



Projekt „Apfelbaumgarten II“, Stadt Weiterstadt

Möglichkeiten der klimaschonenden
Wärmeversorgung

(Vorstudie – Leistungsphase 1)

- Bericht -

Auftraggeber:

Stadt Weiterstadt

über die

Terramag GmbH

Darmstadt, den 31. Juli 2024

Zusammenfassung und Fazit

I. Aufgabe, Aufbau und Methodik der Vorstudie

Die Stadt Weiterstadt plant eine Wohnbaugebietsentwicklung nördlich der Kernstadt Weiterstadt am östlichen Rand des Stadtteils Braunschardt. Das Plangebiet „Apfelbaumgarten II“ umfasst 28,6 ha vorwiegend landwirtschaftlich genutzter Fläche und soll in mehreren Bauabschnitten in den kommenden 15 Jahren entwickelt werden.

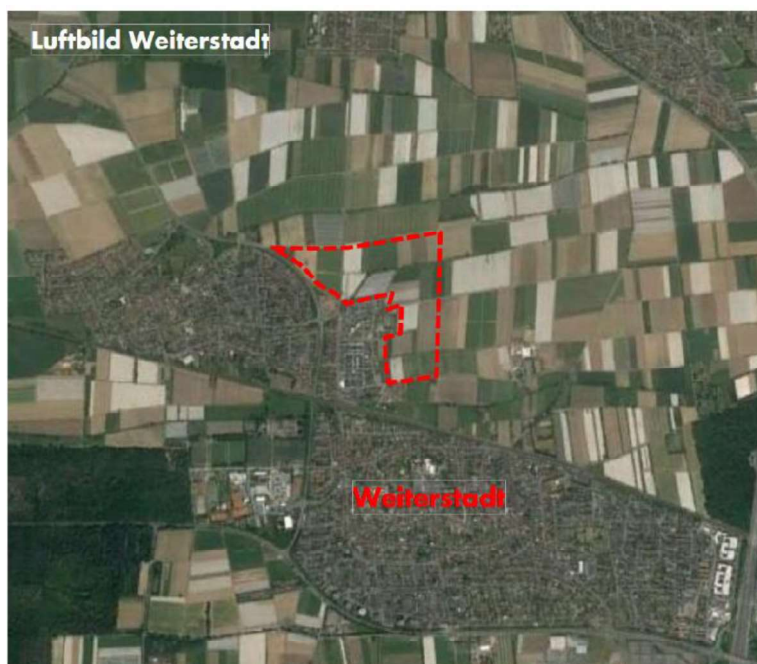


Abbildung 1: Luftbild von Weiterstadt mit der Lage des Plangebiets

Quelle: Masterplan, 2019

Die vorliegende Untersuchung zeigt die Möglichkeiten einer klimaschonenden Wärmeversorgung des Plangebiets auf. Gegenstand der Studie im Rahmen der Leistungsphase 1 ist die

- Potentialanalyse möglicher klimaschonender Energiequellen für das Plangebiet, inkl. Mengenabschätzung
- Abschätzung des Wärmebedarfes für die nächsten 20 Jahre auf Grundlage des vorliegenden Masterplans aus dem Jahr 2019,
- Darstellung grundsätzlich möglicher baurechtlichen Festsetzung, sowie Sicherung der Zielerreichung z.B. im Rahmen von städtebaulichen Verträgen.

Als Datengrundlagen für diese erste Untersuchung dienen die Angaben aus dem Masterplan (Stand 29.04.2019). Auch wenn sich die Daten im weiteren Projektlauf

(Städtebaulicher Entwurf, Bauleitplanung) noch ändern können, gibt der Masterplan ein erstes gutes Mengengerüst wieder, welches ein repräsentatives Datenfundament für Abschätzungen in Leistungsphase 1 bietet.

Eine vertiefende Betrachtung, die Varianten zur Energieversorgung entwickelt und technisch und wirtschaftlich untersucht soll bei Bedarf aufbauend auf den Ergebnissen der Leistungsphase 1 und einer Fortschreibung des städtebaulichen Entwurfs vorgenommen werden.

II. Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse

a) Überblick der geplanten Bebauung

Gemäß Städtebaulichem Entwurf (2019) ist im Plangebiet eine Bebauung mit Bereichen unterschiedlicher Dichte vorgesehen: Bereiche vergleichbarer Größe für Wohnnutzung geringerer Dichte sowie für Wohnnutzung höherer Dichte und Mischnutzung; dazu kommt noch ein kleinerer Bereich für Sondernutzung.



Abbildung 2: Zuordnung von Nutzungen und zugehörigen Flächen im Plangebiet

Quelle: Masterplan, 2019

Somit ergibt sich im Plangebiet „Apfelbaumgarten II“ eine heterogene Bebauungsstruktur und -dichte. Für die Betrachtungen im Rahmen der Studie wurden drei Typgebäude entwickelt: Einfamilienhaus und kleines Mehrfamilienhaus für Wohnnutzung geringerer Dichte, großes Mehrfamilienhaus für Wohnnutzung höherer Dichte und Mischnutzung.

b) Übersicht betrachteter Wärmequellen

Folgende Wärmequellen werden im Rahmen der vorliegenden Studie betrachtet (Tabelle 1). Die Nutzung von Abwärme (inkl. Abwasser) als Wärmequelle wurde aufgrund unzureichenden Potenzials ausgeschlossen (siehe Kap. 6.3 des Hauptteils).

Tabelle 1: Übersicht betrachteter Wärmequellen, geeignete Versorgungsart und Flächenbedarf

Wärmequelle	Eignung für Versorgungsart		Flächenbedarf zur Erschließung der Wärmequelle
	dezentral (Einzelgebäude)	zentral / Teilbereiche	
Umgebungswärme (Luft)	X		keiner
Oberflächennahe Geothermie: Erdwärmekollektoren	X	X	hoch
Oberflächennahe Geothermie: Sondensysteme • Bohrtiefe < 100 m • Bohrtiefe bis 400 m	X	X	<i>Je nach Bohrtiefe</i> moderat bis hoch niedrig
Mitteltiefe Geothermie: Sondensysteme (Bohrtiefe bis ca. 800 m)		X	niedrig bis moderat
Grundwasser		X	keiner
Solarthermie	X	X	hoch

Grundlegende Aspekte:

- Bis auf die Wärmequelle „Solarthermie“ erfordern alle betrachteten Optionen eine Temperaturerhöhung mittels Wärmepumpen (Luft-Wasser-Wärmepumpe (Umgebungswärme), Sole-Wasser-Wärmepumpe (Erdwärme) bzw. Wasser-Wasser-Wärmepumpe (Grundwasser)).

Trotz effizienter Betriebsweise sind Wärmepumpen eine stromintensive Versorgungstechnologie. Zusammen mit Elektromobilität führt dies zu erhöhten Anforderungen an die Strom-Versorgungsinfrastruktur, die bereits im Rahmen der städtebaulichen Entwürfe und der Bauleitplanung zu berücksichtigen ist.

- Die Betrachtungen der Wärmequellen Grundwasser und mitteltiefe Geothermie beschränken sich aufgrund von Komplexität und Aufwand zur Erschließung auf (teil)zentrale Versorgungslösungen.
- Eine (teil)zentrale Versorgungslösung erfordert die Errichtung eines Wärmenetzes.
 - Durch (teil)zentrale Lösungen kann der Aufwand (Kosten und Flächenbedarf) für die Erschließung von Wärmequellen gegenüber dezentralen Lösungen gesenkt werden.

- Andererseits ist der Aufbau eines Wärmenetzes mit hohen Investitionen verbunden und verursacht damit hohe Fixkosten. Für den wirtschaftlichen Betrieb von (teil)zentralen Lösungen / Wärmenetzen sind hohe Wärmedichten (Wärmemenge je Meter Wärmenetz) und/oder hohe Anschlussgrade erforderlich.

c) Wärmepotenziale (Grobschätzung)Fazit der Potenzialanalyse

- **Luft-Wasser-Wärmepumpen** (Nutzung von Umgebungswärme) stellen eine besonders kompakte Versorgungslösung ohne Erschließungsaufwand dar. Die Außeneinheiten (über dem Erdboden oder Dachaufstellung) können zu Lärmbelästigung führen. Der Wärmepumpenbetrieb ist gegenüber der für Erdwärme- oder Grundwassernutzung eingesetzten Wärmepumpen ineffizienter. Diese Wärmepumpenart eignet sich v.a. für kleine Leistungen und somit primär für dezentrale Versorgung. In diesem Anwendungsbereich stellt die Luft-Wasser-Wärmepumpe derzeit die Standardlösung dar.
- Aufgrund des geringen Flächenbedarfs und der hohen Energieeffizienz bieten sich Erdwärmesonden sowie Grundwasser zur Wärmeversorgung im Plangebiet an. Beide Versorgungsoptionen sind aus energetischer Sicht der Luft-Wasser-Wärmepumpe vorzuziehen, und ermöglichen effiziente Kühlung in den Sommermonaten.
- Die Betrachtung der Wärmequelle **Grundwasser** konzentriert sich auf die Nutzung der sechs Brunnen für die Grundwasserhaltung („Galerie Nord“).
 - Das Grundwasser aus den Brunnen des Bewässerungsverbands eignet sich bei Beibehaltung der bisherigen Fördermengen zur Versorgung von Teilgebieten.
 - Für eine Versorgung des gesamten Plangebiets müsste die Nutzung der Wärmequelle erweitert werden oder eine weitere Wärmequelle erschlossen werden. Erstes wäre erreichbar durch Erhöhung des Förderregimes, bzw. Errichtung einer zusätzlichen geothermischen Brunnenanlage bei hohem Erkundungs- und Genehmigungsaufwand
 - Die energetische Nutzung des Grundwassers verursacht eine Temperaturabsenkung. Mögliche Auswirkungen auf Anbaukulturen durch die Bewässerung mit kälterem Wasser wären in einem nächsten Planungsschritt zu klären.
 - Flächenbedarf im öffentlichen Raum entsteht bei dieser Versorgungsoption lediglich für die Anbindung eines Wärmenetzes an das Brunnenystem und ggf. bei Erweiterung um eine weitere Brunnenanlage bzw. für einen weiteren Wärmerezeuger.
- Die zur Erschließung mit **Erdwärmesonden** benötigte Fläche reduziert sich mit zunehmender Bohrtiefe.
 - Bis mindestens 200 m Bohrtiefe ist die Erschließung i.d.R. mit einfachen Bohrverfahren und ohne Bohrturm möglich.
 - Bei Flächenkonkurrenz zu Bepflanzung mit Bäumen ist grundsätzlich eine Versorgung des kompletten Plangebiets durch Nutzung der öffentlichen Grünflächen

möglich (Erwägungen zu Grünstreifen an Stromtrasse siehe Kap. 6.4.3 im Hauptteil), auch eine Einbeziehung von Geh-/Verkehrswegen ist denkbar.

- Eine dezentrale Versorgung von Einzelgebäuden ist mit Erdwärmesonden (auf den Privatgrundstücken) im Plangebiet ebenfalls möglich (nach Aufhebung des Wasserschutzgebiets¹). Hierbei lassen sich Synergien schaffen durch Bündelung der Bohraktivitäten mehrerer Grundstücke.

Erwägungen zu weiteren Wärmequellenoptionen im Plangebiet:

- **Erdwärmekollektoren** sind aufgrund hohen Flächenbedarfs am ehesten als Einzelsystem zur Versorgung kleinerer Wohnhäuser geeignet. Für (teil)zentrale Versorgung ist der Flächenbedarf höher als für Erdwärmesonden; zur Versorgung des gesamten Plangebiets reichen die dort vorgesehenen öffentlichen Grünflächen nicht aus. Vorteile der Erdwärmekollektoren sind, dass diese bei einlagiger Verlegung lediglich anzeigepflichtig sind (d.h. kein aufwändiges Genehmigungsverfahren erfordern) und eine gleichzeitige landwirtschaftliche Nutzung möglich ist (sogenannte „Agrothermie“).
- Die Erschließung **mitteltiefer Geothermie** ist flächeneffizient, gegenüber oberflächennaher Geothermie aber mit erhöhtem Planungs- und Genehmigungsaufwand verbunden. Außerdem erfordert die Erschließung gegenüber oberflächennaher Geothermie aufwändigere Bohrverfahren; entsprechende Flächen hierfür sind bereitzustellen. Je nach Entnahmetemperatur sind ggf. Wärmepumpen zur Temperaturanhebung auf die Bedarfsniveaus erforderlich, insbesondere bei Mitabdeckung der Warmwasserbereitung.
- **Solarthermie** benötigt (aufgrund starker jahreszeitlicher Schwankung des Ertrags und geringer Übereinstimmung mit dem Wärmebedarfsverlauf) trotz hohen Flächenbedarfs noch eine weitere Wärmequelle (z.B. Biomasse) und/oder umfangreiche Energiespeicherung.
 - Die für Solarthermie eingesetzten Solarkollektoren stehen in Flächenkonkurrenz zur Photovoltaik (PV). Durch Kombination beider Systeme („PVT“) kann diese bei investiven Mehrkosten aufgelöst werden.
 - Zur Versorgung von Einzelgebäuden oder kleiner Teilbereiche kann die Einbeziehung von Eisspeicher-Systemen zielführend sein (bei „überschaubarerem“ Flächenbedarf). Die Solarthermie wird in diesem Fall durch Solar-Luft-Kollektoren oder alternative, flächensparende Systeme zur Eisspeicher-Regeneration (z.B. Energiezäune) genutzt.
 - Für (teil)zentrale Versorgung kann Solarthermie als Freiflächenanlage in Kombination mit saisonaler Energiespeicherung (z.B. Erdbecken-Wärmespeicher) bei hohem

¹ Das Plangebiet liegt z.T. im Wasserschutzgebiet (WSG) Schutzzone III, damit wären Grundwasserwärmepumpen verboten. Das WSG befindet sich allerdings im Aufhebungsverfahren. Insofern gibt es absehbar keine rechtlichen Gründe, eine zusätzliche Erschließung der Wärmequelle Grundwasser nicht zu betrachten.

Flächenbedarf prinzipiell auch ohne weitere Wärmequellen genutzt werden. Zur Versorgung des gesamten Plangebiets oder größerer Teilflächen werden Flächen außerhalb des Plangebiets benötigt. Die Flächen unter Solarkollektoren können (je nach Installationshöhe) landwirtschaftlich genutzt werden. Zur Optimierung des Gesamtsystems könnten Erdwärmesonden dienen, wodurch der Flächenbedarf insgesamt reduziert werden kann.

- Erdbecken-Wärmespeicher und Eisspeicher können nur bis über den anstehenden Grundwasserpegel angelegt werden. Diese Problematik lässt sich ggf. durch baulichen Mehraufwand (z.B. Verankerung von Eisspeichern) bzw. Auswahl alternativer Speichersystemen (z.B. Erdsonden-Wärmespeicher) lösen.

III. Rechtliche Absicherung von konkreten Klimaschutzmaßnahmen im Rahmen der Bauleitplanung

Möglichkeiten zur Umsetzung von konkreten Klimaschutzmaßnahmen im Rahmen der Bauleitplanung bestehen durch

- Festsetzungen zum Klimaschutz im Bebauungsplan (§ 9 Abs. 1 BauGB);
- den städtebaulichen Vertrag;
- Grundstückskaufverträge;
- Wärmesatzung / Anschluss- und Benutzungszwang (§§ 5 und 19 der Hessischen Gemeindeordnung (HGO)).

Die Neuordnung der Grundstücke im Plangebiet ist mittels freiwilliger Umliegung (gemäß § 56 Abs. 2 BauGB) geplant. Auf diesem Weg sollen möglichst viele Flächen ins Eigentum der Stadt gebracht werden. Alle übrigen Flächen werden an die Alteigentümer zurückübertragen, sodass bei diesen Flächen die weitgehenden Möglichkeiten, die städtebauliche Verträge und Kaufverträge bieten für die Stadt Weiterstadt nicht anwendbar sind.

In welchem Umfang die Stadt in das Eigentum der Grundstücke kommen wird und in welcher räumlichen Lage diese Grundstücke sich befinden werden ist derzeit nicht absehbar. Es ist aber damit zu rechnen, dass ein hoher Flächenanteil im Privatbesitz verbleiben wird und dass dieser Privatbesitz sich über das gesamte Plangebiet verteilen wird. Damit werden voraussichtlich keine guten Voraussetzungen vorhanden sein, für größere zusammenhängende Teile des Plangebiets vertragliche Regelungen zur klimaschonenden Wärmeversorgung zu treffen. Eine Wärmesatzung mit Anschluss- und Benutzungszwang (§§ 5 und 19 HGO) ist somit nicht zielführend, weil die aufgezeigten dezentralen Versorgungsoptionen aus Sicht des Klimaschutzes gleichwertig sind und daher als Alternativen zuzulassen wären.

IV. Empfehlungen / nächste Schritte

1) Allgemeine Empfehlungen / Klimaschutzziele

Die frühzeitige Berücksichtigung der wesentlichen energetischen und klimatischen Aspekte ist angeraten, um die energetischen und klimatischen Ziele mit den städtebaulichen Zielen zu verzahnen und mit den zur Verfügung stehenden Umsetzungsinstrumenten nachhaltig und langfristig zu sichern.

Wichtige Grundlagen können dabei schon im städtebaulichen Entwurf gelegt werden, der die Grundlage für den B-Plan darstellt. Dabei ist aus energetischer Sicht ein günstiges Verhältnis von Gebäudehüllfläche zu beheizbarem Gebäudevolumen (A/V-Verhältnis) sowie eine zur energetischen Nutzung der Sonneneinstrahlung möglichst günstige Stellung der Baukörper und Dachflächen anzustreben.

Der Einsatz erneuerbarer Energien zur klimaverträglichen Energieversorgung von Baugebieten bedingt einen nicht unerheblichen Bedarf an Flächen im Gebiet und ggf. auch außerhalb des Gebiets (Ausnahme: Grundwasser aus den Brunnen des Bewässerungsverbands), der berücksichtigt werden muss. Soweit Flächen außerhalb des Gebiets erforderlich sind, ist deren Verfügbarkeit frühzeitig zu prüfen und ggf. zu sichern.

2) Unterschiedliche Wärmeversorgungslösungen für verschiedene Teilgebiete

Vor dem Hintergrund einer heterogenen Bebauungsstruktur und -dichte im Plangebiet (gemäß Städtebaulicher Entwurf 2019) mit unterschiedlichen Eigentumsverhältnissen bietet sich eine Aufteilung der Wärmeversorgungslösungen in verschiedene Teilgebiete an.

In **Bereichen geringerer Bebauungsdichte** ergeben sich niedrige Wärmedichten, welche einem wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen entgegenstehen. (Teil)zentrale Versorgungslösungen drängen sich in diesen Teilbereichen auch deshalb nicht auf, weil die aufgezeigten dezentralen Versorgungsoptionen aus Sicht des Klimaschutzes gleichwertig sind. Somit zeichnen sich in diesen Bereichen dezentrale Versorgungslösungen ab.

Bereiche dichter Bebauung im Plangebiet bieten grundsätzlich gute (auch wirtschaftliche) Voraussetzungen zur Umsetzung von Wärmenetzen. Die Handlungsmöglichkeiten beschränken sich auf Grundstücke, die sich im Eigentum der Stadt Weiterstadt befinden. Wenn die Stadt Grundstückseigentümerin ist, kann ein Wärmenetzanschluss in städtebaulichen Verträgen oder über Kaufverträge vorgeschrieben werden.

Neben Prüfung der technischen und organisatorischen Voraussetzungen (nachfolgende Punkte 3 und 4, siehe auch Kap. 6.10) ist im Rahmen eines Variantenvergleichs eine Vertiefung realistischer Versorgungsoptionen inkl. Kostenschätzung anzuraten (im Zuge der Fortschreibung des städtebaulichen Entwurfs).

Wenn Erdwärmesonden zur (teil)zentralen Versorgung geeignet sind, bietet sich die Nutzung dieser Wärmequelle (teilzentral und/oder dezentral) an. Alternativ oder ergänzend ermöglicht die Nutzung von Grundwasser (Brunnen des Bewässerungsverbands, ggf. Errichtung einer zusätzlichen geothermischen Brunnenanlage) eine Versorgungslösung mit minimalem Flächenbedarf. Diese Wärmequelle eignet sich zur Versorgung von Teilgebieten.

3) Geothermie: frühzeitige Absicherung durch Erkundungsbohrungen

Sofern Erdwärmesonden in Erwägung gezogen werden, sind entsprechend der Einstufung als hydrogeologisch ungünstiges Gebiet für Sondenbohrungen im Plangebiet und angrenzenden Bereichen gesonderte Beurteilungen des Vorhabens erforderlich. In diesem Rahmen sollte eine Absicherung der Erkenntnisse durch eine Erkundungsbohrung bis in die Gesteinsschichten erfolgen, in welche die Sonden abgeteuft werden sollen. Erkenntnisse aus der Erkundungsbohrung bringen entscheidende Rückschlüsse auf die umsetzbare Bohrtiefe und die weiteren Planungsgrößen (z.B. Flächenbedarf). Eine frühzeitige Kontaktaufnahme mit der zuständigen Genehmigungsbehörde ist zu empfehlen. Die Anforderungen des Gewässerschutzes sind zu beachten. Dies gilt auch für Erdwärmekollektoren, sollte die Einbautiefe mehr als 3 m betragen.

Wenn eine Nutzung der Grünstreifen um die Stromtrassen für Erdwärmesonden angestrebt wird, sollte zunächst geklärt werden, ob während der Bohrung der vorgeschriebene Abstand zur Hochspannungsleitung eingehalten werden kann (siehe Kap. 6.4.3). Eine frühzeitige Kontaktaufnahme mit dem Stromnetzbetreiber (ggf. auch einem Bohrunternehmen) ist anzuraten, um diese und weitere technischen Fragestellungen zur Durchführbarkeit zu klären (z.B. Mindestabstand zu Strommasten).

4) Grundwasser: frühzeitige Abklärung nutzbarer Fördermengen und zulässiger Rückgabetemperatur

Sofern die Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle in Erwägung gezogen wird, sollten zur gesicherten Beurteilung des Potenzials die nutzbaren Fördermengen und zulässige Rückgabetemperatur (Temperaturabsenkung des für Bewässerung genutzten Grundwassers) bestimmt werden.

Falls eine Erweiterung durch eine geothermische Brunnenanlage angestrebt wird, sollten auch hierfür frühzeitig die notwendigen Schritte (Begutachtung, Planung) eingeleitet werden.

Es empfiehlt sich eine frühzeitige Kontaktaufnahme mit der für die Genehmigung zuständigen Behörde sowie mit den betroffenen Landwirtschaftsbetrieben des Bewässerungsverbands.

5) Stromnetz für steigenden Strombedarf auslegen

Auf Wärmepumpen gestützte Wärmeversorgung und zunehmende Elektrifizierung des Individualverkehrs führen zu Strombedarf in Größenordnungen, die weit über dem Strombedarf typischer Bestandsgebiete liegen. Dieser Umstand ist bei Dimensionierung der Stromversorgung und Reservierung hierfür benötigter Flächen für entsprechende Einrichtungen im Quartier (u.a. Trafo-Stationen) zu beachten und mit dem Netzbetreiber abzustimmen.

Die Nutzung von PV-Eigenstrom für Wärmepumpen trägt zu deren wirtschaftlichem Betrieb bei und entlastet gleichzeitig das öffentliche Stromnetz. Daher sollte im Rahmen der bauleitplanerischen Festsetzungen und/oder durch städtebauliche Verträge in jedem Fall darauf hingewirkt werden, dass PV-Anlagen installiert werden. Sofern eine Nutzung solarthermischer Potenziale auf Dachflächen beabsichtigt wird, ergibt sich eine Flächenkonkurrenz mit PV; diese lässt sich durch Inkaufnahme investiver Mehrkosten auflösen, indem beide Technologien kombiniert werden (PVT-Systeme).