

Berücksichtigung der aktuellen Normen und Richtlinien

Energieoptimierte Planung von RLT-Anlagen

Olaf E. Pielke, Frankfurt

RLT-Geräte haben die Aufgabe, in einem Gebäude Luft in einem definierten Zustand hinsichtlich Temperatur, Feuchtigkeit und Reinheit zu fördern. Aus vielen Bereichen des täglichen Lebens sind sie nicht mehr wegzudenken bzw. zur Aufrechterhaltung von Produktionsprozessen meist sogar zwingend erforderlich.

Die Summe der erforderlichen Betriebskosten von RLT-Anlagen ist im Wesentlichen abhängig von den technischen Vorgaben des Fachingenieurs sowie vom Entwicklungsstand des Gerätes und seiner Einbaukomponenten im Bezug auf energetische Optimierung, Wartungsfreundlichkeit und Hygiene. Häufig sind jedoch die Investitionskosten das Vergabekriterium Nr. 1 bei der Neuanschaffung oder Sanierung. Dabei werden die vermeintlichen Vorteile beim Einkaufspreis vielfach schon nach wenigen Jahren durch höhere Betriebskosten für den laufenden Betrieb

mehr als überkompensiert. Gemäß einer SIA-Untersuchung sind durch eine optimierte Luftförderung bei RLT-Anlagen Einsparpotentiale an elektrischer Energie in Höhe von 80 % erreichbar. In Bezug auf den reduzierten Energieverbrauch lassen sich RLT-Geräte durch entsprechende Planung, Ausführung und Anordnung von den einzelnen Komponenten wirtschaftlich optimieren.

Zertifizierungssysteme Produktqualität

RLT-Geräte, die über die normgerechte Herstellung hinaus den hohen qualitätsmäßigen und sicherheitstechnischen Anforderungen der Gütegemeinschaft RLT-Geräte (RAL-GZ 652) hinsichtlich Konstruktion und Stabilität, Werkstoffwahl und Oberflächenbeschaffenheit, Wartungsfreundlichkeit, Hygiene sowie Wirtschaftlichkeit und Langlebigkeit entsprechen, werden mit dem Gütezeichen RAL-Raumlufttechnische Geräte gekennzeichnet. Die Prüfung erfolgt jährlich durch den TÜV. Diese Mindestanforderungen garantieren niedrige Betriebskosten bei vergleichsweise geringen Investitionskosten.

Leistungsqualität

Um eine verlässliche Grundlage über die Leistungsdaten eines RLT-Gerätes treffen bzw. mehrere Fabrikate untereinander vergleichen zu können, wurde die EUROVENT-Zertifizierung ins Leben gerufen. Hierbei werden neutrale TÜV-Messungen an RLT-Geräten durchgeführt und mit den vom Produzenten angegebenen Daten in Bezug auf Luftleistung, internen Drücken, elektrischer Leistungs-

zum Autor

**Dipl.-Ing.
Olaf E. Pielke,**
Cert. Energie-
berater
und stellv.
Geschäftsführer
der EBERT-
Ingenieure
GmbH,
Frankfurt/Main



aufnahme, Wärme- und Kälteleistungen, Wärme- und Feuchterückgewinnungsgraden etc., verglichen. Hersteller, die die festgelegten Toleranzen einhalten, dürfen das EUROVENT-Zeichen führen. Um die später zu erwartenden Energiekosten beziffern zu können, sollten Kunden dieses Zeichen fordern.

Hygienequalität

Gemäß VDI 6022 müssen RLT-Geräte eine Baumusterprüfung erfüllt haben. Hierbei erfolgt die Zertifizierung aus gesundheitstechnischem Aspekt. Hinsichtlich der Konstruktion werden Hygienemerkmale geprüft. Die VDI 6022-Baumusterprüfung ist Grundlage für die Abnahme der RLT-Geräte nach VDI 6022 und für die regelmäßig wiederkehrenden Hygieneinspektionen nach VDI 6022.

Normen und Richtlinien

Für Deutschland beinhalten die in Tabelle 1 aufgeführten Normen die Hauptanforderungen für Raumlufttechnische Geräte.

Weiterhin runden die in Deutschland in Tabelle 2 gültigen VDI-Richtlinien das Regelwerk ab. Zusätzlich gibt es bemerkenswerte Empfehlungen im europäischen Bereich.

National:	DIN 1946, Teil 2	Gesundheitstechnische Anforderungen an Raumlufotechnische Anlagen
	DIN 1946, Teil 4	Raumlufotechnische Anlagen in Krankenhäusern
International:	DIN EN 1886	Raumlufotechnische Geräte, Mechanische Eigenschaften, Prüfverfahren
	DIN EN 13 053	Leistungsdaten von Bauelementen und Baugruppen

Tabelle 1
Nationale und internationale Normen

National:	VDI 3803	Bauliche und Technische Anforderungen an Raumlufotechnische Anlagen
	VDI 6022, Teil 1	Hygienische Anforderungen an RL-Anlagen in Büro- und Versammlungsräumen
	VDI 6022, Teil 3	Hygienische Anforderungen an RL-Anlagen in Produktionsbetrieben
International:	SIA-Empfehlung 382/1	Technische Anforderungen an lüftungstechnische Anlagen

Tabelle 2
Nationale und internationale Richtlinien

Nachfolgend sind bezüglich der energetischen Optimierung von RL-GERÄTEN die wichtigsten nationalen und europäischen Normen und Richtlinien kurz beschrieben:

DIN 1946

Während im Teil 2 die gesundheitstechnischen Anforderungen in Arbeits- und Versammlungsräumen allgemein gültig festgelegt sind, beschäftigt sich der Teil 4 mit zusätzlichen Anforderungen für Krankenhäuser und gleichartigen Räumen.

VDI 6022

Mit den Teilen 1, 2 und 3 widmet sich die Richtlinie ohne Ausnahme hygienischen Gesichtspunkten. Diese erstreckt sich auf alle Arten von Anlagen, welche die Qualität von Zuluft beeinflussen.

VDI 3803

Die VDI 3803 gilt ohne Einschränkung für alle raumlufotechnischen Anlagen.

DIN EN 1886 und DIN EN 13 053

Beide internationalen Normen gelten für zentrale RL-GERÄTE. Hier werden Messverfahren und Klassifizierungen von mechanischen Eigenschaften der Gehäuse wie Luft- und Wärmedichtheit oder Rückwärmezahlen definiert und Volumenströme, Drücke bzw. elektrische Leistungen gemessen und fixiert, welche Toleranzbereiche eingehalten werden müssen.

was zu geringeren Strömungsgeschwindigkeiten und somit internen Druckverlusten bezogen auf die Einbaukomponenten führt. Nach RAL wird die Anströmgeschwindigkeit bezogen auf den Filterquerschnitt auf maximal 3,2 m/s begrenzt, während die Untersuchungen der SIA zeigen, dass ein Kostenminimum bei einer Strömungsgeschwindigkeit im Gerät von 1,5 bis 3,0 m/s gegeben ist. Aus energetischer Sicht wird darum heute für Lüftungsanlagen für Büro- und Verwaltungsbauten im Allgemeinen eine Strömungsgeschwindigkeit im Luftaufbereitungsgerät von 1,5 m/s empfohlen (Tabelle 3).

Um die aufbereitete Luft möglichst verlustarm ins Kanalnetz zu transportieren, sollte bei der Geräteauswahl auf eine möglichst gute luft- und wärmedichte Gehäuseverkleidung geachtet werden.

Maximale Luftgeschwindigkeit in RL-GERÄTEN		
	nach SIA	nach VDI
Bezogen auf den Nettoquerschnitt des Monoblocks	1,5 m/s	2,5 m/s
Bezogen auf den Nettoquerschnitt der Apparate	2,0 m/s	3,2 m/s

Tabelle 3 Vergleich der nationalen Standards hinsichtlich Strömungsgeschwindigkeit in RL-Anlagen

SIA-Empfehlungen

Der schweizerische Ingenieur- und Architektenverein SIA weist in seinen Empfehlungen „Luftförderung mit kleinem Energiebedarf“ auf diverse Möglichkeiten der energetischen Optimierung hin. Im Raum Zürich handelt es sich hierbei z. T. sogar um kantonale Vorschriften.

Energie – Optimierte Komponenten

In Bezug auf die Energieeinsparung werden die Komponenten eines RL-GERÄTES einzeln betrachtet.

Gehäuse/Bauelemente

Moderne Gehäusekonstruktionen sind als Vielfache des Filtermaßes 610 x 610 mm aufgebaut (Modulbauweise), und auch die Einbaukomponenten sind darauf abgestimmt. Gegenüber Altanlagen wird dadurch der Gehäusequerschnitt optimal ausgenutzt und Totflächen minimiert,

Moderne Konstruktionen weisen nach DIN EN 1886 die höchste Luftdichtheitsklasse (B) auf und besitzen durch thermische Entkopplung der Gehäuseinnen- und -außenseite Wärmeverluste von unter 1,4 W/(m²*K) (Klasse T3).

Ventilator/Antriebssystem

Obwohl der Jahresenergiebedarf unserer raumlufotechnischen Anlagen in der Größenordnung des Primärenergiebedarfs unserer Privathaushalte liegt, ist es bisher keinem Normenvorhaben gelungen, wesentliche Vorgaben zur Reduzierung des Energiebedarfs zu erarbeiten. Zugleich liegt das größte Einsparpotential an elektrischer Antriebsenergie in der technischen Optimierung des Ventilators. Der Energiebedarf für die Luftförderung mit elektrisch angetriebenen Ventilatoren berechnet sich wie folgt:

$$P = \frac{V \cdot \Delta p \cdot z}{\eta_V \cdot \eta_M \cdot \eta_A}$$

P:	Antriebsleistung	[Wh]
V:	Volumenstrom	[m ³ /s]
Δp :	Gesamtdruckdifferenz	[Pa]
z:	Betriebszeit	[h]
η_V :	Ventilatorwirkungsgrad	[-]
η_M :	Motorwirkungsgrad	[-]
η_A :	Antriebwirkungsgrad	[-]

- Folgende Kriterien sind unter energie-
tischem Aspekt zu berücksichtigen:
1. Anpassung der Luftvolumenströme auf das tatsächlich notwendige Maß,
 2. Wahl der Betriebszeit auf das tatsächlich erforderliche Maß,
 3. das Produkt der drei Teilwirkungsgrade (Gesamtwirkungsgrad η_{Ges}) sollte bei Neuplanungen zwischen 0,65 und 0,60 betragen, bei Sanierungen nicht $\leq 0,5$,
 4. bei Gesamtdrücken ≤ 1500 Pa sind freilaufende, direktangetriebene Ventilatoren, bei höheren Drücken sind Ventilatoren mit rückwärtsgekrümmten Schaufeln und Flachriemenantrieb einzusetzen,
 5. bevorzugt sind Energiesparmotoren der Klasse EFF1 und EFF2 gemäß CEMEP/EU einzusetzen,
 6. die Regelung der Ventilatoren sollte über Frequenzumrichter (FU) erfolgen,
 7. Festschreibung der minimal zu erzielenden Rückgewinnungsgrade von Feuchte und Energie der eingeplanten Energierückgewinnungsapparate,
 8. zur gleichmäßigen An- und Abströmung sind bei Bedarf geeignete Vorrichtungen zu ergänzen, wie z. B. Anströmkalotten oder Diffusoren.

Zur maximalen Druckdifferenz in RLT-Anlagen ist gemäß der Empfehlung der SIA 382/3 die Anforderung gemäß Tabelle 4 für den Gesamtdruckverlust als Summe der Zu- und Abluftanlagen inkl. WRG bei maximalem Luftvolumenstrom und sauberen Filtern aufgestellt.

Gesamte Druckverluste (Zu- und Abluft)	
Allgemeine Anforderung an RLT-Anlagen	≤ 1200 Pa
Energieeffiziente RLT-Anlagen	≤ 900 Pa

Luftfilter

Bei RAL, VDI und SIA werden mindestens Filter der Klasse F5 gefordert, möglichst F7, um der Verschmutzung der Geräte entgegenzuwirken. Vorfilter, z. B. Grobstaubfilter der Klasse G3–G4 erhöhen nur den Anlagenwiderstand und bringen keine Verlängerung der Standzeit der nachgeschalteten Filter. Gemäß VDI 6022 sollte die 1. Filterstufe als biostatischer Filter aus-

geführt sein. Die Anordnung darf nicht unmittelbar nach Kühlern oder Luftbefeuchtern sein, um eine Filterdurchfeuchtung zu vermeiden. Ferner sollten Filter nach spätestens ca. 1 Jahr gewechselt werden, um Geruchsprobleme auszuschließen. Der Filterendwiderstand bei der Filterklasse F5 bis F7 beträgt max. 200 Pa und bei F8 bis F9 max. 300 Pa. Um den Widerstand kontinuierlich kontrollieren zu können, ist eine Filter-Differenzdrucküberwachung zwingend erforderlich.

Wärmeaustauscher (Erhitzer und Kühler)

Wärmeaustauscher sind bei der Auslegung in Bezug auf Widerstände und Investitionskosten zu optimieren. Je größer der Lamellenabstand eines Wärmeaustauschers ist, desto geringer ist sein Druckverlust. Nach RAL ist aus den genannten Gründen bei Erhitzern ein Lamellenabstand von min. 2 mm gefordert und bei Kühlern von 2,5 mm. Die Wasserwiderstände sind auf max. 20 kPa bei Erhitzern und 50 kPa bei Kühlern begrenzt. Die Bautiefe muss eine Reinigung bis zum Kern ermöglichen, ggf. ist der Wärmeaustauscher in geteilter Ausführung einzubauen.

Tropfenabscheider

Tropfenabscheider sind nach RAL zur Reinigung ausziehbar mit Zugang über eine Tür. Als positiver Nebeneffekt kann dieser bei Kühlerstillstand ausgezogen bleiben, wodurch im Winterhalbjahr der interne Gerätewiderstand um ca. 40 Pa gesenkt werden kann.

Energierückgewinnung

Aus energetischer Sicht sollten in RLT-Geräten stets Energierückgewinner

*Tabelle 4
Schweizerische Vorgaben an Planung hinsichtlich der Druckverluste von RLT-Anlagen*

(WRG) zum Einsatz kommen, wie Rotationswärmeübertrager, Kreuzstromwärmeaustauscher oder Kreislaufverbundsysteme. Nach RAL sind für jedes System entsprechende Mindest-Rückwärme- und Rückfeuchtezahlen, max. Druckverluste und max. Leckluftraten festgeschrieben.

Folgende Mindestanforderungen gelten:

Rotationswärmeübertrager:	
Wärmerückgewinnungsgrad	0,75
Feuchterückgewinnungsgrad	0,70
Kreuzstromwärmeübertrager:	
Wärmerückgewinnungsgrad	0,60
Kreislauf-Verbund-System-WRG:	
Wärmerückgewinnungsgrad	0,45

Die gewünschten Rückwärme- und Rückfeuchtezahlen sind in die Leistungsbeschreibung aufzunehmen und von den Herstellern zu garantieren.

Schalldämpfer

Schalldämpfer sind vorzugsweise im RLT-Gerät, unmittelbar vor und hinter dem Ventilator, einzubauen. Die Oberfläche ist als mechanisch stabile Kulissee (Glas-Seide) und mit dauerhaft abriebfestem Material zu versehen. Nach RAL ist der Druckverlust von Schalldämpfern auf max. 100 Pa begrenzt. Des Weiteren sind an- und abströmseitige Mindestabstände vorgeschrieben. Zur Druckverlustreduzierung sollten zusätzlich An- und Abströmprofile verwendet werden. Die Anordnung darf, wie bei den Filtern, nicht unmittelbar nach Kühlern oder Luftbefeuchtern sein, um eine Durchfeuchtung zu vermeiden.

Luftbefeuchter

Die DIN 1946 Teil 4 fordert bei der Auswahl des Befeuchtungsverfahrens die Beteiligung eines Hygienikers. Ansonsten sind die Anforderungen im Wesentlichen nicht höherwertig als in den VDI-Richtlinien. Weiterhin soll die Anordnung von Luftbefeuchtungseinrichtungen nicht unmittelbar vor Filtern oder Schalldämpfern gemäß VDI 6022 erfolgen.

Ein abschließendes Fazit

Häufig scheitern Optimierungsbestrebungen bei RLT-Anlagen an der Unkenntnis der gültigen Normen und Richtlinien sowie an der ungenügenden Betrachtungsweise der zukünftig zu erwartenden Betriebskosten. Weiterhin stehen die vorgegebenen, beengten Platzverhältnisse in Alt- und Neubauten diesem Ziel entgegen. Jedoch kann die Nichtbeachtung der einschlägig anerkannten Regeln der Technik im Schadensfall weitreichende Konsequenzen haben. Weiterhin ist es aus betriebswirtschaftlicher Sicht erforderlich, die ungenutzten Potentiale zu aktivieren, was auch einen volkswirtschaftlichen Wert mit sich bringt. □