

# **Zusammenfassung**

**Technisches Gutachten zur Novelle  
der BO f. Wien 2018 (§2b  
Energieraumpläne) -  
Wirtschaftlichkeitsvergleich  
unterschiedlicher Heizungs- und  
Warmwasserbereitungsanlagen**



**ZUSAMMENFASSUNG Gutachten „Technisches Gutachten zur  
Novelle der BO f. Wien 2018 (§2b Energieraumpläne) -  
Wirtschaftlichkeitsvergleich unterschiedlicher Heizungs- und  
Warmwasserbereitungsanlagen“**

**Gutachter:**

Univ. Prof. Arch. DI Dr. Martin Treberspurg,  
Treberspurg & Partner Architekten ZT GmbH

**Datum des Gutachtens:**

13. September 2019

**Auftraggeber:**

Magistrat der Stadt Wien , Magistratsabteilung 20 – Energieplanung

[www.energieplanung.wien.gv.at](http://www.energieplanung.wien.gv.at)

## Aufgabenstellung

Im Zuge der Wiener Bauordnungsnovelle 2018 wurde der Stadt Wien die Möglichkeit gegeben, bei Vorliegen bestimmter Voraussetzungen für Teile des Stadtgebiets Energieraumpläne zu verordnen. Eine Voraussetzung ist, dass neben Fernwärme zumindest ein weiteres hocheffizientes alternatives System nach § 118 Abs. 3 BO für Wien realisierbar ist.

Ziel des vorliegenden Gutachtens ist die Prüfung der Wirtschaftlichkeit und damit der Zumutbarkeit von potenziellen Mehrkosten bestimmter hocheffizienter alternativer Systeme. Dazu gehört auch die Darstellung der Investitionskosten für neu zu errichtende Gebäude mit herkömmlicher und hocheffizienter Gebäudehülle. Es wird angenommen, dass die technische Realisierbarkeit von zumindest einem hocheffizienten alternativen System als Alternative zur Fernwärmenutzung gegeben ist. Sole/Wasser-Wärmepumpen mit Erdsonden sind prinzipiell im gesamten Stadtgebiet möglich<sup>1</sup>. Einschränkungen kann es durch Einbauten im Untergrund (z.B. Eisenbahntunnel) oder durch Altlasten geben, durch die das Erdreich kontaminiert ist. Luft/Wasser-Wärmepumpen sind mit geeigneten Schalldämmmaßnahmen ebenfalls im gesamten Stadtgebiet einsetzbar. Im Vergleich zu Sole/Wasser-Wärmepumpen sind die technischen Restriktionen bei Luft/Wasser-Wärmepumpen geringer. Die Überprüfung der technischen und genehmigungstechnischen Realisierbarkeit einer konkreten Anlage ist nicht Teil des Vergleichs.

Untersucht und verglichen werden sowohl **Sole/Wasser-Wärmepumpen mit Erdsonden** als auch **Luft/Wasser-Wärmepumpen**. Für diese Energiesysteme wird als Anforderung an die Energiekennzahlen bei Neubau die Kennlinie 10<sup>2</sup> herangezogen. Die Kennlinie 10 wird verwendet, da durch die hocheffiziente Gebäudehülle der Energiebedarf und damit auch die Investitionskosten in das Energiesystem reduziert werden können. Es wird angenommen, dass dem zusätzlichen Investitionsbedarf in die hocheffiziente Gebäudehülle, höhere Einsparungen durch die geringen Investitionen in das Energiesystem gegenüberstehen.

Um die hocheffizienten alternativen Energiesysteme mit den aktuellen Mindestanforderungen der Bauordnung vergleichen zu können, wird als **Basisvariante** ein Wärmeerzeugersystem herangezogen, welches aus einer **Gasheizung in Kombination mit thermischen Solarkollektoren** zur Abdeckung von mind. 20% des Endenergiebedarfes für Warmwasser besteht. Die notwendige Energieeffizienz wird bei der Basisvariante über den Gesamtenergieeffizienzfaktor fGEE < 0,80 und die Anforderung an den Heizwärmebedarf (HWB) im Neubau mit der Kennlinie 16<sup>3</sup> erfüllt. Diese Variante ist am

---

<sup>1</sup> Vgl. Berechnungen der Geologischen Bundesanstalt, März 2019

<sup>2</sup> siehe OIB RL6 2019, Kapitel 4.3.1: HWBRef,RK.zul< 10x(1+3,0/lc) (OIB RL6-2019)

<sup>3</sup> siehe ebenda: HWBRef,RK.zul< 16x(1+3,0/lc) (OIB RL6-2019)

Markt Standard, weil höhere Investitionen in eine verbesserte Gebäudehülle keine oder kaum Einsparungen bei den Investitionen ins Energiesystem Gaskessel bringen.

Damit die hocheffizienten alternativen Energiesysteme auch mit einem Gebäude der gleichen thermischen Qualität (Kennlinie 16) vergleichbar sind, wird die Gebäudehülle der Basisvariante in einer **erweiterten Basisvariante** auf das Niveau der Kennlinie 10<sup>4</sup> angehoben.

Neben den **Mehrkosten für die hocheffiziente Gebäudehülle** und den **Investitionskosten für die Haustechnik** werden auch die **Betriebskosten pro Quadratmeter und Jahr** angegeben, um einen Überblick über die Folgekosten zu bekommen. Zuletzt werden die Gesamtkosten berechnet, in denen auch die reduzierte Wohnnutzfläche durch die zusätzliche Wärmedämmung berücksichtigt wird.

Die klimaschutzrelevanten Auswirkungen werden über die CO<sub>2</sub>-Emissionen der einzelnen Varianten dargestellt.

Die zusätzlichen Möglichkeiten, die sich durch den Einsatz von hocheffizienten alternativen Systemen ergeben, wie z.B. die Möglichkeit der Temperierung der Gebäude im Sommer, werden qualitativ beschrieben.

Etwaige Förderungen werden für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit nicht berücksichtigt, da auf Förderungen generell kein Rechtsanspruch besteht und die zur Verfügung stehenden Mittel begrenzt sind.

Als Basis für die Berechnungen werden zwei unterschiedliche Baukörper definiert, welche charakteristisch für zwei grundlegende Bebauungsvarianten in Wien sind:

#### 1. Baulückenverbauung:

- Geschlossene Bauweise
- Bauklasse III
- ca.20 Wohneinheiten (ca. 80 m<sup>2</sup> Wohnnutzfläche WNF/Wohneinheit WE)
- A/V ca. 0,28

#### 2. Neubau in Stadtentwicklungsgebieten:

- Offene Bauweise
- Bauklasse IV
- ca. 100 Wohneinheiten (ca. 70 m<sup>2</sup> WNF/WE)
- A/V ca. 0,22

Beide Gebäudetypen werden jeweils in den oben beschriebenen Varianten betrachtet:

---

<sup>4</sup> siehe OIB RL6 2019, Kapitel 4.3.1: HWBRef,RK.zul< 10x(1+3,0/lc) (OIB RL6-2019)

- Basisvariante
- erweiterte Basisvariante
- Sole/Wasser-Wärmepumpen mit Erdsonden
- Luft/Wasser-Wärmepumpen.

Die **Gebäudeausstattung** dieser Varianten im Detail:

Basisvariante:

Die Anforderungen an die Energieeffizienz wurden mittels Nachweises über den Gesamtenergieeffizienz-Faktor,  $f_{GEE} < 0,80$  und mit einer Energiekennzahl gemäß Kennlinie 16 OIB RL6-2019, erfüllt. Das Wärmeerzeugersystem besteht aus einer Gasheizung in Kombination mit thermischen Solarkollektoren zur Abdeckung von mind. 20% des Endenergiebedarfes für Warmwasser. Bei der häufigsten Form der solar unterstützten Gasheizung wird die Sonnenenergie zur Warmwasserbereitung herangezogen. Ist ein ausreichend großer Pufferspeicher verbaut und reicht die thermische Kollektorfläche aus, dient die Solaranlage auch zur Unterstützung der Raumheizung einer Gas- oder Flüssiggasheizung. Die Gasheizung läuft dann nur an, wenn die Sonnenwärme nicht ausreicht.

Erweiterte Basisvariante:

Der Unterschied zur Basisvariante ist die hocheffiziente Gebäudehülle, die der Kennlinie 10 OIB RL6-2019 entspricht. Es wird ein Gesamtenergieeffizienz-Faktor  $f_{GEE} < 0,75$  erreicht. Die Wärmeerzeugung wird weiterhin mittels einer Gasheizung in Kombination mit thermischen Solarkollektoren abgedeckt.

Alternative Varianten – hocheffiziente Gebäudehülle und Einsatz alternativer hocheffizienter Energiesysteme zur Wärmeerzeugung:

Bei Energiesystemen, die erneuerbare Energie nutzen, wirken sich hocheffiziente Gebäudehüllen positiv auf die Investitionskosten der Systeme zur Wärmeerzeugung aus, da deren Leistung durch den geringeren Energiebedarf reduziert wird. Dies erhöht die Wirtschaftlichkeit der Systeme.

Für diese Systeme zur Wärmeerzeugung wurde im Vergleich zur Basisvariante eine Verbesserung der thermischen Gebäudehülle zur Erreichung des  $HWB_{Ref,RK,zul}$ -Wertes nach der Formel  $10 \times (1+3/l_c)$  vorgenommen. Daher waren eine Erhöhung der Dämmstärken sowie eine Verbesserung der Fensterqualität notwendig. Als Wärmequellen eignen sich Luft, Erdreich und Grundwasser (nicht Teil des Gutachtens).

- a) Sole-Wärmepumpen mit Erdsonden nutzen die ohnehin vorhandene und kostenlose Wärme, die im Erdreich gespeichert ist, sehr effizient zur Wärmegewinnung. Neben einer sehr guten Ökobilanz hat das Heizen mit Sole-Wärmepumpen noch weitere

Vorteile. Das System kann zur saisonalen Speicherung von Wärme eingesetzt werden, indem im Sommer die Abwärme der Kühlung an das Erdreich abgegeben wird (keine Wärmeabgabe an die Umgebung). Dieser regenerative Betrieb erhöht zudem die Effizienz der Erdsonden, da der Wärmeentzug im Winter damit teilweise ausgeglichen wird.

- b) Luftwärmepumpen sind weit verbreitete Systeme. Im Winter bei niedrigen Lufttemperaturen arbeiten Luftwärmepumpen weniger effizient als Systeme mit den Wärmequellen Erdreich oder Grundwasser. Da weder Bohrungen noch Kollektoren erforderlich sind, ist die Installation einer Luftwärmepumpe technisch weniger aufwändig und wesentlich günstiger als der Einbau der anderen Systeme. Auf Schallemissionen ist bei Anordnung der Luftwärmepumpen zu achten. Luftwärmepumpen können ebenfalls zur Kühlung von Gebäuden verwendet werden. Durch Nutzung dieser Abwärme für die Warmwassererwärmung, kann die Erhitzung der Umgebung minimiert werden.

## **Grundlagen**

Bauordnung Wien, § 118 Abs. 3

Bauordnung Wien §118 Abs. 3d

Bauordnung Wien, § 83 Abs. 1, Bauteile vor der Baulinie oder Straßenfluchtlinie, lit. c

Bauordnung Wien, § 84 Abs. 1, Bauteile vor den Baufluchtlinien und in Abstandsflächen und Vorgärten

Richtlinie der MA37 betreff Schauseitenverkleidungen, Aktenzahl MA 37 – 1303726-2014, Datum Wien, 11. Sept. 2014

OIB RL 6 2019, Kapitel 4.3.1

OIB RL 6 2019, Kapitel 5.2.3c

Zinssätze: Die den Berechnungen zugrunde liegenden Zinssätze basieren auf eigener Einschätzung aufgrund des zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Gutachtens vorherrschenden Zinsmarktes.

ÖNORM M 7140

## **Gutachterliche Stellungnahme**

### 1. Bauliche Mehrkosten der hocheffizienten Gebäudehülle

Betrachtet man die baulichen Mehrkosten für die hocheffiziente Gebäudehülle sowie die Mehrkosten aufgrund der Reduzierung der Wohnnutzflächen, die wegen der notwendigen Verbesserung der thermischen Gebäudehülle von der Gebäudekennlinie 16 gemäß OIB RL6 2019 auf die Gebäudekennlinie 10 gemäß OIB RL6 2019, bei Anwendung der alternativen Wärmeerzeuger-Systeme anfallen, so zeigt das Ergebnis, dass im Vergleich zu den Nettoherstellkosten des jeweiligen Gebäudes, unabhängig ob in geschlossener Bauweise (Baulücke) oder in offener Bauweise (Stadterweiterungsgebiet) errichtet, nur eine geringfügige Erhöhung der Herstellungskosten anfällt:

Für bauliche Maßnahmen für die hocheffiziente Gebäudehülle gemessen an den Nettoherstellkosten der Basisvariante, ergeben sich bei Baukörper 1 - geschlossene Bauweise prozentuelle Mehrkosten von ca. 1,7%, bei Baukörper 2 - offene Bauweise prozentuelle Mehrkosten von ca. 2,2%. Die Mehrkosten liegen damit also bei ca. plus/minus 2% der gesamten Baukosten.

Der Kostenabschätzung wurden die derzeit aktuellen Baupreise mit einer Schwankungsbreite von 5-10% zugrunde gelegt, die einer Entwurfsplanung entsprechen. Die baulichen Mehrkosten bei beiden Baukörpern liegen somit deutlich unterhalb dieser Schwankungsbreite.

Die mit der Verbesserung der thermischen Gebäudehülle einhergehende Erhöhung der Außenwand-Dämmstärken und somit der Verringerung der Nutzflächen wurde unter Anwendung der §§ 83 und 84 der Wiener Bauordnung ebenfalls berücksichtigt.

## 2. Ermittlung der Investitions-, Betriebs- und Gesamtkosten

Es werden die **Investitionskosten** (= bauliche Mehrkosten inkl. Nutzflächenverluste, Herstellkosten Energiesystem ), die **Betriebskosten des Energiesystems** und letztlich die **Gesamtkosten** (=Investitionskosten + verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten über 20 Jahre) der alternativen Wärmeerzeuger-Systeme (Sole-Wärmepumpe, Luftwärmepumpe) sowie der erweiterten Basisvariante Gasheizung mit Solaranlage Gebäudekennlinie 10 dargestellt.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung werden zwei Modelle herangezogen:

- Wirtschaftlichkeitsberechnung nach Vornorm ÖNORM M 7140 (Barwertmethode nach Vornorm der ÖNORM M 7140)
- Berechnungsmodell basierend auf Erfahrungswerten aus der Praxis (praxisnahe Barwertmethode)

Es wurden zwei verschiedene Berechnungsansätze verwendet, da die ÖNORM M 7140 sich nicht hinreichend genau mit den Erfahrungswerten aus der Praxis deckt. Die praxisnahe Barwertmethode unterscheidet sich von der Barwertmethode nach ÖNORM M 7140 durch die verwendeten betriebsgebundenen Kosten.

Als Grundlage wurden die in den Energieausweisen berechneten Heizwärmebedarfe sowie die auf Basis der ÖNORM EN 1231-3 ermittelten Gebrauchswarmwasserverbräuche zuzüglich der aus der Praxis bekannten Zirkulationsverluste herangezogen. Die Berechnungen werden unter der Annahme, dass mittels Kredit finanziert wird, durchgeführt.

Eine Kostenentwicklung mit Kapitalbereitstellung, d.h. die Errichtung wird aus eigenem Vermögen vorfinanziert, wird im gegenständlichen Gutachten nicht untersucht.

Als Basisvariante wurde bei beiden Baukörpern 1 & 2 (geschlossene Bauweise, 20 WE; offene Bauweise, 100 WE) von einer Gasheizung mit Solaranlage und der Gebäudequalität der Kennlinie 16 ausgegangen. Dies ist die derzeit zulässige Ausführungsvariante, mit den geringsten Anforderungen und den niedrigsten Investitionskosten, bei der ein  $f_{GEE} < 0,8$  nachzuweisen ist.

Je nach angewandtem Berechnungsansatz, eingesetztem Energiesystem und Baukörper-Typ ergeben sich bei der **Investition** Mehrkosten im Ausmaß von rund 1-6%.



Ebenso ergeben sich je nach Einsatz des Berechnungsansatzes und Energiesystems sowie Baukörpertyps bei den **Betriebskosten** über 20 Jahre gerechnet Einsparungen zwischen 16 und 55%.

Damit bewegen sich die **Gesamtkosten** im Vergleich zur Basisvariante über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren zwischen - 1% und plus 4%.

### Schlussfolgerungen

Kurz zusammengefasst stehen den zunächst höheren Investitionskosten der hocheffizienten alternativen Energiesysteme von bis zu 6% Betriebskosteneinsparungen von bis zu 55 % gegenüber. Das Gutachten zeigt also, dass die Kosten sich positiv entwickeln und sich die anfänglichen Mehrkosten für Dämmung und Energiesystem nach 20 Jahren bzw. auch schon zuvor amortisiert haben. Damit sind die beiden betrachteten Wärmepumpen-Systeme im Vergleich zur Basisvariante jedenfalls wirtschaftlich zumutbar.

Zudem bringen alternative Systeme eine deutlich bessere Performance in Bezug auf die Treibhausgasemissionen. Im Gutachten wurden die verschiedenen CO<sub>2</sub>-Emissionen für die unterschiedlichen untersuchten Ausstattungsvarianten und Baukörpermodelle ermittelt: Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei Gasheizungen mit Solaranlage mit Gebäudekennlinie 16 ist im Vergleich mit Luft- bzw. Sole-Wärmepumpen um bis zu etwa 93% höher. Im Vergleich der Gasheizungen mit Solaranlage der Gebäudekennlinie 16 und Gebäudekennlinie 10 zeigt sich, dass die Variante der Gasheizung mit Solaranlage der Gebäudekennlinie 16 einen bis zu 17% höheren CO<sub>2</sub>-Ausstoß hat als die Gasheizung mit Solaranlage der Kennlinie 10.

