Wärme Smart Grid
Szenarien Nahwärme Sennhof-Areal
Biberach Riß

Prof. Axel Bretzke

Hochschule Biberach
Studiengang Energiesysteme
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGES)

Zentrale Aufgaben für Energie-Ingenieure

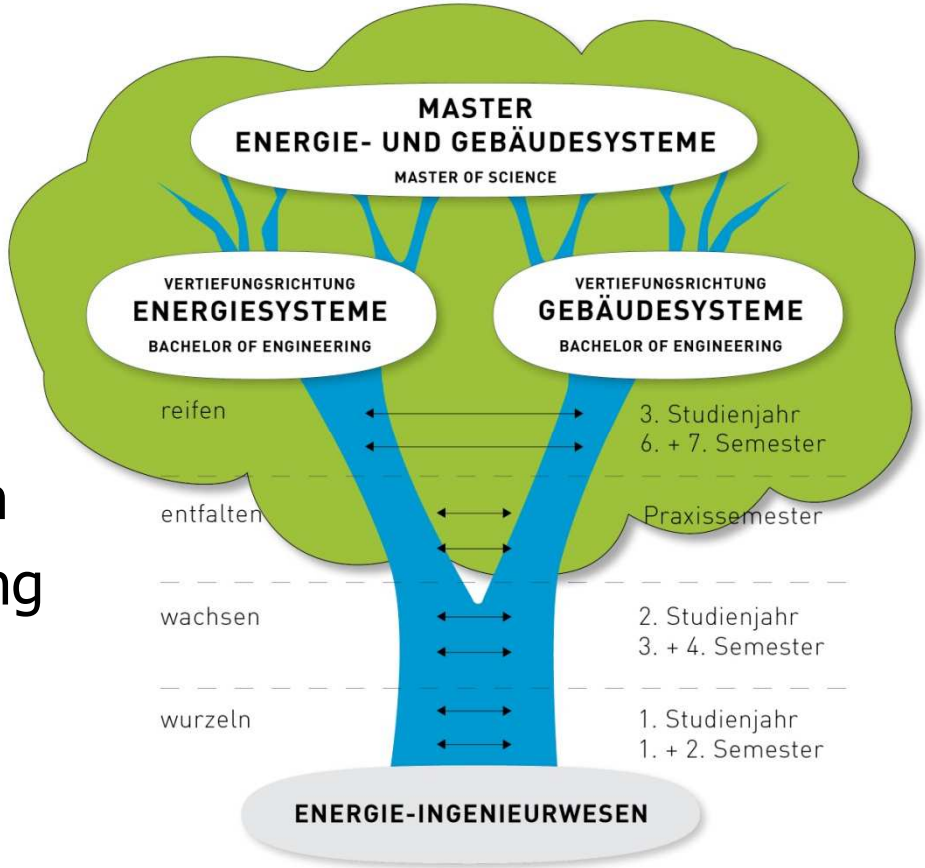
- ⇨ Zukunftsfähige, nachhaltige Energiesysteme, Erzeugung, Netze, effiziente Nutzung
- ⇨ Energieeffizienz und Energieerzeugung am Gebäude
  - 40% der Energie wird in Gebäuden verbraucht -

- **Planung+Umsetzung innovativer Energie- und Gebäudekonzepte**
- **Erneuerbare Energien weiter entwickeln und nutzen**
- **Enge Kopplung nachhaltiger Energie- und Gebäudesysteme**
- **Energieeffizienz steigern**
- **Nachhaltiges Gebäude- und Energiemanagement**

1 Studiengang – 2 Vertiefungsrichtungen

- **Energiesysteme**
- **Gebäudesysteme**

- Gemeinsame Grundlagenausbildung in den ersten 3 Semestern
- Entscheidung für Vertiefung erst im 3. Semester



Eco2centric – Nachhaltige Altstadt Biberach, Förderung BMBF -ProfUnt

Bestandsanalyse + Nachhaltige Entwicklung, CO2 Reduktion

- **Gebäude (Hochschule Biberach, Stadt)**
- **Mobilität (Hochschule Karlsruhe, Stadt)**
- **Infrastruktur/Versorgung (HBC, Stadt, Stadtwerk, EWARISS)**
- **Stadtbild/Denkmalschutz (HBC, Stadt, Denkmalpflege)**
- **GHD (Industrie), (Hochschule Biberach)**

Energieeinsparung

- Gebäudesanierung
- Stromeinsparung

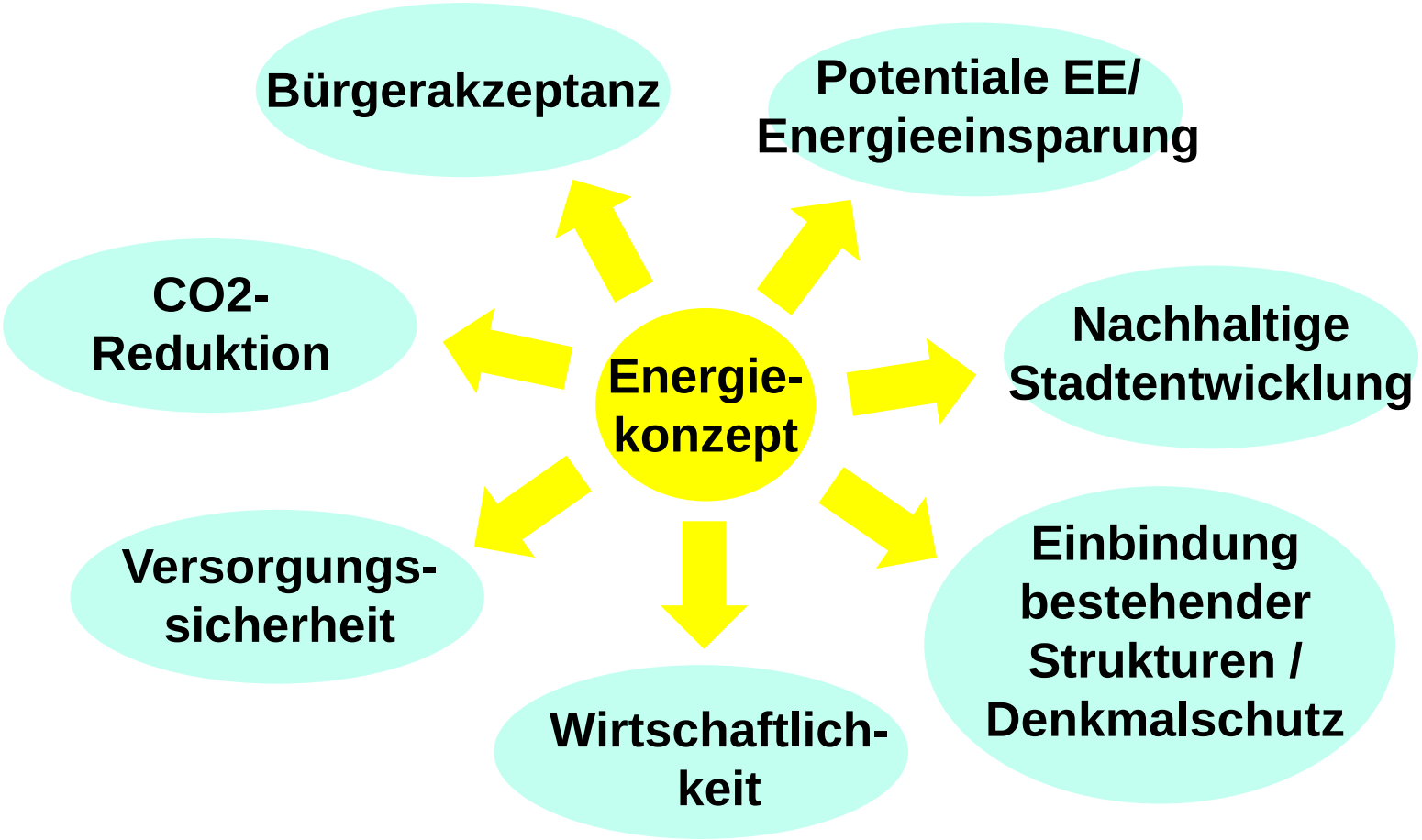
Erneuerbare Energieerzeugung

Wärme und Strom

- Wind, Sonne, Biomasse
- Wasser/Abwasser/Trinkwasser/Grundwasser,
- Geothermie flach und tief

HBC. HOCHSCHULE BIBERACH UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Motivation



Ziel: *Entwicklung eines Konzeptes für eine nachhaltige Altstadtentwicklung in einem denkmalgeschützten Kontext.*

Erwartungs- und Berechnungswerte für die Altstadt Biberach

Top-Down/Bottom-Up-Ansatz CO_2-Reduktionspotenzial

Einsparung
Rückgewinnung
Erzeugung
CO_2-Reduktion

Gebäudesanierung

Stromeinsparung HH

Stromeinsparung GHD/öG

Stromeinsparung öS

Windkraft

Solarthermie

PV/Solarstrom

Biomasse (Holz/Grünschnitt)

Abfallverwertung

KWK/WP Sennhof

Geothermie/ Bachwasser

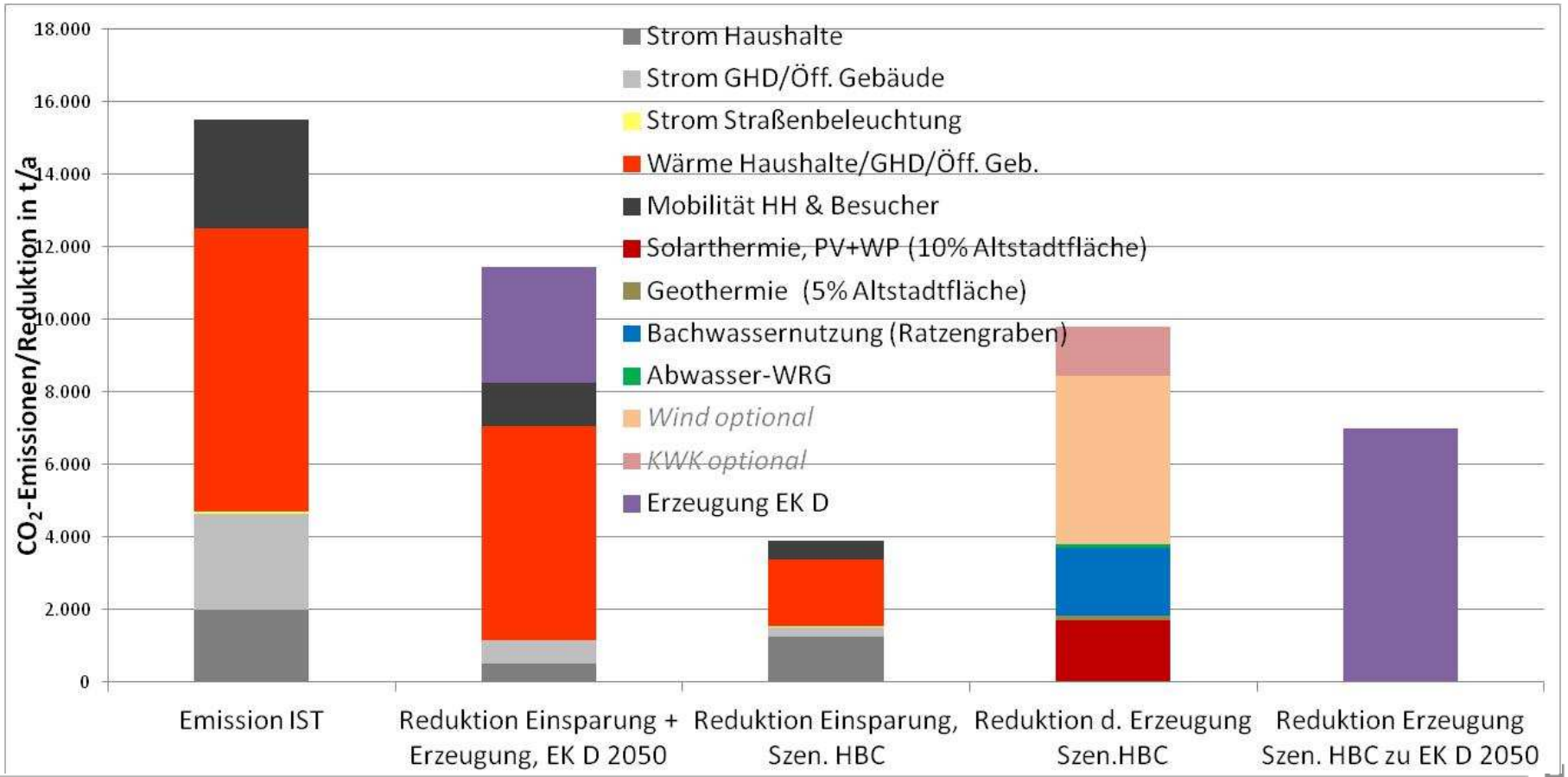
Wärmerückgewinnung Abwasser

Wärmerückgewinnung Warmwasser

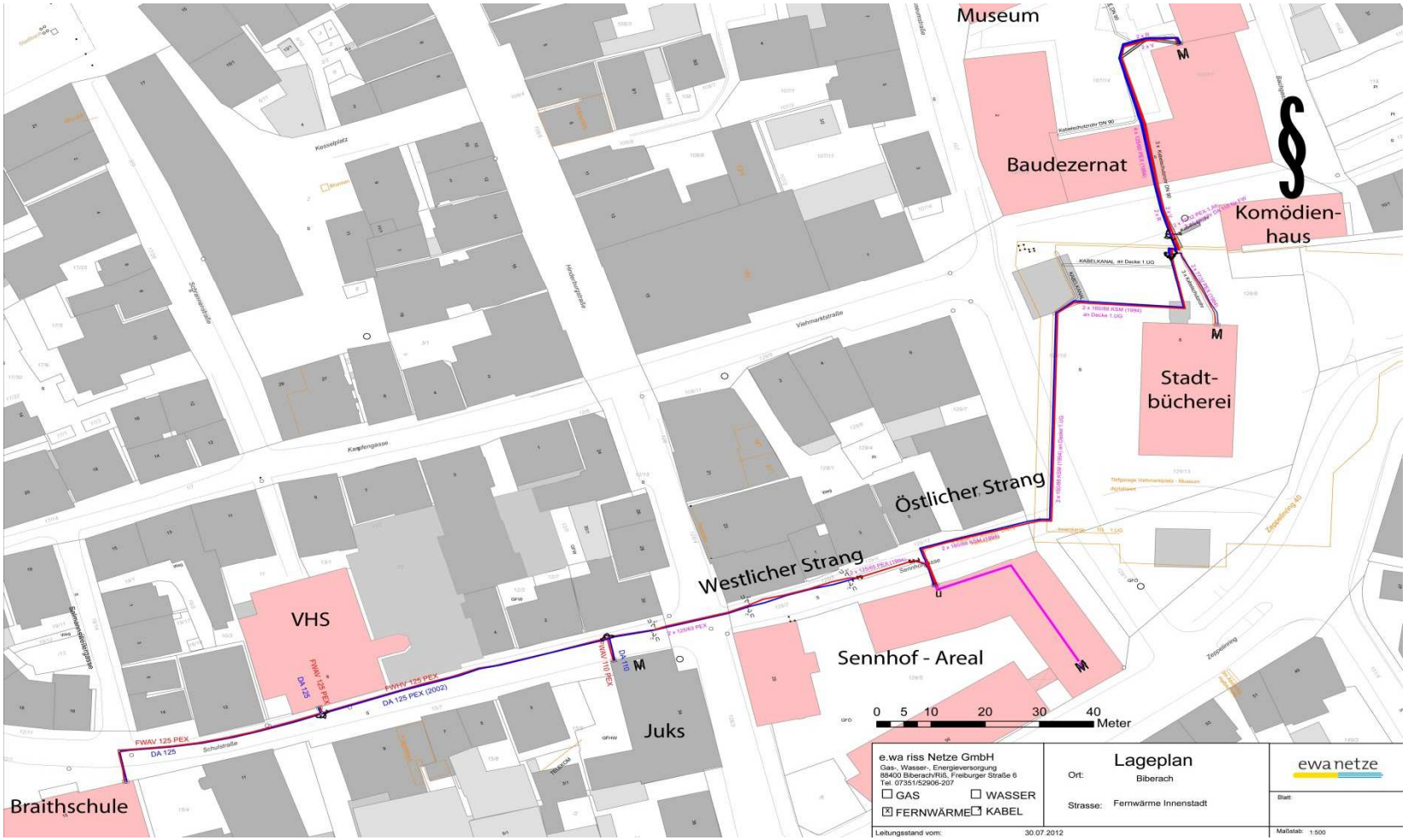
HBC. HOCHSCHULE BIBERACH UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Szenarien Emissionen CO2 für die Altstadt Biberach

- Biberach IST 2014
- Reduktionsziel für Biberach durch Einsparung gemäß Energiekonzept der Bundesregierung (EK D) von 2010 für 2050
- Reduktion durch Vorschläge Einsparung der Hochschule Biberach (Szen. HBC)
- Reduktion durch Vorschläge der Erzeugung der Hochschule Biberach (Szen. HBC)
- Notwendige Reduktion durch Erzeugung auf die Ziele des EK D 2050 bei Szen. HBC



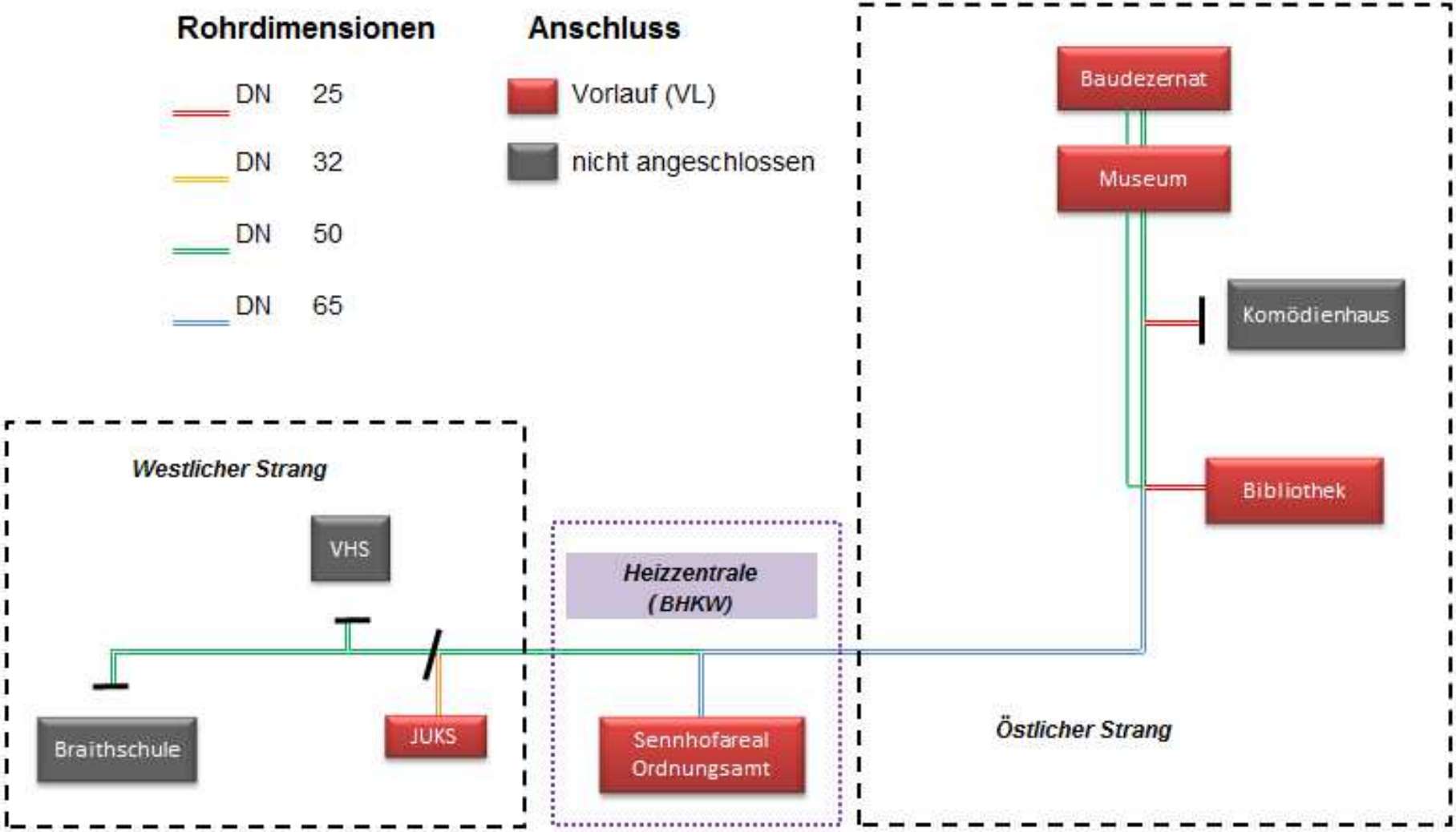
Ausgangssituation Nahwärmenetz Sennhofareal Biberach



Quelle-Bilder:/Grafiken C. Tschätsch, u.a., Studienarbeit HBC, Projekt eco2centric

Schema Nahwärmenetz

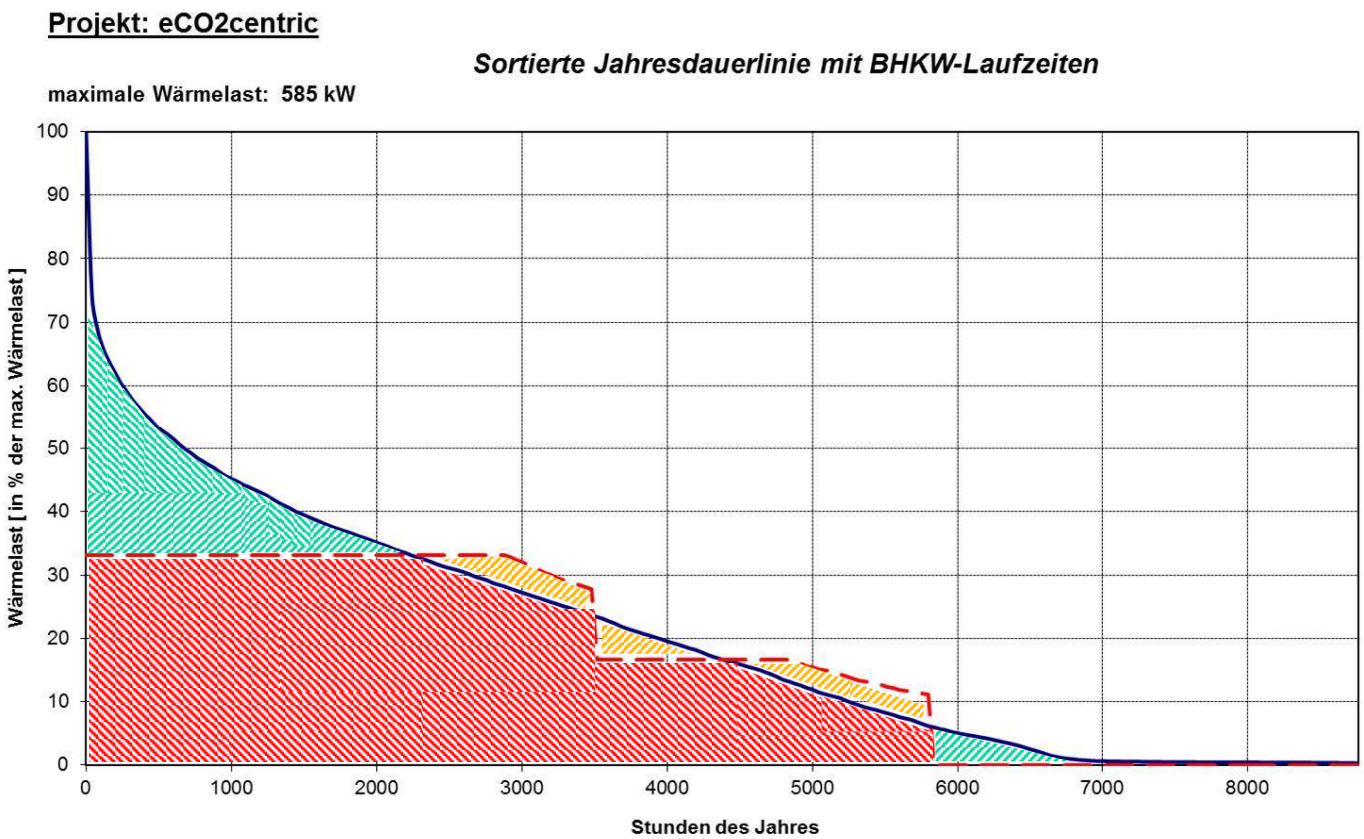
Quelle-Bilder:/Grafiken C. Tschätsch, u.a., Studienarbeit HBC, Projekt eco2centric



Jahresdauerlinie Auslegung BHKW

Quelle-Bilder:/Grafiken C. Tschätsch, u.a., Studienarbeit HBC, Projekt eco2centric

Software: BHKW-Plan
Fa. Steinborn innovative Gebäude-
rgung



Wärmemenge BHKW

Wärmemenge Gaskessel

Wärmemenge Pufferspeicher

Kennlinie der Blockheizkraftwerke

Kennlinie des Wärmebedarfs

Simulationsergebnis

Maximale Wärmelast:

$\dot{Q}_{th,max} = 585\ kW$

Wärmebedarf:

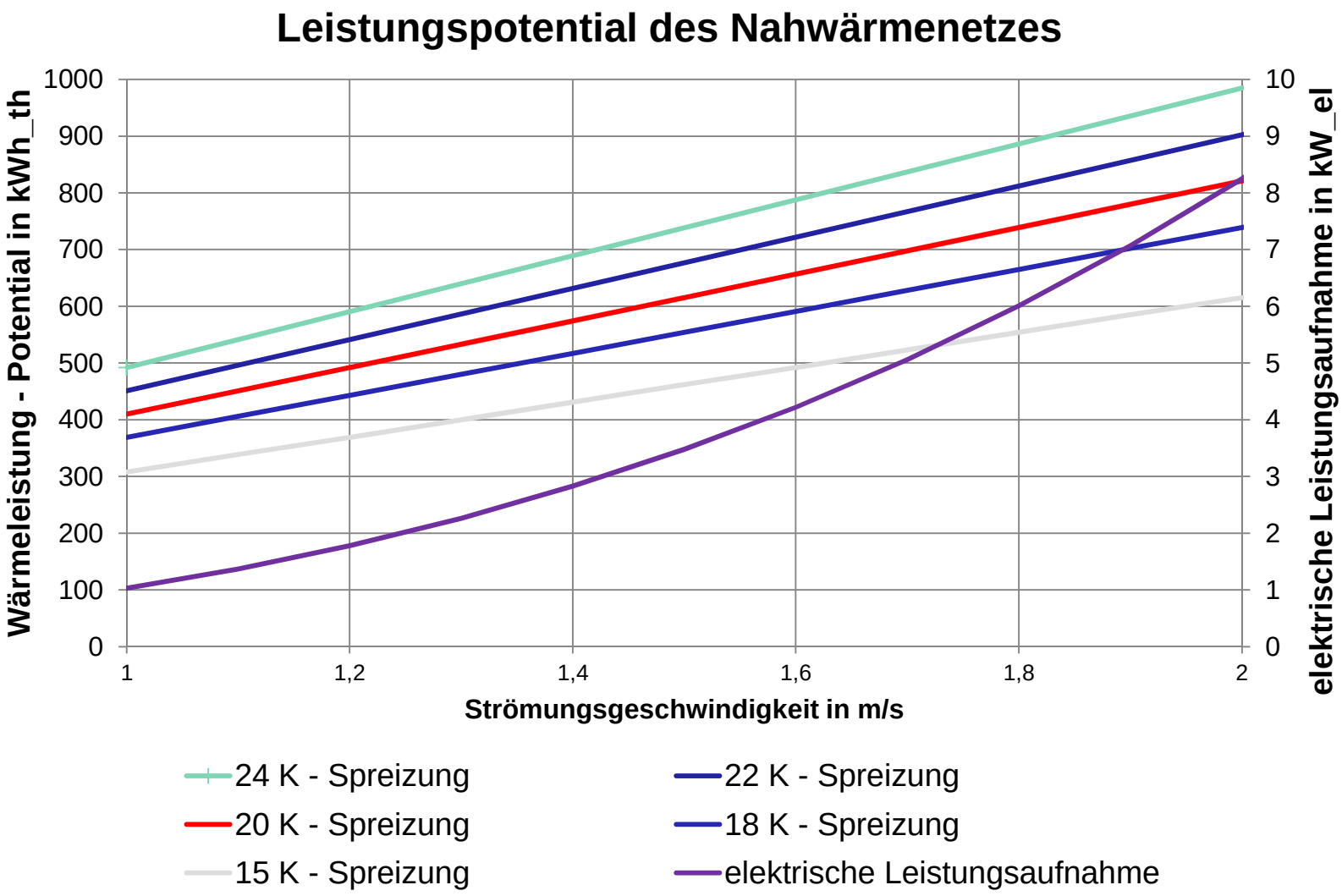
$Q_{th,B} = 1040\ MWh$

Energiebericht 2010

Wärmeverbrauch:

$Q_{thV} = 1039\ MWh$

Nahwärmenetz – Leistungspotential

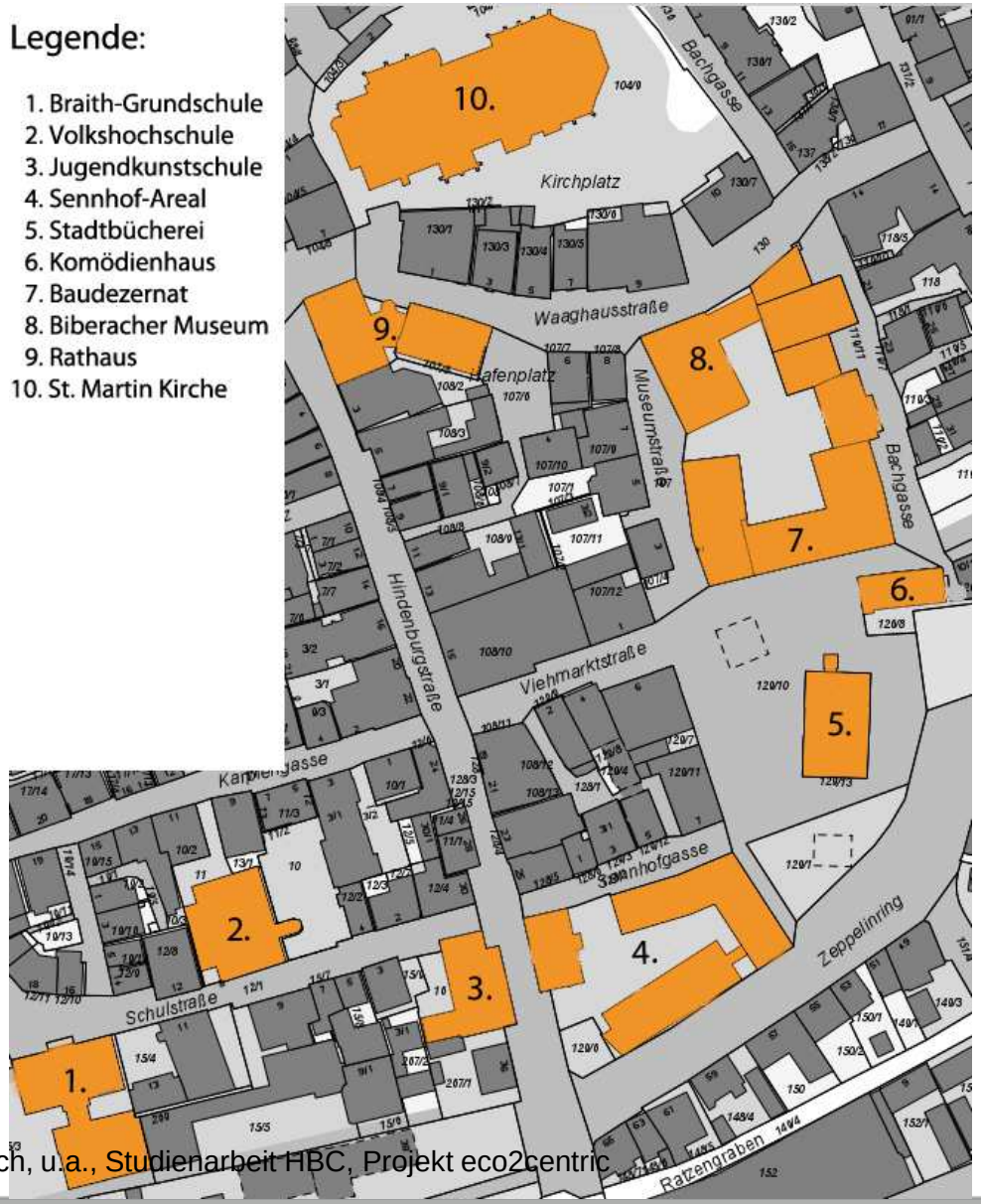


Quelle-Bilder:/Grafiken C. Tschätsch, u.a., Studienarbeit HBC, Projekt eco2centric

Objekte Nahwärmenetzerweiterung

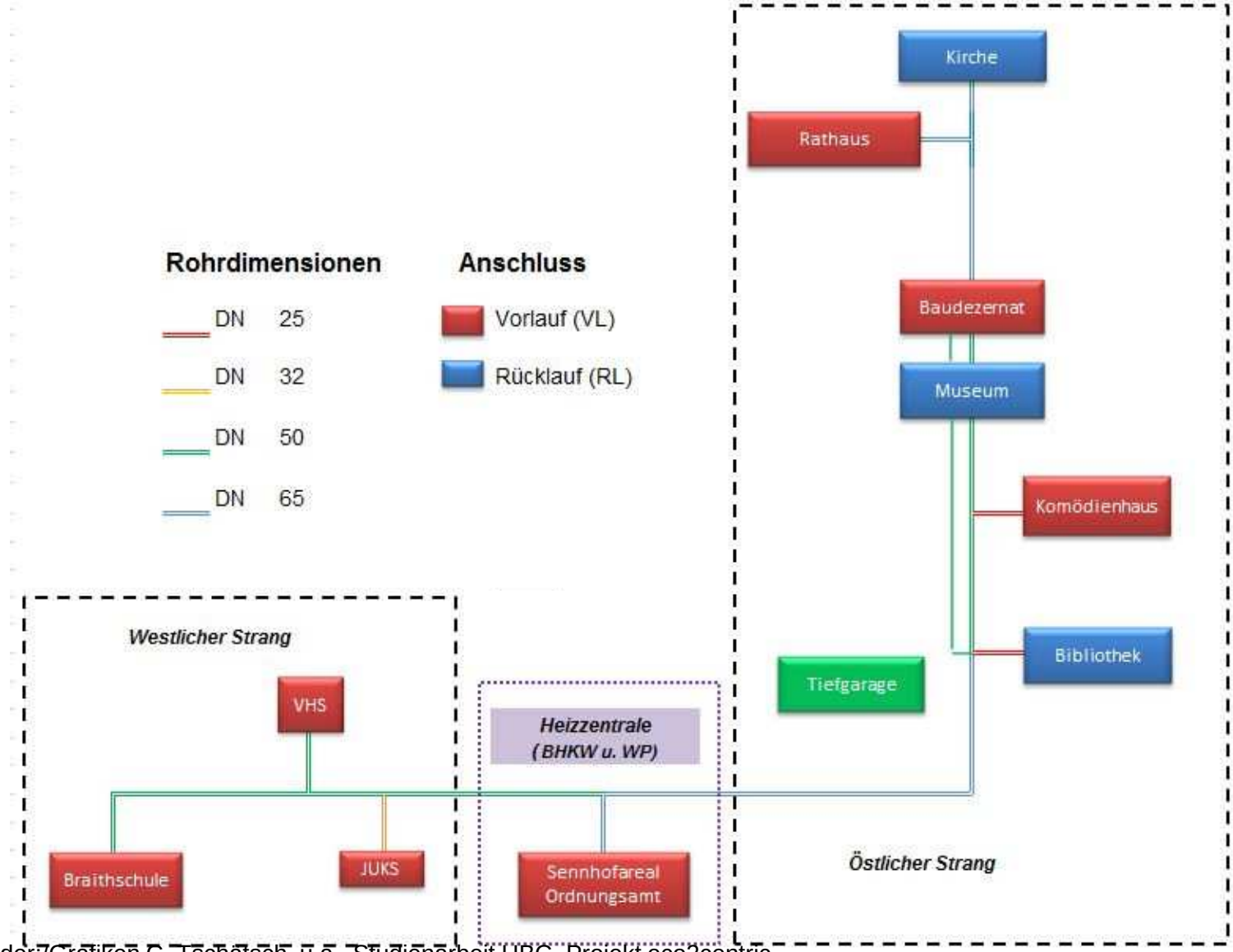
Legende:

1. Braith-Grundschule
2. Volkshochschule
3. Jugendkunstschule
4. Sennhof-Areal
5. Stadtbücherei
6. Komödienhaus
7. Baudezernat
8. Biberacher Museum
9. Rathaus
10. St. Martin Kirche



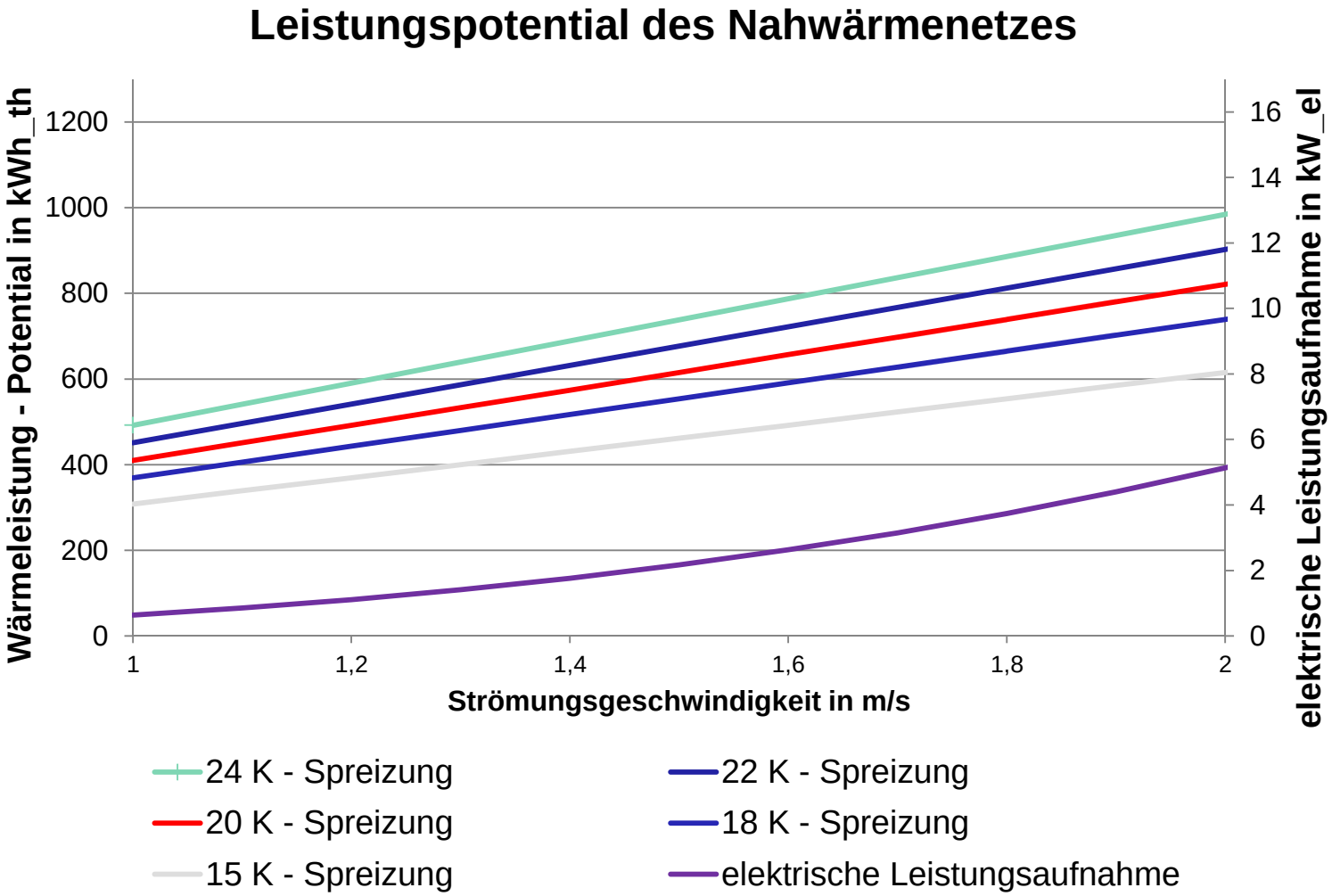
Quelle-Bilder:/Grafiken C. Tschätsch, u.a., Studienarbeit HBC, Projekt eco2centric

Schema Nahwärmenetz Erweiterung



Quelle-Bilder:7Grafiken C. Tschatsch, u.a., Studienarbeit HBC, Projekt eco2centric

Nahwärmenetz – Erweiterung - Leistungspotential



Quelle-Bilder:/Grafiken C. Tschätsch, u.a., Studienarbeit HBC, Projekt eco2centric

Ökonomische Bewertung neues BHKW

Stromgestehungskosten BHKW

Die gleichzeitg mit der Stromproduktion entstandene Wärme wurde als „Gewinn“ gutgeschrieben, da man sie sonst hätte einkaufen müssen.

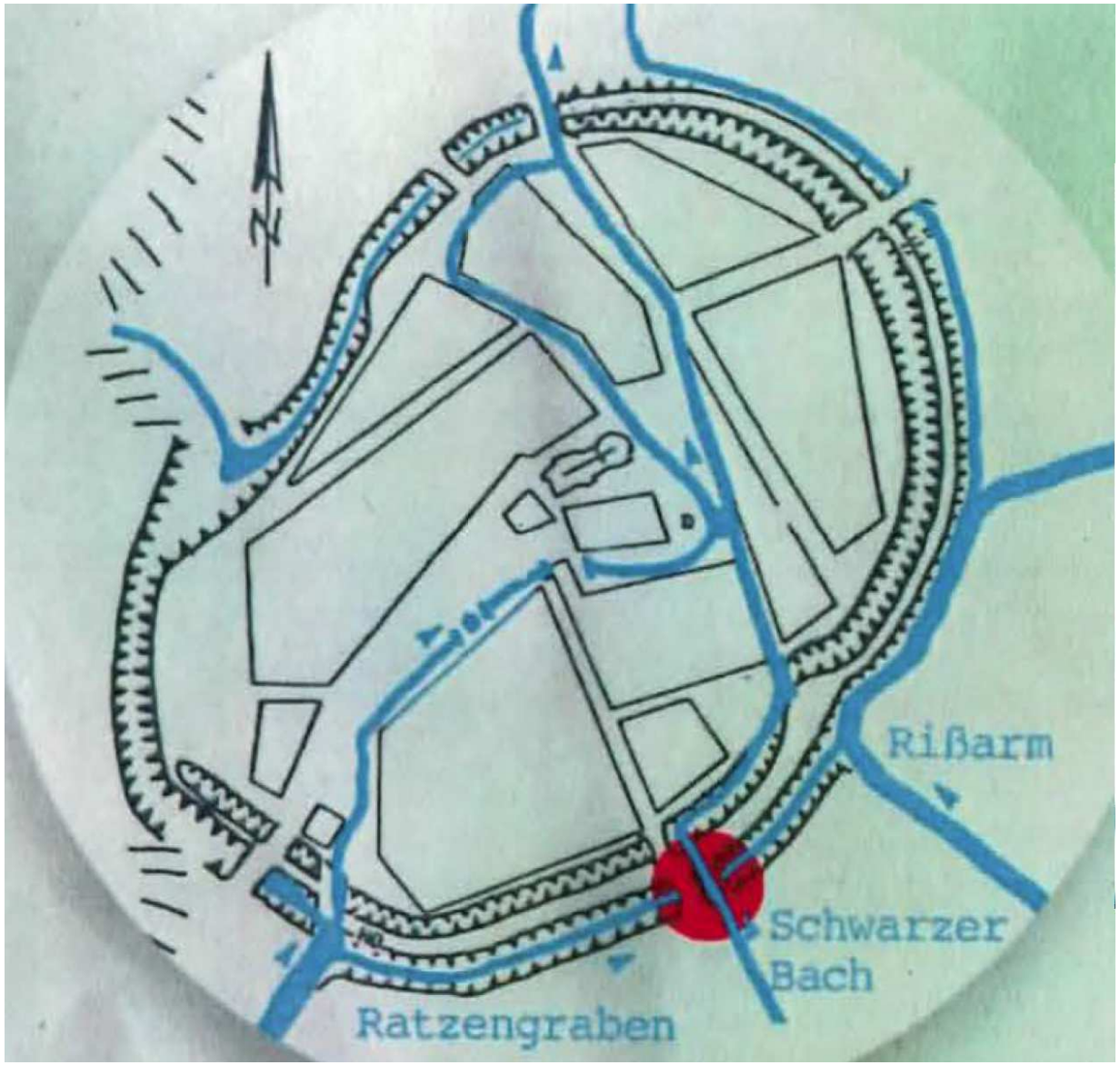
Der Wärmebezugspreis wurde über eine Zielwertfindung so angepasst, dass Wärmegestehungskosten von BHKW und Wärmepumpe gleich sind

Stromgestehungskosten BHKW		
Jahreskosten		
Kostenpunkt	Betrag [€/a]	
Jahreskosten BHKW	175.643,72	
Gutschriften/Einnahmen		
Gutschrift Wärme BHKW's	1.240.640,00	kWh/a
Wärmebezugspreis:	0,078	€/kWh
vermiedene Kosten	96.480,62	€/a
Einnahmen gesamt	**96.480,62**	**€/a**
Verbleibende Jahreskosten		
Verbleibende Kosten	79.163,10	€/a
Stromerzeugung	827.090,00	kWh/a

Stromgestehungkosten **0,10** **€/kWh_el**

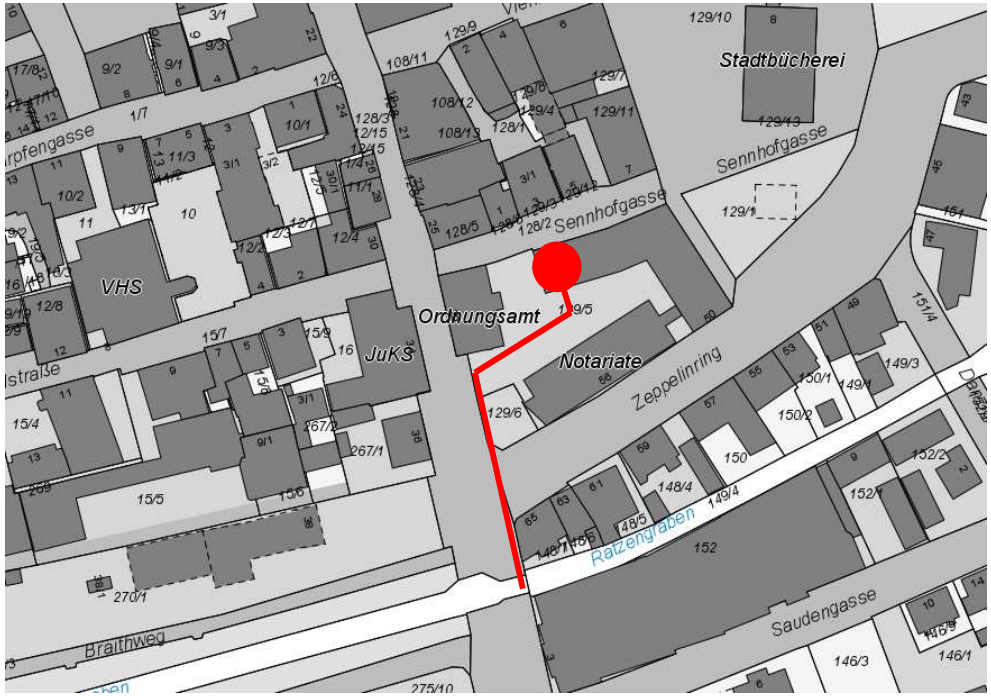
Quelle-Bilder:/Grafiken C. Tschätsch, u.a., Studienarbeit HBC, Projekt eco2centric

Altstadt Biberach
Potential Oberflächenwasser

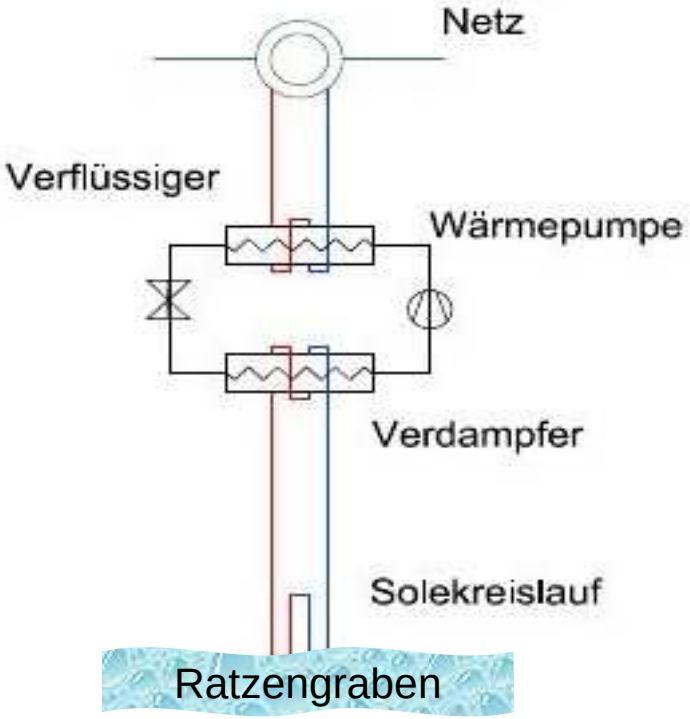


Konzept Wärmepumpe mit Strom aus BHKW und Bachwassernutzung

Einbindung der Wärmepumpe in das Nahwärmenetz

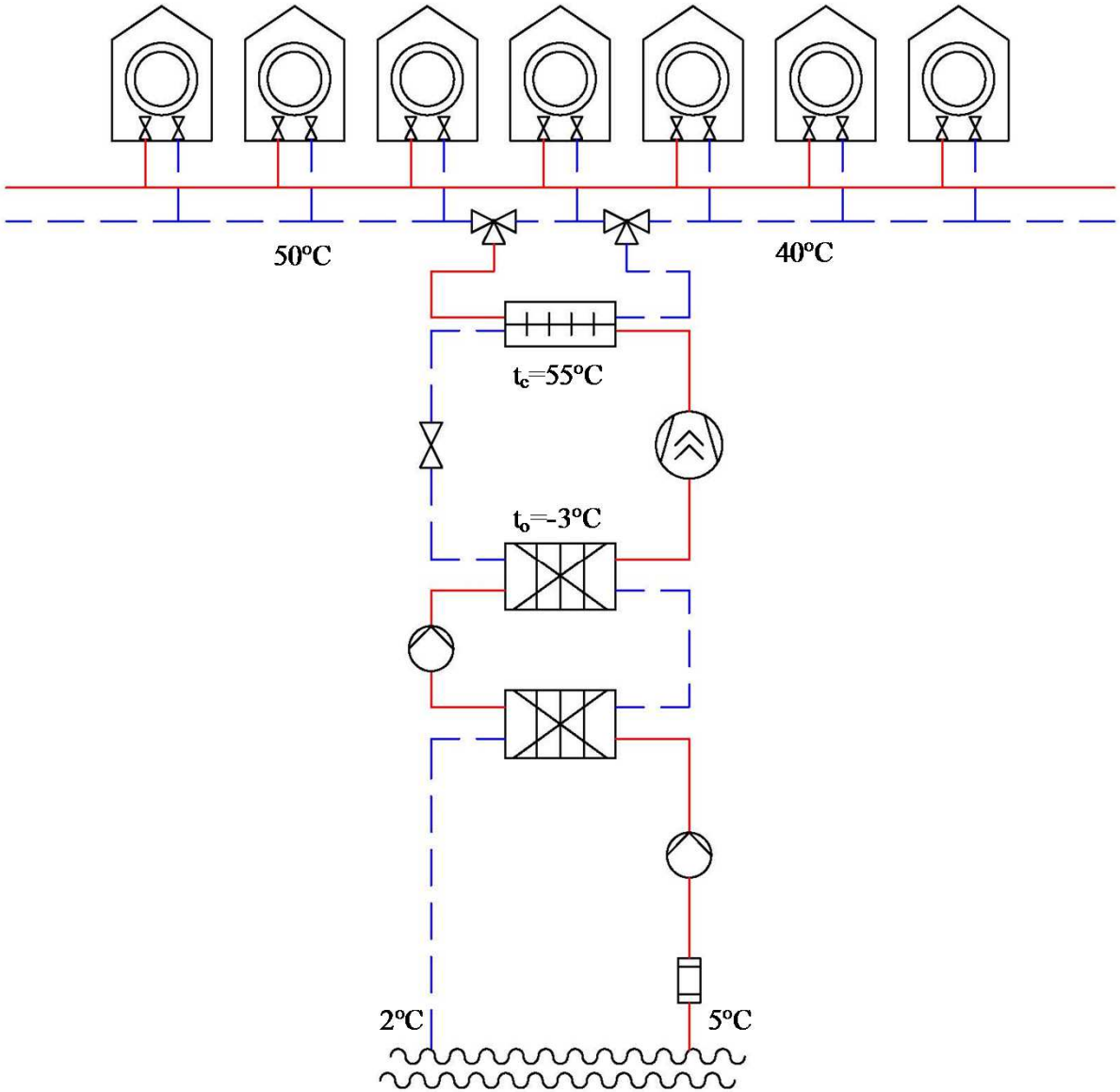


Mögl. Umsetzung Bachwassernutzung für den Standort Sennhof-Areal



Quelle-Bilder:/Grafiken C. Tschätsch, u.a., Studienarbeit HBC, Projekt eco2centric

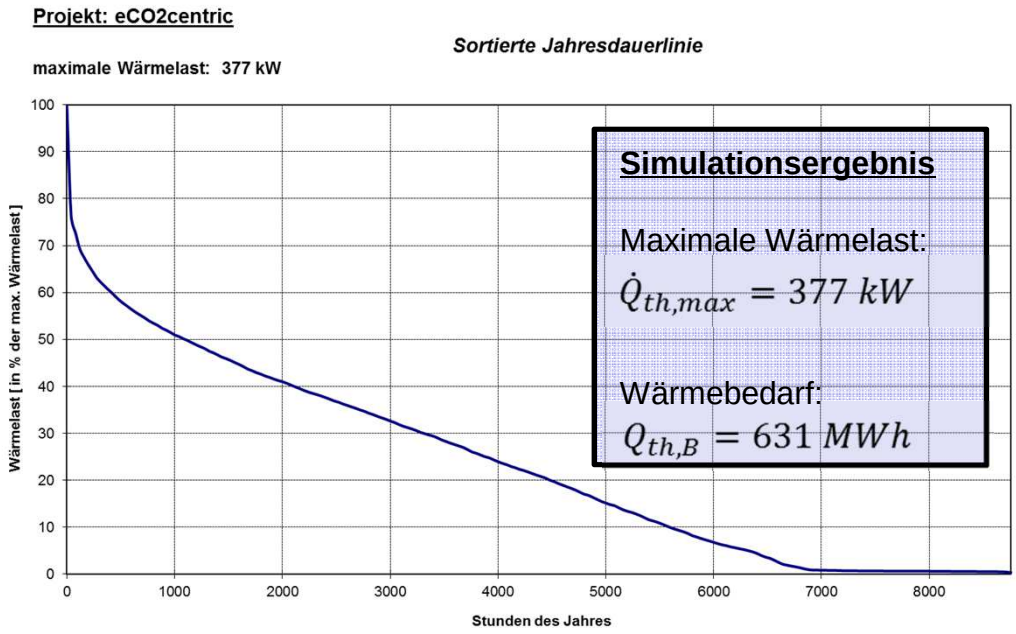
Konzeption Bachwasser – WP im Rücklauf des Nahwärmenetzes nach NT-Heizung



Quelle-Bilder:/Grafiken C. Tschätsch, u.a., Studienarbeiten HBC, Projekt eco2centric

Wärmepumpe mit Bachwassernutzung

Auslegungsgrundlage Wärmepumpe



Kennlinie des Wärmebedarfs

Gebäude am Rücklauf	Therm. Leistung in kW
Museum Biberach	273
Stadtbibliothek	97
Stadtpfarrkirche St. Martin	79

Simulation BHKW-Plan

Software: BHKW-Plan
Fa. Steinborn innovative Gebäude-Energieversorgung

- Rücklaufanhebung wird von der Wärmepumpe übernommen (GF = 0,84)
- COP WP, Pel: 3,89, 115 kWel
- Verflüssigungstemperatur: 55˚C
- Verdampfungstemperatur: -5˚C

Quelle-Bilder:/Grafiken C. Tschätsch, u.a., Studienarbeit HBC, Projekt eco2centric

Varianten WP – Bachwasser
Wärmetauscher - Entnahme

Gewichtete Kriterien:

- Investition
- Systemverschmutzung/Wartungsaufwand
- Nutzung des Wasser-/Wärmepotentials (Vorgaben Fischerei etc.)
- Wärmeübertragung (Medium, Pumpe. Länge)
- Zeit- und baulicher Aufwand

Satz und Sieg für Entnahme mit 90 zu 76 Punkten

Quelle-Bilder:/Grafiken C. Tschätsch, u.a., Studienarbeit HBC, Projekt eco2centric

Ökonomische Bewertung Konzept WP mit BHKW Strom und Bachwassernutzung

Wärmegestehungskosten aller Wärmeerzeuger

	BHKW	Heizkessel	Wärmepumpe
	Wärmegestehungskosten		
verbliebene Kosten [€/a]	**71.320,52**	**9.505,02**	**37.560,73**
jährliche Wärmeproduktion	1.240.640,00	133.460,00	656.357,00
Wärmegestehung [€/kWh]	**0,057**	**0,071**	**0,057**

Gesamtkosten Wärme (inkl. Honorar)	[€]	137.930,97
Gesamte erzeugte Wärme	[kWh]	2.030.457
2% Verluste	[kWh]	40.609
Wärmepreis gesamt	**[€/kWh]**	**0,069**

Quelle-Bilder:/Grafiken C. Tschätsch, u.a., Studienarbeit HBC, Projekt eco2centric

Berechnung Wärmekosten Bachwasser WP

- Invest WP (98 kWel) + Netz komplett: ~ 200 T€
  Annuität: 14.300 €/a
- Wartung und Instandhaltung/Bedienung
  ~ 3.500 €/a
- Strom (BHKW, 10Ct/kWh) + EEG
  ~ 27.000 €
- Summe Jahreskosten ~ 45 T€/a
- Wärmeerzeugung ~ 660.000 kWh/a

- **Wärmegestehungskosten WP damit ~ 6,9 Ct/kWh,**

HBC. HOCHSCHULE BIBERACH UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Ökologische Bewertung

Gutschriftenmethode,:
Emissionen für erzeugten Stromerzeugung werden gutgeschrieben

Einsparung CO2 gegenüber Strommix D und Gasheizung: 1240 t/a