



Bayernkaserne München

Energetische Gebäudestandards und Energieversorgungskonzept -Ergebnisse -



Aufgabe

- Ermittlung des **Energiebedarfs**(Endenergie) für Heizung, Warmwasserbereitung i.d. Sektoren Wohnen und Gewerbe
- **Strombedarf** für Wohnen, Gewerbe (auch Kühlung)
- Ermittlung **Primärenergiebedarf und CO₂-Emissionen**
- **Vergleich Energiestandards**
- **Kosten-Nutzen-Analyse**
 - technische Umsetzbarkeit
 - ökologische Kriterien
 - wirtschaftliche Kriterien

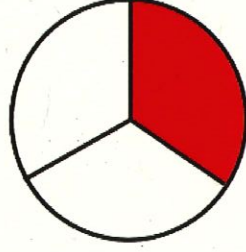
Ziel

Basis schaffen für Planung und Bauleitplan-Verfahren im „integrierten Nachhaltigkeitskonzept“



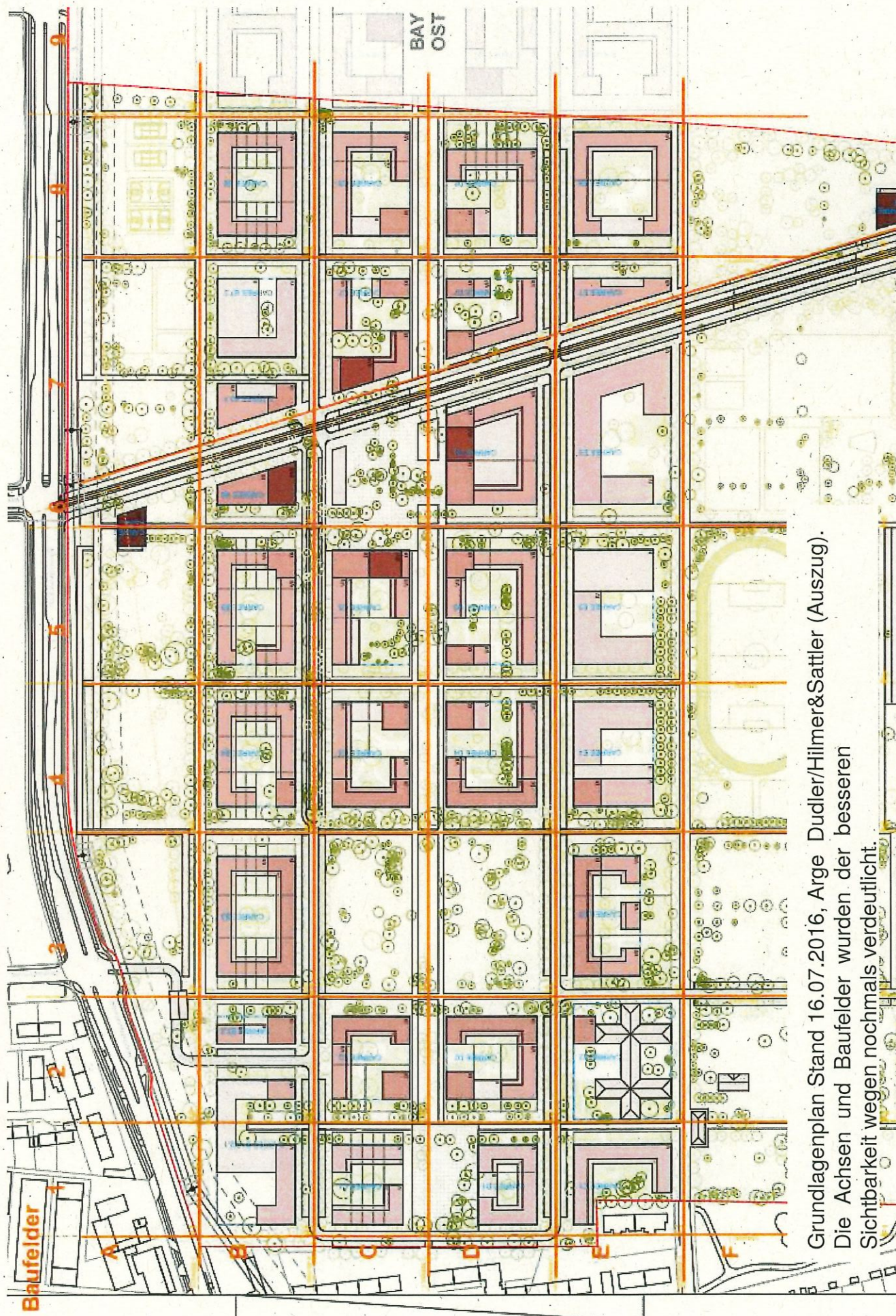
Ausgangslage

2/3 des Gebiets („B1“)
im „Münchner Standard“ nach Ökologischem
Kriterienkatalog der LHM;
Versorgung mit Fernwärme der SWM



1/3 des Gebiets („B2“)
im Niedrigstenergiestandard
(CO₂ –arm oder –neutral);
Alternative Wärmeversorgung –
weitestgehend auf Basis regenerativer Energien

Grundlagenplan vom 16.07.2016



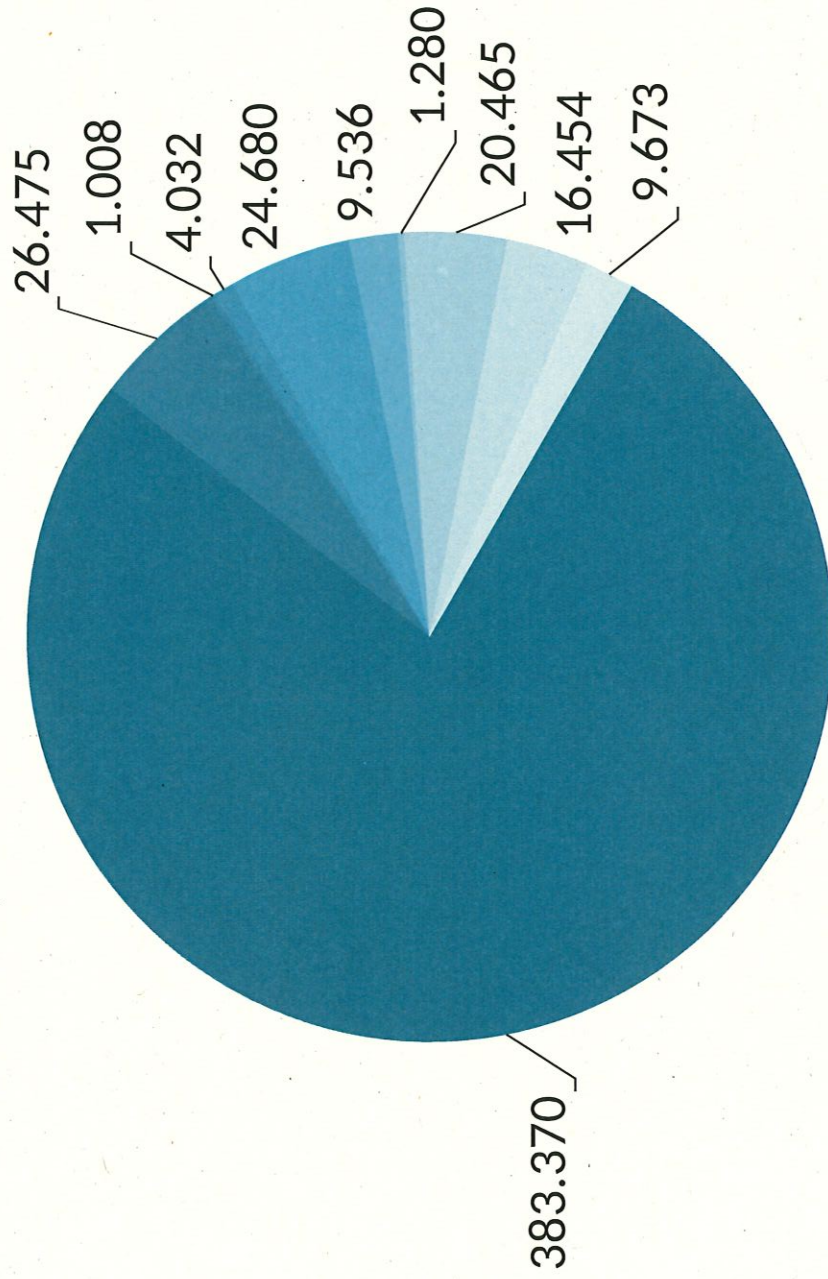
Grundlagenplan Stand 16.07.2016, Arge Dudler/Hilmer&Sattler (Auszug).
Die Achsen und Baufelder wurden der besseren
Sichtbarkeit wegen nochmals verdeutlicht.

Schnell sind u.A. Fragestellungen aufgetaucht ...

Abgrenzung der Teilgebiete B1, B2 ?
Umsetzbarkeit von **optimierten Energiestandards**?
Verfügbarkeit von alternativen Wärmeversorgung (auf
Basis regenerativen Energien) ?
Zentralisierungsgrad der Wärmeversorgung in diesem Fall ?
Dezentral, Teilzentral/Blockzentral, Gebietszentral
Akzeptanz bei den Investoren ?

BGF [m²] (oberirdisch) nach Nutzung

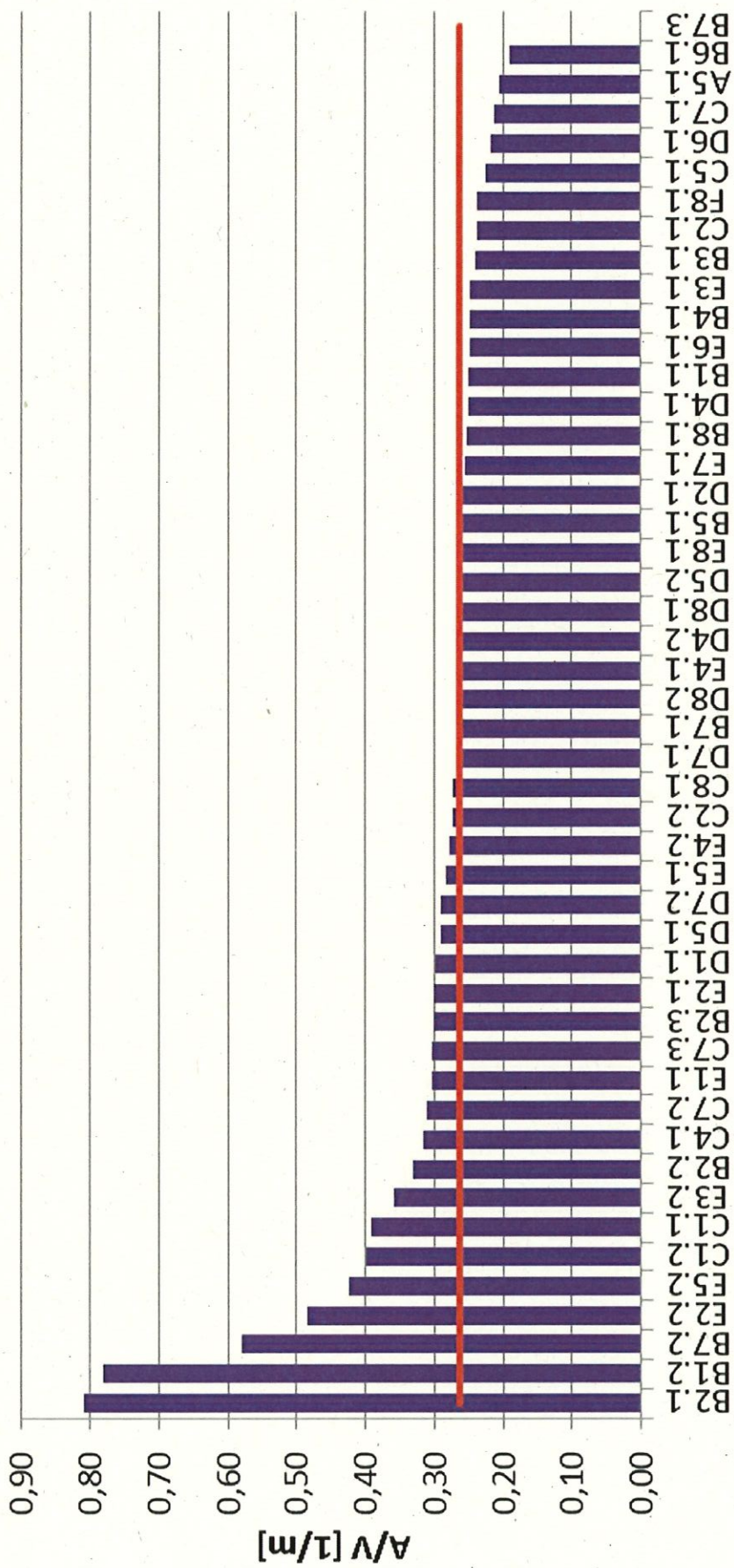
Summe 496.973 m²

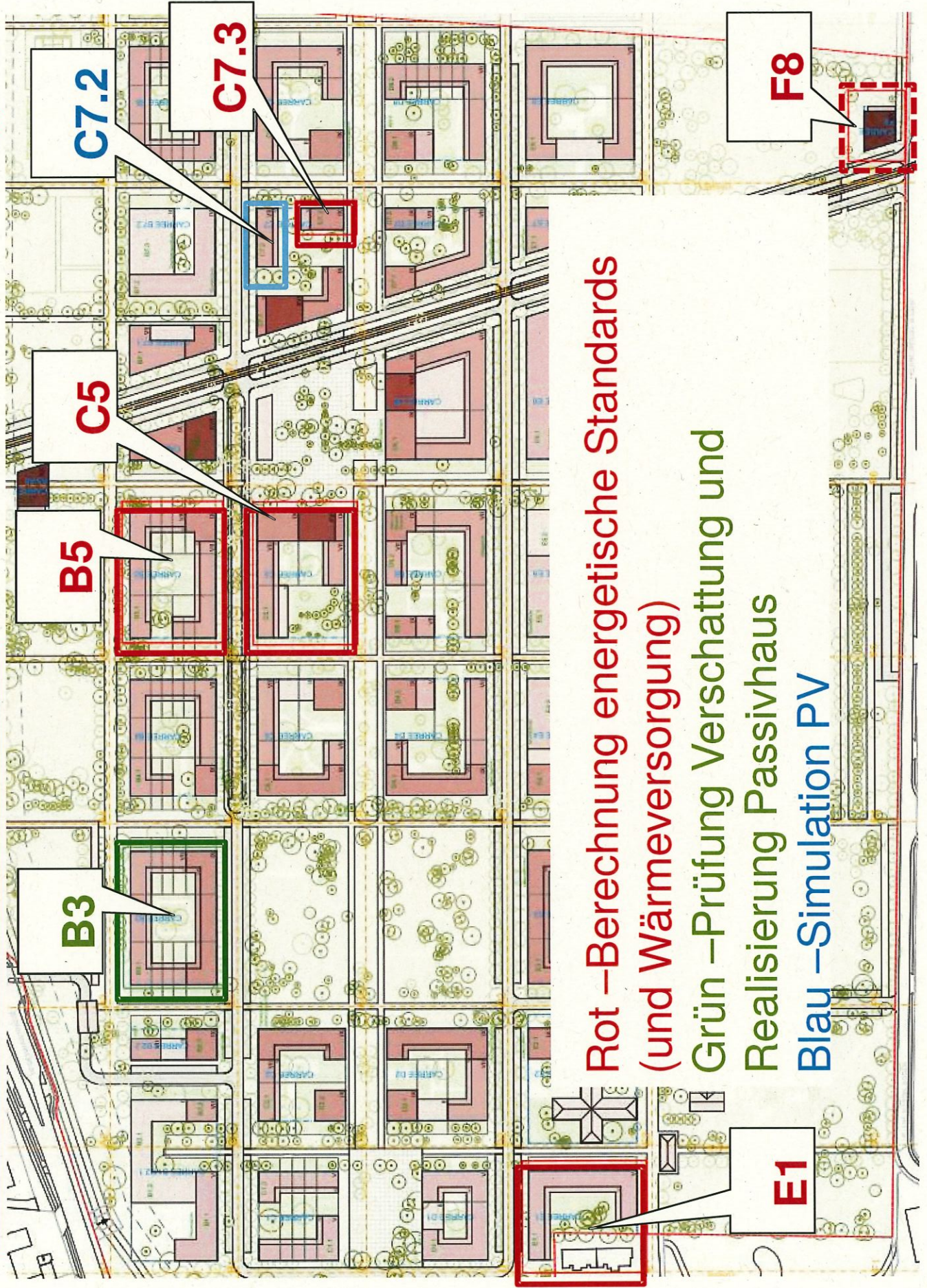


- Wohnen
- GHD
- Feuerwehr
- Büro
- Grundschule
- Sporthalle
- Kiga
- Gymnasium
- Pflegeheim
- Bibliothek



Kompaktheit (A/V - Verhältnis)





Rot – Berechnung energetische Standards
(und Wärmeversorgung)

Grün – Prüfung Verschattung und
Realisierung Passivhaus

Blau – Simulation PV

E1

F8

Mustergebäude B5_1

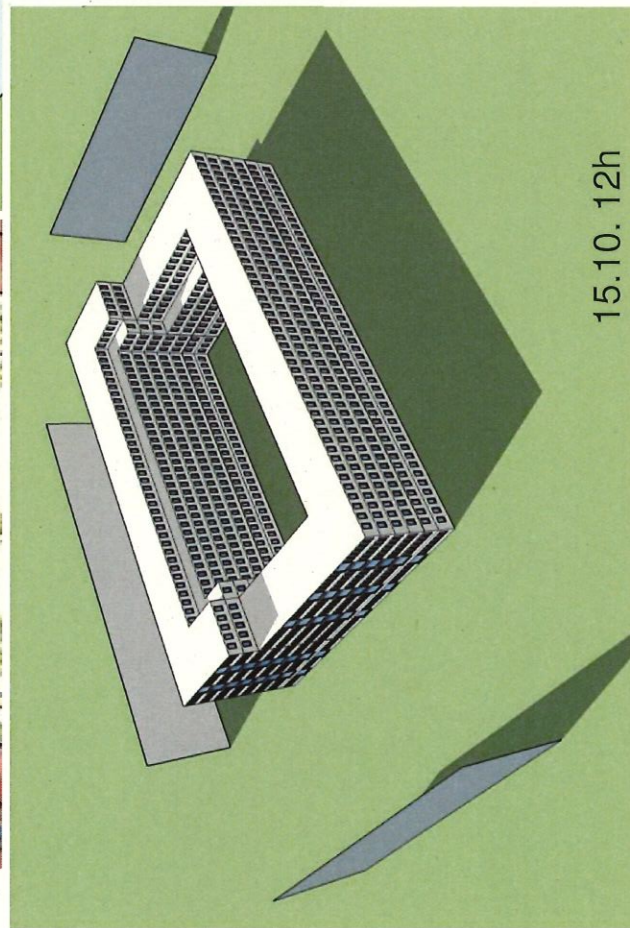
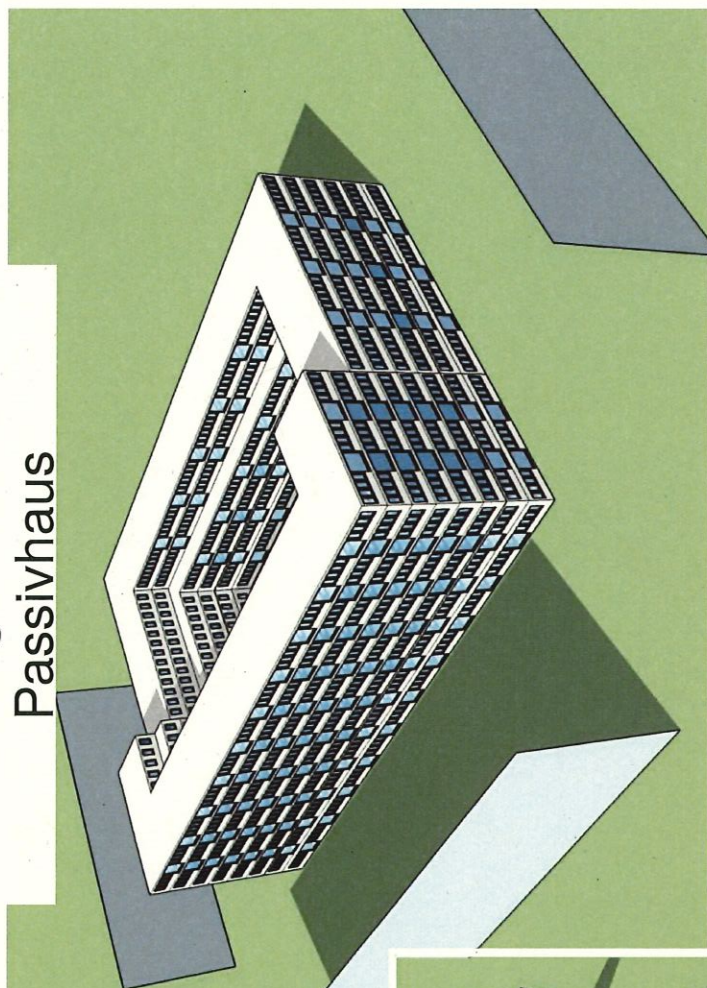
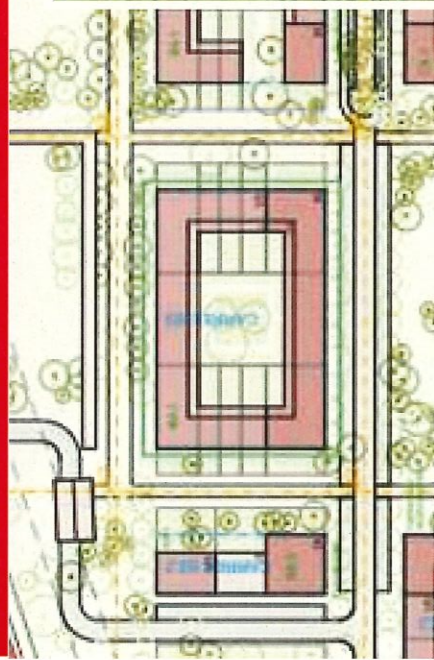
| U-Werte | EnEV_Ref | Effh70 | Effh55 | Effh40 |
|-----------|----------------------|--------|--------|--------|
| Flachdach | [W/m ² K] | 0,2 | 0,14 | 0,14 |
| Außenwand | [W/m ² K] | 0,28 | 0,15 | 0,15 |
| Boden | [W/m ² K] | 0,35 | 0,2 | 0,2 |
| Fenster | [W/m ² K] | 1,3 | 0,95 | 0,8 |

| | | | | |
|-----------|------|------------------------|----------------------------|----------------------|
| Flachdach | [mm] | 170 | 240 | 240 |
| Außenwand | [mm] | 120 | 230 | 230 |
| Boden | [mm] | 90 | 170 | 170 |
| Fenster | | 2-fach-Vergl.- EnEV | 3-fach-Vergl.- Standard | 3-fach-Vergl.- PH |

| Modelle | EnEVREF | EffH70 | EffH55 | EffH40 |
|--|--------------------------|--------|--------|--------|
| spez. Nutzenergie Heizung | [kWh/(m ² a)] | 29,9 | 22,7 | 18,7 |
| spez. EE Wärme+TWW | [kWh/(m ² a)] | 48,7 | 41,8 | 38,0 |
| spez. Hilfsenergiebedarf (Strom) | [kWh/(m ² a)] | 1,52 | 1,52 | 1,51 |



Mustergebäude B3 Passivhaus

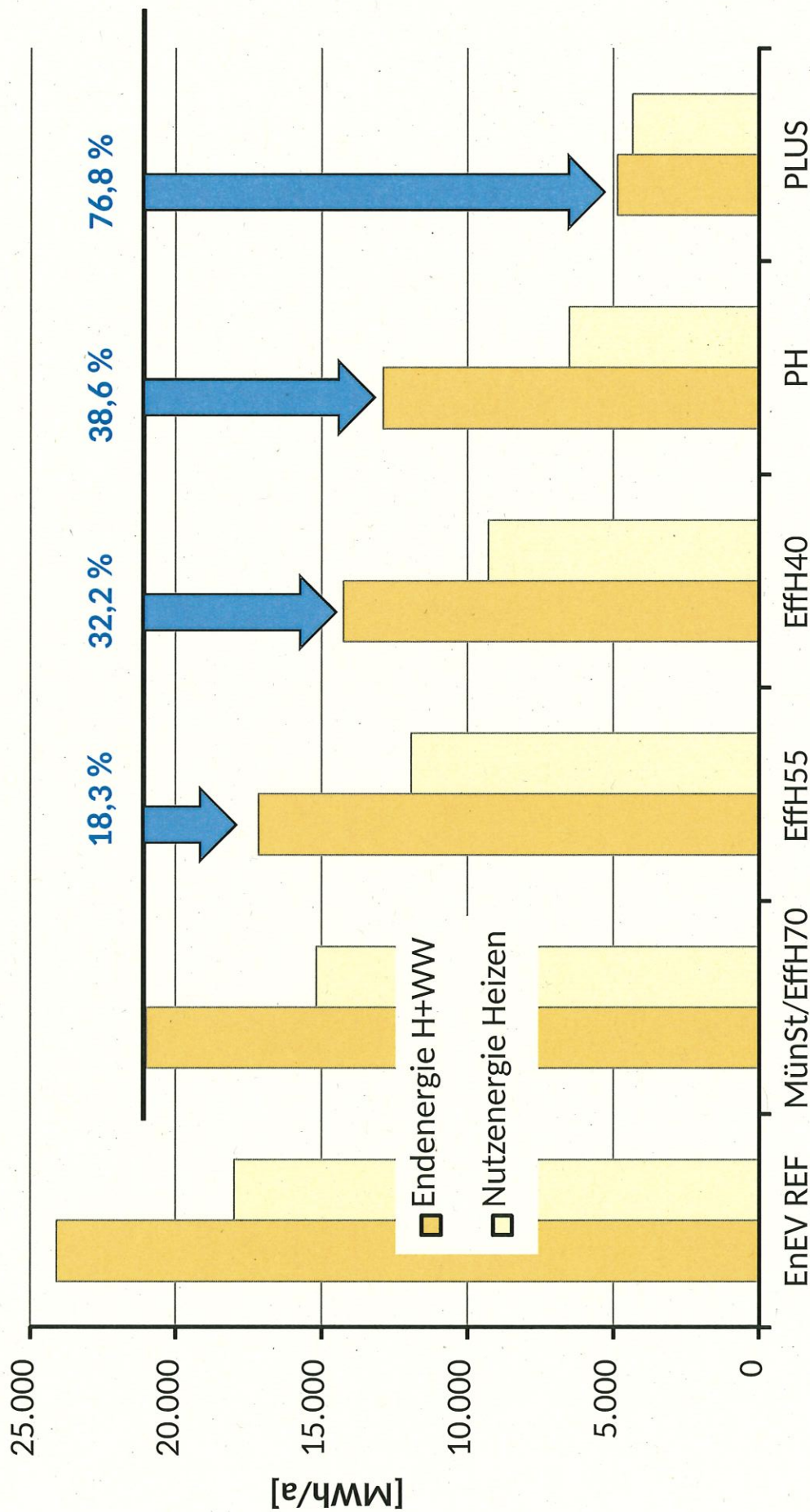


| Bauteil | U-Wert W/m ² K | Äquivalent cm |
|----------------------------|------------------------------|------------------|
| Außenwand | 0,2 | 17 |
| Dach | 0,15 | 23 |
| Bodenplatte | 0,25 | 13 |
| Fenster | 0,8 | |
| Wärmebrücken-reduziert | | |
| Lüftungswärmerückgewinnung | | |

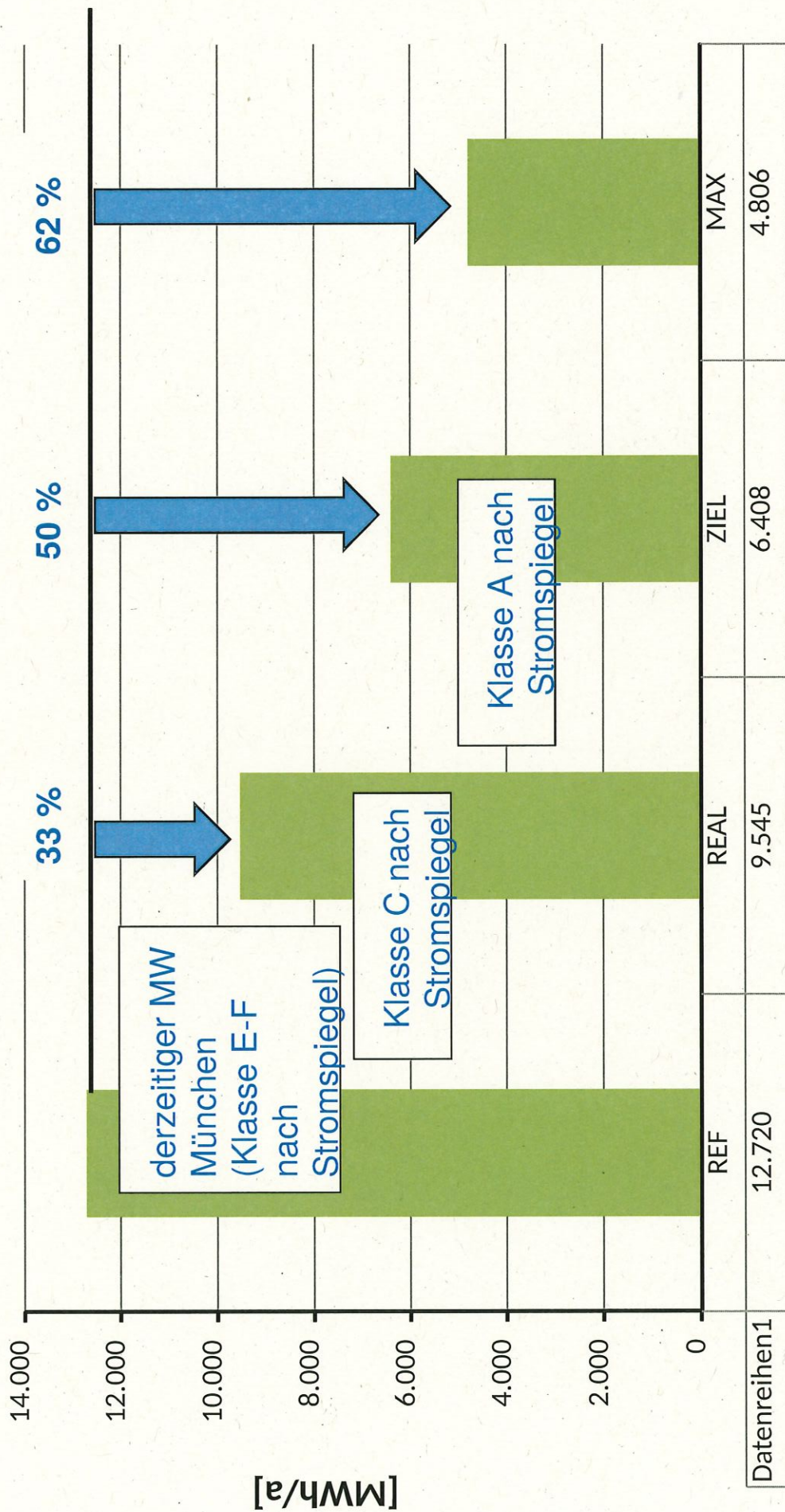
Modellbildung mit PHPP



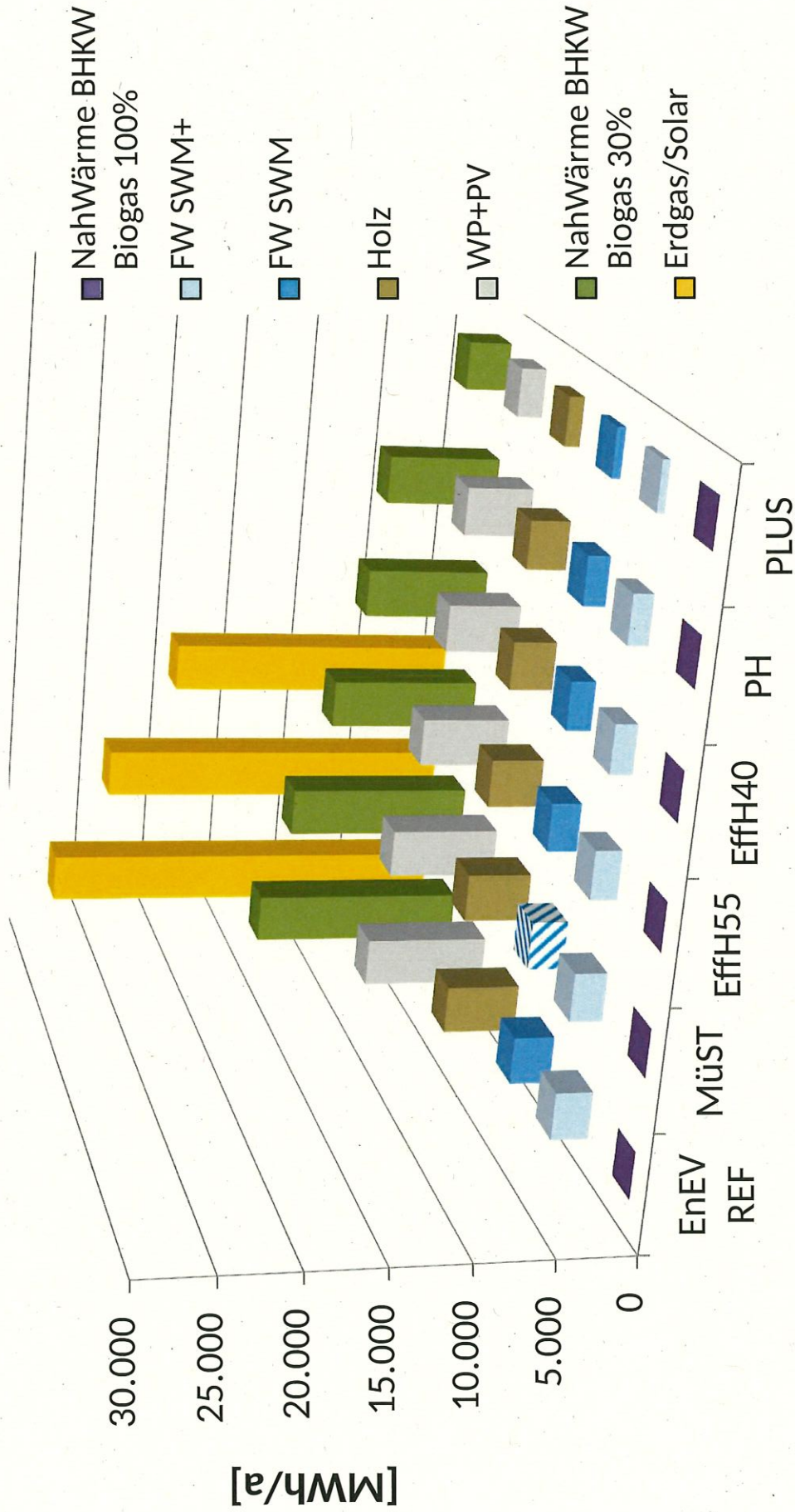
Nutzenergie-, Endenergie-Bedarf und Potential



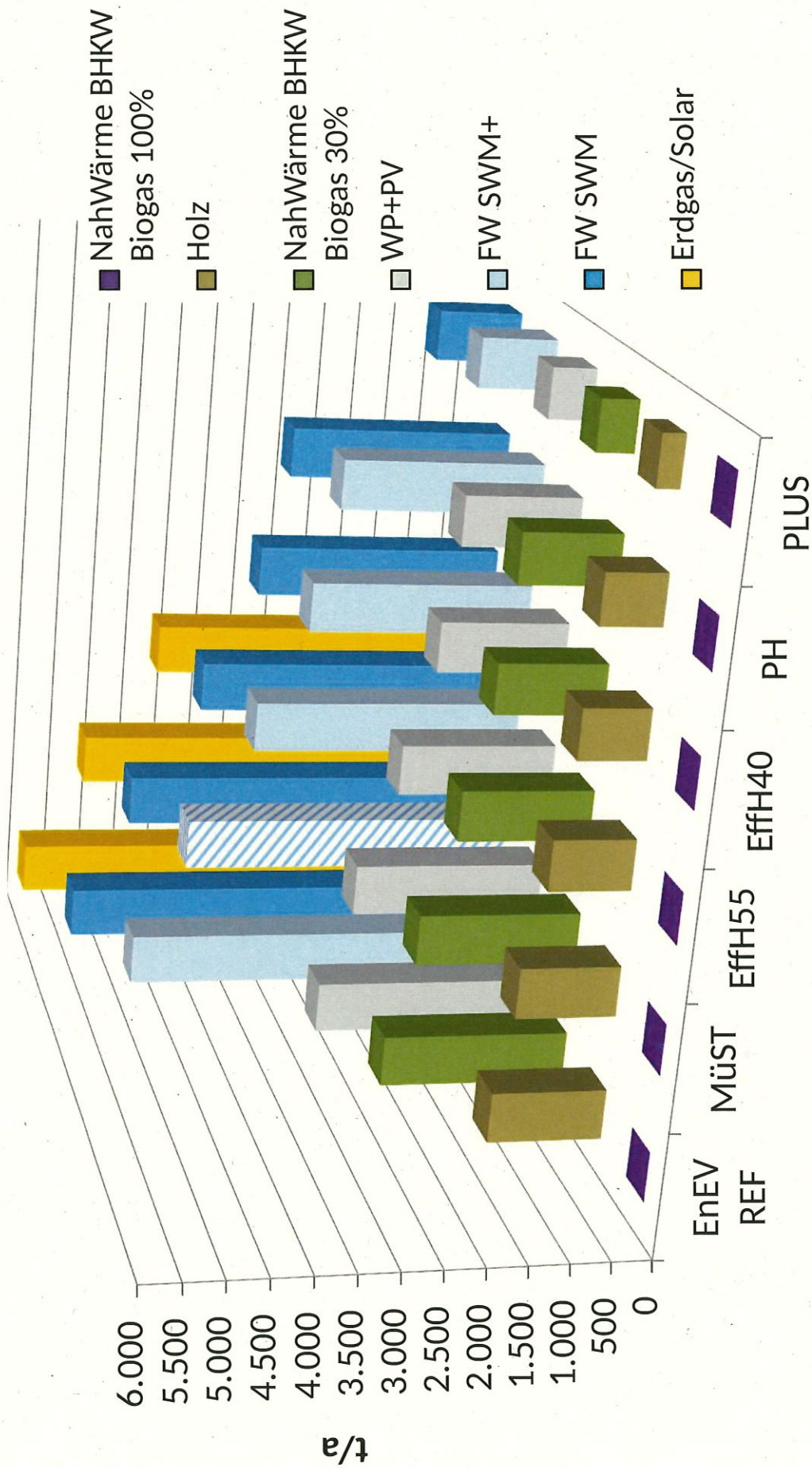
Strombedarf und Potential



PrimärenergieaufwandHeizung& WW



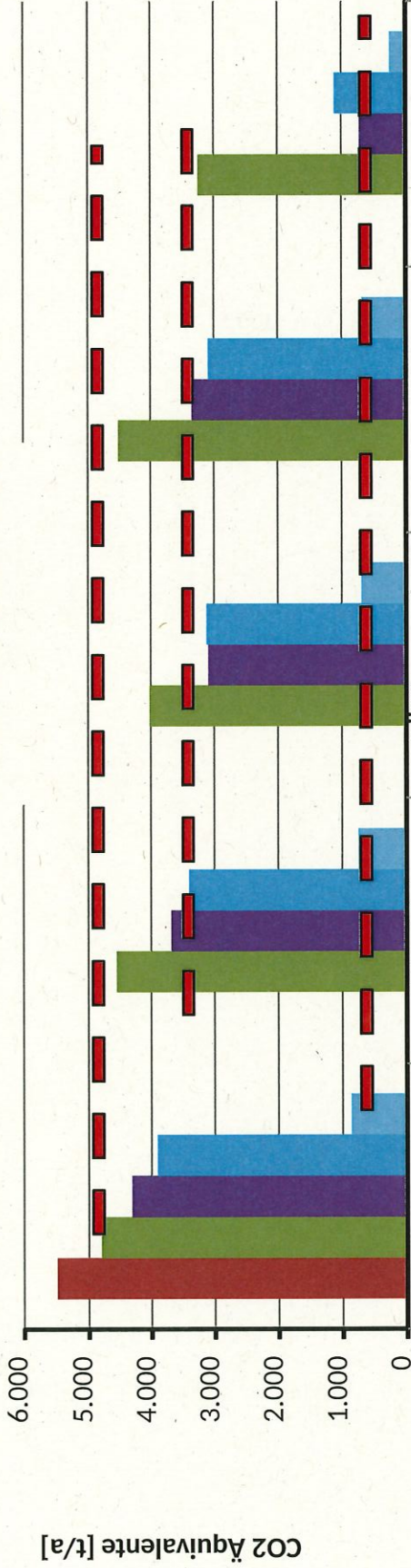
CO₂ Ausstoß(Äquivalente) Heizung& WW



| Räumliche Aufteilung | Szenario | B1 | | B2 | |
|------------------------------|------------|--|-------------|----------------------------------|-------------|
| | | Geb.Hülle | Versorgung | Geb.Hülle | Versorgung |
| Räumliche Aufteilung | Heizung WW | | | | |
| | REF EnEV | EnEV2014/ 2016 | GasBW | | |
| Öffentliche westlich Achse 3 | REF | | FW-SWM | | |
| | REAL | Münchener Standard nach Ökokennzeichen-Katalog | FW-SWM | Niedrigstenergiegebäude / EffH40 | FW-SWM |
| Auswahl | REAL+ | | FW-SWM+ | | Regenerativ |
| | ZIEL | EffH55 | FW-SWM | Plusenergiehaus | FW-SWM |
| | ZIEL+ | | Regenerativ | | Regenerativ |

CO2 Szenarien

EnEVRef 5.931

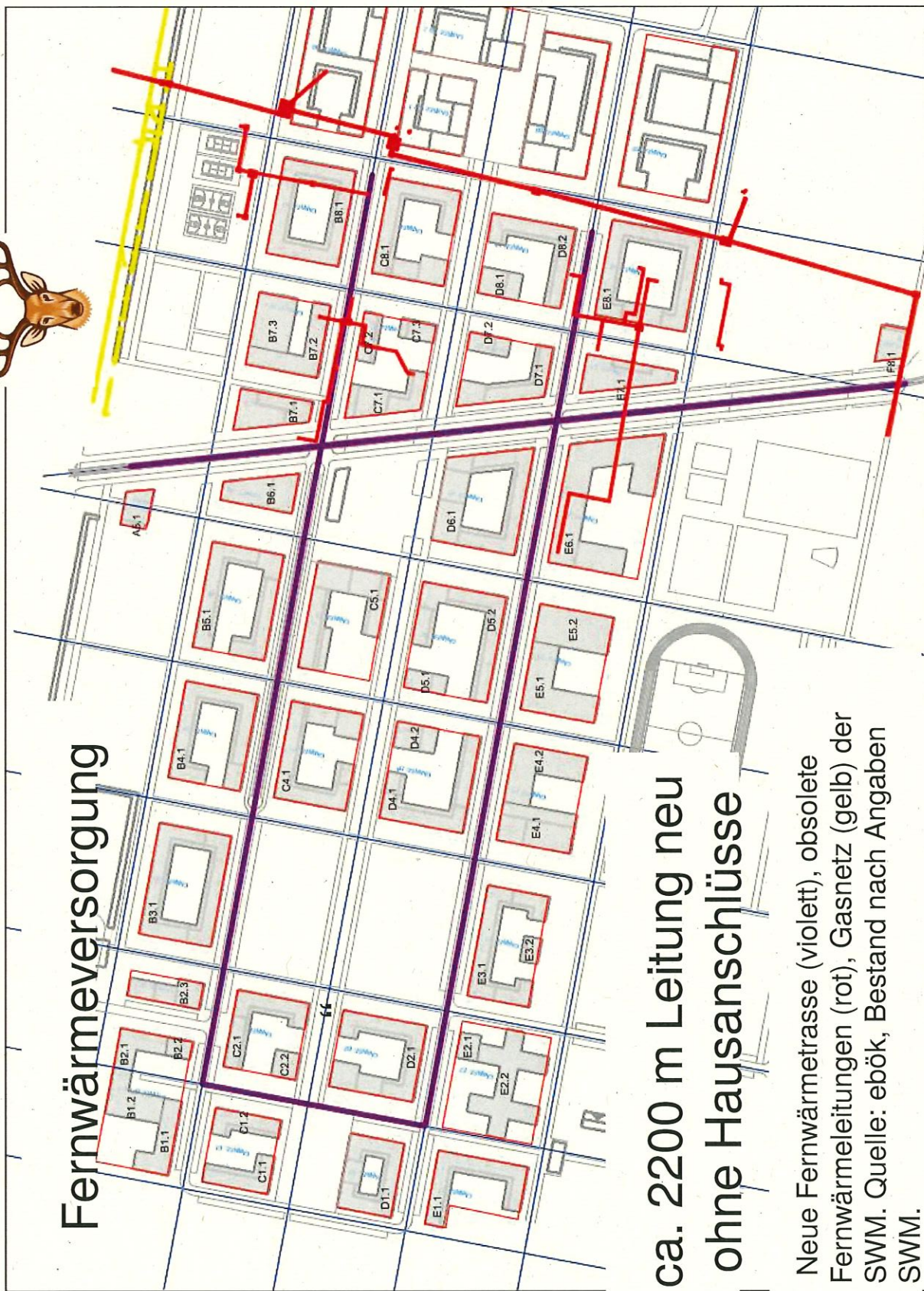


| CO2 Szenario | "Alles B1" | "Westlich Achse3" | "Öffies und mehr" | "Ausgewählte" | "Alles B2" |
|--------------------|------------|-------------------|-------------------|---------------|------------|
| CO2 Szenario REF | 5.497 | | | | |
| CO2 Szenario REAL | 4.792 | 4.550 | 4.022 | 4.513 | 3.248 |
| CO2 Szenario REAL+ | 4.313 | 3.683 | 3.097 | 3.344 | 712 |
| CO2 Szenario ZIEL | 3.915 | 3.406 | 3.124 | 3.091 | 1.110 |
| CO2 Szenario ZIEL+ | 859 | 747 | 685 | 678 | 243 |





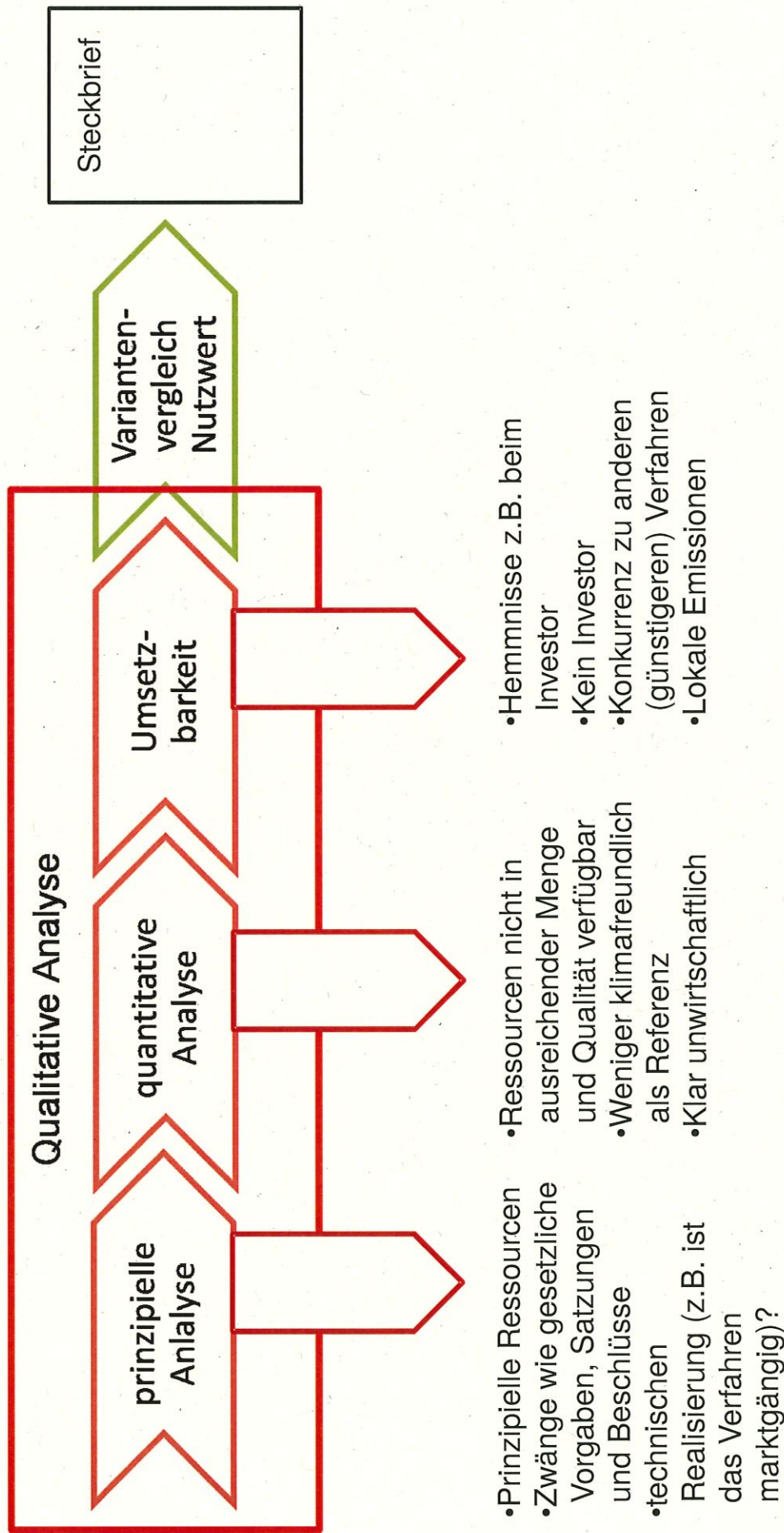
Fernwärmeversorgung



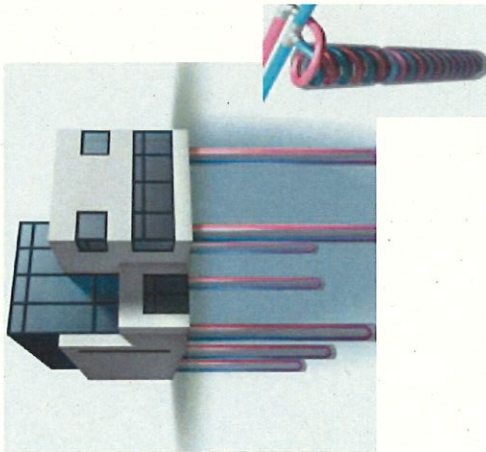
ca. 2200 m Leitung neu
ohne Hausanschlüsse

Neue Fernwärmetrasse (violett), obsoletere Fernwärmeleitungen (rot), Gasnetz (gelb) der SWM. Quelle: ebök, Bestand nach Angaben SWM.

Alternativen zur Fernwärme / regenerative Energien ?



| Nutzung oberflächennahe Erdwärme mit dezentraler oder blockzentraler Wärmepumpe | Energieträger Input | Energieträger Output | Lokale Quellen |
|---|--|--|--|
| Wärmepumpe Wärmequelle Erdsonden, Energiepfähle, Flächenkollektoren | Strom Daten / Informationen notwendig / Voraussetzung Geologie des Nutzungsgebiets | Wärme zentral blockzentral dezentral, blockzentral | Erdwärme Einschränkungen kein Konzept für das Gesamtgebiet |
| Anwendbarkeit | Durch die (bislang bekannnte) Geologie ergeben sich starke Einschränkungen in der Anwendbarkeit. Die nutzbaren Quellen sind beschränkt. Erdsonden und Energiepfähle lassen sich auf den Grundstücken unterbringen. Sonden müssten teilweise unter dem Gebäude liegen. Wenn Flächenkollektoren nicht unter dem Gebäude situierte werden können, müssten sie im öffentlichen Raum untergebracht werden (mit allen rechtlichen Konsequenzen und Einschränkungen der weitem Nutzbarkeit z.B. Baumbestand). Die Kombination mit Spitzenlastdeckung und solarthermischen Anlagen ist möglich. WP- Strom kann auch z.T. lokal über PV erzeugt werden. | | |
| Bemerkung | Für blockzentrale Lösungen muss ein Betreiber gefunden werden. | | |
| Vorteil | vor allem Energiepfähle auch zur Kühlung geeignet | | |
| Nachteile | NT Heizsystem notwendig. TWW – Hygiene aufwändig. Geologie muss geklärt werden. Flächennutzungsmöglichkeit muss geklärt und rechtlich abgesichert werden, wenn öffentliche Flächen genutzt werden sollen. | | |
| Betreiber | Investor Gebäude oder Stadtwerke/Contractor | | |
| Hemmnisse | Die Quellstärken differieren je nach Wärmequelle, sind aber begrenzt. Die Möglichkeit der geologischen Nutzung sowie der Flächennutzung muss geklärt werden. Betreiber muss gefunden werden. Nur sinnvoll mit hocheffizienten Gebäuden und NT Heizsystem. | | |
| Potential | Gering | | |
| Regenerativanteil | Mäßig – Hoch in Abhängigkeit der Quellstärke und der daraus resultierenden Leistungsziffer der WP sowie der notwendigen Betriebsweise (bivalent/monovalent) | | |
| Raumbedarf | mittel im Gebäude, hoch (Erdbohrungen) bzw. sehr hoch (Flächenkollektoren) im Außenraum | | |
| Zu erwartende Umweltwirkung | Anlagenaufwand e_p | Spez. CO₂-Ausstoß [kg/(kWh_{nutz})] | |
| | 0,49 | 0,166 kg/kWh | |
| Investitions-/Betriebskosten | hoch | | |
| Zu erwartende Wärmegestehungskosten aus Nutzersicht (netto) | 12 ct (Erdsonden) min. 13 ct (Flächenkollektor) je kWh Nutzenergie, wobei ca. 45% auf Investitionskosten zurückzuführen sind. | | |
| Bewertung | Geringe, für einzelne Gebäude aber ausreichende Quellstärke mit daraus resultierender Einschränkung im Versorgungspotential. Hohe Investitionskosten. | | |
| Konzept weiter verfolgen | Nur für Einzelgebäude | | |



| | In der Fläche verfügbar | Invest ist ... | Wärme-gestehungs-kosten sind... | ENEV ist ... erfüllbar | Auswirkung aufgrund C _q Ausstoß ist ... | Raumbedarf / im Gebäude / im Gelände ist | Hemmnisse für den Betreiber |
|----------------|-------------------------|----------------|---------------------------------|------------------------|--|--|-----------------------------|
| FW SWM | ja | niedrig | mittel | sehr gut | ungünstig | niedrig/ niedrig | niedrig |
| Biogas-BHKW | ja | hoch | hoch/ sehr hoch*) | sehr gut | günstig/ sehr günstig*) | niedrig/ mittel | hoch |
| Abwasser Wärme | Einzelgeb. | hoch | hoch | gut | mittel | niedrig/ mittel | hoch |
| Grundwasser | Einzelgeb. | hoch | hoch | gut | mittel | mittel/ mittel | mittel |
| Geothermie | Teilfläche | hoch | hoch | gut | mittel | mittel/ hoch | mittel/ hoch |
| Eisspeicher | Einzelgeb. | hoch | hoch | gut | mittel | hoch/ hoch | hoch |



Mögliche Verbesserung der Fernwärme in der Bayernkaserne in Bezug auf CO₂ Faktor

Im Gesamtnetz

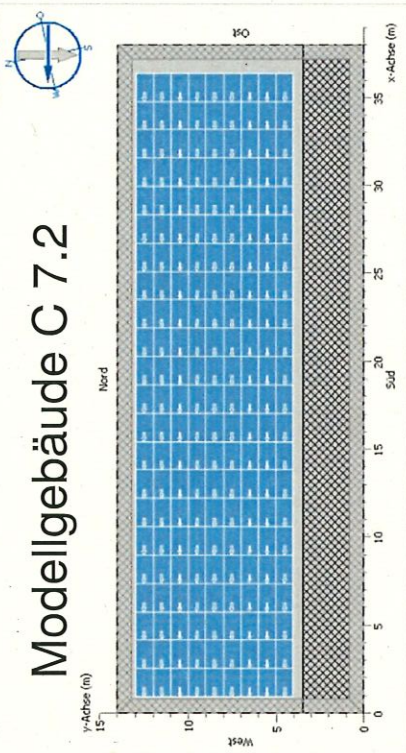
- Ausbauplan der SWM (tiefe Geothermie)
- Einkopplung von regenerativen Energien (Beispiel Heidelberg)
- Rücklauftemperatur Absenkung

In der Bayernkaserne

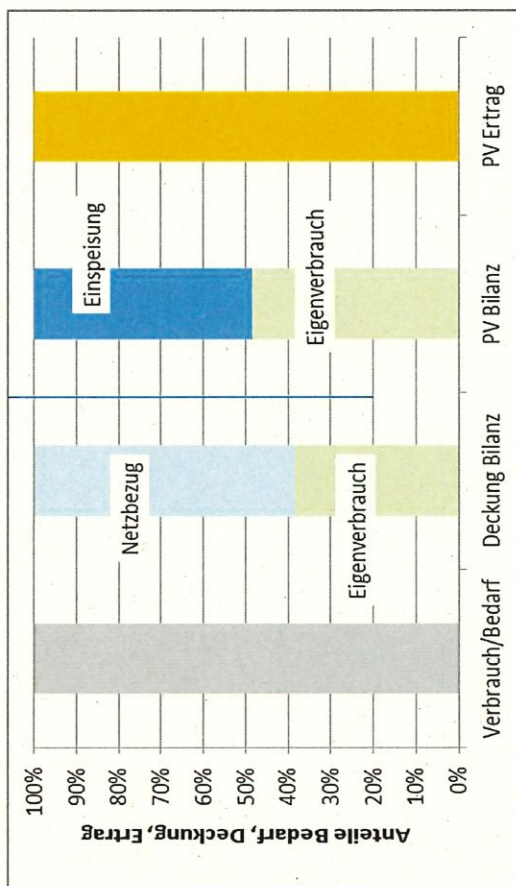
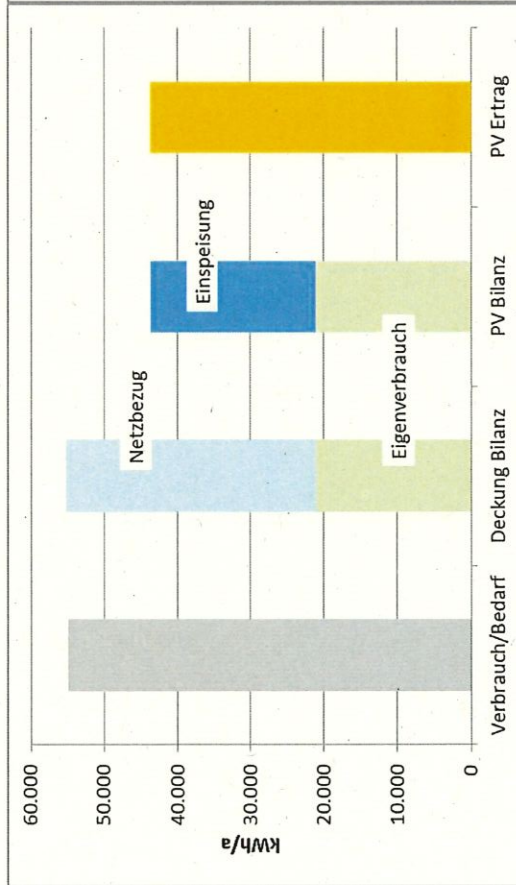
- Angepasste Vorlauftemperatur (Mischerstation)
- „grüne Fernwärme“ (s.o.)
- Abgekoppeltes Netz mit eigener regenerativer Versorgung (z.B. durch Biogas-BHKW)



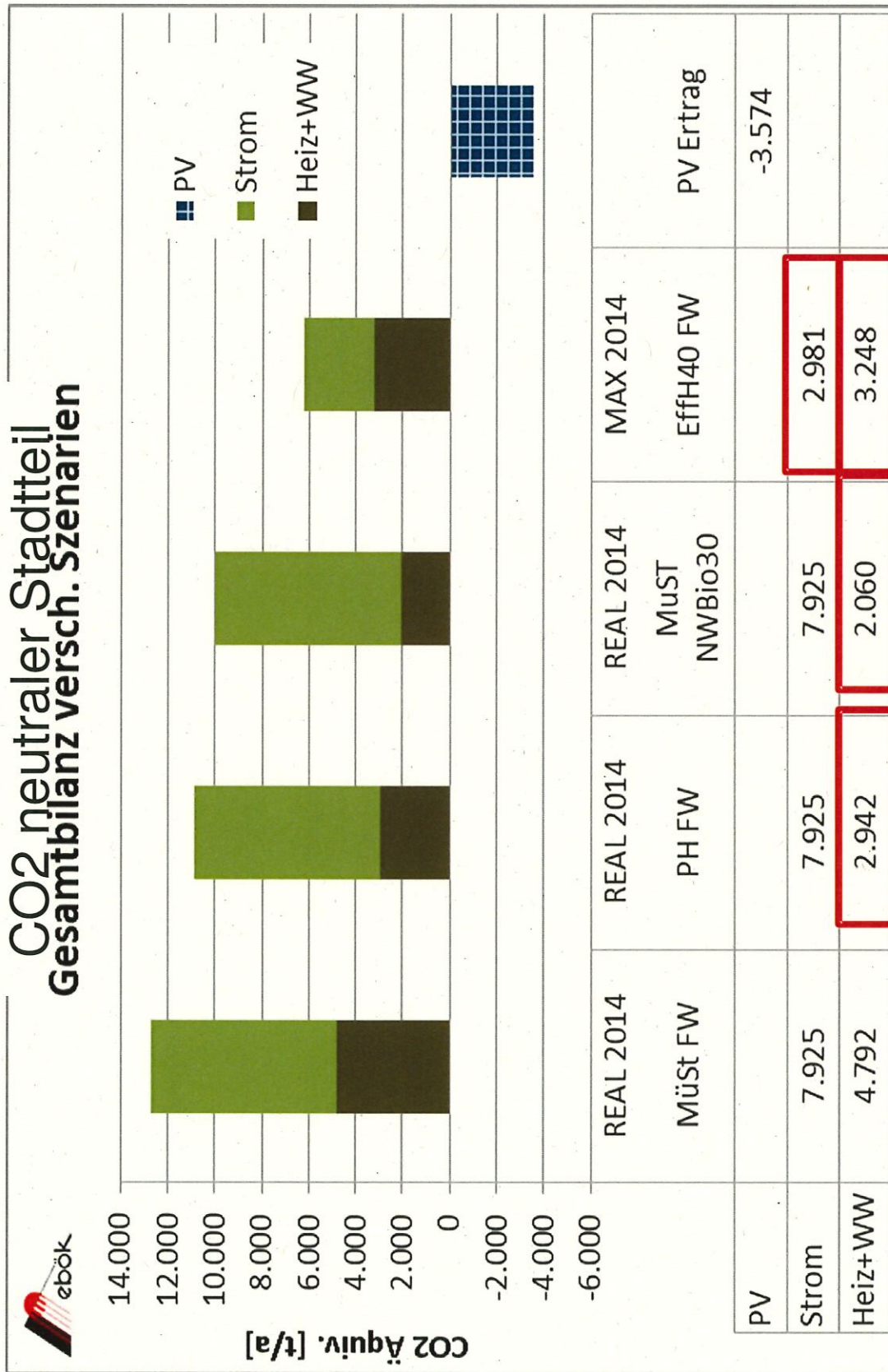
Modellgebäude C 7.2



| | Kollektorfläche [m²] | Ertrag [kWh/a] |
|--|----------------------|----------------|
| Summe für aufgeständerte Kollektoren (Süd) | 35.116 | 6.170.350 |
| Summe für flache Kollektoren (Ost-West) | 42.919 | 5.927.090 |



CO₂ neutraler Stadtteil Gesamtbilanz versch. Szenarien

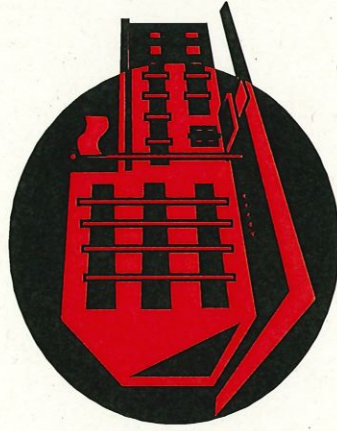


Ansatz: „Denken entlang des Energiebedarfs“

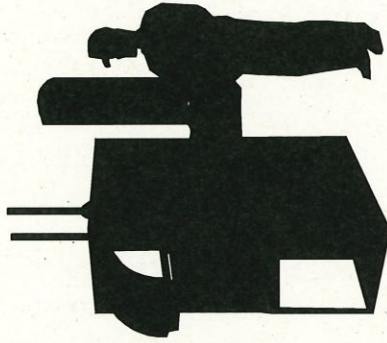
Reihenfolge der Maßnahmen



Nutzung



Gebäudehülle



Anlagen



Beschaffung

Entwicklung des Bedarfs und der
Kosten

FAZIT



- Möglichst flächendeckend Hocheffizienzgebäude (EffH 40, Passivhaus); Mindeststandard EffH55
- Für besonders geeignete Einzelgebäude und/oder Standorte Nutzung lokaler regenerativer Energien
- Auf den Fall in eigenen Liegenschaften der LHM
- Teilkompensation CO₂ durch Photovoltaik auf allen verfügbaren Flächen; Ausschluss von Solarthermie
- Anreize für Stromsparmaßnahmen i.d. Haushalten
- Anpassung der Fernwärme-Temperaturen an den Bedarf
- Unterstützung des SWM bei der Reduktion des CO₂ Ausstoßes der Fernwärme

