

Vergleich von Lüftungskonzepten für Wohnbauten

Alex Primas

Senior Wissenschaftlicher Mitarbeiter

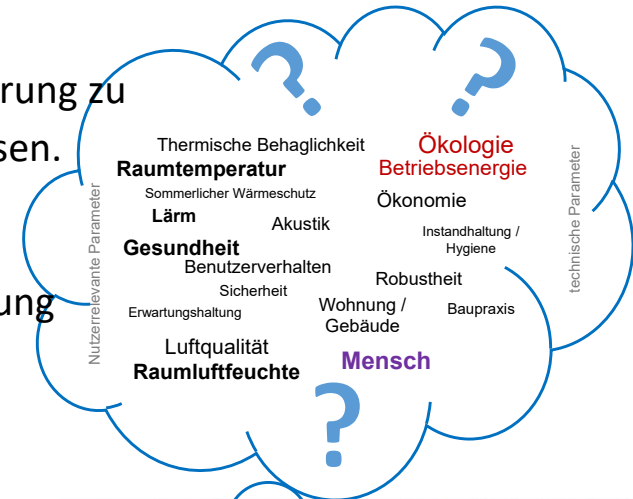
**Hochschule Luzern, Institut für
Gebäudetechnik und Energie IGE**



Berlin, 28./29. Januar 2021

Projekthintergrund

- Der Anspruch ein geeignetes Lüftungskonzept für einen Neubau oder eine Sanierung zu finden ist abhängig von diversen Einflussfaktoren, welche beachtet werden müssen.
- Ziel ist es, mit dieser Arbeit wesentliche Einflussfaktoren für verschiedene Lüftungskonzepte aufzuzeigen, die in der Planung beim Neubau oder der Sanierung beachtet werden müssen, damit die gestellten Anforderungen erfüllt werden
- Auch ist für zukünftige Planungen wichtig die wesentlichen Hebel (z.B. auch für Weiterentwicklungen) bzw. Stolpersteine zu kennen und wo möglich zu quantifizieren
- Oft Bedarf es bei der Wahl des Lüftungskonzeptes eine Abwägung verschiedener, teilweise gegenläufiger Faktoren (z.B. technische Faktoren versus Nutzerrelevante Faktoren).



Projektziele

- Vergleichende Bewertung von typischen Lüftungskonzepten für Wohngebäude bezüglich Betriebsenergie, Ökobilanz, Kosten sowie Behaglichkeitsparameter (thermisch, RLQ, Schall)
- Es werden 5 unterschiedliche Lüftungskonzepte analysiert. Neben der klassischen Komfortlüftung werden auch Konzepte mit Einzelraumgeräten oder Abluftanlagen mit ALD einbezogen. Zum Vergleich wird eine «SIA-konforme» Fensterlüftung mit Badabluft betrachtet.
- Die Lüftungskonzepte sollen, soweit dies möglich ist, eine vergleichbare Raumlufthqualität aufweisen und eine normgerechte Feuchteabfuhr sicherstellen.
- Unterschiede in Parametern zu Luftqualität oder anderen Aspekten wie Schallschutz oder thermische Behaglichkeit werden berücksichtigt und qualitativ in die Bewertung einbezogen.
- Die grossen Hebel und wesentlichen Stolpersteine in der Planung und Realisierung sollen für zukünftige Planungen aufgezeigt werden können.

Kriterien / Bewertungsparameter

Einflussfaktoren / Kriterien	Hauptbewertungspunkt	Bewertungsart
Technische Parameter		
Betriebsenergie Strom	Strom für Anlage inkl. Enteisung / KWL-Box etc.; [kWh/(m ² a)]	quantitativ
Betriebsenergie Wärme	Wärmeverluste (WRG, Verrohrung, Enteisung); [kWh/(m ² a)]	quantitativ
Ökologie *)	Ökobilanz der Materialien; Wert als "Indikator"/(m ² a)	quantitativ
Ökonomie / Erstellung	Investitionskosten inkl. Anteile H, E, MSRL und baul. [CHF/m ²]	quantitativ
Ökonomie / Instandhaltung	Unterhaltskosten (Wartung, Reinigung, Filterw.) [CHF/(m ² a)]	quantitativ
Raumbedarf Schächte	Für Schächte inkl. Schachtwand [m ³ /m ²]	quantitativ
Raumbedarf, total **)	Für Geräte (Lüftungszentralen) und Schächte [m ³ /m ²]	quantitativ
Nutzerrelevante Parameter		
Akustik, Geräteschall	Anlagegeräusche	qualitativ / Anforderungen
Akustik, Schallschutz	Schalldämmung gegen Aussenlärm	qualitativ / Anforderungen
Raumluftqualität	Raumluftqualität ***), Geruchsübertragung zwischen Wohnungen	qualitativ / z.T. quantitativ
Raumluftfeuchte	Hohe / niedrige Raumluftfeuchte	qualitativ / z.T. quantitativ
Thermische Behaglichkeit	Raumluftgeschwindigkeit bzw. Zugluft, Zulufttemperatur ****)	qualitativ
Gesundheit ***)	Luftschadstoffe (Feinstaub, Pollen); Feuchtigkeitsprobleme	qualitativ / Anforderungen
Robustheit / Benutzerverhalten	Benutzerverhalten (offene Fenster / Türen), Wind, Wartung *****)	qualitativ (Einflüsse)

*) Untersuchte Indikatoren: Graue Energie, gesamte Primärenergie, Treibhausgasemissionen, Umweltbelastungspunkte (UBP 2013)

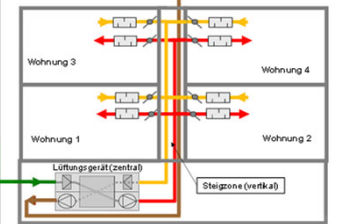
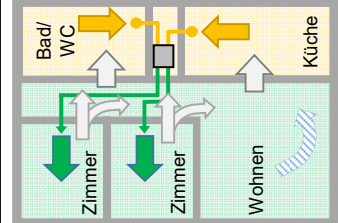
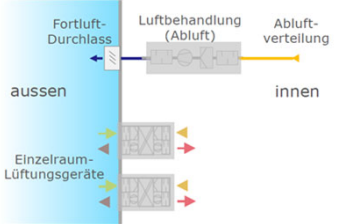
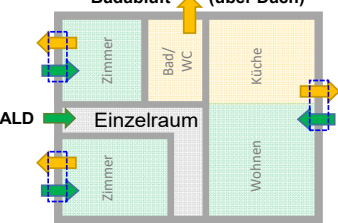
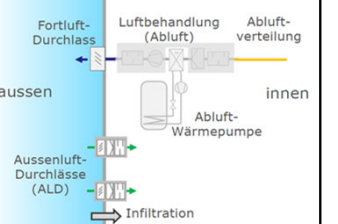
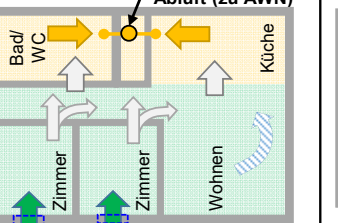
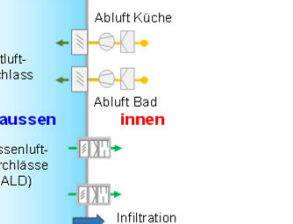
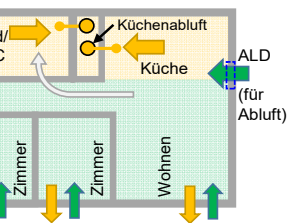
**) Raumbedarf für Geräte (nach SIA 382/1 bei zentralen Anlagen; in Wohnung inkl. Revisionszugang), kein Raumbedarf bei Dachaufstellung)

***) RAL-Klassen; Indikator CO₂; VOC, PM, starker Zusammenhang mit Punkt "Gesundheit" (in Bewertung Zusammengefasst)

****) z.B. bei Fensterlüftung werden dafür zwingende Benutzereingriffe vorausgesetzt (mit entsprechender Wirkung)

*****) Abhängigkeit von Aussenbedingungen, Benutzereingriffen sowie sachgerechter, regelmässiger Wartung und Instandhaltung.

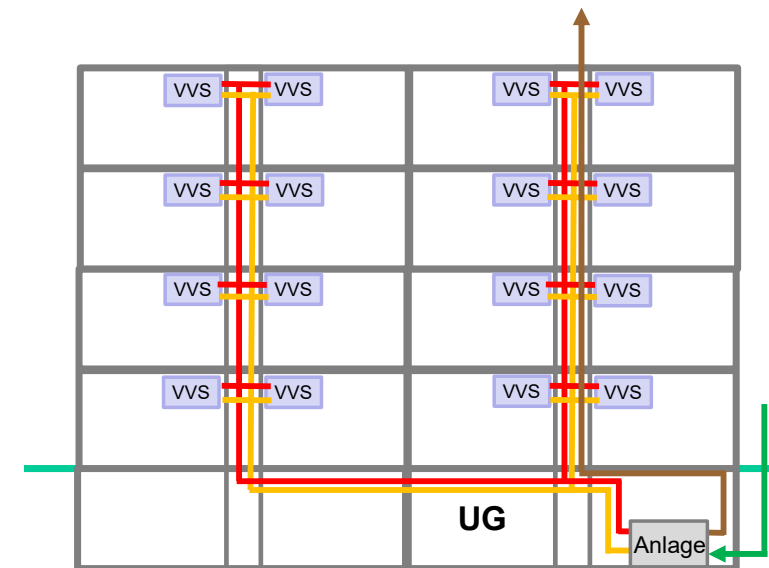
Untersuchte Lüftungskonzepte

Code	LK1	LK2	LK3	LK4	LK5
	Schema (Basissystem)  Grundriss (Basissystem) 	Basissystem  Systemvariante 	Schema (Basissystem)  Grundriss (Basissystem) 	Schema (Basissystem)  Grundriss (Basissystem) 	Schema (Basissystem)  Grundriss (Basissystem) 
Bezeichnung	Einfache Lüftungsanlage Mehrwohnungsanlage	Einfache Lüftungsanlage Einzelwohnungsanlage	Einzelraumlüftungsgerät kombiniert mit Abluftanlage für Nassräume	Abluftanlage mit Abluft-Wärmepumpe für WW Mehrwohnungsanlage	Fensterlüftung kombiniert mit Abluftanlage pro Nassraum
Verteilung	Kaskade	Kaskade	Einzelraum / Badabluft Kaskade	Kaskade	Badabluft als Kaskade
Steuerung / Regelung	Handscharter pro Wohnung mit 2 Stufen (über KWL-Box)	Handscharter mit 3 Stufen	Handscharter je Gerät, 3 Stufen Badabluft Ein/Aus (über Licht)	Dauerbetrieb	Manuelle Fensterlüftung Badabluft Ein/Aus (über Licht)
Küchenabluft	Umluft	Umluft	Umluft	Umluft	Abluft
Systemvarianten	Verbundlüftung / ohne Kaskade Standort Lüftungsgerät Varianten Luftverteilung	Verbundlüftung / ohne Kaskade Standort Lüftungsgerät Varianten Luftverteilung	Gerät mit Nebenanschluss (keine sep. Badabluft); Badabluft mit Dauerbetrieb	System mit Feuchteregelung AWN für WW und Heizung Anlage je Wohnung ohne AWN	Nutzungsvarianten der Fensterlüftung; Fensterlüftung mit Spaltlüfter

Weitere Festlegungen

- Für alle Lüftungskonzept wird von einer technisch guter Auslegung und Ausführung der Anlage ausgegangen (Einsatz effizienter Geräte)
- Basisgebäude: Neubau mit sechzehn 3.5-Zimmer Wohnungen (je Wohnung 90m² Wohnfläche, 115 m² Energiebezugsfläche).
- Sensitivitätsanalyse: Mit Systemvarianten (Variation bezüglich dem Konzept der Leitungsführung, dem Gerätestandort, dem Konzept der Luftverteilung in der Wohnung sowie der Geräteeigenschaften) wird eine Bandbreite der quantitativen Werte bestimmt

Basisgebäude Mehrwohnungsanlage (LK1)



Beispiel Einfache Lüftungsanlage, Mehrwohnungsanlage (LK 1)

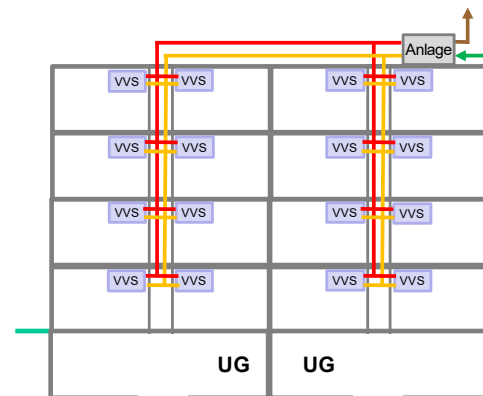
Festlegungen zum Basissystem LK 1:

- Luftverteilung in der Wohnung: Prinzip Kaskade, mit Wohnzimmer im Durchströmbereich
 - Die Zuluft-Durchlässe sind über den Zimmertüren angeordnet
 - Die Zuluft- und Abluftleitungen (Kunststoff PE, Aussendurchmesser 90 mm) sind in der Betondecke eingelegt
 - Hauptverteilung Pro Steigzone ist eine Zu- und Abluftleitung aus runden, verzinkten Spiralfalzrohren vorhanden
 - Steuerung/Regelung: Der Luftvolumenstrom kann pro Wohnung mittels Handschalter auf 2 Stufen eingestellt werden
 - Jede Wohnung ist mit einer Wohnungslüftungsbox (Volumenstromregler, Schalldämpfer und Steuerung) ausgerüstet
-
- Luftaufbereitung: Luftaufbereitungsgerät mit Enthalpie-Plattenübertrager
 - Temperatur-Änderungsgrad der WRG: 75 %
 - Leckagen, Disbalancen und Wärmeeinträge reduzieren den Nutzen der WRG um 5 Prozentpunkte
 - Feuchtegehalt-Änderungsgrad: 60 %
 - Spezifische Ventilatorleistung (SFP): Zuluft $0.30 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$, Abluft $0.25 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$
 - Es ist kein Nachwärmer vorhanden, sofern nicht durch Enteisungskonzept erforderlich
 - Küchenabluft: Umluft-Dunstabzugshaube

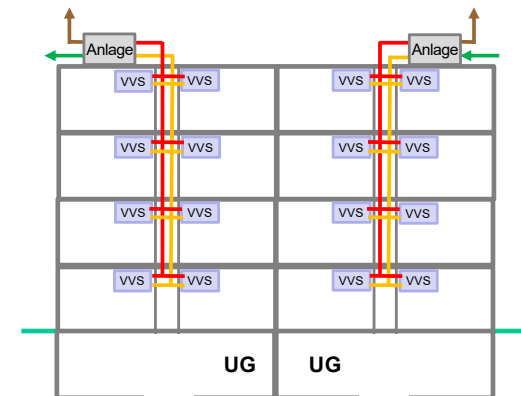
LK 1: Varianten Standort Lüftungsgerät

- Variante 1: Ein Gerät auf dem Dach
- Variante 2: Ein Gerät pro Steigzone auf dem Dach
- Variante 3: Ein Gerät im UG
- Variante 4: Ein Gerät pro Steigzone im UG
- Variante 5: Je ein Gerät auf dem Dach und im UG

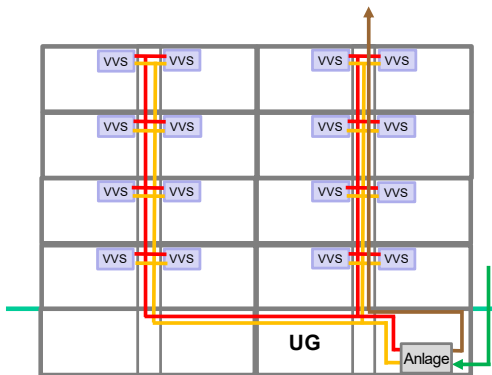
Variante 1



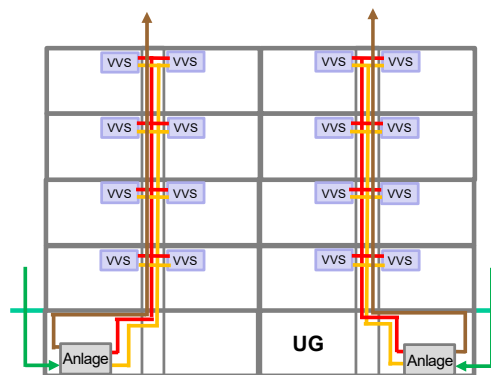
Variante 2



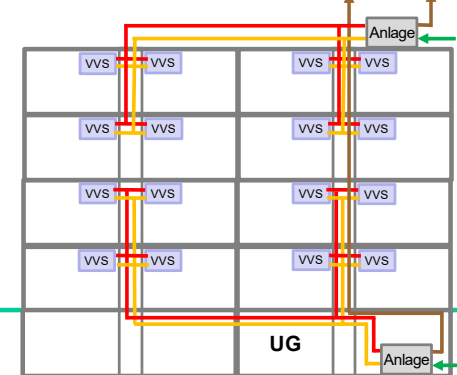
Variante 3



Variante 4



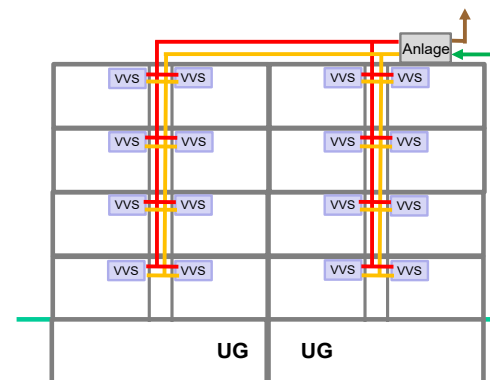
Variante 5



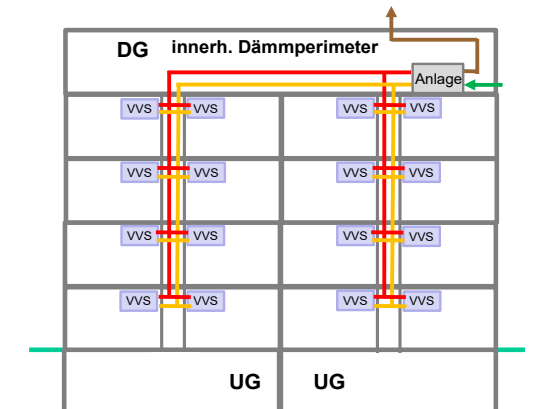
LK 1: Varianten Standort Aussenluftfassung

- Variante 1: AUL Fassung auf dem Dach
- Variante 2: AUL Fassung an Fassade im Dachgeschoss
- Variante 3: AUL Fassung im EG mit Ansaugturm
- Variante 4: AUL Fassung im EG im Fassadenbereich

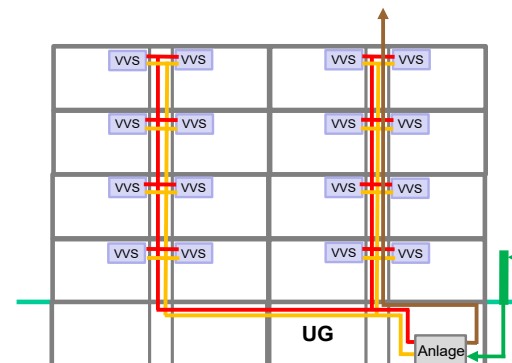
Variante 1



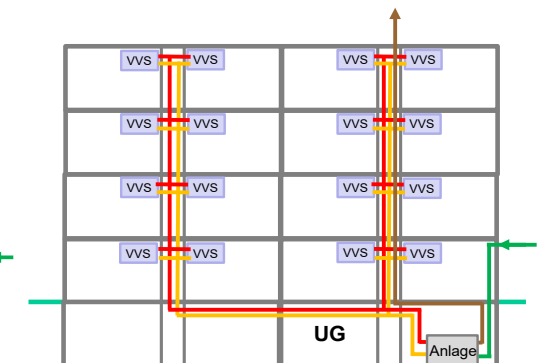
Variante 2



Variante 3



Variante 4



LK 1: Varianten Anlagensteuerung bzw. Regelung der Luftmengen

- Variante 1: Basissystem mit Stufenschalter je Wohnung (2 stufig), Referenz
- Variante 2: Basissystem VAV optimiert (Rückkopplung auf Lüftungsgerät)
- Variante 3: Bedarfsgerecht je Wohnung (CO₂-Regelung)
- Variante 4: Zentrales Zeitprogramm (2 Stufen)
- Variante 5: Konstantbetrieb

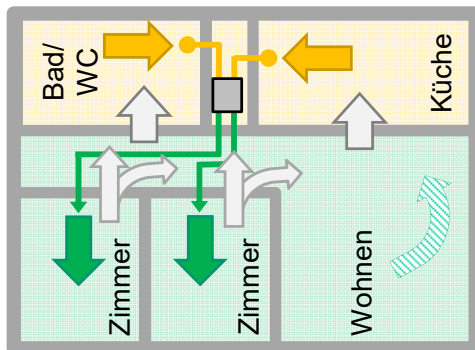
LK 1: Varianten Art der Wärmerückgewinnung

- Variante 1: Basissystem mit Enthalpie-Plattenübertrager
- Variante 2: Anlage mit Plattenübertrager ohne Feuchteübertragung

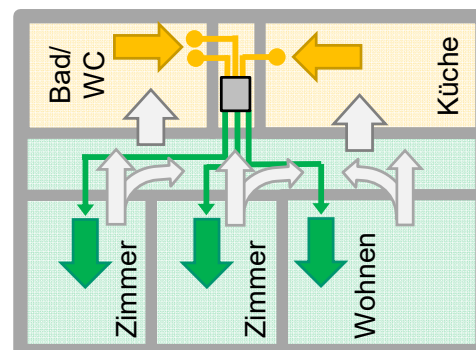
LK 1: Varianten Konzept Luftverteilung in Wohnung

- Variante 1: Basissystem mit Kaskade, Referenz
- Variante 2: Verteilsystem ohne Kaskade (ZUL auch in WZ)
- Variante 3: Verteilsystem mit Verbundlüftern (aktive Überströmung)

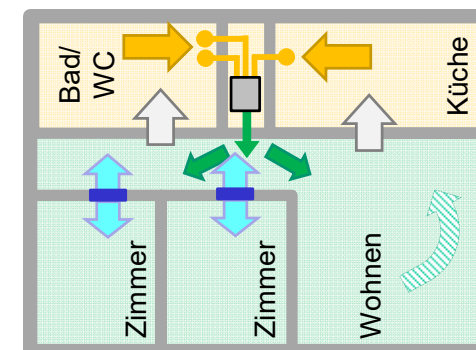
**Variante 1:
Kaskade**



**Variante 2:
ohne Kaskade**



**Variante 3:
aktive Überströmer**



Auslegung der Luftmengen pro Wohnung; Basis 3.5-Zimmer Wohnung:

60 m³/h *)

90 m³/h

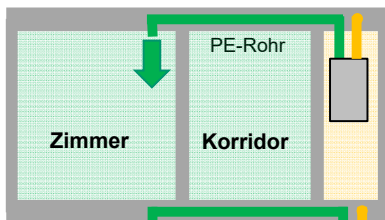
90 m³/h *)

Variante mit 60 m³/h **)

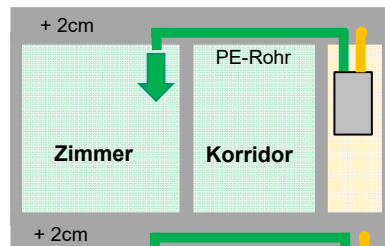
LK 1: Varianten Materialisierung Luftverteilung in Wohnung

- Variante 1: Basissystem mit eingelegten Polyethylen Wellrohren
- Variante 2: Eingelegte Polyethylen Wellrohren, Erhöhung Deckenstärke um 2 cm
- Variante 3: Verteilung mit abgehängter Decke im Korridorbereich, Polyethylen Wellrohre
- Variante 4: Verteilung mit abgehängter Decke im Korridorbereich, Spiralfalzrohre, verzinkt
- Variante 5: Verteilung im Korridorbereich, Spiralfalzrohre, verzinkt; sichtbar installiert

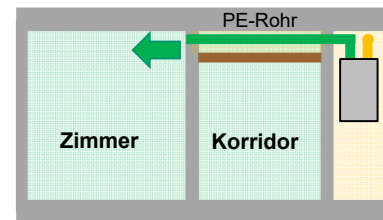
Variante 1



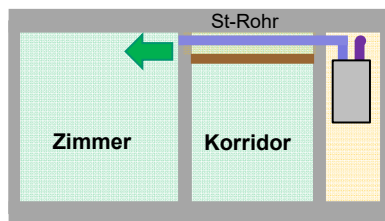
Variante 2



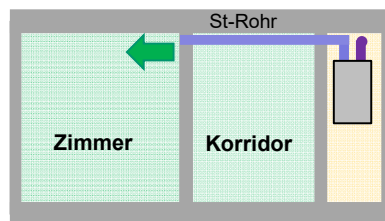
Variante 3



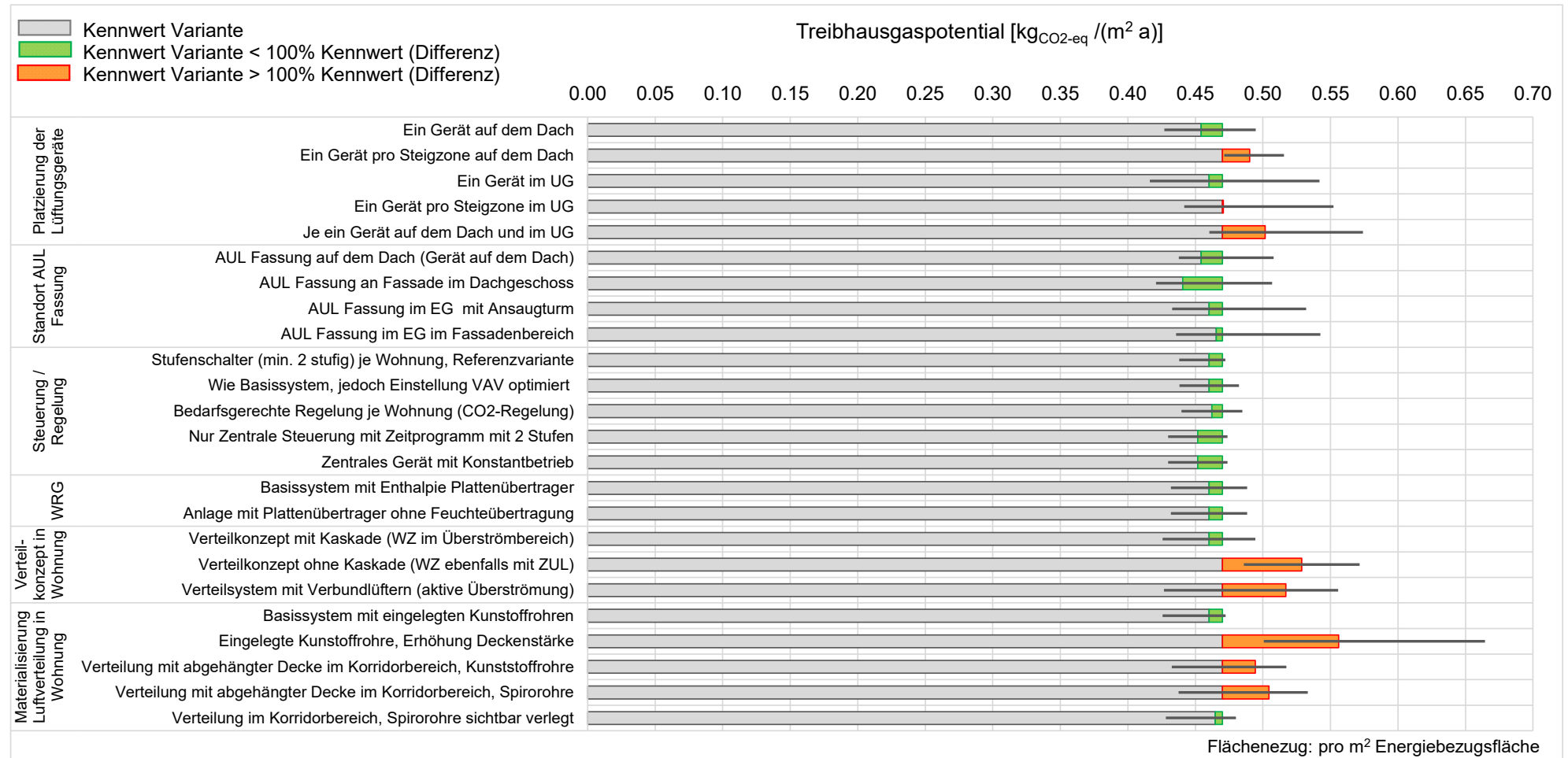
Variante 4



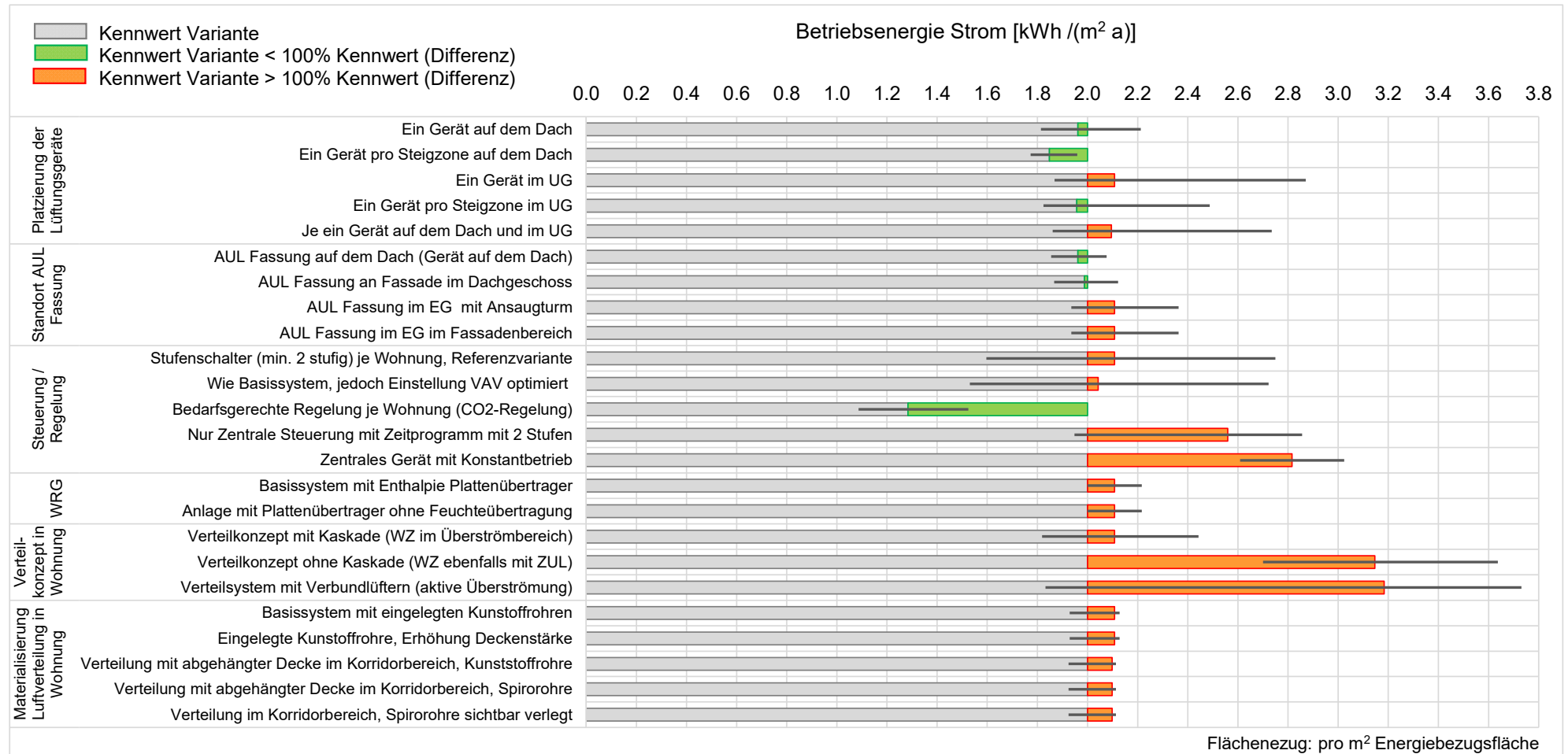
Variante 5



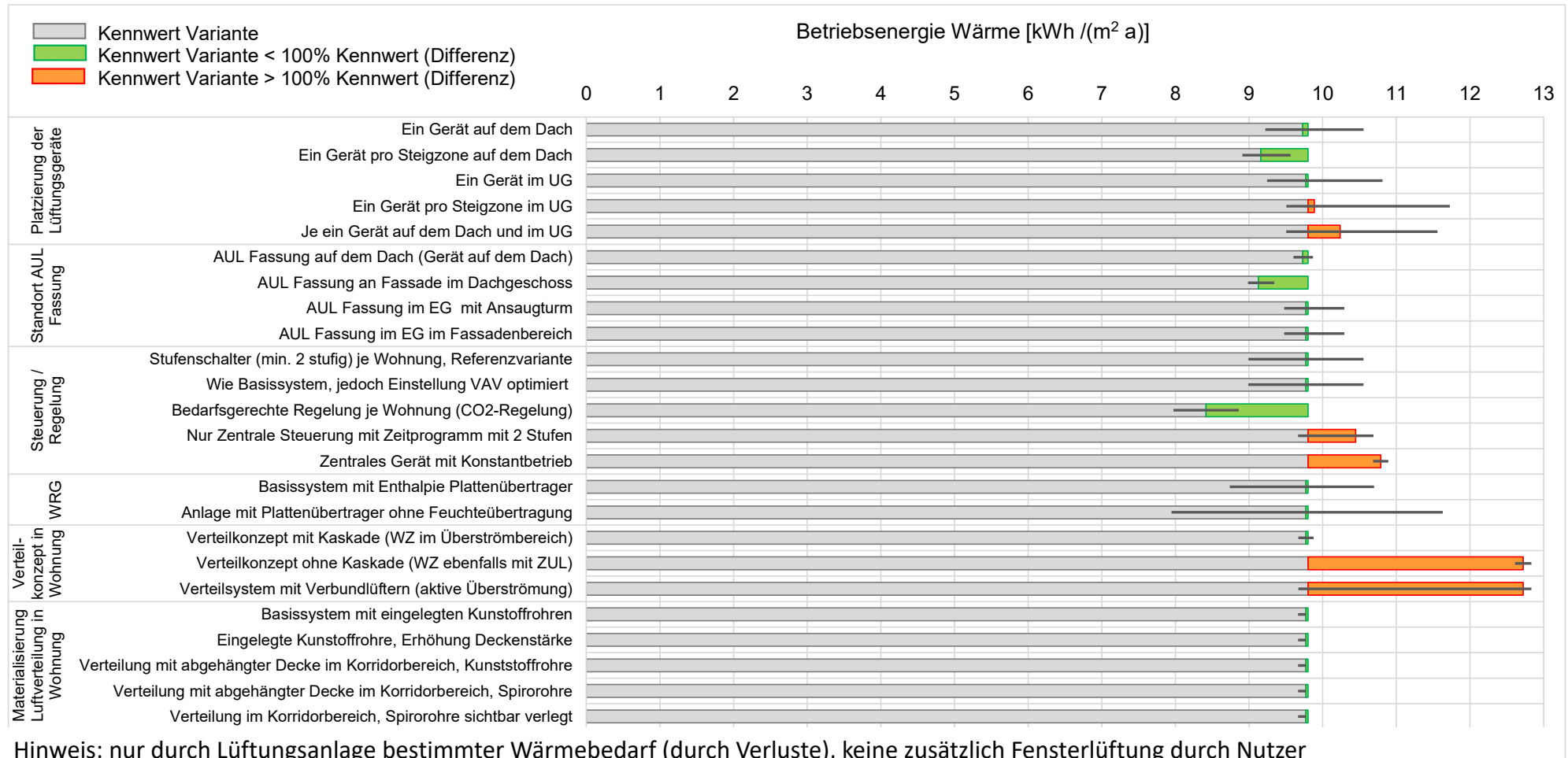
Resultate zu LK 1: Materialisierung, Indikator Treibhausgaspotential



Resultate zu LK 1: Indikator Betriebsenergie Strom



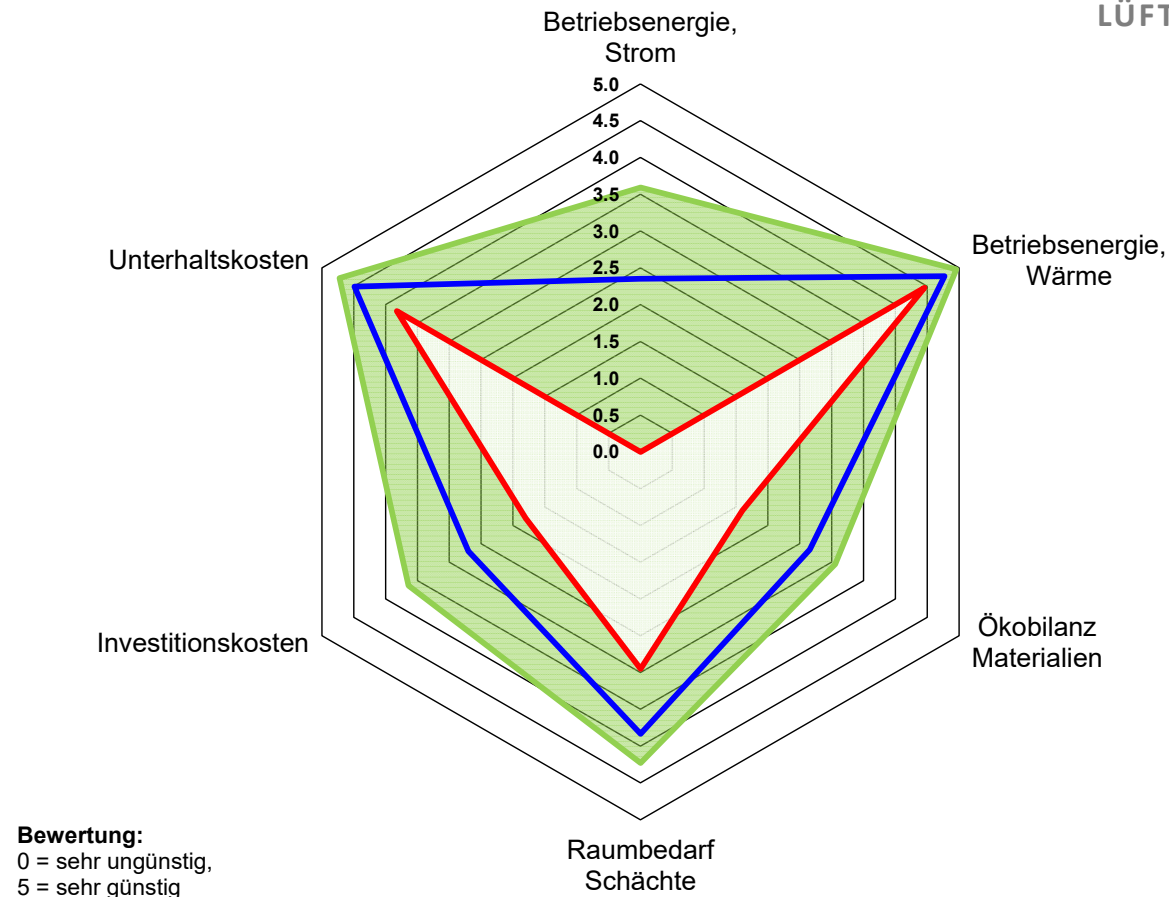
Resultate zu LK 1: Indikator Betriebsenergie Wärme



Zusammenfassung Punktebewertung LK 1: technische Parameter

BEWERTUNG QUANTITATIVE PARAMETER;
LÜFTUNGSKONZEPT 1, MEHRWOHNUNGSANLAGE

In der Bewertung ist **0** die ungünstigste Bewertung und **5** die günstigste Bewertung einer Variante (über alle fünf 5 LK).

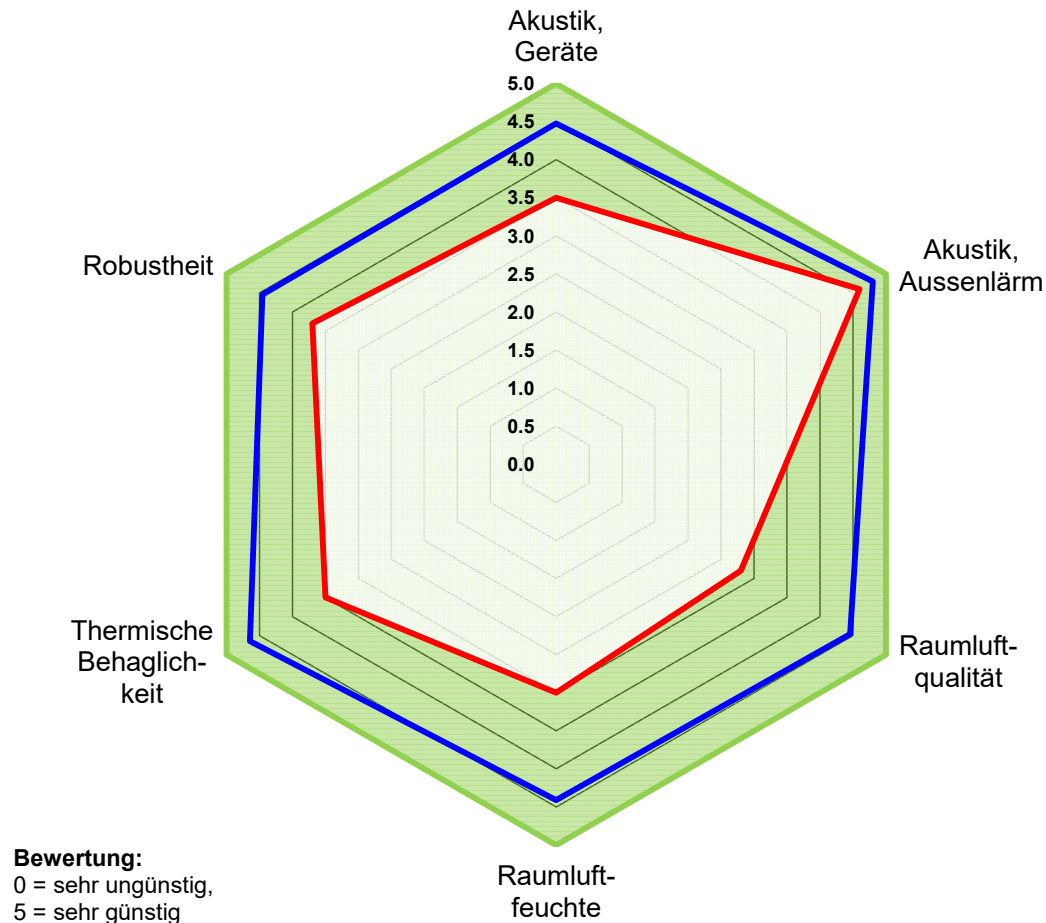


- Mehrwohnungsanlage (LK1): Günstige Bewertung
- Mehrwohnungsanlage (LK1): Ungünstige Bewertung
- Mehrwohnungsanlage (LK1): Mittlere Bewertung

Zusammenfassung Punktebewertung LK 1: nutzerrelevante Parameter

BEWERTUNG QUALITATIVE PARAMETER; LÜFTUNGSKONZEPT 1, MEHRWOHNUNGSANLAGE

In der Bewertung ist **0** die ungünstigste Bewertung und **5** die günstigste Bewertung einer Variante (über alle fünf 5 LK).



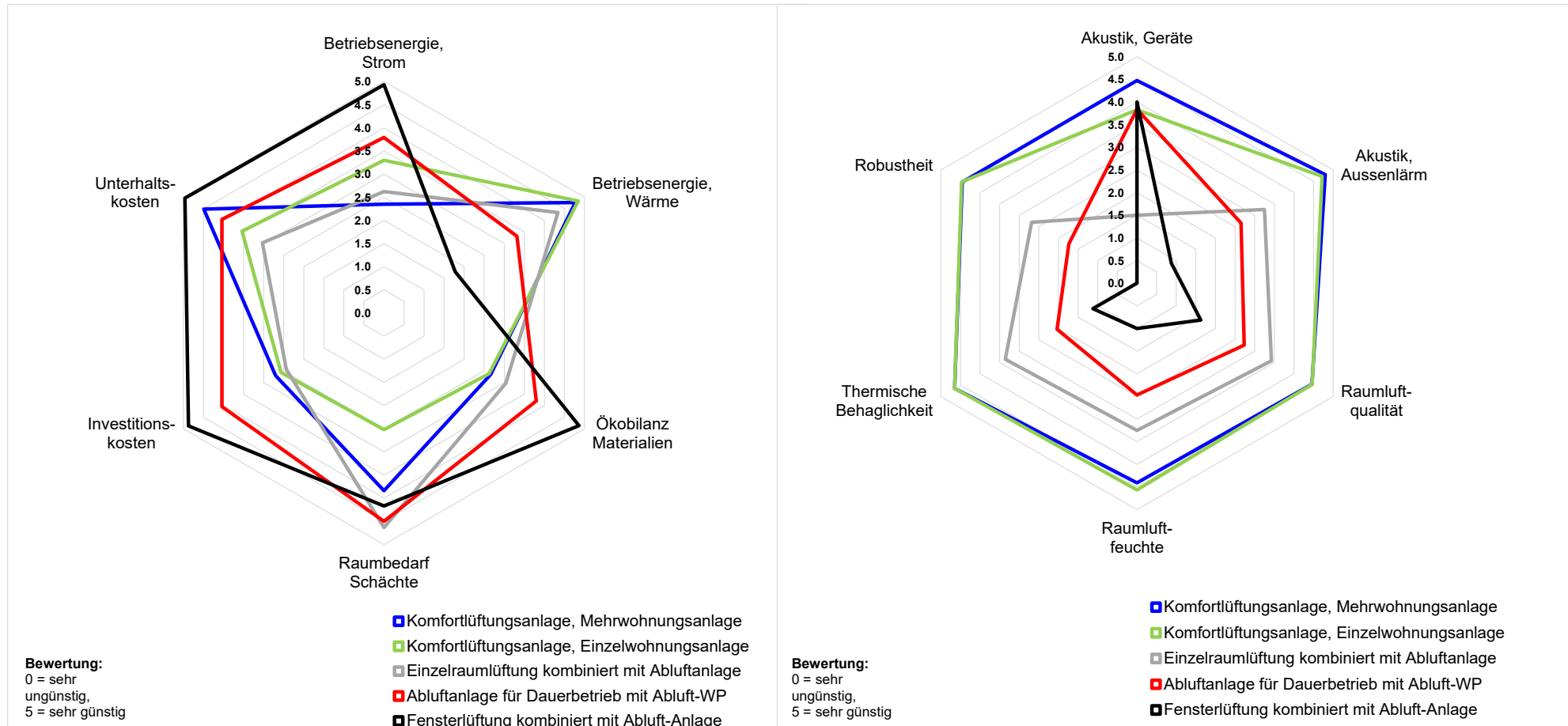
- Mehrwohnungsanlage (LK1): Günstige Bewertung
- Mehrwohnungsanlage (LK1): Mittlere Bewertung
- Mehrwohnungsanlage (LK1): Ungünstige Bewertung

Folgerungen für Einfache Lüftungsanlage, Mehrwohnungsanlage (LK 1)

Ein gutes Anlagenkonzept für eine Mehrwohnungsanlage verfügt über folgende Eigenschaften:

- Konzept mit Kaskadenlüftung (Wohnzimmer im Durchströmbereich)
- Bedarfsgerechte Luftmengenregelung jeder Wohnung (CO₂-geregelt + Stufenschalter)
- Einsatz eines hocheffizienten Lüftungsgerätes mit Feuchterückgewinnung
- Verteilkonzept der Sammelleitungen mit minimierten Verteilleitungslängen mit möglichst rundem Querschnitt
- Verteilung innerhalb der Wohnung mit kurzen Wegen (Luftauslass bei Zimmertüren)

Zusammenfassung Punktebewertung über alle Lüftungskonzepte



Hinweis: nur mittlere Bewertung der Konzepte dargestellt (keine Darstellung der Varianz der verschiedenen Varianten / Sensitivitäten)

Projektinfos



Projektstand:

- Schlussbericht im Vernehmlassung (wird über BFE Publikationsdatenbank veröffentlicht)

Projektteam:

- Hochschule Luzern (HSLU): Heinrich Huber, Alex Primas, Gianrico Settembrini, Stephan Zuber
- Minergie (Umsetzung, Öffentlichkeitsarbeit): Robert Minovsky

Projektbegleitgruppe:

- Adrian Grossenbacher, BFE; Christoph Gmür, Bd Zürich / AWEL; Franz Sprecher, AHB; Martin Imholz, Kanton Uri; Robert Minovsky, Minergie; Martin Müller, Kanton Thurgau; Alfonso De Stefani, IG Passivhaus

Finanzierung:

- Bundesamt für Energie (Programm Energie Schweiz; www.energieschweiz.ch)
- Konferenz Kantonaler Energiefachstellen (EnFK)
- Stadt Zürich Amt für Hochbauten

Mit Unterstützung von

