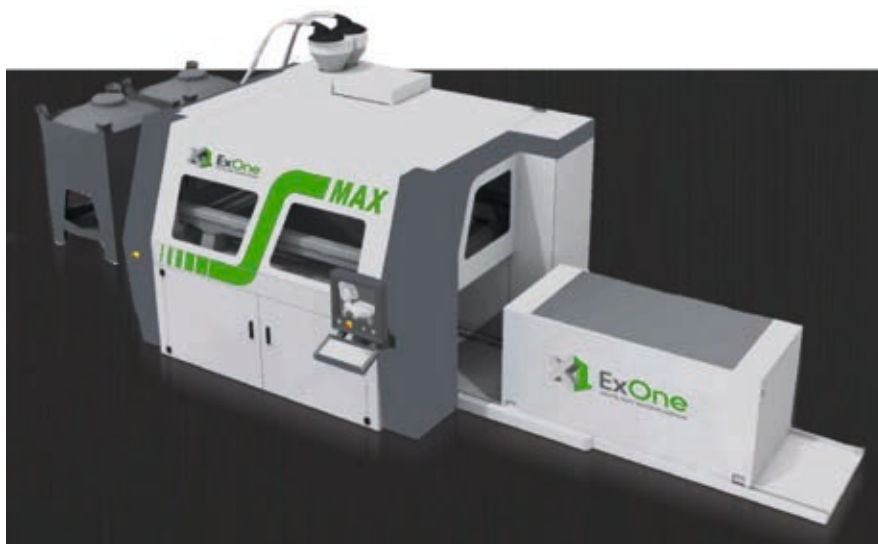


# Industriel 3D-printning

Af: Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Gittel, StaeGi GmbH, Tyskland

StaeGi GmbH er en industriel ingeniørvirksomhed, der blandt andet tilbyder et optimalt 3-D print servicenetværk, hvor man kan finde de bedste løsninger til kunderne. StaeGi har samarbejde med forskellige partnere med relevante kompetencer, og som kan tilbyde den højeste kvalitet og innovation "Made in Germany". StaeGI er specialist i 3 D-print med drop-on-powder teknologier med partikler af sand og PMMA. StaeGi er også distributør for ExOne Products, der bl.a. producerer S-max 3D-printere.



## 3D-printnings princip

3D-printning er en teknologi hvor en tredimensional genstand bliver fremstillet ved, at en 3D-printer, der styres af en computer, lægger et pulverformigt materiale, fx sand eller plastic, lagvis på en byggeplade. Efter hvert lag selekteres de partikler, som skal bindes sammen for således lag for lag at kunne opbygge objektet. Når det drejer sig om printning af sandkerner består hvert lag af kvarts-sand belagt med en furanbinder, som efter hver laganbringelse afhærdes selektivt på de områder, hvor sandet tilsidst skal udgøre kernen. Processen for 3D-printning af en sand kerne er skematisk vist i fig. 1-7.

## 3D-printede sandkerner

Et nærliggende spørgsmål er: hvorfor anvende 3D-printede kerner, som er ca. 15 gange dyrere end konventionel fremstillede kerner. Det korte svar på på spørgsmålet er:

1. Fordi det kan være billigere.
2. Fordi det er hurtigere.
3. Fordi kernen ikke altid kan fremstilles konventionelt.

## 1. Fordi det kan være billigere

En printet kerne kan være billigere end en konventionelt fremstillet kerne. Hvis der kun er brug for få kerner er omkostninger til kernkasser ofte højere end hvad printede kerner koster. Vær også

opmærksom på de skjulte omkostninger, fx opbevaring og vedligeholdelse af kernekasser.

## 2. Fordi det er hurtigere

Ved prototypefremstilling og opstart af en produktion er det afgørende vigtigt at kunne begynde sine prøvestøbninger så hurtigt som muligt, så eventuelle ændringer kan indføres uden tidsgrænser overskrides. Forsinkelser kan jo betyde tab af en konkurrencefordel, krav om betaling af dagbøder etc. Normalt kan et støberi levere en prototypestøbning i løbet af 10 uger, lidt længere ved anvendelse af vanskeligt støbebare legeringer, og lidt kortere, når kunden lægger pres på støberiet. Som eksempel kan nævnes, at der til en nulse-



Fig. 1: Dataoverførelse fra en CAD-model til en 3D-printer

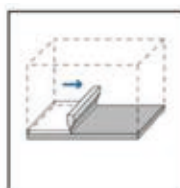


Fig. 2: Pålægning af et sandlag

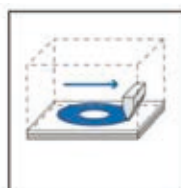


Fig. 3: Selektiv afhærdning

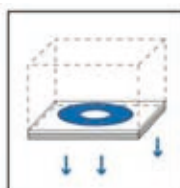


Fig. 4: Byggepladen sænkes en lille smule

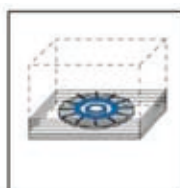


Fig. 5: Gentagelse af trin 2-4



Fig. 6: Efter det sidste lag er anbragt fjernes det løse sand



Fig. 7: Den færdige sandkerne

Fig. 8: Printet vandkammerkerne



rie til automobilindustrien skal kunne leveres 720 stk. printede vandkammerkerne indenfor en uge (fig. 8).

### 3. Fordi kerner ikke altid kan fremstilles konventionelt

Det, som støbere altid har sagt, nemlig, at hvis det kan tegnes, kan det støbes, har faktisk ikke været helt rigtigt før nu. Men med 3D-printede kerner er der åbnet for totalt nye og ubegrænsede designmuligheder.

Desuden kræver nutidens lette og spinkle emner minimal vægtykkelse og snævre tolerancer; disse krav kan af og til være umulige at opfylde med sammenlignede kerner. Desuden danner disse sammenlignede kernepakker også mere gas. Erfaringsmæssigt øger hvert limpunkt vraget med 5 %.

### Nogle eksempler på 3D-printede kerner

Kerner til en hydraulisk styreenhed til biler, bliver konventionelt

Fig. 9: Printet kerne til hydraulisk styreenhed

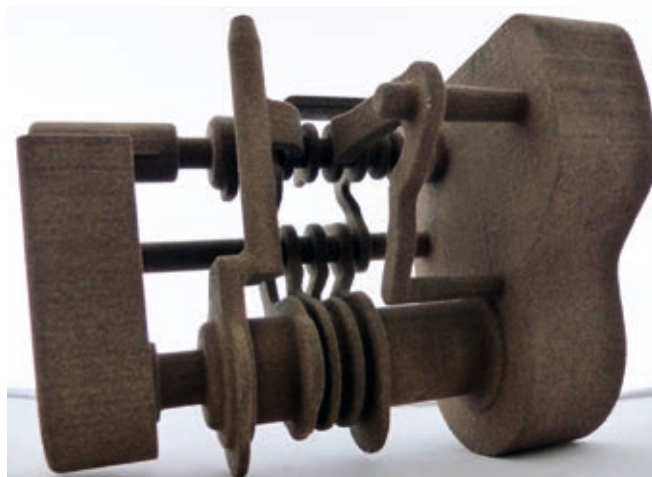


Fig. 10: Printet kerne til turboladerhus



fremstillet med 5 limpunkter. Støbevraget er 28 %. En printet kerne (fig. 9) kan fremstilles uden limpunkter og brugen af en sådan kan reducere vraget betydeligt.

Et hus for turbolader har sammenlignede kerner, hvor det er svært at kontrollere, om limen er trykket ud mellem vandkappe og spiralgangen. Dette giver stor risiko for støbefejl. En printet kerne har ingen limsamlinger.

Kerner til en manifold med vandkappe (Fig. 11) fremstilles endnu på konventionel måde, som kræver 5 timer at sammenlime 50 forskellige kernedele. Der findes kun én person i støberiet, som endnu er i stand at fremstille

denne kerne problemfrit, og så længe denne person arbejder anvendes ingen printede kerner. På længere sigt vil disse kerner dog kunne erstattes med en printet kerne, der vil koste 180 € ved minimalt 1000 stk/serie.

I dag har pumpehjul ofte dobbelt kurvede skovlhjul, som ikke kan sammenlimes uden at overstige de krævede godstolerancer. Desuden er hjulbladene kurver ofte uden modslip og derfor vanskeligt eller umuligt at fremstille på konventionel vis, eller kræver mange småkerner, som skal limes sammen, og derfor anvendes printede kerner (fig.12) oftere.

Printede hulkerner (fig. 13) an-



Fig. 11: Konventionelt fremstillet kerne til en manifold





Fig. 12: Pumpedelev, hvor der med fordel kan anvendes printede kerner

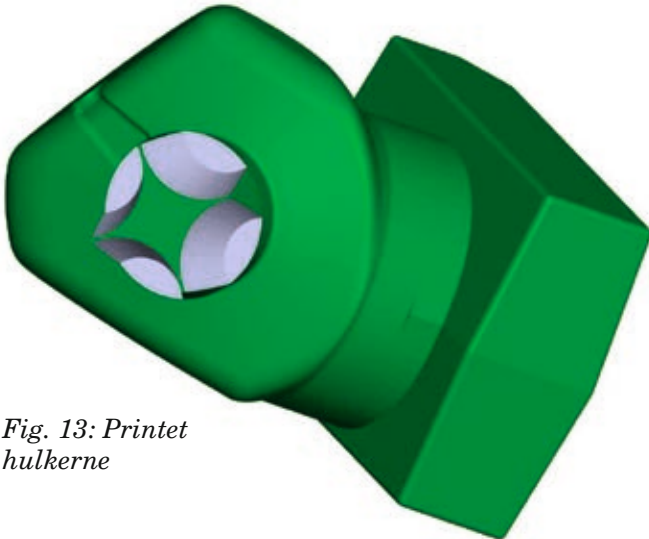


Fig. 13: Printet hulkerne



Fig. 14: Emne til landbrugsredskab

vendes til at forhindre sugnings- og revneproblemer på tyndvægget gods.

Mange svejste konstruktioner udskiftes med støbte konstruktioner. Dette er især en fordel, hvis den støbte udgave har mindre vægt. Efter designoptimering er den støbte del til en landbrugsmaskine (fig. 14-15) 50% billigere og har 50% mindre vægt.

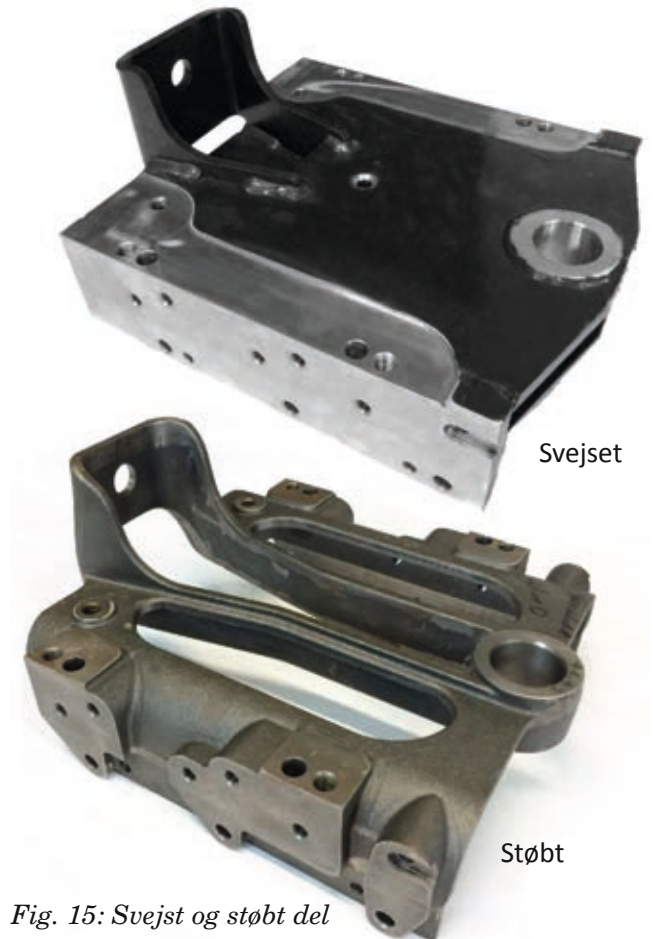


Fig. 15: Svejst og støbt del

### 3D-printede modeller

Afslutningsvis omtales kort 3D-printede støberimodeller (fig. 16-17). Disse modeller omfatter:

- Modeller af sand + epoxy-harpiks  
Disse modeller anvendes til simple forme, især handformning, og kan anvendes maksimalt 25 gange.
- PMMA + Epoxy + Lak  
Disse modeller kan gengive fine detaljer, kan anvendes 25-100 gange, også til maskinformning.
- PMMA + Epoxy + galv. Ni  
Disse modeller kan gengive endnu flere detaljer, er egnede til maskinformning med op til 1000 afstøbninger.



*Fig. 16: Printet støberimodel*



*Fig. 17: Printet støberimodel*

Denne artikel er et referat af et foredrag holdt under årsmødet 2018.

Foredraget havde især fokus på

3D-printning af sandkerner. Artiklen er bearbejdet for STØBERIET af redaktionen.

For nærmere informationer [www.staegi.de](http://www.staegi.de) eller kontakt Hans-Jürgen Gittel på:  
Tel +49 (0) 70 22 / 78 67 69 7