26. Deutscher Fachkongress für Kommunales Energiemanagement

Ausbau und Dekarbonisierung von Fernwärme in Frankfurt a.M.

Dipl.-Ing. Mathias Linder
Abteilungsleiter Energiemanagement

Stadt Frankfurt am Main
Amt für Bau und Immobilien
Abteilung Energiemanagement

Klimaschutzziele der Stadt Frankfurt a.M.

- Reduktion des Energiebedarfs bis 2050 um 50 % gegenüber 1990
- Volle Deckung des Energiebedarfs aus erneuerbaren Quellen bis 2050 (50 % Stadtgebiet, 50 % Region)
- Klimaneutralität bis zum Jahr 2035 (in der Stadtverwaltung möglichst bis 2030)

Foto: PIA

Ausgangspunkt im Oktober 2022

- Neue Haushaltsstelle „Energetische Ertüchtigung Bestandsgebäude“
- 2022: 12,5 Mio. €
- 2023-2025: 25 Mio. €
- Mittelabfluss soll noch in 2022 erfolgen!

Rahmenvertrag mit Energieversorger

Rahmenvertrag

zwischen

Mainova AG
Solmsstraße 38
60486 Frankfurt am Main
Umsatzsteuer-Identifikationsnummer DE114184034

- nachfolgend „**Mainova**“ genannt -

mainova

und

Stadt Frankfurt am Main
Der Magistrat
Römerberg 23
60311 Frankfurt am Main

vertreten durch:
Amt für Bau und Immobilien
Solmsstraße 27 - 37
60486 Frankfurt am Main
Umsatzsteuer-Identifikationsnummer DE114 110 388

- nachfolgend „**Kunde**“ genannt –

Stadt Frankfurt am Main

Präambel

Mainova wird das gesamte Fernwärmesystem dekarbonisieren. Dazu wird ein Transformationsplan erarbeitet, der die Integration weiterer erneuerbarer und klimaneutraler Wärmequellen beschreibt, die die fossilen Energieträger ersetzen. Dieser Plan wird durch die anschließende Genehmigung durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) eine hohe Verbindlichkeit erhalten, da die Einhaltung des Plans fortlaufend überprüft wird. Durch die Zusammenarbeit in einer gemeinsamen Arbeitsgruppe wird sichergestellt, dass dieser Plan mit der kommunalen Wärmeplanung der Stadt Frankfurt kompatibel ist. Neben der Umstellung der Wärmeerzeugung sehen sowohl der Fernwärme-Transformationsplan als auch die kommunale Wärmeplanung einen signifikanten Ausbau und die Verdichtung des Fernwärmenetzes vor, insbesondere in Gebieten, in denen die Stadt Frankfurt mit Liegenschaften vertreten ist.

Ausbau und Dekarbonisierung von Fernwärme, Folie 6

Da bereits heute mehr als ein Viertel des gesamten Wärmebedarfs von Frankfurt über Fernwärme gedeckt wird, ist die vollständige Dekarbonisierung ein langfristiges Projekt. Um Kunden mit ambitionierten Klimazielen bereits im Laufe des Transformationsprozesses klimaneutrale Fernwärme liefern zu können, konzipiert Mainova eine Tarifoption, mit der neue, zusätzliche klimaneutrale Wärmeerzeuger diesen Kunden explizit zugeordnet werden können. Mit dem Hochlauf dieser Quellen wird die Wärme dieses Tarifs bis spätestens 2033, ggf. aber auch schon früher klimaneutral sein. Der Preis orientiert sich dabei linear am Hochlauf des Anteils der klimaneutralen Wärme. Die Mengen für diese Tarifoption sind zunächst limitiert. Mainova wird der Stadt auf Wunsch jedoch entsprechende Mengen in dieser Tarifoption anbieten.

§ 1
Vereinbarungsgegenstand

1. Gegenstand dieser Vereinbarung zwischen dem Kunden und der Mainova sind die Lieferung und Montage von Fernwärmehausanschlüssen und den notwendigen Übergabestationen für die in Anlage 1 aufgeführten, bereits auf Machbarkeit geprüften und auf Kostenschätzungsniveau bewerteten, sowie im Eigentum des Kunden befindlichen Liegenschaften sowie die Liegenschaften in Anlage 2, bei denen die Bewertung der Wirtschaftlichkeit und Machbarkeit noch aussteht.

Ausbau und Dekarbonisierung von Fernwärme, Folie 8

Anlage 1: Liegenschaftstabelle mit Leistungen und Kostenschätzung

Nr.	Liegenschaft	Straße	Hausnr.	PLZ	Stadt	Anschlussleistung	Trassenlänge	Grobkostenschätzung 70 % VL berücksichtigt Stand 28.11.2022
1	Wöhlerschule und Heinrich-Seliger-Schule	Mierendorffstraße	6	60320	Frankfurt am Main	2.363 kW	1.115 m	4.315.000,00 €
2	A.-Frank-, V.-Frankl-Schule und Kinderzentrum Fritz-Tarnow-Straße (KiZ 38)	Fritz-Tarnow-Straße	27	60320	Frankfurt am Main	1.519 kW		
3	Paul-Hindemith-Schule, Bücherei, Jugendhaus Gallus, KiZ 47, 128 und 141	Schwalbacher Straße	71	60326	Frankfurt am Main	2.220 kW		
4	Paul-Hindemith-Schule, Bücherei, Jugendhaus Gallus, KiZ 47, 128 und 141	Schwalbacher Straße	82	60326	Frankfurt am Main	18 kW	240 m	858.700,00 €
5	Paul-Hindemith-Schule, Bücherei, Jugendhaus Gallus, KiZ 47, 128 und 141	Schwalbacher Straße	69	60326	Frankfurt am Main	35 kW		
6	Kinderzentrum Pfingstbrunnenstraße (KiZ 13)	Pfingstbrunnenstraße	13	60486	Frankfurt am Main	158 kW	225 m	725.000,00 €
7	Georg-Büchner-Schule	Pfingstbrunnenstraße	15	60486	Frankfurt am Main	958 kW		
8	Ackermannschule und Bürgermeister-Grimm-Schule	Ackermannstraße	35	60326	Frankfurt am Main	373 kW	565 m	1.266.600,00 €
9	Bergiusschule	Frankensteiner Platz	1	60594	Frankfurt am Main	730 kW	600 m	2.241.700,00 €
10	Sozialrathaus Sachsenhausen	Paradiesgasse	8	60594	Frankfurt am Main	1.336 kW		
11	Willemerschule und Sporthalle Süd	Willemerstraße	12	60594	Frankfurt am Main	500 kW	670 m	2.290.300,00 €
12	Kinderzentrum Willemerstraße (KiZ 84)	Willemerstraße	22	60594	Frankfurt am Main	35 kW		
13	Deutschherrenschule	Willemerstraße	24	60594	Frankfurt am Main	189 kW		
14	Kinderzentrum Neuer Wall (KiZ 55 und 145), Jugendclub-Sachsenhausen	Neuer Wall	2B	60594	Frankfurt am Main	386 kW		
15	Gutenbergschule und Frankfurter Schule für Bekleidung und Mode	Hamburger Allee	23	60486	Frankfurt am Main	905 kW	535 m	2.048.600,00 €
16	Bonifatiusschule	Hamburger Allee	43	60486	Frankfurt am Main	504 kW		
17	Bonifatiusschule - Hausmeister	Hamburger Allee	41	60486	Frankfurt am Main	24 kW		
18	Gutenbergschule und Frankfurter Schule für Bekleidung und Mode	Varrentrappstraße	38	60486	Frankfurt am Main	37 kW		
19	Gutenbergschule und Frankfurter Schule für Bekleidung und Mode	Varrentrappstraße	34	60486	Frankfurt am Main	111 kW		
20	Weißfrauenschule	Gutleutstraße	38	60329	Frankfurt am Main	900 kW	360 m	1.060.400,00 €
21	Karmeliterschule	Moselstraße	11	60329	Frankfurt am Main	1.329 kW		
22	Künstlerhaus Basis e.V.	Gutleutstraße	8	60329	Frankfurt am Main	200 kW	80 m	301.500,00 €
23	Max-Beckmann-Schule	Sophienstraße	70	60487	Frankfurt am Main	720 kW	1.045 m	3.886.500,00 €
24	Johanna-Tesch-Schule (ehem. Sophienschule)	Falkstraße	60	60487	Frankfurt am Main	396 kW		
25	Franckeschule	Falkstraße	71	60487	Frankfurt am Main	397 kW		
26	Kinderzentrum Marburger Straße (KiZ 20)	Marburger Straße	34	60487	Frankfurt am Main	40 kW		
27	Kinderzentrum Falkstraße (KiZ 133)	Falkstraße	39	60487	Frankfurt am Main	50 kW		
28	Max-Beckmann-Schule	Georg-Speyer-Straße	37	60487	Frankfurt am Main	101 kW		
29	Minna-Specht-Schule	Hans-Pfitzner-Straße	18	60529	Frankfurt am Main	703 kW	300 m	942.900,00 €
30	Goldstein-Schule und Kinderzentrum am Wiesenhof (KiZ 39)	Am Wiesenhof	109	60529	Frankfurt am Main	700 kW	240 m	599.200,00 €
31	Berufliche Schulen Berta Jourdan AS und Kindertagesstätte Nordend	Lenaustraße	64	60318	Frankfurt am Main	30 kW	610 m	2.650.600,00 €
32	Schwarzburgschule und Kinderzentrum Schwarzburgstraße (KiZ 103)	Lenaustraße	68	60318	Frankfurt am Main	464 kW		
33	Schwarzburgschule und Kinderzentrum Schwarzburgstraße (KiZ 103)	Lenaustraße	81	60318	Frankfurt am Main	300 kW		
34	August-Gräser-Schule	Gerolsteiner Straße	2	60529	Frankfurt am Main	242 kW	200 m	656.400,00 €
35	Hellerhofschule	Idsteiner Straße	47	60389	Frankfurt am Main	180 kW	150 m	348.900,00 €
36	Elsa-Brändström-Schule	Lindenstraße	2	60325	Frankfurt am Main	483 kW	1.230 m	3.886.600,00 €
37	Bettinaschule	Feuerbachstraße	37	60325	Frankfurt am Main	697 kW		
38	Wohnhaus, Eigentum ABI	Beethovenstraße	67	60325	Frankfurt am Main	483 kW		
39	Kindertagesstätte Zaubertiger	Lindenstraße	42	60325	Frankfurt am Main	139 kW		
40	Kindertagesstätte Zaubertiger	Bockenheimer Landstraße	69	60325	Frankfurt am Main	94 kW		
41	Günderrodeschule - Hausmeister	Hufnagelstraße	23	60326	Frankfurt am Main	50 kW	20 m	109.000,00 €
42	Günderrodeschule	Hufnagelstraße	25	60326	Frankfurt am Main	300 kW		109.000,00 €
43	Salzmann-Schule	Schwanheimer straße	23	60528	Frankfurt am Main	411 kW	255 m	584.900,00 €
44	ISG Herdersschule	Wittelsbacherallee	6		Frankfurt am Main	590 kW	120 m	373.800,00 €
45	Helmholtz-Schule	Habsburgerallee	57		Frankfurt am Main	490 kW	910 m	2.130.900 €
46	Dahlmann-Schule	Luxemburgerallee	24		Frankfurt am Main	395 kW		
47	Brüder-Grimm-Schule	Luxemburgerallee	1		Frankfurt am Main	395 kW		
48	Heinrich von Gagern Gymnasium mit KiZ 24	Bernhard-Grzimek-Allee	6		Frankfurt am Main	985 kW	25 m	951.000 €
					Summe Leistung	24.665 kW		
					Summe Anschlusskosten			32.337.500,00 €

3. Die an den Kunden in Rechnung zu stellenden Kosten (Summe aus den Kosten für Hausanschlussleitung, Hausübergabestation, anteilige Kosten Versorgungsleitung und Baukostenzuschuss sowie Planung und Montage der Kompaktstation und Anbindung an die sekundären Heizungsanlagen) werden den Wert von 2.500 € pro kW thermischer Anschlussleistung im Mittel nicht überschreiten.

§ 2
Angebotspreis und Fälligkeit

Der Gesamtpreis zur Anbindung aller in Anlage 1 aufgeführten Liegenschaften beträgt 35.792.735, - EUR

Alle genannten Entgelte sind Netto-Werte und unterliegen der Umsatzsteuer in Höhe des jeweils gültigen Umsatzsteuersatzes zum Zeitpunkt der Lieferung/Leistung.

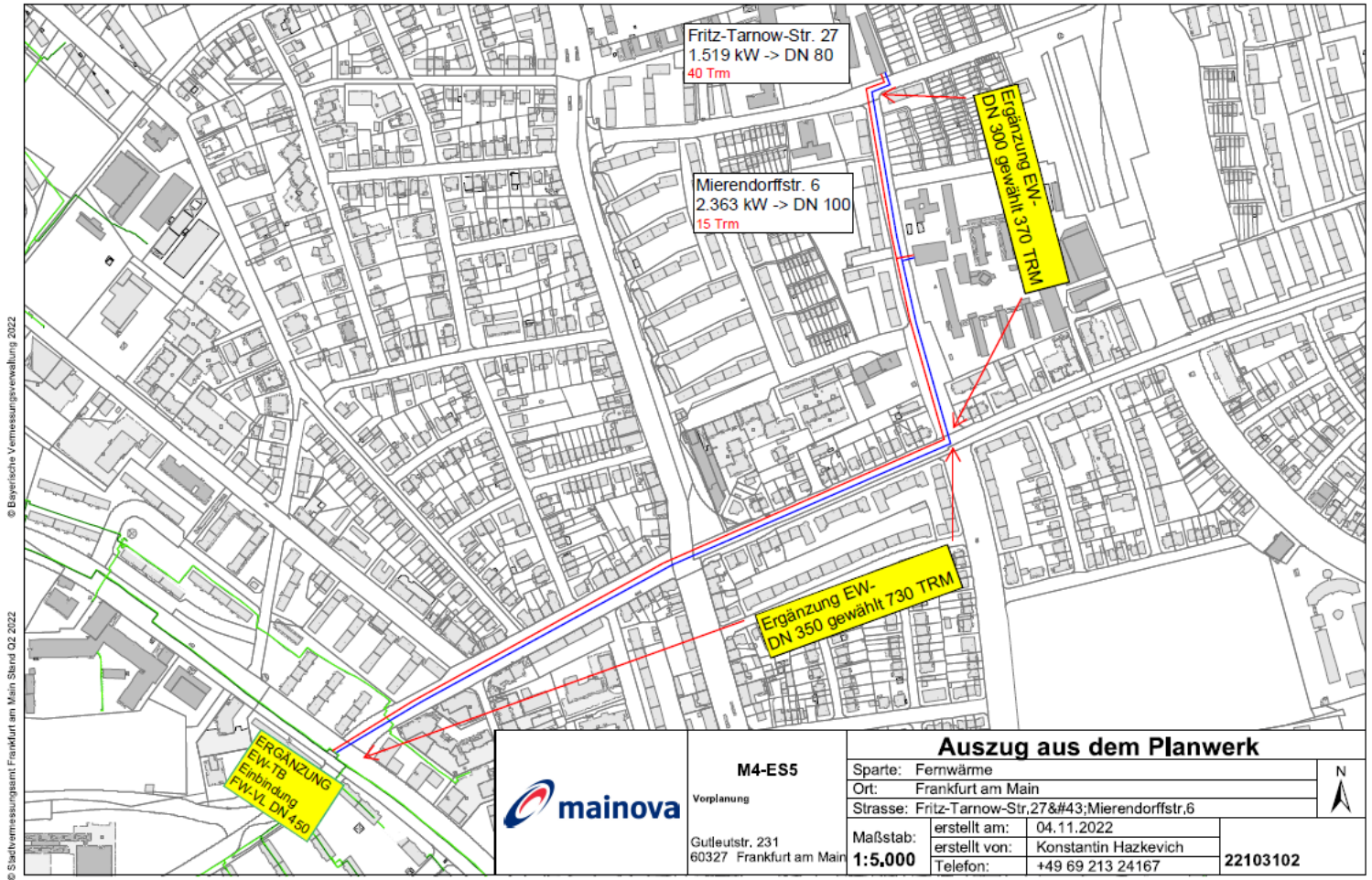
Der Gesamtpreis setzt sich wie folgt zusammen:

1.	Baukostenzuschuss 24.665 kW	1.455.235 EUR
2.	Versorgungsleitung, Hausanschlussleitung Hauseinführung, Kellerleitung und Erstabsperrung, primärseitiger Anschluss der Übergabestation bis 6,0 m, Wärmedämmung, Übergabestation	32.337.500 EUR
3.	Planung, Montage Kompaktstation (Modul 2) und Anbindung an die sekundären Heizungsanlagen	2.000.000 EUR

Anlagen

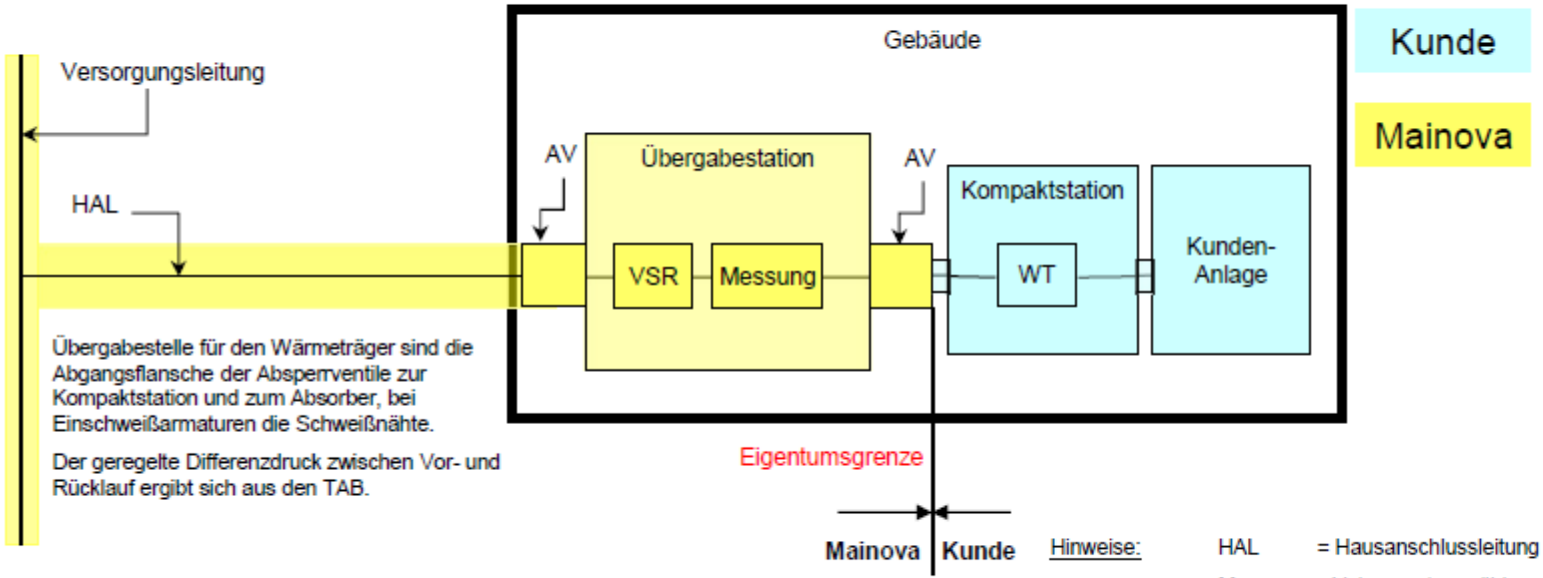
Anlage 1:	Liegenschaftstabelle 1 mit Leistung und Kostenschätzung
Anlage 2:	Liegenschaftstabelle 2 – ohne Machbarkeitsprüfung
Anlage 3:	Gesamtauflistung der städtischen Liegenschaften (kundenseitig bereitgestellt)
Anlage 4:	Trassenpläne aller angestrebten städt. Liegenschaften
Anlage 5:	Schaltbilder aller zu versorgenden Liegenschaften mit Liefer- und Leistungsgrenze
Anlage 6:	entfällt
Anlage 7:	Bonus-/Malus-Regelung Rücklauftemperatur
Anlage 8:	Dekarbonisierungsplan der Mainova
Anlage 9:	Eigenerklärung zu Russland-Sanktionen
Anlage 10:	Eigenerklärung zu Sozialversicherungsbeiträgen nach §5 HVTG
Anlage 11:	Karte des Energiereferats mit Fernwärmevorranggebieten

Ausbau und Dekarbonisierung von Fernwärme, Folie 12



Schaltbild mit Eigentumsgrenze

Stand: 06.04.2022



Anlage 7: Bonus-/Malus-Regelung für Rücklauf/Kondensat-Rückgabetemperatur

mainova

Präambel

Gemeinsames Ziel der Parteien ist es, kundenseitig eine möglichst hohe spezifische Wärmeentnahme je gelieferter Menge Heizwasser/Tonne Dampf zu erreichen und die Rücklauf/Kondensat-Rückgabetemperatur (KRT) über 50°C zu vermeiden, um so eine effiziente Wärmeversorgung zu gewährleisten. Als Anreiz, den kundenseitigen Rücklauf-/Kondensattemperaturen möglichst niedrig zu halten, wird dem Kunden hierfür ein Bonus ausgezahlt oder es wird eine Nachzahlung erhoben, wenn hohe Temperaturen bei der Rücklauf-/Kondensatrückgabe auftreten. Gemäß den Technischen-Anschlussbedingungen (TAB) darf die RT/KRT auf der Primärseite den Maximalwert von 50°C nicht überschreiten.

Der Preisaufschlag bzw. die Gutschrift wird nach folgender Vertragsformel abgerechnet:

$$\text{Auf-/Minderpreis}[\text{Euro}] = \left(\sum_{\text{alle Ü-Stellen}} \; \sum_{\text{je Ü-Stelle}} A_S \; [kWh] \right) \times 1{,}5 \text{ Cent/kWh}$$

$$A_S = A^{>50°C} - A^{<50°C} \; [kWh]$$

Fernwärmetransformation als Eckpfeiler der Frankfurter Wärmewende

Mainova und die Stadt Frankfurt synchronisieren die Kommunale Wärmeplanung mit dem Transformationsplan Fernwärme

Kommunale Wärmeplanung		Transformationsplan Fernwärme
– Unterstützt Ziel „Klimaneutralität 2035“	Dekarbonisierung	– Dekarbonisierung des FW Systems
– Verpflichtend einzuführen nach neuem HEG, Frankfurt geht hier proaktiv voran	Verbindlichkeit	– Vorteile aus BEW und Eckpunktepapier mit Committment zur Transformation
– Setzt den Rahmen für die gesamte Wärmeversorgung, gibt Ziele vor	Planungssicherheit	– Beschreibt zielgerichteten Ausbau im Sinne der komm. Wärmeplanung
– Lenkt durch Priorisierung, Förderung, und Satzungen	Umsetzbarkeit	– Definiert Investitions-Roadmap in Wärmenetz und -erzeugung

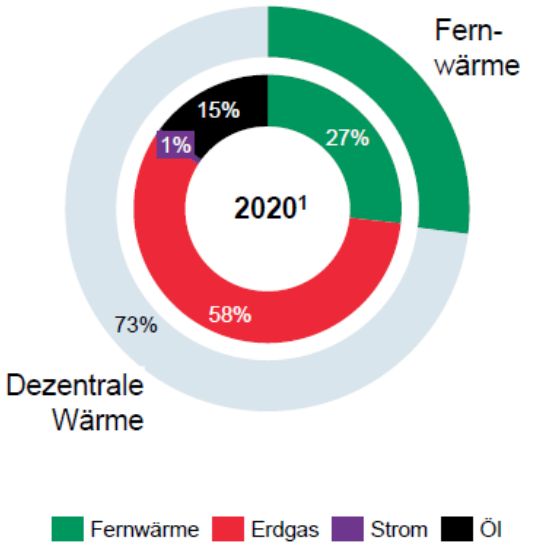
Quelle: Mainova

mainova

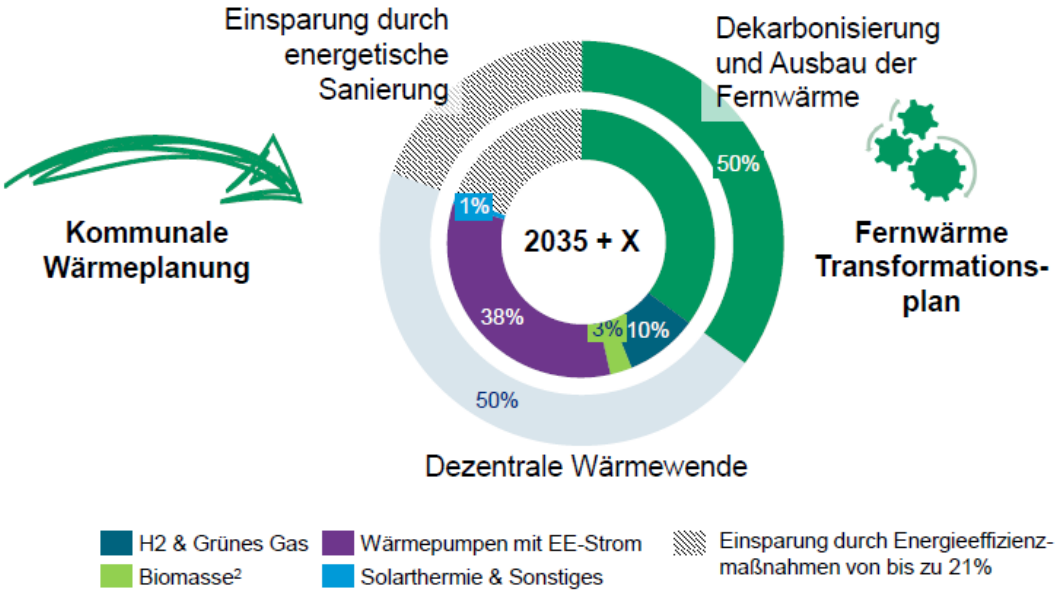
Die Frankfurter Wärmewende

Wie erreichen wir die Klimaneutralität? Und wie schnell kann es gehen?

Frankfurter Wärmemix



Exemplarische Vision „Klimaneutrales Frankfurt“

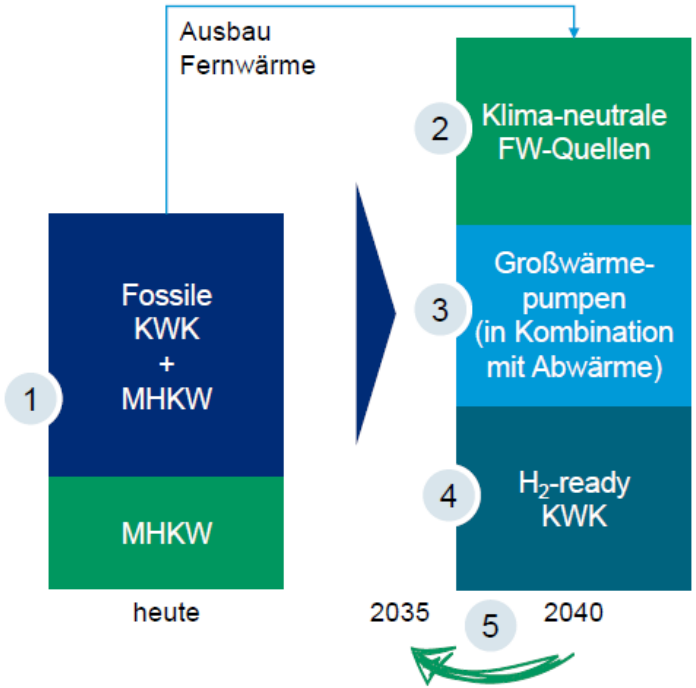


1) Werte von 2020, gesamt FFM (ohne Industrie) 2) Biomasse in der Innenstadt schwierig durch Emissionen wie Feinstaub Quelle: Mainova

mainova

Der Mainova Fernwärme-Transformationsplan

Die Komponenten des Transformationsplans sind grundsätzlich klar



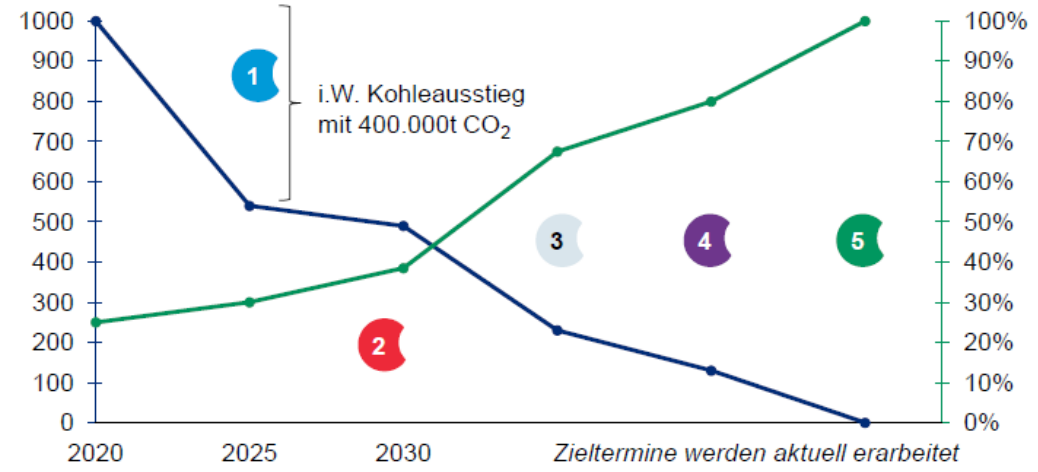
1. Beschreibung des aktuellen FW Systems
2. Potenzialermittlung aller verfügbaren klimaneutralen Wärmequellen, wie Solarthermie, Geothermie, Biomasse, Umweltwärme etc.
3. Mit erneuerbarem Strom betriebene Großwärmepumpen – idealerweise kombiniert mit Abwärme aus Industrie oder Rechenzentren
4. H_2-ready KWK Anlagen, zunächst auf Erdgasbasis
5. Separates Paket zur Untersuchung der Zielerreichung in 2035

- Die BEW macht dazu weitreichende Vorgaben, z.B. werden die Anteile von Biomasse und H_2 eingeschränkt. Dies macht die Integration weiterer Wärmequellen zur Pflicht.
- Die Komponenten sind heute bereits weitgehend bekannt, die Herausforderung wird die Zusammensetzung des zukünftigen Portfolios.

Quelle: Mainova

Wichtige Maßnahmen wie Kohleausstieg und der Anschluss des BKF werden bereits umgesetzt

Exemplarischer Dekarbonisierungspfad der Fernwärme



Anteil CO_2-neutrale Fernwärme

25% — 30% — 70% → 100%

CO2-Emissionen [tsd. Tonnen] aus eigener Erzeugung — Anteil CO2-neutrale Wärme [%]

1. Kohleausstieg HKW West, Anbindung Biomasse-HKW Fechenheim (BKF)
2. Optimierung MHKW & BKF, Einbindung von Abwärme mit Power-to-Heat (PtH)
3. H_2 und grüne Gase ersetzen teilweise Erdgas, Steigerung der Abwärmenutzung, Ausbau BKF
4. H_2-Anteil im Gas wächst, signifikante Steigerung der Abwärmenutzung
5. H2 verdrängt fossiles Gas vollständig, Abwärmenutzung wird weiter erhöht

Mit einem neuen Produkt können wir der Stadt Frankfurt die klimaneutrale Fernwärmeversorgung auch früher garantieren

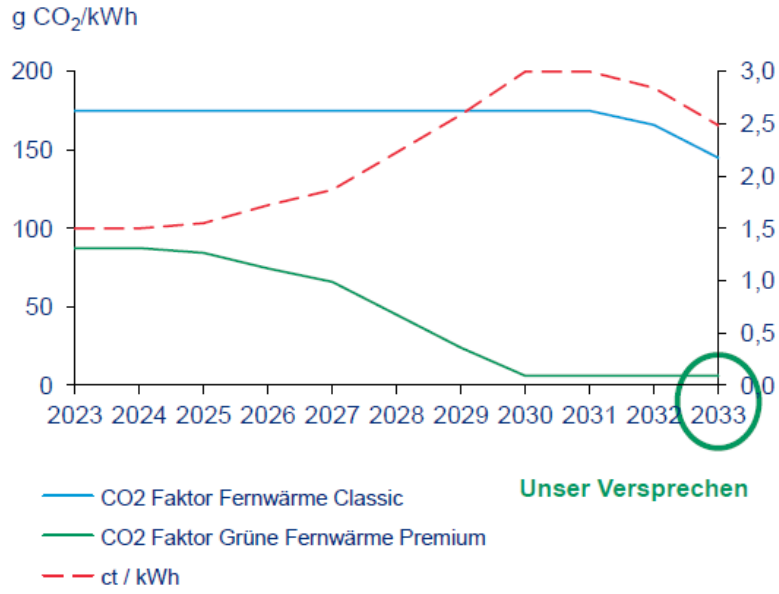
mainova

ENTWURF
Produkt noch in der Zertifizerung

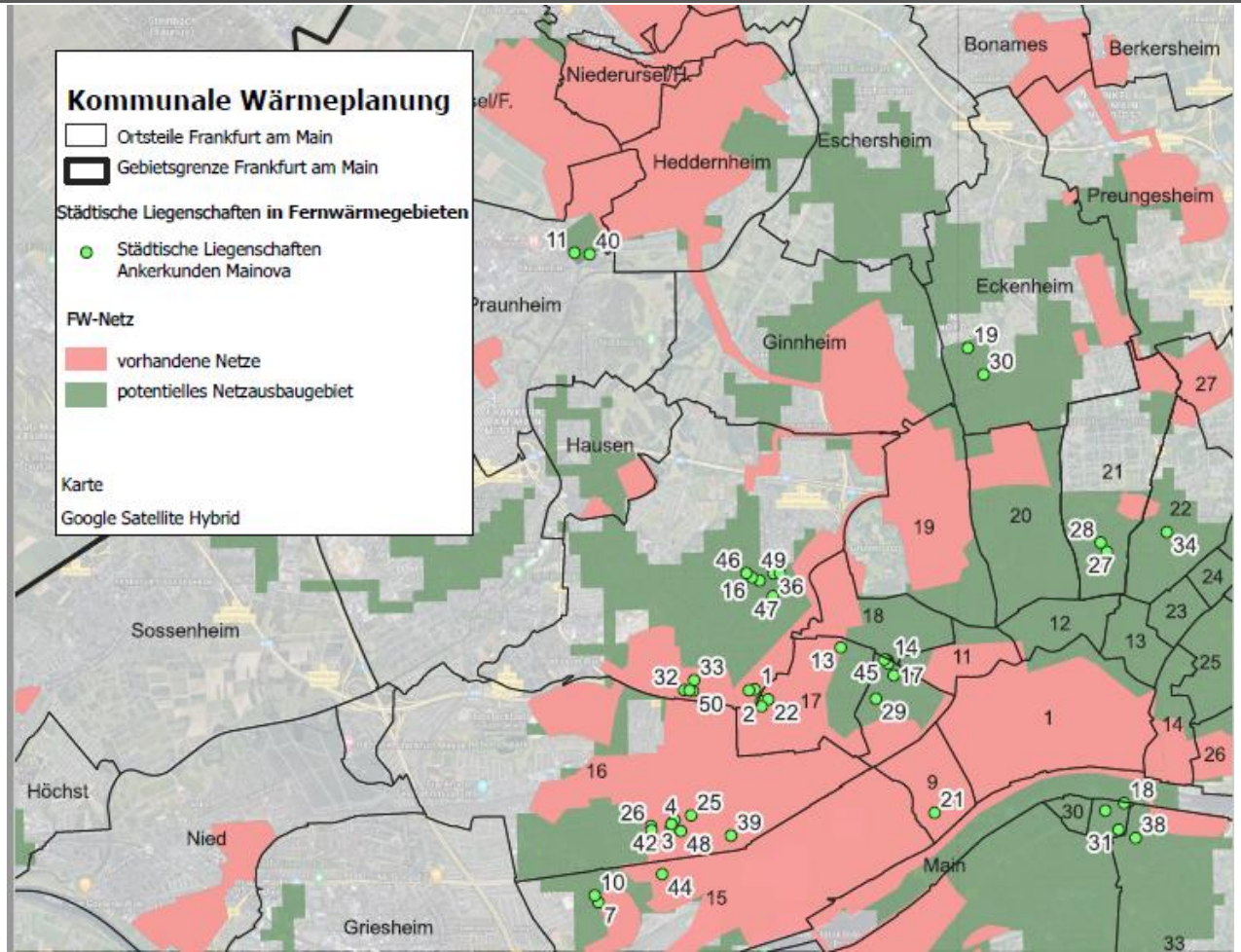
Garantierte CO_2-neutrale Fernwärme bis spätestens 2033

- ✓ **Echtes Grüne Wärme Produkt – keine Kompensation**:
  CO_2-Reduktion durch zusätzliche, lokale Maßnahmen wie Biomasse, Abwärme und Wärmepumpen im FW-System
- ✓ **Eigenes CO_2-Zertifikat**:
  Das Mainova Grüne Fernwärme Produkt wird separat nach AGFW 309/6 (nach Carnotmethode) zertifiziert, damit die Kunden es in der CO_2-Bilanz ausweisen können
- ✓ **Kosteneffizient**:
  Kunden zahlen nur den linearen Hochlauf – 100% erst bei Erreichung von 100% klimaneutraler Fernwärme im Produkt
- ✓ **Transparenter Tarif**:
  Buchung als Option auf den regulären FW-Tarif

Exemplarische Entwicklung der Qualität



Ausbau und Dekarbonisierung von Fernwärme, Folie 20



Ausbau und Dekarbonisierung von Fernwärme, Folie 21

https://energiemanagement.stadt-frankfurt.de

Stadt Frankfurt am Main
Amt für Bau und Immobilien
Abteilung Energiemanagement

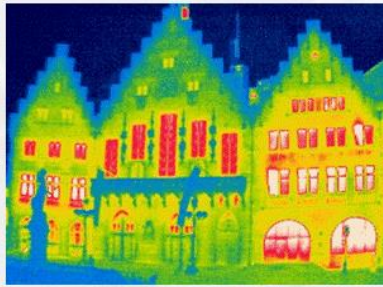
Energiecontrolling
- EVU-Rechnungen
- Manuelle Zählerablesungen
- Automatische Verbrauchserfassung
- Energieausweise

Betriebsoptimierung
- Hinweise zur Gebäudenutzung
- Anweisungen für Hausverwaltungen
- Erfolgsbeteiligung Nutzung und Betrieb
- Seminarprogramm
- Gebäudeautomation

Investive Maßnahmen
- Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen
- Gesamtkostenberechnung
- Bauprojekte
- Energiekonzepte
- Thermografieuntersuchungen
- Kraft-Wärme-Kopplung
- Regenerative Energiequellen

Service
- Aktuelles
- Berichte / Dokumente
- Rechenprogramme
- Verweise auf externe Seiten
- Verweise auf interne Seiten

Energiemanagement



Bereits im Jahr 1990 hat sich die Stadt Frankfurt a.M. mit dem Beitritt zum Klimabündnis der europäischen Städte festgelegt, den Energieverbrauch und damit die Kohlendioxid-Emissionen deutlich zu reduzieren. Um dieses Ziel im Bereich der eigenen Liegenschaften zu erreichen, wurde 1991 die Abteilung Energiemanagement eingerichtet, die heute Teil des Amtes für Bau und Immobilien ist. Diese Abteilung hat die Aufgabe, die Strom-, Heizenergie- und Wasserkosten für die ca. 1.000 städtisch genutzten Liegenschaften mit ca. 2,1 Mio. m² Nettoraumfläche zu minimieren. Dazu gehören so unterschiedliche Gebäudearten wie Schulen, Kindertagesstätten, Bäder, Sportanlagen, Verwaltungsgebäude, Museen, Städtische Bühnen, Zoo und Palmengarten.

Seit dem Jahr 2007 werden alle Neubauten und Sanierungen städtischer Gebäude im Passivhaus-Standard oder mit Passivhaus-Komponenten durchgeführt und alle Dächer für Photovoltaikanlagen ausgelegt. Seit 2018 wird bei allen Neubauten und Dachsanierungen von städtischen Gebäuden die durch Photovoltaik größtmöglich erreichbare Stromerzeugungsleistung installiert und in Betrieb genommen. Ab 2021 wird die Photovoltaik grundsätzlich mit Dachbegrünung kombiniert. 2023 wurde der nächste große Schritt zur Dekarbonisierung beschlossen, indem bis möglichst 2026 weitere 48 Liegenschaften mit 24.700 kW Nennwärmeleistung an die Fernwärme angeschlossen werden. Im Gegenzug hat sich der Fernwärmeversorger verpflichtet, spätestens bis zum Jahr 2033 mit einer entsprechenden Tarifoption klimaneutrale Fernwärme zur Verfügung zu stellen.

Im Jahr 2023 wurden für diese Liegenschaften Energie- und Wasserkosten in Höhe von ca. 58,5 Mio. € aufgewendet. Davon entfielen ca. 25,7 Mio. € auf Strom, ca. 26,0 Mio. € auf Heizenergie und ca. 6,8 Mio. € auf Wasser und Kanaleinleitung. Seit dem Jahr 1990 konnte der spezifische Stromverbrauch trotz der vor allem im Bereich der IT rasant zunehmenden technischen Ausstattung im Schnitt um 31 % gesenkt werden. Der spezifische Heizenergieverbrauch sank in dieser Zeit um 43 %, der spezifische Wasserverbrauch sogar um 62 % und die spezifischen Treibhausgas-Emissionen um 55 %. Außerdem konnte seit dem Jahr 1990 ein rechnerischer Gewinn von 319 Mio. € erwirtschaftet werden. Der Einsparfaktor (Verhältnis von Einsparungen zu Aufwendungen) betrug über den gesamten Zeitraum 4,3. Das bedeutet, dass für jeden Euro, der im Energiemanagement aufgewendet wurde, über vier Euro Energie- und Wasserkosten eingespart werden konnten.

Eine Zusammenstellung der Zahlen finden Sie hier:

- Entwicklung der Kosten, Verbrauchswerte und Emissionen seit 1990

Diese Erfolge wurden mit den drei wesentlichen Instrumenten des kommunalen Energiemanagements erreicht:

Instrumente	CO_2-Einsparpotential	Kosten : Nutzen
Energiecontrolling	> 5 %	1:5 – 1:10
Betriebsoptimierung	> 15 %	1:3 – 1:5
Investive Maßnahmen	> 80 %	5:1 – 1:2