



SchWärmkraft Berlin GmbH

**"Entwicklung eines hybriden Energieversorgungskonzepts
im Stadtquartier Holzmarkt in Berlin"**

Abschlussbericht zum Projekt AZ 33157/01
gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)

Entwicklungsteam
Berlin, März 2017



**Sie wollen nähere Informationen zum Projekt?
Wir freuen uns auf Ihre Anfragen!**

**info@schwaermkraft.de
www.schwaermkraft.de**

SchWärmkraft Berlin GmbH

**"Entwicklung eines hybriden Energieversorgungskonzepts
im Stadtquartier Holzmarkt in Berlin"**

Abschlussbericht zum Projekt AZ 33157/01
gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)

Entwicklungsteam
Berlin, März 2017

06/02 Projektkennblatt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt			
AZ 33157/01	Referat Energie- und ressourcenschonende Quartiersentwicklung und -erneuerung	Fördersumme	124.183,00 Euro
Antragstitel	Entwicklung eines hybriden Energieversorgungskonzepts im Stadtquartier Holzmarkt in Berlin		
Stichworte	Holzbau, Wohn- und Geschäftsgebäude, Hybridbauweise, Das Eckwerk		
Laufzeit 7,5 Monate	Projektbeginn 15.06.2016	Projektende 31.01.2017	Projektphase(n) Konzeptentwicklung
Zwischenberichte	31.12.2016		
Bewilligungsempfänger	SchWärmkraft Berlin GmbH	Tel	+49 30 47361686
	Holzmarktstraße 19 10243 Berlin	Fax	
		Projektleitung	Andreas Steinhauser, Mario Husten
		Bearbeiter	Kathrin Floß +49 171 2462542 kathrin@holzmarkt.com
Kooperationspartner	<ul style="list-style-type: none"> • NaturStromAnlagen GmbH • Eckwerk Entwicklungs GmbH • Brian Cody • Winter Beratende Ingenieure / TGA 		
Zielsetzung und Anlass des Vorhabens			
<p>Bei der Entwicklung des Holzmarkts, einem nicht renditeorientierten Stadtentwicklungsprojekt in Berlin, sollen bei der Energieerzeugung, Nutzung und Verteilung neue Wege gegangen werden. Mit dem Blick auf Standort, Quartier und Nachbarn wurden die vorhandenen Ressourcen nach technischer und wirtschaftlicher Machbarkeit untersucht. Ziel war ein nachhaltiger und effizienter Energiemix. Darüber hinaus ging es darum, die administrativen Voraussetzungen zu schaffen, Energie nicht nur um Verbund zu erzeugen und zu nutzen, sondern auch Anreize zu schaffen, in energiesparende Anlagen und Ausstattung zu investieren und Verbräuche zu senken.“</p>			
Deutsche Bundesstiftung Umwelt ☒ An der Bornau 2 ☒ 49090 Osnabrück ☒ Tel 0541/9633-0 ☒ Fax 0541/9633-190 ☒ http://www.dbu.de			

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

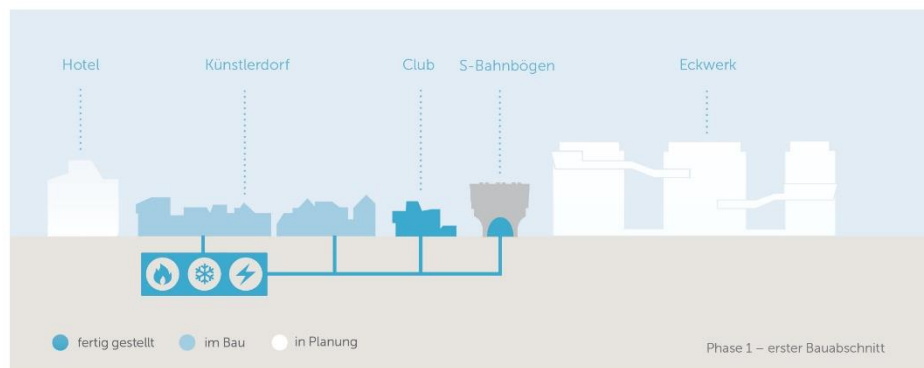
Die Fragestellungen zu Entwicklungsmöglichkeiten des hybriden Energiekonzeptes und die daraus abgeleiteten Arbeitsschritte umfassen übergreifende Themengebiete, die in vier Teilprojekten behandelt wurden:

- (1) Technologische Betrachtungen und Berechnungen im Kontext Energieerzeugung und -versorgung im Holzmarktquartier und im nachbarschaftlichen Verbund
- (2) Untersuchungen zu Contracting-Modellen und Energiemanagementsystemen
- (3) Energie- und ressourcenschonendes Gebäudedesign des Eckwerkes, Einbindung des Eckwerkes in das Energieversorgungskonzept
- (4) Aufbereitung der Ergebnisse für die Öffentlichkeit

Ergebnisse

Phase 1

Die **temporäre Wärme-, Kälte- und Stromerzeugung** des Areals schafft die Voraussetzung, um sukzessive eine ausschließlich regenerative Energieversorgung zu nutzen. Die Arealnetze werden dorfsseitig bereits verlegt, um später von verschiedenen Punkten aus Energie einzuspeisen und abzugeben.



Container mit BHKW, Brennwärtekessel und Kälteaggregat

In Phase 1 versorgt eine temporäre, mobile Heiz- und Kühlzentrale das Gebiet über das Areal-Netzwerk mit Wärme, Kälte und Strom. Das ergibt Sinn, da sonst verschiedene Heizungen und Kühlsysteme in die Keller eingebaut werden müssten, diese können dort zu einem späteren Zeitpunkt nur schwer wieder ausgebaut und nicht weiterverkauft werden. Zudem nehmen sie wertvollen Platz in den Gebäuden weg.



Funktion BHKW

Der biogasbetriebene Verbrennungsmotor treibt einen Generator zur Stromerzeugung an. Die Abwärme wird über einen Wärmetauscher entzogen und nutzbar gemacht. Spitzenlasten werden von einem Gas-Brennwärtekessel bedient.



Trafostation

Ein eigener Mittelspannungsanschluss als Kundenanlage macht Sinn.

- kein verlorener Baukostenzuschuss an Stromnetz Berlin
- keine Bereitstellungsgebühr
- keine Konzessionsabgaben
- Flexibilität in der zukünftigen Gestaltung des Arealnetzes

Phase 2

Phase zwei **schaft die Basis für eine regenerative Versorgung** des gesamten Areals.
Nach ökologischen Gesichtspunkten können folgende Technologien zum Tragen kommen:

Geothermie

Durch die Nutzung von Geothermie wird der Hauptverbraucher Eckwerk (Hochbau mit 35.000 m²) emissionsfrei geheizt und gekühlt. Dabei wird im Sommer ebenso viel Wärme ins Erdreich eingebracht, wie im Winter entnommen wird. Über ein Nahwärme- und -kältenetz wird das Quartier mitversorgt.



Abwasserwärme

Ähnlich, wie bei der Geothermie, kann das Abwassernetz der Berliner-Wasserbetriebe im Sommer zum Kühlen und im Winter mit Hilfe von Wärmepumpen zum Heizen verwendet werden. So wird dann auch das Hotel emissionsfrei geheizt und gekühlt, sowie Energie für weitere Abnehmer verfügbar.



Sprinklerspeicher

Die Wassertanks der Sprinkleranlage können als Speicher in das Energiekonzept integriert werden. Somit wird im Verbund mit der Geothermie eine besonders effiziente Kühlung und Beheizung ermöglicht. Zudem kann im Speicher auch Abwärme von Großverbrauchern wie dem Rechenzentrum zwischen gespeichert werden und dadurch zur Steigerung der Wirkungsgrade der Beheizung beitragen.



Biogas Blockheizkraftwerk (BHKW)

Ein mit Biogas betriebenes BHKW deckt die Grundlast des Wärmebedarfs auf höherem Temperaturniveau und erzeugt gleichzeitig einen Beitrag zur Stromversorgung im Gebäude. Durch intelligente Schaltung kann das BHKW einen Beitrag zur Integration erneuerbarer Energien ins Stromnetz leisten.



Photovoltaik

Neben der Dachfläche bietet die Südfassade des Eckwerks günstige Bedingungen für den Einsatz von PV-Anlagen. Diese können ebenso in die Glasdächer der Gewächshäuser integriert werden. Mit dem produzierten Strom kann einerseits der Eigenverbrauch im Eckwerk anteilig gedeckt werden und andererseits die Wärmepumpe betrieben werden. Die Lücke zwischen selbst erzeugtem Strom und Verbrauch wird mit 100 Prozent Ökostrom von Naturstrom gedeckt.



Holzkessel

Zur Deckung der Wärmebedarfe an den kältesten Tagen wird Holz als Brennstoff in hocheffizienten Kesseln eingesetzt. Damit wird ein nachwachsender Rohstoff aus der Region Berlin/Brandenburg genutzt und lokale Wertschöpfung gefördert. Durch zusätzliche Partikelfilter wird ein sehr niedriger Ausstoß von Feinstaub erreicht, weit unterhalb der kürzlich verabschiedeten Verschärfung des 1. BImSchG (Bundesimmissionsschutz-Gesetz).



Kompressionskälte

Äquivalent zum Holzkessel werden Spitzenlasten beim Kältebedarf durch eine Kompressionskältemaschine gedeckt. Durch den Einsatz von Strom aus dem BHKW oder Ökostrom von Naturstrom werden auch diese Kältebedarfe nachhaltig gedeckt.



Betonkernaktivierung und Löschwasser als Energiespeicher

Über seine gesamte Fläche nehmen oder geben die Betonsockel im Eckwerk die Wärme auf oder ab, je nach Heiz- oder Kühlfall und stellt damit einen enormen Energiespeicher dar, der als Puffer genutzt werden kann um das auskühlen oder aufheizen der Gebäude zu verhindern. Auch die enormen Vorratsspeicher für die Sprinkleranlage werden zur Energiespeicherung genutzt.



Ökonomische und rechtliche Gesichtspunkte stellen Barrieren dar:

Schwer darstellbare Finanzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit stellen die Nutzung von Geothermie und der Abwasserwärme in Frage.

Textliche Festlegung Nr. 9 des Bebauungsplans V-76 verhindert den Einsatz des Holzkessels.



Erweiterung und Ausbau des Stromnetzes



Mittelspannungsanschluss Nr. 2

Mit zunehmender Infrastruktur wird ein zweites Mittelspannungsnetzwerk notwendig. Das schon bestehende Mittelspannungsnetzwerk reicht dann aus, um das Hotel zu versorgen.



Gleichspannungsnetzwerk im Eckwerk

Die EU-Richtlinie 20/20/20 sieht vor, dass bis zum Jahr 2020 die Energieeffizienz in der Eurozone um 20 % steigen und gleichzeitig der Energieverbrauch und der CO₂-Ausstoß um jeweils 20 % sinken sollen. Eine Möglichkeit, die Energieeffizienz zu steigern, ist der Einsatz von 400-V-Gleichstromversorgungen.

Gleichstrom im Eckwerk: Ein logischer Kreislauf

1. Die meisten technische Geräte im Eckwerk wie z.B. Computer, Telefone, Netzwerktechnik, LED Beleuchtung, moderne Fernseher, Hifi Anlagen etc. benötigen Gleichstrom.
2. Diese Geräte direkt mit Gleichspannung zu versorgen ist viel effizienter, als in tausenden kleinen internen und externen Netzteilen nutzlos Energie zu verschwenden.
3. Batterien als Energiespeichersysteme und Photovoltaik liefern von Anfang an Gleichstrom.
4. In einer Gleichstromversorgungsarchitektur sinkt somit der Bedarf an Stromumwandlung – vom Stromnetz bis hin zum Chip. Konkret bedeutet das: Weniger Umwandlungsbedarf spart Energie.

Phase 3

Nach Fertigstellung der Anlagen im Eckwerk, wird auch das Hotel in das Energiekonzept integriert. Es wird an das Nahwärme- und -kältenetz angeschlossen und zusätzlich mit eigener Wärmeversorgung ausgestattet.

Dann beginnen die Optimierungen. Sukzessive wird in Zusammenarbeit mit den Nutzern der Verbrauch gesenkt und zusätzliche Massnahmen z.B. in der Hausautomation umgesetzt. Das bleibt möglich, weil von Anfang an diese Flexibilität mit in die Planung der Gebäude eingeflossen ist.

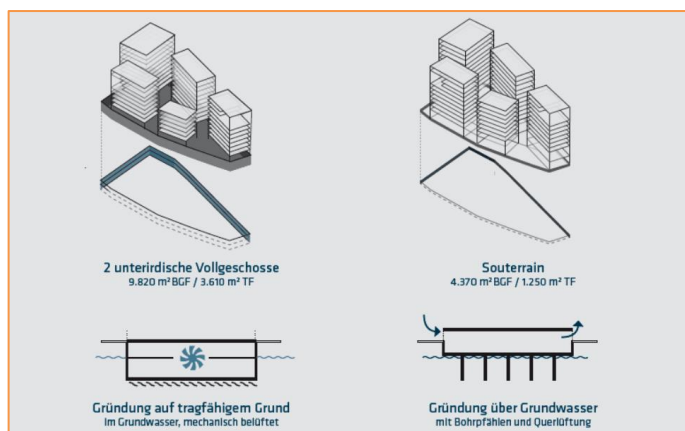
Ausblick

Die Darstellung der Projektergebnisse sind ein Stand zum Projektende per 31.01.2017. Die erste Phase des Konzeptes wurde bereits umgesetzt.

Sowohl das Contracting-Modell Schwärmkraft, als auch das Bauprojekt Eckwerk sind Modellvorhaben mit dem Ziel am Markt existierende Konzepte weiterzuentwickeln bezüglich Nachhaltigkeit und Lebenszyklus von Gebäuden, der Bezahlbarkeit und Nutzungsflexibilität von innerstädtischen Lebens- und Arbeitsräumen, der Finanzierbarkeit von Gebäuden und der Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen, die auf Dienstleistungen und nicht auf Besitz basieren. Die Einbeziehung der Nutzer spielt dabei eine große Rolle.

Aufgrund dieses Pilotcharakters, der verpflichtet flexibel auf aktuelle Entwicklungen zu reagieren, kann zu diesem Zeitpunkt noch nicht endgültig gesagt werden, ob die konzeptionierte Phase 2 genau so umgesetzt werden kann, wie oben dargestellt. Aus ökologischer und technologischer Sicht machbar, aus rechtlichen und ökonomischen Gründen noch angezweifelt.

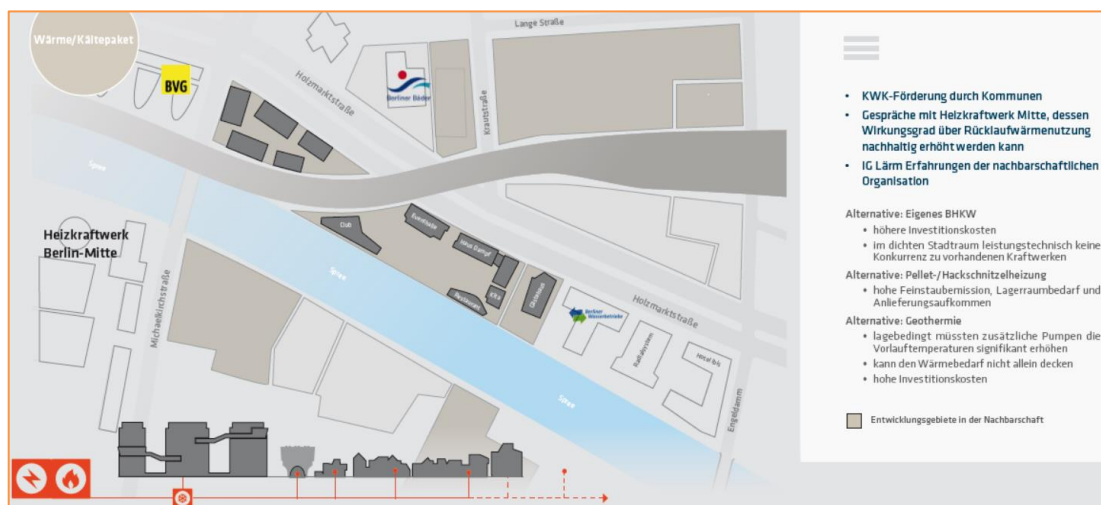
- Der Einsatz des Holzkessels bzw. die Nutzung der Ressource Biomasse (Pellet / Hackschnitzel) ist abhängig von der Änderung des Bebauungsplanes.
- Bezüglich Geothermie, Betonkernaktivierung und BHKW im Eckwerk wird momentan die Finanzierbarkeit geprüft, zumal im Rahmen der Kostenoptimierung und der Planung des Holzbaus beim Eckwerk geprüft wurde, ob es Alternativen zu den sehr preis- und betonintensiven zwei Unter- und Sockelgeschossen gibt.



Aufgrund der positiven Erfahrungen einer *Interessen- und Investitionsgemeinschaft Lärm* im gesamten Quartier und der Nachbarschaft

wurde auch zu diesem Thema eine *Interessen- und Investitionsgemeinschaft* gegründet. Hier diskutieren Projektentwickler aktueller und künftiger Projekte, Institutionen und Bürger. Im Austausch werden Lösungen für Probleme gesucht, vor denen alle hier im Quartier stehen.

In Punkto Wärme heißt das z. B., dass die Kapazität des Heizkraftwerk Mitte nahezu erschöpft ist. So rückt das Thema Nutzung der Rücklaufwärme (günstiger, nachhaltiger) immer mehr in den Fokus oder auch ein gemeinschaftliches BHKW, was allerdings dann nicht im Eckwerk platziert werden würde.

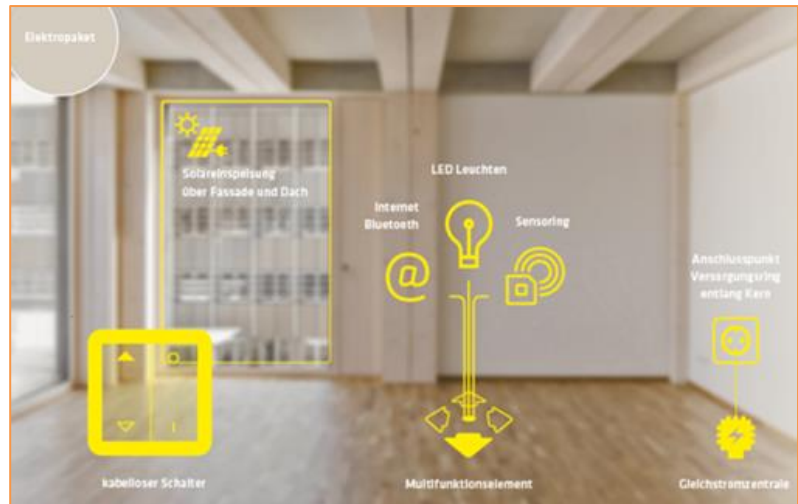


Im Rahmen eines Projektes auf EU-Ebene (H2020) sollen weitere Geschäfts- / Dienstleistungsmodelle untersucht werden, deren Basis die Entkoppelung von Teilen der Gebäudeausstattung ist. Betrachtet werden sollen dabei:

- Verlängerung des Lebenszyklus von neuen Gebäuden durch die Entkoppelung von Teilen der TGA, die kürzere Innovations- und Investitionszyklen haben als die Gebäudesubstanz. Eine hervorragende Voraussetzung für die bauliche Trennung ist die Umsetzung des Gebäudes in Holz-Hybrid-Bauweise.
- Möglichkeit des Einsatzes und der Erneuerung von höchst effizienten Technologien in Verbindung mit Energiemanagementsystemen, bei denen durch nutzernahe Visualisierung von Verbräuchen, Beiträge zur stetigen Verbesserung der Energieeffizienz geleistet werden
- Senkung des Investitionsbedarfs für Bauherren, welcher oft eine große Hürde für die Umsetzung von innovativen, nachhaltigen Großprojekten in der Bauwirtschaft darstellt
- Auslagerung von Investitionen zu Produzenten, die darüber zu Betreibern werden, welche Veränderungen bei Businessmodellen bewirken (Produkthersteller werden zu Dienstleistern)

Der Einsatz von Photovoltaik, die Umsetzung der Gleichstromversorgung und der Einsatz von Multifunktionselementen, die kabellos gesteuert werden, sind im Eckwerk eine feste Größe. Die Beleuchtung wird prinzipiell mobil gedacht.

Dieser Ansatz erhöht nicht nur die Nutzungsvariabilität, sondern reduziert den Bedarf an Kupferverkabelung maßgeblich. Gleichstromversorgung birgt weitere Effizienzpotenziale und lässt sich synergetisch mit Photovoltaik (Energieeinspeisung) und E-Mobilität (Energieabgabe) verbinden.



Deutsche Bundesstiftung Umwelt ☒ An der Bornau 2 ☒ 49090 Osnabrück ☒ Tel 0541/9633-0 ☒ Fax 0541/9633-190 ☒ <http://www.dbu.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	9
2	Einleitung	13
3	Hauptteil.....	14
3.1	Lokale Potenziale ermitteln und bewerten - Teilprojekt 1.....	14
3.1.1	Erdwärme.....	15
3.1.1.1	Geothermie in Berlin	15
3.1.1.2	Geologie am Holzmarkt	19
3.1.1.3	Notwendige Wärmepumpen.....	23
3.1.1.4	Vergleich Integralsonden und Erdwärmesonden	24
3.1.1.5	Geothermie: Pro und Contra.....	25
3.1.1.6	Schlitzwände Trogbau.....	25
3.1.2	Sonnenenergie.....	26
3.1.2.1	Solarthermie auf den Dächern des Eckwerkes	26
3.1.2.2	Report zu einer Kollektoranlage (nur Warmwasser).....	27
3.1.2.3	Flächenbedarf Kollektoren.....	33
3.1.2.4	Solarthermie an der Fassade.....	33
3.1.2.5	Photovoltaik (PV) an den Eckwerk-Fassaden	34
3.1.2.6	Photovoltaik (PV) auf den Eckwerk-Dächern.....	34
3.1.2.7	Photovoltaik (PV) am Bahnviadukt	34
3.1.2.8	Photovoltaik (PV) auf den Nachbardächern.....	35
3.1.3	Biomasse – Holz (Pellet / Hackschnitzel)	36
3.1.3.1	Temporäre Heizzentrale im Dorf – Phase 1.....	36
3.1.3.2	Heizzentrale Eckwerk – Phase 2.....	42
3.1.4	Weitere untersuchte Technologien und Möglichkeiten.....	44
3.1.4.1	Windrad	44
3.1.4.2	Nutzung der Spree – Spundwände	44
3.1.4.3	Möglichkeiten auf Nachbargelände.....	45
3.1.5	Stromnetz	45
3.1.5.1	Mittelspannungsanschluss und Transformator-Kompaktstation Dorf, Phase 1.....	45
3.1.5.2	Mittelspannungsanschluss 2, Gleichspannungsnetzwerk im Eckwerk – Phase 2...	46
3.1.5.3	Gleichstrom im Eckwerk.....	47
3.2	Untersuchungen zum Contracting-Modell und Energiemanagementsystemen - Teilprojekt 2.....	47
3.2.1	Vision der Schwärmkraft.....	47
3.2.2	Umsetzungsmöglichkeiten	48
3.2.3	Modellvorhaben Schwärmkraft und Eckwerk.....	48
3.3	Einbindung des Eckwerkes in das Energieversorgungskonzept - Energie- und ressourcenschonendes Gebäudedesign des Eckwerkes – Teilprojekt 3.....	50
3.3.1	Gesamtüberblick der Potenziale im Eckwerk, Stand November 2016.....	50
3.3.2	Elektrokonzept im Eckwerk.....	51
3.4	Energie- und ressourcenschonendes Gebäudedesign des Eckwerkes	52
3.5	Aufbereitung der Ergebnisse für die Öffentlichkeit (Broschüre) - Teilprojekt 4.....	52
4	Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation	52
4.1	Veröffentlichung Handbuch, 2. Auflage Juli 2016	52
4.2	Zusammenfassung (Vorgaben und Erreichtes), August 2016 in DE und EN.....	52

Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen Bilder

Abb. 1	Identifikation und Bewertung aller Ressourcen, die vor Ort zur Verfügung stehen.	9
Abb. 2	Energiekonzept 1. Phase	10
Abb. 3	Energiekonzept 2. Phase	11
Abb. 4	Der Holzmarkt – Stadtquartier am Spreeufer	13
Abb. 6	Ausgangsvision Energiekonzept	14
Abb. 7	Energiebedarfe nach TGA	14
Abb. 8	Geothermie: Winter (Heizmodus) und Sommer (Kühlmodus)	15
Abb. 9	Simulation der Geothermie im Untergrund	16
Abb. 10	Temperaturausbreitung nach Ende 29. Kühlperiode und nach Ende der 30 Heizperiode	16
Abb. 11	Vergleich Geothermiesysteme – Integralsonde und Erdwärmesonde	17
Abb. 12	Vergleich Temperaturschwankung Integralsonde und Erdwärmesonde	17
Abb. 13	Messdaten zur Temperaturstabilität der Integralsonde	18
Abb. 14	Kostenrechnung Geo-Wärme-Kälte und Fernwärme-Kompressionskälte	19
Abb. 15	Geologischer Profilschnitt für den Standort	20
Abb. 16	Bodenmechanische Kennwerte und Eigenschaften der Schichten 1-3 bis 25 m Tiefe	22
Abb. 17	Trogbau	25
Abb. 18	Vergleich Schlitzwände	25
Abb. 19	Darstellung einer Kollektoranlage (nur Warmwasser)	27
Abb. 20	Nachweis der Anforderungen an das Mindestmaß der Besonnung und Belichtung	34
Abb. 21	Wirtschaftlichkeitsberechnung temporäre Wärmeversorgung, gem. VDI 2067	36
Abb. 22	Lageplan Energieversorgung Dorf	41
Abb. 23	Schema Energiezähler	42
Abb. 26	Schwärmkraft – Potenziale im Eckwerk	50
Abb. 27	Elektrokonzept im Eckwerk	51

Anlagen

Anlage 01 Karte: Der Holzmarkt - Bestandteil eines hochdynamischen Quartiers in Berlin Mitte	53
Anlage 02 Bericht_Energiedesign Eckwerk_Brian-Cody	54
Anlage 03 Dokumentation für Öffentlichkeit_Broschuere	55

1 Zusammenfassung

Inhalt des Projektes ist es ein energieeffizientes und klimafreundliches Energiekonzept für die Versorgung des innerstädtischen Quartiers Holzmarkt zu entwickeln. Die Energie, die auf dem Holzmarkt verbraucht wird, soll möglichst selbst hergestellt werden. Im Sinne der Wirtschaftlichkeit werden bei der Konzeptentwicklung fünf Prinzipien berücksichtigt:

- 1. Lokale Potenziale ermitteln** Analyse und Bewertung der vor Ort und in der Umgebung zur Verfügung stehenden Energie-Potenziale.
- 2. Arealübergreifend denken** Um möglichst effizient zu sein, schließt das Energiekonzept nicht nur das Areal, sondern auch Nachbarschaften ein. So entstehen Synergien, von denen alle profitieren.
- 3. Flexibilität erhalten, Lösungen kontinuierlich optimieren** Das Auslagern der Verantwortung für die Energietechnik der Gebäude entkoppelt die Innovationszyklen der Anlagen von den Wartungsintervallen der Gebäude. So kann schnell, flexibel und ohne Interessenkonflikt agiert werden.
- 4. Verbrauch regulieren** Durch die Verantwortung sowohl für die energieerzeugende als auch für die energieverbrauchende Technik entsteht eine Balance der Interessen.
- 5. Gemeinsame Ziele verfolgen** Grundlage der Wirtschaftlichkeit: Anreize zum Energiesparen schaffen – sowohl für die Schwärmkraft als auch für die Nutzer.

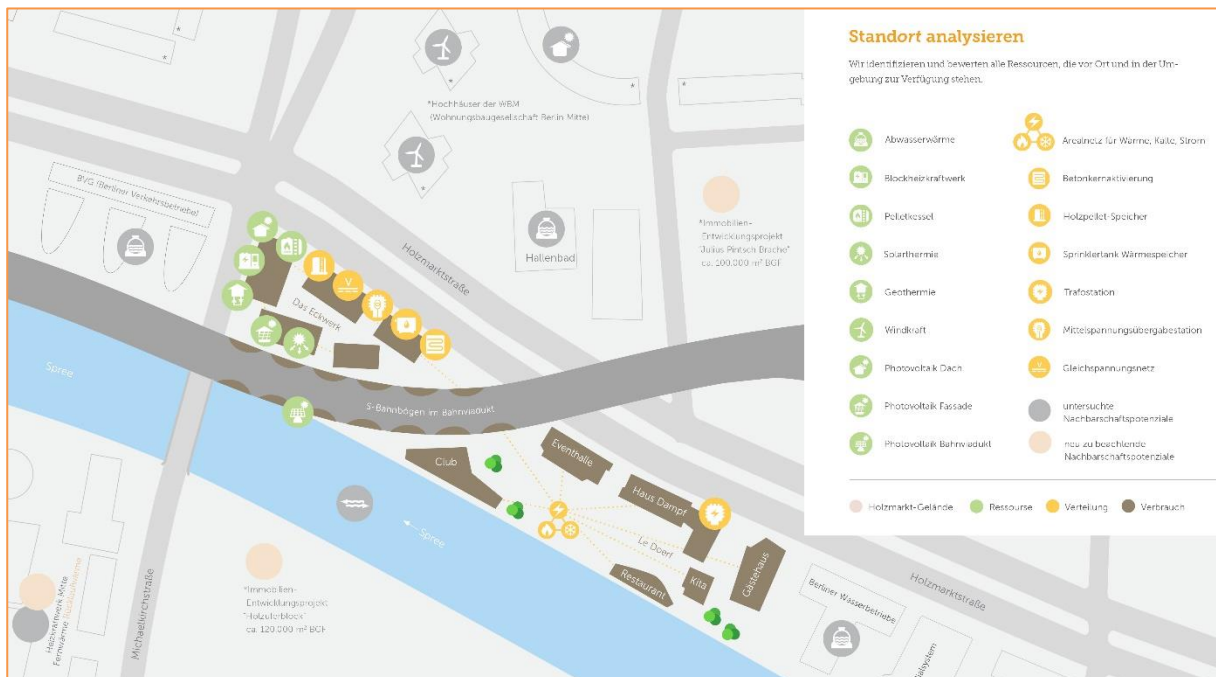


Abb. 1 Identifikation und Bewertung aller Ressourcen, die vor Ort zur Verfügung stehen.

Betrachtet wurde bei der Konzeptentwicklung die Erzeugung von Kälte, Wärme und Strom in drei Phasen der Quartiersentwicklung:

Phase 1: Das Dorf – Voraussetzungen schaffen Die temporäre Wärme-, Kälte- und Stromerzeugung des Areals schafft die Voraussetzung, um sukzessive eine regenerative Energieversorgung zu nutzen. Die Arealnetze wurden dorfsseitig inzwischen bereits verlegt, um später von verschiedenen Punkten aus Energie einzuspeisen und abzugeben.

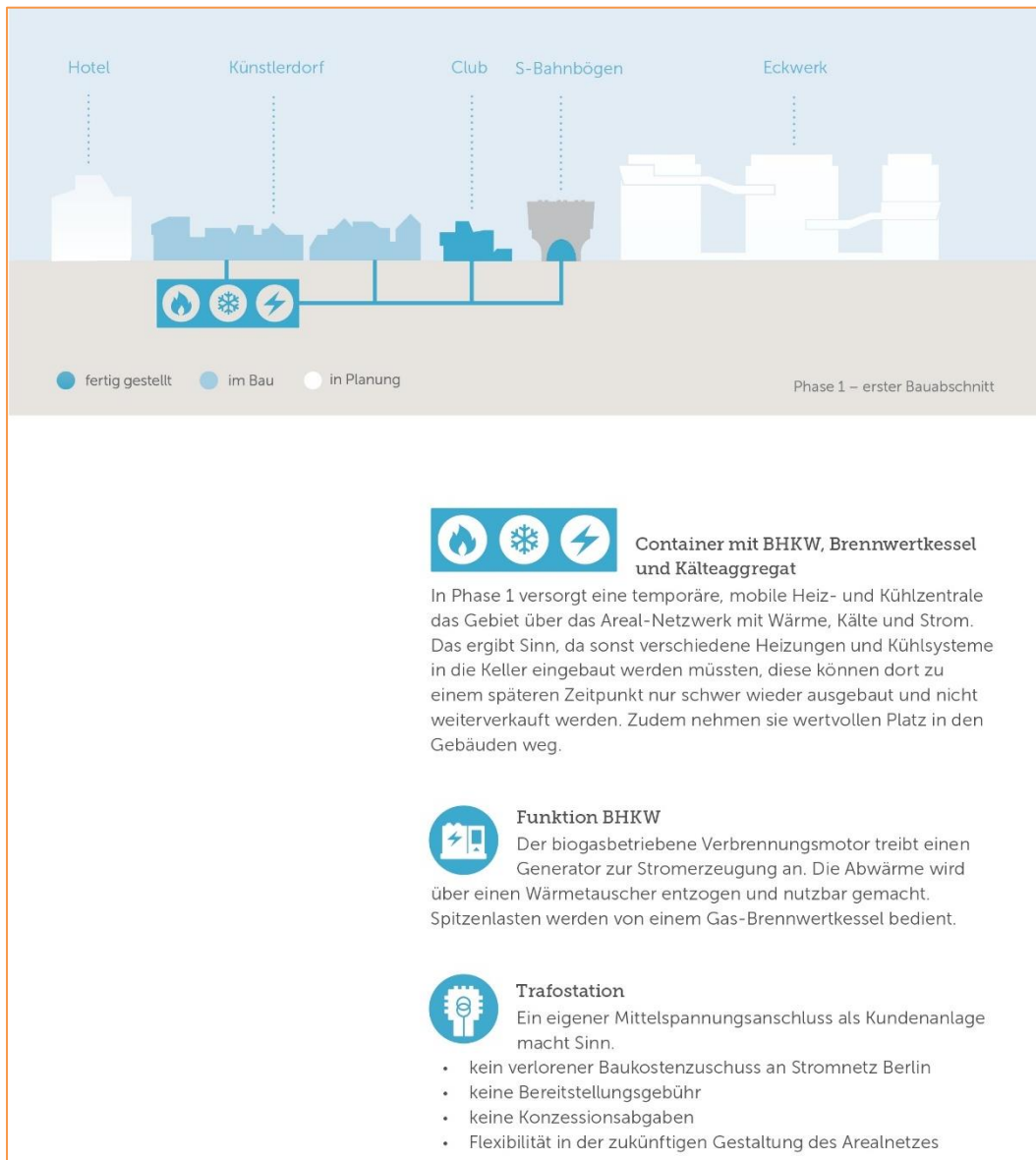


Abb.2 Energiekonzept 1. Phase

Phase 2: Dorf und Eckwerk – Basis der Versorgung Phase zwei schafft die Basis für eine regenerative Versorgung des gesamten Areals. Nach ökologischen Gesichtspunkten können folgende Technologien zum Tragen kommen: Biogas Blockheizkraftwerk (BHKW), Kompressionskälte, Photovoltaik, Geothermie, Abwasserwärme, Holzkessel, Sprinklerspeicher, Betonkernaktivierung und Löschwasser als Energiespeicher. Ökonomische und rechtliche Gesichtspunkte stellen Barrieren dar: Schwer darstellbare Finanzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit stellen die Nutzung von Geothermie und der Abwasserwärme in Frage. Textliche Festlegung Nr. 9 des Bebauungsplans V-76 verhindert den Einsatz des Holzkessels. Die im Projekt geleisteten Untersuchungen sind die Basis für weitere Planungen. Das Eckwerk befindet sich im Planungs- und Entwicklungsprozess – hier entstehen durch neue Partner und neue Herangehensweisen bei der Finanzierung neue Potenziale, auch für effiziente und wirtschaftliche Energiebetrachtungen.

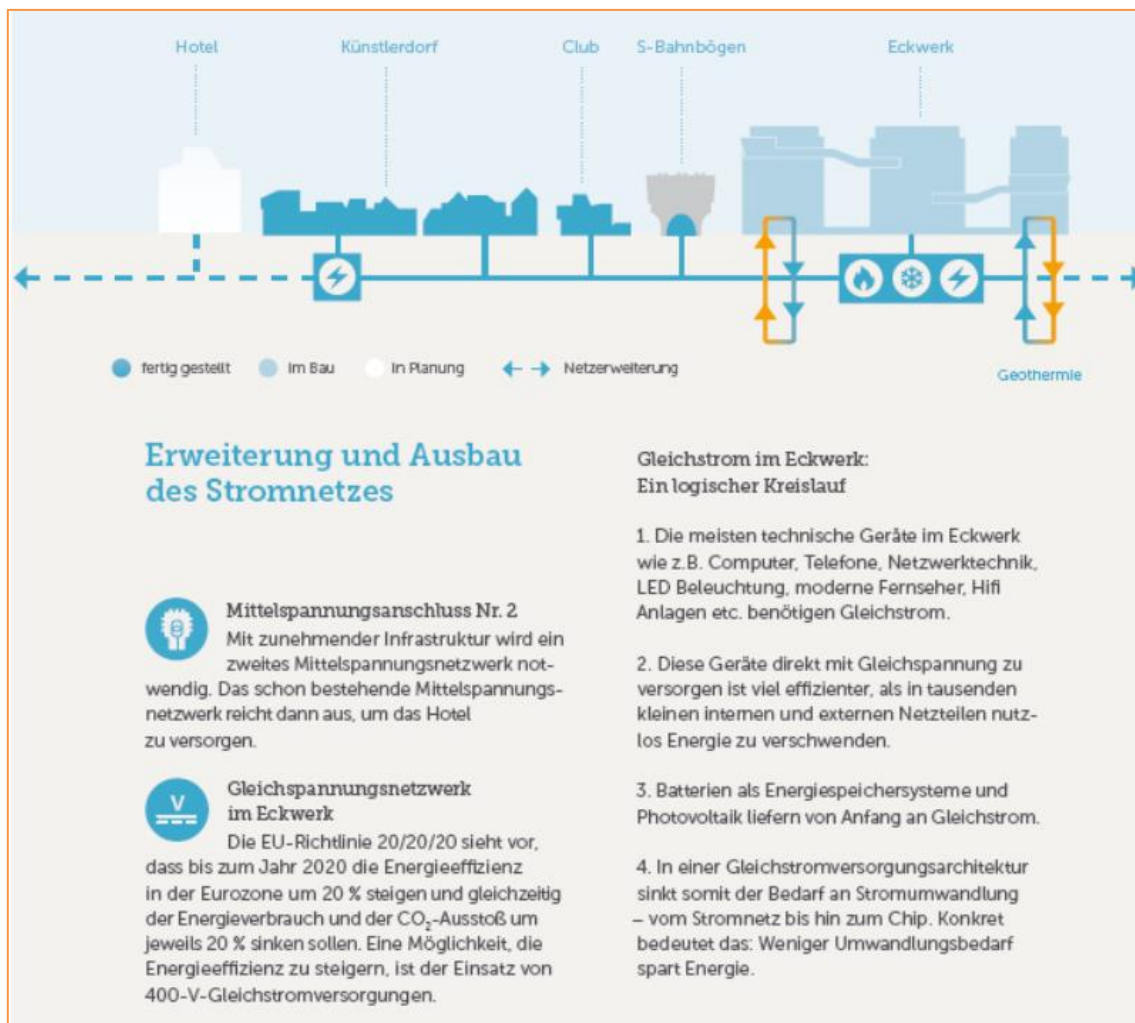


Abb. 3 Energiekonzept 2. Phase

Phase 3: Dorf, Eckwerk & Hotel – Anbindung Hotel Nach Fertigstellung der Anlagen im Eckwerk, wird auch das Hotel in das Energiekonzept integriert. Es wird an das Nahwärme- und -kältenetz angeschlossen und zusätzlich mit eigener Wärmeversorgung ausgestattet.

Dann beginnen die Optimierungen. Sukzessive wird in Zusammenarbeit mit den Nutzern der Verbrauch gesenkt und zusätzliche Massnahmen z.B. in der Hausautomation umgesetzt. Das bleibt möglich, weil von Anfang an diese Flexibilität mit in die Planung der Gebäude eingeflossen ist.

Flexibilität erhalten und kontinuierlich optimieren Von Beginn an wird eine Struktur geschaffen, die auch in Zukunft die jeweils innovativste Energielösung zulässt. Das Auslagern der Energietechnik in ein eigenständiges Unternehmen am Holzmarkt ändert den Blick auf die technische Gebäude-Ausstattung völlig. Der klassische Bauherr einer Immobilie hat nur sein Objekt im Blick und möchte möglichst die Technik reduzieren um Kosten zu sparen. Die Schwärmkraft hingegen sieht eine langfristige Weiterentwicklung der Technik über Jahrzehnte und plant den Spielraum für Innovation und Optimierung mit ein. So wird eine Energie-Evolution möglich, die sich nicht auf die Immobilie beschränkt.

Verbrauch regulieren Die Schwärmkraft übernimmt die Verantwortung nicht nur für die Energieerzeugung, sondern auch für die wesentlichen Verbraucher, wie z.B. Licht und Klimatisierung. Nur so kann im Betrieb der Verbrauch auf die Erzeugung optimiert werden. Überall dort, wo die Schwärmkraft vernünftige Einsparpotenziale sieht, kann sie eingreifen. Sie installiert also z.B. flächendeckend LED Beleuchtung und refinanziert das Investment über die Einsparung. Der Status als Quartiergesellschaft gestattet der Schwärmkraft also, auch gegenüber den Nutzern Regeln und Maßnahmen zu definieren. Dies geschieht natürlich im Einvernehmen mit den Nutzern.

Um die Übereinstimmung von Strom- und Wärmeerzeugung und dem Bedarf auch in der Realität zu erreichen, soll eine prognosegeführte Regelung umgesetzt werden. Dabei sollen sowohl die Wettervorhersage als auch eine Bedarfsvorhersage für Heizung, Warmwasser, Kälte und Strombedarf berücksichtigt werden. Anhand dieser Prognoseparameter werden die einzelnen energetischen Komponenten gezielt freigegeben, abgerufen oder zurückgestellt.

Die Nutzer am Holzmarkt leisten einen Deckungsbeitrag. Dieser ergibt sich daraus, was sie zahlen würden, wenn es die Schwärmkraft nicht gäbe, also die ökologischste Alternative, die ansonsten am Areal zur Verfügung steht. Durch diese Pauschalierung der Energiekosten hat die Schwärmkraft ein Interesse, Energie zu sparen. Denn dann wächst das Budget für weitere Optimierungen. So schultern die „Betriebskosten“ erhebliche Teile der Investitionen für die Gebäudetechnik. Zudem spart die Pauschalierung auch Verwaltungs- und Abrechnungskosten, ein durchaus erhebliches Einsparpotenzial kann so genutzt werden. Energiemengenzähler dienen dem Monitoring, dem Feedback und der Überprüfung von Optimierungen, nicht der Abrechnung.

Transparent, fair und nachvollziehbar Die Nutzer profitieren unmittelbar von einer nachvollziehbaren Kostensicherheit. Sobald Einsparpotenziale gehoben sind und sich die ersten Technologien amortisiert haben, können die Pauschalen gesenkt werden und unterbietet damit die externen Benchmarks zum Nutzen aller. Nach Erreichen des Ziels der Energieneutralität reduzieren sich die Pauschalen für die Nutzer auf reine Wartungs- und Betriebskosten der Anlagen.

Zum Entwicklungsteam gehören:

- NaturStromAnlagen GmbH
- Eckwerk Entwicklungs GmbH
- Brian Cody
- Winter Beratende Ingenieure / TGA
- SchWärmkraft Berlin GmbH

**Das Vorhabens wurde gefördert durch die
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
AZ 33157/01**

2 Einleitung

Die Schwärmkraft-Berlin GmbH wurde als Quartiergesellschaft im Auftrag des Holzmarktes für alle Fragen rund um die Energie gegründet. Am Holzmarkt gilt für alle Bereiche: die Natur, Wirtschaft und Kultur stets als Einheit zu betrachten. Zum Funktionieren gehört weit mehr als nur eine betriebswirtschaftliche Bewertung. Alle Bemühungen dienen nicht nur dem Einzelnen, sondern auch der Gemeinschaft. Besonders wichtig ist die Umwelt und so ist es selbstverständlich, Eigenverantwortung auch im Umgang mit Ressourcen zu übernehmen. Am Holzmarkt sind Vorgaben definiert, nach denen die Energieversorgung am Areal funktionieren soll: energiepositiv, dezentral, verwaltungsarm, ressourcenneutral und ohne fossile Brennstoffe oder Atomkraft.

Der Holzmarkt wird als nachhaltiges, urbanes Stadtquartier entwickelt. Dazu gehören das Dorf mit dem Klub, der Eventhalle, dem multimedialen Produktionsgebäude, der Kita und dem Restaurant, sowie dem öffentlichen Marktplatz mit kleinteiligen Gewerbeeinheiten (Handwerk und Kultur) am Spreeufer. Weiterhin ist das Eckwerk Bestandteil - als Hochhaus-Gebäudekomplex mit den Nutzungen: Studentisches Wohnen, Büro- sowie Handelsflächen wird es größter Abnehmer des Quartiers von Energie, aber auch bei der Erzeugung entscheidende Rolle haben. Ein Gasthaus / Hotel ist ebenfalls in Planung.



Abb. 4 Der Holzmarkt – Stadtquartier am Spreeufer

Der Holzmarkt ist aber auch selbst Bestandteil eines hochdynamischen Quartiers in Berlin Mitte. Darstellung siehe Anlage 1

3 Hauptteil

3.1 Lokale Potenziale ermitteln und bewerten - Teilprojekt 1

Mit Beginn des Projektes lag folgende Energievision vor – im Projekt wurden die Komponenten (Ressourcen, Verteilung und Verbrauch) untersucht:

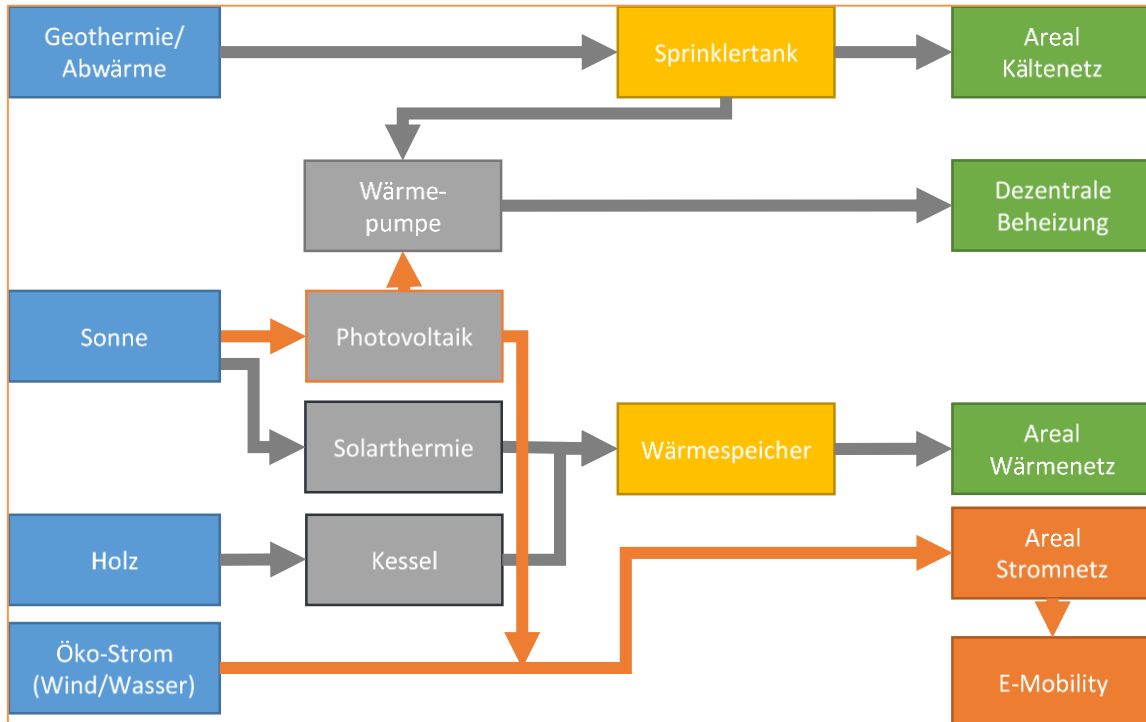
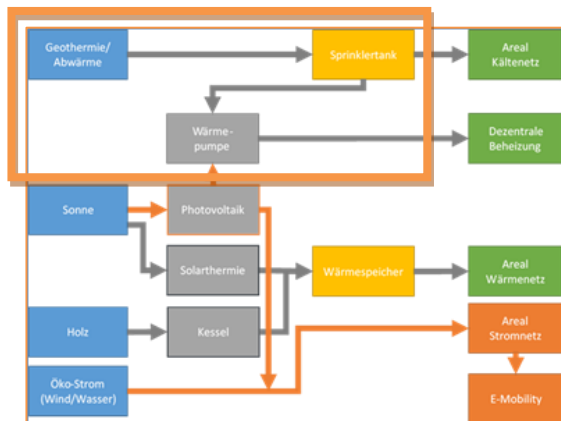


Abb. 5 Ausgangsvision Energiekonzept

Daten	Dorf	Eckwerk	Hotel	Viadukte	Club
Inbetriebnahme	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Bestand	Bestand
Quelle	IWB	WinterIng.	NATAG	Zeschke	Zeschke
Norm-Gebäudeheizlast [kW]	216,8	1122,0	313,0	60,0	20,0
Heizleistung RLT Anlage [kW]	67,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TWW [kW]	40,0	200,0	21,9	0,0	0,0
Gesamtheizleistung [kW]	323,8	1322,0	334,9	60,0	20,0
Betriebsstunden [h/a]	1800	1200	1800	1800	1800
Wärmebedarf total [MWh/a]	582,8	1789,4	754,3	108,0	36,0
Wärmebedarf 70 °C [MWh/a]	582,8	679,0	191,6	108,0	36,0
Wärmebedarf 40 °C [MWh/a]	0,0	1110,4	562,6	0,0	0,0
BHKW [kW]	0,0	150,0	150,0	0,0	0,0
Wärmepumpe [kW]	0,0	1150,0	300,0	0,0	0,0
Spitzenlastkessel [kW]	310,0	150,0	0,0	0,0	0,0
Gesamtheizleistung [kW]	310,0	1450,0	450,0	0,0	0,0
Kälteleistung [kW]	82,0	406,0	150,0	0,0	40,0
Vollaststunden [h/a]	800,0	800,0	800,0	0,0	800,0
Kältebedarf 6 °C [MWh/a]	66	0	120	0	32
Kältebedarf 14 °C [MWh/a]	0	325	0	0	0
Geothermie [kW]	0,0	406,0	0,0	0,0	0,0
Kompressionskälte [kW]	82,0	0,0	0,0	0,0	40,0
Gesamtkälteleistung [kW]	82,0	406,0	0,0	0,0	40,0
Leistungsbedarf [kW]	400,0	993,0	300,0		100,0
Leistungsbedarf [kVA]	692,8	1.720,0	519,6		173,2
Strom Bedarf [MWh]	650,0	1940,2	540,0	40,0	240,0

Abb. 6 Energiebedarfe nach TGA

3.1.1 Erdwärme



3.1.1.1 Geothermie in Berlin

- Oberflächennahe Geothermie: Wärmequelle, Kältequelle, saisonaler Speicher

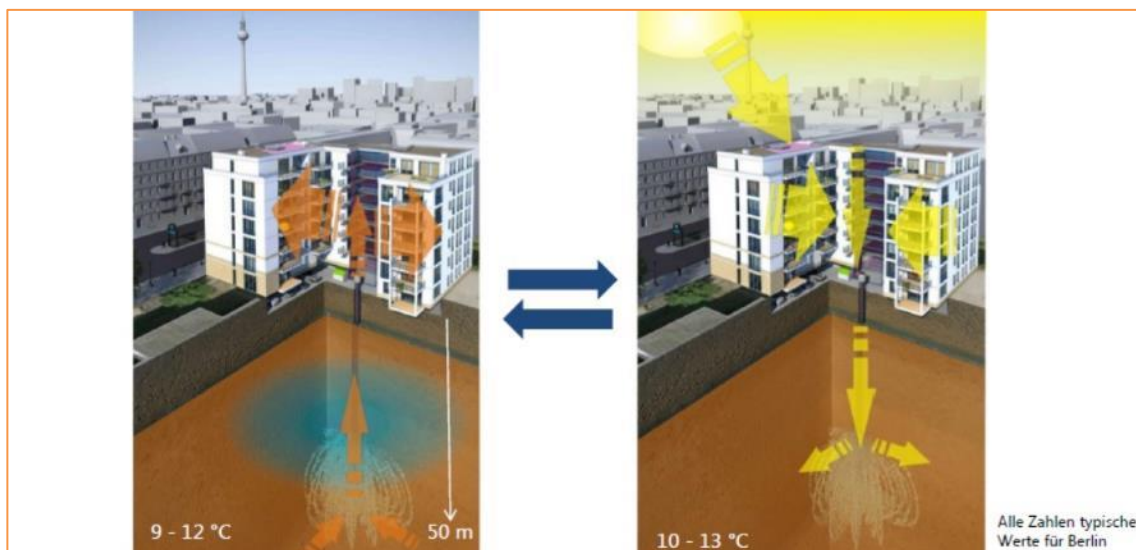


Abb. 7 Geothermie: Winter (Heizmodus) und Sommer (Kühlmodus)

Winter (Heizmodus): Erdsonde entzieht dem Erdboden Wärme, Wärmepumpe erhöht Temperatur auf Heizniveau (> 35 °C)

Sommer (Kühlmodus): Wasser von Erdsonde wird direkt - ohne Wärmepumpe - zur Gebäudekühlung genutzt =>Wärme aus Gebäude und Umwelt wird in den Erdboden abgeführt.

In Tiefen bis einhundert Metern hat der Boden in Berlin ganzjährig eine Temperatur von etwa zehn Grad Celsius. Das Temperaturniveau ist so hoch, da die im Sommer durch Niederschläge und Sonneneinstrahlung zugeführte Wärme in der gewaltigen Masse der Erdkruste gespeichert wird. Darüber hinaus erfährt die oberflächennahe Schicht des Erdbodens Wärmezufuhr vom heißen Erdkern. Diese Erdwärme kann als kostenlose Umweltenergie nutzbar gemacht und zur klimaschonenden und kostenreduzierenden Versorgung der Immobilie eingesetzt werden.

Um die Wärme des Erdbodens zu gewinnen, wird entweder eine Flüssigkeit (Sole) durch Erdleitungen gepumpt, die die Wärme des Untergrunds aufnimmt. Oder es wird Grundwasser gefördert, dem Wärme entzogen wird und das anschließend wieder in den Grundwasserleiter eingeleitet wird. Im Winter wird dem zirkulierenden Medium kontinuierlich Wärme entnommen und der Erdboden kühlt sich allmählich ab.

Im Sommer kann das Prinzip umgekehrt und der Erdboden als Kältequelle genutzt werden. In dieser Jahreszeit wird das relativ kalte Grundwasser oder die Sole dem Gebäude als Kältequelle zur Verfügung gestellt. Durch den Kühlbetrieb im Gebäude wärmt sich das Kühlwasser auf, entzieht dem Gebäude also Wärme, die daraufhin in den Erdboden geführt wird. Im Sommer wärmt sich der Erdboden dadurch kontinuierlich auf, nimmt also wieder Wärmeenergie auf, die in der nächsten Winterperiode genutzt werden kann.

- Der Erdboden als saisonaler Wärmespeicher

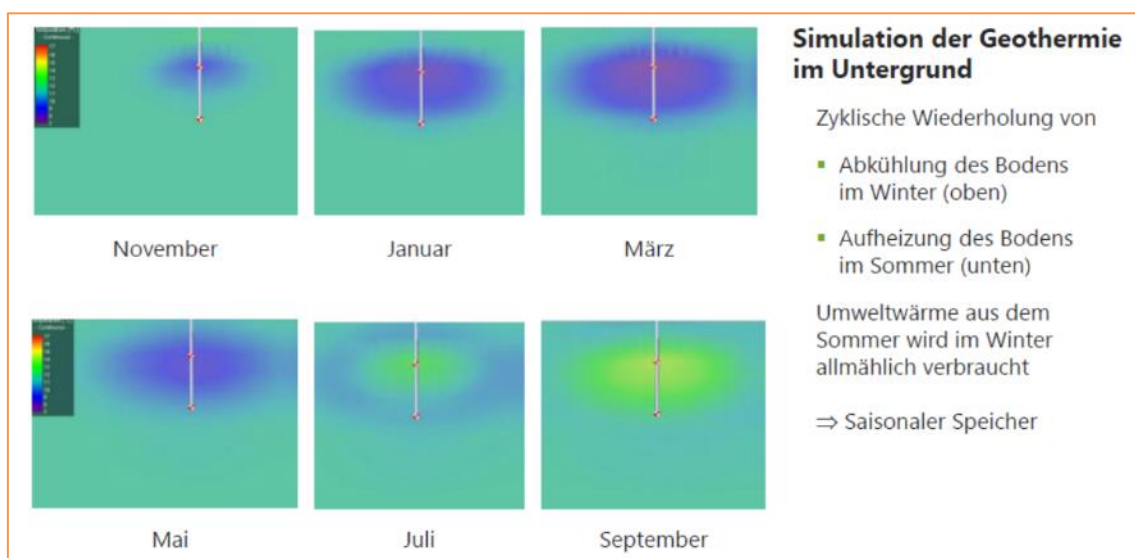


Abb. 8 Simulation der Geothermie im Untergrund

- Simulation der Temperaturentwicklung im Boden bei Betrieb eines Felds von 90 Erdwärmesonden

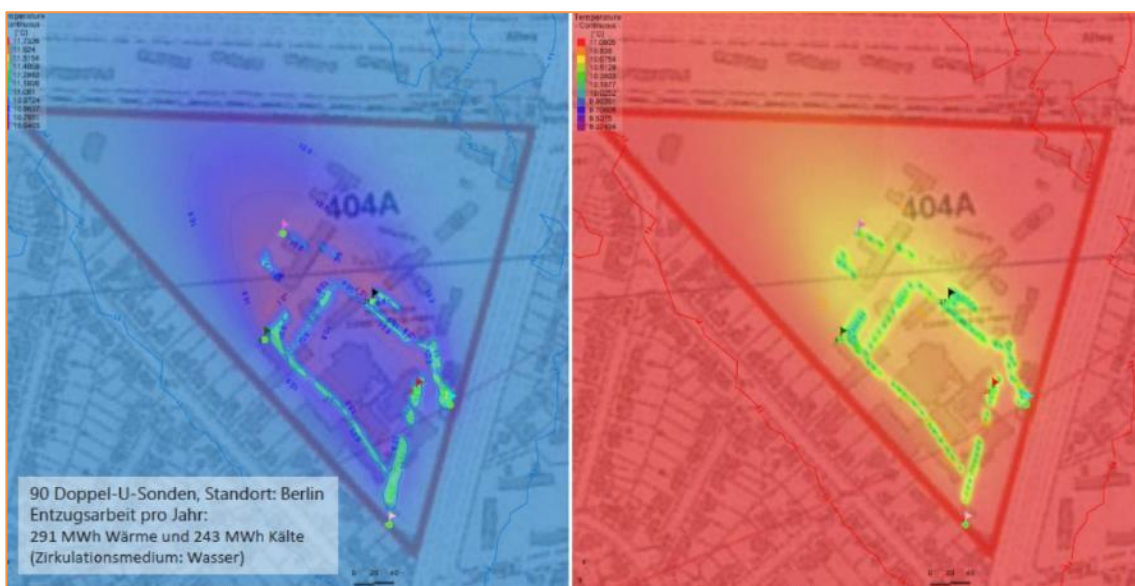


Abb. 9 Temperaturentwicklung nach Ende 29. Kühlperiode und nach Ende der 30 Heizperiode

- Geschlossene und offene Geothermiesysteme

Offenes System: Integralsonde	Geschlossenes System: Erdwärmesonden (EWS)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundwasserzirkulation ▪ Jährliche Temperaturschwankung : $\pm 2\text{K}$ (8 – 12°C) ⇒ Effizienz (JAZ) der Wärmepumpe höher als EWS ⇒ Temperaturniveau stets ausreichend niedrig für Passivkühlung ⇒ Mehr Kühlenergie als EWS ▪ Hohe Toleranz gegenüber Überlastung, vorübergehende Spitzenlasten können bedient werden ⇒ Hohe Kältelast am Mittag kann bedient werden ▪ Platzbedarf: ca. 40 kW pro Bohrloch, Abstand: 25 m ▪ Machbar nur bei geeigneter Geologie ▪ Risiken und vorbeugende Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zu geringer Wasserandrang, Verockerung → Probebohrung und Voruntersuchung des Grundwassers ▪ Auskühlen / Überhitzen während der ersten Betriebsjahre: → Auslegung entsprechend Simulation und Voruntersuchung ▪ Mobilisierung von Schadstoffen (Genehmigungsentzug) → Analyse umgebender Altlastenverdachtsflächen / Abstimmung mit Umweltamt und Wasserbehörde ▪ Baugrundrisiken → Probebohrung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zirkulation eines Wasser-Glycol-Gemischs (Sole) ▪ Jährliche Temperaturschwankung : bis $\pm 8\text{K}$ (2 – 18 °C) ⇒ Geringere Effizienz der Wärmepumpe ⇒ Passivkühlung bei Annäherung an die Maximaltemperatur nicht mehr möglich ▪ Geringe Toleranz gegenüber Überlastung, Auslegeleistung kann nicht überschritten werden ▪ Platzbedarf: ca. 4 kW pro Bohrloch, Abstand: 4-7 m ▪ Machbar an den meisten Standorten ▪ Risiken und vorbeugende Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringe spezifische Entzugsleistung → Thermal Response Test ▪ Auskühlen / Überhitzen während der ersten Betriebsjahre: → Auslegung entsprechend Simulation und Voruntersuchung ▪ Baugrundrisiken → Analyse der Geodaten

Abb. 10 Vergleich Geothermiesysteme – Integralsonde und Erdwärmesonde

Bei Geothermiesystemen stehen verschiedene Technologien zur Verfügung, um Erdwärme zu gewinnen. Je nach geologischen und hydrochemischen Bedingungen am Standort wird die am besten geeignete Methode ausgewählt. Höchste Leistungen und Effizienz sind mit Grundwasseranlagen zu erreichen, insbesondere mit der Integralsonde, die für Entzug und Einleitung von Grundwasser nur ein einzelnes, meistens etwa fünfzig Meter tiefes Bohrloch nutzt. Ist eine Grundwasserlösung nicht möglich, können Felder aus Erdwärmesonden gebaut werden. Eine Erdwärmesonde ist ein geschlossenes System, das kein Wasser mit dem Grundwasser austauscht. Eine Sole zirkuliert durch Schläuche, die in hundert Meter tiefen Bohrlöchern verlegt werden und mit thermisch hochleitendem Zement dauerhaft im Boden eingebaut sind.

- Vergleich der Temperaturschwankung bei den Systemen

Die Temperaturschwankung des bereitgestellten Fluids ist bei Integralsonden geringer als bei Erdwärmesonden.

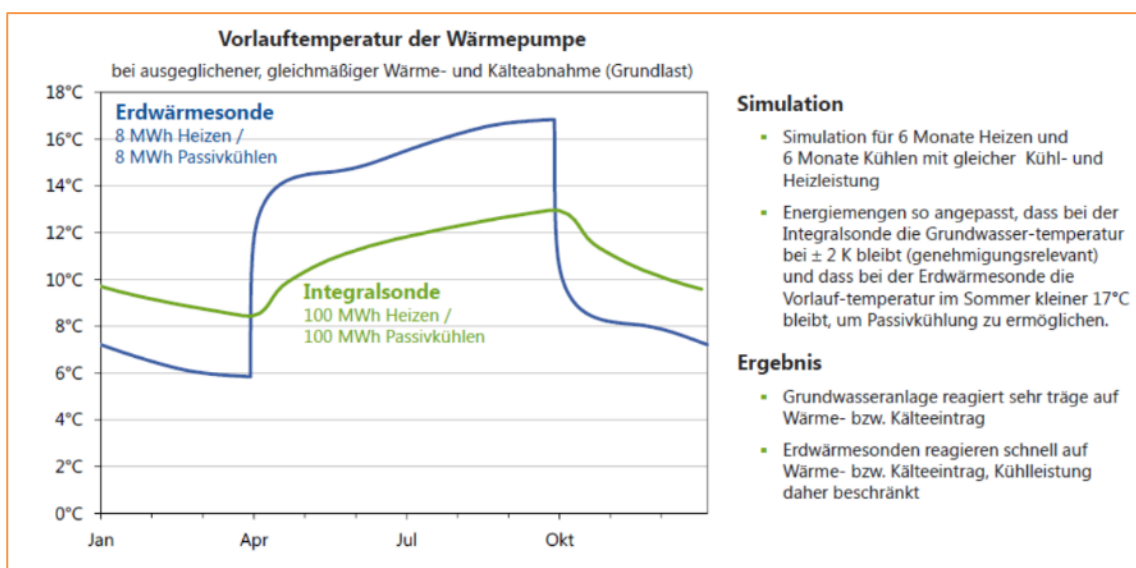
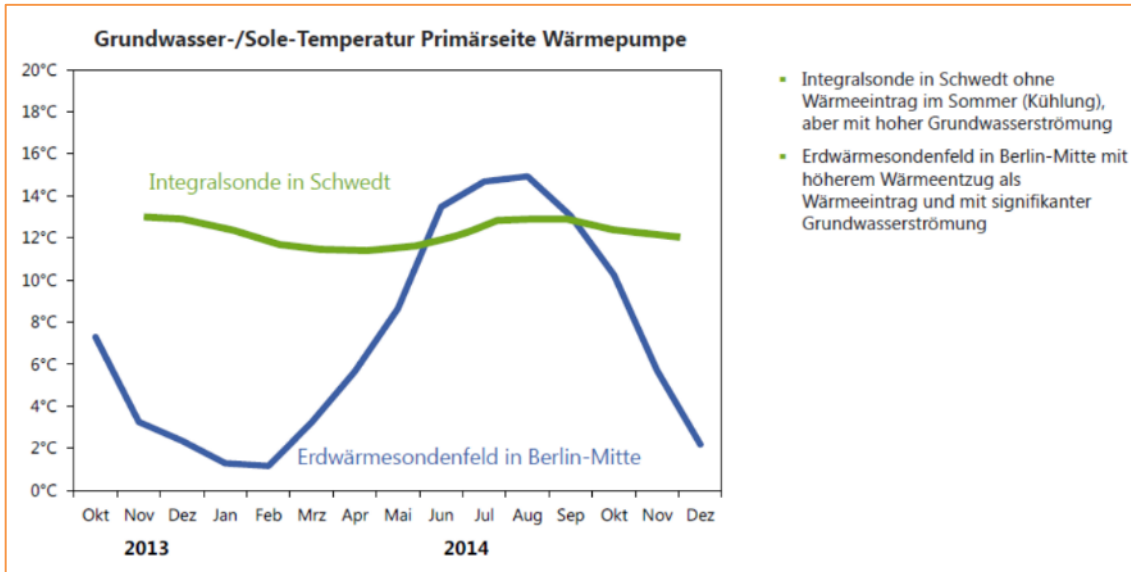


Abb. 11 Vergleich Temperaturschwankung Integralsonde und Erdwärmesonde

- Darstellung Temperaturstabilität der Integralsonde

Messdaten von Geo-En-Anlagen belegen die hohe Temperaturstabilität der Integralsonden.



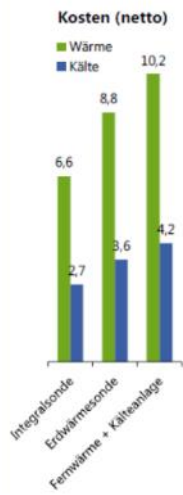
- Integralsonde in Schwedt ohne Wärmeeintrag im Sommer (Kühlung), aber mit hoher Grundwasserströmung
- Erdwärmesondenfeld in Berlin-Mitte mit höherem Wärmeentzug als Wärmeeintrag und mit signifikanter Grundwasserströmung

Abb. 12 Messdaten zur Temperaturstabilität der Integralsonde

- Kostenrechnung

Geothermisch erzeugte Wärme und Kälte rechnet sich gegenüber Fernwärme + Kompressionskälte trotz höherer Anschaffungskosten.

	Integralsonde		Erdwärmesonde		Fernwärme & Kälteanlage	
	Grundlast	Grund- und Spitzenlast	Grundlast	Grund- und Spitzenlast	Grundlast	Grund- und Spitzenlast
Wärme	100 MWh	100 MWh	8 MWh	8,0 MWh	100 MWh	100 MWh
Entzugsleistung	23 kW	40 kW	2 kW	4 kW	23 kW	40 kW
Jährliche Temperaturschwankung Vorlauf Jahresarbeitszahl Heizen (Vorlauf 35°C)	± 2 K 4,5	± 2 K 4,5	± 5 K 4,1	± 8 K 3,6		
Kälte	100 MWh	100 MWh	8 MWh	5,7 MWh	100 MWh	100 MWh
Entzugsleistung	23 kW	100 kW	2 kW	4 kW	23 kW	100 kW
Leistungszahl Kühlen	20	20	20	20	3	3
Anschaffungskosten (netto)	72 T€	84 T€	6,8 T€	8,4 T€	17 T€	29 T€
Sonde	55 T€	55 T€	5,5 T€	5,5 T€	17 T€	29 T€
Wärmepumpe inkl. Primär-Hydraulik (0,55 T€/kW)	17 T€	29 T€	1,3 T€	2,9 T€	0 T€/a	1,8 T€/a
Annuität (20a, 2% Zins) Anschaffungskosten	4,4 T€/a	5,2 T€/a	0,4 T€/a	0,5 T€/a	0,3 T€/a	0,6 T€/a
Wartung (2% des Invest)	1,4 T€/a	1,7 T€/a	0 T€/a	0,2 T€/a		
Wärme-Kosten (netto)	5,9 Ct/kWh	6,6 Ct/kWh	6,9 Ct/kWh	8,8 Ct/kWh	9,7 Ct/kWh	10,2 Ct/kWh
BHKW-Strom (9,0 Ct/kWh)	2,0 Ct/kWh	2,0 Ct/kWh	2,2 Ct/kWh	2,5 Ct/kWh	0,2 Ct/kWh	0,3 Ct/kWh
Wartung (anteilig*)	1,0 Ct/kWh	1,1 Ct/kWh	1,2 Ct/kWh	1,6 Ct/kWh	0,5 Ct/kWh	0,9 Ct/kWh
Annuität (anteilig*)	2,9 Ct/kWh	3,4 Ct/kWh	3,5 Ct/kWh	4,8 Ct/kWh	9,0 Ct/kWh	9,0 Ct/kWh
Fernwärme (9,0 Ct/kWh)					4,0 Ct/kWh	
Kälte-Kosten (netto)	2,4 Ct/kWh	2,7 Ct/kWh	2,8 Ct/kWh	3,6 Ct/kWh	3,7 Ct/kWh	4,2 Ct/kWh
BHKW-Strom (9,0 Ct/kWh)	0,5 Ct/kWh	0,5 Ct/kWh	0,5 Ct/kWh	0,5 Ct/kWh	3,0 Ct/kWh	3,0 Ct/kWh
Wartung (anteilig*)	0,5 Ct/kWh	0,6 Ct/kWh	0,6 Ct/kWh	0,8 Ct/kWh	0,2 Ct/kWh	0,3 Ct/kWh
Annuität (anteilig*)	1,5 Ct/kWh	1,7 Ct/kWh	1,8 Ct/kWh	2,4 Ct/kWh	0,5 Ct/kWh	0,9 Ct/kWh
Primärenergie / Endenergie	25%	25%	27%	33%	59%	59%
Primärenergie (PE-Faktor Strom: 1,8, Fernwärme: 0,57)	49 MWh	49 MWh	4 MWh	5 MWh	117 MWh	117 MWh
Endenergie	200 MWh	200 MWh	16 MWh	14 MWh	200 MWh	200 MWh



* Wartungskosten und Annuität anteilig verteilt auf Wärme (bei Geothermiesystemen doppelt gewichtet) und Kälte

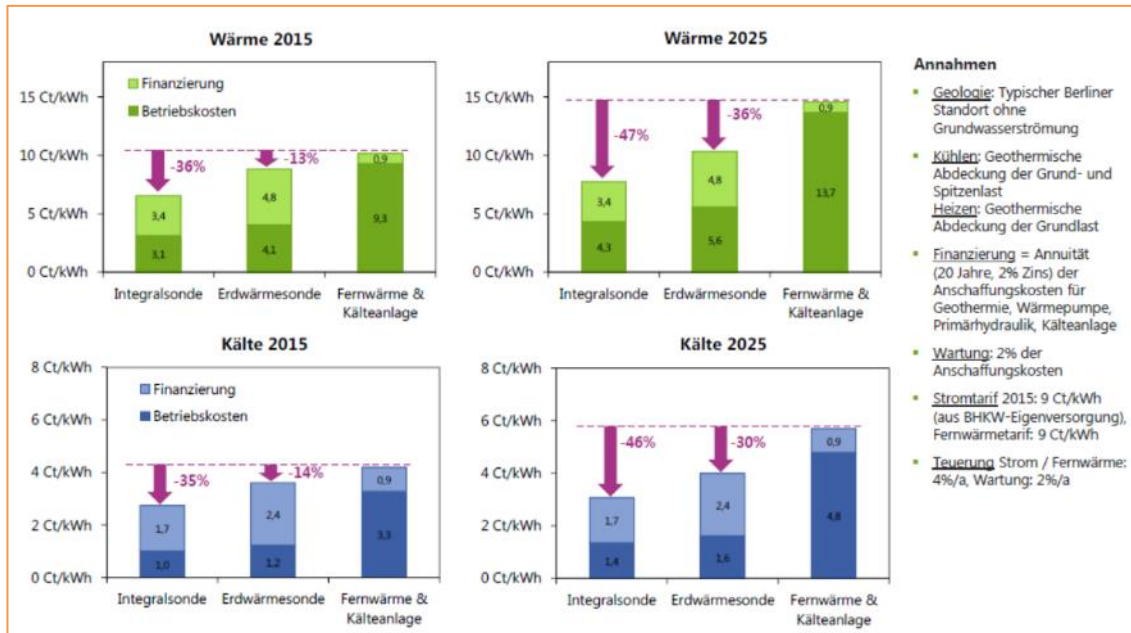


Abb. 13 Kostenrechnung Geo-Wärme-Kälte und Fernwärme-Kompressionskälte

3.1.1.2 Geologie am Holzmarkt

Die **Geo-En Energy Technologies GmbH** hat den Standort an der Holzmarktstraße geologisch vorgeprüft und dafür Daten aus benachbarten Bohrungen und verfügbare Geodaten analysiert. Vorbehaltlich vertiefender Voruntersuchungen hält Geo-En an diesem Standort sowohl eine Grundwasserzirkulationsanlage, als auch ein Sondenfeld für gut machbar. Um die Technologie auszuwählen, muss neben Voruntersuchungen auf dem Grundstück vor allem die Altlastensituation geklärt werden. Grundwasserzirkulationsanlage könnten im Randbereich des Grundstücks außerhalb der Gebäudegrundfläche gebaut werden. Ein Feld von Erdwärmesonden würde voraussichtlich teilweise unter die Fundamentplatte reichen.

Geologischer Hintergrund: Das Grundstück liegt in zentraler Lage des Berliner Urstromtals. Das Urstromtal wird aus mächtigen Sanden aufgebaut, die ideale Bedingungen für die geothermische Nutzung bieten.

Folgender Schichtenaufbau ist an diesem Grundstück voraussichtlich vorzufinden (jeweils bis Meter unter Gelände):

- 39 m gut durchlässige Sande mit möglicherweise geringmächtigen (> 1 m) Toneinlagerungen in 17 m und 22 m Tiefe, Quartär
- 50 m Feinsande, Tertiär
- 69 m Wechselfolge Schluffe/Kohleflöze, Tertiär
- 90 m Feinsande, Tertiär
- >90 m Rupelton, Tertiär

Die Eisenkonzentration muss durch eine Analyse einer Grundwasserprobe aus dem interessierenden Teufenbereich (oberer Grundwasserleiter zwischen 23 und 39 m Tiefe) geklärt werden, da das realisierte Objekt in der Warschauer Straße zu weit von der Holzmarktstraße entfernt liegt, um eine genaue Aussage treffen zu können. Behördlicherseits wird wahrscheinlich die Analyse einer Grundwasserprobe auf unterschiedliche Schadstoffe gefordert werden.

Die unbeeinflusste Grundwassertemperatur ist mit 12,5 – 13,5° C (in 40 m Tiefe) vergleichsweise hoch und muss bei der beabsichtigten Gebäudekühlungskonzeption berücksichtigt werden. Der Flurabstand kann mit 3-4 m angegeben werden.

Genehmigungspflichtige Geo-En Integralsonden könnten in den gut durchlässigen Sanden im Bereich zwischen 22,6 bis 39 m Tiefe unter Gelände mit Filtern ausgebaut werden. Für die Bohrsatzpunkte könnte ein schmaler Streifen außerhalb der Bebauungsfläche in Betracht gezogen werden. Die mögliche Anzahl der Integralsonden ist abhängig von dem erforderlichen Mindestabstand zwischen den einzelnen Integralsonden und muss durch eine thermodynamische Simulation festgestellt werden.

Entsprechend einer Pumprate von $11 \text{ m}^3/\text{h}$ kann für eine Integralsonde eine Netto-Leistung von ca. 38 kW angesetzt werden.

Erdwärmesonden könnten wahrscheinlich nur bis 90 m Tiefe errichtet werden (Beginn Rupeltonschicht). Erdwärmesonden können als Sondenfeld mit Abständen von ca. 6 m innerhalb eines Gebäudegrundrisses unterhalb der Gründungsplatte positioniert werden. Durch eine Simulation der Erdwärmesondenanlage muss im Vorfeld sichergestellt sein, dass durch die Platzierungen von Integralsonden und Erdwärmesonden kein thermischer Kurzschluss durch den natürlichen Grundwasserstrom entsteht. Der Durchschnittswert der Netto-Leistung beim Sondenfeld wird voraussichtlich 2,5 kW bei 2.000 h Betrieb betragen.

Es ist im Vorfeld dringend angeraten eine Probebohrung im Spülbohrverfahren mit einem anschließenden Geothermal-Response-Test durchzuführen, um exakte aussagekräftige Daten bzgl. Wärmeleistung zu erhalten. Die als Probebohrung durchgeführte Bohrung kann später als Doppel-U-Sonde für die Bereitstellung von Wärme/Kälte genutzt werden.

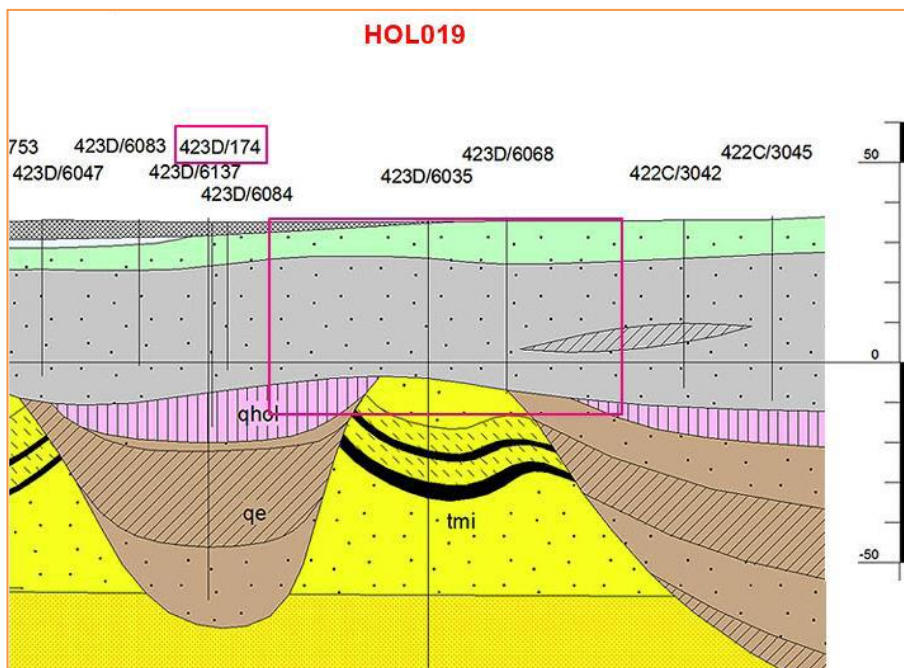


Abb. 14 Geologischer Profilschnitt für den Standort

Ein **Bodengutachten der IUP Ingenieure** beschreibt den geologischen Rahmen wie folgt: Regionalgeologisch zählt das Umfeld des Untersuchungsgebietes zum südlichen Teil des pleistozänen nordeuropäischen Vereisungsgebietes. Morphologisch wird der Bereich durch mehrere WNWESE-streichende Urstromtäler mit zahlreichen Platten und Niederungen des Jungmoränengebietes geprägt. Der Bereich der Holzmarktstraße selbst liegt im Warschau-Berliner-Urstromtal, zwischen der Barnim-Hochfläche im NE und der Teltow-Hochfläche im SW. Geologisch sind auf den Hochflächen im Hangenden Geschiebelehm und Geschiebemergel (Mächtigkeit im Mittel bei ca. 4,8 m) bzw. Sand und Kies der letzten Eiszeit (Weichsel-Eiszeit) zu erwarten. Weiter im Liegenden stehen die Geschiebemergel sowie Sande und Kiese der Saale-Eiszeit an. Im Gegensatz zu den Hochflächen ist in den Urstromtälern kaum mit bindigen Sedimenten zu rechnen, die Sedimentfüllung der Urstromtäler besteht überwiegend aus jüngeren fein- bis grobkörnigen Sanden (Talsande). Diese Ablagerungen im Berliner Urstromtal stammen weitestgehend aus der Weichsel-Kaltzeit, während im Holozän auch Moorbildungen und Mudden zu verzeichnen sind, zumal das untersuchte Grundstück im Bereich eines Altwasserlaufes der Spree liegt. Im Liegenden der pleistozänen Schichten, die bis zu 200 m mächtig werden können, folgt dann das Tertiär mit in Sanden und Kiesen eingebetteten Braunkohlen im Miozän sowie auch bindigeren Sedimenten im Oligozän. Im Bereich tieferreichender Erosionsrinnen kann das Tertiär komplett ausgeräumt sein, so dass hier direkt mesozoische Sedimente anstehen.

Zur Aufklärung der Bodenbelastungssituation erfolgte eine vollständige LAGA-Analytik. Im Ergebnis zeigten die Proben für die Parameter PAK, Zink und Quecksilber Schadstoffgehalte, die eine abfallrechtliche Einstufung des Bodenaushubs als gefährlichen Abfall erwarten lassen. Zur orientierenden Klärung möglicher Entsorgungs- bzw. Verwertungsmöglichkeiten wurden zusätzlich Analysen hinsichtlich der Deponierung und der Bodenwäsche durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass teilweise eine Deponierung und teilweise eine Bodenwäsche möglich ist. Die Ergebnisse der orientierenden Einstufung lassen kein Erfordernis einer thermischen Abfallbehandlung erwarten.

Geotechnische Proben und Laborversuche bis zu einer Tiefe von 25 m (für die Gründung in Auftrag gegeben) bestätigen bis zu dieser Tiefe den von Geo-En angenommenen Schichtenverlauf (Schicht 1) - *39 m gut durchlässige Sande mit möglicherweise geringmächtigen (> 1 m) Toneinlagerungen in 17 m und 22 m Tiefe, Quartär*

- Die oberflächennahe Schicht bildet die vorwiegend sandig-kiesige Auffüllung.
- Unterhalb der Auffüllung folgen bereichsweise Torfe.
- Unterhalb der Auffüllung bzw. der Torfe stehen bis zur Bohrendtiefe Sande an.

Auffüllung (Schicht 1)

Unter einer max. 0,30 m mächtigen Oberflächenbefestigung aus Beton (bzw. Asphalt in KRB 75), stehen bis in eine Tiefe von min. 1,1 m u. GOK (KRB 36) und max. 5,5 m u. GOK (KRB 73) anthropogene Auffüllungen an. In der KRB 71 und 75 besteht die Auffüllung durchgängig aus sandigkiesigen Bauschuttresten bzw. Bauschutt. In den anderen KRB wurde zwischen den Auffüllungen ein aufgefüllter Torf erbohrt. Die Auffüllung ist hauptsächlich als kiesiger Sand, mit teils schluffigen Anteilen ausgeprägt und beinhaltet Beimengungen von Bauschutt, Schlacke und Ziegelbruch.

Torf (Schicht 2) Unterhalb der Auffüllung steht zumeist entlang der Spree in den KRB 72, 72a, 73 und 74 ein schwach sandiger, dunkelbrauner, nasser und überwiegend nur leicht zersetzter Torf an. In der KRB 74 ist der Torf durch eine 0,5 m mächtige, stark organische Sandlage unterbrochen. Die Mächtigkeit des Torfes variiert zwischen 1,0 m (KRB 73) und 1,5 m (KRB 72) und beträgt durchschnittlich ca. 1,3 m. Der Glühverlust des Torfes liegt zwischen ca. 34,72 % und 65,45% (vgl. Kap. 3.3). Der Torf wird in den Drucksondierungen nahezu durchgängig mit einem geringen Spitzenwiderstand von $q_c \sim 2,0 \text{ MN/m}^2$ abgebildet.

Sand (Schicht 3) Unterhalb der Auffüllung ab max. 3,4 m u. GOK (KRB 77) bzw. der Torfe ab max. 6,8 m u. GOK (KRB 74) bis zur jeweiligen Endteufe stehen pleistozäne Sande an, die hier vorwiegend als Mittelsande ausgebildet sind, die unterschiedlichen Anteile an Feinsand, Grobsand und vereinzelt Kies enthalten. Hauptsächlich sind die Sande als feinsandige, schwach grobsandige Mittelsande anzusprechen.

Die Ergebnisse der Drucksondierungen (CPT) zeigen für den Sand erst ab einer Tiefe von durchschnittlich grob ca. 7,5 m u. GOK eine mitteldichte Lagerung mit Spitzenwiderständen $q_c > 7,5 \text{ MN/m}^2$. Teilweise nimmt die Lagerungsdichte auch in größeren Tiefen nochmals auf eine nur lockere Lagerung mit Spitzendrücken $q_c < 7,5 \text{ MN/m}^2$ ab, was evtl. auf das Auftreten von vermutlich geringmächtigen ($< 1 \text{ m}$) Weichschichten zurückgeführt werden kann. Teilweise liegen auch dichte Lagerungsverhältnisse ($q_c \geq 15 \text{ MN/m}^2$) vor.

Dafür ergeben sich folgende bodenmechanische Kennwerte und Eigenschaften. Anhand der fachtechnischen Ansprache der Bodenarten im Gelände, der Erfahrung der IUP Ingenieure mit geologisch und bodenmechanisch gleichwertigen Böden können den erwähnten Schichten die im folgenden dargestellten bodenmechanischen Kennwerte zugeordnet werden. Es handelt sich hierbei um Rechenwerte (cal').

Auffüllung (Schicht 1)			
Geologische Bezeichnung	Auffüllung (RC-Material, Bauschutt, Torf, Schlacke, Sand)		
Bodengruppe (DIN 18 196)	[SE], [SU], [SW] ([HN], [HZ])		
Bodenklasse (DIN 18 300)	3-5 (2)		
Wichte, erdfeucht	cal γ =	17 – 20 (11 – 13)	kN/m ³
Wichte, unter Auftrieb	cal γ' =	9,5 – 12 (1 – 3)	kN/m ³
Reibungswinkel	cal φ' =	30° - 35° (15°)	
Kohäsion	cal c' =	0 (2)	kN/m ²
Steifemodul (nachverdichtet)	cal E_s =	15 – 80 (1 – 2)	kN/m ²
Torfe (Schicht 2)			
Bodengruppe (DIN 18 196)	HZ, HN		
Bodenklasse (DIN 18 300)	2		
Wichte, erdfeucht	cal γ =	11,0 - 13,0	kN/m ³
Wichte, unter Auftrieb	cal γ' =	1,0 - 3,0	kN/m ³
Reibungswinkel	cal φ' =	15,0°	
Kohäsion	cal c' =	2 - 5	kN/m ²
Steifemodul	cal E_s =	1 - 2	MN/m ²
Sande (Schicht 3)			
Geologische Bezeichnung	Fluviatile Sande, pleistozän (Drenthe-/ Weichsel-Stadium)		
Bodengruppe (DIN 18 196)	SE, SW		
Bodenklasse (DIN 18 300)	3		
Wichte, erdfeucht	cal γ =	17,0 – 19,0	kN/m ³
Wichte, unter Auftrieb	cal γ' =	9,5 – 11,0	kN/m ³
Reibungswinkel	cal φ' =	30,0° - 35,0°	
Kohäsion	cal c' =	0	kN/m ²
Steifemodul	cal E_s =	40 - 80	MN/m ²

Abb. 15 Bodenmechanische Kennwerte und Eigenschaften der Schichten 1-3 bis 25 m Tiefe

Hydrographisch wird das Untersuchungsgebiet von der Spree geprägt, die als lokale Vorflut für das Grundstück anzusprechen ist. Vor diesem Hintergrund sind im Untersuchungsgebiet nach W gerichtete Grundwasserfließrichtungen zu erwarten. Allerdings sind auch Fließrichtungen nach N beschrieben worden. Der Flusslauf der Spree wurde begradigt und schiffbar gemacht. In früherer Zeit existierten im Bereich der Liegenschaft zahlreiche Altwasserläufe. Die mächtigen Talsande, aufgrund von Erosion ohne nennenswerte bindige Anteile, stellen einen Grundwasserleiter dar, der im Liegenden mit dem Schluff der Holstein-Sedimente als erster intakter Grundwasserstauer begrenzt wird. Somit handelt es sich um einen ungeschützten Grundwasserleiter. Die Höhe der Grundwasseroberfläche entspricht dem hydrostatischen Druck (ungespannt). Es ist also davon auszugehen, dass auch hier signifikante Strömungen auftreten.

3.1.1.3 Notwendige Wärmepumpen

Lagebedingt ist also ein zwingender Einsatz von Wärmepumpen erforderlich, die die Vorlauftemperaturen signifikant erhöhen müssen. Für die verfügbare Quellenleistung der Geothermie kommt entweder eine HHR 520 oder HHR720 in Frage, wobei es sich hierbei nur um eine grobe Auslegung handelt und mit Hilfe eines Frequenzumformers für einen Kompressor noch eine genauere Leistungsanpassung erfolgen kann.

Maschinentyp	HHR 720-4(345)-IHE	HHR 720-4(345)-IHE	HHR 520-3(345)-IHE	HHR 520-3(345)-IHE
Verdichteranzahl	4	4	3	3
Spannung/Frequenz	3~/380-420 V/50 Hz	3~/380-420 V/50 Hz	3~/380-420 V/50 Hz	3~/380-420 V/50 Hz
max. Betriebsstrom	363,6 A	363,6 A	272,7 A	272,7 A
max. Leistungsaufnahme	212,4 kW	212,4 kW	159,3 kW	159,3 kW
Anlaufstrom Teilwindung/Direkt	561,7/646,7 A	561,7/646,7 A	470,8/555,8 A	470,8/555,8 A
Abmessungen / Gewicht				
Länge	5500 mm	5500 mm	4250 mm	4250 mm
Breite	1500 mm	1500 mm	1200 mm	1200 mm
Höhe	2400 mm	2400 mm	2200 mm	2200 mm
Leergewicht, ca.	4900 kg	4900 kg	4200 kg	4200 kg
Betriebsgewicht, ca.	5050 kg	5050 kg	4350 kg	4350 kg
Betriebspunkt	1	1	1	1
Gaskühler				
Heizleistung	558,8 kW	620,6 kW	396,4 kW	440,2 kW
Eintrittstemperatur	35,0 °C	28,0 °C	35,0 °C	28,0 °C
Austrittstemperatur	70,0 °C	40,0 °C	70,0 °C	40,0 °C
Volumenstrom	13,7 m ³ /h	44,4 m ³ /h	9,7 m ³ /h	31,5 m ³ /h
Verdampfer				
Kälteleistung	396,9 kW	482,7 kW	276,2 kW	335,9 kW
Eintrittstemperatur	11,0 °C	11,0 °C	11,0 °C	11,0 °C
Austrittstemperatur	6,0 °C	6,0 °C	6,0 °C	6,0 °C
Volumenstrom	68,2 m ³ /h	82,9 m ³ /h	47,5 m ³ /h	57,7 m ³ /h
elektr. Leistungsaufnahme	167,3	146,4	125,3	109,6
COP Heizen	3,3	4,2	3,2	4,0
COP Kühlen	2,4	3,3	2,2	3,1
COP Wärme-Kälte-Kopplung	5,7	7,5	5,4	7,1

3.1.1.4 Vergleich Integralsonden und Erdwärmesonden

	Geothermie offen – Integralsonden, Saug-Schluck Brunnen, direkte Nutzung	Geothermie geschlossen – Erdwärmesonden, Doppel U Sonden, indirekte Nutzung
schematische Darstellung einer möglichen Anordnung		
Entzugsleistung in kW	304	315
Wärmepumpenleistung in kW	405	420
Bohrtiefe	40	90
Anzahl Bohrlöcher	8	bis 100
Kosten Bohrloch in Euro	55.000	5.500
Kosten gesamt in Euro	440.000	550.000
Risiken	<ul style="list-style-type: none"> a) Verockerung, zu geringer Wasserandrang b) Auskühlen / Überhitzen während der ersten Betriebsjahre c) Mobilisierung von Schadstoffen -nachträgliche Stilllegung, wenn es zu Altlastenmobilisierung kommt d) Baugrundrisiken 	<ul style="list-style-type: none"> a) geringe spezifische Entzugsleistung b) Auskühlen / Überhitzen während der ersten Betriebsjahre c) Baugrundrisiken
mögliche vorbereitende Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> a) Probebohrung und Voruntersuchung des Grundwassers b) Auslegung entsprechend Simulation und Voruntersuchung c) Analyse umgebender Altlastenverdachtsflächen, Abstimmung mit Umweltamt und Wasserbehörde d) Probebohrung 	<ul style="list-style-type: none"> a) Thermal Response Test b) Auslegung entsprechend Simulation und Voruntersuchung c) Analyse der Geodaten

3.1.1.5 Geothermie: Pro und Contra

Pro	Contra
<ul style="list-style-type: none"> - steht dauerhaft zur Verfügung - gute CO₂-Bilanz - unabhängig von fossilen Ressource - Flexibilität (Wärme / Kälte Erzeugung) 	<ul style="list-style-type: none"> - aufwändige Vorbereitung - hohe Investitionskosten - lagebedingt, zwingender Einsatz von Wärmepumpen, die die Vorlauftemperaturen signifikant erhöhen müssen (Effizienz der Pumpen) - kann den Wärmebedarf nicht allein decken - festgestellte Bodenbelastungssituation

3.1.1.6 Schlitzwände Trogbau

Sofern erkannt wird, dass auf Grund der geplanten Tiefe der Baugrube ein Eingriff in das Grundwasser erforderlich wird, und eine Grundwasserabsenkung nicht zulassungsfähig ist, muss die Gründung in einer weitestgehend wasserundurchlässigen Trogbaugrube (Wand / Sohle-Methode) geplant werden.

Zum Erkundungszeitpunkt wurde der Grundwasserspiegel auf dem Gelände bei ca. 2,70 m (KRB 71, 72, 72a und 73) bis 4,20 m u. GOK (KRB 73) angeschnitten und nach Bohrende zwischen ca. 2,70 m (KRB 72, 72a) bis 4,10m u. GOK (KRB 74) eingemessen.

Eine generelle Grundwasserfließrichtung im Baufeld kann aus den vorliegenden Grundwasserständen nicht eindeutig abgeleitet werden.

Es ist davon auszugehen, dass für alle Maßnahmen, bei denen die Errichtung von mehr als einem Tiefgeschoss (Eckwerk = 2 Tiefgeschosse) vorgesehen ist, generell eine Troglösung erforderlich wird. Nur so ist von vornherein zu vermeiden, dass in einem weiten Umkreis Grundwasserstandsänderungen hervorgerufen werden, die möglicherweise zu Schäden an benachbarter Altbausubstanz oder der Vegetation und zu Verschleppungen von Altlasten führen können. Trogbaugruben können mit einer natürlichen Sohldichtung oder mit unterschiedlichen Baugrubenwandarten (Schlitzwände, überschnittene Bohrpfahlwände, Spundwände) und Sohldichtungssystemen (Unterwasserbetonsohle, Düsenstrahlsohle, Zement- und Feinstzementinjektionssohle, Weichgelsohle) ausgeführt werden.



Abb. 16 Trogbau

Übertragungsfläche	Entzugsleistung	Einheit
Schlitzwand trocken Boden	25-30	W/m ²
Schlitzwände im Grundwasserfluß	40-45	W/m ²
Erdsonde trockener Boden	33-38	W/m ²
Erdsonden im Grundwasserfluß	80-100	W/m ²

Abb. 17 Vergleich Schlitzwände

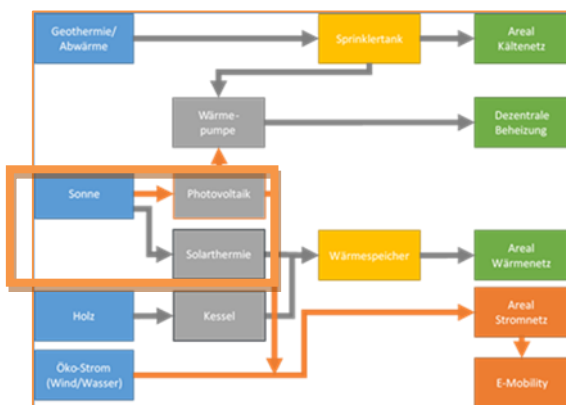
Die Schlitzwände des Trogbaus sollen thermisch genutzt werden. Zur Verfügung stehen ca. 3.000 m² Fläche mit einer Entzugsleistung von ca. 100 kW und einer Wärmepumpenleistung von ca. 130 kW.

In der Kombination von Schlitzwänden und einer der anderen Technologien (Integralsonde oder Erdwärmesonde) ergeben sich bei 3.000 Vollbetriebsstunden eine Wärmeerzeugung von ca. 1.515 MWh.

Die Wassertanks der Sprinkleranlage im Eckwerk werden als Speicher in das Energiekonzept integriert werden. Somit wird im Verbund mit der Geothermie eine besonders effiziente Kühlung und Beheizung ermöglicht. Zudem kann im Speicher auch Abwärme von Großverbrauchern wie dem Rechenzentrum zwischengespeichert werden und dadurch zur Steigerung der Wirkungsgrade der Beheizung beitragen. Nutzbar sind hierfür 250 m³ Sprinklerspeicher als Puffer für Niedertemperaturwärme (35 °C) und 40 m³ Pufferspeicher für Temperaturen > 70 °C.

Auf dem Gelände der benachbarten Wasserbetriebe sollte die Wärme des Abwassers zur Energiegewinnung genutzt werden. Zwei Möglichkeiten wurden untersucht. Bei Variante 1 wird das Abwasser durch einen neu installierten Wärmetauscher geleitet. Variante 2 sieht vor Wärmetauscherplatten über eine Länge von ca. 450m in die bereits vorhandene Sole zu installieren. Beide betrachteten Möglichkeiten werden jedoch wirtschaftlich als fragwürdig eingestuft.

3.1.2 Sonnenenergie



3.1.2.1 Solarthermie auf den Dächern des Eckwerkes

Die Solarkollektoren können auf den Dächern der Eckwerk-Türme installiert werden. Es sind zwei Anwendungsgebiete für die erzeugte Wärme vorhanden. Im Winter kann die Geothermie unterstützt werden. Im Sommer hingegen kann die gewonnene Wärme genutzt werden, um die Geothermie zu speisen/laden. Die vorhandenen Dachflächen betragen ca. 2.700 m². Um die Plätze an der Sonne konkurrieren Urban Gardening (überwiegender Teil der Fläche), Photovoltaik (ca.150 m²) und die Solarthermie (ca. 200 m²).

3.1.2.2 Report zu einer Kollektoranlage (nur Warmwasser)

Vorgaben:

- Heizleistung 1,65 MW
- Heizwärmebedarf 2.382 MWh
- WW-Wärmebedarf 992 MWh
- beheizte Fläche 35.000 m²
- Berlin, Längengrad: 13,387°, Breitengrad: 52,516°, Höhe ü.M.:35 m

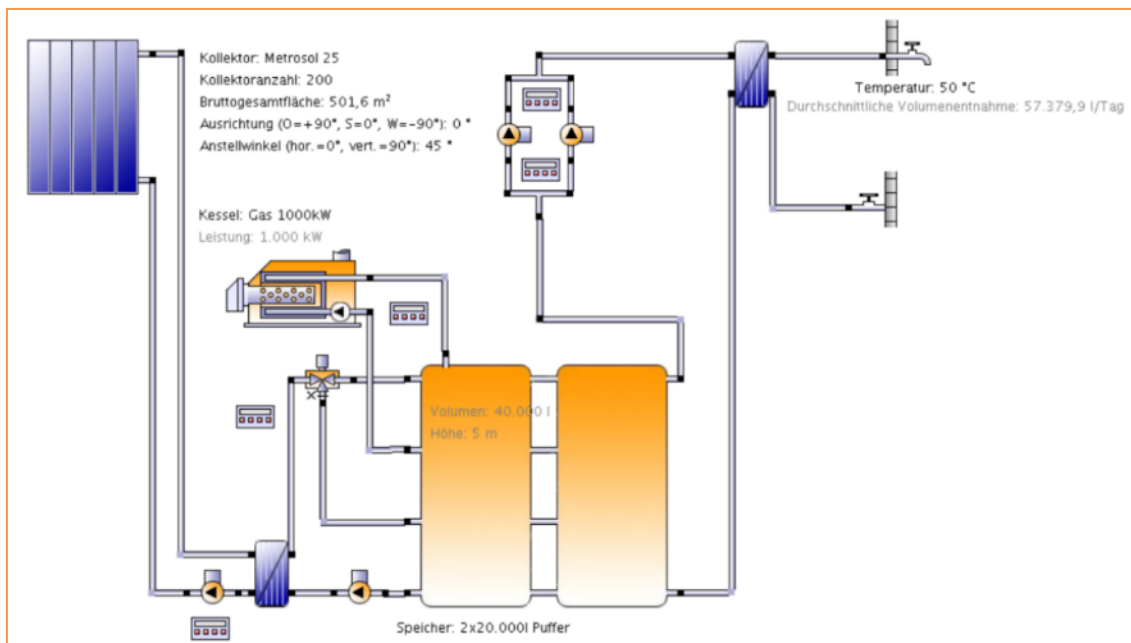


Abb. 18 Darstellung einer Kollektoranlage (nur Warmwasser)

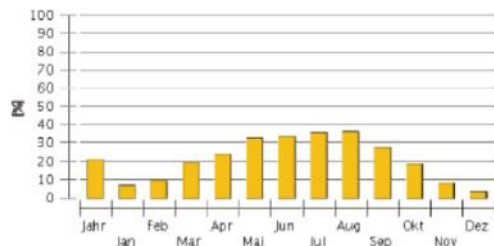
Systemübersicht (Jahreswerte)

Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]	962.557,7 kWh
Gesamter Energieverbrauch [Quse]	1.077.127,4 kWh
Systemeffizienz [(Quse+Einv) / (Eaux+Epar)]	1,12
Komfortanforderungen	Energiebedarf ist gedeckt

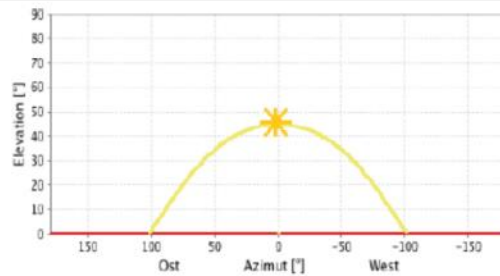
Übersicht Solarthermie (Jahreswerte)

Kollektorfläche	501,6 m ²
Solarer Deckungsgrad gesamt	21%
Gesamter Kollektorfeldertrag	228.501,2 kWh
Kollektorfeldertrag bzgl. Bruttofläche	455,5 kWh/m ² /Jahr
Kollektorfeldertrag bzgl. Aperturfläche	486,6 kWh/m ² /Jahr
Max. Brennstoffeinsparung (VDI 6002)	24.180 m ³ (gas): [Erdgas H]
Max. Energieeinsparung (VDI 6002)	253.890,2 kWh
Max. vermiedene CO ₂ -Emission	58.797,9 kg

Solarer Deckungsgrad: Anteil Solarenergie an das System [SFn]



Horizontlinie



Meteodaten-Übersicht

Mittlere Aussentemperatur	9,3 °C
Globalstrahlung, Jahressumme	1.020,5 kWh/m ²
Diffusstrahlung, Jahressumme	527,1 kWh/m ²

Komponentenübersicht (Jahreswerte)

Kessel 2		Gas 1000kW	
Leistung	kW		1.000
Gesamtnutzungsgrad	%		89,4
Energie vom/zum System [Qaux]	kWh		860.442,6
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Eaux]	kWh		962.247,7
Brennstoffbedarf des Nachheizkessels [Baux]	m ³ (gas)		91.642,6
Energieeinsparung Solarthermie	kWh		253.890,2
CO2 Einsparung Solarthermie	kg		58.797,9
Brennstoffeinsparung Solarthermie	m ³ (gas)		24.180
Kollektor Kollektorfeld		Metrosol 25	
Datenquelle			TÜV
Kollektoranzahl			200
Parallele Abschnitte			4
Bruttogesamtfläche	m ²		501,6
Gesamte Aperturfläche	m ²		469,6
Gesamte Absorberfläche	m ²		469,6
Anstellwinkel (hor.=0°, vert.=90°)	°		45
Ausrichtung (O=+90°, S=0°, W=-90°)	°		0
Kollektorfeldertrag [Qsol]	kWh		228.501,2
Einstrahlung in Kollektorebene [Esol]	kWh		561.245,9
Kollektorwirkungsgrad [Qsol / Esol]	%		40,7
Direktstrahlung nach IAM	kWh		274.595
Diffusstrahlung nach IAM	kWh		224.324,8
Warmwasserbedarf		Tagesspitzen	
Volumenentnahme/Tagesverbrauch	l/d		57.380,8
Solltemperatur	°C		50
Energiebedarf [Qdem]	kWh		991.687,4
Externer Wärmetauscher Solarkreis		riesig	
Übertragungskapazität	W/K		30.000

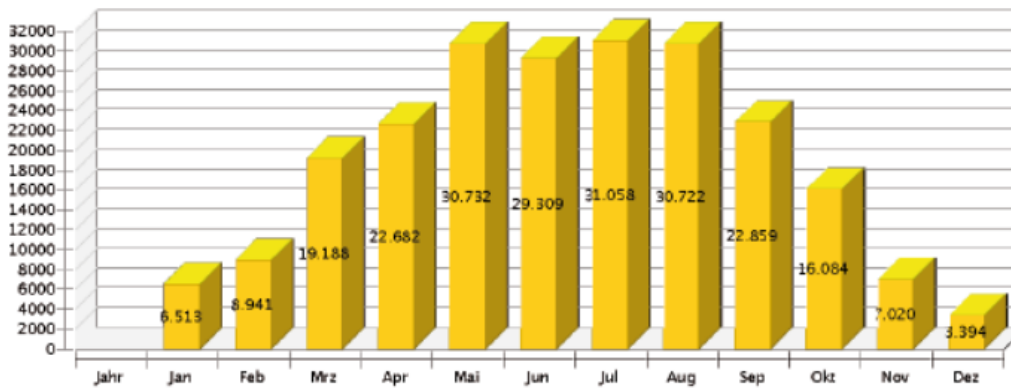
Externer Wärmetauscher Trinkwasser	gross	
Übertragungskapazität	W/K	17.000
Pumpe Transfer-Kreislauf	Eco, mittel	
Kreislauf-Druckverlust	bar	2,03
Durchsatz	l/h	3.141,5
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	39,1
Pumpe Solarkreis	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	9,429
Durchsatz	l/h	3.344,8
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	97,7
Pumpe Trinkwasser	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	0,57
Durchsatz	l/h	2.315,2
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	171,7
Pumpe Trinkwasser	Eco, gross	
Kreislauf-Druckverlust	bar	0,136
Durchsatz	l/h	3,5
Brennstoff- und Strom-Verbrauch [Epar]	kWh	1,5
Speicher Pufferspeicher	2x20.000l Puffer	
Volumen	l	40.000
Höhe	m	5
Material		Stahl
Wärmedämmung		PU hart
Dämmungs-Dicke	mm	150
Wärmeverlust	kWh	4.424,3
Anschlussverluste	kWh	333,3

Kreislauf

Solarkreislauf		
Fluidmischung		Propylenmischung
Fluidkonzentration	%	33,3
Volumen des Fluidbereichs	l	480,8
Druck am obersten Punkt im Kreislauf	bar	4

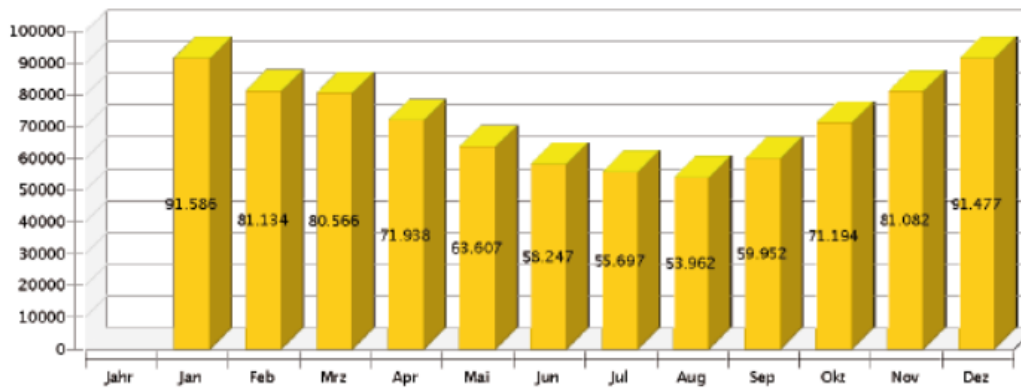
Solarthermische Energie an das System [Qsol]

kWh



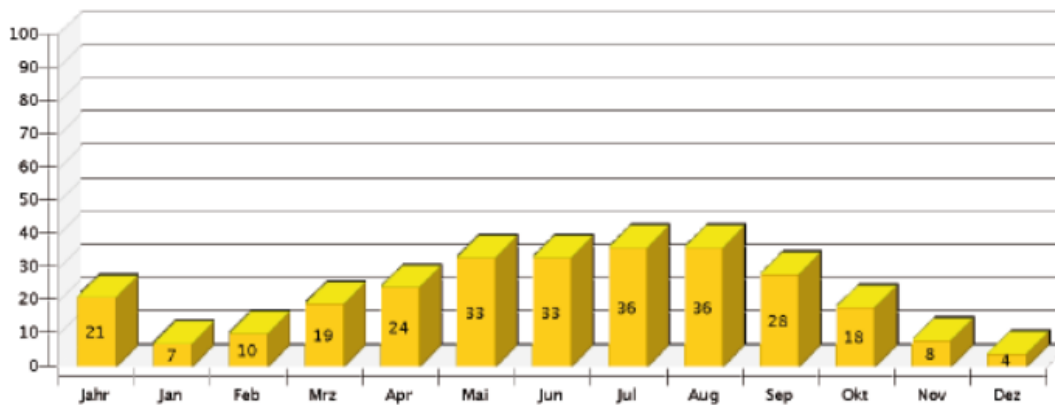
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]

kWh



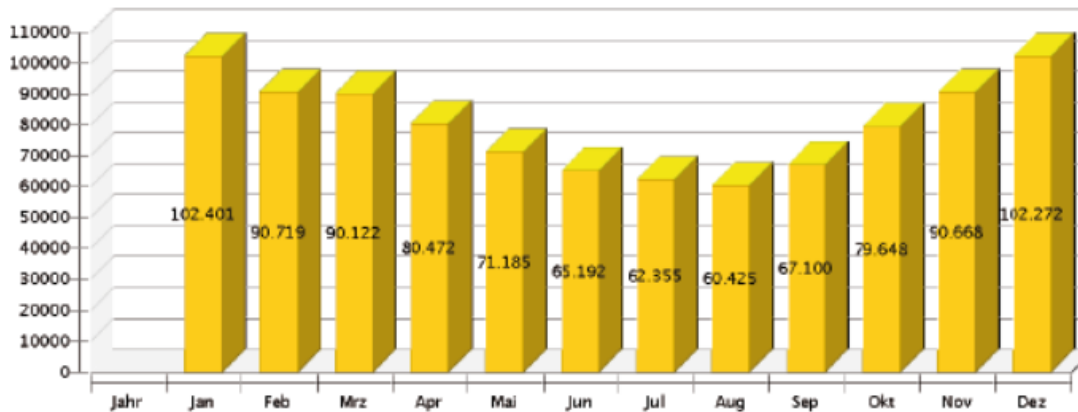
Solarer Deckungsgrad: Anteil Solarenergie an das System [SFn]

%



Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]

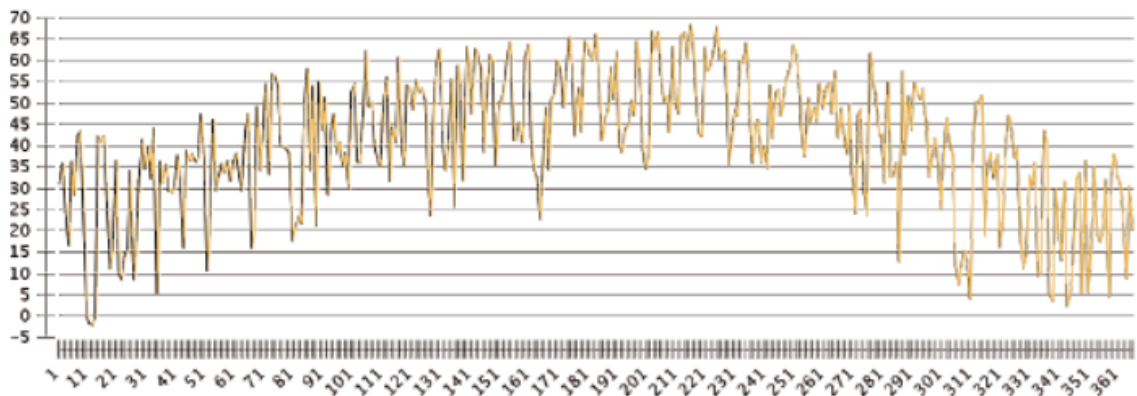
kWh



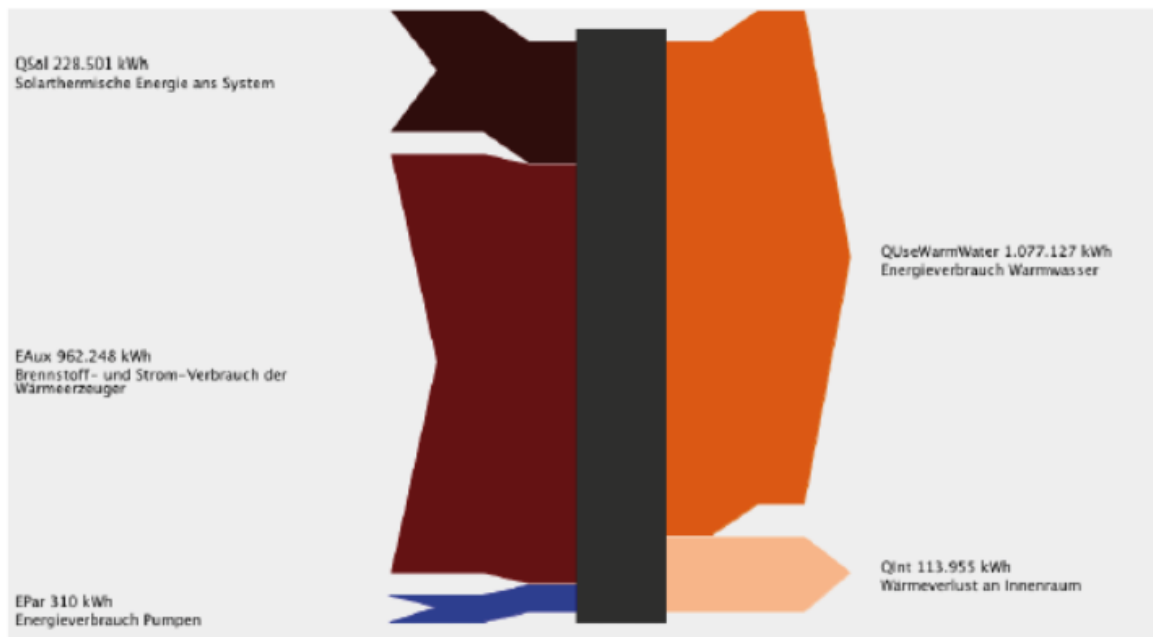
Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
Solarthermische Energie an das System [Qsol]													
kWh	228501	6513	8941	19188	22682	30732	29309	31058	30722	22859	16084	7020	3394
Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux]													
kWh	860443	91586	81134	80566	71938	63607	58247	55697	53962	59952	71194	81082	91477
Brennstoff- und Strom-Verbrauch der Wärmeerzeuger [Eaux]													
kWh	962248	102381	90699	90097	80442	71154	65160	62321	60393	67073	79624	90649	102254
Solarer Deckungsgrad: Anteil Solarenergie an das System [SFn]													
%	21	6,6	9,9	19,2	24	32,6	33,5	35,8	36,3	27,6	18,4	8	3,6
Gesamter Brennstoff- und Strom-Verbrauch des Systems [Etot]													
kWh	962558	102401	90719	90122	80472	71185	65192	62355	60425	67100	79648	90668	102272
Einstrahlung in Kollektorebene [Esol]													
kWh	561248	19842	27364	49460	57133	70974	68584	70845	68069	53984	41651	20700	12640
Stromverbrauch der Pumpen [Epar]													
kWh	309,9	19,2	20,4	24,7	29,4	31	31,3	33,4	31,8	27,8	24,3	19	17,6
Gesamter Energieverbrauch [Quse]													
kWh	107712	97064	89112	98497	93551	93319	86489	85883	84011	81697	86494	87117	93895
Wärmeverlust an Innenraum (inklusive Wärmeerzeuger-Verluste) [Qint]													
kWh	113958	11890	10596	10648	9529	8521	7825	7545	7364	8092	9484	10598	11864

Kollektor Kollektorfeld

Tägliche Maximaltemperatur [°C]



Energieflussdiagramm (Jahresbilanz)



3.1.2.3 Flächenbedarf Kollektoren

Flachdachmontage	SKR 12.1R CPC	SKR 12.1R CPC	SKT 1.0 w	SKT 1.0 w
H_Kollektor in m	2,06	2,06	1,18	1,18
B_Kollektor in m	1,39	1,39	2,17	2,17
alpha_Kollektor in°	20,00	0,00	20,00	0,00
beta_Berlin in°	14,00	14,00	14,00	14,00
z_Kollektoren in m	4,75	2,06	2,72	1,18
A_Kollektor in m ²	6,62	2,86	5,89	2,55
A_Gesamt in m ²	200	200	200	200
Anz_Kollektor	30	70	34	79
ges. Kollektorfläche in m ²	86,53	200	86,53	200
spez. Ertrag in kWh/m ²	404	366,67	424,67	360
Ertrag in MWh	52,47	110	51,13	108

Installation von solarthermischen Kollektoren auf einer ca. 200 m² Dachfläche mit erwarteten Ertrag von ca. 108-110 MWh.

3.1.2.4 Solarthermie an der Fassade

Die Sonnenkollektoren können an den Balkonen bzw. an der Fassade montiert werden. Diese Konstruktion ist sehr komplex und daher kostenintensiv in der Realisierung – **wird verworfen.**

3.1.2.5 Photovoltaik (PV) an den Eckwerk-Fassaden

Bei einer Photovoltaikanlage wandeln Solarzellen einen Teil der Sonnenstrahlung in elektrische Energie um. Je stärker die Sonne scheint, desto höher ist die Stromausbeute der Photovoltaikanlage. Jedoch ist die Solarstromproduktion aufgrund der technischen Leistungsgrenze der Module begrenzt.

Beim Architekturentwurf wurde darauf geachtet, dass in den überwiegenden Teilen des gesamten Komplexes die Anforderungen an das Mindestmaß der Besonnung und Belichtung gemäß DIN 5034-1 - Tageslicht in Innenräumen eingehalten werden.

“Eine Wohnung gilt als ausreichend besonnt, wenn in ihr mindestens ein Wohnraum ausreichend besonnt wird. Ein Raum gilt als besonnt, wenn Sonnenstrahlen bei einer Sonnenhöhe von mindestens 6 Grad in den Raum einfallen können. Ein Wohnraum gilt als ausreichend besonnt, wenn seine Besonnungsdauer am 17. Januar mindestens 1 h beträgt.”

Somit eignen sich folgende Fassadenflächen auch mehr oder weniger für Photovoltaik.

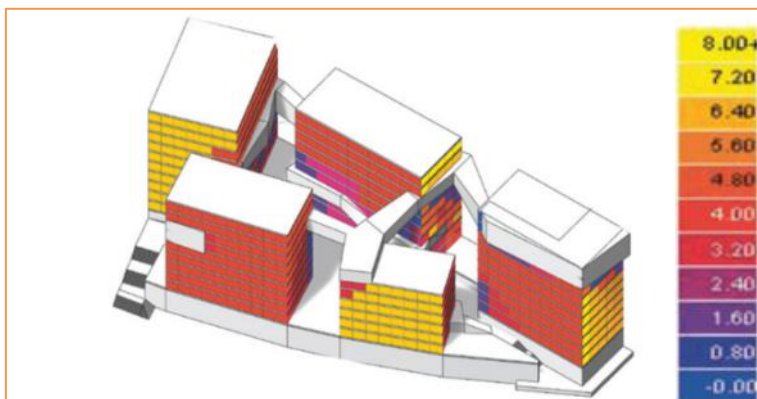


Abb. 19 Nachweis der Anforderungen an das Mindestmaß der Besonnung und Belichtung

	Turm 1	Turm 2	Turm 3	Turm 4	Turm 5
teilweise nutzbare Fassade (Balkon / Loggia)	Süd-West	(Süd-West) Süd-Ost	Süd-Ost	Süd-West	(Süd-West)
Modulneigung	90°	90°	90°	90°	90°
Investitionskosten	1.350€/kWp	1.350€/kWp	1.350€/kWp	1.350€/kWp	1.350€/kWp

3.1.2.6 Photovoltaik (PV) auf den Eckwerk-Dächern

Die PV-Module werden gegen Süden aufgeständert, um einen höheren Jahresertrag zu erzielen. Es steht eine nutzbare Dachfläche für Photovoltaik von ca. 150 m² für Photovoltaik zur Verfügung. Die Investitionskosten betragen auch hier 1350 €/kWp.

3.1.2.7 Photovoltaik (PV) am Bahnviadukt

Eine technische Umsetzung mit PV-Modulen mit Neigungswinkel von 20° bzw. 30° an der Südseite des Bahnviadukts ist machbar, allerdings steht das Bahnviadukt unter Denkmalschutz, daher scheint eine Umsetzung eher unrealistisch – **wird verworfen**.

3.1.2.8 Photovoltaik (PV) auf den Nachbardächern

Es wurde untersucht, ob ungenutzte Dächer in der Nachbarschaft für die Errichtung von Photovoltaikanlagen genutzt werden können – **wird verworfen.**

Aufgrund des geringen spezifischen Anlagenertrages von rund 900 kWh/kWp und dem erhöhten technischen und organisatorischen Aufwand ist eine Amortisation der (bezogen auf die zur Verfügung stehenden Dachfläche vergleichsweise kleinen) Photovoltaikanlage nur schwer möglich.

Weitere Herausforderungen:

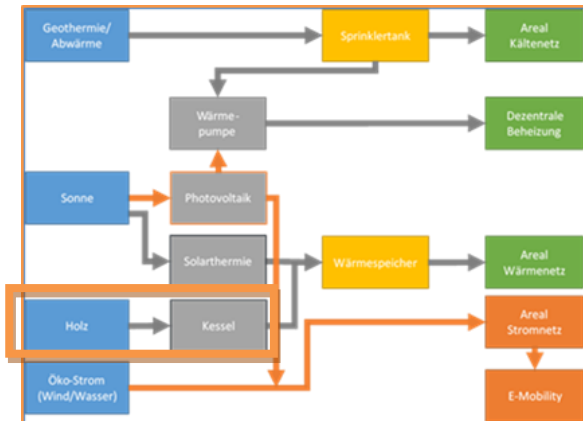
Dachaufbauten

- großflächige Verschattung durch Dachaufbauten und damit geringe Anlagenleistung und niedriger Anlagenertrag
- erhöhter technischer und organisatorischer Aufwand
- ein Kran oder ein spezieller Dachaufzug erforderlich
- Gebäude muss aus Gründen der Arbeitssicherheit vollständig eingerüstet bzw. mit einem Fallschutz ausgerüstet

Querung der Holzmarktstraße

- Verlegung Stromkabel: hierzu müssen öffentliche und private Grundstücke gequert werden, wofür Genehmigungen und Konzessionsabgaben erforderlich sind

3.1.3 Biomasse – Holz (Pellet / Hackschnitzel)



3.1.3.1 Temporäre Heizzentrale im Dorf – Phase 1

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Gas-BHKW-Kessel, Pellet-Kessel, Fernwärme

	Gas-BHKW-Kessel	Pellet-Kessel	Fernwärme		
Kessel/Anschluss	106.000,00 €	100.000,00 €	- €	Heizleistung	336 kW
Standortvorbereitung, Gas-/Fernwärmeanschluss, Planung	10.000,00 €	10.000,00 €	17.176,32 €	Heizwasservolumenfluss	3210 l/h
Förderung	- €	15.000,00 €	- €	Betriebsstunden	1800 h/a
Kapitalgebundene Kosten (Annuität)	12.913,94 €	10.576,08 €	1.912,19 €	Jahresenergiebedarf	590.000 kWh/a
Aufwand Instandsetzung	5250,0		2%	Zins	2 %
Betriebsgebundene Kosten (Annuität)	5.483,74 €	1.488,44 €	269,12 €	Betrachtungszeitraum	10 a
Wirkungsgrad	- €		92	Annuitätsfaktor	0,111
Brennstoffpreis	42.525,00 €	24.716,94 €	27.086,90 €	Preisänderung Sonstige	1 %
Grundpreis/Gasanschluss	180,00 €	- €	18.377,76 €	Barwertfaktor Sonstige	9,382
Hilfsenergie	200,00 €	200,00 €	- €		
Bedarfsgebundene Kosten (Annuität)	48.279,53 €	28.043,79 €	49.689,51 €		
Stromerlöse (Annuität)	-	28.927,97 €	- €		
Jahresgesamtkosten (Annuität)	37.749,25 €	40.108,31 €	51.870,82 €		
Umgelegt auf die kWh Wärme	6,40	6,80	8,79		
Amortisation	3,93	3,81			

Berechnung gemäß VDI 2067, ohne Gewähr. Datenbasis durch HABAU (GU).

	Biogas 10%	Pellets	Einheit
Brennstoffpreis	5,25	3,85	ct/kWh
Preissteigerung	2,7	2,7	%
Barwertfaktor Brennstoff	10,11	10,11	-
Baukostenzuschuss	0	0	€/kW
Grundpreis	180	0	€/a
CO2 Emissionsfaktor	223,9	27	g/kWh
Primärenergiefaktor	1,04	0,2	kWh/kWh

Abb.20 Wirtschaftlichkeitsberechnung temporäre Wärmeversorgung, gem. VDI 2067

Die Wärmebelieferung des ersten Bauabschnitts des Holzmarktprojekts (Dorf, Club und Viadukte) war ab Oktober 2016 geplant, vorbehaltlich Bauverzögerungen. Zur Bereitstellung der Wärme ist die Errichtung einer Übergangsheizzentrale auf dem Gelände der Holzmarkt Hotel Immobilien GmbH geplant. Die Übergangsheizzentrale soll die genannten Abnehmer bis zur Fertigstellung des Eckwerks (3-4 Jahre) versorgen. Bei der Auslegung der Heizzentrale wurden in enger Abstimmung mit Bauherren, GU und TGA die Optionen einer Beheizung über die Brennstoffe Holzpellets und Bio-/Erdgas betrachtet. Nach Abwägung der Vor- und Nachteile der Technologien, Wirtschaftlichkeit und rechtlichen Rahmenbedingungen wurde Bio-/Erdgas als Brennstoff gewählt. Aufgrund des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) wird eine kombinierte Anlage aus Blockheizkraftwerk (BHKW), Pufferspeicher und Brennwertkessel gewählt. Durch den temporären Charakter der Wärmebereitstellung wird eine Aufstellung in einem Anlagencontainer (7,5 m x 2,5 m) vorgeschlagen. Nach Konsultation dreier Hersteller von BHKW wurde mit der Firma SenerTec Center Berlin-Brandenburg GmbH ein schlüsselfertiges Anlagenkonzept entwickelt und ein Angebot verhandelt:

Dimensionierung:

Für den ersten Bauabschnitt sind die Norm-Heizlasten nach dem GU HABAU (bzw. deren TGA Planern):

Gebäude	Norm-Heizlast
Halle 2	67 kW
Halle 3	42 kW
Halle 4	21 kW
KiTa	14 kW
Restaurant	105 kW
Club	20 kW
Viadukte	60 kW
Summe	329 kW

Bei Berechnung der Norm-Gebäudeheizlast (Beheizung aller Gebäude auf 20 °C bei -14 °C Außentemperatur) wurde von den TGA Planern eine Reserve von 10% angenommen. Nach Vergleich der Norm-Heizlasten mit Richtwerten (DIN-Normen, VDI), kann diese Reserve vernachlässigt werden. Somit ergibt sich eine Gesamtheizlast von 306 kW.

Anlagentechnik:

Aufgrund von Vorgaben der 1. BImSchV, EnEV und EEWärmeG wurden für die Übergangsheizzentrale folgende Anlagentechnologien betrachtet:

	Gas-BHKW-Kessel	Pellet Kessel
Nennwärmeleistung	336,0 kW	306 kW
Stromleistung	19,1 kW	-
Heizcontainer	106,0 T€	100,0 T€
Fundament, Planung, ...	10,0 T€	10,0 T€
Förderung	-	15,0 T€
Wärmegestehungspreis	6,4 Cent/kWh	6,8 Cent/kWh
Amortisation*	3,9 a	3,8 a
Platzbedarf (L/B/H in m)	1 Container je 7,5/2,75/2,75	3 Container je 6,2/6,9/6,2
Anlieferung	Gasanschluss	max. 2,2 LKW pro Monat**
Weiterverwendbarkeit	ggf. andere Projekte	In der Eckwerkheizzentrale

* Gegenüber Fernwärme
** Nach verkehrstechnischer Untersuchung für das Dorfareal gegenüber 24 Lieferungen/Tag vernachlässigbar

Das Gas-BHKW generiert über den eingesetzten Brennstoff Wärme und Strom. Der Strom kann direkt im Dorf und für den Betrieb des Kälteaggregats verwendet werden. Die reinen Wärmegestehungskosten unter Berücksichtigung der Stromerlöse betragen 6,4 ct/kWh. Durch die Brennstofflieferung entsteht im Gegensatz zu einer Pelletanlage kein zusätzlicher Verkehr. Je nach dem Anteil Biogas können höhere CO₂-Emissionen als bei Pelletkesseln entstehen. Nachteilhaft ist, dass die Anlagentechnik für die zukünftige Heizzentrale im Eckwerk voraussichtlich nicht weiter verwendet werden kann. Für den Heizcontainer muss folglich nach Inbetriebnahme der finalen Heizzentrale eine weitere Verwendung identifiziert werden.

Die Pelletkessel weisen sehr geringe CO₂-Emissionen auf. Die Kessel könnten zudem in die finale Heizzentrale im Eckwerk integriert werden. Nachteilhaft ist der höhere Platzbedarf, da für die Pelletkesselanlage insgesamt drei Container benötigt werden. **Das relevante Argument gegen den Einsatz von Pelletkesseln ist eine textliche Festsetzung im Bebauungsplan bezüglich der spezifischen Staubemissionen eingesetzter Brennstoffe und Heiztechnik. Diese Werte können selbst beim Einsatz effektiver Pelletkessel und zusätzlicher Partikelabscheider nicht eingehalten werden. Eine Änderung des Bebauungsplans ist beantragt worden, wird jedoch erst deutlich nach Inbetriebnahme der temporären Heizzentrale entschieden. Nach Absprache mit den Bauherren und Juristen entfällt daher die Option einer Pelletkesselanlage.**

Erfüllung des EEWärmeG bei Beheizung über die Übergangsheizzentrale (BHKW, Kessel, Speicher) der Schwärmkraft Berlin GmbH

Einleitung:

Die Eigentümer von neu errichteten Gebäuden müssen den Wärme- und Kälteenergiebedarf durch die anteilige Nutzung von Erneuerbaren Energien bzw. Ersatzmaßnahmen (Kraft-Wärme-Kopplung, Nutzung von Abwärme, Einsparmaßnahmen oder Fernwärme/-kälte) decken.

Bewertung:

Es bestehen zwei Möglichkeiten zur Erfüllung des EEWärmeG, die im Detail geprüft werden müssen.

- Nach §7 Abs. 1.1 (Ersatzmaßnahmen) und §8 (Kombination):
Deckung des Wärme- und Kältebedarfs zu mindestens 50 % aus (a) Nutzung der Abwärme und (b) Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).
- Nach §5 Abs. 2 (Anteil Erneuerbarer Energien bei neuen Gebäuden) und der Anlage II. Abs. 1:
Deckung des Wärme- und Kältebedarfs zu mindestens 30 % durch gasförmige Biomasse, bei Nutzung in einer KWK-Anlage

Auszug aus dem EEWärmeG:

§ 3 Abs. 1: Die Eigentümer von Gebäuden nach § 4, die neu errichtet werden, müssen den Wärme- und Kälteenergiebedarf durch die anteilige Nutzung von Erneuerbaren Energien nach Maßgabe der §§ 5 und 6 decken.

§ 5 Abs. 2: Bei Nutzung von gasförmiger Biomasse nach Maßgabe der Nummer II.1 der Anlage zu diesem Gesetz wird die Pflicht nach § 3 Abs. 1 dadurch erfüllt, dass der Wärme- und Kälteenergiebedarf zu mindestens 30 Prozent hieraus gedeckt wird.

Anlage: II. Abs. 1 a: Die Nutzung von gasförmiger Biomasse gilt nur dann als Erfüllung der Pflicht nach § 3 Abs. 1, wenn die Nutzung in einer KWK-Anlage erfolgt.

§ 3 Abs.2: Die öffentliche Hand muss den Wärme- und Kälteenergiebedarf von bereits errichteten öffentlichen Gebäuden nach § 4, die sich in ihrem Eigentum befinden und grundlegend renoviert werden, durch die anteilige Nutzung von Erneuerbaren Energien nach Maßgabe der §§ 5a und 6 Absatz 2 decken. Satz 1 gilt auch für die öffentliche Hand, wenn sie öffentliche Gebäude nach § 4 im Ausland grundlegend renoviert.

Anlage Nummer II.1:

Gasförmige Biomasse

a)

Die Nutzung von gasförmiger Biomasse gilt nur dann als Erfüllung der Pflicht nach § 3 Abs. 1, wenn die Nutzung in einer KWK-Anlage erfolgt.

b)

Die Nutzung von gasförmiger Biomasse gilt nur dann als Erfüllung der Pflicht nach § 3 Absatz 2, wenn die Nutzung in einem Heizkessel, der der besten verfügbaren Technik entspricht, oder in einer KWK-Anlage erfolgt.

c)

Die Nutzung von gasförmiger Biomasse, die aufbereitet und in das Erdgasnetz eingespeist worden ist (Biomethan), gilt unbeschadet der Buchstaben a und b nur dann als Erfüllung der Pflicht nach § 3 Absatz 1 oder 2, wenn

aa)

bei der Aufbereitung und Einspeisung des Biomethans die Voraussetzungen nach Nummer 1 Buchstabe a bis c der Anlage 1 zum Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074) in der am 31. Juli 2014 geltenden Fassung eingehalten worden sind und

bb)

die Menge des entnommenen Biomethans im Wärmeäquivalent am Ende eines Kalenderjahres der Menge von Gas aus Biomasse entspricht, das an anderer Stelle in das Gasnetz eingespeist worden ist, und wenn für den gesamten Transport und Vertrieb des Biomethans von seiner Herstellung, seiner Einspeisung in das Erdgasnetz und seinem Transport im Erdgasnetz bis zu seiner Entnahme aus dem Erdgasnetz Massenbilanzsysteme verwendet worden sind.

§ 8 Kombination

(1) Erneuerbare Energien und Ersatzmaßnahmen nach § 7 können zur Erfüllung der Pflicht nach § 3 Absatz 1 oder 2 untereinander und miteinander kombiniert werden.

(2) Die prozentualen Anteile der tatsächlichen Nutzung der einzelnen Erneuerbaren Energien und Ersatzmaßnahmen im Sinne des Absatzes 1 im Verhältnis zu der jeweils nach diesem Gesetz vorgesehenen Nutzung müssen in der Summe 100 ergeben.

§ 7 Ersatzmaßnahmen

(1) Die Pflicht nach § 3 Absatz 1 oder 2 gilt als erfüllt, wenn Verpflichtete

1.

den Wärme- und Kälteenergiebedarf zu mindestens 50 Prozent

a)

aus Anlagen zur Nutzung von Abwärme nach Maßgabe der Nummer V der Anlage zu diesem Gesetz oder

b)

aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) nach Maßgabe der Nummer VI der Anlage zu diesem Gesetz

decken; § 5 Absatz 5 Satz 3, § 6 Absatz 1 Satz 1 und § 6 Absatz 2 gelten entsprechend,

Berechnung:
Wärmebedarf total: 593,1 MWh/a
Kältebedarf total: 97,6 MWh/a

Gesamt: 690,7 MWh/a
- der Senertec Dachs Pro 20 kann das leisten (siehe Kasten unten) → 37 %

	2015
Betriebsstunden [h]	6.987
Vollbenutzungsstunden [h]	6.987
Gesamtjahresnutzungsgrad [%]	94,6
Einschaltvorgänge	1080
<hr/>	
Strom Erzeugung [kWh]	134.150
Strom Selbstverbrauch [kWh]	22.588
Strom Einspeisung [kWh]	111.563
Strom Fremdbezug [kWh]	2.412
Strom Eigenanteil [%]	16,8
<hr/>	
Wärme Erzeugung [kWh]	252.231
Wärme Selbstverbrauch [kWh]	251.780
Wärme Fernwärme [kWh]	341.322
Wärme Deckungsanteil [%]	42,5
<hr/>	
Brennstoffeinsatz BHKW [kWh]	453.036
Fernwärme [kWh]	341.322
Brennstoffeinsatz Gesamt [kWh]	794.358
<hr/>	
Primärenergieeinsparung [%]	30,9
<hr/>	
CO2 Vermeidung [kg]	23.895

Wirkungsgrad Wärmerückgewinnung:

Halle 2:
Wärmebedarf: 120,9 MWh/a
Kältebedarf: 66 MWh/a
Restaurant:
Wärmebedarf: 189 MWh/a
Wärmebedarf gesamt: 309,9 MWh/a
WRG trocken: 51,1%
WRG feucht: 57,1%
Wirkungsgrad einberechnen:
157,9 MWh/a
→ 23 %

Fazit

Wenn Biogas eingesetzt wird, dann sind die Bedingungen des EEWärmeG aus 2 Perspektiven erfüllt, zum einen liegen die - mit den 37 %, die mit dem BHKW generiert werden können - über den verpflichtenden 30 %- Anteils des Wärme- und Kälteenergiebedarfs laut §5, zum anderen bringt eine Kombination mit der Wärmerückgewinnung einen Anteil von 59 %, womit das Kriterium des gewünschten 50 %- Anteils des Wärme- und Kälteenergiebedarfs laut § 7 als Anerkennung von Ersatzmaßnahmen erfüllt wird.

Gesamtbedarf	690,7 MWh/a	100%
Wärmerückgewinnung	157,9 MWh/a	23%
BHKW	252,2 MWh/a	37%
		59%

Untersuchung zur Auslegung des BHKW Übergang:

	kW	kWh
Heizlast	290	521.100
TWW	40	72.000
Total	330	593.100

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Anteil Heizung	19%	15%	13%	6%	3%	1%	1%	2%	8%	13%	18%	
Heizung [kWh]	99.395	79.504	67.377	31.841	16.260	6.782	4.293	4.350	11.639	40.680	67.597	91.384
TWW [kWh]	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Total [kWh]	105.395	85.504	73.377	37.841	22.260	12.782	10.293	10.350	17.639	46.680	73.597	97.384

Final mit Hotel

	kW	kWh
Heizlast 40 °C	1.463	2.633.400
Heizlast 70 °C	290	521.100
TWW	280	504.000
Summe	2.033	3.658.500

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Anteil Heizung	19%	15%	13%	6%	3%	1%	1%	2%	8%	13%	18%	
Heizung 40 °C [kWh]	502.296	401.776	340.490	160.909	82.168	34.272	21.693	21.984	58.818	205.580	341.603	461.811
Heizung 70 °C [kWh]	99.395	79.504	67.377	31.841	16.260	6.782	4.293	4.350	11.639	40.680	67.597	91.384
TWW 70 °C [kWh]	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000	42.000
Total 70 °C [kWh]	141.395	121.504	109.377	73.841	58.260	48.782	46.293	46.350	53.639	82.680	109.597	133.384
Total [kWh]	643.691	523.280	449.867	234.749	140.428	83.054	67.986	68.334	112.457	288.260	451.200	595.194

Skizzen zur Umsetzung der Energieversorgung Phase 1

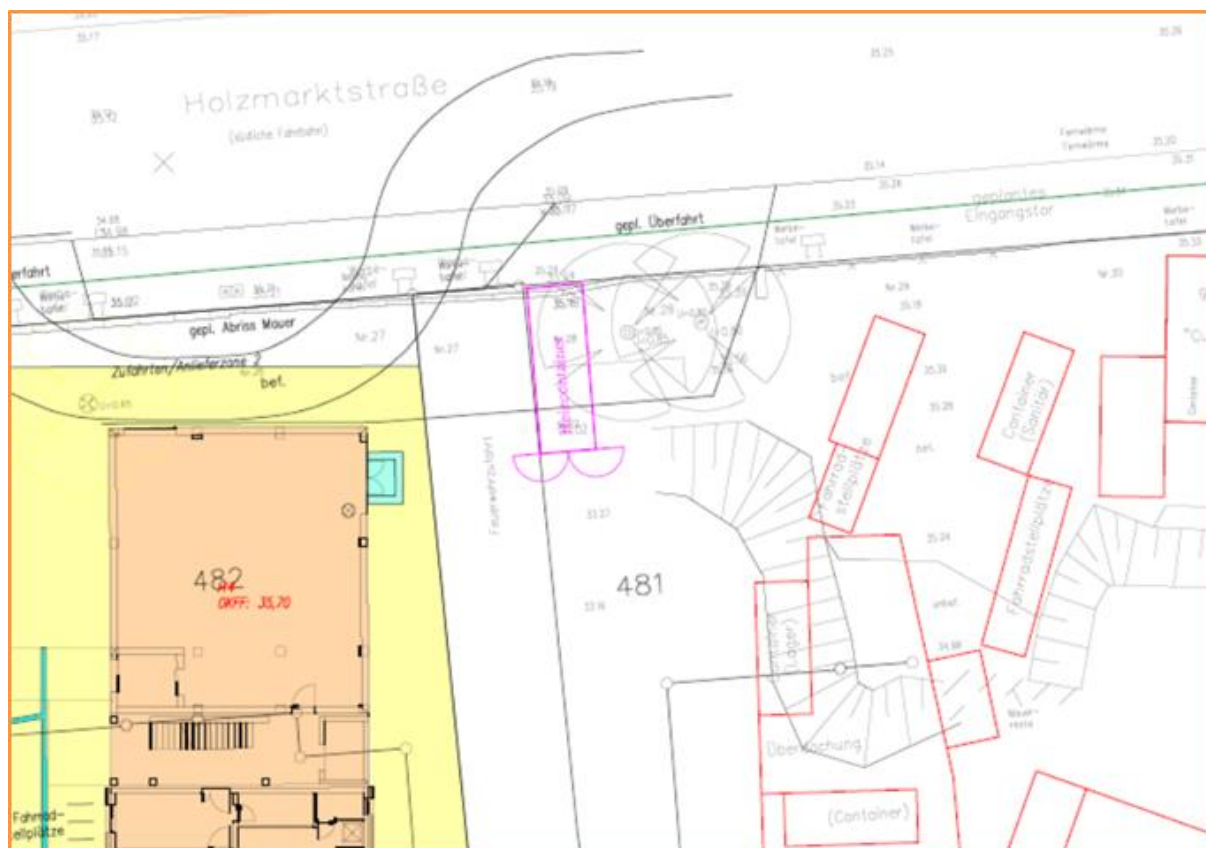


Abb. 21 Lageplan Energieversorgung Dorf

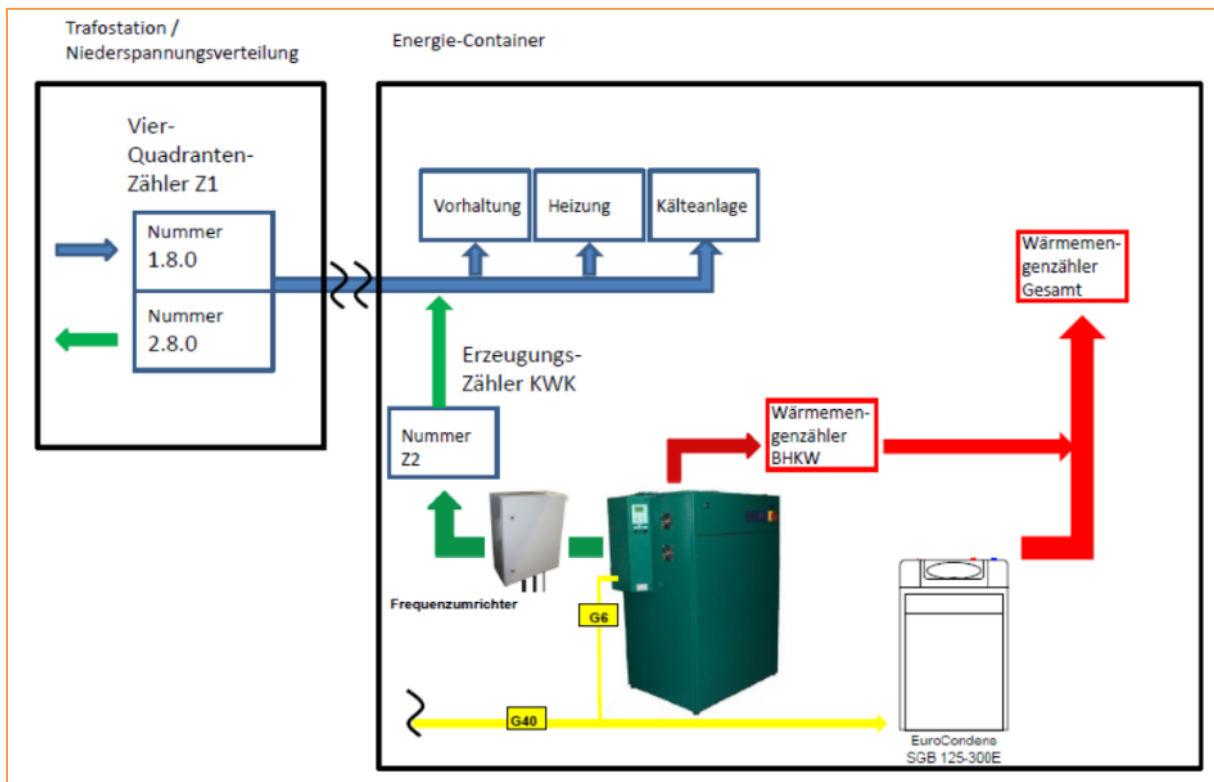


Abb.22 Schema Energiezähler

3.1.3.2 Heizzentrale Eckwerk – Phase 2

Beim Brennstoff der Spitzenlastkessel steht die Entscheidung für/gegen den Einsatz von Holz noch aus. Hürde für den Einsatz von Holz ist eine textliche Festlegung im Bebauungsplan, die die Feinstaub und NO_x Emissionen je Feuerstätte auf die von Heizöl EL beschränkt. Eine endgültige Entscheidung der SenStadtUm zur beantragten Streichung der textlichen Festlegung im Rahmen des B-Plan Änderungsverfahrens steht noch aus.

Komponenten der Heizzentrale im Eckwerk sind:

- BHKW
- Spitzenlastkessel
 - Gaskessel
oder
 - Pelletkessel mit Partikelabscheidern
- Geothermie
 - Wärmepumpe
- Kamin
- Pufferspeicher
- Photovoltaik
- (Kompressionskälte) Bisher wird davon ausgegangen, dass die Kälte über Geothermie gedeckt werden kann. Zudem wird als Speicher der Sprinklertank vorgesehen. Um Spitzenlasten zu decken wird das Eckwerk an das Arealkältenetz angeschlossen, in welche eine Kompressionskälteanlage integriert ist. Falls Geothermie nicht realisiert werden kann, ist in der Heizzentrale Aufstellplatz für eine Kompressionskälteanlage vorgesehen.

Argumente für die Streichung der textlichen Festlegung Nr. 9 des Bebauungsplans V-76:
Vergleich Energiekonzepte Für die Wärmeversorgung des Holzmarkt-Areals soll ein hybrides Energieversorgungskonzept umgesetzt werden, welches auf Geothermie (~ 48 %), Solarthermie (~ 4%) und Holzpellets (~ 48 %) basiert. Die Holzpellets werden als Brennstoff für Spitzenlastkessel genutzt. Gegebenfalls. wird das Konzept noch um ein BHKW erweitert, wodurch der Anteil Pellets sinken würde.

Einzel	Staub [mg/m ³]	Staub [kg/TJ]	NOx [mg/m ³]	NOx [kg/TJ]
Geothermie	0,0	0,0	0,0	0,0
Solarthermie	0,0	0,0	0,0	0,0
Pelletkessel HPK-RA 160 ohne E-Filter	13,0	8,7	106,0	70,7
Pelletkessel HPK-RA 160 mit E-Filter, η=80% 2)	2,6	1,7	106,0	70,7
Kessel Heizöl EL (Gewerbe, Handel, Dienstl.) 1)		1,3		44,0
Kombination	Staub [mg/m ³]	Staub [kg/TJ]	NOx [mg/m ³]	NOx [kg/TJ]
75 % Heizöl EL 15 % Solarthermie		1,1		37,4
48 % Geothermie 48 % Pellets mit E-Filter 4 % Solarthermie		0,8		33,9

1) UBA 2008, Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung, Forschungsbericht 205 42 322

2) Pelletkessel HPK-RA 160 der Firma Gilles mit Feinstaubabscheider für Holzheizungen OekoRona der Firma OekoSolve

Das geplante Energieversorgungskonzept für das Holzmarkt-Areal emittiert gemittelt über die eingesetzten Technologien weniger Feinstaub und Stickstoff als beim Einsatz von Heizöl EL zzgl. eines Anteils erneuerbarer Energien zur Erfüllung des EEWärmeG. Nicht berücksichtigt sind hierbei die signifikant geringeren CO₂-Emissionen. Das Gesamtkonzept erfüllt damit den Vergleich zu Heizöl EL deutlich, nicht jedoch der direkte Vergleich einer ausgewählten Komponente (Holzpellets).

Auf Grundlage der gesamten Emissionen, sowie den nachfolgenden weiteren Gründen, wird eine Streichung oder Änderung der textlichen Festlegung und damit des direkten Vergleichs einzelner Brennstoffe eines mehrteiligen Energiekonzepts beantragt.

Weitere Argumente

1. Um das von der G7 beschlossene Ziel der Dekarbonisierung und die EU Klimaschutzziele zu erreichen ist eine Abkehr von fossilen Brennstoffen erforderlich. Beim Einsatz von Holzpellets aus regionalen, nachwachsenden Quellen entfallen inkl. der Prozesskette (Verarbeitung, Transport, usw.) weniger als 7,5% der CO₂-Emissionen von Erdgas.

2. Als eine Quelle von Feinstaubemissionen im urbanen Raum wird die Holzverbrennung benannt. Ein gewerblich genutzter, hocheffizienter Holzpellet-Kessel mit zusätzlichem Partikelfilter ist in diesem Kontext anders zu bewerten als Kaminöfen in Privatwohnungen, die als Zusatzheizung betrieben werden. Maßnahmen zur Verbesserung der Luftreinhaltung sollten bei relevanten Verursacherguppen greifen und nicht den Klimaschutz behindern.
3. Brennstoffbedingt sind die Staubemissionen beim Einsatz von Holz höher als beim Einsatz von Heizöl oder Erdgas. Neben einem hocheffizienten Kessel mit vergleichsweise geringen Staubemissionen (entsprechend Blauer Engel) wird ein elektrostatischer Filter eingesetzt, der weitere 75-85 % der verbleibenden Staubemissionen aus dem Rauchgas entfernt.
4. Im Energiekonzept des Holzmarktprojektes sollen ca. 50 % der Wärmeversorgung über Holzpellets gedeckt werden. Zusätzlich werden Geothermie und Abwasserwärmerückgewinnung genutzt. Damit liegen die Emissionen des Gesamtkonzeptes in Summe unter denen eines Einsatzes von fossilen Brennstoffen. Die textliche Festlegung vergleicht zwei Brennstoffe, nicht zwei Konzepte.
 - a. Bei der Wärmeerzeugung im Bereich Gewerbe/Dienstleistungen über Heizöl EL und 15 % Solarthermie (zur Erfüllung des EEWärmeG) werden spezifisch 1,105 kg/TJ Feinstaub und 37,4 kg/TJ NO₂ emittiert. (entsprechend UBA-FB 001217)
 - b. Bei einer Wärmeversorgung mit 50 % Holzpellets und 50 % Geothermie, sowie einem elektrostatischen Filter mit 80 % Abscheidung, wird ein spezifisch 0,876 kg/TJ Feinstaub und 35,6 kg/TJ NO₂ emittiert.
5. Die Holzessel werden in einem Hochhausgebäude betrieben. Die Staubemissionen werden auf 46 m Höhe emittiert. Die Höhe führt zu einer Verdünnung und weiteren Verteilung der Emissionen, sodass der Einfluss auf die lokale Belastung im Innenstadtbereich sinkt.
6. Im Rahmen des Holzmarktprojektes wird eine E-Mobility Station errichtet. Da der Kfz-Verkehr zu den Hauptemittenten von Feinstaub und Stickoxiden im urbanen Raum zählt, leistet das Projekt hier einen wegweisenden Beitrag zur Reduktion von Emissionen.

3.1.4 Weitere untersuchte Technologien und Möglichkeiten

3.1.4.1 Windrad

Im innerstädtischen Raum sind hohe Verwirbelungen zu erwarten – eine standortbezogene Windmessung wird empfohlen. Eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung ergibt sich erst ab einer Höhe von 70 m – dies ist nicht genehmigungsfähig.

3.1.4.2 Nutzung der Spree – Spundwände

Im Süden wird das gesamte Gelände durch die Spree begrenzt. Eine Nutzung zur Erzeugung von Kälte, Wärme und Strom liegt daher nahe. Untersuchungen dazu haben ergeben, dass die Temperatur der Spree nicht künstlich verändert werden darf. Die Spundwände wurden erst kürzlich ausgetauscht, ein erneuter Austausch ist nicht absehbar.

3.1.4.3 Möglichkeiten auf Nachbargelände

Das im Süden angrenzende Gelände der Berliner Wasserbetriebe (Grünstreifen zwischen BWB und Radialsystem (Eigentum der BWB) oder auf Grundstücksgrenze zwischen BWB und Holzmarkt) bietet Potentiale zur Erzeugung von Kälte, Wärme und Strom für den Holzmarkt. Untersucht werden sollten die Möglichkeiten der Errichtung einer Wärmezentrale, eines Hackschnitzel-BHKW und einer Pelletheizung. Gespräche dazu haben ergeben, dass die Berliner Wasserbetriebe das Grundstück für den Neubau eines Pumpwerkes benötigen.

3.1.5 Stromnetz

3.1.5.1 Mittelspannungsanschluss und Transformator-Kompaktstation Dorf, Phase 1

Die elektrische Versorgung des Dorfareals soll über einen Anschluss an das Mittelspannungsnetz von Vattenfall und eine kundeneigene Transformator-Kompaktstation erfolgen.

Über diesen Anschluss sollen versorgt werden:

- Halle 2, 3, 4
- Club
- Kühlung Club/Halle 2
- Kita
- Restaurant
- Viaduktbögen
- Container auf der Baufläche der Halle 5
- unregelmäßig Open Air Veranstaltungen

Zur Dimensionierung des Anschlusses und des Transformators wurden mit den Bauherren zwei Szenarien für den gleichzeitigen Betrieb elektrischer Geräte aufgestellt. Diese sind in der folgenden Tabelle dargestellt. Für den Normalbetrieb wird eine Gleichzeitigkeit (GL) der elektrischen Verbraucher von 60 %, im Vollbetrieb von 90 % und bei der Kühlung von 100 % angesetzt.

	Szenario 1	Szenario 2
Halle 2	Vollbetrieb inkl. Kühlung	Vollbetrieb inkl. Kühlung
Club	Vollbetrieb inkl. Kühlung	Kein Betrieb
Open Air	Kein Betrieb	Vollbetrieb Technik; Normalbetrieb Stände
Container:	Normalbetrieb inkl. el. Beheizung	Normalbetrieb ohne el. Beheizung
Restaurant	Vollbetrieb	Vollbetrieb
Halle 3/4, Kita, Bögen	Normalbetrieb	Normalbetrieb
Summe Strom (A)	1.339 A	1.324 A

Die beiden Szenarien führen bei den gegebenen Daten (HABAU, IWB, IBL, Katerclub) zu einem vergleichbaren Ergebnis von max. 1.340 A. Durch die neu definierten Szenarien übertrifft der Bedarf auch ohne Club und Bögen das bisherige Versorgungskonzept über Niederspannungsanschlüsse von Vattenfall. Der von Vattenfall angebotene Transformator mit 800 kVA bietet etwa ~1000 A. Die nächstgrößeren Transformatoren bieten ~1250 A bei 1000 kVA bzw. ~1600 A bei 1250 kVA. Entsprechend wird der Einsatz eines Transformators mit 1250 kVA, der die gegebenen Szenarien abdeckt und eine Reserve bietet. Sollte die Praxis niedrigere Bedarfe ergeben, wäre eine Versorgung des Hotels über dieselbe Transformatorstation in Betracht zu ziehen.

Grundsätzlich wird bei Transformatoren zwischen Öl- und Trockentransformatoren unterschieden. Bei Öl-Transformatoren wird als Isolator Mineralöl oder alternativ biologisch abbaubares Öl eingesetzt. Trockentransformatoren nutzen hingegen Gießharz als festen Isolator. Öl-Transformatoren sind in der Anschaffung günstiger, sind jedoch hinsichtlich der Brand- und der Grundwassergefährdung in der Stadt nicht zu empfehlen. Trockentransformatoren garantieren in

Bezug auf der Brand- und Grundwasserschutz höchste Sicherheit, sind wartungsarm und umweltfreundlicher beim Recycling.

Eine Versorgung über Mittelspannung und kundeneigene Transformatorstation bietet wirtschaftliche Vorteile für die Schwärmkraft und die Abnehmer im nachbarschaftlichen Verbund.

Bei der aufgeführten Dimensionierung verbleibt eine Reserve von etwa 20 %. Die Daten der relevanten Verbraucher wurden durch HABAU, IWB und IBL, bzw. Messwerte verifiziert. Das Risiko einer Unterdimensionierung ist daher klein. Die Wahrscheinlichkeit einer Überdimensionierung ist hoch. Jedoch hat dies nur einen geringen Einfluss von < 10 % auf die Investitionskosten und wenig Einfluss auf die Betriebskosten.

3.1.5.2 Mittelspannungsanschluss 2, Gleichspannungsnetzwerk im Eckwerk – Phase 2

Mit zunehmender Infrastruktur wird ein zweites Mittelspannungsnetzwerk notwendig. Das schon bestehende Mittelspannungsnetzwerk reicht dann aus, um in Phase 3 das Hotel mit zu versorgen.

Standortgegebenheiten des Stromnetzes	
Leistungskapazität Stromnetz Berlin:	550 kVA
Anschlusspunkt Mittelspannungsnetz (Kosten)	ca. 40.000 €
Leistung Gießharz-Trafo	1.250 kVA
Trafo 1	
Standort	Dorf
Leistung	1.250 kVA
Technische Details	Trockentrafo, 10 kV
Investitionskosten	52.560,00 €
Versorgt in Phase 1	Meow, Haus Dampf, Kita, Restaurant, Club
Versorgt in Phase 2	Meow, Haus Dampf, Kita, Restaurant,
Versorgt in Phase 3	Meow, Haus Dampf, Kita, Restaurant, Hotel
Trafo 2	
Die Kennziffern zum Trafo 2 können erst benannt werden, wenn die Planungen im Eckwerk vorangeschritten sind.	
Versorgt in Phase 2+3	Eckwerk, Club

Von dieser Herangehensweise wird folgendes erwartet:

- geringere laufende Kosten für Netzentgelte von 2,82 Cent/kWh und 3,34 €/kW auf Mittelspannungsebene, statt 4,54 Cent/kWh und 4,81 €/kW auf Niederspannungsebene.
- einer Amortisationszeit von 5-6 Jahren beim Vergleich mit einer Niederspannungsversorgung. Erwartete Betriebszeit des Transformators 25-30 Jahre. Die Wirtschaftlichkeit hängt von den realen Verbräuchen ab, die bisher anhand der gegebenen Leistungsdaten abgeschätzt wurden.

- geringere Preissteigerung der Netzentgelte auf Mittelspannungsebene. Die Netzentgelte auf Mittelspannungsebene haben sich von 2013 bis 2015 um gesamt 2,2 % erhöht, die auf Niederspannungsebene um 8,8 %. Potential für den Aufbau eines übergreifenden Mittelspannungsnetzes auf dem gesamten Areal. Steigerung des Eigenverbrauchs von Strom aus Kraft-Wärme Kopplung aus dem Eckwerk.

Die EU-Richtlinie 20/20/20 sieht vor, dass bis zum Jahr 2020 die Energieeffizienz in der Eurozone um 20 % steigen und gleichzeitig der Energieverbrauch und der CO₂-Ausstoß um jeweils 20 % sinken sollen. Eine Möglichkeit, die Energieeffizienz zu steigern, ist der Einsatz ist der Einsatz von 400-V-Gleichstromversorgungen.

3.1.5.3 Gleichstrom im Eckwerk

Die meisten technische Geräte im Eckwerk wie z.B. Computer, Telefone, Netzwerktechnik, LED Beleuchtung, moderne Fernseher, Hifi Anlagen etc. benötigen Gleichstrom. Diese Geräte direkt mit Gleichspannung zu versorgen ist viel effizienter, als in zahlreichen kleinen internen und externen Netzteilen nutzlos Energie zu verschwenden. Batterien als Energiespeichersysteme und Photovoltaik liefern von Anfang an Gleichstrom. In einer Gleichstromversorgungsarchitektur sinkt somit der Bedarf an Stromumwandlung – vom Stromnetz bis hin zum Chip. Konkret bedeutet das: Weniger Umwandlungsbedarf spart Energie.

3.2 Untersuchungen zum Contracting-Modell und Energiemanagementsystemen - Teilprojekt 2

3.2.1 Vision der Schwärmkraft

Die Schwärmkraft schafft von Anfang an eine Struktur, die auch in Zukunft die jeweils innovativste Energielösung zulässt. Das Auslagern der Energietechnik in ein eigenständiges Unternehmen am Holzmarkt ändert den Blick auf die technische Gebäude-Ausstattung völlig. Der klassische Bauherr einer Immobilie hat nur sein Objekt im Blick und möchte möglichst die Technik reduzieren um Kosten zu sparen. Die Schwärmkraft hingegen sieht eine langfristige Weiterentwicklung der Technik über Jahrzehnte und plant den Spielraum für Innovation und Optimierung mit ein. So wird eine Energie-Evolution möglich, die sich nicht auf die Immobilie beschränkt.

Folgende Referenzpreise wird die Schwärmkraft erfüllen bzw. unterschreiten.

- Die Preise für Wärme entsprechen denen eines Fernwärmeanschlusses an den Vorlauf.
- Die Gesamtheizleistungen wurde von HABAU ermittelt.
- Die Preise für Strom entsprechen den aktuellen Preises des Clubs für Ökostrom von Naturstrom.
- Die Konzessionen entsprechen denen, die sich ohne Planungsbeteiligung der Schwärmkraft ergeben hätten.
- Die Gesamtleistungen Elektro wurde von HABAU ermittelt.

Wärmepreis vgl. Fernwärme, netto [Ct/kWh]

9,1 Gesamtpreis, später getrennt in Arbeits- und Grundpreis.

Strompreis zzgl. Konzession, netto [Ct/kWh]

21,54 Gesamtpreis, später getrennt in Arbeits- und Grundpreis.

Konzession Sonderkunden, netto [Ct/kWh]

0,11 Sonderkunden wären nach alter Planung Halle 2 und Restaurant

Konzession Tarifkunden, netto [Ct/kWh]

2,39 Tarifkunden zahlen wie Haushalte eine höhere Konzession

Einmalzahlung für Stromanschluss, netto [€]

45.383,80 € Anschluss inkl. Stationsbaukörper, Baukostenzuschuss

3.2.2 Umsetzungsmöglichkeiten

Die Schwärmkraft übernimmt die Verantwortung nicht nur für die Energieerzeugung, sondern auch für die wesentlichen Verbraucher, wie z.B. Licht und Klimatisierung. Nur so kann im Betrieb der Verbrauch auf die Erzeugung optimiert werden.

Überall dort, wo die Schwärmkraft vernünftige Einsparpotenziale sieht, kann sie eingreifen. Sie installiert also z.B. flächendeckend LED Beleuchtung und refinanziert das Investment über die Einsparung. Der Status als Quartiergesellschaft gestattet der Schwärmkraft also, auch gegenüber den Nutzern Regeln und Maßnahmen zu definieren. Dies geschieht natürlich im Einvernehmen mit den Nutzern.

Um die Übereinstimmung von Strom- und Wärmeerzeugung und dem Bedarf auch in der Realität zu erreichen, soll eine prognosegeführte Regelung umgesetzt werden. Dabei sollen sowohl die Wettervorhersage als auch eine Bedarfsvorhersage für Heizung, Warmwasser, Kälte und Strombedarf berücksichtigt werden. Anhand dieser Prognoseparameter werden die einzelnen energetischen Komponenten gezielt freigegeben, abgerufen oder zurückgestellt.

Die Nutzer am Holzmarkt leisten einen Deckungsbeitrag. Dieser ergibt sich daraus, was sie zahlen würden, wenn es die Schwärmkraft nicht gäbe, also die ökologischste Alternative, die ansonsten am Areal zur Verfügung steht. Durch diese Pauschalierung der Energiekosten hat die Schwärmkraft ein Interesse, Energie zu sparen. Denn dann wächst das Budget für weitere Optimierungen. So schultern die Betriebskosten erhebliche Teile der Investitionen für die Gebäudetechnik. Zudem spart die Pauschalierung auch Verwaltungs- und Abrechnungskosten, ein durchaus erhebliches Einsparpotenzial kann so genutzt werden. Energiemengenzähler dienen dem Monitoring, dem Feedback und der Überprüfung von Optimierungen, nicht der Abrechnung.

3.2.3 Modellvorhaben Schwärmkraft und Eckwerk

Sowohl das Contracting-Modell Schwärmkraft, als auch das Bauprojekt Eckwerk sind Modellvorhaben mit dem Ziel am Markt existierende Konzepte weiterzuentwickeln bezüglich Nachhaltigkeit und Lebenszyklus von Gebäuden, der Bezahlbarkeit und Nutzungsflexibilität von innerstädtischen Lebens- und Arbeitsräumen, der Finanzierbarkeit von Gebäuden und der Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen, die auf Dienstleistungen und nicht auf Besitz basieren. Die Einbeziehung der Nutzer spielt dabei eine große Rolle.

Im Rahmen der Entwicklung des Energiekonzeptes am Holzmarkt hat sich die Schwärmkraft damit auseinandergesetzt wie der Stand der Technik auf dieser Ebene auf dem Markt ist:

Ein Punkt im Megatrend Neo-Ökologie, der sich in manchen Branchen bzw. als neue Ökonomie bereits ziemlich stark durchgesetzt hat, sind z. B. Sharing-Modelle für Autos in Großstädten, die nicht nur auf Besitz verzichten, sondern auch durch die digitale Erfassung, Nutzerverhalten abbilden und auswerten können, die Nutzer erhalten Abrechnungen und Darstellungen monatlich, was den Nutzer in die Lage versetzt zu reagieren.

Im Bau- und Immobilienbereich haben sich solche Modelle noch nicht durchgesetzt. Einen ersten Vorstoß hat ein niederländisches Projekt unternommen, dort wird kein Strom angeboten, sondern Licht. Nach wie vor existieren überwiegend die klassischen Miet- und Abrechnungsverhältnisse zwischen Vermieter und Mieter, Strom-, Gas- und Internetanbieter und Verbraucher. Diese linearen Geschäftsmodelle sollen im Quartiersprojekt Holzmarkt aufgebrochen und neu definiert werden. Im Eckwerk sind die Studenten z. B. keine Stromverbraucher, die nach KW-Stunden abgerechnet werden sondern, sie erhalten Licht, Steckdosen und W-Lan-Adapter als hocheffiziente, mobile Einheit, die es zudem ermöglicht durch Visualisierungen Verbräuche aktuell anzuzeigen. Steigert die Transparenz zwischen Nutzer und Anbieter und motiviert zu Einsparungen.

Durch die Entwicklung vieler Märkte von Verkäufermärkten zu Käufermärkten (das Angebot übersteigt die Nachfrage, Angebotsüberhang) haben viele klassischen Hersteller/Verkäufer Service- und Dienstleistungsangebote in ihr Portfolio aufgenommen, um sich von anderen abzuheben und Kunden zu binden. In der Immobilienwirtschaft werden auch bereits solche Modelle umgesetzt, allerdings nach wie vor ausschließlich zwischen Hersteller und Bauherr /Betreiber der Immobilie: Reference Siemens in Italy: 'Siemens war im Rahmen der schlüsselfertigen Errichtung der Solaranlagen nicht nur für die Anbindung ans örtliche Mittelspannungsnetz zuständig, sondern wird auch die Service- und Wartungsarbeiten übernehmen.

[http://www.siemens.com/press/de/pressemitteilungen/?press=/de/pr_cc/2007/10_oct/ptdm200710480_1466708.htm&content\[\]=ET&content\[\]=EM](http://www.siemens.com/press/de/pressemitteilungen/?press=/de/pr_cc/2007/10_oct/ptdm200710480_1466708.htm&content[]=ET&content[]=EM)

Auch hier will das Quartiersprojekt noch einen Schritt weiter gehen - es wird nicht nur die Gebäudetechnik in ein Unternehmen ausgelagert (bisher in die Schwärmkraft) es sollen Hersteller zu Investoren werden, was eine direkte Dienstleistungs-Beziehung zwischen Hersteller und Endnutzer ermöglichen würde. Beide Partner haben den Wunsch nach geringen Kosten, die beständige Anpassung der Anlagen gemäß aktuellen Techniken steigert die Effizienz, was ein enormes Einsparpotenzial bedeutet. Zudem verbleiben die Materialien im Besitz des Herstellers - ideale Voraussetzungen für die Umsetzung von Economic Business Models (CEBM)

Einen ersten Ansatz dafür liefert das Projekt "Selling light as a service" Philips & Turntoo, welches Licht als Dienstleistung anbietet.

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/selling-light-as-a-service>

Open Innovation Prozesse werden heute bei vielen Produktentwicklungen angewendet, aber auch im weiteren Sinne z. B. bei der Finanzierung von Geschäftsmodellen (Crowdfunding). In der Bau- und Immobilienwirtschaft konnten sich diese Ansätze bisher nur in sehr geringem Maße durchsetzen. Hier will das Quartiersprojekt Potenziale identifizieren, Möglichkeiten zur Einbindung formulieren und realisieren, insbesondere, um Hürden bezüglich Akzeptanzen zu erkennen und zu überwinden und um Transparenzen in die Geschäftsbeziehungen zu bringen. So soll das Potenzial der Open Innovation Prozesse auch für diese Branche über entsprechende Geschäftsmodelle genutzt werden.

Dazu ist ein Pilotprojekt auf EU-Ebene geplant:

"Entwicklung von Geschäftsmodellen auf Basis der Entkoppelung von Teilen der Gebäudeausstattung"

Untersucht werden sollen dabei:

- Verlängerung des Lebenszyklus von neuen Gebäuden durch die Entkoppelung von Teilen der TGA, die kürzere Innovations- und Investitionszyklen haben als die Gebäudesubstanz. Eine hervorragende Voraussetzung für die bauliche Trennung ist die Umsetzung des Gebäudes in Holz-Hybrid-Bauweise.
- Möglichkeit des Einsatzes und der Erneuerung von höchst effizienten Technologien in Verbindung mit Energiemanagementsystemen, bei denen durch nutzernahe Visualisierung von Verbräuchen, Beiträge zur stetigen Verbesserung der Energieeffizienz geleistet werden
- Senkung des Investitionsbedarfs für Bauherren, welcher oft eine große Hürde für die Umsetzung von innovativen, nachhaltigen Großprojekten in der Bauwirtschaft darstellt
- Auslagerung von Investitionen zu Produzenten, die darüber zu Betreibern werden, welche Veränderungen bei den Businessmodelle bewirken (Produkthersteller werden zu Dienstleistern)

3.3.2 Elektrokonzept im Eckwerk

Die Beleuchtung wird prinzipiell mobil gedacht. Dieser Ansatz erhöht nicht nur die Nutzungsvariabilität, sondern reduziert den Bedarf an Kupferverkabelung maßgeblich. Gleichstromversorgung birgt weitere Effizienzpotenziale und lässt sich synergetisch mit Photovoltaik (Energieeinspeisung) und E-Mobilität (Energieabgabe) verbinden.

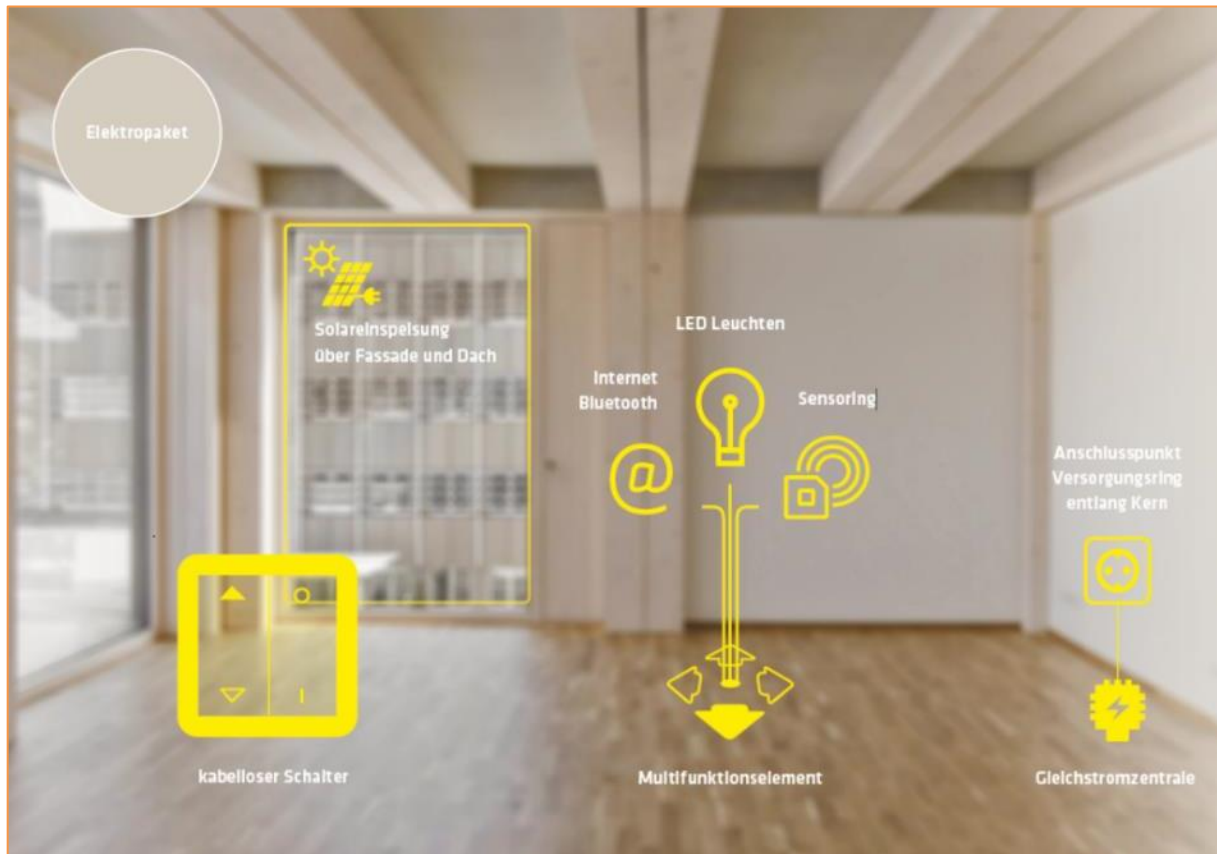


Abb. 24 Elektrokonzept im Eckwerk

Vorteile:

- minimierte Verkabelung/Kupferverbrauch
- individuelle Gestaltbarkeit je nach Anspruch, Tageszeit und Modus
- Energieeffizienz durch nachhaltige Leuchtmittel (LED) und Gleichstrom
- Dach- und Fassadenflächen prinzipiell für einspeisbare Solarnutzung nutzbar
- Senatsvorhaben Umplanung Holzmarktstr. bietet Chance zur Skalierung der vorgesehenen Elektro-Mobilität

3.4 Energie- und ressourcenschonendes Gebäudedesign des Eckwerkes

siehe Anlage 02 Bericht_Energiedesign Eckwerk_Brian-Cody

3.5 Aufbereitung der Ergebnisse für die Öffentlichkeit (Broschüre) - Teilprojekt 4

siehe Anlage 03 Dokumentation für Öffentlichkeit_Broschuere

4 Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

4.1 Veröffentlichung Handbuch, 2. Auflage Juli 2016



Darstellung der Herangehensweisen und Prinzipien im integralen Planungsteam – auch die Energievision wird vorgestellt.

4.2 Zusammenfassung (Vorgaben und Erreichtes), August 2016 in DE und EN



Auch hier wird auf die Energievision eingegangen und als wesentlicher Bestandteil des Planungsprozesses dargestellt.

Anlage 01 Karte:
Der Holzmarkt –
Bestandteil eines hochdynamischen Quartiers in Berlin Mitte

Anlage 02
Bericht_Energiedesign Eckwerk_Brian-Cody

Anlage 03

Dokumentation für Öffentlichkeit_Broschuere