

# Er uorganisk kernefremstilling raketvidenskab eller sund fornuft



**RUDOLF WINTGENS, DIPL.-ING.,  
LAEMPE MÖSSNER SINTO GMBH**

## Indledning

Produktionen og miljøet i nutidens kernemagerier er blevet ændret markant siden begyndelsen af 50'erne. Ikke alene har udstyret til kernefremstilling været under en kæmpe udvikling (fig. 1-2), men også kravene til kernens kvalitet og produktionshastigheden er blevet øget markant.

Komplekst støbegods, såsom topstykker, ventilhuse, elmotorhuse og chassisdele består ofte af meget kompliceret og ofte også meget tyndvægget støbegods. Nødvendige hulrum i disse støbte dele, såsom olie- eller kølekanaler i motorkomponenter, dannes af sandkerner. Efter støbning skal disse kerner nemt kunne fjernes uden at efterlade kernerester eller kernerelaterede defekter på støbeoverfladen.

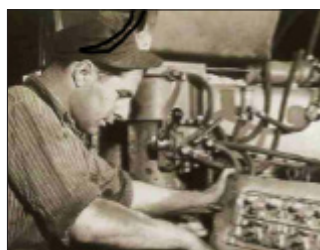


Fig. 1: Kerneskyder 1955



Fig. 2: Kerneskyder 2022

Kerneproduktion er ikke raketvidenskab, men den involverer mange parametre (fig. 3), hvoraf nogle er kendte og påvirkelige mens andre ikke er det.

Med produktionen af uorganiske kerner tilføjes flere parametre, men hvem ønsker at beskæftige sig med flere parametre.

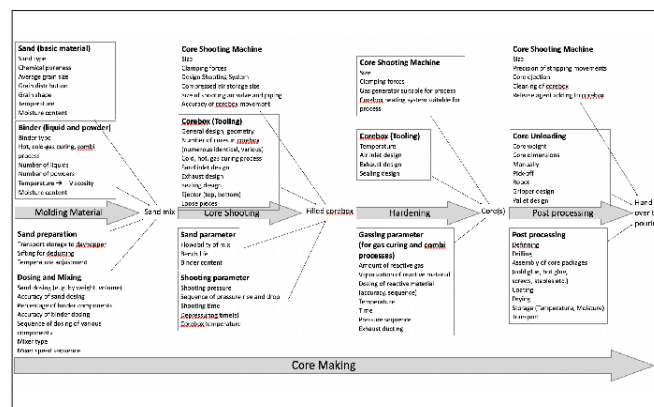


Fig. 3: Kerneproduktionens parametre

## Produktion af uorganiske kerner

Uanset om vi kan lide det eller ej medfører de stigende krav til miljøforbedringer et behov for at kunne fremstille kerner, der ikke er baseret på organiske bindemiddelsystemer. Derfor er der kommet mere fokus på produktionen af uorganiske kerner. Spørgsmålet er imidlertid, hvorvidt det er muligt at fremstille uorganiske kerner med samme effektivitet som for eksempel cold-box kerner kan fremstilles. Selvom produktionen af uorganiske kerner skal overvinde flere udfordringer, er det muligt at fremstille uorganiske kerner på en højeffektiv måde, men vel at mærke, hvis alle produktionsforhold til kernefremstilling er korrekt forberedte.

Dette indebærer topmoderne udstyr og interne kompetencer, som ikke altid er til stede i støberierne.

Mange støberier mener, at deres nøglekompetencer ligger i de metallurgiske processer, det vil sige smeltning og udstøbning. Kernemageriet har, ligesom andre "sideløbende

processer" såsom modelfremstilling, udslagning og rensning, ofte ikke den store interesse. Dette kan resultere i:

- en forringet fornemmelse for omkostninger
- manglende kontrollerbarhed, lav effektivitet
- manglende kompetencer på grund af mangel på faglært arbejdskraft
- tvivl om at skifte til nye processer som f.eks. uorganisk kernefremstilling, som kræver store investeringer

Kernemagerier er nødvendige, men betragtes ofte som et nødvendigt onde. Mulige løsninger på dette forhold er udvikling af interne kompetencer, investering i udstyr og infrastruktur eller at få kerner fremstillet hos eksterne specialister. Kun den sidstnævnte mulighed er en let og hurtig tilgængelig løsning.

### Inacore - Iværksætter for uorganisk kerneproduktion

INACORE GmbH er et joint venture, grundlagt i 2017 af de førende internationale virksomheder inden for støberiteknologi Laempe Mössner Sinto GmbH og R. Scheuchl GmbH. INACORE fremstiller uorganiske sandkerner og kernepakker til støberiindustrien ved hjælp af de nyeste, miljøvenlige processer.

Fra starten var det Inacores mål at opbygge den mest effektive kernebutik i verden. Vi taler ikke kun om Industry 4.0 – med Inacore kan man opleve og skabe fremtiden allerede i dag.

På vores produktionssted i Ergoldsbach (Tyskland) producerer vi efter de højeste kvalitetsstandarder, certificeret af ISO 9001 og ISO 14001. Vi bruger sand, bindemidler og additiver til fremstilling af uorganiske kerner i vores fuldautomatiske produktionslinjer.

### Produktion af uorganiske kerner

Produktionen af højkvalitets uorganiske sandkerner er afhængig af det nyeste fuldautomatiserede maskinudstyr, klimastyret lagerteknologi, lean logistikprocesser, stringent kvalitetsstyring og konsekvent digitalisering og fuld netværksdannelse på tværs af hele værdiskabelsesprocessen.

Derudover har vi et topmoderne sandlaboratorium, hvor vi for at sikre kvaliteten også løbende foretager optiske målinger af sandkerner og værktøjer.

Kerneproduktionsprocesserne omfatter sandforberedelse, kerneskydning, kernehåndtering og kerneopbevaring. Disse processer beskrives mere detaljeret i det følgende.

### Sandberedning

Sandberedning er ikke alene et spørgsmål om at blande noget sand med kemikalier, men det indebærer også kernesandets indgangskontrol og kontrol under lagring, sandklassificering, kontrol under opbevaring af kvalitetsklassificeret sand, dosering af sandadditiver samt lagring og dosering af det flydende bindemiddel.

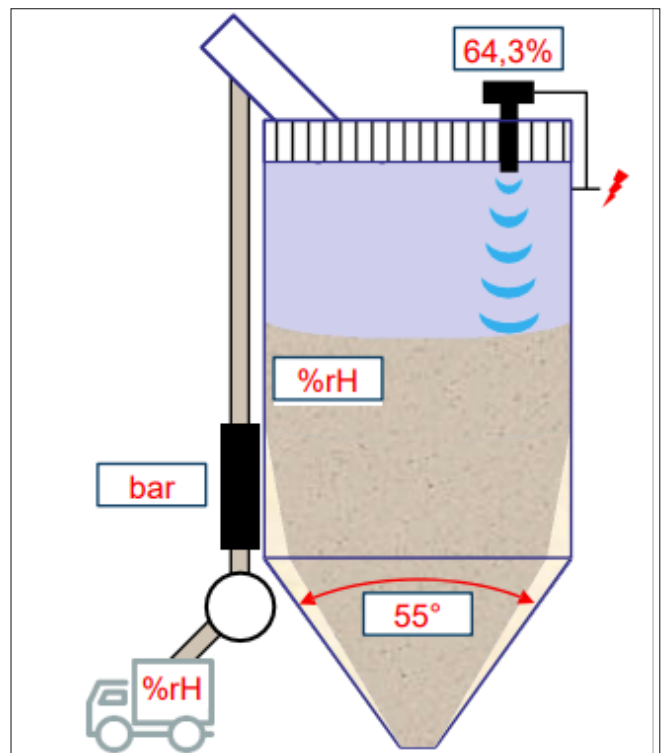


Fig. 4: Sandsilo for indkommende kernesand

### Indgangskontrol og lagring af indkommende kernesand

Hvert indkommende parti sand kontrolleres for pH-værdi, kornfordeling og glødetab inden det fra tankbilen skydes i sandsiloen.

I sandsiloen (fig. 4) måles temperatur, luftfugtighed og sandniveau løbende.

Hver silo har et støvfilter for at beskytte det ydre miljø, når sandet skydes fra tankbilen op i siloen. Endvidere findes der foranstaltninger for at undgå sandet separeres under lagring.

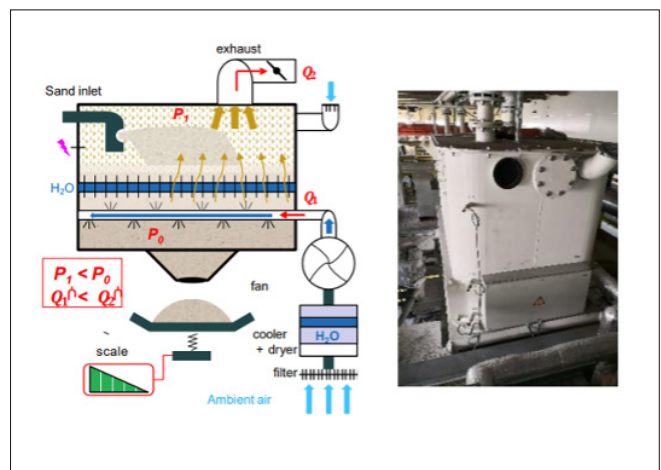


Fig. 5: Fluidized-bed køler/klassifier

## Klassificering af kernesand

Den avancerede fluidized-bed køler/klassifier (fig. 5) sikrer, at sandet ikke indeholder fine partikler (støv) og har den rette temperatur for dermed at kunne optimere kernekvaliteten. Procesluften til køler/klassifier luft går gennem en varmeveksler og lufttørker. Luftstrømmen i fluidized-bed køler/klassifier vil derfor sørge for, at sandtemperaturen er konstant og sandets fugtindhold nær nul, når sandet sendes til sandblanderen. Kerneproduktion påvirkes væsentligt af mængden af fine partikler i sandet samt sandets temperatur, og ideen med at bruge en varmeveksler er at opretholde en konstant sandtemperatur uafhængig af ydre påvirkninger.

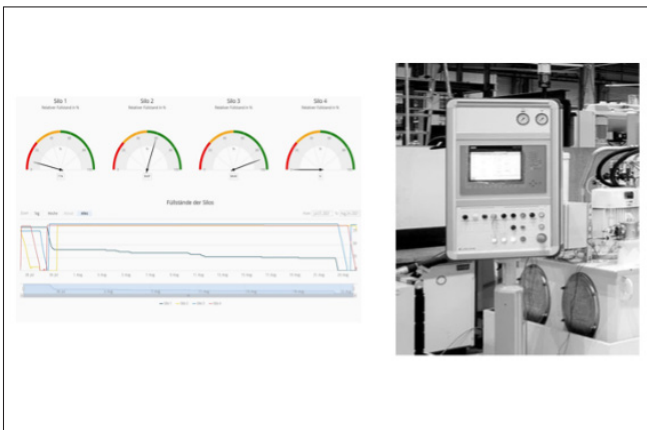


Fig. 6: Laempe datahåndterings-coreboard

## Opbevaring og kvalitet af klassificeret sand

Det klassificerede sand sendes til kerneskyderens tragt, hvor sandvolumenet kontrolleres og holdes konstant, og dataene vises på Laempe Coreboard (fig. 6).

Denne datahåndtering sikrer, at temperatur, indhold af flydende bindemiddel og pulveradditiver er inden for de ønskede tolerancer. De producerede kerner kan spores til de pågældende batches. I tilfælde af problemer er der således en løbende registrering og dataopsamling, der gør det muligt for operatøren at finde årsagen til afvigelser.

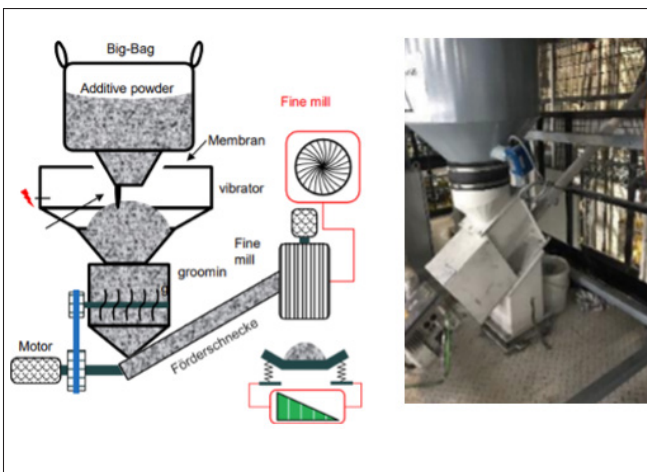


Fig. 7: Dosering af sandadditiver

## Dosering af sandadditiver

Fig. 7 viser udstyret til dosering af sandadditiver. For at undgå sammenklumpning af additivet transporteres det gennem en grov og fin mølle. Doseringsmængden måles kontinuerligt.

## Opbevaring og dosering af flydende bindemiddel

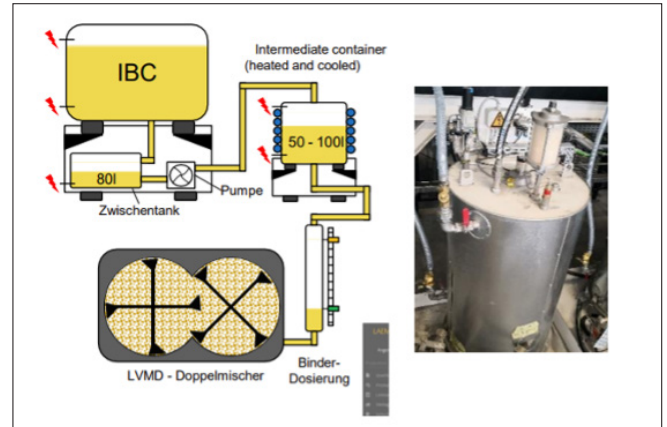


Fig. 8: Udstyr til opbevaring og dosering af flydende bindemiddel

Fig. 8 viser udstyret til opbevaring og dosering af det flydende bindemiddel. Bindemidlet leveres i IBC og tilsluttes mellembeholderen, hvor bindemidlet holdes på konstant temperatur. Bindemiddeldoseringsenheden forsyner en Laempe dobbeltmixer med den nøjagtige ønskede mængde bindemiddel.

LAEMPE Coreboard registrerer hver færdigblandet batch samt den kerneskyder, der anvender batchen. Ved tidindeksring er det muligt at spore processen fra mixerbatch til den færdige kerne.

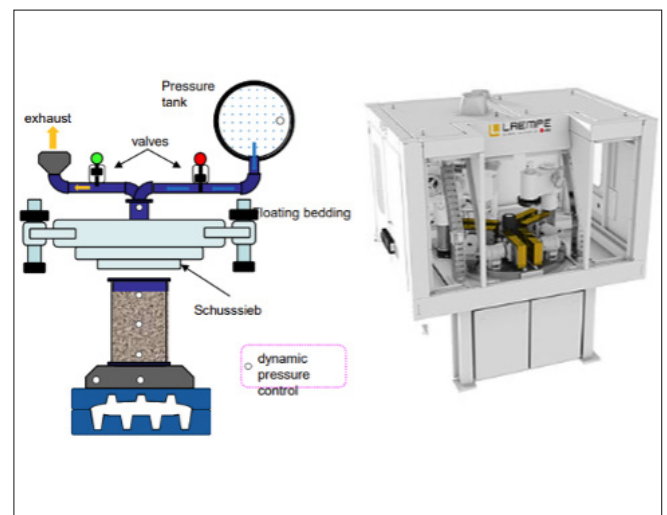


Fig. 9: Kerneskyder med dynamisk trykregulering

## Kerneskydning

Inacore bruger topmoderne kerneskydere med dynamisk

trykregulering (fig. 9). Kerneskyderens parametre justeres øjeblikkeligt når operatøren registrerer en afvigelse. (fig. 10). Også registrering af skift af kernekasser samt rengøring (fig. 11) og vedligeholdelse giver fuldstændig klarhed over værktøjets tilstand og gør det muligt at planlægge kvalitet.



Fig. 10: Registrering af kernefejl



Fig. 11: Rengøring af kernekasser vha. ultralyd

### Kernelager

Alle kerner opbevares under kontrollerede forhold (fig. 12). Temperaturstyringen afhænger af den omgivende temperatur, alle forhold overvåges (fig. 13).

For at kunne identificere de forskellige kerner er hver

kernereol forsynet med en RFID-tag, som kan aflæses af en RFID-læser (fig. 14) og give information om de forskellige kerner.



Fig. 12: Kernelager



Fig. 13: Kontrol af temperatur og luftfugtighed under kernernes opbevaring



Fig. 14: RFID-tag læser

### Uorganisk kernefremstilling med 3D-print

Inacore begrænser sig ikke kun til traditionel kernefremstilling, men har udvidet deres portefølje til 3D-printede uorganisk bundne sandkerner. Desuden findes en intern af-

deling for vedligeholdelse af værktøjer.

INACORE 3D-printede kerner fremstilles på en Laempe 3D-printer (fig. 15).



Fig. 15: Inacore 3D-printer

Værktøjer rengøres fuldautomatisk med robot og kontrolleres efterfølgende med optisk inspektion og dimensionsmåling. Dette forøger antallet af kerneskydninger inden vedligeholdelsesstop kombineret med stabile kvalitetsparametre og lave produktionsomkostninger.

### Sammenfatning

Fremstilling af kerner er mere krævende end nogensinde. Støbegods bliver mere komplekst og med flere komplekse udkerninger til indviklede forløb af kanaler og udspæringer. De nødvendige kerner er derfor tilsvarende komplicerede i deres udformning. Disse kerner skal desuden kunne fjernes nemt og uden at efterlade kernerester eller kernerelaterede defekter på støbeoverfladen.

INACORE bruger state-of-the-art kerneskydere til at fremstille alle typer sandkerner ved hjælp af miljøvenlige uorganiske bindemiddelsystemer - fra simple store sandkerner til meget komplekse, spinkle kerner.

Med hensyn til bæredygtig og miljøvenlig produktion fremstiller INACORE sandkerner både af nyt sand og af regenereret sand.

Den skånsomme rengøring af værktøjerne ved hjælp af ultralydsteknologi resulterer i flere kerneskydninger samt stabile kvalitetsparametre og lave produktionsomkostninger.

Ved hjælp af topmoderne lagerteknologi og direkte netværk til kundens lager garanteres ensartet kerne kvalitet året rundt og sikres forsyninger gennem tilstrækkelige buffermuligheder.

Vores konsekvente digitaliseringstilgang gør os i stand til at leve op til kundens kvalitetssikringskrav, og hvis det kræves, med specifikke data for produktions- og opbevaringsparametre for hver enkelt sandkerne i realtid.

At arbejde sammen med INACORE giver følgende fordele i forhold til egen produktion:

- Omkostningssikkerhed
- Øget merværdi med formindsket kompleksitet, herunder:
  - HR Management
  - Kapacitetsstyring
  - Produktionsstyring
  - Vedligeholdelsesstyring
  - Værktøjsstyring
  - Råvarestyring
  - Projektledelse
  - Kvalitetsstyring
  - Undgåelse af høje initialinvesteringer
  - Pålidelig just-in-time forsyning

Udvalget af tjenester til vores kunder omfatter produktion og levering af uorganiske sandkerner og kernepakker i enhver batchstørrelse. Vi er absolut fleksible med hensyn til bindemidler og sand. Vi støtter dig gerne i udformningen af værktøjerne samt emballage og logistik, da afgørende forhold for projektets succes og dets omkostningsstruktur allerede fastlægges her.

For mere information kontakt venligst Rudolf Wintgens på e-mail: [rudolf.wintgens@laempe.com](mailto:rudolf.wintgens@laempe.com)

Denne artikel er baseret på en VDMA Metallurgy TechTalk 2022-præsentation af Rudolf Wintgens. Bearbejdet for Støberiet af Herbert Wolthoorn