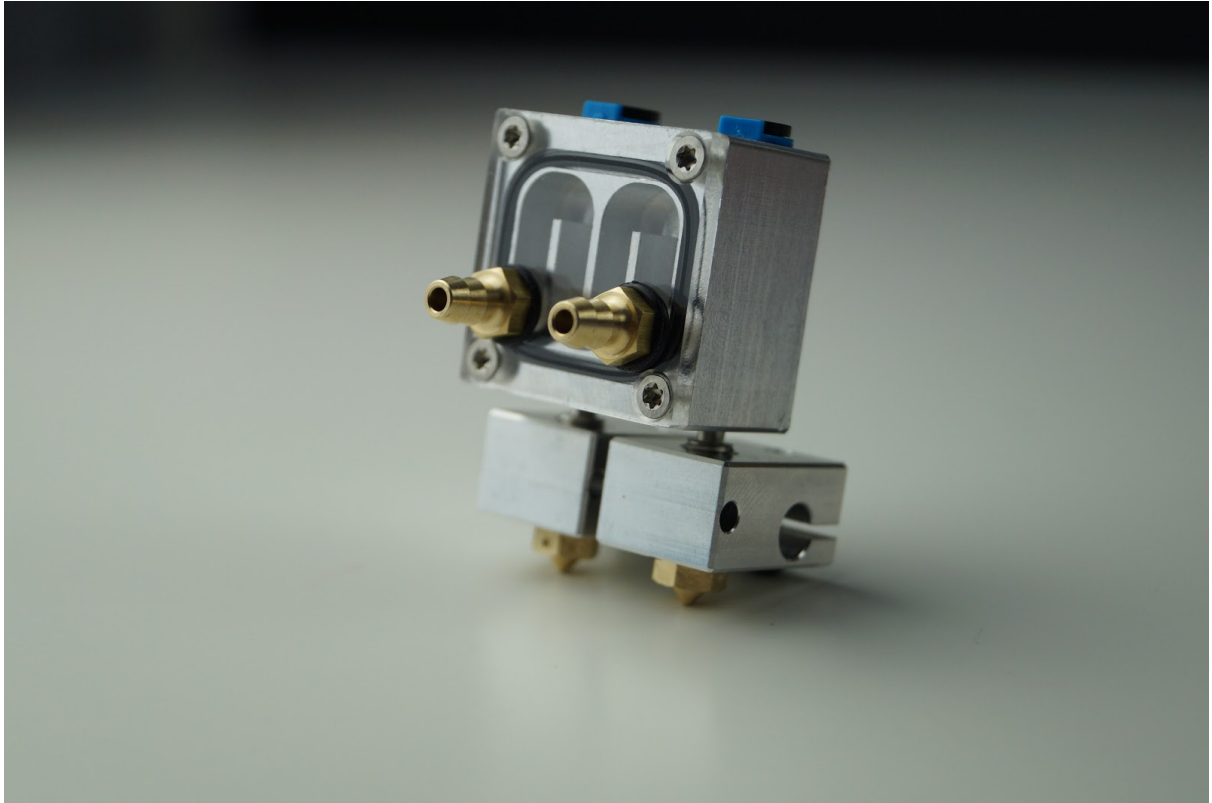


[WIP]

sparklab. ICE Hotend



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Grundlegende Informationen	3
mögliche Aufbauten	3
Variante 1.: Experiment (5€)	3
Variante 2.: Budget Kühlkreislauf (ca. 25€)	4
Variante 3.: Qualitativ hochwertige PC Komponenten (ca. 60€)	4

Beim Aufbau unserer Wasserkühlung stützen wir uns auf die Langzeiterfahrungen aus der Computerbranche. Hier werden bereits seit Jahren sehr zuverlässig deutlich teurere Komponenten wirkungsvoll und zuverlässig gekühlt. Die ersten zwei genannten Varianten sind eher zum basteln und experimentieren anzusehen, wohingegen die dritte Variante auch in echter Dauerbelastung einsetzbar ist. Alle 3 Varianten wurden in der Praxis getestet und funktionieren aus Sicht der Kühlleistung allesamt sehr gut. Es bestehen allerdings bedeutende Unterschiede in der Qualität und der zu erwarteten Lebenszeit und Ausfallsicherheit.

Grundlegende Informationen

Im Regelfall verbauen wir 30W oder 40W Heizpatronen. Dies entspricht aber nicht der abzuführenden Wärme. Nur der geringe Bruchteil, der über die Heatbreak transportiert wird, muss gekühlt werden. Die zu kühlende Wärmeleistung wird deutlich unter 10W liegen. Da so wenig Leistung gekühlt wird, reicht ein Schlauch mit 4mm Innendurchmesser (und dem damit verbunden geringeren Durchfluss) voll aus. Jetzt stellt sich natürlich die Frage, warum sollte man überhaupt eine Wasserkühlung verbauen, wenn die Leistung so gering ist? Die Antwort liegt in der Temperatur des Kühlmediums. Ein Kühlkörper kann nicht kälter werden als das Medium, das ihn umspült. Und im Falle eines luftgekühlten Hotends steht uns als Kühlmittel nur die deutlich erhitzte Luft über dem Druckbett zur Verfügung. Bei einem Druck mit PLA saugen wir zum Beispiel Lufttemperaturen um die 35°C an (je nach Betttemperatur, Luftzirkulation, Entfernung von Hotend zum Heizbett, ...). Das heißt der Kühlkörper hätte nach langer Anpassungsphase bereits ohne die Wärme der Heizpatrone ca. 35°C! Addieren wir jetzt noch den Wärmeeintrag der Heizpatrone und evtl. sogar eines heißen Extrudermotors, steigt die Temperatur des Kühlkörpers auf über 45°C. In diesem Bereich liegt die Erweichungstemperatur einiger PLA Sorten nicht mehr weit. Wenn nun ein Objekt mit vielen Retrakts oder langsamen Extrusionsgeschwindigkeiten gedruckt wird, kann der Kühlkörper nicht mehr verhindern, dass die Wärme im Filament hochsteigt. Es kommt zum sogenannten "Heat Creep": das Filament erweicht im vermeintlichen kalten Teil des Hotends und blockiert durch die immer größer werdende Reibung zum Rand der Filamentbohrung. Hier kommt die Wasserkühlung ins Spiel: ihr steht nämlich ein deutlich kälteres Kühlmedium zu Verfügung, völlig unabhängig von den oben aufgezählten Einflüssen beträgt die Temperatur immer knapp über Raumtemperatur. Der Kühlkörper bleibt gleichbleibend kühl, und die Übergangszone von Fest auf Flüssig ist im Hotend klar definiert und kurz, sodass der Extrusionswiderstand gleichbleibend gering ist. Wem aufgefallen ist, dass sein Hotend direkt nach dem Einschalten einwandfrei funktioniert, aber erst nach einer gewissen Zeit anfängt zu verstopfen oder schwergängig zu werden, der hat höchstwahrscheinlich Probleme mit der hochsteigenden Hitze.

Zusammenbau

für die original E3D Komponenten hält man sich zwingend an die Aufbauanleitung vom Hersteller: <https://e3d-online.dozuki.com/Guide/Chimera+Assembly/11>

Der Kühlkörper kommt vormontiert und Druckgetestet. Sollten sich Feuchtigkeitsrückstände im Kühlkörper zeigen, ist dies vom Drucktest.

Pushfits für den 4mm PTFE Schlauch sind bereits integriert. Dem ICE liegen blaue Clips bei, die das Umkehrspiel der Pushfits minimieren. Diese müssen beim ein- und ausstecken des PTFE Schlauches entfernt werden.

Beim Anschluss des Schlauches für den Wasserkreislauf ist darauf zu achten, dass der Schlauch zur Zugentlastung irgendwo am Schlitten befestigt wird, sodass die Achsenbewegungen den Schlauch nicht lockern können.

Das Anzugsmoment von den vier Senkkopfschrauben, welche den Plexiglasdeckel befestigen ist von hoher Bedeutung. Sollte es nötig sein, diese Schrauben zu entfernen, dann sprechen Sie uns an.

Wasserkreislauf

Variante 1.: Experiment (5€)

Die simpelste Wasserkreislauf besteht aus einer kleinen 12V Pumpe (QR30E - ca. 5€) und einem Wassereimer mit 2l Wasser. Zum kurzzeitigen Testen ist solch ein Aufbau in Ordnung und funktioniert auch ohne Radiator sehr gut. Die abtransportierte Wärmeenergie reicht nicht aus, um die Wassermenge deutlich zu erwärmen. Die Kühlleistung ist also immer gegeben. Die Nachteile erschließen sich in der Praxis schnell: Das System ist nicht geschlossen, also sorgt die langsame Verdampfung zu einer schnellen Abnahme des Füllstandes. Des Weiteren wird die Wasserkühlung mit reinem Wasser schnell zu Algenbildung und zur Verschlammung führen. Nebenbei ist ein offener Eimer Wasser neben unserem 3D Drucker ein deutliches Sicherheitsrisiko. [BILDER Nachreichen](#)

Variante 2.: Budget Kühlkreislauf (ca. 25€)

Hier sei ein zweiter möglicher Aufbau genannt, welcher einen kompletten Kühlkreislauf umfasst - jedoch ausschließlich sehr günstige Produkte enthält. Das Kühlsystem besteht hierbei aus einer Pumpe mit integriertem Ausgleichsbehälter SC-300T (ca. 12€) und einem Radiator inkl. 80mm Lüfter (10€). Zusätzlich wird noch ein kurzes Stück Schlauch mit 8mm Innendurchmesser benötigt. Wer weiter sparen möchte, kann bei der Flüssigkeit auch auf KFZ Kühlmittel setzen. [BILDER Nachreichen](#)

Variante 3.: Qualitativ hochwertige PC Komponenten (ca. 60€)

Als ich auf der Suche nach einer ansprechenden Lösung für die Wasserkühlung war, stellte der Radiator immer ein Dorn im Auge dar. Wie man es auch drehte der globige Kühler samt Lüfter und Raum zur Zirkulation nimmt enorm viel Platz in Anspruch. Dazu kommt, dass man die Luftströmung nicht in Richtung Druckbett richten möchte, um schädliche Zugluft beim Druck von ABS zu vermeiden. Bis ich schließlich auf die Idee kam, kombinierte CPU Kühler zu verwenden und die Kühlfläche entweder passiv über eine Aluminium Bodenplatte zu kühlen oder aber mit einem kleinen Kühlkörper inkl. Lüfter. Als sehr empfehlenswert ist die Alphacool Eisbär Solo zu nennen. Sie kombiniert Pumpe, Ausgleichsbehälter und Kühlfläche in einem. Wir zweckentfremden die Kühlfläche als Radiator und haben somit eine "Alles in Einem" Lösung. Die G1/4" Anschlüsse erlauben es direkt 4mm Schlauchtüllen einzuschrauben und somit gibt es zwischen dem Kombigerät und dem Hotend keine Adapter oder weitere Komponenten. Beim Einbau muss man lediglich darauf achten, dass die Kühlfläche von außerhalb des beheizten Bauraums gekühlt werden kann. Beim sparkcube XL zum Beispiel könnte man die Pumpe auf die Bodenplatte montieren und die Kühlfläche von unten durch einen passenden Ausschnitt kühlen. Weniger Adapter und Zwischengeräte bedeuten weniger Fehlerquellen. Wer sich für diese Variante entscheidet sollte direkt ein passendes Kühlmittel in seiner Wunschfarbe mitbestellen. Das Glycol in KFZ Kühlmitteln schadet auf langer Sicht den PC-Wasserkühlungen.

Bilder vom Aufbau mit der Alphacool Eisbär Solo

