

**autotechnik days**

**ABER BITTE WOHLTEMPERIERT!  
THERMISCHE SYSTEME IN  
HYBRID & ELEKTROFAHRZEUGEN**

Luzern, März 2024





# BATTERIEKÜHLUNG

Konventionelle Kühlsysteme, die mit doppelten Kühlkreisläufen (hohe und niedrige Temperatur) bereits an Komplexität gewonnen haben

Für Hybrid- und Elektroanwendungen bedarf es weiterer thermischer Systeme.

**Um die beste Effizienz zu erreichen, werden neue Systeme benötigt, speziell für:**

- **Innenraum heizen/kühlen**
- **thermisches Management für Antrieb und Batterie**



# BATTERIEKÜHLUNG

- die Beheizung der Kabine erfolgt bei einem Verbrennungsmotor mit schlechtem Wirkungsgrad über den Durchfluss von heißer Kühlflüssigkeit im Heizungskern der Klimaanlage
- elektrische Antriebe erzeugen nicht genug Wärme, um die Kabine mit einer ausreichenden Menge an Energie zu versorgen
- elektrische Heizgeräte sind in der Lage, elektrische Energie in Wärme umzuwandeln, allerdings verbrauchen sie viel Energie und sind nicht geeignet, den gesamten Bedarf einer Kabine zu decken



# ULTIMATE COOLING™ EINS FÜR ALLES ODER WENIGER IST MEHR



**Valeo**

# THERMISCHE SYSTEME

## ULTIMATECOOLING™

UltimateCooling™ - Weniger ist mehr.

- bis zu 6% Kraftstoffeinsparung durch den Einsatz eines einzigen Kühlmittels
- bis zu vier Wärmetauscher – Wasserkühler, Motorölkühler, Ladeluftkühler und Klimaanlagekondensator – sind oft im Frontendkühlmodul der Fahrzeuge untergebracht
- das neue **UltimateCooling™**-System von Valeo beruht auf dem Einsatz eines einzigen Kühlmittels für sämtliche Wärmetauscher und besteht aus
  - einem Kaltwasserkühlkreislauf ND
  - und einem Warmwasserkühlkreislauf HD
- beide Kreisläufe werden entweder mit einem dualen Motorkühler oder mit zwei separaten Kühlern gekühlt

# THERMISCHE SYSTEME

## ULTIMATECOOLING™

Durch die stetige Weiterentwicklung der Systeme ist der Kühlkreislauf nicht nur für den Motor zuständig

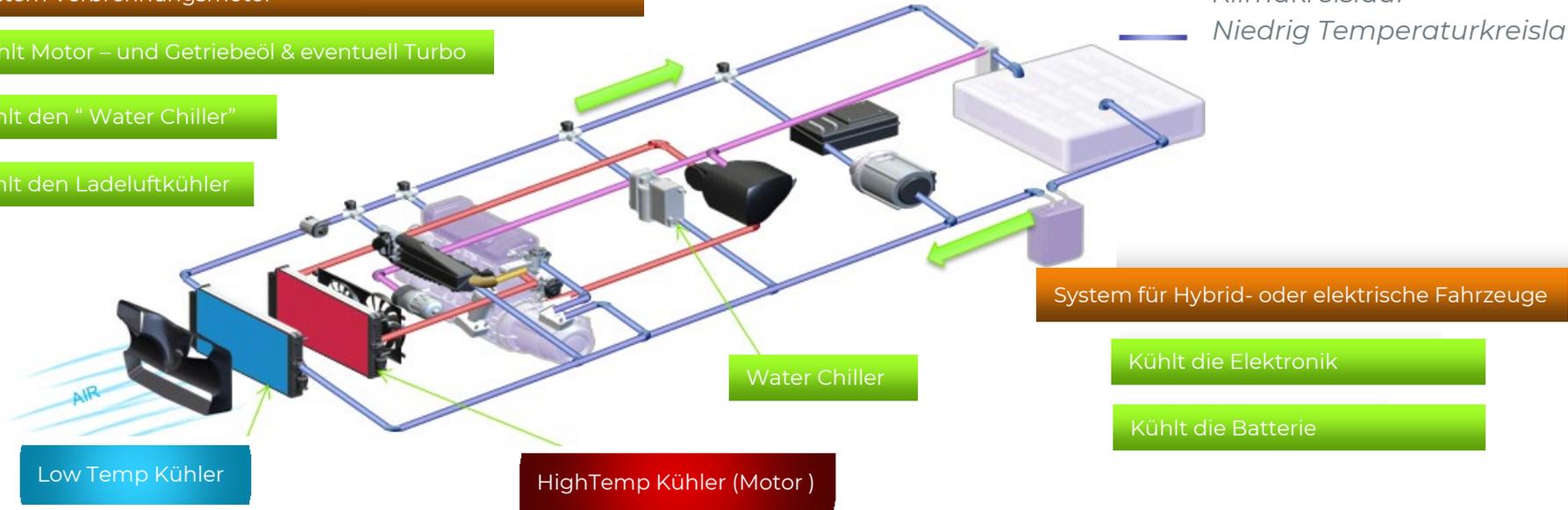
System Verbrennungsmotor

Kühlt Motor – und Getriebeöl & eventuell Turbo

Kühlt den " Water Chiller"

Kühlt den Ladeluftkühler

— Hoch Temp. Motorkreislauf  
— Klimakreislauf  
— Niedrig Temperaturkreislauf



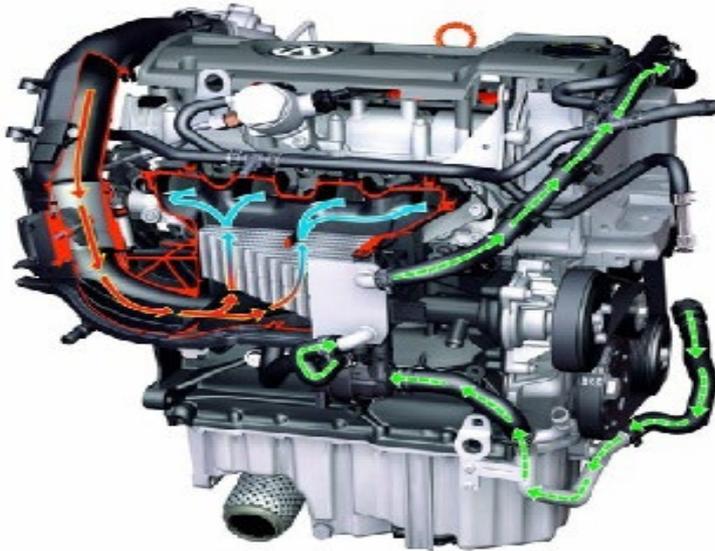
System für Hybrid- oder elektrische Fahrzeuge

Kühlt die Elektronik

Kühlt die Batterie

# Thermische Systeme UltimateCooling™

## Anwendungsbeispiel VW 90kW TSI Motor



- Niedertemp. Kühlkreislauf
- Ladeluft nach dem Turbolader
- Ladeluft nach dem Kühler





# BATTERIEKÜHLUNG

SMART TECHNOLOGY FOR SMARTER MOBILITY

# BATTERIEKÜHLUNG

## Warum ein Temperaturmanagement für die Batteriepacks ?

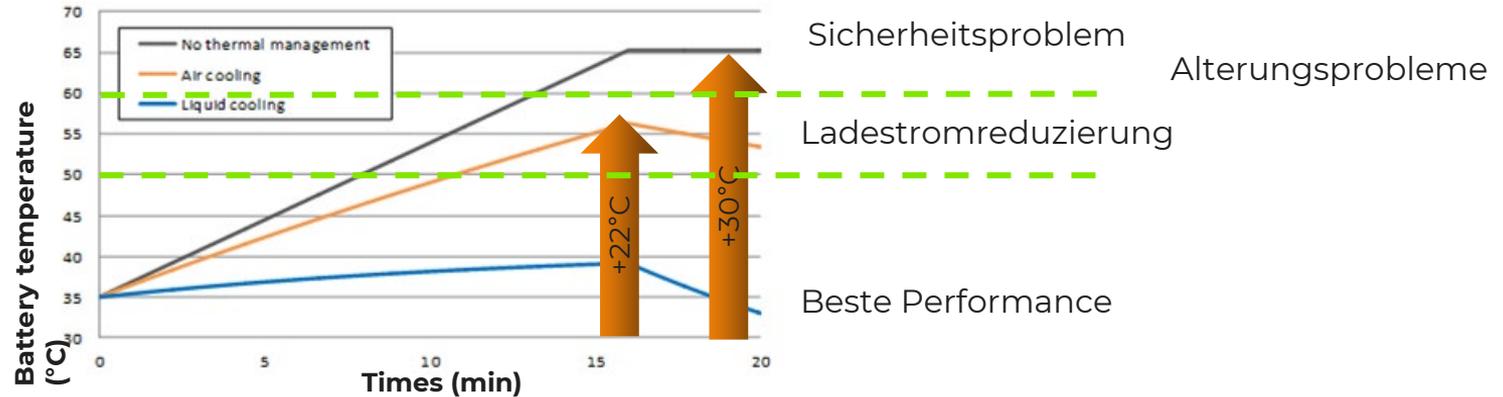
- Die Leistung von Lithium-Ionen-Batteriezellen ist stark von ihrer Temperatur anhängig, sie haben eine schlechte Performance wenn sie zu kalt oder zu heiß sind.
- Die meisten Lithium-Batteriezellen
  - können nicht aufgeladen werden, wenn sie unter  $0^{\circ}\text{C}$  sind
  - können nicht schnell geladen werden, wenn sie weniger als  $5^{\circ}\text{C}$  betragen
  - beginnen schnell zu zerfallen, wenn ihre Temperatur über  $45^{\circ}\text{C}$  steigt.

Die Batterietemperatur beeinflusst die Fahrzeugleistung, die Zuverlässigkeit, die Sicherheit und den Lebenszyklus und die Kosten



# BATTERIEKÜHLUNG

Die Wärmeentwicklung beim Schnellladen ist maßgebend für das Batterietemperaturmanagement.

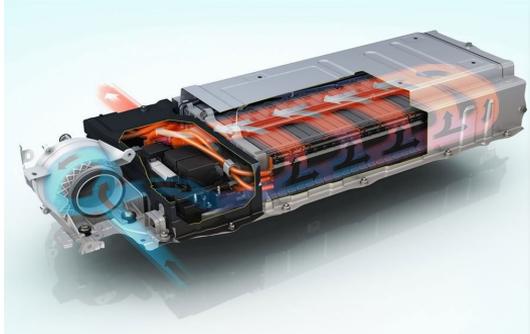


Batterietemperaturmanagement für schnelles Aufladen:

- kein Kühlsystem: Die Temperatur der Zellen kann zu Alterung und Sicherheitsabschaltung führen.
- Luftkühlung: nicht stark genug, führt zu Alterung und langsamer Aufladung.
- Flüssigkeitskühlung: Die Zellentemperatur kann im optimalen Temperaturbereich stabilisiert werden.

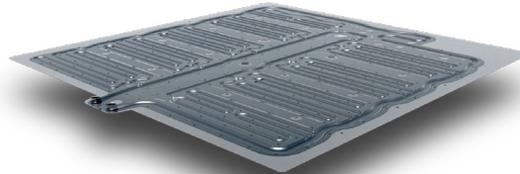
# BATTERIEMANAGEMENT

## Überblick über die Kühlmethoden für Batterien



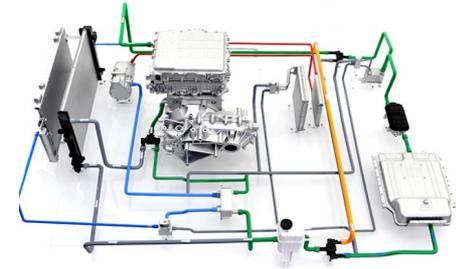
### Luftkühlung/Heizung

Die Batterien können gekühlt werden, indem Luft durch das Batteriepaket geleitet wird. Aktive Luftkühlungssysteme verbessern diese Wirkung mit zusätzlichen Gebläsen (Wärmerückgewinnung möglich)



### Kältemittelbasierte Kühlung

Zur Kühlung der Batteriezellen wird ein Kühlerfrostschutz benötigt. Das Kältemittel kühlt oder heizt den Kühlerfrostschutz dieser nimmt durch die Rohre, Wärme von den Zellen auf und leitet sie an einen Wärmetauscher weiter.



### Kältemittelkühlung

Dabei wird Kältemittel verwendet, das durch Wärmetauscher fließt und im gesamten Batteriesatz verteilt wird, um die Zellen zu kühlen.

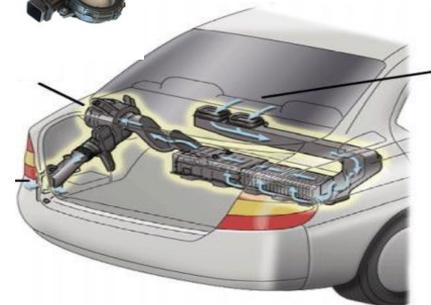
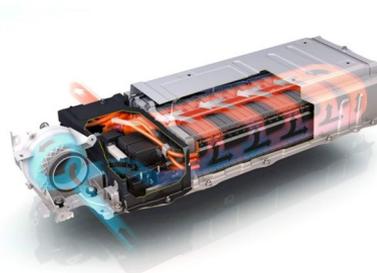
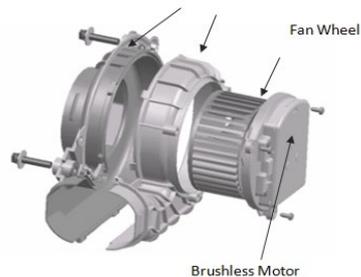
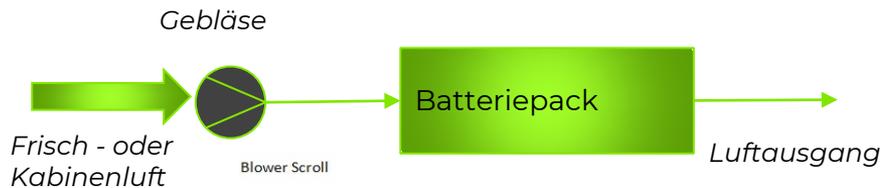
# Batteriekühlung durch Luft



# BATTERIEKÜHLUNG

Passive Luftkühlung?

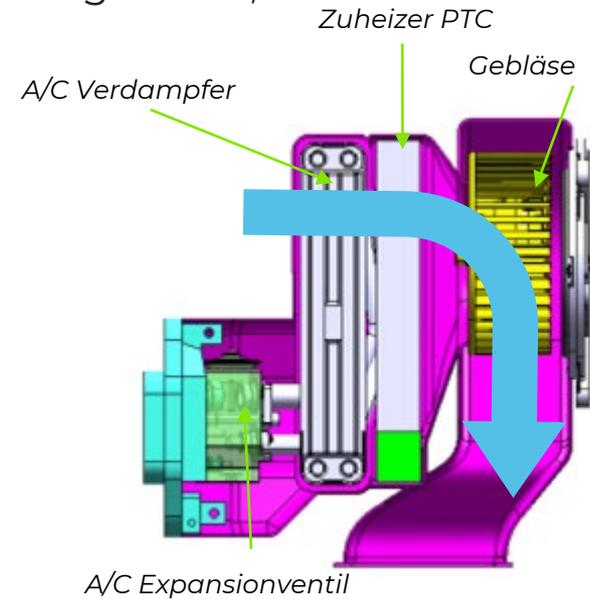
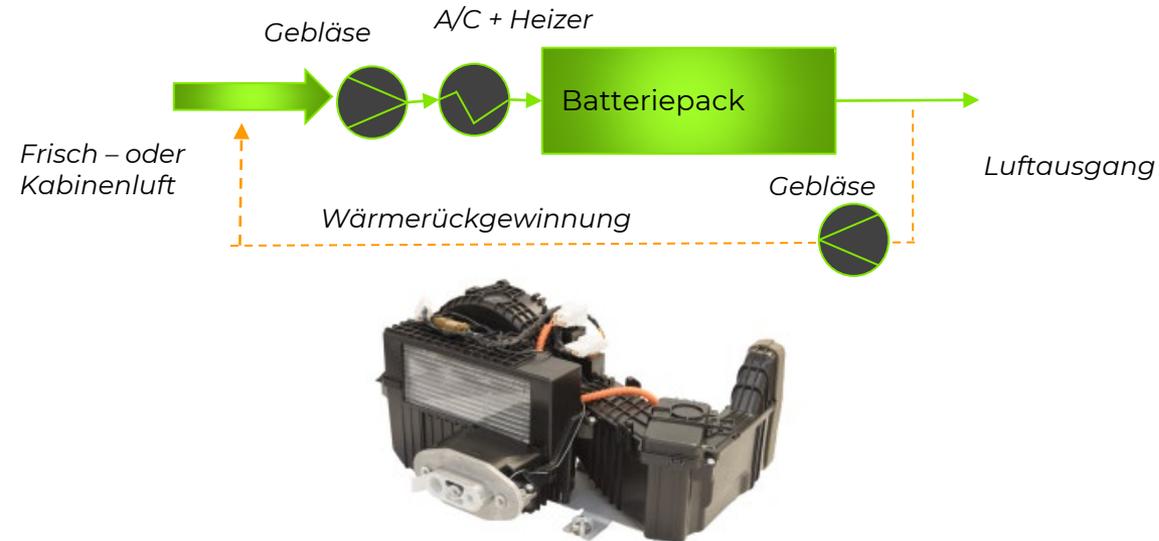
Luftkühlung entlang der Oberfläche der Batterien, um die Wärme zu absorbieren wodurch sie gekühlt wird. Sie ist vergleichsweise grob im Vergleich zu einer komplizierteren Flüssigkeitskühlung, aber gleichzeitig ist es viel einfacher anzuwenden und robust.



# BATTERIEKÜHLUNG

## Aktive Luftkühlung

Aktive Systeme können zusätzliche Kühl- oder Heizleistung bieten, die aktive Systemleistung ist auf 1 kW begrenzt.



# BATTERIEKÜHLUNG

RENAULT ZOE

Gebälse

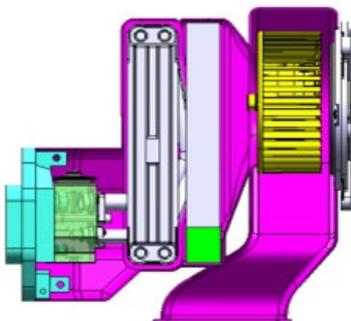


Verdampfer

# BATTERIEKÜHLUNG



- **passive Luftkühlung ohne Klimaanlage**, kommt meist in Mild Hybrid Systemen zum Einsatz oder z.Bsp. Im Toyota´s VHF



- **aktive Luftkühlung mit Klimaanlage** kommt in batterieelektrischen Fahrzeugen, wie z.Bsp. von Renault/Nissan wie Zoe, Leaf, e-NV200, zum Einsatz

# Batteriekühlung durch Luft



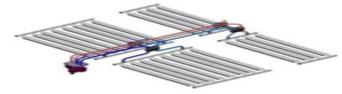
# Batteriekühlung durch Kältemittel



# BATTERIEKÜHLUNG



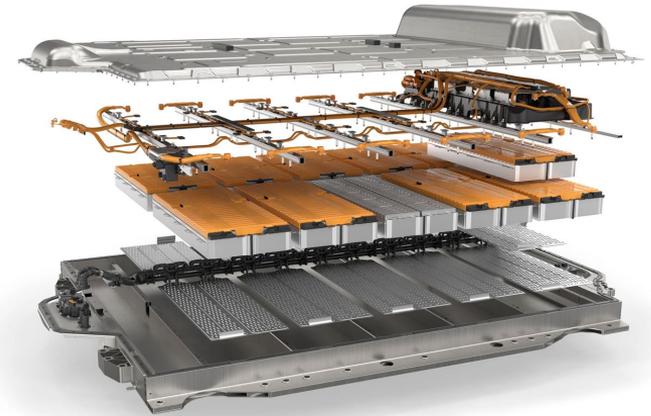
Vertikal



Horizontal

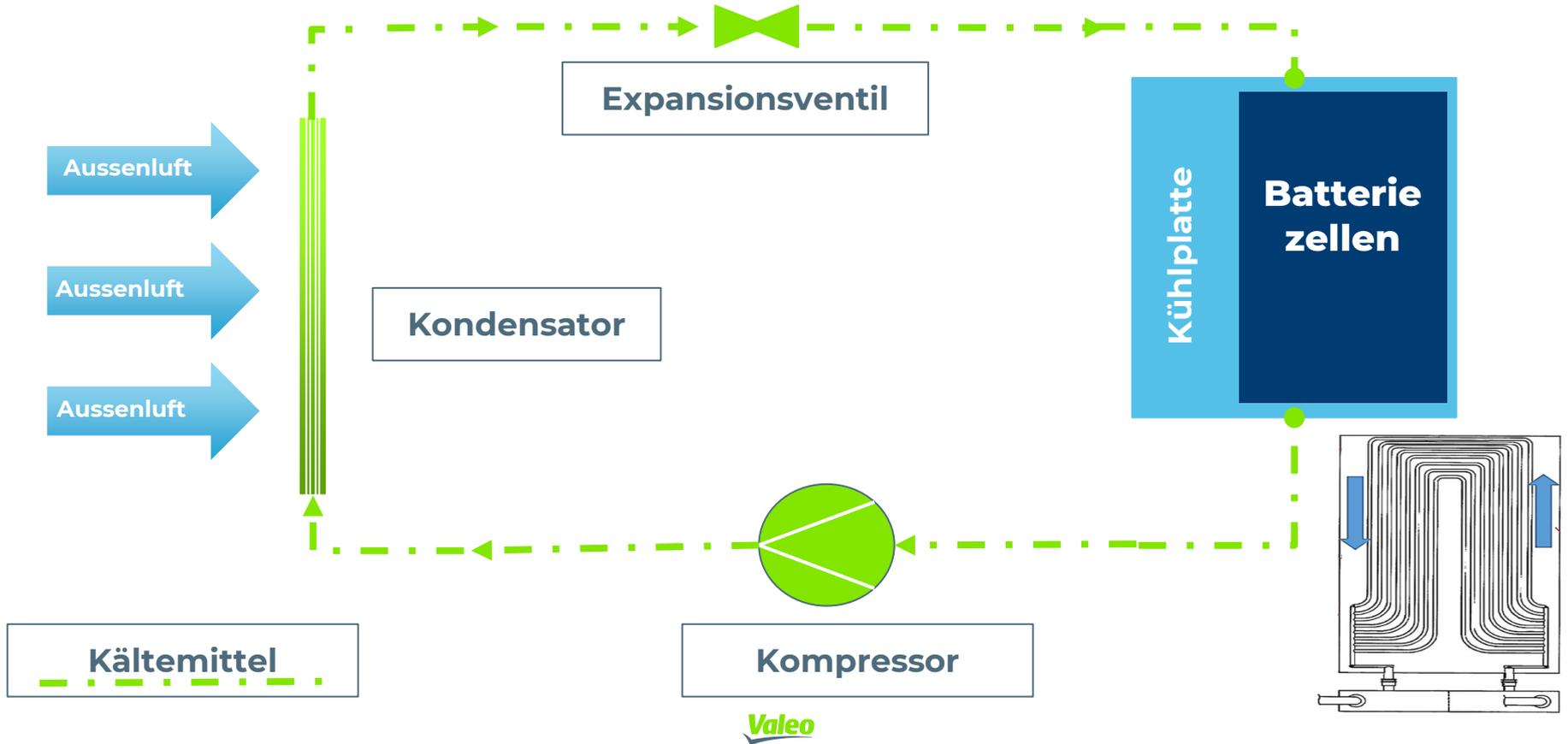
**Kältemitteldirektkühlung** ist eine Art von Batteriekühlsystem, es wird Kältemittel wie **R134a** oder **R1234yf** verwendet, um die Batteriezellen direkt zu kühlen. **R744** wird getestet.

Das Kältemittel zirkuliert durch ein Netz von Rohren oder Kanälen, die in engem Kontakt mit den Batteriezellen stehen, nimmt die Wärme von den Zellen auf und leitet sie an einen Wärmetauscher weiter, wo die Wärme an die Umgebung abgegeben wird.



Die direkte Kühlung mit Kältemittel wird häufig in Hochleistungs-Elektrofahrzeugen und in Batteriepaketen mit hoher Leistungsdichte eingesetzt, wo eine präzise Temperaturregelung für die Aufrechterhaltung der Leistung und Langlebigkeit entscheidend ist.

# BATTERIEKÜHLUNG



# Batteriekühlung durch Kältemittel



# Batteriekühlung durch Kühlmittel

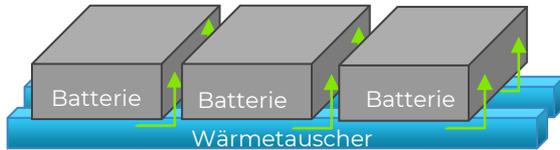


# BATTERIEKÜHLUNG

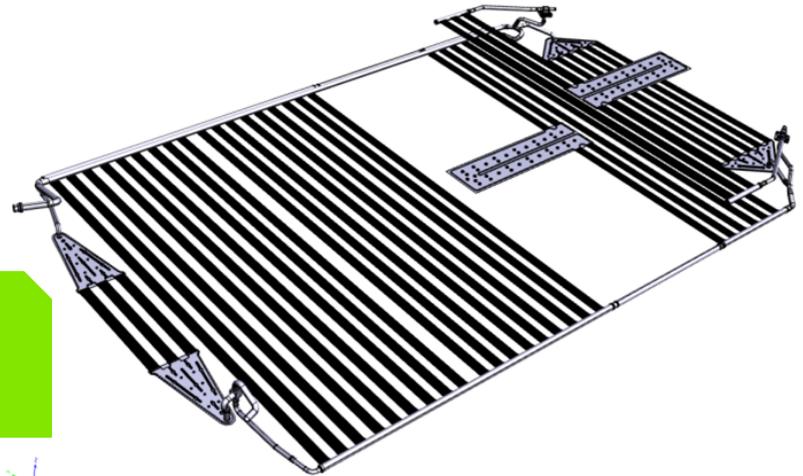
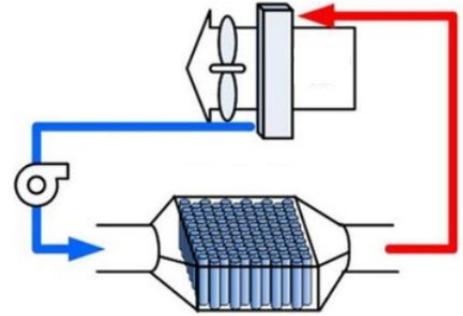
Indirekte Flüssigkeitskühlung

Indirekte Konvektion über Flüssigkeitskanal.

Die indirekten Flüssigkeitskühlsysteme zeigen im Vergleich zur aktiven Luftkühlung eine bessere Kühlleistung bei den maximalen Temperaturvariationen.

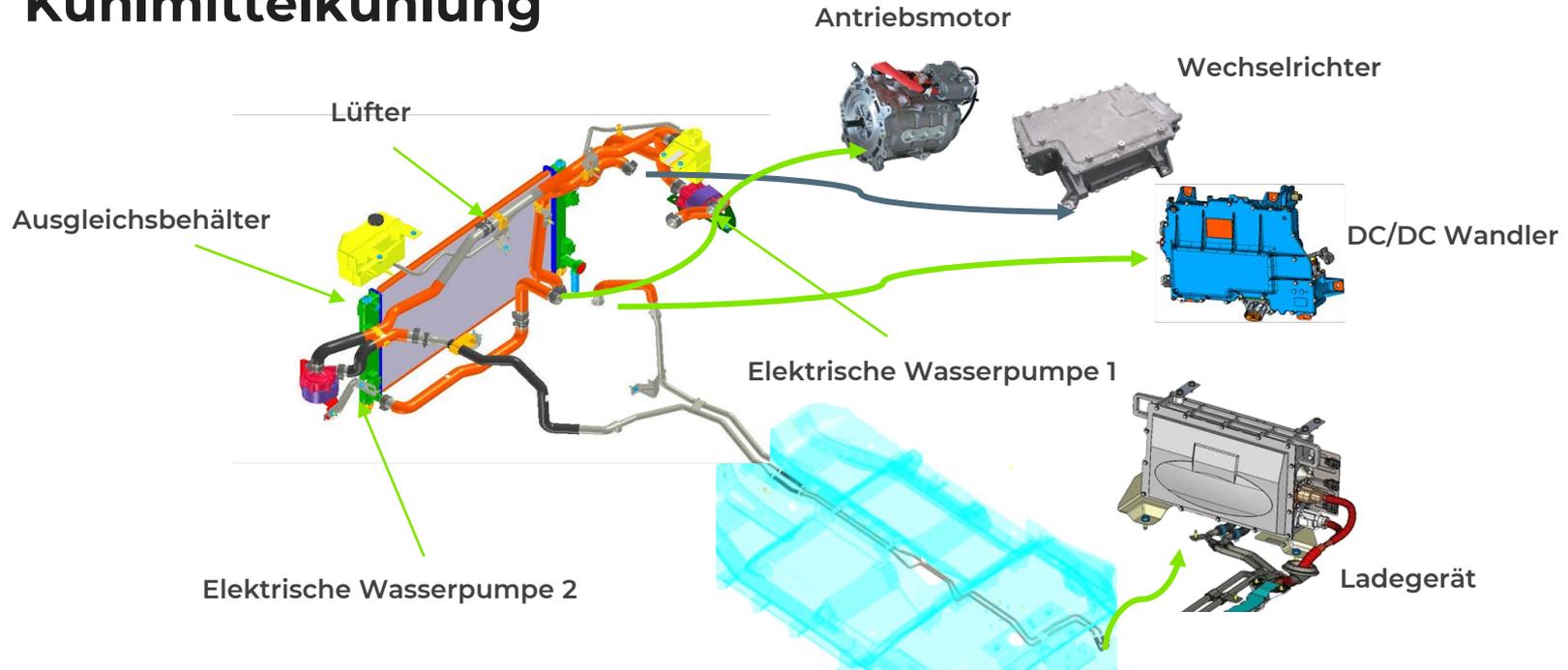


Indirekte Flüssigkeitskühlung von Batteriepacks kann sich als effiziente Methode zur Wärmezufuhr oder -abgabe erweisen.



# BATTERIEKÜHLUNG

## Kühlmittelkühlung

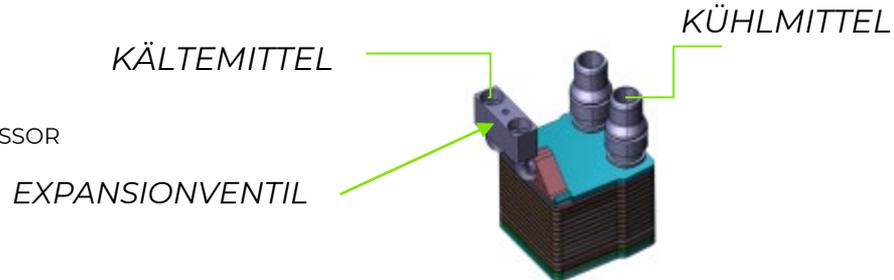
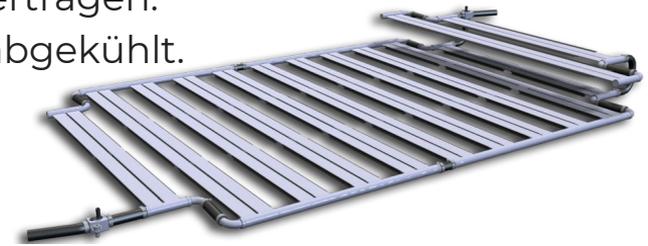
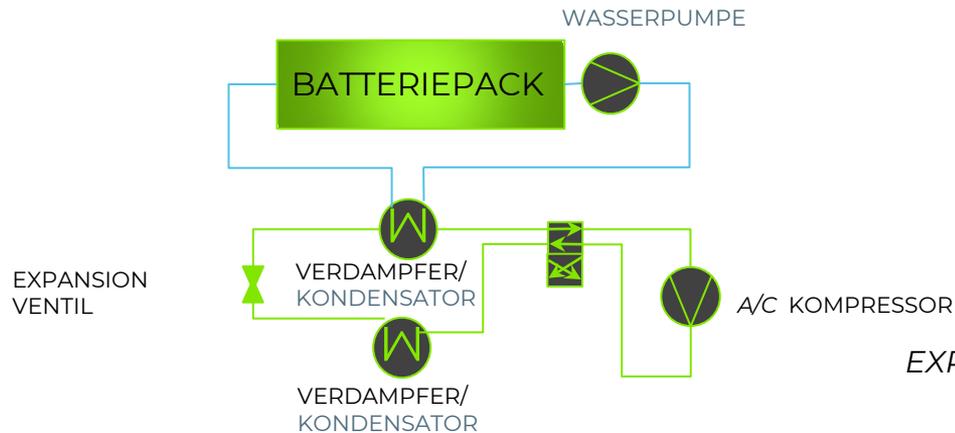


ALLE ANSCHLÜBE BEFINDEN SICH AUSSERHALB DES BATTERIEPACK´S

# BATTERIEKÜHLUNG

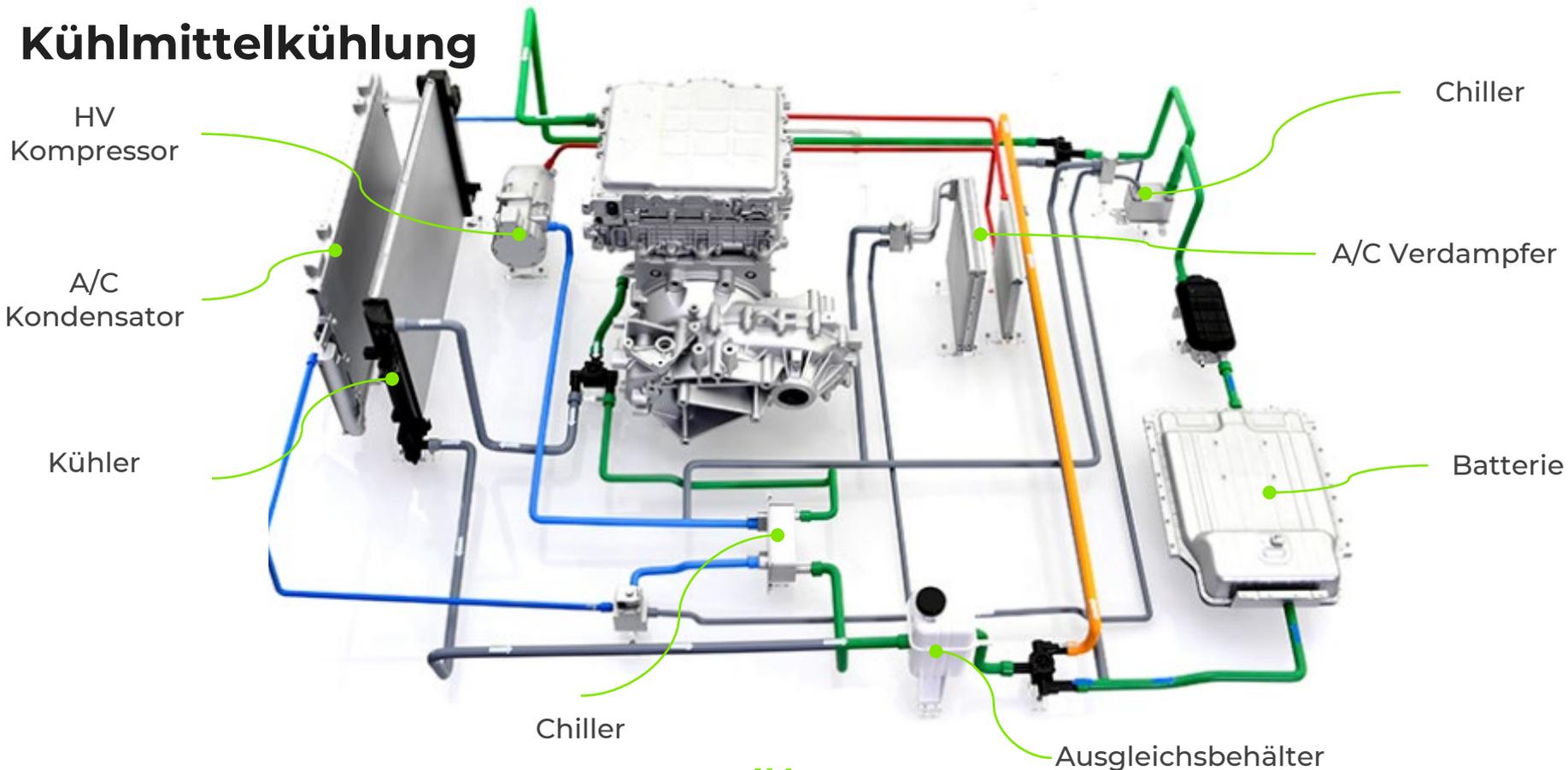
## Indirekte Kühlmittelkühlung

Um eine maximale Lebensdauer und optimale Leistung von Lithium-Ionen-Batterien zu gewährleisten, regulieren Batteriekühl- und Heizlösungen die Batterietemperatur unter allen Bedingungen in einem optimalen Betriebsbereich, indem sie Wärme von einer Batteriekühlplatte durch einen zweiphasigen Batteriekühler übertragen. Das Batteriekühlmittel wird mit Kältemittel R134a oder R1234yf abgekühlt.



# BATTERIEKÜHLUNG

## Kühlmittelkühlung



# Batteriekühlung durch Kühlmittel



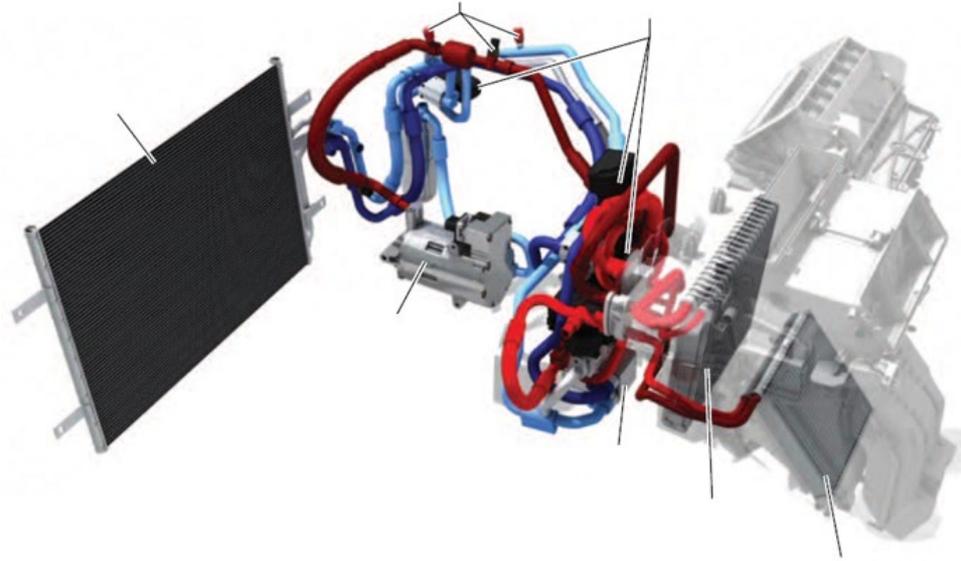
**Valeo**

# Batteriekühlung durch Wärmepumpentechnik



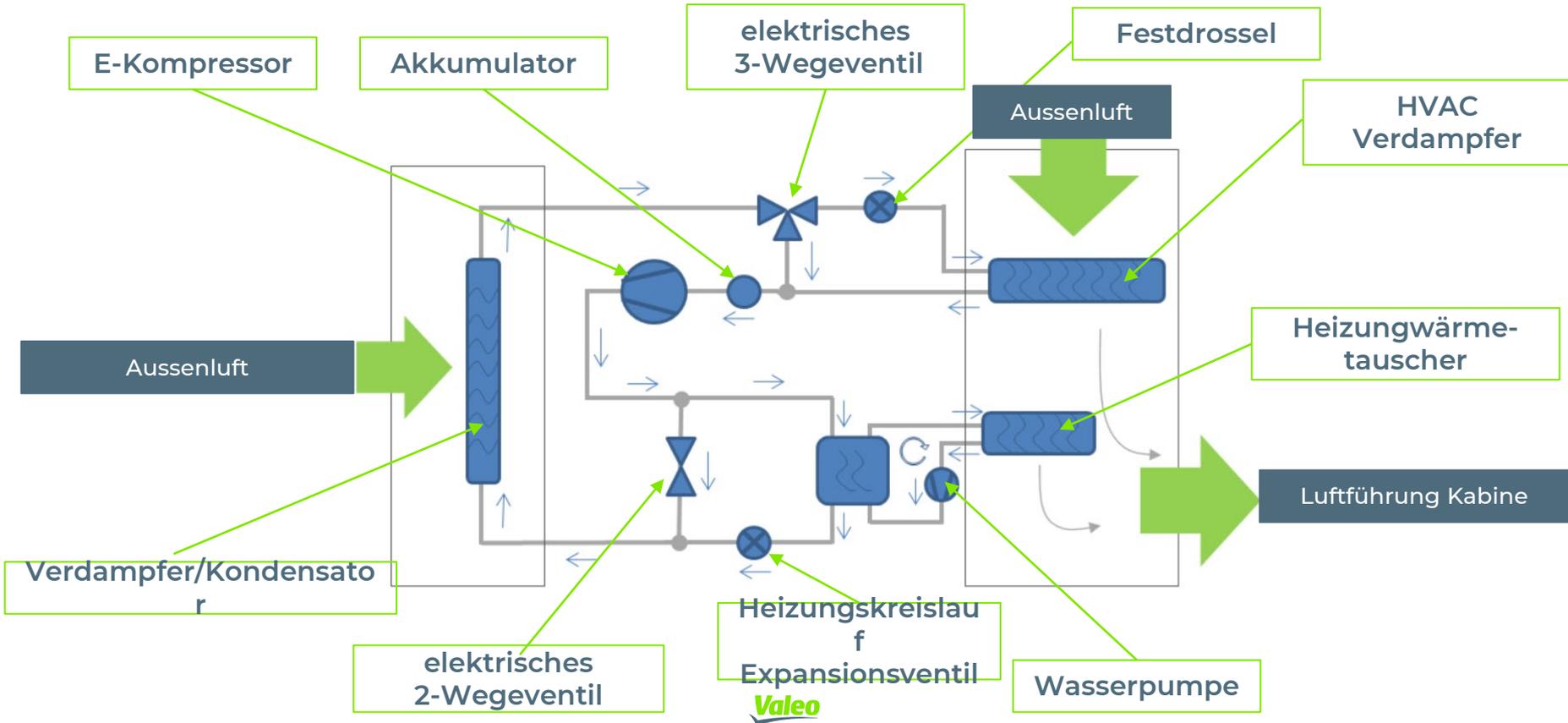
# BATTERIEKÜHLUNG

## Wärmepumpentechnik



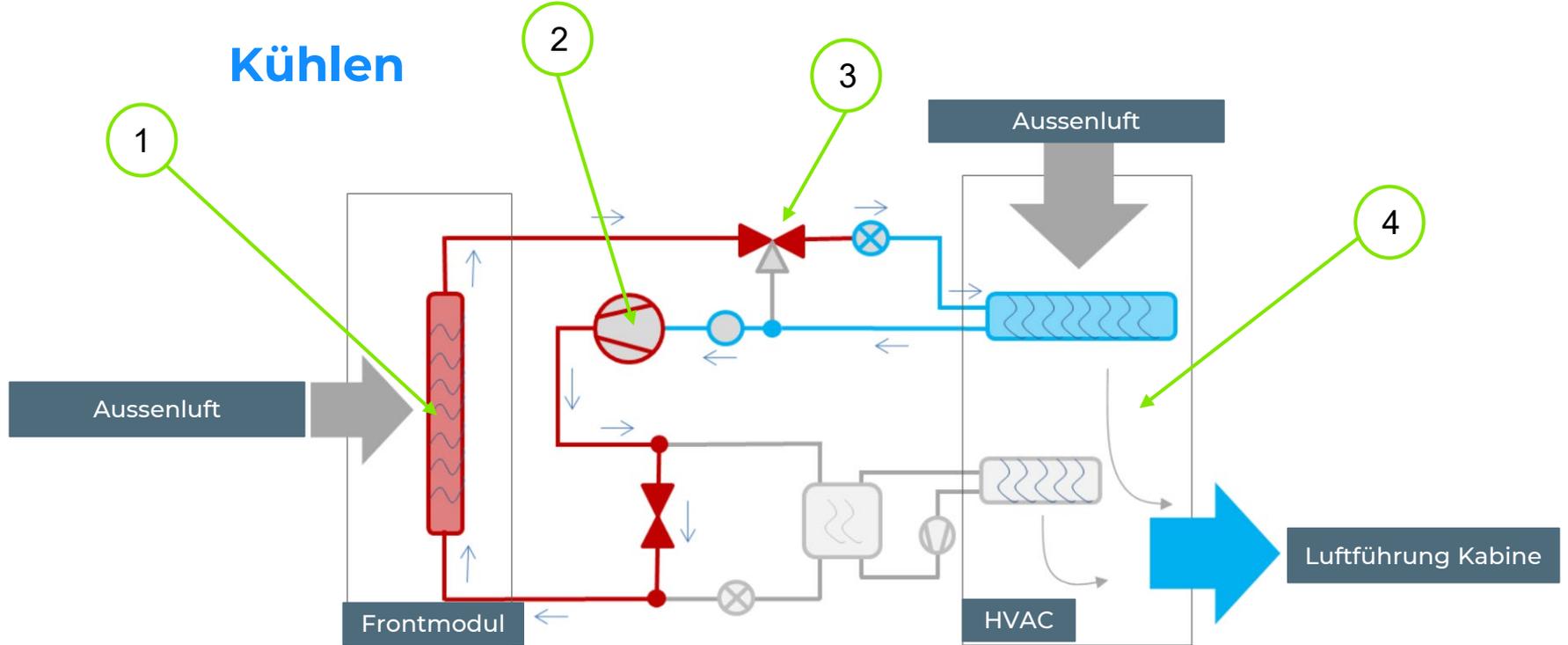
# BATTERIEKÜHLUNG

## Wärmepumpentechnik



# BATTERIEKÜHLUNG

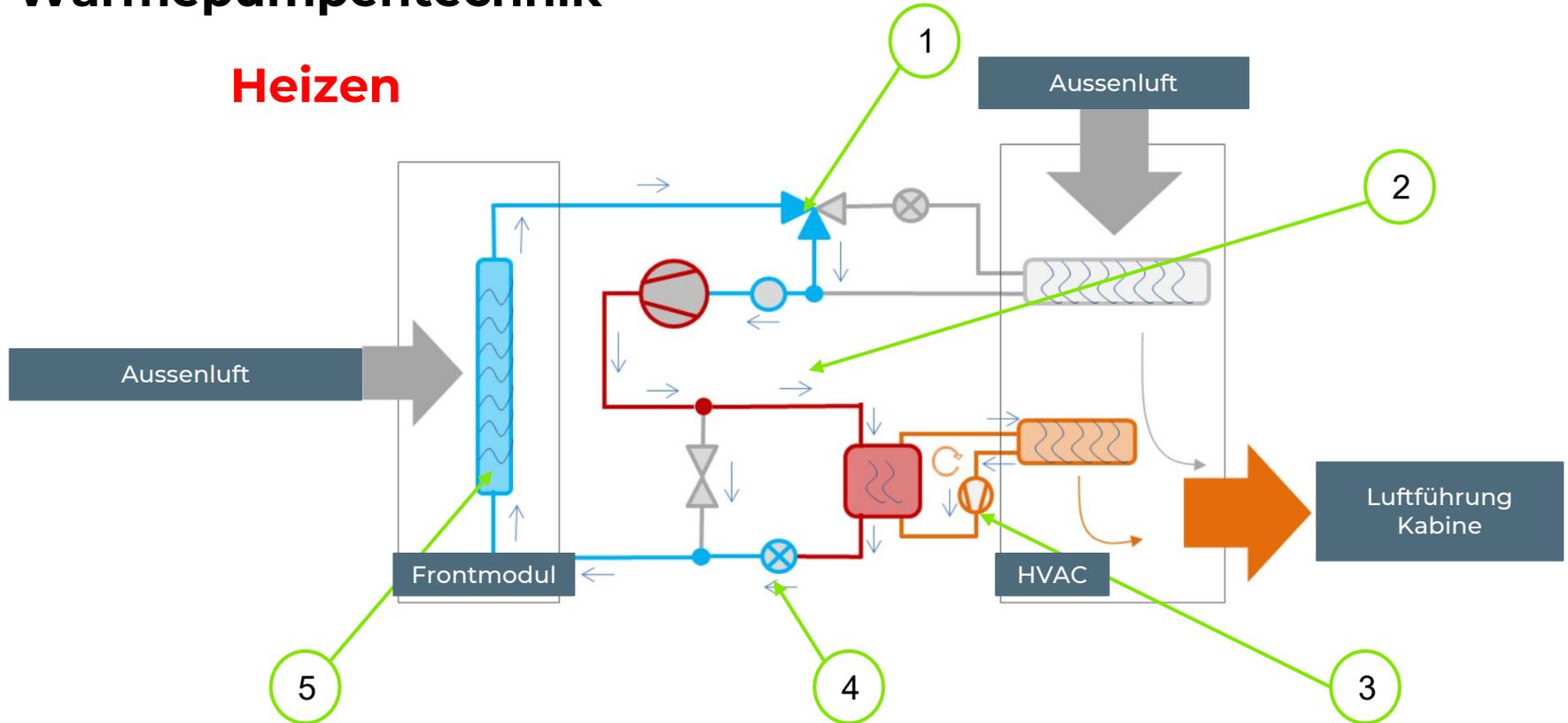
## Wärmepumpentechnik



# BATTERIEKÜHLUNG

## Wärmepumpentechnik

Heizen

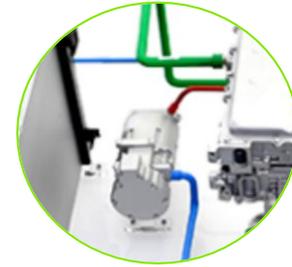


# Batteriekühlung Komponenten



# BATTERIEKÜHLUNG

## Komponenten



- Ein Ausfall des Hochspannungs-Klimakompressors kann zu einer ineffizienten Kühlung der Batteriezellen führen, was eine verkürzte Lebensdauer und Leistung der Batterie sowie ein potenzielles Sicherheitsrisiko zur Folge haben kann.

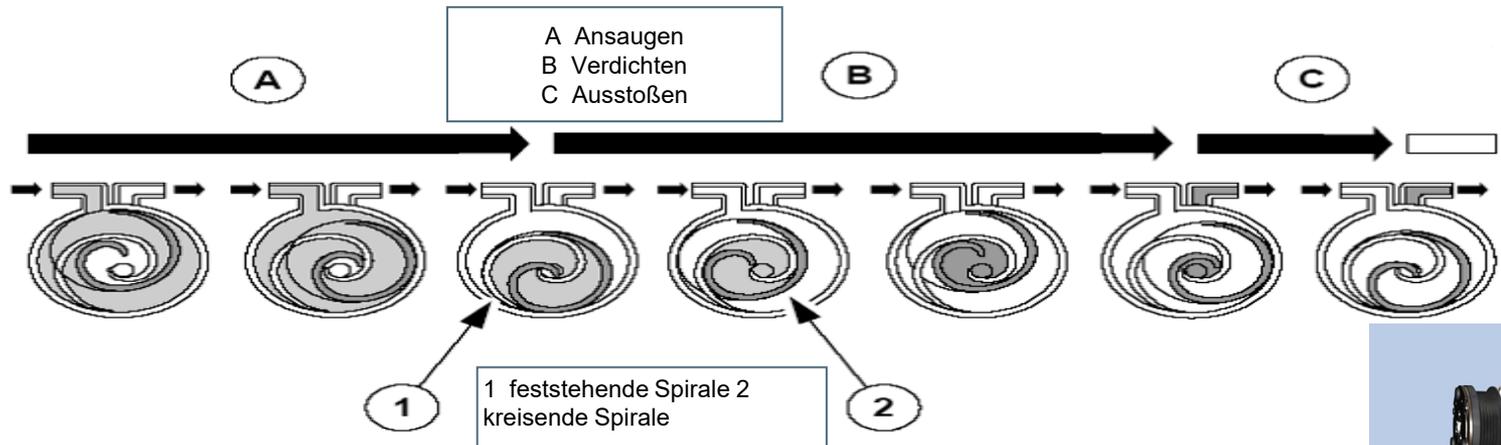


# BATTERIEKÜHLUNG

## Wärmepumpentechnik

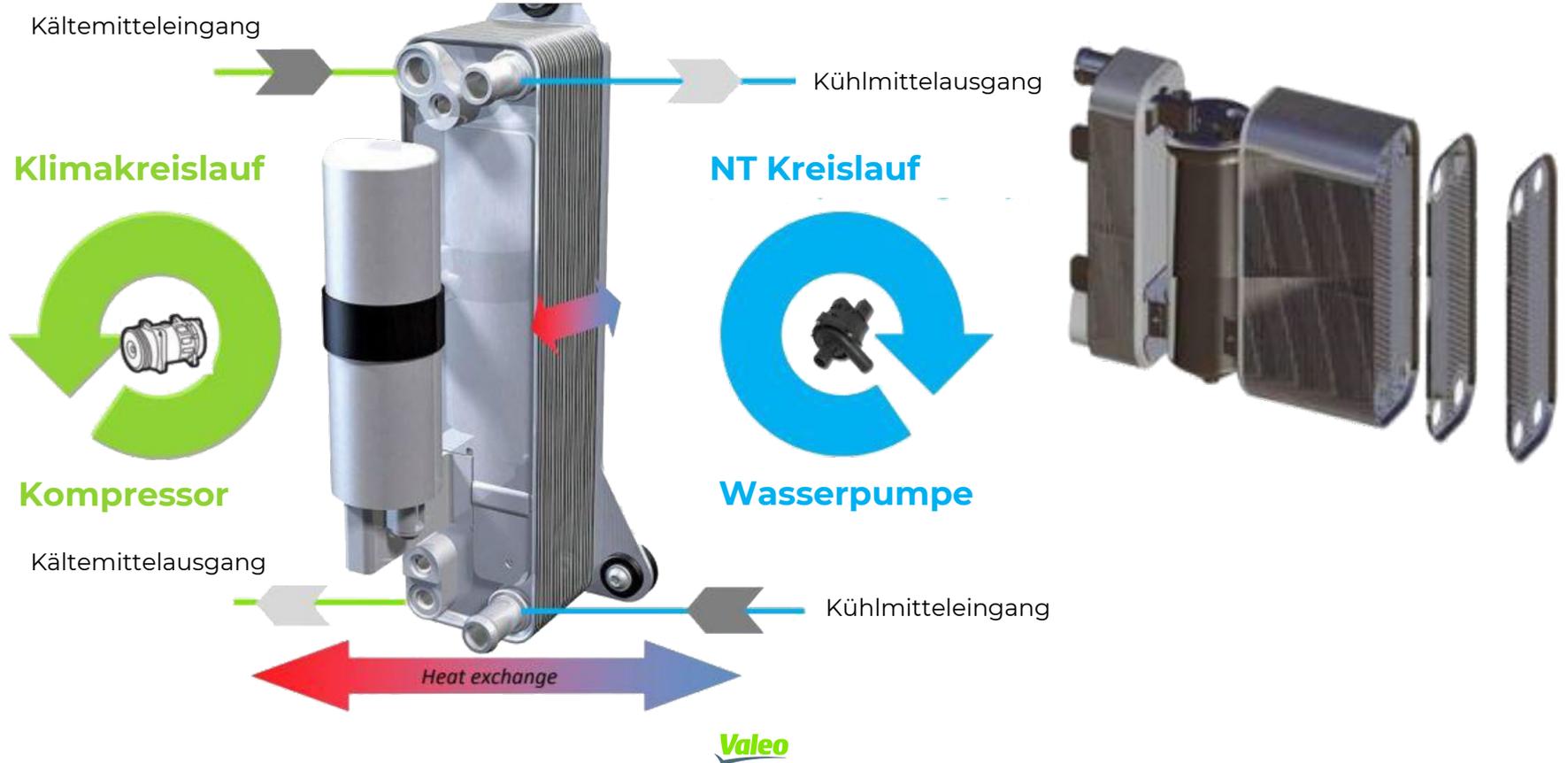
### Der Scroll Kompressor

Im Läufer befinden sich besondere Rillen, die zur Führung der Flügel dienen. Die Zentrifugalkraft verschiebt während der Rotation die Flügel nach außen hin, so dass sich Kammern bilden. Während dieser Drehung verändert sich das Volumen der Kammern. Die erste 180° Drehung verursacht eine Vergrößerung der Kammer, dabei wird das Kältemittel angesaugt. Die weitere 180° Drehung verursacht, durch die Verkleinerung der Kammer, eine Komprimierung des Kältemittels.



# BATTERIEKÜHLUNG

## Wärmepumpentechnik



# BATTERIEKÜHLUNG

## Wärmepumpentechnik

- Wärmetauscher
- kühlen der Kühlflüssigkeit, bevor Sie den Batteriepack durchströmt
- erhöht die Effizienz und die Lebensdauer der Batteriezellen





# BATTERIEKÜHLUNG

## Wärmepumpentechnik



Kühflüssigkeit  
(vom Ausgleichsbehälter)

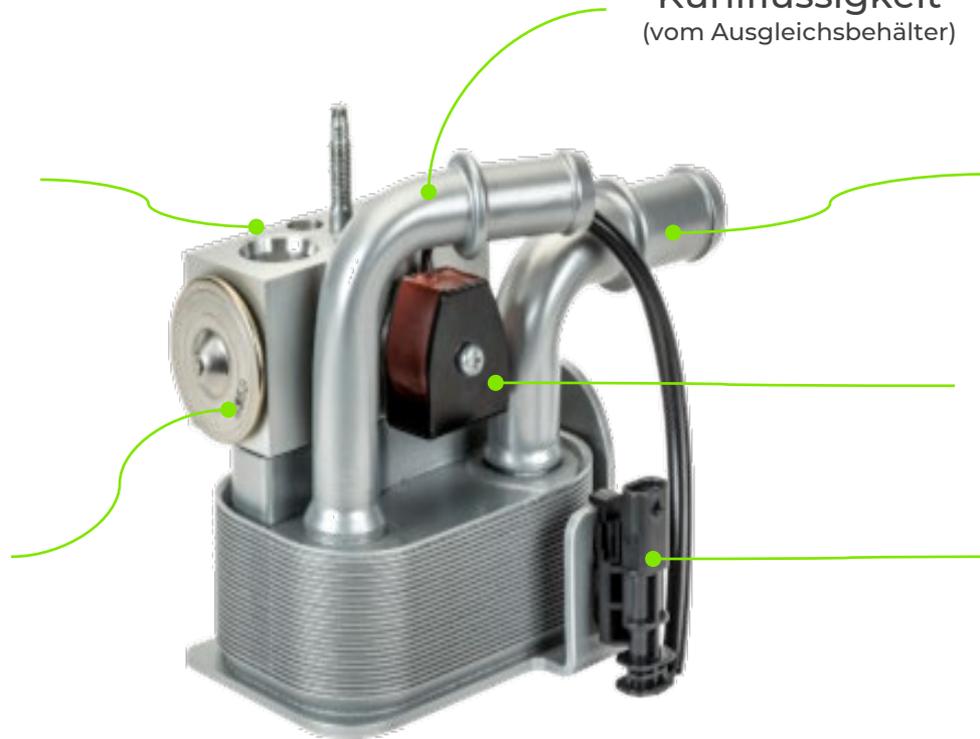
Kältemittel  
(R-134a / R-1234yf)

Kühflüssigkeit  
(zum Batteriepack)

Magnetventil

Expansionsventil

Kommunikation





# BATTERIEKÜHLUNG

## Wärmepumpentechnik

- Zuheizer HV
- unterstützt bei Bedarf die Wärmepumpe
- gesteuert durch das Thermomanagement
- kann extern mit Energie versorgt werden (Ladesäule)





# BATTERIEKÜHLUNG

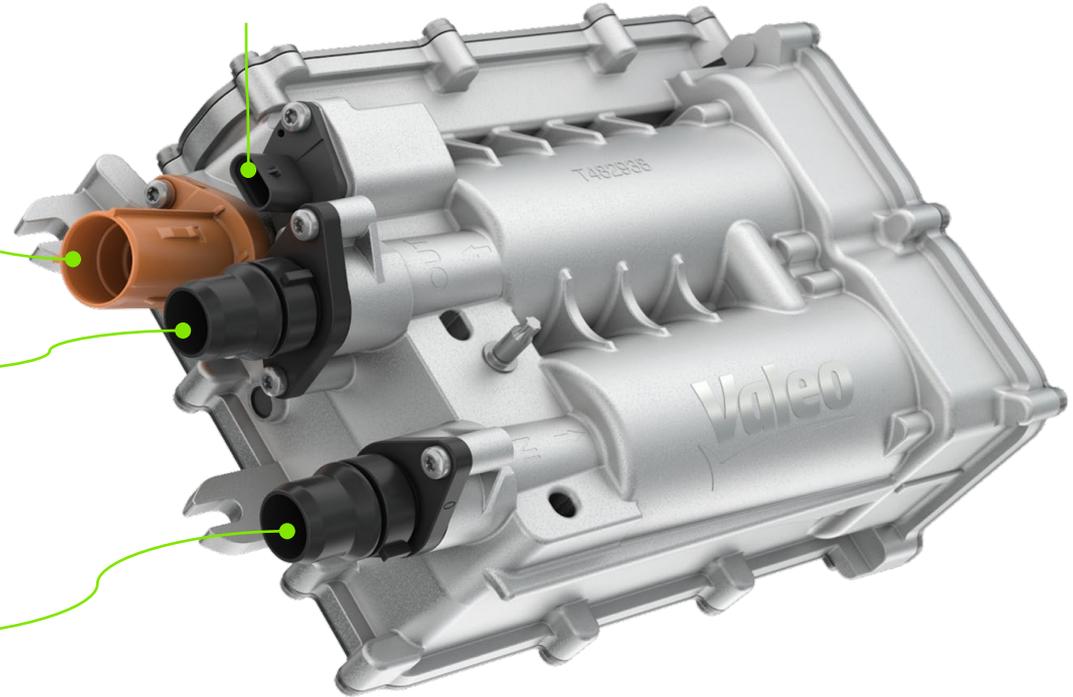
## Wärmepumpentechnik

Hochvoltanschluß

Kommunikation

Kühlflüssigkeit  
(vom Ausgleichsbehälter)

Kühlflüssigkeit  
(zum Batteriepack)





# BATTERIEKÜHLUNG

## Wärmepumpentechnik

- sorgt für den Kühlmittelfluß (Fahrbetrieb & Ladebetrieb)
- sehr effizient, stufenlos regelbar
- gesteuert über das Management

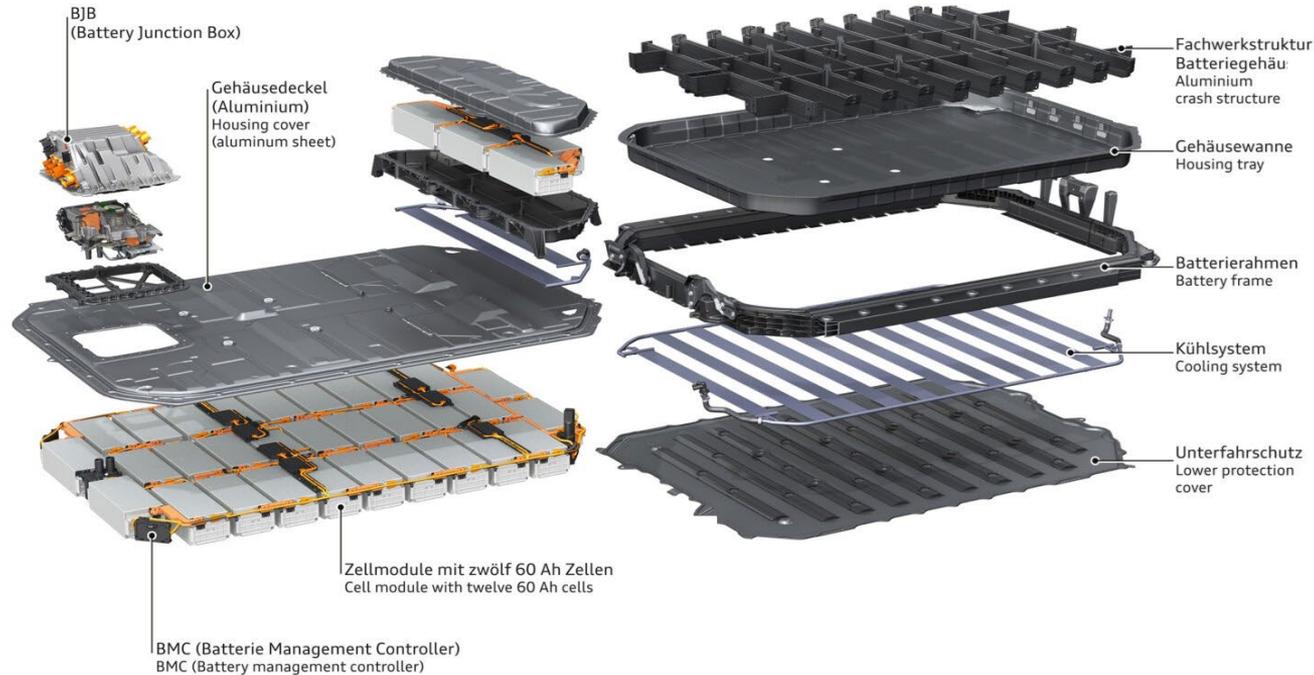


# BATTERIEKÜHLUNG

## Wärmepumpentechnik

Liquid cooled lithium-ion battery  
09/18

Bsp. Audi e-Tron

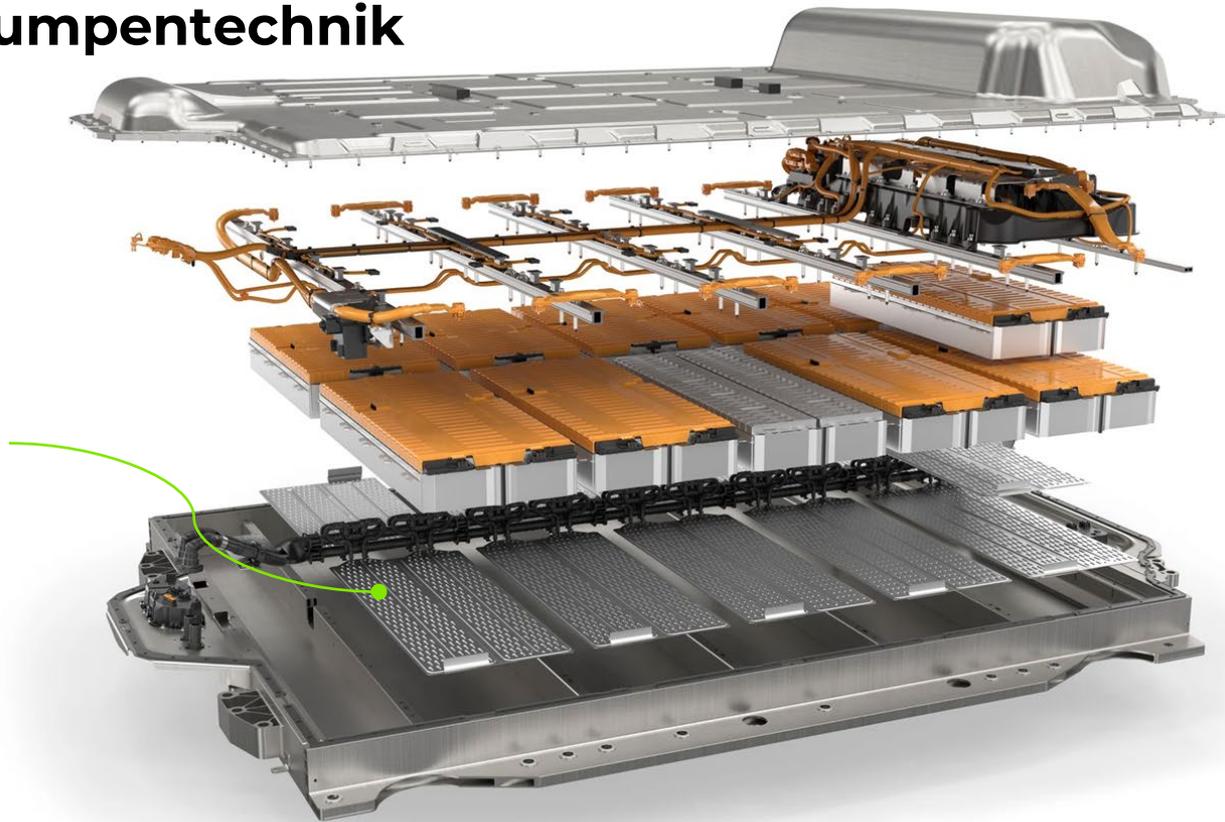




# BATTERIEKÜHLUNG

## Wärmepumpentechnik

Kühlplatten



# BATTERIEKÜHLUNG

## Vergleich

### Luftgekühlt

- Luftkanäle
- direkten Kontakt
- einfache Designs
- wenig effektive Wärmeübertragung
- geringere Volumeneffizienz
- niedrigere Kosten
- einfachere Wartung



### Flüssig

- Flüssigkeitsrohre
- direkter Kontakt - Öle
- indirekter Kontakt - Wasser / Glykol
- höhere Wärmeübertragungsrate
- kompaktes Design
- weitere Teile notwendig
- höherer Wartungsaufwand
- höhere Kosten
- hohe Viskosität und thermische Masse bei kalten Temperaturen

### Kältemittel

- Kältemittelrohrleitung
- indirekter Kontakt
- weniger Gewicht -1kg ~ 1.5kg
- weniger empfindlich auf Zuverlässigkeit und Wärmeleitfähigkeit
- notwendige Abstimmung der Parameter des Kühlkreislaufs



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit !**



**Valeo**



SMART TECHNOLOGY  
FOR SMARTER MOBILITY