

Nachhaltigkeitsvergleich – Gebergehäuse DMLS vs. CNC

Verantwortlich: Jonas Hirzel

Gültigkeit: Intern & extern

Einleitung

Um die **Nachhaltigkeit der DMLS-Technologie** objektiv zu bewerten, wurde ein **direkter Vergleich** mit einem **konventionellen CNC-Fertigungsverfahren** durchgeführt.

Hierzu wurde dasselbe Bauteil – das **Gebergehäuse** aus **AlSi10Mg** – sowohl **additiv gefertigt (DMLS)** als auch **zerspanend bearbeitet (CNC)**.

Beide Fertigungsprozesse wurden unter **realen Produktionsbedingungen** vollständig durch die **Sigmatool AG** vermessen.

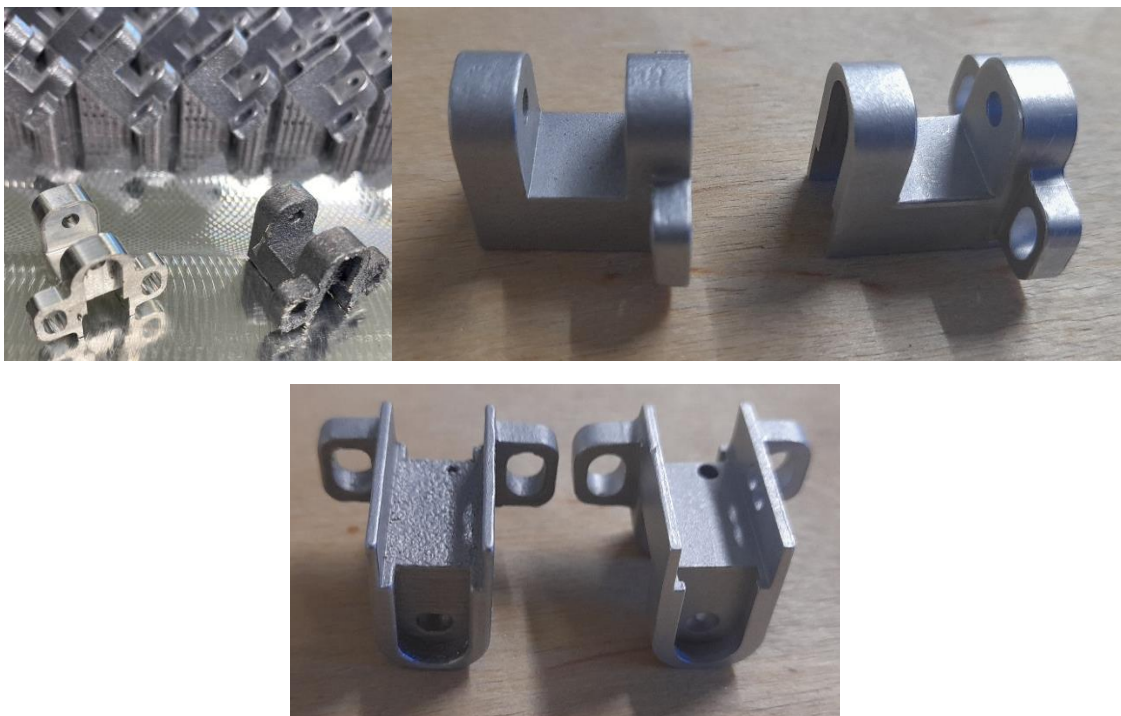
Erfasst wurden insbesondere die **elektrische Leistungsaufnahme** während des gesamten Herstellprozesses sowie die **Materialeffizienz** durch Roh- und Fertigteilmassen.

Die Wahl von **Aluminium** als Werkstoff stellt dabei ein **konservatives („Worst-Case“) Szenario für den DMLS-Prozess** dar:

Aluminium gilt als **energieeffizient** in der CNC-Bearbeitung und gleichzeitig als **herausfordernd** im Laser-Metall-Druck.

Somit liefern die Messergebnisse eine **realistische, eher vorsichtige Bewertung** zugunsten der konventionellen Fertigung –

wodurch der **nachgewiesene Nachhaltigkeitsvorteil der additiven Fertigung** umso aussagekräftiger ist.





Abgrenzung & Systemgrenze

Die vorliegende Analyse betrachtet **ausschließlich den Produktionsprozess** des Gebergehäuses – also die **Bauteilfertigung** selbst („Cradle-to-Gate“ auf Prozessebene).




Eingeschlossen sind die **prozessbezogene Energieaufnahme**, die **Materialeffizienz** sowie der **Einsatz von Hilfsstoffen** (z. B. Werkzeuge, Kühlmittel).

Nicht berücksichtigt ist die vorgelagerte **Rohmaterialherstellung**.

Die **Rohmaterialproduktion** unterscheidet sich zwischen den Verfahren:

- Das **AlSi10Mg-Pulver** für DMLS ist in der Erzeugung **energieintensiver** als ein Fräsrohling,
- jedoch wird im DMLS-Prozess **deutlich weniger Material benötigt**, da **nahezu Nettoform** gefertigt und **nicht verschmolzenes Pulver rezykliert** wird. Somit wird der höhere Energieeinsatz in der Pulverproduktion durch eine **bis zu 7-fach bessere Materialausnutzung** im Prozess **mehr als kompensiert**.

Darüber hinaus bietet die **additive Fertigung** weitere **systemische Nachhaltigkeitsvorteile**, die in dieser Prozessanalyse **nicht quantifiziert**, aber **qualitativ bedeutsam** sind:

-  **Reduzierte Transport- und Logistikkosten**
Durch geringeren Rohmaterialbedarf und kompakte Pulverlagerung entfallen viele Transporte schwerer Rohlinge.
-  **Bedarfsgerechte Produktion („On Demand“) statt Lagerfertigung**
DMLS ermöglicht eine **flexible Batchaufteilung** und **skalierbare Serienproduktion**, exakt nach Bedarf – ohne Überproduktion, Lagerbestände oder Ausschuss.
-  **Leichtbau & Ressourceneffizienz über den Lebenszyklus**
Designfreiheit erlaubt **gewichtsoptimierte Geometrien** mit gleicher Funktionalität, was langfristig den **Energieverbrauch im Einsatz** reduziert (z. B. bei Fahrzeugen, Maschinen).

Diese ergänzenden Aspekte verstärken den ökologischen Nutzen der DMLS-Technologie und unterstreichen ihre Rolle als **nachhaltige Alternative** zu konventionellen Fertigungsverfahren, auch über die reine Prozessphase hinaus.

 **Zielsetzung**

Die vorliegende Analyse dient dem Nachweis, dass die **additive Fertigung (DMLS)** bei Unlimital nicht nur **qualitativ nachhaltige Vorteile** bietet, sondern auch **quantitativ messbar** einen **geringeren Energie- und Ressourcenverbrauch** aufweist als konventionelle Verfahren.

Ziel ist es, die **ökologische Leistungsfähigkeit der DMLS-Technologie** anhand konkreter Kennzahlen zu belegen, und so die **Nachhaltigkeit der Produktion objektiv messbar** zu machen.

Durch **reale Messungen** der elektrischen Leistungsaufnahme und die **vollständige Materialbilanzierung** wird der Nachweis erbracht, dass DMLS in der **Prozessphase der Bauteilfertigung** eine **deutlich höhere Energieeffizienz** und **Materialausnutzung** erreicht als die CNC-Bearbeitung.

Langfristig verfolgt Unlimital das Ziel, die **spezifischen Energie- und Materialverbräuche pro Bauteil kontinuierlich zu reduzieren** und so eine **dauerhafte, messbare Verbesserung der Umweltleistung** zu erzielen.

 **Produktionsdaten (Sigmatool-Messung 2023)**

Kriterium	DMLS (EOS M 290)	CNC (HAAS UMC 500 SS)
Anzahl Teile	50 Stk	50 Stk
Gesamtprozesszeit	7 h 10 min	10 h 50 min (<i>13 min × 50</i>)
Ø Prozessleistung	2.13 kW	3.90 kW
Gesamtenergieverbrauch (50 Stk)	15.27 kWh	42.25 kWh
Energie je Teil	0.305 kWh	0.845 kWh
Energieeinsparung	≈ 64 % weniger Energie	–
Material Rohling / Pulver	Pulver (nahe Nettoform)	0.023 kg
Fertigteilegewicht	0.0031 kg	0.0031 kg
Materialausnutzung	~ 90 %	13.5 %
Abfall / Späne	~ 0.0003 kg (Support)	~ 0.0199 kg Späne
Werkzeugverschleiß	keiner	vorhanden
Kühlmittelbedarf	keiner	erforderlich

Nachhaltigkeitsvorteile der DMLS-Fertigung

Energieeffizienz

- Messungen zeigen eine **Energieeinsparung von rund 64 % pro Bauteil**
- Für 50 Teile: **15.27 kWh (DMLS) vs. 42.25 kWh (CNC)**

Materialeffizienz

- **DMLS:** Fertigung nahe Nettoform mit **Pulverrecycling**
- **CNC:** Nur **13.5 %** Materialausnutzung → **86.5 %** Späneabfall

Ressourcenschonung

- **Kein Werkzeugverschleiß, kein Kühlmittel**
- **Reduzierter Logistik- & Flächenbedarf** durch Batch-Fertigung

Prozessoptimierung

- **50 Bauteile** in einem **einigen Baujob**, ohne Rüstzeiten
- **Stabiler Energieeinsatz**, unabhängig von Geometrie

Fazit

Die **additive Fertigung (DMLS)** reduziert beim Gebergehäuse den **Energiebedarf pro Teil um 64 %** und verbessert die **Materialausnutzung von 13.5 % auf ca. 90 %**. Trotz längerer Prozesszeit pro Teil ist der Gesamtenergiebedarf **deutlich geringer**, da **Leistungsaufnahme, Materialverbrauch** und **Betriebsmittelbedarf** stark reduziert werden. **DMLS ist für das Gebergehäuse die nachhaltigere Produktionsvariante – weniger Energie, weniger Material, weniger Abfall – gleiche Funktion.**

Quellen & Methodik

- **Sigmatool AG (2023)**
 - EOS M 290 (DMLS): Ø 2.13 kW, 7 h 10 min für 50 Stk
 - HAAS UMC 500 SS (CNC): Ø 3.90 kW, 13 min je Stk
- **Materialdaten Unlimital AG**
 - Fertigteil: 3.1 g
 - CNC-Rohling: 23 g
- **Systemgrenze:** Prozessphase Bauteilproduktion
- **Bewertungsmethodik:** Energie = Leistung × Prozesszeit