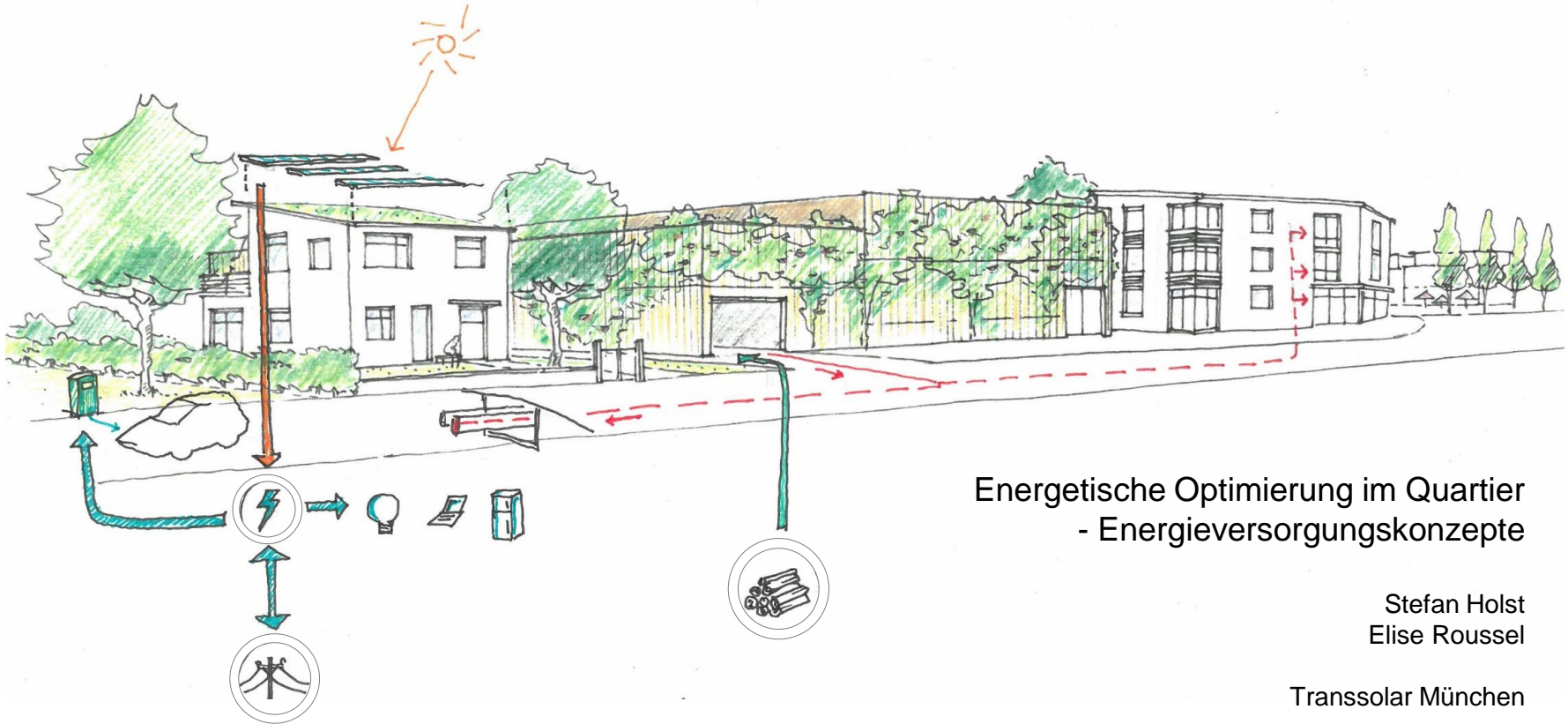


Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Klima + Energiekonzept + Energieversorgung



Energetische Optimierung im Quartier
- Energieversorgungskonzepte

Stefan Holst
Elise Roussel

Transsolar München

28.02.2020

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Zusammenfassung



Der Stadtteil Kazenheck – Op de Wolléken – An der Streuobstwiesen wurde als Klimapositiv-Stadtteil konzipiert.

Die „Klimapositivität“ eines Stadtteils bedeutet, dass auf Basis einer Nutzenergiebilanz über das Jahr nur so viel CO₂-Emissionen für den Betrieb entstehen, wie durch lokale und regenerative Stromerzeugung (Photovoltaik) durch Nutzung oder Einspeisung von Strom vermieden werden. Durch die Optimierung des Energiebedarfs der Gebäude über eine extrem effizienten Hülle (Passivhaus-Standard) und effiziente Gebäudetechnik sowie die lokale Stromerzeugung über ca. 19.000m² Photovoltaik-Module werden in der Gesamtbilanz für den Stadtteil CO₂-Emission von ca. 100 tCO₂ vermieden, es wird also ein Klimapositiver Stadtteil (=negative CO₂-Emissionsbilanz) erreicht.

Die Eigenstromnutzung der Photovoltaikanlagen für den Gebäudebedarf liegt bei etwa 30%. Der überschüssige Strom wird für E-Mobilität genutzt werden oder ins öffentliche Netz eingespeist.

Der Gebäudehüllenstandard folgt den Empfehlungen des großherzoglichen Reglement, nämlich dem Passivhausstandard AAA. Die wichtigsten Punkte sind eine sehr gute Dämmung in Kombination mit Dreifachverglasungen mit hochgedämmten Rahmen sowie eine Belüftung mit Wärmerückgewinnung. Die Entwicklung des Energieversorgungskonzepts wird für den Masterplan über dynamische Simulationen durchgeführt. Ein spezifischer Wärmebedarf (inkl. Warmwasser) von 19 kWh/m²/a und ein spezifischer Strombedarf von 37 kWh/m²/a sind für den Stadtteil zu erwarten, dies entspricht ca. 1600 MWh/a Wärmebedarf und etwa 3100 MWh/a Strombedarf. Für die Versorgung ist eine maximale Heizleistung von 1200 kW und eine maximaler Strombezug von 1450 kW erforderlich. Ein ökologischer und wirtschaftlicher Vergleich zwischen unterschiedlichen Energieversorgungskonzepten zeigt, dass die Nahwärmeversorgung mit einem zentralen Holzkessel die beste Versorgungslösung ist. Wärme aus Biomasse ist eine regenerative und lokal verfügbare Energie.

Für die Wärmeversorgung jedes Bauabschnittes (Kazenheck – Op de Wolléken – An der Streuobstwiesen) wird eine Nahwärmeversorgung mit zentralem Holzkessel (100 kW) in Kombination mit einem Gaskessel (420kW) empfohlen. Der Holzkessel deckt dabei ca. 80% des Wärmebedarfs. Auf den Parkhäusern an den Quartiersplätzen jedes Bauabschnitts werden die Heizzentralen und Holzlagerflächen eingerichtet. Die Holzlagerräume sind jeweils etwa 200m³ gross (Kazenheck 169m³ – Op de Wolléken 207m³– An der Streuobstwiesen 219m³).

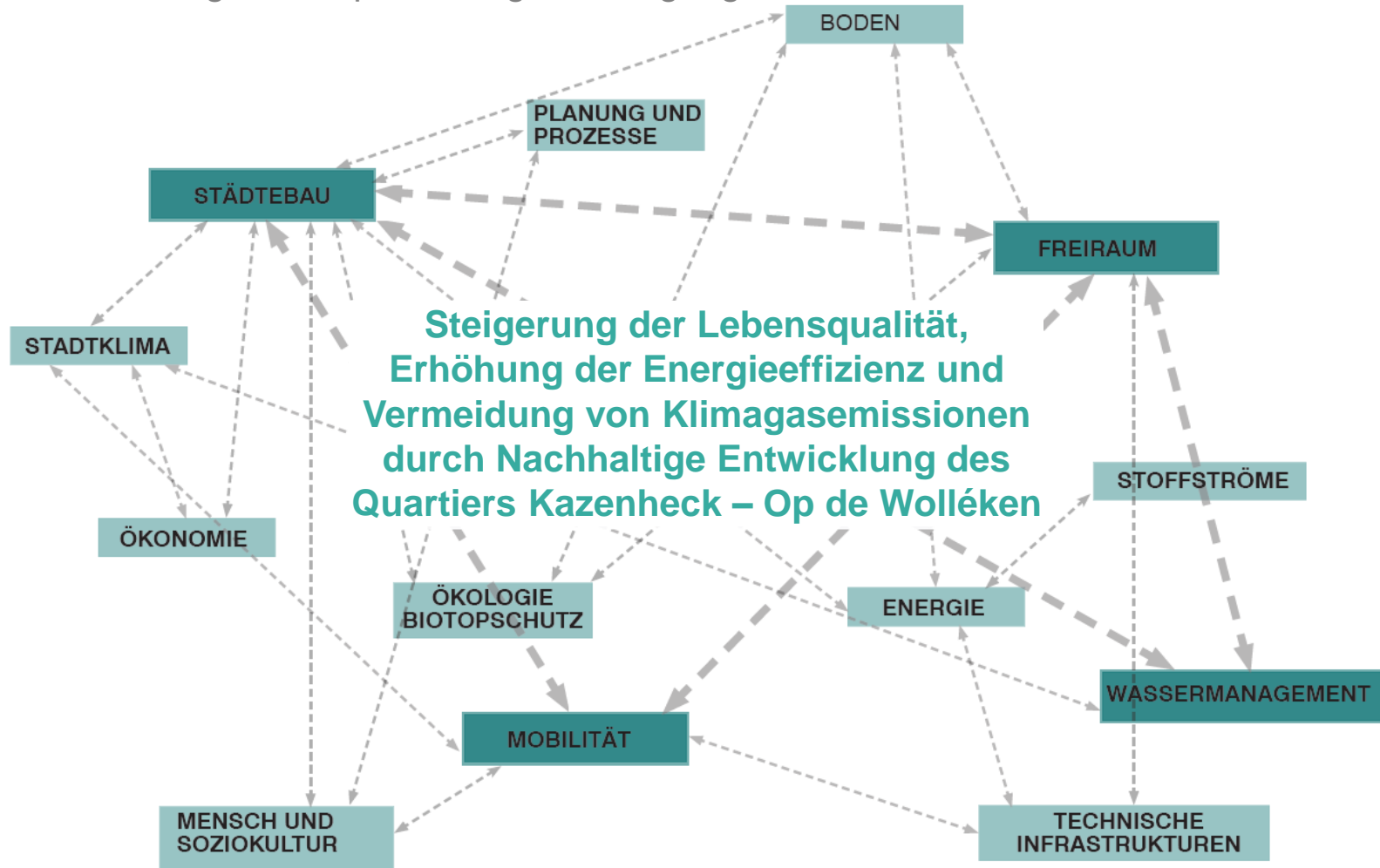
Eine Erweiterung des vorgesehenen Nahwärmenetzes auf ca. 105 bestehende Einfamilienhäuser könnte mit bezogen werden. Diese Verbindung würde den Wärmebedarf auf 3160 MWh/a und den Strombedarf auf 3870 MWh/a sowie die maximale Gesamtwärmeleistung auf 2500kW erhöhen. Dies könnte durch eine Nahwärmeversorgung mit einem zentralen Holzkessel (170 kW) und einer zentraler Gaskessel (670kW) für jeden Bauabschnitt erfolgt.

Ca. 19 000 m² Photovoltaikanlage sind insgesamt notwendig, um das Null-CO₂-Emissionsbilanzziel zu erreichen. 8200 m² sind auf den gelben Dachflächen, 378 m² auf den Müllsammelstellen und 10376 m² auf den anderen Dächern installiert werden. Damit ergibt sich eine maximale erzielbare Einspeiseleistung von 890 kWpeak pro Bauabschnitt. Der überschüssige Strom wird für E-Mobilität genutzt werden oder ins öffentliche Netz eingespeist. Mit insgesamt 67 Ladeterminal (22 pro Bauabschnitte), die mit überschüssigen Strom betrieben werden, können ca. 14500 Autos pro Jahre beladen werden.

**Steigerung der Lebensqualität,
Erhöhung der Energieeffizienz und
Vermeidung von Klimagasemissionen
durch Nachhaltige Entwicklung des
Quartiers Kazenheck – Op de Wolléken**

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Klima + Energiekonzept + Energieversorgung



Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Klima + Energiekonzept + Energieversorgung



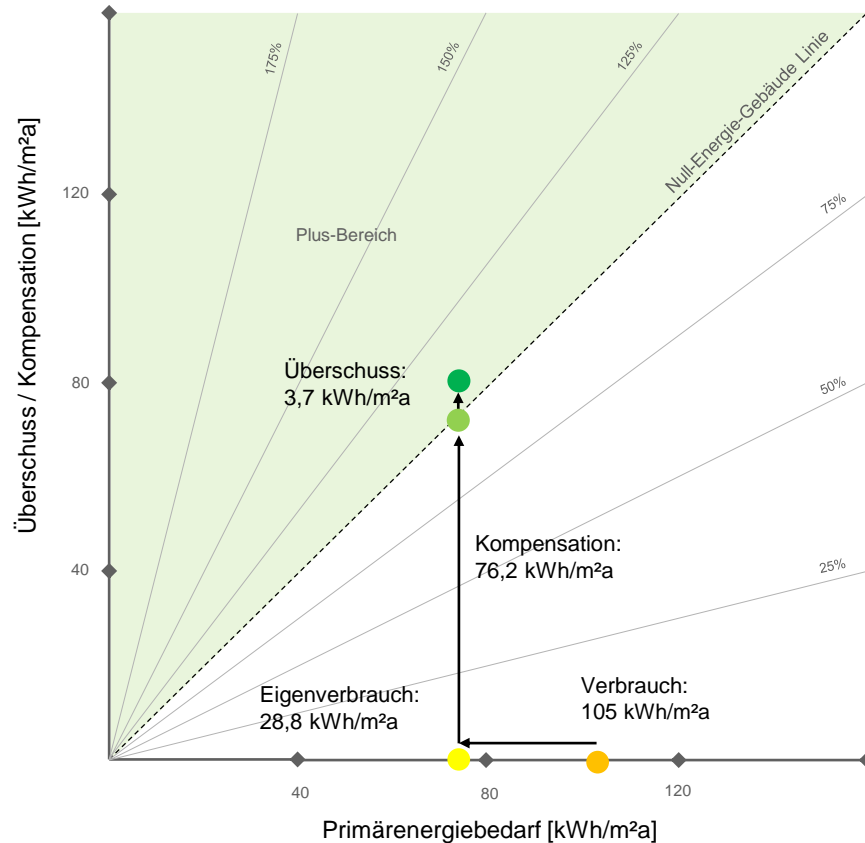
Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Klima + Energiekonzept + Energieversorgung



Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Ein Klimapositiver Stadtteil in Niederanven!



Der Stadtteil Kazenheck – Op de Wolléken – An der Streuobstwiesen wurde als Klimapositiv-Stadtteil konzipiert.

Die „Klimapositivität“ eines Stadtteils bedeutet, dass auf Basis einer Nutzenergiebilanz über das Jahr nur so viel CO₂-Emissionen für den Betrieb entstehen, wie durch lokale und regenerative Stromerzeugung (Photovoltaik) durch Nutzung oder Einspeisung von Strom vermieden werden.

Durch die Optimierung des Energiebedarfs der Gebäude über eine extrem effizienten Hülle (Passivhaus-Standard) und effiziente Gebäudetechnik sowie die lokale Stromerzeugung über ca. 19.000m² Photovoltaik-Module werden in der Gesamtbilanz für den Stadtteil CO₂-Emission von ca. 100 tCO₂ vermieden, es wird also ein Klimapositiver Stadtteil (=negative CO₂-Emissionsbilanz) erreicht.

Die Eigenstromnutzung der Photovoltaikanlagen für den Gebäudebedarf liegt bei etwa 30%. Der überschüssige Strom wird für E-Mobilität genutzt werden oder ins öffentliche Netz eingespeist.

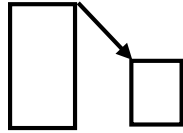
Die Entwicklung des Energieversorgungskonzepts wird für den Masterplan über dynamische Simulationen durchgeführt

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Vorgehensweise in der Planung / “3 E”-Prinzip



Schritt 1:



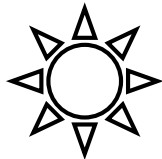
Einsparen von Nutzenergie (Gebäudestandard)

Schritt 2:

$\eta \rightarrow 1$

Effizienz der Gebäudetechnik (Energieversorgung)

Schritt 3:



Erneuerbare Energie zur Energieerzeugung
(Photovoltaik / Solarthermie / ...)

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Gebäudestandard



Der Gebäudehüllenstandard folgt den Empfehlungen des großherzoglichen Reglement, nämlich dem Passivhausstandard AAA. Die wichtigsten Punkte sind eine sehr gute Dämmung in Kombination mit Dreifachverglasungen mit hochgedämmten Rahmen sowie eine Belüftung mit Wärmerückgewinnung.



Dämmung



Dreifachverglasung



Wärmerückgewinnung

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

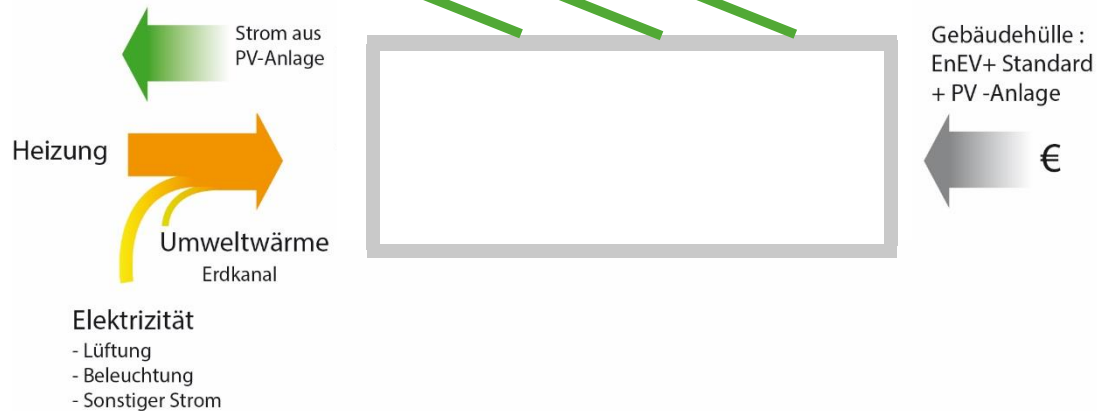
Lieber Aktiv als Passiv



Passiv



Aktiv

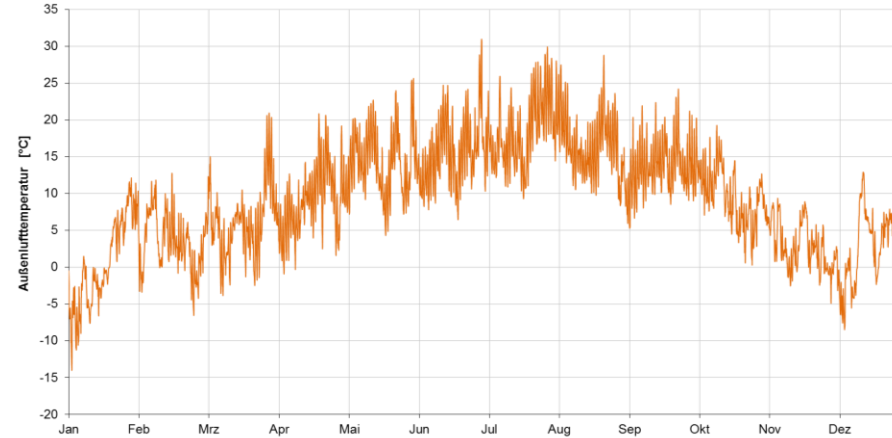
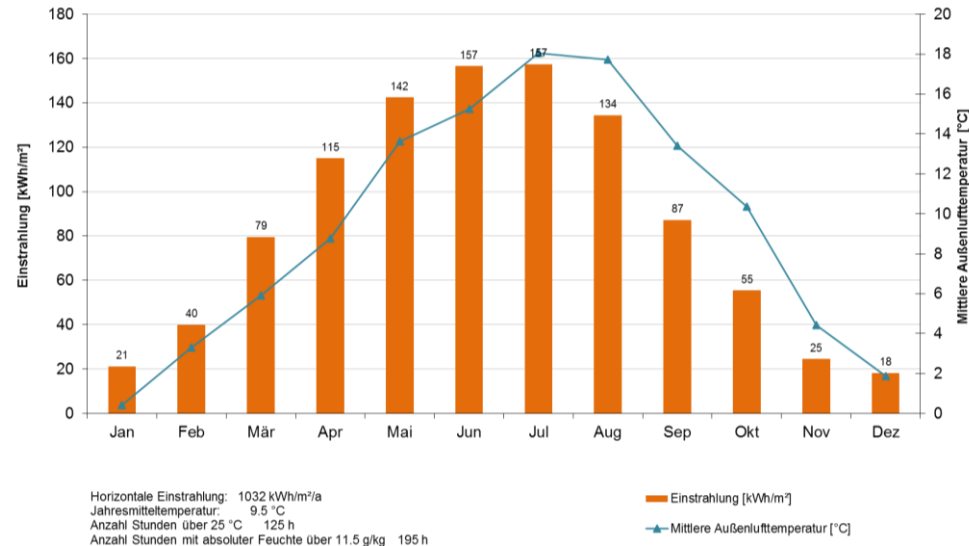


Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Energetische Bewertung durch dynamische thermische Simulation



Wetterdaten : Solare Einstrahlung + Stündliche Temperaturen



Verwendete Wetterdaten : IWEK 2.0 Luxemburg

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Aufteilung des Masterplans : Definition von Einheiten



Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

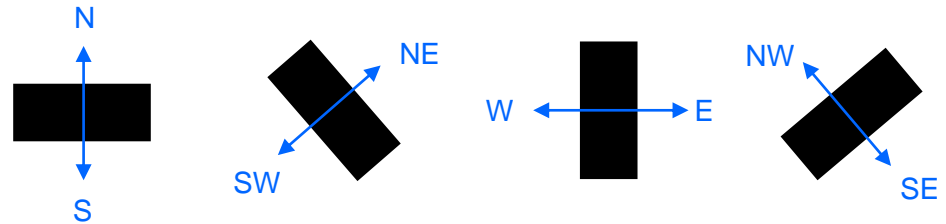
Aufteilung des Masterplans : Definition von Einheiten



1- Aufteilung nach Geometrie und Bodenfläche



2 - Aufteilung nach Orientierung



3 - Aufteilung nach Außenwänden



4 - Aufteilung nach Innen- oder Außendecken



Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Stadtteilgliederung + Nutzungsfläche



3 Zonen



BA1	30 608 m ² 115 Einheiten
BA2	28 761 m ² 128 Einheiten
BA3	24 902 m ² 104 Einheiten

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Konvektive Heizung vs FBH : Referenz

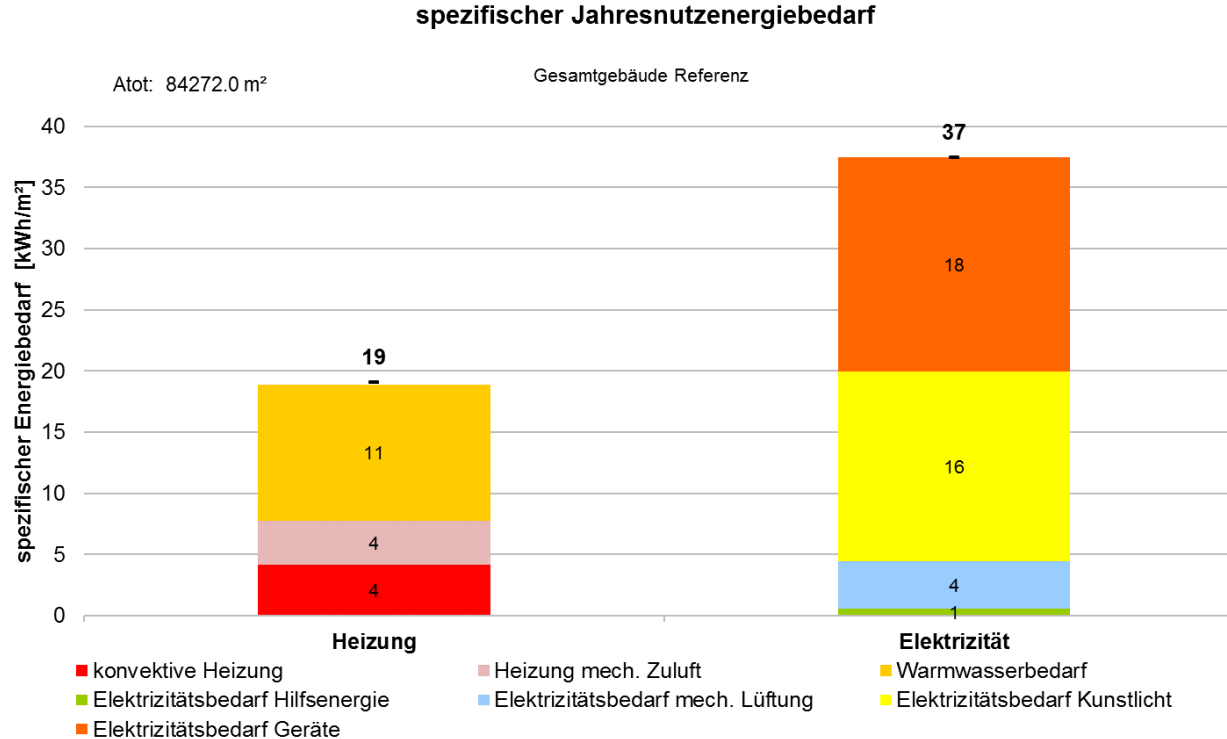


Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

AAA-Haus: Nutzenergiebedarf für den Stadtteil



Gesamter Masterplan



Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

AAA-Haus : Nutzenergiebedarf in Abhängigkeit der Aufteilung des Stadtteils



3 Zonen

	Fläche [m ²]	Strom Max. Load [kW]	Heizung Max. Load [kW]
BA1	30 608	450	564
BA2	28 761	408	527
BA3	24 902	354	345
TOT	84 271	1212	1436



Ein spezifischer Wärmebedarf (inkl. Warmwasser) von 19 kWh/m²/a und ein spezifischer Strombedarf von 37 kWh/m²/a sind für den Stadtteil zu erwarten, dies entspricht ca. 1600 MWh/a Wärmebedarf und etwa 3100 MWh/a Strombedarf. Für die Versorgung ist eine maximale Heizleistung von 1200 kW und eine maximaler Strombezug von 1450 kW erforderlich.

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Untersuchte Energieversorgungskonzepte des gesamten Masterplans



Gesamtwärme

EV 1



Einzelner Erdgaskessel (REF)
1550kW (total)

EV 2



Nahversorgung Zentraler Gaskessel
1550 kW

EV 3



Nahwärmeversorgung Zentraler Holzkessel + Gaskessel
300 kW + 1250kW

EV 4



Nahwärmeversorgung Zentrales BHKW (Erdgas) + Gaskessel
300 kWth + 1250kW

EV 5

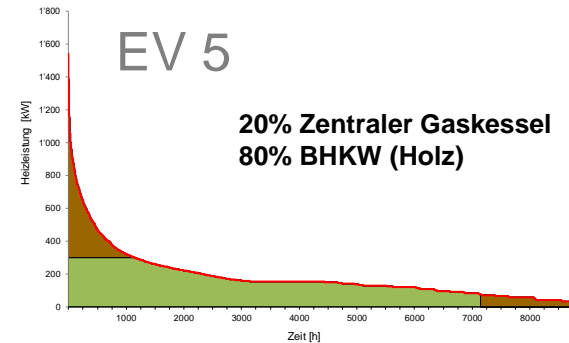
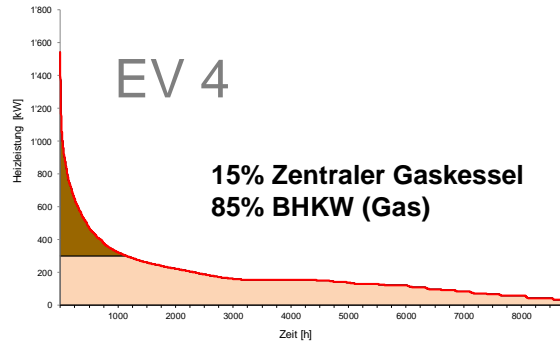
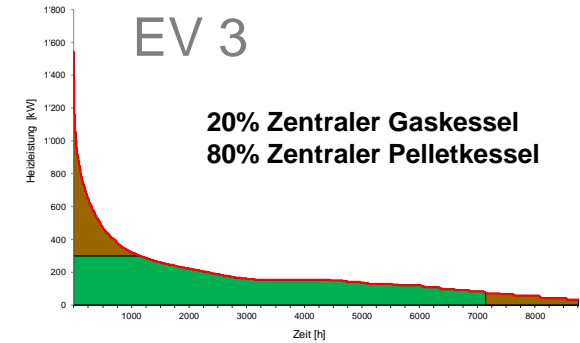
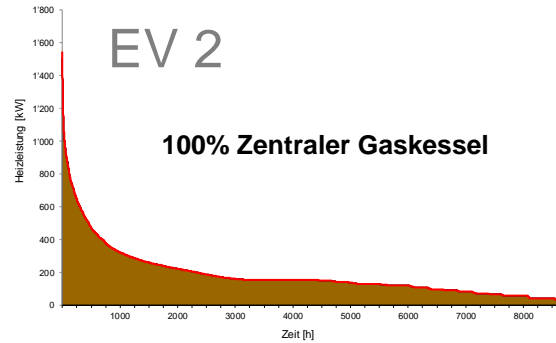
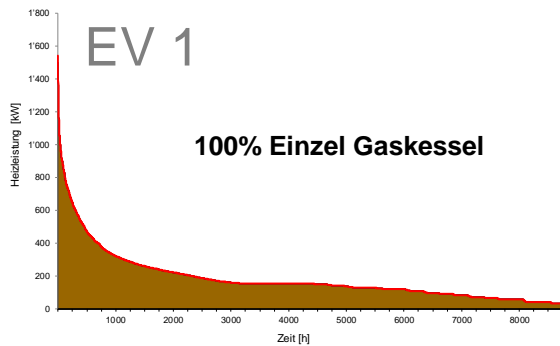


Nahwärmeversorgung Zentrales BHKW (Holz) + Gaskessel
300 kWth + 1250kW

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Untersuchte Energieversorgungskonzepte des gesamten Masterplans

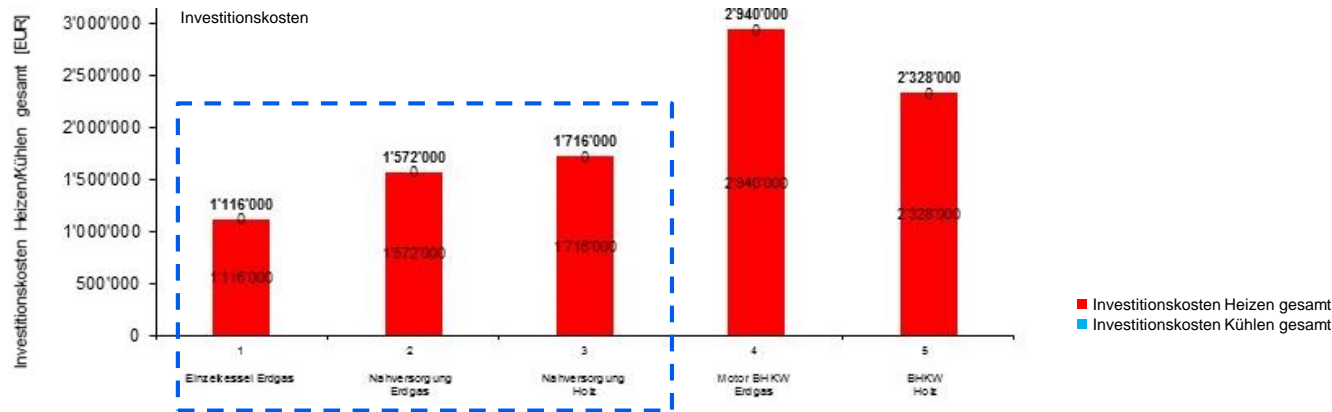
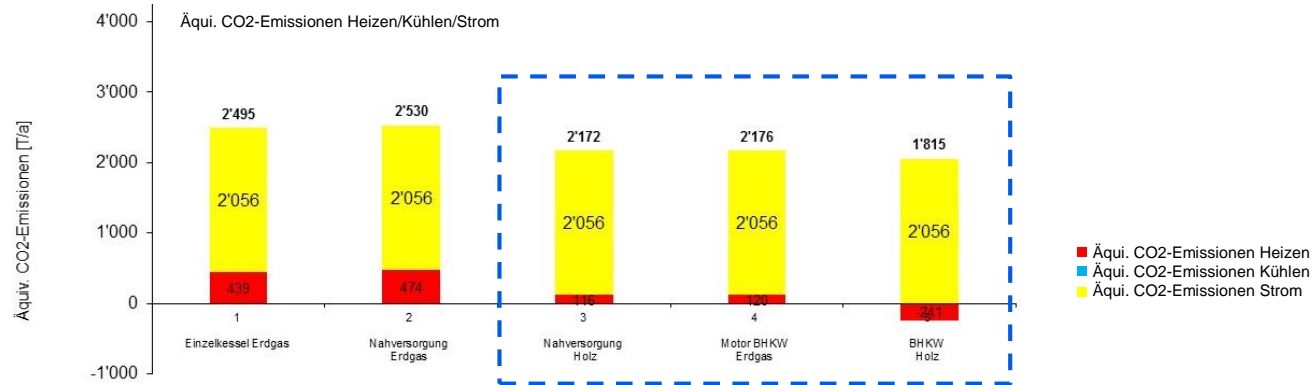
Betrieb für jede Variante



Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Vergleich CO₂ Emissionen (Heizen / Kühlen / Gebäudestrom) ohne Nutzerstrom

(BA1 + BA2 + BA3)

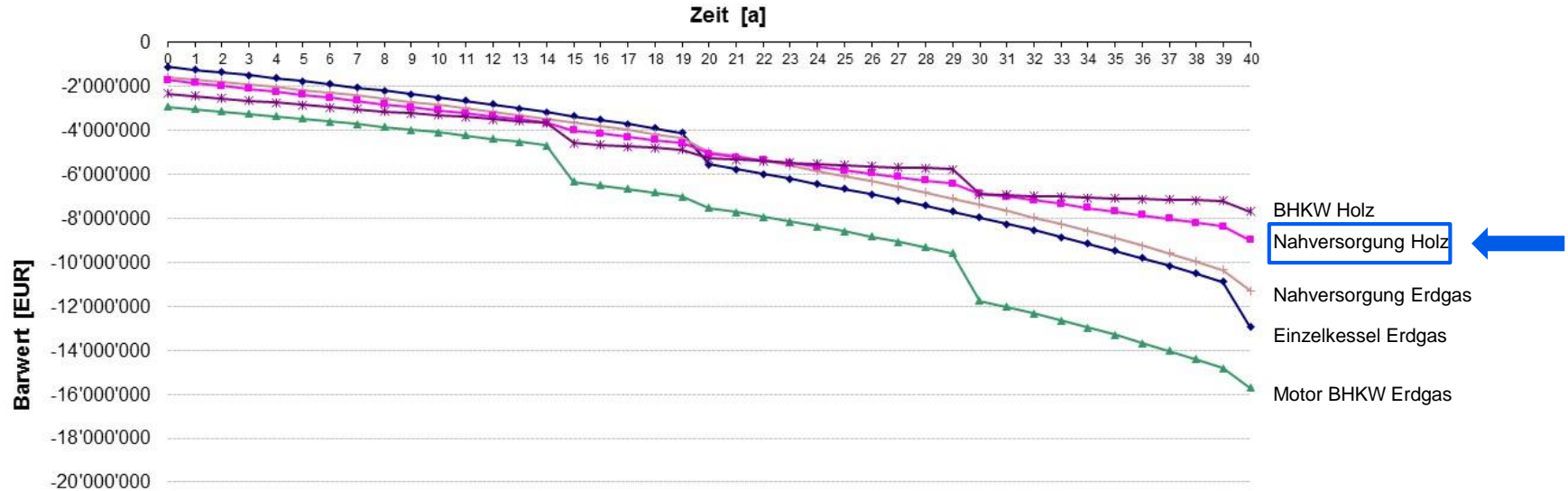


Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Wirtschaftlichkeitsvergleich Barwertmethode (ohne Photovoltaik)



(BA1 + BA2 + BA3)



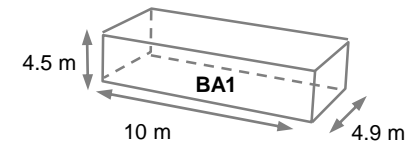
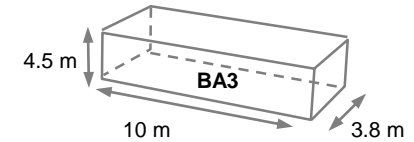
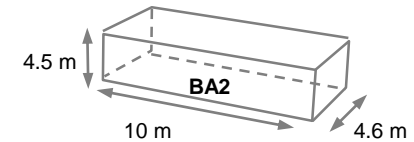
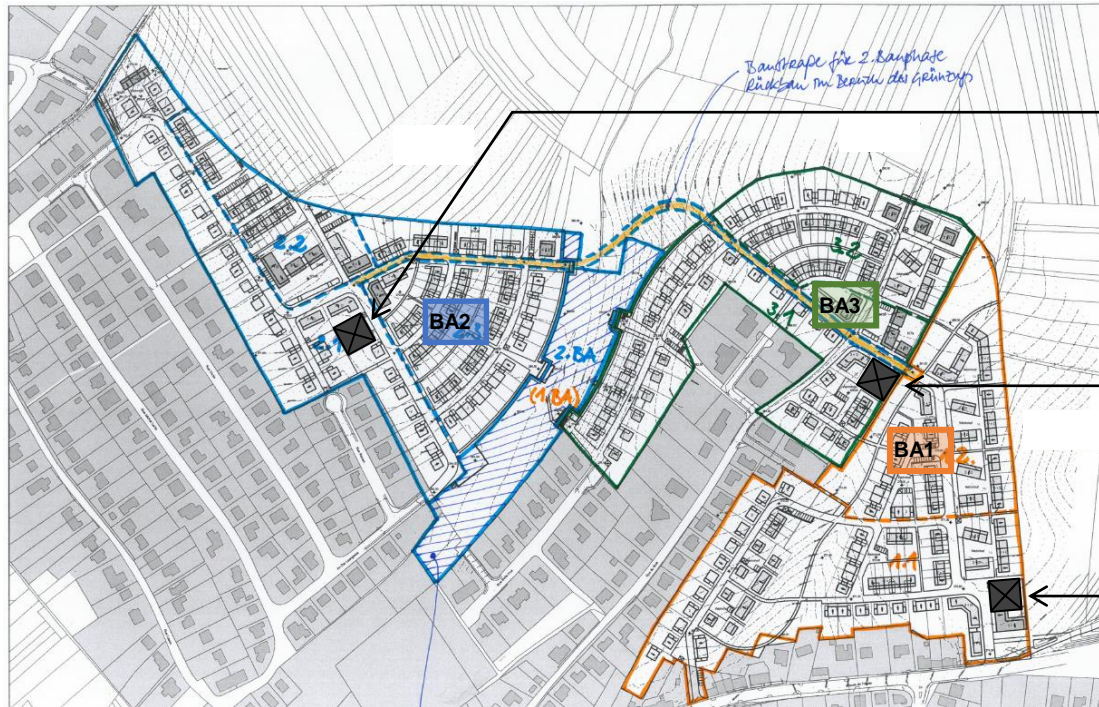
Gutschrift für Stromeigennutzung (Einsparung) : 16.5 ct/kWh
 Einspeisevergütung : 5 ct/kWh
 KWK Förderung (Anlagen < 50 kW) : 5.41ct/kWh
 KWK Förderung (Anlagen > 50 kW) : 4.0ct/kWh

Ein ökologischer und wirtschaftlicher Vergleich zwischen unterschiedlichen Energieversorgungskonzepten zeigt, dass die Nahwärmeversorgung mit einem zentralen Holzkessel die beste Versorgungslösung ist. Wärme aus Biomasse ist eine regenerative und lokal verfügbare Energie.

Für die Wärmeversorgung jedes Bauabschnittes (Kazenheck – Op de Wolléken – An der Streuobstwiesen) wird eine Nahwärmeversorgung mit zentralem Holzkessel (100 kW) in Kombination mit einem Gaskessel (420kW) empfohlen. Der Holzkessel deckt dabei ca. 80% des Wärmebedarfs.

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Positionen der Parkplätze und damit der Holzlagerfläche



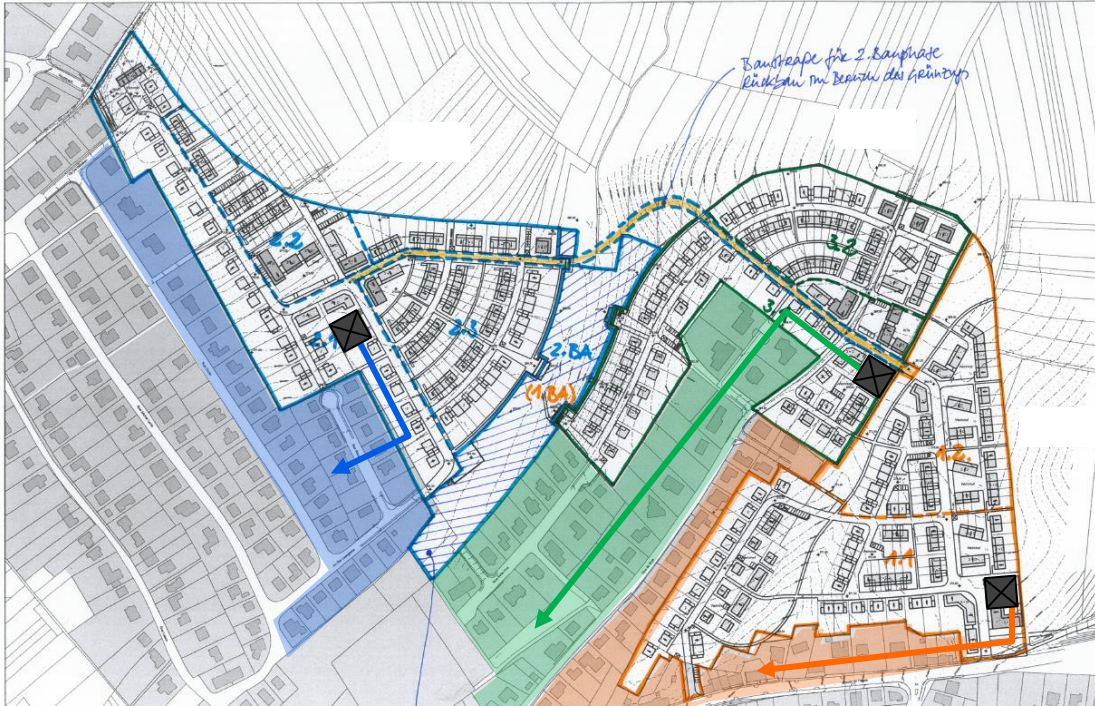
850m² Parkhaus-Fläche für jeden Bauabschnitt



Auf den Parkhäusern an den Quartiersplätzen jedes Bauabschnitts werden die Heizzentralen und Holzlagerflächen eingerichtet. Die Holzlagerräume sind jeweils etwa 200m³ groß (Kazenheck 169m³ – Op de Wolléken 207m³– An der Streuobstwiesen 219m³).

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Erweiterung des Nahwärmenetzes auf den Bestand möglich



Eine Erweiterung des vorgesehenen Nahwärmenetzes auf ca. 105 bestehende Einfamilienhäuser könnte mit bezogen werden.

Diese Verbindung würde den Wärmebedarf auf 3160 MWh/a und den Strombedarf auf 3870 MWh/a sowie die maximale Gesamtwärmeleistung auf 2500kW erhöhen.

Dies könnte durch eine Nahwärmeversorgung mit einem zentralen Holzkessel (170 kW) und einer zentraler Gaskessel (670kW) für jeden Bauabschnitt erfolgt.

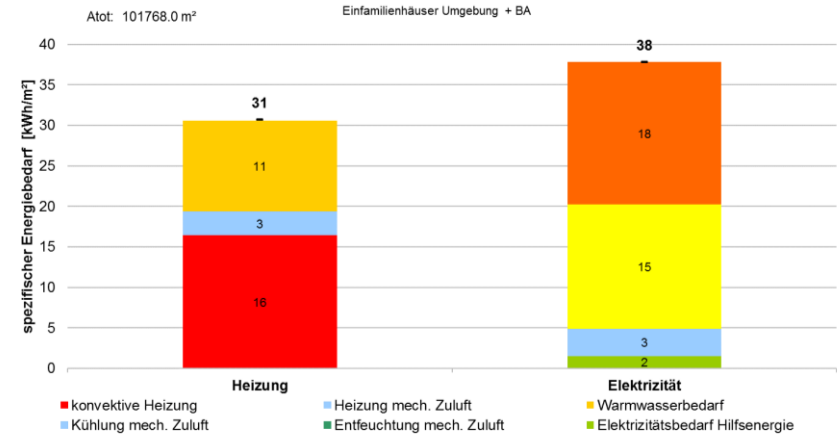
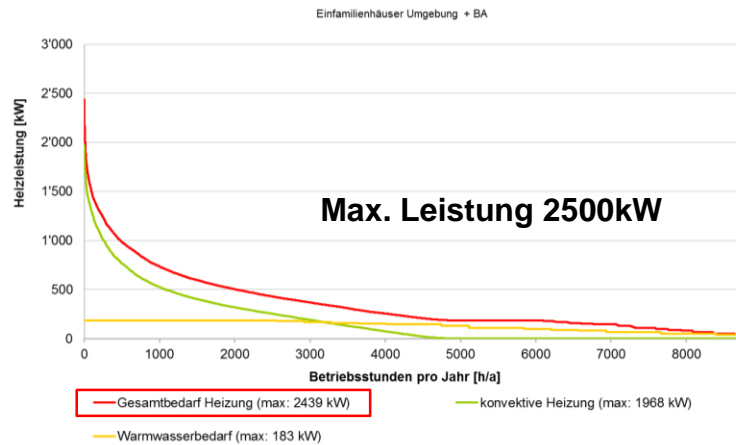
- 105 Einfamilienhäuser (~17500m²) → 35 pro BA
- 20% mehr Häuser zu versorgen

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Abschätzung der Heizleistung und des Nutzenergiebedarfs der BA + Nachbarhäuser



BA1 + BA2 + BA3 + Einfamilienhäuser Umgebung



Annahme Gebäudestandard des benachbarter Häuser

6cm Dämmung für Wände

$U = 0,58 \text{ W/m}^2/\text{K}$

Doppelverglasung

$U_g = 1.3 \text{ W/m}^2/\text{K}$

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Versorgung mit Holznahwärmeversorgung (EV3) und Betrieb

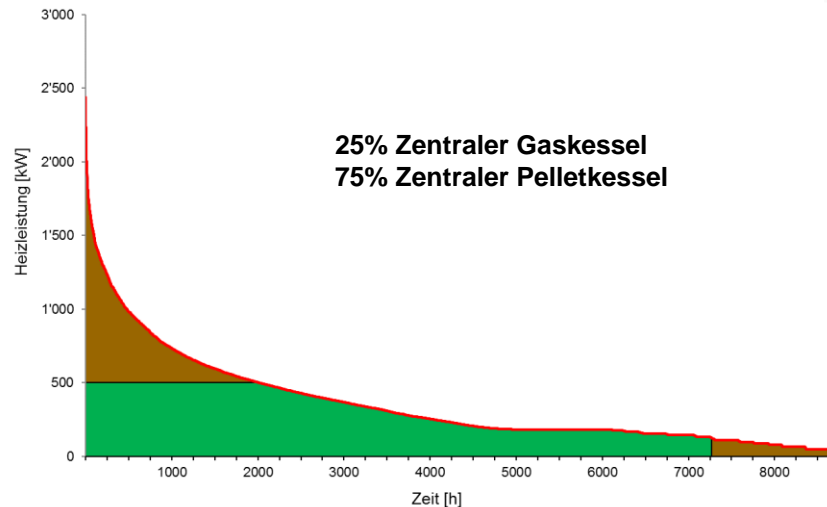


BA1 + BA2 + BA3

Nahwärmeversorgung Zentraler Holzkessel + Gaskessel
300 kW + 1250kW

BA1 + BA2 + BA3 + Nachbarhäusern

Nahwärmeversorgung Zentraler Holzkessel + Gaskessel
500 kW + 2000kW

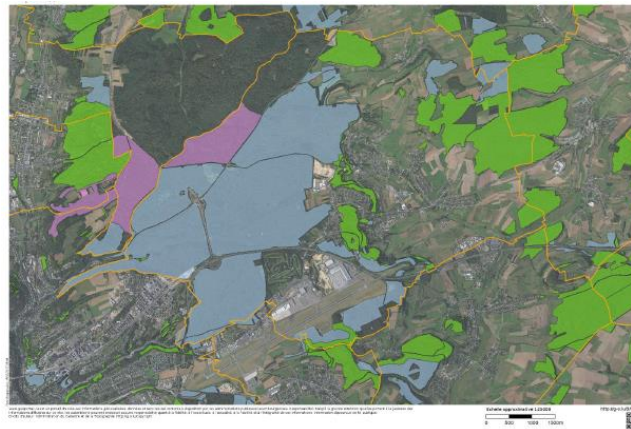


Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Empfehlung Energieversorgung



Nahversorgung Holzkessel (EV3) ist die beste Energieversorgung Option und ist die empfohlene Energieversorgung



2.300 ha

Potential für Energieholz aus dem Wald in Luxemburg

Propriétés forestières

Blue square	Forêts domaniales
Green square	Forêts communales
Pink square	Forêts établissements publics

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Photovoltaik-Anlagen



Vorteile/Nachteile wegen Wirtschaftlichkeit / PE / CO₂

- + Niedrige CO₂ Emissionen
- + Niedriger Primärenergiebedarf
- + PV-Gutschrift + Eigennutzung
- + Bessere Wirtschaftlichkeit (besonders wenn kein BHKW vorhanden ist)
- zusätzliche Investitionskosten
- zusätzliche Wartungskosten

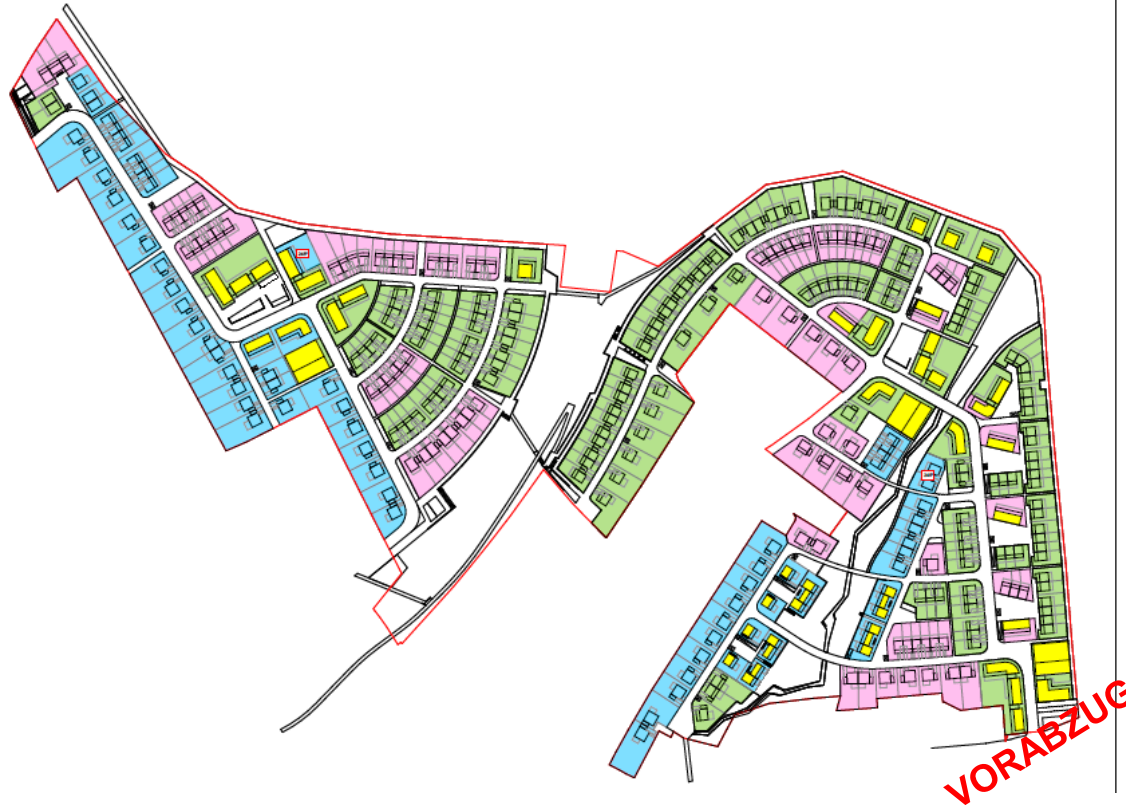
Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Photovoltaik-Anlagen und Grüne Dächer



Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wollékn

Photovoltaik-Anlagen um Null-Emissionsbilanz zu erreichen



Dachneigungen Gebäudeausrichtungen

Legende

- Dachflächen (definitiv mit Photovoltaik ausgestattet)
- WSW - N - OSO Dachneigung max. 5 - 7°
- < SO < SW Gebäudeausrichtung zwischen 240 - 245°
- SO - S - SW Dachneigung max. 15 - 20°

Ca. 19 000 m² Photovoltaikanlage sind insgesamt notwendig, um das Null-CO₂-Emissionsbilanzziel zu erreichen. 8200 m² sind auf den gelben Dachflächen, 378 m² auf den Müllsammelstellen und 10376 m² auf den anderen Dächern installiert werden

Damit ergibt sich eine maximale erzielbare Einspeiseleistung von 890 kW_{peak} pro Bauabschnitt

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Photovoltaik-Anlagen um Null-Emissionsbilanz zu erreichen



Gesamtes Primärenergiebedarf	8847 MWh/a
Photovoltaik auf Gelbe Dächer	80% Belegung 8200 m² Photovoltaik 4121 MWh/a
Photovoltaik auf Müllsammelstellen	80% Belegung 378 m² Photovoltaik 212 MWh/a
Photovoltaik auf Andere Dächer	10376 m² Photovoltaik 4514 MWh/a ~ 46% Belegung 7 kWp pro Haus (330 Wpeak / Modul, 1.65m²/Modul)

Wirkungsgrad PV.

- Peakleistung : 330 Wpeak/Modul
- Fläche Modul : 1,65 m²/Modul
- Rahmen : 8%
- Installierte Nominal PV Leistung (3 BA) : 3800kWpeak

Maximale Erzielbare Einspeiseleistung

- 70% der Nominalleistung
- Für den gesamt Stadtteil (3BA) : 2660 kWpeak
- Pro BA : ~ 890 kWpeak



18 954 m²

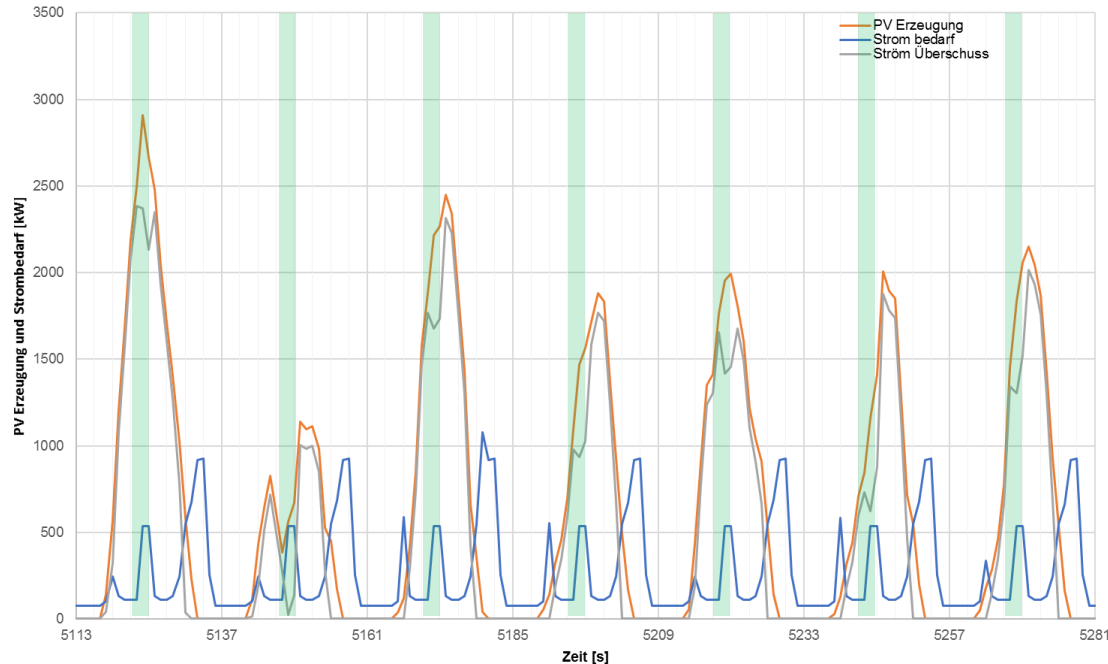
Photovoltaikanlage sind insgesamt notwendig

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Photovoltaik-Anlage : Stromüberschuss für E-Mobilität



Beispiel Woche : Strombedarf, PV Erzeugung, Überschuss während ein Sommerwoche (01. – 07. August)



Mittagspause (12:00 – 15:00)

Annahme und Randbedingungen

- Während Mittagspause : 12:00 – 15:00
- Leistung eines e-Terminal : 42kW
- Durchschnittliche Akkukapazität eines eAutos : 60kWh (~360km Autonomie)
- Effizienz Photovoltaik : 20%

PV Stromertrag für E-Mobilität:

- **873MWh/a** Stromüberschuss während Mittagspause
- **14561** Autos/Jahre die beladen werden könnten
→ das entspricht regenerativ erzeugten **5'240'000 km**
- **67** Ladeterminals für die 3 BA
→ 22 Ladeterminals pro BA

Der überschüssige Strom wird für E-Mobilität genutzt werden oder ins öffentliche Netz eingespeist. Mit insgesamt 67 Ladeterminal (22 pro Bauabschnitte), die mit überschüssigen Strom betrieben werden, können ca. 14500 Autos pro Jahre beladen werden.

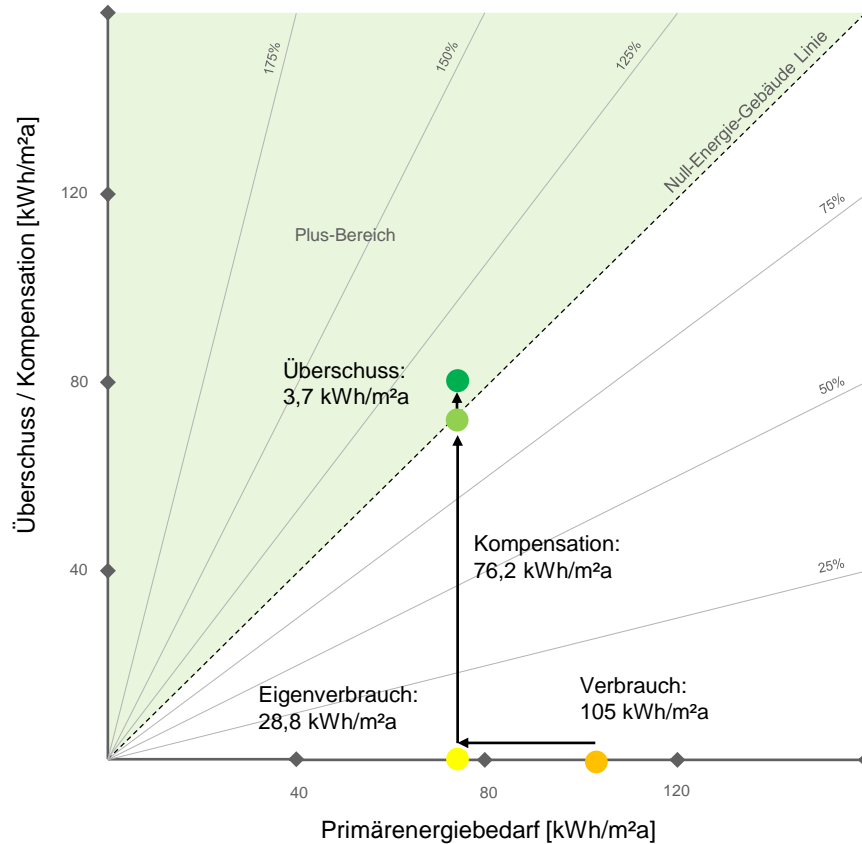
Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

E-Mobilität in der Stadt



Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

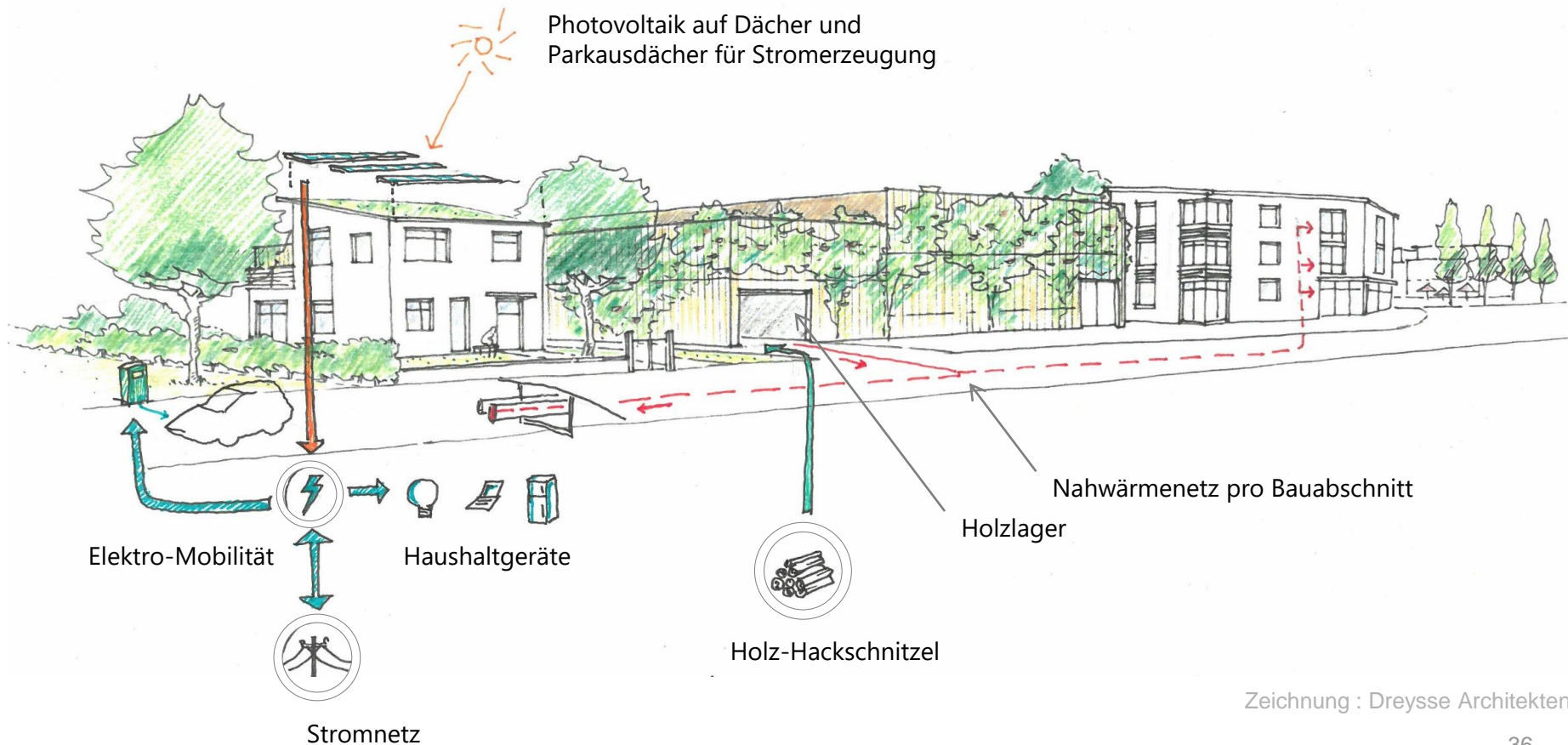
Primärenergiebedarfbilanz über ein Jahr des gesamten Stadtteils



CO₂ Einsparung = 113 tCO₂

Niederanven, Masterplan Kazenheck – op de Wolléken

Energiekonzept für einen Klimapositiven Stadtteil in Niederanven



Zeichnung : Dreyse Architekten