

# WOW!

La rivista tecnica per i giovani e per coloro che lo sono ancora

# TechnoScope

3/14  
by SATW

Una stampante 3D per l'uso domestico è disponibile oggi già a partire da 1300 franchi.

La Svizzera, insieme alla Germania e alla Gran Bretagna, è tra i paesi in cui le tecniche di produzione additiva sono utilizzate più spesso.

La sinterizzazione laser e la stereolitografia sono le procedure di fabbricazione additiva offerte più spesso in Europa.

Il volume di mercato complessivo per la procedura di produzione additiva è attualmente di circa 2,5 miliardi di franchi.

In tutto il mondo sono oltre 23 000 le stampanti 3D utilizzate.

È stato l'ingegnere americano Chuck Hull a sviluppare, nel 1984, la prima stampante 3D al mondo.








## SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften  
Académie suisse des sciences techniques  
Accademia svizzera delle scienze tecniche  
Swiss Academy of Engineering Sciences

## Stampa 3D & co.

Strato dopo strato per un componente su misura  
Nuovi materiali grazie alla stampa 3D di metalli  
Costruire nell'era digitale

Con un concorso

Ceramica		 BJ	 LM	
Metallo			 EBM	
Sabbia				
Plastica	 SL	 PJ	 LS	 FDM

## Strato dopo strato per un componente su misura

La stampa in 3D ha conosciuto negli ultimi anni un vero e proprio boom. Sono state applicate numerose tecnologie, tutte con specifici vantaggi e svantaggi.

Fresare, formare, segare, levigare, forare: sono numerosi i metodi, partendo da un materiale iniziale, per creare un prodotto su misura. La gamma di metodi di produzione è stata ampliata negli ultimi anni con la cosiddetta stampa in 3D. Questa comprende una serie di tecnologie note anche come «metodi di produzione additiva». Carattere comune di queste tecnologie è che i componenti desiderati non sono formati o lavorati partendo da un solo materiale predefinito, ma vengono creati strato dopo strato; da qui deriva il concetto di «produzione additiva». Si distinguono fondamentalmente quattro tipi di processi: la polimerizzazione, l'incollaggio, la fusione e la solidificazione.

### Creazione tramite polimerizzazione

In questo processo, tramite radiazioni UV si solidifica una speciale plastica fluida. Con la **stereolitografia** la piattaforma con il componente viene a trovarsi in un bagno di materiale plastico fluido. Il sottile strato superiore in materiale plastico fluido viene indurito con un laser UV nei punti desiderati. Successivamente si abbassa leggermente il componente e si applica lo strato successivo. Invece con il **jetting di fotopolimeri** il materiale plastico fluido viene applicato direttamente sul componente tramite un ugello sottile e qui indurito tramite raggi UV.

Con questi due metodi è possibile creare prototipi e forme dettagliate. Tuttavia si possono impiegare solo materiali plastici che induriscono con i raggi UV. Questi non sono molto stabili e si modificano nel tempo, perciò invecchiano rapidamente.

### Creazione tramite incollaggio

Nella **stampa a polvere** viene applicato prima un sottile strato di polvere. La polvere viene poi fatta indurire nei punti stabiliti, usando una colla che viene applicata tramite un ugello. Il componente viene poi abbassato, in modo da poter applicare lo strato di polvere successivo.

La stampa a polvere è un metodo rapido e vantaggioso, con cui possono essere utilizzati molti materiali diversi. Tuttavia, i componenti creati non sono molto stabili. Questo metodo è idoneo alla realizzazione di prototipi, stampi o componenti che vengono lavorati successivamente.

### Creazione tramite fusione

Con questo metodo un materiale in polvere viene fuso strato dopo strato e successivamente indurito. Nella **fusione laser** selettiva si applica un sottile strato di polvere metallica sul componente, che è poi fatto indurire tramite un laser. Non appena il metallo fuso si è indurito, si abbassa la piattaforma con il componente, per poi applicare lo strato successivo di polvere metallica. In modo simile funziona la **fusione tramite fascio di elettroni**. Il metallo in questo caso non viene indurito con un laser, ma tramite un fascio di elettroni. Con questi due metodi si possono realizzare parti metalliche stabili, che si possono lavorare. Si tratta però di metodi molto lenti e costosi.

Un altro processo simile è la sinterizzazione laser selettiva, particolarmente adatta ai componenti di plastica. A differenza degli altri due processi, i granelli di polvere con la sinterizzazione laser vengono fusi solo parzialmente.

### Creazione tramite solidificazione

Con la **stratificazione per fusione** viene fuso materiale plastico filiforme, che, attraverso un ugello, viene applicato a strati sul componente, dove solidifica nuovamente. Si possono utilizzare materiali plastici standard. I componenti realizzati hanno buone proprietà meccaniche e possono anche essere lavorati successivamente.

**SL** Stereolitografia

**PJ** Jetting di fotopolimeri (Photopolymer-Jetting)

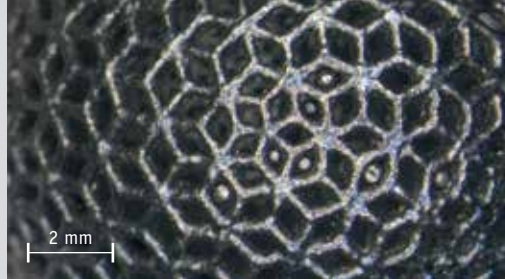
**BJ** Stampa a polvere (Binder Jetting)

**LM** Fusione laser (Laser Melting)

**EBM** Fusione tramite fascio di elettroni (Electron Beam Melting)

**LS** Sinterizzazione laser (Laser Sintering)

**FDM** Stratificazione per fusione (Fused Deposition Modeling)



Strutture e componenti metallici dalla stampante 3D: vista ravvicinata di una sfera di rete metallica in titanio (a sinistra) e una valvola «Woov» (a destra)  
Fonte delle immagini: ESA



Visualizzazione di una base lunare a cupola multipla in costruzione: dopo il montaggio, i robot coprono le cupole gonfiate con uno strato di stampa in 3D di regolite lunare per proteggere gli abitanti dalle radiazioni spaziali e dai micrometeoriti.  
Fonte delle immagini: ESA/Foster + Partners



Fonte delle immagini: ESA-N. Vicente

# Nuovi materiali grazie alla stampa 3D di metalli

**La fabbricazione di componenti in metallo con stampanti 3D sta facendo passi da gigante. Anche forme molto complesse possono quindi essere prodotte in modo economico e con pochi scarti, come non era mai accaduto prima.**

Sono passati i tempi in cui le stampanti 3D erano solo giocattoli per fai-da-te creativi o l'oggetto preferito di sviluppatori per la realizzazione di primi prototipi di prodotti. Oggi con queste stampanti si realizzano prodotti già pronti in piccole serie. Per esempio, componenti complessi di macchine o protesi mediche. Per questo già oggi esistono stampanti 3D grandi quanto un armadio, che non stampano soltanto materiali plastici, ma anche metalli. La tecnologia di stampa dei metalli non è del tutto nuova, spiega Andreas Mortensen, professore presso il laboratorio di metallurgia meccanica del Politecnico di Losanna (EPFL). Già molti anni fa all'EPFL sono stati stampati i primi pezzi in leghe metalliche. «Tuttavia, da allora, vi è stato uno sviluppo tecnologico enorme», spiega Mortensen. «Oggi le stampanti 3D possono essere utilizzate molto più ampiamente per la produzione di componenti in metallo».

## Maggiore il punto di fusione, maggiore la complessità

Le procedure più richieste per la stampa 3D di metalli sono la sinterizzazione laser e la fusione laser (si veda anche il testo «Strato dopo strato

per un componente su misura»). In un sottile strato di polvere, tramite raggio laser, vengono fuse o sinterizzate in modo preciso solo le parti di metallo che alla fine daranno forma all'oggetto desiderato. Questa procedura viene ripetuta con altri strati di polvere fino a quando l'oggetto desiderato non è stato completamente realizzato. La polvere metallica eccedente viene rimossa alla fine del processo di lavorazione. Con questo metodo si possono stampare quasi tutti i tipi di metallo. Maggiore è il punto di sinterizzazione o di fusione di un metallo, maggiore sarà l'energia impiegata per la stampa e quindi più complessa la procedura. «Grandi sfide per la stampa 3D con metalli sono state fino ad oggi la qualità dei componenti di metallo e delle superfici», afferma Mortensen. Per esempio, le centinaia di strati di polvere così sovrapposte fanno risultare sempre leggermente ruvide le superfici. Tuttavia, anche i materiali stessi a volte danno problemi: per esempio la polvere di magnesio può esplodere in caso di surriscaldamento. Ancora, i componenti di alluminio possono risultare difettosi a causa dell'ossido che si forma sulla superficie dei sottili trucioli che costituiscono il materiale iniziale

per il processo; l'ossido di alluminio, in questo caso, impedisce la sinterizzazione o la fusione del materiale.

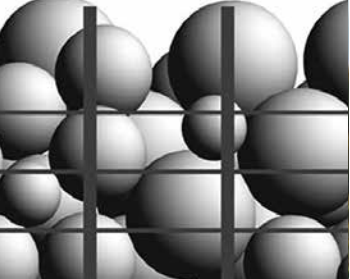
## Nuove strutture e materiali multipli

Ciononostante già oggi è possibile fare molto, come produrre protesi per ginocchia pronte per l'impianto. Esse sono sottoposte a carichi notevoli: ogni giorno pieghiamo le nostre ginocchia fino a 1500 volte e quando saliamo le scale queste devono sopportare un peso fino a cinque volte superiore al peso del nostro corpo. Grande vantaggio di queste protesi stampate è che sono fatte su misura per il corpo del paziente. Ogni stampa è una produzione unica. Sarebbe molto più dispendioso realizzarle con le tecniche tradizionali. Un altro vantaggio riguarda la libertà nell'impostazione delle forme: «Oggi siamo in grado di stampare in tempi relativamente brevi strutture metalliche che con i metodi tradizionali, come la fusione, risulterebbero molto costose», afferma Mortensen. Per esempio il titanio poroso, che sembra una spugna, viene utilizzato come protesi per le ossa. La struttura consente al tessuto osseo di crescere nelle ossa artificiali. Questo porta ad una guarigione più rapida. Nella stampa 3D è inoltre possibile produrre i cosiddetti multimateriali, grazie all'impiego di diverse polveri di metallo. Dunque, per esempio, oggetti composti da alluminio e titanio. La produzio-

## Con la stampante 3D nello spazio

Il progetto «AMAZE» farà progredire ulteriormente la stampa 3D di metalli, nella migliore delle ipotesi fin nello spazio. Secondo l'Agenzia Spaziale Europea (ESA), in futuro gli astronauti dovranno stampare autonomamente nello spazio i pezzi di ricambio e gli utensili necessari, usando appunto le stampanti 3D. In questo modo non si dovrebbero più portare dalla Terra pezzi di ricambio ingombranti e costosi. In ogni modo gli obiettivi del progetto «AMAZE» non sono segreti: l'associazione europea di 28 aziende e università vuole creare con le stampanti 3D i migliori componenti in metallo di tutti i tempi. Questi potranno essere impiegati, tra l'altro, per l'astronautica, l'aeronautica e i reattori a fusione. Non saranno stampati solo componenti di piccole dimensioni, ma, secondo i ricercatori «AMAZE», anche componenti-base di ali fino ad una lunghezza di due metri, e persino interi satelliti. Il laboratorio per la metallurgia meccanica del Politecnico di Losanna (EPFL) è un istituto partner di «AMAZE». Sta attualmente testando le proprietà dei metalli stampati.

ne additiva è anche sensata sul piano economico ed ecologico. Con la stampa 3D si evitano gli scarti, che invece si hanno con la fresatura o la levigatura di un blocco di metallo. Questi possono portare ad un peso finale del prodotto anche dieci volte superiore. Ciò è decisivo per l'azienda, soprattutto nel caso di impiego di metalli rari e costosi, come il titanio, il tantalio e il vanadio.



Un robot industriale è in grado di posare ogni singolo mattone in base a modelli preimpostati. Per i vigneti Gantenbein di Fläsch, nei Grigioni, si dovrebbero vedere degli acini d'uva. Attraverso la rotazione dei blocchi di pietra e le aperture tra di essi, nell'interconnessione dei muri appare effettivamente un'immagine tridimensionale che ricorda grandi acini d'uva. Fonte delle immagini: Gramazio & Kohler, ETH Zurigo (foto a sinistra e al centro), Ralph Feiner\_G&K (foto a destra)



Questa struttura del tetto è costituita da oltre 45 000 elementi di legno, che vengono piegati automaticamente fino a formare una costruzione curva a forma di onda. Fonte delle immagini: Gramazio & Kohler, ETH Zurigo

## Costruire nell'era digitale

**Le tecnologie digitali negli ultimi anni hanno rivoluzionato i processi di lavoro e le abitudini in molti settori. Il settore edilizio, invece, continua a funzionare in base ai modelli tradizionali. Ora i ricercatori del Politecnico di Zurigo (ETH) vogliono cambiare questa tendenza.**

L'edilizia è un'attività tradizionale. Mentre in altri settori le tecnologie digitali hanno modificato profondamente i processi di lavoro, le case vengono costruite sempre seguendo i soliti metodi. «Nella progettazione sono già in gran parte utilizzate le tecnologie digitali. Sul cantiere, però, le cose procedono sempre in modo tradizionale», secondo Matthias Kohler, professore di architettura e fabbricazione digitale presso il Politecnico di Zurigo (ETH). Egli vorrebbe chiudere questa «falla digitale» tra la progettazione e la costruzione. «Vediamo che in altri settori le tecnologie digitali non solo semplificano e rendono più efficienti i processi di lavoro, ma aprono anche possibilità completamente nuove dal punto di vista tecnico ed economico».

### Colla invece che malta

Un esempio concreto di ciò che intende Kohler, insieme al suo partner di ricerca Fabio Gramazio, è costituito dai muri di mattoni. Un robot industriale appositamente programmato è in grado di impilare i mattoni uno sopra l'altro per realizzare una parete di diversi metri. Questa è stabile quanto un muro tradizionale, ma dispone di una

struttura più raffinata nei suoi particolari. Per esempio, i mattoni non sono tenuti insieme dalla malta, come i muri cui siamo abituati, ma da una sostanza adesiva. Con ciò si capisce bene che cosa intenda Kohler: «Con le tecniche digitali i materiali si possono combinare in modo nuovo, i progettisti hanno maggiore libertà creativa e i processi di costruzione diventano più efficienti, perché questa tecnologia permette di risparmiare tempo, materiali ed energia». Nei fatti: in Svizzera e Inghilterra saranno prossimamente costruiti diversi edifici con questo tipo di muri.

### Un tetto in 45 000 piccoli pezzi

Anche nell'ambito delle costruzioni lignee Kohler ha illustrato un capolavoro che mostra le nuove possibilità rappresentate dai processi di progettazione e fabbricazione digitali. Attualmente presso il Campus Höggerberg dell'ETH è in fase di costruzione l'edificio di ricerca «Arch\_Tec\_Lab», per il quale Kohler sperimenterà presto nella pratica i processi di costruzione robotizzati. Il tetto di questo edificio, che misura 2300 metri quadrati, ha una forma speciale: è costituito da 45 000 singoli elementi di legno, che sono intre-

ciati automaticamente fino a formare una struttura arcuata a onde. Grazie al metodo di costruzione a controllo digitale, i singoli elementi portanti del tetto possono essere prefabbricati in modo rapido e preciso. Nello stesso tempo, le singole fasi di questo progetto, dalla prima bozza fino al calcolo della statica e alla produzione degli elementi costruttivi, sono collegate tra loro in modo molto più stretto rispetto ai metodi tradizionali.

Attualmente, ammette Kohler, questa nuova «cultura edilizia digitale» non è tanto percepibile nel quotidiano. «C'è ancora molto lavoro da fare

alla base», ricorda «tuttavia, l'esempio dei muri di mattoni, con cui iniziammo nel 2005, mostra che entro pochi anni si potranno applicare nuovi approcci». Nei prossimi anni Kohler, insieme ad altri ricercatori di diversi settori specializzati, continuerà a sviluppare i metodi di costruzione già avviati. «Nell'ambito del progetto di ricerca nazionale «Fabbricazione digitale», insieme con altri ricercatori di diversi settori, come architettura, progettazione di strutture portanti, scienze dei materiali e informatiche, elettrotecnica, costruzione macchine e robotica, intendiamo capire come potrebbe essere una cultura edilizia che sfrutti le possibilità dell'era digitale».

### High-tech al posto del lavoro manuale

Si tratta di uno strumento irrinunciabile per urbanisti e architetti: modelli architettonici di legno, carta, cartone e plastica raffigurano in scala perfetta singoli edifici, intere strutture stradali o quartieri. Così i progetti possono essere visti da tutti gli interessati, proprio come appariranno nella realtà. Questi modelli sono

spesso piccoli capolavori che richiedono molto lavoro manuale.

Negli ultimi anni le tecnologie di fabbricazione digitale hanno portato ad un cambiamento fondamentale anche in questo settore: grazie ai moderni metodi, dai progetti digitali si può passare facilmente a mo-

delli fisici. Singoli componenti complessi o persino interi modelli sono quindi sempre più spesso realizzati anche con l'aiuto della stampa 3D. In questo modo i modelli architettonici possono oggi essere realizzati non solo in modo più rapido, ma anche con maggiore precisione e con maggior ricchezza di particolari.



Nel Fabrication Laboratory – abbreviato in Fablab – gli studenti possono trasformare le loro idee di design in oggetti concreti. Per esempio, cuffie attraverso le quali è possibile, tramite un pulsante sull'auricolare, condividere con qualcuno la canzone ascoltata.

▲ Serena Cangiano e la «sua» stampante 3D: «Sono convinta che entro i prossimi cinque anni quasi tutti saremo in grado di usare le stampanti 3D».

► Serena Cangiano, laureata in scienze della comunicazione, lavora oggi quotidianamente in un laboratorio con macchine tecnicamente sofisticate.

La collaborazione è ciò che affascina di più Serena Cangiano nel suo lavoro al Fablab: «Si impara insieme al gruppo e si condividono conoscenze, creando cose insieme».

## Affascinata dalla tecnologia «che collega»

**Serena Cangiano dirige il «Fablab» della Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana (SUPSI). Qui aiuta gli studenti a trasformare le loro idee in prototipi, tramite stampanti 3D e frese di precisione.**

A volte mi domando come sono arrivata a questo: la settimana scorsa stavo conducendo un workshop nel nostro «Fablab» e improvvisamente si è spenta la fresa CNC. Questo apparecchio è controllato da dati digitali e può fresare con la massima precisione materiali come legno o plastica. Mi sono ritrovata di fronte alla macchina rotta e ho cercato di rimetterla in moto con l'aiuto di una consulenza telefonica del servizio tecnico dell'azienda. In verità non ho alcuna dimestichezza con le questioni tecniche. I miei studi, infatti, sono stati di scienze della comunicazione, non di ingegneria. Nonostante questo, ora lavoro molto spesso a contatto con macchine tecnicamente sofisticate.

### La programmazione per i non esperti d'informatica

Come è successo? La porta del «Fablab» – abbreviazione dei termini inglesi «fabrication laboratory» mi si è aperta quando è stato avviato il Ma-

ster of Advanced Studies in Interaction Design alla SUPSI dove gli studenti si specializzano nel design dell'interazione. L'obiettivo di questa disciplina è semplificare l'interazione tra tecnologia e uomo. Cinque anni fa frequentai un primo workshop di elettronica fai da te organizzata da un'associazione di Zurigo, in cui per la prima volta utilizzai una stampante 3D. Mi resi conto che questi apparecchi sono facili da usare e da programmare anche da parte di persone non esperte di ingegneria o informatica. Chi è interessato può acquisire facilmente il know-how necessario. Il software che utilizziamo è per lo più open source, quindi disponibile via Internet e comprensibile anche per inesperti. Oggi, tramite snippet di codici preimpostati, chiunque è in grado di imparare a programmare autonomamente e interagire con semplici interfacce tra computer e stampante 3D.

Ciò che fin da allora mi affascina del lavoro al Fablab è la collaborazione. Si impara insieme al

gruppo e si condividono conoscenze, creando cose insieme. Questa esperienza non si limita solo al laboratorio. I «Maker», gli inventori di questo secolo, condividono le proprie idee e i design tramite Internet, in tutto il mondo. In Svizzera sono attualmente circa sette i Fablab e nel mondo sono ormai centinaia.

### Far da sé, la cosa migliore per imparare

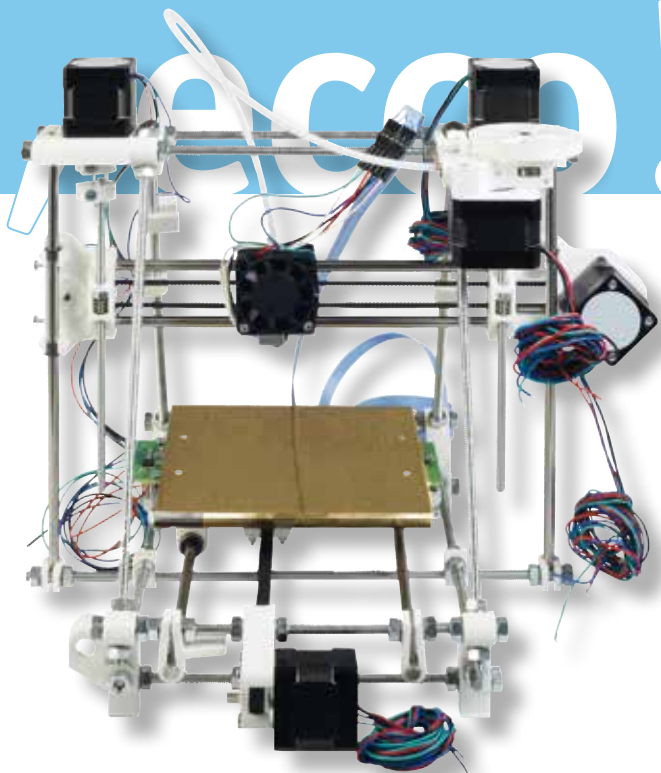
Dopo il corso di laurea cominciai il mio lavoro di dottorato, collaborando contemporaneamente alla realizzazione del Fablab della Scuola universitaria professionale SUPSI. Oggi è dotato di tutto ciò che serve agli studenti per applicare la loro creatività: due stampanti 3D, un dispositivo di taglio laser, una fresa di precisione e una quantità di utensili, materiali e elementi elettrotecnici. Il laboratorio è diventato una parte fondamentale del corso di studi master per l'«Interaction Design». Gli studenti non devono soltanto apprendere tramite l'ascolto e la scrittura, ma anche e soprattutto tramite l'autonomia del far da sé. Nel laboratorio possono trasformare le loro idee di design direttamente in oggetti concreti. Per esempio, uno studente ha sviluppato in breve tempo delle cuffie attraverso le

quali è possibile, tramite un pulsante sull'auricolare, condividere la canzone ascoltata. Ha costruito la forma tridimensionale delle cuffie con un programma di grafica digitale e io l'ho aiutato a fabbricare l'oggetto con la stampante 3D. Oltre a seguire gli studenti, nel Fablab organizziamo anche corsi per persone esterne interessate alla stampa 3D, come per esempio «costruisci una radio FM fai da te» in cui si stampano in 3D le manopole del volume e della frequenza di una radio tagliata con il laser.

Oltre alla funzione che ricopro come manager di laboratorio, sto attualmente scrivendo la mia tesi di dottorato. Questo lavoro consiste nell'individuare quale influsso hanno le tecnologie open source e i Fablab sul design. Mi piacerebbe molto poter poi lavorare nel settore universitario. Troverei interessante anche un lavoro part-time in campo industriale o magari, in futuro, oltre che all'università, lavorare all'organizzazione di corsi per la stampa 3D e la fabbricazione digitale a privati. In futuro la richiesta in questo settore sarà sempre maggiore. Sono convinta che entro i prossimi cinque anni quasi tutti saremo in grado di usare le stampanti 3D.

# Ah ecco!

Stampante 3D: non il superamento degli attuali metodi di produzione, ma una loro integrazione.



## La stampa 3D rivoluziona la nostra industria?

I processi di produzione additiva, spesso definita come processi di stampa 3D, sembrano essere un'alternativa ideale ai tradizionali metodi di produzione. Questo perché permettono di realizzare componenti complessi in modo relativamente semplice. Non c'è da meravigliarsi che questi metodi trovino applicazioni concrete in sempre più svariati settori. Da prodotti per l'uso quotidiano fino a prototipi per nuovi apparecchi high-tech e a protesi dentarie su misura: le possibilità sembrano essere quasi illimitate. E poiché già oggi ci sono stampanti 3D per l'uso domestico, con le quali si possono creare a casa gli oggetti desiderati, sorge la domanda: queste tecnologie renderanno superflua la vecchia produzione industriale?

Se si osserva in modo attento, risulta evidente che la stampa 3D stia vivendo uno sviluppo enorme e che nei prossimi anni si diffonderà ulteriormente. Parlare però di una nuova rivoluzione industriale sembra un po' troppo ottimistico. La stampa 3D è anche intelligente: rispetto alla produzione convenzionale, presenta tuttavia notevoli svantaggi. In particolare nella produzione di articoli per il consumo di massa non può tenere il passo. Questo perché sono richieste proprietà che i prodotti delle stampanti 3D non possono avere: qualità costante, elevata precisione e costi bassi per ogni pezzo prodotto. Perciò è difficile pensare che il nuovo processo possa sostituire i precedenti. Certo, però, si amplierà la gamma dei metodi di produzione e saranno possibili applicazioni del tutto nuove.



Fonte delle immagini: PocketSize Me

## Concorso

I metodi di produzione additiva, noti meglio come stampa 3D, hanno vissuto negli ultimi anni un vero e proprio boom e saranno utilizzati settori sempre più svariati.

### Cosa sai della stampa 3D & co.?

Metti alla prova le tue conoscenze sul «metodo di produzione additiva» e vinci uno dei tre ritratti in 3D. Il premio include la visita di uno Scan-Studio e la successiva realizzazione del tuo ritratto. Il concorso è aperto fino al 15 aprile 2015. [www.satw.ch/concorso](http://www.satw.ch/concorso)

## Fablabs

FabLabs – abbreviazione delle parole inglesi «Fabrication Laboratories» sono laboratori high-tech, organizzati quasi sempre in modo aperto, democratico e semplice, che mettono a disposizione di privati metodi di produzione industriale come la stampa 3D di componenti singoli. Ecco un elenco dei FabLab in Svizzera:

**FabLab Berna** [www.fablab-bern.ch](http://www.fablab-bern.ch)

**FabLab Friburgo** [www.fablab-fribourg.ch](http://www.fablab-fribourg.ch)

**FabLab La Côte** [www.fablab-lacote.ch](http://www.fablab-lacote.ch)

**FabLab Lucerna** [www.luzern.fablab.ch](http://www.luzern.fablab.ch)

**FabLab Neuchâtel** [www.fablab-neuch.ch](http://www.fablab-neuch.ch)

**FabLab Lugano** [www.fablab.supsi.ch](http://www.fablab.supsi.ch)

**FabLab Winterthur** [www.fablabwinti.ch](http://www.fablabwinti.ch)

**FabLab Zurigo** [www.zurich.fablab.ch](http://www.zurich.fablab.ch)

**FabLab Zurigo** [www.funlab.ch](http://www.funlab.ch)

**Starship Factory Basilea** [www.starship-factory.ch](http://www.starship-factory.ch)

## Formazione

Il settore specializzato dell'«Interaction Design», che la nostra Serena Cangiano ha studiato alla SUPSI, la scuola universitaria professionale della Svizzera Italiana ([www.maind.supsi.ch](http://www.maind.supsi.ch)) è offerto anche dall'**Alta Scuola delle Arti di Zurigo** (<http://iad.zhdk.ch/de>).

### Impressum

SATW Technoscope 3/14, dicembre 2014  
[www.satw.ch/technoscope](http://www.satw.ch/technoscope)

Idea e redazione: Beatrice Huber  
Collaboratori di redazione: Felix Würsten, Samuel Schläfli  
Foto: Franz Meier, Fotolia, ESA, ESA / Forster + Partner, ESA - N. Vicente, Gramazio & Kohler, ETH Zurigo, Ralph Feiner\_G&K

Foto del titolo: La manager di laboratorio Serena Cangiano vicino alla stampante 3D del Fablab di Lugano.

**Abbonamento gratuito e ordini supplementari**  
SATW, Gerbergasse 5, CH-8001 Zurigo  
[technoscope@satw.ch](mailto:technoscope@satw.ch)  
Tel +41 (0)44 226 50 11

Technoscope 1/15 uscirà ad aprile 2015.