

# Vad är fossilfri stålproduktion?

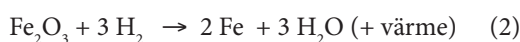
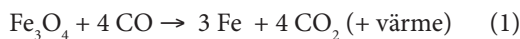


Figur 1: Stålets kretslopp (källa: Jernkontoret)

Att minska utsläppen av växthusgaser är en av vår tids viktigaste utmaningar. Huvuddelen av CO<sub>2</sub>-utsläppen från stålproduktion kommer från den malmbaserade tillverkningen där järnmalm från gruvor omvandlas till järn och vidare till stål. För att minska utsläppen av växthusgaser från stålindustrin till rimliga kostnader behövs nya tekniska lösningar. Sverige ligger i framkanten av denna utveckling, som inbegriper högre andel återvunnen råvara, skrot, och vätgas eller elburen energi. Ett exempel på detta är samarbetsprojektet HYBRIT.

## Ståltillverkning

Stål är en legering som huvudsakligen består av järn och det vanligaste legeringsämnet är kol, men olika metaller är också vanliga. För att tillverka stål behövs därför mycket järn, som finns tillgängligt i form av järnmalm i jordskorpan. När råvaran vid ståltillverkningen är järnmalm, kallas produktionen därför malmbaserad. Det finns flera olika naturligt förekommande järnoxider, exempelvis hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) eller magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). För att kunna producera stål behöver järnoxiden reduceras, alltså att syret behöver avlägsnas från järnoxiden. Det vanligaste är att använda kol eller kolmonoxid, men även vätgas kan användas. Exempel på (redox-)reaktioner:



Eftersom järn är en relativt oädel metall kräver dessa reaktioner mycket energi, även om de är exoterma.

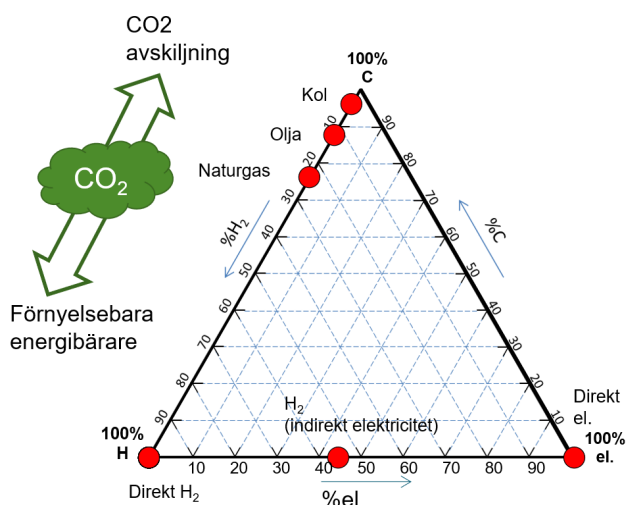
Idag produceras 70 % av allt stål i världen genom masugnsprocessen, med användning av kol och koks (stenkol) för att reducera järnmalmen. Det reducerade och smälta järnet omvandlas till stål genom att inlöst kol i råjärnet renas med hjälp av syrgas (s.k. färskning). Reduktionen av järnmalmen och färskningen av det inlösta kolet ger upphov till CO<sub>2</sub>-utsläpp. Ett annat exempel på process för ståltillverkning är direktreduktion, där järnmalmen istället reduceras till fast fas. Produkten kan sedan smältas i en s.k. ljusbågsugn.

## Fossilfri stålproduktion

När fossilfri stålproduktion diskuteras handlar det om hur reduktionsprocessen kan göras fossilneutral, hur man kan minska utsläppen av CO<sub>2</sub> trots att man fortsätter använda järnmalm som järnkälla. Det handlar om att hitta andra reduktionsmedel och energibärare än kol. I de fall kolet inte kan ersättas finns möjlighet med förnyelsebara kolbärare alternativt CO<sub>2</sub>-infångning. I figur 2 visas ett trefasdiagram som illustrerar hur olika energibärare kan nyttjas i klimatomställningen.

Historiskt har ett antal förslag utarbetats för att försöka minska CO<sub>2</sub>-utsläppen från malmbaserad ståltillverkning. År 2016 lanserade SSAB, LKAB och Vattenfall ett gemensamt initiativ, HYBRIT, som syftar till att utveckla en direktreduktionsprocess på vätgas i stället för kol (se reaktion 2). Fördelen är att vattenånga bildas i stället för CO<sub>2</sub> från reduktionen. Det reducerade järnet smälts sedan i en ljusbågsugn. För att åstadkomma detta krävs stora mängder el både för produktion av vätgas och för smältning av järnbäraren i ljusbågsugn. Arbetet som bedrivs genom Hybrit development har visat på stor potential för att möjliggöra en framtida fossilfri stålproduktion. Sverige ligger i framkant i denna utveckling där världens första fossilfria stål har producerats och levererat det till kund.

Det finns fler liknande initiativ för att åstadkomma fossilfrihet. I oktober 2020 annonserade ArcelorMittal att man avser producera vätgasbaserad DRI från ett av sina stålverk i Europa. I maj 2021 annonserade H2 green steel (H2GS) planer



Figur 2: Möjligheter att minska CO<sub>2</sub>-emissionerna från industriella processer. För att åstadkomma CO<sub>2</sub>-neutralitet behöver energibärare med hög andel kol (%C) ersättas med energibärare med högre andel väte (%H<sub>2</sub>) eller genom elektrifiering. (källa: artikelförfattaren)

på att bygga ett helt nytt stålverk i Boden i norra Sverige som också ska producera stål med vätgas.

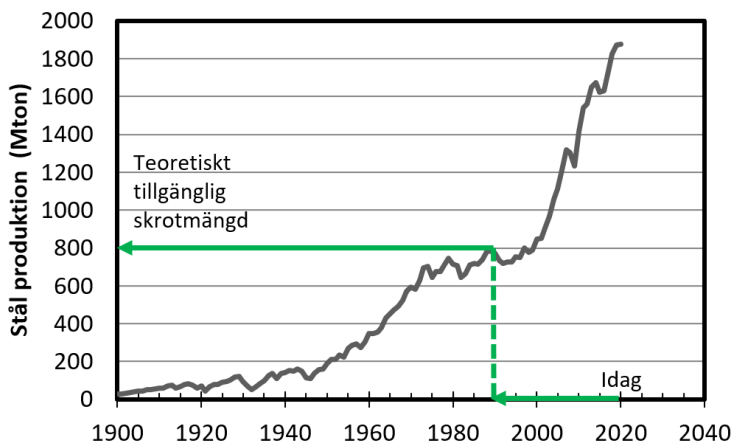
### Järnmalm eller skrot som råvara?

Vid stålframställning används idag två huvudsakliga råvaror, järnmalm och skrot (se figur 3). De största utsläppen av CO<sub>2</sub> kommer från den malmbaserade tillverkningen. Vid elbaserad ståltillverkning med skrot som järnbärande kommer utsläppen huvudsakligen från elproduktionen. I Sverige och Norden är utsläppen från elproduktionen jämförelsevis låga tack vare en stor del förnybar el i form av vatten- och vindkraft. Att övergå till skrotbaserad ståltillverkning skulle alltså ha stora effekter på koldioxidutsläppen i Sverige.

Stålskrot skapas när använda produkter av stål återvinns och recirkuleras. Stål har, liksom de flesta metaller, den positiva egenskapen att det kan återvinnas ett obegränsat antal gånger utan att förlora sina egenskaper. Men eftersom stål används i många olika typer av produkter, alltifrån ståldetaljer i möbler till konstruktionsstål i broar och höghus, varierar tiden innan metallen kommer tillbaka till ståltillverkningen. Medeltiden för stålets cirkulation är ca 35 år. En förutsättning för recirkulation är dock att återvinningen kan ske utan att s.k. legerings- och föroreningselement ackumuleras alltför mycket och detta ställer krav på råvarorna som används i ståltillverkningen.

Ståltillverkning har ökat enormt under de senaste hundra åren (se figur 4). Genom att göra antaganden om stålets livslängd kan man få en fingervisning om den teoretiska tillgången på skrot. År 2020 var ståltillverkningen i världen nära 1878 Mton. Med ett antagande om 30 års medellivslängd på stål (motsvarande 1990 års produktion) skulle tillgänglig skrotmängd för ståltillverkning uppgå till ca 800 Mton. Maximal skrotmängd som råvara är således ca 40 %, och år 2020 uppgick ljusbågsugnsbaserad ståltillverkning till cirka 30 %.

Den kraftiga tillväxttakten från 2000 kan kopplas samman med den ökade efterfrågan som uppstått i Asien. Denna utbyggnad har i huvudsak varit masugnsbaserad. Andelen skrot- och malmbaserad ståltillverkning är därför begränsad



Figur 4: Historisk ståltillverkning (källa: world steel in figures 2021, World steel association)

av bland annat tillgänglighet på råvaror men också installerad produktionskapacitet.

### Framåtblickar

Ända sedan människan lyckades reducera den första malmen och tillverka jordbruksredskap i järn har järnet varit en viktig resurs för utvecklingen av vårt samhälle. Med utvecklingen av ståltillverkning, nya legeringar och nya innovationer har branschen utvecklats. Stål är ett material som är viktigt för vårt samhälle, som vi behöver för utveckling och som vi alla använder dagligen. Det finns knappt någon produkt som inte innehåller stål eller är tillverkat av ett verktyg som innehåller stål och därför kommer det fortsätta vara ett viktigt material för utvecklingen av vårt samhälle. Detta kräver dock att vi bemästrar de utmaningar som är förknippade med ståltillverkning. För att möta dagens klimatproblematiken behöver industrin övergå till mer hållbar produktion som storskalig reduktion av järnmalm med vätgas eller att skilja av CO<sub>2</sub> från processerna. Industrin är i allra högsta grad involverad i att hitta lösningar för framtiden.

Av Mikael Larsson  
[mikael.larsson@swerim.se](mailto:mikael.larsson@swerim.se),  
 Adjungerad professor,  
 Affärsområdeschef Metallurgi

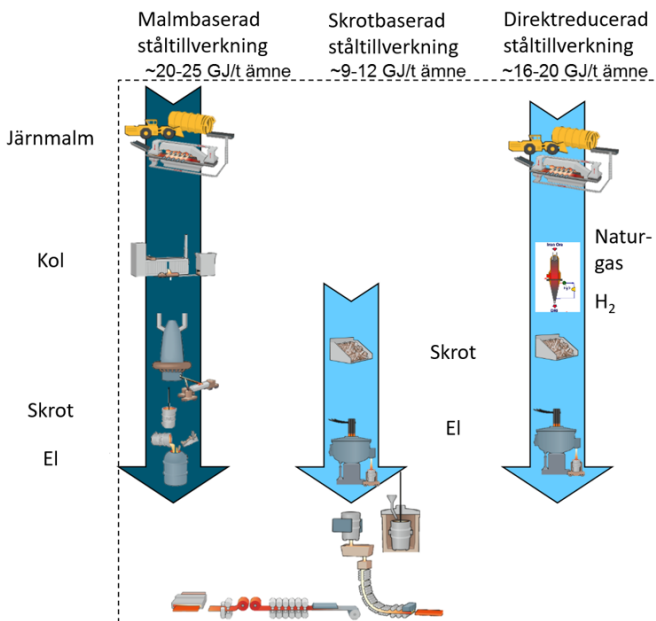


(Foto: privat)

### Mer information

- [www.hybritdevelopment.se](http://www.hybritdevelopment.se)
- [Din Kemi](#): (Samhälle/Malm och mineraler)
- <https://www.volvogroup.com/se/news-and-media/news/2021/oct/news-4088343.html>

Den 8 februari kommer Mikael ge ett webinarium på temat fossilfritt stål. [www.krc.su.se](http://www.krc.su.se)



Figur 3: Processvägar för ståltillverkning (källa: artikelförfattaren)