

Lebenszykluskosten *von* *HVAC-R-Anlagen.*

Warum das günstigste Angebot selten die günstigste Anlage ist — und wie Sie Bieter dazu bringen, um das zu konkurrieren, was die Anlage Sie tatsächlich zwanzig Jahre lang kostet.

Der Anschaffungspreis ist *die kleinste Zahl*.

Über die Nutzungsdauer einer Heizungs-, Lüftungs-, Klima- oder Kälteanlage ist das, was Sie für die Anschaffung zahlen, regelmäßig der kleinere Teil dessen, was Sie für ihren Betrieb zahlen. Energie, Instandhaltung, Ausfallzeiten und der spätere Ersatz summieren sich in der Regel auf deutlich mehr — und jede dieser Positionen wird im Moment der Beschaffung entschieden, von Menschen, die einen Preis bewerten.

Die Lebenszykluskostenrechnung (life cycle costing, LCC) ist die Disziplin, die das vor der Entscheidung sichtbar macht statt danach. Sie ist weder kompliziert noch neu, und sie wird sehr selten angewendet — denn der Anschaffungspreis ist eine Tatsache, die Lebenszykluskosten sind eine Rechnung, und Rechnungen verlieren in der Angebotswertung gegen Tatsachen, sofern nicht jemand vorher entschieden hat, dass es anders sein soll.

Dieser Leitfaden behandelt, welche Kostenelemente es gibt, wie Betrachtungszeitraum und Annahmen festzulegen sind, warum Energie nahezu jeden Fall dominiert, wie sich Instandhaltung und Obsoleszenz verhalten und — am nützlichsten — wie eine Ausschreibung zu formulieren ist, die Bieter zwingt, um die Lebenszykluskosten statt um den Anschaffungspreis zu konkurrieren. Er endet mit einer Checkliste aus vierzig Punkten, die Sie einer Leistungsbeschreibung beifügen können.

WAS DIESE LEITFADEN IHNEN NICHT LIEFERT

Keine Preise, keine Energietarife, keine Nutzungsdauern für Anlagen, keine Instandhaltungssätze und keinen Kalkulationszinssatz. Jede dieser Größen ist spezifisch für Ihr Unternehmen, Ihren Markt und das Jahr, in dem Sie dies lesen; eine hier gedruckte Zahl wäre irgendwo falsch und überall veraltet.

Stattdessen liefert er die Struktur: welche Elemente in die Rechnung gehören, woher jede Zahl stammt, welche Annahmen das Ergebnis bestimmen und wie diese Rechnung von jenen gelenkt wird, denen ein Preisvergleich lieber wäre.

Für wen dieser Leitfaden geschrieben ist

- ◆ Eigentümer und Betreiber von Gebäuden, die HVAC- und Kälteanlagen ausschreiben oder ersetzen
- ◆ Öffentliche Auftraggeber, bei denen die Wertungsmethode vorab bekanntzumachen ist
- ◆ Leiter der technischen Gebäudeausrüstung (TGA), die übernehmen, was andere beschafft haben
- ◆ Kaufmännische Leitungen und Geschäftsführungen, die die teurere Variante freigeben sollen
- ◆ Planer und ausführende Unternehmen, die Angebote erstellen oder werten

Was dieser Leitfaden nicht ist

Er ist kein Planungsdokument und ersetzt weder einen qualifizierten Fachplaner noch einen Kostenplaner. Er behandelt den **wirtschaftlichen Vergleich technischer Alternativen** — nicht die Planung der Anlagen selbst und nicht die weitergehende Frage, ob das Gebäude sie überhaupt benötigt.

Wie Sie ihn nutzen

Wenn Sie eine Ausschreibung vorbereiten, ist Abschnitt 07 der operative Teil; alles davor ist die Begründung dazu. Wenn Sie bereits vorliegende Varianten bewerten, beginnen Sie bei Abschnitt 02. Wenn Sie jemanden davon überzeugen müssen, dass die teure Variante die günstige ist, liefern die Abschnitte 01 und 04 die Argumente, die üblicherweise wirken.

Inhalt

ABSCHNITTE

01	Warum das günstigste Angebot selten die günstigste Anlage ist	04
02	Die Kostenelemente	06
03	Zeitraum, Zinssatz und die Annahmen, die entscheiden	09
04	Energie — das Element, das meist dominiert	11
05	Instandhaltung, Zuverlässigkeit und Zugänglichkeit	13
06	Obsoleszenz, Ersatz und Nutzungsende	15
07	Lebenszykluskosten in die Ausschreibung bringen	17
08	Datenbeschaffung und worauf zu achten ist	19
09	Die Checkliste mit vierzig Punkten	21
–	In diesem Leitfaden genannte Normen · Über APIS	23

APIS Ltd. (APIS sh.p.k.) · Rruga Prishtinë–Lipjan km 10, Livagjë, 10500 Graçanica, Republik Kosovo · +383 49 787 233 · apisgroup.net
Dokument APS-GD-07-DE, Ausgabe v1.0 vom 20. August 2026. Erstellt vom Fachbereich HVAC-R der APIS. © 2026 APIS Ltd. Dieser Leitfaden darf vollständig und unverändert weitergegeben werden. Auszüge bedürfen der schriftlichen Zustimmung.

Dies ist die deutsche Übersetzung des Dokuments APS-GD-07. Bei Abweichungen ist die englische Fassung maßgeblich.

Warum das günstigste Angebot selten *die günstigste Anlage ist.*

Drei Mechanismen machen aus einem niedrigen Anschaffungspreis hohe Lebenszykluskosten — und alle drei sind am Tag der Zuschlagserteilung unsichtbar.

Niemand beabsichtigt, eine teure Anlage zu kaufen. Das Problem ist struktureller Natur: Der Anschaffungspreis ist bekannt, sicher und vergleichbar, während die Lebenszykluskosten geschätzt und bedingt sind und erst anfallen, wenn die entscheidende Person längst andere Aufgaben hat. Eine nach dem Preis gewertete Ausschreibung wählt zuverlässig die Variante, die am wenigsten kostet — und nur zufällig jene, deren Betrieb am wenigsten kostet.

Mechanismus 1 — Effizienz ist teuer in der Anschaffung und günstig im Betrieb

Höhere Effizienz kostet in der Regel mehr: größere Wärmeübertragerflächen, bessere Verdichter, Frequenzumrichter, bessere Regelung, größere Kanal- und Rohrquerschnitte mit geringerem Druckverlust. Jede dieser Positionen erhöht den Angebotspreis und senkt die Energierechnung — stündlich, zwanzig Jahre lang.

Da die Anlage Zehntausende Betriebsstunden läuft, summiert sich ein kleiner Effizienzunterschied zu einem großen Betrag. Ein Preisvergleich sieht nur die erste Hälfte dieses Tauschs.

Mechanismus 2 — Instandhaltbarkeit wird geplant und bleibt unsichtbar

Zwei raumluftechnische Geräte (RLT-Geräte) gleicher Leistung können sich erheblich darin unterscheiden, was ihre Instandhaltung kostet: ob ein Register ohne Demontage des Geräts gezogen werden kann, ob eine Person allein die Filter wechseln kann, ob Platz, Licht und Zugang vorhanden sind, ob der Ablauf tatsächlich abläuft. Nichts davon erscheint in einem Leistungsverzeichnis, und alles davon zahlt jedes Jahr jemand, der bei der Entscheidung nicht im Raum war.

Mechanismus 3 — Die günstigste Variante hat oft die kürzeste Nutzungsdauer

Preisgünstigere Anlagen haben häufig eine kürzere Nutzungsdauer, eine dünnere Ersatzteilversorgung und eine höhere Wahrscheinlichkeit, technisch nicht mehr unterstützt zu werden, bevor sie verschlissen sind. Wenn eine Variante fünfzehn und eine andere fünfundzwanzig Jahre hält, vergleichen ihre Anschaffungspreise zwei verschiedene Dinge — und die kurzlebige Variante trägt innerhalb des Vergleichszeitraums eine zweite Beschaffung, die niemand eingerechnet hat.

Eine nach dem Preis gewertete Ausschreibung wählt nicht die günstigste Anlage. Sie wählt die Anlage, deren Kosten am erfolgreichsten über die Wertung hinaus verschoben wurden.

Zwei Momente, in denen die Lebenszykluskostenrechnung tatsächlich etwas ändert

1. **Die Wahl zwischen technischen Alternativen.** Welcher Anlagentyp, welche Effizienzklasse, welche Konfiguration. Hier entfaltet die Methode den größten Teil ihres Nutzens, weil sich die Alternativen im zeitlichen Kostenprofil tatsächlich unterscheiden.
2. **Die Wertung von Angeboten für dieselbe ausgeschriebene Anlage.** Hier ist der Spielraum enger, aber weiterhin lohnend, denn Bieter können sich in Effizienz, Instandhaltungsaufwand und angebotener Unterstützung unterscheiden — und tun es auch.

DAS ARGUMENT, DAS ÜBLICHERWEISE WIRKT

Nicht „diese Variante ist effizienter“. Das haben kaufmännische Leitungen schon gehört, und es klingt nach Vorliebe.

„Über den Zeitraum, in dem wir dieses Gebäude halten wollen, kostet Variante B insgesamt diesen Betrag weniger, und dies sind die drei Annahmen, von denen das Ergebnis abhängt.“ Das ist ein Vergleich in derselben Währung wie alles andere auf dem Schreibtisch und lädt zur Prüfung der Annahmen ein statt der Schlussfolgerung — genau dorthin gehört die Diskussion, denn Annahmen lassen sich begründen.

Wo sie nicht hilft

Die Lebenszykluskostenrechnung vergleicht Alternativen. Sie entscheidet nicht, ob überhaupt gehandelt werden soll, erfasst keinen Nutzen, der keine Kosten sind — Behaglichkeit, Zuverlässigkeit, Rechtskonformität, Emissionen — und kann keine Entscheidung retten, deren eigentlicher Treiber ein anderer als Geld ist. Wo der ausschlaggebende Faktor klinisch, regulatorisch oder reputationsbezogen ist, benennen Sie ihn und nutzen Sie die Rechnung, um zwischen den Varianten zu wählen, die ihn erfüllen.

Die *Kosten*elemente.

Sieben Kategorien. Die meisten Vergleiche enthalten zwei davon und nennen das Ergebnis Lebenszykluskosten.

ISO 15686-5 liefert den internationalen Rahmen für die Lebenszykluskostenrechnung von Gebäuden und baulichen Anlagen; EN 15459 beschreibt ein Verfahren zur wirtschaftlichen Bewertung speziell für gebäudetechnische Energiesysteme. Im deutschsprachigen Raum ist zusätzlich VDI 2067 die etablierte Grundlage für die Wirtschaftlichkeitsberechnung gebäudetechnischer Anlagen. Alle drei ordnen die Kosten

näherungsweise in die nachstehenden Kategorien. Wichtiger als die Wahl des Rahmens ist, dass dieselben Kategorien auf jede verglichene Variante angewandt werden.

Element	Was es umfasst	Woher die Zahl stammt
Investitionskosten	Anlagen, Montage, Regelung, Inbetriebnahme, Planungshonorare, Bauleistungen, Stromversorgung, statische Vorleistungen und alle Arbeiten, die zur Aufstellung der Anlage erforderlich sind	Das Angebot zuzüglich der Nebenkosten, die es nicht enthält. Siehe Hinweis unten
Energie	Sämtliche Brennstoffe und elektrische Energie, die die Anlage über das Jahr verbraucht — im Teillastbetrieb ebenso wie bei Vollast, einschließlich Hilfsenergie für Ventilatoren, Pumpen, Regelung und Begleitheizung	Aus saisonalen Effizienzkennwerten und dem Lastprofil des Gebäudes berechnet. Siehe Abschnitt 04
Geplante Instandhaltung	Wartung, Filter, Verbrauchsmaterial, wiederkehrende Prüfungen, Dichtheitsprüfung des Kältemittelkreislaufs, Wasseraufbereitung, Reinigung	Der Wartungsplan des Herstellers, bepreist. Lassen Sie Bieter ihr eigenes empfohlenes Regime kalkulieren — siehe Abschnitt 07
Instandsetzung und Störungsbeseitigung	Ungeplante Ausfälle, Einsätze, Austausch von Komponenten innerhalb der Nutzungsdauer	Das am schwersten zu schätzende Element — hier zählen Zuverlässigkeitsdaten und Betreibererfahrung mehr als jede veröffentlichte Kennzahl
Ersatz innerhalb des Zeitraums	Komponenten mit kürzerer Nutzungsdauer als der Betrachtungszeitraum — Verdichter, Frequenzumrichter, Regelung, Stellantriebe sowie ganze Anlagen, wenn der Zeitraum ihre Nutzungsdauer übersteigt	Nutzungsdauerannahmen, wobei die Ersatzkosten Zugang und Betriebsunterbrechung einschließen
Ausfallzeit und Folgekosten	Was ein Ausfall über die Reparatur hinaus kostet — entgangene Produktion, verdorbene Ware, gesperrte Räume, Mietgeräte, Reputationsschaden	Die Daten des Betreibers selbst. Im industriellen oder Kühltagekontext häufig das größte Element und fast immer weggelassen
Nutzungsende	Demontage, Kältemittelrückgewinnung, Ausbau, Entsorgung oder Recycling — abzüglich Restwert	Oft gering, gelegentlich nicht. Rückgewinnungs- und Entsorgungspflichten für Kältemittel gehören hierher

INVESTITIONSKOSTEN SIND NICHT DIE ANGEBOTSSUMME

Zwei Varianten mit gleichem Gerätepreis können sehr unterschiedliche Nebenkosten tragen: eine größere Stromversorgung, zusätzliche statische Vorleistungen, eine größere Technikzentrale, längere Verteilwege, einen Kran, eine Straßensperrung, Schallschutz oder Arbeiten zur Aufnahme eines schwereren Geräts.

Ermitteln Sie die **vollständig montierten und betriebsbereiten** Kosten jeder Variante, einschließlich alles dessen, wozu die Variante Sie verpflichtet. Ein Vergleich von Gerätepreisen zweier Anlagen mit unterschiedlichen Montageanforderungen ist kein Vergleich.

Die zwei am häufigsten weggelassenen Elemente

Ausfallzeit

In einem Kühllager, einem Rechenzentrum, einem Operationssaal oder einer Fertigungslinie kann der Ausfall der Anlage alles andere in der Rechnung zusammen übersteigen. Er wird weggelassen, weil er schwer zu schätzen ist — nicht, weil er klein wäre.

Er muss nicht präzise sein. Ein Größenordnungswert für die Kosten einer Stunde, einer Schicht oder eines Tages, multipliziert mit einer begründbaren Erwartung der Nichtverfügbarkeit, verändert die Rangfolge der Varianten weit häufiger als jede Verfeinerung des Energiewerts. Fragen Sie den Betrieb; dort ist die Zahl bekannt, auch wenn sie niemand aufgeschrieben hat.

Kältemittel

Bei Kälte- und Klimaanlage verursacht das Kältemittel Kosten über den gesamten Zeitraum: die Erstbefüllung, die Pflichten zu Dichtheitsprüfung und Dokumentation, Nachfüllungen und — am bedeutendsten — die Wirkung des regulatorischen Ausstiegs auf Verfügbarkeit und Preis. Eine Anlage mit einem Kältemittel, das vom Markt genommen wird, hat eine kürzere wirtschaftliche Nutzungsdauer, als ihr technischer Zustand nahelegt, und diese Verkürzung gehört in die Rechnung. Abschnitt 06 kommt darauf zurück.

KONSISTENZ ZÄHLT MEHR ALS GENAUIGKEIT

Ein Lebenszyklusvergleich muss nicht in jedem Element genau sein. Er muss jedes Element **auf jede Variante gleich anwenden**. Eine falsche, aber konsistente Annahme erhält in der Regel die Rangfolge; ein Element, das für eine Variante berücksichtigt und für eine andere weggelassen wird, kehrt sie um.

Führen Sie jedes Element für jede Variante auf, auch wenn der Eintrag null oder „nicht zutreffend“ lautet — und seien Sie misstrauisch gegenüber jedem Vergleich, in dem sich die Kategorien zwischen den Spalten unterscheiden.

Zeitraum, Zinssatz und die Annahmen, *die entscheiden.*

Vier Festlegungen, getroffen bevor eine einzige Kostenposition eingetragen wird, die das Ergebnis stärker bestimmen als die Kosten selbst.

1 · Der Betrachtungszeitraum

Der Zeitraum, über den die Kosten verglichen werden. Drei übliche Grundlagen, die zu unterschiedlichen Ergebnissen führen:

- ♦ **Die erwartete Nutzungsdauer der Hauptanlage** — die naheliegende technische Wahl, die jedoch jene Variante begünstigt, die zufällig am längsten hält
- ♦ **Die beabsichtigte Haltedauer des Eigentümers** — die ehrliche kaufmännische Wahl für einen Investor, und möglicherweise weit kürzer als die Anlagenlebensdauer
- ♦ **Ein durch Vorgabe festgelegter Standardzeitraum** — im öffentlichen Vergabewesen üblich, mit dem Vorteil, vorab bekanntgemacht und auf alle angewandt zu werden

Welche Grundlage auch gewählt wird: **derselbe Zeitraum muss für jede Variante gelten**, und jede Variante mit kürzerer Nutzungsdauer als der Zeitraum muss ihren Ersatz innerhalb der Rechnung tragen. Jede Variante, deren Nutzungsdauer über den Zeitraum hinausreicht, ist mit einem Restwert anzusetzen.

2 · Der Kalkulationszinssatz

Zukünftige Kosten sind weniger wert als heutige; die Diskontierung drückt das aus. Der gewählte Zinssatz hat große Wirkung: Ein hoher Satz lässt künftige Energie- und Instandhaltungskosten weniger ins Gewicht fallen und begünstigt damit günstige Anlagen; ein niedriger Satz begünstigt effiziente Anlagen.

Verwenden Sie den Satz Ihres Unternehmens, sofern vorhanden, oder den nach dem geltenden Vergaberecht vorgeschriebenen. **Nennen Sie ihn und prüfen Sie das Ergebnis bei einem höheren und einem niedrigeren Satz.** Ändert sich die Rangfolge innerhalb einer plausiblen Bandbreite, ist das die wichtigste Erkenntnis der Untersuchung und gehört berichtet, nicht verschwiegen.

DER ZINSSATZ IST DIE STELLE, AN DER EIN VERGLEICH AM LEICHTESTEN GELENKT WIRD

Wer den Kalkulationszinssatz festlegt, kann das Ergebnis häufig bestimmen, ohne eine einzige Kostenposition anzufassen. Legen Sie ihn fest, bevor die Varianten bekannt sind, machen Sie ihn bekannt und wenden Sie ihn auf alle an. In einer öffentlichen Ausschreibung gehört er in die Vergabeunterlagen — er ist Teil der Wertungsmethode, keine interne Arbeitsannahme.

3 · Energiepreis und Preispfad

Die einflussreichste Einzelannahme in den meisten HVAC-R-Vergleichen und zugleich die am wenigsten erkennbare. Zwei Regeln:

- ♦ **Verwenden Sie den vollen Bezugspreis**, einschließlich Netzentgelten, Abgaben und Steuern, soweit zutreffend — nicht allein den Arbeitspreis. Ein auf dem reinen Energiepreis aufgebauter Vergleich unterschätzt den Wert der Effizienz erheblich.
- ♦ **Zeigen Sie eine Bandbreite statt einer Prognose.** Stellen Sie das Ergebnis für einen niedrigen, mittleren und hohen Preispfad dar und benennen Sie, von welcher Annahme die Empfehlung abhängt. Eine einzelne, mit Zuversicht vorgetragene Prognose ist das am wenigsten glaubwürdige Element des Dokuments.

4 · Annahmen zur Nutzungsdauer

Wie lange jede Variante voraussichtlich hält und wie lange ihre Hauptkomponenten halten. Quellen, in absteigender Verlässlichkeit:

1. **Eigene Aufzeichnungen** zu vergleichbaren Anlagen unter vergleichbaren Betriebsbedingungen — mit Abstand die beste Quelle, und kaum jemand führt sie. Damit zu beginnen ist für sich genommen eine Empfehlung.
2. **Veröffentlichte Richtwerte für Nutzungsdauern** aus anerkannten Quellen — für den deutschsprachigen Raum enthält VDI 2067 entsprechende Ansätze. Ein vernünftiger Ausgangspunkt, der stets an Betriebsweise und Umgebung anzupassen ist.
3. **Die Herstellerangabe** — nützlich, und sie unterstellt, dass das vorgeschriebene Wartungsregime eingehalten wird.

Die Nutzungsdauer ist keine Eigenschaft der Anlage allein. Dasselbe Gerät in küstennaher, staubiger oder korrosiver Umgebung oder im Dauervolllastbetrieb hält nicht so lange wie eines in einer sauberen Technikzentrale im Teillastbetrieb. Passen Sie an — und benennen Sie, was Sie angepasst haben und warum.

FÜHREN SIE DIE SENSITIVITÄTSANALYSE DURCH UND BERICHTEN SIE SIE

Variieren Sie einzeln: den Kalkulationszinssatz, den Energiepreispfad, die Nutzungsdauer der Hauptanlage und die Instandhaltungskosten. Berichten Sie anschließend, welche dieser Größen die Rangfolge ändern kann und welche nicht.

Eine Untersuchung, die sagt „Variante B ist günstiger und bleibt über die gesamte plausible Bandbreite der Annahmen günstiger“, ist eine Entscheidung. Eine Untersuchung, die sagt „Variante B ist günstiger“, ist eine Einladung zur Diskussion über Annahmen.

Wie das Ergebnis aussehen sollte

1. **Gesamtlebenszykluskosten je Variante**, auf den Barwert diskontiert, bei gleichem Zeitraum und gleichen Annahmen.
2. **Die Aufgliederung nach Elementen**, damit erkennbar wird, woher der Unterschied stammt — und das ist fast immer die Energie.
3. **Die Sensitivität**, mit Angabe, welche Annahmen das Ergebnis ändern können.

Energie — das Element, *das meist dominiert.*

Und jenes, das am häufigsten aus der falschen Kennzahl abgeleitet wird: der Nennleistung bei Volllast, in der die Anlage nahezu nie arbeitet.

HVAC- und Kälteanlagen verbringen die meisten Betriebsstunden im Teillastbetrieb. Die Außenbedingungen sind häufiger gemäßigt als extrem, die Belegung schwankt, und Anlagen werden regelmäßig auf einen Auslegungszustand dimensioniert, der wenige Stunden im Jahr eintritt. Ein Vergleich auf Basis der Nennleistung bei Volllast vergleicht zwei Maschinen in einem Zustand, in dem keine von beiden viel Zeit verbringen wird.

Nennwert und saisonale Effizienz

Kennwert	Was er aussagt
Nennleistung unter Normbedingungen	Die Leistung in einem einzigen Betriebspunkt, gemessen unter definierten Prüfbedingungen. EN 14511 liefert die Grundlage für Klimageräte, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen. Nützlich für den Produktvergleich; keine Grundlage für die Jahresenergieberechnung
Saisonale Effizienz	Die über eine Bandbreite von Betriebszuständen gewichtete Leistung. EN 14825 liefert die Berechnungsgrundlage für den Teillastbetrieb und die saisonalen Kennwerte (SEER, SCOP). Dies gehört in eine Lebenszyklusrechnung

Der Abstand zwischen beiden kann groß sein und ist zwischen Produkten nicht gleich: Ein Gerät, das im Nennpunkt besser aussieht, kann über die Saison schlechter sein — insbesondere wenn eines leistungsgeregelt arbeitet und das andere taktet. **Fordern Sie saisonale Kennwerte von jedem Bieter auf derselben Grundlage, sonst ist der Vergleich nicht belastbar.**

FORDERN SIE DIE TEILLASTWERTE, NICHT DIE SCHLAGZEILE

Fordern Sie die Effizienz in jedem der definierten Teillastpunkte, nach derselben Prüfnorm, für jede Variante. Gewichten Sie diese anschließend gegen das Lastprofil, das Ihr Gebäude tatsächlich erzeugt.

Ein Bieter, der Teillastdaten liefern kann, hat ein nach der Norm geprüftes Produkt. Wer nur den Schlagzeilenwert liefert, kann oder will nicht — und beides ist aufschlussreich.

Die Hilfsenergie, die häufig weggelassen wird

- ◆ **Ventilatorenergie.** Luft zu bewegen ist teuer, und die Ventilatorleistung hängt vom Druckverlust des Systems ab. Die spezifische Ventilatorleistung (specific fan power, SFP) — die elektrische Leistung je geförderter Luftmenge — ist der Vergleichswert; sie wird in der Normenreihe EN 16798 behandelt. Ein Kanalnetz mit großzügigen Querschnitten und verlustarmen Komponenten kostet mehr in der Errichtung und weniger im Betrieb — stündlich, über Jahrzehnte
- ◆ **Pumpenenergie.** Dieselbe Logik für wasserführende Systeme: Rohrdimensionierung, Ventilauswahl, Drehzahlregelung und ein sauberer hydraulischer Abgleich
- ◆ **Regelung, Stellantriebe, Begleitheizung und Bereitschaftsverbrauch.** Einzeln klein, dauerhaft vorhanden
- ◆ **Abtauung, Kurbelwannenheizungen und weitere Nebenverbräuche der Kältetechnik,** die im Kühllager keineswegs vernachlässigbar sind

DAS VERTEILNETZ IST TEIL DER EFFIZIENZENTSCHEIDUNG

Ein hocheffizientes RLT-Gerät an einem unterdimensionierten Kanalnetz mit hohem Druckverlust verbraucht mehr Ventilatorenergie, als das Gerät einspart. Kanäle und Rohrleitungen werden einmal dimensioniert und halten so lange wie das Gebäude — meist länger als die Anlage, der sie dienen — und sie stehen als Erstes zur Disposition, wenn ein Projekt das Budget überschreitet.

Die Regelstrategie — die Effizienz, die in keinem Datenblatt steht

Zwei identische Anlagen, von denen eine ordnungsgemäß in Betrieb genommen und geregelt wird und die andere nicht, unterscheiden sich im Jahresverbrauch stärker als die meisten Gerätewahlen. Witterungsgeführte Regelung, optimierter Einschaltzeitpunkt, Nachtabsenkung, Zonierung, bedarfsgeführte Lüftung, Sequenzierung mehrerer Geräte und die Vermeidung von gleichzeitigem Heizen und Kühlen werden sämtlich in Planung und Inbetriebnahme entschieden.

Wo eine Untersuchung Varianten mit unterschiedlicher Regelfähigkeit vergleicht, muss sich diese Fähigkeit im angesetzten Jahresverbrauch widerspiegeln — und zwar **nur, wenn die Regelung tatsächlich in Betrieb genommen und instand gehalten wird**. Den Nutzen einer Regelstrategie zu beanspruchen, die niemand parametrieren wird, ist die häufigste Überschätzung in dieser Rechnung.

Leistungsminderung über die Nutzungsdauer

Eine Anlage arbeitet im fünfzehnten Jahr nicht wie im ersten. Wärmeübertrager verschmutzen, Filter setzen sich zu, die Kältemittelfüllung driftet, Regelungen werden übersteuert, Bauteile verschleßen. Eine Rechnung, die die Effizienz des ersten Jahres über den gesamten Zeitraum ansetzt, überschätzt die energetische Leistung jeder Variante — und am stärksten jene, die am meisten von der Instandhaltung abhängt.

Setzen Sie entweder eine Minderungsannahme an oder erklären Sie ausdrücklich, dass die Leistung des ersten Jahres unterstellt wird und das Instandhaltungsregime damit entscheidungserheblich ist. Lassen Sie nicht beides aus.

Instandhaltung, Zuverlässigkeit *und* Zugänglichkeit.

In der Planung entschieden, jedes Jahr bezahlt — und in der Ausschreibung nahezu nie gewertet.

Instandhaltungskosten sind keine Eigenschaft der Anlage allein. Sie sind eine Eigenschaft der Anlage, ihrer Betriebsweise, ihrer Umgebung und — vor allem — der Leichtigkeit, mit der sie erreichbar ist. Ein Gerät, bei dem sich ein Register nicht ziehen, ein Filter nicht von einer Person allein wechseln oder ein Verdichter nicht ohne Demontage anderer Teile heben lässt, kostet über seine gesamte Nutzungsdauer mehr an Instandhaltung als ein identisches, richtig eingebautes Gerät.

DIN 31051 unterscheidet die Grundmaßnahmen der Instandhaltung — Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung. Die Unterscheidung ist hier nützlich, weil geplante und ungeplante Maßnahmen in der Rechnung getrennt geführt werden müssen.

Geplante Instandhaltung

- ◆ Der vorgeschriebene Wartungsplan des Herstellers, Maßnahme für Maßnahme und Intervall für Intervall — denn seine Nichteinhaltung führt regelmäßig zum Verlust der Gewährleistung
- ◆ Verbrauchsmaterial: Filter, Riemen, Dichtungen, Chemikalien zur Wasseraufbereitung sowie das zu erwartende Wechselintervall unter Ihren Betriebsbedingungen, nicht im Katalog
- ◆ Wiederkehrende Prüfpflichten — Druckgeräte, Dichtheitsprüfung und Dokumentation des Kältemittelkreislaufs, Trinkwasserhygiene, elektrische Prüfungen
- ◆ Erforderliche Fachkunde: ob die Arbeit von einer allgemeinen Fachkraft ausgeführt werden kann oder einen herstellerautorisierten Servicetechniker erfordert, was den Stundensatz erheblich verändert
- ◆ Arbeitsstunden je Einsatz — hier wirkt die Zugänglichkeit

Instandsetzung und Störungsbeseitigung

1. **Die eigene Störungshistorie** zu vergleichbaren Anlagen — der Grund, warum sich ein Störungsprotokoll zu führen lohnt
2. **Die Einschätzung des Betreibers oder Instandhalters**, als jährlicher Betrag ausgedrückt und auf vergleichbare Varianten gleich angewandt
3. **Ein Prozentsatz auf die Investitionskosten** — grob, und nur vertretbar, wenn er konsistent angewandt und ausdrücklich als Platzhalter gekennzeichnet wird

ZUGÄNLICHKEIT IST EINE LEBENSZYKLUSKOSTENENTSCHEIDUNG, DIE AUF EINEM PLAN FÄLLT

Bevor eine Aufstellungsplanung freigegeben wird, prüfen Sie für jedes Gerät:

- ◆ Lässt sich die größte austauschbare Komponente ohne Demontage anderer Teile aus der Technikzentrale ziehen und herausbringen?
- ◆ Gibt es einen Weg, auf dem das gesamte Gerät später ersetzt werden kann?
- ◆ Sind Filter, Riemen und Fühler von einer Person sicher erreichbar?
- ◆ Gibt es Beleuchtung, Stromversorgung und Arbeitsraum?
- ◆ Lässt sich das Gerät freischalten und entleeren, ohne anderes abschalten zu müssen?

Jedes „Nein“ ist eine jährliche Kostenposition für die nächsten zwanzig Jahre — und eine weit größere am Tag des Austauschs. Diese Fragen kosten in der Planung nichts und sind später praktisch nicht mehr zu heilen.

Ersatzteile, Unterstützung und Lieferkette

- ◆ **Verfügbarkeit und Lieferzeit von Ersatzteilen** — eine Komponente mit zwölf Wochen Lieferzeit bedeutet zwölf Wochen Stillstand, sofern keine bevorratet ist
- ◆ **Örtliche Unterstützung** — ob der Hersteller in Ihrem Markt Servicepräsenz hat oder jeder Einsatz eine Anreise aus dem Ausland ist
- ◆ **Ob Ersatzteile herstellergebunden** oder marktgängig sind. Herstellergebundene Teile in einer langlebigen Anlage sind ein kaufmännisches Risiko ebenso wie ein technisches
- ◆ **Unterstützung der Regelung** — ob die Gebäudeautomation offen oder proprietär ist, ob sie außer vom Errichter auch von anderen betreut werden kann und ob Sie Software und Zugangsdaten besitzen

Zuverlässigkeit und die tatsächlichen Kosten eines Ausfalls

- ◆ **Redundanz.** Zwei kleinere Geräte statt eines großen kosten in Anschaffung und Instandhaltung meist mehr und in den Folgekosten deutlich weniger — und sie arbeiten über einen größeren Teil des Jahres näher an ihrem effizienten Lastbereich
- ◆ **Modularität,** damit ein Ausfall die Leistung mindert statt sie zu beseitigen
- ◆ **Standardisierung über den Bestand hinweg,** damit Ersatzteile geteilt werden und Techniker die Technik kennen
- ◆ **Überwachung und Frühwarnung,** damit sich anbahnende Fehler erkannt werden, bevor sie zum Stillstand führen

LASSEN SIE BIETER IHRE EIGENE INSTANDHALTUNG BEPREISEN

Fordern Sie von jedem Bieter seinen empfohlenen Wartungsplan **und ein bepreistes Angebot zu dessen Ausführung** über eine festgelegte Anzahl von Jahren. Das bewirkt dreierlei zugleich: Es liefert eine belastbare Instandhaltungszahl für die Rechnung statt einer Schätzung; es dämpft den Optimismus, den sich ein Lieferant leisten kann, solange ein anderer die Anlage betreut; und es zeigt, welche Bieter örtliche Unterstützung haben und welche nicht.

Sie sind nicht verpflichtet, die Instandhaltung zu beauftragen. Die Forderung, sie zu bepreisen, ist das, was die Zahl ehrlich macht.

Obsoleszenz, Ersatz *und* Nutzungsende.

Anlagen werden meist ersetzt, weil sie nicht mehr unterstützt werden — nicht, weil sie verschlissen sind.

Rechnungen auf Basis der technischen Lebensdauer überschätzen systematisch, wie lange eine Anlage tatsächlich behalten wird. In der Praxis löst eines von drei Dingen die Ersatzentscheidung aus — und keines davon ist, dass die Maschine aufhört zu funktionieren.

1 · Kältemittel

Der regulatorische Ausstieg aus Kältemitteln mit hohem Treibhauspotenzial (global warming potential, GWP) ist derzeit der größte Obsoleszenzfaktor in der HVAC-R-Technik. Eine Anlage mit einem Kältemittel, das dem Ausstieg unterliegt, sieht sich steigenden Kosten und sinkender Verfügbarkeit für Nachfüllung und Service gegenüber — lange bevor die Maschine verschleißt.

- ◆ **Ermitteln Sie das Kältemittel jeder Variante** und seinen regulatorischen Status am Standort des Gebäudes zum Zeitpunkt der Entscheidung
- ◆ **Setzen Sie eine kürzere wirtschaftliche Nutzungsdauer an** für eine Variante mit einem im Ausstieg befindlichen Kältemittel — und benennen Sie das
- ◆ **Prüfen Sie, ob ein Umrüstpfad** auf ein Alternativkältemittel besteht, was er kostet und wie er sich auf Leistung und Effizienz auswirkt
- ◆ **Berücksichtigen Sie die Pflichten** zu Dichtheitsprüfung, Dokumentation und Rückgewinnung, die an die Füllmenge gebunden sind

Dieser Leitfaden nennt weder eine Verordnung noch ein Datum, weil sich die Lage zwischen Märkten unterscheidet und verändert. **Klären Sie sie für Ihren Standort schriftlich, bevor der Vergleich aufgebaut wird** — es ist die Annahme, die eine Rangfolge am ehesten umkehren kann.

2 · Regelung und digitale Obsoleszenz

Maschinentechnik überlebt ihre eigene Regelung häufig um ein Vielfaches. Ein nicht mehr unterstützter Regler, ein nicht mehr aktuelles Kommunikationsprotokoll oder Software, die auf keinem unterstützten Betriebssystem läuft, können den Austausch funktionsfähiger Technik erzwingen.

Zwei Fragen im Vergabeverfahren mindern dieses Risiko erheblich: **ist die Gebäudeautomation offen oder proprietär**, und **wer besitzt Software, Lizenzen und Zugangsdaten**.

3 · Geänderte Anforderungen

Das Gebäude verändert sich: Belegung, Nutzung, Betriebszeiten, Grundriss, eine regulatorische Anforderung, ein neuer Mieter. Technik, die sich nicht anpassen lässt, wird unabhängig von ihrem Zustand ersetzt. Wo eine Veränderung innerhalb des Betrachtungszeitraums absehbar ist, hat Flexibilität einen Wert und gehört in den Vergleich — modulare Leistung, Reserveanschlüsse, Reserve in der Stromversorgung, Platz zur Erweiterung.

WIRTSCHAFTLICHE NUTZUNGSDAUER, NICHT TECHNISCHE LEBENSDAUER

Verwenden Sie durchgehend die kürzere der beiden und benennen Sie, welche für jede Variante maßgeblich ist und warum. Ein Vergleich, der fünfundzwanzig Jahre technische Lebensdauer für eine Anlage unterstellt, die im zwölften Jahr voraussichtlich nicht mehr unterstützt wird, ist nicht konservativ — er ist falsch, und zwar in der Richtung, die die günstigere Beschaffung begünstigt.

Nutzungsende

- ◆ **Demontage und Kältemittelrückgewinnung**, mit regulatorischen Pflichten und durch sachkundiges Personal auszuführen
- ◆ **Ausbau**, einschließlich Zugang und etwaigem Kran- oder Statikbedarf — auf demselben Weg, der für den Einbau nötig war, zwanzig Jahre später, in einem Gebäude, das sich darum herum verändert haben kann
- ◆ **Entsorgung oder Recycling** nach dem dann geltenden Abfallrecht
- ◆ **Restwert**, wenn der Anlage am Ende des Zeitraums Nutzungsdauer verbleibt. Meist gering, gelegentlich erheblich — und konsistent auf jede Variante anzuwenden oder auf keine

ERSATZKOSTEN SIND NICHT ANSCHAFFUNGSKOSTEN

Der Austausch von Technik im belegten, laufenden Gebäude kostet ein Vielfaches der Montage im leeren: Zugang, Provisorien, Arbeiten außerhalb der Betriebszeiten, Betriebsstörungen, Instandsetzung der Bausubstanz und mitunter entgangene Produktion. Wo der Betrachtungszeitraum einen Austausch enthält, bepreisen Sie ihn als Austausch — nicht als wiederholte Anschaffung.

Lebenszykluskosten *in die Ausschreibung bringen.*

Der operative Abschnitt. Alles davor ist Begründung; dies ist der Weg, auf dem die Begründung eine Zuschlagsentscheidung verändert.

Eine nach Eingang der Angebote durchgeführte Untersuchung ändert selten etwas, weil die Bieter auf die Kriterien hin optimiert haben, die sie erhalten haben. Damit Lebenszykluskosten Gewicht bekommen, müssen sie in der Wertungsmethode stehen, vor Angebotsabgabe bekanntgemacht sein und so formuliert werden, dass sie nicht manipulierbar sind.

Schritt 1 — Die Wertungsmethode vorab bekanntmachen

Legen Sie in den Vergabeunterlagen fest, dass der Zuschlag anhand der Lebenszykluskosten ermittelt wird, und beschreiben Sie genau, wie gerechnet wird: Betrachtungszeitraum, Kalkulationszinssatz, Energiepreis und unterstellter Preispfad, Betriebsstunden und Lastprofil sowie die einbezogenen Elemente. Wo Vergaberecht gilt, ist die vorherige Bekanntmachung der Methode ohnehin regelmäßig verpflichtend.

LEGEN SIE DIE BETRIEBSANNAHMEN SELBST FEST

Die wichtigste einzelne Vorgabe dieses Abschnitts. **Sie** geben Betriebsstunden, Lastprofil, Energiepreis und Preispfad vor, und jeder Bieter rechnet dagegen.

Bringen Bieter ihre eigenen Annahmen mit, bringen sie jene mit, die ihrer Technik schmeicheln — und die resultierenden Zahlen sind überhaupt nicht vergleichbar.

Schritt 2 — Eingangsgrößen fordern, nicht das Ergebnis

Fordern Sie von Bietern keine Lebenszykluskosten. Fordern Sie die Eingangsgrößen und rechnen Sie selbst. Von jedem Bieter zu fordern:

- ◆ **Saisonale Effizienzkennwerte** nach einer benannten Prüfnorm, mit den zugrunde liegenden Teillastdaten
- ◆ **Hilfsenergie** — Ventilator- und Pumpenleistung im ausgeschriebenen Betriebspunkt sowie Bereitschaftsverbrauch
- ◆ **Der empfohlene Wartungsplan**, Maßnahme für Maßnahme
- ◆ **Ein bepreistes Angebot zur Ausführung dieser Wartung** über eine festgelegte Anzahl von Jahren
- ◆ **Erwartete Nutzungsdauer** der Anlage und der Hauptkomponenten, mit Angabe der Grundlage
- ◆ **Kältemittelart und Füllmenge**, mit regulatorischem Status und Umrüstpfad
- ◆ **Lieferzeiten für Ersatzteile** und Standort der Serviceunterstützung
- ◆ **Regelung** — offen oder proprietär, wer sie betreuen kann, wer Software und Lizenzen besitzt
- ◆ **Alles, wozu das Angebot den Auftraggeber verpflichtet** — Stromversorgung, statische Vorleistungen, Raumbedarf, Zugang, Schallschutz

Schritt 3 — Gleich rechnen und die Rechnung offenlegen

Wenden Sie denselben Zeitraum, Zinssatz, Preispfad und dieselben Stunden auf jedes Angebot an. Legen Sie die Aufgliederung nach Elementen neben den Summen offen — das belegt die Gleichbehandlung und zeigt genau, woher der Unterschied kommt.

Schritt 4 — Gewichtung des Kriteriums festlegen

Ansatz	Wie er wirkt und wann er passt
Lebenszykluskosten als Preiskriterium	Die Gesamtkosten ersetzen den Angebotspreis in der Wertung vollständig. Der reinste Ausdruck des Prinzips — und er verlangt Vertrauen in die Annahmen
Gewichtete Bewertung	Lebenszykluskosten werden neben Qualität, Terminen und weiteren Kriterien mit bekanntgemachter Gewichtung bewertet
Mindestanforderungen	Mindestwert der saisonalen Effizienz, Höchstwert der spezifischen Ventilatorleistung, Höchst-GWP des Kältemittels — als Ausschlusskriterien gesetzt, mit Preiswertung unter den konformen Angeboten. Einfacher zu handhaben

Schritt 5 — Zusagen vertraglich verankern

- ◆ **Leistungsnachweis bei der Inbetriebnahme** gegen die angebotenen Kennwerte, mit in der Leistungsbeschreibung festgelegtem Verfahren und Toleranz
- ◆ **Bepreiste Instandhaltung zum angebotenen Satz** für den genannten Zeitraum festgeschrieben
- ◆ **Vertragsstrafen**, wo eine Minderleistung messbar und wesentlich ist — eine rechtliche Frage für Ihre Berater

PRÜFEN SIE, WONACH SIE GEWERTET HABEN

Wurden Angebote nach saisonaler Effizienz und spezifischer Ventilatorleistung verglichen, sind genau diese Größen bei der Inbetriebnahme zu messen. Eine Ausschreibung, die anhand von Kennwerten gewonnen wird, die nie geprüft werden, lehrt jeden Bieter, was diese Kennwerte wert sind.

Datenbeschaffung und *worauf zu achten ist.*

Acht Wege, auf denen ein Lebenszyklusvergleich gelenkt wird — alle behebbar, wenn man weiß, wo man hinsehen muss.

Woher jede Zahl stammt

Größe	Beste Quelle, in dieser Reihenfolge
Investitionskosten	Angebotspreis, zuzüglich eigener Kostenplanung für die von jeder Variante ausgelösten Nebenleistungen
Saisonale Effizienz	Zertifizierte Leistungsdaten nach benannter Norm; Zertifizierung durch Dritte, wo vorhanden (etwa Eurovent); Herstellererklärung zuletzt
Betriebsstunden und Lastprofil	Eigene Lastgangdaten und Betriebszeiten des Gebäudes — nicht die Annahme eines Bieters
Energiepreis	Eigene Rechnungen, voller Bezugspreis nach Bestandteilen
Instandhaltungskosten	Bepreistes Angebot des Bieters für seinen eigenen Plan; Einschätzung des vorhandenen Instandhalters zur Gegenprobe
Instandsetzungskosten	Eigene Störungshistorie zu vergleichbaren Anlagen; sonst die Einschätzung des Instandhalters
Nutzungsdauer	Eigene Aufzeichnungen zuerst; veröffentlichte Richtwerte, etwa nach VDI 2067, danach; Hersteller zuletzt
Ausfallkosten	Ihr Betrieb. Dort ist die Zahl bekannt
Kalkulationszinssatz	Ihre kaufmännische Leitung oder das geltende Vergaberecht

Acht Wege, auf denen der Vergleich gelenkt wird

- Nennleistung statt saisonaler Effizienz.** Der häufigste Fall. Fordern Sie saisonale Kennwerte mit den zugrunde liegenden Teillastdaten.
- Hilfsenergie ausgeklammert.** Ventilator- und Pumpenleistung entfallen, weil sie „außerhalb des Lieferumfangs“ lägen. Legen Sie fest, dass sie dazugehören.
- Unterschiedliche Betriebsstunden je Variante.** Manchmal arglos, immer entscheidend. Geben Sie die Stunden selbst vor.
- Optimistische Nutzungsdauer für die günstigere Variante.** Wenden Sie dieselbe Grundlage auf alle an und fordern Sie deren Angabe.
- Untersetzte Instandhaltung.** Wird durch die Forderung nach einem bepreisten Angebot entkräftet.
- Weggelassene Nebenleistungen.** Die größere Stromversorgung, die statische Vorleistung, der Kran.
- Ein Zinssatz, der erst nach Kenntnis der Varianten gewählt wird.** Legen Sie ihn zuerst fest und machen Sie ihn bekannt.
- Ein über zwanzig Jahre konstant gehaltener Energiepreis,** wo ein steigender Pfad plausibler ist — was den Wert der Effizienz unterschätzt.

DIE EINE FRAGE, DIE DAS MEISTE AUFDECKT

„Zeigen Sie mir Ihre Rechnung, mit jeder Eingangsgröße, auf den von mir bekanntgemachten Annahmen.“

Ein sauber aufgebauter Vergleich lässt sich nachvollziehen. Einer, der sich nicht nachvollziehen lässt, wurde nicht aufgebaut — und jede Eingangsgröße, die nur im Ergebnis auftaucht, ohne benannte Quelle, ist die erste, die zu prüfen ist.

Was danach aufzubewahren ist

Die Untersuchung ist zugleich ein Nachweis und später mehr wert, als sie im Moment erscheint. Bewahren Sie auf: die Annahmen und ihre Quellen; die angebotenen Leistungswerte, die zu Inbetriebnahmezielen werden; den Wartungsplan und seinen Preis, der zum Budget wird; die Nutzungsdauerannahmen, die zur Ersatzplanung werden; und die Rechnung selbst, die zum Ausgangspunkt des nächsten Vergleichs wird.

Erfassen Sie anschließend, was tatsächlich eingetreten ist — gemessener Verbrauch, tatsächliche Instandhaltungskosten, tatsächliche Ausfälle. Nach wenigen Jahren ist dieser Datenbestand mehr wert als jede veröffentlichte Kennzahl.

Die Checkliste *mit vierzig Punkten.*

Fügen Sie sie der Leistungsbeschreibung bei. Lässt sich jedes Feld abhaken, wählt die Wertung die Anlage, deren Betrieb am wenigsten kostet.

A · AUFBAU DES VERGLEICHS

- ☐ Betrachtungszeitraum genannt und auf jede Variante gleich angewandt
- ☐ Ersatz für jede Variante mit kürzerer Nutzungsdauer als der Zeitraum enthalten
- ☐ Restwert angesetzt, wo die Nutzungsdauer über den Zeitraum hinausreicht — für alle Varianten oder keine
- ☐ Kalkulationszinssatz festgelegt und bekanntgemacht, bevor die Varianten bekannt sind
- ☐ Energiepreis als voller Bezugspreis nach Bestandteilen angegeben
- ☐ Preispfad angegeben, als Bandbreite statt einzelner Prognose
- ☐ Betriebsstunden und Lastprofil vom Auftraggeber vorgegeben, nicht von Bietern
- ☐ Jedes Kostenelement für jede Variante aufgeführt, auch mit null oder „nicht zutreffend“

B · INVESTITION UND NEBENLEISTUNGEN

- ☐ Vollständig montierte und betriebsbereite Kosten ermittelt, nicht der Gerätepreis
- ☐ Jede Variante benennt, wozu sie den Auftraggeber verpflichtet
- ☐ Auswirkungen auf die Anschlussleistung je Variante ermittelt
- ☐ Statische, räumliche und zugangsbezogene Auswirkungen ermittelt
- ☐ Verteilung — Kanäle und Rohrleitungen — im Vergleich enthalten, nicht nur die Anlage

C · ENERGIE

- ☐ Saisonale Effizienz von jedem Bieter nach benannter Norm gefordert
- ☐ Teillastdaten zu jedem saisonalen Kennwert vorgelegt
- ☐ Hilfsenergie angegeben — Ventilator, Pumpe, Regelung, Bereitschaft, Abtauung
- ☐ Spezifische Ventilatorleistung (SFP) im ausgeschriebenen Betriebspunkt angegeben
- ☐ Regelfähigkeit berücksichtigt, und nur wenn sie in Betrieb genommen und gepflegt wird
- ☐ Leistungsminderung angesetzt oder ihr Weglassen ausdrücklich erklärt
- ☐ Effizienzkennwerte als Inbetriebnahmeziele in der Leistungsbeschreibung festgelegt

D · INSTANDHALTUNG UND ZUVERLÄSSIGKEIT

- ☐ Wartungsplan des Herstellers für jede Variante eingeholt
- ☐ Bepreistes Angebot zur Ausführung dieses Plans über genannte Jahre gefordert
- ☐ Anforderungen an Fachkunde ermittelt, mit Auswirkung auf den Stundensatz
- ☐ Wiederkehrende Prüfpflichten berücksichtigt
- ☐ Instandsetzungsansatz auf konsistenter Grundlage für alle Varianten angewandt
- ☐ Zugänglichkeit geprüft — größte Komponente ziehbar, Gerät ausbaubar, Ein-Personen-Arbeiten, Beleuchtung, Freischaltung
- ☐ Ersatzteillieferzeiten und örtliche Servicepräsenz ermittelt
- ☐ Gebäudeautomation als offen oder proprietär bestätigt, mit Angabe der Softwarerechte
- ☐ Ausfallkosten mit dem Betrieb geschätzt und in die Rechnung aufgenommen
- ☐ Redundanz und Modularität gegen die Folgen eines Ausfalls bewertet

E · OBSOLESZENZ UND NUTZUNGSENDE

- ☐ Kältemittelart, Füllmenge und regulatorischer Status für jede Variante ermittelt
- ☐ Wirtschaftliche Nutzungsdauer verwendet, wo sie kürzer ist, und benannt
- ☐ Umrüstpfad auf ein Alternativkältemittel ermittelt, mit Kosten und Auswirkung
- ☐ Pflichten zu Dichtheitsprüfung, Dokumentation und Rückgewinnung berücksichtigt
- ☐ Demontage, Ausbau und Entsorgung bepreist, mit bestätigtem Ausbauweg
- ☐ Absehbare Nutzungsänderungen in der Flexibilität jeder Variante abgebildet

F · DAMIT ES WIRKT

- ☐ Wertungsmethode in den Vergabeunterlagen vor Angebotsabgabe bekanntgemacht
- ☐ Bieter zur Vorlage von Eingangsgrößen verpflichtet; der Auftraggeber rechnet
- ☐ Sensitivität zu Zinssatz, Preis, Nutzungsdauer und Instandhaltung durchgeführt und berichtet
- ☐ Gewertete Kennwerte bei der Inbetriebnahme geprüft, mit festgelegtem Verfahren und Toleranz

Freigabe der Wertung

Ausfüllen und zur Vergabeakte nehmen.

FREIGABE DER LEBENSZYKLUSKOSTENWERTUNG

Position	Name und Funktion	Datum und Unterschrift
Projekt und Anlage		
Betrachtungszeitraum und Zinssatz		
Betriebsannahmen festgelegt von		
Berechnung durchgeführt von		
Sensitivität geprüft von		
Punkte 1–40 bestätigt		
Wertungsmethode freigegeben von		

WENN SIE NUR DREI DINGE TUN KÖNNEN

Erstens. Machen Sie die Wertungsmethode — Zeitraum, Zinssatz, Energiepreis, Betriebsstunden — in den Vergabeunterlagen bekannt.

Zweitens. Legen Sie die Betriebsannahmen selbst fest und fordern Sie saisonale Effizienz mit den zugrunde liegenden Teillastdaten.

Drittens. Verlangen Sie von jedem Bieter, den von ihm empfohlenen Wartungsplan zu bepreisen — das macht die Zahl ehrlich und zeigt, wer örtliche Unterstützung hat.

In diesem Leitfaden *genannte Normen.*

Nach Nummer und Thema aufgeführt, damit Sie sie beschaffen und lesen können.
Prüfen Sie vor jeder Zitierung die geltende Ausgabe und die nationale Übernahme.

NORMENVERZEICHNIS

Bezeichnung	Thema
ISO 15686-5	Hochbau und Bauwerke — Nutzungsdauerplanung: Lebenszykluskostenrechnung
EN 15459 (Reihe)	Energieeffizienz von Gebäuden — Verfahren zur wirtschaftlichen Bewertung von Energiesystemen in Gebäuden
VDI 2067	Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen — Grundlagen und Kostenrechnung; im deutschsprachigen Raum die etablierte Grundlage, einschließlich Ansätzen für Nutzungsdauern und Instandsetzungsaufwand
DIN 31051	Grundlagen der Instandhaltung — Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung
EN 60300-3-3	Zuverlässigkeitsmanagement — Anwendungsleitfaden: Lebenszykluskosten
EN 14511 (Reihe)	Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen — Begriffe, Prüfbedingungen und Leistungsangaben
EN 14825	Prüfung und Leistungsbestimmung bei Teillast sowie Berechnung der saisonalen Arbeitszahl (SEER, SCOP)
EN 13053	Lüftung von Gebäuden — zentrale raumluftechnische Geräte: Leistungskennzahlen
EN 1886	Lüftung von Gebäuden — zentrale raumluftechnische Geräte: mechanische Eigenschaften des Gehäuses
EN 16798 (Reihe)	Energieeffizienz von Gebäuden — Lüftung von Nichtwohngebäuden, einschließlich spezifischer Ventilatorleistung
EN 15316 (Reihe)	Energieeffizienz von Gebäuden — Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen von Anlagen
ISO 55000 (Reihe)	Asset Management — der Rahmen, in dem die Lebenszyklusplanung steht
EN 13306	Instandhaltung — Begriffe der Instandhaltung
ISO 50001	Energiemanagementsysteme

ZUR NUTZUNG DIESES VERZEICHNISSES – UND WAS DARÜBER STEHT

Normen werden überarbeitet, zurückgezogen und ersetzt. Prüfen Sie die geltende Ausgabe bei der für Ihr Projekt zuständigen nationalen Normungsorganisation. Nichts in diesem Leitfaden darf als Wiedergabe des Inhalts einer Norm verstanden werden.

Wo Vergaberecht gilt, regelt es die Wertungsmethode vorrangig vor allem in diesem Leitfaden — einschließlich der Frage, ob Lebenszykluskosten als Zuschlagskriterium herangezogen werden dürfen, wie sie bekanntzumachen und wie sie zu berechnen sind.

Über APIS

APIS ist eine integrierte Ingenieurgruppe mit Ursprung im Kosovo, die auf dem Westbalkan und in der Europäischen Union tätig ist. Die Gruppe erbringt maschinen-, elektro-, energie- und infrastrukturtechnische Leistungen über einundzwanzig Fachbereiche in zwei strategischen Geschäftsfeldern — Gebäudesysteme und -technologien sowie Energie, Industrie und Infrastruktur — unterstützt von vier Kompetenzzentren. APIS betreibt Managementsysteme, die nach ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 und ISO 50001 zertifiziert sind.

Der **Fachbereich HVAC-R** plant, errichtet, nimmt in Betrieb und wartet Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kälteanlagen nach ASHRAE-, EN- und Eurovent-Praxis, mit Wärmerückgewinnung, Anbindung an die Gebäudeautomation und Leistungsüberwachung. Die Leistungen werden im DBOM-Modell der Gruppe erbracht — planen, bauen, betreiben und instand halten — wodurch jene Partei, die die Anlage ausschreibt, auch die Kosten ihres Betriebs trägt.

Erstellt von Fachbereich HVAC-R der APIS · **Dokument** APS-GD-07-DE Ausgabe v1.0 vom 20. August 2026 · **Kontakt** apisgroup.net/contact

Dieser Leitfaden dient der allgemeinen Information. Er stellt keine technische, rechtliche, vergaberechtliche oder finanzielle Beratung dar und begründet kein Beratungsverhältnis. Jede Anwendung auf ein konkretes Projekt erfordert einen qualifizierten Fachplaner und, wo Vergaberecht gilt, geeignete rechtliche Beratung zur Wertungsmethode. APIS übernimmt keine Haftung für ein isoliertes Vertrauen auf dieses Dokument. © 2026 APIS Ltd. Alle Rechte vorbehalten.

Dies ist die deutsche Übersetzung des Dokuments APS-GD-07. Bei Abweichungen ist die englische Fassung maßgeblich.

Kurz vor der Zuschlagserteilung nach Preis — und unsicher, *was sie kostet?*

Unsere Ingenieure erstellen den Lebenszyklusvergleich, schreiben die Wertungsmethode in Ihre Vergabeunterlagen, damit Bieter um die Gesamtkosten konkurrieren, und weisen bei der Inbetriebnahme nach, dass die Anlage leistet, wofür sie beauftragt wurde.

SPRECHEN SIE MIT DEM FACHBEREICH HVAC-R

Lebenszyklusvergleich technischer Varianten · Wertungsmethoden für Ausschreibungen · Analyse saisonaler Effizienz und Teillast · Instandhaltungs- und Ersatzplanung · Planung des Kältemittelumstiegs · Nachweis bei der Inbetriebnahme

apisgroup.net/contact · +383 49 787 233

Weitere kostenlose Leitfäden, Handbücher und Checklisten der APIS-Ingenieure:
apisgroup.net/guides-ebooks