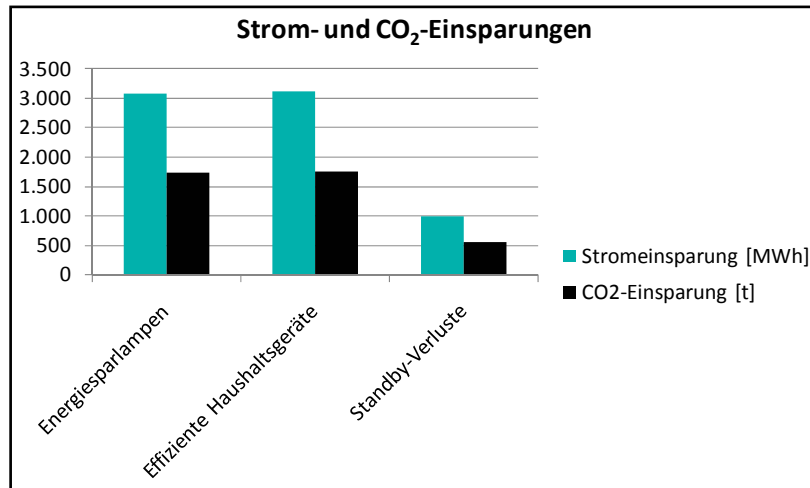
- Verstärkter Einsatz von Energiesparlampen
- Vorteile effizienter Haushaltsgeräte
- Reduzierung von Standby-Verlusten
- Altbausanierung
- Verbraucherschulung

Private Haushalte sind Haupt-Zielgruppe der Öffentlichkeitsarbeit

→ Unternehmen spielen untergeordnete Rolle

Konkretes Minderungspotential ist schwer zu beziffern

→ Ziele werden für Gemeinde festgesetzt, die Energie- und CO₂ Minderung wird bei Zielerreichung ermittelt



Einsparung bei Zielerreichung nach 3 jähriger Laufzeit:

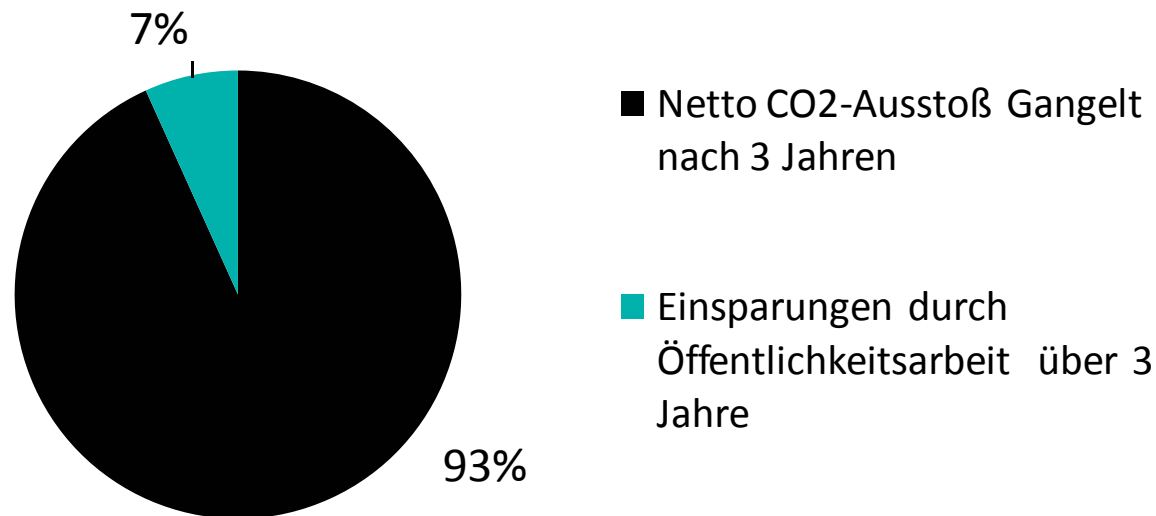
→ 7.100 MWh Strom und 1.700 MWh Wärme

→ 4.500 t CO₂

Öffentlichkeitsarbeit

CO₂ Ausstoß vor und nach der Maßnahme

CO₂-Einsparung durch Öffentlichkeitsarbeit nach 3 Jahren



Netto Ausstoß Gangelt 2010:	66.500 t
Einsparung Öffentlichkeitsarbeit:	4.500 t
Netto Ausstoß Gangelt nach 3 Jahren:	62.000 t

Öffentlichkeitsarbeit

Kosten & Förderung

Klimaschutzmanager bildet Hauptposten

- Kosten Bürgerbriefe werden Klimaschutzmanager zugeschlagen
- Nutzung öffentlicher Flächen zu Werbezwecken sollen keine zusätzlichen Kosten verursachen

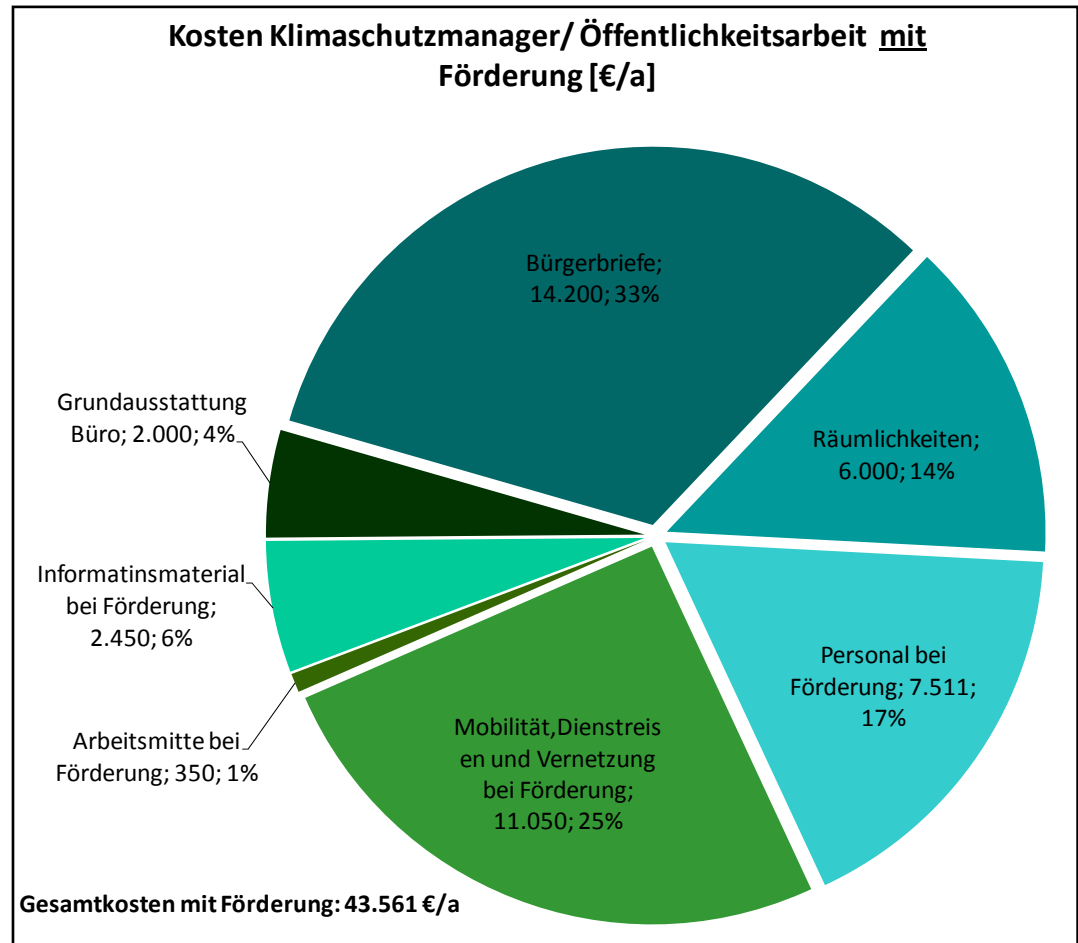
Der Klimaschutzmanager kann bis zu 3 Jahre vom Bund gefördert werden

- Gefördert wird:
- Gehalt
 - Reisen, Mobilität zur Vernetzung
 - Arbeitsmittel
 - Informationsmaterial zur Erreichung der breiten Öffentlichkeit

Öffentlichkeitsarbeit Kosten & Förderung

Einzelne Posten sind
abgeschätzt
→ Variation möglich

Kosten: 43.561 €/a
→ 130.683 € über 3 Jahre

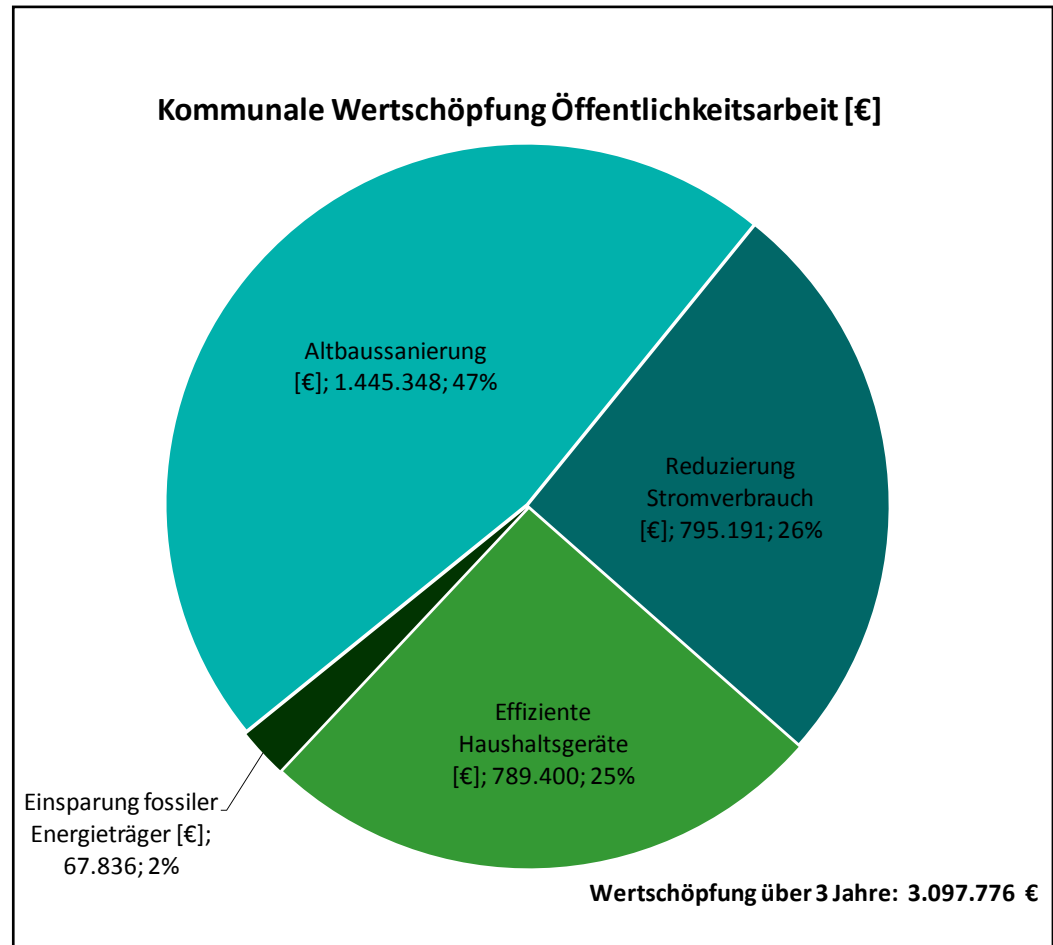


Öffentlichkeitsarbeit Regionale Wertschöpfung

Wertschöpfung besteht aus:

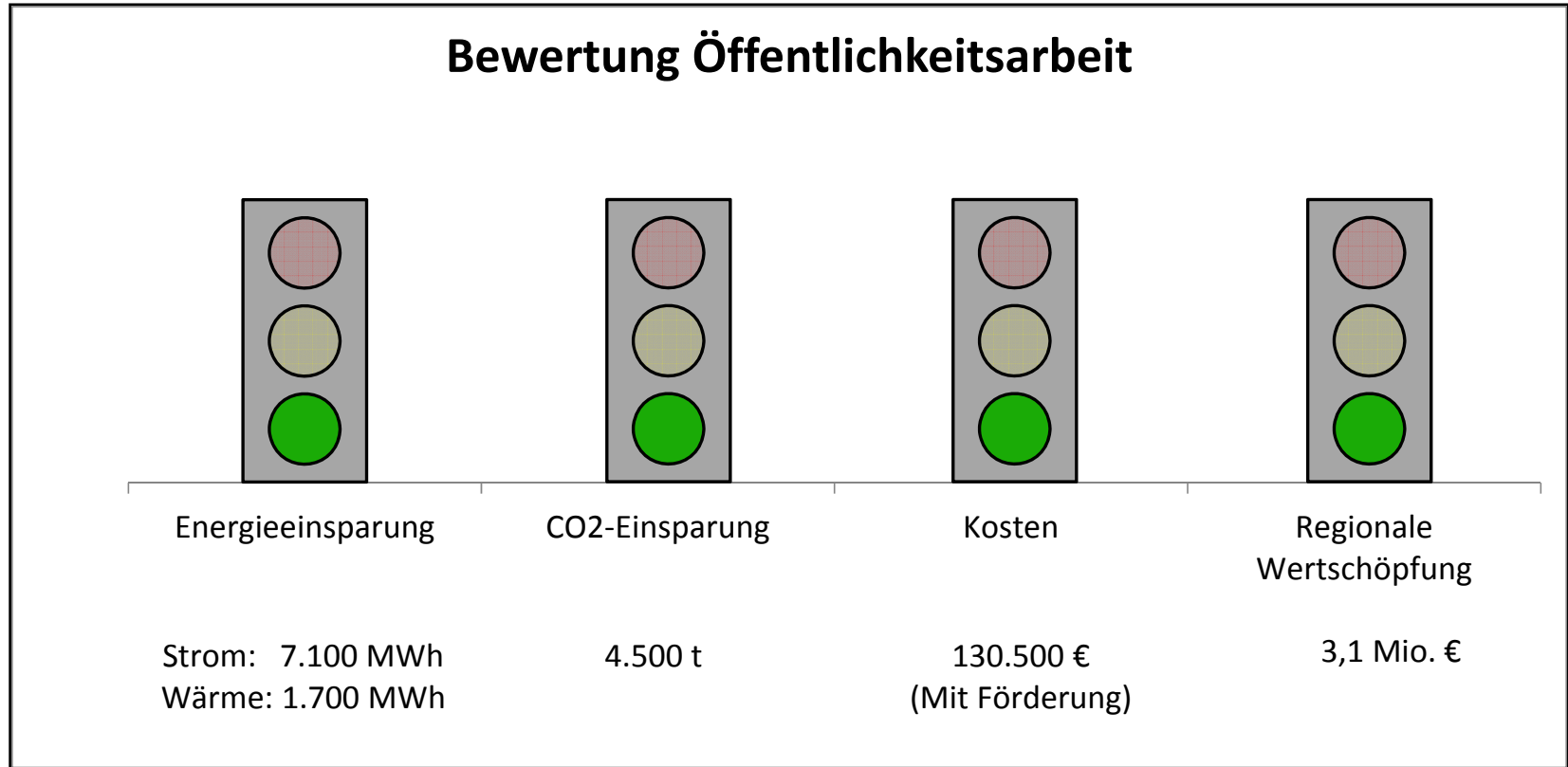
- vermiedenen Kosten
Strom, Erdgas, Heizöl
- zusätzlichen Ausgaben
Haushaltsgeräte und
Altbausanierungen

Wertschöpfung
über 3 Jahre: 3.1 Mio. €



Öffentlichkeitsarbeit

Bewertung & Zusammenfassung



CO₂-Vermeidungskosten: 29 €/t

Inhalt

1. Energiebilanz
2. CO₂-Bilanz
3. CO₂-Einsparpotentiale
4. Energieneutraler Ortsteil Schümm
5. Energieneutrales Schulzentrum
6. Öffentlichkeitsarbeit
- 7. Nutzung regenerativer Energien, insbesondere von Umwelt / Abwärme durch Wärmepumpen**
8. Controllingkonzept

Nutzung regenerativer Energien, insbesondere von Umwelt-/Abwärme durch Wärmepumpen

Solar- und Geothermiepotenzial vorhanden

Aufgaben Klimaschutzmanager:

- Erstellung eines Solarkatasters
- Erstellung eines Geothermiekatasters

Abwärmenutzung aus Abwasser nicht wirtschaftlich
(Durchflussmengen zu gering)

Wärmepumpe im Wasserwerk nicht wirtschaftlich (Abstand zu Nutzern zu groß)

Inhalt

1. Energiebilanz
2. CO₂-Bilanz
3. CO₂-Einsparpotentiale
4. Energieneutraler Ortsteil Schümm
5. Energieneutrales Schulzentrum
6. Öffentlichkeitsarbeit
7. Nutzung regenerativer Energien, insbesondere von Umwelt /Abwärme durch Wärmepumpen
- 8. Controllingkonzept**

Fortschreiben der CO₂- und Energiebilanz in ECO-Region

Bericht Klimaschutzkonzept enthält:

- Übersicht welche Daten erfasst werden müssen
- Darstellung Bezugsquelle der Daten

Klimaschutzmanager

- stellt Daten zur Bewertung geplanter Maßnahmen bereit
- bewertet umgesetzte Maßnahmen

Klimaschutzkonzept zeigt große Potentiale

Empfehlung:

- Ratsbeschluss Klimaschutzkonzept noch 2012
- Bis März 2013 Beantragung Mittel für Klimaschutzmanager
- Parallel dazu Aufnahme detaillierter zeitlicher Strom- und Wärmebedarfe für Schulen und Schümm
- Einsparmaßnahmen umsetzen
- Regenerative Energien umsetzen

MIT ENERGIE IN DIE ZUKUNFT

Institut NOWUM-Energy
FH Aachen - Fachbereich Energietechnik

Prof. Dr.-Ing. Isabel Kuperjans
Heinrich-Mußmann-Str. 1
52428 Jülich

T +49. 241. 6009 53954
F +49. 241. 6009 53288
kuperjans@fh-aachen.de
www.fh-aachen.de
www.nowum-energy.com

