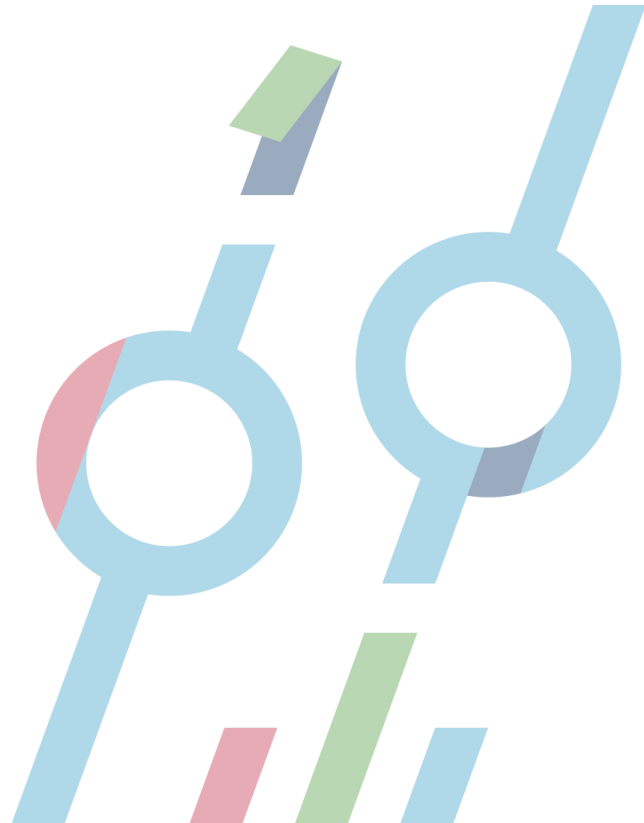




# Richtige Dimensionierung von Maschinen und Anlagen

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



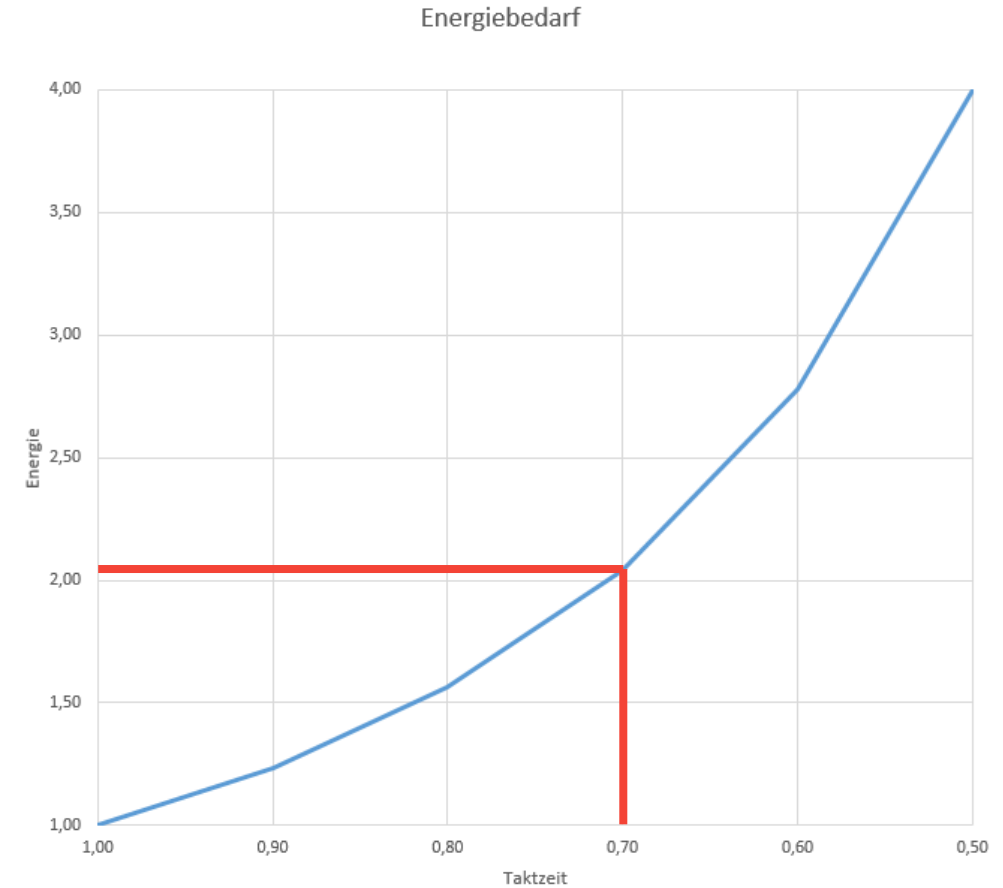
*Energie wird benötigt, um Masse zu beschleunigen*



## 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

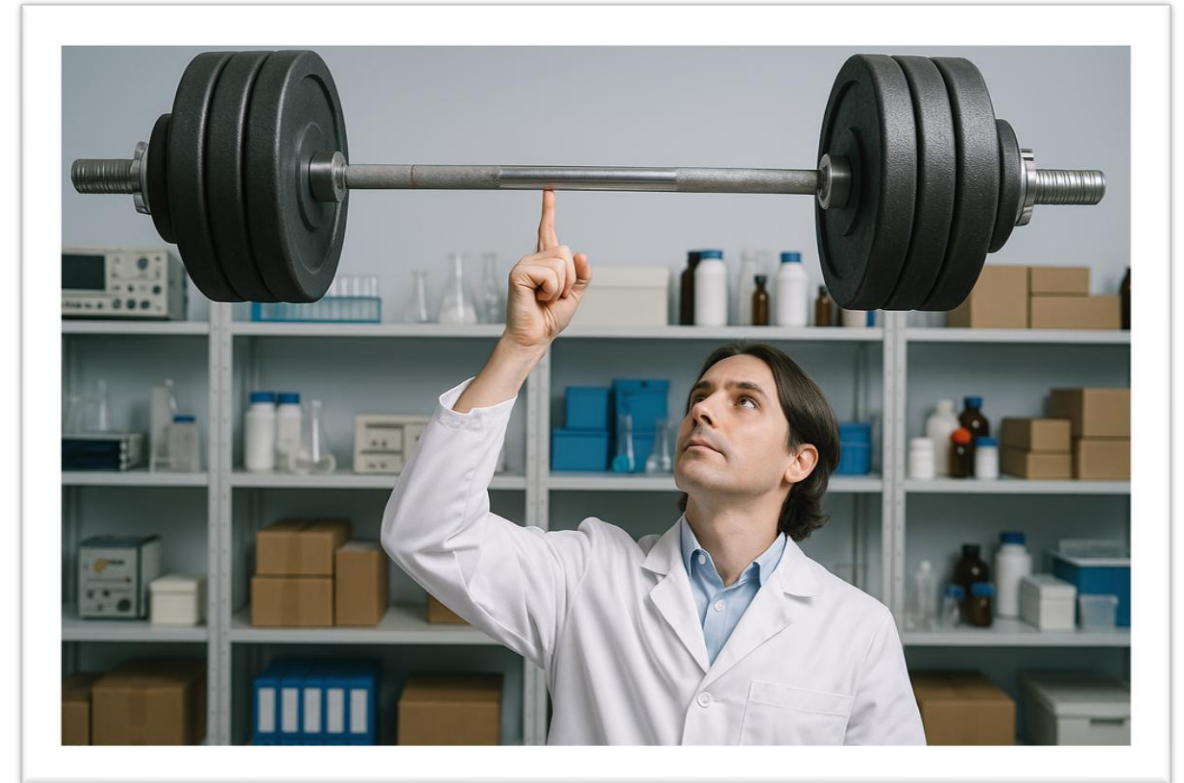
# Leichtbau

Leichtbau kann auf unterschiedliche Art und Weise umgesetzt werden:

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

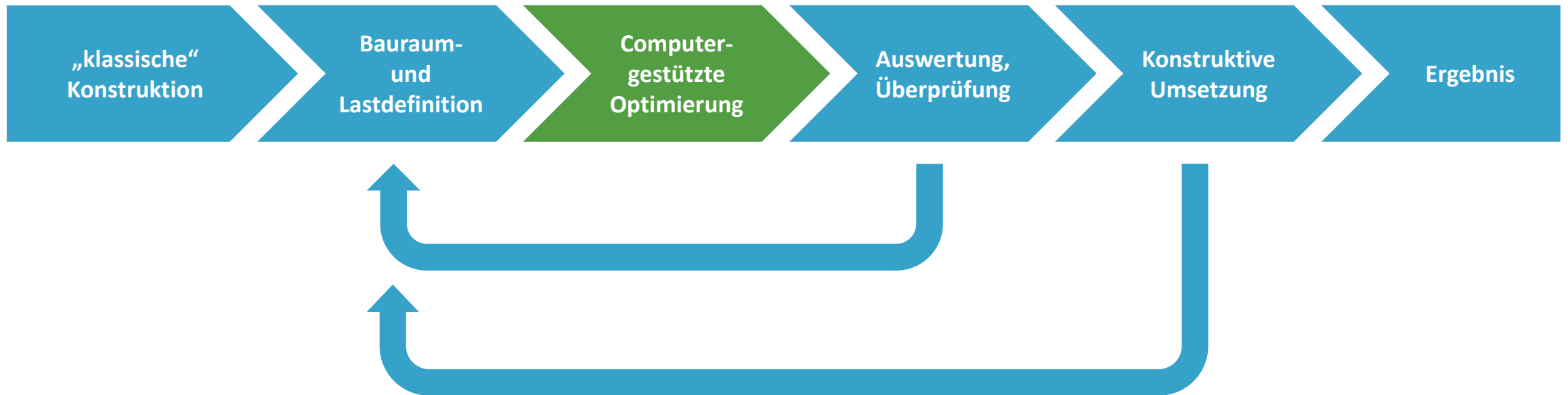
## Ziel:

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



*Leichtbau ist nicht schwer!*

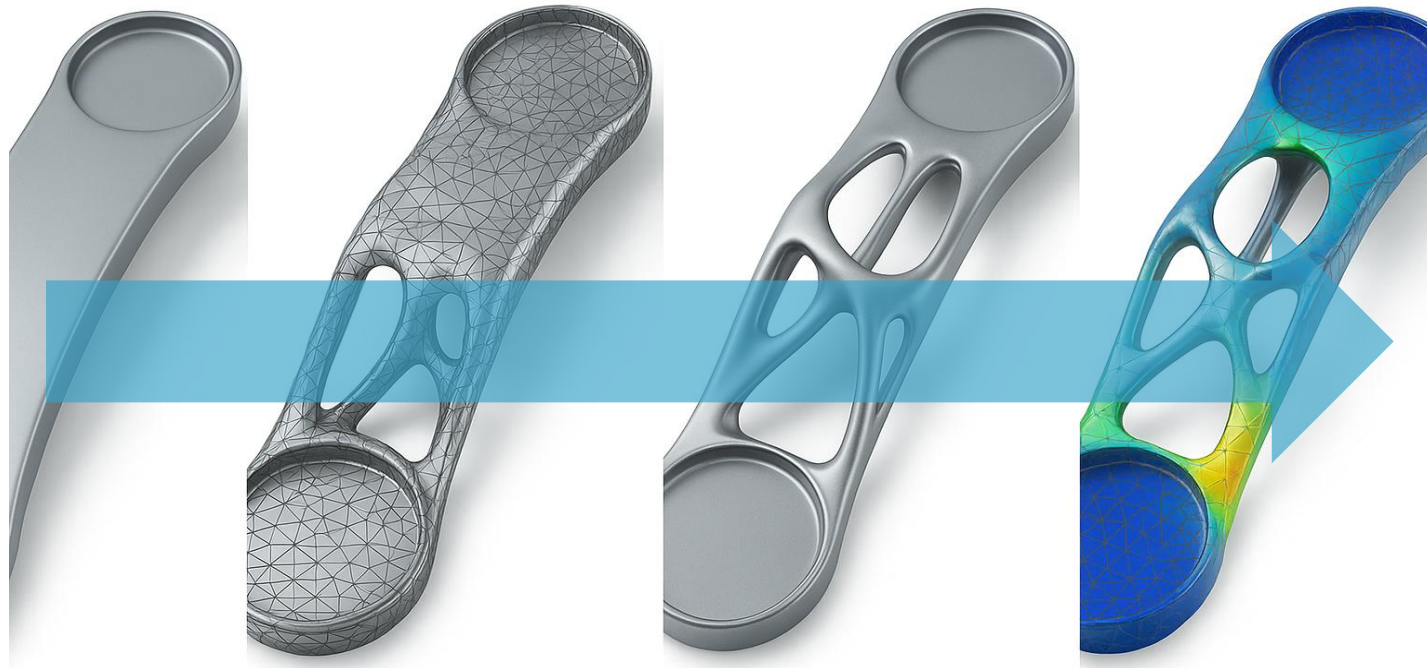
# Topologieoptimierung



# 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

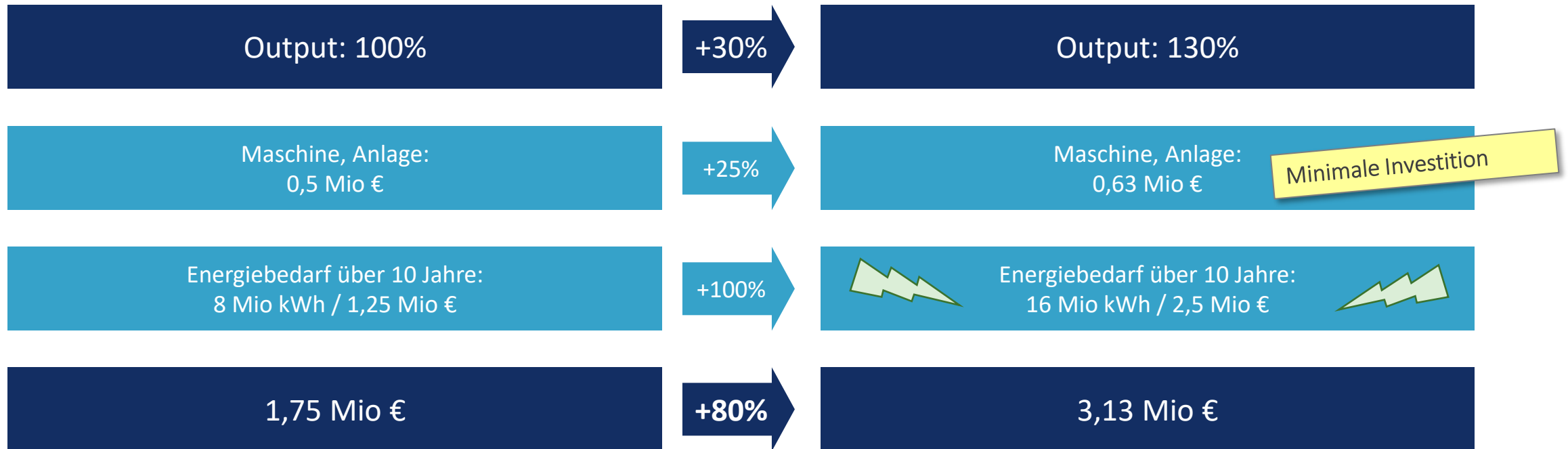
*„Wir tun uns schwer mit der  
Notwendigkeit, Energie zu sparen.  
Dabei handelt es sich eigentlich  
darum, keine zu verschwenden.“*

Paul Schibler, Schweizer Aphoristiker

## Potenziale nutzen

# Klassisch umgesetzte Leistungssteigerung

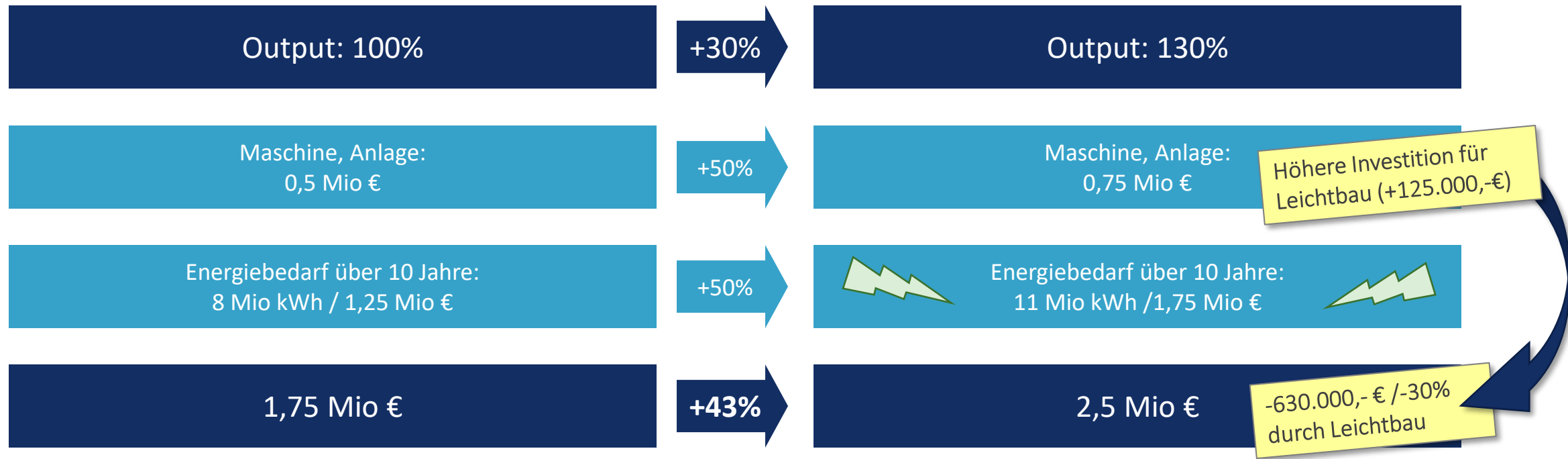
Stärkerer Antrieb > höhere Geschwindigkeit > Output + 30%



## 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 Repositum](#) [[repositum.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](#) [[springerpr...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](http://www.codronic.de)