

# Vorsprung durch Technik

Mit fortschreitender Digitalisierung hat auch in der Gießerei-Industrie ein Wandel eingesetzt, der die 5000 Jahre alte Fertigungstechnologie von Grund auf verändert. Die meist düsteren Werkshallen, in denen Gießer Schwerstarbeit verrichten, werden sich über kurz oder lang in High-Tech-Fertigungsstätten verwandeln, die mit den rasanten Veränderungen unserer Welt mithalten. Und nicht nur die großen Branchen-Player können den Wandel überstehen, auch die Chancen kleiner- und mittlerer Betriebe, die das Gros der deutschen Gießereien ausmachen, sind gut, wie ein Besuch bei Industrie 4.0-Pionier Christenguss in der Schweiz zeigt.

VON ROBERT PITEREK, DÜSSELDORF

Noch wabern Begriffe wie 3-D-Druck und Industrie 4.0 ohne genaueres Verständnis in unserem Kopf herum. Der Mensch braucht Anschauungsbeispiele und Visionäre, die sie umsetzen, um sich ein klar umrissenes Bild von neuen Technologien zu machen. Ein solcher Visionär ist Florian Christen, Geschäftsführer von Christenguss im schweizerischen Bergdietikon und bekennender Elon Musk-Fan. Nun hat Tesla-Mitbegründer Musk zwar noch nicht viel mit Industrie 4.0 zu tun, doch seine Elektroautos, das Raketenprogramm Space X und seine Ideen von energieautarken Wohnhäusern und der Überschall-U-Bahn Hyperloop faszinieren Millionen von Menschen – und täglich wächst die Fangemeinde.

## Millioneninvestitionen in Industrie 4.0

Musks Ideen haben Christen beflügelt, seinen eigenen Betrieb mit den Augen eines Visionärs zu betrachten. Und Musks Mut, Visionen wahr werden zu lassen, haben ihm die Kraft gegeben, seinen 17-Mann-Betrieb zu einem Pionier in Sachen Industrie 4.0 zu machen. Um jedoch Millionen in den Umbau seines Betriebs zu investieren, mussten noch wirtschaftliche Gründe hinzukommen. Und die gibt es in der Schweiz von heute reichlich, denn die industriellen Bedingungen haben sich in den vergangenen Jahren zunehmend verschlechtert: die Währung ist extrem stark, die Löhne ebenfalls und Förderprogramme wie im EU-Ausland fehlen. Zunächst stützte die schweizerische Nationalbank den Wechselkurs zum Euro noch künstlich – Anfang 2015 gab sie auch das auf. „Da wurde mir klar, dass wir mit 08/15-Fertigung nicht mehr wei-



Florian Christen mit Gussteilen vor dem Rolltor zum 3-D-Drucker. Der Familienunternehmer will im Verlaufe von 20 Jahren eine komplett vernetzte Industrie 4.0-Gießerei realisieren.

terkommen“, erzählt der 33-jährige Florian Christen. Einen wirtschaftlichen Lichtblick gibt es in der Schweiz aber doch – und das sind die niedrigen Energiepreise. Das Land profitiert davon, dass Nachbar Deutschland große Mengen an erneuerbarem Strom produziert, die er selber nicht nutzen kann und deshalb billig an die Schweiz und andere Nachbarn verkauft. Gute Bedingungen also für den Einsatz eines 3-D-Druckers – elementarer Bestandteil der Sandgießerei der Zukunft.

Ende 2015 installierte Christenguss eine Anlage von ExOne, Gersthofen, die Anfang 2016 in Betrieb ging. Inklusive Peripherie und Installation nahm Christenguss dafür rund 1,5 Millionen Schweizer Franken in die Hand.



XXL-Kernpaket aus dem 3-D-Drucker von Christenguss in Bergdietikon, Schweiz.

**Fokus auf essentielle Teile**

Um in der Schweiz noch wettbewerbsfähig produzieren zu können, geht nun alles in Richtung High-End-Produktion“, fasst Christen zusammen und ergänzt: „Sonst ist das Preisniveau nicht zu halten.“ Geschäftsgrundlage ist deshalb heute zunehmend der Bereich „Speed“, also Bauteile, die unerwartet kaputt gegangen oder vergessen worden sind und nun umgehend gefertigt und ausgeliefert werden müssen. Essenzielle Teile nennt Christen diese für den Anlagenbetrieb besonders wichtigen Gussteile, bei denen es manchmal lediglich um ein einzelnes Bauteil geht. „In der Starkstromindustrie kostet ein Anlagenstillstand z. B. pro Tag rund 250 000 Euro – da spielt es keine Rolle, wenn das übers Wochenende gefertigte Bauteil zehn, zwanzig oder dreißigtausend Euro kostet“, betont der Familienunternehmer. 50 bis 60 Prozent Geschäftsanteil hat der Bereich Speed bereits – den Rest der rund 7 Millionen Euro Umsatz im Jahr machen Aufträge mit einem Zeithorizont von 2-3 Monaten aus. Die Produktpalette enthält Bauteile aus sandgessenen Aluminium- und Kupferlegierungen für den Spezialmaschinenbau, die Starkstromindustrie, den Pumpenbau, Förderanlagen für Flüssigstickstoff, Verteidigungstechnik sowie landwirtschaftliche Anlagen. Zu den über 300 Kunden gehören Hilti, ABB, General Electric, Sie-

mens Verkehrstechnik, Bombardier, Rheinmetall, General Dynamics und zahlreiche sogenannte Hidden Champions aus der Schweiz, also kleine und mittlere Unternehmen, die in ihrem Geschäftsbe- reich Weltmarktführer sind. Die Ferti- gungsmenge ist dabei recht bescheiden: 120 Tonnen Aluminiumguss und rund 40 Tonnen Kupferguss verlassen das Werk jedes Jahr. Die durchschnittliche Losgröße beträgt 15 Stück.



3-D-Drucker sind in der Lage, komplexeste Strukturen zu drucken, hier einen Totenkopf aus Formsand.

**Ideen zur Auslastung des 3-D-Druckers**

Schnelligkeit im Gießereigeschäft erfordert höchste Flexibilität. Und die bietet der neue 3-D-Drucker, mit dem über Nacht ganze Formen mit integrierten Kernen oder Kernpaketen gedruckt werden können. Inzwischen testen Christen und seine Mannschaft auch das Drucken von Modellplatten – durchaus mit Erfolg, denn die Anlage druckt Strukturen aller Art auf den Zehntelmillimeter genau aus. Um mit der High-Tech-Maschine allerdings Geld zu verdienen, muss der Drucker trotz der niedrigen Energiepreise in der Schweiz möglichst 24 Stunden am Tag und 365 Tage im Jahr laufen. Die Auslastung bei Christenguss liegt mit etwa 70 Prozent noch darunter, aber die hohe Wertschöpfung des Betriebs gleicht das weitgehend aus: Ausgehend von Zeichnungen, CAD-Daten oder durch das Reverse Engineering von Bauteilen ist das Unternehmen in der Lage, fertig gegossene, bearbeitete und oberflächenbehandelte Teile im Schnitt in 3-4 Wochen zu liefern. Und die Qualitätsansprüche an die Schweizer sind hoch: „Die Produkte müssen wie geleckert aussehen und dürfen tunlichst keine einzige Pore aufweisen“, so der Geschäftsführer. Damit die Auslastung des Druckers steigt, hat Christen sich ein weiteres Geschäftsgebiet mit gutem Potenzial ausgeguckt: den Kunstdruck, der sich allerdings

noch in der Startphase befindet. Doch schon jetzt kann im staatlichen Kunst- und Kulturzentrum Centre Pompidou in Paris ein beeindruckendes Kunstwerk aus dem Formsand seines 3-D-Druckers beichtigt werden. Aus einer Datenmenge von 156 Gigabyte entstand ein 3,5 Meter hohes, 3,1 Meter breites und 2 Meter tiefes Kunstwerk, das aus sage und schreibe 1,35 Milliarden Einzeloberflächen besteht. Das Kunstwerk zeigt das derzeit technisch Mögliche und enthält komplexeste Strukturen, die ohne 3-D-Drucker nicht realisierbar wären. Florian Christen spielt mittelfristig auch mit dem Gedanken, hochpreisige Kunstmöbel mit dem Drucker zu fertigen.

### Vom Handformen zur vollautomatischen Fertigung

Der 3-D-Drucker ist jedoch nur ein Baustein in Christens Konzept, eine „intelligente“ Gießerei im beschaulichen Hügelland von Bergdietikon nahe Zürich zu realisieren. Geht alles nach Plan, wird hier in den kommenden 20 Jahren in vier Schritten eine Gießerei entstehen, wie es sie noch nie zuvor gegeben hat. Ein bis anderthalb Millionen Euro will Christen dafür alle vier bis fünf Jahre investieren und damit einen permanenten Veränderungsprozess in die Wege leiten – frei nach dem Motto seines Vaters Theo Christen „Stillstand ist Rückschritt“. Dann könnten in den Werkshallen, wo jetzt noch Handformer Sand in Formkästen festklopfen und Form-, Strahl- und Kernschießanlagen lautstark ihren Dienst tun, mannlose Transportsysteme mit Robotern von Station zu Station fahren und durch die Verknüpfung von Maschinen und Sensoren mit künstlicher Intelligenz alle Prozesse vernetzt sein. Das umfangreiche Datenmaterial könnte dann automatisch in die Optimierung von Prozessen einfließen, jeden Punkt in der Produktionskette genau dokumentieren und damit die Pla-



In den Werkshallen von Christenguss werden derzeit noch ganz klassisch Aluminium- und Kupferlegierungen abgossen. Die Mitarbeiter müssen in den kommenden Jahren und Jahrzehnten mit zahlreichen Veränderungen rechnen.

nungssicherheit auch mit Blick auf zukünftig zu erwartende Aufträge enorm verbessern. Die Folge: größtmögliche Transparenz aller Produktionsschritte für Hersteller und Kunden – mit zahlreichen Vorteilen und Einsparmöglichkeiten.

### Stufe 1: die transparente Fabrik

Der Umbau des Betriebs läuft derzeit auf Hochtouren. Ziel ist es, alle peripheren Arbeiten zu automatisieren. „Der Werker soll nur noch Wertschöpfung betreiben, auch weil unsere Losgrößen so klein sind“, betont Christen. Hierfür sollen in einem ersten Schritt die Gussputzerei, die Administration sowie die Rückmeldungen der Prozessschritte automatisiert werden. Die automatisierte Administration ist schon Realität: Rechnungen werden eingescannt, mit Kundendaten abgeglichen und automatisch verbucht. „Meine Buchhaltungskosten haben sich dadurch halbiert“, freut sich Betriebswirtschaftler

Christen. Täglich sind nun Bilanz-Erfolgsrechnungen in Real-time möglich. Denn eines ist dem Schweizer Unternehmer wichtig: „Wir wollen agieren und nicht reagieren. Nur dann kann man sich in den Einzelprozenten so optimieren, dass man die Konkurrenzfähigkeit auch in einem Hochlohnland wie der Schweiz halten kann.“

Die Rückmeldung der Arbeitsschritte, die jetzt noch manuell erfolgt, soll künftig per Tablet durchgeführt werden: „Der Werker kann dann über den mobilen Computer Fotos, Produktionsdaten, CAD-Daten und Dokumentationen abrufen sowie die Start- und Endzeiten aller Prozessschritte eingeben“, zählt Christen auf. So wird deutlich, wieviel Zeit bei Veränderungen der Produktionsparameter eingespart wird.

Für die Automatisierung der Gussputzerei bis 2019 arbeitet Christenguss mit der Fachhochschule Nordwestschweiz und dem dortigen Gießerei-Institut von Prof. Markus Krack zusammen. Forschungspartner ist zudem die Fakultät Digital Architecture der ETH Zürich. Die Hardware-Kosten werden knapp 1 Million Euro betragen. Hinzu kommen bislang noch nicht bezifferte Kosten für die Software. Dafür wird derzeit an der FH Nordwestschweiz ein eigener Algorithmus entwickelt, der den Programmieraufwand für Roboter massiv vereinfachen soll.

Hintergrund für den Fokus auf die Automatisierung der Gussputzerei sind die enormen Lohnkosten in der Schweiz. Ein Putzer verdient bei Christenguss rund 5000 Schweizer Franken monatlich, was etwa demselben Betrag in Euro ent-

Formanlage mit einer maximalen Kastengröße von 650 X 500 X 500 mm. Hier können Teile zwischen 0,1 und 150 Kilogramm Gewicht abgossen werden. Die Schmelzeversorgung wird durch Induktionsöfen von Inductotherm gewährleistet.





Ein Mitarbeiter sprüht einen Kern mit Trennmittel ein.

spricht. Keine 250 Kilometer weiter südlich in Italien wird für dieselbe Tätigkeit nur 1000 Euro bezahlt. Damit ist die Schweiz im internationalen Vergleich chancenlos. „Der Job ist harte Knochenarbeit. Es macht Sinn, wenn Mitarbeiter künftig stattdessen für das Rüsten eines Putzroboters zuständig sind. Bei allem Respekt für die Arbeit unserer Putzer: Der Roboter wird den Job länger und mit gleichbleibender Qualität machen können“, ist Florian Christen überzeugt und veranschaulicht, wie der Putzprozess künftig ablaufen soll: „Wir haben das Bauteil mit Gießsystem, das geputzt werden soll. Das wird aufgespannt, gescannt und per Soll-Ist-Vergleich mit den bestehenden CAD-Daten verglichen. So erfährt der Blechkamerad, was er wo abschneiden soll. Die Bewegungen errechnet das sogenannte cyber-physische System auf Grundlage bestehender Programme und legt sich für den Auftrag auch gleich die Werkzeuge, wie Trenn- und Sägeaufsätze, Schleifer und Fräsen zurecht.“

### Stufe 2: die reaktionsfähige Fabrik

In Schritt 2 sollen mithilfe eines dynamischen MES (Manufacturing Execution System) erste Prozesse ineinandergreifen. Werden Daten in einem dynamischen MES geändert, führen sie automatisch zu Veränderungen in anderen Systemen. Die

Daten aus der automatisierten Gussputzerei (CAD-Daten) sind beispielsweise eine perfekte Maßkontrolle, die für das Rüsten der Zerspanungsmaschinen eingesetzt werden können – was zu deutlichen Zeiteinsparungen führen dürfte. Dieses Ineinandergreifen von Prozessen soll dann perspektivisch auch in die Formerei und Auspackerei übertragen werden. Neben der Zeitersparnis käme ein weiteres Vorteil hinzu: Kunden könnten nach dem Vorbild von Online-Versandhändlern wie Amazon den Fortschritt ihrer Bestellung auf einer Website verfolgen. Um diesen Schritt in die Tat umzusetzen, muss jedoch noch eine Identifizierung per Code in den Sandgussformen und auf dem Gussteil hinzukommen.

### Stufe 3: die selbstregelnde Fabrik

In Schritt 3 geht es dann ans Eingemachte: Auch Peripheriearbeiten wie Zurüsten und die Kastenbereitstellung werden automatisiert – allerdings ohne Personal abzubauen, wie Florian Christen betont. Durch Umschulungen sollen die Tätigkeitsbereiche der Mitarbeiter verlagert werden. Roboter sollen nach Implementierung dieses Schrittes Filter und Isolationshülsen zurüsten und das Material

auch eigenständig aus den Regalen holen. Dafür werden möglicherweise auch mannlöse Transportsysteme eingeführt, wie sie jetzt schon in der neuen Industrie 4.0-Gießerei von Kurtz Ersa in Hasloch im Einsatz sind. Christen: „Der Roboter kann 24 Stunden arbeiten und abends schon die Arbeit des nächsten Tages vorbereiten.“

In dieser Phase soll auch die automatische Angebotsplattform umgesetzt werden. Nach Christens Vorstellung müsste es durch die Automatisierung aller Schritte und die Bereitstellung aller Prozessinformationen in Stufe 3 auch möglich sein, dass Kunden auf einer Online-Plattform CAD-Daten hochladen und dort direkt einen Preis für ihre Bestellung erhalten. „Dann muss natürlich noch das Gießsystem mit Kernen und Formtrennung gezeichnet werden“, räumt Christen ein. „Wenn ich mir aber anschau, was die ETH Zürich da schon an Algorithmen mit Automatisierungsfunktionen entwickelt hat, muss ich sagen, dass wir gar nicht mehr so weit von diesem Ziel entfernt sind“, ergänzt er zuversichtlich.

### Stufe 4: die funktional vernetzte Fabrik

Nach Abschluss dieses massiven Firmenumbaus wird Christenguss nicht nur eine schlanke, automatisierte und in allen Belangen optimierte Gießerei sein, sondern



auch die Möglichkeit haben, „integraler Teil des Product Live Cycle des Kunden“ zu sein. Die Gießerei bleibt eigenständiger Zulieferer, ist durch ihre enorme Fertigungsflexibilität und Schnelligkeit jedoch in der Lage, beispielsweise das komplette Gussersatzteilgeschäft eines Kunden zu übernehmen. Der Grund: Derzeit ist dieses Geschäft für Unternehmen enorm aufwendig und teuer, denn um On-Demand liefern zu können, müssen die Teile gelagert werden. Mieten fallen an, es muss vorausschauend bestellt werden. Das Outsourcing an Gießereien, die alle Arten von Gussteilen in beliebiger Zahl schnell liefern können, bietet sich da an. „Für uns käme eines Tages das Ersatzteilgeschäft der Starkstromindustrie in Frage, wir haben Umspannwerke, die sind 40, 50 Jahre alt. Für manche Bauteile fehlen sogar die Zeichnungen, die Fertigung ist dann nur noch mithilfe von Reverse Engineering möglich“, erklärt Christen.

Irgendwann in diesem Veränderungsprozess soll auch Daqri, ein sogenannter Augmented Reality-Industriehelm, der die menschlichen Fähigkeiten enorm erweitern kann, in die Prozesskette integriert werden. „Damit können sogar Laien Flugzeugtriebwerke warten“, begeistert sich Christen. Eine kameraunterstützte Brille überwacht dabei alle Handgriffe des Arbeiters und weist auf Fehler hin. Christen: „Dann geben die Maschinen und Anlagen

Die Lohnkosten für Gussputzer sind in der Schweiz deutlich höher als in anderen Ländern. Dennoch fehlen Putzfachkräfte in Schweizer Gießereien.

den Rhythmus vor – die Menschen müssen folgen“. Zukunftsmusik? Nein, der Daqri-Industriehelm ist heute schon bei Bosch im Einsatz.

### Die Tücken der jungen 3-D-Druck-Technologie

Zurück in der Gegenwart schlägt sich der Industrie-4.0-Pionier Christenguss aber noch mit den Tücken der jungen 3-D-Druck-Technologie herum. „Viele haben den Anschluss bei Industrie 4.0 verpasst. Wir haben anfangs auch Dreck gefressen. Nur wenn man die Technologie im Haus hat, kann man Dinge ausprobieren“, hat Florian Christen dazugelernt. Der 3-D-Drucker ist bei Christenguss hinter einem schicken gelben Rolltor verborgen. Die Formen, Kerne und Kunststoffe werden in einer Box von der Größe 1800 X 1000 X 700 mm Schicht für Schicht mit Formsand gedruckt – manchmal reicht es für sieben Boxen in der Woche, manchmal nur für zwei. Gerade wird ein etwa ein Meter hoher, ein Meter breiter und zwei Meter langer Kern mit einer Art Staubsauger entsandet. „Unser größtes Problem ist, dass die Entsandung Luftwirbel

Entsanden am 3-D-Drucker: Dabei entstehen Luftwirbel, die Formen, Kerne und Kernpakete beschädigen können.

erzeugt, die Sand mittragen. Es dauert dann nur wenige Sekunden, bis der Formsand des gedruckten Teils millimeterweise abgetragen wird, weil sich diese Luftwirbel extrem abrasiv auswirken können“, gibt Christen zu bedenken. Die Folge: Klappt die Entsandung nicht, muss ein Kernpaket doch wieder separat gedruckt und in die Form eingeklebt werden. Der Vorteil des Druckers, komplexeste Strukturen erzeugen zu können, wird dann nicht voll ausgeschöpft – und die Hilfsbereitschaft der Hersteller, dieses Problem aus dem Weg zu räumen, hält sich in Grenzen. Auch ihre Verkaufspolitik sieht Christen kritisch: Rohstoffe und andere Verbrauchsmaterialien müssen nämlich ebenfalls über die Hersteller bezogen werden – was ihnen ein Monopol und damit reichlich Zusatzgeschäft beschert. „Das ist keine freie Marktwirtschaft“, bemängelt Christen. Hinzu kommt, dass die Druckersande weiterhin mit Furanharzbindern statt mit umweltneutralen anorganischen Bindemitteln angeboten werden. „Die eingesetzte Chemie muss umweltfreundlicher werden – aber bitte nicht erst auf einer neuen Anlage, sondern durch ein Upgrade“, wünscht sich der Vater

zweier Kinder im Alter von anderthalb und dreieinhalb Jahren.

Eine möglichst nachhaltige und umweltschonende Fertigung spielt für den Manager eine wichtige Rolle – nicht nur, wenn er an die Zukunft seiner Kinder denkt. Zwar seien gewisse Emissionen beim Gießen durch den Verbrennungsprozess unumgänglich, räumt er ein. „Gelingt es aber, die Trefferquote pro gefertigtem Teil auf annähernd 100 Prozent zu steigern, sodass nichts zwei Mal gemacht werden muss und damit auch nicht unnötig Ressourcen eingesetzt werden, ist das für mich nachhaltige Fertigung“, formuliert er seine Haltung und fügt hinzu: „bis vielleicht eines Tages auch im Schmelzprozess noch eine Revolution geschieht.“

### Imagewandel durch High-Tech

Mit seinem Ideenreichtum passt Florian Christen gut zum Gesamtbild der heilen, innovativen und zukunftsfähigen Schweiz – allen Problemen zum Trotz. Inzwischen hat die Schweiz auch über eine Energiewende abgestimmt und sich mit 58 Prozent dafür ausgesprochen. Christen zufolge stehen nun zahlreiche innovative Startups im Bereich erneuerbarer Ener-

Kollektion von 3-D-gedruckten Formen und Kernen, die für die weitere Verarbeitung bereitstehen.



gien in den Startlöchern, um die Energiewirtschaft des Landes umzubauen. Allerdings hat die direkte Demokratie des Landes auch Schattenseiten, wie der Volksentscheid für die Einschränkung der Personenfreizügigkeit von Ausländern zeigte. Die Folge: der auch hier existierende Ingenieurmangel wird verschärft.

Auch die Vision einer High-Tech-Gießerei völlig neuer Art, an deren Realisierung Christen arbeitet, fügt sich gut in das Bild der modernen Schweiz ein. Doch dafür muss auch das Außenbild stimmen, weshalb Florian Christen mit der Rheintaler Agentur am Flughafen zeitgleich zum

Umbau des Unternehmens auch am Image feilt. „Wenn man High-Tech machen will, muss auch das Außenbild passen“, ist er überzeugt. Die Reaktion seiner Mitarbeiter zeigt, dass das Konzept aufgeht: „Die Technik macht den Leuten Spaß und lässt das Klischee der Gießereien als dirty old industry verblassen“, hat Betriebsleiter Milot Shala beobachtet.

Mit der zunehmenden Automatisierung in der Gießerei-Industrie werden also zwei Fliegen mit einer Klappe geschlagen: die Wettbewerbsfähigkeit wird gestärkt und zugleich das Image aufgepoliert!

[www.christenguss.ch](http://www.christenguss.ch)