

energieberater-server

Software-Dokumentation und Bedienungsanleitung

Version 7.35.1 — Stand: 1. Mai 2026

ingenieurbüro rolf krause

Dipl.-Ing. Rolf Krause
Ginsterweg 2a · 41379 Brüggen
das-energieberater-team.de

— Was Sie hier in den Händen halten —

Eine vollständige Beschreibung der Workflow-Plattform mit ihren ca. 50 Bauphysik-Rechnern, Förder- und Berichtswerkzeugen — inklusive Bedienungsanleitung, Stolperfallen-Sammlung und Förder-Cheatsheet 2026.

Inhaltsverzeichnis

1. Was ist das eigentlich für ein Server?	4
2. Die Architektur — wer redet mit wem	5
3. Die zwei großen Workflows	8
4. Die Werkzeugkiste — alle Tools im Überblick	11
5. Bedienungsanleitung — Server im Alltag	16
6. Stolperfallen — was schon mal schiefgegangen ist	20
7. Förder-Cheatsheet 2026 — KfW, BAFA & Co.	22
8. Norm-Cheatsheet — die Standards dahinter	25
9. Glossar	27
10. Was tun, wenn ...	29

Seitenzahlen sind grobe Richtwerte; der Inhalt wächst je nach Word-Einstellungen.

1. Was ist das eigentlich für ein Server?

energieberater-server ist das digitale Rückgrat des ingenieurbüro rolf krause. Wer auf das-energieberater-team.de einen U-Wert ausrechnet, einen Sanierungsfahrplan erstellt oder einen Heizlast-Bericht generiert — derjenige unterhält sich, ohne es zu merken, mit genau diesem Server. Konkret: ein Express-Backend in Node.js, das auf Port 4000 lauscht und vorgibt zu wissen, was es tut. Meistens stimmt das auch.

Im Kern ist die Plattform ein **Werkzeugkasten für Energieberater** — ungefähr 50 Bauphysik- und Wirtschaftlichkeits-Rechner, die sich alle eine gemeinsame Datenbasis teilen. Wer einmal die Wohnfläche und das Baujahr eingegeben hat, muss diese Werte nicht in jedem der 50 Tools nochmal eintippen. Das klingt selbstverständlich, ist aber im Energieberatungs-Software-Universum eher die Ausnahme als die Regel.

Wer es wofür benutzt


Rolf Krause selbst nutzt die Suite tagtäglich für Beratungen, Berichte und Auslegungen — vom Bedarfsausweis bis zum kompletten iSFP. Die Tools sind aus dem realen Beratungsalltag gewachsen: Wenn ein Tool fehlt, wird eines gebaut. Wenn etwas nervt, wird es weggebaut.

Bauherren und Hauseigentümer kommen meist über Google auf einzelne Rechner — etwa den U-Wert-Rechner oder die Wärmepumpen-Simulation. Dort sehen sie sofort konkrete Zahlen, ohne erst irgendwo registriert sein zu müssen.

Sanierungswillige bekommen den geführten Workflow: Vom Sanierungsfahrplan über die Maßnahmen-Konfiguration bis zum Bericht — alles in einer Linie, ohne dass man unterwegs den Faden verliert.

Was den Server interessant macht

- **Workflow-orientiert statt Tool-Friedhof:** Statt 50 Tools nebeneinander zu zeigen, gibt es zwei klare Pfade — Sanierung und Neubau — die der Reihe nach abgearbeitet werden.
- **Geteilter Datenstand:** Der ProjektStore (im Browser, localStorage) ist die zentrale Wahrheit. Alle Tools lesen daraus und schreiben dorthin zurück.
- **Berichts-Engine:** Aus den gesammelten Daten generiert die Bericht-Engine fertige Sanierungs- und Neubau-Berichte mit über 16 Kapiteln — physikalisch korrekt durchgerechnet, optisch einigermaßen ansehnlich.
- **KI-Anbindung:** Wer ein Grundriss-PDF hochlädt, bekommt automatisch Geometrie, Bauteile und Anlagen extrahiert — Claude Opus 4.7 macht die Drecksarbeit, der Anwender korrigiert nur noch.
- **Förder-Aktualität:** KfW- und BAFA-Beträge sind nicht hartcodiert in 200 Stellen, sondern an wenigen Punkten zentralisiert — das macht das Update bei der nächsten Förder-Reform überschaubar.

 **Tipps:** Die Versions-Nummer 7.35.1 sagt schon: Hier ist viel Iteration drin. Nicht jede Version war ein Geniestreich, aber jede war ein Schritt nach vorn.

Die Steckbrief-Daten

Eigenschaft	Wert
Software	energieberater-server v7.35.1
Sprache	Node.js (JavaScript), HTML, CSS, Python für Hilfsskripte
Framework	Express 4.21 + better-sqlite3 + multer + nodemailer
Node-Version	≥ 20.6.0 (aktuell 20.20.2 in Produktion)
Server	Linode-VPS unter 172.105.95.100, Ubuntu
Standardport	4000 (energieberater Hauptbackend)
Lizenz	UNLICENSED — privat, nicht für Weiterverbreitung
Autor	Dipl.-Ing. Rolf Krause
Tools insgesamt	ca. 50 HTML-Tools (50 Dateien in tools/)
Workflows	2 (Sanierung mit 24 Schritten, Neubau mit 18 Schritten)
Datenbank	SQLite (better-sqlite3) für Projekte und Logs

2. Die Architektur — wer redet mit wem

Wer sich vorstellt, dass hier ein einsamer Node-Prozess die ganze Arbeit macht, liegt nur halb richtig. Auf dem Linode-Server tummeln sich **fünf systemd-Services** nebeneinander, jeder mit einem eigenen Job, einem eigenen Port und einer eigenen Persönlichkeit.

Die fünf Services

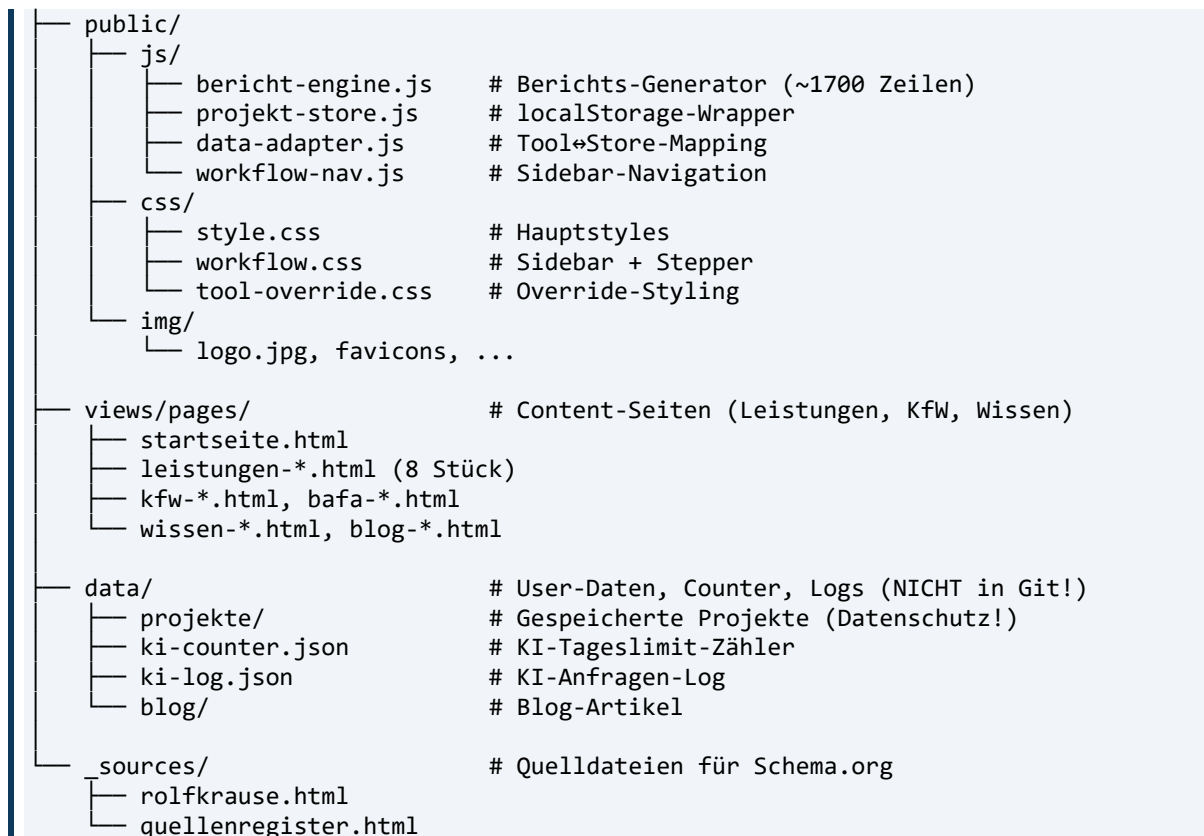
Service	Aufgabe	Port	Pfad
energieberater	Hauptbackend mit allen Tools	4000	/var/www/das-energieberater-team.de/backend/
energieberater-team	Schwester-Frontend	3001	/var/www/das-energieberater-team.de/frontend/
mailer	E-Mail-Versand	4001	/var/www/das-energieberater-team.de/mailer/
deutschland-report	Separates Berichtsbackend	—	/var/www/deutschland-report/
epbd-backend	EU-Energieausweis-Backend	—	/var/www/epbd-backend/

In dieser Doku geht es um den ersten Service — **energieberater** auf Port 4000. Die anderen sind eigenständige Mini-Universen mit eigener Doku.

Das Verzeichnis im Detail

Wer den Server zum ersten Mal aufmacht, sollte folgendes Layout im Kopf haben:

```
/var/www/das-energieberater-team.de/backend/
├── server.js           # Express-Backend (~11.000 Zeilen!)
├── package.json       # Node-Dependencies
├── .env               # Konfig (NICHT in Git!)
├── CLAUDE.md         # Projekt-Kontext für Claude Code
├── README.md         # Architektur-Doku v2.0
├── config/
│   ├── nav.json      # URL → Tool-Mapping (44 Tools)
│   ├── workflows.json # Workflow-Schritte
│   ├── projekt-schema.json # Default-Schema für neue Projekte
│   ├── auth.json     # Logins (NICHT in Git!)
│   └── email.json    # SMTP-Zugangsdaten (NICHT in Git!)
├── tools/            # 50 HTML-Tools, einzeln editierbar
│   ├── u-wert-rechner.html
│   ├── heizlast.html
│   ├── sanierungsfahrplan.html
│   ├── ... (47 weitere)
│   └── pdf-parser/
│       └── grundriss_parser.py # Python-Hilfsskript
```



Hinweis: Die fett markierten Dateien (.env, auth.json, email.json, data/projekte/) sind durch .gitignore vom Repo ausgeschlossen — sie enthalten Secrets oder personenbezogene Daten und gehören nicht auf GitHub.

Der Datenfluss — wo die Daten leben

Eine der ungewöhnlicheren Architektur-Entscheidungen: **Die meisten Daten leben im Browser, nicht auf dem Server.** Klingt verrückt, ist aber genau richtig: Energieberatung ist Einzelfall-Arbeit, kein Massengeschäft, und ein Browser-`localStorage` hält bequem ein komplettes Projekt mit allen Maßnahmen, Wand-Aufbauten und Heizlast-Daten.

Der zentrale Store heißt `ProjektStore` und liegt im `localStorage` unter dem Schlüssel `energieberater_projekt_v1`. Er ist im Grunde ein großes JSON-Objekt mit hierarchischer Struktur.

Die wichtigsten Pfade im Store

Pfad	Was steht da drin
meta.typ	'sanierung' oder 'neubau' — bestimmt den Workflow
gebäude.wohnflaeche	Wohnfläche in m ² (vom Steckbrief gepflegt)
gebäude.bgf	Brutto-Grundfläche in m ²
gebäude.einheiten	Anzahl Wohneinheiten (1 = EFH, ≥2 = MFH)
flaechen.wandBrutto	Außenwandfläche brutto in m ²
flaechen.dach / .boden	Dach- und Bodenflächen

Pfad	Was steht da drin
sanierung.massnahmen_gewaehlt	Array: ['fassade','dach','heizung','fenster',...]
sanierung.empfehlungen	Array vom Fahrplan empfohlener Maßnahmen
sanierung.invest_gesamt	Gesamtinvestition KG 300+400 in EUR
sanierung.invest_breakdown	Aufschlüsselung pro Maßnahme
sanierung.istEKW / .zieleKW	Energiekennwert vorher/nachher in kWh/(m ² ·a)
anlagen.heizung_bestand	'gas','oel','pellet','hp-air',... — bestehende Heizung
anlagen.heizung_neu_typ	geplante neue Heizung
anlagen.pv_invest	PV-Investition in EUR
kosten.kg300 / kg400 / kg700	DIN-276-Kostengruppen 300/400/700
kosten.gesamt	Summe KG 300+400+700
kosten.alleKG	Vollständige DIN-276-Hierarchie für Bericht
ergebnisse.endenergie_ist	Endenergie Bestand (kWh/(m ² ·a))
ergebnisse.endenergie	Endenergie saniert (kWh/(m ² ·a))

API des ProjektStore


```
// Wert setzen (mit Punkt-Notation für verschachtelte Pfade)
ProjektStore.set('gebäude.wohnflaeche', 145);

// Wert holen (mit optionalem Default)
const wfl = ProjektStore.get('gebäude.wohnflaeche', 0);

// Komplettes Projekt holen
const projekt = ProjektStore.load();

// Auf Änderungen reagieren
ProjektStore.onChange(function(daten) {
  console.log('Projekt geändert:', daten);
});

// Export/Import
ProjektStore.exportJSON(); // Datei zum Download
ProjektStore.exportCSV(); // CSV mit Semikolon (DE-kompatibel)
```

 **Tipp:** Wer ein Tool entwickelt, das in den Workflow passen soll, muss nur drei Dinge tun: ProjektStore.get() für die Eingaben, eigene Berechnung, ProjektStore.set() für die Ergebnisse. Den Rest erledigt der Workflow-Wrapper automatisch.

Server-Routing

Die Express-Routen folgen einem klaren URL-Schema:

URL-Muster	Funktion
/	Startseite mit Workflow-Auswahl

URL-Muster	Funktion
<code>/workflow/:typ/</code>	Redirect zum 1. Schritt (z. B. <code>/workflow/sanierung/</code>)
<code>/workflow/:typ/:phase/:step/</code>	Tool im Workflow mit Sidebar
<code>/rechner/:slug/</code>	Einzelnes Rechner-Tool ohne Workflow
<code>/wirtschaftlichkeit/:slug/</code>	Wirtschaftlichkeits-Tool
<code>/kfw/:slug/</code> , <code>/bafa/:slug/</code>	KfW- und BAFA-Tools
<code>/api/projekte</code>	REST: Projekte speichern/laden
<code>/api/ki</code>	REST: KI-Aufrufe an Anthropic-API
<code>/api/upload</code>	REST: Datei-Upload (multer)

i Hinweis: Alle URLs haben Trailing Slashes — Aufrufe ohne werden per 301-Redirect umgeleitet. Das ist für Google-SEO wichtig und verhindert Duplicate-Content.

3. Die zwei großen Workflows

Statt 50 Tools chaotisch nebeneinander zu zeigen, gibt es zwei klare Routen durch die Software — wie zwei Schnitzeljagden mit garantiertem Happy End. Welche Route man nimmt, hängt davon ab, ob ein Bestandsgebäude saniert oder ein Neubau geplant wird. Die Auswahl trifft man auf der Startseite, danach gibt es kein Verlaufen mehr.

Definiert sind die Workflows in der Datei `config/workflows.json` — wer dort etwas ändert, ändert die Reihenfolge auf der Website unmittelbar mit. Es lohnt sich, vor solchen Änderungen ein Backup der Datei anzulegen.

Workflow A: Sanierungsfahrplan

Für wen: Energieberater, die einen kompletten iSPF für einen Bestandskunden erstellen wollen.

Dauer: realistisch ein bis zwei Stunden, je nachdem wie viel Detail man rein steckt.

Aufbau: Fünf Phasen mit insgesamt 24 Schritten — von der Datenerfassung bis zum exportfähigen Bericht.

Phase A — Datenerfassung + Planung

Schritt	Tool	Pflicht?
KI-Scan: Grundriss / WSN	projekt-io	Optional
Gebäudesteckbrief	intern (Übersichts-Maske)	Pflicht
Sanierungsfahrplan	sanierungsfahrplan	Pflicht
Maßnahmen konfigurieren	intern (Konfigurator)	Pflicht

Hier sammelt man die Grunddaten ein. Wer ein Grundriss-PDF hat, lässt es einfach scannen — Claude Opus 4.7 extrahiert Geometrie und Bauteile, die man danach im Steckbrief noch gegenchecken sollte (KIs sind großartig, aber gelegentlich kreativ).

Phase B — Detailberechnung Hülle (optional)

Schritt	Tool	Bedingung
U-Wert Außenwand	u-wert-rechner	wenn Maßnahme 'fassade'
U-Wert Dach / OGD	u-wert-rechner	wenn Maßnahme 'dach'
U-Wert Fenster	u-wert-fenster	wenn Maßnahme 'fenster'
Sommerlicher Wärmeschutz	waermeschutz	Optional
Feuchteschutz (FEM)	hydrothermischFEM	Optional

Diese Phase erscheint nur bedingt — wer in der Maßnahmenwahl die Fassade abgehakt hat, bekommt den U-Wert-Rechner für die Wand zu sehen, sonst nicht. Das spart Zeit und Verwirrung.

Phase C — Detailberechnung TGA (optional)

Schritt	Tool	Bedingung
Heizlast berechnen	heizlast	Pflicht
Wärmepumpe auslegen	waermepumpe	wenn 'heizung'
Flächenheizung auslegen	fussbodenheizung	wenn 'fbh'
Lüftungskonzept	lueftung	wenn 'lueftung'
Trinkwarmwasser	brauchwasser	Optional
Kühllastberechnung	kuehlen	Optional

Die Heizlast ist Pflicht — ohne Heizlast keine BAFA-/KfW-Förderung für eine Wärmepumpe. Diesen Schritt kann man also nicht überspringen, auch wenn die Sonne scheint und das Leben kurz ist.


⚡ Phase D — Detailberechnung PV (optional)

Schritt	Tool	Pflicht?
PV-Anlage auslegen	pv-auslegung	Pflicht
HEMS-Simulation	hems	Optional

PV ist Pflicht im Workflow — auch wenn der Kunde sagt, er wolle keine. Erstens, weil sich das beim Anblick der Wirtschaftlichkeitsrechnung oft ändert, und zweitens, weil die Bericht-Engine mit einer leeren PV-Sektion umgehen kann.

💰 Phase E — Kosten + Finanzierung

Schritt	Tool	Pflicht?
Baukosten (BKI + DIN 276)	baukosten-sanierung	Pflicht
Ökobilanz (LCA)	lca	Optional
Finanzierung	finanzierungsidee	Pflicht
Gebäudebewertung	gebäude-bewertung	Optional
Sanierungs-Bericht	sanierung-bericht	Pflicht
iSFP-Bericht	isfp-generator	Pflicht
Projekt exportieren (CSV)	intern	Pflicht

 **Tipp:** Phase E ist die Zielgerade — hier entstehen die Berichte, die der Kunde am Ende in der Hand hält. Ohne Phase E hat man drei Stunden gerechnet und steht ohne Output da. Nicht überspringen.

Workflow B: Neubau / TGA

Für wen: Bauherren, Architekten und Energieberater bei Neubau-Projekten. Hier ist deutlich mehr Pflicht — Schwingungsspielraum gibt es weniger, weil das GEG strenge Vorgaben macht.

Aufbau: Fünf Phasen mit 18 Schritten.

Phase	Inhalt	Schritte
 Phase A — Gebäudedaten	KI-Scan, Gebäudesteckbrief, Bauphasen	3
 Phase B — Gebäudehülle	U-Wert Wand, Dach, Fenster, Sommer-WS	4
 Phase C — Heizung + TGA	Heizlast, WP, FBH, Lüftung, TWW, Kühlung	6
 Phase D — PV + Energie	PV-Auslegung, HEMS-Simulation	2
 Phase E — Kosten + Finanzierung	Baukosten, LCA, Finanzierung, Bewertung, Bericht	6

⚠ Achtung: Beim Neubau-Workflow sind alle U-Wert-Berechnungen Pflicht — keine bedingten Schritte. Das GEG verlangt nun mal einen kompletten Wärmeschutznachweis, da kann auch die schickste Software nichts dran ändern.

Wie navigiert man durch den Workflow?

Die Sidebar links zeigt alle Schritte mit ihrem Status (offen / in Bearbeitung / erledigt). Oben gibt es einen Stepper mit Fortschrittsbalken. Per Pfeil-Buttons unten geht es zum nächsten oder vorherigen Schritt — wobei die Reihenfolge nicht zwingend ist. Wer sich später daran erinnert, dass die Lüftung doch noch ausgelegt werden muss, kann direkt dort hin springen.

i Hinweis: Workflow-Status persistiert in `sessionStorage` unter dem Schlüssel `energieberater_workflow` — also pro Browser-Tab. Wer den Tab schließt und neu öffnet, hat den Workflow-Fortschritt nicht verloren, solange das Tab-Recovery klappt. Auf Nummer sicher: Projekt zwischendurch über das Disketten-Symbol speichern.

4. Die Werkzeugkiste — alle Tools im Überblick

Die ca. 50 Tools lassen sich in sieben Kategorien einteilen. Wer auf der Suche nach einem bestimmten Werkzeug ist, findet es hier am schnellsten — wer sich neu in die Suite einarbeitet, bekommt einen guten Überblick darüber, was alles drin ist.

4.1 Bauphysik — die Hülle und ihre Tücken

Hier wohnen die Klassiker. Wer einen U-Wert ausrechnet, eine Wand auf Tauwasser prüft oder den sommerlichen Wärmeschutz simuliert, ist hier richtig.

Tool	Was es kann
U-Wert Rechner (Wand/Dach)	Schichtweise U-Wert-Berechnung nach DIN EN ISO 6946. Zeigt die Temperaturkurve durchs Bauteil und warnt bei Tauwasser-Risiko.
U-Wert Fenster	Fenster-U-Wert nach DIN EN ISO 10077-1 inkl. Glas-U _w , Rahmen-U _f , Abstandhalter und Einbau-ψ-Wert.
U-Wert Temperaturverlauf	Visualisiert den Temperatur- und Dampfdruckverlauf in mehrschichtigen Wandaufbauten.
Hygrothermische FEM	2D-FEM-Simulation nach EN 15026 — für Wärmebrücken und Detail-Anschlüsse, die der vereinfachte U-Wert nicht hergibt.
Sommerlicher Wärmeschutz	Übersommerlicher Hitzeschutz nach DIN 4108-2 — prüft, ob der Sonnenschutz reicht, bevor der Bauherr im August schwitzt.
Wärmeschutz-Eingabe	Bedarfsorientierte Erfassung aller wärmeschutzrelevanten Daten als Vorbereitung für den Wärmeschutznachweis.
Wärmeschutznachweis nach GEG	Erstellt den Pflicht-Nachweis als Bauvorlage — Referenzgebäude-Vergleich nach DIN V 18599 + DIN 4108.
Lehmputz Feuchtesimulation	Spezialfall: Wie verhält sich Lehmputz feuchtetechnisch im Vergleich zu Gips oder Kalk?
Trocknen	Holztrocknungs-Simulation — für Liebhaber gut belüfteter Dachstühle.
Infrarot-Wandtemperierung	DIN 1264-konforme Auslegung von Infrarot-Wandheizungen — die unterschätzte Heizungs-Variante.
Referenzgebäude GEG 2024	Berechnet das Referenzgebäude — also das hypothetische Vergleichsgebäude, gegen das der Neubau antreten muss.

4.2 TGA — Heizung, Lüftung, Kühlung

Tool	Was es kann
Heizlast DIN EN 12831	Norm-Heizlast raumweise nach DIN EN 12831-1:2017 + DIN/TS 12831-1:2020 — Norm-Außentemperaturen postleitzahlengenau.
Wärmepumpen-Simulation	Realer Kreisprozess (nicht nur ETAs-Schätzung) inkl. Jahresarbeitszahl, Vorlauftemperatur und Auslegungspunkt.

Tool	Was es kann
Wärmepumpen-Förderrechner (KfW 458)	Rechnet die KfW 458 mit allen Boni durch — Grundförderung, Klima-, Einkommens-, Effizienzbonus.
Wärmepumpe vs. Gas	Wirtschaftlichkeitsvergleich über die Lebensdauer — mit realistischen Energiepreis-Annahmen statt Marketing-Zahlen.
Flächenheizung (FBH)	Auslegung Fußbodenheizung nach EN 1264 inkl. Verlegeabstand, Vorlauftemperatur und Heizkreislängen.
Heizungspumpen-Auslegung	Pumpenkennlinie + Anlagenkennlinie — Energieeffizienzklasse und Förderhöhe.
Brauchwasser TWW	Trinkwarmwasser-Auslegung nach DIN 4708 — Speichergröße, Bedarfskennzahl N.
Lüftungskonzept	DIN 1946-6 — wann ist welche Art von Lüftung erforderlich? Mit Querschnittsdimensionierung.
Kühllast	Kühllast-Berechnung nach VDI 2078 — für die zunehmend wichtige Frage 'Wie kriege ich die Sommer-Hitze raus?'

4.3 Energie, PV und Mobilität

Tool	Was es kann
Sanierungsfahrplan	Der Klassiker. Energie-Ist-Stand, Maßnahmenkatalog, prozentuale Einsparung — bildet die Eingangs-Maske für den iSFP-Bericht.
Sanierungs-Auslegung	Energie-Vorher-Nachher-Simulation pro Bauteil und Anlagentechnik. Schreibt Endenergie-, Primärenergie-, CO ₂ - und Kostenwerte in den Store.
PV-Wirtschaftlichkeit	PV-Anlage auslegen + 25-Jahres-Wirtschaftlichkeit mit Eigenverbrauch, Einspeisung und Stromsteigerung.
HEMS Pro Simulator	Home-Energy-Management-System — simuliert PV + Speicher + Wärmepumpe + Wallbox mit saisonalen NRW-Lastkurven.
CO₂-Vergleich Heizsysteme	Strommix-basierter CO ₂ -Vergleich für die Frage: Diesel oder E-Auto, Gas oder Wärmepumpe?
CO₂ Mobilitätsrechner	Pkw-Vergleich (Strommix 2024 + Folgejahre) — fürs Beratungsgespräch über Mobilitätswende.
CO₂-Fußabdruck	Privater CO ₂ -Footprint übers ganze Jahr — Heizung, Strom, Mobilität, Konsum.
Diesel vs. E-Mobilität	Direkter Wirtschaftlichkeits- und CO ₂ -Vergleich Diesel-Pkw vs. BEV.

4.4 Wirtschaftlichkeit & Förderung

Tool	Was es kann
Baukosten (DIN 276 + HOAI)	Neubau-Baukosten nach DIN 276 mit allen Kostengruppen (KG 100–700) und HOAI-Honorartafel.
Sanierungs-Baukosten + BAFA/KfW	Sanierungs-Maßnahmenkatalog mit Detail-Aufgliederung. KG 700 enthält Energieberater-Honorar (3 %) + HOAI.
Finanzierungs-idee	Konventionelle Baufinanzierung mit Tilgungsplan, Sondertilgung, Zinsbindung.
Baufinanzierung	Detaillierter Finanzierungsrechner mit KfW-Programmen (KfW 261/297, 458, 358) als Doppel-Mortgage-Konstrukt.
Marktwert-Bericht	Marktwert-Editor für Vorher/Nachher-Wertsteigerung durch Sanierung.
Gebäudebewertung Pro	Vollständige Bewertung mit Wertindikatoren — als Anlage zum Sanierungsbericht.
KfW-Zinsen	Aktuelle KfW-Zinsen mit Verlauf — wichtig für realistische Finanzierungs-Annahmen.
KfW-Programme	Übersicht aller relevanten KfW-Programme mit Konditionen.
KfW-News	Aktuelle Förder-News — wenn die KfW wieder mal nachts um 0:00 die Sätze ändert.
Ökobilanz LCA (DIN EN 15978)	Lebenszyklus-Analyse über 50 Jahre — graue Energie + Betriebsenergie + Rückbau.

4.5 Berichte & Export — die Zielgerade

Tool	Was es kann
Sanierungs-Bericht	Generiert den vollständigen Sanierungsbericht (über 16 Kapitel) aus den Store-Daten — als HTML zum Drucken oder PDF-Export.
Neubau-Bericht	Pendant für Neubauten.
iSFP-Generator	Individueller Sanierungsfahrplan im offiziellen BAFA-konformen Layout.
Projekt-IO (Import/Export)	JSON- und CSV-Export, Projekt-Server-Speichern, Projekt-Laden, Backup-Wiederherstellung.
PDF-Import	Grundriss- oder Wärmeschutznachweis-PDF hochladen → KI extrahiert Geometrie und Bauteile in den Store.
Gebäude-3D	3D-Visualisierung des Gebäudes mit L/U/T-Form-Polygon-Berechnung.

4.6 Spezial-Tools

Tool	Was es kann
Denkmal-Sanierung	Spezialfall: Denkmalgeschützte Gebäude haben andere Auflagen — Innendämmung, hygrothermische Risiken, abweichende Förderung.

Tool	Was es kann
Energieausweis online	35-€-Bedarfsausweis mit sofortigem Druck — niedrighschwellig für Privatkunden.
Energieausweis-Animation	Interaktive Animation mit Effizienz-Slidern zur Erklärung gegenüber Kunden.
Parameter-Handbuch	Nachschlagewerk für die Gebäudebewertung — alle Parameter mit Erklärung und Default-Werten.
Firewall-Architektur	Edukatives Tool: Netzwerksicherheit verständlich erklärt (Rolfs IoT-Hobby schlägt durch).
das-energieberater-team	Landingpage für die Energieausweis-Bestellung.

4.7 Admin- und KI-Tools

Tool / Endpoint	Was es macht
/admin	Admin-Bereich: Login, Counter zurücksetzen, Logs einsehen
/login	Login-Maske für Admin-Bereich
/blog-editor	Web-basierter Markdown-Editor für Blog-Artikel
/api/ki	POST-Endpoint für KI-Anfragen — leitet an Anthropic API weiter
/api/upload	Datei-Upload (multer) für PDFs und Bilder
/api/projekte	REST-API für Projekt-CRUD

! Hinweis: Die KI-Aufrufe haben eine Mehrstufen-Limitierung: `KI_LIMIT_ANONYM=2` pro IP/Tag, `KI_LIMIT_USER=20` für eingeloggte User, dazu ein globales Tageslimit von 100 und ein Stundenlimit von 5 pro IP. Konfiguriert in der `.env`. Verwendet wird das Modell `claude-opus-4-7` mit max. 8000 Tokens pro Anfrage.

5. Bedienungsanleitung — Server im Alltag

Dieses Kapitel ist die Antwort auf die Frage: "Wie mache ich eigentlich xy auf dem Server?" Die meisten Aufgaben sind in zwei Minuten erledigt, wenn man weiß wo. Wenn man nicht weiß wo, kann es auch zwei Stunden dauern. Dieses Kapitel beugt vor.

5.1 Server starten, stoppen, neustarten

Der Server läuft als systemd-Service unter dem Namen `energieberater`. Die drei wichtigsten Kommandos:

```
# Status anzeigen (läuft? wie lange schon? Memory? CPU?)
sudo systemctl status energieberater


# Neustart (nach Code-Änderungen)
sudo systemctl restart energieberater

# Stoppen (selten nötig)
sudo systemctl stop energieberater

# Wieder starten
sudo systemctl start energieberater

# Logs der letzten 30 Zeilen anschauen
sudo journalctl -u energieberater -n 30 --no-pager

# Logs live mitlesen (Strg+C zum Beenden)
sudo journalctl -u energieberater -f
```

 **Tipp:** Der User `rolf` hat in `/etc/sudoers.d/rolf-systemctl` ein `NOPASSWD` für genau diese drei Services — Restart geht ohne Passwort-Eingabe. Bequem für den Alltag, sicher genug fürs persönliche Setup.

5.2 Code-Dateien editieren — drei Wege

Je nachdem was geändert werden soll, gibt es drei sinnvolle Wege:

Weg 1: WinSCP (für einzelne Dateien)

Wenn nur eine Datei zu ändern ist (z. B. ein Tool patchen), ist WinSCP am schnellsten: Datei in WinSCP doppelklicken → öffnet sich im internen Editor → speichern → fertig. Der Server merkt das nicht von alleine — nach dem Speichern noch ein `sudo systemctl restart energieberater` hinterher, dann ist die Änderung live.

Weg 2: Claude Code (für mehrere Dateien)

Wenn ein Feature mehrere Dateien betrifft oder ein Bugfix komplexer ist: SSH auf den Server, in das Backend-Verzeichnis wechseln, `claude` tippen — und mit Claude Code zusammen arbeiten. Vorteil: Die `CLAUDE.md` wird automatisch geladen, Claude weiß sofort wo was steht und welche Konventionen gelten.

```
# SSH auf den Server (als rolf oder root)
ssh rolf@172.105.95.100

# Ins Backend-Verzeichnis
cd /var/www/das-energieberater-team.de/backend

# Claude Code starten
claude

# Im Claude-Code-Prompt einfach beschreiben was zu tun ist
> "Bitte den Endenergie-Wert im Sanierungs-Bericht
> auf zwei Nachkommastellen runden statt einer."

# Claude liest die relevanten Files, schlägt einen Patch vor,
# führt ihn nach Bestätigung aus.
```

Weg 3: Direkt mit nano oder vim

Wenn nur eine Zeile geändert wird oder eine .env angepasst werden muss:

```
sudo nano /var/www/das-energieberater-team.de/backend/.env
# Strg+O zum Speichern, Strg+X zum Beenden

sudo systemctl restart energieberater
```

5.3 Backups erstellen

Es gibt zwei Backup-Strategien — eine automatische und eine manuelle. Beide haben ihre Berechtigung.

Automatisches System-Backup (3:15 Uhr nachts)

Das Skript `/usr/local/bin/system-backup.sh` läuft per cron jede Nacht um 3:15 Uhr und erstellt ein vollständiges Backup. Größe ~34 MB. Wer prüfen will ob's lief:

```
# Letztes Backup-Datum prüfen
ls -lh /var/backups/ | head

# Cron-Log prüfen
sudo grep system-backup /var/log/syslog | tail -5
```

Manuelles Ad-hoc-Backup (vor riskanten Änderungen)

Wenn etwas Wichtiges ansteht und man auf Nummer sicher gehen will:

```
cd /var/www/das-energieberater-team.de

tar -czf /tmp/backend-backup-$(date +%Y%m%d_%H%M%S).tar.gz \
  --exclude='backend/node_modules' \
  --exclude='backend/.git' \
  --exclude='backend/data/projekte' \
  --exclude='backend/.backups' \
  --exclude='*.bak*' \
  --exclude='*.snapshot-*' \
  --exclude='*.log' \
  backend/

ls -lh /tmp/backend-backup-*.tar.gz | tail -1
```

⚠ Achtung: Das Verzeichnis `data/projekte/` enthält personenbezogene Kundendaten und ist bewusst NICHT im Backup — wer ein vollständiges Backup inkl. Kundendaten will (zur Migration etwa), muss den Exclude entfernen. Bitte dann verschlüsselt aufbewahren.

5.4 Git-Workflow

Das Repo liegt auf GitHub: <https://github.com/erechnung-b2b/energieberater-server>. Auth läuft über HTTPS mit Personal Access Token, gespeichert in `/root/.git-credentials` (credential.helper=store).

Tagesablauf bei Änderungen

```
cd /var/www/das-energieberater-team.de/backend

# 1. Was ist überhaupt geändert?
git status
git diff --stat

# 2. Sicherheits-Check: keine Secrets dabei?
git diff --stat | grep -iE "auth\.json|email\.json|\.env|password"
# Sollte LEER sein. Wenn nicht: STOP, .gitignore prüfen!

# 3. Sinnvolle Atomic-Commits
git add tools/heizlast.html tools/waermepumpensim.html
git commit -m "feat(tga): Heizlast und WP-Sim – Vorlauftemp-Slider"

git add server.js config/nav.json
git commit -m "feat: Server-Routing für neues TGA-Tool"

# 4. Push
git push origin main
```

💡 Tipp: Lieber 5 kleine, thematisch saubere Commits als 1 großer 'fixes' — bei späterer Bug-Suche dankt man sich selbst.

5.5 KI-Counter zurücksetzen

Wenn die Tageslimits aufgebraucht sind und man trotzdem weiterarbeiten muss (z. B. weil eine Kundenpräsentation ansteht):

```
# Counter-Datei einsehen
cat /var/www/das-energieberater-team.de/backend/data/ki-counter.json

# Counter zurücksetzen (löschen, wird beim nächsten Aufruf neu erzeugt)
sudo rm /var/www/das-energieberater-team.de/backend/data/ki-counter.json
sudo systemctl restart energieberater
```

ℹ Hinweis: Im Admin-Bereich unter `/admin` gibt es einen Reset-Button — bequemer als der CLI-Weg, aber gleichbedeutend.

5.6 .env editieren — Konfiguration ändern

Die `.env` enthält alle Laufzeit-Parameter. Eine typische `.env` sieht so aus:

```
# Anthropic API
ANTHROPIC_API_KEY=sk-ant-api03-...

# KI-Limits pro Tag, je IP
KI_LIMIT_ANONYM=2
KI_LIMIT_USER=20
KI_LIMIT_ADMIN=0          # 0 = unbegrenzt

# Globales Tageslimit (Schutz gegen Burst)
KI_LIMIT_GLOBAL=100
KI_LIMIT_HOUR_IP=5

# Modell + Token-Cap
KI_MODEL=claude-opus-4-7
KI_MAX_TOKENS=8000

# Server
PORT=4000
```

Nach Änderungen an der .env IMMER neu starten — Express liest das nur beim Boot:

```
sudo systemctl restart energieberater
```


5.7 Logs lesen und Probleme finden

Was suche ich?	Wo schau ich nach?
Server läuft nicht / Crash	sudo journalctl -u energieberater -n 100
Welche Requests kommen rein?	sudo journalctl -u energieberater -f
KI-Aufruf-Historie	cat data/ki-log.json
Mailer-Probleme	sudo journalctl -u mailer -n 50
Nginx-Probleme	sudo tail -f /var/log/nginx/error.log
SSL-Zertifikat abgelaufen?	sudo certbot certificates


6. Stolperfallen — was schon mal schiefgegangen ist

Jede gewachsene Software hat ihre Eigenheiten. Diese hier sind dokumentiert, weil sie schon mehrfach Verwirrung gestiftet haben. Wer sie kennt, spart sich beim nächsten Mal die Stunde Detektivarbeit.


6.1 meta.typ-Bug

 **Stolperfalle:** Wenn der Sanierungs-Bericht plötzlich Neubau-Kostengruppen anzeigt (KG 100, 200), dann steht `meta.typ` im ProjektStore nicht auf 'sanierung'. Lösung: Im Browser DevTools → Console: `ProjektStore.set('meta.typ', 'sanierung')` — und Bericht neu generieren. Tritt vor allem auf, wenn ein Projekt von einem alten Workflow-Stand geladen wird.


6.2 syncMassnToStore-Datenverlust

 **Stolperfalle:** Bug, der bis Mai 2026 dafür gesorgt hat, dass beim Wechsel von `sanierung-bericht.html` zurück zum Konfigurator die Maßnahmen-Auswahl verloren ging. Fix in 7.34: `syncMassnToStore()` prüft jetzt vorher, ob neue Werte tatsächlich "besser" als die alten sind, und überschreibt nicht stumpf.


6.3 Auslegungs-DOM-IDs

 **Stolperfalle:** Im Tool `sanierung-auslegung.html` tragen einige Input-Felder kryptische DOM-IDs wie `ek_ist` und `ek_neu`, andere klare Namen. Wer dort patcht, sollte erst mal `grep -n 'getElementById' tools/sanierung-auslegung.html` laufen lassen — sonst überschreibt man womöglich den Tool-State und nicht den Store.


6.4 Anti-Slot-Sprung-Heuristik

 **Stolperfalle:** In `projekt-store.js` gibt es eine Heuristik, die verhindern soll, dass ein Projekt auf einen falschen Slot springt, wenn beim Save kein `inputNr` mitgegeben wird. Die Heuristik vergleicht Name + Adresse mit den existierenden Projekten und nimmt den Match. Das funktioniert in 95 % der Fälle — bei zwei Projekten mit identischer Adresse (z. B. Vorher/Nachher) fragt das System aber nach. Beim nächsten Save bewusst eine `projektNr` mitgeben.

6.5 Förderung-0-Bug im Sanierungsbericht

 **Stolperfalle:** Bekannter offener Bug: In manchen Konstellationen zeigt der Sanierungs-Bericht eine Förderung von 0 €, obwohl Maßnahmen ausgewählt sind. Ursache liegt vermutlich in der Reihenfolge, in der `baukosten-sanierung.html` die KfW-Boni in den Store schreibt. Workaround bis zum Fix: Erst die Baukosten-Seite öffnen, dort einmal alle Maßnahmen durchklicken (Save), dann den Bericht regenerieren.

6.6 Empfehlungen aus Fahrplan ≠ Maßnahmen

 **Achtung:** Im Sanierungsfahrplan werden Empfehlungen unter `sanierung.empfehlungen` gespeichert, in der Maßnahmen-Konfiguration aber unter `sanierung.massnahmen_gewaehlt`.

Die beiden Arrays sind nicht zwangsweise identisch — `massnahmen_gewaehlt` ist die Vereinigung von User-Auswahl + Fahrplan-Empfehlung. Wer nur die Empfehlungen will, gezielt das eine Array nehmen.

6.7 .bak-Dateien im Repo

⚠ Achtung: Beim Patchen mit `sed` oder ähnlichen Tools entstehen oft `.bak` und `.bak2-DATUM` Dateien. Die `.gitignore` filtert sie nicht in 100 % der Fälle (z. B. `.bak2-20260501` rutschte vor dem Fix durch). Lösung: Nach Patches `git status` laufen und manuell aussortieren.

6.8 nginx-Cache und Tool-Updates

⚠ Achtung: nginx cacht statische Files (CSS, JS, Bilder) aggressiv. Wer ein Tool ändert und im Browser nichts sieht: hard reload (Strg+F5) probieren. Wenn das nicht hilft: nginx-Reload erzwingen mit `sudo systemctl reload nginx` — und am Browser-Cache vorbei mit `?v=DATUM-Suffix` testen.

7. Förder-Cheatsheet 2026 — KfW, BAFA & Co.

Förderlandschaft 2026: Drei wichtige Töpfe — KfW 458 für Heizungstausch, BAFA BEG-EM für Hülle und Anlage, und KfW 358 als Ergänzungskredit. Die Sätze unten gelten für den aktuellen Stand Mai 2026 — die Förderpolitik ändert sich gefühlt im Wochentakt, also Fundstellen immer gegenchecken.

7.1 KfW 458 — Heizungsförderung für Privatpersonen

Wer: Selbstnutzer von Wohngebäuden, deren Bauantrag mindestens 5 Jahre zurückliegt. Vermieter und GbR gehen ins Programm 459 statt 458.

Was: Zuschuss zum Einbau einer klimafreundlichen Heizung — Wärmepumpe, Pelletheizung, Biomasse, Solarthermie, Wasserstoff-fähige oder Brennstoffzellen-Heizung. Hybrid mit Solarthermie geht, reine Gas-Hybrid ohne EE nicht mehr.

Die Förderbausteine

Baustein	Höhe	Bedingung	Wer bekommt's?
Grundförderung	30 %	Klimafreundliche Heizung	Alle
Klimageschwindigkeitsbonus	+20 %	Tausch alte Öl/Kohle/Gasetagen/Nachtspeicher oder ≥ 20 Jahre alt	Selbstnutzer
Einkommensbonus	+30 %	Haushaltseinkommen ≤ 40.000 €/Jahr (zvE)	Selbstnutzer
Effizienzbonus	+5 %	WP mit Wasser/Erdreich/Abwasser oder natürl. Kältemittel	Alle

Maximaler Zuschuss: 70 % der förderfähigen Kosten. Cap: bei EFH 30.000 € förderfähig → max. 21.000 € Zuschuss pro Wohneinheit.

MFH-Staffel der förderfähigen Kosten

Wohneinheit	förderfähige Kosten je WE
1. Wohneinheit	30.000 €
2. bis 6. Wohneinheit	je 15.000 €
ab 7. Wohneinheit	je 8.000 €

Emissionsminderungszuschlag

Zusätzliche pauschal **2.500 €** für Biomasseheizungen mit Staubemissionen ≤ 2,5 mg/m³ (gilt also vor allem für moderne Pellet-Kessel). Wichtig: Der Zuschlag wird zwar zusätzlich gezahlt — gleichzeitig sinken die förderfähigen Gesamtkosten um pauschal 2.500 €. Netto bleibt es ein echter Vorteil, aber man darf die Zahl nicht doppelt zählen.

Klimabonus-Absenkung ab 2029

Der Klimageschwindigkeitsbonus wird ab 2029 abgeschmolzen — von 20 % zunächst auf 17 %, dann alle zwei Jahre weiter. Wer 2026 oder 2027 tauscht, sichert sich noch die volle 70%-Konstellation. Ab 2029 verliert man bei einer 30.000-€-Investition rund 1.000 € Zuschuss pro Jahr Verzögerung.

Antragsweg

1. Lieferungs-/Leistungsvertrag mit Fachunternehmen abschließen — mit Förderhinweis und aufschiebender Bedingung.
2. Energieeffizienz-Experte (EEE) holt die BzA (Bestätigung zum Antrag) mit 15-stelliger BzA-ID.
3. Antrag stellen über "Meine KfW" — VOR Vorhabenbeginn.
4. 36 Monate Zeit für Umsetzung nach Zusage.
5. Nach Fertigstellung: BnD (Bestätigung nach Durchführung) durch EEE, Rechnung hochladen, Auszahlung in 4–6 Wochen.

⚠ Achtung: Wichtigster Punkt: **Antrag VOR Auftragsvergabe!** Wer den Vertrag ohne Förderhinweis unterschreibt oder gar mit den Arbeiten beginnt, bekommt keinen Cent — egal wie förderfähig das Vorhaben technisch wäre. Häufigster Ablehnungsgrund.

Wahlrecht KfW vs. §35c EStG

Statt der KfW 458 kann auch die Steuerbegünstigung nach §35c EStG gewählt werden — 20 % Steuerermäßigung verteilt über 3 Jahre, max. 40.000 €. KfW ist meist attraktiver (höhere Quote, schneller, sofort als Cash), aber das hängt vom Einzelfall ab. Beide kombinieren geht nicht.

7.2 KfW 358 — Ergänzungskredit


Wer den Eigenanteil nicht aus der Tasche zahlen kann, nimmt den Ergänzungskredit dazu: bis zu **120.000 € pro Wohneinheit** zinsverbilligt. Voraussetzung: Eine bestätigte Zusage von KfW 458 (Heizungsförderung) oder ein BAFA-Bescheid für BEG-EM. Gesamtbudget pro Wohneinheit damit max. 150.000 €.

7.3 BAFA BEG-EM — Einzelmaßnahmen Hülle

Während die Heizung über die KfW läuft, ist die **Gebäudehülle** (Dämmung, Fenster, Türen) und die Anlagentechnik weiterhin BAFA-Sache. Über das Programm BEG-EM (Bundesförderung für effiziente Gebäude — Einzelmaßnahmen) gibt es:

Maßnahme	Förderung
Dämmung Außenwand, Dach, Bodenplatte	15 % (mit iSFP +5 % Bonus)
Fenster und Türen tauschen	15 % (mit iSFP +5 % Bonus)
Anlagentechnik (Lüftung, Hydraulischer Abgleich)	15 % (mit iSFP +5 % Bonus)

Cap: 60.000 € förderfähige Kosten pro WE und Jahr — ohne iSFP — bzw. 30.000 € ohne iSFP. Mit iSFP also fast doppelt so attraktiv. Antrag: BAFA-Portal, ebenfalls vor Vertragsabschluss.

 **Tipp:** Den iSFP (individuellen Sanierungsfahrplan) erstellt Rolf direkt mit dem `isfp-generator` — also einer der wenigen Fälle, wo das eigene Tool unmittelbar 5 % zusätzlichen Förderbonus für den Kunden bringt. Saubere Sache.

7.4 Energieberater-Honorar

Die Honorierung des Energieberaters läuft über die HOAI-Honorartafel — allerdings mit einem entscheidenden Detail: Die HOAI enthält **keine Regelungen mehr zum GEG-Nachweis** (sie ging noch von der EnEV aus). Damit ist das Honorar **frei vereinbar**. Die Berufsverbände empfehlen, sich am alten EnEV-Nachweis-Honorar mit Faktor 1,8 bis 2,9 zu orientieren.

In der Sanierungs-Baukosten-Software ist standardmäßig **3 % von KG 300 + 400** für den Energieberater hinterlegt — ein realistischer Mittelwert für ein typisches EFH. Bei größeren Projekten oder Spezialfällen (Denkmal, Förder-Optimierung) ist mehr drin.

7.5 Wer ist 'Energieeffizienz-Experte (EEE)'?

Für KfW- und BAFA-BEG-Anträge ist ein EEE Pflicht. Dabei handelt es sich um einen in der [Energieeffizienz-Expertenliste des Bundes](http://www.energie-effizienz-experten.de) (www.energie-effizienz-experten.de) eingetragenen Berater. Rolf Krause hat die Eintragung mit der KfW-Nummer **EB473095** — diese Nummer geht in jeden Förderantrag rein.

8. Norm-Cheatsheet — die Standards dahinter

Hinter jedem Tool steckt eine Norm. Hier die wichtigsten — kompakt mit dem was man wissen muss, ohne sich die ganzen 100-Seiten-Dokumente kaufen zu müssen.

8.1 DIN EN 12831-1:2017 + DIN/TS 12831-1:2020 — Heizlast

Was: Energetische Bewertung von Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast. Pflicht für jede BAFA-/KfW-Förderung mit Wärmepumpe.

Formel:

$$\Phi_{HL} = \Phi_T + \Phi_V + \Phi_{HU}$$

Φ_{HL} Norm-Heizlast (gesamt) in W
 Φ_T Transmissionswärmeverlust (durch Hülle: Wand, Dach, Fenster, Boden)
 Φ_V Lüftungswärmeverlust (Infiltration + ggf. mechanische Lüftung)
 Φ_{HU} Wiederaufheizleistung (optional, nach Nachtabsenkung)
 $\Phi_{gain} = 0$ (im deutschen Anhang werden Wärmegewinne NICHT berücksichtigt)

Norm-Außentemperatur: Postleitzahlengenau hinterlegt in DIN/TS 12831-1:2020-04. Definiert als kältestes Zweitagesmittel, das statistisch ~alle 2 Jahre auftritt. Beispielwerte: München -16 °C , Hamburg -12 °C , Köln -10 °C .

Norm-Innentemperaturen: Wohnräume 20 °C , Bad 24 °C , Schlafräume 18 °C , Treppenhaus $10\text{--}15\text{ °C}$.

Faustformel zur Plausibilität: Sanierter Altbau $\sim 65\text{ W/m}^2$. Passivhaus $\sim 10\text{--}15\text{ W/m}^2$. Ungedämmter Altbau $100\text{--}150\text{ W/m}^2$. Wer mit der Norm-Berechnung weit daneben liegt, sollte gegenrechnen.

8.2 DIN EN ISO 6946 — U-Wert opake Bauteile

Was: Berechnung des U-Werts (Wärmedurchgangskoeffizient) für Wände, Dächer, Böden — alles was nicht transparent ist.

$$U = 1 / R_T$$

$$R_T = R_{si} + \sum(d_i / \lambda_i) + R_{se}$$

R_T Gesamt-Wärmedurchlasswiderstand ($\text{m}^2\text{K/W}$)
 R_{si} Innerer Übergangswiderstand ($0,13$ für Wand, $0,10$ für Dach, $0,17$ für Boden)
 R_{se} Äußerer Übergangswiderstand ($0,04$ für Wand und Dach, $0,00$ für Boden)
 d_i Schichtdicke (m)
 λ_i Wärmeleitfähigkeit ($\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)

Beispiel: 24 cm Vollziegel ($\lambda=0,5$) + 16 cm WDVS ($\lambda=0,035$)

$$\begin{aligned} R_T &= 0,13 + 0,24/0,5 + 0,16/0,035 + 0,04 \\ &= 0,13 + 0,48 + 4,57 + 0,04 \\ &= 5,22\text{ m}^2\text{K/W} \end{aligned}$$

$$U = 1 / 5,22 = 0,19\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}) \leftarrow \text{Passivhaus-tauglich}$$

8.3 DIN EN ISO 10077-1 — U-Wert Fenster

$$U_w = (A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + \sum(l_g \cdot \psi_g)) / (A_g + A_f)$$

U_w Fenster-U-Wert ($W/(m^2 \cdot K)$)

U_g Verglasungs-U-Wert (Glas, typisch 0,5–1,1)

U_f Rahmen-U-Wert (typisch 0,8–1,4 bei modernem Holz/PVC)

ψ_g Längenbezogener ψ -Wert Glasrand (0,03–0,10)

A_g Glasfläche, A_f Rahmenfläche, l_g Glasrandlänge

Plus: ψ -Wert Einbau (0,01–0,15) – mit oder ohne überdämmten Rahmen

8.4 DIN 4108 + DIN V 18599 — GEG-Nachweis

DIN 4108: "Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden" — die deutsche Wärmeschutz-Norm. Teil 2 für mindestens-Wärmeschutz, Teil 3 für klimabedingten Feuchteschutz, Teil 6 für die alte Heizwärmebedarf-Berechnung (heute durch DIN V 18599 ersetzt).

DIN V 18599 (Vornorm): Energetische Bewertung von Gebäuden — Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung. 11 Teile, ca. 1.000 Seiten gesamt. Pflicht-Grundlage für den Wärmeschutznachweis nach GEG.

Wärmeschutznachweis: Bauvorlage zum Bauantrag bei Neubauten und größeren Sanierungen. Vergleicht das geplante Gebäude mit einem Referenzgebäude — der Jahres-Primärenergiebedarf darf einen bestimmten Prozentsatz des Referenzwerts nicht überschreiten (für Effizienzhäuser deutlich darunter).

Kosten: EFH-Wärmeschutznachweis 500–1.500 €. Bei Typenhäusern oft im Hauspreis enthalten.

8.5 DIN EN 1264 — Flächenheizung

Auslegung von Fußbodenheizungen — Verlegeabstand, Vorlauftemperatur, Heizkreislängen. Nimmt sich das fussbodenheizung-Tool zur Brust.

8.6 DIN 4708 — Trinkwarmwasser

Bedarfsbestimmung von Trinkwasser-Erwärmungsanlagen — Bedarfskennzahl N, Speichergröße. Das Brauchwasser-Tool basiert auf dieser Norm.

8.7 DIN 1946-6 — Lüftungskonzept

Lüftung von Wohnungen — wann ist welche Art von Lüftung erforderlich (freie, ventilatorgestützte, mit/ohne Wärmerückgewinnung)? Pflicht-Konzept bei jeder Sanierung mit $\geq 1/3$ Fenstertausch oder Dachsanierung.

8.8 VDI 2078 — Kühllast

Berechnung der Kühllast und Jahres-Kühlenergiebedarfs. Wird mit zunehmend heißen Sommern auch im Wohnbau immer relevanter — das kuehlen-Tool basiert darauf.

8.9 DIN EN 15978 — Ökobilanz

Lebenszyklus-Analyse für Gebäude — graue Energie der Baustoffe, Betriebsenergie, Rückbau. Das LCA-Tool rechnet damit.

8.10 DIN EN 15026 — Hygrothermik

Numerische Simulation des Wärme- und Feuchtetransports — Grundlage des hygrothermischFEM-Tools. Wichtig bei Innendämmung und Denkmal-Sanierung, wo die einfache Glaser-Methode an ihre Grenzen stößt.

9. Glossar

Eine Energieberatungs-Software bringt natürlich ihren eigenen Vokabular-Zoo mit. Hier die wichtigsten Begriffe — alphabetisch.

Begriff	Erklärung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Zuständig für BEG-EM (Hülle, Anlagentechnik).
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude. Dachprogramm mit den Unter-Programmen WG, NWG, EM, KFN.
BGF	Brutto-Grundfläche nach DIN 277. Größer als die Wohnfläche, weil sie Wände und unbewohnte Flächen mit einschließt.
BzA / BnD	Bestätigung zum Antrag (vor Vorhabenbeginn) bzw. nach Durchführung (vor Auszahlung). Beides wird vom EEE erstellt.
DIN 276	Deutsche Norm für Baukosten — Kostengruppen 100 bis 700 mit Detail-Hierarchie.
EEE	Energieeffizienz-Experte. Eintragung in der Bundes-Liste ist Pflicht für KfW/BAFA-Anträge.
Endenergie	Energie, die der Hausbesitzer einkauft (Erdgas, Strom, Holz). In kWh/(m ² -a).
GEG	Gebäudeenergiegesetz — seit 2020, ersetzt EnEV+EnEG+EEWärmeG. Wird voraussichtlich ab Mitte 2026 zum GModG (Gebäudemodernisierungsgesetz) reformiert.
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure. Honorartafel-basiert, aber für GEG-Nachweise gilt freie Vereinbarung.
iSFP	Individueller Sanierungsfahrplan — strukturiertes Beratungs-Werkzeug. Bringt 5 % zusätzlichen BAFA-Bonus pro Maßnahme.
JAZ	Jahresarbeitszahl bei Wärmepumpen — Verhältnis abgegebene Wärme zu eingesetzter Strommenge übers Jahr. Mind. 2,7 (Luft) bzw. 3,0 (Sole) für BAFA-Förderung.
KFN	Klimafreundlicher Neubau — KfW-Programm für Neubauten mit Effizienzhaus-Standard.
KG 300/400/700	Kostengruppen nach DIN 276: 300 = Bauwerk-Baukonstruktion, 400 = Technische Anlagen, 700 = Baunebenkosten (HOAI, Energieberater, Genehmigung).
LCA	Life Cycle Assessment / Ökobilanz nach DIN EN 15978.
MFH / EFH	Mehrfamilien- bzw. Einfamilienhaus.
Primärenergie	Endenergie multipliziert mit dem Primärenergiefaktor (fp). Erdgas fp=1,1, Strom fp=1,8 (2026), Holz fp=0,2.
Referenzgebäude	Hypothetisches Vergleichsgebäude im GEG-Nachweis — gleicher Grundriss, aber mit definierten Standard-Bauteilen.

Begriff	Erklärung
TGA	Technische Gebäudeausrüstung — Heizung, Lüftung, Sanitär, Elektro.
TWW	Trinkwarmwasser. Wird in der Energiebilanz oft separat von der Heizung ausgewiesen.
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient in $W/(m^2 \cdot K)$. Je niedriger, desto besser gedämmt.
WDVS	Wärmedämm-Verbundsystem. Klassische Außendämmung mit Putz.
WSN	Wärmeschutznachweis nach GEG. Pflicht-Bauvorlage.
zvE	Zu versteuerndes Einkommen — relevant für KfW-Einkommensbonus (≤ 40.000 €).
ψ-Wert (Psi)	Längenbezogener Wärmebrückenkoeffizient. In $W/(m \cdot K)$. Wichtig bei Fenster-Einbau und Anschlussdetails.

10. Was tun, wenn ...

Die häufigsten Notfall-Szenarien mit Sofortmaßnahmen. Wenn das hier nichts hilft: Logs anschauen (Kapitel 5.7) und systematisch durchgehen.

... der Server nicht erreichbar ist

6. `sudo systemctl status energieberater` — läuft der Service überhaupt?
7. Wenn nicht: `sudo systemctl start energieberater` und Logs prüfen mit `sudo journalctl -u energieberater -n 50`.
8. Häufigste Crash-Ursache: Syntax-Fehler in `server.js` nach manueller Bearbeitung, oder eine fehlerhafte JSON-Datei in `config/`.
9. Nginx-Status: `sudo systemctl status nginx` — wenn nginx down ist, sind alle Domains weg.

... ein Tool fehlerhaft anzeigt oder Werte nicht übernimmt

10. Browser-DevTools öffnen (F12), Console-Tab. JavaScript-Fehler werden dort sofort sichtbar.
11. ProjektStore inspizieren: In der Console `ProjektStore.load()` eingeben. Sind die erwarteten Daten drin?
12. Hard-Reload mit Strg+F5, sonst rendert nginx noch die alte Version.
13. Mit einem leeren Projekt testen — manchmal sind Altdaten im Store schuld.

... die KI nicht mehr antwortet

14. `cat data/ki-counter.json` — sind die Tageslimits aufgebraucht? Reset siehe 5.5.
15. `.env` prüfen: ist `ANTHROPIC_API_KEY` gesetzt? Server nach `.env`-Änderung neu starten.
16. Anthropic-Status-Page: `status.anthropic.com` — gibt's einen aktuellen Outage?
17. KI-Log auf Fehler prüfen: `tail -20 data/ki-log.json`.

... ein Bericht falsche Werte zeigt

18. `ProjektStore.load()` in der Console — sind die Eingabewerte überhaupt im Store?
19. Workflow-Reihenfolge eingehalten? Insbesondere: Wurde die Sanierungs-Auslegung VOR dem Bericht durchgerechnet? Die Bericht-Engine liest Werte aus dem Store, kann sie aber nicht selbst berechnen.
20. Bei Förderwert 0: siehe Stolperfalle 6.5 (Workaround: baukosten-sanierung neu durchklicken).
21. Bei `meta.typ`-Bug: siehe Stolperfalle 6.1.

... ein git push fehlschlägt

22. `git status` — ist überhaupt was committed? Push pusht nur Commits, keine ungestaged Änderungen.

23. Bei Auth-Fehler: `ls -la /root/.git-credentials` — existiert die Datei? Wenn nein: Token neu setzen mit `git config --global credential.helper store` und einmal pushen (fragt dann nach Username + Token).
24. Bei "rejected non-fast-forward": `git pull --rebase origin main`, dann erneut `git push`.

... ein Backup wiederhergestellt werden muss

25. Service stoppen: `sudo systemctl stop energieberater`.
26. Aktuelles Backend wegsichern: `mv backend backend.kaputt-$(date +%Y%m%d_%H%M%S)`.
27. Backup entpacken: `tar -xzf /var/backups/backend-XXX.tar.gz` im richtigen Verzeichnis.
28. `node_modules` ggf. neu installieren: `cd backend && npm install`.
29. Service starten: `sudo systemctl start energieberater`.
30. Im Browser kurz prüfen, dass alles läuft. Erst danach das kaputte Backend löschen!

... eine Domain das SSL-Zertifikat verloren hat

31. `sudo certbot certificates` — Status aller Zertifikate.
32. Manuelles Renew: `sudo certbot renew --force-renewal`.
33. Bei Problemen DNS prüfen — manchmal ist Cloudflare oder ein Provider-DNS-Issue schuld.
34. `nginx` neu starten: `sudo systemctl reload nginx`.

Schlusswort

Eine Software wie diese ist nie wirklich "fertig" — sie wächst mit den Anforderungen. Was heute richtig ist, kann morgen durch eine Förderreform überholt sein, und was vorgestern als bug-frei galt, entpuppt sich übermorgen als kreative Stolperfalle.

Diese Doku versucht, einen ehrlichen Stand vom 1. Mai 2026 abzubilden. Sie ist keine Marketingbroschüre, kein Tutorial für Neulinge und auch kein vollständiges API-Reference-Werk — sondern das, was bei einem Schichtwechsel nützlich ist: "Was ist das hier, wie bediene ich es, und wo lauern die Fußangeln?"

Wenn ein Tool sich anders verhält als beschrieben, ist die Doku schuld, nicht das Tool — und ein kurzer Update-Vermerk an passender Stelle hilft dem nächsten Leser. Im Idealfall ist das wieder Rolf selbst, in einem halben Jahr, wenn er wieder eingeflogen ist und sich fragt, *"Wie war das nochmal mit dem syncMassnToStore?"*

— Ende —