

Energieversorgungslösungen im Bestand als Herausforderung für Salzburg

Salzburg = Smart City !?

15. April 2015, TriBühne Lehen

Ralf-Roman Schmidt

Motivation

- **Ausgangslage:** Vorgabe des „Masterplan Smart City Salzburg“:
„Kommunale Gebäude ... sind Plusenergieobjekte und versorgen ihre Umgebung“

→ Da es sich bei dem Bildungscampus Gnigl (BCG) um ein Pilotprojekt mit hoher Vorbildwirkung handelt, soll diese Zielvorgabe (so weit wie möglich) umgesetzt werden!

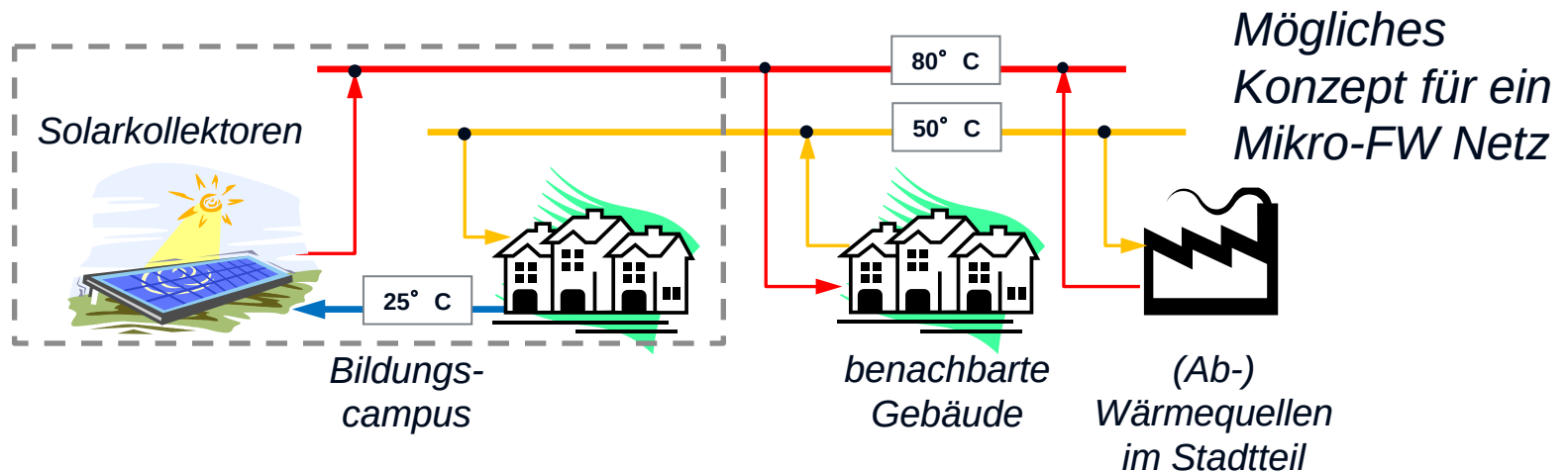
- **Definition ‚Plus-Energie-Gebäude‘:**
 - ein Gebäude, dessen jährlicher Primärenergieverbrauch ... unter der vor Ort produzierten erneuerbaren Energie liegt.
 - Unter „vor Ort“ wird innerhalb der Grenzen der Siedlung oder des Gebäudes bzw. in unmittelbarer Nachbarschaft hierzu verstanden

(Quelle: 2. Ausschreibung „Haus der Zukunft plus“)

Ziele

■ Plus-Energie als Chance für den gesamten Stadtteil!

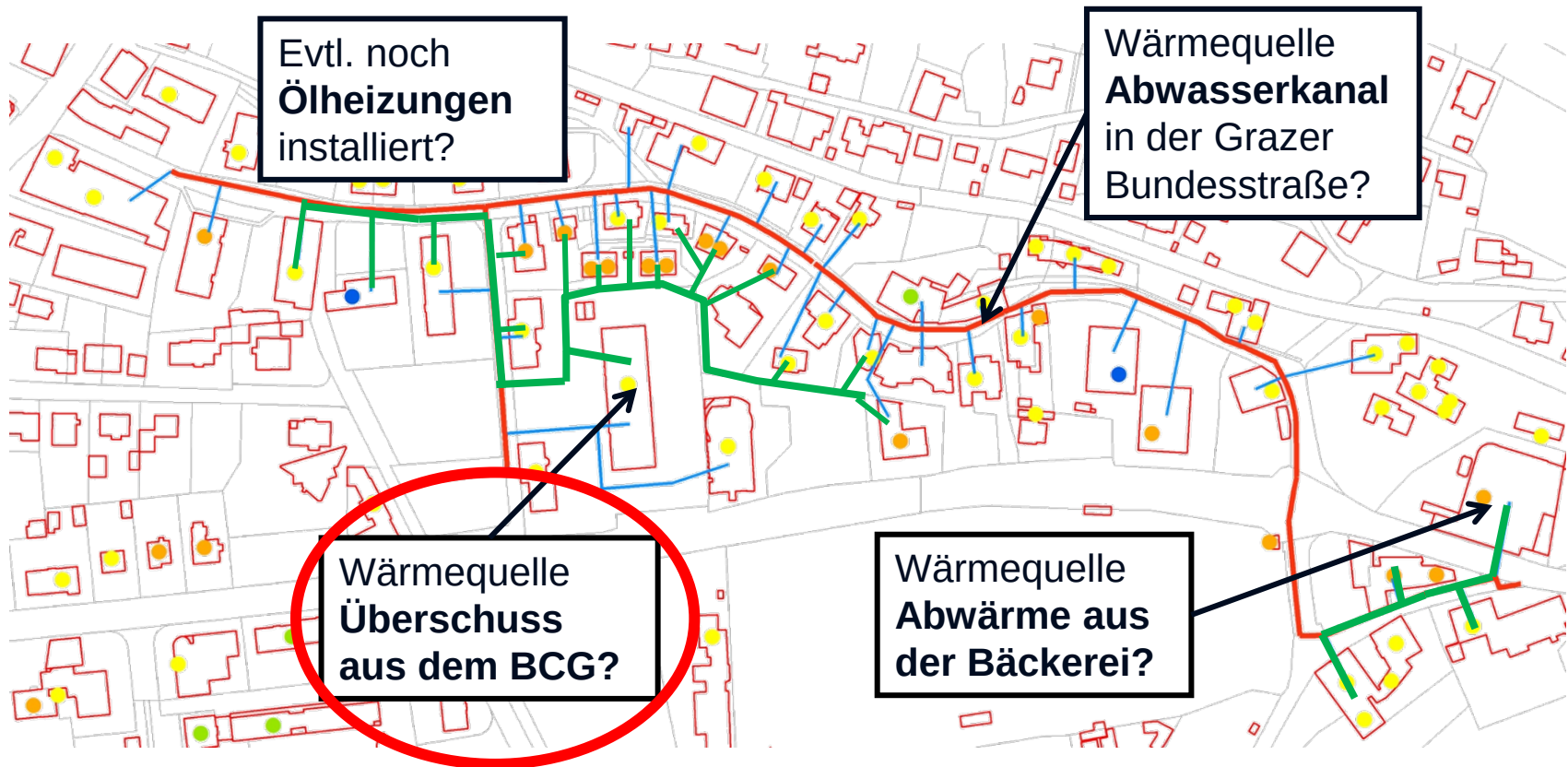
1. **Planungsbegleitung BCG** → Plus-Energie-Gebäude realisieren (so weit wie möglich)
2. **Entwicklung eines Energiekonzeptes für den Stadtteil** → lokale Ressourcen (inkl. BCG) bestmöglich nutzen



Untersuchungsgebiet



Optionen und Szenarien



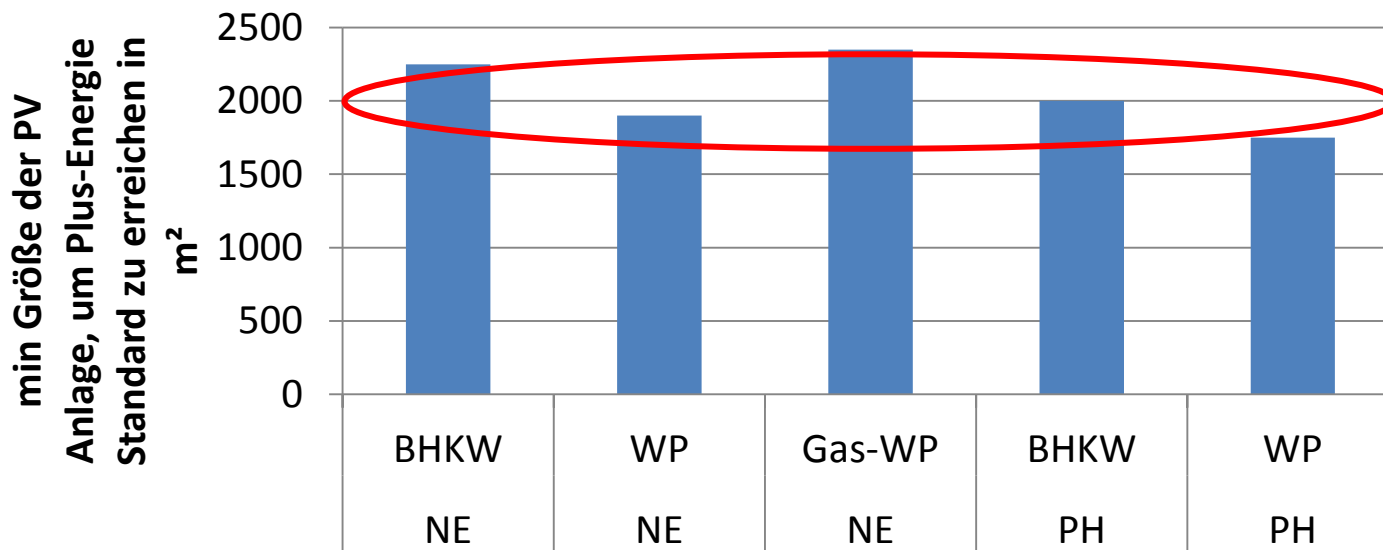
Planungsbegleitung BCG

- **Konsequenz aus der Vorgabe „Plus-Energie“ für den BCG:**
 - Maximierung der „vor Ort“ produzierten erneuerbaren Energie
 - Minimierung des Energiebedarfs des BCG
- **Resultierende Anforderungen an die Wettbewerbsbeiträge**
 - Maximierung der Flächen für die solare Energiegewinnung
 - Nutzung von Tageslicht, kombiniert mit effizienter Beschattung
 - Ein auf höchstmögliche Effizienz ausgelegtes Haustechnikkonzept
 - Heizsysteme auf Niedertemperaturniveau
 - Wärmespeicher + Speichermassen der Bauteile sind vorzusehen
 - Energieausweis nach aktuellem Standard ist vorzulegen
 - Zertifizierung nach (ÖGNB, ÖGNI ...) in der bestmöglichen Kategorie

Planungsbegleitung BCG: Plus-Energie-Kriterium

■ Variantenrechnungen

- Niedrigstenergie-Gebäude (NE: 26 kWh/ m² a Wärmebedarf) oder Passivhaus (PH: 17 kWh/ m² a Wärmebedarf) + Strom (26 kWh/ m² a)
- Energieversorgung: BHKW, WP oder Gas-WP
- vor Ort produzierte erneuerbare Energie → Berechnung der minimalen Größe einer PV Anlage zum Erreichen des Plus-Energie-Standards:

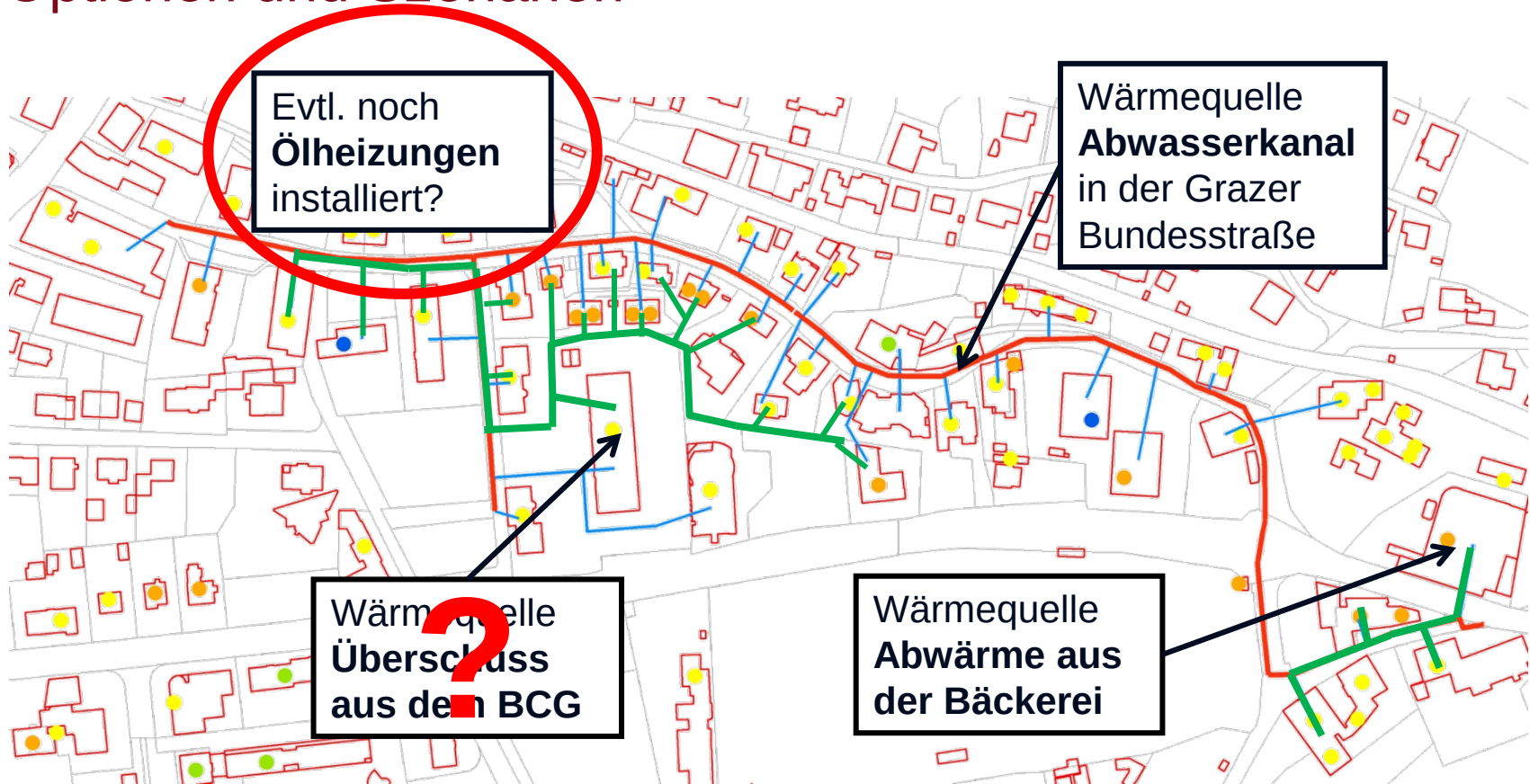


Ca. 2000 m² PV Anlage sind notwendig, um Plus-Energie-Standard zu erreichen

Planungsbegleitung BCG, Sichtbare Erfolge:

- Thermal response test wurde durchgeführt (Finanzierung Stadt SBG)
- Heizsystem: Wärmepumpe (Sole/Wasser) mit 3 x 40 kWth + Gasspitzenlastkessel mit 90 kWth
- Heizverteilsystem: Betonkerntemperierung + Fußbodenheizung mit niedrigen RLT und Raumlüftung mit Wärmerückgewinnung
- Energiebedarf: ??? kWh/m² a → belastbare Energiekennzahlen fehlen!!
- Energiegewinnung vor Ort:
 - Ca. 500 m² PV Anlage (monokristallinen Modulen, Deckung Eigenbedarf und Netzeinspeisung)
 - 40 m² Solarthermie (Vakuum-Röhrenkollektoren, Erzeugung von Trinkwasser und Heizungsunterstützung)
- Freie Kühlung durch Versorgung mit Kaltwasser im Sommer zum Regenieren des Erdreichs. Nutzung zum Kühlen der Schulräume
- Beleuchtung: Hauptsächlich durch LED
- Zertifizierung: klimaaktiv, momentan 720 Punkte???? → Bronze

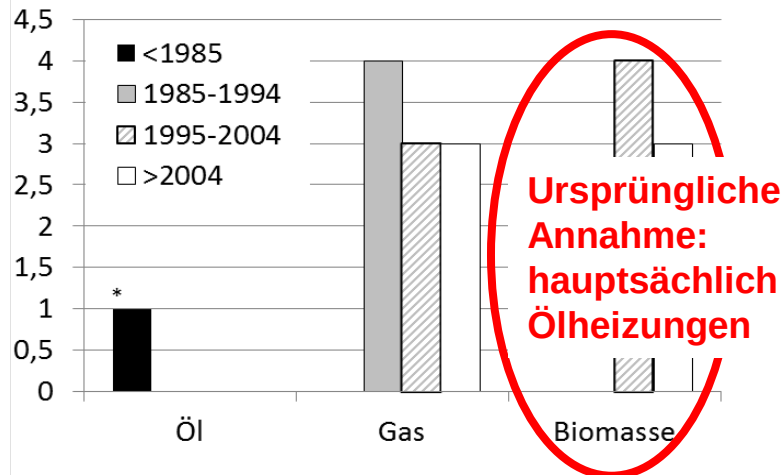
Optionen und Szenarien



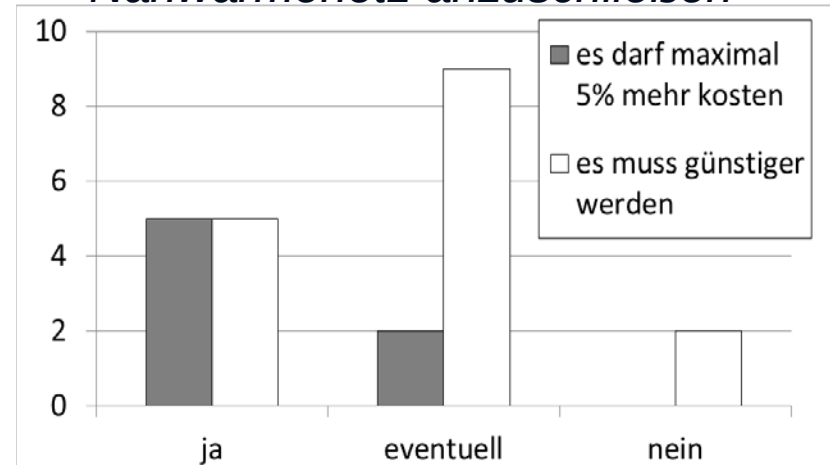
Analyse der Verbraucherstruktur

- **Fragebogen** an die Eigentümer, Rückmeldung: 18 von 41 Gebäuden

Energieträger nach Baujahr der Anlage

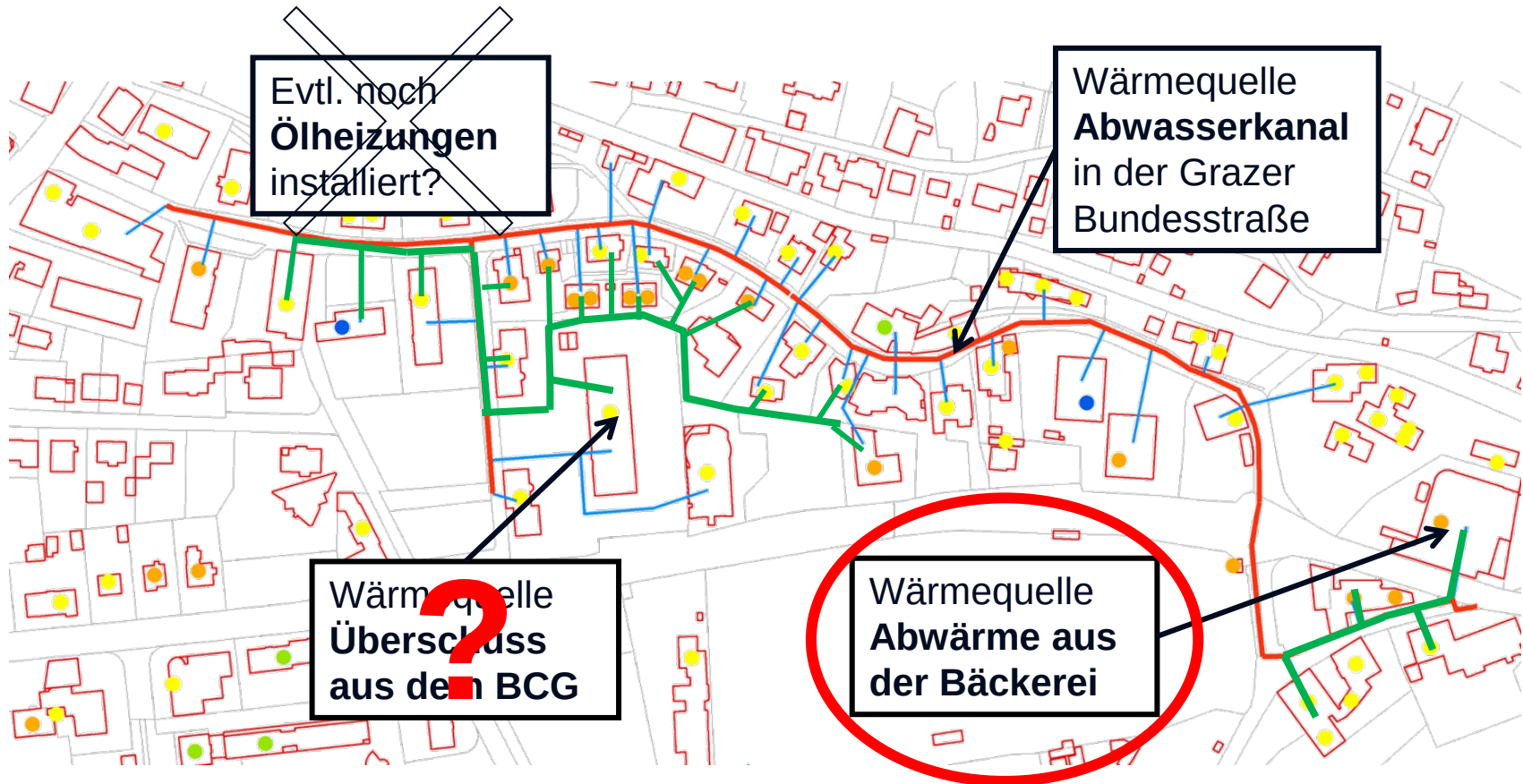


Bereitschaft, an ein Nahwärmenetz anzuschließen



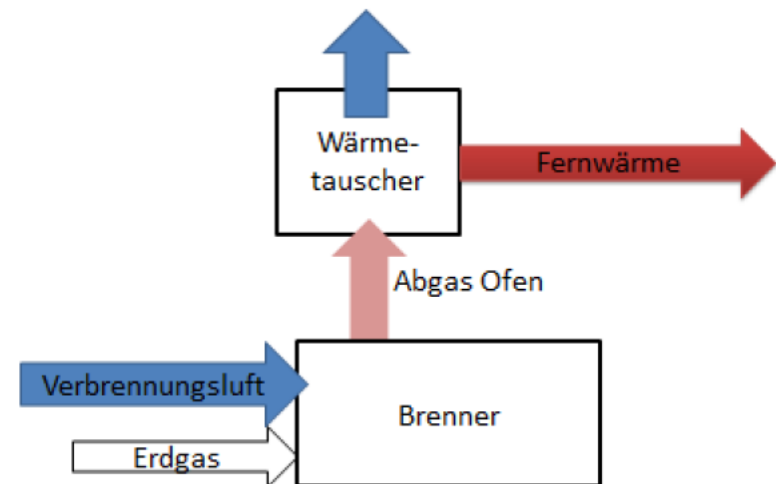
- **Begehung** von 4 unmittelbar an den BCG angrenzenden Gebäuden:
 - Z.T: ist kein zentrales Heizungsverteilsystem vorhanden, was einen Anschluss an ein Fernwärmenetz sehr Investitionskostenintensiv macht
 - Evtl. Mit-Versorgung des nördlich vom BCG gelegenen Neubaus?

Optionen und Szenarien



Bäckerei als Abwärmequelle

- **Abwärmepotential zwischen 353 und 390 MWh/a** (Auskopplung bei 80 -90° C) → ca. 10% des Wärmebedarfs im Stadtteil
- **Amortisationszeit** (Vergütung für die Wärmeeinspeisung: 4,44 ct/kWh, ohne Förderungen oder Zuschüsse)
 - ca. 7,5 Jahre (Auskopplung von 353 MWh/a)
 - ca. 6,9 Jahre (Auskopplung von 390 MWh/a)



Bäckerei als Abwärmequelle

- **Abwärmepotential zwischen 353 und 390 MWh/a** (Auskopplung bei 80 - 90 °C)
Wärmepotential

- **Amortisationszeit**
die Wärmekosten
ct/kWh
Zuschuss

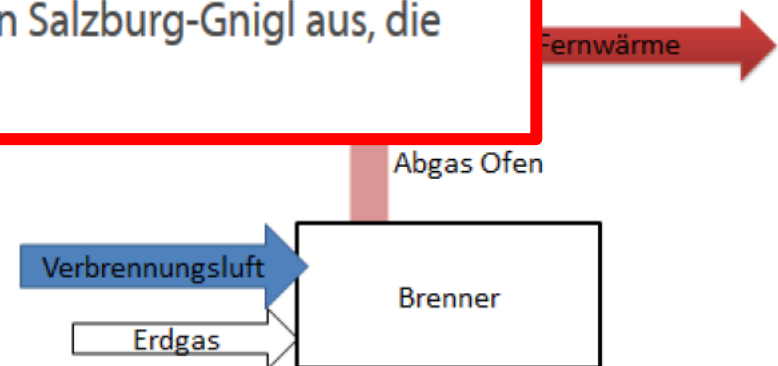
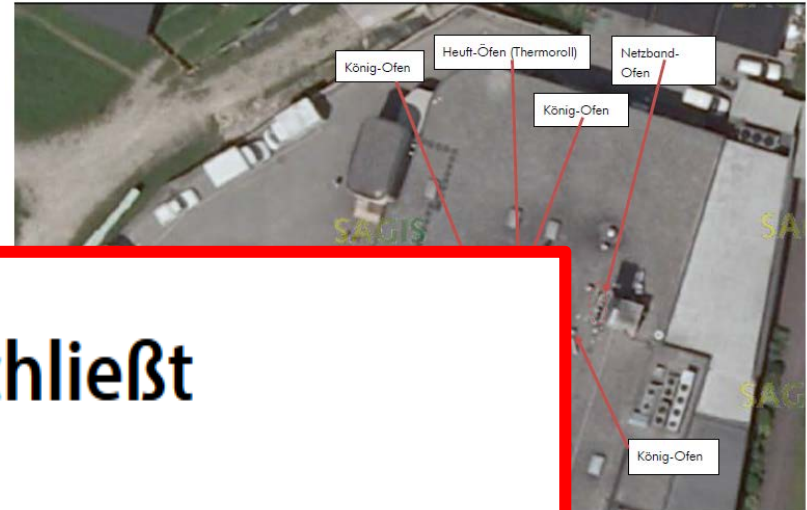
- ca. 6,9 Jahre (Auskopplung von 390 MWh/a)

SALZBURG | WIRTSCHAFT

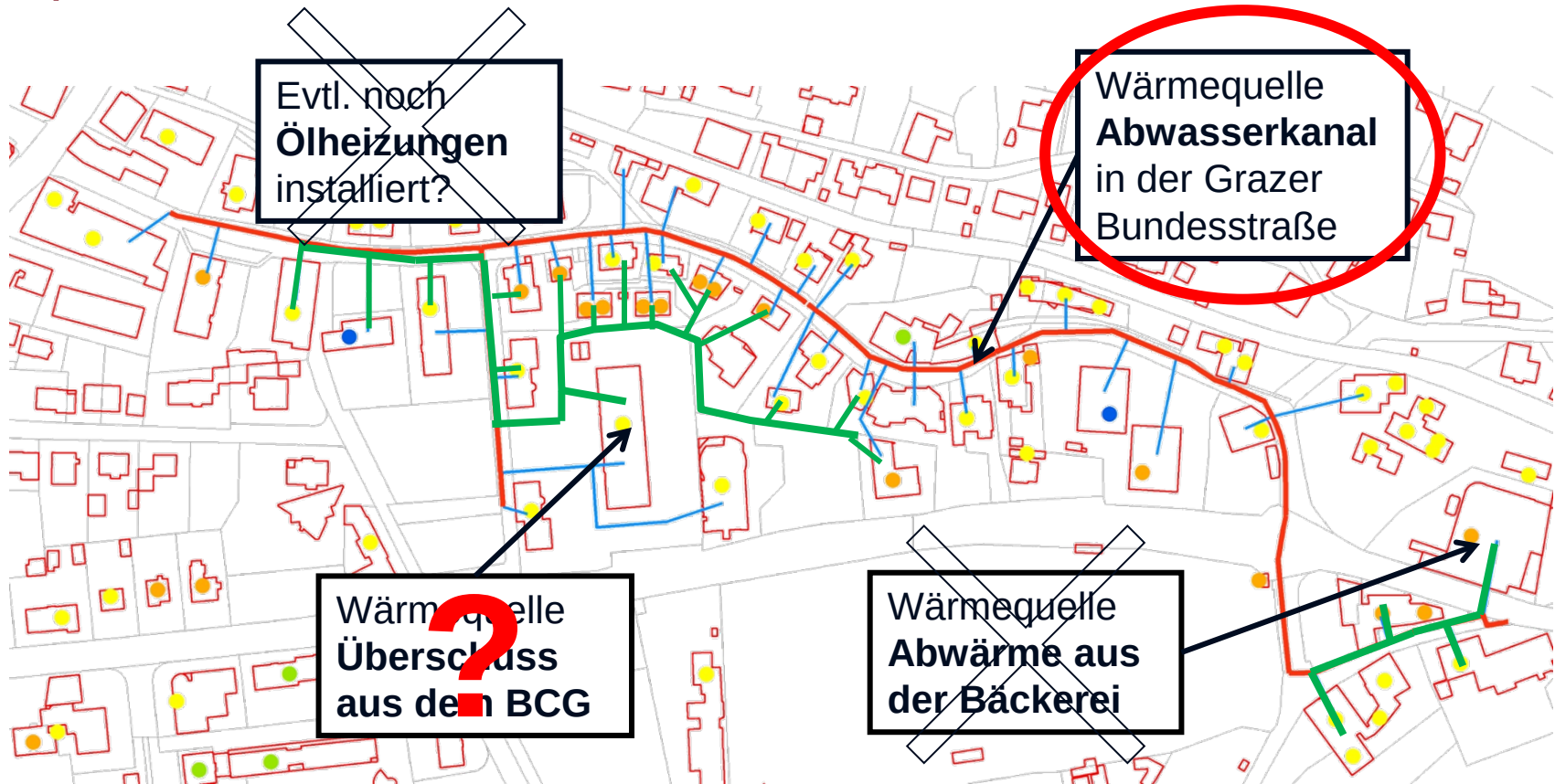
Bäckerei Flöckner schließt Produktion in Gnigl

Von (sn-gs). | 15.03.2013 - 07:20 | [Kommentieren](#)

Veraltete Maschinen und keine Ausbaumöglichkeit - deshalb läuft die Produktion der Bäckerei Flöckner in Salzburg-Gnigl aus, die Filialen bleiben.



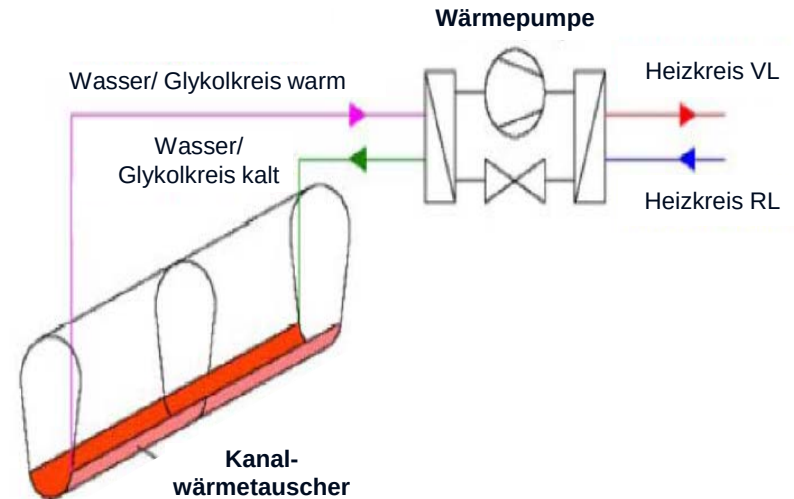
Optionen und Szenarien



Abwasserkanal als Abwärmequelle

■ Randbedingungen:

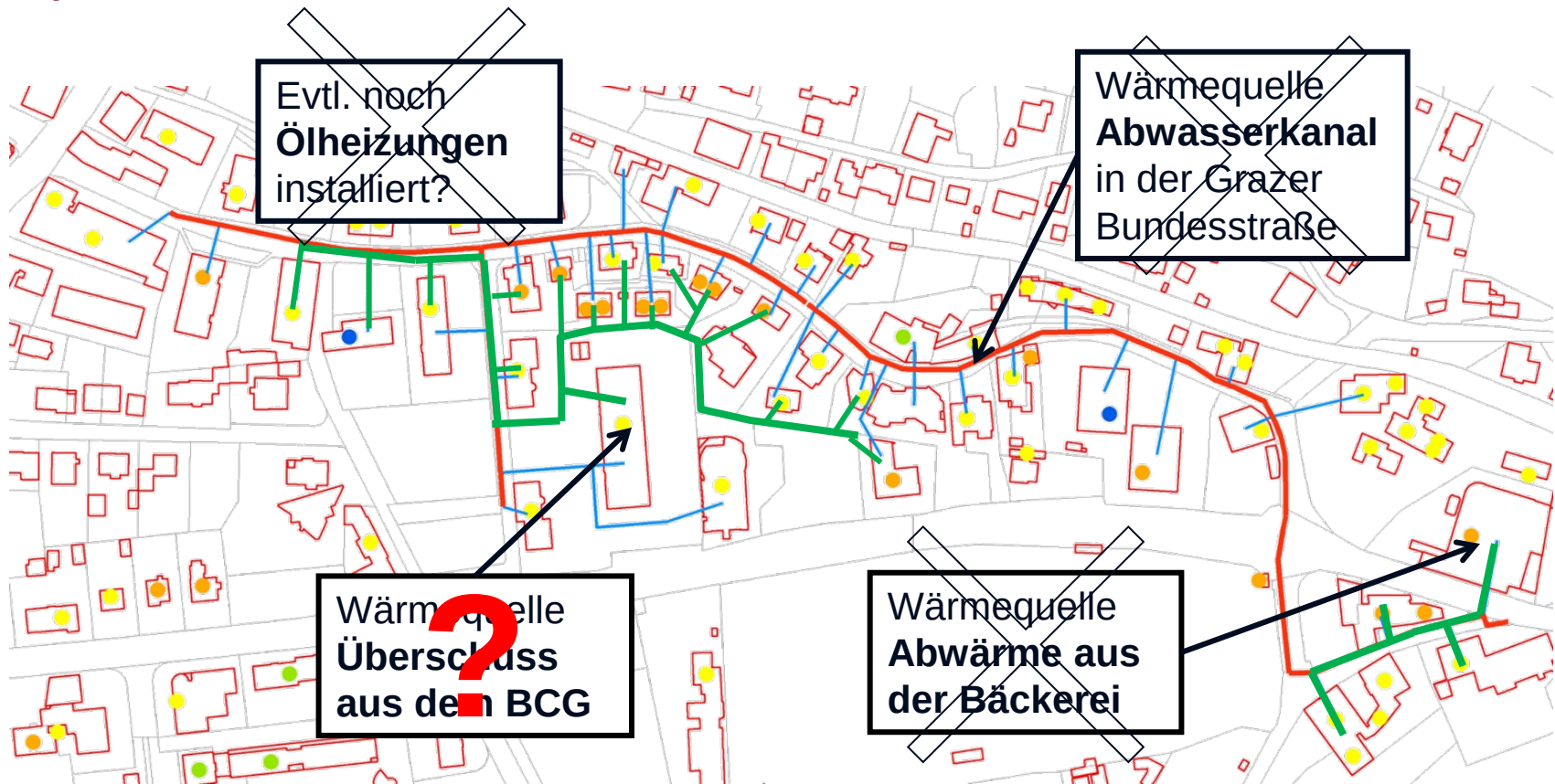
- Nutzbare Abwassermenge: 3,7 l/s,
- Abwassertemp.: 10 – 12° C
- Abkühlung auf min. 4° C → max. Entzugsleistung: ca. 92 kW
- **Potential: 230 MWh/a** (mittlere Nutzungsdauer von 2.500h/Jahr)
- COP der WP > 4 für VLT < 40° C
- **Kanal: Ø: 30 cm, Tiefe: 3,5 m**



- Entnahme-Bauwerk und Bypass notwendig → hohe Investition-Kosten
- Hoher Wartungsaufwand (Reinigung der WT) im Verhältnis zum Wärmeertrag

→ die Wirtschaftlich der Abwärmenutzung aus der Sicht eines potentiellen Betreibers der Anlage ist **unter diesen Bedingungen** nicht gegeben

Optionen und Szenarien



Zwischen-Fazit

- Obwohl die **Nutzung von Abwasser mittels Wärmepumpen** zu Heizzwecken prinzipiell gut realisierbar ist, sind die lokalen Bedingungen ungünstig (für Stadtteil zu klein, für den BCG zu weit weg).
- Ein wesentliches Hemmnis für die die **Verwendung des Abwärmepotentials kleinerer Industriebetriebe** ist neben den z.T. hohen Investitionskosten die fehlende Standortsicherheit des Industriebetriebes.
- Bei der **geringen Zahl an Verbrauchern** reichen die bisher erhobenen Daten nicht aus, um belastbare Aussagen treffen zu können.
- Obwohl bei den Gebäude/ Wohnungseigentümern durchaus **Interesse an einem Anschluss an ein Nahwärmenetz** besteht, werden keine oder nur sehr geringe Mehrkosten akzeptiert.
- Großvolumige Neubauprojekte bieten das Potential **großflächig und effizient Solarenergie** verfügbar zu machen, allerdings müssen hierzu die Rahmenbedingungen passen.
- → **Unter den genannten Bedingungen ist ein Mikro-Fernwärmenetz im Stadtteil für einen Betreiber nicht wirtschaftlich umsetzbar.**

Sanierungsszenarien für den Stadtteil

- → Welche Maßnahmen führen bei einer Betrachtung über 40 Jahre zu einer Kostenreduktion und einer Reduktion der CO₂-Emissionen im Vergleich zum Referenzszenario
- **Referenzszenario:**
 - Keine Gebäudesanierung, Heizsystemwechsel im Jahr 0 und Jahr 20
- **Annahmen:**
 - Gebäudedaten aus OPTRES Datenbank bzw. Fragebogen (**zusätzlich: Wärmebedarf nach TABULA Studie: <http://episcopes.eu/>**)
 - Energiekosten und Preisänderungsraten laut Salzburg AG
 - Kosten für Heizsystemtausch/Wechsel aus ÖGUT2011, Vollkostenvergleich von Heizsystemen für Einfamilienhäuser
 - Kosten für thermische Sanierungen: eigene Annahmen: bis 200 m² BGF -> 400 € / m²_{BGF}, über 5000 m² BGF -> 200 € / m²_{BGF}, dazwischen linear interpoliert, Betrachtungszeitraum: 40 Jahre

Sanierungsszenarien für den Stadtteil, Ergebnisse:

Datenbasis	Bestand	ohne Sanierungen			Sanierung (Mindeststandard lt. OIB-RL6-2011)			
		ÖL->Gas	ÖL,GAS ->BIO	ÖL,GAS ->WP	ohne Wechsel	ÖL->Gas	ÖL,GAS ->BIO	ÖL,GAS ->WP
	Annuität	Veränderung der Annuität (40 Jahre Betrachtungszeitraum) gegenüber Bestand						
	[€/a]	[€/a]	[€/a]	[€/a]	[€/a]	[€/a]	[€/a]	[€/a]
OPTRES	393.775	-41.846	24.393	-28.787	230.423	37.297	222.494	148.549
TABULA	769.907	-86.427	-20.188	-117.444	-97.909	-81.375	-106.077	-191.833
	Emission	CO₂-Einsparung gegenüber Bestand						
	[toCO ₂ /a]	[toCO ₂ /a]	[toCO ₂ /a]	[toCO ₂ /a]	[toCO ₂ /a]	[toCO ₂ /a]	[toCO ₂ /a]	[toCO ₂ /a]
OPTRES	787	98	775	373	190	144	698	437
TABULA	1.657	198	1.632	779	1.049	441	1.642	1.334
	%	%	%	%	%	%	%	%
OPTRES	100%	12%	98%	47%	24%	18%	89%	56%
TABULA	100%	12%	98%	47%	63%	27%	99%	81%

→ Signifikanter Unterschied der Bewertungen nach OPTRES und TABULA
→ Die Detailbetrachtung der Gebäude und Ermittlung belegbarer Ausgangsdaten und Kosten für die Bereitstellung der Heizenergie ist für die Ermittlung der geeigneten Maßnahmen unumgänglich

Sanierungsszenarien für den Stadtteil, Ergebnisse:

- Die thermische Sanierung ist oftmals wirtschaftlich für Gebäuden, die vor 1980 errichtet wurden → **60 - 70% CO₂-Emissionsreduktion**
- Der Austausch von
 - Öl- gegen Gaskessel führt immer zu einer Reduktion der Kosten- und Emissionen → **bis zu 80% Emissionsreduktion** (in Kombination mit Sanierung)
 - Öl- und Gaskessel gegen Wärmepumpen führt in vielen Fällen zu einer Kosten- und Emissionsreduktion → **bis zu 85% Emissionsreduktion** (in Kombination mit Sanierung), hohe Vorlauftemperaturen können die Effizienz der Wärmepumpe reduzieren
 - Öl- und Gaskesseln gegen Biomasseanlagen führt meist nur in Kombination mit einer Gebäudesanierung zu einer Kostenreduktion. Aufgrund des günstigen CO₂-Emissionsfaktors von Biomasse → **ca. 99% Emissionsreduktion.**

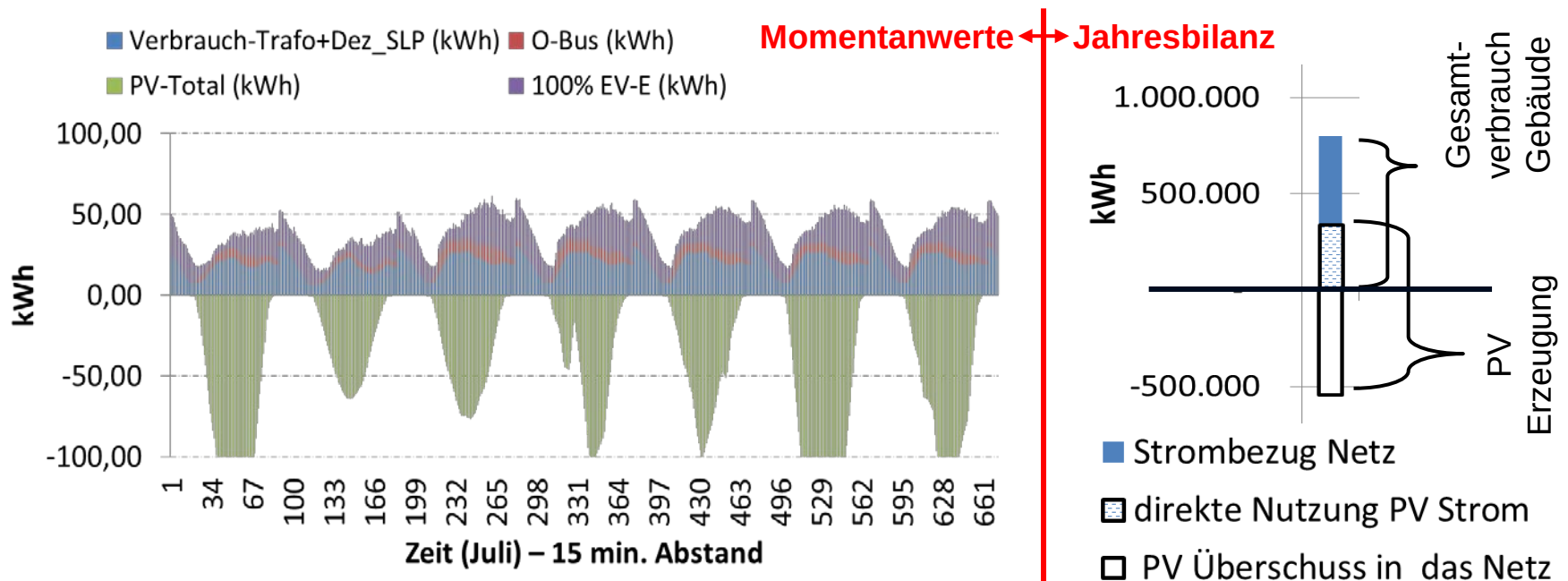
PV- Erzeugungspotenziale

http://www.salzburg.gv.at/sagisonline_themeneinstiege

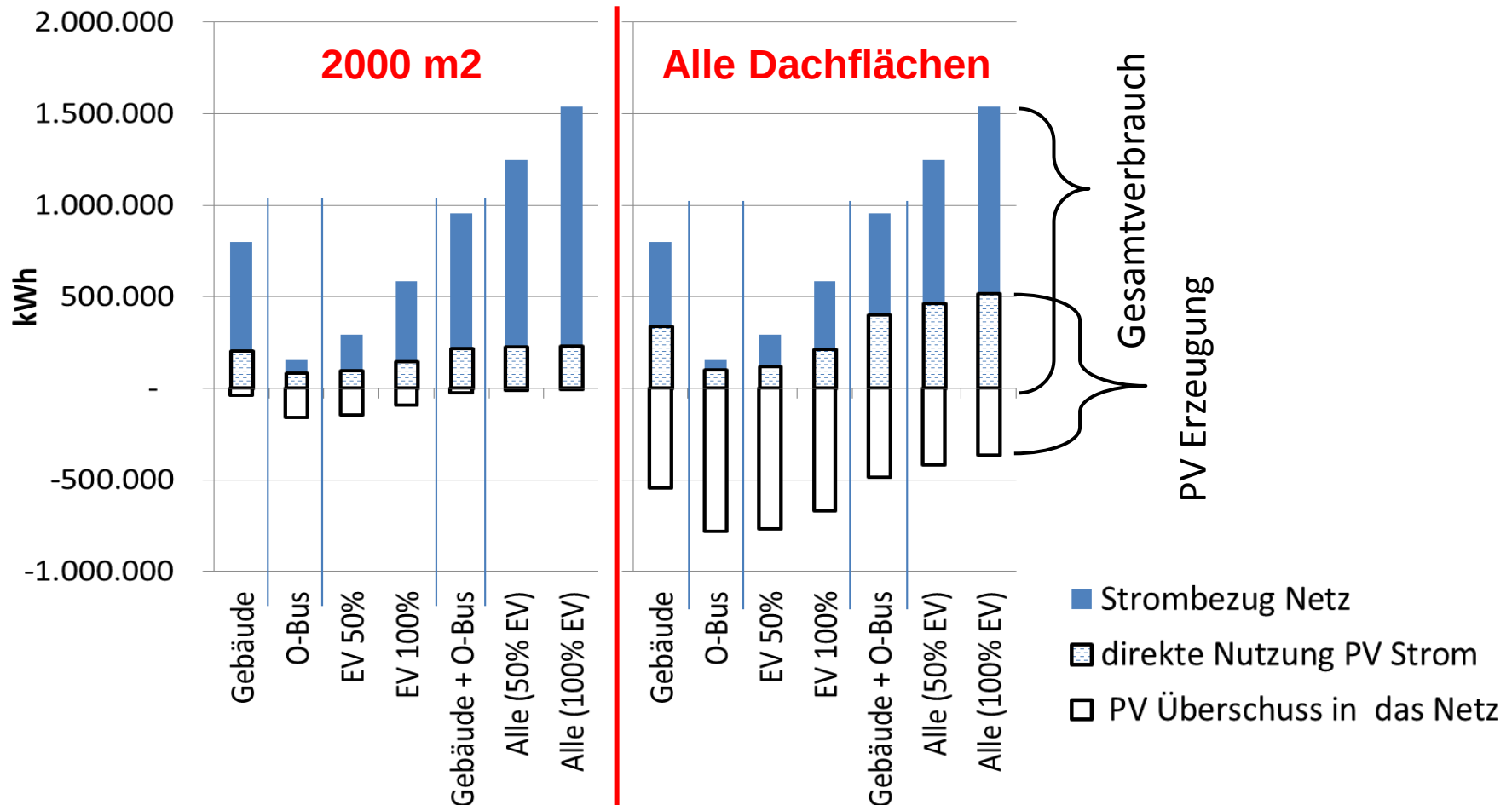


Konzept zur Nutzung des PV Stroms

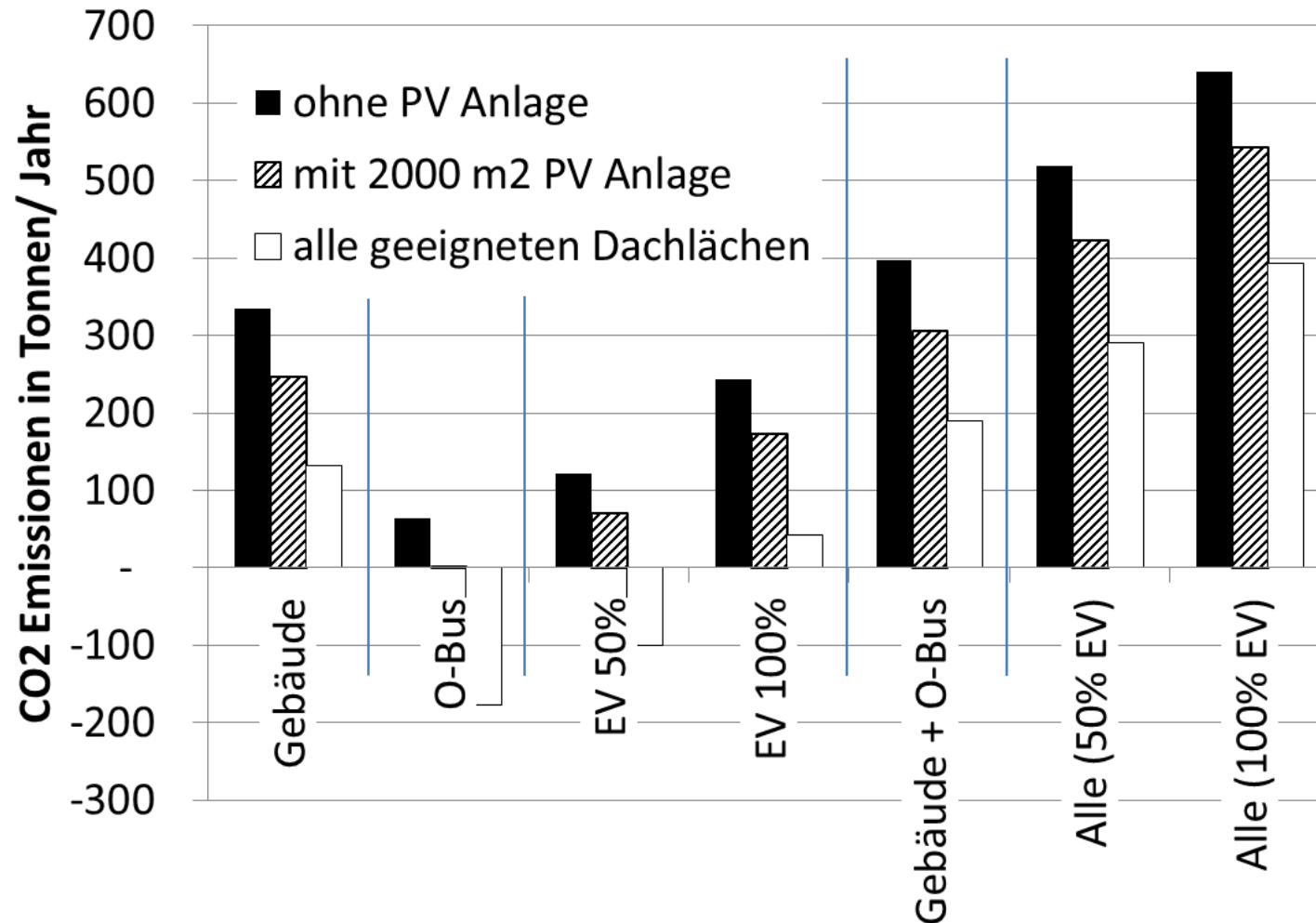
- **Betrachtung von zwei Konfigurationen einer PV Anlage**
 - 1. Nutzung aller geeigneten Flächen im Stadtteil → 884 MWh/Jahr
 - 2. eine 2000 m² große Anlage → 239 MWh/Jahr
- **Gegenüberstellung des Bedarf-Profiles unterschiedlicher Verbraucher**
(Gebäude, O-Bus und verschiedene Szenarien der Elektromobilität)



Stromverbrauch einzelner Nutzer und Deckung durch die Stromerzeugung aus PV Anlagen



Resultierende CO2 Emissionen



Lessons Learned/ Handlungsempfehlungen

1. Datenbanken mit Bestandsdaten entwickeln → Identifikation von Stadtteilen, mit hohem Sanierungsbedarf bzw. großes CO2 Einsparungspotential. Hierauf dann gezielt Förderungsschwerpunkte setzen bzw. durch Vorgaben erreichen.
2. Erhebung der Potentiale zur Nutzung von Abwasserwärme zu Heizzwecken in ganz Salzburg → insbesondere bei Neubau/ und Sanierungsvorhaben berücksichtigen
3. Identifikation von Abwärmepotentialen bei Klein- und Mittelbetrieben (Großbetriebe bereits erhoben), Wärmenutzung fördern (inkl. interne Nutzung), Langfristigkeit sichern
4. Einführung verbindlicher Mindeststandards für Plus-Energie-Gebäude als Teil des Architekturwettbewerbes und Bereitstellen der notwendigen Finanzmittel,
5. Identifikation und verstärkte Forcierung verschiebbarer Lasten im Stromnetz (insbesondere Gebäudeheizlasten via Wärmepumpen)



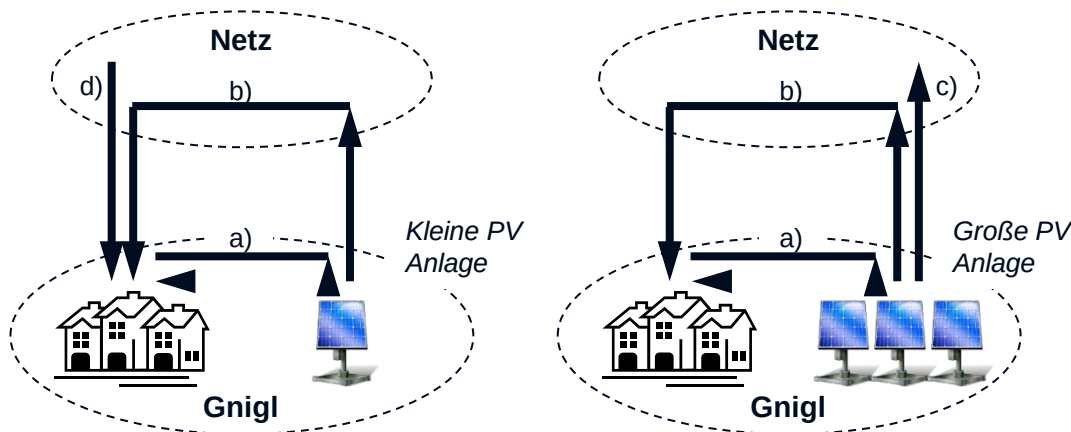
Salzburg = Smart City !?

Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem
Stadtteilprojekt Smart District Gnigl

Reserve

Resultierende CO2 Emissionen: Umrechnungsfaktoren

- Der aus PV gewonnene Strom **kann nur teilweise direkt (zeitgleich) genutzt werden**, deshalb hier: Unterscheidung ob der Strom
 - zum gleichen Zeitpunkt in einem der Verbraucher verbraucht wird,
 - In das Netz eingespeist und zu einem späteren Zeitpunkt wieder entnommen wird (Bilanzrechnung),
 - als reiner Überschuss in das Netz eingespeist wird.



	CO ₂ g /kWh	PE
a) PV Eigenverbrauch	0	1
b) Stromnetz Einspeisung PV Wiederentnahme	333	2,1
c) Stromnetz Einspeisung PV Überschuss	266	1,68
d) Stromnetz Entnahme	417	2,62

Kombination von Werten der [OIB-RL 6-2011] und der [pr EN 15603], wobei die Werte für die Stromeinspeisung aus den Werten für „Strom (Österreich-Mix)“ der [OIB-RL 6-2011] und Verhältnissen zwischen „Strom aus dem öffentlichen Netz“ und Werten für den öffentlichen Strom der [pr EN 15603] berechnet wurden.