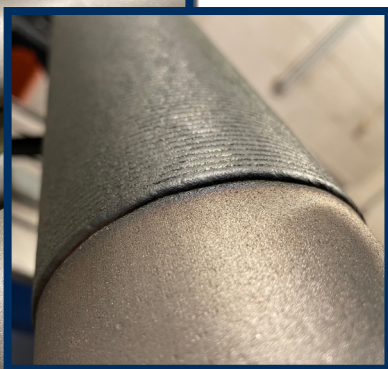




# HÄUSER & CO

TERMISKE SPRØJTEPROCESSER TIL METALLISKE OG  
KERAMISKE MATERIALER



**Lasersprøjtning**

**Plasmasprøjtning**

**Lysbuesprøjtning**

**Flammesprøjtning**



# Udfordringen

Kraftværker generelt, og især affaldsforbrændingsanlæg, oplever i stigende grad ekstreme belastninger som følge af forskellige brændsler og brændselsværdier. Dette medfører stadig vanskeligere driftsforhold med højere kedeltemperaturer, ekstreme mængder af klor samt andre aggressive komponenter i røggassen.

I praksis betyder det en endnu hurtigere udvikling af klorinduceret højtemperaturkorrosion. Klor-, svovl- og tungmetalindholdet i røggassen angriber kedelrørenes overflader kemisk. I kombination med partikelbelastning opstår der høj slidtage på grundmaterialet.

## Uden beskyttelse er kedelkomponenter ofte uanvendelige efter kort tid.

Reparationer af membranvægge eller overhederrør på grund af materialeslid, eller i værste fald uforudsete nedbrud som følge af lækager, fører til høje vedligeholdelsesomkostninger og nedsat anlægstilgængelighed.

## Det siger sig selv, at dette ikke er økonomisk bæredygtigt.

Derfor satser mange anlægsejere på korrosionsbeskyttende belægninger. Investeringen kan allerede betale sig ved blot en fordobling af komponentens levetid. Og der kan opnås endnu mere: Afhængigt af belægningsmaterialet og den fysisk-kemiske belastning kan levetiden øges tre til fire gange sammenlignet med ubelagte rør.

- + Laserbelægninger i hylseprocedure anvendes især hyppigt i det udfordrende miljø i cirkulerende fluidiserede kedler.





Vores belægninger beskytter membranvægge effektivt mod skadelige påvirkninger som:

- Klorinduceret højtemperaturkorrosion
- Skalling
- Abrasion/slid

# Belægnings-RADAR

Her får du et hurtigt overblik over de belægningsmaterialer, vi hyppigst anvender alt efter deres egenskaber, anvendte belægningsmetoder og typiske anvendelsesområder.

| Egenskaber<br>Belægningsmateriale                | HS 1.1             | HS 4             | HS 5                             | HS 6                                                                          |
|--------------------------------------------------|--------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Basis                                            | Nikkel             | Nikkel           | Nikkel                           | Kobolt                                                                        |
| Lagets hårdhed <sub>1</sub>                      | 35-43 HRC          | 55-61 HRC        | 170-200 HV1                      | 55-60 HRC                                                                     |
| Varmebehandlet                                   | nej                | nej              | nej                              | nej                                                                           |
| Termisk chokbestandig                            | nej                | nej              | nej                              | nej                                                                           |
| Vedhæftning                                      | mekanisk           |                  |                                  |                                                                               |
| Belægningsmetode                                 |                    |                  |                                  |                                                                               |
| Proces                                           | Plasma             | Plasma/<br>Laser | Plasma                           | Plasma                                                                        |
| Forarbejdning                                    | On-site / værksted |                  |                                  |                                                                               |
| Reparationsmulighed med Häuser & Co <sub>2</sub> | ja                 | ja               | ja                               | nej                                                                           |
| Anvendelsesområde                                |                    |                  |                                  |                                                                               |
| Type af korrosion                                | Klor               |                  |                                  | Svovl                                                                         |
| Teknisk problem                                  | Slid               |                  |                                  |                                                                               |
| Driftstemperatur <sub>3</sub>                    | 600°C              | 700°C            | 600°C                            | 900°C                                                                         |
| Komponenter / Typiske anvendelser                | Fordamper          | Fordamper        | Diverse komponenter og rørføring | CFB Vådtransportør<br>Askekammer<br>Fordamper<br>Overhederrør i askeopsamlere |
| Branche                                          |                    |                  |                                  |                                                                               |
|                                                  | Kraftværker        | Kraftværker      | Kemisk og petrokemisk Industri   | Kulfyrede kraftværker                                                         |

<sup>1</sup> Afhængig af den anvendte sprøjteproces og sprøjteparametrene.

<sup>2</sup> Afhængigt af kedlens tilgængelighed.

<sup>3</sup> Overfladetemperatur, afhængigt af anvendelsen.

| HS 52 / HS 4            | HS 52               | HS 53 VP                      | HS 3D                           | HS 100 D                             | IN 625                              | IN 686              | Stellite™ 21           |
|-------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|
| Nikkel                  | Nikkel              | Nikkel                        | Nikkel                          | Jern                                 | Nikkel                              | Nikkel              | Kobolt                 |
| 53-57 HRC               | 49-54 HRC           | 59-64 HRC                     | 35-43 HRC                       | > 67 HRC                             | 18-25 HRC                           | 18-25 HRC           | 30-34 HRC<br>54-56 HRC |
| ja                      | ja                  | ja                            | nej                             | nej                                  | ikke relevant                       | ikke relevant       | ikke relevant          |
| ja                      | ja                  | ja                            | nej                             | nej                                  | ja                                  | ja                  | ja                     |
| diffusiv / metallurgisk |                     |                               | mekanisk                        |                                      |                                     |                     |                        |
|                         |                     |                               |                                 |                                      |                                     |                     |                        |
| Plasma                  | Plasma              | Plasma                        | Lysbue                          | Lysbue                               | Laser                               | Laser               | Laser                  |
|                         |                     | Værksted                      | On-site / værksted              |                                      | Værksted                            |                     |                        |
| begrænset               |                     |                               | ja                              | begrænset                            | ja                                  | ja                  | ja                     |
|                         |                     |                               |                                 |                                      |                                     |                     |                        |
| Klor                    |                     |                               |                                 |                                      | Klor                                |                     | Svovl                  |
| Ab-Erosion              | Slid                |                               |                                 | Friktionsslid                        |                                     |                     |                        |
| 700°C                   | 600°C               | 700°C                         | 700°C                           | 900°C                                | < 420°C                             | < 550°C             | 600°C                  |
| Fordamper Overheder     | Fordamper Overheder | Fordamper Overheder           | Fordamper Varmeflader og skruer | Rør<br>Skaktvægge<br>Snegl<br>Skakte | Fordamper Overheder                 | Fordamper Overheder | Fordamper Overheder    |
|                         |                     |                               |                                 |                                      |                                     |                     |                        |
| Kraftværker             | Kraftværker         | Kraftværker og cementindustri | Kraftværker og kemi             | Kraftværker og cementindustri        | Kraftværker, kemi og maritim teknik | Kraftværker og kemi | Kraftværker og kemi    |

# Proces-RADAR

For at give et bedre overblik over de termiske sprøjteteknikker, som Häuser anvender, er der lavet en sammenligning i nedenstående tabel.

|                                                                     | Lysbuesprøjtning / Plasmasprøjtning uden varmebehandling                                  | Plasmasprøjtning med varmebehandling                                                                             | LaserCladding                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Vedhæftning på rørets overflade                                     | Mekanisk forankring mellem grundmateriale og belægning                                    | Metallurgisk forbindelse, diffusiv binding på atomart niveau                                                     | Smelteforbindelse mellem grundmateriale og belægning                              |
| Minimum vægtykkelse                                                 | Belægning af rør med <1,5 mm vægtykkelse er sprøjteteknisk muligt                         | Kun på nye rør, minimumsvægtykkelse typisk > 3 mm                                                                | Kun på nye rør og membranvægge, minimumsvægtykkelse typisk > 3 mm                 |
| Modstandsdygtighed over for termisk chok                            | Lav                                                                                       | Høj                                                                                                              | Høj                                                                               |
| Mulighed for reparation                                             | Lagene kan repareres lokalt eller fladevis på stedet, og kan også fjernes helt og fornyes | Reparation er i princippet mulig, men ofte vanskelig på stedet pga. utilgængelighed (f.eks. overhederrørbundter) | Laserpåførte lag kan repareres ligesom andre svejsede lag                         |
| Udførelse                                                           | Værksted / on-site                                                                        | Værksted                                                                                                         | Værksted                                                                          |
| Procedure                                                           | Lysbue: meget høj<br>Plasma: høj                                                          | Høj                                                                                                              | Markant højere sammenlignet med andre svejsemetoder                               |
| Temperaturbestandighed (maks. temperatur på belægningens overflade) | Afhænger af materialet; ved FeCr-legeringer op til 900 °C vedvarende belastning           | Typiske nikkelbaserede legeringer op til ca. 700 °C vedvarende belastning                                        | Anvendelsesområde for Inconel™-legeringer op til ca. 550 °C vedvarende belastning |
| Typiske anvendelser                                                 | Membranvægge, affaldsskakte, snegletransportører, apparater og beholdere                  | Fordamper- og overhederrør, sodblæserrør                                                                         | Membranvægge, samlere, sodblæserrør, industriarmaturer                            |

## LaserCladding vs. svejseblægning

LaserCladding med Inconel™-basis tilbyder alle svejse- og bearbejdningstekniske egenskaber, som konventionelt svejsepålagte membranvægge har, hvilket sikrer fuld kompatibilitet. Lagene kan svejses overlappende, ankre og stifter kan påføres, og skader kan repareres direkte på stedet – uden behov for ekstra kvalifikationer til montagepersonalet. Fordele som reduceret sekundær bearbejdningstid og lavere materialeforbrug reducerer indsatsen og omkostningerne til svejse sømsforberedelse med op til 30 %, hvilket gør LaserCladding økonomisk attraktivt.

|                          | LaserCladding                                                                                                                      | Svejsepålægning                                                    |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Proces                   | Termisk sprøjtning                                                                                                                 | Svejsning                                                          |
| Udførelse                | Kun på værksted                                                                                                                    | På værksted og on-site                                             |
| Køling påkrævet          | Ingen køling nødvendig, da varmeinputtet er meget lavt                                                                             | Vandkøling af rørene er absolut nødvendig af hensyn til kvaliteten |
| Afrensning               | Glasperler / blæsemiddel                                                                                                           | Glasperler / blæsemiddel                                           |
| Belægning                | Én-lags, 0,5 til 1 mm; standardtykkelse: 1 mm                                                                                      | Én-lags eller fler-lags 0,8 til 2,4 mm; standardtykkelse: 2 mm     |
| Jernindhold              | Ved 0,5 mm ≤ 3 %                                                                                                                   | Ved 0,8 mm < 8 %                                                   |
| Dybde af opblandingszone | Ca. 0,15 - 0,3 mm                                                                                                                  | Ca. 0,4 - 0,9 mm                                                   |
| Montagehåndtering        | LaserCladding-lag kan bearbejdes som svejsepålægninger. Kombination af LaserCladding og (manuel) svejsning på stedet er problemfri | Svejseteknisk montering på stedet er problemfri                    |
| Overfladestruktur        | Linjebaseret struktur – linjerne overlapper hinanden                                                                               | Skællet struktur – svejselagene overlapper hinanden                |

# Belægningsprocesser

## Lysbuesprøjtning

Lysbuesprøjtning anvender jævnstrøm til at smelte to tråde via en lysbue sammen i udgangen af en sprøjtepistol. De smeltede dråber accelereres derefter via en forstøvergaskammer til hastigheder på op til 150 m/s og slynges mod den forbehandlede, ru overflade. Her størkner de, forankrer sig mekanisk til underlaget og danner en tæt, lamelagtig beskyttelsesbelægning. Disse lag er kendetegnet ved høj vedhæftningsstyrke og stor modstandsdygtighed.

## Takket være fyldtråde er det muligt at behandle en bred vifte af materialer og legeringer

Ved hjælp af innovative fyldtråde, hvor belægningsmaterialet er indkapslet i rustfrit stål eller nikkel-krom-skaller, kan man også anvende materialer og legeringer, som ellers ikke kan fremstilles i ren trådform. Dette åbner op for en bred vifte af anvendelsesområder inden for korrosions- og slidbeskyttelse.

## Behandling af nikkelbaserede materialer og ekstremt slidstærke materialer

Häuser anvender lysbuesprøjtning til påføring af nikkelbaserede materialer og ekstremt slidstærke legeringer, såsom jern-krom-legeringer med en hårdhed på 950–1050 HV og temperaturbestandighed op til 900 °C.



## Belægninger selv under vanskelige forhold

En yderligere fordel ved processen er det robuste og kompakte udstyr, som også muliggør mobile anvendelser. Dermed kan belægninger påføres selv under vanskelige forhold – for eksempel inde i kedler – hvilket markant forlænger levetiden for korroderede vægflader.

## Plasmasprøjtning

Det pulverbaserede plasmasprøjtningssystem anvender en ekstremt energirig lysbue til at bringe en inert gas – som regel argon – i plasmatilstand. I denne tilstand når gassen temperaturer på ca. 18.000 °C, udvider sig op til 100 gange og accelereres via pistolens konstruktion til lydens hastighed. Belægningsmaterialet indsprøjtes i pulverform direkte ind i plasmaet og smeltes op inden for millisekunder. Det flydende materiale forlader pistolen med høj hastighed og hæfter sig mekanisk på den forbehandlede ru overflade.



Takket være den hurtige rekombination af plasmaet efter udløb forbliver komponenttemperaturen under processen lav (maks. 80–100 °C), hvilket forhindrer materialeforandringer.

## Næsten alle metalliske og keramiske materialer kan anvendes

De resulterende lag udmærker sig ved høj vedhæftningsstyrke, lav porøsitet og minimal tendens til oxidation. Takket være de ekstremt høje temperaturer i plasmaet kan næsten alle metalliske og keramiske materialer anvendes – forudsat de kan fremstilles i pulverform og har et smeltepunkt. Metoden giver derfor en enestående materialemæssig alsidighed og fleksibilitet.

## Optimering af processen gennem efterfølgende varmebehandling

Häuser & Co. GmbH har yderligere optimeret plasmasprøjtning ved at indføre en efterfølgende varmebehandling af belægningen. Denne innovation skaber en metallurgisk binding mellem lag og underlag, hvilket gør afskalning eller korrosion under belægningen umulig.

Samtidig forbliver laget fuldstændig fri for jernkontaminering fra grundmaterialet. De ønskede egenskaber for korrosions- og slidbeskyttelse bibeholdes jævnt gennem hele lagtykkelsen og sikrer en særdeles holdbar og pålidelig belægning.

# Häuser metoden – LaserCladding

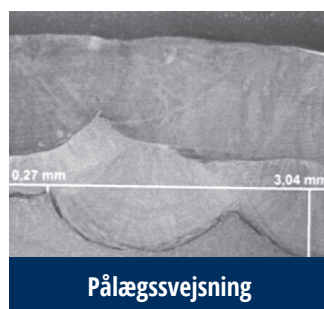
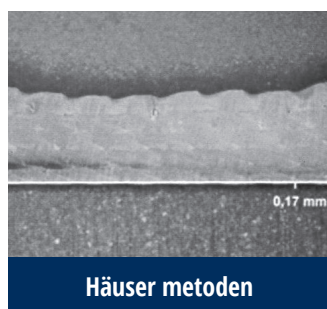
## Häuser metoden er en laserpulverbelægning (LaserCladding), som vi selv har udviklet

Ved hjælp af en laserstråle smeltes det pulverformige belægningsmateriale – som regel INCONEL™ 625 eller 686 – op og påføres komponentens overflade. Den metallurgiske binding, der opstår mellem belægningen og grundmaterialets overflade, forhindrer senere fejl som følge af underkorrosion eller afskalning.

Belægningen udviser en meget høj homogenitet og renhed af det ønskede belægningsmateriale igennem hele lagets tykkelse. De opblandinger og forureninger fra grundmaterialet, som er kendt fra traditionel svejseteknik, forekommer kun i minimal grad.

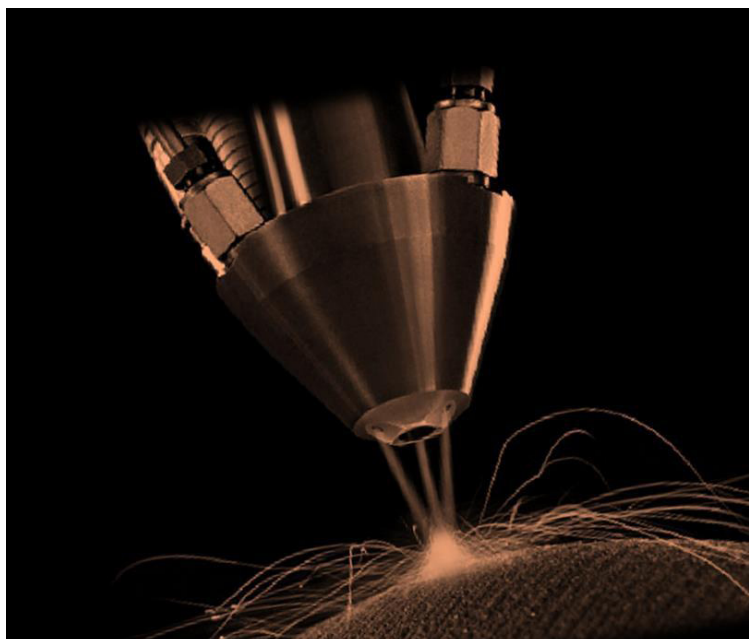
+ Ved konventionel pålægsvejsning skal der, på grund af opblanding med grundmaterialet, ofte påføres et ekstra rent beskyttelseslag i en separat arbejdsgang.

Ved Häuser metoden opfylder allerede ét enkelt lag kravene til både renhed og effektiv lagtykkelse.



+ Belægninger udført med Häuser metoden (til venstre) har en væsentligt mere homogen og glat overflade





### Fordelene ved Häuser metoden

- + Lagtykkelser og det dermed forbundne omkostningstunge forbrug af dyre materialer kan optimeres.
- + Belægninger udført med Häuser metoden øger belastningsevnen af membranvægge, reducerer risikoen for uforudsete anlægsstop og forbedrer anlæggets tilgængelighed.
- + Takket være den ensartede og linjeformede overfladestruktur er belægninger i Häuser metoden særligt velegnede til anvendelse i CFB-kedler.
- + Levetiden for membranvægge kan mangedobles med belægning. Udgifter til reparationer kan effektivt reduceres.
- + Ved udskiftning eller reparation belægges overgangen til det eksisterende materiale med pålægsvejning.
- + Integration eller kombination med eksisterende cladding er uproblematisk takket være de anvendte materialer og den metallurgiske binding.
- + Drag fordel af vores mere end 30 års praktiske erfaring indenfor industriel korrosionsbeskyttelse.



## Sodblæserrør med Inconel™-belægning fra Häuser & Co

### Særlige kendetegn ved vores laserbelægninger:

- + Takket være det meget lave varmeinput er der INGEN behov for køling af emnet under belægningsprocessen.
- + Vores laserbelægning udføres på det færdigmonterede solblæserrør. Kvalitetsfejl som følge af dårligt udførte svejsesømme med nikkelindtrængning i svejsebadet er dermed udelukket.
- + Kunden kan også efterfølgende få belagt solblæserrør, som allerede ligger på lager.
- + Afhængigt af monteringsposition og belastningsprofil kan der vælges forskellige belægningsmaterialer.
- + Belægningsprocessen egner sig især til anvendelse på rustfrit stål, som ellers har tendens til deformation ved andre svejsemetoder.
- + Den meget lave opblandingszone muliggør lagtykkelser fra ca. 0,5 mm med meget lavt indhold af jern og fremmedelementer.

## Anvendelseksemples fra praksis



### Plasmabelagte overhederrør: Markant forlænget levetid i et affaldsforbrændingsanlæg

I et affaldsforbrændingsanlæg (40 bar, 400 °C) havde overhederrørene efter omledningen til 3. træk, hvor røggastemperaturen lå mellem 560–650 °C, en levetid på cirka 18 måneder. Et sodblæserrør forstærkede nedslidningen på de første rørbundte yderligere. Beskyttelsesskaller gav ingen forbedring, og derfor blev der i 2005 indsat forsøgsrør med plasmabelægning (HS 52, 0,8 mm lagtykkelse). De positive resultater førte i 2008 til, at slut-overhederne i alle 4 kedler blev udskiftet, hvilket øgede levetiden til mindst 6 år.

### Innovativ laserbelægning i affaldsforbrænding: Effektiv beskyttelse af kedelanlæg ved øget ydeevne

Til mulig ydelsesforøgelse af de gamle kedelanlæg i et affaldsforbrændingsanlæg med 975.000 tons affalds- og spildevandsslamforbrænding undersøges det, om varme-flader kan forstørres ved reduktion af det ildfaste system. Og derved undersøges det også, om fritlagte membranvægge skal beskyttes mod korrosion og slid.

I 2020 blev en lasercladdet testflade indbygget i en af kedlerne (40 bar, 400 °C). 1 mm-LaserCladding blev lagt under en 2 mm-pålægssvejsning i et område med røggastemperaturer på 850–900 °C. Inspektion efter 8.000, 20.000 og 32.000 driftstimer viste ingen skader eller tæring. Den igangværende praktiske test bekræfter, at 1 mm-Inconel™-belægningen beskytter fordampervarmeflader effektivt.



### Effektiv beskyttelse og optimerede levetider

I et affaldsforbrændingsanlæg med seks linjer og en samlet kapacitet på 450.000 tons affald om året, var overhederrørene i overgangen fra forbrændingskammeret til andet træk særligt belastede, hvor der blev målt temperaturer op til 1.000 °C. Samtidig forekom korrosion og abrasion. For at øge levetiden af rør lavet af 13CrMo4-5 blev der i 2011 for første gang anvendt plasmabelagte prøverør med en nikkelbaseret legering HS 52/HS 4. Denne belægning giver fremragende korrosions- og slidbeskyttelse ved en hårdhed på 560–640 HV. Efter fem års testfase, hvor rørlevetiden blev fordoblet, blev plasmabelagte rør fra 2016 indført som standard, hvilket reducerede rørudskiftninger og stilstandstider markant.

I 2014 blev en laserbelagt membranvæg for første gang indbygget i forvæggen på forbrændingskammeret i et tysk affaldsforbrændingsanlæg. Den stadig igangværende langtidstest med over 75.000 driftstimer bekræfter effektiviteten af LaserCladding med kun 1 mm lagtykkelse.

# Kommunikation i øjenhøjde

## Erfarne kraftværksspecialister

Med flere årtiers erfaring i kraftværksdrift, herunder som driftsledere eller tekniske chefer, kender vi kravene til anlægsdrift indgående og ved fra egen praksis, hvad der er vigtigt.

## Driftsdata

Kombinationen af driftsdata – temperaturer (kedel, røggas), tryk (damp, fødevand), røggassammensætning (ilt, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>), vandkvalitet og gennemstrømningsmængder – giver et godt billede af driftsforholdene og de belastninger, som komponenterne udsættes for. Disse oplysninger, suppleret med tekniske detaljer som placering og udformning af sodblæsere, er afgørende for at analysere din specifikke problemstilling og udvikle passende belægningsløsninger.

## Kedelinspektion

Inspektion og dokumentation på stedet sikrer en komplet registrering af inspektionsfund, vedligeholdelsestiltag og optimeringsanbefalinger for at sikre en langvarig ydeevne og beskyttelseffekt af belægningen.

## Alsidige belægningsløsninger til tung industri

Vores ekspertise rækker langt ud over belægning af membranvægge og rør. Her er nogle eksempler:

- + Varmevekslere: Skræddersyede løsninger til kunder i kemiindustrien.
- + Rengøringsystemer: Højtydende traversrørsystemer i materialet 1.4713 / "Sicromal 8" til effektiv rengøring af overheadrør i brunkulskedler.
- + Valseaksler: Robuste belægnings til krævende brug i stålindustrien.
- + Røggasbøjninger: Pålidelig beskyttelse af komponenter i metalindustrien.

Uanset om det er i kraftværker, kemi-, stål- eller metalindustrien, så tilbyder vi innovative belægningsløsninger, der matcher din branches specifikke udfordringer.



## Virksomhed med opfinderånd

Som en innovativ virksomhed med over 30 års erfaring indenfor termisk sprøjtning af metalliske og keramiske materialer til en bred vifte af industrielle anvendelser, råder Häuser & Co GmbH over omfattende viden om, hvordan en belægning skal være udformet – især til brug i højtemperaturområder. Men processer udvikler og forandrer sig konstant – og det samme gælder kravene!

Derfor tilbyder vi ikke blot vores kunder materialelegeringer og belægningssløsninger, der er skræddersyet til den konkrete anvendelse, men vi videreudvikler også eksisterende belægningsteknikker og materialer i tæt og praksisorienteret samarbejde med vores kunder.

Resultatet er anvendelsesorienterede belægningssløsninger, som er optimalt tilpasset de specifikke behov og skaber maksimal værdi for kunden.

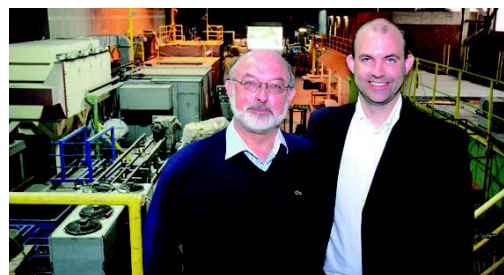
Det lasersprøjtningssystem, vi har anvendt i virksomheden siden 2014, gør det muligt for os at påføre velafprøvede materialer og legeringer – såsom Hastelloy™, INCONEL™ 625/686 eller Stellite™ 21 – som metallurgisk bundne lag på komponenter. Takket være den meget lave opblanding opnås høj renhed og homogenitet, hvilket sikrer optimal udnyttelse af materialernes teknologiske fordele.



## 1995

Under sit arbejde hos Thyssen AG udviklede Bodo Häuser en metode til on-site belægning af stærkt belastede komponenter ved hjælp af plasmasprøjtning.

Dette patent købte han i 1995 af sin daværende arbejdsgiver, og med sin omfattende erfaring fra både industri og forskning grundlagde han den nuværende Häuser & Co GmbH.



## 2006

Siden 2006 har næste generation, Hendrik Häuser, været aktiv i virksomheden, og siden 2014 har han ligeledes fungeret som direktør.

Den langsigtede videreførelse af Häuser & Co GmbH som en klassisk familievirksomhed er dermed sikret.

## 2013

Med udgangspunkt i den højteknologiske lasersprøjteteknologi udvikler Häuser & Co GmbH helt nye produkter og metoder til optimering og forædling af overflader.

Et eksempel er patentansøgningen på belægning af membranvægge med nikkelbaserede materialer som et alternativ til traditionel påsvejsning.



# HÄUSER & CO

Termiske sprøjteprocesser til  
metalliske og keramiske materialer

[www.haeuser-co.de](http://www.haeuser-co.de)

