



PTC - Zusatzheizer

Allgemeines

Durch den hohen Wirkungsgrad moderner, direkt-einspritzender Motoren (z.B. TDI), reicht die Abwärme an kalten Tagen für eine schnelle Aufheizung des Fahrzeug-Innenraumes nicht mehr aus. Durch PTC-Zuheizer (Bild 1), die in Fahrtrichtung vor dem Wärmetauscher verbaut sind, wird eine schnellere Aufheizung des Innenraumes bewirkt. Sie bestehen aus mehreren temperaturabhängigen, elektrisch angesteuerten Widerständen. Ohne Verzögerung wird Energie aus dem elektrischen Bordnetz entnommen und direkt als Wärme, über den Gebläseluftstrom, an den Fahrzeug-Innenraum abgegeben.



Bild 1

Aufbau/Funktionsweise

PTC-Elemente gehören zu den nichtlinearen Keramik-Widerständen. „PTC“ steht für „Positive Temperature Coefficient“, d.h. der elektrische Widerstand steigt mit der Temperatur des Elementes. Ganz genau stimmt das aber nicht, denn zunächst sinkt er mit steigender Temperatur. Die Widerstandskennlinie hat in diesem Bereich eine negative Temperaturcharakteristik. Erst wenn der minimale Widerstand erreicht ist, ändert sich die negative in eine positive Temperaturcharakteristik, d.h. mit weiter steigender Temperatur nimmt der Widerstand zuerst langsam ab und ab ca. 80°C dann stark zu, und zwar so lange, bis die PTC-Heizelemente praktisch keinen zusätzlichen Strom mehr aufnehmen. An diesem Punkt beträgt die Oberflächentemperatur, wenn keine Luft durch den PTC-Heizer strömt, etwa 150°C, die des Metallrahmens ca. 110°C.

Der PTC-Heizer besteht aus mehreren Heizelementen (Bild 2, Pos. A), einem Befestigungsrahmen, einem Isolationsrahmen und den Relais oder der Leistungselektronik (Bild 2, Pos. B). Die Heizelemente setzen sich zusammen aus PTC-Keramiksteinen, Kontaktblechen, Anschlüssen und Aluminium-Wellrippen. Die Wellrippen vergrößern die wärme abgebende Oberfläche der Kontaktbleche. Zur Steigerung des luftseitigen Wärmeübergangs sind die Wellrippen mit Schlitzen versehen, den „Kiemen“. Durch den verbesserten

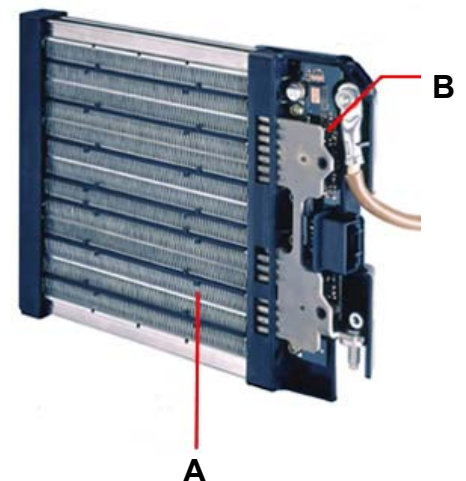
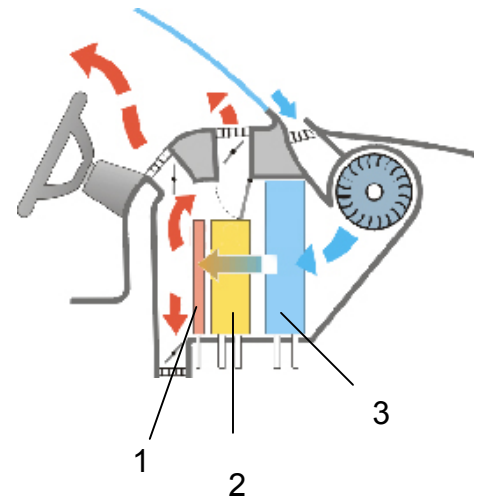


Bild 2



Wärmeübergang kann die Einschaltstrom-Überhöhung gegenüber Zuheizern ohne „Kiemen“- Wellrippen deutlich verringert werden. Das hat den Vorteil, dass einzelne PTC-Stränge öfter zugeschaltet werden können. Der Heizer kann deshalb mit insgesamt höherer Leistung betrieben werden. Das Produktions-Know-how für die „Bekiemung“ stammt aus der Kühlerfertigung. Der Zuheizern ist in der Heizungs-/Klimaeinheit, im Luftstrom direkt hinter dem konventionellen Wärmetauscher, angeordnet, wodurch der Bauraumbedarf auf ein Minimum beschränkt wird. Bei niedrigen Außentemperaturen und kaltem Motor wird der PTC-Heizer zunächst nur von kalter oder vom Wärmetauscher leicht erwärmter Luft durchströmt. Temperatur und Widerstand der Heizelemente sind niedrig, die Heizleistung dagegen ist hoch. Mit dem Ansprechen der konventionellen Heizung steigen Lufttemperatur und Widerstand, entsprechend sinkt die Heizleistung. Bei einer Oberflächentemperatur eines PTC-Heizers, der mit 25°C warmer Luft durchströmt wird, wird ein Volumenstrom von ca. 480 kg Luft pro Stunde erreicht. Das Heizungsnetz nimmt bei dieser Lufttemperatur eine Durchschnittstemperatur von 50 °C an.

Der Nennwiderstand der PTC-Elemente kann verschieden gewählt werden, entsprechend ändern sich Stromaufnahme und Leistung. Ein niedriger Nennwiderstand lässt im Betrieb eine hohe Heizleistung zu. Die Leistungen der PTC-Heizungen liegt zwischen 1 und 2 kW. Mit 2 kW ist die Leistungsgrenze des 12-V-Netzes (150 A bei 13 V) erreicht. Bei einem 42-V-Bordnetz wären höhere Leistungen möglich. Durch die geringe Masse und dadurch, dass die elektrisch erzeugte Wärme ohne Umwege direkt an den Luftstrom abgegeben wird, spricht die PTC-Heizung praktisch sofort an. Diese hohe Spontaneität ist das kennzeichnende Merkmal des PTC-Zuheizers. Da außerdem der Motor, infolge der zusätzlichen Belastung des Generators, schneller auf Betriebstemperatur kommt, spricht auch die konventionelle Heizung schneller an. Diese zusätzliche Heizleistung beträgt etwa zwei Drittel der Leistung des PTC-Heizers. Praktisch kann diese Heizleistung der PTC-Heizung zugerechnet werden. Durch die charakteristische Widerstandskurve der PTC-Elemente wird verhindert, dass sich die PTC-Heizung überhitzt. Die Temperatur der Oberfläche des Metallrahmens liegt stets unter 110°C. Zudem wird bei höheren Ausblasttemperaturen des Wärmetauschers, die Leistung der PTC-Heizung zurück genommen. Durch eine Leistungselektronik



- 1 = PTC-Zuheizer
- 2 = Wärmetauscher
- 3 = Verdampfer



lässt sich die PTC-Heizung in mehreren Stufen oder stufenlos regeln, so dass sie der benötigten Heizleistung oder der zur Verfügung stehenden elektrischen Leistung angepasst werden kann.

Die Ansteuerung des PTC-Heizers erfolgt entweder extern mit Relais oder durch eine integrierte Regelung mit Leistungselektronik. Bei der Relais-Ansteuerung legt der Fahrzeughersteller fest, welche und wie viele Stufen zugeschaltet werden. Bei der im Zuheizter integrierten Regelung wird zwischen minimaler und hoher Funktionalität unterschieden. Bei minimaler Funktionalität werden die Stufen einzeln zugeschaltet. Die Leistungselektronik schützt den Zuheizter gegen Überspannung, Kurzschluss und Verpolung. Eine Diagnosemöglichkeit ist bei dieser Regelung nicht vorgesehen. Bei der gestuften Regelung sind bis zu acht Stufen möglich. Die Ansteuerung erfolgt in Abhängigkeit von Stromhaushalt und Zuheizbedarf, d.h. dem gewünschten thermischen Komfort. Bei der Regelung mit hoher Funktionalität, erfolgt die Ansteuerung der Leistungselektronik z.B. stufenlos durch den fahrzeugseitigen LIN- oder CAN-Bus. Dadurch kann der Strom, den das Bordnetz in jeder Situation zur Verfügung stellt, stets optimal für die Zuheizung ausgenutzt werden. Zusätzlich zur Sicherheit gegen Überspannung, Kurzschluss und Verpolung, enthält die Leistungselektronik mit hoher Funktionalität einen Überstromschutz pro Stufe, einen Schutz der Leiterplatte gegen Überhitzung und eine Spannungsüberwachung. Die Regelung mit hoher Funktionalität ist diagnosefähig.

Auswirkungen bei Ausfall

Ein defekter PTC-Zuheizer kann sich wie folgt bemerkbar machen:

- Verminderte Leistung der Heizung bei kaltem Motor
- Abspeichern eines Fehlercodes im Fehlerspeicher

Als Ursache dafür kommen in Betracht:

- Elektrische Ansteuerung oder elektrische Anschlüsse des PTC-Zuheizers fehlerhaft
- PTC-Zuheizer defekt (Leistungselektronik, Widerstände)



Fehlersuche

Prüfschritte zur Fehlererkennung:

- Sicherung überprüfen
- Fehlerspeicher auslesen
- Messwertblöcke auslesen
- Elektrische Ansteuerung (Relais) überprüfen
- Elektrische Anschlüsse überprüfen

Über das sogenannte „Lastmanagement“, regelt das Bordnetzsteuergerät bei vielen Fahrzeugen den PTC-Zuheizer und schaltet diesen bei Überlastung des Bordnetzes auch ab. Der Status des Lastmanagement kann oftmals über die Messwertblöcke abgerufen werden. Bei Beanstandung der Heizleistung kann somit durch das Auslesen des Fehlerspeichers und der Messwertblöcke festgestellt werden, ob nicht eine Überlastung des Bordnetzes dazu geführt hat, dass der Zuheizer abgeschaltet wurde. Als Ursache einer Überlastung kommt auch ein defekter Zuheizer in Betracht.