



**AIR TECH  
SYSTEMS**

LTG Raumluftechnik

LTG Prozesslufttechnik

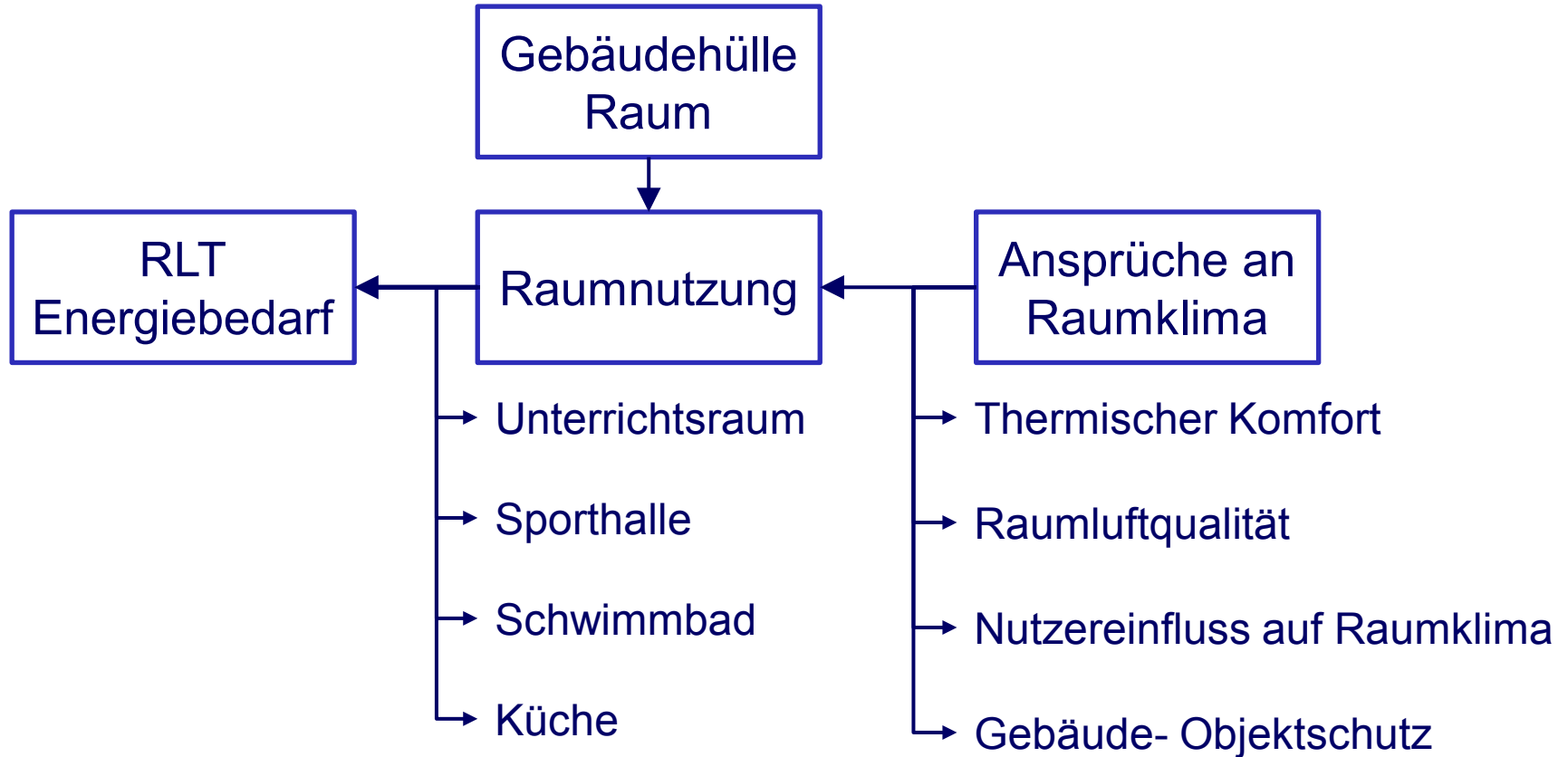
LTG Ingenieur-Dienstleistungen

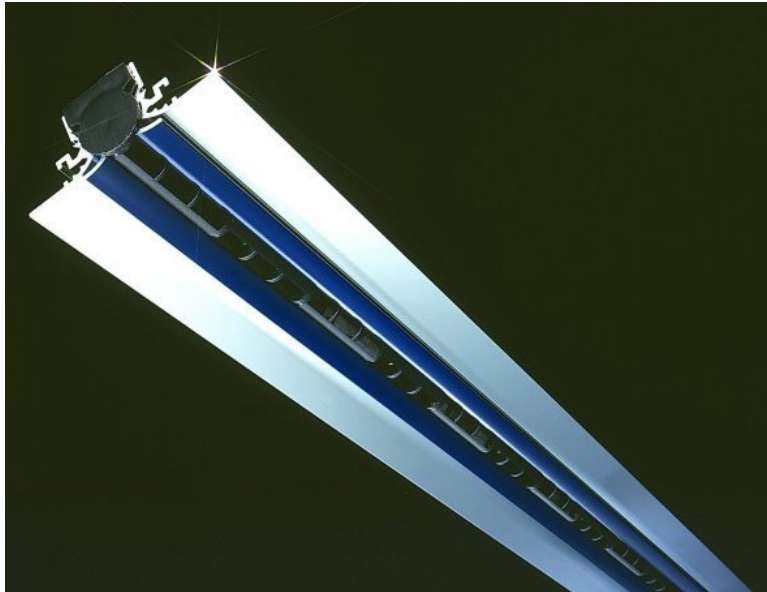


# **Raumluftechnik für Neubau und Sanierung**

**4. Kongress Zukunftsraum Schule  
17. / 18. November 2015**

- Energiebedarf und Raumklima
- Energieeffizienz von Raumlufotechnischen Anlagen
  - Strombedarf der Ventilatoren
  - Lüftungswärmeverluste
- Nachhaltige raumlufotechnische Lösungen
  - wie vermeidet man Zugluftproblemen im Unterrichtsraum?
  - wieviel Strom lässt sich durch Bedarfslüftung einsparen?
  - wieviel Wärmerückgewinnung ist sinnvoll?
  - wann sind zentrale, wann dezentrale RLT-Anlagen sinnvoll?
  - was ist bei Hallenbädern u. Sporthallen zu beachten?



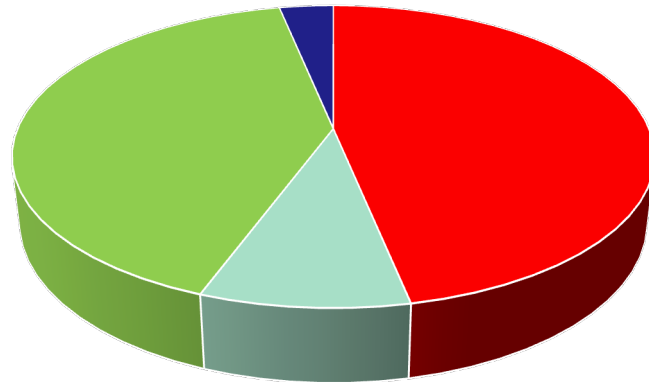


LTG Schlitzluftdurchlass LDB 12

- hochwertige Zuluftdurchlässe
  - zugluftarme Raumdurchströmung
  - niedrige Zulufttemperatur
    - erspart in Heizperiode Nacherwärmung im Lüftungsgerät
    - nutzt freie Kühlung
  - hohe Lüftungseffektivität ermöglicht niedrigsten, hygienisch notwendigen Luftwechsel
- Heizen mit Luft vermeiden
- gute Trennung zwischen Zu- und Abluftführung
  - minimaler Strömungskurzschluss



Endenergie RLT-Gerät



■ Heizung ■ Kühlung ■ Ventilatorstrom ■ Strom Hilfenenergie

- Geräteauslegung
  - konst. Volumenstrom 3600 m<sup>3</sup>/h
  - 2.400 Betriebsstunden
  - Zulufttemperatur 20 – 22°C
  - gleitende Raumlufffeuchte 30 – 70%
- Ansatz für Energieeinsparung
  - Ventilatorstrom
  - Lufterwärmung
  - auf mechanische Kühlung verzichten?

- Auslegung und Wahl des Ventilators
- hocheffizienter elektr. Antrieb, Regelung
- minimale Druckverluste im RLT-Gerät
- kleinere Druckverluste bei der Luftverteilung
- bedarfsgeregelte Lüftung
- kürzere jährliche Betriebszeiten h/a
- hybrides Lüften

$$P_{el} = \frac{\dot{V} \cdot \Delta p}{\eta} \quad [W]$$

$$\Delta p_{Vent} = \Delta p_{Verl.,Anlage}$$

elektr. Jahresarbeit  $W$  mit  
Betriebsstunden  $h/a$  :

$$W_{el} = P_{el} \cdot h/a \quad [Wh/a]$$

- EU 327/2011 → Ventilator
  - seit 2013
  - ab 125W elektrische Leistung
  - energetische Mindesteffizienz im Bestpunkt
  - Toprunner
- EU 1253/2014 → RLT-Gerät
  - ab 2016
  - ab 1000 m<sup>3</sup>/h (NRVU)
  - energetische Mindesteffizienz für Ventilator und Wärmerückgewinner
  - thermische Mindesteffizienz WRG

elektr. Ventilatorleistung:

$$P_{el} = \frac{\dot{V} \cdot \Delta p}{\eta} \quad [W]$$

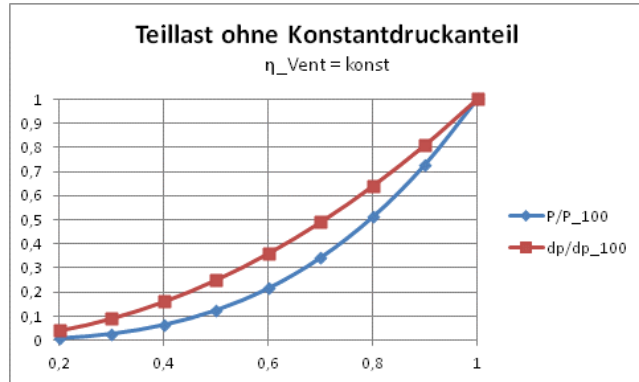
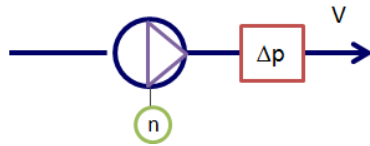
spezifische Ventilatorleistung:

$$SFP = \frac{P_{el}}{\dot{V}} = \frac{\Delta p}{\eta} \quad \left[ \frac{W}{m^3/s} \right]$$

$$SFP = \underbrace{SFP}_{\text{Ventilator + WRG}}_{int} + \underbrace{SFP}_{\text{Heizen, Kühlen}}_{add} + \underbrace{SFP}_{\text{Luftverteilung}}_{ext}$$



- Luftstrang mit  $\Delta p \sim V^2$
- Ventilator mit Drehzahl  $n$ 
  - $V \sim n$
  - $\Delta p \sim n^2$
  - $P_{el} \sim n^3$

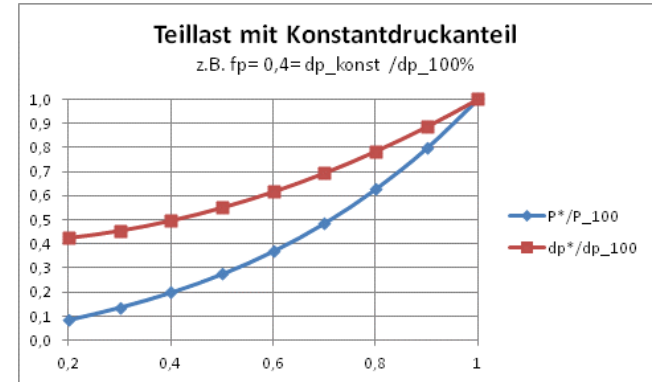
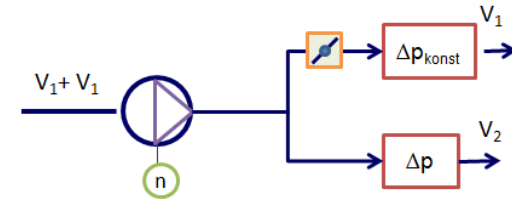


Teillastverhalten  $V/V_{100\%}$  ohne Konstantanteil

zentrales  
RLT-Gerät

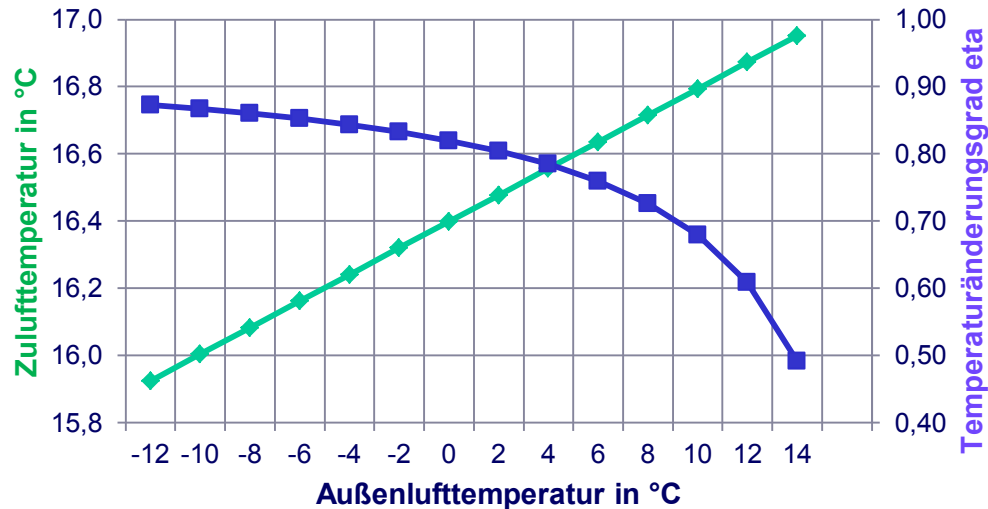
dezentrales  
RLT-Gerät

- verzweigte Luftstränge
- mit Druckverhältnis
  - $f_p = \Delta p_{konst} / \Delta p_{100\%}$



Teillastverhalten  $V/V_{100\%}$  mit Konstantanteil

## Wärmerückgewinnung ohne Nachheizen



—◆— t\_ZU\_eref —■— eta\_eref

$$\eta_t = \frac{t_{ZU} - t_{AU}}{t_{AB} - t_{AU}}$$

## Beispiel Klassenraum

- Wärmestrom Schüler 70 W
- mittl. U-Wert Fassade 1,1 W/m<sup>2</sup>/K
- Anteil. Fassadenfläche 1,02 m<sup>2</sup>/S
- Volumenstrom/Schüler 25 m<sup>3</sup>/h
- Raumtemp. bei -12°C 20°C
- Raumtemp. bei 14°C 24°C

## Fazit

- Wärmerückgewinnung wird über Bypass geregelt
- optimale Nutzung der freien Kühlung
- hohe Anforderung an Zuluftdurchlässe
- Vereisungsstrategie ohne elektr. Heizung
- Entkoppelung Raumheizung (LTG)

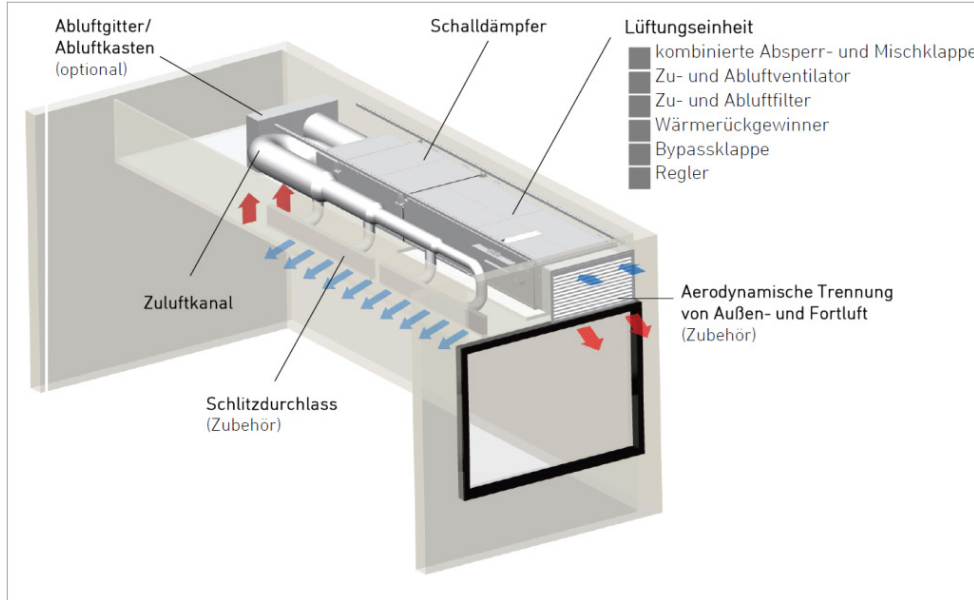
- mit größerem Temperaturänderungsgrad  $\eta_t$  steigen Druckverlust und Investitionskosten
- damit auch der Strombedarf  $P_{el} = V (\Delta p_{\text{verl, WRG, ZU}} + \Delta p_{\text{verl, WRG, AB}}) / \eta_{\text{Vent}}$
- Kenngröße Leistungsziffer  $\varepsilon$  (DIN EN 13053)

$$\varepsilon = \frac{Q_{WRG}}{P_{el}} \left[ \frac{W_{therm}}{W_{el}} \right]$$

- Fördergelder für  $\varepsilon > 10$
- somit Energieeffizienz  $\eta_e$ 
$$\eta_e = \eta_t \cdot \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon} \right)$$
- Mindestwerte für Temperaturänderungsgrad  $\eta_t \geq 67\%$



Philipp-Matthäus-Hahn-Gymnasium  
Leinfelden – Echterdingen  
Foto: D. Matthiessen

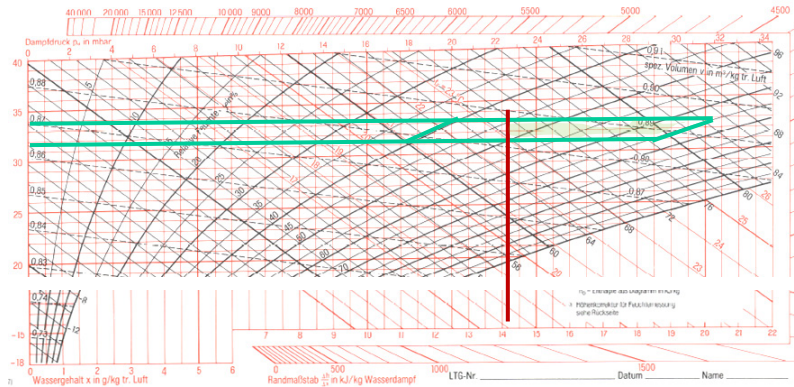


Lüftungsgerät FVS (LTG Aktiengesellschaft)

- Ein u. Ausschalten durch CO<sub>2</sub>-Fühler
  - z. B. 1000ppm: Ein u. 800ppm: Aus
  - Aus bei offenem Fensterlüften
  - ideal für hybrides Lüften
- zentrale Steuerung
  - Lüftung vor Nutzung der Räume
  - Nachtlüftung
  - Geräteabschaltung durch Feuerwehr
- Energieeinsparung
  - im Vergleich zu festen Lüftungszeiten  
> 50%
- hocheffiziente WRG
  - $\eta_t = 81\%$ ,  $\varepsilon = 45$ ,  $\eta_e = 0,79$
  - keine Nacherwärmung der Zuluft erforderlich

Anforderungen	zentrale Lüftung	dezentrale Lüftung
Einsatz, Nachrüstung	Neubau	Neubau und Bestand
Platzbedarf	RLT-Technikräume, Schächte, Zwischendecken für Luftver- teilung, zentrale Außen- und Fortluftdurchlässe	im Raum in Zwischendecken, an der Wand oder an der Fassade, Öffnungen für Außen- u. Fortluft
Bedarfslüftung (CO <sub>2</sub> )	Volumenstromregler in Zu- und Abluft in jedem Raum, druckgeregeltes RLT-Gerät	einfachere Umsetzung, ideal für hybrides Lüften, energetisch optimal, einzeln abschaltbar
Wartung	zentr. RLT-Gerät 2 x im Jahr, Filter jährlich wechseln	dezentr. RLT-Gerät 1x im Jahr, ohne Entfeuchtung, incl. Filterwechsel
Brandschutz	Brandschutzklappen (BSK) incl. Wartung alle ½ o. 2 Jahre	keine BSK, Überprüfung durch Netztrennung, ggfs. Rauchmelder

## h-x-Diagramm für feuchte Luft

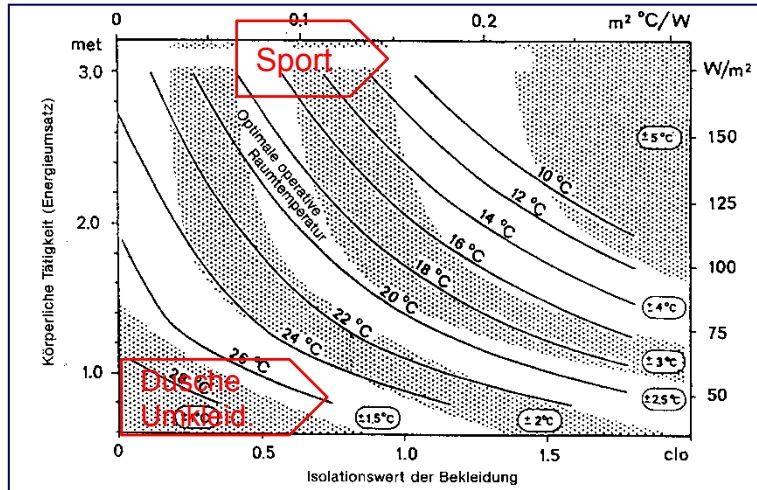


Hallenbäder haben den höchsten Energiebedarf pro Badegast:

- 2 € Energiekosten
- 30 l Trinkwasser

- thermischer Komfort, Luftqualität
  - Wassertemperatur 28 – 32°C
  - Raumlufttemperatur 32 – 34°C
  - Schwülegrenze 14,3 gW / kg Luft
  - warme Raumumschließungsflächen > 20°C
  - hoher Luftwechsel (> 30% Außenluftanteil) zur Abfuhr von Nebenprodukten der Desinfektion
- Energieeffizienz u. Bauphysik
  - Wasserverdunstung erhöht Heizbedarf und Gefahr von Feuchteschäden
  - Wasserverdunstung minimieren
    - rel. Luftfeuchte 40 – (55) 64%rF
    - Temperatur Wasser – Luft angleichen
  - geregelte Luftentfeuchtung
  - hocheffiziente trockene Wärmerückgewinnung
  - Einsatz von Wärmepumpen zur Entfeuchtung

## Thermischer Komfort für PPD < 10%



Quelle: DIN EN ISO 7730

## • Klima in Sporthallen

- Raumlufttemperatur 12 – 16°C
- Außenluftstrom pro Sportler 60m³/h
- Wärmestrahlpatten für Bereiche mit höheren Temperaturen (Zuschauer, Gymnastik)

## • Abwärme der Nassräume nutzen

- Zuluft aus Halle für Nass- u. Umkleideräume nutzen
- Zuluftbedarf Halle = Abluftbedarf Nassräume
- Brandschutz beachten
- Nacherwärmung ist erforderlich
- hochwertige Wärmerückgewinnung

## • Mit Lüftung Sporthalle heizen

- Zuluft mit kleiner Übertemperatur
- bei Teillast Umluftbetrieb
- bessere Lüftungseffektivität durch instationäre Betriebsweise



- RLT-Anlagen sind in Schulen erforderlich
  - um beim Neubau einen Niedrigstenergiestandard erreichen zu können
  - um nach einer Sanierung der Gebäudehülle das Einsparpotenzial für Raumwärme nutzen zu können
- Die bedarfsgeregelte Lüftung passt sich der neuen Nutzung optimal an
  - keine starren Stundenpläne
  - längere Nutzungszeiten mit unterschiedlicher Belegungsdichte
- Eine effiziente Wärmerückgewinnung
  - gleicht die Lüftungswärmeverluste in Unterrichtsräumen nahezu aus
  - ist somit Voraussetzung für gute Raumluftqualität ohne Nachheizen

## **LTG Aktiengesellschaft**

Grenzstr. 7  
70435 Stuttgart  
Deutschland  
Tel.: +49 (0) 711 8201-0  
Fax: +49 (0) 711 8201-720  
info@LTG.de  
www.LTG.de

## **LTG Incorporated**

105 Corporate Dr  
Spartanburg, SC 29303  
USA  
Tel.: +1 (864) 599-6340  
Fax: +1 (864) 599-6344  
info@LTG-INC.net  
www.LTG-INC.net