



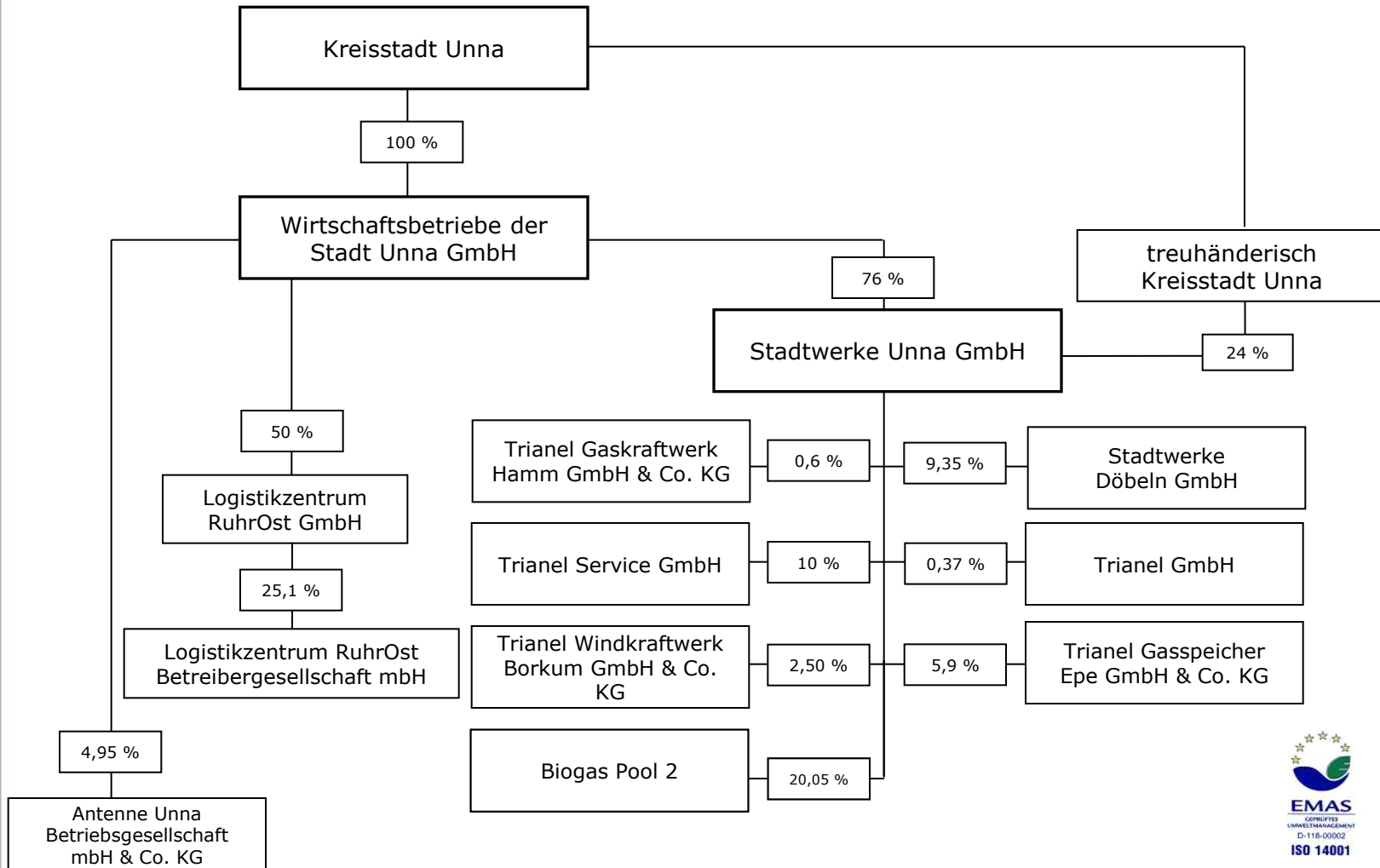
Energieeffizienz und Klimaschutz

Prof. Dr. Christian Jänig
c/o Stadtwerke Unna GmbH

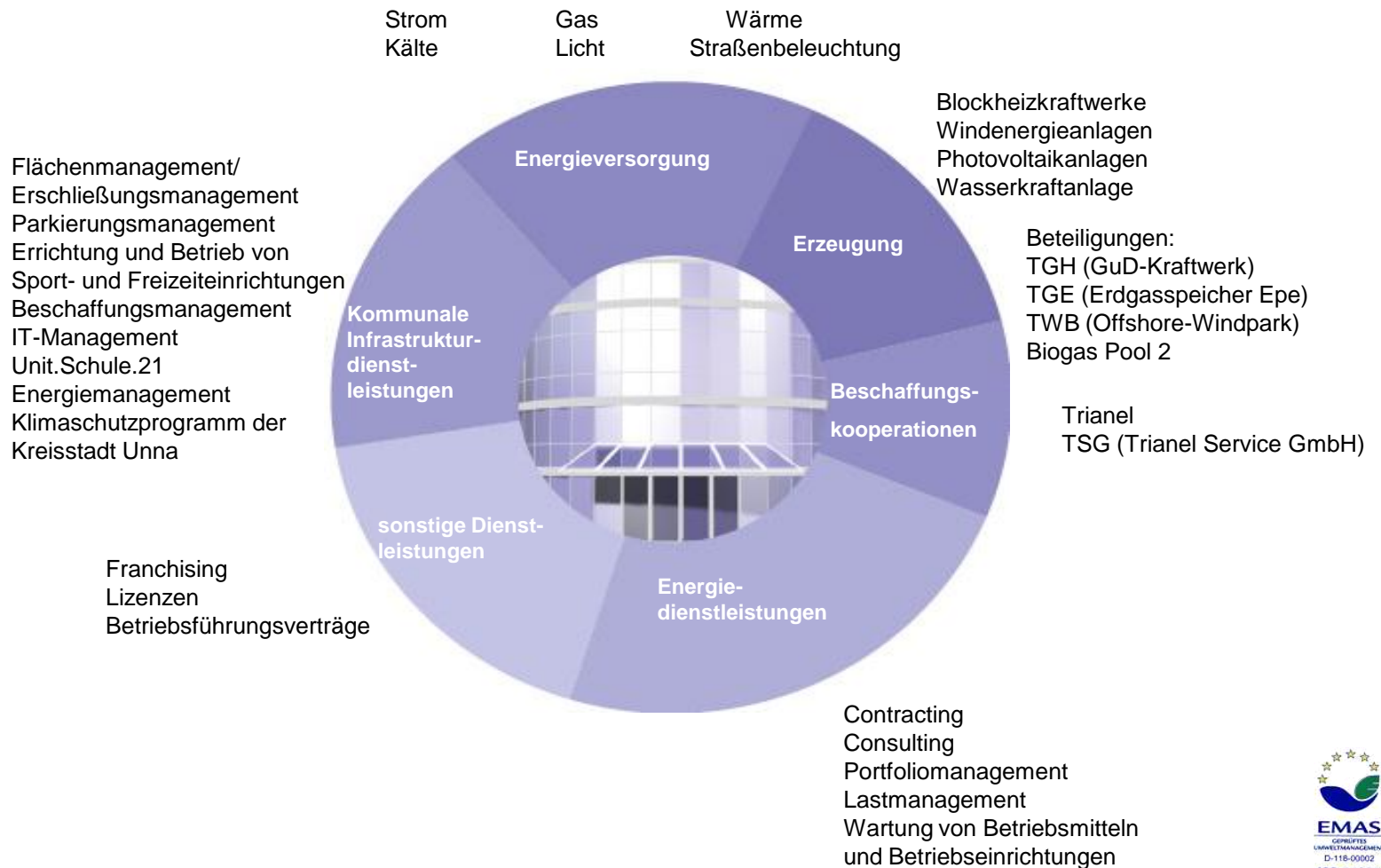
1

Vortrag im Rahmen der Fachkonferenz der Bundes-SGK „Zukunft Stadt“, 02.07.2011, Berlin

Stadtwerke Unna Unternehmensstruktur



Stadtwerke Unna Geschäftsfelder



Agenda

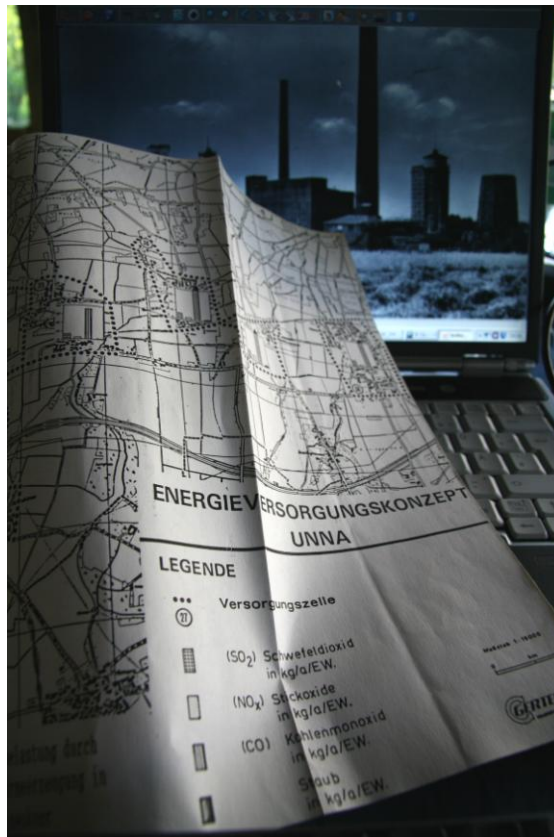
- I. Die Umweltpolitik in Unna

- II. Grundlagen
 1. Wandel vom fossilen zum solaren Energiezeitalter
 2. Erhöhung der Ressourceneffektivität
 3. Erhöhung der Energieeffizienz als „Brückentechnologie“

- III. Strukturelemente dezentraler, nachfragefokussierter Energiesysteme
 1. Smart Metering/Smart Home
 2. Smart Poly Grids
 3. Virtuelle Kraftwerke

- IV. Systemische Konsequenzen

I. Die Umweltpolitik in Unna



Ausgangssituation 1988

Energieverbrauch in Unna:
795.950 MWh

Emissionsbelastung:
274.000 Tonnen CO₂

0,34 kg pro KWh
(Quelle: Gertec, Energieversorgungskonzept Unna)

Gesamtleistung

1990 – 2010:

Wärme

Im Haushaltsbereich (60,4 % des Endenergieverbrauches) heizten noch 1990

41,4 % mit Öl

37,4 % mit Erdgas

13,0 % mit Kohle

1,8 % mit Strom

6,5 % mit Fernwärme

Industrie (21,1 % Endverbrauch)

72,6 % Erdgas

19,4 Öl

7,8 % Strom

0,2 % Kohle

(Gertec-Gutachten)

Übersicht über die ökologischen Kennzahlen der Stadtwerke Unna GmbH

	Einheit	2010	2009	2008
Allgemeine Kennzahlen				
1 Einwohner des Versorgungsgebietes	Einwohner	66.644	66.870	67.653
2 Stromabgabe insgesamt (eigene und fremde Kunden)	Mio. kWh	364	269	285
3 SWU Stromabgabe im Versorgungsbereich	Mio. kWh	285	233	224
4 davon EEG	Mio. kWh	23	18	18
5 davon Ökostrom	Mio. kWh	150	150	150
6 vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂) durch Ökostrom	t	81.150	81.150	81.150
7 SWU Eigenerzeugung Strom	Mio. kWh	21	21	23
8 Gasabgabe insgesamt (eigene und fremde Kunden)	Mio. kWh	719	621	670
9 SWU Gasabgabe im Versorgungsbereich	Mio. kWh	651	619	670
10 SWU Wärmeabgabe	Mio. kWh	42	41	44
Blockheizkraftwerke				
11 Emissionsausstoß (aller BHKW, CO ₂)	t	13.842	13.399	14.485
12 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	32.854	31.756	39.510
13 Wasserverluste (BHKW 1)	m ³ / km	99	79	54
14 Chemikalieneinsatz (aller BHKW)	Liter	491	301	840
15 Oleinsatz (aller BHKW)	Liter	5.389	12.887	7.114
CO₂-Minderung durch Umstellung				
16 Anzahl der Umstellung anderer Heizenergien auf Gasheizung	Anzahl	2	21	14
17 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	8	199	107
18 Anzahl der eigenen Erdgasfahrzeuge (SWU)	Stück	37	33	37
19 Mengenentwicklung der Erdgasanleihe (output)	kg	328.966	345.060	361.429
20 Vermiedener Emissionsausstoß durch Erdgasautos (SWU, CO ₂)	t	25	27	24
Photovoltaik				
21 Anzahl der Photovoltaik-Anlagen	Stück	392	268	190
22 Installierte Leistung	kWp	6.000	3.068	1.847
23 Eingespelte Arbeit	kWh	3.518.671	1.884.301	1.368.835
24 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	1.788	953	741
Wind				
25 Anzahl der Windenergie-Anlagen SWU	Stück	1	1	1
26 Anzahl private Windenergie-Anlagen	Stück	14	14	9
27 Installierte Leistung	kW	14.100	14.100	10.100
28 Eingespelte Arbeit	MWh	17.209	15.313	16.422
29 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	8.742	7.748	8.884
Bioenergie				
30 Anzahl der privaten Biogas-BHKW-Anlagen	Stück	1	1	
31 Installierte Leistung	kW	250	250	
32 Eingespelte Arbeit	kWh	2.121.981	364.327	
33 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	1.078	197	
Wasser				
34 Wasser	m ³	658	492	979
35 Strom	kWh	490.408	488.574	477.148
36 Gas	kWh	564.978	439.068	541.182
Abfälle				
37 Zur Beseitigung	t / %	17 / 6 %	25 / 9 %	19 / 8 %
38 Zur Verwertung	t / %	246 / 94 %	260 / 91 %	234 / 92%

Ökologie
Kennzahlen

zu 4 Die EEG-Mengen setzen sich die Einspeisung einer privaten zu 5/6 zu 6/11 ff Die Emissionswerte wurden mit 0,508 kg/MWh, für Erdgas mit zu 13 Die Wasserverluste sind Folge BHKW 1, entstehen im Netz zu 35 Die Steigerung beim Strom aus Ökostrom ist für den Konzern Stadtwerke

Mengen ist ab 2009 auch zu berücksichtigen. Emissionsfaktor ist nicht berücksichtigt. Emissionsbereich des kommunikativen auch im Tagungszentrum der



Gesamtleistung

1990 – 2010:

Wärme

Von 1990 bis 2010 stieg durch die Aktivitäten der SWU der Gasabsatz um 172 Mio. kWh (von 532 Mio. auf 719 Mio. kWh – Quellen Umweltkennzahlen SWU – Emas-zertifiziert)

Damit werden aktuell 27.522 Tonnen CO₂ jährlich eingespart (Energimix Gertec gegenüber Erdgas)

Gesamtentlastung rund 250.000 Tonnen (bei konservativer Zuwachsannahme)

Durch den Ausbau der Fern- und Nahwärme wurde der Absatz von 23,66 Mio. kWh auf 42 Mio. kWh gesteigert.

Dadurch werden jährlich 32.854 Tonnen CO₂ vermieden.

Übersicht über die ökologischen Kennzahlen der Stadtwerke Unna GmbH

	Einheit	2010	2009	2008
Allgemeine Kennzahlen				
1 Einwohner des Versorgungsgebietes	Einwohner	66.644	66.870	67.653
2 Stromabgabe insgesamt (eigene und fremde Kunden)	Mio. kWh	364	269	285
3 SWU Stromabgabe im Versorgungsbereich	Mio. kWh	285	233	224
4 davon EEG	Mio. kWh	23	18	18
5 davon Ökostrom	Mio. kWh	150	150	150
6 vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂) durch Ökostrom	t	81.150	81.150	81.150
7 SWU Eigenerzeugung Strom	Mio. kWh	21	21	23
8 Gasabgabe insgesamt (eigene und fremde Kunden)	Mio. kWh	719	621	670
9 SWU Gasabgabe im Versorgungsbereich	Mio. kWh	651	619	670
10 SWU Wärmeabgabe	Mio. kWh	42	41	44
Blockheizkraftwerke				
11 Emissionsausstoß (aller BHKW, CO ₂)	t	13.842	13.399	14.485
12 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	32.854	31.756	39.510
13 Wasserverluste (BHKW 1)	m ³ /km	99	79	54
14 Chemikalieneinsatz (aller BHKW)	Liter	491	301	840
15 Öleinsatz (aller BHKW)	Liter	5.389	12.887	7.114
CO₂-Minderung durch Umstellung				
16 Anzahl der Umstellung anderer Heizenergien auf Gasheizung	Anzahl	2	21	14
17 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	8	199	107
18 Anzahl der eigenen Erdgasfahrzeuge (SWU)	Stück	37	33	37
19 Mengeneentwicklung der Erdgastankstelle (output)	kg	328.966	345.060	361.429
20 Vermiedener Emissionsausstoß durch Erdgasautos (SWU, CO ₂)	t	25	27	24
Photovoltaik				
21 Anzahl der Photovoltaik-Anlagen	Stück	392	268	190
22 Installierte Leistung	kWp	6.000	3.068	1.847
23 Eingesparte Arbeit	kWh	3.518.671	1.884.301	1.368.835
24 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	1.788	953	741
Wind				
25 Anzahl der Windenergie-Anlagen SWU	Stück	1	1	1
26 Anzahl private Windenergie-Anlagen	Stück	14	14	9
27 Installierte Leistung	kW	14.100	14.100	10.100
28 Eingesparte Arbeit	MWh	17.209	15.313	16.422
29 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	8.742	7.748	8.884
Bioenergie				
30 Anzahl der privaten Biogas-BHKW-Anlagen	Stück	1	1	
31 Installierte Leistung	kW	250	250	
32 Eingesparte Arbeit	kWh	2.121.981	364.327	
33 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	1.078	197	
Eigenerzeugnisse (Verwallung)				
34 Wasser	m ³	658	492	979
35 Strom	kWh	490.408	488.574	477.148
36 Gas	kWh	564.978	439.068	541.182
Abfälle				
37 Zur Beseitigung	t/%	17 / 6 %	25 / 9 %	19 / 8 %
38 Zur Verwertung	t/%	246 / 94 %	260 / 91 %	234 / 92 %

Ökologie
Kennzahlen

zu 4 Die EEG-Mengen setzen sich die Eingesparung einer privaten zu 5/6 zu 6/11 ff Die Emissionswerte wurden: 0,508 kg/kWh, für Erdgas weil Die Wasserverluste sind Folge BHKW 1, Leckagen im Netz zu 35 Die Steigerung beim Strom aus Ökostrom ist für den Konzern Stadtwerke



Mengen ist ab 2009 auch zu 11 ff. Emissionsfaktor Umweltbereich des Kommunikationstechnik auch im Tagungszentrum der

Gesamtleistung

1990 – 2010:

Strom

Von 1990 bis 2010 stieg der Energieverbrauch von 154 Mio. kWh auf 285 Mio. kWh.

Die jährliche Emissionsbelastung stieg damit von von 92.400 t auf 144.780 t CO₂.

Durch die SWU-Umweltpolitik werden davon jährlich 125.637 t CO₂ vermieden.

Damit nicht genug:

Durch das GuD-Kraftwerk haben wir ab 2007 mit 40 Mio. kWh überwiegend Strom aus Kohlekraftwerken substituiert:
35.400 t CO₂ (Kohle-Dampfkraftwerk)
17.600 t CO₂ (GuD-Kraftwerk)

Einsparung 17.800 t CO₂

Übersicht über die ökologischen Kennzahlen der Stadtwerke Unna GmbH

	Einheit	2010	2009	2008
Allgemeine Kennzahlen				
1 Einwohner des Versorgungsgebietes	Einwohner	66.644	66.870	67.653
2 Stromabgabe insgesamt (eigene und fremde Kunden)	Mio. kWh	364	269	285
3 SWU Stromabgabe im Versorgungsbereich	Mio. kWh	285	233	224
4 davon EEG	Mio. kWh	23	18	18
5 davon Ökostrom	Mio. kWh	150	150	150
6 vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂) durch Ökostrom	t	81.150	81.150	81.150
7 SWU Eigenerzeugung Strom	Mio. kWh	21	21	23
8 Gasabgabe insgesamt (eigene und fremde Kunden)	Mio. kWh	719	621	670
9 SWU Gasabgabe im Versorgungsbereich	Mio. kWh	651	619	670
10 SWU Wärmeabgabe	Mio. kWh	42	41	44
Blockheizkraftwerke				
11 Emissionsausstoß (aller BHKW, CO ₂)	t	13.842	13.399	14.485
12 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	32.854	31.756	39.510
13 Wasserverluste (BHKW 1)	m ³ / km	99	79	54
14 Chemikalieneinsatz (aller BHKW)	Liter	491	301	840
15 Oleinsatz (aller BHKW)	Liter	5.389	12.887	7.114
CO₂-Minderung durch Umstellung				
16 Anzahl der Umstellung anderer Heizenergien auf Gasheizung	Anzahl	2	21	14
17 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	8	199	107
18 Anzahl der eigenen Erdgasfahrzeuge (SWU)	Stück	37	33	37
19 Mengenentwicklung der Erdgasankstelle (output)	kg	328.966	345.060	361.429
20 Vermiedener Emissionsausstoß durch Erdgasautos (SWU, CO ₂)	t	25	27	24
Photovoltaik				
21 Anzahl der Photovoltaik-Anlagen	Stück	392	268	190
22 Installierte Leistung	kWp	6.000	3.068	1.847
23 Eingespeiste Arbeit	kWh	3.518.671	1.884.301	1.368.835
24 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	1.788	953	741
Wind				
25 Anzahl der Windenergie-Anlagen SWU	Stück	1	1	1
26 Anzahl private Windenergie-Anlagen	Stück	14	14	9
27 Installierte Leistung	kW	14.100	14.100	10.100
28 Eingespeiste Arbeit	MWh	17.209	15.313	16.422
29 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	8.742	7.748	8.884
Bioenergie				
30 Anzahl der privaten Biogas-BHKW-Anlagen	Stück	1	1	
31 Installierte Leistung	kW	250	250	
32 Eingespeiste Arbeit	kWh	2.121.981	364.327	
33 Vermiedener Emissionsausstoß (CO ₂)	t	1.078	197	
Energie				
34 Wasser	m ³	658	492	979
35 Strom	kWh	490.408	488.374	477.148
36 Gas	kWh	564.978	439.068	541.182
Abfälle				
37 Zur Beseitigung	t / %	17 / 6 %	25 / 9 %	19 / 8 %
38 Zur Verwertung	t / %	246 / 94 %	260 / 91 %	234 / 92 %

Ökologie
Kennzahlen

zu 4 Die EEG-Mengen setzen sich die Einspeisung einer privaten zu 5/6 zu 6/11 ff Die Emissionswerte wurden: 0,508 kg/kWh, für Erdgas well zu 13 Die Wasserverluste sind Folge BHKW 1, Anlagen im Netz zu 35 Die Steigerung beim Strom aus Ökostrom ist für den Konzern Stadtwerke

Mengen ist ab 2009 auch zu 35 kommunika- tionstechnik auch im Tagungszentrum der





1. Reduzierung der CO₂-Emissionen (EU-Ziel: 20 % bis 2020)

	1990	2010
Heizenergie:	274.000 t	213.624 t
Stromverbrauch:	<u>141.887 t</u>	<u>19.743 t</u>
	415.887 t	232.767 t

Reduzierung: **55,9 %**

2. Erneuerbare Energien (EU-Ziel: 20 % bis 2020)

Strom:	0 MWh	173 MWh
	d. h. 60,7 % von 285 MWh (bei Privatkunden 81 %)	

3. Reduzierung des Primärenergieverbrauches (EU-Ziel: 20 % bis 2020)

Wärmeerzeugung:	1.327 MWh für 795 MWh (Nutzwärme)	900 MWh für 736 MWh (Nutzwärme)
Stromerzeugung:	862,5 MWh für 154 MWh (Nutzenergie)	614,05 MWh für 285 MWh (Nutzenergie)

Reduzierung: **32 %**

II. Grundlagen

Der Wandel vom fossilen zum solaren Energiezeitalter wird determiniert durch

- die Endlichkeit fossiler Ressourcen
- den Klimawandel
- die global steigende Nachfrage nach Energie

Hierdurch wird der Paradigmenwechsel von zentralen zu dezentralen Energiesystemen impliziert.

Der Paradigmenwechsel von zentralen zu dezentralen (lokalen) Energiesystemen

kann „plakativ“ mit dem Wandel von

der **zentralen, angebotsorientierten** Energieversorgung „**von oben nach unten**“ mit getrennten, jeweils für sich geregelten Erzeugungs-, Übertragungs- und Verteilungsstrukturen

zur



dezentralen, nachfragefokussierten Energieversorgung „**von unten nach oben**“ bei gleichzeitiger Optimierung dezentraler und zentraler regenerativer Erzeugung sowie dezentralem Verbrauch auf der Grundlage hierarchischer, vermaschter Regelkreissysteme unter Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Parameter

gekennzeichnet werden.

Technologisch beinhalten dezentrale, nachfragefokussierte Energiesysteme folgende Kernelemente

- ◇ intelligente, lokale Managementsysteme (sog. „**Virtuelle Kraftwerke**“)
- ◇ intelligente Verteilnetze (**Smart Poly Grids**)
- ◇ intelligente Mess- und Steuerungssysteme (**Smart Metering**)

III. Strukturelemente dezentraler, nachfragefokussierter Energiesysteme

Ein derartiges dezentrales Energiesystem fokussiert somit auf

- ⊙ die Vernetzung, Aggregation und zentrale Steuerung dezentraler, regenerativer Stromerzeugungsanlagen, um disponible zentrale Kraftwerksleistung ökonomisch und ökologisch nachhaltig zu ersetzen
- ⊙ die integrierte und intelligente Einsatzoptimierung unterschiedlicher dezentraler Erzeugungseinheiten und somit die regelungstechnische Aggregation sowie ökonomische und ökologische Optimierung auf lokaler Ebene

- ⊙ das „kategorisierte und kaskardierte Clustering“ sowohl der Erzeugungs- als auch Verbrauchsanlagen sowie der Ausgleich der Residuallast durch pretiale Systeme in Phase I
- ⊙ der automatisierte Ausgleich der Residuallast zwischen verfügbarer dezentraler Erzeugung sowie Verbrauch durch „intelligente Agentensysteme“ in Phase II
- ⊙ die Anpassung des Energieverbrauches an die momentan verfügbare (regenerative) Erzeugerleistung
- ⊙ die Transformation statischer Netzstrukturen und -konzepte in intelligente, dynamische Smart Poly Grids
- ⊙ die Erhöhung der individuellen Energieeffizienz bei den Endverbrauchern durch den Einsatz intelligenter Mess- und Steuerungssysteme

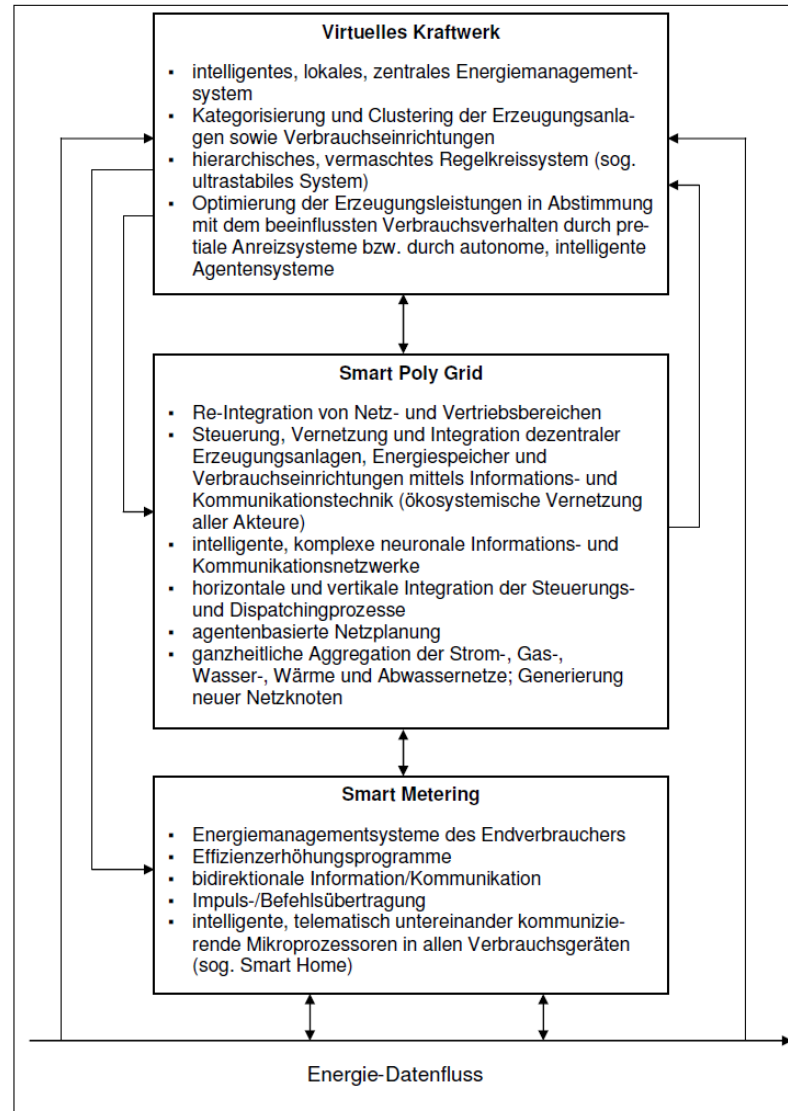
© Dezentrale Energiesysteme (DES) werden demnach charakterisiert durch die gleichzeitige, koordinierte Steuerung/Regelung von dezentraler (regenerativer) Erzeugung, Speicherung und Verbrauch. Strukturell beinhalten sie die drei Ebenen

- Smart Metering/Smart Home
- Smart Poly Grids
- Virtuelles Kraftwerk als dezentrales, intelligentes Energiemanagementsystem,

die durch hierarchisch-vermaschte Regelkreissysteme ganzheitlich und systemisch gesteuert und geregelt werden und somit als symbiotische Einheit zu sehen sind.

Als sog. „Cyberphysical Systems“ sind alle Elemente, Module und Teilsysteme miteinander vernetzt und koordinieren sich aufgrund der Ultrastabilität des Systems selbstständig untereinander bzw. werden durch den „Controlling Overlayer“ des Virtuellen Kraftwerks überregelt.

Dezentrales Energiesystem



Durch diese Regelkreisstruktur sind alle Elemente des DES (Erzeuger, Speicher, Dienstleister, Energiehändler, Netzbetreiber, Verbraucher etc.) im Rahmen offener Informations- und Kommunikationssysteme ständig miteinander verbunden. Diese zur Steuerung des Systems notwendige permanente Informationsaktualität und -transparenz über den jeweiligen Status aller Energienetzteilnehmer konterkariert das **informationelle Unbundling** bzw. hebt dieses auf.

- © Durch DES wird die traditionelle hierarchische Struktur zentraler Energiesysteme in eine sog. „Peer-to-Peer“-Architektur transformiert – deren Elemente sind Energienetzbetreiber sowie Energienetzteilnehmer.

Der derzeitige „statische“ Markt mit abgegrenzten, definierten Akteuren, Rollen und Prozessen wird in ein dynamisches, offenes System mit jederzeit sich verändernden Strukturen und Prozessen sowie Rollenwechseln transformiert werden.

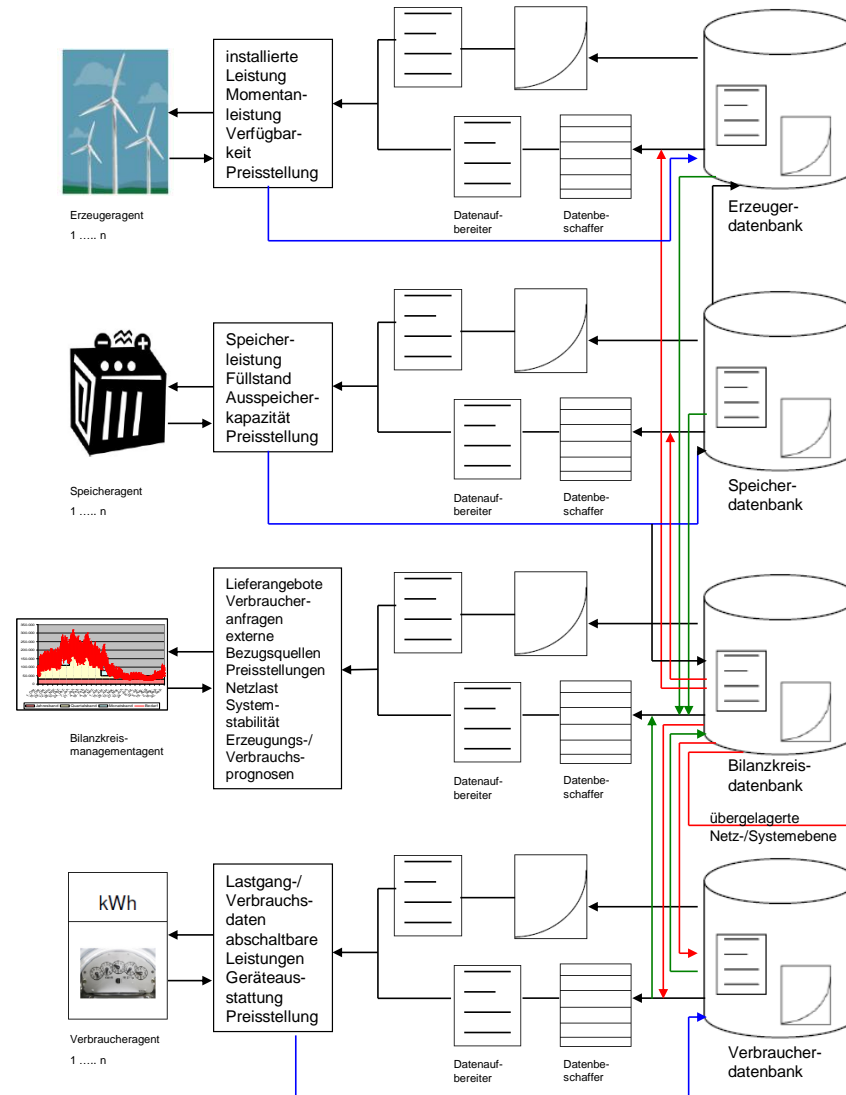
© Energienetzteilnehmer sind

- dezentrale Erzeuger
- dezentrale Speicherbetreiber
- Energievertriebe/Händler
- Dienstleister
- Verbraucher

Alle Energienetzteilnehmer werden interaktiv und interdependent kollaborieren; diese wechselseitige Zusammenarbeit wird durch automatisierte „intelligente Agentensysteme“ realisiert.

© Der Verbraucher wird hierbei als „Prosumer“ situativ drei Funktionen bzw. Rollen übernehmen:

- Energieerzeuger (z. B. Mikro-BHKWs, PV, Solarthermie)
- Speicherbetreiber
- Konsument



IV. Systemische Konsequenzen

- ⊙ fossil-nukleare zentralistische Energiesysteme werden determiniert durch
 - ⊙ oligopolistische Erzeugungsstrukturen
 - ⊙ monopolistische Übertragungs- und Verteilnetzstrukturen
 - ⊙ jeweils autonome Regelungen der Erzeugungs-, Übertragungs- und Verteilungssysteme
 - ⊙ intransparente Informations- und Preisstrukturen
 - ⊙ statische, hierarchische Strukturen
- ⊙ dies erzwingt aus marktwirtschaftlicher Sicht Regulierungsvorgaben (z. B. Unbundling, Energiebörsen etc.)

- ⊙ dezentrale (regenerative) Energiesysteme werden charakterisiert durch
 - ⊙ cyberphysical Systems, bei denen alle Elemente, Teilsysteme etc. interdependent vernetzt sind und sich aufgrund der Ultrastabilität des Systems selbstständig koordinieren bzw. durch das „Virtuelle Kraftwerk“ geregelt werden
 - ⊙ Peer-to-Peer Strukturen mit den Elementen „Netzbetreiber“ und „Energienetzteilnehmer“
 - ⊙ offene, dynamische Systeme mit sich jederzeit verändernden Strukturen, Prozessen und Rollen
 - ⊙ (fast) vollständige Konkurrenz durch sehr viele (heterogene) Anbieter und Nachfrager



© vollständige Informationstransparenz durch den Einsatz
„intelligenter Agentensysteme“

© dies impliziert zwangsläufig, dass die unbundlingkonforme rechtliche, informationelle und personelle Trennung von Erzeugung, Netz und Vertrieb nicht aufrecht erhalten werden kann.

Am meisten Energie vergeudet der Mensch mit der Lösung von Problemen, die niemals auftreten werden.
(William Somerset Maugham)

