

Entwicklung und Konstruktion eines Prägeelements zur thermischen Verbindung eines Kraftfahrzeugkühlergrills

Entwicklung und Konstruktion eines Prägeelements mit thermischer SPS Überwachung

Aufgabenstellung und IST Zustand

Die nachfolgend beschriebene Projektarbeit entstand im Rahmen unserer Weiterbildung zum staatlich geprüften Techniker Fachrichtung Mechatronik am Freiherr vom Stein Berufskolleg in Werne.

Aufgabenstellung

Aufgabenstellung des Projektes ist, ein geeignetes Verfahren zu finden, um einen mehrteiligen Kraftfahrzeugkühlergrill der aus Kunststoff besteht thermisch zu fügen. Dabei sollen die Betriebskosten, sowie der konstruktiv-machbare Aufwand einbezogen werden.

IST Zustand

Der beim Projektstart vorgefundene Ist-Zustand besteht aus einer Vorkonstruktion der Prägeeinheit, welche durch einen Konstrukteur der Firma entwickelt wurde.

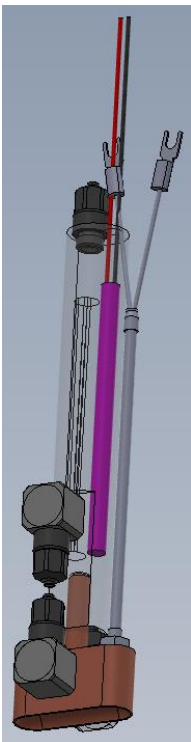


Abbildung 1
Prägeelement alt

Die Vorkonstruktion wies Schwächen hinsichtlich der Positionierung der Heizpatrone auf. Die verwendete Heizpatrone, (in Abbildung lila gekennzeichnet) ist in der Baugruppe so positioniert, dass diese bei Betriebsnahme die gesamte Baugruppe erhitzt. Die Energie wird durch die nicht optimale Positionierung der Heizpatrone nicht effizient auf den Prägestempel übertragen.

Bei Versuchen kam es zu einer Überhitzung der Konstruktion, was darauf zurückzuführen ist, dass die Heizpatrone unregelmäßig im Vollmaterial-Körper angebracht ist, dies führte zu einem Defekt der Heizpatrone und der Konstruktion.

Der vorhandene Ist-Zustand dient als Grundidee zur Entwicklung eines geeigneten Prägestempels, der technisch sowie optisch brauchbare Fügeverbindungen am Kühlergrill herstellt. Wie in der Abbildung zu erkennen ist, besteht die Prägeeinheit aus einem Edelstahlrundmaterial, was in der Abbildung zur Übersichtlichkeit transparent dargestellt ist. Im Rundkörper steckt der Kupfer-Prägestempel, der zur Aufschmelzung des Kunststoffbauteils dienen soll. An der Vorkonstruktion ist zudem eine Luftkühlung vorgesehen, die in der Abbildung an den grau-schwarzen Verschraubungen zu erkennen ist. Zur Temperaturüberwachung soll der grau zu erkennende Einschraubtermosensor am Prägestempel dienen, der die anliegenden Werte an die speicher-programmierbare Steuerung (SPS) überträgt.

Der Soll Zustand, ist die Findung eines geeigneten Verfahrens, um einen mehrteiligen Kraftfahrzeugkühlergrill thermisch zu fügen. Dabei soll die Wirtschaftlichkeit sowie der konstruktiv-machbare Aufwand einbezogen werden.

Das Projekt vereint viele Aufgabenkomplexe im Fachgebiet der Mechatronik. So liegt die Hauptaufgabe des Projektes in der konstruktiven und elektrotechnischen Gestaltung einer thermischen Kompakteinheit.

Der thermisch zu verbindende Kühlergrill besteht aus mehreren Teilen, die in *Abbildung 2* farblich voneinander getrennt dargestellt sind. Die aus ABS-Kunststoff-bestehenden Teile werden passgenau zusammengefügt und sollen nach dem Schweiß- und Prägeprozess eine unlösbare Einheit ergeben.

Aus Verschwiegenheitsgründen darf die Fügestelle nur im Detail ersichtlich sein und nicht als ganzes Bauteil außerhalb der Dokumentation gezeigt werden. Der Kühlergrill bietet über 60 „Nasen“, die es zu fügen gilt. Die Nasen sollen mit dem entwickelten Prägeelement niedergeschmolzen werden und somit eine stoffschlüssige Verbindung der Bauteile eingehen.

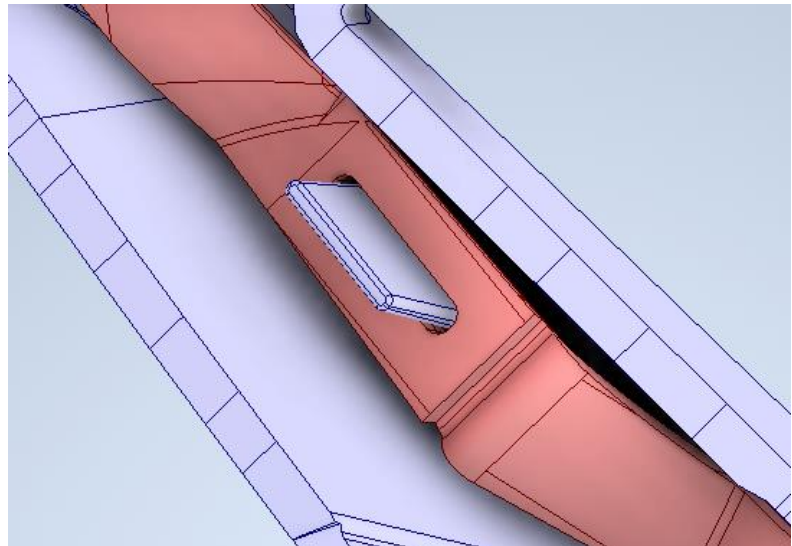


Abbildung 2 Detailansicht Fügestelle

Die „Nase“ muss formschlüssig durch das Langloch ragen.

Die Fügestelle soll nach Abschluss des Schweißprozesses eine flache konvexe Form ergeben, ähnlich wie ein Niet. In den Zeichnungen, die von dem Unternehmen zur Verfügung gestellt wurden, ist der Prägestempel als Negativ (konkav) dargestellt. Die Zeichnung ist in *Abbildung 3* erkennbar.

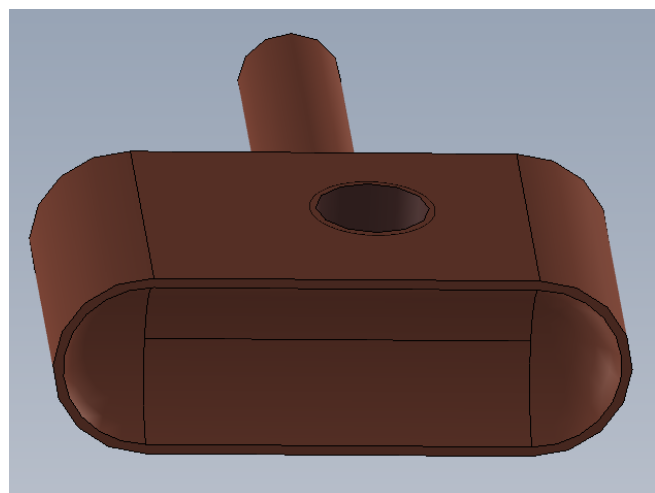


Abbildung 3 Prägestempel Alt-Zeichnung

Testversuch 1

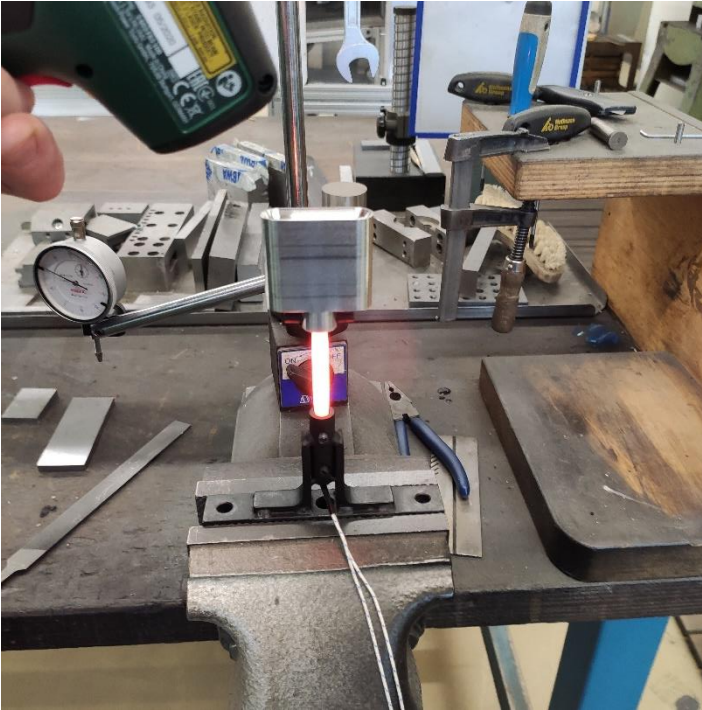


Abbildung 4 Testversuch 1

Mit den gefertigten Teilen und der zuvor gewählten Heizpatrone wurde ein Testversuch durchgeführt. Ziel des Testes war zu prüfen, ob an der Fügefläche die gewünschte Temperatur von ca. 170°C erreicht wird. Die Heizpatrone steckt in der zuvor aus Stahl gefertigten Aufnahme, welche durch den Schraubstock gehalten wird. Der Prägestempel ist durch die Madenschraube auf der Heizpatrone gesichert, sodass von oben die Temperatur mittels Infrarot-Temperaturmessgerät gemessen werden kann. Wie in *Abbildung 4* zu sehen ist, glüht die gesamte Heizpatrone bereits hellrot, was darauf

schließen lässt, dass ein viel zu hoher und uneffizienter Temperaturbereich erreicht wurde. Durch Messungen des Infrarotmessgerätes und vergleichen der nebenstehenden Tabelle konnte ein Temperaturwertebereich von etwa 850°C festgelegt werden.

Glühfarben	Glühtemp. [°C]
Dunkelbraun	550
Braunrot	630
Dunkelrot	680
Dunkelkirschrot	740
Kirschrot	780
Hellkirschrot	810
Hellrot	850
Gut Hellrot	900
Gelbrot	950
Hellgelbrot	1000
Gelb	1100
Hellgelb	1200
Gelbweiß	>1300

www.maschinenbau-wissen.de

Tabelle 1: Glühfarben



Abbildung 5 zerstörtes Prägeelement

Durch die Umpositionierung der Heizpatrone im Prägestempel wurde eine bessere Wärmeübertragung erhofft. Nach ersten Messungen stellte sich jedoch heraus, dass die gewünschte Arbeitstemperatur am Prägestempel nicht erreicht wurde. Wie in *Abbildung 4* zu sehen ist, ist der mittlere Teil der Heizpatrone, welcher hellrot glüht, in dieser Position sehr ineffektiv. Es wird nur ein Teil der Energie genutzt. Die verwendete Heizpatrone konnte nicht geregelt werden und erzeugte zu viel Energie im Prägestempel. Durch die zu hoch eingebrachte Wärmenergie nahm der Prägestempel Schaden. In *Abbildung 5* wird deutlich, welche

Auswirkungen eine zu hohe Temperatur auf das Aluminium haben kann. Das Material glüht aus und wird spröde.

Testversuch 2

Energetische- und Fügeflächenoptimierung des Prägestempels

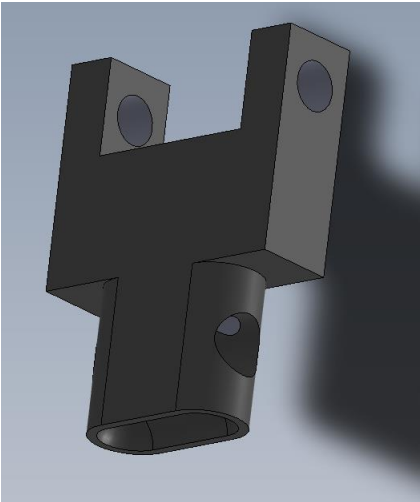


Abbildung 6 Prägestempel Umgestaltung

Nach dem nicht zufriedenstellenden ersten Testergebnis wurde das Werkzeug grundlegend umkonstruiert. Bei der Optimierung des Prägestempels wurde die Fügefläche verkleinert und angepasst auf die etwaigen Abmaße der zu schmelzenden „Nase“.

Eine Bohrung quer über der Fügefläche dient der Heizpatrone dazu, die gewünschte Wärmeenergie unmittelbar für den Schmelzprozess zur Verfügung zu stellen.

Die Wahl einer neuen geeigneten Heizpatrone fiel mit den neuen Abmaßen auf eine wesentlich kleinere Variante, welche auch im

3D Druckbereich verwendet ist.

Heizelementgröße:	6mmx20mm
Spannung:	24V DC
Leistung:	50W
Heiztemperatur:	bis zu 350°C
Material:	1.4301 rostfreier Stahl

Daten 24V Heizpatrone



Abbildung 7 Heizpatrone 6x20 24v/50W

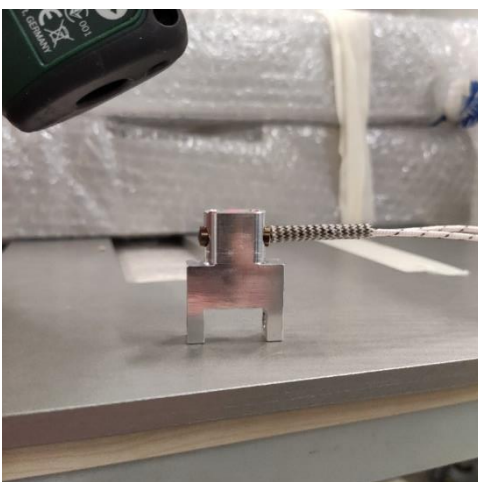


Abbildung 8 Testversuch 2

Mit dem optimierten Prägestempel wurden erneut Versuche durchgeführt, ob die erforderliche Temperatur an der Fügefläche erreicht wurde. Hierzu wurde ein, durch die Firma bereitgestelltes, Infrarot-Temperaturmessgerät verwendet und die Versuchsdaten entsprechend protokolliert. Durch bereits erste Einstellwerte konnte eine deutliche Verbesserung hinsichtlich der Energieübertragung von der Heizpatrone auf das Werkzeug festgestellt werden.

Weitere konstruktive Optimierung des Prägestempels

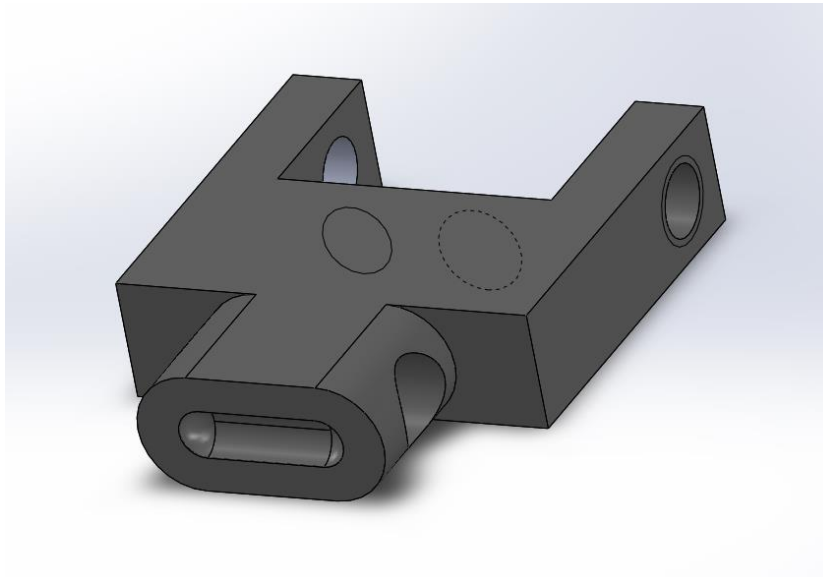


Abbildung 9 Optimiertes Prägeelement mit neuer Formgebung

Im dritten Testversuch lag das Hauptaugenmerk auf einer kompakteren Formgebung der entsprechenden Fügeverbindung. Der neue Prägestempel wurde an der Fügefläche angepasst, sodass diese dem aufgeschmolzenen Volumen der „Nase“ entsprach.

Desweiteren ergänzte ein M6-Sacklochgewinde die

Möglichkeit, einen

Temperatursensor zu verwenden um die anliegenden Temperaturwerte einer SPS zu liefern.

Die ersten Fügeversuche mit dem umgestalteten Prägestempel ergaben eine deutlich kompaktere Formgebung des niedergeschmolzenen Niet (siehe Abbildung 10).



Abbildung 10 Fügeergebnis mit umgestaltetem Prägestempel