

Ergebnisse Energieversorgungskonzept

Leitprojekt Trabrennbahn / Zukunfts-Quartier Hillersee

Präsentation
Stadt Recklinghausen/ Stadtwerke & Partner
6. Juli 2020

DFIC – Dr. Fromme International Consulting

Kirchfeldstr. 16

45219 Essen

www.dfic.de

Übersicht

- Basis des Grobkonzepts
- Untersuchte Versorgungsvarianten
- Bewertung
 - Leitbildwirkung
 - Fördermittel
 - Wärmegestehungskosten
 - Nutzwertanalyse
 - Energiebilanz
- Ergebnisse und Empfehlungen
 - Kurz- und mittelfristige Investitionsbedarfe
 - Wirtschaftlichkeit und Finanzierung
 - Risikobewertung
- Umsetzung durch Betreiber



Basis des Energiekonzepts

Das Leitbild für das Quartier als Leuchtturmprojekt – Vorgaben für die Energieversorgung

Klimaschutz, Klimaneutralität und klimaangepasste Planung

- CO₂-Negativ-Quartier
- Klimaziel: 100% Klimaneutralität
- See als Klimapuffer (Temperatenausgleich Hochsommertage)

Nachhaltige Energieversorgung

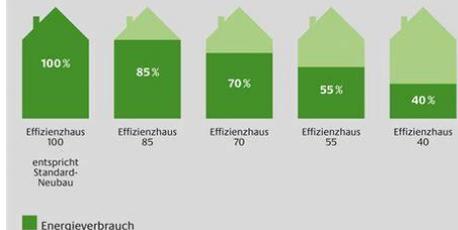
- Klima-/CO₂-neutral
- Energie-Plus-Quartier
- Quartiersinterne Energieerzeugung, auch für E-Mobilität

Energieeinsparung und Ressourcenschonung:

Niedrigst-Energie-Standards → KfW 40+ / Passivhausstandard



Die Effizienzhaus-Standards im Neubau.
Je besser der Standard, desto geringer die Energiekosten.



Geringe Energiebedarfe – aufgrund der Vorgaben des Leitbilds Klima

Ziel: Klima-/ CO₂
Neutralität

Wärme: 3,3 GWh/a
(Nutzwärmebedarf)

Strom: 3,0 GWh/a
(für HH-Strom
sowie E-Mobilität)

Kälte (optional): ca.
1,5 GWh/a



Niedrigst-Energie-Standards
(Passivhaus / KfW 40)

Mittelfristiges Ziel:
Energie+ Quartier

Technisch-wirtschaftlich erschließbare Potenziale im Quartier

- 
 Umweltwärme (EWK/See)
- 
 Solarthermie
- 
 Zentrale WP in Energiezentrale
- 
 PV-Anlagen
- 
 Saisonspeicher
- 
 Pufferspeicher
- 
 Vorrangfläche Solarenergie



Elemente einer nachhaltigen Energieversorgung für das Quartier



Untersuchte Versorgungsvarianten

Dezentrale und (semi-)zentrale Versorgungsvarianten

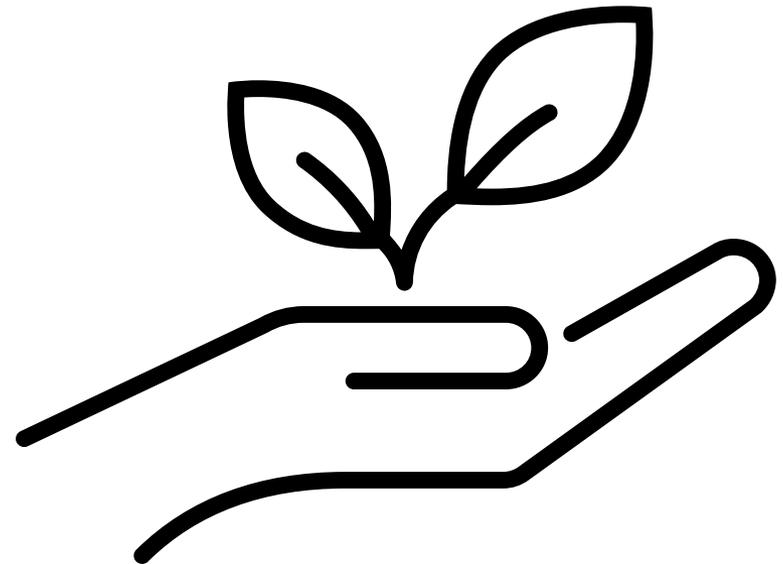


<p>Basisvariante Luft-WP/PV (dezentral)</p>	<p>Kaltes Nahwärmenetz (V2 semi-zentral)</p>	<p>NT-Wärmenetz mit ST (V 3.1 zentral)</p>
<p>Dezentrale Luft-Wasser Wärmepumpe mit dezentralen PV-Anlagen</p>	<p>Kaltes Nahwärmenetz + Erdwärmekollektor + thermische Seewassernutzung + dezentrale Sole-Wasser-Wärmepumpen + dezentrale PV-Anlagen</p>	<p>NT-Wärmenetz, EWK/Seewassernutzung mit Wärmepumpe + zentrale Solarthermie + Saisonalspeicher</p>
<p>Basisvariante mit ST und Luft-WP/PV (dezentral)</p>		<p>NT-Wärmenetz mit EZ (V 3.2 zentral)</p>
<p>Dezentrale Luft-Wasser Wärmepumpe mit dezentralen PV-Anlagen und Solarthermie</p>		<p>NT-Wärmenetz, EWK/Seewassernutzung, EZ + Wärmepumpe + dezentrale PV-Anlagen</p>
<p>Sektorkopplung</p>		

Bewertung

Leitbildwirkung

- Wärmeversorgung in allen Varianten auf Basis 100% erneuerbarer Energiequellen
- Stromeinsatz zur Wärmeerzeugung über lokale PV
- Ziel Energie+ Quartier heißt maximale PV-Kapazität durch Aufdachanlagen im Quartier (→ separate wirtschaftliche Betrachtung, siehe auch Betreibermodelle)
- CO₂-Emissionen ausschließlich durch Netzstrombezug bedingt – tendenziell abnehmend mit Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung
- Energie+ Quartier durch Netzstrombezug noch nicht erreichbar (jedoch grundsätzlich möglich über entsprechende Vereinbarung zum Ökostrombezug)



Fördermittel – Zentrale Versorgungsvarianten profitieren am stärksten (insbes. durch BAFA Wärmenetze 4.0)

- Dezentrale Luft-Wasser-WP mit PV sowie mit / ohne ST
 - BAFA Förderung für Wärmepumpen – 30% für WP
 - BAFA Förderung für Solarthermie – 30% für ST+ 90 €/m²
- Kaltes Nahwärmenetz
 - BAFA Wärmenetze 4.0: 30% der förderfähigen Kosten (Planung bis Umsetzung, Erschließung bis Hausstation + max. 10% + Nachhaltigkeitsprämie)
- NT-Wärmenetz mit (3.1) und ohne ST (3.2)
 - BAFA Wärmenetze 4.0: 30% der förderfähigen Kosten (Planung bis Umsetzung, Erschließung bis Hausstation + max. 10 + Nachhaltigkeitsprämie)
- → BAFA Wärmenetze 4.0 für die Wärmeversorgung als erfolgversprechend angesehen und für die zentralen Varianten einbezogen



Investitionskosten je Versorgungsvariante (ohne Förderung)

Anlage	Luft-WP/PV; (ST) Dezentrale Varianten		Kalte Nahwärme semi-zentral	NT-Wärmenetze zentral	
	V1.1	V1.2	V2	V3.1	V3.2
Wärmepumpe	€ 6.227.928	6.288.698	4.554.980	153.102	169.080
Solarthermie	€	933.403		695.696	
Wärmenetz	€		1.661.100	1.491.600	1.491.600
Hausstation	€			1.381.436	1.381.436
Pumpe	€		11.800	17.700	17.700
Saisonalspeicher	€			265.850	
Erdwärmekollektor	€		260.494	99.344	235.645
Pufferspeicher	€			68.045	75.147
Gesamtkosten	€ 6.227.928	7.222.101	6.488.374	4.172.772	3.370.608

Die Investitionskosten für die zur Gesamtenergieversorgung (inkl. HH-Strom und E-Mobilität) notwendigen PV-Anlagen betragen je Versorgungsvariante:

Anlage	V1.1	V1.2	V2	V3.1	V3.2
PV-Anlage	€ 2.563.862	2.032.215	2.563.862	2.203.608	2.563.862
Gesamt Investitionskosten inkl. PV	€ 8.791.790	9.254.316	9.052.237	6.376.381	5.934.470

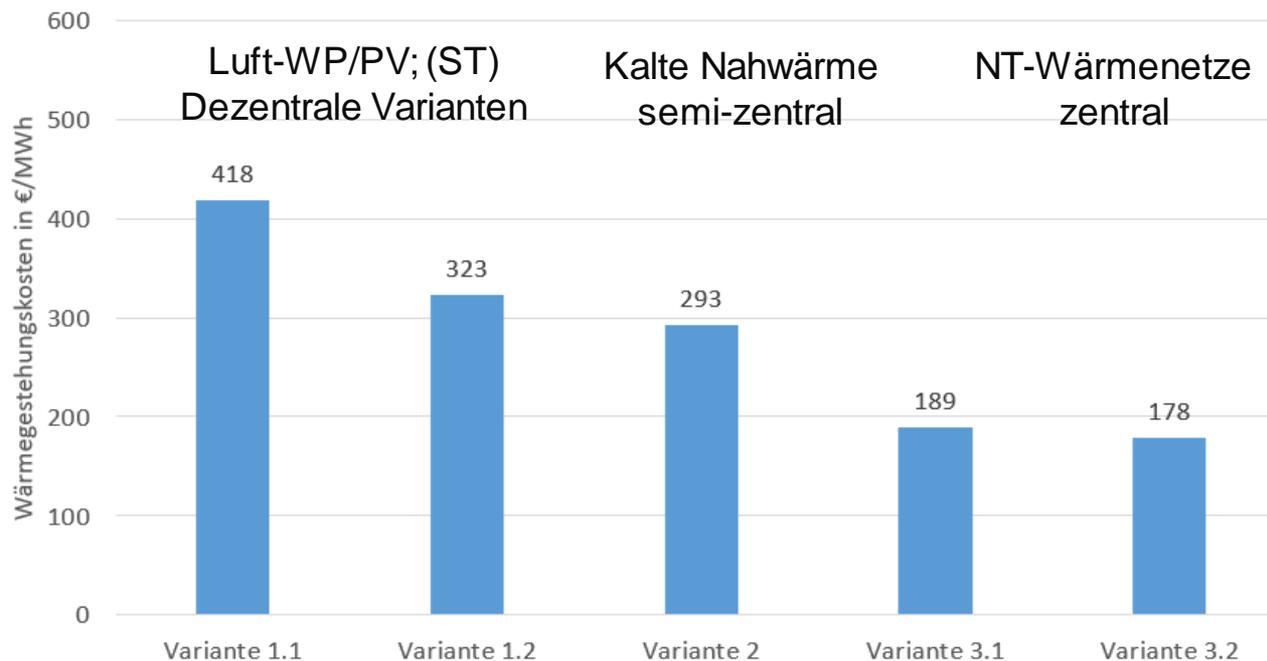
Investitionskosten je Versorgungsvariante (mit Förderung)

Anlage	Luft-WP/PV; (ST) Dezentrale Varianten		Kalte Nahwärme semi-zentral	NT-Wärmenetze zentral	
	V1.1	V1.2	V2	V3.1	V3.2
Wärmepumpen	€ 6.227.928	4.402.089	3.049.559	97.985	109.902
Solarthermie	€	303.582		445.245	
Wärmenetz	€		1.019.119	900.384	914.453
Hausstation	€			884.119	897.933
Pumpe	€		7.670	11.328	11.505
Saisonalspeicher	€			170.144	
Erdwärmekollektor	€		169.321	63.580	153.170
Pufferspeicher	€			43.549	48.845
Gesamtkosten	€ 6.227.928	4.705.671	4.245.669	2.616.335	2.135.808
Reduzierung der Investitionskosten	% 0%	35%	35%	37%	37%

Die Investitionskosten für die zur Gesamtenergieversorgung (inkl. HH-Strom und E-Mobilität) notwendigen PV-Anlagen betragen je Versorgungsvariante:

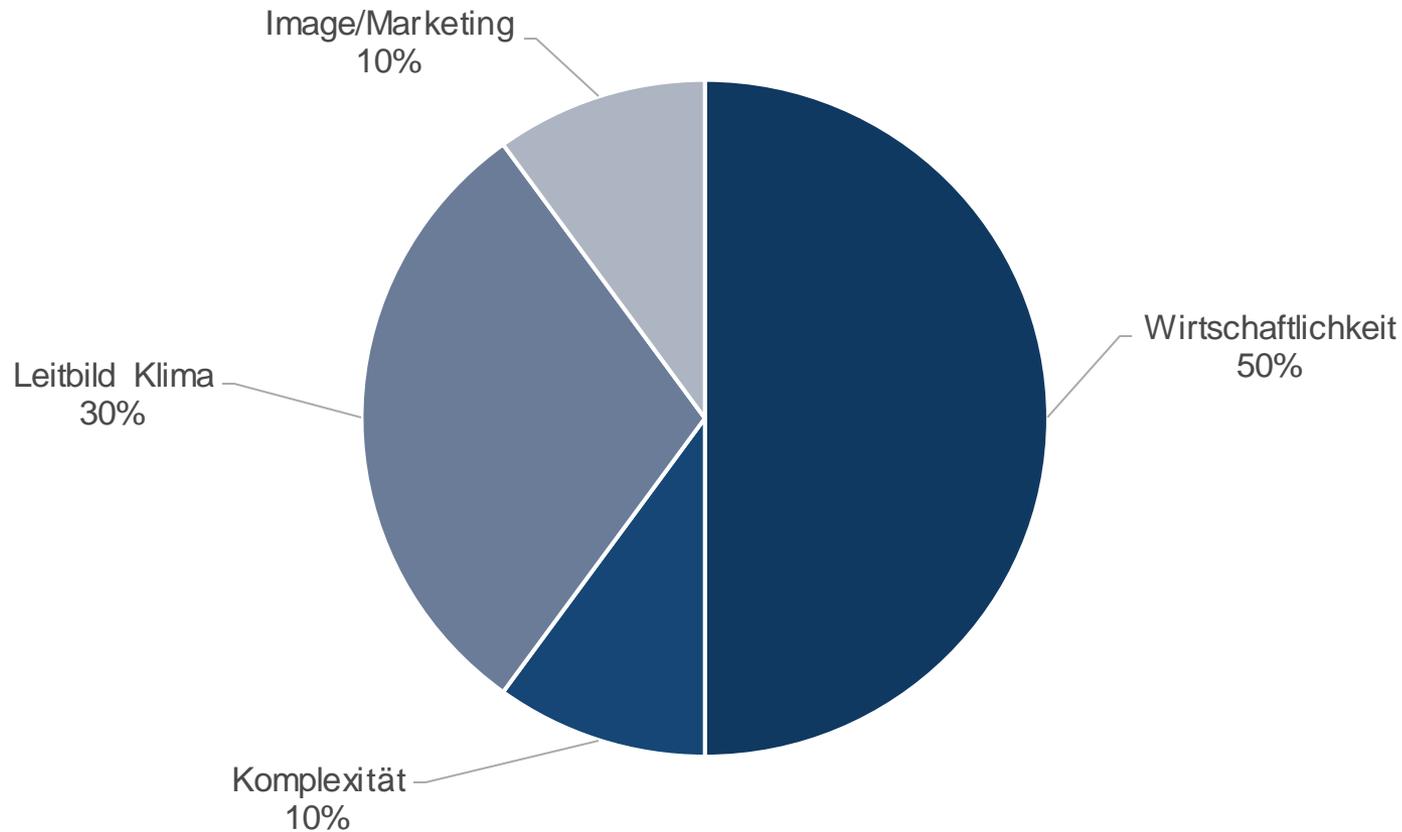
Anlage	V1.1	V1.2	V2	V3.1	V3.2
PV-Anlage	€ 2.563.862	2.032.215	2.563.862	2.203.608	2.563.862
Gesamt Investitionskosten inkl. PV	€ 8.791.790	6.737.886	6.809.531	4.819.943	4.699.670

Vergleich der Wärmegestehungskosten (VDI 2067)



- BAFA WN 4.0: wirtschaftlich optimales Fördermittel für Wärmenetze (Förderung für das Gesamtsystem)
- Dezentrale Varianten etwa doppelt so teuer wie zentrale Lösungen
- Vollkosten der Wärmegestehung für Wärmenetze variieren zwischen 178 €/MWh und 293 €/MWh inkl. Förderung

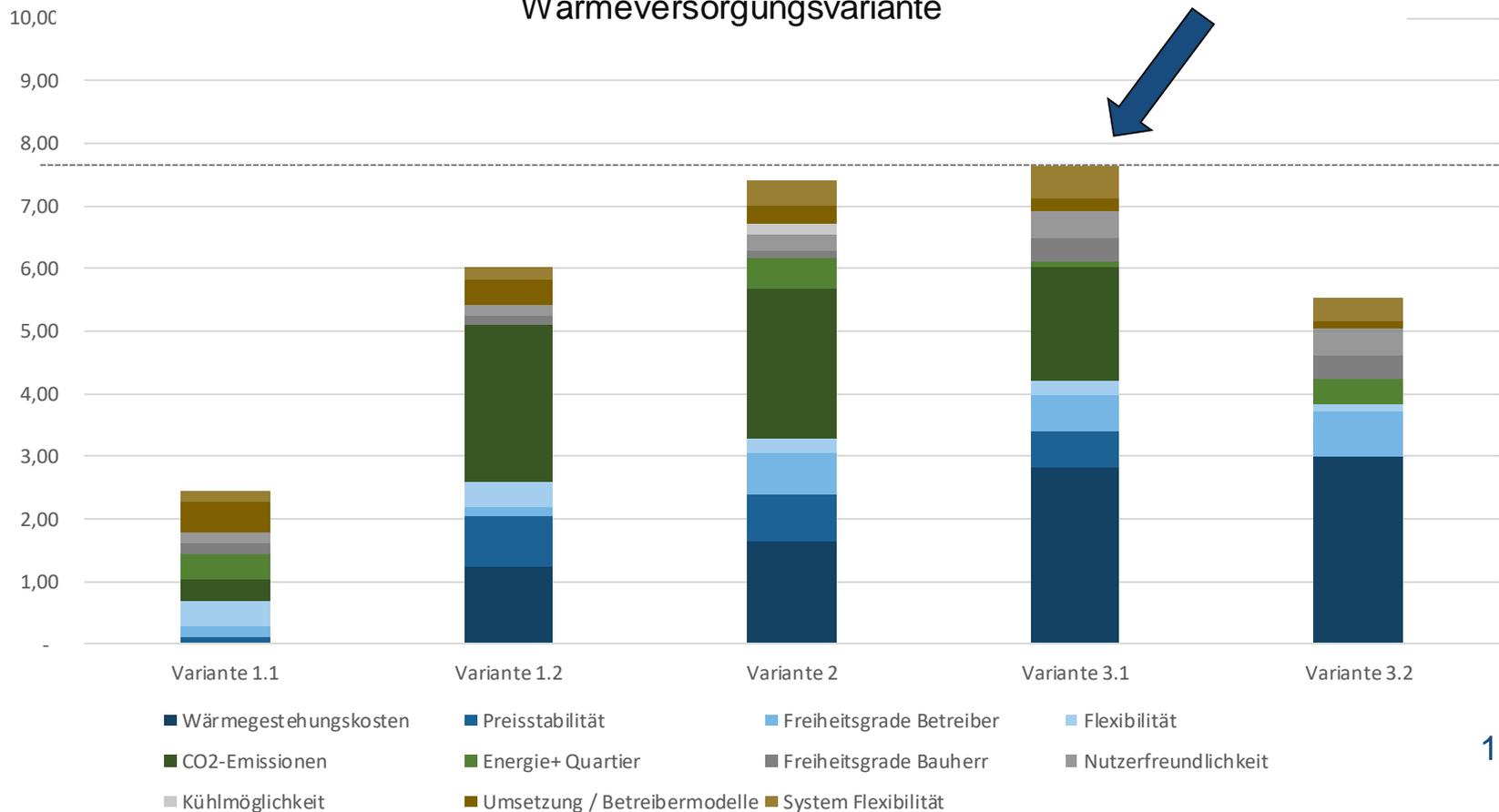
Nutzwertanalyse – Quantifiziert harte und weiche Kriterien in 4 Kategorien



Ergebnisse der Nutzwertanalyse

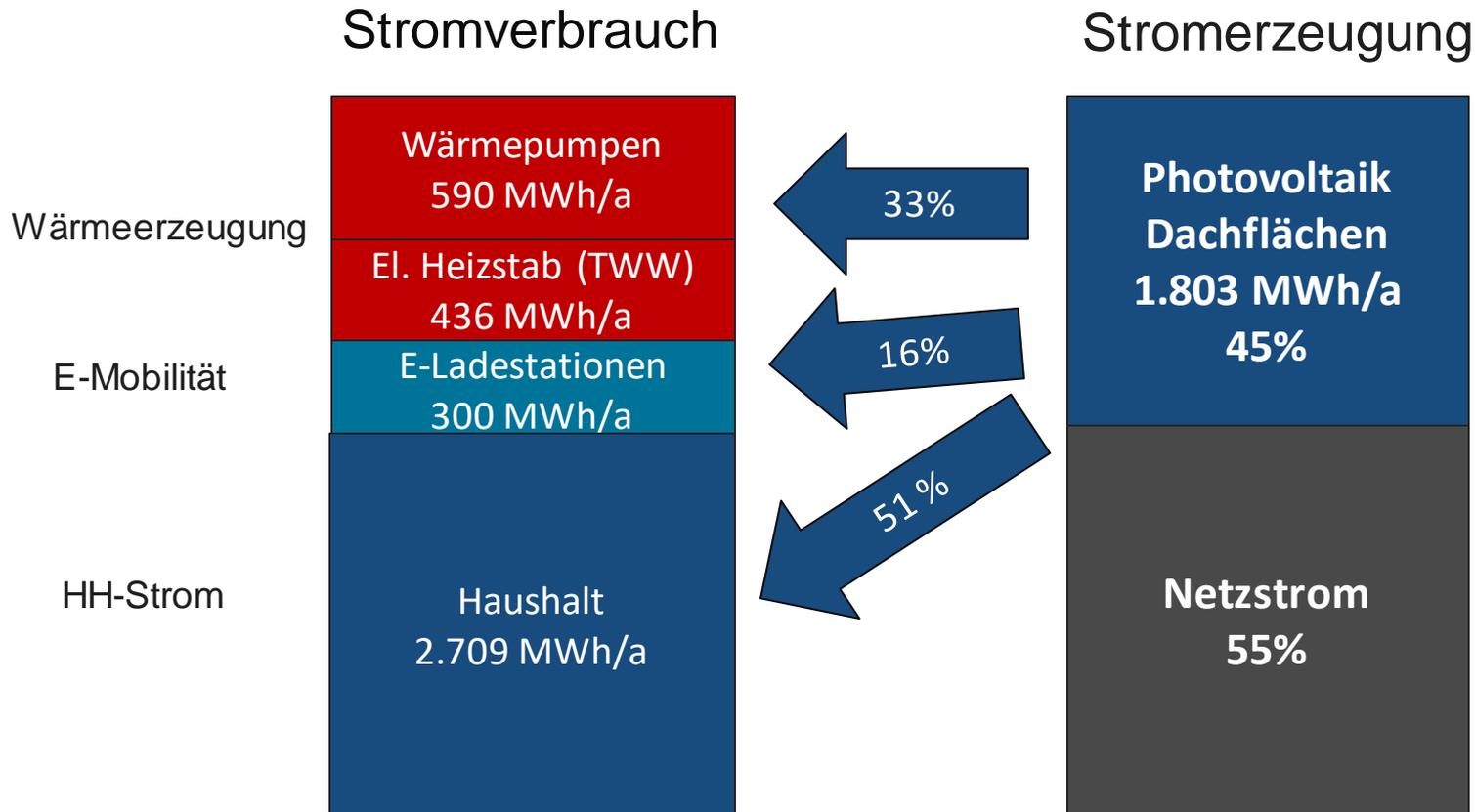
Zentrales Niedertemperatur-Netz als optimale Lösung

Die Variante zentrales NT-Netz mit Energiezentrale + Groß-WP mit Solarthermie (LSW) und Saisonspeicher sowie EWK/Seewassernutzung (V3.1) ist die optimale Wärmeversorgungsvariante



Energiebilanz

- **Stromeinsatz für Wärmeversorgung aus Quartier-PV**
- **67% der PV-Erzeugung für Ladestrom und Haushalte**



Ergebnisse und Empfehlung

Ergebnis Zusammenfassung



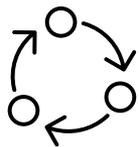
Das NT-Netz mit Energiezentrale und den erneuerbaren Umweltwärmequellen Erdwärmekollektor, Seewasser und Solarthermie (V 3.1) stellt die beste Versorgungsvariante dar



- Wärme zu 100 % aus verschiedenen erneuerbaren Wärmequellen
- Wirtschaftlichste Lösung mit höchster Förderung

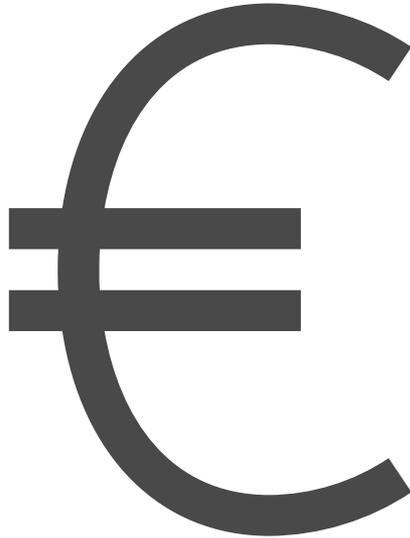


- Höchste Flexibilität und damit Zukunftssicherheit bezüglich regulatorischer und technischer Entwicklungen
 - Energiezentrale mit hocheffizienten Groß-Wärmepumpe und unterschiedlichen Umweltwärmequellen
 - Preisstabilität durch Unabhängigkeit von steigenden CO₂-Abgaben sowie zukünftige Preisentwicklungen auf den Energiemärkten



- Zusätzliche Sektorkopplungspotenziale (→ Power to Heat) durch großen Saisonspeicher

Investitionsbedarfe



- Frühzeitige kommunale Vorinvestitionen in die energetische Quartiersinfrastruktur notwendig
- Gesamt-Investitionsvolumen Energieversorgung nach Förderung, inkl. PV-Anlagen ca. € 4,8 Mio.
 - Wärmeversorgung ohne Förderung ca. € 4,2 Mio.
 - Fördermittel Wärmeversorgung ca. € 1,6 Mio.
 - Netto-Invest Wärmeversorgung € 2,6 Mio.
 - PV-Aufdachanlagen ca. € 2,2 Mio.

Notwendige Vorinvestitionen zur energetischen Infrastrukturentwicklung (SER/Stadt)

Maßnahme	Bemerkung	Brutto-Investitions-kosten	Investitions-kosten nach Bafa-Förderung
Erdwärmekollektor unter See für Geothermie	Bau <u>ausschließlich</u> vor Seeherstellung möglich; Netzanschluss wirtschaftlicher	99.344 €	63.580 €
Seewasserentnahme zur Wärmeerzeugung	Deutlich wirtschaftlicher vor / mit Seeherstellung	47.700 €	30.528 €
Saisonalspeicher (Erdbecken)	ca. 50% geringere Kosten bei Integration in Herstellung Landschaftsbauwerk	265.850 €	170.144 €
Netzanschluss Solarthermie-Kollektorfeld	Notwendige Wärmeleitungen (VL/RL) zwischen Solarthermie Kollektorfeld auf LSW und Saisonalspeicher / Energiezentrale	187.600 €	120.064 €
Wärmenetz	Parallel mit Medienversorgung	1.491.600 €	900.384 €
Gesamt		2.092.093 €	1.284.700 €

→ Bafa-Zuschüsse i.H.v. 807 T€ (39%) → Netto-Invest von ca. € 1,3 Mio.

Wirtschaftlichkeit und Finanzierung

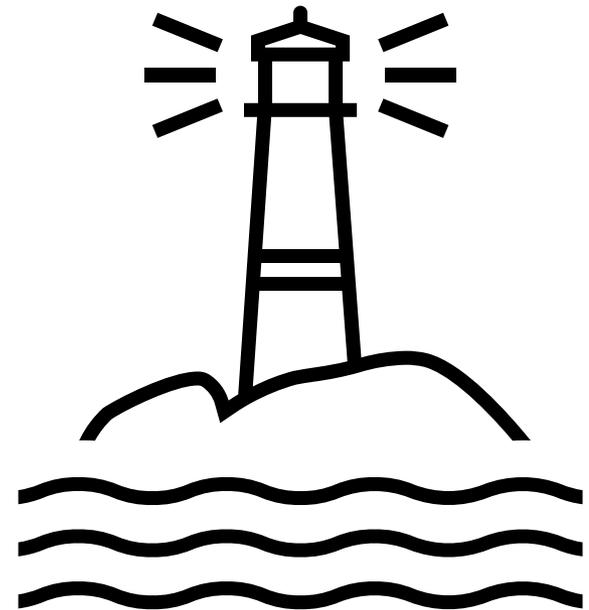
- Gegenfinanzierung für kommunale Vorinvestitionen (ca. € 1,3 Mio. nach Zuschüssen) über Verkaufserlöse der Grundstücke - analog zu Anschlusskosten anderer Medien (Strom, Trinkwasser, Abwasser, etc.) durch Investor zu tragen
- Grundstücksvermarktung als all-inclusive Lösung inkl. aller Anschlusskosten
- Refinanzierung für später vorzunehmenden Betreiber-Investitionen in Quartiers-Wärmeversorgung über Wärme(Grund)preis
- Gegenfinanzierung für später vorzunehmende PV-Investition durch Betreiber über Eigenerzeugung (WP) und Mieterstrommodelle, Payback < 10 Jahre

Risikobewertung Energieversorgung

Risiken	Bemerkungen	Minderungsstrategie	Risiko Bewertung
Veränderung der regulativen Rahmenbedingungen	Verschärfung Klimaschutz	Niedrigstenergiehaus-Standards, CO ₂ -neutrale Wärmeerzeugung	Gegen Null.
Preisänderungsrisiken			
<ul style="list-style-type: none"> • Fossile Energien • Strom • Investitionskosten z.B. Solarthermie 	<ul style="list-style-type: none"> • steigen wg. CO₂ • Strommarkt schwer zu prognostizieren • sinkende Abgaben • Marktentwicklung führt zu mehr Wettbewerb 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine fossilen Energien • PV-Eigenerzeugung maximiert • Verschiedene alternative Wärmequellen 	Sehr gering. Unvermeidbar. Politisch gedeckelt. Sehr gering.
Technologisches Risiko	<ul style="list-style-type: none"> • Innovationssprünge 	<ul style="list-style-type: none"> • Verschiedene alternative Wärmequellen 	Gering.
Genehmigungsrisiken			
<ul style="list-style-type: none"> • Emissionen • Wasserrechtlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine BImSchG Genehmigung notwendig • Wasserrechtliche Genehmigung 	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltauswirkungen vermeiden • Genehmigungsfähigkeit klären / einholen • Integration in andere Investitionsmaßnahmen 	Gering und gut beherrschbar.
Fördermittel			
<ul style="list-style-type: none"> • Planungsleistungen • Investitionen 	<ul style="list-style-type: none"> • Programm-Ende/veränderte Konditionen Bafa Wärmenetze 4.0 	<ul style="list-style-type: none"> • Beantragung Fördermodul I (Machbarkeitsstudie) Bafa Wärmenetze 4.0 noch in 2020 	Gering.

Zusammenfassung des Energiekonzepts

- **Das Energiekonzept ermöglicht eine CO₂-freie Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energien im Quartier und ein fast energieautarkes Quartier**
- Damit wird das Quartier zu einem Leuchtturmprojekt:
 - Imagebildung für den Stadtteil Hillerheide und ganz Recklinghausen
 - Höhere Verkaufserlöse
- Ein Teil der Investitionen ist von der SER als integraler Bestandteil der Infrastrukturentwicklung (Quartierssee, etc.) kurzfristig umzusetzen
- Anderen Investitionen (Solarthermie, etc.) sind vom Betreiber später optimiert vorzunehmen.

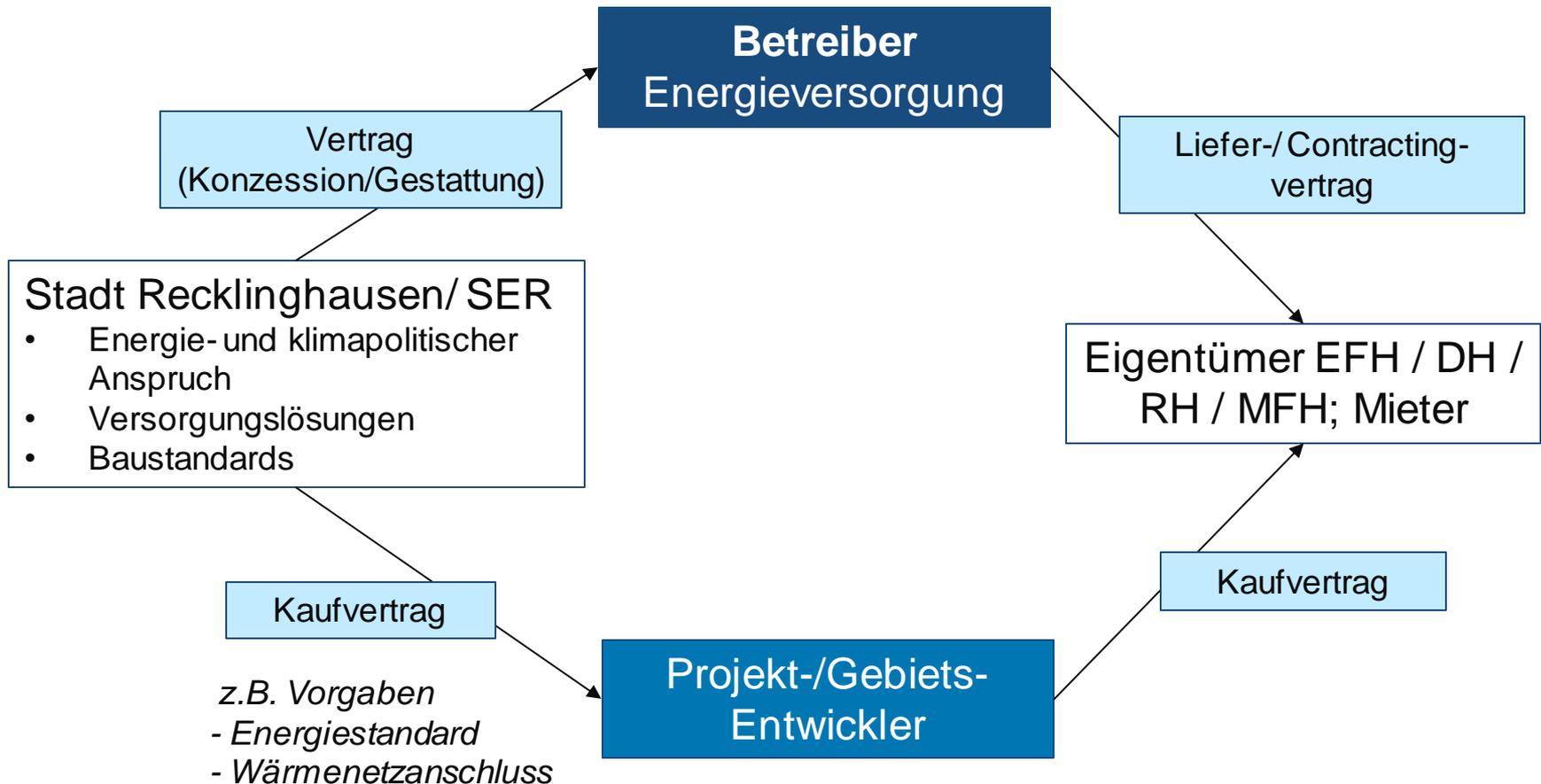




Umsetzung des Energiekonzepts durch einen Betreiber



Stadt und Betreiber als Schlüsselakteure bei der Umsetzung der zukünftigen Energieversorgung



Hintergrund und Gegenstand der Betreibermodelle

- Energie-/ Wärmeversorgung für das ISEK Leitprojekt Trabrennbahn / Zukunfts-Quartier Hillersee muss gebaut und vor allem betrieben werden
- Dies gilt für die Strom-, Wärme- und ggf. Kälteversorgung
 - Zentrale Wärmeinfrastruktur (Erzeugung, Speicherung, Verteilung)
 - Dezentrale PV-Anlagen (Aufdachanlagen Gebäude)
 - Dezentrale Hausübergabestation inkl. Pufferspeicher und E-Stäbe

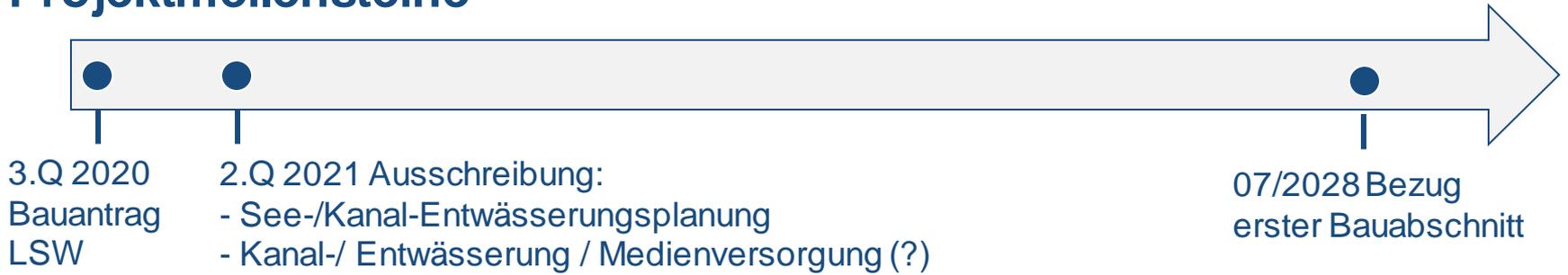


Eigennutzung, Mieterstrom- und Pachtmodelle für PV-Erzeugung im Quartier

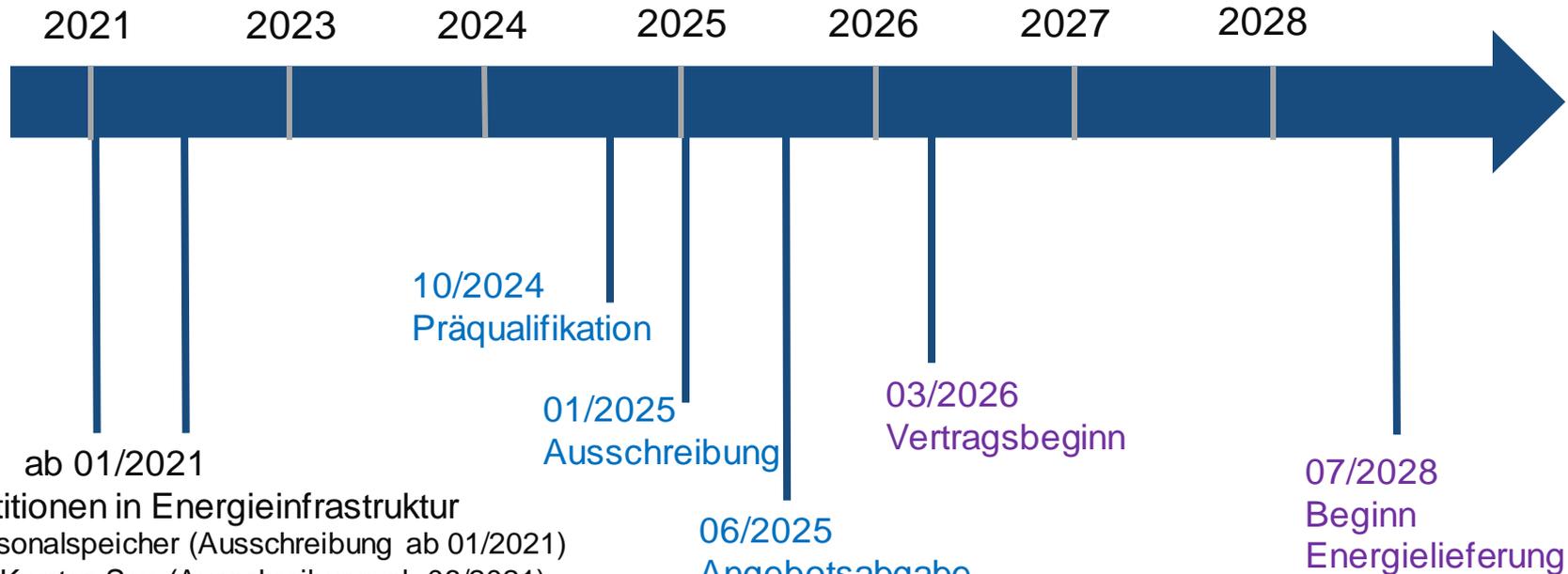


- Hohe PV-Kapazität notwendig für
 - Ziel Energie+ Quartier
 - Beitrag zur CO₂-freien Stromversorgung für Haushalte und E-Mobilität
 - Stromversorgung WP mit EE-Strom (Energiezentrale)
- PV-Anlagen sollen aus wirtschaftlichen Gründen durch Betreiber beschafft und flächendeckend auf den geeigneten Dachflächen im Quartier installiert werden
- Betrieb über Mieterstrom- (MFH > 80% der WE) oder Pachtmodelle (EFH, ggf. Gewerbe, Kommune)

Projektmeilensteine



Zeitachse Betreibermodell



Investitionen in Energieinfrastruktur

- Saisonalspeicher (Ausschreibung ab 01/2021)
- EWK unter See (Ausschreibung ab 06/2021)
- Wärmenetz (Anschluss ab ST LSW und Saisonalspeicher ab 01/, Wärmequellen See ab 06/2021)

Übersicht Aufgaben für den Betreiber

- **Betreiberaufgaben Wärme**
 - Bau und Betrieb der Wärmenetze und Hausübergabestationen
 - Bau und Betrieb von der Erzeugungsanlagen
 - Lieferung & Abrechnung
 - Sonstige Energiedienstleistungen
- **Kälte**
 - Kältecontracting Supermarkt, ggfs. Gewerbe als Option
- **Strom**
 - PV Erzeugung → Mieterstrommodell (perspektivisch ggf. mit Batteriespeicher)
 - Straßenbeleuchtung (optional)
 - Sektorkopplung neben WP insbesondere über den vorgesehenen Saisonalspeicher (→ Power to Heat)
- **Nahmobilität**
 - Ladestationen/ Quartiersgarage (ggf. mit Carsharing Angebot)
 - Mobilitäts- /Sharing-Dienste
- **Smartness Angebote**

Vergabeverfahren

- Auswahl geeigneter (ggf. präqualifizierten) Betreiber mittels technologieoffener (stufenweiser) Ausschreibung
- Verbindlichen Energie- bzw. klimabezogenen Vorgaben gemäß Energiekonzept
- Zuschlag nach Wirtschaftlichkeit, z.B. niedrigster Wärmepreis (gem. Vollkostenrechnung)
- Vorgaben in Ausschreibung bspw. zu:
 - Primärenergiefaktor / CO₂-Grenzwerten (oder % Anteil EE)
 - Nutzung von vorinvestierten Energiequellen (Quartiersebene)
 - Zu realisierender Infrastruktur (bspw. Hausübergabestationen, PV-Anlagen)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Ihre Ansprechpartner:

Dr. Jörg-W. Fromme

Olaf Mecke

Kirchfeldstr. 16, 45219 Essen

+49(0)201 - 878 496

info@dfic.de

www.dfic.de