

Energetische Erläuterungen

Für die Teilabschnitte Turmgebäude und Funktionsgebäude wurde die Wärmeversorgung als Ganzes betrachtet. Die untersuchten Varianten zur Auswahl des Energieträgers liegen in tabellarischer Form bei. Die Entscheidung zwischen der Versorgung mit Fernwärme oder die Versorgung über ein BHKW wurde mit einer detaillierten Wirtschaftlichkeitsberechnung im Anuitätenverfahren herbeigeführt. Aus wirtschaftlicher Sicht ist der Energieträger Fernwärme einzusetzen.

Der Einsatz regenerativer Energien wurde geprüft. Die Ergebnisse liegen in tabellarischer Form vor.

Anlage 1

Bewertung Energieerzeugung

Rekonstruktion Hauptstadion, Bauabschnitt 2 - Funktionsgebäude
 Sportforum Chemnitz, Reichenhainer Straße 154
 09126 Chemnitz

<i>Energiequelle</i>	<i>Nutzung</i>	<i>Vorteile</i>	<i>Nachteile</i>	<i>Bewertung</i>	<i>Weiter- betrachtung</i>
1. Fernwärmeversorgung	Heizung	Anschluss in der Nähe vorhanden, günstiger Ep-Wert für ENEV-Nachweis, geringer Wartungsaufwand, Langlebigkeit	rel. hohe Anschlusskosten	+++	ja
2. Brennwert-Gaskesselanlage	Heizung	geringe Betriebskosten, Gasanschluss in der Nähe vorhanden	für ENEV-Nachweis zusätzlicher Einsatz erneuerbarer Energien notwendig	+	nein
3. Heizöl-Kessel als Brennwertkessel	Heizung	relativ geringe Betriebskosten, bessere Preisgestaltung durch verschiedene Lieferanten mögl.	für ENEV-Nachweis zusätzlicher Einsatz erneuerbarer Energien notwendig, zusätzl. aufwendige Erstellung Öl-Lager	+	nein
4. Hackschnitzelkessel	Heizung	Unabhängigkeit von leitungsgebundenen Energieträgern, CO ₂ neutrale Brennstoffe	größere Aufstellfläche, Einbringöffnungen zu gering, Anfuhr Brennstoff schwierig, hohe Investitionskosten - besonders für Lager	+	nein
5. Wärmepumpenanlagen	Heizungsunterstützung	geringe Betriebskosten	geringe Wirtschaftlichkeit für Heizungsanlage (VL-Temp. bis 80°C), zusätzliche Wärmeerzeugung erforderlich	- - -	nein
6. Therm. Solaranlagen	Heizungsunterstützung	Unabhängigkeit von leitungsgebundenen Energieträgern	Lage/Ausrichtung der Dachflächen nicht für optimale Ausnutzung vorhanden, zusätzliche Wärmeerzeugung erforderlich	- - -	nein
7. Pellet-Kessel	Heizung	Unabhängigkeit von leitungsgebundenen Energieträgern, CO ₂ neutrale Brennstoffe	größere Aufstellfläche, Anfuhr Brennstoff, durchschnittl. Investitionskosten	+	nein
8. Kombination BHKW- und Gas-Brennwertkessel	Heizung	relativ geringe Betriebskosten	hohe Investitionskosten, großer Wartungsaufwand, Ersatz der technischen Anlagen nach ca. 10 Jahren erforderlich	+++	ja



Elektroplanungsbüro Künzel • Franz -Wiesner - Str. 40 • 09131 Chemnitz

Stadtverwaltung Chemnitz
Gebäudemanagement und
Hochbau

09106 Chemnitz

BERATENDES INGENIEURBÜRO

Kai Künzel Dipl.-Ing. (FH)

Franz -Wiesner - Str. 40
09131 Chemnitz

Telefon: 0371 450079 0
Fax: 0371 450079 29

info@elektroplanung-kuenzel.de
www.elektroplanung-kuenzel.de

**Bauvorhaben: Umbau und Sanierung
Zentralstadion im Sportforum Chemnitz**

Ihr Zeichen

Mein Zeichen
Kü/ Kü

Datum
23.07.2018

Sehr geehrte Damen und Herren,

in dem oben genannten Bauvorhaben wird eine dem Stand der Technik entsprechende LED Beleuchtung einschließlich tageslichtabhängiger Konstantlichtregelung zum Einsatz kommen.

Der Einsatz einer Photovoltaikanalage wurde überprüft und sowohl auf Grund der Örtlichen Gegebenheiten, als auch aus Sicht der Wirtschaftlichkeit nicht weiter verfolgt.

Mit freundlichen Grüßen

Elektroplanungsbüro Künzel

QM-System zertifiziert nach
ISO 9001



Zertifiziert als Fachplaner für
Brandmeldeanlagen nach
DIN 14675



Bankverbindung

Sparkasse:
IBAN DE62 8705 0000 0710 0342 61
BIC CHEKDE81XXX

Volksbank:
IBAN DE60 8709 6214 0321 0543 82
BIC GENODEF1CH1

Anlage 2.1

Wirtschaftlichkeit Energieerzeugung 1. Fernwärme

Sportforum Rekonstruktion Hauptstadion BA 2 - Funktionsgebäude Errichtung Wärmeerzeugung

Betrachtungszeitraum T in Jahren	20,0
Nutzungsdauer T _N in Jahren	20,0
Anschaffungspreis A ₀ in €	85.458 €
Preisänderungsfaktor Energie r in %	3,00%
Zinsfaktor q in %	5,00%
Instandsetzung f _K in %	3,00%
Anzahl der Ersatzbeschaffungen n	0

Annuitätsfaktor a	0,0802
Barwertfaktor b _{in} (q ≠ r !!!)	15,965
Instandsetzungszahlungen ba _{in}	1,280

Barwerte für die Ersatzbeschaffungen	
Ersatzbeschaffung A ₁ in €	- €
Ersatzbeschaffung A ₂ in €	- €
Ersatzbeschaffung A ₃ in €	- €
Ersatzbeschaffung A ₄ in €	- €

Restwert	- €
----------	-----

Summe der Barwerte	85.458,00 €
--------------------	-------------

Summe der Barwerte (Annuität)	6.853,73 €
-------------------------------	------------

Barwert Instandhaltungskosten	40.930,11 €
-------------------------------	-------------

Annuität der Instandhaltungskosten	3.281,59 €
------------------------------------	------------

A _{N,K}	- 10.135,32 €
------------------	---------------

bedarfs-(verbrauchs-) gebundene Kosten A _{V1}	
Q _{Wärme} in kWh/a	241.533
Preis _{Wärme} in €/kWh	0,077
Q _{Kälte} in kWh/a	0,00
Preis _{Kälte} in €/kWh	- €
Q _{Strom} in kWh/a	1.600
Preis _{Strom} in €/kWh	0,2377
Q _{Wasser} in kWh/a	0,00
Preis _{Wasser} in €/kWh	- €

A _{V1}	18.978,36 €
-----------------	-------------

Zins %	Aufzinsungsfaktor	q	1,050	Barwertfaktor	preisdyn. Annuitätsfaktor	
3,00%	Kapitalgeb. Zahlungen	r _K	1,030	b _K	15,965	ba _K 1,280
3,00%	bed.-(verbr.-)geb. Zahl.	r _V	1,030	b _V	15,965	ba _V 1,280
2,00%	betriebsgeb. Zahlungen	r _B	1,020	b _B	14,665	ba _B 1,176
2,00%	sonstige Zahlungen	r _S	1,020	b _S	14,665	ba _S 1,176
3,00%	Zahlg. für Instandhaltg.	r _{IN}	1,030	b _{IN}	15,965	ba _{IN} 1,280
	Einzahlungen	r _E	1,000	b _E	12,462	ba _E 0,999

A _{N,V}	24.292,30 €
------------------	-------------

A _{N,B}	493,92 €
------------------	----------

A _{N,S}	- €
------------------	-----

A _{N,E}	- €
------------------	-----

A _N	- 24.786,22 € ohne A _{N,K}
----------------	-------------------------------------

betriebsgebundene Kosten A _{B1}	
Wartung, Reinigung,...€/a	420,00 €

sonstige Kosten A _{S1}	
Versicherung, Steuern,..€/a	- €

Einzahlungen E ₁	
€/a	0,00 €

Gesamtannuität:	- 34.921,54 €
------------------------	----------------------

Anlage 2.1

Wirtschaftlichkeit Energieerzeugung 1. Fernwärme

Sportforum Rekonstruktion Hauptstadion BA 2 - Funktionsgebäude Errichtung Wärmeerzeugung

Kapitalgebundene Kosten, brutto	
Anschaffungspreis A ₀ in €	85.458 €
KG 224 Fernwärmeversorgung, öffentl. (Fernwärmeanschluss, Baukostenzuschuss)	48.575 €
KG 421 Wärmeversorgungsanlagen (HAST)	10.115 €
KG 730 Architekten- und Ingenieurleist. (lt. HOAI Anlage 15.2 Objektliste Honorarzone 2 mind.)	26.768 €

bedarfs-(verbrauchs-) gebundene Kosten AV1, brutto			
		Volllast-Stunden	
Q _{Wärme} Gebäude	35 kW	1600	56.000 kWh/a
Q _{Wärme} Lüftungsanlagen	12 kW	1600	19.200 kWh/a
Q _{Wärme} TWWB *			144.375 kWh/a
Q _{Wärme} Verlust (Anlage/Verteilung)	+ ca. 10% Verluste		<u>21.958 kWh/a</u>
Q _{Wärme} Gesamt			241.533 kWh/a
Anschlussleistung FW			120,00 kW
Grundpreis FW	39,19 €/kW		4.702,80 €
Arbeitspreis FW	0,0576 €/kWh		13.912,30 €
Preis _{wärme} gesamt in €/kWh			0,077
Q _{Strom} in kWh/a	1 kW	1.600	1.600 kWh/a
Preis _{Strom} in €/kWh	0,2377	gesamt	380 €

betriebsgebundene Kosten AB1, brutto		420 €
Wartungsarbeiten (1 h pro Monat)	12	35 €/h

* 275Tage je 250 Duschvorgänge a`2,1 kWh = 144.375 kWh/a

Anlage 2.2

Wirtschaftlichkeit Energieerzeugung 2. BHKW und Brennwertkessel

Sportforum Rekonstruktion Hauptstadion BA 2 - Funktionsgebäude Errichtung Wärmeerzeugung

Betrachtungszeitraum T in Jahren	20,0
Nutzungsdauer T _N in Jahren	10,0
Anschaffungspreis A ₀ in €	143.366 €
Preisänderungsfaktor Energie r in %	3,00%
Zinsfaktor q in %	5,00%
Instandsetzung f _K in %	3,00%
Anzahl der Ersatzbeschaffungen n	1

Annuitätsfaktor a	0,0802
-------------------	--------

Barwertfaktor b _{in} (q ≠ r !!!)	15,965
---	--------

Instandsetzungszahlungen ba _{in}	1,280
---	-------

Barwerte für die Ersatzbeschaffungen	
Ersatzbeschaffung A ₁ in € BHKW+Kessel	37.849,00 €
Ersatzbeschaffung A ₂ in €	- €
Ersatzbeschaffung A ₃ in €	- €
Ersatzbeschaffung A ₄ in €	- €

Restwert	- €
----------	-----

Summe der Barwerte	181.215,00 €
--------------------	--------------

Summe der Barwerte (Annuität)	14.533,44 €
-------------------------------	-------------

Barwert Instandhaltungskosten	68.665,15 €
-------------------------------	-------------

Annuität der Instandhaltungskosten	5.505,25 €
------------------------------------	------------

A _{N,K}	- 20.038,70 €
------------------	---------------

bedarfs-(verbrauchs-) gebundene Kosten A _{V1}	
Q _{Gas} in kWh/a	286.083
Preis _{Gas} in €/kWh	0,055
Q _{Kälte} in kWh/a	0,00
Preis _{Kälte} in €/kWh	- €
Erlöse/Vermiedene	
Energiekosten in €	5050
EEG-Umlage eigengenutzte Energie in €	432
Q _{3,Wasser} in kWh/a	0,00
Preis _{Wasser} in €/kWh	- €

A _{V1}	11.116,57 €
-----------------	-------------

Zins %	Aufzinsungsfaktor	q	1,050	Barwertfaktor	preisdyn. Annuitätsfaktor	
3,00%	Kapitalgeb. Zahlungen	r _K	1,030	b _K	15,965	ba _K 1,280
3,00%	bed.-(verbr.-)geb. Zahl.	r _V	1,030	b _V	15,965	ba _V 1,280
2,00%	betriebsgeb. Zahlungen	r _B	1,020	b _B	14,665	ba _B 1,176
2,00%	sonstige Zahlungen	r _S	1,020	b _S	14,665	ba _S 1,176
3,00%	Zahlg. für Instandhaltg.	r _{IN}	1,030	b _{IN}	15,965	ba _{IN} 1,280
	Einzahlungen	r _E	1,000	b _E	12,462	ba _E 0,999

A _{N,V}	14.229,21 €
------------------	-------------

A _{N,B}	3.969,00 €
------------------	------------

A _{N,S}	- €
------------------	-----

A _{N,E}	1.033,97 €
------------------	------------

A _N	- 17.164,24 € ohne A _{N,K}
----------------	-------------------------------------

betriebsgebundene Kosten A _{B1}	
Wartung, Reinigung,...€/a	3.375,00 €

sonstige Kosten A _{S1}	
Versich., Steuern,..€/a	- €

Einzahlungen (Zuschlag §7 KWKG) E ₁ auf 20 Jahre umgerechnet	
€/a	1.035 €

Gesamtannuität:	- 37.202,94 €
------------------------	----------------------

Anlage 2.2

Wirtschaftlichkeit Energieerzeugung
2. BHKW und Brennwertkessel

SHK 11.01.2016

Seite2

Sportforum Rekonstruktion Hauptstadion BA 2 - Funktionsgebäude
Errichtung Wärmeerzeugung

Kapitalgebundene Kosten, brutto	
Anschaffungspreis A ₀ in €	143.366 €
KG 223 Gasversorgung, öffentl. (Gasanschluss, Baukostenzuschuss)	15.839 €
KG 233 Gasanlagen, nicht öffentlich	585 €
KG 413 Gasanlagen (Gasanschluss BHKW und Brennwertkessel)	1.473 €
KG 421 Wärmeversorgungsanlagen (BHKW, Gasbrennwertkessel, Abgasanlagen, Pufferspeicher, Druckhaltung, Regelung)	70.745 €
KG 441 Hoch- und Niederspannungsanlagen (Anpassung Elektrotechnik für Einbindung BHKW)	2.975 €
KG 300 Bauwerk - Baukonstruktionen (bauliche Mehrkosten größere Technikzentrale)	7.500 €
KG 730 Architekten- und Ingenieurleistungen (lt. HOAI Anlage 15.2 Objektliste Honorarzone 3 mind.)	44.249 €

bedarfs-(verbrauchs-) gebundene Kosten AV1, brutto			
		Volllast-Stunden	
Q _{,Gas} Gebäude	35 kW	1600	56.000 kWh/a
Q _{,Gas} Lüftungsanlagen	12 kW	1600	19.200 kWh/a
Q _{,Gas} TWWB *			144.375 kWh/a
Q _{,Gas} BHKW (elektrisch)	9 kW	4500	40.500 kWh/a
Q _{,Gas} Verlust (Anlage/Verteilung)	+ ca. 10% Verluste		<u>26.008 kWh/a</u>
Q _{,Gas} Gesamt			286.083 kWh/a
Anschlussleistung Gas			120,00 kW
Preis _{Wärme gesamt} in €/kWh			0,055
Leistung BHKW in kW:		elektr. 9	therm. 20
Betriebsstunden		gesamt 29	
Erzeugte Elektroenergie		4500 h	
Zuschlag §7 KWKG in €/kWh		40500 kWh/a	
(auf 10 Jahre begrenzt)		0,0511 (40.500 kWh)	2.070 €
Q _{,Strom gespart} (eigengenutzt)	9 kW	1.600	14.400 kWh/a
Preis _{Strom} in €/kWh	0,2377 (14.400 kWh)		3.423 €
Q _{,Strom eingespeist}	9 kW	2.900	26.100 kWh/a
Preis _{Strom} in €/kWh	0,03482 (26.100 kWh)		909 €
Erdgas-Energiesteuer-Rückerstattung in €/kWh	0,0055 (130.500 kWh)		718 €
EEG-Umlage in €/kWh eigengenutzte Energie	0,03 (14.400 kWh)		432 €

betriebsgebundene Kosten AB1, brutto		3.375,00 €
Bedienung, Reinigung, Wartung in € pro Betriebsstunde	0,75	

* 275Tage je 250 Duschkvorgänge a`2,1 kWh = 144.375 kWh/a

Anlage 2 Ergebnisblatt

Objekt: **Sportforum Chemnitz Reichenhainer Straße**
 Typ: **Rekonstruktion Hauptstadion**
 Maßnahme: **Sanierung des Turmgebäudes**

sonstige Erläuterungen: Energiekosten nur für die ausgewählten Bauteile, ENEV-Nachweis nach Bauteilen

Fördermöglichkeit:

Emmissionen

Maßnahmen	CO ₂ -Emmission in t/a				
	Ist-Zustand	Bau nach EnEV	Bau nach EnEV2014(16) - 25%	abs. max.Verminderung	Verminderung auf %
Σ bauliche Maßnahmen	40,07	25,04	9,17	0,00	36,6%
Σ regenerative Energien					0,0%

Energiedaten

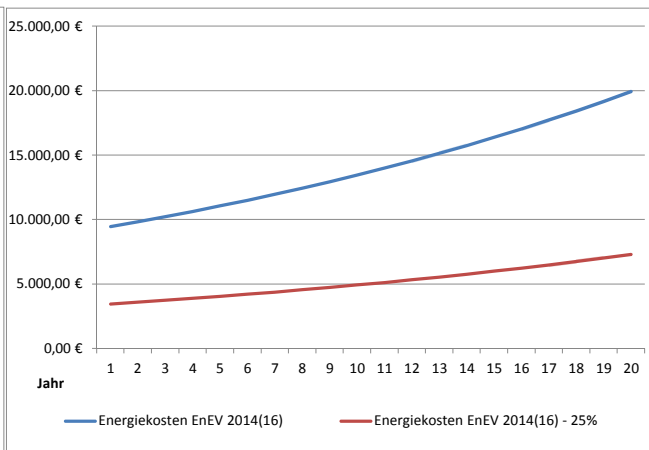
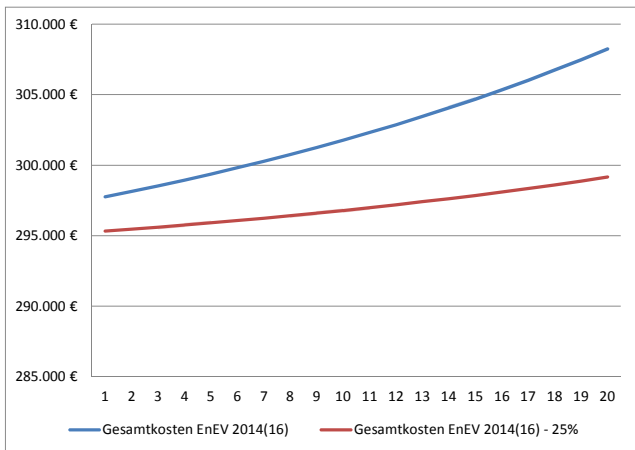
bauliche Maßnahmen	Energieträger	Energiepreis in €/MWh	Energiepreissteigerung	Energiebedarf	Energiekosten in €/a
Ist-Zustand	Erdgas	65,00	5,00%	111,31	7.235,15
EnEV 2014(16)	Fernwärme	85,00	4,00%	111,31	9.461,35 €
EnEV 2014(16) -25%	Fernwärme	85,00	4,00%	40,77	3.465,62 €

Wirtschaftlichkeitsberechnung für Maßnahmen nach EnEV

Baukosten EnEV	kapitalkosten pro Jahr	Energiekosten pro Jahr	Summe Energiekosten Kapitalkosten pro Jahr
3.192.670,70 €	288.315,92 €	14.087,05 €	302.402,97 €

Wirtschaftlichkeitsberechnung für Maßnahmen nach EnEV 2014 -25%

Baukosten EnEV 2009- 25%	kapitalkosten pro Jahr	Energiekosten pro Jahr	Summe Energiekosten Kapitalkosten pro Jahr
3.232.016,80 €	291.869,09 €	5.159,97 €	297.029,06 €



Objekt:	Sportforum Chemnitz Reichenhainer Straße
Maßnahme:	Rekonstruktion Hauptstadion
sonstige Erläuterungen:	Sanierung des Turmgebäudes
Fördermöglichkeit:	

Anzahl Vollbenutzungsstunden	1500
Temperaturdelta in °C	34
Baukosten Gesamt	3.232.016,80 €

1. Bauliche Maßnahmen für die energetische Gebäudesanierung

Bauteil Maßnahmen	Baulicher Ist-Zustand					Maßnahmen EnEV 2014(16)				Maßnahmen auf Neubauniveau EnEV 2014(16) J.25 % - BA-8/2007				
	Ist-Zustand	Fläche in m²	U-Wert	Energiebedarf in MWh/a	CO ₂ -Emission in t/Mwha	geplante Maßnahmen nach EnEV 2014	U-Wert	Energiebedarf in MWh/a	verminderte CO ₂ -Emission in t/a	geplante Maßnahmen über EnEV	U-Wert	Energiebedarf in MWh/a über EnEV	verminderte CO ₂ -Emission in t/a	Differenzbaukosten EnEV und EnEV -25%
Wärmedämmung Außenwand	ungedämmte AW d = 50 cm aus Mauerwerk mit Naturstein und Außenputz	1250	1,12	71,40	16,07	keine Maßnahmen erforderlich Denkmalschutz	1,12	71,40	16,07	6 cm Innendämmung (z. B. Multipor) WLG 042 Mindestw. nach DIN 4108-2	0,41	26,14	5,88	28.750,00 €
Wärmedämmung Bodenplatte	ungedämmte Bodenplatte gegen Kellergeschoß	140	1,65	11,78	2,65	keine Maßnahmen erforderlich Denkmalschutz	1,65	11,78	2,65	Verfüllung KG, Neue Bodenplatte mit 14 cm WD WLG038	0,25	1,79	0,40	3.220,00 €
Wärmedämmung Dachplatte	Vorhandenes Flachdach mit unklarem Aufbau	245	0,51	6,37	1,43	keine Maßnahmen erforderlich Denkmalschutz	0,51	6,37	1,43	Dachdecke mit 20 cm WD WLG 040	0,19	2,37	0,53	980,00 €
Fensterflächen	Vorhande Holzfenster z. T. als Doppelfenster	158	2,7	21,76	4,90	keine Maßnahmen erforderlich Denkmalschutz	2,70	21,76	4,90	2-Scheiben-isolierverglaste Fenster	1,3	10,48	2,36	1.264,00 €
S Gesamt				111,31	25,04			111,31	25,04			40,77	9,17	34.214,00 €
Summe inkl. Kostengruppe 700 (Planungsleistungen)													39.346,10 €	

2. Verwendung regenerativer Energien

Anlage	Ist Zustand				Mindestmaßnahmen EnEV 2014(16)				Zusätzliche Maßnahmen über EnEV 2014(16)- BA-8/2007					
	Ist-Zustand	Menge	Jahresertrag in MWh/a	CO ₂ -Emission in t/a	geplante Maßnahmen nach EnEV	Menge	Jahresertrag in MWh/a	verminderte CO ₂ -Emission	geplante Maßnahmen über EnEV	Begründung	Menge	Jahresertrag in MWh/a	verminderte CO ₂ -Emission	Baukosten
Solarthermische Anlagen								0,00						
Photovoltaikanlagen								0,00						
Wärmepumpenanlagen								0,00						
Pelletheizung								0,00						
S Gesamt			0,00	0,00			0,00	0,00				0,00	0,00	0,00 €
Summe inkl. Kostengruppe 700 (Planungsleistungen)													0,00 €	

3. Zusammenfassung der Ziele und Erkenntnisse

Maßnahmen	CO ₂ -Emission in t/a					Energiebedarf/Transmissionswärmebedarf, Jahreserträge in MWh/a					Kosten in €			
	Ist-Zustand	Bau nach EnEV	Bau nach EnEV2014-25%	abs. max.Verminderung	proz. Verminderung auf	Energiebedarf Ist-Zustand	Energiebedarf EnEV 2014(16)	Energiebedarf (EnEV2014(16)-25%)	abs.max.Einsparung Energiebedarf in MWh/a	Einsparung gegenüber Ist-Zustand in MWh/a	Baukosten EnEV 2014 Gesamt	Mehrbedarf EnEV2014(16)-25%	Mehrbedarf	Summe Einsparung/ Ertrag
S bauliche Maßnahmen	25,04	25,04	9,17	0,00	36,6%	111,31	111,31	40,77	70,54	63,4%	3.192.670,70 €	39.346,10 €	1,2%	8.927,08 €
S regenerative Energien	0,00	0,00	0,00	0,00										