



**Haustechnik
Planungsgesellschaft**

Ingenieurbüro
Gebäudetechnik, Energie und Umwelt

Erfahrungsbericht SFP-Wert

Erkenntnisse und Empfehlungen

STAND April 2017

Impressum

Redaktion und fachlicher Inhalt

Ing. Stephan Brenner

Haustechnik Planungsgesellschaft

Turmweg 7

3950 Gmünd

Beauftragung und Mitwirkung

Amt der NÖ Landesregierung

Gruppe Raumordnung, Umwelt und Verkehr

Abteilung Umwelt- und Energiewirtschaft

Ausgangssituation

Mit dem Pflichtenheft „Energieeffizienz und Nachhaltigkeit für NÖ Landesgebäude“, Version 3.0, Ausgabe September 2014, wurden detaillierte Standards für Raumluftechnischen Anlagen in NÖ Landesgebäuden festgelegt. Vermehrte hygienische Anforderungen bei den Sozialeinrichtungen, aber auch die zur Umsetzung kommenden technischen Standards bewirken, dass der Anteil des Stromverbrauches am Gesamtverbrauch in Pflegeheimen und Kliniken bei ca. 20 bis 25% liegt.

Als bestimmende Größe für den energieeffizienten Betrieb einer Lüftungsanlage wird die „Spezifische Ventilatorleistung“ (SFP-Wert) gesehen. Im Rahmen des Pflichtenheftes wurde eine Mindestanforderung beim SFP-Wert von maximal 3 definiert. In den Umsetzungen werden die Planer angehalten, entsprechende Maßnahmen und Überprüfungen vorzunehmen, welche die Einhaltung dieser Vorgaben gewährleisten. Ausreichende Gerätedimensionen aber auch Netzquerschnitte sollen zur Verringerung der Druckwiderstände und somit zu einer geringeren elektrischen Ventilatorleistung beitragen.

Der nachstehende Bericht gibt Informationen über erste Errichtungs- und Betriebserfahrungen aus Projekten im Bereich Pflegeheime und Kliniken. Alle getroffenen Empfehlungen beziehen sich vorrangig auf diese Anwendungen. Die Anwendbarkeit auf andere Nutzungen ist durchaus gegeben, jedoch einer entsprechenden Prüfung zu unterziehen.

Abstract

In the functional specification document „energy efficiency and sustainability for public buildings of Lower Austria“ (version 3.0, edition September 2014) have been determined detailed standards concerning air-conditioning systems in public buildings in Lower Austria. The increasing sanitary requirements at social services and the steadily growing implementation of the state of art lead to an amount of electricity from 20 to 25 percent of the overall energy consumption at nursing homes and hospitals.

The determining size for an energy efficient operation of a ventilation system is the „specific fan power“ (sfp-value). The minimum requirement concerning the sfp-value is determined in the functional specification document as maximum three. In all implementations the designers are required to set the appropriate measures and verifications to guarantee these requirements. Sufficient equipment size and net dimensions should lead to decrease pressure resistance and in consequence to a lower electrical fan power.

The following report includes informations about first experiences of construction and operation in ongoing projects at nursing homes and hospitals. All recommendations are referring to these applications. The adaptability to other applications is possible, as soon as appropriate checks are done.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Grundlagen.....	4
3	Erkenntnisse und Empfehlungen aus der Errichtung.....	7
3.1	Hydraulik des Luftleitungsnetzes.....	7
3.2	Räumliche Anordnung der Lüftungszentrale.....	7
3.3	Gestaltung der Außen- und Fortluftleitungen.....	8
3.4	Optimierung der externen Pressung im Netz.....	8
3.4.1	Zwischendecken.....	8
3.4.2	Schachtbereiche.....	8
3.4.3	Kollektoren und Verbindungen.....	8
3.5	Lüftungszentralgerät.....	9
3.6	Ventilator.....	9
3.7	Auslegung des Ventilatormotors.....	9
3.8	SFP-Check.....	10
4	Erkenntnisse und Empfehlungen für den Betrieb.....	10
4.1	Variable Volumenstromregler.....	10
4.2	Fan-Optimiser.....	10
4.3	Betriebspersonal.....	10
5	Bewertung aus Errichtung und Betrieb.....	11
5.1	Projekt 1.....	11
5.2	Projekt 2.....	14
5.3	Projekt 3.....	14
6	Zusammenfassung.....	15
6.1	Zukünftige Ziele.....	16

Verzeichnis Grafiken

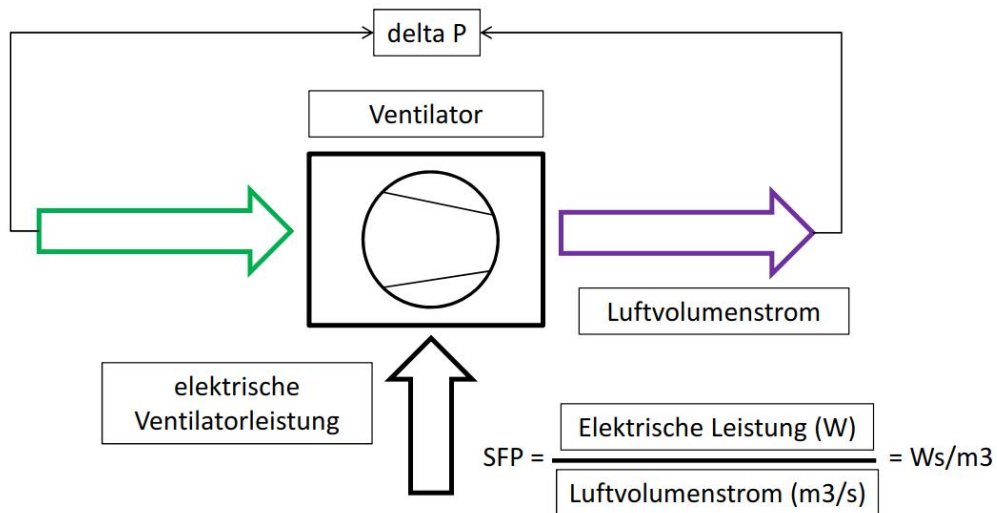
Grafik 1	Darstellung SFP-Wert	3
Grafik 2	Auswirkungen der Errichtung auf den Betrieb.....	3
Grafik 3	Entwicklung der SFP-Werte in der ÖNORM EN 13779.....	4
Grafik 4	Bauteile für den SFP-Wert nach Ökodesign-Richtlinie	5
Grafik 5	Erforderliche Schnittstellen bei der Errichtung.....	6
Grafik 6	Wirkungsgrade Verhältnis Teillast/Volllast (P/Pn)	9
Grafik 7	Vergleich der Investitionen der Anlagen.....	13
Grafik 8	Investitionen und Betriebskosten für Strom und Wartung.....	13
Grafik 9	Weitere Projektergebnisse.....	14
Grafik 10	Planungsergebnis Gebäude mit einer Primär- und drei Umluftanlagen.....	15
Grafik 11	Effekt höherer Zwischendecken.....	16

Alle Grafiken: Ing. Stephan Brenner, Haustechnik Planungsgesellschaft

1 Einleitung

Die spezifische Ventilatorleistung definiert in der Raumluftechnik das Verhältnis von aufgenommener elektrischer Ventilatorleistung zum geförderten Luftvolumenstrom und wird SFP-Wert (Specific Fan Power) genannt.

Grafik 1 Darstellung SFP-Wert



Wesentlich zur Erreichung eines optimalen SFP-Wertes ist die rechtzeitige Berücksichtigung der umsetzungsrelevanten Schritte bei der Planung. Alle nicht abgerufenen Potentiale (z.B. Einbaugrößen, Systemanordnungen) führen zu einem höheren Verbrauch im Betrieb, der auch durch spätere Optimierungsbemühungen nicht mehr aufgeholt werden kann. Nachstehende Grafik 2 zeigt die unmittelbare Abhängigkeit von der Errichtung zum Betrieb. Die Errichtungsdefizite wirken sich mindestens 1:1 auf den Stromverbrauch aus.

Grafik 2 Auswirkungen der Errichtung auf den Betrieb



Wie in Grafik 2 ersichtlich, können die Verschlechterungen bei 15 bis 30% im Vergleich zum optimalen Anlagenzustand liegen. Dabei ist der Effekt der Verschlechterung unabhängig von der Anlagengröße.

2 Grundlagen

Die Anforderungen für den SFP-Wert sind in der ÖNORM EN 13779:2008¹ definiert. Darin sind die einzelnen Klassen und deren Einstufungen geregelt. Der in der Norm festgelegte SFP-Wert betrachtet das Gebäude oder die einzelnen Anlage in ihrer Gesamtheit.

Somit stellt der SFP-Wert eine Kennzahl für die Qualität der gesamten Raumluftechnischen Anlage (RLT-Anlage) dar. Zur Erreichung eines optimalen SFP-Wertes braucht es

- geringe Druckverluste aller Bauteile,
- eine Reduktion der Leckluftmengen und
- eine effiziente Ventilatoren- bzw. Motorentechnik.

Mit den Formulierungen im Pflichtenheft Energieeffizienz und Nachhaltigkeit², Punkt 9.4 Raumluftechnische Anlagen, hat man gezielt Anforderungen in diese Richtung definiert und damit auch immer die Optimierung einer einzelnen Lüftungsanlage in ihrer Gesamtheit im Fokus.

Über die Betrachtung der Entwicklung der Norm ist ersichtlich, dass vor allem die Anforderungen der Klassen SFP 1 bis SFP 4 gleichgeblieben sind. Dies ist deshalb wichtig, um für Projektpartner, aber auch für die Projekte selbst, über einen längeren Zeitraum eine konstante Planungsbasis gewährleisten zu können.

Grafik 3 Entwicklung der SFP-Werte in der ÖNORM EN 13779

P_{SFP} Ws/m ³	01.01.2000 Entwurf	01.10.2003 Schluss-Entwurf	01.05.2005	01.01.2008
SFP 1	< 1.000	< 500	< 500	< 500
SFP 2	1.000 bis 1.500	500 bis 750	500 bis 750	500 bis 750
SFP 3	1.500 bis 2.500	750 bis 1.250	750 bis 1.250	750 bis 1.250
SFP 4	2.500 bis 4.000	1.250 bis 2.000	1.250 bis 2.000	1.250 bis 2.000
SFP 5	> 4.000	> 2.000	> 2.000	2.000 bis 3.000
SFP 6				3.000 bis 4.500
SFP 7				> 4.500

¹ ÖNORM EN 13779, Ausgabe 2008-01-01, Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme

² Pflichtenheft „Energieeffizienz und Nachhaltigkeit für NÖ Landesgebäude“, Version 3.0, Ausgabe September 2014

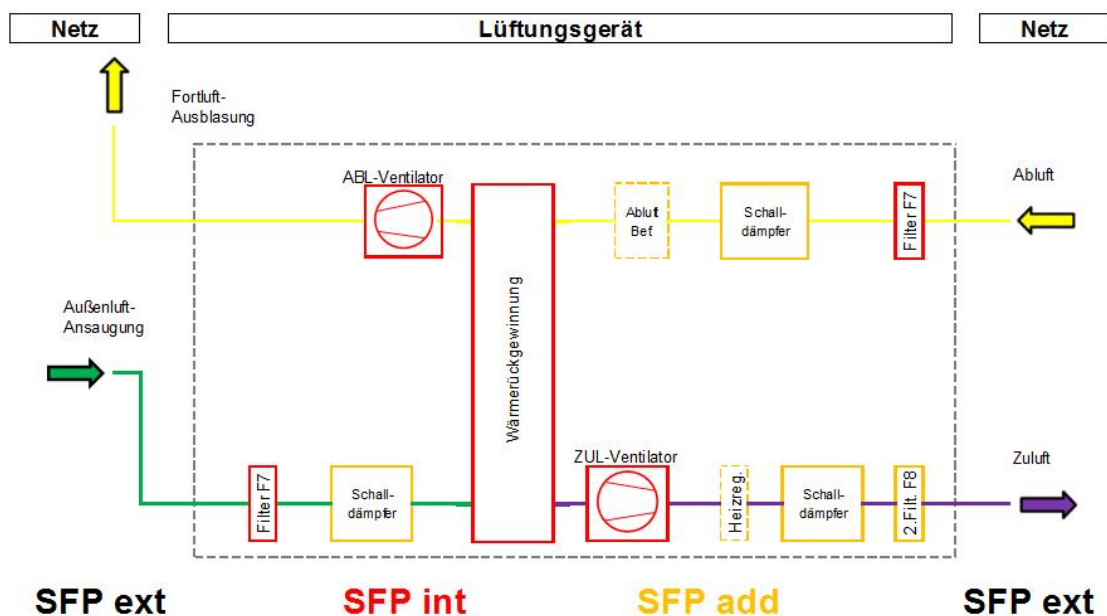
Seit der Ausgabe der ÖNORM EN 13779 im Jahre 2008 kommen Zuschläge für weitere Anlagenbauteile (z.B. Filter, besonders effiziente Wärmerückgewinnung) hinzu. Mit diesen erweiterten Zuschlägen ist eine projektbezogene Betrachtung der einzelnen Anlagen möglich und der SFP-Wert 3 umsetzbar geworden.

Eine weitere Anforderung an den SFP-Wert findet sich in der seit 01. Jänner 2016 gültigen europäischen ErP-Richtlinie 2009/125/EG (Energy-related-Products-Directive)³, auch Ökodesign-Richtlinie genannt.

Im Gegensatz zur ÖNORM EN 13779 beschränken sich die Anforderungen nur auf einzelne Bauteile (Filter, Wärmerückgewinnung und Ventilator) von Lüftungsgeräten in Mindestausstattung.

Relevante Bauteile wie Schalldämpfer, Heiz- und Kühlregister sowie die externe Pressung für das Luftleitungsnetz finden keine Berücksichtigung, wodurch eine technische und wirtschaftliche Gesamtbewertung nicht möglich ist.

Grafik 4 Bauteile für den SFP-Wert nach Ökodesign-Richtlinie



In Grafik 4 sind die SFP relevanten Bauteile zur Ökodesign-Richtlinie in ROT dargestellt. Hier ist gut erkennbar, dass eine Reihe druckbeeinflussender Anlagenteile für eine Gesamtbewertung fehlen. Für die im Pflichtenheft Version 3.0, Ausgabe September 2014 definierte Anforderung gilt rein der Wert der ÖNORM EN 13779 und bezieht sich auf eine gesamte RLT-Anlage (Lüftungsgerät plus Netz).

Erste Vorgaben in dieser Richtung wurden bereits im Pflichtenheft, Ausgabe 2007 als Basis festgelegt und in den folgenden Projekten entsprechend evaluiert. Durch diese Erkenntnisse wurde der damalige SFP-Wert bestätigt.

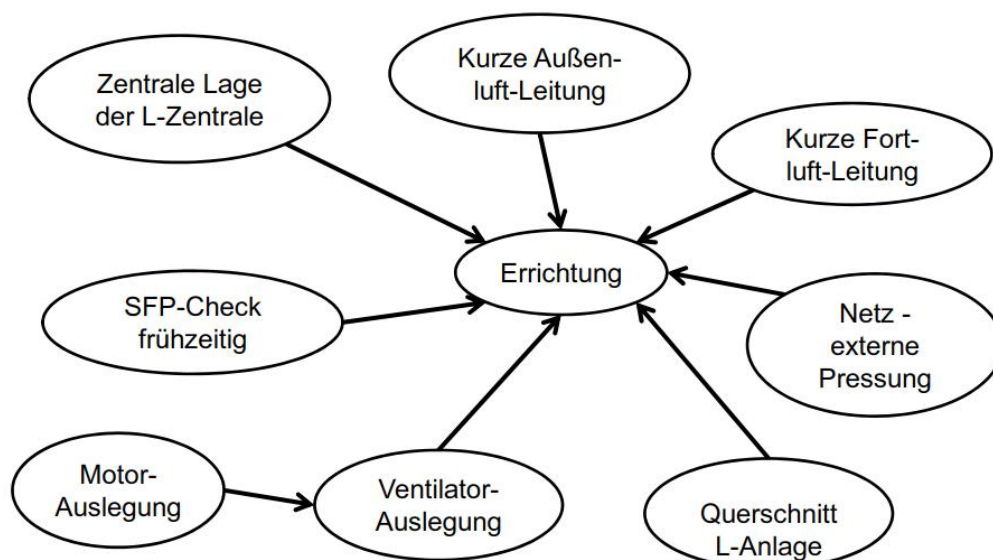
³ Die ErP-Richtlinie ist verbindlich in den EU-Mitgliedsstaaten. Von dieser Richtlinie sind Hersteller aber auch Anlagenerrichter und Betreiber betroffen. Sie umfasst alle Produkte welche im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) produziert werden.

Mit der Überarbeitung des Pflichtenheftes in die Version 2.0, Ausgabe 2011 wurde die Anforderung in einen neuen Grenzwert übergeführt, nämlich SFP 3. Zur Erreichung dieses Anforderungswertes braucht es ein diszipliniertes Planungsverhalten und ein gutes Zusammenwirken zwischen Haustechnik und baulicher Planung. Für den Bauherrn selbst ist der Schritt auch in Richtung Vorbildwirkung zu sehen.

Innerhalb des Planungsprozesses gibt es eine Vielzahl von Einflussfaktoren welche für eine erfolgreiche Umsetzung in Richtung optimaler Anlage relevant sind. Dementsprechend braucht es dafür ein ausreichendes Planungs-Know-How und genügend Aufmerksamkeit an allen Schnittstellen.

Nachstehende Grafik zeigt die wesentlichen Einflussfaktoren die abgearbeitet werden müssen, um eine optimale Erreichung des SFP-Wertes sicherzustellen.

Grafik 5 Erforderliche Schnittstellen bei der Errichtung



Als Basis für einen energieeffizienten Betrieb und zur Gewährung an den Bedarf angepasster Luftmengen sind bereits in der Planung die Bereiche

- Regelung nach Luftqualität,
- differenzierbare Zeitprogramme von Lüftungszonen und
- der Einbau von Volumenstromreglern (siehe dazu Punkt 4), kombiniert mit Fan-Optimiser Funktionalität

zu berücksichtigen.

3 Erkenntnisse und Empfehlungen aus der Errichtung

3.1 Hydraulik des Luftleitungsnetzes

Zur Erreichung eines widerstandsarmen Lufttransportes im Netz sind Abzweigungen und Übergänge mit gerundeten bzw. glatten Formen zu verwenden. Für eine optimale Hydraulik im Luftleitungsnetz, auf dem Weg des ungünstigsten Stranges, sind daher beispielhaft folgende Punkte zu beachten:

- Abzweigungen mittels Hosenstücken statt T-Stücken
- Bögen mit Innenradien von 150 mm statt T-Stücken
- Etagenwinkel unter 30 Grad
- Zusätzliche Leitbleche bei Bögen

Messerfahrten haben gezeigt, dass es durch Beachtung obiger Punkte zu Reduktionen von bis zu 30 Pa bei einzelnen Bögen kommen kann. Hier muss auch angemerkt werden, dass ohne Optimierungsmaßnahmen im Luftverteilnetz ein SFP-Wert von 3 nicht erreichbar ist. Ein wesentlicher Punkt ist die damit verbundene Verbesserung der Schallqualitäten.

Die im Pflichtenheft geforderte Dichtheitsklasse C ist unbedingt einzuhalten, weil dadurch in der Praxis keine Zuschläge für die Leckverluste bei der Ermittlung der Gesamtluftmenge erforderlich sind. Deren Umsetzung ist gemäß ÖNORM EN 1507:2006⁴ und ÖNORM EN 12237:2003⁵ nachzuweisen.

Damit es im Errichtungsablauf zu keinen unnötigen Verzögerungen kommt, ist rechtzeitig auf die Erfordernis, der Messung und deren Positionierung hinzuweisen. Üblicherweise wird ein Blechanteil von ca. 100 m² samt Form- und Verbindungsstücken (keine reinen Rohr- oder Luftkanallängen) herangezogen.

3.2 Räumliche Anordnung der Lüftungszentrale

Zur Optimierung der hydraulischen Verhältnisse ist auf eine zentrale Anordnung der Lüftungszentrale zu achten. Je nach Größe und Umfang des Projektes können auch mehrere Lüftungszentralen erforderlich werden.

Gerade für diese Entscheidungsfindung ist ein rechtzeitiger Kontakt zwischen Architektur und Haustechnik erforderlich um räumlich einen hohen Beweglichkeitsgrad bei den technischen Flächen zu ermöglichen.

Zur Erreichung geringer Gerätegeschwindigkeiten und damit auch geringerer Druckverluste sind größere Geräte und hochbauliche Volumen vorzusehen, die ebenfalls eine zeitgerechte Kommunikation der betroffenen Schnittstellen benötigen.

⁴ ÖNORM EN 1507, Ausgabe 2006 06 01, Lüftung von Gebäuden - Rechteckige Luftleitungen aus Blech - Anforderungen an Festigkeit und Dichtheit

⁵ ÖNORM EN 12237, Ausgabe 2003 07 01, Lüftung von Gebäuden - Luftleitungen - Festigkeit und Dichtheit von Luftleitungen mit rundem Querschnitt aus Blech

3.3 Gestaltung der Außen- und Fortluftleitungen

Bei den Außen- (AUL) und Fortluftleitungen (FOL) sind geringe Druckverluste durch

- kurze Verbindungen mit dem Lüftungszentralgerät und
- glatte, abriebfeste Oberflächen

erreichbar.

Für den Fall, dass die Umsetzung über einen Außenluftkollektor erfolgt, ist dieser oberflächenbeschichtet, glatt und abriebfest und mit einem Grobstaubfilter, möglichst nahe an der Außenluftansaugung, auszuführen. Auf die einfache Wartung und Reinigung der Außenluftansaugung inkl. Grobstaubfilter ist besonderes Augenmerk zu legen.

3.4 Optimierung der externen Pressung im Netz

In der Regel kommt im Bereich der externen Pressung des Luftleitungsnetzes allen Komponenten die gleiche Bedeutung zu. Nur wenn in allen Bauteilen optimale Ausführungen möglich sind, kann die Einhaltung der Anforderungen gewährleistet bleiben. Neben der Optimierung der Lüftungszentralen (Mehrinvestitionen für größere Platzverhältnisse) ist auch die Optimierung des Luftleitungsnetzes von wesentlicher Bedeutung.

Eindeutige Vorgaben zu Druckgefällen und Strömungsgeschwindigkeiten sind aufgrund der Vielzahl von Ausführungserfordernissen nicht möglich. Dem Planer obliegt es daher die entsprechenden Potentiale in den Abschnitten zu prüfen und so darzustellen, dass für den Auftraggeber eine entsprechende Entscheidungsgrundlage zur Maßnahmengewichtung und Freigabe vorliegt. Bei Nichterreichung (z.B. im Sanierungsfall) ist ein entsprechender Hinweis zu geben.

3.4.1 Zwischendecken

Zur Erreichung geringer Druckverluste in diesem Bereich ist auf ausreichende Höhen im gesamten Netz zu achten. In der Regel stehen diese oftmals nur in den letzten Abschnitten zur Verfügung. Zusätzlicher Druckverlust aus den Brandschutzanforderungen (z.B. Brandschutzklappen) müssen durch Optimierung am Luftverteilnetz (größere Querschnitte) ebenfalls kompensiert werden.

Aus Erfahrungen liegt ein guter Druckwert inkl. Formstücke im Bereich der Zwischendecken bei 1,5 bis 2,0 Pa pro Laufmeter Netz und 3,0 bis 4,0 Pa pro Laufmeter bei kompakten Netzen.

3.4.2 Schachtbereiche

Um diese hinsichtlich ihrer Größe und Anordnung zeitgerecht berücksichtigen zu können, ist es erforderlich, dass die entsprechenden Bauangaben bereits im Vorentwurf vorliegen. Nachträgliche Anpassungen führen zu ungünstigen Druckbedingungen.

3.4.3 Kollektoren und Verbindungen

Hier hat sich aus den Projektabläufen gezeigt, dass sich bei Anordnungen in Nebenutzungsbereichen (z.B. Keller, Abstellräumen) eine bessere Planungsbeeinflussbarkeit ergibt und diese die erforderlichen Potentiale (Gestaltung und Ausführung) positiv beeinflusst.

Aus Erfahrungen liegt ein guter Druckwert inkl. Formstücke und weitläufigem Netz bei 0,5 Pa pro Laufmeter.

3.5 Lüftungszentralgerät

Die positiven Entwicklungen in Richtung geringerer Druckverluste sind hier im Gleichklang mit den Empfehlungen in Punkt 3.2 zu sehen. Je nach erreichtem Potential im Luftnetz sollte die Größe des Zentralgerätes gewählt werden. Zur Vermeidung von Schichtungen im Gerät ist eine Gerätegeschwindigkeit (Auslegungsgeschwindigkeit) unter 1 m/s nicht zu wählen.

In der ÖNORM EN 13053:2011⁶ sind Geschwindigkeitsklassen für Lüftungsanlagen geregelt. Die kleinste Klasse V1 ist mit $\leq 1,6$ m/s angegeben. Erfahrungsgemäß braucht die Einhaltung für den SFP-Wert 3 oftmals Geschwindigkeiten im Bereich von 1,1 bis 1,3 m/s.

Bei der Lage des Lüftungsgerätes in der Zentrale ist auf ein optimiertes Luftleitungsnetz (hinsichtlich Geräteanbindung und Leitungsverlauf) zu achten. Die bereits angeführten allgemeinen Anforderungen für das Luftleitungsnetz sind hier gleichlautend anzuwenden.

3.6 Ventilator

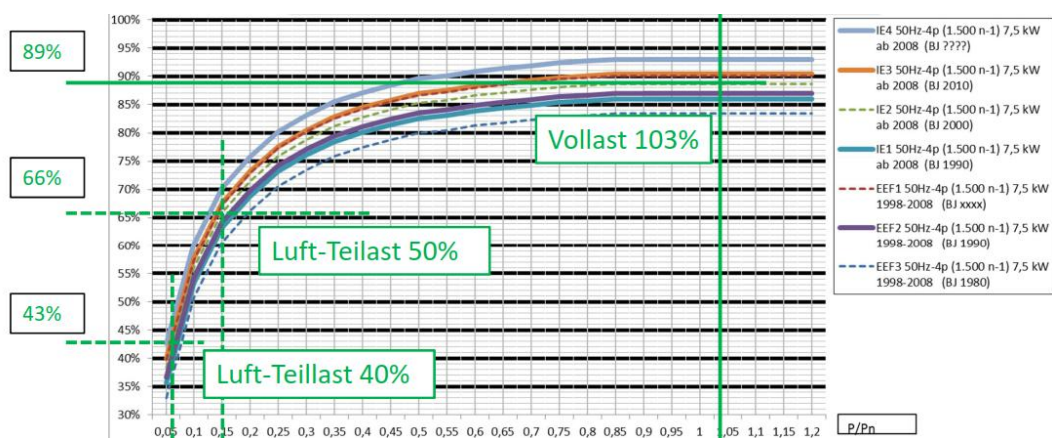
Zur Erreichung des SFP-Wertes ist beim Ventilator der Differenzdruck eine wesentliche Größe. Durch die Optimierung des Luftleitungsnetzes und der Lüftungszentralgeräte reduziert sich die notwendige Druckerhöhung des Ventilators (z.B. 450 Pa).

Zusätzlich haben sich direktgetriebene Ventilatoren etabliert und Riemen getriebene Ventilatoren ersetzt. So ergibt sich heute gegenüber dem Anlagenstandard 2007 eine Reduktion der Leistungsaufnahme des Motors von 35%. Mit dem verbesserten Druckunterschied von 450 Pa reduziert sich der Stromaufwand an einer RLT-Anlage mit 16.300 m³/h (Zu- und Abluft, Tag- und Nachtbetrieb) um 36.000 kWh pro Jahr.

3.7 Auslegung des Ventilatormotors

Bei der Wahl des Motors hat sich gezeigt, dass eine Überdimensionierung (Wahl der nächsten Baugröße) von mehr als 5% unbedingt zu vermeiden ist. Vielmehr sollte der Auslegungspunkt von aufgenommener Leistung zur Nennleistung (P/P_n) im Bereich von 100% gewählt werden. Damit ergibt sich eine optimale Leistungsausnutzung auch im Teillastbereich.

Grafik 6 Wirkungsgrade Verhältnis Teillast/Vollast (P/P_n)



⁶ ÖNORM EN 13053, Ausgabe 2011-08-15, Lüftung von Gebäuden – Zentrale raumluftechnische Geräte – Leistungskenndaten für Geräte, Komponenten und Baueinheiten

3.8 SFP-Check

Im Zuge der Erarbeitung des Vorentwurfes ist ein sogenannter SFP-Check durchzuführen. Dieser kann in Form einer einfachen grafischen Darstellung nachvollziehbar gestaltet werden. Als Inhalte sind die Druckverlustaufwändungen sämtlicher Anlagenteile, getrennt nach den vorangeführten Bereichen (Zwischendecke, Schächte, Verteilleitungen und Zentrale) und die dazugehörigen Längen und Druckgefälle anzugeben. Aus den Werten ist unter Berücksichtigung des Zentralgerätes ein SFP-Wert der Gesamtanlage zu ermitteln.

Mit dem SFP-Check können in einer sehr frühen Phase Abweichungen erkennbar gemacht und Maßnahmen zur Korrektur vorgenommen werden.

4 Erkenntnisse und Empfehlungen für den Betrieb

4.1 Variable Volumenstromregler

Die Ausstattung des Luftleitungsnetzes mit variablen Volumenstromreglern (VSR) hat sich zu einem technischen Standard entwickelt. VSR gewährleisten bei ordnungsgemäßigem Betrieb, dass nur jene Luftmengen gefördert werden, welche beim Verbraucher benötigt werden. Bei der Auswahl der VSR sind die Einsatzgrenzen der Luftmengen (technisches V_{min}) zu berücksichtigen. Es sind solche VSR zu wählen, welche ein hohes Regelverhältnis V_{min} zu V_{max} zulassen (z.B. V_{min} 35% von V_{max}).

Es muss die Möglichkeit bestehen die Einstellung V_{min} und V_{max} im Betrieb zu verändern.

Entsprechend der erforderlichen Betriebsprofile sind vor der Inbetriebnahme (Nutzungszustand) die Luftmengen inkl. dazugehöriger Zeitprofile mit dem Nutzer abzustimmen und einzustellen. Eine optimale Funktion der VSR ist nur mit einer einregulierten und gemessenen Anlage möglich. Es ist eine enge Abstimmung zwischen Anlagenerrichter und Regelfirma notwendig.

4.2 Fan-Optimiser

Fan-Optimiser sind ein Hilfsmittel für einen energieeffizienten Lufttransport. Nimmt der VSR ausschließlich Einfluss auf die Luftmenge, so bringt der Fan-Optimiser als Ergänzung auch eine Anpassung des erforderlichen Förderdruckes. Somit ist sichergestellt, dass keine zusätzliche elektrische Energie aufgenommen wird, welche am VSR vernichtet wird.

Aus der Summe der angeschlossenen VSR, welche periodisch über ihren Betriebsstaus abgefragt werden, wird über die Regelung ein Führungssignal zum Ventilator abgesetzt. Zur Vermeidung, dass der Ventilator bei einer Betriebsstörung eines VSR über den maximal notwendigen Förderdruck läuft ist ein Maximal-Druckgrenzwert auf der Regelung vorzusehen.

Wie auch für sonstige Soll- und Grenzwerte ist auch für den maximalen Druckgrenzwert eine einfache Visualisierung und einfache Einstellmöglichkeit (an der Leittechnik) durch den Nutzer vorzusehen.

4.3 Betriebspersonal

Im Rahmen der Projektumsetzung sollten Anlagenerrichter und Regelungsfirma die technische Qualifikation des künftigen Betriebspersonals abschätzen und dem Nutzer rückmelden, ob für eine optimale Betriebsbegleitung weiterführende Schulungsmaßnahmen erforderlich sind.

5 Bewertung aus Errichtung und Betrieb

In den folgenden Bewertungen werden Kosten und Verbräuche anhand realisierter Projekte im Bereich von Pflegeheimen und Kliniken dargestellt. Dabei wird im Speziellen auf die Anforderungen des Pflichtenheftes referenziert, um die Auswirkungen der Maßnahmen hinsichtlich Mehrkosten und Energieeinsparungen sichtbar zu machen. Alle Projekte werden anonymisiert dargestellt.

5.1 Projekt 1

Das Projekt wurde in 3 Anlagenkategorien unterteilt:

Anlage 1: Standard 2007 vor Einführung Pflichtenheft

Anlage 2: Pflichtenheft Version 3.0, Ausgabe September 2014 mit Standardauslegung des Lüftungszentralgerätes (übliche Baugröße) und Druck konstantem Betrieb

Die Variante Anlage 2 wurde deshalb in der Gegenüberstellung gewählt, um zu zeigen, dass bei gleicher Netzcharakteristik und höhere Geräteschwindigkeit der SFP-Wert 3 nicht mehr erreicht wird.

Anlage 3: Pflichtenheft Version 3.0, Ausgabe 2014 mit vollständiger Optimierung entsprechend den Anforderungen und Fan-Optimiser

Tabelle 1 Wesentliche Unterschiede der Anlagen

	Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3
Gerätegeschwindigkeit	1,8 m/s	1,4 m/s	1,1 m/s
Motor für Zuluft- und Abluftventilator	Klasse EEf2 mit Riemenantrieb	Klasse IE3 direkt getrieben	
Druckregelung	konstant	konstant	Fan-Optimiser

Für den Vergleich wurde der jeweilige und vor Inbetriebnahme eingestellte Betriebsstatus zu Grunde gelegt. Bis dato hat sich gezeigt, dass die vorgenommenen Einstellungen auch im Betrieb gut anwendbar sind. Weitere größere Veränderungen (Luftmengenreduktion aufgrund geringerer Belegung, andere Raumnutzung etc.) waren aufgrund der bisherigen Betriebserfahrungen im Nutzungszustand nicht erforderlich.

Tabelle 2 Ergebnisse SFP-Wert

	Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3
SFP-Wert Anforderung lt. Pflichtenheft	3.240 Ws/m ³ ¹⁾	2.275 Ws/m ³ (SFP-Wert 3)	
SFP-Wert	4.162 Ws/m ³	2.801 Ws/m ³	2.270 Ws/m ³ ²⁾
Anforderungen erfüllt	NEIN	NEIN	JA

¹⁾ Der Anforderungswert aus 2007 ist nicht mit dem SFP-Wert 3 ident. Auch hier ist bereits erkennbar, dass mittels Standardausführung die Erreichung der Vorgaben nicht möglich ist.

²⁾ Durch die Planung festgelegter und im Betrieb (Nutzungszustand) gemessener SFP-Wert.

Wie bereits in Punkt 2 erwähnt, müssen auch die gesetzlichen Vorgaben der Ökodesign- Richtlinie als Mindestanforderungen, welche ausschließlich auf das Lüftungszentralgerät abzielen, erfüllt werden.

Für eine energieeffiziente RLT-Anlage ist nicht nur das Lüftungszentralgerät von Bedeutung, sondern sämtliche erforderlichen Komponenten. Darum wurde bereits in den Formulierungen des Pflichtenheftes 2011 (also vor Einführung der Ökodesign-Richtlinie 2016) mit dem SFP-Wert der Schritt unter Verwendung der ÖNORM EN 13779 in die gesamtheitliche Betrachtung gesetzt.

Tabelle 3 Ergebnisse Ökodesign-Richtlinie

	Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3
SFP Wert Anforderung Ökodesign-Richtlinie	800 Ws/m ³	1.540 Ws/m ³	1.540 Ws/m ³
SFP Wert Gerät _{int}	1.955 Ws/m ³	1.275 Ws/m ³	831 Ws/m ³
Anforderung erfüllt	NEIN	JA	JA

Wie aus Tabelle 2 und 3 ersichtlich, erfüllt lediglich die Anlage 3 sowohl die Anforderungen des Pflichtenheftes als auch jene der Ökodesign-Richtlinie.

Jeder Euro der für die Verbesserung des Standards von Anlage 1 auf Anlage 2 verwendet wird, bringt in der Folge in den nächsten 25 Jahren eine Einsparung von 2,75 Euro. Jeder weitere Euro für die Verbesserung auf Anlage 3 bringt in der Folge in den nächsten 25 Jahren eine weitere Einsparung von 8 Euro.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Anforderungen nicht nur die Vorgaben der Ökodesign-Richtlinie erfüllen, sondern auch auf lange Frist gesehen wirtschaftliche und nachhaltige Lösungen darstellen.

Für den Fall einer künftigen Verschärfung der Ökodesign-Richtlinie wäre noch immer ein ausreichender Spielraum vorhanden um keine Erhöhung der Anforderungen aus dem Pflichtenheft vornehmen zu müssen.

Zur Bewertung der SFP relevanten Investitionen wurde bei den Anlagen eine Unterteilung in

- bauliche Maßnahmen,
- das Lüftungszentralgerät ohne Wärmerückgewinnung und
- das Luftverteilnetz vorgenommen.

Die baulichen Kosten berücksichtigen rein die Aufwendungen zur Herstellung der Lüftungszentrale und des Außenluftkollektors. Bei den Anlagen 2 und 3 zeigen sich Mehrinvestitionen durch das größere Volumen der Lüftungszentrale bei unverändertem Außenluftkollektor.

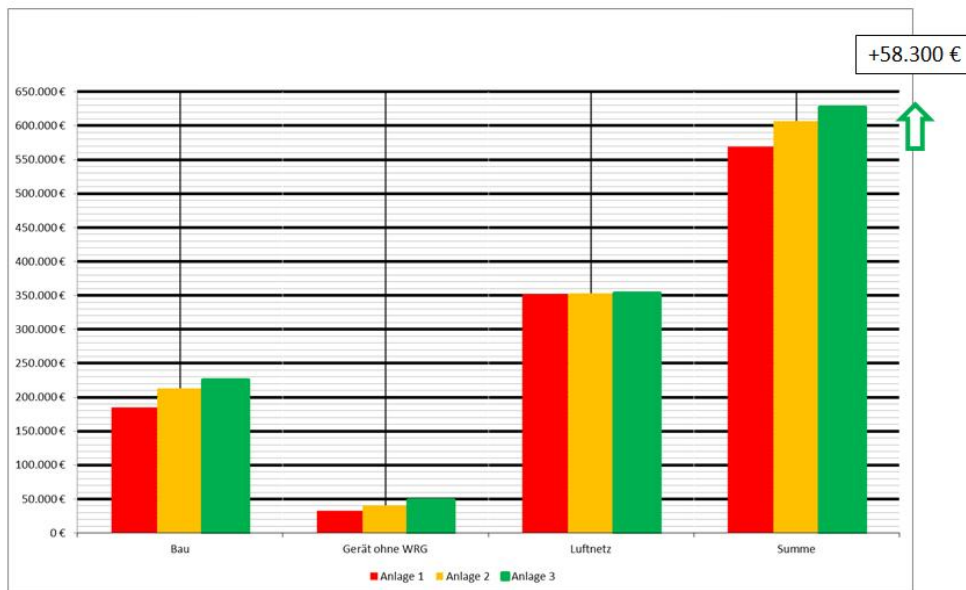
Ähnlich wie bei den baulichen Aufwendungen verhalten sich die Kosten beim Lüftungszentralgerät. Auch hier sind die Mehrinvestitionen ein Resultat der größeren Gerätequerschnitte. Nicht berücksichtigt wurden die Kosten der Wärmerückgewinnung, weil diese für einen reinen SFP-Wert Vergleich nicht relevant sind. SFP-Wert relevante Druckverluste der unterschiedlichen Querschnitte wurden sehrwohl berücksichtigt.

Beim Luftverteilnetz gibt es für die externe Verteilung (außerhalb der Lüftungszentrale) keine Kostenunterschiede zwischen den Anlagen. Die geringfügigen Abweichungen ergeben sich aus den unterschiedlichen Größen von Zentrale und Zentralgerät und deren Anbindung an das Luftverteilnetz. Bei Anlage 3 sind noch die Kosten für den Fan Optimiser integriert.

Grundlegend liegt bei dieser ersten Betrachtung der Fokus am Errichtungsaufwand mit zurzeit gültigen Energiepreisen und Erfahrungen aus Vergleichsprojekten für Wartung und Instandhaltung. Der Gegenüberstellung wurde eine 50% Nachtnutzung der Lüftungsanlage zu Grunde gelegt.

Nach einer Betriebsphase von 4 bis 5 Jahren, ist eine nächste Evaluierung geplant.

Grafik 7 Vergleich der Investitionen der Anlagen

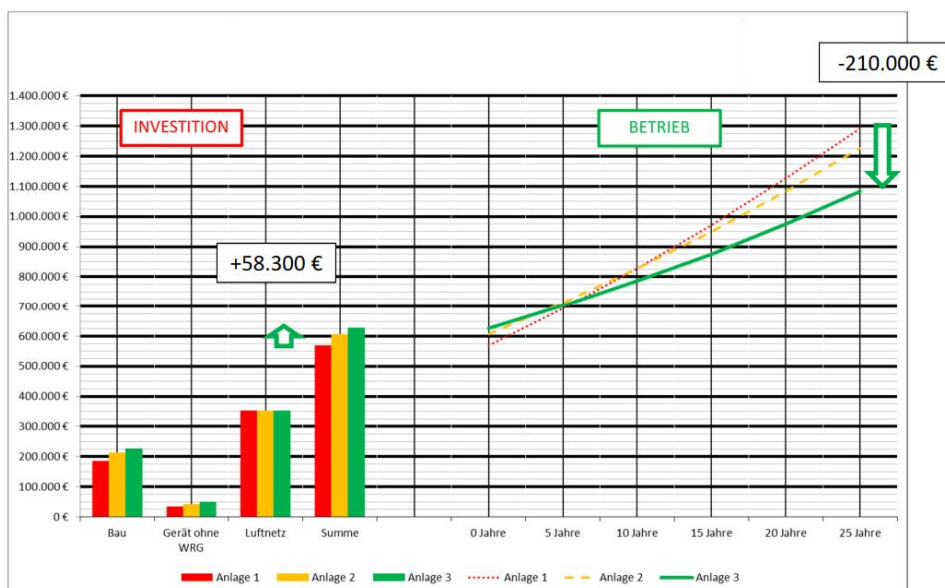


Der in Grafik 7 gewählte Kostenvergleich ist ein rein statischer Vergleich. Bei dieser Betrachtung ergibt sich ein Mehraufwand von 58.300 € exkl. USt. (ca. 10%) für die SFP-Wert optimierte Anlage 3 gegenüber der Anlage 1. Bezogen auf die Gesamtkosten des Projektes bedeutet das einen Mehrinvestitionsbedarf von ca. 0,6%.

Aus den verschiedenen Projekten hat sich gezeigt, dass der investive Mehraufwand bei 8 bis 12% der in Projekt 1 betrachteten Kosten für die RLT-Anlage liegt.

Erfahrungsgemäß hat sich gezeigt, dass RLT-Anlagen in Landesgebäuden sehr oft mehr als 30 Jahre in Betrieb sind. In der nachstehenden Betrachtung wurde ein Zeitraum von 25 Jahren gewählt, weil dies jedenfalls eine Mindestnutzungsdauer darstellt.

Grafik 8 Investitionen und Betriebskosten für Strom und Wartung



In Grafik 8 wurden zur besseren Gesamtbewertung den Errichtungskosten die Betriebskosten angefügt. Die Betriebskosten beinhalten alle für den Betrieb erforderlichen Wartungs- und Instandhaltungsaufwendungen und die für die jeweilige Anlage erforderlichen Energiekosten für Strom.

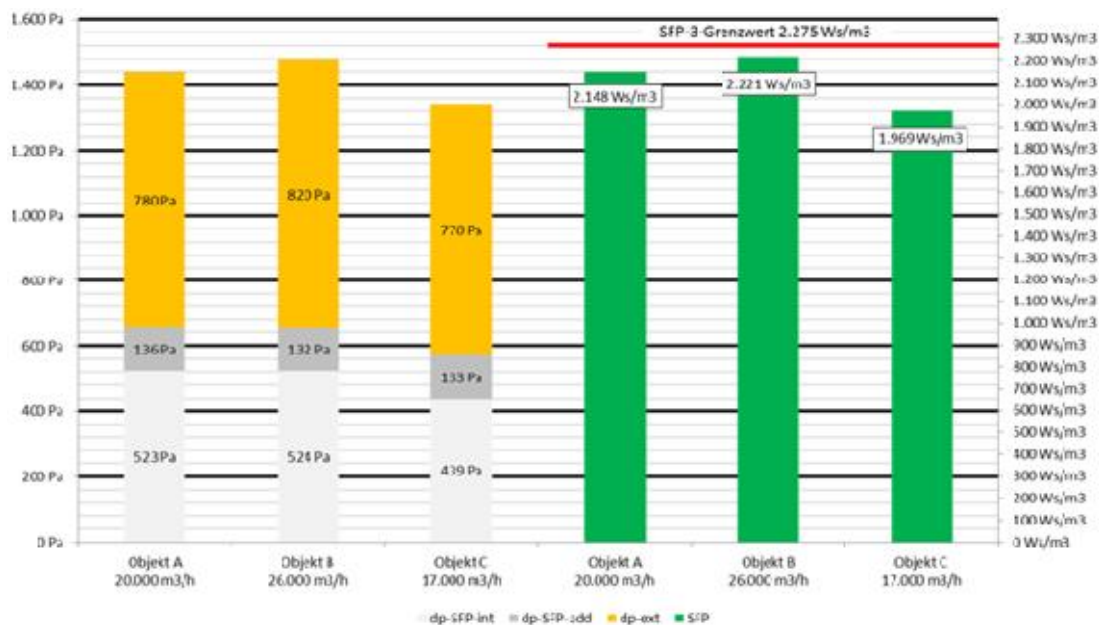
Bei der Betrachtung über eine durchaus praxisnahe 25 jährige Nutzungsdauer zeigt sich bei den Betriebskosten eine Einsparung, bei der SFP-Wert optimierten Anlage 3 zur Anlage 1, von 210.000 Euro. Daraus resultiert bei derzeitigem Kosteniveau und dynamischer Betrachtung eine Amortisationszeit von 6 Jahren. Im Durchschnitt ergibt sich bei allen bis dato betrachteten Anlagen ein Amortisationszeitraum von 5 bis 7 Jahren.

Es ist zu bedenken, dass die in der Grafik aufgezeigten Einsparungen nur durch Investitionen am Beginn des Projektes, durch Vergrößerung der Technikzentrale und des Lüftungszentralgerätes, erreicht werden können. Eine spätere Verbesserung ist aus baulichen Gründen nicht mehr möglich.

5.2 Projekt 2

Aus weiteren Planungs- und Errichtungserfahrungen, siehe Grafik 9, hat sich gezeigt, dass durch die in den bisherigen Projekten erzielten und umgesetzten Maßnahmen der SFP-Wert 3 gut realisiert werden kann.

Grafik 9 Weitere Projektergebnisse



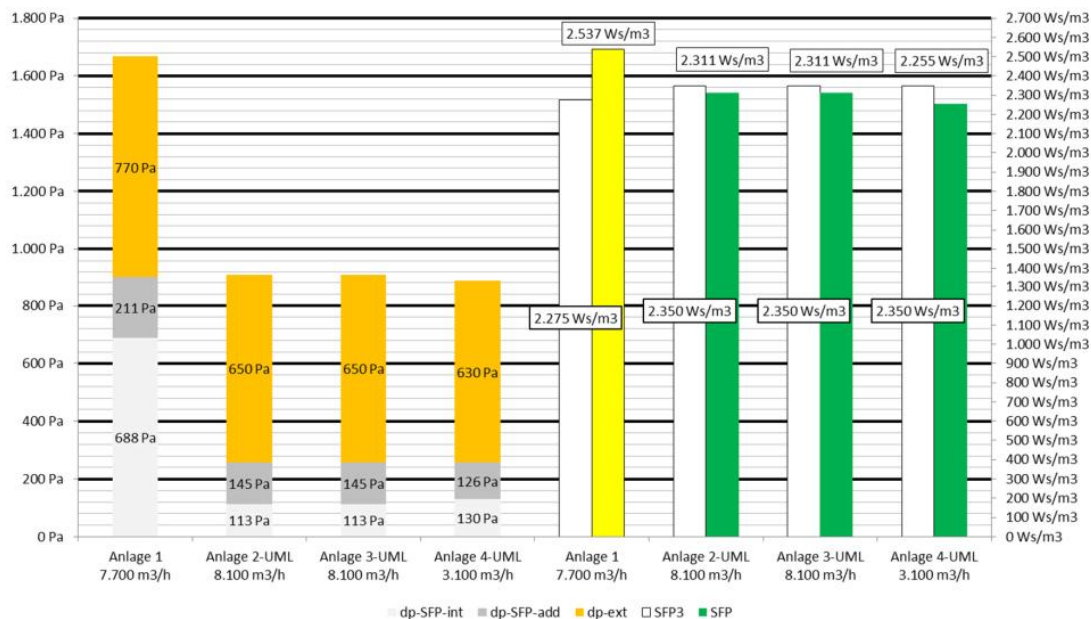
5.3 Projekt 3

Bei den bisher betrachteten Projekten lagen immer Einzelanlagen vor. Im Betrachtungszeitraum gab es auch eine konkrete Anwendung mit einer Kombination aus Primär- und Umluftanlage, welche im Pflichtenheft nicht dezitiert geregelt sind.

Die Betrachtung soll zeigen, dass zum einen Anlagen mit erhöhten SFP-Werten durch Anlagen mit unter dem Grenzwert liegenden SFP-Werten, unter Berücksichtigung der Betriebszeiten und des Stromverbrauches, kompensiert werden können.

Dies ergibt in einer gesamtheitlichen Betrachtung wiederum eine nachhaltige Lösung entsprechend den Intentionen des Pflichtenheftes.

Grafik 10 Planungsergebnis Gebäude mit einer Primär- und drei Umluftanlagen



Die Grafik 10 stellt ein konkretes Projekt mit dieser Aufgabenstellung dar. Es werden eine Hauptanlage mit drei Umluftanlagen ausgeführt. Der SFP-Check im Zuge der Planung zeigt, dass die Hauptanlage über der SFP-Wert 3 Anforderung liegt.

Aus der Darstellung ist nun ersichtlich, dass die Summe der SFP-Differenz mit ca. 180 Ws/m³ bei den Umluftanlagen die Differenz der Hauptanlage mit ca. 260 Ws/m³ nicht vollständig kompensieren. Unter Heranziehung der jeweiligen Betriebsprofile gleichen die Umluftanlagen den abweichenden Stromverbrauch der Hauptanlage aber aus. In Summe wurde daher das Gesamtprojekt als SFP 3 tauglich eingestuft.

6 Zusammenfassung

Die wesentliche Erkenntnis dieses ersten Erfahrungsberichtes hinsichtlich der Anforderungen an den SFP-Wert ist sicher jene, dass die Ausführungen von RLT-Anlagen gemäß den Anforderungen „Pflichtenheft Energieeffizienz und Nachhaltigkeit“ wirtschaftlich umsetzbar sind.

Damit dies auch tatsächlich möglich ist, sind folgende Voraussetzungen zwingend einzuhalten:

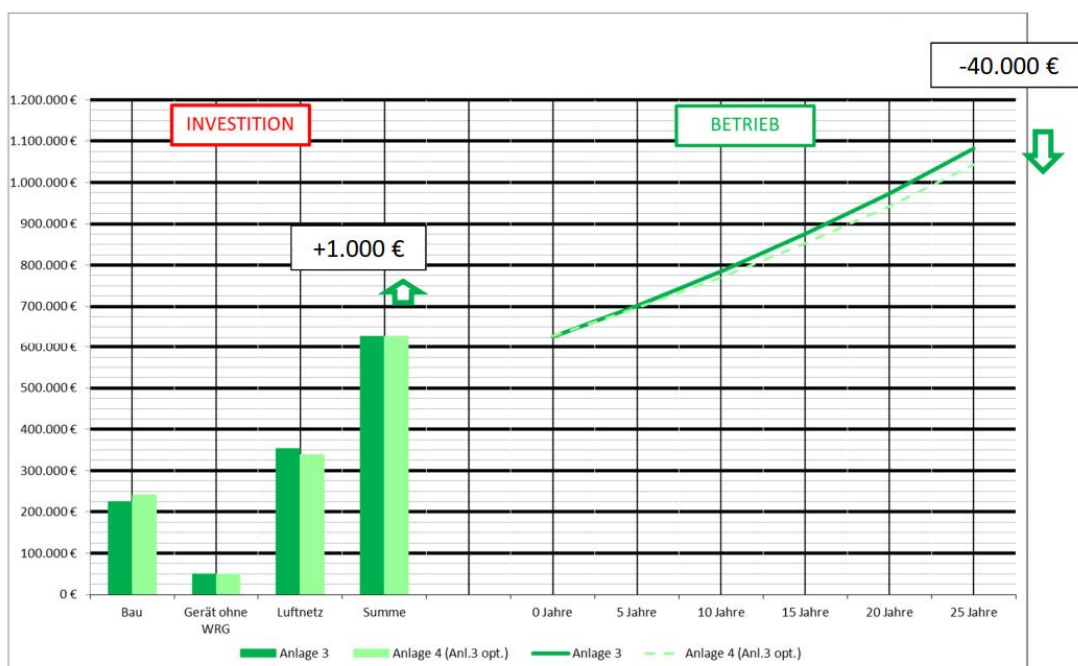
- Berücksichtigung im Raum- und Funktionsprogramm des Auftraggebers durch ausreichende Raumgrößen
- Berücksichtigung der baulichen Anforderungen (z.B. Raumgrößen, Zwischendecken, Installationsschächte) bereits ab dem Vorentwurf
- Rechtzeitige Einbindung notwendiger Projektbeteiligter und Weitergabe entscheidungsrelevanter Informationen in verständlicher Form

- Optimale Anwendung der bisherigen Erkenntnisse im Planungsprozess unter Berücksichtigung ob Neubau oder Sanierung
- Rechtzeitige Einbindung des Betriebspersonals zur Vermittlung der Anforderungen für den Betrieb und allenfalls erforderlichem Schulungsangebot
- Laufende Evaluierung entsprechend der Projektstufen (Vorentwurf, Entwurf, Ausführungsplanung, Montageplanung, Inbetriebnahme mit Messung, Betrieb)

6.1 Zukünftige Ziele

In den bisherigen Projekten konnte die Forderung nach höheren Zwischendecken noch nicht umgesetzt werden. Dies würde eine bis zu 10% weitere Reduktion der elektrischen Anlagenleistung ergeben. Der dazu erforderliche Investitionsaufwand ist vergleichbar gering, weil zwar einerseits ein hochbaulicher Mehraufwand entsteht, dem aber Einsparungen im Bereich des Luftleitungsnetzes gegenüber stehen. Dies deshalb, weil runde, preiswerte statt eckige, teurere Luftleitungen zum Einsatz kommen.

Grafik 11 Effekt höherer Zwischendecken



Die Grafik 11 zeigt den in Summe geringeren Mehraufwand von 1.000 Euro, dem im gewählten Projekt eine Stromersparung von 40.000 Euro innerhalb des Betrachtungszeitraumes gegenüber steht.