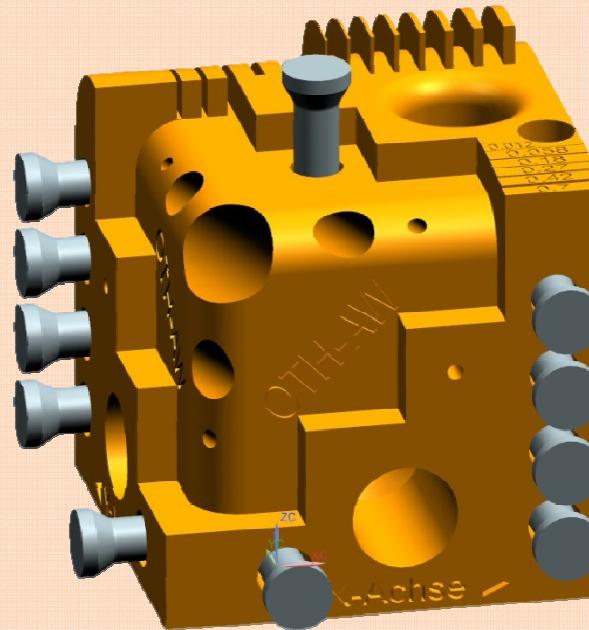


Qualitätsprüfteil für additive Verfahren



Copyright

Diese Unterlagen sind urheberrechtlich geschützt. Kein Teil dieser Unterlagen darf in irgendeiner Form ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Blöchl kopiert, reproduziert, übersetzt und unter Verwendung elektronischer Hilfsmittel verarbeitet und vervielfältigt werden. Zu widerhandlungen verpflichten zu Schadenersatz.

Änderungen in diesen Unterlagen sind vorbehalten. Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Blöchl übernimmt keine Garantie für den Inhalt dieser Unterlagen, einschließlich der stillschweigenden Garantie auf handelsübliche Qualität und Eignung für einen bestimmten Zweck.

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Blöchl ist in keinem Fall für im folgenden enthaltene Fehler, zufällige Schäden oder Folgeschäden in Zusammenhang mit der Bereitstellung, Funktion oder Verwendung dieser Unterlagen haftbar. Alle Produktnamen sind eingetragene Warenzeichen oder Warenzeichen der jeweiligen Eigentümer.



Kontaktadresse:

Ostbayerische Technische
Hochschule Amberg-Weiden
z. Hd. Herrn Prof. Dr. Blöchl

Kaiser-Wilhelm-Ring 23
92224 Amberg

Telefon:

09621/482 – 3307

Fax:

09621/482 – 4307

E-Mail:

w.bloechl@oth-aw.de

Who am I?

Infineon
Technologies AG
Automatisierung von
Backends

FH Amberg-Weiden
Lehrgebiete: Werk-
zeugmaschinen und
Fertigungstechnik

2004 Einstieg in die
Koordinatenmess-
technik, Kooperation
mit Fa. Werth

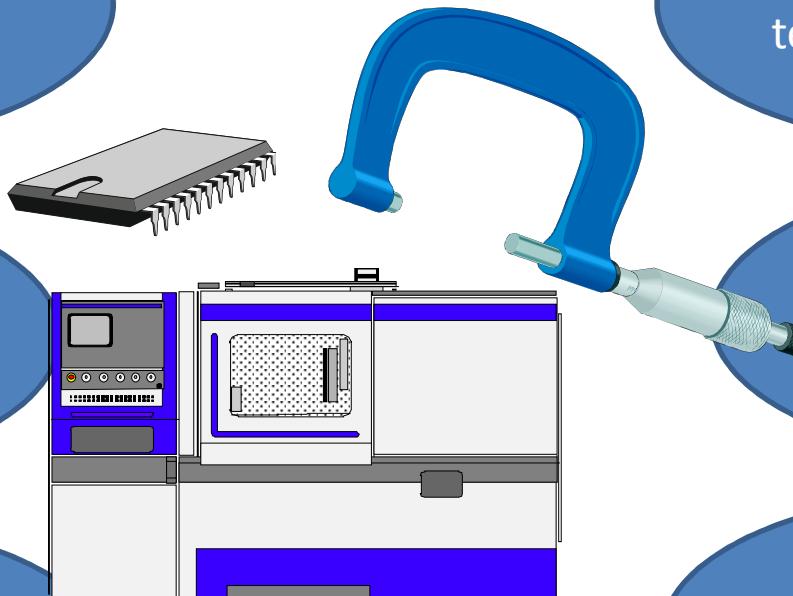
Promotion im
Umfeld der
Automatisierung von
Drehmaschinen

FH Amberg-
Weiden war erste FH,
die AUKOM Kurse
für Studenten
anbietet

Studium der
Fertigungstechnik an
der FAU Erlangen

2014
Gründung des
Innovationsnetz-
werkes Additive
Manufacturing

Groß geworden in
Franken (Bayern)



Running Snail Team

In der **Formula Student** treten Studententeams mit selbstentwickelten Fahrzeugen auf Formel 1 Rennstrecken gegeneinander an.



Das Team der OTH Amberg-Weiden entwickelte 2013 erstmals ein E-Fahrzeug!

**Aktuell ist unser Team
in der Weltrangliste auf Platz 6!**

Platzierungen 2017:
Tschechien: Gran Prix Sieg
Hockenheim: 3. Platz
Ungarn: 3. Platz



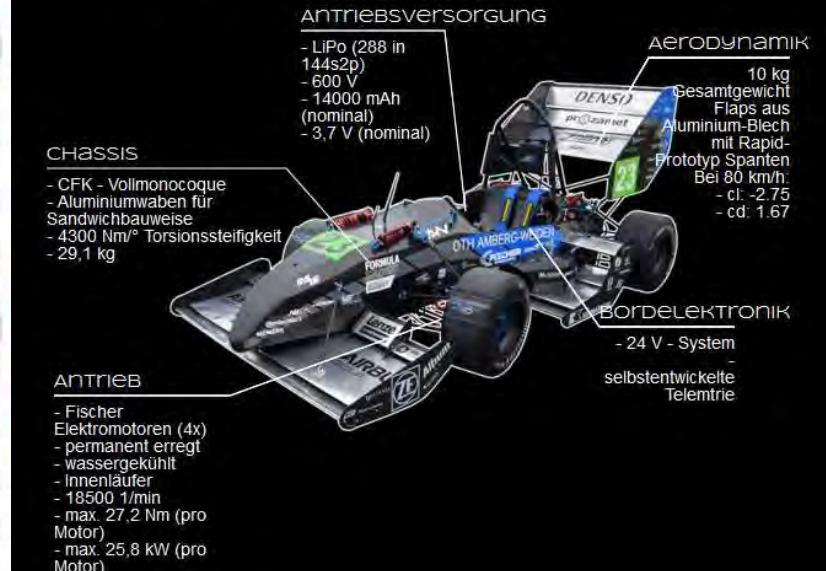
Weltrangliste Formula Student Electric

rank	wrp	university name	cn	team	A
1	3 823,76	Universität Stuttgart	DE	onFSG	A
2	1 784,72	University of Pennsylvania	US	onFSG	A
3	2 776,52	ETH Zürich	CH	onFSG	A
4	-3 766,00	Karlsruhe Institute of Technology	DE	onFSG	A
5	1 728,88	Massachusetts Institute of Technology	US	--	A
6	1 726,32	Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden (OTH)	DE	onFSG	A
7	1 675,89	RMIT University	AU	onFSG	A
8	2 668,28	Duale Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart	DE	onFSG	A
9	2 660,58	GFR DHBW Ravensburg & Oregon State University	DE/US	A	
10	-1 647,42	Tallinn TU UAS	EE	onFSG	A
11	-9 633,53	TU Delft	NL	onFSG	A
12	0 628,40	Budapest University of Technology and Economics	HU	onFSG	A
13	0 626,16	Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa (UPC)	ES	onFSG	A
14	9 609,28	Fachhochschule München	DE	onFSG	A
15	-1 572,77	Politecnico di Torino	IT	onFSG	A
16	-1 566,53	Universidade Estadual de Campinas	BR	onFSG	A
17	-1 561,98	Czech Technical University in Prague	CZ	onFSG	A
18	-1 531,93	Hochschule Esslingen	DE	onFSG	A
19	0 526,82	Swinburne University of Technology	AU	onFSG	A
20	1 522,92	Fachhochschule Osnabrück	DE	onFSG	A
21	8 522,37	Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona - Universitat Politècnica de Catalunya	ES	onFSG	A
22	-2 520,95	Université Laval	CA	onFSG	A
23	4 502,86	Chalmers University of Technology	SE	onFSG	A
24	-2 497,93	Missouri University of Science and Technology	US	--	A
25	-1 490,28	University of Washington	US	onFSG	A
26	-8 476,96	Hochschule Bonn-Rhein-Sieg	DE	onFSG	A
27	4 449,14	Helsinki Metropolia University of Applied Sciences	FI	onFSG	A
28	4 445,87	University of Canterbury	NZ	onFSG	A
29	1 424,91	Technische Universität Dresden	DE	onFSG	A
30	-2 409,17	Technical University of Munich	DE	onFSG	A
31	-6 409,07	Norwegian University of Science and Technology	NO	onFSG	A
32	2 396,12	University of Technology, Sydney	AU	--	A
33	2 379,44	University of California Davis	US	--	A
34	3 376,03	Technische Universität Eindhoven	NL	onFSG	A
35	3 366,63	Iwate University	JP	--	A
36	14 362,21	Technische Universität Hamburg-Harburg	DE	onFSG	A
37	2 356,01	Hochschule RheinMain	DE	onFSG	A
38	-12 345,58	Westsächsische Hochschule Zwickau	DE	onFSG	A
39	4 343,87	Universität Siegen	DE	onFSG	A
40	6 320,74	Ostfalia University of Applied Sciences	DE	onFSG	A
41	-5 320,41	Technische Universität Darmstadt	DE	onFSG	A
42	-2 309,07	Instituto Superior Técnico - U.T. Lisboa	PT	onFSG	A
43	1 302,63	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	DE	onFSG	A
44	3 297,24	University of the Basque Country	ES	onFSG	A

Amberg

TECHNISCHE DATEN RS16

Masse: L/B/H 2921 mm / 1451 mm / 1188 mm



TUM

Themenschwerpunkte

Amberger Werkzeugmaschinenlabor

Technologietransfer, best practice

Erwachsenenbildung, Kursangebot

Werkzeugmaschinen

3D-Druck

Koordinatenmessstechnik

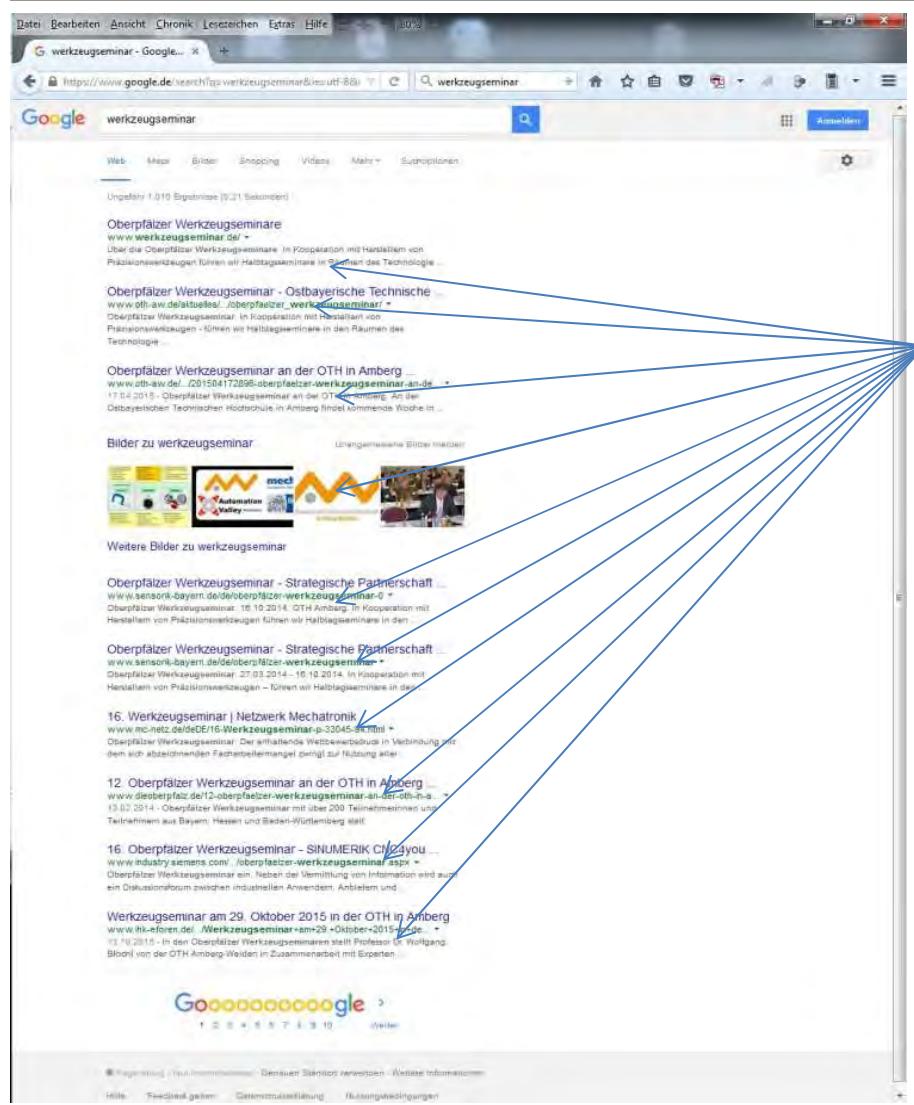
Digitale Produktion

Forschungsprojekte

Ausbildung der Studenten im Bachelor und Masterstudiengang



Werkzeugseminare im Internet



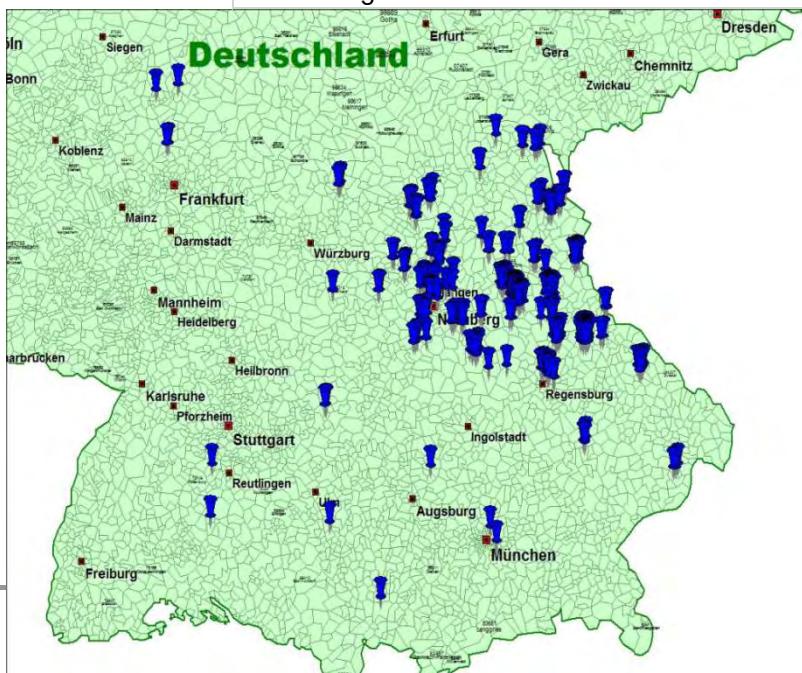
Die ersten 9 Treffer bei der Google Suchabfrage „Werkzeugseminar“
(Abruf: 28.10.2015, 20:47 Uhr)

Erster Treffer stabil seit 4,5 Jahren

Link: www.werkzeugseminar.de

		Anmeldungen		
		Gesam	CHA	AM
Anmeldungen gesamt		4468	1616	2878
Anmeldungen seit Okt.2010		3367	1552	1724
Werkzeugseminare		2181	947	1234
Technik-Forum@OTH - Zerspanung		1494	333	1161
Technik-Forum@OTH - Messtechnik		173	87	86
Technik-Forum@OTH - Digitale Produktion		109	0	109
Technik-Forum@OTH - Additive Manufacturing		273	0	182
AUKOM Kurse für Industrie angeboten durch AUKOM Schulungspartner		117	64	53
Werkzeugdaten vollständig erklärt		6	6	0
Lunch and Learn Bayern mit Fa. Zoller		83	83	0
5-Achsfräskurs		32	32	0

Anmerkung: die Zahlen beziehen sich auf die zu den jeweiligen Veranstaltungen angemeldeten Personen über Alles.



Beispiel:
12. Werkzeugseminar
 Partner: Paul Horn
 In Amberg
 318 Anmeldungen zu
 2 Werkzeugseminaren
 Einzugsbereich der
 Anmeldungen



12. Oberpfälzer Werkzeugseminar
 Trochoides Fräsen
 Hochvorschubfräsen
 Hartfräsen
 Programmierung des Trochoiden
 FräSENS
 13. Februar 2014 in Amberg

Partner:
 Hartmetall-Werkzeugfabrik Paul Horn GmbH


Organisation:
 Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Blöchl
 OTH Amberg-Weiden
 Abt. Amberg

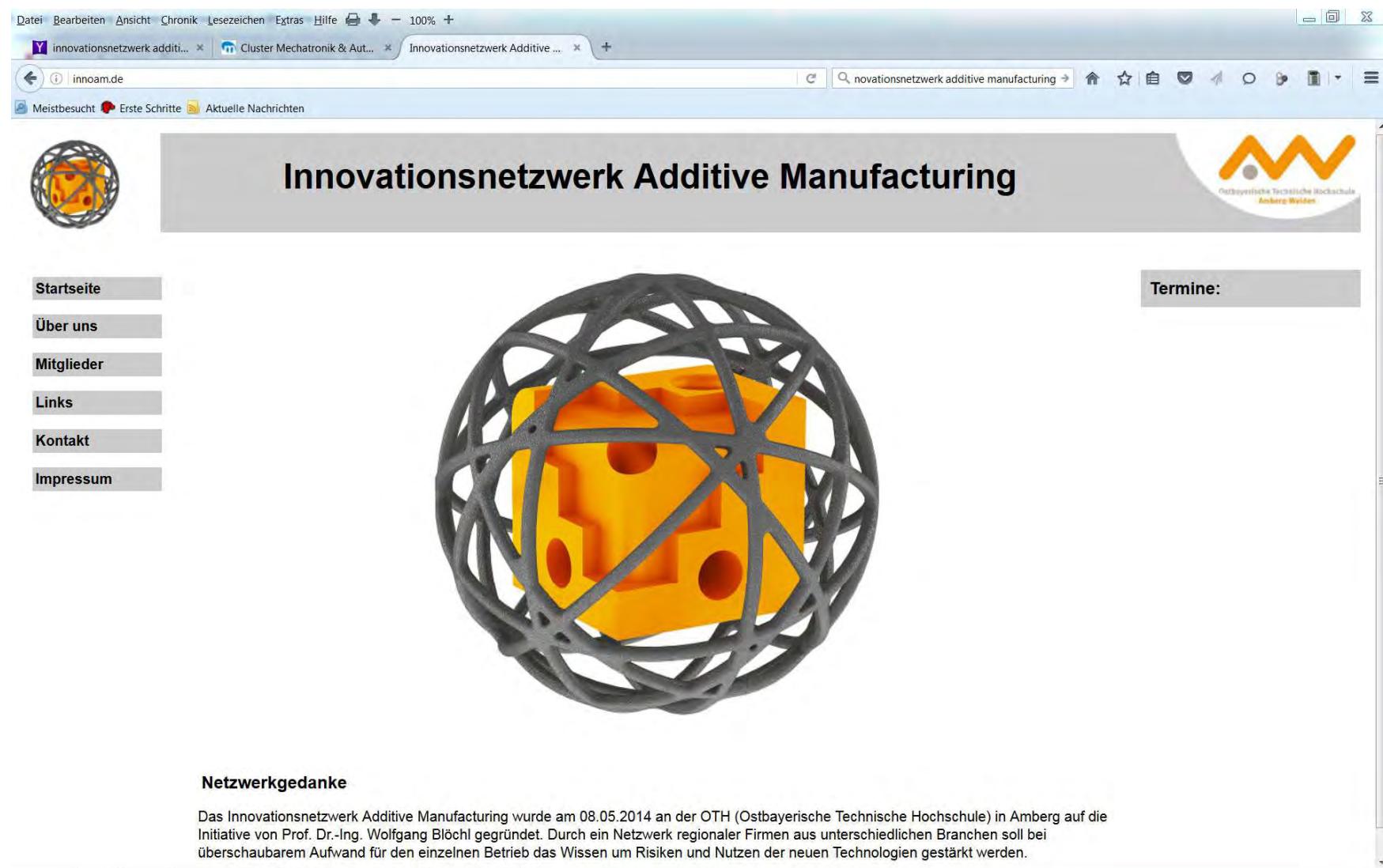
In Kooperation mit:
 ZENTRUM FÜR WEITERBILDUNG
 AMBERG-WEIDEN (ZFW)

 IHK Regensburg
 für Oberpfalz / Niederbayern

 OPEN MIND
 THE CAM FORCE

 cluster mechatronik
 & automation

 mech@tronik

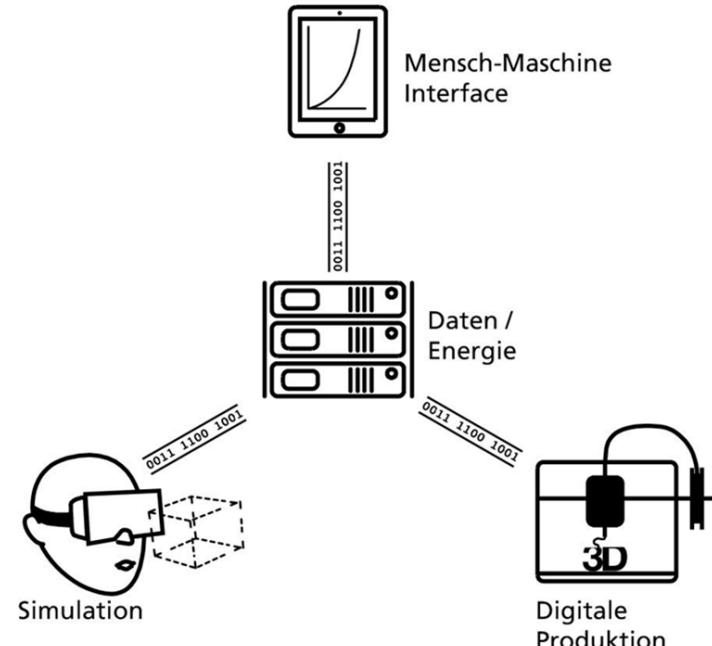


The screenshot shows a web browser window with the following details:

- Address Bar:** novationsnetzwerk additive manufacturing
- Page Title:** Innovationsnetzwerk Additive Manufacturing
- Header:** The page features a large, central image of a 3D-printed cube with a complex internal lattice structure, surrounded by a dark, spherical support structure. The cube is orange and yellow.
- Left Sidebar:** A vertical sidebar with the following menu items:
 - Startseite
 - Über uns
 - Mitglieder
 - Links
 - Kontakt
 - Impressum
- Right Sidebar:** A vertical sidebar with the following section:
 - Termine:
- Header Navigation:** The browser header includes tabs for "innovationsnetzwerk additive...", "Cluster Mechatronik & Aut...", and "Innovationsnetzwerk Additive ...". It also shows the URL "innoam.de" in the address bar.
- Page Content:** Below the main image, there is a section titled "Netzwerkgedanke" with the following text:

Das Innovationsnetzwerk Additive Manufacturing wurde am 08.05.2014 an der OTH (Ostbayerische Technische Hochschule) in Amberg auf die Initiative von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Blöchl gegründet. Durch ein Netzwerk regionaler Firmen aus unterschiedlichen Branchen soll bei überschaubarem Aufwand für den einzelnen Betrieb das Wissen um Risiken und Nutzen der neuen Technologien gestärkt werden.

- Gesamtprojektsumme: 3.726.748 €
- Förderanteil [€]: 2.608.723 €
- **Förderanteil Forschung [%]:** **100%**
- Förderanteil Gesamtprojekt [%]: 70%
- Drittmittelanteil [€]: 1.118.025 €
- Drittmittelanteil [%]: 30%
- Investitionsmittel: 100.000 €
- Wiss. Mitarbeiter in Vollzeit: 5
- Technische Mitarbeiter: 2
- Projektlaufzeit: 6 Jahre
- Art des Projektes: Fakultätsübergreifendes Projekt der Fakultäten EMI und MB/UT
- Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Blöchl
- Projektbeteiligt: Prof. Dr. Meiller, Prof. Dr.-Ing. Schmidt, Prof. Dr.-Ing. Wenk
- Gefördert durch: Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie



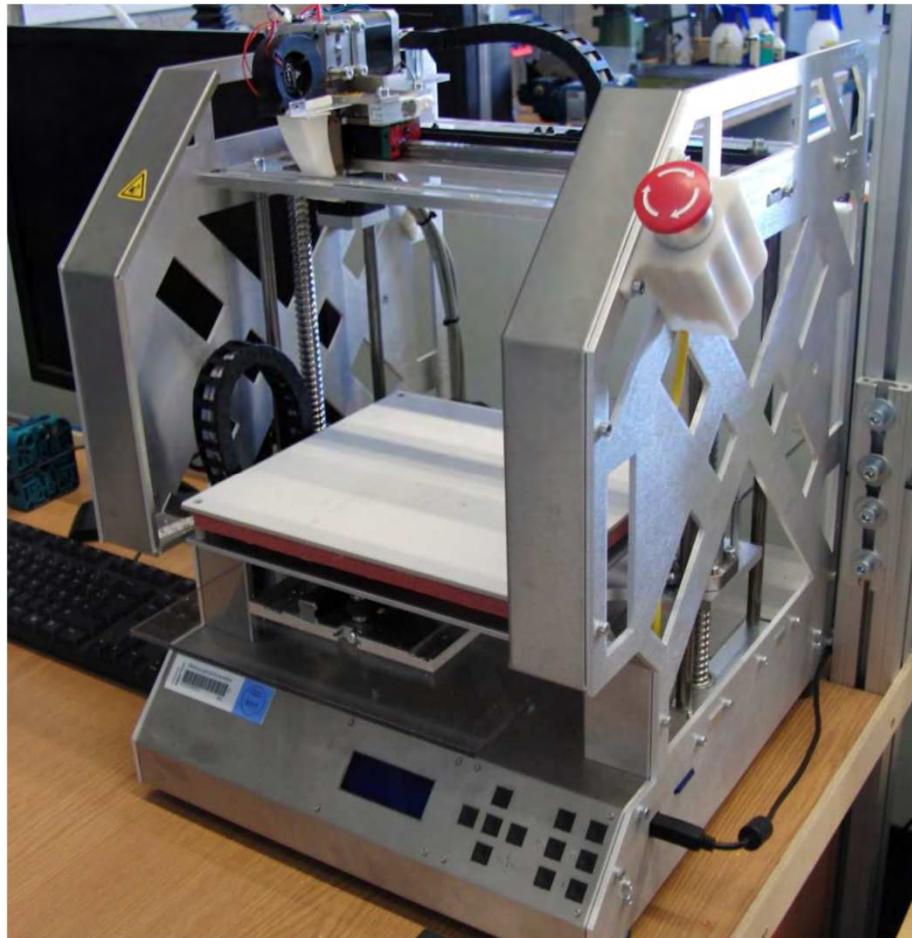
Eine EOS P350 die seit dem Jahr 2000 auf eine P360 hochgerüstet wurde bietet SLS mit PA.



Technische Daten der EOS P 360

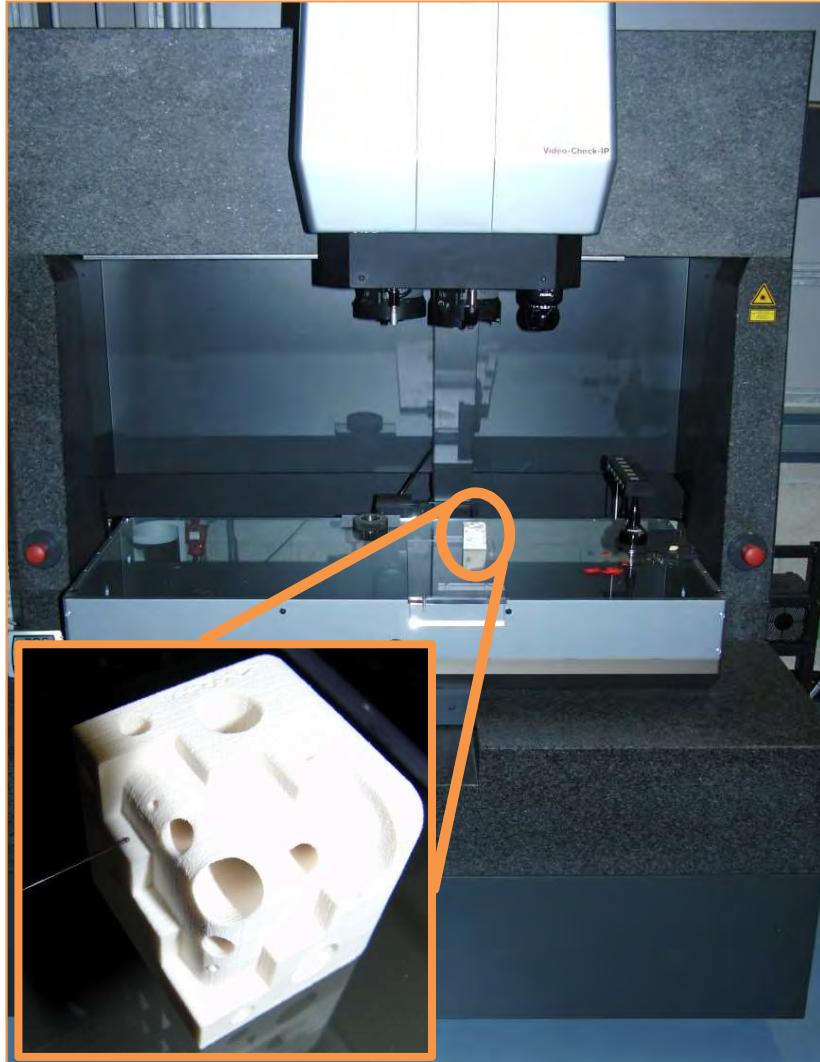
Nutzbares Bauvolumen:	340 x 340 x 620 mm
Baufortschritt (werkstoffabhängig)	10 - 25 mm
Bauhöhe / h	
Schichtdicke (werkstoffabhängig)	0,1 – 0,2 mm
Stützkonstruktionen:	nicht erforderlich
Lasertyp:	CO ₂ , 50W
Präzisionsoptik	F-Theta Linse
Scangeschwindigkeit	5 m/s
Stromanschluss	32 A
Leistungsaufnahme (typisch)	2 kW
Schutzgas:	Stickstoff
Datenaufbereitung:	PC, Windows 95, Windows NT
Software:	EOS RP Tools, Magics / Materialise
Datenschnittstelle zu CAD:	STL, CLI
Netzwerk:	Ethernet

Die FDM Drucker RF1000 und RF2000 verarbeiten ein Vielzahl von Thermoplasten.



Anlagengröße:	410mm x 375mm x 500mm
max. Bauvolumen:	
RF1000:	245mm x 230mm x 200mm
RF2000:	230mm x 180mm x 200mm
Schichtstärken:	0,05 bis 0,3 mm
Gehäuse:	Aluminium
Achsen:	Kugelumlaufschienen und Kugelumlaufgewinde
Genauigkeit der Achsen	± 0,01 mm
Max. Gew.	1000 mm/sek.
Düsen Ø:	0,3 / 0,4 / 0,5 / 0,8 mm
Extruder:	Dualextruder
Druckplatte:	Keramik, 450 W Leistung
Extrudertemp:	120° bis 270 °C
Druckplattentemp:	55° bis 160 °C
Materialien:	PLA, ABS, PVA, HIPS, FLEX
Schnittstellen:	USB 2.0 und SD-Kartenleser
Software:	Cura, RepetierHost, weitere

Die maßlichen Abweichungen eines Bauteils lassen sich mit dem Multisensorkoordinatenmessgerät erfassen.



Multisensorkoordinatenmessgerät

Hersteller: Werth Videocheck IP 800

Portalbauweise

Maschinengestell:

Granit

Linearführungen:

Luftgelagert

Luftverbrauch:

200 Nl/min.

Arbeitsraum:

800 x 400 x 400 mm

Messunsicherheit:

E1=1,1 μ m + L/500 μ m

E2=1,5 μ m + L/400 μ m

E3=2,0 μ m + L/300 μ m

Auflösung des Messsystems: 0,1 μ m

Max. Werkstückgewicht: 150 kg

Fahrgeschwindigkeit: 300 mm/s

Max. Beschleunigung: 1000 mm/s²

Sensoren:

- Bildverarbeitung mit Festoptik und Zoom
- Laserabstandssensor
- Schaltender und messender Taster auf Drehschwenkgelenk
- Profilsensor

Inbetriebnahme: 2004

Erweiterung mit 2. Bildverarbeitung und Zoom mit variablem Arbeitsabstand in 2007

Messender Taster Renishaw SP25 in 2009

Fasertaster WFP in 2011

Die Rautiefenmessung von FDM-Teilen erfolgt mit Hilfe von Streifenlichtprojektion.



Messung von Mikrostrukturen, Oberflächenstrukturen und Rauheit

Messprinzip: Streifenlichtprojektion

Lichtquelle: UV LED

Messvolumen: $1,7 \times 1,4 \times 0,5 \text{ mm}^3$

Kamerapixel: 5 Mio.

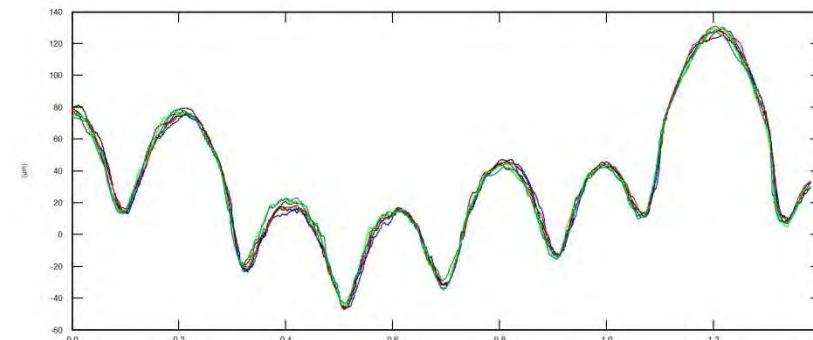
Punkteabstand: $0,7 \mu\text{m}$

Höhenauflösung: $0,05 \mu\text{m}$

Messdatenrate: 500.000 Punkte/s

Arbeitsabstand: 34mm

Messzeit: 10 s



Der Messarm mit Laserliniensor ermöglicht das Aufnehmen von unbekannten Geometrien.



Hexagon Romer Infinite ∞ SC

Modell: 5024SC

Messbereich: 2.400mm Durchmesser

Wiederholgenauigkeit: $\pm 0,020$ mm

3D Längenmessunsicherheit: $\pm 0,040$ mm

Anzahl Achsen: 7

Sensoren:

- Taktil

- Laserliniensor Scanworks V5

- Profildichte: 7640 Punkte/Linie

- Scan Rate: **458.400 Punkte/s**

- Messgenauigkeit: 0,024mm 2σ (Eckentest)

- Messabstand 100mm

- Sichtfeld: 140 x 110 mm

- minimale Auflösung: 12mm

Demoanwendung:

Rüstoptimierung von Fräsmaschinen

Zul. Umgebungstemperatur:

0°C – 46°C ($\pm 1,5^\circ\text{C}/\text{h}$)

Software: PC DMIS und Polyworks

Inbetriebnahme: 2008

Die Druckqualität wird durch die gezielte Einbringung von Standardgeometrien in das Qualitätsprüfteil beurteilt.

Eigenschaften des Qualitätsprüfteils:

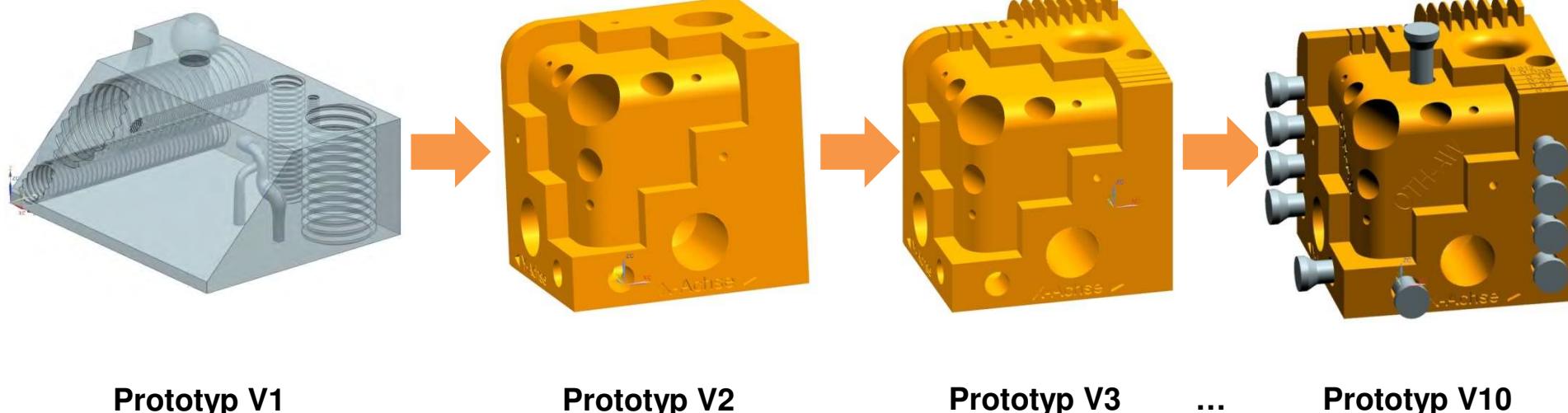
Kompakt, nur
44 mm
Kantenlänge
und 58 cm³
Volumen

Ablesbarkeit von thermischen Verzug und Schwund

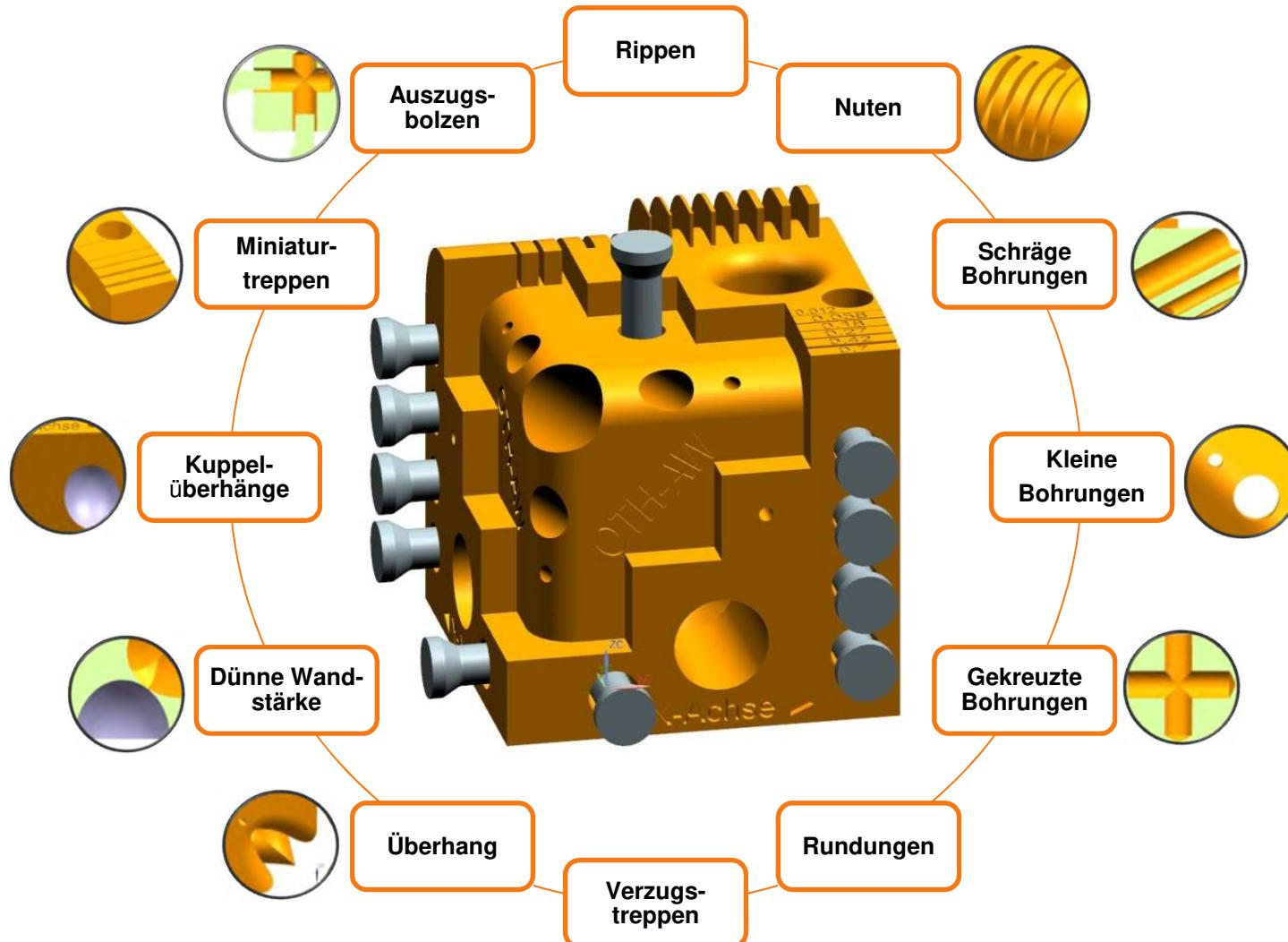
Einfache Zugänglichkeit der Geometrien

Optische und maßliche Beurteilung von Radien und Rundungen

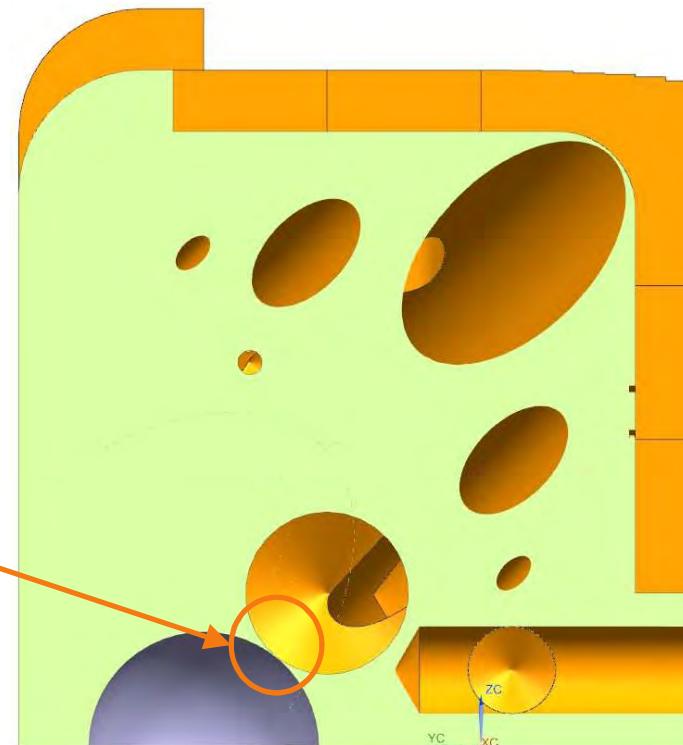
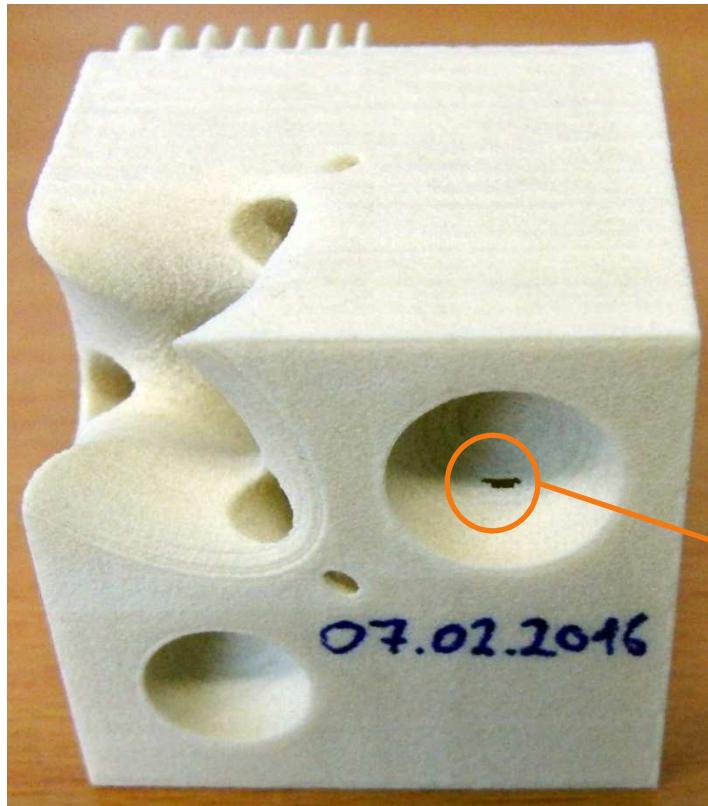
Bohrungen und Überhänge als Herausforderung



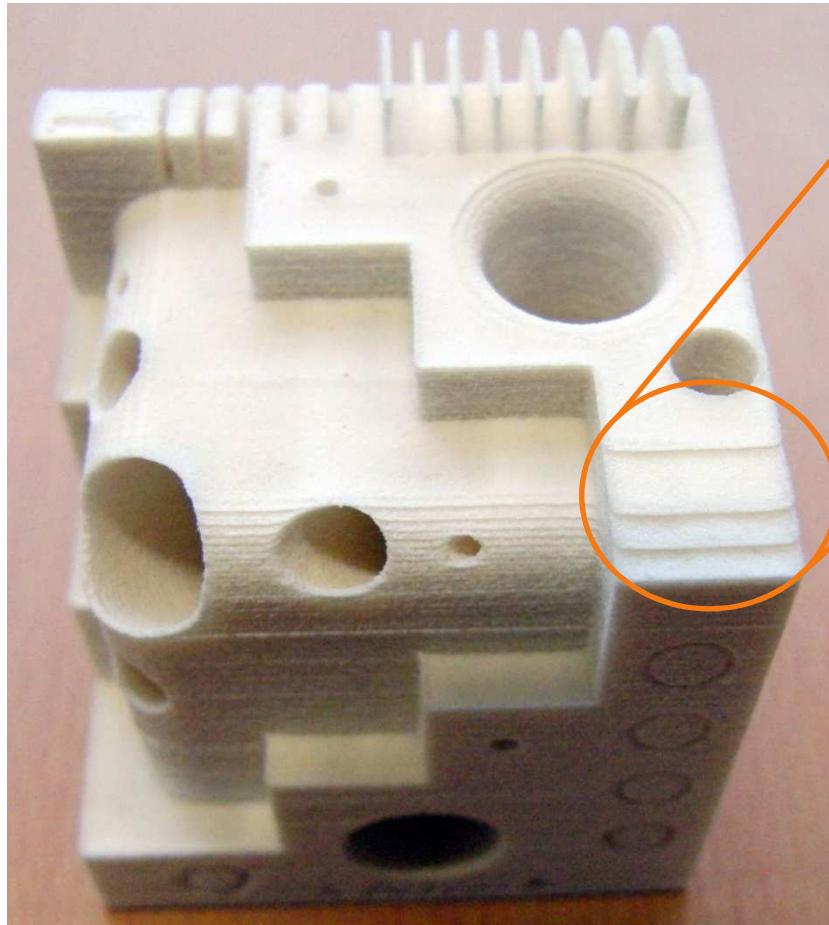
Nach 12 Features wird die Druckqualität eines Qualitätsprüfteils (Version 10) beurteilt.



Eine minimale tangentiale Strukturbreite von 6 µm zeigt das Auflösungsvermögen des additiven Verfahrens.



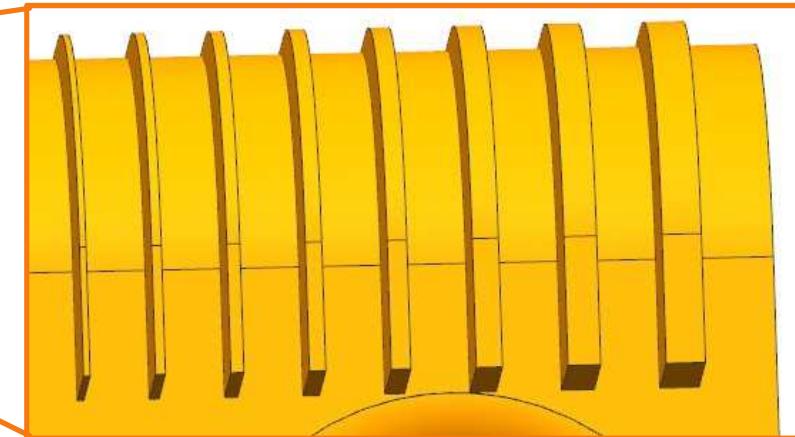
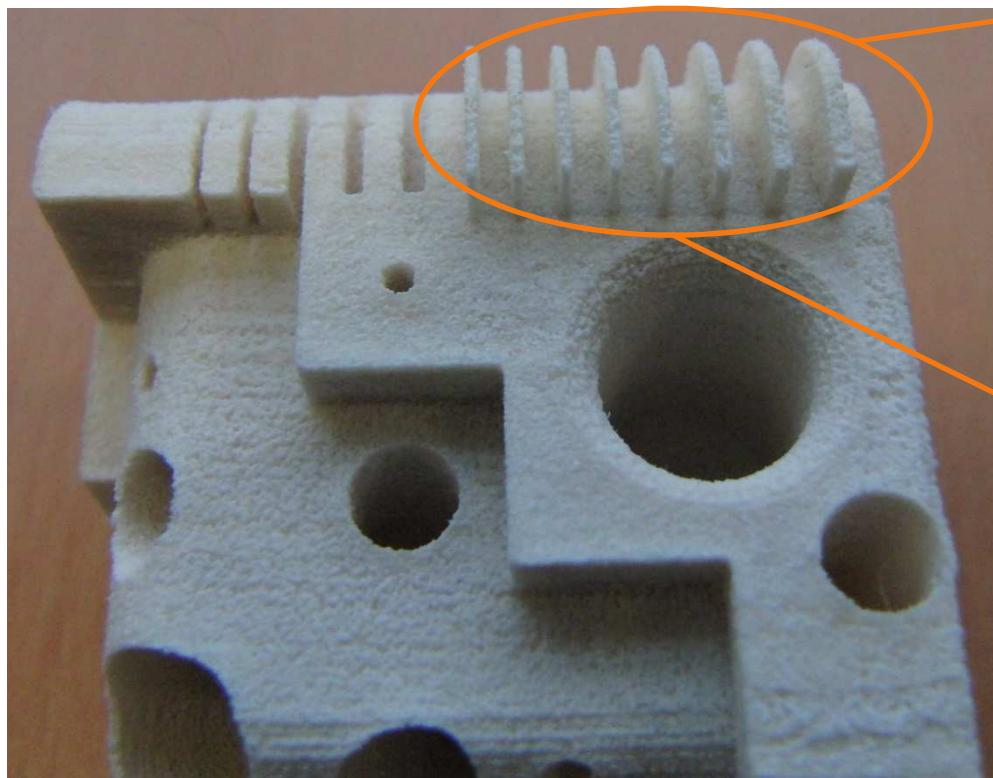
Die Schichtauflösung von Software und additiven Verfahren wird mittels Miniaturtreppenstufen ermittelt.



Über Miniaturtreppenstufen wird überprüft, wie die Slicer-Software und/oder der Drucker das Merkmal abbildet.

Ergebnis:
Verhalten der Slicer-Software erkennbar und Z-Auflösung des Druckers bestimmbar

Die minimalen Strukturbreiten in der XY-Ebene werden über Lamellen geprüft.



Über Lamellen wird überprüft, welche Strukturbreiten das additive Verfahren in der XY-Ebene abbilden kann

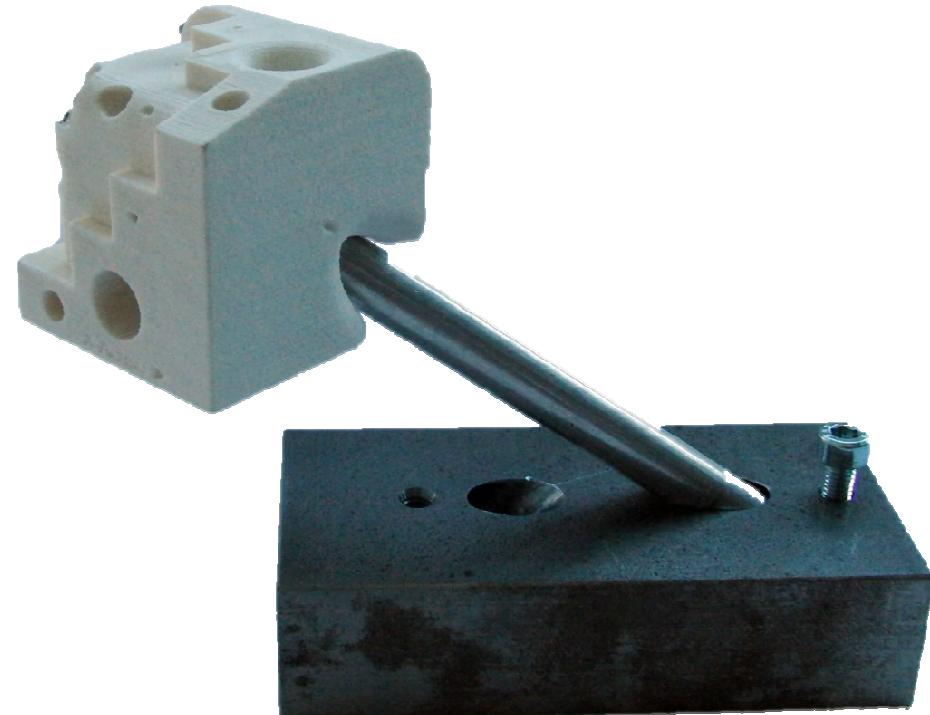
Lamellenbreiten:
1,2 / 1 / 0,8 / 0,6 / 0,5 / 0,4 / 0,3 / 0,2 mm

Erkenntnis:
Lamellen werden ausgelassen oder haben nicht die korrekte Breite

Eine Aufspannung lässt das Qualitätsprüfteil von allen Seiten zugänglich werden.

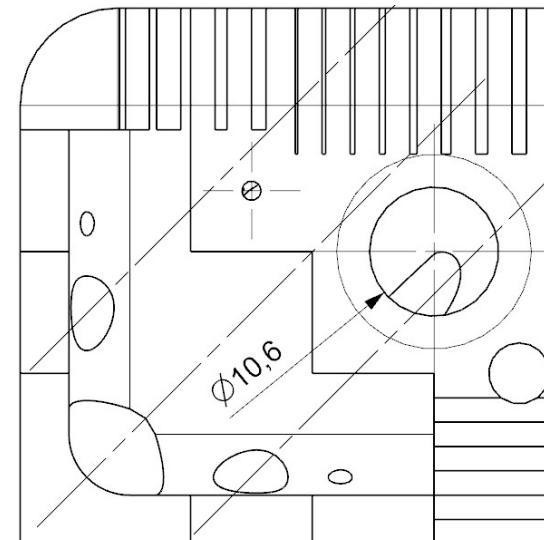
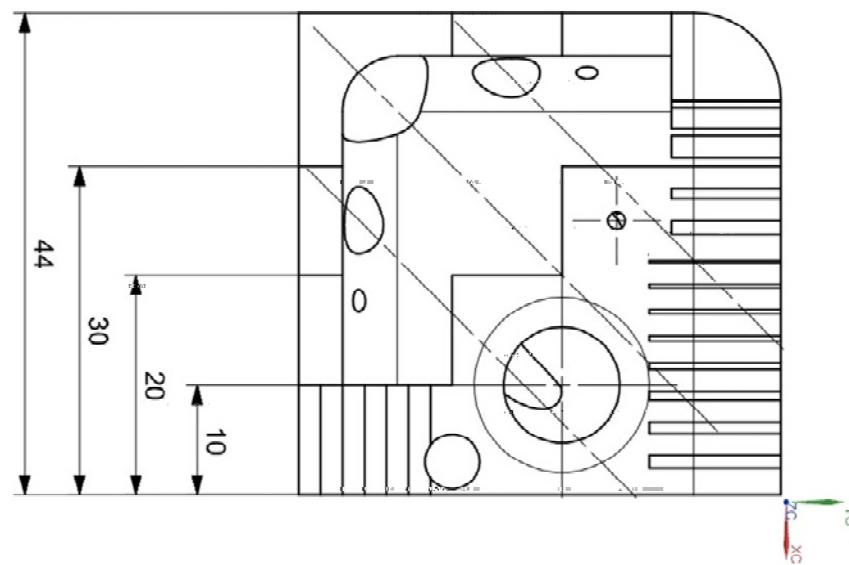
Problem:
Alle relevanten geometrischen
Merkmale müssen bei der
Messung zugänglich sein.

Lösung:
Punktuelle Aufspannung, die
den Antastkräften widersteht.



Die ersten Messungen des Qualitätsprüfteils geben Aufschluss über die Druckqualität der EOS P360.

Abstand eines Punktes auf einer Stufe zur YZ-Ebene (Messung liegt in der XY-Ebene negativ in X-Richtung aufsteigend)									
X	10,0097	10,0000	0,1000	-0,1000	0,0097	XY-Stufe-1_X-Richtung	0,10%	Max.	0,51%
X	20,0325	20,0000	0,1000	-0,1000	0,0325	XY-Stufe-2_X-Richtung	0,16%	Min.	0,10%
X	30,1530	30,0000	0,1000	-0,1000	0,1530	XY-Stufe-3_X-Richtung	0,51%	Mittelwert	0,26%
X	44,1267	44,0000	0,1000	-0,1000	0,1267	XY-Stufe-4_X-Richtung	0,29%		
Gerechneter Kreis aus 9 Elementen in XY-Ebene oben									
D	10,7110	10,6000	0,1000	-0,1000	0,1110	XY-Kreis_oben	1,05%	Max.	1,05%
D	10,6126	10,6000	0,1000	-0,1000	0,0126	XY-Kreis_st2_oben	0,12%	Min.	0,12%
D	10,5129	10,6000	0,1000	-0,1000	-0,0871	XY-Kreis_st3_oben	-0,82%	Mittelwert	0,11%

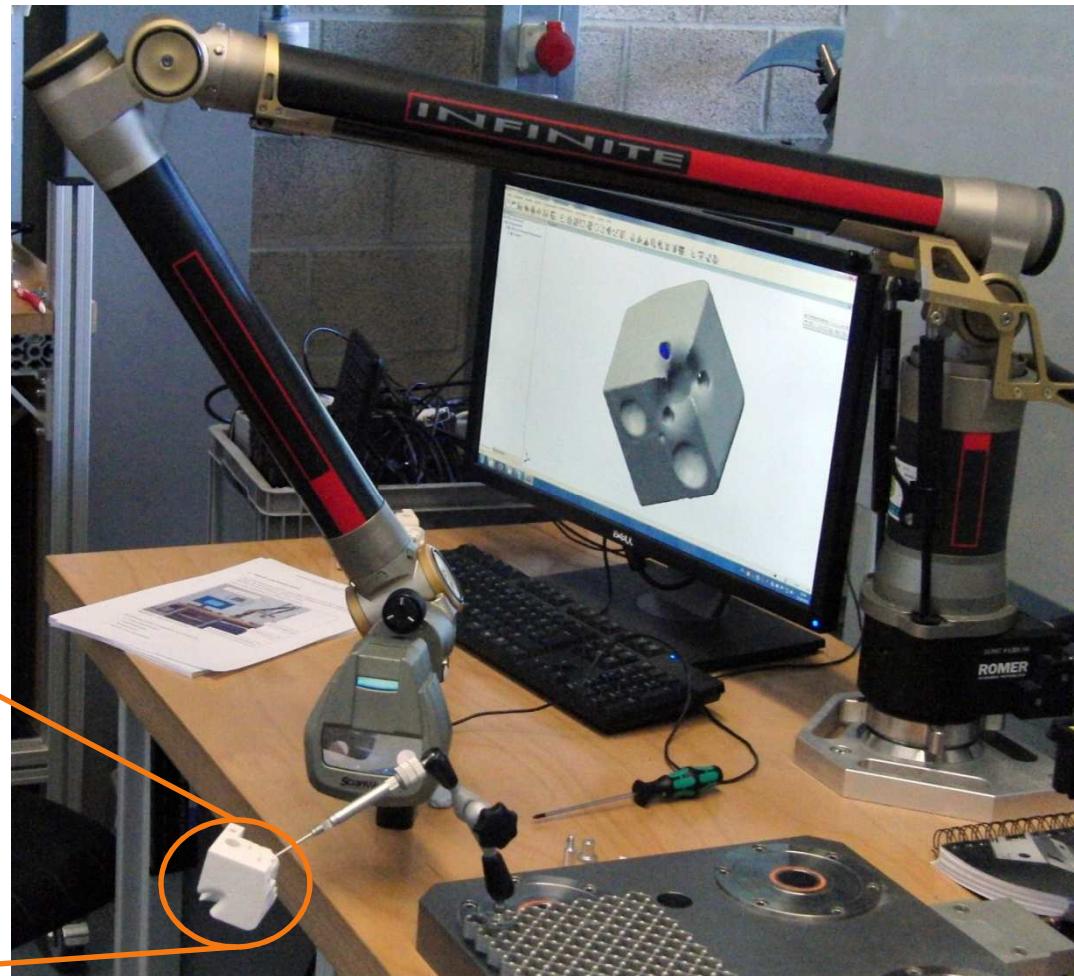
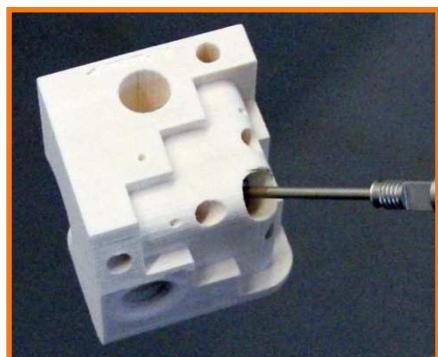


Das Vermessen des Qualitätsprüfteils in einer Aufspannung ermöglicht leichteres Scannen.

Problem:
Qualitätsprüfteil muss von allen Seiten zugänglich sein

Lösung:
Punktuelle Aufspannung, die die Zugänglichkeit gewährt

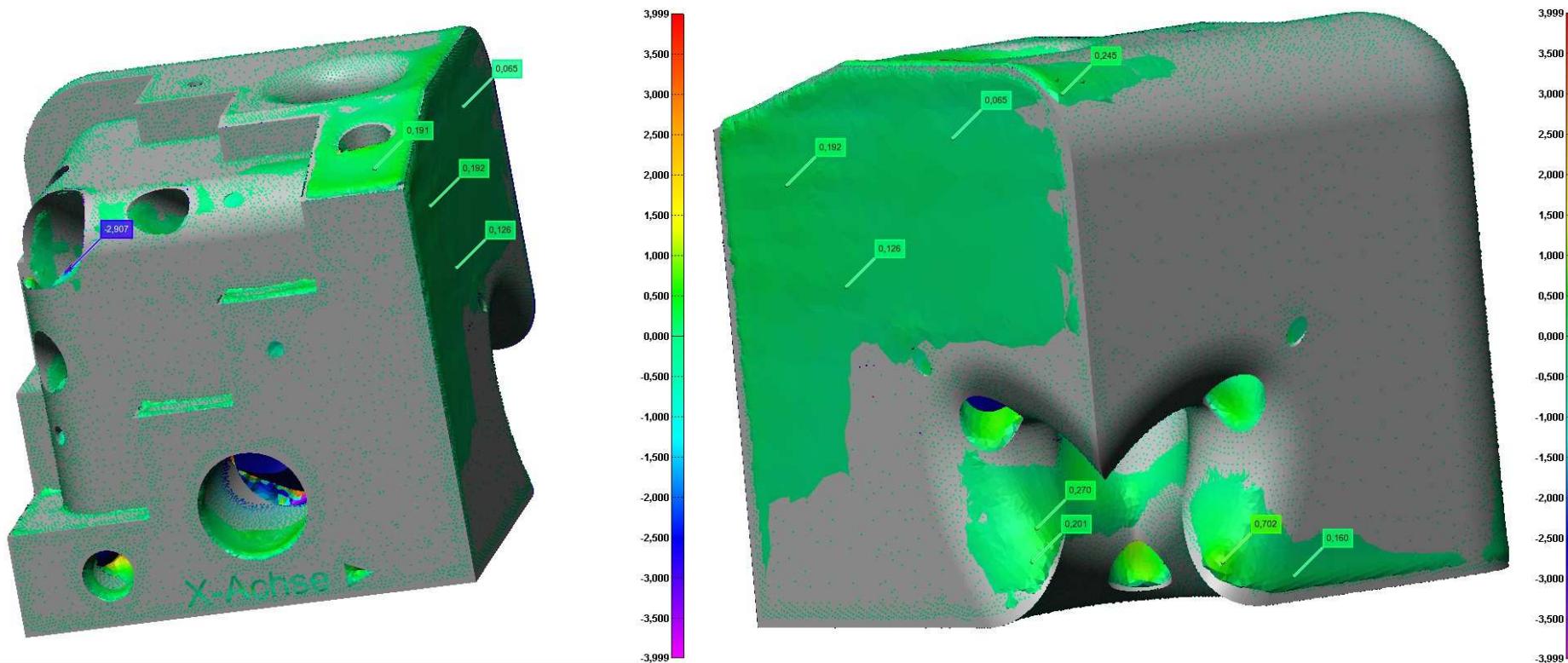
Ergebnis:
Qualitätsprüfteil kann in einer Aufspannung gemessen werden



Die 3D-Messtechnik gibt Auskunft über die Bauteilqualität.



Der Soll-Ist-Vergleich des Qualitätsprüfteils zeigt Formabweichungen an.

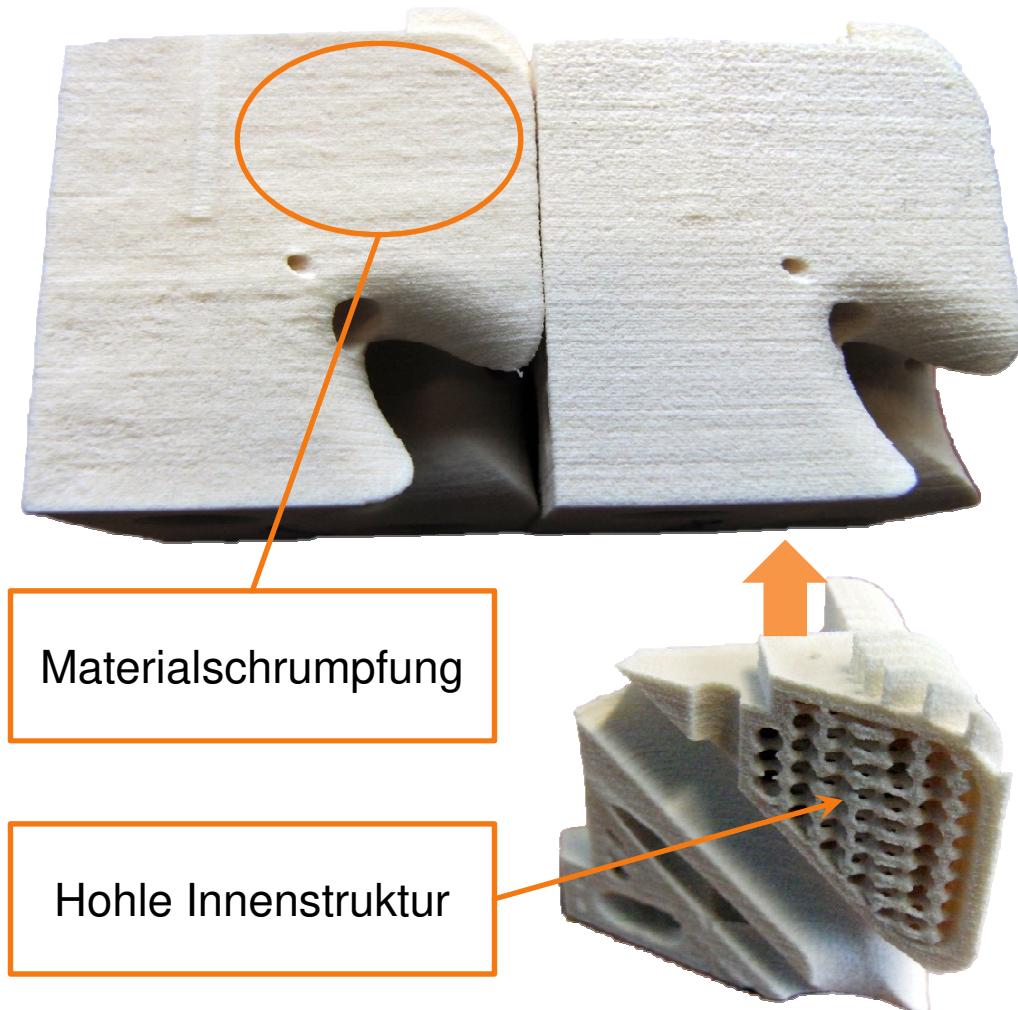


Die Qualitätsverbesserungen ergeben sich aus der Interpretation der Ergebnisse.

Vorher:
Das Qualitätsprüfteil links weist wegen Materialanhäufung viele Einfallstellen auf

Optimierung:
Beim Qualitätsprüfteil rechts wurden durch hohle Innenstrukturen Materialanhäufungen vermieden

Ergebnis:
Das Qualitätsprüfteil gibt bei massiver Ausführung Auskunft über Materialschrumpfung

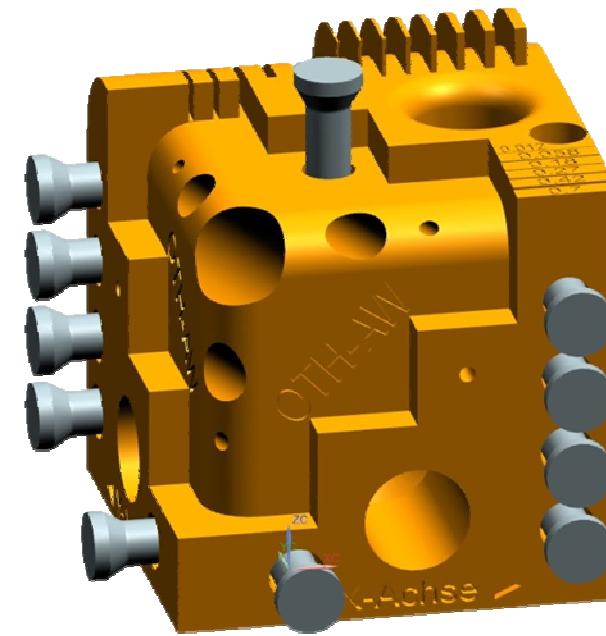


Dokumentation der Herstellung des Versuchsteils

**Druck des Teils bei größeren Anlagen 3x:
Diagonal im Arbeitsraum verteilt**

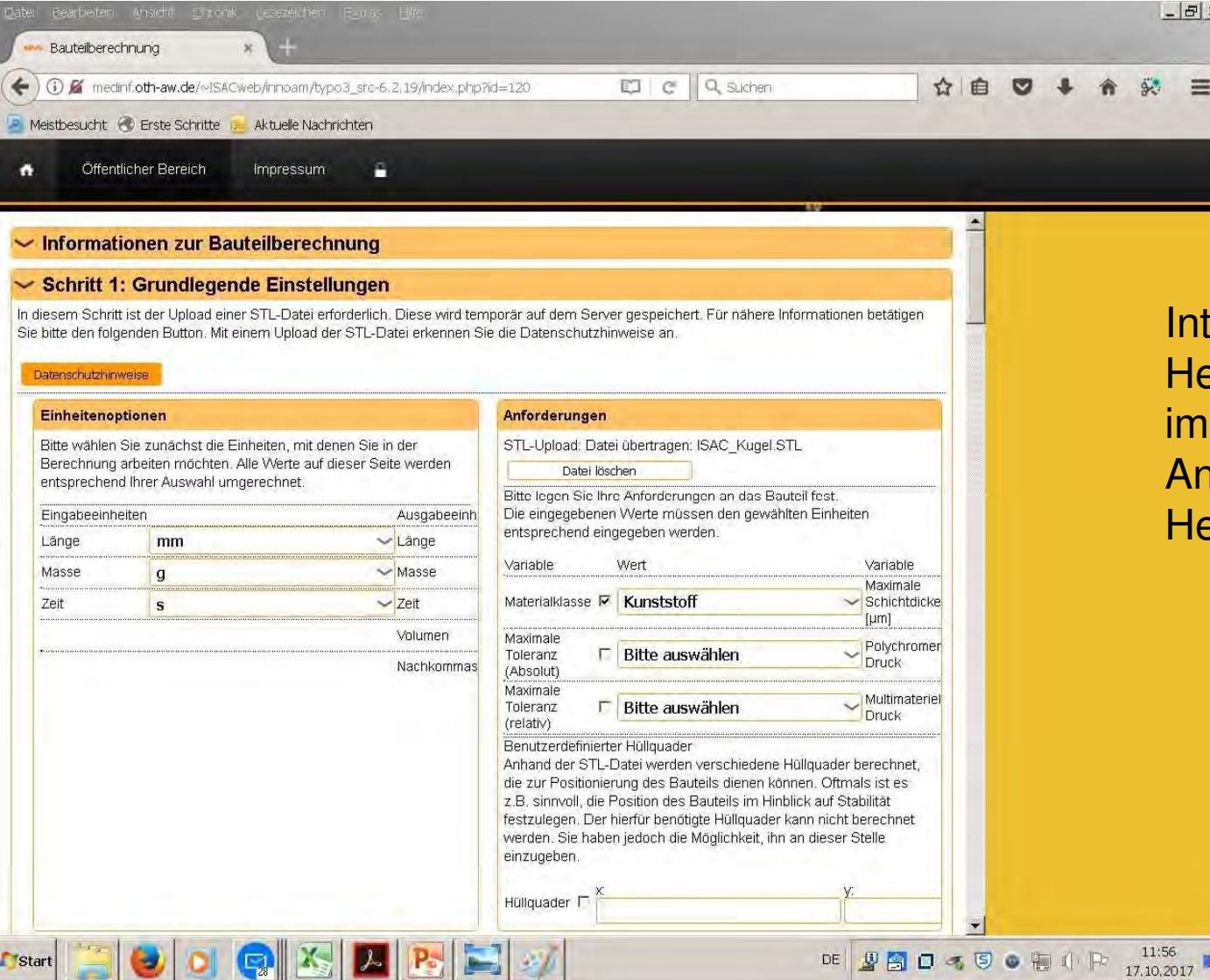
Dokumentation der

- Vorbereitungstätigkeiten
- Prozessparameter
- Verwendeten Materialien
- Kosten der Materialien
- Materialverbrauch (inkl. Stützstrukturen)
- Druckzeit
- „Betreuungsaufwand“
- Gerätekosten
- Wartungskosten abh. von der Betriebszeit
- Energieverbrauch
- Nachbearbeitungsaufwand



Aktuelle Themen in Amberg

Datenbank



Daten Bearbeiten Insights Chronik Lesenachrichten Einst. Hilfe

Bauteilberechnung

medinf.oth-aw.de/~ISACweb/innoam/typo3_src-6.2.19/index.php?id=120

Meistbesucht Erste Schritte Aktuelle Nachrichten

Öffentlicher Bereich Impressum

Informationen zur Bauteilberechnung

Schritt 1: Grundlegende Einstellungen

In diesem Schritt ist der Upload einer STL-Datei erforderlich. Diese wird temporär auf dem Server gespeichert. Für nähere Informationen betätigen Sie bitte den folgenden Button. Mit einem Upload der STL-Datei erkennen Sie die Datenschutzhinweise an.

Datenschutzhinweise

Einheitenoptionen

Bitte wählen Sie zunächst die Einheiten, mit denen Sie in der Berechnung arbeiten möchten. Alle Werte auf dieser Seite werden entsprechend Ihrer Auswahl umgerechnet.

Eingabeeinheiten	Ausgabeeinheiten
Länge	mm
Masse	g
Zeit	s

Volumen Nachkommastellen

Anforderungen

STL-Upload: Datei übertragen: ISAC_Kugel.STL

Datei löschen

Bitte legen Sie Ihre Anforderungen an das Bauteil fest. Die eingegebenen Werte müssen den gewählten Einheiten entsprechend eingegeben werden.

Variable	Wert	Variable
Materialklasse	<input checked="" type="checkbox"/> Kunststoff	Maximale Schichtdicke [um]
Maximale Toleranz (Absolut)	<input type="checkbox"/> Bitte auswählen	Polychromer Druck
Maximale Toleranz (relativ)	<input type="checkbox"/> Bitte auswählen	Multimateriel Druck

Benutzerdefinierter Hullquader

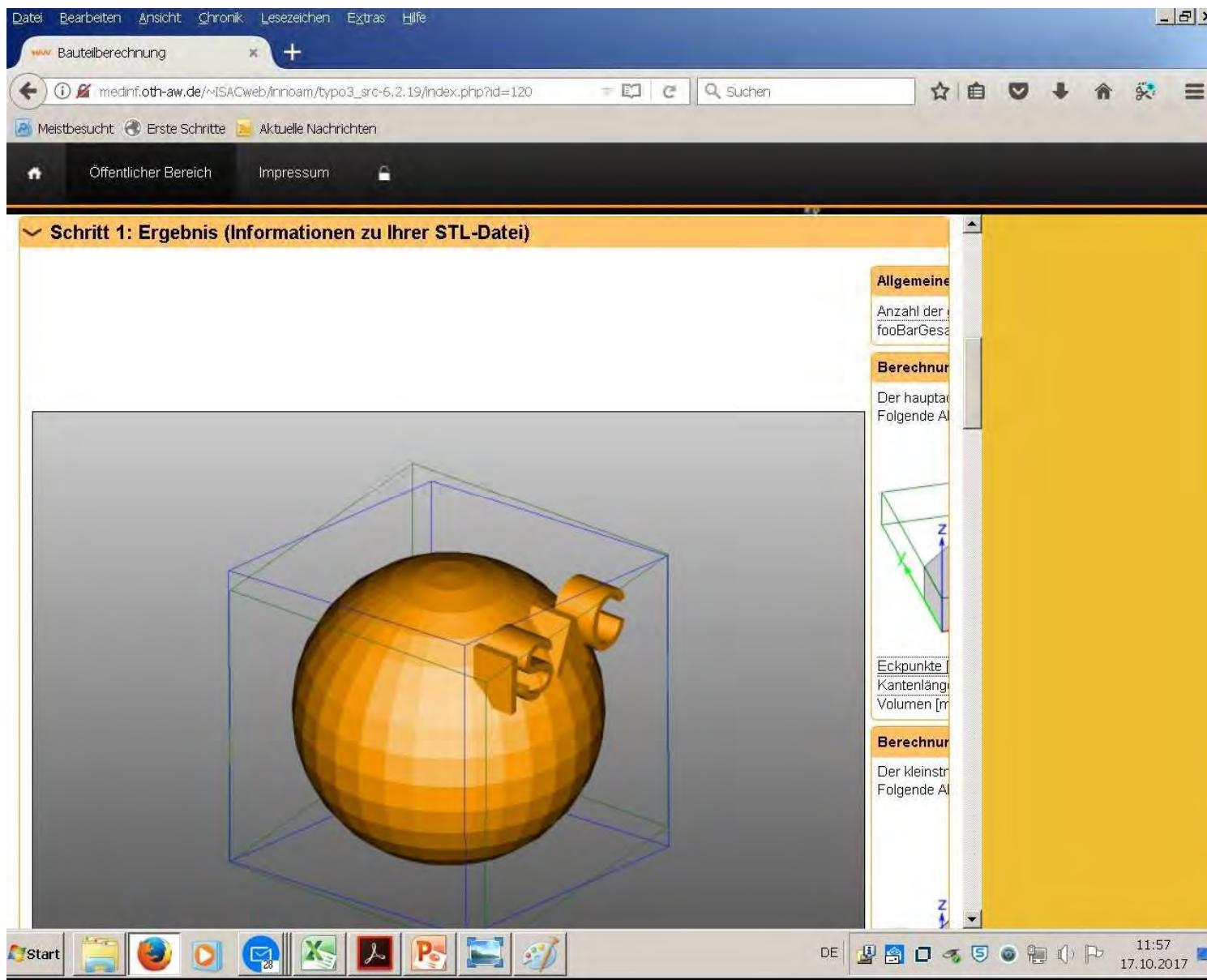
Anhand der STL-Datei werden verschiedene Hullquader berechnet, die zur Positionierung des Bauteils dienen können. Oftmals ist es z. B. sinnvoll, die Position des Bauteils im Hinblick auf Stabilität festzulegen. Der hierfür benötigte Hullquader kann nicht berechnet werden. Sie haben jedoch die Möglichkeit, ihn an dieser Stelle einzugeben.

Hullquader

DE 11:56 17.10.2017

Internetplattform von
Herrn Hartmann ist
im Netz (Aktueller
Ansprechpartner:
Herr Gerlang)

Datenbank Teil 2



Datenbank Teil 3

Screenshot of a web-based CAD application showing the results of a hull volume calculation for a 3D model. The application interface includes a menu bar, a toolbar, and a search bar. The main content area displays the calculation results and two 3D models representing the hull volume and the selected volume.

Auswahl: Datensatz-ID: Materialbezeichnung:
250 AR-M2 **Datensatz anzeigen**

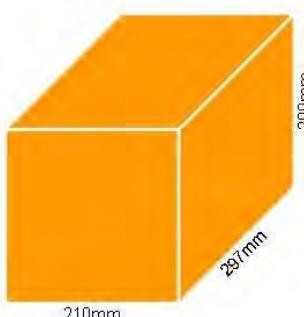
Schritt 4: Kalkulationsergebnisse

Zusammenfassung Ihrer Eingaben

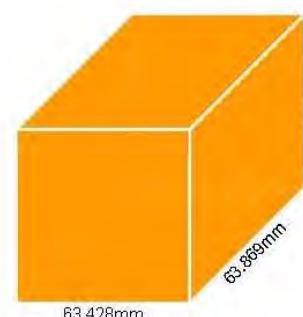
Einheitenystem: Eingabeeinheiten: [mm], [g], [s], Ausgabeeinheiten: [mm], [g], [s], [mm³], Nachkommastellen: 3
STL-Datei: ISAC Kugel STL
Volumen der STL-Datei: 136068.703mm³
Gewählter Hülkquader: Minimaler Hülkquader
Volumen des Hülkquaders: 256725.228mm³
Gewählter Drucker: Keyence Agilista 3200
Gewähltes Material: Keyence AR-M2
Postprozessor: Keyence Agilista (allg.) PP (ID: 15)

Postprozessor

Maße des Druckerbaumaus (Volumen: 12474000 mm³)



Maße des ausgewählten Hülkquaders (Volumen: 256726.87mm³)



Hülkquaderausnutzung des Bauteilvolumens **Bauraum ausnutzung des Bauteilvolumens** **Bauraumausnutzung des Bauteilvolumens**

DE 11:59 17.10.2017

Fazit

- Ablesbarkeit von druckerspezifischen Problemen am Qualitätsprüfteil
- Durch die Kompaktheit geringe Herstellkosten
- Auskunft über Maßabweichungen und Beweglichkeit
- Gute Zugänglichkeit der Prüfgeometrien
- Umfangreiche Messtechnik im Haus
- Abwärtskompatibilität mit früheren Versionen
- **Zusätzlich Wirtschaftlichkeit und Energieverbrauch erfassbar**

