

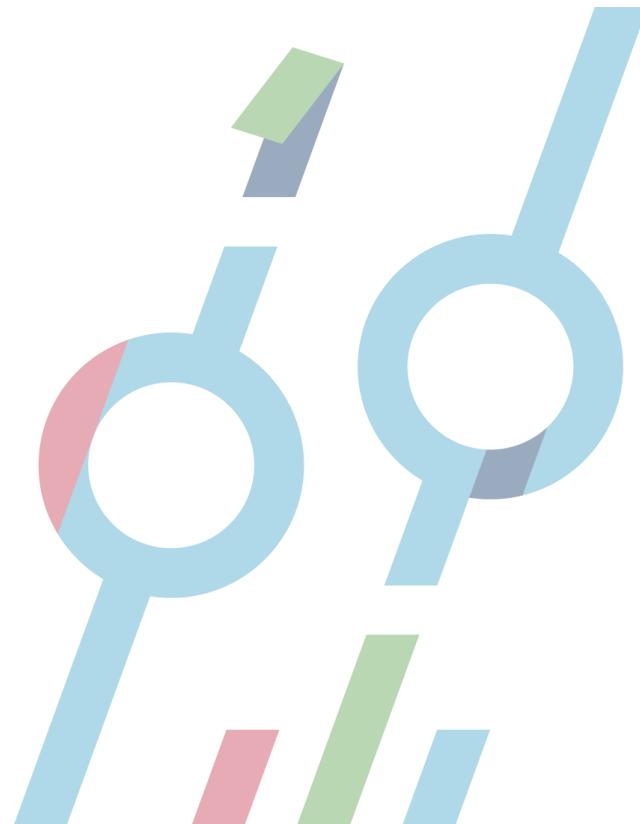
CODRONIC

The logo features the word "CODRONIC" in a bold, dark blue sans-serif font. The letters "C", "O", "D", "R", "O", "N", and "I" are each partially overlaid by a thick, light blue vertical bar. The "D" has a red diagonal bar across its middle, and the "N" has a green diagonal bar across its middle. Below the letters is a horizontal bar composed of several thin, slanted bars in light blue, red, and green, followed by a long, solid red bar.



Richtige Dimensionierung von Maschinen und Anlagen

Effizienter Materialeinsatz und Leichtbau als Basis für langfristige
Energieeinsparungen



01 Energie

Physikalische Grundlagen

02 Dimensionierung

Richtig oder Falsch?

03 Leichtbau

Materialien und Technologien

04 Potenziale nutzen

01 Energie

Physikalische Grundlagen

Energie – Physikalische Grundlagen

In der Energie sind die physikalischen Größen Masse, Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung und Kraft enthalten:

$$J = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

- **Masse [kg]**
- **Geschwindigkeit [m s^{-1}] bzw.
Beschleunigung [m s^{-2}]**
- **Kraft [$\text{kg m s}^{-2} = \text{N}$]**

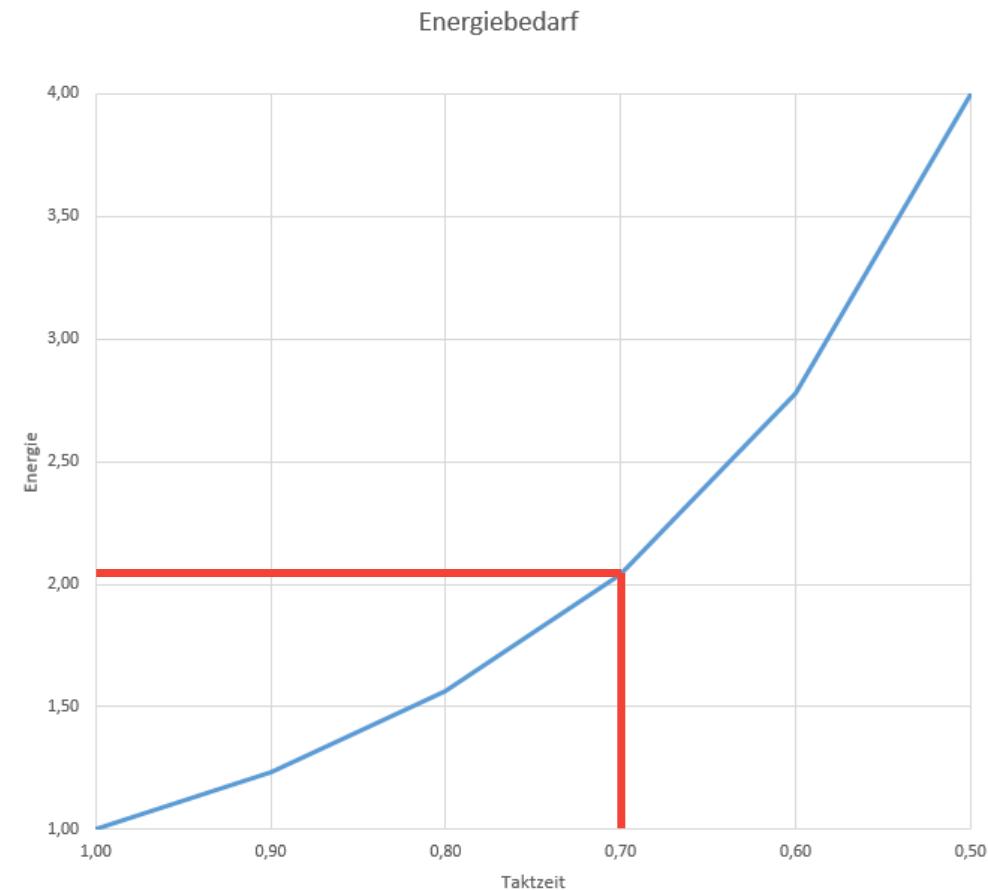


Energie wird benötigt, um Masse zu beschleunigen

Energie – Physikalische Grundlagen

Auf das Beschleunigen von Massen, wie es beispielsweise bei Fahrzeugen oder bei getakteten Werkzeugmaschinen und Anlagen vorkommt, übertragen, ergibt sich folgender Zusammenhang:

Taktzeit minus 30%
= verdoppelter Energiebedarf



02 Dimensionierung

Richtig oder Falsch?

Dimensionierung

Die Dimensionierung eines Bauteils oder einer Anlage berücksichtigt und beeinflusst ihrerseits stets mehrere Faktoren:

Funktionalität

+

- Genauigkeit, Haltbarkeit
- Montage- und Servicefreundlichkeit, Herstellbarkeit
- Energiebedarf



Das Werkzeug sollte in seiner Funktion auf die Anforderungen abgestimmt sein.

Dimensionierung

Richtige Dimensionierung und Energieeffizienz:

„Erfüllung der geforderten **Funktion** über
eine definierte **Lebensdauer** bei
gleichzeitig **minimalem Energiebedarf**
durch Optimierung der bewegten Massen.“

03 Leichtbau

Materialien und Technologien

Leichtbau

Leichtbau kann auf unterschiedliche Art und Weise umgesetzt werden:

- **Topologieoptimierung**
- **Verbundwerkstoffe**
- **3D-Druck**

Ziel:

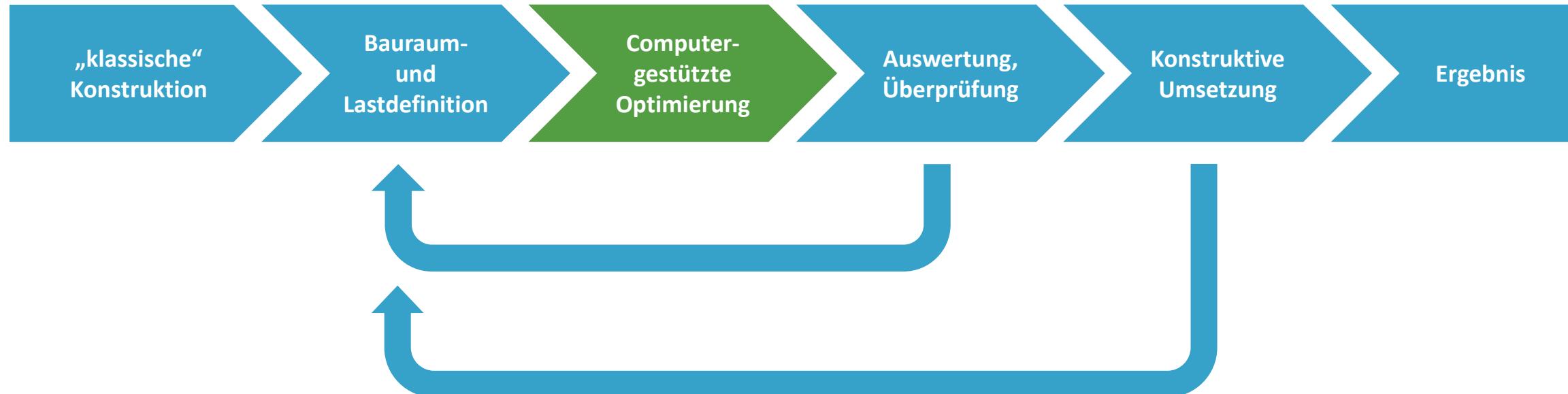
An der richtigen Stelle den richtigen Werkstoff in der richtigen Menge platzieren.



Leichtbau ist nicht schwer!

Leichtbau

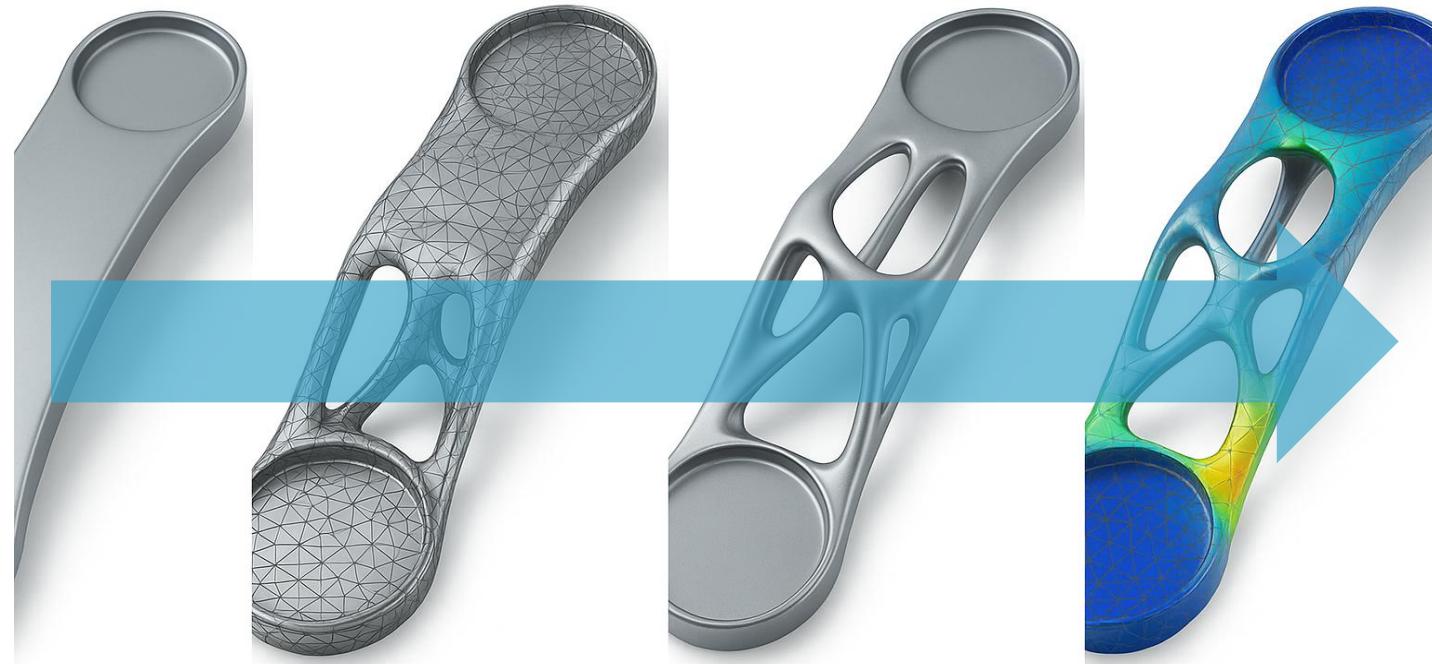
Topologieoptimierung



Leichtbau

Topologieoptimierung angewendet auf einen Roboterarm

Vom massiven
Bauteil...



...zur optimierten
Leichtbau-Variante

Leichtbau

Verbundwerkstoffe

Mehrere Werkstoffe, im Verbund auf spezifische Anforderungen „getrimmt“. Ein Musterbeispiel hierfür sind Faserverbundwerkstoffe.

- + auf Spannungsverlauf im Bauteil optimierbar
- + gleichzeitig geringes Gewicht
- in Handarbeit aufwändig
- 3D-Technologie



Faserverbundbauteile sind leicht - und schwer beeindruckend!

Leichtbau

3D-Druck

Direkte Herstellung von komplexen Bauteilen oder Gussformen.

- + hohe Gestaltungsfreiheit
- + kostengünstige Herstellung von Einzelstücken oder Kleinserien



3D-Druck macht komplexe Bauteile schnell (be-)greifbar!

Leichtbau

Anwendungsbeispiel Fahrzeugbau

- Leichtbau wird bereits intensiv eingesetzt
 - + Reduzierung des Gewichts der Karosserie
 - + Minimierung der Blechstärken durch hochfeste Werkstoffe
 - + gleichzeitig verbesserte Stabilität
- Verbundwerkstoffe finden immer mehr Anwendung



Schwer zu übertreffen – CFK als leichter Hightech-Werkstoff

Leichtbau

Anwendungsbeispiel Flugzeugbau

- Nutzung von leichten und stabilen Faserverbundbauteilen aus Glas-, Carbon-, Kevlar- oder Aramidfasern
- 3D-gedruckte Teile zunehmend im Einsatz
- Natürlicher Faserverbundwerkstoff Holz wird seit den Pioniertagen genutzt



Dank Faserverbund geht es mit der Luftfahrt nach oben und mit dem Verbrauch nach unten.

Leichtbau

Anwendungsbeispiel Alltags-Technik

- Leichtbau ist in Alltagstechnik wie dem Fahrrad längst Standard.
- Bauteile aus Aluminium, Magnesium und CFK



Moderne Werkstoffe erleichtern den Alltag

Leichtbau

Anwendungsbeispiel Maschinenbau

- Konsequenter Leichtbau noch relativ unüblich
- Anwendungs-Beispiel:
Carbon-Ausleger eines Handling-Geräts



Leichtbau kann auch schwere Lasten bewegen

04 Potenziale nutzen

Potenziale nutzen

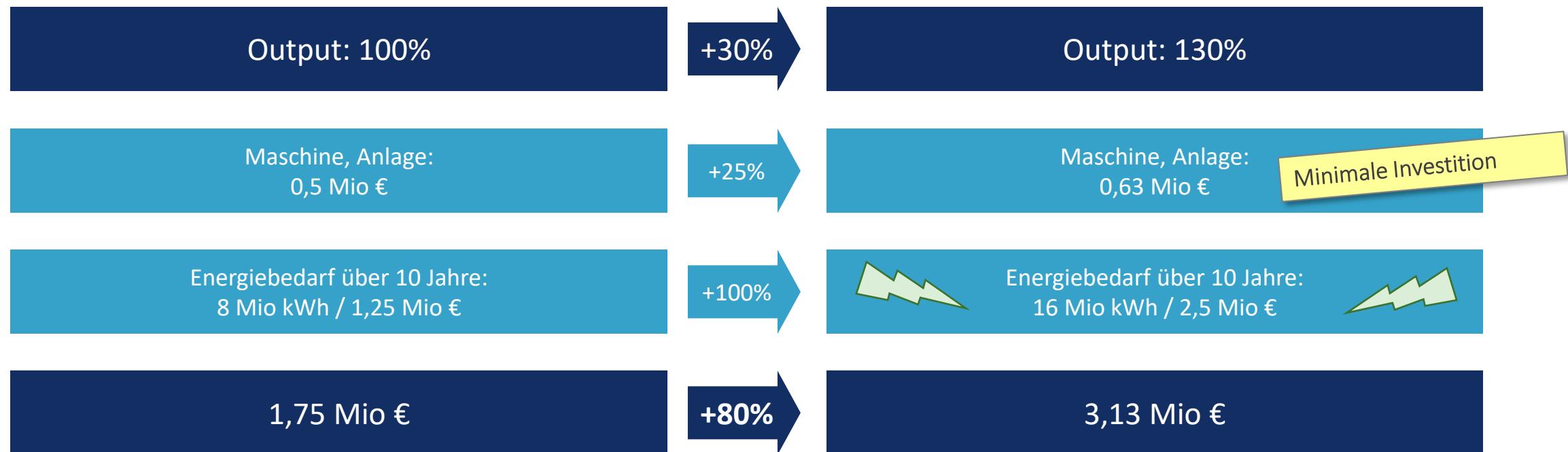
„Wir tun uns schwer mit der Notwendigkeit, Energie zu sparen. Dabei handelt es sich eigentlich darum, keine zu verschwenden.“

Paul Schibler, Schweizer Aphoristiker

Potenziale nutzen

Klassisch umgesetzte Leistungssteigerung

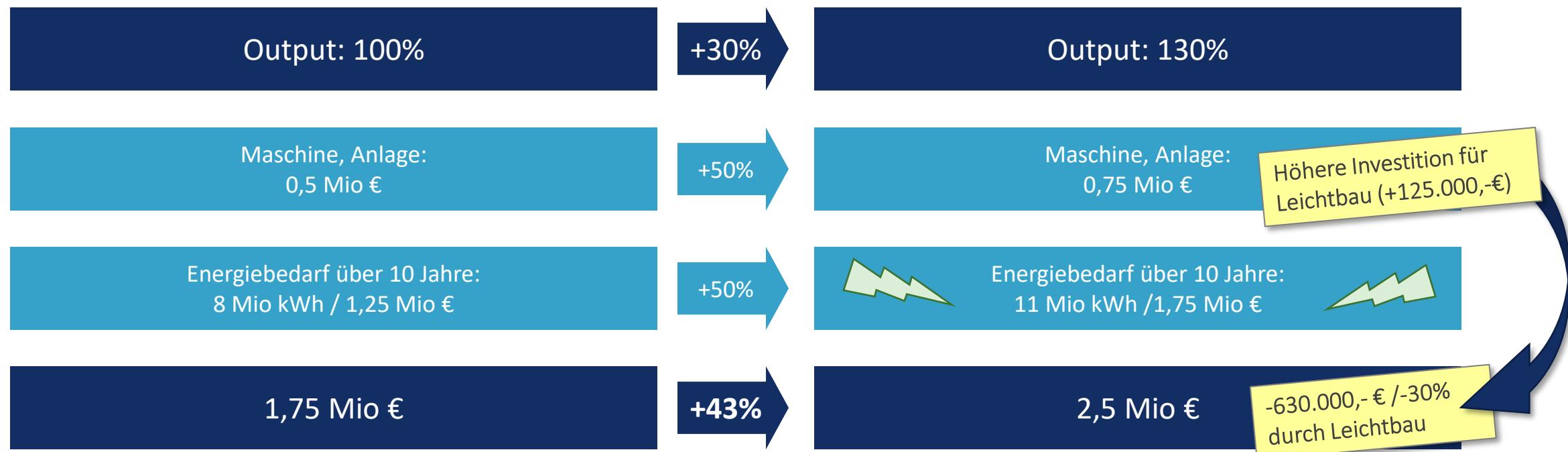
Stärkerer Antrieb > höhere Geschwindigkeit > Output + 30%



Potenziale nutzen

Mehr Leistung durch weniger Gewicht

Leichtbau reduziert das Gewicht der bewegten Baugruppen um 30% > Output +30%



Potenziale nutzen

Alle Potenziale nutzen

**Konsequente Nutzung der Potenziale in den verschiedenen Konstruktionsphasen >
Energiebedarf einer Maschine oder Anlage reduziert sich auf ein Minimum**



Potenziale nutzen

Moderne Technologien unterstützen sowohl die Auslegung als auch die Herstellung energieeffizienter Maschinen und Anlagen.

Die Investition in die Energieeffizienz einer Maschine oder Anlage beträgt meist nur einen Bruchteil der Energiekosten, die damit eingespart werden können.

Literaturliste

Energieeffizienz im Maschinenbau

- Normen und Richtlinien**

DIN EN ISO 50001: Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung

DIN EN 16247-1: Energieaudits – Teil 1: Allgemeine Anforderungen

VDMA 34179: Effizienzbewertung von Maschinen nach ISO 14955

[Siemens Systembeschreibung Effizienzbewertung von Maschinen \[cache.indu...iemens.com\]](#)

- Fachliteratur und Wissenschaft**

Blesl, M.; Kessler, A.: Energieeffizienz in der Industrie. Springer, 2017.

[SpringerLink: Energieeffizienz in der Industrie \[link.springer.com\]](#)

Fraunhofer-Tagungsband: Empower Green Production – Energie- und Ressourceneffizienz in der Fertigung.

[Fraunhofer Publica \[publica.fr...unhofer.de\]](#)

VDMA: Mehr Energieeffizienz im deutschen Maschinenbau – Praxisbeispiele.

[VDMA Energieeffizienz \[vdma.eu\]](#)

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): Leitfaden zur Erstellung von Energieauditberichten nach DIN EN 16247-1

[enerlabel.org Quellenverzeichnis \[enerlabel.org\]](#)

Leichtbau und Topologieoptimierung

- Fachliteratur und Wissenschaft**

Neugebauer, R. et al.: Leichtbau durch Hybridbauweisen und Topologieoptimierung. Fraunhofer IWU.

[Fraunhofer IWU \[publica-re...unhofer.de\]](#)

Walzl, A.; Buchmayr, B.: Topologieoptimierung – Entwicklungswerkzeug für die additive Fertigung. BHM 2017, Vol. 162(3), S. 110–116.

[SpringerLink: Topologieoptimierung \[rd.springer.com\]](#)

Ramsaier, M.: Integration der Topologie- und Formoptimierung in den automatisierten digitalen Entwurf von Fachwerkstrukturen. Diss. Bergische Universität Wuppertal, 2020.

[Dissertation Wuppertal \[oms.uni-wuppertal.de\]](#)

Holoch, J.: Eine Topologieoptimierungsmethode zur Synthese additiv gefertigter, steifigkeitsoptimierter Produktdesigns am Beispiel des SLM. KIT, 2023.

[KIT Publikationen \[publikatio...ek.kit.edu\]](#)

Holzinger, N.: Leichtbaukonzepte – Ein Leitfaden zur Entwicklung von Leichtbaukonstruktionen in korrosiver Umgebung. TU Wien, 2019.

[TU Wien Repositorium \[repositorium.tuwien.at\]](#)

Verbundwerkstoffe

- Fachliteratur und Wissenschaft**

Arnold, B.; Kern, K.: Verbundwerkstoffe. In: Werkstofftechnik für das Wirtschaftsingenieurwesen. Springer, 2024.

[SpringerLink: Verbundwerkstoffe \[link.springer.com\]](#)

Handbuch Verbundwerkstoffe. Hrsg. Neitzel, M.; Mitschang, P.; Breuer, U. Carl Hanser Verlag, 2014.

[Springer Professional: Handbuch Verbundwerkstoffe \[springerpro...ssional.de\]](#)

Chawla, K.: Verbundwerkstoffe: Wissenschaft und Technik. 3. Auflage, 2012.

[Buchbeschreibung \[book8.de\]](#)

Maschinenbau-Wissen.de: Verbundwerkstoffe – Grundlagen, Arten, Herstellung, Anwendung.

[Maschinenbau-Wissen \[maschinenb...-wissen.de\]](#)

3D-Druck und Additive Fertigung

- Fachliteratur und Wissenschaft**

Fastermann, P.: 3D-Druck: eine nachhaltige und Energieeffizienz fördernde Technologie. In: Industrielle Energiestrategie. Springer, 2016.

[SpringerLink: 3D-Druck und Energieeffizienz \[link.springer.com\]](#)

Berger, U.; Hartmann, A.; Schmid, D.: 3D-Druck – Additive Fertigungsverfahren. Europa-Lehrmittel, 2023.

[Leseprobe Europa-Lehrmittel \[europa-lehrmittel.de\]](#)

Fraunhofer EMI: Nachhaltigkeit der additiven Fertigung.

[Fraunhofer EMI \[emi.fraunhofer.de\]](#)

3D-Druck.blog: Nachhaltigkeit im 3D-Druck – Wie es gelingt.

[3D-Druck.blog \[3d-druck.blog\]](#)

Weitere Quellen und Literatur

- Allgemeine Literatur und Normen**

ISO 14001: Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung

EMAS: Umweltmanagement-Gütesiegel der Europäischen Union

DIN EN 17463: Bewertung von energiebezogenen Investitionen (VALERI)

TÜV SÜD: Energiemanagementsysteme nach ISO 50001

[enerlabel.org Quellenverzeichnis \[enerlabel.org\]](#)



Leichtbau ist nicht schwer. Fragen Sie Codronic!



Codronic GmbH
Paul-Lenz-Straße 1
D-86316 Friedberg
Germany

www.codronic.de