# Erneuerbare Energien als Handlungsoptionen für Stadtwerke

Gerhard Ammon
Techn. Betriebsleiter der
Stadtwerke Fellbach GmbH

# Zu meiner Person

Tätigkeitsschwerpunkte

Abitur / Zivildienst

Studium Maschinenwesen Schwerpunkt Energietechnik

1995 Entwurf des ersten Fellbacher Klimaschutzkonzeptes

1997 Wechsel zu den Stadtwerken, dort Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen

seit 1998 techn. Betriebsleiter und Prokurist der Stadtwerke Fellbach GmbH

Zuständig für alle Maßnahmen im Bereich Erneuerbare Energien, Kraft-Wärme-Kopplung, Emissionskataster, Erdgastankstelle

Mitglied im Lenkungskreis Energie- und Umweltpolitik des bdew

# Das Unternehmen

Eigner

87,99 % Stadt Fellbach
12,01 % EnBW

50 Mitarbeiter
10 Auszubildende

Tätigkeitsschwerpunkte

Strom, Gas-, Wasser- und Wärmeversorgung, Erneuerbare Energien, Erdgastankstelle, Betriebsführung, Contracting (auch außerhalb von Fellbach)

Seit 2010 bundesweites Stromangebot
net(t)strom mit ca. 5.000 Kunden

# Kennzahlen

Versorgung

von 43.000 Einwohnern

| | |
|---|---|
| Stromabgabe | 238 GWh |
| Gasabgabe | 327 GWh |
| Wasserabgabe | 2,4 Mio m³ |
| Wärmeabgabe | 22 GWh |
| Eigenerzeugung | 9 GWh |

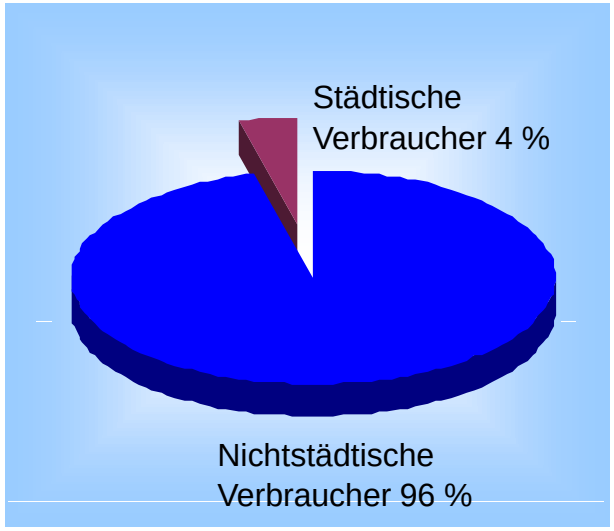
# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Erstes Klimaschutzziel der Stadt Fellbach

Reduzierung der $CO_2$-Emissionen der Verwaltung um 20% innerhalb von 5 Jahren

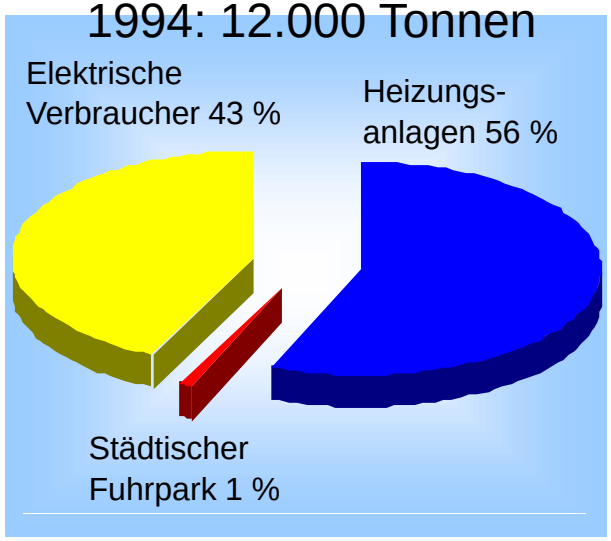
$CO_2$-Emissionen Fellbach

1991: 257.230 Tonnen




Städtische $CO_2$-Emissionen

1994: 12.000 Tonnen




Stadtwerke Fellbach GmbH

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Bewertung von Maßnahmen in Prioritätenliste

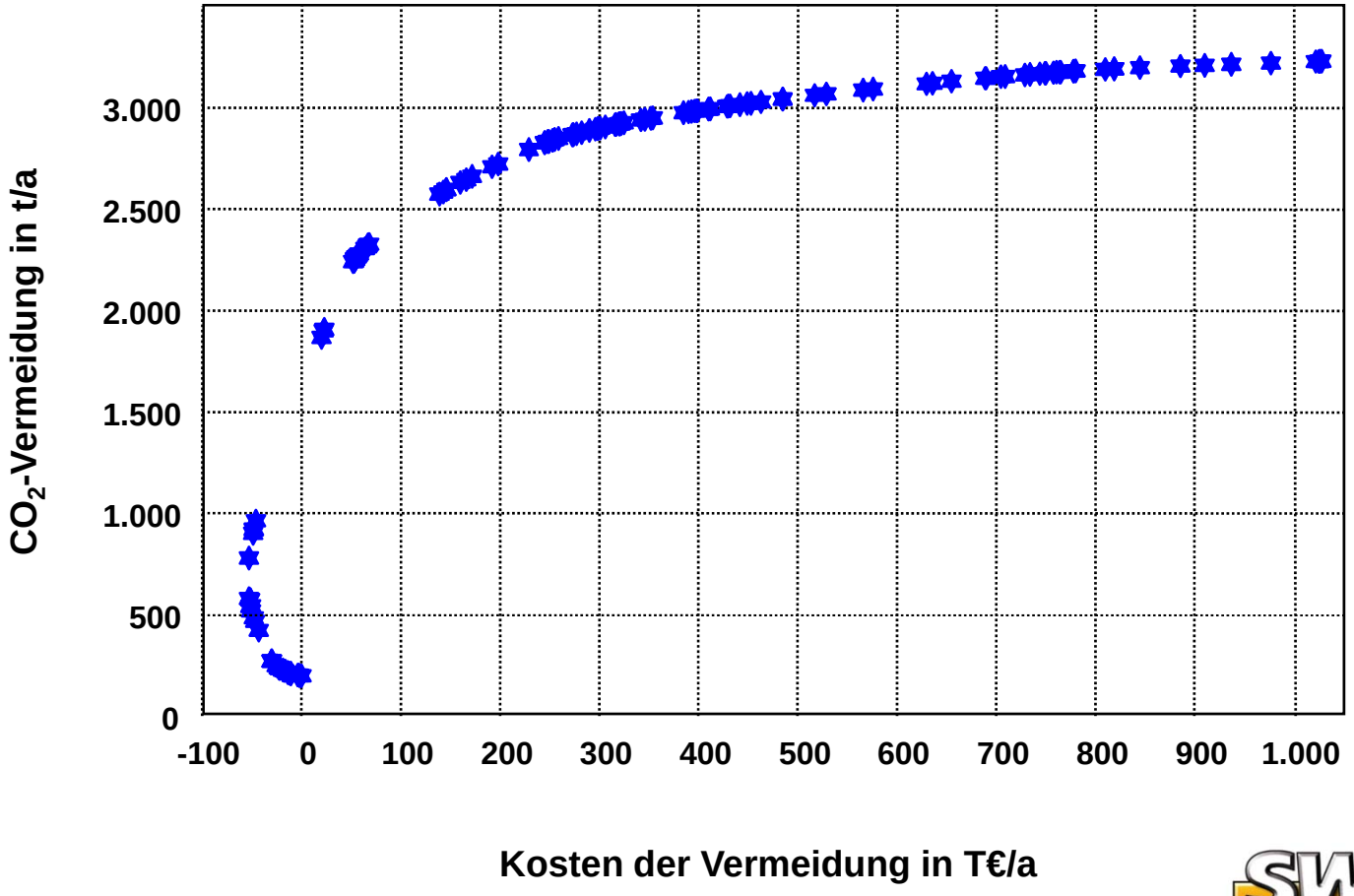
| Nr. | Projekt | Investitionen [€] | Jahres-ergebnis *) [€/a] | $CO_2$-Ver-meidung [$t_{CO2}$/a] | $CO_2$-Ver-meidungs-kosten [€/(tCO2)] | Summe $CO_2$-Vermeidung [$t_{CO2}$/a] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | Energiesparlampen für Schulfoyer | 3.083 | -999 | 5 | -204 | 28 |
| 18 | Einbau von Thermostatventilen | 5.624 | -1.364 | 10 | -139 | 49 |
| 23 | Wasserturbine in Wasserbehälter | 106.860 | -6.647 | 150 | -44 | 223 |
| 25 | Dämmung einer Nahwärmeleitung | 10.226 | -658 | 17 | -38 | 285 |
| 28 | Deckendämmung in einer Schule | 3.927 | -134 | 5 | -29 | 323 |
| 30 | Sanierung einer Lüftungsanlage | 127.823 | -616 | 78 | -8 | 450 |
| 37 | BHKW im Hallenbad | 1.579.892 | 33.745 | 905 | 37 | 1.721 |
| 58 | Einbau einer Einzelraumregelung | 114.529 | 6.892 | 35 | 198 | 2.573 |
| 95 | Solaranlage im Hallenbad | 29.282 | 2.326 | 4 | 662 | 2.920 |
| 122 | Dämmung einer Aussenfassade | 113.967 | 7.692 | 7 | 1.172 | 3.094 |

*) Ein negatives Jahresergebnis bedeutet hier einen Überschuß

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Bewertung von Maßnahmen in Prioritätenliste

Optimaler Mitteleinsatz, wenn alle Maßnahmen umgesetzt werden, deren $CO_2$-Vermeidungskosten unter 100 €/t liegen.




Stadtwerke Fellbach GmbH

# Klimaschutzaktivitäten der Stadt Fellbach

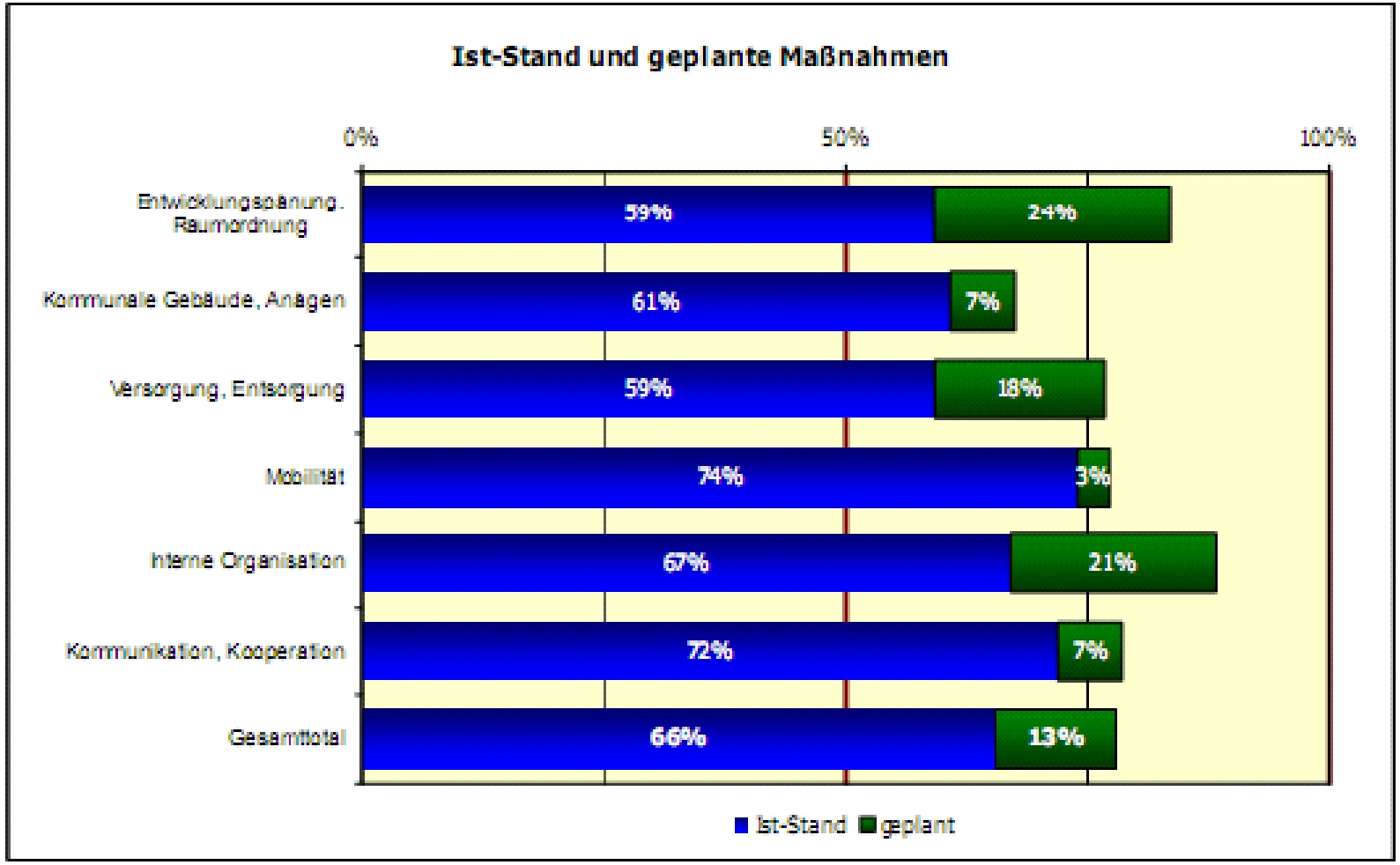
## Unsere neuen Klimaschutzziele

1. $CO_2$-freie Verwaltung bis 2012
   (Ziel bereits in 2010 erreicht)

2. 10% weniger $CO_2$- in der Gesamtstadt
   in den nächsten 10 Jahren
   mit einem Mitteleinsatz von 10 Mio. €

# Klimaschutzaktivitäten der Stadt Fellbach

## Zwischenschritt – EEA Zertifizierung




Stadtwerke Fellbach GmbH

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Einbindung in das städtische Klimaschutzkonzept

Die SWF ist zuständig für die Maßnahmen,
die sich anlagentechnisch realisieren lassen.

Investitionen von 2000 bis 2010: rund 10 Mio €
(Windpark, Photovoltaik, BHKWs, Biogasanlage)

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Rechnen sich Klimaschutzmaßnahmen?

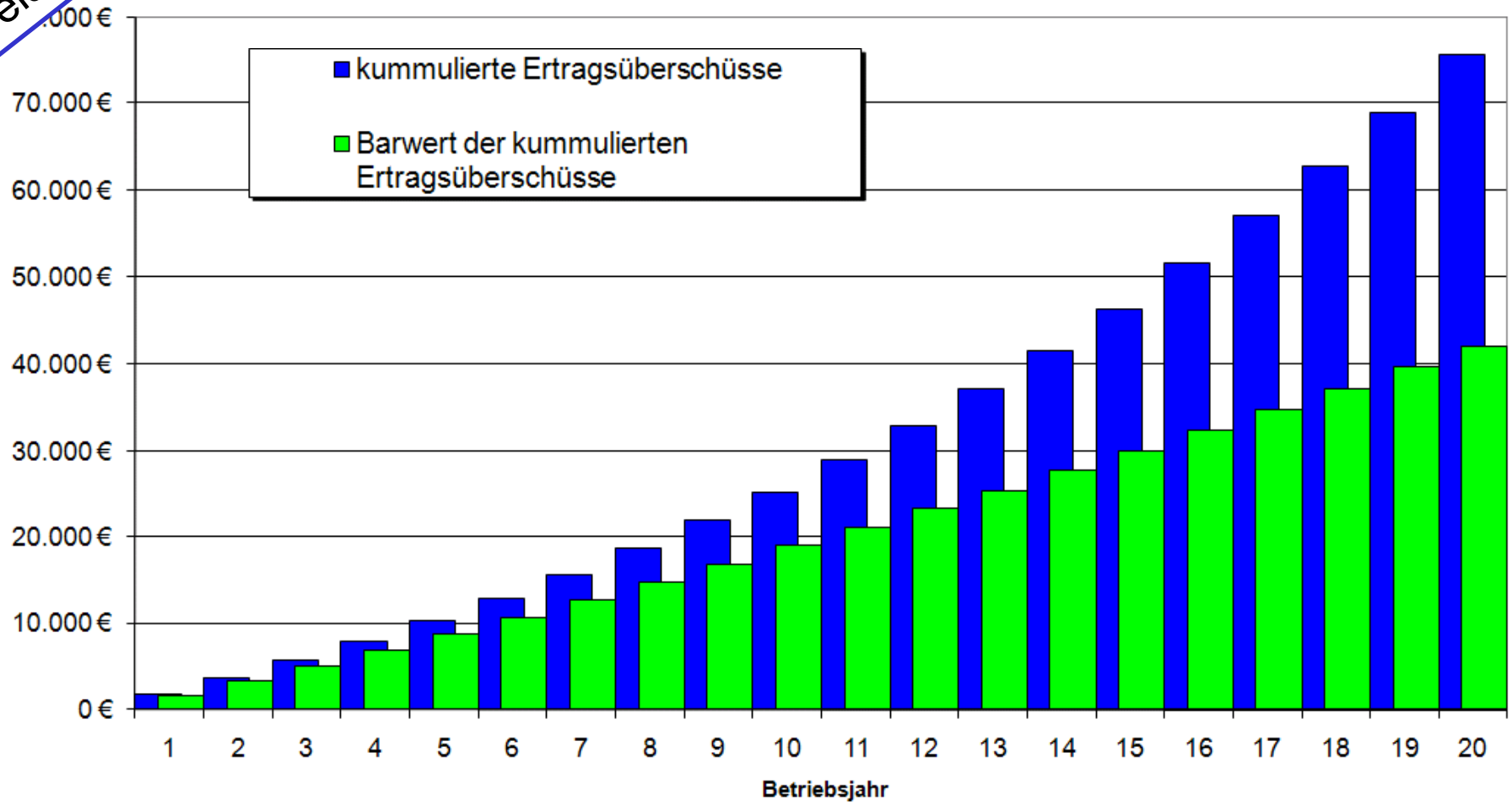
Bei den Stadtwerken Fellbach werden alle Klimaschutzmaßnahmen wie folgt bewertet:

- Investitionskosten
- Finanzierungskosten
- sämtliche Betriebskosten
- Betriebserträge
- $CO_2$-Vermeidung

Das Ergebnis wird statisch oder dynamisch barwertig betrachtet.

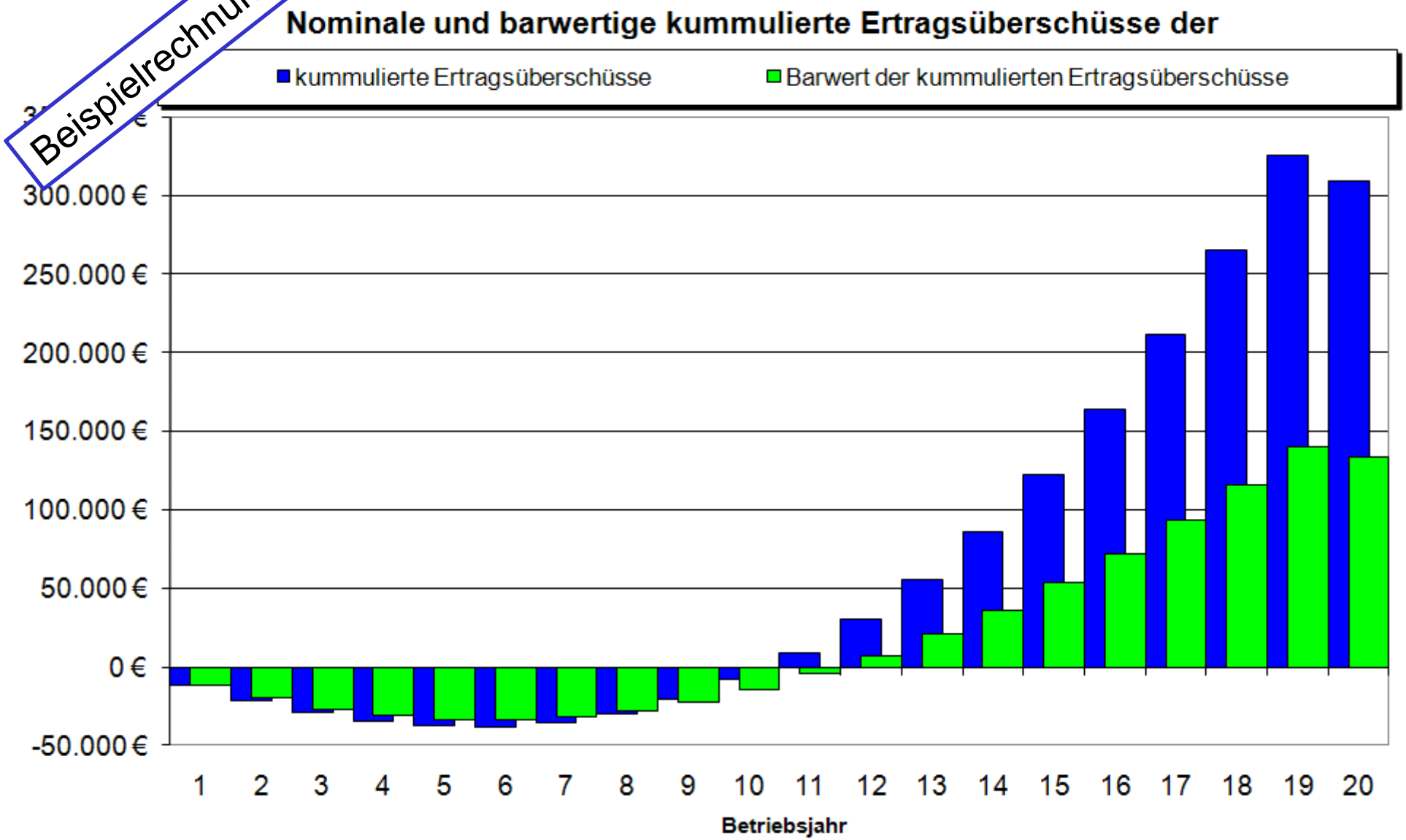
Beispielrechnung

## Nominale und barwertige kummulierte Ertragsüberschüsse




Stadtwerke Fellbach GmbH

Beispielrechnung




Stadtwerke Fellbach GmbH

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Windenergie - Onshore

- Vier Anlagen VESTAS V 47-660/200
- Gesamtleistung 2.640 kW
- Nabenhöhe beträgt 76 m
- Rotordurchmesser 47 m
- Gewicht je Anlage ca. 110 Tonnen
- Investitionen ca. 3 Mio €
- $CO_2$-Vermeidung pro Jahr 1.732 t

Betriebserträge seit Inbetriebnahme

- Stromerzeugung 31 Mio kWh
- $CO_2$-Vermeidung 16.170 t

Stadtwerke Fellbach GmbH

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Windenergie - Offshore

- Beteiligung an einem Offshore Windpark in der Ostsee
- Gesamtleistung 48 MW
- Anteil der SWF 0,5 MW
- Baubeginn 2009
- Fertigstellung 2011
- Investitionen der SWF ca. 1 Mio €

Stadtwerke Fellbach GmbH

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Kraft-Wärme-Kopplung

**Kraft-Wärme-Kopplung**

23 BHKW Anlagen (inkl. Biogas)
davon 3 außerhalb von Fellbach
und 5 in Bau.

2.241 kW elektrische Leistung

7,3 Mio. kWh Stromerzeugung

18 Mio. kWh Wärmeerzeugung

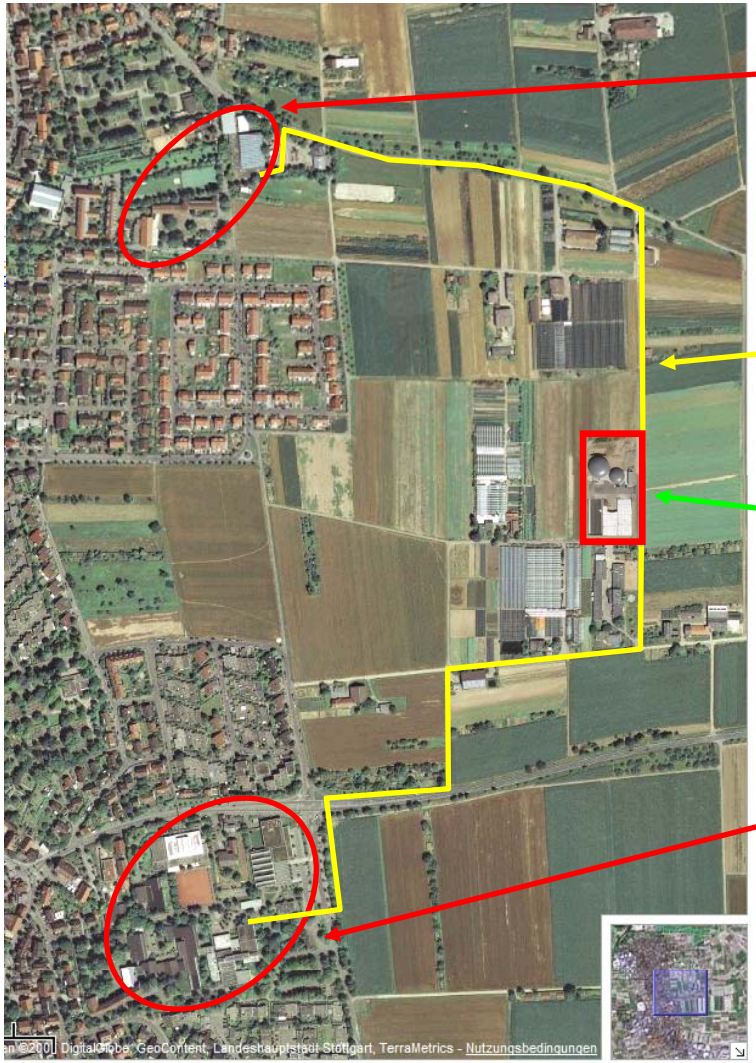
$CO_2$-Vermeidung pro Jahr 2.900 t

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Biogasanlage

# Biogasanlage Fellbach

## Wärmeversorgung im weiteren Umfeld




Sporthalle, Grundschule, Festhalle
in Oeffingen
1,2 Mio kWh Wärme

Biogasleitung

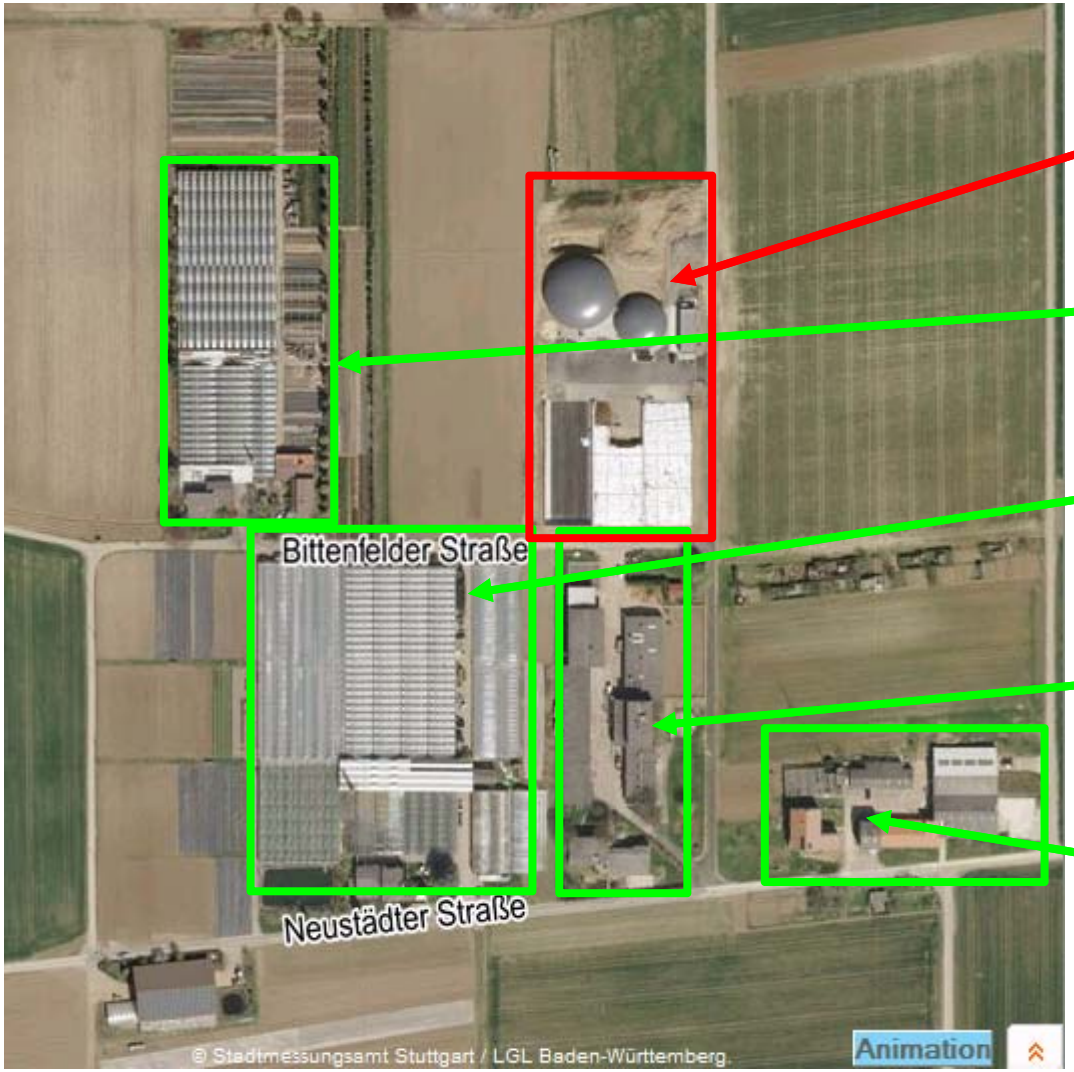
Standort Biogasanlage

Schulzentrum mit 3 Schulen,
Sporthallen und Festhalle
in Schmiden
2,5 Mio kWh Wärme

Stadtwerke Fellbach GmbH

# Biogasanlage Fellbach

## Wärmeversorgung im näheren Umfeld




Biogasanlage

Gärtnerei 1

Gärtnerei 2

Landwirt 1

Landwirt mit Besenwirtschaft

Stadtwerke Fellbach GmbH

# Biogasanlage Fellbach

## Biogasleitung - Warum

- Gesamtkosten Biogasleitung + 3 BHKW‘s günstiger als ein BHKW + Wärmeleitungen
- Keine Verluste beim Transport im Gasnetz
- Vollständige Biogasmenge steht zur Verstromung bereit
- Leitungsverlegung einfacher als bei Fernwärme
- Leitung konnte durch eigenes Personal verlegt werden
- Unterhalt der Biogasleitung einfacher als bei Wärmeleitung

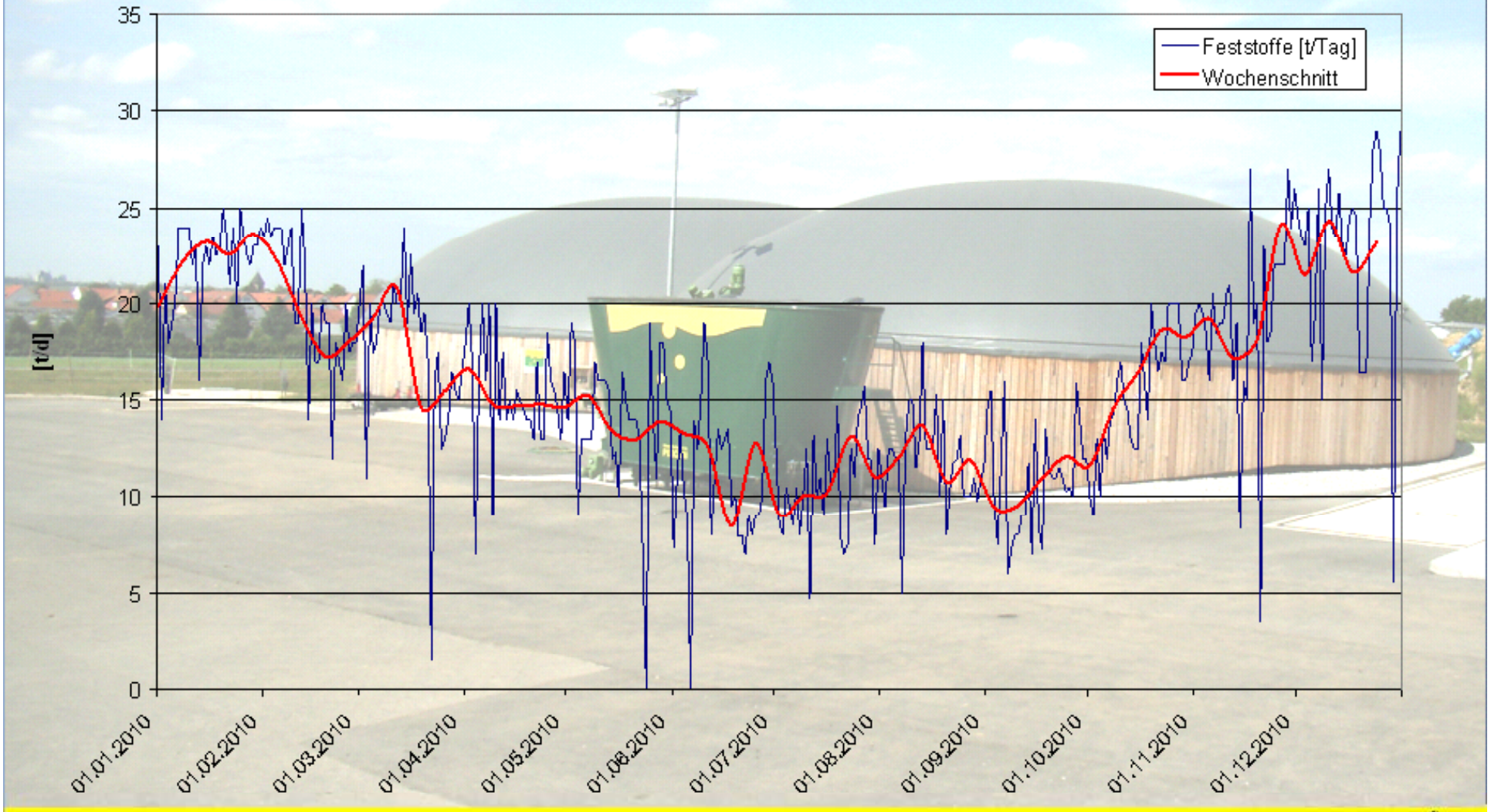
# Biogasanlage Fellbach

## Biogasanlage – Betriebserfahrungen

| | 2009 | 2010 |
|---|---|---|
| Betrieb BHKWs | Inbetriebnahme<br>März / Mai – Dezember | Volles Betriebsjahr<br>Januar – Dezember |
| Methanerzeugung | 580.000 m³ | 635.000 m³ |
| Substrateinsatz | 6.400 t inkl. Anfahrimpfung | 6.300 t |
| Kondensatanfall in der Biogasleitung | ca. 200 l | ca. 100 l |
| Stromerzeugung | 1,9 Mio kWh | 2,3 Mio kWh |
| Wärmeerzeugung durch Biogas BHKW | Schmiden: 727 MWh<br>Oeffingen: 272 MWh | Schmiden: 1.773 MWh<br>Oeffingen: 768 MWh |
| Anteil Wärmelieferung durch Biogas BHKW in den Schulzentren | Schmiden: 32%<br>Oeffingen: 33% | Schmiden: 65%<br>Oeffingen: 70% |

# Biogasanlage Fellbach

## Wärmegeführter Betrieb der Anlage






methavis
Gesellschaft für Erneuerbare Energie mbH

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Photovoltaik

| | |
|---|---|
| Zahl der Anlagen*): | 20 Stück |
| Installierte Leistung: | 397 kW |
| Stromerzeugung: | 360 MWh/a |
| $CO_2$-Vermeidung: | 0,2 Mio kg/a |
| Investitionen: | ca. 1,5 Mio. € |

*) davon 3 Bürgerbeteiligungsanlagen

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Bürgerbeteiligung

| | 1 Anteil = 6 Zellen | 1 Modul = 12 Anteile |
|---|---|---|
| Kosten zzgl. MwSt. | 90,– € | 1.080,– € |
| Stromerzeugung jährlich* | 11,7 kWh | 140,0 kWh |
| Stromerzeugung in 20 Jahren* | 233 kWh | 2.800,0 kWh |
| Vergütung jährlich, netto* | 6,70 € | 80,36 € |
| Vergütung in 20 Jahren, netto* | 134,– € | 1.607,– € |

*geschätzte Zahlen für das Auslegungsjahr

alle Angaben ohne Gewähr

SWF
Stadtwerke Fellbach GmbH

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Solare Wärmeversorgung

**Solare Wärmeversorgung**
Solarsegel und 2 Kollektordächer zusammen 230 m² Kollektorfläche

0,1 Mio kWh Wärmeerzeugung durch Solaranlagen (ca. 15%)
0,1 Mio kg $CO_2$-Vermeidung

93 Wohnungen werden versorgt
Restwärmeerzeugung durch Brennwertkessel

Stadtwerke Fellbach GmbH

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Erdgastankstelle

**Erdgastankstelle**

Öffentliche Erdgastankstelle

Förderung von Neufahrzeugen

Eigener Fuhrpark komplett mit Erdgasfahrzeugen

219.000 kg Erdgasverkauf

0,2 Mio. kg $CO_2$-Einsparung

Reduzierung des Sommersmogs

Stadtwerke Fellbach GmbH

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Emissionskataster

**Ziel**

Erfassung des energetischen Ist-Zustands aller Fellbacher Wohngebäude

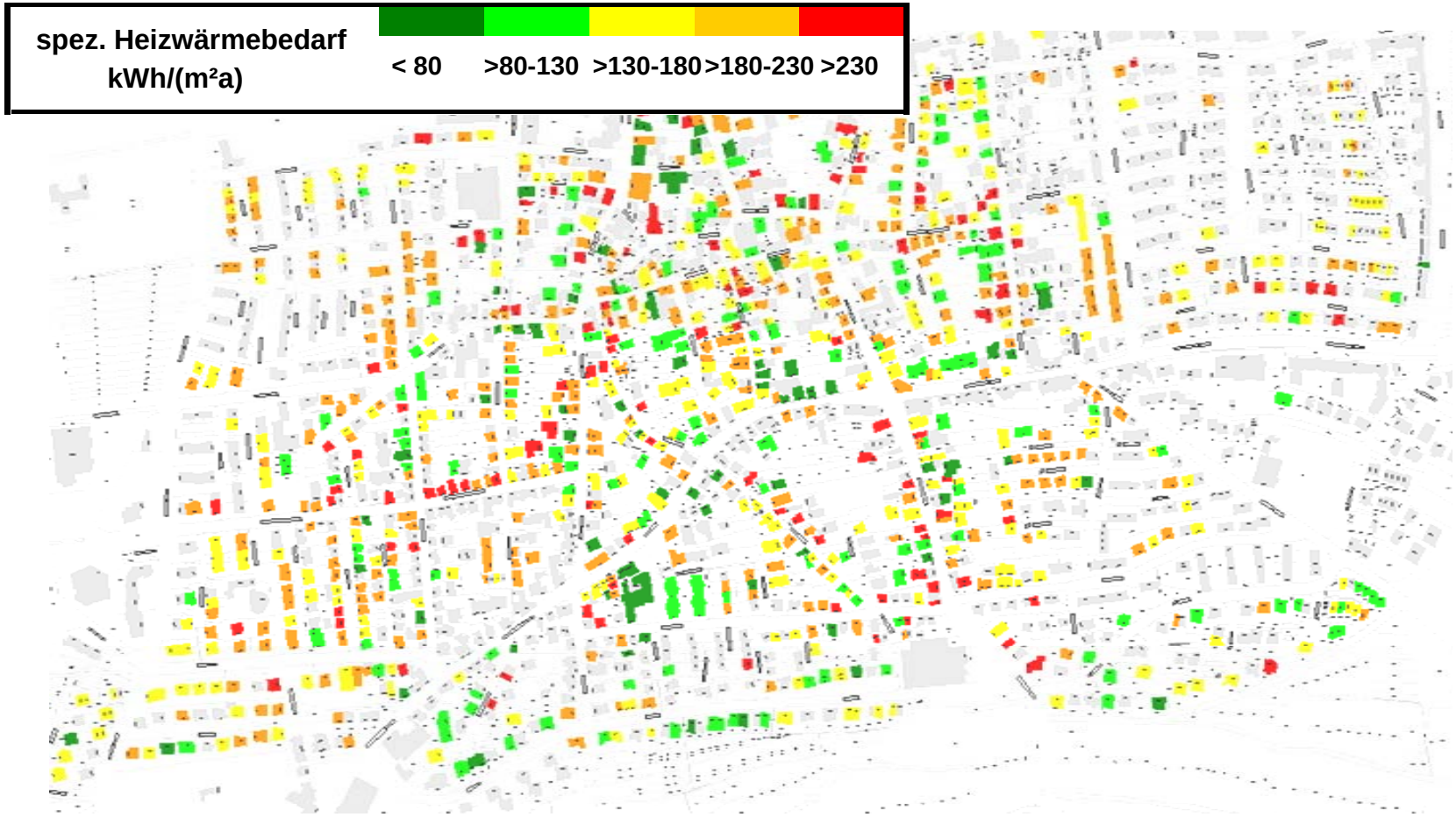
Identifikation von Sanierungs-schwerpunkten

Optimierung von Förder-programmen

Bereits mehr als 2.500 Gebäude in Fellbach erfasst und bewertet

# Emissionskataster der Stadtwerke Fellbach

## Ergebnisse aus dem Emissionskataster




Stadtwerke Fellbach GmbH

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Ökostrom

**Ökostrom**
Normalmodell und
Aufpreismodell

Aufpreis wird für Umwelt-
projekte in Fellbach verwendet

Bis jetzt wurden 3 Photovoltaik-
anlagen finanziert

Erträge finanzieren wieder
neue Projekte

Neu ab 2010: Biogasangebote für unsere Kunden

Stadtwerke Fellbach GmbH

# Klimaschutzaktivitäten der Stadtwerke Fellbach

## Verwendung der Ökostromgelder

# Power von der Penne – FSG erzeugt Solarstrom

72.22.11.02

Auf dem Dach des Fellbacher Friedrich-Schiller-Gymnasiums entsteht in diesen Tagen eine Photovoltaikanlage für 21 000 Euro

**Fellbach. Das Friedrich-Schiller-Gymnasium (FSG) bekommt dieser Tage was aufs Dach: eine Photovoltaikanlage mit 15 großen Solarzellen. Gestern haben die Aufbauarbeiten begonnen. Schon vom kommenden Dienstag an wird voraussichtlich der erste mit Sonnenkraft erzeugte Strom fließen.**

Mit einem Kran wurden gestern Nachmittag die benötigten Materialien aufs Schuldach gehievt, die wertvollste Fracht stammt aus Japan. 15 Solarzellen, je 140 mal 50 Zentimeter groß, die zusammen eine Leistung von 1800 Watt erbringen können. Das ist dann der Fall, wenn direktes Sonnenlicht auf die Solarzellen fällt. „Für die Umwandlung in Strom reicht auch indirektes Licht, die Ausbeute ist dann aber sehr gering", sagt Michael Ianise von der gleichnamigen Fellbacher Elektroanlagen GmbH. Sie zeichnet für alles verantwortlich, „was sich auf dem Dach abspielt", wie Ianise sagt. Auf einem ebenen Teil in der Nähe von Fachsälen des FSG werden die Solarzellen jetzt konsequent gen Süden ausgerichtet. Spezielle Plastikboxen als Grundträger sorgen für den Idealwinkel von 30 Grad.

Damit die teuren Solarzellen auch bei schwerem Sturm nicht abhanden kommen, werden die Boxen ordentlich beschwert. 75 Kilogramm Steine sind pro Box vorgesehen. „Der hier erzeugte Strom wird komplett in unser Netz eingespeist", sagt der technische Betriebsleiter der Fellbacher Stadtwerke, Gerhard Ammon. Etwa 1600 Kilowattstunden Strom sollen pro Jahr zusammenkommen, hat er errechnet.

Schüler und Lehrer werden von der Photovoltaikanlage selbst nichts sehen, wohl aber ihre Auswirkungen. In etwa zwei Wochen wird im Schulflur ein großes Display montiert, das permanent die aktuelle Leistung der Solarzellen, die Stromerzeugung seit Inbetriebnahme und die vermiedenen $CO_2$-Emissionen anzeigt, wie sie bei herkömmlich erzeugtem Strom entstehen. Die FSG-Anlage hilft, jährlich etwa 850 Kilogramm $CO_2$ zu vermeiden. Wer noch mehr Daten erfahren will, muss sich in der Schule an einen Computer setzen. „Über eine Software können zum Beispiel die Sonneneinstrahlung, die Spannung und Statistiken abgerufen werden", sagt Gerhard Ammon.

Von der ersten Idee einer Photovoltaikanlage bis zur Ausführung sind rund zwei Jahre vergangen. Finanzierungsfragen hatten die Planung in die Länge gezogen. Die Anlage auf dem Dach des Friedrich-Schiller-Gymnasiums kostet etwa 21 000 Euro.

„Es ist nach wie vor die teuerste Art, Strom zu erzeugen", sagt Gerhard Ammon, „deshalb werden Photovoltaikanlagen auch bezuschusst" – im Falle des FSG vom Förderprogramm „Sonne in der Schule" des Wirtschaftsministeriums. 9000 Euro stammen aus Mitteln des Ökostromtarifs der Stadtwerke. Von jeder Kilowattstunde verkauftem Ökostrom fließen nämlich etwa 25 Prozent der Mehreinnahmen in einen Fonds für Umweltschutzprojekte, über dessen Verwendung eine Interessengemeinschaft entscheidet. Fast ebenso viel, nämlich 8500 Euro, fließt das Friedrich-Schiller-Gymnasium selbst bei. Hier flossen Einnahmen aus einem Schulfest sowie Gelder des Vereins der Freunde des FSG ein. **Roland Böckeler**

THEMA Schule

Gerhard Ammon von den Stadtwerken (2. von links) begutachtet auf dem Schuldach des FSG die Installationen. Foto: Ro

Stadtwerke Fellbach GmbH

# Klimaschutz in Fellbach

## Und warum das alles?

# Stadtwerke Fellbach GmbH

## Ansprechpartner

Gerhard Ammon
Technischer Betriebsleiter / Prokurist
Tel.: 0711 / 575 43 24
ammon@stadtwerke-fellbach.de

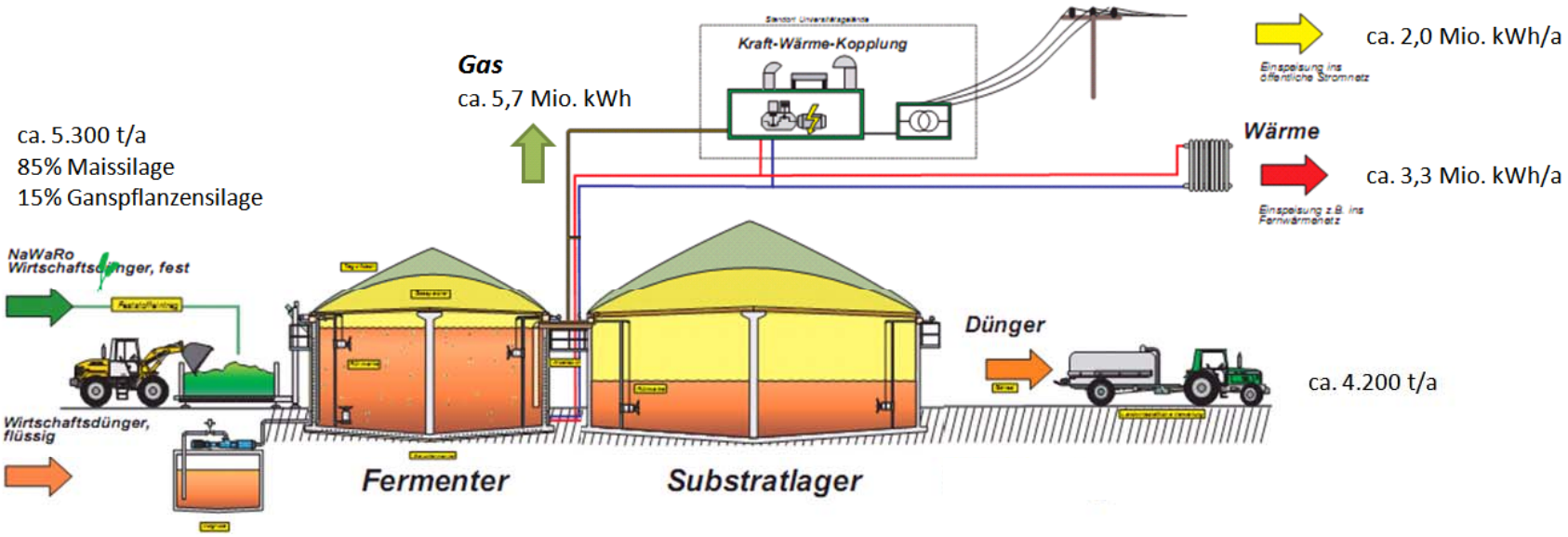
Ringsstrasse 5
70736 Fellbach

Stadtwerke Fellbach GmbH

# Biogasanlage Fellbach

## Verfahrensschema der Biogasanlage?

3 BHKW's an 3 Standorten
Sporthalle Oeffingen: 40 kWel
Friedensschulzentrum: 250 kWel
Biogasanlage: 190 kWel




BIOGAS NORD Anlagenbau GmbH
Wemingshof 2+4
D-33719 Bielefeld
Tel. +49 (0)521 9633 0
Fax +49 (0)521 9633 500
www.biogas-nord.de
info@biogas-nord.de

Stadtwerke Fellbach GmbH

# Biogasanlage Fellbach

## Biogasleitung oder Fernwärmeleitung?

| | Biogasleitung | Fernwärmeleitung |
|---|---|---|
| Anzahl BHKW‘s | 3<br>(40, 190, 250 kW) | 1<br>(350 kW) |
| Leitungslänge | 1.850 m Gasnetz<br>250 m Wärmenetz | 2.000 m Wärmenetz |
| Investitionen (Netz, BHKW, Verdichter, Pumpen etc., inkl. Förderung) | 890.000 € | 1.184.000 € |
| Jährliche Mehrkosten (Kapital-, Betriebskosten) | - | 30.000 € |
| Jährliche Mehrerlöse | 3.000 € | - |
| Verluste im Leitungsnetz | Gasnetz 0 %<br>Wärmenetz 15 % | Wärmenetz 15 % |

Stadtwerke Fellbach GmbH

# Biogasanlage Fellbach

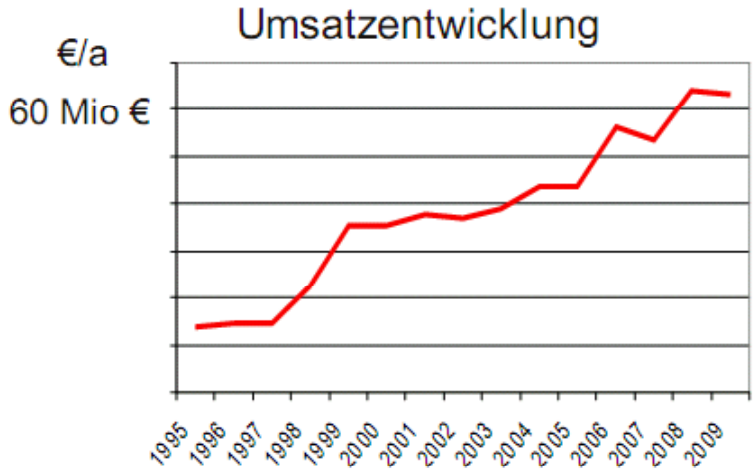
## Kennwerte

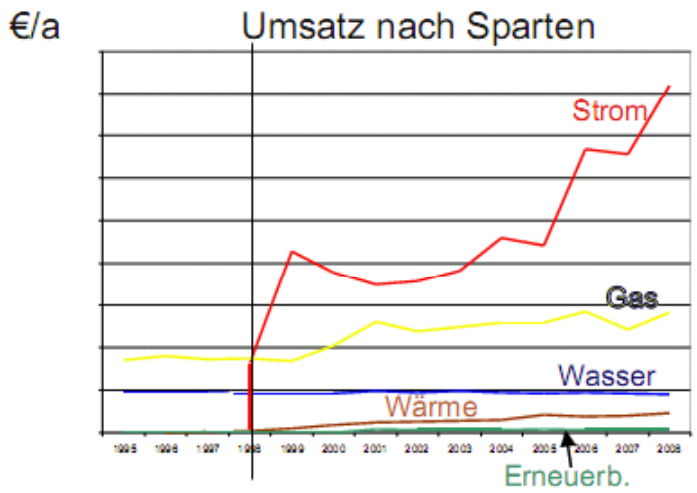
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Benötigte Substratmenge | 5.300 t/a | | Einssatzstoffe (Nachwachsende Rohstoffe) | 80% Mais<br>15% GPS*)<br>5% Gras |
| Anbaufläche | 114 ha | | Gaserzeugung | 5,7 Mio kWh |
| Anteil an landwirtschaftlich genutzter Fläche in Fellbach | 12 % | | Stromerzeugung | 2,0 Mio kWh |
| Beteiligte Landwirte | 9 | | Wärmeerzeugung | 3,3 Mio kWh |
| Installierte BHKW Leistung | 480 kW (3Standorte) | | Grundstücksgröße | 8.500 m² |
| Gesamtinvestitionen | 2,75 Mio. € | | Länge der Biogasleitung | 1.961 m |
| Förderung: 30% der Kosten des Biogasnetzes (111.900 €) durch das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg | | | | |
| **$CO_2$-Vermeidung: ca. 1.340 Tonnen jährlich**<br>dies sind etwa 30% der Zielvorgabe<br>der klimaneutralen Stadtverwaltung für die Stadt Fellbach bis 2012 | | | | |

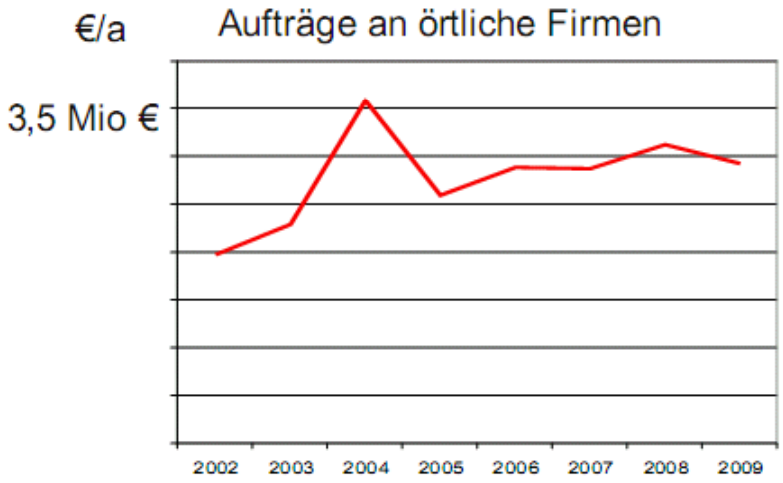
*) GPS = Ganz-Pflanzen-Silage

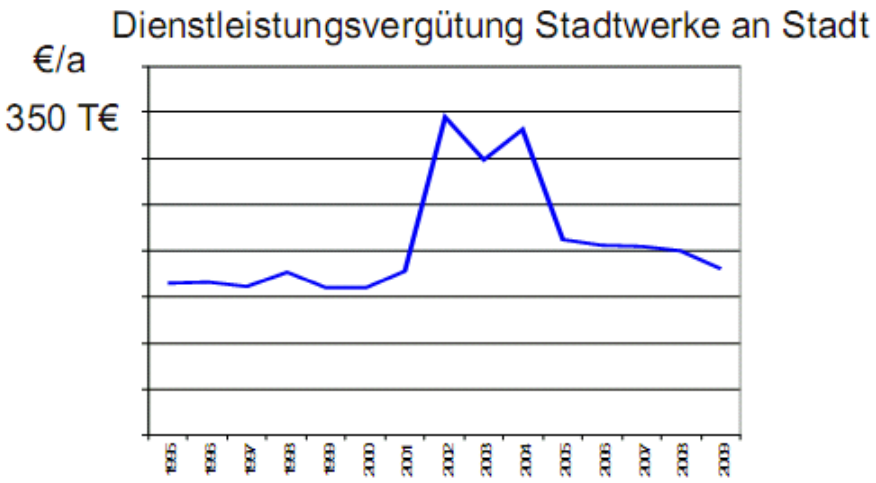
Stadtwerke Fellbach GmbH

# Kennzahlen (2)



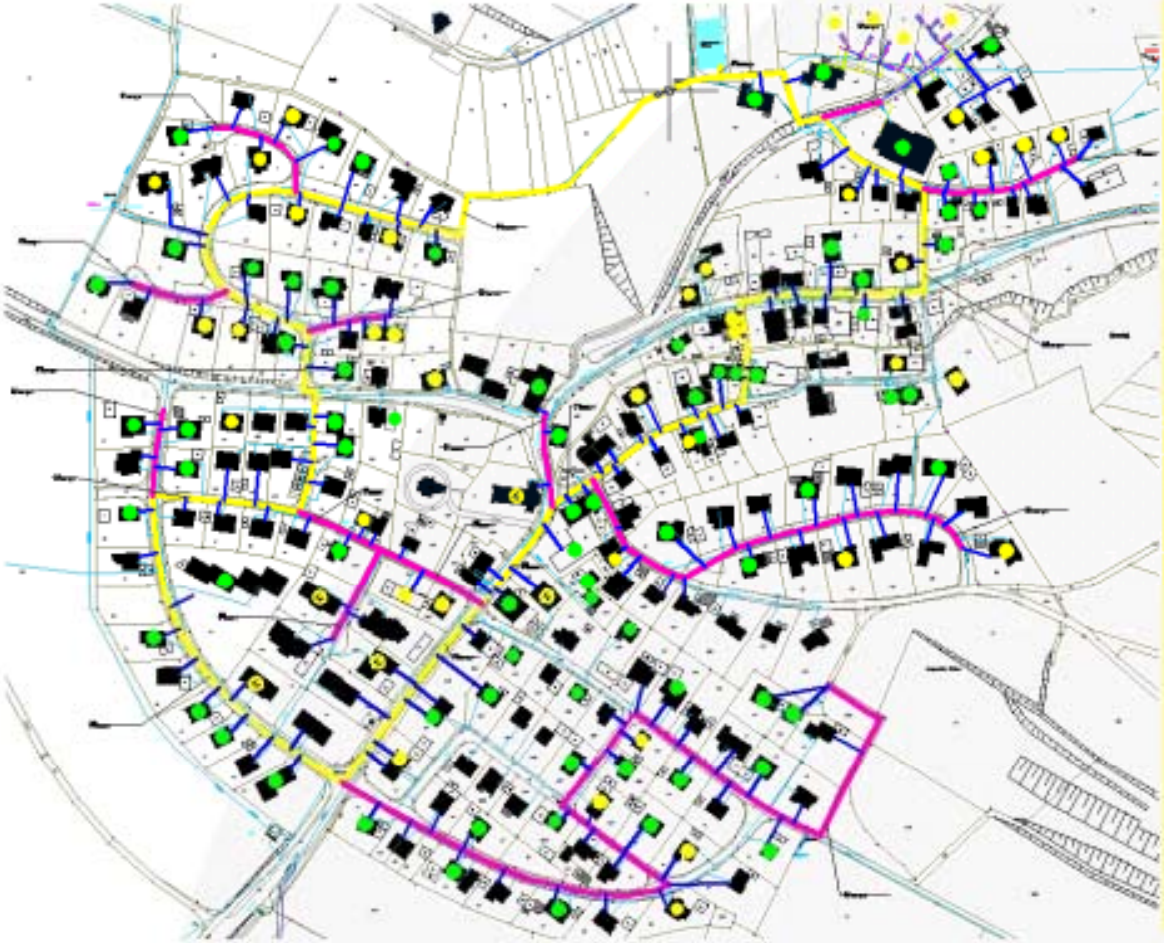




Stadtwerke Fellbach GmbH

# Klimaschutzaktivitäten

## Exkurs: Aktivitäten anderer Stadtwerke

## Möggingen



*Arbeit:* **3,6 GWh/a**

*Installierte Leistung:* **1,7 MW**

*Anschlußquote:*
**140** Häuser von max. **186**

*Leitungslänge:* **6.900 m**

**Technische Details:**

1 BHKW für Biogas zur Grundlastdeckung
- elektrische Leistung: 250 kW pro BHKW
- thermische Leistung: 324 kW pro BHKW
- 5.800 h p.a.
- 1.450.000 $kWh_{el}$ / a
- 1.879.200 $kWh_{th}$ / a

1 Holzhackschnitzelkessel für Spitzenlast
- thermische Leistung: 1.200 kW
- 1.442 h / a
- 2.307.200 $kWh_{th}$ / a

Nahwärmenetz:
Systemtemperaturen: 80/50 C
Trassenlänge: 6.900 m