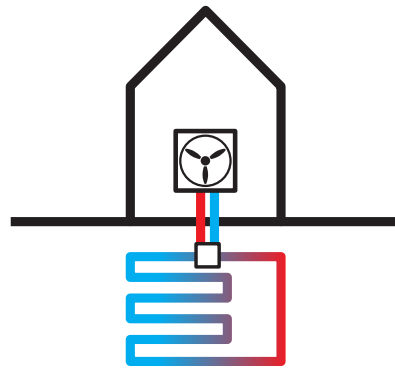
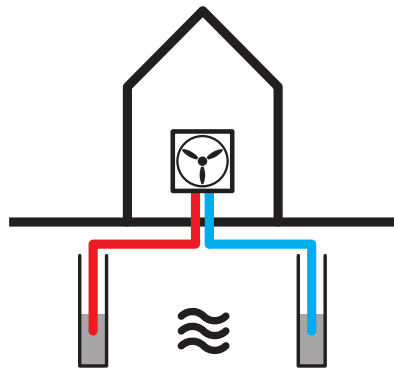
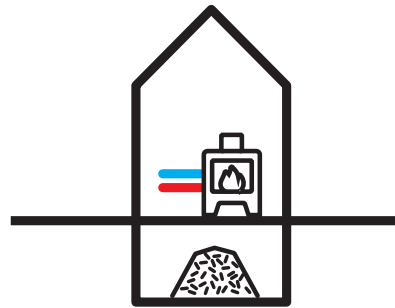
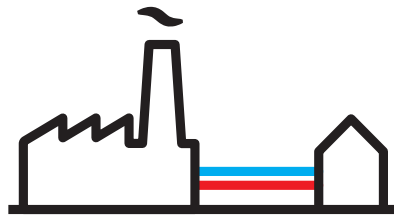


PLANUNGSHILFE TGA

Begleittext und Erläuterungen



Planungshilfe TGA

Begleittext und Erläuterungen

Autoren

Dr. Bernd Nusser (Holzforschung Austria)
Ing. Rupert Wolfhardt (Holzforschung Austria)
DI (FH) Peter Weinzettl (Woschitz Engineering)
Daniel Müllner, BSc (Woschitz Engineering)

Projektmitarbeiter

Bernd Höfferl, BSc (proHolz Austria)

Beteiligte Partner

Fachverband der Holzindustrie Österreichs

Wien, August 2022

(V1.2)

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	4
2	Mustergebäude	5
3	TGA-Systeme	5
4	Energie- und Kostenaufteilung	6
5	Leistung	7
6	Energiebedarf	7
7	Kosten	8
8	Optimierung durch Solarenergienutzung	9
9	Zusammenfassung	9
10	Literaturverzeichnis	10

1 Einleitung

Dieses Dokument dient dazu, die Funktionsweise der „Planungshilfe TGA“ ausführlicher zu erläutern, als dies auf der virtuellen Benutzeroberfläche möglich ist. Zusätzlich wird nachfolgend die Methodik zur Ermittlung der in der Planungshilfe dargestellten Energie- und Kostenanteile verdeutlicht. Der vorliegende Text wurde zu großen Teilen bereits in (Nusser et al. 2022) publiziert, an einigen Stellen jedoch ergänzt und aktualisiert.

Die passende Wahl der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) – d. h. der Technologien für Heizung, Kühlung, Lüftung, Sanitär und Elektro – eines Gebäude wird nicht nur von den vorhandenen finanziellen und strukturellen Gegebenheiten bestimmt, sondern auch von der thermischen Qualität des Gebäudes an sich. Bei der Wahl der TGA-Systeme muss außerdem sichergestellt werden, dass diese gut kombinierbar sind. Nicht zuletzt sollten die Kosten und die jeweiligen Energieverbräuche möglichst gering sein.

Um Architekt:innen und Bauherr:innen bei der Wahl der passenden TGA zu unterstützen wurde die „Planungshilfe TGA“ entwickelt. Diese dient dazu aufzuzeigen, welche TGA-Systeme bei welchen Gegebenheiten aus energetischer und monetärer Sicht sinnvoll einsetzbar sind und wie sich die jeweilige Wahl auf die Kosten- und Energieverbräuche auswirken. Dadurch sollen erste Entscheidungsprozesse zur Auswahl der TGA in Mehrparteienhäuser ab etwa vier Wohneinheiten bis hin zu großen Wohnanlagen unterstützt werden. Wenngleich als Datenbasis für die Planungshilfe konkrete Energieverbrauchssimulationen durchgeführt wurden, dient die Planungshilfe TGA nicht dazu, die Arbeit von TGA-Planer:innen zu ersetzen.

Die Planungshilfe TGA ist über den Bereich „Anwendungen“ der Bauteildatenbank www.dataholz.eu frei zugänglich (Abbildung 1). Die Benutzeroberfläche wurde für den Einsatz am PC oder Laptop optimiert. Auf Smartphones etc. werden ggf. nicht alle Funktionalitäten der Planungshilfe TGA angezeigt.

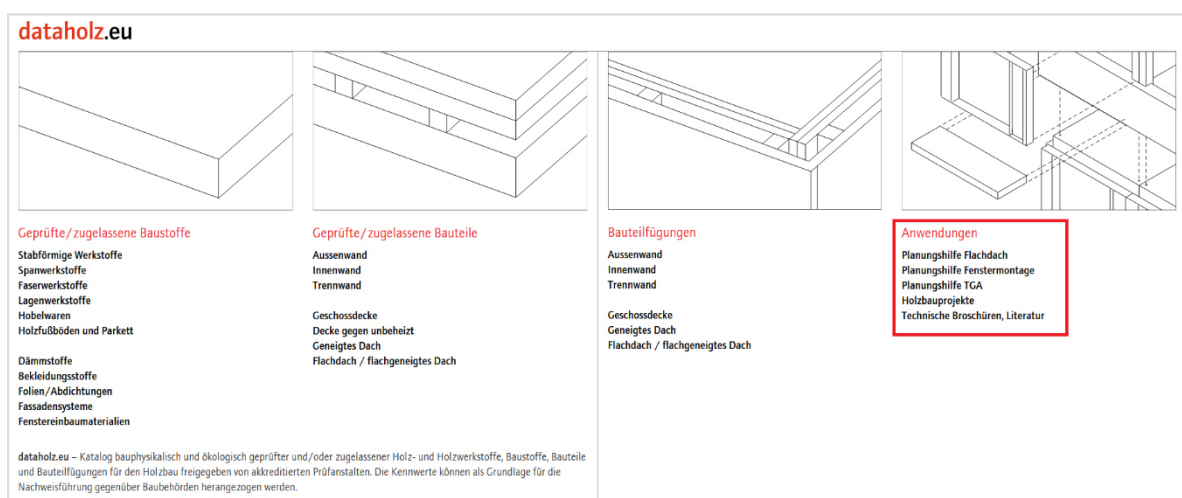


Abbildung 1: Zugang zur Planungshilfe TGA über den Bereich „Anwendungen“ bei www.dataholz.eu

2 Mustergebäude

Die zugrundeliegenden Untersuchungen für die Planungshilfe TGA basieren auf einem viergeschossigen Mustergebäude mit 40 Wohnungen (10 Wohnungen je Geschoss) in Holzrahmenbauweise mit Erschließung über einen nordseitigen Laubengang. Die Grundfläche des südorientierten Gebäudes beträgt (ohne Laubengang) 70 m x 10 m, der Verglasungsanteil beträgt nordseitige etwa 20 %, süd-, ost- und westseitige etwa 33% der Fassadenflächen.

Um den Einfluss der thermischen Qualität der Gebäudehülle auf den Energiebedarf und die möglichen TGA-Systeme aufzuzeigen, können in der Planungshilfe drei Gebäudequalitäten entsprechend Tabelle 1 näher betrachtet werden. Im ersten Schritt erfolgt somit die Auswahl der Gebäudequalitäten entsprechend Abb. 1.

Tabelle 1: Definition der energetischen Qualitäten der drei Mustergebäude in der Planungshilfe TGA (HWB_{BGF}: jährlicher Heizwärmebedarf bezogen auf die Bruttogeschossfläche; U_m: mittlerer U-Wert des Gebäudes)

Gebäude-qualität	HWB _{BGF} in kWh/m ² .a	U _m in W/m ² .K
Standard	30	0,31
Gut	15	0,26
Sehr gut	10	0,21

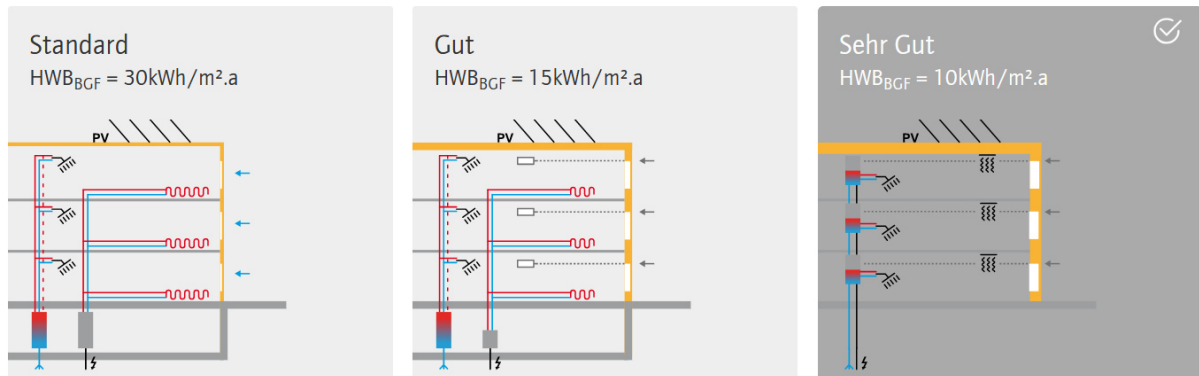


Abbildung 2: Auswahl der Gebäudequalität mit schematischer Darstellung der Mustergebäude und möglicher TGA-Systeme

3 TGA-Systeme

Je nach energetischer Qualität des Gebäudes kann in den nächsten Auswahlritten der Planungshilfe ein geeignetes Bereitstellungs- und Verteilsystem für Heizung, Kühlung, Lüftung, Sanitär (Warmwasserbereitung) und Elektro (HKLSE) gewählt werden. Neben dem primären Bereitstellungssystem (z. B. eine Wärmepumpe) können auch zusätzlich unterstützende Systeme (z. B. Solarthermie) definiert werden. Abbildung 3 zeigt beispielhaft

die Auswahlmöglichkeiten für die Heizung bei einer energetisch sehr guten Gebäudehülle. Durch Anklicken des „i“ neben den Systembezeichnungen können grundlegende Informationen zu den einzelnen Systemen abgerufen werden.

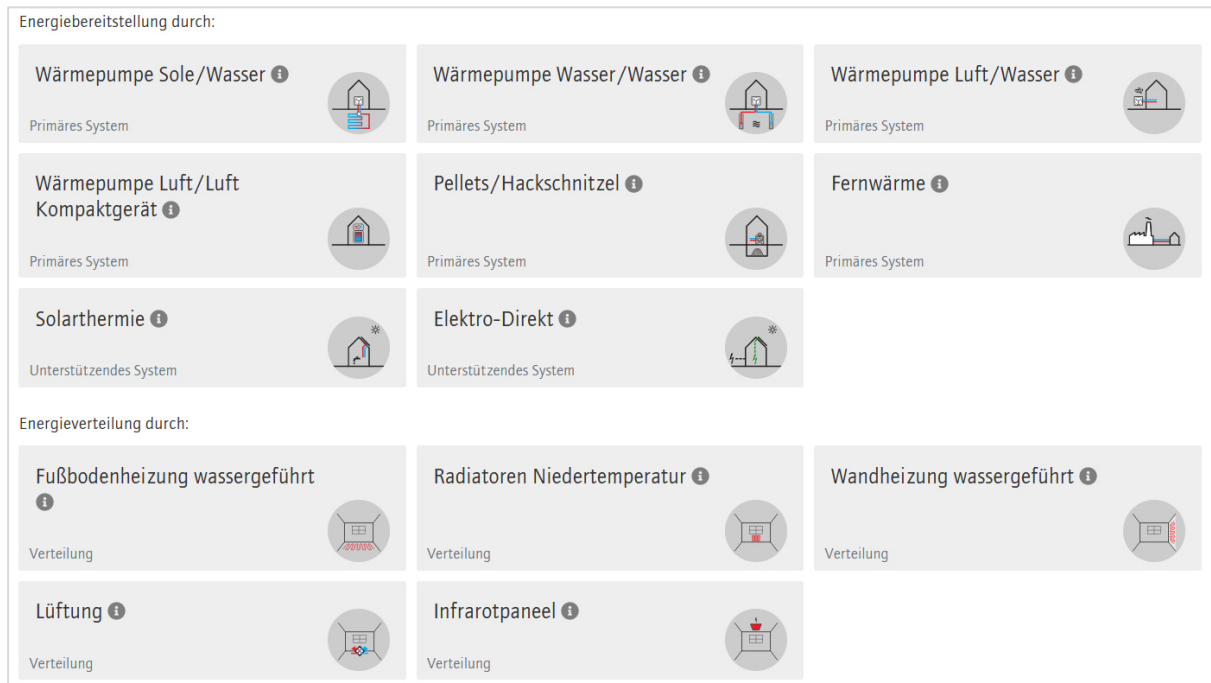


Abbildung 3: Auswahl der TGA-Systeme für die Bereitstellung und Verteilung der Heizenergie bei einem energetisch sehr guten Gebäude

4 Energie- und Kostenaufteilung

Bei Auswahl der TGA-Systeme erhalten Nutzer:innen anhand von dynamischen Balkengrafiken eine direkte Information zum resultierenden Energieverbrauch des Mustergebäudes sowie den entstehenden Herstellungs-, Betriebs- und Wartungskosten. Je nach Höhe des Energiebedarfs sowie der resultierenden Kosten werden die Balken mit einer korrespondierenden Länge und in Rot, Orange oder Grün dargestellt (Abbildung 4). Hinter jedem dieser Balken verbergen sich detaillierte numerische Kennwerte für den jeweiligen, von den Nutzer:innen ausgewählten Fall. Tabelle 2 zeigt die Einstufung der Schwellenwerte zum Farbumschlag der Balken. Die Schwellenwerte beziehen sich immer auf die, mit den in der Planungshilfe vorhandenen TGA-Systemen, maximal zu erreichenden Beträgen, i.d.R. bei einem Gebäude mit $HWB_{BGF} = 30 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$.

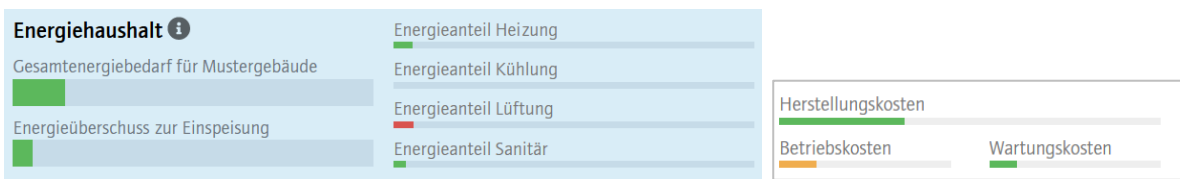


Abbildung 4: Links: Resultierende Energiebedarfsanteile des Mustergebäudes, rechts; Kostenanteile für das gewählte Heizsystem

Tabelle 2: Einstufung der Schwellenwerte zum Farbumschlag der Balken für die Energieanteile bzw. für die Kosten der TGA-Systeme

	Anteil der maximalen Energiemenge oder der maximalen Kosten bei Gebäude mit $HWB_{BGF} = 30 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
rot	$\geq 2/3$
orange	$\geq 1/3$
grün	$< 1/3$

Die Skalierungen der Energiebalken sowie der Herstellkosten, der Betriebskosten und der Wartungskosten sind jeweils gleich. Somit können die Energieanteile und die jeweiligen Kostenarten untereinander verglichen werden. Die Balken der Gesamtkosten weisen hingegen eine gesonderte Skalierung auf.

Die Ermittlung der Zahlenwerte für alle Kombinationsmöglichkeiten erfolgte durch die Woschitz Engineering ZT GmbH. Die Ergebnisse sind lediglich für das untersuchte Mustergebäude gültig und spiegeln die zum Zeitpunkt der Toolerstellung vorhandene Marktsituation wider.

5 Leistung

Für die Auslegung der Haustechniksysteme wurden die erforderlichen Heiz- und Kühllasten für den Standort Klagenfurt (Normaußentemperatur $-13,5 \text{ }^\circ\text{C}$) anhand der einschlägigen Normen (ÖNORM EN 12831-1:2018) und Richtlinien (VDI 2078:2015; VDI 6020:2016) für die jeweilige Gebäudequalität berechnet. Anhand der Ergebnisse erfolgte die Auslegung der Komponenten für die Wärme- und Kältebereitstellung. Der Leistungsbedarf für die Warmwasserbereitung der Gebäude ergab sich aufgrund der (ÖNORM H 5151-1).

6 Energiebedarf

Um die Betriebskosten der einzelnen Systeme ermitteln zu können, wurden zwei Wege beschritten. Zuerst wurde der unterstellte Energiebedarf empirisch für die verschiedenen

Varianten in erster Linie mit Hilfe von Erfahrungswerten und stützend auf Fachliteratur ermittelt. Da die verschiedenen haustechnischen Systeme im österreichischen Energieausweis schwer oder gar nicht abbildbar sind, wurden weitere Gebäudesimulationen von den verschiedenen Versorgungsvarianten für die jeweiligen Gebäudequalitäten mit Hilfe der Simulationssoftware IDA ICE durchgeführt. Über die Simulationen konnten Energiebedarf und Lasten der Mustergebäude ausgegeben werden. Beide Ergebnisse wurden abgeglichen und ein belastbarer Wert gewählt.

Schließlich wurden die Lasten aus den Simulationsergebnissen und aus der Heiz- und Kühllastberechnung verglichen. Dabei zeigte sich zwischen Simulationsergebnissen und statischer Berechnung des Energiebedarfs, dass die Simulation aufgrund der dynamischen Abhängigkeit von Systemkomponenten, wie zum Beispiel der Energiespeicher, der Eingabe der verschiedenen Energiebereitstellungssysteme bei HKLSE oder der Berücksichtigung der inneren Lasten, ein wesentlich realitätsnäheres Ergebnis liefert, als die statischen Berechnungen nach ÖNORM EN 12831-1. Die Energiekennzahlen wurden in der Planungshilfe in kWh/Jahr für das gesamte Mustergebäude hinterlegt.

7 Kosten

Als Nächstes wurden die einzelnen Energieversorgungs- und Energieabgabevarianten einer ökonomischen Bewertung unterzogen. Mit Hilfe von verschiedenen Herstellern für Wärme-, Kältebereitstellungssystemen und Lüftungsgeräten wurden die Anschaffungskosten für die einzelnen Komponenten zusammengestellt und mit bereits geplanten Projekten abgeglichen. Die angepassten Anschaffungskosten wurden dann mit Hilfe von firmeninternen Benchmarks aus vergangenen Projekten, für die verschiedenen Gebäudequalitäten anhand einer Kostenmatrix dargestellt. Die Gesamtherstellungskosten setzen sich aus den Geräte-, Material- und Montagekosten zusammen. Die Kosten der Bereitstellungssysteme und Verteilsysteme sind durch die Schnittstelle „Technikraum“ sauber bilanziert. Die Betriebskosten enthalten die empirisch ermittelten und simulierten Energiebedarfe, welche mit den österreichischen Energiekosten der Energieversorger mit Stand Ende 2021 multipliziert wurden. Die Wartungskosten wurden auf Basis der (ÖNORM EN 15459-1) ermittelt und ebenfalls in die Kostenmatrix eingefügt. Diese berücksichtigen außerdem die normative Lebensdauer der einzelnen Komponenten und deren regelmäßige Erneuerung. Als letzter Schritt wurden die eingeholten und berechneten Kosten mit Benchmarks aus realen Projekten verglichen und hinsichtlich aktueller Preisentwicklungen fortgeschrieben. Alles in allem sind die Herstellungs-, Betriebs-, und Wartungskosten für die verschiedenen Varianten in der bereits angeführten Kostenmatrix jeweils auf ein Nutzungsjahr (d.h. auf ein Jahr der normativen Lebensdauer in €/Jahr) und auf das gesamte Mustergebäude bezogen hinterlegt und wurden in die Planungshilfe TGA eingespielt.

Werden in der Planungshilfe, beispielsweise bei der Mitverwendung von Bereitstellungssystemen oder bei der Änderung von Verteilsystemen, keine Kostenänderungen angezeigt, so sind diese bereits im Bereitstellungssystem berücksichtigt.

8 Optimierung durch Solarenergienutzung

Um die verschiedenen Energiebereitstellungsvarianten zu optimieren und nach dem Stand der Technik darzustellen, werden die Optionen „Solarthermie“ und „Photovoltaik“ als Varianten zur Auswahl angeboten. Wie bei den vorher beschriebenen Varianten wurden auch hier die Energieerträge berechnet bzw. simuliert. Zudem wurden die Herstellungs-, Betriebs und Wartungskosten kalkuliert. Der Energieertrag der Photovoltaikanlage wurde mit einer logischen Aufschlüsselung entsprechend Tabelle 3 auf die unterschiedlichen Systeme aufgeteilt und deren Betriebskosten entsprechend gesenkt.

Tabelle 3: Aufteilung des PV-Energieertrags auf die HKLS-Komponenten

	Zugeordneter Anteil des PV-Energieertrags
Heizen	10%
Kühlen	50%
Lüftung	10%
Sanitär (Warmwasser)	30%

Ergänzend wird in der Planungshilfe anhand des Balkens „Energieüberschuss“, der durch die PV-Anlage überschüssig produzierten Strom, welcher ins öffentliche Netz eingespeist werden kann, dargestellt (Abbildung 4, das mögliche Entgelt wird bei der Betriebskostenberechnung des Mustergebäudes nicht berücksichtigt). Je nach Systemwahl ändert sich die Länge des Balkens, so wird dieser bei stromlastigen Systemen wie zum Beispiel einer Wärmepumpe kürzer, bei einer Pellet- oder Hackschnitzelanlage - wegen des geringen Stromverbrauchs - hingegen länger.

9 Zusammenfassung

Abbildung 5 zeigt die Planungshilfe in der Gesamtansicht nach einer vollständigen Auswahl der HKLSE-Systeme. Die Anwender:innen der Planungshilfe können hier alle Kosten und Energieanteile bezogen auf ein Jahr auf einen Blick erfassen und durch Änderung einzelner Komponenten deren Einfluss eruieren.

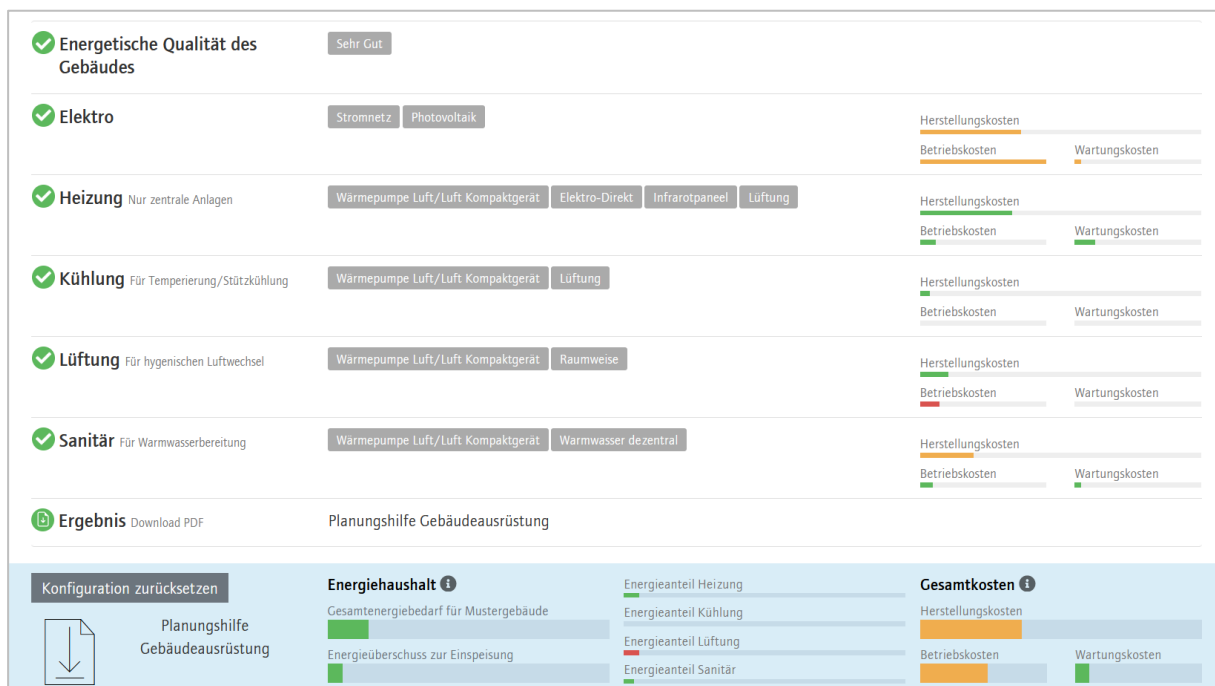


Abbildung 5: Gesamtansicht der Planungshilfe TGA bei vollständiger Auswahl aller TGA-Systeme

Ist der Auswahlprozess abgeschlossen, können die Anwender:innen der Planungshilfe TGA – wie bei Dataholz üblich – ein zusammenfassendes PDF erzeugen.

Durch die Planungshilfe TGA wird es Architekt:innen und Bauherr:innen ermöglicht, schnell einen Überblick über den Einfluss verschiedener TGA-Systeme auf die entstehenden Kosten und resultierenden Energiebedarfe eines Gebäudes zu erhalten. Die Beauftragung von TGA-Planer:innen wird dadurch nicht ersetzt, jedoch soll durch die einfache Vergleichbarkeit verschiedener TGA-Systeme die Entscheidung für ein geeignetes System erleichtert werden.

10 Literaturverzeichnis

(Nusser et al. 2022) Nusser, Bernd; Wolffhardt, Rupert; Weinzettl, Peter; Müllner, Daniel: Einfache Auswahl einer kostengünstigen und effizienten Energieversorgung. Onlinetool zur Planung der Technischen Gebäudeausrüstung. In: *Holzbau - die neue Quadriga* (1), S. 42–45. 2022

(ÖNORM EN 15459-1) ÖNORM EN 15459-1, 2017: Energieeffizienz von Gebäuden - Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Energieanlagen in Gebäuden - Teil 1: Berechnungsverfahren, Modul M1-14.

(ÖNORM H 5151-1) ÖNORM H 5151-1, 2010: Planung von zentralen Warmwasser-Heizungsanlagen mit oder ohne Warmwasserbereitung - Teil 1: Gebäude mit einem spezifischen Transmissionsleitwert über $0,5 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m}^2)$ - Ergänzungsnorm zu ÖNORM EN 12828.

(ÖNORM EN 12831-1:2018) ÖNORM EN 12831-1:2018: Energetische Bewertung von Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast - Teil 1: Raumheizlast, Modul M3-3

(VDI 2078:2015) VDI 2078:2015: Berechnung der thermischen Lasten und Raumtemperaturen (Auslegung Kühllast und Jahressimulation).

(VDI 6020:2016) VDI 6020:2016: Anforderungen an thermisch-energetische Rechenverfahren zur Gebäude- und Anlagensimulation.