

SCHRIFTENREIHE 3D@KMU

Herausgeber:

Prof. Dr. Heiko Schinzer

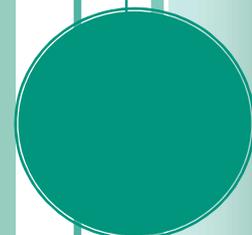
ARBEITSBERICHT 6

3D-DRUCKDIENSTLEISTER

Alexandra Fiedler

Dieses Papier gibt einen Überblick über die Möglichkeiten und unterschiedlichen Ausrichtungen einzelner 3D-Druck-Anbieter. Ziel ist es klein- und mittelständischen Unternehmen, die beispielsweise im Rahmen der Technologieerprobung den 3D-Druck für sich erschließen möchten, eine Orientierungshilfe zur Verfügung zu stellen.

Merseburg, November 2015



Inhalt

Abkürzungsverzeichnis.....	4
1. Einleitung.....	5
1.1. Zielsetzung.....	5
1.2. Aufbau der Arbeit und Vorgehen.....	5
2. 3D-Druck-Dienstleister.....	6
2.1. Begriffsklärung	6
2.2. Auftragsabwicklung	6
2.3. Anwendungsbeispiel	8
2.4. Beurteilungskriterien	11
3. Rapidobject GmbH	15
3.1. Leistungen	15
3.2. Homepage	15
3.2.1. „Online-Angebot“	16
3.2.2. „klassisches Angebot“	16
3.3. Zusammenfassung.....	16
4. Alphacam GmbH	17
4.1. Fabberhouse	17
4.1.1. Leistungen	17
4.1.2. Homepage	18
4.1.3. Zusammenfassung	18
4.2. Teilefabrik	19
4.2.1. Leistungen	19
4.2.2. Homepage	19
4.2.3. Zusammenfassung	20
5. 3D Fab.....	20
5.1. Leistungen	21
5.2. Homepage	21

5.3. Zusammenfassung.....	21
6. 4D Concepts GmbH.....	21
6.1. Leistungen	22
6.2. Homepage	22
6.3. Zusammenfassung.....	22
7. 4D SOLUTION.....	23
7.1. Leistungen	23
7.2. Homepage	23
7.3. Zusammenfassung.....	24
8. ObjectPlot.....	24
8.1. Leistungen	24
8.2. Homepage	24
8.3. Zusammenfassung.....	25
9. Sauer product GmbH.....	25
9.1. Leistungen	25
9.2. Homepage	26
9.3. Zusammenfassung.....	26
10. Formicum 3D-Service GmbH.....	26
10.1. Leistungen	27
10.2. Homepage	27
10.3. Zusammenfassung.....	27
11. Shapeways	28
11.1. Leistungen	28
11.2. Homepage	28
11.3. Zusammenfassung.....	28
12. Fazit.....	29
Stichwortverzeichnis	31
Literaturverzeichnis	32

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

3D: dreidimensional

3DP: 3D-Printing

ABS: Acrylnitril-Butadien-Styrol

CAD: computer-aided design

CAM: Computer-aided manufacturing

CJP: ColorJet Printing

CNC: Computerized Numerical Control

d.h.: das heißt

DL: Dienstleister

FAQ: englisch Frequently Asked Questions

FDM: Fused Deposition Modeling

MJP: MultiJet Printing

PA2200: Ein Pulver auf der Basis von Polyamid-12

PDM: Product data management

PLA: Poly Lactic Acid oder Polymilchsäure

PLM: Product Lifecycle Management

SDL: Selective Deposition Lamination

SLA: Stereolithografie

SLM: Selective Laser Melting (Laserschmelzen)

SLS: Selektives Lasersintern

stl: Standard Transformation Language

USA: (englisch) United States of America

1. EINLEITUNG

Das Thema 3D-Druck durchdringt immer mehr nicht nur Industrie und Handwerk, sondern auch den Bereich der Privatanwender. Das Bewusstsein um die Möglichkeiten, die die additive Fertigung bereithält, ist gestiegen und somit auch die Nachfrage nach entsprechenden Ressourcen. Nun ist es für Privatanwender nicht immer sinnvoll sich einen eigenen Drucker anzuschaffen, zum einen aus finanziellen Beweggründen und zum anderen auch aus technischen. Nicht jeder hat den Willen sich mit neuen Technologien auseinanderzusetzen, möchte aber gleichzeitig von diesen profitieren. Aber auch für Unternehmen ist es überlegenswert, ob die Anschaffung eigener Ressourcen wirtschaftlich ist. Diese Randbedingungen bereiten den Weg für inzwischen zahlreiche 3D-Druck-Dienstleister (DL).

1.1. Zielsetzung

Die Angebote der einzelnen 3D-Druck-DL sind vielschichtig, dabei ist nicht jeder DL für jede Zielgruppe gleich gut geeignet. Dennoch gibt es für jedes Vorhaben einen geeigneten Anbieter. Dieses Papier gibt einen Überblick über die Möglichkeiten und unterschiedlichen Ausrichtungen einzelner Anbieter. Ziel ist es klein- und mittelständischen Unternehmen, die beispielsweise im Rahmen der Technologieerprobung den 3D-Druck für sich erschließen möchten, eine Orientierungshilfe zur Verfügung zu stellen und geeignete Kriterien für die Auswahl des passenden DL's vorzuschlagen.

1.2. Aufbau der Arbeit und Vorgehen

Zunächst werden im nachfolgenden Kapitel relevante Begriffe geklärt. So erfolgt eine Beschreibung, was unter einem 3D-Druck-Dienstleister verstanden wird und wie sich aus Sicht des Kunden die Bestellprozesse gestalten. Mit Hilfe eines Anwendungsbeispiels wurden die DL untersucht, dieses wird ebenfalls in Kapitel zwei beschrieben. Abgeschlossen wird das Kapitel durch eine Zusammenstellung relevanter Kriterien für die Beurteilung der 3D-Druck-Dienstleister. In den Kapiteln drei bis elf erfolgt eine eingehende Betrachtung von zehn ausgewählten DL anhand der zuvor beschriebenen Kriterien. Das letzte Kapitel fasst die Ergebnisse nochmal zusammen.

2. 3D-DRUCK-DIENSTLEISTER

Die Zahl der Anbieter wächst stetig, ähnlich wie vor einigen Jahren Copy Shops, entstehen heute in vielen Städten Deutschlands und ebenso auch international 3D-Druck-DL. Eine genaue Angabe über die Zahl der Anbieter ist nicht möglich, da es sich um einen stetig wachsenden und sich verändernden Markt handelt. Eine Auflistung verschiedener Anbieter in Deutschland hält die Seite <http://3d-druckercheck.de> bereit, hier sind rund 40 Einträge verzeichnet. Auf <http://3druck.com> sind über 180 deutsche und internationale DL aufgezählt. Diese Beispiele zeigen, wie groß das Angebot in diesem Bereich ist und dabei erheben beide Listen keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

2.1. Begriffsklärung

Unter 3D-Druck-Druckdienstleistern werden im Rahmen dieser Arbeit umsatzgenerierende Dienstleistungsstandorte verstanden, die ihr Know-how und ihre 3D-Druck-Anlagen Kunden gegen Entgelt zur Verfügung stellen. Außerdem kann das Angebot das Bedienen von Wartungsverträgen, das Durchführen von Anwendungstrainings und die produktspezifische Entwicklungsberatung umfassen.¹ Das angebotene Leistungsspektrum geht dabei vom bloßen Druck eines vom Kunden zur Verfügung gestellten digitalen Modells über die Unterstützung bei der digitalen Aufbereitung der Daten bis hin zur Unterstützung bei der Produktentwicklung.

2.2. Auftragsabwicklung

Für diese Arbeit wurden neun deutsche und ein Anbieter aus den USA als Key-Player in diesem Bereich ausgewählt und deren Angebote genauer betrachtet. Die Auswahl konzentrierte sich darauf, sowohl Anbieter zu analysieren, die sich ausschließlich an Endanwender wenden als auch solche, die primär Geschäftskunden im Fokus haben. Ebenso wurde die unterschiedliche Angebotsbreite einzelner DL berücksichtigt, d.h. sowohl DL, die sich auf den reinen Druck beschränken als auch Anbieter, die die komplette Prozesskette betreuen, werden untersucht. Tabelle 1 listet die betrachteten Unternehmen auf, denen nachfolgend jeweils ein eigenes Kapitel gewidmet wurde.

¹ vgl. (Hagl, 2015, S. 15)

Kapitel	Anbieter	Web-Adresse	Standort
5	3D Fab	http://www.3dfab.net/	78315 Radolfzell
6	4D Concepts GmbH	http://www.4dconcepts.de	64521 Gross-Gerau
7	4D SOLUTION	http://www.4d-solution.com	72555 Metzingen
4.1	alphacam GmbH	http://www.fabberhouse.de/	73614 Schorndorf
4.2		http://www.teilefabrik.de	
10	Formicum 3D-Service GmbH	https://www.formicum.de/	04105 Leipzig
8	ObjectPlot	http://www.objectplot.de/	10711 Berlin
3	Rapidobject GmbH	http://www.rapidobject.com	04229 Leipzig
9	sauer product GmbH	http://www.makeyourproduct.com	64807 Dieburg
11	shapeways	https://www.shapeways.com	New York, NY 10016

Tabelle 1: Liste der betrachteten Anbieter

Um die Prozessketten vom Hochladen der 3D-Daten bis zur tatsächlichen Fertigung bei den unterschiedlichen Anbietern untersuchen zu können, wurden anhand eines Anwendungsbeispiels die jeweiligen Schritte durchgespielt.

Prinzipiell lassen sich zwei verschiedene Ausprägungen des Prozesses feststellen. Einige Anbieter wie *Rapidobject*, *Fabberhouse* und *Shapeways* haben den Prozess soweit automatisiert, dass der Kunde den Vorgang vom Hochladen der Daten über die Auswahl des Verfahrens / Materials bis zur Online-Kalkulation und schließlich der Bestellung komplett online durchführen kann. Andere wie *Makeyourproduct* und *Teilefabrik* bieten ebenfalls ein Webformular aber keine Online-Kalkulation an, hier erfolgt als Zwischenschritt das Angebot per Mail. Dieses Angebot liegt dann nach dem Einloggen online vor und die Bestellung kann ebenso ausgelöst werden. Neben der Möglichkeit der Online-Abwicklung ist die zweite Variante den gesamten Vorgang per Email abzuwickeln, was in unserem Versuch bei allen Anbietern schnell und unkompliziert funktionierte. Insgesamt ist aus Sicht des Kunden bei beiden Varianten der Bestellvorgang bei einem DL unkompliziert und ähnelt, zumindest bei den vollautomatisierten Vorgängen, sehr denen bei bekannten Online-Händlern anderer Branchen. In Abbildung 1 ist der Bestellvorgang schematisch dargestellt.



Abbildung 1: Bestellprozess 3D-Druck-DL

2.3. Anwendungsbeispiel

Getestet wurden die bereits erwähnten zehn 3D-Druck-DL und das SLS-Verfahren und das FDM-Verfahren. Da die DL zum Teil unterschiedliche Verfahren im Portfolio haben, war es nicht möglich sich bei der Analyse auf nur ein Verfahren und ein Material zu beschränken. Als Test-Design wurde eine leicht modifizierte Vorlage von der Tauschbörse *Thingiverse* verwendet. Es handelt sich hierbei um eine Visitenkarte, aus der bei Herauslösen der Einzelteile ein Fahrrad werden kann.

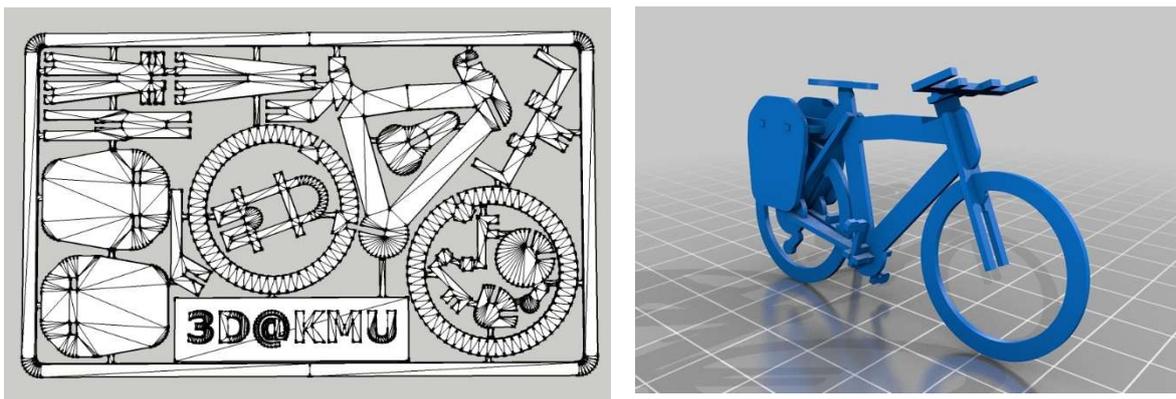


Abbildung 2: Fallbeispiel Touring Bike [Quelle: (MakerBot Industries, LLC)]

Angefragt wurde dieses Design jeweils in Stückzahl eins und in der Größe 91.0 x 55.0 x 2.33 mm. Bei den fünf Anbieter, *Rapidobject*, *4D Concepts*, *4D Solution*, *Makeyourproduct* und *Shapeways* konnte ein Angebot für das SLS-Verfahren unter Verwendung des Materials PA2200 eingeholt werden. Obwohl natürlich die beiden

Anbieter *Rapidobject* und *Shapeways* mit ihrer Online-Kalkulation in puncto Angebotsgeschwindigkeit punkten konnten, waren auch die anderen innerhalb eines Tages in der Lage ein Angebot zu unterbreiten. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht der angefragten Anbieter des SLS-Verfahrens.

Anbieter	Verfahren	Material
4D Concepts	SLS	PA2200
4D SOLUTION	SLS	PA2200
Makeyourproduct	SLS	PA2200
Rapidobject	SLS	PA2200
Shapeways	SLS	PA2200

Tabelle 2: angefragte Anbieter SLS-Verfahren

Die Preisunterschiede, die dabei zu Tage traten waren teils erheblich. *Rapidobject* und *Shapeways* haben, mit einem marginalen Unterschied, mit Abstand den besten Preis geboten, was sicherlich auch an der Ausrichtung der beiden Unternehmen auch auf Laien bzw. Endkunden und somit auf teils sehr kleine Einzelprojekte liegt. *Rapidobject* zeichnet zudem noch aus, dass die reine Preisermittlung ohne vorherige Registrierung erfolgen kann, was es dem Nutzer ermöglicht ein Preisgefühl für unterschiedliche Materialien und Verfahren zu entwickeln. Dies ist prinzipiell auch beim Anbieter *Shapeways* möglich, allerdings ist hierfür eine Registrierung notwendig.

4D Concepts und *4D Solution* veranschlagten für unser kleines Beispiel einen deutlich höheren Preis, was vermutlich daran liegt, dass die beiden DL eher umfangreichere Projekte avisieren und einen Mindestbestellwert vorschreiben für Projekte, die sonst nicht wirtschaftlich realisierbar wären. *4D Concepts* stellt für die Anfrage eine Eingabemaske zur Verfügung. Das Formular beinhaltet außerdem die Möglichkeit des Datenuploads, was es den Nachfrager recht komfortabel macht eine Anfrage zu stellen.

Etwas überrascht hat *Makeyourproduct*, der Preis lag hier am höchsten. Obwohl der Auftritt durchaus für Endanwender geeignet ist, stehen hier vermutlich ebenfalls eher professionelle Projekte im Vordergrund. Eine Anfrage wird hier ebenfalls durch ein

Online-Formular erleichtert, wenngleich eine Absendung der Anfrage erst nach Registrierung erfolgen kann.

Weitere fünf DL verfügen über das FDM-Verfahren, angefragt wurde bereits erwähnte Stückzahl und Größe im Material ABS bzw. einmal in PLA. Tabelle 3 zeigt eine entsprechende Übersicht.

Anbieter	Verfahren	Material
3D Fab	FDM	ABS weiß
Fabberhouse	FDM	ABS elfenbein
Formicum	FDM	PLA
ObjectPlot	FDM	ABS weiß
Teilefabrik	FDM	ABS blau

Tabelle 3: Preisvergleich FDM-Verfahren

Das Bild gleicht dem zuvor beschriebenen, die Preisunterschiede sind teils immens. *Fabberhouse* und *Formicum* unterbreiteten die günstigsten Angebote, obwohl bei beiden, außer den reinen Druckkosten, noch Zusatzkosten hinzukommen. So kommt bei *Fabberhouse* eine wählbare Pauschale für das Entstützen Euro hinzu. *Formicum* dagegen veranschlagt für die Einrichtung und Datenübernahme eine einmalige Pauschale, gewährt aber in unserem Fall ab 10 Stück einen Preisnachlass von 10 Prozent und bietet die Möglichkeit an, jedes der zehn Modelle in einer anderen Farbe zu drucken. *Fabberhouse* stellt für Anfragen ein Online-Formular zur Verfügung, welches allerdings eine vorherige Registrierung voraussetzt. Eine Anfrage an *Formicum* ist per Mail möglich.

Teilefabrik und *3D-Fab* haben beide recht hohe Pauschalen für den Druck veranschlagt. Beide stellen ebenfalls ein Online-Formular für Anfragen bereit, *3D-Fab* auch ohne Anmeldung. *ObjectPlot* nimmt Anfragen per Mail entgegen. Im Falle von *Teilefabrik* ist anzumerken, dass unser Auftrag sicher nicht dem üblichen Umfang der dort gängigen Auftragsgröße entsprach. Für *3D Fab* und *ObjectPlot* wird es sich vermutlich auch um eine nicht wirtschaftliche Größe handeln, aus diesem Grund werden Mindestpauschalen erhoben, obwohl im Falle von *3D Fab* ausdrücklich auch

Endanwender angesprochen werden und somit mit Kleinstaufträgen gerechnet werden müsste.

Das Anwendungsbeispiel zeigt, dass obwohl der Markt viele DL bereithält, es sinnvoll ist den jeweils passenden für das eigene Vorhaben auszuwählen. In unserem Fall ist das ausgewählte Fallbeispiel einfach zu klein für bestimmte DL. Das Ergebnis könnte also mit einem anderen Projekt vollkommen verschieden sein. Von daher ist eine Einschätzung der DL anhand der Preisgestaltung nicht zielführend, vielmehr bedarf es weiterer Kriterien wie in nachfolgenden Kapiteln aufgezeigt. Je nach Umfang, gewünschten Verfahren / Material und auch Unterstützungs-, Beratungsbedarf ergeben sich ganz verschiedene Anforderungen an den jeweiligen Druck-Partner.

2.4. Beurteilungskriterien

Die im vorigen Kapitel beschriebenen Ergebnisse des Anwendungsbeispiels zeigen, dass die Auswahl des richtigen Dienstleisters immensen Einfluss auf den Erfolg des Projektes hat. Außerdem ist deutlich geworden, dass das Geschäftsmodell des Anbieters dessen Preisgestaltung und den Leistungsumfang bestimmt. Folgende relevante Kriterien zur Beurteilung der DL sollten bei der Auswahl berücksichtigt werden:

Allgemeine Angaben

- Standorte
- Kooperationspartner
- Umsatz im vergangenen Jahr
- Geschäftsmodell (B2B, B2C)²

Referenzen

- Kunden mit ähnlicher Aufgabenstellung oder Branchenfokus
- Kernkompetenzen

Dienstleistungsspektrum

- Beratung
- Projektbetreuung

² Wendet sich das Angebot vorwiegend an Endkunden (B2C: Business-to-Consumer) oder Geschäftskunden (B2B: business-to-business)?

- 3D-Datenerstellung
- 3D-Druck
- Finishing
- 3D Visualisierung
- Servicegrad / Servicelevel

Technik

- Druck-Verfahren
- Anzahl Druckanlagen
- Dateiformate
- Materialien
- Bauteilgröße

Qualität:

- Maßnahmen zur Qualitätssicherung
- Pre-Sales-Services
- Auftragsabwicklung
- After-Sales-Services.

Bevor nachfolgend auf die einzelnen 3D-Druck-DL ausführlich eingegangen wird, zeigt Abbildung 3 eine Zusammenfassung der wichtigsten Eckdaten zu den nach o.g. Kriterien analysierten Anbietern. Aufgeführt sind hier die zur Verfügung stehenden Verfahren und Materialien wie auch mögliche Dateiformate für den Upload und auch der Leistungsumfang der DL.

Anbieter	Rapidobject GmbH	alphacam GmbH		3D Fab	4D Concepts GmbH
Web-Adresse	http://www.rapidobject.com	http://www.fabberhouse.de/	http://www.teilefabrik.de	http://www.3dfab.net/	http://www.4dconcepts.de
Standort	04229 Leipzig	73614 Schorndorf		78315 Radolfzell	64521 Gross-Gerau
LEISTUNGEN					
3D-Druck	x	x	x	x	x
3D-Scannen	x			x	x
3D-CAD-Konstruktion	x				x
Hardware Verkauf					
Beratung	x				x
VERFAHREN				weitere auf Anfrage	
SLS	x				x
SLM	x				
SLA	x				x
FDM	x	x	x		
3DP	x			x	
PLA	x				
PJ					x
SDL					
MJM					
MJP					x
CJP					x
Vakuummuss	x				x
MATERIAL					
Kunststoff	x	x			x
Metall	x				
Gips	x			x	x
Harze	x				x
Wachs					
Keramik					
Papier					
Farbdruck	ja	ja	ja	ja	ja
DATEIFORMATE			k.A.		
STL	x		x	x	x
WRL	x			x	x
STP	x				x
IGS					x
3DS	x			x	
SKP	x				
CMB		x			
ZPR				x	
ZBD				x	
PLY				x	
OBJ				x	
JPG	x				
PNG	x				
BMP	x				
ZIP	x				
RAR	x				
PDF	x				
max. Bauteilgröße	500x500x700 mm	254x254x305 mm	914x610x914 mm	385x200x250 mm	510x510x400 mm
min Kosten €/cm ³	0,50	0,49	k.A.	1,00	k.A.
ZAHLUNG					
Rechnung	x		x	x	x
Vorkasse	x	x			
Onlinekalkulation	ja	ja	nein	nein	nein
Onlinebestellung	ja	ja	ja	nein	nein
ZIELGRUPPE					
Business	x		x	x	x
Costumer	x	x		x	

Anbieter	4D SOLUTION	ObjectPlot	sauer product GmbH	Formicum 3D-Service GmbH	shapeways
Web-Adresse	http://www.4d-solution.com	http://www.objectplot.de/	http://www.makeyourproduct.com	https://www.formicum.de/	https://www.shapeways.com
Standort	72555 Metzingen	10711 Berlin	64807 Dieburg	04105 Leipzig	New York, NY 10016
LEISTUNGEN					
3D-Druck	x	x	x	x	x
3D-Scannen	x			x	
3D-CAD-Konstruktion	x	x	x		
Hardware Verkauf				x	
Beratung	x	x	x	x	
VERFAHREN					
SLS	x		x		x
SLM			x		
SLA	x				
FDM	x	x		x	x
3DP	x	x			x
PLA					
PJ		x	x		x
SDL				x	
MJM					x
MJP					
CJP					x
Vakuulguss					
MATERIAL					
Kunststoff	x	x	x	x	x
Metall			x		x
Gips	x	x			x
Harze	x	x	x		
Wachs					x
Keramik					x
Papier				x	
Farbdruck	ja	ja	ja	ja	ja
DATEIFORMATE		andere möglich	andere möglich		andere möglich
STL	x	x	x	x	x
WRL		x		x	x
STP	x	x	x		
IGS	x		x		
3DS		x			
SKP					
CMB					
ZPR					
ZBD					
PLY					
OBJ		x		x	x
JPG					
PNG					
BMP					
ZIP					
RAR					
PDF					
max. Bauteilgröße	600x500x600 mm	350x250x200mm	k.A.	350x350x600 mm	650x350x550 mm
min Kosten €/cm ³	k.A.	0,50	k.A.	k.A.	0,52
ZAHLUNG					
Rechnung	x	x		x	
Vorkasse			x		x
Onlinekalkulation	nein	nein	nein	nein	ja
Onlinebestellung	nein	nein	ja	nein	ja
ZIELGRUPPE					
Business	x	x	x	x	x
Costumer		x	x	x	x

Abbildung 3: Ergebnisse Anbietervergleich

3. RAPIDOBJECT GMBH

URL	http://www.rapidobject.com
Standort	04229 Leipzig
Zertifizierung	ISO 9001:2008

Das in Leipzig ansässige Unternehmen wurde 2007 gegründet und hatte im Jahr 2014 einen Umsatz von 0,64 Mio. Euro zu verzeichnen.³ Zum Unternehmen gehören zudem die beiden eigenständigen Marken *fabidoo* und *Da bin ich*. *Fabidoo* bietet seinen Kunden die Möglichkeit individuelle personalisierte USB-Sticks oder Anhänger mit dem 3D-Print-Verfahren (3DP) zu drucken. Die Plattform *Da bin ich* richtet sich an werdende Eltern, diese können mit Hilfe von Ultraschall-Daten ein plastisches Abbild ihres Embryos drucken lassen.

In den nachfolgenden Abschnitten wird ausführlich auf die Kern-Onlinepräsenz rapidobject.com eingegangen.

3.1. Leistungen

Das Angebot richtet sich sowohl an Profis aus Industrie und Handwerk als auch an Endanwender. Dabei ist das angebotene Spektrum an Verfahren und Materialien sehr breit. Zusätzlich zu den offerierten additiven Verfahren, die auch Pre- und Postprozesse des 3D-Drucks umfassen, beinhaltet die Produktpalette klassische Verfahren wie Vakuumguss, Laserschneiden und CNC-Fräsen. Ebenfalls zum Portfolio zählen Leistungen wie 3D-Scannen / -Vermessen, 3D-Modellieren und 3D-CAD-Konstruktion. Damit deckt das Unternehmen die gesamte Prozesskette von der Datenerfassung über die Datenaufbereitung bis zur Datennutzung ab. Zusätzlich wird dem Kunden die Möglichkeit geboten, über ein Shop-In-Shop Konzept 3D-Modelle zu kaufen und/oder zu verkaufen.

3.2. Homepage

Die Website ist sehr professionell aufgebaut, die Menüführung intuitiv. Zusätzlich zu den Erläuterungen der angebotenen Leistungen werden kurze Beschreibungen gängiger kostenfreier und kostenpflichtiger 3D-CAD-Software bereitgestellt. Die im Portfolio enthaltenen additiven Verfahren werden kurz und präzise beschrieben und

³ vgl. (Statista GmbH)

mit Anwendungsbeispielen verdeutlicht. Hinzu kommen Hinweise bezüglich der Konstruktionsanforderungen, der Materialien und Farben sowie möglichen Folgeverfahren. Der Kunde hat die Wahl zwischen einem „klassischen Angebot“, das die Prüfung der Daten und eine Materialberatung beinhaltet und einem „Online-Angebot“.

3.2.1. „Online-Angebot“

Hier erhält man nach dem hochladen seiner Datei (nur .stl-Format) und nach der Wahl des gewünschten Verfahrens sowie der Wunschfarbe sofort einen Preis und eine Information darüber, ob die vorliegenden Daten fehlerfrei und somit druckbar sind. Um den Service abzurunden enthält die Website Links zu .stl-Viewern und Reparatursoftware und die Möglichkeit, mit Hilfe eines Plug-In seine Daten direkt aus Google Sketch-Up hochzuladen. Erst wenn eine Bestellung ausgelöst werden soll, ist eine Anmeldung erforderlich, danach kann der Kauf online getätigt werden.

3.2.2. „klassisches Angebot“

Bei dieser angebotenen Variante stehen mehr Verfahren und Materialien zur Auswahl. Zudem können die Daten nicht nur im .stl-Format sondern in allen gängigen Formaten hochgeladen werden. Die Daten werden außerdem durch einen Mitarbeiter geprüft. Wer also hohe Ansprüche oder besondere Anforderungen an sein Modell hat, Kleinserien oder Prototypen fertigen lassen möchte, ist bei der Variante „klassisches Angebot“, welches man per Mail erhält, gut aufgehoben.

3.3. Zusammenfassung

Folgende Aufstellung gibt einen Überblick über die bisher erläuterten Aspekte des Unternehmens.

Leistungen	Verfahren	Materialien
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 3D-Druck, 3D-Modellierung, 3D-CAD-Konstruktion	<input type="checkbox"/> Selektives Lasersintern (SLS)	<input type="checkbox"/> Kunststoff
<input type="checkbox"/> 3D-Scannen / -Vermessen, 3D-Visualisierung	<input type="checkbox"/> Stereolithografie (SLA)	<input type="checkbox"/> Metall
<input type="checkbox"/> CNC-Fräsen, Vakuumguss, Laserschneiden, Veredelung	<input type="checkbox"/> Fused Deposition Modeling (FDM)	<input type="checkbox"/> Gips
<input type="checkbox"/> Beratung	<input type="checkbox"/> Metallsintern (SLM)	<input type="checkbox"/> Harze
<input type="checkbox"/> Shop-In-Shop	<input type="checkbox"/> Polygrafie	
<input type="checkbox"/> Online-Kalkulation / -Bestellung	<input type="checkbox"/> 3D Print (3DP)	

4. ALPHACAM GMBH

URL	http://www.alphacam.de http://www.fabberhouse.de http://www.teilefabrik.de
Standort	73614 Schorndorf

Das 1992 gegründete württembergische Unternehmen blickt 2014 auf einen Umsatz von 5,9 Mio. Euro mit 63 Beschäftigten zurück, was exakt dem Niveau von 2013 entspricht.⁴ Nach eigenen Angaben verzeichnet das Unternehmen zusammen mit seinen Niederlassungen in der Schweiz und Österreich einen Gesamtumsatz von ca. 20 Mio. Euro.⁵ Alphacam ist Platinum-Partner von Stratasys und Silber-Partner von Siemens PLM. Mit den beiden Internetpräsenzen *fabberhouse* und *teilefabrik* spricht das Unternehmen mit ihren 3D-Druck Dienstleistungen sowohl professionelle wie auch private Kunden an.

4.1. Fabberhouse

Mit dem Slogan „3D-printing for everybody“⁶ wendet sich das Angebot auch an unerfahrene Anwender.

4.1.1. Leistungen

⁴ vgl. (Bisnode Deutschland GmbH)

⁵ vgl. (alphacam GmbH, alphacam: Solutions for a 3D world)

⁶ (alphacam GmbH, fabberhouse)

Geboten wird die Möglichkeit individuelle Kunststoffbauteile aus ABS mit Hilfe des FDM-Verfahrens drucken zu lassen. Generell erfolgt der Druck in der Materialfarbe „elfenbein“. Es besteht aber außerdem die Möglichkeit aus acht weiteren Farben zu wählen. Ein Farbkalender gibt Auskunft darüber, wann welche Farbe bestellbar ist und welcher Drucker verfügbar ist. Die jeweils bestellbare Farbe ist auch auf der Startseite zu sehen, ebenso wie die Warteschlange, die Auskunft darüber gibt wie lange es dauert bis ein jetzt erteilter Druckauftrag startet.

4.1.2. Homepage

Der Webaufttritt ist übersichtlich gestaltet, wichtige Informationen (Farbe, Warteschlange, Kosten und Bezahlung) sind sofort erkennbar. Hinter den wenigen Reitern verbergen sich die Möglichkeit eine Anfrage zu stellen und weitergehende Erläuterungen. Fragen zur verwendeten Technik, zum Geschäftsmodell sowie zu den Liefer- und Zahlungsbedingungen werden unter der Rubrik „FAQ“ ausreichend und verständlich erklärt. Um ein Online-Angebot zu erhalten, ist es notwendig seine Daten hochzuladen, dies ist erst nach vorheriger Anmeldung und ausschließlich in dem .cmb-Format möglich. Um dieses Format erzeugen zu können ist es notwendig einen Software Treiber, der auf der Homepage bereitsteht, herunterzuladen. Den Kunden steht dabei ein Online-Assistent (wizard) inkl. anschaulichen erklärenden Videos zur Seite. Sind die Daten geladen gelangt man direkt zur Online-Kalkulation, wo noch die Wahlmöglichkeit besteht das Bauteil vom Dienstleister entstützen zu lassen oder das Stützmaterial selber zu entfernen.

4.1.3. Zusammenfassung

Fabberhouse bietet 3D-Druck mit einem Verfahren in einem Material an. Das Portfolio der Firma alphacam GmbH umfasst sehr viel mehr Angebote, insbesondere sind das Dienstleistungen für die computergestützte Erzeugung und Verarbeitung von Produktdaten (CAD, CAM, PDM). In dieser Arbeit liegt der Fokus auf 3D-Druckdienstleistern, daher wird auch nur auf die entsprechenden Webseiten eingegangen.

Leistungen

- 3D-Druck
- Online-Kalkulation /
-Bestellung

Verfahren

- Fused Deposition Modeling
(FDM)

Materialien

- Kunststoff

4.2. Teilefabrik

Zielgruppe dieser Offerte sind eher professionelle Anwender, die Anschauungsmuster, Funktionsprototypen oder größere Stückzahlen eines Bauteiles benötigen. Nach eigenen Angaben werden ca. 50.000 Bauteile pro Jahr mit einem Materialbedarf von ca. 27 Mio. cm³ gefertigt.⁷

4.2.1. Leistungen

Das Unternehmen verfügt über mehr als 30 FDM-Anlagen und damit über Europas größten Maschinenpark dieser Art. Zusätzlich steht eine FinishingTouch-Anlage bereit, mit der Oberflächengüten ähnlich wie bei Spritzgießteilen erreicht werden können. Abgerundet wird das Angebot durch verschiedene Veredelungsmöglichkeiten aus denen der Kunde wählen kann.⁸ Bei Bedarf besteht zudem die Möglichkeit Bauteile im PolyJet-Verfahren fertigen zu lassen, dieses geschieht dann bei Partner von Teilefabrik. Der größte Unterschied zum Dienstleister *fabberhouse* besteht bei der Materialauswahl. Da ist das Angebot an verfügbaren Thermoplasten und somit auch an Farben sehr umfangreich.

4.2.2. Homepage

Die Webseite ist recht schlicht und übersichtlich gestaltet. Auch hier gibt es Informationen zur verwendeten Technologie, allerdings wird weniger das Verfahren erläutert als viel mehr auf die vorteilhaften Eigenschaften eingegangen, die das Verfahren für die Industrie so interessant machen (kurze Prozesskette, Genauigkeit, Vielseitigkeit, werkzeuglose Fertigung). Aufgelistet sind außerdem alle Materialien, die möglich sind zusammen mit den jeweiligen Eigenschaften (z.B. Zugfestigkeit, Wärmeformbeständigkeit) und möglichen Farben. Um eine Anfrage stellen zu können, muss man sich zuvor anmelden, danach kann die 3D-Druckvorlage hochgeladen

⁷ vgl. (alphacam GmbH, Solution for a 3D World, S. 3)

⁸ vgl. (alphacam GmbH, Teilefabrik)

werden. Angaben darüber, welche Formate möglich sind, finden sich auf der Homepage nicht. In unserem Versuch funktionierte aber das .stl-Format anstandslos. Ein Angebot mit den gewünschten Parametern erhält man dann per Email. Zusätzlich steht dieses unter dem gewählten Account zur Einsicht online zur Verfügung. Neben seinen Anfragen kann man auch bisher erhaltene Angebote und deren Status sowie seine Stammdaten einsehen. Möchte man eine Bestellung auslösen, so ist das auch online möglich, indem man das gewünschte Angebot wählt und auf bestellen klickt. Etwas Vorsicht ist geboten, denn im Gegensatz zu großen bekannten Onlineshops wird hier nicht noch einmal gefragt, ob die Bestellung tatsächlich ausgelöst werden soll. Ein Klick und die Bestellung ist, ohne weitere Angaben machen zu müssen, ausgelöst.

4.2.3. Zusammenfassung

Insgesamt ein Dienstleister mit großem Knowhow und Erfahrung, dessen angebotene Leistungen sich an Profis richten, die spezielle und hohe Anforderungen an die Bauteile haben.

Leistungen

- 3D-Druck
- Online-Anfrage
- Angebot per Mail
- Online-Bestellung

Verfahren

- Fused Deposition Modeling (FDM)

Materialien

- Kunststoff

5. 3D FAB

URL	http://www.3dfab.net
Standort	78315 Radolfzell am Bodensee

Das noch junge Unternehmen wurde 2012 gegründet und wendet sich mit ihren Dienstleistungen an Endanwender und Spezialisten.⁹

⁹ vgl. (3D Fab)

5.1. Leistungen

Das Unternehmen hat sich auf das 3DP-Verfahren spezialisiert und wirbt hier insbesondere mit der Vielfalt an zur Verfügung stehenden Farben (ca. 390.000 Farben). Anwendungsbereiche liegen dabei in der Architektur, der Kunst und Wissenschaft, der Spielzeugwelt sowie bei der Herstellung von Design-, Konzept- und Funktionsmodellen im Rahmen der Produktentwicklung. Ein weiterer Schwerpunkt der Tätigkeit ist das 3D-Scannen.

5.2. Homepage

Die Seite ist in Kacheloptik gehalten, was eine intuitive Bedienung ermöglicht. Auf den ersten Blick sind die zwei Dienstleistungsschwerpunkte 3D-Druck und 3D-Scannen erkennbar. Auch dieser Auftritt liefert kurze Erklärungen zu gängigen Verfahren und Anwendungsgebieten. Eine Anfrage kann man mit Hilfe des Webformulars starten und erhält dann per Mail ein Angebot. Um allerdings eine vernünftige Anfrage stellen zu können, ist es notwendig sich im Vorfeld etwas mit der Materie auseinanderzusetzen, denn vom Kunden werden Angaben bzgl. der gewünschten Größe sowie über Farbe und Textur benötigt.

5.3. Zusammenfassung

Nachfolgend sind die wesentlichen Fakten nochmals zusammengefasst.

Leistungen



- 3D-Druck
- 3D-Scannen
- Online-Anfrage
- Angebot per Mail

Verfahren



- 3D Print (3DP)

Materialien



- Gips

6. 4D CONCEPTS GMBH

URL	http://www.4dconcepts.de
Standort	64521 Gross-Gerau

4D Concepts wurde 1995 gegründet und versteht sich als Full-Service-Provider rund um die additive Fertigung¹⁰ und spricht eindeutig professionelle Anwender an. Im Jahr 2014 erwirtschaftete das Unternehmen mit rund 20 Mitarbeitern einen Umsatz von 2,92 Mio. Euro¹¹.

6.1. Leistungen

Die gebotenen Dienstleistungen umfassen den 3D-Druck und das Rapid Prototyping, welches den Modellbau und Konstruktion umfasst. Dabei kommen unterschiedliche 3D-Drucktechnologien, z.B. das ColorJet Printing (CJP) mit dem mehrfarbige Modelle gedruckt werden können sowie auch konventionelle Verfahren wie Fräsen, Vakuumgießen oder Niederdruckspritzen zum Einsatz. 3D-Scannen gehört ebenso zum Portfolio wie die Oberflächenveredelung und Beschichtung. Ein weiteres Standbein stellt der Vertrieb von 3D-Druckern der Firma 3D Systems dar. Geschäftskunden werden von der Idee bis zur Entwicklung und Fertigung von Kleinserien unterstützt und beraten.¹²

6.2. Homepage

Auch dieser Auftritt ist zunächst in Kacheloptik gestaltet, hinter denen sich weiterführende Informationen zu den jeweiligen Dienstleistungen verbergen. Die zur Verfügung stehenden Verfahren werden knapp erläutert und auf deren Eigenschaften bzw. Anforderungen hingewiesen, ergänzt wird das durch anschauliches Bildmaterial von Anwendungsbeispielen. Eine Anfrage kann über ein Webformular gestellt werden, das Angebot folgt dann per Mail, eine Bestellung kann ebenfalls per Mail oder Fax ausgelöst werden.

6.3. Zusammenfassung

Für Business-Kunden mit und ohne Erfahrung im Bereich additive Fertigung steht mit 4D Concepts ein Partner mit viel Knowhow und Erfahrung zur Verfügung.

¹⁰ vgl. (Hagl, 2015, S. 107)

¹¹ vgl. (Bisnode Deutschland GmbH)

¹² vgl. (4D Concepts GmbH)

Leistungen	Verfahren	Materialien
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 3D-Druck, 3D-Modellierung, 3D-CAD-Konstruktion	<input type="checkbox"/> 3D Farbdruck (CJP)	<input type="checkbox"/> Kunststoff
<input type="checkbox"/> 3D-Scannen/ -Vermessen	<input type="checkbox"/> Lasersintern (SLS)	<input type="checkbox"/> Gips
<input type="checkbox"/> Modellbau Fräsen, Vakuumguss,	<input type="checkbox"/> MultiJet 3D Druck (MJP)	<input type="checkbox"/> Harze
<input type="checkbox"/> Niederdruckspritzen, Veredelung,	<input type="checkbox"/> PolyJet	
<input type="checkbox"/> Beschichtung Beratung	<input type="checkbox"/> Stereolithographie (SLA)	
<input type="checkbox"/> Anfrage per Webformular Angebot per Mail		

7. 4D SOLUTION

URL	http://www.4d-solution.com
Standort	72555 Metzingen

Die Internetpräsenz gibt nur wenige Informationen über die Firma, ihre Visionen oder andere Hintergrundinformationen preis.

7.1. Leistungen

Neben dem 3D-Druck mit verschiedenen Verfahren, verfügt 4D Solution über einen mobilen 3D-Scanner. Der Vertrieb von 3D-Scannern stellt dann auch ein weiteres Standbein der Geschäftstätigkeit dar. Mit ihren Leistungen decken sie die gesamte 3D-Prozesskette von der Datenerfassung (3D-Scan/CAD-Konstruktion) über die Datenaufbereitung bis hin zur Datennutzung (additive Fertigung) ab.

7.2. Homepage

Die eher dunkel gehaltene Seite begrüßt den Kunden auf der Startseite mit Animationen zu den Themen 3D-Druck, 3D-Scan und Reverse Engineering. Die Bereiche werden, wenn man sich eine Ebene tiefer geklickt hat, näher erläutert. Insgesamt hält die Homepage viel allgemein gehaltene Informationen zu den angebotenen Dienstleistungen und wenig unternehmensspezifische Informationen bereit. Das Angebot richtet sich vorwiegend an Business-Kunden, für die nach telefonischer Rücksprache bzw. über eine Online-Meeting-Funktion fachliche Beratung zur Verfügung steht. Anfragen können per Mail gestellt werden.

7.3. Zusammenfassung

Ein Angebot für Profis mit anspruchsvollen Projekten.

Leistungen	Verfahren	Materialien
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 3D-Druck, 3D-CAD-Konstruktion	<input type="checkbox"/> Lasersintern (SLS)	<input type="checkbox"/> Kunststoff
<input type="checkbox"/> 3D-Scannen	<input type="checkbox"/> Stereolithographie (SLA)	<input type="checkbox"/> Gips
<input type="checkbox"/> Beratung	<input type="checkbox"/> Fused Deposition Modeling (FDM)	<input type="checkbox"/> Harze
	<input type="checkbox"/> 3D Print (3DP)	

8. OBJECTPLOT

URL	http://www.objectplot.de
Standort	10711 Berlin

Im April 2008 von Dipl.-Ing. Bernard Voslamber gegründet, war es der erste 3D-Druckdienstleister in Berlin. Als Zielgruppe werden Künstler, Architekten, Maschinenbauer und Designer genannt, Privatanwender sind ebenso willkommen.¹³

8.1. Leistungen

Für den Fall, dass der Kunde über keine druckfähige Datei seines Modells verfügt, wird Beratung bzgl. der Konstruktion bzw. die Konstruktion selber angeboten. Der Dienstleister nennt vier 3D-Drucker mit drei unterschiedlichen Verfahren sein Eigen.

8.2. Homepage

Die Homepage ist sehr ansprechend gestaltet, auf der Hauptseite fällt der Blick sofort auf die neusten Projekte. Ebenfalls ist ein Zähler eingebettet, der Auskunft gibt wie viele Projekte realisiert wurden und über die Zahl der bisherigen Kunden. Die Schritte von der Anfrage bis zum fertigen Objekt sind ausreichend und verständlich erklärt. Die Seite zeichnet sich außerdem dadurch aus, dass sie über eine Auflistung der zur Verfügung stehenden Drucker verfügt, die zudem noch die jeweiligen Eigenschaften

¹³ vgl. (ObjectPlot Inh. B.Voslamber)

und möglichen Materialien aufführt. Für die Anfrage, die per Mail gestellt wird, sollte bekannt sein, welches Verfahren gewünscht wird sowie auch welche Größe und Farbe das Objekt am Ende haben soll, andernfalls sollte man sich zuvor beraten lassen.

8.3. Zusammenfassung

Die Eckdaten nachfolgend im Überblick.

Leistungen	Verfahren	Materialien
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 3D-Druck, 3D-CAD-Konstruktion	<input type="checkbox"/> PolyJet	<input type="checkbox"/> Kunststoff
<input type="checkbox"/> Beratung	<input type="checkbox"/> Fused Deposition Modeling (FDM)	<input type="checkbox"/> Gips
	<input type="checkbox"/> 3D Print (3DP)	<input type="checkbox"/> Harze

9. SAUER PRODUCT GMBH

URL	http://www.makeyourproduct.com
Standort	64807 Dieburg

Makeyourproduct ist ein Angebot der sauer product GmbH, ein Unternehmensbereich der Sauer & Sohn KG. Das Unternehmen hat seine Wurzeln im Werkzeug- und Formenbau und ist in diesem Bereich seit mehr als 50 Jahren tätig.¹⁴ Die sauer product GmbH ist auf die Kunststofffertigung vorwiegend, aber nicht ausschließlich, für die Automobilindustrie spezialisiert. Angeboten wird ein rundum Service von der ersten Skizze über die Prototypenfertigung bis hin zur Serienfertigung¹⁵.

9.1. Leistungen

Zur Wahl stehen dem Kunden drei verschiedene additive Fertigungsverfahren und unterschiedliche Materialien. Wer sich für kein Verfahren bzw. Material entscheiden kann, hat die Möglichkeit sich einen Expertenvorschlag unterbreiten zu lassen.

¹⁴ vgl. (sauer product GmbH, makeyourproduct)

¹⁵ vgl. (sauer product GmbH, Unternehmen)

9.2. Homepage

Die Hauptseite begrüßt den Kunden mit den wesentlichsten Informationen bezüglich der angebotenen Leistungen und der Vorgehensweise. Um ein Angebot zu erhalten, ist eine vorherige Anmeldung notwendig. Nach dem hochladen seiner Daten kann man sich für ein Verfahren entscheiden und für ein entsprechendes Material, das Ganze ist sehr bedienerfreundlich in Form von Bild-Button dargestellt. Ist fachmännischer Rat gewünscht, kann ein Häkchen an entsprechender Stelle gesetzt werden. Das Angebot folgt dann per Mail, welches man über einen Link online einsehen und auch gleich bestellen kann. Insgesamt ein gelungener Auftritt, der es auch Laien ohne umfangreiche Vorkenntnisse ermöglicht ihr Design in ein physisches Objekt überführen zu lassen.

9.3. Zusammenfassung

Mit dem Web-Auftritt *makeyourproduct* werden die Erfahrung und das Knowhow auch Endanwendern zur Verfügung gestellt.

Leistungen	Verfahren	Materialien
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 3D-Druck	<input type="checkbox"/> PolyJet	<input type="checkbox"/> Kunststoff
<input type="checkbox"/> Online-Anfrage	<input type="checkbox"/> Lasersintern (SLS)	<input type="checkbox"/> Metall
<input type="checkbox"/> Angebot per Mail	<input type="checkbox"/> Laserschmelzen (SLM)	<input type="checkbox"/> Harze
<input type="checkbox"/> Online-Bestellung		

10. FORMICUM 3D-SERVICE GMBH

URL	https://www.formicum.de
Standort	04105 Leipzig

Das junge 2014 gegründete Unternehmen¹⁶ bietet mit dem Mcor IRIS die in Deutschland bislang einmalige Möglichkeit, vollfarbige 3D-Objekte aus herkömmlichen Kopierpapier zu drucken.¹⁷

¹⁶ vgl. (unimedia gmbh)

¹⁷ vgl. (Formicum 3D-Service GmbH)

10.1. Leistungen

Der Unternehmensleitspruch lautet: „Umfassender Service rund um die 3. Dimension“¹⁸. Im Mittelpunkt stehen dabei der Hardwareverkauf - sowohl von 3D-Scannern als auch von 3D-Druckern, die Datenerstellung und -reparatur sowie Beratung rund ums Thema. *Formicum* ist einer von wenigen Anbietern, welche einen Hardwareverleih anbieten. Zusätzlich wird mit Hilfe von Partnern und eigenen Kapazitäten ein Druckservice angeboten, der aber nicht im Mittelpunkt der Geschäftstätigkeit zu stehen scheint.

10.2. Homepage

Der Auftritt ist freundlich und übersichtlich, auf den ersten Blick sind Informationen zu 3D-Druckern und 3D-Scannern, die vertrieben werden erkennbar. Beim Lesen der Informationen stößt man dann auf den Link „Druckservice“, hinter dem sich genauere Angaben zu den möglichen Druckverfahren verbergen. An dieser Stelle wird angeboten die 3D-Daten per Email zukommen zu lassen. Etwas versteckt und erst beim genauen studieren der Seite ist ein Link „Kundenportal“ zu erkennen. Hier besteht die Möglichkeit über ein Ticket-System eine Anfrage zu stellen, nach dem hinterlegen der Daten ist der Status des jeweiligen Tickets abrufbar. Außerdem beinhaltet das Kunden-Service-Portal eine Wissensdatenbank, die allerdings mit nur aktuell drei Einträgen sehr überschaubar ist.

10.3. Zusammenfassung

Das Angebot ist vor allen für jene von Interesse, die den speziellen Service des vollfarbigen Papiermodelldrucks aus herkömmlichen A4-Kopierpapier nutzen wollen.

Leistungen	Verfahren	Materialien
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 3D-Druck	<input type="checkbox"/> Fused Deposition Modeling (FDM)	<input type="checkbox"/> Kunststoff
<input type="checkbox"/> Hardwarevertrieb, -verleih	<input type="checkbox"/> Selective Deposition Lamination (SDL)	<input type="checkbox"/> Papier
<input type="checkbox"/> Beratung		
<input type="checkbox"/> Online-Anfrage (Ticket)		
<input type="checkbox"/> Angebot per Mail		

¹⁸ (Formicum 3D-Service GmbH)

11. SHAPEWAYS

URL	https://www.shapeways.com
Standort	New York, Eindhoven, Queens, Seattle

2007 als Teil des holländischen Philips-Konzerns gegründet, wurde das Unternehmen inzwischen abgespalten und hat seinen Sitz nunmehr in New York mit Niederlassungen in Eindhoven, Queens und Seattle.¹⁹

11.1. Leistungen

Neben dem 3D-Druck als Dienstleistung bietet *Shapeways* seinen Kunden eine Shop-in-Shop Lösung auf seiner Plattform an. Hier können Modellvorlagen Anderer erworben oder eigene Designs zum Verkauf angeboten werden. Ebenso gibt es eine Community mit ca. 625.000 Mitgliedern, die sich untereinander rund um das Thema 3D-Druck austauschen. Bestechend an diesem Angebot ist zudem die große Materialauswahl (aktuell über 55) sowie die hohe Anzahl an zur Verfügung stehend Verfahren. Nach eigenen Angaben liefert das Unternehmen monatlich über 120.000 3D-gedruckte Objekte an Kunden in 140 Ländern.²⁰ Damit avanciert *Shapeways* zu einem Key-Player auf diesem Markt, an dem sich andere Anbieter messen müssen.

11.2. Homepage

Die Seite steht nur in englischer Sprache zur Verfügung, dennoch können sich Besucher, die dem Englischen nicht sonderlich zugetan sind, sehr schnell zurechtfinden aufgrund der eingängigen Bebilderung der einzelnen Links. Zahlreiche Tutorials geben Auskunft zur Benutzung der Plattform oder auch zur Erstellung eigener 3D-Modelle mit Hilfe entsprechender Software. Um ein Angebot einholen zu können, ist eine vorherige Anmeldung notwendig. Danach gelangt man zur Online-Kalkulation.

11.3. Zusammenfassung

Empfehlenswert für alle Einsteiger, gerade um eine preisliche Orientierung zu erhalten. Durch die Onlinekalkulation lassen sich zahlreiche Varianten schnell und unkompliziert durchtesten. Aber auch Profis sind hier richtig, denn der Maschinenpark ist

¹⁹ vgl. (Lindner) & (Shapeways)

²⁰ vgl. (Shapeways)

umfangreich und preislich stellt die große Entfernung kein Nachteil dar. Die just-in-time und on-demand Produktion lässt eine entsprechende Preisgestaltung zu.

Leistungen	Verfahren	Materialien
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> 3D-Druck	<input type="checkbox"/> Lasersintern (SLS)	<input type="checkbox"/> Kunststoff
<input type="checkbox"/> Beratung	<input type="checkbox"/> Fused Deposition Modeling (FDM)	<input type="checkbox"/> Metall
<input type="checkbox"/> Online-Kalkulation / -Bestellung	<input type="checkbox"/> 3D Print (3DP)	<input type="checkbox"/> Gips
<input type="checkbox"/> Shop-In-Shop	<input type="checkbox"/> PolyJet	<input type="checkbox"/> Wachs
	<input type="checkbox"/> ColorJetPrinting (CJP)	<input type="checkbox"/> Keramik

12. FAZIT

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Wahl des 3D-Druck-Dienstleister davon abhängt, wie das eigene Projekt aussieht. Das bedeutet es sind Fragen zu klären, wie zum Beispiel:

- Sind bereits druckbare 3D-Daten vorhanden?
- Braucht es Unterstützung bei der Erstellung solcher Daten?
- Soll ein fertiges Design erworben werden oder möchte ich das Eigene anbieten?
- Welches Verfahren bzw. Material wird benötigt?
- Ist Beratung bezüglich der Material- / Verfahrensauswahl gewünscht?
- Handelt es sich um ein eher kleines Projekt oder um einen professionellen Bedarf?

Nicht nur für Privatanwender stellen sich diese Fragen. Gerade auch kleine und mittelständische Unternehmen müssen ihre Partner sorgfältig auswählen, wenn sie sich dafür entschieden haben externe Kapazitäten zu nutzen. Das gilt natürlich nicht nur für die additive Fertigung, sondern für alle Unternehmensbereiche. Prinzipiell ist für all jene, die sich keinen eigenen Drucker anschaffen wollen oder können, aber trotzdem von dieser Spitzentechnologie profitieren möchten, die Inanspruchnahme von Dienstleistern eine gute Alternative. Unternehmen, die nicht über die Finanzkraft der großen Konzerne, wie beispielsweise in der Automobil- oder Luftfahrtindustrie verfügen, können so ihre Entwicklungen und Innovationen ganz ohne eigenen Maschinenpark vorantreiben.

Für KMU, die komplexe Projekte durchführen, kommen sicherlich eher DL in Frage, die in der Lage sind Beratungsleistungen zu erbringen. Als vorteilhaft könnten sich zudem Anbieter erweisen, die die gesamte Prozesskette der additiven Fertigung abdecken können. Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Auswahl des DL's ist dessen jeweilige Branchenkenntnis. Gerade bei der Produktentwicklung ist es hilfreich, wenn ein Partnerunternehmen über entsprechende Erfahrungen verfügt. So gibt es unter den 3D-Druck-Dienstleistern auch Spezialisierungen beispielsweise auf Schmuck, Architektur oder auch Maschinenbau.

Durch die Analyse ist einerseits deutlich geworden, wie unterschiedlich die Ausrichtung und das Leistungsspektrum der DL ist und andererseits, welche Bedeutung daher die Berücksichtigung geeigneter Kriterien, wie in Kapitel 2.4 aufgezeigt, für eine Entscheidungsfindung und somit für den Projekterfolg hat.

STICHWORTVERZEICHNIS

3D-Printing (3DP)

Ein Verfahren mit zwei Komponenten, gipsartiges Pulver mischt sich mit einem Binder.

ColorJet Printing (CJP)

Das einzige Verfahren zur direkten Herstellung von mehrfarbigen Modellen gleicht in der Funktionsweise dem 3DP. Modelle entstehen durch schichtweisen Aufdruck von farbigem Binder auf einen Gips-basierten Pulverwerkstoff.

Fused Deposition Modeling (FDM)

Ist ein sogenanntes Extrusionsverfahren bei dem meist ein in Drahtform vorliegendes thermoplastisches Material in einer beheizten Düse aufgeschmolzen und durch diese auf das Bauteil extrudiert wird.

MultiJet Printing (MJP)

Bei diesem Verfahren wird flüssiger Kunststoff, sogenannte Photopolymere, schichtweise in feinsten Tröpfchen über einen Druckkopf ausgedruckt und durch UV Belichtung ausgehärtet. Eng verwandt mit dem PJ-Verfahren.

PolyJet (PJ)

Ähnlich wie bei einem Tintendrucker wird das flüssige Material tröpfchenweise aufgebracht und ausgehärtet. Üblicherweise handelt es sich um Fotopolymere, die unter Einfluss von UV-Licht vernetzen und damit aushärten.

Selektives Laserschmelzen (SLM)

Eng verwandt mit dem SLS-Verfahren, wobei ausschließlich metallische Werkstoffe zum Einsatz kommen.

Selektives Lasersintern (SLS)

Beim Lasersintern werden in einem Pulverbett angeordnete Partikel (aus Kunststoff, Metall oder Keramik) durch einen Laserstrahl lokal aufgeschmolzen und bilden nach dem Abkühlen eine feste Schicht.

Selective Deposition Lamination (SDL)

Papierlagen werden mit Kleber verbunden. Danach schneidet eine Klinge mechanisch die jeweilige Papierschicht in die gewünschte Form.

Stereolithografie (SLA)

Bei diesem Verfahren werden lichtaushärtende Kunststoffe (Photopolymere) in dünnen Schichten von einem Laser ausgehärtet.

LITERATURVERZEICHNIS

- 3D Fab , M. (kein Datum). *3D Fab*. Abgerufen am 29. Juli 2015 von <http://www.3dfab.net>
- 4D Concepts GmbH. (kein Datum). *4D Concepts*. Abgerufen am 30. Juli 2015 von <http://www.4dconcepts.de/>
- 4D Solution. (kein Datum). Abgerufen am 30. Juli 2015 von <http://www.4d-solution.com>
- alphacam GmbH. (kein Datum). *alphacam: Solutions for a 3D world*. Abgerufen am 28. Juli 2015 von Fakten: <http://www.alphacam.de/>
- alphacam GmbH. (kein Datum). *fabberhouse*. Abgerufen am 28. Juli 2015 von <http://www.fabberhouse.de>
- alphacam GmbH. (kein Datum). *Solution for a 3D World*. Abgerufen am 29. Juli 2015 von http://www.coachulting.de/gpages/F14_04alphacam_PolyJet_Form_V2.pdf
- alphacam GmbH. (kein Datum). *Teilefabrik*. Abgerufen am 29. Juli 2015 von <http://www.teilefabrik.de>
- Bisnode Deutschland GmbH. (kein Datum). *Hoppenstedt Firmendatenbank*. Abgerufen am 28. Juli 2015 von <http://www.hoppenstedt-hochschuldatenbank.de/>
- Formicum 3D-Service GmbH. (kein Datum). *Formicum 3D-Service*. Abgerufen am 20. August 2015 von <https://www.formicum.de/>
- Hagl, R. (2015). *Das 3D-Druck-Kompendium* (2. Ausg.). Wiesbaden: Springer Gabler.
- Lindner, R. (kein Datum). *3D-Drucker für Models und den Massenmarkt*. Abgerufen am 20. August 2015 von <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/3d-drucker-fuer-models-und-den-massenmarkt-12838787.html>
- MakerBot Industries, LLC. (kein Datum). *Touring Bike Business Card, by CyberCyclist*. Abgerufen am 19. August 2015 von <http://www.thingiverse.com>
- ObjectPlot Inh. B.Voslamber. (kein Datum). *ObjectPlot*. Abgerufen am 30. Juli 2015 von <http://www.objectplot.de>
- Rapidobject GmbH. (kein Datum). *rapidobject: ideen zum anfassen*. Abgerufen am 28. Juli 2015 von <http://www.rapidobject.com>
- sauer product GmbH. (kein Datum). *makeyourproduct*. Abgerufen am 17. August 2015 von <http://www.makeyourproduct.com>

sauer product GmbH. (kein Datum). *Unternehmen*. Abgerufen am 17. August 2015 von <http://www.sauerproduct.com>

Shapeways. (kein Datum). *About Us*. Abgerufen am 20. August 2015 von <http://www.shapeways.com>

Statista GmbH. (kein Datum). *Rapidobject GmbH: Umsatz in 2014*. Abgerufen am 28. Juli 2015 von <http://de.statista.com/>

unimedia gmbh. (kein Datum). *Firmeninformation*. Abgerufen am 20. August 2015 von http://www.unternehmen24.info/Firmeninformationen/DE/3945928#neugruendung_handelsregister_information