

CLIMATE CHANGE

14/2022

**Abschlussbericht**

# Entwicklung des Qualitäts- siegels Raumluftechnik

**Qualitätssicherungsprozess und Energielabel für neue  
Klima- und Lüftungsanlagen**

**von:**

Heiko Schiller  
schiller engineering, Hamburg

Ronny Mai  
ILK Dresden gGmbH, Dresden

Uta Weiß, Dr. Helena Stange, Anna Kraus  
ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Berlin

Susanne Walter  
suwadesign, Berlin

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt



CLIMATE CHANGE 14/2022

EVUPLAN des Bundesministeriums für Wirtschaft  
und Klimaschutz

Forschungskennzahl 37EV19 1010  
FB000653

Abschlussbericht

## **Entwicklung des Qualitätssiegels Raumluft- technik**

Qualitätssicherungsprozess und Energielabel für neue  
Klima- und Lüftungsanlagen

von

Heiko Schiller  
schiller engineering, Hamburg

Ronny Mai  
ILK Dresden gGmbH, Dresden

Uta Weiß, Dr. Helena Stange, Anna Kraus  
ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg  
gGmbH, Berlin

Susanne Walter  
suwadesign, Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

## Impressum

### Herausgeber

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
[buergerservice@uba.de](mailto:buergerservice@uba.de)  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

 [/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

### Durchführung der Studie:

schiller engineering  
Ulmenstraße 50A  
22299 Hamburg

### Abschlussdatum:

September 2021

### Redaktion:

Fachgebiet V 1.4 Energieeffizienz  
Jens Schuberth

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, April 2022

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.



**Kurzbeschreibung: Entwicklung eines Qualitätssiegels Raumluftechnik**

Im vorliegenden Projekt wurde ein Qualitätssicherungsprozess (QS-Prozess) für die Planung, Installation und Inbetriebnahme neuer RLT- und Kälteanlagen entwickelt. Im Rahmen dieses QS-Prozesses werden Energielabel für Neuanlagen - aufbauend auf dem für Bestandsanlagen bekannten Label des „Effizienzrechners Klima-Lüftung“ - und ein Qualitätssiegel vergeben. Das sogenannte „**Qualitätssiegel Raumluftechnik**“ zertifiziert die Raumluftechnik einschließlich ggf. vorhandener kältetechnischer Anlagen.

Die Vergabe des Siegels geschieht nach einem mehrstufigen QS-Prozess: Ein unabhängiger Experte oder Expertin prüft die Planung, Installation und den Betrieb der Anlagen. Für einzelne Anlagen werden Energielabel vergeben, auf denen ein Siegel die zusätzliche Sicherung der energetischen Qualität durch den Prüfprozess hervorhebt. Für die Zertifizierung des gesamten Gewerks Raumluftechnik wird außerdem eine Urkunde ausgestellt.

Der Grundgedanke des Qualitätssicherungsprozesses ist ein Austausch zwischen den Beteiligten – Bauherren, Fachplanungsbüros und prüfenden Experten oder Expertinnen – während aller Projektphasen. Das für das Qualitätssiegel Raumluftechnik entwickelte Handbuch gibt Leitlinien und energetische Mindestanforderungen für die Vergabe der Auszeichnung vor. Für die Übereinstimmungsprüfung mit den Vorschriften des Gebäudeenergiegesetzes wurden Empfehlungen entwickelt.

Das Projekt zum Qualitätssiegel Raumluftechnik hat damit ein wichtiges Verfahren entwickelt, das das bewährte Format von Energielabeln für Produkte auf komplexe Anlagen und sogar auf Planungs- und Installationsprozesse sowie den Betrieb überträgt. Gleichzeitig bietet das Qualitätssiegel Raumluftechnik eine attraktive Lösung, um das Thema Energiesparen und Energieeffizienz mit der dafür notwendigen Qualitätssicherung zu verbinden.

**Abstract: Entwicklung eines Qualitätssiegels Raumluftechnik**

The present project developed a quality assurance process for planning, installation and commissioning of new ventilation and air conditioning systems. Successful completion of this quality assurance process leads to awarding of energy labels and of a Seal of Quality for Ventilation and Air Conditioning that certifies the ventilation system, including any existing cooling technology (“Qualitätssiegel Raumluftechnik”). The newly developed energy labels build on already available German labels for existing air conditioning and ventilations systems (“Effizienzrechner Klima-Lüftung”).

The quality seal is the result of a three-stage quality assurance process: an independent expert checks the planning, installation and operation of the systems. Energy labels are awarded for individual systems, on which a seal indicates the additional assurance of energy quality provided by the monitoring process. A certificate is also issued for a building’s entirety of ventilation and air conditioning system.

The basic idea of the quality assurance process is an exchange between the parties involved - building owners, specialist planning offices and inspecting auditors - during all project phases. The manual developed for the quality seal provides guidelines and minimum energy requirements for the award. The manual also comprehends newly developed recommendations for the correspondence check with the regulations of the German building energy act (Gebäudeenergiegesetz).

The project “Qualitätssiegel Raumluftechnik” has thus developed an important procedure that transfers the proven format of energy labels for products to complex systems and even to planning and installation processes as well as operation. At the same time, the quality seal offers an attractive solution for combining energy savings and energy efficiency with the necessary quality assurance.

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildungsverzeichnis.....                                                                                          | 8  |
| Tabellenverzeichnis .....                                                                                           | 9  |
| Abkürzungsverzeichnis .....                                                                                         | 11 |
| 1    Zusammenfassung.....                                                                                           | 12 |
| 2    Executive Summary .....                                                                                        | 15 |
| 3    Ziel, Struktur und Vorgehensweise des Projekts.....                                                            | 17 |
| 3.1    Ziel und Struktur des Projekts.....                                                                          | 17 |
| 3.2    Vorgehensweise im Projekt .....                                                                              | 17 |
| 3.3    Projekttreffen.....                                                                                          | 18 |
| 3.4    Workshops und Termine mit Stakeholdern.....                                                                  | 19 |
| 4    Recherche, Konzeption und Verbreitung .....                                                                    | 20 |
| 4.1    Marktrecherche für Planungssoftware .....                                                                    | 20 |
| 4.1.1    Einsatzbereiche, Nutzergruppen und Anbieter von Planungssoftware.....                                      | 20 |
| 4.1.2    Softwarebereich „Auslegung und Dimensionierung“ .....                                                      | 24 |
| 4.1.3    Softwarebereich „Energetische Bewertung“ .....                                                             | 25 |
| 4.1.4    Softwarebereich AVA (Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung).....                                              | 26 |
| 4.2    Schlussfolgerungen .....                                                                                     | 27 |
| 4.3    Weiterentwicklung der Bewertungsmethode .....                                                                | 27 |
| 4.3.1    Entwicklungspfade von der Planung zum Anlagenbetrieb .....                                                 | 27 |
| 4.3.2    Attraktivität eines Qualitätssiegels abhängig von der Art des Vergabeprozesses .....                       | 30 |
| 4.3.3    Zusätzliche Anreizsysteme.....                                                                             | 31 |
| 4.3.4    Entwicklung eines Qualitätssicherungsprozesses als Voraussetzung des<br>Energielabels für Neuanlagen ..... | 32 |
| 4.3.4.1    Motivation des Qualitätssicherungsprozesses .....                                                        | 32 |
| 4.3.4.2    Prinzip des Qualitätssicherungsprozesses .....                                                           | 33 |
| 4.3.4.3    Gestaltung des Qualitätssiegels Raumluftechnik .....                                                     | 35 |
| 4.3.4.4    Ablauf des Qualitätssicherungsprozesses.....                                                             | 36 |
| 4.3.4.5    Unabhängigkeit und Qualifikation des Prüfers im Qualitätssicherungsprozess.....                          | 38 |
| 4.3.5    Energetische Bewertung der Raumluftechnik.....                                                             | 39 |
| 4.3.6    Zusätzliche Bewertungen Raumluftechnik .....                                                               | 40 |
| 4.3.7    Energetische Bewertung der Kältetechnik .....                                                              | 42 |
| 4.3.8    Zusätzliche Bewertungen Kältetechnik.....                                                                  | 51 |
| 4.3.9    Übereinstimmungsprüfung für RLT-Anlagen mit dem Gebäudeenergiegesetz und<br>Ökodesign-Verordnung.....      | 55 |

|         |                                                                                |     |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.10  | Gewerke- und anlagenübergreifende Energiebedarfsbewertung.....                 | 58  |
| 4.4     | Dokumentation .....                                                            | 65  |
| 4.4.1   | Anwenderhandbuch – Struktur und Inhalte .....                                  | 65  |
| 4.5     | Qualitätssicherung für die Softwareentwicklung.....                            | 66  |
| 4.6     | Konzeption und Zielgruppenanalyse.....                                         | 73  |
| 4.6.1   | Vorgelagerte Analyse: Erfahrungen mit dem Effizienzrechner Klima-Lüftung ..... | 74  |
| 4.6.2   | Interessenlage bei den Anwendenden und Anlagenherstellern .....                | 75  |
| 4.6.3   | Zielgruppenanalyse für das Qualitätssiegel Klima-Lüftung.....                  | 75  |
| 4.7     | Öffentlichkeitsarbeit .....                                                    | 82  |
| 4.7.1   | Hintergrund und Ziele .....                                                    | 82  |
| 4.7.2   | Empfehlungen für die weitere Öffentlichkeitsarbeit.....                        | 83  |
| 4.7.3   | Kommunikationsmaßnahmen im Projekt .....                                       | 84  |
| 4.7.3.1 | Sitzung der FGK-Arbeitsgruppe 06 „Bewertungsverfahren“ .....                   | 85  |
| 4.7.3.2 | 1. Stakeholder-Workshop .....                                                  | 85  |
| 4.7.3.3 | 2. Stakeholder-Workshop: Zielgruppe Softwarehersteller .....                   | 86  |
| 4.7.3.4 | 3. Stakeholder-Workshop .....                                                  | 87  |
| 4.7.3.5 | Einrichtung einer Fokusgruppe.....                                             | 88  |
| 4.7.3.6 | Vorträge und Veröffentlichungen.....                                           | 88  |
| 4.7.3.7 | Aktivitäten zur Einbringung in die Normung .....                               | 89  |
| 5       | Technische Umsetzung und Programmierung .....                                  | 90  |
| 5.1     | Software-Modul .....                                                           | 90  |
| 5.1.1   | Entwicklung der Test-Software .....                                            | 90  |
| 5.1.2   | Dokumentation der Software .....                                               | 98  |
| 5.2     | Gestaltung .....                                                               | 101 |
| 5.2.1   | Übersicht: Anforderungen des neuen Etiketts .....                              | 101 |
| 5.2.2   | Gestaltung der Neuanlagenlabel .....                                           | 103 |
| 5.2.2.1 | Icons .....                                                                    | 103 |
| 5.2.2.2 | Layouts der Neuanlagenlabel .....                                              | 104 |
| 5.2.3   | Gestaltung einer gewerkeübergreifenden Anlagen-Übersicht.....                  | 106 |
| 5.2.4   | Gestaltung des Siegels .....                                                   | 107 |
| 5.2.4.1 | Wort-/Bildmarke Siegel .....                                                   | 107 |
| 5.2.5   | Gestaltung der Zertifikate .....                                               | 110 |
| 6       | Quellenverzeichnis .....                                                       | 116 |

## Abbildungsverzeichnis

|               |                                                                                                                                  |    |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1:  | Wort-/Bildmarke des Qualitätssiegels Raumluftechnik .....                                                                        | 13 |
| Abbildung 2:  | Softwareeinsatz bei einer gewerkeweisen Einzelvergabe nach VOB(A) .....                                                          | 20 |
| Abbildung 3:  | Softwareeinsatz bei einer GÜ-Vergabe .....                                                                                       | 21 |
| Abbildung 4:  | Gerätelabel und Energieeffizienzklassen des Herstellerverbandes RLT-Geräte e.V. ....                                             | 25 |
| Abbildung 5:  | Abläufe und Verantwortlichkeiten bei gewerkeweiser Einzelvergabe.....                                                            | 28 |
| Abbildung 6:  | Abläufe und Verantwortlichkeiten bei GU-Vergaben .....                                                                           | 29 |
| Abbildung 7:  | Abläufe und Verantwortlichkeiten bei GÜ-Verfahren oder ÖPP-Modellen.....                                                         | 30 |
| Abbildung 8:  | Überblick über den Ablauf des Qualitätssicherungsprozesses                                                                       | 34 |
| Abbildung 9:  | Wort-/Bildmarke des Qualitätssiegels Raumluftechnik .....                                                                        | 35 |
| Abbildung 10: | Umsetzung der Luftqualitätsklassifizierung in der Testsoftware .....                                                             | 42 |
| Abbildung 11: | Berechnungsbeispiel (aus Tabellenkalkulation) .....                                                                              | 64 |
| Abbildung 12: | Anlagenübersicht Beispielanlagen RLT (Screenshot Testsoftware).....                                                              | 67 |
| Abbildung 13: | Anlagenübersicht Beispielanlagen Klimakälte (Screenshot Testsoftware).....                                                       | 67 |
| Abbildung 14: | Anlagenübersicht Beispielanlagen RLT-integrierte Kälte - Kombianlagen (Screenshot Testsoftware) .....                            | 68 |
| Abbildung 15: | Anlagenübersicht der Beispielanlagen für ein Gebäude mit Qualitätssiegel Raumluftechnik (Screenshot Testsoftware) ...            | 70 |
| Abbildung 16: | Anlagenübersicht der Beispielanlagen für ein Gebäude mit Qualitätssiegel Raumluftechnik Exzellenz (Screenshot Testsoftware)..... | 71 |
| Abbildung 17: | Anlagenübersicht der Beispielanlagen für ein Gebäude ohne Qualitätssiegel Raumluftechnik (Screenshot Testsoftware) ...           | 72 |
| Abbildung 18: | Methoden der Zielgruppenanalyse .....                                                                                            | 76 |
| Abbildung 19: | Akteure und Zielgruppen.....                                                                                                     | 77 |
| Abbildung 20: | Nähe zum Qualitätssiegel und Wichtigkeit für das Label der Zielgruppen.....                                                      | 78 |
| Abbildung 21: | Nutzeranforderungen für die Zielgruppe Fachplanungsbüros und prüfende Expertinnen und Experten.....                              | 79 |
| Abbildung 22: | Nutzeranforderungen für die Zielgruppe Bauherren und Investoren.....                                                             | 80 |
| Abbildung 23: | Nutzeranforderungen für die Zielgruppe Projektsteuerer .....                                                                     | 80 |
| Abbildung 24: | Nutzeranforderungen für die Zielgruppe Generalunternehmer/Generalübernehmer .....                                                | 81 |
| Abbildung 25: | Nutzeranforderungen für die Zielgruppe Softwarehersteller ..                                                                     | 81 |
| Abbildung 26: | Ablaufschema der Test-Software .....                                                                                             | 92 |

|               |                                                                                                                        |     |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 27: | Formular zur Erfassung von RLT- und Kälteanlagen mit gebäude- bzw. gewerkeweiser Bilanzierung .....                    | 93  |
| Abbildung 28: | Formular zur energetischen Bewertung einer RLT-Anlage .....                                                            | 94  |
| Abbildung 29: | Formular für zusätzliche Bewertungen bei RLT-Anlagen .....                                                             | 95  |
| Abbildung 30: | Formular für die energetische Bewertung einer Kälteanlage ..                                                           | 96  |
| Abbildung 31: | Formular für zusätzliche Bewertungen bei Kälteanlagen.....                                                             | 97  |
| Abbildung 32: | Deckblatt der Softwaredokumentation.....                                                                               | 99  |
| Abbildung 33: | Inhaltsverzeichnis der Software-Dokumentation.....                                                                     | 100 |
| Abbildung 34: | Übersicht der Elemente des Qualitätssiegels Raumluftechnik .....                                                       | 102 |
| Abbildung 35: | Icons für die Anlagenfunktionen .....                                                                                  | 103 |
| Abbildung 36: | Icon-Entwicklung Lufthygiene .....                                                                                     | 104 |
| Abbildung 37: | Beispiel für die vorläufigen und endgültigen Energielabel einer RLT-Anlage mit kombinierter Kälteanlage.....           | 105 |
| Abbildung 38: | Das Energielabel für neue RLT- und Kälteanlagen:<br>Komponenten für eine RLT-Anlage mit kombinierter Kälteanlage ..... | 106 |
| Abbildung 39: | Tabellarische Übersicht der in die Siegel-Bewertung eingehenden Anlagen.....                                           | 107 |
| Abbildung 40: | Wort-/Bildmarke des Qualitätssiegels Raumluftechnik .....                                                              | 108 |
| Abbildung 41: | Strukturierende Funktion und Symbolik der Farben im Qualitätssiegel Raumluf-technik .....                              | 108 |
| Abbildung 42: | Darstellung des Qualitätssicherungsprozesses im Siegel.....                                                            | 109 |
| Abbildung 43: | Wort-/Bildmarke des Qualitätssiegels Raumluftechnik<br>Exzellenz mit Gold hervorgehobener Ecke .....                   | 109 |
| Abbildung 44: | Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für Planung mit vorläufigem Siegel .....                               | 111 |
| Abbildung 45: | Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für Planung und Installation mit vorläufigem Siegel.....               | 112 |
| Abbildung 46: | Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für Planung und Installation und Betrieb mit Siegel .....              | 113 |
| Abbildung 47: | Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für Planung und Installation und Betrieb mit Exzellenz-Siegel .....    | 114 |

## Tabellenverzeichnis

|            |                                                                                                                                                  |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: | Tätigkeitsfelder und Nutzer von Planungssoftware .....                                                                                           | 21 |
| Tabelle 2: | Berechnungsziele und Anbieter von Planungssoftware.....                                                                                          | 23 |
| Tabelle 3: | Softwarehersteller von Planungssoftware .....                                                                                                    | 23 |
| Tabelle 4: | Zusammenstellung möglicher Anreizsysteme.....                                                                                                    | 31 |
| Tabelle 5: | Klassifizierung von RLT-Anlagen nach DIN SPEC 13779.....                                                                                         | 41 |
| Tabelle 6: | Empfohlene Mindestfilterklassen für Zuluftkategorien (SUP) in Abhängigkeit der Außenluftkategorie (ODA) entsprechend Produktübersicht TROX ..... | 42 |

|             |                                                                                                                                                                                                   |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tabelle 7:  | Teillastfaktoren $PLV_{ERP}$ , $f1_{ERP}$ und $f2_{ERP}$ nach (EU) Nr. 2281/2016 für Kompressionskältemaschinen wassergekühlt .....49                                                             |
| Tabelle 8:  | Teillastfaktoren $PLV_{ERP}$ , $f1_{ERP}$ und $f2_{ERP}$ nach (EU) Nr. 2281/2016 für Kompressionskältemaschinen luftgekühlt.....49                                                                |
| Tabelle 9:  | Teillastfaktoren $PLV_{ERP}$ nach (EU) Nr. 2281/2016 für Raumklimasysteme luftgekühlt und Pumpen .....49                                                                                          |
| Tabelle 10: | Mindesteffizienz SEER für Raumklimageräte ab dem 1. Januar 2014 in Abhängigkeit von der Nennkälteleistung und vom GWP-Wert des verwendeten Kältemittels gemäß Verordnung (EU) Nr. 206/2012.....50 |
| Tabelle 11: | Mindestanforderungen an die Jahresnutzungsgrade für wasser- und luftgekühlte Kälteversorgungseinheiten mit Elektromotor ab 01.01.2021 gemäß Verordnung (EU) Nr. 2281/2016 .....50                 |
| Tabelle 12: | Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes – grundflächenbezogener Fensterflächenanteil .....52                                                                                                     |
| Tabelle 13: | Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes – Dauerhafte Verschattung oder Nordfassade.....52                                                                                                        |
| Tabelle 14: | Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes - Gesamtenergiedurchlassgrad.....52                                                                                                                      |
| Tabelle 15: | Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes – Wirksamkeit / Regelbarkeit des Sonnenschutzes .....53                                                                                                  |
| Tabelle 16: | Zuordnung der Bewertungskategorien zum sommerlichen Wärmeschutz.....53                                                                                                                            |
| Tabelle 17: | Informationsquellen für Auslegungsfragen zum GEG / EnEV und Ökodesign-VO.....56                                                                                                                   |
| Tabelle 18: | Berechnung äquivalenter Volllaststunden für die Raumkühlung aus dem bestehenden Modell nach DIN SPEC 15240 (2019) für monatlich abgestufte Volumenströme .....60                                  |
| Tabelle 19: | Auslastungsgrade und Betriebsstunden für Raumkühlsysteme .....60                                                                                                                                  |
| Tabelle 20: | Zielgruppen der Produkte des Maßnahmenpakets Klima-Lüftung.....83                                                                                                                                 |
| Tabelle 21: | Elemente Neuanlagenlabel im Vergleich zum Label Effizienzrechner .....103                                                                                                                         |

## Abkürzungsverzeichnis

|          |                                                     |
|----------|-----------------------------------------------------|
| AN / NAN | Auftragnehmer, Nachauftragnehmer                    |
| AVA      | Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung                  |
| BBR      | Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung              |
| BIM      | Building Information Modeling                       |
| DGNB     | Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen        |
| EnEV     | Energie-Einsparverordnung                           |
| GAEB     | Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen        |
| GEG      | Gebäudeenergiegesetz                                |
| GU       | Generalunternehmer                                  |
| GÜ       | Generalübernehmer                                   |
| HOAI     | Honorarordnung für Architekten und Ingenieure       |
| KKM      | Kompressionskältemaschine                           |
| Lph      | Leistungsphase (nach HOAI-Gliederung)               |
| LV       | Leistungsverzeichnis                                |
| ODA      | Außenluft (outdoor air)                             |
| ÖPP      | Öffentlich-private Partnerschaft                    |
| QS       | Qualitätssicherung                                  |
| RLT      | Raumluftechnik                                      |
| SEER     | Seasonal Energy Efficiency Ratio                    |
| SFP      | Spezifische Ventilatorleistung (specific fan power) |
| StLB-Bau | Standardleistungsbuch Bau                           |
| SUP      | Zuluft (supply air)                                 |

# 1 Zusammenfassung

Raumluftechnische Anlagen (RLT-Anlagen) sorgen für eine hohe Luftqualität und können Heiz- und Kühlenergie einsparen. In den letzten Jahren hat sich die Energieeffizienz der Anlagenbestandteile erheblich verbessert, für neue Anlagen gelten nun hohe energetische Standards für einzelne Komponenten. Für den energieeffizienten Betrieb ist aber entscheidend, dass neue Anlagen für die konkrete Nutzung richtig ausgelegt und effizient betrieben werden: Eine zu groß dimensionierte Anlage, die auch ungenutzte Räume belüftet, verschwendet selbst mit einem effizienten Ventilator viel Energie.

Bei Neubauten erfolgen die rechnerischen Nachweise gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) und DIN V 18599 (2018) auf der Basis standardisierter Luftvolumenströme und somit einer „virtuellen Anlagentechnik“. Das bedeutet, dass sich z.B. energieverwendende Überdimensionierungen der Anlagentechnik im rechnerischen Nachweis gar nicht zeigen – sie haben somit auch keine nachteiligen Konsequenzen. In den technischen Regeln besteht eine Lücke, denn es fehlt ein Verfahren, um reale Komponenteneigenschaften auf den rechnerischen Nachweis zu übertragen und um die Übereinstimmung realer mit „virtuellen“ Anlagen zu prüfen. Gute Planung wird an dieser Stelle über den rechnerischen Nachweis nicht honoriert; im Gegenteil entsteht ein Gestaltungsspielraum, der auch nachteilige Manipulationen zur Folge haben kann.

Zudem zeigt die Praxis, dass komplexe RLT-Anlagen häufig nicht optimal funktionieren. Gründe können in den Herausforderungen bei der Inbetriebnahme liegen, zum Beispiel lassen sich die verschiedenen Witterungsperioden nicht testen, kurz vor Fertigstellung der Baustellen herrscht extremer Termindruck, das Bedienpersonal wird unzureichend eingewiesen oder ist nicht immer ausreichend qualifiziert. Manchmal werden die Fehler erst zehn Jahre später bei der dann gesetzlich vorgeschriebenen Inspektion aufgedeckt – dabei führt ein systematisch durchgeführter Inbetriebnahmeprozess zu einer Verbesserung der Energieeffizienz von RLT-Anlagen.

Die Schlussfolgerung aus den obigen Überlegungen ist: beim Energielabel für Neuanlagen sollte der Fokus verstärkt auf der Qualitätssicherung liegen. Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurde daher ein Qualitätssicherungsprozess (QS-Prozess) für die Planung, Installation und Inbetriebnahme neuer RLT- und Kälteanlagen entwickelt. Das Energielabel für Neuanlagen wird im Rahmen dieses QS-Prozesses vergeben.

Aufbauend auf dem für Bestandsanlagen bekannten Label des Effizienzrechners Klima-Lüftung<sup>1</sup> wurde im vorliegenden Projekt im Auftrag des UBA das „Qualitätssiegel Raumluftechnik“ entwickelt, das vom BAFA herausgegeben wird. Das Qualitätssiegel Raumluftechnik (siehe Abbildung 1) zertifiziert die Raumluftechnik einschließlich ggf. vorhandener kältetechnischer Anlagen. Die Entwicklung des Siegels entstand in einem nutzerzentrierten Prozess und im Austausch mit betroffenen Akteuren, um das Ergebnis so weit wie möglich an den Bedürfnissen der Zielgruppen auszurichten.

---

<sup>1</sup> Siehe [https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Service/Onlinetool/einstiegsseite\\_node.html](https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Service/Onlinetool/einstiegsseite_node.html)



**Abbildung 1: Wort-/Bildmarke des Qualitätssiegels Raumluftechnik**

Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

Die Vergabe des Siegels geschieht nach einem mehrstufigen QS-Prozess: Ein unabhängiger Experte oder Expertin prüft die Planung, Installation und den Betrieb der Anlagen. Für einzelne Anlagen werden Energielabel vergeben, auf denen ein Siegel die zusätzliche Sicherung der energetischen Qualität durch den Prüfprozess hervorhebt. Spezielle Icons bewerten die Lüfthygiene der Anlage und die Ausstattung mit Zählern und Sensorik sowie (falls relevant) den sommerlichen Wärmeschutz und die Ökologie des Kältemittels. Für die Zertifizierung des gesamten Gewerks Raumluftechnik wird außerdem eine Urkunde ausgestellt.

Um das Qualitätssiegel zu erhalten, muss der Jahres-Primärenergiebedarf des Gewerks Raumluftechnik unter einem Grenzwert liegen und jede Einzelanlage die Effizienzklasse B erreichen. Die Berechnung des Energiebedarfes und die Erstellung der Label erfolgt mit einem im Projekt entwickelten Algorithmus, der als Modul von Softwareherstellern eingebunden werden kann.

Der Grundgedanke des Qualitätssicherungsprozesses ist ein Austausch zwischen den Beteiligten – Bauherren, Fachplanungsbüros und prüfenden Experten oder Expertinnen – während aller Projektphasen. Das für das Qualitätssiegel Raumluftechnik entwickelte Handbuch gibt Leitlinien und energetische Mindestanforderungen für die Vergabe der Auszeichnung vor. Für die Übereinstimmungsprüfung mit den Vorschriften des GEG wurden Empfehlungen entwickelt.

Das Projekt Qualitätssiegel Raumluftechnik hat damit ein wichtiges Verfahren entwickelt, das das bewährte Format von Energielabeln für Produkte auf komplexe Anlagen und sogar auf Planungs- und Installationsprozesse sowie den Betrieb überträgt. Gleichzeitig bietet das Qualitätssiegel Raumluftechnik eine attraktive Lösung, um das Thema Energiesparen und Energieeffizienz mit der dafür notwendigen Qualitätssicherung zu verbinden. So kann das Siegel auch genutzt werden, um Anforderungen für Ausschreibungen zu setzen und Planungsbüros die hohe Qualität ihrer Arbeit zu bestätigen.

Für einen erfolgreichen, breiten Einsatz des Qualitätssiegels in der Praxis bedarf es nun weiterer Schritte: der entwickelte Algorithmus muss von Softwareherstellern umgesetzt werden und durch Kommunikationsmaßnahmen von öffentlicher Seite bekannt gemacht werden. Außerdem wird empfohlen, Anreize zur Nutzung des Qualitätssiegels zu stärken, etwa durch eine Verknüpfung der Methodik mit Anforderungen einschlägiger Förderprogramme, mit gesetzlichen Anforderungen und/oder im Rahmen der Weiterentwicklung relevanter Normen.

### **Mehr über das Qualitätssiegel Raumluftechnik erfahren**

Ein umfangreiches Handbuch erläutert den Qualitätssicherungsprozess und ist auf den Seiten des Umweltbundesamts abrufbar: [www.umweltbundesamt.de/publikationen/handbuch-qualitaetssiegel-raumluftechnik](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/handbuch-qualitaetssiegel-raumluftechnik).

Weitere Informationen zu den vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) herausgegebenen Kennzeichnungen für Klima- und Lüftungsanlagen finden sich unter [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/energieeffizienz\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/energieeffizienz_node.html)

## 2 Executive Summary

Ventilation and air conditioning systems ensure high air quality and can save heating and cooling energy. In recent years, the energy efficiency of the system components has improved considerably, and new systems are now subject to high energy standards for individual components. For energy-efficient operation, however, it is crucial that new systems are correctly designed for their specific use and efficiently operated: A system that is too large and ventilates e.g. unused rooms wastes a lot of energy, even with an efficient fan.

In the case of new buildings, the calculated verifications according to the German Building Energy Act (GEG) and the German norm DIN V 18599 (2018) are carried out on the basis of standardized air volume flows and thus a "virtual system". This means that, for example, energy-wasting overdimensioning of the system does not show up at all in the calculated verification – overdimensioning therefore does not have any disadvantageous consequences. There is a gap: the technical rules lack a procedure for transferring real component properties to the calculated verification and for checking the correspondence between real and "virtual" systems. Today, the calculated verification does not reward good planning; on the contrary, the absence of correspondence checks between real and virtual systems can also result in disadvantageous manipulations.

In addition, experience shows that complex air handling systems often do not function optimally. Reasons may lie in the challenges during commissioning: the different weather periods cannot be tested, there is extreme time pressure shortly before the completion of the construction sites, the operating personnel is inadequately instructed or is not always sufficiently qualified. Sometimes the faults are only discovered ten years later during the legally required inspection - whereas a systematically implemented commissioning process would have led to an improvement in the energy efficiency of air handling units.

The conclusion from the above considerations is: for an energy labelling of new ventilation and air conditioning systems, the focus should be on quality assurance. Therefore, a quality assurance process for planning, installation and commissioning of these systems was developed within the here presented project. The energy label is then awarded as part of this quality assurance process.

Based on the label of the Efficiency Calculator for Air Conditioning and Ventilation ("Effizienzrechner Klima-Lüftung"), which is known for existing systems, the Seal of Quality for Ventilation and Air Conditioning ("Qualitätssiegel Raumluftechnik") was therefore developed in the present project on behalf of UBA and issued by BAFA. The quality seal (see Figure 1) certifies the ventilation system including any existing cooling technology. The seal was developed in a user-centered process and in exchange with stakeholders in order to align the result as closely as possible to the needs of the target groups.

**Figure 1:**      **Word and figurative mark of the quality seal**



Source: Own illustration (suwadesign)

The quality seal stands for a successful three-stage quality assurance process: an independent expert checks the planning, installation and operation of the systems. Energy labels are awarded for individual systems, on which a seal indicates the additional assurance of energy quality provided by the monitoring process. Special icons evaluate the air hygiene of the system and the equipment with meters and sensors as well as (if relevant) the summer heat protection and the ecology of the refrigerant. A certificate is also issued for a building's entirety of ventilation and air conditioning system.

In order to receive the quality seal, the annual primary energy demand of ventilation and air-conditioning system as a whole must be below a threshold value and each individual system must achieve efficiency class B. An algorithm developed in the project calculates the energy demand and creates the label. Software manufacturers can integrated the algorithm as a module into their products.

The basic idea of the quality assurance process is an exchange between the parties involved - building owners, specialist planning offices and inspecting auditors - during all project phases. The manual developed for the quality seal provides guidelines and minimum energy requirements for the award. The manual also comprehends newly developed recommendations for the correspondence check with the regulations of the German building energy act (GEG).

The project "Qualitätssiegel Raumluftechnik" has thus developed an important procedure that transfers the proven format of energy labels for products to complex systems and even to planning and installation processes as well as operation. At the same time, the quality seal offers an attractive solution for combining energy savings and energy efficiency with the necessary quality assurance. In this way, the seal can also be used to set requirements for tenders and to confirm to planning offices the high quality of their work.

A successful, broad use of the quality seal in practice implies that software manufacturers implement the developed algorithm and that public communication measures make the seal better known. In addition, it is recommended to strengthen incentives to use the quality label should be strengthened, for example by linking the methodology with the requirements of relevant funding programmes, with legal requirements and/or within the framework of relevant norms and standards.

## 3 Ziel, Struktur und Vorgehensweise des Projekts

### 3.1 Ziel und Struktur des Projekts

Die Klima- und Lüftungstechnik birgt hohe Energiesparpotenziale sowohl im Neubau als auch im Gebäudebestand. Häufig sind die Anlagen überdimensioniert und die Betriebseinstellungen suboptimal. Hinzu kommt, dass viele Anlagen im Bestand überaltert und Komponenten ineffizient sind. Aus diesem Grund hatte das BMWi in der Energieeffizienzstrategie 2050 ein Maßnahmenpaket initiiert, das die Energieeffizienz von Klima- und Lüftungsanlagen im Gebäudebestand verbessern soll. Teil des Maßnahmenpakets ist ein Label für Bestandsanlagen, das mit dem Effizienzrechner Klima-Lüftung erstellt wird. Es überträgt die aus EU-Energielabeln bekannten und bewährten Effizienzklassen auf den komplexen Bereich Klima- und Lüftungsanlagen im Gebäudebestand und verbessert damit die Aussagekraft energetischer Inspektionen von Bestandsanlagen.

Bei der Entwicklung des Bestandsanlagenlabels hat sich gezeigt, dass für Neuanlagen ein ähnlicher Bedarf besteht. Die Gebäudetechnik von Nichtwohngebäuden ist in der Regel komplex und damit anspruchsvoll, was Planung, Inbetriebnahme und Betrieb angeht. Das betrifft ganz besonders die Klima- und Lüftungstechnik. Qualitätsdefizite in diesem Bereich führen dazu, dass Anlagen suboptimal dimensioniert (meist überdimensioniert) und mit zu hohen Volumenströmen betrieben werden. Teilweise fallen selbst Fehler im Betrieb nicht auf, weil die Auswirkungen von zu hohen Luftvolumenströmen, gegenläufigem Heizen und Kühlen oder falschen Feuchteparametern vom Nutzer kaum wahrnehmbar sind.

Ziel dieses Projekts war es, das für Bestandsanlagen entwickelte Label auf neue Anlagen zu übertragen. Dabei soll die für Bestandsanlagen eingeführte getrennte Bewertung von RLT- und Kälteanlagen, sowie Kombianlagen (RLT-Anlagen mit integrierter Kältetechnik) beibehalten werden, um eine Vergleichbarkeit der Energielabel prinzipiell zu ermöglichen. Ein Label für Neuanlagen kann die Zahlungsbereitschaft von Auftraggebern für effiziente Anlagen steigern und gleichzeitig eine entscheidende Hilfe zur Qualitätssicherung sein. Damit hat eine Energiekennzeichnung von Neuanlagen das Potenzial, die Effizienz dieser Anlagen wesentlich zu verbessern. Erfahrungsgemäß steigt darüber hinaus auch die Nutzerzufriedenheit, wenn Fehler und suboptimale Einstellungen im Betrieb minimiert werden.

Weiterhin hat sich während der Konzeption gezeigt, dass Label für Neuanlagen nur sinnvoll sind, wenn sie in einen Qualitätssicherungsprozess eingebunden sind. Ein derartiger Qualitätssicherungsprozess wurde daher zusätzlich zu den Labeln entwickelt; das Qualitätssiegel Raumlufttechnik zertifiziert ein erfolgreiches Durchlaufen des Qualitätssicherungsprozesses.

### 3.2 Vorgehensweise im Projekt

Anders als bei dem im Vorgängerprojekt entwickelten Effizienzrechner Klima-Lüftung<sup>2</sup> für Bestandsanlagen ist ein Energielabel für Neuanlagen keine reine Bestandsaufnahme der energetischen Anlagenqualität zu einem bestimmten Zeitpunkt. Vielmehr stellt es einen Prozess zur Qualitätssicherung dar, der sich von den verschiedenen Planungsphasen über die Vergabe bis hin zur Objektüberwachung und -betreuung erstreckt. Somit ist die Entwicklung dieses Qualitätssicherungs- und Prüfprozesses Kern der Neuanlagenkennzeichnung, der noch vor der Anpassung der Bewertungsmethode im Mittelpunkt steht.

---

<sup>2</sup> <https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Service/Onlinetool/einstiegsseite.html>

**Schritt 1: Auswertung der Erfahrungen zum Bestandsanlagenlabel**

Die Erfahrungen mit dem Effizienzrechner Klima-Lüftung und seinem Bestandsanlagenlabel haben gezeigt, dass Vertrauen der Branchenakteure essenziell für eine breite Nutzung des Tools ist. Eine vorgelagerte Phase der Auswertung des Effizienzrechners wurde daher dazu genutzt, auf Rückmeldungen und Bedürfnisse der Branche zu reagieren, insbesondere auf ein Bedürfnis zur stärkeren Absicherung der erstellten Kennzeichnungen der Bestandsanlagen durch eine Verknüpfung mit zugrundeliegenden Inspektionsberichten. Dies wurde dadurch erreicht, dass die Nummer des Inspektionsberichts in das Label des Effizienzrechners integriert wurde. Die überarbeitete Fassung ging im Dezember 2020 auf der Webseite der BfEE online.

**Schritt 2: Analyse, Zieldefinition und Konzeption**

Für die Kennzeichnung von Neuanlagen wurde zunächst ein vorläufiger QS-Prozess erstellt, um daraus konkrete Zielgruppen ableiten zu können (Analyse- und Konzeptionsphase griffen hier ineinander). Anschließend wurden die Nutzerbedürfnisse für alle Zielgruppen bestimmt und Nutzerprofile erstellt. Dafür wurden frühzeitig die betroffenen Akteure mit einbezogen: sie erhielten durch die Bildung einer Fokusgruppe die Möglichkeit, ihre Nutzerbedürfnisse darzustellen und auf das Endprodukt Einfluss zu nehmen. Parallel wurde eine Marktrecherche gängiger Planungssoftware-Systeme durchgeführt. Außerdem fanden zwei Workshops mit Branchenakteuren statt.

Nach Formulierung konkreter Ziele der Kennzeichnung wurde ein genauer Prozess zur Qualitätssicherung mit anschließender Labelvergabe erarbeitet, der definierte Prüfschritte und -Zeitpunkte enthält. Der Gesamtprozess reicht dabei von der Planungsphase über die Installation bis hin zur Inbetriebnahme der Anlagen. Zur Berechnung der Effizienzklassen konnte weitgehend auf die Methoden des Effizienzrechners Klima-Lüftung zurückgegriffen werden; wo notwendig, wurden Berechnungsmethoden ergänzt oder an die Situation von Neuanlagen angepasst. Außerdem wurden auf Basis der in der Analysephase ermittelten Nutzerbedürfnisse Schnittstellen zu bestehenden Instrumenten und Lösungen benannt: Unter anderem empfehlen sich eine Einbindung der entwickelten Kennzeichnung in Nachhaltigkeitszertifizierungen, außerdem sollte eine eventuelle Anlehnung an Förderprogramme oder den Energieausweis geprüft werden. Die gewonnenen Kenntnisse sind in die Konzeption des Software-Moduls, des entwickelten Siegels, der Label und des Anwenderhandbuchs eingeflossen.

**Schritt 3: Umsetzung**

Zuletzt erfolgte die eigentliche Umsetzung des Software-Moduls, des Handbuchs, der grafischen Gestaltung der entwickelten Produkte sowie erster Kommunikationsmaßnahmen. Für künftige Aktivitäten wurde den Auftraggebern zudem ein Kommunikationskonzept zur Verfügung gestellt. Während der Umsetzungsphase wurde die Fokusgruppe aktiv einbezogen, sodass ihr Feedback direkt in die Entwicklung eingehen konnte. Die Ergebnisse wurden auf einem Abschlussworkshop Branchenteilnehmern vorgestellt und mit ihnen diskutiert.

**3.3 Projekttreffen**

- ▶ Das Auftakttreffen zum Projekt fand am 02. Oktober 2019 im BMWi in Berlin statt.
- ▶ Ein weiteres Arbeitsgespräch zu Fortsetzung der Diskussionen aus dem Auftaktgespräch wurde per Webkonferenz mit dem Auftraggeber UBA am 08. Oktober 2019 durchgeführt.
- ▶ Interne Projektbesprechungen per Webkonferenz fanden fortlaufend statt.

### **3.4 Workshops und Termine mit Stakeholdern**

- ▶ Ein erster Austausch mit Stakeholdern fand am 17. Oktober 2019 im Rahmen der Sitzung der FGK-Arbeitsgruppe 06 „Bewertungsverfahren“ statt (Einzelheiten siehe Abschnitt 4.7.3.1)
- ▶ Der erste Stakeholder-Workshop wurde am 29.01.2020 im BMWi durchgeführt (Kapitel 4.7.3.2).
- ▶ Am 18.09.2020 wurde ein kleinerer Workshop speziell für die Software-Hersteller und deren Gütegemeinschaft durchgeführt, um technische Fragen zur Umsetzung und Dokument zu besprechen (Abschnitt 4.7.3.3).
- ▶ Der zweite Stakeholder-Workshop wurde am 11.02.2021 als Webkonferenz durchgeführt (Kapitel 4.7.3.4).

## 4 Recherche, Konzeption und Verbreitung

### 4.1 Marktrecherche für Planungssoftware

#### 4.1.1 Einsatzbereiche, Nutzergruppen und Anbieter von Planungssoftware

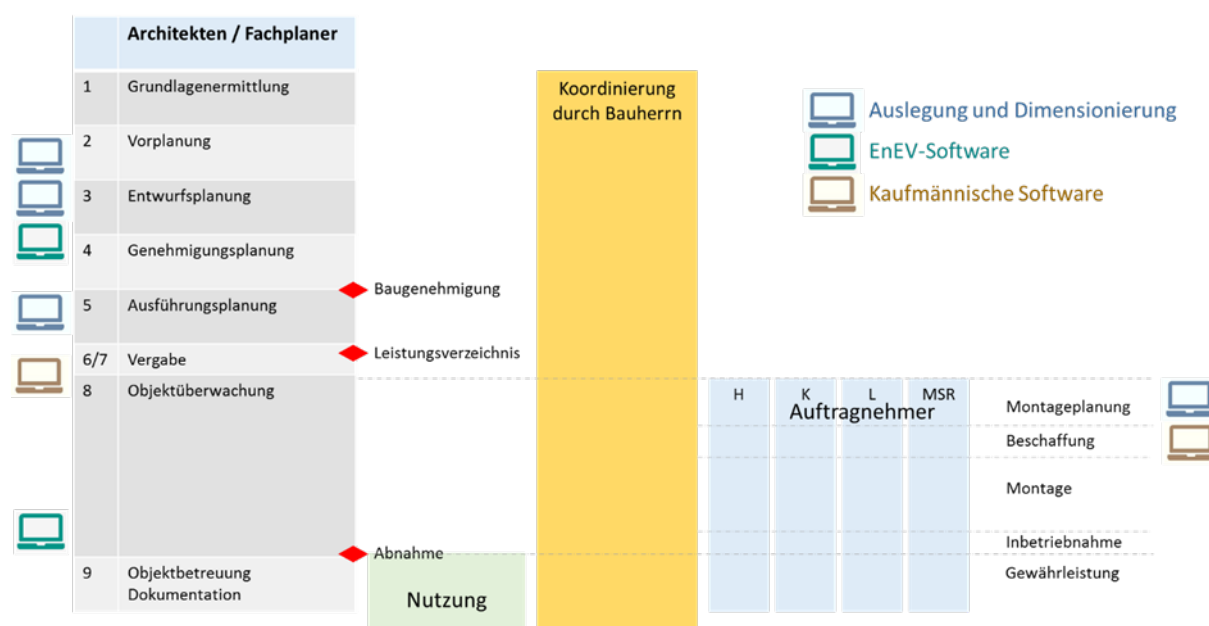
Über den gesamten Planungsprozess hinweg kommen verschiedene Software-Anwendungen zum Einsatz. Einen Überblick über die Planungsphasen abhängig von der Vergabeart liefert Abschnitt 4.3.1. Die eingesetzte Software lässt sich dabei in folgende drei Bereiche strukturieren:

- ▶ Auslegung und Dimensionierung,
- ▶ Energetische Bewertung nach GEG (bis November 2020: EnEV) und Ökodesign (EnEV-Software) und
- ▶ Ausschreibung und Vergabe (kaufmännische Software).

In allen drei Bereichen sind Schnittstellen zum Energielabeling gegeben. Im Bereich der Auslegung werden die Grundlagen für die Dimensionierung der RLT- oder Kälteanlage ermittelt (z.B. Luftvolumenströme, Kühllast). Im Bereich der GEG-Software wird der Energiebedarf der zuvor dimensionierten Anlage berechnet und die Einhaltung der verordnungsrechtlichen Vorgaben überprüft. Im Rahmen von Ausschreibungen werden dann die Einzelparameter beschrieben, die einerseits bei der Dimensionierung ermittelt wurden und andererseits zur Einhaltung der energetischen Parameter erforderlich sind. Das Energielabel schließt diesen Kreis, indem sie die Dimensionierungsgrundlagen und die energetischen Aspekte zu einem Kennwert verdichtet, der in Ausschreibungen zielführend und ergebnissicher verwendet werden kann.

Abbildung 2 zeigt für eine Einzelvergabe nach VOB(A), in welchen Planungsphasen welche Softwareart üblicherweise eingesetzt wird. Grundsätzlich gibt es dabei keine Unterschiede zwischen RLT-Anlagen und Kälteanlagen.

**Abbildung 2: Softwareeinsatz bei einer gewerkweisen Einzelvergabe nach VOB(A)**



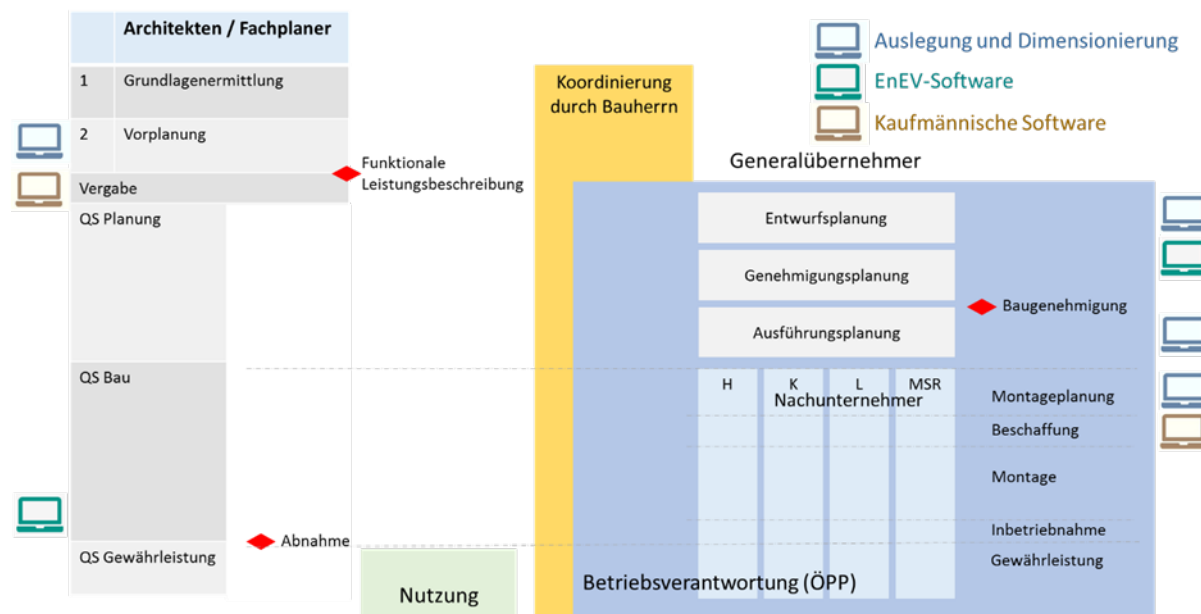
Quelle: Eigene Darstellung (ILK, schiller engineering)

Bei anderen Vergabemodellen (Generalunternehmer-Vergabe (GU), Generalübernehmer-Vergabe (GÜ)) finden grundsätzlich die gleichen planerischen Abläufe statt, jedoch wechselt die



planerische Verantwortlichkeit von den Fachplanungsbüros des Bauherrn zu den Unternehmen (GU oder GÜ) und dessen Nachunternehmern, die jedoch oft auch eigene Fachplanungsbüros beschäftigen. Statt einem Leistungsverzeichnis wird vom Fachplanungsbüro des Bauherrn eine funktionale Leistungsbeschreibung erstellt.

**Abbildung 3:    Softwareeinsatz bei einer GÜ-Vergabe**



Quelle: Eigene Darstellung (ILK, schiller engineering)

Bei GU- und GÜ-Vergaben leidet oft die planerische Vielfalt unter dem Kostendruck des Gesamtprojektes. Statt energetisch anspruchsvollen Lösungen werden oft preiswerte Standardlösungen eingesetzt, wenn die funktionale Leistungsbeschreibung dafür nicht ausdrücklich höhere energetische Standards festlegt. Ein Energielabel kann in funktionalen Leistungsbeschreibungen damit besonders vorteilhaft eingesetzt werden, um energetische Standards produktneutral und systemoffen vorzugeben.

In den einzelnen Planungsphasen ergeben sich die in Tabelle 1 gezeigten Tätigkeitsfelder und Nutzergruppen.

**Tabelle 1:    Tätigkeitsfelder und Nutzer von Planungssoftware**

| Leistungsphase      | Geschuldete Leistung (nach HOAI)                                                                                                                                        | Art der Software              | Anwender       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Vorplanung          | Vordimensionieren der Systeme und maßbestimmenden Anlagenteile                                                                                                          | Auslegung und Dimensionierung | Fachplaner     |
| Entwurfsplanung     | Berechnen und Bemessen der technischen Anlagen und Anlagenteile, Abschätzen von jährlichen Bedarfswerten (z. B. Nutz-, End- und Primärenergiebedarf) und Betriebskosten | Auslegung und Dimensionierung | Fachplaner, GÜ |
| Genehmigungsplanung | Erarbeiten und Zusammenstellen der Vorlagen und                                                                                                                         | GEG-Software                  | Fachplaner, GÜ |

| Leistungsphase                              | Geschuldete Leistung (nach HOAI)                                                                                                              | Art der Software                                      | Anwender                      |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------|
|                                             | Nachweise für öffentlich-rechtliche Genehmigungen                                                                                             |                                                       |                               |
| Ausführungsplanung                          | Fortschreiben der Berechnungen und Bemessungen zur Auslegung der techn. Anlagen und Anlagenteile                                              | Auslegung und Dimensionierung                         | Fachplaner, GU, GÜ            |
| Vergabe                                     | Ermitteln von Mengen für das Aufstellen von Leistungsverzeichnissen, Leistungsbeschreibungen<br>Aufstellen der Vergabeunterlagen              | kaufmännische Software                                | Fachplaner                    |
| Montageplanung, Beschaffung                 | Überprüfung der Berechnungen und Bemessungen zur Auslegung der techn. Anlagen und Anlagenteile                                                | Auslegung und Dimensionierung, kaufmännische Software | AN, NAN                       |
| Bauüberwachung, Qualitätssicherung, Abnahme | Überwachen der Ausführung des Objekts auf Übereinstimmung mit der öffentlich-rechtlichen Genehmigung<br>fachtechnische Abnahme der Leistungen | GEG-Software                                          | Fachplaner, Qualitätssicherer |

In den einzelnen Planungsphasen sind dabei gemäß der geschuldeten Planungsleistung verschiedene Berechnungen durchzuführen. Die dafür nutzbaren Softwareanwendungen und Software-Anbieter zeigt Tabelle 2.

**Tabelle 2: Berechnungsziele und Anbieter von Planungssoftware**

| Leistungsphase                              | Berechnungsziel                                                    | Software (beispielhaft)                                                                         | Software-Anbieter                    |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Vorplanung                                  | Abmessung RLT-Gerät, Hauptluftkanäle                               | Gerätedimensionierung, Kanaldimensionierung (Excel-Kanalschieber)                               | Gerätehersteller                     |
| Entwurfsplanung                             | Grobauslegung RLT-Gerät, Luftkanäle<br>Grundlagen für GEG-Nachweis | RLT-Geräteauslegung<br>Kühllastberechnung, Kanalnetzberechnung, Wirtschaftlichkeitsberechnungen | Gerätehersteller, Softwarehersteller |
| Genehmigungsplanung                         | Erstellung der Bauvorlagen (Lüftungsgesuch)                        | (vorl.) Energieausweis (DIN V 18599 (2018))                                                     | Softwarehersteller                   |
| Ausführungsplanung                          | Detaillauslegung RLT-Gerät und RLT-Anlage                          | RLT-Geräteauslegung, Kühllastberechnung, Kanalnetzberechnung, Akustische Berechnung             | Gerätehersteller, Softwarehersteller |
| Vergabe                                     | Leistungsverzeichnis (LV), funktionale Leistungsbeschreibung       | AVA-Programme ggf. mit Produkt-Datenbanken verknüpft (z.B. STLB-Bau, Heinze)                    | Softwarehersteller<br>GAEB (BBR)     |
| Montageplanung, Beschaffung                 | Überprüfung der Detaillauslegung RLT-Gerät und RLT-Anlage          | RLT-Geräteauslegung, Kühllastberechnung, Kanalnetzberechnung, Einkauf, Beschaffung, Rechnung    | Gerätehersteller, Softwarehersteller |
| Bauüberwachung, Qualitätssicherung, Abnahme | Überprüfung der Ausführung auf Funktionalität und GEG-Konformität  | Energieausweis (DIN V 18599 (2018))                                                             | Softwarehersteller                   |

Neben den RLT-Geräteherstellern existiert eine Vielzahl von Anbietern von Planungssoftware, die in Tabelle 3 für die drei Einsatzbereiche dargestellt sind.

**Tabelle 3: Softwarehersteller von Planungssoftware**

| Leistungsphase                                | Auslegung und Dimensionierung                                                                                                                                                                                | Energetische Bewertung                                                                                                                                                                                                                                         | Ausschreibung und Vergabe                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| marktführende Anbieter kommerzieller Software | Hottgenroth Software GmbH & Co. KG<br>SOLAR-COMPUTER GmbH<br>Trimble International<br>liNear GmbH<br>MH Software GmbH<br>C.A.T.S. Software GmbH<br>Data Design System GmbH (DDS)<br>CoolTool Technology GmbH | 18599 Gütegemeinschaft mit folgenden Mitgliedern:<br>Drees & Sommer<br>ENVISYS GmbH & Co. KG<br>Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.<br>Hottgenroth Software GmbH & Co. KG<br>INGENIEURBÜRO LEUCHTER<br>KERN Ingenieurkonzepte | G&W Software<br>ORCA Software GmbH<br>viele kleinere Softwarehersteller<br>(Gesamtübersicht unter <a href="http://www.ava-bau.info">www.ava-bau.info</a> ) |

| Leistungsphase                                | Auslegung und Dimensionierung                                                                                                                                                                                                           | Energetische Bewertung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Ausschreibung und Vergabe |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|                                               |                                                                                                                                                                                                                                         | Lieb Obermüller + Partner (BKI Energieplaner)<br>ROWA-Soft GmbH<br>SOLAR-COMPUTER GmbH<br>VISIONWORLD GmbH<br>ZUB Systems GmbH                                                                                                                                                                                                                                      |                           |
| weitere Anbieter nicht-kommerzieller Software | RLT-Gerätehersteller (herstellerspezifische RLT-Geräteauslegung)<br>Kälteanlagenhersteller (herstellerspezifische Kälteanlagenauslegung)<br>Komponentenhersteller (z.B. Kühllastrechner, Energiekostenrechner, Schalldruckpegelrechner) | RLT-Gerätehersteller (z.B. LCC-Tools)<br>Herstellerverband RLT-Geräte e.V. (ErP-Konformitätsprüfung)<br>IWU - Institut Wohnen und Umwelt GmbH (TEK-Tool-Teilenergiekennwerte von Nichtwohngebäuden)<br>VDMA Kälte- und Wärmepumpentechnik (Effizienztool 2.0)<br>Technische Universität Dänemark (CoolPack)<br>BFE - Bundesamt für Energie Schweiz (Kälte-Tool 5.2) | keine                     |

#### 4.1.2 Softwarebereich „Auslegung und Dimensionierung“

Bei der Auslegung einer Klimaanlage aus den Bestandteilen RLT-Gerät, Kälteanlage, Luft- und Wasserverteilsysteme, Speicher- und Übergabesysteme entwickelt der Planer das technische Gesamtkonzept in der Regel ohne Softwareunterstützung und greift dabei unterstützend auf einzelne Berechnungstools (z.B. Kühllastberechnung, Kanalnetzberechnung, Akustikberechnung) zu.

Komplexe RLT-Geräte werden ausschließlich projektbezogen gefertigt. Nur bei kleinen standardisierten Geräten (Luftvolumenströme bis 10.000 m<sup>3</sup>/h) existieren vorgefertigte Baureihenlösungen. Für die Auslegung dieser RLT-Geräte (Festlegung Gerätegröße, Wärmerückgewinnung, Ventilatorauswahl) sind keine kommerziellen, herstellerunabhängigen Softwareanwendungen verfügbar.

Im für das Forschungsprojekt wichtigen Bereich „Auslegung und Dimensionierung“ spielen neben den Planungsbüros daher die RLT-Gerätehersteller eine wichtige Rolle. Die führenden Unternehmen sind im Herstellerverband RLT-Geräte e.V. organisiert, welcher auch die Randbedingungen für das RLT-Gerätesymbol (siehe Abbildung 4) definiert. Die Auslegungssoftware der Hersteller ist in der Regel firmeneigenes Know-how und nicht herstellerunabhängig einsetzbar. Diese Software wird als Bestandteil der RLT-Richtlinie „Zertifizierung“ (RLT, 2017) vom TÜV Süd zertifiziert. Einige Hersteller (z.B. AL-KO, TROX) bieten registrierungspflichtige Online-Konfiguratoren für ihre RLT-Geräte an.

**Abbildung 4: Gerätelabel und Energieeffizienzklassen des Herstellerverbandes RLT-Geräte e.V.**

Quelle: Herstellerverband RLT-Geräte e.V.

Ein Gespräch mit einem Vertreter des Herstellerverbandes RLT-Geräte e.V. hat in Form einer Telefonkonferenz stattgefunden. Dabei wurde signalisiert, dass eine direkte Integration des geplanten Energielabels in die Software der Hersteller oder eine Integration bzw. Erweiterung des Herstellerlabels bei den Verbandsmitgliedern wahrscheinlich nicht mehrheitsfähig ist, man aber darüber diskutieren wird. Als Gründe werden die erweiterten Schnittstellen des Anlagenlabels genannt, bei der auch Einflüsse bewertet werden, die außerhalb des Einfluss- und Verantwortungsbereiches der Gerätehersteller liegen. Einem Datenaustausch der Eingangsparameter für die Berechnung von Energieeffizienzklassen steht man hingegen offen gegenüber.

Bei Kälteanlagen ergibt sich ein ähnliches Bild. Zur Planung von komplexen Kälteanlagenssystemen (Kälteerzeugung, Rückkühlung, Speicherung, Verteilung und Übergabe) ist keine kommerzielle Auslegungssoftware verfügbar, die herstellerunabhängig eingesetzt werden kann. Einige Kälteanlagen- und Komponentenhersteller (z.B. Bitzer, Güntner, Danfoss, Emerson) bieten Onlinetools, Freeware oder Apps zur einfacheren Auswahl und Auslegung ihrer Produkte an. Herstellerunabhängige Berechnungstools (z.B. CoolTool Technology GmbH) ermöglichen eine Überprüfung der Effizienz des gewählten Systems und eine anschließende Systemoptimierung. Im Gegensatz zu RLT-Geräten existieren derzeit keine nationalen herstellerbasierten Geräteenergielabel für Kälteanlagen.

### Fazit

Im Software-Bereich „Auslegung und Dimensionierung“ scheint die Verankerung der Energielabels grundsätzlich logisch und sinnvoll. Es existiert jedoch sowohl im Bereich RLT als auch im Bereich Kälte keine herstellerunabhängige Softwareanwendung, die eine einfache Integration ohne Schnittstellen zu anderen Anwendungen ermöglicht.

#### 4.1.3 Softwarebereich „Energetische Bewertung“

In diesem Softwarebereich existieren kommerzielle und nichtkommerzielle Softwareanwendungen, die, insbesondere im nichtkommerziellen Bereich, mit unterschiedlichen Ansätzen und Bilanzgrenzen Effizienzaussagen erzeugen. Im kommerziellen Bereich ist durch die Energieeinsparverordnung bedingt, ein breiter Anbieterkreis vorhanden, der energetische Berechnungen auf Basis der DIN V 18599 (2018) anbietet. Da das vorliegende Bilanzverfahren des Energielabels auf die gleiche Berechnungsmethodik zurückgreift, erscheint hier eine Konformität der Ergebnisse und eine Nutzung von gemeinsamen Eingangsdaten am einfachsten erreichbar.

Im Bilanzverfahren des GEG (Energiebedarfsausweis) werden bis auf die Dimensionierungsprüfung alle Eingangsdaten für das Energielabel bereitgestellt. Das Neuanlagenlabel könnte daher ohne größeren Zusatzaufwand parallel „mitgerechnet“ werden, wenn die Dimensionierungsprüfung ausgelagert oder extern eingespeist werden kann.

Der Großteil der kommerziellen Softwareunternehmen ist in der „18599-Gütegemeinschaft“ organisiert, die die Qualitätssicherung der Softwareanwendungen übernimmt. Dadurch besteht die Möglichkeit, das Energielabel in einen breiten Anbieterkreis qualitätsgesichert zu überführen.

Der Energiebedarfsausweis bei Neubauvorhaben wird im Rahmen der Genehmigungsplanung zunächst nur vorläufig erstellt. Nach Abschluss der Baumaßnahme erfolgt dann die endgültige Ausstellung des Energieausweises auf Basis der tatsächlich realisierten technischen und baulichen Lösung. Auch beim Energielabel soll diesem Ansatz folgend, im Zuge der Entwurfsqualifizierung zunächst nur ein vorläufiges Label ausgestellt werden, welches erst nach Überprüfung der tatsächlich gebauten technischen Lösung und dem Nachweis eines fehlerfreien Betriebsverhaltens in ein endgültiges Energielabel umgewandelt wird.

#### Fazit

Im Software-Bereich „Energetische Bewertung“ scheint die Verankerung eines Energielabels grundsätzlich am einfachsten möglich. Es sind nur wenige offene Schnittstellen vorhanden, da die Berechnungen auf der gleichen Bewertungsmethodik beruhen.

#### 4.1.4 Softwarebereich AVA (Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung)

Der Softwarebereich AVA ist gekennzeichnet durch wenige größere und sehr viele kleinere kommerzielle Softwareunternehmen die zum Zwecke der Angebotsabfrage über standardisierte Schnittstellen Datensätze zwischen Auftraggeber, Planungsbüros und Errichterunternehmen austauschen. In der Privatwirtschaft werden in Leistungsverzeichnissen oder Funktionalbeschreibungen meist freie oder produktspezifische Angebotstexte oft auch aus herstellerbezogenen Baudatenbanken (Heinze.de, Ausschreiben.de) verwendet, die mit Anforderungen an energetische Mindeststandards ergänzt werden. Das erfolgt in der Regel über freie Textergänzungen der Positionstexte mit Bezug auf verpflichtende Standards nach GEG oder Ökodesign-Verordnungen oder mit dem Auftraggeber frei abgestimmte Effizienzanforderungen.

Im Bereich der öffentlichen Hand sind die verwendeten Datensätze oft standardisiert aufgebaut (Standardleistungsbuch für das Bauwesen – StLB-Bau), um produktneutrale Angebotsabfragen in Leistungsverzeichnissen zu ermöglichen. Die StLB-Bau Datensätze werden von den GAEB-Arbeitskreisen im BBR regelmäßig überprüft und gepflegt. Aus Sicht der RLT- und Klimakältetechnik sind für das Projekt die Leistungsbücher 075 (Raumluftechnische Anlagen) und 078 (Kälteanlagen für RLT-Anlagen) von Bedeutung. Eine verpflichtende, freiwillige oder durch Lückentext ergänzbare Effizienzaussage ist in den Standardtexten für RLT- und Kälteanlagen bisher nicht enthalten. Hier erscheint es sinnvoll, das Energielabel in die Datensätze aufzunehmen, um die Verbreitung des Energielabelings auch über Ausschreibungstexte anzureizen.

In größeren Projekten, die nach der BIM-Methode geplant werden, ist die Erstellung von Mengengerüsten bzw. kompletten AVA-Dateien direkter Bestandteil des detaillierten graphischen Planungsprozesses. Da hier noch intensiver mit herstellerepezifischen Lösungen geplant wird, ergeben sich in Bezug auf die Produktneutralität in Ausschreibungen die gleichen, oben beschriebenen Unterschiede zwischen privaten und öffentlichen Bauvorhaben.

#### Fazit

Im Software-Bereich „AVA“ scheint die Verankerung eines Energielabels in der Privatwirtschaft nur über den Umweg der Hersteller möglich, da diese die Eingangsdaten für AVA- und BIM-Datenbanken meist direkt bereitstellen. In Bauvorhaben der öffentlichen Hand hingegen kann das Standardleistungsbuch (StLB) als Multiplikator genutzt werden, wenn es gelingt, die dafür notwendigen Textergänzungen in den verantwortlichen GAEB-Arbeitskreisen zu initiieren.

## 4.2 Schlussfolgerungen

Bei der Auslegung und Dimensionierung von RLT- und Kälteanlagen kommen vordergründig herstellerspezifische Softwareanwendungen zum Einsatz, die oft nicht frei verfügbar sind. Die im Herstellerverband RLT-Geräte e.V. organisierten RLT-Anlagenhersteller haben zudem seit vielen Jahren im Markt erfolgreich ein eigenes Gerätelabel etabliert. An weiteren Energieetiketten, die insbesondere auch vom Gerätehersteller nicht verantwortete Bereiche, wie Dimensionierung (Luftmengenberechnung) und Betrieb (Luftmengenregelung im nachgelagerten Kanalnetz) betreffen, besteht kein großes Interesse.

Für die energetische Bewertung wird vorzugsweise herstellerunabhängige Software eingesetzt. Neben der Verwendung analoger Eingangsdaten ergeben sich Parallelen bei der Ausstellung des vorläufigen und endgültigen Energieausweises. Die Implementierung des Energielabels in diesem Softwareanwendungsbereich erscheint somit folgerichtig. Der Großteil der kommerziellen Softwareanbieter ist in der „18599-Gütegemeinschaft“ organisiert, wodurch die Energiekennzeichnung einem breiten Anbieterkreis qualitätsgesichert zugänglich gemacht werden kann.

Zum im Rahmen des Projektes durchgeführten Workshop mit Softwareanbietern wurden neben führenden Softwareanbietern der „18599-Gütegemeinschaft“ auch ein Vertreter des Herstellerverbandes RLT-Geräte eingeladen.

Auf dem Workshop wurde der weitgehend fertige Arbeitsstand der Software vorgestellt und neben programmspezifischen Fragen, auch die Schnittstellenthematik geklärt. Weitere auf dem Workshop vorgestellte Themengebiete sind in Abschnitt 4.4 (Bedienhandbuch), Abschnitt 4.5 (Qualitätssicherung für die Softwareumsetzung) und Abschnitt 5.1 (Softwaredokumentation) aufgeführt. Im Ergebnis des Workshops bekundeten zwei Softwareanbieter Interesse an einer Umsetzung des Testtools in einen kommerziellen Software-Code.

## 4.3 Weiterentwicklung der Bewertungsmethode

### 4.3.1 Entwicklungspfade von der Planung zum Anlagenbetrieb

Als Grundlage für die aufbauenden Arbeiten zur Bewertungsmethode und dem zugeordneten Softwareeinsatz wurden die verschiedenen Pfade von der Anlagenvorplanung bis zum Anlagenbetrieb für die häufigsten Szenarien der Planung, Vergabe, Errichtung und Inbetriebnahme entwickelt. Die Abläufe mit wesentlichen vertraglichen Meilensteinen, den Beteiligten mit Übergang der Verantwortung und Koordinierungspflichten wurden in Abbildung 5 bis Abbildung 7 für die Modelle:

- ▶ Fachplanung und gewerkeweise Einzelvergabe nach VOB (A)
- ▶ Generalunternehmer-Vergabe
- ▶ Generalübernehmer-Vergabe nach funktionaler Leistungsbeschreibung

grafisch dargestellt.

Bei der klassischen **gewerkeweisen Vergabe** nach VOB (A) werden in der Regel Fachplanungsbüros eingeschaltet, die den gesamten Prozess von der Grundlagenermittlung bis zur Objektbetreuung während der Gewährleistungsphase beratend betreuen. Die Planungsschritte werden durch die Honorarordnung (HOAI) in 9 Leistungsphasen strukturiert. Wesentliche Meilensteine sind die Erlangung der Baugenehmigung (Lph 4), Ausschreibung und Vergabe (Lph 6-7) sowie die rechtsverbindliche Abnahme (Lph 8). Die Ausschreibung erfolgt gewerkeweise. Üblich, aber nicht zwingend sind Vergabe-Lose, die mehrere Gewerke enthalten, wie z. B. RLT / Kälte oder RLT / Gebäudeautomation. Trotzdem sind bei der Errichtung von raumluftechnischen und käl-



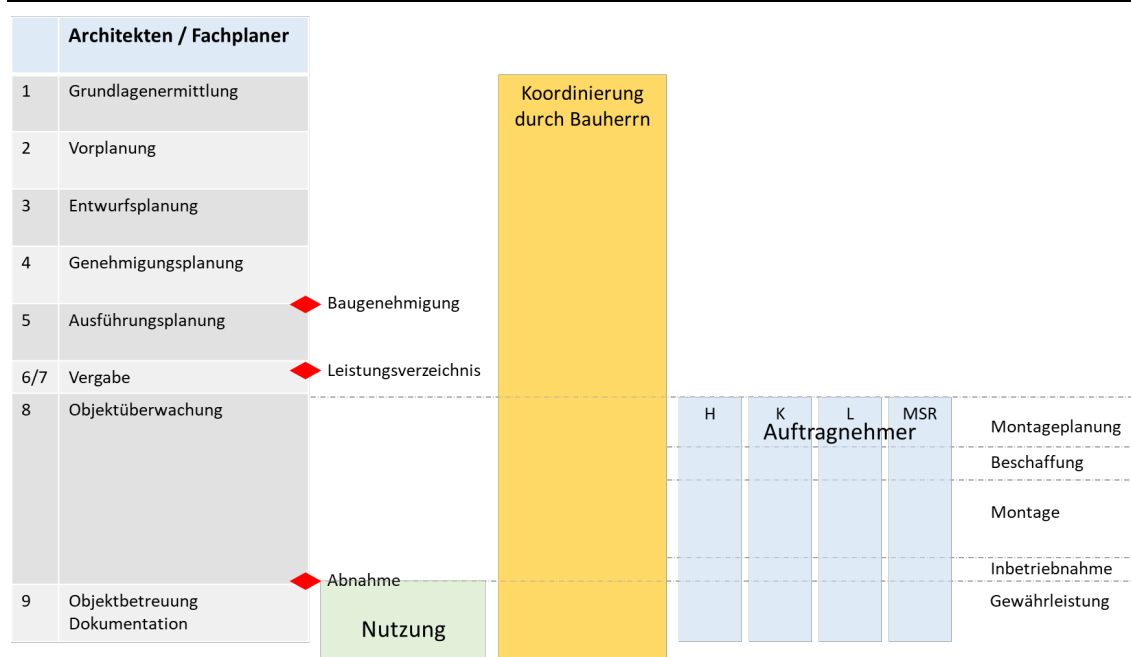
tetechnischen Anlagen häufig mehrere Unternehmen beteiligt, so dass ein hoher Koordinierungsaufwand bei den Fachplanern verbleibt. Fachplanungsleistungen für die technischen Gewerke werden häufig an ein Büro vergeben, so dass hier die Schnittstellenkoordination erfolgt. Beim Bauherrn verbleibt trotzdem ein hoher Koordinierungsaufwand, da dieser z. B. die Schnittstellen zwischen Architekten, Hochbau und den späteren Nutzern zu koordinieren hat.

Die Vergabe erfolgt auf Basis detaillierter Leistungsverzeichnisse. Bei öffentlichen Ausschreibungen soll das Standardleistungsbuch mit produktneutralen Ausschreibungstextbausteinen zugrunde gelegt werden.

Die Angebotserstellung erfolgt überwiegend kaufmännisch. Eine technische Prüfung durch die Bieter erfolgt, während der Vergabeverfahren kaum und kann vom Auftraggeber auch nicht erwartet werden. Vielmehr hat die Beschreibung der Teilleistungen erschöpfend und eindeutig zu erfolgen.

Erst nach Auftragsvergabe erfolgt i. d. R. die Montageplanung und damit auch die technische Prüfung durch die Unternehmer. Bei Unstimmigkeiten oder Widersprüchen sind nach VOB vom Unternehmer Bedenken anzumelden. An die Montageplanung schließt die Materialbeschaffung und die Montage an. Nach der Inbetriebnahme erfolgen die förmliche Abnahme und anschließend die Gewährleistungsphase.

**Abbildung 5 Abläufe und Verantwortlichkeiten bei gewerkeweiser Einzelvergabe**



Quelle: Eigene Darstellung (schiller engineering)

Bei einer **Generalunternehmervergabe** sind die Abläufe ähnlich. Jedoch wird der Großteil der Koordinierungsleistungen innerhalb der technischen Gewerke und Integrationsleistungen mit Tiefbau, Hochbau, Architektur an einen Generalunternehmer übertragen.

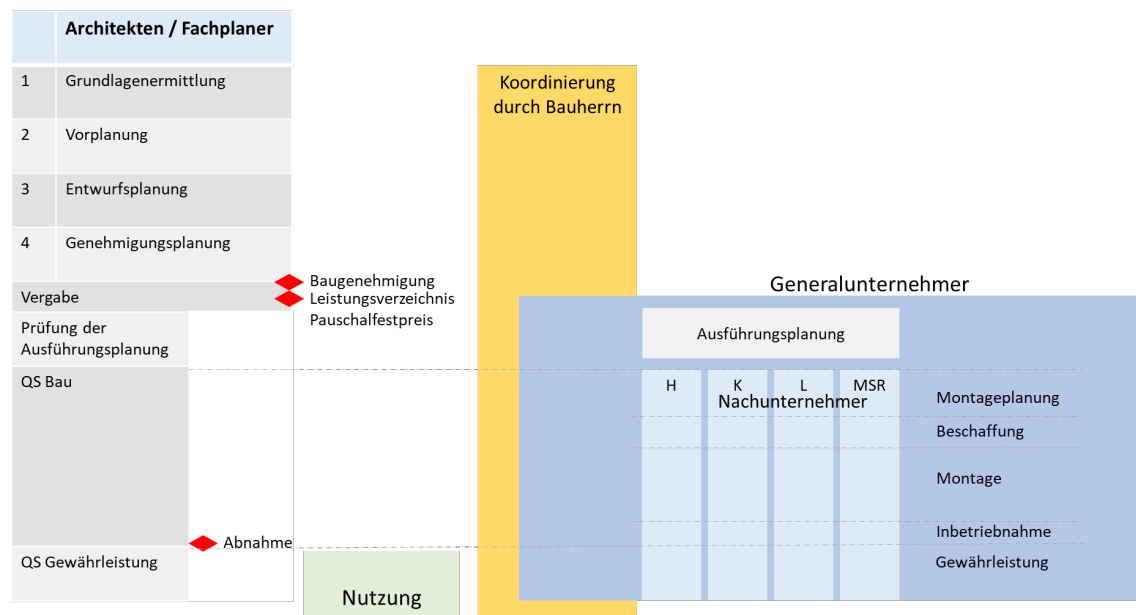
Häufig übernimmt dieser auch die Ausführungsplanung. Dies kann mit eigenem Personal oder beauftragten Ingenieurbüros erfolgen. Den vom Bauherrn beauftragten Fachplanungsbüros obliegt in derartigen Fällen die eher passive Rolle der Qualitätssicherung.

Bei der förmlichen Abnahme und für die Gewährleistungsphase steht dem Bauherrn nur noch ein Vertragspartner gegenüber.



Die Leistungsbeschreibung basiert meist auf ähnlich detaillierten Leistungsbeschreibungen wie bei der Einzelvergabe.

**Abbildung 6 Abläufe und Verantwortlichkeiten bei GU-Vergaben**

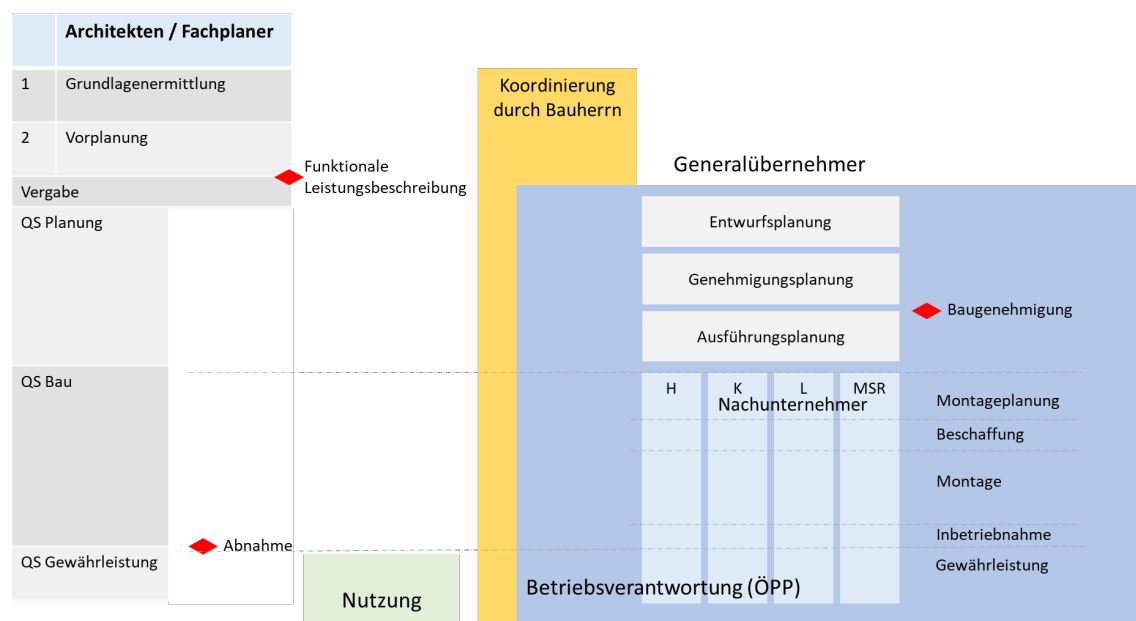


Quelle: Eigene Darstellung (schiller engineering)

Bei **Generalübernehmer-Modellen oder ÖPP-Modellen** bilden i. d. R. funktionale Leistungsbeschreibungen die Vertragsgrundlage. Der Auftraggeber benötigt z. B. ein Verwaltungsgebäude mit einer bestimmten Anzahl von Arbeitsplätzen und Nebenflächen. Es werden z. B. funktionale, klimatische oder akustische Qualitäten beschrieben, nicht jedoch eine mögliche technische Lösung. Der Entwurf und das technische Konzept werden zum Gegenstand eines Preis- und Leistungswettbewerbes. Vergabekriterien beinhalten neben dem Angebotspreis i. d. R. Punktesysteme, mit denen die Angebotsqualität benotet wird.

Die Koordinierung der Planung und der Errichtung obliegt weitgehend dem Generalübernehmer. Vom Bauherrn beauftragte Architektur- und Ingenieurbüros übernehmen die Qualitätssicherung.

Bei ÖPP-Modellen beinhalten die Verträge zusätzlich die Finanzierung der Projekte und die Betriebsleistungen. Dabei wird erhofft, dass der Auftragnehmer aus eigenem Interesse das Gebäude so plant und errichtet, dass innerhalb der Vertragslaufzeit (häufig 20 – 30 Jahre) auch niedrige Betriebs- und Energiekosten entstehen.

**Abbildung 7 Abläufe und Verantwortlichkeiten bei GÜ-Verfahren oder ÖPP-Modellen**

Quelle: Eigene Darstellung (schiller engineering)

#### 4.3.2 Attraktivität eines Qualitätssiegels abhängig von der Art des Vergabeprozesses

Ein Energielabel für Neuanlagen bietet den Vorteil, dass die Energieeffizienz von raumluftechnischen und kältetechnischen Anlagen für Auftragnehmer, Betreiber und Bauherren einfach und nachvollziehbar beschrieben werden kann, ohne auf zahlreiche technische Einzelheiten eingehen zu müssen. Beschrieben wird das „Ziel“ Energieeffizienz und nicht der „Weg“ zur Zielerreichung. Eine hohe Bedeutung für die Anwendung des Energielabels hat jedoch die Art des Vergabeverfahrens.

1. Beim Einzelvergabeverfahren, welches in der Praxis eine zunehmend unbedeutendere Rolle einnimmt, besteht eine sehr hohe Koordinierungsanforderung an den Bauherren. Die angestrebte Label-Kategorie muss bereits in der Planungsphase Berücksichtigung finden und anschließend für einzelne Komponenten in die Leistungsbeschreibung einfließen. Dabei sind gewerkeübergreifende Koordinierungen der Schnittstellen zwischen Raumluftechnik, Kältetechnik und Gebäudeautomation notwendig, die sich über die Bauphase bis zur Inbetriebnahmephase fortsetzen.
2. Die GU-Vergabe (Generalunternehmervergabe) ist die in der Praxis am häufigsten genutzten Alternativen. Die Planung bis zur Genehmigungsplanung verantwortet noch der Bauherr. Anschließend muss auch hier – wie bei der Einzelvergabe - die angestrebte Label-Kategorie sowohl in der Ausführungsplanung als auch für die Nachunternehmervergaben in detaillierte Leistungsbeschreibungen überführt werden. Dabei übernimmt der GU die Koordination der Ausführungsplanung, der Bau- und Inbetriebnahmephase. Beim Bauherren verbleiben die Prüfung und ggf. Qualitätssicherung.
3. Bei der GÜ-Vergabe (Generalübernehmervergabe), welches häufig bei ÖPP-Projekten angewendet wird, ist der Bauherr am stärksten entlastet, er hat jedoch auch ein geringeres Mitspracherecht. Gerade bei der funktionalen Leistungsbeschreibung im Rahmen der GÜ-Vergabe ergibt sich ein besonderer Mehrwert des Labels: hier kann die Label-Kategorie in der Leistungsbeschreibung als Ziel formuliert werden kann („Klasse A soll erreicht werden“).

**Fazit**

Insbesondere dann, wenn Bauleistungen funktional beschrieben werden und wesentliche Koordinierungsleistungen an Generalunternehmer oder Generalübernehmer übertragen werden, bietet das Energielabel die Möglichkeit einer einfachen Formulierung der energetischen Aufgabenstellung.

**4.3.3 Zusätzliche Anreizsysteme**

Die Vorteile der Energiekennzeichnung im Vergabeverfahren (siehe Abschnitt 4.3.2) werden vorrangig im Zusammenhang mit funktionalen Leistungsbeschreibungen erwartet. Bei anderen Vergabeformen kann die Energiekennzeichnung die Kommunikation zwischen Auftraggeber und Fachplaner erleichtern.

Für diese (häufigen) Fälle und darüber hinaus generell werden Anreizsysteme für sinnvoll erachtet. Dies gilt insbesondere da, wie in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben, das Energielabel für Neuanlagen mit einem Prozess der Qualitätssicherung verbunden wird, und dadurch auch Effizienzsteigerungen erwartet werden.

**Tabelle 4: Zusammenstellung möglicher Anreizsysteme**

| Anwendung                                            | Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Energiesparrecht / Regelung                          | Denkbar ist eine analoge Vorgehensweise wie bei der Luftdichtheitsprüfung von Gebäuden. Anlagen ohne qualitätssichernde Begleitungen und Überprüfungen im Zusammenhang mit der Energiekennzeichnung erhalten einen Malus, zertifizierte Anlagen einen Bonus auf den anteiligen Jahres-Primärenergiebedarf. Dadurch würde das Verfahren zu einem geldwerten Vorteil für den Bauherren führen und effiziente qualitätsgeprüfte Anlagen in den Wettbewerb mit anderen energiesparenden Technologien stellen.<br>Für die Umsetzung einer Bonifizierung wäre es erforderlich, dass Qualitätssicherungssysteme Eingang in die technischen Regeln zur Berechnung des Jahres-Primärenergiebedarf von Gebäuden finden. In diesem Fall wäre das die DIN V 18599 (2018). |
| Nachhaltigkeitszertifizierungssysteme                | Wenn es gelänge, aus der qualitätsgesicherten Energiekennzeichnung Punkte in den Zertifizierungssystemen DGNB / BNB zu generieren, wäre der Effekt ähnlich wie beim Energiesparrecht. Der Unterschied bestünde darin, dass nur eine kleinere Gruppe von Neubauten betroffen ist.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Direkte Förderung durch Förderprogramme des Bundes   | Bei der direkten Förderung würde die Förderung auf einzelne Anlagen abzielen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Indirekte Förderung durch Förderprogramme des Bundes | Bei der indirekten Förderung würde darauf abgezielt werden, das qualitätsgesicherte Energielabel z. B. des gesamten Gewerkes Raumluftechnik zu einer Nebenbedingung für die Erlangung eines Effizienzhaus-Niveaus zu machen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

#### **4.3.4 Entwicklung eines Qualitätssicherungsprozesses als Voraussetzung des Energielabels für Neuanlagen**

##### **4.3.4.1 Motivation des Qualitätssicherungsprozesses**

Bei Neuanlagen im Bereich Raumluftechnik werden durch bestehende Regelungen bereits verschiedene energetische Anforderungen gestellt:

- ▶ Indirekt durch die Beeinflussung des Jahres-Primärenergiebedarfs und damit über die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes
- ▶ Direkt durch die §§ 65-68 GEG: Anforderungen an die Ventilatoreffizienz, Wärmerückgewinnung, Be- und Entfeuchtung, Ausstattung zur bedarfsgeregelten Lüftung
- ▶ Direkt durch die EU-Ökodesign-Verordnungen: u.a. Anforderungen an den internen SFP-Wert und an die Rückwärmezahl.

Die beiden letztgenannten Punkte gelten für Neubau und Bestandsgebäude (Ersatz oder Nachrüstung) gleichermaßen.

Bei Neubauten und grundlegenden Sanierungen besteht das Problem, dass die rechnerischen Nachweise gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) und DIN V 18599 (2018) auf der Basis standardisierter Mindestaußenluftvolumenströme erfolgen. Überdimensionierungen haben im Gegensatz zum Effizienzrechner Klima-Lüftung keinen Einfluss auf das Ergebnis.

Die Gebäude-Energieeffizienzberechnungen basieren somit auf der Grundlage einer „virtuellen“ Anlagentechnik, die weder die reale Dimensionierung noch die reale Aufteilung auf Einzelanlagen berücksichtigt (Schiller 2008). Überdimensionierungen, die zu erhöhtem Energieverbrauch führen, haben nach dem bestehenden Regelwerk keinerlei nachteilige Konsequenzen. Paradoxerweise enthalten die technischen Regeln aber auch kein Verfahren zur Übertragung von realen Komponenteneigenschaften wie Ventilatorleistungen auf die „virtuellen“ Anlagen sowie für die spätere Übereinstimmungsprüfung. Dadurch entsteht für die Anwender ein Gestaltungsspielraum, der für Manipulationen zu Lasten der Energieeffizienz genutzt werden kann.

Eine weitere Lücke liegt in der Inbetriebnahme. Die Praxis zeigt, dass komplexe raumluftechnische Anlagen häufig nicht optimal funktionieren. Bei Inbetriebnahmen lassen sich die verschiedenen Witterungsperioden nicht testen, kurz vor Fertigstellung der Baustellen herrscht extremer Termindruck, das Bedienpersonal wird unzureichend eingewiesen oder ist nicht immer ausreichend qualifiziert. Die gesetzlich vorgeschriebenen energetischen Inspektionen greifen erst nach zehn Jahren. Manchmal werden die Schwächen aus der Inbetriebnahme erst dann aufgedeckt.

Während bei Bestandsanlagen eine Prüfung der Regelparameter und bestenfalls auch der Betriebsweise durch Fachkundige erfolgt, ist dies bei Neuanlagen nur bedingt der Fall. Sachverständigenprüfungen beschränken sich bei Neuanlagen vor allem auf die sicherheitsrelevanten Themen wie Brandschutz, Arbeitssicherheit (Labore) oder Hygiene (z. B. Krankenhäuser). Die energieeffiziente Betriebsweise wird nicht betrachtet.

Unter den oben genannten Voraussetzungen, dass

- ▶ das Berechnungsverfahren für die Energieeffizienzbewertung bestehender raumluftechnischer Anlagen grundsätzlich auch für Neuanlagen geeignet ist,
- ▶ die bestehenden Vorschriften wie GEG und Ökodesign-Verordnungen bereits dazu führen, dass die Komponenten der RLT-Anlagen und deren regelungstechnische Ausstattung einem relativ guten energetischen Standard entsprechen sollten, und dadurch die Ausdifferenzierung in Energieeffizienzklassen deutlich geringer als im Bestand ausfallen wird,

- ▶ Lücken bei der Sicherstellung einer fachgerechten Anlagendimensionierung und der damit verbundenen Übereinstimmungsprüfung zwischen Nachweis (GEG) und Realität bestehen
- ▶ ein systematisch durchgeführter Inbetriebnahmeprozess zu einer Verbesserung der Energieeffizienz von RLT-Anlage führt

lässt sich schlussfolgern, dass bei der Energieverbrauchskennzeichnung von Neuanlagen der Fokus verstärkt auf der Qualitätssicherung liegen sollte.

#### Fazit

Im Rahmen des Projektes wurde daher ein Qualitätssicherungsprozess (QS-Prozess) für die Planung, Installation und Inbetriebnahme neuer RLT- und Kälteanlagen entwickelt. Das Energielabel für Neuanlagen wird im Rahmen dieses QS-Prozesses vergeben.

#### 4.3.4.2 Prinzip des Qualitätssicherungsprozesses

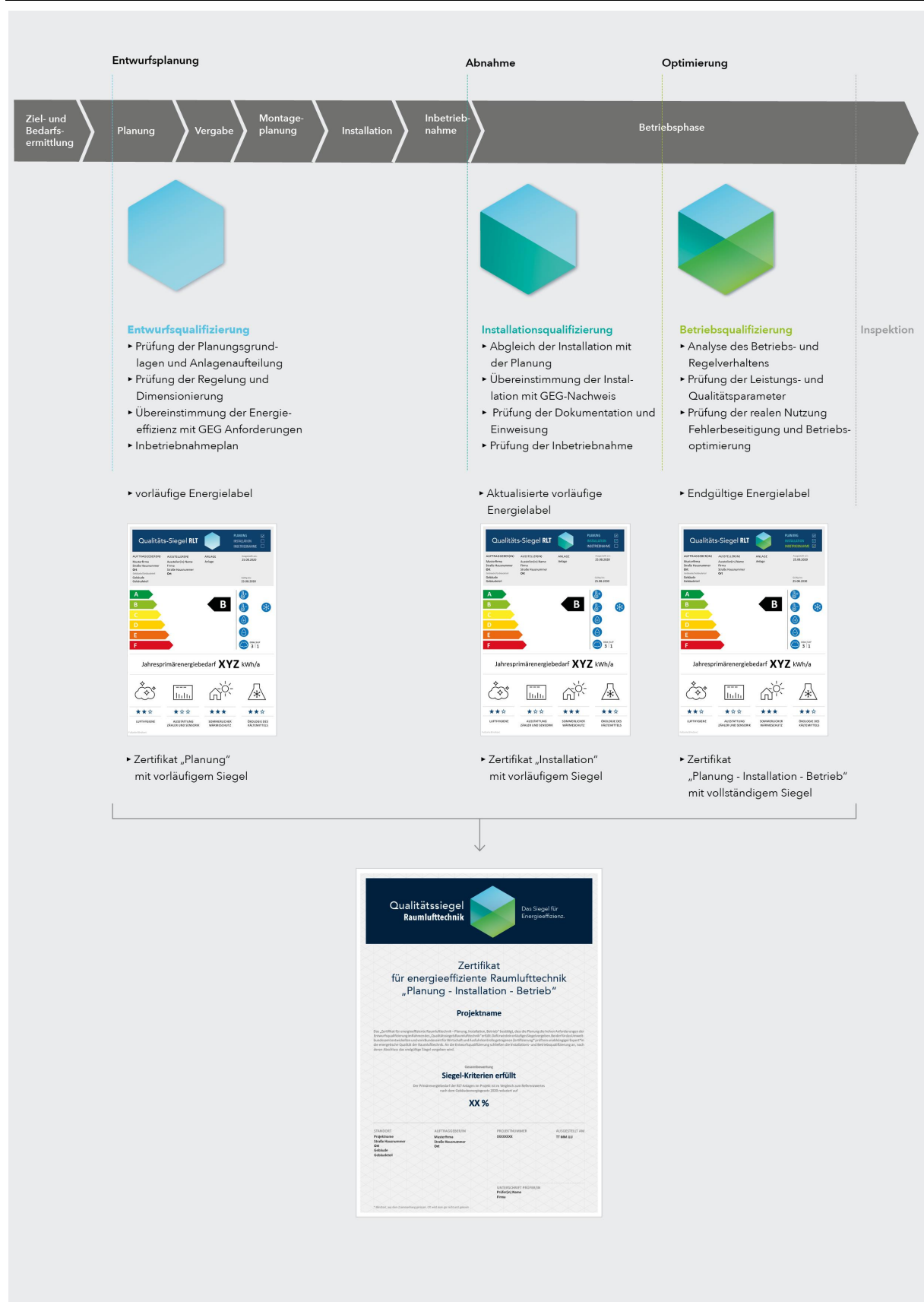
Um eine hohe energetische Qualität der Neuanlagen, die auch im Betrieb nachgewiesen ist, sicherzustellen, wird die Kennzeichnung des Energieverbrauchs mit einem mehrstufigen Prozess kombiniert: Ein unabhängiger Experte oder Expertin (siehe Kapitel 4.3.4.5) prüft die Planung, Installation und den Betrieb der Anlagen. Ziel ist es die Effizienzpotentiale aus Planung, Installation und Betrieb zu heben.

Die durchlaufene Qualitätssicherung wird mit dem „Qualitätssiegel Raumluftechnik“ zertifiziert, das auf dem Energielabel abgebildet ist. Die Energielabel werden nur zusammen mit dem Qualitätssicherungsprozess vergeben. Für die Zertifizierung des gesamten Gewerks Raumluftechnik wird zusätzlich zu den Energielabeln eine Urkunde mit dem Qualitätssiegel Raumluftechnik ausgestellt. Auch eine einzelne RLT-Anlage mit oder ohne Kühlfunktion kann den Qualitätssicherungsprozess durchlaufen und so das Energielabel mit Qualitätssiegel erhalten. Da einfache Kälteanlagen allein nicht entscheidend für die Energieeffizienz der Raumluftechnik sind, können sie nicht als einzelne Anlage, sondern nur zusammen mit der gesamten Raumluftechnik ausgezeichnet werden. Besonders energieeffiziente Gesamtanlagen, die zusätzlich weitere Anforderungen an die Messtechnik, die Ökologie des Kältemittels und die Lufthygiene erfüllt, erhalten den Zusatz Qualitätssiegel Raumluftechnik Exzellenz.

Der Grundgedanke des Qualitätssicherungsprozesses ist ein Austausch zwischen diesen Beteiligten während aller Leistungsphasen: dieser Dialog hilft, eine hohe energetische Qualität der Anlagen und einen energieeffizienten Betrieb zu erreichen. Dabei geht der Prozess alle beteiligten Gewerke durch und unterstützt so gute Übergaben und Abgrenzungen. Der QS-Prozess besteht aus den drei Abschnitten Entwurfs-, Installations- und Betriebsqualifizierung. Nach der Entwurf- bzw. Installationsqualifizierung werden vorläufige Energielabel mit einem vorläufigen Siegel ausgestellt, das bestätigt, dass man sich im QS-Prozess befindet und die erste bzw. zweite Stufe erfolgreich abgeschlossen hat. Zudem wird nach jedem Prozessschritt mit einer von der Prüferin oder dem Prüfer (siehe Kapitel 5.3.4.5.) unterschriebenen Erklärung sichergestellt, dass alle Prozessschritte sinngemäß durchlaufen und die aufgestellten Kriterien für die Vergabe des QS-Siegels eingehalten wurden. Nach Abschluss der Betriebsqualifizierung werden die endgültigen Energielabel mit QS-Siegel – ggf. mit Exzellenz-Zusatz – vergeben. Für die Qualitätssicherung der Gesamtanlage wird eine Urkunde vergeben.

Abbildung 8 gibt einen Überblick über den Ablauf des Qualitätssicherungsprozesses und die Einordnung in die Leistungsphasen der Honorarordnung.

Abbildung 8: Überblick über den Ablauf des Qualitätssicherungsprozesses



Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

## Siegel-Kriterien

Für die Vergabe des Qualitätssiegels müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- ▶ Durchlaufen des Qualitätssicherungsprozesses.
- ▶ Mindestens Effizienzklasse B für alle Anlagen.
- ▶ Summierter Jahres-Primärenergiebedarf der RLT- und kältetechnischen Anlagen liegt unter dem Vergleichswert. Der Vergleichswert ist das Anforderungsniveau nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) 2020 und entspricht 75 % des für ein Referenzgebäude nach GEG 2020 berechneten Jahres-Primärenergiebedarfes für RLT- und kältetechnische Anlagen.
- ▶ Ausschlusskriterium: Kein Siegel gibt es, wenn eine oder mehrere Anlagen für sie geltende Ökodesign-Anforderungen nicht erfüllen.

### Zusatz für die Bewertung des gesamten Gewerks Raumluftechnik:

- ▶ Raumluftechnische Anlagen versorgen einen signifikanten Teil des Gebäudes.
- ▶ Betrachtete RLT-Anlagen tragen mindestens 90 % des installierten Zuluftvolumenstroms im Gebäude bei.
- ▶ Betrachtete Kälteanlagen schließen mindestens 90 % der installierten Gesamtleistung ein.

### Kriterien für den Exzellenz-Zusatz

Für eine Auszeichnung mit dem Exzellenz-Zusatz müssen zudem folgende Bedingungen erfüllt sein:

- ▶ Der summierte Jahresprimärenergiebedarf der RLT- und kältetechnischen Anlagen liegt mindestens 15 % unter dem Vergleichswert nach GEG 2020.
- ▶ Die verwendeten Kältemittel aller Anlagen werden mit mindestens zwei Sternen bewertet.
- ▶ Die Lufthygiene aller Anlagen wird mit mindestens zwei Sternen bewertet.
- ▶ Die Ausstattung mit Zählern und Sensorik aller Anlagen wird mit mindestens einem Stern bewertet.

#### 4.3.4.3 Gestaltung des Qualitätssiegels Raumluftechnik

Das Qualitätssiegel Raumluftechnik findet sich auf den Energielabeln, der Anlagenübersicht und dem Zertifikat für die Gesamtanlage wieder. Die grafische Gestaltung des Qualitätssiegels Raumluftechnik spiegelt dabei den mehrstufigen Prozess wider (Abbildung 9). Weitere Erläuterungen zur Entwicklung der grafischen Elemente und Abbildungen finden sich in Kapitel 6.

**Abbildung 9: Wort-/Bildmarke des Qualitätssiegels Raumluftechnik**



Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)



#### 4.3.4.4 Ablauf des Qualitätssicherungsprozesses

Inhaltlich sind die Vorschriften für den Ablauf der Prüfung eher allgemein gehalten, da die Anlagen von Fall zu Fall unterschiedlich sind. Grundgedanke ist eine Art „Richtschnur für den QS-Prozess“, die verpflichtend, aber in der Umsetzung frei gestaltbar ist. Für die Vergabe des QS-Siegels werden jedoch klare Mindestanforderungen aufgestellt (siehe Siegel-Kriterien in Kapitel 4.3.4.2).

Im Folgenden sind Zusammenfassungen der Inhalte der einzelnen Prozessschritte wiedergegeben. Für eine ausführliche Beschreibung wird auf das Handbuch Qualitätssiegel Raumluftechnik<sup>3</sup> (siehe Kapitel 4.4.1) verwiesen.

##### Entwurfsqualifizierung

In der Entwurfsphase werden die Weichen für eine energie- und kosteneffiziente Anlage gestellt. Die Entwurfsqualifizierung des Qualitätssiegels Raumluftechnik unterstützt das Fachplanungsbüro dabei, schon frühzeitig zu erkennen, ob die geplante Anlage auf dem richtigen Weg ist und wo eventuell noch nachgesteuert werden muss, um eine hohe Energieeffizienzklasse zu erreichen. Dafür beurteilt die Prüferin oder der Prüfer in drei Schritten, ob der Entwurf den Anforderungen entspricht:

- ▶ **Anlagendimensionierung:** Damit RLT-Anlagen effizient arbeiten, müssen sie richtig dimensioniert sein. Wurde die Anlage für die angestrebte Nutzung und Raumlufqualität mit nachvollziehbaren Leistungen und Volumenströmen geplant?
- ▶ **Energetische Qualität:** Hier wird bewertet, wie energieeffizient die geplante Gesamtanlage und ihre Komponenten sind. Der Prüfer oder die Prüferin ermittelt den vorläufigen Jahresprimärenergiebedarf. Lässt sich der Betrieb der geplanten Anlage so anpassen, dass er auf sich im Tages-, Wochen- oder Jahresverlauf ändernde Bedarfe oder eine schwankende Auslastung des Gebäudes reagiert? Stimmt die Planung mit den Entwürfen der energiesparrechtlichen Nachweise überein bzw. ist sie gleichwertig?
- ▶ **Planung der Inbetriebnahme:** Gemeinsam mit dem Bauherrn und dem Fachplanungsbüro evaluiert das prüfende Unternehmen, wie die Inbetriebnahme geplant ist. Sind die wichtigsten Anforderungen an Mess- und Prüfvorgänge und die Anlagendokumentation in den Leistungsverzeichnissen enthalten? Ist für die Inbetriebnahme und Einweisung genügend Zeit und Arbeitsaufwand eingeplant?

In jedem Schritt stimmen sich die Beteiligten ab: Das Fachplanungsbüro gibt dem prüfenden Unternehmen Zugang zu den relevanten Planungsunterlagen. Der Prüfer oder die Prüferin stellt Rückfragen und schlägt gegebenenfalls Ergänzungen oder Änderungen vor. Der Prüfer oder die Prüferin stellt für jede Anlage ein vorläufiges Energielabel aus. Erfüllt der Entwurf die Anforderungen, wird die Qualität der energetischen Planung durch ein Zertifikat mit einem vorläufigen Siegel und einer technischen Erklärung bestätigt. Bei Änderungen in der Planung können auch später noch Besprechungen und Nachbesserungen sinnvoll sein.

##### Installationsqualifizierung

Die Installationsqualifizierung findet vor der endgültigen Abnahme der Bauleistung statt, um mögliche Mängel rechtzeitig aufzudecken. Die Prüferin oder der Prüfer achtet dabei auf Aspekte der energetischen Qualität wie Wirkungsgrade, Regelfunktionen und Ventilatorleistungen, die oft nicht im Fokus des Abnahmeprozesses stehen. Dafür werden einerseits vorhandene Unterlagen zu den installierten Anlagen gesichtet und andererseits vor Ort Tests durchgeführt. Vorhan-

<sup>3</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/qualitaetssiegel-raumluftechnik-handbuch>



dene Mängel der energetischen Qualität werden protokolliert und sind Bestandteil des Abnahmeprozesses nach der Vergabeordnung Bau (VOB). Die Installationsqualifizierung besteht aus drei Schritten:

- ▶ **Übereinstimmungsprüfung:** Stimmen die installierten Anlagen in ihren energetischen Eigenschaften mit der Planung überein und sind betriebsbereit? Werden die technischen Kennwerte und Funktionen eingehalten?
- ▶ **Dokumentation und Einweisung:** Liegt die Dokumentation der Anlagen vollständig vor und stimmt sie mit den im Inbetriebnahmeplan festgelegten Anforderungen überein? Wurden die Betriebsführung und deren Auswirkung auf den Energieverbrauch den Bedienern strukturiert und verständlich erklärt und ist dies Bestandteil der Bedienungsanleitung?
- ▶ **Prüfung der Inbetriebnahme:** Ist die Inbetriebnahme planungsgemäß abgelaufen? Der Prüfer oder die Prüferin achtet darauf, ob die für die Steuerung und Überwachung des Betriebes vereinbarten Datenpunkte vorhanden sind und prüft stichprobenartig die Funktion der Anlage.

Der Prüfer oder der Prüferin unterstützt also in Abstimmung mit dem Bauherrn und dem Fachplanungsbüro an den wesentlichen Punkten des Abnahmeprozesses. Die Installationsqualifizierung ist abgeschlossen, wenn eventuell aufgetretene energetische Mängel behoben wurden, die Dokumentation vollständig vorliegt und die Anlage voll funktionsfähig und betriebsbereit ist. Der Prüfer oder die Prüferin stellt dann für jede Einzelanlage ein aktualisiertes vorläufiges Energielabel aus. Genügen die installierten Anlagen den Anforderungen, wird die hohe energetische Qualität der Planung, Installation und Inbetriebnahme für die Gesamtanlage durch ein Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für Planung und Installation mit einem vorläufigen Siegel und einer technischen Erklärung bestätigt.

### **Betriebsqualifizierung**

Die Betriebsqualifizierung ist die letzte Phase im Qualitätssicherungsprozess. Um unterschiedliche Nutzungsarten und Witterungsphasen zu durchlaufen, findet die Betriebsqualifizierung über eine Betriebsphase von mindestens sechs Monaten statt. Auf Grundlage der während dieser Zeit gesammelten Daten analysiert die Prüferin oder der Prüfer das Betriebs- und Regelverhalten und prüft die sinnvolle Ansteuerung von Anlagenbestandteilen. Die Betriebsqualifizierung hat drei ineinandergreifende Aspekte:

- ▶ **Funktionsüberprüfung:** Stimmt das Verhalten der Anlage im Betrieb mit den Angaben in der Funktionsbeschreibung überein und wird die angestrebte Qualität der Leistung dauerhaft erreicht?
- ▶ **Überprüfung der Nutzung:** Wie wird das Gebäude im Betrieb genutzt? Unterscheiden sich die eingetretenen Belegungsdichten, Wärmelasten und Nutzungszeiten von den Annahmen in der Planung?
- ▶ **Betriebsoptimierung:** Können die ursprünglich angestrebten Werte für die Raumlufqualität und das Raumklima auch mit einer weniger energieintensiven Betriebsweise eingehalten werden? Die gewonnenen Erkenntnisse werden genutzt, um die Regel- und Steuerparameter anzupassen und so den Energieverbrauch zu senken.

Die Betriebsqualifizierung erfolgt im engen Austausch mit dem Betreiber der Anlage: Die Prüferin oder der Prüfer erhält Informationen zur Nutzung der Anlage und des Gebäudes. Die vorgeschlagenen Anpassungen der Regel- und Steuerparameter werden in Abstimmung mit dem Bauherrn bzw. Betreiber umgesetzt. Nach Abschluss der Betriebsqualifizierung wird für jede Anlage das endgültige Energieeffizienzlabel und bei Erfüllung der Anforderungen das Zertifikat für

energieeffiziente Raumluftechnik für Planung, Installation und Betrieb mit dem endgültigen Siegel ausgestellt. Zusätzlich bestätigt der Prüfer oder die Prüferin die hohe energetische Qualität des Betriebs mit einer technischen Erklärung. Die zugrunde gelegten Daten werden dokumentiert. Zusammen mit der allgemeinen Anlagendokumentation bilden sie die Basis für die innerhalb von zehn Jahren nach Inbetriebnahme verpflichtend durchzuführende energetische Klimaanlageninspektion.

#### 4.3.4.5 Unabhängigkeit und Qualifikation des Prüfers im Qualitätssicherungsprozess

Prüfer und Prüferinnen im Qualitätssicherungsprozess sollen „Unabhängige Dritte“ sein, angelehnt an den DGNB-System-Kriterienkatalog: er oder sie darf

- ▶ Nicht identisch mit einer der am Bau der TGA-Anlagen beteiligten Firmen („ausführende Firmen“) sein
- ▶ Nicht identisch mit einer der mit der Inbetriebnahme oder Einregulierung beauftragten Firmen (z.B. Architektur- und TGA-Planungsbüros) sein.

Abweichend von den DGNB-Kriterien wird für den vorliegenden Prüfprozess die Betriebsoptimierung vom Tätigkeitsumfang der Prüferin oder des Prüfers nicht ausgenommen, da Betriebsoptimierung sogar ein erwünschtes Nebenprodukt der Betriebsqualifizierung ist. Prüfende unterzeichnen eine Selbsterklärung, die im Handbuch zum Qualitätssiegel Raumluftechnik vorformuliert zur Verfügung gestellt wird.

Für die Qualifikation der Prüferinnen und Prüfer für das Qualitätssiegel Raumluftechnik wird auf die Anforderungen an energetische Inspektoren von Klimaanlagen nach § 77 Gebäudeenergiegesetz zurückgegriffen: Inspektionen dürfen nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Fachkundig sind demnach insbesondere:

1. *„Personen mit berufsqualifizierendem Hochschulabschluss in den Fachrichtungen Versorgungstechnik oder Technische Gebäudeausrüstung mit mindestens einem Jahr Berufserfahrung in Planung, Bau, Betrieb oder Prüfung raumluftechnischer Anlagen,*
2. *Personen mit berufsqualifizierendem Hochschulabschluss in:*
  - a) *den Fachrichtungen Maschinenbau, Elektrotechnik, Verfahrenstechnik, Bauingenieurwesen oder*
  - b) *einer anderen technischen Fachrichtung mit einem Ausbildungsschwerpunkt bei der Versorgungstechnik oder der Technischen Gebäudeausrüstung**mit mindestens drei Jahren Berufserfahrung in Planung, Bau, Betrieb oder Prüfung raumluftechnischer Anlagen.“*

Mit der Neuordnung des Energiesparrechtes im Gebäudeenergiegesetz 2020 wurde der Fachkundenachweis im § 77 auf folgende Berufsgruppen erweitert:

3. *„Personen, die für ein zulassungspflichtiges anlagentechnisches Gewerbe die Voraussetzungen zur Eintragung in die Handwerksrolle erfüllt,*
4. *Personen, die für ein zulassungsfreies Handwerk in einem der Bereiche nach Nummer 3 einen Meistertitel erworben hat,*
5. *Personen, die auf Grund ihrer Ausbildung berechtigt ist, ein zulassungspflichtiges Handwerk in einem der Bereiche nach Nummer 3 ohne Meistertitel selbständig auszuüben,*
6. *Personen, die staatlich anerkannter oder geprüfter Techniker ist, dessen Ausbildungsschwerpunkt auch die Beurteilung von Lüftungs- und Klimaanlagen umfasst.*

*Gleichwertige Ausbildungen, die in einem anderen Mitgliedstaat der Europäischen Union, einem anderen Vertragsstaat des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum oder der Schweiz*

*erworben worden sind und durch einen Ausbildungsnachweis belegt werden können, sind den in Satz 2 genannten Ausbildungen gleichgestellt.“*

Insbesondere die Entwurfsqualifizierung größerer Projekte wird als typische Aufgabe von Fachingenieurinnen und Fachingenieuren gesehen. Aber ein zwingender Grund zum Ausschluss der Berufsgruppen 3. – 6. wird nicht gesehen.

Der Prüfer oder die Prüferin bestätigt seine bzw. ihre Qualifikation mit einer vorformulierten Selbsterklärung, welche im Handbuch zum Qualitätssiegel Raumluftechnik und dem begleitenden Softwaremodul zur Verfügung gestellt wird.

#### **4.3.5      Energetische Bewertung der Raumluftechnik**

Die rechnerische Bewertung der Energieeffizienz raumluftechnischer Anlagen kann an ein normiertes Verfahren für Bestandsanlagen anknüpfen. Berechnet wird der Jahres-Primärenergiebedarf einer Anlage unter Zugrundelegung standardisierter Nutzungsrandbedingungen (z. B. Betriebszeiten, Temperaturen, Feuchten, Kühllastverläufen) gemäß DIN V 18599 (2018) und DIN SPEC 15240 (2019).

Bei Neuanlagen wird die Vielfalt eingeschränkt, da durch die Ökodesign-Verordnung und die GEG §§ 65-68 bestimmte Mindestanforderungen gestellt werden. Grundsätzlich wäre es daher denkbar, bestimmte Optionen der Berechnung für Neuanlagen auszublenden, wie z. B. den Typus „ungeregelter Verdunstungsbefeuchter“<sup>4</sup>. Zwei Überlegungen sprachen dagegen:

- ▶ Grundsätzlich wird es für sinnvoll gehalten, einen durchgängigen Rechenkern vorzuhalten und auch zukünftig weiterzupflegen, der sowohl für Neuanlagen als auch für Bestandsanlagen einsetzbar ist. Da der Aufwand für die Softwareentwicklung sehr hoch und gleichzeitig der Absatzmarkt überschaubar ist, sprechen bereits wirtschaftliche Überlegungen dafür.
- ▶ Für den Fall, dass z. B. in einem bestehenden Gebäude eine Modernisierung der überwiegenden Anzahl von Anlagen vorgenommen wird und nur eine geringe Anzahl von Bestandsanlagen verbleibt, sollte eine Anwendung des Verfahrens möglich sein.

Deshalb wurde entschieden, an einem durchgehenden Verfahren festzuhalten. Bei Neuanlagen sollten eine Übereinstimmungsprüfung mit den Anforderungen der Ökodesign-Verordnung und dem GEG erfolgen und bei Abweichungen entsprechende Warnungen erfolgen.

#### **Übereinstimmungsprüfung mit Ökodesign-Verordnung**

Die EU-Verordnung 1253/2014 stellt Anforderungen an die Effizienz von Ventilatoren und Wärmerückgewinnungsanlagen. Seit dem 01.01.2018 gelten folgende Bedingungen:

- ▶ Wärmerückgewinnung: Die Rückwärmzahl muss im Fall von Kreislauf-Verbund-Systemen 68 % und für alle anderen Ausführungsarten 73 % betragen. Die Informationen zur Bauart und zur Rückwärmzahl liegen für den Rechenalgorithmus vor, so dass eine Überprüfung problemlos möglich wird.
- ▶ Ventilatoren werden anhand der „inneren spezifische Ventilatorleistung“  $SVL_{int}$  bewertet. Dabei handelt es sich um einen Betrag, der lediglich die Leistungsanteile einer Bezugskonfiguration (Basisausstattung) von RLT-Zentralgeräten berücksichtigt. „Bezugskonfiguration“ bezeichnet ein Produkt mit einem Gehäuse, wenigstens zwei Ventilatoren mit Drehzahlregelung oder mit Mehrstufenantrieb, einem Wärmerückgewinnungssystem, einem sauberen feinen Filter auf der Einlassseite und einem sauberen mittelfeinen Filter auf der Auslassseite.

---

<sup>4</sup> gemäß § 66 GEG nicht zulässig

Die Informationen für die Bestimmung des  $SVL_{\text{int}}$  liegen nicht vor und werden für die Berechnung auch nicht benötigt. Auch eine näherungsweise Prüfung ist nicht möglich. Erforderlich sind konkrete Produktdaten des Geräteherstellers.

#### 4.3.6      Zusätzliche Bewertungen Raumluftechnik

Beim Effizienzrechner Klima-Lüftung beschränkten sich die zusätzlichen Bewertungen bisher lediglich auf die Ausstattung mit Zählern und Sensorik.

Als zusätzliche Kategorie wird das Kriterium Lufthygiene eingeführt. Eine hygienegerechte Planung, Installationen sowie ein hygienegerechter Betrieb entsprechend der VDI-Richtlinie 6022 sind Merkmal einer qualitativ hochwertigen Anlagentechnik. Tatsächlich wird die Bedeutung bei Bestandanlagen sogar höher eingeschätzt, da Hygienemängel Auslöser für Anlagenmodernisierungen sein können und damit Effizienzsteigerungen indirekt auslösen können. Aber auch bei Neuanlagen ist ein Qualitätssiegel ohne Einhaltung der VDI 6022 nur schwer vorstellbar.

Der Energiebedarf von raumluftechnischen Anlagen hängt neben der genauen Dimensionierung, der Effizienz der Komponenten und der Betriebsweise auch von den geforderten Konditionierungsarten und Luftqualitäten ab. So wird eine Klimaanlage in einem Museum mit engen Feuchtetoleranzen immer mehr Energie benötigen als eine einfache Hallenlüftung. Für eine höherwertige Luftfilterung in einem Krankenhaus gilt das gleiche. Daher ist es sinnvoll, spezifische Bedarfswerte auch immer in Relation zu den erzielten Qualitäten zu setzen. Eine Bewertung ist hierbei nicht sinnvoll, die Angabe von Klassifizierungen für die thermodynamischen Funktionen und Luftqualitätsklassen dagegen schon.

##### **Lufthygiene**

Die VDI-Richtlinie 6022 gibt unter Berücksichtigung der Hygieneanforderungen Planungs-, Errichtungs-, Instandhaltungs- und Betriebshinweise und beschreibt dazu Prüfverfahren und Prüfkriterien für RLT-Anlagen und -Geräte.

Ein wichtiger Meilenstein ist die Hygiene-Erstinspektion, die im Zuge der Abnahme von RLT-Anlagen und -Geräten durchzuführen ist. Dabei steht die Einhaltung der konstruktiven Anforderungen im Vordergrund. Sie dokumentiert den Übereinstimmungsgrad der geprüften RLT-Anlage mit den Anforderungen der VDI-Richtlinie.

Das Ergebnis der Hygiene-Erstinspektion kann wie folgt zusammengefasst werden:

- a) Die Anlage entspricht vollständig den Anforderungen und kann hygienisch sicher betrieben werden.
- b) Die Anlage entspricht nicht in allen Punkten den Anforderungen und kann unter Berücksichtigung von Ersatzmaßnahmen hygienisch sicher betrieben werden.
- c) Die Anlage entspricht nicht in allen Punkten den Anforderungen und stellt im weiteren Betrieb ein Hygienierisiko dar, das nicht durch Ersatzmaßnahmen kompensiert werden kann.

Ausgehend von der Überlegung, dass im Fall c) kein Stern vergeben werden kann, ergeben sich die Stufen von null bis zu zwei Sternen.

Zur Sicherstellung der korrekten Durchführung empfiehlt die Richtlinie VDI 6022, einen Hygieniker, einen Hygienefachkundigen oder einen VDI-geprüften Fachingenieur RLQ hinzuzuziehen. Geht man davon aus, dass die durch eine der vorgenannten Personenkreise bestätigte Mängelfreiheit die höchste Qualitätsstufe darstellt (\*\*\*), ergeben sich insgesamt 4 Qualitätslevel analog zu den übrigen Kriterien.

## Thermodynamische Funktionen

Mit der Darstellung der thermodynamischen Luftbehandlungsfunktionen sollen die unterschiedlich hoch ausfallende Primärenergiebedarfswerte z. B. zwischen Anlagen mit und ohne Luftbefeuchtung verständlicher erklärt werden.

Für die Klassifizierung der thermodynamischen Funktionen hielt die DIN SPEC 13779 eine leicht nachvollziehbare Einstufung bereit. Darauf wurde Bezug genommen, weil die Klassifizierungen nach der aktuellen DIN EN 16798 – 3 weniger prägnant und sperrig in den Begriffen („Unidirektionale Fortluftlüftungsanlage“ statt bisher „Abluftanlage“) sind. Die Notation ergibt sich aus Tabelle 5 und wird zusätzlich mit leicht verständlichen, einprägsamen Signets visuell unterstützt.

**Tabelle 5: Klassifizierung von RLT-Anlagen nach DIN SPEC 13779**

| Kategorie | Heizfunktion | Kühlfunktion | Befeuchtungsfunktion | Entfeuchtungsfunktion |
|-----------|--------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| THM-C1    | x            | -            | -                    | -                     |
| THM-C2    | x            | -            | x                    | -                     |
| THM-C3    | x            | x            | -                    | -                     |
| THM-C4    | x            | x            | x                    | -                     |
| THM-C5    | x            | x            | x                    | x                     |

## Luftqualität

Die Druckverluste von Luftfiltern beeinflussen den elektrischen Energiebedarf für die Luftförderung.

- Je höher der Verschmutzungsgrad der Außenumgebung, desto höher sind die Anforderungen an die Luftfilterung.
- Je höher die Anforderung an die Zuluftqualität (und damit Raumlufqualität), desto höher sind ebenfalls die Anforderungen an die Luftfilterung.

Der Anhang B der Norm DIN EN 16798 – 3 gibt Empfehlungen der erforderlichen Filterqualitäten in Abhängigkeit von Außenluft- (ODA-Klasse) und Zuluftqualitätsstufen (SUP-Klasse) an. Dabei besteht das Problem, dass zwischenzeitlich die Filterklassen nach der Norm DIN EN ISO 16890 anders strukturiert wurden. In einer Veröffentlichung des Herstellers TROX wurde auf einen Arbeitsstand zur Fortschreibung der Norm verwiesen (Tabelle 6), der für die Klassifizierung sowohl den Abscheidegrad als auch die zugehörige Partikelgröße berücksichtigt.

**Tabelle 6: Empfohlene Mindestfilterklassen für Zuluftkategorien (SUP) in Abhängigkeit der Außenluftkategorie (ODA) entsprechend Produktübersicht TROX**

|       | SUP 1                                            | SUP 2                                            | SUP 3                                           | SUP 4                   | SUP 5                   |
|-------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ODA 1 | ePM <sub>10</sub> 50 %<br>ePM <sub>1</sub> 60 %  | ePM <sub>1</sub> 50 %                            | ePM <sub>2,5</sub> 50 %                         | ePM <sub>10</sub> 50 %  | ePM <sub>10</sub> 50 %  |
| ODA 2 | ePM <sub>2,5</sub> 50 %<br>ePM <sub>1</sub> 60 % | ePM <sub>10</sub> 50 %<br>ePM <sub>1</sub> 60 %  | ePM <sub>1</sub> 50 %                           | ePM <sub>2,5</sub> 50 % | ePM <sub>10</sub> 50 %  |
| ODA 3 | ePM <sub>2,5</sub> 50 %<br>ePM <sub>1</sub> 80 % | ePM <sub>2,5</sub> 50 %<br>ePM <sub>1</sub> 60 % | ePM <sub>10</sub> 50 %<br>ePM <sub>1</sub> 60 % | ePM <sub>1</sub> 50 %   | ePM <sub>2,5</sub> 50 % |

Dieser plausibel und praxisgerecht erscheinene Vorschlag wurde bei der softwareseitigen Umsetzung entsprechend Abbildung 10 berücksichtigt. Im Rahmen der Projektlaufzeit hatte keine Aktualisierung der Norm DIN EN 16798-3 stattgefunden.

**Abbildung 10: Umsetzung der Luftqualitätsklassifizierung in der Testsoftware**

Quelle: Eigene Darstellung (schiller engineering)

#### 4.3.7 Energetische Bewertung der Kältetechnik

Im Berechnungsverfahren der Klimakältetechnik wurden gegenüber dem Effizienzrechner Klima-Lüftung folgende Anpassungen umgesetzt:

##### Temperaturvorgaben

Die bisherige Berechnung lässt nur definierte Stützstellen für die Vorgabe der Kaltwasseraustrittstemperatur (6°C, 10°C, 14°C) und des Kühlwassertemperaturniveaus (27/33°C, 40/45°C) zu. Für den Neubau wird die Berechnung so angepasst, dass beliebige Kalt- und Kühlwassertemperaturen in den technisch sinnvollen Grenzen frei gewählt werden können. Zeitgleich wird die bisher alternative Eingabe des Produktkennwertes nach DIN EN 14511 zur Regel gemacht, da dieser aus Herstellerangaben im Neubau jederzeit verfügbar ist. Darüber hinaus wird der Produkt-EER auch für die Überprüfung der Einhaltung der Ökodesign-Anforderungen benötigt.



Für die Anpassung der temperaturseitigen Randbedingungen nach DIN EN 14511 bzw. DIN EN 14825 (Kaltwasser 12/7°C, Kühlwasser 30/35°C, Außenluft 35°C, Raumluf 27°C) auf die tatsächlichen Systemtemperaturen wird eine Umrechnung der Nennleistungszahl EER nach Abschnitt 12.2.1 der DIN SPEC 15240:2019-03 umgesetzt.

$$EER = EER_{ST} \frac{\frac{T_{nutz} - \Delta T_{Verd,ST}}{(T_{rück} + \Delta T_{Kond,ST}) - (T_{nutz} - \Delta T_{Verd,ST})}}{\frac{T_{nutz,ST} - \Delta T_{Verd,ST}}{(T_{rück,ST} + \Delta T_{Kond,ST}) - (T_{nutz,ST} - \Delta T_{Verd,ST})}}$$

mit:

$EER_{ST}$  Produktkennwert nach DIN EN 14511

Dabei erfolgt eine Umrechnung der Austrittstemperaturen aus der Kältemaschine für Kaltwasser  $T_{nutz}$  und Kühlwasser  $T_{rück}$  anhand des Carnot-Wirkungsgrades, da angenommen werden kann, dass sich der Gütegrad des Verdichtungsprozesses in der vorliegenden Temperaturgrenzen nur sehr geringfügig verändert. Das ermöglicht eine Umrechnung von Produktkennwerten nach DIN EN 14511 (Nutzereingabe) auf die unter den real gegebenen Temperaturbedingungen im System auftretende Leistungszahl.

Abweichend davon wird bei den Teillastregelarten (1) und (4) keine Umrechnung der Temperaturrandbedingungen zugelassen, da diese aufgrund der unregelmäßigen Verdichter keine oder nur sehr geringe energetische Vorteile aus sinkenden Kondensationsdrücken oder steigenden Verdampfungsdrücken ziehen können. Aufgrund des festen Druckverhältnisses werden Verdampfungsdruck und Kondensationsdruck immer parallel verschoben. Stattdessen wird für diese Teillastregelarten auf die feste Austrittstemperaturpaarung Kaltwasser 6°C und Kühlwasser 45°C programmintern umgerechnet. Diese ist vom Anwender der Software nicht veränderbar. Die Teillastregelarten (1) und (4) haben im Neubau jedoch nur eine geringfügige Bedeutung, da sie die Ökodesign-Anforderungen in der Regel nicht erfüllen.

Für die Standardleistungszahl nach DIN V 18599-7 führt die Carnot-Umrechnung insbesondere bei wassergekühlten Kompressionskältemaschinen zu geringfügigen Abweichungen, da den normativen Werten eine statistische Auswertung von Marktdaten zu Grunde liegt und keine direkte Carnot-Umrechnung. Um die Standardwerte ohne größere Abweichungen zu den Werten nach DIN V 18599-7 trotzdem verwenden zu können, wenn (z. B. in der Entwurfsqualifizierung) noch keine Produktkennwerte bekannt sind, wird eine alternative Umrechnungsmethode eingeführt. Diese beruht auf einer Approximation der Leistungszahl (ERR) anhand der Standardleistungszahl bei 33°C Kühlwasseraustrittstemperatur und 6°C Kaltwasseraustrittstemperatur ( $EER_{33/6°C}$ ) unter Verwendung der Temperaturdifferenz der realen Austrittstemperaturen von Kühlwasser ( $T_{KüWa,Aus}$ ) und Kaltwasser ( $T_{KaWa,Aus}$ ). Die Approximationsgleichungen wurden abhängig von der Verdichterbauart wie folgt ermittelt:

- Kolben- und Scrollverdichter (R134a):

$$\frac{EER}{EER_{33/6°C}} = -0,0188 (T_{KüWa,Aus} - T_{KaWa,Aus}) + 1,5063$$

- Schraubenverdichter (R134a):

$$\frac{EER}{EER_{33/6^{\circ}C}} = -0,0274 (T_{KüWa,Aus} - T_{KaWa,Aus}) + 1,7043$$

- Turboverdichter (R134a):

$$\frac{EER}{EER_{33/6^{\circ}C}} = -0,0174 (T_{KüWa,Aus} - T_{KaWa,Aus}) + 1,4656$$

Die Verwendung der Approximationsgleichungen wurde auch für andere Kältemittel geprüft und kann mit guter Übereinstimmung verwendet werden. Es ist keine kältemittelabhängige Umrechnung erforderlich.

Für luftgekühlte Kompressionskältemaschinen ist keine Approximation erforderlich, da die Carnot-Umrechnung ausreichend gute Abbildungsqualität der normativen Werte erreicht.

Für Raumklimageräte wird eine feste Umrechnung der normativen Standardwerte auf die nationalen Witterungsrandbedingungen (Außenlufttemperatur 33°C) und eine fest vorgegebene mittlere Raumlufthtemperatur von 24°C eingeführt. Dabei müssen bei der Umrechnung nach DIN EN 14511 und DIN V 18599 (2018) unterschiedliche Faktoren verwendet werden:

- Produktwert nach DIN EN 14511 (gilt für 27°C Raum, 35°C Außen):
  - Umrechnungsfaktor auf 24°C Raum und 33°C Außen: 0,964 (3,6 % Reduzierung der Leistungszahl)
- Standardwert nach DIN V 18599-7 (gilt für 26°C Raum, 33°C Außen):
  - Umrechnungsfaktor auf 24°C Raum und 33°C Außen: 0,942 (5,8 % Reduzierung der Leistungszahl).

Für geothermische Kälteanlagen und Absorptionskälteanlagen wird aufgrund der statistisch geringen Anzahl an der stufenweisen Temperatúrauswahl festgehalten.

### Kältespeicher

Im Berechnungsverfahren für Bestandsanlagen ist keine energetische Bewertung des Einflusses von Kältespeichern möglich. Für den Neubau wird die Berechnung von Kältespeichern nach DIN V 198599-7 in das Energielabel neu einbezogen. Dazu wird die Jahresarbeitszahl SEER mit dem Speicherfaktor  $f_{SP}$  bewertet.

$$SEER_{SP} = SEER \cdot f_{SP}$$

Der Speicherfaktor  $f_{SP}$  berücksichtigt die Veränderung des Teillastwirkungsgrades der Kältemaschine durch eine Veränderung der Teillasthäufigkeit und der Leistungszahl durch veränderte Verdampfungs- und Kondensationstemperaturen im Speicherladebetrieb. Er gilt nicht für kleine maschinenintegrierte Speicher oder hydraulische Weichen.

Die Speicherfaktoren sind abhängig von der Speicherart (Kaltwasserspeicher, Eisspeicher) und von der Betriebsweise des Speichers (Wetterprognoseregulierung, Parallelentladung mit Kältemaschine, Spitzenlastspeicher, Redundanzspeicher). Sie werden abhängig von der Teillastregelart der Kältemaschine nach DIN V 18599-7:2018-09 Tabelle 40 verwendet. Für Raumklimageräte und Absorptionskälteanlagen sind derzeit noch keine Kennwerte verfügbar.



Im Weiteren wurde geprüft, inwieweit die Erhöhung der bereitzustellenden Kühlenergie durch thermische Speicherverluste in die Gesamtbilanz für das Qualitätssiegel (Wichtung der von der Kälteanlage und den RLT-Anlagen bereitgestellten Energiemenge) einbezogen werden muss. Der Energieverlust eines Speichers kann durch den Speichernutzungsgrad  $\eta_{C,s}$  nach DIN V 18599-7 berücksichtigt werden und beträgt in Abhängigkeit von Betriebsweise des Speichers außer bei Redundanzspeichern weniger als 10 %. Aufgrund der Geringfügigkeit der Speicherverluste auf die Gesamtbilanz wird im Rahmen des Bewertungsverfahrens auf deren Betrachtung verzichtet.

Die Integration der Kältespeicherung im Bewertungsverfahren erfordert eine Anpassung der Energiekennwertberechnung gemäß untenstehender Gleichung im Abschnitt „Anpassung Energiekennwert“.

### Mehrerzeugeranlagen als Verbundanlagen

Für Neuanlagen wird die Berechnung von Mehrerzeugeranlagen nach DIN V 18599-7 in das Energielabel neu einbezogen. Dazu wird die Berechnung so erweitert, dass Mehrerzeugeranlagen auch algorithmisch abgebildet werden können. Dazu wird die Jahresarbeitszahl SEER mit dem Faktor für in Sequenz oder parallel betriebene Mehrerzeugeranlagen  $f_{Seq}$  bzw.  $f_{Par}$  bewertet:

$$SEER_{Seq/Par} = SEER \cdot f_{Seq/Par}$$

Für luft- und wassergekühlte KKM werden die Faktoren  $f_{Seq}$  bzw.  $f_{Par}$  nach DIN V 18599-7:2018-09 (Tabelle 39) verwendet, die unterschiedliche Nennleistungen von Kältemaschinen berücksichtigen, derzeit allerdings nur für Erzeuger mit gleicher Teillastregelart. Es handelt sich daher prinzipiell um Verbundanlagen, die in der Praxis den größten Anteil von Mehrerzeugeranlagen ausmachen. Für Raumklimageräte, Absorptionskälteanlagen und Mehrerzeugeranlagen mit unterschiedlichen Erzeugerarten sind derzeit noch keine Kennwerte verfügbar.

Die Integration der Mehrerzeugeranlagen im Bewertungsverfahren erfordert eine Anpassung der Energiekennwertberechnung gemäß untenstehender Gleichung im Abschnitt „Anpassung Energiekennwert“.

### Anpassung des Energiekennwertes

Die Ergänzungen im Bewertungsverfahren (Speicher, Verbundanlagen) erfordern eine Anpassung der Energiekennwertberechnung für Kompressionskälteanlagen  $E_{KK,KKM}$  wie folgt:

$$E_{KK,KKM} = \frac{EER \cdot PLV_{KK,av} \cdot f_{FC} \cdot f_{SP} \cdot f_{Seq/Par}}{1 + X_{Rückkühlung} + X_{Verteilung}}$$

mit den Summanden:

$$X_{Rückkühlung} = q_{R,el} \cdot PLV_{KK,av} \cdot f_{KK,av} \cdot f_{FC} \cdot f_{R,FC} \cdot f_{SP} \cdot f_{Seq/Par} (1 + EER)$$

$$X_{Verteilung} = EER \cdot PLV_{KK,av} \cdot f_{FC} \cdot f_{SP} \cdot f_{Seq/Par} \cdot q_{Vert}$$

Da für Sorptionskälteanlagen keine Kennwerte für Speicher und Verbundanlagen verfügbar sind, muss die Berechnung des Energiekennwertes  $E_{KK,SKM}$  nicht angepasst werden.

### Dimensionierungsprüfung

Die Dimensionierungsprüfung ist beim Bestandsanlagenlabel nicht Bestandteil des Labelverfahrens, sondern erfolgt parallel zum Berechnungsverfahren durch den Abgleich zwischen Kühllast und installierter Kälteleistung. Das Ergebnis des rechnerischen Vergleichs wird verbal im Begleittext als dritte Effizienzkategorie neben Betriebseffizienz und Komponenteneffizienz kom-

muniziert, ohne Einfluss auf die Labelkategorie selbst. Dabei kann sich eine Über- oder Unterdimensionierung grundsätzlich positiv oder negativ auf den Energieverbrauch auswirken. Ein starker negativer Einfluss auf die Energieeffizienz, wie bei überdimensionierten Luftvolumenströmen in RLT-Anlagen ist bei Kälteanlagen jedoch nicht gegeben, da in der Regel eine automatische Anpassung an die Kühllast erfolgt.

Zu beachten ist dabei, dass im Zuge der Neuanlagenbewertung eine Unterdimensionierung praktisch ausgeschlossen werden kann, da das auch zu einer Unterversorgung im Gebäude führen würde. Diese Situation würde im QS-Prozess frühzeitig erkannt und behoben werden. Grundsätzlich muss das Neuanlagen-Verfahren damit nur mit einer Überdimensionierung umgehen können.

Im Weiteren ist davon auszugehen, dass im Zuge der Ökodesign-Anforderungen nur noch die effizienten Teillastregelarten im Neubau zum Einsatz kommen dürfen. Diese sind in der Regel dadurch gekennzeichnet, dass sie auch im Teillastbetrieb keinen nennenswerten Abfall der Effizienz aufweisen. Überdimensionierungen, die rechnerisch eine größere Häufigkeit des Teillastbetriebs bewirken, haben damit nur einen geringen oder sogar leicht positiven Einfluss auf die Gesamteffizienz. Gerade im Neubau sind planmäßige Überdimensionierungen (z.B. Vorhaltung von Leistungsreserven für Ausbaureserven oder späteren Nutzungsbeginn) aber üblich. Es erscheint jedoch nicht zweckmäßig, diesen Effekt bei der Inbetriebnahme als Effizienzvorteil auszuweisen. Grundsätzlich ist auch auszuschließen, dass planmäßige Überdimensionierungen nur aus Effizienzgründen erfolgen, da diese in der Regel mit höheren Investitionskosten verbunden sind.

Aus DIN SPEC 15240:2019-03 Anhang E ist zudem erkennbar, dass (außer bei Serverräumen mit Raumkühlung) eine sehr starke Überdimensionierung von > 30 % vorliegen muss, um eine Erhöhung der Anlagenbelastung von >5 % zu bewirken, die erst ab dieser Grenze mit einer nennenswerten Effizienzveränderung verbunden wäre.

Zusammengefasst lässt sich ableiten, dass das Thema Dimensionierungsprüfung von Kälteanlagen im QS-Prozess nicht vernachlässigt werden darf. Wird diese Prüfung korrekt und frühzeitig (Entwurfsqualifizierung) durchgeführt, lassen sich Fehldimensionierungen (insbesondere Unterdimensionierungen) weitgehend vermeiden. Die typische Überdimensionierung im Errichtungsprozess von Neuanlagen soll nicht zu einem „Effizienzbonus“ führen. Auf eine weiterführende rechnerische Berücksichtigung der Dimensionierung bei der Effizienzbewertung von neuen Kälteanlagen wird daher verzichtet.

#### **Abgleich mit Ökodesign-Vorgaben aus EU-Verordnung Nr. 2281/2016**

Für Neuanlagen bestehen im Gegensatz zu Bestandsanlagen Mindestanforderungen an die Energieeffizienz aus Ökodesign-Verordnungen. Im Bereich der Klimakältetechnik ist insbesondere die EU-Verordnung Nr. 2281/2016 zu beachten. Vom Hersteller der Kälteanlage sind demnach Mindestwerte des Raumkühlungs-Jahresnutzungsgrades  $\eta_{s,c}$  verpflichtend einzuhalten. Derzeit bietet das Berechnungsverfahren des Bestandsanlagenlabels keinen Abgleich mit dem in (EU) Nr. 2281/2016 definierten Raumkühlungs-Jahresnutzungsgrad  $\eta_{s,c}$ . Das wäre jedoch wünschenswert, da dieser Wert den Dokumentationsunterlagen der Hersteller entnommen werden kann und damit eine herstellerspezifische Bewertung der Effizienz der Kälteerzeugung ohne Verwendung standardisierter Teillastkennwerte nach DIN V 18599 (2018) möglich wird.

Im Gegensatz zu dem für das Bestandsanlagenlabel verwendeten nationalen Ansatz berücksichtigt der europäische Ansatz in (EU) Nr. 2281/2016 (basierend auf DIN EN 14825:2016-10) jedoch nur ein europäisches Kühllastprofil (Kühlstunden je Temperaturklasse für eine „durchschnittliche Kühlperiode“) ohne individuelle Nutzungsarten und eine fest definierte Korrelation

zwischen der Außenlufttemperatur und der Kühllast (bzw. dem Teillastverhältnis der Kühlleistung). Das ist für die reine Gerätebewertung im Zuge der Festlegung eines (europäischen) energetischen Mindestanforderungsniveaus ausreichend, nicht aber für die energetische Bewertung verschiedener komplexer Kälteanlagensysteme mit einem definierten Nutzungsprofil unter abweichenden (nationalen) Witterungsbedingungen.

Eine Umrechnung der europäischen in nationale Ansätze ist nur dann möglich, wenn die vier für die SEER-Berechnung verwendeten Teillasteffizienzwerte  $EER_{a,b,c,d}$  der Kälteanlage bekannt sind. Im Zuge der Informationspflicht nach (EU) Nr. 2281/2016 müssen die Anleitungen für Installateure und Endnutzer sowie frei zugängliche Websites der Hersteller diese Angaben verpflichtend enthalten. Unter Verwendung nationaler Kühllastprofile kann dann die Anlageneffizienz bei der realen Klimatisierungsaufgabe berechnet werden. Die dafür erforderlichen Häufigkeits-Wichtungsfaktoren wurden bereits beispielhaft für verschiedene Nutzungsarten in anderen Forschungsvorhaben der Autoren (H. Schiller, R. Mai, C. Händel, 2013) ermittelt. Die Abweichung zwischen dem nationalen und dem herstellerbasierten Ansatz beträgt aufgrund der Festschreibung der Temperaturabhängigkeit für die Rückkühlung insbesondere bei Nutzungsarten mit vom Standard abweichenden Nutzungszeiten (wie Serverräumen oder Bettenstationen) bis zu  $\pm 30\%$ . Grund dafür ist die feste Außenlufttemperatur-Leistungskorrelation beim europäischen Ansatz nach DIN EN 14825:2016-10, bei der das von der Außenlufttemperatur abhängige Kondensationstemperaturniveau außerhalb der üblichen Kühlperiode falsch bewertet wird. Beispielsweise wird die Kälteerzeugung bei Serverräumen auch im Winter mit deutlich zu hohen Außenlufttemperaturen und damit zu hohem Kondensationsdruck bewertet, was zu geringeren Jahresarbeitszahlen SEER führt. Grundsätzlich gilt das aber für alle Nutzungen mit hohem Kühllastanteil aus inneren Lasten und durch solaren Strahlungseinfluss. Die direkte Korrelation zwischen Kühllast und Außenlufttemperatur (wie beispielsweise bei Heizungsanlagen) wird dadurch aufgelöst.

Dieses Problem wäre nur dann zu korrigieren, wenn neben den nutzungsabhängigen Wichtungsfaktoren auch nutzungsabhängige Rückkühlbedingungen vorgegeben werden. Dieser Ansatz ist sehr aufwändig und kann nur auf Basis standardisierter Nutzungsprofile erfolgen. Die Verwendung standardisierter Profile würde jedoch auch zu Abweichungen vom realen Kühllastprofil führen, wenn die Nutzung oder die Baukonstruktion (z.B. die Verschattungssituation) zwischen Modell und Realität abweichen. Dadurch wäre die Effizienzbewertung, trotz des hohen Aufwandes, ebenfalls fehlerbehaftet.

Auflösbar wäre diese Problematik auch dann, wenn die Herstellerangaben zusätzliche Daten bei einer abweichenden Parameterkorrelation zwischen Kühllast und Außenlufttemperatur bzw. Kühlwassertemperatur enthalten würden. Einen diesbezüglichen Berechnungsansatz zeigt DIN EN 16798-13:2017-11 (Verfahren 1). Hier wird neben den 4 Teillast-EER der Stufen A, B, C und D nach DIN EN 14825:2016-10 ein fünftes Wertepaar verarbeitet, welches die Leistungszahl EER bei einem Teillastverhältnis der Stufe C (47 %) und einer Kühlwassertemperatur der Stufe A (100 %) berücksichtigt. Dadurch kann der lineare Zusammenhang zwischen Kühlwassertemperatur und Teillastverhältnis nach DIN EN 14825 aufgelöst werden und auch für abweichende Kühlwassertemperatur-/Kühllast-Korrelationen eine korrekte Berechnung der Teillasteffizienz erfolgen. Da dieses Verfahren zwar normativ etabliert, praktisch aber noch nicht umgesetzt ist, kann es im Rahmen der Energiekennzeichnung von Klimakälteanlagen noch nicht angewendet werden. Hier muss auf europäischer Ebene weitere Aufklärungsarbeit zur Notwendigkeit und zum Nutzen des fünften Teillastpunktes geleistet werden.

Im Zuge der softwareseitigen Prüfung der Effizienz soll daher am grundsätzlichen Verfahren festgehalten und auf eine „Vorwärtsrechnung“ mit Herstellerdaten verzichtet werden, auch weil die Vergleichbarkeit zum Effizienzrechner Klima-Lüftung somit erhalten bleibt. Um im QS-Prozess trotzdem die Ökodesign-Konformität des ausgewählten Produktes prüfen zu können, soll

eine „Rückwärtsrechnung“ erfolgen, bei der der Ökodesign-Kennwert (Raumkühlungs-Jahresnutzungsgrad  $\eta_{s,c}$ ) für die ausgewählte Kältemaschine parallel zum nationalen Energiekennwert berechnet wird. Damit wird frühzeitig im Planungsprozess sichergestellt, dass nur Technologien Geräte zum Einsatz kommen, die Ökodesign-konform sind, ohne dass dabei bereits ein bestimmtes Produkt eines Herstellers ausgewählt worden sein muss.

Darüber hinaus ist im QS-Prozess eine zweite Prüfstufe vorgesehen, bei der auf Basis einer stichprobenartigen Messung die aufgenommene Wirkleistung der Kältemaschine in einem definierten Betriebspunkt (vorzugsweise sommerlicher Auslegungspunkt) vom Prüfer bzw. im Beisein des Prüfers durch eine Elektrofachkraft messtechnisch ermittelt wird. Anhand des Messergebnisses kann geprüft werden, ob die Stromaufnahme der Kältemaschine in diesem Betriebspunkt den Angaben des Herstellers im Ökodesign-Datenblatt (EU-Konformitätserklärung) entspricht.

Die Berechnung des Raumkühlungs-Jahresnutzungsgrades  $\eta_{s,c}$  ist in (EU) Nr. 2281/2016 bzw. in (Mitteilung 2017/C 229/01, 2017) beschrieben. Darin ist der Raumkühlungs-Jahresnutzungsgrad  $\eta_{s,c}$  für elektrisch betriebene Kühler und Raumklimageräte definiert als:

$$\eta_{s,c} = \frac{SEER}{CC} - 3\%$$

mit

SEER ... Raumkühlungs-Jahresnutzungsgrad (Jahresarbeitszahl) im aktiven Betrieb in %;

CC ... Umwandlungskoeffizient für elektrischen Strom (CC = 2,5).

Der 3 %-Berichtigungswert steht für einen negativen Beitrag zum Raumkühlungs- Jahresnutzungsgrad aufgrund von angepassten Beiträgen durch Temperaturregelungen (Hilfsenergie).

Aufgrund der unterschiedlichen Bewertungsansätze im nationalen und europäischen Verfahren, kann keine direkte Deckungsgleichheit der Algorithmik erreicht werden. Im nationalen Berechnungsverfahren fehlen Angaben zum Stromverbrauch im Modus „Temperaturregler AUS“, im Bereitschaftsmodus, im Modus mit Kurbelgehäuseheizung bzw. im Modus „AUS“. Dafür liegen die EER-Werte jeder Temperaturstufe als normative Kennwerte vor und müssen nicht rechnerisch ermittelt werden.

Der SEER-Wert berechnet sich im europäischen Verfahren nach DIN EN 14825 aus dem Quotienten aus Nutzen (Bezugs-Jahreskühllast  $Q_C$ ) zu Aufwand (Jahresstromverbrauch  $Q_{CE}$ ), wobei der Nutzen (die Bezugsjahreskühllast  $Q_C$ ) dem Produkt aus der Volllast im Kühlbetrieb  $P_{DesignC}$  (entspricht der Nennleistung der Anlage) und den äquivalenten Stunden im Aktiv-Modus für den Kühlbetrieb  $H_{CE}$  (entspricht den Volllaststunden) entspricht. Bei Vernachlässigung der Verluste im Modus „Temperaturregler AUS“, im Bereitschaftsmodus, im Modus mit Kurbelgehäuseheizung bzw. im Modus „AUS“ ergibt sich  $SEER = SEER_{on}$ .

$$SEER = \frac{Q_C}{Q_{CE}} = \frac{P_{DesignC} \cdot H_{CE}}{\frac{Q_C}{SEER_{on}} + 0} = SEER_{on}$$

$SEER_{on}$  wird im Temperaturstufenverfahren (BIN-Verfahren) anhand definierter Temperaturstufen-Stunden einer Referenzkühlperiode  $h_j(T_j)$  und der messtechnisch und rechnerisch ermittelten Teillast-Leistungszahlen  $EER_{BIN}(T_j)$  ermittelt. Im Prüfverfahren können statt  $EER_{BIN}$  die Teillastkennwerte  $PLV_n$  (bzw.  $f_{1,n}$  und  $f_{2,n}$ ) je Teillaststufe nach DIN V 18599-7 Anhang B mit den Temperaturstufen-Stunden einer Referenzkühlperiode  $h_j(T_j)$  gewichtet werden. Tabelle 7 bis Tabelle 9 zeigen die ermittelten Werte für die in DIN V 18599 (2018) enthaltenen Technologien.

**Tabelle 7: Teillastfaktoren  $PLV_{ERP}$ ,  $f1_{ERP}$  und  $f2_{ERP}$  nach (EU) Nr. 2281/2016 für Kompressionskältemaschinen wassergekühlt**

| Teillastregelart                                                             | $f1_{ERP}$ | $f2_{ERP}$ | $PLV_{ERP}$ |
|------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-------------|
| (1) Kolben-/Scrollverdichter mit Zweipunktregelung taktend (EIN/AUS-Betrieb) | 0,93       | 1,00       | 0,93        |
| (2) Kolbenverdichter mehrstufig schaltbar (mind. 4 Schaltstufen)             | 1,16       | 1,34       | 1,56        |
| (3) Kolbenverdichter durch Zylinderabschaltung geregelt                      | 0,65       | 1,31       | 0,85        |
| (4) Kolben-/Scrollverdichter mit Heißgasbypassregelung                       | 0,50       | 1,00       | 0,50        |
| (5) Schraubenverdichter mit Schiebersteuerung einstufig                      | 0,79       | 1,33       | 1,05        |
| (6) Turboverdichter mit Einlassdrosselregelung                               | 0,81       | 1,33       | 1,08        |
| (7) Schraubenverdichter mit Frequenzregelung                                 | 0,85       | 1,33       | 1,13        |
| (8) Turboverdichter mit Frequenzregelung                                     | 1,33       | 1,35       | 1,80        |

**Tabelle 8: Teillastfaktoren  $PLV_{ERP}$ ,  $f1_{ERP}$  und  $f2_{ERP}$  nach (EU) Nr. 2281/2016 für Kompressionskältemaschinen luftgekühlt**

| Teillastregelart                                       | $f1_{ERP}$ | $f2_{ERP}$ | $PLV_{ERP}$ |
|--------------------------------------------------------|------------|------------|-------------|
| (A) Kolben/Scroll EIN/AUS mit Pufferspeicher (taktend) | 0,92       | 1,31       | 1,21        |
| (B) Kolben/Scroll mehrstufig (mind. 4-stufig)          | 1,00       | 1,31       | 1,32        |
| (C) Schraubenverdichter mit Steuerschieber / 2-stufig  | 0,69       | 1,41       | 0,97        |
| (D) Schraubenverdichter mit Frequenzregelung           | 1,11       | 1,41       | 1,57        |
| (E) Turboverdichter mit Frequenzregelung               | 1,27       | 1,41       | 1,79        |
| (F) Digitaler Scrollverdichter                         | 0,69       | 1,31       | 0,90        |

**Tabelle 9: Teillastfaktoren  $PLV_{ERP}$  nach (EU) Nr. 2281/2016 für Raumklimasysteme luftgekühlt und Pumpen**

| Teillastregelart                                             | $PLV_{ERP}$ |
|--------------------------------------------------------------|-------------|
| (a) Zweipunktregelung EIN/AUS (taktend) für Einzonensysteme  | 1,29        |
| (b) Zweipunktregelung EIN/AUS (taktend) für Mehrzonensysteme | 0,80        |
| (c) Inverterregelung für Einzonensysteme                     | 1,48        |

| Teillastregelart                                                                  | PLV <sub>Erp</sub> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| (d) VRF-System für Mehrzonensysteme frequenzgeregelt, Elektron. Expansions-Ventil | 1,27               |
| (I) ungeregelte Pumpe (Drosselregelung)                                           | 0,46               |
| (II) drehzahlgeregelte Pumpe (Konstantdruckregelung)                              | 0,75               |

Durch Multiplikation des PLV<sub>Erp</sub> mit dem EER<sub>A</sub> (Leistungszahl bei Nennbedingungen nach DIN EN 14825 bzw. DIN EN 14511) der geplanten Kälteanlage kann die Jahresarbeitszahl SEER und daraus der Raumkühlungs-Jahresnutzungsgrad  $\eta_{s,c}$  berechnet werden.

Einige der in Tabelle 7 aufgeführten Techniken, die auch für die Bestandsbewertung verwendet werden, können die verbindlich vorgeschriebenen Mindestwerte für den Raumkühlungs-Jahresnutzungsgrad  $\eta_{s,c}$  nicht einhalten. Das betrifft insbesondere die taktenden und mischenden Teillastregelsysteme mit PLV<sub>Erp</sub> < 1. Die Ökodesign-Mindesteffizienzanforderungen zeigen Tabelle 10 und Tabelle 11.

**Tabelle 10: Mindesteffizienz SEER für Raumklimageräte ab dem 1. Januar 2014 in Abhängigkeit von der Nennkälteleistung und vom GWP-Wert des verwendeten Kältemittels gemäß Verordnung (EU) Nr. 206/2012**

| Kälteleistung | GWP   | SEER |
|---------------|-------|------|
| < 6 kW        | > 150 | 4,6  |
| < 6 kW        | < 150 | 4,14 |
| 6 bis 12 kW   | > 150 | 4,3  |
| 6 bis 12 kW   | < 150 | 3,87 |

**Tabelle 11: Mindestanforderungen an die Jahresnutzungsgrade für wasser- und luftgekühlte Kälteversorgungseinheiten mit Elektromotor ab 01.01.2021 gemäß Verordnung (EU) Nr. 2281/2016**

| Bauart der Kälteversorgungseinheit                     | Raumkühlungs-Jahresnutzungsgrad $\eta_{s,c}$ in % |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Kaltwassersatz luftgekühlt < 400 kW                    | 161                                               |
| Kaltwassersatz luftgekühlt ≥ 400 kW                    | 179                                               |
| Kaltwassersatz wassergekühlt < 400 kW                  | 200                                               |
| Kaltwassersatz wassergekühlt ≥ 400 kW < 1.500 kW       | 252                                               |
| Kaltwassersatz wassergekühlt ≥ 1.500 kW                | 272                                               |
| Luft-/Luft-Raumklimagerät (Multisplit- und VRF-System) | 189                                               |

Für Verdunstungskühlung, Absorptionskälteanlagen und geothermische Kälteanlagen existieren derzeit noch keine Ökodesign-Anforderungen.



Da bei der Entwurfsqualifizierung der Kälteanlagenhersteller oft noch nicht bekannt ist, erfolgt in der ersten Prüfstufe eine automatische Übereinstimmungsprüfung durch die Prüfsoftware nach oben beschriebenen Verfahren. Damit wird frühzeitig im Qualitätssicherungsprozess daraufhin gewirkt, dass nur Kältemaschinen zum Einsatz kommen, die die europäischen Ökodesign-Anforderungen einhalten können.

Die Hersteller der Kälteanlagen müssen die Übereinstimmung mit den Ökodesign-Mindestanforderungen durch eine Konformitätserklärung bestätigen. Bei der Installationsqualifizierung wird durch den Prüfer oder die Prüferin die CE-Kennzeichnung und das Vorliegen der EG-Konformitätserklärung des Anlagenherstellers geprüft und dokumentiert.

### **Messungen**

Bei der Errichtung einer Neuanlage kann im Rahmen der Betriebsqualifizierung innerhalb einer längeren Einregulierungsphase die korrekte Funktion der Kälteerzeugung auch messtechnisch geprüft werden. Somit besteht die Möglichkeit, optional reale Messwerte in die softwarebasierte Bewertung einzubeziehen. Dabei ist es dem Prüfer oder der Prüferin freigestellt, im Verdachtsfall eine messtechnische Nachkontrolle der geplanten energetischen Mindestanforderungen durchführen.

### **Sonderbauweisen**

Bei Sonderbauweisen handelt es sich beispielsweise um unübliche Kältemittel, Rückkühlsysteme, Teillastregelarten oder spezielle Verschaltungen von Kälteerzeugern, die in der Praxis, wenn auch selten, immer wieder anzutreffen sind. Für diese Anlagen sind bei der softwarebasierten Bewertung energetisch äquivalente Technologien zu verwenden oder entsprechende Annahmen zu treffen. Bei stark abweichenden Systemrandbedingungen kann für eine Anlage in Sonderbauweise kein Energielabel ausgestellt werden.

## **4.3.8    Zusätzliche Bewertungen Kältetechnik**

### **Sommerlicher Wärmeschutz**

Die Einführung eines neuen Verfahrens wurde notwendig, weil die im Rahmen der GEG-Nachweise erforderlichen Bewertungen immer raumweise erfolgen und nicht auf ganze Zonen bzw. Gebäudeteile Bezug nehmen.

Um den sommerlichen Wärmeschutz gesamtheitlich zu beurteilen, sollen neben der Art und der Qualität des Sonnenschutzes auch der Nutzereinfluss bei der Steuerung der Sonnenschutzrichtung berücksichtigt werden. Daher sind durch den Prüfer oder die Prüferin 4 Fragen zu beantworten, für die zwischen 2 und 5 Antworten zur Auswahl gestellt werden. In Analogie zum Bestandanlagenlabel erfolgt die Gesamtbewertung mit einer Sternebewertung zwischen 0 und 3 Sternen.

Die Fragen lauten dabei im Einzelnen:

1. Wie groß ist der grundflächenbezogene Anteil transparenter Flächen (z. B. Fenster und Dachoberlichter) der durch die Anlage gekühlten Räume?
2. Sind die Fenster auf der Nordfassade oder dauerhaft durch z. B. Nachbarbebauung verschattet?
3. Bitte bewerten Sie den Energiedurchlassgrad  $g_{\text{total}}$  der Sonnenschutz-Glaskombination. Orientierungshilfen finden Sie in z. B. DIN SPEC 15240.
4. Wie erfolgt bisher die Steuerung des Sonnenschutzes?

Wenn in der 1. Frage die Option „Fensterflächenanteil: kein oder < 4 %“ gewählt wurde, erfolgen keine weiteren Abfragen und das Ergebnis steht mit \*\*\* fest. Dies würde z. B. rein innen liegende Zonen betreffen, z. B. einen Kino- oder Theatersaal. Für Fensterflächenanteile > 4 % werden entsprechend der Auswahl flächenabhängige Faktoren  $f_{fl}$  zugewiesen, die für Neubauten übliche grundflächenbezogene Fensterflächenanteile abbilden.

Der Einfluss der Regelung kann nicht über einen Pauschalwert bewertet werden. Mit den zwei logarithmischen Gleichungen in Tabelle 15 wird berücksichtigt, dass der Faktor für den Regelungseinfluss  $f_{reg}$  mit steigendem Gesamtenergiedurchlassgrad  $g_{total}$  ansteigt und umgekehrt, mit steigendem  $g_{total}$ , asymptotisch gegen 1,0 geht.

Das Bewertungsverfahren basiert darauf, dass eine grundflächenbezogene solare Strahlungsbelastung der Zone in  $[W/m^2]$  berechnet wird. Anhand des Ergebnisses erfolgt die Einstufung in die Ergebniskategorie.

Dabei entsprechen die Basis-Werte ungefähr der mittleren solaren Einstrahlung zwischen 08:00 Uhr und 18:00 Uhr für vertikale Nordfassaden ( $100 W/m^2$ ) und alle übrigen vertikal orientierten Fassaden ( $300 W/m^2$ ). Die Winkelabhängigkeit der Strahlung und der Transmission durch Gläser ist darin berücksichtigt.

**Tabelle 12: Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes – grundflächenbezogener Fensterflächenanteil**

| Auswahl             | Parameter       |
|---------------------|-----------------|
| keine bzw. max. 4 % | $f_{fl} = 0$    |
| > 4 % bis 15 %      | $f_{fl} = 0,10$ |
| > 15 % bis 25 %     | $f_{fl} = 0,20$ |
| > 25 % bis 35 %     | $f_{fl} = 0,30$ |
| > 35 %              | $f_{fl} = 0,40$ |

**Tabelle 13: Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes – Dauerhafte Verschattung oder Nordfassade**

| Auswahl | Parameter   |
|---------|-------------|
| Nein    | basis = 300 |
| Ja      | basis = 100 |

**Tabelle 14: Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes - Gesamtenergiedurchlassgrad**

| Auswahl                       | Parameter          |
|-------------------------------|--------------------|
| $g_{total} < 0,10$            | $g_{total} = 0,08$ |
| $g_{total} = 0,11 \dots 0,20$ | $g_{total} = 0,15$ |
| $g_{total} = 0,21 \dots 0,30$ | $g_{total} = 0,25$ |
| $g_{total} = 0,31 \dots 0,45$ | $g_{total} = 0,38$ |
| $g_{total} > 0,45$            | $g_{total} = 0,52$ |



**Tabelle 15: Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes – Wirksamkeit / Regelbarkeit des Sonnenschutzes**

| Auswahl                                                                      | Parameter                               |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Beweglicher Sonnenschutz, außen- oder zwischenliegend, manuell               | $f_{reg} = -0,257 \log(g_{tot}) + 1,03$ |
| Beweglicher Sonnenschutz, außen- oder zwischenliegend, automatisch gesteuert | $f_{reg} = -0,129 \log(g_{tot}) + 1,00$ |
| Sonnenschutz starr oder Sonnenschutzglas                                     | $f_{reg} = 1,00$                        |
| Gering wirksam oder innen liegend                                            | $f_{reg} = 1,10$                        |

In Fällen, bei denen der Fensterflächenanteil > 4 % beträgt, wird die solare Kühllast  $sol\_last$  wie folgt berechnet:

$$sol\_last = basis \cdot f_{fl} \cdot g_{total} \cdot f_{reg}$$

Die Zuordnung der Sterne erfolgt anhand der errechneten solaren Kühllast. Dabei wird folgende Zuordnung vorgenommen.

**Tabelle 16: Zuordnung der Bewertungskategorien zum sommerlichen Wärmeschutz**

| Kategorie | solare Kühllast              |
|-----------|------------------------------|
| ★★★       | < 9,6 W/m <sup>2</sup>       |
| ★★        | 9,6 .. < 15 W/m <sup>2</sup> |
| ★         | 15 .. < 25 W/m <sup>2</sup>  |
| 0         | > 25 W/m <sup>2</sup>        |

### Ausstattung mit Zählern und Sensorik

Dieses Kriterium wird bei allen Anlagentypen: Lüftungsanlage, Kälteanlage oder Kombianlage aktiviert. Eine gute Ausstattung mit Zählern und Sensorik hilft, den Energieverbrauch von RLT-Anlagen zu überwachen und Fehlfunktionen frühzeitig zu erkennen. Auch bei diesem Kriterium sind durch den Prüfer oder die Prüferin daher Fragen zu beantworten, für die entsprechende Antworten zur Auswahl gestellt werden. In Analogie zum Bestandanlagenlabel erfolgt die Gesamtbewertung mit einer Sternbewertung zwischen 0 und 3 Sternen.

Folgende Abfragen sind erforderlich:

1. Sind Stromzähler (Wirkenergiezähler) für die Erfassung der Hauptkomponenten vorhanden: bei RLT-Anlagen und Kombi-Anlagen für Ventilatoren, bei Kältemaschinen für Kompressoren?
  - a) Nein
  - b) Ja
2. Sind weitere Zähleinrichtungen zur Effizienzbewertung der Hauptkomponenten vorhanden: Volumenstrommesseinrichtung bei RLT-Anlagen und Kombi-Anlagen, Kältemengenzähler bei Kältemaschinen?
  - a) Nein

- b) Ja
3. Werden weitere wichtige System-Parameter von externen Kreisläufen erfasst? Gemeint sind beispielsweise Stellsignale oder Messwerte von Temperaturen und Volumenströmen
- a) Ja  
b) Nein
4. Werden die erfassten Messdaten und Parameter als Stundenwerte gespeichert?
- a) Nein  
b) Kurzfristig (im Ringspeicher der GLT)  
c) Langfristig (für mindestens 1 Jahr auf der GLT oder im Energiemanagementsystem)
5. Erfolgt eine automatisierte Auswertung der erfassten Messdaten?  
Beispiele sind automatisch ausgegebene Warnungen und/oder eine automatische Anpassung der Betriebsparameter über ein Energiemanagementsystem.
- a) Ja  
b) Nein
6. Beträgt der Nennvolumenstrom der RLT-Anlage mehr als  $10.000 \text{ m}^3/\text{h}$ , bzw. die Nennkälteleistung des Kälteerzeugers mehr als  $70\text{kW}$ ?
- a) Ja  
b) Nein

In Abhängigkeit der ausgewählten Optionen wird die entsprechende Anzahl der Sterne vergeben. Die Prüfung erfolgt stufenweise (1. Prüfung auf drei Sterne, falls negativ 2. Prüfung auf zwei Sterne ... etc.)

- ★★★ bei: 1b & 2b & 3a & 4c & 5a  
★★ bei: 1b & 2b & ((4b & 6b) oder 4c)  
★ bei: 1b  
0 bei: 1a

### Ökologie des Kältemittels

Dieses Kriterium wird nur bei Kälteanlagen aktiviert. Die Bewertung erfolgt anhand der Umweltrelevanz der eingesetzten Kältemittel. Durch den Prüfer oder die Prüferin sind Fragen zum Treibhauspotential (GWP-Wert) und Ozonabbaupotential (OPP-Wert) zu beantworten. In Analogie zum Bestandanlagenlabel erfolgt die Gesamtbewertung auch hier mit einer Sternbewertung zwischen 0 und 3 Sternen.

1. Wie hoch ist das Treibhauspotenzial (GWP-Wert) des Kältemittels?  
Hinweis: GWP = Global Warming Potential oder  $\text{CO}_2$ -Äquivalent ( $\text{CO}_2 = 1$ )
- a)  $\text{GWP} \leq 3$  (z.B. Propan (R 290), Ammoniak (R 717), Kohlendioxid (R 744) oder Wasser (R 718))  
b)  $3 < \text{GWP} \leq 150$  (z. B. R 1234ze, R 1233zd)  
c)  $150 < \text{GWP} \leq 2500$  (z. B. R 134a, R 407A, R 407C oder R 410A)  
d)  $\text{GWP} > 2500$  (z. B. R 422D, R 404A)

**2. Wie hoch ist das Ozonabbaupotential (ODP-Wert) des Kältemittels?**

Hinweis: ODP = Ozone Depletion Potential (R11 = 1)

- a) 0 (z.B. R 134a, R 407A, R 407C, R 410A oder alle natürlichen Kältemittel)
- b) > 0 (z.B. R12, R22)

In Abhängigkeit der ausgewählten Optionen wird die entsprechende Anzahl der Sterne vergeben. Die Prüfung erfolgt stufenweise (1. Prüfung auf drei Sterne, falls negativ 2. Prüfung auf zwei Sterne ...etc.):

- ★★★ bei: 1a+2a
- ★★ bei: 1b+2a
- ★ bei: 1c+2a
- 0 bei: sonstige.

**4.3.9 Übereinstimmungsprüfung für RLT-Anlagen mit dem Gebäudeenergiegesetz und Ökodesign-Verordnung**

Die energiesparrechtlichen Nachweise für Neubauten betreffen auch den Energiebedarf raumluftechnischer Anlagen für Lufttransport, Lufterwärmung und -kühlung, sowie Be- und Entfeuchtung von Außenluft.

Bei den Nachweisen sind die standardisierten Randbedingungen der DIN V 18599 – 10 maßgebend, die u. a. auch Ansätze für grundflächenbezogenen Mindestaußenluftvolumenströme enthalten. In der Praxis kommt es regelmäßig zu Abweichungen zwischen den bilanzierten Außenluftvolumenströmen nach DIN V 18599 (2018), auf denen die energiesparrechtlichen Nachweise beruhen, und den installierten Nenn- und Betriebsvolumenströmen in errichteten Gebäuden. Ursachen dafür sind insbesondere:

- ▶ Die technischen Regeln zur Dimensionierung von Luftvolumenströmen sind wesentlich komplexer und differenzierter als die pauschalen Ansätze der DIN V 18599 – 10. Sie nehmen in der Regel Bezug auf die konkreten nutzungsbedingten Randbedingungen wie Belegungsdichten von Personen (z. B. Sitzplätze), Ausstattungsgrade mit Geräten und Maschinen, den Umgang mit gesundheitsgefährdeten Stoffen, hygienische Anforderungen u. a. planerischen Aspekten.
- ▶ Die DIN V 18599 – 10 umfasst lediglich 41 vordefinierte Nutzungsprofile. Die praktisch auftretenden Nutzungsarten betragen ein Vielfaches. Daher werden bei den energiesparrechtlichen Nachweisen konkrete Funktionsstellen pauschal unter „Sonstige“ oder im Krankenhausbereich pauschal unter „Untersuchungs- und Behandlungsräume“ zusammengefasst, obwohl sie planerisch einer differenzierten Betrachtung bedürfen.

Neben der grundlegenden Dimensionierung von RLT-Anlagen treten weitere Fragen auf, die im Rahmen der Übereinstimmungsprüfung behandelt werden müssen.

- ▶ Unterschiedliche Anlagen / Komponenten versorgen Räume, die zu einer Zone in den energiesparrechtlichen Nachweisen zusammengefasst wurden.
- ▶ Reihen- und Parallelschaltung von mehreren Ventilatoren
- ▶ Abweichungen zwischen Zu- und Abluftvolumenströmen
- ▶ Abgrenzungen zwischen raumluftechnischen und prozessluftechnischen Anlagen
- ▶ Gleichzeitige Versorgung von Räumen und Einrichtungen zur Produktion.

Das Anwenderhandbuch kann hier beispielhaft Themen benennen, Empfehlungen für Gleichwertigkeitsnachweise geben, bestehende technische Regeln zitieren, jedoch keine rechtliche Interpretation bestehender Gesetze und Verordnungen liefern.

Ergänzend wird auf folgende Quellen verwiesen (Tabelle 17):

**Tabelle 17: Informationsquellen für Auslegungsfragen zum GEG / EnEV und Ökodesign-VO**

| Quelle                                                                                                                                                  | Link                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Auslegungsfragen zur EnEV                                                                                                                               | <a href="https://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/EnEV/Auslegungen/auslegung_node.html">https://www.bbsr-energieeinsparung.de/EnEVPortal/DE/EnEV/Auslegungen/auslegung_node.html</a> |
| E VIA/Eurovent-Leitfaden zu Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lüftungsanlagen                                                          | <a href="https://downloads.fgk.de/277_EVIA_FAQ_1253_DE_170123.pdf">https://downloads.fgk.de/277_EVIA_FAQ_1253_DE_170123.pdf</a>                                                                 |
| Fragen und Antworten zur Ökodesign-Verordnung (EU) Nr. 1253/2014 RLT-Geräte für den Nichtwohnungsbau; Information des Fachverbandes Gebäude-Klima e. V. | <a href="https://downloads.fgk.de/271_SR_40_ErP_EU_1253_RLT_V1_160118.pdf">https://downloads.fgk.de/271_SR_40_ErP_EU_1253_RLT_V1_160118.pdf</a>                                                 |

### Energiebedarf für Produktion

Nach § 2 GEG ist der Energiebedarf für Produktionszwecke nicht Gegenstand der Energie-Einsparverordnung. Dieser Grundsatz kann auf reine prozesslufttechnische Anlagen übertragen werden, die nicht der Außenluftversorgung von Personen dienen.

In einigen Fällen wird die Abgrenzung zwischen raumluftechnischen Anlagen und prozesslufttechnischen Anlagen schwierig sein, da eindeutige Kriterien fehlen. In derartigen Fällen empfiehlt sich eine rechtzeitige Abstimmung mit den für Vollzugsfragen zuständigen Behörden der Länder.

### Gleichwertige Ventilatorleistungen

Die Ventilatorleistungen der installierten Anlagen sind zu den Ventilatorleistungen der in den energiesparrechtlichen Nachweisen angesetzten Leistungen gleichwertig, wenn die spezifischen Ventilatorleistungen (SFP-Werte in  $\text{Ws/m}^2$ , gemäß DIN EN 16798 – 3: 2017) nicht überschritten werden.

Werden in einer Anlage mehrere Ventilatoren in Reihe oder parallelgeschaltet, kann ein äquivalenter SFP-Wert gebildet werden, der sich aus dem Quotienten der Summe aller elektrischen Leistungsaufnahmen und der Summe aller von dem System an die Zonen gelieferten Zuluftvolumenströme ergibt. Bei Abluftanlagen gilt dieses Prinzip sinngemäß. Bei in Reihe geschalteten Schubventilatoren führt dies zu einer Addition der SFP-Werte.

### Prüfbedingungen für Ventilatoren

Entsprechend der Definition DIN EN 16798 – 3: 2017 sind die Bezugsbedingungen für die Validierung der Ventilatorleistungen saubere Filter und der Trockenbetrieb bei anderen Komponenten wie Kühlern und Befeuchtern.

### Prüfbedingungen für Wärmerückgewinnungsanlagen

Der Wärmerückgewinnungsgrad bzw. Temperaturänderungsgrad für Wärmerückgewinnungsanlagen ist entsprechend DIN EN 13053 und den Temperaturbedingungen der EN 308 anzugeben. Sofern die Abluftfeuchte nicht dauerhaft durch technische Maßnahmen nach unten begrenzt wird, ist die Rückwärmzahl für den trockenen Betrieb ohne Kondensation zu bestimmen.

### Wärmerückgewinnungsanlagen mit nicht ausbalancierten Außenluft- und Fortluftvolumenströmen

In DIN V 18599 (2018) wird im Grundsatz von ausbalancierten Volumenströmen ausgegangen. In der Praxis kann durch dezentrale Ventilatoren oder Druckhaltungsanforderungen davon abgewichen werden. Für den Gleichwertigkeitsnachweis der Wärmerückgewinnungsgrade sollten folgende Grundsätze beachtet werden:

- ▶ Zentrale Zuluftanlage, teilweise dezentrale Prozessabluftabsaugungen: Prozessluftabsaugungen werden entsprechend §2 GEG nicht betrachtet. Der Wärmerückgewinnungsgrad kann auf den Fall ausbalancierter Außenluft- und Fortluftvolumenströme umgerechnet werden.
- ▶ Zentrale Zu- und Abluftanlage mit Raumdruckhaltung: Raumdruckhaltungen sind produktionsbedingte Anforderungen. Der Wärmerückgewinnungsgrad kann auf den Fall ausbalancierter Außenluft- und Fortluftvolumenströme umgerechnet werden.
- ▶ Zentrale Zuluftanlage, teilweise dezentrale Abluftventilatoren (z. B. WC-Abluft): Der Wärmerückgewinnungsgrad muss den Fall der nicht-ausbalancierten Außenluft- und Fortluftvolumenströme berücksichtigen und ist auf die Zuluftseite zu beziehen.

Für die Umrechnungen auf ausbalancierte Volumenströme können Herstellerangaben oder das Näherungsverfahren nach DIN EN 13053 verwendet werden.

### Wärmerückgewinner mit Feuchterückgewinnung

Die Kategorie „Wärmerückgewinner mit Feuchteübertragung“ darf nach DIN V 18599 – 7 nur auf Rotationswärmeübertrager mit Sorptionsmaterialien bezogen werden, bei denen Rückwärmzahl und Rückfeuchtezahl in ähnlicher Größenordnung liegen.

### Unterschiedliche Anlagen für eine Zone nach DIN V 18599

Aus konstruktiven oder räumlichen Gründen kann es sinnvoll sein, Zonen gleicher Nutzung und Konditionierung nach DIN V 18599 – 1 von mehreren raumluftechnischen Anlagen zu versorgen zu lassen.

Deren energetische Gleichwertigkeit ist gegeben, wenn:

- ▶ der volumenstromgewichtete mittlere Wärmerückgewinnungsgrad mit dem Wert in den energiesparrechtlichen Nachweisen entspricht
- ▶ die volumenstromgewichteten mittleren SFP-Werte für Zuluft- und Abluftventilatoren denen der energiesparrechtlichen Nachweise entspricht
- ▶ die regelungstechnische Ausstattung zur bedarfsgerechten Luftvolumenstromanpassung für alle Anlagen in analoger Weise ausgeführt wurde.

### Bedarfsgerechte Luftvolumenstromregelung

Nach § 67 GEG sind Anlagen mit Einrichtungen zur selbsttätigen Regelung der Volumenströme in Abhängigkeit von den thermischen und stofflichen Lasten oder zur Einstellung der Volumenströme in Abhängigkeit von der Zeit auszustatten, wenn der Zuluftvolumenstrom dieser Anlagen  $9 \text{ m}^3/\text{h je m}^2$  Nettogrundfläche überschreitet. Die Übereinstimmungsprüfung sollte folgende Grundsätze berücksichtigen:

- ▶ Für die Umsetzung einer selbsttätigen Volumenstromregelung sind keine speziellen technischen Lösungen vorgegeben. Denkbar wären hier: Präsenzsteuerung in kleinen Aufenthaltsräumen, Luftqualitäts- oder Raumtemperaturregelungen mit variablen Volumenströmen in größeren Aufenthaltsräumen.
- ▶ Bei der Einstellung der Volumenströme nach der Zeit muss ein regelmäßig auftretendes Lastprofil bekannt sein und einer Steuerung hinterlegt werden, nach dem innerhalb der Betriebszeit abgestufte Luftvolumenströme eingestellt werden.

#### 4.3.10 Gewerke- und anlagenübergreifende Energiebedarfsbewertung

Größere Nichtwohngebäude können eine Vielzahl von raumluftechnischen Anlagen beinhalten. In älteren Bestandsgebäuden ist eine Tendenz zu großen Anlagen erkennbar, heutige Gebäude weisen eher eine kleinteiligere Struktur auf. Die Zahl der Anlagen eines Gebäudes hängt von räumlichen und funktionalen Gesichtspunkten ab und kann zweistellige Größenordnungen annehmen. Dabei können die Anlagendimensionen sehr unterschiedlich ausfallen: von der zentralen Laborlüftungsanlage bis zur dezentralen Einzelraumlüftung eines Batterieraumes.

Wenn in einem Gebäude mehrere RLT-Anlagen installiert werden, kann die Aussagefähigkeit der Energieeffizienz durch Einführung einer anlagenübergreifenden Bewertung verbessert werden. Eine Berücksichtigung von Kälteanlagen ist sinnvoll, um ihren Energieverbrauch zusammen mit den RLT-Anlagen zu erfassen. Eine derartige gewerke- und anlagenübergreifende Energieverbrauchs-bewertung sollte grundsätzlich eine nach Energiebedarf gewichtete Gesamteinordnung und Kennzeichnung der wesentlichen Anlagen ermöglichen.

Folgende Vorgehensweise wurde im Projekt erarbeitet und in der Testsoftware realisiert und erprobt.

Ausgangssituation:

- ▶ Die Effizienzbewertung nach DIN SPEC 15240 (2019) erfolgt für raumluftechnische Anlagen bereits anhand des berechneten absoluten Jahres-Primärenergiebedarfs in MWh. Durch Addition der Bedarfswerte entsteht eine nach Anlagengröße, -ausstattung und normativer Betriebszeit gewichtete Gesamtaussage.
- ▶ Für kältetechnische Anlagen erfolgt die Bewertung durch einen spezifischen Energiekennwert. Dieser stellt eine saisonale Arbeitszahl dar, die neben der reinen Erzeugung auch Nebenantriebe wie Pumpen in Kühlwasser, Kaltwasserprimär- und Kaltwassersekundärkreisen beinhaltet. Die Arbeitszahl EKK beschreibt das endenergetische Verhältnis von Nutzen (Kältearbeit) zu Aufwand (Energieeinsatz). Für wärmegetriebene Systeme wie Absorptionskältemaschinen erfolgt eine primärenergetisch-äquivalente Umrechnung auf einen gleichwertigen elektrischen Antrieb. Bekannt sind die Nennleistung des Erzeugers und die Zusammensetzung (Leistungsanteile) der Abnehmergruppen (z. B. RLT-Kühlung, Raumkühlung, Nutzungsart). Absolute jährliche Bedarfswerte liefert das bestehende Verfahren nicht.

Um die Effizienzkennwerte der raumluftechnischen Anlagen und der kältetechnischen Anlagen in geeigneter Weise zu einem Gebäude- oder Gewerkekennwert zusammenzuführen, ist die Bildung absoluter Bedarfswerte sinnvoll. Um eine Einstufung der Gebäude- bzw. Gewerkeeffizienz vornehmen zu können, müssten die Ermittlung der absoluten Jahres-Primärenergiebedarfs-werte sowohl für den Ist-Zustand als auch für den Referenzwert gleichermaßen vorgenommen werden.

Dies kann in folgender Weise vorgenommen werden:

- ▶ Die Leistungsanteile jeder Kälteerzeugungseinheit werden anhand der Zonierung und Nutzungsprofile aufgeteilt in die Bestandteile: RLT-Kühlung und Raumkühlung.

- Aus den Leistungsanteilen Raumkühlung des Erzeugers werden Primärenergiebedarfswerte errechnet. Diese entstehen für jede versorgte Zonen durch Multiplikationen der Leistungsanteile mit den jährlichen Betriebsstunden und mittleren Auslastungsgraden. Die jährlichen Betriebsstunden sind aus der Bewertung der Hilfsenergien (Pumpen) bereits im Verfahren integriert. Auslastungsgrade je Nutzungsart müssen neu eingefügt werden.
- Die Kälte-Leistungsanteile für RLT-Kühlung sind in der Gesamtbilanzierung der ersten beiden Schritte noch nicht berücksichtigt, da die Bewertung der RLT-Anlagen zunächst einheitlich mit einer saisonalen Leistungsziffer von 2,7 erfolgt. Dies wird laufend eingerechnet, was allerdings bedeutet, dass bei jeder Veränderung auf der Kälteseite (Hinzufügen, Löschen, Korrigieren) eine Neubewertung der RLT-Primärenergiebedarfswerte erfolgen muss. Um dies einfach und transparent zu gestalten, wird bei der Berechnung der RLT-Anlagen immer der Anteil der Kühlung am Jahres-Primärenergiebedarf ausgewiesen.
- Aus allen Kälteerzeugungsanlagen wird der leistungsgewichtete Mittelwert  $E_{KK,RLT,av}$  errechnet, der sich ausschließlich aus den Leistungsanteilen für RLT-Kühlung ergibt. Versorgt z. B. eine Kältemaschine nur Raumkühlsysteme, geht deren EKK-Wert nicht in die Mittelwertbildung ein.
- Nach jeder Änderung auf der Kälteseite werden die Jahresprimärenergiebedarfswerte nach folgender Gleichung korrigiert.

$$Q_{p,RLT,korr} = Q_{p,RLT} \cdot \left( 1 - f_{p,Kälte} + f_{p,Kälte} \frac{2,70}{E_{KK,RLT,av}} \right)$$

mit:  $f_{p,Kälte}$  als Faktor für den Anteil der Kälte am Jahres-Primärenergiebedarf

- Die Jahres-Primärenergiebedarfswerte werden sowohl für die RLT-Anlagen als auch für die Raumkühlung durch Kälteerzeuger aufsummiert. Analog wird für die Referenzanlagen gleicher Dimensionierung und gleicher Nutzung verfahren. Die Gegenüberstellung von Ist-Wert und Referenzwert gestattet eine Gesamtbewertung für das Gebäude bzw. das Gewerk.

Die Vorgehensweise hat den Vorteil der für den Nutzer sehr leicht handhabbaren Anwendung bzw. Bedienung. Der Nachteil besteht darin, dass die unterschiedlichen Kälteerzeuger lediglich nach der Leistung gewichtet werden (Arbeitsanteil = Leistungsanteil). Bei unterschiedlich effizienten Maschinen und Unterscheidung in Grundlast- und Spitzenlastmaschine könnten abweichende Arbeitsanteile auftreten. Allerdings wäre diese Situation vorrangig in Bestandsgebäuden und seltener in Neubauten anzutreffen sein. Der häufigere Fall: hocheffizientes System für die Raumkühlung (mit hoher Volllaststundenanzahl) und weniger effizientes System für die RLT-Kühlung (mit geringerer Volllaststundenanzahl) wäre dagegen korrekt abgebildet.

### Auslastungsgrade für Raumkühlsysteme

Die Auslastungsgrade für die Raumkühlung lassen sich analytisch nicht berechnen, da dazu detaillierte Angaben und komplexe Berechnungen für die Gebäudezonen notwendig wären. Auch eine Übernahme der Ergebnisse aus dem Gebäude-Energieausweis wird nicht für sinnvoll erachtet, da diese im Regelfall auf deutlich zu geringen Wärmelastannahmen beruhen.

Im Verfahren für die RLT-Bewertung nach DIN SPEC 15240 (2019) wurde bereits ein vereinfachtes Kühllastmodell implementiert. Allerdings basiert dies auf monatlich abgestuften Luftvolumenströmen und nicht auf Energiebedarfswerten.

In Tabelle 18 wird dies verdeutlicht.

- Die Spitzenlastvolumenströme für die Raumkühlung werden für die Monate Mai – September pauschal abgestuft.



- Die Kühllast ergibt sich aus dem Volumenstrom und der Untertemperatur (Abluft – Zuluft).
- Eine typische Auslegung für Mischlüftungssysteme beträgt 8 K (z. B. 26 °C – 18 °C). Allerdings wird nicht in jedem Monat die Ablufttemperatur dauerhaft 26 °C betragen. In Tabelle 18 wurde daher die mittlere Untertemperatur monatlich zwischen 3 K und 6 K angepasst.
- Unter Zuhilfenahme der monatlichen Betriebsstufen, der abgestuften Betriebsstunden und Volumenströme ergibt sich eine jährliche Volllaststundenzahl von 555 h/a und eine mittlere jährliche Auslastung von 38 %.

**Tabelle 18: Berechnung äquivalenter Volllaststunden für die Raumkühlung aus dem bestehenden Modell nach DIN SPEC 15240 (2019) für monatlich abgestufte Volumenströme**

|      | Tage<br>[d/Mon.] | Lastanteil<br>Luftvolumen-<br>strom<br>[h/Mon.] | Betriebs-<br>stunden<br>[K] | mittlere<br>Unter-<br>temperatur<br>[K] | maximale<br>Unter-<br>temperatur<br>[h/Mon.] | Volllast-<br>stunden<br>[h/Mon.] |
|------|------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|
| Jan  | 31               | -                                               | 276                         | 3,0                                     | 8,0                                          | -                                |
| Feb  | 25               | -                                               | 223                         | 3,0                                     | 8,0                                          | -                                |
| Mrz  | 31               | -                                               | 276                         | 3,0                                     | 8,0                                          | -                                |
| Apr  | 30               | -                                               | 267                         | 3,0                                     | 8,0                                          | -                                |
| Mai  | 31               | 0,50                                            | 276                         | 3,0                                     | 8,0                                          | 52                               |
| Jun  | 30               | 0,50                                            | 267                         | 4,0                                     | 8,0                                          | 67                               |
| Jul  | 31               | 0,75                                            | 276                         | 5,0                                     | 8,0                                          | 129                              |
| Aug  | 31               | 1,00                                            | 276                         | 6,0                                     | 8,0                                          | 207                              |
| Sep  | 30               | 0,75                                            | 267                         | 4,0                                     | 8,0                                          | 100                              |
| Okt  | 31               | -                                               | 276                         | 3,0                                     | 8,0                                          | -                                |
| Nov  | 30               | -                                               | 267                         | 3,0                                     | 8,0                                          | -                                |
| Dez  | 31               | -                                               | 276                         | 3,0                                     | 8,0                                          | -                                |
| Jahr |                  |                                                 |                             |                                         |                                              | 555<br>von: 1.450<br>38 %        |

Im Vergleich dazu führt Tabelle 19 die Auslastungsgrade auf, die sich für die unterschiedlichen Nutzungsarten aus den Simulationen ergeben haben, auf denen die Teillastnutzungsgrade der DIN V 18599-7 beruhen. Tabelle 19 zeigt einen deutlichen Unterschied zwischen NA21 Serverraum und den übrigen Nutzungsarten auf, was erwartbar ist.

Für die übrigen Nutzungsarten liegen die Ergebnisse in ähnlicher Größenordnung, wie in Tabelle 18 hergeleitet.

**Tabelle 19: Auslastungsgrade und Betriebsstunden für Raumkühlsysteme**

| Nr. | Nutzungsart                         | Auslastungsgrad | Betriebsstunden |
|-----|-------------------------------------|-----------------|-----------------|
| 1   | Einzelbüro                          | 0,32            | 1450            |
| 2   | Gruppenbüro (2 bis 6 Arbeitsplätze) | 0,32            | 1450            |

| Nr. | Nutzungsart                                         | Auslastungsgrad | Betriebsstunden |
|-----|-----------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| 3   | Großraumbüro (ab 7 Arbeitsplätze)                   | 0,32            | 1450            |
| 4   | Besprechung, Sitzung, Seminar                       | 0,32            | 1450            |
| 5   | Schalterhalle                                       | 0,32            | 1450            |
| 6   | Einzelhandel / Kaufhaus (ohne Kühlprodukte)         | 0,31            | 1450            |
| 7   | Einzelhandel / Kaufhaus (mit Kühlprodukten)         | 0,31            | 1450            |
| 8   | Klassenzimmer (Schulen)                             | 0,33            | 418             |
| 9   | Hörsaal, Auditorium                                 | 0,37            | 510             |
| 10  | Bettzimmer                                          | 0,20            | 790             |
| 11  | Hotelzimmer                                         | 0,18            | 1134            |
| 12  | Kantine                                             | 0,30            | 637             |
| 13  | Restaurant                                          | 0,26            | 1605            |
| 14  | Küchen in Nichtwohngebäuden                         | 0,26            | 1605            |
| 15  | Küche - Vorbereitung, Lager                         | 0,26            | 1605            |
| 16  | WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden            | 0,32            | 1450            |
| 17  | Sonstige Aufenthaltsräume                           | 0,32            | 1450            |
| 18  | Nebenflächen (ohne Aufenthaltsräume)                | 0,32            | 1450            |
| 19  | Verkehrsflächen                                     | -               | 1450            |
| 20  | Lager, Technik, Archiv                              | 0,32            | -               |
| 21  | Serverraum, Rechenzentrum                           | 0,67            | 8760            |
| 22  | Werkstatt, Montage, Fertigung                       | 0,28            | 1209            |
| 23  | Zuschauerbereich (Theater und Veranstaltungsbauten) | 0,24            | 340             |
| 24  | Foyer (Theater und Veranstaltungsbauten)            | 0,24            | 340             |
| 25  | Bühne (Theater und Veranstaltungsbauten)            | 0,24            | 490             |
| 26  | Messe / Kongress                                    | 0,37            | 510             |
| 27  | Ausstellungsräume und Museum                        | 0,27            | 1955            |
| 28  | Bibliothek / Lesesaal                               | 0,31            | 1450            |
| 29  | Bibliothek / Freihandbereich                        | 0,31            | 1450            |
| 30  | Bibliothek / Magazin und Depot                      | 0,31            | 1450            |
| 31  | Sporthalle                                          | 0,33            | 990             |
| 32  | Parkhäuser (Büro- und Privatnutzung)                | -               | -               |
| 33  | Parkhäuser (öffentliche Nutzung)                    | -               | -               |
| 34  | Saunabereich (ungekühlt)                            | -               | -               |
| 35  | Fitnessraum                                         | 0,26            | 1853            |

| Nr. | Nutzungsart                           | Auslastungsgrad | Betriebsstunden |
|-----|---------------------------------------|-----------------|-----------------|
| 36  | Labor                                 | 0,27            | 652             |
| 37  | Untersuchungs- und Behandlungsräume   | 0,32            | 1450            |
| 38  | Spezialpflegebereiche                 | 0,22            | 874             |
| 39  | Flure des allgemeinen Pflegebereiches | 0,20            | 790             |
| 40  | Arztpraxen und therapeutische Praxen  | 0,20            | 790             |
| 41  | Lagerhallen, Logistikhallen           | 0,25            | 339             |

Eine zu starke Differenzierung der Auslastungsgrade erscheint nicht sinnvoll. Daher wird der Auslastungsgrad für die Nutzungsart Serverraum mit 0,80 und alle übrigen Nutzungsarten mit 0,25 angenommen.

### Vorgehensweise bei Kombianlagen

Kombianlagen sind raumluftechnische Anlagen mit integrierter dezentraler Kälteerzeugung. Die korrekte Abbildung kann folgendermaßen vorgenommen werden:

- ▶ Die Kältemaschine wird mit der üblichen Prozedur bewertet und dabei der EKK-Wert ermittelt. Wird die Kälteanlage als RLT-integriert gekennzeichnet, geht der EKK-Wert nicht in die Mittelwertbildung  $EKK_{RLT,av}$  ein.
- ▶ Die Kombianlage wird als neue RLT-Anlage angelegt. Dabei erfolgt die Kennzeichnung als Kombianlage und der entsprechende EKK-Wert geht direkt in die Bewertung ein. Diese Anlage wird dann von der nachträglichen Korrektur mit dem Wert  $EKK_{RLT,av}$  ausgenommen.

Die Programmsteuerung könnte in einer späteren Anwendersoftware bedienerfreundlich automatisiert werden.

### Effizienzkriterium für das Gebäude

Das Qualitätskriterium für das Gewerk bzw. das Gebäude kann wie bei einer Einzelanlage anhand der Referenz-Primärenergiebedarfswerte skaliert werden.

Die Kriterien für die Erreichung des Siegels und den Zusatz „Exzellenz“ sind in Abschnitt 4.3.4.2 detailliert beschrieben.

### Bagatellgrenzen

Bagatellgrenzen wurden eingeführt, um die Wirtschaftlichkeit des Prozesses des Energielabels und des damit verbundenen Qualitätssicherungsprozesses zu gewährleisten.

In den meisten auch größeren Gebäuden wird eine Vielzahl kleinerer dezentraler Anlagen betrieben, z. B.:

- ▶ Be- und Entlüftungseinlagen kleiner Technikräume
- ▶ Splitklimageräte für einzelne Räume.

Insbesondere der Qualitätssicherungsaufwand wäre für kleinere Anlagen unverhältnismäßig im Vergleich zu den zu erwartenden Energiekosten dieser Anlagen.

Untersucht wurden relative und absolute Grenzen - umgesetzt wurde folgender Ansatz:

- ▶ Unter die Bagatellgrenze würden die Anlagen fallen, die in Summe 10 % des gesamten Außenluftvolumenstroms bzw. 10 % der gesamten Kälteleistung unterschreiten.

## Beispiel

Die Vorgehensweise soll anhand des Beispiels in Abbildung 11 erläutert werden.

- ▶ Die untere Tabelle enthält drei Kälteerzeugungsanlagen. Maschine 1 dient zu 100 % der RLT-Kühlung, Maschine 2 zu 100 % der Raumkühlung und bei Maschine 3 handelt es sich um eine in einem Lüftungsgerät integrierte Maschine (Spalte H - Bestandteil einer Kombianlage).
- ▶  $EKK_{RLT,av}$  beträgt 4,56, weil ausschließlich Maschine 1 der Kaltwasserversorgung von RLT-Anlagen dient.
- ▶ Von den zwei RLT-Anlagen wird eine Anlage mit Kaltwasser versorgt. Hier muss der Primärenergiebedarfskennwert (Spalte 3) mit dem  $EKK_{RLT,av}$  von 4,56 anstelle 2,70 (Standardwert) korrigiert werden, der Vergleichs-Primärenergiebedarf analog (Spalte 4), um anschließend zum absoluten Primärenergiebedarf mit dem Nennvolumenstrom multipliziert zu werden. Die Korrektur erfolgt für die Kälteanteile 0,17 (Spalte 5) bzw. 0,14 (Spalte 6). RLT-Anlage 2 ist eine Kombianlage (Spalte 8), bei der der EKK-Wert der Kältemaschine 3 bereits in die Berechnung eingegangen ist. Die korrigierten und unkorrigierten spezifischen Bedarfswerte werden mit dem Nennvolumenstrom multipliziert und zum Gesamt-Primärenergiebedarf Ist 90.748 kWh und Referenz: 96.550 kWh aufaddiert.
- ▶ Der Jahres-Primärenergiebedarf Raumkühlung ergibt sich für die Maschine 2 aus dem Produkt Leistung · Betriebsstunden · Auslastungsgrad · 1/EKK · Primärenergiefaktor:  $100 \text{ kW} \div 4,88 \cdot 1.450 \frac{\text{h}}{\text{a}} \cdot 0,25 \cdot 1,80 = 13.372 \text{ kWh/a}$  (Spalte E). Die Vorgehensweise für den Vergleichsbedarf ist analog (Spalte F).
- ▶ Die Bedarfswerte für RLT und Raumkühlung werden addiert und den Vergleichsbedarfswerten gegenübergestellt. Das Kriterium: Einhaltung des Vergleichswertes GEG wird erreicht bzw. um 7 % unterschritten.

**Abbildung 11: Berechnungsbeispiel (aus Tabellenkalkulation)**

| Bezeichnung                             | Nennvolumenstrom | Ist-Kennwert     | GEG-Kennwert     | Anteil Kälte Ist | Anteil Kälte GEG | RLT-Kühlbedarf | integrierte Kälteerzeugung |
|-----------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------------------|
| [-]<br>1                                | [m³/h]<br>2      | [Wh/(m³/h)]<br>3 | [Wh/(m³/h)]<br>4 | [-]<br>5         | [-]<br>6         | [kWh]<br>7     | [-]<br>8                   |
| RLT-Anlage 1                            | 8.000            | 6,15             | 6,21             | 0,17             | 0,14             | 45.788         | -                          |
| RLT-Anlage 2                            | 8.000            | 5,62             | 6,21             | 0,09             | 0,14             | 44.960         | x                          |
| Primärenergiebedarf IST-Anlagen RLT     |                  |                  |                  |                  | 90.748           | kWh            |                            |
| Primärenergiebedarf Referenzanlagen RLT |                  |                  |                  |                  | 96.550           | kWh            |                            |

| Bezeichnung                                        | Nennleistung | Ist-Kennwert   | GEG-Kennwert   | Raumkühlbedarf Ist | Raumkühlbedarf GEG | Leistungsanteil RLT | Erzeuger in RLT integriert |
|----------------------------------------------------|--------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|
| [-]<br>A                                           | [kW]<br>B    | [kWh/kWh]<br>C | [kWh/kWh]<br>D | [kWh]<br>E         | [kWh]<br>F         | [-]<br>G            | [-]<br>H                   |
| Maschine 1                                         | 100          | 4,56           | 4,53           | -                  |                    | 1,00                | -                          |
| Maschine 2                                         | 100          | 4,88           | 4,38           | 13.372             | 14.897             | -                   | -                          |
| Maschine 3                                         | 50           | 6,77           | 4,53           | -                  | -                  | 1,00                | x                          |
| Mittlerer E_KK-Kennwert für RLT:                   |              | 4,56           | 4,53           |                    |                    |                     |                            |
| Primärenergiebedarf IST für Raumkühlung            |              |                |                |                    | 13.372             | kWh                 |                            |
| Primärenergiebedarf GEG-Vergleichswert Raumkühlung |              |                |                |                    | 14.897             | kWh                 |                            |
| Gesamt-Primärenergiebedarf Ist                     |              |                |                |                    | 104.120            | kWh                 |                            |
| Gesamt-Primärenergiebedarf GEG-Vergleichswert      |              |                |                |                    | 111.448            | kWh                 |                            |
| Erfüllungsgrad gesamt                              |              |                |                |                    | 93%                |                     |                            |

Quelle: Eigene Abbildung (schiller engineering)

## 4.4 Dokumentation

Für die Dokumentation des entwickelten Qualitätssicherungsprozesses wurde das Konzept eines Handbuches entwickelt, welches die Nutzer klar, einfach und sicher durch alle Stufen der Qualitätssicherung leitet. Sowohl Planende und Prüfende, aber auch Auftraggeber sollen verstehen wie der Qualitätssicherungsprozess und die Labelvergabe ablaufen. In der Ausführung wurde daher auf die Kommunikationsbedürfnisse der unterschiedlichen Gruppen eingegangen. Das Vorgehen wird so konkret wie möglich geschildert und anhand von Beispielen illustriert: Das Handbuch liefert einen Rahmenplan der Qualitätssicherung – je nach den konkreten Gegebenheiten entscheiden Prüfer und Prüferinnen über die genaue Umsetzung.

Für jeden Schritt geht klar hervor, wer beteiligt ist und wer wann mit wem über was kommunizieren sollte. Insbesondere werden die Planerinnen und Planern darauf hingewiesen, welche Daten/Informationen sie den Prüfenden wann liefern müssen, und umgekehrt der oder die Prüfende, wann er oder sie welche Rückmeldung zu geben hat.

Das Handbuch zum Qualitätssiegel Raumluftechnik ist im Internet des Umweltbundesamtes unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/qualitaetssiegel-raumluftechnik-handbuch> veröffentlicht.

### 4.4.1 Anwenderhandbuch – Struktur und Inhalte

Der Hauptteil des Handbuchs ist übersichtlich in drei Teile gegliedert:

#### **Basis**

Eine vorangestellte Einleitung fasst die Motivation, die Inhalte und den Ablauf – illustriert durch eine Übersichtsskizze - des Qualitätssicherungsprozesses zusammen.

Im Anschluss werden die Grundlagen des Qualitätssicherungsprozesses vorgestellt: die Kriterien für die Vergabe der Auszeichnung, die Gestaltung des Qualitätssiegels Raumluftechnik und des Energielabels, die Einbindung der Software in den Prozess und die Anforderungen an den Prüfer oder die Prüferin als „unabhängigen Dritten“.

#### **Prozess**

Die Prozessbeschreibung ist in Abschnitte für jede der drei Qualifizierungsphasen – Entwurfs-, Installations- und Betriebsqualifizierung- geteilt.

Eine Zusammenfassung zu Beginn jedes Abschnitts erlaubt eine schnelle Übersicht über den jeweiligen Prozessschritt. In einer Informations-Box werden die notwendigen Dokumente und die zu übermittelnden Ergebnisse grafisch hervorgehoben. Das Vorgehen und die Beurteilungsschritte für die Qualifizierungsphase werden detailliert erläutert. Konkrete Beispiele illustrieren die Überlegungen und zeigen sinnvolle Ansatzpunkte auf, um den Nutzern und Nutzerinnen den Prozess zu erleichtern. Jeder Abschnitt schließt mit einer Vorlage für eine vom Prüfer oder der Prüferin auszufüllenden Erklärung.

#### **Ergebnis**

In diesem Kapitel wird die Dokumentation des Qualitätssiegels dargestellt. Die Dokumente für den Auftraggeber bestehen aus:

- ▶ Siegel-Urkunde und Anlagenübersicht (bei Zertifizierung des Gewerks Raumluftechnik)
- ▶ Selbsterklärung des Prüfers oder der Prüferin zu Unabhängigkeit und Qualifikation
- ▶ Den technischen Erklärungen von Prüfer oder Prüferin für jede Qualifizierungsphase
- ▶ Energielabel (in den ersten Phasen: vorläufige Energielabel).

## Anhang

Im Anhang werden die genauen Kriterien die energetische Bewertung, die Vergabe Sterne auf dem Energielabel und die Vergabe des Exzellenz-Zusatzes erläutert. Zusätzlich werden Hinweise gegeben für das Vorgehen bei der Prüfung der Übereinstimmung der RLT-Anlagen mit dem Gebäudeenergiegesetz und Ökodesign-Anforderungen.

### Erläuterung der Software

Die Anleitung für die vom Prüfer genutzte begleitende Software ist nicht Teil des Anwenderhandbuches. Diese wird als Modul in branchenübliche Software eingebunden. Die Rolle der Software wird in einem Abschnitt zu den Grundlagen des Qualitätssicherungsprozesses im Handbuch erklärt. Anmerkungen in der Beschreibung der Qualifizierungsschritte verweisen für bestimmte Tätigkeiten auf die Software.

Die Erstellung eines Bedienhandbuchs bzw. einer Online-Unterstützung für die Software muss durch den Hersteller / Entwickler der kommerziellen Software vorgenommen werden. Gliederung, Grafiken, ggf. einzelne Bezeichner und Funktionalitäten können sich im Entwicklungsprozess ändern und bei den verschiedenen Herstellern auch unterschiedlich ausfallen. Schließlich ist auch noch offen, ob die Software als eigenständiges Programm oder implementiert in eine vorhandene Software sinnvoll ist. Diese Marketing-Überlegungen verbleiben beim Hersteller.

## 4.5    Qualitätssicherung für die Softwareentwicklung

Für die Qualitätssicherung der von kommerziellen Softwareherstellern zu entwickelnden Anwendungen, wurden mehrere Schritte erfolgreich umgesetzt.

Die im Projektverlauf entwickelte Test-Software wurde gründlich validiert und dient nun abschließend als Benchmark. Die Validierung erfolgte durch manuelle Nachrechnung bzw. den Einsatz von Tabellen-Kalkulationsprogrammen. Alle vorgenommenen Erweiterungen und Änderungen wurden einzeln validiert und abschließend auch auf gegenseitige Überlagerungen und Beeinflussungen hin getestet.

Für die energetische Einzelbewertung von RLT- und Kälteanlagen wurden je Anlagentyp 10 Beispiele erstellt, die die ganze Bandbreite von Anlagentypen und Zonen umfassen. Zusätzlich wurden zwei Beispiele für kombinierte Anlagen mit integrierter Kältetechnik erstellt. Diese Beispiele wurden mit sämtlichen Ein- und Ausgabegrößen ausführlich dokumentiert und dienen später als Benchmark für die Vergleichsrechnungen der kommerziellen Softwareanbieter. Die Testbeispiele und die Dokumentation des Algorithmus sind Bestandteile der separaten Softwaredokumentation und werden vom BAFA<sup>5</sup> auf Nachfrage zur Verfügung gestellt. Für die Nutzung der Software sind durch die Software-Hersteller Mindestanforderungen an die Software-Qualität zu erfüllen, die mit einer Nutzervereinbarung definiert werden.

---

<sup>5</sup> Kontaktdaten unter [www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Raumluftechnische Anlagen\\_neu/raumluftechnische\\_anlagen\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Raumluftechnische_Anlagen_neu/raumluftechnische_anlagen_node.html)



**Abbildung 12: Anlagenübersicht Beispielanlagen RLT (Screenshot Testsoftware)**

|   | Bezeichnung | Volumenstrom | Ist-Kennwert | Ref.-Kennwert | Klasse   | THM-Klasse | Zähler Sensorik | Hygiene | Luftqualität | Jahresprimär-energiebedarf | Kälteanteil IST | Kälteanteil REF | Kälte integriert |
|---|-------------|--------------|--------------|---------------|----------|------------|-----------------|---------|--------------|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| ▶ | RLT_01      | 5.000        | 17,17        | 4,85          | Klasse F | THM-C3     | *               | *       | ODA2 - SUP1  | 64,5                       | 0,06            | 0,15            |                  |
|   | RLT_02      | 5.000        | 17,11        | 7,16          | Klasse E | THM-C4     | *               | **      | ODA1 - SUP2  | 85,6                       | 0,07            | 0,09            |                  |
|   | RLT_03      | 7.000        | 11,85        | 6,15          | Klasse D | THM-C4     | ***             | ***     | ODA2 - SUP1  | 83,0                       | 0,06            | 0,09            |                  |
|   | RLT_04      | 7.000        | 11,70        | 2,43          | Klasse F | THM-C3     | ***             | **      | ODA1 - SUP1  | 81,9                       | 0,03            | 0,20            |                  |
|   | RLT_05      | 6.000        | 17,47        | 4,48          | Klasse F | THM-C4     | *               | *       | ODA1 - SUP1  | 104,8                      | 0,05            | 0,11            |                  |
|   | RLT_06      | 25.000       | 3,53         | 2,30          | Klasse C | THM-C3     | **              | **      | ODA2 - SUP2  | 740,8                      | 0,14            | 0,15            |                  |
|   | RLT_06-1    | 25.000       | 2,62         | 2,28          | Klasse B | THM-C3     | **              | **      | ODA2 - SUP2  | 65,4                       | 0,19            | 0,15            |                  |
|   | RLT_06-2    | 25.000       | 1,94         | 2,28          | Klasse B | THM-C3     | **              | **      | ODA2 - SUP2  | 48,6                       | 0,21            | 0,15            |                  |
|   | RLT_06-3    | 25.000       | 1,87         | 2,28          | Klasse B | THM-C3     | **              | **      | ODA2 - SUP2  | 46,8                       | 0,20            | 0,15            |                  |
|   | RLT_06-4    | 25.000       | 1,57         | 2,28          | Klasse A | THM-C3     | **              | **      | ODA2 - SUP2  | 39,1                       | 0,22            | 0,15            |                  |

Quelle: Eigene Darstellung (ILK)

**Abbildung 13: Anlagenübersicht Beispielanlagen Klimakälte (Screenshot Testsoftware)**

|   | Bezeichnung           | Nennleistung [kW] | Ist-Kennwert | GEG-Kennwert | Klasse   | Erzeugertyp             | Zähler Sensorik | Ökologie | SommerfWS | Raumkühlung Ist | Raumkühlung GEG | Anteil RLT | RLT-integriert |
|---|-----------------------|-------------------|--------------|--------------|----------|-------------------------|-----------------|----------|-----------|-----------------|-----------------|------------|----------------|
|   | GEO01 (Sonde)         | 250               | 16,30        | 4,62         | Klasse A | Geothermische Erzeug... | **              | ***      | **        | 58.912          | 208.064         | 0,50       |                |
|   | GEO02 (Brunnen)       | 500               | 26,00        | 4,43         | Klasse A | Geothermische Erzeug... | **              | ***      | **        | 2.822           | 16.562          | 0,50       |                |
|   | KKM01 (Kolben)        | 250               | 4,61         | 4,62         | Klasse C | Kompressionsmaschine    | **              | *        | *         | 208.399         | 208.064         | 0,50       |                |
| ▶ | KKM03 (Schraube)      | 500               | 5,13         | 4,43         | Klasse B | Kompressionsmaschine    | **              | **       | ***       | 14.291          | 16.562          | 0,50       |                |
|   | KKM04 (Kolben)        | 100               | 3,46         | 4,47         | Klasse C | Kompressionsmaschine    | -               | *        | **        | 0               | 0               | 1,00       |                |
|   | KKM05 (Turbo)         | 600               | 6,97         | 5,36         | Klasse B | Kompressionsmaschine    | **              | **       | ***       | 6.220           | 8.080           | 0,90       |                |
|   | KKM06 (Kolben)        | 50                | 6,04         | 5,04         | Klasse B | Kompressionsmaschine    | *               | *        | ***       | 104.423         | 125.193         | 0,00       |                |
|   | RAC01 (VRF)           | 50                | 4,15         | 4,54         | Klasse C | Raumklimasystem         | -               | *        | ***       | 50.206          | 45.889          | 0,00       |                |
|   | SKM02 (Solar)         | 100               | 6,34         | 4,38         | Klasse B | Absorptionsmaschine     | ***             | ***      | ***       | 10.292          | 14.913          | 0,00       |                |
|   | SKM03 (2-stufig, Bio) | 1.000             | 3,65         | 5,12         | Klasse D | Absorptionsmaschine     | -               | ***      | *         | 178.616         | 127.436         | 0,00       |                |

Quelle: Eigene Darstellung (ILK)

**Abbildung 14: Anlagenübersicht Beispielanlagen RLT-integrierte Kälte - Kombianlagen (Screenshot Testsoftware)**

|   | Bezeichnung | Volumenstrom | Ist-Kennwert | GEG-Kennwert | Klasse   | THM-Klasse | Zähler Sensorik | Hygiene | Luftqualität | Jahresprimär-energiebedarf | Kälteanteil IST | Kälteanteil GEG | Kälte integriert |
|---|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|------------|-----------------|---------|--------------|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| ► | RLT01_int   | 20.000       | 5,62         | 6,82         | Klasse B | THM-C3     | -               | **      | ODA2 - SUP2  | 112,4                      | 0,12            | 0,13            | x                |
|   | RLT02_int   | 5.000        | 13,54        | 11,81        | Klasse B | THM-C4     | -               | **      | ODA1 - SUP1  | 067,7                      | 0,06            | 0,07            | x                |

|   | Bezeichnung | Nennleistung [kW] | Ist-Kennwert | GEG-Kennwert | Klasse   | Erzeugertyp          | Zähler Sensorik | Ökologie | SommerWS | Raumkühlung Ist | Raumkühlung GEG | Anteil RLT | RLT-integriert |
|---|-------------|-------------------|--------------|--------------|----------|----------------------|-----------------|----------|----------|-----------------|-----------------|------------|----------------|
| ► | KKM01_int   | 50                | 5,14         | 4,47         | Klasse B | Kompressionsmaschine | -               | *        | ***      | 0               | 0               | 1,00       | x              |
|   | KKM02_int   | 20                | 2,46         | 4,22         | Klasse D | Kompressionsmaschine | -               | *        | *        | 0               | 0               | 1,00       | x              |

Quelle: Eigene Darstellung (ILK)

Die übergreifende Gebäude- bzw. Gewerkebilanzierung zum Jahres-Primärenergiebedarf wird wurde an drei Beispielen ebenfalls für Vergleichsrechnungen dokumentiert. Dafür wurden mehrere der Beispielanlagen so kombiniert, dass die virtuell erzeugten Gebäude die Anforderungen für das Qualitätssiegel nicht erreichen, die Anforderungen erfüllen oder mit Exzellenz erfüllen (Abbildung 15 bis Abbildung 17). Mit den übergreifenden Gebäudebeispielen wird sichergestellt, dass im Zuge der Überführung in eine kommerzielle Software auch die anlagenübergreifende Primärenergieberechnung und die korrekte Zuordnung des Qualitätssiegels Raumluftechnik evaluiert werden kann.

Für die Speicherung von Eingabedaten wurde das CSV-Datenformat vereinbart. Ziel dieses Formates ist es, den Austausch von Projektdaten herstellerunabhängig zu ermöglichen. Der Datensatz beinhaltet alle relevanten Eingabedaten für einen vollständigen Berechnungsdurchlauf, einschließlich der ergänzenden Parameter für die Vergabe der Sterne und die Prüfung der Ökodesign-Konformität. Damit können Validierungsrechnungen vereinfacht bzw. automatisiert werden. Alle anlagenweisen Testbeispiele (12x RLT und 12x Klimakälte) liegen in digitaler Form vor. Den Softwareanbietern werden die Testbeispiele als Datensätze direkt zur Verfügung gestellt, um die Prüfung und Evaluierung zu vereinfachen. Alle anlagenweisen Testbeispiele (12x RLT und 12x Klimakälte) liegen in digitaler Form vor. Die Gebäudebewertung kann aus diesen Anlagenbeispielen zusammengesetzt werden.

Für die Darstellung der Ein- und vor allem Ausgabedaten werden Mindestanforderungen in der Softwaredokumentation definiert. So wird z. B. bei den RLT-Anlagen grundsätzlich eine grafische Darstellung der monatlichen Zuluft-, Außenluft- und Referenzluftvolumenströme gefordert, um die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse durch die Anwender zu ermöglichen. Weitere Mindestanforderungen sind: die Realisierung von Hilfefunktionen, Fehlerprüfungen und Warnhinweisen, die Gliederung der Software in sinnvolle Einheiten, die Erarbeitung von Hinweisen für Verbesserungen der Bedienerfreundlichkeit.

Die Mindestanforderungen für die Umsetzung durch die Softwarehersteller sowie die erfolgreiche Evaluierung aller anlagen- und gebäudeweisen Testbeispiele sollen Bestandteil von Nutzungsverträgen mit den Vertragspartnern werden.

**Abbildung 15: Anlagenübersicht der Beispielanlagen für ein Gebäude mit Qualitätssiegel Raumluftechnik (Screenshot Testsoftware)**

| Bezeichnung | Volumenstrom | Ist-Kennwert | GEG-Kennwert | Klasse   | THM-Klasse | Zähler Sensorik | Hygiene | Luftqualität | Jahresprimär-energiebedarf | Kälteanteil IST | Kälteanteil GEG | Kälte integriert |
|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|------------|-----------------|---------|--------------|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| ▶ RLT_06-1  | 25.000       | 2,62         | 2,28         | Klasse B | THM-C3     | **              | **      | ODA2 - SUP2  | 57,8                       | 0,19            | 0,15            |                  |
| RLT_06-2    | 25.000       | 1,94         | 2,28         | Klasse B | THM-C3     | **              | **      | ODA2 - SUP2  | 42,3                       | 0,21            | 0,15            |                  |
| RLT_06-3    | 25.000       | 1,87         | 2,28         | Klasse B | THM-C3     | **              | **      | ODA2 - SUP2  | 41,1                       | 0,20            | 0,15            |                  |
|             |              |              |              |          |            |                 |         |              |                            | 141.229         |                 |                  |
|             |              |              |              |          |            |                 |         |              |                            | 157.728         |                 |                  |

| Bezeichnung      | Nennleistung [kW] | Ist-Kennwert | GEG-Kennwert | Klasse   | Erzeugertyp          | Zähler Sensorik | Ökologie | SommerIWS | Raumkühlung Ist | Raumkühlung GEG | Anteil RLT | RLT-integriert |
|------------------|-------------------|--------------|--------------|----------|----------------------|-----------------|----------|-----------|-----------------|-----------------|------------|----------------|
| ▶ KKM06 (Kolben) | 50                | 6,04         | 5,04         | Klasse B | Kompressionsmaschine | *               | *        | ***       | 104.423         | 125.193         | 0,00       |                |
| KKM05 (Turbo)    | 600               | 6,97         | 5,36         | Klasse B | Kompressionsmaschine | **              | **       | ***       | 6.220           | 8.080           | 0,90       |                |
|                  |                   |              |              |          |                      |                 |          |           |                 | 110.643         |            |                |
|                  |                   |              |              |          |                      |                 |          |           |                 | 133.273         |            |                |

|      |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 6,97 | 5,36 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

RLT-Anlage hinzufügen

Markierte Zeile löschen

Kälteanlage hinzufügen

Markierte Zeile löschen



251.872  
291.001  
**87 %**

Quelle: Eigene Darstellung (ILK)

**Abbildung 16: Anlagenübersicht der Beispielanlagen für ein Gebäude mit Qualitätssiegel Raumluftechnik Exzellenz (Screenshot Testsoftware)**

|         | Bezeichnung | Volumenstrom | Ist-Kennwert | GEG-Kennwert | Klasse   | THM-Klasse | Zähler Sensorik | Hygiene | Luftqualität | Jahresprimär-energiebedarf | Kälteanteil IST | Kälteanteil GEG | Kälte integriert |
|---------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|------------|-----------------|---------|--------------|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| ▶       | RLT_06-1    | 25.000       | 2,62         | 2,28         | Klasse B | THM-C3     | **              | **      | ODA2 - SUP2  | 58,2                       | 0,19            | 0,15            |                  |
|         | RLT_06-2    | 25.000       | 1,94         | 2,28         | Klasse B | THM-C3     | **              | **      | ODA2 - SUP2  | 42,7                       | 0,21            | 0,15            |                  |
|         | RLT_06-3    | 25.000       | 1,87         | 2,28         | Klasse B | THM-C3     | **              | **      | ODA2 - SUP2  | 41,1                       | 0,20            | 0,15            |                  |
|         | RLT_06-4    | 25.000       | 1,57         | 2,28         | Klasse A | THM-C3     | **              | **      | ODA2 - SUP2  | 33,8                       | 0,22            | 0,15            |                  |
|         |             |              |              |              |          |            |                 |         |              |                            |                 |                 |                  |
| 175.013 |             |              |              |              |          |            |                 |         |              |                            |                 |                 |                  |
| 210.304 |             |              |              |              |          |            |                 |         |              |                            |                 |                 |                  |

|         | Bezeichnung   | Nennleistung [kW] | Ist-Kennwert | GEG-Kennwert | Klasse   | Erzeugertyp          | Zähler Sensorik | Ökologie | SommerWS | Raumkühlung Ist | Raumkühlung GEG | Anteil RLT | RLT-integriert |
|---------|---------------|-------------------|--------------|--------------|----------|----------------------|-----------------|----------|----------|-----------------|-----------------|------------|----------------|
| ▶       | KKM05 (Turbo) | 600               | 6,97         | 5,36         | Klasse B | Kompressionsmaschine | **              | **       | ***      | 6.220           | 8.080           | 0,90       |                |
|         |               |                   |              |              |          |                      |                 |          |          |                 |                 |            |                |
| 181.233 |               |                   |              |              |          |                      |                 |          |          |                 |                 |            |                |
| 218.383 |               |                   |              |              |          |                      |                 |          |          |                 |                 |            |                |
| 83 %    |               |                   |              |              |          |                      |                 |          |          |                 |                 |            |                |

RLT-Anlage hinzufügen

Markierte Zeile löschen

Kälteanlage hinzufügen

Markierte Zeile löschen

Qualitäts-Siegel RLT  
EXZELLEENZ

Quelle: Eigene Darstellung (ILK)

Abbildung 17: Anlagenübersicht der Beispielanlagen für ein Gebäude ohne Qualitätssiegel Raumluftechnik (Screenshot Testsoftware)

|   | Bezeichnung | Volumenstrom | Ist-Kennwert | GEG-Kennwert | Klasse   | THM-Klasse | Zähler Sensorik | Hygiene | Luftqualität | Jahresprimär-energiebedarf | Kälteanteil IST | Kälteanteil GEG | Kälte integriert | RLT-Anlage hinzufügen   |
|---|-------------|--------------|--------------|--------------|----------|------------|-----------------|---------|--------------|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------------|
| ▶ | RLT01_int   | 20.000       | 5,62         | 6,82         | Klasse B | THM-C3     | -               | **      | ODA2 - SUP2  | 112,4                      | 0,12            | 0,13            | x                |                         |
|   | RLT_02      | 5.000        | 17,11        | 7,16         | Klasse E | THM-C4     | *               | **      | ODA1 - SUP2  | 80,3                       | 0,07            | 0,09            |                  | Markierte Zeile löschen |
|   | RLT_04      | 7.000        | 11,70        | 2,43         | Klasse F | THM-C3     | ***             | **      | ODA1 - SUP1  | 79,9                       | 0,03            | 0,20            |                  |                         |
|   | RLT_06      | 25.000       | 3,53         | 2,30         | Klasse C | THM-C3     | **              | **      | ODA2 - SUP2  | 77,6                       | 0,14            | 0,15            |                  |                         |
|   |             |              |              |              |          |            |                 |         |              | 350.160                    |                 |                 |                  |                         |
|   |             |              |              |              |          |            |                 |         |              | 240.495                    |                 |                 |                  |                         |

|   | Bezeichnung     | Nennleistung [kW] | Ist-Kennwert | GEG-Kennwert | Klasse   | Erzeugertyp             | Zähler Sensorik | Ökologie | SommerfWS | Raumkühlung Ist | Raumkühlung GEG | Anteil RLT | RLT-integriert | Kälteanlage hinzufügen  |
|---|-----------------|-------------------|--------------|--------------|----------|-------------------------|-----------------|----------|-----------|-----------------|-----------------|------------|----------------|-------------------------|
| ▶ | KKM01_int       | 50                | 5,14         | 4,47         | Klasse B | Kompressionsmaschine    | -               | *        | ***       | 0               | 0               | 1,00       | x              |                         |
|   | RAC01 (VRF)     | 50                | 4,15         | 4,54         | Klasse C | Raumklimasystem         | -               | *        | ***       | 50.206          | 45.889          | 0,00       |                | Markierte Zeile löschen |
|   | KKM01 (Kolben)  | 250               | 4,61         | 4,62         | Klasse C | Kompressionsmaschine    | **              | *        | *         | 208.399         | 208.064         | 0,50       |                |                         |
|   | GEO02 (Brunnen) | 500               | 26,00        | 4,43         | Klasse A | Geothermische Erzeug... | **              | ***      | **        | 2.822           | 16.562          | 0,50       |                |                         |
|   |                 |                   |              |              |          |                         |                 |          |           | 261.427         |                 |            |                | 611.586                 |
|   |                 |                   |              |              |          |                         |                 |          |           | 270.515         |                 |            |                | 511.010                 |

18,87

4,49

Quelle: Eigene Darstellung (ILK)

## 4.6 Konzeption und Zielgruppenanalyse

Ein Dialog mit den betroffenen Akteuren sollte dazu beitragen, dass sowohl die bislang erarbeiteten Werkzeuge QuickCheck<sup>6</sup> und Effizienzrechner Klima-Lüftung<sup>7</sup> als auch das entwickelte Qualitätssiegel Raumluftechnik im Markt verbreitet werden können.

Grundlage der Prozesskommunikation ist dabei ein nutzerzentriertes Vorgehen (siehe Kasten).

### Nutzerinnen und Nutzer verstehen

Um ein Produkt zu entwickeln, das tatsächlich genutzt wird, ist es entscheidend, die späteren Nutzenden gut zu kennen. Nur dann können relevante Angebote entwickelt und realisiert werden, die tatsächlich die Bedürfnisse der Nutzenden befriedigen und einen echten Mehrwert schaffen. Dazu ist es wichtig immer wieder die Perspektive der unterschiedlichen Zielgruppen einzunehmen. (Spies, 2012)

Für das Qualitätssiegel Raumluftechnik soll dies aktiv genutzt werden. Die Nutzerbedürfnisse wurden im Verlauf des Projekts genau ermittelt, um ein Tool und Label zu entwickeln, welche tatsächlich genutzt werden und von den verschiedenen Akteuren als sinnvoll und vorteilhaft angesehen werden. Da es sich um ein freiwilliges Instrument handelt, ist die positive Einstellung der Nutzenden von hoher Bedeutung für den Erfolg des Tools und Labels. Folgende Ansätze werden dazu in dem Projekt verfolgt:

**Beziehungsorientierung:** Im Beziehungsmarketing steht die Pflege und Gestaltung langfristiger Beziehungen zu den Nutzenden im Vordergrund. Die Beziehungen zu den Nutzenden und allen beteiligten Akteuren sollten auf Vertrauen und Zufriedenheit basieren, was eine aktive Analyse und Kontrolle der Beziehungen erfordert. Dabei werden Langfristigkeit, Interaktion, Kundenbindung und Dialog angestrebt. (Bruhn, 2019)

**Nutzerzentriertes Design:** Ab Mitte der 70er Jahre stellte das Marketing die Befriedigung von Kunden-Bedürfnissen bzw. des daraus abgeleiteten Bedarfs in den Mittelpunkt und hat seitdem die Bedürfnisse von Zielgruppen erforscht. Für Kundenprobleme bzw. die hinter den Problemen stehenden Bedürfnisse werden neue Produkte entwickelt. Aber nur wenn das Nutzenversprechen erfüllt wird, d.h. wenn glaubhaft gemacht wird, dass die Bedürfnisse auch befriedigt werden, wird das Produkt tatsächlich genutzt. (Gelbrich, Wünschmann, Müller, 2008)

Das nutzerzentrierte Vorgehen bezieht die Nutzenden in den Produktentwicklungsprozess mit ein. Konzepte, Ideen und Prototypen werden mit echten Nutzenden getestet, die durch ihre Rückmeldung helfen, das Produkt immer weiter zu verbessern. Dieser Prozess wird mehrmals durchlaufen, um die Idee zu optimieren und am Ende ein Angebot anzubieten, das die Nutzenden wirklich verwenden können (Jacobsen, 2018). Gleichzeitig wird mit diesem interaktiven Vorgehen eine Beziehung zu den Nutzenden aufgebaut, die weiter gepflegt werden kann. Die einbezogenen Akteure fühlen sich mit ihrer Kompetenz wahrgenommen und als Partner mit einbezogen. Sie haben einen aktiven Anteil an der Produktentwicklung, was die Motivation der späteren Anwendung des Produkts deutlich steigern kann und Vertrauen bildet.

<sup>6</sup> Verfügbar unter [www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Quickcheck/Raumluft/Navigation/quickcheck-raumluft.html](http://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Quickcheck/Raumluft/Navigation/quickcheck-raumluft.html) und [www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Quickcheck/Kaelteerzeugung/Navigation/quickcheck-kaelteerzeugung.html](http://www.deutschland-machts-effizient.de/KAENEF/Quickcheck/Kaelteerzeugung/Navigation/quickcheck-kaelteerzeugung.html)

<sup>7</sup> Verfügbar unter [www.bfee-online.de/BfEE/DE/Service/Onlinetool/einstiegsseite\\_node.html](http://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Service/Onlinetool/einstiegsseite_node.html)

#### 4.6.1    Vorgelagerte Analyse: Erfahrungen mit dem Effizienzrechner Klima-Lüftung

Der Effizienzrechner Klima-Lüftung wurde am 2. September 2019 veröffentlicht. Kommuniziert wurde der Effizienzrechner als Online-Tool insbesondere für Energie-Inspekture, aber auch für andere Fachleute wie Energieberater oder technisch versierte Betreiber (BAFA 2019).

Die Reaktionen der Branche waren gemischt. Neben einzelnen sehr positiven Reaktionen von Anwendern<sup>8</sup> haben insbesondere die Verbände BTGA und FGK skeptisch reagiert: zwar verlinken sie den Effizienzrechner Klima-Lüftung auf ihren Webseiten; eine gemeinsame Pressemitteilung beider Verbände weist jedoch darauf hin, dass der Effizienzrechner Klima-Lüftung kein Ersatz für eine professionelle Inspektion von Klima- und Lüftungsanlagen nach § 12 der Energieeinsparverordnung (EnEV) sein könne und warnt: "Wird der Effizienzrechner Klima-Lüftung falsch bedient, können die Ergebnisse zu falschen Schlussfolgerungen führen. Dadurch können die Ziele der Energetischen Inspektion gefährdet werden - beispielsweise der Einstieg in eine zielführende Sanierung." (BTGA 2019). Die Pressemitteilung wurde an verschiedenen Stellen aufgegriffen, unter anderem auch durch einen Artikel des Branchenportals CCI Dialog am 5. September 2019 (CCI Dialog 2019). Im Editorial der Fachzeitschrift CCI-Zeitung hingegen wurde der Effizienzrechner positiv bewertet, da er während oder nach einer Inspektion ein „geeignetes und gutes Hilfsmittel zur Analyse und Darstellung der Ergebnisse sei“, um das es „keine Diskussionen geben [müsse]“ (Stahl 2019). Auch in einer Telefonkonferenz am 25. Oktober 2019 mit Vertretern von BTGA, FGK und dem RLT-Herstellerverband wurde der Effizienzrechner Klima-Lüftung diskutiert. Hier kam insbesondere die Sorge zum Ausdruck, dass ohne eine klare Verknüpfung mit der energetischen Inspektion falschen Ergebnissen ein offizielles Aussehen verliehen werden könne.

Insgesamt ließen sich aus den Reaktionen folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Bewertungsmethode des Effizienzrechners, die auch in die DIN SPEC 15240 (2019) Eingang gefunden hat, ist in der Branche anerkannt und hat sich bewährt.
2. Zur Verdichtung und Zuspitzung von Inspektionsergebnissen sowie zur besseren Darstellung der Ergebnisse ist der Effizienzrechner sehr gut geeignet. Darüber hinaus erleichtert er beispielsweise ein Portfoliomanagement der Anlagen in Unternehmen mit vielen Kälte- und RLT-Anlagen, die schrittweise saniert werden sollen.
3. Kaum Akzeptanz gefunden hat die Möglichkeit, dass auch Fachleute außerhalb der energetischen Inspektion (theoretisch) ein Label ausstellen können. Zwar kann der Effizienzrechner für die Bewertung von Anlagen auch für diese weiteren Zielgruppen interessant sein; aus Sicht der Branche sollte jedoch ein offizielles Label nur in Zusammenhang mit einer energetischen Inspektion vergeben werden können.

---

<sup>8</sup> Genannt sei das Beispiel eines Energiemanagers eines großen deutschen Unternehmens mit insgesamt mehreren hundert (kleinen und großen) Anlagen, der nach eigenen Angaben rund 30 Label vergeben habe und nun eine interne Hausrichtlinie für die Nutzung des Effizienzrechners Klima-Lüftung erarbeite.



### **Nachbesserung des Effizienzrechners Klima-Lüftung erfolgt: Zusammenhang mit der energetischen Inspektion wurde hervorgehoben.**

Aus Sicht der Autoren und Autorinnen ist eine größere Akzeptanz durch die Branche für den Erfolg des Effizienzrechners Klima-Lüftung unabdingbar. Im Gespräch mit den Akteuren hat der folgende Vorschlag für den Effizienzrechner Unterstützung gefunden und wurde zwischenzeitlich im Auftrag des BAFA umgesetzt:

Ein endgültiges Label sollte beim Effizienzrechner Klima-Lüftung obligatorisch mit einem offiziellen Inspektionsbericht verknüpft sein. Da Inspektionsberichte jeweils eine beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) registrierte Nummer erhalten, wird diese Nummer nun auf dem Label angezeigt.

#### **4.6.2      Interessenlage bei den Anwendenden und Anlagenherstellern**

Die ersten Gespräche mit Anwendenden aus der RLT-Branche haben durchaus auch Bedenken gegen die Einführung weiterer Energiekennzeichnungssysteme gezeigt. Einerseits bestand ein Interesse an der Transparenz eines hohen Qualitätsstandards als Abgrenzungsmerkmal im Wettbewerb. Andererseits machte sich eine gewisse „Labelmüdigkeit“ erkennbar. Konkret wurden folgende Wünsche geäußert:

1. Beim Energielabel sollte (wie geplant) auf Freiwilligkeit gesetzt werden. Positiv gesehen würde eine Verknüpfung der geplanten Energiekennzeichnung mit Anreizsystemen (GEG, DGNB/BNB, Förderung).
2. Die Frage der Haftung wurde diskutiert. Wer haftet, wenn sich bei der Abnahme eines Gebäudes herausstellt, dass das Kennzeichnungsziel irreversibel nicht erreicht werden kann, wenn mehrere Akteure für das Gesamtwerk verantwortlich sind?
3. Eine neue Energiekennzeichnung sollte nicht dazu führen, dass die häufig ineffiziente und/oder mit mangelhafter Luftqualität verbundene Fensterlüftung in der Öffentlichkeit als energiesparender als eine mechanische Lüftung wahrgenommen wird. Eine Energiekennzeichnung sollte also keine zusätzlichen Hürden für mechanische Lüftungsanlagen aufbauen und damit Entscheidungen für Fensterlüftungen beeinflussen. Die Konkurrenzsituation zwischen Fensterlüftung und mechanischer Lüftung besteht vor allem bei Nutzungen wie Büros oder Schulen, bei denen beides denkbar ist. Bei Nichtwohngebäuden besteht die besondere Situation, dass durch das GEG kaum energetische Anreize für die Installation von Anlagen zur kontrollierten Lüftung mit Wärmerückgewinnung gesetzt werden. Während bei Wohngebäuden die Referenztechnik des GEG immer aus einer Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung besteht, ist die Referenztechnik bei Nichtwohngebäuden variabel. Entscheidet man sich für die mechanische Lüftung, ist auch die Referenzanlage eine Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung. Dadurch reduziert sich der energetische Vorteil für das geplante Gebäude gegenüber dem Referenzgebäude erheblich.
4. Positiv würde gesehen, wenn die Energiekennzeichnung mit dem Energieausweis verknüpft werden könnte, weil dadurch automatisch die maximale Verbreitung der Energiekennzeichnung erreicht werden würde. Gleichzeitig würde so stärker verdeutlicht, dass sich die Energiekennzeichnung auf die Anlage im konkreten Gebäude (also auf das Gesamtsystem) bezieht.

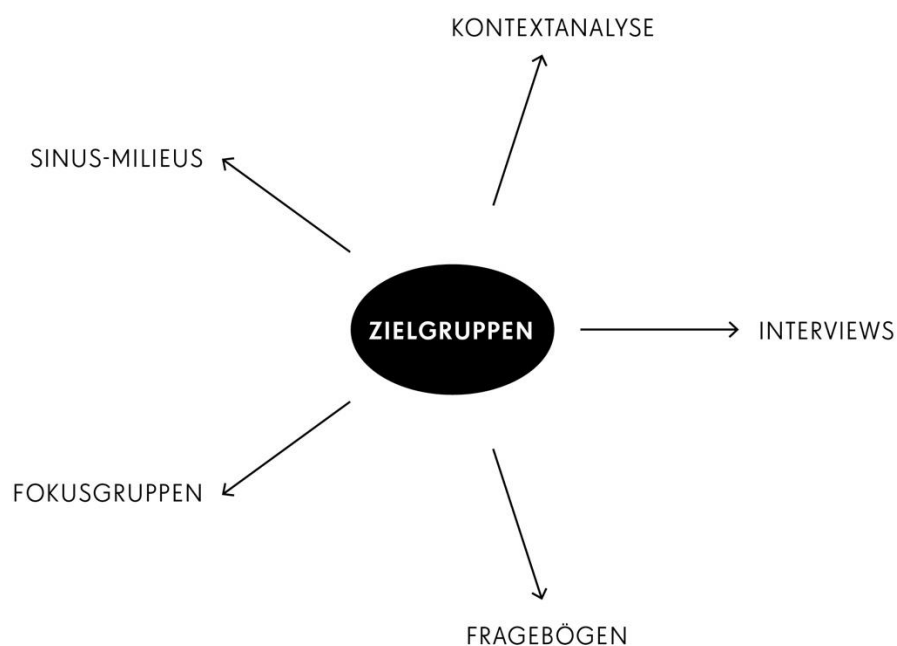
#### **4.6.3      Zielgruppenanalyse für das Qualitätssiegel Klima-Lüftung**

In diesem Schritt wurden Zielgruppen definiert, die darauffolgend quantitativ und qualitativ analysiert wurden. Für die Analyse der Zielgruppen standen die in Abbildung 18 gezeigten unterschiedlichen Instrumente zur Verfügung, z. B.:

1. Kontextanalyse
2. Interviews
3. Fragebögen
4. Fokusgruppen
5. Sinus-Milieus
6. u.a.

**Abbildung 18: Methoden der Zielgruppenanalyse**

---



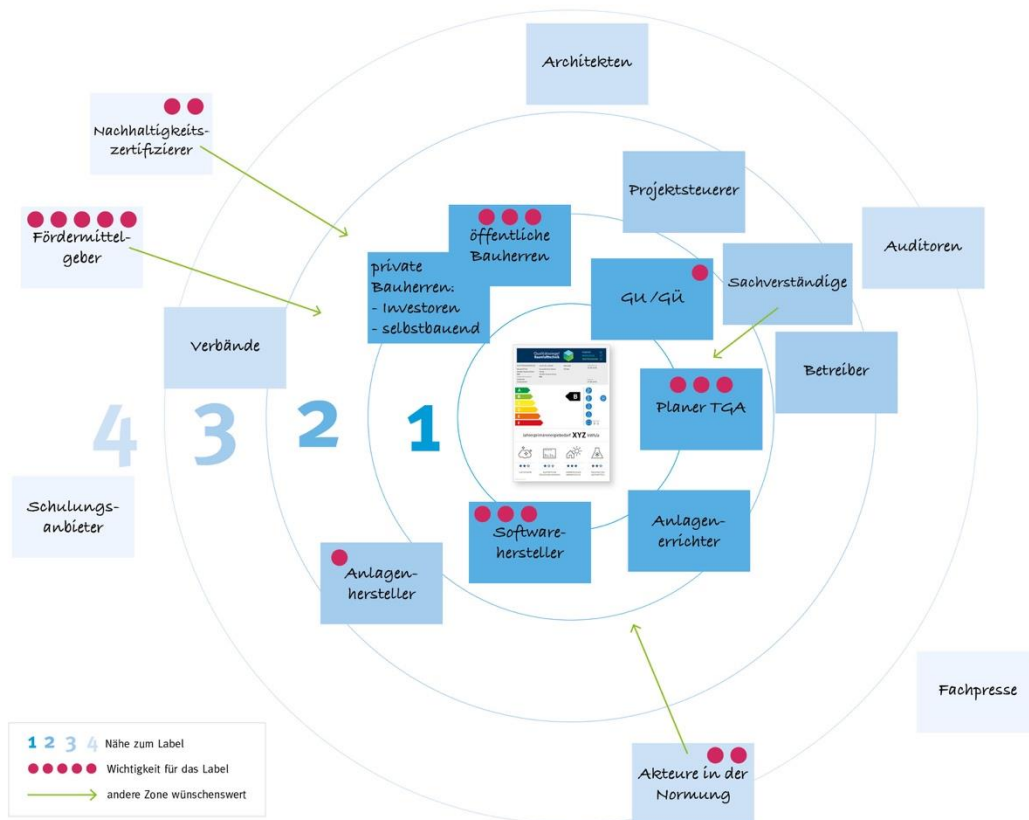
Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

Für die Entwicklung des Qualitätssiegels Raumluftechnik wurden verschiedene dieser Instrumente genutzt. Es wurde eine Fokusgruppe gebildet, die regelmäßig Feedback geben können, das in die Entwicklung des Tools und des Labels einfließt. Darüber hinaus wurden Stakeholder-Workshops veranstaltet.

#### **Erste Ergebnisse einer vorläufigen Zielgruppenanalyse**

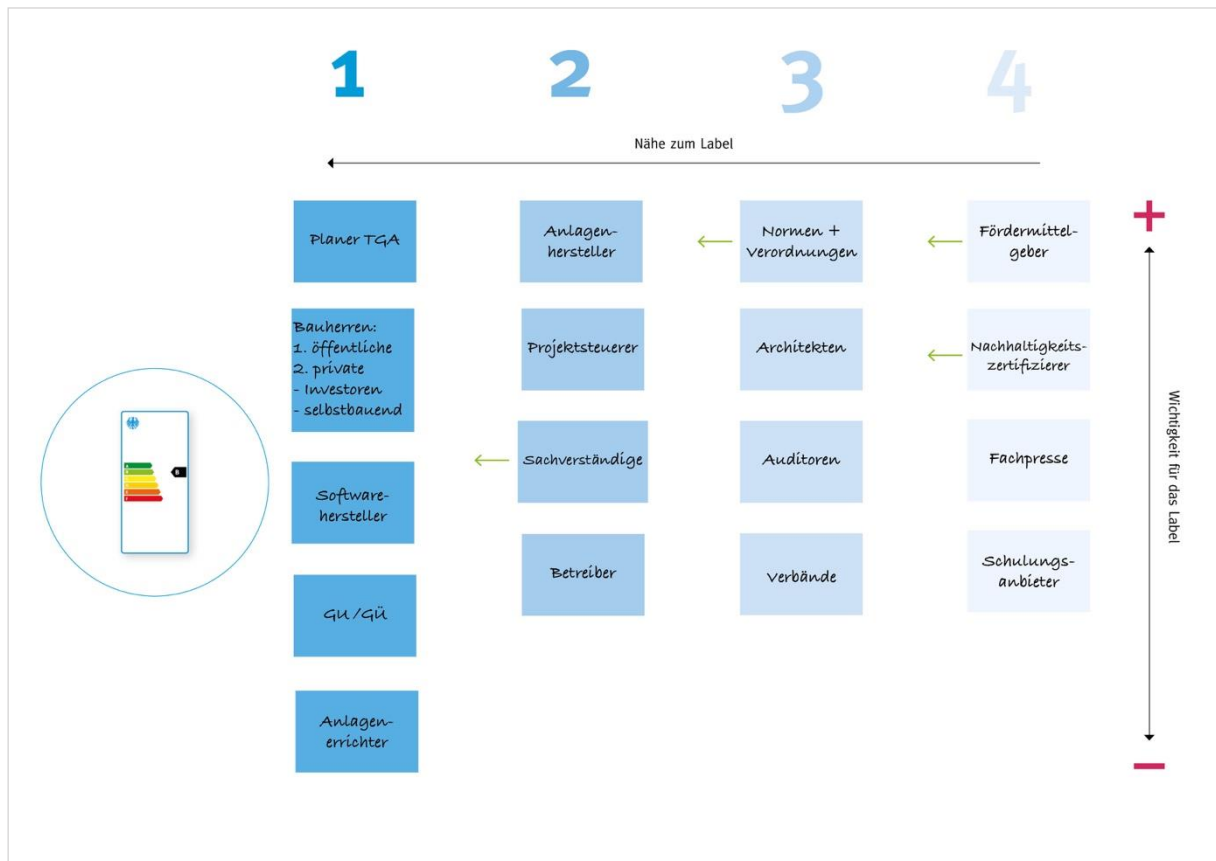
Im Auftakt-Workshop des Projekts am 2. Oktober 2019 wurden die wichtigsten Akteure und Zielgruppen gesammelt. Je näher ein Akteur/ eine Zielgruppe am Label ist, desto näher in der Mitte ist sie platziert. Die Wichtigkeit der Akteure bzw. der Zielgruppen wurde von den Teilnehmern mit Punkten markiert. Auf Basis der Workshop-Ergebnisse ergab sich folgendes Bild:

Abbildung 19: Akteure und Zielgruppen



Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

Abbildung 20 ordnet die Zielgruppen in Abhängigkeit ihrer Nähe zum Label sowie ihrer Wichtigkeit für das Label. Planende (sowohl Energieplanung als auch TGA-Planung), Bauherren, GU/GÜ, Anlagenerrichter, Anlagenhersteller sowie Software-Hersteller werden als sehr nah am Label eingestuft. Sie haben viele Berührungspunkte mit dem Prozess und werden deswegen in weiteren Schritten genauer als Zielgruppen untersucht. Eine hohe Bedeutung kommt außerdem den Nachhaltigkeitszertifizierenden und Fördermittelgebern zu, da Zertifikate und monetäre Anreize als bedeutende Motivation für die Anwendung angesehen werden. Auch die Aufnahme in Normen und Verordnungen würde die Akzeptanz des Labels steigern. Im weiteren Prozess wurden die genannten Akteure als Zielgruppen validiert. Somit ergaben sich die oben genannten Akteure als vorläufige Zielgruppen.

**Abbildung 20: Nähe zum Qualitätssiegel und Wichtigkeit für das Label der Zielgruppen**

Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

Anschließend wurden für die wichtigsten Zielgruppen Nutzerprofile in Bezug auf das zu entwickelnde Produkt erstellt. Das Profil enthält die Bereiche Aufgaben (welche Aufgaben haben die Nutzenden zu erfüllen?), Gewinne (was können sie durch die Nutzung des Produkts gewinnen?), Probleme (was hält Nutzende von der Erledigung einer Aufgabe ab? Was erschwert die Erledigung einer Aufgabe? Was macht die Erledigung einer Aufgabe unmöglich?) (Osterwalder, Pigneur, Bernarda, Smith, 2015).

Abbildung 21 stellt das im Auftaktworkshop erarbeitete Nutzerprofil für die Zielgruppe der Fachplanungsbüros und prüfenden Expertinnen und Experten dar. Sie müssen Aufgaben erfüllen wie Beratung, das Hinweisen auf Risiken, die Wünsche des Bauherrn erfragen, das Budget einhalten und Konzepte entwickeln. Sie möchten ihre Kompetenz darstellen und die Auftraggeber überzeugen. Mit der Einführung des Qualitätssiegels Raumluftechnik würde der Abstimmungsaufwand für Gewerke steigen. Vermutlich hätten die Planenden Angst vor Mehraufwand und strengerer Kontrolle. Vorteilhaft könnte das Label für sie sein, da es ihnen höhere anrechenbare Kosten ermöglichen könnte, die Kommunikation mit dem Auftraggeber erleichtern würde und als Nachweis guter Arbeit dienen könnte. Prüfende brauchen ein gut nutzbares Softwaresystem, funktionierende Prozesse und Schnittstellen. Sie sind auf eine Zahlungsbereitschaft ihrer Kunden für das Geschäftsfeld Zertifizierung angewiesen. Auf der anderen Seite könnten sich für sie neue Möglichkeiten aus dem Inbetriebnahme-Monitoring als neues Geschäftsfeld ergeben.

## Nutzerprofile für alle relevante Zielgruppen

**Abbildung 21: Nutzeranforderungen für die Zielgruppe Fachplanungsbüros und prüfende Expertinnen und Experten**



Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

**Abbildung 22: Nutzeranforderungen für die Zielgruppe Bauherren und Investoren**



Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

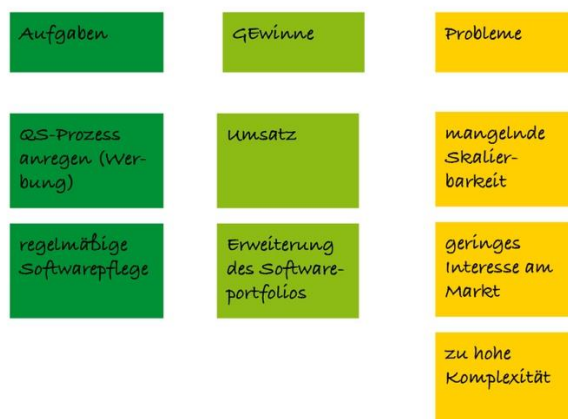
**Abbildung 23: Nutzeranforderungen für die Zielgruppe Projektsteuerer**



Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

**Abbildung 24: Nutzeranforderungen für die Zielgruppe Generalunternehmer/Generalübernehmer**


Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

**Abbildung 25: Nutzeranforderungen für die Zielgruppe Softwarehersteller**


Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

### Produktprofil und Anforderungen an die Kommunikation

Aus den vorherigen Nutzerprofilen leitete sich nach und nach ein Produktprofil ab, das Werte schafft, Hilfe bei der Aufgabenerfüllung bietet, Probleme löst und Gewinne erzeugt. Sogenannte

Problemlöser als Teil des Produkts müssen an die spezifischen Probleme der Nutzer angepasst sein. Gewinnerzeuger integrieren die für den Nutzer relevanten Gewinne in das Produkt. Die Konzeption und die begleitende Kommunikation können nur erfolgreich sein, wenn die Gewinne, die das Label den Zielgruppen bringt, identifiziert werden. So entsteht am Ende ein Produkt, das den Nutzeranforderungen der Zielgruppen entspricht und für die Nutzenden attraktiv ist (Osterwalder, Pigneur, Bernarda, Smith, 2015). Das ursprünglich geplante Produkt *Energieverbrauchskennzeichnung für neue Klima- und Lüftungsanlagen* wurde angepasst, sodass es Nutzenden so gut wie möglich bei der Aufgabenerfüllung hilft: im Ergebnis entstand das Konzept des Produkts *Qualitätssiegel Raumluftechnik*.

Diese Notwendigkeit einer passgenauen Gestaltung lässt sich auf die Kommunikation übertragen. Um Zielgruppen zu erreichen, muss die Kommunikation auf die konkreten Vorteile für die jeweilige Zielgruppe eingehen und Botschaften formulieren: in diesem Sinne ist das Produktprofil auch ein Kommunikationsprofil und kann als Leitfaden für die folgende Kommunikation gesehen werden.

### **Überblick: Zielgruppen der drei Produkte des Maßnahmenpakets Klima-Lüftung im Vergleich**

Aus der Zielgruppenanalyse ergibt sich, dass mit dem Qualitätssiegel Raumluftechnik im Kontext der Planung, Installation und des Betriebs neuer Anlagen auch neue Zielgruppen angesprochen werden (siehe Tabelle 20). Demgegenüber wendet sich der Effizienzrechner Klima-Lüftung vornehmlich an Expertinnen und Experten für die energetische Inspektion sowie technische Verantwortliche von größeren Anlagen mit Expertenwissen. Die QuickChecks erfordern als Tools zur Initialberatung weniger umfangreiche Kenntnisse; sie sind für in der Energieberatung, Auditierung, Wartung und Anlagenbetrieb tätige Personen selbst geeignet.

## **4.7 Öffentlichkeitsarbeit**

### **4.7.1 Hintergrund und Ziele**

Das Qualitätssiegel Raumluftechnik ist Teil des sogenannten Maßnahmenpakets Klima-Lüftung, einer Maßnahme der Energieeffizienzstrategie 2050<sup>9</sup>. Neben dem Qualitätssiegel Raumluftechnik umfasst das Maßnahmenpaket die QuickChecks Kälte und Lüftung zum schnellen Überblick sowie den Effizienzrechner Klima-Lüftung zur Unterstützung der energetischen Inspektion. Tabelle 20 liefert einen Überblick über die verschiedenen Zielgruppen der drei Produkte des Maßnahmenpakets Klima-Lüftung. Alle drei entwickelten Lösungen sind freiwillig anwendbar: Einsparungen werden nur in nennenswertem Umfang erschlossen, wenn die Lösungen tatsächlich angewendet werden. Hierfür braucht es zielgerichtete, professionelle Kommunikation.

---

<sup>9</sup> Verfügbar unter [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-2050.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienzstrategie-2050.html)



**Tabelle 20: Zielgruppen der Produkte des Maßnahmenpakets Klima-Lüftung**

| Qualitätssiegel Raumlüftungstechnik<br>(Neuanlagen)                       | Effizienzrechner<br>Klima-Lüftung<br>(Bestandsanlagen)                                        | QuickChecks<br>(Bestandsanlagen)                                       |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Bauherren (wichtig für Nachfrage nach dem Siegel)                         | Energie-Inspekteur*innen für Klima- und Lüftungsanlagen (ca. 800-1.000 ausgebildete Personen) | Energieberater*innen und Auditor*innen                                 |
| Fachplanungsbüros und prüfende Expert*innen                               | technische Verantwortliche von größeren Anlagen, Ingenieure für TGA                           | Wartungstechniker*innen                                                |
| Anlagenhersteller und -errichter*innen                                    | Detailliertes Fachwissen und Messungen erforderlich                                           | Anlagenbetreiber*innen                                                 |
| Softwareanbieter (Berechnungen, Erstellen von Etiketten und Zertifikaten) |                                                                                               | Produkt zur Initialberatung, weniger umfangreiche Kenntnisse notwendig |

Die Kommunikation sollte die folgenden Ziele in den Blickpunkt nehmen:

- ▶ Darstellung der Leistungen der Produkte
- ▶ Hohen Anspruch der Produkte verdeutlichen
- ▶ Bekanntheitsgrad steigern
- ▶ Reputation stärken
- ▶ Entwicklung anwenderfreundlicher Softwarelösungen zum neuen Instrument erreichen
- ▶ Nutzen für die Zielgruppen verdeutlichen
- ▶ Schließlich: Investitionen in effiziente Anlagen erhöhen und damit als wirksame Instrumente der Energieeinsparung etablieren.

Die Produkte des Maßnahmenpakets sind Beratungs- und Informationsprodukte der Bundesregierung. Ihre Kommunikation sollte daher besondere Werte reflektieren, namentlich Transparenz und Dialog sowie Glaubwürdigkeit und Verlässlichkeit. Die Kommunikation sollte dabei möglichst im Umfeld der anzusprechenden Akteure erfolgen, um in deren Entscheidungskontexten Relevanz zu erreichen.

#### 4.7.2 Empfehlungen für die weitere Öffentlichkeitsarbeit

**Dauerhafte Kommunikationsstrukturen etablieren.** Es empfiehlt sich, auf einer offiziellen Webseite Ansprechpartner zu kommunizieren, am besten für das gesamte Maßnahmenpaket Klima-Lüftung. Eine Kontakt-Emailadresse sollte für Fragen, Kritik und Weiterentwicklungshinweise zur Verfügung stehen und so die Erreichbarkeit sicherstellen. Darüber hinaus sollte eine Begleitung für Softwarehersteller angeboten werden, um eine Qualitätssicherung der umgesetzten Algorithmen zu erleichtern und später ggf. notwendige Updates zu vereinfachen. Zudem sollte ein klarer institutioneller Absender für die Kommunikation stehen. Das Maßnahmenpaket Klima-Lüftung ist im Zusammenspiel einer Vielzahl staatlicher Akteure entstanden – beteiligt waren das BMWi, BAFA/BfEE und das Umweltbundesamt. Für die Zielgruppen kann diese Vielfalt aber verwirrend sein, sodass sich hier ein alleiniger Absender anbietet (Empfehlung: BAFA/BfEE).

**Einen übergeordneten Ort für das gesamte Maßnahmenpaket Klima-Lüftung schaffen.**

Eine gemeinsame Webseite sollte die Tools des Maßnahmenpakets auf einer Seite erläutern und jeweils verlinken. Besonders geeignet wäre dafür eine Darstellung als Unterseite unter dem Menüpunkt Energieeffizienz der Homepage des BAFA.

**Newsletter bedienen und Fachartikel, Vorträge und Seminare anbieten.** Vor allem das Fachpublikum hält sich über Newsletter institutioneller Absender informiert. Zu bedienende Newsletter sind z.B. BAFA/BfEE, BMWi Energienewsletter, dena-Stakeholder-Dialog, UBA. Gut wäre eine Ergänzung durch Newsletter anderer Akteure, z.B. relevanter Branchenverbände. Fachartikel und Vorträge könnten das Instrument dem Fachpublikum bekannt machen. Zusätzliche Zielgruppen und Multiplikatoren könnten erreicht werden, indem Webinare angeboten werden, deren Aufzeichnung auf der o.g. Webseite und Social Media veröffentlicht werden könnte (z.B. LinkedIn).

**Multiplikatoren ansprechen.** Ein Gedanke ist, dass Botschafter aus den entsprechenden Branchen die neuen Instrumente empfehlen und verbreiten. Diese Botschafter würden gesondert mit Informationen versorgt. Außerdem bietet sich eine Zusammenarbeit mit Verbänden an, die die Instrumente bei ihren Mitgliedern verbreiten. Dafür sollten Veranstaltungsformate und Kommunikationshilfen entwickelt werden, die für Multiplikatoren geeignet sind. Dies können z.B. Stakeholder-Workshops oder Anwenderseminare sein. Außerdem würden formatierte Fact Sheets oder Textbausteine es Multiplikatoren erleichtern, selbst Informationen weiterzugeben. Mit Logo oder Absender personalisierbare Flyer (auch online) könnten ein Mittel sein, mit dem Multiplikatoren ihre Klientel informieren können.

**Pressearbeit verstärken.** Eine intensivere Pressearbeit sollte insbesondere die von in Fachmedien Tätigen genutzten Kanäle adressieren, z.B. die Webseiten von UBA, BAFA, BfEE, Fachzeitschriften über deren Social-Media-Kanäle) nötig. Bei Kommunikationsanlässen sollten Pressemittlungen in den Kanälen der Beteiligten platziert und an Presseverteiler und Portale wie den idw (Informationsdienst Wissenschaft) versandt werden. Besonders hilfreich, um Fachmedien zu erreichen, ist auch eine Kommunikation auf Twitter sowie ggf. weiteren Social-Media-Kanälen.

**Social Media zur Interaktion mit Stakeholdern nutzen.** Eine Kommunikation der Tools über BAFA- und UBA-Twitterkanäle, Xing und LinkedIn wäre sinnvoll, z. B., um auf Veranstaltungen oder Webinare hinzuweisen oder zum Austausch mit Ansprechpartnern einzuladen. Außerdem möglich wäre eine Vorstellung der Tools auf Youtube. Zusätzlich denkbar wäre eine Kooperation mit ausgewählten Influencern, z.B. Handwerksbetrieben oder Energieberaterinnen auf Instagram und Twitter.

**4.7.3    Kommunikationsmaßnahmen im Projekt**

Im Projektverlauf wurde der Schwerpunkt der Kommunikation auf die Zusammenarbeit mit Branchenexperten und Multiplikatoren gelegt. Im Einzelnen wurden die folgenden Maßnahmen durchgeführt:

- ▶ Beitrag zur FGK-Arbeitsgruppe „Bewertungsverfahren“ (siehe Kapitel 4.7.3.1)
- ▶ Drei Stakeholder-Workshop durchgeführt (siehe Kapitel 4.7.3.2)
- ▶ Fokusgruppe eingerichtet (siehe Kapitel 4.7.3.5)
- ▶ Veröffentlichungen und Vorträge (siehe Kapitel 4.7.3.6)
- ▶ Aktive Normungsarbeit.

#### 4.7.3.1    Sitzung der FGK-Arbeitsgruppe 06 „Bewertungsverfahren“

Am 17. Oktober 2019 fand eine Sitzung der FGK-Arbeitsgruppe 06 „Bewertungsverfahren“ statt, an der eine Beteiligung der Projektgruppe organisiert wurde. Die Tagesordnung beinhaltete aktuelle Themen wie u. a. Energetische Inspektion (Vorstellung Anlagenlabel BMWi und Quick-Check; EU-Studie zur Inspektion von Lüftungsanlagen) sowie Energetisches Monitoring (u. a. mit Monitoring und Inbetriebnahmemanagement).

Dabei wurde die Gelegenheit genutzt, die Anlagenlabel „live“ vorzuführen und detaillierte Hintergrundinformationen zu übermitteln. Weiterhin wurden die Ziele und erste Ideen des Nachfolgeprojektes zur Energieverbrauchskennzeichnungen skizziert und zur Diskussion gestellt. Aufgrund der Zeitknappheit wurde die Diskussion in einer Webkonferenz am 25. Oktober 2019 in einem reduzierten Kreis weitergeführt.

#### 4.7.3.2    1. Stakeholder-Workshop

Der erste Workshop mit Stakeholdern fand am 29.01.2020 statt und richtete sich vorwiegend an Akteure, die ein Energielabel selbst anwenden / nutzen könnten oder an Schnittstellen zum Kennzeichnungsprozess arbeiten. Zu den gut 20 Teilnehmenden gehörten Auftraggeber (privat und öffentlich), Komponenten- und Gerätehersteller, Software-Hersteller, Planer, Anlagenbauer, Mitglieder der Software-Gütegemeinschaft und von Verbänden sowie Teilnehmenden aus den Bereichen Inbetriebnahme und Optimierung. Ziel des Workshops war vor allem, die betroffenen Akteure einzubeziehen und fachlichen Input für das weitere Projektvorgehen einzuholen. Die Entwicklung des QS-Prozesses und der Kennzeichnung standen besonders im Fokus.

Im Folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse des Workshops dargestellt:

- ▶ Die Prozessschritte zur Qualifizierungsprüfung werden von den Teilnehmenden positiv bewertet. Der Prozess berührt mehrere Gewerke (Raumluftechnik, Kältetechnik, Wärmever-sorgung, Gebäudeautomation usw.) und soll möglichst kurz und handhabbar sein, dies ist auch für eine Umsetzung in die Branchensoftware praktikabler.
- ▶ Im Anwendungshandbuch, das während des Projekts entwickelt wird, müssen die Prozess-schritte genau definiert werden. Die Teilnehmenden plädieren dafür, Verantwortlichkeiten im QS-Prozess den jeweiligen Akteuren zuordnen zu machen: dies soll die Beiträge zur Zielerreichung transparent machen und Haftungsfragen vereinfachen. Außerdem müssen verschiedene Prüfer in der jeweiligen Projektphase unabhängig voneinander prüfen können (Dokumentation und Datentransfer). Der Bauherr benötigt Informationen über die Quali-tätssicherung während des gesamten Prozesses; ein baubegleitendes Management ist nötig. Die vertragliche Gestaltung ist zu klären, insbesondere bezüglich der jeweiligen Verantwor-tung/Haftung nach Gefahrenübergang.
- ▶ Das Potenzial des Anlagenlabels, Schwachstellen einzelner Anlagen gezielter aufzeigen zu können, wurde in der Diskussion betont. Bei Einführung eines Labels für das gesamte Ge-werk Raumluftechnik sollten die Einzelinformationen erhalten bleiben.

Anreize zur Nutzung des Labels wären insbesondere:

- ▶ Förderung: wird von den Teilnehmenden als wichtiger Anreiz gesehen, z.B., wenn Förder-programme eine Zertifizierung der Anlage mit dem Qualitätssiegel Raumluftechnik zur För-dervoraussetzung machen würden.
- ▶ Zertifizierung: Aktuell lassen viele Investoren Zertifizierungen durchführen, z.B. durch den TÜV. Wenn eine Kennzeichnung mit dem Qualitätssiegel Raumluftechnik Voraussetzung für eine Zertifizierung wäre, gäbe es eine große Nachfrage.

- ▶ **Normung:** Die Teilnehmenden haben großes Interesse an der Verankerung des Neuanlagen-labels in der Normung (DIN, VDI, auch AMEV). Auch für die Öffentlichkeitsarbeit ist Normung sehr hilfreich, außerdem haben sich Software-Hersteller zum Teil auf die Abbildung von Normen und technischen Regeln in Software spezialisiert. Eine Umsetzung des Energie-labels im Rahmen einer Norm/technischen Regel wäre daher ein wichtiger Erfolgsfaktor.
- ▶ **GEG/Energieausweis:** Aufnahme, z.B. in Form eines Bonus/Malus-Systems, in der DIN V 18599 (2018) würde einen großen Anreiz darstellen.
- ▶ **Ausweis von Qualitätsparametern wie Luftqualität und thermische Behaglichkeit:** Die Teilnehmenden würden eine Darstellung dieser Parameter auf dem Label z. B. durch Icons begrüßen.

Insgesamt unterstützen die Teilnehmenden das im Projekt geplante Vorgehen. Einige Workshop-Teilnehmer erklärten sich bereit, als Teil einer Fokusgruppe auch im weiteren Projektverlauf in die Entwicklung des Energielabels / QS-Prozesses mit einbezogen zu werden und für Fragen und Meinungsbildungen zur Verfügung zu stehen.

Die Teilnehmenden füllten nach dem Workshop Fragebögen aus, die im Nachgang ausgewertet wurden. Die Teilnehmenden bewerteten den Workshop und generell das Vorgehen im Projekt sehr positiv. Qualitätssicherung ist für die Teilnehmer ein entscheidender Ansatz für zukünftige Effizienzsteigerungen raumluftechnischer Anlagen. Geäußerte Bedenken waren vor allem, dass das neue Instrument zu wenig Akzeptanz finden könnte oder zu selten genutzt würde. Als Herausforderungen wurden genannt, dass das Label sich gegenüber den bereits auf dem Markt existierenden Kennzeichnungen abgrenzen sowie durch digital unterstützte Prozesse skalierbar sein müsse. Eine zu hohe Komplexität, ein hoher Aufwand durch zusätzliche Bürokratie und Kosten oder einen Eingriff in vertragliche Aspekte sind weitere Bedenken. Erwartet werden von dem neuen Instrument vor allem, dass Energie eingespart und CO<sub>2</sub>-Emissionen gemindert und gleichzeitig Energieeffizienz und Qualität der Anlagen verbessert werden. Auch soll das Instrument helfen, die Bewertung von Bestands- und Neuanlagen zu vereinfachen und zu verbessern. Positiv finden die Teilnehmenden, dass das neue Instrument für Klarheit und Transparenz sorgen und eine breite Akzeptanz z. B. bei Technikinvestoren und Betreibenden von Anlagen erreichen könnte.

#### **4.7.3.3    2. Stakeholder-Workshop: Zielgruppe Softwarehersteller**

Am 18.09.2020 wurde ein spezieller Workshop für Software-Hersteller durchgeführt. Dabei wurden die Testsoftware online anhand von Beispielen ausführlich vorgestellt und die geplante Form der Dokumentation (genaue Beschreibung der Ein- und Ausgabedaten, Quellcode, Rechenbeispiele) zur Diskussion gestellt. Teilnehmer waren Vertreter von zwei Softwareanbietern, einem Vertreter der Gütegemeinschaft der DIN-V-18599-Software sowie einem Vertreter des RLT-Herstellerverbandes.

Ergebnisse des Workshops waren:

- ▶ Die geplante Dokumentation wurde von den Vertretern der Softwarehersteller als gut und ausreichend für eine eigene Umsetzung eingeschätzt.
- ▶ Diskutiert wurde die Umsetzung als eigenständiges Modul vs. Einbindung in bestehende GEG-Software: Die Haupt-Anwenderzielgruppe der Software sind TGA-Fachplaner. Die energiesparrechtlichen Nachweise werden derzeit eher von Statikern/Bauphysikerinnen erstellt. Daher wurde ein eigenständiges Modul als sinnvoller erachtet, ggf. mit einer Verknüpfung zur GEG-Software, um z. B. auch Statiker/Bauphysikerinnen besser zu erreichen.
- ▶ Diskutiert wurde die Idee eines eingeschränkten kostenlosen Online-Tools von öffentlicher Hand: Ein solches Online-Tool könnte den Prozess einführen und bekannt machen. Um eine

Konkurrenz zu kommerziellen Produkten zu vermeiden, käme es aus Sicht der Softwarehersteller ggf. auf den Funktionsumfang und eine gute Kommunikation in der Entwicklung an. Der Hauptunterschied wäre die Datenspeicherung.

- ▶ Für die Umsetzung der Software sind Anreize für eine breite Nutzung wichtig. Das Ziel sollte eine Anbindung an die Norm DIN V 18599 (2018) und davon ausgehend eine Verbindung mit Förderprogrammen des Bundes oder freiwilligen Selbstverpflichtungen sein. Für die Anbindung an die DIN V 18599 (2018) sind verschiedene Varianten denkbar. Einerseits könnte ein Beiblatt zum Teil 7 (Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau) erstellt werden. Andererseits könnte auch ein generelles Qualitätssicherungsblatt in der Norm ergänzt werden, dass für die verschiedenen Systeme dann von den jeweiligen Ausschüssen spezifiziert wird.
- ▶ Ein Anbieter schätzte die Umsetzungswahrscheinlichkeit im eigenen Unternehmen als relativ hoch ein, da die Kennzeichnung von Bestandsanlagen bereits umgesetzt wurde.

#### 4.7.3.4    3. Stakeholder-Workshop

Der abschließende Stakeholder-Workshop fand am 11.02.2021 online statt. Teilnehmende waren rund 30 Stakeholder der Bereiche Anlagenherstellung, Anlagenerrichtung, Anlagenoptimierung, Software-Herstellung, Planung, Normung sowie aus Behörden.

Ziele des Workshops waren in erster Linie, die Ergebnisse des Projekts vorzustellen und zu diskutieren, inwieweit Umsetzbarkeit und Marktdurchdringung des entwickelten Verfahrens verbessert werden können.

Die wichtigsten Ergebnisse des Workshops waren:

Einschätzung des Qualitätssiegels Raumluftechnik:

- ▶ Das Konzept des Qualitätssiegels Raumluftechnik wirkt auf die Teilnehmenden schlüssig; nun kommt es auf eine gute Umsetzung der Software-Lösungen an.
- ▶ Der Bereich Qualitätssicherung ist insgesamt von hoher Bedeutung, daher kann das Siegel hier eine gute Ergänzung zu existierenden Siegeln und Labeln liefern.
- ▶ Ein Hemmnis bei der Verbreitung von Qualitätssicherungsmaßnahmen sind nach Einschätzung der Teilnehmenden bislang vor allem fehlende Zahlungsbereitschaften von Investoren.

Es gibt Unterstützungsbedarf, um Qualitätssicherung stärker im Markt für Anlagentechnik zu verankern. Lösungen können sein:

- ▶ Nutzen/Mehrwert der Qualitätssicherung aus Investorensicht erkennbar machen (Transparenz und Öffentlichkeitsarbeit)
- ▶ Qualitätssicherung als Teil von Energieeffizienz-Managementsystemen etablieren
- ▶ Gesetzliche Anforderungen für Qualitätssicherung stellen, auch für andere Gewerke (etwa im GEG), ggf. auch als Bonusregelung in der energetischen Bewertung, wenn eine zertifizierte Qualitätssicherung erfolgt. Zusätzlich wird eine Einspeisung in die Novelle der europäischen Gebäudeeffizienz-Richtlinie (EPBD) empfohlen.
- ▶ Qualitätssicherung könnte als Voraussetzung für die Vergabe staatlicher Fördermittel etabliert werden.
- ▶ Die Teilnehmenden empfehlen eine Normung des QS-Prozesses. Ggf. sollte dafür eine eigenständige Norm erstellt werden, auf die die DIN 18599 (2018) verweist. Außerdem wird eine Einspeisung in die europäische Normung des CEN (Europäisches Komitee für Normung) empfohlen.

- ▶ Die höhere Raumlufthqualität durch Qualitätssicherung von RLT-Systemen sollte deutlich kommuniziert werden.
- ▶ Speziell zum Infektionsschutz vor COVID-19: Ein Qualitätssiegel kann Schutz vor technisch zweifelhaften Lösungen bieten. Allerdings wirken sich höhere Luftmengen (Infektionsschutz) durch den entsprechend höheren Energieaufwand für Verteilung, Temperierung und Be- und Entfeuchtung negativ auf die Energieeffizienz aus, daher sind diese Maßnahmen nur vorübergehend sinnvoll.

Wichtige nächste Schritte aus Sicht der Teilnehmenden sind:

- ▶ Pilotumsetzung starten und Erfahrungen sammeln
- ▶ Norm für Qualitätssicherung erarbeiten
- ▶ Qualitätssicherungsprozess auf andere Gewerke erweitern
- ▶ Anreize für Implementierung stärken (z.B. als Kriterium bei Vergabe von Fördermitteln, bauordnungsrechtliche Vorgaben); hierzu Abstimmung mit dem Ordnungsgeber / politische Umsetzung.
- ▶ Ausweitung auf reale Verbrauchswerte
- ▶ Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit.

#### **4.7.3.5 Einrichtung einer Fokusgruppe**

Im Nachgang zum ersten Stakeholder-Workshop wurde eine Fokusgruppe eingerichtet, zu der sich einige Workshop-Teilnehmer schon angemeldet hatten. Die neun Mitglieder der Fokusgruppe erhielten Zwischenergebnisse des Projekts und werden regelmäßig um Feedback gebeten.

Die Teilnehmer der Fokusgruppe wurden beispielsweise bei Designfragen, u.a. bei der Entwicklung ergänzender Icons für die Einzelanlagenlabel, mit einbezogen. Für die Entwicklung des Qualitätssiegels gab die Fokusgruppe entscheidendes Feedback in Bezug auf die Namensgebung des Siegels sowie die Visualisierung der Exzellenzklasse.

Des Weiteren wurde die Fokusgruppe in die Entscheidung einbezogen, ob eine Bewertung des Infektionsrisikos durch die Aerosolübertragung innerhalb von RLT-Anlagen einerseits und ihres Beitrages zum Infektionsschutz durch maschinelle Lüftung andererseits im Rahmen des Qualitätssicherungsprozesses erfolgen muss. Das Feedback aus der Fokusgruppe deckte sich dabei mit den Aussagen im 2. Stakeholder-Workshop, dass eine abschließende und langfristig geltende Aussage zu dieser Thematik aus derzeitiger Sicht kaum möglich ist. Da eine Aussage zur Covid19-Thematik nach dem Ende der Pandemie auch nicht mehr erforderlich sein wird, wurde eine diesbezügliche Bewertung nicht in den Qualitätssicherungsprozess aufgenommen.

#### **4.7.3.6 Vorträge und Veröffentlichungen**

Für die am 6. Februar 2020 geplante Veranstaltung „Erfahrungsaustausch energetische Inspektion nach § 12 EnEV“ des FGK e.V. in Frankfurt wurden zwei Vorträge angemeldet, die die Berechnungsmethodik des Anlagenlabels Raumluftechnik (Heiko Schiller) bzw. für Klimakälte (Ronny Mai) vorstellten. Die Veranstaltung wurde auf unbestimmte Zeit verschoben.

Im Mai 2020 wurde ein Fachartikel in der Zeitschrift Gebäudeenergieberater veröffentlicht, der die erarbeiteten Instrumente für energieeffiziente Klima- und Lüftungsanlagen vorstellte: „Misst du noch oder checkst du schon?“ (Uta Weiß, Ronny Mai, Heiko Schiller). Passend zum Leserkreis standen dort die QuickChecks Kälte und Lüftung im Vordergrund, der Effizienzrechner Klima-Lüftung und die geplante Kennzeichnung für Neuanlagen wurden aber ebenfalls erläutert.



In der Zeitschrift IKZ-Fachplaner wurde in der August-Ausgabe 2020 der Fachartikel „Qualitätssicherung bei der Inbetriebnahme von RLT- und Klimakälteanlagen“ (Ronny Mai, Heiko Schiller, Uta Weiß, Susanne Walter) veröffentlicht. Dabei wurde über den aktuellen Stand des Projektes berichtet und ein erster Ausblick auf die im Projekt entwickelten Instrumente (Energielabel für Neuanlagen und Qualitätssiegel Raumluftechnik) gegeben.

Im Dezember 2020 erschien in der Branchenzeitschrift cci Zeitung (14/2020) der Artikel: „Umfangreicher Qualitätsprozess für neue zentrale RLT-Anlagen - LüKK gelabelt und besiegelt“, der im Vorfeld redaktionell unterstützt wurde.

Für den im April 2020 stattfindenden TGA-Kongress wurde das Vortragsthema "Qualitätssicherung bei der Inbetriebnahme von RLT- und Klimakälteanlagen" (Ronny Mai) angemeldet. Corona-bedingt wurde der Kongress auf den 28./29.01.2021 verschoben. Durch die zeitliche Verschiebung konnte vor einem breiten Spektrum an Branchenvertretern bereits über finale Ergebnisse des Projekts mit besonderem Fokus auf die Qualitätssicherung berichtet werden.

#### **4.7.3.7      Aktivitäten zur Einbringung in die Normung**

Das Thema Bonifizierung der Qualitätssicherung in der energetischen Gebäudebewertung wurde als ein wesentliches Anreizsystem identifiziert.

Durch die persönliche Mitgliedschaft im DIN-Normungsausschuss NA 005-12-01 GA Gemeinschaftsarbeitsausschuss NABau/FNL/NHRS, Energetische Bewertung von Gebäuden konnte das Anliegen in mehreren Sitzungen vorgetragen werden:

- ▶ 87. Sitzung am 06.10.2020 mit Kurzvorstellung des Qualitätssicherungsprozesses
- ▶ Ad-hoc-Sitzung zum Thema Qualitätssicherung am 07.12.2020 mit ausführlicherer Vorstellung des in diesem Projekt erarbeiteten Benutzerhandbuchs
- ▶ 88. Sitzung am 22.01.2021 mit ausführlicherer Diskussion zu Fragen der Qualitätssicherung und Einbindungsmöglichkeiten in die Normung.

Der gegenwärtige Diskussionsstand kann folgendermaßen zusammengefasst werden:

- ▶ Von den Vertretern der Gebäudetechnik (NHRS/FNL) wurde das Konzept positiv aufgenommen und die Qualitätssicherung als sinnvoller Ansatz zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden mit immer komplexerer Technik erkannt bzw. bestätigt.
- ▶ Das Thema wurde nicht nur als singuläres Problem der Raumluftechnik angesehen, sondern lässt sich auf alle Gewerke übertragen.
- ▶ Ein grundsätzlich gewerkeübergreifender Ansatz würde begrüßt werden, der dann in den einzelnen Fachdisziplinen unterschiedlich ausdetailliert werden kann.
- ▶ Diskutiert wurden unterschiedliche Veröffentlichungsformen, z. B. als DIN TS (Technische Spezifikation), innerhalb der DIN V 18599 (2018) oder als eigenständiges Blatt mit Inbezugnahme durch die Hauptnorm DIN V 18599 (2018).

Bis Ende 2021 soll die DIN V 18599 (2018) überarbeitet werden, daher ist der Zeitpunkt für das Engagement günstig. Als Problem wird eher gesehen, dass die umfassende gewerkeübergreifende Lösung zu viel Abstimmungsbedarf und Kapazitäten benötigt, um innerhalb des gesetzten Zeitrahmens zu einem Ergebnis zu kommen. Alternativ wird der ein leichter realisierbarer Ansatz mit Beschränkung auf das Gewerk Raumluftechnik und direkter Bezugnahme auf die vorliegenden Projektergebnisse verfolgt.

## 5 Technische Umsetzung und Programmierung

### 5.1 Software-Modul

#### 5.1.1 Entwicklung der Test-Software

Im Rahmend des Projektes wurde eine Testsoftware entwickelt, mit der die Umsetzung der Algorithmen zur energetischen Bewertung von Neuanlagen der Raumluft- und Kältetechnik demonstriert wurde.

Mit der Test-Software:

- ▶ wurde der Algorithmus geprüft
- ▶ wurden Evaluierungsrechnungen für die Festlegung der Kriterien für das Qualitäts- und Exzellenzsiegel vorgenommen
- ▶ wurden die dynamischen, ereignisabhängigen Aktivierungen von Eingabeelementen entwickelt und getestet
- ▶ soll die Dokumentation unterstützt werden
- ▶ soll für die kommerzielle Umsetzung eine Möglichkeit zur qualitätssichernden Validierung bereitgestellt werden.

Die grafische Bedienoberfläche wurde objektorientiert entwickelt. Dabei werden grundlegende Bedienelemente wie Comboboxen, Radiobuttons, Textfelder und Label verwendet, die in nahezu allen Programmiersprachen existieren und durch Dritte leicht nachvollzogen werden können. Relativ komplex ist das ereignisabhängige dynamische Aktivieren und Deaktivieren von Bedienelementen, welches dem Programmierer sehr tiefe Kenntnisse der Anlagentechnik abverlangt. Die logischen Bedingungen dafür wurden einerseits in Form von aufgelisteten logischen Verknüpfungen beschrieben, andererseits in der Test-Software vollumfänglich umgesetzt. Dadurch wird der Anwender nur mit den ausgewählten Eingabeelementen konfrontiert, die bei der gewählten Anlagenkombination erforderlich sind.

In Abbildung 26 wird der grundsätzliche schematische Ablauf der Testsoftware verdeutlicht.

- ▶ Im Mittelpunkt stehen zwei Listen, die mit Objekten für RLT-Anlagen und Kälteerzeugungsanlagen (KLT) erweitert und bearbeitet werden.
- ▶ Auf Basis der Objektlisten wird der Gesamt-Primärenergiebedarfs des Gebäudes / bzw. des Gewerkes berechnet. Zur Gegenüberstellung wird der Referenz-Jahresprimärenergiebedarf errechnet und laufend geprüft, ob die Bedingungen für das Qualitätssiegel oder die Exzellenzbedingungen vorliegen.
- ▶ Wird eine neue RLT-Anlage in der Liste angelegt, erfolgt zunächst der Berechnungsdurchlauf für die energetische Bewertung. Ist dieser absolviert, gelangt man in ein zweites Formular für die zusätzlichen Bewertungen: Zähler- und Sensorik, Hygiene und Luftqualität. Dort erfolgt auch die rechnerische Vorprüfung auf Übereinstimmung mit der Ökodesign-Verordnung.
- ▶ Wird eine neue Kälteanlage in der Liste angelegt, erfolgt zunächst der Berechnungsdurchlauf für die energetische Bewertung. Ist dieser absolviert, gelangt man in ein zweites Formular für die zusätzlichen Bewertungen: Zähler- und Sensorik, Ökologie des Kältemittels und sommerlicher Wärmeschutz. Dort erfolgt auch die Bestätigung der Übereinstimmung mit der Ökodesign-Verordnung.



- Für Kombineanlagen muss der Ergebnistransfer von der Kälteanlage zur RLT-Anlage im Test-tool noch manuell stattfinden. Bei der kommerziellen Umsetzung wären Komfortverbesserungen denkbar.

In der technischen Umsetzung im Detail wurden gegenüber dem Rechenverfahren für Bestandsanlagen folgende Veränderungen bzw. Erweiterungen vorgenommen:

- Gesamtbilanzierung mehrerer RLT- und Kälteanlagen inkl. Energiebedarfsermittlung für Raumkühlung
- Berücksichtigung des Kennwertes  $E_{KK,RLT,av}$  bei der Jahres-Primärenergiebedarfsberechnung von RLT-Anlagen gemäß Kapitel 4.3.10.
- Umsetzung der Übereinstimmungsprüfung Ökodesign-Verordnung
- Zusätzliche Bewertungen für RLT-Anlagen: Zähler und Sensorik, Hygiene und Luftqualität
- Zusätzliche Bewertungen für KLT-Anlagen: Zähler und Sensorik, Ökologie und sommerlicher Wärmeschutz
- Kältetechnik: Grundsätzlich frei wählbare Kalt- und Kühlwassertemperaturen bei Kompressionsmaschinen, Umrechnung der genormten Standardwerte mit CARNOT-Wirkungsgraden und Gütegraden
- Kältetechnik: Implementierung der Umrechnung von eingegebenen Produktwerten auf genormte Betriebsbedingungen über CARNOT-Wirkungsgraden
- Kältetechnik: Implementierung der Bewertung von Kältespeichern
- Kältetechnik: Implementierung der Bewertung von kaskadierten Mehrerzeugeranlagen

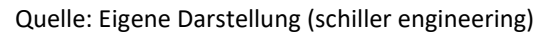
Die Übersichtstabelle in Abbildung 27 bietet den Überblick über die Effizienzmerkmale aller Anlagen. Sie entspricht inhaltlich der Anlagenübersicht in Abbildung 39. Auch die Farbmarkierungen in den jeweils ersten Spalten der beiden Tabellen zeigt das Qualitätsniveau entsprechend der Farben in Abbildung 39.

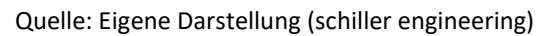
**Gold:** Anlage erfüllt die Kriterien für den Exzellenz-Zusatz.

**Blau:** Anlage erfüllt die Kriterien für die Vergabe des Qualitätssiegel Raumluftechnik

**Grau:** Der Jahresprimärenergiebedarf erfüllt die Siegel-Kriterien nicht. Die Abweichung könnte aber durch andere Anlagen ausgeglichen werden.

**Rot:** Die Siegel-Kriterien werden nicht erfüllt. Effizienzklasse B nicht erreicht oder Ökodesign nicht erfüllt.





**Abbildung 28: Formular zur energetischen Bewertung einer RLT-Anlage**

FormRLT

**Zentralgerät**

Luftvolumenstrom [m³/h]

Gesamtdruckerhöhung [Pa]

Wirkleistung [kW]

SFP-Wert [kW/m³]

Systemwirkungsgrad [%]

☐ Zuschläge für Wärmerückführklassen H2 oder H1 nach DIN EN 13779: 2007-09

☐ Zuschläge für HEPA-Filter nach DIN EN 13779: 2007-09

Feuchteanforderungen

☐ Indirekte Verdunstungskühlung

☐ Anlage ohne Kühlfunktion

Befeuchtertyp

Typ des Verdunstungsbefeuchters

Energierückgewinnung

Bauart des Wärmerückgewinners

Rückwärmzahl [%]

Außenluftfrate [%]

Wärmebereitstellung

Import aus Kälteberechnung (nur bei Kombianlage)

☐ Kombianlage mit individuellem Kennwert EKK

Kältebereitstellung

Dampfbereitstellung

Luftdichtheit Kanalnetz

**Zonen und Regelung**

Nutzungsart

Bedarfsgerechte Lüftung

**Dimensionierungsprüfung**

| NF [m²] | Norm-Mindest-volumenstrom [m³/h] | Geprüfter Mindest-volumenstrom [m³/h] | <input checked="" type="checkbox"/> vollständige Kühlleistungdeckung | VVS-geregelt             | Max. Kühllast-Volumenstrom [m³/h] |
|---------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 200     | 800                              | 800                                   | <input type="checkbox"/>                                             | <input type="checkbox"/> | 0 Kühllast variabel (St)          |
| 100     | 400                              | 400                                   | <input type="checkbox"/>                                             | <input type="checkbox"/> | 0 Kühllast variabel (St)          |
| 400     | 2.400                            | 2.400                                 | <input type="checkbox"/>                                             | <input type="checkbox"/> | 3.000 Kühllast variabel (St)      |
| 50      | 750                              | 750                                   | <input type="checkbox"/>                                             | <input type="checkbox"/> | 0 Kühllast variabel (St)          |

| Referenzwert           | Wärme [kWh] | Kälte [kWh] | Dampf [kWh] | Strom [kWh] | Summe [kWh] | Verhältnis [%] |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| Referenzwert EnEV 2016 | 21.680      | 3.390       | 0           | 10.752      | 35.822      | 100 %          |
| Referenzwert EnEV 2013 | 28.907      | 4.520       | 0           | 14.336      | 47.763      | 133 %          |
| Referenzwert EnEV 2007 | 40.779      | 4.541       | 0           | 19.301      | 64.621      | 180 %          |
| Ist-Wert               | 54.114      | 6.177       | 0           | 25.268      | 85.559      | 239 %          |

Der berechnete Jahres-Primärenergiebedarf beträgt 85,6 MWh (Wärme: 63%, Kälte: 7%, Dampf: 0%, Strom: 30%) bei einem Referenzwert nach EnEV 2013 von 47,8 MWh (Wärme: 61%, Kälte: 9%, Dampf: 0%, Strom: 30%)

**Klasse E**

30: Lüftung: geringe Effizienz: 26,1 / 16,6

20: Die Betriebsweise (Luftvolumenstromregelung) ist EnEV-konform: 0,91 / 0,83

10: angemessene Dimensionierung: 1,01

Quelle: Eigene Darstellung (schiller engineering)

**Abbildung 29: Formular für zusätzliche Bewertungen bei RLT-Anlagen**

Step2L

Anlagenbezeichnung

RLT\_02

Maximalvolumenstrom [m³/h]

5.000

Primärenergiebedarf IST

17,11

Anteil Kälte IST

0,07

Primärenergiebedarf Referenz (EnEV 2016)

7,16

Anteil Kälte Referenz (EnEV 2016)

0,09

Energieeffizienzklasse

Klasse E

Die Anforderungen an die WRG nach EU/1253/2014 werden nicht erfüllt.

Thermische Luftaufbereitungsstufe

THM-C4

☒ Ecodesign-RL ist erfüllt oder gelangt nicht zur Anwendung

Ausstattung mit Zählern und Sensorik \*

☒ Stromzähler für die Ventilatoren sind vorhanden
 ☒ Es sind Volumenstrommesseinrichtungen
 ☐ Wichtige Daten von externen Kreisläufen werden erfasst

Speicherung von Daten als Stundenwerte

☐ Nein
 ☒ kurzfristig (Ringspeicher)
 ☐ langfristig (mind. 1 Jahr)

☐ Automatisierte Datenerfassung und -auswertung
 ☐ Nennvolumenstrom > 10.000 m³/h

Hygienestatus nach VDI 6022 \*\*

Erstinspektion Lufthygiene VDI 6022

☐ Keine Erstinspektion oder Anlage stellt im weiteren Betrieb ein Hygienearisiko dar
 ☐ Die Anlage entspricht nicht in allen Punkten den Anforderungen und kann unter Berücksichtigung
 ☒ Die Anlage entspricht vollständig den Anforderungen
 ☐ Die Anlage entspricht vollständig den Anforderungen. VDI-Prüfbescheinigung durch Fachingenieur

Zuluftqualität nach DIN EN 16798-3: ODA1 - SUP2

Außenluftqualität nach DIN EN 16798-3

☒ ODA 1 (nur zeitweise staubbelastet)
 ☐ ODA 2 (hohe Konzentration an Staub oder Feinstaub)
 ☐ ODA 3 (sehr hohe Konzentration an Staub oder Feinstaub)

Filterqualität 1. Stufe

ePM\_1 50%

Filterqualität 2. Stufe

keine 2. Stufe

Zurück

Export...

Abschließen

Quelle: Eigene Darstellung (schiller engineering)

**Abbildung 30: Formular für die energetische Bewertung einer Kälteanlage**

FormKLT

Prozess: Kompressionskältemaschine

Nennleistung des/der Erzeugers [kW]: 250,00    Leistungsanteil für Raumkühlsysteme bei >5.000 m³ NGF [kW]: 0,00

Verdampfung: indirekt verdampfend (Kaltwassersatz)    Typ des Raumklimasystems: Multi-Split-Systeme    Beheizung Ab-/Adsorber: indirekt beheizt    Geothermische Quelle: Kühlung mit Grundwasser

Verflüssigung: luftgekühlt    Arbeitspaar: H2O / LiBr > 200 kW    Kälteförderung: Standardpumpen

Kältemittel: R134a    Teillastregelart Raumklimasystem: (b) Zweipunktregelung für Mehrzonensystem taktend (gegen)    Heiztemperaturen: 70 / 60 °C    Temperaturspreizung: 5 K

Rückkühlprinzip: Verdunstungsrückkühlung    Außenluft    Pumpenregelung: unregelmäßige Pumpe

Bauart Rückkühler: geschlossener Kreislauf, mit Zusatzschalldämpfer (Radial)

Teillastregelart: wassergekühlt: (1) Kolben-/Scrollverdichter mit Zweipunktregelung    Luftgekühlt: (B) Kolben-/Scrollverdichter mehrstufig schaltbar    keine freie Kühlung    Individuell ermittelter Primärenergiefaktor: 0,00    Fernwärme aus Heizwerken    Untergrund: Ton/Schluff, Trocken  $\lambda=0,5 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

Baualter: ab 2016    Fossiler Brennstoff    Sondentyp: 1U    Bohrtiefe: 40 m    Sondenanordnung: Einzelsonde

Produktwert EER nach DIN EN 14511: 3,00    3,42    ☒ Standardwert EER verwenden: 3,02

Produktwert qR\_elektr: 0,040    ☒ Standardwert qR\_elektr verwenden: 0,040

Kaltwasser-Austrittstemperatur (4 ... 16) [°C]: 10,00    Kühlwasser-Austrittstemperatur (25 ... 50) [°C]: 33,00

Kühlwasserregelung: konstante Temperatur

Verbundanlage mit mehr als 2 Erzeugern, Sequenzbetrieb: 1,03

Kaltwasserspeicher:    Spitzenlastspeicher: 1,02

|                                         | Anteil [%] | RLT-Kühlung, keine oder geringe Feuch | leichte Bauweise | PLV  | IR      | f_fc | f_rfc |
|-----------------------------------------|------------|---------------------------------------|------------------|------|---------|------|-------|
| 1 Einzelbüro                            | 50,00      | RLT-Kühlung, keine oder geringe Feuch | leichte Bauweise | 1,28 | n. def. | 1,00 | 1,00  |
| 21 Serverraum, Rechenzentrum (hochbele) | 30,00      | Raumkühlung                           | leichte Bauweise | 1,68 | n. def. | 1,28 | 1,00  |
| 12 Kantine                              | 20,00      | Raumkühlung                           | leichte Bauweise | 1,32 | n. def. | 1,01 | 1,00  |

Systemtemperatur im Freikühlfall Winter: 10 °C / 15 °C    1,41

Pumpenleistung [W]:    Pumpenregelung:    Pumpenschaltung:

|                                          |          |                     |                  |
|------------------------------------------|----------|---------------------|------------------|
| Kühlwasser                               | 2.000,00 | ungeregelt          | intermittierend  |
| Heizwasser                               | 1.000,00 | ungeregelt          | intermittierend  |
| Kaltwasser: Primärkreis + RLT            | 1.250,00 | ungeregelt          | bedarfsgesteuert |
| Kaltwasser: Sekundärkreis Gebäudekühlung | 5.000,00 | dreistufig geregelt | intermittierend  |

q\_vert: 0,030    Referenzwert: (0,050)

qR\_elektr: 0,000

EER: 3,323    (2,970)

E\_KK: 4,609    (3,462)

Raumkühlung [kWh]: 533,583

**Klasse C (133%)**

Der Energieeffizienzkennwert E\_KK beträgt 4,61 bei einem Referenzkennwert nach EnEV 2013 von 3,46

☐ Es handelt sich um eine RLT-integrierte Maschine

Quelle: Eigene Darstellung (schiller engineering)

**Abbildung 31: Formular für zusätzliche Bewertungen bei Kälteanlagen**

Step2K

|                                                                                                          |                |                                      |          |                                                                                      |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Anlagenbezeichnung                                                                                       | KKM01 (Kolben) | Nennleistung des Kälteerzeugers [kW] | 250      | Leistungsanteil RLT-Kälte                                                            | 0,50    |
|                                                                                                          |                | Kennwert E_KK IST                    | 4,61     | IST-Primärenergiebedarf Raumkühlung [kWh]                                            | 208.399 |
|                                                                                                          |                | Kennwert E_KK Referenz (EnEV 2013)   | 3,46     | REF-Primärenergiebedarf Raumkühlung [kWh]                                            | 277.419 |
|                                                                                                          |                | Energieeffizienzklasse               | Klasse C | Der Mindestwert der Aufwandszahl nach EU2281/2016 (1,61) wird nicht erreicht (1,58). |         |
| <input type="checkbox"/> Anforderungen der RL EU 228/2016 werden durch Herstellerbescheinigung bestätigt |                |                                      |          |                                                                                      |         |

**Ausstattung mit Zählern und Sensorik \*\***

- ☒ Stromzähler für die Kältemaschine sind vorhanden
- ☐ Es sind weitere Energiezähler vorhanden
- ☐ Wichtige Daten von externen Kreisläufen werden erfasst

Speicherung von Daten als Stundenwerte

- ☐ Nein
- ☐ kurzfristig (Ringspeicher)
- ☒ langfristig (mind. 1 Jahr)

- ☐ Automatisierte Datenerfassung und -auswertung
- ☒ Kälteleistung >70 kW

**Ökologie des Kältemittels \***

Treibhauspotenzial (GWP)

- ☐  $GWP \leq 3$  (z.B. Propan (R 290), Ammoniak (R 717), Kohlendioxid (R 744) od
- ☐  $3 < GWP \leq 150$  (z. B. R 1234ze, R 1233zd)
- ☒  $150 < GWP \leq 2500$  (z. B. R 134a, R 407A, R 407C oder R 410A)
- ☐  $GWP > 2500$  (z. B. R 422D, R 404A)

**Bewertung des sommerlichen Wärmeschutzes \***

FE-Anteil, grundflächenbezogen

- ☐ keine bzw. < 4 %
- ☐ >4 bis 15%
- ☒ >15 % bis 25 %
- ☐ >25 % bis 35 %
- ☐ > 35 %

Dauerhaft extern verschattet oder Nordfassade

- ☒ Nein
- ☐ Ja

Wirksamkeit der Sonnenschutzmaßnahmen

- ☐ gtot <= 0,10
- ☐ gtot = 0,11 bis 0,20
- ☒ gtot = 0,21 bis 0,30
- ☐ gtot = 0,31 bis 0,45
- ☐ gtot > 0,45

Steuerung

- ☐ beweglicher Sonnenschutz, außen- oder zwischenliegend, manuell
- ☒ beweglicher Sonnenschutz, außen- oder zwischenliegend, automatisch gesteuert
- ☐ Sonnenschutz starr oder reines Sonnenschutzglas
- ☐ Gering wirksam, da innenliegender Sonnenschutz

Zurück
Export...
Abschließen

Quelle: Eigene Darstellung (schiller engineering)

### 5.1.2 Dokumentation der Software

Die Dokumentation der Software ist umfangreich und wurde in ein separates Dokument ausgelagert.

Der grundsätzliche Aufbau der Softwaredokumentation sowie des Nutzerhandbuchs wurden im Rahmen eines Workshops mit den Software-Anbietern abgestimmt.

Der Schwerpunkt der Softwaredokumentation wurde auf eine ausführliche Dokumentation der beiden energetischen Bewertungsverfahren gelegt, die grundsätzlich in den referenzierten Normen: DIN V 18599 (2018) und DIN SPEC 15240 (2019) beschrieben wurden, jedoch im Rahmen dieses Projektes ausdetailliert und fortgeschrieben wurden. Zentrale Inhalte sind:

- ▶ Ablaufschema aller Routinen für die Bewertung von RLT-Anlagen, Kälteanlagen und Kombianlagen.
- ▶ Listen aller Eingabedaten mit Bezeichner, Beschreibung, Datenformat, empfohlene Eingabeform (z. B. numerisch, Radiobutton, Combobox, Checkbox) statische Wertebereichsgrenzen, Hilfetext in Kurz- und Langform.
- ▶ Listen aller Ausgabedaten mit Bezeichner, Beschreibung, Datenformat, Wertebereich, Hilfetext in Kurz- und Langform.
- ▶ Listen mit dynamischen Wertebereichsgrenzen, die aufgrund von Abhängigkeiten mehrerer Eingabegrößen untereinander entstehen können.
- ▶ Listen mit Fehlerkriterien, die den Start einer Berechnung verhindern.
- ▶ Listen mit Warnkriterien, die den Start einer Berechnung nach Quittierung eines Warnhinweises noch ermöglichen.
- ▶ Beschrieben wurden auch die logischen dynamischen Verknüpfungen der ereignisabhängig zu aktivierenden und deaktivierenden Eingabeelemente.

Im zweiten Teil wurden die Nebenbewertungen: sommerlicher Wärmeschutz, Ökologie des Kältemittels, Ausstattung mit Zählern und Sensorik und Lüfthygiene / Luftqualität dokumentiert (siehe auch Kapitel 4.3.6 und 4.3.8). Diese Bewertungen sind algorithmisch leicht umsetzbar, dafür aber nicht in zitierbaren technischen Regeln beschrieben. Daher wurden hier die Herleitungen und Zusammenhänge textlich erläutert – für die algorithmische Umsetzung ist der Quellcode ausreichend.

Durch ein einheitliches Datenformat soll es möglich sein, Projektdateien zu testen und Ergebnisse zu evaluieren. Die Dateiformate sollten einfach realisierbar und kompatibel sein, gleichzeitig sollen aber auch keine Einschränkungen bezüglich des Datenumfangs entstehen. Aus diesem Grund wurden die Dateiformate nur auf der Ebene einer Anlage und nicht für ganze Gewerke / Gebäude oder Liegenschaften entwickelt. Die Daten wurden als CSV-Datei importier- und exportierbar definiert sein, was dann auch eine einfache Kontrolle mittels Standardsoftware wie MS-Excel ermöglicht.

Die entwickelten Formate sind aufgrund ihres Aufbaus selbsterklärend und bestehen aus zwei Spalten: Bezeichner und Wert, die zeilenweise alle relevanten Eingangsdaten umfassen. Routinen für den Datenimport und -export wurden in die Testsoftware integriert und getestet.

Gegenstand der Dokumentation sind auch die validierten Testbeispiele aus dem AP 1.5, die durch entsprechende Screenshots der Ein- und Ausgabedaten dokumentiert wurden.



Daneben wurden die Eingabedaten der Beispiele mit dem im Rahmen des Projektes entwickelten CSV-Dateien archiviert, um die Beispiele auch für die Validierung durch die Softwareanbieter nutzen zu können.

**Abbildung 32: Deckblatt der Softwaredokumentation**

---



Quelle: Eigene Darstellung (schiller engineering, suwadesign)

**Abbildung 33: Inhaltsverzeichnis der Software-Dokumentation**

|           |                                                           |     |
|-----------|-----------------------------------------------------------|-----|
| 1         | Übersicht über die Programstruktur                        | 4   |
| 1.1       | Zielstellung                                              | 4   |
| 1.2       | Prozessbeschreibung                                       | 4   |
| 1.3       | Weg zum Anlagenlabel                                      | 5   |
| 1.4       | Weg zum Gewerke- bzw. Gebäudesiegel                       | 6   |
| 2         | Berechnung einer Kälteerzeugungsanlage                    | 11  |
| 2.1       | Eingabegrößen für den Rechenalgorithmus und Fehlerprüfung | 11  |
| 2.1.1     | Bezeichner, Bedeutung und Definitionsbereich              | 11  |
| 2.1.2     | Inhalte (Items) der Pull-Down-Menüs (ComboBox)            | 19  |
| 2.1.3     | Interaktionen zwischen den Eingabeelementen               | 25  |
| 2.1.4     | Bedeutung der Farben im Testprogramm                      | 42  |
| 2.1.5     | Dynamische Einblendungen                                  | 42  |
| 2.1.6     | Listeneinträge                                            | 43  |
| 2.1.7     | Prüfung der Eingabedaten                                  | 44  |
| 2.2       | Ausgabegrößen BerechnenK                                  | 51  |
| 2.3       | Bedienungshinweise und Anwenderunterstützung              | 54  |
| 3         | Berechnung einer raumluftechnischen Anlage                | 56  |
| 3.1       | Eingabegrößen für den Rechenalgorithmus RLT-Anlage        | 56  |
| 3.1.1     | Bezeichner, Bedeutung und Definitionsbereich              | 56  |
| 3.1.2     | Inhalte (Items) der Pull-Down-Menüs (ComboBox)            | 61  |
| 3.1.3     | Interaktionen zwischen den Eingabeelementen               | 63  |
| 3.1.4     | Automatisches Überschreiben / Setzen von Eingabedaten     | 69  |
| 3.1.5     | Dynamische Einblendungen                                  | 69  |
| 3.1.6     | Listeneinträge                                            | 70  |
| 3.1.7     | Prüfung der Eingabedaten:                                 | 70  |
| 3.2       | Ausgabegrößen                                             | 76  |
| 3.2.1     | Auflistung der Ausgabegrößen                              | 76  |
| 3.2.2     | Systematik der Erzeugung von Texten zur Detailauswertung  | 79  |
| 3.3       | Bedienungshinweise und Anwenderunterstützung              | 81  |
| 4         | Zusätzliche Bewertungen                                   | 83  |
| 4.1       | Daten und Routinen                                        | 83  |
| 4.1.1     | Eingabedaten                                              | 83  |
| 4.1.2     | Berechnungsroutinen                                       | 84  |
| 4.1.3     | Ausgabedaten                                              | 84  |
| 4.2       | Beschreibung der Methodik                                 | 86  |
| 4.2.1     | Sommerlicher Wärmeschutz                                  | 86  |
| 4.2.2     | Ausstattung mit Zählern und Sensorik                      | 90  |
| 4.2.3     | Ökologie des Kältemittels                                 | 92  |
| 4.2.4     | Lufthygiene                                               | 94  |
| 4.2.5     | Luftqualität                                              | 95  |
| 5         | Einheitliche Datenaustauschformate                        | 97  |
| 5.1       | Allgemein                                                 | 97  |
| 5.2       | Datenformat für eine Beispiel-Kälteerzeugungsanlage       | 97  |
| 5.3       | Datenformat für eine Beispiel-RLT-Anlage                  | 101 |
| Anhang 1: | Beispiele                                                 | 104 |
| Anhang 2: | Quellcode                                                 | 156 |

Quelle: Eigene Darstellung (schiller engineering)

## 5.2 Gestaltung

Für die grafische Gestaltung der Elemente des Qualitätssiegels Raumluftechnik wurde vom bereits entwickelten Label des Effizienzrechners Klima-Lüftung ausgegangen und dessen Gestaltung in Bezug auf den neuen Bedarf überprüft (Tabelle 21). Im nächsten Schritt wurden ergänzende Icons (Abbildung 35, Abbildung 36) sowie ein neues Layout entwickelt (Abbildung 37, Abbildung 38). Dabei wurden auch die neuen Gestaltungsrichtlinien für EU-Label mit einbezogen.

Für die Gestaltung des Siegels und seine Namensfindung wurden eine Positionierung und ein Kreativ-Briefing entwickelt. Darauf aufbauend wurden ein Name (Qualitätssiegel Raumluftechnik) und eine Gestaltung erarbeitet. Zusätzlich wurden eine tabellarische Einzelanlagen-Übersicht und ein Zertifikat gestaltet.

Alle gestalteten Elemente des Qualitätssiegels Raumluftechnik sind Bestandteil eines durchgängigen Brand-Designs bzw. eines Design-Baukastens (Abbildung 34).

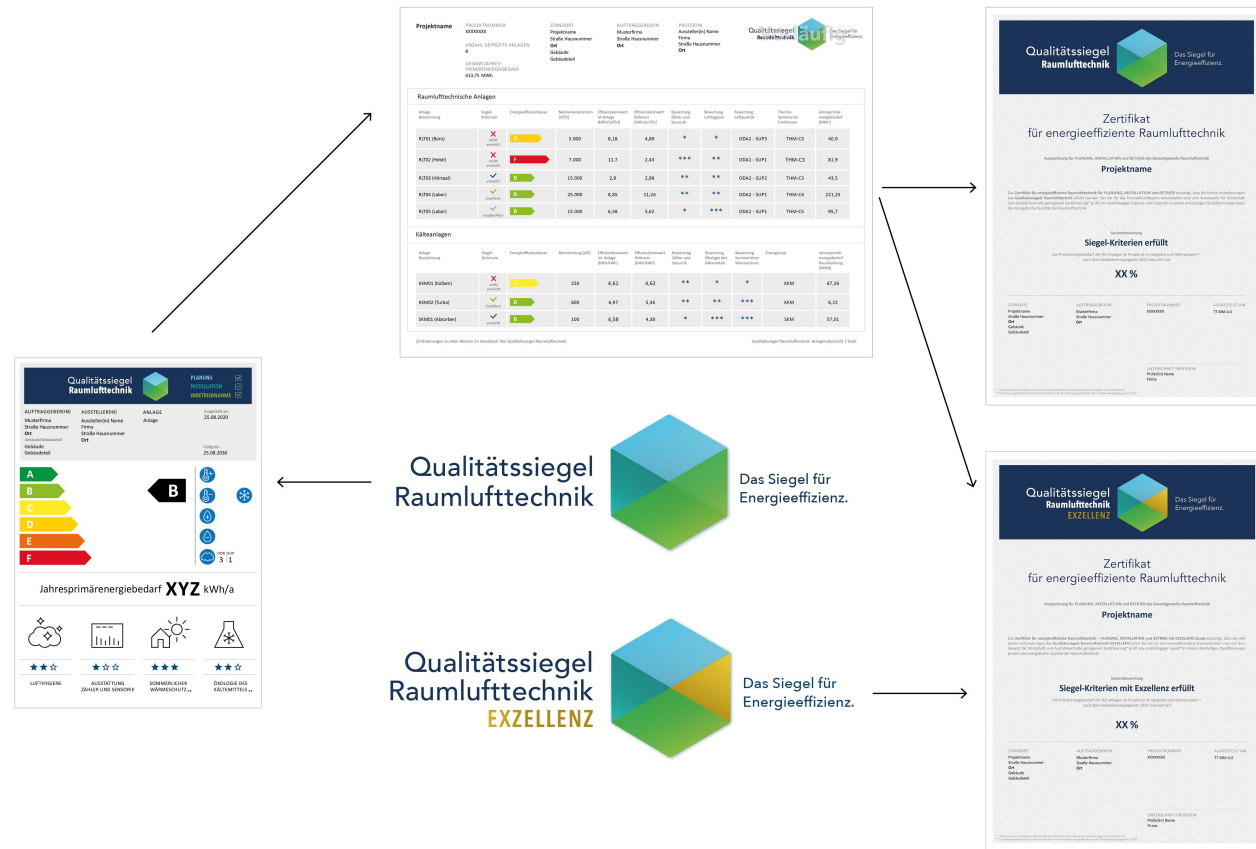
Ziel des Brand-Designs war es, sowohl Klarheit und Übersichtlichkeit in dem komplexen QS-Prozess zu schaffen als auch den hohen Qualitätsanspruch des Siegels zu visualisieren.

Das wurde durch aufeinander aufbauende Gestaltungselemente, eine modifizierte Farbgebung sowie durch strukturierte Layouts und ein großzügiges Labelformat erreicht.

### 5.2.1 Übersicht: Anforderungen des neuen Etiketts

Im Gegensatz zum Label für Bestandsanlagen (Effizienzrechner Klima-Lüftung) ist das Neuanlagenlabel Teil eines QS-Prozesses einer Familie sich ergänzender Elemente (Abbildung 34):

---



**Tabelle 21: Elemente Neuanlagenlabel im Vergleich zum Label Effizienzrechner**

| Element Neuanlagenlabel                                             | Änderungsbedarf zum Bestandsanlagen-Label (Effizienzrechner Klima-Lüftung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Einzelanlagenlabel                                                  | <b>zusätzlicher Kommunikationsbedarf:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Darstellung thermodynamischer Funktionen (Abbildung 35)</li> <li>- Darstellung QS-Prozess</li> <li>- Bewertung der Lufthygiene (Abbildung 36)</li> </ul> <b>Geänderte Voraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Änderung der Gestaltungsrichtlinien EU-Label</li> </ul> |
| Auswertungsblatt/Erläuterungen zum Einzelanlagenlabel               | neues Element                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Gewerkeübergreifende Anlagen-Übersicht über alle Einzelanlagenlabel | neues Element                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Auswertungsblatt/Erläuterungen zur Anlagenübersicht                 | neues Element                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Siegel                                                              | neues Element                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Quelle: Eigene Darstellung

## 5.2.2 Gestaltung der Neuanlagenlabel

Für das Neuanlagenlabel wurden ergänzende Icons sowie Layouts für vorläufige und endgültige Energielabel der Entwurfs-, Installations- und Betriebsqualifizierung entwickelt.

### 5.2.2.1 Icons

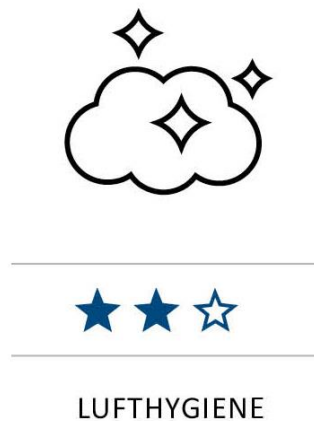
Um den Funktionsumfang der Anlage zu beschreiben, wurden neue Icons für „Kälte“, „Heizen“, „Kühlen“, „Befeuchten“, „Entfeuchten“ und für „Luftqualität“ (ODA-Wert) entwickelt.

#### Abbildung 35: Icons für die Anlagenfunktionen



Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

Zusätzlich wurde ein Icon für die Bewertung der Lufthygiene entwickelt.

**Abbildung 36: Icon-Entwicklung Lufthygiene**

Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

#### 5.2.2.2 Layouts der Neuanlagenlabel

Das Layout des Labels für Neuanlagen orientiert sich sowohl am Bestandsanlagenlabel als auch an den Gestaltungsvorgaben für die neuen EU-Energielabel. Gleichzeitig ist es, gemeinsam mit allen weiteren gestalteten Elementen, Teil des Brand-Designs des Qualitätssiegels Raumluftechnik.

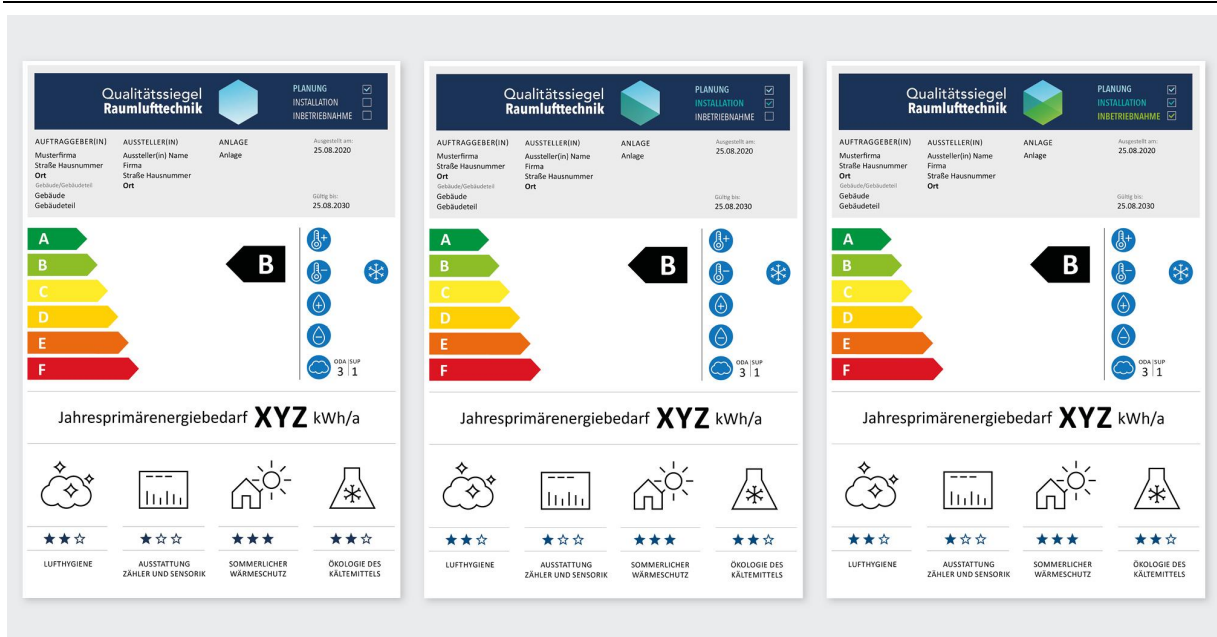
Die vorläufigen und endgültigen Energielabel der Entwurfs-, Installations- und Betriebsqualifizierung unterscheiden sich durch den Label-Kopf. Beispiele hierfür sind in Abbildung 36 dargestellt.

Hinzugefügt wurden außerdem mehrere kleinere Icons, die die grundsätzlichen Anlagenfunktionen „Kälte“, „Heizen“, „Kühlen“, „Befeuchten“, „Entfeuchten“ und die „Luftqualität“ (ODA-Wert) beschreiben. (Abbildung 35)

Die Lufthygiene wird mit einem zusätzlichen Icon bewertet. (Abbildung 36).

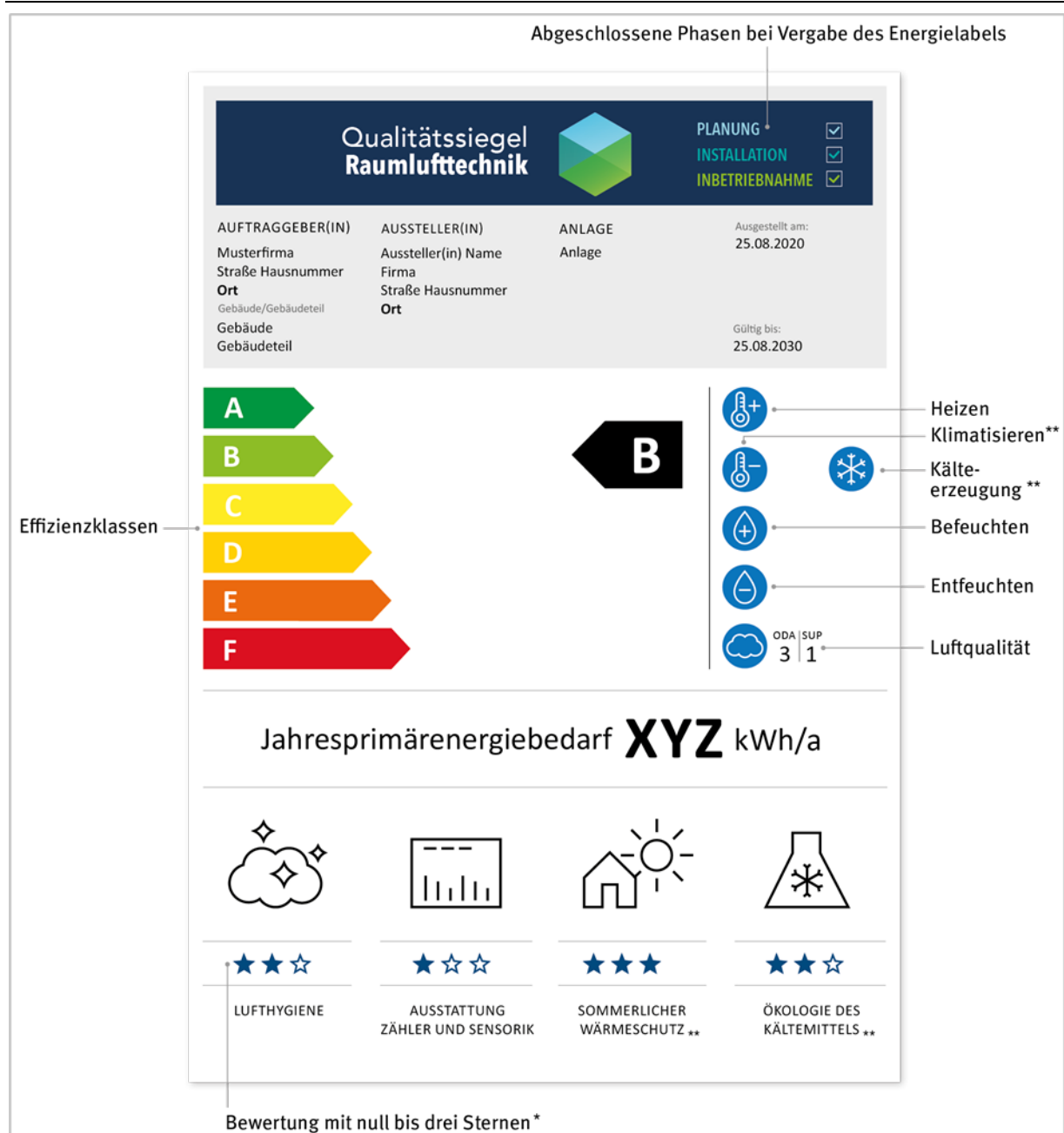
Das Neuanlagenlabel wurde in einem neuen übersichtlichen A5-Format angelegt (Abbildung 38).

**Abbildung 37: Beispiel für die vorläufigen und endgültigen Energielabel einer RLT-Anlage mit kombinierter Kälteanlage**



Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

**Abbildung 38: Das Energielabel für neue RLT- und Kälteanlagen: Komponenten für eine RLT-Anlage mit kombinierter Kälteanlage**



Quelle: Eigene Darstellung (suwadesign)

### 5.2.3 Gestaltung einer gewerkeübergreifenden Anlagen-Übersicht

Für die Darstellung aller in die Siegel-Bewertung eingehender Anlagen wurde eine tabellarische Übersicht gestaltet, die von der Software erstellt wird. Die Gestaltung dieser Anlagen-Übersicht bezieht sich auf Design-Elemente des Einzelanlagenlabels.



**Abbildung 39: Tabellarische Übersicht der in die Siegel-Bewertung eingehenden Anlagen**

|                    |                                                    |                                                                               |                                                            |                                                                       |                                                                                     |  |
|--------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Projektname</b> | PROJEKTNUMMER<br>XXXXXXX                           | STANDORT<br>Projektname<br>Straße Hausnummer<br>Ort<br>Gebäude<br>Gebäudeteil | AUFTRAGGEBER/IN<br>Musterfirma<br>Straße Hausnummer<br>Ort | PRÜFER/IN<br>Aussteller(in) Name<br>Firma<br>Straße Hausnummer<br>Ort |  |  |
|                    | ANZAHL GEPRÜFTE ANLAGEN<br>8                       |                                                                               |                                                            |                                                                       |                                                                                     |  |
|                    | GESAMTJAHRES-<br>PRIMÄRENERGIEBEDARF<br>613,75 MWh |                                                                               |                                                            |                                                                       |                                                                                     |  |

| Raumluftechnische Anlagen |                                                                                   |                                                                                   |                            |                                                |                                              |                                     |                          |                           |                                     |                                         |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| Anlage<br>Bezeichnung     | Siegel-<br>Kriterium                                                              | Energieeffizienzklasse                                                            | Nennvolumenstrom<br>[m³/h] | Effizienzkennwert<br>Ist-Anlage<br>[kWh/(m³h)] | Effizienzkennwert<br>Referenz<br>[kWh/(m³h)] | Bewertung<br>Zähler und<br>Sensorik | Bewertung<br>Lufthygiene | Bewertung<br>Luftqualität | Thermo-<br>dynamische<br>Funktionen | Jahresprimär-<br>energiebedarf<br>[MWh] |
| RLT01 (Büro)              |  |  | 5.000                      | 8,18                                           | 4,89                                         | *                                   | *                        | ODA2 - SUP3               | THM-C3                              | 40,9                                    |
| RLT02 (Hotel)             |  |  | 7.000                      | 11,7                                           | 2,43                                         | ***                                 | **                       | ODA1 - SUP1               | THM-C3                              | 81,9                                    |
| RLT03 (Hörsaal)           |  |  | 15.000                     | 2,9                                            | 2,99                                         | **                                  | **                       | ODA2 - SUP2               | THM-C3                              | 43,5                                    |
| RLT04 (Labor)             |  |  | 25.000                     | 8,85                                           | 11,26                                        | **                                  | **                       | ODA2 - SUP1               | THM-C4                              | 221,25                                  |
| RLT05 (Labor)             |  |  | 15.000                     | 6,38                                           | 5,62                                         | *                                   | ***                      | ODA1 - SUP1               | THM-C5                              | 95,7                                    |

| Kälteanlagen          |                                                                                     |                                                                                     |                   |                                              |                                            |                                     |                                           |                                          |             |                                                        |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------|
| Anlage<br>Bezeichnung | Siegel-<br>Kriterium                                                                | Energieeffizienzklasse                                                              | Nennleistung [kW] | Effizienzkennwert<br>Ist-Anlage<br>[kWh/kWh] | Effizienzkennwert<br>Referenz<br>[kWh/kWh] | Bewertung<br>Zähler und<br>Sensorik | Bewertung<br>Ökologie des<br>Kältemittels | Bewertung<br>Sommerlicher<br>Wärmeschutz | Erzeugertyp | Jahresprimär-<br>energiebedarf<br>Raumkühlung<br>[MWh] |
| KKM01 (Kolben)        |   |   | 250               | 4,61                                         | 4,62                                       | **                                  | *                                         | *                                        | KKM         | 67,26                                                  |
| KKM02 (Turbo)         |  |  | 600               | 6,97                                         | 5,36                                       | **                                  | **                                        | ***                                      | KKM         | 6,22                                                   |
| SKM01 (Absorber)      |  |  | 100               | 4,58                                         | 4,38                                       | *                                   | ***                                       | ***                                      | SKM         | 57,01                                                  |

(Erläuterungen zu allen Werten im Handbuch Das Qualitätssiegel Raumluftechnik)

Qualitätssiegel Raumluftechnik Anlagenübersicht | Seite

Quelle: eigene Darstellung (suwadesign)

## 5.2.4 Gestaltung des Siegels

Die Gestaltung einer Wort-/Bildmarke für das Siegel sowie die Namensfindung wurde durch konzeptionelle Vorüberlegungen und ein Kreativ-Briefing begleitet, das als Richtschnur für die Text- und Gestaltungsarbeit diente. Ziel war eine klare und hochwertige Tonalität, die den Mehrwert und die Qualität des Siegels für die Hauptzielgruppen verdeutlicht. Dabei sollte sich die Wort-/Bildmarke einerseits von bereits auf dem Markt existierenden Siegeln gestalterisch unterscheiden, andererseits aber kenntlich machen, dass es sich um ein Siegel aus dem Umfeld von Energieeffizienz und Nachhaltigkeit handelt.

### 5.2.4.1 Wort-/Bildmarke Siegel

Die Gestaltung des Siegels bildet die drei Stufen des Qualitätssicherungsprozesses ab. Die vollständige Wort-/Bildmarke ist in Abbildung 40 dargestellt. Die Farben repräsentieren die drei Themenfelder Raumluf, Effizienz und Ökologie (Abbildung 41), und werden für die Strukturierung der aufeinanderfolgenden Qualifizierungsstufen des Prozesses verwendet (Abbildung 42). So können bereits für die Qualitätssicherung der Planung und der Installation Siegel auf dem Energielabel dargestellt werden (Abbildung 37).

Das Erreichen der Kriterien für den Exzellenz-Zusatz wird mit dem Qualitätssiegel Raumluftechnik Exzellenz verdeutlicht und durch eine „goldene Ecke“ und den Zusatz „Exzellenz“ im Schriftzug kenntlich gemacht (Abbildung 43).

**Abbildung 40: Wort-/Bildmarke des Qualitätssiegels Raumluftechnik**

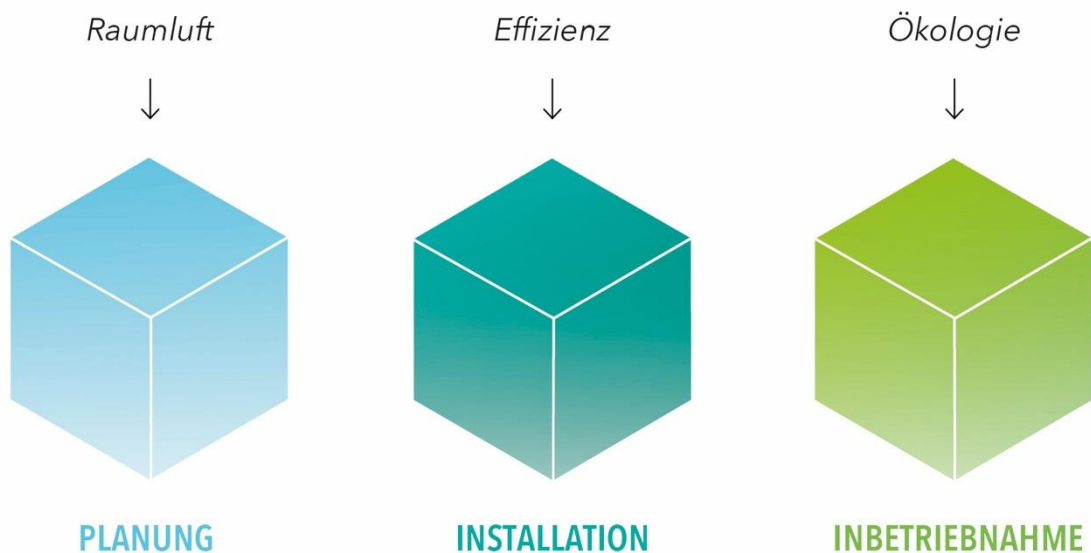
---



Quelle: eigene Darstellung (suwadesign)

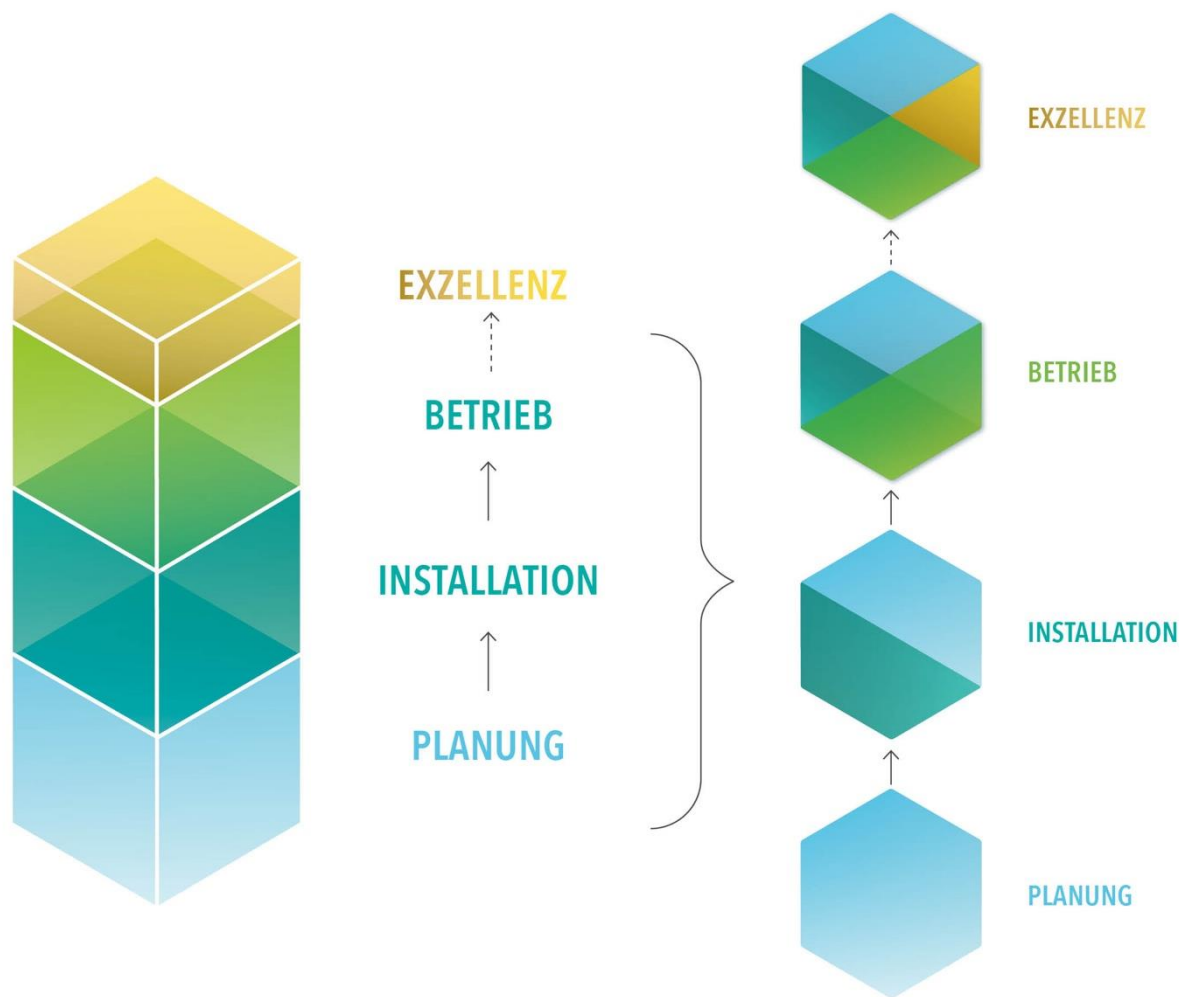
**Abbildung 41: Strukturierende Funktion und Symbolik der Farben im Qualitätssiegel Raumluftechnik**

---



Quelle: eigene Darstellung (suwadesign)

**Abbildung 42: Darstellung des Qualitätssicherungsprozesses im Siegel**



Quelle: eigene Darstellung (suwadesign)

**Abbildung 43: Wort-/Bildmarke des Qualitätssiegels Raumluftechnik Exzellenz mit Gold gehobener Ecke**



Quelle: eigene Darstellung (suwadesign)

### **5.2.5 Gestaltung der Zertifikate**

Für jede Qualifizierungsphase gibt es eine Urkunde, die bei Erfüllung der Kriterien mit dem Softwaremodul erstellt werden kann. Dementsprechend wurde das Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik in drei Versionen gestaltet: Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für Planung mit vorläufigem Siegel (Abbildung 44), Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für Planung und Installation mit vorläufigem Siegel (Abbildung 45), Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für Planung, Installation und Betriebe (Abbildung 46) sowie als vierte Stufe das Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für Planung, Installation und Betrieb mit Exzellenz (Abbildung 47).

Die Gestaltung des Zertifikats lehnt sich an der Gestaltung der vorherigen Elemente an. Zusätzlich weist es, unter anderem durch den feingemusterten Hintergrund und eine mittelachsige Ausrichtung der Gestaltung, die hochwertige Optik einer Urkunde auf.

**Abbildung 44: Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für Planung mit vorläufigem Siegel**

**Qualitätssiegel Raumluftechnik** Das Siegel für Energieeffizienz.

## Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik

Auszeichnung für PLANUNG des Gesamtgewerks Raumluftechnik

### Projektname

Das Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für PLANUNG bestätigt, dass die hohen Anforderungen der Entwurfsqualifizierung im Rahmen des Qualitätssiegels Raumluftechnik erfüllt werden. Dafür wird ein vorläufiges Siegel vergeben. Bei der für das Umweltbundesamt entwickelten und vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle getragenen Zertifizierung\* prüft ein unabhängiger Experte oder Expertin die energetische Qualität der Raumluftechnik. An die Entwurfsqualifizierung schließen die Installations- und Betriebsqualifizierung an, nach deren Abschluss das endgültige Siegel vergeben wird.

Gesamtbewertung

### Siegel-Kriterien erfüllt

Der Primärenergiebedarf der RLT-Anlagen im Projekt ist im Vergleich zum Referenzwert\*\* nach dem Gebäudeenergiegesetz 2020 reduziert auf

## XX %

|                                                                               |                                                            |                           |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| STANDORT<br>Projektname<br>Straße Hausnummer<br>Ort<br>Gebäude<br>Gebäudeteil | AUFTRAGGEBER/IN<br>Musterfirma<br>Straße Hausnummer<br>Ort | PROJEKTNUMMER<br>XXXXXXXX | AUSGESTELLT AM<br>TT MM JJJJ |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------|

UNTERSCHRIFT PRÜFER/IN  
Prüfer(in) Name  
Firma

\* <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/handbuch-qualitaetssiegel-raumluftechnik>  
 \*\* Primärenergiebedarf für die Raumluftechnik des Referenzgebäudes nach Gebäudeenergiegesetz 2020

Quelle: eigene Darstellung (suwadesign)



**Abbildung 45: Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für Planung und Installation mit vorläufigem Siegel**

**Qualitätssiegel Raumluftechnik** Das Siegel für Energieeffizienz.

## Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik

Auszeichnung für PLANUNG und INSTALLATION des Gesamtwerks Raumluftechnik

**Projektname**

Das Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für PLANUNG und INSTALLATION bestätigt, dass die hohen Anforderungen der Entwurfs- und Installationsqualifizierung im Rahmen des Qualitätssiegels Raumluftechnik erfüllt werden. Dafür wird ein vorläufiges Siegel vergeben. Bei der für das Umweltbundesamt entwickelten und vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle getragenen Zertifizierung\* prüft ein unabhängiger Experte oder Expertin die energetische Qualität der Raumluftechnik. An die Installationsqualifizierung schließt die Betriebsqualifizierung an, nach deren Abschluss das endgültige Siegel vergeben wird.

Gesamtbewertung

**Siegel-Kriterien erfüllt**

Der Primärenergiebedarf der RLT-Anlagen im Projekt ist im Vergleich zum Referenzwert\*\* nach dem Gebäudeenergiegesetz 2020 reduziert auf

**XX %**

|                                                                                             |                                                                          |                                  |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>STANDORT</b><br>Projektname<br>Straße Hausnummer<br><b>Ort</b><br>Gebäude<br>Gebäudeteil | <b>AUFTRAGGEBER/IN</b><br>Musterfirma<br>Straße Hausnummer<br><b>Ort</b> | <b>PROJEKTNUMMER</b><br>XXXXXXXX | <b>AUSGESTELLT AM</b><br>TT MM JJJJ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|

UNTERSCHRIFT PRÜFER/IN  
 Prüfer(in) Name  
 Firma

\* <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/handbuch-qualitaetssiegel-raumluftechnik>  
 \*\* Primärenergiebedarf für die Raumluftechnik des Referenzgebäudes nach Gebäudeenergiegesetz 2020

Quelle: eigene Darstellung (suwadesign)

**Abbildung 46: Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für Planung und Installation und Betrieb mit Siegel**

# Qualitätssiegel Raumluftechnik



Das Siegel für  
Energieeffizienz.

## Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik

Auszeichnung für PLANUNG, INSTALLATION und BETRIEB des Gesamtgewerks Raumluftechnik

### Projektname

Das Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für PLANUNG, INSTALLATION und BETRIEB bestätigt, dass die hohen Anforderungen des Qualitätssiegels Raumluftechnik erfüllt werden. Bei der für das Umweltbundesamt entwickelten und vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle getragenen Zertifizierung\* prüft ein unabhängiger Experte oder Expertin in einem dreistufigen Qualifizierungsprozess die energetische Qualität der Raumluftechnik.

Gesamtbewertung

### Siegel-Kriterien erfüllt

Der Primärenergiebedarf der RLT-Anlagen im Projekt ist im Vergleich zum Referenzwert\*\*  
nach dem Gebäudeenergiegesetz 2020 reduziert auf

## XX %

|                                                                                             |                                                                          |                                  |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>STANDORT</b><br>Projektname<br>Straße Hausnummer<br><b>Ort</b><br>Gebäude<br>Gebäudeteil | <b>AUFTRAGGEBER/IN</b><br>Musterfirma<br>Straße Hausnummer<br><b>Ort</b> | <b>PROJEKTNUMMER</b><br>XXXXXXXX | <b>AUSGESTELLT AM</b><br>TT MM JJJJ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|

UNTERSCHRIFT PRÜFER/IN

Prüfer(in) Name

Firma

\* <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/handbuch-qualitaetssiegel-raumluftechnik>

\*\* Primärenergiebedarf für die Raumluftechnik des Referenzgebäudes nach Gebäudeenergiegesetz 2020

Quelle: eigene Darstellung (suwadesign)

**Abbildung 47: Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik für Planung und Installation und Betrieb mit Exzellenz-Siegel**

# Qualitätssiegel Raumluftechnik EXZELLENZ



Das Siegel für  
Energieeffizienz.

## Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik

Auszeichnung für PLANUNG, INSTALLATION und BETRIEB des Gesamtgewerks Raumluftechnik

### Projektname

Das Zertifikat für energieeffiziente Raumluftechnik – PLANUNG, INSTALLATION und BETRIEB mit EXZELLENZ-Zusatz bestätigt, dass die sehr hohen Anforderungen des Qualitätssiegels Raumluftechnik EXZELLENZ erfüllt. Bei der für das Umweltbundesamt entwickelten und vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle getragenen Zertifizierung\* prüft ein unabhängiger Expert\*in in einem dreistufigen Qualifizierungsprozess die energetische Qualität der Raumluftechnik.

Gesamtbewertung

### Siegel-Kriterien mit Exzellenz erfüllt

Der Primärenergiebedarf der RLT-Anlagen im Projekt ist im Vergleich zum Referenzwert\*\* nach dem Gebäudeenergiegesetz 2020 reduziert auf

## XX %

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                              |                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">STANDORT</p> <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">Projektname</p> <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">Straße Hausnummer</p> <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">Ort</p> <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">Gebäude</p> <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">Gebäudeteil</p> | <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">AUFTRAGGEBER/IN</p> <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">Musterfirma</p> <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">Straße Hausnummer</p> <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">Ort</p> | <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">PROJEKTNUMMER</p> <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">XXXXXXXX</p> | <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">AUSGESTELLT AM</p> <p style="color: #1a3d54; font-size: x-small;">TT MM JJJJ</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

UNTERSCHRIFT PRÜFER/IN

Prüfer(in) Name

Firma

\* <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/handbuch-qualitaetssiegel-raumluftechnik>

\*\* Primärenergiebedarf für die Raumluftechnik des Referenzgebäudes nach Gebäudeenergiegesetz 2020

Quelle: eigene Darstellung (suwadesign)



### **Fazit Gestaltungen**

Die Gestaltungen für das neue Label und die Vorüberlegungen für Namensgebung und Visualisierung des Siegels dienten als Diskussionsgrundlage für konzeptionelle Entscheidungen in Bezug auf das neue Instrument. Funktionalität, Positionierung und andere Fragestellungen wurden während des Gestaltungs-Prozesses aufgeworfen und diskutiert.

Der Gestaltungsprozess bot auch die Möglichkeit, die Fokusgruppe mit einzubeziehen, was wichtige Rückmeldungen von potenziellen Nutzern und Botschaftern des neuen Instruments generierte und Transparenz und Wertschätzung signalisierte.

Durch die Entwicklung eines Brand-Designs kann sich das Qualitätssiegel Raumluftechnik als Service-Produkt positionieren. Gleichzeitig steht für die Öffentlichkeitsarbeit sowie Marketingmaßnahmen ein flexibler Design-Baukasten zur Verfügung.

## 6 Quellenverzeichnis

- BAFA (2019): Neues Energielabel für komplexe Klima- und Lüftungsanlagen in Nichtwohngebäuden. Pressemitteilung des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle vom 02.09.2019. Verfügbar unter: [https://www.bafa.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/Energie/2019\\_15\\_bfee\\_online\\_rechner.html](https://www.bafa.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/Energie/2019_15_bfee_online_rechner.html) (letzter Zugriff am 8.11.2019)
- Bruhn, M. (2019): Marketing: Grundlagen für Studium und Praxis (14. überarb. Aufl.). Wiesbaden: Springer Gabler.
- BTGA (2019): "Effizienzrechner Klima-Lüftung" kann professionelle Inspektion nicht ersetzen. Pressemitteilung des Bundesindustrieverbands Technische Gebäudeausrüstung e.V. (BTGA) und des Fachverbands Gebäude Klima e.V. (FGK) vom 04.09.2019. Verfügbar unter: <http://btga.de/index.php/ct-menu-item-32/pressemitteilungen-2015> (letzter Zugriff am 8.11.2019)
- CCI Dialog (2019): Neues Online-Energielabel für Klima- und Lüftungsanlagen. Verfügbar unter [https://www.cci-dialog.de/branchenticker/2019/kw36/04/luekk\\_neues\\_online-energielabel\\_fuer\\_klima\\_und\\_lueftungsanlagen\\_cci\\_branchenticker.html?backLink=/branchenticker/2019/kw36/04/luekk\\_neues\\_online-energielabel\\_fuer\\_klima\\_und\\_lueftungsanlagen\\_cci\\_branchenticker.html](https://www.cci-dialog.de/branchenticker/2019/kw36/04/luekk_neues_online-energielabel_fuer_klima_und_lueftungsanlagen_cci_branchenticker.html?backLink=/branchenticker/2019/kw36/04/luekk_neues_online-energielabel_fuer_klima_und_lueftungsanlagen_cci_branchenticker.html) (letzter Zugriff am 8.11.2019)
- GEG: Gesetz zur Vereinheitlichung des Energiesparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze vom 8. August 2020
- Gelbrich, K., Wünschmann, S., Müller, S. (2008): Erfolgsfaktoren des Marketing. München: Verlag Franz Vahlen.
- H. Schiller, R. Mai, C. Händel (2013): „Chancen der Energetischen Inspektion für Gesetzgeber, Anlagenbetreiber und die Branche“, Fraunhofer IRB Verlag, 2014, ISBN 978-3-8167-9180-5
- Jacobsen, J. (2018): UCD in deine Produktentwicklung integrieren. Blog-Artikel der Firma TestingTime. Verfügbar unter: <https://www.testingtime.com/blog/ucd-in-produktentwicklung-integrieren/> (letzter Zugriff am 8.11.2019)
- Mitteilung 2017/C 229/01: Veröffentlichung der Titel und Fundstellen für vorläufige Mess- und Berechnungsmethoden zur Durchführung der Verordnung (EU) 2016/2281, insbesondere der Anhänge III und IV
- Norm DIN EN 14511: „Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen für die Raumbeheizung und -kühlung und Prozess-Kühler mit elektrisch angetriebenen Verdichtern“ Teil 1 bis 4, Mai 2018
- Norm DIN EN 14825:2019-07 „Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern zur Raumbeheizung und -kühlung - Prüfung und Leistungsbestimmung unter Teillastbedingungen und Berechnung der saisonalen Arbeitszahl“
- Norm DIN EN 16798 Teil 13: „Energetische Bewertung von Gebäuden - Lüftung von Gebäuden - Teil 13: Berechnung von Kühlsystemen (Modul M4-8) – Erzeugung“ :2017-11
- Norm DIN EN 16798 Teil 3: Energetische Bewertung von Gebäuden - Lüftung von Gebäuden - Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden - Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme (Module M5-1, M5-4); Deutsche Fassung EN 16798-3:2017; 2017 – 11
- Norm DIN SPEC 13778: Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme – Nationaler Anhang zu DIN EN 13779:2007-09; 2009 - 12
- Norm DIN SPEC 15240: Lüftung von Gebäuden - Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Energetische Inspektion von Klimaanlageanlagen; Ausgabe 03-2019, Beuth-Verlag GmbH, Berlin
- Norm DIN V 18599 Teil 3: Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung, Ausgabe 10-2016, Beuth-Verlag GmbH, Berlin

Norm DIN V 18599 Teil 7: Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 7: Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau, Ausgabe 10-2016, Beuth-Verlag GmbH, Berlin

Normentwurf prEN: Energy performance of buildings — Ventilation for buildings — Part 3: For non-residential buildings — Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems (Modules M5-1, M5-4); 2018

Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., Smith, A. (2015): Value Proposition Design. Frankfurt a.M.: Campus Verlag.

Richtlinie VDI 6022 – 1: Raumluftechnik, Raumlufqualität; Hygieneanforderungen an raumluftechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln) – Januar 2018

RLT (2017): RLT-Richtlinie Zertifizierung, Prüfrichtlinie und Zertifizierungsprogramm zur Bewertung der Energieeffizienz von Raumluftechnischen Geräten durch den Herstellerverband RLT-Geräte e. V. in Kooperation mit der TÜV SÜD Industrie Service GmbH, aktuelle Ausgabe November 2017. Verfügbar unter: [https://rlt-geraete.de/datenbank/richtlinien/RLT\\_Zert\\_Richtlinie\\_Nov2017\\_DE\\_Rev02.pdf](https://rlt-geraete.de/datenbank/richtlinien/RLT_Zert_Richtlinie_Nov2017_DE_Rev02.pdf)

Schiller, H. (2008): Luftvolumenströme raumluftechnischer Anlagen im Referenzgebäudeverfahren nach EnEV 2007; EnEV-Aktuell, Beuth-Verlag

Spies, M. (2012): Branded Interactions: Digitale Markenerlebnisse planen und gestalten. Frankfurt a. M.: Campus Verlag.

Stahl, M. (2019): Editorial. In: CCI-Zeitung, 2019, Ausgabe 11. CCI Dialog GmbH, Karlsruhe.

TROX Technik: Produktübersicht Filterelemente; TK-PF-TS-Ps-20190117; 2019

VERORDNUNG (EU) Nr. 1253/2014 DER KOMMISSION vom 7. Juli 2014 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lüftungsanlagen

Verordnung (EU) Nr. 2016/2281 der Kommission vom 30. November 2016 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte im Hinblick auf Luftheizungsprodukte, Kühlungsprodukte, Prozesskühler mit hoher Betriebs-temperatur und Gebläsekonvektoren

Verordnung (EU) Nr. 206/2012 der Kommission vom 6. März 2012 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Raumklimageräten und Komfortventilatoren