



## Lost foam op til 100 kg og sandstøbning op til 800 kg

**GussStahl Lienen GmbH & Co. KG (GSL)**, som blev grundlagt i den tyske by Lienen i 1971, er specialister inden for støbning af komplekst formede stålkomponenter med en vægt på 1-800 kg stykket.

Hvad enten det drejer sig om støbestål, sandstøbninger, helformstøbninger eller de unikke og miljøvenlige "lost foam"-støbninger (støbeprocess hvor skummodellen fordamper), er GSL garant for den højeste kvalitet gennem alle procestrin.

GSL's styrke er udvikling og videreudvikling af støbeemner i nært samarbejde med kunden. I overensstemmelse med kundens ønsker og ved hjælp af hans tegninger og specifikationer, skaber GSL teknisk optimerede løsninger med høj omkostningseffektivitet.

GSL har som de eneste i Europa en "lost foam"-produktionslinje og er anerkendt over hele verden som en af pionererne inden for moderne og miljøvenlige produktionsprocesser.

## **MATERIALER**

- [Stål – det alsidige materiale.](#)
- [Ulegeret og lavtlegeret stål.](#)
- [Sejhærdningsstål.](#)
- [Højtemperaturstål.](#)
- [Kulderesistent stål.](#)
- [Rustfrit stål.](#)
- [Varmebestandigt stål.](#)
- [Slidstål.](#)



## **LOST FOAM – EN FORDELAGTIG STØBEPROCES**

GSL har 20 års erfaring med "lost foam" – en moderne og miljøvenlig produktionsmetode til fremstilling af støbte metalkomponenter med kompleks geometri. Brugen af evaporerende skummønstre i samlingsfri støbformer gør det muligt at fremstille grafri, målnøjagtige stålemner med fremragende overfladekvalitet.

### **Princippet for processen**

Typisk for "lost foam"-processen er brugen af skummodeller, der først grupperes ved hjælp af et påfyldningssystem hvorefter de dækkes med et tyndt keramisk lag for til sidst at blive formet til et støbemateriale uden samlinger.

Når det varme smeltede stål hældes i skummodellen, får det skummet til at fordampe. Samtidig fylder stålet det hulrum skummet efterlader så man får en nøjagtig metalkopi af skummodellen. Imens dannes et vakuum, som giver materialet en tilstrækkelig støbestabilitet og sikrer en komplet ekstraktion af forbrændingsprodukter fra skummaterialet.

### **Fordele ved metoden**

- Økonomisk og miljøvenlig støbeprocess.
- Egnet til komplekse geometrier.
- Egnet til tyndvæggede letvægtskonstruktioner.
- Flere dele kan integreres i én støbt del uden de typiske problemer med underskæring.
- "Near-net-shape"-støbning (teknik til fremstilling af næsten formfærdige emner) med lille behov for yderligere bearbejdning.
- Mulighed for at implementere huller, slidser, gennembrud af vægge samt en kompleks indre geometri.
- Fremstilling af grafri emner med fin gengivelse af mønsterdetaljer og excellent overfladekvalitet.

### **Produktkarakteristikker**

- Godstykkelser fra 3 mm.
- Tolerancer i overensstemmelse med ISO 8062 CT07 - CT09.
- Overfladekvalitet Ra 6.3 og derover.

### **Anvendelsesområder**

- Komponenter med kompleks geometri.
- Seriestørrelser på min. 500-1.000 stk. pr. år ved seriestøbning med skummodeller.
- Støbning af enkelte dele eller små serier med udfræsede eller opbyggede modeller.
- Komponentstørrelse maks. 600 x 600 x 600 mm.
- Komponentvægt 1-800 kg.
- Materialer: alle støbestålssorter med > 0,1 % kulstofindhold.

## **SANDSTØBNING – EN FLEKSIBEL STØBEPROCES**

Sandstøbning er i forbindelse med koldhærdningen en særlig fleksibel støbemetode til små og middelstore serier. Bindingen af formmaterialet med en syntetisk furanharpiks gør det muligt på en fleksibel måde at tilpasse støbepremens størrelse og geometri til de ønskede støbninger. Dette giver støbte emner med fremragende overfladekvalitet og målnøjagtighed.

### ***Princippet for processen***

Ved fremstilling af støbepremere med harpiksbundet støbesand anvendes ofte modeller af træ eller plast. Når støbepremellen er formet og formmaterialet hærdet, fjernes modellen fra formen hvor den efterlader et hulrum. Kerner til de indvendige konturer og understøtninger fremstilles som separate dele i en kernekasse hvorefter de indføres i formen. Når premens overflade er efterbehandlet med en ildfast keramisk belægning, kan den samles, og det smeltede stål hældes i.

### ***Fordele ved metoden***

- Fleksibel – kan bruges til både store og små støbte komponenter.
- God formstabilitet og høj overfladekvalitet.
- Egnet til kerneintensive støbedele med flerlagsvægge.
- Prisbillige modeller giver lave omkostninger ved produktion af små serier.
- Ændringer foretages nemt.
- Korte leveringstider.

### ***Produktkarakteristikker***

- Vægtykkelser fra 8 mm.
- Tolerancer i overensstemmelse med ISO 8062 CT08 - CT10.
- Overfladekvalitet Ra 6.3 - 12.5.

### ***Anvendelsesområder***

- Velegnet til komponenter med komplekse geometrier.
- Seriestørrelser fra en enkelt støbning til > 1.000 stk. pr. år
- Komponentstørrelse fra 5 cm til 5 m i kantlængde.
- Komponentvægt 1-1.000 kg.
- Materialer: alle sorter af støbestål.

## **MATERIALEBESKRIVELSE**

### **Stål – det alsidige materiale**

Koldsejt, varmebestandigt, rustfrit, korrosionsbestandigt, slidfast og termisk stabilt – listen over egenskaber der gør stål til et unikt legeringsmateriale, er lang.

Stål har et utal af anvendelsesmuligheder og bruges fx altid til fremstilling af komponenter der vil blive udsat for ekstreme belastninger, og som derfor kræver et materiale med høj styrke, korrosionsbestandighed, slidstyrke og varmeresistens eller termisk stabilitet.

GSL har mere end 150 aktive materialer til enhver tænkelig anvendelse. Udover adskillige standardmaterialer baseret på nationale, europæiske og internationale normer tilbyder GSL også kundespecifikke materialer, som de selv udvikler til specielle anvendelser.

### **Ulegeret og lavtlegeret stål**

Ulegeret og lavtlegeret stål anvendes generelt hvor det støbte emne skal kunne holde til mellemstore belastninger. Denne gruppe af materialer, der bruges i normal eller sejhærdet tilstand, opnår trækstyrker på op til 600 N/m<sup>2</sup> ved en brudstyrke på mellem 15 og 25 %.

Som legeringselementer indeholder stålet, udover 0,1-0,5 % kulstof, desuden mangan, silicium og i visse tilfælde molybdæn. Sorter med lille kulstofindhold og større manganindhold er særlig egnede til svejsning.

Basisstandarderne for ulegerede og lavtlegerede stålsorter indgår i DIN EN 10293 "Støbestål til almen brug."

### **Sejhærdningsstål**

Sejhærdningsstål er lavtlegerede sorter, der udover kulstof indeholder andre legeringselementer, såsom krom, molybdæn, nikkel og vanadium, som fremmer hærningen ved store vægtykkelser og forbedrer de mekaniske egenskaber samt materialets anløbsfasthed.

Efter støbningen sejhærdes stålet ved at gennemgå en tottrins-varmebehandling i formen. Dvs. at stålet først bratkøles i vand, olie eller luften for derefter at hærdes hvorved materialets sejhed øges væsentligt. På den måde kan de mekaniske egenskaber tilpasses efter hvad stålet skal bruges til.

Sejhærdningsstål beskrives i standarden DIN EN 10293 "Støbestål til almen anvendelse". Standarden DIN EN 10213 "Tekniske leveringsbetingelser for stålstøbegods til trykbeholdere" omtaler flere sorter der er godkendt til brug i trykbelastede komponenter.

### **Varmebestandigt stål**

Varmebestandigt stål er lavtlegeret støbestål til brug ved temperaturer fra 400 °C til ca. 600 °C. Karakteristisk for disse sorter er den høje grad af stabilitet mod plastikkrybning og ændringer i materialeegenskaber forårsaget af høje temperaturer. Varmebestandigt stål anvendes normalt i sejhærdet tilstand. Støbestålsorterne med god højtemperaturstyrke omtales i DIN EN 10213 "Tekniske leveringsbetingelser for stålstøbegods til trykbeholdere". Standarden indeholder også information om styrken ved forhøjede temperaturer samt krybestyrke.

### **Kulderesistent stål**

Kulderesistent stål er til anvendelse ved lave temperaturer. Afgørende for disse sorter er god stabilitet og duktilitet ved temperaturer under -10 °C.

Anvendelsesområderne inkluderer køleteknologi og områder, som fx trafikteknik eller råstofudvinding, hvor installationer og komponenter udsættes for høje stressbelastninger ved lave temperaturer. Standarden DIN EN 10213-3 "Tekniske leveringsbetingelser for stålstøbegods til trykbeholdere", Del 3, "Stålsorter til brug ved lave temperaturer" omtaler de egnede sorter til forskellige temperatur-områder.

### **Rustfrit stål**

Rustfrit stål omfatter stålsorter med øget modstandsevne mod kemisk stress. Det rustfri stål er ind-delt i martensitisk, ferritisk-karbidisk, austenitisk-ferritisk (duplex) og austenitisk stål. Alle materiale-typerne har den fælles egenskab at de har et højt kromindhold på minimum 12-30 %. Andre legerings-bærere er nikkel, molybdæn, niobium og kobber.

Rustfrit stål omtales i DIN EN 10283 "Korrosionsresistent støbestål" og DIN EN 10213 "Tekniske leveringsbetingelser for stålstøbegods til trykbeholdere", Del 4 "Austenitisk-ferritiske og austenitiske sorter".

### **Højtemperaturstål**

Højtemperaturstål er egnet til brug ved temperaturer over 600 °C. Nogle typer kan anvendes ved helt op til 1.200 °C. De varmebestandige typer kan inddeles i ferritisk og austenitisk materiale samt nikkel- og koboltbaserede legeringer. Som hos rustfrit stål er krom det primære element i legeringen.

De ferritiske typer indeholder 7-30 % krom og er egnede til mekaniske komponenter der udsættes for små belastninger. De austenitiske typer indeholder, udover 18-27 % krom, 9-39 % nikkel. Dette giver et austenitisk duktilt og varmeresistent materiale.

De nikkel- og koboltbaserede legeringer indeholder ca. 50 % nikkel eller kobolt og har desuden et højt indhold af krom. De er dermed egnede til anvendelser der stiller meget høje krav til termisk resistens og varmeresistens.

Den normative basis for denne materialegruppe er DIN EN 10295 "Varmeresistent støbestål."

### **Slidstål**

Slidstål omfatter forskellige sorter af stål som er velegnede til brug hvor der stilles høje krav til slidstyrken. Der fås forskellige kvaliteter af slidstål afhængigt af typen af slid samt andre mekaniske og termiske belastninger på komponenten. Komponenter til store dynamiske belastninger fremstilles af sejhærdningsstål. Ved mindre krav til duktiliteten kan man anvende martensitisk stål med et højt kulstofindhold.

For maksimal slidstyrke ved lille mekanisk stress anbefales komponenter af kromstøbestål med et kulstofindhold på over 3 % og et kromindhold på til 30 %.

Gruppen af Nihard-materialer (Nihard: støbejern som er tilført nikkel for at gøre det modstandsdygtigt over for afslidning) indeholder krom-nikkellegeret hvidt støbejern med stor slidstyrke og er mere stødresistent sammenlignet med hårdkromstøbninger.

Manganstål med et kulstofindhold på 1,2 % og et manganindhold på 12 % er en klassiker inden for slidstyrketeknologi. Denne gruppe af materialer skaber den ellers umulige balancegang mellem høj duktilitet og høj slidstyrke.

Det normative grundlag for højkrom- og Nihard-sorter findes i DIN EN 12513 "Slidstærkt støbestål". Manganstål omtales i ISO 13521 "Austenitisk manganstøbestål". Det hærdede stål til anvendelser hvor det udsættes for slid, er ikke specifikt standardiseret; nogle af de egnede materialer omtales dog i de relevante standarder for hærdet støbejern DIN EN 10293 "Støbestål til almen brug" og DIN EN 10213 "Tekniske leveringsbetingelser for stålstøbegods til trykbeholdere".

Med forbehold af fejl og tekniske ændringer.