

# Der **Zick**⚡**Zack**<sup>2</sup>-Lamellen-Rohr-Wärmetauscher

Innovationsangebot zum erteilten Patentportfolio DE102012007063B4 & DE102012007570B4



# Klimakrise, Energiespar-Tipps, „Wärmepumpen-Gesetz“, ...

Es gibt zahlreiche Gründe und Marktpotenziale für energiesparende Klimageräte und Wärmepumpen.

**Nun gibt es eine ZWEIFACH-Innovation im Herzstück dieser Geräte:**

Der **Zick**  **Zack<sup>2</sup>** -Lamellen-Rohr-Wärmetauscher



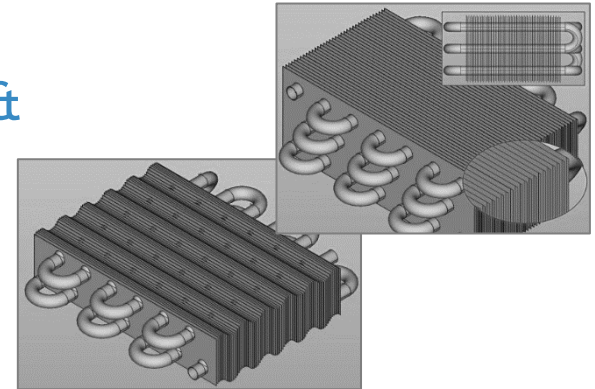
# Lamellenpositionen und Rohrführungen neu gedacht

**Energie-Einsparung von bis zu 57 %**

**Lamellen- und Rohrmaterial-Einsparungen von bis zu 39%**

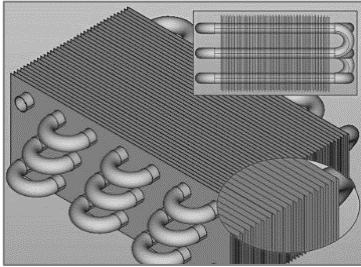
durch

- Alternierend **versetzte Lamellenpositionen** &
- Innovative **Zick-Zack-Rohrführungen**



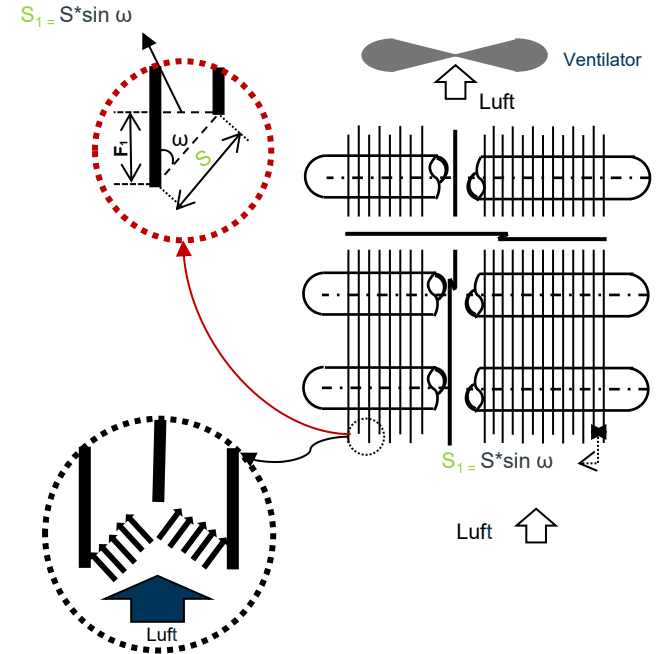
# Die Erfindung - Teil 1 „Lamellenversersatz“

Wärmetauscher-Lamellen, die alternierend versetzt im Lamellenblock angeordnet sind



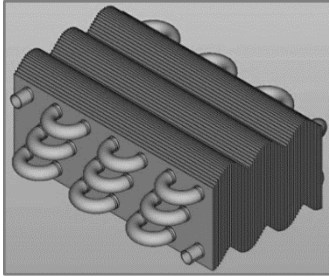
Teile des Wärmetauschers,  
wo die Wärmeübertragung am  
höchsten ist  
(Lufteintritt) sind zu vergrößern und  
nicht effektive Teile  
zu verkleinern

- Luft strömt nicht mehr parallel zu den Lamellen  
>>> erhöhte Turbulenz
- Lufteintrittsflächen größer als die Flächen zwischen den Lamellen  
>>> erhöhte Luftgeschwindigkeit
- Mehr Lamellen können im Lamellenblock untergebracht werden,  
>>> geringere Lamellenhöhe und weniger Rohrreihen  
>>> erhöhte Effizienz



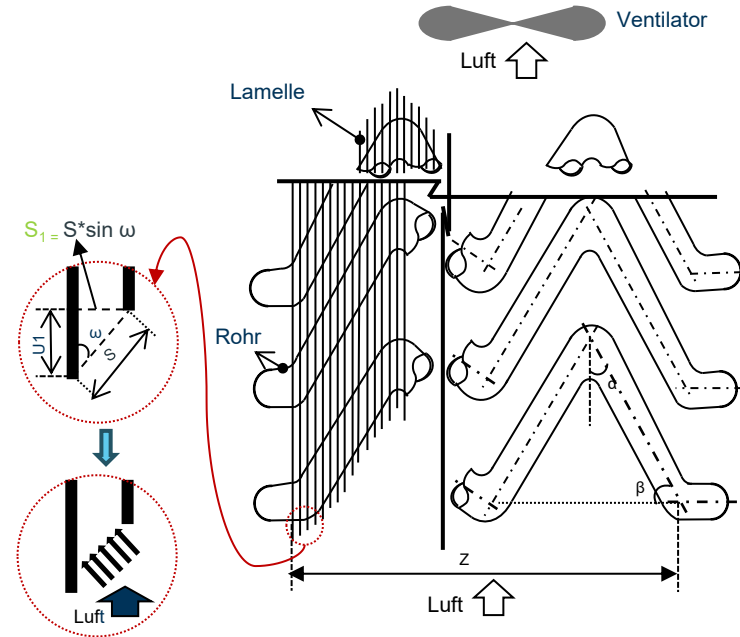
# Die Erfindung - Teil 2 „Zick-Zack-Form“

## Wärmetauscher-Rohre (und Lamellen) in Zick-Zack-Form



Teile des Wärmetauschers,  
wo die Wärmeübertragung am  
höchsten ist  
(Lufteintritt) sind zu vergrößern und  
nicht effektive Teile  
zu verkleinern

- Ellipsenförmiger Kontakt zwischen Lamellen & Rohren  
>>> Vergrößerung des Kontaktbereichs
- Luft strömt nicht mehr parallel zu den Lamellen  
>>> erhöhte Turbulenz
- Luftertrittsflächen größer als die Flächen zwischen den Lamellen  
>>> erhöhte Luftgeschwindigkeit
- Mehr Lamellen können im Lamellenblock untergebracht werden  
>>> geringere Lamellenabstände und weniger Rohrreihen  
>>> erhöhte Effizienz



# Die Kundenvorteile



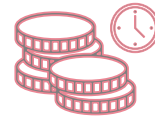
**Material- & Bauraum-  
Einsparung**



**Energie-  
Einsparung**



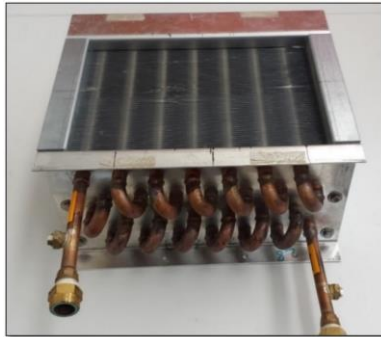
**Effizienz/  
Wirtschaftlichkeit**



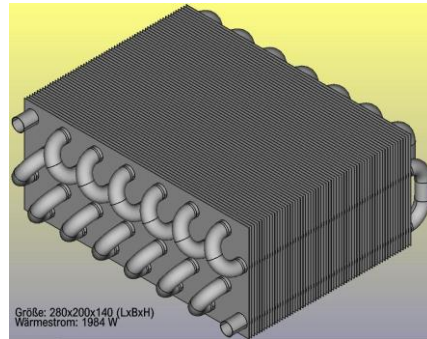
# Kundenvorteile- Teil 1 „Lamellenversersatz“

Innovative Varianten durch Anpassung von Rohrreihenanzahl, Lamellenzahl, Lamellenhöhe und/oder Lamellenabstand

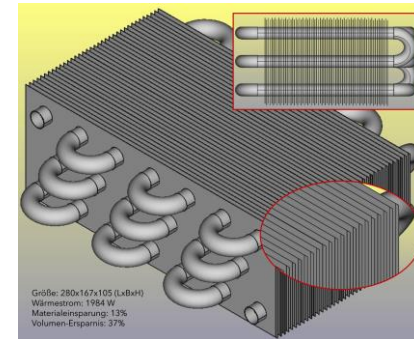
Trotz Materialreduzierung wird derselbe Wärmestrom zuverlässig erreicht:



Konventioneller Wärmetauscher



- Konventioneller Wärmetauscher:
- Größe: 280x200x140 (LxBxH)
  - Wärmestrom: 1984 W



- Innovativer Wärmetauscher:
- Größe: 280x167x105 (LxBxH)
  - Wärmestrom: 1984 W
  - **Materialeinsparung: 13%**
  - **Volumen-Ersparnis: 37%**

Lamellenversetzung ermöglicht bis zu **20% Energieeinsparung** oder bis zu **13% Materialeinsparung**

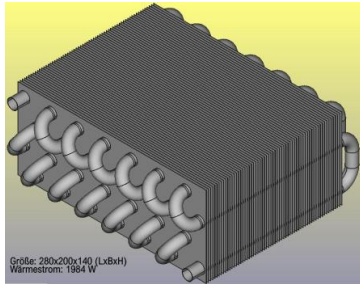


# Kundenvorteile- Teil 2,, Zick-Zack-Form “

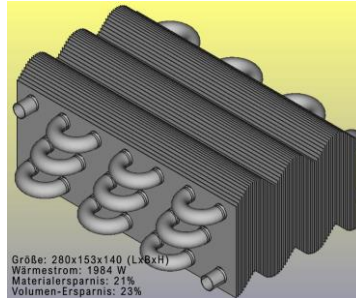
Innovative Varianten durch Anpassung von Rohrreinigung, Rohrbogen, Anzahl der Rohrreihen, Lamellenanzahl, Lamellenhöhe und/oder Lamellenabstand

Trotz Materialreduzierung wird derselbe Wärmestrom zuverlässig erreicht:

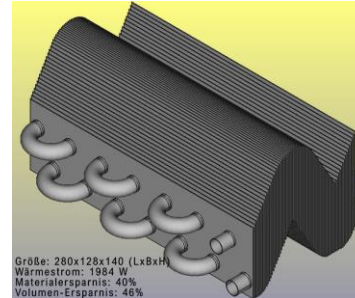
Lamellenversetzung ermöglicht bis zu **57% Energieeinsparung** oder bis zu **39% Materialeinsparung**



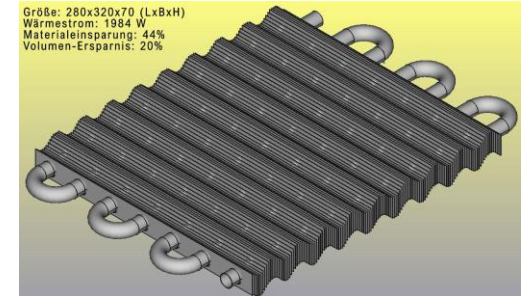
- Konventioneller Wärmetauscher:
- Größe: 280x200x140 (LxBxH)
  - Wärmestrom: 1984 W



- Innovativer Wärmetauscher:
- Größe: 280x153x140 (LxBxH)
  - Wärmestrom: 1984 W
  - **Materialeinsparung: 21%**
  - **Volumen-Ersparnis: 23%**



- Innovativer Wärmetauscher:
- Größe: 280x128x140 (LxBxH)
  - Wärmestrom: 1984 W
  - **Materialeinsparung: 40%**
  - **Volumen-Ersparnis: 46%**



- Innovativer Wärmetauscher:
- Größe: 280x320x70 (LxBxH)
  - Wärmestrom: 1984 W
  - **Materialeinsparung: 44%**
  - **Volumen-Ersparnis: 20%**



# Leistungsbedarf

- Schnelles Abkühlen → höhere Ventilator Drehzahl → lauterer Betrieb & höherer Energieverbrauch  
>>> beim Hochdrehen des Klimageräts steigt das Geräuschniveau, weil die Luft schneller durch die Lamellen strömt.
- Höhere Luftgeschwindigkeit durch Lamellen → steigender Druckverlust  
>>> die höhere Strömungsgeschwindigkeit führt zu mehr Widerstand (Druckverlust) im Wärmetauscher.
- Druckverlust beeinflusst Energieeffizienz entscheidend  
>>> mehr Druckverlust bedeutet, dass der Ventilator mehr Leistung aufbringen muss, um dieselbe Luftmenge zu bewegen.
- Untersucht wurden konventionelles Modell, Lamellenversetzung, Zickzack-Formen 1 & 2 bei 2,354 m/s; zusätzlich konventionell auch bei 5 m/s.  
>>> patentierte Varianten zeigen deutlich geringeren Energieanstieg bei Druckverlust

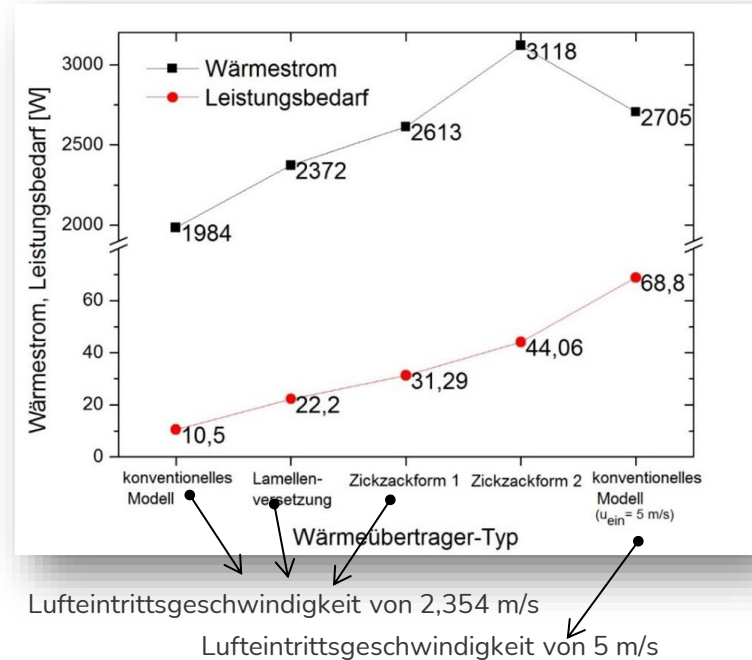


Diagramm mit verschiedenen Modellen & Lufttrittsgeschwindigkeiten

# Fertigungsverfahren

## Lamellenversetzung:

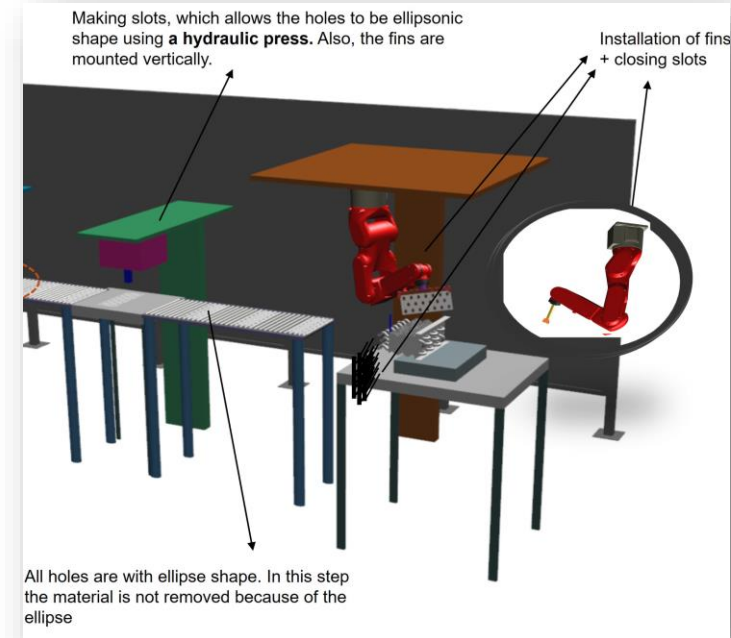
- Die Herstellung solcher Wärmetauscher ist vergleichbar mit der konventionellen Version  
>>> nur geringe Anpassungen bei der Fertigung

## Zickzackform durch automatisierten Fertigungsprozess:

- CAD-Modelle liefern alle Fertigungsdaten direkt an Roboter; kombinierte Presstation stantzt und prägt elliptische Löcher mit Schlitz.
- Hochpräziser Roboter setzt Lamellen ins Rohrbündel, zweiter Roboter verschließt Schlitz; bei Bedarf kann Bewegungssystem für den Arbeitstisch ergänzt werden.

## 3D-Druck ermöglicht kompakte & leistungsstarke Wärmetauscher

- Additive Fertigung erzeugt strukturierte Oberflächen für mehr Wärmeübertragungsfläche  
>>> Zickzackform und versetzte Lamellen optimieren Strömung und steigern Effizienz



„Out-of-the-Box“-Idee für die Zickzackfertigung mit konventionellen Fertigungsverfahren

# Der aktuelle Projektstand

- **Zwei rechtskräftig erteilte deutsche Patente**
  - DE102012007063B4 „Lamellen-Rohr-Wärmetauscher mit verbesserter Wärmeübertragung“ durch Zick-Zack-förmig angeordnete Rohre; erteilt 2021
  - DE102012007570B4 „Lamellen-Rohr-Wärmetauscher mit verbesserter Wärmeübertragung“ durch Lamellenversatz; erteilt 2023
- Urspr. Patentanmelder: **Technische Universität Ilmenau**; April 2012
- Professionelle Patentausarbeitung mit dem PATON | Landespatentzentrum Thüringen
- Aktuelle Patentinhaber: Dr.-Ing. Diala Karmo & Dr.-Ing. Ayman Al Khateeb



# Wissenschaftlicher Hintergrund

- Professionelle Entwicklung im Rahmen der mehrjährigen wissenschaftlichen Tätigkeit an der Technischen Universität Ilmenau im Fachgebiet Thermo- und Magnetofluidynamik
- **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>



# 1. Patentanspruch von DE102012007063B4 (Zick-Zack-Rohre)

## 1. Wärmetauscher,

bestehend aus in mehreren Ebenen in y-Richtung über- und in x-Richtung nebeneinander versetzt angeordneten Wärmetauscherrohren (14), die einzelne Wärmetauscherrohrabschnitte (14c) aufweisen,

und einem von den Wärmetauscherrohren (14) durchsetzten Paket (13) aus parallelen in x-y-Richtung ausgerichteten und voneinander um einen Betrag S beabstandeten Lamellen (12),

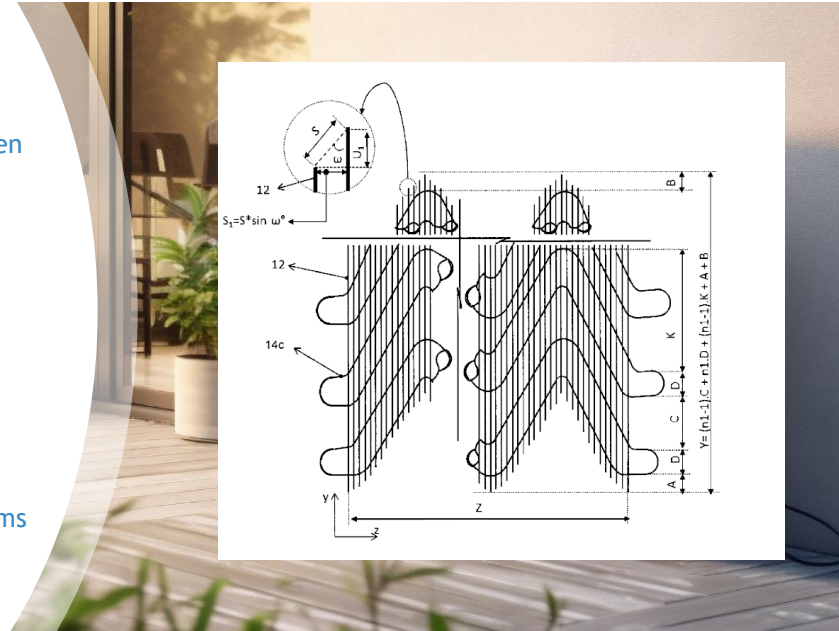
wobei die Wärmetauscherrohre (14) von einem ersten Medium (17) in z-Richtung durchströmt und von einem zweiten Medium (16) senkrecht zur Strömungsrichtung des ersten Mediums (17) in y-Richtung umströmt werden,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass die Wärmetauscherrohrabschnitte (14c) in Strömungsrichtung des zweiten Mediums (16) zueinander zickzack-förmig angeordnet sind**

und die Wärmetauscherrohrabschnitte (14c) in Strömungsrichtung des ersten Mediums (17) die einzelnen Lamellen (12) in einem von  $90^\circ$  verschiedenen Neigungswinkel  $\alpha^\circ$  zur y-Richtung durchsetzen und die Lamellen (12) in Strömungsrichtung des zweiten Mediums (16) um jeweils einen Betrag  $U_1$  versetzt sind.

[Link zum Schutzrecht DE102012007063B4](#)



# 1. Patentanspruch von DE102012007570B4 (Versetzte Lamellen)

**1. Wärmetauscher** mit verbesserter Wärmeübertragung,

bestehend aus parallelen, in mehreren Ebenen über- und nebeneinander versetzt angeordneten Wärmetauscherrohren (14a)

und einem von allen Wärmetauscherrohren (14a) durchsetzten Paket (13) aus parallelen, voneinander beabstandeten Lamellen (12),

wobei die Wärmetauscherrohre (14a) von einem ersten Medium (17) durchströmbar und von einem zweiten Medium (16) senkrecht zur Strömungsrichtung des ersten Mediums (17) umströmbar sind,

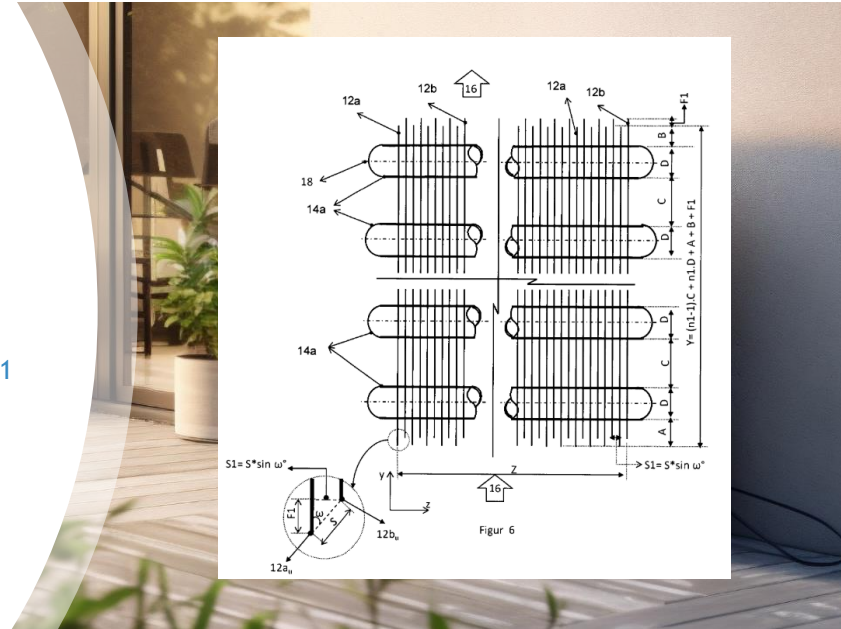
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass jede zweite Lamelle (12b) zu jeder ersten Lamelle (12a) um einen Betrag  $F$  1 in Strömungsrichtung des zweiten Mediums (16) versetzt angeordnet ist**

und der Abstand  $S$  zwischen zwei benachbarten Lamellenunterkanten (12a u ) und (12b u ) konstant bleibt

und der Abstand  $S_1$  zwischen benachbarten Lamellen (12a) und (12b) entlang der Strömungsrichtung des ersten Mediums (17) die Bedingung  $S_1 = S * \sin \omega^\circ$  erfüllt.

[Link zum Schutzrecht DE102012007570B4](#)



# Kontakt

Dr.-Ing. Ayman Al Khateeb

E-Mail [info@innovative-heat-exchanger.de](mailto:info@innovative-heat-exchanger.de)  
<https://www.innovative-heat-exchanger.de>

D-78628 Rottweil

