

DESIGN × HANDWERK

PETER BRUCKNER PREIS

PBP

'23

TAGUNGSBAND

3D METALLDRUCK IN HANDWERK,
DESIGN UND INDUSTRIE 4.0

→ [PB-DESIGN-HANDWERK.AT](https://pb-design-handwerk.at)

 **innos**

IMPRESSUM

Herausgeber: INNOS GmbH, Mag. Reinhard Lobenwein, Albin Egger-Straße 17, 9900 Lienz

Konzept & Gestaltung: Aberjung GmbH

Bilder: Aberjung GmbH, Karpinski, INNOS GmbH/Manuela Gritzer bzw. Einreicher*innen

Urheberrechte: Die Urheberrechte der Texte liegen bei den Autor*innen

Druck: Oberdruck GmbH



institute for
design education
austria



HELLA



VERBUND **Industrie 4.0**
OSTTIROL



LAND  KÄRNTEN
Kultur

VORWORT SEITE 5

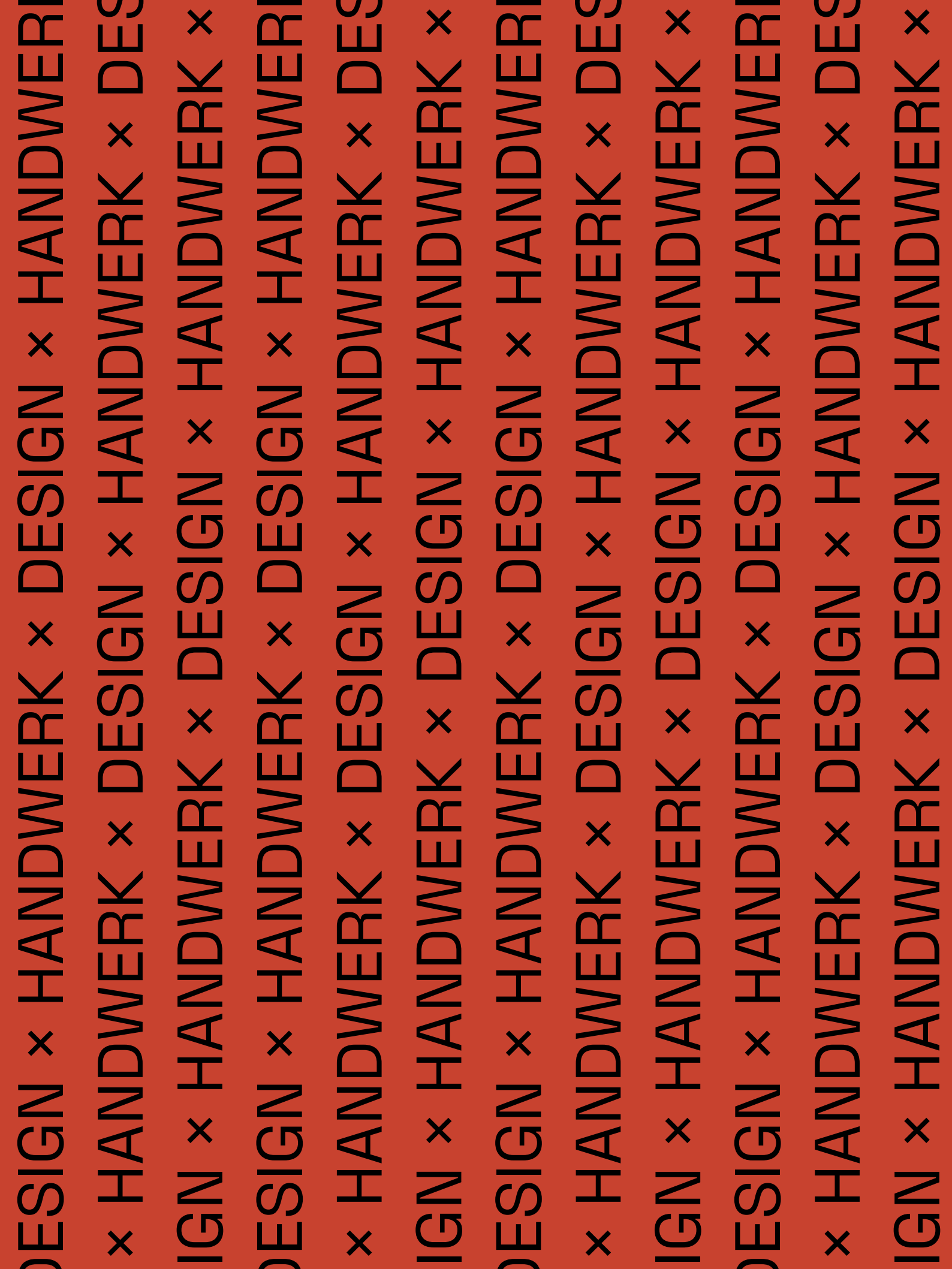
SEITE 6 WETTBEWERB

JURY SEITE 12

SEITE 14 EINREICHUNGEN &
AUSZEICHNUNGEN

FACHTAGUNG & SEITE 34
VORTRÄGE

→ PB-DESIGN-HANDWERK.AT



VORWORT

Die INNOS GmbH (Gesellschaft für Innovation und nachhaltige Entwicklung) und das Institute for Design Education Austria (idea) haben am 14. Juli 2023 zur zweiten Verleihung des Peter Bruckner Preises und zu einer öffentlichen Tagung geladen.

Als Initiatoren und Veranstalter des Peter Bruckner Preises freut es uns, dass es gelungen ist, die Ausschreibung, die vergangenes Jahr nur an Studierende des Studiengangs Design, Handwerk & materielle Kultur der New Design University gerichtet war, für ein breites Publikum zu öffnen.



Einreichen konnten heuer sowohl produzierende Betriebe, Forschungseinrichtungen, Designer*innen, Lehrlinge und Studierende. Gesucht wurden Projekte, die die Möglichkeiten neuer Produktionsmittel, am Beispiel des an der PHTL Lienz stationierten Metall 3D Druckers, aufzeigen sollten.

Was hat nun ein Schlossermeister wie Peter Bruckner aus Lienz mit 3D Metalldruck und Design zu tun? Er steht für uns dafür, wie Handwerker*innen und Gestalter*innen sich stetig neue Produktionsmittel aneignen, sobald sie technisch und ökonomisch verfügbar sind. Produzierende Gestalter wie er wissen beim Entwerfen, wie Dinge technisch umgesetzt werden können und zeigen, wie man Nischen besetzt, in denen man nachhaltig leben und arbeiten kann. Dieses Wissen ist für eine neue Generation von Handwerker*innen und Designer*innen, also produzierenden Gestalter*innen, essentiell. Der Peter Bruckner Preis hat sich daher zum Ziel gesetzt, diese Neugier und diesen Unternehmergeist zu fördern.

Unser Dank gilt allen Partnerinstitutionen des Projektes, die den nicht zu unterschätzenden Beitrag, den Design und Handwerk zu unserer materiellen Kultur liefern, erkennen und auch über die Landesgrenzen hinweg bereit sind, zur Entwicklung eines gemeinsamen Kultur- und Wirtschaftsraums beizutragen.

- Der Felbertauernstraße AG.
- Der Firma HELLA, die uns heuer zum zweiten Mal großzügig fördert.
- Der WKO Tirol, Bezirksstelle Lienz, für die finanzielle Unterstützung und die Möglichkeit, die Tagung in ihren Räumlichkeiten zu veranstalten.
- Dem Verein Industrie 4.0 Osttirol.
- Dem Land Tirol, Abteilung Wirtschaftsstandort, Digitalisierung und Wissenschaft.
- Der Kulturabteilung des Landes Kärnten.

Mag. Reinhard Lobenwein
Geschäftsführer INNOS GmbH

Univ.-Prof. Mag. Stefan Moritsch
institute for design education austria

2. PLATZ

BENJAMIN KRANER — PRINT A POT

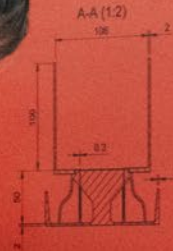
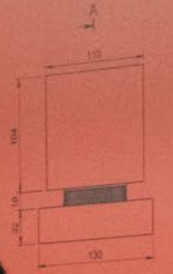
FOLLOW US!

#PBP23

PROJEKTbeschreibung

Seit jeher hat unsere natürliche Umwelt aus Design und Technologien. Ein Beispiel für diese sind Pflanzenstrukturen. Ein Beispiel für die Wasser- und Nährstoffe von den Wurzeln zu den Blättern einer Pflanze transportiert. Das kann aus winzigen Kanälen, die sich verzweigen, eine effiziente Flüssigkeitszufuhr ermöglicht. Es findet hauptsächlich durch zwei Mechanismen den transportieren Zug und die Wurzelkraft wird aber auch durch die Kapillarkraft unterstützt. Diese Strukturen können bei dem Design von 3D-gedruckten Objekten verwendet werden, um ähnliche Funktionen zu erzielen.

Das Hauptmerkmal dieses selbstgießenden Topfes ist der Untertopf, der speziell entwickelte Kanälchenstrukturen aufweist, die dem natürlichen Wachstum von Pflanzenwurzeln ähneln. Diese Kanäle dienen dem Transport des Wassers durch Kapillarität aus dem Wasserreservoir und ermöglichen den Pflanzen, genau die benötigte Menge Wasser aufzunehmen. Der Topf kann Wasser speichern und es je nach Bedarf der Pflanze allmählich freisetzen, um eine optimale Bewässerung zu gewährleisten.



3D-Modell des Topfes
A: 100 x 100 x 100
B: 100 x 100 x 100

→ PB-DESIGN-HANDWERK.AT

WKO

innos

Institute for
Design-orientated
Innovation

WKO

HELLA

LAND KÄRNTEN
Autark

WKO

WETTBEWERB

SEITEN 6 – 11

Beim offen
ausgeschriebenem
Peter Bruckner Preis
2023 wurden innovative
Produkte und Bauteile
für den 3D Metalldruck
gesucht.

Damit sollen die
Möglichkeiten des
3D Metalldrucks als
Produktionswerkzeug
thematisiert und neue
Impulse für den Einsatz
in Handwerk, Design und
Industrie 4.0 gegeben
werden.

DER PETER BRUCKNER PREIS 2023

Im Jahr 2022 wurde auf Initiative von Stefan Moritsch & Katharina Bruckner erstmals der „Peter Bruckner Preis“ ausgeschrieben und am 22. Juli 2022 im Rahmen einer öffentlichen Veranstaltung in Peter Bruckners Werkstatt in Lienz/Tristach verliehen. Die Initiatoren möchten mit diesem Impuls einen Beitrag zur Entwicklung zeitgemäßer, regionaler Wirtschafts-, Arbeits- und Lebensmodelle im Kontext von Gestaltung und Produktion leisten. Das äußerst positive Feedback von lokalen Interessenvertretern, Medien und der Bevölkerung auf das Pilotprojekt 2022 zeigte das große Potenzial dieser Initiative, die Themen Design, Handwerk und materielle Kultur sowie deren Bedeutung in der Region Osttirol/Oberkärnten und darüber hinaus zeitgemäß in die Öffentlichkeit zu bringen.

Das mittelfristige Ziel der Initiative ist es, mit dem „Peter Bruckner Preis“ jährlich stattfindende Veranstaltungen zu etablieren und somit einen nachhaltigen Impuls zur Positionierung der Region Osttirol/Oberkärnten als Innovationsstandort im Bereich Design, Handwerk und Produktion zu setzen. Der „Peter Bruckner Preis 2023“ wurde in Form einer öffentlichen Ausschreibung für Handwerkerinnen, Designerinnen und produzierende Unternehmen vom Institute for Design Education Austria und der INNOS GmbH in Kooperation mit lokalen Interessenvertretern, wie der Wirtschaftskammer (WKO) Bezirksstelle Osttirol sowie regionalen Gewerbe- und Industrieunternehmen durchgeführt.

Im Jahr 2023 lag der thematische Fokus auf Fragestellungen im Hinblick auf die innovative Verknüpfung von Design, Produktion und numerisch gesteuerten Fertigungsmethoden, konkret dem Metall-3D-Druck.



→ [PB-DESIGN-HANDWERK.AT](https://pb-design-handwerk.at)

EINLEITUNG

Nach wie vor stellen die Digitalisierung und der technische Wandel wichtige Zukunftsthemen für viele Lebens- und Wirtschaftsbereiche dar. Circa 53% der Beschäftigten in der Osttiroler Wirtschaft sind im produzierenden Bereich tätig, wo zukünftig immer mehr Arbeit automatisiert und computergesteuert erfolgen wird.

Deshalb unterstütze ich als Beiratsmitglied der INNOS GmbH und als Geschäftsführer der Felbertauernstraße AG Initiativen, die sich mit der digital unterstützten Herstellung von Metallbauteilen und der CNC-gesteuerten Produktion von Holzkonstruktionen beschäftigen.

Im Rahmen des Peter Bruckner Preises wurden neben der Preisverleihung in einer Fachtagung auch Vorträge zu den Themen: 3D Metalldruck, 3D Druck im Design, Architektur und Bauwesen sowie Strategien für den kreativen Umgang mit künstlicher Intelligenz gehalten.

Im Namen der INNOS GmbH möchte ich mich bei den Projektpartnern und Sponsoren der Veranstaltung: Prof. Stefan Moritsch und Katharina Bruckner, Land Tirol, Firma HELLA, Felbertauernstraße, Wirtschaftskammer Lienz, Land Kärnten und dem Verein Industrie 4.0 Osttirol herzlich bedanken.

Die inhaltliche Umsetzung erfolgte in Partnerschaft mit dem Institute for Design Education Austria und der Fachjury mit Alfred Haider, Anna Zimmermann, Lukas Jungmann und Stefan Moritsch, die für die Auswahl der Preisträger*innen verantwortlich waren. Die drei Siegerprojekte wurden in der PHTL Lienz in Verantwortung von Alfred Haider mit dem 3D-Drucker Metall gedruckt.

Mag. Karl Poppeller
INNOS Beiratsmitglied und
Vorstand der Felbertauernstraße AG



SIGN × HANDWERK × DESIGN × HA
DWERK × DESIGN × HANDWERK ×
HAN × GN × HANDWER
SIGN × DESIGN × HA
DW × HANDWERK ×
HAN × GN × HANDWER





Die Jurysitzung mit dem Techniker Alfred Haider, der Schweizer Designerin Anna Zimmermann, dem Osttiroler Designer Lukas Jungmann und Stefan Moritsch fand am 12. Juni in Lienz statt.



ALFRED HAIDER

LEHRENDER FÜR 3D METALLDRUCK
AN DER PHTL LIENZ

Alfred Haider ist ein ausgebildeter Fertigungstechniker im Bereich Formenbau und unterrichtet an der HTL Lienz. Zu seinen Aufgaben gehören fachpraktischer Unterricht sowie die theoretischen Fächer Fertigungstechnik und Konstruktionsübungen. Im Rahmen des fachpraktischen Unterrichts ist er für das CAM-Labor und die additive Fertigung (Metall 3D-Druck) verantwortlich. Neben seiner Lehrtätigkeit hat er auch einen Praxisbezug durch sein technisches Zeichenbüro, in dem er verschiedene Aufträge bearbeitet.

ANNA ZIMMERMANN

DESIGNERIN

Anna Zimmermann arbeitet in den Bereichen Objektdesign, Konzeptentwicklung und Art Direction.

Ihre Projekte sind vielseitig, von alltäglichen Inspirationen geprägt und befassen sich oft mit gesellschaftlichen Kontroversen. Ihr konzeptioneller Ansatz, ihre Faszination für Material und Farbe sowie ihre zeitgenössische Ästhetik nehmen einen besonderen Stellenwert in ihrer Arbeit ein.



LUKAS JUNGSMANN

DESIGNER & GESCHÄFTSFÜHRER
ABERJUNG GMBH



Lukas Jungmann ist zusammen mit Christoph Aschaber Gründer des Designunternehmens Aberjung mit Sitz in Dölsach. Aberjung arbeitet mit regionalen, aber auch großen internationalen Kunden zusammen und überzeugt mit Ideen, die sich abseits des Herkömmlichen bewegen. Mit seiner umfangreichen Erfahrung durch unzählige Projekte ist Lukas das Jurymitglied, das den Brückenschlag zwischen theoretischen Ansätzen und praktischer Umsetzung sehr gut beherrscht.

STEFAN MORITSCH

DESIGNER & STUDIENGANGLER
NEW DESIGN UNIVERSITY

Stefan Moritsch ist der Hauptgrund dafür, dass es den Peter Bruckner Preis überhaupt gibt. Gemeinsam mit Katharina Bruckner hat er den Preis im Jahr 2022 initiiert und ihn 2023 in Zusammenarbeit mit der INNOS GmbH weiterentwickelt. Stefan ist Studiengangsleiter des Bachelorstudiengangs „Design, Handwerk & materielle Kultur“ an der New Design University St. Pölten und beschäftigt sich mit der Frage, wie sich Handwerk, Design und Produktion im postindustriellen Zeitalter verändern.



PETER BRUCKNER PREIS

SIEGERPROJEKTE

PBP

1. PLATZ

PHILIPP KRAUSER

MULTIFUNKTIONSTOOL

FOLLOW US

#PBP23



WKO
WIRTSCHAFTSKAMMER
KÄRNTEN

innos

institute for
design education
austria

**LAND
TIROL**

HELLA

LAND **KÄRNTEN**
Kultur

**Land
SÄK**

Industrie 4.0
OSTTIROL

EINREICHUNGEN & AUSZEICHNUNGEN

SEITEN 14 – 33

Bei der Bewertung der Einreichungen wurden neben dem innovativen Einsatz von Material und Technologie auch die Funktion und der Gebrauchswert, die Originalität des Entwurfs, die ästhetische Qualität sowie die Nachhaltigkeit hinsichtlich Langlebigkeit, Kreislauffähigkeit und Ressourcenschonung besonders berücksichtigt. Darüber hinaus spielten die materialgerechte Gestaltung und die Umsetzbarkeit im selektiven Laserschmelzverfahren eine wichtige Rolle.

EINREICHUNGEN ZUM PETER BRUCKNER PREIS 2023

Aus den insgesamt 24 internationalen Einreichungen wurden ein erster Preis und zwei zweite Preise verliehen. Der Hauptpreisträger erhielt € 1.500,00, während die beiden zweiten Preisträger jeweils € 750,00 erhielten. Alle drei Hauptpreise wurden unter der technischen Leitung von Alfred Haider gedruckt, und die Einreicher erhielten zusätzlich zu ihren Preisgeldern jeweils ein gedrucktes Exemplar ihres Projektes. Die Anerkennungspreisträger wurden zur Preisverleihung und Fachtagung am 14. Juli nach Linz eingeladen.



„Der Peter-Bruckner-Preis verbindet innovatives Design und handwerkliche Kompetenz. Auch bei den Produkten von HELLA spielt neben der Funktionalität das Design eine bedeutende Rolle. Daher ist es uns ein großes Anliegen, junge Designtalente und Design im Allgemeinen zu fördern“, erklärte Andreas Kraler.

EINREICHER*IN	PROJEKT	
Baltacis Melanie	Raumlicht / Lichtraum	
Eltner Erik	Tri-Mesh	☆ → S. 26
Handl-Weber Johannes	5-fach Verteiler	
Handl-Weber Johannes	Kaffeekapsel	
Hellerer Marco	Verbindungselement für Stühle	
Hildebrand Simon	Bauteil zur Luftkühlung	
Hübscher Nicole	Peters Key	★ → S. 20
IDM Energiesysteme GmbH, Bacher Christoph / Gander Arik	Spritzsauger	
Köhrer Christoph	Node Modeled Handlebar	
Kraner Benjamin	Print-a-Pot	★ → S. 22
Krauser Philipp	Hulkey-Tool	★ → S. 18
Mariacher Simon	Multifunktions-Helixskulptur	
MG Metalltechnik GmbH, Gwiggner Andreas	Ersatzteil Fliegermotor	
MICADO SMART Engineering GmbH, Meindl Edwin	becoming	☆ → S. 28
MICADO SMART Engineering GmbH, Rath Markus	Aushärtewerkzeug	
Niederholzer Tobias	Die Fusion	
Pichler Elias	Relevé	
Postlmayr Peter	Water_Grip	
Rejta Erik	portapeso	
Studio byware, Rößler Benjamin / Wohlfarth Fabian	Gürtelschnalle	☆ → S. 29
Studio M², Mosgieler/ Selcuk-Mayer	Sintem	☆ → S. 30
Szasz Laszlo	Rubik's Cube	
TROST GmbH, Presslaber Dominik	Werbeträger	
Universität Innsbruck	Antennen	☆ → S. 31

→ [PB-DESIGN-HANDWERK.AT](https://pb-design-handwerk.at)

JURY BEGRÜNDUNG

Hulkey-Tool beeindruckte die Jury durch seine Originalität, Funktionalität und durchdachte Ausarbeitung. Dieses Werkstück ist optimal für die Herstellung im 3D-Metall-Druck geeignet. Neben dem technischen Anspruch überzeugte das Projekt die Jury auch durch seine funktionale Ästhetik.

PROJEKT

HULKEY-TOOL

EINREICHER

PHILIPP KRAUSER

PROJEKTbeschreibung

Das Hulkey-Tool ist ein Multifunktions-Schraubwerkzeug. Der Name „Hulkey“ leitet sich von den englischen Wörtern „hull“ (Hülle/Hülse) und „key“ (Schlüssel) ab und könnte frei als „Hülenschlüssel“ übersetzt werden. In seiner aktuellen Konfiguration, bestehend aus vier Hülsen, verfügt das Werkzeug über 28 Funktionen, darunter Innensechskant, Außensechskant, Speichenspanner, Bit- und Steckschlüsselantrieb. Durch die Kombination mit den entsprechenden Bits und Steckschlüsseln kann der Funktionsumfang auf alle gängigen Schraubenkopfantriebe erweitert werden. Eine Veränderung der Geometrie und eine erhöhte Anzahl an Hülsen könnten das Funktionsspektrum weiter vergrößern.

Das geringe Gewicht von etwa 30 g und die handlichen Abmessungen (Länge = 65 mm, Durchmesser = 13 mm) ermöglichen es, das Werkzeug bequem am Schlüsselbund mitzuführen und somit stets griffbereit zu haben. Die Form des Werkzeugs vereint minimalen Materialeinsatz mit maximaler Stabilität und erfüllt gleichzeitig die Anforderungen für die Herstellung mittels Metall-3D-Druck.

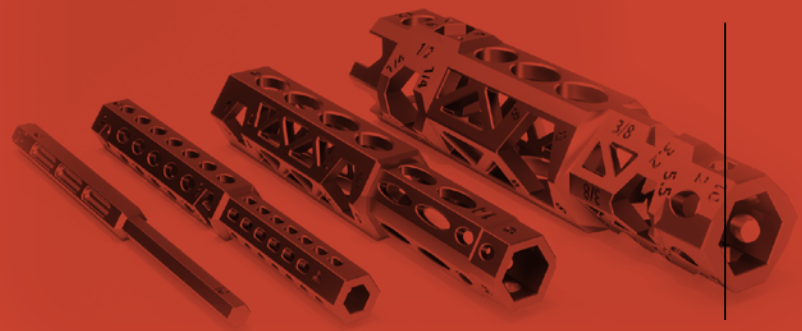
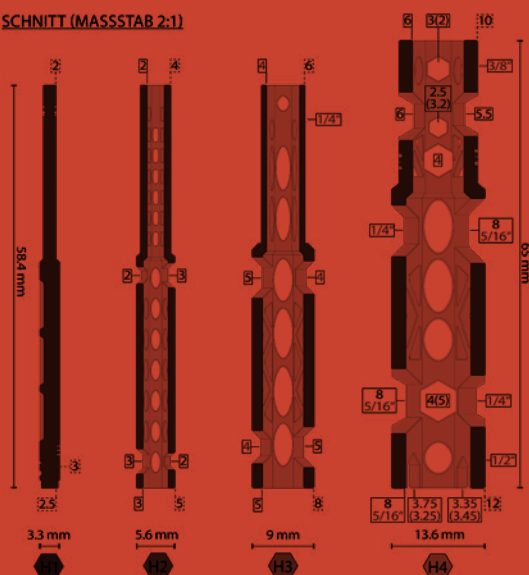
VOLUMEN: 4,1 cm³

GEWICHT: ca. 30 g

MATERIAL: Edelstahl 1.4404

ABMESSUNGEN: ca. 13 mm x 13 mm x 65 mm

SNITT (MASSSTAB 2:1)



AUSZEICHNUNGEN

JURY BEGRÜNDUNG

Peters Key überzeugte die Jury unter den eingereichten Schmuckentwürfen am meisten. Er ist konstruktiv optimal auf den 3D-Metall-Druck abgestimmt und veranschaulicht beispielhaft die Potenziale dieses Produktionswerkzeugs zur Herstellung von Kleinserien. Diese können sowohl automatisiert hergestellt als auch manuell verfeinert werden.

PROJEKT

PETERS KEY

EINREICHERIN

DI NICOLE HÜBSCHER

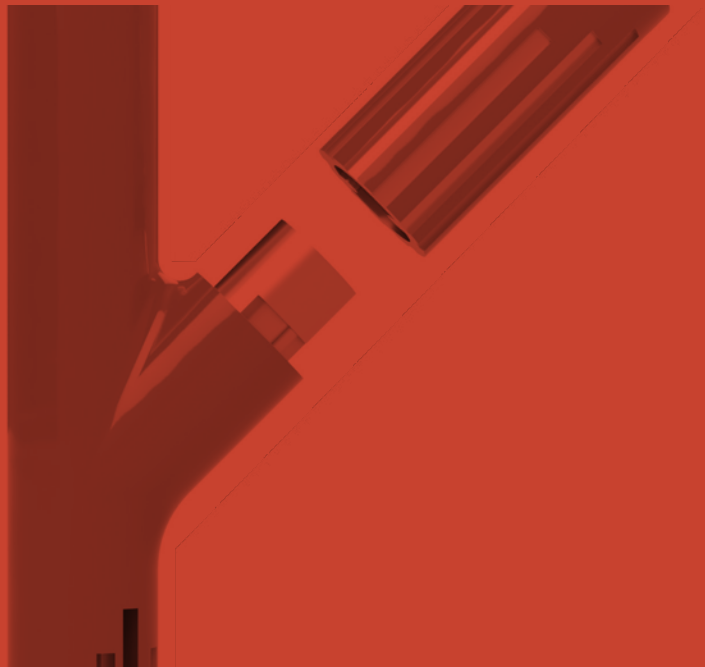
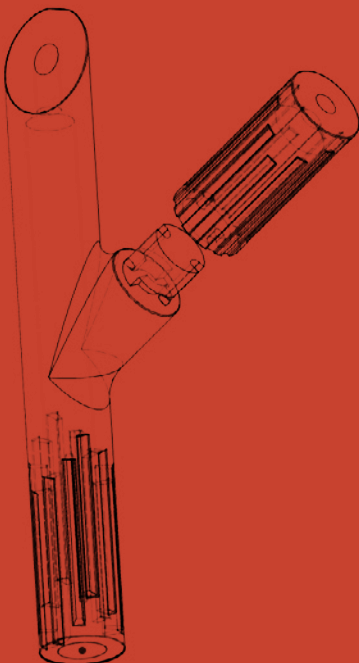
PROJEKTbeschreibung

Schlösser wurden bereits 3000 vor Christus hergestellt. Die manuelle Herstellung eines Schlosses erforderte nicht nur Kunstfertigkeit, sondern oft wurden wahre Schmuckstücke je nach Anwendungsgebiet geschaffen. „Peters Key“ ist eine Schmuck-Schließe und besteht aus zwei Teilen. Ein Teil besitzt einen Längsschlitz, an dessen Ende rechtwinklig ein kurzer Querschlitz ansetzt. Dieser wird in das andere Teil gesteckt, das einen Knopf hat, der in den Querschlitz eingeführt wird und so die feste Verbindung herstellt. Auf diese Weise entsteht eine Art verdeckter Schließmechanismus, der auf dem Prinzip des Bajonettverschlusses basiert.

Die Fertigkeit, mit den Händen etwas zu schaffen, kann oft nur schwer oder aufwändig von Maschinen imitiert oder erreicht werden. Bei „Peters Key“ kann die filigrane und teilweise hinterschnittene Geometrie für eine unkomplizierte Realisierung als Produkt in Kleinserienfertigung nur durch die Möglichkeiten des modernen 3D-Metall-Drucks erreicht werden.

MATERIAL: Edelstahl 1.4404 X2CrNiMo17-12-2, pulverbeschichtet
(um den direkten Hautkontakt mit Nickel zu vermeiden)

VERFAHREN: SLM (Selektives Laser Melting) Lasertec 30 SLM DMG Mori



JURY BEGRÜNDUNG

Bei der Prämierung von Print-a-Pot war entscheidend, dass der Entwurf die Möglichkeiten des 3D-Metall-Drucks nutzt und konstruktiv umsetzt. Die Originalität der Anwendung und die Verwendung „bionischer“ Prinzipien im Entwurf waren weitere Aspekte, die bei der Juryentscheidung berücksichtigt wurden.

PROJEKT

PRINT-A-POT

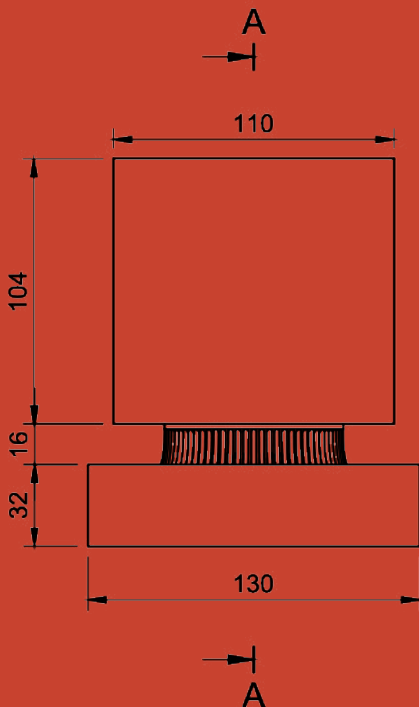
EINREICHER

BENJAMIN KRANER

PROJEKTBESCHREIBUNG

Seit jeher hatte unsere natürliche Umwelt einen Einfluss auf Design und Technologien. Ein Beispiel für die Inspiration aus Pflanzenstrukturen ist das Prinzip des Xylems, das Wasser und Nährstoffe von den Wurzeln bis zu den Blättern einer Pflanze transportiert. Das Xylem besteht aus winzigen Kanälen, die sich verzweigen und eine effiziente Flüssigkeitszufuhr ermöglichen. Dieser Transport findet hauptsächlich durch zwei Mechanismen statt: den transpiratorischen Zug und die Wurzeldrucktheorie, wird aber auch durch die Kapillarität unterstützt. Diese Strukturen können bei dem Design von 3D-gedruckten Objekten verwendet werden, um ähnliche Funktionen zu erzielen.

Das Hauptmerkmal dieses selbstgießenden Topfes ist der Untertopf, der speziell entwickelte Kanalstrukturen aufweist, die dem natürlichen Wachstum von Pflanzenwurzeln ähneln. Diese Kanäle dienen dem Transport des Wassers durch Kapillarität aus dem Wasserreservoir und ermöglichen den Pflanzen, genau die benötigte Menge Wasser aufzunehmen. Der Topf kann Wasser speichern und es je nach Bedarf der Pflanze allmählich abgeben, um eine optimale Bewässerung zu gewährleisten.



DESIGN × HANDWERK × DESIGN × HA
DWERK × DESIGN × HANDWERK ×
HANDWERK × DESIGN × HANDWERK
SIGN × HANDWERK × DESIGN × HA
DWERK × DESIGN × HANDWERK ×
HANDWERK × DESIGN × HANDWERK





ANERKENNUNGSPREISE

Anhand der Einreichungen und der prämierten Projekte zeigen sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Von Schmuck über Materialentwicklung, Produktdesign, technischen Bauteilen bis hin zu Satellitenantennen. Die Evaluierung der Einreichungen machte deutlich, dass für den richtigen Einsatz neuer Technologien in Design, Handwerk und Produktion fundiertes technisches und konstruktives Wissen über das konkrete Verfahren, im Fall des PBP 2023, des selektiven Laserschmelzens, erforderlich ist.

PROJEKT

TRI-MESH

EINREICHER

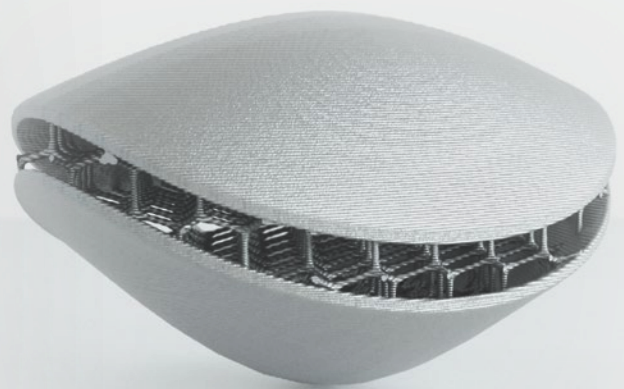
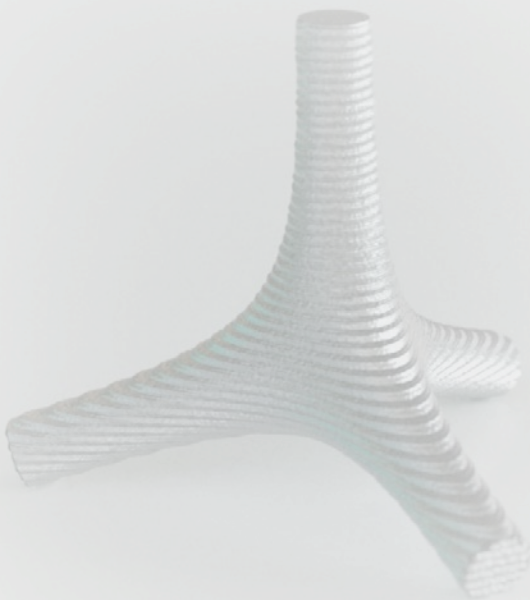
ERIK ELTNER

PROJEKTbeschreibung

Diese Einreichung befasst sich speziell mit der Fertigungsweise des Selektiven Laser Sinterns. Das Objekt kann nur mit diesem Verfahren hergestellt werden. Damit zeigt der Einreicher, was das Verfahren leisten kann und wo seine Stärken liegen. Der Entwurf ist eine schalenähnliche Konstruktion, die im Inneren eine eigens dafür entwickelte Struktur aufweist. Diese Struktur besteht aus Elementen, die die gleiche Anordnung wie das Elementargitter von Diamanten haben. Im Gegensatz zu anderen vergleichbaren Gitterkonstruktionen benötigt dieses Gitter deutlich weniger Material, bietet jedoch theoretisch eine sehr hohe Festigkeit. Durch die Leichtigkeit der Konstruktion zeigt der Einreicher potenzielle Anwendungsgebiete für SLS auf, wie in der Nautik oder Luftfahrttechnik. Zusammenfassend wurde die Möglichkeiten des selektiven Laser-Sinterns in den Vordergrund gestellt.

MATERIAL: Aluminium

ABMESSUNGEN: 167,0 x 250,0 x 142,0 mm



PROJEKT

BECOMING

EINREICHER

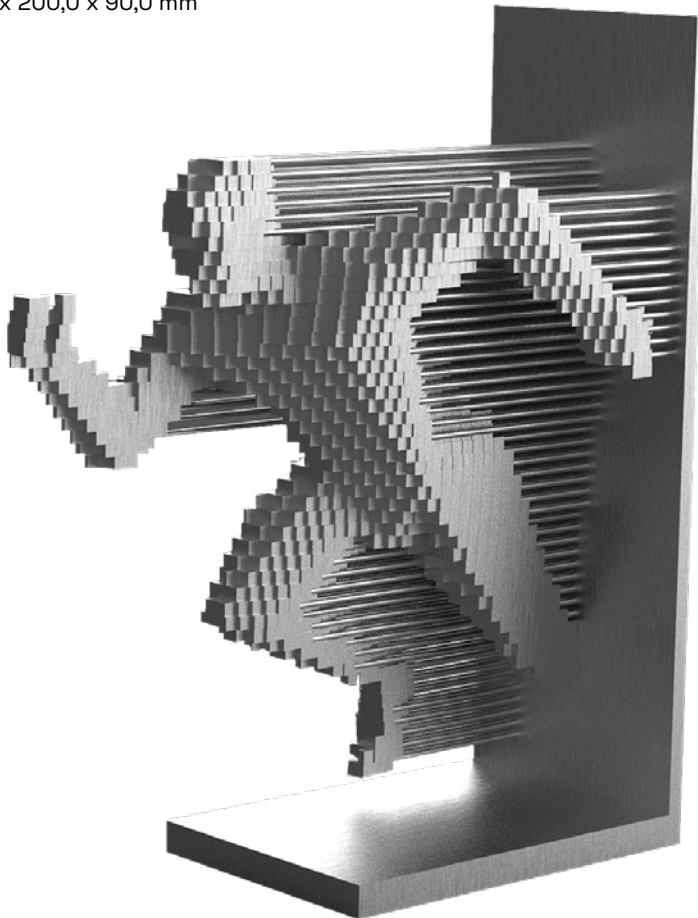
EDWIN MEINDL

PROJEKTbeschreibung

Der Entwurf zeigt, was geschehen kann, wenn nur eine Dimension hinzugefügt wird. Auf starren Ebenen entwickeln sich dynamische, vorwärtsdrängende Kräfte. Gleiches gilt für unser Genie: Mit der Bereitschaft, unserem Geist Raum zu geben, entfesseln wir unsere schöpferische Potenz in vielen Dimensionen. Die Figur zeigt die Möglichkeit, aus der Zweidimensionalität (L-Sockel) auszubrechen und dynamisch Raum einzunehmen. Die für den Metall-3D-Druck notwendige und im Objekt bewusst belassene Stützstruktur steht symbolisch für die Widerstände, auf die neue Technologien stoßen können. Die Einreichung verdeutlicht auch die Möglichkeiten digitaler Anwendungen in der Kunst.

MATERIAL: Edelstahl

ABMESSUNGEN: 250,0 x 200,0 x 90,0 mm



PROJEKT

GÜRTELSCHNALLE

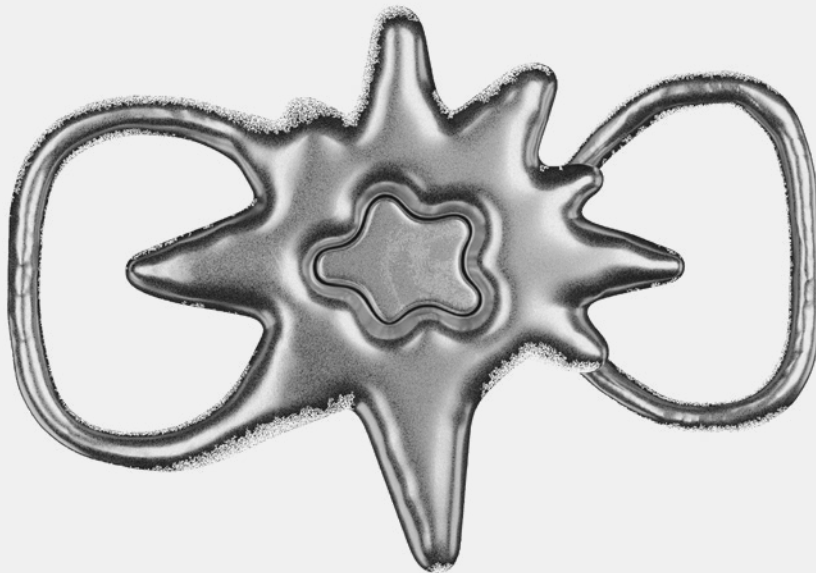
EINREICHER

STUDIO BYWARE

PROJEKTbeschreibung

Im Rahmen der Winterkollektion AW23/24 der Wiener Modebrand „Christina Seewald“ wurde das Studio beauftragt, eine Gürtelschnalle zu entwerfen. Die formale Gestaltung basiert auf umfangreichen Recherchen zu Schneeflocken und Edelweiß. Zur Konstruktion des Objekts wurden digitale 3D-Gestaltungswerkzeuge verwendet, die eine präzise Arbeit ermöglichen. Aufgrund eines begrenzten Budgets wurde Metallguss für die Herstellung verwendet. Dieses Herstellungsverfahren umfasst mehrere Arbeitsschritte, von der Erstellung einer positiven Form aus UV-Harz über die Modellierung einer negativen Form bis hin zum Guss aus Metall, wodurch eine gewisse Präzision verloren geht.

Die Wahl des 3D-Metall-Drucks als Produktionswerkzeug für die Schnalle wäre daher eine optimale Lösung, da auf diese Weise die spezielle Form präzise umgesetzt werden könnte. Dadurch könnten auch die gewünschten mechanischen und ästhetischen Aspekte gut erreicht werden. Durch komplexe, verschachtelte und freiförmige Körper kann das Potenzial dieser Technologie am besten genutzt werden, um die Grenzen traditioneller Produktionsverfahren zu erweitern und innovative Designkonzepte zu verwirklichen.



PROJEKT

SINTEM

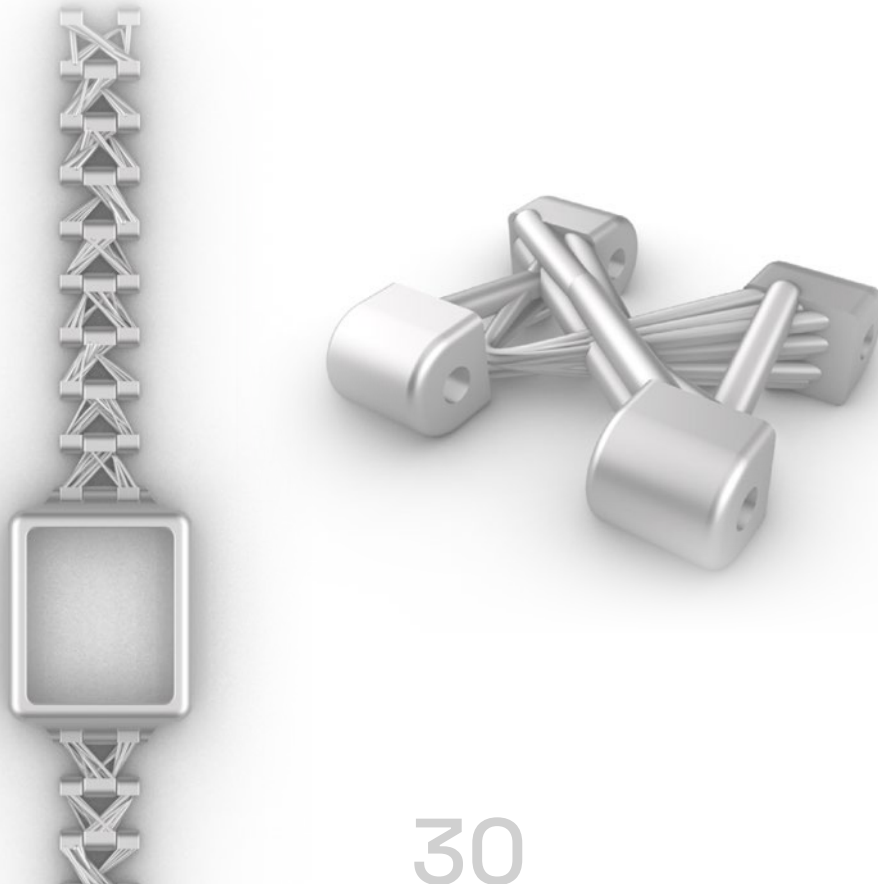
EINREICHER

STUDIO M²

PROJEKTbeschreibung

Dieses Projekt setzt sich konzeptionell mit dem Thema Metall-3D-Druck und seinen Einsatzmöglichkeiten im Schmuck- und Uhrendesign auseinander. Ziel war es, ein innovatives und ansprechendes Design zu entwickeln, das die Vorteile des 3D-Drucks voll ausschöpft. Die Verbindung der einzelnen Glieder des Uhrbandes wurde individuell gestaltet und variiert bei jedem Stück. Durch den Einsatz von Voronoi-Diagrammen können die Schnittflächen präzise definiert werden, wodurch einzigartige Muster und Formen entstehen.

Der Sinterdruck ermöglichte es, jedes Teil des Uhrbandes und Gehäuses genau nach bestimmten Vorstellungen zu gestalten. Dadurch wird ein zeitloses, elegantes und gleichzeitig sportliches Design verwirklicht, das sowohl im Alltag als auch zu besonderen Anlässen getragen werden kann. Darüber hinaus ist das Produkt aus Edelstahl einfach reparierbar. Die Technologie gewährleistet Stabilität und gleichzeitig enorme Materialeinsparungen. Das Projekt zeigt, wie der Metall-3D-Druck das Schmuck- und Uhrendesign revolutionieren kann, indem er Ästhetik, Funktionalität und Nachhaltigkeit auf einzigartige Weise vereint.



PROJEKT

ANTENNEN

EINREICHER

UNIVERSITÄT INNSBRUCK

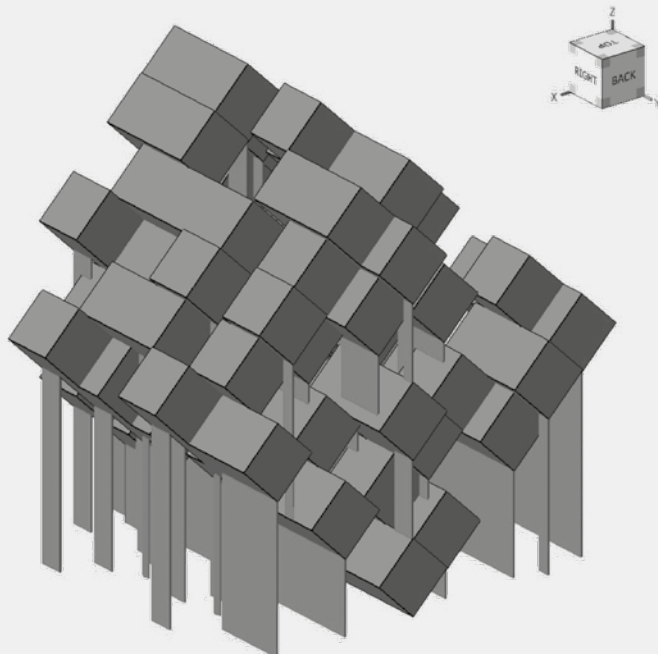
PROJEKTbeschreibung

Antennen spielen eine zentrale Rolle in der drahtlosen Kommunikation und dienen der Übertragung von Signalen für Rundfunk, Telefonie und Daten. In Raumfahrtanwendungen sind Antennen mit höchsten Anforderungen an Zuverlässigkeit, Gewicht und Effizienz unverzichtbar. Ein Problem besteht darin, dass oft Frequenzen im Megahertz-Bereich benötigt werden, was zu Antennenlängen von mehreren Metern führt. Um den Transport zu erleichtern, werden Mechanismen verwendet, die es ermöglichen, die Antenne erst im Weltraum vollständig auszuklappen. Allerdings führte gerade ein solcher Mechanismus kürzlich bei der ESA-Sonde Juice zu Problemen.

Unser Ansatz für die Entwicklung von Antennen basiert auf generativen Algorithmen und ermöglicht die autonome Generierung neuartiger dreidimensionaler Antennen, die mittels LPBF (Laserschmelzen von Pulvermaterial) hergestellt werden können. Diese Antennen weisen eine hohe Effizienz bei gleichzeitig kompaktem Volumen auf, wodurch keine Klappmechanismen verwendet werden müssen. Mit dem Preis soll die Fertigung einer 3D-Antenne für Raumfahrtzwecke mittels additiver Fertigung ermöglicht werden, die auf konventionelle Weise nicht hergestellt werden könnte.

MATERIAL: Al-Legierung AlSi10Mg

ABMESSUNGEN: 187,7 × 239,59 × 229,81 mm



SIGN × HANDWERK × DESIGN × HA
DWERK × DESIGN × HANDWERK ×
HAN × GN × HANDWER
SIGN × DESIGN × HA
DW × HANDWERK ×
HAN × GN × HANDWER





LAND  KÄRNTEN
Kultur



VEREIN Industrie 4.0
OSTTIROL

innos
www.innos.at



FACHTAGUNG & VORTRÄGE

SEITEN 34 – 53

Begleitend zum Wettbewerb fand am 14. Juli 2023 eine öffentliche Vortragsreihe statt, die sich insbesondere an Handwerkerinnen, Designerinnen, produzierende Unternehmen und die interessierte Öffentlichkeit der Region richtete. Dabei wurden sowohl die technischen als auch die gestalterischen Möglichkeiten des 3D-Drucks als Produktionsmittel thematisiert. Es wurde auch generell die Frage gestellt, welches Innovationspotenzial numerisch gesteuerte Entwurfswerkzeuge wie beispielsweise Künstliche Intelligenz für Gestaltung und Produktion in Handwerk und Design haben können.



DIPL.-ING. GEORG GRASSER, INCREMENTAL3D / UNIVERSITÄT INNSBRUCK

3D-DRUCK IN DESIGN, ARCHITEKTUR UND BAUWESEN

WELCHES POTENTIAL HAT DAS 3D-DRUCK-VERFAHREN?

3D-Druck ist derzeit in aller Munde und zahlreiche Prognosen sagen der Branche ein hohes Wachstum voraus. Als vielversprechende Vorteile gelten für die additive Fertigungstechnik der zukünftig eingeschränkte Zugang zu Ressourcen, die limitierten Lagermöglichkeiten, eine lokalere Herstellung, sowie dass mit dem gleichen System unterschiedlichste Objekte in kleiner Stückzahl realisiert werden können.

Seit dem Start dieser Entwicklungen haben zahlreiche Verfahren sowie Materiallösungen für die additive Fertigung den Weg auf den öffentlichen Markt gefunden. Verschiedenste Materialien können verarbeitet werden und finden in Bereichen wie Medizin oder der Luftfahrt- und Automobilbranche auch schon für die Fertigung diverser Bauteile Einsatz.

Ein verbreitetes 3D-Druck-Verfahren ist das FDM (Fused-Deposition-Modelling), bei welchem Schicht für Schicht dünne Bahnen übereinander gelegt werden und somit schlussendlich ein räumliches Objekt entsteht. Für die digitale Vorbereitung gibt es inzwischen zahlreiche Softwarepakete, die automatisierte Optimierung erlauben.

3D-gedruckte Bauteile unterscheiden sich in den Geometrien entscheidend von herkömmlich gefertigten Bauteilen. Idealerweise sind die gedruckten Objekte im Kontext des Herstellungsverfahrens unter performativen Aspekten, wie zum Beispiel dem Materialverbrauch oder statischen Anforderungen, entwickelt.

LARGE SCALE - 3D-DRUCK IM GROSSEN MASSSTAB

Auch im Bauwesen kann die Freiheit in der Formentwicklung durch digitalisierte Prozesse eine individualisierte, kostengünstige und insbesondere eine nachhaltige Produktion ermöglichen.

3D-Druck für das Bauwesen weicht jedoch stark von anderen, in der Industrie etablierten, additiven Verfahren ab. Neben den komplexen Materialeigenschaften von Beton oder Lehm spielen vor allem die Größenverhältnisse und das dadurch resultierenden Gewicht eine enorme Rolle.

Am Beispiel von „Häusern aus dem 3D-Drucker“ lässt sich grundsätzlich in Vorortproduktion und Fertigteilproduktion unterscheiden. Dies spiegelt sich sowohl hinsichtlich der Drucksysteme als auch in den Anforderungen des Materials wider. Bei einer Vorortproduktion wird meist ein 3-Achsen-Portalsystem verwendet und der mögliche Bauraum wird somit durch die Dimension des Maschinensystems bestimmt. Nach dessen Aufbau auf der Baustelle werden dann tatsächlich die Grundrisse des Gebäudes Schicht für Schicht aufgebaut. Jede einzelne Druckbahn ist meist entsprechend lang und kann daher mit einem langsam erhärtenden, steiferen Material umgesetzt werden.

Beim Ansatz der Fertigteilproduktion werden meistens Industrieroboter verwendet, welche zwar einen beschränkten Bauraum bieten, gleichzeitig aber sehr flexibel und präzise sind. In der Regel verfügt ein Industrieroboter über sechs Freiheitsgrade (=Achsen) und kann deshalb nicht nur vertikal von oben Material extrudieren, sondern auch in schiefen Ebenen arbeiten. Die Präzision erlaubt das Arbeiten mit geringeren Schichthöhen und -breiten und kann so eine gleichmäßige Oberfläche sowie formtreue Bauteile gewährleisten. Durch den kleineren Bauraum wird hier oft mit Materialien bestehend aus zwei Komponenten gearbeitet, was bedeutet, dass mit einem Aktivator die Erhärtung beschleunigt werden kann.

FÜR ANWENDUNGEN IST INTERDISZIPLINÄRE ZUSAMMENARBEIT NOTIG

Für eine rasche Etablierung des 3D-Drucks im Design, Architektur und Bauwesen ist die Zusammenarbeit von Industrie und Forschungseinrichtungen nötig. So hat beispielsweise seit 2015 in Österreich der Baustoffhersteller Baumat Kooperationen mit der Universität Innsbruck und der TU Graz. Die Universitäten hatten dabei bereits einiges an Vorerfahrung, sowohl auf dem Gebiet der digitalen Fertigung mit Industrierobotern, als auch im Bereich von parametrischer Entwurfsplanung gesammelt. Als Ergebnis dieser Forschung und dem Ausblick auf wirtschaftliches Potential des 3D-Beton-drucks wurde daher 2017 das Spin-off incremental3D gegründet. Hierbei sollten die Grundlagen mit Fokus auf Design und Gestaltung im Produktdesign erprobt, die erlernten Fähigkeiten sukzessive weiterentwickelt und in den Hochbau übergeführt werden.

Auf den Bereich von großen 3D-Drucken aus (Bio-) Kunststoffen hat sich die Abteilung Hochbau am Institut für experimentelle Architektur an der Universität Innsbruck spezialisiert. Dabei ist die gestalterische Auseinandersetzung meist eng mit den Möglichkeiten der Herstellungstechnik verbunden. Speziell die große Bandbreite an verfügbaren Werkstoffen beansprucht Zeit für Adaptierungen des Drucksystems, gleichzeitig werden aber auch Diskussionen zu Lebenszyklus, Wiederverwertung und Materialzusammensetzung angestoßen. Der Einsatz des 3D-Drucks in der Architektur hängt neben den funktionalen Möglichkeiten stark von Kosten und Normierung ab.



Abbildung 1: Säule aus PetG, Universität Innsbruck, 2021.
Foto © Universität Innsbruck

Bei Designobjekten wird vor allem auf die Zusammenarbeit mit Künstler*innen und Designer*innen gesetzt. Es wird dabei oft ein spezielles Thema, wie zum Beispiel die Möglichkeiten der Farbgestaltung an Versuchen und Prototypen untersucht und in Kleinserien umgesetzt. Neben der Herausforderung der Umsetzung von ersten Ideenskizzen in ein 3D-druckbares Objekt kommt hier dem lokalen Durchfärben des Betons während des Druckprozesses eine besondere Bedeutung zu. Die mathematisch definierte und somit kontrollierte Zu- und Abnahme der Farbtintensität spiegelt sich in der Eleganz und Harmonie der produzierten Objekte wider. Ein entscheidender Faktor für die Umsetzung war die zu diesem Zeitpunkt bereits weit fortgeschrittene Material- und Druckprozesstechnik. Eine ideale Konsistenz

des 2-komponentigen auf Weißzement basierenden Materials war für die geometrisch komplexen Objekte entscheidend.



Abbildung 2: Gradient Furniture Series 2021, in Kooperation mit Designer Philipp Aduatz. Foto © Paris Tsitsos.

Welche Herausforderungen und Möglichkeiten ein größeres Bauwerk mit der 3D-Betondrucktechnik hat, wurden im Jahr 2019 im Rahmen der Errichtung eines temporären Pavillons zum 350-jährigen Jubiläum der Universität Innsbruck aufgezeigt.

In Sachen Tragwerkstechnik wurden unbürokratische Lösungsansätze entwickelt und jedes der 47 Betonelemente des Pavillons wurde als für sich unabhängiges Tragwerk entworfen und individuell analysiert. Die Teilbewehrung aus Stahl und innovativer Carbonfaserverstärkung wurde für die zusätzlich statisch notwendige Sicherheit sowie einen effizienten durchgängigen Druckprozess in Betracht gezogen und sehr sparsam an ausgewählten Elementen während des Drucks mitgearbeitet.

Das zu diesem Zeitpunkt verwendete Material wies eine mittlere Druckfestigkeit von 55 MPa und eine Zugfestigkeit von 10 MPa auf. Die Rohdichte lag bei 1.990 kg/m³, das Größtkorn bei 2.0 mm und das benutzte Drucksystem hatte eine Arbeitsleistung von bis zu 600 kg/Stunde. →

Ein ebenso wichtiger Punkt für die Herstellung war die Programmierung eines 6-Achs-Industrieroboters, da zum Erzielen der vorgegebenen Geometrie die Druckbahnen variable Höhen aufweisen mussten und der Druckkopf sich kontinuierlich an die Druckebene anpassen musste.



Abbildung 3: Pavillon zum 350 Jahre Jubiläum der Universität Innsbruck, 2019. Foto © Rupert Asanger



Abbildung 4: Jedes Bauteil wurde dem Lastfall entsprechend optimiert. Foto © Universität Innsbruck.

Dass 3D-Druck im Bauwesen Fuß fassen kann, zeigt das Projekt Striatus, das im Rahmen einer Kollaboration mit Zaha Hadid Architects, der ETH Zürich sowie dem Materialhersteller Holcim entstanden ist. Ziel war es aufzuzeigen, welche Fähigkeiten die Verbindung von unbewehrtem Beton mit digitalem Design erlaubt.

Hierfür entscheidend war, dass alle Betonelemente rein auf Druck und Schwerkraft beansprucht sind, frei nach dem Prinzip wie es seit Jahrhunderten in gemauerten Gewölbestructuren im Bauwesen zu finden ist.

Die freistehende, 15 Meter überspannende Fußgängerbrücke, die aus 53 unbewehrten Hohlkörpern besteht, konnte ohne Mörtel zusammengebaut/gefügt werden. Mit einer Gesamtdruckzeit von 84 Stunden wurde ein Zusammenbau inklusive Fundamentierung und Holzbelag in nur 35 Tagen erreicht.

Obwohl dieses Projekt mit dem Baustoff Beton umgesetzt wurde, wird aktuell an der Möglichkeit von rezyklierten und emissionsarmen Betonen gearbeitet. Schon in der Entwicklung der Geometrie wurde minimaler Materialeinsatz für eine maximale Kraftableitung eingebettet. Im Vergleich zu einer konventionellen Herstellungsvariante aus Beton wurde daher nur ein Bruchteil der üblichen Materialmenge benötigt.

Jedoch sollte an dieser Stelle erwähnt werden, dass Sonderformen, die mit 3D-Betondruck einfach herstellbar sind, oft in Logistik und Montage aufwändig sein können.

AUSBLICK

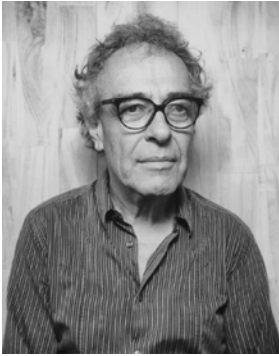
Die Verknüpfung fortschrittlicher Technologien vom integrierten digitalen Design und Engineering bis hin zur robotischen Fertigung erlaubt eine flüssige Interaktion unterschiedlichster Disziplinen. Sowohl das allgemeine Interesse als auch die Bandbreite der Projekte zeigt, dass es einen Markt für den 3D-Druck im großen Maßstab gibt und Planer und Bauherren sich dieser Möglichkeit bedienen wollen. Im Bereich der Gestaltung und bewussteren Materialeinsatz liegt jedoch noch viel Potential. Wie schnell sich diese Innovation in der Bauwirtschaft und anderen Industriebereichen durchsetzen kann, bleibt abzuwarten.

WEITERE INFORMATIONEN:

www.incremental3d.eu
www.exparch.at/rexlab
www.striatusbridge.com
www.philippaduat.com



Abbildung 5: Striatum Brücke, Venedig, 2021. Foto © naaro



PROF. MISCHA SCHAUB, VIRTUAL VALLEY

STRATEGIEN FÜR DEN KREATIVEN UMGANG MIT KI



virtual valley
Research Society for Draft Design
 Forschungsgesellschaft für Entwurfsgestaltung
 Société de recherche pour la conception du design

Ich habe vor ungefähr acht Monaten angefangen mit KI zu arbeiten und ich möchte Ihnen von meiner Achterbahnfahrt durch diese neue Szene berichten. Ich habe 50 Jahre im Digitalbereich gearbeitet. Es dauerte immer etwa drei Jahre und schon musste man wieder einen neuen Laptop kaufen. Im neuen Arbeitsfeld der KI ist der Generationenwechsel 60 Tage und das ist einfach zu rasch. Glücklicherweise muss man die Hardware nicht so rasch austauschen, bloß seine Denkansätze, Potenziale, Strategien und Bedrohungen.

Ich habe die ersten vier Monate meiner Auseinandersetzung mit KI mit kommerziellen Werkzeugen gearbeitet. Sie kennen wohl bereits MidJourney, Dally und solche Werkzeugen, mit denen man Bildchen machen kann. Ich habe gemerkt, das ist der falsche Weg. Jetzt geht es darum, dass man eigene Werkzeuge, eigene Ansätze mit dieser Technologie sucht. Ich bin Prozessgestalter und so hat mich der Pinsel immer mehr interessiert als das Bild.

Jetzt sehen wir uns zum ersten Mal in der Menschheitsgeschichte konfrontiert mit sogenannten Welt-

modellen. Sie beruhen auf Assoziationen zwischen Bild und Text. Man hat dazu viele Bilder und Konnotationen dieser Bilder verbunden und daraus ein aus mehreren tausend Dimensionen bestehendes Assoziationsnetz gebaut. Daraus ist die Magie entstanden, die unsere Welt jetzt gerade ziemlich umkrepelt.

Das Gute ist, man kann dieses Weltmodell anpassen an eigene Bedürfnisse, an seine Aufgabenstellung. Das ermöglicht einen sinnlichen Vorgang der Gestaltungsarbeit, den ich nur empfehlen kann.

Meine Verfeinerungsbibliotheken decken viele Topics ab, Natur, Jugendstil, Keramik, japanische Verpackungstechnologie, Sushi und so. Und die kann ich jetzt einsetzen als Designwerkzeug.

Vor vier Monaten bin ich ins Museum der Kultur in Basel gegangen, um dort mein Konzept zu präsentieren. Im Archiv dieses Museums finden sich 350.000 handwerklich hergestellte indigene Objekte aus den letzten 200 Jahren. Darin gespeichert ist viel handwerkliches Wissen, das bald wichtig sein wird für unsere Welt.

Als ersten Test habe ich meine KI mit etwa 100 Fotos von viktorianischen Werkzeugen aus einem PDF gefüttert. Der Rechner vermag das über Nacht ins Weltmodell zu integrieren und beherrscht ab dann den Entwurf von viktorianischem Werkzeug.

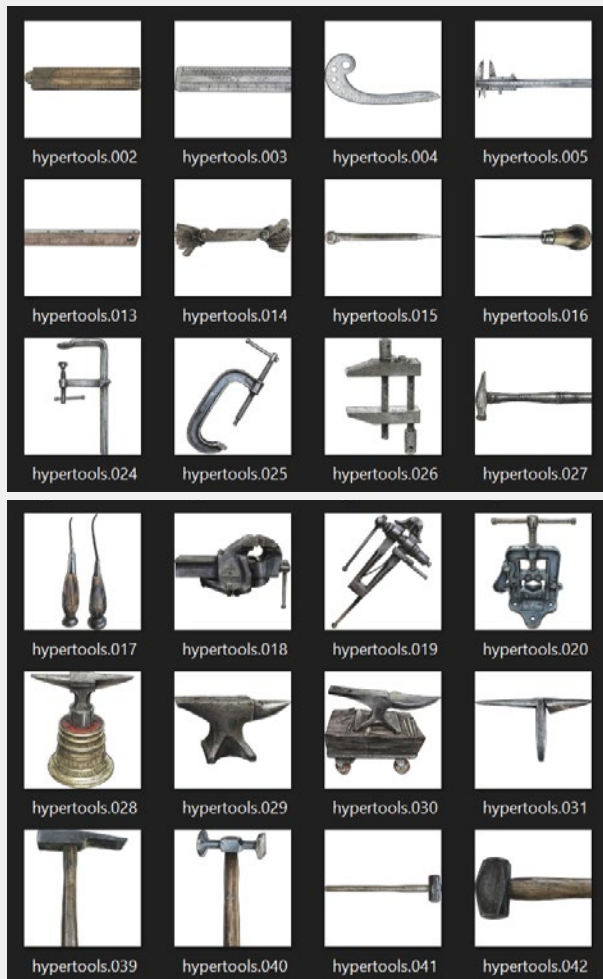


Abbildung 2: Hypernetwork Tools

Dann habe ich gesagt, mach mal einige dieser Werkzeuge, verpack sie auch. Das System erweist sich als schlau genug, um zu wissen, dass Werkzeug, das aus dem 19. Jahrhundert stammt, mit Graffiti und Gebrauchsspuren versehen ist. Ebenfalls, dass keine Nylontasche dazu passt, sondern ein Lederfutteral. Solche Bilder kann mein Laptop alle 30 Sekunden generieren. Ich habe dann ein Buch über japanische Verpackungskunst eingelesen und verlangt, dass das alte Werkzeug mit diesem neuen Look verpackt wird. Das System hat offenbar gelernt, wie es eine Origamischachtel falten kann. Zu meinen, das seien einfach geraubte Bilder, die man zusammenkleben würde, ist ein Irrtum. Es geht um Assoziationen und die Verortung von Gestaltungsmomenten in diesem assoziativen Weltnetzwerk.



Abbildung 3: Toolkit mit Gebrauchsspuren

Dann habe ich gesagt, ich habe eine Freundin und die ist Automechanikerin, zeig mir doch mal einen kaputten VW, der irgendwo in Mumbai auf der Straße steht, und der mit Bambus repariert worden ist. Und die KI schafft auch das. →





Abbildung 4: Vom Weben mit KI

Wie gesagt, das alles beruht auf der Verbindung von pic2text und text2pic. Diese „2“ stammen aus der amerikanischen Hacker-Umgebung, dieses transformative Moment von etwas zu etwas.

Für meine Demo habe ich ein Bildchen aus dem Web genommen von einer Ausstellung des Museums. Hier sehen Sie, wie der Rechner dieses Bild interpretiert. Das System nutzt ungefähr 4.000 Kategorien. Für jede Inhaltsanalyse sucht es diese ab. So wie wir denken, das dürfte wohl ein Fisch sein, wenn wir so etwas sehen, entwickelt das System aus seinen besten Annahmen seine These zum Bildinhalt. Dann schreibt es, das ist ein Fisch in einem Museum. Allein schon das als Fisch zu erkennen, ist eine ziemliche Leistung.

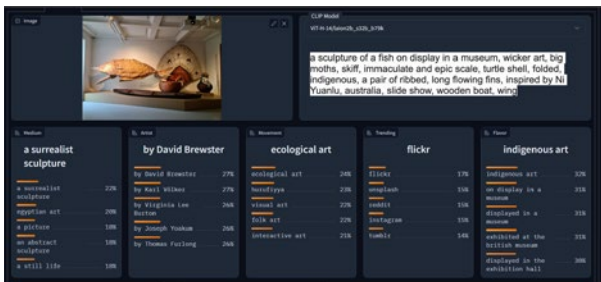


Abbildung 5: So wird das KI-Ergebnis dargestellt

Dann habe ich für meine Ausstellungsskizze ein paar Exponate bestellt und die KI hat einige hundert Entwürfe vorgeschlagen und mir anschließend beschrieben, was sie in diesen Bildern erkennt. Hier ein Ding, das mich völlig umgehauen hat. Das ist anscheinend ein Minen-Schlitten, den man gebeugt als Sklave an diesen Seilen zieht und in den seltenen Pausen kratzt man noch seine Graffiti aus Verzweiflung rein.



a wooden box with rope wrapped around it, h. r. giger hieroglyphs, by Alexander Stirling Calder, wrapped in leather straps, hiding large treasure chest, inspired by Mary Syme Boyd, taschen, réunion des musées nationaux, mine cart, listing image, diptych, outsider art

Abbildung 6: Eine KI-generierte Blackbox

Soetwas zu konzipieren finde ich eine immense Leistung, vor der ich Respekt habe. Als Schweizer habe ich gesagt, mach mal ein paar Montblanc-Füllfedern. Dem System ist es radikal egal, ob etwas sehr filigran und liebevoll gearbeitet ist, oder ob das ein schwarzer Würfel ist. Es dauert genau gleich lang. Da denkt man auch anders über die eigene Arbeit nach.

Ich war vor zwei Monaten im japanischen Nagaoka, in der wunderschönen Design-Uni dort. Und bin da mit meinem Kollegen Kato zusammen gewesen, der leitet dort das Handwerksinstitut für Juweliere. Hier sehen Sie Arbeiten aus dem ersten Jahr, die die Studierenden ins Metall reinkratzen. Da ziemlich evident ist, dass die KI Arbeitsprobleme schaffen wird, frage ich mich, wie man möglichst viel Arbeitszeit in möglichst wenig Materie investieren könnte. Man sollte möglichst wenig der Ressourcen unnütz verbraten und möglichst viele Leute glücklich machen mit einer schönen Arbeit. Und das muss natürlich ökonomisch funktionieren.

Vielleicht könnte man Rohlinge für eine manuelle Ausarbeitung herstellen mit Unterstützung einer KI? Ich kenne Juweliere, die gehen in die Ferien und heben einen Stein auf und machen etwas damit. Also dass man ein Fundstück nimmt. Oder eben, dass man selber seine Fundstücke herstellt als halb hergestellte Sachen, die man dann weiter bearbeiten kann. Damit es wirklich zum manuell produzierten Wertobjekt wird.

Dann habe ich gedacht, man müsste eigentlich Handwerkern die digitalen Werkzeuge an die Hand geben, damit sie ihr eigenes Halbzeug entwerfen können. Ich habe diese Werkzeuge Zap und Rattle und so genannt, um so eine übergreifende Deformationssprache zu schaffen. Es gibt diese wunderbaren Blender-Apps, die jetzt rauskommen und Geo-Nodes, damit kann man das so machen, damit es auch der Laie einsetzen kann. Ich habe also vor, solch einen expressiven Werkzeugsatz zu entwickeln, mit dem man seine gestalterische Ausgangsbasis passend vorbereiten kann.

Damit bin ich zu Esther Brinkmann gegangen. Sie ist eine der besten Schmuckmacherinnen der Schweiz. Ebenfalls habe ich mich an die Revell Plastikbaukästen aus meiner Kindheit erinnert. Ich wollte versuchen, damit Halbzeug mit Esther zu machen. Das haben wir dann noch ein bisschen abgemischt mit diesen Bibliotheken, die Sie vorher schon gesehen haben. Und das hat dann erste Versuchsergebnisse ergeben, was entsteht, wenn man Ester mit Revell vermischt und ein bisschen Natur dazu gibt. Daraus ist so etwas entstanden:

Dann habe ich mir gesagt, dieses 3D-Zeug, das ist schon sehr spannend, dieses Metalldrucken und so. Und ich wusste ja, ich muss hier auftreten. Das war jetzt vor drei Wochen. Deshalb habe ich eine Bibliothek zusammengestellt mit organischen 3D-Metalldruck-Bildern aus dem Web. Ich habe der Firma ecoparts, das ist der größte Schweizer 3D-Metalldrucker, einen netten Brief geschrieben und die haben nett geantwortet. Dann habe ich die Firma besucht. Eine sehr eindrückliche Firma, unendlich viel Wissen, wie man 3D druckt. Dann habe ich dem Marketingchef gezeigt, was gestalterisch machbar wäre mit einem KI-Approach im Metalldruck, also ohne CAD zu verwenden.

Die einschränkende Konstrukteurslogik ist der gestalterische Flaschenhals auf dem Weg von der Vision zur Umsetzung, meinte ich, und da war er einverstanden. Hunderte von Ausstellungsstücken stehen bei ecoparts herum, wie das üblich ist in den showrooms von KMUs. Doch fast alle sind etwas enttäuschend.

Um zu zeigen, dass man das anders angehen kann, habe ich auf Basis meiner Metalldruck-Bibliothek Taschenmesser und Uhren gemacht. Und das hat die Firma beeindruckt. Nun wollen wir im Herbst ein noch zu definierendes Unternehmen hochziehen. Da werde ich also die Kunstabteilung versuchen zu starten. Alles nur deshalb, weil das das tollste Entwurfswerkzeug überhaupt ist, solch ein 3D-Metalldrucker. →



Abbildung 7: Mischprodukt zweier Handwerks-Bibliotheken

Ich gehe jetzt da nicht auf die Details ein, weil das alles noch spekulativ ist. Meine nächtlichen Visionen habe ich dem Marketingchef geschrieben und er hat wieder sehr nett geantwortet, dass er mitmacht, das war vorgestern. Nun planen wir sowas wie einen Inprint-Verlag bei ihm. Er ist wirklich ein Unternehmer, das ist das Angenehme.



Abbildung 8: Wertschöpfung mittels 3D-Druck

Doch dann hat er gemeint, das ist nicht leicht, deine schönen Bildchen als Pixelwolken auszugeben, damit das auch druckbar wird. Doch gerade, just in time, nämlich am selben Abend, ist eine sehr große Modellbibliothek angekündigt worden, die Ende des Monats gratis veröffentlicht wird.

Anstelle der Fotosammlungen, die erlauben Bilder zu machen, nutzt sie jetzt Körpervolumen, die erlauben, neue Körper zu machen. Das System weiß jetzt, wie eine Sache von hinten aussieht, aus einem Foto von vorne. Ähnlich wie Sie wissen, wie eine Sache von hinten aussieht, weil Sie so viele andere Sachen schon gesehen haben.

Gestern Nacht im Hotel habe ich der KI gesagt, mach mir doch einen kleinen Werbefilm für Deep2. Er ist ein bisschen pathetisch geworden, gebe ich zu, aber dass man das machen kann in einer Nacht in einem Hotel, finde ich erstaunlich. Sogar der Sprecher wird von der KI gesprochen, da fließt alles aus der Maschine als Videoanimation raus. Ich leide überhaupt nicht, dass die KI sowas besser kann als ich, sondern ich finde das begeisternd. Ich würde mich freuen, wenn man einfach sagt, mal schauen, was da kommt.



Der Text ist eine gekürzte Transkription meines Vortrags, den man auf <https://vimeo.com/846034546> als Video finden kann

WEITERE INFORMATIONEN:

deep2.design
virtualvalley.ch

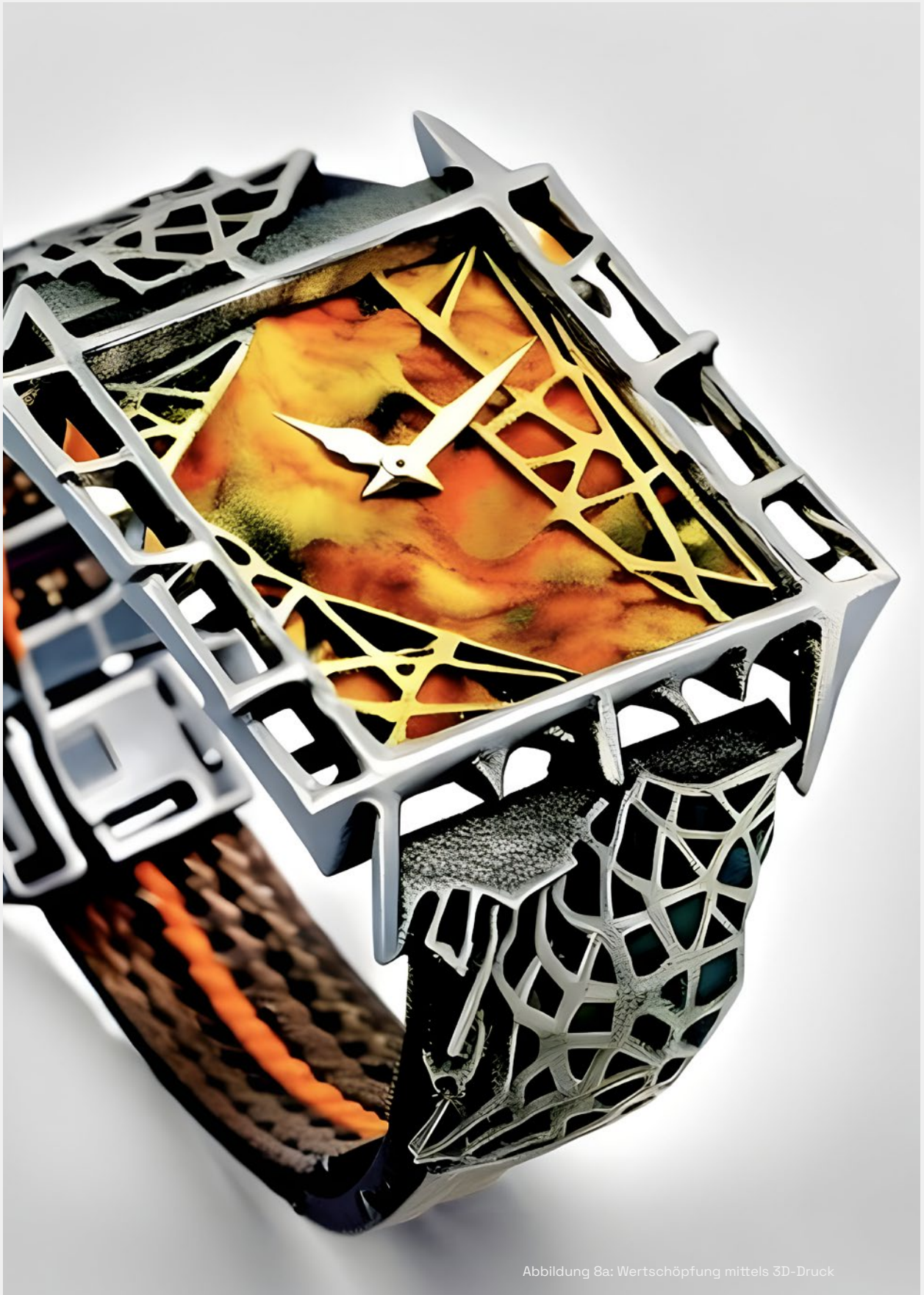


Abbildung 8a: Wertschöpfung mittels 3D-Druck



PROF. (FH) DR. CHRISTIAN SCHMID, FH-KUFSTEIN TIROL BILDUNGS GMBH

TECHNOLOGIEN UND ANWENDUNGEN DES METALL-3D-DRUCKS – STATE OF THE ART UND TRENDS

ABSTRACT

Der „3D-Druck“ oder besser, die additive Fertigung, eröffnen neue technische und gestalterische Möglichkeiten in vielen Anwendungsbereichen und mit breitem Werkstoffspektrum. Ein überproportional wachsender Bereich ist die additive Fertigung von metallischen Bauteilen. Sieben Basisverfahren stehen für die Additive Fertigung zur Verfügung. Alle sieben können auch zur Herstellung von Metallbauteilen genutzt werden. Allerdings hat jedes Verfahren bestimmte Randbedingungen und Möglichkeiten, die immer mit den Anforderungen an die Anwendung abgeglichen werden sollten.

EINLEITUNG

Die Additive Fertigung oder 3D-Druck, wie die Technologien umgangssprachlich genannt werden, sind gekennzeichnet durch das schichtweise Aufbauen von dreidimensionalen Körpern mit Hilfe unterschiedlicher Zusatzwerkstoffen und basierend auf digitalen Daten des zu druckenden Körpers.

Zur Realisierung stehen sieben unterschiedliche Verfahrensvarianten zur Verfügung, die sich durch den physikalischen Wirkmechanismus und die Form des Baumaterials unterscheiden. Alle sieben Verfahren sind für unterschiedliche Werkstoffe geeignet und weisen verfahrensspezifische Vor- und Nachteile auf.

Alle sieben werden auch für die Herstellung von metallischen Werkstücken genutzt, die dabei unterschiedliche Anforderungsprofile aufweisen. Dieser Artikel soll einen Beitrag für ein besseres Verständnis im Hinblick auf die aufgabenstellungsgerechte Auswahl des am besten geeigneten additiven Verfahrens leisten.

MARKT FÜR DEN METALL 3D-DRUCK

Der Markt für die additive Fertigung ist ein immer noch stark wachsender. Bei einem Gesamtumsatz von 6,4 Mrd. USD im Jahr 2022 wird für die nächsten sieben Jahre ein durchschnittliches Wachstum des Marktvolumens für die additive Fertigung (Anlagen und Dienst-

leistungen) von 22,5% vorhergesagt. Weltweit führend ist dabei Nord-Amerika mit einem Anteil von 34,3%. Das stärkste Wachstum ist im asiatischen Industrieraum zu verzeichnen. Europa hinkt hier etwas hinterher. Sowohl im Bereich der Anlagentechnik als auch in der Anwendung (www.grandview.com). In der Anwendung führend sind derzeit dabei vier, der sieben Verfahren (in absteigender Reihenfolge): das Powder-Bed-Fusion (PBF), das Directed Energy Deposition (DED), die Verfahren Material Jetting (MJT) und Binder Jetting (BJT) sowie die Material Extrusion (MEX).

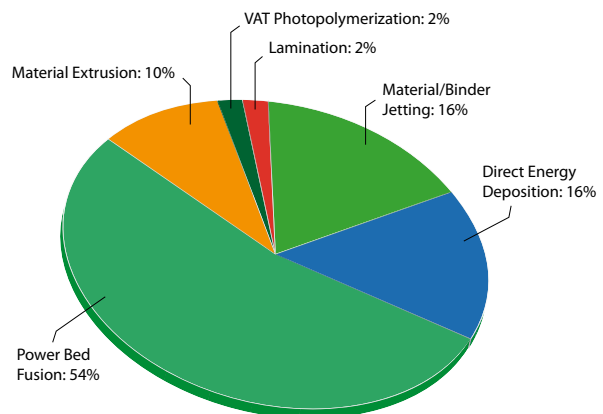


Abbildung 1: Verteilung Marktanteile je Verfahren für die additive Fertigung von metallischen Bauteilen (Ana Vafaldar 2021)

Das Verfahren Powder Bed Fusion repräsentiert dabei ein Verfahren mit kleinen bis mittleren Bauteilgrößen ($< 0,5 \text{ m}^3$) und großer Komplexität und war das erste Verfahren bei dem für Stahlwerkstoffe eine Serienreife erreicht wurde. Es ist in Zukunft zu erwarten, dass sich durch die Entwicklung der Nachfrage zu größeren Bauteilen und erweitertem Werkstoffspektrum auch eine Verschiebung der Anteile hin zu Technologien mit größeren möglichen Bauteilgeometrien wie z. B. dem Directed Energy Deposition oder Binder Jetting verschiebt.

3D-DRUCK-TECHNOLOGIEN FÜR METALLISCHE WERKSTOFFE

Die additive Fertigung von metallischen Bauteilen ist mit allen sieben Verfahren möglich. Allerdings bieten die Verfahren sehr unterschiedliche Möglichkeiten, die bei der Auswahl des geeignetsten Verfahrens berücksichtigt werden müssen.

Unterschiede bestehen in verschiedenen Aspekten der Prozessführung sowie der Bauteilgröße, der erzielbaren Werkstoffeigenschaften und Bauteilgenauigkeiten sowie in wirtschaftlichen Aspekten.

In Abbildung 2 werden die derzeit angewendeten Verfahren dargestellt. Dabei werden die Verfahren zunächst im Hinblick auf die Anzahl erforderlichen Prozessschritte zur Realisierung eines metallischen Bauteils differenziert.

Direkte Prozesse führen direkt nach dem abgeschlossenen additiven Fertigungsprozess zu einem Bauteil mit metallischen Eigenschaften und einer ebensolchen Gefügestruktur. Postprozesse können für die Herstellung der finalen Geometrie nötig sein, allerdings nicht für die Erzielung eines metallischen Volumenkörpers. Beim indirekten Prozess ist das anders. →

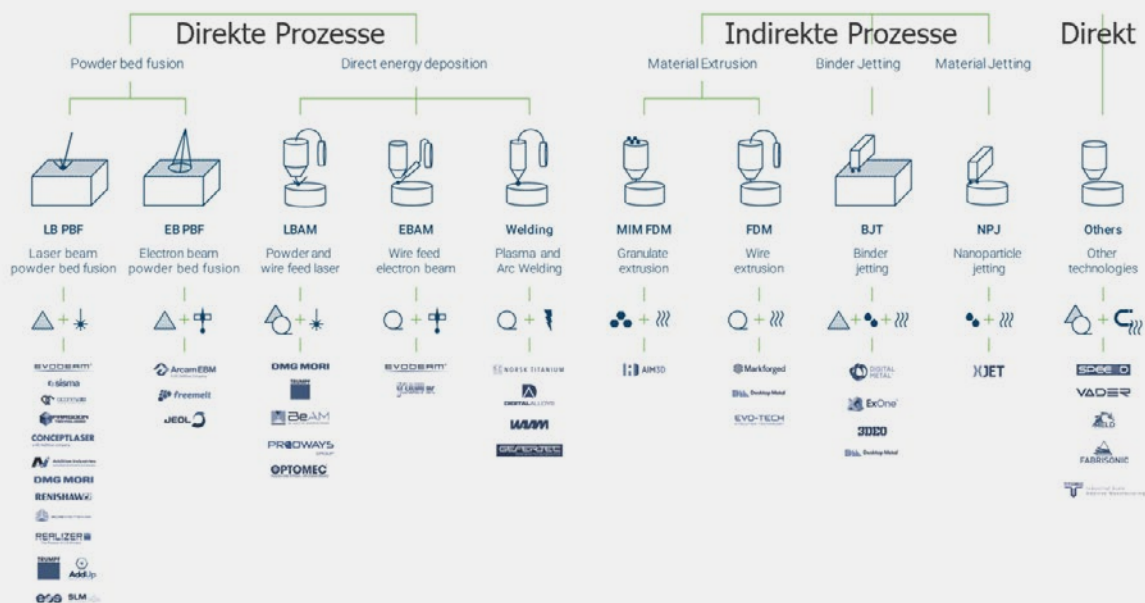


Abbildung 2: Übersicht additive Verfahren für die Herstellung metallischer Bauteile (www.additive-fertigung.com/ 2018)
©Christian Schmid 2023

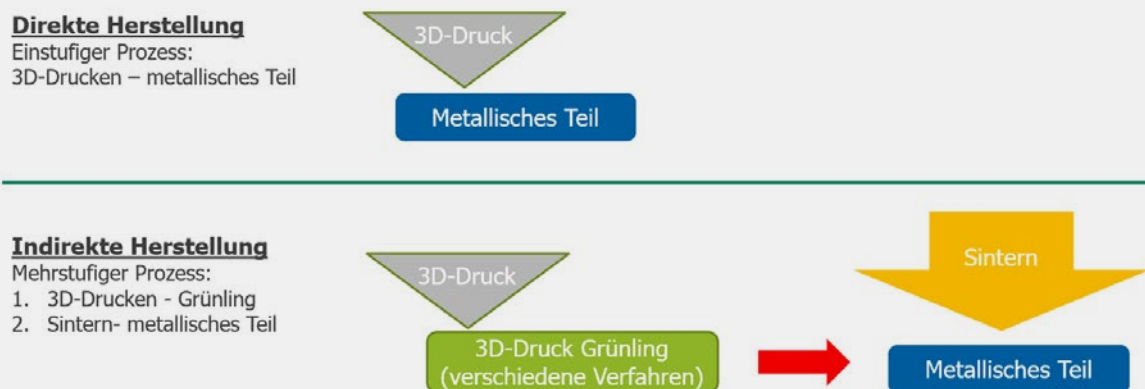


Abbildung 3: Vergleich direkte Additive Fertigungsverfahren gegenüber indirekten

Hier wird durch den generativen, additiven Prozess zunächst ein sogenannter Grünling hergestellt, der zwar metallische Anteile in Form von Pulver in seinem Volumen beinhaltet, allerdings von seiner Struktur eher ein geklebtes Objekt, welches durch ein Bindemittel, z. B. ein thermoplastisches Polymer „zusammengeklebt“ wird. Der Grünling weist noch keine metallischen Gebrauchseigenschaften auf, da diese erst durch einen zweiten Prozess, das Sintern eingeprägt werden. Dabei wird der Grünling mittels Temperaturen kurz unterhalb des Schmelzpunktes des Metallpulver sowie einem erhöhten Druck im Ofen versintert. Durch die hohe Temperatur und den hohen Druck verbinden sich die Metallpartikel durch Diffusion an ihren Oberflächen und es entsteht ein metallischer Körper mit allerdings geringen Hohlräumen und resultierenden Dichten von typischerweise >95%, je nach Werkstoff. Bei dem Vorgang schrumpft der Grünling, was bei der Konstruktion berücksichtigt werden muss.

DIREKTE VERFAHREN

Direkte Prozesse sind zumeist auf Schmelzschweißverfahren basierende Technologien. Mittels einer Wärmequelle, wie z. B. einem Laser, einem Elektronenstrahl oder einem Lichtbogen wird Draht oder Pulver aufgeschmolzen und erstarrt in Folge der Weiterbewegung der Wärmequelle. Das Resultat ist ein metallischer Körper mit entsprechenden Eigenschaften. Ein weiteres direktes Verfahren basiert auf der Schichtung von Blechen.

DIRECTED ENERGY DEPOSITION

Die Gruppe „Directed Energy Deposition“ umfasst verschiedene Verfahren bei denen mittels einer direkten Energiequelle (Laser, Elektronenstrahl oder Lichtbogen) auf einer Basisplatte ein Schmelzbad erzeugt wird, in das Zusatzwerkstoff in Form von Draht oder Pulver gefördert und dadurch aufgeschmolzen wird (Abbildung 4). Durch die schichtweise Wiederholung des Auftragsschweißprozesses ist es möglich, dreidimensionale Körper auch größerer Dimension mit Kantenlängen von mehreren Metern zu erzeugen.

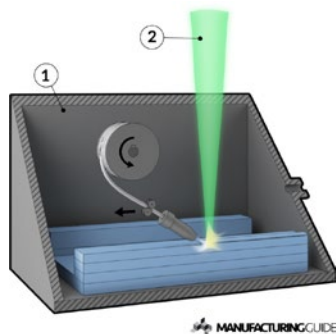


Abbildung 4: Schematische Darstellung des Directed Energy Deposition Verfahrens, 1 Bauraum mit Drahtföederer und Bewegungseinheit, 2 Wärmequelle (z.B. Elektronenstrahl, oder Laser, Lichtbogen) (www.manufacturingguide.com/en/electron-beam-freeform-fabrication-ebf3 2023)

Die Auflösung liegt im Bereich von Millimetern, Toleranzen ebenso. Die Oberflächen sind geprägt von der etwas ungleichmäßigen Struktur der Schweißraupen und müssen deshalb insbesondere bei Funktionsflächen nachbearbeitet werden. Das Verfahren ist besonders für große Bauteile mit weniger filigranen Strukturen geeignet (Abbildung 5). Die Aufbauraten liegen im Bereich mehrerer 10 Kilogramm pro Stunde. Ein weiterer wesentlicher Vorteil liegt vor, wenn für den additiven Prozess ein Zusatzdraht verwendet wird, da diese für alle gängigen schweißbaren Metalle verfügbar sind und vor allem auch auf eine breite Parameter- und Wissensbasis zurückgegriffen werden kann, da das Schweißen im Maschinen- und Stahlbau ein weit verbreitetes Fügeverfahren mit zertifizierten Werkstoffen und Prozessen darstellt.

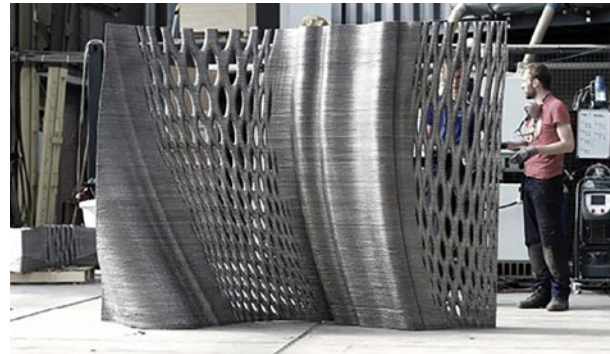


Abbildung 5: Mittels des Wire and Arc Additive Manufacturing Verfahrens auftragsgeschweißte Stahlstrukturen: Stahlbauknoten (links) (<https://www.linkedin.com/pulse/drive-metal-additive-manufacturing-elvira-leon> 2023), Brückensegment (rechts) (https://www.iran.org.nz/news/2020/tida_3d_building_node 2023)

SHEET LAMINATION

Das Sheet-Lamination ist ein Verfahren, bei dem Bleche von einer Rolle (Coil) oder als beschnittene Platinen aufeinander geschichtet werden. Die lagenbezogene Bauteilkontur wird meist mittels eines Schneidlasers hergestellt, das überschüssige Material dann entfernt. Die Verbindung der Bleche erfolgt über einen Schweiß- oder Klebeprozess. Zumeist wird ein Ultraschall Schweißprozess angewendet, es gibt aber auch Laserstrahl-Schweißanwendungen, bei denen dann allerdings keine vollflächige Verbindung geschaffen wird.

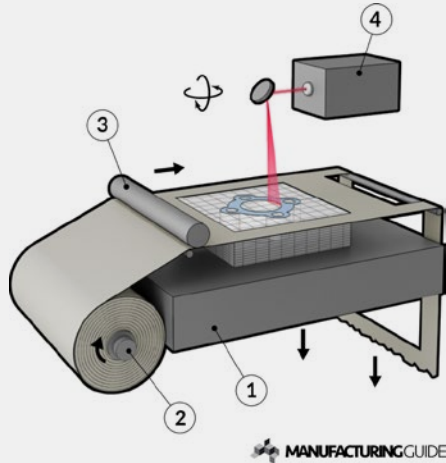


Abbildung 6: Schematische Darstellung des Sheet Lamination Verfahrens, 1 Bauplattform, 2 Blechspule (Coil), 3 Andruckrolle, 4 Schneidlaser (<https://www.manufacturingguide.com/en/laminated-object-manufacturing-lom> 2023)

Das Verfahren wird für die Herstellung von einfachen, oft auch großformatigen Bauteilen eingesetzt. Beispiele sind Wärmetauscher (siehe Abbildung 7) oder auch großformatige Formen und Werkzeuge mit eher flächiger Geometrie. Die Baugeschwindigkeiten liegen ebenfalls im Bereich mehrerer Kilogramm pro Stunde. Zudem ist das Spektrum verwendbarer Werkstoffe groß, da auf alle schweißbaren Bleche zurückgegriffen werden kann. Zur Beschleunigung des Herstellungsprozesses werden dicke Bleche verwendet.

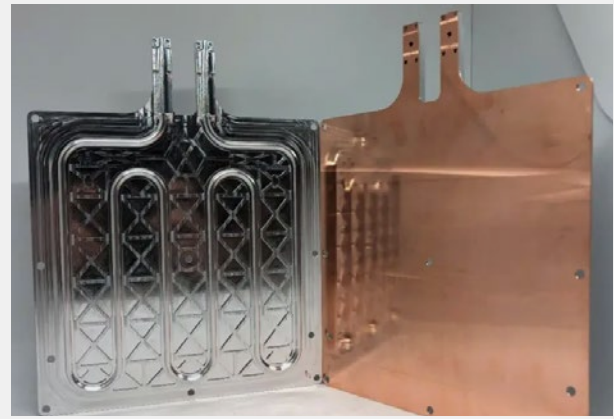
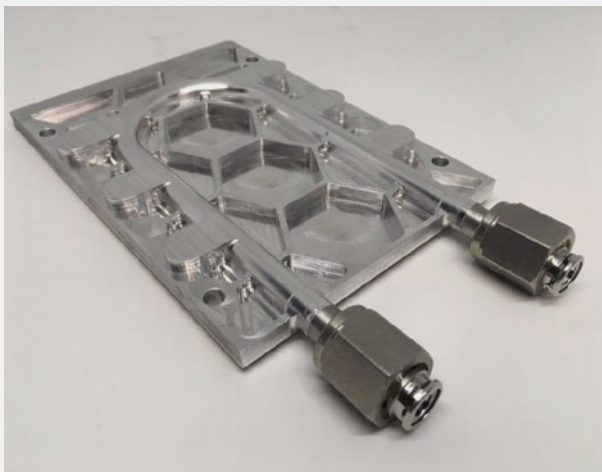


Abbildung 7: Anwendungsbeispiele des Sheet Lamination Verfahrens: Wärmetauscher (www.makepartsfast.com/who-are-the-vendors-of-lamination-3d-printing-systems 2023) und (<https://gen3d.com/news-and-articles/the-seven-categories-of-am-processes/> 2023)

POWDER BED FUSION

Neben der Nutzung von Blechen und Drähten kommen verstärkt Pulver als Basiswerkstoff zum Einsatz. Das Powder Bed Fusion Verfahren ist ein Verfahren, bei dem in einem versenkbaren Pulverkasten die jeweilige Lagenkontur des Bauteils mittels eines Laser- oder Elektronenstrahls verschmolzen oder versintert wird (Abbildung 8).

Das Verfahren eignet sich sehr gut für die Herstellung sehr filigraner und feingliederiger Bauteile kleiner und mittlerer Baugröße (Abbildung 9). Die Baugeschwindigkeiten liegen je nach Werkstoff und Maschine bei bis zu 231,12 g/Stunde (M. Schneck 2021). Im Vergleich zu den anderen direkten Verfahren ist es damit mit Abstand das langsamste und durch die Verwendung von Pulver als Zusatzwerkstoff auch teures Verfahren. Die Werkstoffpalette liegt im Moment bei unter 30 metallischen Werkstoffen, die zur Verfügung stehen. Theoretisch ist das Spektrum unendlich groß, da Metallpulver beliebig vermischt werden könnten. Leider bedarf es zur Bestimmung der resultierenden Eigenschaften und geeigneter Prozessparameter eines hohen Versuchsaufwandes, bis entsprechende Legierungen sicher angewendet werden können. Die Kantenlänge der Bauräume sind konstruktiv begrenzt auf maximal 1000 mm (Ana Vafadar 2021). Hochbelastete Teile müssen oftmals auch nach der Herstellung des metallischen Bauteils durch thermomechanische Prozesse wie Glühen oder Heiß-Isostatisches-Pressen nachbearbeitet werden. Das erhöht die hohen Bauteilpreise weiter. Trotz dieser Randbedingungen bietet es durch seinen Verfahrensverlauf, neben dem Binder Jetting die größte Gestaltungsfreiheit und resultierende Bauteilgenauigkeiten. →

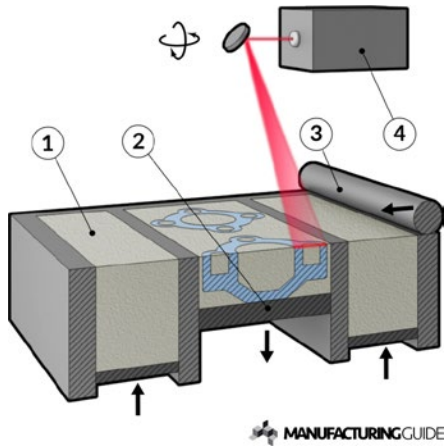


Abbildung 8: Schematische Darstellung des Powder Bed Fusion Verfahrens, 1 Pulverlager, 2 Bauraum mit versenkbarem Boden, 3 Andruckrolle, 4 Schmelzlasers (www.manufacturingguide.com/en/direct-laser-metal-sintering-dmls 2023)



Abbildung 9: Anwendungsbeispiele des Powder Bed Fusion Verfahrens: innengekühltes Strahltriebwerk und Leichtbau-Tragstruktur (www.materialise.com/de 2023)

INDIREKTE VERFAHREN

Bei indirekten Verfahren wird das metallische Bauteil über einen Umweg erzeugt. Im 3D-Druckprozess wird mittels eines Binders (z. B. einem thermoplastischen Polymer, ...) ein Metallpulver-Grünling hergestellt, der über den Binder zusammengehalten wird. Nach dem Druck des Grünlings muss dieser zunächst vom Binder über einen thermochemischen Prozess befreit werden. Danach erfolgt dann der Sinterprozess, bei dem unter Einwirkung von Druck und Temperatur die Metallpartikel eine starke Diffusionsverbindung eingehen. Zu beachten ist, dass bei der Gestaltung des Grünlings

Schrumpfungszuschläge eingerechnet werden müssen und dass das Metallteil keine 100% Dichte aufweist.

Binder Jetting

Binder Jetting ist das ursprüngliche 3D-Drucken, wie es in den 1980er Jahren entwickelt und als Marke von Hewlett Packard geschützt wurde. Dabei wird, wie beim Powder Bed Fusion, ein Pulverbett genutzt, in dem durch schichtweises Verkleben mit einem per Inkjet-Druckkopf applizierten Binder zunächst ein Grünling entsteht. Das Verfahren hat eine sehr weites Werkstoffspektrum und ist aufgrund des Klebeprozesses sehr schnell. Mehrere kg/Stunde sind möglich. Das Spektrum ist sehr umfassend und beginnt bei Strukturen im Millimeterbereich und reicht bis in den Bereich von Kantenlängen von Metern.

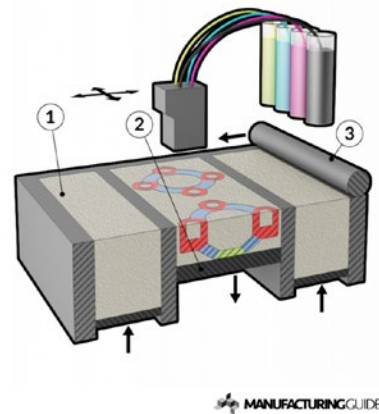


Abbildung 10: Schematische Darstellung des Binder Jetting Verfahrens, 1 Pulverlager, 2 Bauraum mit versenkbarem Boden, 3 Andruckrolle (www.manufacturingguide.com/en/binder-jetting 2023)

Material Jetting

Das Material Jetting ist ein Nischen-Verfahren für sehr kleine metallische Bauteile im Sub-Millimeter bis Millimeterbereich. Metallische Nanopartikel werden in einem UV-Licht aushärtenden Trägerharz in Schichtdicken einiger Mikrometer aufgebracht, härten aus und werden dann in einem zweiten Prozess versintert.



Abbildung 10: Schematische Darstellung des Binder Jetting Verfahrens, 1 Pulverlager, 2 Bauraum mit versenkbarem Boden, 3 Andruckrolle (www.manufacturingguide.com/en/binder-jetting 2023)

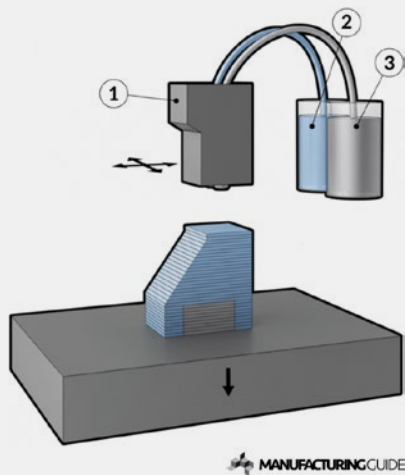


Abbildung 12: Schematische Darstellung des Material Jettings, 1 Ink-jet-Druckkopf, 2 UV-härtendes Baumaterial, 3 UV-härtendes Stützmaterial (www.manufacturingguide.com/en/polyjet-printing-pp 2023)

Material Extrusion

Das Material Extrusion Verfahren ist im Kunststoffbereich und auch im Bereich der indirekten Herstellung von Metallbauteilen sehr gut im Markt vertreten. Das Metallpulver befindet sich in einem Kunststofffilament oder auch in Pellets oder dickeren Zylindern, bei denen mittels eines Antriebes und einer Wärmequelle der thermoplastische Kunststoff aufgeschmolzen und in Strängen durch eine Düse gepresst werden. Lage für Lage entsteht der Grünling. Das Verfahren zeichnet sich durch günstige Gerätetechnik und eine große Anwendungsbandbreite aus.

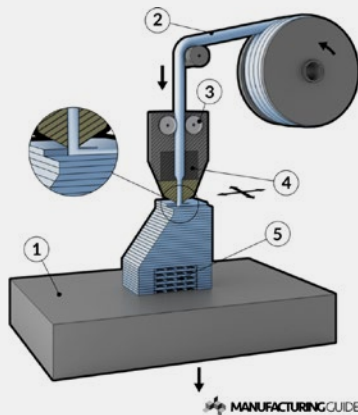


Abbildung 13: Schematische Darstellung des Material Extrusions Verfahrens, 1 Bauplattform, 2 Filament, 3 Filamentfeeder, 4 Hotend, 5 Bauteil mit Stützstruktur (www.manufacturingguide.com/en/fused-deposition-modeling-fdm 2023)

Von der Auflösung ist es geringfügig schlechter als das Powder Bed Fusion bzw. das Binder Jetting mit Auflösungen im 0,1 mm Bereich. Allerdings benötigt das Verfahren Stützmaterial um Hohlräume und Überhänge realisieren zu können. Bei einigen Systemen ist es möglich, auf ein und demselben günstigen Drucker Metallgrünlinge und Kunststoffbauteile abwechselnd zu drucken.



Abbildung 14: Anwendungsbeispiele des Material Extrusion Verfahrens (www.etsy.com/ 2023)

AUSWAHL DES RICHTIGEN VERFAHRENS

Für den erfolgreichen Druck eines Bauteils spielt neben der Konstruktion auch die Auswahl des richtigen Verfahrens eine entscheidende Rolle. Dies hängt von verschiedenen Gesichtspunkten ab. Die wesentlichen sind in Abbildung 15 dargestellt. →

Metal 3D Printing Technologies: Benchmarking Overview

Best:

IDTechEx Research	Build Volume (m³)	Build Rate (cm³/hr)	Printer Price (\$ USD)	Z Resolution (mm)	XY Resolution (µm)	Material Cost	Materials Portfolio	Post-Processing Required	
Binder Jetting - Metal									→ Geschwindigkeit
Binder Jetting - Sand									
DED - Blown Powder									→ Geschwindigkeit / Größe
DED - Wire							Größtest P.		
Extrusion - Paste									→ Preis
Extrusion - Metal Polymer Filament									
Extrusion - Pellet									
PBF - Electron Beam									→ Nacharbeit
PBF - Laser							Theoretisch		
Vat Photopolymerization									→ Auflösung
Electronical Deposition									
Nanoparticle Jetting									
Magnetohydrodynamic Deposition									
Cold Spray									

<https://www.idtechex.com/en/research-article/metal-3d-printing-technology-landscape-the-trends-and-the-whitespace/26806>

©Christian Schmid 2023

Abbildung 15: Verfahrensvergleich anhand verschiedener technischer und wirtschaftlicher Einflussgrößen in Anlehnung an (www.idtechex.com 2023)

Die kostengünstigsten und am universellsten einsetzbaren Systeme sind die Material Extrusion 3D-Metall-drucker, die mit eingeschränkter Funktionalität schon unterhalb von 10.000 € erhältlich sind. Es ist aber dabei zu berücksichtigen, dass bei diesen Systemen, ebenso wie bei den anderen indirekten Verfahren ein Sinterprozess durchgeführt werden muss. Hierzu benötigt man allerdings keinen eigenen Sinterofen sondern kann das Sintern als Dienstleistung durchführen lassen. Gleiches gilt für Grünlinge aus dem Binder Jetting Drucker. Dieses Verfahren ist sehr weitreichend einsetzbar und sehr schnell und kostengünstig. Eine zweite, für die Herstellung von Gussbauteilen gut geeignetes indirektes Verfahren ist das Herstellen von Sandformen mit dem Binder Jetting Drucker. Der Sinterprozess wird dann durch den Metallgussprozess ersetzt. Sind Geschwindigkeit, Bauteilgröße und die mechanisch technologischen Eigenschaften vordergründig, ist das DED-Verfahren, also das Auftragsschweißen das Verfahren der Wahl. Powder Bed Fusion bietet Vorteile bei mittleren und kleinen Teilen mit hohen Genauigkeitsanforderungen und möglichst geringem Nacharbeitsaufwand an. Allerdings ist oft ein thermomechanischer Prozess notwendig, der für die Erreichung guter mechanisch technologischer Eigenschaften bei bestimmten Werkstoffen notwendig wird. Das Powder-Bed-Fusion ist im Vergleich zu den Verfahren Directed Energy Deposition oder Binder Jetting in den Feldern Bauteilgröße und Baugeschwindigkeit sowie Anlagenkosten stark unterlegen, aber für die Herstellung sehr komplexer Bauteile vorteilhaft.

ZUKUNFTSTRENDS

Die Trends liegen in immer größeren Druckern und Bauteilen. Zudem nimmt die Zahl der anwendbaren Werkstoffe in Pulver und Draht weiter zu. Auch die Herstellung von mehrstofflichen Bauteilen ist ein Trend, der es zum Ziel hat, beispielsweise funktionale Bauteile durch hybrid gefertigte Bauteile herzustellen und durch die Nutzung von unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten mechanische Funktionen zu verwirklichen.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Spektrum der additiven Fertigungsverfahren für metallische Bauteile nimmt immer weiter zu. Mittlerweile ist es mit jedem der sieben Basisverfahren direkt oder indirekt möglich Metallbauteile herzustellen. Dabei hat jedes Verfahren seine Vor- und Nachteile, die unbedingt bei der Auswahl des besten Verfahrens für die spezifische Anwendung berücksichtigt werden müssen. Hierzu werden grobe Richtlinien gegeben. Tendenziell werden die Bauräume der Drucker immer größer, ebenso die Werkstoffvielfalt und auch der Einsatz unterschiedlicher Werkstoffe nimmt in der Anwendung zu.



Abbildung 14a: Anwendungsbeispiele des Material Extrusion Verfahrens (www.etsy.com/ 2023)

LITERATURVERZEICHNIS:

Ana Vafaldar, Ferdinando G. Guzzomi, Alexander Ras-sau, Kevin Hayward. „Advances in Metal Additive Manu-facturing: A Review of Common Processes.“ Industrial Applications and Current Challenges, January 2021Ap-pplied Sciences 11(3), Januar 2021.

<https://gen3d.com/news-and-articles/the-seven-ca-tegories-of-am-processes/>. 2023. (Zugriff am 12. 07 2023).

https://www.iran.org.nz/news/2020/tida_3d_buil-ding_node. 2023. (Zugriff am 12. 07 2023).

<https://www.linkedin.com/pulse/drive-metal-additi-ve-manufacturing-elvira-leon>. 2023. (Zugriff am 12. 07 2023).

<https://www.manufacturingguide.com/en/laminated-object-manufacturing-lom>. 2023. (Zugriff am 12. 07 2023).

M. Schneck, M. Horn, M. Schmitt, C. Seidel, G. Schlick, G. Reinhart. „Review on additive hybrid and multi material manufacturing.“ Progress in Additive Manufacturing 6, 7. 8 2021: 881-894.

www.additive-fertigung.com/. 30. 10 2018.

https://www.additive-fertigung.com/bericht/engi-neering/neue_potentiale_durch_sintertechnolo-gien_-2018-10-30 (Zugriff am 12. 07 2023).

www.desktopmetal.com/resources/metal-binder-jet-ting-how-it-works. 2023. (Zugriff am 12. 07 2023).

www.etsy.com/. (2023)

www.etsy.com/at/listing/1055390235/hochwertige-aluminium-edelstahl-fdm (Zugriff am 12. 07 2023).

www.grandview.com. 2023. (Zugriff am 13. 07 2023).

www.idtechex.com. 2023.

www.idtechex.com/en/research-article/metal-3d-printing-technology-landscape-the-trends-and-the-whi-tespace/26806 (Zugriff am 12. 07 2023).

www.makepartsfast.com/who-are-the-vendors-of-la-mination-3d-printing-systems. 2023. (Zugriff am 12. 07 2023).

www.manufacturingguide.com/en/binder-jetting. 2023. (Zugriff am 2023. 07 2023).

www.manufacturingguide.com/en/direct-laser-metal-sintering-dmls. 2023. (Zugriff am 12. 07 2023).

www.manufacturingguide.com/en/electron-beam-freeform-fabrication-ebf3. 2023. (Zugriff am 12. 07 2023).

www.manufacturingguide.com/en/fused-deposition-modeling-fdm. 2023. (Zugriff am 2023. 07 2023).

www.manufacturingguide.com/en/polyjet-printing-pp. 2023. (Zugriff am 12. 07 2023).

www.materialise.com/de. 2023.

www.materialise.com/de/industrie/3d-drucktechnologien/metall-3d-druck (Zugriff am 12. 07 2023).

Ein Dankeschön an alle Institutionen und Unternehmen, die den nicht zu unterschätzenden Beitrag, den Design und Handwerk zu unserer materiellen Kultur liefern, erkennen, fördern und damit den zweiten Peter Bruckner Preis und die Fachtagung 2023 ermöglicht haben.

ERMÖGLICHT DURCH



institute for
design education
austria

GEFÖRDERT VON



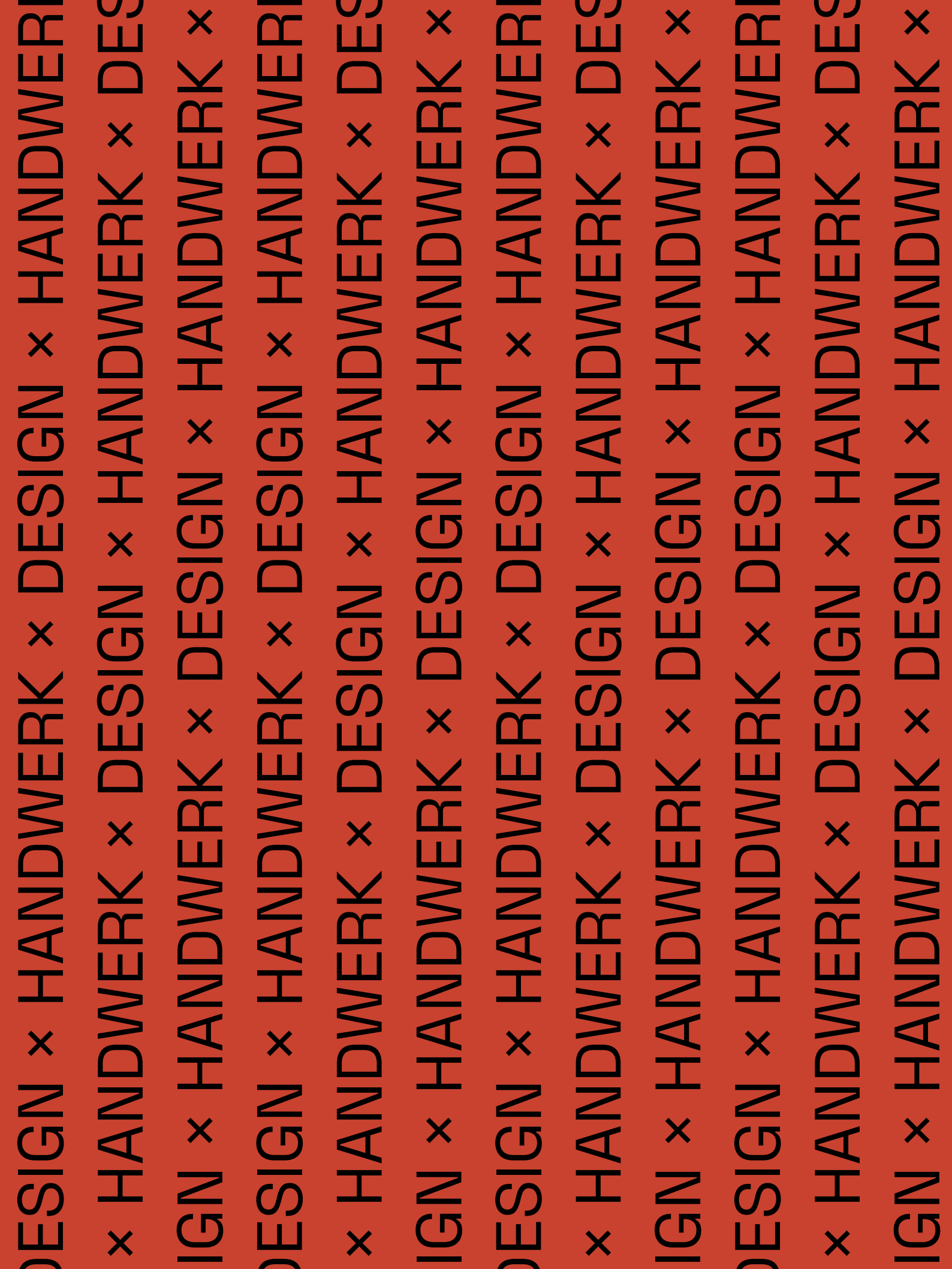
HELLA



VEREIN **Industrie 4.0**
OSTTIROL



LAND  **KÄRNTEN**
Kultur



PBP

innos

institute for
design education
austria



HELLA



VEREIN **Industrie 4.0**
OSTTIROL



LAND **KÄRNTEN**
Kultur
