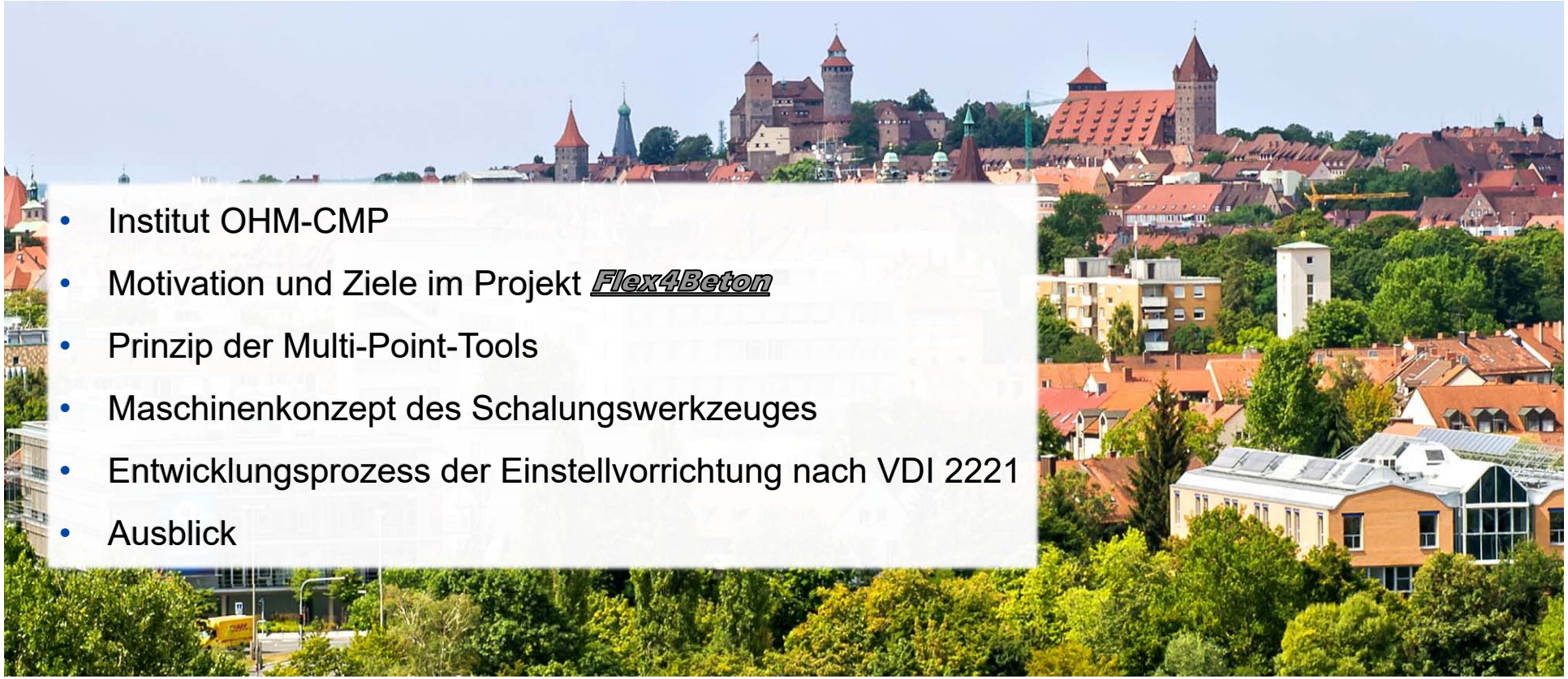


- Institut OHM-CMP
- Motivation und Ziele im Projekt ***Flex4Beton***
- Prinzip der Multi-Point-Tools
- Maschinenkonzept des Schalungswerkzeuges
- Entwicklungsprozess der Einstellvorrichtung nach VDI 2221
- Ausblick

Entwicklung einer smarten Einstellvorrichtung für formflexible Schalungselemente

Sebastian Katona, Daniel Haack, Rüdiger Hornfeck

Institut für Chemie, Material- & Produktentwicklung (OHM-CMP)

OHM-CMP
Institut für Chemie, Material- & Produktentwicklung

2010

Gründung von Kompetenzzentren

3D-Visualisierungszentrum (3D-VZ)

Kompetenzzentrum Analytik, Nano- und Materialtechnik (KAM)

Umweltinstitut

…

Europäische Union
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

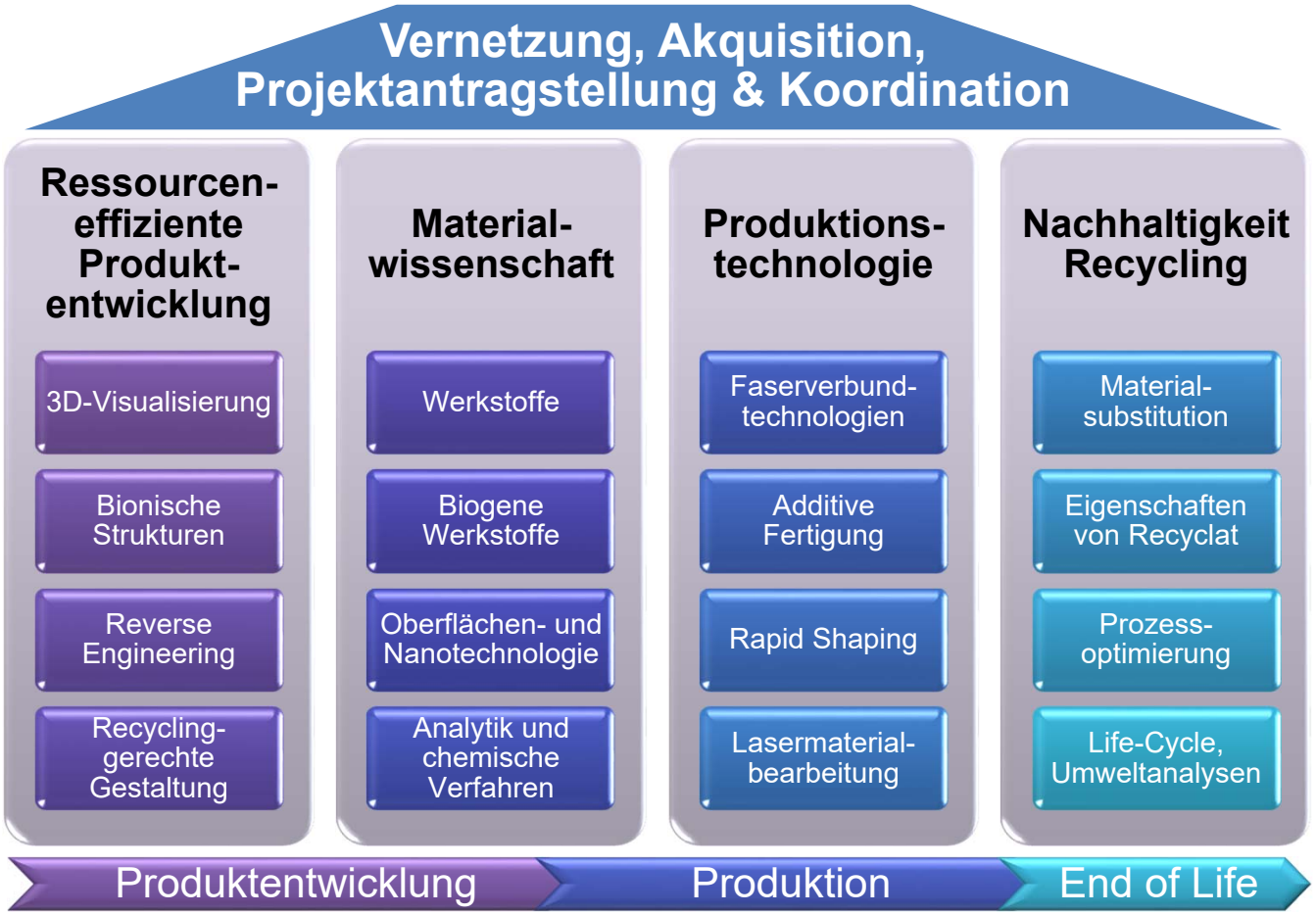
Fortführung der Forschungsaktivitäten

2015

Bündelung unter einem Dach

Institut für Chemie-, Material- & Produktentwicklung (OHM-CMP)

OHM-CMP
Institut für Chemie, Material- & Produktentwicklung

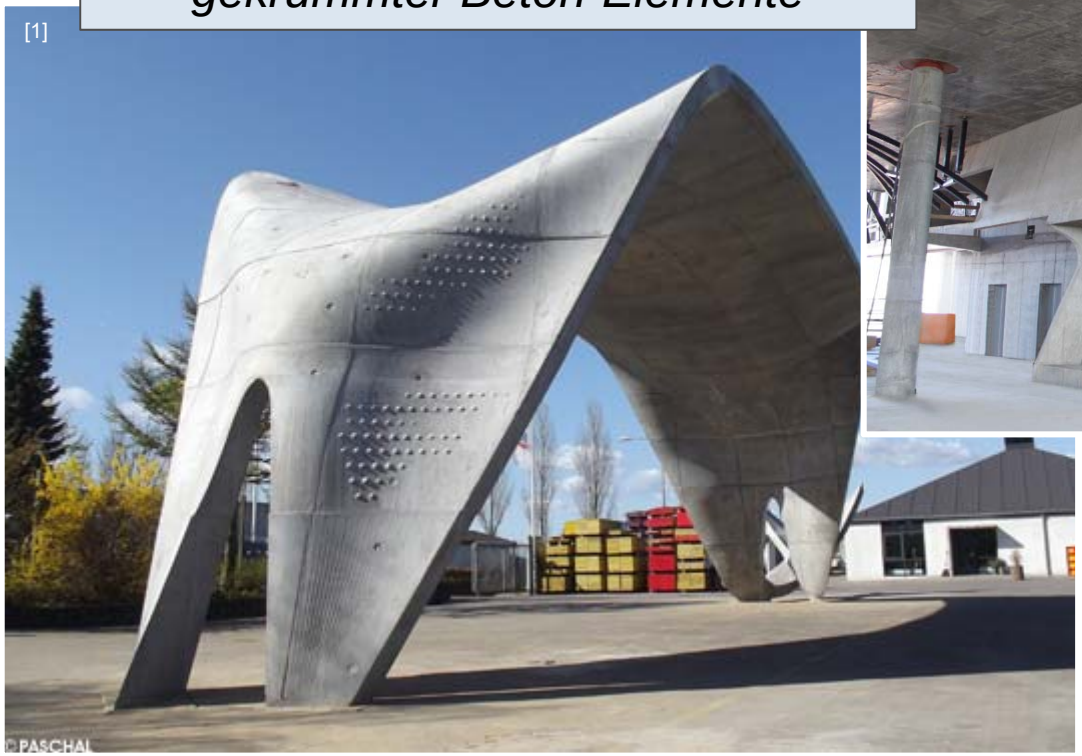


Flex4Beton

Das Projekt

Entwicklung eines formflexiblen Schalungswerkzeugs zur Herstellung gekrümmter Beton-Elemente

[2]


[1]

Flex4Beton

Das Projekt

FORSCHUNG AN FACHHOCHSCHULEN

Bundesministerium für Bildung und Forschung

Projektpartner:

Bauingenieurwesen:
Beton-zusammensetzung
Bewehrung
Abschalung

HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN MÜNCHEN

TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG
GEORG SIMON OHM

Maschinenbau:
Konstruktion &
Auslegung von
Werkzeug,
Interpolationsschicht
Einstellgerät

Industriepartner:

PERI [3]

hp-med.com [5]

RECKLI DESIGN YOUR CONCRETE [7]

KLEBL [4]

becker architekten [6]

Flex4Beton

Motivation und Ziele im Projekt

Vorgehen im Klassischen Schalungsbau:

1. Engineering
   - (Virtuelles Modell)
   - 2D-Schnittzeichnungen
2. Formherstellung aus Holz
   - Spantenbauweise mit kontinuierlicher Decklage
   - Oder: Fräsen aus dem Vollen
3. Aufbau und Abguss
4. After-Life
   - Meist nur einmalige Verwendung
   - Einlagern oder Verschrotten

Handlungsbedarfe:

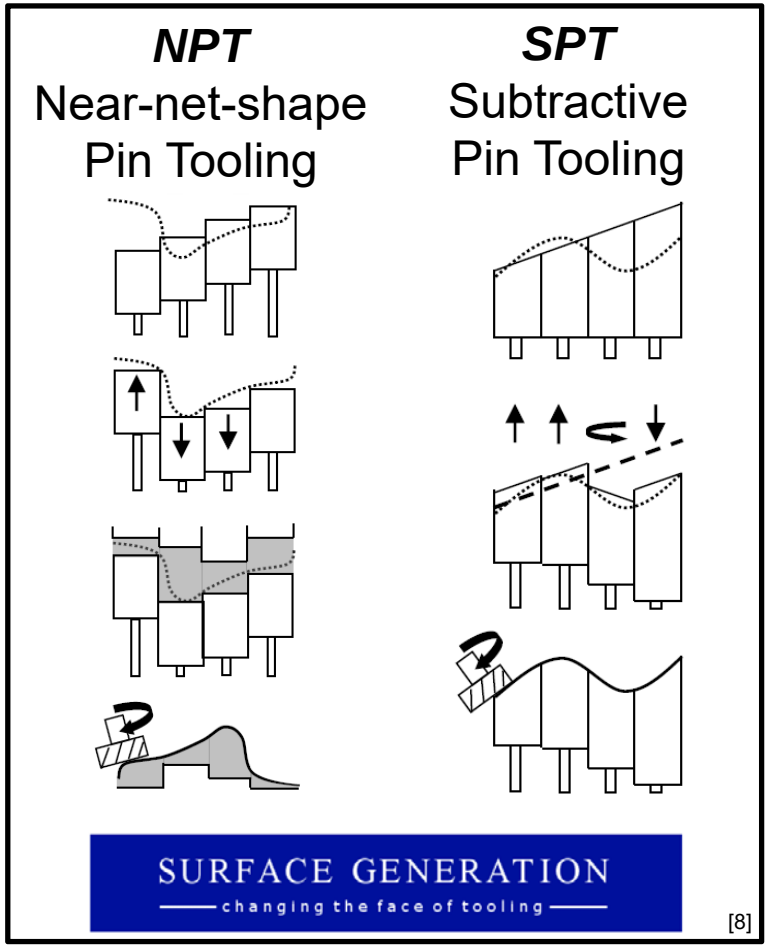
1. Daten aus Virtuellem Modell
2. Einfache Abbildung der Geometrie
3. Wiederverwertbarkeit der Form

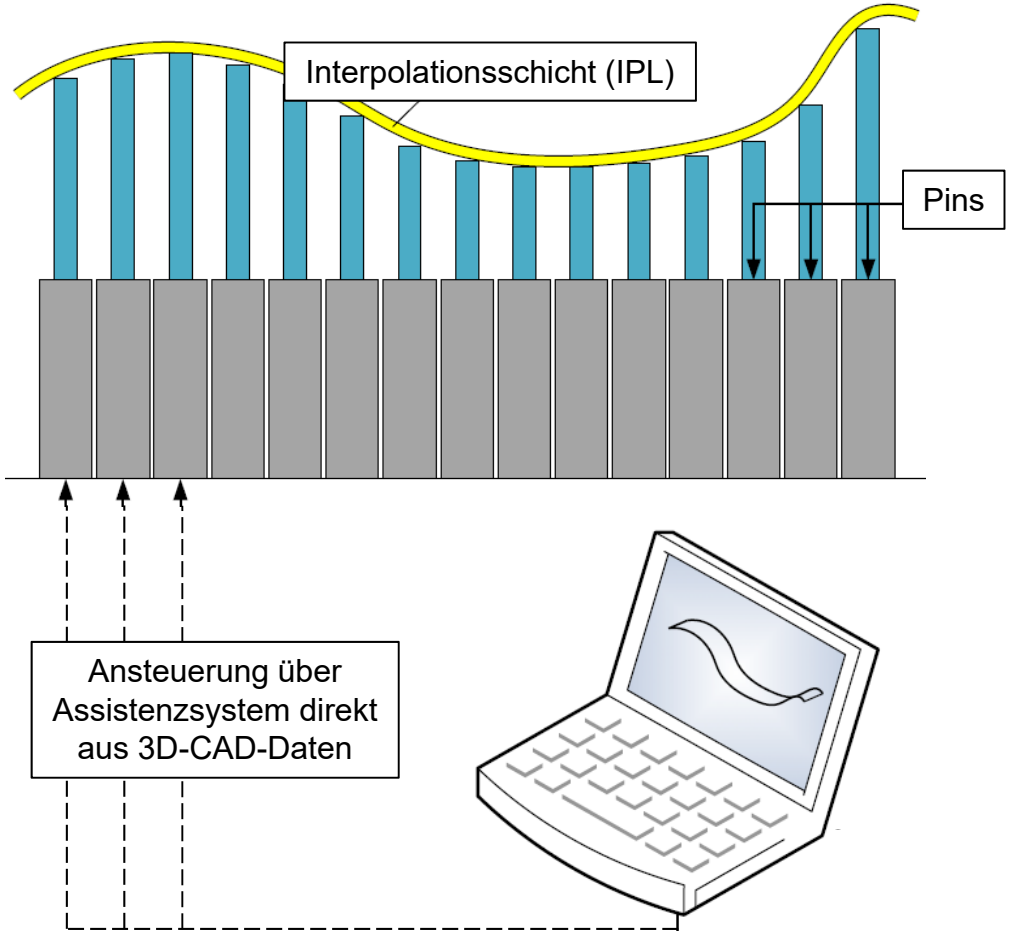
Lösungsansatz

Formflexibles Werkzeug

Ziel im Projekt Flex4Beton ist ein *Proof-of-Concept* dieser Technologie für Betonelemente

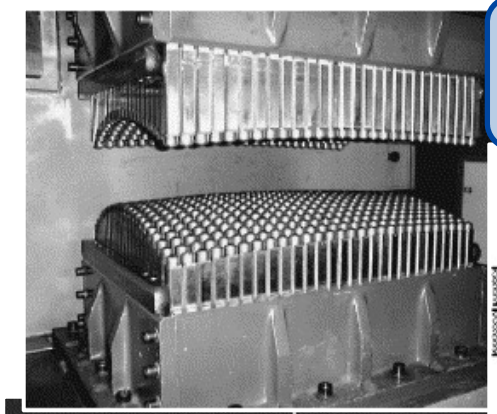
Multi-Point Tools

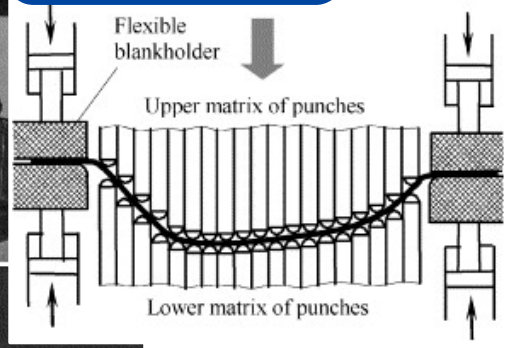




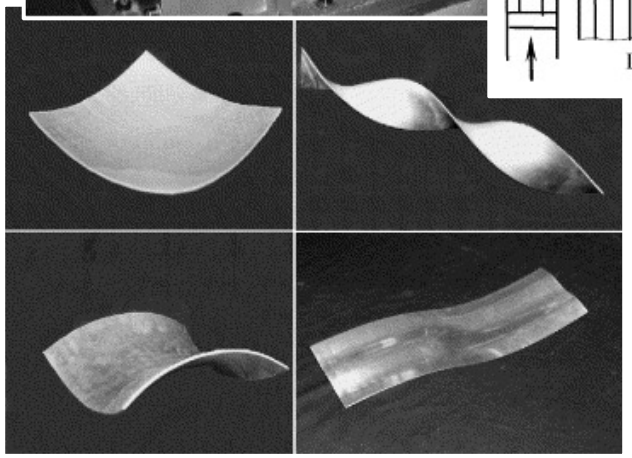
Multi-Point Tools – Einsatzbeispiele

Metall-umformung



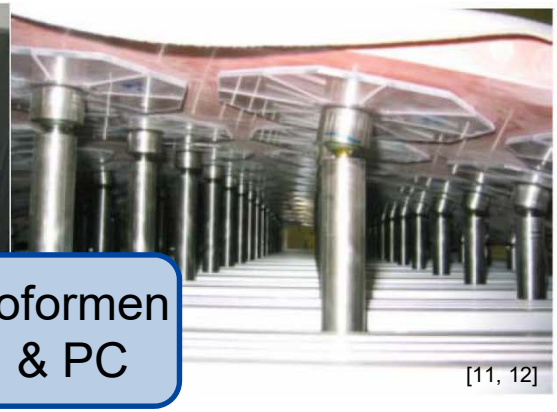


[9]



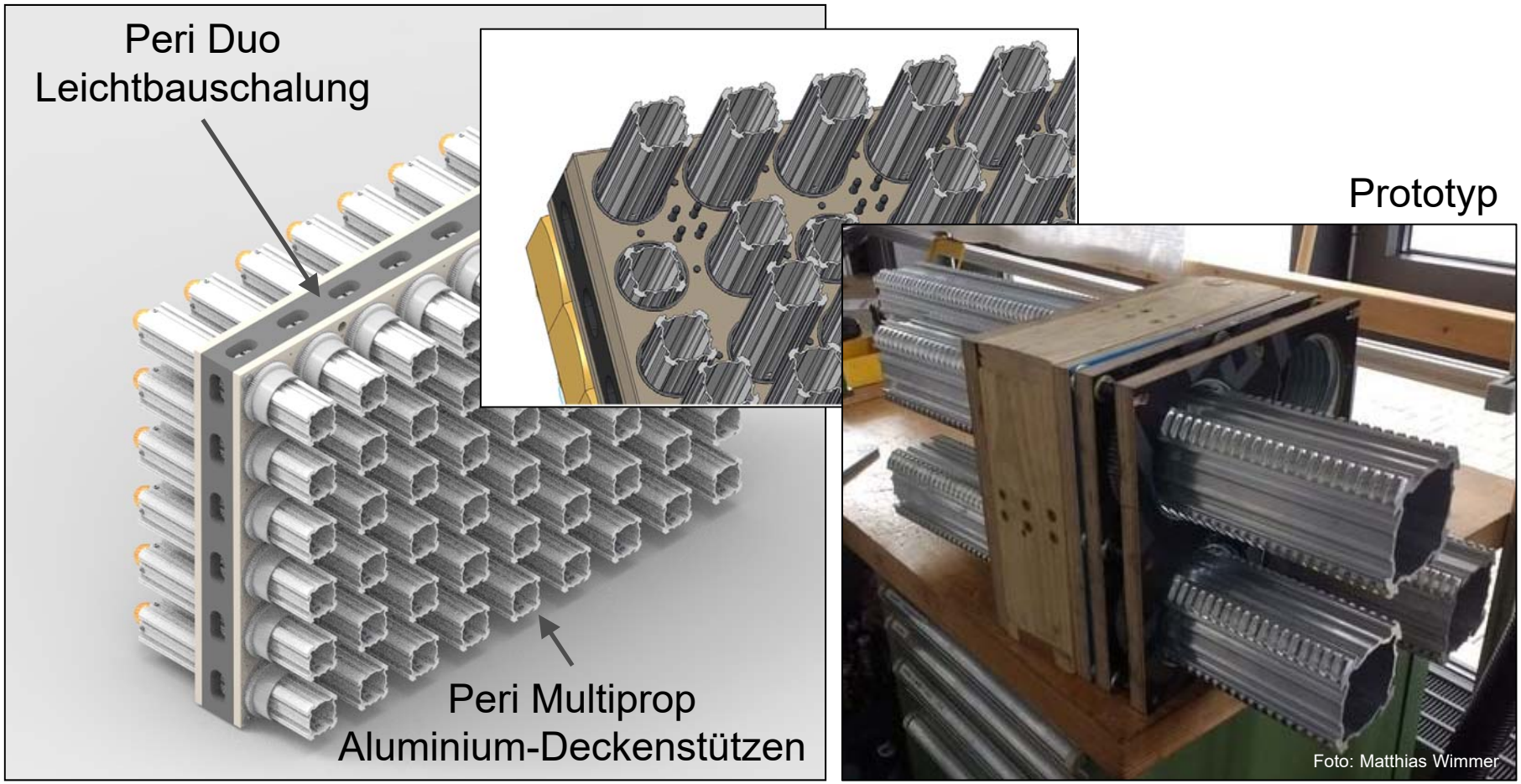
CFK Schalenteile

Thermoformen Acryl & PC



Flex4Beton

Maschinenkonzept



Flex4Beton

Einstellvorrichtung

Konzept: Modulbauweise

Pro:

- Gleichzeitige Einstellung aller Pins möglich
- Schnell

Contra:

- Teuer, da jeder Pin einen eigenen Motor benötigt
- Nicht mobil
- Kupplungsmechanik komplex

Konzept: Handgerät

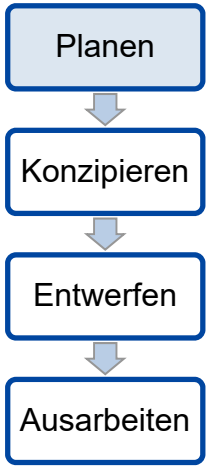
Pro:

- Mobil
- Einfache Handhabung
- Günstig (Projektbudget)

Contra:

- Einzelpineinstellung
- Langsam
- Manuell von einer Person zu führen → evtl. fehleranfällig

PEP nach VDI 2221



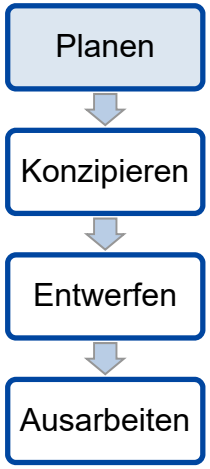
Flex4Beton

Einstellvorrichtung

Anforderungen mobiles Handgerät

- Forderungen:
  - Notwendiger Hub
  - Erforderliches Drehmoment
  - „Smart“
    → Sämtliche Elektronik und Steuerkomponenten am Einstellgerät
- Wunsch:
  - Unabhängig vom Stromnetz → Akkubetrieb

PEP nach VDI 2221



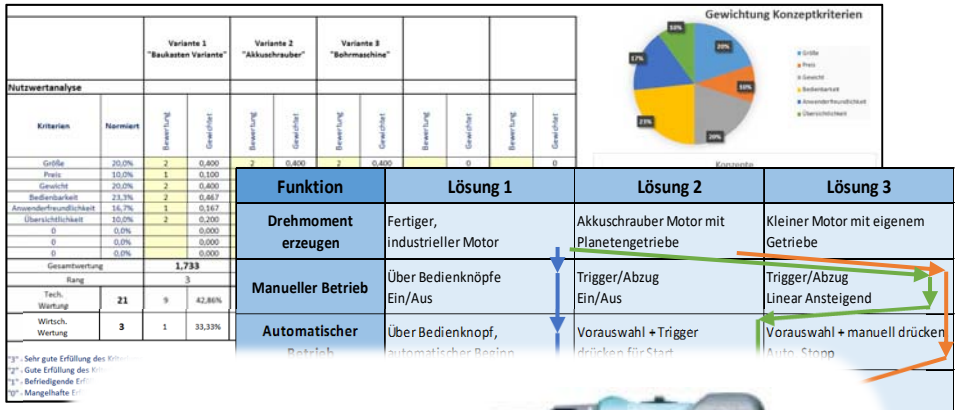
[13]

Flex4Beton

Einstellvorrichtung

Konzeptauswahl

Morphologischer Kasten
& Nutzwertanalyse
→ Zerlegung in Teilfunktionen



Funktion	Lösung 1	Lösung 2	Lösung 3
Drehmoment erzeugen	Fertiger, industrieller Motor	Akkuschrauber Motor mit Planetengetriebe	Kleiner Motor mit eigenem Getriebe
Manueller Betrieb	Über Bedienknöpfe Ein/Aus	Trigger/Abzug Ein/Aus	Trigger/Abzug Linear Ansteigend
Automatischer Betrieb	Über Bedienknopf, automatischer Beginn	Vorauswahl + Trigger drücken für Start	Vorauswahl + manuell drücken Auto. Stopp

PEP nach VDI 2221

Planen
↓
Konzipieren
↓
Entwerfen
↓
Ausarbeiten

Erzeugung Drehmoment
Energieversorgung

[14]

Kupplungsmechanismus

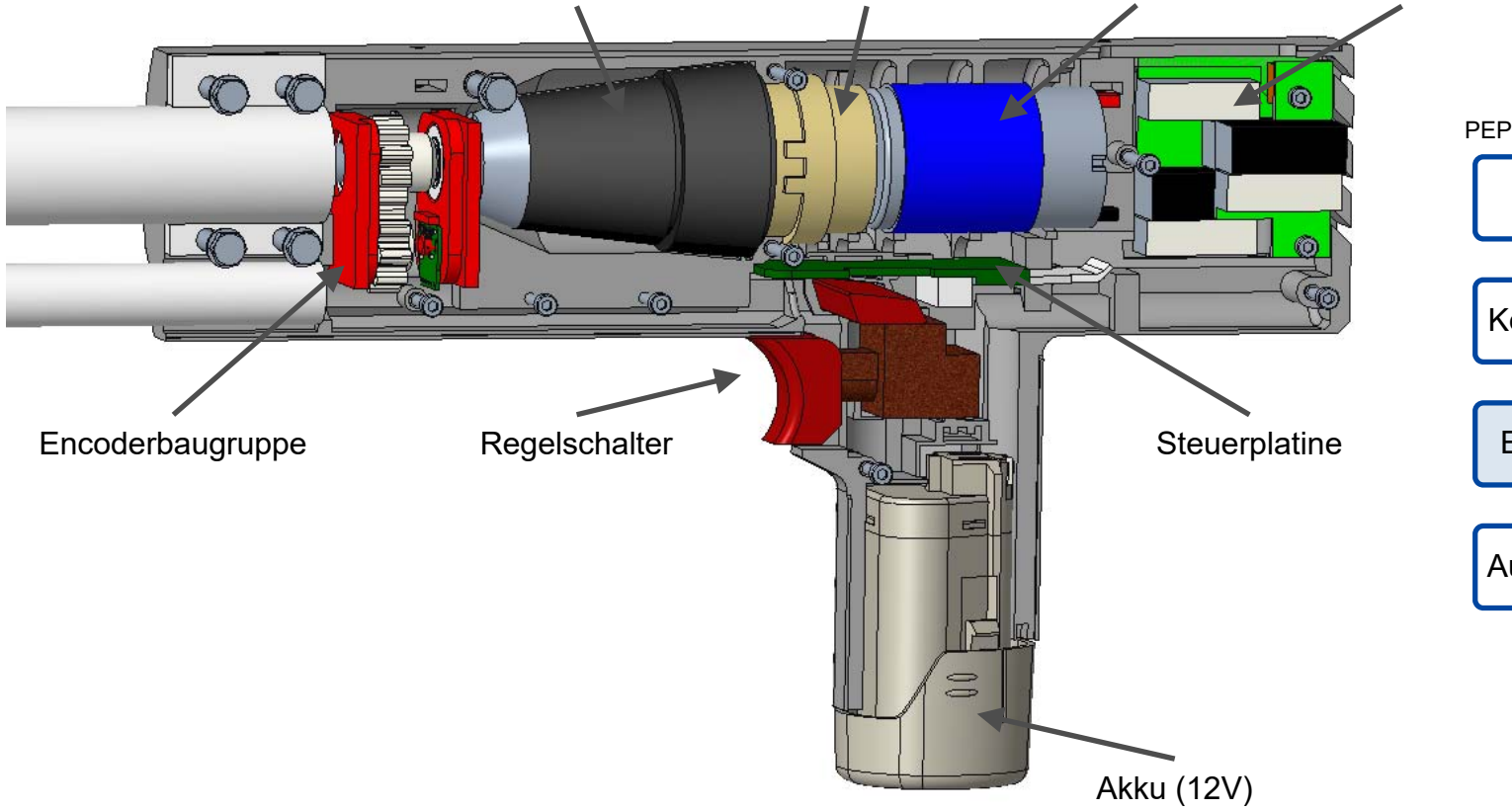
[15]

Pin-Detektion
Erkennung Positionswert

Flex4Beton

Einstellvorrichtung

Hardware



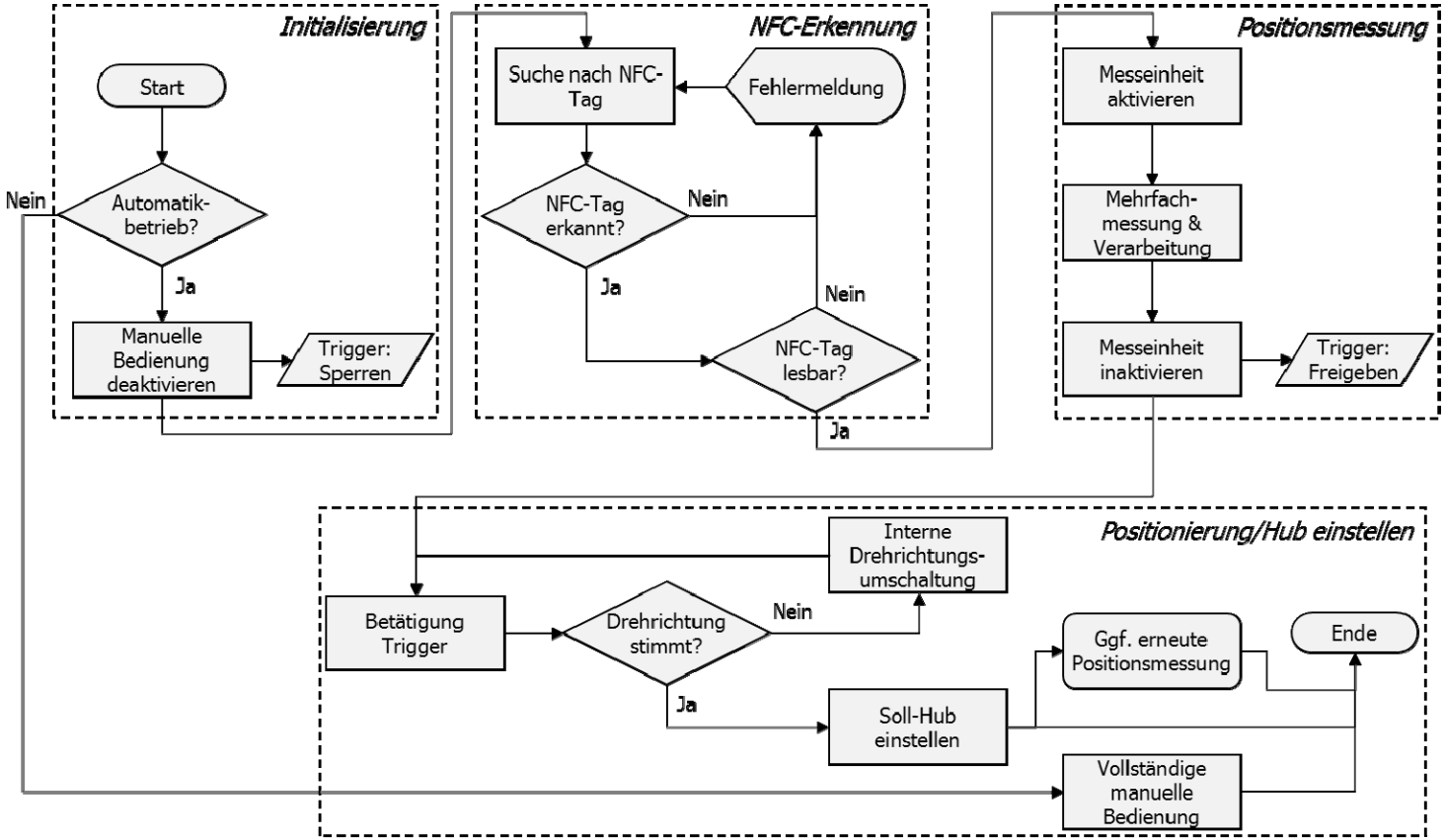
PEP nach VDI 2221

- Planen
- Konzipieren
- Entwerfen
- Ausarbeiten

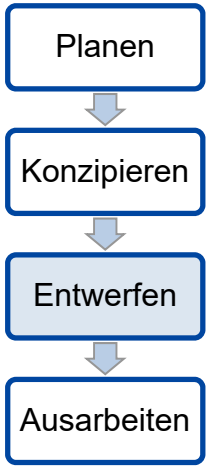
Flex4Beton

Einstellvorrichtung

Software



PEP nach VDI 2221



Flex4Beton

Einstellvorrichtung

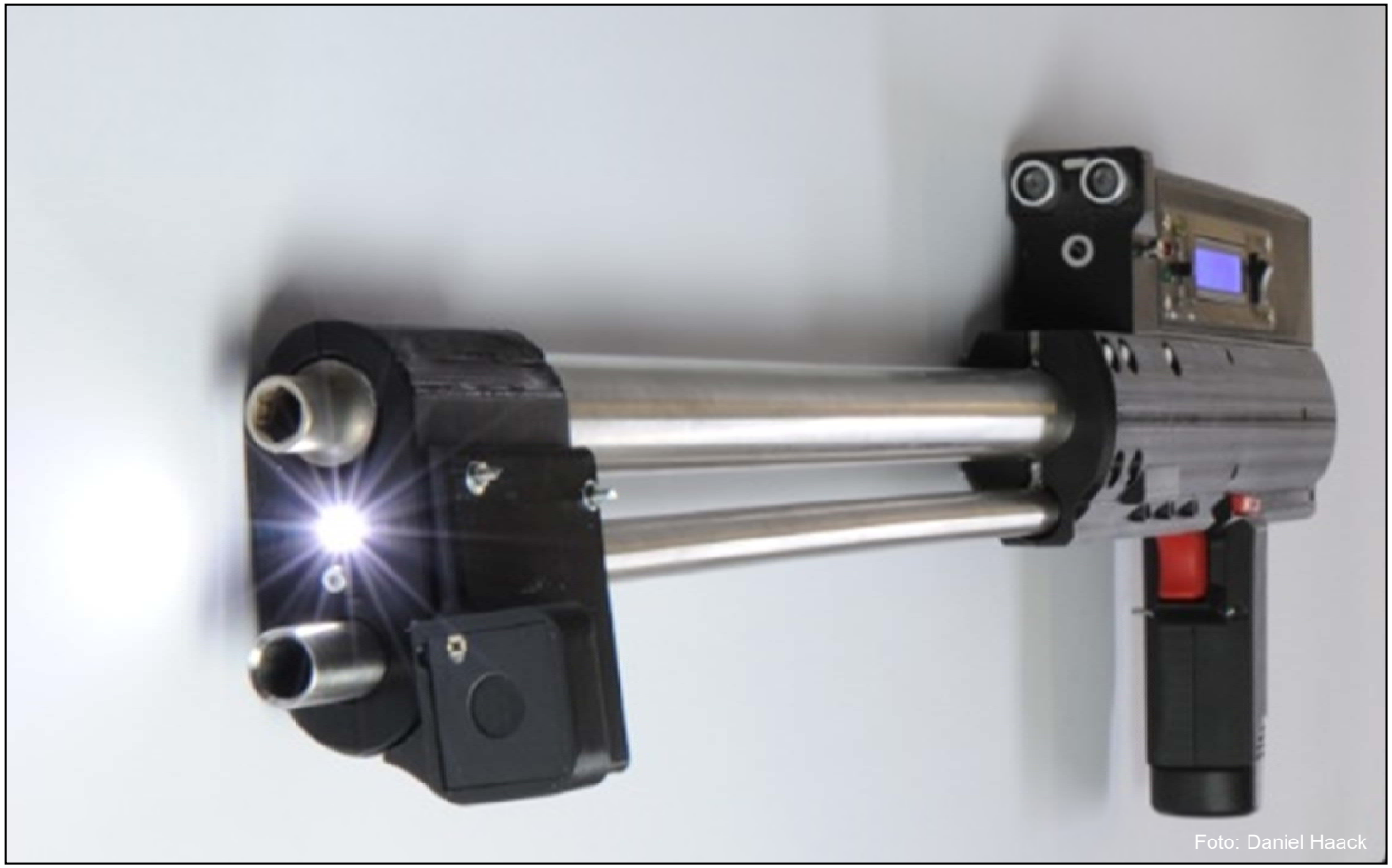


Foto: Daniel Haack

PEP nach VDI 2221

- Planen
- Konzipieren
- Entwerfen
- Ausarbeiten

Flex4Beton

Einstellvorrichtung

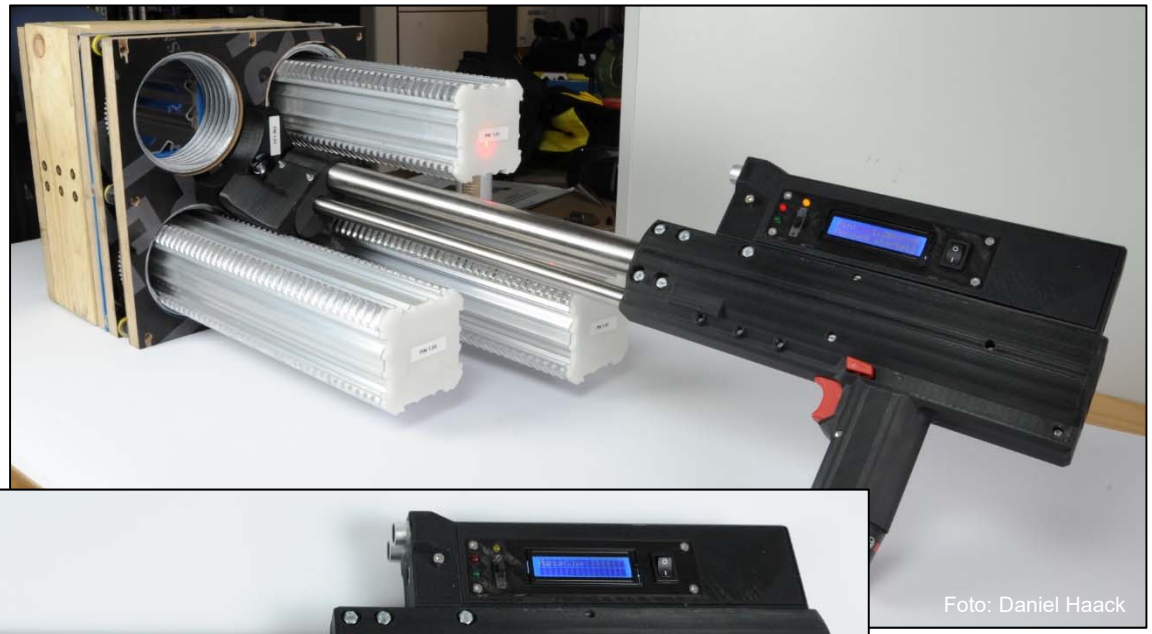


Foto: Daniel Haack

Foto: Daniel Haack

PEP nach VDI 2221

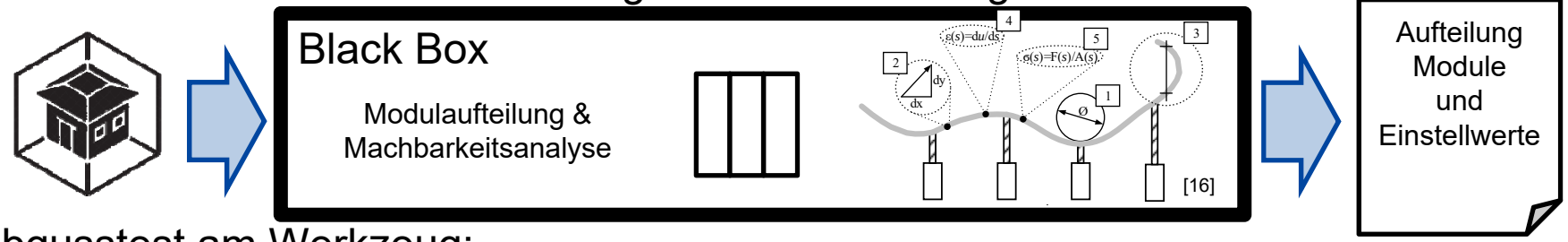
- Planen
- Konzipieren
- Entwerfen
- Ausarbeiten

Flex4Beton

Ausblick

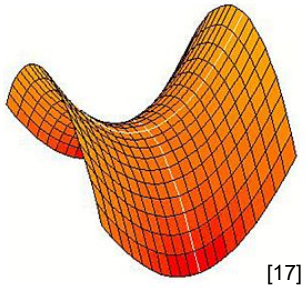
Prozessentwicklung:

„Vom 3D-Gebäudemodell zum eingestellten Werkzeug“



Abgusstest am Werkzeug:

Herstellung der Referenzgeometrie *Hyperbolisches Paraboloid*


[17]

$$0 = x^2/a^2 - y^2/b^2 + z$$

[18]

Foto: Andreas Fraundorfer

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Sebastian Katona, M.Sc. M.Eng.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG
INSTITUT FÜR CHEMIE, MATERIAL- UND PRODUKTENTWICKLUNG

Standort: Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg
Gebäude: KB, 3. Obergeschoss
Raum: KB.309
Tel.: 0911 / 5880 - 1904
E-Mail: sebastian.katona@th-nuernberg.de
Homepage: www.th-nuernberg.de/cmp

Quellenangaben (1/2)

[1] Paschal Beispielbauobjekt. URL: https://www.paschal.de/english/news/article/LOGO-TailorCrete-concrete-sculpture-Aarhus.php?ok=&tracking=1, 27.08.2018.

[2] Elphilharmonie Hamburg, Beispielbauobjekt. URL: http://www.jdarchitekten.de/projekte/page48/, 27.08.2018.

[3] Industriepartner Peri GmbH. URL: https://www.peri.de/, 05.09.2018.

[4] Industriepartner Klebl GmbH. URL: https://klebl.de/, 05.09.2018.

[5] Industriepartner HP Medizinzechnik GmbH. URL: http://www.hp-med.com/ueber-uns/, 05.09.2018.

[6] Industriepartner Becker Architekten. URL: http://www.becker-architekten.net/, 05.09.2018.

[7] Industriepartner Reckli GmbH. URL: https://www.reckli.com/de/, 05.09.2018.

[8] Surface Generation Ltd: Goodbye Machining – Reconfigurable Pin Tooling. At: SPE ACCE, Troy Michigan. URL: http://www.temp.speautomotive.com/SPEA_CD/SPEA2008/pdf/e/ET-06.pdf, 27.08.2018.

[9] M.Z.Li, Z.Y.Cai, Z.Sui, Q.G.Yan: Multi-point forming technology for sheet metal. In: Journal of Materials Processing Technology, Volume 129, Issues 1–3, 11 October 2002, Pages 333-338.

[10] R. Hornfeck, M. Lušić: FlexForCFK – Entwicklung eines prozessautomatisierten, formflexiblen Werkzeugs zur Herstellung von CFK-Bauteilen. Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm (Hrsg.): Sonderdruck, Nr. 66, 2017.

[11] Lindner, Walter; Feess, Ronald; Maurer, Christoph (2002): Anordnung mit verformbarer Matte zur Herstellung von dreidimensionalen Bauteilen und Verfahren zu ihrer Herstellung. Angemeldet durch Bayerische Motorenwerke AG am 02.03.2002. Anmeldenr: 02004817.9. Veröffentlichungsnr: EP 1 249 328 B1. B29 C33/30, B29 C39/26, B29C 39/2. Prioriätsdaten: 12.04.2001 DE 10118281

[12] Simon, Dominik; Zitzlsberger, Sabine; Wagner, Julia; Kern, Lisa; Maurer, Christoph; Haller, Dieter; Reinhart, Gunther (2013): Forming Plastic Shields on a Reconfigurable Tooling System. In: M. F. Zaeh (Hg.): Proceedings of the 5th Interational Conference on Changable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production. Interational Conference on Changable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production. Munich, 06.-09.10.2013. Institution for Machine Tools and Industrial Management. Cham: Springer, S. 73–78

Quellenangaben (2/2)

[13] Bossard Group: Icons. URL: https://www.bossard.com/es/application-engineering/online-calculators-and-converters.aspx, 10.09.2018.

[14] Bild Akkuschrauber. URL: http://www.akkuschrauber-testing.de/, 07.02.2017.

[15] Bild Kupplung. URL: http://ktr-international.com/de/produkte/kupplungen/rotex/standard.htm, 07.02.2017.

[16] Lušić, Mario; Wimmer, Matthias; Maurer, Christoph; Hornfeck, Rüdiger: Engineering framework for enabling mass customisation of curvilinear panels with large surfaces by using pin-type tooling. Procedia CIRP 37 (2015) 265-270.

[17] Bild Hyperbolisches Paraboloid. URL: https://www.mathe-online.at/lernpfade/hypar/?kapitel=1, 10.09.2018.

[18] Bild George Watsons roof. URL: https://www.math.uni-bielefeld.de/~sek/la2/material/hyperb-p.htm, 10.09.2018.