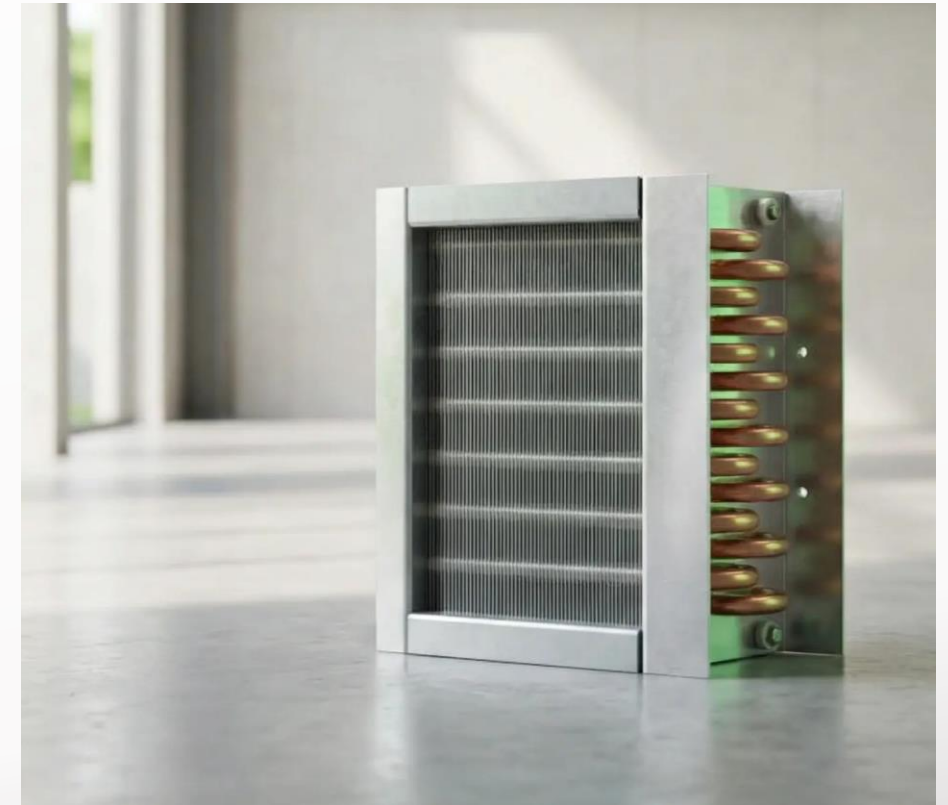


Geometriebasierte Leistungssteigerung von Lamellenrohr-Wärmeübertragern

→ Mehr Leistung bei gleichem Materialeinsatz

Technologieangebot zur Differenzierung im OEM-Markt

- ✓ Patentierte alternierende Lamellenversetzung
- ✓ Keine neue Materialklasse
- ✓ Keine neue Fertigungstechnologie
- ✓ Geometrische Optimierung der Lufteintrittszone



Wachsende Leistungsanforderungen – ein ineffizientes System

Wettbewerbsdruck im Wärmetauscher-Markt

- OEM fordern höhere Effizienz
- Preisdruck steigt
- Materialkosten volatil
- Differenzierung wird schwieriger



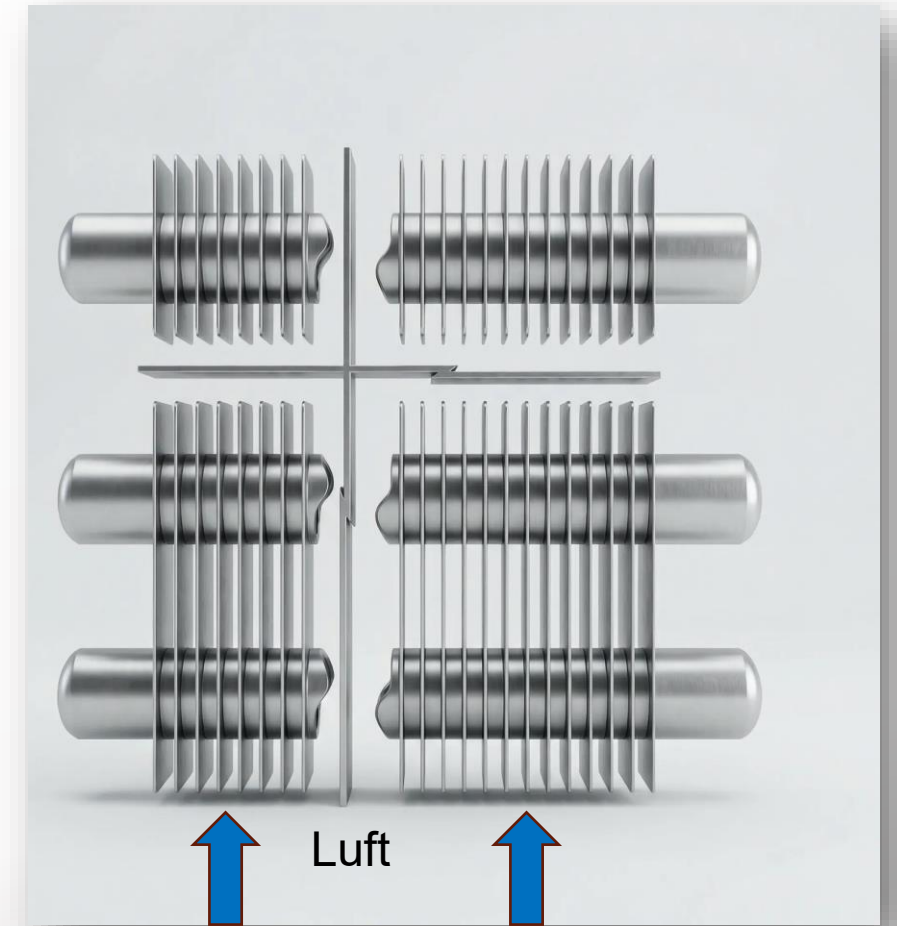
Die nächste Effizienzstufe ist geometrisch

Alte Technologie – bekannte Probleme.

Physikalischer Hintergrund

Konventionelle Lamellengeometrie

- Parallelströmung
- Begrenzte Turbulenz
- Standard-Lamellenblock
- Skalieren über:
 - Mehr Luft
 - Mehr Material
 - Mehr Volumen

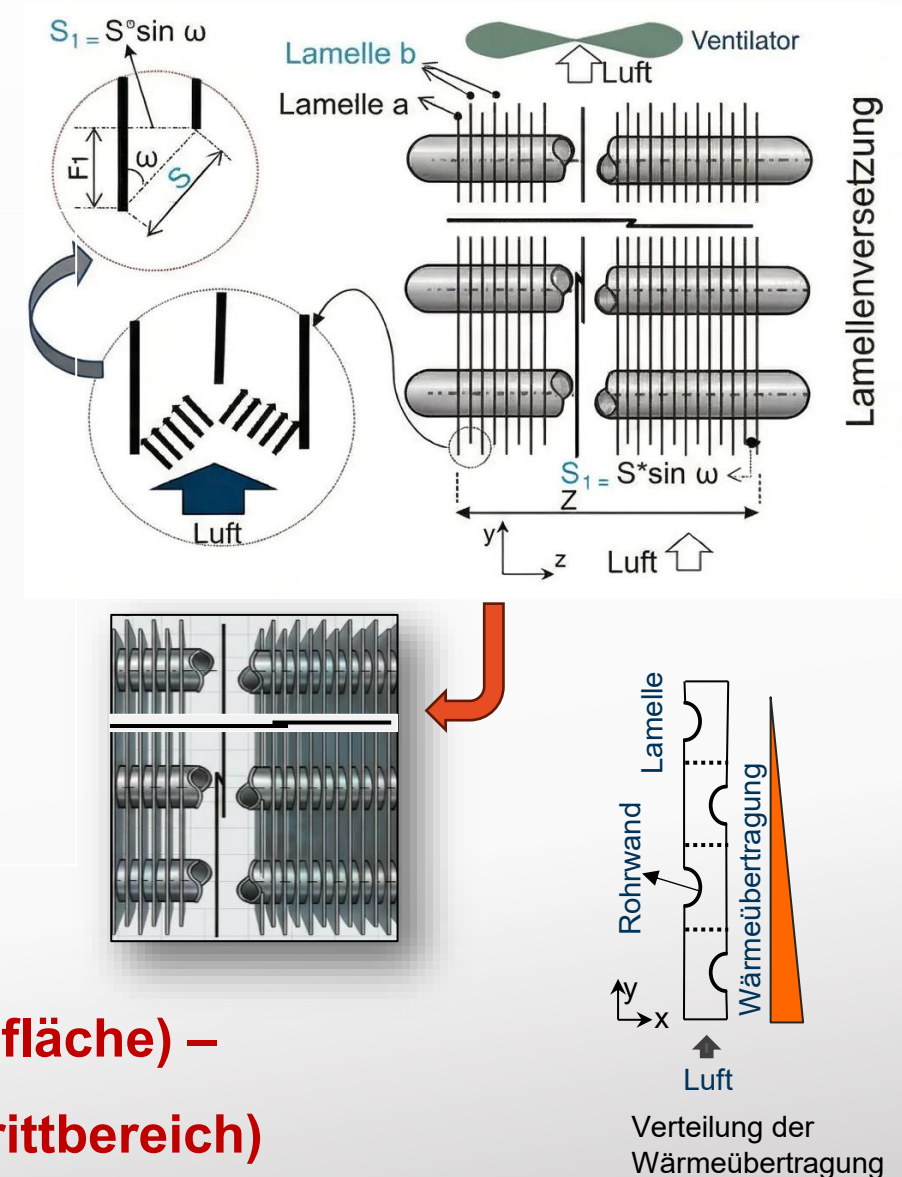


Mehr Kosten pro zusätzlichem kW

Patentierte Lamellenanordnung mit alternierender Versetzung

Geometrischer Eingriff

- Luft strömt nicht mehr parallel zu den Lamellen
→ erhöhte Turbulenz
- Lufteintrittsflächen größer als die Flächen zwischen den Lamellen
→ erhöhte Luftgeschwindigkeit
- Höhere Lamellenanzahl bei gleichem Bauraum
→ geringere Lamellenhöhe und weniger Rohrreihen
→ erhöhte Effizienz



**Mehr Fläche dort, wo sie wirkt (Lufteintrittsfläche) –
weniger dort, wo sie kaum beiträgt (Luftaustrittsbereich)**

Mehr Effizienz ohne zusätzliche Komplexität

Technischer Vergleich: Konventionell vs. patentierte Geometrie

➤ Bei gleichen Lufteintrittsflächen:

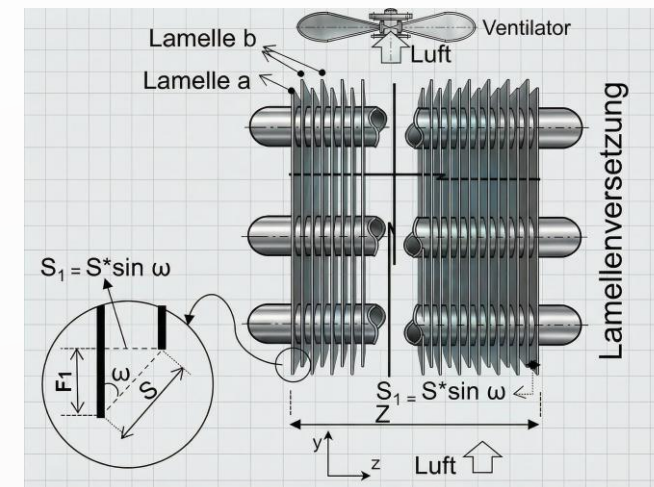
- Eintrittsfläche > freie Zwischenlamellenfläche
- Höhere lokale Luftgeschwindigkeit

➤ Bei gleichen Lamellenabstand:

- Gezielte Turbulenzerhöhung bei höherem Luftdurchsatz
→ gesteigerte Wärmeübertragung bei kontrolliertem Druckverlust

❖ F_1 und S_1 als zentrale Optimierungshebel :

- | | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| ▪ Reynolds-Zahl | ▪ Erweiterte Designfreiheitsgrade. |
| ▪ Turbulenzintensität | ▪ Mehr Optimierungsspielraum. |
| ▪ Druckverlust | ▪ Erhöhte geometrische Flexibilität. |



Wärmetauscher mit Lamellenversetzung

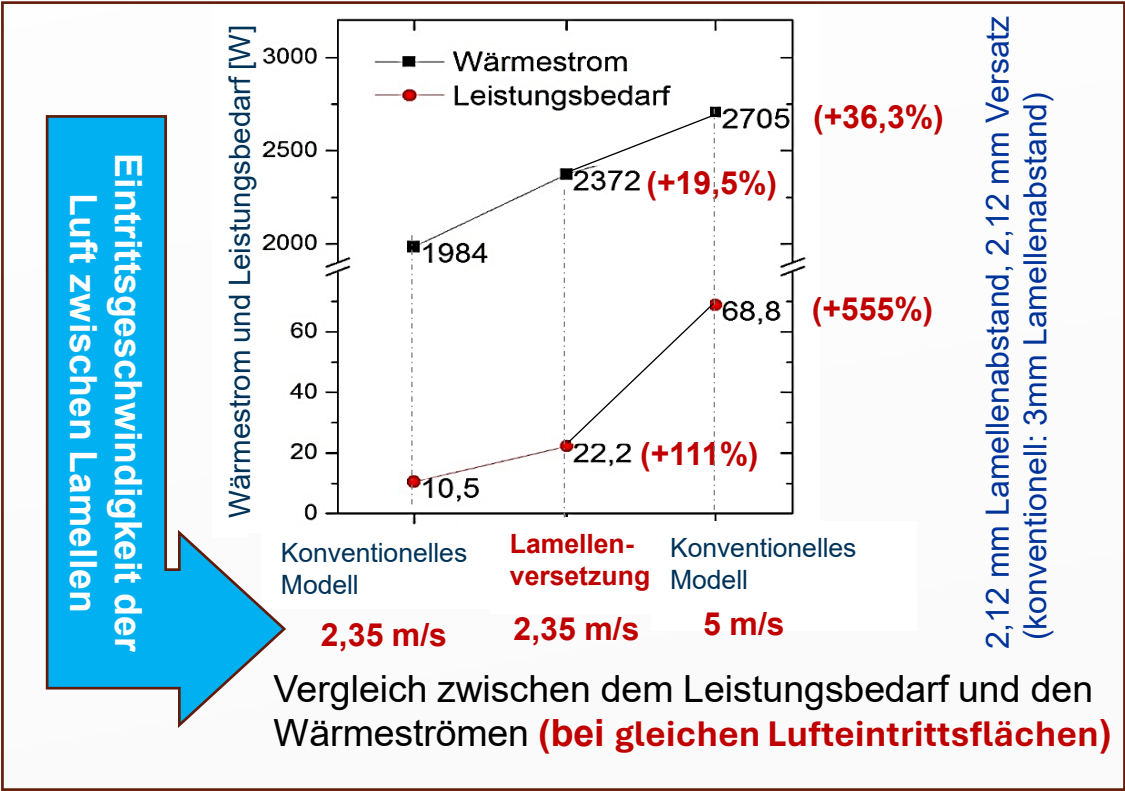
Ermöglicht gezielte Abstimmung auf:

- Geräuschgrenzen
- Ventilator Kennlinie
- OEM-Anforderungen

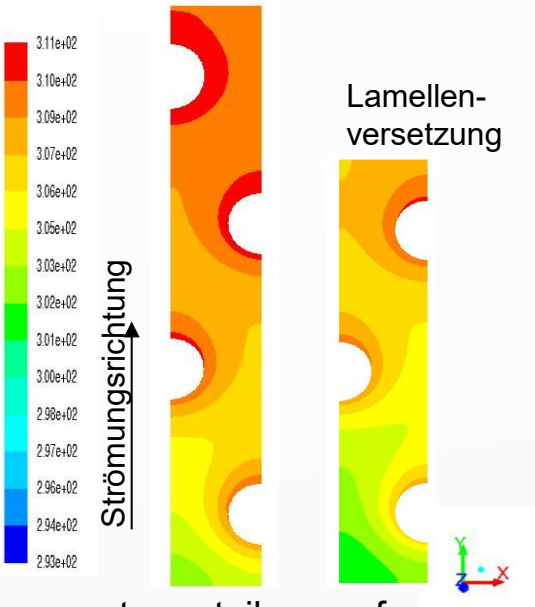


Quantitative Effekte (Versuchsergebnisse)

Wärmestrom vs. Ventilatorleistung



Konventionelles Modell



Temperaturverteilung auf Lamellenoberfläche

Lärm	Effizienz
↑	↑
↑	↑

Konventionell**:

+36 % Wärmestrom | +555 % Ventilatorleistung



Doppelte Luftmenge

Patentiert:

+19,5 % Wärmestrom | +111 % Ventilatorleistung

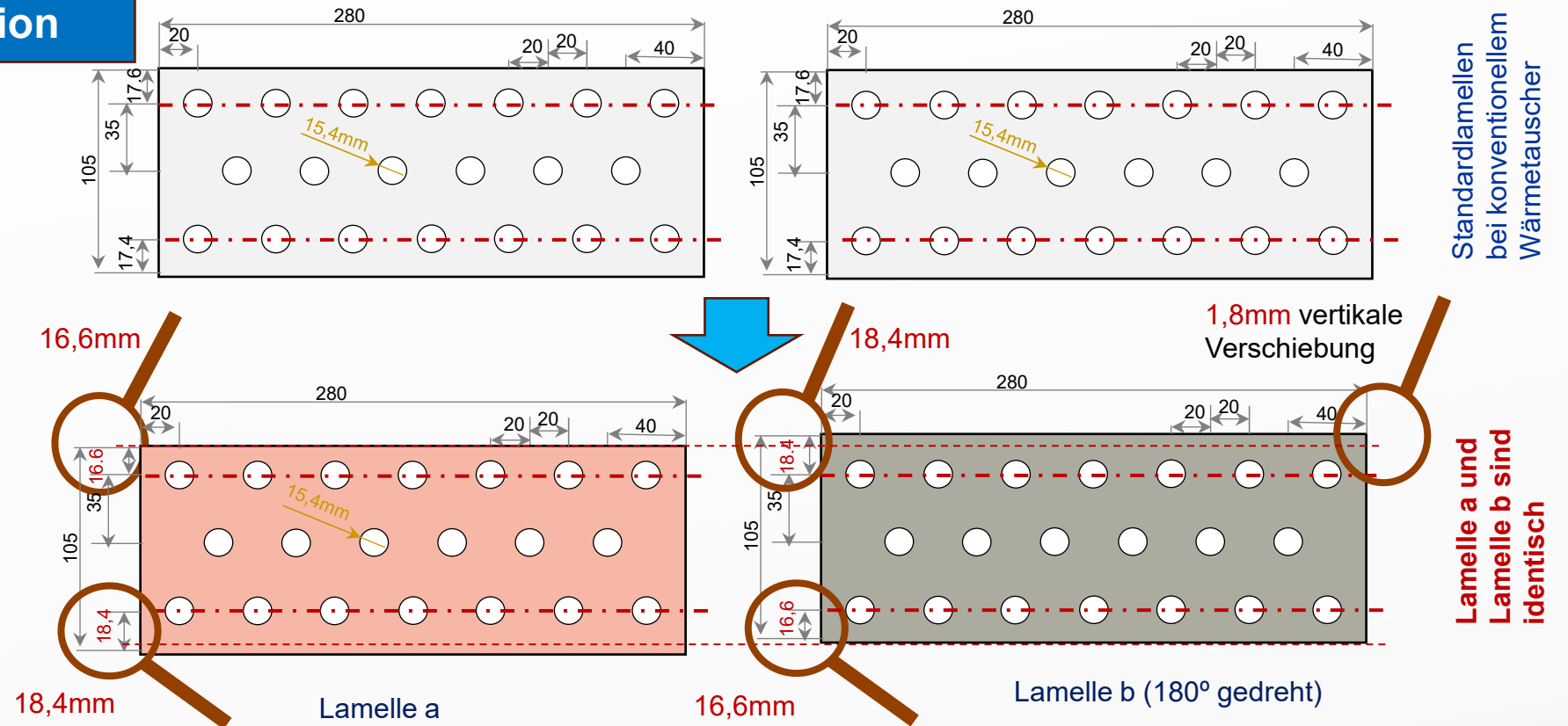
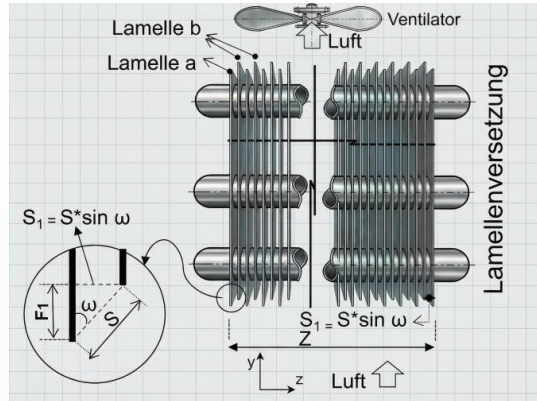


Gleiche Luftmenge

**Im Mittelpunkt der Untersuchung stand der Vergleich der Wärmeübertragung und des Leistungsbedarfs bei gleichem Materialeinsatz

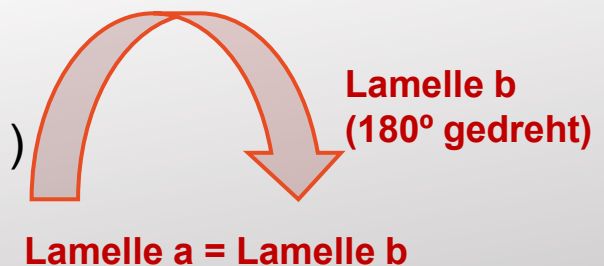
Herstellungsverfahren. Gleiche Kosten. Gleiche Produktion.

Fertigungsintegration



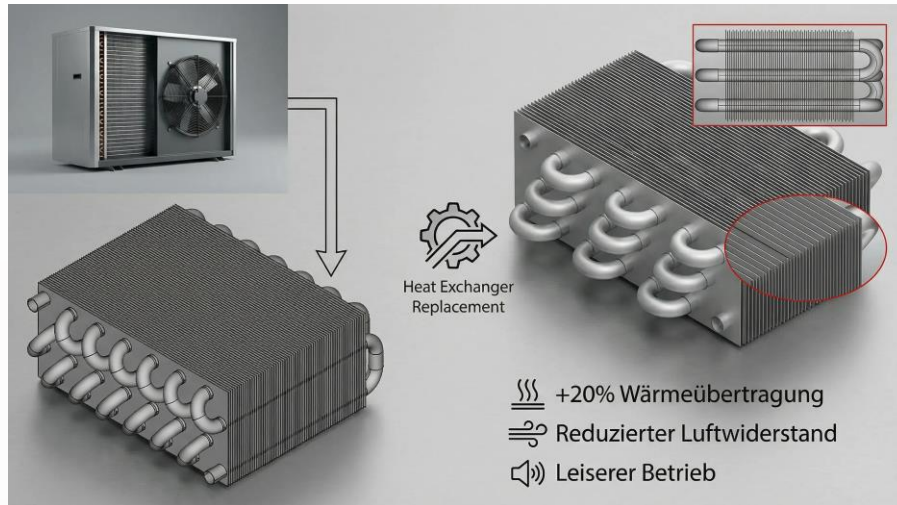
Beispielhafte Umsetzung :

- Vertikaler Rohrlochversatz: 1 mm pro Lamelle
- Jede zweite Lamelle: 180°-Rotation vor der Montage (Ergebnis: $F_1 = 1,8\text{mm}$)
- Folgeprozesse unverändert



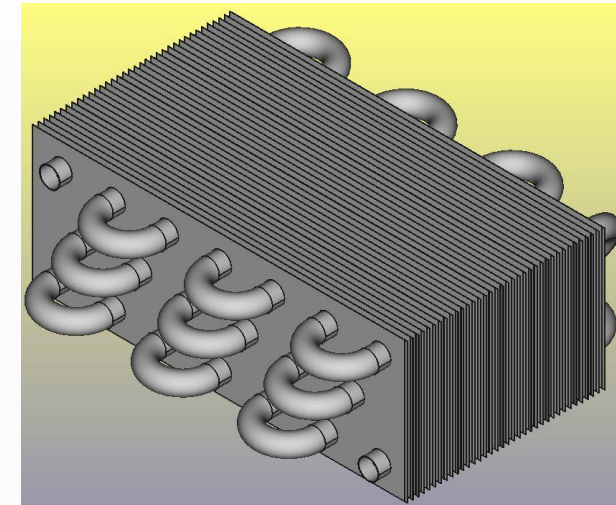
Messbare Effizienzgewinne mit minimaler Systemänderung

Wettbewerbsvorteile



Energieeinsparungen von bis zu **20 %**

und/oder



Materialeinsparung von bis **13%**

Zusätzliche Hersteller-Perspektive:

- Möglichkeit, OEM höhere Effizienz zu bieten
- Wettbewerbsvorteil bei Ausschreibungen
- Premium-Produktlinie möglich
- Höhere Wertschöpfung pro Wärmetauscher

- Weniger Kupfer / Aluminium
- Geringeres Gewicht
- Reduzierte Logistikkosten
- Potenziell bessere Marge

Kein neues Verfahren – ein neues Prinzip

Von der Idee zum erteilten Patent – heute marktreif

Schutzrechtsentwicklung

- **Erteilte deutsche Patente**
 - DE102012007570B4 „Lamellen-Rohr-Wärmetauscher mit verbesserter Wärmeübertragung“ durch Lamellenversatz; erteilt 2022
 - Aktuelle Patentinhaber (Erfinder): Dr.-Ing. Diala Karmo & Dr.-Ing. Ayman Al Khateeb; seit 2023
- Urspr. Patentanmelder: Technische Universität Ilmenau; April 2012
- Professionelle Patentausarbeitung mit dem PATON | Landespatentzentrum Thüringen
- **Lizenzmodell individuell und strategisch vereinbar**



Wissenschaftlich fundiert. Technisch validiert.

Forschungsbasierte Technologieentwicklung

- Professionelle Entwicklung im Rahmen der mehrjährigen wissenschaftlichen Tätigkeit an der Technischen Universität Ilmenau im Fachgebiet Thermo- und Magnetofluidodynamik
- **Dissertation** „Beiträge zur Erhöhung der Effektivität von Lamellenrohr-Wärmeübertragern“ Universitätsverlag Ilmenau, 2016
- **Prototyp und verschiedene Variantenauslegungen entwickelt**
- Energieeffizienz wissenschaftlich nachgewiesen
- Mehr Info: <https://www.innovative-heat-exchanger.de>
- **Link zum Schutzrecht DE102012007570B4:**
<https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/049231983/publication/DE102012007570B4?q=pn%3DDE102012007570B4>





Dr.-Ing. Diala Karmo

Product Development
Fluid Systems



Dr.-Ing. Ayman Al Khateeb

- Senior Consultant -
Lean Production/Digital Factory

Kontakt:

Dr.-Ing. Ayman Al Khateeb

E-Mail: info@innovative-heat-exchanger.de

<https://www.innovative-heat-exchanger.de>

Wartenbergweg 3
78628 Rottweil