

BAUTEILOPTIMIERUNG MIT 3D-DRUCK.

Potenziale und Herausforderungen

Katharina Bartsch
Zentrale Mechanik

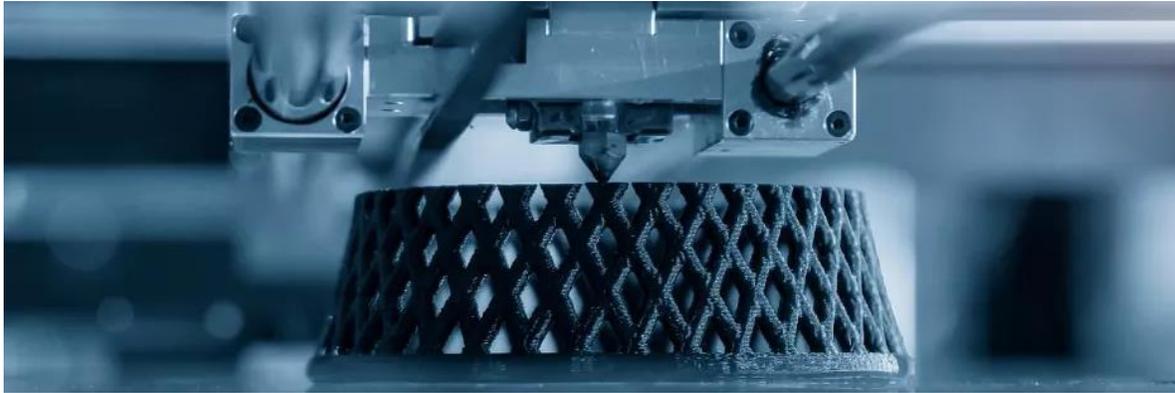
19.06.2025

HELMHOLTZ



Was ist 3D-Druck?

Verfahrensprinzip



Definition nach DIN EN ISO 52900

„Prozess, der durch Verbinden von Material Bauteile aus 3D-Modelldaten, [...] üblicherweise Schicht für Schicht, herstellt.“

- Schichtweises Hinzufügen von Material
- Kein Werkzeug benötigt
- Wirtschaftlichkeit erhöht sich mit steigender Bauteilkomplexität und sinkender Stückzahl

[1] Pixel_B - stock.adobe.com

Herausforderungen beim Einstieg

Unübersichtliche Marktsituation

- Verschiedene Standards
- Verschiedene Begriffe / Markennamen
- Hohe Anzahl an Verfahrensvarianten

Anschaffung

- „Hausgebrauch“ günstig, Industriestandard schnell 500t€+
- Nicht nur Drucker, sondern vor allem auch Peripherie/Nachbearbeitung notwendig

Anwendung (funktionale Bauteile)

- Prozesse häufig individuell pro Anlage
- Konventionelle Bauteildesigns sind idR nicht anwendbar/übertragbar

Was ist 3D-Druck?

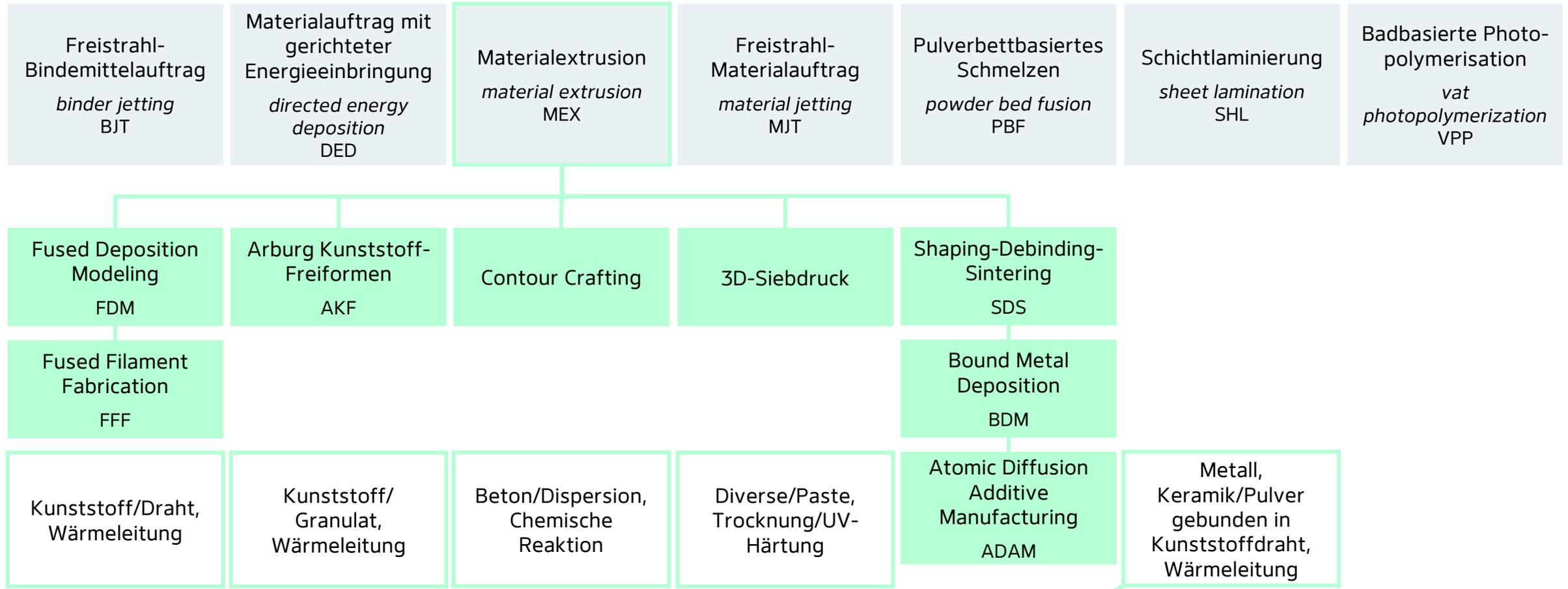
VDI 3405:2014

Verfahrensvarianten nach DIN EN ISO 52900:2022

Freistrahl- Bindemittelauftrag <i>binder jetting</i> BJT	Materialauftrag mit gerichteter Energieeinbringung <i>directed energy deposition</i> DED	Materialextrusion <i>material extrusion</i> MEX	Freistrahl- Materialauftrag <i>material jetting</i> MJT	Pulverbettbasiertes Schmelzen <i>powder bed fusion</i> PBF	Schichtlaminierung <i>sheet lamination</i> SHL	Badbasierte Photo- polymerisation <i>vat photopolymerization</i> VPP
3D-Drucken 3DP		Fused Layer Modelling FLM	Poly-Jet Modelling PJM	Laser-Sintern LS	Layer Laminated Manufacturing LLM	Digital Light Processing DLP
			Multi-Jet Modelling MJM	Laserstrahl- schmelzen LBM		Stereolithografie SL
				Elektronenstrahl- schmelzen EBM		
				Thermotransfer- Sintern TTS		

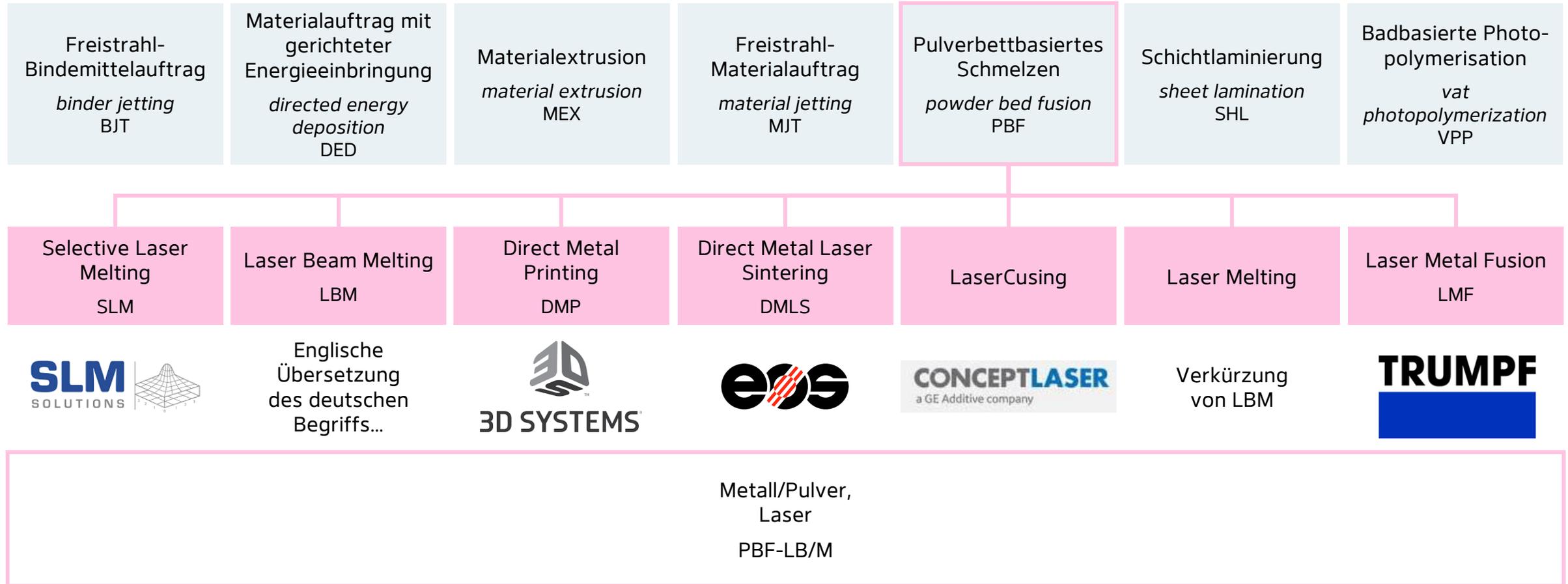
Was ist 3D-Druck?

Verfahrensvarianten nach DIN EN ISO 52900:2022



Was ist 3D-Druck?

Verfahrensvarianten nach DIN EN ISO 52900:2022



Gestaltungsziele im 3D-Druck

und ihr Einfluss auf allgemeine Optimierungsziele

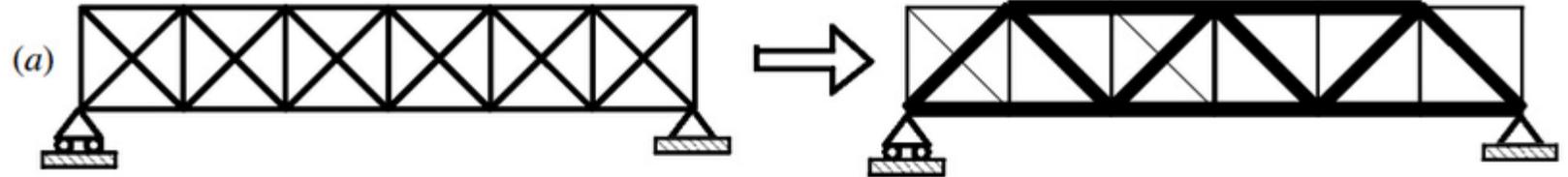


Gestaltungsziel	Funktionalität	Ressourceneffizienz	Fertigungseffizienz
Erhöhung der Materialausnutzung		x	x
Near-Net-Shape Geometrien	x	x	x
Funktionsintegration	x	x	
Bauteilintegration		x	x
Lokale Eigenschaftsanpassungen	x	x	
Innere Geometrien & Effekte	x	x	

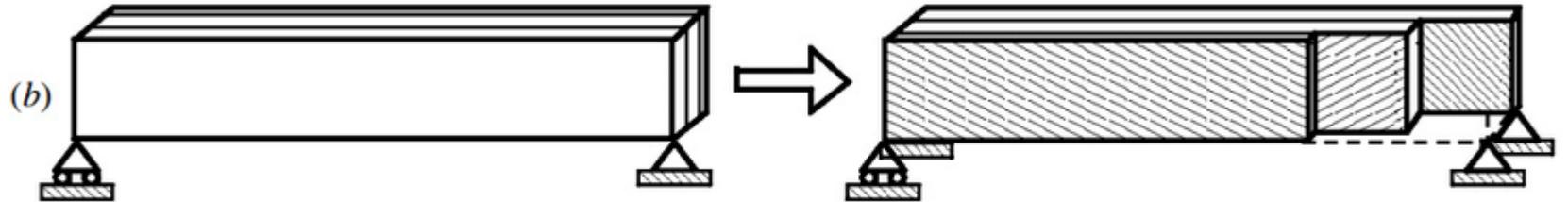
Strukturoptimierung

Standardwerkzeuge im Design für 3D-Druck

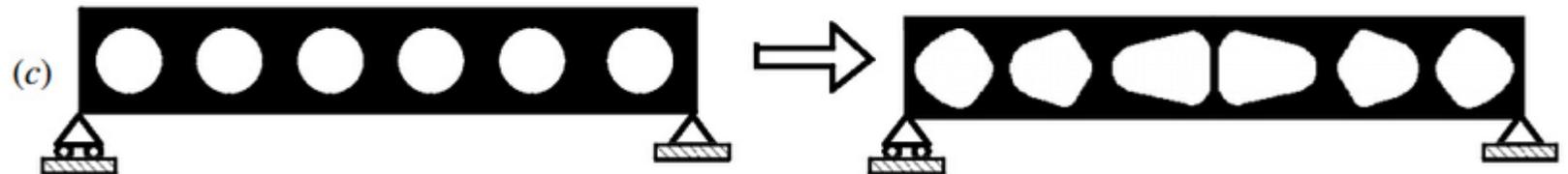
Parameteroptimierung
(Dimensionierung)



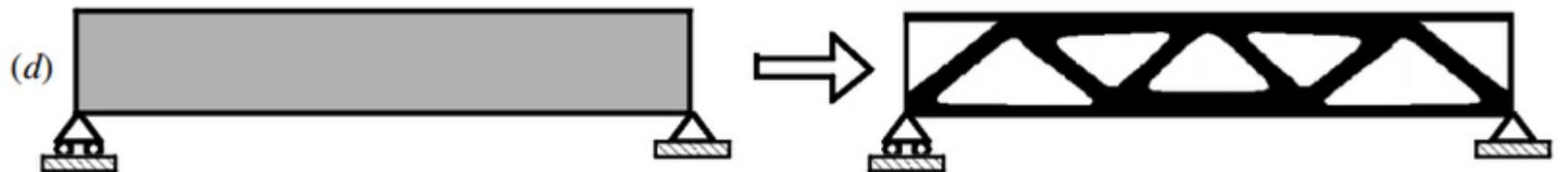
Materialoptimierung



Formoptimierung



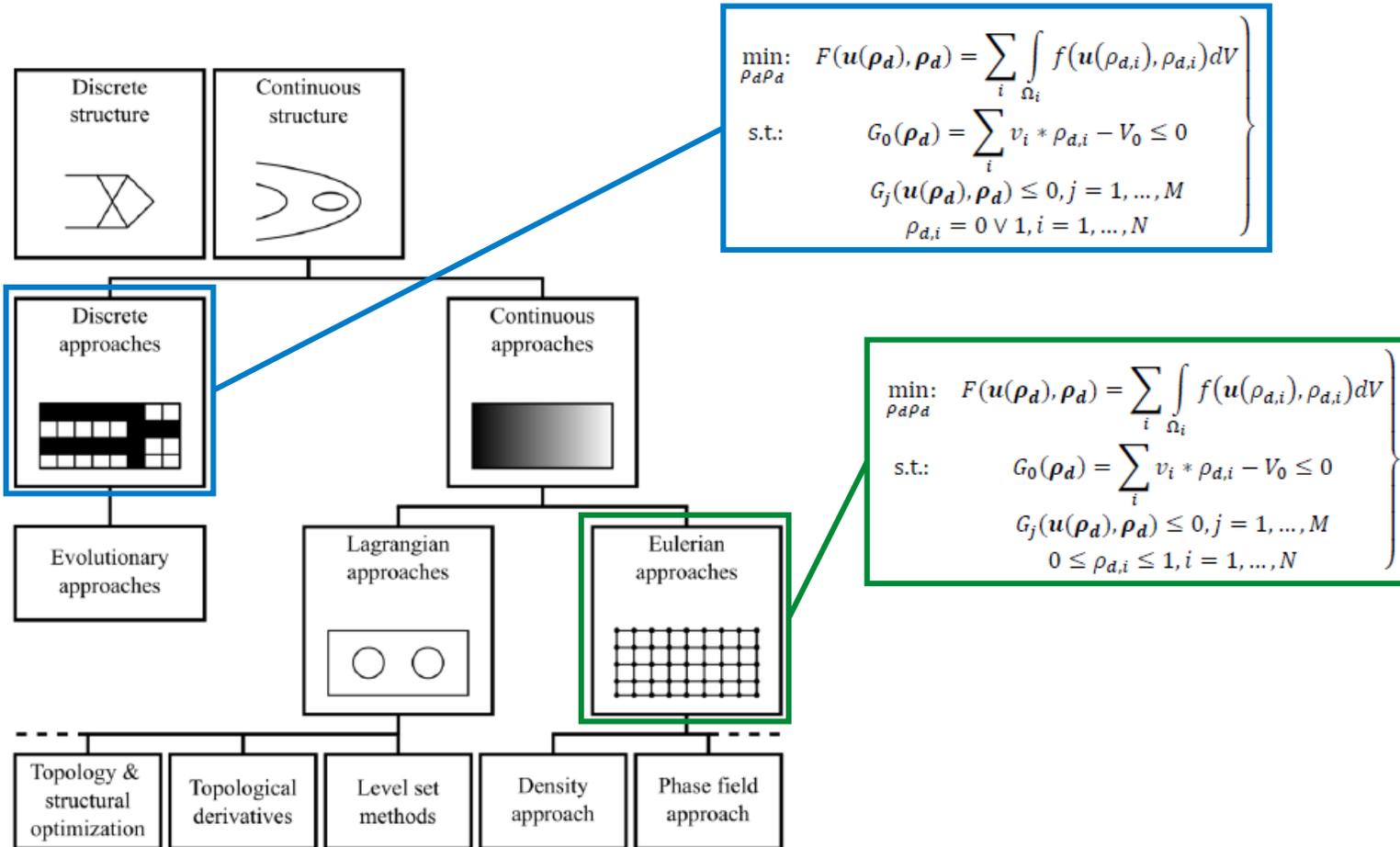
Topologieoptimierung



Sigmund, O.: Topology optimization - a tool for the tailoring of structures and materials. In: Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 358, S. 211 - 227, 2000.

Strukturoptimierung

Standardwerkzeuge im Design für 3D-Druck



Herausforderungen beim Einstieg

Beherrschen des Werkzeugs

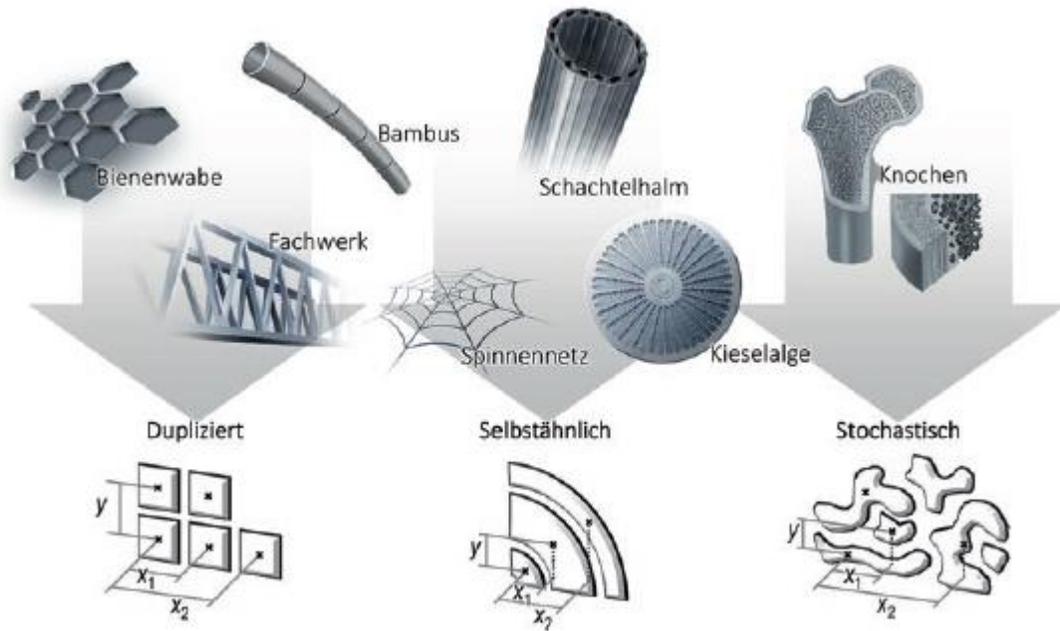
- Verschiedene Optimierungsverfahren
- Viel Mathematikverständnis
- Numerische Herausforderungen
- Interpretation der Ergebnisse (Computer rechnet was ihm gesagt wird...)

Übertrag in die Praxis

- Überführung des FE-Ergebnisses in CAD-Modell (wird besser!)
- Glättung/Bereinigung des Modells
- Anwendung von Fertigungsrestriktionen (häufig nicht in Optimierung implementiert)

Bionik

Standardwerkzeuge im Design für 3D-Druck



Oberflächenstrukturierung durch Einstellen von Parametern, z.B. Rauigkeit

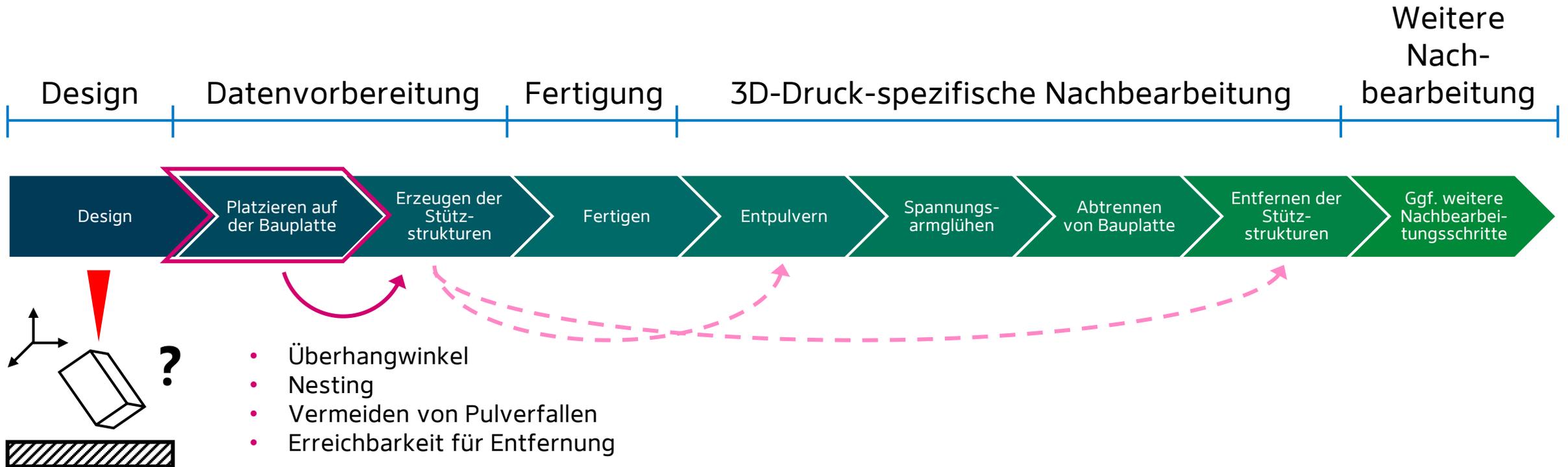
Füllen von Volumenkörpern mit Regelstrukturen

Lippert & Lachmayer: Konstruktion für die Additive Fertigung – Methodik auf den Kopf gestellt? In: Lachmayer et al. (Hrsg.): Konstruktion für die Additive Fertigung 2018, Springer-Verlag.

Designrestriktionen

Fertigungsgerechtes Konstruieren für den 3D-Druck

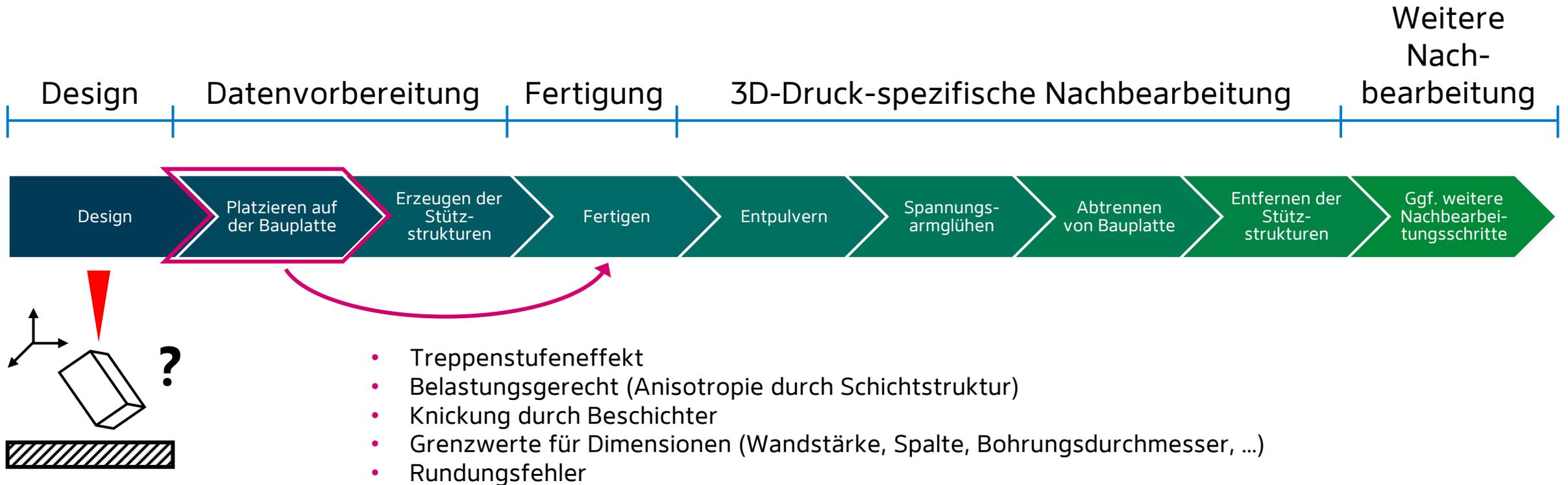
Beispiel: Pulverbettbasiertes Laserstrahlschmelzen von Metallen



Designrestriktionen

Fertigungsgerechtes Konstruieren für den 3D-Druck

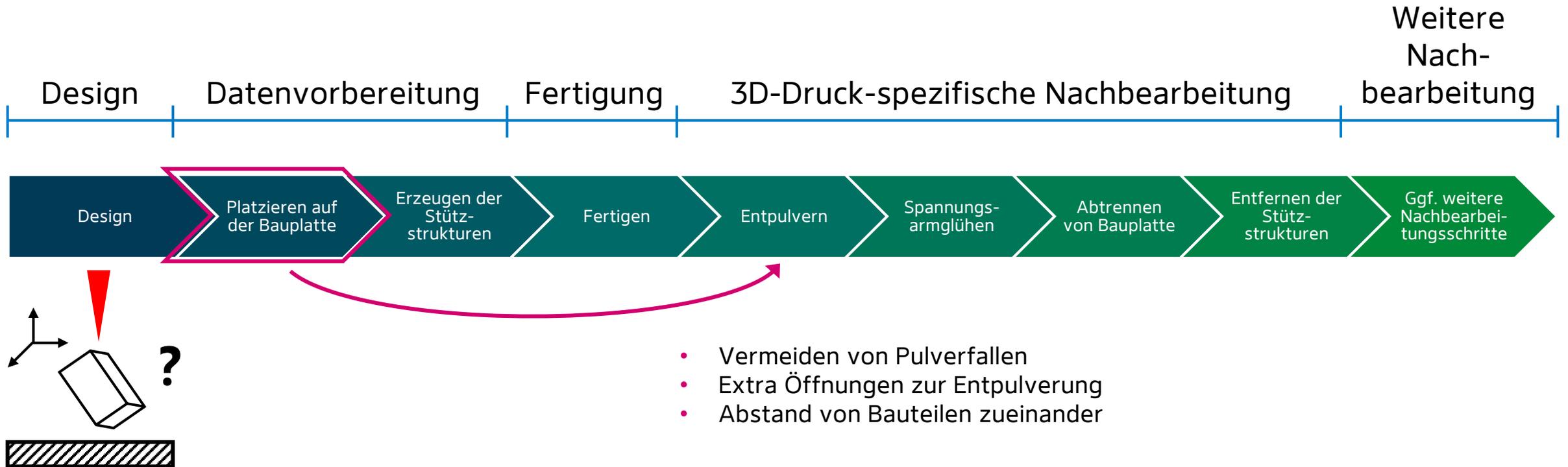
Beispiel: Pulverbettbasiertes Laserstrahlschmelzen von Metallen



Designrestriktionen

Fertigungsgerechtes Konstruieren für den 3D-Druck

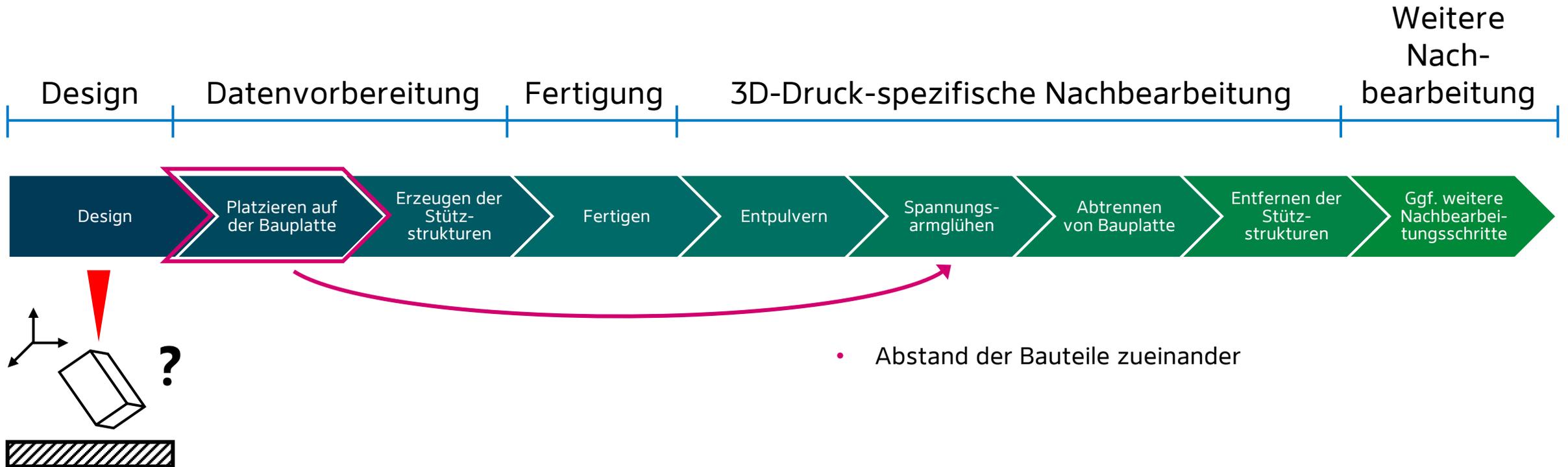
Beispiel: Pulverbettbasiertes Laserstrahlschmelzen von Metallen



Designrestriktionen

Fertigungsgerechtes Konstruieren für den 3D-Druck

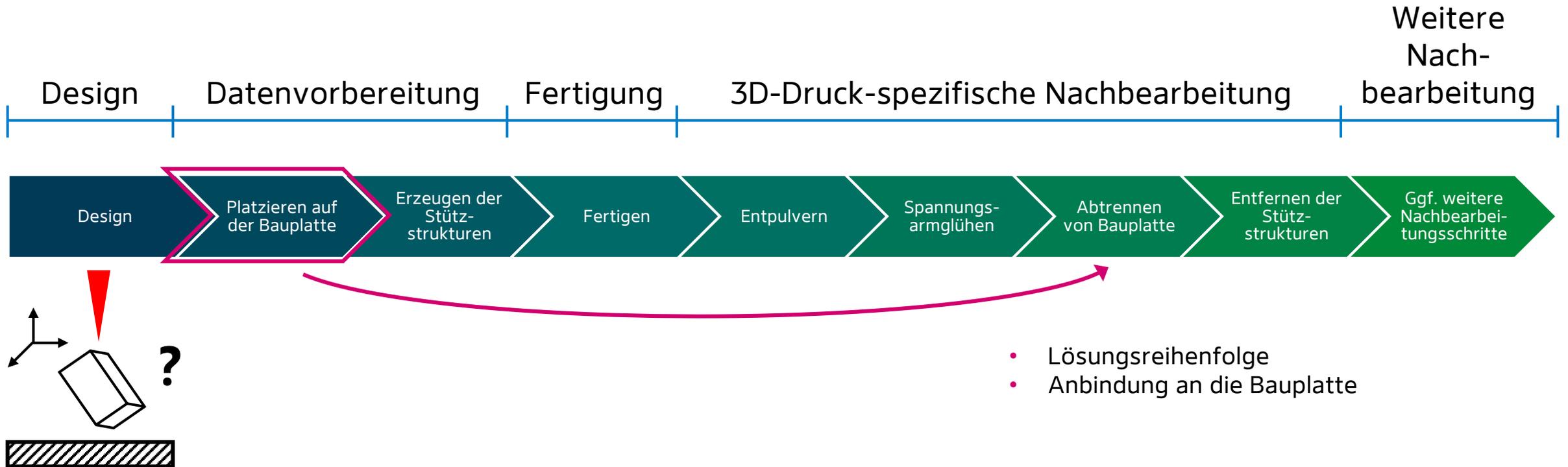
Beispiel: Pulverbettbasiertes Laserstrahlschmelzen von Metallen



Designrestriktionen

Fertigungsgerechtes Konstruieren für den 3D-Druck

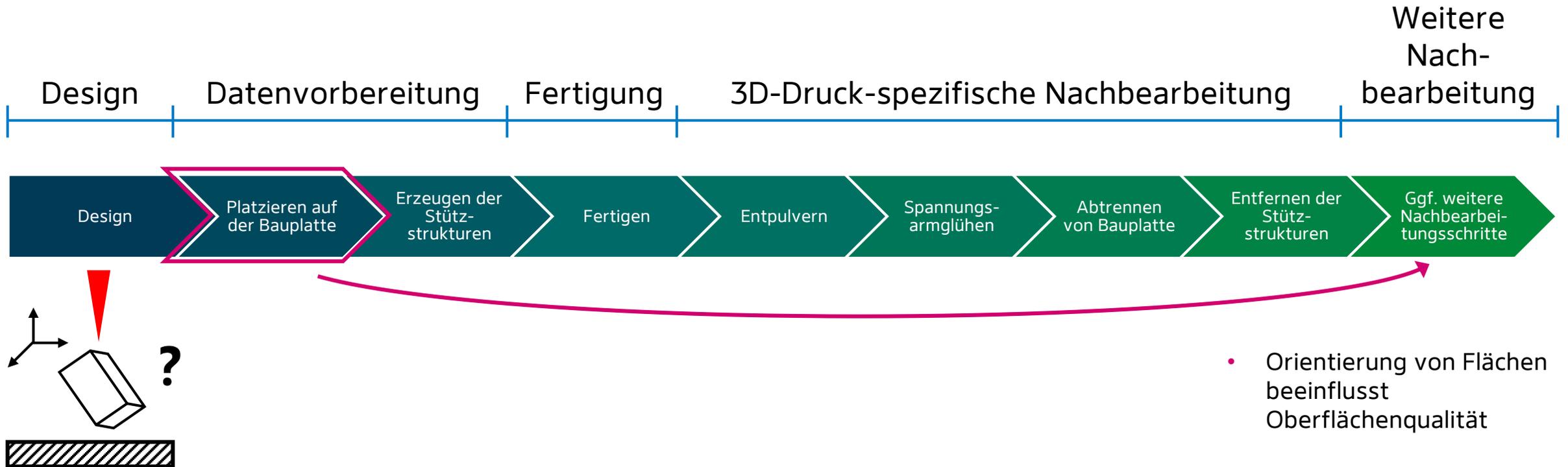
Beispiel: Pulverbettbasiertes Laserstrahlschmelzen von Metallen



Designrestriktionen

Fertigungsgerechtes Konstruieren für den 3D-Druck

Beispiel: Pulverbettbasiertes Laserstrahlschmelzen von Metallen



Fazit

Potenziale und Herausforderungen



Potenziale

„Prozess, der durch Verbinden von Material Bauteile aus 3D-Modelldaten, [...] üblicherweise Schicht für Schicht, herstellt.“

- Schichtweises Hinzufügen von Material → hohe Geometriefreiheit
- Kein Werkzeug benötigt
- Wirtschaftlichkeit erhöht sich mit steigender Bauteilkomplexität und sinkender Stückzahl



Herausforderungen

- Unübersichtliche Marktsituation
- Anschaffung mit umfassendem Invest verbunden
- Prozesse häufig anlagenabhängig
- **Konstruktion signifikant anders als für konventionelle Bauteile**
 - Anwendung von Strukturoptimierung
 - Anwendung bionischer Prinzipien
 - Stark interagierende Designrestriktionen

Vielen Dank

Kontakt

Dr.-Ing. Katharina Bartsch
Telefon: +49 (0)40 8998-3473
E-Mail: katharina.bartsch@desy.de

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Zentrale Mechanik
Notkestraße 85
22607 Hamburg
www.desy.de

